

馅饼，还是陷阱——无人机行业研究之一：行业初探

第一部分：引言

一、无人机行业发展热潮

1、消费级无人机市场火爆

以大疆创新为代表的消费级无人机企业引爆了中国无人机发展的热潮。据悉大疆无人机 2010 销售额只有 300 万元人民币，2011 年销售额为 3000 万元人民币，2012 年销售额达 2 亿人民币，2013 年销售额已经超过 8 亿元人民币，2014 年市场销售额达到 5 亿美元，2015 年突破 10 亿美元。B 轮，大疆创新的整体估值为 100 亿元人民币，红杉资本以 2 亿元的投资获其 2% 的股权。最新一轮，风险投资公司 Accel Partners 出资 7500 万美元，估值约 80 亿美元。

短时间，国内无人机企业如雨后春笋般一夜遍布全国各地，无人机引发资本追逐的浪潮在 2015 年达到了顶峰，零度智控、亿航、易瓦特、等无人机公司在这段时间纷纷拿到巨额融资。

二、无人机行业格局

1、大疆消费级无人机市场垄断格局已成

已有“中国苹果”美誉之称的大疆创新在消费级无人机领域的产品销售遍布全球。据不完全统计 2015 年大疆消费级无人机全球市场占有率达到 80% 以上，2016 年前三季度更是达到惊人的 90%，行业寡头垄断的格局已现。消费级无人机企业投资路在何方？

2、工业级无人机发展缓慢

工业级无人机下游需求非常广泛，包括农业、电力石油、检灾、林业、气象、国土资源、警用、海洋水利、测绘、城市规划等多个行业。近年来无人机在民用市场的应用受到越来越多的关注，如农林植保和电力巡线两个领域，无人机需求较为迫切，且具备较大的市场规模。

但是受到技术发展的限制以及国家政策的影响，工业级无人机尚未迎来爆炸式的发展阶段。在 2015 年无人机洗牌浪潮中，无数中小无人机企业倒在了黎明前的黑暗中。

3、无人机应用事故频发引担忧

近来关于工业级无人机应用事故频发、消费级无人机摔机的报道屡见不鲜，引起人们对工业级无人机应用前景的担忧。技术发展的不成熟，以及空域管理尚需规范的系列问题，是否会成为短期阻碍无人机企业发展的重大屏障？

行业应用前景如此诱人，市场潜力如此巨大，同时在竞争格局、技术水平、行业规范等方面又存在系列问题。无人机行业投资到底是馅饼，还是陷阱？

第二部分：无人机发展时代背景

一、无人机的定义与分类

1、定义

无人驾驶飞机简称“无人机”，英文缩写为“UAV”，是利用无线电遥控设备和自备的程序控制装置操纵的不载人飞机。

2、分类

(1) 从技术角度定义分类：固定翼无人机、垂直起降无人机、无人飞艇、无人直升机、多旋翼无人飞行器、伞翼无人机等。

(2) 按飞行平台构型分类：固定翼无人机、旋翼无人机、无人飞艇、伞翼无人机、扑翼无人机等。

(3) 按用途分类：军用无人机、民用无人机。（其中，军用无人机可分为：侦察无人机、诱饵无人机、电子对抗无人机、通信中继无人机、无人战斗机以及靶机等；民用无人机可分为：巡查/监视无人机、农用无人机、气象无人机、勘探无人机以及测绘无人机等。）

(4) 按尺度分类（民航法规）：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 7kg 的无人机，且全马力平飞中，校正空速小于 100km/h(55nmile/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。）

(5) 按活动半径分类：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。（超近程无人机活动半径在 15km 以内，近程无人机活动半径在 15~50km 之间，短程无人机活动半径在 50~200km 之间，中程无人机活动

半径在 200~800km 之间，远程无人机活动半径大于 800km。)

