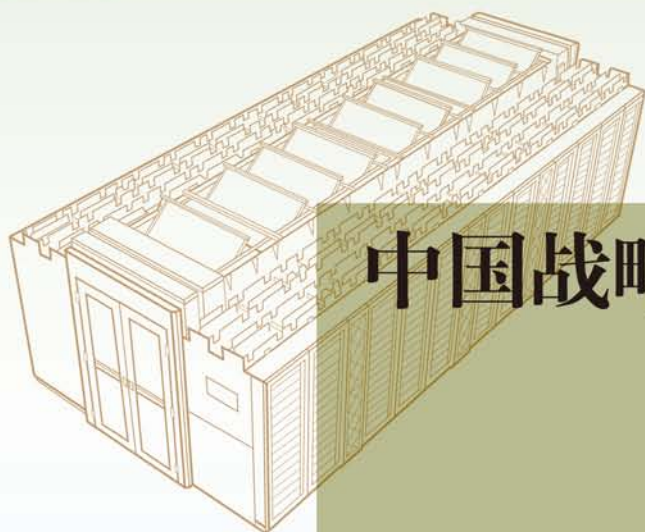




国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION



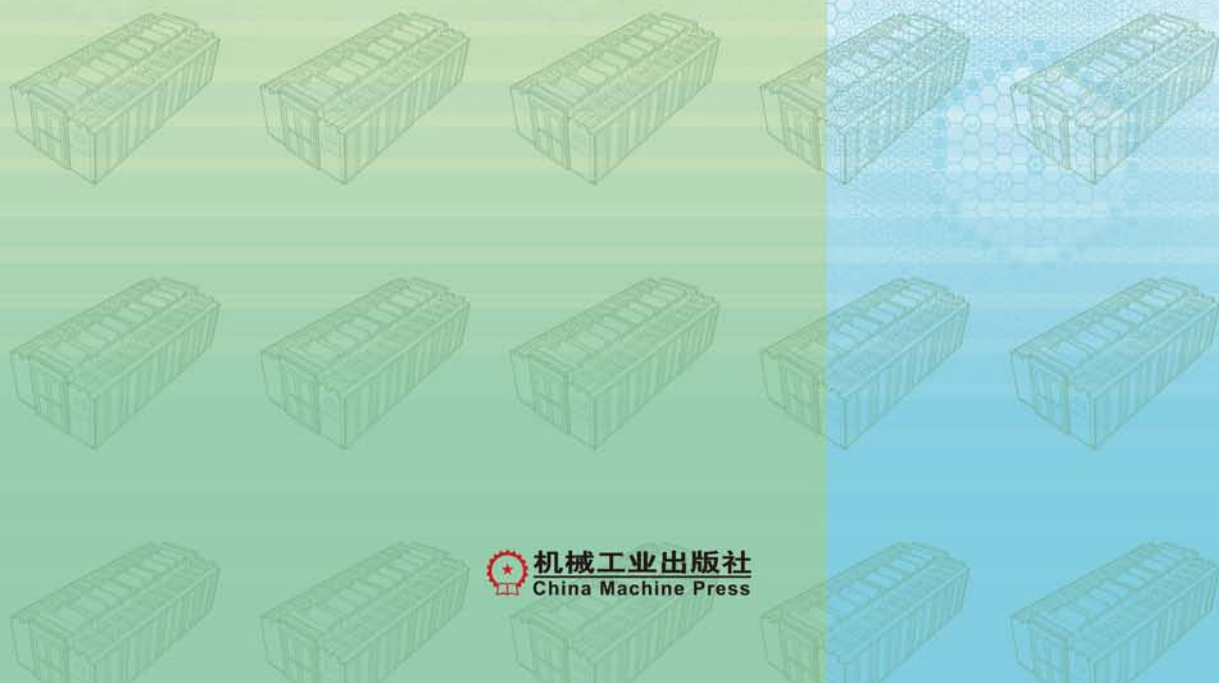
中国战略性新兴产业 研究与发展

R&D of
China's Strategic
New Industries

数据中心

Internet Data Center

吕天文 主编



机械工业出版社
China Machine Press

本书分9章,主要针对数据中心行业的发展状况、科技发展情况、国内外情况对比、布局与思路、发展目标、发展战略、面临的机遇等进行了全面、系统的分析研究,对数据中心的未来发展提出了具有指导意义的建议。其中,第1章是数据中心概述,通俗易懂地讲述了数据中心的发展历程、分类、范围、定义等基础信息和研究;第2~9章从全局的高度分别分析了国外数据中心产业发展情况,我国数据中心产业的发展与现状、前景及趋势,我国与发达国家数据中心产业的比较、发展战略指导与措施以及数据中心行业准入的相关单位、技术评价、领域风险分析、应用先进案例和我国有关数据中心政策等。

本书资料详实,具有一定的学术、理论深度,适合各级政府和行业决策机构制定政策法规,也适用于数据中心的研究机构、设计院所、产品提供商、工程建设运营方、工程技术人员、行业专业人士、数据中心管理人员等。

图书在版编目(CIP)数据

中国战略性新兴产业研究与发展. 数据中心 / 吕天文主编. — 北京: 机械工业出版社, 2018.3
ISBN 978-7-111-59576-2

I. ①中… II. ①吕… III. ①新兴产业—产业发展—研究—中国②新兴产业—工业企业管理—数据管理—研究—中国 IV. ①F269.24 ②F425

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第063269号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:曹军 责任校对:李伟

北京宝昌彩色印刷有限公司印制

2018年3月第1版第1次印刷

170mm×242mm • 16.75印张 • 320千字

标准书号:ISBN 978-7-111-59576-2

定价:128.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

年鉴网:<http://www.cmiy.com>

销售一部:(010)68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)68326643

封面无机械工业出版社专用防伪标均为盗版

中国战略性新兴产业研究与发展

编委会

主任 路甬祥 第十届、十一届全国人大常委会副委员长，
中国科学院院士、中国工程院院士

副主任 苏 波 中纪委驻中央统战部纪检组组长
王文斌 中国机械工业联合会副会长、机械工业信息研究院院长、
机械工业出版社社长

委员 (按姓氏笔画排序)

于庆瑞 甘肃长城电工电器工程研究院有限公司院长、天水长城
开关厂有限公司总工程师

石 勇 机械工业信息研究院副院长

冯金尧 中国机械通用零部件工业协会紧固件分会会长

邢 敏 中国内燃机工业协会常务副会长兼秘书长

吕天文 中国电子节能技术协会数据中心节能技术委员会秘书长、
中国电子节能技术协会常务理事兼副秘书长、中国云
体系产业创新联盟常务理事、国际数据中心及计算展
发起人、ICTresearch 公司创始人

刘庆宾 重庆材料研究院有限公司董事长兼总经理、中国仪器仪表
行业协会仪表功能材料分会理事长

孙容磊 华中科技大学教授、中国人工智能学会智能制造专业委员会
秘书长

吴正元 中国塑料加工工业协会专家委员会委员，南京聚隆科技
股份有限公司、南京聚锋新材料有限公司名誉董事长

陆大明 中国机械工程学会副理事长兼秘书长

武兵书 中国模具工业协会会长

赵志明 中国石油和石油化工设备工业协会首席顾问

徐东华 机械工业经济管理研究院院长、国务院发展研究中心研究员

郭 锐 机械工业信息研究院副院长、机械工业出版社总编辑

蒋善武 天安电气集团有限公司总裁

景晓波 工业和信息化部运行监测协调局副巡视员

谢三明 工业和信息化部运行监测协调局监测预测处处长

樊高定 中国制冷空调工业协会常务副理事长

瞿金平 华南理工大学教授、中国工程院院士

《中国战略性新兴产业研究与发展·数据中心》

执行编委会

主 编 吕天文

副主编 高 红 周海珠 孙 干

撰稿人 沈兆欣 王 景 李大庆 刘 宇

罗志刚 彭广香

中国战略性新兴产业研究与发展

编委会办公室

主 任 石 勇（兼）

副主任 李卫玲

成 员 刘世博 任智慧 董 蕾 张珂玲 李 晶

全球金融危机和经济衰退发生以来，美欧日俄等各国为应对危机、复苏经济、抢占未来发展的先机和制高点，都在重新审视发展战略，不断加快推进“再工业化”，培育发展以新能源、节能环保低碳、生物医药、新材料与高端制造、新一代信息网络、智能电网、海洋空天等技术为支撑的战略性新兴产业，在全球范围内构建以战略性新兴产业为主导的新产业体系。力图通过新一轮的技术革命引领，重新回归实体经济，创造新的经济增长点。这已成为很多国家摆脱危机、实现增长、提升综合国力的根本出路。可以预计，未来的二三十年将是世界大创新、大变革、大调整的历史时期，人类将进入一个以绿色、智能、可持续发展为特征的知识文明时代。那些更多掌握绿色、智能技术，主导战略性新兴产业发展方向的国家和民族将在未来全球竞争合作中占据主导地位，赢得全球竞争合作，共享持续繁荣进程中的主动权和优势地位。

为应对金融危机和全球性经济衰退以及日趋强化的能源、资源和生态环境约束，以实现中国经济社会的科学发展、和谐发展、持续发展，党中央、国务院提出加快调整产业结构、转变经济发展方式，加快培育和促进战略性新兴产业发展的方针，出台了《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》以及相关政策举措。可以肯定，未来5~10年将是我国结构调整与改革创新发展的一个新的战略机遇期，将通过继续深化改革，扩大开放，提升自主创新能力，建设创新型国家，实现我国科技、产业、经济由大变强的历史性跨越，我国经济社会发展将走出一条依靠创新驱动，绿色智能，科学发展、和谐发展、持续发展之路，实现中华民族的伟大复兴。

展望未来，高端装备制造、新能源汽车、节能环保、新一代信息技术、生物医药、新能源、新材料、绿色运载工具、海洋空天、公共安全等全球战略性新兴产业将形成十数万亿美元规模的宏大产业，成为发展速度最快，采用高新技术最为密集，最具持续增长潜力的产业群落。战略性

新兴产业的发展需求也将拉动技术的创新突破和产业结构的调整，为包括我国在内的全球经济发展注入新的强大动力。

在世界各国高度重视培育和发展战略性新兴产业的新形势下，编著一套“中国战略性新兴产业研究与发展”图书，借鉴国外相关产业发展的成功经验，对行业发展思路、发展目标、发展战略、发展重点、投资方向、政策建议等方面进行全面、系统研究，凝聚对战略性新兴产业内涵和发展重点的认识，为国家战略性新兴产业发展规划的顺利实施，以及政府和有关部门制定促进战略性新兴产业发展的相关政策和法规提供参考，具有十分重要的现实意义。

“中国战略性新兴产业研究与发展”系列图书对相应产业的阐述、分析均注重强调战略性新兴产业的六个主要特点：

一是**绿色**。战略性新兴产业属于能耗低、排放少、零部件可再生循环的“环保型”“绿色型”产业，无论从产品的设计、制造、使用，还是回收、再利用等整个生命周期的各个环节，对资源的利用效率与对环境的承载压力均要求达到最理想水平。

二是**智能**。新型工业化要求坚持以信息化带动工业化、以工业化促进信息化，即要实现“两化融合”。而“两化融合”决定了智能是未来产业尤其是战略性新兴产业的发展方向。所谓智能，是指制造过程的智能化、产品本身的智能化、服务方式的智能化。这些均是智能的最基本层次，它还具有其他更为丰富的内涵。如：智能电网，通过先进的传感和测量技术、先进的设备技术、先进的控制方法以及先进的决策支持系统技术的应用，可实现电网的可靠、安全、经济、高效、环境友好和系统安全等方面的智能；智能汽车不只是安全智能，还包括节能、减排、故障预警等方面的智能。

三是**全球制造**。随着全球化趋势不断深化，战略性新兴产业的发展成果也必将是由全人类共创共享。新产品的研制开发，不再由一个企业独自完成，需要集成各方面优势资源共同解决。例如 iPhone 在中国完成装配，但它的设计、研发以及许多零部件的供应都是在美国、日本、欧洲等国实现的，其本身就是一个全球化的产品。因而，未来的制造必

然是全球化制造、网络化制造。

四是**满足个性化需求与为更多人分享相结合**。目前中国有 13 亿人口，印度有 12 亿人口，还有巴西、印度尼西亚等新兴国家、发展中国家也都要实现现代化。在全球如此规模庞大的人群中，既存在富裕阶层、高消费阶层，他们的消费需求是个性化、多样化的；又有占比较大的中产阶层、贫困人口，他们的消费需求是基本层次的，但也不能被忽视。两种类型的消费需求必须同时被满足，这不仅是构建和谐社会的需要，而且是构建和谐世界的需要。因此，我国发展战略性新兴产业，应该既要满足中高端个性化的需求，同时又要满足我国与其他发展中国家广大普通消费者的需求。要把个性化的设计、个性化的产品生产，与规模化、工业化的传统生产结合起来，不能完全抛弃传统的规模化生产方式。

五是**可持续**。要使有限的自然资源得以有效、可持续利用，发展利用可再生资源、能源，强调发展再制造、循环经济。无论是原材料使用，还是零部件制造，从研发、设计之初就考虑到了生产中的废料、使用后的遗骸的回收处置，使其能够重新得到循环利用。

六是**增值服务**。培育发展战略性新兴产业需要注意在设计制造过程中与产品售后、使用过程中提供相关增值服务。不应再局限于传统的观念，只注重制造本身，而不注重服务的价值。例如，发展电动汽车产业，必须首先解决好商业模式问题，包括充电桩建设、电池更换、废旧电池回收等服务方面，否则将无法广泛推广。

“中国战略性新兴产业研究与发展”系列图书内容丰富，资料翔实，观点鲜明，立意高远，并力求充分体现出“四性”，即科学性、前瞻性、指导性和基础性。

第一，体现**科学性**。所谓科学性，就是指以科学发展观为指导。科学发展观的核心是以人为本，总体目标是全面、协调、可持续，基本方法是统筹兼顾，符合客观规律。“中国战略性新兴产业研究与发展”系列图书既要能够为党中央、国务院提出的加快发展战略性新兴产业的总体战略服务，又不应受到行业、部门的局限，更不能写成规划或某些部门规划的解读材料，而应能够立足于事物客观规律、立足于全局。各分

册编写组同志重视调查、研究，力求对国情、科技、产业及全球相关产业的发展态势有比较准确的把握，努力为我国战略性新兴产业的发展提供一本基于科学基础的好素材。这套图书立足基于我国国情，而不是简单地把发达国家的相关产业信息进行综合、编译，照搬照抄。当然，我国发展战略性新兴产业不能“闭门造车”，而是要坚持开放性，积极参与国际分工合作，充分利用全球优势资源，提高发展的起点和水平。因而，有必要参照国际成功经验与最新发展趋势，但一定要以我国国情和产业特点为根本出发点，加快培育和发展有中国特色的、竞争能力强的战略性新兴产业。

第二，体现**前瞻性**。一是能够前瞻战略性新兴产业的发展，因为这套图书是战略性新兴产业的发展指导书。二是能够前瞻战略性新兴产业技术的发展。为了做好这两个前瞻，必须要适当地前瞻全球经济、我国经济与战略性新兴产业发展的趋势。只讲发展现状是不够的，因为关于现状的资料很多，通过简单地网络搜索即可查到；也不能只罗列国外的某些规划和发展战略。“中国战略性新兴产业研究与发展”系列图书的编写注重有深度的科学分析与前瞻性的研究。

第三，体现**指导性**。“中国战略性新兴产业研究与发展”系列图书本身就是指导书，能够对产业、对技术、对国家制定政策，甚至在未来国家发展战略与规划的制定等方面发挥一定的引导作用与影响。虽然不能说这套图书可以指导国家战略与规划的制定，但是应该努力发挥其积极的引导作用。

第四，体现**基础性**。所谓基础性，就是指要能够提供战略性新兴产业的基础信息、基础知识，以及我国和有关国家在相关产业发展方面的基本战略，主要的法规、政策和举措，并尽可能提供一些基本的技术路线图。比如在轴承分册，就描述了一个轴承产业发展的路线图。唯有如此，“中国战略性新兴产业研究与发展”系列图书才能满足原来立项的宗旨——不仅要为工程技术界、大学教师、大学生与研究生提供学习参考书，为产业界的技术人员、管理人员提供决策参照，而且要为政府部门的政策法规制定者提供参考。

机械工业出版社是具有 60 多年历史的专业性综合型出版机构，改革开放后，随着市场经济的发展，机械工业出版社不断改革转型，不但形成了完善的编辑出版工作流程和质量保证体系，而且编辑人员作风严谨，工作创新。

“中国战略性新兴产业研究与发展”系列图书不仅是一套科技普及书，更是一套产业发展参考书，必须既要介绍国内外战略性新兴产业的发展情况，又要阐述相关政策、法规、扶植措施等内容。因此，这套图书的组编单位、编写负责人和编写工作人员必须要有相关积累和优势。

“中国战略性新兴产业研究与发展”系列图书所选的分册主编和作者主要是精力充沛的业内中青年专家，并由资深专家负责相应的编审、校审工作。现在看来大多数工作由中青年同志担当，是完全符合实际的。此外，这套图书的编著还充分发挥了有关科研院所、行业学会和协会的作用，他们的优势在于对行业比较熟悉，并掌握了较为丰富的资料。

最后，特别感谢国家出版基金对“中国战略性新兴产业研究与发展”系列图书的大力支持！感谢全体编写出版人员的辛勤劳动！

期望“中国战略性新兴产业研究与发展”为社会各界了解战略性新兴产业提供帮助，期待中国战略性新兴产业培育和发展尽快取得重大突破，祝愿我国在不久的将来实现由经济大国向经济强国的历史性跨越！是为序。

浩用祥

前言

近几年来，随着人工智能、云计算、物联网和下一代网络快速发展，催生了数据中心产业的较快发展。作为信息化社会的基石，数据中心逐渐上升到国家战略层面，日益受到政府、用户、机构、企业的关注与重视，将综合体现出国家信息化的实力。数据中心的规模和计算能力将是国家之间信息化竞争力的主要指标之一。

快速发展的中国已经步入了一个万物互联、交互蓬勃发展的大数据时代，打造更加安全、可靠、绿色的现代数据中心，已经成为时代发展的必经之路。随着应用需求的推动和技术创新的牵引，数据中心逐步向大型化、高密化、自动化、绿色化等方向演进。对于每年耗电超过 1 000 亿 kW·h 的产业，目前数据中心节能正在进入关键的发展阶段。只有企业形成了一致的认识和行动，我国的数据中心节能才能有更加璀璨的未来，迎来绿色数据中心的创新时代。应对上述发展需求，给业内人士更多清晰指引，是本书成书的最主要原因。

本书主要涵盖如下几个部分：第 1 章 数据中心概述，通俗易懂地讲述数据中心的发展历程、分类、范围、定义等基础信息和研究情况；第 2 章 国际数据中心产业发展现状及趋势分析，主要论述当前美国、欧洲、世界其他地区的数据中心规模、发展速度、主要技术、节能情况等。此部分主要使读者清楚世界其他区域的概况，和中国数据中心发展形成清晰对标。第 3 章 我国数据中心产业发展情况，主要从当前我国数据中心的规模、发展环境、区域研究情况、过剩问题探讨、绿色化进展及趋势、标准研究进展、当前存在的主要问题等不同维度进行论述。同时论述主要行业的数据中心发展情况，分析重点事件，以期使读者了解不同重点行业的数据中心推进因素和发展事件。第 4 章 我国数据中心发展前景及趋势，重点论述数据中心产品、营销、技术、服务等趋势，探讨自建和外包数据中心的优劣势等。第 5 章 数据中心产业发展战略指导，主要向读者展现了数据中心产业和国家战略的结合点，国家相关政策的引导作用，以及如何推动数据中心绿色发展等。第 6 章 数据中心行业准入的相关单位，主要讲述数据中心的准入门槛，需要的各类资质等。同时用数据和图文展现了当前数据中心的竞争态势。第 7 章 我国数

据中心技术评价，包含节能政策分析、技术评价要点、主要节能技术方向、节能研究分类等。第8章 数据中心领域风险分析，综合分析了宏观风险、技术风险、政策风险、运营风险和建设风险等。第9章 数据中心应用先进案例，列举了部分国内外的先进典型性案例。附录介绍了我国数据中心的政策汇编以及 ICT research 的研究内容，主要论述当前政策分析和未来政策预测、当前标准和缺失标准制定需求以及 ICT research 的研究范围、区域、数据来源、研究方法等。通过以上多个章节的详细介绍和解读，以期给读者提供一个全方位的数据中心产业深度分析，满足不同读者群的需求。

本书适用于政策制定部门、数据中心研究机构、产品提供商、设计院所、工程建设运营方、工程技术人员、行业专业人士、数据中心管理人员等。本书旨在普及数据中心概念，挖掘数据中心机会，培养更多行业内的专业人才。通过作者对多年行业经验的梳理和总结，将数据中心整体概况呈现给初入数据中心行业者，给他们的发展和成长提供有力帮助。通过对数据中心基础设施建设产业链条的全面介绍，使读者对数据中心有一个全面的了解。

本书是多位业内专家推荐的必读基础书籍，同时经过业内专业人士和学者的审校，但由于经验和时间有限，书中难免有错漏之处，恳请业内同仁批评指正，也期待读者在阅读的过程中给我们回馈改进意见和建议，以便在再版时为大家提供更好的书籍。本书在写作过程中得到 ICT research 咨询公司和中国电子节能技术协会数据中心节能技术委员会（GDCT）的大力支持，谨此表示感谢。



2018年3月

编写说明

《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》确定了我国未来经济社会发展的战略重点和方向是战略性新兴产业，并且根据我国国情和科技、产业基础，又制定出现阶段重点发展节能环保、新一代信息技术、生物、高端装备制造、新能源、新材料、新能源汽车七大新兴产业。可见，未来几年七大战略性新兴产业将是国家重点支持、大力推广的产业。

为了使大家全面理解、准确把握、深刻领会国家这一战略决定的精神实质，了解其发展内涵，推动产业结构升级和经济发展方式转变，增强国际竞争优势，抢占新一轮经济和科技制高点，机械工业出版社在国家出版基金的支持下，组织各领域权威专家编写了一套“中国战略性新兴产业研究与发展”（以下简称“研究与发展”）图书。

“研究与发展”以国家相关发展政策和规划为基础，借鉴国外相关产业发展的成功经验，对产业发展思路、发展目标、发展战略、发展重点、投资方向、政策建议等方面进行了全面、系统的研究；对前瞻性、基础性和目前产业上有瓶颈限制的问题提出了有针对性的对策。

“研究与发展”采用分期分批的出版方式陆续出版发行，第一期12个分册已于2013年年底完成出版，包括：太阳能、风能、生物质能、智能电网、新能源汽车、轨道交通、工程机械、水电设备、农业机械、数控机床、轴承和齿轮。本次出版第二期13个分册，包括：功能材料、物流仓储装备、紧固件、模具、内燃机、塑料机械、塑木复合材料、物联网、制冷空调、智能制造装备、非常规油气、中压开关和数据中心。今后根据国家产业政策要求及各行业的发展情况还将陆续推出其他分册。

为了出版好“研究与发展”，机械工业出版社成立了“中国战略性新兴产业研究与发展”编委会，全国人大常委会原副委员长路甬祥

担任编委会主任。路甬祥副委员长对该套图书的编写高度重视，亲自参加编委研讨会，多次提出重要指导意见。他从图书的定位、内容选材、作者队伍建设和运作流程等方面都给予了全面和具体的指导，并提出了“六个特点”和“四性”的具体要求，对每个分册的内容重点提出了具体的建议要求。

机械工业出版社还建立了完善的项目管理、编写组织、出版规范和网络支撑四个方面的工作体系来保证图书质量。各组编单位投入了大量的精力组织行业权威专家规划内容结构、研讨内容特色；参与图书编写的主创人员也不计报酬，自觉自愿地把自己的聪明才智和研究成果奉献给社会，奉献给国家。他们都担负着繁重的科研、教学、行业管理或生产任务，为了使此书能够早日与大家见面，他们不辞辛苦、加班加点，因为他们都有一个共同心愿——帮助企业快速成长，使中国由大变强。

在此，衷心地感谢为此项工作付出大量心血的组编单位、各位专家、各位撰稿人、编辑出版及工作人员！

尽管我们做了大量工作，付出了巨大努力，但仍难免有疏漏或错误之处，敬请读者批评指正！

中国战略性新兴产业研究与发展 编辑部

2018年3月

目录 CONTENTS

序言
前言
编写说明

第 1 章	数据中心概述	1
1.1	IDC 的研究范围与定义	2
1.1.1	IDC 的定义	2
1.1.2	IDC 发展概况	2
1.1.3	IDC 产业链解析	3
1.2	数据中心的研究范围与定义	4
1.2.1	数据中心的定义	4
1.2.2	数据中心的组成	4
1.2.3	数据中心的作用	5
1.2.4	投资建设数据中心的条件及影响	6
1.3	数据中心的发展历程	7
1.3.1	数据中心的四个发展阶段	7
1.3.2	四代数据中心的发展变革历程	8
第 2 章	国际数据中心产业发展现状及趋势分析	13
2.1	国际数据中心产业发展现状	14
2.1.1	国际数据中心保有面积与增长情况	14
2.1.2	国际数据中心新增面积与增长情况	14
2.1.3	国际数据中心数量与增长情况	15
2.1.4	国际数据中心能耗量与增长情况	16
2.2	国际数据中心产业发展趋势	18
2.2.1	数据中心具有显著的基础设施特性，产业处于转型期	18
2.2.2	亚太地区建设数据中心的动力强劲，未来几年有过度供给的可能	19
2.2.3	产业价值链提升，竞争日趋激烈	20
2.2.4	新一代大规模数据中心成为国家和企业部署和实施云计算战略的重要内容	20
2.2.5	新的运营和合作模式加快产业升级	21

2.2.6	世界数据中心能耗发展趋势	22
2.3	国际数据中心法规和标准的制订及研究进展	23
2.3.1	国家层面数据中心能效标准和法规的制订	24
2.3.2	国际标准化组织数据中心能效标准协调项目	26
2.3.3	企业联盟数据中心能效标准项目	26
2.3.4	各主要国家数据中心的标准情况	27
2.4	国际数据中心的绿色化建设	30
2.4.1	各主要公司的节能措施	30
2.4.2	使用可替代能源	33
2.4.3	地理优势应用及其他新思路	34
第3章	我国数据中心产业发展情况	37
3.1	我国数据中心产业发展现状	38
3.1.1	我国数据中心产业发展阶段	38
3.1.2	我国数据中心产业发展特征	39
3.1.3	我国数据中心产业发展趋势	41
3.2	我国数据中心产业发展环境分析	43
3.2.1	政策环境	43
3.2.2	经济环境	45
3.2.3	产业环境	46
3.3	我国数据中心产业发展规模	46
3.3.1	我国数据中心保有面积规模与增长情况	46
3.3.2	我国数据中心新增面积规模与增长情况	47
3.3.3	我国数据中心产品的市场特征	47
3.3.4	我国数据中心规模划分	48
3.4	我国数据中心区域规划不均衡	50
3.4.1	我国数据中心建设局部地区过剩问题需要引起重视	50
3.4.2	当前我国数据中心建设局部地区过剩的主要表现	50
3.4.3	我国数据中心建设局部地区过剩的主要原因	52
3.5	我国数据中心产业发展趋势	54
3.5.1	产品：小型、模块、自动化	55
3.5.2	市场：以结果为导向，注重实际销售业绩	56
3.5.3	服务：提升品牌、把握客户的利器	57
3.6	我国数据中心绿色化进展及趋势	57
3.7	竞争形势分析	60
3.8	我国数据中心标准研究的进展情况	60

3.8.1	国家标准	61
3.8.2	行业标准	62
3.8.3	地方标准	63
3.8.4	我国数据中心的标准建议	64
3.9	数据中心建设中存在的问题及建议	65
3.9.1	存在的问题	65
3.9.2	策略建议	67
3.10	新时代的数据中心	68
3.11	软件定义数据中心	69
3.11.1	什么是软件定义的数据中心	70
3.11.2	如何构建软件定义数据中心	70
3.12	云计算数据中心	72
3.12.1	云计算的概念	72
3.12.2	传统数据中心	73
3.12.3	云计算数据中心	73
3.13	大数据时代下的数据中心运维管理	75
3.13.1	大数据的概念及背景	75
3.13.2	大数据时代下数据中心运维管理面临的挑战	76
3.14	模块化数据中心	79
3.14.1	传统数据中心面临的主要问题	79
3.14.2	模块化数据中心实施的关键技术	81
3.14.3	推广模块化数据中心的举措与建议	82
第4章	我国数据中心发展前景及趋势	85
4.1	我国 IDC 市场规模与增长情况	86
4.2	我国 IDC 产品趋势分析	88
4.3	我国 IDC 营销趋势分析	89
4.4	我国 IDC 技术趋势分析	90
4.4.1	我国 IDC 能耗进入高速发展的阶段	90
4.4.2	传统 IDC 向新一代绿色 IDC 转变	90
4.4.3	IDC 能耗评价需要更多实践与研究	93
4.5	我国 IDC 自建与外包分析	96
4.5.1	我国 IDC 自建与外包利弊分析	96
4.5.2	我国 IDC 自建与外包趋势分析	99
4.6	现代数据中心发展趋势	100
4.6.1	数据中心的产业格局已经形成	100
4.6.2	构建弹性、可扩展的现代数据中心	101
4.6.3	租用社会化的数据中心满足不同需求	101

4.6.4	数据中心可持续发展的能力	102
4.6.5	模块化是数据中心发展的必然趋势	104
4.7	IDC 向云计算中心发展	108
4.7.1	全球数据流量爆发，云计算大数据新技术革新 数据中心	108
4.7.2	需求涌现推动 IDC 市场迅速增长	109
4.7.3	网络中立的 IDC 数据中心价值凸显	111
4.7.4	数据中心向云计算中心演进	112
第 5 章	数据中心产业发展战略指导	115
5.1	数据中心的发展是国家战略	116
5.1.1	推进数据中心的产业化	116
5.1.2	合理规划我国数据中心产业的布局	117
5.1.3	促进数据中心产业绿色节能	118
5.1.4	激励数据存储技术和服务的创新	118
5.2	已出台的数据中心产业相关国家战略	118
5.2.1	“宽带中国”战略	119
5.2.2	数据中心建设布局指导意见	119
5.2.3	“信息消费”助推数据中心市场发展	120
5.2.4	建设全国一体化的国家大数据中心	120
5.2.5	云计算发展三年行动规划	122
5.2.6	新一代人工智能发展规划	123
5.2.7	“十三五”国家战略性新兴产业发展规划	123
5.3	国家政策引导	124
5.3.1	政策引导数据中心绿色发展	124
5.3.2	数据中心建设原则	126
5.4	推动数据中心绿色发展的思考	127
5.4.1	政策实施取得初步成效	127
5.4.2	进一步促进数据中心节能减排措施的建议	127
5.4.3	关于数据中心建设过剩的政策建议	128
第 6 章	数据中心行业准入的相关单位	131
6.1	数据中心行业主要主管和协会组织	132
6.2	IDC 服务商的基础资质	133
6.2.1	市场准入	133
6.2.2	市场趋势	134
6.3	基础电信运营商	135
6.3.1	国内规模（面积）分析	135
6.3.2	未来几年新增规模（面积）分析	138

6.4	独立 IDC 提供商	138
6.4.1	国内规模（面积）分析	138
6.4.2	未来几年规模（面积）分析	139
6.5	数据中心行业主要设计院	141
6.5.1	中国建筑科学研究院	141
6.5.2	江苏省邮电规划设计院有限责任公司	142
6.5.3	信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司	142
6.5.4	工业和信息化部电子第五研究所	143
6.5.5	中讯邮电咨询设计院有限公司	143
6.5.6	上海现代建筑设计（集团）有限公司	144
6.5.7	世源科技工程有限公司（十院）	144
6.5.8	中国移动通信集团设计院有限公司	145
6.6	数据中心行业主要 IDC	146
6.6.1	北京光环新网科技股份有限公司	146
6.6.2	北京世纪互联宽带数据中心有限公司	147
6.6.3	鹏博士电信传媒集团	148
6.7	数据中心行业主要基础设施厂商	148
6.8	数据中心行业主要集成公司	151
6.9	数据中心行业主要展会	152
第 7 章	我国数据中心技术评价	153
7.1	我国数据中心相关政策分析	154
7.2	我国数据中心的能效特点	156
7.2.1	我国数据中心能耗进入高速发展的阶段	156
7.2.2	传统数据中心向新一代绿色数据中心转变	156
7.3	我国数据中心主要节能方向分析	157
7.4	我国数据中心主要节能技术分析	159
7.4.1	我国数据中心节能技术概述	159
7.4.2	模块化设计应用	162
7.4.3	精确送风应用	163
7.4.4	自然冷却应用	165
7.5	当前数据中心节能研究分类分析	167
第 8 章	数据中心领域风险分析	169
8.1	数据中心产业风险概述	170
8.1.1	数据中心产业当前形势	170
8.1.2	建设绿色数据中心的拦路虎	170
8.2	宏观经济风险	172

8.2.1	2035 年与 2050 年的经济大图景	172
8.2.2	实现“两个一百年”宏伟目标的经济增长路径	174
8.2.3	宏观经济政策对数据中心产业发展的影响	176
8.3	政策风险	176
8.3.1	政策风险特征	176
8.3.2	数据中心产业政策风险	177
8.3.3	已出台的一些政策	179
8.4	技术风险	180
8.4.1	云计算技术	181
8.4.2	服务器技术	181
8.4.3	网络技术	182
8.4.4	存储技术	183
8.4.5	网管技术	183
8.4.6	分布式技术	183
8.4.7	园区规划技术	184
8.4.8	支持弹性服务的技术	184
8.5	安全风险	186
8.5.1	安全技术	186
8.5.2	新技术带来的风险	186
8.6	运维风险	189
8.7	建设风险	192
8.7.1	数据中心的整体设计	192
8.7.2	数据中心基础设施的设计与构建	192
8.7.3	数据中心基础设施的运维与管理	193
8.7.4	优秀的规划设计和运维管理方能构建一流的 数据中心	194
第 9 章	数据中心应用先进案例	195
9.1	百度云计算（阳泉）中心	196
9.2	腾讯上海云数据中心	201
9.3	贵安云数据中心	208
9.4	阿里张北数据中心	211
9.5	阿里云千岛湖云数据中心	215
9.6	京东云华东数据中心	218
附录		227
附录 A	我国有关数据中心政策汇编	228
A.1	《工业和信息化部关于鼓励和引导民间资本进一步进入 电信业的实施意见》（说明）	228

A. 2	《工业和信息化部关于进一步规范因特网数据中心业务和因特网接入服务业务市场准入工作的通告》（节选）·····	228
A. 3	《关于数据中心建设布局的指导意见》（节选与说明）·····	230
A. 4	《国家新型工业化产业示范基地管理办法》 （节选与说明）·····	233
A. 5	《国家信息化发展战略纲要》（节选与说明）·····	237
A. 6	《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》 （节选与说明）·····	238
A. 7	《“十三五”国家信息化规划》（节选与说明）·····	238
A. 8	《北京市新增产业的禁止和限制目录（2014 年版）》·····	241
附录 B	ICT research 的研究内容说明·····	242
B. 1	研究范围·····	242
B. 2	研究区域·····	242
B. 2.1	中国整体 ICT 市场·····	242
B. 2.2	中国区域 ICT 市场·····	242
B. 2.3	中国城市 ICT 市场·····	243
B. 3	数据来源·····	245
B. 3.1	行业需求信息渠道·····	245
B. 3.2	区域市场信息渠道·····	245
B. 3.3	厂商与经销商调研渠道·····	245
B. 3.4	媒体调查渠道·····	245
B. 3.5	数据库信息渠道·····	245
B. 3.6	ICT research 二手调查·····	245
B. 4	研究方法·····	246
B. 4.1	直接调查·····	246
B. 4.2	间接调查·····	246
B. 4.3	综合分析·····	246
B. 5	一般定义·····	246
B. 6	市场定义·····	246
B. 6.1	ICT research 中国 ICT 应用市场定义·····	246
B. 6.2	ICT research 企业用户市场定义·····	247
B. 6.3	ICT research 中国家庭用户市场定义·····	248
参考文献	参考文献·····	248

第 1 章

数据中心概述

1.1 IDC 的研究范围与定义

1.1.1 IDC 的定义

互联网数据中心（Internet Data Center，IDC），是基于 Internet 网络，为集中式收集、存储、处理和发送数据的设备提供运行维护的设施以及相关服务的体系。IDC 是一种整合各种基础设施和信息设备（包括互联网接入带宽、局域网络、机房环境以及计算机主机等），通过专业化管理和运营，为客户开展互联网业务提供场地、环境和各类资源，并提供各种增值业务的服务平台。IDC 的主要业务是为互联网主机提供所需的网络接入、物理空间、计算资源、存储资源，开展域名注册、网络安全、代维代管、内容分发、负载均衡等增值服务，并通过整合各种资源提供更高层次的服务。IDC 是公共的商业化的 Internet “机房”，同时它也是一种信息技术（Information Technology，以下简称 IT）专业服务系统，是 IT 工业的重要基础设施。IDC 不仅是一个服务概念，而且是一个网络的概念，它构成了网络基础资源的一部分，就像骨干网、接入网一样，提供了一种高端的数据传输（Data Delivery）服务和高速接入服务。

1.1.2 IDC 发展概况

IDC 的发展经历了四个不同阶段：第一代数据中心只提供场地、带宽等基础托管服务；第二代数据中心以增值服务和电子商务为核心，将增值服务和基础托管服务逐步融合；第三代数据中心是将数据与语音融合，实时地将互联网信息、电话信息、传真信息等集成在一起，再以客户最容易接受的方式提供给客户；第四代数据中心为云数据中心，将资源分布到各个地区和领域，按需取得，按点数和空间进行收费。

1996 年，中国电信开始提供最初的托管业务和信息港服务。当时是为了通过托管、外包或集中方式向企业提供大型主机的管理维护，以达到专业化管理和降低运行成本的目的。从国内 IDC 行业的发展来看，由于起步较晚，目前还处于第三代向第四代跨步的过程中。

我国为第三方提供服务的 IDC 数据中心机房主要集中在北京、上海、广东、江苏、浙江、山东、四川和湖北等经济相对发达、业务量大、带宽资源充足的省

市。中国移动、中国电信、中国联通三家运营商相继在西部建立了大型数据中心，在业务运营、合作模式等方面开展创新，引领了 IDC 新的业务发展模式。IDC 的重要意义见图 1-1。



图 1-1 IDC 的重要意义

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。

1.1.3 IDC 产业链解析

IDC 数据中心的终端客户为企业用户，构建数据中心时涵盖了设计、施工和验收等三个主要阶段。在构建完成的数据中心中，建筑体、IT 设备、基础物理设施构成了数据中心的主要载体；在此载体的基础上运转相关软件，支撑企业的主要业务和海量数据。IDC 业务和产业链解析见图 1-2。

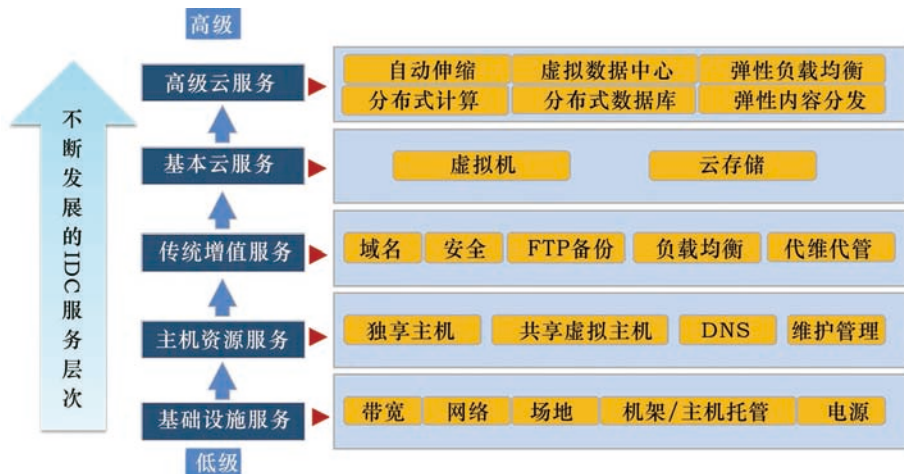


图 1-2 IDC 业务和产业链解析

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。

1.2 数据中心的 研究范围与定义

1.2.1 数据中心的定义

数据中心是伴随着网络不断发展的需求而发展起来的，为各个行业提供大规模、高质量、安全可靠的专业化服务器托管、空间租用、网络带宽批发以及 ASP、电子商务等应用服务。

数据中心在大型主机时代就已出现，20 世纪 60 年代，大型主机时期出现的重要数据的灾难备份中心可以说是数据中心的雏形。20 世纪 90 年代中期，美国 Exodus 提出的“数据中心”，是通过托管、外包或集中方式向企业提供大型主机的管理维护，以达到专业化管理和降低运行成本的目的。现在的数据中心业务模型已经超出了原来的范畴，它将向用户提供更加全面的、更加个性化的服务，以满足不同客户的个性化需求。

现在，数据中心是企业的业务系统与数据资源进行集中、集成、共享、分析的场地、工具、流程等的有机组合。从应用层面看，包括业务系统、基于数据仓库的分析系统；从数据层面看，包括操作型数据、分析型数据以及数据与数据的集成 / 整合流程；从基础设施层面看，包括服务器、网络、存储设备和整体 IT 运行维护服务。数据中心不同层面提供的服务示意图见图 1-3。

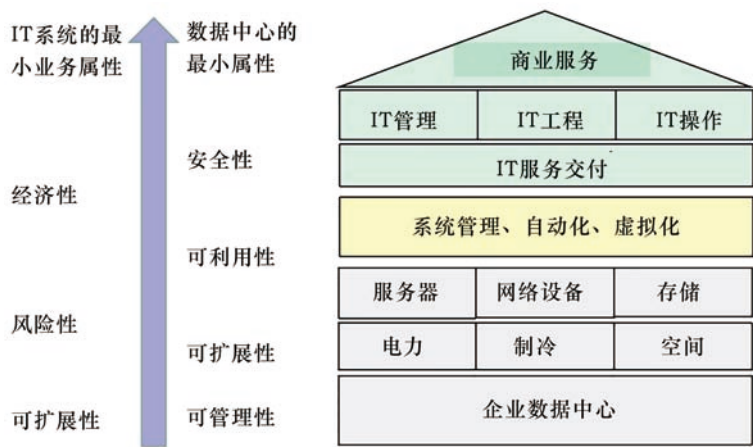


图 1-3 数据中心不同层面提供的服务示意图

数据来源：ICT research 2017 年 3 月。

1.2.2 数据中心的组成

数据中心是一整套复杂的设施。它不仅仅包括计算机系统和其他与之配套的

设备（例如通信和存储系统），还包含冗余的数据通信连接、环境控制设备、监控设备以及各种安全装置。数据中心是由于数据大集中而形成的集成 IT 应用环境，是数据处理、数据交换与数据存储的中心，也是企业的业务系统与数据资源进行集中、集成、共享、分析的场地、工具、流程等的有机组合。

从数据中心的组成来看：应用层面上包括业务系统、分析系统；数据层面上包括操作型数据、分析型数据、数据间的集成整合；基础设施层面包括服务器、网络、数据存储器和整体 IT 运行维护服务。

从数据中心逻辑架构来分，具体包含应用架构、数据架构、执行架构、基础架构（物理架构）、安全架构和运维架构。

应用架构是指数据中心和它所支撑的应用系统间的关系。数据架构是指应用系统数据的构成、存储方式，同时也有数据标准等。执行架构是指数据仓库在运行时所拥有的关键功能，包括数据的访问、获取与整合。基础架构（物理架构）指的是为应用系统提供支撑的硬件平台，具体包含服务器、网络、数据存储器等设施。安全架构包含在运维、应用、数据、基础设施等各个过程中，指的是为系统硬件平台及应用系统等方面提供整体安全性的所有技术及服务功能。运维架构为整个系统搭建了统一的管理平台，主要针对信息维护人员，同时提供管理维护工具，比如一系列的管理流程。

1.2.3 数据中心的作用

数据中心产生于业务的发展、管理需要，如 Apple 公司的 App Store。App Store 涉及的开发平台、存储、下载、收费与分成等功能产生了整合不同业务系统中客户数据的需求。这个需求会导致数据存储量增大，对数据处理能力要求高，网络带宽要求大，数据的安全性要求更高，进而对机房条件、电源条件、人员和管理能力都有相应的提高。App Store 的实现原理见图 1-4。

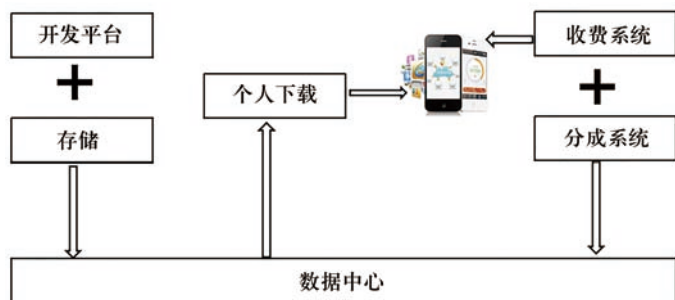


图 1-4 App Store 的实现原理

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。

又如 Facebook 有超过 5 亿用户，每月的访问次数达到 5 700 亿次，要为数量极大的客户提供服务，以至于原来任何单一型号的计算机、存储设备都无法满足其处理要求，这就需要有集成多台计算机、存储设备、网络设备的能力，为客户提供服务。

物联网（the Internet of Things）把感测器装配到电网、铁路、桥梁、隧道、公路、建筑、供水系统、大坝、油气管道以及家用电器等各种真实物体上，通过网际网路连接起来，进而运行特定的程序，达到远程控制或者实现物与物的直接通信。由于每个人周围的设备可以达到 1 000 ~ 5 000 个，所以物联网可能要包含 500 亿~ 1 000 万亿个物体，在物联网上，每个人都可以应用电子标签将真实的物体上网连接。这些新应用的出现也将会带来大量的数据存储与传输的需求。

1.2.4 投资建设数据中心的条件及影响

通过建设多个数据中心，形成一个网络，具有多方面的优势：

1) 在不同地点建多个数据中心，可以越来越多地避免灾难（如大地震、雪灾、恐怖袭击、大停电、海啸、海底电缆断裂和飓风等）。还可以避免业务中断的损失，如停机的损失增大、品牌的损失、生产力的损失及不良的社会影响。

2) 在不同地点建多个数据中心，可以获得公司整体的业务策略，规模效应带来的成本节约，引进先进的技术，增强数据中心的环境，提高和政府、服务商等的关系。另外，大规模数据中心与小规模数据中心相比，在建设成本和运营成本方面具有一定的优势。不同规模数据中心建造单价见表 1-1。

表 1-1 不同规模数据中心建造单价

数据中心规模	数据中心面积 /m ²	建造单价 /（元 /m ² ）
小型	< 200	14 166
中型	200 ~ 2 000	12 590
大型	> 2 000	10 210

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。

3) 从接入网络和带宽方面在数据中心中的作用来看，独立第三方建设的数据中心可以同时接入任何运营商的宽带，比运营商独立建造的数据中心在宽带选择和资源上有更大的优势。

4) 由于设备小型化，导致所需数据中心空间减小，可以在有限的范围内做更多的业务服务。需求的增长速度远远高于设备小型化的速度。另外，设备小型

化速度会越来越慢，并趋于平稳不变。我国网络发展与设备小型化的比例关系见表 1-2。

表 1-2 我国网络发展与设备小型化的比例关系

项目名称	单位	2013 年	2014 年	2015 年	2015 年同比增长 (%)
宽带网民数	亿人	6.18	6.49	6.88	6.0
IPv4	亿个	3.30	3.31	3.31	0.0
国际出口带宽数	Mbit/s	3 406 824	4 118 663	5 392 116	30.9
设备小型化指数		80	78	75	-3.8

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。

1.3 数据中心的发展历程

1.3.1 数据中心的四个发展阶段

从数据中心的功能来划分其发展历程，可以分为以下四个阶段。

(1) 数据存储中心阶段 在信息化早期，数据中心主要是作为数据的存储和管理中心，比如用来存储 workflow 业务或电子文档等数据，并进行期中管理。那时数据中心采用单向存储和应用，采取的维护是救急式的；仅仅是为了方便数据的集中存放和管理，其功能单一，对整体可用性要求也低。

(2) 数据处理中心阶段 随着基于局域网的企业 ERP、其他应用系统的逐渐普遍应用，数据中心开始承担起核心计算、数据处理的功能。此时数据中心偏重于数据的单项应用，有了专门的信息人员进行维护；开始面向核心计算，但整体上可用性仍然较低。

(3) 数据中心应用阶段 随着广域网或互联网的应用普及，信息资源重要性日益突出。此阶段数据中心担负起核心计算、核心业务支撑的任务，并且开始提供信息资源服务，事前预防也列入维护中，为企业的信息资源共享与有效利用提供了很大的便利，要求有较高的可用性。

(4) 数据运营服务中心阶段 发展到目前为止，组件化、平台化的技术有了更加广泛的应用，企业对信息系统的依赖性不断加强。此阶段数据中心承担起企业运营支撑、信息资源服务、核心计算、数据存储等任务。业务运营对数据中心的要求将不仅仅是支持，而是提供持续可靠的服务。信息应用系统与业务融合在一起，很难独立分开，运维服务已成为一种标准的工作，数据中心要求具有高

可用性。

通过上述四个阶段的发展，数据中心对企业的作用越来越大。未来随着信息化不断普及、技术不断创新，数据中心也将迎来新的发展时代。未来的数据中心将通过采用自动化、资源整合、虚拟化、安全、能源管理等新技术，能够使成本逐渐降低，可解决信息安全、资源管理日益复杂、能源消耗巨大等问题。灵活、模块化、整合、自动化、虚拟化、云计算、稳定、安全、绿色节能将成为未来数据中心的发展趋势。

1.3.2 四代数据中心的发展变革历程

一个完整的数据中心包括 IT 设备、后台支撑系统以及业务信息系统。而随着“互联网+”理念的深入，我们已然步入新的云时代，而数据中心作为云时代的基础设施，它的发展也必然步入一个新的时代，包含网络、电力、环境调节等的后台支撑系统都将迎来新的机遇和挑战。

纵观国外的知名互联网公司，他们的数据中心正不断朝着节能环保、高效运营的方向发展，而我国的数据中心近年来也在不断发展。国内一些大型互联网公司的数据中心一般都经历了租用、合建、自建三个阶段，每个阶段都相应地出现了一些关键性的新技术举措。

1. 第一代数据中心

(1) 机房建设方面 第一代数据中心多采用传统的电信解决方案，在机房建设方面存在很多不足，比如建设周期长、扩展性差、能耗高、机房运维难度大等问题。传统的建设方案涉及大量的定制过程，包括可行性研究、规划设计、设备供应及安装、设备调试等，还会因为预测未来可能导致的问题造成项目延期，这完全无法满足高速度的发展需求。同时，数据中心的利用率低、能耗高等也成为困扰各大运营商以及互联网企业的问题，测试结果显示数据中心的电能利用效率（Power Usage Effectiveness, PUE）在 1.6 左右，这与国外知名互联网公司的能耗有较悬殊的差距。

(2) 制冷系统方面 制冷系统是除了服务器之外的第二大耗电大户，其耗电量可以占到数据中心总耗电量的 35%。第一代数据中心制冷系统的特征是地板下送风且冷通道封闭，一般多采用风冷直膨式精密空调制冷，空调室内机一般部署在机房一侧或者两侧，空调机将冷空气送至地板下，再通过送风地板瞳孔送出，经设备前段的进风口吸入，再加上封闭式的冷通道，优化了制冷效果。机房内的各点送风量可以通过送风地板调整，但随着地板下敷设的电缆的增加，容易导致

送风不畅、存在火灾隐患，数据中心规模的逐步增加也让耗电问题日益凸显。

(3) 供电系统方面 第一代数据中心的供电大多采用的是 AC UPS (Uninterruptible Power Supply) + 后备电池方案，通常的 2N UPS 实际的系统效率仅为 80% ~ 90%，甚至更低。而且系统架构比较复杂，内部元件也多，输出端的静态开关切换时容易产生瞬断，性能比不高。2N UPS 架构示意图见图 1-5。

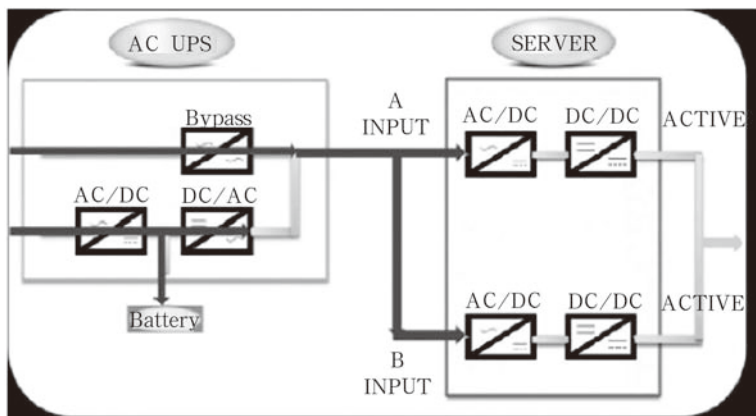


图 1-5 2N UPS 架构示意图

（图中，AC UPS：交流不间断电源；AC/DC：交流 / 直流；Bypass：旁路；INPUT：输入；Battery：电池；SERVER：服务器）

数据来源：GDCT 2016 年 8 月。

2. 第二代数据中心

第二代数据中心是在第一代的基础上发展起来的。在数据中心的发展过程中，某些互联网公司开始参与机房建设，使得数据中心朝着更加符合需求的方向发展，制冷方式和供电方式也都进行了相应改革，PUE 值降为 1.4 左右。

(1) 制冷系统方面 第二代数据中心制冷系统使用离心冷水机组，采用板换自然冷、新风自然冷以及水蓄冷的技术。相对于风冷精密空调，采用冷冻水系统，第二代数据中心制冷系统冷机制冷的冷凝温度可以控制在更低的范围内，消耗的压缩功减少，制冷效率提升了。自然冷却的技术充分利用了气候特点，是节能的重要举措。

(2) 供电系统方面 第二代数据中心供电系统则开始采用“市电 + HDVC”构架。“2N UPS”和市电 + “240V HVDC”容量等级都约为 400kV · A，按照 UPS 输出功率因数典型值为 0.8 ~ 0.9 计算，容量可以折算成 360kW，相当于同样功率的单套 1 200A 的高压直流系统，即两套 400 kV · A 的“2N UPS”和一路

360kW 市电 + 另外一路 360kW 的“240V HVDC”混合供电架构做对比，两者容量基本一样，但前者供电效率较低，其自身损耗就占到数据中心 PUE 值的 10% 左右，而后者可以节约配电柜数量，节约建设投资成本，市电直供的供电效率接近 100%。同时，HVDC 本身具备休眠功能，减少了逆变器的损耗，比传统 UPS 节能 6% 以上。市电 +HVDC 架构示意图见图 1-6。

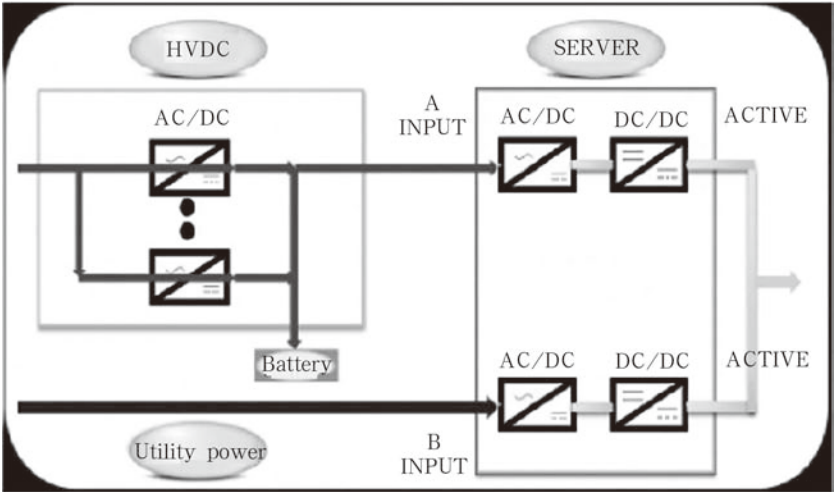


图 1-6 市电 +HVDC 架构示意图

（图中，HVDC：高压直流输电；AC/DC：交流 / 直流；Utility power：公用电源；INPUT：输入；Battery：电池；SERVER：服务器）

数据来源：GDCT 2016 年 8 月。

3. 第三代数据中心

传统方式建设的数据中心成本偏高，建设速度跟不上业务发展的步伐，扩容搬迁有很大难度，后期维护中也存在维护复杂、无法提供统一备件等问题，基于以上诸多原因，出现了第三代模块化数据中心的概念。国外模块化的数据中心出现得比较早，集装箱式的应用已经很普遍，我国模块化的应用主要体现在微模块上。

（1）微模块的概念

微模块数据中心是以微模块作为基本单位来对机房进行部署，每个微模块都包含空调、电源和消防设备等，采用模块化的部件和统一的接口标准，可以大幅降低成本，缩短建设周期，节约能源，同时不影响后期的扩建。微模块组成架构见图 1-7。

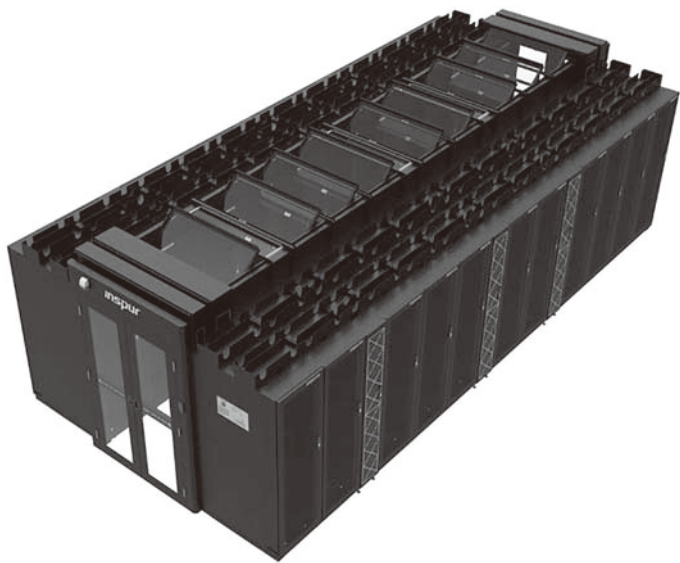


图 1-7 微模块组成架构

数据来源：GDCT 2016 年 8 月。

第三代数据中心是以微模块为代表。与前面两代数据中心相比较，最大的突破在于微模块。在云计算和大数据应用的促进下，传统“固态”数据中心已开始被划分为若干个独立区域，企业都可以按照自己的需求来定制属于自己的模块数据中心，同时可以按照业务的需求量，继续扩展。国外的企业比如 IBM、微软（Microsoft）、谷歌（Google）等都已经开始采用模块化数据中心，而在我国，百度、腾讯和阿里巴巴等企业也都相继开始采用模块化数据中心。

（2）微模块的分类 微模块数据中心可以分成两类，一类是部分预制化数据中心，即由预制化模块（机柜、制冷、走线、监控系统于一体）与传统的现场施工相结合；另一类是全部预制化数据中心，即由预制化模块（供电、机柜、制冷、走线、监控系统于一体），每个都是独立的封闭空间，当然还需要外部基础设施的支持，如发电机组、冷水机组、高低压配电装置。

（3）微模块的制冷系统 第三代数据中心制冷系统采用水平行间送风，将 PUE 降到 1.4，通过定制末端水分配单元以及列间水平送风空调，标准化、模块化的产品实现了精细化制冷，从而降低了能耗。列间空调就近送风，微模块分批启用等都可以减少能耗。

4. 第四代数据中心的展望

随着数据中心规模的不断扩大，工业和信息化部及国家发展和改革委员会等

多个部门出台了相应的文件法规，提出了要提升国内数据中心能效水平的要求。因此，第四代数据中心将在政策的引导下向清洁能源富集的地区迁移。

未来可移动、绿色节能将是数据中心最大的亮点，具有大数据、云时代技术的数据中心朝着高密度、高可靠性发展的同时，还将朝着绿色、可持续发展的方向前行。

5. 四代数据中心的比较

数据中心的每一代变革，都是为了降低能耗、减少成本、提高效率，但每个新的技术在性能上都不亚于旧技术。下面就几代数据中心提到的关键技术做个简单比较。四代数据中心的比较见表 1-3。

表 1-3 四代数据中心的比较

数据中心	制冷系统			供电系统		机房建设
	制冷设备	制冷方式	制冷范围	供电可靠性	维护可靠性	建设时长
第一代 数据中心	风冷直膨式精密空调；分散式系统	氟利昂制冷剂	房间制冷	2N UPS；电池是在交流逆变环节之前，出现故障时电池无法供电	需要幅度、频率、相位一致，维护不便	长
第二代 数据中心	离心冷水机组；集中式冷源	冷水机组 + 自然冷却技术	房间制冷	市电 + UPS；电池直接挂在直流输出上，出现故障时电池继续供电	模块化的方式组成，简单可行	长
第三代 数据中心	定制末端分配单元以及列间水平送风空调；集中式冷源	冷水机组 + 自然冷却技术；采用水平行间送风	模块制冷	市电 + UPE/HVDC；电池直接挂在直流输出上，出现故障时电池继续供电	模块化的方式组成，简单可行	时间有效缩短
第四代 数据中心	液冷系统、分布式供配电、新能源引入、按需部署 更节能、更高效、可移动、可扩展					

数据来源：GDCT 2016 年 8 月。

第四代数据中心还处于规划阶段，但它的突出特点是移动性以及利用新能源技术，因此它的出现势必又会引领数据中心新的潮流。大数据是发展的新引擎，而数据中心则是发展的基石。回首数据中心一代一代的发展历程，体现出的是技术的进步、理念的进步，但是我国的数据中心与国际先进水平相比仍有较大的差距。建设绿色数据中心，不仅是响应国家节能降耗的号召，也是企业节约成本的重要途径。云时代优秀的数据中心依靠的不仅是领先的设计，还有技术的创新，相信在不远的未来，根据不同气候和能源概况设计适宜的数据中心将成为可能，届时国内数据中心又将迎来新一轮的突破。

第 2 章

国际数据中心产业发展 现状及趋势分析

2.1 国际数据中心产业发展现状

2.1.1 国际数据中心保有面积与增长情况

从世界数据中心保有面积来看，近年来全球数据中心的保有面积在稳步持续增长，这也能看出全球信息化对数据中心行业的直接拉动作用。但受到全球经济疲软的影响，保有面积的增长率出现了一定程度的下滑。2012—2016 年世界数据中心保有面积规模见表 2-1、图 2-1。

表 2-1 2012—2016 年世界数据中心保有面积规模

年份	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年
保有面积 / 万 m ²	12 181.4	12 981.6	13 793.8	14 613.3	15 435.2
增长率 (%)	7.0	6.6	6.3	5.9	5.6

数据来源：GDCT 2017 年 8 月。

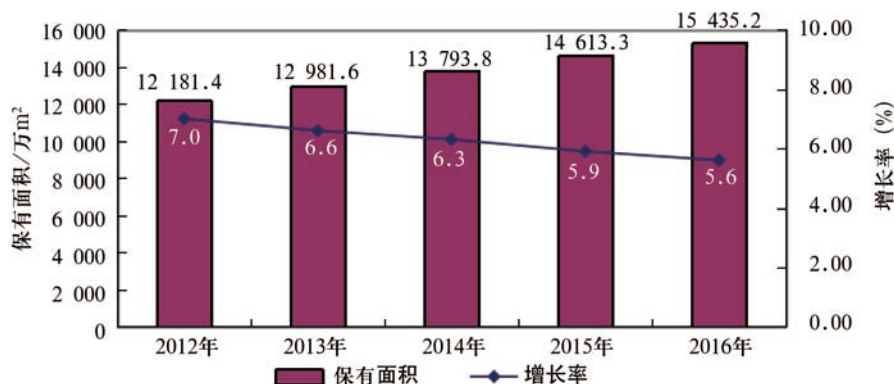


图 2-1 2012—2016 年世界数据中心保有面积规模

数据来源：GDCT 2017 年 8 月。

2.1.2 国际数据中心新增面积与增长情况

从世界数据中心新增面积来看，2015 年全球数据中心的新增面积出现了微幅的增长，这主要是受到欧美发达国家经济低迷的影响。2016 年全年的数据中心新增面积将会重新出现正增长，逐步恢复到之前的水平。2012—2016 年世界数据中心新增面积规模见表 2-2、图 2-2。

表 2-2 2012—2016 年世界数据中心新增面积规模

年份	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年
新增面积 / 万 m ²	795.4	800.2	812.2	819.5	821.9
增长率 (%)	-0.8	0.6	1.5	0.9	0.3

数据来源：GDCT 2017 年 8 月。

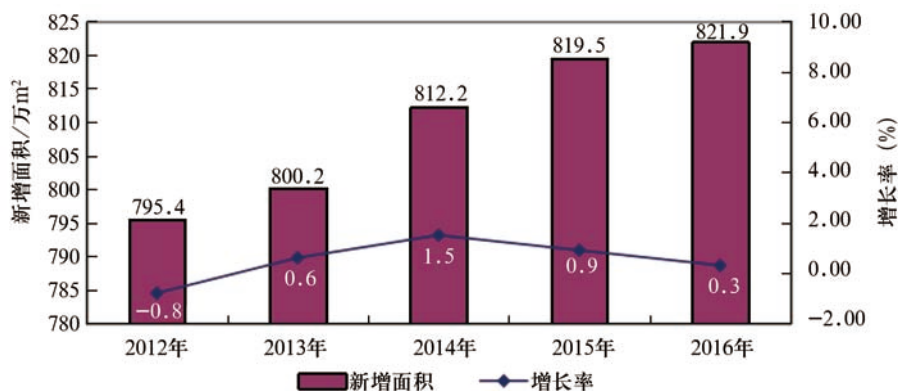


图 2-2 2012—2016 年世界数据中心新增面积规模

数据来源：GDCT 2017 年 8 月。

2.1.3 国际数据中心数量与增长情况

当前美国的数据中心数量依然占据全球的主导地位，但是我国增速非常快，欧洲有萎缩的倾向，其他地区基本保持不变。2016 年世界数据中心保有数量规模见表 2-3，2016 年世界数据中心保有数量等级分布见表 2-4。

表 2-3 2016 年世界数据中心保有数量规模

国家（地区）	2016 年数量 / 万个	占比 (%)
中国	5.6	18.1
北美	11.5	37.1
欧洲	7.3	23.5
其他	6.6	21.3
合计	31.0	100

数据来源：GDCT 2017 年 8 月。

表 2-4 2016 年世界数据中心保有数量等级分布

国家 (地区)	2016 年数量 / 万个					总计
	< 300m ²	300 ~ 800m ²	800 ~ 3 000 m ²	3 000 ~ 10 000 m ²	> 10 000m ²	
中国	3.97	1.05	0.45	0.1	0.3	5.6
北美	7.82	2.02	1.16	0.36	0.13	11.5
欧洲	4.98	1.29	0.70	0.26	0.08	7.3
其他	4.96	1.03	0.44	0.12	0.04	6.6
总计	21.73	5.39	2.76	0.84	0.28	31.0

数据来源：GDCT 2017 年 8 月。

2.1.4 国际数据中心能耗量与增长情况

根据美国环境保护署的报告，数据中心的能源消耗量每五年翻一番。在美国，2012 年数据中心能源消耗量占到了美国电网总量的 2%。而根据 IBM 公司的统计，2011 年数据中心能源成本占数据中心总运营成本的 50%，预计到 2020 年，全世界所产生的数据规模将是 2011 年的 44 倍。预计当前超过一半的首席财务官都在积极寻求减少数据中心电力消耗的办法。为此美国提出要关闭 1 100 座数据中心，以降低能源消耗。

另外，绿色网格组织提出了三个“最小化”目标：数据中心能源需求最小化、平均运行能源最小化(重在减少能源转换和电源供应浪费)、其他配件耗能最小化(散热系统、灯等)。2012—2016 年世界数据中心能耗量及增长情况见表 2-5、图 2-3。

表 2-5 2012—2016 年世界数据中心能耗量及增长情况

年份	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年
耗电量 / 亿 kW · h	7 202.9	8 102.5	8 881.3	9 600.9	10 343.8
增长率 (%)	13.3	12.5	9.6	8.1	7.7

数据来源：GDCT 2017 年 8 月。

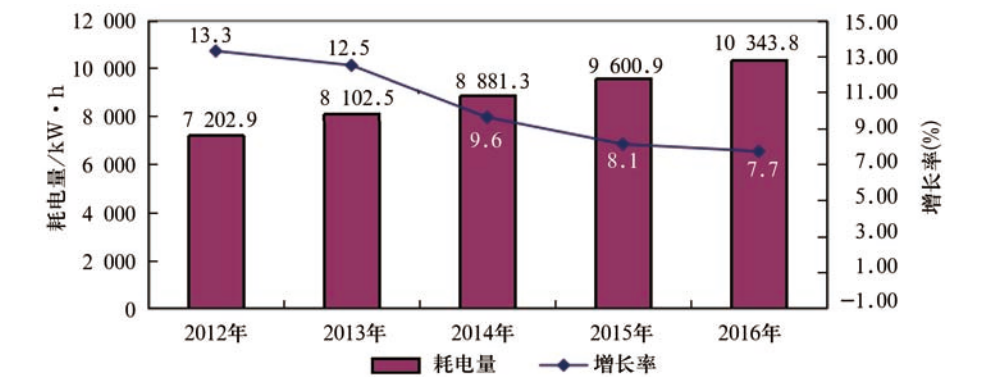


图 2-3 2012—2016 年世界数据中心能耗量及增长情况

数据来源：GDCT 2017 年 8 月。

根据 GDCT 的研究,从全球整体经济的发展情况出发,将全球划分为五大主要区域,分别是北美区、欧洲区、亚洲区、南美区和其他地区。具体的划分见表 2-6。从全球的数据中心地区细分市场来看,仍然是欧美发达国家地区的市场占据主导地位,但新兴国家的区域发展速度较快,呈现出加速增长的趋势。2016 年世界数据中心能耗按地区划分的细分市场占有率见表 2-7。

表 2-6 世界区域划分

地区	区域划分
北美区	美国、加拿大
欧洲区	欧盟成员国、俄罗斯
亚洲区	亚洲各国
南美区	南美洲各国
其他地区	包括非洲、大洋洲等国家

数据来源: GDCT 2016 年 8 月。

表 2-7 2016 年世界数据中心能耗按地区划分的细分市场占有率

PUE 值	> 1.5	1.5 ~ 2 之间	2 ~ 2.5 之间	2.5 以上	总计
北美区	19.8%	53.4%	16.5%	10.3%	100%
欧洲区	18.2%	51.9%	18.6%	11.3%	100%
亚洲区	5.8%	21.4%	42.5%	30.3%	100%
南美区	4.9%	20.4%	45.7%	29.0%	100%
其他地区	6.8%	35.7%	38.2%	19.3%	100%

数据来源: GDCT 2017 年 8 月。

从全球数据中心的产品细分结构来看,整个数据中心市场产品结构随着数据中心产品新技术的发展,呈现出了一定的变化。服务器、存储设备、网络设备等传统 IT 产品随着其性能的不断提升,所占的市场比例有逐步减小的趋势。而数据中心的制冷设备等基础设施所占的比重在逐年提升,未来这一趋势还将得以延续。2016 年世界数据中心细分产品耗能情况见表 2-8。

表 2-8 2016 年世界数据中心细分产品耗能情况

细分产品	2016 年耗能量 / 亿 kW · h	占比 (%)
IT 设备和软件	4 378.0	45.6
冷却系统	3 734.8	38.9
供电系统	1 488.1	15.5
总计	9 600.9	100

数据来源: GDCT 2017 年 8 月。

2.2 国际数据中心产业发展趋势

2.2.1 数据中心具有显著的基础设施特性，产业处于转型期

从业务类型的发展角度而言，数据中心的发展可以粗略划分为三个阶段。每一阶段服务形态有所不同，但都体现出基础设施的特性。

第一阶段主要是场地、电源、网络线路、通信设备等基础电信资源和设施的托管和线路维护服务，多由电信企业提供，客户涵盖各行业及其大型企业。这个阶段的服务形态被广泛称为外包业务（Hosting Service）的服务形态。

