

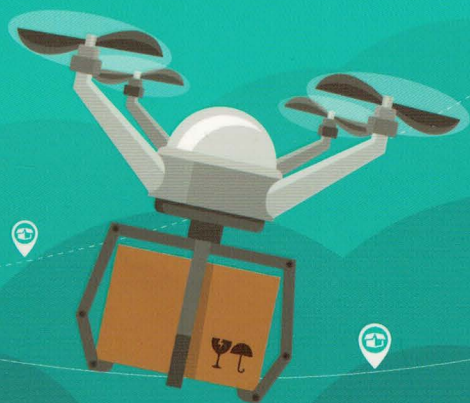


无人机物流百科全书

# 一本书读懂

周俊飞◎著

# 无人机物流



京东集团副总裁、X事业部总裁 肖军 

无人机正在带来一场物流革命，它将在即将到来的无界零售时代，  
重新塑造人类的生活方式。



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

## 跨越现代物流+**无人机**

---

- 新时代——新风向
- 新行业——新发展
- 新思想——新模式

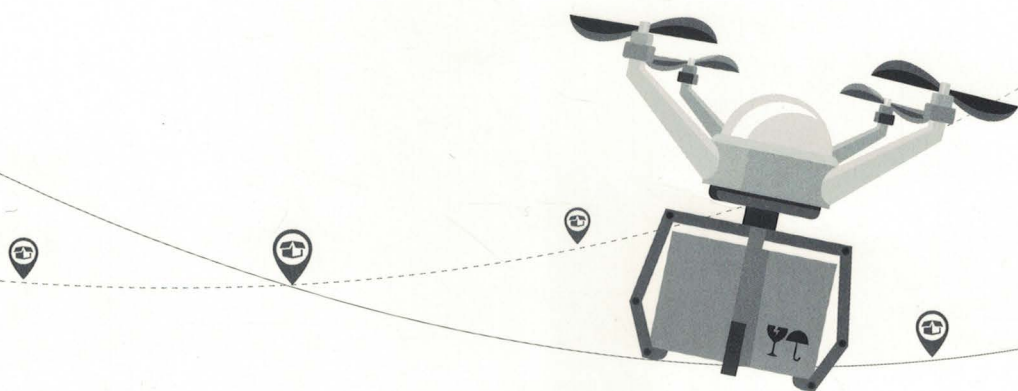


无人机物流百科全书

一本书读懂

周俊飞◎著

无人机物流



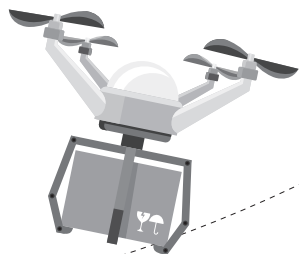
机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



无人机物流百科全书

# 一本书读懂 无人机物流

周俊飞◎著



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

无人机物流在实现“超越时空”的体验方面具备无限可能，这种物流模式具备时效性、低成本和可达性等优势，能够有效解决物流行业需求紧急、位置偏远和人力成本上升等问题。

本书对无人机物流进行了全面系统的阐述，主要涉及其发展背景、内在价值、场景可行性、前景和业态、技术和监管等内容，并收录了全球无人机物流的发展简史。本书可作为物流行业从业人员的工具书，对社会大众具有重要的科普价值。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

一本书读懂无人机物流/周俊飞著. —北京: 机械工业出版社, 2018. 5

ISBN 978-7-111-60185-2

I. ①一… II. ①周… III. ①无人驾驶飞机—应用—物流—研究 IV. ①F25

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 113264 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 刘怡丹 责任编辑: 刘怡丹

责任校对: 李 伟 责任印制: 孙 炜

保定市市中画美凯印刷有限公司印刷

2018 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

170mm × 242mm · 13.5 印张 · 166 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-60185-2

定价: 59.00 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

服务咨询热线: 010-88361066

机工官网: [www.cmpbook.com](http://www.cmpbook.com)

读者购书热线: 010-68326294

机工官博: [weibo.com/cmp1952](http://weibo.com/cmp1952)

010-88379203

教育服务网: [www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com)

封面无防伪标均为盗版

金书网: [www.golden-book.com](http://www.golden-book.com)

## 对本书的赞誉

《一本书读懂无人机物流》第一次系统性地阐述了无人机物流的概念、意义和发展前景，提出了“乡村包围城市”的发展路线，针对发展中遇到的困惑创造性地提出了以“致良知”的思想进行指引和解决分歧。书中的空中高速公路、新旧网络融合、人机协同等提议融合了集约式发展和绿色发展观的理念。对于互联网、物流、高新技术等行业及其从业者、社会公众与无人机爱好者，此书具有普及启蒙意义和一定的应用参考价值。

——河南工业大学教授、中国物流学会常务理事 王焰

消费升级和人口老龄化等对我国物流发展提出了更新、更高的要求。物流运作的自动化和智能化是大势所趋。无人机物流则是这方面的重要代表之一，是先进技术手段与巨大的市场需求相融合的有益尝试。作者以此为背景，系统地阐述了无人机物流各个方面的内容，并结合京东、顺丰、亚马逊和 DHL 等知名物流公司的实践案例进行了辩证分析，便于读者深刻理解“空中物流”的具体应用场景。本书作为国内外相关领域率先推出的专著，综合技术、管理、商业模式、监管和社会公众等多个视角进行理论探索，是一件非常有意义的事情。本书值得细细研读，也希望类似的理论探索与创新越多越好。

——北京物资学院教授、副校长 翁心刚



新时代，新行业，新发展，新突破！中国的民用无人机产业正在领航世界，无人机的本质是生产工具而不单是局限于娱乐，在航拍、植保、测绘和物流等多个行业都有着广泛的应用前景，逐渐被更多的领域所认可。2018年3月27日我国首张无人机航空运营（试点）许可证的发放，标志着我国正式迈入无人机运输的新阶段。这既是对无人机拓展应用领域的一次创新，也是传统航空货运与无人机新业态的一次融合。

无人机在物流业的应用非常值得期待，物流行业市场 and 空间巨大，国内外的行业巨头纷纷进行了战略布局并取得了一定成效，但是相关的系统性的理论专著尚处于空白状态。本书作者对于无人机物流的时代背景、巨大优势和场景定位进行了深刻的透析，并对其发展模式和路径提出了独到的见解，对于其发展中可能遇到的困难也作了客观的说明，并提出了建设性的宝贵意见。新理论、新实践，源于全社会专业人士的不懈努力，此书对物流行业与无人机行业的叠加发展具有积极助力作用。

——中央电视台新影集团航拍部 张荣贵

科技改变物流，物流改变生活。无人机物流是通往智慧物流时代的标杆，是无人机拓展应用领域的一次创新，是民航对现有运输体系的有效延伸，也是对传统航空货运与无人机新业态的革新融合。无人机物流的末端配送在边远地区和农村区域有广阔的前景，当前急需建立成体系的制度、法律法规，完善商业运营的标准管理体系建设，规避安全隐患风险。此书将由浅入深，带领读者展开对无人机应用场景的深入思考，将无人机物流这个全新的行业前景展现出来！

——深圳航空公司机长、无人机培训金牌讲师 段文博

无人机物流是当下全球性的热门之一，给予物流行业新的发展启示，各大物流企业争先进入无人机（设备）时代，目前此类题材的相关著作尚处于空白阶段。



作者作为一个资深而卓有见解的业内专业人士，从微观到宏观各个角度详述了“物流+无人机”运营管理的现状及未来发展，对行业从业者跟上节奏把握风口具有重要的科普意义。作为同行，强烈推荐本书！

——娇兰佳人集团物流管理中心总监 周雄杰

无人机物流作为智慧物流体系的重要组成部分，有广阔的前景和无限的想象空间，如果希望作进一步系统深入的了解，强烈推荐你读完此书，一定会有所收获！

——无人机物流联盟 刘国庆

这是一部无人机发展的科技史，也是一部无人机物流的百科全书，文中观点充满了作者对人类科技发展的哲学思考，描绘了未来无人机在物流领域应用的实现路径和广阔前景，也为行业监管部门提出了建议，推荐广大无人机兴趣爱好者、相关行业从业者、监管人士阅读。

——浙江黄岩洲镗实业有限公司副总经理 王乃曙

## 推 荐 序

党的十九大报告指出，我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段，正处在转变发展方式、优化经济结构、转换增长动力的攻关期。同时，随着智能手机和移动互联网的普及，大数据、云计算的出现和运用，互联网迎来了加速裂变的新一轮革命，让人们感叹未来已来。这场革命不仅使社会生活的各个方面发生了颠覆性的变化，而且改变了人类的空间轴、时间轴和思想维度。新零售、新金融、新技术、新能源、新制造在新的时代应运而生。

物流业是支撑国民经济发展的基础性、战略性产业，物流是联系生产、流通和消费，联系城市和乡村的纽带，贯穿于每个商业闭环中。

我国的物流业有巨大的发展空间，同时也面临着制约商流实施以及不能有效满足用户需求的尴尬困境。2017 年我国社会物流总费用达 12.1 万亿元，其中运输费用为 6.6 万亿元。从业务量来看，以快递物流为例，2017 年全国快递服务企业业务量累计完成 400.6 亿件，快递包裹分发也由此进入“单日亿件”时代。未来，包裹量将会持续处于上升趋势。对于物流行业而言，这既是一座金库，也是一项挑战。以大数据为支撑的智慧物流体系在电商仓布局、运力调配、线路优化和人员调派等方面做出了积极尝试。面对偏远区域的网购需求、小量高频订单分拣、人口老龄化挑战和日益严峻的用工形势，许多企业在无人机、自动分拣和搬运设备等新技术应用方面进行了探索和创新，这是物流业自动化、智能化深入发展的趋势。



无人机的诞生已超过百年，但其真正的规模化、民用化才刚开始。国内外的互联网企业、高新技术企业和快递物流企业纷纷在此领域发力，加大投入进行研发和应用试点，至今已初显成效。以无人机为物流工具进行仓储、运输、配送等作业，能有效弥补传统方式的不足，在时效性、可达性和经济性等方面充分显现了潜力，尤其是在未来实现稳定可靠的全自动化运营之后，对于缓解人工短缺的压力大有裨益。

关于无人机物流的新闻时常见诸媒体，但国内外尚无关于此类题材的专著。本书作者从生产力的角度着眼，横跨物流和无人机两个行业，第一次系统性地阐述了无人机物流的各个方面，并结合市场需求、技术特点和我国国情，提出了发展思路和解决方案。

本书的作者是物流专业出身，多年来在物流技术和应用方面进行研究和实践。书中提出的诸多观点，体现了优化结构集约式发展、长短期兼顾可持续发展、和谐平衡绿色发展的理念。

本书对于互联网、物流、高新技术等行业的从业者、社会公众与无人机爱好者具有普及启蒙意义和一定的应用参考价值。

河南工业大学

# P 前言

## REFACE

近年来，人们对航拍无人机及个人娱乐无人机已司空见惯，但是对于无人机的应用来说，以上这些仅为“冰山一角”，其应用除了常见的航拍和植保以外，还有电力巡检、地理测绘、石油管道及建筑桥梁巡检、交通和安防巡视、搜救以及物流等方面，尤其在物流行业的应用有着广阔前景。物流在现代的经济、社会和军事活动中发挥着基础性作用，是国民经济的动脉。我国的物流业体量庞大，并有一定的提升空间，移动电商、移动支付、新零售的发展以及人们消费习惯的变化，客观上也对物流的服务水平提出了更高的要求。

无人机物流应运而生，是先进科技结合市场需求的典范。它具有时效性、低成本和可达性等诸多先天优势，能延伸商业活动的触角，助力新零售的腾飞，并在实现“超越时空”的体验上具备无限的想象空间。其本质是对先进生产工具的使用，体现的是物流业自动化、智能化的发展趋势。先进的工具势必会提升物流的服务水平，而一旦这个提升幅度达到某个“奇点”，使得在某些情景下消费者认可服务是前所未有的、质的飞跃，就意味着一种全新的增值服务的诞生。

当今社会正由后工业时代向智能时代过渡，科技的发展一日千里，人工智能技术、信息技术、无人机及物流等的发展互相交织和促进。自动化和智能化正在一步步地渗透到我们的工作和生活当中，比如工厂的全自动流水线，仓库的自动分拣和搬运系统；再比如智能搜索、智能语音处理及应答平台等。智能化和自动



化的潮流汹涌而来，未来这些应用将会更先进和更普及，无人机物流将是典范之一。

在国外一些节奏较快、人工短缺的城郊地带，已在探索和尝试无人机送货。比如，派送一些紧急的文件或物品，在交通拥堵路段派送一些轻便的包裹，为一些园区或写字楼的用户派送轻食外卖等。当然，所有的这些均需满足两个前提条件：一是企业要有较为成熟的技术和完善的配套措施；二是取得政策允许和空域审批。

由于我国中西部乡村地区地域辽阔，人口密度小，居住分散，基础设施薄弱，导致物流的实施难度很大、成本很高。在某些偏远的区域，受不良的道路或雨雪天气的影响，人们被迫与外界隔断，难以及时得到生活必需品、药品和关键物资的供应。国家高度重视“三农”工作，“乡村振兴”“电商扶贫”“快递下乡”等政策充分体现出国家对农民的关怀，以及为改善人民福祉的努力。改革开放40年来，我国的经济建设取得了巨大成就，但是地区之间、城乡之间发展不平衡的问题日益凸显，我国社会的主要矛盾已经转化为人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾，在解决这些不平衡矛盾的过程中，将会创造新一轮的经济价值和社会价值。

从企业层面来看，国内一些商业巨头纷纷把“业务下沉”和“渠道下沉”当成工作重点，这表明乡村市场有着重要地位和巨大潜力。发展乡村市场，以现有的条件，信息流、商流和资金流相对容易实现，但“物流”却成为短板和瓶颈。而要提高这些区域的物流服务能力，单纯的建桥修路、铺设地面网点等传统模式，在建设周期、效费比和资源占用等方面显得很经济，如果能结合使用无人机物流，适当发挥“空中高速公路”的特长，建设“天地融合”的立体物流体系，能达到事半功倍的效果。

很多年前，深圳的发展还不及现在，但经过多年的发展，如今它已成为具有竞争力的大都市之一。“下一个深圳”、下一个机会，会从哪里产生呢？历史在前



进，我们也在前进。站在时代的大潮中，孜孜以求，千锤百炼。“站在巨人的肩膀上”吸收和传承人类文明的精华，再辅以时代的创新精神，文明的光辉将得以发扬光大！放眼未来，我们仿佛看到了扶人过马路的机器人，看到了马路上奔驰的无人驾驶汽车，看到了天空中飞行的载货无人机。

在智能时代的大背景下，立足于市场需求，结合地区实际，让先进科技赋能生产并更好地服务于人类生活，这是创新者的使命。也正是基于这种精神，基于对物流、无人机以及二者有机结合的认知和探索实践，本书尝试对无人机物流进行了较为全面系统的阐述，主要涉及其发展背景、内在价值、场景可行性、前景和业态、技术和监管，以及它与人工智能的内在联系等内容，分享了国内外先锋企业的案例，并收录了全球无人机物流的发展简史。本书的写作得到了王焰、翁心刚、李志君、康晓杰、刘国庆、周雄杰、张继华、安久意、王乃曙、许二辉、沈志伟、冉凡龙等人士，以及豆瓣网、当当网、搜狐网、腾讯科技、百度百科、互动百科、维基百科等媒体的指导和帮助，在此深表感谢。

写作本书的初衷是通过抛砖引玉对行业的发展起到启迪作用，也希望能为社会公众比较客观地、全面地认识无人机物流这一新技术应用提供参考。为了便于理解，本书的结构和文字力求在意思表达准确的基础上尽量地通俗易懂，但由于水平所限，难免有错漏之处，恳请广大读者朋友们批评指正。致以诚挚的谢意！

站在新技术应用的潮头，联想到几句诗，和朋友们共勉：

两岸猿声啼不住，轻舟已过万重山。

沉舟侧畔千帆过，病树前头万木春。

大鹏一日同风起，扶摇直上九万里。

周俊飞

2018 年 4 月于深圳

推荐序

前言

## 第1章 无人机:先进的生产工具 // 1

近年来,人们对航拍无人机、个人娱乐式无人机已司空见惯。但是,对于无人机的应用来说,这仅是“冰山一角”。无人机的应用场景非常广泛,历史也很久远。

### 1.1 无人机纵横百年 // 2

#### 1.1.1 无人机的发展简史 // 2

#### 1.1.2 无人机的概念、分类和应用 // 7

### 1.2 无人机和亲密“小伙伴” // 13

#### 1.2.1 无人机和机器人 // 13

#### 1.2.2 无人机和航模 // 16

### 1.3 无人机融入 AI 时代大潮 // 18

#### 1.3.1 新技术是把双刃剑 // 19



1.3.2 AI 时代无人机的发展 // 22

1.4 抢滩无人机行业应用 // 24

1.4.1 民用无人机面临的新情况 // 24

1.4.2 民用无人机发展的新机遇 // 26

1.4.3 无人机行业应用的不二法宝 // 27

第2章 飞越物流那道槛儿 // 29

物流是门古老而又现代的学科,“兵马未动,粮草先行”说的其实就是物流的事儿。物流在现代的经济、社会和军事活动中发挥着基础性作用,是国民经济的动脉。近年来随着电子商务的高速发展,尤其是移动电商、移动支付、无人机等先进技术的发展,对物流服务水平提出了更高要求。

2.1 物流小科普 // 30

2.1.1 物流的起源 // 30

2.1.2 物流的特征 // 30

2.1.3 物流的地位和作用 // 34

2.1.4 现代物流的“蜕变” // 40

2.2 供应链的症结与突破 // 42

2.2.1 供应链问题所在 // 42

2.2.2 突出重围谋新篇 // 45

2.3 新理念、新技术赋能物流的发展 // 49

2.3.1 绿色物流 // 53

2.3.2 智慧物流 // 55

2.3.3 众包物流 // 58

2.3.4 物流的“八化”态势 // 59

2.3.5 “新常态”要有新理念 // 62

2.3.6 无人机赋能物流的发展 // 63



## 第3章 无人机物流的兴起 // 65

无人机物流应运而生，它的出现使电子商务的发展多了一份保障，并延伸了商业活动的触角，助力新零售的腾飞，为商业活动和人们的生活提供了更多的可能性。

### 3.1 无人机物流概述 // 66

3.1.1 无人机物流概念和类别 // 66

3.1.2 无人机物流的背景和发展现状 // 69

3.1.3 无人机物流：全球发展大趋势 // 77

【拓展阅读】美国的创新土壤，催生亚马逊无人机物流 // 79

### 3.2 痛点：无人机物流市场环境透析 // 87

3.2.1 “单日亿件”时代的到来 // 87

3.2.2 乡村电商市场潜力巨大 // 89

3.2.3 跨境电商带来新机遇 // 93

3.2.4 应对人口老龄化挑战 // 95

3.2.5 变局：克服物流瓶颈 // 96

### 3.3 破局：无人机物流的巨大价值 // 105

3.3.1 天地联合：效率和成本的重构 // 106

3.3.2 人机协同：破解人力资源难题 // 110

3.3.3 超越时空：服务于海角天涯 // 111

【拓展阅读】布“天罗地网”：看京东无人机物流 // 115

### 3.4 转型与重生：化解不利因素 // 120

3.4.1 技术与运营 // 122

3.4.2 政策与监管 // 122

3.4.3 社会与公众 // 124



## 第4章 无人机物流行业的未来 // 128

新技术是否具有足够强大的生命力？能够走多远？最终需要看技术转化为生产力这一内因和环境“时势”这一外因，两者是否能相互融合、相互成就。放眼国内外经济和技术领域，无人机物流的发展将是一种长远的大趋势。

### 4.1 应用场景 // 130

- 4.1.1 契机：技术和情境的融合 // 130
- 4.1.2 升华：准备好迎接“奇点” // 132
- 4.1.3 预判：可能的三个阶段 // 134

【拓展阅读】 Flytrex 无人机物流案例 // 137

### 4.2 未来的颠覆与重构 // 139

- 4.2.1 业态：提前布局 // 139
- 4.2.2 参与者：演好角色 // 141
- 4.2.3 重构者：高瞻远瞩 // 143

### 4.3 乡村包围城市的路线 // 145

- 4.3.1 浅析路线的正确性 // 145
- 4.3.2 向行业标杆看齐 // 147

【拓展阅读】 DHL 无人机物流合作典范 // 148

- 4.3.3 平衡：最佳组合 // 151

【拓展阅读】 顺丰战略卡位：打造三段式空运网络 // 152

### 4.4 经济效益和社会效益的兼顾 // 156

- 4.4.1 与通航的融合 // 156
- 4.4.2 集约式发展 // 159
- 4.4.3 直面困难主动预防 // 160



## 第5章 无人机物流的行业监管和规范 // 163

尽管我们看好无人机物流的未来，国内外的很多企业也正行进在成功的路上。但是，无人机物流因为其“低空飞行”和运载包裹的特殊性，这必然要求营运企业要严格按规范作业，政府和行业也要加强监管。

### 5.1 运营专业化和规范化 // 164

5.1.1 空域的精细化管理 // 164

5.1.2 严格的质量标准 // 166

5.1.3 技术是监管的趋势 // 168

### 5.2 政府和行业的引导 // 171

5.2.1 找寻发展与安全的平衡 // 171

5.2.2 政府的鼓励和管理 // 172

5.2.3 不只是监管，标准亟待落地 // 175

## 附录 无人机物流发展简史 // 178

## 参考文献 // 191

## 后 记 // 193





## 第 1 章 无人机：先进的生产工具

近年来，人们对航拍无人机、个人娱乐式无人机已司空见惯。但是，对于无人机的应用来说，这仅是“冰山一角”。无人机的应用场景非常广泛，历史也很久远。



## 1.1 无人机纵横百年

### 1.1.1 无人机的发展简史

无人机诞生已有百年时间了，但是直到最近几年，无人机才开始风靡全球，进入大众的视野。

这究竟为什么呢？

最初，无人机的研发和生产仅为军事用途。这可以追溯到 1917 年。<sup>①</sup>到二十世纪二十年代，无人机开始作为军事训练用的靶机使用。在 1933 年，英国费尔雷公司将一架代号为“女王”的双翼飞机改装成无人驾驶靶机并投入实际使用，这就是著名的“蜂后”无人机。

第二次世界大战后，全球无人机研发中心从英国转移到了美国和以色列，无人机的使用范围扩展到战地侦察、诱饵和情报搜集，再后来无人机被派往朝鲜、越南和海湾战场协助作战。到了二十世纪八九十年代，随着电子技术的进步，无人机在战争中扮演“侦察兵”的角色越来越耀眼夺目。

进入二十一世纪，无人机在军事领域的功能逐步向“侦查 + 定向”的方向去延伸，并增加了“进攻”的功能，其角色从“最佳配角”逐步向“主角阵营”靠拢。最近几十年，在世界经济持续发展、全球一体化潮流的大背景下，无线电技术、自动化技术、计算机技术、飞行控制和卫星导航等相关技术均取得了日新月异的进步。半导体产业、通信产业和航空产业等先进制造业也取得了飞速发展。技术和产业进步为无人机的发展提供了质优价廉的设备与配件，使得无人机在材料、续航能力、飞行控制、传感技术和性价比等许多关键

---

① 资料来源：[http://www.sohu.com/a/67523233\\_358428](http://www.sohu.com/a/67523233_358428)



领域取得了重大突破，各种各样高性能的现代无人机纷纷横空出世。

当今，全球最为先进的军用无人机主要分布在美国、以色列、英国、法国、德国和俄罗斯等国家。

同一时期，无人机在民用领域的发展也取得了长足进步。人类在步入后工业化的时代，智能化社会在各方面都释放出巨大的需求，无人机的应用领域越来越广，市场规模越来越大。由军用领域切入民用领域，对无人机产业而言，是顶破了天花板。民用无人机需求广泛，在相关联的各个行业都存在着巨大的应用潜力，加上行业需求是常态化的，市场前景将长期向好。民用无人机的行业应用主要体现在影视广告航拍、农业植保、森林防火、电力巡检、石油管道巡检、反恐救灾、地质勘探、海洋遥感、通信中继、互联网接入和物流等方面。

近年来无人机在国内外的实践表明，对其深度应用产生了良好的经济和社会效益。相比于军用，在全球范围内，民用无人机的应用亦如是。

以下为无人机在民用领域发展的几个重要节点：

1982年，中国西北工业大学研发出民用无人机 D-4，主要用于航空测绘和探矿。

1991年，日本的雅马哈公司首开无人机用于农业植保领域的先例，具体主要用于稻田的病虫害防治作业。雅马哈无人机在农业植保领域的地位，至今无人能撼动。

1997年，由澳大利亚 Aerosonde 公司研发的一款气象无人机投入使用。

2005年，中国台湾科学家利用 Aerosonde 公司生产的“MK- III”无人机成功穿越了“龙王”的台风眼，在台风核心区持续飞行了10小时左右，并获取了3000米高度台风云墙内的风速。

2013年初，中国深圳的大疆创新科技有限公司（DJI-Innovations，简称



DJI) 推出精灵系列无人机的第一代产品, 获得极大成功。这个时间点是具有里程碑式的意义, 它标志着无人机的发展进入了一个全新的时代, 从那一时刻开始, 无人机的操作变得相当容易, 普通人也能经过学习很快上手, 而且更为重要的是产品的成本足够低廉。DJI 的无人机在操作上和价格上双双降低了门槛, 民用无人机的发展由此步入突飞猛进的快车道。

经济发展、技术进步、开放共享以及企业的创新精神等多重因素的合力促使无人机在便捷性、实用性和经济性等方面产生了质的飞跃, 这些飞跃使它终于甩掉神秘、昂贵等小众化标签, 开始迈开大步跨向发展的黄金时代。

综观无人机的整个发展历程, 可以说有两个极为重要的节点:

第一个重要的节点是在二十世纪八九十年代, 重点是在军事领域, 无人机在其中发挥了巨大作用。此后, 无人机的以下价值才引起人们的足够重视: ①没有驾驶人员伤亡的风险; ②成本低、效率高和用途广; ③生存能力强, 机动性能好; ④使用和调度方便等。

军用无人机取得了飞跃式的大发展, 比较著名的军用无人机有: 美国的“全球鹰”无人机 (图 1-1)、美国的“死神”无人机 (图 1-2)、以色列的“苍鹭”无人机 (图 1-3)、法国的“神经元”无人机 (图 1-4)。

执行任务的飞行器, 从有人驾驶向无人驾驶的转变是带有趋势性的。无人驾驶最突出的优点是可以避免驾驶人员的伤亡, 并且更加机动灵活。



图 1-1 “全球鹰”无人机



图 1-2 “死神”无人机



图 1-3 “苍鹭” 无人机



图 1-4 “神经元” 无人机

无人机更大的应用价值和发展潜力在民用领域。从本质上说，无人机是一种先进的生产工具。人类社会的生产方式持续向机械化、自动化和智能化方向发展，无人机协助人类，或部分替代人类，发挥人机协同的优势，得以解放和发展生产力。

无人机发展史上的第二个重要节点发生在民用领域，以 2013 年 DJI 无人机的大获成功为标志。

在 DJI 之前，民用无人机的应用已经初露端倪，典型案例是在二十世纪八十年代前后，日本的雅马哈公司开发的农业植保无人机（图 1-5），主要用于稻田的病虫防治作业，产生了极好的经济效益。雅马哈的无人机性能很好，但价格过于昂贵，在很长一段时间内，仅仅局限于日本国内和少数地区使用，其影响范围不够广泛。无人机这一“神秘”的高科技产品要真正开始“亲民”的征程，还必须耐心地等待机会。



图 1-5 雅马哈植保无人机



2006 年，一个 26 岁的年轻人拉了几个小伙伴，在深圳的一间民房内开始了无人机的研发，这就是 DJI 的雏形，这个年轻的创业者就是汪韬。在 2013 年初，大疆的“精灵”无人机（图 1-6）在欧美市场获得了巨大成功。在汪韬和同事们历经多年的默默无闻、备尝艰辛的艰苦奋斗下，在各方人士的帮助下，大疆的航拍无人机终于取得了成功。“精灵”无人机开创性的多轴设计，操作简便，性能优异，价格实惠，从而得以迅速风靡全球，并占领了全世界同类产品 70% 左右的市场份额。从那时起，无人机这一看似神奇而先进的科技产品变得越来越平民化，得到媒体的曝光，频频出现在人们的日常生活中。



图 1-6 DJI 早期的“精灵”无人机

在 DJI 无人机成功案例的示范和催化作用下，近几年无人机在其他民用领域的应用也得以迅速发展。比如，电力巡检无人机（图 1-7）、测绘无人机（图 1-8）、农业植保无人机（图 1-9）、快递无人机（图 1-10）、自拍无人机（图 1-11）和影视航拍无人机（图 1-12）等。



图 1-7 电力巡检无人机

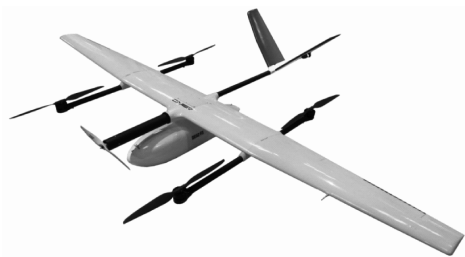


图 1-8 测绘无人机



图 1-9 农业植保无人机



图 1-10 快递无人机



图 1-11 自拍无人机



图 1-12 影视航拍无人机

成本降低和技术突破相得益彰，使得最近几年无人机在民用领域的各行各业取得了飞跃发展。从个人娱乐用途来说，无人机很有趣，是个好玩具。从行业应用的角度说，无人机代表的是一种先进的生产力，是不折不扣的机械化、自动化的工具。

人类进化靠的是什么？归根结底靠的是认知能力的不断提高，靠的是制造工具和使用工具以及对工具的不断革新换代。认知能力和生产工具的进步，推动着人类社会从采集狩猎时代，到农业时代、到工业时代、到信息时代和人工智能时代的进步和演化。未来，机械化、自动化、智能化以及人机协同，将协助人类的生产发展，民用无人机将会在各自的应用领域发挥得越来越好。

### 1.1.2 无人机的概念、分类和应用

无人机的全称是无人驾驶航空器（Unmanned Aerial Vehicle，简称 UAV），



是指没有机载驾驶员操作的,有动力、带任务、可回收、能遥控操作和自主飞行的航空器,通常简称为无人机。其包括无人直升机、固定翼机、多旋翼飞行器、无人飞艇和无人伞翼机等。广义讲也包括临近空间飞行器(20~100公里空域),比如平流层飞艇、高空气球、太阳能无人机等。

从某种角度来看,无人机可以在无人驾驶的条件下完成复杂的空中飞行任务和各种负载任务,可以被看作是“空中机器人”。无人机的飞行控制可以是利用无线电遥控飞行,或是用自备的程序自主飞行。

无人机与传统的有人驾驶飞机相比具备如下优势:

首先,操作方便、成本低、运用弹性大,没有驾驶人员伤亡的风险以及支援装备少等。

其次,个人娱乐用途和微型航拍用途等无人机,任务简单,系统构成也相对简单,主要为主机和遥控装置。行业应用的无人机,任务要求较高,环境较为复杂,通常在构成上需要有一整套较为复杂、严谨的构件系统,以确保完成既定的任务。这套较为复杂的系统被命名无人机系统,也称无人驾驶航空器系统(Unmanned Aircraft System,简称UAS),由航空器、遥控站(或遥控器)、指挥与控制链路以及其他相关部件构成。

需要说明一点,在某些场合,广义上的无人机泛指无人驾驶(自动驾驶)飞机、轮船和潜水器等无人驾驶的机械设备的统称。除特别说明外,本书提到的无人机指无人驾驶飞机。

总之,不同用途、不同使用场景下的无人机,往往有其鲜明的特点,具体在尺寸、构造、飞行原理、航程、航时、飞行高度、飞行速度和功能任务等方面都存在明显差异。

鉴于无人机的多样性,其分类方法如下所述:

### 1. 按飞行平台构型分类

无人机可分为固定翼无人机、无人直升机和多旋翼无人机、伞翼无人机、



扑翼无人机和无人飞艇等。固定翼无人机是军用和多数民用无人机的主流平台，最大特点是飞行速度快；多旋翼（多轴）无人机是消费级和部分民用的首选平台，优势是结构简单、操作方便、垂直起降、成本较低。无人直升机是灵活性最强的无人机平台，无人机的平台构型不同，其飞行原理也有本质区别。

常见和常用的民用无人机平台构型主要有：固定翼、多旋翼（多轴）、直升机以及倾转旋翼无人机等类别。

## 2. 按尺度分类

无人机可分为微型无人机、轻型无人机、小型无人机以及大型无人机。

微型无人机是指空机质量小于等于 7kg，轻型无人机质量大于 7kg，但小于等于 116kg 的无人机，且全马力平飞中，校正空速小于 100km/h，升限小于 3000m。小型无人机，是指空机质量小于等于 5700kg 的无人机，微型和轻型无人机除外。大型无人机，是指空机质量大于 5700kg 的无人机。

## 3. 按活动半径分类

无人机可分为超近程无人机、近程无人机、短程无人机、中程无人机和远程无人机。

- (1) 超近程无人机活动半径在 15km 以内。
- (2) 近程无人机活动半径在 15 ~ 50km 之间。
- (3) 短程无人机活动半径在 50 ~ 200km 之间。
- (4) 中程无人机活动半径在 200 ~ 800km 之间。
- (5) 远程无人机活动半径大于 800km。

## 4. 按任务高度分类

无人机可以分为超低空无人机、低空无人机、中空无人机、高空无人机和超高空无人机。



- (1) 超低空无人机任务高度一般在 0 ~ 100m 之间。
- (2) 低空无人机任务高度一般在 100 ~ 1 000m 之间。
- (3) 中空无人机任务高度一般在 1 000 ~ 7 000m 之间。
- (4) 高空无人机任务高度一般在 7 000 ~ 18 000m 之间。
- (5) 超高空无人机任务高度一般大于 18 000m。

## 5. 按用途或应用领域分类

按用途可以将无人机分为军用无人机、民用专业级无人机（业内也称工业级或商业级无人机）和民用消费级无人机（如自拍无人机、娱乐无人机）等类别。

无人机的军事应用主要体现在侦查、演练靶机、骗敌诱饵、通信中继、无人战斗机、电子对抗无人机和校射引导机等方面。

民用无人机除娱乐表演和个人航拍用途之外，还广泛应用于各行各业，以提高工作效率，如表 1-1 所示。举例如下：

### 1. 用无人机进行地理测绘和环境监测

主要是使用无人机对自然地理或地表人工设施的形状、大小、空间位置等信息进行采集、测量和绘图。在工程和地图等测绘方面，无人机已经是比较常用的工具。在这一领域使用的无人机类型主要是固定翼无人机。使用无人机进行国土资源调查与土地利用监测，能够及时地查勘各种国土资源的具体情况，增强资源开发、环境保护与灾害防治的预见性，为国土开发与整治，环境和灾害监测，水文地质、工程地质勘查，建设工程选址、选线及城市规划提供科学依据。

2. 在农作物的监测、估产和植保等方面，无人机的使用已经有相当长的历史

比如前文提到的日本的雅马哈无人机，几十年来一直应用于日本稻田的病



虫害防护，成效显著。近些年，我国研制的植保机也得以迅速发展，在产品的性价比方面具备一定优势。我国部分地区已经把植保无人机列入农机补贴的范围，这将有助于推动农业生产的发展和无人机行业的发展。农业应用的无人机类型主要是无人直升机和多轴无人机。

### 3. 在影视广告航拍方面，无人机的技术可以说日趋完美

DJI 的“悟” Inspire系列、经纬 M600 等设备在飞行性能和摄影品质方面都达到了一定水准。同时，设备成本也能够为行业用户所接受，无论是广告、宣传片，还是影视航拍，无人机都获得了广泛应用、成绩斐然。

相比于传统方式下的乘坐直升机进行空中摄影，无人机航拍风险小、成本低、机动灵活；相比于铺设轨道、摇臂和架设高机位，无人机航拍效率高、用工少、成本低，还可以产生更多新的创意。

### 4. 无人机用于电力巡检

巡线工人减少了攀爬铁塔的风险，省去了翻山越岭的时间和体力消耗，也大大提升了工作效率。

### 5. 无人机在石油管道巡检、建筑桥梁巡检的应用

无人机在石油管道巡检、建筑桥梁巡检方面的应用，和电力巡检类似。

### 6. 无人机进行搜索营救

比如“驴友”在山中迷路，大片的植被和陡峻曲折的山路，使搜救人员往往难以在短时间内找到被困人员或者提供急需物品，使用无人机则可以大大提升效率。

### 7. 无人机在防灾减灾方面的应用

在一些滨海地区，台风及风暴潮、赤潮、绿潮等海洋灾害危及沿海地区的经济发展和人民的生命财产安全。使用无人机可以迅速查看灾情，并能形成目标区域的三维立体模型，实现精细分析，并能实现灾前仿真、灾后损失评估、



变化趋势分析，为灾害预警、抢险指挥决策、人员疏散等提供准确可靠的信息支撑，并能迅速下达救援指令。

在一些山区，当地质灾害发生时，通过无人机也能第一时间掌握受灾地区的真实状况，为救援指挥提供科学依据。救援部门可以利用无人机深入人员、车辆难以到达的区域，以高分辨率低空遥感监测，第一时间获取一手信息，并根据现场情况及时调整救援抢险策略，大大提升救援效率、有效减少灾害带来的损失。

在森林防火方面，为行业用户提供了火源自动识别与定位、监测数据实时传输、灾害应急监控以及综合调度等服务，从而提升防灾和救灾效能。

### 8. 在气象监测领域的应用

我国国土辽阔，气象监测管理具有一定控制面上的局限性，人工作业方式效率不高；在气象预报方面，某些地区的卫星图清晰度不高，无法获取有效的实时气象数据。使用无人机进行气象监测的优点主要有：低成本，高性价比，一架无人机的成本只需有人机的几十分之一，甚至几百分之一，而且使用和维护费用低；无人员伤亡的风险；高机动性，小型无人机机体小、重量轻、不求有专门设备的机场起降。

### 9. 互联网接入

当今世界仍有一些地方未能接通互联网。而太阳能无人机因为有能耗低、飞行时间较长、机动性较强等优势，可以为更大范围内的用户，或者某一区域内的特殊需要来提供互联网接入的服务。

需要说明一点，使用无人机与卫星、氦气球等类似，这些方式主要解决的是网络覆盖范围的问题，无人机在成本、机动性等方面更有优势；而常见的有线接入方式是在已有网络覆盖的地区提供更优质的服务。

### 10. 无人机在物流行业的应用

作为本书的主要内容，将在后面章节详细介绍。



11. 其他方面的应用尝试

比如用无人机协助放牧，用无人机增雨和消除雾霾等。

无人机在各行各业可以大显身手，在服务经济、造福社会和改善人们生活方面有着巨大的潜力。

表 1-1 民用无人机行业应用分布表

行业（用途）	结 构 类 型	厂 家（品牌）
测绘无人机	有固定翼和多轴等类型，以固定翼为主要机型	劲鹰、智能鸟、纵横和华测等
航拍无人机	有多轴和直升机等类型，以多轴为主要机型	DJI、Freefly、零度和昊翔等
植保无人机	有直升和多轴等类型	极飞、DJI、天途、安阳全丰、华越和雅马哈等
电力无人机	有多轴等类型	DJI、易瓦特等
支线运输无人机	有固定翼等类型	朗星、顺丰、京东、帆美和优伟斯等
配送无人机	有多轴、倾转旋翼等类型	亚马逊、DHL、Flytrex、迅蚁、天机、顺丰和京东等

不同类型的无人机按照其不同用途、场景而进行功能和性能等方面的设计，从而在外观结构、飞行原理和参数配置等方面存在很大差别。但是，作为一种生产工具，促进生产力的提高，是各类商用无人机的核心和本质。

1.2 无人机和亲密“小伙伴”

1.2.1 无人机和机器人

无人机除了 UAV(或 UAS) 这个名字，还有个英文名字——Flying Robot，即“会飞的机器人”“空中机器人”。这个称呼显得更加有创意，更加富有想象力。

已知的机器人种类多样，功能强大，可以帮助人类做繁重而琐碎的工作，可以细心地陪伴和看护人类，而且还不会乱发脾气，总是“习惯性地顺从”。科学家预计机器人未来的发展空间更加广阔，就像科幻片里的那样，机器人就像超人，有超级智慧、有超能力……



下图分别为百度公司的机器人小度（图 1-13）、汉森公司的机器人 Han（图 1-14）、本田的机器人阿西莫（图 1-15）、谷歌的机器人 Atlas（图 1-16）。据媒体报道，最新的 Atlas 已经可以做出后空翻等高难度动作。



图 1-13 百度公司机器人小度

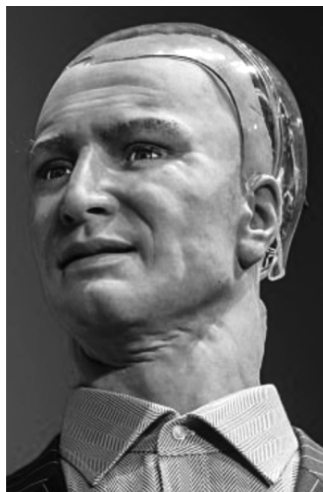


图 1-14 汉森公司的机器人 Han

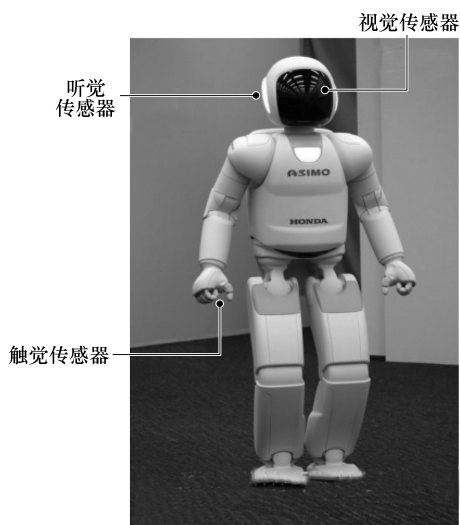


图 1-15 本田公司的机器人阿西莫

全新 ASIMO 通过视觉、听觉、触觉等不同部位的传感器综合评估与分析，估算出周围的环境状况，最终确定其相应行为



图 1-16 谷歌的机器人 Atlas



图 1-17 是世界上首个被赋予公民权的机器人索菲亚，“她”和机器人 Han 共同来自中国香港的汉森公司。



图 1-17 机器人“索菲亚”

机器人的进化速度相当快，机器人的种类也远不止以上这些。什么是机器人呢？简而言之，机器人（Robot）是自动执行工作的机器装置。从已知的信息来看，机器人在本质上是一种机器或者计算机程序，尽管机器人的能力越来越强，智能化越来越高，外表可以达到很像人的程度。也许有一天，机器人可以具备人类的一切能力和特征，甚至超越人类，变为名副其实的“超人”。机器人和人工智能技术密不可分，人工智能技术是以加速度在演化的，在人工智能技术的催化下，机器人的进化可能比人类要快。

未来，在很多可以量化的领域，机器人的智商都极有可能高于人类，或者说机器人在很多方面都可能比人类更聪明，但是以下方面或许能够例外：抽象能力、审美、自我意识、情感、跨领域的推理、创造力等。人类可以指挥和利用机器人，但前提必须是为了“正义”和“良知”。人类要把机器人定义为朋友，为了正义的事情要相互协作。

无人机作为“会飞的机器人”，是机器人的一种。研发和使用无人机的目的和初衷应该是为了增进人类的福祉，而不应该是其他的不良目的。尽管无人机在诞生之初是为了战争的目的，但是，在今天，和平与发展才是时代的主旋



律，才符合人类的整体利益。经济、贸易和技术的发展促使全世界的人们形成一个休戚相关的共同体。在整个宇宙的体系中，七大洲、四大洋仅仅是一个“渺小的地球村”，地球村的人们共同面临着人口问题、环境污染和资源危机等系列挑战。无人机作为当今世界最具想象空间、最有发展前景的技术方向之一，只有注入“道义”“善良”的良性基因，才能保证其未来的光明大道！

### 1.2.2 无人机和航模

航模指的是供运动或娱乐用的一种不载人的飞行器。广义上，航模也属于无人驾驶航空器，只是由于航模主要局限于运动竞技场合以及个人娱乐目的等比较小众化。因此，人们习惯性地吧无人机和无人驾驶航空器划等号。

无人机和航模的区别主要有以下两点：

第一，用途和功能。无人机是被用于完成一个或多个明确的任务，是作为一种工具来应用；而航模则没有明确的任务，应用场合较少，用于体育竞技，或作为娱乐性的小玩具，如图 1-18 和图 1-19 所示。



图 1-18 泡沫型航模玩具



图 1-19 航模玩具

第二，产品设计。无人机自带智能飞控，可以自动调节飞行姿态，实现自动飞行或半自动飞行；而航模则通常没有飞控，不能自动调节姿态，其飞行主要依赖于遥控操作，体育竞技类的航模对操作者的技术水平要求较高，需要经



过专门的学习才能掌握基本动作。图 1-20 和图 1-21 为表演类及体育运动类航模。



图 1-20 表演类航模



图 1-21 体育运动类航模

航模运动已有多年的历史，其生命力在于它的趣味性和知识性。通过操纵航模、参与制作航模，可以学到很多工程和科技知识，并有助于培养勇于探索实践、勤于动手、善于思考的习惯和品质。一直以来，航模运动都被世界各国所重视，也为航空事业输送了大量的专业型人才。

无论是航空模型还是无人机都需要健康有序的良性发展，这两者在人才和管理等方面的结合将有助于推动国家航空产业的发展，提高国家的综合实力。



## 1.3 无人机融入 AI 时代大潮

人工智能（Artificial Intelligence，简称 AI）是研究用于模拟、延伸和扩展人类智能的技术的统称。人工智能是模仿人类感知、记忆、计算、决策、反馈和学习的技术。它的应用技术有：机器视觉、指纹识别、人脸识别、视网膜识别、虹膜识别、自动规划、智能搜索、定理证明、博弈、自动程序设计、智能控制和机器学习等。

人工智能是一种或多种技术，无人机是一种设备，包括无人机在内的很多机器人都使用了大量的 AI 技术。AI 技术的发展和运用，使得无人机更智能、更安全、更有价值。行业应用的无人机要真正发挥其价值，并高效地完成既定任务，就必须有足够的可靠性和智能性。因此，行业无人机的发展必定和 AI 技术密不可分。在 2016 年的围棋“人机大战”中，阿尔法狗（AlphaGo）完胜世界冠军李世石。这是个划时代性的事件！以后，AI 的智力水平将超越人类，超级 AI 正在一步步向我们走来。

AI 技术的深远意义比围棋输赢更为重要，它体现在：

第一，AI 进化的速度是加速的。

第二，机器和程序工作起来可以不吃不喝不睡，不知疲倦并夜以继日地学习和训练。

第三，AI 不会受负面情绪的影响。

AI 从 20 世纪 50 年代诞生以来，已经历了三次爆发，但只有当下这一轮真正具备产业应用价值，这主要得益于以下三方面因素：

（1）深度学习算法（Deep Learning）的突破，将使 AI 技术能够模拟人脑进行分析和学习，这将使一切使用 AI 技术的设备变得无比“聪明”，甚至于产



生“脱胎换骨”式的更新迭代。

(2) 互联网时代海量数据的爆发，为深度学习带来丰富的“燃料”。

(3) AI 芯片强大的计算能力，尤其是计算成本的不断下降。

AI 与无人机的发展密切相关、相辅相成。AI 为无人机的发展提供了强大的智力支撑，无人机的应用则使 AI 技术在实践中得到检验和提升。

### 1.3.1 新技术是把双刃剑

AI 的发展或许有助于解决部分难题,比如环境保护、减少贫穷和治疗疾病等。技术本来是中性的,但是人类使用它的目的和范围,将决定它的功能和性质。因此,它必须是一个让人类受益的技术才行。

“一个好的 AI 未来会是什么样子?”