(6) 按任务高度分类：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。(超低空无人机任务高度一般在 0~100m 之间，低空无人机任务高度一般在 100~1000m 之间，中空无人机任务高度一般在 1000~7000m 之间，高空无人机任务高度一般在 7000~18000m 之间，超高空无人机任务高度一般大于 18000m。)

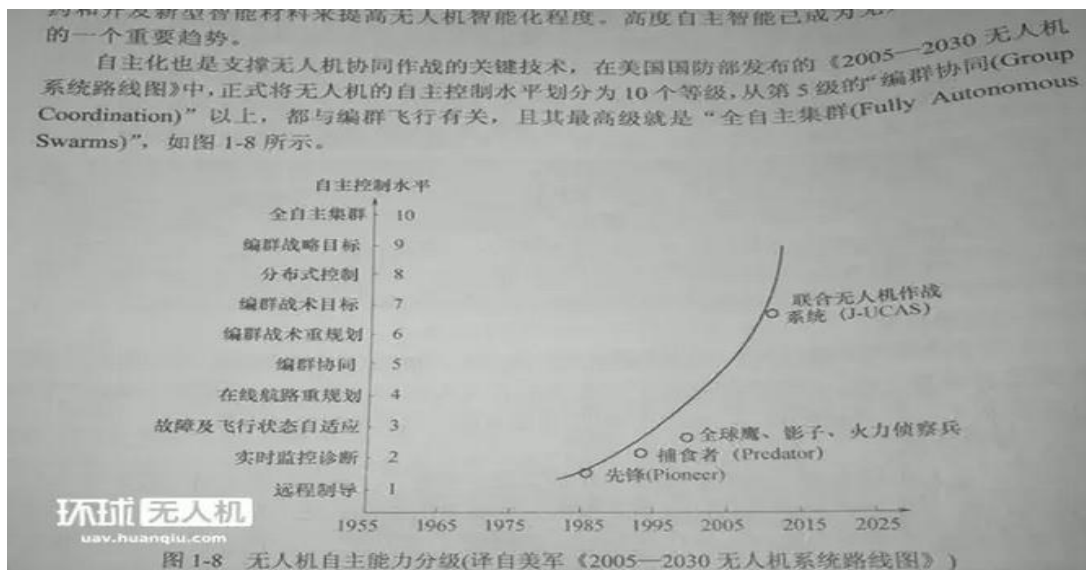
二、无人机的 10 个发展阶段

1、无人机发展的 10 个阶段

美国国防部颁布的《2005-2030 无人机系统路线图》把无人机发展分成了 10 个阶段，分别是：

- (1) 远程制导；
- (2) 实时监控诊断；
- (3) 故障及飞行状态自适应；
- (4) 在线航路重规划；
- (5) 编群协同；
- (6) 编群战术重规划；
- (7) 编群战术目标；
- (8) 分布式控制；
- (9) 编群战略目标；
- (10) 全自主集群。

国防工业出版社 2014 版的《先进无人机系统与作战运用》一书中提到了这个 10 级的说法，原文如下：自主化也是支撑无人机协同作战的关键技术，在美国国防部发布的《2005-2030 无人机系统路线图中》，正式将无人机的自主控制水平划分为 10 个等级，从第 5 级的“编群协同”以上，都与编群飞行有关，且其最高级就是“全自主集群”。



部分内容引自：环球无人机

中国工程院院士，清华大学自动化系教授吴澄院士表示，大疆的无人机水平只是一级遥控操作阶段，而全球鹰、捕食者等无人机也仅为二级、三级水平。从第 5 级的“编群协同”以上，都与编群飞行有关，且其最高级就是“全自主集群”。我国是无人机大国，但还没有成为强国，还有很长的路要走。

三、国内无人机发展时代背景

在因诺航空项目推进期间，我多次出差西安与段玉磊等人交流的过程中，记得他们谈到的一个话题：中国的航天事业蒸蒸日上，但航空领域一直是中国人的心病，这些年来难有大的突破。我当时只是记住了这句话，但是可能包括段玉磊在内，我们并不明白这句话对中国无人机行业的发展意味着什么。

