

## 附件 5

# 湖南省大学生研究性学习和创新性实验计划 项 目 申 报 表

项目名称：一种小型四轴飞行器电力线路红外巡检系统				
学校名称	长沙理工大学			
学生姓名	学 号	专 业	性 别	入 学 年 份
施雯	201557050201	电子信息工程	女	2015 年
傅婷芳	201357050107	电子信息工程	女	2013 年
蒋欢	201357050106	电子信息工程	女	2013 年
指导教师	陈立福	职称	讲师	
项目所属一级学科	电子信息	项目科类(理科/文科)	理科	
<p>学生曾经参与科研的情况</p> <p>施雯 2015 年长沙理工大学“互联网+”大学生创新创业院级优胜奖，第十届“电苑杯”电子设计大赛优胜奖，第十一届“物电杯”电子设计大赛二等奖，2016 年电气与信息工程科技立项一项。</p> <p>傅婷芳 第十届“电苑杯”电子设计大赛三等奖</p> <p>蒋欢 第十届“电苑杯”电子设计大赛三等奖</p>				

## 指导教师承担科研课题情况

### 主持科研项目

主要从事遥感图像处理与解译方面的研究，以及机器人应用方面的研究。

(1) 北京无线电测量研究所合作项目“三基线系统高精度配准和高精度鲁棒的相位解缠算法研究”；（结题）

(2) 电力系统安全运行与控制湖南省高校重点实验室开放基金“InSAR 系统中高保真相位保持及高精度初始相位偏置实时估计研究”；（结题）

(3) 国家自然科学基金青年项目“基于机载双天线 InSAR 系统高精度三维地形实时获取算法”；（结题，项目号：41201468）

(4) 民政部项目“高分辨率 SAR 图像道路与水体提取算法与软件研究”。(结题)

(5) 长沙理工大学博士启动项目“基于机载双天线系统的实时干涉处理算法研究”（结题）

### 参与科研项目

(1) 国家重大工程“孔径合成式被动毫米波辐射成像系统”的研究，参与了系统成像仿真软件的编写，对系统通过误差的分析与校正进行了研究；（结题）

国家 863 计划“高效能航空遥感 SAR 应用系统”(项目号:2007AA120302),负责实时干涉处理研究；（结题）

(2) 国家 973 计划(项目号:2009CB724003)，负责干涉运动补偿算法研究；（结题）

(3) 中国科学院电子学研究所知识创新基金项目“InSAR 实施干涉快视处理算法研究”；（结题，排名第二）

(4) 国家科技支撑计划“应急实时灾区数据快速获取与处理技术研究”中第四子课题“多源遥感影像灾情背景特征参数获取技术”（项目号：2008BAK49B02）的研究；（结

题，排名第三)

(5) 湖南省自然科学基金项目“医药大输液微小异物目标视觉检测识别方法研究”；  
(结题, 项目号: 13JJ4058, 排名第二)

(6) 国家自然科学基金“医药大输液微小异物视觉检测与识别方法研究”； (项目  
号: 61401046, 排名第二)

(7)湖南省教育厅优秀青年项目:液体药品中可见异物视觉检测与识别方法研究(结  
题, 排名第三)

(8) 湖南省研究生科研创新项目 (CX2015B363) : 基于高分辨率 SAR 图像水体提  
取算法研究 (结题, 指导老师)

(9) 指导校级大学生科技立项 2 项和大学生创新 1 项并结题。

项目研究和实验的目的、内容和要解决的主要问题

**研究目的:**

随着我国经济建设的大力发展,对电力能源的需求和依赖在不断地增加。因此,对于供电安全性、可靠性及高效性等问题,我国电力行业也越来越关注。但由于架空输电线路覆盖区域广,穿越区域地形复杂,自然环境恶劣,对输电线路运维水平要求越来越高。为了掌握线路的运行状况,并及时排除线路故障或隐患,每年都要投入大量人力、物力进行线路巡检。而科技的不断发展进步,让我们从传统的地面人工巡视逐步发展到直升机、无人机巡视。

