

# 智能机器人系列报告之四

## 消费级无人机的昨天、今天和明天

分析师： 罗立波 S0260513050002

☎ 021-60750636

✉ luolibob@gf.com.cn

分析师： 刘芷君 S0260514030001

☎ 021-60750802

✉ liuzhijun@gf.com.cn

### 核心观点：

- **消费级无人机：从航模到大众消费品，完整的产业链将其带入寻常百姓家**

消费级无人机与传统的航模玩具在许多方面有着类似的特性，是否配备自动驾驶以及是否具备智能自主性是区分两者的主要因素，也正是随着开源自动驾驶仪这一核心技术的飞速发展和应用，让消费级无人机产品迅速走向了大众，打开了人们观察世界的新视角，敲开了消费级无人机市场的大门。外部因素中，消费市场的培育，应用产场景的同质化，和完整的产业链配套，让消费级无人机成本边际递减，并得以迅速产业化。

- **行业竞争格局：一级市场繁花似锦，但“一超多强”的产业格局短期难改**

随着大疆在2012年推出了首款精灵系列一体化航拍无人机，消费级无人机市场的争夺正式拉开帷幕。3DR、Parrot、零度、昊翔等公司迅速跟进。大疆凭借着抢先进入市场所积累的先发优势和全球范围内的渠道资源，目前大疆全球市占率大约70%。国内市场上，只有1500-3500价格区间内有部分竞争者，毛利润市占率超过90%。虽然市场不断有竞争产品出现，但从综合技术积累、研发能力、可利用资源来看，短期内国内无人机市场“一超多强”的局面很难改变，也很难有竞争者能对大疆的领头地位产生实质性威胁。

- **未来趋势：消费级持续增长，行业级细分是新方向，谨慎看好小型自拍无人机**

从目前消费级市场的发展情况来看，随着现有技术的不断完善、新功能不断探索，消费级无人机市场仍将由新的技术亮点作为爆发点引领需求并持续推动市场增长；另一方面，随着无人机平台软硬件技术的完善，以及替代人工作业需求的增长，电力巡检、农业植保等行业级无人机将可能会成为新的市场热点；小型化和娱乐化的自拍型无人机是细分领域里具备差异化竞争的产品之一，按照目前的技术路线以及产品现状，从使用效果及实用性出发，与目前成熟的无人机产品差距明显。

**投资建议：**我们认为消费级无人机依然满足我们提出的智能机器人分析框架：**需求场景培育+核心技术突破商业化拐点+完整的产业链配套三大因素叠加，使得消费级无人机能够迅速产业化，同时成本能在短期内下坠。**从投资角度来看，我们建议从三条主线关注无人机行业的投资机会：（1）具备综合研发实力和产业资源整合的企业，例如大疆、极飞、零度、亿航等；（2）关注无人机在细分领域的应用，例如无人机植保、巡线等领域；（3）关注产业的差异化竞争，例如小型化和娱乐化等方向。我们建议关注龙头大疆在消费级和行业级的产品进程，建议关注的上市公司有雷柏科技（广发电子覆盖）、隆鑫通用、全丰航空（新三板）、易瓦特（新三板）等。

**风险提示：**行业竞争加剧；潜在进入者的威胁；新产品放量不达预期。

### 相关研究：

智能装备专题系列报告：无人驾驶汽车之激光雷达-不断被认知的关键技术	2016-08-14
智能机器人系列报告二：智能的世界：正在发生的应用场景革命	2016-07-19
智能装备系列报告之十：农业植保无人机：天时地利人和，“跑马圈地”时代来临	2016-06-06

## 目录索引

一、消费级无人机的崛起：从技术更新到产业链发展.....	5
1.1 无人机的起点：从航模说开去.....	5
1.2 开源飞控：让无人机飞入寻常百姓家.....	6
1.3 外部因素：产业配套完善带来的成本边际递减.....	8
二、行业格局：一超多强局面短期难改.....	16
2.1 无人机市场概况与资本市场表现.....	16
2.2 消费级无人机行业重点公司介绍.....	17
2.4 技术积淀决定用户体验，大疆仍将独占鳌头.....	22
三、未来趋势：消费级继续增长，细分应用是新方向.....	31
3.1 同质化严重，技术门槛是否已降低？.....	31
3.2 巨头涌入，资源、市场可能重新划分.....	31
3.3 行业级细分市场应用初露冰山一角.....	35
3.4 谨慎看好小型自拍无人机.....	37
四、投资机会与风险提示.....	40

## 图表索引

图 1: 典型的航模飞行器 .....	5
图 2: 航模与消费级无人机的操作区别 .....	6
图 3: Arduino 基础开发板 .....	7
图 4: 借助开源飞控平台进行无人机产品开发 .....	8
图 5: 四旋翼无人机和固定翼无人机飞行包线示意图 .....	9
图 6: 四旋翼与固定翼无人机控制方式比较 .....	10
图 7: MEMs 器件平均单价 (美元) .....	12
图 8: 新型电子产品市场容量巨大, 销售收入高速增长 .....	13
图 9: 90 后群体消费意愿 .....	14
图 10: 全球消费级无人机市场规模(单位: 亿人民币) .....	16
图 11: 部分无人机公司梯队分布 .....	17
图 12: 主流消费级无人机产品历程 .....	18
图 13: 大疆公司年营业收入 (2010-2015, 单位: 百万人民币) .....	19
图 14: Parrot 公司季度营业收入 (2013Q1-2016Q1, 单位: 百万欧元) .....	20
图 15: Intel 公司 RealSense 传感器与所成深度图像 .....	21
图 16: 2014 年消费级无人机全球市场份额 .....	22
图 17: 2015 年第四季度美国机构向 FAA 申请准飞品牌及机型数量 .....	22
图 18: 2015 年第四季度美国机构向 FAA 申请准飞机型型号及数量 .....	23
图 19: 2016 年 3 月中-6 月中淘宝平台一体机销售占比 .....	23
图 20: 2016 年 3 月-6 月淘宝平台一体机销量份额以及毛利润占比 .....	25
图 21: 超声波定高技术 .....	26
图 22: 悬停定位技术总结 .....	26
图 23: 大疆精灵 4 的图像 (人物) 识别跟踪技术 .....	28
图 24: 大疆精灵、零度的避障系统 .....	28
图 25: 高通发布的 Snapdragon Flight 开发平台 .....	32
图 26: DHL、Amazon、Google 的 ProjectWing(下)的快递无人机 .....	34
图 27: Facebook 的 Aquila 计划 (左) 与 Google 的 Skybender 计划 .....	35
图 28: 大疆 MG-1 的一体化内循环冷却系统 .....	36
图 29: Piix4D 无人机 2D/3D 测绘方案 .....	37
图 30: Hover Camera、Dobby、空影无人机 .....	39
图 31: Hover Camera 的人脸识别和单目 SLAM 技术 .....	39
表 1: 航模与无人机异同点 .....	5
表 2: 不同构型无人机主要特点对比 .....	9
表 3: 大疆精灵 4 主要芯片 .....	11
表 4: 常用无人机主要配件价格变动 .....	11
表 5: 手机传感器在无人机上的应用 .....	12
表 6: 传统航拍、跟拍设备与新型航拍无人机对比 .....	15
表 7: 消费级无人机公司融资情况 (单位: 无标注外均为美元) .....	16

表 8: 消费级无人机公司融资情况 (单位: 美元) .....	17
表 9: 主流无人机图传性能比较 .....	30
表 10: 主流无人机图传性能比较 .....	30
表 11: 自拍级无人机和专业级无人机对比 .....	38

## 一、消费级无人机的崛起：从技术更新到产业链发展

### 1.1 无人机的起点：从航模说开去

航模运动兴起于上世纪90年代，随着我国航空事业的不断发展，航空知识教育日趋受到国家的重视，1992年82万青少年参加的首届全国青少年航空模型竞赛，给航空模型运动的普及和发展增添了新的活力。

图1：典型的航模飞行器



数据来源：广发证券发展研究中心

表 1：航模与无人机异同点

	航模与无人机类同点	不同点
动力方式	电动/油动	无
机身构型	旋翼/固定翼	无
机身材料	泡沫塑料/木板/工业塑料/碳纤维/金属	无
操控方式	无线电遥控	无人机： <b>遥控+自动控制</b>
翼展/轴距	1 米以下	无人机： <b>0.1 米-30 米</b>
传感器	无	无人机： <b>陀螺仪、惯性组件、高度计、图像传感器、超声波传感器</b>
控制介入	控制指令从底层介入直接驱动执行机构	无人机： <b>由自动驾驶仪增稳后驱动执行机构</b>
使用目的	学习飞行知识和竞技	无人机： <b>航拍、植保、工业巡检等</b>

数据来源：广发证券发展研究中心

从表中可以看出，两者均采用电动、油动发动机作为动力，以无线电遥控器对无人

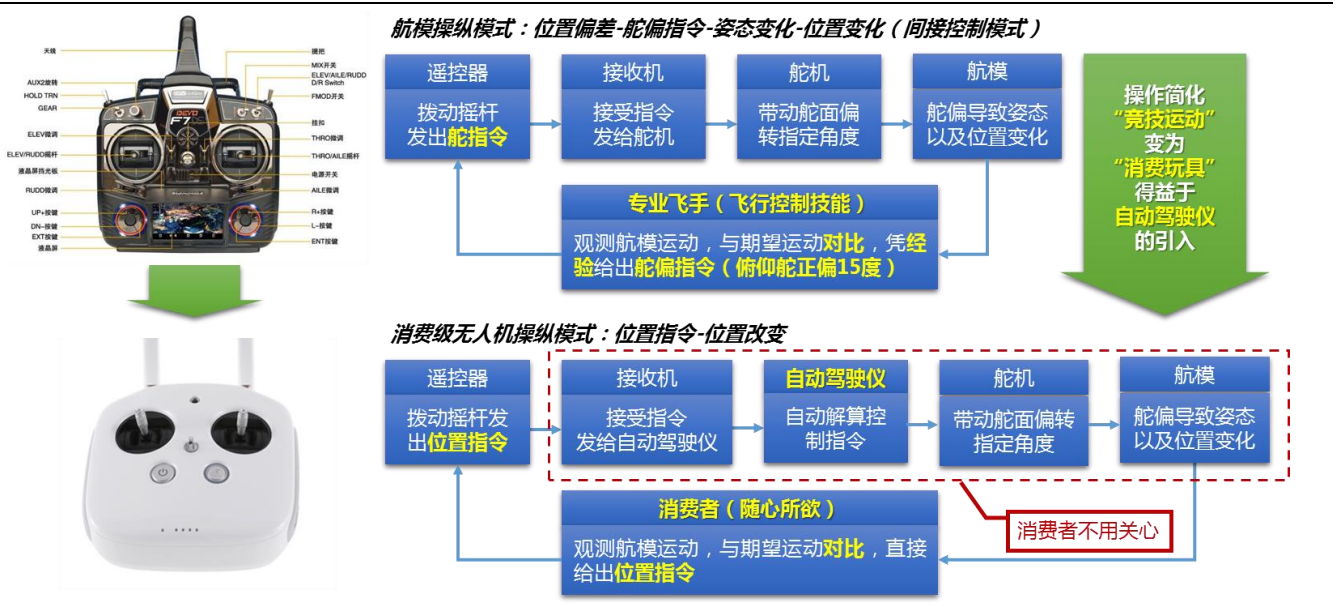
机进行操作，无人机上采用舵机配合连杆机构驱动舵面完成无人机的飞行控制。核心的不同点是，航模运动是以完成给定技术动作或这特定任务为目的，是以对飞手对航模的操控特性的了解为基础，考验飞手的操控水平而进行的一种竞技运动。而如今的消费级无人机关注的更多的是以搭载了自动驾驶仪的无人机作为平台，以完成机载任务，比如航拍、送货、监测等任务为主，对于飞手的要求更低，而对任务载荷更加关注。

传统的航空模型飞行器，主要是用于航模飞行竞技、飞控知识科普等用途，追求的目标偏向于原生态的飞行模式，需要从底层对飞行控制系统进行介入并开展研究，因此，飞手们深入到飞控底层对航模进行操纵（从舵偏控制，到姿态改变，到运动改变）。然而随着航模爱好者的增多，以及更多不具备飞行控制基本知识的爱好者涌入航模圈，人们需要更简化的飞行操纵方法。其实简化飞控这个问题一直有大批研究者在长期从事相关研究，领域内一般将这种驾驶辅助系统称为：自动驾驶仪 (Autopilot)。

### 1.2 开源飞控：让无人机飞入寻常百姓家

自动驾驶仪是一种能够帮助操纵者实现既定飞行目标的飞行控制系统。它包括软件控制算法和硬件平台，在传统的导弹、战斗机上，都配备有自动驾驶仪装置，但是功能复杂，实现困难。无人机飞入寻常百姓家还是依靠开源飞控平台搭建的自动驾驶仪的爆发得以实现的。

图2：航模与消费级无人机的操作区别



数据来源：广发证券发展研究中心

说起开源，飞控开源跟Linux, GNU等开源软件系统不同，后者通过开源社区的维护，通过共同开发、共同应用的开放思想，使得软件系统得到了最充分的应用和发展。但是最初推动消费级无人机进入井喷发展期的，却是一套**开源硬件系统**。

### (一) 开源飞控元老: Arduino – APM – PX4/PIXHawk

**Arduino**是业内知名的无人机产品，它是一款便捷灵活、方便上手的开源电子原型平台，包含硬件（各种型号的Arduino板）和软件开发环境（Arduino IDE），由于开发的初衷就是帮助学生搭建简单实用的软硬件开发环境，又因为采用的是开源共享的方式，软件成本为“0”，硬件成本在批量生产的情况下也被控制的很低，因此Arduino平台的入手门槛很低，一般在网上采购一套基础开发套件仅需要100元不到。Arduino系统一般包括一个主控MCU，和一些相关应用的传感器、执行机构，很容易被应用于小型电气自动化实验等教学项目或者发烧友们的DIY电子应用开发。

图3: Arduino基础开发板



- 处理器 ATmega328
- 工作电压 5V
- 输入电压（推荐） 7-12V
- 输入电压（范围） 6-20V
- 数字IO脚 14 (其中6路作为PWM输出)
- 模拟输入脚 6
- IO脚直流电流 40 mA
- 3.3V脚直流电流 50 mA
- Flash Memory 32 KB
- SRAM 2 KB (ATmega328)
- EEPROM 1 KB (ATmega328)
- 工作时钟 16 MHz