“应该很好”!

“也许有点坏”

.....

水能载舟,亦能覆舟。水和舟是辩证统一的关系。技术本身没有所谓的善恶之分。面对新技术、新事物,人类总会有两种不同的声音,去回应它们的“两面性”。但无论如何,AI 前进的巨轮已经无法阻挡! AI 是人类发明和创造的, AI 在智力方面赢了人类,在情商和灵商等其他方面则未必。

为了更方便得认识 AI,人们习惯于将 AI 分为弱 AI、强 AI 和超 AI。弱 AI 一般是指设备具备了推理 (Reasoning) 和解决问题 (Problem solving) 的智能,表明看起来好像是智能的,但是并不真正拥有智能,也不会有自主意识。同时,弱 AI 往往是仅在单个领域比较强大。

强 AI 除了有推理 (Reasoning) 和解决问题 (Problem solving) 的智能,还有知觉,有自我意识的。用强 AI 武装的设备可以独立思考问题,并能制定解



决问题的最优方案，有自己的价值观和世界观体系，有和生物一样的各种本能，比如生存和安全需求。强 AI 具有“宽泛的心理能力”，“能够进行思考、计划、解决问题、抽象思维、理解复杂理念、快速学习和从经验中学习等操作。”强 AI 在进行这些操作时可以和人类一样得心应手。

当弱 AI 已经大部分实现，强 AI 正在通过深度学习不断逼近。关于第三种 AI——超 AI 似乎也在向人类招手。人工智能思想家 NickBostrom 为我们勾勒了这样一副图景：

它有准确回答几乎所有困难问题的先知能力，有执行任何高级指令的灵通能力，能执行开放式任务，有独立意识，有自由意志，有自由活动能力。

“在几乎所有领域都比最聪明的人类大脑聪明很多，包括科学创新、通识和社交技能。”超 AI 可以在各方面都比人类强一点，也可以在各方面都比人类强万亿倍。递归、自我改进、智能爆炸，这是加速回报定律的终极体现。

2017 年 7 月，中华人民共和国国务院印发《新一代人工智能发展规划》（以下简称《规划》），指出人工智能的迅速发展将深刻改变人类社会生活、改变世界。《规划》从国家的层面对发展 AI 进行了整体指导和系统部署。

（1）AI 的发展进入新阶段。经过 60 多年的演进，特别是在移动互联网、大数据、超级计算、传感网、脑科学等新理论新技术以及经济社会发展强烈需求的共同驱动下，AI 加速发展，呈现出深度学习、跨界融合、人机协同、群智开放、自主操控等新特征。当前，新一代 AI 正在推动经济、社会各领域从数字化、网络化向智能化加速跃升。

（2）AI 成为国际竞争的新焦点。AI 是引领未来的战略性技术，全球主要发达经济体，纷纷把发展 AI 作为提升竞争力、维护安全的重大战略，在核心技术、顶尖人才和标准规范等方面，出台规划和政策，力图在新一轮国际竞争中掌握主导权。



(3) AI 成为经济发展的新引擎。AI 是新一轮产业变革的核心驱动力，将进一步释放历次科技革命和产业变革积蓄的巨大能量，并创造新的强大引擎，重构生产、分配、交换、消费等经济活动各环节，形成从宏观到微观各领域的智能化新需求，催生新技术、新产品、新产业、新业态、新模式，引发经济结构的重大变革，深刻改变人类生产生活方式和思维模式，实现社会生产力的整体飞跃。

我国经济发展进入新常态，AI 的技术研发、应用推广和产业壮大，将为我国的经济注入新的动能。

(4) AI 带来社会建设的新机遇。当前，我国正处于全面建成小康社会的决胜阶段，人口老龄化和资源环境约束等问题形势严峻，AI 技术在基础设施和公共服务领域将大有可为。比如，在教育、医疗、养老、环境保护、城市运行和司法服务等领域推广应用，必然有助于改善人们生活品质，提高社会治理的水平。

(5) AI 发展的不确定性带来新挑战。AI 技术具有影响面广、颠覆性的特点，可能在就业结构、法律与社会伦理、个人隐私、经济安全和国际关系准则等方面带来巨大的冲击和影响。在大力发展 AI 的同时，必须高度重视安全风险带来的挑战。

(6) 我国发展 AI 具有良好的基础，面对 AI 的发展态势，要主动应对，抓住战略机遇，主动谋划，抢占先机，引领发展，服务经济社会和支撑国家安全，带动国家竞争力整体跃升。

(7) 发展 AI 需要把握科技引领、系统布局、市场主导和开源开放等原则。

(8) 构建开放协同的 AI 科技创新体系。

(9) 把握 AI 技术属性和社会属性高度融合的特征。

(10) 坚持推进 AI 研发攻关、产品应用和产业培育“三位一体”。



(11) 全面支撑科技、经济、社会发展和国家安全。

(12) 建立新一代 AI 关键共性技术体系。

比如：知识计算引擎与知识服务技术；跨媒体分析推理技术；群体智能关键技术；混合增强智能新架构与新技术；自主无人系统的智能技术；虚拟现实智能建模技术；智能计算芯片与系统；自然语言处理技术。

(13) 培育高端高效的智能经济。大力发展 AI 新兴产业；加快 AI 关键技术转化应用，促进技术集成与商业模式创新，推动重点领域智能产品创新，积极培育 AI 新兴业态，布局产业链高端，打造具有国际竞争力的 AI 产业集群。比如，智能软硬件，智能机器人，智能运载工具，虚拟现实、增强现实和混合现实，智能终端，物联网基础器件等。

2017 年 10 月，我国科技部正式宣布，国家正在抓紧推进《新一代人工智能发展规划》的实施工作，要举全国之力，在 2030 年前一定要抢占 AI 全球制高点！

### 1.3.2 AI 时代无人机的发展

无人机和 AI 技术的发展相互影响、相得益彰。一方面，各行各业民用无人机的大批量、纵深化发展，使得许多 AI 新技术在真实情景下得到检验和提升，并为新技术的研发提供资金和数据支持；另一方面，传感器、机器视觉、建模运算和深度学习能力等 AI 技术的发展，也会使无人机变得更智能、更可靠、更强大和更有价值。

按开发者的设计，一台智能无人机能通过各种传感器将位置、姿态、高度、速度、气压和图像等信息实时传送给无人机的“大脑”，后者进行高速运算和控制调节，以确保飞行安全和完成既定任务。在飞行过程中如果遇到障碍物或突发情况，无人机也能按事先设定好的安全程序或备选方案进行智能避



障、安全返航或安全降落。而且，无人机还被设计了网络、通信，以及和后台系统之间的交互功能。

无人机要实现这些目标，必须要有先进可靠的 AI 技术作支撑。伴随 AI 技术的深入发展，无人机的深度学习等能力也将空前加强，无人机的飞行安全和执行任务的能力也将更有保障，社会公众的担忧也将大幅减少，无人机在生产、生活以及社会服务诸多方面的应用会越来越广泛。

从 2013 年 DJI 产品的成功开始，民用无人机变得越来越亲民，并被大批量生产。以日常曝光最多的航拍无人机和个人娱乐无人机为例，其用途比较大众化、接地气，加上手机等电子产品的普及，使得芯片和传感器等关键器件的性价比迅速提升，无人机产业得以进入技术进步和成本降低的良性循环。

在许多影视作品里，都有无人机航拍的震撼画面。航拍的突出优势是可以利用独特视角发现美、呈现美，奇异的景象、壮观的场景，往往让人耳目一新。

用无人机航拍的优势主要有：规避了载人飞机人员伤亡的风险；使用和调度更加灵活、机动，不受场地限制；可以拍摄出更具动感的画面；可以实现更多创意等。

在广告和影视拍摄中，原来用机械臂或搭建复杂轨道的拍摄作业，如果使用无人机来拍摄，可以大幅节约工期和成本，提高效率，如图 1-22 所示。



图 1-22 无人机航拍画面

近年来用无人机进行航拍作业的影视作品越来越多。比如 2017 年的《战



狼2》、《空天猎》以及2016年的《寒战2》。

然而，航拍仅仅是无人机应用的一部分，作为生产工具，推广应用到各行各业去创造价值，才是无人机最终的目标。在很多场景下，“会飞的机器人”可以协助人类完成一定的任务。既实用，又经济，这是先进的生产工具得以推广的先决条件。

无人机在航拍以外其他行业的应用优势体现在：

可以代替人进行危险的作业；可以快速到达目的地并完成任务；地面交通工具无法到达的地方无人机可以迅速抵达，并且比有人飞机方便、划算；需求少、分布广的地区的小型包裹，用无人机去派送更快捷更经济；一些交通不便的地区，“农土特”产品进城也可以使用无人机；即便是有个“十万火急”的“个性需求”，无人机也能帮你实现“闪送”等。

无人机的产品迭代进入了快车道，便捷性、经济性和可靠性都在一步步实现。如果在情景设计、周密部署、配套措施和监管等方面能够及时跟上，一切难题将迎刃而解。一切静候某个“奇点”的来临。

随着技术的飞速发展、经验的积累和管理的完善，无人机在各行各业、不同场合下的应用也在向纵深领域发展。

## 1.4 抢滩无人机行业应用

### 1.4.1 民用无人机面临的新情况

2013年，DJI多轴航拍无人机的一炮打响，民用无人机吸引了全世界人民的目光。经过几年的发展，无人机涉足航拍、测绘、植保、森林防护、电力巡检、石油管路巡检、放牧、安防搜救和物流等领域，民用无人机在各行各业的应用增多，并向纵深化发展，对发展生产力起到了重要作用。



以我国深圳市为例，作为全球民用无人机的集散地，深圳占据了全球民用小型无人机约 70% 的市场份额。无人机企业除了有大疆（DJI），还有一电（AEE）、艾特（ART）等老牌无人机企业以及数百家充满活力的无人机企业。无论是在技术创新和行业应用上，还是在供应链的配套能力上，深圳都有一定的先发优势和产业优势。

创新能力和市场配置资源的优势，使无人机产业迅速崛起，深圳成为“无人机之都”。无人机是朝阳行业，和其他行业融合应用的潜力巨大。深圳市政府在 2013 年发布了《航空航天产业发展规划（2013 ~ 2020 年）》，决定对无人机在设计测试、总装集成和人机交互等领域进行激励和扶持。在国内的民用无人机发展中，深圳的企业群还只是一个缩影，还有很多优秀的企业，比如北京的零度、昆山的昊翔、湖北易瓦特、河南安阳全丰、广州的极飞和亿航等企业，在行业应用、产品创新等方面均有突出贡献。

民用无人机无论是在行业应用，还是在个人娱乐方面，有着积极和正面的意义。但在近几年，无人机的负面消息密集爆发，尤其是某些地区接连发生影响航班的事件。比如，某些在机场和航线周边等危险区域飞无人机的行为，不管是出于无知、侥幸心理，还是故意为之，其行为本身已对社会公共安全构成严重威胁，违反了《中华人民共和国民用航空法》第 58 条，禁止在依法划定的民用机场范围内和按照国家规定划定的机场净空保护区域内从事包括“饲养、放飞影响飞行安全的鸟类动物和其他物体”在内的活动，这种行为应该依法严惩。

天空有空域，地面有道路，飞无人机类似于驾车，需要遵守一定的规则。购买无人机设备时需进行实名登记，在规则范围内要正常使用设备，产生意外损失，设备使用者和所有者需要承担责任。

对于限飞的区域，可在产品出厂前严格设置（或在 App 里设置），这在技



术上很容易实现。以 DJI 的无人机为例，无人机有准确的卫星定位，操控人员可实时监控飞行路径和坐标，只要是在机场等敏感区域的范围，电子围栏就会自动启动，飞行器就不能飞进危险区域。同时，操控人员也会在（App）界面里看到危险区域禁飞的警示，能在 App 地图里看到红色的警示区域。

无人机的操作者在主观上的安全意识也很重要，必须遵守规则，对自己、对他人和公共安全负责。要了解或掌握飞行的基本知识、安全规则和技术，飞行前做好设备、安全、场地和路线的检查和准备工作。按规定需要报备或申请空域的飞行，超出规则限制的飞行和特殊飞行，事先需按有关规定进行报备或申请空域。

任何新技术和新工具的发展和成熟，都是一个渐进的过程，其应用和推广，需要业内人士的努力和负责，也需要政府的引导和支持，以及社会的理解和包容。

### 1.4.2 民用无人机发展的新机遇

对于民用无人机的发展，我国政府层面是持鼓励和支持态度的。2017 年 7 月，国务院印发的《新一代人工智能发展规划》（下文简称《规划》），其中多处提到无人机并对其发展做出指导：

（1）发展自主无人系统的智能技术，发展面向复杂环境的适应性智能导航等共性技术，发展无人机自主控制以及自动驾驶等智能技术，支撑无人系统应用和产业发展。

（2）发展智能运载工具。发展自动驾驶系统，形成我国自主的自动驾驶平台技术体系和产品总成能力。

（3）发展消费类和商用类无人机，建立试验鉴定、测试、竞技等专业化服务体系，完善空域管理措施。



(4) 在无人机等优势领域打造人工智能全球领军企业和品牌。

《规划》中多次明确提及无人机，鼓励无人机在关键技术研发、重点行业应用以及品牌培育等方面的良性发展。

作为新技术、新事物，无人机最核心的本质是生产工具。先进的生产工具未来总有一天将逐步应用到适合它的各行各业，促进经济和社会的发展，促进民生的改善。此外，社会公众担心的安全问题、隐私问题以及政策监管等，对于无人机行业从业者来讲是益事，只有面临这些压力，相关规则才能及早出台，运行的秩序和安全才能得以维护。长远来看，这些将为民用无人机的发展带来良性循环，技术研发、质量控制、应用管理和用户习惯都将得到正反馈，市场需求将持续稳定，行业将获得健康、持续的发展。

在行业应用方面，《规划》里特别提到智能运载工具，足以显示无人机在物流行业的巨大应用潜力。从物流行业本身来看，一是市场体量大；二是服务水平有较大的提升空间；三是充分利用闲置的低空资源发展空中运输，具备一定的现实基础。

综合研判技术发展的趋势，客观地看待机遇和问题，实现无人机发展的同时也造福社会，给社会带来正面的影响。

### 1.4.3 无人机行业应用的不二法宝

从世界范围来看，无人机在民用领域的发展方兴未艾，各个细分行业的应用更是潜力无限。那么，我们怎样才能做到在发展中领先一步，或者少走弯路呢？

这个答案可以从数千年的中华文明中找到。我国明代的王阳明先生在继承儒、释、道等传统文化精粹的基础上，提炼出了“致良知”的思想。这一思想成就了王阳明先生的伟大功业，为无数仁人志士的奋发图强，也为人类社会



的前进方向提供了指引。

“良知”是“知是知非”“明天道、晓规律”，“致”是在事上磨炼，见诸客观实际。“致良知”就是将良知推广到万事万物，结合今天的实际，就是在遵循市场规律、符合法律和道义的前提下实现发展。

作为 AI 时代先进工具的代表之一，无人机自身具有很多独特的先天优势，应用价值巨大。但是，新技术在发展过程中会面临很多意想不到的问题，没有现成的经验可借鉴，或缺少配套的监管措施。在此情况下，要保障其持续、良性的发展，就要求从业者一定要有较强的自律精神，以“良知”来约束自己。比如在产品开发中，一定要以为社会创造价值为目标，以安全可靠为前提；在使用的过程中不仅要考虑个人的目标和利益，也要考虑他人和社会公众的利益和感受。

无人机的行业应用，以“致良知”为目标，在行动中就有了方向，以市场需求为导向，以为社会创造价值、为人类谋福利为判断依据，很多问题就能迎刃而解。

## 第 2 章 飞越物流那道槛儿

物流是门古老而又现代的学科，“兵马未动，粮草先行”说的其实就是物流的事儿。物流在现代的经济、社会和军事活动中发挥着基础性作用，是国民经济的动脉。近年来随着电子商务的高速发展，尤其是移动电商、移动支付、无人机等先进技术的发展，对物流服务水平提出了更高要求。



## 2.1 物流小科普

### 2.1.1 物流的起源

通常认为，“物流”的概念，最早是在美国形成的，最初的英文是“Physical Distribution”，发源于20世纪30年代的军事后勤保障系统，意思是“实物分配”或“货物配送”。但实际上军事“后勤保障”的理念我国早就有了，“兵马未动，粮草先行”就是这个意思。1963年，日本从西方引入“物流”的概念，其最初意思是“物的流通”。20世纪70年代后，日本的“物流”一词逐渐取代了“物的流通”。

改革开放后，我国的“物流”一词由日文资料引进而来，源于日文资料中对“Logistics”一词的翻译，即“物流”。“物流”原来是指供应链活动的一部分，是为了满足用户需要而对商品、服务以及相关信息从产地到消费地的高效、低成本的流动和储存而进行的规划、实施与控制的过程。随着现代经济社会的发展，这一概念已无法完整地涵盖物流活动的全部内容。

通过新理念、新方法和新技术的不断引进、应用和创新，物流业的技术装备和管理体系也在日趋进步和完善。在此基础上，物流业将会更好地提升服务质量和水平，更好地支持经济建设，更好地服务于国家和社会，更好地造福民众的生活。

### 2.1.2 物流的特征

概括来说，物流是指物品从供应地到接收地的实体流动过程，根据实际需要，将运输、储存、装卸搬运、包装、流通加工、配送、回收和信息处理等基本功能实施有机的结合。



在全球经济一体化深入发展的大背景下，现代物流的概念包含的范围更广，主要有以下几方面：

第一，从生产者到消费者的货物流通。

第二，从供应商到生产者的原材料和零配件的流通。

第三，生产制造环节涉及的原材料和半成品等的流通。

第四，除经济目的外，还有为实现军事目的和社会目的等活动而产生的物品的流通等方面。

总体来说，现代物流是以满足消费者的需求，或军事需求，以及社会需求等为目标，把原材料或零部件、生产制造、销售、运输和储存等市场情况和流通环节统筹考虑的一种战略措施。这与传统物流仅把它看作是“后勤保障系统”“销售中的桥梁作用”等观念相比，在深度和广度上又有了进一步的提升。

从特点和属性的角度来分析，“物流”中的“物”指物品，有以下三个特点：

第一，是在物质世界中。

第二，是客观的实体。

第三，能够进行物理位移。

“物流”中的“流”指的是一种发生物理空间位移的运动形式，其运动范围可以是全球性或宇宙空间的大范围，也可以是在同一地域、同一环境中的小范围、微循环。

可以说，“实体运动”是物流相对于信息流、资金流、商流和其他流的鲜明特征。“物”和“流”的有机组合，其相互联系的纽带是建立在经济目的和实物之间、军事目的和实物之间，以及某种社会目的和实物之间的基础之上。总之，物流活动的初衷是为了实现经济需求、军事需求和社会活动需求的



目标。

在具体业务的实践中，如果一项物流活动具有以下特征之一，那么我们可以评价该物流活动是比较有效益的或比较成功的：

第一，成本合理并且效率极高。

第二，效率合理并且成本极低。

第三，创造条件实现“可达性”。

关于第三点“可达性”，主要是指原本无法实现，或按通常的方式、技术、工具，无法进行“实体位移”，而是通过创新思维、采用新技术等方式，克服了客观困难而完成的“实体位移”。

物流包含运输、储存、配送、装卸搬运、包装、流通加工、回收和信息处理等功能。通常情况下，运输和配送是“物畅其流”的主要环节，占物流总成本的大部分。运输是指用交通工具把物资或人从一个地方运到另一地方。物流行业里提到的运输主要是指“物”的载运及输送，是指在不同地域范围间（如两个城市、两个工厂之间，或是某一大企业内部相距较远的两点之间），实现“物”的空间位置变化的活动。

改变物品空间位置的运输方式有多种，以下分别举例说明：

（1）单纯靠人力。肩扛手提，一般适用于体积小、重量轻、距离短以及缺少使用其他运输工具的条件等情况下。这种情况其实很常见，比如买菜、买日用品以及方便随身携带的物品等。

（2）借助船类工具开展水上运输。其适合在江河湖海等适航的一切水域。

（3）现代陆地运输。主要是利用火车和汽车开展的铁路和公路等大批量运输，并在末端配送和小批量运输中灵活发挥三轮车、摩托车和自行车等的优势。

（4）油气等物资的管道运输、企业内的传送带等方式的运输。



(5) 航空运输。航空运输的特点是时效性强、效率高，传统的航空货运要求在人员、机场配置和单批量经济性等方面相匹配。

(6) 采用无人机、无人车等新技术、新装备的运输方式。

长期以来，我国的运输费用占物流总费用的一半以上。例如，2017 年我国社会物流总费用约为 12.1 万亿元，其中三大费用分别为：运输费用 6.6 万亿元，占比 55%；保管费用 3.9 万亿元，占比 32%；管理费用 1.6 万亿元，占比 13%，如图 2-1 所示。近些年，我国三大费用占物流总费用的比例基本稳定。

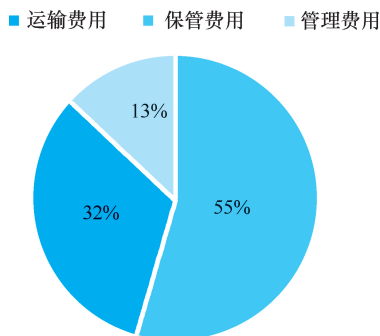


图 2-1 2017 年我国社会物流总费用及构成比例

广义上的运输概念包含运输和配送两部分，所有物品的空间移动都是运输，而配送一般是专指短距离、小批量的运输。

配送是指在经济合理区域内，根据客户要求，对物品进行拣选、加工、包装、分割、组配等作业，并按时送达指定地点的物流活动。配送是一种特殊的、综合的物流表现形式，是商流与物流的紧密结合，包含了商流活动和物流活动，也包含了物流的若干功能要素。

现阶段的配送活动呈现出以下方面的新内涵、新特征：

(1) 配送提供的是物流服务，因此满足顾客对物流服务的需求是配送的前提。

(2) 配送必须是在经济合理的区域范围内。



(3) 从资源配置的角度看,配送是以现代送货的形式“实现资源配置的活动”。

(4) 从实物运动形态的角度看,配送是“按用户要求进行货物配备,并以最合理的方式送交用户”。

(5) 移动电商、新零售和新变化产生的新需求,比如生鲜宅配、买菜宅配、外卖宅配等。

在配送实施之前必须依据顾客需求对其进行合理的组织与计划,才能实现“低成本、快速度”地送达。在现代经济活动中,信息处理的重要性不言而喻,高效的信息处理是优质物流的先决条件和基础要求。

随着物流向供应链管理的发展,仓储的独特地位也越来越凸显,订单前置或市场预测前置、物流中心、配送中心、运输调度、包装加工和信息处理等功能要落到实处,都是以仓储为依托,仓储扮演着“卡位”的角色,和运输、配送等环节关系最为紧密,重要性不容忽视。现阶段,物流仓储配送服务已经成为中国电子商务最为核心的业务环节之一。

### 2.1.3 物流的地位和作用

现代物流业是重要的服务业,融合了运输业、仓储业、货代业和信息业等,是国民经济和社会发展的的重要组成部分。物流产业涉及的领域非常广,能吸纳大量的就业人员,在国民经济中起到促进生产和拉动消费的重要作用。

物流业是经济发展的基础性产业,在一个国家或地区的经济和社会发展中发挥着极为重要的作用。物流业在促进产业结构调整、转变经济增长模式和提升综合竞争力等方面显得尤为关键。



和社会活动的动脉。物流业的发展水平是衡量一个国家现代化程度和综合国力的重要标志之一。

物流的价值、作用和地位，举例如下：

### 1. 影响生产力的发展，优化产业布局和资源配置，促进经济结构调整

物流业紧密连接着国民经济的各个产业门类，与经济整体运行息息相关。物流直接制约生产力要素能否合理流动，制约资源的利用水平和配置的效率。如果物流不畅，即便是拥有资源优势也会由于物流条件的限制而无法转化为商品优势进入流通过程，最终成为制约经济和社会发展的短板。

在工业 4.0 时代，柔性生产、快速迭代和智能高效是众多产业的典型特征，相应地，物流的需求也在不断演化，逐步朝小批量、多频次、高效率 and 灵活多变的方向转变。

现代物流在第三方物流、综合物流和智慧物流等方面的进步，使企业节省了自建物流网络的额外负担，得以把有限的资源聚焦于核心的主业，同时，使物流资源的配置向专业化、规模化和社会化方向发展。

### 2. 现代综合物流是提高企业经济效益的主要途径

在传统的物流运作方式下，企业往往自行采购、自行运输、自行储存，人物财投入巨大，缺少科学管理，形不成经济规模，回程运力放空，导致运作成本高，资源利用率低。

我国企业的物流费用平均占商品价格的约 40%，物流过程占用的时间几乎占整个生产过程的 90%，而美国的物流费用平均只占商品价格的约 10% ~ 20%，英国平均为 14.8%。

现代综合物流通过集中采购、集中运输、集中储存、集中管理等专业化、规模化服务，可以有效地降低采购成本，极大地提高人员和车辆、仓库等物流设备和设施的利用率，从而减少企业物流费用支出，提高经济效益。



### 3. 促进市场的发育和完善

物流产业的市场贡献表现为推动市场范围扩张、促进市场体系发展和完善等方面。物流产业的发展，尤其是物流活动中出现的技术创新（网络信息技术、JIT\ POS\ EDI\ QR\ ECR 及供应链管理技术）、各环节职能的整合（仓储、运输、配送、保管、流通加工、装卸搬运、包装及信息服务等）、组织形式与运作方式创新（社会化与产业化物流组织的产生），大大地降低了商品交易费用。

物流产业的触角延伸至国民经济的各个产业部门，不仅提高了经济发展的总体效益和效率，促使商品交换的市场逐步扩大，并且促进国民经济各产业部门间的产业链和价值链的建立以及其进一步稳固。更重要的是，物流产业的扩张，促使交换与贸易活动的地域范围越来越广，规模日趋扩大，加速了地区之间、企业之间在更为广阔的区域中进行分工和协作，同时也促进了全球统一市场的形成和世界经济全球化的进程。

### 4. 满足消费需求

社会的整体需求得到满足，需要完成两个步骤：一是生产部门根据消费需求信息的反馈以及流通领域的引导来组织生产；二是要让生产资料和生活资料高效流通。

在传统的商品流通中，商流、物流、信息流及资金流四位一体。由批发商或零售商组织独立完成。随着现代物流产业的诞生，商流和物流的职能分离，提高了流通领域的运作效率，突出了专业化物流的地位和效用，同时借助于现代科技，加速了信息流和资金流的流转速度。不仅如此，物流活动还成为企业开展营销活动的有效工具与手段，对消费结构、消费方式和消费倾向产生积极影响，具有不断满足社会对商品品类范围扩张、购销便利性增强等方面的需求，并会进一步引导需求、改变消费理念，和创造新的需求。



### 5. 调节和平衡市场供需

物流能力的大小,包括运输、储存、配送、包装和装卸搬运等,决定着商品流通的规模和速度,商品流通影响市场上的供应,最终影响人们消费需求的满足程度和需求的强弱。

物流对加速商品流通、降低流通费用、调节市场供求等有着显著效果。在市场经济条件下,商品流通是经济正常运行的调节器,物流使得这种调节更合理、更平衡。

政府对经济的宏观调控,可以用财政、税收和货币等手段调节市场供求的总量,也可以有针对性、定向调节物流效率和存货水平,确保事关民生的物品以及战略物资的合理供应。

### 6. 改善投资环境

新常态下,我们尤其要注重发展的质量和水平,顺应经济全球化的潮流,同国际接轨。一方面,中国企业要走出去,在世界大舞台上合作、竞争和进步;另一方面,我们仍然需要加大外资和高新技术的引进力度,大力改善投资环境。

我国商业企业的物流费用大约占流通费用支出的30%~50%。在改革开放初期,我国物流业刚起步的时候,曾出现“家家建仓库,户户搞运输”的场面,物流市场条块分割、低效浪费,经过几十年的发展,物流业的发展取得了一定成绩。但是,在综合运输体系、资源配置效率和新技术应用等方面,仍有较大的提升空间。

国务院于2014年发布的《物流业发展中长期规划(2014~2020年)》的文件(简称《规划》)中进一步明确,物流业是支撑国民经济发展的基础性、战略性产业。《规划》部署了加快现代物流业发展,建立和完善现代物流服务体系,提升物流业发展水平,为全面建成小康社会提供物流服务保障。



物流业的基础性、支撑性等特点，决定了物流对提高经济效益、提升产业竞争力、促进产业升级、促进经济结构调整、促进资源优化配置、缓解城乡之间和地区之间发展的不平衡等方面起到重要作用。图 2-2 为物流在一个国家或地区的经济、社会和军事后勤等方面的作用。

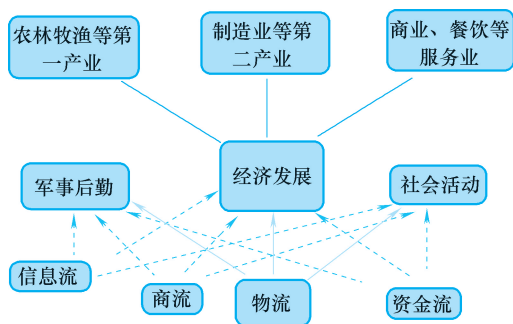


图 2-2 物流在多领域的作用

## 7. 无物流，不生活

有实体物品的交换就有物流，物品的流通是满足人们美好生活需要的基础。在传统的农耕社会，人们的日常所需品大部分可自给自足，交换活动较少发生，货物流通总量小，地域范围也很有限，全社会对“物流”的依赖度很低。物流业规模小，从业人员少。比较典型的物流行当有“镖局”“马帮”以及后来的“漕运”“海运”和码头货栈等。流通的主要是特殊物资、紧缺物资、大宗物资和贵重物品等。到了工业社会，生产力大幅提升，社会分工加剧，人们对于“交换”有了大量的、迫切的需求，尤其是城市人们的日常所需品，对物流供给需求较大。

运输、保管等物流活动对人们生活的重要性在工业社会以后愈发显现，这是物流的“动脉”作用、基础作用的体现。在移动互联时代，科学技术的进步、生产力的提高和社会分工的加剧变革又比工业社会演进了数倍，加上日益普及的网购模式使得电商业进入了“旺季更旺、常年无淡季”的新常态。只要网购的是物质的、实体的东西就必然会产生物流，人们的生活已离不开物



流，如图 2-3 所示。

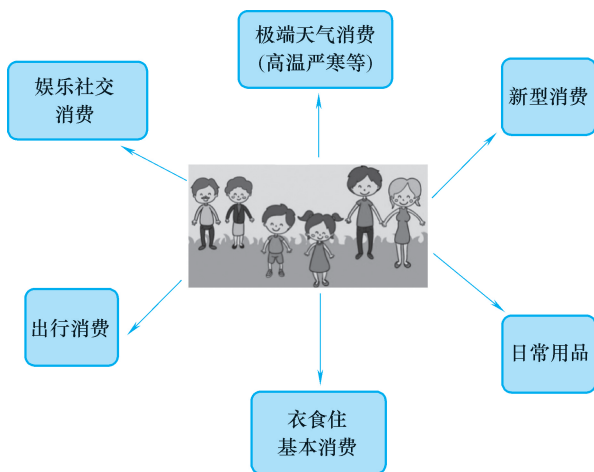


图 2-3 物流在人们生活中的应用体现

举例来说，购买日常所需物品均伴随着物流。人们购买商品付钱给商家，然后自己把东西带回家，这是亲自实施了物流活动，表面上没有额外付出物流费用，但实际上也产生了人工成本（如时间成本、劳务成本）和交通成本（如乘车费用或开车费用）。假设换一种方式，通过网购这些物品，物流费用会更容易理解，商家往往会将其计入商品售价。需要说明的是，在完成这最后一段消费流程之前，商品从产地输送过来都要经过一定的环节，产生的物流费用全部计入了商品价格里。整体来看，只要发生了客观实体的交易，物流及其费用就无法避免。

近两年网购正从城市向乡村推进，“衣食住行用玩”等许多用品均可以网购，更加便利了人们的生活。商品要顺畅地从卖家送达用户，需要满足两大前提条件：一是利用互联网完成信息流、资金流等“软性”流程；二是利用一切效费比高的技术和模式完成物流这一“硬性”流程，其中末端派送是物流中极为重要的一环，往往带给人们直观的感受和深刻的影响，它是销售行为的延伸，其效率、服务态度和水平，往往直接影响着用户评价和回头率。从



2014 年开始,国内的主要电商都开展了“业务下沉”和“渠道下沉”工作,重点布局乡村市场,但是乡村物流的“最后一公里”问题始终未能有效解决,导致乡村人的网购体验大打折扣。

### 2.1.4 现代物流的“蜕变”

传统物流 (Physical Distribution) 一般指产品出厂后的包装、运输、装卸和仓储等较为简单的作业。现代物流主要是指将信息、运输、仓储、库存、装卸搬运以及包装等物流活动综合起来的一种新型的集成式管理,目标是降低物流的总成本,提供更好的服务。

现代物流提出了系统化、总体性,以及综合物流的理念并付诸实施。具体地说,就是使物流向两头延伸并加入新的内涵,使社会物流与企业物流有机结合在一起,从采购物流开始,经过生产物流,再进入销售物流。与此同时,要经过包装、运输、仓储、装卸搬运和加工配送到达消费者手中,最后还有回收物流。

现代物流涵盖了产品从“生”到“死”的整个物理性的流通全过程,并以信息化等现代科技为基础应用,着眼于整个物流系统的优化。

传统物流与现代物流的区别主要体现在以下几个方面:

- (1) 传统物流着眼于简单的位移,现代物流则是立足于提供增值服务。
- (2) 传统物流是被动服务,现代物流是主动服务。
- (3) 传统物流没有规范和标准,现代物流则提供规范化和标准化的服务。
- (4) 传统物流眼界较狭隘,现代物流是面向全球市场,构建全球性的服务网络。
- (5) 传统物流着眼于局部的单一功能环节的管理,现代物流是立足于对整体物流系统的优化。



(6) 传统物流的实施以高能耗为代价，现代物流更注重集约式发展，注重对环境和资源的保护，以“绿色物流”为特征。

(7) 在服务理念和资源配置方面，现代物流是把企业和社会纳入一个共同体，实现服务和资源的对接和贯通。

(8) 传统物流设施简陋，以人工控制为主，现代物流以高度的信息化和智能化技术为依托，以高度的机械化、自动化和智能化为发展方向。

经过多年的发展，我国作为全球第一物流大国，正努力从劳动密集型向技术密集型转变，由传统模式向现代化、智能化升级。近年来我国物流在智慧物流、大数据应用、规模化、新模式和新技术应用方面进步较大。菜鸟、京东和顺丰等一批互联网和现代物流企业采用信息化、智能化手段，创新合作模式，让物流不断换挡提速，“当日达”已成为配送领域新航标；同城闪送、极速达和众包物流等形式也为创新服务和新业态做出了有益探索。

现代物流需要从过去的向资源、向人工、向传统技术要红利，升级为向智能技术、向模式创新、向开放协同要红利，这要求物流业在理念上要实现质的蜕变。

### 物流管理的思路

物流管理（Logistics Management）是指应用管理学的基本原理和科学方法，对物流活动进行计划、组织、指挥、协调、控制和监督，使各项物流活动实现最佳的协调与配合，以降低物流总成本，提高物流效率和经济效益。

实现物流管理的目标，可以分以下三种基本思路：

(1) 总成本导向型。在总成本低的条件下实现既定的客户服务水平，即寻求服务优势和成本优势的一种动态平衡，并由此创造企业在竞争中的战略优势。

(2) 效率导向型。在成本合理的前提下尽可能提高效率，提供增值服务。



(3) 创新发展理念、创造条件实现物流的“可达性”。这种思路极具开创性,是指在某些地区实现物流通道由“零”到“一”的突破,从而提升物流网络的整体覆盖率,达成经济、社会或军事目标。

以上几种思路,分别针对在不同的条件和场合下,不同用户的特定物流需求,代表着不同物流策略的意义和价值导向。物流管理强调运用系统的思维来解决问题,利用现代管理的理念、方法和先进技术,实现成本目标、效率目标或其他战略目标。在经济全球化的大背景下,物流管理已经发展到供应链管理的层次,即站在整个供应链的角度去审视、规划和管控物流的各项活动。

## 2.2 供应链的症结与突破

### 2.2.1 供应链问题所在

实体物品在上下游流通的过程中会形成链条,人们形象地称之为供应链,它融合了数据流、商流、信息流、物流和资金流。

供应链(Supply Chain),最早来源于彼得·德鲁克提出的“经济链”,后经由迈克尔·波特发展成为“价值链”,最终演变为“供应链”。通俗点说,供应链就是在生产和流通过程中,将产品或服务提供给最终用户的上游、中游和下游,企业形成的整体功能网链结构。

供应链的运作过程是通过对商流、信息流、物流和资金流的控制,从采购原材料开始到制成中间产品及最终产品,最后把产品送到消费者手中。

供应链是一条贯穿供应商、企业与客户的价值链条。一条完整的供应链应包括供应商,制造商,分销商,零售商、仓库、配送中心以及消费者等环节。

传统的供应链示意如图 2-4 所示。

英国学者克里斯多夫(Martin Christopher)说,市场上只有供应链而没有



图 2-4 传统的供应链示意

企业，21 世纪的竞争不是企业和企业之间的竞争，而是供应链和供应链之间的竞争。通用电气的前 CEO 杰克·韦尔奇曾说，如果在供应链运作上不具备竞争优势，就不要竞争。

依据不同的划分标准，供应链有不同的分类方式。

1. 按功能模式（物理功能、市场中介功能和客户需求功能）可以把供应链划分为有效性供应链（Efficient Supply Chain）、反应性供应链（Responsive Supply Chain）和创新性供应链（Innovative Supply Chain）三种

