

无人值守太阳能充电站设备管理系统的设计

邢毓华¹, 胡词焯¹, 程绍谦²

(1. 西安理工大学 自动化与信息工程学院, 西安 710048;

2. 中国机械设备工程股份有限公司 (CMEC), 北京 100055)

摘要: 针对太阳能充电站中设备巡检和故障维修效率低下的问题, 采用云服务器、ZigBee、GPRS 等先进信息技术设计了设备管理系统; 与现有系统不同, 在研究了设备典型故障的基础上, 利用 QR 二维码作为信息传递的载体, 使用静态和动态相结合的方式对设备进行分类管理; 在客户端采用 JAVA 和 HTML5 技术进行开发; 在云平台中将会话管理、二维码管理、故障管理等模块进行单元化设计; 在满足数据传输的要求下, 对 WSN 的网络节点进行配置, 完成了设备故障信息的快速收集, 电压、电流等电气参数和编号、型号等规格参数的在线管理; 经实验测试, 系统实现了设备管理中故障详情和维修状态的网络化与痕迹化, 为设备的全生命周期管理提供了可靠的基础数据和技术保障。

关键词: 太阳能充电站; 云服务器; QR 二维码; JAVA

Design of Equipment Management System for Unmanned Solar Charging Station

Xing Yuhua¹, Hu Ciye¹, Cheng Shaoqian²

(1. College of Automation and Information Engineering, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China;

2. China Machinery and Equipment Engineering Co., Ltd. Beijing 100055, China)

Abstract: Aiming at the inefficiency of equipment patrol and fault maintenance in solar charging station, the equipment management system is designed by using advanced information technology such as cloud server, ZigBee, GPRS and so on. Different from existing systems, on the basis of studying typical faults of equipment, QR two-dimensional code is used as the carrier of information transmission, and static and dynamic methods are used to classify and manage equipment. JAVA and HTML5 technology are used to develop the client. The modules of session management, two-dimensional code management and fault management are modularized in cloud platform. In order to meet the requirements of data transmission, WSN network nodes are configured to complete the rapid collection of equipment fault information, online management of electrical parameters such as voltage and current, and specifications such as number and model. Through the experimental test, the system realizes the networking and tracing of fault details and maintenance status in equipment management, and provides reliable basic data and technical support for the whole life cycle management of equipment.

Keywords: solar charging station; cloud server; QR two-dimensional code; JAVA

0 引言

2015 年国家发改委印发的《电动汽车充电基础设施发展指南 (2015—2020)》中规划, 到 2020 年我国将新增集中式充换电站超过 1.2 万座, 分散式充电桩超过 480 万个, 以满足全国 500 万辆电动汽车的需求。在这些充电设施中, 太阳能充电站以其绿色无污染、可再生能力强的特点备受各方青睐。预计到“十三五”期间, 我国将基本建成车桩相随、智能高效的充电基础设施体系, 逐步消除有桩无车和有车无桩的尴尬局面, 极大地提升用户对电动汽车的消

费热情并逐步改善空气质量^[1]。而目前, 我国太阳能电动汽车充电站分布较少, 充电站内部的设备复杂, 其功能和相关服务还不够完善, 很难用人工的方式进行管理, 尤其是站内设备故障管理和运行维护方面还存在较大的不足之处。以电站设备中光伏阵列为例, 当 $S \times P$ 的光伏阵列中有 k 个光伏组件发生故障时, 记所有可能的故障状态数为, 则有:

$$F_k = C_{s \times p}^k = \frac{\prod_{i=0}^{k-1} (s \times p - i)}{k!} \quad (1)$$

