

无人机在电力行业的应用及需求分析

无人机经过近一个世纪的发展，从早期的军事应用逐步发展到民用行业。本文结合电力行业的实际特点，对无人机在电力行业的应用现状进行了研究，并针对遥感测绘、日常巡检和线路架设三种应用，对无人机的使用需求进行了分析，最后对无人机在电力行业的应用前景进行了展望。

李勋¹ 张欣¹ 黄荣辉¹ 姚森敬¹ 裴慧坤¹ 高昌盛² 范首东^{2/1}. 深圳供电局有限公司
2. 航天科工深圳（集团）有限公司



李勋/工程师

关键词/Keywords

无人机·
遥感测绘·
日常·
巡检·
线路架设·

0 引言

研究机构EVTank发布《2015年度民用无人机市场研究报告》数据显示，全球无人机在2014年实现了大约39万架的销量，其中军用无人机占4%，民用无人机占96%。EVTank分析师预测未来几年无人机将保持快速增长的趋势，到2020年，全球无人机年销量有望达到433万架，市场规模将达到259亿美元。

除了已经熟知的军事和消费功能，能够“上天入地”的无人机在行业应用方面也有精彩的表现，在国土测绘、电力巡线和农业植保方面，无人机已有广泛应用，大幅降低了成本，颠覆人们对传统方式的看法。

1 无人机在电力行业的应用现状

经济的快速发展，使整个社会对能源的需求越来越大，超高压大容量电力线路越来越多。而电力线路走廊需要穿

越各种复杂的地理环境，大多都经过水库、湖泊和崇山峻岭等，这些都给电力线路的搭建和维护带来了很大困难。特别在原始森林边缘地区、高海拔和冰雪覆盖区，以及存在频繁滑坡、泥石流等地质灾害地区，山高坡陡，交通和通信极不发达，使得电力线路的日常检测成为一个艰难的任务。

随着输电高压等级的不断提高，输电线路的巡线作业对维护区域电网的安全、稳定和高效运行越来越重要，也是电网运行的当务之急。输电线路跨区域分布，点多面广，所处地形复杂，自然环境恶劣，输电线路设备长期暴露在野外，受到持续的机械张力、雷击闪电、材料老化、覆冰以及人为因素的影响而产生倒塌、断股、磨损、腐蚀和舞动等现象，这些情况必须及时得到修复或更换。绝缘子还存在被雷击损伤、树木生长引起高压放电以及绝缘劣化而导致输电线路事故，杆塔存在被偷盗等意外事件，必须及时处理。传统的人工巡线方法不仅工作量大而且条件艰苦，特别是对山区和跨越大江大河的输电线路的巡查，以及在冰灾、水灾、地震、滑坡和夜晚期间巡线检查，所花时间长，人力成本高，困难大，某些线路区域和某些巡检项目人工巡查方法目前还难以完成。而无人机的进入使很多艰难的电力建设工作变得轻而易举。

无人机在电力行业的应用主要包括前期设计规划、日常巡检和线路架设等方面，涉及的无人机包括遥感测绘类、巡检监视类和特种作业类等。

1.1 遥感测绘类

遥感测绘类无人机主要用于应急测绘和电力工程建设测绘等，特别是在输电线路前期规划设计和站址选择等因素。

在对各类输电线路进行走廊规划、站址选择时，对规划的区域要进行详细的信息采集和测绘工作，无人机是最好的测绘系统选择，不仅可以高效的获得数据，同时可以大幅降低人工成本和环境的影响，还可以使区域规划与线路的走向更加合理，优化输电线路的路径。

目前通过无人机搭载光电设备和激光雷达等设备，对地面进行航空测绘，已经得到了较广泛应用，如图1所示。



图1 正射影像图

1.2 日常巡检类

传统的电力线路走廊巡查流程是工作人员现场巡视线路，巡线人员是否巡视到位无法动态管理，当遇到冰雪水灾、地震和滑坡等自然灾害时，巡线工作也无法开展。而且在工作过程中，电力检查员大都以纸介质方式记录巡视情况，然后再人工录入到计算机中。因此，巡检受过很多人因素的影响，在危险地段会危及到巡线工人的生命安危，并且人工录入数据量大、数据手工录入过程中容易出错；同时对于工作人员是否巡视到位无法进行有效的管理，巡视质量不能得到保障。

无人机日常巡线工作是一种大量野外作业过程。用无人机进行低空日常巡线，是一种高效的巡线过程。它不仅能把部分野外的巡线作业转移

到室内来做，还能把肉眼所难以发现的、处于萌芽状态的隐患（如温度升高，轻微放油等）通过红外和紫外成像显现出来，对于一些重要的部件是否受到损坏也可以很清楚的进行判断，保证输电线路的安全，保障居民的用电。