（1）有效性供应链，主要体现供应链的物理功能，即以最低的成本将原材料转化成零部件、半成品、产品，以及在供应链中的运输等。

（2）反应性供应链，主要体现供应链的市场中介的功能，即把产品分配到满足用户需求的市场，对未预知的需求做出快速反应等。

（3）创新性供应链，主要体现供应链的客户需求功能，即根据最终消费者的喜好或时尚的引导，进而调整产品内容与形式来满足市场需求。

2. 按企业地位的不同，分为盟主型供应链和非盟主型供应链

（1）盟主型供应链，指供应链中某一企业在整个供应链中占据主导地位，对同链条企业具有很强的辐射能力和吸引能力。这类供应链诸如制造业供应链和零售业供应链。

（2）非盟主型供应链，指供应链中企业的地位差距不大，对供应链的重要程度相当。

3. 按范围不同，分为内部供应链和外部供应链

（1）内部供应链：产品在企业内部生产和流通过程中所涉及的采购、



生产、仓储、销售等环节组成的供需链条。

(2) 外部供应链：产品在企业外部的生产和流通中所涉及的原材料供应商、生产厂商、储运商、零售商以及最终消费者组成的供需链条。

内部供应链和外部供应链共同构成了完整的供应链，内部供应链是外部供应链的缩小版；外部供应链是内部供应链的延伸，延伸地越远，协调越难，成本越高，风险越大。

当今的商业竞争早已是供应链之间的竞争，什么样的供应链才有竞争力？一般来说，以合适的成本生产合适的产品，并在正确的时间送到正确的地点，这是对传统行业供应链的基本要求。此外，要在满足用户需求与库存控制之间做好平衡。这方面有沃尔玛、戴尔等公司的成功案例，它们之所以成功就在于它们的供应链在很好满足用户的同时，合理管控了库存，加快了存货周转率。

构建全球供应链体系，配置全球资源，才是世界范围内供应链发展的主流。不同的国家和地区分别处于经济、社会发展的不同阶段，因而在全球性的产业分工中扮演着不同的角色。

以欧美发达国家为例，欧洲的服饰、美国的科技产品长期处于领导地位，其设计研发和品牌影响力长期占据供应链的顶端。例如苹果公司，一部 iPhone 手机的供应商有几百家，遍布于全球各地，从零部件到整机的生产几乎全部外包，整合供应链的难度之大可想而知。然而，苹果却做得很成功，在服务水平、响应效率、覆盖率和库存水平等方面均为其行业龙头地位提供了强有力的支撑。

苹果供应链的成功与其品牌号召力以及行业领先地位是相辅相成的关系。其 iOS 系统和 CPU 芯片自己研发，而 CPU 的代工、存储器、触摸屏、显示器、电池以及整机组装厂等重要环节无一例外均分配给多个供应商，苹果公司采取制衡策略，掌控供应商，在质量、交期、价格和风险控制方面达成整体最优。



现代供应链在原材料、半成品和成品等流通环节上也遇到了一些挑战；在生产、流通、消费以及上下游延伸等领域，需要有为客户提供包括调研咨询、金融服务在内的更精细科学、更全面综合的业务能力；在技术上面临互联网、大数据、区块链和 AI 等新的机会空间等。

2017 年 10 月，我国出台首个供应链政策——《关于积极推进供应链创新与应用的指导意见》，指出供应链是以客户需求为导向，以提高质量和效率为目标，以整合资源为手段，实现产品设计、采购、生产、销售、服务等全过程高效协同的组织形态。

现代供应链具有整合、创新、协同、共赢、绿色、透明和开放等显著特征，是经济发展的新动力。在新一轮全球经济发展格局中，促进产业链、供应链和价值链的融合与创新发展，通过供应链的牵引和驱动，重塑竞争力，实现追赶和超越，是企业、行业和政府所共同面临的课题。供应链的创新和升级，是我国经济新常态下对“创新驱动发展”的必然要求，对降本增效、集约化发展、优化产品结构和创造新优势起到重要作用，对深化供给侧结构性改革、推动产业升级和发展的平衡协调具有极为重要和深远的意义。

### 2.2.2 突出重围谋新篇

供应链管理（Supply Chain Management，简称为 SCM）是指为使供应链整体效益达到最优而实施的管理行为，包含从源头的采购端到最终用户端的整个过程。

供应链管理主要是立足于整个供应链的业务流程，从战略的高度制定方针，依靠科学的管理，引进先进的技术，通过提高效率，控制库存、成本和风险等过程，最终提升供应链的整体竞争力，实现企业的竞争优势和价值增值。

国际供应链协会（Supply-Chain Council）开发的供应链运作参考模型



SCOR (Supply-Chain Operations Reference-model), 明确了供应链管理的基本内容。

(1) 计划 (plan), 计划是供应链管理的大脑, 包括需求计划、生产计划、采购计划、物流计划以及库存计划。

(2) 采购 (buy), 包括供应商管理, PO 及采购交付, 供应商产能管理等。

(3) 制造 (manufacture), 生产的管理 (生产相当于供应链的内部供应商)。

(4) 交付 (delivery), 交付计划及具体实施, 包括运输、清关、仓储等部分。

(5) 退货 (refund), 包括客户给企业退货及企业给供应商退货。

不同的行业, 其供应链也各有特点, 比如纺织服装类供应链、食品类供应链、生鲜类供应链、电子产品供应链、机械设备供应链和医药供应链等, 分别在响应速度、成本敏感性和质量安全等方面各有不同的侧重。不同的企业, 在供应链的地位和影响力也不同。因此, 没有万能的标准模式。通用电气、苹果、沃尔玛和华为等任何名企在供应链方面所取得的成功, 都是在参考“同类”模式和经验 (比如行业、规模、实力和地位等方面相类似) 结合企业的自身实际, 进行本地化改造, 并在运行过程中对工作流程、实物流程、信息流程和资金流程进行修正和不断改进。

供应链应如何管理, 如何在竞争残酷的全球性舞台上突出重围, 以下几方面的经验可供参考:

### 1. 相互协作、共赢共担

在传统的理念中, 供应商和客户之间更多的是一种争利、对抗的关系, 相互提防戒备, 协同性较差。在当下, 供应链上下游企业之间的关系要密切的



多，强调长期性的战略配合，相互协作，共享成果、共担风险是主旋律。

## 2. 集成化

将企业内部供应链、外部的供应商和用户集成起来，形成一个集成化的供应链。比如信息集成，供应链的核心企业有条件地开放信息平台的接口，或与上游供应商和下游用户共建信息平台，实现某些数据的共享和交换，共享的信息有订货预测、库存状态、缺货和补货、生产计划、运输安排、在途物资等数据。比如供应商管理库存方式（Vendor Managed Inventory，简称 VMI）或 JIT 库存（Just In Time）方式，企业与供应商和客户在库存管理方面实现集成，可以在生产的连贯性、连续补货、资金占用、成本节约和风险控制等方面做到平衡和兼顾。再如企业与上下游合作方就市场调研、产品设计、运输计划和竞争策略等方面实现集成，提升整个供应链的运作效益。

供应链的集成化关键是通过增强信息共享，增加与主要供应商和用户的联系，增进对产品工艺、环保理念、组织和企业文化等的了解，增加互信，增强合作伙伴的一致性和战略协同。

## 3. 聚焦核心竞争力

在供应链管理中，一个至为重要的理念就是专注核心业务板块，持续培育和壮大核心竞争力，以此形成绝对的竞争优势和行业领袖地位。同时，将企业的非核心业务外包给专业公司去做，充分利用社会资源。这方面的典型案例很多，一些知名企业，其长期聚焦自身的核心业务板块，把主要资源向该领域倾斜，而将其余的外围业务外包出去，这种战略部署使得企业在保护核心竞争力的同时，形成资源配置的最优化。

行业领军者通常将生产及运送外包，在能与竞争者区分的竞争力方面积聚资源、充分投资，保留对核心战略职能的全球掌控。

## 4. 整体最优

评估供应链的绩效指标有：交付、质量、成本、服务的灵活性和响应能



力、风险、可持续性以及税务优化等，前三项是重点，其余的也不能忽视，兼顾各项指标，做到满足用户需求。

### 5. 牛鞭效应及风险控制

在现代生产方式中，供应链的环节多、跨度大，在需求信息的传递和沟通过程中，需求的数量和时间往往会被层层放大。这就是供应链领域的经典难题“牛鞭效应”，这是任何行业都应持续关注并合理管控的。

“牛鞭效应”（Bullwhip Effect）又称“长鞭效应”，形象地说明了供应链上各个节点之间信息逐级放大的现象，一个鞭子轻轻一甩，抖动效应逐级放大，到鞭子的尾部就会出现很大的波动。供应链就像一个鞭子，下游需求发生的微小变化，向中上游传导的同时被放大，越往上游走，发生的变化越大，如图 2-5 所示。这种效应的影响是双向的，某种重要产品缺货时，这种效应也会类似地从上游传导至下游。

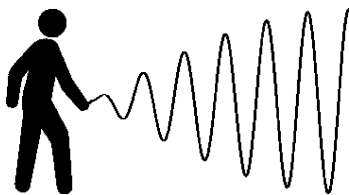


图 2-5 “牛鞭”效应示意（1）

无数的企业在处于上升通道的时候高歌猛进，无视潜在高库存风险，等到发展速度放缓，开始检视问题的时候，往往为时已晚，茫然失措。也有少数企业，在发展的黄金期就居安思危，始终把风险管控在合理范围内，从而避免了大起大落。

在实际运作中，由于上游的供应商、下游的用户数量都不仅仅是单一的个体，也不局限于一个地区，而是数目庞大的群体，并且分布于世界各地，这就形成复杂的“牛鞭效应”混合体。应对这种信息扭曲，更加需要借助大数据等技术详加分析，在满足市场需求和管控风险上做好权衡，如图 2-6 所示。

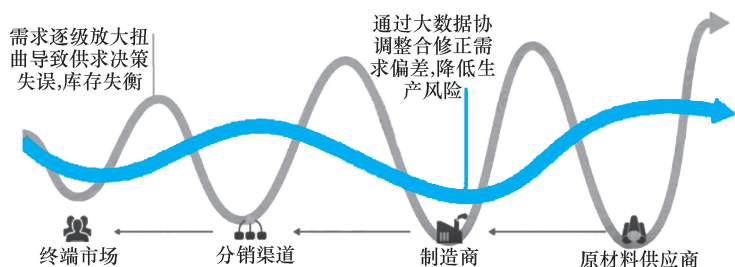


图 2-6 “牛鞭效应”示意 (2)

## 6. 站在“供应链巨人”的肩膀上

供应链包含了对信息流、商流、单据流、物流和资金流的融合控制，从原材料采购开始，到中间产品的生产，最后把产成品送给用户。在这个过程中，不仅要考虑到供应商和客户，还要考虑到供应商的供应商和客户的客户。同时，现代的供应链很多是跨国性的，环节多、情况复杂，极具挑战性。如何能在满足企业需求的情况下达成整体成本最低？如何平衡风险和利润的关系？如何确保供应链的竞争力？

“站在巨人的肩膀上”或许是一种思路，借鉴同类企业的模式和经验，结合自己企业实际情况进行消化、吸收和创新。在全球经济贸易加强和依存度加深的大背景下，现代企业亟须秉持优势理念，以信息技术为手段，以企业的核心竞争力为中心，进行研发、采购、生产和销售的全球化部署。供应链管理是为了适应现代生产方式而产生和发展起来的，反过来，它的不断进步又加速了现代生产方式的发展和迭代升级。

## 2.3 新理念、新技术赋能物流的发展

当前，经济全球化的趋势深入发展，网络信息技术革命带动了新技术、新业态不断涌现，物流业发展面临的机遇与挑战并存。伴随全面深化改革，工业化、信息化、新型城镇化和农业现代化的进程持续推进，产业结构调整和居民



消费升级的步伐不断加快，我国物流业的发展空间越来越广阔。

物流需求快速增长。农业现代化对大宗农产品物流、鲜活农产品冷链物流的需求不断增长。居民消费升级和新型城镇化步伐的加快，迫切需要建立更加完善、便捷、高效的消费品物流配送体系。此外，电子商务、网络消费等新兴业态快速发展，商品类别和地域范围不断扩展，快递物流等需求也将继续快速增长。

提升物流社会化、专业化水平。鼓励制造企业分离外包物流业务，促进企业内部物流社会化。优化制造业、商贸业集聚区物流资源配置，引导传统的仓储、运输、国际货代、快递等企业采用现代物流管理理念和技术装备，提高服务能力；发挥专业化、精益化服务优势，鼓励物流企业的功能整合和业务创新，不断提升专业化服务水平，积极发展定制化物流服务，满足日益增长的个性化物流需求。

推进物流技术装备现代化。加强物流核心技术和装备研发，推动关键技术装备产业化，鼓励物流企业采用先进、适用的技术和装备。加快食品冷链、医药、烟草、机械、汽车、干散货、危险化学品等专业物流装备的研发，提升物流装备的专业化水平。既要吸收引进国际先进物流技术，也要提高物流技术的自主创新能力。

以下几项重点工程，代表着物流业发展的重大方向，蕴藏着巨大的商机。

### 农产品物流工程

解决“北粮南运”运输“卡脖子”问题；加强“南糖北运”及产地的运输、仓储等物流设施建设；加强鲜活农产品冷链物流设施建设，支持“南菜北运”，形成重点品种农产品物流集散中心，提升批发市场等重要节点的冷链设施水平，完善冷链物流网络。类似的农产品流通“南北问题”，是典型的跨区域物流工程，值得企业深入研究。



### 城乡物流配送工程

搭建城市配送公共服务平台，加快现代物流示范城市的配送体系发展，建设服务连锁经营企业和网络销售企业的跨区域配送中心。加快完善城乡配送网络体系，统筹规划、合理布局物流园区、配送中心、末端配送网点等三级配送节点，积极推进县、乡、村消费品和农资配送网络体系建设。

进一步发挥邮政及供销合作社的网络和服务优势，加强农村邮政网点、村邮站、“三农”服务站等邮政终端设施建设，促进农村地区商品的双向流通。发展智能物流基础设施，支持农村、社区、学校的物流快递公共取送点建设。鼓励交通、邮政、商贸、供销、出版物销售等开展联盟合作，整合利用现有物流资源，进一步完善存储、转运、停靠、卸货等基础设施，加强服务网络建设，提高共同配送能力。

城乡之间的双向物流，是个巨大的物流市场，有广阔的施展空间，物流新技术、新模式将大有用武之地。

### 电子商务物流工程

适应电子商务快速发展需求，整合配送资源，构建电子商务物流服务平台和配送网络。提高物流配送效率和专业化服务水平。探索利用高铁资源，发展高铁快件运输。结合推进跨境贸易电子商务试点，完善一批快递转运中心。电商物流连续多年成为物流业增长最快的领域之一，其意义不言而喻。

### 物流新技术开发应用工程

支持货物跟踪定位、无线射频识别、可视化技术、移动信息服务、智能交通和位置服务等关键技术攻关，研发推广高性能货物搬运设备和快速分拣技术。完善物品编码体系，推动条码和智能标签等标识技术、自动识别技术以及电子数据交换技术的广泛应用。推动北斗导航、物联网、云计算、大数据、移动互联等技术在产品可追溯、在线调度管理、全自动物流配送、智能配货等领



域的应用。

应急物流工程

建立统一协调、反应迅捷、运行有序、高效可靠的应急物流体系，加强应急仓储、中转、配送设施建设，提升应急物流设施设备的标准化和现代化水平，提高应急物流效率和应急保障能力。

作为经济和社会高效运转的基础和前提，物流业的发展离不开政策的鼓励和引导，更离不开社会资本、新技术和新模式的支撑和驱动。人工智能、无人机、无人驾驶、移动互联、大数据、云计算、物联网和区块链等新兴技术的推广与应用，使物流业加快发展理念以及经营模式的迭代创新、平台整合、跨界融合，为物流业的降本增效、增值和升级再造开辟了广阔无限的空间。我国物流业发展所面临的形势和机遇，如表 2-1 所示。

表 2-1 我国物流业发展的趋势和机遇

序 号	形势（背景）	趋势（目标）	机遇（建议）
1	需求快速增长（农产品冷链、制造业物流、城镇配送、电商物流）	城乡之间的双向物流	农产品物流、工业品下乡
		满足城镇配送新需求	网购、新零售、新消费
		制造业综合物流	供应链上下游延伸、综合服务能力
		电商物流	质量和效率
2	总体水平不高，发展方式比较粗放	初会化、专业化、平台化、智能化	智能平台、贯通信息链、外包共享
3	新技术、新管理涌现（移动互联、支付、大数据和 AI 等）	技术装备现代化、“互联网 + ” 高效物流（信息化、网络化、自动化和柔性化等）	现代化的理念和装备、AI 机器人、无人机等
4	国际竞争加剧（产业转移、服务贸易、全球性采购、生产和销售）	全球化、标准化、咨询和设计、国际物流	市场调研和规划设计、“一带一路”节点、多式联运、标准化建设
5	资源环境约束（能源消耗、环境污染和城市交通）	绿色物流、再生资源回收	新能源、环保材料、包装容器循环利用等

整体而言，我国物流业的发展可谓机遇与挑战并存。如何才能把握发展的战略机遇，有效化解挑战和危机，分别从以下小节进行重点分析。



### 2.3.1 绿色物流

绿色物流（Environmental logistics）是指在集约和环保理念的指导下，采用先进的管理方法和技术，规划和实施运输、配送、储存、包装、装卸和流通加工等物流活动。发展绿色物流的关键是减少资源消耗、降低环境污染。

“绿色物流”的“绿色”，是个形象用语，泛指保护地球生态的观念、计划和行为在物流过程中的体现。绿色物流主要包含以下几个方面：

（1）集约资源。这是绿色物流的本质内容，也是世界范围内物流业发展的主要指导思想之一。通过优化资源配置，提高资源利用效率，减少单位产出的资源消耗，减轻环境负担，实现健康可持续发展。

（2）绿色运输。

发展绿色运输，在基建规划上要结合地区实际，优先发展比较优势的运输方式，兼顾陆海空等立体运输，兼顾平衡眼前利益和远期利益；在路线和运力的规划上，要合理布局 and 调度，减少环节、缩短路线，提高装载率，减少回程运力浪费；注重运输工具的养护，使用清洁能源，减少能耗及尾气排放。

（3）绿色包装。推进环保法规，宣导环保理念，创新方式鼓励企业研发和生产可循环使用的包装、易降解的包装，引导人们循环使用绿色包装；杜绝过度包装和材料浪费，减少使用塑料袋，采用可降解材料，循环合理利用产品包装，推广废弃物回收；控制资源消耗，减轻环境污染。

（4）绿色仓储。仓库选址要合理，有利于节约运输成本；仓储布局要科学，使仓库资源得以最大化利用；危化品和特殊物资的仓储，易对周边环境造成污染，必须在选址、建设和管理上科学严谨、防患于未然。



(5) 绿色流通加工。流通加工中产生的边角废料、废水、废弃物和垃圾等要严格按照规定的流程进行处理，避免污染环境。

(6) 废弃物物流。在经济活动中失去原有价值的物品，根据实际需要对其进行搜集、分类、加工、包装、搬运和储存等，然后分送到专门处理场所进行处理。

发展绿色物流是为了人类和地球的和谐共处、可持续发展，是为了经济利益、社会利益和环境利益的统一。发展绿色物流，我国所面临的形势尤其严峻。以快递为例，国家邮政局《中国快递领域绿色包装发展现状及趋势报告》显示，2015 年我国快递业消耗的包材数量（约数）如表 2-2 所示。

表 2-2 2015 年我国快递业消耗包材量

序 号	消 耗 材 料	数 量
1	快递运单	207 亿个
2	纺织袋	31 亿个
3	塑料袋	83 亿个
4	封套	31 亿个
5	包装箱	99 亿个
6	内部缓冲物	30 亿个
7	胶带	170 亿米

注：1. 单说胶带这一项，按平均每单快件使用 1 米长的胶带来计算，2015 年我国快递业所用的胶带的总长度，可以绕地球赤道 425 圈。

2. 以上数据参考国家邮政局《中国快递领域绿色包装发展现状及趋势报告》。

2016 年我国约产生了 312.8 亿个快递包裹，国家邮政局预测，到 2018 年将达 500 亿个包裹。快递行业每年使用大量不可降解塑料袋、胶带，排放的二氧化碳每年 2 000 万 ~3 000 万吨，如图 2-7 所示。

发展绿色物流，可谓任重道远。当务之急有以下几点：

(1) 全社会，包括物流企业和用户，亟待树立绿色物流的观念，深刻认识“垃圾围城”、空气和水土污染的严重危害，以及迫在眉睫的环保形势，政府、企业，以及每一个人都要积极行动起来。



图 2-7 堆积如山的废塑料（生产、流通和消费的每个环节都需要改善）

(2) 推行绿色物流经营和消费，物流活动的各环节履行集约式、低能耗发展，并计入考核指标，物流包裹杜绝过度包装，日常的生活消费尽量少用、不用一次性的塑料袋和塑料制品。

(3) 开发绿色物流技术，比如绿色供应链技术、方便循环利用的包装容器、可降解材料、新能源运输工具和日常环保计量工具等。

(4) 制定绿色物流法规，出台操作性强的法律法规鼓励、引导企业和个人践行绿色物流理念。

只有通过绿色物流、绿色发展，在发展生产、改善生活和生态中兼顾平衡，人和环境和谐共赢，才有可持续的强健和繁荣。

### 2.3.2 智慧物流

随着物联网、云计算和移动互联网等新一代信息技术的蓬勃发展，催生了“智慧供应链”和“智慧物流”等概念的诞生，并使其走向实际应用。

智慧物流，主要是指综合运用先进的信息技术、大数据和物联网技术，实现物流全过程的自动化、数据化、智能化和最优化发展。2009年，IBM率先提出了建立一个面向未来的具有先进、互联和智能三大特征的供应链，通过感



应器、RFID 标签、制动器、GPS 和其他设备及系统生成实时信息的“智慧供应链”概念，智慧物流的概念由此延伸而出。

智慧物流在系统设置和技术运用上，特别重视将物联网、传感网与现有的互联网整合起来，通过精细、动态和科学的管理，实现物流的自动化、可视化和可控化，提高资源利用率和生产力水平。

从 2016 年起，国内电商企业京东开始打造智慧物流体系，目标是用大数据、云技术、无人车、无人仓和无人机，构筑“天地一体”式的智慧物流网络，如图 2-8 所示。



a) 京东的无人仓和无人机



b) 京东的无人车配送

图 2-8 京东的智慧物流体系布局

与此同时，苏宁电器也表示计划建设一种基于平台共享开放的空中智慧物流生态。

国内在智慧物流领域布局最早的，还要属阿里巴巴旗下的菜鸟网络。菜鸟围绕大数据、智能和协同打造了五张网络，包括快递、仓配、末端、农村和跨



境。菜鸟的目标是打造服务于全球买、全球运的高效物流网络，为全球消费者提供普惠、极致的物流体验，如图 2-9 所示。



图 2-9 菜鸟的送货机器人和库内搬运机器人

菜鸟仓库内也别有洞天，各种全自动流水线、AGV、机械臂每天都在上演机器人总动员。

据了解，菜鸟每天处理的数据量达到九万亿条之多；有 81% 的平台包裹使用了电子面单；70% 的包裹通过大数据算法来分配路线；仓配网络为天猫包裹提供当日达和次日达的服务，已经覆盖到一千多个区县；协同合作伙伴搭建的跨境 B2C 网络，覆盖 224 个国家和地区，中国商品运往世界各地的时间大幅缩短，也让中国用户感受到了海淘的实惠。

电子化的面单，在节约材料的同时更让传统快递业开始数据化，并用沉淀下来的数据运算来实时监测和调配资源。智慧仓配网络，运用大数据算法，根据消费趋势，提前在各地分仓布货，让商品前置一大步，提前到达消费者所在的区域，并从距离最近的仓库发出。

在大洋彼岸的美国电商巨头亚马逊，在智慧物流和无人机物流等方面的目标更为远大，比如在半小时内送货给用户以及向“月球的人类定居点”派物资和包裹。

智慧物流融合了新零售、新技术和新理念，将现有的社会物流解决方案重新定义，去承载整体社会物流的解决方案。



### 2.3.3 众包物流

在移动互联网时代，越来越多的餐饮、零售企业实现了线上与线下的无缝对接和深度融合，同城配送尤其是末端的配送任务量激增，对于巨大的增量任务，现有的物流体系和自建物流体系在效率和成本等方面难以满足发展需要，于是以信任为基础的众包模式不知不觉间成为同城配送的最佳尝试。可以说，众包物流重新定义了时间与成本的意义，是物流业技术、资本与创新经营相结合的典范。

众包物流是把原来由企业内部员工承担的配送工作，转交给企业外的大众群体来完成，是通过互联网平台、有偿利用社会上闲散的运输资源来做配送服务。配送品类有外卖、果蔬、食品饮料、生鲜等日常生活用品、商超产品、鲜花蛋糕和休闲娱乐等物品，配送范围多集中在三公里以内。

众包物流的主要特点是以大数据运算为基础进行“共享共担”，帮助企业充分挖掘，尽量广泛地、高效地整合利用社会闲置资源，利用社会资源的范围由物流行业内部扩大到全社会的大众群体，也是物流社会化和“共享经济”的进一步体现。在共享经济时代，众包模式有效的对接了“有钱没闲”和“有闲差钱”的两大人群。

众包物流是基于互联网平台进行末端配送的模式创新，其优势是成本低、效率高和社会综合效益好，可以充分挖掘和利用社会闲散资源，为公众提供劳动机会，在条件允许、时间和路线合适的情况下承担配送任务，赚取相应的报酬。众包物流要成功推广，必须建立和维持信任基础，兼顾平衡效率、效益、安全和风险问题。

总之，众包物流能够实时对接用户多样化的需求，能够有效分配资源、调动社会上的闲散劳动力。随着技术和管理的不完善，以及国民素质的不断提



高，相信其创新的经营模式必将展示其旺盛的生命力。

### 2.3.4 物流的“八化”态势

近些年，伴随着以移动互联网为代表的信息技术的发展、ToC 和 ToB 电子商务的发展，以及经济全球化趋势的进一步深入，企业面临着更多的机遇，也面临更激烈的竞争环境，资源在全球范围内的流动和配置大大增强，全世界的每一个国家和地区，都更加重视物流业的发展对于本国和本地区的经济、民生和军事安全的影响。

在此背景下，物流业的发展，必须有全球化的视野，以先进的信息技术、AI 技术为驱动，以系统工程的思想为指导，去强化资源整合和优化物流活动的全过程。物流业的发展态势应从以下几方面进行深入研究：

#### 信息化

现代社会已经步入了移动互联网的超便捷时代，并在向万物互联的时代挺进。移动互联网、先进支付手段等信息技术的深入发展和广泛应用，将会彻底改变人们的生活习惯、消费行为、工作方式和社会面貌，在物流作业中也必然会应用到更多先进的信息技术。

尤其是大数据、云计算等最新技术和理念的研究和应用，比如亚马逊、微软、谷歌、IBM，以及中国的 BAT 和华为，由于长期以来在云计算方面投入巨资进行技术开发和应用积累，目前在云计算产业化应用方面，产生了积极效果和可观的收益。大数据和云计算基于对人们作息规律和偏好的研究，形成消费、市场和物流的衔接，基于对物流、商流和信息流数据的综合演算，规划出合理的仓配站点、运输路线、前置库存和运力资源。

#### 集约化

在一定区域或范围内优化产业结构和布局，将物流服务的资源配置和运作



管理集约化，协调整合企业和社会资源，形成规模效应，处置冗余设施和环节，运用现代技术、组织和管理方式，进行一体化协作经营，使物流经营由粗放型向集约型转变，实现降本增效和竞争力的提升。

### 网络化

物流网络化包含物流系统的信息网络和组织网络两方面。信息网络主要是保障供应链各节点间实现信息共享、互动交流和协同完成某些业务操作。

组织网络的有效覆盖和高效运作是圆满实现物流目标的基础和保障。“单丝不成线，独木不成林”，好的物流服务，必须有健全的网络作为支撑。

### 自动化

物流自动化主要是指采用先进的技术和工具，协助人工作业，在某些领域，部分或完全的替代人工，实现高效率、低成本的运作。优势主要是通过采用射频自动识别、自动化仓库、自动存取、自动分拣、自动搬运、自动派送、自动导向和自动跟踪等技术，在实现低人力占用的同时，扩大物流能力、提高劳动生产率和减少差错等。

需要说明的是，机械化和自动化是密不可分的，自动化以机械化为基础，是机械化的更高阶段。比如：分拣机器人、搬运机器人、配送机器人，以及无人机送货等。

### 智能化

物流智能化是基于物流信息化和自动化之上的一种更高层面的应用，是结合 AI 技术的应用，使整个物流体系具备感知、记忆和思维、推理、学习、自适应，以及决策和控制等能力，是综合运用各种先进的理念方法、技术和工具，并使之贯通整个供应链，以最优方案配置资源，使物品在时空中的流转更高效、更有价值。



## 标准化

标准化是现代物流技术的一个显著特征和应用基础，货物的运输配送、存储保管、装卸搬运、分类包装、流通加工等作业与信息技术的应用，都需要有科学的标准和规范。标准化是推动自动化的重要条件，是降本增效的有效途径，是物流业走向世界舞台的前提之一。

## 柔性化

柔性化的概念，最初是在 20 世纪 90 年代由生产领域提出的，指的是为了更好地满足消费者的个性化需求，实现多品种、小批量以及灵活易变的生产方式，之后这一概念拓展到了流通领域，是指灵活适应供应链末端市场的需求组织生产和安排物流活动。

物流作业的柔性化可以帮助物流企业更好地适应消费需求的“多品种、小批量、多批次、短周期”的趋势，并灵活地组织和完成物流作业，为客户提供定制化的物流服务来满足他们的个性化需求。

## 全球化

我国自 2001 年起正式成为世界贸易组织（World Trade Organization，简称 WTO）成员，历时多年的过渡期已结束，在全球性的大市场的冲击下，各种产业、商品和服务的开放程度会更高，面临的国际竞争会加更激烈。

在此背景下，跨国物流的目标是为国际贸易和跨国经营提供高质量的服务，选择最佳的方式与途径，以最低的费用和最小的风险，保质、保量、准时地将货物从某国的供方运到另一国的需方，使各国物流系统相互“接轨”。

我国的物流企业走出国门，在全球一体化的平台下、激烈的竞争环境中开展业务，为全世界的用户提供服务。同时，国外优秀的物流企业也会更快、更多地涌入国内市场，凭借优秀的管理、技术和服务水平向国内企业发出挑战。这势必对物流业的技术设施、管理水平、服务质量和水平提出更高的要求



和更为凌厉的挑战。那些不抓管理，不抓技术，单纯依靠市场增量分一杯羹，粗放经营，服务质量低下的物流企业，势必会被淘汰出局。

物流业的发展依附于农业、制造业和商业等经济和社会活动，并为这些活动提供重要支撑。随着我国各个领域现代化建设的深入开展，物流业自身也必须与时俱进，除了上面提到的“八化”之外，一体化、社会化和综合化等也是物流现代化的应有之义，如图 2-10 所示。限于篇幅等原因，不再一一展开。

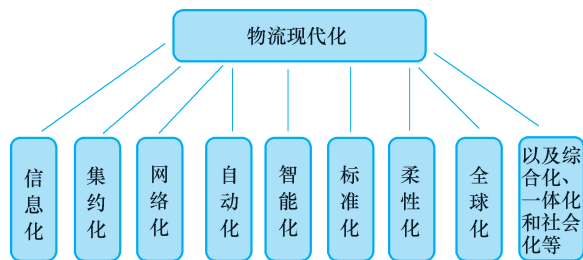


图 2-10 物流现代化发展态势

在新的环境下，物流行业必须认清每一阶段所面临的形势，把握市场机遇，依托科学的管理、先进的理念和技术，创新发展模式，履行集约式发展和绿色发展，提升资源的利用效率，提升综合竞争力，提高经济效益和社会效益。

### 2.3.5 “新常态”要有新理念

近几年，我国的经济发展步入“新常态”，正从高速增长转向中高速增长，发展方式正从规模速度型的粗放式增长，转向质量效率型的集约式增长，经济结构正从增量扩能为主转向调整存量、做优增量并存的深度调整，经济发展动力正从传统增长点转向创新驱动等新的增长点。

经济“新常态”为物流业的发展带来重大的战略机遇。例如，当前国家对创新精神展示出了空前支持，作为经济支撑、社会纽带的物流业理应在创新方面率先垂范，在无人驾驶、物联网、新能源、新零售和新业态等众多领域，



物流业均可大显身手。

移动互联网、移动支付等技术日新月异，促使信息流、商流和资金流的实现变得极为简单，相对而言，物流的短板效应则非常明显，这很大程度上是由物流自身“实体位移”的特性所决定的。“木桶原理”告诉我们，一个整体的最终水平取决于最短的那块木板。所以，补齐物流短板尤其显得刻不容缓。

面对压力和客观困难，物流业者决不能甘于落后。而是要继续发扬勇于拼搏、敢闯敢干的物流人精神，直面各种挑战；要转变思路，更新发展理念，以开放学习的心态去客观分析遇到的各种问题；要辩证地看待当前的阶段性特征，准确研判市场需求和未来演变的趋势，把握机遇，适时升级先进的技术、装备和经营管理模式，提升发展的质量，打造核心竞争力。

### 2.3.6 无人机赋能物流的发展

每一轮新技术的发展和变革，均会对经济发展、社会分工和人们的生活造成全面和深远的影响。

若干年前，互联网技术为产品销售提供了网络渠道，许多企业成功把握住了机会，在 ToB 和 ToC 等领域脱颖而出。随着智能手机和 4G 技术的推广，使移动互联网逐渐取代了 PC 互联网的地位，人们的沟通、网购和支付方式产生了质的飞跃，电商获得爆炸式增长，网购的品类和地域范围也不断扩张。

电商的迭代升级，移动支付的便利，催生了新零售、新物流，外卖、果蔬、食品饮料、商超产品、生鲜等日常生活用品、鲜花蛋糕和休闲娱乐等越来越多的物品和服务可以网购，需要快速配送。与此同时，城乡间的双向物流需求也在日益增加，也必须得到有效满足。前文已提到，物流不同于信息流、商流和资金流，其实体位移的特点决定了它独特的流转速度、成本和复杂性，在现实实践中，物流经常成为制约因素。要满足经济、社会发展的需求和人们生



活的需求，物流业必须保持灵敏的嗅觉，加大创新力度，大胆尝试新模式、新业态，积极发挥大数据、人工智能、机器人和无人机等新技术、新装备的优势，获得发展的良机。

众包物流的模式，以利用社会资源为核心；绿色物流的理念，是对发展和生态、短期利益和长期利益的兼顾和平衡；逆向回收物流，更是环保、节约和责任的体现。这些探索和尝试的巨大意义和价值，必将在未来得到证实。

新技术和新应用，以搬运机器人在仓库中的应用为例，亚马逊、京东、菜鸟和圆通等多家企业的应用实践，证明了机器人在准确度、效率和处理高峰期任务等方面的优势。以无人机技术在物流中的应用为例，在某些条件下，无人机运输在成本、效率、可达性和风险性等方面具备独特的先天性优势。无人机在对煤堆、建材和集装箱等货栈堆场的管理上也有极高的性价比。物流业应用无人机的活动，可统称为无人机物流，为便于理解，可称为“无人机 + 物流”，或者是“物流 + 无人机”，后一种显得更为合理，毕竟物流才是本质和主题，无人机只是实现任务的工具。

无人机之于物流，可以说是如虎添翼。有了无人机，物流活动再也不用受限于地面或水面的交通条件；在自动化飞行的智能无人机的帮助下，物流活动也不用再受限于人工问题；尤其是“最后一段”的配送任务，在无人机的协助下，未来充满无限想象空间。

## 第 3 章 无人机物流的兴起

无人机物流应运而生，它的出现使电子商务的发展多了一份保障，并延伸了商业活动的触角，助力新零售的腾飞，为商业活动和人们的生活提供了更多的可能性。



## 3.1 无人机物流概述

### 3.1.1 无人机物流概念和类别

首先需要说明一点，无人机运输、无人机快递不等于无人机物流，它们仅是无人机物流的一部分。无人机物流的范畴包括：无人机快递、无人机运输、无人机配送以及应用无人机进行盘点和仓库管理等多方面，它涵盖了以无人机为主要工具或关键技术应用的多种物流活动。

无人机物流，是指主要使用无人机的技术方案，为实现实体物品从供应地向接收地的流通而进行的规划、实施和控制的过程。通俗地说，就是以无人机为主要的工具开展物流活动，或者是物流活动中借助无人机实现关键的任务。

以下先从无人机物流的相关方面进行介绍。

#### 无人机物流与物流无人机

前者指的是使用无人机这一工具的物流活动，而后者指的是物流行业使用的无人机——一种工具。

无人机物流是一个系统性工程，是一种新的物流模式，不是简简单单的“无人机+物流”，或“物流+无人机”；更不仅仅是表面看到的，用无人机去送个包裹，它是一项复杂的系统工程，需要较为完善的、配套的硬件和软件，要科学的规划和布局、统筹协调，才能体现其经济性、可靠性和物流的原本价值。

通常情况下，新的模式具有一定的生命力，新技术的应用从尝试到成熟有个过程。无人机物流，本质是使用先进的生产工具去发展生产力，是物流业机械化、自动化和智能化发展的结果，也可看作是智慧物流体系中的一个重要的分支。



无人机物流大致可以细分为

无人机救援、无人机运输、无人机配送（快递），以及无人机盘点等类别，其中以无人机运输和配送为主要形式。

### 无人机运输

无人机运输（通常指货运），是指通过自备的程序控制装置或无线电遥控设备，操纵无人机进行包裹运送，主要通过自主飞行实现包裹物品送达的过程。

依据运输距离和运载重量，将大载重、长距离的称为无人机运输，小载重、短距离的称为无人机配送（快递）。

### 无人机运输的主要特征有

- (1) 无人机是主要运载工具。
- (2) 无人机运输是航空货运的一种，是对低空空域的有效利用，不依赖地面交通，与地面运输形成互补。
- (3) 与一般的航空货运相比，无人机的飞行主要通过程序控制自动飞行或地面站控制飞行，不需要机载飞行员。
- (4) 与地面交通和人力快递相比，无人机货运具有低人力占用、高效率、低成本以及某些条件下不可替代的“可达性”等优势。
- (5) 易受气象条件局限等。

通常情况下，无人机运输的特点是大载重、中远途、到场或到站（ToB），偏重于对货场或商业类客户的服务，现阶段比较适合四五线城市之间的货运，可作为传统航空货运的有力补充。

### 无人机快递

无人机快递的特点是小载重、近途、迅捷、到门（ToB）、到家（ToC）等，偏重于对最后几公里的末端用户的服务。



以无人机快递为例，其运营系统的构成如图 3-1 所示。

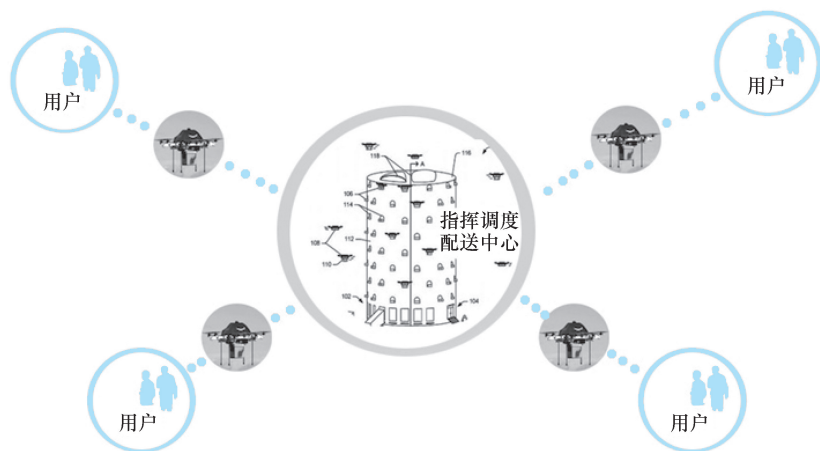


图 3-1 无人机快递运营系统示意

无人机快递运营系统的核心构成有以下几个方面：

### 1. 快递无人机

以多旋翼无人机为例，承担任务的无人机具有按既定航线自主飞行、人工控制飞行和定点悬停等多种飞行模式，并配有黑匣子（飞行状态记录仪），以记录飞行过程等信息。同时无人机还具有失控保护功能，一旦无人机失控则自动启动伞降保护，或应急避险程序，将危险和损失降为最低。

无人机通过蜂窝网络、4G 网络和无线电通信技术与调度中心、物流集散点等进行数据传输，实时向调度中心发送自己的地理坐标和状态信息，接收调度中心发来的指令。待进入目标区域后向调度中心或目的地发出着陆请求（或投掷包裹请求），在收到着陆指令之后，无人机着陆停机（有些情景下可不着陆，而是低空投掷包裹）、卸货签收和返航。基本功能举例如下：自主安全飞行；高精度定位及控制；自动适应地势变化；自动避障功能；飞行规划定制；手持终端任务规划与监控；远程监控及分析。

先进的技术和严谨的管理，可让无人机在复杂环境中安全可靠地完成派送任务且飞行自如。



## 2. 智能快递盒

快递盒的功能有盛放和保护快件包裹、通信和记忆、身份识别，以及方便自动装卸等。

## 3. 集散分点（或快递柜）

集散分点主要作为收货点，主要功能是无人机起降，装卸，签收核对，无人机的简单安检和维护，无人机临时停放，快速充电，异常快递仓库等功能。

## 4. 集散基地（配送中心）

集散基地主要作为发货点和无人机的运维中心，主要功能是无人机保管、日常维护和安检维修，无人机起降和货物装卸。

## 5. 调度中心和飞行服务中心

这些中心对整个运营进行指挥、调度、服务、监测和控制，以及空域管理协调等。

随着民用无人机技术的发展和成熟，以及市场的催化，物流业中无人机的应用领域将会越来越广。除了运输之外，货栈、堆场等场所开始使用无人机进行货物盘点，高架货仓也尝试用无人机协助进行管理。

### 3.1.2 无人机物流的背景和发展现状

历史一再证明，新技术、新应用和新的商业模式，往往就是在少数先驱者的大胆尝试和持之以恒的努力实践中，在市场的检验、反馈和千锤百炼中，不断总结进步，不断更迭壮大。下面简单回顾一下人类社会步入工业时代之后的几次技术变革历程。

#### 1. 蒸汽时代（从18世纪60年代到19世纪40年代）

(1) 1765年，纺织工哈格里夫斯发明了“珍妮纺纱机”，大大增加了棉纱产量；技术革新导致连锁反应，出现了采煤、冶金等机器设备；机器的增多又



产生了对新型动力的需求。

(2) 1785 年，瓦特制成的改良型蒸汽机投入使用，提供了便利的动力，推动了机器的普及和发展；1807 年，以蒸汽为动力的汽船试航成功；1814 年，蒸汽机车诞生；1825 年，火车试车成功。

蒸汽时代开启了人类机械化、工业化和城市化的进程，开始重构社会分工、阶级和世界秩序；机器和动力的发明和改良是资本积累、需求刺激、社会分工和劳动经验等多重因素合力作用的结果。蒸汽时代是人类现代文明的基础和起点，如果没有这个时代的奠基，就不会有现在的一切。

