

二、项目简介

项目简介（限1000字）

为解决单人携行与操作、环境适应性两大应用问题，向行业客户提供更完善的垂直起降固定翼无人机产品，我单位自主研发了一款7kg级轻小型垂直起降固定翼无人机系统：大鹏无人机系统CW-

007，项目基于小型复合翼无人机平台设计、复合翼自动驾驶仪设计、任务载荷应用研究等完成了垂直动力系统巡航状态减阻、无需工具的快速拆装结构、高效率腰推巡航动力系统设计、基于数字离线高程的高精度目标定位、复合翼无人机应急处置等多个技术攻关。项目技术达到国际领先水平，填补了国内7kg级复合翼无人机技术空白，形成知识产权15项。近两年该项产品已形成经济效益2000余万，广泛运用于国土测绘与调查、数据采集与处理、农业植保、电力巡查、环境保护、资源管理、城乡规划、灾害监测等应用领域。项目很好地解决了单人携行与操作、高原性能两大应用问题：

（1）单人携行与操作

大鹏无人机系统CW-

007采用旋翼结合固定翼的复合翼布局形式，采用可拆卸的全动平尾，无电气连接，可进行模块化拆装。采用纯电动的动力系统模式，简化了系统的操作性。整机制造材料采用碳纤维复合材料，使飞机在具有较大承力能力的同时具有超轻的自重，将所有的机身部件进行空间排布后，正好可以装进一个尺寸为1050mmx450mmx350mm的收纳箱中，可以很轻松的放入家用轿车的后排进行单人携带，提高了系统的便携性。系统在30分钟内可以完成开箱、组装和调试，大大缩短了各类任务的反应时间，极大的提高了工作效率。

（2）环境适应性强

大鹏无人机系统CW-

007采用旋翼结合固定翼的复合翼布局形式，实现垂直起降，起降阶段采用旋翼可实现精准定位，飞行过程使用固定翼，在固定翼出现故障时旋翼自动形成保护。本项目具备GPS/北斗抗干扰飞行能力，可有效应对卫星导航失效或者被干扰时对安全的影响。本项目采用我单位自主研发的智能电池，其航线规划可根据电池电量进行自动调整，低温环境下电池可自动加热。基于上述各项研究设计，可保证本项目系统在高原、高海拔环境下，不受海拔高度、复杂地形、恶劣气象、导航障碍、低温等环境因素影响而给无人机性能造成衰减，从而避免高海拔环境条件对无人机的危害性障碍，极大地提高了工作效率和作业的安全性。

三、科技创新

科技创新（限5000字）

（一）立项背景

垂直起降固定翼无人机采用复合翼形式，以常规固定翼飞行器为基础，增加多轴动力单元，在起降及低速状态下，按照固定翼模式飞行，通过气动升力克服重力，通过拉力向前的螺旋桨克服气动阻力实现飞行，兼顾了航时、速度与起降场地的要求。在摄影测量工作中，因其机动灵活、低空飞行、快速获取数字高分辨率影像、操作维护简便、飞行系统成本低等技术优势，通过专业的航摄内业软件一体化处理后，能快速获得4D产品，目前已广泛服务于城市管理、应急保障、国情监测、土地规划等多个领域。行业客户普遍认可垂直起降固定翼无人机在解决起降问题方面的良好效果，但是在使用过程中也暴露了一些有待改进的方面：

大部分无人机系统在外业使用过程中其维护和使用的便利性非常重要，某些高差较大的山地和道路不通的丛林等地形地貌无法完成车辆转运，而必须人员携行，部分体积较大、操作复杂、操作人员需求较大的无人机系统无法满足此种应用场景，限制了其应用范围。其次，针对内蒙古、新疆、青海、云南、贵州、西藏等海拔较高的地区部分无人机无法进行正常作业，限制了产品的应用范围。

本项目旨在研发一款7kg级纯电动的轻小型垂直起降固定翼无人机系统，采用纯电动的动力系统模式，重点解决单人携行与操作、环境适应性两大问题，向行业客户提供更完善的垂直起降固定翼无人机产品。

（二）科技含量

大鹏无人机系统CW-

007由无人机平台、任务载荷、数据链、地面指控平台、保障设备等五个子系统组成，项目基于小型复合翼无人机高升阻比气动布局设计、轻量化复材结构设计、小型复合翼无人机平台设计、动力系统设计、复合翼自动驾驶仪设计、任务设备集成等解决了单人携行与操作、高原性能两大应用问题，向行业客户提供更完善的垂直起降固定翼无人机产品。