数据来源: 维基百科, 广发证券发展研究中心

**Arduino**的出现，不论从技术上还是成本上，都大大降低了飞控软件算法实现的门槛，而且除了提供了一整套硬件平台用以实现算法，开源社区还同时将飞控爱好者们聚集在一起，共同推动技术进步。因此我们看到，在之后的几年内，基于Arduino的软硬件系统平台，衍生出了大量的飞控系统应用。

**APM (ArduPilotMega)**是在2007年由DIY无人机社区(DIY Drones)推出的飞控产品，是当今最为成熟的开源硬件项目。APM基于Arduino的开源平台，对多处硬件做出了改进，包括加速度计、陀螺仪和磁力计组合惯性测量单元(IMU)。由于APM良好的可定制性，APM在全球航模爱好者范围内迅速传播开来。通过开源软件Mission Planner，开发者可以配置APM的设置，接受并显示传感器的数据，使用google map完成自动驾驶等功能。

目前**APM**飞控已经成为开源飞控成熟的标杆，可支持多旋翼、固定翼、直升机和无人驾驶车等无人设备。针对多旋翼，APM飞控支持各种四、六、八轴产品，并且连接外置GPS传感器以后能够增稳，并完成自主起降、自主航线飞行、回家、定高、定点等丰富的飞行模式。APM能够连接外置的超声波传感器和光流传感器，在室内实现定高和定点飞行。

**PX4 & PIXHawk** PX4是一个软硬件开源项目(遵守BSD协议)，目的在于为学术、爱好和工业团体提供一款低成本、高性能的高端自驾仪。由3D Robotics联合APM小组与PX4小组于2014年推出的PIXHawk飞控是PX4飞控的升级版，拥有PX4和APM两套固件和相应的地面站软件。该飞控是目前全世界飞控产品中硬件规格最高的产品，也是当前爱好者手中最炙手可热的产品。PIXHawk拥有168MHz的运算频率，并突破性地采用了整合硬件浮点运算核心的Cortex-M4的单片机作为主控芯片，内置两套陀螺和加速度计MEMS传感器，互为补充矫正，内置三轴磁场传感器并可以外

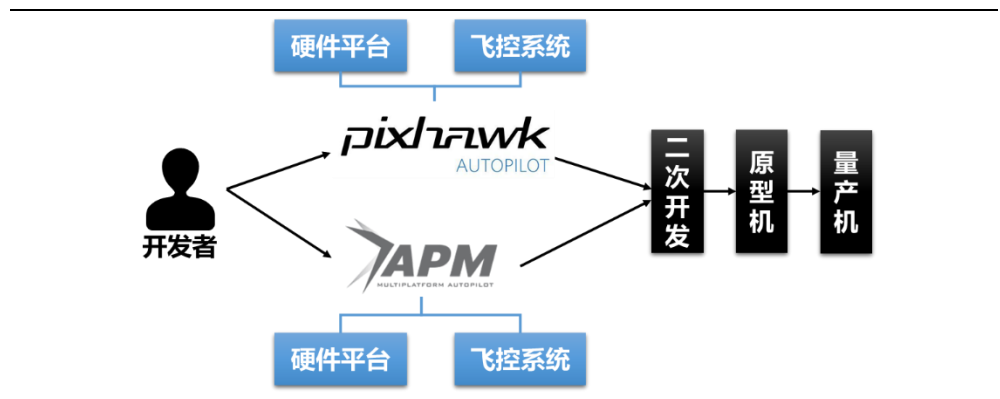
接一个三轴磁场传感器，同时可外接一主一备两个GPS传感器，在故障时自动切换。

## （二）开源飞控拉低技术门槛，缩短开发周期

开源飞控系统在广大飞控爱好者、机构的开发维护下，功能日渐强大，系统趋于完善。而且，开源系统的开发维护都是基于Google Code、GitHub等开放式开发平台，开发者们为了保证远程协作的顺利进行，通常会维护一个详尽具体的说明文档，这也是开源飞控系统一个突出的特点，即整套飞控系统的开发说明文档十分详细，入门教程丰富，非常适合新手学习、了解，或者基于现有飞控系统做二次开发。

PX4、APM等开源飞控凭借完善强大的功能以及相关技术支持，为无人机产品线的开发铺平了道路。大量实践表明：一名电子或者自动化相关专业的硕士研究生甚至本科生发烧友，或者相关专业从业人员，都可以按照相关手册、教程在较短的时间内开发出一台功能齐备的无人机样机，这也是随后出现的井喷现象的一个技术基础。

图4：借助开源飞控平台进行无人机产品开发



数据来源：广发证券发展研究中心

## 1.3 外部因素：产业配套完善带来的成本边际递减

当开源飞控的成功使得消费级无人机展现在人们眼前以后，是什么原因导致消费级无人机的爆发？我们认为，可以从以下几个方面归结原因。1、消费级无人机，主要指四旋翼飞行器，其自身的特点使得基于无人机的互动应用体验开发门槛降低；2、产业链的完善和硬件成本的下降；2、消费者的消费观念、消费能力达到一定水平，对于这个价位的新兴产品具有较强的购买意向和足够的购买能力；3、外部市场、消费舆论等起到推动作用，最终促成了市场的爆发。

### （一）对用户体验的要求选择了四旋翼

总结一下消费级无人机上的主流应用，基本都是建立在四旋翼飞行器稳定持续的悬停的飞行特点上，以航拍为例，传统的固定翼、直升机航拍也曾兴起，但是固定翼航拍很难实现近距离重点部位聚焦；直升机虽然实现了悬停，但是飞控系统复杂，控制效果差。当四旋翼无人机以一个灵活、精准、稳定的任务载荷平台出现在了市场后，航拍市场迅速爆发。



表 2: 不同构型无人机主要特点对比

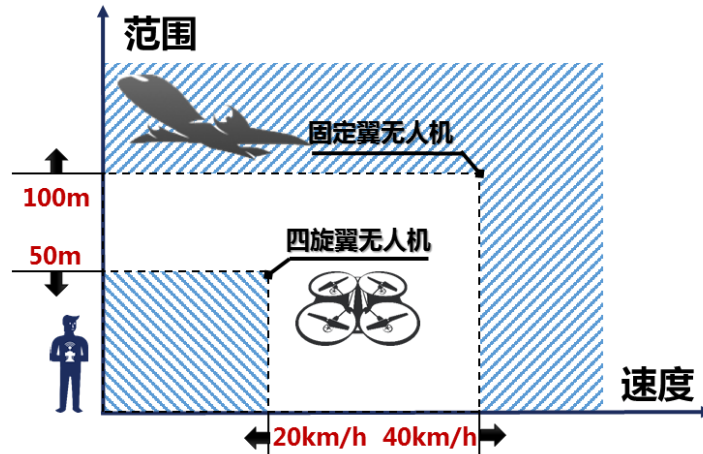
动力	机型	飞行范围	飞行速度	续航能力	便携性	机动性	易操作	可否悬停
电动	直升机	★★	★☆	★☆	★	★☆	☆	√
	四旋翼	★	★	★	★★★★	★★★★	★★★★	√
	多旋翼	★☆	★	★☆	★☆	★★☆	★★★★	√
	固定翼	★★★★	★★★★	★★★★	☆	★	★★	×
油动	直升机	★★★★	★☆	★★☆	☆	★	☆	√
	四旋翼	★★	★	★★	★★★★	★★★☆	★★★★	√
	多旋翼	★★☆	★	★★☆	★	★★	★★★★	√
	固定翼	★★★★	★★★★	★★★★	☆	☆	★★	×

数据来源: 广发证券发展研究中心

区别于固定翼飞行器，四旋翼飞行器的最大特点是：1) 飞行速度低 (0-20km/h)、飞行区域小 (可在室内起降飞行)、飞行状态稳定，可以实现稳定悬停；2) 飞行状态易于控制。这些基本特点决定了四旋翼飞行器的应用场景，应用模式，为在四旋翼上进行上层应用开发，打造了良好的平台基础。

**特点一：飞行速度低、飞行区域小、可悬停。**这个特点看起来相比于固定翼飞行器大空域、高速的飞行特点，仿佛是飞行能力不足的表现。但从另一个角度看，面对庞大的消费级无人机市场，飞行区域小、飞行速度低、可悬停反而能够让飞行器距离消费者更近、更容易承载自拍、跟拍等上层应用。而能够与消费者或者玩家产生强烈互动的产品才是最容易引起消费者兴趣的好产品。可以看到，除部分行业用户以外，普通消费者对四旋翼飞行器的运行状态、飞行能力、飞行参数是不敏感的。消费者们更关心的是，四旋翼飞行器如何能够以一种全新的方式将曾经熟悉的世界以一种完全不同的视角重新呈现在面前。反观固定翼飞行器，其相对于四旋翼飞行器的高速、大空域飞行就很难产生和消费者的直接互动，较难引起一般消费者的购买兴趣。

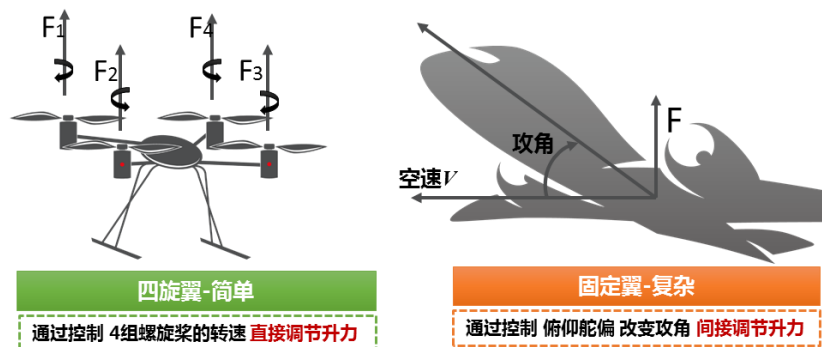
图5: 四旋翼无人机和固定翼无人机飞行包线示意图



数据来源：广发证券发展研究中心

**特点二：飞行状态易于控制。**四轴飞行器异于固定翼飞行器，其并不具备主升力面，并不依靠空气动力进行飞行，而是利用四个螺旋桨直接产生直接升力，并且，四个螺旋桨所提供的升力大小可以直接通过控制电机的转速进行控制。这一特点就使得四旋翼飞行器控制起来十分简便、灵活，机动性强，也才使得其成为了一个容易普及推广的开发平台。而固定翼飞行器需要通过舵机改变舵偏大小，从而改变机身姿态，进而改变飞机所受升力、运动轨迹等，这一过程的实现过程有强烈的非线性特性，控制起来较为复杂，而且不同外形的固定翼飞行器，因为气动外形的改变对其自身飞行特性影响也较大，更加增加了开发者的开发使用难度。

图6：四旋翼与固定翼无人机控制方式比较



数据来源：广发证券发展研究中心

当飞行控制问题得意解决后，开发者们可以把四旋翼当做一个稳定可靠的空中平台，在其上进行上层应用开发，而不需要考虑飞行器的稳定性、操纵性等底层问题。开发者的选择和涌入使得四轴飞行器上出现了大量有趣、实用的应用，进而另无人机的身份真正走入了广阔的消费品市场。

## （二）配套产业完善，硬件成本下降

在最初的几年，随着大疆、3DR、Parrot这样的无人机巨头在消费级无人机市场的成功，让许多具有电机、机架、锂电池、电子元器件等相关配套部件生产制造能力的

供应商看到商机，迅速进入产业。同时，新型无人机公司亦开始起步进入无人机设计制造行列。

**上下游协同发展，进入行业爆发期。**在这个过程中，一方面，产业链上游的制造商因订单增加，不断扩大生产，规模效应使得生产成本不断降低；另一方面，无人机生产厂家因零部件成本不断降低，促进利润、销量大幅增长。上下游的企业互相促进，共同成长，进入一个良性循环。也就是说，几家巨头以自身的成功，引领整个行业进入了一个滚雪球式的爆发期。

**表3：大疆精灵4主要芯片**

	公司	类型	型号
飞行控制器	联芯	Cortex-A7整体方案	LC1860
图像传输模块	Artosyn	射频方案	AR8001/AR8003
	Movidius	视觉方案	Myriad 2
双目避障模块	Lattice	FPGA	LCMXO3L
	意法半导体	Cortex-M3	STM32F103
遥控器主控	恩智浦	Cortex-M3	LPC1549

数据来源：广发证券发展研究中心

可以看到，所采用的电子器件主要为ARM单片机、FPGA为主要载体，也是主要的硬件成本，根据电子产品的摩尔定律，同级别电子产品18个月后成本降低一半。另外，根据一年左右时间的观测，我们也注意到常用的消费级无人机零采期间有了较为明显的降价。

**表4：常用无人机主要配件价格变动**

器件	参数	15年4月 价格/元	16年8月 价格/元	降价 幅度	备注
正反桨	1047碳纤维（一对）	30	20	33.3%	通用器件
电调	好盈30A铂金	60	57	5.0%	品牌专有
无刷电机	x2212/kv1400	78	78	0.0%	品牌专有
机架	DJI-F450	188	150	20.2%	通用器件
数传	915MHz 250mW	335	258	22.9%	通用器件
GPS	APM版本 NEO-M8N	369	280	24.1%	通用器件
飞控	APM2.6(带外置罗盘)	470	410	12.8%	通用器件
电池	5300mAh 14.8V	527	518	1.7%	品牌专有

备注：表中锂电池价格虽受品牌溢价影响，未见大幅下降，但是根据锂电池行业发展大规律，成本必将有显著降低。

数据来源：淘宝网，广发证券发展研究中心

可以看到，无人机DIY器件中，除品牌特有的几项产品，例如朗宇的无刷电机、格策的锂电池外，通用器件，例如机架、数传模块、GPS模块、飞控模块等技术门槛较低的产品部件均因为生产规模扩大出现了较大幅度的降价。

无人机所需器件与成熟的手机等电子消费品零部件有相当大的重叠。无人机配套产业链的迅速构建具有一些技术和产业资源的基础，智能手机作为使用最为普遍的消费电子产品，为了增强用户体验，丰富使用功能，基本都搭载了大量的传感器模块，其中相当一部分传感器模块与无人机系统所需要的模块有重叠，这使得相关企业可以迅速转进产品线，迅速投入生产、集成制造。2015年我国智能手机出货量达到4.57亿部，由此可见上游传感器供应商具备相当的制造生产能力，可以很快的填补无人机的需求，迅速将期间成本拉低到一个合理的区间。