不难理解, 当光伏阵列规模较大时, 其可能出现的总故障状态数量 F 将非常大, 有:

$$F = \sum_{k=1}^{s \times p} F_k \quad (2)$$

因此, 为了解决此类设备组件复杂、故障繁多的问题, 满足将来日益扩大的充电市场并提高运营和管理的效率, 以精准化、无人化、智能化为导向, 利用移动互联网、无

收稿日期: 2019-03-06; 修回日期: 2019-03-23。

基金项目: 国家自然科学基金(51307140)。

作者简介: 邢毓华(1966-), 男, 硕士研究生导师, 副教授, 主要从事物联网通信技术方向的研究。

通讯作者: 胡词焯(1992-), 男, 硕士研究生, 主要从事物联网通信技术方向的研究。

线传感网络 (wireless sensor network, WSN)、快速响应二维码 (quick response, QR 二维码) 等先进信息技术开发一种能对故障进行追根溯源和实时处理的设备管理系统就具有重要的意义^[2]。

1 二维码技术

1.1 QR 二维码简介

QR 二维码是快速响应二维码的意思, 发明者希望其内容能被快速解码, 它原本是为了在汽车制造中便于追踪零件而设计的^[2]。在我国, QR 码以其高容量、高密度、纠错能力强大的特点被用于溯源和管理系统中。与其他二维码相比, QR 码除了识读速度快还有占用空间小的优势, 因此采用 QR 二维码作为管理系统使用的二维码^[3]。

1.2 二维码的应用形式

目前, 二维码按编码原理分为两大类: 堆叠式和矩阵式。按应用形式可分为: 静态码和动态码^[4]。

1) 静态码主要用于文字信息的编码, 其优势在于即便移动终端没有联网也可以对二维码进行扫描显示。在本系统中, 电站内处于生命周期中报废阶段的设备将不再是电站管理人员重点维护的对象, 因此可以采用维护成本相对较低的静态二维码进行设备信息的存储, 如图 1 所示。



图 1 静态二维码

2) 动态码在静态码的基础上与应用平台进行有效结合, 移动终端扫描后直接访问网址。因此, 动态二维码的信息承载量得到进一步提升, 有效增强了识别性, 也发展成数据库访问的入口。在本系统中, 对正处于生命周期中使用阶段的设备, 其维护方式将采用动态二维码^[5]。

电站设备按照在全生命周期的时间维度上可以分成 3 个阶段: 库存阶段、使用阶段、报废阶段。不同阶段的设备在管理上会有不同的特点和需求。充电站设备产生的信息按照可变性则可以分为 2 类:

1) 固定信息: 设备编号、名称、型号、电压和电流参数等。设备固定信息非常丰富, 考虑到系统的可实现性, 本文只以其中最具代表性的部分信息作为研究内容。

2) 变动信息: 如设备的故障信息、维修记录、设备状态。在日常管理和维护中, 这几类信息都是需要查看的重要内容, 需要同步记录、统计、甚至与有关人员分享。

二维码虽然具有强大的信息承载能力, 但为了设备的数据保密和信息安全, 正在使用中的设备其固定信息存储在数据库中。当维护使用中设备时, 扫描动态二维码可以快速录入维修信息并对设备数据库进行更新, 此时的二维码起到了人机交互的桥梁作用^[5]。当需要溯源报废设备时, 扫描静态二维码后可快速查询有用信息, 此时的二维码起到了电子标签的作用。具体用法如表 1 所示。

表 1 二维码的用法

类型 \ 说明	用途	扫描结果	网络	意义
动态码	使用中设备	运维界面	需要	交互桥梁
静态码	报废的设备	报废信息	不要	电子标签

2 系统结构及原理

设备管理系统的总体结构如图 2 所示, 站内设备主要由光伏阵列、储电系统、配电系统、充电桩群组成。管理系统由无线传感网络 (ZigBee 与 GPRS-DTU 模块共同组成)、云服务器、移动端浏览器、Web 客户端组成。云服务器主要响应维修员和站内设备通过 GPRS 发来的各种请求信息, 并对用户信息、设备维护信息等数据进行收集、存储、分析等。移动端的浏览器主要用于设备上二维码的扫描, 依托内嵌的 HTML5 构架下的浏览器组件随时通过自适应的网页向云服务器提交运维表单, 对服务端进行访问。Web 客户端则主要用于系统数据库预设信息的录入, 完成系统的初始化和一系列后续管理工作。