项目解决的主要技术问题如下：

- A 无人机单兵携行
- B 垂直动力系统巡航状态减阻问题
- C 无需工具的快速拆装结构问题
- D 高效率腰推巡航动力系统设计问题
- E 复合翼无人机应急处置问题
- F 模块化任务舱及多种任务设备集成

1. 技术方案

（1）项目技术方案

根据市场需求调研与友商型号分析反馈制定出系统设计方案，根据方案进行样机的试制，以获得的样机参数完善设计方案并进行相关的设计定型，最后在初步定型后进行小批量的产品试制，测试指标进行微调改进，最后确认各项指标形成新产品。

(2) 项目方案实施步骤

1) 市场需求调研

A销售人员反馈：项目组成员听取销售人员反馈的客户需求和期望

B行业客户拜访：项目组成员拜访测绘、农业、电力、环保、城乡规划等行业的合作伙伴单位，了解行业实际作业流程和要求

2) 参考型号分析反馈

A自研产品分析

B对标产品分析

3) 系统方案设计

A系统定义

B系统总体设计

4) 样机试制

A详细设计

B样机生产

C样机地面测试

D样机飞行测试

5) 设计定型/工艺鉴定

A设计定型评审

B工艺设计

C工艺定型评审

6) 产品试制

A小批量生产

B批产工艺设计

C大批量生产

3. 项目成果技术指标

1) 无人机起飞重量：6.8Kg

2) 无人机翼展：2.2m

3) 无人机机长：1.3m

4) 任务半径：20Km

5) 巡航空速：68.4Km/h(19m/s) (1000m ASL实测)

6) 航时：60min (1000m ASL实测)

7) 发射与回收方式：复合翼垂直起降 (起降为多旋翼模式)

8) 任务载荷：800g (保证任务航时限制)

9) 最大爬升率：8.0m/s (固定翼模式 800ASL实测)

10) 限制转弯半径：80m (固定翼模式)

11) 实用升限：6000mASL (起飞ASL约束无需更高)

12) 最大起飞海拔：4500mASL

13) 多旋翼抗风能力：8m/s (定常风 实测)

- 14) 最大空速：93.6Km/h (26m/s) (1000m ASL 实测)
- 15) 固定翼抗风能力：14m/s (定常风 实测)
- 16) 工作温度范围：-10℃至55℃ (低温需电池保温箱)
- 17) 工作湿度范围：5%至95% (非凝露)
- 18) 存放温度范围：-20℃至60℃
- 19) 防雨能力：小雨 (10mm/24h)
- 20) 系统携行重量：15Kg (含1块电池)
- 21) 系统携行尺寸：1.25m*0.45m*0.35m
- 22) 系统展开时间：10min (不包含高寒电池加温时间)
- 23) 系统收纳时间：20min (包含落地数据拷贝时间)。

2. 实施效果

大鹏无人机系统CW-

007自2018年研发并于当年面市，项目产品经国家一级查新单位查新认证，经工信部电子五所检测认证，项目总体技术处于国际同类产品先进水平，填补了国内7kg级无人机技术空白。项目产品形成知识产权15项，其中发明专利 7项，实用新型专利7项，外观专利1项，近两年该项产品已形成经济效益2000余万，广泛应用于国土测绘与调查、数据采集与处理、农业植保、电力巡查、环境保护、资源管理、城乡规划、灾害监测等领域并得到众多客户的一致好评。

大鹏无人机系统CW-

007因其轻小便携、垂直起降、高性价比、环境适应性强等特点，市场前景极为广阔。随着大鹏无人机系统CW-

007的大规模应用，对上下游均有一定的带动作用。在产业上游促进电机、复合材料、通讯链路、任务设备等研发及产业化，在产业下游促进无人机服务、数据生产、大数据应用等相关产业的发展，对整个行业的发展都能起到很好的带动作用。

(三) 创新点

本项目主要目的是研发一款7kg级具有单人携行和高原作业能力特征的复合翼无人机系统，搭载多种任务载荷，执行丰富任务，同时具备良好的易用性、可靠性和环境适应性，项目创新点如下：

(1) 无人机单兵携行

将所有的机身部件进行空间排布后，正好可以装进一个尺寸为1050mmx450mmx350mm的收纳箱中，可以很轻松的放入家用轿车的后排进行单人携带。拉杆箱式设计比一般的飞机包装箱更小，更加便携，更能贴合007单人操作的可行性，运输和携带上不再存在困难，用户可以轻松将无人机带到最理想的操作区域作业，提高了系统的便携性。