### 2. 电气时代（从 19 世纪下半叶到 20 世纪 50 年代）

(1) 1866 年，德国人西门子（Siemens）制成了发电机。

(2) 1870 年，比利时人格拉姆（Gelang）发明了电动机。

(3) 1874 年，加拿大的伍德沃和埃文斯发明了灯泡。在此之后，美国的爱迪生买下了专利并改良了灯泡，成功推动了电灯的商业化。

(4) 1882 年，美国的贝尔发明了电话（拥有发明专利）。

(5) 1883 年，德国的戴姆勒制成了以汽油为燃料的内燃机。

(6) 1885 年，德国的卡尔·本茨制成了第一辆汽车。

(7) 1903 年，美国的莱特兄弟将以内燃机为动力的飞机飞上天。

电气时代主要是电力的广泛使用和内燃机的出现，是对前一时代的技术和生产的升级变革；科学和技术紧密结合，科技逐渐替代经验在生产中的地位；电气时代的发明和成果，至今依然是人类社会生活和生产的基础。

### 3. 信息时代（20 世纪四五十年代开始至今）

(1) 1946 年，美国诞生第一台电子计算机。

(2) 1957 年，苏联人造卫星上天。

(3) 1969 年，美国的阿姆斯特朗和奥尔德林乘坐阿波罗 11 号飞船登上月



球。阿姆斯特朗说，这是我个人的一小步，但却是人类的一大步。

(4) 1969 年，Internet 在美国诞生；1990 年，蒂姆·伯纳斯·李发明了互联网。

信息时代，以半导体、计算机和互联网技术为先导，涉及信息技术、新能源、新材料、生物技术、空间技术和海洋技术等诸多领域；在机械化全面深入的基础上，开启了自动化的进程。

信息时代和电气时代互相融合、交织和促进，越往后发展，累积的科技能量越强大，一旦达到某个“奇点”，就会爆发出指数级的势能。

#### 4. 智能时代或工业 4.0 时代（以 AI 技术和清洁能源为代表）

2013 年，德国推出“工业 4.0”计划，以物联网等技术为基础，实施智能工厂、智能生产和智能物流，通过供应、制造和销售信息的数据化、智能化，达到产品和服务供应的快速、有效和个性化。在这种灵活的、智能的模式中，传统的行业界限将变得模糊或消失，并将产生新的活动领域和合作形式，产业链分工将被重组。

通过对以往几次产业革命的梳理不难发现，每个新时代的来临，最本质的都是在能源或技术领域取得了革命性的突破，大幅提高了生产力，拓展了活动空间，演变出新的分工、新的阶层和社会关系。这些革命性的突破包括关键的能源，例如煤炭、石油、电能、核能；关键的技术和产品，例如蒸汽机、内燃机、电灯、电话、汽车、飞机、计算机、互联网和人造卫星等。

新能源和新技术是新时代的基础和核心，要取得领先优势，就需要把精力和资源聚焦于此。近些年的新技术，比如 3D 打印、物联网、大数据、云计算、移动支付、混合现实、无人驾驶技术、AI 和自动化技术等；能源方面，例如页岩气、可燃冰、太阳能和风能等。这些新技术加上原有的、仍有巨大潜力的信息技术、空间技术和生命基因等技术将会融合发展。与过去明显不同的是，现今技术



发展的一个大背景是全球性的联系更紧密，彼此的依存度和交流融合大大增强。因此，任何新技术不是靠单一国家或地区单枪匹马就能发展起来，不是单一利益团体或行业靠一己之力就能完成的工作。这意味着新技术的发展会波及大多数的国家、经济体、行业和人群，并反过来受其影响。这也需要跨越学术、行业、社会和政治的界限，开展多方合作，以期实现最广泛性的参与、互动和受益。

无人机物流的发展现状：

### 1. 国外无人机物流的进展

2017年3月，Amazon Prime Air在美国某地区完成了首次无人机包裹快递，为用户送了7罐防晒霜，总重量约1.8kg。这标志着亚马逊在美国的空中快递业务又向前迈进了一大步，也预示着亚马逊的空中快递业务进程正在加速成熟。

与此同时，亚马逊有两项专利曝光。一项专利是无人机可以根据对地形起伏的判断自动调整脚架的高度，使机体本身能够在斜坡上稳定降落，无人机快递适用范围将从平地扩展至斜坡、雪地甚至是泥泞地。另一项专利是如果包裹下降过程中由于外界因素不能直线下落，系统将自动启用无线电指示包裹部署降落伞、压缩空气罐或着陆襟翼，这样就可保障包裹不会中途丢失，而且让交货速度变快，如图3-2所示。



a)



b)

图 3-2 亚马逊送货无人机



在此之前，由于美国本土的政策限制，亚马逊率先在美国以外的地方探索实践“空中快递”业务。比如，在2016年底，亚马逊就在英国剑桥附近使用无人机向首位顾客派送了装有爆米花和电视盒的包裹，无人机全程自主飞行，完成任务后自动返回。

事实上，亚马逊的无人机物流项目已开展了多年，并在研发上耗费巨资，也获取了大量成果。该公司早前曾设计“无人机空中航母”来充当配送中心（AFC），最新的专利申请“多层次运营中心”（multi-level fulfillment center），则可以让无人机在城市周围运送包裹时便捷地进出，并保证安全。

亚马逊力推无人机物流项目，飙升的送货成本是其中很关键的一个因素，另一个重要的因素是网购用户都希望获得快速配送。

在无人机物流的布局上，德国航运和物流市场的领导者 DHL 也是典型的代表之一。该公司自1969年成立以来，一直以优质的航空运输在业内赢得口碑，网络不断以惊人的速度扩展。

无人机物流在时效性、低成本和可达性等方面的优势，无疑非常贴合 DHL “坚持为客户”的发展理念。从2013年到现在，该公司名为 Parcelcopter 的无人机产品已经至少更新了三代，如图3-3所示。

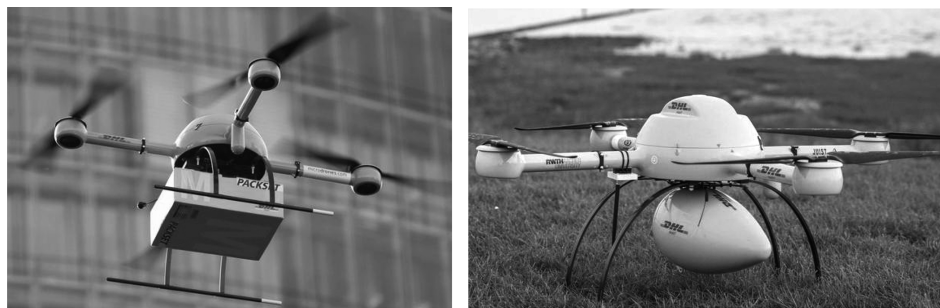


图 3-3 DHL 送货无人机

2016年5月，DHL宣布成为全球首家无人机快递公司。此前，DHL已经在巴伐利亚镇进行了三个月的无人机快递试验，成功运送了130件包裹。在合



理设置“包裹站”和当地居民的配合下，整个快递和交付工作完全是由无人机自主完成的，如图 3-4 所示。这些成功的经验，使 DHL 的新计划将目光投向了城市的无人机交付项目。



图 3-4 DHL 无人机配送站

在过去，农村地区和偏远地区的配送需求是快递公司和亚马逊等零售商面临的一大挑战，因为这些区域的用户过于分散，地面配送的效率实在太低，成本实在太高。而这对于无人机送货方案来说，颇具吸引力，这些区域开阔的空间也为无人机送货的测试提供了有利的安全条件。

与此同时，UPS、GOOGLE、沃尔玛、瑞士邮政、法国邮政、澳大利亚邮政以及日本乐天、雅玛多等行业标杆性企业也在大力推进无人机物流项目。

## 2. 国内无人机物流的动态

当今的世界，越来越像一个互联互通的“地球村”，国外的无人机物流在如火如荼开展的同时，国内的企业自然也不会袖手旁观。

2017 年前后，国内快递顺丰在航空货运，尤其是无人机物流方面的“大动作”如下：

(1) 2016 年顺丰和湖北省合作，在鄂州燕矶启动国际空港物流基地建设。鄂州顺丰货运机场建成后，将是亚洲第一、全球第四的空港货运集散中心，1.5 小时的飞行能覆盖经济、人口占全国 90% 的地区，这将使顺丰的航空货运



再上一个新的台阶。

(2) 2017 年顺丰在成都双流投入巨资，建立大型物流无人机总部基地。作为全国首个将大型无人机运用于支线物流运输的项目，顺丰无人机项目将实现航空物流网络的干支线对接，完成对三线及以下城市的空网覆盖，开创大型无人机运用于航空支线物流的先例。从 2020 年起，开始向全国推广成功经验，届时实现无人机支线网络对接顺丰在全国的航空网络。此举将推动区域内货运航空网络的全覆盖，实现区域内货物运输全国范围的次日到达，打通高附加值产品的向外流通瓶颈，提升服务于各行各业的综合物流能力，如图 3-5 所示。



图 3-5 顺丰支线运输无人机

(3) 2017 年 6 月，顺丰获得了江西赣州特定区域的无人机物流的“运营牌照”。顺丰与赣州市南康区政府签订了合作协议，顺丰的物流无人机在获批空域内成功进行了首次业务运营飞行。此次，顺丰推出了多款机型，覆盖不同的业务场景，有效载重 5 ~ 25kg，最大载重飞行距离约为 15 ~ 100km，如图 3-6 所示<sup>①</sup>。

在无人机物流的业务上电商京东集团在无人机物流方面也有如下布局：

(1) 2017 年 6 月，京东在江苏宿迁建设无人机运营调度中心。京东无人机物流的常态化运营将逐步开展，更多的乡村用户可以享受到便捷的“最后一公里”配送服务。一个月后，京东无人机飞行服务中心（简称京东飞服）在宿迁启用，该中心集无人机研发测试、运营调度、维护保养、人才培养、物流配

<sup>①</sup> 资料来源：<http://tech.163.com/17/0701/18/C09FVOV100097U7R.html>



图 3-6 顺丰配送无人机

送等多项功能于一体，是全球首个智慧物流运营调度中心，同时也是智慧物流高精尖无人机人才培养和输送基地。

(2) 2017 年 2 月，京东在陕西西安投资建设无人机通航物流网络。京东集团与陕西省政府签署了关于构建智慧物流体系的战略合作协议，宣布将与陕西省政府开展基于智慧物流体系、无人机通航物流体系、农村电商、跨境电商、互联网金融、传统物流体系升级等方面的全面战略合作。

据了解，双方将利用载重量数吨、飞行半径 300 公里以上的中大型无人机，合力打造全球第一个低空无人机通用航空物流网络，实现陕西省全域覆盖，期望在 2020 年左右，实现千亿级产业聚集，带动万人级就业，推进陕西省传统产业转型升级，成为“一带一路”发展的重要推动力，同时合作会加速京东智慧物流体系全面落地，并以陕西为中心辐射全国。

(3) 在 2017 年的“618 大促”期间，京东的无人机（如图 3-7 所示）、无人车和无人仓集中展现在用户面前，宣示“天地一体”的智慧物流战略。

与此同时，国内其他企业也在无人机物流方面纷纷发力。中国邮政和迅蚁合作，在浙江安吉部分区域开通无人机邮路常态化运营；苏宁电器也提出要打造空中智慧物流的计划，将搭建智慧航线和共享平台，协同无人机科技公司，



图 3-7 京东送货无人机

将技术、场景和商品围绕物流路径进行价值组合和重构，推动行业建立更长效的技术驱动模式和规范标准作业。

### 3.1.3 无人机物流：全球发展大趋势

从2012年开始，谷歌（Google）、亚马逊（Amazon）和顺丰等行业巨头纷纷启动了无人机物流项目，到2017年这些项目已持续推进了5年。5年间，无人机物流不断遭遇技术难题、政策限制、公众质疑和嘲讽等，阻力之大，可想而知。但是，行业先驱并没有轻言放弃，没有停止前进的脚步，从根本上说，这种决心和精神，是源于对趋势的研判，是建立在大数据对市场需求和项目经济性的综合分析基础之上的。

许多国家的政府部门纷纷鼓励和支持开展无人机物流，比如德国，为DHL开展无人机物流提供有力的支持和监管配套；法国、日本、澳大利亚、加拿大等国的有关部门也在鼓励和支持无人机物流；还有美国，允许亚马逊在本土开展无人机物流的相关工作，并推出无人机融合试点计划。



发展无人机物流是技术、经济和社会发展的共同作用的结果，是一个重大趋势。对于行业标杆性企业来说是个战略选择和卡位问题。早一天涉足、早一步布局，运作经验、技术和专利就会多些沉淀，就有可能累积下厚实的基础壁垒和行业门槛，使后来者望尘莫及。

如上文提到，近几年无人机物流在世界范围内的发展有燎原之势。美国开展无人机物流的有亚马逊、谷歌、UPS、沃尔玛、Workhorse 和 Zipline 等企业，其中既有商业巨头，也有科技初创企业。亚马逊已经在此领域深耕了五年之久了，如果不是因为美国政府在先前的保守政策的限制，亚马逊等企业的项目可能会推进得更快。

德国的 DHL 也是最先尝试无人机送货的企业之一，幸运的是，该企业获得了地方政府的支持，允许在划定区域内进行业务试点，务实的德国人在此领域率先取得了成效。

以色列 Flytrex 公司的无人机送货也在邮政快递、电子配件以及救命药品等的配送方面取得了进展。

我国涉足人机物流业务的企业有顺丰、京东、中国邮政、苏宁、极飞、圆通、淘宝网、菜鸟网络、迅蚁、帆美、朗星、尤维斯和天机智汇等，既有巨头重兵布局，也有科技新秀的身影。

日本邮政、罗森和乐天等企业也在积极推进无人机送货的业务，并大有“后来居上”的势头。

为什么会产生这种局面呢？因为大家都意识到一个物流业全新的时代即将开启。无人机物流，以其得天独厚的技术优势，在效率、成本和到达性等方面，尤其是以自动化飞行和配送的模式完成“最后一公里”的送达任务，具有极大的想象空间，并能有效克服人工短缺等难题。

无人机物流势将成为全球物流业发展的重大趋势之一。



### 【拓展阅读】美国的创新土壤，催生亚马逊无人机物流

在2013年，无人机物流的概念由亚马逊引入大众视野。亚马逊是美国的电商巨头，它在智慧物流和无人机物流等方面的目标非常远大，比如在半小时内送货给用户以及向“月球的人类定居点”派送物资和包裹等。亚马逊的老板贝佐斯的一大优点是，擅长发现“对的东西”并持续坚持下去，比如亚马逊的AWS云服务等。

在无人机物流这件事上，亚马逊可以说是具有代表性的伟大先驱者。目前，这家公司在项目的专注度、物流作业各环节的衔接、设备运营配套以及相关的系统性技术和专利储备等方面都展现了长期的、战略性的特质。本书对该公司近年来在这一领域的实践进行了梳理，希望对行业发展有所启发和帮助。

企业简介：电商巨头亚马逊，创立于1995年，总部位于美国华盛顿州的西雅图，是全球最大的网上零售商，其电商平台为用户提供数百万种商品。例如，图书等文化娱乐产品，家电、手机、电脑等电子产品，以及各种生活用品等。亚马逊的创始人兼CEO杰夫·贝佐斯（Jeff Bezos）的著名格言是，成功没有神奇妙方，关键是要抢在别人前面。亚马逊是电商行业的老前辈，发迹于“网络书店”，其电子阅读器kindle、AWS云服务等都大获成功，并在近些年持续推进无人机物流业务。

亚马逊之所以能保持长期繁荣是多种因素共同合力的结果，其中最重要、最核心的因素是创新意识和战略性眼光。举例如下：

在20世纪90年代，当大多数人还不明白什么叫“电子商务”的时候，亚马逊的网络书店已经做得风生水起了。



在 21 世纪初，当很多企业开始效仿亚马逊，涌入电商行业的时候，亚马逊又再次勇于做第一个吃螃蟹者——以让用户快捷收货为目标，花费巨资在全球各地布局了仓储物流系统，打造了顶尖的“网络平台 + 供应链 + 仓储”的运营模式。

在 2006 年左右，亚马逊又开始前瞻性地布局云计算业务，持续多年的努力使其积累了极大的优势，其 AWS 云服务占全球市场份额的 30% 左右，成为超级霸主。

在 2013 年左右，亚马逊又开始布局无人机物流的项目，其最终的目标是用无人机送货的方式覆盖其电商平台 80% 左右的订单，并能够让用户在下单后 30 分钟内收到货。以下为近几年该公司在此领域的探索实践简史：

在 2013 年，贝佐斯提出了名为“Prime Air”的无人机快递项目，初期主要是派送书籍、食品和其他小型商品，这一服务能让顾客在网购下单后 30 分钟内收到包裹，并预计将在四五年内投入运营。但在当时美国联邦航空局（FAA）曾表示，不允许任何商用无人机飞行。于是，亚马逊不得不把大量的前期工作放在美国本土以外的地方，同时继续跟美国有关部门沟通。

最初，人们并不相信他的话，甚至嘲笑说这只是一个宣传噱头或作秀。

在 2014 年，亚马逊的送货无人机原型 Prime Air 亮相，大约能在 20km 的范围内送货。2014 年 9 月，亚马逊申请了一项无人机送货系统的专利，但是申请失败了。这项专利的情况是当需要很多无人机在运货时能形成网络机群，能互相交流信息，收集环境数据并智能更新路线。同时，该系统还可以为无人机更换电池以及充电等。2014 年底，亚马逊的另一项专利“空中物流中心”获批。“空中物流中心”是想要在指定区域的上空建立一



种悬浮仓（如图 3-8 所示），计划用一种小型的接驳“飞船”将货物运送到目标地附近的悬浮仓，再用无人机完成最后一公里配送。

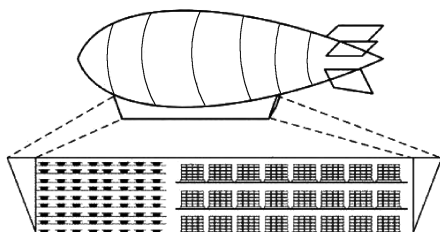


图 3-8 亚马逊“空中物流中心”一悬浮仓

2015 年 2 月，亚马逊申请了一项关于无人机送货集群的专利（如图 3-9 所示），主要面向大体量的货物。用小型无人机组成集群，根据需要进行不同的排列，形成不同的方阵，以满足不同形状、尺寸货物的运输需求。

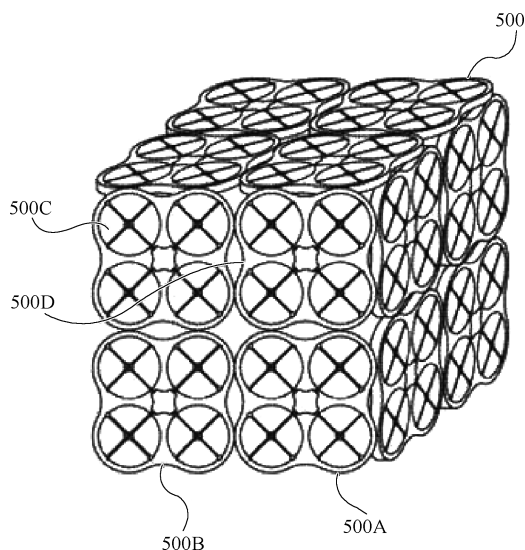


图 3-9 亚马逊无人机送货集群示意

2015 年，FAA 向亚马逊及其无人机原型设计颁发了一份实验性的适航证书（airworthiness certificate），该适航证只适用于部分无人机型号，只允许其在华盛顿州的私人及农村地区进行测试飞行。同年，来自澳洲的无人



机快递创业公司 Flirtey 给予亚马逊以极大的竞争压力，迫使亚马逊加速布局在美国以外无人机送货的项目。2015 年 3 月，亚马逊在加拿大测试无人机送货。当地规定无人机的飞行高度是距地面约 60 米至 150 米的范围，并规定在有人飞机飞行的时段内无人机不能飞行。

2016 年 1 月，亚马逊的高管公布了无人机快递系统的更多细节，未来的目标是能让用户在线下单的 30 分钟内完成送货。直线飞行距离为 10 英里（约合 16km），飞行器自重为 55 磅（约合 25kg），而负载包裹的重量为 5 磅（约合 2.3kg）。关于公众担心城市上空将会遍布无人机的的问题，亚马逊的方案是向监管部门提议，划分一定高度的空域用于送货无人机。以美国为例，建议该空域的高度在（200 ~ 400 英尺）（约合 61 ~ 121.9m）。

2016 年，亚马逊在美国进行了很多方面的小规模测试（不是测试把包裹直接送给用户）。比如在某个接近农村的地方设立了模拟区，以测试无人机在送货过程中可能遇到的各种障碍的反应。

初期的送货方式大多是集中在那些 ABA 类型的任务上，但最终可能会做到单次飞行就能把不同的货送到不同的用户那里，甚至将客户退的货带回仓库。亚马逊方面表示，它的无人机有八九种不同的设计，适用于不同的场景。

2016 年 7 月，亚马逊申请了一项关于无人机“接驳点”的送货系统专利。通常会把这些接驳点设在建筑物的高处，例如广播电视塔、路灯、电线杆、教堂或写字楼等建筑物的高处，通过中央控制系统进行监控和管理，使送货无人机能够借助这些接驳点进行充电，在极端天气提供避险。这样的控制能够应对意外天气、密集人流的影响，选择最优的送货路径。送到接驳点之后，一个途径是通过升降机或传送带等设施送到地面快递员



的手上，由快递员投递给客户，另一个途径是无人机直接投递到预设地点。

2016年9月，亚马逊的一个让无人机降落在卡车上的专利获批。在不影响送货时效的情况下，无人机可以通过搭卡车顺风车来实现节能，或者在出现故障、电量过低时降落在临近卡车上。

2016年12月，亚马逊完成了商业性的无人机送货的首飞。具体是在英国的剑桥给一位顾客送上了一包咸甜口味的爆米花和 FireTV 电视盒。从完成下单到货物送达共计用时13分钟，整个过程无须人员操控，借助GPS完成定位，无人机送完货后自动返回。

2017年3月，亚马逊在美国本土某地完成了首次无人机包裹快递，具体货物是7罐防晒霜，总计重量约为1.81kg，这标志着亚马逊在美国的空中快递业务又向前迈进了一大步。

与此同时，亚马逊有两项专利曝光。一个是无人机可以根据对地形起伏的判断自动调整脚架的高度，使机体本身能够在斜坡上稳定降落，无人机快递的适用范围将从平地扩展至斜坡、雪地甚至是泥泞地。另一个是如果包裹下降过程中由于外界因素不能直线下落，就会自动启用无线电发消息指示包裹部署降落伞、压缩空气罐或着陆襟翼，这样可以保障包裹不会中途丢失，而且提高交货速度。

2017年5月，有外媒报道，亚马逊在法国巴黎的郊区投资一个新的研发中心，计划推出30分钟无人机送货服务，该研发中心的目标是研发最安全、最先进的自动无人驾驶交通管理软件。

2017年6月，亚马逊曝光了一款新的专利申请——无人机配送运营中心（如图3-10所示），外形是一座类似蜂巢的塔楼，内部配备机器人，配送无人机可以在该运营中心停靠，并装载下一单配送任务的货物。

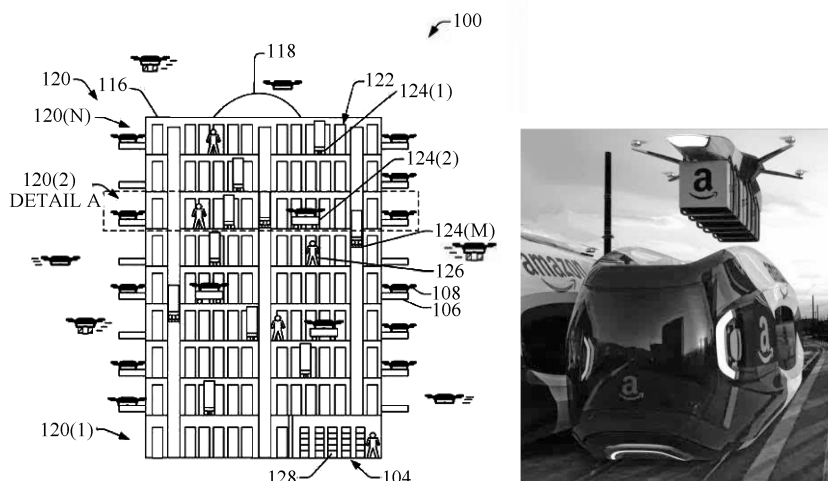


图 3-10 亚马逊无人机配送运营中心示意

2017 年 8 月亚马逊又有了新专利——移动交付中心。例如在火车、汽车和轮船上设计移动式维修站网络。以车辆为例，联合运输车辆装满了各种商品，并配备了一架无人机，并配置可以往无人机装入货物的系统以及发射或回收无人机的系统。还装满了各种备用零部件和检测设备，以便在联合运输车辆行进的过程中进行维修或检测活动。

2017 年 10 月份，亚马逊拿到一份新专利，是让飞行的无人机给汽车充电。

2017 年 10 月底，在包括亚马逊、大疆（DJI）、联邦快递、Intel、AVUSI 协会、AOPA 协会和 HAI（直升机协会）等 30 多家企业和协会的共同努力推动下，美国交通部公布了无人机融合试点计划——UAS Integration Pilot Program。该计划的目的是安全地将无人机系统融入国家空域系统，进一步推动无人机对经济和社会的贡献。这个试点计划的内容包括：夜间运行，在人群上空运行，超出视线运行，以及无人机送货等方面。美国交通部和下属的 FAA 将建立法规系统，使无人机在低空（一般定义为 200 英尺



以下，个别地方为400英尺以下）更负责和有效地运行，协调各方面的需求，照顾到民众安全和隐私的顾虑。

2017年11月28日，亚马逊获得无人机自动拆解专利——当无人机遇到危险时将会自动拆解（如图3-11所示）。当无人机在飞行途中即将碰撞或遇到危险时，将会触发自动装置，组件会安全拆散，并且会让组件投向安全地点，比如池塘或者大树上。投放组件时，控制器还会考虑如何节省成本，尽量不让货物受损。

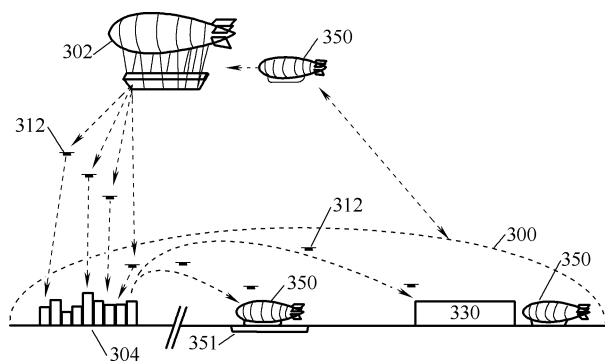


图3-11 亚马逊无人机自动拆解示意

2017年12月，据英国《每日邮报》消息，有人发现亚马逊的产品工程师正在进行无人机测试。据说他们正在测试亚马逊无人机极其复杂的“感知和回避”技术——用起重机将无人机提离地面然后迅速放下，以此来测试无人机是否能有效避开障碍物，以及安全降落在预定范围。亚马逊还考虑在无人机送货的途中，利用无人机来扫描用户的房子周围的环境，据此针对性地推销更多的商品。关于这一点，可能会有些争议，相信亚马逊会兼顾好商业活动、公众隐私和道德等方面的问题。

无人机物流项目对于亚马逊来说仅仅是其物流业机械化、自动化和



智能化目标的一小部分。亚马逊正从整个链条的方方面面进行探索和布局。比如在无人仓库、Amazon Go 无人便利店、生产、库存和挑拣等环节都在一定程度上实现了机械化，但快递运送仍停留在单一的“人+车”的模式上，所以无人机和自动驾驶就成了实现配送自动化的现实方案。

从整体规划上看，自动驾驶实现的是常规的物流运送，无人机项目的目标更多的是体现在高效率、低成本和可达性等方面，这两者的相互补充和融合会进一步提升物流和营运的自动化、智能化水平。

通过以上盘点，我们可以总结出以下几点：

(1) 亚马逊在无人机配送方面的目标是无处不达。为了实现这个目标，从陆地、海上、空中、地下各角度着手进行了探索，很多专利都非常有想象力。值得说明的是，并非所有的专利最后都兑现了价值，高投入、不确定性、高回报，这正是创新的魅力所在，这些尝试和研究都在为无人机的应用提供更加丰富的思路。

(2) 无人机物流非但涉及飞行器本身，更是一个全面的、系统性的物流工程的设计和运营。亚马逊自始至终着眼于从整个系统工程的角度、整个配送链条的角度，从全流程的方方面面进行了探索和布局，并对货物品类、作业方式、起降点设置、控制和调度、空中补给和维护、安全保障、效率和成本以及能耗等的所有环节进行了通盘考虑。

亚马逊通过全流程、全环节的规划设计，打造自己的无人机配送体系，他们已经在该领域走在了最前面。未来亚马逊会继续成为物流运输方式革新的先驱，创造新的亚马逊价值。

(3) 亚马逊最初设想的让用户在下单后 30 分钟内收到货物，配送费用节约 70%，并非镜花水月。



在无人机物流这一事业上，我们隐约看到了曾大获成功的 AWS 云服务的影子。亚马逊的这种精神值得我们研究、学习、挖掘和总结！这些努力和付出也许源自于开发美洲新大陆的冒险精神、自由探索的勇气、创新的基因、天马行空的想象力以及对技术研发的科学态度。

资料来源：<http://tech.sina.com.cn/i/2016-12-15/doc-ifyxtqax6053096.shtml>

## 3.2 痛点：无人机物流市场环境透析

### 3.2.1 “单日亿件”时代的到来

电商、移动互联网、新支付手段、地域之间贸易的加强、经济社会的发展、需求升级以及人们观念的变化，这些因素的混合共振，使全球的快递包裹数量激增。在我国，单日亿件快递包裹的时代已经来了。

2016 年全球的快递量大约为 700 亿件，其中约有近一半来自中国。而国家邮政局公布的有关数据显示，2017 年全国快递服务企业业务量累计完成 400.6 亿件，日均约 1.1 亿件。加上“函包汇发”业务，乘以“一收一投”两个环节，快递行业每天要服务几亿人<sup>①</sup>。

全国快递市场的业务量，连续五年保持 50% 左右的高增速。从 2011 年开始，快递行业进入迅猛发展阶段，全国的快递业务量保持以每年 50% 左右的增速增长。在 2007 ~ 2015 年的 8 年间，全国快递业务量年复合增速为 42.7%，快递业务的收入规模年复合增速为 29.9%，如图 3-12 所示。截至 2016 年 9 月份，全国快递业务量依旧在高速增长通道中，前 9 个月规模以上快递业务量达

① 资料来源：<http://www.bbtnews.com.cn/2018/0113/226209.shtml>



到 211 亿件，同比增长 54%。

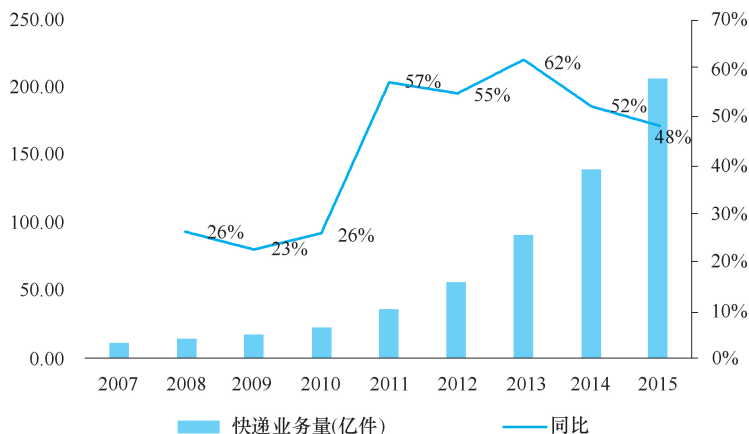


图 3-12 2007 ~ 2015 年全国快递业务量统计

之所以会产生如此庞大的快递数量，源头无非在于生产和生活两方面的需求。从生产的角度来说，在贸易加强、全球性分工深化的时代，由于不同国家和地区的国情不同，分属于不同的发展阶段和分工角色，随着市场竞争的加剧、信息技术的发展和全球经济联系的进一步深入，产业链条上的生产资料往往分布在“地球村”的每一个角落，各种原材料、零部件、样品和商品等资源要素，需要在全世界的范围内进行高效率、低成本的配置、周转和运输。更为重要的是，用户个性化的需求和供方定制化生产能力的提升，使得曾经的多批次、小批量的生产模式重新回归，并形成一种风尚，这种风尚又急剧放大了运送包裹的次数和总量。

综合起来讲，在生产活动中，快递包裹必须保持相当高效地在时空中来回穿梭，才能够使产业链条的每个环节衔接得更为紧密，否则，该产业链的竞争力就大打折扣，并进而影响到产业链上每一个企业的生存和发展。

现代物流是在全球的范围内进行资源配置和组织生产的，有大批量的运输，也有小批量的配送，有规模化降低成本的考量，也要有末端快速响应的能力。



从生活需求的角度来分析快递量的暴增，会显得更加容易些。近些年移动互联网技术的发展、电商行业的推波助澜、人们消费习惯和理念的改变，加剧和刺激了网购的需求，不管是在城镇还是在乡村，网购市场都在进一步增长，尤其是乡村、偏远地区和经济落后地区的网购需求，增长潜力和后劲十分巨大，这些消费需求必然导致快件包裹数量的增加。

庞大的快递数量、密集的派送任务，势必要求传统的“地面交通 + 人工派送”的模式升级提速。这需要高效的技术手段和先进的管理理念去支撑和驱动。可以预见的是，无人机物流、无人驾驶、机器人分拣搬运和 AI 等应用技术将会大放异彩。

### 3.2.2 乡村电商市场潜力巨大

根据阿里巴巴集团公布的数据，2016 天猫“双 11”全球狂欢节当日总交易额为 1207.48 亿元，无线交易额占比为 82%，覆盖 235 个国家和地区。“双 11”当日，物流数据再次刷新全球纪录，菜鸟网络共产生 6.57 亿个物流订单，同比增长 40.7%。2017 年天猫“双 11”成交额定格在 1682 亿元人民币，比 2016 年增长 39%。“双 11”也使“新经济时代”的落地日益成为现实。经过十余年的培育，阿里巴巴的生态到今天开始聚集来自全球的需求，连接全球的商家与消费者，进而改变上游的制造、物流与金融配置的效率，通过互联网的方式形成新的生产关系。

全面互动的方式将消费与娱乐的边界完全模糊，海内外商业基础设施的打通令全球买卖成为可能，线上线下百万门店的打通带来全渠道融合式的购物体验，大数据开始构建个性化消费。全球商家和消费者将提前感受未来 5~10 年的生活方式。

另据京东方面的数据，2017 年“618 大促”期间，京东商城累计下单金额



按行业口径达 1199 亿元，2017 年“双 11”期间，京东累计下单金额已超过 1271 亿元（11 月 1 日~11 日）。

有关数据显示，2015 年中国电子商务市场交易规模约为 18 万亿元，2014 年中国电子商务市场交易规模为 13.4 万亿元，增长 21.3%，其中网络购物增长 48.7%，在社会消费品零售总额渗透率年度首次突破 10%，成为推动电子商务市场发展的重要力量。另外，在线旅游增长 27.1%，本地生活服务 O2O 增长 42.8%，共同促进电子商务市场整体的快速增长。

图 3-13 显示出，从 2010~2015 年我国电子商务交易市场持续增长。

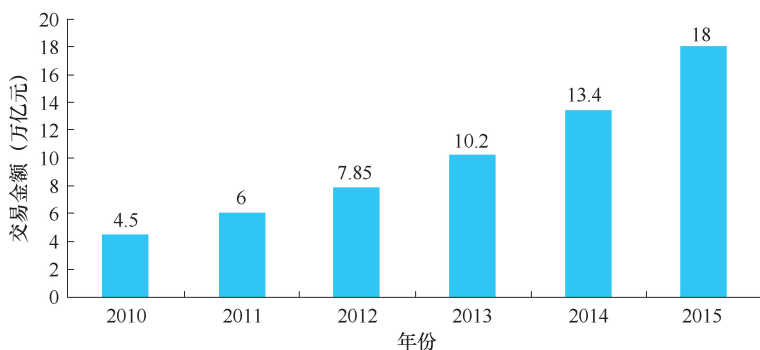


图 3-13 2010~2015 年我国电子商务交易市场规模统计（来源：艾瑞咨询）

近些年，我国电商行业持续火爆，其中城市电商占比较大，也是商家竞争和服务的重点。但是，从市场潜力和发展后劲看，乡村电商的市场潜力更大，更加值得重点研究。

### 1. 庞大的人口基数带来的巨大市场规模

据统计，截至 2015 年末，我国乡村常住人口为 60346 万人，占总人口的比重为 43.9%。截至 2016 年 6 月，我国农村网民规模为 1.91 亿，互联网普及率仅为 31.7%，远低于城镇 67.2% 的普及率。移动通信 4G 网络在普及，5G 时代在临近，预计未来几年，会有大量的农民入网，互联网的普及率会持续提高。



## 2. 农村居民人均收入不断提高

据有关方面统计,2015 年我国农民人均收入突破万元大关,达到 10772 元,比上年增加 8.9%,增幅连续 6 年高于 GDP 和城镇居民收入的增幅。“十二五”期间我国农村居民人均纯收入保持着高速增长势头,虽然每年的增长幅度有所下降,但依然高于 GDP 的增幅。农村居民收入不断提高,自然会拿出更多的收入用于消费。

## 3. 农业现代化和农业标准化处于进行时,乡村电商的潜力大、后劲足

随着农业生产效率的提升,农土特产品向城市的输出数量会增多,流通速度会加快。乡村市场的供应能力会进一步激活,消费潜力会逐步释放出来,城乡之间双向物流的规模和效率,均有大幅提升空间。移动互联网、电商和物流能力的发展,势必推动乡村进步。

## 4. 国家政策的强有力支持

相关政策密集、力度空前,例如:电商扶贫政策,快速搭建农产品电商供应链。2017 年,在商务部、财政部、扶贫办等部门的推动下,商务部的网站正式开通了电商扶贫频道,为贫困地区产品开通网络销售直通车。企业做出快速和积极的响应,已有京东、阿里、苏宁、中国邮政、顺丰、腾讯、供销 E 家、中粮、农业银行、赶街、乐村淘、淘实惠、一亩田、唯品会、每日优鲜等电商企业开通了扶贫频道。从政府到企业都在全方位、全渠道地扶持农村电商的发展。

乡村振兴战略。2018 年 2 月,“中央 1 号文件”——《中共中央国务院关于实施乡村振兴战略的意见》(以下简称《意见》)公布,支持供销、邮政及各类企业把服务网点延伸到乡村,健全农产品产销稳定衔接机制,大力建设具有广泛性的促进农村电子商务发展的基础设施,加快推进农村流通现代化。《意见》要求优化农村快递资源配置,健全以县级物流配送中心、乡镇配送节



点、村级公共服务点为支撑的农村配送网络。

连续多年提及的“快递下乡”工程，一是要实现经济发展的普惠性，让乡村人们网购畅快、收件方便；二是要让农特产品方便快捷地“走出去”，帮助乡村人们增收致富。邮政、快递在乡村的布局也要与其他散布的商贸、供销和电商等基础设施实现互联互通。

### 5. 农村网络零售额持续快速增长，增速明显超过城市

2015 年，我国农村全年网购交易额为 3530 亿元，比上一年同比增长了 96%；2016 年，我国农村全年网购交易额达到 8945.4 亿元，比 2015 年增长 150%，这种增速明显高于同期的城市市场。预计未来几年，农村网购交易额会持续高速增长，农村电商市场方兴未艾，潜力巨大。

我国的农村电商、农村新零售将成为下一个万亿市场。随着新零售、物联网、大数据和云计算等创新技术的广泛使用，涉农电商将向多样化发展，产业链不断延伸，线上线下不断融合，与智能农业、智能流通、智能消费连接成一个有机的整体，涉农电商服务环境日趋改善。同时，我国每年有约 1900 亿美元上下的农产品进出口规模，农产品跨境电子交易将发挥越来越重要的作用。跨境电子商务将从沿海向内地拓展，从城市向农村渗透，国际化将成为更多农村电商的重要选择。

整体来看，我国农村电商发展态势良好，有政府的大力支持，有社会资本的积极介入，农村电商将成为不少地方实现“区域经济”协同发展的重要引擎之一。那么在农产品网络零售市场，具体到各细分品类，是什么情况呢？哪些行业品类的发展更快呢？全国农产品网络零售行业的排名依次是水果、茶饮、草药养生、粮油、坚果、畜禽、水产、蔬菜、花卉植物等。其中，前三大行业合计占比 56.11%。生鲜农产品网络交易市场值得重视。2015 年，生鲜农产品网络交易市场交易额达到 544 亿元，增长 87.7%，预计 2018 年将超过



1500 亿元。

此外，部分生鲜等农产品的配送需依托专业的冷链物流，保质、保鲜、按时地将产品配送到用户手中，驱动了冷链物流技术和管理体系的发展。农村物流及其相关的冷链物流在 2016 年的增长是领跑整个行业的。“宽带中国”战略成效显著，互联网在农村加快普及。

#### 6. 完善物流配送体系，激发乡村市场活力

我国地域广阔，受地理条件、自然环境和历史人文等因素的影响，在东部和中西部之间、城乡之间，以及大城市和小城市之间存在发展不平衡的现象，在广大的乡村和某些中西部地区，地广人少，物流基础设施薄弱，物流不便捷，单件包裹物流成本高，适合乡村特点的县（区）—乡（镇）—村（社）的三级物流配送网络亟待完善和加强，以激发市场活力。

整体来看，我国广大的乡村电商市场体量庞大，活力有待激发，物流网络亟待加强，未来有巨大的成长空间。

### 3.2.3 跨境电商带来新机遇

近些年，我国更加深入地推进贸易和投资自由化和便利化，在扩大开放的范围和力度上持续发力，经济的开放度越来越高，跨境电商、“一带一路”倡议等前景广阔、影响深远。

跨境方面，继杭州国家跨境电商综试区之后，又有天津、上海、重庆、合肥、郑州、广州、成都、大连、宁波、青岛、深圳、苏州等 12 个综试区加入。

2017 年 12 月 1 日起，国家将对三大领域的消费品关税进行调整，这是自 2015 年以来，连续第四次降低部分消费品进口关税。据介绍，唇膏、眼影、香水等化妆品的关税由 10% 降至 5%，咖啡机、智能马桶盖由 32% 降至 10%，矿泉水由 20% 降至 10%。其中，降税力度最大的是婴儿尿布及尿裤，以及部



分配方婴幼儿奶粉，进口关税均降为零。观察人士指出，此次降税产品的一大特点是与人民生活息息相关，覆盖面广、降幅明显，涵盖食品、保健品、药品、日化用品、服装鞋帽、家用设备、文化娱乐等消费品，共涉及 187 项商品，平均税率由 17.3% 降至 7.7%。

