RFID技术在电力通信光缆巡检中的应用

为满足电力通信光缆巡检的需求，设计了基于物联网RFID技术的电力通信光缆巡检系统。系统由射频标签、手持读写端和PC终端3部分组成，以智能化、自动化和信息化为手段，有效地实现了电力通信光缆线路的智能化巡检。以国网成都供电公司通信维护管控系统为试验点将系统投入使用，获得了良好的效果。

宋 戈 李 敏 甘志洲/国网成都供电公司

宋 戈/工程师

关键词/Keywords
智能巡检系统·
RFID·
物联网·

在电力通信网络飞速发展的今天，光缆凭借其高效率和高质量的传输特点，已成为不可替代的传输媒介，承载着生产调度、继电保护和电力营销等重要业务。然而国内普遍存在的野蛮施工、违章作业、盗割及自然灾害等因素直接威胁到电力光纤通信网络的安全运行[1]，如何提高光缆巡检质量和效率是巡检工作的核心问题。另一方面，在国家电网公司全面推进“三集五大”体系改革的热潮下，传统的计量管理模式已经不能有效支持大营销体系的建设，需要充分利用自动化技术和现代物流理论，建设全自动检定流水线和智能存储设施，实现检定、物流和仓储全过程自动化[2]。

无线射频识别技术（Radio Frequency Identification，RFID）利用射频方式进行目标识别和数据交换，被广泛应用于物流、自动化生产线和自动化仓储等领域[3-5]，取得了良好的效果。本文从电力通信光缆巡检工作现状分析入手，介绍以RFID技术为核心的新型电力通信光缆巡检系统。

电力通信光缆巡检工作

电力通信光缆巡检是保证电力通信系统安全运行的一项基础工作。巡检的目的在于及时准确地掌握设备状态，把握运行趋势，找出设备发生缺陷和故障的规律，并据此合理安排检修时间和内容，及时将隐患排除。

传统的巡检工作由负责人根据光缆的路径、长度、数量和分布密度等情况，将巡视人员分成若干小组，制定相应的月度巡视计划，并通过口头布置任务，落实到人；巡视员将巡视情况和发现的问题记录下来并上报给负责人；负责人收集整理巡视报告，统计巡视到位情况，将缺陷归类。这种巡检方式有以下几点不足。

1）巡检工作量大、难度高。大量新建线路投入使用，导致运行出现故障的可能性大大增加；另一方面，城市基础建设使得线路遭受外力破坏的事件难以杜绝，线路通道内的施工等情况得不到有效控制，加大了巡检工作的难度。

2）巡视到位与否难以甄别。通信线路地域广，地形复杂，设施种类多，巡视工作量庞大。巡视工作的质量依赖于巡检员的责任心，若巡视不到位将直接影响到巡检质量。虽然供电公司长期采取一系列措施考核巡检员的工作，但没有起到很好的效果。

3）信息整合工作量大。长期以来，传统的巡检工作沿用纸张记录方式，这种方式既不利于检索保存，又不利于信息统计整理，无法满足数字化应用。误填、漏填以及不按规范填写的巡检记录使巡检质量得不到保证，记录、整合和分析的一系列工作效率低下。

中国知网 https://www.cnki.net

RFID及系统组成

RFID技术是一种非接触的自动识别技术[6]。RFID技术的基本原理是利用射频信号和空间耦合传输特性，实现对被识别物品的自动识别。RFID在内建无线电芯片中储存一系列产品信息，利用无线射频方式进行非接触双向通信，采集到的相关信息数据通过无线技术进行远程传输[7]。

射频识别系统一般由3个部分组成，即射频标签（Tag）、读卡器（Reader）和天线（Antenna）[8]。在RFID的实际应用中，射频标签具有同其他技术相比数据存储量大的特点，其附着在被识别的物体上，当带有射频标签的被识别物品通过其可识别范围时，读卡器自动以无接触的方式将射频标签中的约定识别信息读取出来，具有智能化、读取范围广的特点，从而实现自动识别物品或者自动收集物品标志信息的功能。

图1为RFID的基本工作原理。读卡器通过天线发射电磁波，电磁波有其辐射范围，当射频标签进入电磁波辐射范围内，射频标签将天线所发射的微小电磁波能量存储，进而转换成电路所需的电能，并且将存储的识别资料以无线电波的方式通过天线传送给读卡器进行确认，并完成后续的控制动作。

图1 RFID基本工作原理

RFID可工作于各种恶劣环境，具备自动、快速、实时和准确的数据采集与处理功能，并具有远距离非接触识别、使用寿命长和可重复使用的特点。

基于RFID的电力通信光缆巡检系统

1. 巡检RFID管理工具选择

电力通信光缆隧道内存在积水情况，使得隧道内空气潮湿、流通性较差，易出现酸碱不平衡，对光缆等造成腐蚀。同时电力通信光缆自身会有高温产生，会对RFID电子标签的使用寿命和读取效果有较大影响。同时隧道内地形较复杂，影响巡检工作的顺利进行。因此，RFID电子标签需具有抗金属、耐酸碱腐蚀、耐高温、抗电磁干扰和防水浸等特征，能够长时间、稳定地工作在较恶劣的环境中。巡检标签做成钢丝铅封的形式，材质选用进口PC聚碳酸脂，具有良好的耐用性。同时RFID的芯片采用国际技术领先、灵敏度高的H3芯片。