无人机具有非常智能化的技术特点。随着无人机在视觉跟踪、飞行姿态控制、无线通讯网络、视觉探测、续航能力等方面技术的进一步完善和发展,将会在电网企业输电线路运维中广泛应用。它在提高输电线路的巡检效率,准确诊断设备运行状态,降低日

常巡检安全风险和运维成本方面具有较大的优势和发展前景。

### **研究内容:**

本项目设计并实现一种小型四轴飞行器电力线路红外巡检系统，其内容包括：四轴飞行器平台，显控台和数据链路模块。

四轴飞行器平台是电力巡检数据采集获取的主要平台。平台上搭载的数字光学相机主要用于获取杆塔、电力线、电力线走廊的光学影像，对销钉缺失、绝缘子爆裂、导地线断股、金具锈蚀缺失等缺陷、隐患进行诊断。而热红外成像仪则用于获取金具、电力线、绝缘子发热等情况。

显控台是地面数据处理平台。主要用于无人机在飞行过程中飞行姿态和位置的监测与控制，获取无人机平台传输过来的数据并进行处理。

数据链路模块是整个系统的子系统之间通信的主要平台，负责无人机平台与显控台之间的通信工作。要保证将无人机的实时位姿同步传输至显控台，以便及时作出调整，避免在飞行过程中发生碰撞造成不必要的损失

### **主要问题:**

现在利用四轴飞行器巡检电力电路面临很多技术难题，主要包括以下几点：

一、续航能力较差。一般飞行时间为 20~30min。当前国内的无人机，普遍存在续航能力不足的问题，如果需要无人机在较长线段进行任务，以当下的无人机续航能力，无疑是一个难点。如果强制性进行时间较长的任务，可能连返航都是问题。

二、无人机在巡检作业区域多为低空领域，低空领域复杂多变，存在电力杆塔、线路、树木、建筑物等障碍，加上无人机续航时间较短，所以无人机巡检路径的选择与优化对电网安全运行以及巡检效率的提高都有着重要作用。

三、针对电网使用的无人机吊舱功能单一，主要配置高清摄像装置，突出了外观检查，缺乏对输电线路设备运行实时数据多功能检测的装置和手段，降低了无人机使用的综合效率。如可以设计专门对输电线路检测的吊舱，将高清图像与红外和紫外探测技术等检测装置结合，同时掌握输电线路被检测设备的温度、污秽状况等运行指标，准确判断缺陷，及时消除缺陷和隐患，能进一步提高输电线路运行的可靠性。

四、复杂自然背景下目标图像的提取与识别。航拍巡检采集的图像存在不同程度的退化现象，即在成像过程中出现了畸变、模糊、失真或噪声混入，造成了图像质量的下降。造成图像退化的原因很多，主要包括：光学系统的像差、衍射、带宽有限等造成的图像失真；太阳辐射、云层遮挡、大气端流的扰动效应等造成的遥感图像失真；成像器件的拍摄姿态、光电转换器件的非线性等引起的图像几何失真等；其中，运动模糊和各种噪声的影响尤为严重。另外，四季更替使输电走廊的自然环境和地貌不断变化，采集图像的背景会随环境的变化变得非常复杂，对比度降低，且干扰增多，同时其他自然地貌与人工建筑也使图像背景的复杂程度进一步加深。

五、基于大数据的信息处理问题。无人机巡检后产生海量影像数据，对于数据的处理目前存在较大难度。主要表现在一方面巡检影像的整理需较长时间，特别是外委部分送达后需要消耗较多的时间进行整理。另一方面，基于大数据的信息处理技术和智能化程度还比较低，就存在识别效率较低和识别准确率低，在目前人员现状条件下，对于海量数据的处理效率极为低下，同时无人机作业人员中具备丰富线路运维经验的人员较少，特别是外委单位人员中基本不具备电气知识，造成缺陷识别准确度较低。

## 国内外研究现状和发展动态

### 一、国内发展现状

浙江绍兴电力局研发的无人直升机智能巡检技术，经一年多的开发研究及一个多月的试验飞行调试后宣告成功。该项目中高度集成的无人直升机巡线机载系统、直升机巡线过程中对象自动捕捉和跟踪技术、电力线路缺陷实时/离线识别和诊断技术、利用图像测量电力线路与交跨物距离技术等属国内外首创；项目自主研发了由机载、地面控制和指挥、数据后处理及分析等子系统组成的电力线路无人直升机巡检系统，是直升机巡检技术的集成与创新。运用该系统，将大幅度提高电力线路直升机巡线效率和质量，降低直升机巡线成本，具有显著的经济、社会效益和推广应用价值。