消费品进口关税的持续下调，将会带动跨境电商的进一步发展，据报告显示，2016 年全国进口跨境电商交易规模达到 1.2 万亿元，同比增长 33.3%。

未来“一带一路”政策对跨境物流将会产生更大影响。一方面“一带一路”沿线国家物流基础设施水平较低，需要国内物流企业积极开发建设；另一方面，相关政策和政府部门也在积极号召相关企业“一带一路”的合作中。我国企业已经与“一带一路”沿线 20 多个国家建设了 56 个经贸合作区。以中交公司为例，其在建海外项目 28 个，其中 27 个分布在“一带一路”沿线；菜鸟网络的物流覆盖能力已至全球 224 个国家和地区，初步建立了具有全球配送能力的跨境物流骨干网；而顺丰的直发业务覆盖全球 241 个国家和地区，并建立了 20 个全球仓网。

中国跨境电子商务发展迅猛，这一点让做国际物流生意的 DHL 感同身受。统计显示，中国市场是亚太电商领域的领先市场，2016 年占该地区电商总销售额的三分之二，达到 4690 亿美元的规模。预计到 2021 年，中国跨境电子商务的总值将高达 8390 亿美元，2015 ~ 2020 年期间的年增长率将达 20.1%，无论是低价值还是高价值商品的发展潜力都非常巨大。DHL 的调研显示，中国跨境网购的群体中，男性多于女性，年龄多分布在 26 ~ 40 岁，受教育程度相对较高，收入也较高。他们中约有 58% 的人每个月在此方面的消费超过 1000 元人民币。

中国“海淘族”跨境网购的产品原产地排名前四位为：美国、日本、韩国和德国。购买量最高的前五大商品种类为：化妆品及个人护理用品、母婴用



品、食物及保健品、时尚类产品和消费类电子产品。

随着跨境电商的蓬勃发展，空运、海运和多式联运等服务被广泛采用，而中国中产阶级的崛起，也令进出口贸易的业务量飙升。进口货物方面，时装、配饰、婴儿用品和化妆品的增长尤为突出；而出口货物方面，计算机、通信及消费电子产品的增长十分可观。另外，类似“双11”这样的购物狂欢节影响力极为广泛，覆盖范围已达全球200多个国家和地区。以阿里和京东为代表的平台，将在世界范围内，对接生产和消费，为消费者提供便利和实惠，为生产者和商家提供商机，将极大地促进国际贸易和交流活动。

从长远来看，跨境电商的持续健康发展，必然离不开诚信经营、高质量的服务、高效便捷的物流能力。

### 3.2.4 应对人口老龄化挑战

当前，人口老龄化的问题，给很多发达国家和地区造成很大困扰，在这些地方，人口老龄化的问题日益突出，并且，这一问题有进一步严重化的趋势，我国在21世纪初已进入老龄化社会，适龄劳动力持续萎缩。

关于人口老龄化的界定，国际上通行的标准是，当一个国家或地区60岁以上老年人口占总人口的10%，或65岁以上老年人口占总人口的7%，就意味着这个国家或地区处于老龄化社会。有些地方的人口老龄化现象已持续了很长时间。例如日本，60岁及以上人口已占其总人口的33%；而在意大利，这一比例是29%；其他的还有西班牙、葡萄牙、德国等部分欧洲国家，以及加拿大、澳大利亚、韩国和新加坡等国家。

老龄化社会有个突出的矛盾是适龄劳动力的短缺，人工成本变得异常昂贵。据预测，人工短缺的矛盾将在2030年左右变得相当凸显，而到2050年左右，形势会变得更加严峻。



劳动力短缺，这一问题将会出现在许多行业，并且问题会越来越严重，波及的范围会越来越大。

雇用大量劳动力的快递业首当其冲。据报道，2017 年 4 月，日本最大的包裹运送服务商、雅玛多控股（Yamato Holdings）曾表示，因为招不到足够的快递员，公司将削减包裹投送量，并且会提高服务价格。由于人口老龄化问题越来越严重，日本多年来都在极力引进机器人等新型生产力来作为弥补。来自日本媒体方面的消息称，日本政府计划推出几项新计划，包括在 2020 年开放无人机运送包裹业务和自动驾驶卡车的商用等。

我国从 2000 年开始步入老龄化社会，到 2010 年，我国 65 岁及以上人口占总人口的 8.87%，2016 年我国 65 岁及以上人口占总人口 10.8%。

我们应该怎么做才能弥补适龄劳动减少带来的影响呢？

在物流行业，通常派送快递的一线人员比较适合的范围约在 18 岁 ~ 35 岁的范围，他们每天派送数量庞大的包裹，需要强健的体力和旺盛的精力做支撑。一些年纪偏大的快递员，可能会力不从心，丢件、忘件、错件的现象不时发生，经常面临客户的投诉。

人口老龄化加剧的趋势，使得“以机器替代人工”，或采用新工具协助人工——“人机协同”成为必然的选择。只有提升生产的机械化、自动化和智能化水平，才能减缓“无工可用”的压力，也才能够避免一线员工过度劳累，如图 3-14 所示。



图 3-14 应对人口老龄化举措示意

### 3.2.5 变局：克服物流瓶颈

伴随着经济和社会的发展，在技术进步和市场竞争的双重作用下，物流的



基础作用、支撑作用和服务效应，体现得越来越明显。物流的竞争力和服务水平，体现在生产和生活的方方面面，既关系着经济和社会的发展，也影响着人们生活福利的提高。

我国物流业的市场规模庞大，并有持续快速增长的趋势。据《物流业发展中长期规划（2014～2020年）》预测，到2020年我国物流行业的市场规模或将达到360万亿元。有这么庞大的市场，就有物流企业施展拳脚的舞台。

有关数据显示，2016年我国社会物流总额229.7万亿元，同比增长6.1%，如图3-15所示。近5年的参考数据为：2011年我国社会物流总额为158.4万亿元，同比增长12.3%；2012年我国社会物流总额为177.3万亿元，同比增长9.8%；2013年我国社会物流总额为197.8万亿元，同比增长9.5%；2014年我国社会物流总额为213.5万亿元，同比增长7.9%；2015年全国社会物流总额为219.2万亿元，同比增长5.8%。

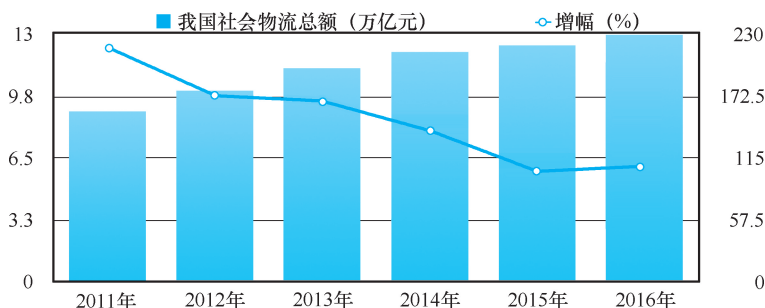


图 3-15 2011～2016 年我国社会物流总额及增幅

物流总额，可以理解为物流运输货物的总价值。而物流总费用，则是用于物流活动的支出之和，其更能直观反映物流业的收入和经营状况。

过去10年，我国社会物流的总费用，以及与GDP的比率如图3-16所示。

从历年的数据可以看出，我国社会物流总费用与GDP的比率，总体上呈小幅下降的趋势，说明我国的经济的发展在优化产业结构、优化资源配置和集约

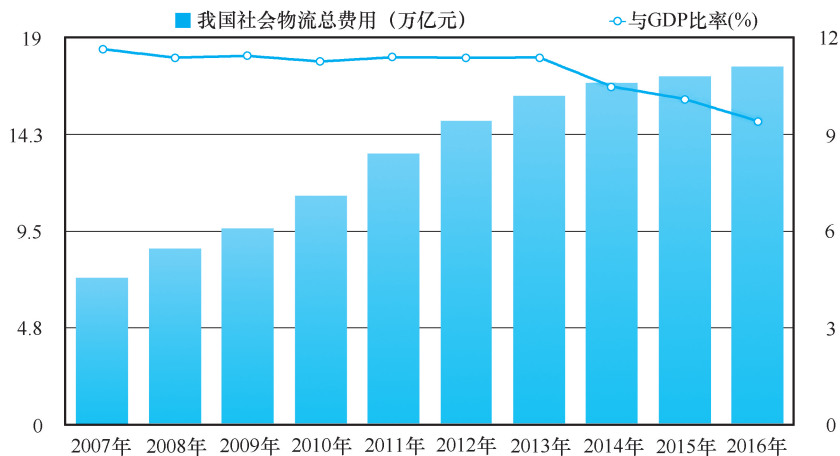


图 3-16 2007 ~ 2016 年我国社会物流总费用及与 GDP 比率

化经营方面取得了一定的成效。但是，我国社会物流总费用与 GDP 的比率，远远高于同期的美国、日本和德国，也大幅高于同期的世界平均水平。尽管这与我国所处的发展阶段、经济构成和产业分布有关，但不可否认的是，我国物流业的确有很大的改善和提升空间。

经过多年的发展，我国的物流基础设施更为完善，企业的服务能力有所提升。传统运输业和仓储业逐渐在向供应链的上下游延伸；第三方供应链管理企业能为制造企业提供采购物流、入厂物流、交付物流、回收物流，以及供应链金融等综合性、集成式服务；生产物流、商贸物流、电商物流和国际物流等专业化、社会化的服务能力有所加强。但是，一些长期影响物流业发展的问题，依然没有很好解决。2016 年，国家发展改革委印发的《“互联网 +” 高效物流实施意见》明确指出物流业是现代服务业的重要组成部分，也是当前经济和社会发展中的突出短板。

世界航运巨头马士基，之前曾发布《马士基集团在中国影响力报告》指出，在发达国家，物流成本平均占最终成本的 10% ~ 15%，在发展中国家，各种低效现象导致物流成本很高，占成品成本的 15% ~ 25%，甚至更高，而



中国制造业的物流成本，可能占成品最终成本的 30% ~ 40%。我国物流成本高的这种观点有一定的认可度。造成物流成本高的原因有：

(1) 综合运输体系的欠缺，比如在运输结构的布局上，以及不同运输方式的衔接上等。

(2) 物流标准化方面的不足，表现在收寄、检视、交付、托盘、包装和分拣等作业缺少统一规范，造成大量浪费和额外成本。

(3) 产业增长方式粗放，社会成本大，无效运输、不合理运输、过度包装、资源浪费等问题严重。

(4) 产业分布不合理，区域间发展不平衡，货物要大范围调运。比如原材料、能源等从中、西部输往东部，工业品又从东部运往中、西部，再比如“北粮南运”“北煤南运”“南水北调”“西气东输”等，大跨度、长距离的转运，必然加大物流费用的支出。

(5) 企业的物流装备、技术、管理和人员等要素有待提升，自动化水平低，在搬运、点货、包装、分拣、订单及数据处理等环节，手工操作方式占主导，差错率高、效率低，从业人员素质不高、不遵守操作规范和野蛮作业等。

(6) 运作成本高，比如燃油费、过路过桥费、税务负担、各种乱罚款，以及物流通关和检验检疫等。

降低物流成本必将带来多方面的益处，如提升制造业的竞争力、降低 CPI 指数、减少资源浪费和环境压力等；而在宏观上，则对于提高经济整体运行的效益，减少经济的下行压力，以及促进经济的长期发展都是至关重要的。

物流的短板效应，不仅表现在成本方面，更突出表现在服务质量低下、网络布局不均衡，以及乡村等区域的物流渠道不畅通等方面，这些问题严重制约了新零售、新业态和新物种等新的商业模式的发展，严重制约了乡村和城市间



的贸易和交流，加深了城乡和区域间的发展不平衡。

过去十余年，我国电商行业取得了狂飙突进式的发展，尤其是近几年，移动互联网技术和支付手段的变革升级，使生活和生产用的很多商品都可以便捷地通过网购获得。然而，网购的业务流要圆满地实现闭环，与之相对应的商流、资金流、单据流和物流就要实现高效的交换交割。从现实中来看，物流的渠道不顺畅、不便捷，是用户抱怨或投诉最多的环节。物流的效率不高或服务不好，造成较多抱怨或投诉，降低了用户消费体验的满意度和卖方的口碑，影响市场的长期繁荣。有时候，卖方为了提高物流的效率，可能会选择效率更高、成本也更高的物流服务商，但成本的增加可能会影响其毛利或者销量。

在一些经济欠发达地区、乡村地区和偏远地区，通常没有效率更高的物流渠道可供选择。此外，在一些情况紧急、地面交通无法实现的情况下，物流服务应该怎么去实现呢？值得欣慰的是，物流的重要性越来越被公众所认可，产业资本、新理念、新模式和新工具越来越多地投入物流产业。比如阿里巴巴计划对菜鸟发展智慧物流投资 1000 亿元；比如京东集团的无人机送货和无人车送货等新技术应用；比如顺丰在无人机物流方面的全面布局；再比如，随着本地生活服务需要，美团、百度、饿了么等推出即时配送模式，共享经济模式也在物流业试水。

物流在经济发展中的基础性、支撑性作用，有谁可以轻视呢？相信在人、资本、技术和管理等要素的良性共振作用下，物流的网络覆盖会更全，运力布局会更优，运作成本会降低，服务水平会提升。若能如此，物流在发展中将不再是瓶颈，而是优势和驱动力。

近年来，国务院及有关部门贯彻落实《物流业发展中长期规划（2014 ~ 2020）》，就交通物流融合发展、“互联网+”高效物流、多式联运、电子商务



物流、服务型制造、节能环保、物流业补短板和降本增效等出台了一系列政策措施，相关部门和各地政府积极配合、贯彻落实，“放管服”改革取得新进展。

整体来看，我国物流业的发展面临难得的机遇，比如市场规模巨大且有较好的成长性，比如政府和社会各界的重视，比如有大量新技术和新模式的应用机会等。同时，我们更要清醒地看到物流业面临的突出问题，综合平衡运力布局，优化运输方式衔接，走智能化、集约式发展之路，提升乡村市场的供给能力，加大新技术、新装备的应用力度，提升自动化水平。

单纯依靠地面运输的方式，在城市受制于交通拥堵、土地资源有限等因素，在乡村受制于地势地貌特殊、基础设施薄弱等因素，要应对庞大的存量需求和快速成长的增量市场，时常显得捉襟见肘。而且，对于某些时效性要求很高的产品、某些较特殊的增值型服务，地面交通工具根本无法适应，用户的体验也无从谈起。无人机物流，从技术上为解决这些难题提供了一种可能性。

我们国家自改革开放以来取得举世瞩目的伟大成就。同时，发展不平衡的问题也日益凸显，比如东西部地区之间的不平衡、城乡之间的不平衡等，物流服务水平差异就是最明显的体现。要缓解这种不平衡，使相对落后地区的经济得以发展，人民生活得以改善，物流问题就必须加以解决。解决问题的一个方向是大量修建基础设施，但是，单纯依赖大规模的建设，在每一个区域都这样操作，显然不够经济，也不现实，建设的周期也很长。另一个方法是建设“空中高速公路”、发展“空中物流”，这种方案主要是发挥无人机送货的特长，投入少、建设快，是对传统运输方式的有益补充。

伴随着商业基础设施的提升、消费电商的火爆，以及人们消费习惯和社会环境的变化，与生产相关的某些采购业务，也越来越多地通过网络平台来实



现，这对产业的升级、转移和结构调整来讲，也需要多加留意。面对新形势，物流业需要加速发展，并以前瞻性的理念探索新模式，应用新技术，迎头赶上经济和社会发展的步伐。

关于国内无人机物流兴起的深层原因，除了上文提到的一些宏观层面的因素之外，还有一些促成变局的催化因素：

### 1. 移动电商的发展

随着智能手机的普及，近几年互联网已从计算机互联时代发展到了移动互联网时代，据统计，人们除了工作之外，几乎 80% 的上网是通过移动终端。这一变化，给人们的生活方式和消费习惯带来巨大的变化。

人们的网购下单更便捷，交易次数更多，交易品类和范围也不断拓宽。甚而产生类似的“懒人经济”、“极端气候经济”等，商家不断推出新服务，挖掘消费者的新需求；而消费者自身也不断提出更多、更高的新的要求，供应端和需求端的互动进入正反馈的良性循环，这些变化来的悄无声息，影响却是剧烈深远、天翻地覆。

移动互联网的发展，缩减了乡村地区与城市之间在网络设施方面的差距，也带动了乡村地区电商的迅速发展，乡村电商市场潜力巨大。

### 2. 支付手段的革命

首先是 PC 端的支付宝，以第三方担保的方式，为网购的买家和卖家消除了后顾之忧，这是电商能大行其道的先决条件；而在移动互联网发展起来后，微信和支付宝通过扫码支付，基本可以覆盖人们全部的线下消费，并进一步拓宽了消费场景。

人们在日常消费中使用现金的机会越来越少，省去了找零的麻烦，交易效率大幅提升。移动支付和移动互联一起打造了巨大的消费市场，有既有品类的增加，也有新增的品类，这个巨大的市场单纯依靠传统的物流工具和模式显得



捉襟见肘。

### 3. 新零售、新业态和新物种

移动互联网的大潮和支付手段的革命，催生了新零售等许多新的业务模式，对物流的效率和覆盖范围也提出了进一步的要求。

新零售是以大数据为支撑、场景洞察、以体验设计为基础架构的新信用关系与新效率体系。简要概括就是以下的公式：

$$\text{新零售} = \text{新信用} + \text{新效率}$$

新零售指向两个词，一个是新效率，一个是新信用。我们要分析，自己的商业模式是否能够与时俱进地合理迭代。第一是在效率的维度下完成了何种迭代，形成响应消费者的高效能力，第二是基于用户有没有完成一种信任代理、情绪代理和信用代理。

当今中国两个最大的电子商务平台阿里和京东，如果以新零售的公式来分析和研究，或许能有新的发现。

“双11”大促，阿里一如既往的数据创新高，但是，阿里更加关注的是芝麻信用、支付宝、淘宝和蚂蚁花呗，关注这些产品有没有成为互联网时代信用基础设施的一种机会和能力。所以，从新物种的角度来看阿里这个公司，它最有机会成为一家以AI为基础能力的新信用公司。

同样在“双11”，京东发布了无人仓、无人车、无人机、无人配送，这些产品的聚焦点是“自动化”和高效率，加上自身原有的仓储网络优势，就能以高效率创造新价值和降低成本。从新物种的角度看，京东更有机会成为一家以高效率为基础的智慧商业公司。

当然，阿里的菜鸟物流也是直奔智慧物流、服务全球而去的，京东的“白条”也在打造信用体系。毕竟，物流是完成商流的基础，信用是商业活动和一切社交行为的前提，谁能少得了呢？



新零售不仅仅是供应端效率的提升，而且还表现为从仓储到物流，从技术到数据的一体化。在这个一体化的过程中，我们更加愿意看到的是，供应端与消费端互动效率的提升。好的触点，好的体验，好的互动，好的口碑传播，这便是好的新零售、新物种和新业态。不仅要关注连接性，还关注内容力，还要指向内容供应链的效率。麻省理工学院和意大利一家超市合作，他们把商品追根溯源，把商品的故事形成消费者的体验，作为他们的核心体验架构取得了非常好的效果。

新零售不是简单地迎合消费者和用户，而是内容混合的变化、内容流动的变化，是内容和数据流动的关系在重新塑造流通链、价值链和体验链。

以上这一切，有个基础和关键点，就是物流服务水平能否跟得上，毫无疑问，无人机物流极具创造力和想象空间。

#### 4. 社会环境和自然环境的变化

人口总数增加，人类寿命延长，人类对生存和生活提出更高的消费需求，对资源的消耗在增加，社会的总需求在增加。由于技术进步，人类的活动范围扩大，对环境的过度开发和破坏，使全球性气候变暖，极端气候蔓延开来，极端高温和低温的时间在增加，产生“高温消费”“低温消费”等极端气候消费，空气和水的质量变差也会产生新的消费需求。

便捷的信息交流、日益加深的贸易关系、先进的交通工具和开放的人口管理政策等，将加剧人口流动、迁徙和融合，使得一个区域的社会环境处于动态变化之中，人们的眼界、观念、消费习惯和生活方式都在趋向更加开放和活跃，这必然对需求和供给能力产生更高的要求。

近些年人们的消费方式不断涌现新需求、新现象：吃饭叫外卖、出门叫网约车、买菜用宅配等。2017年夏季，我国几大火炉城市的“高温消费”就非常典型。相关数据显示，外卖、买菜宅配、网约车等类型的订单猛增，成了都



市网购新宠，小电扇、冰淇淋、生鲜宅配、冷饮、空调、面部防晒等防暑防晒产品的销量也明显增长。但是，物流的供应能力、服务水平大幅滞后于信息流、资金流和商流，无法有效满足人们的消费需求，有效解决物流瓶颈已是当务之急。

以上诸多因素促成了一个改革和创新的“变局”。无人机物流、机器人搬运、众包物流等新技术和新模式应运而生，随风起舞。

### 3.3 破局：无人机物流的巨大价值

无人机在诞生后相当长的一段时间内，其应用仅仅是局限于军事方面，真正大范围的变化发生在2013年，DJI的多轴航拍无人机风靡全球，其稳定性、易用性和经济性的质的飞跃，带动了无人机在各个行业的应用。无人机在物流方面的应用潜力开始被重视。最先在该领域开始布局的国内外企业有谷歌、亚马逊、DHL、顺丰和极飞等。

全球各地的科技公司、商业巨头和物流公司在无人机物流方面不断地探索和实践，脚步从未停歇。与此同时，关于无人机物流的争议也从未停止过。但是，假如没有第一个吃螃蟹的人，人类将永远体会不到螃蟹的美味！

当前，无人机物流的发展处于关键的窗口期，要有较大的突破，必须结合具体场景，在细分场景下完善技术，积累经验。我们不妨设想一些具体的物流场景来进行例证，来进一步认识开展无人机物流的价值和可行性：

场景一，为某园区或写字楼配送急用样品、文件和证件。

场景二，为急救点或医疗单位运送急需药品和物资。

场景三，为偏远乡村、边防哨所或海岛运送包裹。

通过这些简单的例子不难作出判断，一旦无人机技术的先进性和稳定性达



标，并且配套的物流设施和体系较为完善，就能够逐步满足某些情景的应用需求。同时，实现这些场景应用的先决条件有：

- (1) 无人机系统的可靠性高。
- (2) 操作足够便捷、智能。
- (3) 经济、实用。
- (4) 能满足一定的续航时间和飞行距离。
- (5) 政策支持。
- (6) 科学管理、周密部署。

无人机送货的特点是不受地形地势影响，可以达到偏远地区，不怕地面交通堵塞，直线飞行、速度更快。

放眼当前的整个市场需求，一方面，客户对配送的时效性不断提出更高要求，“次日达”和“当日达”已经无法完全满足客户，“两小时达”乃至“即刻达”成为消费者的一种呼声。适当采用无人机派送的方式，有助于实现类似的加急任务，并能进一步开辟物流行业的细分市场，提升物流网点至终端之间的流转效率，提升企业在配送领域的竞争能力。另一方面，庞大的快递队伍以及用工难问题已成为众多快递企业发展的一大障碍。无人机送货，在条件具备时，可以节约大量人力，以及降低运营成本。

### 3.3.1 天地联合：效率和成本的重构

#### 方便高效、节约资源

相比于地面运输等传统作业方式，无人机物流具有方便、高效，节约土地资源和基础设施的优点。

在一些交通瘫痪路段、城市的拥堵区域，以及一些偏远的区域，由于地面交通无法畅行，导致物品或包裹的投递比正常情况下耗时更长或成本更高。类



似的情况时常发生，严重影响送达的效率。如果是用户急需的物品或包裹不能及时送达，很可能造成重大损失，甚至导致很严重的后果。

这些情况下，合理使用无人机派送，则会方便、高效。而且，通过合理利用闲置的低空资源，能有效减轻地面交通的负担，还能节约土地资源，节约基础设施的投入。

一些发达国家和地区的经验表明，某些城市的高层建筑会越来越多地配备直升机停机坪。一些乡镇、村落等地方，也很方便设置数平方米的场所供无人机起降。对这些场所的条件要求不高，只需要在原有的基础上简单布置就可以满足。

关于无人机物流的规划，可以有效借鉴通航的经验，协同配合，扬长避短。无人机运输对比传统的地面运输方式，在效率和资源方面的优势通过表3-1进行说明。

表 3-1 地面运输 VS 无人机运输

运 输 方 式	效 率 比 较	资 源 配 置	投 资 运 营
地面运输（车、船、绳吊工具、畜力和人力等）	不畅通，无法及时送达	较多占用道路等土地资源	基础设施投资大，建设周期长
无人机运输	空中高速公路，高速送达	低空空域，配送站点和起降点使用少量土地	投入少、建设快，空域协调，技术投入

说明：以上对比是针对交通瘫痪、地理条件较差、地广人少、基础设施薄弱等部分区域，无人机运输可能是有益的补充，请务必结合实际去分析和研判。

那么，传统的地面运输就没有优势了吗？显然不是。在通常情况下，地面的公路、铁路，加上水上的海运、河运，以及多式联运等仍然是主体运输方式，在规模化、运载量、稳定可靠，以及营运管理经验等方面仍然占优，这些是无人机运输在短期内所难以企及的。

无人机运输方式，尤其是在末端配送环节，以其高效率和灵活机动性见长，和传统的地面运输配送方式，以及最新的无人驾驶、地面机器人配送等方



式互为补充、扬长避短，有效融合发展，形成“天地一体”的立体式物流网络，这才是最佳方向。

**成本低、调度灵活**

相比于一般的航空运输和直升机运输，无人机运输方式具有成本低、调度灵活等优势，并能弥补传统的航空运力空白。

近些年，航空货运的需求逐年攀升，持证飞行员的数量已无法满足发展的需求。加上飞行员和机组成员的服务成本很高，这些因素都制约了航空货运的发展。开展无人机货运基本上不存在这方面的问题。另外，无人驾驶的鲜明特点，能使机场在建设和营运管理方面实现全要素的集约化，在运力调度中，也减少了飞行员和机组等人为因素的制约。

在很多四五线城市、省内各城市之间，有一定的航空货运的需求，但是由于距离较近、批量需求较小，传统的航空货运在起降、高度、飞行距离和容积载重等方面难以实现经济运力的匹配效益，这种需求只适合中小型货运飞机，尤其是无人机。

从运载工具的整体来看，同级别的货运无人机比一般的货运飞机在生产成本上便宜很多，在使用上也突破了人力等各种限制，在飞行频次和效率上可以大大提升，从而带来了运力的提升和成本的下降。

在某些偏远山区和江河险要地区，陆运水运极为不便，也比较适合无人机货运。以下通过列表 3-2 进行对比说明。

**表 3-2 商航飞机货运 VS 支线无人机货运**

运 输 方 式	运营、调度	资 源 配 置	市 场
有人飞机运输（主要指商航运输）	单次飞行总成本高，保有和维护成本高，需配备飞行员及机组	高空空域，机场建设占地较多，配套系统较复杂	运距离、大城市、重要航空枢纽
无人机运输（支线运输）	单次飞行总成本低，保有和维护成本低，无须机组人员，调度灵活	中低空空域，配套系统和服务相对简单	中近距离、四五线城市、区域内城市之间



在适合的情景下，无人机配送方式对比传统的“人+车”配送模式，在效率和成本上也有巨大优势。以偏远乡村为例，在送货效率上，无人机在低空飞行是两点之间的直线，距离短、速度快；车辆在地面的路程曲折环绕、崎岖陡峻，送货时间被大幅拉长。

从成本角度看，无人机的飞行在常态下是全自动自主飞行，大幅节约了人工，使用可充电电池做能源，也比车辆消耗的燃油费用低很多，因而无人机配送在整体成本上占明显优势。

从亚马逊和京东等企业的情况来看，在合适的情景下使用无人机配送，效率能提升 60%~70%，成本节约 60% 以上。

### 产能协同和运力优化

在科学规划的基础上，综合利用互联网+无人机、机器人等技术和方式，能够实现产能协同和运力优化。

在电商、新零售和本地服务多样化等需求不断增长的情况下，物流供应能力和服务水平必须要同步跟上。企业要用互联网和大数据优化网络和运力，提高货运组织水平，要合理使用机器人进行分拣和搬运作业，要合理使用无人机提升送货效率和物流服务能力。

为了处理一些快速交货和连续补货的订单，亚马逊和沃尔玛等企业在建设先进的信息系统、智能仓储系统，以及优化业务流程的基础上，还规划了智能、高效的无人机城市配送中心（例如亚马逊的无人机塔），还设计了“无人机航母”（空中配送基地）。这些配套设施，将为无人机的智能作业提供支持和保障。

系统的、智能的设计和规划，使物流体系的各个组成部分之间紧密配合、流畅衔接，现代物流的综合水平达到最佳。作为新技术的应用，无人机送货是对传统方式的有益补充。传统的“铁公机”、管道运输、水运和多式联运，加



上无人机的末端配送和支线运输，结合实情、“天地联合”，必将使现代物流的服务能力再上新台阶，其整体的效率、成本和运力也将得到优化和重构，如图 3-17 所示。

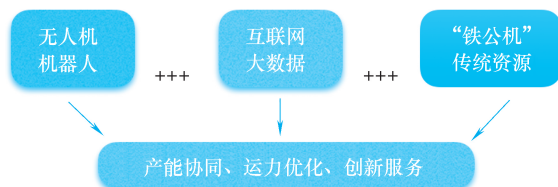


图 3-17 现代物流运营体系

### 3.3.2 人机协同：破解人力资源难题

无人机物流可以节约人工，通过协助人力，发挥“人机协同”效应能产生最佳效益。

人口老龄化导致适龄劳动力短缺和“用工荒”，这一问题几乎在影响着全世界，我国自然也不例外。每逢节假日和物流高峰期，人工短缺和服务水平低的问题，往往会暴露无遗。由于送货的劳动强度高，通常情况下适合一线员工的年龄范围在 18 岁 ~ 35 岁之间，这与企业职工、外卖送餐人员等高度重合，因此，“用工荒”问题总会周期性地爆发。

传统的物流业恰好具有劳动力密集的特点，正在经受着人工贵、用工荒等问题的考验。很多物流企业成功引进了仓内机器人搬运、机器人分拣系统和一些自动化设备，显著提升了运营效率和降低了成本。

无人机号称“会飞的机器人”，如果能在盘点、运输和配送等环节中加以合理的开发利用，并辅以周密部署和科学管理，就能衔接配合好其他作业方式，从而发挥其优势，为企业降低风险、降本增效。

常态化运营的无人机配送任务，全过程是通过智能无人机按程序事先设定



的坐标航线自动起飞、飞行、降落（或投递），正常情况下不需要人工操作。只有在特殊情况或个别情况下，需要人工协助。这种模式是物流业机械化、自动化和智能化趋势在配送环节的体现。比如，将复杂环境下（非危险环境）的配送任务交给人和其他运输工具，而将简单场景下的投递任务交给无人机，可以降低企业综合成本，优化资源配置，实现长期可持续发展。

每年春节后及敏感时段，属于快递、外卖送餐和企业的一线员工人力短缺的时段，企业间往往互相争抢员工，从而加剧了人员流失，严重影响管理和服务质量，图 3-18 为多方“抢人大战”示意简图



图 3-18 企业间“抢人大战”示意

### 3.3.3 超越时空：服务于海角天涯

在某些环境和条件下，只有无人机运输方式，才能实现“可达性”，这是其他方式无法替代的。

比如，当有人或生命体受困于某高层建筑或山河湖海的某个地点、急需生命救助物资时，无人机可以实现极为高效、精准的投递。在有些情况下也可以使用直升机，但只有无人机更灵活、更便捷、适应性更强，成本更低。再比如，在某些山顶景区或边防哨所等区域依赖人力或常规交通工具无法有效补给物资时，也可以借助无人机来实现。很显然，无人机物流的“可达性”在某些情景下是其他方式无法替代的。图 3-19 为“可达性”示意图。



a)



b)

图 3-19 无人机物流的“可达性”示意

### 提升物流网络覆盖率

在经济欠发达地区、偏远地区和乡村等地区，无人机物流系统有望以合理的成本和较高的效率，替代传统的作业方式，并实现更高的覆盖率。

以中西部乡村地区为例，这些地区人口密度小、地域空间广、物流总量小、基础设施相对薄弱，传统的“函包汇发”业务和逐渐增加的电商类物流业务，大部分还主要是通过中国邮政的分支机构去完成，其他快递物流企业很少涉足。邮政的底层分支邮递所一般设置在乡镇级别，离自然村的距离通常可能在几公里~十几公里，派送单个包裹或文件耗费的时间很长、成本很高。很多情况下，邮递员收取的费用不够弥补对应的物流成本。同时，村民也很不满意，快递为什么在邮政那里停了那么久呢？更糟糕的是，村民希望向其他地方寄送一些农特生鲜产品，但运费贵的难以承受。有时候，压根儿就没有畅通的邮寄渠道。



核算、自负盈亏，不赚钱的生意谁会去做呢？因为不赚钱，所以这一市场中几乎看不到邮政以外的其他物流公司的影子。为什么会形成这种格局呢？不赚钱的业务其他企业可以不做，邮政必须去做，因为邮政除了物流的功能之外，还承担着政府公共服务的职责，其他企业或经营者面对无利可图的市场则会放弃。

市场小、基础设施差、用户分散、空间开阔，这些特点决定了以传统的方式来做物流，经营压力相当大。无人机物流是解决这些地区的物流网络覆盖，改善物流水平的有效方案。此外，这些区域的客观特点也决定了单纯投建大量基础设施极不经济，加上项目也需要相当长的建设周期。从经济层面来看，无人机物流体系的建设更加便于统筹、规划、协调，项目周期短、更为经济如表 3-3 所示。

表 3-3 传统配送模式 VS 无人机配送

市 场 需 求	配 送 方 式	效率和效益	网络覆盖率
单个区域市场小、用户分散、空间开阔、物流基础设施差，尤其以山区、江河湖海等地域最典型	传统模式（人+车）	效率低、成本高，降低乡村生活水平	覆盖率低，城乡双向物流受限
	无人机配送	空中高速公路，高速送达，成本低，提升乡村生活水平	覆盖率高，可提升双向物流能力

说明：以中西部乡村地区为例，人口密度小、地域空间广、物流总量小、基础设施相对薄弱传统模式难以兼顾覆盖率和经济性，无人机运输方式值得重点研究，请结合实际去分析和研判。

近年来，随着电商、新零售的发展和业务下沉，随着区域发展的再平衡趋势，城乡发展再平衡趋势，一系列“惠农”政策的实施，乡村市场将被激活，潜力很大；“一带一路”倡议的经济生态，是以蚕丝等农产品为起点，农村的购物体验必须得到改善，市场才能发展壮大。

极致体验、创新服务

无人机送货号称“空中快递”，是以技术变革和创新服务为核心，其不依赖地面交通和不受地形地势约束的先天优势，将有机会为高附加值商品的用



户，创造不一样的、高规格的派送体验，让用户感受到物流服务能力前所未有的质的飞跃。

这类无人机送货，可以是某些珠宝商在特定条件下的差异化服务，也可以是某些度假区为客人提供的贴心送货，也可以是某些新业态和新零售提供的新物种。当然，成功实施的前提是技术、管理对接好应用情景，以及相关配套条件的完善。

在 2017 年 10 月底，菜鸟网络采用了无人机集群配送的方式，为某海岛用户送去了新鲜水果。菜鸟方面表示，在海岛等某些情景下选用无人机送货，不仅可以疏通传统物流难以到达的地区，还能为用户带来极致的物流体验，“哪怕是生活在天涯海角，都能够享受到智慧物流网络的便捷。”

对于无人机送货的创新式服务，多家业内企业做了评估和验证。

亚马逊表示，在技术成熟的时候，在合适的情景下，选用无人机送货，成本可以节约 70%，送货时间有望控制在 30 分钟以内，这种新的送货模式可以覆盖其 80% 以上的订单需求。

京东表示，在技术成熟、合适的情景下，选用无人机送货，成本可以节约 60%~70%，时间有望节约 60%。

Zipline 在非洲用无人机派送药品和急救物资的成功案例，也为当地政府和人民做出了贡献。

综上所述，无人机物流在时效性、集约性、廉价性、可达性、网络高覆盖和创造新需求等方面都有着巨大的优势和潜力，这也是全球范围内的商业企业、物流企业和科技公司都看好无人机物流的基本出发点，如表 3-4 所示。

表 3-4 无人机物流优势分析

优势	应用场景	评估	代表企业
低成本（配送）	乡村地区，电商配送	成本节省 60%~70%	京东、亚马逊等



(续)

优势	应用场景	评估	代表企业
低成本（支线运输）	四五线城市货运	和有人飞机比，在机组人员、造价和配套设施等方面成本低	朗星、顺丰、帆美等
机动灵活（支线运输）	四五线城市货运	和有人飞机比，减少了机组人员和配套设施等方面的制约	朗星、顺丰、帆美等
高效率（配送）	配送和综合物流系统	极速送达，30 分钟内	亚马逊
高效（盘点检视） 货栈堆场	快捷、节省人力	快捷、节省人力	—
可达性（送货）	偏远地区、特殊地点	弥补地面交通的不足；比有人飞机更灵活	DHL、顺丰和京东等
增值服务（配送）	高价值、高时效、新业态	创造新需求	—

【拓展阅读】布“天罗地网”：看京东无人机物流

京东作为世界范围内无人机物流领域的翘楚之一，旗帜鲜明地提出了以智能化平台为核心，通过无人机、无人仓和无人车等智能硬件，搭建“天地一体”的立体式智慧物流网络。

企业简介：

京东是中国自营式电商企业，创始人刘强东担任京东集团董事局主席兼首席执行官。旗下设有京东商城、京东金融、拍拍网、京东智能、O2O及海外事业部等。

1998 年，刘强东在中关村创业，成立京东公司。

2004 年，刘强东创办京东商城。

2007 年，成功融资数千万美金，自建物流体系。



2008 年，京东在成立十周年之际，完成了 3C 产品的全线搭建。

2014 年，京东在美国纳斯达克成功上市，市值高达 270 亿美元。

2017 年，正式组建京东物流子集团，京东物流联合中物联发布了中国智慧物流 2025 蓝皮书。

2018 年，在成立 20 周年之际，京东无人机成为首个国家级无人机物流配送试点企业。

京东物流隶属于京东集团，以打造客户体验最优的物流履约平台为使命，通过开放、智能的战略举措促进消费方式转变和社会供应链效率的提升，将物流、商流、资金流和信息流有机结合，实现与客户的互信共赢。京东物流通过布局全国的自建仓配物流网络，为商家提供一体化的物流解决方案。其中无人机物流是京东集团近两年表现最耀眼的板块。

在 2015 年乌镇的世界互联网大会上，刘强东提出要运用无人机作为工具，在全国村镇间建立无人机物流配送网络，由无人机来完成乡镇配送站到乡村推广员的“最后一公里”的任务。2016 年，经过不断的研发和探索，京东在无人机方面取得了重大突破，京东自行研发的多款无人机产品在上海举行的 CES Asia，以及贵阳举办的数博会上亮相。

无人机送货被看成了其突破瓶颈延续优势的一个重大探索。京东副总裁肖军称，农村送货成本 5 倍于城市，而无人机能很好解决成本问题。测试显示，在正常情况下京东无人机往返 10 公里，成本还不到 1 度电，也就是不足 5 毛钱，而且也比汽车配送得快。

2016 年 5 月，京东开始布局智慧物流体系，计划用大数据、云技术、无人车、无人仓和无人机，构筑“天地一体”的智慧物流网络，如图 3-20 所示。



图 3-20 智慧物流作业场景、京东无人机

2016 年 6 月，在江苏宿迁正式开展无人机试运营。随着无人机从宿迁双河站配送中心将数个订单的货物送至宿迁曹集乡早闸的乡村推广员刘根喜手中，标志着京东智慧物流体系的建设实现了一次重要落地。该次京东展示了 3 款无人机，载重从 10 公斤到 15 公斤不等，可自动装卸货，送货航程达 5 公里。

2016 年 11 月，京东无人机在成都郫县完成了西南地区的首单配送，在四川确定多条航线。同期，京东在陕西西安尝试用无人机投递包裹。

2017 年 2 月，宣布和陕西省战略合作，投巨资在西安布局无人机通航物流网络。京东与陕西省政府达成构建智慧物流体系的战略合作协议，内容涉及智慧物流体系、无人机通航物流体系、农村电商、跨境电商、互联网金融、传统物流体系升级等多个方面。双方将利用载重量数吨、飞行半径 300 公里以上的中大型无人机，合力打造全球第一个低空无人机通用航空物流网络，实现陕西省全域覆盖，推进陕西省传统产业转型升级，成为“一带一路”发展的重要推动力，并以陕西为中心辐射全国。

2017 年 6 月，京东在宿迁落成并投入使用全球第一个无人机运营调度中心。“618”期间，京东在西安和宿迁启动了无人机日常配送运营，主要服务于周边的农村用户。同期，京东的智能无人配送车为多地高校师生完成了货物配送任务。无人机和无人车构成天地一体智慧物流体系的雏形。



2017年7月，京东无人机飞行服务中心（以下简称“京东飞服”）在宿迁启用。该中心集无人机研发测试、运营调度、维护保养、人才培养、物流配送等多项功能于一体，是全球首个智慧物流运营调度中心，也是无人机人才培养和输送基地。

2017年10月，京东与中国人民解放军空军后勤部达成“物流军民融合”战略合作。双方将在运输配送、仓储管理、物资采购、信息融合、科研创新、力量建设、拥军服务、配套支撑等方面展开深度合作。

2018年1月，在空军后勤部指导下，某部队生活物资采购中实现京东无人机配送首飞成功，官兵表示：“当我看到无人机从远方飞过来的时候，心里十分激动，在偏远、高山上的连队，官兵日常生活用品补给非常困难，有了这种方便、快捷运输工具，是一个大的福利。”从参与军队后勤采购到物流演练，无人机在“军民融合”的政策环境下展示出自身强大实力。参与演练的V3无人机最大载重10公斤，最高飞行高度海拔2000m，飞行时长27分钟，全程自动驾驶，直至飞机落地，落点偏差仅1m，展示出无人机的强大性能。

2018年1月，在达沃斯论坛上，刘强东表示将在中国建设上万个无人机机场，所有的商品都能在24小时之内送达给中国的消费者。在京东的物流体系中，“211限时达”“次日达”“极速达”“京准达”“京尊达”等服务基本覆盖中国广大城区。而对于农村物流，刘强东曾表示，虽然京东集团的物流已经覆盖了全中国，但是农村物流成本高的问题没有解决，未来只能靠无人机解决。

2018年2月，京东获得民航局西北地区管理局的授牌，成为首个国家级无人机物流配送试点企业。2018年2月，京东物流完成25亿美元的融资。



京东已步入发展的快车道，它以无人机等智能硬件为支撑的智慧物流值得期待。通过盘点其无人机物流发展史，归纳以下几点启示：

### 1. 高屋建瓴，把无人机物流纳入整个智慧物流体系

智慧物流整体架构体现在智慧化平台（“大脑”）、数字化运营（“中枢”）和智能化作业（“四肢”）三个层面如图 3-21 所示。整个体系依托大数据、云平台和智能运营调度，通过仓储、运输和配送等环节的无人机等智能硬件，实现智能化、自动化和最优化的物流服务，目标是成为全球物流体验标杆。



