

Design of Inspection System for Substation Equipment Based on Two-Dimensional Code

Jiang Li¹, Ronggui Li¹, Jinzhe Li¹, Xiuben Shi¹, Weinan Chen², Qi Qi², Zhi Chen²

¹Honghe Power Supply Bureau, Yunnan Power Grid Company, Mengzi Yunnan

²School of Electrical Engineering and Automation, Wuhan University, Wuhan Hubei

Email: 2572921286@qq.com

Received: Jan. 20th, 2019; accepted: Feb. 8th, 2019; published: Feb. 15th, 2019

Abstract

According to the problem of low efficiency of substation equipment inspection, a new inspection system for substation equipment with two-dimensional code technology as the core is designed. Overall structure design of the system is discussed. Then, the functions and workflow of each module are elaborated. By application of this system, the inspection personnel can use the APP in the mobile phone to scan the two-dimensional code on the device to quickly obtain the device information and carry out inspection work. This system will improve the inspection rate and inspection quality and realize the informatization of the substation equipment inspection. In addition, the abilities of substation equipment management and accident analysis will be enhanced to ensure the safety and stability of substation operation.

Keywords

Substation, Equipment Inspection, Two-Dimensional Code

基于二维码的变电站设备巡检系统设计

李江¹, 李荣贵¹, 李金哲¹, 施秀本¹, 陈纬楠², 齐祺², 陈志²

¹云南电网公司红河供电局, 云南 蒙自

²武汉大学电气与自动化学院, 湖北 武汉

Email: 2572921286@qq.com

收稿日期: 2019年1月20日; 录用日期: 2019年2月8日; 发布日期: 2019年2月15日

摘要

针对目前变电站设备巡检效率低下的问题, 本文设计了一种以二维码技术为核心的新型变电站设备巡检

文章引用: 李江, 李荣贵, 李金哲, 施秀本, 陈纬楠, 齐祺, 陈志. 基于二维码的变电站设备巡检系统设计[J]. 输配电工程与技术, 2019, 8(1): 38-44. DOI: 10.12677/tdet.2019.81004

系统, 论述了该系统的总体结构设计, 详细阐述了各模块的功能以及工作流程。通过本系统的应用, 巡检人员可利用手机APP扫描设备上的二维码, 快速得到设备信息并开展巡检工作, 提高巡检质量, 实现变电站设备巡检信息化的目标, 增强变电站设备管理和事故分析的能力, 从而确保变电站的安全稳定运行。

关键词

变电站, 设备巡检, 二维码

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

变电站设备的周期性巡检工作, 是保证变电站长期安全、稳定运行的重要因素之一。通过对变电站设备开展巡检工作, 操作人员可以及时知晓变电站设备的运行维护情况, 并有针对性地消除设备缺陷, 确保设备的健康、持续、安全运行, 进而降低变电站的事故发生率[1]。传统变电站通常采用人工巡检方式, 而在当前完全靠人力巡视模式下, 存在巡检到位率和巡检质量参差不齐、纸质巡检报告不易保存、分析和巡检无法准确跟踪、巡检条目遗漏、设备巡检记录不全等问题[2]。

随着智能变电站的应用越来越广泛, 为了提高变电站的智能化程度、保障变电站的安全稳定运行, 开发一种智能巡检系统解决上述人工巡检中存在的诸多问题是很有必要的。将二维码技术应用到巡检系统中能很好地解决这些问题, 巡检工作人员用手机等移动终端扫描设备上的二维码, 获取设备的相关信息并按规定执行操作。二维码的应用将现场巡视工作纳入规范化、科学化、计算机网络管理化的轨道, 可以确保生产设备的安全、稳定运行, 减少设备事故的发生, 提升变电站巡检的现代化管理手段和管理水平[3]。

目前, 随着变电站的智能化程度越来越高, 国内外学者提出了在巡检系统中应用射频识别技术(Radio Frequency Identification, RFID)、掌上电脑(Personal Digital Assistant, PDA)技术、4G 专网、B/S (浏览器/服务器)架构、AJAX (异步 JavaScript 和 XML)技术、三维模型动画技术[4]-[9]。文献[4]提出了设计一套基于 RFID 技术和 ZigBee (紫蜂协议)的智能巡检系统, 该系统采用具有 RFID 识读器的手持式数据终端作为巡检设备; 文献[5]基于 RFID 技术提出了智能巡检机器人的概念, 通过 PDA 读取 RFID 电子标签; 文献[6]提出了一种利用电力 4G 专网和谷歌眼镜的智能巡检系统; 文献[7]基于 B/S 架构提出了一个变电站网络化操作票系统; 文献[8]通过 AJAX 技术提高了巡检信息传输的效率; 文献[9]结合三维模型动画技术设计了一种全新的变电站智能巡检系统。这些系统虽然提高了巡检的效率, 减少了人工巡检的误操作, 但是仍然存在明显的缺点。PDA、巡检机器人、谷歌眼镜的成本比较高, RFID 技术需要不断发出射频信号, 有被盗用、篡改的风险, 可能会泄露变电站的信息[10]。因此, 设计更为实用、保密性高的变电站巡检系统是有必要的。