另外，根据苹果公司公布的数据，苹果在全球766家供应商中，中国大陆地区的供应商占346家，高居全球第一。这一方面也可以看出我国在相关点电子产业，拥有雄厚的技术、资源储备。

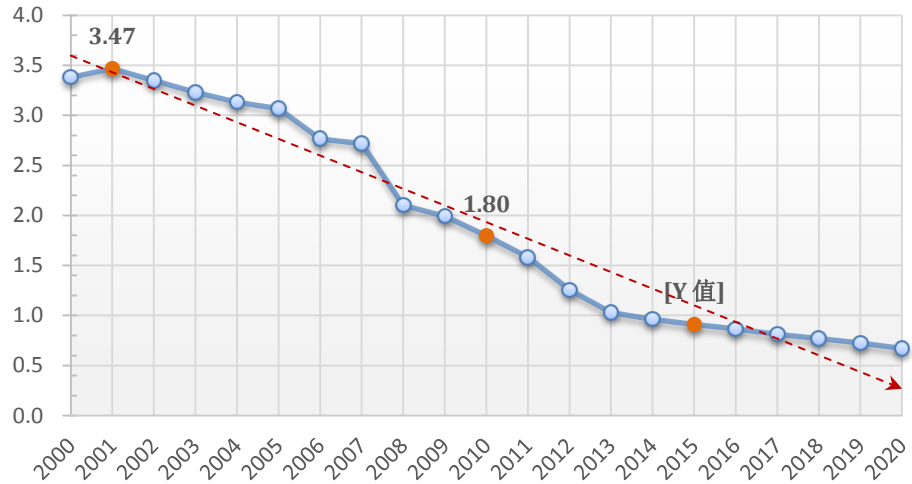
表 5: 手机传感器在无人机上的应用

传感器	苹果 iPhone 6S	大疆精灵 4
GPS 模块	配备	1 组（飞行导航）
电子罗盘	3 轴电子罗盘	2 组（飞行导航，冗余备份）
惯性模组	6 轴 MEMS 惯组	2 组（姿态控制，冗余备份）
CMOS 传感器	1200 万像素 CMOS	3 组（航拍、双目视觉导航）
气压计	数字气压计	1 组（高度控制）

数据来源：苹果公司，广发证券发展研究中心

**MEMS微机电传感器技术使得无人机系统直接成本大幅下降。**另一方面，随着上世纪末，本世纪初MEMS技术不断发展，ADI公司率先推出并且成功商业化MEMS陀螺仪、MEMS惯组等传感器，MEMS传感器的推广和普及使得无人机相关传感器成本大幅度降低，尺寸大幅度减少，也为消费级无人机的普及，奠定了基础。例如，无人机上使用的电子罗盘，曾经的货架产品需要数千元，然而现在的低成本MEMS电子罗盘，最低仅需10元左右。

图7: MEMs器件平均单价（美元）



数据来源：Yole Development，广发证券发展研究中心

### （三）消费者的消费能力、消费观念变化

消费级无人机，作为一种新型电子产品，属于中高端娱乐消费品，主要面对的是有一定消费能力，对新兴电子产品具有浓厚兴趣的消费人群，这些消费人群主要集中在85-95后中。虽然相比于年龄更大的70后80后人群来说，85后、90后收入水平不及后者，但是对于消费级无人机的消费意愿明显更强。通过简单地分析，这一消费结构主要有以下几方面原因决定。

**90后在互联网大环境中长大，接受能力强，热爱新鲜事物。**作为在互联网时代成长起来的新一代消费者，他们的生活方式和思维习惯均受到互联网的很大影响。在互联网时代，资讯传播成本空前降低，传播速度大幅增加，新生事物、产品、概念能够很快的推送至消费者面前，消费者对于新概念、新产品的接受能力更强，热爱新生事物，愿意用新生事物、概念表现自己的个性。

除了无人机，我们也可以看到，如运动相机GoPro、智能穿戴设备FitBit、苹果的iPhone等新型电子消费产品均取得了惊人的销售业绩。

图8：新型电子产品市场容量巨大，销售收入高速增长

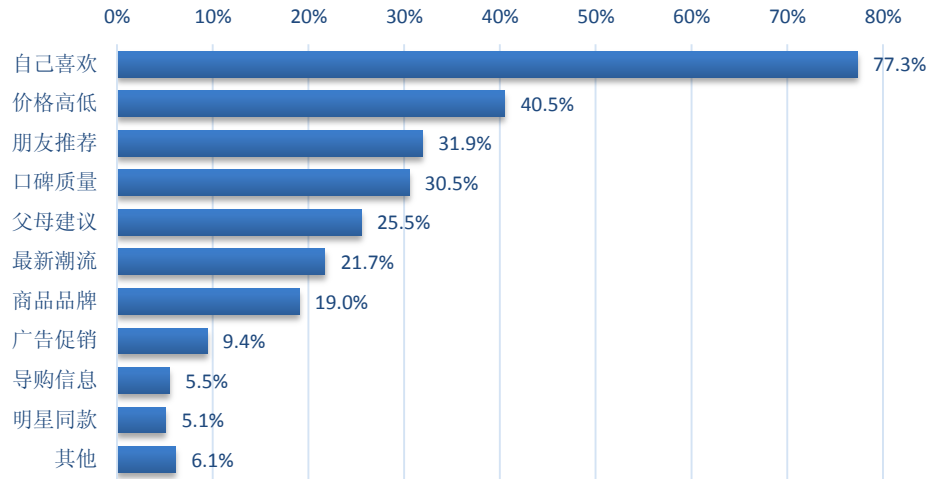


备注：苹果公司产品线较多，此处仅选用iPhone一型产品销售收入作为说明

数据来源：彭博，广发证券发展研究中心

**目标消费群体，成长环境物质丰富，重观念，轻价格。**相比于70后、80后，改革开放20年后，90后的成长环境更为优越，物质极大丰富，生活压力小，消费理念发生变化。从一些调查结果可以看到，**90后在做消费时，关注的更多是“是否喜欢”，而其次才是“价格高低”**，这就很能体现出90后相对于70后、80后更加务实、保守的消费观念而言，会体现出更超前的消费观念。

图9：90后群体消费意愿



备注：多项选择，结果总和超过100%

数据来源：北京大学市场与媒介研究中心，广发证券发展研究中心

**解决了传统航拍痛点。**影视拍摄过程中，经常要使用到高空拍摄场景，之前的解决方案一般是采用航拍器或者直升机空中拍摄，但是旧式航拍器和直升机航拍都有许多不便使用之处，比如航拍器的载荷小、飞行稳定性差，直升机飞行成本高、飞行空间受限，因此一直制约了航拍技术的使用。

表 6: 传统航拍、跟拍设备与新型航拍无人机对比

传感器	摇臂	直升机	老式航拍器	新型航拍无人机
使用成本	中	高	中	低
操作空间	小/中	大	中/大	小/中/大
稳定性	高	高	中	高
操作难度	中	高	高	低
需要人力	1-2 人	8-10 人	2-3 人	1-2 人
维护成本	中	高	中	低

数据来源：广发证券发展研究中心

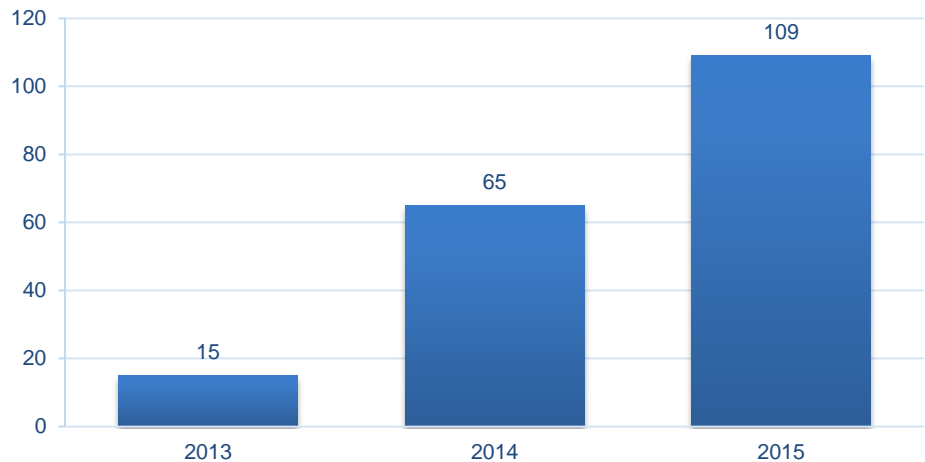
然而以大疆为主要代表的新兴无人机公司瞄准了这一细分市场的痛点，通过更人性化的工业设计、更深入的飞控技术研究，开发出了**更加稳定、便捷、灵活、低成本的四旋翼航拍方案**。一经投放市场，广受航拍应用领域的好评，迅速打开局面。

## 二、行业格局：一超多强局面短期难改

### 2.1 无人机市场概况与资本市场表现

据互联网趋势研究机构KPCB数据显示，2013-2015年全球消费级无人机市场规模从14.95亿元增长至110.5亿元，销量从60万台增长至430万台，年均复合增速分别为171.87%、167.71%。按照大疆创新出口占比70%-80%，粗略估计2015年中国市场约15亿元。

图10：全球消费级无人机市场规模(单位：亿人民币)



数据来源：KPCB，广发证券发展研究中心

**无人机团队获大量融资。**2011年开始，无人机市场就被广泛看好，资本市场更是掀起了一阵热潮，但是随着许多无人机公司出现产品研制停缓、发货困难甚至出现了Zano无人机的跳票、破产倒闭后，资本市场也逐渐开始变得谨慎。下面总结一下几家公司取得的融资情况。

首先是2015年5月，大疆宣布获得硅谷顶级风投Accel Partners 7500万美元融资，大疆估值达到80亿美元。其余公司目前根据融资估值均相差较多，3DR估值3.34亿美元，Parrot估值6.6亿欧元。

表7：消费级无人机公司融资情况(单位：无标注外均为美元)

公司	种子阶段	A轮	B轮	C轮	合计
昊翔	-	6000万	-	-	6000万
零度	-	750万	-	-	5000万
亿航	-	1000万	4200万	-	5200万
零零无限	200万	2300万	-	-	2500万
极飞	-	2000万	-	-	2000万
科比特	-	2700万	4200万(RMB)	-	6900万(RMB)



		(RMB)			
3DR	-	500 万	3000 万	6400 万	9900 万
Parrot	-	2.66 亿	-	-	2.66 亿
Aeryon	-	4620 万	-	-	4620 万

数据来源：Dronell，广发证券发展研究中心

**无人机企业陆续登陆新三板。**除了直接寻求投资以外，许多企业选择登陆新三板，不仅实现了企业的直接融资，还增加了企业的品牌价值，在后期的银行信贷方面，也具有较好的信誉基础，对于企业自身管理而言，通过更的要求，规范自身的企业结构，增强企业管理。

表 8：消费级无人机公司融资情况（单位：美元）

公司	板块	时间
湖北易瓦特科技股份有限公司	新三板	2016 年 1 月 26 日
北京艾森博航空科技股份有限公司	新三板	2016 年 5 月 30 日
四川特飞科技股份有限公司	新三板	2016 年 5 月 30 日
北京臻迪科技股份有限公司	新三板	2016 年 5 月 24 日

数据来源：广发证券发展研究中心

## 2.2 消费级无人机行业重点公司介绍

目前世界上有 30 多个国家/地区研制了几百种型号的无人机。仅美国就有超过 50 家大学、公司和政府机构正在开发 150 余种不同类型的无人机。在中国大陆，已有 300 多家单位在生产无人机。

消费级无人机行业内主要企业有深圳大疆公司、法国 Parrot 公司、美国 3DR 公司，以及国内知名的昊翔科技、零度智控、亿航公司。主打行业级的无人机公司有：易瓦特、科比特、极飞等。总的来看，出货量最大、销售额最高、市场份额最大的还是深圳大疆一家公司，其他几家公司，近两年逐渐发力，在不断减少与龙头差距，但是短期内估计难以改变大疆在消费级一家独大的局面。

按照产品销量、技术实力等因素综合，简单的将市场上主流的几家无人机公司进行梯队划分，如上图所示，其中，大疆因为其技术实力、市场占有率等遥遥领先，单独划分为第一梯队。而已 3DR、Parrot 为首的第二梯队则保持着一定的竞争势头，紧随其后，这个队伍中还有零度科技、深圳零度、昊翔等公司。第三梯队主要是一些在细分市场占有优势，也保有一定品牌知名度但是总体销量较小的企业。

图 11：部分无人机公司梯队分布

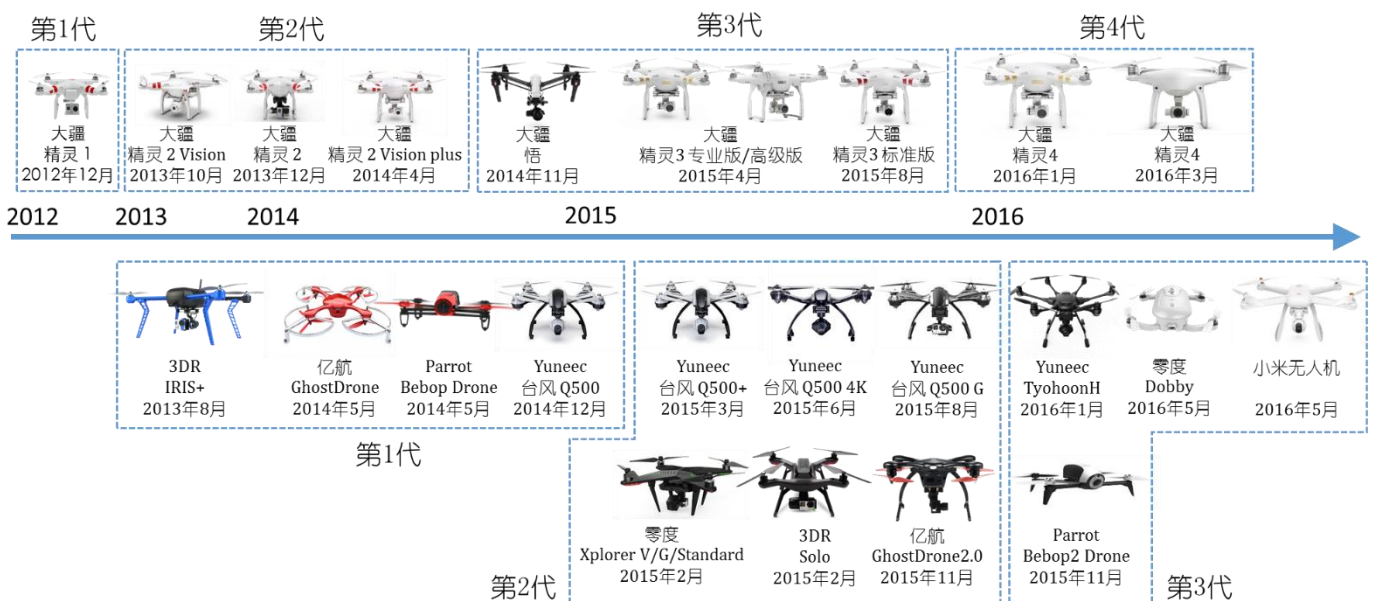


数据来源：广发证券发展研究中心

另一方面，还可以通过分析几家公司的主要产品谱系图对行业概况做进一步了解，首先是大疆的精灵系列产品，覆盖了第1代到第4代产品，从搭载第三方相机，到自研相机，再引入光流辅助室内定位导航，之后又推出图像识别跟踪、障碍检测规避等技术，作为领军企业始终走在行业最前沿。