图 3-21 中国智慧物流 2025 应用展望框架

### 2. 更侧重于解决乡村的末端配送难题

京东有自营的强健的传统物流网络作为后盾，后者主要解决了城市配送问题，两者的融合发展构成物流配送的“天罗地网”，有望以合理的成本覆盖城乡不同区域的全部用户需求。

### 3. 以用户体验为核心，打造无界零售、无界物流

继无人仓、无人车、无人机之后，其无人便利店、无人超市，以及和沃尔玛、腾讯社交终端等合作伙伴的密切合作，面向社会开放物流资源，输出技术协同发展等一系列密集组合拳，让人叹为观止。



京东有点像中国版的亚马逊，希望京东在战略规划、科技创新，以及坚守初衷方面持之以恒，这必将在自身发展的同时，对全社会在经济新常态下的产业结构升级、提升发展质量、乡村振兴和惠及更多民众方面起到正面示范效用。

资源来源：<http://www.chinawuliu.com.cn/lhhkx/201705/19/321453.shtml>

### 3.4 转型与重生：化解不利因素

前文提到，无人机物流具有众多的独特优势，但即便这种新技术有这么大的优势，为什么在几年后它仍然没有被推广，反而有那么多争议和质疑呢？新技术具有两面性，尤其在应用的初期，由于它们自身不够完善，加上经验不足以及受社会公众的习惯性影响，发展往往存在迟缓和反复的情况，如表 3-5 所示。

表 3-5 发展无人机物流的不利因素

不利因素	原因	对策
技术瓶颈	实用性、经济性和可靠性有待提升	在智能避障、操作便利、续航和控制距离等方面优化
运营瓶颈	落地接洽、衔接和管理经验等不完善	具体场景下精细化管理，不断积累经验
意外因素	意外的信号干扰、飞鸟撞击等	优化航线规划、完善预防机制
政策监管和法律问题	空域申请、监管和协调	政府、行业和企业联动机制
噪声问题和道德问题	技术和社会大环境等因素	优化航线、技术提升和正面宣导

开展无人机物流的不利因素体现在以下几个方面：

1. 现阶段无人机物流在技术和运营管理上的一些瓶颈问题尚待克服

面临的技术瓶颈，主要体现在智能避障、签收、自动卸货、控制距离、续



航时间、载重、重心控制及补偿、高可靠性和应急处理等方面。

运营管理上存在的问题，主要有调度和落地接洽、合理的工序衔接、岗位配置、高效的运营流程，以及经验欠缺等方面。

### 2. 突发的恶劣气象条件、意外的信号干扰和飞鸟撞击问题

在执行任务的途中，突遇狂风暴雨、沙尘暴、烟雾尘霾、电磁干扰或其他信号干扰都会导致无人机失去控制，引发原路返航；丢失或坠毁导致“机毁货失”；飞行途中不幸被飞鸟撞击也可能导致坠机。

### 3. 政策监管和法律问题

在全面深化改革的背景下，无人机物流这种朝阳产业有望获得政府支持，但同时企业需要先行申请空域并获得批准，适航的无人机需要预留监管接口，方便同民航和军航的沟通管理。适航认证，在安全管理和监督航线安全问题方面，以空中交通管制（ATM）系统、故障在线诊断系统以及应急遥控系统作支持。

可能面临的法律问题，比如无人机自带的相机在飞越住宅区或敏感区域时涉及人们的隐私或有关机密等情形。这些问题都需要合理的预防和管理才能加以解决。

### 4. 噪声问题、道德问题和理念问题

在无人机送货普及之前，需要妥善处理噪声问题，大量的低空飞行可能会产生一定的环境噪声，对环境带来噪声和其他方面的影响。而送货过程中遇到人为拦截、偷盗，以及人们对新事物的习惯性、恐惧性抵制。

最后，需要特别说明的，是无人机物流作为一个新兴产业，和以往任何新技术的发展历程一样，从概念萌芽、产品验证，到局部应用和迭代升级，再到逐渐被大众认同和普及，需要一个过程，每一个阶段都要经历和面对。

以下小节将从几个角度来分析化解不利因素的思路。



### 3.4.1 技术与运营

要有效解决问题，首先要有务实的态度。即便是再先进的技术，也需要服务于用户的实际需求，产生实实在在的效益。无人机物流的应用，首要的问题是要选择好使用场景。以当前呼声最高的我国乡村市场为例，有6亿左右人口的配送需求，明白地摆在那里，而且市场增速高于城镇市场，但传统的大部分物流企业却不愿去做这个市场，因为它们是以传统的“人+车”的模式去做，乡村地广人少平均需求少，造成配送收入无法覆盖高昂的配送成本。因此大部分物流企业的配送网点最远也只是止步于县（区）乡（镇）一级，再往村（社）的配送主要靠村民前来自取，并且还要额外支付费用。这就是大部分乡村配送市场（尤其是偏远区域）的实际情形。在市场经济条件下，企业的选择无可厚非，但是乡村人们的生产和生活却有诸多不便，国家的扶贫政策、乡村振兴等惠民政策也难以有效贯彻落实。在这些区域实施无人机配送具有很大的经济价值和社会意义。

选择好应用场景，项目落地就成功了一半。接下来很关键的是产品和技术细致打磨，要求对送货无人机的载重、续航时间、服务半径、环境适应性、可靠性以及货仓的匹配等做好前期规划，在后期的产品研发和生产测试等环节要严格把控，确保其实用性、经济性和可靠性。在项目运营上，除做好政策规定的空域申请外，需要对起降点、航线勘测、调度监控，以及飞行预案等做到精细管理。

综合来说，产品要过硬，技术要做精，并要统筹规划、周密部署，严格按照规范和标准实施作业。

### 3.4.2 政策与监管



行管理等方面系统地进行梳理。结合国内外行业发展的情况和处理问题的经验，提出以下建议：

### 1. 面对新事物，政策制订需要兼顾的几个方面

(1) 兼顾支持新技术、新事物的发展，与社会公众的顾虑。新技术极具生命力，但它的发展又不可能一步到位，在初期可能存在技术瑕疵，加之部分从业者或使用者可能有意无意地影响到他人利益乃至公共安全。在此情况下需要结合实际及时出手，保护合法、合情合理的新技术的开发和应用探索，重点劝诫不合情理、有违公众利益的行为，打击违法、威胁他人利益、和社会公众安全的行为。

(2) 立法和执法有个重要的参考准则，“两利相权取其重、两害相权取其轻”，在没有调查研究和全面评估的前提下，粗暴地“一刀切”式的立法和执法是不负责任的懒政、庸政行为。

(3) 兼顾短期利益和长远利益，辩证地对待新技术的应用。鼓励创新和除旧布新等精神原本就是对新技术的支持，否则，我们哪里会有进步呢！新事物的管理没有现成的经验可循，客观上会给监管工作带来不小的压力，但最先介入的部门将会积累更多的专业经验、能力和资源引流。

### 2. 监管需要快速反应，管放结合

在遇到企业或民众无人机空域申请等新需求时，有关部门需要在记录、调研和评估后快速回应，对于能够促发展、惠民生的事项需要重点支持，加快审批流程进度。对那些可能危害他人、公众的因素需要明确态度，快速制止。对于超出系统权限的申请，需跨部门、联合办公的事项，接洽部门也需要快速协调资源，尽快出具合理合法的结果。

在监管无人机飞行的问题上，除军方按国家规定进行监管外，地方政府更需要做到“管放结合”。对于少数危险操作、违法行为严格执法，守住安全底



线；对于大多数安全的、法无禁止的、合情合理的飞行和测试该放就放；同时，须向公众明示哪些区域（行为）属于危险区域（行为），引导行业健康有序发展。另外，可借鉴国外好的经验，由某部门牵头成立联合办公室，研发公共监管平台，在技术上提升监管的效率和便捷性，成立融合空管理域试点等。

### 3.4.3 社会与公众

无人机物流，代表着未来的发展趋势，必将为经济、社会和民生创造巨大价值，在应用初期存在瑕疵在所难免。社会公众需要多一分包容，并积极地了解、监督和反馈。公众对新事物的了解和适应也有个过程，政府和从业者也需要有计划地、耐心地向民众做好科普和宣传。人们在对无人机物流的作业方式、经济性和实用性了解之后，会逐步减少顾虑，转为支持并积极建言献策。

最好的了解是参与进来。企业需要鼓励和引导民众亲身参与到新事物中来，有步骤地按由易到难的规律培养民众参与的热情和技能，越早参与的人越有机会对新技术了解得更多、更深入，这对于极具前景的行业来说，早期的参与者无疑比旁观者多了几分技术价值外溢的机会。

经济新常态下，在供给侧结构性改革、产业迭代升级、弥补发展短板等方面存在重大的发展机遇。对于那些能对接市场需求的新技术，国内外有战略眼光的企业都在大力发展，腾飞的“奇点”说来就来，一旦到来机会就会瞬间溜走。因此社会和公众需要积极介入，并和企业良性互动，形成技术实践的正反馈，我们的竞争力就能得到夯实。

#### 风起的时候

在大多数情况下，技术和市场相辅相成、相互印证、相互促进和影响。

无人机物流，当前正处于技术更迭完善，以及科学的规划管理的征途中，



并凭借自身“可达性”“高效率”“低成本”“低人力”和高覆盖率等先天优势，被各国政府青睐和重视。近期，各国政府均在逐步放宽政策，鼓励和引导产业的发展。比如德国对 DHL 的支持和引导，以及澳大利亚、英国等政府的支持，比如近期日本对邮政和快递业使用无人机的试验，再比如美国的无人机融合试点计划。在此背景下，企业更加需要放远目光，考虑长期的发展趋势，而不是被眼前的利益所局限，不应因当前某些不完善的机制束缚而裹足不前。

国内外各大巨头、创新创业公司对无人机物流的部署实践、成果积累，表明无人机物流早已不再是遥远的概念了，具备了前瞻意识的企业都在摩拳擦掌，变革一触即发。

未来条件成熟时，“奇点”来临，无人机配送市场一旦打开，将会是对同城小件配送效率的极大提升，同时也是对传统配送业务的一个冲击，企业要有一定的危机意识和对市场的敏锐度，尽早了解并利用好新技术、新装备，才能永葆基业长青。

在我国国内，很多企业都在尝试，用无人机或者机器人实现无人化的快递运输，以期提升整体运行效率，平衡经营风险和降低成本。这种场景对于电商和快递企业的业务下沉是有积极意义的，很多之前不通快递的地方可以利用无人机来提供服务：用户无论身处天涯海角、天南地北，都能享受到物流的便捷性。除了到达的便捷性，这些地区往往还缺乏足够的业务量来支撑建设物流点，所以无人机送货也在很大程度上能平衡物流的成本问题。从趋势来看，机械化、自动化、智能化和无人化是物流业的大方向。

无人机在运输中的应用不仅局限于短途配送，中远距离的支线运输也是极为重要的分支。海岛的无人机物流运输和配送，不仅解决了传统运输方式的局限，而且不需要大型机场即可方便起降和运营，运力突破。



## 想象空间非常巨大

只要是能够提高生产效率的工具，一旦其经济性和安全性达到实用化的程度，普及就是顺理成章的事情了。无人机物流的初期目标预计有以下几方面：

(1) 以合理的成本和效率满足经济欠发达地区、乡村地区、郊区和偏远地区的人们在生产和生活中对物流的需求。

以中西部农村地区为例，这些地方地域广、人口少，基础设施薄弱，物流网络和服务跟不上，这直接产生两个后果：一是当地人收到网购物品的时间往往比发达地区要长很多；二是农土特产品不能及时运出去。

据统计，2016 年，我国人口数量约为 138271 万人，城镇化率达到了 57.35%，发达国家城镇化率是 80%~90%。应该说，我国的城镇化率还有一定空间；但是，这一进程不是一蹴而就的，需要有个缓冲的时间。我国是人口大国，在一定的时间内，乡村都还有大量的人口，绝不能忽视乡村地区人们的生活需求，这是关系公平的问题，也是关系到资源配置效率的问题，也影响到社会发展的均衡和谐。

(2) 解决部分情景下物流的可达性瓶颈。在一些地区或场景下，单靠地面交通和人力，无法及时输送物品。比如有些海岛、偏远山区、边防哨所，或者其他一些情境，用无人机就能够实现物品送达，而且比有人驾驶的直升机更经济，也能减少驾驶员不足的制约，降低驾驶员伤亡的风险，对机场和配套设施也没过高的要求。

(3) 建设完善的、经济的“空中高速公路”，提升物流运力和效率，在一定程度上分担货运车辆带给地面交通的压力。

在我国很多地区，地面的交通已经不堪重负。尽管地铁和高架桥修了很多，但是地面的承载和负荷是有限的，除了引导人们合理出行外，适当发展和利用“空中高速公路”，能疏解部分货运难题，并满足“闪送”需求，是一种



值得探索的方式。

(4) 作为快递业应对人口老龄化和人工短缺等问题的一种有效方案。无人机运输具有机械化、自动化的优势，这正好可以弥补派送包裹的人工不足的问题，尤其是在节假日、购物节以及物流高峰期等情况下。

(5) 提升产业链的竞争力和造福人类。当前，凡是大众化的商品，其竞争力往往不仅仅是局限于商品本身，而是包括从原材料到成品的整个产业链的竞争，这其中物流的效率和竞争力尤为重要。

移动网络的5G时代悄然临近，AI正在变得无比强大，全世界的联系和交流在加强，“地球村”的切实体验在加强，人们的触角几乎延伸到地球的每一个角落，人们会有更多的需求有待满足。比如“懒人经济”“高温和极寒经济”等，到最后都需要克服物流这一“短板”。不放过任何提升竞争力和创造价值的机会，引入先进的生产工具和管理理念，显得尤为重要和迫切。

物流是个复杂的系统工程，无人机怎样深度融合进去、怎样配置无人机、从哪段到哪段使用它才有最高效率、最佳效益，才能产生最大价值等，这些都需要深入调查研究和严谨的规划部署。开展无人机物流的宗旨，是本着“善”的理念，运用先进的工具，去创造价值。这种价值可能是经济价值，也可能是社会价值，要实现这种价值，必定离不开详细的调研和科学的规划。



## 第 4 章 无人机物流行业的未来

新技术是否具有足够强大的生命力？能够走多远？最终需要看技术转化为生产力这一内因和环境“时势”这一外因，两者是否能相互融合、相互成就。放眼国内外经济和技术领域，无人机物流的发展将是一种长远的大趋势。



从国外的谷歌、亚马逊、DHL到国内的京东、顺丰和中国邮政，这些行业巨头在无人机物流领域耗费巨资、连年投入，必是看准了该领域的巨大商机和潜力，其商业行为其实是一种长远布局或战略卡位，在他们眼里，选择无人机物流乃是选择大势。

不谋全局者不足以谋一域，不谋万世者不足以谋一时。

让科技成果转化现实的的生产力，有战略眼光的企业，必然会抢先布局，积累应用基础，取得关键技术和专利领先，获取优势的商业资源。

很多人、很多企业，往往走入一种误区，在投入方面“过于现实”，只盯住眼前或至多一两年之内可能发生的事，往往不愿意把目光放得更远，不愿意对新技术做更深入的调查研究，不愿意在新产品的前期开发阶段去多做一些基础性、奠基工作。立足眼前，脚踏实地，这本身并没有错。但是，如果对新技术研发的投入过于吝啬，则会造成短视。在信息高度发达的当下，难度不高的技术或者深度不够的商业模式，很容易被人模仿。因此，仅仅关注一两年的趋势是远远不够的，还必须关注三五年，乃至十年之后的技术演变趋势和社会需求，并做一定的准备工作。

移动电商 O2O 时代和新零售时代为社会带来了巨大的冲击。一方面，信息技术和支付技术取得了飞速发展，改变了人们在生产和生活中的行为习惯，用户体验也非常好；但另一方面，物流服务水平却并没有跟上节奏，以末端配送为代表的物流，甚至在很多情况上成为完成商业闭环的瓶颈。

人口老龄化问题在蔓延，其引发的人工短缺和成本高问题在一步步紧逼物流企业。经济全球化的大趋势没有改变，生产和消费的资源要素在全球范围进行配置，整个产业链的竞争力变得异常重要，而产业链的竞争力很大程度上受制于物流的竞争力，物流的竞争力受制于技术装备的自动化和智能化程度。

地区之间经济发展不平衡，人们的生活福利差别很大。改革开放以来，由



于政策和地理上的优势，长三角地区、珠三角地区、京津冀地区、辽东半岛和山东半岛等东部地区快速发展，已经成为我国经济最具活力、开放程度最高、创新能力最强、吸纳外来人口最多的地区，发挥着对全国的经济和社会发展引领作用。这些区域后续的发展速度，受限于基数大、可开发空间有限等因素，可能会略有放缓，但是，其在基础设施、产业配套、商业理念、体制机制、资金和人才等方面仍然具有极大的吸聚优势。而我国广大的中西部，除去少数直辖市、省会城市和个别比较发达的城市之外，大多数地区发展滞后，经济和社会发展水平，同东部存在明显差距。同时，这些经济欠发达地区在自然资源和土地资源等方面具备一定的后发优势，亟待吸收资本和技术等资源奋起直追。

“一带一路”倡议给国内物流行业的发展带来巨大机会。2015年，中国与“一带一路”相关国家双边贸易总额达9955亿美元，其中与中亚、蒙古地区的贸易总额分别为2128.77亿美元、350.50亿美元。贸易往来中有大宗商品，也有地区特色的农产品、工业品和工艺品，“一带一路”经济带沿线的商贸和经济活跃度提升，蚕桑农土特产物流亟待上行。这不仅需要亚欧大陆桥等铁路运输，也需要航空运输和其他物流形式作为配套。

经济和社会的发展，必须有先进的物流体系作支撑，结合地区特点、基础设施的建设周期和经济性考虑，合理发展无人机物流作为补充，未尝不是较好的途径。

可以预见的是，无人机物流将大有作为！

## 4.1 应用场景

### 4.1.1 契机：技术和情境的融合



作为物流业降本增效和创新服务的工具，其应用范围除了末端配送之外，还体现在中远距离的支线运输、仓库管理和货栈盘点等方面。具体的应用情景举例如下：

### 1. 末端的无人机配送

通常情况下，空中送货的直线距离一般在 10km 以内（对应地面路程可能达到 20 ~ 30km，视具体地形地貌的影响），单程飞行时间在 10 ~ 15 分钟，载重在 5 ~ 20kg。这方面的应用主要有：

- (1) 派送急救物资和医疗用品。
- (2) 派送文件、证件和急需的轻便物品。
- (3) 延伸网络触角，提高派送覆盖范围。例如乡村、偏远地区、边防哨所和海岛等具体场景。
- (4) 闪送、极速派送，创造增值服务。
- (5) 条件成熟时，协助或部分替代快递人员配送日常包裹。

### 2. 大载重、中远距离的支线无人机运输

送货的直线距离一般在 100 ~ 1000km，吨级载重，续航时间达数小时。这方面的应用主要有：

- (1) 跨地区的货运，固定航线、固定班次，标准化运营管理。
- (2) 边防哨所、海岛等物资运输。
- (3) 山区、高海拔地区、江河流域等陆运不便的情景。
- (4) 中远距离的三四线城市之间的货运。
- (5) 物流中心之间的吨级货运。

### 3. 中载重、近距离的无人机运输

是指介于无人机末端配送和支线运输之间的运输任务，例如载重 50kg 左右、直线距离 30 ~ 100km，适合配送中心之间或站点之间的货运调拨，作为配



送站点之间传统运输方式的补充。

### 4. 无人机仓储管理

例如大型高架仓库，高架储区的检视和货物盘点；例如货栈堆场的物资盘点或检查巡视，这类堆场比如集装箱堆场、散货堆场（如煤堆场、矿石堆场和垃圾堆场）等。

以上列举了无人机物流的部分情景，未来远不限于此。但是，在市场培育的初期，由于经验欠缺和技术瑕疵等因素，主体企业切忌急于求成。长远的规划、周密的部署以及配套工作的准备等缺一不可，在技术设计的细节上显得尤其重要。

不同应用情景下的产品，其特点和侧重各有不同。支线运输无人机作为传统航空货运的有力补充，主要定位在三线以下城市和地区之间，起降场地要求有相对专业的机场配套，同时要求具有较大的载重量、较远的航程和较长的续航时间，能源补充和设备运维类似于通航的特点。而对于末端的配送任务，实际的应用场景是短距离、小载重、多批次和小排量，市场更侧重要求便捷快速、机动智能和安全可靠等特点，改善用户体验是其最重要的初衷，对于起降场地要求相对简单很多。

无论是哪一种情景，成功的商业应用必须以准确的市场定位为前提，以此为基础，把握用户需求，在技术维度科学设计适合对路的产品，在实用性、经济性和可靠性等方面力争做到最优，并以好的管理作配套，最终达到用户满意的效果。

#### 4.1.2 升华：准备好迎接“奇点”

“我们的未来不是再经历进化，而是要经历爆炸”，这句话是信奉技术“奇点”的科学家的共识。



技术“奇点”是一个根据技术发展史总结出的观点，认为未来将要发生一件不可避免的事件：技术发展将会在很短的时间内发生极大的接近于无限的进步！当此转折点来临的时候，旧的社会模式将一去不复返，新的规则开始主宰这个世界。我们笃信无人机物流也有类似的“奇点”，当前正处于“奇点”来临前的窗口期，具有十分难能可贵的发展机遇。一旦错过眼前的这个机会，后期再介入可能会付出极高的成本和代价。

结合市场需求、技术特点和客观现实来看，无人机物流的发展，可能会出现如下情形：

(1) 首先在特定场景、乡村地区、偏远地区和经济欠发达地区，比如西部、农村、边防哨所和海岛等地方率先开展起来，延伸物流服务的覆盖面，提升物流效率，同时积累技术、经验和数据，并持续进行改进和完善。

结合地区实际，发挥新技术的优势，通过多种方式、多管齐下的物流建设，使物流的基础支撑作用得到夯实和提升，经济成果和社会服务更加便捷普惠。人们对美好生活向往与发展不平衡的矛盾得到缓解。

在不远的将来，吐鲁番的葡萄、中宁的枸杞、东宁的黑木耳、黄河的鲤鱼、汾州的核桃、西藏的冬虫夏草、青海的牦牛肉干、信阳毛尖、云南普洱、广西的罗汉果、广东的荔枝以及海岛的鱼鲜等农特生鲜将成本更低、效率更高和更便捷地输送到市场，为产地的人们增收，而消费者也有望享受到更好的产品、更低廉的价格。

(2) 然后在此实践的基础上，逐步向发达地区和大体量的市场推广。新技术的应用大力提升了供应链的竞争力，从而助力一批设计企业、科技研发和制造业企业的竞争力得到提高，比如服饰设计、电子研发、极致体验式新业态以及创新生活服务。

(3) 促进消费升级，尤其是原先的欠发达地区，物流服务水平提升，



能够直接改善人们的消费体验，对人们的购物习惯产生积极影响，进而影响零售企业、连锁企业等的业务覆盖、业态变革和升级。

新零售、新物流、空中快递等新模式和新技术的创新应用，颠覆了消费端到生产端的体验，使供给和需求进入良性的互动循环，大力促进产业升级，以及经济和社会的发展。

技术奇点一定会来却不知何时，一旦来临却是爆炸性的威力！我们究竟该如何应对呢？答案是做好准备。对于有幸参与进来的业内人士，一定要辩证地认识机遇和问题，尽可能地在技术和管理等方面做到精细周全，做到既放眼未来又能脚踏实地，走好见证奇迹的每一步；而对于大多数社会大众而言，最重要的是要有积极的心态，了解新技术的安全知识和应用常识。

4.1.3 预判：可能的三个阶段

无人机物流作为新技术应用的一种，萌芽、发展、成熟和完善这些阶段也必然要经历，初步设想为以下三个阶段（表 4-1 作为参考）：

表 4-1 无人机物流发展三阶段设想

2012 年 ~ 2017 年	萌芽期	提出研发和试点计划，并进行探索和实践，积累技术、专利和经验；政府和社会公众态度转变。	亚马逊、顺丰、极飞、DHL、京东、谷歌、沃尔玛、Flirtey、Zipline、Flytrex、中国邮政、菜鸟、圆通、帆美、尤维斯、朗星、苏宁、迅蚁和天机等
2018 年 ~ 2022 年	机遇期 (窗口期)	先锋企业树立标杆，拓展市场，并积累技术和营运壁垒；新应用开发；资本介入；后来者加速布局	部分先发企业沉淀下来；商业、流通、科技、资本以及互联网公司入局
2023 年 ~ 2027 年	新阶段 (推广普及)	形成一定技术和市场壁垒；先锋企业获得稳定回报；市场平稳发展，行业间发生并购	剩余少数企业占领大部市场；少数新入局的企业带来局部创新



**第一阶段，2012 年至 2017 年，属于无人机物流的萌芽期。**

在此阶段，国内外许多公司纷纷提出相关概念和计划，并逐步探索实践，从最初的简单的应用案例、模型、模式和实验开始，到尝试同政府有关部门的沟通合作，争取合理的法律监管以及社会公众的支持。

有关部门的态度也有个转变的过程，从一开始的模棱两可、不知可否，到基于安全等因素的简单限制政策，再到默许、支持引导和积极监管的转变。这种转变将为新技术应用提供了好的环境，也减少了投机行为。

萌芽期值得重点研究和学习的企业有：

(1) 美国的亚马逊公司，在前期，由于美国政府在政策上的限制，一度影响了无人机送货在美国本土应用的进程；该公司一方面在加拿大、澳大利亚，以及英国等美国以外的地方开展业务，另一方面，继续跟美国政府有关部门沟通和谈判，最终在 2017 年得到批准，预计项目进程会加快。

(2) 德国的 DHL 公司，这是个务实而幸运的企业，获得了地方政府的支持和引导，已经开辟了试运营区域，加上德国人的严谨和实干精神，DHL 的无人机送货将稳步推进。

(3) 顺丰速运，是我国最早尝试无人机送货的企业。无人机送货和原有的航空货运网络相结合，使得其物流能力和服务水平再上新的台阶。在江西赣州获得牌照，在四川成都设立无人机基地，吨级支线货运无人机成功试飞，顺丰的每一步都很稳健扎实。

(4) 京东物流，起步晚、推进快，近两年全力打造包括无人机、无人车和无人仓在内的“天地一体”式智慧物流体系。在江苏宿迁运营无人机物流调度中心和飞行服务中心，和陕西省政府合作建设无人机物流通航基地，京东大力推进的无人机货运，将使其物流能力如虎添翼。

(5) 国内外其他企业，比如 Flirtey、Zipline、Flytrex、沃尔玛、谷歌、苏



宁、迅蚁和天机等。

**第二阶段：2018 年起，3~5 年的时间，可能是无人机物流行业的窗口期和机遇期。**

在此阶段，无人机物流的硬件和软件技术，将随着 AI 技术、物联网、信息技术和支付技术等的高速发展和相互影响，以及 5G 商用的推波助澜而不断完善和可靠，加上市场力量的推动和政府的因势利导，其经济性、安全可靠、应用场景精细性和配套规范性将获得质的提升，“空中快递”将变得喜闻乐见。部分先锋企业在长期的实践中积累了一定的技术专利、管理经验和先发资源优势，成效逐步显现，行业壁垒也开始出现。

通常情况下，萌芽阶段已经崭露头角，并且有所积累的企业将在此阶段继续保持和扩大优势。新的科创公司，可以在细分市场和局部有所作为。此阶段可能有产业资本的介入和助推，在一定程度上加速行业的发展。

**第三阶段：大约从 2023 年起，顺延 5 年左右的时间，是行业发展的新阶段。**

在此阶段，知识产权、技术专利、管理模式和新应用开发等将在市场和技术的合力作用下提升到新的高度和层次。

预计这一时期无人机物流处于推广和普及阶段，处于先发优势的先锋企业将会获得丰厚的收益和回报；同时，市场不断迎来新面孔，竞争有加剧的趋势，行业内洗牌的情况可能出现，新应用发展的脚步开始放缓，整体处于平稳向上发展的时期。

总之，使用无人机物流会与其他物流方式一样便捷安全，人们将习以为常。至于是否选择无人机派送，只需考虑是否必要，再也不需要担心技术、安全等其他因素。同时，在 AI 和物联网等技术的发展和推动下，机器人、无人机、无人仓和无人运输等先进物流形式，和原来的物流资源和模式匹配融合，形成高度自动化、智能化的智慧物流，更好地造福人类，并使人类的活动范围



延伸得更远……

### 【拓展阅读】Flytrex 无人机物流案例

企业简介：Flytrex 公司成立于2013年，位于经济和科技发达的以色列的特拉维夫，是一家为无人机配送提供软件和硬件支持的科技公司。以色列非常注重科技发展，它的无人机在军事领域处于世界领先地位，在民用领域发展也很快，该公司是物流业应用的代表。尽管公开信息并不是很多，但是这家小型科技公司在无人机送货方面取得的成效有目共睹，并极具启示意义。

2015年6月，Flytrex 公司推出送快递的无人机，可以用遥控器控制飞行，也可以3G网络自动飞行，续航时间35分钟左右。它的一个独特之处在于，顺丰和亚马逊等公司会在无人机上搭载箱子盛放货物，Flytrex 的机身框架两侧装有挂钩，并有两个自定义绑带，可以较为灵活自由地附挂各种小型、轻量级的包裹。

2017年1月，Flytrex 获得了300万美元的投资，用于开发无人机配送解决方案，该公司的项目有欧洲的电子零件配送，也有非洲的救命药品配送，还有与乌克兰国家邮政局 UkrPoshta 合作的快递配送。公司创始人兼 CEO Yariv Bash 表示，无人机配送的未来是属于一大批以改变消费者的行为作为长期目标的公司，这种方案将成为即时在线购物体验的重要支撑，将改善货物从商家到客户的末端配送环节。2017年7月，Flytrex Mule 外卖无人机不需要着陆就能把啤酒送到用户手上。该款产品是一种八轴飞行器，载重量6磅（约2.7kg），续航里程为14英里（约22.5km）。为了提高配送效率，无人机并不会着陆，在到达目的地后（一般是私人家庭），设备采用绳降的方式安全放下货物。



Flytrex 会和商家或物流公司合作，计费方式是起步价加上飞行的里程综合计费，而使用无人机的公司可以通过 FlyTrex 的应用程序接口来控制无人机。

另据消息，该公司正在和一家代理邮局洽谈合作，为他们在未来几年里提供包裹送地服务，配送区域是一些“未知的城市地段”。

2017 年 8 月，Flytrex 和冰岛的在线服务商 AHA 合作，在冰岛首都雷克雅未克推出空中快递服务。据了解，该公司在与冰岛运输管理局进行了细致的监管流程对接之后，获批实施自主无人驾驶交付系统。无人机快递交付地点被一个大型海湾隔开，通过无人机派送能大量节省宝贵的能源和人力，而传统的地面送货模式过于迂回曲折，效率低下。试运营过后，Flytrex 和 AHA 打算沿着多条航线运送包裹，直接把货送到用户的后院。初期运送的品类主要是食品和消费级产品。本项目中无人机可实现直线距离 6 英里（约 10km）内携带 6.5 磅（约 2.9kg）重的包裹，相比传统送货方式的 25 分钟，无人机空中配送时间为 4 分钟，同时在成本方面节省了 60% 左右。AHA 公司高层表示，目前在线交货订单大幅增长，尤其是零售品；预计未来，随着消费者体验无人机交付服务，交付的时间大大缩短，这一增长将会延续。

Flytrex 公司表示，该公司一直在努力提升在线物流技术，他们的解决方案快速、智能、安全和实用，显然优于其它传统地面物流方案。

综合来看，该公司的平台主要针对希望参与到无人机配送业务的快递公司或大型零售商，为无人机配送的跟踪和管理提供硬件支持和云计算解决方案。同时也在开发针对点对点或点对区域的无人机配送硬件。尽管公司现在规模不是很大，但是很有雄心壮志，曾表示将其空中快递技术拓展到全球！业务极具发展潜力。这代表的是一种趋势，科技和市场有效结合



必将大有可为。在未来几年里，人们在外卖送餐、紧急用品以及景区旅游等情景下都可能获得与以往完全不同的服务体验。而所有这一切的顺利实现，都有赖于类似 Flytrex 这样的企业的创新和努力。

## 4.2 未来的颠覆与重构

### 4.2.1 业态：提前布局

无人机物流涉及运输、配送和仓储等多个作业环节，涉及城市和乡村等广阔的市场，需要整合多种技术和资源，需要先进的方法和流程作配套，这就必然会产生多个细分市场，衍生出许多新的业态。举例如下：

(1) 中远途支线货运无人机的开发和应用。国内的顺丰、京东、帆美和朗星等公司已经开发出这类产品并在实飞测试阶段。这类无人机多由传统的货运飞机改造而来，从有人驾驶转变为无人驾驶的优势在于机组人员配套、调度灵活性和风险控制方面。

这类货运无人机的特点是载重在吨级以上，航程 1000km 左右，续航时间久。对于四五线城市，或存在航空货运市场但规模不是很大的地区，发展支线无人机货运可以填补空运的空白，提高物流的时效，建设和运营成本又不至于太高。此外，这类无人机体积较大，采用燃油动力，需要小型机场提供飞行配套服务，可以有效利用通航的资源，借鉴通航的管理经验。

(2) 用于末端配送的智能无人机。这类无人机的特点是载重量小、飞行距离和续航时间较短、高智能、高可靠性和灵活便捷。该类别的具体应用可分为很多种细分场景，每种情景下对产品的航程、载重量、容器和签收等的要求不尽相同，产品设计和运营管理需要以场景为核心。相信在未来几年的时间里，各种各样的细分市场的智能无人机配送模式会逐步成长起来。



(3) 仓库盘点用无人机，需要有抗干扰、室内航线飞行、识别条码和高清图传等能力。

(4) 各种硬件配套设施。物流无人机要安全可靠地实现特定的任务，必须要有与之配套使用的软硬件设施。

比如智能配送容器或配件，需要在通信、材质、结构尺寸等方面适合具体的送货情景。自动装卸装置，初期主要是自动卸货，出于安全和便捷性考虑，自动卸货功能确保飞行器不与用户发生直接接触，用户只需要接触包裹即可，发展到成熟阶段后，则有可能同无人机配送中心互相配合，在装货端也实现自动化作业。全自动飞行控制系统，能按预设航线自动飞行和精准定位，通过无人机自带的卫星定位、机器视觉和地面引导技术，精准控制误差，达到 cm 级别。订单处理系统（pc 端和 App 端），方便用户下单。电子签收系统，快递袋或包裹在用户收到的同时，进行电子签收（手机 App 通信），同步回传到配送中心。意外处理系统，比如伞降保护装置，飞行途中遇到恶劣天气、意外干扰等情况失控时启动伞降保护，可以最大限度减少或降低对设备、包裹和第三方的伤害。

智能无人机配送中心，提供以下几种方案及思路：

1) UPS 是利用货车改建，具有自动起降、存放和充电等功能。

2) 亚马逊一是建设蜂巢式智能无人机塔，二是建设“空中航母配送中心”（AFC），除了方便无人机起降、存放和充电等基本功能外，可能还增加了自动配货功能，设备容量也更大。

3) DHL 是在地面建设无人机专用配送站。

相关的配套产品还有 RFID、机器视觉、图像和语音等智能处理配套方案。

(5) 商用软件开发和空管服务等。

例如，无人机物流管理和调度系统，一些必备的功能有：地网配套衔接、



航线规划和管理、空中交通管制、对讲、调度、操控、实时航线坐标和实景监控等，应急处理并预留监管接口和第三方商用接口以及负责数据流处理和存储的服务器、云平台等。

(6) 保险金融，像车船飞机等其他运输方式一样，无人机运输要开展大规模商用，保险服务也必不可少。

设备本身、包裹和第三方险，随着技术的成熟和管理的完善，实际发生保险赔付的概率极低，保险公司必然有利可图。当然，万一意外出现时，保险公司可提供专业高效的定损和理赔服务，有助于无人机物流企业卸下包袱，专心做好主营业务。

(7) 在深化改革和创新精神的培养下，通过技术变革，延伸物流的触角以及极速送达的实现，传统意义上的时空阻隔将被打破，这势必创造培育出很多新的增值服务、新的商业模式、新的经济增长点和市场空间。企业和商家拥抱变革、创新协同，价值链势必得到延伸，整体竞争力将更上层楼。

(8) 关于合作模式、服务方式。传统的商业流通企业，比如商超、连锁、电商等企业，为了提升业务覆盖面，或提升物流水平，可能会独立开发无人机送货业务，也可能和专业领域的科技公司合作；与之类似的，传统的快递物流企业也有类似的选项。传统企业有市场，有业务运营经验，科技企业有先进的技术和专利积累，可以优势互补。

站到站的模式：顺丰等企业侧重于利用无人机运送包裹到物流中心、配送中心或服务站点，提升站点之间的送货效率。

面对面的模式：亚马逊等企业的目标是用无人机直接送货给终端用户。

#### 4.2.2 参与者：演好角色

目前来看，参与无人机物流的企业，比较有代表性的主要分为以下几类：



(1) 大型电商企业和流通企业，比如亚马逊、沃尔玛、京东、苏宁等，后续行业企业和类似企业将会进入，商业连锁企业也会积极响应。

(2) 物流企业，比如 DHL、UPS、顺丰、中国邮政、圆通和中通等。

(3) 科技公司和无人机公司，谷歌、Flirtey、Zipline、Flytrex、帆美、朗星、尤维斯、极飞、迅蚁、智航、易瓦特和天机智汇等。

另外，作为一种趋势性、战略性的技术或产业，某些科研单位和高等院校也可能是极重要的研究型力量，政府可以在安全监管、政策研究和方向引导上给予必要支持。

客观来说，我国具备开展无人机物流的一定优势，既有巨大的市场需求，又有现实的有利条件：地域广，中西部和乡村地区基础设施相对滞后，还有移动电商、移动支付和 AI 技术助推，无人机物流呼之欲出。同时，我们可以有效利用社会上已有的资源和技术。比如利用大数据和云计算进行品类分析、情境设计、航线规划，利用地图和导航系统（GPS、格纳斯和北斗）以及机器视觉等；当前社会资本较为充足，融资市场较为完善，有能力为新兴科技产业提供资金支持。

我国以 DJI 为代表的一批民用无人机企业，凭借技术的先进性已经在全球市场占据了一定的优势和领导地位。

在政策方面，国家的供给侧结构性改革方案、“十三五规划”“物流业发展中长期规划”和“新一代人工智能发展规划”等无一例外地大力支持新兴产业和战略产业，凸显科学技术的重要性，鼓励创新、开放和协调式发展。如果能在市场需求的驱动下，在诸多有利条件的支持下，在政策鼓励和引导协调下，善加统筹资本、技术、土地和人力资源等要素，凝聚力量，周密部署，克服困难，无人机物流行业必将前途无量、前景光明。

对于已经入局的企业，需要把握全球技术发展的动向和态势，借鉴他人的



科学态度、系统思维和精细管理，也需要结合企业实际和项目运作实际，从具体应用场景出发，以解决实际问题、创造价值为发展导向。前期围绕乡村配送市场以及其他类似的有可观需求的市场，做好调研和规划，做好产品的研发和业务流程的管理，步步为营、精耕细作，坚持下来必能积累一定的优势。在产品的智能性、可靠性、经济性和营运管理经验提升后，再向业务量更密集、使用场景更复杂的市场逐步推进。在技术、管理和市场条件等不成熟的情况下，不宜急于求成、贪功冒进，那样可能适得其反。

### 4.2.3 重构者：高瞻远瞩

通常情况下，新技术的应用推广需要经历一个过程，这个过程的具体长度往往很难预料，最先的探索者必须要有相应的长期规划和预案。

以无人机物流为例，从最初的探索实践至今已过去5年时间了，市场才逐渐看到希望。即便是现在，先期入局的企业也很难盈利，主要是因为市场虽然很大，但尚处于培育期，受限于市场接受度、政策监管服务，以及产品定位等因素的影响。

从2017年以来，很多情况正在好转，许多国家的政府表达了支持和引导的态度，企业自身也找准了应用市场，发展理念变得清晰，资本市场也开始关注和认可。另一方面，我国经济步入新常态，全球化趋势在加深，国际上不安定的因素在增多，企业发展的外部环境时刻在发生着变化，新技术应用对企业来说有典型的高风险、高收益的特点。怎样做才能最大限度地降低和控制风险，把握发展的主动权呢？

首先是已经入局的企业要认清国内外的技术、商业演变形势和企业所处的地位，制订相应的战略方针并贯彻执行。如前文提到，已经入局的企业有很多商业、科技和物流业巨头，这类企业自身的资金、人才和技术实力雄



厚，能调动的资源很多，因此选对一个发展方向之后，一定是先在战略上做好规划和布局，在5~10年左右的时间内总投入多少，每个分阶段投入多少以及每个阶段要达成什么目标，并以此开展工作。比如，亚马逊计划未来80%左右的订单采用无人机配送，成本节约70%~80%，时间控制在30分钟内，这是个非常宏伟的目标。5年来该企业持续投入了大量资金和人力，并积累了众多的技术和专利，一切服务于总目标，力争产品、技术和方案达到最优。在美国政府批准无人机融合试点计划之后，该企业的项目有望进入加速发展模式。

亚马逊的这种模式并不一定适合于我们国内：一是我们国内的经济和人口分布、建筑格局、地理环境和消费模式跟欧美发达国家有很大差异；二是连续多年巨额的投入很多企业无力承担；三是国内的企业极少能有5年以上的战略和与之匹配的执行力。其实最后这一点是很值得我们很多大企业去思考的，“风物长宜放眼量”，为人类社会创造真正的价值才是最值得追求的。

对于小型企业来讲，比较明智的选择是结合自身特点，选好突破口，力争先在具体的某一领域、某个环节做到最优，有一定积累、有更好的条件时再进行扩张。但是不管怎样选择和定位，长远的战略眼光是必须要有的，因为我们处于一个瞬息万变的时代，没有深度的、短期的优势在激烈的竞争中很快就会丧失殆尽。

其次，即将入局的企业，需要结合市场需求、竞争格局和自身情况做好定位和长期规划。无人机物流是个非常有价值、有前景的市场，当前正处于发展的窗口机遇期，对于那些有较大规模和资金实力较强的企业，介入的方式一是自主开发产品 and 市场，二是联合或兼并。

自主开发能积累技术和经验，团队能执行企业自身的意志，但是有可能耗时较长或者走弯路，从而错过发展机遇；联合兼并能加快入局的效率，但是在



后期有可能因企业文化、发展理念以及利益冲突等因素产生较大动荡和消耗。两种方式虽各有千秋，但不管选择哪种方式，有个极为重要的前提就是重构者对技术和市场要有深刻的理解和坚定的信心，要具有长远的战略眼光，过于追求短期利益极有可能事与愿违。