第二阶段是 20 世纪 90 年代互联网的高速发展带动网站数量的激增之后，各种互联网设备如服务器、主机、出口带宽等设备和资源的集中放置和维护需求提高，主机托管、网站托管（Web Hosting Service）是主要业务类型。这个阶段互联网数据中心（IDC）被广泛认可，IDC 企业围绕主机托管服务也提供包括数据存储管理、安全管理、网络互连、出口带宽的网络选择等服务。IDC 成为企业 IT 基础设施的核心。

第三阶段的数据中心概念被扩展，大型化、虚拟化、综合化数据中心服务是主要特征，尤其是云计算技术引入后，数据中心突破了原有的场地出租、带宽共享、主机托管维护、应用托管等服务形态，更注重数据的存储和计算能力的虚拟化、设备维护管理的综合化。新型数据中心采用高性能基础架构，可实现资源按需提供服务，并通过规模运营降低了能耗。此时，云计算数据中心概念被提出。由此认为，云计算数据中心本质上还是在数据中心的物理基础设施上采用虚拟化等云计算技术，提供传统的数据中心业务和各种新型网络应用服务。

当前数据中心处于从第二阶段向第三阶段的转型期。传统电信企业和 IDC 企业已基于数据中心进行了升级，如 AT&T、NTT 等多家领先互联网企业采用新技术建设大规模的新型数据中心。一方面满足了自身业务发展的需要，另一方面也为第三方提供 IaaS（基础设施即服务）、PaaS（平台即服务）等新型网络服务。目前，多国政府已经将网络数据与信息资源看成影响国家科技创新和产业发展的战略性资源和核心竞争力，支持海量数据存储和处理的数据中心以及相关技术被提高到国家战略层面进行部署。

从全球范围内看，国际领先的大型电信运营商跟随其大企业客户的商业全球化运营来提供数据中心服务。具体表现为这些电信企业在全球多点建设 DC，提供全球化服务，而且业务范畴应企业的网络应用需求不断拓展。如 AT & T 在全

球有 39 个数据中心，NTT 公司在全球部署了 28 个数据中心，而且这个数字还在继续扩大。国际上部分领先企业的传统产品（线路、空间出租等）与扩展服务（数据应用等）收入占比甚至达到 1：9。网站内容的视频化以及移动互联网的快速启动、全球数字内容海量存储和处理需求的提高以及容灾备份需求的大幅度提升，将使全球数据中心市场迈上新的发展台阶，而且市场呈现竞争全球化、服务个性化等特征。

2.2.2 亚太地区建设数据中心的动力强劲，未来几年有过度供给的可能

从区域发展看，欧美传统数据中心业务市场已经基本饱和，大型电信运营商继续在全球其他区域建设数据中心，以增强企业的全球化服务能力。欧美地区新建的均为大型云计算数据中心，以提供新型的 IaaS、PaaS 等作为发展方向。亚太地区成为数据中心增长最快的市场，新兴市场包括中国、印度等国家（地区）的数据中心建设速度突出。未来几年亚太地区有可能成为世界级电信服务中心。

亚太地区数据中心建设的动力主要来自以下几个方面：首先是经济发展带动了亚太地区企业的业务范围扩展，增加了数据中心的需求。其次是很多大中型企业转变观念，在进行自建数据中心升级时，开始放弃自建转而接受大型数据中心提供者的高质量数据中心外包服务，以满足高密度布设服务器存储设备和降低能耗的需求。再次是近几年日本地震等重大自然灾害让很多企业认识到通过部署在不同地区的数据中心实施容灾备份的重要性，例如日本很多企业都纷纷在本土外寻找合适的数据中心。

日本、新加坡、澳大利亚和中国香港是亚太地区数据中心部署量最高的 4 个地区，几乎所有跨国经营服务的企业均在这些地方设有数据中心。AT&T 在亚太地区有 9 个数据中心，包括 1 个新加坡超级数据中心，在中国上海有 2 个，在中国香港有 2 个。新加坡电信公司在亚太地区有超过 10 个数据中心，分别位于新加坡、澳大利亚、日本和中国香港地区。该公司从 2011 年 4 月开始提供 IaaS 服务。印度、中国是大型数据中心经营者关注的新兴地区，各种大型数据中心扩建和新建在亚太多个地区都不鲜见，同时原有数据中心也在进行结构调整和云计算部署。

截至 2014 年年底，全球的数据中心总量约为 442 万个，其中美国和欧洲的数量超过全球总量的一半。从整体看来，中欧和东欧、亚太部分地区、北美和西

欧地区虽然在数据中心数量上仍占据优势，但增加空间有限，连续三年复合增长率仅为 3.8%。相比之下，新兴地区如亚太地区、非洲地区等的复合年增长率高达 14.2%。

亚太地区等新兴市场将成为带动整个行业增长的最大动力。亚太地区如中国加大了对电信宽带的投资力度，促进电信网、广电网和互联网的融合，促进各个社会领域如医疗、智能电网、公共安全网络和教育等的数据中心建设，由此带动设备升级需求和网络容量扩充需求持续增长。印度方面专业人士预计，在未来 5 年内，行业资源将从饱和度较高的欧洲地区向新兴地区倾斜，亚太地区等新兴市场的 IDC 发展将更快速，未来 2 ~ 3 年是亚太地区数据中心部署和升级的高增长期。

亚太地区在本国企业、政府需求旺盛以及欧美企业将 IDC 不断迁向发展中国家的带动下依然增长迅速，未来全球 IDC 行业规模增速可能趋缓，但各地区发展速度将出现分化，亚太地区在未来几年可能建成世界级数据运营中心。

2.2.3 产业价值链提升，竞争日趋激烈

IDC 市场一直被视为是一个群雄逐鹿的领域，既有传统的 IT 服务提供商（ITSP），如 CSC，也有电信运营商等纯粹的托管服务提供商。然而，随着大家都想在价值链上提升自己的位置，以便通过扩展服务产品和提供全套 IDC 服务成为一站式提供商，使得竞争局面变得更加激烈。推动当前 IDC 市场竞争局势的还有新一代竞争对手的出现，如亚马逊、Google 和 ISV，它们的出现预示着该行业的格局完全被改变。

2.2.4 新一代大规模数据中心成为国家和企业部署和实施云计算战略的重要内容

当前各国政府均高度重视云计算数据中心的发展。美国政府和军方在 2011 年发布的《联邦云计算战略》和国防部《云计算战略》中首次明确了云计算在国家政策中的战略地位，实施“云优先”政策，并投资 800 亿美元，以云计算技术整合政府数据中心。欧盟于 2011 年年初提供价值 2 140 万美元的资助资金给 IBM 与 15 个欧洲合作伙伴，启动名为“Vision Cloud——面向未来互联网的虚拟化存储服务”的项目。韩国政府为全面推进 2009 年公布的《云计算全面振兴计划》，于 2011 年将电子政务中使用的 1970 台利用率较低的服务器虚拟化，并于 2011 年 1 月开设政府通用云计算数据中心来提供云平台，为企业提供开发与测试所需的云计算资源。日本经济产业省在 2010 年 8 月发布的《云计算与日本竞争力研究》

报告，将提升数据中心节能环保指标等基础设施建设视为核心内容之一。新加坡于2011年年初制定了一整套绿色数据中心标准作为落实 IGoV2010 计划中电子政务的目标的主要措施。

IT 企业、互联网企业和电信企业从自身业务支撑和拓展出发，大力建设云数据中心。Google 是最早提倡和实践云计算技术的企业之一，其服务于全球的互联网搜索服务就建立在全球部署的大型云计算数据中心之上。Google 还在不断开发和探索云服务的商业和产品模式，提供了 Google App 等一系列云服务。

2.2.5 新的运营和合作模式加快产业升级

(1) 传统的数据中心面临转型 当前很多企业是按照 20 世纪 90 年代标准建设的数据中心，在结构的可靠性、能耗和制冷系统方面都不能满足扩展和升级的需要，使得企业面临高能耗和高运营成本问题。很多数据中心运营者和拥有者都开始筹划或者进行数据中心的升级计划，但不同企业的策略有所差异。大型企业数据中心升级转型着重在数据中心的容量和能力升级方面，比如通过虚拟技术实现设施监控、设备跟踪以及散热管理。中型企业缺乏掌握云计算等数据中心升级技术能力的人才，因此选择合作者来帮助它们改善数据中心托管业务，或者将自有数据中心迁移到有质量保证的第三方数据中心来改善服务。大量中小型企业更倾向于获得标准的数据中心服务来提高业务开展的灵活性，以此降低成本。

(2) 传统数据中心业务产品统一化、标准化，新型数据中心业务是未来竞争焦点 当前数据中心业务形态发展呈现出的一个特征是传统数据中心业务产品和服务的商品化，包括网络带宽、主机托管、网站托管、IT 资源管理等，具体特征是这些服务和产品的提供很容易，各服务提供商提供的产品和服务在服务质量、服务能力上差异小，市场竞争充分。而且随着大量新型数据中心的建设和投入使用，会有更多的数据中心服务商品化，尤其是在提供网络应用和业务上，企业 IT 基础设施和 IT 资源产品标准化程度不断提高。为了转移产品商品化带来的利润空间压缩，数据中心经营者必须通过技术升级和建设标准平台来处理大量的企业服务要求，同时数据中心经营者开始寻找新的差异化服务和差异化服务模式。因此 IaaS、PaaS 和 SaaS（软件即服务）等云计算相关业务被认为是未来数据中心提供者的核心竞争力，云计算服务是差异化服务的基础。在云计算领域，很多企业还普遍缺乏与云计算服务相关的工程技术能力和服务经营经验。因此，未来几年内以技术合作或者结盟的方式提供服务，以弥补一家企业难以独立支撑所有

云计算业务且与其他企业竞争的不足。新型的合作模式有可能会改变整个数据中心的市場格局。

2.2.6 世界数据中心能耗发展趋势

（1）世界数据中心的主要能耗仍集中在欧美发达国家 从全球范围来看，数据中心的建设同国家的整体宏观经济和信息化程度呈现出明显的正相关效应。从近三年的全球数据中心市场的地区分布情况来看，欧洲、北美地区的发达国家（地区）仍然是世界数据中心最大的市场之一。全球五大地区数据中心的能源使用状况的研究对象包括美国、西欧、日本、日本除外的亚太地区及其他区域。根据 GDCT 的整理显示，世界数据中心的主要市场仍集中在欧美发达国家。从全球来看，2005—2011 年，服务器的电力来源必须依赖额外能源提供，这些电力相当于超过 10 座 1 000MW 发电厂的发电总量。2012—2016 年世界数据中心能耗区域分布见表 2-9。

表 2-9 2012—2016 年世界数据中心能耗区域分布

国家（地区）	2012 年占比 （%）	2013 年占比 （%）	2014 年占比 （%）	2015 年占比 （%）	2016 年占比 （%）
中国	8.9	9.2	9.5	9.9	10.3
北美	25.4	25.1	25.0	24.9	24.9
欧洲	28.1	27.4	27.2	27.0	26.5
其他	37.6	38.3	38.3	38.2	38.3
合计	100	100	100	100	100

数据来源：GDCT 2017 年 8 月。

（2）未来发展中国家（地区）的数据中心能耗将会进入高速发展期 从近三年来全球数据中心市场的分布来看，虽然欧美发达国家仍然是最为主要的市场，但不难看出其在全球数据中心市场的占比呈现出逐年下降的趋势。这主要是由于发展中国家（地区）经济呈现出高速发展的势头，从而带动了这些国家（地区）数据中心市场持续高速发展。而且这种高速发展的趋势在短期内不会改变，未来 5～10 年内发展中国家（地区）的数据中心市场将会进入一个稳定的高速发展期。亚太地区（不含日本在内）的服务器耗电量每年增长 23%，相比于全球每年平均 16% 左右的增长率，亚太地区耗电量增长率是全球唯一大幅高于全球平均值的地

区。而其他地区增长率则低于全球平均值。

(3) 未来制冷、软件及运维的产品将会进入高速发展期 随着数据中心市场产品和技术的发展,下一代数据中心市场的产品结构将出现一定的改变。虚拟化、云计算等新技术的逐渐普及应用,使得数据中心的发展呈现出大型化、远程化、复杂化的趋势,未来数据中心的IT产品投资有逐步下滑的趋势,而制冷、软件以及运维的规模将会逐步地提高,并且这些细分领域的产品将会有更大的市场空间。世界数据中心细分领域能耗占比情况见图2-4。

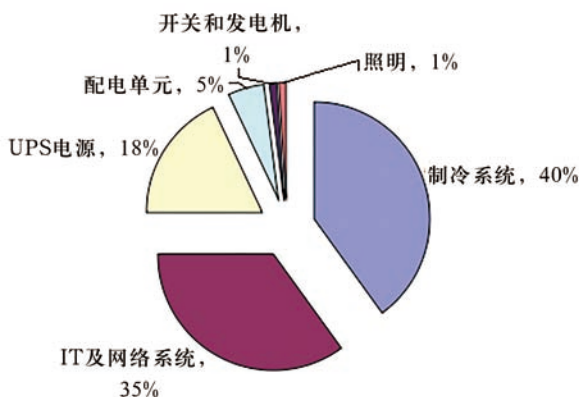


图 2-4 世界数据中心细分领域能耗占比情况

数据来源: TGG, Guidelines for energy-efficient data centers, 2014。

2.3 国际数据中心法规和标准的制订及研究进展

随着 Internet 技术的迅速发展,以计算的设施化和集中化为特征的云计算已经成为下一代计算模式的核心。云计算的基础设施是承载着大量服务器功能的数据中心,在云计算模式的支撑下,数据中心用于支持应用程序运行、提供海量信息,同时实现大量商业流程的自动化。云计算的普及使得对数据中心容量的需求持续上升,数据中心的服务器运行会消耗大量电力,这将造成运营成本上升,导致全球温室气体不断增加。

在这种情况下,很多国家的政府和相关组织都在积极制订数据中心能效相关标准和法规,加强能效管理。同时,鉴于气候变化立法正在逐步加快脚步,将可能导致能源价格增长约 20%,因此,对于数据中心运营者而言,在立法之前提高能效,是一个明智的选择。

2.3.1 国家层面数据中心能效标准和法规的制订

(1) 美国环保部 (EPA) 能源之星项目 (Energy Star Program, EPA) 能源之星项目是国际知名的以推动节能为目标的标准认证项目, 它通过制订产品能效标准, 结合实施能源之星标识, 为用户选择高能效的产品提供支持, 在推动节能减排方面成绩卓著。2007 年, EPA 开始考虑拓展能效监管范围, 从仅覆盖产品级的能效法规, 走向推动设施级能效提高, 在能源之星的体系下建立数据中心能效标准和法规。2010 年, 针对 120 个数据中心能耗数据的收集, 基于业界广泛认可的 PUE 评价指标, EPA 建立了一个交互式的能效管理评估工具, 形成了一个 1 ~ 100 的分数评价体系。在这个评价体系中, 得分为 75 的数据中心是指比其他所有 75% 的数据中心能效更高。如果某个数据中心的能效水平能够达到最高的 25% (75 分), 就可以获得能源之星认证。获得能源之星认证的数据中心可以得到更多的政策鼓励和支持。

(2) 美国国家数据中心能效信息项目 美国环保部和能源部在制订数据中心能效标准和法规方面都有明确的计划, 为了防止在技术方向上发生矛盾和冲突, 需要建立协调机制。为了协调美国环保部能源之星项目、美国能源部工业技术项目立即节能倡议 (DOE Industrial Technologies Program Save Energy Now Initiative) 和美国能源部联邦能源管理项目 (DOE Federal Energy Management Program) 在数据中心能效标准上的工作, 美国环保部和能源部共同发起了“国家数据中心能效信息项目”。

2010 年 1 月, 在“国家数据中心能效信息项目”框架下, 8 个领先的数据中心专业协会在美国华盛顿召开了数据中心能效评价标准的会议, 希望能够共同制订数据中心能效评价标准, 以便推动提高数据中心能效, 减少能源消耗。在此次会议上, 确定了数据中心能效标准的三大原则, 即:

- 1) PUE 作为评价数据中心能效的基础指标。
- 2) 计算 PUE 的时候, 可以利用在 UPS 输出端测量的数据; 鼓励逐渐采用更加科学的方法, 在 IT 设备处直接采集能耗数据。
- 3) PUE 计算的能耗应当包括数据中心使用的各种能源, 以及各种耗能设施, 包括 IT 设施、制冷、照明以及其他基础设施。

在以上原则之外, 本项目还提出了如何测量专用数据中心和多用途数据中心 PUE 值的方法。

不仅如此, “国家数据中心能效信息项目”还致力于推动国家间数据中心能

效标准合作。从2010年2月开始,项目定期召开会议,邀请来自美国、欧洲和日本的数据中心专家,以协调、统一数据中心能效评价指标集合和PUE的测量方法,共同开发更加合理的能效评价指标。

在以上标准化工作的基础上,美国能源部与劳伦斯伯克利实验室合作开展了能效工程师的培训和认证工作,成立了数据中心能源实践者项目(Data Center Energy Practitioner, DCEP)。该项目的目的是培养数据中心能效专家。2011年,该项目培养了至少200个能效工程师,获证工程师必须通过考试,并且每3年重新认证一次。通过该项目的人员必须具有的能力:能够识别和评估数据中心提高能效的机会;熟练应用DOE的数据中心能效管理软件工具;发现电力系统、供热通风与空气调节、信息技术管理以及现场发电;数据中心能效评估。

(3) 欧盟数据中心的行为规范 欧盟在气候变化立法方面是全球的领导者,大型的碳排放设施已经被碳排放限值和贸易规则所限制,例如,英国已经将气候变化制订成正式法规。据统计,2011年数据中心能耗量占到英国电力使用量的3%。英国政府要求到2050年全国温室气体排放减少80%。因此,提高数据中心能效已经成为欧盟国家紧迫的任务。

欧盟数据中心行为规范是在欧盟主导下,由英国计算机协会、AMD、APC、Dell、Fujitsu、Gartner、HP、IBM和Intel等公司共同发起,以提高数据中心能效为目的的项目。欧盟数据中心行为规范项目主要针对小型数据中心开发出减少整体能耗和碳排放的解决方案,要求遵循行为规范的数据中心必须实施节能最佳实践方案、满足采购标准,同时每年报告能耗。对于数据中心的设备提供商,为了符合行为规范,需要开发和使用高能效的服务器和低功耗的中央处理器(Central Processing Unit, CPU),从而保证在降低能耗的情况下,具有相同的处理能力。该项目鼓励使用软件,特别是虚拟化的方法来管理能耗,提高服务器的使用率。

(4) 新加坡绿色数据中心标准 2011年3月,新加坡政府发布了《新加坡绿色数据中心标准——能源与环境管理系统标准》,这个标准基于当时正在研制的国际能源管理标准ISO 50001,由新加坡国家标准化局SPRING和新加坡信息通信发展局共同开发。在标准发布的声明中,新加坡政府指出,调查显示新加坡最大的10个数据中心的耗电量相当于13万家庭用户的用电量。到2015年,新加坡的数据中心数量增长超过了50%。本标准的实施缓解了数据中心增长带来的用电压力。

2.3.2 国际标准化组织数据中心能效标准协调项目

(1) ISO/IEC JTC1 数据中心能效研究组 2009 年 10 月，国际标准化组织 ISO/IEC JTC1 成立了数据中心能效研究组（JTC1 Study Group on Energy Efficiency of Data Centers, SG-EEDC），研究数据中心能效的市场需求，并推动相关内容的讨论，为在 JTC1 中成立相关的标准工作组提供基础材料。研究组的目标如下：

- 1) 开发与数据中心能效相关的数据与定义。
- 2) 开发评价数据中心能效并得到广泛认可的技术指标。
- 3) 开发最佳实践数据库。
- 4) 开发针对数据中心的能源管理标准。

目前 SG-EEDC 已经召开了多次会议，并已经发布了相关研究成果。鉴于 JTC1 在国际信息技术标准化方面的影响力，在 JTC1 的框架下统一全球的数据中心能效标准是一个可能而且可行的方式。

(2) 国际电信联盟 国际电信联盟（International Telecommunication Union, ITU）中从事信息通信技术的电磁环境影响以及与气候变化的关系的标准化工作组（ITU-T SG5）。在数据中心能效和环境影响方面，ITU-T SG5 致力于研究能效评价指标、最佳实践和测量方法。作为一个国际标准组织，ITU-T SG5 希望能够把目前的标准化工作进行统一。同时，在欧洲地区性标准化组织中也发起了绿色数据中心协调项目工作，例如 CEN/CENELEC/ETSI 绿色数据中心协调工作组（Coordination Group on Green Data Centers, CGGDC）。

2.3.3 企业联盟数据中心能效标准项目

(1) 绿色网格组织 在制订数据中心能效标准方面，绿色网格组织（The Green Grid, TGG）是一个最有影响力的组织，很多现存的标准都引用 TGG 开发出的技术指标。TGG 是一个由信息技术设备厂商组成的、以提高数据中心能效为目的的协会。到目前为止，TGG 已经成功地开发了包括 PUE、数据中心架构效率（Data Center Infrastructure Efficiency, DCiE）、碳利用效率（Carbon Usage Effectiveness, CUE）和水利用效率（Water Usage Effectiveness, WUE）等多个广泛使用的与数据中心相关的效率指标，用以全方位支持数据中心所有者评价和比较效率，并为提高效率提供技术方案。

在建立指标体系的基础上，TGG 还开发了数据中心成熟度模型（Data Center Maturity Model, DCMM），涉及电源、制冷、计算、存储和网络等方面，帮助用户评估当前数据中心的能效和成熟度，并为下一步提高能效、增强可持续性提供

指导。为了加强与我国数据中心设施厂商的联系，TGG 正在计划建立中国办公室。

(2) 美国绿色建筑协会 美国绿色建筑协会 (U.S. Green Building Council, USGBC) 是致力于倡导绿色建筑的企业协会, 其开发的 LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) 绿色建筑认证已经成为评估建筑节能的重要指标。2010 年 11 月, USGBC 发布了名称为《建筑设计与建设》的新版 LEED 评估系统草案, 其中包括对数据中心能源管理的要求。虽然数据中心与普通建筑有很大的差异, 业界对于 USGBC 涉足数据中心也有不同的看法, 但是 LEED 认证向数据中心的延伸将为数据中心节能带来新的要求和挑战。

(3) 美国采暖、制冷与空调工程师学会 美国采暖、制冷与空调工程师学会 (American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, ASHRAE) 是以促进建筑加热、通风、空调和制冷等方面科学技术的发展为目标的国际组织。作为技术专家组织, ASHRAE 于 2011 年 2 月发布了“数据中心绿色技巧”, 提供了节能和节水战略技巧, 为数据中心的运营者、工程师和咨询师提供帮助。“数据中心绿色技巧”虽然还不是标准, 但是为提供统一的工程、技术规范, 以及方法、过程和实践提供很好的借鉴。

(4) 欧洲 FIT4Green 组织 作为欧盟第七框架计划支持的项目, FIT4Green 组织倡导信息技术设备本身对能耗的敏感性, 推动采用虚拟化、集群以及自动化计划提高数据中心的灵活性, 并提倡通过操作优化提高数据中心的能源效率, 同时将环境影响作为数据中心服务等级协议的重要指标。

2.3.4 各主要国家数据中心的标准情况

(1) 美国 美国在数据中心方面的标准目前主要包括:《数据中心电信基础设施标准》(《Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers》)(ANSI/TIA/EIA-942)、《数据中心基础设施分级标准》(《Data Center Site Infrastructure Tier Standard: Operational Sustainability》)和《数据中心设计与实施的最佳实践》(《Data Center Design and Implementation Best Practices》)(ANSI/BICSI 002—2011), 以下是对这三项标准的相关概述。

《数据中心电信基础设施标准》(ANSI/TIA/EIA-942) 是美国电信产业协会 (TIA)、TIA 技术工程委员会 (TR42) 和美国国家标准学会 (ANSI) 批准的, 旨在为数据中心设计和安装提供要求和指导方针。该标准主要对数据中心设计、电缆系统基础设施、电信空间和布局、电缆系统、电缆路径和数据中心冗余等方面进行了要求和规定, 并对电信系统、建筑和结构、电系统和机械系统等方面进

行分级，分别分为四级：Tier I，Tier II，Tier III和Tier IV。

《数据中心基础设施分级标准》（2010）是由美国国际正常运行时间协会（Uptime Institute）制订的。该标准将数据中心基础设施分为四级：Tier I，Tier II，Tier III和Tier IV，在不同等级中分别对其建筑结构安全性、电源等进行详细的要求。

《数据中心设计与实施的最佳实践》（ANSI/BICSI 002—2011）是2011年美国国家标准学会与美国国际建筑业咨询服务协会（Building Industry Consulting Services International, BICSI）共同颁布的。该标准是美国至今最为完善的数据中心设计和实施标准。该标准对数据中心基础设施的可靠性和可用性采用了五种运维等级与五类风险程度而构建出两维的基础设施可用性类别F0～F4。五种运维等级主要设定了数据中心基础设施允许的年度计划、维护的时间范围及相关特征说明；五类风险程度主要依据停机涉及地域范围的程度以及停机时间对关键业务设施和企业的影响所确定。

（2）欧盟 2008年，欧盟发布了《数据中心能效行为准则》（《European Code of Conduct on Data Centre Energy Efficiency》）。该准则主要包括范围、目标、承诺和监测等部分。范围部分对数据中心进行了定义，并阐述了标准主要覆盖的两大领域：IT负载和除IT设备以外支持IT设备工作的负载。承诺和监测部分规定了参与者和签约方在数据中心能效评定方面的责任和义务以及数据收集和分析的要求。同时，欧盟发布了《数据中心能效行为准则最佳实践》（V1.00），为数据中心运营者提供最佳的实践清单，2009年更新发布了V2.00版本。

（3）日本 日本数据中心协会（Japan Data Center Council，JDCC）制定了《数据中心设施标准》（《Data Center Facility Standard》）。该标准主要是在金融信息系统中心（The Center for Financial Industry Information Systems，FISC）标准和日本电子信息技术产业协会（Japan Electronics and Information Technology Industries Association，JEITA）标准的基础上，参考《数据中心电信基础设施标准》（ANSI/TIA/EIA-942）、《数据中心基础设施分级标准》（Uptime Institute）及ASHRAE和IEEE相关标准和规范作为指南，同时考虑日本数据中心的现实情况编制的（见图2-5）。该标准将数据中心服务水平分为四级：Tier1、Tier2、Tier3和Tier4。该标准评价的项目分为标准项目和推荐项目，标准项目包括对地震风险系统设施风险和运营控制风险等的评价；推荐项目在标准项目的基础上增加了对环境系统的评价（见图2-6）。

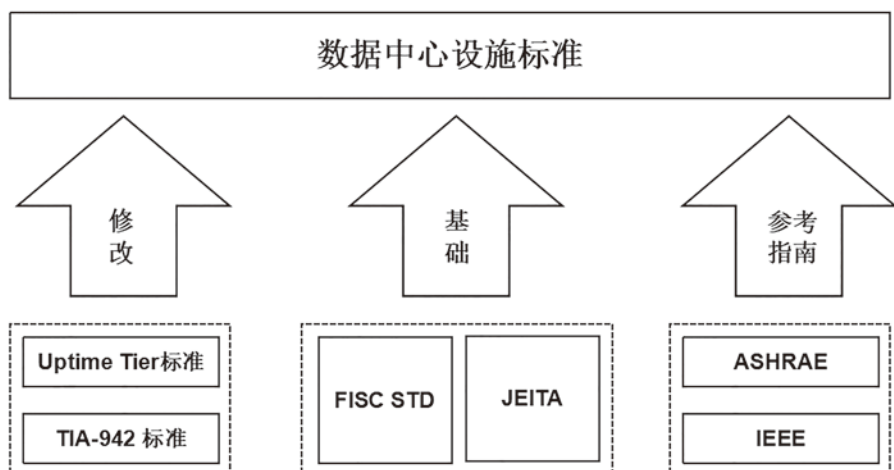


图 2-5 《数据中心设施标准》结构图

数据来源：GDCT 2016 年 8 月。

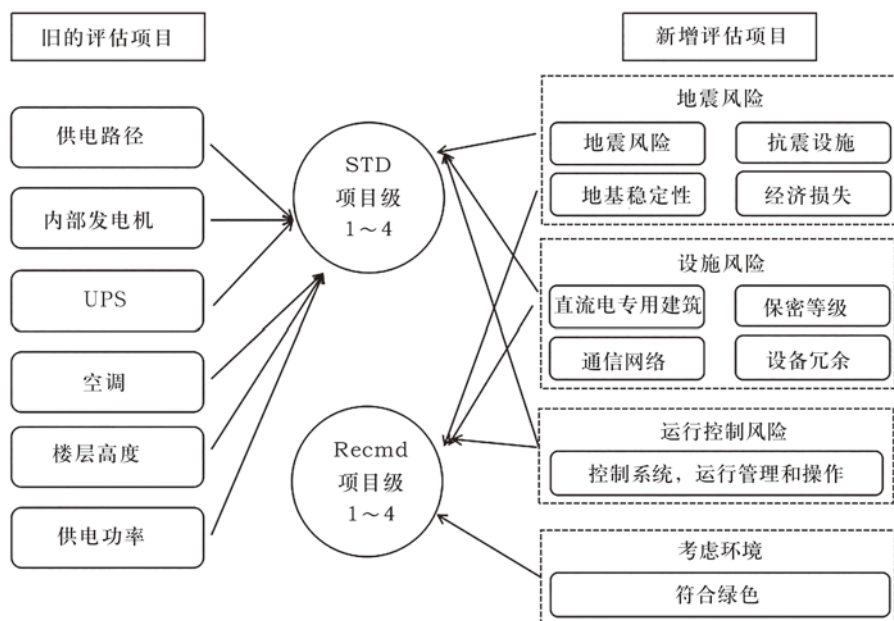


图 2-6 《数据中心设施标准》评价项目结构

数据来源：GDCT 2016 年 8 月。

（4）新加坡 2010 年，新加坡信息技术标准委员会、新加坡资讯通信发展管理局与新加坡标新局共同发布了《新加坡绿色数据中心标准 —— 能源与环境管理体系（SS564：2010）》。该标准主要是为提升数据中心能效和降低对环境的影响。该标准实质上是一个认证管理体系，主要由三部分组成：认证管理系统、

数据中心能效测试和追踪方法及一套最佳实践汇编。该标准通过基础设施能效、环境情况、空气管理参数、冷却参数等基础参数来对数据中心进行评估和管理。

(5) 其他国家(地区) 除美国、欧盟、新加坡之外,德国信息技术、通信与新媒体协会 2010 年发布了《可靠数据中心指南 第二版》(Reliable Data Center Guide V2)。澳大利亚目前在数据中心方面没有制订专门的标准,主要采用美国的标准。2011 年年底韩国知识经济部提出将数据中心的绿色认证作为其能源政策的一部分。

以上概要介绍了国际上在数据中心能效标准和法规制订方面有一定影响的项目。目前在中国,中国通信标准化协会、中国电子技术标准化研究院以及中国标准化研究院等单位已经或正在考虑开展相关的工作。

在云计算的时代,信息技术服务可以遍布世界的所有角落,支撑云计算的数据中心也可能分布在世界上的不同国家,如果不同地区的标准和法规不统一,数据中心的运营者需要考虑遵循不同国家对于数据中心能效的标准和法规,增加了运营者的负担,影响云计算应用的推广。

相反,如果全球数据中心能效标准和法规能够在指标和方法上更趋统一,这样不仅可以方便数据中心的运营者更好地遵循法规,推动基于云计算技术的信息社会的进一步发展,同时也可以保证提高能效技术的广泛共享和应用,从而更好地促进全球的节能减排,减少信息社会发展对于气候变化的影响。

2.4 国际数据中心的绿色化建设

2.4.1 各主要公司的节能措施

为减少数据中心对环境的影响,可以考虑采取节能措施或替代能源(或两者均采用)。一般情况下,节能是这两者中更容易实现的选择。在分布式计算环境中,高达 85% 的计算能力可能处于空闲状态。这一统计数据对每个数据中心来说都是诱人的机会,使用这 85% 的计算能力可以收回部分维护预算,从而投资于新的功能。要将这些机会变成现实,需要高效的能源管理,而高效管理能源的第一步,也是最关键的一步是容量规划。理想的容量规划可以洞察工作负载,以及在保持要求服务水平的同时可以实现多大程度的整合。整合能在提供相同工作负载能力的同时减少物理平台的数量。由于机器数量减少,节省了空间和能耗。例如 HP 在 2008 年完成了内部 85 个 IT 数据中心的整合,将其放置在美国 3 个城市的 6 个地点,这一项举措就将空间占用减少了 35%。虚拟化可以节省更大的地面空

间，并能减少能耗。典型的服务器利用率大约是 10% ~ 15%，而虚拟化可以实现 80% 甚至更高的利用率。同时，虚拟化可确保改善的连续性，并通过围绕故障资源的工作负载移动实现灾难恢复。当发生故障时，虚拟化的服务器可以作镜像处理。在数据中心中使用更少的物理服务器可以降低成本，不仅包括电力和冷却成本，还包括服务器硬件及随着时间推移所需要的相关维修成本。

能源测量和监测工具在数据中心的动态基础架构中发挥着极其重要的作用。例如 IBM 的系统主动能源管理器能够测量、监控和管理内置在 IBM 系统中的能源组件，提供了跨平台管理解决方案。它将能源管理的范围扩展到设施供应商，从而对数据中心内的能源消耗有更完整的认识。利用其创新的测量管理技术（MMT）和对世界各地数据中心的分析经验，IBM 可以创建现有数据中心的热配置文件，从而达到冷却高效率 and 更明智的能源利用的可能性。2012 年 1 月，基于欧盟数据中心行为守则，欧盟的执行机构欧洲委员会（EC）授予 IBM 位于 15 个不同国家（地区）的 27 个数据中心为“数据中心效率参与者”，这一荣誉是当时对单一公司的数据中心最大规模的认可。

随着数据的继续扩大，Intel 也正在探索创新途径来吸收这种增长红利，同时最大限度地减少对环境的影响。2012 年 12 月，Intel 推出了新的 Atom 处理器系列，专门用于微服务器和新一代高效节能存储设备及通信设备的供电。改进处理技术可以让数据中心的性能发生重大改善，有时可以让计算机的效率提高 60%。同时，Intel 也在其数据中心内部探索其他创新和环保的技术。例如，在新墨西哥州的奥兰珠市，Intel 进行矿物油冷却试点。整整一年，奥兰珠市的服务器被完全淹没在大桶矿物油中进行冷却，从而改善了整个数据中心的冷却系统。通过使用矿物油冷却，Intel 卸下了风扇，节省了 7% 的服务器用电。对系统的模拟显示，采用该冷却技术可以让整个数据中心冷却系统的能源消耗减少 90% ~ 95%。

Google 对数据中心可持续发展的不断努力使其每年节省数百万美元，并减少了成千上万吨二氧化碳排放。它的数据中心设施的能源消耗量只有典型数据中心的一半。除运行很多大型的专有数据中心外，Google 同时还保留了若干个较小的网络室，它们就类似于世界各地数以百万个中小型数据中心。

为了优化冷却系统并降低这类数据中心的能耗，Google 采取了一系列措施，这同时也是 Google 电源优化战略的关键要素。通过实施这些改造，这类数据中心的电力使用效率从 2.4 降到 1.5，而且未发生任何业务中断。

HP 同样长期致力于开发创新的技术和服务以实现数据中心绿色化。通过收

购专门从事数据中心设计和研发设施的咨询公司 EYP，HP 能够在数据中心设施层面上——从数据中心评估到数据中心的设计和改造，都可通过高效节能的电源和冷却技术来降低运营成本，提供尖端、空间高效利用的数据中心。

HP 的服务器安装有大大改善的电源管理工具。HP 还在硬件层面上加入了创新元素，改进空闲模式下的 PSU 电源的使用，使其效率达到 90%。如果未使用，新的 PCU 卡可以断电，而 RAM 速度可以根据工作量微调，这样有利于后续工作时的能源节约。

Microsoft 数据中心的效率来自于专注可持续性建设的文化。从 1989 年建立第一个数据中心开始，Microsoft 就持续不断地减少现有的和新的数据中心的电力和水的需求。其最新的数据中心 PUE 值为 1.05 ~ 1.15，在业界是比较低的。

Microsoft 不断开拓创新，以减少用水量。水历来被用于数据中心的冷却系统。然而，Microsoft 在爱尔兰、爱荷华州、弗吉尼亚州和华盛顿的最新风冷数据中心的设计用水量只有传统数据中心所需水量的 1% ~ 3%，新系统中唯一的水损失是通过蒸发排出的，因此不产生废水。

Fujitsu 集团一直致力于运作可持续的数据中心。该公司开发的一种新技术，能够准确、实时地测量有多个热源的大型数据中心的温度分布，使得测量一个设施中超过 1 万个区域的温度成为可能，从而实现了大型数据中心温度分布的可见性。与空调控制系统相结合，该技术能微调空调，进而在大型数据中心达到更有效地节能的目的。使用该技术，Fujitsu 在日本 Tatebayashi 的新数据中心比以前的数据中心减少了大约 40% 的设备能耗。它在北伦敦的绿色数据中心的能效提高相当显著，PUE 值仅为 1.4。

Apple 同样也在工程方面做了巨大的努力以达到数据中心节能的目标。它在北卡罗来纳州的 Maiden 数据中心的节能方法之一是使用能够反射热量的白色屋顶。同时，那里有使用大量的冷水储水箱，用于降低冷水机组峰值时的能源需求，从而达到节约能源和减少 Apple 高电源充电器使用的目的。另外，通过精密的空气流处理程序，使得该设施大部分时间使用室外空气进行冷却，以尽量减少能源的消耗。

2013 年 3 月，eBay 推出了其数字化服务效率（DSE）指标。它将电源和二氧化碳指标与交易绑定，使得公司能够衡量并通过微调改进其数据中心。首次在绿色网格论坛上展示的 DSE 让 eBay 能够看到客户在购买和出售交易时，成本、性能和环境指标对其的影响程度。有了 DSE，现在 eBay 可以就如何优化技术基

基础设施做出更明智的决策，包括电力、数据中心基础设施，IT 基础设施和向用户提供服务的软件的采购等。

2.4.2 使用可替代能源

在致力于节能的同时，寻求可替代能源也是实现数据中心绿色化的重要方法。Apple、eBay 和 Microsoft 都在使用燃料电池，而 Google 已经在风电场投入巨资。

数据中心的运作需要可以全天候供电的基荷电力，同时还要有后备储量，以供电网断电时使用。Apple 首选现场用再生能源发电，如果不行才会考虑从外部供应商购买。要达到这一点，Apple 已在其旗舰项目——于 2013 年内完工的位于北卡罗来纳州的 Maiden 数据中心——安装了 10MW 的燃料电池，这是最大的非公用发电厂。该项目是有史以来最环保的良性数据中心之一。使用燃料电池能达到这一规模可能会改变数据中心运营商使用电网电源并用传统的柴油发电机做备份的方式。Apple 的太阳能发电和燃料电池相结合，将可以产出超过其全速运转所需要的 20MW 的电量。这意味着 Apple 可以出售电力给电力公司，或者甚至独立运作，而将电网作为备份电源，这是一种全新的配置。可以说，Apple 用这种方式打造了自己的绿色电源。

2012 年 6 月，eBay 宣称在犹他州的主数据中心安装了 6 MW 的燃料电池来供电。这些燃料电池将使用垃圾填埋场或者农场的沼气运行。燃料电池是该数据中心主要电力和能源的来源，而不是作为电网发生故障时的备份电源。目前天然气价格非常低廉，这使得燃料电池在经济上也相当有吸引力。

Microsoft 一直在评估数据中心更可持续的供电解决方案，通过使用现场发电和向与电网相连的较大发电厂长期购买，来部分取代从国家电网购买电量，从而减少对碳密集供应链的依赖。例如 Microsoft 在欧洲的生物质发电项目使用的是废物燃料运作，在美国西南部有大型光伏太阳能项目。2012 年，Microsoft 提出的数据工厂概念将计算和能源基础设施紧密联系在一起。同时该概念也扩展了电力来源，使其不仅局限于传统的电力公司，而是将污水处理厂、风力发电场和太阳能发电设施增加为潜在的电力来源。2012 年 11 月，Microsoft 已经开始了其雄心勃勃的计划的第一阶段，将数据中心置于可再生能源旁边，创造“数据工厂”而不是依靠公用电网运作数据中心。

由于可再生并且不会对大气造成污染，水电越来越受想要更廉价、更清洁的能源的数据中心运营商的青睐。例如法国互联网服务提供商 OVH.com 为开拓其在美国和加拿大的业务，使用自己的专利冷却技术在加拿大蒙特利尔建造了一个

依靠水电运行的“绿色”数据中心，并且运行不需要空调，使得该数据中心的电力使用效率小于1.1。该公司希望借此数据中心来开拓其在美国和加拿大的业务。基于类似的原因，冰岛也同样受到了数据中心运营商的青睐。

2.4.3 地理优势应用及其他新思路

北方国家的气候更适合数据中心运行，因为在那里不需要为冷却服务器而耗费能源，并且有很多便宜的可再生能源可用。例如根据国际能源机构的数据，2010年水电大约占挪威发电总量的95%。基于这一优势，很多有名的大公司在北方国家建立数据中心。Facebook在瑞典拥有数据中心。在芬兰的Hamina，Google将冷海水用于数据中心的冷却系统。这样，无须使用消耗巨大能源的冷却机组，同时减少了设施对当地用水的影响。

Google并非是唯一使用北欧水域的冷水保持数据中心低温，同时只消耗较少能源的公司。2013年3月，欧洲数据中心供应商Interxion使用海水冷却其位于斯德哥尔摩的数据中心，产生了显著的效率优势，其PUE值降至1.09，成为欧洲最高效的数据中心之一。Interxion的海水冷却系统的特别之处在于它通过多个数据中心多次使用海水，而不是像传统的方法一样只让海水流过一个设施。这种方法同时也能减少操作成本和环境成本，因为它只需要一半量的水来冷却各数据中心。采用这些方法，它的能源成本已经降低了80%。

使用冷水替代数据中心的冷却机组，需要有特别的地理位置，因此只有在少数地方才可以达到这种经济性。更受欢迎并且具有经济性的冷却方法是利用室外冷空气冷却数据中心。Facebook、Yahoo、Google和其他一些公司现在多使用室外冷空气替代数据中心的冷却机组，以减少空调巨大的能源需求。2013年3月，FjordIT在挪威奥斯陆开放其首个数据中心空间。该数据中心占地面积1000m²，采用自主开发的空气冷却技术，使用室外冷空气来保持室内温度的恒定，并且以当地廉价的水电作为能源，电力使用效率大约为1.3，以此吸引那些想要低碳云服务的欧洲客户。该公司计划在Notodden开设的第二个数据中心PUE值有望达到1.05。

美国马萨诸塞州的TeraCool公司提出了一个大胆的想法，将数据中心紧邻液化天然气厂。数据中心需要能量，也同样需要冷却。TeraCool公司开发的方法是通过一个热转换循环将数据中心排出的热量与液化天然气终端的剩余天然气制冷系统相连。这里有一个潜在的共生关系，即服务器产生的热量可以在蒸发过程中帮助天然气汽化，而从这个过程中释放出来的能量可以为数据中心供电。该方法

能将两个行业放在一起，实现相互节能，具有显著的成本节约和环境效益，包括空气、水和温室气体减排。TeraCool 因此在 2013 年 Uptime Institute 的绿色企业 IT 奖中荣获“大胆创意奖”，该奖项用以表彰为提高数据中心效率而产生的前所未有的新思路。目前，在东京已经建立了放置在液化天然气厂旁边的数据中心。

任何公司都有提高设施电力使用效率的机会。有些效率提高的价格低廉，例如堵住橱柜中不使用的电缆孔以防止热通道和冷通道的空气混合；买新的高效节能的服务器或部署改进的冷却系统，可能要花费很多资金。此时，政府和公用事业的奖励可能有莫大的帮助。例如，新加坡有能源效率项目（数据中心）的投资津贴计划，为符合条件的企业提供机会，使其获得涵盖资本开支的 30% ~ 50% 的奖励，用于购买新的、高效节能设备来改造其数据中心。

没有一个单一的技术或设计模型能够使数据中心绿色化，绿色数据中心与更广泛的正在经历转型的数据中心相连，这些转型包括技术创新、改善运营、新的设计原则、改变 IT 与业务的关系，以及数据中心的供应链变化等。

第 3 章

我国数据中心产业 发展情况

3.1 我国数据中心产业发展现状

3.1.1 我国数据中心产业发展阶段

全球进入“互联网+”时代，信息化在各行各业的广泛渗透，带动着传统的机房产业向数据中心产业发生深刻变革。电子信息技术平均每 2.5 年发展一代，每一代 IT 技术的发展都意味着其支持技术的发展，即机房的环境要求、建筑、结构、空气调节、电气、电磁屏蔽、综合布线、监控与安全防范、防雷与接地和综合测试等技术的发展。这些技术的发展使得传统的机房已经不适应对工厂技术提出的许多新要求，从而推动数据中心进行变革，建设新一代数据中心已经成为业界的共同认识。数据中心在我国的发展历史并不长，是进入 21 世纪以后出现的新生事物。但是，其短短的十几年发展历程仍然可以划分为三个阶段：

第一阶段是数据中心的外包业务时期。在这一阶段，数据中心刚刚产生，业务范围比较狭窄，提供的服务大部分属于场地、电源、带宽等资源的出租和维护服务等，服务所面向的客户群体主要是一些大型的企业和特殊行业。这一阶段一直持续到 2007 年。在 2007—2008 年，数据中心市场发生了剧烈的变化，数据中心的服务商数量骤减，从 1 000 多家减少到 300 多家。大量的中小型企业为了生存下去，自发进行整合，合并为大型企业继续进行经营发展。也有少数几家数据中心的服务商经历过市场动荡的考验之后，开始将眼光放得更远，积极准备海外上市。从此，各个数据中心企业开始摆脱服务上的同质性，积极打造自身独特品牌，为不同的行业提供不同类型的服务。数据中心市场的划分越来越精细，使得数据中心的发展进入了第二阶段。

进入第二阶段之后，数据中心的业务范围得到了拓展，除了在基础资源的出租和维护服务外，也提供一些增值业务，数据中心的服务模式也变成了“基础资源出租业务+增值业务”的服务模式。在这一时期，由于用户对各种互联网设备的安装、维护要求大大提高，增值业务所占据的收入比例也大大增加。增值业务的种类包括网站托管、服务器托管、应用托管、网络加速、网络安全方案、负载均衡及虚拟专用网等。

在第三阶段，数据中心的概念被进一步拓展，功能更加多样化。这一阶段的

数据中心，以虚拟化、综合化、大型化为主要特征。云计算服务的产生，导致数据中心存储、处理数据的能力大大增强，计算能力更加突出，设备维护管理更加全面。受到云计算服务模式的影响，数据中心的服务理念也随时发生变化，采用高性能的基础架构，按照客户的需求来提供基础业务和增值业务，提高数据资源的使用效率。这种服务模式对数据中心的组网模式、运营管理和产品开发能力都提出了更高的要求。

目前，数据中心正处于第二阶段向第三阶段转型的过渡阶段。数据中心企业一方面致力于数据中心的升级，开发新的业务类型；另一方面也在提高数据中心存储信息和处理信息的能力，构建既有稳定性又有高工作效率的数据中心结构。

3.1.2 我国数据中心产业发展特征

1. 互联网应用促进互联网数据中心（IDC）需求

随着移动支付、M2M、智能电网、车联网和智能终端等新产业的涌现，移动互联网、物联网、云计算、大数据和宽带无线接入等新技术持续发展，互联网需求出现井喷式发展，这些技术都将依靠 IDC 来提供设备支持。

智慧城市战略带来了包括智慧物流、智慧安居和智慧健康等的互联网应用。“宽带中国”的提出进一步加快了我国的宽带建设，智能家电、高清视频和大型网络游戏等逐渐进入千家万户。国家推进政务的资源整合、信息关联、高效快捷，将传统行业与互联网相结合，推动了国家经济的快速发展。未来，IDC 的托管需求将随着网络的扩容和设备的升级而高速增长，市场前景一片大好。

电信运营商试图摆脱传统的管道服务商的角色，加大在云计算和大数据等方面的规划，开发更多的增值服务新产品。电信和联通加大新机房的投入，将一部分原来由各省控制的资源划归到集团统一管理，以提升大客户的销售能力。IDC 牌照开放后，世纪互联、网宿科技、万国数据和鹏博士等国内专业 IDC 服务商也纷纷在北京、上海、广东新建 IDC，世纪互联分别与华为、富士康签订了共建第三方数据中心 SMART TIME 的协议，合力开拓新型云服务模式，为制造业巨头进军 IDC 市场提供新型合作模式。

2. 新技术促进 IDC 发展

新技术对 IDC 的发展起到了非常重要的作用，越来越多的 IDC 基于云计算结构搭建其架构，通过计算能力和数据存储的虚拟化，提供带宽共享、虚拟主机、应用托管和设备综合管理等综合服务。

传统电信企业依托 IDC 不断改进服务质量，提高服务能力。国内互联网三

巨头 BAT（B 代表百度、A 代表阿里巴巴、T 代表腾讯）以及小米、联想等设备制造商，为满足自身业务发展而大规模兴建新型 IDC，同时也为第三方客户提供 IaaS、PaaS 等新型网络服务，拉动了 IDC 市场的快速增长。

Microsoft 等传统 PC 软件商也逐渐转型为互联网和云计算公司，旗下的 Skype、Office365 和必应等基于互联网的产品都离不开 IDC 的支撑。2014 年华为在广东、新疆建造了云服务 IDC，已经可以提供数据服务。小米也于 2015 年 6 月在印度建立了 IDC。更多的设备制造商和供应商转型为 IDC 服务供应商。

3. 网络安全防范措施日益进步

在网络安全方面，现今互联网的普及以及互联网的开放性，使得网络攻击和威胁的形式也越来越丰富，内容也越来越复杂，网络安全目前处于一种多元化的模式中。随着互联网的逐渐进步，网络安全已经成为电信行业需要处理的重头戏，是影响电信行业长期稳定发展的重要因素，但维护网络安全的相关产品和技术已经逐渐向综合的方向发展，无论是防火墙还是网关，杀毒软件还是入侵防护，各种各样旨在维护电信行业安全稳定运行的防护手段和技术手段都在不断出世，获得了良好的安全控制效果。

4. 全新应用异军突起

结合当前的互联网发展形势来看，近几年国内互联网数据中心异军突起的应用如雨后春笋，其中发展速度最快、前景最广阔的当属电信业务的相关应用。数据显示，电信业务在近几年一跃成为市场份额占有量最大的业务，电信相关业务的收入和贡献不但超过了传统的互联网基础行业，甚至还超过了各大综合信息网站。电信相关业务的异军突起带动了互联网产业链条的加速发展，电信和 IT 行业得到了最直接的促进。

5. 行业格局逐渐平衡

我国互联网数据中心（IDC）的变革在几年前就已经悄然开始，互联网数据中心是我国互联网行业最基本的服务体系，行业内部的整顿和清查已将服务能力低和运营规模小的企业相继淘汰，互联网数据中心的市場已经逐渐由大型服务商占据。过去缺乏整顿和管理的互联网行业市场的各种网络业务、服务由低价引导，但低价必然带来的是低劣的服务。经历了混乱而长久的价格争夺战后，互联网市场格局逐渐改变，解决了在混乱的价格竞争中互联网数据中心服务商造成的安全性能下降、线路维护不稳定、缩减技术人员比例以降低成本等一系列的问题。互联网数据中心发展的重心将越来越向着成熟发展。

3.1.3 我国数据中心产业发展趋势

当前,全国正在掀起数据中心建设的热潮,数据中心正从最原始的电子信息系统机房向现代的大型数据中心迈进,虚拟化技术为数据中心建设注入了活力,绿色节能成为数据中心的主旋律,“规模化、虚拟化、绿色化、集中化”成为数据中心建设发展的大趋势。

(1) 规模化 近年来,我国数据中心建设的规模不断扩大,许多地域的超大型数据中心规划建设规模甚至达到数十万平方米。从市场接受度来看,数据中心行业正在进行洗牌,用户更愿意选择技术力量雄厚、服务体系上乘的数据中心厂商。未来的数据中心将朝着全球化、国际化方向发展,大型数据中心更受市场青睐。

(2) 高速以太网 随着信息技术的发展,10Gbit/s 以太网已经基本发展成熟,并且已经广泛应用到数据中心当中。10Gbit/s 以太网的发展和应用,为 40Gbit/s 以太网和 100Gbit/s 以太网的发展打下了良好基础,以太网正在向着高速化的趋势发展。目前,10Gbit/s 以太网的性能还能够满足服务器虚拟化、云计算、光纤整合的要求。但是,随着社会的发展,网络数据的传输速率要求也会越来越高,以太网的传输速度也必须随时增加。

科学人员的调查统计结果显示:全球网络服务器的数据输出量每两年就会增加一倍,而通信行业的通信量每一年半就会增加一倍。这种发展形式迫使以太网的运营速度必须尽快提高,这是困扰全球各家数据中心企业的主要问题。

(3) 绿色数据中心 不断上涨的能源成本和不断增长的计算需求,使得数据中心的能耗问题引起越来越高的关注度。数据中心在建设过程中需要落实节地、节水、节电、节材和环境保护的基本建设方针,“节能环保,绿色低碳”成为下一代数据中心建设的主题词。

由于信息时代的信息数据量出现了爆炸式的增长,数据中心的规模也随之进行扩大,从而引发了一系列的后果,比如服务器数量大大增加,服务器的运行负担加重,消耗的电力能源增加,对供电行业的要求更苛刻。据我国用电管理部门调查统计,在过去的 10 年中,提供给数据中心服务器的电量增长了 10 倍,数据中心的运营成本当中,有一半都是由能源消耗所造成的。

所以,新时代的数据中心必须向着绿色、节能、环保的方向发展,努力降低数据中心的能源消耗水平。只有能源消耗水平下降了,数据中心的运营成本降低了,数据中心才能具备更强的竞争力,占据更大的市场份额,实现社会效益与经

济效益的全面增长。

(4) 虚拟化 传统的数据中心之间，服务器、网络设备、存储设备、数据库资源等都是相互独立的，彼此之间毫无关联。虚拟化技术改变了不同数据中心间资源互不相关的状态，随着虚拟化技术的深入应用，服务器虚拟化已由理念走向实践，逐渐向应用程序领域拓展延伸，未来将有更多的应用程序向云端迁移。

虚拟化是建立在云计算技术应用的基础之上的。在传统的数据中心当中，数据的搜集、整合、处理和展示等工作是由服务器来完成的，而虚拟化就是让这一过程脱离空间位置的束缚，从具体的服务器当中转移到虚拟的系统环境当中。换言之，数据中心的虚拟化，就是要将底层的计算资源、存储资源和网络资源抽调出来，方便上层进行调用。虚拟化的发展趋势主要是为了改善目前电信业、互联网行业和信息行业当中服务器规模越来越大、数量越来越多，硬件成本越来越高，管理工作越来越烦琐的现象。通过数据中心的虚拟化，服务器的数量将会大大减少，硬件花费的成本大大降低，管理工作的难度也会变小，有利于企业增加资金周转的效率，节省工作人员的精力。

在具有这些优点的同时，虚拟化的发展趋势也会对数据中心的性能造成一定的负面影响，比如访问虚拟化软件的时候延时会变长，存储和接入的速度也会变慢，对用户的体验造成一定的负面影响。这些负面影响有多大，该如何消除这些影响，则是数据中心企业在发展过程中必须考虑的问题。

(5) 信息安全 数据量的爆炸式增长和数据中心的规模扩大，在提高了数据中心在网络当中地位的同时，也凸显了信息安全问题。在未来的信息时代，数据中心面临着一系列的网络安全威胁，除了传统的互联网安全风险，比如计算机病毒、网络攻击和木马程序等，还有一些云计算技术应用所带来的风险，比如IaaS服务系统的延迟、PaaS服务系统存在的漏洞等。随着信息资源在人类生活中地位的提高，信息安全的重要性也凸显出来。数据中心的信息安全维护是一项系统性的工程，需要从物理区域的划分、网络隔离与信息过滤、服务监测、设备加固、用户身份认证和审核等多个角度入手。

(6) 集中化 分散办公的现状带来了相互分散的应用系统布局。然而，现实存在对分支机构数据进行集中处理的需求，远程办公又受困于网络无法互通等问题，致使总部与分支机构之间难以实现顺畅通信和资源共享。因此，数据中心集中化成为一种必需，传统数据中心将步入整合缩减阶段。未来，随着科学技术的发展，数据中心整合集中化势态愈加明显。

3.2 我国数据中心产业发展环境分析

3.2.1 政策环境

我国对数据中心的建设发展日益重视，政府部门纷纷做出重要部署，数据中心建设发展的政策环境日趋明朗优化。

国务院、工信部、国家发改委、国土资源部、电监会和能源局等部委都通过市场准入、布局指导、资金支持和产业政策等方式稳步推进数据中心建设及发展。

国务院于2009年通过的《电子信息产业调整和振兴规划》，明确指出加大TD-SCDMA第三代移动通信产业新跨越、计算机提升和下一代互联网应用、软件及信息服务培育等工程的投资。北京、上海和广东等地区在信息基础建设、推动企业信息化建设等方面都加大了力度，为数据中心业务的快速发展提供了良好的宏观环境。随着云计算、物联网和大数据等的兴起，数据中心必将得到迅猛发展。

2012年出台的《国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》对全面提高信息化水平提出了明确要求，强调“推动信息化和工业化深度融合，推进经济社会各领域信息化”，并明确指出“培育和发展战略性新兴产业”，大力发展“新一代信息技术产业”。数据中心作为行业信息化的重要载体，提供信息数据存储和信息系统运行的支撑平台，是推进新一代信息技术产业发展的关键资源，信息化产业的发展将极大地促进数据中心的市场需求。此外，信息技术产业网络化、平台化、服务化的趋势愈加明显，对大规模、高性能的数据中心需求愈加迫切，也推动了数据中心建设与服务需求的大幅增加。数据中心领域的技术创新与节能工作刻不容缓，《工业节能“十二五”规划》中明确指出，“到2015年，数据中心PUE值需下降8%”。数据中心技术创新及运维水平的整体提高将为整个社会的发展带来重要意义。

2013年年初，工业和信息化部、国家发展改革委、国土资源部、国家电力监管委、国家能源局五部委联合发布了《关于数据中心建设布局的指导意见》（工信部联通[2013]13号），指出数据中心选址要统筹考虑资源和环境因素。

积极稳妥引入虚拟化、海量数据存储等云计算新技术，推进资源集约利用，提升节能减排水平；出台适应新一代绿色数据中心要求的相关标准，优化机房的冷热气流布局，采用精确送风、热源快速冷却等措施，从机房建设、主设备选型等方面降低运营成本，确保新建大型数据中心的PUE值达到1.5以下，力争使改造后的数据中心PUE值下降到2以下。

2013年5月发布的通信行业标准中含有IDC相关标准共4项，包括：YD/T 2542—2013《电信互联网数据中心（IDC）总体技术要求》、YD/T 2543—2013《电信互联网数据中心（IDC）的能耗测评方法》、YD/T 2441—2013《互联网数据中心技术及分级分类标准》、YD/T 2442—2013《互联网数据中心资源占用、能效及排放技术要求和评测方法》。YD/T 2542—2013规定了互联网数据中心的系统组成，以及服务、资源、网络、机房设施、管理和安全6个子系统的功能要求，并对电信互联网数据中心网络与信息安全、编址、服务质量和绿色节能等方面提出了要求。适用于互联网数据中心的规划、设计、建设、运维和评估。YD/T 2543—2013分析了互联网数据中心的能耗结构，定义了数据中心的能效指标，提出数据中心能耗测量方法和能效数据发布要求。该技术报告主要关注数据中心的直接消耗的电能，不包括油、水等其他能源或资源的消耗，适用于数据中心能耗的测量及能效的计算，用于了解数据中心能源效率状况，比较不同数据中心之间的能源效率及作为数据中心节能水平评级的依据。

2015年，工信部、国家机关事务管理局、国家能源局联合下发了《国家绿色数据中心试点工作方案》，拟分重点、分领域、分步骤提升数据中心节能水平。到2017年，围绕重点领域创建了百个绿色数据中心试点，试点数据中心能效平均提高了8%以上；制定了绿色数据中心相关国家标准4项，推广绿色数据中心先进适用技术、产品和运维管理最佳实践40项，制定了绿色数据中心建设指南。

2015年5月，国务院颁布的《中国制造2025》中明确提出，积极引领新兴产业高起点绿色发展，大幅降低电子信息产品生产、使用能耗及限用物质含量，建设绿色数据中心和绿色基站，大力促进新材料、新能源、高端装备、生物产业绿色低碳发展。

2016年6月，国管局、国家发改委发布的《公共机构节约能源资源“十三五”规划》指出，加强机房节能管理，建设机房能耗与环境计量监控系统，对数据中心机房运行状态及电能利用效率（PUE）、运行环境参数进行监控，提高数据中心节能管理水平。开展绿色数据中心试点，实施数据中心节能改造，改造后机房能耗平均降低8%以上，平均PUE值达到1.5以下。组织实施中央国家机关5000m²绿色数据中心机房改造。

2016年12月，国务院印发了《“十三五”国家信息化规划》，规划指出，积极推广节能减排新技术在信息通信行业的应用，加快推进数据中心、基站等高耗能信息载体的绿色节能改造。适度超前布局、集约部署云计算数据中心、内容

分发网络、物联网设施，实现应用基础设施与宽带网络优化匹配、有效协同。支持采用可再生能源和节能减排技术建设绿色云计算数据中心。建立一批信息化合作项目库，支持网信企业积极参与“一带一路”沿线国家和地区的信息基础设施、重大信息系统和数据中心建设。

2017年1月，国务院印发了《“十三五”节能减排综合工作方案》，方案指出，进一步推广云计算技术应用，新建大型云计算数据中心电能利用效率优于1.5。支持技术装备和服务模式创新。打造一批节能环保产业基地，培育一批具有国际竞争力的大型节能环保企业。

数据中心的能源消耗不仅是产业界关心的热点话题，也得到了相关政府部门的关注。国家出台的有关云计算、大数据和“互联网+”等文件中多次提及数据中心建设和规划。数据中心产业已经成为我国产业转型升级的重要支撑产业，在国家出台相应政策后，部分地方政府也根据地方产业基础和特点，制定了当地的数据中心发展政策。如北京市2014年发布的《北京市新增产业的禁止和限制目录》明确规定：禁止新建和扩建数据中心，PUE值在1.5以下的云计算数据中心除外。此政策的出台，一方面引导数据中心在建设设计阶段做好能效规划，确保数据中心设计PUE值低于1.5；另一方面，引导数据中心建设从传统架构向云架构转移，促进数据中心产业节能减排。在北京市推进“互联网+”行动的文件中也提到“推进京津冀区域协同创新发展，促进信息基础设施共建共享，整合规模小、效率低、能耗高的分散数据中心”。

3.2.2 经济环境

我国多年来一直保持着经济快速增长，2016年国民生产总值达到74.4万亿元，同比增长6.7%，名列世界主要经济体前茅，推动了互联网产业的发展，为IDC业务发展提供了良好的环境。

我国企业信息化水平不断提升，办公固定宽带接入率连续多年超过95%，互联网已与企业经营深度融合。截至2016年12月，我国域名总数超过4 000万个，年增长率为28.9%。我国网站数量为482万个，年增长率为14.1%。我国网页数量为2 360亿个，年增长率为11.2%。

我国网民的规模伴随着移动互联网的成长增速惊人。截至2016年12月，我国网民规模达7.31亿人，全年新增网民4 299万人。互联网普及率为53.2%，比2015年年底提升了2.9%。手机网民规模达6.95亿人，比2015年增加7 550万人。网民中使用手机上网的人群占比由2015年的90.1%提升至2016年的95.1%，网

民手机上网比例在高基数基础上进一步攀升。

3.2.3 产业环境

工信部于 2012 年 6 月 27 日发布的《关于鼓励和引导民间资本进一步进入电信业的实施意见》，对 IDC 市场投资具有重要意义。IDC 牌照申请工作冻结了 6 年后，于 2013 年重新开启，华为、阿里云等十余家企业顺利获批牌照。截止 2017 年 10 月，全国持有 IDC 牌照的企业达到了 1 417 家。未来，IDC 行业会发生规模性兼并和重组的浪潮。大型 IDC 服务商将投入大量资金开发环保、高效、节能型 IDC；中型服务商将向专业化和大型化方向发展，并追求资金注入；小型服务商则更多地瞄准企业延伸、IT 代维、综合服务等，在提高效率、质量、响应时间的同时谋求品牌和规模的发展。

3.3 我国数据中心产业发展规模

3.3.1 我国数据中心保有面积规模与增长情况

我国数据中心保有面积规模近年来一直处于高速发展的阶段，每年都有两位数以上的增长，这与目前我国各个行业信息化程度的不断提高有着直接的联系。2012—2016 年我国数据中心保有面积规模见表 3-1、图 3-1。

表 3-1 2012—2016 年我国数据中心保有面积规模

年份	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年
保有面积 / 万 m ²	1 123.8	1 237.0	1 361.9	1 502.3	1 660.9
增长率 (%)	10.3	10.1	10.1	10.3	10.6

数据来源：GDCT 2017 年 8 月。

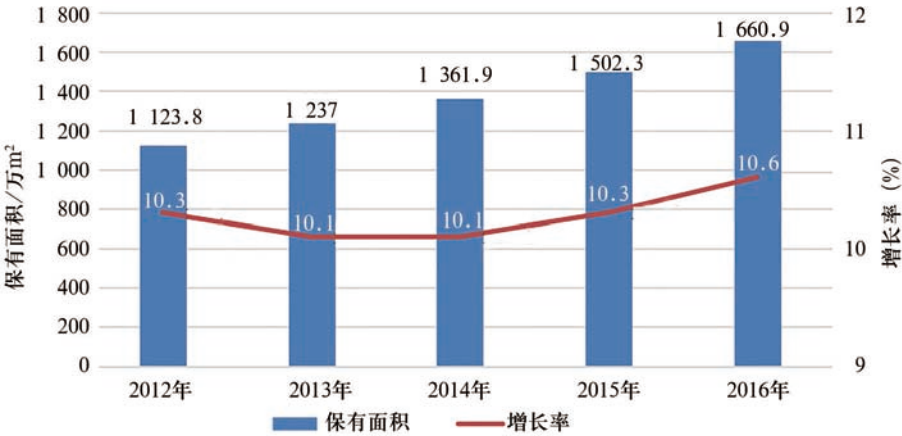


图 3-1 2012—2016 年我国数据中心保有面积规模

数据来源：GDCT 2017 年 8 月。

3.3.2 我国数据中心新增面积规模与增长情况

在数据中心新增面积方面，2011—2015 年增长率较高，进入 2016 年后，大型数据中心的建设数量显著增加。2012—2016 年我国数据中心新增面积规模见表 3-2、图 3-2。

表 3-2 2012—2016 年我国数据中心新增面积规模

年份	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年
新增面积 / 万 m ²	105.3	113.2	124.9	140.5	158.6
增长率 (%)	7.0	7.5	10.3	12.5	12.9

数据来源：GDCT 2017 年 8 月。

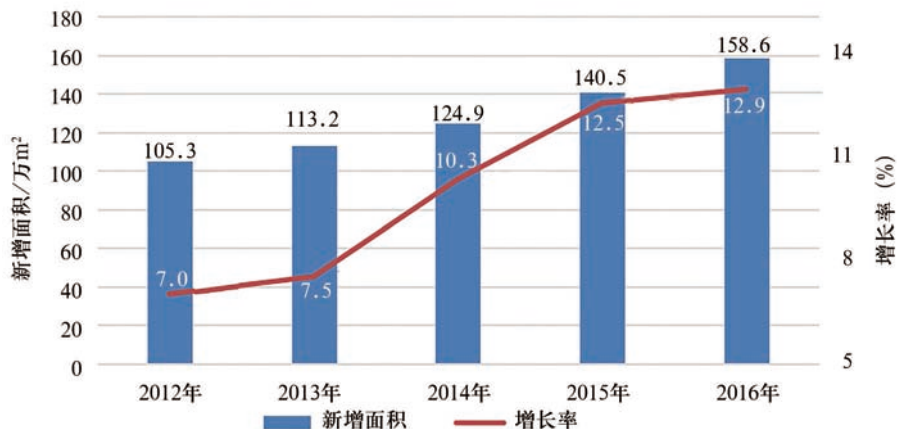


图 3-2 2012—2016 年我国数据中心新增面积规模

数据来源：GDCT 2017 年 8 月。

3.3.3 我国数据中心产品的市场特征

(1) 产品特征 随着刀片式服务器的应用越来越普及，高密度数据中心的电源和制冷问题变得更加突出。目前，50% 的数据中心的供电与制冷明显不足。以前，大多数用户首先考虑的是机房整体的制冷，认为机房整体的温度降到符合标准的水平，设备的温度也在安全范围之内，可以保证设备的安全、稳定运行。但是，由于机房中设备的密度不同，如果盲目地给整个机房降温，会造成过度制冷，不仅浪费电力资源，还会增加额外支出。

(2) 价格特征 在价格竞争上，大厂商综合运用自身在生产规模、制造成本、技术等多方面的优势，借助价格战来扩大自身产品的影响、提高市场占有率，不但对一些实力不够的小厂商造成了巨大压力，而且对二线厂商也形成了相当的冲

击。但同时不可忽视的是价格战带来的负面影响，价格战致使利润摊薄，这将削弱厂商在产品研发和技术创新上的能力。厂商应充分认识到，单纯的价格战对销售的促进作用已经趋于淡化，寻找新的应用领域，并且优化自身内部管理，提高物流效率，降低运营成本是发展的重要战略方向。

（3）理念特征 随着数据中心产品的科技进步，设计理念的日益翻新，数据中心的功率密度逐年加大。一般而言，高功率密度数据中心现在主要是指每平方米平均功率数大于 2 500W 的数据中心，数据中心密度与每平方米功率的关系见表 3-3。

表 3-3 数据中心密度与每平方米功率的关系

功率 /(W/m ²)	数据中心密度
≤ 400	超低密度数据中心
400 ~ 900	低密度数据中心
900 ~ 2 500	中、低密度数据中心
2 500 ~ 6 000	中、高密度数据中心
6 000 ~ 10 000	高密度数据中心
10 000	超高密度数据中心

数据来源：ICT research 2013 年 3 月。

（4）渠道特征 渠道向加强服务能力的方向发展，系统集成商销售比例有所提高。机房产品的集成商，尤其是高端产品的集成商关注的焦点正在由硬件产品向服务领域逐步转移。对于渠道商而言，若具备技术服务能力，则能为客户提供增值服务，获取更多利润，同时也可受到厂商的关注。相对于其他 IT 产品来说，机房产品中高端销售渠道的利润较高。但随着价格水平的下降以及渠道数量的增加，利润水平出现下降。同时具有服务和增值服务能力系统集成商成为厂商合作的重点对象，系统集成商的销售比例上升。

3.3.4 我国数据中心规模划分

当前我国数据中心每年新增投资规模在 1 000 亿元左右，包含服务器、网络存储设备、网络设备和基础设施产品等，随着我国社会信息化的快速推进，以及云计算、物联网等产业的崛起，数据中心作为终端海量数据的承载与传输实体，每年的投资增速日益加快。2014—2016 年我国数据中心规模等级及数量见表 3-4。

表 3-4 2014—2016 年我国数据中心规模等级及数量

数据中心规模	细分	面积 /m ²	2014 年新增数量 (个)	2015 年新增数量 (个)	2016 年新增数量 (个)
小型数据中心	小型	< 300	2 485	2 287	2 158
中型数据中心	中型	300 ~ 800	714	695	656
	中、大型	800 ~ 3 000	269	272	256
大型数据中心	大型	3 000 ~ 10 000	61	75	90
	超大型	> 10 000	21	28	38
总计			3 550	3 357	3 198

数据来源：GDCT 2017 年 8 月。

GDCT 认为：我国的数据中心能耗也高速增长，显著高于世界平均水平，一方面是因为我国的数据中心建设如火如荼，另一方面是我国的数据中心也需要更好地进行节能化处理，向绿色数据中心迈进。

工信部电信研究院通信标准研究所有关人员在 2012 年 8 月“第 13 次中国科协论坛绿色 IT 与能效通信论坛”上表示，我国数据中心的平均 PUE 值在 2.2~3.0 之间，而实际能耗可能远远高于这一数字。而且随着数据中心的规模越来越大和数量越来越多，耗电量无疑会逐步增大。数据中心的高能耗，不仅给企业带来了沉重的负担，也造成全社会能源的巨大浪费。2012—2016 年我国数据中心耗电量见表 3-5、图 3-3。

