

应急电源车电缆接头故障预警装置的设计与应用研究

陈保江 袁国泰 黄利娇 王战兵

广东立胜电力技术有限公司 广东佛山 528000

DOI: 10.12238/ems.v7i10.15725

[摘要] 本文介绍了一种应急电源车电缆接头故障预警装置,旨在解决传统电缆接头运维中存在的实时监测缺失、故障预警滞后等问题。该装置通过设计适应性夹子结构实现对不同规格电缆接头的稳定夹持,结合红外测温技术实现非接触式温度监测,并通过多级声光告警机制完成故障等级识别。装置采用低功耗电池供电设计,具备便携性强、操作简便、环境适应性好等特点。实践表明,该装置能精准捕捉电缆接头温度变化并及时预警,显著提升电力系统运维的安全性及效率,具有较高的推广应用价值。

[关键词] 应急电源车; 电缆接头; 红外测温; 适应性夹子

1 引言

在电力系统中,应急电源车作为关键应急保障设备,在电力故障抢修、重大活动保电等场景中发挥着不可替代的作用^[1, 2]。电缆接头作为应急电源车电力传输的核心连接部件,其工作状态直接影响电力系统的稳定性。然而,电缆接头长期暴露于户外复杂环境中,易受氧化、腐蚀、螺丝松动等因素影响,导致接触电阻增大,引发局部发热现象^[3-5]。这种发热会进一步加剧接头劣化,形成“过热-劣化-更过热”的恶性循环,最终可能导致绝缘击穿、线路跳闸等严重故障,造成重大经济损失和安全风险。

传统的电缆接头运维方式主要依赖定期巡检和人工排查,虽采用绝缘层覆盖、加装绝缘遮蔽罩等防护措施,但存在明显局限性:一是无法实时监测温度变化,难以捕捉突发性过热故障;二是故障发现时往往已造成不可逆损坏,预警时效性差;三是人工巡检成本高、效率低,尤其在恶劣天气条件下难以开展工作。随着智能电网技术的发展,对电力设备状态监测的实时性和智能化要求日益提高,研发一种能够实时监测电缆接头温度并及时预警的装置成为亟待解决的问题。

针对上述现状,本文设计了一种应急电源车电缆接头故障预警装置,通过集成适应性机械结构、红外测温技术和智能预警算法,实现对电缆接头温度的实时监测与故障分级预警。该装置具有通用性强、便携易用、低功耗等特点,能够有效弥补传统运维方式的不足,为应急电源车电缆接头的安全运行提供可靠保障。

2 技术原理与设计特点

2.1 技术原理

应急电源车电缆接头故障预警装置的核心原理是通

过红外测温模块实时采集电缆接头表面温度,由故障预警模块对温度数据进行分析处理,当温度超过预设阈值时触发多级告警,从而实现故障的早期预警。装置整体由适应性夹子结构、红外测温模块、故障预警模块和供电模块四部分组成。

适应性夹子结构作为装置的机械载体,用于将测温模块和预警模块固定在电缆接头上,同时需满足防尘、防水、散热等环境适应性要求。红外测温模块基于黑体辐射原理,通过检测电缆接头表面的红外辐射能量换算出温度值,实现非接触式测温,避免对电缆接头正常工作造成干扰。故障预警模块内置温度阈值算法,将实时温度与预设的三级阈值(正常、预警、故障)进行比对,根据比对结果控制告警灯和蜂鸣器输出相应的声光信号。供电模块采用电池供电,结合低功耗设计确保装置长时间稳定运行。

2.2 设计特点

2.2.1 适应性夹子结构设计

如图1所示,为适应不同规格、型号的电缆接头,夹子结构采用模块化设计思路,主要特点如下:

(1) 通用性适配:通过调节夹持结构,可兼容多种圆形及方形电缆接头,覆盖应急电源车常用电缆接头类型。

(2) 环境防护:夹子外壳采用耐候性材料,具备防尘防水能力,可在复杂户外环境下正常工作。

(3) 散热兼容:夹持部分采用镂空设计,配合隔热部件,既保证夹持稳定性,又避免影响电缆接头的自然散热,确保测温数据能真实反映接头实际温度。

(4) 安装便捷性:采用简易锁紧结构,无需工具即可完成安装与拆卸,大幅降低运维人员的操作难度。

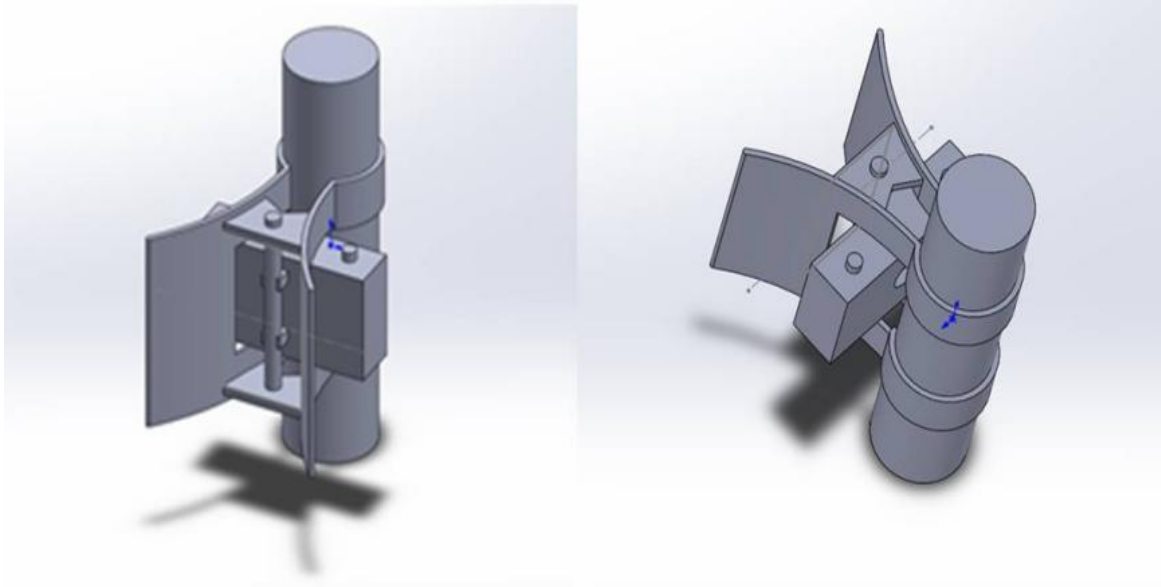


图1 电缆接头夹子结构示意图

2.2.2 红外测温模块设计

红外测温模块选用高精度红外传感器，旨在实现对电缆接头温度的精准监测，确保能捕捉微小温度变化并实时传输数据至故障预警模块。

2.2.3 故障预警模块设计

模块以微控制器为核心，集成多级告警机制：

（1）温度阈值设置：预设三级温度阈值（正常、预警、故障），阈值可通过现场调整。

（2）声光告警输出：告警灯采用红、黄、绿三色LED，分别对应故障、预警、正常状态；蜂鸣器根据故障等级输出不同频率声音，便于快速识别故障程度。

（3）显示功能：配备液晶显示屏，实时显示当前温度、电池电量及告警状态。

2.2.4 低功耗与便携性设计

（1）低功耗优化：采用休眠-唤醒工作模式，在无温度异常时降低功耗，延长电池使用寿命。

（2）便携特性：装置整体小型化、轻量化，配备便捷的电池更换设计，便于运维人员随身携带和使用。

3 结论

本文设计的应急电源车电缆接头故障预警装置通过适应性夹子结构、红外测温技术和多级告警机制的有机结合，实现了对电缆接头温度的实时监测与故障预警。该装置具有通用性强、测温精准、告警及时、环境适应性好等特点，能有效解决传统运维方式的不足。其低成本、易操作的优势使其

具备大规模推广应用的潜力，对于提高电力系统应急保障能力、推动智能电网建设具有重要意义。未来将进一步优化低功耗算法和拓展无线通信功能，提升装置的智能化水平和应用范围。

【参考文献】

[1]谢敏，谢宇星，董凯元，等. 应急电源车派遣联合网络重构的电网故障预案[J]. 电网技术，2025，49（07）：3031-3041. DOI：10.13335/j.1000-3673.pst.2024.0891.

[2]沈桂城，何书华，郑凌枫，等. 考虑电源车协同调度的配电网应急抢修研究[J]. 电力系统及其自动化学报，2023，35（03）：118-124. DOI：10.19635/j.cnki.csu-epsa.001095.

[3]王卓，李欢，石迎新，等. 温度梯度和电树枝缺陷对高压直流电缆接头电场分布特性的影响[J/OL]. 高压电器，1-11[2025-07-30].

[4]姚源恒，王绍螺，蒋浩，等. 采用磁脉冲压接的铝铜电缆接头在盐雾环境中的腐蚀行为和性能退化（英文）[J]. Transactions of Nonferrous Metals Society of China，2025，35（06）：1937-1955.

[5]周弋扬，张周胜，张凌瑄，等. 电磁-热耦合下电缆接头缺陷对电场分布及区域温度的影响[J/OL]. 电力系统及其自动化学报，1-10[2025-07-30].

作者简介：陈保江（1985-3），男，汉族，湖北襄阳人，大学本科，电气工程师，研究方向：带电作业。