物流行业其重要程度、市场体量和提升空间不言而喻，无人机的技术越来越可靠，其应用的效费比越来越高。但是，新技术那个腾飞“引爆”的“奇点”向来没人能准确判断。企业唯有在详尽调研、科学决策和长远规划的基础上，选择合适的发展路径，选择适合的应用情景，并以此作预算、作资源分配，才能实现最终的发展目标。

总之，事业要取得成功，企业要持续发展，最重要的是做好尽职科学的调研，选择对的方向和突破口，做好长、中、短期的规划，只有这个前提对了，每一步的资源配置才可能对。人无远虑，必有近忧！唯有对新技术的应用发展做到深刻洞悉、高瞻远瞩，才能不被眼前的假象所迷惑，才能持之以恒地追求和创造价值。

## 4.3 乡村包围城市的路线

### 4.3.1 浅析路线的正确性

新事物、新生命的成长，通常遵循先易后难的顺序，在初期得到生存和发展的机会，待力量积蓄到足够强大时再去实现更高的目标。毛泽东以“农村包围城市的路线”指导中国革命的实践，最终实现了伟大胜利，就是最好的例证。

国内外无人机物流企业的大量实践也进一步印证了这样一个规律，绝大多数是从乡村或偏远郊区起步，之后再向城市进军。亚马逊、DHL、京东和顺丰



等企业的相关项目无一例外地从郊区或乡村起步和发展，但是，巨头们最终的目标一定是在城市。

“农村包围城市”的发展思路符合我国的基本国情。目前我国的城区人口和建筑密集，配送业务密度大，便于铺设地面物流网点，“人+车”配送模式的优势也能充分发挥；而广大的乡村地区正好相反，地广人少业务密度小，配送网点少，传统的“人+车”的配送模式平均到单件的成本太高、效率太低。但是，我国6亿人口的需求摆在那里，“乡村振兴”“快递下乡”“精准扶贫”等政策也充分体现了国家的关怀和重视，在基础设施和传统配送模式难以满足需求的情况下，无人机配送的优势正好得到很好的发挥。

从技术和营运角度来讲，乡村和郊野一般地域开阔，无人机的起降和飞行条件良好，无人机物流的起步阶段，主要应用在类似这样的比较简易的情景，再或者是物流站点之间的应急快件运送等，这样做，一来可以弥补传统物流方式的不足，二来可以避开密集的人群，降低企业的运营风险。

以顺丰为例，之前顺丰无人机试点航线包括山区、大型湖泊水库、偏远乡村等，收集项目前期的实地飞行数据，为将来整体运营、调度系统的搭建提供数据支撑。利用这种方式，当顺丰组建起一张规模庞大的无人机运送网络后，将会大幅度提升在偏远地区、乡村市场的物流运输能力，缩短快件派送时间。

京东的无人机送货，以及中国邮政的无人机邮路，前期也主要是在乡村和偏远地区开展，企业的这种选择是对国家政策的响应，也符合市场需求和技术发展规律。

从发展阶段来看，当前这一行业尚处于窗口期，属于传统物流模式的有益补充式，市场上远没有迎来爆发式需求，从技术和经验角度看，仍然需要进一步的积累，大规模应用在建筑 and 人流密集的城区为终端用户送货，应该要等到



无人机的智能化进一步提高，相关配套的条件更加完备。

无人机物流企业，前期主要通过大量成功的乡村应用实践，向市场和公众展示新技术的价值和潜力，在此过程中壮大自身的力量，也为未来的推广普及做好准备和奠基工作。

### 4.3.2 向行业标杆看齐

无人机运输相比于其他方式具有跨越地面交通的鸿沟、节约人工成本和创新服务等方面的优越性，而技术应用的舞台很显然是在城市地区，这对于追求利益最大化的企业而言有着巨大的吸引力，对于政府来说，如何有效化解老龄化社会对劳动力高依赖的服务难题，也须及早进入议事日程。但是，一项极具价值和可行性的新技术应用，最初在企业、政府和社会公众之间很难达成一致意见。除了技术条件等客观因素外，人们往往会被过去的习惯和经验所左右，适度的创新和变革必须由少数人来完成。

在此条件下，企业和政府的配合就显得尤为重要。企业要通过研究新技术和创新新模式来保持必要的活力、成长和利润，政府需要企业贡献税收来维持社会服务，同时政府还必须兼顾社会公众对新事物的接受度，做好“变”与“不变”的平衡。先驱企业、政府和社会公众之间的信任和共识相当重要，政府需要起到鼓励创新和调解分歧的作用，政府需要在保护公众安全和利益的基础上引导创新、做好宣导，并和企业一起管控新技术应用的风险；企业则必须在技术和管理等角度尽到控制风险最大义务的同时，积极主动地跟政府沟通合作。此方面 DHL 的发展案例极具代表性，是企业、政府和社会公众良好合作的典范，同时 DHL 的无人机送货项目最初先从位置较为偏远的地区开始，得到一定经验积累之后再向其他地区逐步延伸，这也是在实践从乡村到城市的路线。



### 【拓展阅读】DHL 无人机物流合作典范

DHL, 中文名为敦豪航空货运公司, 是德国航运和物流市场的领导者, 1969 年创立于美国, 目前为德国邮政集团 100% 持股的快递货运公司, 是世界上最大的航空快递货运公司之一。该公司自成立以来, 一直以优质的航空运输在业内赢得口碑, 服务网络以惊人的速度扩展, 是世界范围内从事无人机物流项目最早、最成功的企业之一 (DHL 无人机如图 4-1 所示)。



图 4-1 DHL 无人机

2013 年 12 月, DHL 的 “Parcelcopters” 团队开始进行 PaketKopter 无人机送货测试。2014 年 10 月, DHL 宣布将在德国北海的于斯特岛实现无人机送货, 在当地政府的帮助下, 该公司在小镇诺德代希和于斯特岛之间开辟了一条 12km 的航线。飞行高度 50 米, 载重约 1.2 公斤, 续航时间达 45 分钟, 时速最高达 65 千米, 除装卸货物需要手工作业外其余全部实现自动驾驶, 但工作人员会在地面进行即时监控。在无人机降落之后, 工作人员会取出货物, 再送到客户的手中。最初运送的是药品之类, 并且它只在周末和工作日特定时段内工作, 短期内只是作为渡船停运时的补充。刚开始它的使用范围非常有限, 暂时仅局限在小岛上, 何时将这项服务推广到更多的地方还没有具体的计划。



值得称道的是，此次无人机飞行获得了德国政府官方的授权，当地政府为此在北海上空划出一个专供无人机快递飞行的特定空域。尽管也做出了其他限制，比如只有在本地区没有民航客机经过时才可以飞行，不得飞跃居民住宅的上空，但和许多国家的明令禁止相比已经有足够大的优势了。

2016年1月，DHL公布了最新的无人机快递技术的研发成果。该公司研发的第三代无人机系统亮相，这是款“混血儿”——垂直起降固定翼结构，这种设计同时兼顾了固定翼在速度、航程方面的优势，以及多旋翼垂直起降的优势。无人机翼展2米，自重14kg，机舱容积4.4升，载重2kg，飞行时速可达80~126公里。最关键的是，相比于前两代的四旋翼小飞机，本次完成了第三代产品与物流链的智能包裹柜的整合试验，新的系统最大程度实现了自动化的“无人操作”。公司高管诺德霍夫说：“在无人机配送站顶端设有一个起降平台，上面罩着一个穹顶。当无人机飞近时，穹顶打开，无人机就降落在平台上。在此期间无人机可以完成自动卸货、自动重新装货，同时更换电池，整个过程仅需几分钟。无人机的整个起降、飞行过程和装卸作业实现了全自动，也无须休息、无须浪费时间，换了电池就可以飞往下一个站点。”

研发如此先进的快递无人机系统并非一日之功。此前的两代无人机已经进行过野外测试和数据收集。诺德霍夫介绍，第一代无人机载重不超过1kg，飞行距离只有1km，仅够飞到河的对岸，起降需要人工遥控，试飞项目持续了两周时间。一年之后开始了第二代产品的研发，二代无人机载重1.2kg，时速可达65km，可以实现自动驾驶，但需要工作人员手工装卸货物。



在 2014 年底，开启了一项持续数个月的服务，共启用了 30 ~ 40 架无人机，把货物从德国内陆送到西北部的于斯特小岛。岛上只有 2000 名居民，和内陆相距约 12 公里，空运和水运都不发达，无人机只需飞行 15 ~ 35 分钟即可抵达，可以极大地方便岛上居民的生活。

无人机快递属于一项伟大的创举：用户通过无人机业务，可以实现 24 小时的收发快递。下一步，DHL 还将建设飞行网，这意味着无人机配送服务将不仅仅是点对点的接洽，而是将不同的点统筹到一起。对于人工服务昂贵的地区，它无疑将改变人们的消费模式。

2016 年 5 月，DHL 宣布成为全球首家无人机快递公司。此前，DHL 已经在巴伐利亚镇进行了三个月的无人机快递试验，成功运送了 130 件包裹。在合理设置“包裹站”和当地居民的配合下，整个快递和交付工作完全是由无人机自主完成。这些成功的经验，使 DHL 的新计划将目光投向了城市的无人机交付项目。

DHL 最新款的 Parcelcopter 无人机已完成了 130 次配送任务，8 分钟即可将货物从 Reit im Winkl 送往海拔 1200 米的高原地区。而标准快递车需要花 30 分钟才能完成的送货任务。时效提升了 70% 以上，无人机的飞行时速最高可达 70 公里，可以携带 2.2 公斤的货物，航程最远可达 8.3km。

无人机物流在时效性、低成本和可达性等方面的优势，无疑非常贴合 DHL “坚持为客户”的理念。该公司取得的成果，得益于德国人踏实、严谨的作风、远见和坚定的精神，同样得益于开明务实的政府，为 DHL 开展无人机物流提供有力的支持和监管配套。总体来看，该公司的案例有以下几点值得学习和借鉴：

(1) 富有远见、执行力和严谨精神。该公司和亚马逊、顺丰等企业，是全球范围内最先开展无人机物流的一批企业，该公司最先取得实际成



效。这里面涉及多种复杂的因素，比如政策等，但很关键的一个因素在于企业自身的执行力和严谨精神。比如扎实的市场调研、技术研发和营运管理等，远见能让人看到机会，而这些因素则决定了是否能把握机会。

(2) 系统化的布局。几年来，该公司的产品已经多次升级迭代，最令人印象深刻的是整个无人机配送系统工程搭建，以及对全流程自动化作业的追求。新产品不仅采用了先进的固定翼和多旋翼混合的结构，更关键的是设计了无人机专用配送站，实现全自动飞行和装卸，完成了与物流链的智能包裹柜的整合，整个配送作业形成全自动化的完美闭环。

(3) 政企合作的典范。在世界范围内大力推行无人机物流业务的企业巨头有很多，该公司是少数获得政府支持的“幸运儿”，往深层看，这远非是幸运这么简单。德国在世界范围内率先提出工业 4.0，德国人素来崇尚严谨的流程、职业素养和务实的精神，人之间，企业和政府之间存在较高的信任和配合度，对于有价值、有前景的新技术应用，容易形成共识和协作。

当下，DHL 对于无人机配送还有更深刻而富有远见的认识，已经提升到 AI 的高度。该公司认为 AI 正被用来处理货物的运送，全球供应链正开始发生一次根本性的转变。数据驱动和供应链自治将影响制造、物流、仓储以及“最后一公里”交付，这些可能在不到五年内就会成为现实。

### 4.3.3 平衡：最佳组合

当前，全球化的贸易和产业分工仍在延续，贸易保护主义和局部激烈冲突也在不断发酵；同时，国内的经济也发展进入了新常态，传统高消耗的增长模式难以为继。以长远眼光进行战略规划，靠创新驱动发展，寻找新的更高效费



比的增长方式是当前的社会共识。

在智能革命时代，无人机、无人仓和无人驾驶汽车等技术是自动化和智能化深入发展的必然结果，我国拥有庞大的市场、大数据、人才和供应链配套能力，这些因素使我们有条件在新的时代机遇下获得更大发展，实现民族复兴。但是，我们也存在制约发展的因素，企业、公众和政府之间的信任尚待建设，创新土壤和氛围有待加强。

任何研究和创新都需要经历一定的时间才能显现出其价值，过度追求短期利益势必损害到创新精神，也将严重破坏整个生态和经济肌体。在业界的企业里，顺丰在战略发展和短期利益上做到了有效兼顾和平衡。

### 【拓展阅读】顺丰战略卡位：打造三段式空运网络

顺丰速运是一家主要经营国际、国内快递业务的快递企业，于1993年成立于广东顺德，是中国速递行业中时效较快、声誉较好的企业之一。从其发展历程来看，该公司低调、务实、勇于创新、极具战略眼光，是最早尝试无人机物流的企业之一。

2012年，顺丰创始人王卫提出无人机运送快递的设想。

2013年9月，顺丰与广州极飞公司合作推出的物流无人机在珠三角部分城市的特定区域进行试点。

2015年，顺丰和炼石有色、成都中科航空发动机公司共同成立朗星无人机公司，他们合作研发了业务荷载超1吨的大型无人机。

2015年，联合投资了深圳智航无人机公司，该公司主要研发短途运输无人机。

2016年，顺丰和湖北省合作，在鄂州燕矶启动国际空港物流基地建设。据媒体报道，鄂州顺丰货运机场建成后，将是全球第四、亚洲第一的



空港货运集散中心，1.5 小时的飞行能覆盖经济、人口占全国 90% 的地区，这将使顺丰的航空货运再上一个新台阶。

2017 年 6 月，顺丰与江西赣州市南康区联合申报的物流无人机示范运行区的空域申请得到正式批复，并在获批空域内进行了首次业务运营飞行。此次推出了多款机型，覆盖不同的业务场景，有效载重 5 ~ 25kg，最大载重飞行距离约 15 ~ 100km。

2017 年 7 月，顺丰大型水陆两栖无人机试飞，计划投巨资在成都兴建物流无人机基地。作为全国首个将大型无人机运用于支线物流运输的项目，该项目将实现航空物流网络的干支线对接，完成对三线及以下城市的空网覆盖，开创大型无人机运用于航空支线物流的先例。下一步将在获得相关部门的批准和许可的前提下，打造全国首个、中低空通航物流网络示范基地，实现中西部地区的物流大提速。

顺丰计划从 2020 年起，向全国推广成功经验，届时实现无人机支线网络对接全国的航空网络，将推动区域内货运航空网络的全覆盖，实现货物运输次日达，打通高附加值产品的向外流通瓶颈，提升各行各业的综合物流能力。

2017 年 10 月，顺丰、炼石有色（朗星无人机母公司）、北汽集团和中国科学院工程热物理研究所共同在陕西蒲城签署战略合作协议，推进在无人机领域的战略合作。这是基于 AT200 物流无人机为平台进行的物流无人机系统的研发设计、适航取证、生产制造、销售和运营。

2018 年 1 月，顺丰在陕西、云南通过无人机对后勤物资进行实验运输。项目负责人表示，云南地区农产品丰富，运输需求大，物品对运输时长敏感，但地况地貌复杂，沟壑纵横，运输成本高。在这种情况下，无人机运输可以大大缩短运输时间，降低运输成本。



在陕西某地，V330 无人机装载了 1kg 急救药品在小雪天气中飞行 24km，约 22 分钟到达目的地，用时不到汽车运送时间的一半。该机型最大载荷 3kg，最大航程 60 公里，全自动飞行，可紧急返航、盘旋或降落如图 4-3 所示。



图 4-3 V330 无人机

有军事专家表示，电子商务行业的扩张意味着民用无人机更加灵活、制造成本更低、可大批量供应，这使它们成为执行较低难度的补给任务的可靠后备力量。军民后勤融合发展将有效促成以军卫民、以民促军的良好局面，有助于正确把握和处理经济建设和国防建设的关系，使两者协调发展、平衡发展、兼容发展，符合我国经济、社会和安全的大局。

而在有人货机方面，顺丰公司也并未放松：开通“成都—拉萨”航线，助力军民融合、精准扶贫。截止 2017 年年底，航空全货机已达 41 架，通航国内外近 50 个城市和地区。

顺丰公司计划通过无人机实现航空物流网络干支线对接，完成对三线及以下城市的空网覆盖，大幅度提升物流效率，并将形成由有人货机、大型无人机与小型无人机共同构建的顺丰“三段式空运网”，实现 36 小时快件通达全国，即便是地形复杂或偏远地区也不例外。以四川为例，从攀枝花到成都陆运需要 12~15 个小时，如果把支线的陆运转变为大型无人机



空运，时间只需2.5小时，大幅节约80%以上，提高时效性是顺丰有别于“四通一达”最大的优势。

“无人机不只是针对‘最后一公里’的运输，还有中远距离，不只是一件包裹，也可能是一批包裹。我们是考虑需要跋山涉水的偏远地区以及岛屿等，来替代我们现在运力资源不足的地方。”顺丰公司高层人士表示。

长期以来，顺丰一直是国内信誉、时效和服务较好的快递企业，公司领导 and 一线员工给社会的印象也比较正面。在竞争激烈、工作量繁重的劳动密集型的快递行业这是相当难得的，在多年的发展中也成功把握住了一些重要机遇。该企业是国内最早尝试无人机送货的，并持续在此领域深耕多年，以下几点值得学习和借鉴：

(1) 对市场的敏锐嗅觉、战略眼光和执行力。有别于传统的送货方式，无人机送货具有独特的优势，该企业较早地认识到该模式潜在的商机，并部署和推进多年，这种远见又化作创新精神和执行力，实属难能可贵，该企业也是国内最早发展航空货运的民营企业。

(2) 创新和务实精神的完美结合。有些企业富有创新精神，有些企业更加务实，两方面兼而有之的企业很少见，顺丰是这方面的典范。无人机运输有其独特的优势，尤其是在末端配送领域，亚马逊等企业的有关项目就是重点打造末端应用。

我国的实际情况有别于欧美，就目前来看，大型城市的人口、建筑和业务密度高，地面配送更经济安全；乡村市场地广人少、业务密度小，加上三线以下城市之间的航空运力不足，因此该企业把发展重心放在支线无人机运输，以及物流站点之间的无人机配送。当其组建起一张规模庞大的无人机运送网络后，将会大幅度提升在偏远地区、农村市场的物流运输能力，缩短快件派送时间。把应用市场优先放在偏远地区，解决农土特产的



外运也体现了企业的价值担当。

(3) 将无人机运输纳入航空货运的整体战略，将形成由有人货机、支线运输无人机和末端配送无人机组成的“三段式空运网”。这将使其物流能力、服务水平再上新的台阶。在赣州获得牌照，在成都设立无人机基地，吨级载重量的支线货运无人机成功试飞，该企业的每一步走得都很踏实。

新常态下，我们尤其需要创新和务实精神的融合，需要战略眼光和执行力的融合。

## 4.4 经济效益和社会效益的兼顾

### 4.4.1 与通航的融合

民用航空（Civil Aviation），简称为“民航”，是指使用各类航空器从事除了军事性质（包括国防、警察和海关）以外的所有的航空活动。这个概念需要强调两点：一是用“非军事性质”表明了它和军事航空等国家航空活动的不同；二是“使用”航空器界定了它和航空制造业的界限。

“民航”的服务范围很大，是一个国家的重要经济部门，国际民航组织把“民航”分为运输航空、通用航空和作业航空，通用航空并不包含作业航空。在我国，一般把“民航”分为商业航空（对标国际上的“运输航空”）和通用航空（对标国际上的通用航空和作业航空）两大类。

商业航空是指以航空器进行经营性的客货运输的航空活动。现阶段，我国发展快速、应用成熟的就是商业航空业务，航空公司经营的商业航班和航空邮件已经成为人们日常生活的重要组成部分。人们乘坐飞机出行就是使用了商业航空公司的服务。商业航空有快速、安全、舒适、不受地形限制和定期航线等



特点，长途客货运输量的迅速增长，促进了贸易、旅游和各种交往活动。

通用航空（General Aviation），简称“通航”，是指使用各类民用航空器如飞机、直升机、气球或飞艇等，从事商业航空以外的“民航”活动。

“通航”包括从事工业、农业、林业、渔业和建筑业的作业飞行以及医疗卫生、抢险救灾、气象探测、海洋监测、科学实验、教育训练、文化体育以及公务航空和私人航空等方面。过去的“通航”在工、农业方面的服务主要有航空摄影测量、航空物理探矿、播种、施肥、喷洒农药和空中护林等。

在一些航空发达的国家，“通航”的主要组成部分是政府机构和企业的公务飞行和通勤飞行。这是由于商业航空公司的定期航线不能满足这种分散的、不定期的需要而兴起的飞行。此外，“通航”还包括个人的娱乐飞行、体育表演和竞赛飞行。

“民航”的基本要求是安全可靠，对于商业航空的客运和“通航”的通勤、公务飞行来说，还要求准时和舒适。

整体而言，“民航”的概念主要是相对于军事航空（“军航”）而言的。“通航”的概念是相对于商业航空而言的，“通航”是隶属于“民航”的一个分支。“通航”的内容是包罗万象的，对于各种不同的飞行活动，其要求也不尽相同。

现阶段，我国“通航”的整体规模很小，在整个“民航”领域似乎显得微不足道，因此人们往往习惯于把商业航空和“民航”的概念混为一谈。从发达国家的经验以及我国通航的发展现状和市场需求来看，我国的通航业具有巨大的发展潜力。

#### 融入通航 合作共赢

我国的通航运输已有多年的基础和经验，但市场发展相对迟缓，某些生产资源未能完全释放效用，这些资源如果能和无人机的行业应用相



互融合，则能创造更大的经济和社会价值。比如原有的通航体系在调度指挥、空域管理、航线管理、岗位配置和安全监管等方面积累了丰富的经验。

无人机运输是对闲置的低空空域资源的有效利用，如果在空域的申请、使用 and 监管等方面能融入现有的通航体系，在管理和服务上实现无缝对接，那将在运作效率、成本和安全保障等方面产生极为正面的积极意义，在实现自身发展的同时，合理利用已有的社会资源，减少重复建设和投入，产生经济效益和社会效益的最大化。

除了在空域方面的合作之外，在营运管理、流程设置和配套设施等方面通航的成熟经验也有重要的借鉴意义。无人机物流发展的初衷是为了发展生产力以及为社会创造价值，凡是符合此初衷的都值得提倡和学习。

### 美好的憧憬

无人机物流是生产领域的机械化、自动化和智能化进程向物流领域的拓展和延伸。

在业内看来，无人机非常适用于偏远地区和紧急件的派送，同时能有效提高配送效率，减少人力、运力成本。

2015 年 2 月，淘宝联合圆通在北京进行了无人机送快递的实验，快递的物品是价值 49 元的红糖姜茶。工作人员设定好 GPS 导航线路后，装载姜茶的无人机 YTO-X650 从圆通的通州网点起飞，到达目的地梨园云景南大街，在这里有快递员等待无人机降落，整个过程用时 37 分钟。

用无人机送快递可能是未来快递业的发展趋势，用无人机代替派货员送货，不仅可以为快递企业节省不少人力成本，同时也能够提高派送效率，特别是在“双十一”这样的物流旺季，无人机能发挥不小的作用。

关于无人机的送货成本，一台专业送货无人机的价格，大约相当于一名快递员的年收入；技术和条件成熟时，无人机送包裹的效率可以是一名快递员的



数倍；综合来看，无人机送小件包裹无疑更具有成本优势。无人机的优势还有，在节假日或物流旺季，快递公司也不用为招不到员工而发愁，只需要有足够多的无人机，就基本可以解决配送环节的问题。与此同时，用机器替代人工，也能够更大限度地避免人为因素导致的快递“诚信问题”。

2015年，金融研究公司 ARK Invest 曾在一项研究中表示，亚马逊用无人机送快递，每件成本降低到仅1美元，仅仅是同期成本的零头，亚马逊每单的配送成本平均为2~8美元。与此同时，配送的时效也提升至最快30分钟送达。

无人机派件有如此大的优势？那现实又是怎样的？

转眼几年过去了，我们却很少见到无人机送货，进展似乎比较慢，这是因为无人机送货的优势要充分发挥出来，需要技术足够成熟，配套条件也必须跟上。

#### 4.4.2 集约式发展

无人机物流虽有其独特的优势和巨大价值，但从诞生到成熟必须经历一定的阶段，创新没有现成的经验可循，在探索前进的路上必然要投入和消耗一定的资源。在这一过程中，尤其是在起步阶段，采用什么模式、如何投入和分配资源就显得尤为重要。

新技术的优势在于产出效率大幅高于旧的技术，正因如此，人们往往忽略掉发展模式的选择和投入资源的比例，往往会不计代价地一哄而上。过度的热情和激进通常带来表面的繁荣和粗放式的发展。

无人机物流在发展初期就要秉持科学的发展观，走集约式发展之路。在市场的选择上，现阶段大城市的特点和现有的物流水平比较匹配，物流资源要素投入已很密集；乡村市场和偏远区域基础设施薄弱，物流资源稀缺、物流服务



能力严重不足；中小城市的部分航空货运需求得不到满足，建设传统的航空运力周期长、耗费大、不经济。所以，现阶段无人机物流的资源优先布局在乡村、偏远区域和中小城市更为合理，也避免了各种不同物流资源的叠加和重复性投入。

从运力工具和运输方式的选择来看，传统的铁路、公路和大型机场建设等需要占用较多的土地资源，投入较多的材料和建设费用。而中小型无人机的配套建设，则只需要很少一部分的土地等资源消耗。选用何种方式，要从市场需求和地区实际出发，兼顾考虑未来的发展和资源的承载能力。

地面的资源有限，车辆的容纳能力有限。而无人机运输是对闲置的低空空域资源的有效利用，是传统运输方式的有益补充，“空中快递”加上地面的运输网络，形成立体式的物流能力，有利于满足长远的需求和各式各样的需求。

京东、顺丰等企业的无人机物流融入国家的军民融合发展战略，推进无人机联合保障建设，作为提高部队复杂条件下快速补给和持续保障能力的有益补充，是我国军事物流向更高效发展、更集约化发展的有益创新。

发展无人机物流，在规划设计上也要力行集约。在运力、航线、起降点、航程、载重量、能耗和作业流程等方面，力求做到精益规划、效费比最优。

### 4.4.3 直面困难主动预防

前途是光明的，道路可能是曲折的。无人机物流未来可能遇到的困难和问题，需要主动应对，有预备机制，主要有以下几方面：

第一，技术因素。比如用于支线运输的无人机，如何在保证经济运载量和里程的前提下，在操控上、可靠性等方面实现突破；用于末端配送的智能无人机，怎样在智能避障、签收、配套容器、自动装卸、续航里程和高可靠



性等方面实现突破。可以预期,随着对细分市场的精准定位、分析和研究以及资本和研发的投入和积累,技术会越来越成熟,纯粹的技术瓶颈有望逐步突破。

第二,运营管理方面的问题。主要是天网和地网的配合衔接、调度和落地接洽、合理的岗位配置、高效合理的运营流程、经验和快递交接等方面。相信只要仔细研究、流程严谨、周密部署和持之以恒,这方面的问题会通过“实践—反馈—完善”的良性循环得到妥善解决。

第三,恶劣天气和突发的意外干扰和破坏。这类问题需要事先在技术上和流程上设计应急处理机制。比如,适当设置备降场地等。

第四,政策监管和法律问题。这方面有可能产生较大不确定性而延迟产业化进程,建议政府主管单位联合行业协会、代表性企业建立长效的沟通互动机制,在确保国家和公共安全、确保“利大于弊”的原则下,积极引导企业合法合规经营,并提升空域的审批效率。必要时,可明确划出禁止的底线,并适度划出合理的空域、航线和试运营区域,鼓励先行先试,鼓励创新精神。

第五,噪声问题、道德问题和理念问题。行业参与的主体需要加强自律,安全运营,合法合规合理飞行,在确保安全、不侵害国家秘密和公民隐私的前提下,尽量减少对社会和他人的影响,注意保护公共环境、集约化营运,主动承担起正面宣传和引导的责任,并抵制非法、不安全、不道德和不良的飞行和营运行为。

我们相信,随着行业本身的自我约束和积极宣导,新技术会在总体上呈现“利大于弊”的效应,社会公众在心理层面也会逐步接受。凡事不可一蹴而就,任何一个新事物在初期都不是完善的,有个循序渐进的过程,需要包容和容错机制。



第六，作为参与主体的研发和营运企业，需要做好短、中、长期的规划，冷静处理好发展中遇到的困惑和挑战。比如眼前利益与长远利益的矛盾，埋头苦干和开放合作的矛盾等，要有“敢为天下先”的胆魄和勇气，也要严谨规划和周密部署。



## 第 5 章

# 无人机物流的行业监管和规范

尽管我们看好无人机物流的未来，国内外的很多企业也正行进在成功的路上。但是，无人机物流因为其“低空飞行”和运载包裹的特殊性，这必然要求营运企业要严格按规范作业，政府和行业也要加强监管。



## 5.1 运营专业化和规范化

### 5.1.1 空域的精细化管理

空中的交通和地面的交通相类似，都需要一定的规则和秩序，以保障安全和畅通。空中交通管理（Air Traffic Management，简称 ATM）的任务是，有效地维护和促进空中交通安全，维护空中交通秩序，保障空中交通畅通。

空中交通管理包括空中的交通服务、流量管理和空域管理三大部分。空中交通管制单位为飞行中的民用航空器提供空中交通服务，包括空中交通管制服务、飞行情报服务和告警服务。

对商业航空来说，飞机要完成一次飞行任务，要经过滑行和起飞、爬升、巡航、下降、进近和着陆几个阶段，飞机从地面飞到几千上万米的高空再返回到地面，是要经历一定过程的。为确保飞行的安全，相关法律规定，禁止在机场范围内和净空保护区域内从事包括“饲养、放飞影响飞行安全的鸟类动物和其他物体”在内的活动。

空域是航空器运行的环境，也是宝贵的国家资源。我国的空域管理权属于空军，民航只能在空军的允许范围内使用空域。空域管理应当维护国家安全，兼顾民用、军用航空的需要和公众利益，统一规划，合理、充分、有效地利用空域。空域的划设应当考虑国家安全、飞行需要、飞行管制能力和通信、导航、雷达设施建设以及机场分布、环境保护等因素。

我国的空域通常划分为机场飞行空域、航路、航线、空中禁区、空中限制区和空中危险区等。空中禁区是指在国家重要的政治、经济、军事目标上空划设的，未按照国家有关规则经特别批准，任何航空器不得飞入的空间。空中限制区是指位于航路、航线附近的军事要地、兵器试验场上空划设的空间和航空



兵部队、飞行院校等航空单位的机场飞行空域。在规定时限内，未经飞行管制部门许可的航空器，不得飞入空中限制区。空中危险区是指在机场、航路、航线附近划设的供对空射击或者发射使用的空间。在规定时限内，禁止无关航空器飞入空中危险区。

目前我国民用无人机系统所使用的空域一般分为融合空域和隔离空域。融合空域是指有其他载人航空器同时运行的空域。隔离空域是指专门分配给遥控驾驶航空器运行的空域，通过限制其他载人航空器的进入以规避碰撞风险。

低空空域是国家的重要战略资源，是军航和通航的主要活动区域，像国土资源、海洋资源一样，蕴藏着极大的经济、国防和社会价值。低空空域通常是指真高1 000米（含1000米）以下的空间范围。分为管制空域、监视空域和报告空域三类。管制空域通常划设在飞行比较繁忙的地区，比如机场起降地带、空中禁区、空中危险区、空中限制区、地面重要目标、国（边）境地带等区域的上空。在此空域内的一切空域使用活动，必须经过飞行管制部门批准并接受飞行管制。监视空域通常划设在管制空域周围。在此空域内的一切空域使用活动，空域用户向飞行管制部门报备飞行计划后，即可自行组织实施并对飞行安全负责，飞行管制部门严密监视空域使用活动，并提供飞行情报服务和告警服务。报告空域通常划设在远离空中禁区、空中危险区、空中限制区、国（边）境地带、地面重要目标以及飞行密集地区、机场管制地带等区域的上空。在此空域内的一切空域使用活动，空域用户向飞行管制部门报备飞行计划后，即可自行组织实施并对飞行安全负责，飞行管制部门根据用户提供航行情报服务。

从发达国家空域管理的经验来看，他们大部分实现由民航主导空域管理，空域大部分对民航开放；我国由于地理位置和安全形势比较复杂，空域管理要



统筹兼顾经济和安全等多种因素，要从大局出发，做好精细化管理。国外一些有益的经验，比如在平时时期，军民航之间通过制度设计、信息与技术保障等措施共享空域；比如欧洲的“空域灵活使用”原则，美国的军民一体化的空域管理体制，基本是在军民航统一的空域使用框架内，在确保安全的前提下提升空域资源的利用效率。

美国在 2017 年 10 月宣布了无人机融合试点计划，内容包括夜间运行，在人群上空运行，超出视线运行以及无人机送货等。其目的是安全地将无人机系统融入美国的国家空域系统，进一步推动无人机对经济和社会的贡献。美国交通部和下属的 FAA 将建立法规系统，使无人机在低空更负责和有效地运行，并协调各级政府的需求，照顾到民众安全和隐私的顾虑。

他山之石，可以攻玉。但是，这并不等于不顾实际情况的照搬照抄，结合我国的国情，综合考虑我们的发展阶段和安全形势，借鉴有益的成功经验，才能做好符合国家大局的、精细化的空域管理。

最后，需要说明的一点是，为了全社会的公共安全、公众权益和个人的自身权益，无人机行业的从业者必须掌握关于空域的一些基本常识、法律规范，必须牢固树立安全意识和公德心。

### 5.1.2 严格的质量标准

任何新事物的成长都需要在实践中完善技术，提升管理水平，以更好地服务用户，更好地发挥其价值。相应地，社会公众对新事物的接受也需要一个过程，市场也需要对新技术进行检验和反馈，无人机物流也不能例外，前期更加需要对相关因素作通盘考虑，并做好预案，从以下三方面进行分析：

第一，企业要坚持技术引领，创新发展。要综合利用先进的信息技术、AI 技术、大数据和云计算技术、RFID 技术和传感器技术，研制出极具竞争力的



拳头产品，之后以点带面，优化物流业务流程，创新组织形式，发挥新技术引领的经营管理创新在物流业转型升级中的关键作用。

对于物流无人机的应用研发，先驱者要有大作为，必须着眼长远，以系统工程的思维，兼具全球化的大视野、大格局，在细分场景准确定位的前提下，力争使产品技术在先进性和稳定性上有质的突破，持续创新，持续积累基础专利和应用技术。产品的研发在功能和性能上要领先于国内外的竞争对手，适度高于当前的用户需求。千万不能小有所成就开始故步自封或坐井观天。

第二，创新应用需要注意差别化定位。具体的细分市场很多，要结合流通业、服务业和物流业的客观需求，从准确细致的场景定位上切入，推出便捷、经济和稳定可靠的产品技术和方案。

乔布斯曾说，很多时候人们并不知道他们想要什么，除非你展示给他们看。只要技术先进，产品适合对路，就一定有引爆需求的机会。当新技术产生的时候，人们总是充满希望用这些技术赶快赚钱，但是很多技术如果找不到合适的应用，就会流于衰败的命运。

第三，在洞悉物流和无人机行业的技术演变趋势的基础上，实现有步骤的、可持续的发展。机械化、自动化和智能技术向物流行业的渗透和扩散是不可逆转的趋势，仓库作业的自动化，干支线运输的可视化，末端配送的无人技术的新试验，其实质都是顺应潮流以提升效率、降低成本和提高竞争力。

无人机作为空中机器人，是一种机械化、自动化的工具，其本质是为了更好地服务人类，因此，更智能、更可靠、更高效、更先进和更便捷实用就是其发展的必然方向。业内需要在不同的发展阶段和使用场景下，采用合理的技术方案，并坚持长期、持续的研发投入，使之不断进步和完善，保持技术领先。

最后一点，也是最关键的一点，就是严把质量关，包含产品自身的质量和营运作业的质量等方面。再先进的技术，站在用户的角度看，无非就是对产品



应用和服务质量的最直观感受，要创造好的体验必须严格把控产品和服务的质量关。

从产品角度来看，无人机的外观结构、动力系统、飞控导航系统、安全系统、货箱以及挂载设施、下单 App 以及使用说明等每一个构成部分，小到一颗螺丝、一个接线头、一个标示符都要进行精细设计和打磨，出厂前务必要达到设计的质量标准才能放行，这样做是保障安全和获得良好的用户体验的前提条件。

从营运作业的角度来看，服务业对接的是广大用户，口碑传播极为重要。作业流程的制订要在确保安全高效的基础上，体现出对用户的人性化关怀。在实际的具体作业的每一个环节都务必做到严谨精细、规范合规，不能有丝毫的马虎大意。

只有在技术和管理两个维度都做到高标准、严要求，无人机物流的发展才能多一些动力，少一些阻力。

系统规划和细分突破并驾齐驱。在对应的市场，从设备自身的功能、性能、安全性、易用性，到配套设施、场地和人员，航线勘测和规划，遥控指挥调度、运行监控、应急处置和落地管理的方方面面务必要做到周密严谨的部署。并做好同监管方、用户的及时沟通和衔接，在运营细节上时时处处留心，逐步建立起高标准、高质量的运作体系。

### 5.1.3 技术是监管的趋势

物流作为无人机应用的重要领域之一，有着极为广阔的前景，但是作为监管者，怎样有效兼顾发展、安全和民众的顾虑呢？

结合国内外的经验和实际情况，从技术角度寻找突破口，客观分析各种可能的风险源对症下药，是监管效费比较高的思路，以民航局为例。我国民航



局先前公布的《轻小型民用无人机系统运行暂行规定》在限制飞行区域、无人机运行数据管理等技术层面做出了详细规范。如下所述：

第一，关于限制飞行区域。对于无人机云系统的用户，应该遵守该系统限制；对于未接入无人机云系统的用户，应向相关部门了解限制区域的划分情况。明确指出无人机不得突破机场障碍物控制面、飞行禁区、未经批准的限制区以及危险区等。

第二，视距内运行和超视距运行。视距内运行（VLOS，Visual Line of Sight Operations）是指无人机驾驶员或无人机观测员与无人机保持直接目视视觉接触的操作方式，航空器处于驾驶员或观测员目视视距内半径 500 米，相对高度低于 120 米的区域内。超视距运行（BVLOS，Beyond VLOS）是指无人机在目视视距以外的运行。

第三，安装电子围栏。电子围栏是指在特定地区周围划设为保障特定地区安全的电子隔离装置，用以阻挡即将侵入该地区的航空器，同时具有报警功能。

第四，无人机云提供商对无人机动态数据库系统的建设、数据管理，为相关部门提供数据输入接口，与相关部门和其他无人机云提供商建立数据共享机制等。如用于记录、回放和分析飞行过程的飞行数据记录系统，且数据信息至少保存三个月；建立了民用无人机驾驶员、运营人数据库和无人机运行动态数据库，可以清晰管理和统计持证人员，监测运行情况；和相应的管制、机场部门建立联系，为其提供数据输入接口，并为用户提供空域申请信息服务；建立与相关部门的数据分享机制，建立与其他无人机云提供商的关键数据共享机制。

2017 年 5 月，我国民航局下发《民用无人驾驶航空器实名制登记管理规定》，要求最大起飞重量为 250 克（含 250 克）以上的无人机，须在 2017 年 8



月 31 日之前在“中国民用航空局民用无人机实名登记系统”上实名登记，未实名登记擅自飞行的，将被认定为“黑飞”。民用无人机登记注册制度是国际上通用的一种管理方式，也是各国保证其他飞行器和公众安全的重要举措。无人机的拥有者或使用者实名登记之后客观上将会增加其对安全飞行的责任感，也方便管理系统的跟踪和监管。

2017 年 11 月，我国民航局发布《无人机围栏》和《无人机云系统接口数据规范》两部行业标准，我国也由此成为全球范围内最早出台此类行业标准的国家。这两部行业标准将于 2017 年 12 月 1 日正式实施。

《无人机围栏》首次明确了无人机围栏的范围、构型、数据结构、性能要求和测试要求等，并对无人机围栏进行分类，按照其在水平面投影几何形状分为民用航空机场障碍物限制面、扇区形、多边形三种，且无人机围栏所使用的经度和纬度坐标点，均为 WGS-84 坐标。民航局飞行标准司相关负责人表示，目前无人机普遍具备此电子围栏功能，但主要由无人机厂商自行设置参数。此标准出台是为统一围栏数据格式的基础标准，方便今后规范发布和接收，减少企业重复建设成本，进而促进无人机行业协调发展。电子围栏基础标准的统一，将极大增强无人机对于管制空域以及敏感飞行活动的主动规避和预警功能，并方便协调和管理，在技术上为无人机的安全运行增加了一份保障。

无人机云是指轻小型民用无人机运行动态数据库系统，用于向无人机用户提供航行服务、气象服务等，对民用无人机运行数据（包括运营信息、位置、高度和速度等）进行实时监测，简称无人机云。《无人机云系统接口数据规范》标准中对无人机系统与无人机云系统传输数据要求、标记、测试与试验要求做了规定。

在信息社会 and 智能型社会，监管方式与时俱进，保持先进的理念和先进的技术监管系统，对保障安全和促进发展极为有利。



## 5.2 政府和行业的引导

### 5.2.1 找寻发展与安全的平衡

无人机物流有广阔的发展前景，而社会公众又存在一定的安全顾虑。面对这样一个全新的领域怎样做才不至于顾此失彼呢？从以下几方面进行分析：

第一，营运的原则力求兼顾“安全、高效、准确、周到”，其中的“准确”主要体现在市场定位上，“周到”是指运营管理方面。

第二，起步阶段要勇做“第一个吃螃蟹的人”，大胆创新，先行先试，并兼顾安全因素。

第三，处于发展的阶段要循序渐进、顺势而为。

第四，监管层面既要鼓励创新精神，防止“畏首畏尾”，也要守住安全底线和道德底线。

第五，企业层面要在大力创新的同时，不能置安全和良知于不顾。

第六，发挥市场配置资源的基础作用，合理利用社会资源。

第七，注重技术积累和知识产权的保护。

第八，坚持造福人类这一发展宗旨，使用先进工具的初心必须是为了“善”而不是为了“恶”，社会公众需要包容，积极监督和反馈。

第九，配送无人机不只是单纯的配送工具，有了基于 AI 的飞控中心调度，就成为智慧物流配送体系的一部分，最终实现无人机自动装载、起飞、巡航、着陆、卸货、配送、返航等覆盖全流程的系列动作。

第十，研发攻关、产品应用和产业培育“三位一体”推进，策略定位要符合实际。在产品研发和市场培育方面，大型企业有实力、有条件的话，可以全面推进。比如在支线运输类和末端配送类两个方向齐头并进，在基础科研、



配套设施和应用场景等方面尽量兼顾，在做好重点市场培育的同时，做好技术攻坚和知识产权的积累。

小型企业和初创企业在资金和资源上处于劣势，需要找准市场定位，优先考虑在具体的细分场景下做实做优，成为某个领域、某个环节的行业标杆。

人类社会的持续进步，尤其需要有创新精神，朝阳产业需要得到呵护和鼓励；任何新事物在发展中都伴随着一定的风险问题，人类通过科学的调研、决策和部署可以将风险控制在可承受范围之内。