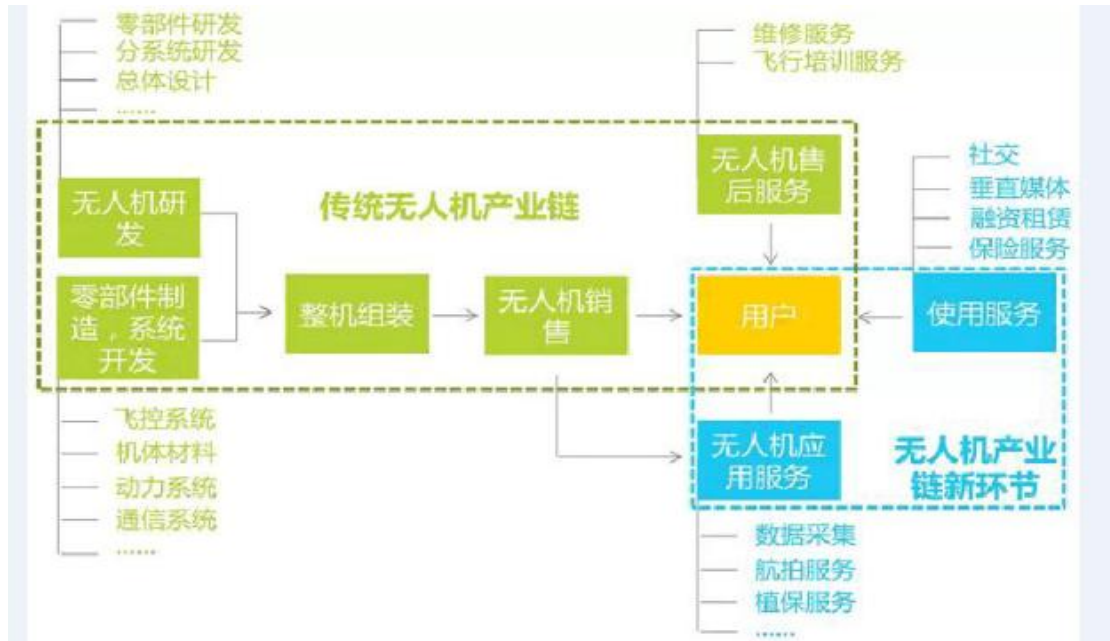
在与浙江大学何博士的沟通交流中，他一语道破了玄机——中国的航空领域技术水平一般，国内自产有人机的企业非常稀缺，飞机几乎都是国外进口。这也就是说目前国内飞机整机平台研发技术水平还比较低，安全、可靠的大型无人机整机平台目前国内几乎没有企业可以做的出来。在这样的时代背景下，国内自主研发工业级应用型的无人机，目前没有企业可以完成。在此基础之上衍生出来一条路：**用国外成熟的有人机平台为基础进行改造，把有人机改成无人机。**

我国的航空发展时代背景，从很大程度了影响到了我国无人机发展的进程，结合中国工程院吴澄院士对大疆无人机技术水平的评价，我国无人机技术发展尚处于初级阶段，未来还有很长的路要走。

第三部分：无人机产业链介绍

一、无人机上下游介绍

无人机的产业链主要包含无人机研发、整机组装、无人机销售、用户、使用服务等环节。在过去一段时间我们接触和了解到的企业基本涵盖了无人机产业链的各个部分，形成了自己的认识。了解无人机产业列各个环节，既便于我们在行业中寻找好的投资机会，也可以让我们快速得到一个企业的行业地位与价值等有效信息。



1、无人机研发

无人机研发又包括零部件研发、分系统研发和总体设计。大疆创新是典型的消费级领域全产业链型企业，从产品的研发、生产、组装、销售到售后的各个环节均公司自己完成，特别是在产品研发环节，大疆基本掌握了消费级无人机的技术，实现了产业的垄断。正因为如此，大疆的成本控制已经做到极致，未来的市场空间反而不大了。