第二梯队、第三梯队的企业也随后不断推出产品，但是可以看到，从大疆2012年12月大疆发布第一款精灵系列一体化航拍四旋翼无人机开始，直到半年后，3DR才发布Iris，而Parrot和亿航发布第一款消费级无人机比大疆精灵1晚了一年半；昊翔、零度发布首款消费级无人机则落后了大疆2年。

图12：主流消费级无人机产品历程



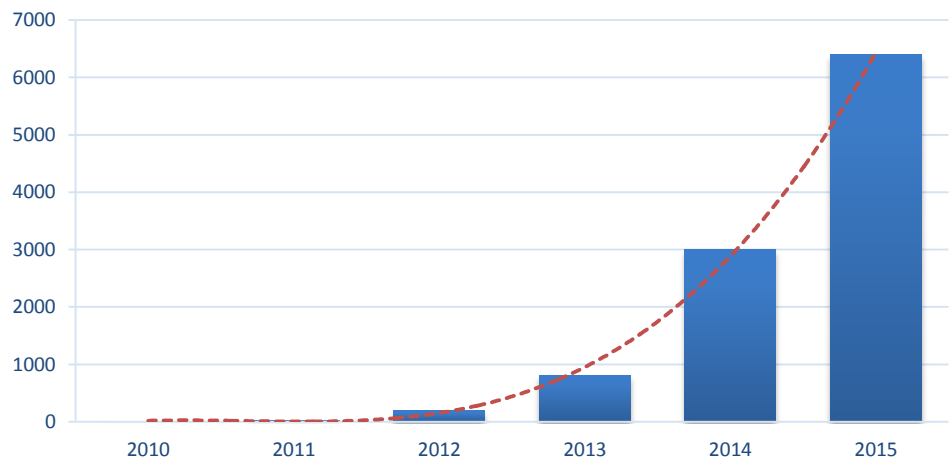
数据来源：广发证券发展研究中心

### 1. 深圳大疆科技公司

深圳市大疆创新科技有限公司(DJI-Innovations, 简称DJI), 成立于2006年, 是全球领先的无人飞行器控制系统及无人机解决方案的研发和生产商, 客户遍布全球100多个国家。作为全球最为顶尖的无人机飞行平台和影像系统自主研发和制造商, 从最早的商用飞行控制系统起步, 逐步地研发推出了ACE系列直升机飞控系统、多旋翼飞控系统、筋斗云系列专业级飞行平台S1000、S900、多旋翼一体机Phantom、Ronin三轴手持云台系统等产品。不仅填补了国内外多项技术空白, 并成为全球同行业中领军企业。2015年, 大疆在全球无人机市场份额达到68% (总份额排名第二的公司仅占有12%), 销售总额达到64亿人民币。

其主要产品包括: Phantom4(8999元)、Phantom3(3999-6499元)、Inspire(12999元)。

图13: 大疆公司年营业收入 (2010-2015, 单位:百万人民币)



数据来源: 大疆公司, 广发证券发展研究中心

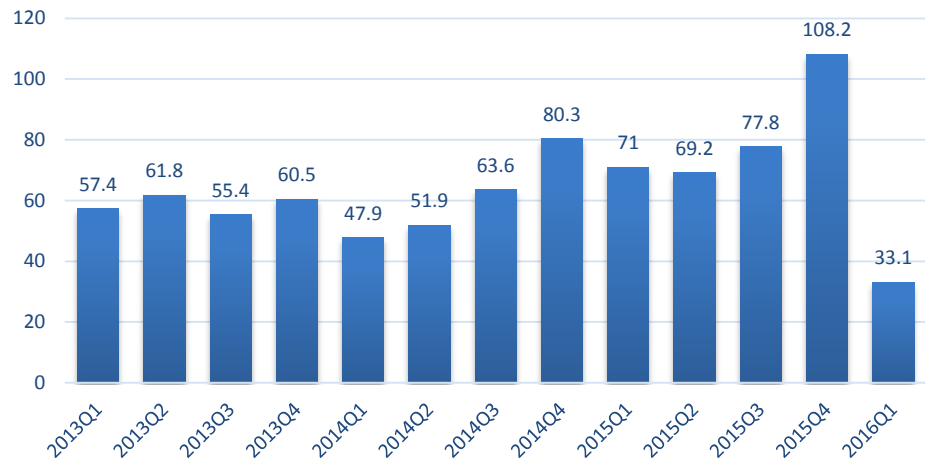
## 2. 法国Parrot公司

法国Parrot(派诺特)总部位于巴黎, 全球现有900余名员工, 大部分产品销往海外, 2006年于泛欧交易所巴黎(Euronext Paris)上市。作为全球市占率仅次于大疆的法国无人机上市公司, 据财报数据披露, 2014、2015年该公司无人机业务分别为5.15亿元、11.33亿元, 2015年季度同比增长率分别高达535.9%、319.2%、159.9%及192.3%。

与大疆不同在于, Parrot公司的产品策略更偏向于轻量级、一体化无人机系统, 其价格一般在500美元以下, 是大疆的一半。主要针对教育、游戏等消费级市场。此外, 该公司通过收购不同的相关的小公司来丰富自己的产品线。近期推出的Albris和eBee系列测绘无人机, 主打行业级市场, 就是来自其所收购的SenseFly公司。

其无人机产品分为: Drone和MiniDrone两条产品路线, Drone系列包括以下几款产品: BeBop(2699元)、BeBop2.0(3998元)、AR.Drone2.0(2399元)、Albris、eBee几款。MiniDrones系列包括: Hydofolio(1129元), AirborneNight(898元), RollingSpider(699元)。

图14: Parrot公司季度营业收入 (2013Q1-2016Q1, 单位:百万欧元)



数据来源: Parrot官网, 广发证券发展研究中心

### 3. 美国3D Robotics公司

3D Robotics (又称3DR) 公司, 曾经是大疆在北美市场最大的竞争对手, 由Jordi Munoz和Chris Anderson联合创立于2009年, 最初主要制造和销售DIY类无人机的相关零部件。这家企业采用了“开源”软件以及由苏黎世联邦理工学院设计的硬件, 所使用的软件名为ArduPilot, 而硬件名为Pixhawk。其所推出的ArduPilot Mega和PixHAWK系列开源飞控是目前业界最成熟、应用最广泛的开源飞控系统。

虽然APM与PixHAWK飞控广受欢迎, 但是3DR公司自己推出的无人机系统却并不受到市场的喜爱。2013年, 3DR发布首款无人机Iris, 然而首次在消费级无人机市场的尝试并不顺利, Iris的销量非常惨淡。2015年, 3DR又推出了其倾力开发的新产品Solo, 但是与其同代产品大疆Phantom3s相比, 竞争力仍然较弱。

2016年3月, 3DR公司关闭了奥斯汀分部, 关闭了圣迭戈的设施, 包括库房、研发以及客服部门, 大部分员工被裁员; 解雇了ArduPilot相关的绝大多数成员; 宣布在剩下唯一的加州伯克利中心进行裁员与重建; 公司联合创始人Jordi Munoz从企业离职; 这一系列动作标志着曾经被很多投资者看好的美国无人机企业3DR已经正式结束了消费级无人机的业务。

目前, 3DR开始转型进入行业和企业级无人机市场。3DR选择了索尼和Autodesk公司, 准备开发高端测绘商用无人机。3DR与索尼合作后, 新款高端企业版Solo也将使用索尼的UMC-R10C相机, 这款相机能够捕捉更多的图像细节, 并且将高分辨率的数据传输到云服务中。企业版Solo还能够对地形进行扫描, 将数据上传云端, 通过Autodesk的3D实时建模技术, 让用户即使不在现场也能完成3D测绘和建模。利用无人机航拍实现3D成像, 可以提高工程安全性、效率和准确性, 同时将劳动力成本降到最低。3DR表示它计划引入多光谱和热感照相机, 以及专门用于扫描农业用地、化工厂和石油钻塔的硬件。企业版的Solo还将配备一台预装了Autodesk建模软件的索尼平板电脑。

### 4. 零度智控ZeroTech公司

零度智控最早也从工业、军用无人机飞控应用起家，在2011年‘中航杯’无人机竞技大赛中，配合多所高校、研究所，成功实现了固定翼无人机的自主起飞、着陆、挂阻拦截这一领域内的前沿技术，并包揽了大赛的特等奖、一等奖、二等奖。

零度无人机从行业级应用出发，对于产品的开发设计流程以及产品的测试、售后服务都能看到其曾经的军工背景影响，相比于其他消费级产品，零度智控在安全性、可靠性的考虑上，都有着较高的追求。

2015年1月20日，零度智控与雷柏科技签订《增资协议》，雷柏科技以自有资金5000万元增资零度。交易完成后，雷柏科技公司持有零度增资后10%的股权。雷柏科技以1800万元人民币出资，与零度智控共同设立合资子公司——深圳零度。雷柏科技持有合资公司60%的股权。一方面，雷柏科技经过多年开拓，无线科技研发实力雄厚，制造管理水平领先同业。尤其值得一提的是其拥有业界领先的轻量级机器人集成应用自动化生产线。另一方面，对于零度而言，其长期在专业市场耕耘，技术沉淀深，此次合作意义深远。在双方合作后仅12天，零度智控就推出了其新产品Explorer系列。

2016年1月，腾讯携手XIRO（深圳零度）、高通，发布了YING无人机产品，这款无人机基于高通Snapdragon Flight平台，骁龙4K捕捉技术“supersample”提供了稳定、画质出众的1080P及720P第一人称视角视频效果，同时可以通过流媒体技术直接将视频分享给QQ或是微信好友。

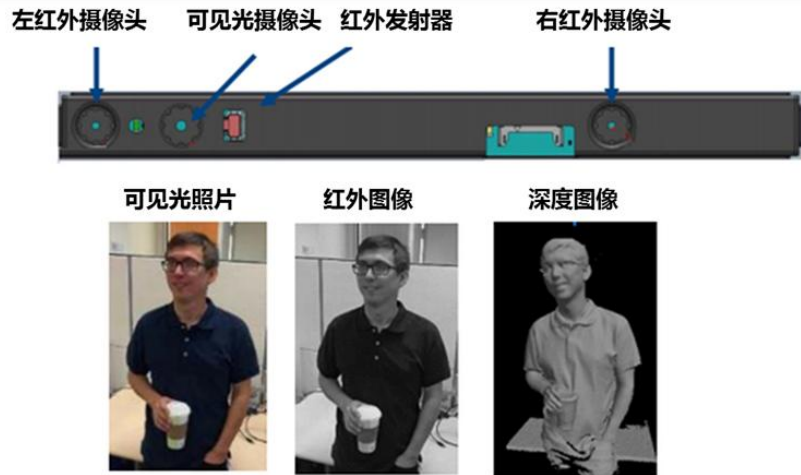
2016年5月25日，零度智控推出旗下首款消费级口袋无人机产品——DOBBY。DOBBY身形小巧，整机（含电池）重量只有199克，机翼和桨叶采用专利级折叠造型，完全折叠起来大小与iPhone6相似，和大多数手机一样可放在口袋中随身携带。不仅便于消费者在居家环境中记录温馨场景，更使得旅行者得以轻装上阵，户外可抗4级风。

## 5. 昊翔Yuneec公司

昊翔yuneec全称昊翔电能运动科技（昆山）有限公司，其前身中誉电子是著名的固定翼航模飞行器“火鸟”403/200系列固生产厂商，曾经达到百万架的销量，被航模界广泛所知。除了模型产品外，昊翔还获得美国地平线模型（Horizon Hobby）的订单，成为其四轴多旋翼飞行器的代工厂之一。另外，值得一提的是其研发的电动载人飞机，目前已有两个型号：E-SPYDER(单座)、E430(双座)。E430可用于培训，以及200公里范围内的休闲飞行，且两个型号的电动载人飞机均在德国取得适航证。

为了以自有品牌打入消费级无人机市场，昊翔寻找到KMeI Robotics团队帮助其进行飞控算法的开发，昊翔在Typhoon H之前的产品开发一直是KMeI Robotics飞控 + Horizon Hobby 遥控器 + Wi-Fi 图传。但是，2015年2月，KMeI团队被高通收购，之后昊翔接受英特尔公司6000美元的投资，开展战略合作。2016年CES上，凭借Intel的RealSense技术，昊翔的typhoon H无人机演示了强大的自主避障功能，受到业界的广泛关注。