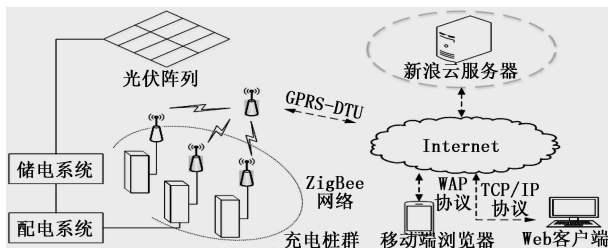


图 2 系统的总体结构图

在管理电站设备时, 管理人员通过移动端的扫描功能对粘贴在待维护设备上的二维码进行扫描, 即可进入维护页面。与使用静态二维码技术相比, 采用动态二维码技术可以实现电站设备运维信息的快速收集和捕获。图 3 是管理人员对设备维护一次的流程, 图 4 是整个管理系统的工作流程。

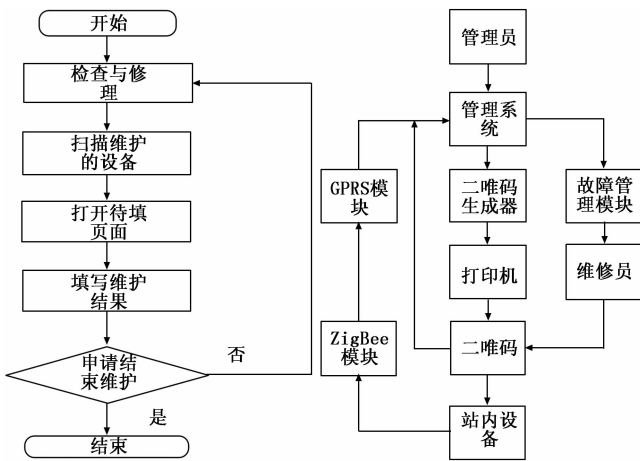


图 3 维护流程图

图 4 工作流程图

3 系统软件设计与实现

3.1 云服务器技术

云服务器 (elastic compute service, ECS) 是一种处理能力高效、可弹性伸缩的计算服务。本设计选用新浪云服务器来搭建一个稳定性好、并发量大的平台^[6]。将会话管理、信息管理、二维码管理、故障管理抽象成一个通用的服务平台,结合新浪云提供的强大计算能力并采用 Spring-MVC 和 SpringData 框架技术来构建系统^[7]。

3.2 服务端设计

系统主要包括客户层、控制层、业务层、数据持久化层和数据层,通过 Spring 框架对上述各层以松耦合的方式进行了有效组织。在 Spring 框架的管理下,无论是 Controller 对象、Service 对象还是 DAO 对象都能有机地运行^[8]。系统的分层设计架构图以及各层之间的关系如图 5 所示。

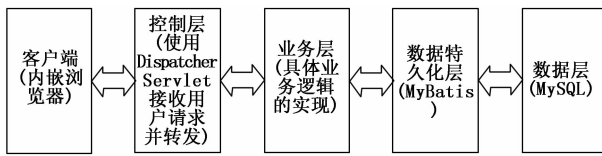


图 5 分层架构及各层之间的关系

系统的服务端设计最关键的是业务层。业务层 (Service) 实现对系统业务逻辑的实际处理功能。业务层首先要设计 Service 接口,然后设计其实现的类,最后利用 XML 配置文件实现关联,这样可以调用 Service 接口来处理业务^[9]。为了提高重复利用性和独立性,还封装了 Service 的业务逻辑。业务层的构建是一个复杂的过程,必须要引进数据库系统用于设备信息的动态记录,为此,使用云服务中的 MySQL 作为数据库。设备的动态运维记录则通过微信客户端的 HTML5 浏览器的访问功能写入数据库^[10]。服务端还构建了新的动态接口用于对各模块功能的实现提供数据服务,并将各模块信息进行单元化设计。本文针对电站设备在管理过程中涉及到的数据交互对服务端的业务层进行了 4 部分的设计,如图 6 所示。