像之前接触过的中科创达，是典型的分系统研发型企业，他们充分利用自己的硬件 SOM 核优势，结合市场上的飞控算法软件开发商，结合成自己的产品，利用公司的渠道优势，为下游客户提供服务。

无人机研发环节是无人机行业投资的核心环节，拥有核心技术团队和领先一步的无人机技术水平是可投企业的主要特征。

2、无人机整机组装

无人机整机组装的代表公司的易瓦特，虽然易瓦特对外宣称有自己的核心研

发能力，但实际上公司是一个无人机整机组装公司，核心在与公司的电力渠道优势。无人机整机组装类型的企业没有投资的价值。

3、无人机销售

目前无人机销售主要分为两种模式，一种是公司自产自销，这一类型的企业主要是消费级的大疆以及各类工业级无人机企业。另外一种是通过平台进行销售，如京东、淘宝等，这一类型销售的产品主要是消费级无人机。无人机销售环节无投资价值。

二、无人机飞控系统介绍

无人机飞控系统是由无人机飞行设备及控制系统（包括控制站、数据传输系统、通讯系统、遥测系统、导航系统在内的所有与飞行控制相关的设备）组成。在上述组成部分中，飞控算法是核心。而飞控算法又包括控制算法和姿态算法。

三、无人机飞控算法介绍

无人机飞控算法是无人机的主要核心技术，目前市面上有开源的多旋翼飞控算法。德国 MK 公司是多旋翼无人机飞控算法开源的鼻祖，其后 2011 年美国 APM 公司开放无人机设计平台彻底点燃了市场对无人机系统开发的热情，2012 年以后民用和消费无人机进入了加速上行的通道。至今，国际无人机行业已经形成了 APM（用户最多）、德国 MK（最早的开源系统）、Paparazzi（稳定性高、扩展性强）、PX4 和 MWC（兼容性强）等五大无人机开源平台。

1、飞控算法包含哪些

飞控算法包含**控制算法**和**姿态算法**，其中控制算法目前国内的技术水平能够达到世界一流水平，但是这样的研发机构都在军工体系里面，很少会外流，主要有中航工业集团和西北工业大学无人机研究所。姿态算法目前国内没有企业在做，主要通过向国外 ANALOG DEVICES（AD）公司采购惯导产品，这种产品的难度在于成本的控制，国内企业产品可以做的出来，但是出厂价已经高于了 AD 公司的采购价，因此国内的民用无人机都是从国外采购。

国内军工系统不允许外部采购，姿态算法他们可以自己做的出来，只不过成本比较高。不过对于军品，成本本来就不是问题。

另外，飞控系统用到的元器件的品质，也决定了这套飞控的价格。目前消费类无人机用的元器件都是比较普通的元器件。



2、无人机飞控的分类

多旋翼飞控、固定翼飞控、直升机飞控。目前市面上的消费类无人机（多旋翼+小型固定翼）几乎用的都是开源的飞控。原因很简单，一套飞控的研发成本非常高，而消费类无人机售价低，对飞控的要求也不是特别高，因此正常情况下没有公司会花力气自主研发一套多旋翼飞控。