图15: Intel公司RealSense传感器与所成深度图像



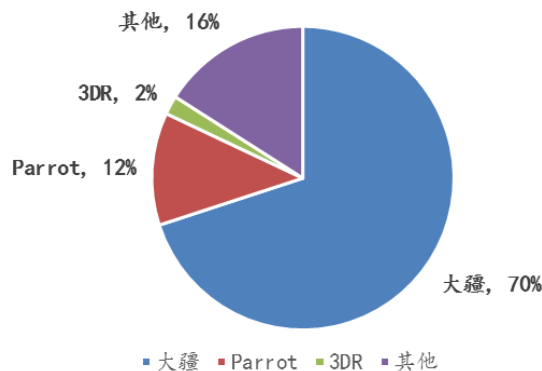
数据来源：Intel，广发证券发展研究中心

## 2.4 技术积淀决定用户体验，大疆仍将独占鳌头

### （一）市场份额大疆遥遥领先

据高盛、IDC的数据统计，大疆2014年、2015年的全球市场份额分别高达70%、68.5%，而排名第二的Parrot市占率仅为12%左右，3D Robotics 2014年则排名世界第三，2014年市占率仅为2%。

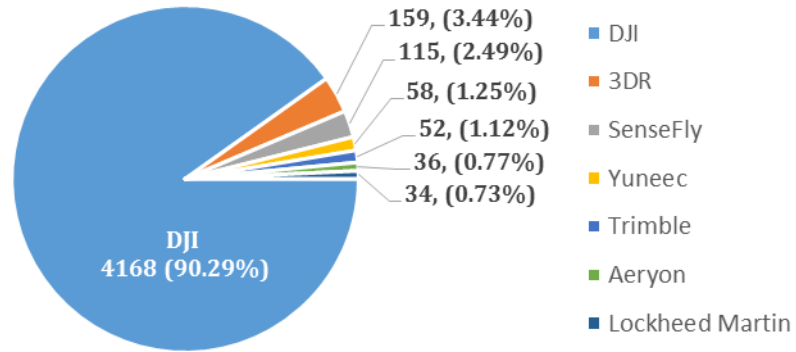
图16：2014年消费级无人机全球市场份额



数据来源：高盛，IDC，广发证券发展研究中心

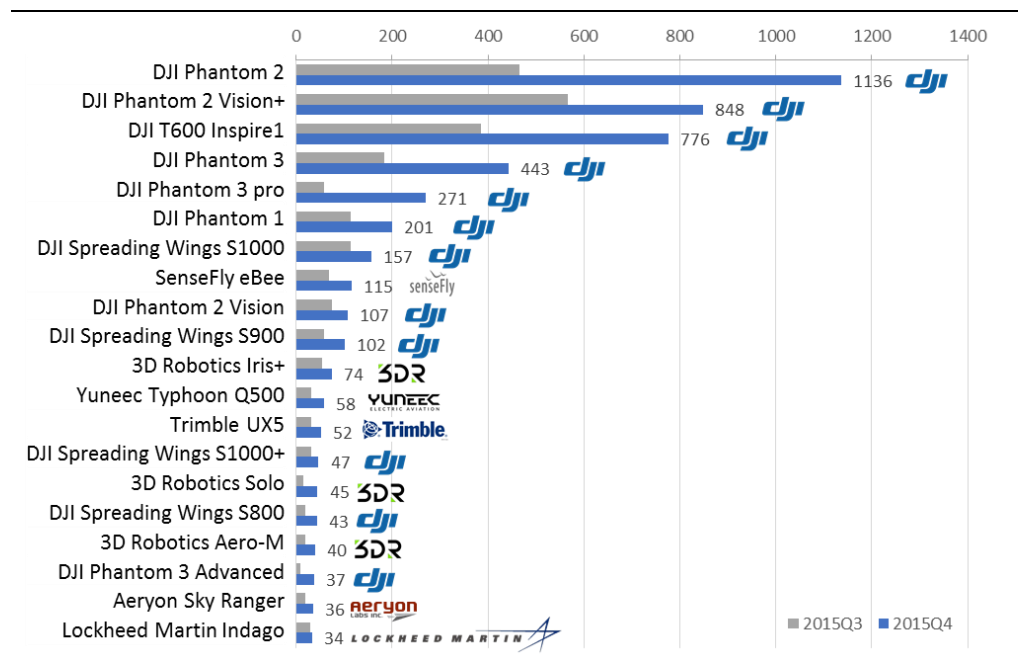
根据美国联邦航空管理局（FAA）申请准飞的无人机数量统计也可以看出大疆的市场地位。数据来自于2015年第四季度新增申请准飞的无人机型号及数量，总申请数量4616，其中大疆产品4168架，占总数的90.3%，其次是3DR公司产品，共159架，占总数的3.4%，SenseFly产品115架，占总数的2.5%，昊翔共58架，占总数的1.25%，Trimble共52架，Aeryon36架。

图17：2015年第四季度美国机构向FAA申请准飞品牌及机型数量



数据来源：FAA，广发证券发展研究中心

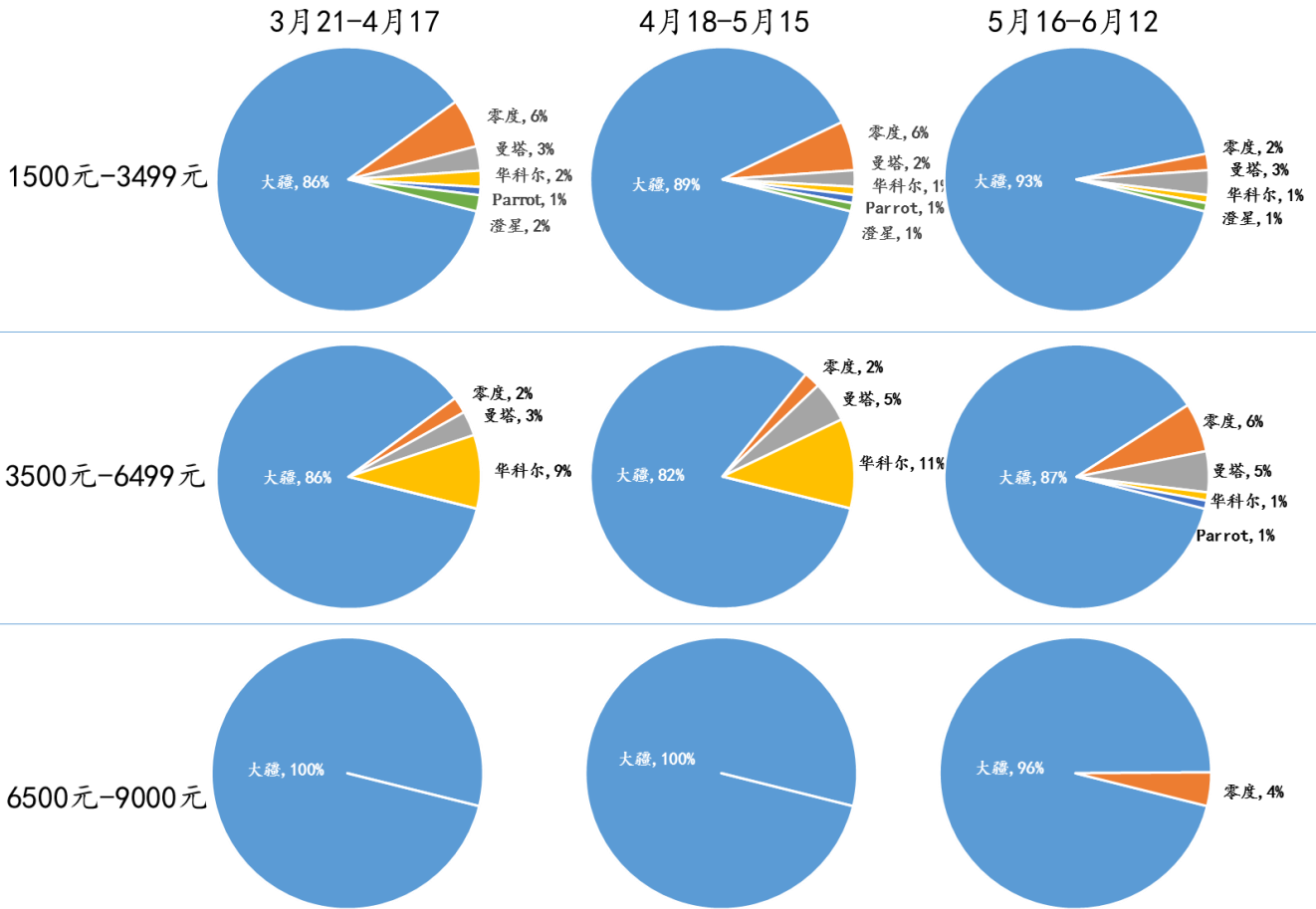
图18：2015年第四季度美国机构向FAA申请准飞机型型号及数量



数据来源：FAA，广发证券发展研究中心

大疆产品在国内的销量方面可谓一枝独秀，可以根据淘宝网的销量统计得到：1500-3499元入门级价位产品，大疆销量占比达到93%，曼塔和零度分列第二和第三，份额都在个位数为3%和2%。3500-6499元价位，大疆销量占比87%，Parrot占比6%、Yuneec占比5%，份额都是个位数。6500-9000元价位，最近四周大疆销量占到96%，9000元以上价位全部被大疆的Inspire系列占据。

图19：2016年3月中-6月中淘宝平台一体机销售占比



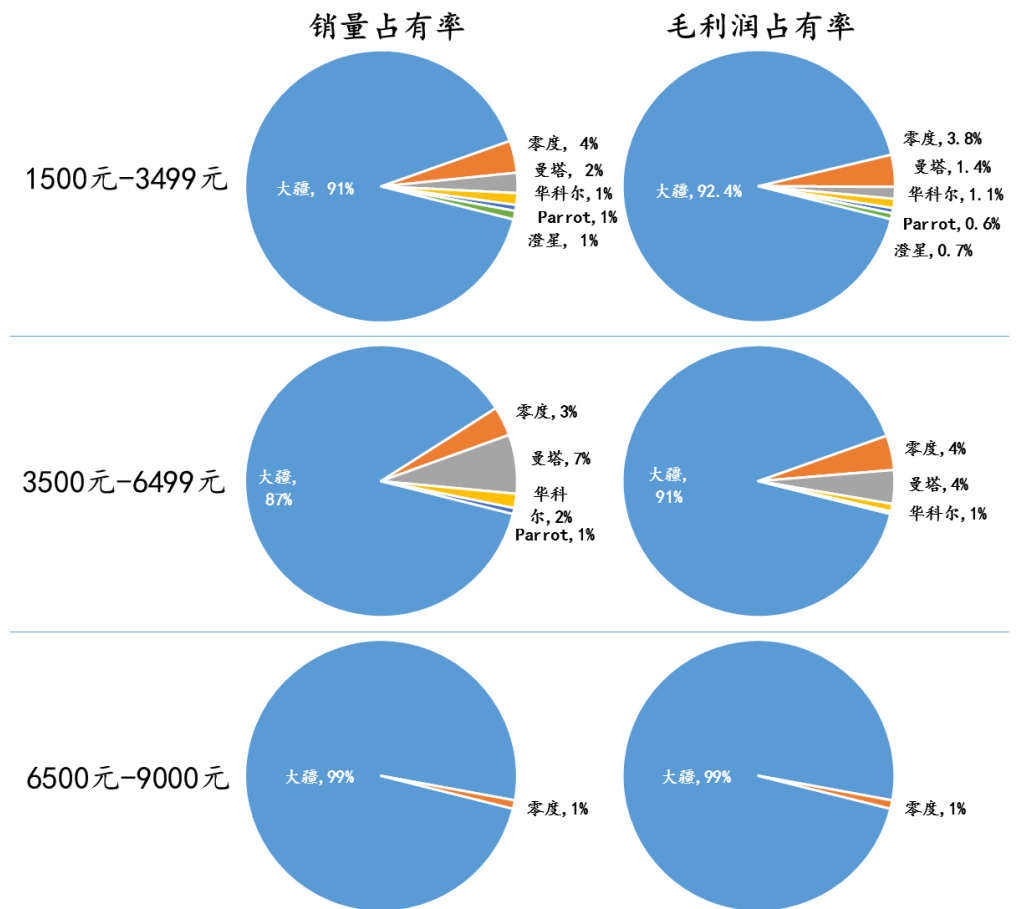
备注：9000元以上仅有大疆Inspire系列在售，销量占比100%，图中未列出

数据来源：大疆公司，广发证券发展研究中心

大疆产品的毛利润占有率方面更是表现惊人，在1500-3499元的入门价位间，2016年3月-6月大疆的毛利占有率达到了92.4%，零度3.8%，曼塔1.4%，其他所有品牌加起来也只有区区2.4%。相对于销量占有率，大疆的毛利占有率有了几个点的提升，这与其销量大带来的成本边际效应有关。3500-6499元价位，2016年3月-6月大疆的毛利占有率为90.7%，Parrot 4.1%，Yuneec 4%，剩余所有厂商总和2%不到。6500元-9000元价位，大疆的毛利占有率99%。9000元以上价位100%。



图20: 2016年3月-6月淘宝平台一体机销量份额以及毛利润占比



备注: 9000元以上仅有大疆Inspire系列在售, 销量、毛利润占比均为100%, 图中未列出

数据来源: 大疆公司, 广发证券发展研究中心

## (二) 技术积淀深厚, 用户体验领先

大疆公司从最初的单桨直升机路线到多旋翼路线, 从2013年发布精灵1, 到2016年发布精灵4, 十年时间里, 从设计生产过程以及用户体验反馈中积累了大量的工程经验与技术, 通过不断提升的品牌价值和 market 价值, 吸引了大批的技术人才慕名而来, 打造了世界一流的无人机系统设计团队, 使得大疆在无人机的多个技术领域保持绝对的领先优势。

### 1. 定点悬停技术

消费级无人机的核心应用就是基于无人机的航拍功能, 而航拍功能对无人机系统要求最高的技术指标就是飞行的稳定性。从几家公司的同级别无人机对比中, 可以看出大疆无人机目前的技术水平处于领先地位。

悬停定位技术所采用的技术手段主要有几种: 1) GPS/IMU组合定位; 2) 超声波辅助定高; 3) 基于图像的光流定位技术。前两种技术较为成熟, 而基于图像的光流定位技术则是一种近几年新兴的“视觉导航”技术。

1) **GPS/IMU定位技术**。GPS/IMU定位的原理是较为传统和成熟的定位方法。GPS可以测得无人机当前的水平位置和高度，飞控系统根据无人机位置和高度相对于悬停点的偏差对无人机进行补偿控制从而实现定点悬停。然而，GPS信号更新较慢，而且GPS信号容易收到干扰，影响实际控制效果。因此工程实践中引入了飞行器的IMU信息与GPS信号进行滤波，得到更为精确和更新率更高的位置、高度信息，这种模式还可以保证在GPS失常时，仅依靠IMU提供应急位置高度信息，但是因为仅利用IMU信息进行位置高度解算时，解算结果容易发散，因此**这种方法仅适合在空旷的户外进行悬停控制，而并不适宜在室内或有信号遮蔽的环境下使用。**