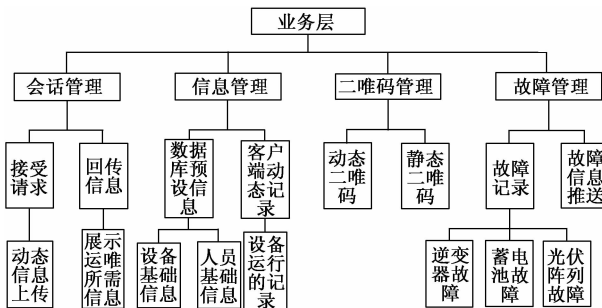


图 6 业务层设计

3.3 移动客户端设计

在移动客户端的构建过程中,考虑到维修人员的学习成本和企业的管理成本,结合微信的简单易操作、高普及

率,高保有量的特点,选择微信作为客户端。微信具有独特的用户认证体系,系统可以直接凭借维修员独一无二的身份 ID 赋予其权限,进而查看自己想要的维护记录和设备管理信息等。其次是扫码和解码功能,在扫一扫模式下,微信内嵌的浏览器组件可以对网页端进行识别和访问,也可以随时通过网页将运维信息写入数据库。移动客户端的架构如图 7 所示。

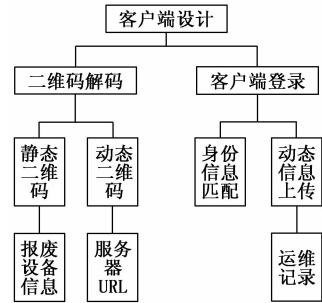


图 7 移动客户端设计

3.4 Web 客户端各模块及功能实现

整个管理系统以二维码为核心,维修人员可以使用微信进行扫描,实时获取设备的动态信息、并与后台数据库进行交互。在整个过程中,服务端部署的 Web 应用必须满足系统的各项功能要求,其部分代码结构如图 8 所示。

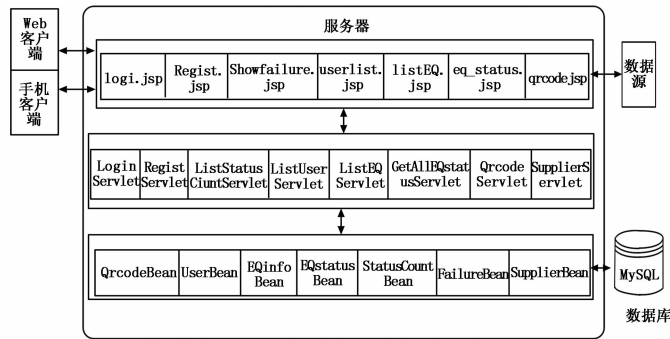


图 8 Web 应用的部分代码结构图

分析太阳能充电站设备管理系统的功能需求,利用 eclipse 等开发工具设计并实现了 Web 应用。其具体功能包括:

- 1) 会话管理:对电站设备和维修员微信内嵌的浏览器的请求进行响应。
- 2) 信息管理:对人员信息进行录入、修改、删除、保存等操作,比如维修员的工号、姓名、性别、联系电话、微信号等。对充电站的固有信息进行录入、修改、删除、保存等操作。
- 3) 二维码管理:依据设备基本信息表中设备信息的完整数据,二维码管理模块可以制作、查看、添加二维码,实现基本的操作功能。
- 4) 故障管理:能够对电站中各类常见设备出现的故障进行管理,可以对设备故障进行分类记录。比如:光伏阵列和蓄电池等部件发生的故障。

3.4.1 设备信息管理

充电站中存在大量的设备, 每台设备都含有丰富的信息, 如果不能对设备进行有意义的分类和定义, 设备的信息化管理根本无从谈起^[11]。因此, 将按设备类型、设备状态、设备价格、设备采购时的流水号 4 个维度对电站内的设备进行编号, 如图 9 所示。