表 3-5 2012—2016 年我国数据中心耗电量

年份	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年
耗电量 / 亿 kW·h	664.5	772.1	876.8	987.0	1 102.1
增长率 (%)	16.8	16.2	13.6	12.6	11.7

数据来源：GDCT 2017 年 8 月。

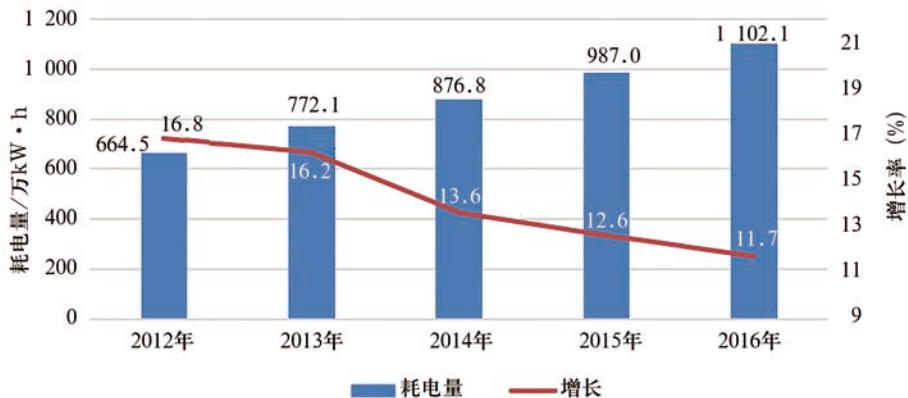


图 3-3 2012—2016 年我国数据中心耗电量

数据来源：GDCT 2017 年 8 月。

3.4 我国数据中心区域规划不均衡

3.4.1 我国数据中心建设局部地区过剩问题需要引起重视

产能过剩问题是当前我国最重要的宏观经济风险之一，更是下一轮经济复苏不能回避的问题。产能过剩不仅是经济周期波动所导致的，而且很多是投资层面所导致的，投资过程中出现的“潮涌现象”是产能过剩形成的重要原因之一。地方政府的不当干预微观经济行为，通过成本外部效应、投资补贴效应及风险外部效应，导致企业投资行为扭曲，容易造成投资过度、产能过剩及重复建设等现象发生。2015年1月30日，国务院发布了《促进云计算创新发展培育信息产业新业态的意见》。此后，各地纷纷上马数据中心建设项目，短时间内全国数据中心建设就表现出明显的过热迹象。事实上，中央高度关注我国云计算发展面临的各种现实问题，尤其是现阶段我国大数据、云计算中心建设中存在着盲目跟风和投资过热的趋向，一些地方的数据中心出现无序发展、重复建设、资源浪费等现象。即便如此，现阶段在国内一些地区仍有许多数据中心项目在建或即将上线。产能过剩是目前我国经济发展中存在的突出问题，在新兴市场中表现得更为复杂和特殊。国家宏观政策的鼓励与地方政府不当干预行为交织在一起，造成短期内地方政府对新兴产业过高预期，出现了过度投资和重复建设严重的现象。我国数据中心建设存在盲目竞争现象，已出现过剩势头。但在一些地区还在陆续上项目，而且大多数地区的数据中心所发挥的基本功能高度相似。这种缺少控制的无序发展状态势必会加重资源浪费，与当前我国供给侧结构性改革方向相背离。因此，有必要从我国地区数据中心建设及竞争的实际情况出发，探讨产生数据中心建设过剩的根本原因，提出具有针对性的政策建议。

3.4.2 当前我国数据中心建设局部地区过剩的主要表现

近年来，随着全球互联网经济的兴起，大数据、云计算成为社会各界关注的重点领域。其中，互联网时代产生的海量数据需要大规模的数据中心进行存储和运算。为适应数据市场需求的发展，我国各地积极参与数据中心建设，且建设热情高涨。然而，在各地数据中心建设火热的背后，数据中心建设过剩问题已逐渐显现，主要表现在：

(1) 数据中心无序发展且投产率低 由于数据中心属于新兴产业领域，国家在数据中心建设方面并没有现成的经验可以遵循，加上缺少系统、科学的统筹规划，导致一定时期内各地数据中心“野蛮生长”的状态。经历几年的无序发展，

许多地区新建成的数据中心却闲置不用，造成资源的严重浪费。根据工信部公布的2015年数据显示：互联网数据中心（IDC）业务连续5年的增幅都在20%以上，但服务器数量增速却小于20%。这说明数据中心服务器总体上并未实现充分利用。从新建数据中心投产率情况看，超大型数据中心的投产率只有1.8%，大型数据中心的投产率为21.5%，中小型数据中心的投产率为40%，投产率整体偏低。以上数据充分表明，现阶段我国数据中心建设存在无序发展现象，建成后投产率低，并未达到建设前的预期目标。

（2）数据中心重复建设严重且建设存在一定的盲目性 数据中心的服务内容主要是基于互联网，为集中式存储、处理和发送数据的设备提供运行维护平台，并提供相关数据服务。这意味着数据中心本身具有较强的同质性，很难做到充分的差异化发展。同时，随着数据的爆炸式增长及企业业务的不断变化，社会经济已对数据中心提出了更高要求。因此，数据中心唯有不断地进行创新和重构，才能适应数据增长的要求，满足市场的需要，提高资源的利用效率。对此，发达国家针对数据中心建设，已展开对现有服务器等资源的重构，将闲置或重复建设的数据中心进行重新规划与整合，集中资源以发挥更强的规模效应。然而，当前我国的数据中心建设还是一味地在数据中心数量上做文章，通过不断上项目，盲目地追求数据中心的数量增长、规模扩张和服务器的增加，不考虑成本和收益是否匹配，包括地区性数据中心资源整合尚无进展，严重地加剧了数据中心资源的浪费。

（3）对市场需求预期过高且缺少风险管控 随着我国互联网的普及和网民数量的快速增加，互联网数据资源迅猛增长，表现为国内IDC市场需求巨大，加上国家对数据产业发展的高度重视，中央和地方均制定了一些具有较大优惠力度的产业发展政策，导致地方对IDC市场需求和容量有过高预期，一些地区在建设数据中心方面一哄而上。同时，很多地方并未在事前做好风险评估和管控工作，只追求短时间内争相上数据中心建设项目。而这些数据中心建成后，相当部分却成为闲置资源，不能为当地经济带来应有的经济效益，导致前期投入的大量资金和资源的严重浪费，甚至反而成为地区经济发展的负担。

（4）部分地区建设数据中心的配套“软实力”相对较弱 大型数据中心建设选址需要考虑温度、湿度和能源等因素，而我国西北部的内蒙古、甘肃、宁夏及西南部的四川、贵州等省区具有一定的比较优势，加上这些地区土地成本普遍较低，地方政府又出台了相关的鼓励政策，因而成为大型数据中心建设的热门选

址地。虽从硬性条件看，在这些地区建设数据中心较为适宜，但从自然环境、教育资源及区域经济发展水平等多方面因素综合考察可知，这些地区在数据中心建设配套“软实力”方面仍显不足，尤其是相关专业人才严重缺失，必然会制约这些地区大型数据中心的长期发展。

3.4.3 我国数据中心建设局部地区过剩的主要原因

我国数据中心建设存在的产能过剩主要表现为盲目性和重复建设，有必要深入分析导致数据中心建设过剩的主要原因。

(1) 全球 IDC 市场需求活跃导致盲目建设 追求数据中心数量和规模扩张，全球范围的数据中心市场需求活跃是导致我国地方数据中心建设投资过热的重要原因之一。当前，全球数据量已进入爆炸式增长阶段，预计到 2020 年，全球所产生的数据量会是 2015 年的 44 倍，因此可以预见，未来全球数据中心的市场需求将长期保持较为活跃的状态。近年来，随着我国互联网普及率的提高和手机网民数量的大幅增加，互联网数据量增长同样迅猛。随着网民数量尤其是手机网民数量的持续、快速增加，为满足海量网民数据处理的需要，我国数据中心市场需求将保持持续增长态势，数据中心建设步伐也亟待跟上。基于这一客观背景，我国许多地方政府、大型企业包括互联网企业，纷纷进入数据中心建设领域。而一时间全国各地出现数据中心建设热的结果，则是各地数据中心在竞争中更偏向规模比拼，却忽视了数据中心市场需求发展的实际以及对具体功能的要求。

事实上，我国地方数据中心出现的盲目扩张现象并非个案，发达国家也曾遭遇过类似问题。美国在经历互联网、云计算的高速发展及低谷期间，同样遭遇了数据中心建设过剩问题。为此，美国决定重新整合数据中心资源，减少因数据中心盲目扩张而造成的资源浪费，2011—2015 年共关闭 800 个数据中心，其中仅 2012 年就关闭了 373 个。从国外经验看，受全球数据中心市场需求增长较快的影响，各国都会经历数据中心盲目扩张和资源浪费的阶段。我国应根据数据中心市场需求的变化，及时调整数据中心建设计划，注重对数据中心资源的整合与节约利用，减少因政策引导不当而引起的数据中心建设过剩。

(2) 缺乏对数据中心规划布局的科学统筹 从政府引导角度看，我国数据中心整体布局尚不合理，重建轻用现象仍然存在，这也是导致数据中心建设过剩的重要原因之一。数据中心属于战略性新兴产业的布局范围，而当前许多地方政府为适应新常态发展的需要，以及快速实现地区产业结构调整升级的目标，纷纷选择投资建设以数据中心为代表的各种产业园区或创新基地，进而围绕园区和基

地大规模上马基础设施建设项目，继续扩大数据中心规模。这就形成了各地数据中心在投资建设规模和资金投入力度上的“大比拼”，导致严重的盲目跟风和攀比，只从地方利益出发，没有结合地区发展的实际需求和区域协调发展的需要，只重视数据中心项目的建设投入和规模扩张，严重忽视了数据中心建成后的投入和运营问题。这种“一窝蜂”式上马数据中心建设项目的做法，实质上已经背离了建设初衷，不仅会产生新的泡沫，更易引发“圈地”、资本套利、寻租等行为发生。因此，数据中心建设不仅要尊重市场发展规律，更要做好科学规划、布局工作，减少地方政府的不当干预，为数据中心建设发展营造良好环境。

(3) 产业政策引导过度且缺乏有效监控 从产业政策角度看，“十二五”国家战略性新兴产业发展规划和国家“十三五”规划都将数据中心建设作为重要内容之一，要求各级地方政府将信息基础设施建设纳入城乡建设和土地利用规划，并给予相应的政策和资金支持，同时在节能环保部分重点提出对数据中心进行节能改造，降低数据中心、超算中心服务器和大型计算机的冷却耗能。

在相关规划指导下，各级政府纷纷制定有利于数据中心建设的产业优惠政策，加上一些地方政府试图发挥数据中心建设项目在投资方面的带动作用，或者单纯从政绩出发，积极参与数据中心项目建设。一般来讲，国家在促进新兴产业发展方面，对急需发展的产业实施一定程度的政策倾斜属于正常行为。然而，产业政策的过度引导容易向市场发出错误信号，不仅容易导致地方政府本身的投资冲动，而且易引发社会资本的大量涌入。而在各地对数据中心建设投资缺乏有效监控的情况下，资金的过量涌入必然会造成数据中心的建设过剩。因此，从长期看，在制订产业推进政策时，有必要建立有效的监控机制，及时发现和反馈建设过剩问题，并对政策内容进行相应调整，才能更好地发挥产业政策的引导作用。

(4) 技术水平限制导致数据中心低水平竞争严重 从技术发展角度看，我国数据中心技术水平普遍较低，与世界先进国家差距较大，这是导致我国数据中心建设过剩且低水平竞争的重要原因之一。数据显示，我国近80%的数据中心未实现高效运行，每年数据中心投资金额的70%用于运营维护，仅有30%用于创新。可见，现阶段我国地方数据中心的运营状况并不乐观，大多数数据中心建成后不同程度地处于闲置状态，有效利用程度较低，投入了大量资金而收效并不明显。同时，数据中心建设和运维不仅需要投入巨量资金，更要有较先进的技术创新能力做支撑。而且数据中心一般设备的使用周期只有5年，按照目前的数据增长情况，不到5年时间这些设备就可能面临淘汰，所以数据中心面临较大的盈

利压力。然而，如果所建数据中心的技术水平相对落后，必然导致其竞争优势不明显，严重影响其盈利能力。数据中心高额的运行维护费用会使数据中心的投资和经营者面临资金链断裂的风险，从而导致其只能通过低水平竞争，以抢夺市场份额与盈利空间。因此，现阶段我国新建或扩建数据中心时，要高度重视对数据中心技术水平和技术创新能力的准确评估，严格控制低端产能进入，逐步淘汰已有技术落后的数据中心，促进数据中心整体技术创新能力不断提升，为缩小与发达国家的技术差距创造条件。

3.5 我国数据中心产业发展趋势

在当今能源紧缺与能源成本迅猛增长的情况下，迫切需要提高数据中心的空间利用率。

(1) IDC 耗能严重，绿色运营迫在眉睫 IDC 行业是电能、土地和设备的高消耗行业。这里以耗电为例加以说明。IDC 业务耗电分为三部分：一个是服务器等 IT 设备的用电，约占 31%；二是空调设备的用电，约占 40%；三是其他能耗，包括通信电源转换过程中的能耗等。以新联通为例，IDC 业务以资源消耗型业务为主，80% 的业务收入来自于主机等基础设施的租用，能耗占整体能耗的约 4 成。即使在闲置不用时，大多数服务器和台式机也会消耗 70% ~ 80% 的额定功耗。

(2) 数据中心管理者最关心的两个问题分别是能耗和 IT 资源的优化和管理 调研结果显示：近九成的企业重点关注 IDC 的能耗与资源优化管理问题。改善能源、冷却和数据中心空间方面的管理，都会对环境产生有益的影响。另外，IT 资源的优化和管理也已经成为建设或改造新的数据中心的最重要任务之一。几乎所有的大型数据中心（新建或改造）都开始采用虚拟化技术或进行测试，从而设法提高 IT 资源的利用率。

(3) 云计算 IDC 步入发展快车道 运营商和云计算产业链正迎来新一代 IDC 市场发展空前提速的时代。从传统 IDC 到新一代 IDC 新架构，云计算成为众望所归。以电信运营商为主的 IDC 服务商不断加大云计算 IDC 的建设力度，而引领技术潮流的云计算产业链更加快了在该领域的布局。

(4) 运营商是 IDC 市场的主导力量 由于通信及互联网用户市场的饱和，全球 IDC 总体发展渐缓，亚洲市场则由于互联网及通信新兴业务的飞速发展增速较快。我国市场更是一枝独秀，未来市场潜力巨大。目前，我国 IDC 的发展也存在不少问题：数量多但规模普遍不大；设计陈旧，空间利用率、功耗密度和能源效率偏低，导致建设和运维成本增加，数据中心之间难以实现资源统一调配；以

基础业务为主，附加值不高，鉴于房价、电价不断攀升，以主机托管为基础业务增值空间有限。随着 IDC 企业并购加剧，服务商由千余家减少到 300 家以内，IDC 的整合及规模化逐步成为市场发展趋势。

当前的 IDC 服务商可分为电信运营商、独立 IDC 提供商、分销商、代理商四类，运营商是市场主导力量。中国移动研究院业务支撑研究所副所长孙少陵表示，尽管市场总体发展较快，但目前 IDC 的规模化、集约化、增值化程度不够。

云计算将实现传统的 IT、CT 服务模式的变化，正日益受到业界厂商的追捧。在此背景下，云计算 IDC 成为新一代 IDC 的发展方向。国内三大运营商已经开始重视 IDC 增值服务，如 PPCCache 缓存技术以及 CDN 分发技术，并向云计算服务迈进。

国内电信运营商正通过 IaaS 为客户提供即刻使用的基础资源云计算，它基于由软件、系统技术和服务支持的开放标准和开源软件，服务升级更加简单。

云计算正分化出一条狭长的产业链，包括物力资源提供商、平台服务商、平台开发商、应用服务商、应用开发商、渠道推广商和用户。在云计算这一狭长的产业链中，电信运营商应积极建立自己的公共云计算服务平台，发展基于云计算的应用服务；对于不同的云计算应用模式可以采取不同的发展策略，从而建立在云计算产业链上的优势地位。另外，电信运营商应该积极引入资源管理与监控、虚拟化、用户配置和并行计算等云计算技术，以实现计算、存储与带宽资源的按需提供。具体而言，就是将存储设备、服务器、应用软件和开发平台等资源以标准化的服务提供给租用的客户，从而打造新的数据中心增值业务。

对此，国内运营商作为云计算 IDC 发展的主导力量，在云计算 IDC 发展方面取得了阶段性的成果：中国移动公布了“大云计划”的阶段性的研发成果；中国电信推出了“天翼祥云计划”，并在四个城市开展云计算现场试验；而中国联通的部分省级公司也相继开始在 IDC 机房开展“云”处理的前期试点工作。

3.5.1 产品：小型、模块、自动化

(1) IT 设备将进一步小型化，机房一体化理念成未来趋势 IT 设备将进一步小型化，所有设备都将进入机架，机架成为机房 IT 设备的主体；具有更合理的可用性设计，更高的实用性、先进性、灵活可扩展性、可管理性、可维护性，并且设备更加标准化；加强了对数据保存环境的重视，对机房建设进行更加严格的监测与监督；IT 设备的工作时间基本上是连续的，保持 24h 不关机。随着 IT 设备的发展，机房一体化理念应运而生，并成为未来机房的发展趋势。

(2) 模块化机房理念已经展开，推广需要时日 模块化数据中心（MDC）和传统数据中心好比笔记本和台式机的区别。模块化数据中心带来了全新的可管理性和效率，通过容量扩展可以满足传统数据中心的需求，因此模块化数据中心正逐渐成为满足不断增长的业务需求的解决方案之一。大多数数据中心的使用时间在 10 ~ 15 年之间，核心设备需要 5 ~ 8 年更换新产品。模块化数据中心可以更大自由地进行扩展和更换。尤其是对中小企业来说，资金相对较少，如果未来模块化数据中心价格大幅度下降的话，是中小企业的参考选择之一。

(3) 自动化数据中心将极大地节约运维成本

1) 可追溯性，即数据中心中的任何一个设备都是可以进行维修、跟踪的，用以确保数据中心的易操作性。

2) 动态性，即可以对数据中心进行动态且自动化的管理（能够实现工作负载移动性、自动管理以及高可用性）。

3) 兼容性，要求设备之间、数据群组之间、数据中心群之间完美切换、连接、通信。

4) 连续性，即要求数据中心既满足短期（5 ~ 10 年）内企业的需求，又要求具有可扩展性，满足企业中期（10 ~ 20 年）、长期（20 ~ 30 年）需求。

3.5.2 市场：以结果为导向，注重实际销售业绩

IDC 市场经过 2013—2015 年的经济下滑影响，IDC 服务商也从最初的以资源出租为主要模式向综合的互联网资源及应用综合平台的服务方向发展，IDC 业务由主机托管和主机租用为主基础业务主导，逐步向网络外部、安全运维、内容分发、应用交付、应用外包等网络及应用服务方向发展。2015 年 IDC 运营商进入新的发展阶段，在云计算及 IDC 需求变化的推动下，大型 IDC 服务商开始为未来的战略转型做准备。

随着 IDC 市场竞争特别是基础业务的竞争加剧，随着 IDC 企业用户对互联网应用越来越重视，对互联网数据中心的服务也提出了更高的要求。在市场竞争加剧和 IDC 企业用户对 IDC 期望提高的新发展环境下，IDC 服务商的综合竞争力是取得市场竞争优势的关键所在，企业客户会从 IDC 的机房条件、品牌口碑、售前 / 售中 / 售后服务、服务质量保证、服务的可获取性和综合实力等方面来考察并选择 IDC 服务商。因此 IDC 服务商必须重视这些指标上的能力。

机房产品本身的特点和销售对象决定了其对渠道的要求较高，而且对于不同机房产品，其分销的渠道也不尽相同，而专业化分销正是适应这一要求的选择。

借助“专业化分销”，专业分销商能够对某个品牌的产品的了解做到最大化，从而使专业分销商无论是对产品的销售、售后服务或者是进行系统集成，都能够最大限度地全方位运作，使代理的品牌能够得到最大限度的渠道回报。从这一角度来说，渠道与品牌是逐步融合、密不可分的共生关系，而不是单纯代理关系；分销商是与厂商共同经营品牌，而不只是经销产品，最终实现厂商与渠道的共同成长。

3.5.3 服务：提升品牌、把握客户的利器

在机房产品市场上，服务竞争力的核心在于规范化、标准化与规模化。机房产品的维护相对复杂，只有经过专业培训的技术人员才能胜任售后服务的工作，实现产品的保养及维修、器件的更换等。因此，对于不同品牌机房产品来说，优质、专业的服务将成为厂商差异化战略中最重要的部分之一。降低服务成本、提高服务的专业化水平将是机房产品厂商在日益激烈的竞争中脱颖而出的关键，服务的品牌化也是机房产品日后发展的重要方向之一。

今后三至五年，随着机房产品竞争的日趋激烈，将有越来越多的机房产品厂商面临巨大的压力。只有在不断提升产品质量的同时，加强对服务体系的建设，并不断降低服务成本，才能满足客户在服务方面的要求。这将是机房产品厂商取得竞争优势、迫切需要解决的问题之一。

3.6 我国数据中心绿色化进展及趋势

在“互联网+”快速发展的时代背景下，互联网产业与传统产业融合创新已经成为重要的发展趋势。伴随着信息产业向智能化、泛在化发展，工业互联网、智慧城市、智慧政务、智慧交通、智慧农业、智慧旅游、电子商务等蓬勃发展，而这些产业发展都离不开数据中心，且对数据中心的需求增长越来越快。在产业需求旺盛和国家政策的鼓励与支持下，我国数据中心产业快速发展。

随着数据中心业务需求不断丰富和多样化，对数据中心的要求也不断提高，数据中心的建设和运营水平也不断提高，处理速度越来越快，规模越来越大，能效水平越来越高，管理越来越智能化，数据中心产业逐渐由原来的粗放式发展向集约式发展转变。从市场角度来看，我国数据中心产业发展速度快、规模大，但仍然面临着建设周期长、成本高、能耗高、安全可靠性能差等问题。

数据中心的电力消耗主要由IT设备、空调系统、供电系统及照明等辅助系统构成，其中空调和供电系统主要消耗“无用功”。据不完全统计，国内数据中心电力消耗中，服务器、存储器等IT设备消耗的“有用功”占50%左右，空调

系统耗电平均占比 37% 左右，供电系统耗电占比约 10%，降低数据中心中空调及供电系统的电力消耗成为绿色化发展的首要问题。

1. 数据中心制冷技术

为了有效地降低制冷系统的能耗，近几年产业界在自然冷源、设备控制、气流组织等方面开展了大量的探索与实践，如空调系统变频控制、余热回收技术、空调末端精确送风、封闭冷热通道、提高冷冻水供回水温度、提高回风温度和独立湿膜加湿技术等；有条件的地区采用自然冷却也成为重要的节能方式，包括外墙风道智能换热技术、过滤风墙智能新风技术、冷却塔 + 板式换热器、带自然冷却功能的风冷冷水机组和带自然冷源的蒸发冷凝冷水机组等直接利用自然冷源和间接利用自然冷源技术。

从制冷技术发展趋势来看：

1) 制冷方式逐渐由机械制冷向自然制冷方式转变，包括设备级、空气级、水冷级的自然冷却，如阿里巴巴千岛湖数据中心因地制宜采用深层低温湖水制冷，年均 PUE 值可达到 1.3 左右，比普通数据中心全年节电约数千万。

2) 制冷设备逐渐由低能效比 COP（千瓦·时）值向高 COP 值迈进，传统的风冷式空调采用风冷冷凝器，安装维护方便，但 COP 值低于 3，水冷式、蒸发式冷水型空调的 COP 值为 4 ~ 5，而室外自然冷源利用设备可以充分利用室外冷量冷却，COP 值可达到 10 以上。

3) 气流组织逐步精准化，通过冷热通道隔离、气流组织实现有序就近精确送风，减少了循环风阻，降低了风机功耗，气流组织方式逐渐由机房级向机柜池级、机柜排级、机柜级演变。

4) 能源综合利用，数据中心空调采用水冷式冷凝器，回收大量的冷凝热，可用于供暖或供给生活热水，部分机房采用跨季节、夜间蓄冷等技术。

2. 数据中心供电技术

常见的数据中心供电系统主要有不间断电源（UPS）、高压直流供电系统（HVDC）、48V、12V 等架构，不同架构各有利弊。传统的供电架构采用双路 UPS 作 2N 设计，应用比较广泛，产业链成熟，可靠性较高；HVDC 一般采用 1 路市电直供、1 路 HVDC 冷备份的供电架构，当市电出现异常时，切换到 HVDC 供电，此方式供电效率较高、成本低，但是服务器电源可能需要定制；48V 在通信行业普遍使用，采用 48V 直流供电可统一设备供电电压，降低成本，同时可规避低压直流的缺点，但是传输损耗大，目前 Google、Facebook 建设了

48V 数据中心; 12V 供电架构采用市电直供的方式, 供电效率高, 但是传输损耗大, 且需要对服务器进行特殊定制, 配置 12V 的电池, Microsoft 的 12V 电池 BBU 集中式数据中心采用了此种方式。

从供电技术发展趋势来看, 供电系统逐渐由交流 / 高压 / 集中式向直流 / 低压 / 分布式转变。传统 UPS 模式下, 电池放在电池室内, 微模块数据中心电池放于机柜旁边, 整机柜服务器电池放于机柜内部, 但服务器内置模式下电池将置于主板上。电池越靠近末端服务器, 供电系统也越分散, 从电网到 CPU 供电路径上的转换级数减少, 转换效率更高, 但同时供电系统的定制化程度越高, 对 IT 电源及电池控制管理水平要求也越高。

3. IT 设备节能技术

综合利用高频 UPS、HVDC、封闭通道、提高机柜进风温度、变频设备、智能群控组网等技术可以实现数据中心 PUE 达到 1.45 左右, 但是降低 PUE, 提高数据中心能效与真正的绿色数据中心仍有差距, 当数据中心 PUE 接近 1 的时候, 更重要的是 IT 设备节能。IT 设备的能耗约占据整个数据中心能耗的一半, 其中服务器能耗在 IT 设备能耗中的占比高达 50%, 因此提高服务器的能效水平显得尤为重要。目前, 服务器节能主要包括在服务器低负载时降低 CPU 频率和电压、处理器较长时间处于空闲状态时使其进入休眠状态、采用低功耗处理器等器件节能技术, 以及采用虚拟化、云计算等技术提高设备负载率, 采用功耗封顶、动态监控管理等整机节能技术。利用智能感知、动态监管、人工智能等新技术实现能耗的实时动态优化成为 IT 设备节能技术的重要发展方向。

4. 数据中心节水技术

水是数据中心消耗的另一个主要能源, 当数据中心规模较大时, 尤其是采用冷冻水自然冷却系统的数据中心, 水资源消耗是不容忽视的。目前, 一方面可通过降低数据中心 PUE、提高数据中心机房温度等降低数据中心能耗, 减轻数据中心制冷系统负担; 另一方面可使用闭式冷却塔等节水装置, 或者采用其他风冷、直接蒸发冷却等方式降低数据中心对水的需求量, 如 Facebook 数据中心一期使用直接蒸发风冷以及加湿系统, 二期使用阻尼器控制系统, 但建设成本相对较高。此外, Google 公司创新性地使用了循环水冷却系统, 降低了数据中心的运营成本, 如位于道格拉斯郡的数据中心采用城市污水, 简单净化后进入数据中心; 位于比利时的数据中心从工业运河中抽水, 利用装满细沙的大型水箱过滤水中的小颗粒, 让水变清后进入冷却系统。

3.7 竞争形势分析

1. 产品结构

随着 IDC 行业的不断成熟，其盈利能力不断降低，用户脱离了原来域名、空间租用等初级服务，希望享受到更灵活多样的服务。一些大型 IDC 服务商不再以资源服务为核心业务模式，而是将重心转向内容分发、应用交付、安全管理、网络运维等高端增值服务。一些小型 IDC 服务商因资源所限，将把业务更多地集中在增值服务方面。未来，伴随着 IDC 产业的快速发展，国内 IDC 行业将会进一步整合，市场会进一步集中，基础业务占据主导地位的情况不会改变，但增值业务收入占总收入的比重将逐渐增大。总而言之，主机托管等基础服务收入在总收入中占比最大，但占比将逐年递减，一些增值服务收入在总收入中的比重将逐年上升，且增速在 30% 以上，比如企业邮箱、流量监测和数据备份等。究其原因还是用户不再局限于机柜的简单托管，对业务类型的需求增多了，对服务质量的要求也提高了。同时，在满足用户和市场需求的同时，增值服务带来的高利润率，也有利于企业的长期发展。

2. 国内竞争格局

国内 IDC 行业竞争格局由四大阵营组成：电信、联通；鹏博士和世纪互联等上市民营公司；中国移动、广电；其他中小型民营 IDC。第一阵营的垄断地位短期内不会改变，电信和联通拥有覆盖全国的通信骨干网络和独立的国际通信信道出口。中国移动和广电也在加大 IDC 的建设力度。中国移动进入 IDC 市场比电信、联通晚，但依靠其资金数量和巨大的客户群，市场份额每年都有所增加。第三方 IDC 服务商依靠其精专的服务以及多变的销售策划在中高端企业市场占居了一席之地。工信部于 2012 年发布的《关于进一步规范互联网数据中心（IDC）业务和互联网接入服务（ISP）业务市场准入工作的实施方案》，鼓励符合条件的企业，特别是一些民营资本进入我国 IDC 行业，促进了 IDC 行业竞争格局的形成。

3.8 我国数据中心标准研究的进展情况

数据中心伴随着计算机的发明和使用逐渐发展起来。早期的计算机主要以电子管、晶体管为主，体积比较大，耗电量高，为了节约成本，将计算机进行集中放置管理，由此诞生了第一代数据机房。20 世纪 80 年代，微型计算机产业开始繁荣，计算机产业得到了快速的发展，越来越多的企业开始使用计算机，中小型机房得到了快速发展；90 年代客户端 - 服务器出现，使得企业必须要在旧的计

算机房内给服务器寻找相应的位置,伴随着服务器的增多,计算机机房逐渐开始分层设计放置服务器,从而形成数据中心。

近年来,越来越多的政府、国际组织开始重视数据中心的建设与发展。2017年11月,中国建筑学会“绿色数据中心评价标准”编制组成立,编制组由中国建筑科学研究院、国家节能中心、北京节能环保中心、中国数据中心节能技术委员会(GDCT)、ICT research 咨询公司、国家能源计量中心(航天)、同济大学、中国建筑标准设计研究院、江苏省邮电设计院、中国建筑技术集团有限公司、中国电子工程设计院、信息产业电子第十一设计研究院和中国移动通信集团设计院等数据中心机构与企业组成。

3.8.1 国家标准

目前,我国在数据中心领域陆续制定了一系列国家标准,包括《数据中心设计规范》(GB 50174—2017)、《计算机场地安全要求》(GB/T 9361—2011)、《电子计算机场地通用规范》(GB/T 2887—2011)和《数据中心基础设施施工及验收规范》(GB 50462—2015)。

《数据中心设计规范》(GB 50174—2017)主要对机房设计进行相关的规范和要求,具体包括机房位置与设备布置、环境要求、建筑和结构、空气调节、电气和电磁屏蔽等方面。该标准将电子信息系统机房分为A、B、C三级,以满足不同的设计要求。2011年,住房和城乡建设部下发了《关于印发<2011年工程建设标准规范制订、修订计划>的通知》(建标〔2011〕17号),要求对原来的《电子信息系统机房设计规范》(GB 50174—2008)进行重新修编,并更名为《数据中心设计规范》。

《计算机场地安全要求》(GB/T 9361—2011)主要对计算机机房的安全进行了规定,将计算机机房分为A、B、C三类,并就各类机房的场地选取、结构防火、机房内部装修、机房专用设备、火灾报警及消防设施等进行了相关的规定。

《电子计算机场地通用规范》(GB/T 2887—2011)规定了计算机场地的分类和测试方法与验收规则。该标准主要包括技术要求、安全防护、测试方法和验收规则四部分,其中技术要求主要涵盖了计算机机房的高度、面积、活动地板、建筑结构、机房内的环境条件、供电系统、接地和综合布线等方面;安全防护主要对防雷、防水、消防、入侵报警、视频监控和电磁屏蔽等方面进行了要求;测试方法主要对温度、湿度、照度、噪声、电磁场干扰、电压及频率等进行了规定;验收规则主要强调了验收项目的要求和结果处理等。

《数据中心基础设施施工及验收规范》（GB 50462—2015）旨在加强各类电子信息系统机房工程质量管理，适用于新建、改建和扩建的电子信息系统机房。该标准分别对机房在供配电、防雷与接地、空气调节、给排水、综合布线、监控与安全防范等系统的施工和验收作了相关的规定。该标准有效指导了施工单位如何按照设计单位的设计将机房建设成为符合规范的安全、可靠机房，以及监理单位如何在机房施工过程中、完工后管理和督促施工单位进行施工，同时也为验收单位顺利完成验收提供了科学依据。

除以上已经发布的国家标准以外，目前还有一系列的国家标准，包括：住房和城乡建设部指导下的《电子信息系统机房环境检测标准》和《数据中心综合监控系统工程技术规范》两项国家标准；工业和信息化部指导下的《数据中心资源利用 第1部分：术语》《数据中心资源利用 第2部分：关键性能指标》和《数据中心资源利用 第3部分：电能能效要求和测量方法》三项国家标准；中国标准化研究院编制的《节能量测量和验证技术要求 通信机房项目》；中国建筑标准设计研究院编制的《数据中心基础设施运行维护规范》等。

3.8.2 行业标准

中国通信标准化协会是我国通信领域最高的标准协会，指导我国通信领域行业标准的制订。目前已发布的行业标准主要包括《电信互联网数据中心（IDC）总体技术要求》（YD/T 2542—2013）、《互联网数据中心资源占用、能效及排放技术要求和评测方法》（YD/T 2442—2013）、《互联网数据中心技术及分级分类标准》（YD/T 2441—2013）和《电信互联网数据中心（IDC）的能耗测评方法》（YD/T 2543—2013）。

《电信互联网数据中心（IDC）总体技术要求》（YD/T 2542—2013）规定了互联网数据中心的系统组成，包括安全、服务、管理、资源、网络 and 机房基础设施六个子系统。其中：安全子系统主要提供网络安全和信息安全；服务子系统规定应包括基础资源出租服务和代维代管等服务；管理子系统包括网络管理、资源管理和运营管理，为 IDC 运营维护提供必要的管理支撑；资源子系统分为网络资源、计算资源和存储资源等；网络子系统包括 IDC 内部的支撑网络和外部互联网出口，为资源子系统和部分基础服务提供网络环境；机房基础设施子系统为 IDC 提供机房、供电、消防、制冷、安防、布线和抗震等基础环境。

《互联网数据中心资源占用、能效及排放技术要求和评测方法》（YD/T 2442—2013）主要包括数据中心在建筑和布局、设备（IT 设备、制冷设备、供电设备、

其他设备)及绿色管理等方面的技术要求。其中:建筑和布局部分对机房的布局、围护结构、规划和节能设计分别进行了规定;设备部分分别就IT设备、制冷设备和供电设备在设备选型和使用方面进行了具体的规定;绿色管理部分提出了绿色发展保障机制。

《互联网数据中心技术及分级分类标准》(YD/T 2441—2013)主要从绿色节能、可靠性和安全性三个方面对IDC分级分类进行技术要求。该标准中,互联网数据中心的分级主要通过打分,根据不同的分数结果,确定数据中心对应的级别。数据中心总得分分别由绿色节能、可靠性和安全性三部分组成,其中:绿色节能部分包括能源效率、节能技术和绿色管理三个方面;可靠性主要包括机房位置选择、环境要求、建筑与结构、空气调节、电气技术等14个方面;安全性主要分为五级。

《电信互联网数据中心(IDC)的能耗测评方法》(YD/T 2543—2013)分析了互联网数据中心的能耗结构,提出了数据中心的能效指标、能耗测量方法和能效数据发布要求。该标准中能效指标主要包括电能利用效率(PUE)、局部PUE、制冷/供电负载系数、可再生能源使用率。针对这四项能效指标,提出具体的测量方法和计算方法。同时,标准规定在数据中心能效数据发布时需提交其他相关信息,如数据中心用途、位置、室内外温度、设计功率密度等。

除以上已发布的行业标准外,《微模块数据中心技术要求》《预制微模块数据中心技术要求》《电信互联网数据中心网络设备技术要求和测试方法》《基于云计算的互联网数据中心网络互联技术要求》和《电信互联网数据中心虚拟资源管理技术架构》等行业标准还处于编制阶段。

3.8.3 地方标准

在数据中心建设和发展的热潮下,地方政府纷纷开始颁布地方标准,为数据中心绿色发展提供因地制宜的政策基础。2009年,山东省发布了《数据中心服务器虚拟化节能技术规程》;2013年,北京市经济和信息化委员会组织起草了北京市地方标准《数据中心能效分级》;2014年,上海市发展与改革委员会、上海市经济和信息化委员会及上海市质量技术监督局颁布了《数据中心机房单位能源消耗限额》。

《数据中心服务器虚拟化节能技术规程》主要规定了数据中心服务器虚拟化节能原则、虚拟化节能的实施以及节能效果评价。在节能效果评价中,该标准提出了数据中心平均效率指数(CADE)、数据中心基础架构效率(DCIE)和设备

利用率三个指标，并对这三个指标的具体计算方法进行了规定。

《数据中心能效分级》主要规定了数据中心的能效指标、能效分级要求和能效指标计算方法。数据中心能效指标包括 PUE 指标、IT 设备节能应用指标和可再生资源使用率指标。数据中心能效分为三级，其中 I 级 PUE 值范围在 1 ~ 1.5 之间，II 级 PUE 值在 1.5 ~ 2.0 之间，III 级 PUE 值在 2.0 ~ 2.5 之间；能效分级要求中对不同级别的能效要求进行了具体的规定；能效指标计算方法中分别对 PUE、IT 设备节能技术应用和可再生资源使用率进行了阐述和具体算法规定。

《数据中心机房单位能源消耗限额》主要规定了数据中心机房单位能耗的技术要求、统计范围、计算方法、节能管理与措施。该标准提出了数据中心机房单位能耗（DCP）值指标；在技术要求中，在对不同时期建设的数据中心机房的 DCP 值分别进行了限值规定，其中在 2011 年 12 月 1 日之后投入使用的数据中心机房，DCP 值限定为 1.8，在 2009 年 12 月 1 日之后、2011 年 12 月 1 日之前投入使用的，DCP 值限定为 2.0 以下，在 2007 年 12 月 1 日之后、2009 年 12 月 1 日之前投入使用的，DCP 值限定为 2.3 以下，在 2007 年 12 月 1 日之前投入使用的 DCP 值限定为 2.5 以下，同时提供了 DCP 值的先进值为 1.6；在统计范围和计算方法中，对 DCP 值的计算和测量范围进行了详细规定；在节能管理与措施中主要对节能基础管理、技术管理和技术措施进行了规定。

3.8.4 我国数据中心的标准建议

随着全球 ICT（是指信息、通信和技术的简称）产业的兴起和发展，数据中心的发展越来越得到重视，但数据中心标准还处于起步阶段。从现阶段看，我国数据中心领域的标准从宏观层面分类主要包括国家标准、行业标准和地方标准。国家标准主要以传统的电子信息系统机房为主体，关于数据中心的国家标准目前公开发布的比较少，部分还处于编制阶段。这主要由于我国国家标准编制的周期长，与日益变化的 ICT 产业产生了矛盾。

数据中心行业标准自 2013 年陆续发布，相对于国家标准，周期比较短，但是起步晚，目前已发布的标准数量少，行业影响力有限。地方标准的编制主要集中在我国 ICT 产业发达的省市。目前上海和北京的地方标准主要以数据中心能耗为对象，通过数据中心分级和能耗限制来达到数据中心的节能减排目的。上海和北京的地方标准中分别通过 PUE 和 DCP 两项指标来评价数据中心的能源消耗水平。

针对以上数据中心标准的发展概况，现提出以下建议。首先，随着我国传统数据中心向云计算数据中心和软件定制的转型，我国在标准的编制过程中要加快速度，跟上行业发展速度，确保标准与时俱进，为 ICT 产业快速发展提供保障。其次，地方标准刚刚处于起步阶段，缺乏相应的机制和制度。虽然上海和北京的地方标准中对 PUE 和 DCP 两项指标进行了限制规定，但是具体到执行过程中，监督机制还不明确，建议形成“数据中心 - 政府监管 - 第三方核证”的有效循环机制，确保标准有效推广，从而真正推动 ICT 产业节能减排绿色发展。

数据中心是互联网、云计算和大数据等产业发展的重要基础设施，数据中心的快速发展将对我国 ICT 产业的发展产生重要的影响。数据中心标准的制订是实现数据中心安全可靠有效运营的重要保证，也是推动我国 ICT 产业发展的重要基础。加快数据中心标准的制订，构建我国数据中心标准体系将是未来我国标准工作领域的重要努力方向。

3.9 数据中心建设中存在的问题及建议

我国数据中心产业整体发展良好，但在能耗、PUE、运维和标准等方面仍然存在一些问题，国内数据中心在应用节能、节水、低碳等技术产品以及先进管理方法实现能源效率最大化方面开展了大量探索与实践，但仍面临着众多挑战，阻碍了全国数据中心产业的健康可持续发展。

3.9.1 存在的问题

1. 能耗过高

目前，我国数据中心产业规模稳定增长，绿色化技术不断创新突破，数据中心政策也逐渐完善，总体来看，数据中心产业健康有序，具有良好的发展前景，但能耗问题仍然是产业发展的一大瓶颈。

伴随着数据中心建设的快速发展，数据中心耗电问题日益突出。一个上规模的数据中心 3 年的耗电费用，大约相当于该数据中心的建设费用，由此可见数据中心耗电量之巨大。通过近年来的调研，IDC 机房集中的地方，许多并非是电力能源充沛的地方，例如北京、上海等地的电力则需要通过西电东送才能满足需求。

目前，我国数据中心节能技术与国外相比仍有较大差距，国内数据中心使用的制冷设备、供电设备及系统大部分来源于国外厂商，我国的相关节能技术基础较弱，对设备的节能改进和软件控制水平有限。

此外，数据中心运维水平较低导致达不到设计的能效水平，国内新建数据中心在建设规划设计阶段，设计的 PUE 值相对较低，但是在数据中心开始运营后，

由于实际的业务量达不到设计要求、负载率较低、运维能力较差等原因，使得很多数据中心的 PUE 达不到设计水平。

最后，数据中心的能效监管政策存在不足，目前部分行业和地区已经出台数据中心能效相关政策和标准，但由于没有统一的数据中心能效监管平台和管理办法，数据中心的能效评价标准尚不完全一致，部分数据中心的实际能效仍然较高。

2. 电能利用效率（PUE）高

PUE 为 IT 设备的功率除以全体设施总功率。据不完全统计，我国已建成的数据中心约 90% 的设计 PUE 值低于 2.0。大型及以上规模的数据中心设计 PUE 值平均为 1.48，中小型数据中心设计 PUE 值平均为 1.80。然而，仍然有近 50% 以上的数据中心设计 PUE 值没有达到 1.5 的规划要求，同时数量庞大的最原始电子信息机房即老旧的数据中心改造任务相当艰巨。

国内数据中心绿色化水平差异较大，新建数据中心能效水平较高，但是老旧数据中心 PUE 仍然较高，新型互联网企业的数据中心绿色化水平较高，传统行业的数据中心能效较差，如何将先进绿色数据中心的技术向传统老旧数据中心推广是一大重要问题。

3. 垄断现象严重

基础运营商不仅向二级提供商分配业务，自身也同时经营着与二级提供商相同的 IDC 业务，因此基础运营商的角色不仅是初级业务提供者，与二级提供商的关系也不仅是合作，同样也是竞争对手，基础运营商和二级提供商根本不能成为平等的竞争双方。由此可见，基础运营商始终处于垄断地位，对基础运营商之外的其他 IDC 企业会造成严重的压制，从增值产业链的上半部分开始就限制了二级提供商的资源获取。不仅是资源方面，基础运营商普遍还会限制其他 IDC 企业的业务上线，给二级提供商带来成本上的极大挑战，用户实际上已失去选择 IDC 提供商的权力。这种不公平的竞争，为互联网数据中心的发展环境带来了恶劣的影响。

4. 用户过于集群化

当前互联网的发展形势乐观，但用户却始终都集中在商业性质的网站上，一些中小企业的 IDC 占比却并不大。从某种程度上来说，中小企业的发展并不全面，一些中小企业的信息化应用程度偏低，并且对国内互联网数据中心（IDC）的了解还不够深刻透彻，更不知晓 IDC 的便捷高效等运营优势，因此，其在 IDC 方面的投资也就会受到一定程度的限制。互联网业务用户过于集群化，会导致 IDC

企业运营不善而倒闭，IDC 企业的生存发展状况很大程度上受到用户集群的制约，使得企业的生命周期受到严重冲击。

5. 业务层次较低

国内互联网数据中心（IDC）发展的初级阶段存在着过于关注基础设施建设的现象，最大的原因就是沿用了发达国家 IDC 的运营模式，对互联网数据中心的基础设施建设过于重视，基础设施的托管市场竞争空前激烈，忽略了互联网行业最重要的增值与管理项目。总体来看，我国的 IDC 企业对于互联网数据的运营增值与管理并没有非常重视，也就是说，企业的业务服务层次仍然处于较为浅薄的初级阶段，很多企业仍然只着眼于简单应用的运营，这种运作模式不符合现今互联网数据中心的发展趋势。

3.9.2 策略建议

（1）创新企业运营机制 针对 IDC 企业垄断现象严重的问题，基础运营商应当转变观念，将企业重新进行市场定位，虽然基础运营商是 IDC 的主导者和引领者，却也存在着许多缺点，如 IT 开发能力较弱、业务层次较低等。淡化与二级提供商是业务竞争对手的思想，积极开展与二级提供商以及其他 IDC 企业的优势互补合作，借助自身的基础设施和高质量的运营维护环境吸引其他 IDC 企业，并为合作企业提供相应的帮助，将合作共赢和共同发展作为维持国内互联网数据中心（IDC）健康稳定发展的一般宗旨。

（2）维持公平竞争环境 虽然说竞争是商业博弈论中最有效的发展手段，但过度竞争却反而会让行业市场更加混乱失序。在用户过于集群化这一问题的解决上，要让 IDC 企业的发展更加平均，就必须规范企业的商业行为，禁止 IDC 提供商的任何违规情况出现，一旦发现便要严厉打击，并且组织专业人员进行讨论解决，推动 IDC 行业自律组织的组建，对 IDC 行业内部进行自我监督与自主管理，形成良好的自我规范机制，保证良好的竞争秩序。

（3）深化企业服务层次 二级提供商缺乏基本服务和管理方面的业务，相对于基础运营商来说，这些 IDC 企业处于相对弱势的地位。想要深化 IDC 企业服务层次就应当深度挖掘互联网行业用户的相关需要，将关注重点放在规范企业管理上，强化企业自身的基础能力建设与服务意识，建立具有针对性的 IDC 企业服务项目，避免由于对互联网行业的各方面均有涉猎而造成毫无特点、专业性尽失的情况出现，力求让 IDC 企业二级提供商的企业服务层次逐渐深化。

(4) 加速数据中心绿色化进展 加速数据中心绿色化进展，应该从以下几点着手：

一是加大绿色数据中心节能技术的宣传与推广，发布优秀数据中心案例，运用第三方组织和机构加强互联网企业与传统企业的沟通交流，对传统老旧小数据中心进行科学评估，有条件的数据中心加快推进节能改造。

二是大力支持数据中心相关节能技术的研究与探索，一方面，提高国内设备厂商的产品与技术水平，加大新技术的研究与开发，鼓励数据中心探索使用清洁能源；另一方面，加强国际沟通交流与合作，提高国内设备厂商和设备用户的技术水平。

三是加强数据中心高水平运维人员的培养，在数据中心设计阶段做好有效的能效规划，研发数据中心智能监管控制平台，通过软硬件结合提高国内数据中心的运维水平。

四是加快出台数据中心能效监管政策，完善数据中心能效评价标准与体系，推广科学的能效评价方法，建设数据中心统一监测平台，优化数据中心的能效水平。

IDC 是一个处处充满现代科技气息的互联网产业，想要在互联网数据中心（IDC）方面有所建树的企业，就需要提高企业自身的竞争实力，无论是在经济方面还是科技方面，都要拥有较为雄厚的实力。现代 IDC 企业在伴随着许多问题的基础上而逐渐进步发展，因此着眼于当前国内互联网数据中心存在的问题，结合 IDC 企业自身实际，在实践中总结发展经验，提出有效的解决办法，将是促进互联网行业发展的当务之急。

3.10 新时代的数据中心

(1) 下一代数据中心对网络的要求 在数量众多的大型数据处理中心网络的内部（也就是简化形势下的网络内部），结构的提升可以有效地带动整体网络使用性能的提升。此外，还可以凸显出虚拟化使用技术自身的优势和便捷性。可以实现多重数据的交叉应用和关联处理。数据中心的数据信息集群以及网络流量之间的沟通都属于对传统树形组合结构的巨大功能性挑战。下一代数据中心对网络的要求已经伴随着网络使用范围的扩大和整体使用主体的拓展实现了整体使用效率的提高。数据中心的整体使用效率也伴随着现代科技和信息处理技术的升级实现快速发展。无论是国内还是国外，都需要关注和重视新技术的革新，明确使用者对下一代数据中心和对网络的要求。

(2) 数据中心的安全解决方案 近些年来,伴随着数据信息整体爆炸式增长和整体信息处理数据中心的大型化,数据中心的整体网络使用地位不断凸显,由此,数据中心的应用安全性也必然受到关注,数据中心很容易受到来自病毒和黑客的攻击,尤其在云计算的应用推广后,整体使用的不稳定和不安全因素也在不断增加,所以更需要对网络数据中心进行加密处理,增加整体的网络安全性,做好分区划分,从数据中心整个系统维护的多方位考量,统筹整体应用发展。避免数据中心受到来自外界不安全因素的影响。

目前的全球数据中心市场当中,美国市场与西欧市场已经基本饱和,而亚太地区尚有广阔的发展空间。我国的数据中心企业必须要了解数据中心的发展特点,顺应数据中心的发展趋势,从高速以太网、绿色数据中心、虚拟化和信息安全等角度入手,对数据中心发展过程中的技术难点进行突破,增强企业自身的竞争力,拓展数据中心的业务类型,创造更多的经济效益与社会效益,在竞争激烈的市场当中占据一席之地。

3.11 软件定义数据中心

随着网络应用的不断发展以及应用系统的升级和扩展,数据中心的应用服务器及其他网络设备也在逐年增加,随之而来的是资源利用率偏低、运维效率偏低、资源成本高、需要备份与灾难性恢复等复杂问题,这些问题已成为制约数据中心发展的重大障碍。传统的“单一设备单一应用”数据中心 IT 架构已经不能满足业务发展的需求,需要一种新的数据中心架构来适应业务发展的需求。

虚拟化技术的出现,在一定程度上解决了传统数据中心的部分问题,从而使传统的数据中心建设过渡到了虚拟化数据中心建设阶段。虚拟化技术是将各种计算及存储资源充分整合和高效利用的关键技术。从应用领域来划分,虚拟化分为服务器虚拟化、存储虚拟化、应用虚拟化、平台虚拟化和桌面虚拟化。服务器虚拟化技术是当前 IT 行业应用得非常广泛且比较成熟的信息技术。通过虚拟化数据中心建设,提高了运维管理效率、降低了运维成本,且通过建立智能化、自动化、资源整合配置体系架构,满足了业务差异化和低成本的需求,实现了资源的集约共享。

随着科学技术的发展,移动设备、社交网络、应用的多样性,以及云计算和大数据时代的演进,改变了 IT 服务的交付和消费方式,也改变了当今的 IT 格局。数据中心建设也从虚拟化时代演进到云计算时代。云计算是一种全新的计算理念,通过将大量计算机资源整合在一个个计算集群中,并使这些计算集群分布式地承

担各种计算请求，使用户能够按需获取集群中的各种计算资源、存储资源、网络资源以及便捷的信息资源服务。

随着云计算的发展，相继出现了软件定义计算技术、软件定义网络、软件定义存储等新技术，云计算使得数据中心中的硬件基础设施利用服务器虚拟化、存储虚拟化及网络虚拟化技术抽象组合成虚拟的逻辑设施，采用云计算模型的计算能力和逻辑设施通过网络提供给用户，并从基础资源以及服务的精细化运营角度出发，实现 IaaS、PaaS 以及 SaaS 多种服务模式灵活多变的业务交付方式，进而满足和适应新业务快速发展的需要，这也促成了一个新的技术方向——软件定义的数据中心，为此以软件定义理念为核心的软件定义数据中心走向前台，正在以一种前所未有的方式连接、汇聚和配置计算资源。

3.11.1 什么是软件定义的数据中心

软件定义的数据中心，从最直观的定义来看，就是虚拟化、软件化数据中心的一切资源。虚拟化是从服务器虚拟化开始的，服务器虚拟化技术目前已非常成熟。如果把服务器看作是一个微型的数据中心，那么可以通过服务器的虚拟化来理解软件定义的数据中心。服务器虚拟化是将服务器物理资源抽象成逻辑资源，让一台服务器变成几台甚至上百台相互隔离的虚拟服务器，不再受限于物理上的界限，而是让 CPU、内存、磁盘、输入输出端口（Input/Output, I/O）等硬件变成可以动态管理的“资源池”，从而提高资源的利用率，简化系统管理，实现服务器整合，让 IT 对业务的变化更具适应力。软件定义的数据中心也采用了类似的理念，它将网络、存储、计算和安全等基础设施和可用服务进行池化、聚合，并可通过策略驱动的智能软件进行管理，从而使数据中心服务不再受到专用硬件的束缚，摆脱传统 IT 复杂而不灵活的困境。因此，客户可以获得针对云计算时代优化的数据中心，从而实现无可比拟的业务敏捷性，并为所有应用提供最佳服务等级协议（Service-Level Agreement, SLA），并可大幅简化操作以及降低成本。

软件定义的数据中心核心在于对 CPU、内存、I/O 等硬件资源进行解耦与重构，让数据中心的计算、存储、网络、安全资源全虚拟化、全自动化成为现实，并通过软件定义实现业务感知的按需资源组合与配置，实现系统的弹性伸缩和超大规模持续扩展，真正实现数据中心像计算机一样运行和管理，更好地支撑用户在云计算、大数据时代的业务运营和增长。

3.11.2 如何构建软件定义数据中心

构建一个软件定义的数据中心，主要包括两个核心要点：第一步虚拟化数据

中心的一切资源；第二步，通过一个统一的管理平台对这些资源进行管理。软件定义的数据中心，首先要做的事情就是虚拟化数据中心的一切物理资源，通过虚拟化技术，构建一个由虚拟资源组成的资源池，不仅仅是对服务器进行虚拟化，还包括存储虚拟化和网络虚拟化等。当前，许多用户的数据中心环境是异构的，既包括虚拟化的设备，也包括一些因某种原因不能被虚拟化的物理设备；既包括私有云，也包括公有云。因此，软件定义的数据中心一定要能够支持异构云环境。

软件定义网络（Software Defined Network，SDN）概念的提出早于软件定义的数据中心，其核心理念是将网络设备控制面与数据面分离开来，从而实现网络流量的灵活控制，为核心网络及应用的创新提供良好的平台。软件定义网络技术实现了从虚拟网卡、虚拟交换机、接入交换机到核心交换机的控制系统与传输机制的分离，使得满足计算需要的各种虚拟网络无处不在。透过这些虚拟网络，将用户眼中传统的数据中心变成了软件定义的数据中心。要建设的软件定义数据中心网络系统需要立足于成熟的交换、路由模式之上，以网络虚拟化设备、软件为主，积极使用支持软件定义网络（SDN）功能的设备，构建满足多种不同类型用户服务需要的软件定义数据中心的网络系统。

软件定义存储（Software Defined Storage，SDS）是软件定义的数据中心的基本组件，它从虚拟层、纯软件层介入，对物理存储设备进行集成和控制。虚拟化环境中的计算机资源按需分配，因此这种环境需要进行动态存储分配。软件定义的存储通过对存储资源进行抽象化处理来支持池化、复制和按需分配，这样使得存储层具备了与虚拟化计算类似的敏捷性、聚合、灵活、高效并能够弹性横向扩展，全面降低了存储基础架构的成本和管理的复杂性。软件定义的存储有几个明显特征：以应用为中心的策略，可实现存储使用的自动化——软件定义的存储支持对异构存储池中的所有资源实施一致管理的策略，使得存储的使用像为每个应用或虚拟机指定容量、性能和可用性要求那样简单。这种基于策略的自动化最大限度地利用了底层存储资源，同时将管理开销降至最低；与硬件无关的虚拟化数据服务——数据服务作为虚拟数据服务在软件中交付，并按虚拟机进行调配和管理；通过硬盘和固态硬盘的虚拟化确保数据持久性——随着服务器功能的增多，软件定义的存储解决方案可使企业基于符合行业标准的服务器容量创建共享存储池，而无须使用专用的存储区域网络（SAN）基础设施。例如可让企业利用廉价的行业标准计算硬件，同时利用固态硬盘和硬盘作为虚拟机一起创建共享存储池，可获得高性能、内置的恢复能力和动态可扩展性。

软件定义计算：传统的数据中心，应用服务器采用“竖井”方式部署，每台服务器上运行一个应用程序，服务器硬件以及其操作系统和应用程序以紧耦合的方式捆绑在一起。这种模式导致服务器的 CPU 和内存等物理计算资源利用率低。在典型的 x86 服务器部署中，平均只有总容量的 10% ~ 15% 得到了利用，计算资源浪费严重。而另一方面，为支持不断增长的业务和应用需求，企业需要购置大量的服务器或者对原有服务器进行更新换代。软件定义的计算便是为了解决这一矛盾的。但是，软件定义计算目前没有统一的概念定义，分布式计算以及云计算都属于软件定义计算的范畴。

当现有的数据中心经过服务器虚拟化、存储虚拟化和网络虚拟化技术应用后，就将数据中心提供的计算资源基础设施产品，变成了虚拟的、逻辑的、可通过网络直接获取的基础设施服务。数据中心的管理人员可以通过一个统一集中的管理系统实现对这种服务的定制、发布、度量、控制和运维等各种管理操作，进而完成数据中心业务的云化。

随着软件定义的网络等新概念出世，让大家看到了下一代数据中心的雏形。它通过对 CPU、内存、I/O 等硬件资源进行解耦与重构，让数据中心的计算、存储、网络、安全资源全虚拟化、全自动化，并通过软件定义实现业务感知资源的按需组合与配置，实现系统的弹性伸缩和超大规模持续扩展，真正实现数据中心像计算机一样运行和管理，且凭借前所未有的自动化程度、灵活性和效率来帮助用户实现 IT 交付方式的转变，更好地支撑用户在云计算、大数据时代的业务运营和增长。

3.12 云计算数据中心

3.12.1 云计算的概念

(1) 云计算 云计算分为公有云、私有云和混合云。狭义云计算指信息技术基础设施的交付和使用模式，即通过网络以按需、易扩展的方式获得所需资源；广义云计算指服务的交付和使用模式，即通过网络以按需、易扩展的方式获得所需服务，这种服务可以是 IT 和软件、也可以是互联网相关的其他服务。

云计算有 3 个服务模式：基础设施即服务（IaaS）；平台即服务（PaaS）；软件即服务（SaaS）。

(2) 虚拟化 虚拟化是指计算器件在虚拟的基础上而不是真实的基础上运行，是一种为了简化管理、优化资源的解决方案。虚拟化的主要目的是对 IT 基础设施硬软件资源进行整合。虚拟化是资源的逻辑表示，它不受物理资源限制的约束。资源可以是各种硬软件资源，如 CPU、内存储器、存储设备、网络，也可

以是各种软件环境，如操作系统、文件系统、应用程序等。

（3）云计算的特征

- 1) 硬件和软件都是资源，通过网络以服务的方式提供给用户。
- 2) 这些资源都可以根据需要进行动态扩展和配置，且在物理上以分布式的方式存在，为云中的用户所共享，但最终在逻辑上以单一整体的形式呈现。
- 3) 用户按需使用云中的资源，按实际使用量付费，而不需要管理它们。

3.12.2 传统数据中心

（1）传统数据中心简介 传统数据中心是网络中心所有 IT 设备和信息系统的总称。它通过网络向企业或公众提供信息服务。信息系统为企业带来了业务流程的标准化和运营效率的提升，数据中心则为信息系统提供稳定、可靠的基础设施和运行环境，并保证可以方便地维护和管理信息系统。

（2）传统数据中心的弊端 传统数据中心业务发展虽然较为稳定，但以下几点已越来越明显地影响了数据中心的进一步发展。

1) 资源利用率低。随着网络技术的发展和网络应用的丰富，数据中心的业务需求会逐步增加，从而对数据中心的利用率和服务深度提出更高的要求，但现有的数据中心服务方式难以满足需求。

2) 能源消耗高。数据中心不断攀升的电费成本和建设成本使企业不堪重负。数据中心企业的能耗成本占总运营成本的50%左右，随着数据中心服务器的增加，配套系统用电量将呈指数级上升。如果不采取有效的解决措施，高额的成本开支和额外的能源消耗将成为数据中心业务继续发展的障碍。

3) 传输数据剧增，带宽有效利用率降低。数据中心业务现有的工作模式导致大量数据在数据中心和企业间多次往返交流，从而降低了带宽的利用率。

3.12.3 云计算数据中心

通常，80%的企业云计算数据中心按私有云部署。云计算数据中心是指经过应用虚拟化手段优化过的数据中心。

1. 云计算数据中心架构

云计算数据中心是一种基于网络的支持异构设施和资源流转的服务供给模型，它提供可定制的服务，实现资源的按需分配、按量计费。云计算实现了资源规模化，促进了分工专业化，使得资源供应商和用户都更加关注于自己的业务，有利于降低单位资源成本，促进网络业务创新。

云计算数据中心架构分为服务和管理两大部分。在服务方面，主要以提供用

户基于云的各种服务为主，共包含 3 个层次：基础设施即服务（IaaS）、平台即服务（PaaS）、软件即服务（SaaS）。在管理方面，主要以云的管理层为主，它的功能是确保整个云计算中心能够安全、稳定地运行，并且能够被有效管理。

2. 云计算数据中心的构建

建立云计算数据中心的最核心的技术就是虚拟化技术。虚拟化的对象主要是服务器、存储设备、网络 and 桌面。通过虚拟化技术的实施，形成一种全新的数据中心部署和管理方式。实际上要构建三个云层的资源和服务。

1) 构建基础设施即服务（IaaS）。基础设施层以 IT 资源为中心，包括经过虚拟化后的硬件资源和相关管理功能的集合。基础设施服务交付给用户的是最基本的基础设施资源，向用户提供的是虚拟化的计算资源、存储资源和网络资源。

2) 建虚拟化资源池。通过服务器虚拟化技术，对现有服务器上的资源进行整合，并将原有物理资源抽象地整合为虚拟的 CPU 池，内存池和输入 / 输出（I/O）池，以便在实际应用过程中动态地划分给相关应用系统。

3) 构建虚拟存储池。利用现有的虚拟化技术，对现有数据中心内的存储设备的资源进行整合，打破现有的物理界限，将所有的存储空间资源整合成一个可以动态逻辑划分的虚拟存储池，以便在实际应用中合理地划分给各个应用系统。

4) 构建虚拟化网络。网络虚拟化即对传统的路由器、交换机等设备进行增强，使其可以支撑大量的可扩展的应用。

5) 构建虚拟化桌面。通过桌面虚拟化将终端的资源集合到数据中心，以便系统管理员对数百上千个终端统一认证、统一管理，并为用户灵活地配置所需的硬软件资源。

6) 平台即服务（PaaS）。平台层以平台服务和中间件为中心，提供在应用开发、部署、运行方面的中间件和基础服务，能更好地满足云应用在可伸缩性、可用性和安全性等方面的要求。因此，平台服务面向的是软件开发人员，使他们可以充分利用这些开放的资源来开发定制化应用。

7) 软件即服务（SaaS）。应用层是云上应用程序的集合，这些应用构建在基础设施层提供的资源和平台层提供的环境之上，通过网络交付给用户。

软件服务交付给用户的是定制化的软件，即软件提供方根据用户的需求，将软件或应用通过租用的形式提供给用户使用。就是将所有的相关软件资源放在云中，用户可以按需使用。

云应用可以是标准的满足日常办公所需求的应用，也可是面向企业和机构用

户的可定制解决方案，还可以是用户开发的多元应用。

3. 云计算数据中心的优势和影响

1) 提升了资源效率。与传统数据中心相比，云计算平台提供的是有弹性的服务，可根据用户的需要在一个超大的资源池中动态分配和释放资源，不需要为每个用户预留峰值资源，因而资源利用率可大大提高；并且云数据中心拥有更多用户，改善能源使用效率的相对成本更低，可以将成本分摊到更多的服务器中。

2) 可灵活扩展资源、提升可靠性。用户所使用的“云”资源可以根据其应用的需要进行调整和动态伸缩，能够有效地满足应用和用户大规模增长的需要。

3) 小企业数据中心逐渐弱化。进入云计算时代后，IT 已经从以前那种自给自足的作坊模式，转化为具有规模化效应的工业化运营，一些小规模的单个公司专有的数据中心将被淘汰，取而代之的是规模巨大而且充分考虑资源合理配置的大规模数据中心。

4) 专业化分工更加明确。云计算数据中心规模更大，比中小型数据中心更专业，管理水平更高，提供单位计算所需的成本更低廉。因此，人力成本可以被大幅度削减，专业化分工更加明确。

3.13 大数据时代下的数据中心运维管理

大数据的分析处理能力将成为未来企业的核心竞争力。随着企业信息系统从独立分散建设向集中统一建设的跨越式发展，数据中心为信息系统的集中部署提供了基础设施条件，成为企业信息化工作的重要基石。在大数据时代，如何对运维过程中积累的海量数据进行有效的管理、分析和挖掘，提升数据中心精细化管理水平，让数据中心更好地为企业和用户提供服务，将成为新一代数据中心在大数据时代面临的挑战。

3.13.1 大数据的概念及背景

目前，大数据在业界尚未形成统一的定义，引用维基百科的定义，大数据是指无法在可承受的时间范围内用常规软件工具进行捕捉、管理和处理的数据集合。业界对于大数据的特征一般可以概括为 4 个 V：Volume（数据量）、Variety（类型多样）、Value（价值）、Velocity（速度）。

数据体量巨大（Volume）：由于射频识别（RFID）、新媒体等技术的发展，信息传递的方式正在转变，速度也正在加快，各种终端设备产生了大量的数据，企业面临的数据体量巨大。

数据类型繁多（Variety）：大数据时代，数据不再仅仅限于结构化数据，更

多的是非结构化数据，包括图像、文本和音频等，数据类型的多样化也对数据处理分析能力提出了更高的要求。

处理速度快（Velocity）：处理速度快是大数据时代区别于传统数据分析的最显著特征，在数据体量巨大、类型繁多、价值密度低的海量数据面前，数据的处理效率就是企业的生命，并且受数据时效性的制约，大数据要求处理速度更快、实时性更高。

价值密度低（Value）：大数据时代，数据价值密度低、价值高。以视频为例，在连续不间断的监控过程中，可能有用的数据仅仅有一两秒钟，但是却具有很高的价值。

大数据从技术角度来讲不只是一种技术、一个产品，应该是一个集成的平台，能够帮助我们很好地管理数据，并且从数据中获取对企业有帮助的信息。只有从大数据中获取价值，数据才是真正有价值的，否则就成了一堆垃圾。

3.13.2 大数据时代下数据中心运维管理面临的挑战

1. 运维数据的特点

数据中心运行维护过程中产生的数据主要来源于以下几个方面：①动力环境监控系统。动环监控系统实时采集电流、电压、网络通信状态等动力指标，以及温湿度、漏水和风量等环境指标信息，数据体量巨大。②管理流程数据。这主要包括服务申请记录、工单记录和设备部署信息等。数据中心的管理流程主要涉及设备部署、设备安装卸载、布线和加电等。③人员设备出入管理数据。主要包括视频监控记录、访客出入记录、设备出入记录。④配置管理数据库（Configuration Management Database, CMDB）中的设备资产信息。CMDB 中存储了数据中心的资产信息，为数据中心的核心基础数据库，同时利用 RFID 等技术实现了资产信息的实时更新。

数据中心运维数据满足大数据的 4V 特征。①由于监控数据大都是以秒级时间间隔来采集的，数据体量巨大。②由于视频监控、报警信息、服务申请记录等数据的非结构化，导致运维数据具有多样性。③数据中心的高可用性、连续性要求数据处理速度快，以便快速响应并处理故障。④现阶段数据中心运维数据利用率低，大多停留于简单的报表展现。随着数据中心由建设转向运维，如何在海量运维数据中发现价值，提升运维管理水平，成为精细化运维管理的新引擎。

2. 动环监控系统大数据的挖掘探索

（1）动力环境监控系统简介 数据中心动力环境监控系统是采用数据采集技术、计算机技术和网络技术，实现对动力电源供电设备的运行情况及机房环境

状况进行监控的平台。主要是对机房设备（如供配电系统、UPS 电源、防雷器、空调、消防系统、保安门禁系统等）的运行状态、温度、湿度、洁净度、供电的电压、电流、频率、配电系统的开关状态、测漏系统等进行实时监控并记录历史数据，实现对机房遥测、遥信、遥控、遥调的管理功能。

（2）动力环境监控数据的特点 动力环境监控系统将数据中心运行的关键指标数据进行集中采集管理，实现了实时报警、运行状态查看和远程遥控。

动力环境监控数据不仅满足大数据的 4V 特征，还呈现出一些自有的特点：①数据结构化、格式化程度高。因系统采集到的实时监控数据大都存储于数据库中，因而动力环境监控的数据结构化、格式化程度高，这也为数据挖掘提供了便利。②实时性。数据的及时性和准确性是对监控系统最基本的功能要求，动力环境监控系统采集数据的时间间隔达到了秒级。③时序性。动力环境监控系统采集的温湿度、电流、电压等数据都是随时间变化而变化的，反映了数据中心的运行变化趋势。

（3）数据挖掘提高报警信息的准确性 动力环境监控系统每年会产生大量的数据资源，但数据中心现有的动力环境监控系统对数据的利用仅仅停留在简单的报表展现层面，利用率不足 10%，缺乏深度数据挖掘和价值利用。在大数据时代，数据成为一种新的生产资源，挖掘动力环境监控数据价值有助于提升运维管理的精细度。目前，动力环境监控系统的统计分析大都需要人的参与，以便提取出有助于运维的有价值信息。人为参与动力环境监控数据分析不仅依赖于运维人员的运维经验和专业技能，而且分析的效率比较低，难以满足高效运维工作的要求。数据挖掘是一种技术，它将传统的数据分析方法与处理大量数据的复杂算法相结合。数据挖掘为探查和分析新的数据类型以及用新方法分析原有数据类型提供了机会。

在数据中心运维过程中，有些故障因找不到根本原因，运维人员只能采取临时措施，导致重复报警。或者由于动力环境监控系统数据采集设备的故障，导致监测指标不正常，因而引发重复大量报警。大量虚假报警在很大程度上麻痹了运维人员，降低了运维人员对故障的敏感性。

数据挖掘中的关联分析为甄别报警信息提供了一条新的途径。从动力环境监控系统数据库中获取历史报警数据，用关联分析中的 Apriori 算法（是一种挖掘关联规则的频繁项集算法）寻找不同报警间的关联关系，寻找发现重复报警或关联报警，辅助运维人员对报警信息进行甄别，提高对报警信息的敏感性。

3. 运维经验知识化

传统的数据中心运行维护依赖于专家经验，这样做的弊端是：①周期长。培养一个运维专家需要的周期很长，且需要投入大量培训资源。②带有主观色彩。解决问题的方法有时候受专家主观情绪的影响，带有主观色彩。③不具有可持续性。一旦运维专家离职，运维经验将面临无法传承的风险。因此，如何将运维工作经验转化成可持续、能传承的知识，在知识库中直接输出专业化要求较低的可直接使用信息，成为新一代数据中心运维管理的一个方向。

