

直升机巡检在 500 kV 及以上输电线路中的应用

刘贞瑶, 韩学春, 康宇斌
(江苏省电力公司检修分公司, 江苏 南京 211102)

摘要:介绍了直升机巡检技术及2013年江苏电网500 kV及以上输电线路直升机巡检应用情况。从巡检效果和效益两方面进行对比分析,发现直升机巡检费用与人工巡检差别不大,但其巡检效率可达人工巡检的6倍。直升机巡检技术用于500 kV及以上输电线路的监察性巡视,可减轻人工劳动强度、提高巡线质量、降低运检成本、提升线路安全运行水平。

关键词:输电线路;直升机;巡检

中图分类号: TM755

文献标志码: B

文章编号: 1009-0665(2015)01-0050-02

直升机巡检是近年来国家电网公司推行的线路巡检业务新模式,综合应用了红外、紫外等先进、高效的手段,具有故障发现及时、工作效率高、人工无法替代等优点。采用直升机代替人工监察性巡视500 kV线路,可减轻线路班组工作量,提高监察性巡视质量,降低线路运检成本、作业风险和劳动强度,提升线路运检管理水平。

1 直升机巡检技术

直升机巡检主要采用可见光和红外技术,在直升机底部安装吊舱,吊舱内集成了可见光摄像机和红外成像仪,其中可见光摄像机为200万像素,红外成像仪分辨率为320×240,其中可见光摄像机用于记录整个直升机巡检过程,该摄像机分辨率较低,不适用于观测线路缺陷。

1.1 直升机巡检检查项目

直升机巡检重点对输电线路平口以上金具进行检查,主要对绝缘子、跳线进行重点检查,检查塔身有无风偏闪络放电痕迹、导地线绝缘子金具是否有异常情况、导地线及其连接金具是否挂有异物,线路走廊内是否有与导线电气间隙小的物体导致放电等。

(1) 红外成像技术检查。利用红外热像仪对线路上的导线接续管、耐张管、跳线线夹、导地线线夹、金具、绝缘子等进行拍摄,分析数据,判断其是否正常,同时进行全程红外跟踪录像。

(2) 可见光技术检查。在航巡中运用望远镜、照相机、机载可见光镜头跟踪记录导地线、杆塔、金具、绝缘子等部件的运行状态、线路走廊内的树木生长、地理环境、交叉跨越等情况,同时进行全程跟踪录像。

1.2 直升机巡检作业方式

直升机巡检作业时,由1名飞行员驾驶直升机,另外2名航检员分别操作红外检测设备(机载吊舱等)和可见光检测设备(防抖望远镜等)。一人利用防抖望远

镜观察,一旦发现线路可见光缺陷,将利用手持的防抖佳能单反相机(1200万像素)拍照记录;另一人负责操控直升机吊舱巡检后台软件,后台软件可同时显示可见光和红外2路信号,硬盘录像机同步记录巡检过程红外、可见光视频,红外成像仪可对线路发热缺陷自动检测和跟踪,便于巡检人员巡查线路发热缺陷。

2 江苏直升机巡检应用情况

国网通航公司2013年对江苏公司500 kV及以上输电线路设备进行了巡检。全年累计巡视总长度7 729.37 km,累计起降302架次,巡视铁塔19 381基。

2.1 总体缺陷情况及分析

江苏电网2013年直升机巡检发现缺陷总体情况见表1,巡检线路长度7 729.37 km,发现缺陷1982处,其中严重缺陷105处,未发现危急缺陷。江苏电网2013年直升机巡检发现缺陷分类统计情况见表1,直升机巡检发现的缺陷大体可以分为7类。其中发现频次最高的缺陷类型为金具类(防振锤滑移和螺栓缺失销子),占缺陷总量的86.15%;发现频次次高的缺陷类型为导地线类(导地线断股、引流线脱落)和绝缘子温度异常,占缺陷总量的4.20%和3.68%;其他缺陷为异物、绝缘子自爆、附属设施等,分别占缺陷总量的2.96%、2.44%及0.57%。

表1 江苏电网2013年直升机巡检发现缺陷分类统计

种类	数量	种类	数量
金具	1661	异物	57
导地线	81	绝缘子	47
红外测温	71	附属设施及其他	11

从缺陷原因来看:最主要是安装质量问题,且验收未能发现,如开口销和锁紧销缺损、螺母缺失或滑出、引流跳线小握手损坏、导地线金具发热、安装使用错误等;其次跟设备质量有关,如防振锤滑移、地线绝缘子放电间隙松动等;再次跟运行外部环境和设备正常老化有关,如异物粘连、导地线损伤、均压环损坏、玻璃绝