支撑专利：

无人机单兵携行具（实用新型授权）

一种便携多功能小型无人机包装箱（实用新型授权）

(2) 垂直动力系统减阻装置

本项目采用了永磁体的磁力作为驱动力，在垂直动力系统的电机下端和机臂对应位置布置永磁体，通过配置磁极保证固定翼模式下垂直动力系统螺旋桨始终处于平行于机体纵轴线的状态。

支撑专利：

螺旋桨锁定装置、垂直起降组件及无人机（实用新型授权）

（3）无需工具的快拆结构

为了便于使用，各个结构分离面均采用快速拆装机连接结构和机电一体化连接器。

支撑专利：

一种模块化多用途无人机（实用新型授权）

一种可快速拆装的复合翼无人机机翼（实用新型授权）

一种蒙皮、蒙皮制备模具、蒙皮成型方法（发明受理）

（4）高效率腰推巡航动力系统

采用空心杯电机是腰推动力系统与无人机尾撑杆共轴并通过径向限位结构将腰推动力系统固定在靠近机身的位置，在有限的空间内获取了最大的螺旋桨直径提高了螺旋桨气动效率，同时没有附加结构，提高了结构效率。

支撑专利

一种折叠式螺旋桨、动力装置及无人机（发明实审）

（5）复合翼无人机应急处置方法

小型复合翼无人机由于大幅度外扰动和操纵面失效导致固定翼飞行模式下丧失部分或全部控制能力导致控制精度下降甚至坠毁，这是复合翼飞行器异常情况处置领域的关键问题之一，本项目充分利用复合翼无人机的多旋翼动力系统，通过辅助控制力矩的输出解决固定翼控制能力与动力装置失效情况下的自动处置机制问题。

支撑专利

一种抗饱和多旋翼飞行器控制方法（发明授权）

控制分配方法、装置及多旋翼飞行器（发明实审）

飞行控制方法、装置、飞行控制器及复合翼飞行器（发明实审）

一种复合翼无人机（实用新型授权）

一种复合翼无人机自动驾驶仪及其采用的控制方法（发明实审）

（6）智能电池

无人机常用的电池类型是能量密度较高的锂聚合物电池和锂离子电池，最佳环境温度 $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ ，随着温度降低，电池放电性能逐步下降，当环境温度环境低于 4°C 时，大部分锂电池的可用容量降低至标称容量的20%以下。因此，通过加热保温方法保证低温环境条件下无人机的电池设备正常使用，减小环境温度对电池放电能力的不利影响是保证无人机系统环境适应性的重要方面。

支撑专利

无人机智能电池（007）（外观授权）

无人机电池保温装置及保温方法（发明实审）

无人机电池保温装置（实用新型授权）

(四) 保密方面

暂无。

(五) 国际比较

美国等国家对无人机及相关设备禁运且成本昂贵，在此不对国外技术状态进行对比，国内垂直起降固定翼无人机研发方兴未艾，大部分单位的研究停留在原理样机甚至概念设计阶段，在起飞总重小于10Kg的范围内选择零度智控（北京）智能科技有限公司的ZT-3V小型垂直起降无人机作为对标产品。

产品对比如下：

项目	ZT-03V	CW-07
翼展	2.4m	2.2m
续航时间	1h	1h
巡航速度	70Km/h	65Km/h
起飞总重	8.3Kg	6.8Kg
起降模式	垂直起降	垂直起降
有效载荷	1Kg	0.8Kg
抗风能力	6级	6级
最高海拔	4500m	6000m

1. 大鹏无人机系统CW-

007在翼展小0.2m的前提下达到与对标产品相同的续航时间，说明CW-007的气动效率和动力系统效率优于对标产品；

2. 与对标产品相比，CW-007大鹏无人机的起飞总重少了1.5Kg，一方面体现了CW-007大鹏无人机结构设计水平较高，另一方面体现了CW-007大鹏无人机较高的机电一体化设计水平；