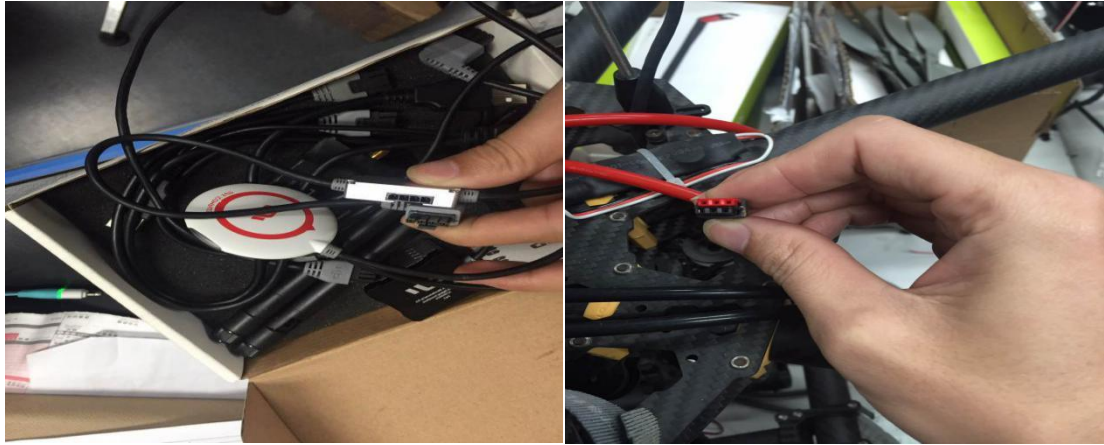
3、多旋翼飞控技术哪家强？

据何博士说，目前国内真正自己研发多旋翼飞控技术的只有大疆一家，包括零度的双子星用的都是开源的飞控。也就是说因诺航空的多旋翼飞控也是开源的。美国 APM 公司的开源飞控协议里面有明确条款，APM 开源飞控不可用于商业性质，否则 APM 公司就有权起诉侵权。据说，这也是为何零度的双子星不敢卖往美国的原因。而大疆的飞控是自己开发的，可以在全球进行销售。

4、如何识别多旋翼飞控是否是开源的？

方法一：飞控算法对无人机的控制通过通讯协议来完成，开源的飞控，通讯协议肯定是开源公司的，飞控接口有 6 根线。而自主开发的飞控系统，通过总线来控制，飞控接口只有 4 根线。因此，只要看一下他们的飞控板子接口是几根线，就基本能得知飞控系统是不是自主研发的。

下图可以明显的看出，大疆的飞控板子接口是 4 根线，而零度双子星是 6 根线。（何博士说他们做过实验，把零度的飞控和开源的 APM 飞控配套，可以正常使用，也能说明零度双子星的飞控是开源的）。



左图为大疆的飞控接口，可以清晰的看到只有 4 根线，白色的盒子就是总线通讯协议。右图为零度双子星的飞控，接口有 6 根线。

我们前几天去江苏数字鹰无人机有限公司考察，当时我还不太明白 4 根线何 6 根线代表的意义，但是回想起当时的情景，我拿起他们的飞控板子看了下（印象中是 6 根线），让数字鹰的陈总紧张了一下，问我是学什么专业的，说很少有投资机构过来会看这些东西。现在看看，奥秘就在线子的根数上了。

方法二：看这个公司的飞控可以控制的最大型号飞机有多大？通常难度最大的无人机飞控是直升机飞控，其次是大型固定翼飞控（载重 50kg 以上），小型固定翼无人机和多旋翼无人机的飞控技术难度均不高，且市面上基本都是开源的飞控。因此判断一个公司是否有自主飞控研发能力，或者说研发水平有多高，另外一个方法就是看他们的飞控能不能控制直升机或大载重的固定翼无人机。

第四部分：无人机行业瓶颈与机会

目前市面上的无人机企业有以下几种类型：一种是上市公司收购无人机业务讲故事，第二种是无人机公司自己讲故事。因此，无人机市场积存了大量的泡沫，正真在做消费级无人机的企业也就是大疆，工业级无人机更是没有人在做。

消费级无人机行业是红海市场，大疆的垄断让一些做消费级无人机的企业望而却步，消费级无人机市场可谓鲜有投资机会了。工业级无人机市场又受限于国内无人机技术的发展水平以及国家空域管理等宏观政策的影响，未来无人机行业的投资机会又在哪里？

一、政府宏观政策

包括民航局、体育总局等在内的九部委在今年 10 月 21 日发布《航空运动产

业发展规划》，这是对无人机行业发展的一个重大利好。

1、推进航空飞行营地建设

到 2020 年，建成各类航空飞行营地 2000 个，五星级、四星级、三星及以下级别航空飞行营地分别占建成总数的 1%、29%和 70%，四星级以上航空飞行营地基本覆盖国内经济发达的主要城市和地区。