在冬天导线遭受严重覆冰的状况下，位于湖南省的电力科学研究院采用四旋翼无人机对其进行了巡线实验。经过实践表明采用四旋翼无人机巡线存在许多不足之处。例如无防雪、防碰性能，抗风性能也不明显等。课题组成员对此提出了一些改进方法。

冀北电力无人机空中巡线千余公里，对电力线路本体缺陷、通道隐患进行快速巡查，它不受灾害天气限制，做到实施准确、高效获取第一手资料。在四川电力巡检西昌分部，无人机巡线 10 分钟就完成人工巡线需整天的工作任务。现在，全国各地陆续启用无人机进行巡线。

### 二、国外发展现状

日本关西电力公司和千叶大学一起开发出一套可以进行巡线的无人直升机系统。此系统具有故障自动查找及三维图像监测技术功能。其中故障自动检测分系统可以自动检查出导线断股、焊接裂缝及雷击引起局部热点等主要缺陷，且其数据库还在不断的更新过程中。相关人员还通过对电力线路走廊视频三维图像的构建以识别电力线下面的建筑

物及草木。在系统中储存三维图像和对应的 GPS 坐标，用以测量电力线与其下面建筑物及草木的距离。根据实验表明：无人直升机的巡线费用是载人飞机的一半。现在，有关专家学者正在探究无人机巡线时与电力线的最佳角度及距离。

西班牙马德里理工大学的 Campoy、Mejias 等研究员开展了无人机导航方面的突破。它是一种计算机视觉技术，现已开发完成。此系统在使用图像数据处理算法与跟踪技术的同时借助于 GPS，起到无人机在电力线巡检时导航作用。该系统可以自动给出无人机的相对位置与速度。在电力线巡线测试的过程中，导航系统凭借计算机视觉准确无误的完成了电力线巡检工作。除此之外，相关人员还对无人机可靠着陆的算法进行了研究。无人机飞行的过程中经常会遇到与地面站失去联系或电池及燃料用完的情况。这时，无人机可自动确定与电力线路、杆塔及障碍物的方位关系，有效的避开障碍物安全着落。该算法在模拟试验中表现的非常完美。

澳大利亚 GSIRO 通信技术中心的成员已经开发出具有完美自行寻路、探测和避障功能的小型 T21 型电力线巡线无人直升机。微型燃气轮机提供其动力是最大的特点。平衡底座的增设使得机体震动程度有效降低是最大的优势。激光测距仪的装设，使得电力线与其下面的建筑物和草木之间的距离得到准确的测量。新型 T21 无人直升机以其娇小的机身、先进的性能及齐全的功能成为当今无人机用于巡线的发展趋势。

#### 本项目学生有关的研究积累和已取得的成绩

项目组成员对《数字电子技术》，《模拟电子技术》，《单片机技术》，《EDA 应用技术》，《数字信号处理技术》等知识掌握扎实，并具有相关实践能力。曾参与电子测试技术实践，电子 CAD 实习，单片机技能培训，EDA 课程设计，数字信号处理课程设计，电子设计竞赛培训和技术创新项目培训等，具有较强的分析问题，解决问题的能力。项目组成员对无人机技术应用到电力巡检方面均感兴趣，因为现如今的无人机已经深入到各行各业中，作为国家重点的电力行业必然不能错过这个潮流。因此，无人机技术是未来电子工程师的一大重点技术。并且，项目组成员有较强的动手实践能力，对设计制作四轴飞行器均感兴趣。而且指导老师与项目组成员也积极的朝无人机技术方面发展。