2. 基于二维码的变电站设备巡检系统

2.1. 二维码技术

二维码通过在二维方向上按一定规律分布的黑白两色图形来存储数据符号信息, 在代码编制上巧妙

利用了构成计算机内部逻辑基础的“0”、“1”比特流的概念[11]。通过图像输入设备或光电扫描设备可以自动识读，从而实现信息的自动处理。

随着智能手机的普及以及二维码技术的广泛应用，变电站设备巡检系统使用二维码作为设备标识具有很多优点。首先，二维码的编码范围很广，能够存储较大的信息容量，适用于变电站信息大的特点；其次，二维码在使用过程中可引入加密措施，从而降低了设备信息泄露以及人为篡改编码信息的可能性；另外，二维码的使用较为简单，可靠性高。通过摄像头扫描后，利用内置的解码器即可获得正确的编码信息；最后，相比较于信息钮、RFID 芯片等设备，二维码设备的成本更加低廉，且已被广泛应用于各行各业。

2.2. 系统设计与功能

2.2.1. 系统简介

本文设计的变电站设备智能巡检系统主要包含两部分，一是管理端系统，二是移动端系统，即在智能手机上可运行的 APP。整个系统集合了对变电站设备的智能巡检和巡检信息管理功能，其中巡检功能是整个系统的核心。

管理端系统的主要功能是对移动端发布巡检任务，巡检任务包含巡检日期、巡检路线等，该任务存储于系统的数据库中。在移动端，巡检人员使用手机，通过 WIFI 或者 4G 无线通信技术访问数据库，下载分配给自己的巡检任务。巡检人员在巡检结束以后，生成的巡检记录以及图片信息会通过移动端上传到数据库当中，管理端接收到巡检结果并进行查询分析，从而使管理端与移动端进行实时的数据交换。除此以外，系统还有监控设备状态、设备维护、报修处理等功能，下面具体介绍管理端系统和移动端系统的设计。

2.2.2. 管理端系统设计及功能

智能巡检系统的管理端的主体结构如图 1 所示，主要分为设备管理、维保管理、备品备件、巡检管理、事故管理以及系统管理这六个模块。

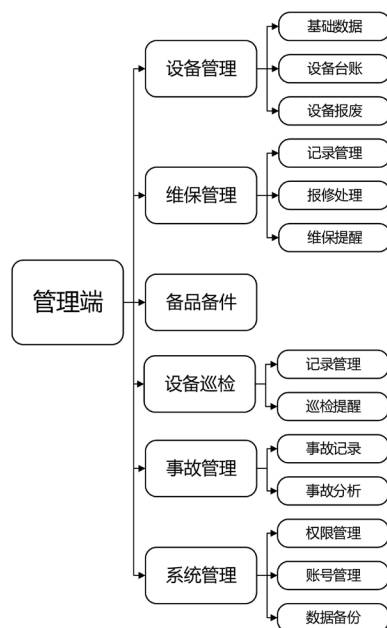


Figure 1. The module design of management end
图 1. 管理端模块设计

设备管理主要功能如下：负责维护与设备相关的基础数据，这些数据包含变电站的各种设备类型、单位以及规格信息等；管理设备台账管理，为变电站巡检工作打下基础，通过在列表中点击相关设备，搜索并显示设备信息与状态，包括设备编号、名称、类型、品牌、型号、单位、结构形式、序列号、购置金额、购置日期、保修期、预计报废日期、图片、设备描述，然后对设备的二维码进行打印，提供其安全信息、部署图以及操作要点等；此外，还可录入与查看设备的巡检记录和报废记录，及时对设备进行报废处理。

维管理有三方面作用，一是对设备的维修和保养记录进行管理，这些记录主要包括设备编号、维保时间、消耗备件、额外金额等；二是对所有报修记录进行处理，并分派相关技术人员进行远程诊断；三是在设定的维保日期内，及时提醒管理员分派巡检任务，对相应设备进行维修与保养。

备品备件模块的功能相对简单，主要是备品备件信息的录入工作。对所有备品备件的基本信息进行记录，如名称、型号、规格、数量、价格、备注等，形成电子检索表，巡检人员可以方便地通过检索表查阅与使用。