2、举办国际航联世界飞行者大会

2017 年起，与国际航联共同打造包含赛事、展览、飞行表演、飞行体验、论坛、教育与娱乐、博物馆参观游览以及其他特色活动于一体的国际航联世界飞行者大会，并延伸成为常态化航空运动活动。将大会的举办与地方经济转型发展需求紧密结合，树立航空运动与城市发展良性互动、共赢发展的典范，形成可复制的中国飞行者大会品牌模式。

3、打造国家级无人驾驶航空器展会

结合国家体育总局相关的无人驾驶航空器管理职能和国家级相关展会资源，打造集展览、贸易、销售、体验为一体的中国无人驾驶航空器行业品牌展会，衔接无人驾驶航空器设计、制造、销售等各个环节，促进专业院校无人驾驶航空器高新技术成果转化，激发行业发展的活力及创新能力。

4、推进航空运动职业技能大赛与人才评价结合

通过航空运动职业技能大赛体系，选拔飞行技术水平高、综合能力强、能带动相关行业发展的飞行员和飞行团队，建立未来通用航空及无人驾驶航空器领域飞行技术人员评级制度和评价体系。探索建立航空运动飞行员、通用航空作业飞行员和无人驾驶航空器飞行员职业“三位一体”的融合发展模式。研究制定符合航空运动人才成长规律的有关专业评审标准和考核体系。

5、提升航空运动器材装备制造水平

完善航空运动科技成果转化机制，引导产学研按照市场规律和创新规律协同合作，推进军民航相关技术转移转化。鼓励企业通过海外并购、合资合作、联合开发等方式，提高航空运动器材装备的技术引进和本土化水平。结合传统制造业转型，引导企业进军航空运动装备制造领域，按照适航审定的标准和法规开展设计制造工作。鼓励器材装备制造企业向服务业延伸发展，形成全产业链优势。鼓励器材装备制造企业积极参与高新技术企业认定，提高关键技术和产品的自主创

新能力，研发适合服务航空运动的低空空域通信、导航、监视、气象等服务需求的核心装备。鼓励新型、可穿戴、融合虚拟现实等技术的航空运动器材和运动类航空器研发。根据不同人群需要，研发多样化、适应性的航空运动器材装备。加强器材装备制造企业品牌建设。鼓励企业积极参与航空运动行业标准制定。

6、搭建智能航空体育消费服务平台

利用互联网技术搭建航空运动的线上沟通、交易、宣传以及赛事、培训、体验等活动的相关信息发布平台，同时建立基于大数据分析的行业动态管理系统，包括飞行器、航空运动俱乐部、飞行员、教员及相关专业人员数据库。

7、推动航空职业技术学院建设

充分利用地方政府职业教育资源，按照“政府统筹、行业共建、企业参与、学院执掌”的原则，力争合作建成7至10所以航空运动为主要内容的职业技术学院，并在有条件的地方职业院校开设航空运动相关专业。至2020年，实现每所航空职业技术学院在校学生规模达到5000人。

二、工业级无人机的市场方向

1、工业级无人机的应用方向选择

大面积实现工业级无人机应用，主要的突破方向是：安全、可靠、高效率。安全可靠是为了保证生命财产安全，而提高无人机的工作效率，是工业级无人机大面积应用的前提，否则就失去了无人机应用的意义。从效率的角度来看，工业无人机的载重量是核心指标之一，未来可以在物流运输方面得到大面积的应用，而向北大荒、中粮集团等企业无人机替代有人机进行农田管理的需求也是非常的大。

现在新疆正在实行县县通机场，且都是2000长跑道的机场，一来是用作战备，二来就是解决新疆生活物资配送的问题。而北大荒每年都花费巨资在有人机播种上，大约有55架飞机。他们资助的一个飞行团队一个飞行员一年的工资就要50-60万，工资高不说，人生安全问题始终是一个很大的隐患。