在大数据时代，内外部数据为数据中心建立知识库提供了丰富的数据源。内部数据主要是指内部运维经验，外部数据是指来源于互联网的运维知识。对于外部数据，可借鉴网络舆情分析技术，使用网络爬虫工具自动采集互联网上的信息。对于收集到的内外部数据，利用文本挖掘、聚类、分类预测等方法对信息进行加工展现，转化成知识库中的知识，并实现对信息的快速、自动化检索。

4. 资源调度成为容量管理的关键

在 GB/T 24405. 2—2010《信息技术 服务管理 第 2 部分：实践规则》中对能力管理的目标描述为：“确保服务提供方在所有时间内具有足够能力来满足当前及将来商定的顾客的业务要求。”在未来数据中心的中心中，各种 IT 资源将需要在不同业务和需求间动态分配，因此，大数据时代下，数据中心容量指标不仅仅是机位空间、电量等动力指标，计算资源指标将成为容量管理的重要部分，需要新一代数据中心管理平台能够实时监测服务器、网络、存储资源的使用情况，并根据运行状态实时调整配置，实现资源的有效利用。

在大数据时代，云计算成为数据中心的核心技术，数据中心的运维管理方式将打破传统的“烟囱式”信息系统架构，建立计算、存储、网络三个主要的虚拟资源池，并实现资源的动态调整分配。在存储层面借助虚拟化等技术实现海量数据的安全存储，当虚拟化成为数据中心存储主要支撑技术后，资源虚拟化对数据中心的资源复用、关联、动态管理等方面都提出了新的挑战。在计算层面通过搭建分布式系统基础框架（Hadoop）实现海量数据的快速计算，最后借助宽带网络传送数据分析结果。因此，如何综合分析容量指标数据，建立合理的资源调度机制，实现新一代数据中心资源在应用间的动态分配，将成为大数据时代下数据中心运维管理的一大挑战。

在未来的大数据时代，高效率地利用数据中心的动力环境监控数据等资源将是实现企业竞争力的关键。大数据挖掘分析计算就是从海量、非完整、有噪声和

随机的数据中,提取隐含其中的人们事先不知道、但又有用的潜在信息和知识的过程。在传统数据中心运维中,动力环境监控、工单等运维数据具有实时监控、报警和简单的工作量统计的作用。对运维数据进行进一步的分析和挖掘有助于发现新的价值点,有助于转变被动响应的运维模式,提高运维主动性。

3.14 模块化数据中心

模块化数据中心是一种新兴的数据中心建设模式,是将整个数据中心分为若干个独立区域,各区域的规模、功率负载、配置等均按照统一标准进行设计,随着业务需求的变化,不断增加独立模块,从而实现快速建设。

伴随全球超大型 IT 数据中心的出现,模块化数据中心的建设理念在 Microsoft 芝加哥数据中心、Google 比利时数据中心、Facebook 俄勒冈州数据中心得以具体实践,有效地降低了数据中心的建设周期及运营成本。

从技术发展看,数据中心基础设施的关键设备逐步趋向模块化与小型化,尤其是精密空调(Computer Room Air Conditioning, CRAC)和 UPS,完全可集成到机柜中,从而在技术上为实现真正完全独立的模块化数据中心提供了可能。

3.14.1 传统数据中心面临的主要问题

对于传统的数据中心,模块化的特征并不明显,仅在物理基础架构上将空调、UPS、机柜进行组合配置,而且需要共用架空地板下的空间,共用 UPS,因此在兼容性、扩展性及建设周期等方面存在诸多问题,主要表现为以下三个方面。

(1) 空调系统 传统数据中心的气流组织设计采用地板下送风的方案,机柜采用冷热通道摆放设计,以形成合理的气流组织路径,从而可以大大提高整个机房的气流循环效率,有效减少热死点出现。该方案工程初期投资较低,噪声较小,整个机房的美观性较好。

但随着云计算、高热密度的发展,单机柜发热量不断增大。为了提高出风量,必须不断提高地板下静压,因此地板高度需要抬升。而空气也是一种流体,其本身存在黏度,当地板下的气流增大到一定量之后,表征其黏度的无量纲数——雷诺数会超过某一限值,因此其气流紊流会呈几何性增大,此时地板下送风方案的效率会大大下降。

在功率密度为 10 kW/机柜 的送风制冷实验中,为了有效带走热量,每台机柜需要 $1\,600 \sim 1\,800\text{ m}^3/\text{h}$ 风量(进出风温差为 15°C)。而远程的地板下送风空调则需要达到 $2\,900 \sim 3\,000\text{ m}^3/\text{h}$ 风量,此时风机系统能量损失高达 40%。这些能量损失又会引起自身的冷量消耗,从而使效率进一步下降。在数据中心机房中,

由于机组数量较多，风机系统能量消耗会达到上百千瓦·时。而风机系统是 24 h 全年不停歇运转的，因此一年中无用的能量消耗会达到几十万千瓦·时，在 15 年的机组设计寿命期内则会多耗能上百万千瓦·时。而且由于其从地板下送风供冷，机柜中下方的服务器得到的冷量较多，而上部的服务器容易运行在高温环境中，从而发生故障。这种设计方案只适合单机柜发热量不超过 5 kW 的应用场景。当机柜发热量继续增大时，除了需要加大地板的架空高度和机柜间的间距外，整个制冷系统的效率也会显著下降。

(2) UPS 在机房建成初期，传统的 UPS 设计往往出现由于系统容量配置过大而处于低负载率状态，低载运行则导致 UPS 效率低下。而如果 UPS 配置容量过小，又不能满足业务发展的需求，将导致后期扩容困难，尤其是当前需求正处于上升期，数据中心业务发展增速飞快，但又具有不确定性，故在 UPS 方面的重复建设和投资浪费较大。另外单独建设 UPS 房、电池房，并设置相应的空调制冷，也是一笔不小的投资。

因此，UPS 建设需求逐渐向模块化、可热插拔的方向发展，在中小型数据中心中，尤其成为首选的解决方案。模块化的 UPS 产品，尺寸和标准服务器机架一致，可放在机柜行间，又集成了多路智能配电单元，可满足单个模块内的供电、监控电量等需求。目前市场上主流模块化 UPS，不但可灵活扩容，而且效率高达 95%，在低负载率情况下，节能更加显著，真正实现了 UPS 的高效性、节能性和可靠性。

(3) 机柜系统 传统机柜系统的设计只关注其承重、供电性能，而忽略了机柜应该具有的其他性能，如通孔率、接地、美观、线缆管理、能耗管理等。

为了提高制冷效率，机柜的通孔率要求尽可能高，以减小气流阻碍作用，提高散热能力。从空调系统利用上来说，机柜系统有更高的设计和工艺要求。

机柜接地也是非常值得注意却容易被忽略的问题。机房由于发热量很大，靠近服务器区域的机柜温度较高，其相对湿度较低，从而可能形成较高的静电电压，如果不能通过有效途径的接地，会造成静电危险。因此现在的机柜必须配置接地线缆或者接地铜排。

在中小型数据中心中，往往不会配置完备的监控设备。要实现机柜内的供电管理，可通过在机柜内配备智能的电源配电单元（Power Distribution Unit，PDU）实现。对机柜内的各路配电进行监控，获知机柜负载的分配平衡度，预知过热机柜、过载点，并可实施远程操作控制设备。这也是智能机柜需要具备的功能。

对于机柜的兼容性，机柜不但需要考虑自身的兼容性，还需要考虑诸如并柜、封闭冷通道、行间空调等的外观和尺寸匹配问题。这对厂商的要求非常高，只有熟悉数据中心基础设施全产品的供应商，才能从全局出发，设计出对各个系统的兼容性都很高的产品。

3.14.2 模块化数据中心实施的关键技术

模块化数据中心主要包括采用模块化设计的四大部分：不间断电源系统、制冷系统、机架和远程监测系统。通过简单的接口将相关模块进行组合，从而形成一个完整的数据中心。无论是电信运营商还是互联网企业，都可以按照自己的需求定制模块化数据中心，并可伴随业务发展的需求，逐步扩大数据中心的规模。这意味着企业可以在未来拥有数倍计算能力，而不会对现有数据中心的功能或者设计带来任何影响。

相对于传统数据中心，模块化数据中心使用如下关键技术：

1) 统一的基础架构设计。模块化数据中心的构思精巧，但在实施过程中会遇到很多意想不到的问题，如各个部件的尺寸不完全协调一致、各部件的供配电需求不能匹配、颜色无法协调一致、走线孔未预留充足等。因此要避免多种产品拼接的模块化数据中心出现漏风、配电不足、颜色参差不齐、无处走线等尴尬问题，需要厂商具有多产品线统一开发、统一销售、统一安装、统一调试、统一服务的能力。从而为用户提供模块化数据中心基础架构的完美解决方案。

2) 封闭冷通道。封闭冷通道可有效规范气流组织，减少对整个房间的无效制冷，从而降低对建筑热负荷的制冷压力；同时可有效隔绝冷热风交叉混合，提高空调回风温度，从而提高其蒸发器温度，进而提高制冷效率。经测试，采用封闭冷通道解决方案可节约机房 4% 的耗电量。在封闭冷通道这种貌似技术含量不高的方法上，实际有很多工艺方面的要求，真正实现细节上的大成，无论是材料的隔热性、强度、顶板透光率，还是走线孔的设计、缝隙的保密性，都需要十分到位。

3) 定制化的电池机架。定制化的电池机架主要配合模块化 UPS 使用，为模块化 UPS 提供承重能力强、外观协调、安装维护简便的支撑，可实现电池的模块化安装及电池监控。

4) 模块化 UPS。安装在标准机柜中的模块化 UPS，其功率单模块可随负载增减实现热插拔，并可大幅度减少 UPS 的占用空间及共用制冷需求，大大降低传统 UPS 所需的占地面积及额外的空调能耗。

5) 环境控制系统。通常选用精密空调对数据中心的每个模块进行环境调节, 确保服务器等 IT 设备的运行环境。对于发热量大的服务器等 IT 设备, 通常选用高通孔率 (一般大于 70%) 网孔门的机柜, 以提高机柜进出风量; 将机柜面对面、背对背布置, 在机房内形成冷热隔离的风道, 以提高制冷效率。在某些功率密度高的场合 (发热量超过 15 kW / 机柜), 往往容易产生局部热点, 形成故障隐患。为消除局部热点, 需要采用相应的高热密度解决方案, 如在局部热点发生处加装制冷终端, 加强局部制冷能力; 也可将特高功率密度设备放置在封闭机柜内, 通过机柜内制冷循环, 实现高效率制冷散热。

6) 智能监控系统。监控系统是机房安全运行的重要保障, 智能监控系统可对数据中心模块内的配电、环境、安防、消防等设备进行全方位监控, 完成对设备数据的采集、分析、报警、展示甚至自动控制。由于云计算的高热密度、虚拟化需求, 可变冷量、UPS 模块休眠等功能需要更高效地控制, 因此模块内的制冷控制、电能分析成为模块化运营的关键点。此外, 为了适应模块化数据中心快速建设、快速复制的特点, 监控系统方案也需要能够快速建设, 并且以模块为单位独立运转, 互不影响。

3.14.3 推广模块化数据中心的举措与建议

1. 产品的标准化和系列化

工业革命成功的最重要因素, 就是将生产流水制度、标准化部件制度推广开来, 从而大大提高了生产效率, 开创了人类新的高峰。在当今社会, 不管是企业管理还是生产、建设等环节, 都要求实现标准化、规范化, 而传统数据中心建设由于对现场的设计施工依赖度高, 建设周期缓慢、建设难度大, 建设效果无法预期, 后期扩容无法适应。因此, 需要进一步完善模块化数据中心的系列标准, 并形成相应的系列产品, 根据客户的 IT 需求、建筑空间, 为客户提供模块化的建设方案, 保证数据中心的高可靠性、灵活性、可维护性及高效节能, 并能够最大化地提高交付速度。

2. 设计的前瞻性和可复制性

模块化数据中心的设计必须具有一定的前瞻性, 充分考虑企业数据中心长期发展的影响因素, 并兼顾机械和电气系统等, 避免造成数据中心运营管理的不可控。为了实现真正的分批建设, 模块化数据中心的设计方案应该是可复制的, 而且不单是方案上的复制, 还要延展到采购流程、安装流程、维护流程等, 这样既可以减少用户的初期投资, 也便于后续数据中心的运营管理。

3. 方案的灵活简便性及整体性

模块化数据中心之所以能够实现快速建设，空调系统的革命性设计起了主导作用。传统的数据中心采用静压箱送风，需要专业的设计单位根据建筑结构进行相应的设计，并与各个厂商进行研讨及分析。因此，设计周期往往需要3个月甚至半年以上，超大型的数据中心甚至需要1年以上，后期的安装还需要配合土建、装修等系统，协调、互相配合等工作也需要花费大量的时间。这在IT系统每三年运算速度翻新一倍的高速发展时代，数据中心建设完成时的指标可能已经落伍了，因建设周期长，经济效果严重滞后。

模块化数据中心设立以机柜为中心的行间制冷系统，缩短了气流组织路径，取消了对静压箱、风管的依赖，减少了工程量，从而可直接减少甚至取消设计环节，由用户到厂商直接获取端到端服务，从而大大缩短了建设周期；同时由于是同一厂商提供整体解决方案，其工程安装、后期服务都可实现最大化的提速。

4. 运行的安全性及高效化

传统的数据中心空调系统采用静压箱设计，气流循环路径长达几十米，气流阻力很大，风机能耗大，需要额外冷却整个数据中心的空气，能量浪费严重。在后期扩容时，由于后期增加的空调改变了整个静压箱的气流、冷量等参数，从而会直接影响数据中心的制冷效果，反而会起到反作用。

模块化数据中心建设实际上是一个不断成长的过程，其设计思路保证了制冷、供电都以区域机柜为中心，其气流组织、供电配置都以区域为中心，对其余区域毫无影响，因此可最大化地解决扩容互相影响的问题。在逐步扩展的模块化数据中心中，各模块的独立安全高效运行成为必然。

5. 运营的简便与低成本

标准化的模块化数据中心，由于采用端到端服务，可为用户节省可观的设计费，可以缩短资金的占用周期，可提高运营效率，减少日常运行费用，缩短投资回收期，最大化地提高用户的资金使用率。

在工程环节，由于采用模块化设计思路，其发货、安装都由同一厂商实施，而且由于减少了对静压箱、风管的依赖，可直接进场，减少了对装修、建筑的特殊要求，不但可以节省费用，而且可以减少和土建等部门的配合施工，从而大幅度减少了工程成本。

在后期的维护方面，由同一厂商统一维护，不管是备件还是服务，都可以得到原厂最优的保障，机房维护人员可最大化地得到精简，维护界面清晰，最大化

地减少了用户的负担。

模块化数据中心是新兴的数据中心建设理念，也是数据中心的必然发展方向，具有建设快速、易复制、高效等特点，目前我国已广泛应用于集装箱、电信、医疗、科研机构及广电等行业，并呈现出快速增长的趋势。在不久的将来，模块化数据中心将带来数据中心行业的巨大变革，不仅将制冷、配电集中到行间级，同时也能将电池、配电柜集成为一体，甚至将整个模块按照用户需求做成一个整体，不再区分机柜、空调、供电系统。客户只需将模块运抵现场，配电、配水按指导连接即可，无须做静电地板、无须专业设计、无须专业规划，甚至无须机房装修，从而将机房模块化的优势扩大到极致。

从更远的发展方向看，未来融合服务器、交换机、基础架构的整体模块也是发展的趋势，用户使用数据中心模块只需要按照说明书接入宽带、电源和水源，即可得到高效的信息服务，从而更加有利于用户业务的快速发展。相信在不远的未来，模块化数据中心将在动力环境基础架构上下游厂商的合力推动下获得长足的发展，为人类的信息化进程提供更加绿色低碳、可靠的支持。

第 4 章

我国数据中心发展 前景及趋势

4.1 我国 IDC 市场规模与增长情况

ICT research 对我国 IDC 市场的预测基于以下事项：

1) 2010—2015 年的主要激发事件。

① “十二五”期间国家重点建设信息化社会，IDC 作为承载信息的主要载体，面临更大的发展机遇。

②物联网、4G 牌照的发放，我国通信产业开始向融合方向发展，业务应用的多元化将为 IDC 的发展带来广阔的应用前景。

③电信新业务拓展、三网融合等事件促使运营商对 IDC 市场的重视程度日益增强，从而加剧了行业的优胜劣汰，加快了 IDC 产业升级的步伐，促进 IDC 产业向集约化的方向发展。

2) 2016—2020 年的主要激发事件。

① IDC 应用向各行业不断扩散。随着我国信息化工作的持续深入，我国企业尤其是中小企业信息化需求旺盛。

② “十三五”期间，数据中心将向超大规模化、绿色化、模块化等诸多方面发展。

③政府、企业、物流、交通等行业信息化应用将拉动 IDC 市场发展。IDC 服务将越来越体现出行业特色。IT 解决方案提供商与 IDC 厂商的合作，乃至收购兼并将日益显现。

根据三大运营商和重点独立 IDC 提供商的规划计算，未来五年 IDC 的面积将达到 320 万 m²，同比 2015 年 IDC 面积增长了一倍左右。2016—2020 年我国 IDC 市场面积规模与增长情况见表 4-1、图 4-1，2016—2020 年我国 IDC 细分市场面积规模见表 4-2，2016—2020 年我国 IDC 细分市场面积占比情况见表 4-3、图 4-2。

表 4-1 2016—2020 年我国 IDC 市场面积规模与增长情况

年份	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
IDC 面积 / 万 m ²	189.9	223.4	255.6	289.6	325.4
增长率 (%)	18.2	17.6	14.4	13.3	12.4

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。



图 4-1 2016—2020 年我国 IDC 市场面积规模与增长情况

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。

表 4-2 2016—2020 年我国 IDC 细分市场面积规模

年份	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
运营商 IDC 面积 / 万 m ²	121.6	136.9	152.2	168.3	185.8
独立 IDC 面积 / 万 m ²	68.3	86.5	103.4	121.3	139.6
总计	189.9	223.4	255.6	289.6	325.4

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。

表 4-3 2016—2020 年我国 IDC 细分市场面积占比情况

年份	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
运营商 IDC 面积占比 (%)	64.0	61.3	59.5	58.1	57.1
独立 IDC 面积占比 (%)	36.0	38.7	40.5	41.9	42.9
总计 (%)	100	100	100	100	100

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。

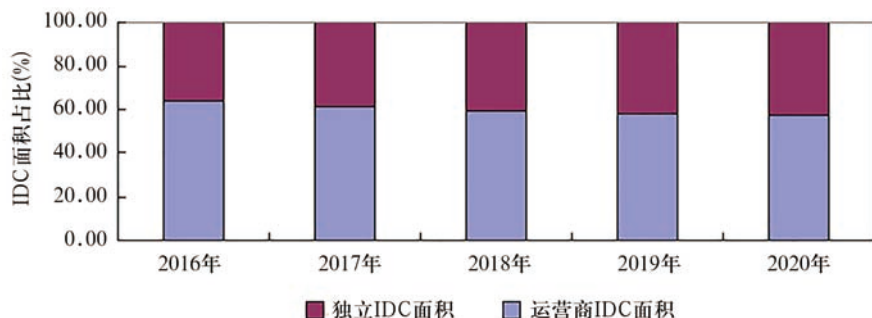


图 4-2 2016—2020 年我国 IDC 细分市场面积占比情况

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。

4.2 我国 IDC 产品趋势分析

IDC 提供的主要业务包括主机托管（机位、机架、VIP 机房出租）、资源出租（如虚拟主机业务、数据存储服务）、系统维护（系统配置、数据备份、故障排除服务）、管理服务（如带宽管理、流量分析、负载均衡、入侵检测、系统漏洞诊断），以及其他支撑、运行服务等。目前国内 IDC 都已经开始重视运行监测、带宽监测、负载均衡、灾难恢复等管理性的增值服务。但在服务形式上，大体上还是延续从前的服务器托管和机房租用模式，由用户选择服务平台，服务提供方只提供场所和管理服务。

而国外发展较为成熟的数据中心除了提供服务器托管、租用、流量分析监控等业务之外，更突出应用层次的服务，不仅仅是网站的资源外包，而且包含了应用、开发的外包式服务。一个企业不需自己购买服务器，不需自己制作网站，只要把需求提出，就可以在数据中心内建起由高水准软硬件平台支撑的网站，以满足其个性化的电子商务业务需求。而就国内目前的情况来看，已经出现的数据中心业务更像是一种高层次的服务器托管服务，或者说是增加了服务管理功能的托管机房，与应用层次仍存在着一定距离，而企业更盼望的是将 IDC 业务与应用服务提供商（ASP）的服务结合起来为企业服务。IDC 业务对比分析见表 4-4。

表 4-4 IDC 业务对比分析

IDC 传统业务			IDC 云计算业务		
服务类别	基础业务	扩展业务	服务类别	基础云服务	扩展云服务
主机服务	主机托管 机架出租 VIP 机房出租	主机租赁 电力增容	弹性计算	虚拟机租赁	虚拟机快照 虚拟机自动扩展
存储服务		高性能存储 数据备份	弹性存储	在线云存储 弹性块存储	数据云备份
网络服务	带宽租赁 静态公网 IP	负载均衡 流量分析	云网络服务	带宽租赁 弹性公网 IP	弹性负载均衡 虚拟私有云 流量分析
安全服务		入侵检测 流量清洗 网站防篡改 安全评估	云安全服务	虚拟防火墙	入侵检测 流量清洗 网站防篡改

(续)

IDC 传统业务			IDC 云计算业务		
服务类别	基础业务	扩展业务	服务类别	基础云服务	扩展云服务
IT 维护管理类	服务器代维	服务器状态远程监控 基于 IP 的单端口切换器 (IP-KVM)	IT 维 护 管理类	云监控	
综合及其他服务	工位租赁	系统解决方案 专属服务经理 域名注册	综合及其他服务		商用软件租赁 域名注册

数据来源: ICT research 2016 年 3 月。

4.3 我国 IDC 营销趋势分析

IDC 行业的发展是扎根于网络的, 所以进行营销趋势分析应该拓展于网络, 网络下的宣传固然重要, 可是其重心还是应该放之于网络宣传这个总体思路。投放网络广告所取得的高性价比和高收益是平面媒体无法企及的, 而且刚刚成立 IDC 公司也没有那么多资金去投放平面广告, 所以投放网络广告将自然成了迅速树立 IDC 品牌的首选方式。

作为新发展起来的 IDC 公司, 更需要用活动的方式来树立自己的品牌和形象, 多贴近消费者, 多通过活动和消费者取得沟通, 感受消费者的需求, 以此来留住和吸引更多的客户加盟。在广告投放已经顺畅的基础上, 要多配合活动让浏览者了解公司正在发展壮大, 正在更多地为消费者着想, 以此得到浏览者的共鸣和支持。

做 IDC 公司要明确服务的观念, 现在不是和以前一样将产品销售出去就可以了, 还需要更好的服务, 服务是公司迅速树立好 IDC 品牌的重中之重。现在的竞争已经不是纯粹的价格战, 所以服务才是竞争的重心。

除了需要有完善的售后服务, 能够正面回答客户问题, 以非常友好的态度积极配合解决客户问题外, 技术力量的增强也是较为重要的, 所以新发展起来的公司在做好自身服务的同时, 还要加强员工的技术专业知识培训, 这样才能以专业、专注的服务来面对所有客户的问题, 给予客户迅速完美的解决方案, 得到客户和合作伙伴的认可。

综上所述, 对于迅速树立 IDC 品牌的新发展起来的 IDC 公司来说, 宣传和

服务将成为品牌战略成败的关键之处。

绿色 IDC 品牌营销示例见图 4-3。

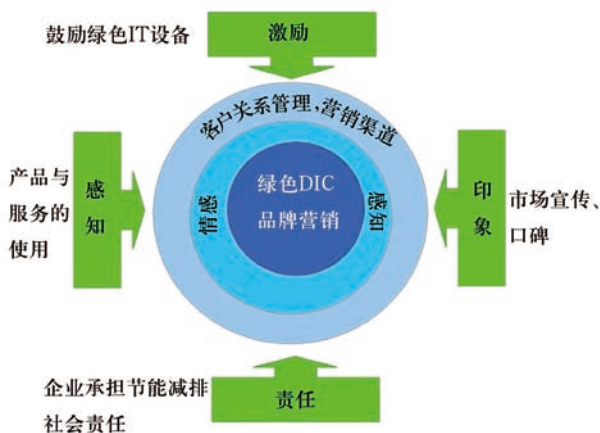


图 4-3 绿色 IDC 品牌营销示例

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。

4.4 我国 IDC 技术趋势分析

4.4.1 我国 IDC 能耗进入高速发展的阶段

从近年来我国数据中心发展的情况来看，无论是整体数据中心的市場销售额还是新增数据中心机房的面积都保持着高速增长。尽管短暂地受到了全球金融危机的影响，但很快就回到了原来的发展趋势上。数据中心是我国推进新一代信息技术产业发展的关键资源，同时，云计算、物联网、电信重组、三网融合和基于移动互联网的应用发展迅速，SNS、电子商务、视频等业务的大规模增加给数据中心带来了持续的需求。未来我国数据中心市场发展的推动力依然强劲，未来三至五年内，我国数据中心市场依然会持续地高速发展。

4.4.2 传统 IDC 向新一代绿色 IDC 转变

没有一种单一的方案能完全解决当前数据中心大幅增长的能耗成本问题，只有通过综合治理才能收到较好的效果。解决能源效率问题，要从整体上重视数据中心内的全部电源和散热架构，小到微处理器芯片，大到为数据中心提供散热的空调系统。ICTResearch 认为，绿色标准可以体现在两个方面：

1) 整体设计的科学合理和设备的节能环保。绿色应该体现在通过科学的机房配置、建设、设计或改善，来形成动力环境最优化的配置，实现初始投入最小

化；在保障机房设备稳定运营的同时，达到节能减耗的目的；同时服务器、网络存储设备等要实现最大化的效能比。

2) 满足 IT 环境的基本运营，同时确保可扩展性。要合理规划数据中心的使用寿命，争取总体拥有成本（TCO）达到最小化。

绿色数据中心架构图见图 4-4。

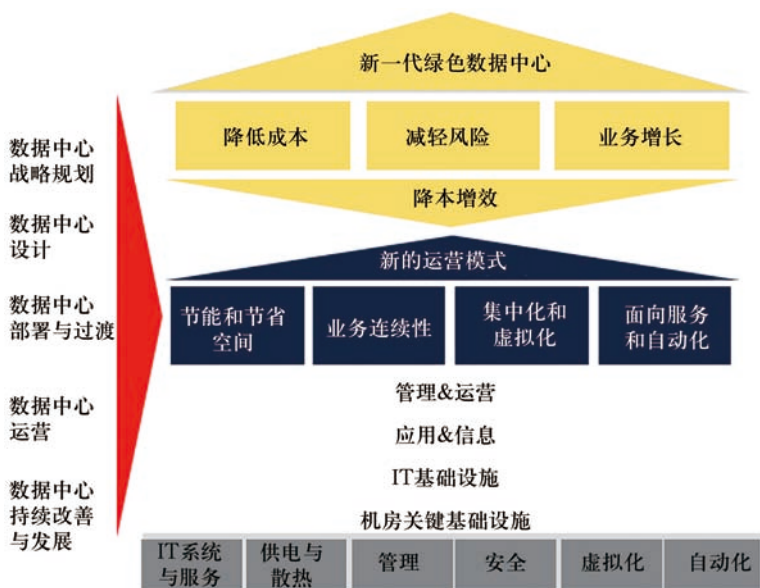


图 4-4 绿色数据中心架构图

数据来源：ICT research 整理 2016 年 4 月。

绿色数据中心本质上包含了一整套设计和方法论，而不是简单地用新一代产品就可以解决，最高效的数据中心不一定是绿色的。ICT research 认为，绿色数据中心需要从全面的角度进行理解和整体认识，这包括位置、环境、物理建筑、基础设施、员工、系统建设和维护等众多因素。对于企业 IT 负责人来说，绿色数据中心的绿色效果就像是一条长尾——曲线靠前的头部通常由服务器功耗、体积、空调功耗、不间断电源等大指标组成，而在曲线的尾部则是由空气动力设计、设备摆放位置、机柜和服务器之间的距离、维护难易程度等无数小指标组成。如果没有整体设计和方法论，即使抓住了全部的大指标，也未必能达到理想的绿色效果。

绿色数据中心需要考虑的必要条件见图 4-5。

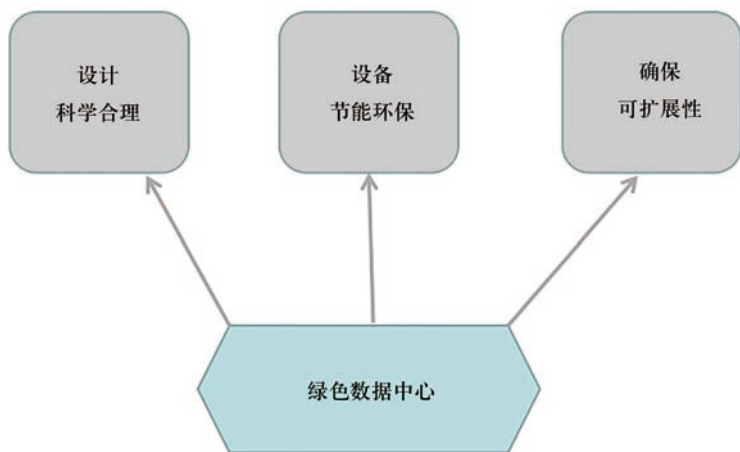


图 4-5 绿色数据中心需要考虑的必要条件

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。

要达到绿色数据中心的要求，需要在以下三个方面着重发力：

（1）模块化 模块化数据中心（MDC）和传统数据中心好比笔记本和台式机的区别。模块化数据中心带来了全新的可管理性和效率，通过容量扩展可以满足传统数据中心的需求，因此模块化数据中心已经逐渐成为满足不断增长的业务需求的解决方案之一。大多数数据中心的使用时间在 10～15 年之间，核心设备需要 5～8 年进行更换新产品。模块化数据中心可以更大自由地进行扩展和更换。尤其是对中小企业来说，资金相对较少，如果未来模块化数据中心价格大幅度下降的话，模块化数据中心将是它们的参考选择之一。

（2）小型化 IT 设备将进一步小型化，所有设备都将进入机架，机架成为机房 IT 设备的主体；具有更合理的可用性设计，更高的实用性、先进性、灵活可扩展性、可管理性、可维护性，并且设备更加标准化；加强了对数据保存环境的重视，对机房建设进行更加严格的监测与监督；IT 设备的工作时间基本上是连续的，保持 24h 不关机。随着 IT 设备的发展，机房一体化理念应运而生，并成为未来机房的发展趋势。

（3）自动化。

可追溯性，即数据中心中的任何一个设备都是可以进行维修、跟踪的，用以确保数据中心的易操作性。

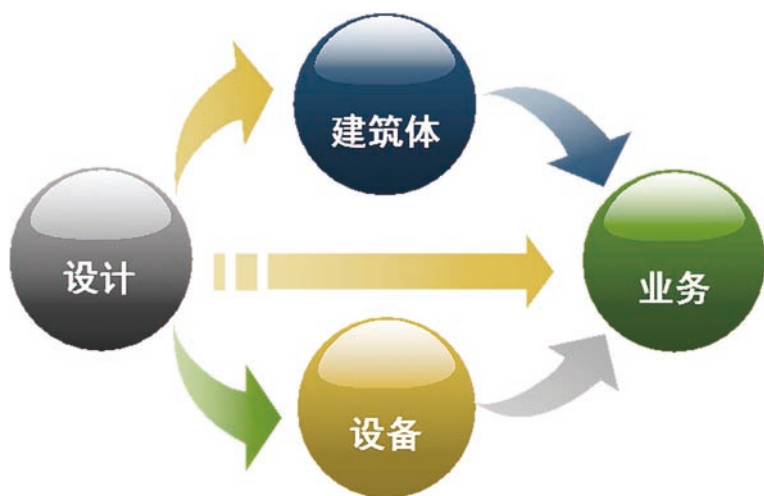


图 4-7 企业级数据中心四维评价模型

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。

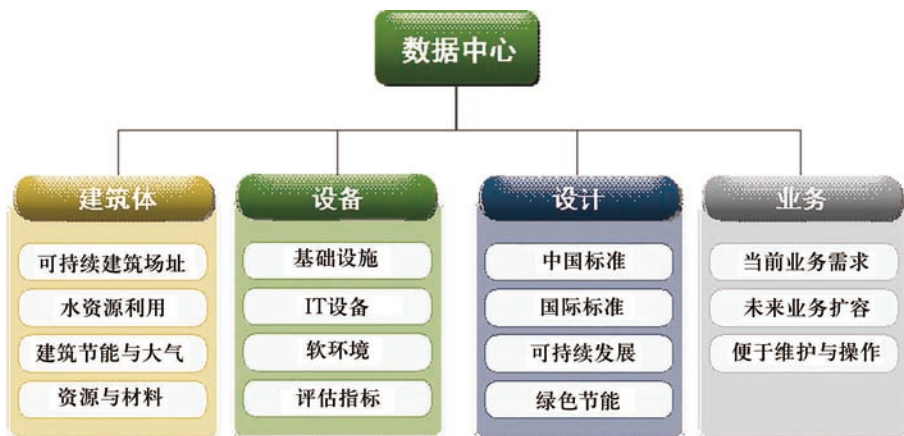


图 4-8 绿色数据中心评价指标分解

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。

(1) 建筑体评价 本评价采用了绿色建筑评估体系（LEEDTM），主要用于评价建筑在其全生命周期中的环境性能表现，由五大方面、若干指标构成其技术框架：可持续建筑场址、水资源利用、建筑节能与大气、资源与材料、室内空气质量。通过以上五个方面对建筑进行综合考察、评判其对环境的影响，并根据每个方面的指标进行打分，以反映建筑的绿色水平。

(2) 设备评价 设备主要包含基础物理设施、IT 设备以及软件运行系统。基础物理设施主要指 UPS、电池、机柜（机架）、监控、空调等基础设备。软件系统包括数据库管理、数据仓库管理、数据分析及挖掘、数据存储管理和数据备份管理等子系统。IT 设备（硬件）系统由承载数据中心软件的各类服务器、网络存储设备等组成。数据中心设备评价指标与详解见表 4-5，数据中心设备评价的细分和内容见表 4-6。

表 4-5 数据中心设备评价指标与详解

评价指标	指标详解
数据中心能源效率	电能利用效率（PUE）值
IT 设备的能效比	IT 设备能效比值
IT 设备的工作温度和湿度范围	如果用户选用了对工作温度和湿度都很敏感的 IT 设备，势必会导致他们必须再花费大量的人力和物力去建立和维护耗能很大的空调保障系统。因此，应尽量选用具有较宽工作温度和湿度范围的 IT 设备。相关的运行经验显示：对于空调系统而言，在其他的运行条件保持不变的情况下，如果将空调机的运行温度（例如回风口的温度）提高 1℃，就能将其运行效率提高 3% 左右
技术本身的能源效率指标	如计算机显示器、服务器及芯片等，运行的时候消耗的能源。很多国家都有关于消费电子产品的能耗标准
机房基础设施的利用率指标	关键电源及制冷设备的综合利用率、布线的合理程度、管理的人性化程度等。在机房的基础设施方面，与 UPS 相关的电源设备也是节能需要重点考虑的环节。调查显示，尽管机房 UPS 的购买成本约占整个机房投入的 5% 左右，但是，其电源消耗可能占机房总电耗的 10% 以上。要降低数据中心制冷的能源消耗，最根本的办法是减少外界的热量进入，同时减少内部热量的产生

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。

表 4-6 数据中心设备评价的细分和内容

设备细分	评价内容
基础物理设施	接地与安全防护评价、电气连接与布线评价、空气质量和噪声评价、电磁干扰与辐射评价、温湿度与热分布评价、电网质量及谐波评价
IT 设备	性能指标测试、假负载离线测试、极限性能测试评价、设备 / 系统综合评价、温升 / 红外热成像、能效分析
软环境	单线图审核和更新、机房设计与布局评价、应急措施和预案评价、监控系统应用评价、维护技术和能力评价、维护制度与流程评价

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。

（3）设计评价 企业级数据中心的设计要符合国家相关指导标准的要求，并满足数据中心的可持续发展原则。设计评价要考虑数据中心的整合与集中、未来数据中心的发展趋势与方向等问题。数据中心设计评价指标与详解见表 4-7。

表 4-7 数据中心设计评价指标与详解

设计评价指标	指标详解
符合国家标准	主要指当前数据中心（机房）的建设、设计、验收等相关标准，设计单位要在多项国家标准下进行图样设计
符合可持续发展	主要指是否考虑到了企业未来 5 ～ 10 年的发展规划、企业数据中心的技术发展前景等短期目标，10 ～ 20 年的中期目标以及未来 20 ～ 30 年的长期目标
符合绿色设计原则	绿色应该体现在通过科学的机房设计，来形成动力环境最优化的配置，实现初始投入最小化；在保障机房设备稳定运营的同时，达到节能减排的目的

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。

（4）业务评价 数据中心建设的终极目的是为了运转数据平台，支撑企业的业务发展。一个合格的数据中心应该满足维持企业业务发展的速度、业务的连续性等基础标准。数据中心的业务评估更多的是对数据中心维持企业业务发展的可靠性、连续性、响应速度等因素进行评估：

- ①是否满足当前的业务需求，包含业务的可靠性、连续性、响应速度等因素。
- ②在满足当前业务需求的基础上，是否考虑了未来业务的增长，留下可以扩容的空间，以便使业务的连续性得到保障。
- ③是否便于硬件服务人员的维护作业，以及软件服务人员的平台操作。

通过四维评价模型对数据中心进行全面细致的评价和问题识别，综合分析数据中心以往在设计、建设及设备选择中存在的不足，为数据中心后续的建设和优化改进指明方向。

4.5 我国 IDC 自建与外包分析

4.5.1 我国 IDC 自建与外包利弊分析

从数据中心建设模式选择的具体工作来看，每个项目都有自己的独特性，总体来看，自建和外包模式各自具有如下优缺点：

1) 自建模式的优点和所面临的困难及风险分析。自建模式需要由单位自己投入资金、人力和物力进行数据中心建设。自建模式在数据安全与保密、数据中

心资源控制与使用、数据中心的运维管理、数据中心的保障和风险控制等方面有一定优势，常被一些资金和技术实力雄厚的单位所选用。但对一些中小机构来讲，自行建设和运营数据中心将会面临如下的问题和风险：

一次性投资巨大。数据中心的资金投入涉及数据中心的建筑工程、机房配套工程、IT 系统投入、通信网络设备投入等，这是一笔巨大的投资，并且为保障企业发展的需求，还要具有一定的可扩展性。不仅要防止数据中心出现过度规划造成资源的巨大浪费，还要避免规划不足。这些问题处理不当将导致总体投入成本（TCO）和投资回报率（ROI）的不对称，也不能对单位的信息化建设产生直接的推动作用。

年运营成本高。数据中心每年的运营费用主要包含：房屋、设备的维护、折旧费、人员的工资福利、电费、水费及通信费等，这些费用加起来，每年总成本是一个非常大的数字。

专业技术及实施难度大。数据中心的建设不仅涉及数据中心基础建设、IT 系统建设等多方面的工作，还牵涉到与当地政府、电力和电信部门的合作，涉及面非常广，其具体的组织和实施有一定的难度；同时，数据中心的规划、设计、实施和管理，需要精深的专业技术和完善的方法论支持，否则，将会有很大的难度和风险。

建设周期长。数据中心较一般建筑具有特殊的选址、建设要求。一般而言，从选址到建设完成需要 12 ~ 24 个月的时间。

2) 外包模式的优点和所面临的困难及风险分析。外包模式的优点主要有：

可节省大量的一次性投资。客户以每年支付租金的方式取代数额巨大的一次性投资，而获得高标准的数据中心。

可节省大量的年运营成本。第三方数据中心采用资源共享方式，为众多客户提供数据中心基础设施服务，从而降低了客户数据中心运营管理的成本。

可享受高质量的专业服务。第三方数据中心拥有完善的数据中心服务体系和方法论，有专业的技术和运营管理队伍，具有强大的工程实施、系统支持能力，可确保客户享受良好的数据中心专业服务。

可在较短时间内使用上数据中心。第三方数据中心拥有丰富的资源和实施经验，有完整而成熟的实施方法论和协同高效的运维队伍，可在较短的时间内为客户提供数据中心服务。

可使用高等级数据中心资源。第三方数据中心完全按照国家计算机机房标准

进行建设，且配有完备的供电及后备发电系统、冗余通信系统，采取了严密的保安、消防和监控措施等。

当然，数据中心外包服务也有它的缺点和风险。例如，增加了用户对数据中心服务商的依赖性，增加了用户的商业风险，数据安全与保密控制较难等。因此用户如果采用数据中心外包服务模式，则需慎重选择数据中心服务商，应与数据中心服务商签订严密的服务水平协议、保密合同，规避风险，事先做好外包服务的风险防范工作。

3) 外包模式综合优点更为突出。企业自建数据中心建设周期长，通常需要12~24个月。另一方面资金投入巨大，包括初期建设的资金投入和后期应用阶段的维护成本。从一个数据中心30年的生命周期来看，绝大多数企业根本无法承担其高昂的总体拥有成本。因此，数据中心外包模式对于大多数企业来说是一个切实可行的选择。

数据中心外包可以使企业节约成本，这是因为企业可以分享外包服务商的规模经济所带来的平均成本降低的好处。如果企业从内部自行托管改为服务外包，大多数企业会在资本和运营支出以及风险管理方面得到益处。除了个别极特殊的场合，建议企业至少应当评估非核心基础设施采用服务外包的可行性。

数据中心外包可以使企业集中力量培养核心竞争力，把时间、精力和资源集中起来用于具有高附加值的战略环节。同时，使企业的经营更灵活，企业完全可以根据自身业务发展的需要动态调整资源需求，在可拓展性、可管理性、可开发性和可控性等方面都能够获得比较令人满意的结果。

数据中心外包可以使企业共享最先进的技术所带来的益处，例如云计算和云存储、虚拟化和自动化管理以及新的制冷技术等。企业既不必为技术的升级换代而忧虑，也不必为新技术的开发而承担风险。外包模式已逐渐成为企业选择新技术注入方式的一个重要途径。对于业务外包这种管理形式，企业如果能够运用得当，必将促进企业更好地利用外部资源，加快自身发展，使企业社会效益和经济效益能够得到更加充分的发挥。

外包服务商具有更为专业的技术团队、设备、管理和流程，以及更为有效的成本控制能力。优秀的外包服务商拥有丰富的实践经验和高品质的管理水平。企业可以获得更加专业化的服务和SLA承诺保证，省去企业管理方面的烦恼，有利于简化管理体系，优化企业管理水平。

总体来看，外包模式在降低总体投入成本、降低技术门槛、提高投资回报率、

缩短业务上线时间、提高资源利用率以及服务专业性等方面都具有明显的优势。目前，第三方数据中心服务市场在原有生产中心和测试中心业务稳步发展的基础上，正带动企业灾备中心外包这类高端业务的加速发展，第三方数据中心服务市场将面临更高层面上的飞跃，市场前景广阔。自建和外包两种建设模式的优缺点比较见表4-8。

表 4-8 自建和外包两种建设模式的优缺点比较

建设模式	优点	缺点	适用单位
自建	单位专用 所有决策都由单位自己做主 测试免费，并且测试时间没有限制	数据中心建设成本高 运营维护成本高 建设周期较长 技术与实施难度大、管理与维护要求高	风险控制要求高，资产规模大、技术与资金实力强的单位
外包	成本低，可大幅度降低一次性投资 可节省大量的年运营成本 数据中心服务提供商具有专业优势，可得到专业化服务 可在较短时间内使用上数据中心 可使用高等级数据中心资源 资源共享带有灵活性 易于扩展	增加了用户的商业风险 服务商的自身实力、服务质量等会影响数据中心的建设和运行	用户范围不限

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。

4.5.2 我国 IDC 自建与外包趋势分析

根据 ICT research 研究显示，外包数据中心是未来一段时间内的趋势。该判断主要基于以下原因：

- 1) 我国社会及企业全面信息化，对外包数据中心需求将有强劲增长。
- 2) 国家全力支持服务外包行业，作为行业基础建设的外包数据中心，亦将有强劲增长。
- 3) 国内现有数据中心。多以营运商机房改建而成，企业对拥有国际级标准及现代化营运的数据中心需求迫切。
- 4) 未来信息产业的发展方向将为外包数据中心带来更大需求。
- 5) 整体而言，更多企业将放弃自建数据中心，而选择将数据中心或信息系统外包。

6) 数据中心客户信任高可靠性、高稳定性、高成本效益, 有国际认证标准(如 ISO、TIA 和 FISC 等), 具有现代化营运(有全面网管、信息化管理和 SLA 等)的数据中心。

2016—2018 年自建与外包数据中心规模预测见表 4-9, 2016—2018 年自建数据中心规模预测趋势见图 4-9。

表 4-9 2016—2018 年自建与外包数据中心规模预测

年份	2016 年	2017 年	2018 年
自建规模 / 亿元	761.57	810.36	867.44
增长率 (%)	5.60	6.40	7.00
外包规模 / 亿元	131.24	150.13	176.16
增长率 (%)	11.90	14.40	17.30

数据来源: ICT research 2016 年 3 月。

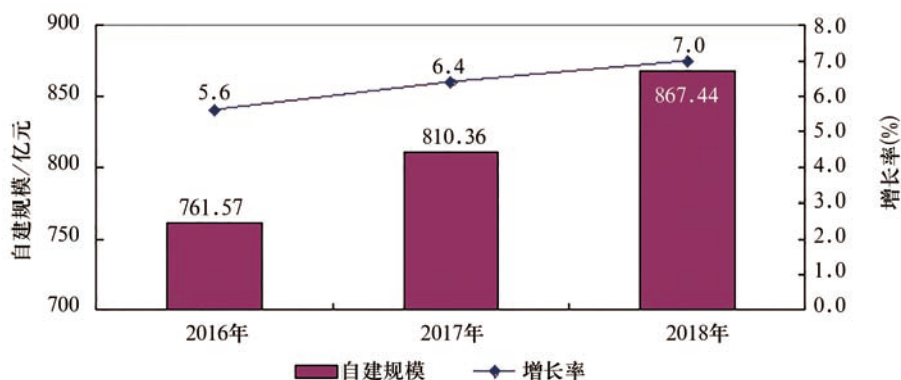


图 4-9 2016—2018 年自建数据中心规模预测趋势

数据来源: ICT research 2016 年 3 月。

4.6 现代数据中心发展趋势

4.6.1 数据中心的产业格局已经形成

从行业细分来看, 中国海关、国家质检总局等政府部门, 电信行业, 银行、保险、证券等金融服务行业领域, 均结合“十二五”规划中的城市群和经济圈的资源优势, 推动了相关领域数据中心的建设。如 2010 年相关部门明确武汉是我国中部地区中心城市后, 武汉市内已有银行、保险、证券等金融机构 70 多家, 银行密度居中部前列。金融领域中多家银行总行建成了 5 个超过 20 万 m^2 的大型数据中心, 国家部委中“金关工程”也建成 3 个数据中心, 电信行业中三家运营

商都建成了以北方、东部、南方、西部为中心的差异化业务基地和数据中心。部门、企业总部数据中心和分布在各地的区域数据中心构成了部门、企业业务信息化的支撑。

从地域划分来看，区域数据中心的重要性不断凸显，一方面具有本区特色的重要业务需要依托其发展，另一方面向上要对全局数据中心提供支撑和服务。其中“集中”是区域数据中心的关键，在业务方面可以对发展创新提供数据服务、应用平台和技术支撑，在技术方面可以提供相对统一的运维安全保障体系和软硬件平台。

4.6.2 构建弹性、可扩展的现代数据中心

传统数据中心的设计是面向 IT 系统服务，基于单机运行环境；而现代数据中心的设计是面向云计算资源服务，基于集群运行环境。现代数据中心的设计方案中增加了应用特点、负载模型、开发模式及评价体系等新变化，传统数据中心设计方案已不再适用现代的数据中心。

在云计算资源服务中，用户能够按需使用资源共享池（比如：网络、服务器、存储设备、应用程序和服务），能够动态调配、弹性伸缩使用资源，有效降低管理开销，有效降低使用成本。

1) 结合云计算服务的数据中心可以整合分散的数据库资源。将众多分散的小数据库进行整合，解决了版本多、软件许可冗余、数据一致性、管理运维分散、信息低密度等问题，提升了数据安全并降低了数据分配难度，满足了企业内集中的、标准化的数据管理需求。

2) 结合云计算服务的数据中心可以构建集中化的灾备中心。现今，灾备中心的主要实现模式是冷备中心，资源长期空闲导致其有效利用率低下，除了硬件投资巨大外，该现象的产生主要原因是基于现有应用而进行的一对一的匹配建设模式。因此，为有效提高资源利用率，建设双活灾备中心就显得很有必要，通过此种方式可以有效提高管理性，促进 IT 系统向标准化、集中化演进。

3) 结合云计算服务的数据中心更适合提供资源租用服务。高性能、海量数据的可管理性、数据生命周期管理、扩展性、服务使用的度量、数据安全的云服务数据中心，更适合企业计算、存储的可计量运营。云计算数据中心可看作是一种服务平台，向使用者提供服务器资源，也可看作是一种更大规模的软件服务平台，只是这里使用的不是软件，而是数据中心。

4.6.3 租用社会化的数据中心满足不同需求

选择自建还是租用是一个十分复杂的问题。是自建还是租用很大程度取决于

基础条件，这些基础条件包括预算、场地、效率及容量等。数据中心规模越小，单位成本就越高；规模越大，单位成本就越低。还要评估包括规划建设、专业等级、运行维护及服务质量等重要因素。自建方式的数据中心对建筑物、精密空调、消防、电力、安全及通信等基础设施要求高，投资巨大。对于《数据中心用远程通信基础设施标准》（ANSI/TIA—942—2005）中规定的3级以上数据中心，每平方米建设成本高达3万元以上，在当面积达到上万平方米时，才能体验到规模效益带来的单位面积成本降低。如果能合理利用土地、税收等优惠政策，可以大大降低初期建设成本。金关工程、电信运营商、国内的四大银行、Google公司、Microsoft公司等采用了自建的方式。

但随着数据中心发展方式的变革和建设技术标准及需求的提高，自建数据中心的成本和技术难度不断攀升。对于企业来说，数据中心的建设及运维费用已经成了巨大的成本负担，因此自建数据中心更多地依靠建设单位的经济实力和技术能力，多用于超大型企业或政府机关部门的核心涉密业务与关键业务，如银行核心交易系统等。对于大多数的数据中心用户来说，更为看重的是其提供的服务而不是数据中心本身，通过较低的价格和准入门槛获取同样的服务显得尤为重要，这也为数据中心资源租赁模式的快速发展提供了机遇，同时更多的超大规模企业开始接受并大范围和大面积地租用市场化的数据中心产品。

数据中心的租用方式又分为托管方式和租用服务方式。企业可根据IT系统建设周期和实际的机房面积需求，灵活租用托管数据中心的场地空间。通过租用高等级的专业基础设施，借助专业服务商，可以大幅节约在基础设施方面的成本投资。租用服务方式是新一代的云计算数据中心采取的服务方式，用户不再需要租用场地，不再需要托管设备，只需要租用计算能力和IT可用性，数据在云端进行传输，所需的计算能力会实时调配，按用量结算租费。

4.6.4 数据中心可持续发展的能力

新一代数据中心的可持续发展将在商业模式、经济效益、技术创新、节能减排等方面对IT经济发展带来深远的影响。模块化、区域化、可移动、可重用成为现代数据中心最重要的发展趋势。

1) 建立模块化数据中心。模块化数据中心具有建设周期短、部署快速、高密设计、精准制冷、节能减排、降低运营成本、投资灵活及按需投资、按需部署等特点。例如，Google是采用模块IT设施模块的最典型的代表，其目前拥有约100万台服务器，通过模块化，可以实现每季度新增部署的服务器达到10万台。

未来数据中心模块化对于企业来说可能成为主流。通过模块方式建设的数据中心，可以为不同类型的设备提供更新服务，制冷模块的配置粒度更小，也更为灵活。

2) 发挥资源优势。据数据统计，设计规范的数据中心的制冷电量约占其总耗电量的40%。利用地理气候自然资源优势，可以零成本提高数据中心总设备能耗与IT设备能耗比。例如，在北半球寒冷地区建设数据中心，利用较低的室外温度作为冷源对数据中心提供制冷支持，虽然在初期投入的成本与技术难度上要高于一般数据中心，但长期运营后所节省的电费等费用则会显示出该类数据中心的独特优势，目前Google等企业已经有寒冷地区大范围应用的示例。综合利用自然气候资源、土地资源、能源配套、资金、人才队伍等因素，最大限度发挥资源优势，可为数据中心带来长期可持续性发展。

3) 分阶段实施。由于现阶段数据中心规模不断膨胀，一次性建设所需的人力、经费等也十分庞大，通过合理的阶段划分，可以使企业在建设、运营和管理数据中心的过程中节约资源，提高效能并提高企业信息技术发展的持续性，降低建设难度，缩短数据中心的准备周期，从而使其可以更快更有效地提供服务。

4) 提升管理能力。数据中心管理体系与管理理念随着数据中心技术的发展也在不断成熟，并且在实际工作中显现出越来越重要的地位，管理体系的制定和实施的优劣直接决定了数据中心的可用性和安全性等关键指标。企业更重视在监管机制、管控能力、持续性、绩效评估、资源规划等方面构建相应的管理机制，通过引入IT服务管理软件系统、虚拟处理和存储技术、智能数据中心、IT资产管理等技术手段，可使企业数据中心可持续发展能力加速提升。

随着信息技术的不断发展，现代数据中心也向着规模化、集中化、阶段化与复杂化的趋势不断发展，所面临的各种问题也逐渐增加。因此，保持对数据中心新技术与新标准的准确把握，对于数据中心的建设、管理与运维等都起着重要的作用。

未来几年，我国IDC市场将呈现出大规模数据中心投资很热和传统数据中心进行升级改造两大特点。过去几年内，百度、腾讯和盛大等互联网公司的业务量高速增长，尤其是视频内容爆炸式增长的需求，使互联网企业对数据中心的需求每年增长100%，所以腾讯、盛大等企业均已开始部署大型数据中心的建设计划。从未来看，物联网（海量的监控和指令数据）、三网融合（视频）、两化融合（信息化需求）、云计算等新技术、新需求将极大地推动数据中心市场的需求增长。考虑云计算带来的降低成本、提高利用率和绿色环保优势，包括地方政府、电信

运营商、互联网企业、众多的 IDC 提供者都开始积极推动大型云计算数据中心的建设。

例如，超过 20 个省市发布了不同形式的云计算计划，有多个城市明确提出了建设规模庞大的云计算数据中心园区的计划；中国移动通信集团有限公司积极引入云计算技术，推动中国移动 IT 系统采用高通用性和低成本的云计算软硬件架构，实现 IT 支撑云、业务云、公众服务云三大云计算平台的“大云”计划；盛大提出了以上海张江、上海南汇、江苏无锡为中心的两地三中心的数据中心格局战略规划。考虑大型云计算数据中心建设和运营中的高能耗和自然具有的网络特性，大型数据中心的选址应综合考虑自然环境和网络环境，甚至要考虑当地政府政策的配套环境以及人才环境。

4.6.5 模块化是数据中心发展的必然趋势

随着气候变暖、能源紧张的加剧，数据中心的高能耗也逐渐引起业内关注。数据中心面临着降低能耗、节约成本的严峻挑战，业内对于绿色数据中心的研究也在不断深入。此外，传统的数据中心建设模式在成本、运维管理方面也存在着诸多问题。

首先，是数据中心的系统成本偏高。当前经济不景气和激烈的竞争要求企业大幅度降低成本，而许多数据中心的运行成本却反而在不断攀升。据预测，今后相关企业在管理和运作 IT 系统方面的成本将是其直接成本的 3 倍。

其次，是数据中心扩容搬迁存在很大难度。由于机房供配电、监控等基础设施在业务调整需要搬迁时很难复用，在业务快速扩张时也往往由于没有提前合理规划而导致扩容困难或投资浪费。

最后，传统数据中心机房在运维管理方面都是横向进行，缺乏整体视角上的对机房设施、IT 及网络设备统一的远程运维管理平台，后期维护中存在着维护复杂、无法提供统一备件和维护保养等问题。缺乏统一的 IT 系统规划和建设标准，设备选型复杂以及本地采购流程较长，设备到货周期不一致等也导致总体部署周期过长。

2006—2010 年期间，部分 IT 及互联网公司首先出现了大规模快速部署服务器的业务需求，而传统的数据中心建设模式在建设速度上没办法跟上业务发展的步伐，数据中心基础设施建设与快速的业务需求之间出现了步调不一致的情况。基于此，出现了由标准的集装箱作为载体的模块化数据中心概念，将包括机柜、配电、制冷在内的所有机房内的相关设备均塞进集装箱体内，每个集装箱作为一

个独立的服务器集群可进行预制、快速搬运、快速拼装投入使用，并且由于对外部场地的需求降低，数据中心投产的速度大幅提升。可移动模块化数据中心——集装箱数据中心让模块化数据中心的理念得到了长足的发展和印证。

随着各种技术尤其是机房精密空调和 UPS 的发展，数据中心动力系统的关键设备开始走向模块化与小型化，可完全集成到机柜中，从而在技术上为实现真正的完全独立的模块化数据中心提供了可能。在真正的模块化数据中心中，制冷、供电及管理系统都应能实现区域化、模块化，互不干扰，独立运行。模块化数据中心具有以下一些明显的特点：

(1) 节能 模块化数据中心由于采用高性能部件，其资本性支出（CAPEX）相较传统建设方式会提高 30%，但是收益性支出（OPEX）仅仅是传统方式的 60% ~ 70%，因此在数据中心动力基础架构长达 10 年以上的设计寿命中，采用模块化数据中心建设方案的节能收益往往是非常可观的。

(2) 标准化，易扩容 传统数据中心的建设，由于没有好的制度与标准，建设周期较长，建设难度大，最终效果无法预期，后期扩容无法实现。而模块化数据中心采用标准化的工程建设思路，能够根据客户的 IT 需求和建筑的空间来提供模块化的建设方案，保证数据中心安全可靠运行及后期扩容互不影响，高效节能，最大化地提高了交付速度。

传统的设计思路是将整个数据中心的空调、UPS、机柜、监控一次性购置到位，这个过程可能持续很长时间，初期买来的很多设备可能长期处于待机状态，这对于设备寿命、资金占用性都是非常不利的。而模块化可按需购买，后期完全复制前期，包括采购流程、安装流程、维护流程等，可实现数据中心的分批建设。

(3) 快速建设 模块化数据中心的空调系统创新地设立了以机柜为中心的行间制冷系统，缩短了气流组织路径，取消了对静压箱、风管的依赖，减少了工程量，可减少甚至直接取消设计环节，由客户到厂家直接获取端到端的服务，大大缩短了建设周期，实现了数据中心的快速建设。

模块化数据中心的设计思路保证了其制冷、供电都以区域机柜为中心，其气流组织、供电配置都以区域为中心，与其余区域互不影响，因此可最大化地解决扩容的互相影响问题。相较于传统的数据中心设计方案和建设过程，模块化的设计理念可保证数据中心一直按照设计要求高效、安全运行。

(4) 能够降低成本并且易于管理 这也是运营企业最看重的一点。标准化的模块化数据中心相较于传统数据中心，由于采用端到端的服务，减少了大量的

设计环节，降低了人员工作量，因此可均分设计成本，降低该环节的设计、运营费用，缩短资金的占用周期，提高运营效率，减少日常运行费用，缩短投资回报期，最大化地提高客户的资金使用率。

国内的数据中心建设受制于电力、网络、经济发展条件、政策导向、楼层建筑等因素，因此以集装箱为载体的数据中心建设模式在国内很难实现大规模应用。基于这种现状，我国互联网企业开始探索更加适用于我国国情的模块化数据中心建设方式。新的方式依然要保留集装箱形式的几个优点，如可在工厂预制、标准化、快速建设、高交付质量等，同时还要具有运输、搬运的便利性，以及高性价比和节能性，于是微模块数据中心应运而生。

微模块数据中心是一种集 IT 机柜、制冷、不间断电源、消防、照明、监控、布线、安防等功能模块于一体的模块化数据中心产品，其构成单元均是符合业内通用规范的标准化产品。在数据中心现场，工人通过简单的拼装、连接，即可实现微模块的整体交付。实际应用中，通过对微模块及其功能单元的容量、尺寸、接口及主要技术方向进行标准化定义，使微模块具备了工业产品化、标准化的特点，每个微模块的功能单元均可以在工厂预制，在数据中心现场拼装成微模块，多个微模块集群组成一个成规模的数据中心机房，这样多个机房最终形成了数据中心园区。

微模块数据中心是国内首创的数据中心模式，在欧美企业技术占绝对领导地位的 IDC 行业里实现了由我国制造向我国设计的转变，具有重大的里程碑意义。

（5）整机柜服务器 整机柜服务器是模块化数据中心一种更小形式的体现。我国的整机柜服务器研究项目“天蝎计划”在 2011 年被正式提出，并在同年年底确立了最初的技术规范。在这个项目中，我国互联网的三巨头——阿里巴巴、百度和腾讯都是主要的参与者，而英特尔则为技术顾问。目前，中国电信、中国移动、工业和信息化部电信研究院也已正式加入该项目，并在该项目的基础上成立了开放数据中心委员会。

整机柜服务器是一种集机柜和服务器节点于一体，按照集中供电、集中散热、集中管理、高密度设计的思路，在标准化的机柜和服务器节点模型下进行节点配置、按需定制的服务器解决方案，可内置计算节点、存储节点、网络节点并提供整体的电源和散热方案。

整机柜服务器解决方案采用模块化设计方案，分为机柜子系统、网络子系统、供电子系统、服务器节点子系统、集中散热子系统、集中管理子系统共六大部分。

机柜子系统主要承担类似传统机柜的承载功能，采用了当前流行的标准机架外形尺寸，并在传统机柜基础上进行功能区的划分，同时为了更好地利用机柜空间，在机柜内宽、水平分区等方面做了一些改进。

网络子系统主要包括整机柜内服务器之间的组网设备，建议采用通用的二、三层交换机，高度可以为 1U、2U 等；可使用标准 19in（1in=25.4mm）或 21in 的通用高密度交换机，每机柜可部署不少于 3 台。同时，交换机部署的位置也可根据实际需要部署于机柜顶部或机柜中部。基于高密布线考虑，交换机可隔 U 部署，预留充分的维护空间。

供电子系统负责将外部的高压供电转换成可以直接供服务器使用的 12 V 直流电，并通过机柜内部铜排为服务器节点供电。供电子系统采用模块化设计方案，最多可容纳 10 个供电单元（PSU）模块，具有热拔插的功能，可提供双路输入冗余，实现 N+N 或 N+1 模块冗余，支持 7 ~ 12 kV · A 的供电容量。整机柜服务器逻辑图见图 4-10。

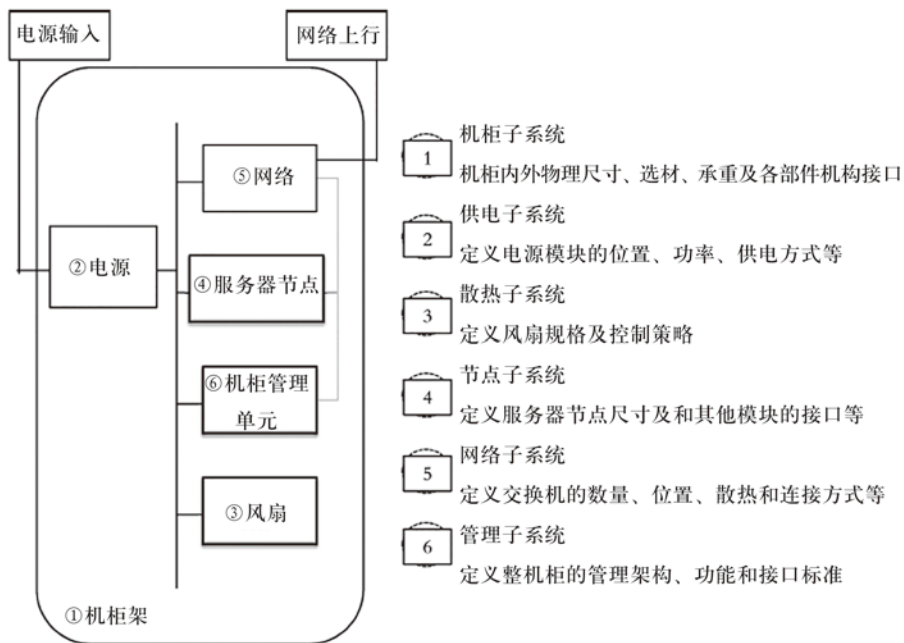


图 4-10 整机柜服务器逻辑图

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。

服务器节点子系统是整机柜服务器最核心的部分，主要承担传统机架服务器的功能，服务器节点的形态、配置、接口等均可根据业务的需求进行定制。

集中散热子系统主要负责整机柜的散热。

机柜管理子系统由一个嵌入式系统承载，负责整机柜的风扇管理、供电管理、各系统的运行监控管理等。

整机柜服务器是国内首创的数据中心部署模式，在国际数据中心产业中处于领先地位。目前已有多个厂家具有整机柜服务器的产品，全国已有超过 500 个整机柜服务器产品部署落地。

模块化数据中心是新兴的数据中心建设理念，也是数据中心的必然发展方向，与目前流行的水冷、自然换热、高压直流供电等新兴技术并不冲突，可通过技术上的整合达到完整的契合。我国 IT 行业目前在微模块数据中心、整机柜服务器等领域已经处于国际领先水平。相信在不远的将来，通过上下游厂商的合作推动，模块化数据中心特别是整机柜服务器、微模块数据中心等产品形态将获得长足的发展，为人类的信息化进程提供更加绿色低碳、更加可靠的支撑。

4.7 IDC 向云计算中心发展

4.7.1 全球数据流量爆发，云计算大数据新技术革新数据中心

互联网数据中心(IDC)业务，是伴随着互联网发展而兴起的服务器托管、租用、运维以及网络接入服务业务。通过 IDC 服务，企业或政府单位无须再建立自己的专用机房、铺设昂贵的通信线路，也无须高薪聘请网络工程师，即可解决互联网应用的许多专业需求。IDC 及其增值服务包括基础性服务和增值服务，基础性服务主要包括机房、带宽租用、服务器托管等资源类业务和虚拟主机、域名等服务。增值服务主要包括网络安全、网络管理、数据备份等服务。

互联网时代的到来使得现实世界被数据化，数据表征也从简单的文字向复杂的音视频甚至于虚拟现实方向发展，目前，我们正处在数据量和计算量呈指数爆发的时代。根据国际数据公司 2011 年发布的“数字网络研究”（Digital Universe Study），全球信息总量每过两年就会增长一倍。仅在 2011 年，全球被创建和被复制的数据总量为 1.8ZB（1.8 万亿 GB），到 2020 年这一数值将增长到 35ZB，2014—2020 年的年复合增长率达到 84%。海量数据要求数据中心要有庞大的存储系统用以存储大量的计算数据，同时也对数据中心的计算能力提出更高要求。另外，还需要数据中心拥有丰富的带宽资源，让数据在各个计算节点、存储节点以及数据中心外界高速传递。

继续使用常规软件而仅仅在硬件方面的扩容已经不能完成海量数据的存储、管理和处理，因此出现了云计算、分布式存储等一系列大数据相关的技术。云计

算技术是存储和计算大数据的一种技术方法，而数据中心则是其落脚点。大数据的特性见图 4-11，云计算的应用场景见图 4-12。

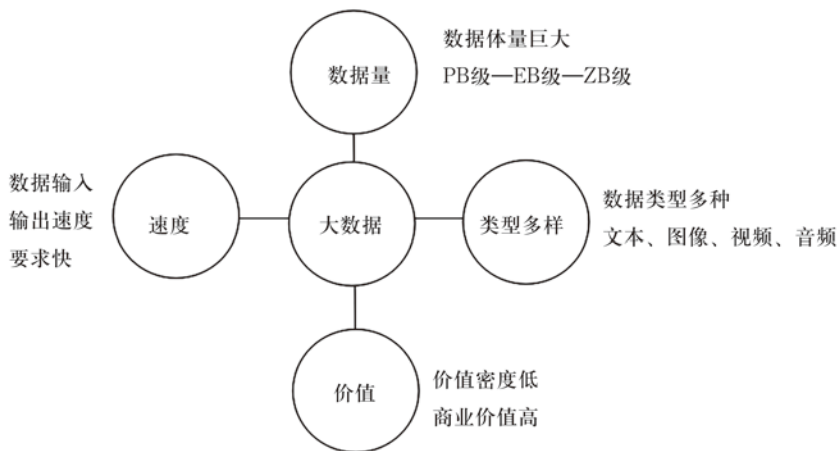


图 4-11 大数据的特性

数据来源：ICT research 整理 2016 年 4 月。

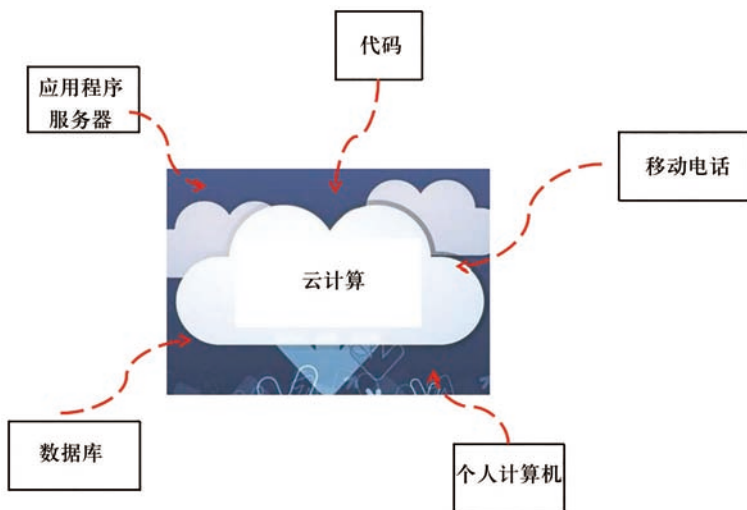


图 4-12 云计算的应用场景

数据来源：ICT research 整理 2016 年 4 月。

4.7.2 需求涌现推动 IDC 市场迅速增长

互联网用户的需求拉动了 IDC 市场的迅速增长，云计算、大数据业务的发展推动了 IDC 不断升级。

首先，互联网用户需求的不断上升为未来三年国内 IDC 市场的发展提供了庞

大的市场空间。截至 2015 年 12 月，我国网民规模达 6.88 亿，互联网普及率为 50.8%，其中，手机网民规模达 6.20 亿，网民中使用手机上网人群占比由 2014 年的 85.8% 提升至 90.1%。互联网的应用将更为广泛，其中移动互联网流量呈爆发性增长。据工信部统计，2015 年移动互联网流量为 418 679.5Gbit/s，较上年增长 103.0%。

其次，大数据和云计算技术的发展也加速了数据中心的不断升级和扩容。IDC 牌照放开后，阿里云、腾讯云、华为等巨头进入市场，以基础资源出租的公有云市场增长迅速，直接拉动了 IDC 市场快速增长。大数据和云计算的发展不仅为数据中心服务商带来了更为广阔的发展空间，也带来了新的理念：传统的硬件租赁业务变成以各种层次的服务为主（基础设施即服务，平台即服务，软件即服务）。

思科发布的全球云指数报告显示，2019 年全球云数据中心流量将从 2014 年的 2.1Zbit/s 增加到 8.6Zbit/s，增长 4 倍以上，年均复合增长率超过了 30%，占所有数据中心流量的 83%（传统数据中心占 17%）。

正是因为需求飞速增长，近两年来国内数据中心建设进入高峰期，电信运营商、互联网、传统 IDC 企业纷纷投资建设自有数据中心。2015 年 1 月 30 日，国务院对外发布《国务院关于促进云计算创新发展培育信息产业新业态的意见》，对数据中心的建设给予了相关的指导和建议：一是完善市场环境，加强互联网骨干网互联互通监管和技术支撑手段建设，调整网间互联结算政策，保障网间互联高效畅通。对符合布局原则和能耗标准的云计算数据中心，支持其参加直供电试点，满足大工业用电条件的可执行大工业电价，并在网络、市政配套等方面给予保障，优先安排用地。二是建立健全标准规范体系，按照“急用先行、成熟先上、重点突破”原则，加快推进云计算数据中心建设与评估等方面标准的制定。政策的出台为数据中心的建设提供了指导，避免了浪费，引导数据中心向绿色化和高效化发展。