缘子自爆、低值瓷绝缘子、复合绝缘子芯棒发热等;最后与运行维护不及时有关,如接地引线断股或者断开。

2.2 典型缺陷

直升机巡检时发现以下几种对输电线路安全运行较大且人工巡视难以发现的典型缺陷。

(1) 缺螺母缺销子典型缺陷。直升机巡检发现了较多的连接螺栓缺螺母、缺销子或销子使用错误的缺陷。这些缺陷都位于塔头部位,大多由基建阶段未正确安装时留下,距离地面较高,位置都很隐蔽。受视线的影响,地面人工巡视难以发现,但若及时发现并予以消除,遇到恶劣天气时有可能导致螺栓脱落发生掉线事故。

(2) 绝缘子发热缺陷典型缺陷。直升机巡检发现了多起复合绝缘子芯棒发热和低值绝缘子铁帽发热的缺陷。对更换下的缺陷绝缘子进行检测发现:复合绝缘子机械强度明显下降,芯棒内部已受潮;瓷绝缘子绝缘电阻明显下降,属于低值裂化绝缘子。这些缺陷主要由于绝缘子长期在高电场和机械力作用下老化形成,目前人工地面使用红外检测成像仪大面积检测绝缘子缺陷还比较难以实现,且费用较高。

3 直升机巡检应用效果分析

3.1 直升机巡检效果分析

从 2013 年直升机巡检情况来看,直升机通过机载设备对输电线路近距离实施全面检测和拍摄,可以准确、高效的发现线路缺陷和隐患,能全方位了解线路设备的运行情况,发现许多地面目测难以发现的缺陷(人工巡检只能发现 30%左右的缺陷),如开口销缺损、螺母缺损或滑出、锁紧销缺损、导地线损伤、接地引下线断股或断开、引流跳线小握手损坏等细微缺陷,以及复合绝缘子发热、低值瓷质绝缘子发热等近距离红外检测缺陷,有效弥补了人工地面巡视的不足之处。

特别是螺母和开口销同时缺失、绝缘子锁紧销缺失或失效、复合绝缘子芯棒发热、导地线断股、接地引线断开或磨损等缺陷,对线路的安全运行影响较大。此外,直升机巡检发现杆塔周围违章取土 1 处,及时通知运维单位到现场进行制止,确保了线路安全运行。

3.2 直升机巡检效益分析

直升机巡检内容基本上与登塔检查和红外测温一致,可以将两者进行对比分析。

(1) 效率对比。一架直升机每天可以飞行 2~3 个架次,每架次可以巡视约 40~50 km,每天可巡视约 100 km,一个机组包括 1 名飞行机长、2 名机务、1 名航管、4 名航检员以及司机等共 10 人,平均每人可完成 10 km 线路的巡检任务。而人工登塔检查和红外测温,平原地区每人每天最多可完成 4 基塔的巡检任务,约

1.6 km。

(2) 费用对比。根据国家电网财[2012]1263 号关于国网通用航空有限公司直升机巡检价格的通知规定,平原地区 500 kV 线路直升机巡检价格为 4200 元/km,无额外的管理费用。根据文献[1],500 kV 线路直线塔登塔检查定额为 868 元/基、耐张杆登杆塔检查定额为 1154 元/基、红外测温定额为 250 元/处(三相)接头(直线、耐张),平均 1 km 线路约 0.4 基耐张塔、2.1 基直线塔、1 处接头,500 kV 线路登塔检查和红外测温定额为 2534 元/km,加上各种管理费(约为定额的 60%)达到 4054 元/km。

从以上对比分析可知,直升机巡检费用与人工巡检基本相当,但直升机巡检效率是人工巡检的 6 倍。

3.3 直升机巡检局限性

直升机巡检也具有一定的局限性,主要有以下两方面:一是准备和报批阶段的时间较长,一般直升机巡检工作需提前 1 个月报批,紧急任务也需提前 1 周报批。二是从安全的角度考虑,在部分线路走廊比较密集的地段、线路下方有大棚情况、无线电干扰强烈地段或城郊 220 kV 线路的应用上受到限制。

4 直升机巡检应用展望

从 2013 年上半年实际实施情况来看,直升机巡检技术在 500 kV 及以上输电线路巡检上已取得理想的效果,保障了 500 kV 及以上输电线路的安全运行,可在所有 500 kV 及以上输电线路推广应用。为进一步巩固直升机巡检的成果应用,还应开展以下工作:

(1) 对高发、频发的缺陷开展专题分析。根据直升机巡检发现缺陷的统计结果,金具类缺陷(防振锤滑移、开口销缺损)占缺陷总量的 84%。说明此类缺陷在人工巡视中难以发现,尤其是特高压输电线路,杆塔平均高度较 500 kV 更高,人工巡视时此类型的缺陷更加难发现。由此推论,在未实施直升机巡检的线路中此类缺陷可能大量存在。