2) **超声波辅助定高技术**。超声波测距传感器是一种较为成熟的测距传感器，能够根据超声波发出与返回的时间差，测得超声波传感器前的障碍物的距离，当无人机布置有下视超声波传感器时，可测得较为精确的距地面距离，从而辅助实现定高控制，但是超声波辅助定高对于水平位置的飘移控制起不到作用。

图21: 超声波定高技术



数据来源: 广发证券发展研究中心

图22: 悬停定位技术总结



数据来源: 广发证券发展研究中心

**3) 光流定位。**光流定位是采用图像传感器对传感器所捕捉的图像画面进行分析，间接解算得到自身位置、运动信息的一种技术。随着图像处理算法的演进和图像处理硬件平台的发展，使得这种算法的精度和实时性得到保证，从而得以在无人机系统上得到应用。目前法国的Parrot和大疆的精灵3均采用了这种光流法，另外，大疆的精灵4采用了带有双目视觉的对地传感器，进一步提高了悬停控制的精度和适用范围。另外，零度智控于2016年5月发布的Dobby无人机也配备了单目的光流定位技术，但是目前产品尚未上市。

目前市面上的无人机产品，根据所采用的技术手段可以分为四代，第一代采用单GPS悬停；第二代采用双卫星定位系统，GPS/GLONASS定位；第三代引入了光流定位技术；第四代采用了双目光流定位。

可以看出，大疆从上一代产品中就已经开始推出基于视觉的光流定位技术产品，技术水平成熟度高，在最新一代Phantom4中更是采用了双目视觉的光流定位技术，将悬停精度进一步提高到水平方向0.1米，高度0.3米的水平。

## 2. 跟踪拍摄技术

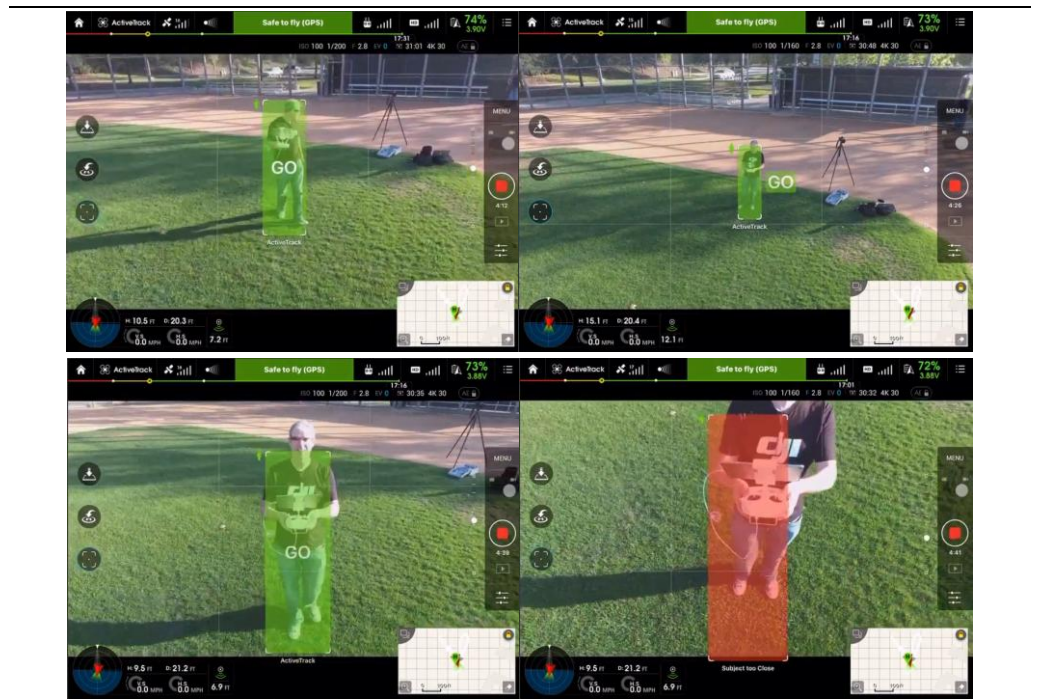
对于航拍无人机来说，一个新的趋势是采用跟踪拍摄模式，即对无人机设置一个兴趣点，无人机则自动对兴趣点进行跟踪拍摄，这是无人机智能化的发展趋势。目前的跟踪拍摄技术主要分为两种：1)、GPS跟踪；2)、图像跟踪。

**1) GPS跟踪。**GPS跟踪技术较为简单，即被跟踪者需手持遥控器，并获得自己当前位置的卫星定位信息，之后将此信息发送给无人机，无人机以接收到的目标位置作为目标，并进行导航。**GPS跟踪是一种比较初级的跟踪的方式，市场上大部分无人机均采用这种方式。**

**2) 图像跟踪。**图像跟踪技术是无人机根据所设置的兴趣点的图像特征，完全根据图像信息完成目标的跟踪，这涉及到了对目标对象的图像识别图像跟踪，尤其是在目标运动场景中，图像背景变化较、目标形态变化较大的情况下，对目标准确的跟踪需要运用到深度学习技术，是当前人工智能的一个热点研究方向。

目前已经上市的产品中，仅有大疆精灵4采用的是基于视觉的跟踪拍摄。零度Xplorer虽然也引入了FollowSnap技术，实现了视觉跟踪，但是实际算法是在手机App上运行，之后发给无人机进行指令的执行。

图23: 大疆精灵4的图像(人物)识别跟踪技术



数据来源: Photoshop CAFE, 广发证券发展研究中心

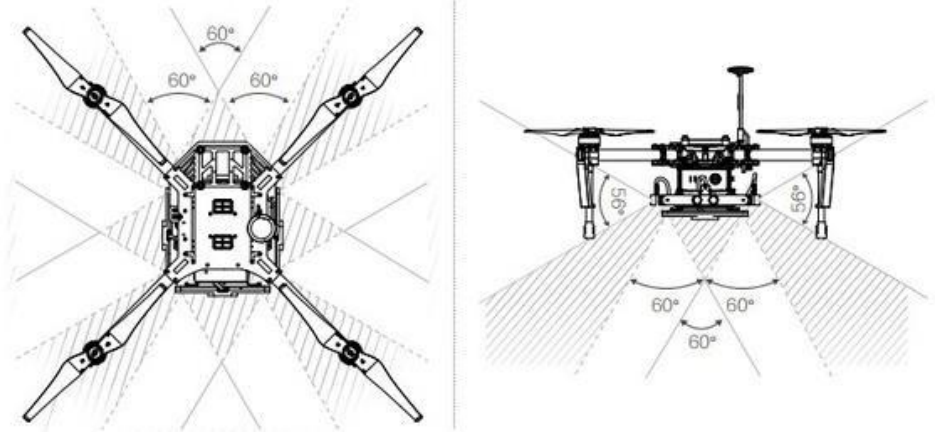
### 3. 避障技术

无人机的飞行安全一直是关系到无人机大规模商业应用的核心问题, 如何感知到障碍物、并且自主的规避障碍物是无人机飞行安全领域最前沿的研究课题, 相关机构和研究者在这方面做出了大量的工作, 但是避障技术的应用一直仅仅限于实验室验证阶段。随着无人机的自主飞行、跟踪飞行的大规模商业应用, 无人机在自主航拍、跟拍的过程中对自主避障的功能要求变得更加迫切。

各家公司根据自身的技术路线, 采用3种不同的避障技术: 1)、基于超声波探测的避障; 2)、基于双目视觉的障碍物深度提取。3)、基于激光雷达的避障技术。4) Realsense单目+结构光探测避障。

图24: 大疆精灵、零度的避障系统





数据来源：大疆官网，昊翔官网，广发证券发展研究中心

**1) 超声波测距避障。** 这种技术类似于传统的倒车雷达系统，根据超声波探测，获知障碍物距离信息，然后采用相应策略避开障碍物，其特点是探测距离近，探测范围小，但是方法非常成熟，实现容易。

**2) 双目视觉避障。** 这种技术是基于双目视觉的图像景深重构方法，对视场内的景物进行景深重构，通过景深信息来判断视场内的障碍物情况，探测范围更广、距离更远，相应安全性更高，但是技术难度大，而且会受到光照强弱变化的影响。大疆的精灵4以及之前发布的Guidance系统在避障技术中采用的是基于双目视觉的避障方法，在机身前向装有两枚摄像头，专门负责双目图像采集，另外配合了超声波探测，应对环境光较弱的场景。大疆的双目视觉避障系统可以实现15m内的障碍探测和规避。

**3) 基于激光雷达的避障技术。** 这种技术依靠的是无人汽车上应用较多的激光雷达技术对无人机周边的环境进行扫描，并进行地图建模。零度在CES2016上发布的Xplorer 2采用的是这种技术，无人机上的“蘑菇头”就是自动避障模块，该避障模块可以实现在6m有效避障距离内，以每秒50次的速率实现360°全方位扫描。目前，基于激光雷达的Xplorer2.0尚未上市。

**4) 基于RealSense的避障技术。** RealSense是Intel公司早先发布的视觉感知系统。它采用了“主动立体成像原理”，模仿了人眼的“视差原理”，通过打出一束红外光，以左红外传感器和右红外传感器追踪这束光的位置，然后用三角定位原理来计算出3D图像中的“深度”信息。通过配有深度传感器和全1080p彩色镜头，能够精确识别手势动作、面部特征、前景和背景，进而让设备理解人的动作和情感。据Intel方面对外透露的数据，Realsense的有效测距可达10米。不过，目前基于RealSense的Typhoon H尚未上市。

#### 四、无线图像传输技术

无人机航拍的另一核心技术之一就是无线图像传输，传输的能力大小是对无人机航拍能力衡量的一个重要因素。通常的图传方案都是基于Wi-Fi协议的传输方案，而大疆的Lightbridge采用的是软件定义无线电技术（SDR），摆脱了Wi-Fi传输在传输距离和传输带宽上的矛盾。

**表 9: 主流无人机图传性能比较**

型号	传输距离	图传画质	类型
大疆 Phantom4	5000m	1080p	Lightbridge
昊翔 Typhoon H	1600m	720p	Wi-Fi
昊翔 Q500	600	480p	Wi-Fi
零度 Xplorer	500m	480p	Wi-Fi

数据来源: 公司官网, 广发证券发展研究中心

### (五) 飞行速度

为了适应某些特殊场景的跟拍要求, 无人机的飞行速度也是航拍中关注的一个中药性能参数。但是无人机的较高的飞行速度对续航、飞控等方面都提出了严峻的挑战, 所以飞行速度对于无人机设计制造水平也是一个较高的考验。

下面对比下几款市面主流无人机的飞行速度:

**表 10: 主流无人机图传性能比较**

型号	Phantom4	Phantom3	Phantom2	Phantom1	Typhoon H	Xplorer
水平飞行速度	20m/s	16m/s	15m/s	15m/s	13.5m/s	8m/s
上升速度	6m/s	5m/s	6m/s	6m/s	5m/s	3m/s
下降速度	4m/s	3m/s	2m/s	2m/s	3m/s	3m/s

数据来源: 公司官网, 广发证券发展研究中心

可以看到大疆的上两代产品精灵2、精灵3已经领先业内最新产品, 其灵活性、机动性表现优异。

## 三、未来趋势：消费级继续增长，细分应用是新方向

### 3.1 同质化严重，技术门槛是否已降低？

在前文中，我们对新型无人机的开源技术情况、关键技术情况进行了对比分析，可以得出这样的结论：飞控技术的开源化、主要零部件的通用化将使得行业的进入壁垒降低，但是，为了达到用户体验要求，在通用技术的基础上开发出具有先进传感器技术、先进图像定位导航技术、智能化目标识别跟踪技术、高精度姿态稳定控制技术等真正具有竞争力产品的行业技术壁垒在不断提高。

这一现象将导致行业出现以下几种变化：

- **高技术附加值企业进入正循环。**类似大疆这种产业巨头将会按照自有技术路线，继续深耕图像处理、云台控制、视觉辅助稳定、防碰撞等技术打造出更优秀产品，从而抢占更多市场份额、享受更高的利润率，获得更多资源后将会继续投入人力物力进行技术研发，领先进入下一代产品的筹备中。这也是我们认为大疆将会继续保持一家独大的主要考虑。
- **中等技术附加值企业两极分化。**一部分例如XIRO、Zerotech、Yuneec这样的技术研发能力过硬、技术资源整合能力强的竞争企业追随领头羊的步伐和方向，在关键技术（光流辅助、避障、视觉等方面）上紧跟步伐，确保产品技术与大疆没有代差。同时不断争取从技术上新找到新的突破点打造产品亮点，甚至直接从关键技术上实现弯道超车，超越对手。但是，也必须承认，从目前的技术储备、企业实力来看，短期内这一愿景恐难以实现。另一部在资源、技术实力等方面表现较弱的企业很有可能在追随领头羊的过程中被淘汰、兼并，例如3DR宣布退出消费级市场，Zano宣布破产，Lily无人机新产品发布推迟。
- **中等技术附加值企业寻求细分市场突破。**还有一部分企业将会退出和大疆的竞争，寻求其他技术路径，例如极飞专注于农用植保机市场，极翼挖掘无人机系统部件方案市场等。这一部分可以看到国外企业涉足较多，深耕无人机平台的服务与应用，通过公司原有技术积累在无人机应用领域寻求突破。在这一行业变化趋势中，应该可以看到更大的机会和市场空间，目前在市场上也出现了对应的产品，比如主打自拍的便携口袋无人机（Dobby、Hover Camera、空Ying等）、主打农用安保等新领域的行业级无人机等。同时也要看到，传统巨头也对新兴领域产生了浓厚兴趣，例如大疆也已经发布了农用植保机型MG-1。
- **低技术附加值企业被淘汰或转入玩具生产。**在行业准入技术壁垒降低的情况下，技术含量低、使用感受差的低成本无人机（玩具无人机）涌入市场，但是主打的是低端玩具级市场，根据目前的市场调查，玩具级市场保有一定市场空间，但是行业竞争激励、利润率低，只能依靠销量带动企业效益，发展十分受限。