日常巡检包括通道化巡检和精细化巡检（见图2）两方面。通道化巡检主要看输电通道及杆塔周围是否有违章建筑、取土和泥石流等情况，属于宏观巡检，精细化巡检是对杆塔、线缆和绝缘子等进行细节观察，发现隐患和问题，属于微观巡检。

日常巡检是目前无人机在电力行业最大的应用，在国网、南网得到了较广泛的应用。



图2 多旋翼无人机进行精细化巡检

1.3 线路架设类

通过无人机系统搭载相应的引线装置，可以在高空执行架线的任务。2011年3月，中国科学院沈阳研究所和辽宁公司一起研制出了无人机自动架线装置系统，从而很好地完成了相关初级导引绳的任务，如图3所示。这也是该系统第一次运用到实际的操作中，不仅克服了很多技术上的难题，而且还出色地完成了任务，提高了工作的效率。

2 行业应用对无人机的需求

不同的应用对无人机有不同的需求，下面结合具体的应用，对无人机的需求进行分析。

2.1 遥感测绘需求

遥感测绘无人机要获取合格的数据，需要从



图3 直升机进行线路架设

平台和载荷等方面满足航空摄影测量的相关技术要求。

2.1.1 平台方面

遥感测绘类无人机要求在野外操作，所以使用维护方面必须简单方便，不能有大的维护设备，备品备件等方便换装。

根据航测的要求，无人机平台在飞行时要姿态平稳，一般情况下应确保航向角偏差不大于 3° ，俯仰和滚转角偏差不大于 5° ，可以提高平台自身稳定性来满足或通过加装稳定云台来满足。

固定翼型无人机通过动力系统和机翼的滑行实现起降和飞行，遥控飞行和程控飞行均容易实现，抗风能力也比较强，是类型最多、应用最广泛的遥感测绘类无人无人机，其发展趋势是微型化和长航时。

2.1.2 载荷方面

根据不同类型的遥感任务，需要开发相应的机载遥感设备，如高分辨率CCD数码相机、轻型光学相机、多光谱成像仪、激光扫描仪、磁测仪和合成孔径雷达等，选用的遥感传感器应具备数字化、体积小、重量轻、精度高、存储量大和性能优异等特点。

载荷要能够根据预先设定的航摄点、摄影比例尺、重叠度等参数以及飞行控制系统实时提供的飞行高度、飞行速度等数据自动计算并自动控制有效载荷的工作，使获取的空间数据在精度、比例尺和重叠度等方面满足遥感的技术要求。保

证获取稳定的、清晰的高质量影像，传感器的位置数据和姿态数据最好能够实时记录并存储，以便于影像数据的处理，提高工作效率。

2.2 日常巡检需求

日常巡检类无人机根据通道化巡检和精细化巡检两种作业模式，需求的无人机主要是固定翼、多旋翼和直升机，其中固定翼类无人机主要用于通道化巡检方面，而多旋翼直升机主要利用其悬停等功能用于精细化巡检。

通道化巡检的固定翼无人机与遥感测绘类的平台类似，载荷方面一般要求能搭载光电吊舱、高分辨率摄像机和相机等，要求能够将采集的视频信息等进行实时传输。

精细化巡检的多旋翼直升机，要求能够稳定拍摄，实时的视频分辨率高，能看清导线和端子等的相关细节，因野外靠近杆塔、导线使用，要求无人机有较强的抗外界干扰和较长的续航时间。

2.3 线路架设需求

电力线路架设一般都采用多旋翼或直升机，这些一般都在野外条件比较恶劣的区域，如高山大河等，这些区域风都较大，需要无人机有较强抗风能力，另外要有足够的载重量，确保能带动相关的导线及监控设备。

3 结束语

随着经济社会的高速发展和科技的不断进步，未来无人机技术也将越来越成熟、越来越智能，并在国计民生的各个方面发挥重要作用，无人机在电力系统中针对遥感测绘、日常巡检线路架设等应用也将成为重要手段和工具，不仅降低了在人工过程中出现的故障率，也有效降低了电力企业的成本预算，还提高工作效率。人们有理由相信，随着无人机技术的发展，随着电力需求的不断增加，可以预见，未来电力巡线的天空将是属于无人机的。

作者简介

李勋（1983-），男，博士，工程师，主要从事主网设备的技术监督工作。

（收稿日期：2015-12-10） EA

（编辑：朱历）

2015年 · 增刊 · 电力应用 | 775