巡检管理负责巡检记录管理以及巡检提醒，显示所有的巡检记录，这些记录主要来源于 APP 端的录入，包含巡检日期、设备描述以及现场图片等。在上传巡检时设置下次巡检日期，到期前系统将自动提醒巡检员进行下一步巡检工作的安排。

事故管理分为两个部分，首先能够对发生的事故进行记录，如事故名称、类型、地点、严重性、相关设备、描述等；然后按事故发生的时间、类型以及原因进行分布式统计，形成事故的曲线统计图，并制定相应的解决方案，为将来减少相似事故的发生打下基础。

系统管理是管理端的最后一部分内容，该模块能够对系统各模块的权限以及后台的账号进行管理，并且将管理端的所有数据上传备份在本地或者云端服务器中，从而避免系统发生故障时无法及时修复的问题，保障系统的安全稳定运行。

2.2.3. 移动端系统设计及功能

智能巡检系统使用的移动端(即 APP 端)主要包含扫码、设备管理、维保管理、备品备件、巡检管理、事故管理、系统管理等模块，具体结构如图 2 所示。

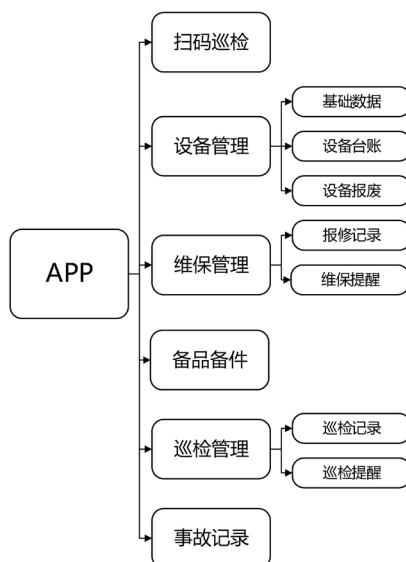


Figure 2. The module design of mobile end
图 2. 移动端模块设计

扫码模块的主要功能是扫码巡检。巡检人员在巡检工作中,需要使用 APP 扫描设备上的二维码,自动查询得到设备安全管理信息(包含施工图纸,现场图以及操作要点等),操作人员点击确定后,生成一条阅读记录,然后才允许录入巡检记录。

设备管理模块与管理端的相应模块类似,包含基础数据、设备台账、设备报废三项查询功能。该模块可以查询到设备的具体信息,供巡检工作人员查阅,与管理端不同的是无法录入设备信息。

维保管理模块主要针对维保工作人员进行设计,当发现设备故障时,可查看相关维保记录与指南,对故障进行现场处理。若现场无法解决,则通过 PC 端或者手机端进行报修,手机端还可以通过扫描二维码的形式进行报修,并且支持录入故障信息和图片。此外,定期提醒维保人员对设备进行维修保养。

备品备件模块为变电站设备的更新提供了保障,在需要使用备品备件时,输入相关设备编号或者扫描二维码进行搜索与更换,并记录使用情况,将其反馈至管理端。

巡检管理可扫码显示巡检记录,为巡检人员显示巡检路线、步骤、设备描述以及危险点等,并允许巡检人员上传巡检日期、设备描述以及现场图片,此外及时进行提醒,确保巡检工作的有序展开。

事故记录用于巡检员录入发生事故时设备的相关信息,以便发送至管理端进行具体原因的分析以及解决方案的制定。

2.3. 系统的工作过程

在变电站设备巡检的过程中,本系统的各个部分分工明确,但又相互关联,形成了一个有机的整体。管理人员使用管理端系统发布巡检任务,巡检人员通过 APP 端接收到巡检信息,并且按照 APP 的提示,按顺序扫描设备上的二维码进行巡检工作。巡检系统的具体工作流程如图 3 所示。

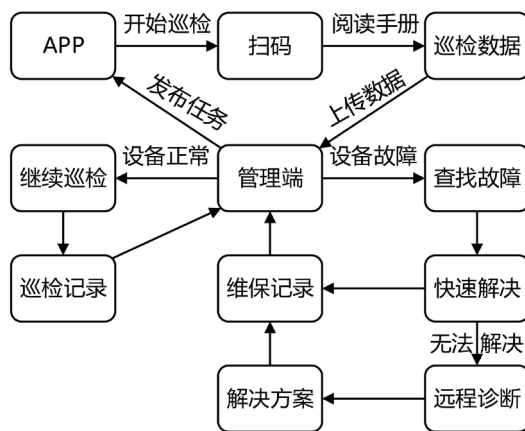


Figure 3. The workflow of system

图 3. 系统工作流程

巡检人员扫描某一设备的二维码后,APP 会展示该设备的安全操作信息。巡检人员认真阅读之后,需要点击确定,生成一条阅读记录,然后系统才允许后续操作。巡检人员检查完成之后,录入检查结果,并上传至服务器。管理端接收到检查结果,将设备的实际运行数据与理论数据对比,判断是否发生故障。如果数据正常,巡检人员开始对下一设备巡检。如果存在故障,管理端将信息反馈给巡检人员。巡检人员根据自己的工作经验,通过查阅数据库得到设备的维保记录,迅速消除设备故障。如果故障难以解决,巡检人员向系统申请远程诊断,管理端指派专家进行故障分析,提供故障解决方法。在设备故障处理之后,巡检人员录入维保记录,包含故障的图片、文字信息,使设备的缺陷数据库完善。在全部的设备巡检完成之后,巡检人员向系统录入巡检记录,完成巡检工作。