数据中心服务业的客户分布与经济发达程度呈高度正相关，由于经济发达地区网络覆盖全，网络使用率高，客户对相应地区的数据中心服务设施需求也相对集中。因此，目前数据中心服务市场主要集中在北京、长三角、珠三角及其他经济发达地区，偏远地区的 IDC 中心受限于基础设施的完善度和网络时延，基本上以存储冷数据（陈旧的或者较少使用的数据）为主。而经济发达的地区受用地审批、电力设施配置、骨干网络接入等多个因素制约，建设速度满足不了需求，因

此未来三年，经济发达地区的大型数据中心的战略价值将会提升。

4.7.3 网络中立的 IDC 数据中心价值凸显

IDC 行业产业链主要有基础电信运营商、前端服务商（包括硬件设备制造商、数据中心设计公司、软件服务开发商、数据中心施工方等）；网络中立的数据中心基础架构提供商；零售型数据中心服务商、增值服务提供商（包括 IaaS 服务商、系统集成商等）和最终用户（传统的企事业单位和互联网内容企业）环节。

基础电信运营商、数据中心设计公司、硬件设备制造商、软件服务开发商和数据中心施工方主要为 IDC 建设提供设备或服务。网络中立的数据中心基础架构提供商整合基础资源提供 IDC 租用服务。在骨干网络带宽资源和互联网国际出口带宽方面具有垄断性优势的基础电信运营商（即三大运营商）提供互联网带宽资源及机房资源。零售型数据中心服务商通过租用数据中心提供转售和增值服务。云计算的 IaaS 服务商也会以租赁或自建方式来提供云服务。此外，IT 外包服务商 / 系统集成商向最终用户提供整体 IT 解决方案，数据中心服务作为一揽子解决方案的构成部分交付给最终用户。最终用户包括所有需要将互联网内容存储在 IDC 机房的托管服务器的企业、机构单位、政府机关等。

尽管国内 IDC 市场结构正逐渐优化，但基础电信运营商仍占垄断地位。相较于其他电信增值业务，IDC 业务投资回报期较长，技术含量较高，进入门槛也较高。基础电信运营商由于具有独特的网络资源和品牌优势，大客户资源丰富，容易实现规模经营，从而降低经营成本，提高经营效率，其 IDC 业务具有规模优势。

从规模来看，三大运营商似乎对网络中立的 IDC 提供商形成了竞争优势。但实际上，对于三大运营商而言，数据中心并非其核心业务，只占到其总收入的 1% ~ 3%，主要用来支撑其核心网络宽带业务。电信重组后，基础电信运营商更加明确了自身的市场定位，将业务集中在其擅长的领域。因此，随着互联网行业的蓬勃发展，近年来网络中立的 IDC 服务商依托自己的优势其规模迅速扩张。

网络中立的数据中心相对于专业运营商拥有自己的优势：①在数据中心的布局上，基础电信运营商主要从集团总公司层面决策全国新建数据中心的选址及建设规模事项，存在着市场响应速度慢、局部供需不平衡等问题。②基础电信运营商采用统一的管理方式，向客户提供标准化的产品，网络中立的数据中心服务商相比之下更为灵活和专业。③基础电信运营商运营的数据中心通常只提供各自的网络接入口，而网络中立的数据中心服务商可提供多接口的网络接入，能够满足客户的个性化需求。因此，我们认为网络中立的数据中心在市场化的环境下拥

有更大的增长潜力。

4.7.4 数据中心向云计算中心演进

传统 IDC 的业务主要还是进行托管服务，使用的还是机房中的主机资源，使用效率较低。这是因为，由于硬件限制，企业通常根据预计的业务需求来提前配置计算、存储及网络等 IT 资源，当各应用系统处于不同工作状态时，有部分 IT 资源便达不到预定载荷。而云计算模式能整合机房、硬件和软件等基础资源，通过分布式计算与虚拟化技术，以“资源池”的形式对计算、存储及网络资源进行组织，能避免有限资源的闲置，效率能大大提高，企业能更经济地规划自身的 IT 支出。

具体来说，对于企业用户，云主机在操作易用、容灾备份、网络安全、升级扩容和使用成本各方面都超越了传统的 IDC 产品。因此随着云计算的逐步成熟，许多数据中心也在逐步转型升级自己的业务能力，通过自己购置服务器、网络设备，安装虚拟化软件后，提供云主机业务、云存储业务，向 IaaS 业务模式演进。云服务器相对于传统 IDC 的优势见表 4-10。

表 4-10 云服务器相对于传统 IDC 的优势

云服务器		传统 IDC
操作易用	内置主流的操作系统 可在线更换操作系统	需用户自备操作系统，自行安装 无法在线更换操作系统，需要用户自己重装
容灾备份	每份数据多份副本，单份损坏可在短时间内快速恢复 快速自动故障恢复	用户自行搭建，使用传统存储设备，价格高昂 没有提供快照功能，无法做到自动故障恢复
安全可靠	有效阻止媒体访问控制（Media Access Control, MAC）欺骗和地址解析协议（Address Resolution Protocol, ARP）攻击 有效防护 DDoS 攻击，可进行流量清洗和黑洞	很难阻止 MAC 欺骗和 ARP 攻击 清洗和黑洞设备需要另外购买，价格昂贵
灵活扩展	开通云服务器非常灵活，可以在线升级配置带 宽升降自由 在线使用负载均衡，轻松扩展应用	服务器交付周期长 带宽一次性购买，无法自由升降 硬件负载均衡，价格昂贵，设置也非常麻烦
节约成本	使用成本门槛低 无需一次性大量投入 按需购买，弹性付费，灵活应对业务变化	使用成本门槛高 一次性投入巨大，闲置浪费情况严重 无法按需购买，必须为业务峰值满配

数据来源：ICT research 整理 2016 年 4 月。

在成本方面，由于计算和网络资源被整合，硬件设备的利用率和运营附加值将大大提高。采用云计算的 IDC 的单机柜的出租收益有望能达到 10 倍提升，税后净利润能有 5 倍提升。在运营模式方面，传统 IDC 多数是支撑电信运营商数据业务，并有明确的跨网和区域性限制，使用的还是机房中的主机资源；而云计算所需要的数据中心从基础设施到计算与应用是连续和整体的，提供给用户的是服务能力或者说 IT 效能。因此，云计算数据中心革新了现有的业务模式，它以服务为导向，按用量进行付费，更贴近用户的需求。

对于采用虚拟化技术的云计算数据中心来说，其计算能力就像蓄水池，容量越大其资源复用能力、所能提供的最大计算能力就越强。因而未来数据中心的单体规模越来越大，小规模数据中心的数量越来越少。在欧美地区新建的数据中心，绝大部分是大于 2 000m² 的大型云计算数据中心。因而国内 IDC 的发展模式也将会以大厂商建设大型云计算数据中心为主。IDC 向云计算数据中心发展见图 4-13。

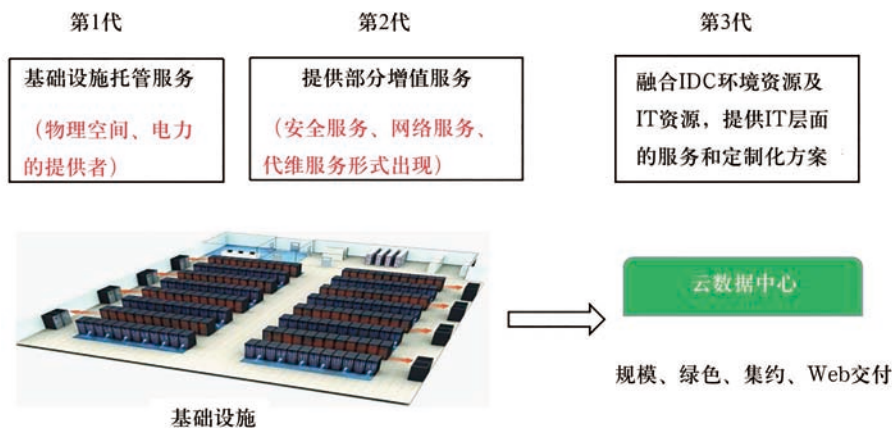


图 4-13 IDC 向云计算数据中心发展

数据来源：ICT research 整理 2016 年 4 月。

第 5 章

数据中心产业发展 战略指导

5.1 数据中心的发展是国家战略

近年来，随着信息化快速向人类经济社会生活各个领域渗透和发展，特别是网络、视频和信息安全业务的急剧膨胀，全球和我国数字化的信息量均呈现出爆炸式增长的态势，对于数据中心的需求也急剧增加。传统的、各单位自建的数据中心发展模式，由于受到能源、散热、场地、人才和成本制约，已经难以为继。数据中心的产业化和第三方服务成为必然趋势。

毫无疑问，数据中心是国家经济、政治、社会、文化活动的核心资源和不可或缺的组成部分，将成为国家最重要的战略资产之一。制定我国发展数据中心产业的政策和战略，不仅对于我国经济社会发展意义重大，也对我国国家安全和信息安全影响深远。

5.1.1 推进数据中心的产业化

数据中心向产业化发展是大势所趋，世界数据中心产业化的进程不仅能推动我国数据中心产业的发展，也将带动我国现代服务业的发展。

首先，需要根据实际情况，从政策上逐步停止由国家财政投资兴建的单位自用的数据中心，改而支持政府和企事业单位购买高效、节能、安全的第三方数据存储服务，形成数据中心产业发展必备的市场空间。同时，制订和完善政府对于数据中心服务的采购政策，使政府年度所需的数据存储费用列入国家财政预算，得到应有的制度保障。

其次，需要制订相应的促进数据中心产业发展的财税和金融政策。目前，高等级数据中心的投入较大，全球顶级数据中心的造价大约为 1 万美元/ m^2 ，我国则略低。为了加快数据中心产业的发展，需要鼓励民间资本投入，有限制地引导外资介入，形成多元化、多层次的投融资机制，解决目前建设资金严重不足、发展迟缓的问题。加大数据中心产业发展的信贷支持力度；集中整合工业类、科技类专项资金支持数据中心产业发展；大力发展风险担保和租赁业务；支持优秀企业在国内外资本市场公开上市或发行企业债券，拓宽企业融资渠道，降低企业融资成本，努力构建支撑数据中心产业化发展的资本平台。

然后，需要加快制订数据中心产业发展的国家标准和行业标准，强化数据中

心的安全性、可靠性要求和市场准入机制，加强数据中心建设项目的安全评估；启动和重点建设一批规模化的数据中心产业园示范区，通过集约化建设和规模化经营，实现技术水平和能效的提高；打造数据中心产业链，鼓励产业聚集发展，形成一批特色明显、类型多样、竞争力强的数据中心集群，使数据中心产业不断发展壮大。

需要为数据中心产业的发展创造良好的法律法规环境，包括规范数据中心产业市场行为，避免垄断和恶性竞争；制订和完善与数据保护相关的法律法规，既维护经营者的合法权益，也保护企业的网络隐私和商业秘密；对公共数据、企业数据和个人隐私实施严格和严密的法律保护。

5.1.2 合理规划我国数据中心产业的布局

高能耗和高致热是全球数据中心面临的两大难题，两者皆与数据存储密度不断提高有关。全球数据中心的能耗大约占全球信息通信技术（Information Communications Technology, ICT）行业能耗的 1/4 强；而全球大多数的数据中心中，约 63% 的能耗与 ICT 行业设备的散热有关。因此，在能源丰富、气温较低的地区建设数据中心成为数据中心产业布局必须考虑的基本要素。

在具有特殊资源的地区或水资源丰富、或气候寒冷、或清洁能源丰富且价格低廉，都成为全球很多大型数据中心选址的优先考虑，目的就是节约巨额的散热成本。数据中心向地球南北两极的迁移成为一个全球性的趋势。Google 和 Microsoft 等将太阳能发电作为数据中心能源供应的首选，同时，为降低空调需求，拟在北极圈内建设数据中心机房。加拿大则充分利用多伦多市紧临安大略湖的优势，抽取安大略湖深层（约 83m）冷水（4℃）制冷。

我国现有的数据中心大多集中在发达地区，有的甚至处于城市中心区域。五大有商业银行数据中心和备份中心均集中选址在北京、上海。我国具有一定规模的互联网数据中心机房也主要分布在北京、上海、浙江、广东等地。这种布局的战略隐患十分突出。一方面，如果发生重大灾难造成各种信息系统瘫痪，将严重危及国家经济和社会安全；另一方面，从能源供给和消耗的角度来看，也很不经济。

从国家战略布局考虑，我国数据中心建设的重心应该放在黄河以北，温度适宜、能源充足、空间广阔、土地低廉的“三北（华北、东北、西北）”地区，并将数据中心产业发展作为我国开发大西北战略的重要举措之一，是为“三北”和欠发达地区创造发展新兴产业、转变增长方式、缩小数字鸿沟的巨大机会。数据

中心产业基地应力求置于电厂附近，以节省电网建设成本、减少电力资源长距离传输发生的成本和损耗；更应支持充分利用太阳能、风能等绿色能源。

5.1.3 促进数据中心产业绿色节能

电力和制冷问题已成为数据中心面临的最大问题。在美国，3年的纯能源成本消耗已经等同于设备购置成本；而在欧洲，能源成本消耗甚至两倍于设备购置成本；在亚太地区，数据中心服务器的电力消耗以每年23%的速度递增，超过每年16%的世界平均增长水平。随着数据中心产业规模的不断扩大，其绿色节能的紧迫性也日益突出。

数据中心的高PUE值不仅带来了耗电增加和运营成本的急剧攀升，而且产生了沉重的碳排放量负担。因此，如何利用各种技术手段，降低数据中心的能耗，已经成为一场必须进行的革命；制订数据中心绿色节能的政策已经尖锐地提上议事日程。发展数据中心产业必须同时以追求低PUE值为目标，打造更绿色高效的数据中心产业。为此，我国应重新修订《中国节能技术政策大纲》，在其中增加数据中心节能章节，加强数据中心建设项目的节能评估和审查。

5.1.4 激励数据存储技术和服务的创新

随着数据中心需求的急剧扩展，高密度、低能耗的数据存储技术日显重要，数据存储技术的创新发展也成为信息技术发展的重要领域之一。随着数据中心规模的扩大、复杂性的增加和应用种类的繁多，各种新技术都受到高度重视。目前，“云存储”技术正在成为存储技术发展的主流技术之一，数据中心产业化的出路也在于发展云存储技术。因此，我国必须重视和加大对存储技术，特别是云存储技术的研发和创新投入，增加技术攻关的强度，支持存储技术产业的发展。

随着我国信息化的快速发展、数字化信息量的爆炸式增长，以及数据中心需求的急剧膨胀，我国发展数据中心产业的机遇已经呈现。推动我国数据中心产业化，制订相关的国家政策和发展战略，做好产业布局的规划和管理，已经刻不容缓。

5.2 已出台的数据中心产业相关国家战略

随着云计算、大数据、物联网、人工智能等技术从概念到实践的发展，作为业务支撑和信息资源集聚的数据中心，近年来蓬勃发展，已经成为信息产业的重要基础设施。数据中心不仅成为抢占数字经济时代话语权的强有力利器，也是保障信息安全可控的关键所在，数据中心正在发展成为一个具有战略意义的新兴产业，其产业发展和布局已经上升到国家战略层面，在相关国家政策中多次被提及。

随着产业规模的扩大，数据中心的耗能越来越大，据估算，2015年我国数据中心电力消耗达到1 000亿kW·h，堪比三峡水电站的年发电总量；亚马逊（Amazon）网络服务公司副总裁詹姆斯·汉密尔顿在2009年的数据中心能效峰会中曾讲过：“一个典型的15MW数据中心每天使用360 000加仑（1加仑=4.546L）的水资源，两天排出的废水量相当于一个奥林匹克规格游泳池的用水量”。大量的能源及水资源消耗已经成为各地区产业发展的重要瓶颈，建设绿色数据中心、实现节能减排已成为近年来的热点话题。

数据中心在这种粗放式的发展模式下，造成了大量信息化建设基础设施难以实现共享，行业发展不均衡，硬件资源利用率较低，数据中心变革已迫在眉睫。

5.2.1 “宽带中国”战略

2013年8月1日，国务院《关于印发“宽带中国”战略及实施方案的通知》（简称《实施方案》）正式发布，“宽带中国”战略实施发展时间表为：到2013年底是全面提速阶段，重点加强光纤网络和3G网络建设，提高宽带网络接入速率，改善和提升用户上网体验；2014—2015年是推广普及阶段，重点在继续推进宽带网络提速的同时，加快扩大宽带网络覆盖范围和规模，深化应用普及；2016—2020年是优化升级阶段，重点推进宽带网络优化和技术演进升级，宽带网络服务质量、应用水平和宽带产业支撑能力达到世界先进水平。

从《实施方案》中可以看出，我国已经将宽带战略上升为国家战略，肯定了高速宽带作为智慧城市、三网融合、云计算、物联网等前沿技术基础的重要性。与此同时，“宽带中国”战略的实施将促进信息消费服务业的发展，加快云计算、大数据等新兴服务业态的落地，丰富整个价值链生态系统，为数据中心市场发展注入新的动力，激发更为广阔的应用发展空间。

5.2.2 数据中心建设布局指导意见

2013年1月，为促进我国数据中心合理布局和健康发展，工业和信息化部、国家发展和改革委员会、国土资源部、国家电力监管委员会、国家能源局五部委联合发布《关于数据中心建设布局的指导意见》（以下简称《指导意见》）。

《指导意见》提出：以市场为导向，以节约资源和保障安全为着力点，遵循产业发展规律，发挥区域比较优势，引导市场主体合理选址、长远规划、按需设计、按标建设，逐渐形成技术先进、结构合理、协调发展的数据中心新格局。

《指导意见》出台无疑为未来我国数据中心的发展指明了方向，从政策引导、应用引领、夯实网络、落实安全保障和发挥示范作用等多方面为数据中心建设布

局提供了保障措施。

《指导意见》鼓励政府部门带头应用云服务以减少政府自建数据中心的数量，引导企事业单位逐步将相关应用向专业机构提供的云服务上迁移。《指导意见》还倡导企业利用云计算、绿色节能等先进技术进行整合、改造和升级已建数据中心，加快数据中心标准化研制，以促进产业健康发展。

5.2.3 “信息消费”助推数据中心市场发展

2013年8月14日，国务院印发《国务院关于促进信息消费扩大内需的若干意见》（以下简称《意见》），把“信息消费”提到了一个前所未有的高度，成为拉动经济的助推器。

根据《意见》，到2015年，信息消费规模超过3.2万亿元，年均增长20%以上，带动相关行业新增产出超过1.2万亿元，其中基于互联网的新型信息消费规模将达到2.4万亿元，年均增长30%以上。基于电子商务、云计算等信息平台的消费快速增长，电子商务交易额将超过18万亿元，网络零售交易额突破3万亿元。

2013年国家及各地政府开始从加强信息基础设施建设、增强信息产品的供给能力、培育信息消费需求、营造发展环境、提升公共服务信息化水平等方面采取具体措施，建立促进信息消费持续稳定增长的长效机制，信息消费市场的快速增长也极大地促进并加快了电信运营商与IDC服务商的战略布局。

5.2.4 建设全国一体化的国家大数据中心

大数据是一个事关我国经济社会发展全局的战略性新兴产业，大数据技术可为社会经济活动提供决策依据，提高各个领域的运行效率，提升整个社会经济的集约化程度，对于我国经济发展转型具有重要的推动作用。大数据时代的宏伟蓝图，无论是提升政府社会治理能力，还是发展数字经济的新动能，都要紧紧围绕大数据这个核心展开。要想建成全国一体化的国家大数据中心，实现数据集中和共享，既要有云计算平台的建设能力，实现不同级别数据中心的一体化管理，又要具备大数据的梳理、整合能力，将不同业务领域的数据整合成高价值的数据资源，还要对政府信息化有着深刻的理解和丰富经验。

2016年10月9日，中共中央就“网络强国战略”进行专题集体学习，习近平主席在主持学习时重点指出：“要深刻认识互联网在国家管理和社会治理中的作用，以推行电子政务、建设新型智慧城市等为抓手，以数据集中和共享为途径，建设全国一体化的国家大数据中心，推进技术融合、业务融合、数据融合，实现跨层级、跨地域、跨系统、跨部门、跨业务的协同管理和服务。”

通过此次讲话，可以感知到随着互联网特别是移动互联网的发展，我国的社会治理模式正在从单向管理转向双向互动，从线下转向线上线下融合，从单纯的政府监管向更加注重社会协同治理转变。同时，我们应该深刻认识到互联网在国家管理和社会治理中的作用。政府在决策前要强化互联网思维，利用互联网的扁平化、交互式、快捷性优势，推进政府决策科学化、社会治理精准化、公共服务高效化，如此才能审时度势，引领时代潮流。我国实施网络强国战略的明确要求见表 5-1。

表 5-1 我国实施网络强国战略的明确要求

项目	内容
建设网络强国要 6 个“加快”	加快推进网络信息技术自主创新，加快数字经济对经济发展的推动，加快提高网络管理水平，加快增强网络空间安全防御能力，加快用网络信息技术推进社会治理，加快提升我国对网络空间的国际话语权和规则制定权
网络信息技术改变 3 大“格局”	当今世界，网络信息技术日新月异，全面融入社会生产生活，深刻改变着全球经济格局、利益格局、安全格局。世界主要国家都把互联网作为经济发展、技术创新的重点，把互联网作为谋求竞争新优势的战略方向
社会治理模式 3 个转变	从单向管理转向双向互动，从线下转向线上线下融合，从单纯的政府监管向更加注重社会协同治理转变
建设国家大数据中心	我们要深刻认识互联网在国家管理和社会治理中的作用，以推行电子政务、建设新型智慧城市等为抓手，以数据集中和共享为途径，建设全国一体化的国家大数据中心，推进技术融合、业务融合、数据融合，实现跨层级、跨地域、跨系统、跨部门、跨业务的协同管理和服务
领导干部要懂网用网	现在，各级领导干部特别是高级干部，如果不懂互联网、不善于运用互联网，就无法有效开展工作。各级领导干部要学网、懂网、用网，积极谋划、推动、引导互联网发展
不断提高 4 种“能力”	要正确处理安全和发展、开放和自主、管理和服务的关系，不断提高对互联网规律的把握能力、对网络舆论的引导能力、对信息化发展的驾驭能力、对网络安全的保障能力，把网络强国建设不断推向前进

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。

我国将建设全国一体化的国家大数据中心，以推进公共数据开放和基础数据资源跨部门、跨区域共享，提高数据应用效率和使用价值，同时要加强安全监管，严厉打击非法泄露和出卖个人数据的行为，维护网络数据安全。

大数据是网络信息技术与经济社会各领域深度融合的产物，对于未来的互联

网生态、创新体系、产业形态乃至社会治理结构等都将产生革命性的影响。随着信息技术的普及，大数据这座“宝库”正在被人们发现、认识、挖掘。提升大数据价值、扩大大数据资源、维护大数据安全备受关注。

我国的数据总量正在以年均 50% 以上的速度持续增长，预计到 2020 年在全球的占比将达到 21%。产业新形态不断出现，催生了个性化定制、智慧医疗、智能交通等一大批新技术新应用新业态。然而，大数据产业也存在着资源开放共享程度低、数据价值难以被有效挖掘利用、安全性有待加强等问题。

工信部将推进公共数据开放和基础数据资源跨部门、跨区域共享，优先推动信用、交通、医疗、卫生、就业等领域的数据向社会开放。研究制订工业大数据发展路线图，推动大数据和制造业融合发展。同时还将强化数据资源在采集、存储、应用和开放等环节的安全保护，推动电信和互联网数据管理细则出台。

5.2.5 云计算发展三年行动计划

2017 年 4 月 10 日，工信部发布了《云计算发展三年行动计划(2017—2019 年)》(以下简称《规划》)，《规划》指出：到 2019 年，我国云计算产业规模将达到 4 300 亿元，突破一批核心关键技术，云计算服务能力达到国际先进水平，对新一代信息产业发展的带动效应显著增强。云计算在制造、政务等领域的应用水平显著提升。云计算数据中心布局得到优化，使用率和集约化水平显著提升，绿色节能水平不断提高，新建数据中心 PUE 值普遍优于 1.4。发布云计算相关标准超过 20 项，形成较为完整的云计算标准体系和第三方测评服务体系。云计算企业的国际影响力显著增强，涌现 2 ~ 3 家在全球云计算市场中具有较大份额的领军企业。云计算网络安全保障能力明显提高，网络安全监管体系和法规体系逐步健全。云计算成为信息化建设主要形态和建设网络强国、制造强国的重要支撑，推动经济社会各领域信息化水平大幅提高。

1. 产业发展行动

推动产业生态体系建设。建设一批云计算领域的新型工业化产业示范基地，完善产业载体建设。依托产业联盟等行业组织，充分发挥骨干云计算企业的带动作用和技术溢出效应，加快云计算关键设备研发和产业化，引导芯片、基础软件、服务器、存储、网络等领域的企业，在软件定义网络、新型架构计算设备、超融合设备、绿色数据中心、模块化数据中心、存储设备、信息安全产品等方面实现技术与产品突破，带动信息产业发展，强化产业支撑能力。大力发展面向云计算的信息系统规划咨询、方案设计、系统集成和测试评估等服务。

2. 环境优化行动

完善云计算市场监管措施。进一步明确云计算相关业务的监管要求，依法做好互联网数据中心（IDC）、互联网资源协作服务等相关业务经营许可审批和事中事后监管工作。加快出台规范云服务市场经营行为的管理要求，规范市场秩序，促进云服务市场健康有序发展。

落实数据中心布局指导意见。进一步推动落实《关于数据中心建设布局的指导意见》，在供给侧提升能力，通过开展示范等方式，树立高水平标杆，引导对标差距，提升数据中心利用率和建设应用水平；在需求侧引导对接，通过编制发展指引，对国内数据中心按照容量能力、服务覆盖地区、适宜业务类型等要素进行分类，指导用户按照需求合理选择使用数据中心资源，推动跨区域资源共享。

5.2.6 新一代人工智能发展规划

2017年7月20日，国务院发布了《新一代人工智能发展规划》（以下简称《智能规划》），《智能规划》提出了具体的实施内容，部分具体内容如下：

1) 网络基础设施。加快布局实时协同人工智能的5G增强技术研发及应用，建设面向空间协同人工智能的高精度导航定位网络，加强智能感知物联网核心技术攻关和关键设施建设，发展支撑智能化的工业互联网、面向无人驾驶的车联网等，研究智能化网络安全架构。加快建设天地一体化信息网络，推进天基信息网、未来互联网、移动通信网的全面融合。

2) 大数据基础设施。依托国家数据共享交换平台、数据开放平台等公共基础设施，建设政府治理、公共服务、产业发展、技术研发等领域大数据基础信息数据库，支撑开展国家治理大数据应用。整合社会各类数据平台和数据中心资源，形成覆盖全国、布局合理、链接畅通的一体化服务能力。

3) 高效能计算基础设施。继续加强超级计算基础设施、分布式计算基础设施和云计算中心建设，构建可持续发展的高性能计算应用生态环境。推进下一代超级计算机研发应用。

5.2.7 “十三五”国家战略性新兴产业发展规划

2016年12月19日，国务院发布了《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》（以下简称《新兴产业规划》），《新兴产业规划》在第二项“推动信息技术产业跨越发展，拓展网络经济新空间”中强调了如下内容：

（1）构建网络强国基础设施 深入推进“宽带中国”战略，加快构建高速、移动、安全、泛在的新一代信息基础设施。

1) 统筹发展应用基础设施。充分利用现有设施, 统筹规划大型、超大型数据中心在全国适宜地区布局, 有序推进绿色数据中心建设。推动基于现有各类通信网络实现物联网集约部署。持续强化应急通信能力建设。

2) 加强国际合作。加强信息网络基础设施国际互联互通合作。加强海外海缆、陆缆、业务节点、数据中心、卫星通信等设施建设, 优化国际通信网络布局。加快建设中国—阿拉伯国家等网上丝绸之路、中国—东盟信息港。

(2) 做强信息技术核心产业 加快发展高端整机产品。推进绿色计算、可信计算、数据和网络安全等信息技术产品的研发与产业化, 加快高性能安全服务器、存储设备和工控产品、新型智能手机、下一代网络设备和数据中心成套装备、先进智能电视和智能家居系统、信息安全产品的创新与应用, 发展面向金融、交通、医疗等行业应用的专业终端、设备和融合创新系统。大力提升产品品质, 培育一批具有国际影响力的品牌。

《新兴产业规划》在第十项“完善体制机制和政策体系, 营造发展新生态”中强调: 强化公共创新体系建设。实施一批重大科技项目和重大工程, 加强颠覆性技术研发和产业化。创新重大项目组织实施方式, 探索实行项目决策、执行、评价、监督相对分开的组织管理机制。构建企业主导、政产学研用相结合的产业技术创新联盟, 支持建设关键技术研发平台, 在重点产业领域采取新机制建立一批产业创新中心。围绕重点领域创新发展需求, 统筹部署国家重大科技基础设施等创新平台建设, 加强设施和平台开放共享。按照科研基地优化布局统筹部署, 建设一批国家技术创新中心, 支撑引领战略性新兴产业发展。加强相关计量测试、检验检测、认证认可、知识和数据中心等公共服务平台建设。成立战略性新兴产业计量科技创新联盟, 加强认证认可创新。落实和完善战略性新兴产业标准化发展规划, 完善标准体系, 支持关键领域新技术标准应用。

5.3 国家政策引导

进入大数据时代, 全球数据出现爆炸式增长, 数据资产已成为国家、企业的核心竞争力, 作为数据存储、计算的重要载体, 近年来数据中心产业实现了快速发展。同时, 随着互联网、移动互联网以及云计算的大力发展, 互联网化已成为企业创新商业模式、实现快速发展的重要手段, 数据中心已经不仅仅是互联网行业的核心基础设施, 更逐渐成为各行各业转型发展的关键支撑。

5.3.1 政策引导数据中心绿色发展

国家高度重视数据中心产业的发展, 从2010年开始出台了一系列政策文件,

引导数据中心的绿色化发展。

1) 2010年《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》将新一代信息技术作为七大重点支持发展的领域之一,着重提出了“加快建设宽带、泛在、融合、安全的信息网络基础设施”的要求。

2) 2012年《“十二五”国家战略性新兴产业发展规划》中提出“加快构建下一代国家信息基础设施”“统筹绿色数据中心布局”等更具有针对性的发展方向。并在互联网和通信业“十二五”发展规划中,明确提出“加快构建互联网应用基础设施”“优化大型数据中心的建设布局,保障大型数据中心之间的网络高速畅通。全面开展以绿色节能和云计算技术为基础的IDC改造,提升数据中心能效和资源利用率,提升集约化管理运营水平。”的行业发展目标和要求。

3) 2013年工信部等五部委联合发布《关于数据中心建设布局的指导意见》为数据中心的建设布局提出了明确指引,提出了将数据中心从市场需求和环境友好角度出发,分类型引导建设的指导要求。从规模上将新建数据中心分为超大型、大型和中小型数据中心三类,从温度、能源、地质灾害等方面将数据中心建设区域分为一类地区、二类地区、三类地区,综合考虑节约能源和安全保障,对不同类型数据中心提出了具体的布局导向,鼓励引导数据中心建设向气候寒冷的一类、二类地区转移,充分利用资源环境条件,降低数据中心能耗。在工业和信息化部《关于进一步加强通信业节能减排工作的指导意见》中再次明确提出从节能减排角度落实《关于数据中心建设布局的指导意见》的相关要求。

4) 2013年,《国务院关于促进信息消费扩大内需的若干意见》提出了统筹互联网数据中心(IDC)等云计算基础设施布局的发展要求,第一次明确将数据中心列入信息基础设施,并要求“各级人民政府要将信息基础设施纳入城乡建设和土地利用规划,给予必要的政策资金支持”。国务院在《关于加快发展节能环保产业的意见》也提出了要开展数据中心节能改造,降低数据中心、超算中心服务器、大型计算机冷却耗能的要求。

5) 2015年国务院《关于促进云计算创新发展培育信息产业新业态的意见》对基础设施提出了具体目标:“应用示范成效显著”“政府自建数据中心数量减少5%以上”“云计算数据中心区域布局初步优化,新建大型云计算数据中心能源利用效率(PUE)值优于1.5”,并从数据中心统筹布局、市场环境、标准体系等方面提出了具体任务和措施。一是在统筹布局基础设施方面,为优化数据中心布局,防止数据中心无序发展,明确提出“加强全国数据中心建设的统筹规

划，引导大型云计算数据中心优先在能源充足、气候适宜、自然灾害较少的地区部署，以实时应用为主的中小型数据中心在靠近用户所在地、电力保障稳定的地区灵活部署。地方政府和有关企业要合理确定云计算发展定位，杜绝盲目建设数据中心和相关园区”，并“支持采用可再生能源和节能减排技术建设绿色云计算中心”。二是在政策环境方面，为支持数据中心的绿色化发展，意见明确提出“对符合布局原则和能耗标准的云计算数据中心，支持其参加直供电试点，满足大工业用电条件的可执行大工业电价，并在网络、市政配套等方面给予保障，优先安排用地”。三是在数据中心技术方面，提出了加快推进云计算标准体系建设，制定云计算数据中心建设与评估的标准规范，并积极开展国际化合作等内容。

6) 2015 年工信部出台《2015 年工业绿色发展专项行动实施方案》，明确了绿色数据中心建设的具体组织实施方式，为推进数据中心绿色发展，方案明确了试点工作的具体安排，提出“制定绿色数据中心试点建设方案，组织试点省市围绕生产制造、能源、电信、互联网、公共机构、金融等重点领域开展绿色数据中心试点建设，宣传和推广一批先进适用的节能环保技术、产品和运维管理方法，引导和培育数据中心联盟、中国信息通信研究院、通信标准化协会等一批绿色数据中心技术、解决方案、运维服务的第三方机构”。

5.3.2 数据中心建设原则

为践行绿色发展理念，加快推动我国绿色数据中心建设，政府先后密集出台了多个针对数据中心的方案和通知，从《关于数据中心建设布局的指导意见》到《国家绿色数据中心试点工作方案》《国家绿色数据中心试点监测手册》，再到《国家绿色数据中心试点评价指标体系（2017）》及近期发布的《数据中心设施运行维护规范（征求意见稿）》，这些政策无一不体现着国家对数据中心产业的重视。

“数据中心绿色化”早前已被写入我国“十二五”规划，“十三五”以来，《国家信息化发展战略纲要》《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》《“十三五”国家信息化规划》等，都对数据中心建设提出了相应要求，也为数据中心产业的发展指明了方向：

1) 绿色节能仍是数据中心建设的目标。加快推动现有数据中心的节能设计和改造，有序推进绿色数据中心建设。到 2018 年，云计算和物联网原始创新能力显著增强，新建大型云计算数据中心电能利用效率（PUE）值不高于 1.5；到 2020 年，形成具有国际竞争力的云计算和物联网产业体系，新建大型云计算数据中心 PUE 值不高于 1.4。

2) 合理布局适度超前部署数据中心建设。优化全国大型、超大型数据中心布局,在杜绝数据中心和相关园区盲目建设的同时,可以适度超前布局、集约部署云计算数据中心、内容分发网络、物联网设施,实现应用基础设施与宽带网络优化匹配、有效协同。鼓励在“一带一路”沿线节点城市部署数据中心、云计算平台和内容分发网络(CDN)平台等设施。

3) 加强数据资源规划,推动行业数据中心建设。推进政务数据资源、社会数据资源、互联网数据资源建设,建立国家关键数据资源目录体系,统筹布局区域、行业数据中心,建立国家互联网大数据平台。探索推进离岸数据中心建设,建立完善全球互联网信息资源库。

5.4 推动数据中心绿色发展的思考

5.4.1 政策实施取得初步成效

从国家一系列数据中心政策的发展脉络来看,由最初的概念性提出到目标任务提出,再到具体组织实施,有关绿色节能发展的政策路径已逐渐明晰,并取得了初步成效。

1) 建设布局方面。新建数据中心的超大型、大型数据中心所占比例有所提升,且其中有一半以上位于或靠近能源充足、气候严寒的地区。

2) 能效方面。新建数据中心的设计 PUE 值普遍低于 2.0,超大型、大型数据中心 PUE 值基本低于 1.5,部分老旧数据中心节能改造后 PUE 值也降低到 2.0 以下。

3) 标准方面。出台了《互联网数据中心技术及分级分类标准》《互联网数据中心资源占用、能效排放技术要求和评测方法》等行业标准。

4) 应用方面。已出现一些政府采购云服务的成功实践案例,并且有更多政府部门预计未来将采购云服务。

5.4.2 进一步促进数据中心节能减排措施的建议

目前我国数据中心产业已经呈现规模化、绿色化、布局合理化的发展趋势,但产业整体发展仍存在一些问题。绿色数据中心的建设和应用是一个长期的过程,涉及多方面因素,促进数据中心节能减排需要技术、标准、监管、相关组织等多方面结合起来共同推进。

1) 技术层面。数据中心能耗主要来自于 IT 设备、制冷系统、供配电及照明等配套设施,加强数据中心服务器、存储设备、网络设备及空调系统的节能研发,优化数据中心的基础设施环境将有效促进数据中心降低能耗。

2) 标准层面。突破仅有个别行业数据中心标准的现状,加快推进政府、制造、金融及物流等多个行业数据中心标准建设,构建数据中心设计、建设、管理、运维全方位的标准体系,为互联网数据中心(IDC)、企业数据中心(EDC)、电子政务数据中心(GDC)的规范化运行提供参考依据。

3) 监管层面。进一步加大政府对数据中心准入和审查的监管力度,加强数据中心产业的布局引导,促进全国范围内数据中心资源的统筹协调。搭建数据中心能耗监测系统,完善奖惩机制,提高数据中心企业节能减排的积极性。

4) 第三方组织层面。鼓励和支持第三方机构的参与和引导,依托中国数据中心节能技术委员会(GDCT)等第三方组织开展数据中心绿色节能技术的研发、宣传与推广,推进数据中心绿色等级测试认证,提高数据中心的能效水平。

数据中心产业在我国发展迅猛,是我国建设网络强国,构建网络空间、发展互联网经济的重要基础,但是数据中心目前面临着能耗高、利用率低、产业布局不合理等问题。为了解决这一问题,推动数据中心产业健康发展,需要多管齐下,从技术研发与标准推广方面,促进数据中心节能技术提高,从政策监管与第三方机构方面,推动数据中心绿色节能改造与建设,共同引导和促进数据中心产业快速可持续发展。

5.4.3 关于数据中心建设过剩的政策建议

在现代市场经济条件下,面对国际数据中心产业的严峻挑战,需要综合市场需求、产业政策、政府导向、技术创新等多方面因素,为数据中心建设创造更好的外部环境,以此抢占数据中心产业发展的制高点。

1. 强化顶层设计和统筹规划

注重和加强数据中心建设的顶层设计及战略规划,积极组织互联网和信息通信领域的专家团队,对我国数据中心市场的实际需求及变化情况进行全方位的调研摸底,对未来我国移动互联网、大数据、云计算等领域的市场需求、发展趋势做到精准把握。在此基础上,国家应全面统筹和合理布局各地区的数据中心数量与规模,严格按照当前供给侧结构性改革的要求,通过有效引导、合理控制,增加高质量、高技术水平、高利用率的数据中心的建设投入,尽量避免盲目跟风 and 资源闲置等现象的出现。另外,地方政府在数据中心建设过程中应科学发挥其引导作用,严格遵循市场经济规律,坚决杜绝地方政府在数据中心建设中的不当干预行为,遵守数据中心建设的基本要求,对适宜建设数据中心项目的地区要给予正确引导,对不适宜建设数据中心项目的地区要严禁审批。进一步创新监管方式,

加强对数据中心建设项目的事前、事中、事后监管，坚决杜绝圈地、资本“黑箱”操作、寻租等现象和行为的发生。

2. 在数据中心建设过程中坚持共享发展理念

实现共建共享是经济社会发展的理想状态，以共享发展理念引领和指导我国各地区数据中心建设具有重要的现实意义，也对实现我国数据中心更高质量、更高水平发展提出了发展方向。因此，在从数据中心规划建设到发挥服务价值的整个过程中，都应贯穿共享发展理念。比如，在数据中心建设规划初期，应做好前期调研工作，清楚了解数据中心的未来业务需求，对具有较强同质性的业务采取全面统筹、协同共建的管理模式，避免各自为战、重复建设局面的出现。在数据中心建成运营后，充分发挥数据的共享特征，积极推广和采用共享、共用的商业模式。只有实现数据的真正共享，才能发挥数据的更大社会价值和经济价值，数据中心才能为经济社会发展贡献更多力量。

3. 建立风险防范预警系统

当前，我国出现的数据中心建设过剩现象是由多方面因素造成的。对此，要有正确的认识，即数据中心建设过剩的出现并不是偶然事件，通过对相关因素及相关指标的监控，可及时发现数据中心建设过剩的原因。因此，应在国家层面建立地区数据中心建设过剩风险防范预警体系，主要任务是做好数据中心建设和使用情况的动态风险监测及预警防范，做到及时掌握数据中心的建设与使用情况；加大对数据中心服务器的更新换代和维护；减少数据中心的低端产能进入、增加技术含量高的数据中心投入。另外，对于已有的业务同质性较高的数据中心，对其规模扩张和业务发展进行严格监控，降低低水平竞争带来的不利影响，抑制低端产能进一步扩张。

4. 实现政策适用性跟踪反馈并及时调整和完善

现阶段，我国各地区大规模投入数据中心建设与当前各级政府的相关政策导向性是密不可分的。随着各地数据中心盲目建设和无序竞争问题的出现，对于相关政策也应做出相应调整，并对之前政策的制订与执行效果进行反思。对此，各级地方政府在制订与数据中心建设有关的政策时，要坚持灵活性和实时性原则，根据数据中心建设和发展的实际情况进行动态调整，以提高政策的有效性。

为实现各地区数据中心建设的有序发展，消除重复建设问题，在制定出促进数据中心建设发展的优惠政策后，需要对相关政策的执行情况和落实效果进行及时跟踪与反馈，并根据实际情况对相关政策进行适当调整，从而向市场释放明确

的引导信号，防止数据中心建设过剩问题继续恶化，使相关政策能够真正发挥促进产业结构升级的作用，为我国高端数据中心建设发展创造优越的政策环境。

5. 加强数据人才培养力度，合理布局和配置人才资源

数据人才是我国各地数据中心能够有效发挥作用的关键。数据中心建设不仅要投入大量的物力和财力，人才资源的投入同样非常重要。对于已建成的数据中心，由于缺少相关人才的支撑，造成一些数据中心只能通过低水平竞争来抢占市场份额，甚至因此而导致资源的闲置浪费，也在一定程度上抑制了高端数据中心的发展进程。针对近年来我国数据市场需求迅猛增加的现状，必须高度重视数据人才缺失与数据中心建设规模不匹配问题，加大高校、科研机构等对数据人才培养的投入力度。尤其是要高度重视和解决超大或大型数据中心所需人才的培养和输送，因地制宜，积极发挥相关主体的协同创新效应，建立产、学、研相结合的人才培养模式，以保障各地数据中心能够顺利运转及高端化发展。

第 6 章

数据中心行业准入的 相关单位

6.1 数据中心行业主要主管和协会组织

1. 工信部通信司

工信部通信司是数据中心行业的政府主管部门，负责重要通信设施建设管理，监管管理通信建设市场，对数据中心的具体事务进行管理。通信司也参与电信业务资费政策和标准的制订，并监督实施。

2. 数据中心节能技术委员会（GDCT）

数据中心节能技术委员会是中国电子节能技术协会的下属分会，会员由中国数据中心领域的用户代表、企业代表、研发设计单位以及专家、学者、技术人员组成。针对国内数据中心快速发展与能耗过大的现状，委员会将秉承协会的主旨和方针政策，在中国电子节能技术协会的领导下，利用用户调研、产品研讨、技术培训、产品展览、出版物、行业标准制订、召开节能大会以及国内外的参观考察等各项活动，为政府信息化主管部门与用户、厂家、研究机构之间搭建交流、合作的平台，推动信息化节能技术快速发展，提高数据中心节能应用水平，为数据中心节能标准做出应有的贡献，促进与国外同行业的交流与学习；推广国内外节能的新理念、新技术、新产品；研究数据中心节能技术行业内部发展机遇与挑战，促进行业和谐发展。GDCT 组织机构见图 6-1。

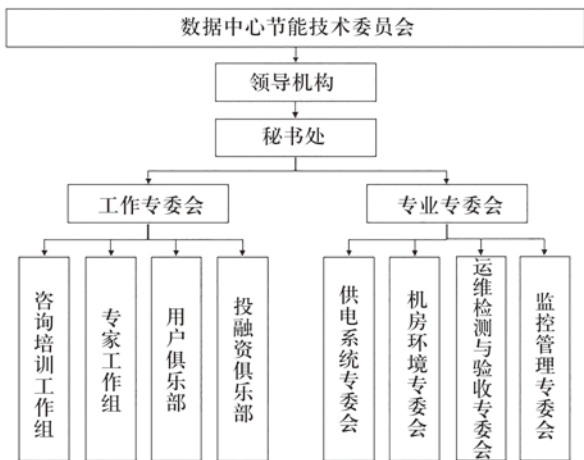


图 6-1 GDCT 组织机构

数据来源：GDCT 2016 年 3 月。

6.2 IDC 服务商的基础资质

6.2.1 市场准入

2012年,工信部制定了《关于进一步规范互联网数据中心(IDC)业务和互联网接入服务(ISP)业务市场准入工作的实施方案》。重点内容为明确 IDC、ISP 两项业务经营许可证申请条件 and 审查流程,同时进一步明确 IDC、ISP 申请企业资金、人员、场地、设施等方面的要求。其中明确规定:

申请 IDC 和 ISP 业务的企业,应按照《中华人民共和国电信条例》第十三条、《电信业务经营许可管理办法》第六条、第八条的规定,向工信部或省、自治区、直辖市通信管理局提交相关申请材料。其中两个条件细化明确如下:

1. 有与开展经营活动相适应的资金和专业人员

申请 IDC 和 ISP 业务的企业,注册资本应符合有关规定。

申请 IDC 和 ISP 业务的企业,需建立网络和信息安全专人专岗制度,配备与本企业接入网站数量相匹配的网络和信息安全管理人員。企业要明确 2 名应急联系人,负责 7×24h 应急联系处置工作,每接入 1 万个网站至少配备 2 名专职网络和信息安全工作人員,并根据需要配备必要的技术、管理、客户服务等工作人員。建立相应的客户服务部门,配备专职投诉处理人員,设置用户投诉处理公开服务热线。

2. 有必要的场地、设施及技术方案

1) 申请经营 IDC 业务的企业,应利用自有或租用的机房和场地,以外包出租的方式为用户的服务器等互联网相关设备提供放置、代理维护、系统配置及管理服务,以及提供数据库系统或服务器等设备的出租以及存储空间的出租、通信线路和出口带宽的代理租用和其他应用服务。机房要满足《通信机楼消防安全监督管理办法》(工信部电管〔2010〕543 号)和《通信网络供电系统运行安全监督管理办法》(工信部电管〔2010〕563 号)的相关规定;所使用的交换和路由设备应取得电信设备进网许可证。

IDC 机房包括 UPS、发电设备、冷却系统、机柜等设备。IDC 机房和场地的证明材料包括:房产证或者租用合同、机房设计文档、监理报告、机房施工文档等。

2) 申请 IDC 和 ISP 业务的企业,应建设独立并具有以下功能的 IDC 和 ISP 企业资源和业务管理系统。

——建设企业端互联网网站备案管理系统,记录并及时变更所接入网站的

主体信息、联系方式和接入信息等，并实现与部、省网站备案管理系统的连接。

——建设企业接入资源管理平台，记录接入资源的分配、使用、出租、转让等信息，对接入资源异常使用实行日常发现、分析和处置，并实现与部电信业务市场综合管理系统的连接。

——提供虚拟主机（存储空间出租等）的 IDC 企业要建立相应的制度，对在本企业进行主机托管并提供虚拟主机服务的客户信息进行审核和登记，并报电信主管部门。

3) 提供域名注册服务的 IDC 和 ISP 企业，应按照《中国互联网域名管理办法》（信息产业部令第 30 号）的规定，向电信主管部门申请获得互联网域名注册服务机构资质，并严格落实域名实名注册要求，规范域名注册服务行为。

4) 申请经营 IDC 和 ISP 的企业，应满足以下安全管理要求，并建设相应的网络和信息安全管理系统。

——网络安全管理要求。按照《通信网络安全防护管理办法》（工业和信息化部令第 11 号）、《互联网网络安全信息通报实施办法》（工信部保〔2009〕156 号）、《木马和僵尸网络监测与处置机制》（工信部保〔2009〕157 号）、《移动互联网恶意程序监测与处置机制》（工信部保〔2011〕545 号）的要求，落实通信网络安全防护系列标准，制订并完善网络安全应急预案，开展应急演练，接受主管部门对各项网络安全工作落实情况的监督检查。

——信息安全管理要求。按照《中华人民共和国电信条例》和《互联网信息服务管理办法》的要求，建立违法网站和违法信息的巡查与处置、用户信息安全管理、信息安全评估等管理制度。按照《互联网数据中心和互联网接入服务信息安全管理系统技术要求》和《互联网数据中心和互联网接入服务信息安全管理系统接口规范》等标准要求，建设 IDC 和 ISP 信息安全技术管理手段，具备基础数据管理、访问日志管理、违法违规网站及违法信息发现处置等技术能力。

6.2.2 市场趋势

民营资本与国有电信公司在资本层面将会双向进入，国有电信企业在电信增值业务领域、网络创新业务领域通过入股的方式与民营公司形成战略联盟，民营企业也可以慢慢入股国有电信企业，甚至在某些领域的合资公司中，民资资本可以以控股的方式实现主导，特别是在新业务创新、海外扩张中，民营企业的决策

快、机制灵活，相比国有电信企业有更大的优势。

对于数据中心而言，将来会有更多的合营数据中心出现，即为三大运营商（或者四大运营商，包含广电）和民营资本的合作数据中心，运营商出带宽等资源，共同出资，民营资本负责运营。电信行业“民进国退”的方向与步骤预测见表6-1。

表 6-1 电信行业“民进国退”的方向与步骤预测

1. 民营资本进入市场失衡，竞争不充分领域	2. 民营资本逐步进入网络设备建设与运维领域	3. 民营资本企业与国有电信公司在资本层面双向进入
移动市场：中国移动一支独大、推动民营企业进入移动转售领域，加强移动业务市场竞争 宽带接入竞争有限，推动第三方民营企业接入驻地网最后一公里的建设与运维，给消费者自主选择宽带运营商的权利	国有运营商将部分网络资源或设备的建设、运维外包给民营企业。提升了运营效率，逐步培养了民营企业对网络运维和管理能力 通过外包给第三方民营企业，推动基础设施的共享共建	民营企业与国有电信公司在资本层面将会双向进入，国有电信企业与民营企业在电信增值业务领域，在网络创新业务领域以入股的方式形成战略联盟。民营企业也可以入股国有电信企业

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。

6.3 基础电信运营商

6.3.1 国内规模（面积）分析

在目前的国内 IDC 市场上，中国电信占据着绝大部分市场份额，而中国移动由于基础设施缺乏，在业务发展上也缺乏对内容提供方的吸引力，远落后于其他两家竞争对手。加强 IDC 建设已成为中国移动现阶段的重要任务。从云计算整体战略上来看，三大运营商各有其优势，其中中国电信在有线宽带、数据中心建设方面处于领先地位，中国电信领先的网络能力为其优先发布云计算战略提供了坚实的基础，其对自身的定位是“亚太领先的云基础服务提供者”也反映了中国电信发展云计算的核心关注点。现阶段中国联通也主要依靠拥有的 IDC 资源与中国电信展开竞争，中国移动虽然在云计算方面进展较快，并对其支撑系统与业务平台进行了改造，但在 IDC 资源方面落后于中国电信、中国联通。

中国移动在 IDC 五年规划中提出“推动集中化大型 IDC 建设，全国形成传统政企托管服务、互联网内容引入 IDC、公众服务云 IDC 三类，一级和省级两级 IDC 布局；新建 IDC 以仓储式机房为主”的总体思路和布局，中国移动目前将聚

焦一级的 IDC 建设规划。中国电信的重点放在新建集团级的 IDC 业务网管系统方面，做对青海、宁夏、山东、河北、内蒙古、吉林、海南省内所有星级 IDC 机房和云计算内蒙古信息园的网元设备、基础设施及业务（产品）运行质量等情况进行监控与管理的支撑平台。

2015 年，除“跨界”之风外，在数据中心建设方面的热度也是有增无减。中国联通 2015 年投巨资在全国规划建设十大云数据中心，全部建成后，数据中心总机架数将超过 25 万架，具备容纳 300 万台服务器的承载能力。中国移动以五大集团数据中心为核心，将建设辐射 31 个省和香港行政区的上百个省级数据中心，机柜总量超过十万架。中国移动将建立起完善的新型互联网基础设施，为各行各业提供定制化、一站式的“IDC（互联网数据中心）+ 云计算”服务，引领云计算行业迈向数据中心级“大云”时代。中国移动投入 45 亿元在河南打造大型数据中心，项目建成后，将能够部署服务器机架 1.69 万架、可同时容纳 15 万台服务器。中国电信正着力建设内蒙古云数据中心，目标规划可容纳 10 万个机架。中国电信正在打造“2+8+X”的格局。另外，中国电信、中国联通、中国移动三家运营商还在内蒙古规划建立“中国云谷”。

除这三大主力运营商外，以阿里、腾讯为代表的互联网企业在数据中心建设中积极投入。阿里张北云数据中心项目在张北县庙滩产业园开工，规划占地面积约 450 亩（1 亩 = 666.7m²），可满足 30 万台服务器的机位规模，计划 2016 年 4 月投入运营。根据阿里的部署，下一步还将在西南建立一个非常大规模的数据中心集群。另外，总投资 30 亿元的重庆腾讯云计算数据中心项目在两江新区水土高新园重庆云计算产业园开工建设，建成后将形成 10 万台服务器的计算能力，该项目首期计划于 2017 年投用。

2014—2016 年我国运营商 IDC 市场面积规模与增长情况见表 6-2、图 6-2，2016 年我国运营商 IDC 市场面积规模细分情况见表 6-3、图 6-3。

表 6-2 2014—2016 年我国运营商 IDC 市场面积规模与增长情况

年份	2014 年	2015 年	2016 年
运营商 IDC 面积 / 万 m ²	93.2	107.6	122.4
增长率（%）	8.0	15.5	13.8

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。

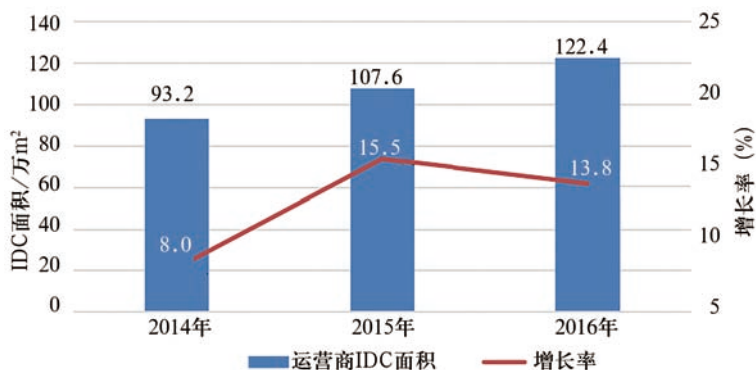


图 6-2 2014—2016 年我国运营商 IDC 市场面积规模与增长情况

数据来源：ICT research 2017 年 3 月。

表 6-3 2016 年我国运营商 IDC 市场面积规模细分情况

运营商	2016 年面积 / 万 m ²	占比 (%)
中国电信	59.4	48.5
中国联通	44.0	35.9
中国移动	19.1	15.6
总计	122.4	100

数据来源：ICT research 2017 年 3 月。

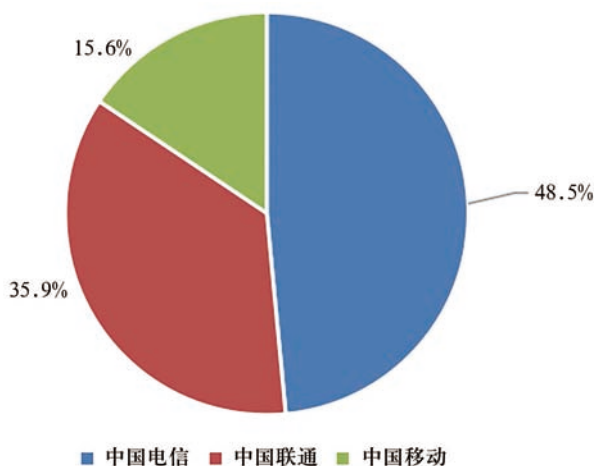


图 6-3 2016 年我国运营商 IDC 市场面积规模细分情况

数据来源：ICT research 2017 年 3 月。

6.3.2 未来几年新增规模（面积）分析

未来几年，根据三大运营商的投资计划，运营商 IDC 面积将达到 185 万 m^2 ，同比 2015 年增长 80% 左右。2017—2020 年我国运营商 IDC 市场面积规模与增长预测见表 6-4。

表 6-4 2017—2020 年我国运营商 IDC 市场面积规模与增长预测

年份	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
运营商 IDC 面积 / 万 m^2	136.9	152.2	168.3	185.8
增长率 (%)	11.8	11.2	10.6	10.4

数据来源：ICT research 2017 年 3 月。

6.4 独立 IDC 提供商

6.4.1 国内规模（面积）分析

非电信运营商的服务商主要通过自建数据中心机房和租用电信的机房两种方式来提供服务，但资源限制和带宽成本依然是其发展的较大瓶颈。近年来，一些大型服务提供商借助虚拟化等技术全面向云计算转型，并且针对细分用户提供差异化的服务。尤其是属地化市场为多线路带宽需求量较大的客户提供服务时，专业 IDC 服务提供商的优势比较明显。

独立 IDC 运营商当前主要为世纪互联、万国数据、鹏博士、中经云、中金数据、驰波名气通、哈尔滨国裕、中网科技、智控国际、翔明科技及河南景安等公司，2015 年这些公司占有的 IDC 面积为 53.1 万 m^2 ，同比增长 28.9%，发展相对较快。2014—2016 年我国独立 IDC 市场面积规模与增长情况见表 6-5、图 6-4。

表 6-5 2014—2016 年我国独立 IDC 市场面积规模与增长情况

年份	2014 年	2015 年	2016 年
独立 IDC 面积 / 万 m^2	41.2	53.1	71.5
增长率 (%)	19.4	28.9	34.6

数据来源：ICT research 2017 年 3 月。

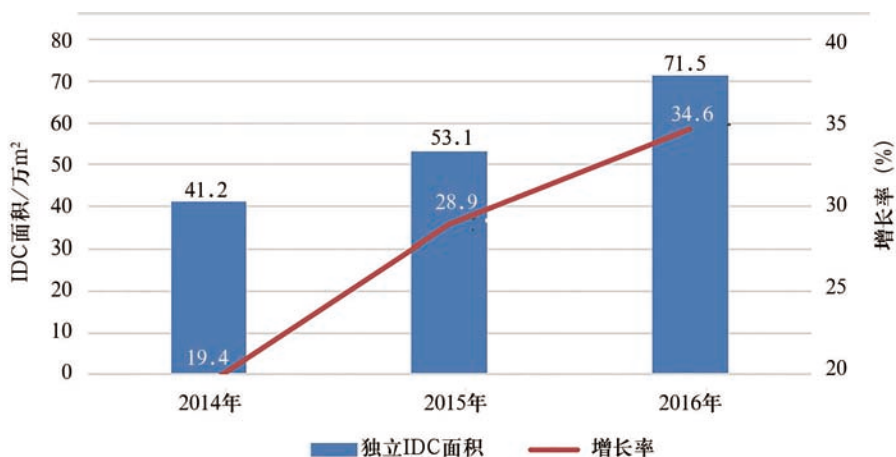


图 6-4 2014—2016 年我国独立 IDC 市场面积规模与增长情况

数据来源：ICT research 2017 年 3 月。

6.4.2 未来几年规模（面积）分析

可以预见，在未来十年甚至更长的时间内，数据中心将继续保持高速增长态势，而与数据中心相关的技术、产品也会发生翻天覆地的变化。以前的很多技术和产品都不是专门针对数据中心来设计的，而是刚好可以用在这个场合，就拿来“凑合”用了。但是，当数据中心越来越重要的时候，必然会诞生一系列为其量身打造的技术和产品，当中蕴含的商机不可限量。

首先，从产品层面看，数据中心的发展机会会集中在一些融合化的产品领域，包括整机柜的服务器、大数据一体机、模块化数据中心以及数据中心管理软件等。

其次，从技术层面讲，与绿色节能数据中心相配套的低功耗技术、虚拟化技术、主动节电技术及智能化管理技术都会得到充分应用。

最后就是运维。目前，越来越多的企业对信息化运维手段的需求越来越多，其对运维管理软件非常关注，很多拥有数据中心的企业都在自己开发运维系统。开发一套个性化的全生命周期管理的数据中心管理软件，也是未来的机遇之一。此外，培训专业运维人才、建立运维生态圈、建设运维生态平台，则是另一机遇。2016—2020 年我国独立 IDC 市场面积规模与增长预测见表 6-6、图 6-5，2016—2020 年我国运营商 IDC 市场面积规模与增长预测见图 6-6，2016—2020 年我国运营商 IDC 市场面积规模细分预测见表 6-7、图 6-7。

表 6-6 2016—2020 年我国独立 IDC 市场面积规模与增长预测

年份	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
独立 IDC 面积 / 万 m ²	68.3	86.5	103.4	121.3	139.6
增长率 (%)	28.6	26.6	19.5	17.3	15.1

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。



图 6-5 2016—2020 年我国独立 IDC 市场面积规模与增长预测

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。



图 6-6 2016—2020 年我国运营商 IDC 市场面积规模与增长预测

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。

表 6-7 2016—2020 年我国运营商 IDC 市场面积规模细分预测

运营商	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
电信 IDC 面积 / 万 m ²	78.2	87.5	95.3	105.4	105.4
联通 IDC 面积 / 万 m ²	40.7	44.3	51.1	56.9	56.9
移动 IDC 面积 / 万 m ²	18.0	20.4	21.9	23.5	23.5
总计 IDC 面积 / 万 m ²	136.9	152.2	168.3	185.8	185.8

数据来源：ICT research 2017 年 3 月。

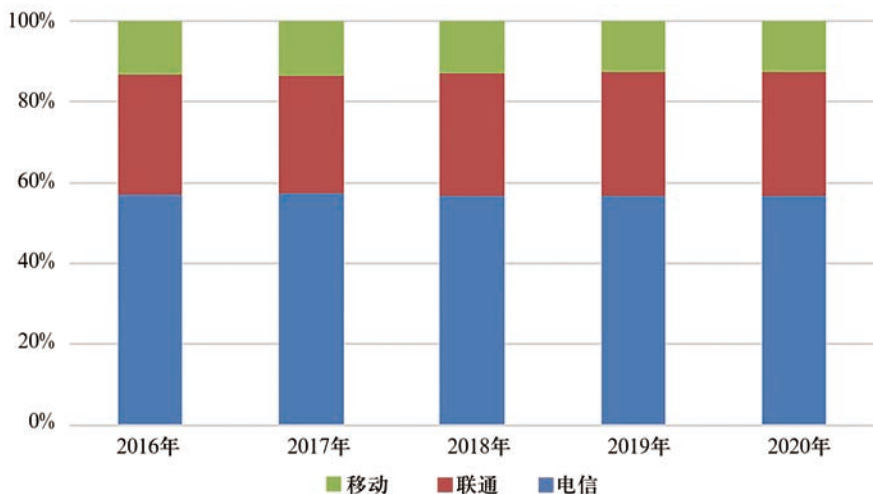


图 6-7 2016—2020 年我国运营商 IDC 市场面积规模细分预测

数据来源：ICT research 2017 年 3 月。

6.5 数据中心行业主要设计院

6.5.1 中国建筑科学研究院

中国建筑科学研究院（简称“中国建研院”）成立于1953年，原隶属于建设部，2000年由科研事业单位转制为科技型企业，隶属于国务院国有资产监督管理委员会，是全国建筑行业最大的综合性研究和开发机构，具有建设行业博士、硕士学位授予权，建有土木工程博士后科研流动站，拥有包括中国工程院院士、中国科学院院士、全国设计大师、国家级有突出贡献专家等在内的众多高级专业技术人才。

中国建研院以建筑工程为主要研究对象，以应用研究和开发研究为主，致力于解决我国工程建设中的关键技术问题；负责编制与管理我国主要的工程建设技术标准 and 规范，开展行业所需的共性、基础性、公益性技术研究，承担国家建筑工程、空调设备、太阳能热水器、电梯、化学建材及建筑节能的质量监督检验、测试及产品认证业务。科研及业务工作涵盖建筑结构、地基基础、工程抗震、城市规划、建筑设计、建筑环境与节能、建筑软件、建筑机械化、建筑防火、施工技术 & 建筑材料等专业中的70个研究领域，近年来又加强了绿色建筑成套技术、新能源应用技术、防灾减灾技术以及智能化集成技术等研究与开发。拥有北京和廊坊两个研发基地，北京研发基地是建筑安全与环境国家重点实验室所在地，已建成模拟地震振动台实验室、大型幕墙实验室、风洞试验室、防火实验室、建

材实验室。

6.5.2 江苏省邮电规划设计院有限责任公司

江苏省邮电规划设计院有限责任公司是致力于通信、建筑、信息化以及节能环保咨询、设计、研究及实施的高新技术企业，隶属于中国通信服务股份有限公司，2007年在中国香港上市。公司是国内通信设计院中的一流知名设计单位，拥有全甲级资质。公司市场和业务遍及国内各省及国外，服务客户包括国内各大通信运营商以及建筑、广电、交通、电力及水利等十多个行业，每年有30多个项目获国家、部、省级奖项。公司业务范围：承接国内外各种规模的技术咨询、管理咨询、通信工程勘察设计、建筑工程勘察设计、网络优化、系统集成、网络规划与研究、应用软件开发与标准及规范制订、各种规模的通信工程及建筑工程总承包。

6.5.3 信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司

信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司（简称“十一科技”）是一家专业从事工程咨询、工程设计和工程总承包业务的大型综合性工程技术服务公司，2011年，在住建部大型设计院排名中名列第31名，主要服务于电子高科技与高端制造、生物医药与保健、市政与路桥、物流与民用建筑、电力、综合业务六大业务领域。

十一科技是国内率先整体改制的大型设计院。由1964年成立的第四机械工业部十一设计院整体改制成立。具有“工程设计综合资质甲级证书”“房屋建筑工程施工总承包壹级资质”和“机电安装工程施工总承包壹级资质”。

十一科技自成立以来，承担的咨询、设计、监理及总承包工程近万项，对半导体集成电路、新型显示器件、生物制品及光伏新能源等高新技术产品生产环境所需要的净化空调系统、工业气体系统、纯水系统、化学品系统及自动控制系统的工程设计与建造具有丰富的经验。

十一科技为国内外客户提供了良好的工程服务，其主要客户包括中芯国际、英特尔、LG、海力士、西门子、大众汽车、飞利浦、朗讯、摩托罗拉、安生美、三星、富士康、IBM、DELL、罗氏制药、嘉吉、科文斯、中国电科、国电集团、四川长虹、南京熊猫、上海华力、上海华虹、上海先进、上海贝岭、华为、中兴通讯、天威集团、尚德能源、阿特斯、江苏中能、中环光伏、方正集团、普洛斯物流和成都生物所等。

十一科技总部设在成都，在上海、北京、天津、重庆、无锡、苏州、南京、

大连、深圳、武汉、西安、绵阳、合肥、厦门、杭州、南通、太原、西宁、沈阳、济南、昆明、呼和浩特、石家庄、贵阳、海口、洛阳、长春、昆山、长沙、南昌、乌鲁木齐、拉萨、嘉兴、银川和盐城等设有 30 多个外设分公司。

6.5.4 工业和信息化部电子第五研究所

工业和信息化部电子第五研究所（中国赛宝实验室）又名中国电子产品可靠性与环境试验研究所，始建于 1955 年，是我国最早从事可靠性研究的权威机构。实验室总部位于广州市天河区，占地面积 22 万 m^2 ，拥有各类试验、分析测试和计量等仪器设备 7 000 多台（套）；现有职工 2 000 多人，其中 80% 以上具备专业技术职称。设有国家重点实验室 1 个，联合培养硕士点、博士点和博士后工作站，双聘院士 2 人，研究员级高级工程师 20 人，高级工程师 147 人，博士 87 人，硕士 454 人，获国家特殊津贴专家 10 名，现职 9 人。获国家级和部级成果奖 50 多项。在广州、万宁、榆林和西沙群岛分别建有具有不同气候环境条件特点的天然暴露试验站，在北京、成都、苏州、武汉、上海、福州、深圳、东莞、惠州、中国香港等地均设有办事处。

该研究所提供从元器件到整机设备、从硬件到软件直至复杂大系统的产品检测试验、分析评价、认证计量、信息服务、技术培训、专用设备和专用软件开发等技术服务。

6.5.5 中讯邮电咨询设计院有限公司

中讯邮电咨询设计院有限公司原名邮电部设计院，1952 年创建于北京，1969 年迁至郑州，1999 年更名为信息产业部邮电设计院，2000 年由信息产业部划归中央企业工委领导，并由事业单位改制为科技型企业，2002 年更名为中讯邮电咨询设计院，2003 年 5 月划归国务院国资委资产监督管理委员会管理。2006 年 4 月，经国务院批准，与中国联合通信有限公司进行重组，成为其全资子公司。2008 年 9 月，改制更名为“中讯邮电咨询设计院有限公司”，注册地北京。

六十多年来，中讯邮电咨询设计院有限公司承担了多个中国第一项通信高新技术工程的设计，完成了我国通信骨干网 70% 以上的咨询设计项目。仅 20 世纪 90 年代以来就完成了国家大型、中型通信工程设计近千项，其中完成上亿元投资的工程近 500 项。完成了我国各大通信运营企业的长途交换网、智能网、汇接网、信令网、全球移动通信（GSM）网、码分多址（CDMA）网、卫星通信网、长途传输网、本地网、数据网及邮政综合计算机网等项目的总体方案和工程设计，

业务涵盖通信领域所有专业,为我国信息和通信事业的飞跃发展做出了重要贡献。截至 2013 年 12 月,完成的工程设计和科研项目荣获国家奖 116 项、部(省)奖 714 项,其中北京 10 万门程控电话工程设计获全国最佳工程设计特奖,兰州—西宁—拉萨光缆通信干线等 10 项工程获国家优秀设计金奖。近年来,陆续承担了孟加拉国、安哥拉、古巴、土库曼斯坦、哈萨克斯坦、俄罗斯、朝鲜、缅甸、越南及老挝等海外项目。

6.5.6 上海现代建筑设计(集团)有限公司

上海现代建筑设计(集团)有限公司系上海市国有资产监督管理委员会出资的国有独资公司,于 1998 年 3 月由原华东建筑设计研究院有限公司和上海建筑设计研究院有限公司合并组建而成。2015 年 10 月成为华东建筑集团股份有限公司(股票代码:600629)的控股股东。

上海现代建筑设计(集团)有限公司控股的华东建筑集团股份有限公司是一家以前瞻科技为依托的上市公司,公司的定位是以工程设计咨询为核心,为城镇建设提供高品质综合解决方案的集成服务供应商。公司业务领域覆盖工程建设项目全过程,其中包括规划、建筑、水利、市政、风景园林、室内装饰、岩土、建筑声学等各类设计咨询服务,以及设计、采购、施工一体化(EPC)工程总承包服务。公司服务领域不仅有工程设计,还衍生到建设咨询、信息、科研及投资等板块。

6.5.7 世源科技工程有限公司(十院)

世源科技工程有限公司(简称“世源科技”)是中国电子工程设计院集团(CEEDI)为追求“科技型企业、集团化管理、国际工程公司”的企业发展目标、整合集团优质资源而改制创建的由 CEEDI 控股、骨干员工参股的国际型工程设计公司。公司起点高、技术实力雄厚,处于国内领先地位。公司在汲取 CEEDI 55 年精华、继承 CEEDI 技术专长的同时,开拓创新,积极引进国内外工程建设领域的优秀人才,形成了国际化的管理团队,建立了全新的工程建设服务理念和先进的管理模式,能为客户提供因需而异的个性化整体解决方案和全过程服务。

面对云计算等信息技术的蓬勃发展,世源科技依靠自身在数据中心领域的技术积累,研究发展了一整套数据中心设计方法及整体交付解决方案,提供从工艺设计到建筑、电气、制冷等全方位的专业服务,尤其是在数据中心工艺设计技术方面,已处于国内领先地位。