### 3.2 巨头涌入，资源、市场可能重新划分

按照目前的发展趋势，越来越多的网络科技巨头和工业巨擘开始意识到无人机将是未来商场上一片新的战场。高通这样的芯片产业龙头，直接放出无人机专用开发平台Snapdragon Flight，通过技术高度从上游向下游输出，直接打入无人机市场；紧跟其后的华为、三星也都发布了类似的产品线，希望从无人机硬件平台分一杯羹。

巨头的涌入，尤其是高通、英特尔这样的直接介入无人接产业第一线的公司的行动将带来行业资源的重新分配，必会加速行业格局的洗牌进程。

另一方面，DHL、Amazon、顺丰等快递物流方面的巨头也都纷纷开展无人机货物配送的应用尝试，但是限于各地对于商用无人机的法律规定，无人机配送货物还并没有大规模展开，不过，可以看到，在不远的未来，大幅节约了人力物力成本的无人机物流配送方案必将成为行业主流。

除了在业务领域开展无人机研究以外，Facebook、Google这样的巨型网络公司关于无人机的未来应用，还有着更长远的谋划。

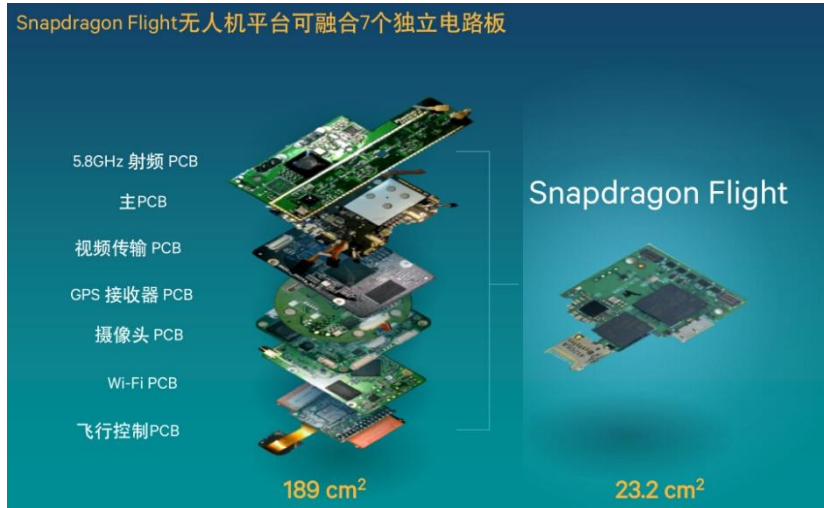
### 1. 高通、华为、三星布局芯片平台

**高通 Snapdragon Flight** 2015年2月高通收购了无人机飞控研发机构Kmel Robotics，之后将Kmel的飞控算法与自身芯片相结合，推出了Snapdragon Flight参考设计平台。Snapdragon Flight参考板大小仅58x40毫米，集成了Qualcomm Hexagon DSP，可为无人机提供实时控制，还有双频802.11n Wi-Fi、蓝牙4.0、全球导航卫星系统等支持。视频拍摄方面，支持4K分辨率摄像头，画质增强以及视频处理能力，并支持720p第一视角视频编码。此外，还提供了气压计等一系列传感器以及快速充电技术。还提供了无人机软件和相关开发工具，可为无人机提供视频、影像捕捉、通讯以及导航方面的支持。**零零无限的Hover Camera、零度智控的Dobby、腾讯的Ying均采用的高通Snapdragon Flight平台，且已经在市场上亮相。**

**华为-宙心科技** 华为对无人机芯片行业的布局是从华为海思（Hisilicon）安防解决方案出发的。华为海思目前占据了全世界视频监控（安防摄像头）70%的市场份额。2016年初，华为与宙心科技核心成员在深圳开始了为期6个月的封闭开发，7月初，开发布会宣布基于华为海思芯片的无人机平台诞生。宙心科技表示：“**海思芯片适合作为无人机平台，是因为它的影像系统是最专业的，而且安防摄像头属于工业级应用，对环境的适应能力也强于为手机打造的平台**”。另外，宙心科技团队将视频分析算法运算中频繁调用且消耗资源较大的主要算子实现硬化，以减少底层运算对CPU资源的消耗，节省CPU资源来做更多的智能分析应用。最终可以看到，基于海思芯片的无人机平台有三大技术优势：1、电子稳像算法，最高支持4K分辨率视频；2、极速图传，“从摄像头采集输入到地面站影像输出，延迟只有100ms”；3、快速启动，“从冷启动到航拍业务启动完成，不超过3秒钟”。另外，据宙心团队介绍，在于华为合作前，宙心团队核心成员曾在高通负责过移动芯片平台向无人机芯片平台转移的相关工作。

图25: 高通发布的Snapdragon Flight开发平台





数据来源：高通公司，广发证券发展研究中心

**三星Artik** 相比于高通直接收购了无人机开发团队，三星的Artik系列产品主要是面对物联网大行业的整体考虑，包含三种型号Artik 1/5/10，仅售99美元。以Artik 5为例，Artik 5尺寸增大到29x25mm，搭载1GHz ARM双核处理器(Mali 400 MP2 GPU)，搭配的是512MB LPDDR3内存以及4GB eMMC闪存。支持Wi-Fi、低功耗蓝牙，支持802.11 b/g/n。此外，该芯片还能对解码H.264等格式720p 30fps的视频进行解码，还提供了TrustZone，接口种类相当丰富，包括 USB，GPIO，I2C，UART和SPI端口，主要应用于相机、无人机等产品。

通过几家公司的芯片方案可以看到，未来无人机市场上，拥有传统技术优势的芯片集成公司已经推出了功能更加丰富齐备的平台解决方案，这将导致无人机新机开发的经济成本、技术成本继续降低，消费级无人机尤其是低端消费级无人机竞争会更加激烈，利润空间会继续压缩。

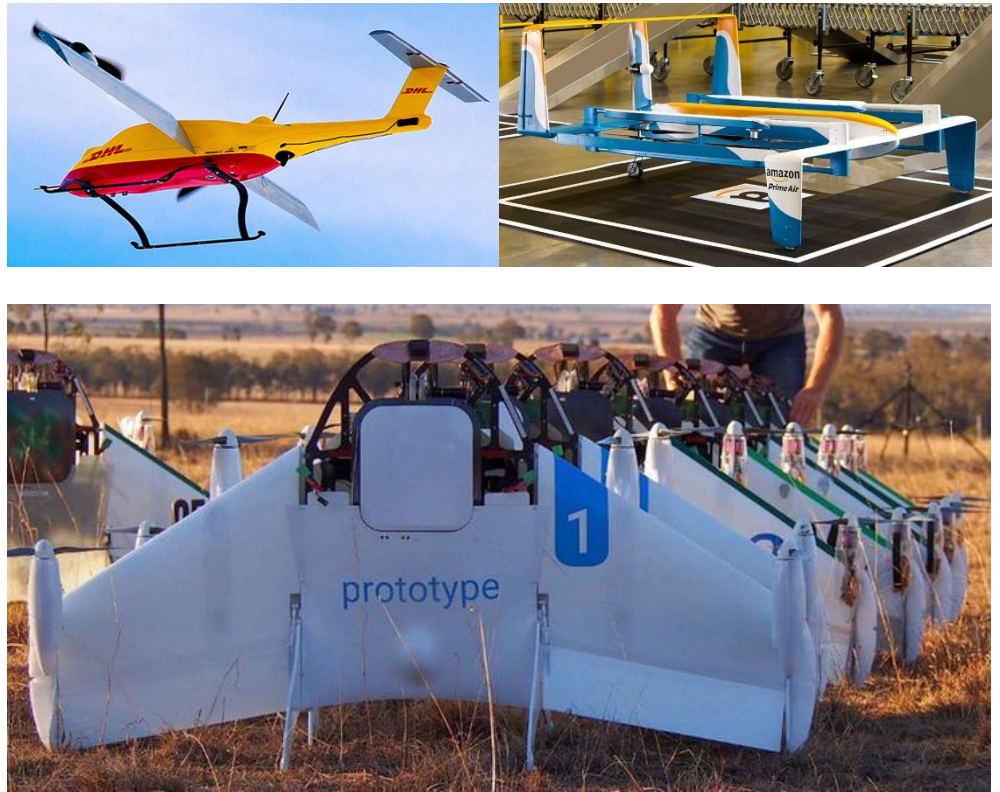
## 2. DHL、Amazon、Google等尝试快递应用

相比于高通、华为在技术层面上推动了无人机技术的发展，DHL、亚马逊等快递企业一直在行业应用领域上推进者无人机商用进程。

**DHL** 2014年9月26日，在德国小镇Norddeich，DHL进行了为期一个月的无人机快递试飞，主要向人烟稀少的小岛Juist运送药品。DHL所设计的Paketkopter四轴无人机目前承重为1.2kg，飞行时间最长约为45分钟，速度最高可达65千米/时。另外，DHL还在测试一种倾转旋翼无人机Parcelcopter，倾转旋翼无人机具有起降方便、飞行效率高的优点。

**Amazon** 在2013年的12月，亚马逊（Amazon）CEO贝索斯首次对外披露了名为Prime Air的无人机配送包裹计划。据亚马逊方面介绍，其所设计采用的8轴无人机最大可承重2kg（86%的网购商品重量在这个数值以下），运送范围在亚马逊物流配送中心16km范围内。根据货物大小，选择不同型号的无人机进行配送，最快30分钟送达。无人飞行器会在卸货之后，自动返回库房。据金融研究公司ARK Invest的一项研究显示，亚马逊无人机送快递每件成本约1美元，只相当于当前当日达快递服务7.99美元的一个零头。

图26: DHL、Amazon、Google的ProjectWing(下)的快递无人机



数据来源：公司官网，广发证券发展研究中心

**Google** 2014年8月，Google正式公布了悄然实施了两年的ProjectWing送货无人机研发项目，并表示希望在几年内推出小型无人机快递服务。Google送货的4轴无人机的原型机，翼展宽约1.5米，高约0.8米，重量约8.6kg，载重约1.4kg，能从距地约46米的高度向地面递送包裹。

顺丰作为国内快递巨头，顺丰在2015年3月也公开了自己的无人机配送计划。但是顺丰的无人机配送主要是在自己的网点之间运行，并不直接面对客户。

### 3. Facebook、Google借无人机“高层筑梦”

Facebook、Google从来都不是只盘点眼前利益的普通公司，他们经常被认为肩负的是推动人类文明进步、社会科技发展的责任与担当。在无人机领域，两者均开始着眼于推动全球的互联网在贫困和特殊地区的覆盖，各自经营着规模宏大的空中网络覆盖计划。

**Facebook Aquila计划** 美国当地时间7月21日，Facebook创始人兼CEO扎克伯格宣布，旗下太阳能无人机Aquila已经在亚利桑那州的一个军用机场成功首航，Aquila原计划飞行30分钟，不过进展非常顺利，就决定延长时间，共飞行了96分钟。

Aquila是由太阳能面板供电的，理论上一次可以飞行至多3个月时间，速度达到每小时120公里；虽然翼展接近波音737飞机，但重量仅有453公斤；开启巡航模式，耗电仅为5000瓦，功耗仅仅相当于三个头发吹风机或者一台微波炉。

Facebook预计，大约1000架这样的无人机就能让整个地球时刻保持着高速的连接。而至于一些极其偏远，且不适合无人机抵达的区域，Facebook也考虑通过人造卫星进行覆盖。

**Google SkyBender计划** 与Facebook有同样的想法，Google正在打造新的无人机项目SkyBender，旨在通过太阳能无人机进行高空5G无线网络传输。这一项目目前正在美国新墨西哥州的美国航天港进行测试，据报道测试地点是占地1393平方米的机坪。Google将毫米波传输技术应用于SkyBender项目，利用毫米波谱进行无线电传输，比目前的4G传输速度快上40倍。

图27: Facebook的Aquila计划（左）与Google的Skybender计划



数据来源：公司官网，广发证券发展研究中心

根据上述企业的行动计划，可以得出以下几条结论：**1、**芯片巨头为无人机产业量身打造的开发平台一旦开始大规模商用，必将使得无人机产业的开发门槛进一步拉低，一方面促进了消费级无人机产业的发展，另一方面消费级无人机的竞争将显著加剧；**2、**无人机物流配送不论是以何种形式进入行业应用，必将是未来趋势；**3、**随着能源动力、新材料等无人机技术的发展，类似Aquila、Skybender这样的无人机商业应用还留给了我们巨大的想象空间。

### 3.3 行业级细分市场应用初露冰山一角

在消费级市场如火如荼的竞争下，行业级无人机市场却在默默地持续发力，逐渐显露出冰山一角。从国内来看，大疆推出MG-1开始与极飞科技抢夺农用植保行业地盘，易瓦特、科比特等在电力巡检、安防方面继续深耕，另外，在安防、反恐、检测等领域，许多公司也逐渐开始进入行业级无人机领域。

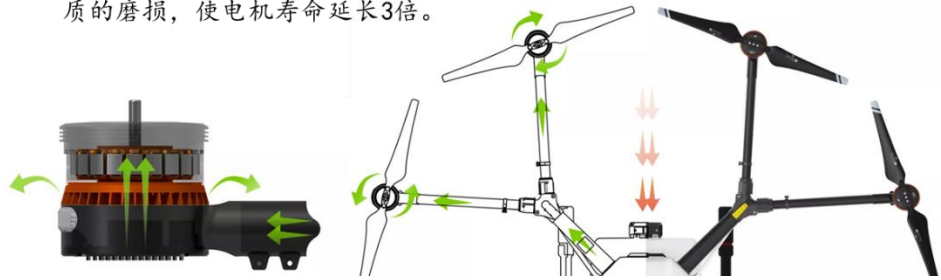
再看国外方面，相关行业级公司已经逐渐具备规模，部分公司已经开发出独有特色的专有技术，在行业级细分市场上站稳脚跟。而且，与国内情形不同的是，国外公司在产品策略上，更加注重无人机的上层应用技术，例如数据地图测绘、数据采集、云端服务等，相比于行业级专用无人机硬件平台的设计制造，具有核心技术的上层应用企业显然更容易在市场上掌握话语权，这也是我国行业级无人机未来的发展方向。