2. 基于RFID的电力通信光缆巡检业务流程

巡检业务操作分PC端和RFID手持读写器端两部分。

PC端业务操作：当发起巡检时，在巡检系统中建立巡检任务，管理员收到后，将巡检任务分解为巡检计划，设定巡检日期、巡检成员和巡检路径，并通知相关巡检员。巡检前，管理员生成巡检单，将PDA与PC连接，将巡检单数据下载至PDA，巡检员拿到该PDA开始巡检，巡检完成后将PDA交还管理员，管理员将PDA与PC连接，将结果数据上传至巡检系统，管理员对巡检结果进行整合和维护，并依据巡检结果和缺陷点情况采取对应的措施。

RFID手持读写器端业务操作如图2所示：巡检员使用RFID手持读写器进行巡检，首先登录并进行身份验证，系统记录该用户。身份验证完成后

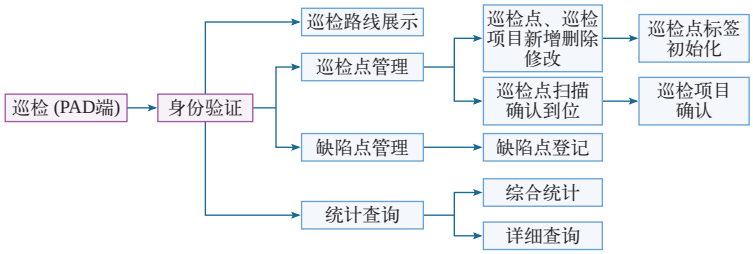

图2 RFID手持读写器端业务操作

中国知网 https://www.cnki.net

进行入程序主界面，主界面包括巡检路线展示、巡检点管理、缺陷点管理和统计查询4个部分。第1部分是巡检线路展示，展示已完成巡检线路和未完成巡检线路的整体巡检路线图。第2部分是巡检点管理，巡检员到达巡检点后，使用RFID手持读写器扫描巡检点标签，确认巡检到位后，RFID手持读写器显示该巡检点的巡检项目，巡检员按照巡检项目提供的信息进行检查，若有异常情况，可在具体巡检项目下记录该异常情况并可拍照记录。待该巡检点所有巡检项目检查登记完毕后，巡检队员按照巡检线路展示的路线继续检查下一个巡检点。若在巡检途中发现缺陷点，可在第3部分的缺陷点管理中进行缺陷点的登记，记录该缺陷点的位置、缺陷级别和缺陷信息描述。第4部分是统计查询，巡检员可随时查看巡检点和具体检查缺陷点的综合数据统计，也可查看具体的巡检点和检查项、缺陷点信息，方便巡检员更好地完成巡检任务。

使用RFID手持读写器扫描巡检点的RFID电子标签，自动的采集巡检点数据，完成巡检的到位确认，并对巡检的到位情况进行有效监控，检验了巡检员巡检时的责任心。RFID手持读写器可展示巡检点周围的巡检项目，在巡检中发现缺陷点可及时在RFID手持读写器上进行规范化登记，有利于缺陷点准确、及时地上报至相关人员进行处理。

电力通信光缆巡视系统实现了巡检的流程化管理。该系统可以从综合资源管理系统接收巡检任务或自行建立巡检任务，管理员把巡检任务分解为巡检计划，将每个巡检计划转化为巡检单，将巡检单下载至RFID手持读写器上，巡检员使用RFID手持读写器进行巡检，巡检完毕后将巡检单结果上传至电力通信光缆巡视管理子模块，管理员完善巡检结果和缺陷点后，可将巡检结果和缺陷点情况上报至综合资源管理系统，综合资源管理系统对缺陷点进行消缺处理，完成巡检的闭环管理。巡检管理业务流程如图3所示。

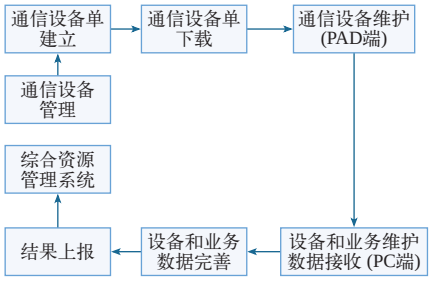

图3 巡检管理业务流程

结束语

建立了基于物联网RFID技术的电力通信光缆巡检系统，实现了巡检任务的提前规划和巡检线路的优化。使用RFID手持读写器扫描巡检点RFID电子标签，有效提高了巡检的到位率，在RFID手持读写器上对巡检线路、巡检点、巡检项目和缺陷点进行维护，使巡检数据得到了统一、规范的集中式管理，实现了企业缩减人力资本、提高管理效率的目的。同时，该系统还提高了电力通信生产工作的安全性，实现了通信设备巡检工作的“可控”和“在控”。

参考文献

[1] 蔡斌，徐威，蒋陵．新型电力通信光缆巡检系统的应用 [J]．电力系统通信，2008，29 (6)：5-7．

[2] 冯勇军，张超，王璐．基于RFID的计量创新模式研究 [J]．华北电力技术，2012 (12)：19-21．

[3] 安小平，张继标．RFID技术在物流中的应用 [J]．物流科技，2008 (12)：51-53．

[4] 李小笠，刘桂芝，尤正建，等．基于RFID的自动化生产线配套仓库管理 [J]．机床与液压，2013，41 (13)：120-123．

[5] 曾炼成，傅卓军，沈岳．超高频RFID标签可重用仓储管理系统的设计 [J]．计算机技术与发展，2011，21 (9)：153-155．

[6] 陈新河．无线射频识别 (RFID) 技术发展综述 [J]．信息技术与标准化，2005 (7)：20-24．

[7] 俞敏．RFID技术发展现状及应用综述 [C]．2008中国仪器仪表与测控技术进展大会论文集（Ⅲ），2008．

[8] 苏耀峰，徐岁．基于RFID的智能光缆巡检系统 [J]．光通信技术，2008 (4)：35-37．

（收稿日期：2015－01－05）EA

中国知网 https://www.cnki.net