3. 由于CW-

007大鹏无人机采用自研的自动驾驶仪，具备自主知识产权的控制算法和特情处置方法，能够在6级风和6000m海拔高度下正常工作，环境适应性强、出勤率高；

4. 对标产品只集成了光电吊舱作为任务载荷，而大鹏无人机系统CW-

007已经成功集成了航摄系统、免像控系统、成像光谱系统、倾斜摄影系统和航磁系统，真正达到了多用途，适配更多应用领域。

四、推广应用情况

1、推广、应用情况及社会评价（限 2000字）

大鹏无人机系统CW-

007自2018年研发并于当年面市，项目技术达到国际先进水平，填补了国内7kg级无人机技术空白。近两年该项产品已形成经济效益2000余万，广泛运用于国土测绘与调查、数据采集与处理、农业植保、电力巡查、环境保护、资源管理、城乡规划、灾害监测等领域。以测绘应用场景为例，大鹏无人机系统CW-

007根据国内航测实际需求进行了不断的实验和验证，贴合国内市场需求，售价仅为10万人民币左右，价格优势非常明显。测绘事业单位利用大鹏无人机系统CW-

007进行测绘应用作业，每架次飞行完成3-

5平方公里测区，按照6500元的市场价格，客户完成80平方公里，16架次飞行和数据处理，1个月时间便能收回全部成本并开始盈利。客户利用大鹏无人机系统CW-

007进行作业，每年可实现上百万元的经济价值。

基于庞大的市场需求及产品强有力的竞争力，该项目成功实施后，预计三年内实现500套的产值，对上下游产业链、前端原材料供应商、行业培训机构等相关产业均会产生带动作用，基于该基础，预计增加行业的2亿以上的经济效益，为产品进一步打入国际市场提供良好的支撑。

部分应用案例如下：

应用案例1 高原地区道路勘测

任务载荷：免像控系统

某道路勘测工程，测区高差达1000多米，最低点为2500米，最高点为4200米。对无人机续航提出了要求，也需具备优良的高原性能。并且本次作业区域无道路，只得人员背CW-007大鹏爬山（爬山高度为1000多米）到达起降地。CW-

007拉杆箱式设计，比一般的飞机包装箱更小，更加便携，拉杆箱式设计更能贴合007单人操作的可行性考虑，运输和携带上不再存在困难，用户可以轻松将无人机带到最理想的操作区域作业。CW-

007大鹏作业一款纯电动无人机，续航一个小时，最高起飞海拔4800米，高原性能优越，有效解决了以上问题。

本次飞机不仅需要大高差飞行，同时要保证1:1000正摄影像的精度。共作业9个架次，获取到满足需求的原始数据，并通过处理，生成点云数据和数字正射影像，为修建道路提供影像数据，助力当地道路交通的发展。

应用案例2 吉林某地国土三调项目

任务载荷：免像控系统

背景：随着高分卫星、无人机等遥感测绘技术及应用的逐步成熟和各类国土及地理信息服务的产生，国土三调在信息化时代下对于数据保存和利用有了新的要求，将以更先进的技术、更完整的工作体系来保证工作顺利开展，大大提高对国土资源的精细化管理水平。

实施方案：甲方单位为了完成土地调查和确权工作，全面查清全区城乡范围内的每块

土地的利用现状和权属状况，利用CW-

007C 无人机进行区域内正射影像的获取。同时，甲方在数据汇总、成果分析、数据成果制作与图件编制完成之后，还要专题分析二次土地调查以来耕地、基本农田、建设用地等各类土地的数量、分布利用结构及其变化状况，利用获得的数据资料建设全区城乡一体化土地调查数据库，实现调查信息的互联共享。

应用案例3 精准农业任务

任务载荷：多光谱相机

本次任务区域位于四川省绵阳市安州区黄土镇南约1千米农耕地区。该区域主要农作物以水稻为主，伴随梨树、桂花树以及红薯等多种农作物，水稻正值成熟时期，局部农田区域正开展收割工作。本次任务目标区域面积约为1.32平方千米，任务执行时间为2018年8月31日14时30分，飞行时间共计43分26秒，获得可见光影像903张，5通道多光谱影像4462张。将带有坐标信息的原始多光谱影像数据导入Pix4D软件Ag Multispectral模块，得到5通道多光谱影像，空间分辨率为0.15米，经辐射校正后影像DN值转化为反射率，不同波段组合形成影像。

利用CW-

007无人机农业多光谱遥感系统获取的多光谱数据，可进行田块精细化管理。农作物分类和识别是遥感在农业领域开展应用的基础，通过对农作物的精确分类，可提取不同农作物种类面积，再结合相应的参数便可实现农作物精细化管理。同时结合可靠的计算或反演算法，可生成农作物生化参数及植被指数等关键信息，将这些信息与具体应用建立联系，便可实现定量化监测管理。