鹏博士酒仙桥数据中心项目是世源科技于2010年完成的项目设计,该项目是利用原北京松下彩色显像管有限公司的旧厂房改造而成,建筑面积超过3万 m^2 ,可安装6000个以上标准机柜,服务器装机超过8万台,主要为政府和企业提供云计算配套服务、金融数据备份及信息安全服务等全方位的综合解决方案。

6.5.8 中国移动通信集团设计院有限公司

中国移动通信集团设计院有限公司(China Mobile Group Design Institute Co., Ltd.),是中国移动通信集团公司直属设计企业,发展历史可以追溯到1952年,是国家甲级咨询勘察设计单位、中国工程咨询协会副会长单位、北京市高新技术企业,是中国工程标准化协会通信委员会的组建单位。公司具有承担各种规模信息通信工程、通信信息网络集成、通信机房建筑及民用建筑工程的规划、可行性研究、评估、勘察、设计、咨询、项目总承包和工程监理任务的资质;持有电子通信广电行业(通信工程)甲级、电子系统工程专业甲级和建筑行业(建筑工程)甲级资质;具有信息系统集成及服务一级资质;具有承担国家发展和改革委员会委托的投资咨询评估资格;已通过ISO 9001国际质量体系认证;持有“中华人民共和国对外承包工程经营资格证书”,可承接对外承包工程业务。公司被北京市科委和北京市科技咨询业协会评为北京首批科技咨询“信誉单位”,连续数年跻身建设部组织评选的我国勘察设计公司综合实力百强行列。

通信电源方面:公司目前致力于中国移动通信电源配置标准化方案、数据中心整体集成方案、绿色通信电源、新型电源设备和设计理念应用的研究,为用户在工程建设中提供了科学的依据,使各种电源系统既安全、可靠又经济合理。

土建方面:公司专业从事邮电通信、工业与民用建筑咨询设计的国家甲级勘察设计公司,也是集团公司土建核心技术的研发与支撑部门。业务范围涵盖邮电通信建筑、大中型数据中心、物流仓储配送中心、民用建筑、塔桅结构的咨询及设计,基站机房及配套改造设计,建筑智能化系统工程设计,工程概预算编制及工程总承包等领域。近年来,公司在项目前期规划、可行性研究、建筑方案投标、工程咨询设计以及国家与行业标准编制方面取得了优异的成绩。完成了大批建筑造型新颖、功能使用合理、工艺布局先进的工程设计,多项工程咨询设计荣获国家和省部门奖项;具有多项科研成果和技术专利,其中“中国移动通信局房标准化设计”“中国移动基站铁塔标准化设计”“通信基站节能型空调机”等已经在中国移动大量投入使用。

6.6 数据中心行业主要 IDC

6.6.1 北京光环新网科技股份有限公司

北京光环新网科技股份有限公司（简称“光环新网”）成立于 1999 年 1 月，是业界领先的互联网综合服务提供商，主营业务为互联网数据中心服务（IDC 及其增值服务）、互联网宽带接入服务（ISP）以及云计算等互联网综合服务，2014 年 1 月 29 日在深交所创业板挂牌上市。公司现拥有北京东直门、酒仙桥、亦庄和燕郊四大数据中心，上海嘉定和北京亦庄的云计算基地项目的建设也正在积极进行中，并且启动了北京房山绿色云计算基地及燕郊二期绿色云计算基地的建设项目。上述在建项目全部达产后，公司将拥有 4 万个机柜的服务能力。

公司作为国内较早的第三方中立数据中心，在北京市场份额名列前茅。公司的数据中心都是通过自建和收购的方式来获得。公司较早投入了 IDC 的业务，长期的从业经验使公司积累了丰富的 IDC 机房建设和管理经验。现有机房的规划设计、设备采购，施工监督管理，全部由自有的队伍完成，并且持续在多期工程中改进优化方案，保持最佳的投入产出性价比。这种突出的综合能力，相对于行业内普遍的租用物业、租用机房、外包设计和工程建设的做法，明显降低了总体投资成本。

2015 年 9 月 16 日，公司与中金云网签署了《购买资产协议》，公司以发行股份和现金的方式以 24.14 亿元并购中金云网 100% 股权。中金云网为中金数据存续分立后的新设公司，承接了中金数据持续运营多年的北京数据中心优质资产和业务。分立后中金云网主要业务包括数据中心外包、私有云等，与公司业务具有较大重合度。

中金数据在北京、烟台和昆山三地均拥有大规模、高等级的专业数据中心。北京数据中心位于北京经济技术开发区，是国内首个定向设计为社会化服务的大型高等级数据中心，总占地面积约为 6.7 万 m^2 ，一期工程建筑面积约为 5.48 万 m^2 ，其中机房面积约为 0.82 万 m^2 ，可用机柜约 3 270 架，于 2008 年投产；二期工程建筑面积约为 4.67 万 m^2 ，其中机房面积约为 1.38 万 m^2 ，可用机柜约 5 520 架，即将达到预定可使用状态。

中金云网数据中心外包业务原属于中金数据，具体包括基础外包业务和增值外包业务，已持续不间断地运营了近 8 年时间，在金融高等级数据中心外包服务行业处于领先地位。光环新网目前客户以互联网、电商企业居多。2014—2015 年，公司不断大规模扩大设备容量，收购了明月光学、科信盛彩和德信致远，预备在

其所有的土地和厂房基础上建设 IDC 机房。未来 3 ~ 5 年，随着北京燕郊、上海嘉定、北京亦庄和北京房山四大绿色云计算基地的陆续建成，公司计划投入的机柜数量将超过 30 000 台，机房面积超过 21 万 m²。

光环新网与亚马逊在互联网数据中心业务方面进行了多年合作，为亚马逊的 AWS 业务提供全方位的后台技术支持。

目前，国外云服务商想要在我国运营必须满足两个限制条件（在国内云计算被定义成电信增值服务）：①数据要保留在国内；②采用的技术服务必须是国内的公司。政策限制了 AWS、Azure 这样的国外云计算公司在我国通过建设 IDC 中心来开展云服务。之前 Microsoft 率先进军国内云计算市场就是通过和世纪互联合作来开展服务的，目前世纪互联不仅提供 IDC 基础服务，也是 Azure 在国内的全权运营商。

光环新网一直与亚马逊进行合作，光环新网的北京燕郊 IDC 云计算中心主要就是服务于亚马逊。亚马逊的云计算服务（AWS）占据了全球云计算市场的 30% 份额，而且还以 60% 的速度在增长。AWS 的落地推动公司自身品牌“光环云”产品迅速占领市场，拓展了云主机、虚拟网络等 IaaS 云计算产品的应用。目前公司已推出云主机、虚拟网络等云计算产品，同时也与亚马逊公司合作开发了 AWS-DX 产品，并为广大客户提供云计算架构及方案咨询服务、混合云系统集成服务、云平台运维等服务。

6.6.2 北京世纪互联宽带数据中心有限公司

北京世纪互联宽带数据中心有限公司（简称“世纪互联”）成立于 1996 年，既是网络空间基础设施服务提供商，也是第三方独立数据中心运营商。作为互联互通的网络平台，世纪互联致力于提供业界领先的数据中心服务、中立的云运营、中立的混合 IT 服务和领先的内容分发网络（CDN）服务，并率先倡导和实施“IDC+重科技创新”，打造具有核心技术、超大规模运营能力的网络空间基础设施运营平台。2011 年 4 月，世纪互联在美国纳斯达克上市。

世纪互联拥有近 20 年的数据中心建设、运维经验，目前在全国 30 多个城市运营着 80 多个分布式数据中心，拥有 2.3 万个机柜和 500 多个网络节点（POP），骨干传输网总长约为 15 000km，传输带宽高达 160G，具有优质的网络可靠性和稳定性。

世纪互联以国内云、国际云、精品机房为抓手，致力于打造开放的混合 IT 生态系统。世纪互联与百度云、金山云及京东云等国内云企业合作，面向中国国

企和政府客户提供安全、可定制化的混合 IT 解决方案；同时助力国际大型云落地中国，为大型国际云服务商提供中立的云运营服务。目前，世纪互联引入中国并独立运营的大型国际云平台包括：Microsoft Azure 和 Office 365，IBM CMS、Bluemix 及 Cloudant，Unisys Edge 等。

为探索网络空间基础设施资产与互联网金融颠覆性创新，世纪互联积极加强区块链技术、标准研究，构建新一代网络空间基础协议，推动技术开源，发起创立中关村区块链产业联盟，与地方政府开展区块链合作，建立区块链生态。世纪互联致力于推动建立共享经济平台和交易中心，输出区块链技术和人才，运营区块链平台，发展区块链经济，通过区块链协议生态实现更高层次的互联互通。

6.6.3 鹏博士电信传媒集团

鹏博士电信传媒集团（简称“鹏博士”）拥有全国大规模的分布式中立数据中心集群；在北京、上海、广东、四川及湖北等省市建有高等级数据中心，辐射华北、华东、华南及西南等全国各大区域；鹏博士新建数据中心建设标准达到了美国 ANSI TIA-942-Tier3+/Tier4 标准，遵循绿色节能的设计理念，具备高标准、高安全、高可靠等特点。边界网关协议（BGP）机房全产品线采用顶级配置，国际认证的服务体系，是海内外众多知名公司的托管选择。其中，北京酒仙桥旗舰数据中心总建筑面积约为 30 000m²，达到了国际 T4 标准，是新一代绿色环保节能示范数据中心。广州快灵通数据中心是 BGP 多线机房，达到了国际 T3+ 标准，是华南区通信枢纽重点工程，也是目前广东省规模较大、档次较高的数据中心。

鹏博士在北京拥有七大互联网数据中心（IDC），总面积达到 5.5 万 m²，分别是旗下子公司北京电信通的六个 IDC 机房，即惠普大厦机房、三元桥机房、中关村机房、苏州桥机房、雍和宫机房、石景山机房，以及鹏博士集团自主投资建设的旗舰级数据中心酒仙桥机房。

鹏博士集团在上海拥有一处互联网数据中心，总面积达到 1.2 万 m²，上海数据港机房位于上海市闸北区江场西路 387 号数据港大厦，机房模块设计完全遵循国家 GB 50174—2008《电子信息系统机房设计规范》A 类机房最高标准。有针对性地解决了政府、金融、证券、保险、互联网、物联网及云应用客户的业务需求和未来增长需要。

6.7 数据中心行业主要基础设施厂商

1. 深圳科士达科技股份有限公司

深圳科士达科技股份有限公司成立于 1993 年，是国家火炬计划重点高新技

术企业，中国大陆本土 UPS 产业领航者、行业领先的数据中心关键基础设施整体解决方案提供商、新能源解决方案提供商，数据中心关键基础设施产品主要包含 UPS、精密空调、精密配电、蓄电池、网络服务器机柜、动力环境监控系统等。太阳能光伏发电系统产品、电动汽车充电系统、储能产品的研发、制造及一体化解决方案应用，为包括中国在内的全球 90 多个国家和地区提供优质产品及全方位服务，以创新动力不断引领行业发展。

2. 南京佳力图机房环境技术股份有限公司

南京佳力图机房环境技术股份有限公司（简称“佳力图”）成立于 2003 年 8 月 26 日，总部位于江苏省南京市江宁经济技术开发区，是一家高新技术企业。公司自成立以来，专注于数据机房等精密环境控制技术的研发。目前，公司拥有精密空调设备、冷水机组两大类产品，应用于数据中心机房、通信基站以及其他恒温恒湿等精密环境。客户涵盖了政府部门以及通信、金融、互联网、医疗、轨道交通、航空及能源等众多行业。佳力图的典型产品是“佳力图水冷磁悬浮一体化解决方案”。该解决方案针对中大型数据中心而开发，采用无油润滑的磁悬浮离心技术，直流变频高速永磁电动机直接驱动，结合高效满液式技术、自然冷源技术及专利保护的过冷技术和压比控制技术，使得机组全年运行能效比达到国际一流水平。此解决方案实现了主机和末端智能联动，温湿度控制更精确，水温可根据机房热湿负荷优化控制，磁悬浮机组负荷无极变频调节，超高部分负荷性能系数，智能防喘振技术，可稳定工作在低负载工况。此解决方案主要应用在 IDC 数据中心机房，通信机房，恒温恒湿实验室，高精度检测室，银行、证券、政府、IT 行业、医院及政府机构等对机房环境温湿度要求高的场所。

3. 依米康环境科技有限公司

依米康环境科技有限公司（简称“依米康”）成立于 2002 年，是国家高新技术企业，2011 年在深交所上市。公司致力于三大业务板块，是云计算数据中心等信息化建设、大健康医疗建设、环境治理的先进技术和整体解决方案服务商，为客户提供全方位的关键业务保障。依米康目前拥有两家企业技术中心，在北京、上海、深圳、成都和西安等地拥有数十家运营企业。依米康整体解决方案可为用户提供从硬件到软件、从室内精密空调到室外磁悬浮主机和冷站、从一体机和微模块到大型数据中心、从设计到最高资质集成总包和运维服务。

依米康典型产品是“依米康微型模块化数据中心解决方案”，该方案采用模块化设计，集成了机柜系统、通道系统、供配电系统、空调系统和监控系统等数据中心基础设施子系统，为客户提供快速部署、高效节能、空间紧凑、灵活扩展

的新型数据中心解决方案。单模块适用于功率小于 120kW，面积在 100m² 以下的中小型数据中心。多模块灵活部署可构建大型数据中心。

4. 华为技术有限公司

华为技术有限公司（简称“华为”）的数据中心能源解决方案为客户提供包括覆盖室内和室外的数据中心整体解决方案，并提供不间断电源、精密温控等智能化核心部件和数据中心基础设施管理（DCIM）系统。目前，华为模块化 UPS 全球市场份额居第一，预制模块化数据中心 FusionModule1000 全球出货量第一。模块化 UPS、200kV·A 容量以上 UPS、模块化数据中心均位列中国区市场份额第一。截至 2016 年年底，华为在全球部署了 830 个大型数据中心，其中 420 个是云数据中心，覆盖电信运营商、ISP、政府、金融、交通、能源、医疗、教育、广电及媒资等主流行业。其中，华为的主推产品是全球首个 TIER IV-Ready 认证的智能微模块数据中心 FusionModule2000。智能微模块数据中心 FusionModule2000 集成了机柜、供配电、制冷、布线和管理等所有子系统，支持单排或双排密闭冷 / 热通道的部署方式。单机柜最大 IT 功耗可达 21kW/ 柜，可使 PUE 值低至 1.45。单模块的 IT 总功耗不超过 145kW，适用于 500m² 以下的中小型数据中心和大型企业分支机构的数据中心。多模块适用于构建中大型数据中心。智能微模块数据中心 FusionModule2000 具有轻载无凝露特点，在机房 10% 负载下仍可恒温除湿，确保设备安全运行；超强的环境适应力，在宽电压、宽温度、宽负载条件下稳定运行；近端制冷，高效供电，模块级 PUE 值低至 1.45；密封通道设计，隔离冷热气流，消除局部热点。

5. 曙光信息产业股份有限公司

曙光信息产业股份有限公司（简称“曙光”）是在中国科学院大力推动下，以国家“863”计划重大科研成果为基础组建的国家高新技术企业。公司主要从事研究、开发、生产制造高性能计算机、通用服务器及存储产品，并围绕高端计算机提供软件开发、系统集成与技术服务。2014 年，中科曙光成功在上海证券交易所上市。在数据中心领域，曙光的典型产品为 C7000 液冷服务器系统。除液冷服务器之外，曙光推出的全新升级的 C7000 突破了传统风冷散热模式，采用风冷和液冷混合散热模式——同时对 CPU 和内存进行液冷设计，其余热源仍采用风冷方式进行冷却，将液冷散热占比提高至 90% 以上，在自然冷却的情况下实现了 32kW 的单机柜功率密度。经检测，采用液冷服务器配套基础设施解决方案的数据中心年均 PUE 值可降低至 1.2 以下。应用场景：小型、中型、大型各类超算中心、高密度数据中心；要求数据中心整体 PUE 值在 1.2 以下的数据中心；机

房建设空间有限的高密度数据中心；对数据中心先进性、节能性、噪声有要求的数据中心；对机房的美观性、参观性有需求的数据中心。

6.8 数据中心行业主要集成公司

ICT research 公司将集成商细分为核心集成商和普通集成商两个大类，具体定义如下：

核心集成商：具有资质，同时机房业务额超过 1 000 万元的机房工程公司，计算机系统集成商、系统集成商（SI）、独立软件供应商（ISV）等。

普通集成商：具有资质，但是资质偏低，业务量偏小，机房业务额每年少于 1 000 万元的 SI。

我国数据中心行业集成公司的类别见表 6-8，承接数据中心建设的公司类别及描述见表 6-9。

表 6-8 我国数据中心行业集成公司的类别

类别	详解
Mini 集成商	有集成能力，但是没有资质，数量众多
集成商	有资质，但是规模不大，业务不集中
机房工程公司	有资质，有规模，业务量大

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。

表 6-9 承接数据中心建设的公司类别及描述

类别	描述	代表	备注
专业机房工程公司	专门从事机房工程业务的公司	北京长城电子工程技术有限公司、北京科计通电子工程公司	一般大型、专业的计算机机房都由此类公司承建
建筑公司	一些大型建筑集团公司在建筑及建筑智能化工程方面拥有较高资质，也从事机房工程业务	中建电子工程有限责任公司、宁波建工集团股份有限公司	在承包建筑业务时可能会承包其中的机房建设内容
装修装饰公司	由于机房工程涉及装修装饰，因此大量装修装饰公司介入机房工程市场	科海机房装饰工程有限公司、深圳市科源建设集团有限公司	通常承建一些对外表要求较高而技术要求不高的机房工程
智能楼宇建设公司	机房工程与智能楼宇工程在技术上有一定的关联性，因此，不少智能楼宇建设公司也开始涉足机房工程市场	中电兴发科技有限公司、上海华宇电子工程有限公司	一般只承建级别较低的机房

(续)

类别	描述	代表	备注
机房设备厂商或代理商	机房设备厂商的代理商、合作伙伴或厂商自身成立的工程公司	北京捷通机房设备工程有限公司、施耐德长城机房设备工程公司	一般采用合作或分包的方式
IT 设备及 IT 服务厂商	一些 IT 厂商在提供 IT 设备和建设 IT 项目时也可能承接机房建设项目	天津惠普工程公司、上海国际商业机器工程公司、戴尔有限公司	资质很难获得
通信工程公司	通信机房工程一般由专门的通信工程公司承建	各地的电信工程局	垄断性，难以进入

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。

2006 年 3 月 6 日，住建部为进一步贯彻落实《中华人民共和国行政许可法》，减轻企业负担，推进专业工程总承包发展，加强对建筑市场的监管，结合有关专业工程的具体情况，组织制定了《建筑智能化工程设计与施工资质标准》《消防设施工程设计与施工资质标准》《建筑装饰装修工程设计与施工资质标准》《建筑幕墙工程设计与施工资质标准》。所以，在 2006 年之后，建筑智能化和建筑装饰装修都可以申请设计与施工承包一体化资质。

机房工程是一个专业性和综合性较强的特殊工程，要求拥有装修、电气、空调、新风、监控、门禁、消防、综合布线、网络、防雷和专用地线等若干专业技能，在方案论证、设计和施工时应统筹安排，以便合理交叉施工，保障工程质量和工期。

6.9 数据中心行业主要展会

CDCE 国际数据中心及云计算产业展由中国数据中心节能技术委员会（GDCT）、中国云体系产业创新战略联盟和香港雅式展览服务有限公司联合举办，逢双年在北京、单年在上海，两地轮流举办。

其中，首届“CDCE 2017 中国数据中心及云计算产业展”规模达 1.2 万 m²。展览组织了规划设计机构、数据中心、系统集成商、工程商、电信运营商以及互联网公司、金融机构、政府及公共机构等用户参观，并出席同期论坛交流活动。展览内容以数据中心的基础建设、ICT 设备系统及应用、节能技术、运营维护为主。同期举办了中国国际电力电工展（EP China）和智慧社区及智能家居展。关联展会联合举办，展览总规模达 6 万 m²，参展企业超过 1 000 家、观众数 10 000 人次。

第 7 章

我国数据中心技术评价

7.1 我国数据中心相关政策分析

数据中心快速增长将导致能耗的高速增长。自“十二五”以来，我国对 ICT 产业绿色发展提出了一系列的发展要求，并颁布了相应的政策进行引导。2012 年《“十二五”国家战略性新兴产业发展规划》要求加快构建下一代国家信息基础设施，统筹绿色数据中心布局。2013 年，工信部发布了《关于进一步加强通信业节能减排工作的指导意见》，要求“到 2015 年末，通信网全面应用节能减排技术，基本淘汰高能耗老旧设备，初步达到国际通信业能耗先进水平，单位电信业务总量综合能耗较 2010 年底下降 10%”“新建大型云计算数据中心的能耗效率（PUE）值达到 1.5 以下”。2013 年，工信部联合国家发展和改革委员会、国土资源部、国家电力监管委员会和国家能源局联合发布的《关于数据中心建设布局的指导意见》，要求数据中心的建设和布局应以科学发展为主题，提升可持续发展能力。《关于加快发展节能环保产业的意见》要求开展数据中心节能改造，降低数据中心、超算中心服务器、大型计算机冷却耗能。

国务院于 2009 年通过了《电子信息产业调整和振兴规划》，明确指出加大第三代移动通信产业新跨越、计算机提升和下一代互联网应用、软件及信息服务培育等领域的投资。北京、上海和广东等地区在信息基础设施建设、推动企业信息化建设等方面都加大了力度，为数据中心业务快速发展提供了良好的宏观环境。随着云计算、物联网、大数据等的兴起，数据中心发展迅猛。

2012 年出台的“十二五”规划对全面提高信息化水平提出了明确要求，强调推动信息化和工业化深度融合，加快经济社会各领域信息化，并明确指出“培育发展战略新兴产业”，大力发展“新一代信息技术产业”。数据中心作为行业信息化的重要载体，是提供信息数据存储和信息系统运行的支撑平台，是推进新一代信息技术产业发展的关键资源，信息化产业的发展将极大地促进数据中心的**市场需求。此外，信息技术产业网络化、平台化、服务化的趋势愈加明显，对大规模、高性能的数据中心需求愈加迫切，也推动了数据中心建设与服务需求的大幅增加。数据中心领域的技术创新与节能工作刻不容缓，《工业节能“十二五”

规划》中明确指出，到2015年，数据中心PUE值需下降8%。数据中心技术创新及运维水平的整体提高对推动整个社会发展具有重要意义。

2013年年初，工业和信息化部、国家发展和改革委员会、国土资源部、国家电力监管委员会、国家能源局联合发布了《关于数据中心建设布局的指导意见》（工信部联通〔2013〕13号），促进数据中心选址要统筹考虑资源和环境因素，积极稳妥引入虚拟化、海量数据存储等云计算新技术，推进资源集约利用，提升节能减排水平；出台适应新一代绿色数据中心要求的相关标准，优化机房的冷热气流布局，采用精确送风、热源快速冷却等措施，从机房建设、主设备选型等方面降低运营成本，确保新建大型数据中心的PUE值达到1.5以下，力争使改造后数据中心的PUE值下降到2以下。

2013年5月发布的通信行业标准中含有4项IDC相关标准，包括：YD/T 2542—2013《电信互联网数据中心（IDC）总体技术要求》、YD/T 2543—2013《电信互联网数据中心（IDC）的能耗测评方法》、YD/T 2441—2013《互联网数据中心技术及分级分类标准》、YD/T 2442—2013《互联网数据中心资源占用、能效及排放技术要求和评测方法》。YD/T 2542—2013规定了互联网数据中心的系统组成，以及服务、资源、网络、机房设施、管理和安全六个子系统的功能要求，并对互联网数据中心网络与信息安全、编址、服务质量和绿色节能等方面提出了要求。适用于互联网数据中心的规划、设计、建设、运维和评估。YD/T 2543—2013分析了互联网数据中心的能耗结构，定义了数据中心的能效指标，提出了数据中心能耗测量方法和能效数据发布要求。该标准主要关注数据中心的直接消耗的电能，不包括油、水等其他能源或资源的消耗，适用于数据中心能耗的测量及能效的计算，用于了解数据中心能源效率状况，比较不同数据中心之间的能源效率及作为数据中心节能水平评级的依据。

2015年，工信部、国家机关事务管理局、国家能源局联合下发了《国家绿色数据中心试点工作方案》。到2017年，围绕重点领域创建百个绿色数据中心试点，试点数据中心能效平均提高8%以上；制定绿色数据中心相关国家标准4项，推广绿色数据中心先进适用技术、产品和运维管理最佳实践40项，制定绿色数据中心建设指南。

绿色节能是我国数据中心的发展方向，而针对绿色数据中心的设计、建设和运维的指导性标准却十分有限，国外相关标准依然是目前我国数据中心的重要参考资料。为有效指导我国绿色数据中心建设，亟须制订适应我国绿色数据中心发

展的评价标准，为数据中心的建设提供指引。为此，《绿色数据中心评价标准》编制工作 2017 年正式启动。该标准由中国建筑科学研究院主编，联合中国数据中心节能技术委员会（GDCT）共同编制。

7.2 我国数据中心的能效特点

7.2.1 我国数据中心能耗进入高速发展的阶段

从近年来我国数据中心发展的情况来看，无论是整体数据中心的市場销售额还是新增数据中心机房的面积都保持着高速的增长。尽管短暂受到了全球金融危机的影响，但很快就回到了原来的发展趋势当中。数据中心是我国推进新一代信息技术产业发展的关键资源，同时，云计算、物联网、电信重组、三网融合和基于移动互联网的应用发展迅速，SNS、电子商务、视频等业务的大规模增加给数据中心带来了持续的需求。未来我国数据中心市场发展的推动力依然强劲，未来三至五年内，我国数据中心市场依然会持续地高速发展。

随着信息化的高速发展，截至 2015 年年初，全球已建成 300 多万个数据中心，每年耗电量占全球总耗电量的比例约 1.1% ~ 1.5%，其高能耗问题引起全球高度重视，各国纷纷出台相应政策措施引导进行绿色数据中心的建设和应用，降低能耗水平。我国数据中心产业发展尤为迅猛，截至 2015 年年底已有超过 40 万个数据中心，年耗电量超过全国总用电量的 1.5%，高于全球平均水平。据估计，2014 年我国数据中心耗电量已超过 1 000 亿 kW·h，接近三峡水电站的年发电总量。其中大多数数据中心的 PUE 值仍普遍大于 2.2，与美国数据中心平均 PUE 值为 1.9 相比，仍有较大差距。从企业运营来看，电力成本可达到数据中心全生命周期成本的 50% 以上，成为数据中心后期运营的主要成本，其高能耗不仅给企业带来了沉重的经济负担，也造成社会能源的巨大浪费。

7.2.2 传统数据中心向新一代绿色数据中心转变

所谓数据中心的“绿色”，业界标准并不统一，也没有形成可以参考的规范。没有一种单一的方案能完全解决当前数据中心大幅增长的能耗成本问题，只有通过综合治理才能收到较好的成效。解决能源效率问题，要强调数据中心内全部的电源和散热架构，小到微处理器芯片大到为数据中心提供散热的空调系统。

要达到绿色数据中心的要求，我们需要在以下三个方面着重发力：

(1) 模块化 模块化数据中心带来了全新的可管理性和效率,通过容量扩展可以满足传统数据中心的需求,因此模块化数据中心已经逐渐成为满足不断增长的业务需求的解决方案之一。

(2) 小型化 IT设备将进一步小型化,所有设备都将进入机架,机架成为机房IT设备的主体。

(3) 自动化 自动化的可追溯性、动态性、兼容性、连续性特点,使得绿色数据中心向自动化方向发力。

7.3 我国数据中心主要节能方向分析

在数据业务需求的爆炸式增长及IT技术迅速发展的共同推动下,数据中心在21世纪进入迅猛发展时期,而与此同时数据中心的能耗问题也随着其发展变得越来越无法忽视。数据中心的能耗相对于其他的建筑能耗有其自身的特殊性:耗能设备的种类繁多、专业性强,对它的节能研究是一项多专业的综合系统工程。

IT设备包括计算、存储、网络等不同类型的设备,用于承载在数据中心中运行的应用系统,并为用户提供信息处理和存储、通信等服务。IT设备的具体类型包括:①服务器类,例如机架式、刀片式(含机框)或塔式等服务器;②存储类,包括磁盘阵列、SAN(Storage Area Network,存储区域网络)交换机等存储设备,以及磁带库、虚拟带库等备份设备;③网络类,包括交换机、路由器及防火墙、虚拟专用网络(Virtual Private Network,VPN)、负载均衡等各类专用网络设备;④IT支撑类,主要包括用于运行维护的监控管理等设备。

数据中心制冷设备是为保证IT设备运行所需温度、湿度环境而建立的配套设施,主要包括:①机房内所使用的空调设备,包括机房专用空调、行间制冷空调、湿度调节设备等;②提供冷源的设备,包括风冷室外机、冷水机组、冷却塔、水泵、水处理设备等;③如果使用新风系统,还包括送风、回风风扇、加湿/除湿设备以及风阀等。当前,我国数据中心建成后,电费占运维总成本的60%~70%,而空调所用电费占比在40%左右。从纯产品的角度上看,机房精密空调为了节能,主要利用冷水机组、冷水机组自然冷却(Free Cooling)、精确送风、氟泵等多种节能方式和产品类型。数据中心液冷与风冷的比较见表7-1,数据中心的制冷模式见表7-2,我国数据中心单机柜功率密度分析及预测见图7-1。

表 7-1 数据中心液冷与风冷的比较

优势	指标	风冷	冷板式	浸没式
节约能耗	PUE	1.6	≤ 1.3	≤ 1.2
	数据中心总能耗单节点均摊	1	0.67	0.58
成本低	数据中心总成本单节点均摊 (量产后)	1	0.96	0.74
节省占地 面积(节地)	功率密度 / (kW/ 机柜)	10	40	200
	主机房占地面积比例	1	1/4	1/20
CPU 可靠	核温 (℃)	85	65	65
机房环境 要求低	温度、湿度、洁净度、腐蚀性气 体(硫化物、盐雾)	要求高	要求高	要求低

数据来源：GDCT 2016 年 8 月。

表 7-2 数据中心的制冷模式

密度等级	数据中心密度类别	制冷方式
< 1.2kW/ 机柜	超低密度数据中心	房间级 - 风冷
1.2 ~ 2.7kW/ 机柜	低密度数据中心	房间级 - 风冷
2.7 ~ 7.5kW/ 机柜	中、低密度数据中心	行间级 - 风冷 / 水冷
7.5 ~ 18kW/ 机柜	中、高密度数据中心	行间级 - 水冷；液冷 - 冷板式
18 ~ 30kW/ 机柜	高密度数据中心	液冷 - 冷板式；液冷 - 浸没式

数据来源：GDCT 2016 年 8 月。

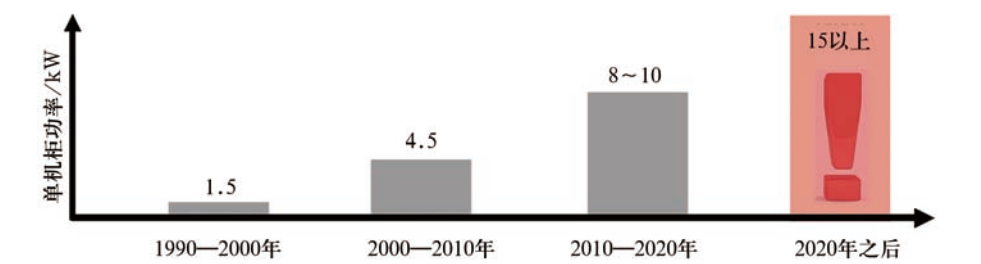


图 7-1 我国数据中心单机柜功率密度分析及预测

数据来源：GDCT 2016 年 8 月。

数据中心供配电系统用于提供满足设备使用的电压和电流，并保证供电的安全和可靠。供配电系统通常由变压器、配电柜、发电机、UPS、HVDC、电池、机柜配电单元等设备组成。

数据中心中其他消耗电能的基础设施，包括：照明设备、安防设备、灭火系

统、防水系统、传感器以及相关数据中心建筑的管理系统等。

7.4 我国数据中心主要节能技术分析

7.4.1 我国数据中心节能技术概述

要做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量，选择合适的地点进行机房建设是机房基础建设的基本条件。作为未来机房的地点，须符合以下几项条件：机房最好建在大楼的二层、三层；机房尽量避免设在建筑物用水楼层的下方；机房选在建筑物的背阴面，以减少太阳光的辐射所产生的热量；排烟口设在机房的上方，排废气口设在机房的下方；主机房区域的主体结构应采用大开间大跨度的柱网。仅从某一层次孤立解决节能问题的战略，不但不能使节能效果最大化，相反可能降低基础设施的功能，增加建设和运营成本。我国数据中心综合节能策略见图 7-2。

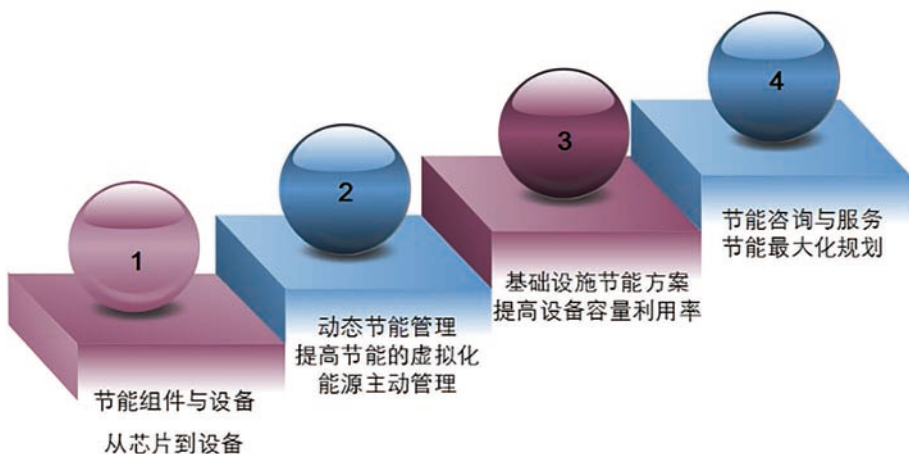


图 7-2 我国数据中心综合节能策略

数据来源：GDCT 2016 年 8 月。

降低 IT 设备用电、提高 IT 设备节能效率的途径很多，包括：采用新型节能处理器的 IT 设备，在保证同等处理能力的前提下，可降低 IT 设备的能耗；采用具有自动休眠或自动降级运行（如降频）能力的 IT 设备，使得设备在空闲时可以自动降低能耗；采用系统资源共享技术和云计算技术，通过优化资源利用效率，实现以更少的设备（亦即更少的能耗）去完成更多的处理任务。

数据中心的节能包含两个方面的内容：基础设施的节能及 IT 设备的节能。根据定义：

$$\text{电能利用效率 PUE} = \frac{\text{数据中心总能耗}}{\text{IT 设备能耗}} = \frac{\text{IT 设备能耗} + \text{基础设施能耗}}{\text{IT 设备能耗}}$$

基础设施能效低下是传统设计造成的。基础设施能效存在的问题见表 7-3。

表 7-3 基础设施能效存在的问题

问题	IT 设备	制冷系统	供电系统
资源过度供应	按照上限配置设备	强制通风方式盲目散热	按照最终的容量配置
资源利用率低	平均利用率为 30% 左右	至少过度供应一倍以上能源	设备利用率为 30% ~ 40%
资源孤岛现象	不能动态调节和共享	设备完全隔离，不能合理调度，甚至工作在相反的制冷和加热状态	资源不能动态调节，低密度机架容量富余，高密度机架不能满足要求
没有测量尺度	无法测量工作 量大小，无法动态调节	不了解发热状况和温度分布，只能盲目送风、“移动空气”	
固定运营费用 (计费方法)	能耗固定，不能按资源实际使用量来计费	设备启动后的电费是固定的，不能按需调整	设备启动后的电费是固定的，不能按需调整
数量迅速增长	服务器用量剧增、服务器“蔓延”	机房散热设备数量和容量不断增加	系统越来越复杂化，设备数量和容量不断增加
应变能力差	不能保持与业务需求变化同步	基本上是刚性的设备，几乎没有应变能力	基本上是刚性的设备，几乎没有应变能力
占用大量经费 预算	运行费用日益增加，降低了添置新设备的能力	占用大部分预算，几年内运行费用就超过购置费用，难以按需扩展	占用大部分预算，几年内运行费用就超过购置费用，难以按需扩展

数据来源：GDCT 2016 年 8 月。

1. 提高供电系统效率的主要方向

提高设备容量利用率：精细系统容量规划设计，避免设备过度规划；采用模块化设计，实现设备容量的动态增长（UPS 设备本身效率提高 10% 左右）；供电方案优化设计，降低方案的复杂性。

配置高效“高频机”设备：提高设备本身效率（2% ~ 3%）；降低交流输入系统供电设备和线缆的容量和传输损耗（效率提高 3% ~ 5%）。

采用 380V 直流 UPS 供电系统：提高 UPS 设备本身和 IT 设备内开关电源的运行效率。

UPS 系统设置“经济运行”模式：提高系统运行效率 10% ~ 12%。

2. 提高制冷系统效率的主要方向

传统的未进行节能规划设计的数据中心，制冷系统的能耗是 IT 设备的 1.4 倍左右。经过精心规划设计并最大可能采用节能措施的制冷方案和设备后，在 IT 设备满负荷时，制冷系统能耗与 IT 设备能耗之比，在没有自然冷源的环境下可降到 0.5 左右，而在全年都有自然冷源的环境下，可降到 0.2 左右。除提高设备容量利用率以提高制冷设备的工作效率之外，节能改造的要点如下：

1) 减少和消除机房内冷热气流混合状态，改善冷却效果；防止冷热气流混合，可提高机房专用空调机的回风温度。具体措施包括：机架配置隔板、机房冷热通道合理布局、空调设备的正确安放、冷通道或热通道封闭。

2) 缩短冷热气传输距离，减少传输阻力。相关技术涉及 IT 机房面积和长宽尺寸、送风方案（下送上回或上送下回）、是否铺设送风和回风管道、下送风地板高度、房间层高、线缆铺设方案等一系列内容。

3) 直接利用自然冷源，大幅度降低制冷功率；可利用地下水或地表水作为冷源，或利用部分地区冬季或春秋季节室外温度较低空气做冷源。这就涉及数据中心选址、冷源的采集、传输和热交换方法问题。

4) 改造提高空调的性能，包括：使用涡旋式压缩机；使用变频技术空调机组；适当放大冷凝器，增加散热面积，降低冷凝温度，提高制冷系数；添加冷冻油添加剂，减阻抗磨，增强冷凝器和蒸发器的换热能力；夏季对风冷冷凝器进行遮阳，采取水雾降温等措施。

5) 在方案设计阶段，应对多种方案进行技术经济比较，选取节能型的空调系统，如：带板式换热器的水冷型冷水机组，带乙二醇自然冷却系统的空调机，带氟泵节能模块的机房专用空调机等。大型数据中心还可以进一步考虑采用冷热电三联供方案（燃气内燃发电机产生的余热，供吸收式冷水机组制冷和冬季采暖用）。

6) 提高建筑物围护结构热工性能；合理控制窗墙比；采用新型墙体材料与复合墙体围护结构；采用气密性好的门窗；尽量采用具有隔热保温性能的吸热玻璃、反射玻璃、低辐射玻璃等，避免使用单层玻璃；机房围护结构应严格密封，减少漏风量等。

随着科技的进步和电子技术的不断发展，IT 设备电子元器件的可靠性、耐热性得到了进一步的提升，低耗能 CPU 系统也已涌现，使得 IT 设备对环境温度的苛刻要求得到进一步缓解，也为机房环境温度标准的提升创造了条件。

7.4.2 模块化设计应用

模块化数据中心（MDC）最初用来定义传统数据中心按照统一标准设计的数据中心模块化划分（PoD）场地，即把整个数据中心分为若干独立区域，各区域的规模、功率负载、配置等均按照统一标准进行设计，随着业务需求不断增加独立模块，从而实现快速建设，精确复制已有优秀方案的目的。

真正的模块化数据中心，制冷、供电及管理系统都应实现区域化、模块化，互不干扰，可独立运行，无共用部分，例如静压箱、水管、电池组等。

模块化数据中心的典型应用——集装箱数据中心，简述如下：

大数据的发展显著提高了对数据中心建设速度的要求，传统的数据中心建设模式从早期的咨询规划设计、投资费用申请批准、高层设计、项目招投标、土建工程、水电工程到机房建设，过程复杂，项目建设周期长，无法满足业务发展的需要。在这样的背景下，如何快速、高效、简便地设计、部署和管理数据中心，就成了一个极其重要的问题。

集装箱数据中心模块化产品就是在这种背景下出现的。集装箱数据中心把数据中心的设计和大部分施工转移到工厂进行预先定制，在现场以搭积木的方式进行搭建，从而实现了快速部署，大幅提升了数据中心效率。

集装箱数据中心的概念最早源于 Sun 公司在 2006 年 10 月提出的“黑盒子计划”，Sun 公司当时的想法是将构成数据中心的一些基本原件，包括计算机硬件、供电和冷却设备等全部塞到一个长 20ft（1ft=304.8mm）、宽 8ft、高 8ft 的标准集装箱中。这样的设计带来了很多优势：易搬运、低成本、建设速度快，并且不必受场地限制，可利用废弃的场地，可以在短期内快速构建起一个数据中心。

传统数据中心在建设初期，重点和重心一定会放在机房的基础建设以及土建方面。但是由于用户需求的不断提升和改变，导致数据中心在建设的时候常会出现一些不可估量的改变，从而使得数据中心的建设重重受挫。

然而，集装箱数据中心建设是以不同的模块为基础的，模块又是以标准集装箱的形式出现，数据中心建设过程中的具体变更基本上都可以在工厂得到专业的部署，而建筑物现场则只需提供满足各个模块所需的水、电以及网络的标准接口，建筑物结构为标准化厂房即可，并且建筑与数据中心模块的建设可以同步进行。这一方式既可极大地节省数据中心的建设时间，又可灵活满足数据中心变更的要求。相比传统建设模式，集装箱数据中心仅需 1 周的时间便可完成部署安装，可

满足业务快速上线、敏捷反应的要求。

集装箱数据中心与传统数据中心相比，其扩展性也成了一大亮点。数据中心的管员只需要根据用户的不同需求将相应数量的集装箱安放到位，接上市电和运营商网络即可完成网络的扩展。

采用模块化建设模式，配电、制冷等基础设施充分采用模块化技术，依靠业务需求柔性规划，在业务发展需要时方便柔性扩展。实时对动力、环境、安防等系统进行集中监控和统一管理的智能管理系统，在采用柔性拓展的物理架构和模块化设计思路后，既能对单个机房基础设施进行管理，也能对多个分地域的机房基础设施进行集中统一管理。

7.4.3 精确送风应用

1. 传统送风模式的弊端

通信机房空调送风方式主要分为上送风和下送风两种。上送风方式又分为风管上送风和风帽上送风，因加湿水管、冷凝水管明敷，可及时发现并排除漏水隐患，同时房间内没有架空地板，不易积尘，便于日常的维护管理，传统的通信机房内使用较多。

(1) 上送风方式的缺点

1) 上送风的空调送风方式是由机房的上部送到通信设备，与热空气交换后，从机房的下部回到空调机组内。机房的送风气流组织与空气流动特性相矛盾，从而使得房间最下部温度偏高，不利于通信设备的运行。

2) 机房的大小不同，空调机组送风距离不同，空调上送风具体形式也就有所不同。需要送风距离较短时，可以用消声送风帽的风口直接送到机房内，机房内的气流组织为上侧送风下侧回风方式。需要送风距离较长时，就需要在机房上部设送风管道，通过空调送风管、送风口把空气送到机房所需部位，这样，送风管和送风口就需要与设备的各类走线架、照明灯具进行协调，以免相互影响，给设计、施工带来一定的工作量。

3) 由于上送风方式是直接将风吹到机房内或是用送风管和送风口送到机房，所需送风机的机外余压相对下送风要高，再加上送风没有了活动地板，送风本身的风声也比下送风要高，因此，同样规格的空调机组，上送风方式比下送风方式噪声要高些。

4) 对于进深较大的通信机房，为了空调送风均匀，需要增加送风管，机房上部因通信走线桥架、空调风管、照明灯具等的布置，显得比较杂乱，因此采用

上送风方式没有下送风方式机房整齐美观。

下送风主要是在架空地板下送风，因符合热空气上升、冷空气下降的空气梯度分布规律，气流组织合理，制冷效果好，有利于解决高热密度机房的散热问题，同时施工方便、扩展性强，在新建通信机房中广泛应用。

（2）下送风方式的缺点

1) 因为活动地板主要是给通信设备布置各类通信管线用的，一些建设单位从减少消防保护区、降低气体灭火系统投资方面考虑，活动地板的净高度不到400mm。一般在工程初期时通信设备少，管线少，且开始的管线布置也是整齐有序的，能保证有足够的空间给空调送风用。随着不断扩容，设备管线愈来愈多，加上后期的施工不规范，从而无法保证空调送风所需的足够空间面积，从而影响空调的使用效果。

2) 下送风是由活动地板形成一个大的送风箱，使得通信机房的空调送风远近均匀，所以活动地板的好坏直接影响着空调的使用效果。由于地板质量不好，或是施工、管理不当都会造成送风短路，不能到达最远处通信设备机架，使得机房内区域温差较大，不利于通信设备正常工作。因此下送风的空调的使用效果受到活动地板的质量、施工、维护管理多方面因素的影响。

3) 尽管机房密封性较好，但还是有灰尘进入机房，特别是西北和北部地区风沙较大，灰尘很多，活动地板下面极易藏污纳垢，而且很难清理。如果管理不善，会造成一些部位有灰尘集聚，空调下送风会使灰尘随风进入通信设备，增加设备故障概率，严重时影响通信设备的正常工作。

4) 下送风空调方式的加湿给水管、凝结水排水管都布置在活动地板内，出现问题时不易发现，易造成安全隐患。这对安全生产是不利的。

2. 精确送风机房节能技术

目前，通信机房精确送风系统主要是对机房空调传统的送风方式进行优化，将冷热气流完全隔离，实现精确送风，可解决局部过热，提高空调制冷效率，达到节能目的。该系统根据空调送风方式可分为上送风空调的精确送风系统和下送风空调的精确送风系统两种，而每种系统又有不同的实现方式。每种精确送风系统都可将冷热气流完全隔离且符合“先冷设备，再冷环境”的原则，所以在“大机房，少设备”的情况下使用（当大型通信机房前期启用规模不大、安装设备较少时，针对启用区域采用精确送风系统），冷风直接送至机柜内部降温，也可提高空调制冷效率，降低能耗。

7.4.4 自然冷却应用

自然冷却 (Free Cooling) 免费冷却或经济化供风能帮用户大幅降低制冷能耗。自然冷却系统是一种在室外湿球温度比较低时, 通过相应的技术手段将室外冷源引入建筑内将热量带走, 以达到降温的目的。

目前, 免费制冷主要有两种方式: 空气侧和水侧免费制冷。空气侧免费制冷是指室外空气直接通过滤网或者是间接通过换热器将冷量带入到建筑内。水侧免费制冷是指一种像水或者乙二醇的制冷剂, 直接通过冷却塔循环带走热量, 而不是通过制冷机或者压缩机气流循环来散热。目前, 水侧免费制冷已在大多数数据中心基础设施建设中采用。

风冷式冷水机组带有独特的风冷自然冷却换热器, 其优先利用天然环境的低温空气冷却循环冷冻水, 可以实现无压缩机运行制冷, 显著节省压缩机的能耗。在夏季, 机组运行在压缩机循环制冷模式, 和常规风冷冷水机组相同, 完全由压缩机循环制冷。春秋过渡季节和晚上, 当环境温度达到比冷冻水回水温度低 2°C 或以上时, 开启自然冷却预冷冷冻水, 此部分为自然冷却制冷, 无压缩机功耗。自然冷却不够的部分, 再由压缩机制冷接力 (有压缩机功耗部分) 达到需求冷量。随着室外环境温度的降低, 自然冷却占的比例越来越大, 直至达到 100%, 完全自然冷却制冷, 无压缩机功耗。在冬季, 当环境温度达到比冷冻水回水温度低 10°C 或以上时, 自然冷却达到 100%, 压缩机制冷系统完全停止运行, 机组无压缩机功耗, 仅有很少量的风扇运转功率。

自然冷却风冷冷水机组与传统风冷冷水机组相比, 其优势主要在于: 随着环境温度的降低, 自然冷却的比例越来越大, 机组的功耗越来越低, 直至完全自然冷却, 仅有少量风扇功耗, 从而大幅降低了机组的用电量。

实际上数据中心里真正承载业务的服务器、网络、存储设备等所有设备消耗的电能累加起来也才和制冷空调系统消耗的电能差不多, 如何将电能更多地用于服务器等业务设备上, 而不是浪费在像制冷设备这样的非必要设备上, 是数据中心急需解决的难题。最近关于建设绿色数据中心的呼声此起彼伏, 大家都开始关注数据中心的能耗问题, 而在不减少服务器、网络、存储设备等数据中心必需设备的投入时, 更多的矛头指向了能耗大户——制冷系统。

为了确保数据中心设备的稳定运行, 需要保持数据中心内部 365 天恒温恒湿, 通过空调系统将数据中心的温度、湿度、空气洁净度等环境参数调节到满足设备制造商的设计规范。在这样的情况下, 再去考虑减少数据中心制冷系统的能源消

耗。比如：提升数据中心的运行温度，数据中心内部运行温度过低屡次被人提及；减少数据中心设备的散热；采用效率更好的空调系统；采用自然冷却的技术；还有不少其他的降耗技术，其中自然冷却技术最受热捧。自然冷却技术是充分利用自然资源，通过数据中心外部自然环境和数据中心内部环境温差，来达到降低数据中心内部温度的目的。在这个过程中，制冷系统或者完全旁路，或者部分用自然界可用的空气或水冷却数据中心，自然冷却可以有效降低数据中心制冷系统的能源消耗，但不是全部。为了保持数据中心内部的恒温恒湿，当外界环境温度高于数据中心内部温度时，依然要采用空调系统机械制冷，当外界环境温度较低，则无须空调系统工作，外部的冷源可以通过直接或间接的方式引入室内，从而减少空调系统的使用时间，达到节能的目的。

自然冷却技术的应用有不少的限制条件，当数据中心外界温度高于内部温度时，这种技术就无法应用。在地球赤道附近的国家，这些地方常年温度在 30℃ 左右，而数据中心的设计温度一般要求在 24 ~ 26℃，这些地方的数据中心就无法应用自然冷却技术。有些地方温度变化比较频繁，四季分明，早晚温差大，自然冷却技术的效果就会比较有限，甚至每天空调系统都要忙于开启或关闭，反复调整对空调的寿命影响也比较大。所以采用自然冷却技术的数据中心，应该选择建设在那些自然界温度凉爽、温差变化不大的区域，在这些地方往往可以取得很好的节能效果。有不少的巨头公司将数据中心建在冰岛，建在海边或海上，目的都是想充分利用自然冷却技术，为数据中心降低能耗。这些地方常年温度较低，数据中心内外常年存在温差，有利于数据中心散热。

选择了一个温度符合的区域还远远不够，数据中心对湿度、空气质量都有着严格的要求。所以自然界空气的湿度过高、空气污染严重的都需要空调系统做二次处理。比如在海边，空气湿度大，如果任由自然界空气灌入数据中心，湿气往往给电子设备带来腐蚀，加速设备老化，不利于数据中心的稳定运行，这时就要增加一些干燥设备，有些空调也支持调整湿度的功能，这样空调系统还是保持运转，丝毫没有节省电能。而对于空气污染，空调系统就无能为力了，大量的带有硫化物、酸性物质的空气，含有雾霾的空气涌入数据中心，将腐蚀电子设备，甚至带来设备短路。对于这些低质量的空气，数据中心还要增加一套空气净化系统，这样虽然减少了空调系统的能源消耗，却又增加了空气净化系统的能源消耗，没能从根本上解决能耗的问题。

自然冷却是将外部的冷空气输入入数据中心，不像空调系统那样还需制冷环

节（制冷是空调系统中消耗电能最大的环节，其他部分基本可以忽略不计），将制冷后的空气送入数据中心，带走热量。这就要求自然冷却的出入通风口要设计合理，让冷空气能够经过散热的设备，并将热量送向出风口。由于进入的冷空气温度时高时低，为避免温度的变化对运行的设备造成影响，空调系统还需进行辅助调温，空调系统可以处于半工作状态，也能达到部分节能的目的，让数据中心内部的温度在 2°C 以内波动，这样对数据中心设备的影响最小。空调系统时时起到对数据中心内部环境监控的作用。

在采用自然冷却技术的数据中心制冷系统中，数据中心内部和外部各有独立的换热盘管，用管路将两者联接成封闭环路，环路内有环保的媒介工作流体，借助媒介泵的作用流体在环路内循环。当外部温度较低时，直接将外部低温空气送至数据中心内部，为内部降温。当外部温度高，不足以带走内部热量时，开启空调制冷系统。空调系统也可以根据温差来调制冷量的大小，通过动态调节，部分制冷，减少电能的消耗。这种利用自然界空气降温的技术已经达到了商用级别，在实现上并不存在技术难度。现在自然冷却早已成为一种比较成熟的技术，并在先进的数据中心中开始应用。对于老旧的数据中心，更换这样一套空调制冷系统，成本较高。建议新建的数据中心优先考虑自然冷却的制冷技术，这将为数据中心节省一笔不小的开支。在能源越来越紧张、电能消耗越来越大、商业用电价格不菲的今天，不难预见，未来的数据中心将越来越多地采用自然冷却技术。

7.5 当前数据中心节能研究分类分析

数据中心巨大的能源消耗是促使人们研究其能源利用效率的主要推动力，而具有讽刺意味的是全球数据中心的实际能源消耗量，至今还没有任何有信服力的统计结果。造成这种现象的原因很多：一方面，数据中心发展仍在上升期，数量及设备性能均存在着不稳定性，这在客观上给统计工作带来了困难；另一方面，大部分数据中心运行管理人员将数据中心运行数据视为一种私有资源，不愿意公开，主观上为统计工作设置了障碍。

对数据中心能耗的研究根据研究角度的不同可以分为两类，一类是从宏观上研究，力求获得数据中心总体的耗能情况。主要是采用一种间接估算的方法来研究全球服务器的能耗总量。它主要依据全球服务器消费及运行信息。将服务器按其价格分为三类，通过市场调查分析出各类服务器的历史安装数、制造厂家出货数及报废的台数。在每类服务器中选取一个最具代表性的典型服务器来测量其能耗数据，再将测得的各典型服务器全年能耗乘以每一类服务器的实际运行台数，

则可以得到全球服务器总能耗估计值。这类研究的未来发展方向是：进一步提高估算的准确性及考虑数据中心其他部分能耗（其他 IT 设备及制冷等辅助设备的能耗）的统计，从单纯的统计转变为对未来能耗的预测上。

另一类是以特定的数据中心作为研究对象，通过对个体的研究以期反映出总体的特点。这一类研究的进一步发展一方面依赖于测量仪器的发展（这一点对于电源供应不独立的数据中心来说尤为重要），另一方面也依赖于所研究的数据中心数量的增加和每个数据中心历年数据的累积，将数据以数据库的形式建立起来以供业内人士进一步研究。

第 8 章

数据中心领域风险分析

8.1 数据中心产业风险概述

8.1.1 数据中心产业当前形势

在各项政策的带动下，潮水般涌入的社会资本，加上资金大笔投入的国有运营商，让数据中心建设走上“高速赛道”，大型数据中心有近 1/3 都集中在北京、上海、广州三地，而新疆、西藏、青海经济落后的地方到现在还没有大型数据中心。

我国数据中心建设扎堆情况严重，建设数据中心的数量与当地经济发展情况密切相关。通常而言，经济比较好的省区，也是数据中心建设较多的省份。

但在国家政策的号召下，贵州、云南、宁夏、内蒙古、重庆、山西等地方政府，特别是欠发达地区，也纷纷将数据中心作为新兴产业的标志性基础设施，积极引进，大力建设。

虽然增速耀眼，但与国际先进水平相比，我国数据中心总体能耗水平一直偏高。住房和城乡建设部 2015 年 12 月颁布的《绿色数据中心建筑评价技术细则》规定，数据中心设计 PUE 值应小于等于 2.0。PUE 值是国际上判断数据中心能耗的通用标准，我国 2.0 的标准代表着每消耗 $2\text{kW}\cdot\text{h}$ 电，就有 $1\text{kW}\cdot\text{h}$ 用于系统消耗，另一半才用于计算本身。

8.1.2 建设绿色数据中心的拦路虎

除了上文提到的能耗高之外，建设绿色数据中心还会面临以下问题：

1. 数据中心建设者对“绿化”认识不足

目前，绝大多数需要建立大型数据中心的单位，对数据中心“绿化”认识不足。在系统规划时，只是注意数据中心的处理能力如何、磁盘阵列有多大、网络怎么规划、UPS 如何配置等事项，而对数据中心的能耗、空调、环保设计还缺乏认识，或者根本没有把数据中心的节能、降耗、运营成本等进行综合考虑。节能减排是国家可持续发展的战略决策，还需要加大力度提高各行业对建设绿色数据中心的认识，并且要求任何单位在进行数据中心规划时，都要考虑数据中心的“绿化”问题。

2. 真正节能降耗的 IT 产品数量少，用户选择空间不大

数据中心的“绿风”虽然已经吹起，市场潜在需求很大，但技术驱动的动力

不足,也就是说,真正能保证数据中心的效能又节能、降耗、环保的IT产品少,无论是服务器、网络、存储设备还是UPS等,品种少、门类不全,希望IT行业生产厂商和研制单位尽快研制出数据中心“绿化”的系列产品,在绿色数据中心建设中,充分发挥技术驱动的作用。

3. 数据中心整体架构亟待变革

实际上,目前使用的服务器架构已经沿用几十年了,存在的问题已经浮出水面,刀片机的问世使服务器的架构设计向前迈进了一步,但也带来了通风散热的问题。数据中心众多的网络设备、存储设备等,虽然通过网络连接起来了,但实际上仍是一个个独立的群体。数据中心设备的整合、优化,集约化、集成设计已经被提到议事日程之中。要想提高服务器的效率和整个数据中心的效能,实现具有节能降耗和降低整体成本的功能,数据中心和服务器的体系架构设计必须进行变革,用户在期待新一代服务器时代的到来。

4. 绿色数据中心建设缺少统一的标准和规范

数据中心绿色化发展已成趋势,但是,什么是绿色数据中心,绿色数据中心应该参照什么标准来设计等,没有一个公认的概念和标准,这对绿色数据中心的建设发展不利。

随着云计算、大数据、人工智能以及物联网等技术的发展,人们对互联网的要求越来越高,这些要求不仅仅局限于网速、带宽、安全性等方面,客户需要的是一个性价比高、安全性强、运维成本低、综合性能强的数据中心。如何建设好这样的数据中心,业内人士提出了以下建议:

第一,每年例行对数据中心进行能效评价和监测,搭建规范的监测平台,由第三方专业机构进行安全性排查并提出能效提升建议,力争5年内减少总能耗的15%以上。

第二,需要加快数据中心各类节能标准的制订。比如,研究制订与各地区特有的数据中心相关的各类节能标准和规范,为建设、改造、运维绿色数据中心提供强有力的支撑。

第三,对数据中心节能减排进行持续宣传,通过组织数据中心的会议、活动、巡展、沙龙等进行复合型宣传,以达到立竿见影的目的。

第四,加大对数据中心节能改造的资金扶持。数据中心节能改造收效显著,但是前期投资需要政府、专业机构的政策支持和资金扶持,需要政府出台专门针对数据中心的改造补贴政策和考核政策。

第五，需要对节能改造企业进行培训和认证。需要政府和有关部门联合协会或者第三方独立机构，对节能改造企业进行定期培训和认证，以便提高改造水平，让节能改造起到真正的作用。

第六，建立数据中心节能技术验证实验室，发现有效的数据中心节能减排新技术、好技术，进行重点推广，让科技快速转化成生产力。

更强大、更安全的数据中心处理能力是用户追求的目标，但在能源开销与日俱增的今天，技术发展的另一面是消耗更多的资源。面对越来越庞大的数据中心以及越来越严峻的能源问题，全面推进数据中心建设的绿色化已经刻不容缓，而数据中心建设也将从早期的功能服务转向智能服务、节能服务，低能耗、环保型的绿色数据中心必将成为数字时代的新主题。绿色数据中心建设是一项政策配套性强、技术服务强、涉及面广、工作周期相对较长的系统工程，需要全行业参与，并且应该重点突破，坚持创新驱动。在国家政策和技术的驱动下，数据中心产业的发展也将会越来越好。

8.2 宏观经济风险

宏观经济风险是指经济活动和物价水平波动可能导致的企业利润损失。宏观经济风险具有潜在性、隐藏性和累积性。

十九大报告向全世界描绘了我国建设社会主义现代化强国的宏伟蓝图，提振了全社会、全民族的气势与信心。在有效劳动供给不断提高、大国优势进一步发挥的背景下，我国经济依旧具有较高的中长期增长潜力。ICT research 预测，到 2020 年全面建成小康社会之时，我国按照购买力平价计算的人均 GDP 将达到美国的 30% 左右，即将成为高收入水平国家。到 2035 年，我国将稳稳进入全世界发达国家前 30 名的行列；到 2050 年，我国将成为全世界最发达的国家之一。十九大进一步指出我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段，经济总量的增长不再是唯一的政策考量。可以预期，未来各项改革将加速落实，以数字经济、高端装备制造等为代表的新动能将推动经济平稳运行。

8.2.1 2035 年与 2050 年的经济大图景

2020 年到 2035 年是第一个“十五年目标”的奋斗阶段。十九大报告对第一个十五年目标“基本实现社会主义现代化”的描述性定义是：“到那时，我国经济实力、科技实力将大幅跃升，跻身创新型国家前列；人民平等参与、平等发展权利得到充分保障，法治国家、法治政府、法治社会基本建成，各方面制度更加完善，国家治理体系和治理能力现代化基本实现；社会文明程度达到新的高度，国家文化

软实力显著增强，中华文化影响更加广泛深入；人民生活更为宽裕，中等收入群体比例明显提高，城乡区域发展差距和居民生活水平差距显著缩小，基本公共服务均等化基本实现，全体人民共同富裕迈出坚实步伐。现代社会治理格局基本形成，社会充满活力又和谐有序；生态环境根本好转，美丽中国目标基本实现。”

2035年到21世纪中叶是第二个“十五年目标”的奋斗阶段。十九大报告对第二个十五年目标“建成社会主义现代化强国”的描述性定义是：“到那时，我国物质文明、政治文明、精神文明、社会文明、生态文明将全面提升，实现国家治理体系和治理能力现代化，成为综合国力和国际影响力领先的国家，全体人民共同富裕基本实现，我国人民将享有更加幸福安康的生活，中华民族将以更加昂扬的姿态屹立于世界民族之林。”

对于中国经济的中长期增长趋势，主流观点认为，中国经济由于人口红利已消失、全要素生产率下降、体制机制问题、经济结构问题等原因，未来增长很难再回到7%或更高的增速，但是ICT research认为，2017—2021年依靠新的“人口红利”、地区发展收敛效应和悄然改善的国际形势，中国经济将有潜力继续保持接近7%的年均增速。

根据国家统计局公布的数据，我国劳动年龄人口从2006年到2011年增长了5205万人，而从2011年到2016年仅增长431万人；15~64岁人口占总人口的比重从2011年的74.4%下降到2016年的72.6%，下降了1.8个百分点。2016年我国65岁及以上人口占到总人口的10.8%，在过去五年上升了1.7个百分点。从这个角度看，我国人口的“数量红利”已经结束。我国劳动年龄人口数量与占比见图8-1。



图8-1 我国劳动年龄人口数量与占比

数据来源：统计局，ICT research 整理 2016年3月。

但是，人口在经济发展中的作用并不仅仅取决于劳动力人口的数量，同时还取决于劳动力的平均质量，包括劳动力教育水平、健康水平等。一个拥有更熟练技能、更丰富知识、更健康身体条件的劳动力往往能为社会创造更多的价值。如果以我国劳动力数量、劳动力评价素质和健康水平综合衡量我国的有效劳动力供给的话，我国有效劳动力供给将在未来 10 年继续上升。

相比于韩国和日本，我国具有更大的市场，利于企业降低平均成本，能够让那些前期投入很大的企业放开手脚进行研发投资或者基础设施投资。以我国的铁路交通为例，我国有广阔的国土面积、世界第一的人口数量、城市与城市之间发展有很大的差异性，从而形成了对铁路交通的巨大需求。这一巨大市场支撑了研发，能够让研发投入不断上涨，有力地推动高铁技术的发展和升级并走向世界。与此逻辑完全相同的是我国的建筑、工程机械、通信设备制造等行业也已经成为世界的龙头行业。同样，我国近几年迅速发展的“互联网经济”“数字经济”也受益于我国的巨大和差异化市场，以淘宝、京东等互联网企业为例，它们在学习借鉴国外的商业模式基础之上，借助国内形成的统一、差异化市场，覆盖了庞大的用户群，从而可以在全国范围内统一销售产品、布局销售网络，大大降低了企业的平均成本。

“一带一路”倡议正在稳步推进，未来我国在世界经济格局中大有可为。一方面，我国积极支持“一带一路”沿线国家（地区）的经济发展，2017 年 1—9 月，我国企业对“一带一路”沿线的 57 个国家（地区）有新增投资，合计 96 亿美元，占同期总额的 12.3%，比 2016 年同期增加了 4 个百分点。沿线非金融类投资额增长较快的国家（地区）有柬埔寨、老挝、马来西亚、俄罗斯，分别同比增长 82.9%、68.8%、68.2%、34.1%。同时，我国企业也在“一带一路”合作中不断获益，2017 年前三季度，我国企业与“一带一路”沿线的 61 个国家（地区）新签对外承包合同额为 967.2 亿美元，占同期总额的 57.5%，同比增长 29.7%；完成营业额 493.8 亿美元，占同期工程承包合同总额的 48.2%，同比增长 7.9%。

8.2.2 实现“两个一百年”宏伟目标的经济增长路径

从我国经济现在的发展阶段来看，我国在 2010 年时刚刚从中等收入国家跨入中高等收入国家的行列，距离高收入国家还有很大一段距离。以 2011 年不变价美元的购买力平价（PPP）计算，2016 年我国人均 GDP 为 14 401 美元，仅仅占到美国同期的 27%，从历史发展阶段来看，对应这一比例，日本是 1958 年，韩国是 1980 年，我国台湾地区是 1979 年。

分别参考韩国等东亚国家（地区）和我国台湾地区以及巴西、智利等拉丁美洲国家（地区）的历史经验，从人均 GDP 和 GDP 总量的角度来分别模拟推演出我国经济未来增长的东亚路径和拉美路径。

在东亚路径下，到 2035 年和 2050 年时，我国人均收入水平将分别相当于届时美国的 49.7% 和 73.4%。在拉美路径下，到 2035 年和 2050 年时，我国人均收入水平将分别相当于届时美国的 33.0% 和 28.1%。结合世界银行的人口预测数据，在东亚路径下，到 2035 年和 2050 年时，我国经济总规模将分别相当于届时美国的 191% 和 253%。在拉美路径下，到 2035 年和 2050 年时，我国经济总规模将分别相当于届时美国的 127% 和 97%。2016—2050 年在东亚路径和拉美路径下我国人均 GDP 占美国人均 GDP 的比值见图 8-2。

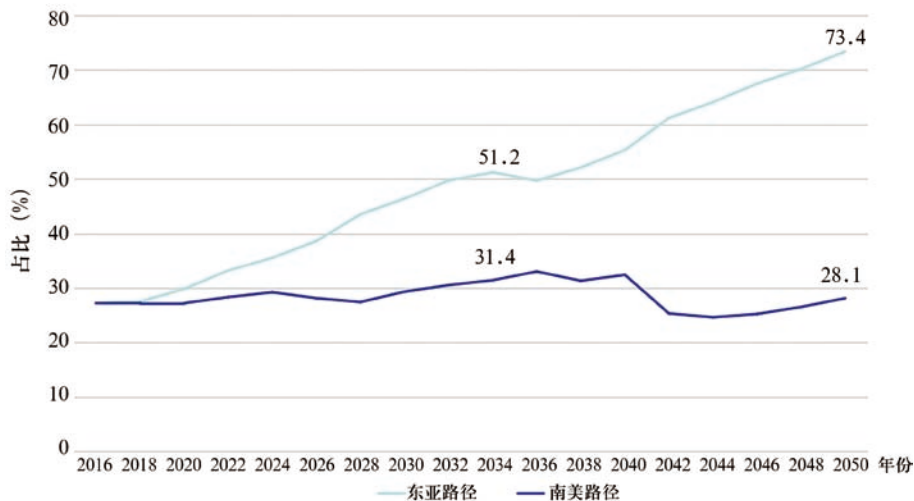


图 8-2 2016—2050 年在东亚路径和拉美路径下
我国人均 GDP 占美国人均 GDP 的比值

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。

将我国的产业结构与发达国家进行对比，能够得到以下一些结论。第一，我国农业占经济的比重仍然过高，发达国家农业占 GDP 的比重大约在 3% 以下，是我国 2017 年的 1/3。第二，我国的服务业仍有较大发展空间，包括科技、知识产权、商业服务等项目的其他服务业占 GDP 的比重仅为发达国家的 1/3，即使是与东亚国家的历史产业结构相比，这一比例仍然很低。第三，我国的金融服务业在 2006—2016 年得到长足发展，7.25% 的占比已经超越美国 2015 年前 7.2% 的水平，远高于日本、韩国与德国。2017 年十九大报告进一步明确了增强金融

服务实体经济能力，注重金融业与实体经济的平衡发展也是产业结构调整的重要方面。

8.2.3 宏观经济政策对数据中心产业发展的影响

宏观经济政策对产业发展的影响可以从产业结构、产业组织、产业布局和产业技术四个方面进行分析。产业结构是资源在产业间进行配置的结果，产业组织和产业布局分别反映了产业内部资源配置的组织形态和地理区域集聚形态，而产业技术和创新能力则决定了产业内各企业在市场竞争中的地位。

引导产业结构升级的政策可以概括为两类：第一，针对具体行业出台的产业政策。第二，出台总量型的供给类政策，形成市场化价格，引导资源在不同产业之间进行合理流动。产业结构政策要符合产业结构升级方向，结合产业结构升级的一般规律以及我国的国情，数据中心产业是具备就业创造能力、处于价值链高端，并且有助于提升各产业生产效率、产业技术先进、资源利用效率高的生产性服务业，是政府鼓励的一类产业。

产业组织政策以促进市场公平竞争为目标。与市场导向型的产业结构政策相适应，我国的产业组织政策也以促进企业有效竞争，限制各种形式的垄断为主要政策取向。反垄断、国企改革和消除行政垄断、促进小微企业发展构成了鼓励市场化竞争的主要产业组织政策。

优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域对应着不同的产业布局。

产业技术政策以保护知识产权，促进产业技术升级为目标。实施创新驱动发展战略、保护知识产权、采取财政措施促进知识产权研发、综合运用多种手段促进知识产权的创造运用、分担企业风险等都是产业技术政策的主要内容。

8.3 政策风险

8.3.1 政策风险特征

在一般意义上，政策风险是指由国家或地方政府所颁布的政策给行业或企业未来的发展带来的不确定性。由于各个行业或企业所面临的实际情况不同，必然会受到不同的行业政策的影响，其所面临的具体政策风险必然是不同的。

数据中心产业的政策风险是指：一般情况下，国家或地方政府为了规范数据中心产业市场行为或调整数据中心产业市场供需平衡关系，促使数据中心产业向着国家预期的方向健康发展，会以法规、文件、通知、要求、会议等形式出台相

关政策，这些政策会对数据中心产业已经发生或拟发生的经营行为做出规范或调整，从而会发生数据中心产业未来的发展轨迹偏离其预期的可能。这种由政策导致的产业发展实际轨迹与其预期轨迹的偏离就是数据中心产业发展的政策风险。

政策风险属于系统风险，非个别企业所能回避。它给企业带来的影响不是由于企业自身的原因造成的，而是来源于政府对整个行业的政策。处于该行业中的企业无一例外地都会受到政策的约束，区别仅在于谁面临的风险更大。在应对政策风险时，企业只能消极地拿出措施去适应政策和降低政策带来的损失，而不能试图去改变政策。所以，做好预测等前期工作就更为重要。