设备类型 XX	设备状态 X	设备价格 X	流水号 XX
------------	-----------	-----------	-----------

图 9 设备编号规则

站内设备根据类型分为 4 类, 具体如下: 1、光伏设备, 用字母 GF 表示; 2、DC/DC 变换器, 用字母 DC 表示; 3、储电设备, 用字母 CD 表示; 4、逆变设备, 用字母 NB 表示, 其中 DC/DC 变换器和逆变设备是配电系统关键的组成部分。

按照设备的状态分类, 可以分为 3 类: 1、正常运行, 用数字 1 表示; 2、维修当中, 用数字 2 表示; 3、彻底报废, 用数字 3 表示。

根据设备的价格分为三类: A 类, 1 万元以上的设备; B 类, 2 千元以上 1 万元以下的设备; C 类, 2 千元以下的设备。

设备流水号: 时间上设备采购的先后顺序。

3.4.2 设备基本信息表

系统中主要存在的对象有: 设备、设备备件、供应商、维修员。这些对象间存在着如下的关系:

- 1) 设备与设备备件: 多对多的关系。
- 2) 备件与供应商: 一对一的关系, 供应商与备件: 一对多的关系。
- 3) 维修员与设备: 多对多的关系。设备基本信息如表 2 所示。

表 2 设备基本信息表

列名	数据类型	列名	数据类型
设备编号	Varchar	供应商	Varchar
设备名称	Varchar	到修日期	Datetime
设备型号	Varchar	修完日期	Datetime
出厂编号	Varchar	维修员	Varchar
电压参数	Varchar	故障类型	Varchar
电流参数	Varchar	图片	Image
使用年限	Int	故障描述	Varchar

3.4.3 二维码管理

在设备管理中, 二维码对于站内设备和远端的管理系统来讲具有桥梁一样的重要作用, 尤其是在设备的运维过程中。系统可以对二维码进行制作、查看、添加等操作, 实现对二维码的统一管理, 如图 10 所示。

3.4.4 二维码的生成

二维码的生成可以在设备管理系统中直接调用标准的 QR 码函数库 (EnQRCode. lib) 中的 EnQRcode 函数, 然



图 10 二维码管理

后将要编码的字符串信息传入二维码库函数^[12]。也可以单独使用二维码生成器生成设备基本信息的 QR 二维码, 其中的纠错等级可以分为 L、M、Q、H 四个等级, 二维码的尺寸大小还可以进行设置^[13]二维码生成器如图 11 所示, 二维码的生成原理如图 12 所示。

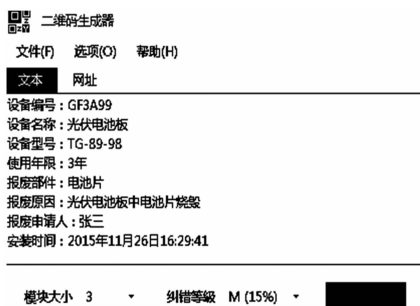


图 11 二维码生成器

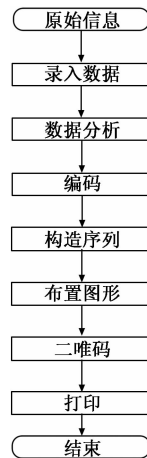


图 12 二维码生成原理

4 实验结果与分析

4.1 ZigBee 组网功能测试

实验需要 3 个 ZigBee 无线模块, 3 台计算机和串口调试助手, 如图 13 所示。其中一个协调器和两个终端节点组成以协调器节点为中心的星型网络, 每个节点通过 RS232 串行接口连接一台计算机, 然后分别在各自计算机上运行串口调试软件。