### 应用领域一：农用植保机

大疆在四旋翼机型开发上，积累了大量的经验，在转型进入农用植保市场上，可谓是有备而来，另外，凭借着多年来磨练出的优秀设计团队，大疆的植保机型一经推出，遍受到广泛关注。尤其是诸如进气口过滤等细节考虑，大大提升了植保机的使用寿命。

图28：大疆MG-1的一体化内循环冷却系统

机身进气口的三重过滤系统，有效的隔绝了水雾、尘土与大颗粒物；内循环系统使用洁净的空气保持机电系统的冷却，确保了长时间稳定的工作；排气口设置于电机处，洁净的气体避免了电机在高速运转中与空气杂质的磨损，使电机寿命延长3倍。



数据来源：大疆公司，广发证券发展研究中心

另外，极飞科技也在长期探索下，推出了P20 V2农用植保无人机系统，除了无人机以外，还提供了RTK定位系统、智能气象站作为辅助设备。极飞农业无人机监控调度管理系统集成了农业无人机管理的数据信息和管理工具，可以根据标准的工作流程，对人员和物质进行调配，使工作更加高效的执行。

### 应用领域二：基于无人机的数据提供商——现场管理与测绘

**Skycatch公司** Skycatch是一间航拍数据收集创业公司，他们通过四轴飞行器对地形进行航拍，并将这些数据出售，或是提供相关服务。与其把无人机当做玩具贩卖，Skycatch让四轴飞行器更具实际意义，并且找到了一个更好的商业模式。该公司从重工业入手，通过航拍，让管理者能够更好的理解工厂的运作模式和状况。他们将无人机和基站带到用户所在地，并搭建相关设备，一旦硬件搭建起来了，用户就可以使用网路查看这些数据，他们可以使用手机、电脑查看，不需要离开办公室。

**Pix4D** Pix4D提供了一套无人机图像处理软件，这是一个完整的绘图和建模解决方案，并可自动将航拍图像转换成2D或3D模型。目前应该是行业级无人机在商业测绘领域最优秀的一支团队。

图29: Piix4D无人机2D/3D测绘方案



数据来源: Pix4D公司, 广发证券发展研究中心

### 3.4 谨慎看好小型自拍无人机

消费级无人机在航拍领域已经应用多年,但是从航拍无人机的售价以及功能都可以看出,其主要面对的还是一部分专业用户与发烧友玩家。2016年以来,几家公司接连发布了几部小型自拍无人机,从售价区间和功能应用来看都主打的是“大众级”无人机市场。

#### 一、另辟蹊径专攻自拍场景应用

随着智能手机的普及、社交网络的爆发,自拍早已形成一种风潮,英国《镜报》的一项调查显示,女性平均每周花费约5小时时间去自拍。这项调查覆盖了2000名女性,调查显示,这些女性平均每天会自拍3次,每次花费16分钟时间。Facebook在所发表的一份白皮书中提到,其11.5亿用户每天平均向其网站上传3.5亿张照片,迄今为止的照片上传总量达到2500亿张。

可以看到,拍照、自拍后上传社交网络这一典型用户行为向社交网络公司提供了大量的访问流量,同时,许多拍摄器材公司开始进军互联网内容分享平台,尝试通过内容创造分享一体化模式打造高粘性的用户群。小型自拍无人机就是看准这一市场领域,但是不同于传统的自拍方式,自拍无人机具有以下几项突出特点:

**拍摄距离自由,解放双手。**传统手机相机为了取景需求,一般都采用广角镜头,这就导致在手持情况这种较近的范围,手机镜头拍摄的人像会产生一定程度“桶形畸变”。因此,拍照时手机与自拍人距离适当放大会减小这种畸变,但手持手机无法解决这种问题。然而无人机可以很轻易的飞到距离人物0-30米的距离随意取景。

**全新视角,任意位置取景。**不论是使用手机自拍还是用自拍杆自拍因为手持自拍距离人物过近,很难将人物和景物同时取景,导致手机自拍更多的只能集中在人像自拍,很难突出风景。而且在一些特殊的场合下,场地受到限制很难从期望的位置、角度拍摄照片,而无人机可以利用其空中特性,悬停在任意位置从更合适的角度拍摄照片。

价廉又便携，贴近众消费。如果说传统航拍机也能完成上述功能的话，那么小型自拍无人机的低价优势、便携特性是传统航拍机所完全不能匹敌的。

表 11：自拍级无人机和专业级无人机对比

	型号	尺寸	重量	售价
自拍级	Hover Camera	182*132*32.5mm	238 克	低于 600 美元
	空影	轴距小于 250mm	450 克	低于 400 美元
	Dobby	折叠: 135*67*33mm 展开: 135*145*33mm	199 克	2399 元
专业级	Phantom 4	289.5*289.5*196mm	1380 克	7499 元
	Typhoon H	折叠: 328*278*255mm 展开: 520*456*296mm	1965 克	8888 元

数据来源：公司官网，广发证券发展研究中心

传统航拍无人机主要面对的是航拍用户、无人机发烧友玩家，对无人机飞行性能、云台稳定效果、视频图像拍摄效果要求较高，相对无人机尺寸较大、重量较重等特点要求较低，但是小型自拍级无人机主攻随身携带自拍场景，面对的是大众消费市场，所以对其尺寸重量、售价都有更高的要求。

## 2. 站上巨人肩膀的小而美

目前市场上主要发布了三款自拍级小型无人机：

- 零零无限于2016年4月发布了Hover Camera，主要卖点是其可折叠的外形和钱包大小的体形；另外，Hover Camera还利用其摄像头实现了室内的单目SLAM算法，能够在室内进行地图构建，可用以进行导航、避障。
- 零度智控的Dobby同样可以将四个旋翼臂折叠藏入机身，机身折叠后尺寸也类似于普通手机；零度智控拥有多年的无人机开发经验，Dobby是竞争产品中开发比较成熟的，也是唯一量产上市的产品。
- 腾讯的空影是其进入无人机行业发布的第一款产品，同样也主打折叠、便携。另外，背靠腾讯社交网络平台，空影所拍摄的视频、图片可以直接分享到朋友圈。

图30: Hover Camera、Dobby、空影无人机



数据来源: 广发证券发展研究中心

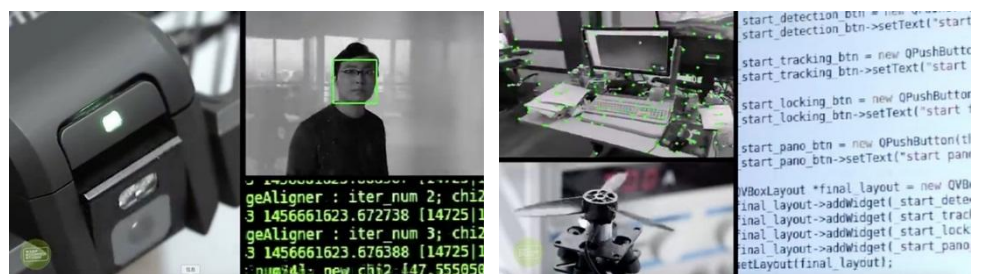
三款产品除了均采用折叠结构以外, 均采用的高通Snapdragon Flight平台开发。正如前文所介绍的, 这种巨头公司打造的成熟平台解决方案的出现将大大加速行业产品开发的进度。让许多初创团队或者有意进入的公司可以凭借一个稳定高效的硬件平台, 直接进入无人机应用的功能开发阶段。

Snapdragon Flight的发展路线虽然也是基于APM或者Pixhawk开源平台的思路, 但是Snapdragon Flight的骁龙801处理器计算能力相比于APM Pixhawk的单片机有了质的提升, 在强大的硬件平台基础上加入了对地的光流传感器功能支持、双目视觉功能支持、4K摄像、2.4G/5.8G的WiFi通讯支持, 从具备的功能上来说, 基本满足了当前第3代消费级无人机的主流配置要求。

凭借平台的另外, 三款自拍无人机均引入了计算机视觉的相关功能, 比如对于自拍十分重要的人脸识别功能、自动跟踪功能, 同样, 为了保证拍摄画面尽可能稳定, 都采用了光流定位技术。其中, SLAM技术和人脸识别、跟踪技术对于自拍无人机来说, 是两项比较核心的关键技术:

- **SLAM技术。** 自拍无人机由于体积受限, 很难搭载更多的传感器进行避障等, 而室内通常环境复杂, 在室内环境下保证安全性就要更多地依靠视觉方面进行环境感知, 障碍物感知。另外, 通过视觉进行导航对于传感器信息缺乏的小型自拍无人机平台也有很大的意义。
- **人脸识别与跟踪。** 不同于传统的消费级无人机, 室内环境下使用自拍无人机无法获得GPS信息, 对于目标兴趣点进行跟踪只能依靠图像识别技术, 而且对于自拍这种特殊的应用, 人脸识别就显得更加关键。

图31: Hover Camera的人脸识别和单目SLAM技术



数据来源: 零零无限官网, 广发证券发展研究中心

### 3. 小型自拍无人机发展瓶颈

但是也必须注意到，自拍级无人机存在两个关键的发展矛盾：

#### ■ 不装配云台成像质量差与装配云台便携性差的矛盾

首先是成像质量与便携性之间的矛盾。基于无人机平台的拍摄方案面临的最大问题就是无人机平台的不稳定性，这种不稳定性来自于机身旋翼的震动与机身自身位置的飘移，这也是传统航拍无人机花费大量成本在机身下挂航拍云台的原因。虽然这些便携自拍无人机厂商都采用了电子稳像技术、光流辅助定位技术、机身隔震双体结构等设计，但是基于后期的软件算法处理与简易的隔震处理仅能作为一种弥补手段，与云台效果相差甚远。而且电子稳像技术处理后的图像边缘模糊较为严重。

#### ■ 续航时间长需要大电池损失便携性与强调便携性损失续航时间的矛盾

续航时间与便携性之间的矛盾非常容易理解，暴露的也比较充分。以目前已经公布数据的产品来看Dobby续航9分钟，Hover Camera续航8分钟，这一续航时间距离一款真正实用的产品应该还是有些差距。解决这一矛盾关键在于：目前无人机采用的锂电池能量密度是一定的，而且短期内电池技术很难有突破，因此在续航时间上还难期待有更好的表现。

**小型自拍无人机发展路线探索。**从需求对技术的牵引角度看，在小型自拍无人机上加装云台在理论上也并非没有可能，目前Aeryon公司最小的多光谱云台总重仅210克（云台重量包含1个红外传感器和1个可见光传感器）。但是小型化的精密器件加工可能还需要面对较高成本的问题。另一方面，厂家和科研人员还可以继续开发电子增稳技术、机身防抖防振技术。

电池方面，除了期待新的电池技术革新以外，还可以在电机等重点耗电环节进行技术改进，减小能耗，提升续航时间。

综合来看，小型自拍无人机从目前的技术指标来看还不是十分成熟的消费产品，但是作为开拓细分市场、抢占自拍高低的一步尝试，仍然意义重大。

## 四、投资机会与风险提示

**投资建议：**我们认为消费级无人机依然满足我们提出的智能机器人分析框架：**需求场景培育+核心技术突破商业化拐点+完整的产业链配套三大因素叠加，使得消费级无人机能够迅速产业化，同时成本能在短期内下坠。**从投资角度来看，我们建议从三条主线关注无人机行业的投资机会：（1）具备综合研发实力和产业资源整合的企业，例如大疆、极飞、零度智控、亿航等；（2）关注无人机在细分领域的应用，例如无人机植保、巡线等领域；（3）关注产业的差异化竞争，例如小型化和娱乐化等方向。具体标的而言，我们建议关注龙头大疆在消费级和行业级的产品进程，建议关注的上市公司标的为雷柏科技（广发电子联合覆盖）、隆鑫通用、全丰航空（新三板）、易瓦特（新三板）等。

**风险提示：**行业竞争加剧；潜在进入者的威胁；新产品放量不达预期。



## 广发机械行业研究小组

- 罗立波：首席分析师，清华大学理学学士和博士，6年证券从业经历，2013年进入广发证券发展研究中心。
- 刘芷君：资深分析师，英国华威商学院管理学硕士，核物理学学士，2013年加入广发证券发展研究中心。
- 代川：中山大学数量经济学硕士，2015年加入广发证券发展研究中心。
- 王珂：厦门大学核物理学硕士，2015年加入广发证券发展研究中心。

## 广发证券—行业投资评级说明

- 买入：预期未来12个月内，股价表现强于大盘10%以上。
- 持有：预期未来12个月内，股价相对大盘的变动幅度介于-10%~+10%。
- 卖出：预期未来12个月内，股价表现弱于大盘10%以上。

## 广发证券—公司投资评级说明

- 买入：预期未来12个月内，股价表现强于大盘15%以上。
- 谨慎增持：预期未来12个月内，股价表现强于大盘5%-15%。
- 持有：预期未来12个月内，股价相对大盘的变动幅度介于-5%~+5%。
- 卖出：预期未来12个月内，股价表现弱于大盘5%以上。

## 联系我们

	广州市	深圳市	北京市	上海市
地址	广州市天河区林和西路9号耀中广场A座1401	深圳市福田区福华一路6号免税商务大厦17楼	北京市西城区月坛北街2号月坛大厦18层	上海市浦东新区富城路99号震旦大厦18楼
邮政编码	510620	518000	100045	200120
客服邮箱	gfyf@gf.com.cn			
服务热线				

## 免责声明

广发证券股份有限公司具备证券投资咨询业务资格。本报告只发送给广发证券重点客户，不对外公开发布。

本报告所载资料的来源及观点的出处皆被广发证券股份有限公司认为可靠，但广发证券不对其准确性或完整性做出任何保证。报告内容仅供参考，报告中的信息或所表达观点不构成所涉证券买卖的出价或询价。广发证券不对因使用本报告的内容而引致的损失承担任何责任，除非法律法规有明确规定。客户不应以本报告取代其独立判断或仅根据本报告做出决策。

广发证券可发出其它与本报告所载信息不一致及有不同结论的报告。本报告反映研究人员的不同观点、见解及分析方法，并不代表广发证券或其附属机构的立场。报告所载资料、意见及推测仅反映研究人员于发出本报告当日的判断，可随时更改且不予通告。

本报告旨在发送给广发证券的特定客户及其它专业人士。未经广发证券事先书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复制、刊登、转载和引用，否则由此造成的一切不良后果及法律责任由私自翻版、复制、刊登、转载和引用者承担。