政策风险具有强烈的针对性。政策风险是由政府颁布的某项政策引起的，这项政策是针对社会经济发展中的某个或某部分问题提出的，一般只会在某些行业或特定事件中发挥作用。

政策风险与行业发展大势紧密相关，政策的出台常常具有滞后性。政策通常是伴随行业的发展情况而出台的，政府出台某项政策的依据是行业现实的发展状况。如果行业发展过热，就出台相应的抑制政策；如果市场不景气，就出台一些刺激发展的政策；而如果行业保持着健康平稳的发展态势，政策一般也会保持不变。因此，政策总是随着行业的发展情况而变化的，它是政府引导行业从现实不良的发展状况向理想健康状况发展的重要工具。所以从这个意义上来讲，政策风险的预测又变得相对容易得多。

8.3.2 数据中心产业政策风险

近些年，转型进入 IDC 领域的传统企业数量进一步增长。首先，“三去一降一补”政策明确要求传统重资产型企业开拓新思路、寻找新方向、打造新产品，实现由劳动密集型产业向高新技术密集型产业转变。其次，房地产业、纺织业、材料制造与加工业、机械制造业等传统重资产企业在基础设施（厂房、水电）方面，具有一定优势，传统企业的跨界进入对 IDC 市场发展起到了促进作用，大量收购推动了传统企业与 IDC 产业的跨界融合。

政府通过政策引导，进一步推动了 IDC 行业的规范化，监管力度加大，监管制度逐渐完善。“十三五”期间国家层面涉及的数据中心产业政策导向主要集中在以下几方面：

（1）绿色节能仍是数据中心建设的目标 加快推动现有数据中心的节能设计和改造，有序推进绿色数据中心建设。到 2018 年，云计算和物联网原始创新能力显著增强，新建大型云计算数据中心 PUE 值不高于 1.5；到 2020 年，形成

具有国际竞争力的云计算和物联网产业体系，新建大型云计算数据中心 PUE 值不高于 1.4。

（2）合理布局、适度超前部署数据中心建设 优化全国大型、超大型数据中心布局，在杜绝数据中心和相关园区盲目建设的同时，可以适度超前布局、集约部署云计算数据中心、内容分发网络、物联网设施，实现应用基础设施与宽带网络优化匹配、有效协同。鼓励在“一带一路”沿线节点城市部署数据中心、云计算平台和内容分发网络（CDN）平台等设施。

（3）加强数据资源规划，推动行业数据中心建设 推进政务数据资源、社会数据资源、互联网数据资源建设，建立国家关键数据资源目录体系，统筹布局区域、行业数据中心，建立国家互联网大数据平台。探索推进离岸数据中心建设，建立完善全球互联网信息资源库。

除了国家层面的政策以外，各省市也根据自身的建设发展需求，针对信息化、大数据、“互联网+”等方面出台了許多政策。从各省市政策的分布来看，东部沿海地区针对信息化、大数据、“互联网+”的相关政策较多。贵州省作为国家第一批大数据综合试验区政策利好较多。在各细分领域如教育、政府、医疗、运输及农业等，也出台了有关信息化建设、大数据发展和“互联网+”的政策。各省政策中值得注意的是多地政府规划未来将不会自建机房，而是采用合作方式采购统一的云平台。

2013—2015 年我国各地运营商 IDC 市场面积规模与增长情况见表 8-1。

表 8-1 2013—2015 年我国各地运营商 IDC 市场面积规模与增长情况

地区	相关政策
河南	2020 年完成 3 ～ 5 个全国大型云计算中心建设，将郑州建成全国重要的云计算中心
贵州	建设贵阳－贵安大数据产业发展聚集区
湖北	重点培育武汉、襄阳、宜昌等一批大数据中心
湖南	建设国家超级计算长沙中心
上海	张江高科园区、金山工业园区、漕河泾新兴技术开发区、金桥经济技术开发区、康桥工业区、松江技术开发区
江西	推进中国电信江西云基地大数据中心示范工程建设
浙江	滨江、千岛湖、转塘、临安等云计算产业园
江苏	南京、苏州、无锡、常州等城市发展数据中心

(续)

地区	相关政策
陕西	依托沣西新城、西安高新区、西安经开区，加快推进中国移动数据中心、陕西广电数据中心、西咸新区信息产业基地、西部云谷二期、中国大数据延安基地、城市运营大数据中心等项目建设
广东	广州、深圳、佛山、珠海、东莞
海南	在海口和三亚重点建 IDC 枢纽机房；规划期末，海南省将建成 3 座大中型 IDC 机楼（2 座在岸、1 座离岸），同时将建成 15 个中小型 IDC 机房，其中三大通信运营商建成 IDC 机房 12 个，海南有线建成视频内容中心 2 个，海航建成 IDC 机房 1 个
宁夏	建设中卫西部云基地、银川 iBi 育成中心等产业基地，发展亚马逊、中国电信、中国移动、中国联通等国内外一流数据中心
四川	西部地理信息科技产业园、北斗导航服务产业基地、天府新区产业基地
安徽	合肥云计算大数据生产应用中心，淮南、宿州市大数据存储基地，黄山、池州市云计算大数据创意产业园
重庆	两江国际云计算产业园、两江新区互联网产业园、重庆移动互联网产业园、巴南云计算产业园
福建	厦门闽台云计算产业示范区、数字福建（长乐）产业园、中国国际信息技术（福建）产业园

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。

8.3.3 已出台的一些政策

近年来，国务院发布的数据中心相关的政策，包括战略性新兴产业、云计算、通信行业、大数据和“互联网+”等。数据中心现已被关注成为一个类似于水厂或者电厂的具有战略性的基础设施，希望未来的数据中心能够基于云计算作为绿色环保、低成本、高效率的高效信息基础设施。

2017 年 8 月，为贯彻落实《关于深入推进新型工业化产业示范基地建设的指导意见》，做好国家新型工业化产业示范基地管理工作，促进产业集聚集群区规范发展和提质增效，推进制造强国建设，工业和信息化部研究制定了《国家新型工业化产业示范基地管理办法》。其中，国家示范基地是指现有产业园区（集聚集群区）按照新型工业化要求改造提升，经省级示范基地培育创建，形成的主导产业特色鲜明、发展水平和规模效益居行业领先地位，在协同创新、集群集约、智能融合、绿色安全等方面具有示范作用，走在全国前列的产业集聚集群区。工业和信息化部负责国家示范基地评审及相关管理工作。国家示范基地分两个系列，即规模效益突出的优势产业示范基地和专业化细分领域竞争力强的特色产业示范

基地。其中，国家示范基地的主要产业领域包括：装备制造业、原材料工业、消费品工业、电子信息产业、软件和信息服务业、军民融合，以及新兴的产业领域，重点包括：工业设计、研发服务、工业物流等服务型制造领域，高效节能、先进环保、资源循环利用、安全产业、应急产业等节能环保安全领域，工业互联网、数据中心等围绕“互联网+”涌现的新产业、新业态等。

2017年8月，工业和信息化部办公厅印发《关于组织申报2017年度国家新型工业化产业示范基地的通知》，该通知首次将数据中心、云计算、大数据、工业互联网等新兴产业纳入国家新型工业化产业示范基地创建的范畴，并提出本年度优先支持新兴产业示范基地的创建。

近年来，我国信息产业发展迅猛，数据中心作为新一代信息技术及互联网创新应用的关键性基础设施和数据枢纽，为我国经济转型升级提供了重要支撑。国家新型工业化产业示范基地（数据中心）是指按照《关于数据中心建设布局的指导意见》提出的布局导向和原则规划建设，在节能环保、安全可靠、服务能力、应用水平等方面具有示范作用，走在全国前列的大型、超大型数据中心集聚区，以及达到较高标准的中小型数据中心。国家新型工业化产业示范基地（数据中心）的创建评选工作，将促进数据中心产业健康快速发展。

8.4 技术风险

随着社会各领域信息化水平的不断提高，数据中心作为信息化的载体，重要性不断凸显。巨大的需求使得数据中心正面临前所未有的挑战。高效、低成本、灵活、可靠、可扩展及绿色等都是数据中心演进的关键词，传统数据中心已经无法满足发展需要。在节能减排、云计算及IT技术的促进下，新一代数据中心正在迅速发展。

伴随着云计算、大数据等新技术、新应用的涌现，从数据大集中到多业务整合，数据中心的规模化发展成为未来发展方向之一。除了小型特色数据中心外，大型乃至超大型数据中心成为发展重点。规模发展的同时，数据中心也成为能耗大户。减少数据中心能耗不仅能降低运营成本，更是企业社会责任的一种体现，以节能环保为目的的绿色数据中心成为发展方向。数据中心的“大”不仅体现在面积大、服务器多，还体现在业务种类多、业务处理量大、数据资源多。因而数据中心适应业务变化和发展的灵活性，又称为“弹性”，成为数据中心的必备特性，是提升数据中心业务价值的重要抓手。

大规模、绿色、弹性成为数据中心发展需要面对的问题。没有一种单一的技

术能完全解决这些问题,因而需要使用系统工程的方法,通过综合治理才有成效。

大型数据中心是伴随着IT的集中化和互联网业务的高速发展而产生的。企业的IT应用从分散部署走向集中化,驱动了大型企业数据中心的建设。互联网业务尤其是移动互联网业务的飞速发展,各类互联网业务对基础设施提出了新的要求,驱动了大型互联网数据中心的发展。数据中心的规模化发展从量变带来了质变,对基础设施提出了新要求。

8.4.1 云计算技术

云计算技术具有鲜明的技术特征。云计算系统具有低成本、大规模的特点,以低成本运算单元取代传统大型IT系统设备,降低了IT系统的建设和扩容成本,同时通过软件技术实现了大量低成本IT硬件单元的协同工作,保证了高可靠性。云计算系统具有平滑扩展能力,具备高度的扩展性和弹性,可以方便、快速地增加或减少资源。

云计算系统具有资源共享能力,可提供多种形式的计算、存储、网络能力资源池,可为多种上层应用提供服务,同时实现资源的自动分配与管理。

由于大型数据中心的集中化、整合特性,其所承载的IT系统不能采用传统的烟囱式系统建设方式。烟囱式系统建设方式会导致资源难以共享、利用率低、标准化程度差,建设和扩容成本难以控制。云计算技术的出现,可以“云化”数据中心需要承载的IT系统,使得建设和发展规模化数据中心成为可能。

利用云计算技术和模式,数据中心将成为云计算数据中心。从提供云服务基础架构的模式上,大致可分为私有云、公有云或混合云。云计算的IaaS、PaaS和SaaS服务模式是数据中心IT系统规划的蓝图,同时也是数据中心业务模式创新的源泉。基于IaaS,数据中心可以升级传统的资源类出租业务,提供弹性资源出租,实现按需服务;基于PaaS,数据中心可以在传统增值服务基础上,提供有特色的能力服务;基于SaaS,数据中心可以深化服务内容,进一步提高收益水平,提升差异化竞争能力。

8.4.2 服务器技术

服务器设备是数据中心IT基础设施的核心之一,提供数据中心的计算能力。大型数据中心对服务器的数量、安装密度、性能和成本都提出了新要求。

大型数据中心往往规划安装多达上万台服务器设备,因而可安装密度成为服务器发展的驱动力。数据中心服务器按照安装方式可划分为塔式服务器、机架式服务器和刀片式服务器。机架式服务器具有节省空间、密度较高、便于集中维护

和管理等优势，是目前数据中心通用型服务器的主流型式。为了提高安装密度，刀片式服务器、高密度服务器的使用越来越多，甚至它们的使用方式已经受限于机房的供电和空调能力。

服务器性能特别是 PC 服务器处理性能的不断提升，支撑了大型数据中心的发展。现有 x86 处理器已经集成了多核、多线程技术，发展到单 CPU 可封装 16 核，能够极大地提高数据中心的计算能力。此时服务器的 I/O 延迟、I/O 带宽逐渐变为应用的计算瓶颈，因此采用新的 I/O 技术和磁盘技术成为发展方向。

由于服务器的数量多，大型数据中心对服务器设备的成本比较敏感。在柔性制造技术不断成熟之下，通过选择低成本的产品组件、有针对性地削减非常用配置、共用冗余和容错措施来制造应用定制服务器，可以达到降低制造成本的目的。在 Facebook 的开放计算机项目（Open Compute Project, OCP）中开源了服务器的核心设计技术，其定制化服务器不依赖于单机性能，通过水平扩展实现高吞吐率；只保留最基础的硬件冗余和容错，不强调服务器单机的可靠性，通过软件实现 IT 系统的高可用性，与同类标准化产品相比，据称成本降低了 28%。

8.4.3 网络技术

在传统和小型数据中心中，由于业务密度低，对网络需求较为简单。在大型、云计算数据中心中，网络是 IT 系统联通的基础，IT 应用将网络视作一种资源，对网络提出了更高要求，网络的功能和性能将决定数据中心服务交付的性能。

以太网是数据中心网络的基本技术，更高的网络带宽是实现数据中心大型化的物理基础。目前基于 IEEE802.3ba（40/100 Gbit/s 以太网标准）的网络产品的逐渐应用，解决了流量密集环境的宽带需求，数据中心内部的同步大流量、备份大流量、虚拟机迁移大流量等将不再出现瓶颈。另外，基于优先级的流量控制 IEEE802.1Qbb、增强传输选择 IEEE 802.1Qaz、拥塞通告 IEEE 802.1Qau 等新协议也增强了以太网的功能。

云计算数据中心中应用的服务器虚拟化技术对网络提出了新的功能要求。首先是虚拟机的交换问题。为实现虚拟机之间以及虚拟机与外部网络的通信，必须存在一个“虚拟以太网交换机”，IEEE 802.1Qbg（EVB）等提供了解决方案。其次是虚拟机的动态迁移要求扁平 2 层网络的支持。传统大型数据中心的网络在汇聚层以上往往设计为 3 层路由方式以控制网络区域半径，即使是 2 层网络也需要配置生成树协议来消除 2 层环路，从而导致收敛慢等问题。目前一些增强 2 层技术和大 2 层技术已经实际使用。增强 2 层技术通过堆叠 / 集群等方式将两台或多

台物理设备虚拟成一台逻辑设备，原有设备的控制平面和转发平面整合为一个整体。大2层技术（例如 TRILL、SPB）利用类似3层路由概念计算出2层网络路径，实现2层交换，同时使得2层网络具有了和3层网络一样的高扩展性和高可靠性。

8.4.4 存储技术

大型数据中心的数据存储需求具有海量、高性能、高可用和可管理等特征。随着大数据应用的日渐增多，对数据中心存储系统提出了更高要求。

分级存储是应对海量数据存储的基本技术。分级存储是指根据数据不同的重要性、可用性、访问频次和存储成本等指标，将数据分别存放在相应的存储设备上。

分级存储基于数据价值级别判定，将不经常访问的数据自动转移到较低存储层次，减少非重要性数据在一级磁盘所占用的空间，释放出较高成本的存储空间给更频繁访问的数据，从而提升整个系统的存储性能，获得更好的性价比。分级存储系统一般分为在线存储、近线存储和离线存储3级存储方式。

云存储是应对数据中心大数据的新技术。云存储是指通过集群应用、网络技术或分布式文件系统等功能，将网络中大量各种类型的存储设备通过应用软件集合起来协同工作，共同对外提供数据存储和业务访问功能的系统，一般包括块存储、文件存储、对象存储和表存储4类。云存储继承了云计算技术的一般优点，除了较难支撑事务频繁的关系型数据库外，在扩展性、可靠性、高性能、易维护及低成本等多个方面都优于传统的数据存储方式。

8.4.5 网管技术

由于数据中心采用的还是IT设备，所以一般的IT网管技术手段仍然适用。但是当数据中心的设备规模达到成千上万台后，单机上的小概率事件变成了必然事件，硬盘、CPU、内存、主板、电源等故障造成的“硬”故障可能时有发生，此外“软”故障也很难发现，这就带来了运营支撑系统（OSS）难题。所以大型数据中心的OSS方案需要创新，可能的思路在于联合物理层、操作系统层和应用层协同管理。

8.4.6 分布式技术

规模化的数据中心必须考虑备份和容灾，其中远程备份与容灾可以说是分布式数据中心的原型。对于传统数据中心的IT系统，常常采用基于数据库的复制技术、基于智能存储的远程数据复制技术等方式实现IT系统的容灾备份。目前双中心IT系统、三中心IT系统（例如运营商的业务支撑系统）已经非常成熟，只是成本代价较大。

云计算技术的应用为构建分布式数据中心带来了新选择。基于虚拟化技术的快速迁移技术，简化了系统的备份与重构。一种基于云存储和虚拟化技术构建分布式数据中心的思路为：首先建立云存储环境，将用户的业务数据存储在云存储环境中，依靠云存储环境的分布式特性来保证在一个节点故障时存储服务的持续服务能力；其次采用虚拟机镜像方式对用户的业务代码和运行环境进行异地备份，并通过周期备份来保证准同步；当意外发生导致主用中心无法为用户服务时，启动异地的虚拟机系统并通过修改域名系统（DNS）等方式将用户业务请求引导到异地中心。

更为激进的方式是基于应用层分布式架构实现数据中心的分布式应用，这种方式甚至能够降低对单个数据中心的可用性要求。对于那些由互相独立的、没有数据一致性要求的并发发出处理请求的业务所组成的一类业务，在一个广域分布式全局统一视图数据服务 [例如基于一个广域分布式文件系统，或广域分布式数据存储服务，或广域分布式缓存（Memory Cache 集群）] 的基础上即能构成分布式应用。对于数据一致性分布式业务，可以构建统一的数据服务层，将分布式存储的数据统一为单一视图。目前，基于传统的关系数据库模型的大规模分布式数据库的研究与开发也在加紧进行中。Google 已经提出了新一代全球级分布式数据库 Spanner 的原理，宣称 Spanner 是可扩展、全球分布式的关系数据库，支持同步复制和外部一致的事务，其使用了一个基于 GPS 和原子钟的 True Time API 实现时间同步，为实现读写的外部一致性和基于时间戳的全局读一致提供支持。

8.4.7 园区规划技术

传统数据中心的建筑呈现的是单体建筑物，或者仅是机房楼中的一层机房。大型数据中心由于规模大，单体建筑不能满足机房、电源系统和空调系统的需求，常常呈现为一个园区。园区规划成为大型数据中心发展的前提。

大型数据中心园区首先要做好生产要素规划，根据工艺需要进行园区空间布局和服务载体设计。园区建筑设施区域需要包括 IT 基础设施运行区域、运维支持工作区域、客户操作区域、动力机房区域、空调机房区域和附属设施区域等。大型数据中心园区还需要做好信息化规划。作为一个系统综合体，园区信息化包括物业管理信息化、访客信息化、公共设施管理信息化等内容，应积极采用物联网技术实现园区智能化。

8.4.8 支持弹性服务的技术

用户对数据中心已经从“资源型”转变为更高层次对服务的需求，即向“服

务型”转变，服务成为数据中心的灵魂。而基础设施业务价值中的灵活性则要求数据中心具备服务弹性。数据中心的服务弹性可以分解为基础设施的弹性、IT 应用系统的弹性和管理弹性，这些弹性的实现需要模块化技术、资源池抽象技术和多租户技术等的支持。

1. 模块化技术

模块化技术是针对基础设施而言，有不同层次的实现方式。

一种模块化方法是将数据中心分形迭代分解成为一个基本单元并保留其核心部分，该单元在外部电源接口、空调接口和网络接口的支持下即成为可用的基础设施。典型实现如集装箱式数据中心或室内模块化数据中心。另一种模块化方法是设置功能模块，每个模块具有独立功能、统一的输入输出接口、不同区域的模块可以互相备份，通过相关模块的排列组合形成一个完整的数据中心可用单元。

模块化的好处是使得数据中心具有了基础设施级别的弹性，可以提高机房利用率、降低建设成本、加快建设速度。

2. 资源池技术

资源池是云计算数据中心的核心部分，是资源的提供者。资源池系统提供数据中心的各类资源，包括计算资源、存储资源和网络资源。资源池的弹性依赖于将资源抽象形成的逻辑资源，逻辑资源在资源管理系统的支撑下，实现资源的按需分配和动态调度。

虚拟机动态迁移能力是发挥资源池弹性的基础。例如：一个工作日开始时，对计算资源的需求从最小量开始增长，虚拟机可以将资源迁移至其他更大能力的设备上或者分配更多的虚拟机以满足需求。工作日结束时，对计算资源的需求将降低，可将虚拟机迁回原来的服务器，关闭不需要的资源，以简化管理并降低供电成本。

网络虚拟化能力也是资源池弹性的可选功能。最新的软件定义网络（SDN）技术基于流来控制流量，易于对底层网络的物理拓扑进行抽象，能够在逻辑上对网络资源进行分片或者整合，从而满足各种应用对于网络的不同需求。

3. 多租户技术

租户是指拥有独占且隔离的、专有使用策略、服务等级协议（SLA）保证、可统计和可计费的资源服务单元。多租户是一种软件架构技术，是在多用户环境中，在保证各用户间数据隔离性的前提下，实现系统或程序组件的共用。以多租户为基础的业务模型是 IT 应用系统的软件即服务（SaaS），SaaS 的重要特征是

可弹性扩展。

多租户环境中的多个应用运行在同一逻辑环境下，需要通过技术手段来保证用户间的隔离。多租户技术需要支持不同租户之间数据和配置的隔离，从而保证每个租户数据的安全与隐私，还需支持用户对诸如界面、业务逻辑、数据结构等的个性化需求。个性化定制是多租户技术面临的难点，如何为不同租户在同一套共享资源上灵活地配置性能，同时每个租户还有自己的用户，这对系统的性能和扩展性提出了挑战。

与虚拟化技术相比较，多租户技术还处于发展阶段。在面对大量用户使用同一类型应用时，如果每一个用户的应用都运行在单独的虚拟机上将占用大量资源，管理难度大大增加，多租户技术则成为这种场景下相对经济的解决方案。

8.5 安全风险

8.5.1 安全技术

大型数据中心聚集了大量资源和应用，安全问题更加突出。由于安全是系统性问题，涉及从基础设施到上层应用乃至运维管理的所有方面，数据中心的安全必须从体系建设入手，明确顶层设计后，有针对性地采取各种安全技术措施、制订安全管理制度、实施安全运维。数据中心安全体系的设计可以遵循有关的标准和指南。

对于云计算数据中心，信息安全的基本属性与安全需求并未变化，涉及信息资产、安全威胁、保护措施等的信息保障安全观依旧有效，云计算中的安全控制机制与传统 IT 环境的安全控制机制没有本质的不同。但是需要注意一些未积累实践经验的潜在风险，包括共享资源池可能引起的全局故障、多租户环境的安全隔离不完全、多系统共存和资源池的动态化导致的安全策略的复杂性、虚拟化技术带来的新安全威胁和入侵点、虚拟机的剩余信息保护、虚拟资源内部之间的安全管控等问题。

8.5.2 新技术带来的风险

随着云数据中心技术变革步伐的明显加快，云数据中心所涉及的技术类型越来越多、越来越复杂，特别是物联网、大数据、移动、社交以及软件定义网络 / 网络功能虚拟化（SDN/NFV）等技术的应用给数据中心带来了很大变化。

变化总是有风险的，而快速变化时风险更大，因为此时留给 IT 运维人员进行变更管理和变更技术检查的时间就更少了。实际上，随着云计算数据中心的不

断演进，常见的风险也在发生变化，而常规的那些用来保护数据中心安全的技术手段显得越来越力不从心。

一些新技术应用会给数据中心带来新的安全风险，物联网技术就是其中之一。物联网的设备通常很小，如果供应商不能找到一个现存的、经过充分测试的操作系统和相关软件的话，企业就只能自己为这些小设备开发软件，而这就很可能导致安全威胁。

攻击者常常采用逆向工程软件来对那些缺乏严格的代码控制和代码审计的软件进行分析，从而发现其中的漏洞。

这只是物联网应用诸多漏洞中的一种，物联网设备越多、设备类型越多，数据种类就越多，从设备到云数据中心的数据流量就越大，相应地管理什么设备能与另外一些设备进行通信、哪些设备可以接入数据中心也就越具有挑战性。

由于设备类型众多，同时有多种操作系统并存，再加上物联网设备本身的复杂性，企业很快就变得很难保证对这些设备的指挥和控制了。

而实际上，企业在云数据中心中进行的创新并不只是物联网应用，还经常会让一些第三方的独立软件开发商来开发一些应用。这些开发者大多数会使用虚拟机（VM），VM的应用可以大大节省搭建软件开发环境的时间，加快软件交付。这是有利的一面，而不利的就是，很多时候当开发者完成了软件项目后，这些开发环境和虚拟机没有及时收回，还在空转，不仅白白消耗资源，还会因为开发工具或者平台本身的安全漏洞给企业安全带来不必要的风险，而管理员常常根本不知道它们的存在。那些服务器就放到那里等待运行指令，这就为那些不怀好意者提供了一个破坏和窥视企业安全漏洞的机会。在过去几年里已经有多次因为这方面的原因引发的严重安全事件。

而大数据的分析、处理以及后台的基础设施技术也可能存在安全漏洞。同样，这些安全漏洞会给那些对这些软件很熟悉的攻击者以可乘之机，让他们有机会进入公司IT系统内部。因为很多大数据的工具，如Hadoop和MapReduce等都是相对较新的软件，还不太稳定，很容易出现安全漏洞，不少“黑客”就趁机进入系统，盗取公司重要资产。

对于这些“黑客”而言，这是一种非常好的进入企业IT系统的路径，而一旦他们借此进入系统，就会给企业带来很大威胁。

在网络接口方面，面临的安全风险也很大。现在，移动和社交都需要接入到云数据访问后台的服务和应用。随着移动应用和社交应用的日益普遍，网络攻击

者发现，通过移动设备和社交软件上的漏洞进入云数据中心是一种非常可行的方式，一旦找到突破口，移动和社交软件就变成了一个将数据导入“黑客”手中的工具了。

“黑客”在使用的社交和移动应用中植入恶意代码，通过这段恶意代码就能把企业数据同步到某个云盘中，然后这些数据就能为“黑客”所用了。“黑客”不再需要入侵终端设备，也不需要突破安全扫描软件，甚至无须使用钓鱼邮件，就能达到目的。

移动应用并不是唯一不用费太多力气就能获得所需要东西的攻击点，SDN 和 NFV 也是易受攻击的点。SDN 和 NFV 把很多网络控制的权利转换到了软件手中。在这些环境中，攻击者只需要修改很少的几行代码就能拿到打开网络王国的钥匙，进而获得所有资源。

甚至，通过虚拟路由或者虚拟交换机就可以把数据转发到任何地方，或者可直接关闭数据转发功能。

为了保护物联网设备上的应用和其生产和传输的数据，企业必须首先制订严格的控制策略和方法，来规范如何建立和部署与之相关的云资源。

比如，为了评估因为新技术应用而带来的安全挑战，企业必须首先有建立、不断更新其所掌握技术的能力。除非企业明确知道变化是从哪里开始的，否则就不要匆忙采取行动。同时，公司还应该对每个设备如何进行通信进行分类，比如是通过蓝牙还是 Wi-Fi。

如果企业对 IT 基础设施没有充分的了解，就进入云基础设施领域，那么，在安全控制上就不能得到保障。

为了防止外包开发商在开发新的应用时可能给 IT 系统带来不必要的安全威胁，企业应该知道其 IT 基础设施在开发商进来之前、项目进行期间和之后分别是什么样。这样，企业就可以确保任何开发项目完成后不应该继续存在的东西都被关闭、停用或者完全删除，包括所有为支持开发工作而打开的端口、开启的虚拟机以及登录密码等。

为了保证企业“大数据”的安全，企业还应该对那些常见的安全弱点进行保护，包括登录屏幕和登录密码。比如，可以采用双因素认证。另外采取监控措施，特别要监控那些异常的数据访问。

另外，很多大数据技术为了实现开箱即用或者方便企业使用，默认开启了很多不一定必需的端口。为了安全，应该关闭那些不需要的端口，还要进行一些定制和配置。此外，大数据还会利用云数据的复制技术，把数据从一个数据中心移

动到另一个数据中心。这就引出了数据是否加密传输的问题。比如，对于医学数据就一定要采取加密传输。

实际上，不管攻击者如何通过移动和社交进入企业 IT 系统，最终要使用数据，他们必须先得到数据。此时，数据防泄露工具（DLP）就可以发挥作用。在一个真正有效的安全技术组合中一般都会有一个专门为移动设备使用企业数据而设立的独立空间，并要求双因素身份验证。

最后，为了确保企业选择的 SDN 和 NFV 等开源软件中的漏洞尽可能少，要确保只使用那些行业中普遍使用的、有很好口碑的软件。如果没有验证的某段代码或者某个 SDN 技术即使真正有用，也不应该在企业环境中使用。同时，企业还应该对 IT 系统进行入侵检测，以确保只有认证过的访问才被允许。

8.6 运维风险

运维管理在数据中心的生命周期中历时最长，其周期从交付使用开始，直至数据中心结束使用。从整体上看，数据中心的正常运行三成在于建设，七成靠管理，通过科学管理，可以为业务提供信息系统服务、收回投资，达到预期目标。

规模化建设大型数据中心虽然带来基础设施资源的节约，节省了运营商建设运维成本。但由于数据中心承担着大数据计算、存储、应用和安全等多种职能，“云化”带来的数据集中导致数据中心当前建设和运维思路已经难以满足各种需求——数据中心的规划与建设管理水平不高、投资收益分析不够充分、专业化运维安全管理能力不足、运营成本居高不下、可持续发展能力不足等已经成为当前数据中心建设与运维管理迫切需要解决的问题。

数据中心建设规模越来越大，从事此行业的人员也越来越多，除了专业的机房公司和长期从事机房专业的技术人员外，还包括一些设计院、建筑装饰公司以及建设单位的相关人员。

目前，一些规划设计公司的设计方案考虑更多的是设施建设的投资，对数据中心运行后的运维费用考虑欠缺。同时，以往的一些设计方案思路并不适合当前的数据中心发展模式。

从运维的角度看，数据中心除了计算机、网络等设备外，还包括 UPS 电源设备、空调新风设备、配电设备、安防设备、其他控制设备及弱电设备等保证机房环境的设备。为了维持这些设备的日常使用，运营商需要花费不少的人力和财力。运营商建设数据中心必须深入考虑的是如何使运维环节易运维、费用低、使用年限长。

随着数据中心系统越来越庞大，问题也越来越多，运维人员自己已逐渐无法解决这些问题。而一些网络无序状态的蔓延，不仅造成了初次采购投资的浪费，对于后期运维也造成了很大的资金浪费。一台设备在其整个服务生命周期当中，初期采购成本只占成本投入的很少一部分，后期耗电、散热、自身运维等费用非常大。

数据中心的建设和运维包括较多环节，比较复杂，如选址规划与能源供应、机房建设与能耗管理、运维与风险管理、基础设施监控运维、集中管理与安全审计等。

降低运营管理成本与提高可用性是数据中心管理永恒的主题。通过数据中心运维管理系统的建设与实施，能够有效地帮助管理者增强数据中心的可用性、提高运维效率并降低运维成本。随着信息技术的不断发展，运维管理系统已经成为现代数据中心必不可少的信息化工具，在数据中心的运行、维护、管理等方面，不断发挥着越来越重要的作用。

1. 数据中心运维管理系统匹配设计的基本原则

规模、可用性等级、类别是数据中心运维管理系统与数据中心匹配设计的组成部分。

第一，数据中心基础设施的可用性等级应与数据中心运维管理系统可用性设计相一致，在确立数据中心基础设施的可用性等级的基础上，运维管理系统的可用性设计等级应该与之匹配或提高。在同一个数据中心的中心中，如果不同业务机房重要性有区别，则应区别设计可用性，并为之匹配等级相符的运维管理系统。第二，数据中心系统设计与数据中心类别相关，且在功能与架构等方面都要进行相应的设计与匹配。因此，企业级数据中心（EDC）与互联网数据中心（IDC）的管理功能模块与系统设计就会产生相应的区分，这是由于两者的核心和管理重点的不同所导致的。第三，运维管理系统的设计方案取决于数据中心的设计规模。运维系统的处理能力、运维监控点、运维压力这三项指标会随着数据中心规模的增大而增大。因此，总控中心系统已经成为大中型数据中心的标准配备，而对于小型机房则只需要实现基本信息采集监控功能即可。

2. 数据中心运维管理系统的架构设计与具体功能

数据中心组织管理架构与运维管理系统的架构设计应该具备一致性，以便充分发挥运维管理系统的信息化工具功能。为了使工作人员履行职能，在系统功能设计时必须全面周到，满足管理、维护、监控及其他操作的需要。数据中心运维管理系统设计技术点较多，包括网络通信技术、传感技术、数据库技术、工业自

动控制技术及计算机软件技术等。该系统通过采集、分析、处理等操作,及时跟踪各种非智能和智能系统及设备的参数,获取运行状态,从而实现全面监控数据中心基础设施的目的。

通过实时掌控的数据中心运行状态数据,并对相关信息与资源进行分析,提供可能的决策建议,可以及时发现并处理故障,高效地对数据中心进行运维,保障数据中心的安全性与可用性。数据中心运维管理系统从功能结构与层次上划分为四个部分,分别是监控系统、运行管理系统、总控中心系统以及基础服务系统。

(1) 监控系统 监控系统主要完成对基础设施的监控工作,由两大子系统组成:①信息采集子系统。每个独立的信息采集子系统均响应上层信息处理子系统的控制命令,同时又是下层信息处理子系统的前驱系统,负责将标准格式的信息传输到下层信息处理子系统,这些信息主要包括安防、环境、供配电等监控对象的参数、状态、设备属性、配置、数据等;②信息处理子系统。信息处理子系统主要完成信息的汇聚,并对信息进行相应的处理及存储。信息处理子系统的数据来源与信息采集子系统,通过对数据进行处理与加工,按照报警规则产生新的报警信息,对报警信息进行分类并做过滤、关联、压缩操作,实现故障定位与数据中心的一体化监控。总控中心系统负责收集并显示重要实时监控信息,信息处理子系统存储其他数据并形成供运行管理系统调用的历史资料库,并输出统计分析报告。

(2) 运行管理系统 运行管理系统利用一体化监控系统汇聚的数据加上用户输入的一些必要的管理信息,实现数据中心的运维管理、能耗管理、资产管理、容量管理等,完成数据中心运行的故障预防性管理、故障恢复性管理以及旨在降低运维难度与成本、提高工作效率的日常运维工作的信息化管理,使数据中心在高效运转的同时,尽可能不发生故障或少发生故障,提高数据中心的可用性,降低运行成本。

(3) 总控中心系统 总控中心又称 ECC,包含展示子系统与服务台子系统两部分。①展示子系统。展示子系统提供监控系统、总控中心系统、运行管理系统的统一门户,提供了各种丰富的展示终端,如总控中心大屏幕系统、移动监控终端系统;提供丰富的信息展示方式与技术,如 3D 虚拟现实,温度场等场态技术等;提供丰富的报警信息输出方式,如声光、短信、电话语音等;②服务台子系统。运维值守与管理人员能通过服务台的各种通信方式收集记录用户使用信息,借助知识库,回复或解决用户的常见问题;分发、跟踪复杂和疑难问题;通过监控展示信息,分析、发现异常运行情况,移动、跟踪处理流程,回访服务

结果。电话呼入型子系统是服务台子系统的重要构建，通过其接听来电，并对来电进行自动分配，记录和存储所有来电信息。

(4) 基础服务系统 系统日志、统一权限认证、在线帮助、系统管理等都属于基础服务系统提供的功能，是为上层功能构件提供的一些公共性基础服务。

8.7 建设风险

8.7.1 数据中心的整体设计

通过研究国际数据中心行业权威组织 UPTIME 发布的白皮书，笔者分析得出，建设一个高效、绿色的一流数据中心主要应考虑以下几个方面：

1) IT 策略。如何利用优异的 IT 系统架构设计？如何选择高可用性、高可靠性和高性能的 IT 硬件设备？是否应降低数据中心能耗，实现数据中心当前的 IT 应用目标？

2) 资产利用。如何最大限度地利用数据中心的 IT 硬件资产？

3) 硬件效率。如何论证和采购 IT 硬件设备，并确保其保持最高效的计算性能？

4) 基础设施。如何通过最为适用和经济的数据中心基础设施规划设计、实施和运维措施，最大程度降低数据中心基础设施的初始投资和未来的运营成本？

其中，前三项需要解决 IT 硬件每消耗 1W 电能产生多少 IT 生产力的问题。而最后一项数据中心的基础设施建设则需要获得数据中心基础设施设计、实施、运维措施三者的整体支持，同时获得合适的正常运行时间、容错能力及其可维护性。作为一个一流的数据中心，其基础设施的完整生命周期包含分析与规划、设计与构建、实施与验证、运维与管理的四个阶段，四者缺一不可，且四者之间的相互交融和衔接也是建设一流数据中心的先决条件。其中，设计与构建阶段是一个承上启下的关键阶段，贯穿整个数据中心生命周期。而前三个阶段的成功与否，则会在最后运维与管理阶段中有最直观的感受和体验。

8.7.2 数据中心基础设施的设计与构建

数据中心基础设施的设计与构建作为整个生命周期的第二个阶段，具有承上启下的作用。

承上，主要是在分析与规划阶段成果的基础上，理解和吸收上一阶段中针对建设方初步需求的收集、归纳、整体分析以及从中提炼出的咨询报告、调研报告。然后，再进一步论证和修正上一阶段编制的各个基础设施子系统的总体构想，并完善数据中心基础设施的初步工艺架构方案。

启下，主要是通过与合作方的应用、运维、管理及基础建设等部门进行逐一细致的交流与沟通，在遵循相关法律法规的前提下，将合作方各相关部门的应用需求、运维管理、建设要求一一融入到初步工艺架构方案之中。然后，通过初步设计、设计概算编制、产品设备调研必选、施工图设计、招标技术规范书编制等环节，形成具备法律效应且能落地实施的图样和文件，并在后续施工配合过程中不断督促和帮助施工单位完成数据中心基础设施的建设，完善设计图样和文件。

8.7.3 数据中心基础设施的运维与管理

从数据中心基础设施的角度出发，数据中心运维管理就是通过服务于符合要求的信息系统，对与该信息系统服务中有关的数据中心各项管理的对象进行系统的计划、组织、协调和控制。总的来说，数据中心运维管理是对信息系统服务中相关各项管理工作的总称。所以数据中心所面对的运维对象可以分为如下几个部分。

1) 数据中心基础设施。此部分主要是指供配电系统、冷源系统、网络通信系统以及土建功能用房等。通常大家只关注 IT 设备、应用系统、关键数据等，很少将重点放在其配套的风、火、水、电等系统上。然而，恰是这些系统和设备的正常工作，数据中心所承载的 IT 设备 7×24h 不间断、持续地运行才得以保障。否则，会对依托于此的 IT 设备、应用系统、关键数据等造成相当严重的损害。

2) IT 硬件设备。数据中心中的 IT 设备包括网络、服务器、安全设备、存储设备等硬件设备，是为用户提供计算、存储与通信等 IT 应用与服务的依托。

3) 系统与数据。此部分包括操作系统、应用软件、资源池、数据仓库等软件应用，以及各类应用数据、系统配置文件、系统日志等。与上面两种运维对象不同，它不是客观存在的，而是 IT 应用服务逻辑上的载体。

4) 管理系统和软硬件平台。这一类的运维对象主要是为了帮助数据中心的运维管理人员更加高效快捷地管理数据中心内所承载和运营的各种基础设施系统和 IT 设备。主要包含：数据中心配套的数据中心基础设施管理（DCIM）、机房动力环境、安防监控、运维流程管理、电力监控、冷源控制等管理系统和软硬件设施。通过这些管理系统和软硬件平台，数据中心的运维管理人员可以更为直观地运作数据中心内的各种基础设施系统和 IT 设备，并以此为依托，更加高效和安全地管理整个数据中心，间接提升数据中心内各类软硬件设施的整体安全性和可靠性。

5) 人员。数据中心的相关人员主要包括：技术人员、运维人员、管理人员、提供服务的厂商及外协人员。这些人员可分为三种：①为各类 IT 软硬件系统服务的人员；②为各类 IT 软硬件系统配套的基础设施服务的人员；③制订和管理

数据中心运维体系和应用策略的人员。不同于上述的 4 种运维对象，各类人员的主观能动性非常强，其对自身管理和对数据中心管理的好坏将直接影响到整个数据中心的平稳运行和使用。

8.7.4 优秀的规划设计和运维管理方能构建一流的数据中心

建设一个一流的数据中心基础设施，关键在以下三个方面：

1) 确保数据中心基础设施容量满足未来持续发展和增长的需求。在数据中心生命周期的每个阶段中，容量规划几乎都是大家关注的重点。然而数据中心基础设施容量规划与建设方的资金投入、使用方的行业特点和业务特性、所承载的 IT 系统的架构、各种技术未来的发展和演变等都有着密不可分的关系，因此在数据中心建设最初阶段尤其需要对其进行重点关注和考量。同时，也需要不断调整和修正其余三个阶段，以确保数据中心未来的持续发展和增长。

2) 简化数据中心基础设施各子系统的技术方案，以降低事故发生的可能性。数据中心基础设施系统架构、技术产品的选择应遵循简洁适用、高效可靠的原则，合理利用数据中心的基础设施，可最大限度节约资源。因此，运维人员的运维习惯、管理流程、技术水平也需要重点沟通和考量。只有这样，才能更有效地减少人为错误发生的可能性，提高数据中心的恢复速度。

3) 提高数据中心运维和管理的手段及能力。“三分技术，七分管理”。大量的事实表明，一个数据中心的好坏是由管理水平的高低所决定的。数据中心基础设施的运维管理涉及数据中心的方方面面，只有通过采用多维度、全方位的管控技术手段进行管理，才能及早发现问题、排除隐患。在数据中心基础设施设计与构建阶段，应结合运维管理人员的使用需求和特点，引入数据中心基础设施管理系统（DCIM），构建统一的平台，实现对数据中心的机房动力环境、安防监控、运维流程管理、电力监控、冷源控制以及 IT 系统监控管理、IT 服务管理等系统的集成和管理。通过严格细致的全方位监控及对数据中心基础设施全方位的运行状态、参数、配置等信息的收集、分析、整理，有助于数据中心运维管理人员掌握数据中心基础设施运行的当前状态与未来可能出现的发展趋势，便于管理数据中心资产、基础设施资源和能耗，提高基础设施可用性、资源利用率、管理效率与能效。

随着国内数据中心建设的蓬勃兴起，各类数据中心规划设计和运维管理应用实践也在不断地发展，未来数据中心基础设施的设计和运维管理之间的融合与促进关系将会日益完善。

第 9 章

数据中心应用先进案例

目前,我国有部分数据中心已经走在世界先进行列,包括百度云计算(阳泉)中心 1[#] 模组、百度云计算(阳泉)中心 2[#] 模组、阿里巴巴/华通千岛湖数据中心等。

百度云计算(阳泉)中心 1[#] 模组于 2015 年投产,采用百度最新的节能技术和系统架构。设计 PUE 值低至 1.20,通过运维优化,计划 2016 年实际运行 PUE 值小于 1.15。2[#] 模组 2015 年均 PUE 值为 1.22,最佳 PUE 值为 1.17。而阿里巴巴/华通千岛湖数据中心利用深层湖水制冷,并采用阿里巴巴定制硬件,设计年平均 PUE 值低于 1.3,最低时 PUE 值为 1.17。这三大数据中心都曾在国际组织绿色网络(The Green Grid, TGG)数据中心绿色等级认证中荣获 5A 绿色等级认证,这是我国数据中心首次荣获的最高等级的绿色认证,充分代表了我国数据中心产业能力的提升。但这样的绿色数据中心仍是少数。因此,工信部信息通信发展司政策与标准处处长黄业晶建议,我国需加快绿色数据中心技术研发应用,加快绿色数据中心产业生态建设,并抓紧修订绿色数据中心标准。

9.1 百度云计算(阳泉)中心

百度云计算(阳泉)中心位于山西省阳泉经济开发区东区,园区占地面积 360 亩(1 亩=666.7m²),建筑面积达到了 12 万 m²。由 8 个模组组成,装机数量达到 16 万台,建设标准按 T3+ 建设,有 300 多项专利应用其中,供电架构采用了高压锂电方式,供电效率达到 99.5%,水冷系统达到了 96%,免费自然冷却,局内信道单元(OCU)效率提升了 30%,采用光伏发电,年碳排放量减少了 110t。百度云计算(阳泉)中心服务器设计装机规模超过 16 万台。采用了百度 400 多项国际、国内技术专利,是中国数据中心绿色开创者和引领者。2012 年 8 月 19 日,百度云计算(阳泉)中心在山西省阳泉市奠基,2014 年正式投入使用。该中心建设周期为四年,在数据存储规模、计算能力和环保节能三方面都处于亚洲一流水平。建成后的百度云计算(阳泉)中心数据存储量超过 4 000PB,可存储的信息量相当于 20 多万个中国国家图书馆的藏书总量;同时,由于使用了百度自主研发的高性能、低功耗服务器,数据中心 CPU 总量高达 70 万颗、CPU 内核总数超过 300 万个。

2015年7月21日，百度云计算（阳泉）中心太阳能光伏发电项目成功并网发电，这是中国第一个太阳能云端数据中心，开创了数据中心绿色节能新纪元。

百度云计算（阳泉）中心采用环形设计，基础框架和设备入场采用了分期建设方式，计划设计8个模组，目前已有6个模组投入使用，模组内的服务器为百度提供了高性能计算、高密度存储等服务。百度云计算（阳泉）中心监控中心ECC楼见图9-1、机房模组1号楼见图9-2。百度云计算（阳泉）中心园区内景见图9-3。



图 9-1 百度云计算（阳泉）中心监控中心 ECC 楼

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。



图 9-2 百度云计算（阳泉）中心机房模组 1 号楼

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。



图 9-3 百度云计算（阳泉）中心园区内景

数据来源：ICT research 2016 年 3 月。

百度云计算（阳泉）中心采用了多项适用中国环境及法规的高科技技术来提升数据中心的整体能源效率，可实现节能约 43%。百度云计算（阳泉）中心 PUE 的特点和计算方式充分展现了其严格执行绿色数据中心升级方法的效果，其“市电+柴油发电机+高阻（36：17）”在输入侧，IT 负荷取自（36：25）的输入端。百度云计算（阳泉）中心一期的 PUE 设计值为 1.40，经过运营后达到了 1.20，二期的 PUE 设计值为 1.30，经过一年的运营，达到了 1.15，最佳 PUE 值达到了 1.08。该中心的供配电系统一般采用不间断电力系统（UPS），它的效率达到了 90%，百度 MEG 机房 2011 年开始运营，已经全部采用“一路市电、一路 UPS”的形式，这种系统的运行效率达到了 95%。阳泉一期采用了四种供电架构，分别是市电+UPS、应用模式、市电+高压在线模式和市电+高压离线形式，市电+UPS 形式供电效率达到了 95%，应用模式达到了 58%，高压在线模式达到了 96%，高压离线模式达到了 99.5%，阳泉二期全部采用“市电+高压直流”的模式。

百度云计算（阳泉）中心楼顶的太阳能电池板见图 9-4。

百度云计算（阳泉）中心摒弃了传统数据中心的架空地板下送风方式，采用的是水平送风方式，并对这种送风方式的气流组织进行了仿真运行，保证了气流组织的最优。取消架空地板位，整机柜实现了无障碍交付，日交付数量达到了 1 万台，效率提升了 20 倍。百度云计算（阳泉）中心的温度已经全部达到 31℃ 以下；高温机房放置的是服务器，经过百度自己的研发，已经可以达到在冷通道 40℃ 温度下运行、热通道达到 50℃ 下运行。百度云计算（阳泉）中心的中央空调系统的末端设备也是多种多样的，有普通的水冷空调、航空调、空调箱（AHU）

和预置冷却单元(OCU)形式。OCU是一种新型的空调末端,它安装在机柜的上部,无风扇,而且采用的是空气热升冷降,自然对流,相对于传统的冷水空调,它的PUE值能降低0.05,而且采用OCU的单个模组全年能节省200万kW·h的电量。

百度云计算(阳泉)中心楼顶的冷却塔见图9-5。



图 9-4 百度云计算(阳泉)中心楼顶的太阳电池板

数据来源: ICT research 2016 年 3 月。



图 9-5 百度云计算(阳泉)中心楼顶的冷却塔

数据来源: ICT research 整理 2016 年 3 月。

百度云计算(阳泉)中心经过两年多的运行,传统数据中心的冷水温度是 $7\sim 12^{\circ}\text{C}$,百度云计算(阳泉)中心的冷冻水温度已经提高到 $19.5\sim 25.5^{\circ}\text{C}$,这主要是因为采取了以下几种措施:①服务器的耐受温度已经大幅度提升,不是传统数据中心的 25°C ,而是达到了 31°C ;②实现了冷水自控的全自动化运行,这项功能的实现,在冷水自控实现以后,将无时差地在几种遇冷模式和制冷模式间进行切换,所以现在百度云计算(阳泉)中心的冷却系统96%是免费制冷。

百度云计算（阳泉）中心有多项节能措施落地，而且也是国内数据中心第一次采用了相关的节能措施。像光伏发电，利用了楼顶上的空闲区域，占地面积共 1 300 多 m^2 ，年发电量达到 12 万 $\text{kW} \cdot \text{h}$ ，而且年二氧化碳的减排量达到了 110t；采用了污水回用措施，因为一般 4 000kW 负荷的数据中心，每天水的蒸发量与排污量将超过 400t，而且有很多地区的水资源相当紧张，所以采用了污水回用措施，把排出的污水经过脱硫等措施处理后又回到冷冻水系统里，经过脱硫处理的水的 PH 酸碱度大幅度降低，悬浮物去除率能达到 62%，实现了绿色环保；使用的热交换和水满检测热交换系统，采用了机房里的热空气以及新风机对辅助区域的空间进行热对流的节能措施，在取暖季节里就不用采用单独的取暖设备，而且效率很高；采取了水测热回收节能措施，现在的数据中心一共有空调、远红外、电极三种加热形式，加热后水的温度一般是 20°C 左右，而冷冻水的温度达到了 25°C ，将冷冻水跟循环水进行热交互，就可把循环水的温提高到 25°C ，使它的加湿效率提高 35%，而且年节约电能超过 1 万 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 。所以，这些措施都是百度云计算（阳泉）中心的根本改变。

百度云计算（阳泉）中心室内（一）见图 9-6、百度云计算（阳泉）中心室内（二）见图 9-7。



图 9-6 百度云计算（阳泉）中心室内（一）

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。



图 9-7 百度云计算（阳泉）中心室内（二）

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。

9.2 腾讯上海云数据中心

腾讯作为国内最大的互联网企业之一，在数据中心建设方面经历了从无到有、从租到建、从简到精的过程。腾讯在 2007 年之前一直选择租用模式，数据中心采用的是传统架构。2007 年，腾讯在深圳市宝安区建设了第一座自建数据中心，该数据中心采用了自然冷等节能技术，属于第一代数据中心，PUE 值达到了 1.65。2011 年建成的天津数据中心属于第二代数据中心，PUE 值约为 1.43。青浦数据中心采用了微模块和高压直流技术，则属于第三代数据中心，PUE 值约为 1.35。腾讯的第四代数据中心 T-block 采用了集装箱数据中心的模式，具备标准化、模块化、效率高、PUE 值低和快速满足市场等特点，PUE 值从 1.35 降到 1.2 以下。

数据中心是腾讯云对外业务合作的重要依托。除了满足腾讯自身的视频、游戏、微信、QQ 等业务需求外，腾讯的 IDC 也以云服务的租用形式对外开放，并成为腾讯云对外战略合作的重要支撑之一。

腾讯青浦数据中心位于上海青浦经济技术开发区，占地面积 6.7 万 m^2 ，建筑面积 5.7 万 m^2 。园区由 4 栋数据中心楼、1 栋配套业务楼、1 座 35kV 变电站组成，1 座三联供能源站，可容纳 10 万台服务器，整体建设水平达到了 T3 ~ T4，是亚太地区先进的云计算和云存储基础设施先进的服务基地之一，也是腾讯探索数据中心绿色、高能、高效的实践基地。腾讯青浦数据中心获得 5A 级数据中心绿色认证见图 9-8。



图 9-8 腾讯青浦数据中心获得 5A 级数据中心绿色认证

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。

腾讯青浦数据中心是腾讯首次采用与运营商合建数据中心的模式。腾讯负责土建建设、电信负责工艺建设，土建与工艺解耦同步展开，大幅节省了项目的建设时间。传统的土建加数据中心建设模式的工期需要 30 个月，采用了合建模式则只需要 24 个月，节省了半年的时间。另外，采用合建模式还减少了一次性资金投入，可以根据业务需求分期快速部署服务器。

新落成的腾讯青浦数据基地，采用的是与上海市政府和机场相同的最高级别电力供应，有效保障了数据中心的正常运营。鉴于数据中心能耗巨大、冷需求也大，安全性要求高，该项目采用了分布式能源管理，就近建设能源站，综合提供电、热、冷资源，也就是所谓“三联供”。一次能源依次产生电能、蒸汽（冷水）和热水，大幅提高了能源使用效率，减少了能源传输损失。该项目更好地融入了青浦当地独特的生态环境和产业基础。基础设施建设交付后，数据中心的其他建设工作将会带动上海及其周边城市的服务器、网络设备、芯片、包装及运输等上下游相关行业的发展，并拉动大量基于腾讯开放平台的第三方开发者的发展。腾讯青浦数据中心外景见图 9-9。

青浦数据中心整体采取了微模块化结构，属于腾讯的第三代数据中心，具备了工业化、标准化、产品化和快速部署的特点，年平均 PUE 值低于 1.3。在制冷上，采用机械制冷和自然冷却相结合，同层送风实现均衡制冷的技术，利用全系统优化控制技术实现制冷系统的超高效运行，局部年平均 PUE 值低于 1.2。另外，

青浦数据中心是国内首个将“三联供”技术应用到数据中心的商业化项目，除此之外，数据中心还采用光伏供电、高水温数据中心、高压直流供电等节能技术。



图 9-9 腾讯青浦数据中心外景

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。

腾讯模块化数据中心（Tencent Modulal Data Center, TMDC）是采用腾讯第三代数据中心的核心技术，由电池单元、高压直流整流单元、配电单元、精密空调、整机柜服务器及管控单元等组成。相比第二代架构及 TMDC 在通道封闭、高压直流、列间空调、简化的配电结构及气流组织优化等方面进行了改进。TMDC 腾讯模块化机柜见图 9-10，开式冷却塔见图 9-11，腾讯模块化数据中心见图 9-12。



图 9-10 TMDC 腾讯模块化机柜

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。



图 9-11 开式冷却塔

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。

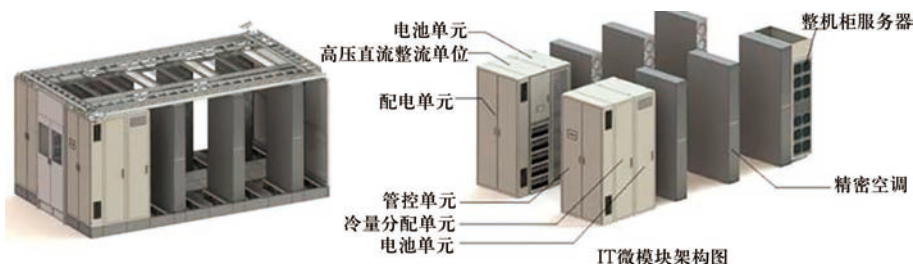


图 9-12 腾讯模块化数据中心

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。

磁悬浮空调的核心在于磁悬浮离心式压缩机。磁悬浮离心式压缩机最早于 1993 年，由澳大利亚墨尔本的 MULTISTACK（捷丰集团）R&D 部门开始研究。经过 10 年的研究，世界第一台磁悬浮离心式压缩机于 2003 年正式面世。磁悬浮空调将高温高压的冷媒从空调压机排出，进入冷凝器，向铜管冷却水释放热量，冷凝为中温高压冷媒液体，然后经过节流阀降压为低温低压液体进入蒸发器，在蒸发器壳体内从流经铜管的冷冻水中吸收热量，汽化为低温低压气体后吸入压缩机，在压缩机内经过二次压缩为高温高压气体排出，通过这种循环，最终达到降温的目的。在开启磁悬浮空调之后，数据中心的 PUE 值可以达到 1.16。磁悬浮空调冷机见图 9-13。



图 9-13 磁悬浮空调冷机

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。

光伏发电是一种应用非常广泛的新能源技术，是利用半导体界面的光生伏特效应而将光能直接转变为电能的一种技术，在数据中心领域的应用已经非常成熟。青浦数据中心每栋楼光伏发电面积约为 $3\,000\text{m}^2$ ，光伏发电设备位于数据中心的顶部，所有通过光伏产生的电力将被汇集起来并入数据中心的电力网中。腾讯青浦数据中心光伏发电站见图 9-14。



图 9-14 腾讯青浦数据中心光伏发电站

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。

青浦数据中心的亮点在于其所采用的冷热电“三联供”能源站模式，冷热电“三联供”模式由新奥股份关联公司新奥泛能网络科技有限公司提供，这是

天然气能源和三联供系统在国内数据中心领域的首次大规模应用，该项目总投资 12 279 万元，共建设了 4 台 2 500kW 燃气内燃机组及其配套设施。

“三联供”的典型特征就是能源为功能（制冷节能）服务。“三联供”主要能源来自于天然气管网，备用能源来自储气罐装置，第二备用能源来自城市电网，本身的能源稳定性较高。其中，供冷的能量来源于天然气燃烧产生的高温余热。相比于常规意义上的数据中心制冷节能，这种能源阶梯利用的思路，也不失为一种很好的解决方案。“三联供”示意图见图 9-15。

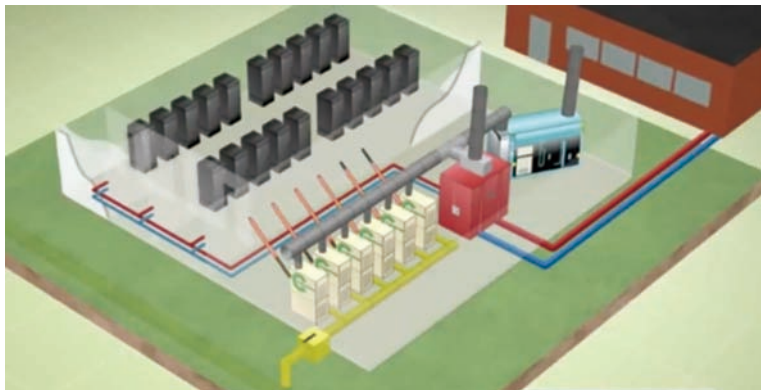


图 9-15 “三联供”示意图

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。

冷热电“三联供”是指以天然气为主要燃料带动相关设备进行发电，系统发电后排出的余热通过热回收设备向用户供热、供冷。“三联供”是一个相对比较成熟的技术，在办公、工业园区等场景被广泛应用。腾讯结合数据中心对电力、供热和供冷的需求，选择采用“三联供”技术，可谓是老技术在新领域有了新发展。

青浦数据中心的冷热电“三联供”项目，是腾讯在数据中心新能源领域的最新尝试。该项目以西气东送的天然气为燃料，燃气发电机运行产生的电力供应数据中心。该系统发电后排出的余热通过回收设备收集，再由溴化锂制冷机将热空气转化为冷空气，供应数据中心使用。“三联供”系统通过能源的梯级利用，大大提高了一次能源的利用率。同时还可以提供并网电力，为电网提供能源互补，实现数据中心部分的错峰用电，具有明显的经济效益及良好的社会效益。该项目是天然气能源和“三联供”系统在国内数据中心领域的一次规模化应用。青浦数据中心冷热电“三联供”项目投入运营半年以来，供电量已占到整个数据中心供电量的 39%，制冷量占到 30%，减少碳排放量 661.8t。为了获得更佳的绿色节能效果，青浦数据中心还采用错峰用电的模式，白天使用“三联供”产生的电，晚

上使用市电。

“三联供”项目的制冷核心吸收式制冷机的技术也较为成熟。与压缩式制冷机不同，吸收式制冷机采用吸收器和发生器代替了压缩机，利用外部热量对发生器进行加热使其溶液中的制冷剂汽化，而吸收器则是利用浓溶液来吸收来自于蒸发器的制冷剂蒸汽。这就要求两种液体必须具有很好的互溶性且沸点差异较大，通常以低沸点的水作为制冷剂，高沸点的溴化锂作为吸收剂。吸收式制冷机见图 9-16。吸收式制冷机组原理图见 9-17。

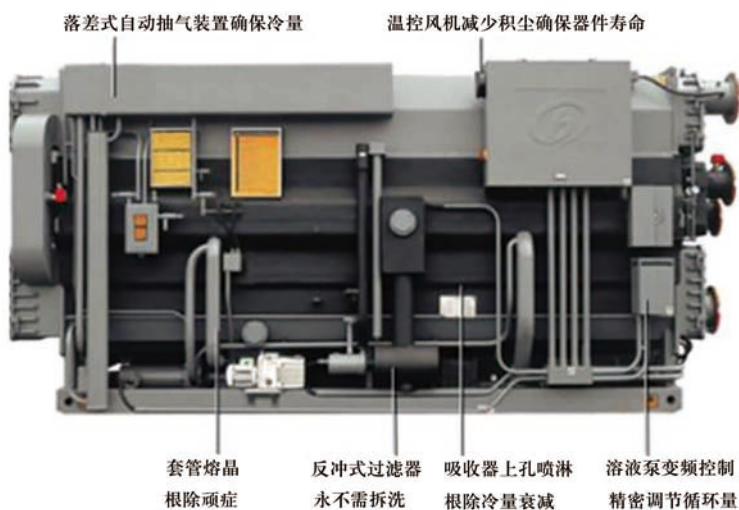


图 9-16 吸收式制冷机

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。

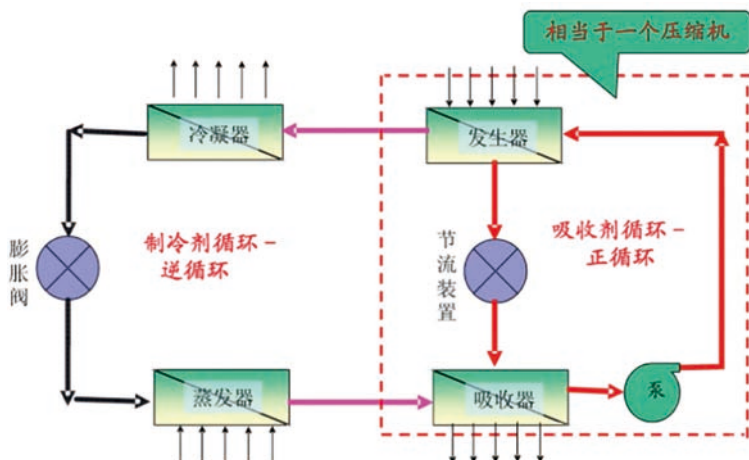


图 9-17 吸收式制冷机组原理图

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。

青浦数据中心的高水温数据中心位于1号楼，高水温数据中心的进水温度为22℃，回水温度为27℃，送风温度为24℃，制冷采用机柜内热通道关闭回风的模式，具备非常高的能源转换率。相比传统的全开放式或冷热通道隔离等制冷模式，降低了空调系统的负荷，降低了能耗。另外，传统数据中心的进水水温一般为7~9℃，而高水温数据中心的进水水温是22℃的，与全年大部分时间外界温度相当，所以减少了对空调、冷水机组等制冷设备的依赖，可以大幅度提升节能效率。

电力成本一直是数据中心最大运营成本，高昂的电费已成为数据中心运营者的沉重负担，传统的UPS方案虽然供电方式相对成熟，但设备采购成本高，配电结构复杂，且UPS自身损耗达到了10%以上。市场上急需一种便捷、节能、高效的供电方式，于是，市电直供技术开始在数据中心领域兴起，目前Facebook、Google、Microsoft已经推出了各自的市电直供方案。

腾讯作为国内最大的互联网企业之一，在数据中心的供电技术上也进行了尝试，由腾讯牵头的基于240V高压直流技术衍生出来的市电+240V高压直流供电架构已经在腾讯数据中心使用。

9.3 贵安云数据中心

中国联通（贵安）云数据基地（也称作“贵安云数据中心”）是中国联通西南地区云计算平台的核心节点和全国十大云计算基地、三大云计算资源池之一，为贵州及南方各省提供优质的云计算和大数据服务。该项目是亚洲规模最大的单体模块化数据中心，规划建设规模达600亩（1亩=666.7m²），总投资约50亿元，计划建筑面积30万m²，规划机架数达3.2万架，总服务器数量达40万台，将按照国际一流标准进行建设，并将成为中国联通南方地区云计算平台的核心节点，要求达到集中高效、性能优质、快速响应、绿色节能的云数据平台标准。目前，项目一期工程正在顺利实施，建设进度走在了联通全系统前列，较正常建设进度提前了近1年时间，将为贵州大数据产业发展提供坚实的硬件设施基础。中国联通（贵安）云数据基地总体规划平面图见图9-18。

贵安云数据中心项目分为三期进行建设，一期项目建成机柜数目1108个，远期规划22288个物理机架，主要承载贵州联通的IDC机房租赁业务。考虑到IDC业务井喷式增长以及未来需求，贵安云数据中心需要尽快把资源转化为收入。因此，中国联通提出了两个建设要求：一是为适应云数据中心快速发展的市场环境，要求数据中心建设周期尽可能短；二是为响应国家建设绿色数据中心的号召，

对节能要求高。传统的数据中心建设方式无法解决这两大难题。

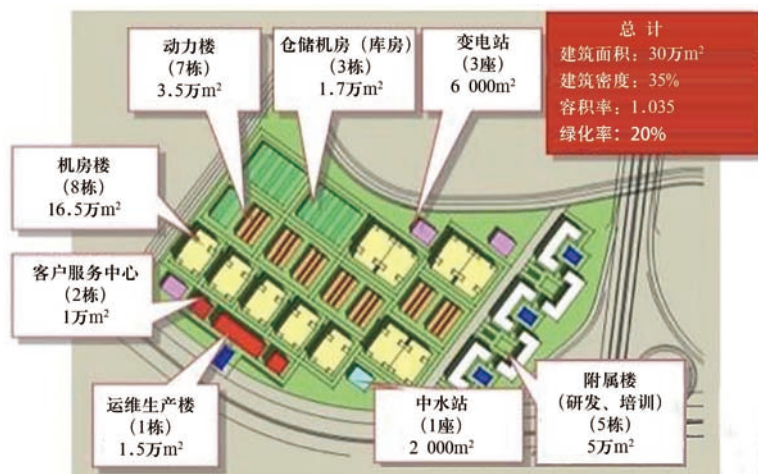


图 9-18 中国联通（贵安）云数据基地总体规划平面图

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。

华为针对中国联通的要求，分别从可靠性、高效性、简单化三个层面提出了模块化数据中心解决方案，使得贵安云数据中心设计标准遵循高可靠、高安全、高品质、绿色的建设理念。

在要求快速部署、节能增效的前提下，华为采用微模块数据中心解决方案，工厂预安装、预调试，节省了 30% 以上的部署时间；同时，模块化的构架可以实现后期 IT 设备容量和密度的灵活扩容，轻松应对业务挑战。由此，中国联通在 6 个月内完成了 62 个微模块，共 1 108 个机柜的快速部署，实现了业务快速上线，且后期可灵活扩容。

在高可靠性方面，该数据中心按照国家 A 类机房标准建设，配电采用“2N”型配置，制冷为“N+1”型配置，其他机房关键负载为“2N”型配置，满足了国际 T3+ 标准。针对中国联通对供电系统的安全可靠性要求，华为提供的是多达 52 台大功率模块化 UPS 作为 IT 设备和重要辅助设备的高质量后备电源，华为模块化 UPS5000-E 从可靠性上采用目前最先进的拓扑结构及全模块化设计，可以实现 99.999% 的高可用性；同时，模块化设计支持各个模块在线热插拔，使得设备维护时间锐减，大大降低了业务中断的风险。

在绿色节能方面，中国联通应用了行级空调、密闭通道技术及高效模块化 UPS，使整个数据中心的 PUE 值低于 1.3。一方面，行级空调与机柜并排安装，近端制冷，有效地解决了机房局部热点问题，并且制冷更加精确，减少了能耗；

另一方面，让冷热空气隔离，有效地提高了空调的制冷效率，从而降低了 PUE 值，大大降低了运营成本。配电系统的低载高效，则是华为模块化 UPS5000-E 获得中国联通青睐的重要原因，20% 的负载 UPS 效率高达 95%，40% 的负载 UPS 效率达到 96%。对于兆瓦级数据中心，业界的 UPS 效率一般为 90% 左右，与之相比，华为模块化 UPS5000-E 每年将为中国联通节省至少 300 万元的电费，真正厉行节能减排。

采用微模块的建设方式，建设速度提升了 30%，贵安云基地建设进度较正常建设进度提前了近 1 年时间。同时 PUE 值低至 1.3，较传统的方案节省 30% 的电费支出，大幅降低了数据中心的整体运行成本。华为的智能微模块在建设进程和效果上，获得了贵州联通的一致认可。沃聚数据、云筑基石、华为模块化数据中心为贵安云数据中心提供了一个高性能、智能化的绿色数据中心。

微模块与日常所见的传统数据中心相比，一个显著特点就是“快”。仓库建设大多采用的是钢结构，建设速度要比建设一个传统的水泥钢筋混凝土建筑物要快很多；另外，仓库里面的数据机房建设只是简单地部署数据中心微模块，微模块已经由厂家在工厂完成整体集成和预安装、预调试。在数据中心施工现场，工人只需通过简单的拼装、连接，即可实现微模块的整体交付，就像搭积木一样简单、便捷，能够大大缩短施工周期，降低施工难度，保证工程按时、准确、有序完成。这就是一个规模如此大的数据中心项目在短时间就完成了交付的原因。微模块数据中心见图 9-19。



图 9-19 微模块数据中心

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。

9.4 阿里张北数据中心

2016年9月,阿里巴巴启用了张北数据中心一号、二号园区,这是阿里在张北规划的总计约200亿元云基地投资的一部分。阿里张北数据中心未来将成为阿里各项核心业务在北方最重要的基础设施。阿里张北云计算基地计划占地面积约为630亩(1亩 $\approx 666.7\text{m}^2$),预计规模为30万台服务器。该云计算基地为“一点三中心”部署,即三个相互备份的数据中心园区以及一个示范展示点。其中,一号园区和二号园区投资额均约为60亿元,占地面积均约为200亩(1亩 $\approx 666.7\text{m}^2$)、建设容量均为10万台服务器。建成后,这里也将成为阿里云对外服务的最大核心地域节点之一,预计为200万个中小企业提供服务。阿里张北数据中心一号园区外观见图9-20。



图 9-20 阿里张北数据中心一号园区外观

数据来源: ICT research 整理 2016年3月。

两座世界级阿里张北数据中心建设用时不到一年的时间,而国内类似规模的数据中心通常需要2~3年建设周期。之所以能够如此迅速地建成绿色、高效、节能的数据中心,最关键的是模块化数据中心建设技术的采用:一是建筑模块化,采用大跨度钢结构而非钢筋混凝土,工厂生产钢板,现场直接组装,因此建设非常快;二是数据中心的冷冻、电力等也是模块化,在工厂生产后到现场组装,速度非常快。阿里张北数据中心服务器集群见图9-21。

未来数据中心建设有四个特性,即大规模、低成本、高效率、可复制。这四个方面是阿里不断深化和细化的目标,张北数据中心可以说是下一代数据中心在国内的最佳实践之一。阿里张北数据中心新风自然冷系统见图9-22,阿里张北数据中心服务器阵列局部见图9-23。