#### 项目的创新点和特色

无人机巡检输电线路的关键技术要点和创新点主要包括以下几个：①四旋翼无人机具有自主悬停、自主导航飞行的特点，可以进行输电线路跳闸后的故障点查找，并在此基础上，构建一个完整的输电线路全过程立体式的巡检系统。②四旋翼无人机的另一个功能就是可以对输电线路起到防碰撞保护作用，用于输电线路的巡视和检测，同时，还可以对严重自然灾害下的输电线路起到保护作用，比如常见的大风、暴雨等。③地面实时监控技术和图像处理技术在输电线路巡检中的应用。无人机所配备的摄像头采集的信息可以在网络信息技术的作用下及时传输到监控中心。④自主悬停和飞行控制系统具有自驾和手动两种工作模式。在自主悬停的状态下，无人机不仅可以通过地面站的高清录像检查线路，并保留手动模式，还可以按照既定的路线进行自主导航的飞行和巡检。⑤远距离热测温仪的使用，根据绝缘子的大小以及测温仪的视场可以判断出测温距离为 5—6 米可以提高巡检的安全性，通过远距离的红外测温可以检测到

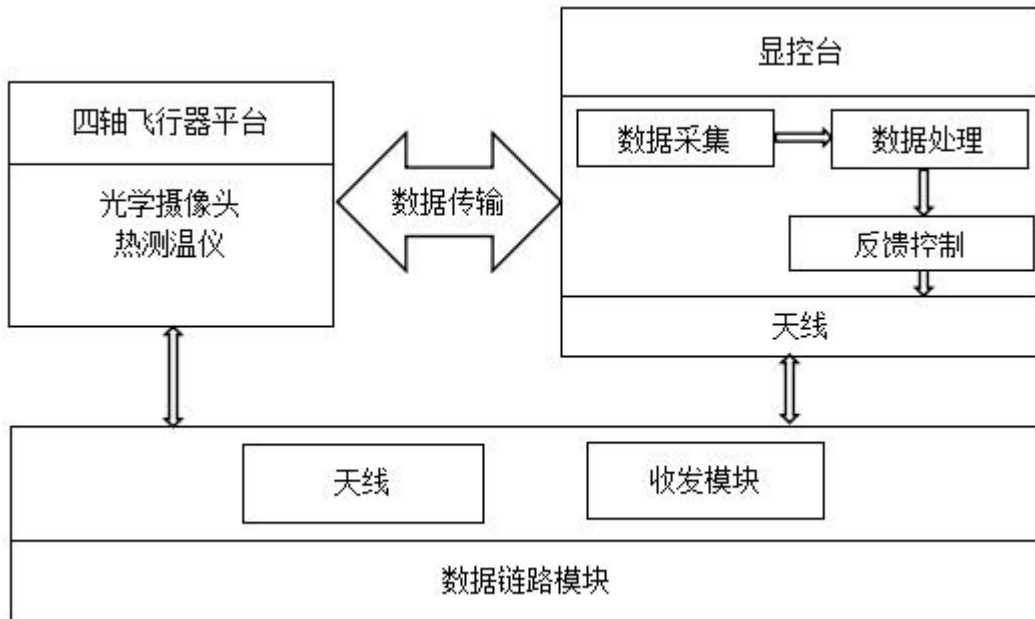


绝缘子等的温度异常，并将所测数据进行处理、记录。

### 项目的技术路线及预期成果

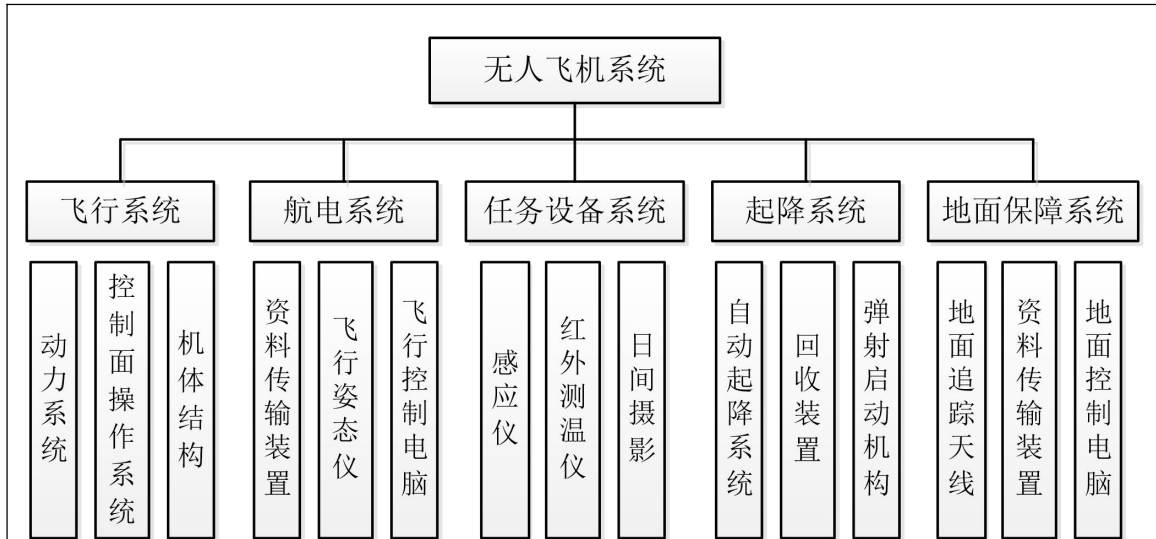
#### 技术路线:

##### (1) 无人机巡检系统框图:



##### (2) 如上图所示整个无人机巡检系统分为三个模块:

①四轴飞行器平台:是电力巡检数据采集获取的主要平台,平台上搭载的数字光学相机主要用于获取杆塔、电力线、电力线走廊的光学影像,用于销钉缺失,绝缘子爆裂,导线断股、金具锈蚀缺失等缺陷、隐患的诊断。而热测温仪则用于获取金具、电力线、绝缘子发热等情况。无人机空间信息采集完整的工作平台可分为五个部分,飞行系统部分、航电系统部分、任务设备系统部分、起降系统部分和地面保障系统五个部分。其框图如下:



②显控台:是地面数据处理平台,主要用于无人机在飞行过程中飞行状态的监测与控制,获取无人机平台传输过来的数据进行处理并对无人机的实时状态进行控制,主要是调整无人机飞行的姿态和位置。

显控台提供与空中载具双向通讯完整的人机沟通界面,包含飞行影像与资料的即时显示,并具有各种飞行机酬载控制命令上传。地理图资系统整合 GoogleEarth,可提供全球详细卫星地图及地形地貌,且包含道路、桥梁、建筑物、河流、山区等各式地理资讯,可给予使用者完整的地理资讯以供任务规划及图资比对。显控台提供任务规划(MissionPlan)、飞行控制(FlightControl)及任务归询(PlayBack)等3项涵盖飞行前、中、后的操作功能。

③数据链路模块:这个模块是整个系统的子系统之间通信的主要平台,负责无人机平台与显控台之间的通信工作,要保证将无人机的实时位姿同步传输至显控台,以便及时作出调整,避免在飞行过程中发生碰撞造成不必要的损失。

预期成果:

(1) 项目完成时间为期一年, 预期在项目结题的前一个月完成项目的设计、制作和调试等工作, 使无人机巡检系统能够对几种常见的电网故障发出预警和处理。

(2) 通过项目的设计与实现, 能够对当前的无人机技术有一定的了解, 加深对无人机应用于电网的认识, 以便日后对无人机技术进一步拓展。

(3) 研究成果以系统实物的形式呈现。在项目结题前完成相应的系统软硬件设计, 完成系统实物的制作, 撰写总结报告。

年度目标和工作内容 (分年度写)

(1) 2017 年 3 月至 2017 年 4 月, 组员分工查找资料, 阅读相关论文及期刊, 对无人机技术在电力巡检方面进行了解。

(2) 2017 年 5 月至 2017 年 8 月, 研究做出无人机平台, 并能成功的飞行采集数据。

(3) 2017 年 9 月至 2017 年 11 月, 研究做出显控台, 对获取的数据进行初步处理。

(4) 2017 年 12 月至 2018 年 1 月, 完成三个子模块之间的通信工作, 并进行实际测试, 做出调整。

(5) 2018 年 2 月至 2018 年 3 月, 完成整个巡检系统的测试, 撰写结题报告。

指导教师意见

研究内容难度合适, 方案可行, 有一定研究基础, 团队合理, 按计划应该可以按时完成该项目。同意申请。

签字:

日期:

注: 本表栏空不够可另附纸