不论从消费级无人机的市场发展状况来看，还是从无人机发展的10个阶段来看，未来无人机的市场机会一定是在工业级市场，且能实现无人机的安全、稳定、高效率的性能要求。

这种类型的企业具备的条件：

- (1) 具备具有多年无人机从业背景的核心研发人员；
- (2) 具备工业级飞控成熟技术；
- (3) 具备通用航空等领域从业经验，有相关人脉资源，熟悉航空领域市场运作。

2、Zipline 再融资 2500 万美元对我们的启示

去年 5 月，硅谷创业公司 Zipline 宣布，与全球特快货运 UPS 以及全球疫苗免疫联盟 Gavi 合作，进军卢旺达，利用无人机为当地的医疗站运送药品。

Zipline 成立于五年前，在今年 4 月份 Zipline 宣布公司已经共计获得 1800 万美元的融资，投资机构包括了红杉资本、Google Ventures、Yahoo 联合创始人杨致远、Subtraction Capital、斯坦福大学等。

当初与卢旺达政府进行合作时，Zipline 的目标就是每天能有 15 架无人机向卢旺达西部的 21 个医疗站点输送 150 次医疗药品。现在 Zipline 打算在卢旺达境内由西向东建立多个航道和无人机场，在未来会覆盖整个卢旺达地区，为卢旺达的近 1200 万民众提供药物供给服务。

就在最近，Zipline 再次宣布，他们已经完成了 B 轮融资，总融资额达 2500 万美元，本次投资由 Visionnaire Ventures 领投，红杉资本等几家投资机构跟投，所筹资金将用于继续用于卢旺达的无人机救助运输网络的建设，此外还将继续研发新的无人机技术，完善无人机网络。

Zipline 短时间内得到快速发展，并获得多个世界著名风投机构的融资，这给了我们关于无人机行业的投资带来哪些启示？

我们很容易总结出 Zipline 企业的如下特点：

- (1) Zipline 做的是工业级无人机；
- (2) Zipline 应用的领域是偏远地区物流运输；
- (3) Zipline 与知名的机构合作——UPS、Gavi；
- (4) Zipline 注重无人机运输网络建设的布局。

我们前面多次提到，工业级无人机需要解决的核心问题是安全、稳定、高效率，而 Zipline 显然符合这样的要求，他们的固定翼无人机可以实现稳定的长距离运输与大载荷量，这是现在国内所谓的多旋翼无人机和尚不成熟的固定翼无人机所无法实现的。

无独有偶，在与浙大何博士的交流中，他提到了他曾经多次去过澳大利亚与国内新疆等地，这些地区的物流业特别的不发达，他给我们的建议是投资的无人机企业如果有这种问题的解决能力，会是很不错的标的。而他的这个想法与 Zipline 布局的无人机救助运输物流网络异曲同工。

我想，未来我们对无人机行业的投资也应该是要朝着这个方向去的。

第五部分：无人机行业后续研究计划

一、建立无人机行业人脉圈

在过去关于无人机行业的研究过程中，我们跑动并建立了北京、西安、杭州、无锡四个地区的企业或高校关系。并认识了很多行业精英，这些人从事无人机行业多年，无人机圈子里的人相互都比较熟知。特别如浙大的何博士，与很多无人机企业有交集，后面可以为我们引荐更多的无人机企业以供考察研究。

下一步计划以上述人脉关系为基础，构建更大的无人机行业圈子，并通过上述关系引荐，进一步走访更多的高校和科研院所。

二、深入学习无人机技术

借助浙江大学数字农业与农村信息化研究中心无人机研究实验室的天时、地利，进一步深入了解、学习无人机技术，以及相关延伸领域情况，让团队成长为一个懂无人机专业的技术型团队。

中财生生资本市场部丁科

独立撰稿人：宋世玉