ZigBee 终端节点 1 向协调器发送消息: “This is a mes-

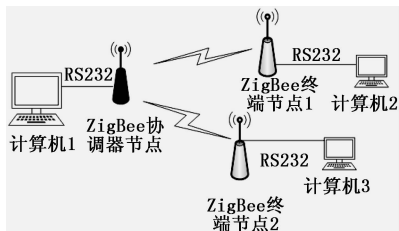


图 13 ZigBee 组网测试图

sage from Node1”, ZigBee 终端节点 2 向协调器发送消息: “This is a message from Node2”。图 14 中, 在协调器接收区成功收到了来自终端节点 1 和 2 的数据, 并在消息头带有终端节点对应的网络地址, 其中 FF01 代表终端节点 1, FF02 代表终端节点 2。实验结果证明 ZigBee 组网成功, 能够满足充电站内实际的通信需求。

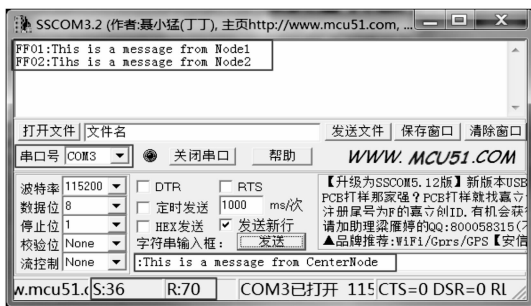


图 14 ZigBee 测试结果

4.2 二维码和 Web 客户端测试

对于静态码, 维修人员扫描报废设备上的二维码即可识别出设备的报废原因和其他信息, 方便日后企业进行废物利用。静态二维码扫描测试后的结果如图 15 所示。

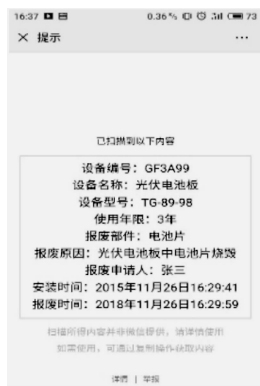


图 15 静态二维码测试结果

以充电站光伏阵列上出现异物遮挡造成了故障为例。当系统的故障管理模块分析到光伏阵列出现故障时, 会启动消息推动子线程向维修人员推送维修消息, 此时, 维修人员及时赶到现场并使用微信客户端对故障设备进行扫描, 扫描后的结果如图 16 所示。

当此次维修工作结束之后, Web 管理系统会进行一次数据更新操作, 如图 17 所示。经实验测试, 系统基本达到了对设备进行高效精准管理的目的。

5 结束语

目前, 二维码的广泛应用主要是因为二维码能够搭建



图 16 动态二维码测试结果



图 17 数据更新界面

起线上和线下沟通的桥梁, 也为设备管理中线下设备快速融入系统提供了更加便捷的途径。在以二维码为核心的管理模式下, 本系统在设备故障精准定位和智能分析上还有进一步提高的空间, 但在一定程度上消除了以往企业设备管理层级分明的弊端并达到了设备管理扁平化和透明化的目的^[14]。此外, 将来还可以借助 QR 二维码对设备进行质量安全可追溯化管理, 一旦电站中安装的设备存在质量问题, 即可随时核查, 从而达到生产有记录、信息可查询、流向可跟踪, 责任可追究的管理目的。

参考文献:

- [1] 刘卓然, 陈健, 林凯, 等. 国内外电动汽车发展现状与趋势 [J]. 电力建设, 2015, 36 (7): 25-32.
- [2] 刘晓燕. 基于手机二维码技术的高校设备管理模式分析 [J]. 科学技术创新, 2018 (31): 87-88.
- [3] Chu L C, Lee C L, Wu C J. Applying QR code technology to facilitate hospital medical equipment repair management [A]. International Conference on Control Engineering & Communication Technology [C]. 2013: 856-859.
- [4] Xuechen H. The Two-dimensional bar code application in book management [A]. International Conference on Web Information Systems & Mining [C]. 2011: 409-411.
- [5] 庞军杰. 基于动态二维码的污染源运维及总量排放管理系统设计 [J]. 轻工科技, 2018, 34 (6): 117-118.
- [6] 陈晓楠, 张进滨, 李超. 基于云平台的充电设施远程测与诊断方法研究 [J]. 电工电气, 2018 (6): 22-26.

(下转第 197 页)