(2) 积及时与基建、施工单位沟通。将直升机巡检缺陷分析总结提交基建部门,加强施工人员工作责任心,避免频发缺陷的重复发生。

(3) 加强关键部位验收检查。在今后线路验收中,加强线路验收关键部位的检查,做好线路关键项目的重点验收,切实提高工程验收质量。

(4) 加强检修人员培训力度。针对直升机巡检发现的问题,如缺螺母和销子、缺锁紧销、挂板安装错误、接地引线连接不可靠、引流跳线小握手损坏等,加强对线路检修人员的培训工作,提高线路检修质量,提升线路安全运行水平。

析和耐张塔导线连接钢丝套长度计算确保了方案的可行性;网套末端固定方式的改进,增强了施工安全可靠度;新型卡线器的实施,提高了施工效率,缩短了停电施工时间,不仅有经济效益,而且具有环境效益和社会效益,该施工方法可推广到电网建设中双分裂旧导线更换新型导线的增容改造工程上,同时对线路抢修也有一定的借鉴意义。但该方法仍需进一步完善,如逆行压接管进入张力机轮槽,从第二圈开始,在管口出现铝股断丝现象,如何避免这一现象,还需进一步研究;由于改造线路中,放线段内耐张塔较多,如何更加快捷有效消除旧导线的扭矩,值得大家思考。

参考文献:

- [1] 陈铭业,崔明杰.双张力机放线在旧线更换中的应用[J].科技广场,2011(7):136-138.
- [2] 李久良,陈震,王峰.张力架线二牵一牵引板新工艺应用[J].东北电力技术,2009(10):37-38.
- [3] 刘利平,许志勇.低驰度增容量间隙型导线架线施工方法的探

讨[J].电力建设,2007,28(4):14-17.

- [4] 左锋.线路抢修中利用旧导线牵放新导线的施工方法[J].吉林电力,2009,37(3):34-36.
- [5] 陈崇敬,胡杰,华献宏.带张力更换导线的施工方法应用探讨[J].浙江电力,2010(12):59-62.
- [6] 李博之.高压架空输电线路架线施工[M].2版.北京:中国电力出版社,2008:34-36.
- [7] 庞士顺,桂和怀,黄成云.碳纤维复合芯导线的施工工艺[J].电力建设,2010,31(5):49-52.
- [8] 杨汉国,黄跃平,高建和.架空输电线紧线器的可靠度设计[J].东南大学学报,1989,19(3):96-100.
- [9] 席铁生.一种新型地线卡线器的设计[J].电力建设,1994(S1):17-22.

作者简介:

吕宝生(1981),男,黑龙江依安人,工程师,从事输电线路施工技术与管理工
作;
张伟军(1960),男,江苏南京人,高级工程师,从事输电线路施工技术与管理工
作。

Research on the Key Construction Technology for "Two Pulls One" Tension Change Carbon Fiber Line

LYU Baosheng, ZHANG Weijun

(Jiangsu Power Transmission and Transformation Corporation, Nanjing 210028, China)

Abstract: In this paper, taking the 220kV Qinhuai substation - Binnan transmission line uprating project as an example, the method of using tension machine to roll old wire and replacing carbon fiber wires are introduced. A "two pulls one" draw plate is designed to fix the end of net sleeve. Due to the use of new carbon fiber device, construction efficiency is improved for engineering application.

Key words: "Two pulls one" draw plate; tension; warp; carbon fiber wire; traction network set

(上接第 51 页)

5 结束语

与人工巡检相比,直升机巡检在 500 kV 及以上输电线路应用中具有巡检效果好、巡检效率高等优点。采用直升机巡检来代替 500 kV 及以上输电线路人工监察性巡视,对于减轻人员劳动强度、提高监察性巡视质量、降低线路运检成本、提升线路安全运行水平等方面都有不可比拟的优势。

参考文献:

- [1] 国家电网公司.国家电网公司电网设备检修项目成本定额(试行)[M].北京:国家电网公司,2010:23-24.

作者简介:

刘贞瑶(1979),男,湖南常宁人,高级工程师,从事输电线路运检管理工作;
韩学春(1972),男,山东五莲人,工程师,从事输电线路运检管理工作;
康宇斌(1978),男,四川冕宁人,高级工程师,从事输电线路运检管理工作。

Application of Helicopter Inspection for 500 kV and Above Transmission Lines

LIU Zhenyao, HAN Xuechun, KANG Yubin

(Jiangsu Electric Power Company Maintenance Branch Company, Nanjing 211102, China)

Abstract: This paper introduces the helicopter inspection technology for 500 kV and above transmission lines and its application in Jiangsu power grid in 2013. Comparative analysis on the results and benefits shows there is little difference between human inspection and helicopter inspection in inspection fee, but the helicopter's inspection efficiency is 6 times of the manual inspection approximately. The helicopter inspection technology can be applied into the supervision inspection for 500kV and above transmission lines. It can reduce labor intensity works, improve the quality of inspection, reduce the cost of maintenance and improve operation security of transmission lines.

Key words: transmission lines; helicopter; inspection