3. 系统的特色与创新

3.1. 信息化管理

在互联网高度发展的背景下, 本系统依托手机和电脑完成巡检和管理工作, 运行成本较低, 工作流程简单。系统能够对巡检中的人员、变电站以及不同设备进行综合管理, 自动汇总巡检的结果, 并完成电子化报表。各级工作人员通过电脑就可以掌握变电站设备的运行状态, 实现了变电站管理和决策的信息化。

3.2. 巡检质量提升

本系统创新地将成本低廉、使用便捷的二维码扫描技术应用到变电站巡检方案中, 在每个设备上张贴二维码, 通过数据绑定, 实现了巡检系统与二维码信息的无缝关联。巡检人员需要严格按照巡检任务工作, 保证了巡检的到位率。在对设备扫码之后, 巡检人员必须阅读该设备的安全操作信息, 在检查结束后, 待上传设备数据与服务器数据对比, 直到反馈正确才允许继续巡检, 多重机制减少了错误操作, 提高了巡检质量。

3.3. 数据双向通信

传统的巡检系统往往是在巡检工作结束后再将数据进行汇报, 只能进行单向的数据采集, 而智能巡检系统的管理端和移动端以 4G 网络和无线通信网络为依托, 能够实时地接收与传输巡检信息。双向通信保证了管理人员对巡检工作指挥的即时性, 也有利于现场故障的快速处理, 并为远程诊断的实现提供了可能。

4. 结论

本文设计的变电站巡检设备系统正在云南省红河州电网进行试点应用, 目前使用情况良好, 具备完善的巡检功能, 人机交互良好, 操作简单, 上传和下载数据速度快, 安全性高, 符合巡检工作的基本要求。

该系统将应用广泛的二维码技术与变电站巡检相结合, 设计了全新的智能变电站设备巡检系统, 通过管理端与移动端的实时互动, 改变了人工抄写巡检信息的巡检模式, 对于提高巡检效率, 减少人为因素导致的安全事故有很大帮助, 具有一定的推广和应用价值。

参考文献

- [1] 陶莉, 朱小光, 王善红. 变电站手持终端巡检方案界面设计[J]. 华电技术, 2016, 38(6): 60-62, 72, 79.
- [2] 申晓留, 雷琼, 周长玉. 变电站、发电厂设备巡检管理系统的发展[J]. 现代电力, 2003, 20(1): 76-79.
- [3] 林之, 王启翔, 李斌坤, 陈曦, 胡贤浩, 韩章志. 变电站智能化巡检系统研究与应用[J]. 信息化建设, 2016(4): 340-341, 343.
- [4] 赵欣. 基于 RFID 和 ZigBee 的变电站巡检系统设计[J]. 电气应用, 2016, 35(16): 98-101.
- [5] 孟祥忠, 王保磊. 基于 RFID 的变电站巡检机器人无线充电系统的研究与设计[J]. 工业仪表与自动化装置, 2017(6): 120-123.
- [6] 张天, 苏伟, 龚雁峰. 基于电力 4G 专网的变电站实时双向智能巡检[J]. 山东电力技术, 2018, 45(10): 7-11.
- [7] 付磊. 基于 B/S 构架的变电站网络式操作票系统研究[J]. 贵州电力技术, 2015, 18(7): 37-42, 69.
- [8] Zhao, J.T., Wang, K. and Wei, Y.R. (2012) AJAX Technology in Intelligent Inspection System of Substation Equipment. 2012 *IEEE 3rd International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS)*.
- [9] Yan, G.W., Li, W.J. and Guan, Z.T. (2008) A Three-Dimensional Inspection Simulation System of Substation. *9th In-*

ternational Conference on Signal Processing.

[10] Vlidas, T. (2000) A New Paper/Computer Interface two-Dimensional Symbologies. *IEEE Computer Magazine*, **145**, 953-960.

[11] 陈荆花, 王洁. 浅析手机二维码在物联网中的应用及发展[J]. 电信科学, 2010(4): 39-43.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2325-1565, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: tdet@hanspub.org