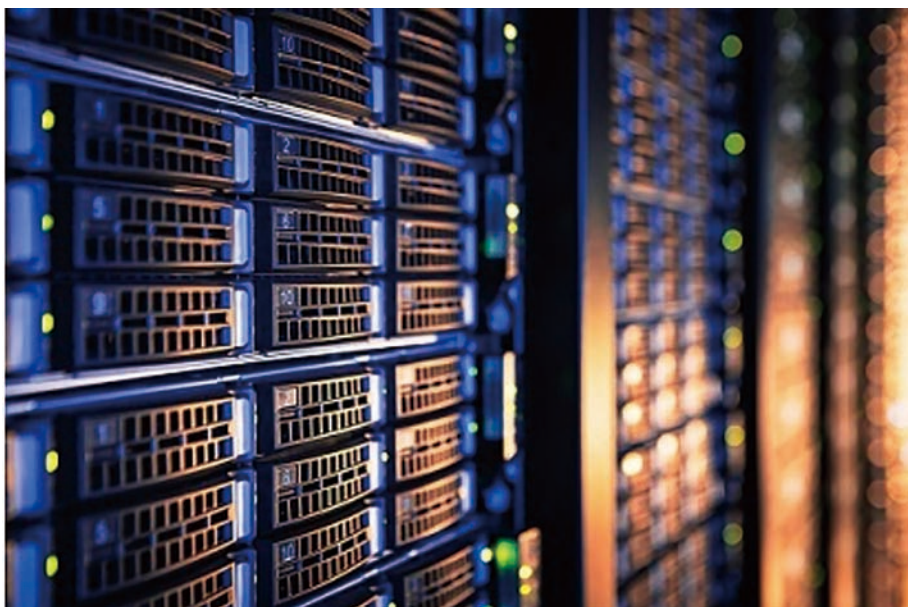


图 9-21 阿里张北数据中心服务器集群

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。

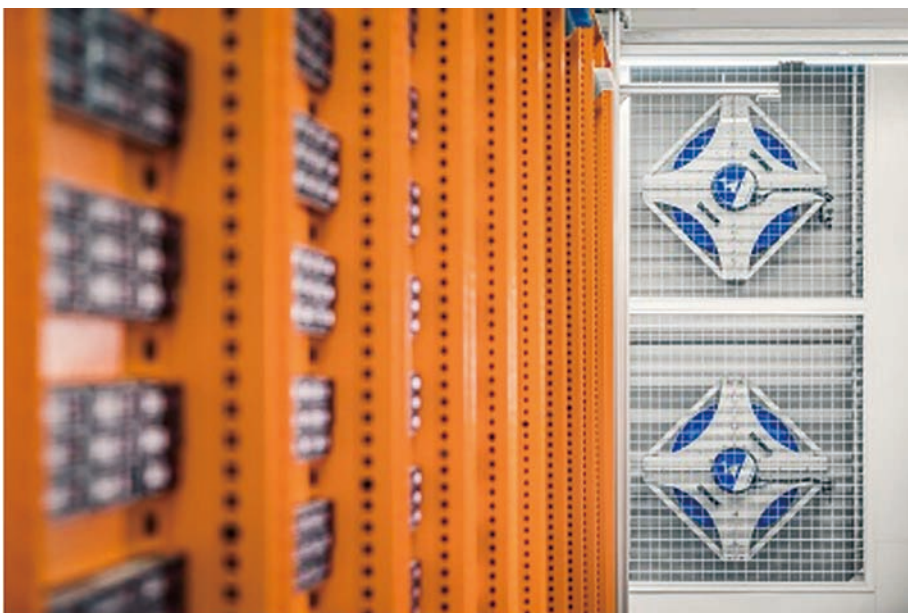


图 9-22 阿里张北数据中心新风自然冷系统

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。

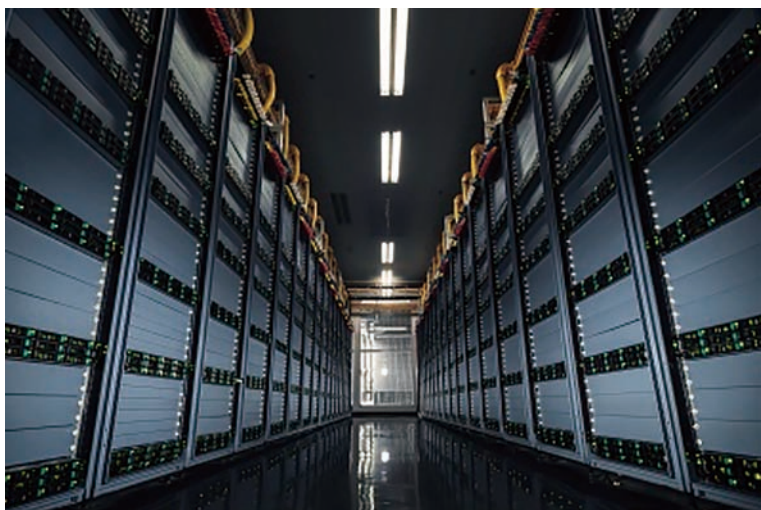


图 9-23 阿里张北数据中心服务器阵列局部

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。

数据中心的选址还应该考虑社会已构建的重要基础设施。以张北现在启用的两个数据中心为例，有三条道路互通、多路光缆连接、在城市上风口避开了冬季燃煤取暖的排放物、坐落于独立区域未来有很大的扩展空间、旁边有变电站等很多考虑因素。阿里的数据中心技术经历了三代发展。2010 年设计的阿里东冠数据中心是阿里第一代独立定制、设计、建设的数据中心，采用了多项阿里自主研发的数据中心供电制冷技术，曾获工信部“AAAA”绿色认证；2013 年设计的千岛湖数据中心是全球最节水的数据中心之一，在全球首次采用了湖水制冷技术，也是亚热带最节能的数据中心之一；2015 年设计的张北数据中心是阿里新一代独立定制、设计、建设的数据中心，全新设计的框架结构适应整机交付，极大地提高了交付效率。阿里张北数据中心冷冻机房见图 9-24。

阿里选址在张北建设数据中心，原因之一在于张北有丰富的风能和太阳能资源。该地区目前风电装机容量达 233 万 kW 以上，签约光伏开发总规模 14 万 kW，年风电光伏发电量达 60 亿 kW·h，为 100% 清洁能源。此外，该地区常年低温，平均温度 2.6℃，预计全年只有两周需要开启传统的压缩机空调制冷，仅制冷能耗就能降低近 60%。张北两座数据中心的设计 PUE 值均低于 1.25，最低可以达到 1.13，达到了国际领先水平。国家电网张北风光储输示范基地见图 9-25。



图 9-24 阿里张北数据中心冷冻机房

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。



图 9-25 国家电网张北风光储输示范基地

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。

阿里张北数据中心自主研发的分布式电源储能技术和市电直供技术，实现了最大化的市电直供和按需供应；而采用的能源互联网技术，能实现最大程度的新能源供电；采用的机械制冷与自然风冷之间的精确控制切换技术，甚至使其优于 Facebook、雅虎的数据中心，因为它们没有这种切换。

阿里张北数据中心将着重培养本地数据中心的运维人才，实现运维本地化。每个园区都将按 100 人左右规划管理运维团队，主要负责设备维护、网络运行及园区管理等，在园区内能够自给自足，吃饭、住宿等生活需求都能在园区内解决。另一方面，由于该数据中心的规模比较大，很多零部件供应商都在本地设了备件库，方便日常维护。而阿里也在加强数据中心的自动化与智能化运维，更多地采用远程管理和监控手段，进一步提升运营效率。在 2016 年 9 月 12 日的启动仪式上，阿里还与冀北电网签署了直流供电的技术试点协议。冀北电网希望租用当地老百姓屋顶发展太阳能，实现分布式发电，而阿里数据中心能就地消纳这些光伏发电；阿里的农村淘宝也在积极对接，帮助农村消费升级，促进农产品上行，这都是阿里资源为张北带来的变化。

9.5 阿里云千岛湖云数据中心

2015 年 9 月，采用湖水制冷的阿里云千岛湖云数据中心正式启用。如果单从规模来看，阿里云千岛湖云数据中心不大，其建筑面积约为 $30\,000\text{m}^2$ ，共 11 层，可容纳至少 5 万台设备。但从创新技术的采用上，作为水冷驱动的工业数据中心建设模板，很有带代表性。阿里云千岛湖云数据中心最大的特点就是因地制宜，深层湖水通过完全密闭的管道流经数据中心，帮助服务器降温，再作为城市景观呈现回流到千岛湖，而在这种运作过程中也做到了保持湖水的纯净零污染，因此制冷能耗的节省超过了 8 成。

1. 工业设计层面

90% 的时间不需要电制冷，深层湖水通过完全密闭的管道流经数据中心，帮助服务器降温，再流经 2.5km 的青溪新城中轴溪，作为城市景观呈现，自然冷却后回到千岛湖。

设计和建设等级接近最高 T4 等级。如双盘管空调系统，是 2 (N+1) 的标准，分别为湖水和冷冻水双路 N+1 系统，2 个不同的 110kW 变电站引入 3 路 10kW 市电，保证了 2N 的供电系统；多组高压柴油发电机作为应急电力设备等。

采用光伏太阳能、水力发电等，服务器余热也被回收用作办公区采暖。

预计可实现年平均 PUE 值为 1.3（在亚热带环境中，数值已经极低），最低时 PUE 值为 1.17，设计年平均 WUE（水分利用率）可达到 0.197。

华通云数据是数据中心的承建商，并提供后续基础服务。

2. 硬件和软件等技术层面

按需制冷技术纳入动态环境管理，通过智能算法模型综合判断，监测服务器

的功率与温度变化，实时调整冷量输出，把制冷所需的能耗降到了最低。

采用了自主研发的数据中心微模块、整机柜服务器、PCIe 接口的固态硬盘。

其中，数据中心微模块（ADCM），从工厂生产到现场交付仅需 45 天，独创的铝合金预制框架，实现了精密的契合结构，进一步精简了现场的安装工作；整机柜服务器（AliRack）2.0 版本，服务器上架密度和传统机柜相比提升了 30%，同样的服务器空间硬盘容量增加了一倍。AliRack 支持即插即用，服务器交付方便；PCIe 固态硬盘（AliFlash）打破了接口瓶颈，绕过控制器开销，使吞吐量、每秒读写次数（IOPS）提升了 5 ~ 10 倍，延迟下降了 70% 以上。自主掌控的驱动逻辑，进一步提升了性能表现。据阿里估计，由于千岛湖地区年平均气温为 17℃，其常年恒定的深层湖水水温，可以让数据中心 90% 的时间都不依赖湖水之外的制冷能源，制冷能耗的节省超过了 8 成。换算成数据就是，阿里云千岛湖云数据中心可以比普通数据中心全年节电约数千万 kW · h，减少碳排放量 1 万多吨标准煤。

数据中心外部有两台湖水处理器，通过密封管道从湖中取水，取水口完全符合环保标准，选择的是中间层水，既不会太深（避免了泥沙等问题），也不会太浅（有较多浮游生物）。取水层基本无杂质，水温基本在 13℃ 左右，虽然不同天气略有变化，但水温基本浮动在 1℃ 左右。由于水质极好，经过缓冲池进入湖水处理器，但从实际情况看，基本不需要进行水处理。

高压柴油发电机作为应急电力设备。即使发生突发情况，常规油管的柴油储备可以保证 8 ~ 10h 供电，而后将通过直供油管由资源企业直接提供柴油，1h 到位。得益于“双十一”保障预案，阿里会采取人为断电 + 监控的方式，实现负载状态下实施柴油发电机的电力切换测试。阿里是很少几家能够做到这一点的企业之一。

数据中心机房布满了传感器，用以检测温度和分布情况，不追求最冷，而追求最适合，以保证最节能的目标。节水的关键，在于深层湖水通过完全密闭的管道流经数据中心，帮助服务器降温，再流经 2.5km 的青溪新城中轴溪，作为城市景观呈现，自然冷却后最终洁净地回到千岛湖。

阿里云千岛湖云数据中心的特色除了节水，还有节能。绿色理念贯穿始终，靠湖水替代 90% 的电制冷，节能环保，为城市景观水道提供水源，堪称自然、城市、科技有机融合的典范。

阿里云千岛湖云数据中心冷机房见图 9-26，阿里云千岛湖云数据中心柴油

发电机房见图 9-27。



图 9-26 阿里云千岛湖云数据中心冷机房

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。



图 9-27 阿里云千岛湖云数据中心柴油发电机房

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。

除了节能之外，阿里云千岛湖云数据中心的另一大特色是节水，由于全封闭式的管道设计，使得其在水资源的损耗上也大大降低，设计年平均 WUE（水分利用率）可达到 0.197，打破了此前由 Facebook 俄勒冈州数据中心创下的 WUE 为 0.28 的最低纪录。

阿里云千岛湖云数据中心电力电池室见图 9-28、屋顶冷却塔见图 9-29、微模块见图 9-30。

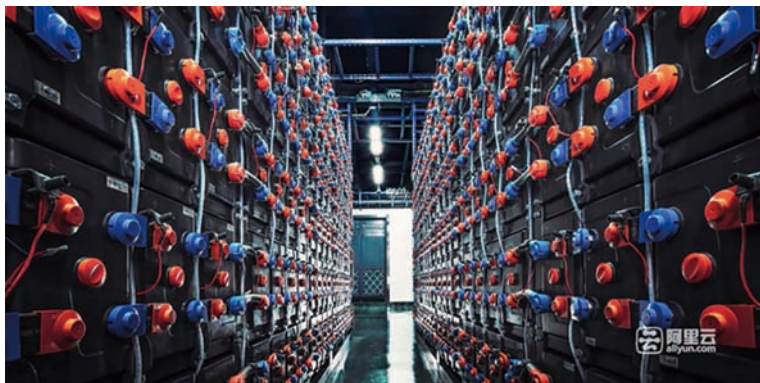


图 9-28 阿里云千岛湖云数据中心电力电池室

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。



图 9-29 阿里云千岛湖云数据中心屋顶冷却塔

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。

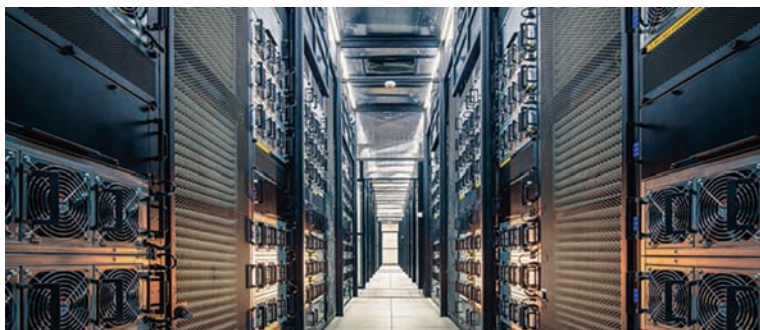


图 9-30 阿里云千岛湖云数据中心微模块

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。

9.6 京东云华东数据中心

为了能面对复杂的“互联网+”变革，京东不断完善基础设施建设，投资数十亿元在全国建立了多个数据中心，从而更好地支持京东云业务的成长。自建物

流体系已成为京东的核心竞争力之一，京东金融依托京东生态平台积累的交易记录数据和信用体系，正在向社会各阶层提供消费金融、理财、支付及众筹等各类金融服务。而在这些业务的背后，整个京东集团的核心系统都已建立在云计算平台——京东云之上。京东云正在从单纯支撑京东自身业务的技术服务，转变为同时向外部合作伙伴提供云计算服务的开放平台，将京东自身13年潜心打磨的产品和解决方案对外开放，帮助传统企业完成互联网转型，服务于整个社会。京东云在将服务开放的同时，也在不断完善自身的基础设施建设。为了能够为企业、政府、科研机构等合作伙伴提供更加安全、可靠、灵活的云计算服务，京东云不断进行资源拓展，并为此付出了巨大努力。京东云华东数据中心的建成使用更是加速了这一战略部署的落实。京东云华东数据中心外景见图9-31。



图 9-31 京东云华东数据中心外景

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。

京东第一个自建数据中心是京东云华东数据中心，京东云华东数据中心位于江苏省宿迁市湖滨新区，在地理位置和水电能源方面均有较大的优势。整体由4个模块和1栋综合大楼组成，总占地面积将近6万 m^2 ，总投资约30亿元，可以提供20万台的服务器安装和运营能力，存储能力不小于32EB，计算能力不小于128千万亿次/s。

整个数据中心秉承实用性、先进性、标准化和现代化的设计原则，采用国际设计理念，又有很多区别于国内的突破创新。在机房系统装修设计上坚持国家标准，办公区域有着合理的功能分区，设计上增加了办公环境间的相互连接。园区

和数据机房楼巧妙地融入了京东的企业文化、工业艺术、人文环境及景观设计理念，形成了一个工业、科技、人文、生态和谐并存的数据中心产业园区。京东云华东数据中心鸟瞰图见图 9-32。



图 9-32 京东云华东数据中心鸟瞰图

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。

京东云华东数据中心采用《电子信息系统机房设计规范》GB 50174—2008 的 A 级标准，并参考美国 UPTIME TIER III 标准及 TIA-942 T3、T4 标准设计建造。多样化的机柜密度可实现 4 ~ 12kW 的连续调整，机房总体可提供 5 000 个以上高功率、高等级的 IT 机架。独立的模块机房设计，方便管理。并考虑不同需求下的扩容要求，针对不同业务的不同需求进行合理规划。

不仅如此，机房建设时对工作流程也进行了严密的梳理，同时考虑了安全区域的设置。基于工作流程的角度，从电力供应和基础设施服务到设备机房、运维监控室，再到未来可扩展的区域都有相应的位置部署。从安全区域的角度，对机房按不同的使用功能划分成不同的安全等级区域，保证了不同安全等级区域的分级可管理性。

京东云华东数据中心采用一体化架构、模块化设计，通过软硬件相结合的方式，实现全自动管理，提高了工作效率。从专属的水、电基础设施、骨干网络的接入，到上层应用做到了量身定制。电子配线架能大大减少工作人员的人工误差，部分采用模块化 UPS，根据 IT 设备实际用电负荷分期逐步加入 UPS 模块，并可以根据需求调整。

数据中心的4栋机房模块独立实施，模块内部的数据机房和配电室根据使用需求灵活布置、调整模块内容，实现系统搭建的最优化。并根据需求定制服务器区，实现高密度+低成本、快速部署、高度整合、节能低耗的最优结合。京东云华东数据中心服务器见图9-33。

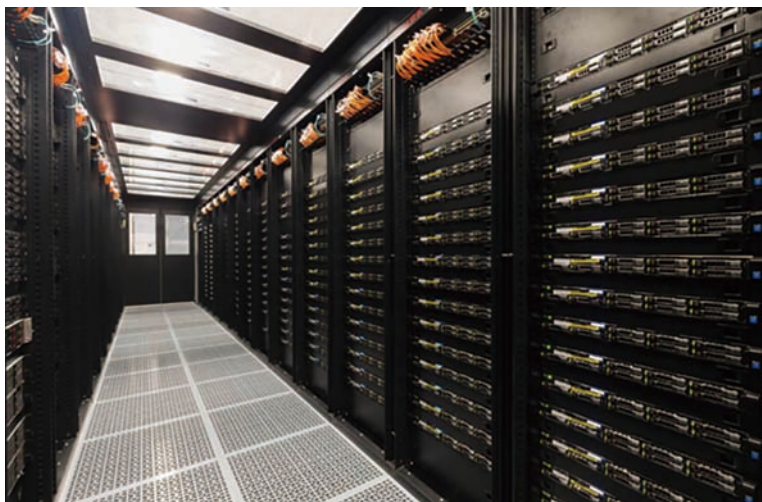


图 9-33 京东云华东数据中心服务器

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。

绿色环保技术贯穿于京东云华东数据中心的整个生命周期。从最初的概念设计到施工建造，一直到投产后的运营管理，保证数据中心年均 PUE ≤ 1.3 （实测），在华东地区达到了领先水平。随着数据中心需求和规模的不断扩大，建设成本和运行成本不可避免地会成为企业的考量指标。数据中心不仅耗电量巨大，耗冷量也不可小觑。

降低空调制冷系统的能耗，是提高数据中心能源利用率最直接和有效的措施。因此，利用自然冷源来解决数据中心的散热问题，成为京东自建数据中心创新技术的核心考量之一。

1. Free Cooling 自然冷却系统

京东自建数据中心选址在江苏宿迁地区，一年中大部分时间的温度在 $-5 \sim 35^{\circ}\text{C}$ 之间，水资源丰富，属于暖温带季风气候区。年均气温 14.2°C ，四季分明，初霜期一般在 10 月下旬。相对于严寒地区，室外设备被冻结故障的可能性较小，而可利用的室外自然冷源的条件又比较好。为了充分利用冬季室外天然冷源进行自然冷却，冷冻水系统设置了水-水不锈钢板式换热器，与冷水机组

并联。

系统中设计的冷冻水供水温度为 10°C ，实际运行中可以通过提高水温，来提高系统运行整体效率并延长自然冷却时间。实际运行中，冷冻水系统在室外日平均温度持续 5 天以上低于 10°C 时，切换到自然冷却系统使用，日平均温度持续 5 天以上高于 10°C 时，开始退出自然冷却系统切换到制冷系统。全年基本可以分为免费制冷季和常规制冷季。京东云华东数据中心在传统的 Free Cooling 技术基础上，增加了一套自主设计的气候环境采集控制系统，称作“平滑的连续调整”的 Free Cooling 技术。利用这套技术，完全实现了制冷系统根据室内外环境温度、湿度、系统负荷大小，平滑连续地调节各组件运行状态，始终保持系统在最佳的效率区间。而且全年可以免费使用自然冷源的时间高达 180 天以上，直接节约电费数百万元以上。京东云华东数据中心制冷系统见图 9-34。



图 9-34 京东云华东数据中心制冷系统

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。

2. 制冷系统

制冷系统是数据中心的重要组成部分，担负着为数据中心提供可靠生产环境的任务。京东在宿迁自建的数据中心，采用三级压缩式冷水机组，结合水泵、冷却塔变频控制带来了很好的节能效果。空调制冷系统由冷源系统、管路系统、末端空调系统和辅助系统等构成，数据中心专门设置有制冷机房。

制冷设备采用 4 台水冷离心式冷水机组，3+1 配备。压缩机形式为三级离心式，三级压缩具有转速低、运行平稳、低负荷工况好的特点，加大了机组制

冷量的调节范围。同时，在三级压缩的过程中设置有两级节能器，与不带节能器的冷水机组相比，相同制冷工况下节电量达到 8% ~ 10%。

冷冻水系统的设计供回水温度为 10 ~ 16℃，主要设备采用 N+1 冗余配备，保证系统不会由于某一设备故障而受到影响。整个水系统管路采用环状管路，设备之间设置双阀门，保障系统的可用性。配备有在线式蓄冷罐，可以无间断地为系统提供 15min 的备用冷源。空调制冷系统的整体设计满足并高于 Uptime Tier III 级别的要求。

3. 空调末端系统

在京东宿迁自建数据中心的一期模块中，主机房内架空地板高度为 1.2m。这种较高的架空层有利于空气静压的形成，使通风地板的出口风速平稳。同时也为地下保温层和管线的维护提供了较大的空间。对于不同负荷的机柜，可调整通风地板的开孔面积分配冷量。机柜采用冷通道封闭的形式，使得空调送风冷却效率更高。

每个机房模块配有独立的直膨式新风机组，室外新风经初效和中效过滤，并经冷却处理后送入房间，保证机房正压需求。主机房、变配电室、电池室、UPS 配电室等均采用水冷式精密空调，采用 N+1 配置方式。精密空调全部采用“UPS+市电”双路供电，以 UPS 电源为主；同时，为避免大量空调同时起动对电网造成冲击，空调采取了延时策略。

京东 IDC 建设团队选用的精密空调，采用了节能设计技术，包括：空调 EC 风机叶轮采用航空级新型工程复合材料，质量更轻，强度更高，也更加节能；通过控制器根据实际冷负荷按比例设定送风量，以满足外部变化的冷负荷需求，降低风机消耗的功率，进一步实现节能；优化气流通道，扩大回风过滤器面积，减小内部压强，降低风机的功耗；机组采用超大面积换热器，将风机模块安装在架空地板下，更好地利用机组的内部空间；精密空调内置电极式加湿器，具有水处理系统，自动检测加湿罐中的杂质含量并清除，减少了氧化结垢现象的发生。京东云华东数据中心机柜见图 9-35。

京东在宿迁的自建数据中心核心目标之一是全力保证负荷用电的高可靠性。服务器电源是整个数据中心供配电系统建设的重点，了解服务器电源的相关特性对于数据中心的供配电系统建设具有重要的意义。充分了解服务器电源的容量、冗余方式、制冷要求和能效设计等主要指标，对于数据中心供配电系统的设计是十分必要的。



图 9-35 京东云华东数据中心机柜

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。

服务器冗余电源系统最终都可以归结到双电源系统上，如果双电源服务器的每一路电源都能通过独立的供电路从独立的电源取电，就能够获得最高的可靠性。

1. 市电专线的供电系统

建立的京东专属的 110kV 开关站成为达成高可靠性这一目标的绝佳途径。110kV 开关站紧邻京东宿迁自建数据中心园区，其上一级线路来自两个不同的 220kV 变电站专线。在 110kV 开关站内设有两台变压器，容量可满足整个数据中心园区的最大用电量。当两台变压器任意一台检修或发生故障时，另一台完全可满足园区内所有设备的正常用电需求。

2. 数据中心自建变电站

机房内所有电子信息设备都采用 UPS 供电，其中两个生产机房和两个网络机房电子信息设备的供电模式为 2N，其余 6 个生产机房的供电模式则为 N+1。辅助设备电源采用“UPS+ 市电”的供电模式，单台 UPS 后备蓄电池支撑时间不小于 15min。当一路市电电源故障时，故障回路负荷自动切换到另一回路。当两路市电电源都发生故障时，机房模块内负荷由 UPS 蓄电池供电，同时备用柴油发电机组起动，向机房模块、空调冷源、照明等负荷供电。京东云华东数据中心配电系统见图 9-36。



图 9-36 京东云华东数据中心配电系统

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。

3. 后备柴油发电系统

如果市电发生断电，数据中心的发电系统会自动投入运行，与市电进行自动切换，并在限定的时间内，发电机组起动，确保重要负载的紧急供电。油罐储油量在无外部支援的情况下可满足发电机组 12h 以上带载连续运行，并有紧急供油协议作为后继可靠保障，任意一套油路系统 PLC 控制出现故障时，自动切换至另外一套 PLC 控制系统，保证系统供油的可靠性。当市电恢复，经过人工确认后，手动恢复市电供电。京东云华东数据中心后备柴油发电系统见图 9-37。



图 9-37 京东云华东数据中心后备柴油发电系统

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。

京东在宿迁的自建数据中心的发电系统全部采用进口一线品牌的柴油发电机组设备，具有良好的起动性能。配有发动机缸套水加热装置，可以保证在低温时，系统的快速起动和带载能力。机组可以承受负载突加 75% 的突发状况，保证发电机组快速起动后可以快速加载。对并机主控系统的冗余设计，有效提高了并机系统的可靠性。发电机配置有防潮加热器，防止因空气湿度过高降低发电机绝缘性能而造成安全风险。

供储油系统在每个数据中心模块中独立设置，物理隔离。每个模块配置有两个 25m^3 埋地柴油储罐，每个柴油罐配置一用一备 2 台供油泵，两罐之间配置一台倒油泵。储罐区至机房日用油箱间输油管路为双环路设计，具备在线检修及容错能力。

4. 非晶合金变压器

京东在宿迁自建数据中心项目中，IDC 建设团队选择了非晶合金变压器，它既有普通干式变压器阻燃自熄、防潮、耐裂的优良性能，又具有非常优异的导磁性能，去磁与被磁化的过程极易完成。有利于降低损耗，增加有效载荷，提高效率。与普通干式变压器技术参数相比较，空载损耗下降 65% ~ 70%，节能效果非常显著。

5. 智能照明系统

京东在宿迁的自建数据中心所有主机房都采用了分布式照明智能控制系统。当人员进入机房时，系统会根据感应打开该部位的灯具；当人员离开时，灯具则按设定的延时时间自动关闭；无人员进入机房时，灯具能满足运维监控的最低亮度，达到节能与自动控制的目的。

附录



附录 A 我国有关数据中心政策汇编

A.1 《工业和信息化部关于鼓励和引导民间资本进一步进入电信业的实施意见》（说明）

为贯彻落实《国务院关于鼓励和引导民间投资健康发展的若干意见》（国发〔2010〕13号）鼓励民间资本参与电信建设。鼓励民间资本以参股方式进入基础电信运营市场。支持民间资本开展增值电信业务。工信部对于民间资本进一步进入电信业提出实施意见，其中鼓励和引导的重点领域中明确提出：“鼓励民间资本开展增值电信业务。”“支持民间资本在互联网领域投资，进一步明确对民间资本开放互联网数据中心（IDC）和互联网接入服务（ISP）业务的相关政策，引导民间资本参与 IDC 和 ISP 业务的经营活动。”

A.2 《工业和信息化部关于进一步规范因特网数据中心业务和因特网接入服务业务市场准入工作的通告》（节选）

“为促进互联网行业健康发展，营造健康有序的市场环境，落实《工业和信息化部关于鼓励和引导民间资本进一步进入电信业的实施意见》（工信部通〔2012〕293号），依据《电信业务经营许可管理办法》（工业和信息化部令第5号）等相关规定，我部制定了《关于进一步规范互联网数据中心（IDC）业务和互联网接入服务（ISP）业务市场准入工作的实施方案》。”

“本次规范范围是互联网数据中心（IDC）业务和互联网接入服务（ISP）业务。重点内容为明确 IDC、ISP 两项业务经营许可证申请条件和审查流程，同时进一步明确 IDC、ISP 申请企业资金、人员、场地、设施等方面的要求。”

“自 2012 年 12 月 1 日起，拟经营 IDC 和 ISP 业务的电信企业，可按照《实施方案》及相关法规要求，向电信主管部门申请办理业务经营许可。电信主管部门受理申请并对申请企业是否满足申请条件进行审查，依法做出予以批准或者不予批准决定。”

“电信主管部门在按照《实施方案》要求开展 IDC、ISP 业务许可申请受理

工作后，将视实际情况开展规范、清理 IDC、ISP 市场工作。”

“三、IDC 和 ISP 业务许可申请”的内容如下：

（一）申请条件

申请 IDC 和 ISP 业务的企业，应按照《中华人民共和国电信条例》第十三条、《电信业务经营许可管理办法》第六条、第八条的规定，向我部或省、自治区、直辖市通信管理局提交相关申请材料。其中两个条件细化明确如下：

1. ‘有与开展经营活动相适应的资金和专业人员’

申请 IDC 和 ISP 业务的企业，注册资本应符合有关规定。

申请 IDC 和 ISP 业务的企业，需建立网络和信息安全专人专岗制度，配备与本企业接入网站数量相匹配的网络和信息安全管理人員。企业要明确 2 名应急联系人，负责 7×24h 应急联系处置工作，每接入 1 万个网站至少配备 2 名专职网络和信息安全工作人員，并根据需要配备必要的技术、管理、客户服务等工作人員。建立相应的客户服务部门，配备专职投诉处理人員，设置用户投诉处理公开服务热线。

2. ‘有必要的场地、设施及技术方案’

（1）申请经营 IDC 业务的企业，应利用自有或租用的机房和场地，以外包出租的方式为用户的服务器等互联网相关设备提供放置、代理维护、系统配置及管理服務，以及提供数据库系统或服务器等设备的出租以及存储空间的出租、通信线路和出口带宽的代理租用和其他应用服務。机房要满足《通信机楼消防安全监督管理办法》（工信部电管〔2010〕543 号）和《通信网络供电系统运行安全监督管理办法》（工信部电管〔2010〕563 号）的相关规定；所使用的交换和路由设备应取得电信设备进网许可证。

IDC 机房包括 UPS、发电设备、冷却系统、机柜等设备。IDC 机房和场地的证明材料包括：房产证或者租赁合同、机房设计文档、监理报告、机房施工文档等。

（2）申请 IDC 和 ISP 业务的企业，应建设独立并具有以下功能的 IDC 和 ISP 企业资源和业务管理系统。

——建设企业端互联网网站备案管理系统，记录并及时变更所接入网站的主体信息、联系方式和接入信息等，并实现与部、省网站备案管理系统的连接。

——建设企业接入资源管理平台，记录接入资源的分配、使用、出租、转让等信息，对接入资源异常使用实行日常发现、分析和处置，并实现与部电信业务市场综合管理系统的连接。

——提供虚拟主机（存储空间出租等）的 IDC 企业要建立相应的制度，对在本企业进行主机托管并提供虚拟主机服务的客户信息进行审核和登记，并报电信主管部门。

（3）提供域名注册服务的 IDC 和 ISP 企业，应按照《中国互联网域名管理办法》（信息产业部令第 30 号）的规定，向电信主管部门申请获得互联网域名注册服务机构资质，并严格落实域名实名注册要求，规范域名注册服务行为。

（4）申请经营 IDC 和 ISP 的企业，应满足以下安全管理要求，并建设相应的网络和信息安全管理系统。

——网络安全管理要求。按照《通信网络安全防护管理办法》（工业和信息化部令第 11 号）、《互联网网络安全信息通报实施办法》（工信部保〔2009〕156 号）、《木马和僵尸网络监测与处置机制》（工信部保〔2009〕157 号）、《移动互联网恶意程序监测与处置机制》（工信部保〔2011〕545 号）的要求，落实通信网络安全防护系列标准，制订并完善网络安全应急预案，开展应急演练，接受主管部门对各项网络安全工作落实情况的监督检查。

——信息安全管理要求。按照《中华人民共和国电信条例》和《互联网信息服务管理办法》的要求，建立违法网站和违法信息的巡查与处置、用户信息安全管理、信息安全评估等管理制度。按照《互联网数据中心和互联网接入服务信息安全管理系统技术要求》和《互联网数据中心和互联网接入服务信息安全管理系统接口规范》等标准要求，建设 IDC 和 ISP 信息安全技术管理手段，具备基础数据管理、访问日志管理、违法违规网站及违法信息发现处置等技术能力。

（二）审查流程和要求

1）申请者须按《中华人民共和国电信条例》第十三条、《电信业务经营许可管理办法》第八条规定提交申请材料，并使用电信业务综合管理系统（网址为 <https://tsm.miit.gov.cn>）在线提交申请材料。

2）电信主管部门将严格按照《中华人民共和国电信条例》《电信业务经营许可管理办法》规定的审批时限和程序，依法审批发放 IDC 和 ISP《增值电信业务经营许可证》。

3）具体申请材料清单和审批程序可在电信业务综合管理系统（网址为 <https://tsm.miit.gov.cn>）查询。”

A.3 《关于数据中心建设布局的指导意见》（节选与说明）

为落实《国务院关于加强培育和发展战略性新兴产业的决定》，满足社会信

息化水平不断提高的要求，促进我国数据中心，特别是大型数据中心的合理布局和健康发展，工业和信息化部2013年1月发布了《关于数据中心建设布局的指导意见》。《指导意见》提出了科学推动数据中心的建设和布局的指导思想。坚持以市场为导向，以节约资源和保障安全为着力点，通过引导市场主体合理选址、长远设计、按需按标建设，逐渐形成技术先进、结构合理、协调发展的数据中心新格局。《指导意见》提出了数据中心建设和布局的基本原则，即市场需求导向原则、资源环境优先原则、区域统筹协调原则、多方要素兼顾原则和发展与安全并重原则。《指导意见》分别对新建超大型数据中心、新建大型数据中心、新建中小型数据中心和已建数据中心进行布局导向。从强化政策引导、加强应用引领、夯实网络能力、落实安全保障和发挥示范作用五个方面提出了数据中心建设布局的保障措施。《指导意见》还根据标准机架数对数据中心的规模进行划分；根据地质灾害、能源富集程度和气候等因素对我国地区进行分类。

其中，关于数据中心“布局导向”和“保障措施”类内容主要如下：

“三、布局导向

（一）新建超大型数据中心，重点考虑气候环境、能源供给等要素。鼓励超大型数据中心，特别是以灾备等实时性要求不高的应用为主的超大型数据中心，优先在气候寒冷、能源充足的一类地区建设，也可在气候适宜、能源充足的二类地区建设。

（二）新建大型数据中心，重点考虑气候环境、能源供给等要素。鼓励大型数据中心，特别是以灾备等实时性要求不高的应用为主的大型数据中心，优先在一类和二类地区建设，也可在气候适宜、靠近能源富集地区的三类地区建设。

（三）新建中小型数据中心，重点考虑市场需求、能源供给等要素。鼓励中小型数据中心，特别是面向当地、以实时应用为主的中小型数据中心，在靠近用户所在地、能源获取便利的地区，依市场需求灵活部署。

（四）针对已建数据中心，鼓励企业利用云计算、绿色节能等先进技术进行整合、改造和升级。

四、保障措施

（一）强化政策引导。符合大工业用电条件要求的可执行大工业用电电价。对满足布局导向要求，PUE（ $PUE = \text{数据中心总设备能耗} / \text{IT设备能耗}$ ）在1.5以下的新建数据中心，以及整合、改造和升级达到相关标准要求（暂定PUE降低到2.0以下）的已建数据中心，在电力设施建设、电力供应及服务等方面给予重点支持；

支持其参加大用户直供电试点。地方政府相关部门应合理安排上述数据中心的用地规模，在市政配套设施方面予以保障，在资金、人才、网络建设等方面给予支持。特殊情况下，不满足布局导向要求的新建超大型、大型数据中心，如果达到相关标准要求（PUE 在 1.5 以下），经过工业和信息化部、国家发展和改革委员会等部门组织的专家评审，认为符合特定需要和国家支持发展方向的，也可以享受上述支持政策。

（二）加强应用引领。在保障安全的前提下，鼓励行政机关带头使用专业机构提供的云服务，逐步减少政府自建数据中心的数量；引导企事业单位逐步将相关应用向专业机构提供的云服务上迁移。

（三）夯实网络能力。结合“宽带中国”战略，加快推动宽带网络建设，进一步优化互联网架构，提升互联网骨干网间互联互通水平，重点加强一类和二类地区的高速骨干网络建设和扩容力度，全面提升基础网络的能力和服务质量，满足各类数据中心建设和发展的需要。

（四）落实安全保障。加快数据中心安全技术研发，加强数据中心网络与信息安全管理。数据中心的设计、建设和运营要按照行业主管部门的政策标准，在网络安全、应用系统安全、业务安全、管理安全等方面落实安全措施和要求，制定和完善应急预案，健全运行安全保障机制，提高突发事件应急处置能力。

（五）发挥示范作用。加强数据中心标准化工作，研究制定能源效率、服务质量、安全保障等方面的标准及相应测评方法，探索开展评测工作。通过对数据中心优秀案例的总结宣传，推广先进经验，发挥优秀企业的示范带动作用。”

“数据中心规模划分：

本文中的超大型数据中心是指规模大于等于 10 000 个标准机架的数据中心；大型数据中心是指规模大于等于 3 000 个标准机架而小于 10 000 个标准机架的数据中心；中小型数据中心是指规模小于 3 000 个标准机架的数据中心。

注：此处标准机架为换算单位，以功率 2.5kW 为一个标准机架。”

“地区分类：

一类地区：气候寒冷（最冷月平均温度 $\leq -10^{\circ}\text{C}$ ，日平均温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的天数大于等于 145 天）、能源充足（发电量大于用电量）、地质灾害较少。

二类地区：气候适宜（最冷月平均温度在 $0 \sim -10^{\circ}\text{C}$ 之间、日平均温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的天数在 90—145 天之间；或最冷月平均温度在 $0 \sim -13^{\circ}\text{C}$ 之间，最热月平均温度在 $18 \sim 25^{\circ}\text{C}$ 之间，日平均温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的天数在 0—90 天）、能源充足（发

电量大于用电量）、地质灾害较少。

三类地区：气候适宜、靠近能源（紧邻能源富集地区）、地质灾害较少。

其他地区：除上述三类以外的地区。”

A.4 《国家新型工业化产业示范基地管理办法》（节选与说明）

2017年8月，为贯彻落实《关于深入推进新型工业化产业示范基地建设的指导意见》，做好国家新型工业化产业示范基地管理工作，促进产业集聚集群区规范发展和提质增效，推进制造强国建设，工业和信息化部研究制定了《国家新型工业化产业示范基地管理办法》。其中，国家示范基地是指现有产业园区（集聚集群区）按照新型工业化要求改造提升，经省级示范基地培育创建，形成的主导产业特色鲜明、发展水平和规模效益居行业领先地位，在协同创新、集群集约、智能融合、绿色安全等方面具有示范作用，走在全国前列的产业集聚集群区。工业和信息化部负责国家示范基地评审及相关管理工作。国家示范基地分两个系列，即规模效益突出的优势产业示范基地和专业化细分领域竞争力强的特色产业示范基地。其中，国家示范基地的主要产业领域包括：装备制造业、原材料工业、消费品工业、电子信息产业、软件和信息服务业、军民融合，以及新兴的产业领域，重点包括：工业设计、研发服务、工业物流等服务型制造领域，高效节能、先进环保、资源循环利用、安全产业、应急产业等节能环保安全领域，工业互联网、数据中心等围绕“互联网+”涌现的新产业、新业态等。

2017年8月，工业和信息化部办公厅印发了《关于组织申报2017年度国家新型工业化产业示范基地的通知》，其中明确提出：“大力支持新兴产业领域示范基地培育和创建。本年度优先支持工业互联网、数据中心、大数据、云计算、产业转移合作等新增领域集聚区积极创建国家示范基地。支持发展较好的国家级经济技术开发区等积极创建国家示范基地，打造新型工业化发展的引领区。”

《通知》明确规定了申报国家示范基地主要包括的产业和领域，包括：装备制造业、原材料工业、消费品工业、电子信息产业、软件和信息服务业、军民融合，以及新兴产业。

在《通知》中针对国家新型工业化产业数据中心示范基地的申报条件给出了明确的要求。《通知》针对数据中心单体达到大型规模以上（设计标准机架数 $\geq 3\,000$ 或配电功率达到 $10\,000\text{kW}$ ），且基础设施全部或部分完成，并进入投产

运营阶段；中小型数据中心（数据中心规模在 300 ~ 1 000 标准机架数范围，基础设施全部建设完成）在节能环保方面分别给出了相应的约束性要求。

大型规模以上的数据中心：数据中心运行年均 PUE ≤ 1.5 （对于运行不满 1 年的，要求设计年均 PUE ≤ 1.5 ），或年均电能使用效率（EEUE）达到《数据中心 资源利用 第 3 部分：电能能效要求和测量方法》（GB/T 32910.3）中较节能级别。

中小型数据中心：数据中心运行年均 PUE ≤ 1.7 。

此外，《通知》对于数据中心节能环保还给出了 4 条引导性要求：

1) 数据中心获得国家部委或第三方权威机构授予的相关绿色认证，如“国家绿色数据中心试点单位”、数据中心绿色等级评估 3A 级以上认证或其他绿色数据中心认证。

2) 安装动力及能耗监测软硬件平台并可实现数据追溯，电能能耗监测点设置符合国家标准《数据中心 资源利用 第 3 部分：电能能效要求和测量方法》（GB/T 32910.3）的相关要求。

3) 具备完善的运行管理机制，具有明确的能效提升目标。

4) 支持数据中心采用水电、风电、太阳能等绿色可再生能源。

对于业界普遍关心的数据中心的安全性和可靠性，《通知》也给出了 2 条约束性要求和 2 条引导性要求。

安全性和可靠性约束性要求：

1) 数据中心进行通信网络定级备案，符合《互联网数据中心安全防护要求》（YD/T 2584—2015），并通过第三方机构评估认定。

2) 数据中心符合《电信和互联网用户个人电子信息保护通用技术要求和管理工作要求》（YD/T 2692—2014）。

安全性和可靠性引导性要求：

1) 数据中心优先采用安全可靠软硬件产品，或是取得其他安全可靠资质认证。

2) 在楼宇安全、信息安全、网络安全、人员管理安全、防火安全等方面采用先进技术，处于行业领先水平。

对于数据中心服务能力的问题，《通知》中也给出了明确的 3 条引导性要求。

1) 数据中心取得服务能力相关评估认证。

2) 网络接入能力能够达到平均每机架 200Mbit/s。

3) 数据中心直连网络骨干节点。

国家新型工业化产业示范基地（数据中心）申报要求全文如下：

国家新型工业化产业示范基地（数据中心）申报要求见表 A-1。

表 A-1 国家新型工业化产业示范基地（数据中心）申报要求

国家新型工业化产业示范基地（数据中心）是指按照《关于数据中心建设布局的指导意见》提出的布局导向和原则规划建设，在节能环保、安全可靠、服务能力、应用水平等方面具有示范作用、走在全国前列的大型、超大型数据中心集聚区，以及达到较高标准的中小型数据中心。具体申报条件如下：

序号	类别	条件	指标性质	适用范围
1	合法合规	从事互联网数据中心业务的经营主体，应严格遵守《中华人民共和国电信条例》、《电信业务经营许可管理办法》、《工业和信息化部关于进一步规范因特网数据中心业务和因特网接入服务业务市场准入工作的通告》等法律法规和规定	约束性	通用
2		数据中心在规划建设、节能环保、数据安全保障等方面符合现行国家标准或行业标准	引导性	通用
3		符合《关于数据中心建设布局的指导意见》，园区所在地位于一类、二类、三类地区	引导性	大型规模以上
4		符合《关于数据中心建设布局的指导意见》，在靠近用户所在地、能源获取便利地区，依市场需求灵活部署	引导性	中小型
5	规模及利用率	数据中心单体达到大型或超大型规模，设计标准机架数 $\geq 3\,000$ 或配电功率大于10 000千瓦，且基础设施全部或部分建设完成，并进入投产运营阶段	约束性	大型规模以上
6		数据中心规模在300至3 000标准机架数范围，基础设施全部建设完成	约束性	中小型
7		IT设备负荷达到设计容量的40%以上	约束性	大型规模以上
8		IT设备负荷达到设计容量的50%以上	约束性	中小型
9	节能环保	数据中心运行年均PUE ≤ 1.5 （对于运行不满1年的，要求设计年均PUE ≤ 1.5 ），或年均电能使用效率（EEUE）达到《数据中心 资源利用 第3部分：电能能效要求和测量方法》（GB/T 32910.3）中较节能级别	约束性	大型规模以上
10		数据中心运行年均PUE ≤ 1.7	约束性	中小型
11		数据中心获得国家部委或第三方权威机构授予的相关绿色认证，如数据中心绿色等级评估3A级以上认证或其他绿色数据中心认证	引导性	通用

(续)

序号	类别	条件		指标性质	适用范围
12	节能环保	安装动力及能耗监测软硬件平台并可实现数据追溯,电能能耗监测点设置符合国家标准《数据中心 资源利用 第3部分:电能能效要求和测量方法》(GB/T 32910.3)的相关要求		引导性	通用
13		具备完善的运行管理机制,具有明确的能效提升目标		引导性	通用
14		支持数据中心采用水电、风电、太阳能等绿色可再生能源		引导性	通用
15	发展环境	所在地市级政府应用云计算技术整合改造现有电子政务信息系统,实现多领域政务信息系统整体部署和共建共用,近两年内政府自建数据中心数量减少5%以上		引导性	通用
16		所在地市级政府对满足布局导向要求,PUE在1.5以下的新建数据中心,以及整合、改造和升级达到相关标准要求(PUE降低到1.7以下)的已建数据中心,在电力设施建设、电力供应及服务等方面给予重点支持,支持其参加大用户直供电试点,符合大工业用电条件要求的执行大工业用电电价		引导性	通用
17		参照国家新型工业化产业示范基地申报条件第33条		引导性	通用
18		所在地政府具有针对中小型数据中心的改造或关停并转计划		引导性	通用
19		其他政策支持		引导性	通用
20	安全性和可靠性	数据中心进行通信网络定级备案,符合《互联网数据中心安全防护要求》(YD/T 2584—2015),并通过第三方机构评估认定		约束性	通用
21		数据中心符合《电信和互联网用户个人电子信息保护通用技术要求和管埋要求》(YD/T 2692—2014)		约束性	通用
22		数据中心优先采用安全可靠软硬件产品,或是取得其他安全可靠资质认证		引导性	通用
23		在楼宇安全、信息安全、网络安全、人员管理安全、防火安全等方面采用先进技术,处于行业领先水平		引导性	通用
24	服务能力	数据中心取得服务能力相关评估认证		引导性	通用
25		网络接入能力能够达到平均每机架200Mbit/s		引导性	通用
26		数据中心直连网络骨干节点		引导性	通用
27	应用特色	政务云/行业云类	园区内数据中心承载多个政务/行业信息服务系统	引导性	通用
28			信息服务覆盖范围达到县市级别	引导性	通用
29			园区内数据中心承载政务云/行业云服务通过第三方评估认证	引导性	通用

(续)

序号	类别	条件		指标性质	适用范围
30	应用 特色	数据灾备类	园区内数据中心符合 GB/T 20988—2007《信息安全技术 信息系统灾难恢复规范》，容灾设计达到第 3 级	引导性	通用
31			园区内数据中心灾备存储容量达到 PB 级别	引导性	通用
32		大数据类	园区内数据中心采用分布式大数据系统并开展数据分析挖掘应用	引导性	通用
33			大数据系统集群总规模 $\geq 1\,000$ 台服务器	引导性	通用
34			大数据应用总数据量达到 PB 级别	引导性	通用
35		实时应用类	承载金融、视频、游戏等实时性要求较高的业务机柜比例达到 50% 以上	引导性	通用
36			本地业务流量比例达到 50% 以上	引导性	通用

适用数据中心范围中，“大型规模以上”指仅针对达到大型规模（设计标准机架数 $\geq 3\,000$ 或配电功率达到 10 000kW）以上的数据中心示范基地申报条件；“中小型”指仅针对中小型规模数据中心（设计标准机架数小于 3 000）示范基地申报条件。此处标准机架为换算单位，以功率 2.5kW 为一个标准机架。

数据来源：ICT research 整理 2016 年 3 月。

A.5 《国家信息化发展战略纲要》（节选与说明）

2016 年 7 月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《国家信息化发展战略纲要》，并发出通知，要求各地区各部门结合实际认真贯彻落实。本战略纲要是根据新形势对《2006—2020 年国家信息化发展战略》的调整和发展，是规范和指导未来 10 年国家信息化发展的纲领性文件，是国家战略体系的重要组成部分，是信息化领域规划、政策制订的重要依据。

《纲要》中明确提出：“推进物联网设施建设，优化数据中心布局，加强大数据、云计算、宽带网络协同发展，增强应用基础设施服务能力。加快电力、民航、铁路、公路、水路、水利等公共基础设施的网络化和智能化改造。发挥信息化支撑作用，推动安全支付、信用体系、现代物流等新型商业基础设施建设，形成大市场、大流通、大服务格局，奠定经济发展新基石。”“提高政府信息化水平。完善部门信息共享机制，建立国家治理大数据中心。加强经济运行数据交换共享、处理分析和监测预警，增强宏观调控和决策支持能力。深化财政、税务信息化应用，支撑中央和地方财政关系调整，促进税收制度改革。推进人口、企业

基础信息共享，有效支撑户籍制度改革和商事制度改革。推进政务公开信息化，加强互联网政务信息数据服务平台和便民服务平台建设，提供更加优质高效的网上政务服务。”

A.6 《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》 (节选与说明)

2016年11月，国务院印发了《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》，其中明确提出：“构建网络强国基础设施。深入推进‘宽带中国’战略，加快构建高速、移动、安全、泛在的新一代信息基础设施。”“统筹发展应用基础设施。充分利用现有设施，统筹规划大型、超大型数据中心在全国适宜地区布局，有序推进绿色数据中心建设。推动基于现有各类通信网络实现物联网集约部署。持续强化应急通信能力建设。”“加强国际合作。加强信息网络基础设施国际互联互通合作。加强海外海缆、陆缆、业务节点、数据中心、卫星通信等设施建设，优化国际通信网络布局。加快建设中国—阿拉伯国家等网上丝绸之路、中国—东盟信息港。”

“加快发展高端整机产品。推进绿色计算、可信计算、数据和网络安全等信息技术产品的研发与产业化，加快高性能安全服务器、存储设备和工控产品、新型智能手机、下一代网络设备和数据中心成套装备、先进智能电视和智能家居系统、信息安全产品的创新与应用，发展面向金融、交通、医疗等行业应用的专业终端、设备和融合创新系统。大力提升产品品质，培育一批具有国际影响力的品牌。”

A.7 《“十三五”国家信息化规划》(节选与说明)

2016年12月，国务院印发了《“十三五”国家信息化规划》，明确提出：“‘十三五’期间，信息基础设施达到全球领先水平。‘宽带中国’战略目标全面实现，建成高速、移动、安全、泛在的新一代信息基础设施。固定宽带家庭普及率达到中等发达国家水平，城镇地区提供1 000 Mbit/s以上接入服务能力，大中城市家庭用户带宽实现100Mbit/s以上灵活选择；98%的行政村实现光纤通达，有条件的地区提供100Mbit/s以上接入服务能力，半数以上农村家庭用户带宽实现50Mbit/s以上灵活选择；4G网络覆盖城乡，网络提速降费取得显著成效。云计算数据中心和内容分发网络实现优化布局。国际网络布局能力显著增强，互联

网国际出口带宽达到 20 Tbit/s，通达全球主要国家和地区的高速信息网络基本建成，建成中国—东盟信息港、中国—阿拉伯国家等网上丝绸之路。北斗导航系统覆盖全球。有线、无线、卫星广播电视传输覆盖能力进一步增强，基本实现广播电视户户通。”

“发展绿色生产模式。加快信息化和生态文明建设深度融合，利用新一代信息技术，促进产业链接循环化、生产过程清洁化、资源利用高效化、能源消耗清洁化、废物回收网络化。推广智能制造、绿色制造、能源互联网、智慧物流等，发展循环经济，促进一二三产业朝高端、智能、绿色的方向发展。积极推广节能减排新技术在信息通信行业的应用，加快推进数据中心、基站等高耗能信息载体的绿色节能改造。”

“海外网络设施布局。畅通‘一带一路’信息通道，连接经巴基斯坦、缅甸等国到印度洋、经中亚到西亚、经俄罗斯到中东欧国家的陆地信息通道。积极参与面向美洲、欧洲、东南亚和非洲方向海底光缆建设，完善海上信息通道布局，鼓励在‘一带一路’沿线节点城市部署数据中心、云计算平台和内容分发网络（CDN）平台等设施。”

“统筹应用基础设施建设和频谱资源配置。适度超前布局、集约部署云计算数据中心、内容分发网络、物联网设施，实现应用基础设施与宽带网络优化匹配、有效协同。支持采用可再生能源和节能减排技术建设绿色云计算数据中心。推进信息技术广泛运用，加快电网、铁路、公路、水利等公共设施和市政基础设施智能化转型。建设完善国家应急通信保障体系。加强无线电频谱管理，维护安全有序的电波秩序。合理规划利用卫星频率和轨道资源，提高频率使用率，满足国家重大战略和相关行业用频需求。”

“加强数据资源规划建设。加快推进政务数据资源、社会数据资源、互联网数据资源建设。全面推进重点领域大数据高效采集、有效整合、安全利用，深化政府数据和社会数据关联分析、融合利用，提高宏观调控、市场监管、社会治理和公共服务精准性和有效性。建立国家关键数据资源目录体系，统筹布局区域、行业数据中心，建立国家互联网大数据平台，构建统一高效、互联互通、安全可靠的国家数据资源体系。探索推进离岸数据中心建设，建立完善全球互联网信息资源库。完善电子文件管理服务设施。加强哲学社会科学图书文献、网络、数据库等基础设施和信息化建设，提升国家哲学社会科学文献在线共享和服务能力。”

在“国家大数据发展工程”专栏中，明确指出：

“统筹国家基础数据资源建设。全面建成人口、法人、自然资源和地理空间、法律法规、宏观经济、金融、信用、文化、统计、科技等基础信息数据库。整合各类政府信息平台、信息系统和数据中心资源，依托现有平台资源，集中构建统一的互联网政务数据服务平台和信息惠民服务平台。

建立国家治理大数据中心。统筹利用政府和社会数据资源，推动宏观调控决策支持、市场监督管理、社会信用、风险预警大数据应用，建设社会治理和公共服务大数据应用体系。

加强大数据关键技术及产品研发。支持数据存储、分析处理、信息安全与隐私保护等领域技术产品研发，突破大数据关键技术瓶颈。加强大数据基础研究，探索建立数据科学的学科体系。提升大数据产业支撑能力。加快培育大数据龙头骨干企业，建立政产学研用联动、大中小企业协调发展的大数据产业体系。建立完善大数据产业公共服务支撑体系。

深化大数据应用。建设统一开放平台，逐步实现公共数据集开放，鼓励企业和公众挖掘利用。推动政府治理、公共服务、产业发展、技术研发等领域大数据创新应用。推进贵州等大数据综合试验区建设。”

在“国家互联网大数据平台建设工程”专栏中，明确指出：

“建立互联网大数据的采集机制。制定互联网数据管理办法，促进政府企业良好合作，制定国家或行业大数据平台技术标准，形成统一的数据采集、分析处理、安全访问等机制。

建设覆盖全国、链接畅通的数据中心。合理规划布局国家互联网大数据平台，考虑现有数据中心布局情况，选择条件适宜的地方建设区域性数据中心，依托安全可靠的通信网络，汇聚政府部门、电信运营商、互联网企业、各地区数据中心、大数据交易所、专业机构等渠道平台的数据，构建汇聚网民、企业和政府三类数据的大数据资源中心，提高信息的及时性、全面性和准确性。

互联网数据展示及应用。通过可视化和虚拟现实等技术，建立我国信息化、经济运行、环境保护、交通运输、综合监管、公共卫生等实时状况和趋势的统一视图，推进互联网大数据在国家治理、社会转型、产业升级等方面的广泛应用，服务科学决策。”

在“农业农村信息化工程”专栏中，明确指出：

“推动农业农村大数据应用。整合构建国家涉农大数据中心和国家农业云。打造农业走出去公共服务平台，开展全球农业数据调查分析系统建设，建立农业

全产业链信息监测分析预警系统。建立国家农产品质量安全监管追溯管理信息平台，不断扩大信息化监管追溯覆盖面。建立农村集体资产监管平台，推动农村集体资产财务管理制度化、规范化、信息化，全面提升农业政务信息化能力和水平。”

在“信息化国际枢纽工程”专栏中，明确指出：

“滚动支持一批合作项目。建立一批信息化合作项目库，支持网信企业积极参与‘一带一路’沿线国家和地区的信息基础设施、重大信息系统和数据中心建设。围绕推进‘一带一路’建设，编制网信领域海外研发基地建设行动方案，明确整体布局、建设规则、推进计划，优先启动建设一批海外研发基地，充分发挥其示范效应和带动作用。”

同时，在规划中提出了一系列优先行动，其中“应用基础设施建设行动”的行动目标是：“到2018年，云计算和物联网原始创新能力显著增强，新建大型云计算数据中心电能使用效率（PUE）值不高于1.5；到2020年，形成具有国际竞争力的云计算和物联网产业体系，新建大型云计算数据中心PUE值不高于1.4。统筹规划全国数据中心建设布局。优化大型、超大型数据中心布局，杜绝数据中心和相关园区盲目建设。加快推动现有数据中心的节能设计和改造，有序推进绿色数据中心建设。”

A.8 《北京市新增产业的禁止和限制目录（2014年版）》

2014年7月，北京市人民政府办公厅发布了《北京市新增产业的禁止和限制目录（2014年版）》，其中由市经济信息化委员会制定的关于信息传输软件和信息技术服务业门类中明确规定：禁止新建和扩建数据中心，PUE值在1.5以下的云计算数据中心除外。

附录 B ICT research 的研究内容说明

B.1 研究范围

ICT research 研究范围包括机房领域、计算机、软件与 IT 服务、网络通信与测试测量、电子专用设备等 ICT 技术市场，同时包括对重点行业的追踪研究。在 ICT research 的研究范围中，还特别保持对细分行业、SMB 市场、区域市场以及 ICT 专业渠道等项目研究。在 ICT 产业与投资方面，ICT research 对活跃的以及新兴的相关 ICT 产业、竞争环境与投资机会进行全面的

B.2 研究区域

B.2.1 中国整体 ICT 市场

将中国 ICT 市场作为一个整体单元考察，对不同技术市场进行整体追踪研究，帮助 ICT 厂商全面把握整个中国 ICT 市场脉搏，宏观了解整个市场现状以及未来发展趋势。

B.2.2 中国区域 ICT 市场

ICT research 将中国 ICT 市场划分为华东、华北、华中、华南、西南、西北和东北 7 个区域，针对不同的区域分别进行相关调查、研究与分析。表 B-1 显示了 ICT research 对中国区域市场的划分状况。

表 B-1 ICT research 对中国区域 ICT 市场的划分标准

区域	省市区	区域	省市区
华北	北京	华中	河南
	内蒙古		湖北
	山西		湖南
	河北		江西
	天津		陕西
华东	山东	西北	甘肃
	上海		宁夏
	江苏		青海
	浙江		新疆
	安徽		

(续)

区域	省市区	区域	省市区
华南	广东	西南	四川
	福建		重庆
	广西		云南
	海南		贵州
东北	辽宁		西藏
	吉林		
	黑龙江		

注：港、澳、台地区数据暂未统计。

B.2.3 中国城市 ICT 市场

ICT research 专业调研网络对中国 100 个以上重点城市 IT 市场进行追踪研究，最终评估当地 IT 市场规模、渠道以及相关技术市场状况，并按本地 IT 市场规模进行分级。有关城市级别的相关定义参见表 B-2 ICT research 对中国分级市场的定义。

1 级市场包括：北京、上海、广州 3 个城市；

2 级市场包括：成都、武汉、南京、沈阳、深圳、济南、天津、杭州和重庆 9 个城市。

3 级市场包括：西安、哈尔滨、青岛、长沙、苏州、东莞等 21 个城市。

4 级市场包括：徐州、泉州、中山等 19 个城市。

表 B-3 显示了 ICT research 对不同区域部分重点城市的级别定义。

表 B-2 ICT research 关于不同级别市场的定义

市场级别	市场定义与描述
1 级市场	该级别市场在整个中国 IT 市场中具有十分重要的地位。其本地 IT 市场规模占整个中国 IT 市场的 5% 以上，同时该市场对中国其他区域 IT 市场具有较强的辐射能力。1 级市场中集聚了绝大多数的 IT 厂商以及渠道枢纽（分销商），本地经销商总量超过 2 000 家
2 级市场	该级别市场在整个中国 IT 市场中具有重要地位。其本地 IT 市场需求占整个中国 IT 市场需求的 1.5% 以上，并且该级别市场对本区域其他 IT 市场具有较强的辐射能力。2 级市场中集聚了部分 IT 厂商以及渠道枢纽（分销商），本地经销商总量超过 1 000 家
3 级市场	该级别市场主要影响覆盖本省（市）或周边地县市场，3 级市场本地市场规模占整个中国 IT 市场的 0.8% ~ 1.5%。3 级市场一般不包括渠道枢纽，本地经销商，总量一般超过 200 家

(续)

市场级别	市场定义与描述
4 级市场	主要指除 3 级市场以外的地市级城市 IT 市场，该级别 IT 市场一般不具备对其他 IT 市场的影响和覆盖，其本地需求不超过全国需求的 0.8%。4 级市场没有相对集中的计算机城或电子一条街，其本地经销商数量一般在 150 家以内
5、6 级市场	主要指除 1～4 级市场以外的地市级、县级及以下 IT 市场

表 B-3 ICT research 2010 年对中国重点城市级别定义列表

区域	省市区	城市	城市级别	区域	省市区	城市	城市级别
华北	北京	北京	1	华中	河南	郑州	3
	山东	济南	2			洛阳	4
		青岛	3		湖北	武汉	2
		烟台	4			宜昌	4
	天津	天津	2		湖南	长沙	3
	山西	太原	3		江西	南昌	3
	河北	石家庄	3	西南	四川	成都	2
		唐山	4			绵阳	4
	内蒙古	呼和浩特	4			攀枝花	5
华东	上海	上海	1		重庆	重庆	2
	浙江	杭州	2		云南	昆明	3
		宁波	3		贵州	贵阳	4
		温州	3			遵义	5
	江苏	南京	2		西藏	拉萨	5
		苏州	3	东北	辽宁	沈阳	2
		南通	4			大连	3
		无锡	3		吉林	长春	3
		徐州	4			哈尔滨	3
	安徽	合肥	3		黑龙江	大庆	4
华南	广东	广州	1	西北	陕西	西安	2
		深圳	2			宝鸡	5
		汕头	4		甘肃	兰州	4
		珠海	4		新疆	乌鲁木齐	4
		佛山	3		青海	西宁	5
		东莞	3		宁夏	银川	5
		中山	4	华南	福建	福州	3
		惠州	4			厦门	3
		湛江	4			泉州	4
		江门	4		广西	南宁	3
		海口	3			柳州	5

B.3 数据来源

ICT research 充分运用自身在协会、厂商、渠道、行业、区域以及 ICT 专业媒体等方面的优势资源, 获取有关中国信息技术市场的相关信息和数据, 同时结合 ICT research 对中国 ICT 市场近 5 年追踪研究的信息数据积累以及动态的二手资料, 最终通过综合统计、分析获得相关技术市场的研究报告。以下介绍 ICT research 主要的信息数据渠道

B.3.1 行业需求信息渠道

ICT research 拥有众多行业协会的丰富资源。ICT research 定期与各个行业协会进行沟通, 获取行业与区域等 ICT 应用市场方面的信息和数据。

B.3.2 区域市场信息渠道

ICT research 区域调查研究覆盖了华北、华东、华南、华中、东北、西北、西南 7 个区域市场, 60 个以上的重点城市。其专业分析员与调查人员定期与各地 ICT 厂商、经销商以及 ICT 用户保持着直接紧密的联系, 并从当地获取第一手数据与资料。

B.3.3 厂商与经销商调研渠道

近 5 年的 ICT 研究咨询服务, 使 ICT research 与 ICT 厂商及经销商建立了广泛密切的业务联系。基于这种联系, ICT research 定期通过直接面访、电话采访、问卷调查等方式从厂商与经销商处获取有关的市场数据和信息。

B.3.4 媒体调查渠道

ICT research 拥有包括《中国计算机报》《电脑商报》、IT168、天极集团等在内的强大媒体资源以及行业媒体资源。依托上述媒体资源, ICT research 定期在媒体上刊登文章与调查, 获取有关用户与市场方面的数据和信息。

B.3.5 数据库信息渠道

通过对中国 ICT 市场近 5 年的追踪研究, ICT research 积累了大量有关产业、市场、厂商、渠道、用户等数据和信息, 建立了丰富完整的数据库。可为客户提供包括行业信息数据库、行业信息监测数据库、行业信息化数据库等在线数据库查询服务。历史数据库资源为 ICT research 的持续性市场研究提供了可靠基础。

B.3.6 ICT research 二手调查

从第三方获得数据及资料, 了解整个中国 ICT 市场状况与发展趋势, 追踪相关重点企业或厂商在产品技术、市场与竞争策略、销售与服务等方面的

信息和资料。二手调查数据和资料来源为：新闻报道、行业媒介、企业年报、Internet/Web 站点以及其他有利于本调研报告的资料。

B.4 研究方法

B.4.1 直接调查

1) 横向调查。由 ICT research 对中国 7 大区域的 31 个中心城市的国内外主要 ICT 厂商、分销商进行直接的电话交流与深度访谈，获取相关产品市场中的原始数据与资料。

2) 纵向调查。由 ICT research 及第三方合作伙伴分布在中国 31 个重点城市的调研网络完成对当地主要分销商、经销商以及相关渠道的数据采集与资料采集。特别包括对最终用户的调查，充分获取来自渠道以及用户的底层原始数据。

B.4.2 间接调查

充分利用各种资源以及 ICT research 历史数据与二手资料，及时掌握关于中国 ICT 市场的相关信息与动态数据。

B.4.3 综合分析

通过直接和间接调查所获取的数据以及 ICT research 第二手研究材料，由 ICT research 各级市场分析员对相关数据资料进行评估、分析，最终获得可发布的 ICT research 中国 ICT 市场年度研究报告。

B.5 一般定义

中国 ICT 市场：指不包括中国台湾省、香港特别行政区以及澳门特别行政区在内的中华人民共和国大陆地区信息技术市场。

整体市场：指相关 ICT 产品或技术、服务在整个中国范围的市场。

区域市场：指相关 ICT 产品或技术在中国各个区域、省市范围的市场。

单位：若非特别声明，本书中所涉及货币单位为人民币；产品数量为台或套。

特别定义：见相关研究报告中的定义。

B.6 市场定义

B.6.1 ICT research 中国 ICT 应用市场定义

ICT research 将中国 ICT 垂直市场划分为：中小型企业市场、大型企业市场、政府市场、教育市场和家庭市场五种类型。其中前面两种企业市场属商用市场，

又可平行划分为电信、金融、邮政、能源、交通、制造、流通、物流、建筑、媒体及卫生等行业应用市场（平行市场）；后面三种（包括政府、教育、家庭市场）属于非商用市场。表 B-4 给出了 ICT research 行业应用市场的划分标准。

表 B-4 ICT research 行业应用市场的划分标准

行业	市场界定	市场类别
金融	银行、证券、保险、基金、投资、信托	商用
制造	钢铁、机械、电子、化工、纺织、食品制造（包括航空航天、铁路、汽车等）	商用
能源	电力、水力、煤炭、石油、核能	商用
交通	公路、铁路、航空、水运、管道	商用
电信	电信运营与服务性企业（包括 ISP、ICP，但不包括研究、生产、制造电信产品的企业）	商用
邮政	中国邮政总局及其分支机构，其他开办邮政服务的企业	商用
科研	从事各行业科学研究的机构（科研院所、设计院）或企业	商用
卫生	医院、医药、卫生	商用
媒体	电台、电视台、报纸杂志、出版社、公关与广告	商用
流通	零售业、百货店及其他物流之外的商品流通渠道，包括 ICT 渠道	商用
物流	从事运输、储存、装卸、搬运、包装、流通加工、配送及相关信息处理的物资流通企业	商用
建筑	建筑安装、装饰装修以及房地产等企业	商用
政府	非赢利性政府职能部门，包括国家机关、公检法、海关、财政、税务、军队等	非商用
教育	初、中、高等各级院校，成人教育、电视大学以及相关培训机构	非商用
家庭	家庭与个人用户	非商用
其他	不包括上述行业的其他行业或企业	商用

B.6.2 ICT research 企业用户市场定义

在 ICT research 的研究中，根据现有企业规模、产值、员工人数以及 ICT 应用状况等复合因素，将企业划分为大型企业与中小企业不同的市场段，并针对不同市场段进行相关的研究。表 B-5 列出了 ICT research 有关 ICT 企业用户的定义和描述。

表 B-5 ICT research 有关企业用户的定义与描述

企业市场段	定义与描述
大型企业	大型企业指资产规模或销售额 5 亿～50 亿元的大型企业和资产规模或销售额 50 亿元以上的特大型企业
中小企业	在中小企业传统定义中，所谓中小企业是根据企业固定资产、年营业额、上缴利税和企业员工规模划分的一类企业形态，中小企业包括资产规模或销售额在 5 000 万～5 亿元的中型企业和资产规模或销售额在 5 000 万元以下的小型企业

(续)

企业市场段	定义与描述
中小企业	在传统行业中（主要包括制造、能源、交通、建筑、流通等行业），中小企业的计算机系统（主要包括 PCs）拥有量在 500 台（套）以下，一般人均拥有计算机（PC）比例为 0～30%；年独立 ICT 产品或技术采购量为 1～299 万元。传统的中小企业一般没有独立的信息技术部门，但目前越来越多的中小企业，特别是中型企业开始建立自己的信息技术部门

B.6.3 ICT research 中国家庭用户市场定义

ICT research 将家庭用户市场定义为个人或家庭学习、办公、娱乐使用的 ICT 产品市场。

参考文献

- [1] 清华大学中国与世界经济研究中心，十九大以后的中国经济[R]，清华大学中国与世界经济论坛，2017.
- [2] 丁蔚. 国际数据中心能效标准和法规概述[J]. 数字通信，2012，39(5) :10-13.
- [3] 白云朴. 我国数据中心建设过剩的成因及解决对策[J]. 经济纵横，2016，9:53-57.
- [4] 陈爱松. 互联网数据中心行业发展现状和趋势分析[J]. 无线互联科技，2017(16) :32-34.
- [5] 崔海东. 数据中心的关键技术与发展[J]. 电信工程技术与标准化，2013(6) :1-7.
- [6] 王月，王甜甜，李洁，等. 数据中心绿色化发展趋势及思考[J]. 电信网技术，2016（12）:45-48.
- [7] 胡建军，郭利群. 数据中心设计与运维管理浅析[J]. 智能建筑电气技术，2016 10（6）:35-36.
- [8] 李瑞军，智霆，吕江. 现代数据中心发展趋势研究[J]. 中国科技信息，2015（15）:66-67.
- [9] ICT research.2015—2016 年度中国数据中心市场总报告[R].2017.
- [10] ICT research.2015—2016 年度中国 IDC 市场总报告[R].2017.
- [11] ICT research.2015—2016 年度中国 UPS 产品市场报告[R].2017.
- [12] ICT research.2015—2016 年度中国数据中心基础设施产品市场总报告[R].2017.
- [13] ICT research.2015—2016 年度中国数据中心产品服务市场总报告[R].2017.