无人机物流的发展，是建立在技术先进性和市场需求的基础之上，是以创造价值、为人们增福祉为初衷，其自身的发展也必定有客观的规律可以探寻。我们有改革开放、创新发展的现实环境，我们也有“致良知”的历史传承，坚持和发扬这些精神，我们就能妥善处理好发展中遇到的一系列具体问题，就能平衡好发展和安全的关系。

### 5.2.2 政府的鼓励和管理

在新常态下，鼓励创新和创造，发挥其积极意义，政府需要深入推进简政放权、放管结合和优化服务改革，转变职能、提高效能，为无人机物流的新模式、新业态的发展营造良好的制度和政策环境。

在发展过程中，充分发挥市场在资源配置中的决定性作用，强化企业的主体地位，激发企业的活力和创造力，强化以市场化的手段利用社会力量提高资源配置的效率。建议政府在以下几方面因势利导：

第一，鼓励企业有效利用大数据的社会资源，优化配送路线和运力分配。合理借助大型电商和互联网公司的大数据进行需求分析和运力匹配，有利于找准市场定位，从而聚焦于目标市场的包裹品类和运行规律，在规划航线和运载工具的选型配套等方面做到科学合理。



第二，引导企业建立技术开发联盟，建设开放型基础技术应用平台，培育先进技术在重点行业的应用试点，使其创造出更大的价值空间，适当减少重复性投入，并把研发力量在配套的全产业链进行有效布局，从而为我国无人机物流在全球范围内确立竞争优势节约宝贵的时间。

第三，鼓励通过各种合规渠道，合理引入社会资本帮助企业发展。企业在引入外来资本的同时需要有明晰的态势分析，平衡好长期利益和短期利益的关系，在发展中保持清醒和定力，注意保持决策的相对独立性和科学性。

第四，鼓励企业联合高校和科研院所联合进行重大技术攻关，走产学研之路。一般来说，科研院所和高校具备一定的研发资源和实力，并具备一定数量的高素质用户群体和相对适合的应用条件，有助于开展一定范围的适合的新业态，推动新技术应用实践。

第五，整合利用现有邮政、供销、交通等物流网点和渠道，以及商业连锁、社会物流资源，走集约式发展之路。城市可以结合具体情况联合协同连锁便利店、物流快递网点、停机坪等资源进行运力对接；乡村可以有效利用邮政所、供销社、商店和村委集散点等适合的场站，推动乡村快递公共取送点建设。无人机派送包裹收取件人员可以就近聘请当地人员作为兼职，主要负责现场的看护、取件和签收等工作，上岗前进行适当的培训。

最终的资源配置是市场说了算，政府可以在科学调研、统筹规划和基础保障等方面做好协助和服务，并在合适的时机做好引导。在所有的生产要素中，企业家才能是先导因素，在此因素的驱动下，资本、土地、劳动力和技术等要素形成合力才能促使企业的成功。

针对近几年发展迅速的无人机行业应用，国外的监管和引导思路有值得借鉴的地方。比如政府先行划出一些试验区域，给予企业在低空空域、航线等方面一定的引导和支持；再比如由航空管理部门牵头，会同相关部门和企业制定



无人机飞行的政策，开发和测试无人机空中交通管制系统，以及进行无人机融合试点计划等。目前，部分国家已规定了商用无人机可以进行测试的区域和路线，德国政府为此专门设定了一条供无人机飞行的空域；新西兰通过法律允许无人机送快递，欧洲多国预计明年初有望通过立法；加拿大和澳大利亚的监管部门也在和科技公司间进行对话和商谈。

当前，我国的管理主要以民航局为主，其陆续下发了一些指导性文件。但是已经宣传多年的无人机驾驶执照、空域使用和适航审定等没有形成统一的、明确的标准，处于尴尬的境地。从国际通行和安全角度考虑，达到某种标准的无人机，操作者需要有驾驶合格证“持证上岗”，飞行前需要向空管部门申请报备。

我国已经建立起了无人机实名登记制度，给无人机配备一机一码的标识码，加强了使用者的责任心，也方便追踪和管理。国内无人机驾驶培训市场上有民航系的 AOPA、体育总局的 ASFC 和 DJI 的 UTC 慧飞等。开展无人机物流，按照现行的相关规定，需要向空军等主管单位申请空域才能飞行。取得航线运营资质，融合通航体系，对接空中交通管理，这些是无人机物流健康发展的保障。

2017 年 8 月，我国民航局发布《民用无人驾驶航空器从事经营性飞行活动管理办法（征求意见稿）》（以下简称《办法》），其中规定，无人机从事经营性飞行活动应取得经营许可，并规定经营主体“须为中国籍公民”，飞行活动结束后 72 小时内需报送飞行作业信息。对于监管主体的规定，《办法》称拟委托中国航空运输协会通航分会协助行业主管部门完成经营许可申请的在线审查和事中事后监管工作。

2017 年 12 月，工业和信息化部印发了《关于促进和规范民用无人机制造业发展的指导意见》（以下简称《意见》）。《意见》贯彻新发展理念，以推进



供给侧结构性改革为主线，大力促进两化融合及军民深度融合发展，强化产业竞争优势。《意见》要求统筹促进产业发展和强化安全管控的要求，坚持以发展促进安全，以安全保发展，提出大力开展技术创新、提升产品质量性能、加快培育优势企业、拓展服务应用领域、建立完善标准体系，促进我国民用无人机健康有序发展。

### 5.2.3 不只是监管，标准亟待落地

无人机物流的应用成效、发展快慢受其所在环境因素的较大制约。比如政府是否支持，如何监管等，这里面还涉及一个至关重要的标准问题。客观上来讲，有了标准之后行业内的操作，以及有关部门的管理才有章可循。

2017年6月，工信部联合国家标准委、科技部、公安部、农业部、体育总局、能源局、民航局等部门发布了《无人驾驶航空器系统标准体系建设指南（2017~2018年版）》（以下简称《指南》）。旨在构建科学、有效、协调的无人驾驶航空器系统标准体系，推动无人驾驶航空器系统技术和行业健康、有序、持续发展。

《指南》提出了标准建设的两个阶段：

第一阶段（2017~2018年），满足无人驾驶航空器系统市场需求，支撑行业监管需要，初步建立无人驾驶航空器系统标准体系，并重点制定一批市场急需、支撑监管的关键标准。

第二阶段（2019~2020年），逐步推进无人驾驶航空器系统标准制定工作，到2020年，基本建立健全无人驾驶航空器系统标准体系，制修订300项以上无人驾驶航空器系统标准，基本实现基础标准、管理标准和技术标准全覆盖，行业应用标准满足相关行业应用需求。加快将我国标准提升为国际标准，提高我国无人驾驶航空器系统国际标准化竞争力。



以工业和信息化部关于无人机行业的《意见》中提出，一是坚持市场急需急用先行，二是加快标准体系建设。切实发挥标准对无人机产业发展的引领和支撑作用。扩大标准有效供给，加快无人机国家标准和行业标准的研究制定工作，鼓励行业协会、产业联盟等社会团体制定团体标准，提升标准供给数量 and 水平。

相信在国家的支持和有关部门的指导下，无人机物流的标准化建设进程会加快。对于新技术的应用涉及很多新的领域，出现许多新的问题。我们可以结合其他领域的创新、曾经发生的技术变革，以及参考国内外先进企业的经验，分阶段、分层次地构建标准化体系。几点建议如下：

第一，设备和系统的必备装置、功能和性能、环境适应性等规范。例如，自主起降和飞行、卫星导航和机器视觉、自动装卸（智能仓或自动绳索，重心偏移补偿）、伞降等应急保护装置、航线规划和管理、载重量、续航里程和时间、轨迹监控和实景监控、隐私管控、涉密管控、自动避障、警示灯光、语音交流、环境适应性、可靠性、便捷性、可追溯性、及时通信（呼叫中心）、应急管控（人工接管）和冗余设计、适航性、预留监管接口、体系和网络配备等；空中交通管制（ATM）系统、故障在线诊断系统以及应急遥控系统作支持。

第二，人员配置。调度监控、维保、收件协助、安全巡视、应急协调（ATM 与沟通协调），可在借鉴通航管理经验的基础上结合实际进行整合优化，类似的通航岗位设置有签派、管制、航务、机务和安保等。

第三，组建行业联盟。一是可以对接飞行器的空管、安全和服务体系；二是可以为行业发展提供政策咨询、支持和指导；三是可以加强同社会公众的沟通，可建立行业性的公共信息平台，提供高效的服务、政策指引、信息、通告和交流渠道。



第四，严格规范业务流程，实施标准化作业。比如在调度和落地接洽、订单处理、包裹查验、起降、飞行、安检、设备维护，以及工序衔接、应急处置等方面做到一丝不苟。

第五，关于作业时间、飞行高度和速度等有关问题。可以由行业联盟汇集先进企业的经验向有关部门提出，有关部门综合发展和安全等因素制订和发布。

最后，需要说明的是，无人机物流作为一个新兴产业，和以往任何新技术的发展历程一样，从概念萌芽、产品验证，到局部应用和迭代升级，再到逐渐被大众认同需要一个过程，每一个阶段都要经历和面对。

无人机物流，无论是支线运输、末端配送，还是仓储管理，不管是发端于乡村郊区，还是发迹于城市商圈，其机械化、自动化的特质，势必会有光明的未来。我们相信，在不远的未来，先进生产力的星星之火，可以燎原神州大地！



## 附录 无人机物流发展简史

2012 年，谷歌实验室 “Google X” 启动 “Project Wing” 无人机运输计划，初衷是应用于救灾投递等特殊场合。

2012 年，顺丰创始人王卫提出无人机运送快递的设想。

2013 年，澳大利亚 Flirtey 公司和课本租赁公司 Zookal 合作，从悉尼大学校园做起，用无人机快递帮你送课本，无人机递送成本 2.99 美金，普通快递的成本是 29.95 美金，时间也大幅缩减至 2~3 分钟。整个配送过程悉尼大学的学生可在 google 地图上实时追踪。

2013 年 6 月，硅谷创业 Matternet 公司在海地和多米加共和国测试了无人机网络，无人机能够携带约 2 公斤货物飞行约 9.7 公里。

2013 年 9 月，顺丰与广州极飞公司合作推出的物流无人机在珠三角部分城市的特定区域进行营运试点。

2013 年 12 月，亚马逊发布了名为 “Prime Air” 的无人机快递项目，其目标是让符合一定条件的订单在发货后的 30 分钟内送达客户手中。大约同时，美国的 UPS 和德国的 DHL 快递 “Parcelcopters” 团队也在做类似的无人机送货测试。

2013 年 12 月，FAA 与怀斯当地开展了相关无人机飞行计划——“让怀斯自由飞翔” 计划，该计划旨在为怀斯边远地区的民众提供急



需的药物和医疗设备，打破城乡间医疗资源的不均衡。

2014 年 10 月，DHL 宣布将在德国北海的于斯特岛实现无人机送货。载重约 1.2 公斤，飞行时间可达 45 分钟，时速最高可达 65km/h，除装卸货物需要手工外其余全部实现自动驾驶。

2014 年 12 月，法国邮政 LaPoste 宣布，旗下子公司 GeoPost 已经完成了无人机投递轻量级信件和包裹的初步测试。GeoPost 与合作方 Ateshsys 表示，他们的无人机投递 1.2km 以内 2kg 以下包裹时是可靠的。

2014 年 12 月，两名澳大利亚人提出在快递无人机上加装 LED 灯和定位系统的新方案。

2015 年 2 月，淘宝联合圆通速递，在北京、上海、广州部分区域开展了无人机快递实验。消费者在淘宝拍下某品牌的红糖姜茶，就有机会在 1 小时内，看到无人机载着商品抵达，据称三天内共有 450 人享受到这样的体验。

2015 年 3 月，亚马逊在加拿大获准测试无人机运送货物。规定的飞行高度是距地面约 60 米至 150 米的范围，并规定在有人飞机飞行的时段内无人机不能飞行。

2015 年 6 月，亿航联手百度外卖试水国内首例无人机送餐，移动互联网的繁荣打通了 O2O 的商业链路。在北京五环外，实现工作日高峰时段 30 分钟内急速送达。

2015 年 6 月，北京交通大学学生成功研发无人机物流投放精确引导系统，突破了目前无人机物流领域“最后 10 米”的瓶颈，可将货物精准投放。利用这个系统，未来每家每户都可以采用空调室外



机的方式，打开窗户，或者在窗外伸出一个容器来接收快递。

2015 年 6 月 30 日，以色列 Flytrex 公司推出送快递无人机，可以用遥控器控制飞行，也可以 3g 网络自动飞行，续航时间 35 分钟左右。

2015 年 6 月，Flirtey 与 NASA 联合获得了 FAA（美国联邦航空管理局）无人机飞行运输的首次许可，并于 7 月 17 日，用无人机将药品包裹由 Lonesome Pine 机场运到位于怀斯县目的地的居民手中。

2015 年，Matternet 公司与瑞士邮政以及瑞士国际货运航空公司进行无人机快递的试验，有关人士表示无人机快递有望很快实现。

2015 年，印度最大电商 Flipkart 等公司有意利用深圳无人机制造商大疆创新（简称大疆）的技术进行送货尝试。

2015 年 10 月，零售巨头沃尔玛公开表示有意利用大疆的 S900 等无人机进行送货测试。

2015 年 9 月，芬兰邮政应城市聚集区的居民对无人机投递的强烈需求获得当地运输安全机构的批准，启动无人机投递包裹项目。

2015 年 10 月，南非 Rocketmine 公司首获无人机商业运营执照，主要用途是矿藏勘探和设施盘点。

2015 年 10 月，新加坡邮政宣布完成了“邮递员无人机”的试飞。一架“邮递员无人机”成功将一封信和一件 T 恤送到 2 公里以外的目的地，全程历时 5 分钟，荷载半公斤，飞行高度在 45 米左右。新加坡邮政还为这种“邮递员无人机”开发了一款带有安全验证功能的 App，能够保证无人机将货物安全送达到收件人手中。无人机投递是新加坡邮政和新加坡信息通信发展管理局合作发展的一个环节，



也是新加坡致力于发展成为“智慧城市”目标的重要举措之一。

2015 年 11 月，澳大利亚邮政、民航局与谷歌无人机团队合作推动无人机快递项目，旨在推动偏远地区网购快递服务。

2015 年，美国邮政“下一代投递邮车”招标初审合格的车企中，包括一家“驮马”新技术电动汽车公司，它与辛辛那提大学合作研发的“飞马”八旋翼无人机与驮马全电动汽车对接。司机驾驶邮车到社区后，无人机可从车顶起飞，利用 GPS 导航，飞行 2~3 公里，去更偏远的住户家投递。无人机停在邮车顶的时候，就可以利用车载电池充电，仅需 2 分钟。完成投递后，还可以由 GPS 导航飞回到投递邮车行驶到的下一个新位置，通过红外线追踪降落在车顶。

2016 年 1 月，韩国放宽规则激发新产业，韩国产业部计划开展用无人机寄送邮局信件与包裹，向被暴雪困住的山区运送救护物资等项目。

2016 年 1 月，谷歌的无人机“配送容器”专利申请曝光，该容器组件将使用红外信标与空中无人机相连，然后指引无人机投递包裹。

2016 年 3 月，德国弗劳恩霍夫物流研究院（Fraunhofer IML）和 Aibotix 无人机公司合作展示了基于 RFID 技术的无人机库存管理系统。

2016 年 3 月，南非 DroneScan 公司推出了无人机库存系统，可在更高、更密集的环境进行货物盘点。

2016 年 4 月，澳大利亚邮政完成无人机配送小型包裹的测试，后续将尝试用无人机向用户家中配送网购包裹以及药品等对时效较



为敏感的物品。

2016年5月，DHL宣布成为全球首家无人机快递公司。此前DHL在德国的巴伐利亚镇进行了3个月的无人机快递试验，成功运送了130件包裹。本次完成了第三代无人机与物流链的智能包裹柜的整合试验。新一代无人机最先进的地方是在智能包裹柜顶上，可全自动起飞、着陆并投递包裹、装入新的包裹以及更换电池，全过程只需几分钟。无人机的腹舱下半部分可以整体拆卸，在它的内部装入包裹，智能包裹柜的内部又设有小型自控升降系统，实现全过程的自动化。这些成功经验使DHL将目光投向了城市的无人机交付。

2016年5月，国内电商京东宣布成立京东X事业部，开启涵盖无人机、无人车、无人仓等先进技术的智慧物流之旅。

2016年6月，京东在江苏宿迁完成了无人机配送试运营的第一单。该次共展示了三款无人机，载重从10公斤到15公斤，可自动装卸货，送货航程达5公里。同年11月，京东在陕西西安尝试用无人机投递包裹。

2016年6月，沃尔玛新兴科学部门副总裁 Shekar Natarajan 在阿肯色州本顿维尔的配送中心向外界展示了沃尔玛最新研发的用于检查库存的无人机。

2016年6月，Flirtey公司首次展示其无人机的“自船至岸”送货服务。测试在新泽西海岸实施，展示无人机如何给受灾场所提供救援。诸如在面临飓风等危机或者电力、交通基础设施等系统性故障时，无人机是如何快速运输医疗紧急物资、食物和水的。

2016年7月，美国最大的连锁便利公司7-11与无人机初创公司



弗利尔蒂 (Flirtey) 合作, 内华达州里诺市首次使用无人机将货物送到订购者家中。据悉, 这份装有一个鸡肉三明治、热咖啡和甜甜圈的航空快递, 是美国首单官方认可的商用无人机快递, 开创了美国在这一领域的新篇章。

2016 年 9 月, 美国加州的 Pric 公司研发了无人机堆场管理方案, 主要用于露天和室内作业中难以接近的资产库存管理, 可实现自动飞行、自动读取标签和自动避障。

2016 年 9 月, 国内创业公司迅蚁网络与中国邮政浙江安吉分公司联合开通了中国第一条无人机快递邮路, 也就是“杭垓镇—七管村”无人机邮路, 开通之后, 由于不需要行走在蜿蜒曲折的公路上, 无人机邮路缩短到了 10 公里, 飞行时间约 15 分钟。据评估, 相对于传统物流方式, 无人机运送时间和成本均节约 60%。

2016 年 9 月, 美国 UPS 宣布, 成功使用 CyPhy Works 的无人机向波士顿近海的一个岛屿运送了药品。

2016 年 9 月, 阿联酋迪拜的 Age 钢铁公司利用无人机加 RFID 技术在户外堆场追踪库存的钢材产品。

2016 年 11 月, 日本第 4 次测无人机送货, 欲解决海上“最后一公里”物流。日本乐天等公司在千叶市利用小型无人机进行了远距离货物配送的实证实验。千叶市是日本政府指定的无人机送货相关国家战略特区, 日本乐天、自律控制系统研究所 (ACSL)、NTT Docomo 公司宣布: 在千叶市进行的 LTE 无人机配送系统的验证实验成功。通过该实验确定了将来可运用无人机长距离配送, 从智能手机下的订单可正确反映到无人机配送系统及通过 LTE 网络能安全稳



定地进行远程控制等事项。

2016 年 11 月，京东无人机在成都郫县完成了西南地区的首单配送，在四川确定多条航线。

2016 年 12 月，亚马逊无人机送货首飞，在英国剑桥给一位顾客送上了一包咸甜口味的爆米花和 Fire TV 电视盒。从完成下单到送达耗时 13 分钟，全程无须控制员操控，借助 GPS 完成定位，送完货无人机自己回家。

2016 年 12 月，法国邮政子公司 DPDgroup 表示，他们正测试在法国南部的普罗旺斯设立一条 15 公里长的路线，利用六轴无人机快递最多 3kg 的邮件。无人机快递可让邮件到达偏远地区，如离岛和山区等一般车辆难以到达的地方。

2017 年 1 月，以色列的 Flytrex 公司获得了 300 万美元的投资，用于开发无人机配送解决方案。公司创始人兼 CEO Yariv Bash 表示，未来几年，这已经不是那些准备好了短期退出策略的应用程序公司的舞台，而是属于一大批以改变消费者的行为作为长期目标的公司，这种配送方式将成为即时在线购物体验的补充，完善货物从商家到客户家门口的环节。此后，美国连锁便利公司 7-11 和 Flirtey 公司联合对无人机送货进行商业试点运行，77 位来自内华达州 Reno 市的居民顺利收到无人机放在他们家门口的订单包裹，这些用户住在便利店一英里范围内。这是美国首次无人机批量送货的尝试，赶在了其它规模更大的科技公司前面。

2017 年 2 月，京东宣布和陕西省战略合作，投巨资在西安布局无人机通航物流网络。



2017年2月，UPS在佛罗里达的农村试点一套在卡车上起飞的无人机送货系统。在某些区域，无人机可以和卡车司机在同一时间去不同地点送货以提高配送效率。

2017年3月，Amazon Prime Air公告称在美国地区完成了首次无人机包裹快递（7瓶防晒霜，总计重量约合1.81kg），标志着亚马逊在美国的空中快递又向前迈进了一大步。与此同时，亚马逊有两项专利曝光。一个是无人机可以根据对地形起伏的判断自动调整脚架的高度，使机体本身能够在斜坡上稳定降落，无人机快递可适用范围将从平地扩展至斜坡、雪地甚至是泥泞地。另一个是如果包裹下降过程中由于外界因素不能直线下落，自动启用无线电发消息指示包裹部署降落伞、压缩空气罐或着陆襟翼，这样就可保障包裹不会中途丢失，不影响交货速度。

2017年4月，沃尔玛店内无人机送货方式获专利批准，可以在超市内部署无人机，为顾客运送商品。

2017年5月，亚马逊在巴黎郊区投资一个新的研发中心，计划推出30分钟无人机送货服务，该研发中心的目标是研发最安全，最先进的自动无人驾驶交通管理软件。

2017年5月，美国专利商标局（USPTO）发布了名为“Unmanned Aerial Delivery to Secure Location”的专利申请，该申请方为沃尔玛。沃尔玛有可能把区块链技术作为追踪无人机运货的方式。

2017年6月，京东表示在宿迁落成并投入使用全球第一个无人机运营调度中心。“618”期间，京东在西安和宿迁启动了无人机日常配送运营，主要服务于周边的农村用户。同一时期，京东的智能无



人配送车为北京、杭州和西安等地的一些高校师生完成了货物配送任务。无人机和无人车构成天地一体智慧物流体系的雏形。

2017年6月，苏宁和迅蚁合作，在浙江安吉完成首单无人机实景派送。

2017年6月，顺丰与赣州市南康区联合申报的物流无人机示范运行区的空域申请得到正式批复，并在获批空域内进行了首次业务运营飞行。

2017年6月，亚马逊曝光了一款新的专利申请——无人机配送运营中心，外形是一座类似蜂巢的塔楼，内部配备机器人。亚马逊的配送无人机可以在该运营中心停靠，装载下一单配送任务的货物。

2017年6月，艾睿电子获奖的无人机项目于香港及马来西亚的主要物流管理中心启动。这项在当年3月荣获“Innovation of the Year”奖项的无人机项目，结合了业界顶尖的无人机技术、专利影像科技及快速流程优化方法，可从空中俯瞰艾睿物流管理运营状况，有效地识别出需改善之处。此项目利用大疆（DJI）的智能无人机Phantom 4，自启动后，艾睿电子的目标流程效率已提升了82%，减少了超过650万步物流人员不必要的来回走动。

2017年7月，顺丰大型水陆两栖无人机试飞，计划投巨资在成都兴建物流无人机基地。

2017年7月，帆美公司研发的大型无人货机FM-15加入了智慧物流的航空大战，最大载荷1.5吨，满载航程1000公里，可起降于通航机场。

2017年7月，中通快递集团联合迅蚁公司在浙江乐清启动无人



机邮路试运行，成功完成首次试飞，直线距离 14.1 公里，全程配送时效提高 60%。

2017 年 7 月，京东无人机飞行服务中心在江苏宿迁正式启用。

2017 年 8 月，Zipline 无人机快递服务进入坦桑尼亚，运送药品和急需物资，品类范围还会扩大。这家公司初创时在卢旺达试运营，为偏远医院递送血袋，为非洲落后地区的医疗环境提供了不小的帮助。Zipline 在 2018 年年初开始向坦桑尼亚境内的 1 000 多个医疗站提供无人机送货服务，其中包括从大型医院向小型农村诊所运送急需的药品和医用物资。品类范围除了血袋之外，还会运送疫苗、艾滋病药物、抗疟药物以及缝合线、IV 管等关键医疗用品。医护人员在需要相应的医疗物资时，只需要通过 WhatsApp 发送信息给当地的配送站即可，配送站就会使用无人机为其配送货品，通常物资会在 30 分钟内到达。

2017 年 8 月，来自欧洲航空局企业孵化器的初创公司 Connect Robotics 用无人机将一顿热饭菜送到了葡萄牙一个偏远村庄。

2017 年 9 月，香港美心食品公司展示应用创新技术到香港食品工业的方法，当中包括利用无人机送餐，合作伙伴为香港公司 XDynamics。2017 年 9 月，澳大利亚的新南威尔士州即将要在高中毕业证书考试（HSC）中加入无人机操控一科，据了解这项考试项目将于 2018 年在澳大利亚新南威尔士州的 25 所高中推出，同时学校还会专门为十二年级学生开设无人机课程。在澳大利亚，无人机在农业、矿业和快递等领域的应用潜力巨大，而该国也正在尽力扩大无人机的运用范围。



2017年9月底，中航天信通航公司的“运-5”运输机无人化改造项目在新疆石河子山丹湖机场启动。计划对两架“运-5”运输机进行升级改造，并于2018年9月份进行试飞。改造后的无人机主要运用在物流运输领域，可充分利用空域和航线，有人机实现无人化后，将在夜航中起到十分重要的作用。

2017年10月，谷歌母公司 Alphabet 已经在澳大利亚利用无人机为人们配送外卖和药品。

2017年10月，重庆北斗物联网公司，开发出基于北斗通信技术的物联网模块，定位精度达到厘米级，助力无人机送快递的发展。

2017年10月，在南京举行的“无人机配送提速农村电商座谈会”上，苏宁物流研究院宣布：将积极发挥自身物流配送优势，在江浙地区选取适航线路，迅速扩大从镇到村“最后一公里”配送的无人机配送规模，缓解农村地区物流配送压力，节约社会成本，真正提升农村物流服务体验。

2017年10月，中国造全球首款吨级货运无人机成功首飞。该款 AT200 无人机由中国科学院工程热物理研究所和朗星无人机公司作为总体单位，联合多家单位研发而成，有效载荷达 1.5 吨，巡航速度为 313 公里/小时，续航时间达 8 小时，航程 2 183 公里，实用升限可达 6 098 米。AT200 配备先进的飞控系统和指挥系统，彻底摆脱了对飞行员的依赖，在指控中心即可实现飞机的“一键自主起降”，并可同时控制多架无人机。该无人机适合用于支线货运。

2017年10月，顺丰、炼石有色（朗星无人机母公司）、北汽集团和中国科学院工程热物理研究所，四家共同在陕西省蒲城县签署



战略合作协议，推进在无人机领域的战略合作。这是基于 AT200 物流无人机为平台进行的物流无人机系统的研发设计、适航取证、生产制造、销售和运营。

2017 年 10 月，美国宣布无人机融合试点计划——UAS Integration Pilot Program。该计划目的是安全地将无人机系统融入美国国家空域系统，进一步推动无人机对经济和社会的贡献。这个试点计划的内容包括：夜间运行，在人群上空运行，超出（操作手）视线运行，无人机送货等。

2017 年 10 月，由东京大学和日本宇宙航空研究开发机构（JAXA）等组成的日本无人机运行管理国际财团（简称 JUTM）在福岛县南相马市、浪江町进行了 19 台小型无人机同时飞行的试验，试验围绕物流配送、灾害搜救等方面展开。JUTM 表示，在同一空域使用多台无人机展开空域管理和无线电管理的试验是世界首例。本次试飞试验由当地各级政府部门、风险型企业“自主控制系统研究所”（ACSL）等无人机制造商、日本邮政、乐天公司、全日空航空公司（ANA）等企业共同举行。各级政府部门共享灾害信息，并由灾害无人机进行了搜索失踪人员以及输送救援物资等。

2017 年 10 月，罗森和乐天公司在日本福岛县南相马市开始测试用无人机从便利店配送在移动贩卖车下单购买的商品。该测试在日本尚属首次，旨在提升老龄化严重的地区购物的便利性。无人机能运载最大体积为 20cm × 20cm × 15cm、重约 2kg 的商品。天气渐冷，人气食品炸鸡和关东煮等用无人机送货快捷还“保温”。

2017 年 10 月，在福建省莆田市山亭镇，阿里巴巴菜鸟网络的无人



机群组，满载湄洲岛居民下单的六箱货品，仅用9分钟就成功飞越海峡，为农村淘宝提供物流服务。无人机编队自主飞过7级大风，此次是国内首次无人机群组跨海快递飞行成功，是无人机技术的最新场景展示，不仅可以让岛屿居民方便快捷拿到包裹，在运送生鲜产品和医疗用品等高附加值货品方面也大有可为。

2017年11月，美国Workhorse公司推出全新电动货车N-Gen，配备无人机送货功能。Workhorse Group是一家致力于电动汽车的公司，N-Gen车顶有一架八旋翼无人机，它最多可以携带10磅的包裹。

## 参考文献

- [1] 李严锋, 张丽娟. 现代物流管理 [M]. 大连: 东北财经大学出版社有限责任公司, 2016.
- [2] 程晓华. 制造业库存控制技巧 [M]. 北京: 中国财富出版社, 2013.
- [3] 程晓华. 决战库存 [M]. 北京: 中国财富出版社, 2017.
- [4] 大卫·辛奇, 等. 供应链设计与管理: 概念、战略与案例研究 [M]. 季建华, 译. 北京: 中国人民大学出版社, 2009.
- [5] 吴声. 新物种爆炸 [M]. 北京: 中信出版社, 2017.
- [6] 尤瓦尔·赫拉利. 人类简史: 从动物到上帝 [M]. 林俊宏, 译. 北京: 中信出版社, 2017.
- [7] 克劳斯·施瓦布. 第四次工业革命: 转型的力量 [M]. 北京: 中信出版社, 2016.
- [8] 李彦宏. 智能革命 [M]. 北京: 中信出版社, 2016.
- [9] 李开复, 王咏刚. 人工智能 [M]. 北京: 文化发展出版社, 2017.
- [10] 卢克·多梅尔. 人工智能: 改变世界, 重建未来 [M]. 赛迪研究院专家组, 译. 北京: 中信出版社, 2016.
- [11] 阿里巴巴集团. 马云: 未来已来 [M]. 北京: 红旗出版社, 2017.
- [12] 增田宗昭. 知的资本论 [M]. 王健波, 译. 北京: 中信出版社, 2017.
- [13] 奥斯汀. 无人机系统-设计、开发与应用 [M]. 陈自力, 等译. 北京: 国防工业出版社, 2013.
- [14] 蔡志洲, 林伟. 民用无人机及其行业应用 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2017.
- [15] 兰德尔·W. 比尔德, 蒂莫西·W. 麦克莱恩. 小型无人机理论与应用 [M]. 王强, 等译. 北京: 国防工业出版社, 2017.
- [16] 宇辰网. 无人机: 引领空中机器人新革命 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2017.
- [17] 亚当·罗斯坦. 无人机时代: 即将到来的无人机革命 [M]. 王志欣, 等译. 北京:



机械工业出版社，2017.

- [18] 李立，曹晟源，陈雷. 大疆无人机 [M]. 北京：中国友谊出版社，2017.
- [19] 王焰. 一体化的供应链：战略、设计与管理 [M]. 北京：中国财富出版社，2009.
- [20] 常俏. 无人机配送有待市场考验 [J]. 中国物流与采购杂志，2016（15）：46.



## 后 记

电子商务爆炸式的增长，为许多企业带来了供应链的营运压力。在承诺的时间内送货是它们所面临的一个重要问题，无人机物流的兴起正好为其提供了一个很好的助力。

2013 年，亚马逊的贝佐斯提出一个大胆的构想，将组建一支“无人机快递舰队”，在消费者下订单的 30 分钟之内投送包裹。这些业务将涵盖亚马逊 86% 的订单，5 年来亚马逊一直在努力，再向这个伟大目标靠近。

2017 年的“618”大促期间，京东的无人机送货、机器人分拣和搬运，以及无人车送货等物流新装备“火力全开”，有力支撑了电商物流，也让人们大开眼界。

过去十多年，我国的城市电商和物流发展迅速，人们的生活和生产活动获得了相当大的便利。但是，在我国广大的乡村和偏远地区，电商和物流的发展要滞后很多。在这些地方，最后 5~15 公里的物流输送主要是依赖于地面的交通工具，由于需求总量小、分布区



域广和交通条件的限制，分摊到单件的物流成本很高、效率很低。如此一来，经济和社会发展带来的实惠，这些地方的人们就难以获得对等体验。

可喜的是，随着科技的发展，以及经营活动方式的创新，智慧物流和无人机送货等方式，有可能为解决上述难题提供有益的借鉴。尤其是无人机送货，随着技术的逐步完善和运营经验的积累，将是应对地面运输局限性和降低物流成本的有效途径。乡村电商的发展在近两年开始加速，加上政府在促进平衡协调发展方面的努力，和相关支持政策，以及商业企业在渠道下沉方面的付出，使乡村电商的市场前景一片大好。

当乡村电商和无人机物流融合在一起时，将会产生什么样的化学反应呢？找准市场定位，选择对口的货物品类，匹配合适的机型，采取适合的商业模式，在技术和管理上精益求精，确保安全和质量，并在服务上不断提升，有专注、专业的精神，必能赢得未来。

国外发达国家的物流行业，在高新技术支持下已成为经济的支柱产业，是提高经济效益、产业升级和企业重组的关键因素。物流行业作为一个系统化的整体正在极大地改变着商业模式、生产模式，也越来越凸显出其在经济发展中的重要作用和不可替代的战略地位。

国内的物流行业，整体上是市场规模庞大、成本逐渐降低、效率不断提高。同时，随着“一带一路”相关政策的稳步推进，国家计划建设一批与“一带一路”周边国家互联互通、顺畅衔接的外向型物流枢纽基地，提高进出口货物的集散能力；而“一带一路”倡议下的经济生态，是以蚕丝等农产品为起点，农产品上行物流将有重



要的发展机遇。

假以时日，高度发展成熟的智能系统可以解决从物流管理到无人机运行，再到空域管理的全系列难题，当然这离不开创新企业的努力实践、科技人员的付出、经济的不断发展和良好的社会环境。

长期的投入必有长远的回报！从沃尔玛、亚马逊、谷歌、DHL、UPS、雅玛多，到京东、顺丰、中国邮政和苏宁，这些国内外企业巨头无一例外，看上的正是无人机物流这一行业潜在的巨大商机。从亚马逊的公开信息了解到，该公司 2013 年在快递业务方面亏损了 35 亿美元，因此，贝佐斯才不遗余力、不惜重金地推进无人机物流的项目。相比快递方面亏损的巨额数字，贝老板在这个项目上的投入简直是九牛一毛。其前瞻性的、战略性的投入，往往在后期赚得盆满钵满，而且，绝对性的领先优势也常常让同行望尘莫及。

人类的近代史，本质上是工业革命和科技进步的历史，往往是科学技术的变革，驱动了生产力的发展、社会的再分工和人类文明的进步。从蒸汽时代、电气时代、信息时代，到当前的智能时代，人类社会积累的能量越来越大，变化也越来越快。科学技术是促成一切发展的原动力，这是共识。

历次工业和技术革命的进程表明，任何一项新的技术不管面临多大阻碍，只要它有经济价值和社会价值，随着时光流转，其旺盛的生命力就都将碾压一切！火车、汽车、飞机、电灯、电话、大哥大、计算机、互联网和移动支付等无一不是活生生的例证。回想过去，在二十世纪八九十年代，“大哥大”刚开始流行，那时候谁曾想到这块“砖头”会在二十几年后变得如此神通广大。



1973 年，马丁·库帕发明了手机。

1983 年，摩托罗拉公司推动手机的商用。

1993 年，诺基亚手机能够发短信。

1998 年，西门子推出彩屏手机。

2000 年，夏普手机内置 11 万像素的摄像头。

2007 年，第一部 iPhone 上市，开创了智能手机时代，其配 200 万像素的摄像头，但由于不支持 3G 网络，电池无法拆解而引发了质疑；

十年后，智能手机已成了通信、社交、数字助理、拍照和娱乐等功能的综合体，移动互联网已然替代了 PC 互联网的地位。

回想这些，我们联想到了什么呢？

很多曾经叱咤风云的厂商和产品，如今早已远离人们的视线，让我们再回想那些已经或正在消失中的身影：

柯达，记录无数的历史瞬间，却最终成了历史。胶片时代的王者，“放弃”了数码时代，它的没落意味着一个影像时代的结束。这家曾经全球市值第一的百年老店，在品牌、资本、技术研发和先知先觉等方面都“有一手”，但是很可悲，原本拥有数码摄影技术的“先手”，却因贪恋胶片的利润，未能及时改变业务模式而轰然倒下了。

诺基亚，曾经的功能手机霸主，没能在智能手机出现的时候及时跟上，倒下了。

波导，曾号称“手机中的战斗机”，在供应链管理、技术变革和资本等的多重压力下也倒下了。

还有很多曾经的经典产品，像胶片那样黯然离场。



回顾过往，在历次的变革中很多国际“巨无霸”企业没有跟上创新的步伐，黯然陨落，让人扼腕叹息！当无意中翻出一个万能充、一个卡片相机、一张软盘、一个 mp3 或一盒磁带，不禁让人反复思考是谁革了它们的命？想到最多的，还是智能手机。

在 2011 年，智能手机刚时兴的时候，很多人还很不习惯使用，因为要天天充电实在太过麻烦，而原来用的功能手机，基本上每周充 1~2 次电就足够。

但是，人们终究拗不过拍照、社交和 4G 网络等的夹击，拗不过周围的环境，不知不觉中习惯了智能手机，因为这是趋势和潮流！

2012 年的时候，研发四旋翼产品的人们在热情之余也存有一丝迷茫：四旋翼飞行器是很好玩，但是它除了作为玩具之外，还有什么价值呢？就像 AR. Drone 被定义成玩具一样，DJI 最早的多旋翼产品也被人定义成玩具、航模，在那时候，有投资人直言不看好 DJI 这样的玩具公司。是“造化弄人”还是人们的判断出错？仅仅几个月之后，“剧情”反转了：随着 DJI 的 Phantom 在 2013 年 1 月推出后大获成功，迅速占领了全球的大部分市场，导致四旋翼飞行器市场的形势发生了根本性的变化。两年后，DJI 的估值已达 100 亿美元。

风来了，势不可挡！

故步自封，墨守成规，短期看似乎是没什么风险，但时间稍一拉长就会发现，已经被新技术革了命，被新时代拒之门外。

十几年前，淘宝刚刚开始的时候，其发展也是举步维艰。比如人们在上面买件衣服，可能会纠结于颜色、款式是否适合自己，布料、做工怎样，卖家信誉怎样，以及收到货质量不满意怎么办。面对许



多多的难题和挑战，马云和他的团队都一一化解了，通过持续地改进技术，优化运营流程，以及正面宣导等努力，去解决用户网购时的顾虑和瓶颈。同时也应看到，淘宝的成功离不开全社会的包容和支持。

无人机物流是一种先进的生产力，但在发展初期也不会一帆风顺。在起始阶段，低空飞行可能会让人们有些不习惯、难以接受。但是，人们对待新技术，最好的方式是包容和积极面对，在过程中了解、学习、监督和反馈。只有这样，新技术才能有适合的生长土壤，才能在实践和对话中不断完善和提升。

在新理念和新技术面前，即便不能做到先知先觉，那也要在潮流到来时有所觉悟和行动。

网购商品下单后 30 分钟送达，这物流速度简直让人匪夷所思。但这正是亚马逊 CEO 贝佐斯打造无人机物流的目标！这些年亚马逊陆续研发了无人机“空中航母”、无人机塔配送中心和各种送货无人机及配件。在 2017 年“双 11”前夕，在福建省山亭镇，菜鸟网络的无人机群组自主飞行 9 分钟后越过海峡，为湄洲岛用户提供了物流服务。这是无人机技术的最新应用场景，不仅可以让岛屿居民方便快捷地拿到包裹，在某些条件下运送生鲜产品、医疗用品等高附加值货品方面也将大有可为。菜鸟方面表示，作为自动化技术的一种，无人机等多种科技方式和智慧物流平台相结合，不仅可以疏通传统物流难以到达的地区，还能为用户带来极致的物流体验。

未来的某一天，西雅图的老贝网购了披萨，5 分钟后，他接了个电话，然后走过去推开窗户，一个“小精灵”轻巧地“飘”了进来，



稳稳地悬停在桌子边，老贝微笑着点头，“小精灵”轻巧地放下盒子，随着“Byebye”的余音消失在窗外。

某一天，在深圳大鹏度假的小李发会儿呆的功夫，刚网购的礼物，就通过“上帝之手”轻巧地呈现在他的阳台上。

这是庄周梦蝶、是真是幻……

这或许就是无人机物流的未来！

# 一本书<sup>📶</sup>读懂 无人机物流

- ／发挥“空中高速公路”特长，建设“天地融合”的立体物流体系。
- ／为区域性发展不平衡提供良策，打造超越时空界限的“极致体验”。
- ／分享国内外物流先锋企业案例。
- ／收录全球无人机物流发展简史。



机械工业出版社微信公众号



机工经管订阅号 尽享经管营养餐

上架建议 物流

ISBN 978-7-111-60185-2

ISBN 978-7-111-60185-2



9 787111 601852 >

定价：59.00元

## ● 作者简介

### 周俊飞

无人机物流联盟创始人、无人机资深玩家、中国航空器拥有者及驾驶员协会（AOPA-China）成员。曾长期参与华为外包公司的物流和供应链设计，曾供职富士康等多家知名企业。致力于城乡双向物流、供应链规划研究多年。

现代绿色物流的倡议者，“阳明学”的忠实信徒，“致良知”思想的践行者和传播者。

为中华崛起传播智慧  
地址：北京市百万庄大街22号  
邮政编码：100037

#### 电话服务

服务咨询热线：010-88361066  
读者购书热线：010-68326294  
010-88379203

#### 网络服务

机工官网：www.cmpbook.com  
机工微博：weibo.com/cmpl952  
金书网：www.golden-book.com  
教育服务网：www.cmpedu.com  
封面无防伪标均为盗版



策划编辑：刘怡丹  
咨询电话：010-88379703

# 一本书读懂 无人机物流

- 发挥“空中高速公路”特长，建设“天地融合”的立体物流体系。
- 为区域性发展不平衡提供良策，打造超越时空界限的“极致体验”。
- 分享国内外物流先锋企业案例。
- 收录全球无人机物流发展简史。



机械工业出版社微信公众号



机工经营订阅号 尽享经营营养餐



上架建议 物流

ISBN 978-7-111-60185-2

ISBN 978-7-111-60185-2



9 787111 601852 >

定价：59.00元