

基于二维码的智能变电站光缆标签系统设计和实现

高 磊¹, 刘 琦¹, 袁宇波¹, 王晓坤²

(1. 江苏省电力公司电力科学研究院, 江苏 南京 211103;

2. 南京智网信息技术有限公司, 江苏 南京 211009)

摘要: 针对智能变电站常规光缆标签描述信息单一的问题, 提出了一种基于二维码的智能标签, 并设计了二维码光缆标签系统, 制定了光缆标签的格式定义, 介绍了光缆标签系统生成模块和解析模块的实现方法。设计单位使用生成模块生成设计图纸、标签文件和手持终端数据库, 施工单位打印光缆标签, 调试单位通过扫描光缆标签上的二维码可快速定位光缆纤芯并获取光缆纤芯的物理连接信息和纤芯中传输的虚回路信息, 实现了信号回路的“即扫即看”, 提高了调试、运维的效率。

关键词: 智能变电站; 二维码; 光缆; 光纤; 数据库; 变电站

中图分类号: TM 77

文献标识码: A

DOI: 10.16081/j.issn.1006-6047.2015.10.026

0 引言

智能变电站与常规变电站相比具有信号数字化、传输网络化的技术优势, 采用光信号进行数据传输, 光纤替代了 80% 以上的电缆。常规变电站一般通过电缆号牌来标定回路号和端子号, 通过纸质图纸表达回路原理和接线, 用于施工调试和运维作业。智能变电站二次回路原理的设计改为光缆联系图和变电站配置描述 SCD (Substation Configuration Description) 文件表达, 二次回路的原理设计实现了数字化^[1-5]。采样值、保护控制信号均采用数字编码、光纤传输, 物理介质与信号存在“一对多”的关系, 1 根纤芯中同时传输几十个不同的信息, 而光纤光缆沿用了电缆号牌或采用常规标签, 仅描述了光缆的起点、终点位置和光缆编号, 所能描述的信息较单一。调试和运维人员在检修校验或排查故障时, 往往需要交替查阅 SCD 文件和光缆联系图; 施工人员在打印标签时也要翻阅光缆联系图逐条输入, 工作繁琐, 没有充分发挥二次回路原理设计数字化的优势。

本文针对上述问题提出了基于二维码^[6-10]的智能变电站光缆标签设计方案, 制定了光缆标签的格式, 阐述了二维码光缆标签的生成和解析模块的实现方法。标签生成系统模块(下文简称生成模块)将设计的二次回路物理信息和逻辑信息存入数据库, 生成标签文件, 打印二维码标签; 手持终端解析模块(下文简称解析模块)以二维码为入口, 通过手持终端以现场扫描方式, 快速展示光缆连接信息和光缆中传输的虚回路信息, 将信号查找时间由原来的几分钟缩减为几秒钟, 实现“即扫即看”。该方案充分利

用了智能变电站二次回路设计数字化的优势, 能够有效解决智能变电站现场工作无法直观获取二次回路原理信息的问题, 极大提高了施工、调试、运维的效率及正确性, 准确实现过程层物理回路与逻辑回路的“虚实对应”。

1 系统总体设计

1.1 系统应用流程

基于二维码的智能变电站光缆标签系统分为生成模块软件和解析模块软件 2 个部分: 设计单位使用生成模块软件设计变电站二次系统接线, 生成全站设计图纸(光缆联系图、虚端子图、SCD 文件等)、手持终端数据库和标签文件, 提供给施工调试单位; 施工单位使用标签文件打印光缆标签; 调试单位将数据库下载到手持终端中, 既可查阅整站的物理和虚回路连接信息, 也可通过二维码标签扫描获取指定的物理和虚回路连接信息。

1.2 系统模块设计

根据应用流程的要求, 光缆标签系统分为生成模块和解析模块开发, 软件的总体架构如图 1 所示。

生成模块运行在 PC 机侧, 包含二次系统设计功能、标签数据生成功能和标签打印功能, 分别用于配置生成完整的变电站二次系统连接信息, 生成手持终端数据库和光缆标签文件。

设计单位使用智能变电站二次系统设计功能完成变电站物理接线和虚回路设计工作, 并生成全站设计图纸资料(包括光缆联系图、虚端子表、全站 SCD 文件等), 生成的设计资料均存储在数据库中。使用标签数据生成功能从数据库中获取变电站物理配置信息和虚回路配置信息, 整理成后期打印标签和解析标签所需的数据格式, 生成标签文件, 包括光缆、尾缆标签, 纤芯标签和光配口标签 3 个文件; 另一方面把数据库文件转换成手持终端便于加载和识

收稿日期: 2015-01-20; 修回日期: 2015-08-20

基金项目: 国家电网公司科技项目(5210EF140004)

Project supported by the Science & Technology Project of SGCC(5210EF140004)

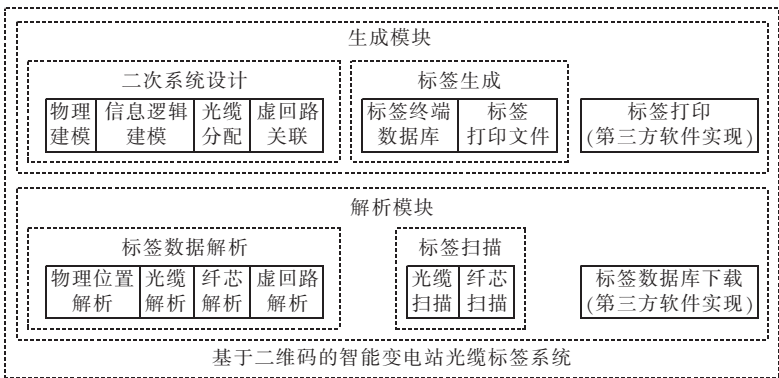


图 1 光缆标签系统总体架构图

Fig.1 Overall architecture of optical cable label system

别的标签数据库文件,在库中存储光缆物理连接信息和虚回路信息。

光缆标签文件格式为 Excel 表格方式,标签打印功能使用第三方的标签打印机自带软件实现,标签打印机软件能够链接 Excel 格式的光缆标签文件,编辑标签格式模板后,直接打印出光缆标签。

标签数据解析功能和标签扫描功能运行于 iPad 上,主要用于图形化展示变电站配置、二次系统连接信息以及二维码标签扫描。展示内容包括小室布置、屏柜配置、光缆联系、纤芯连接、虚端子信息。使用标签扫描功能,扫描光缆标签上的二维码,二维码中的标记字符类型若属于光缆二维码则展示光缆中的纤芯信息,若属于纤芯二维码则展示该纤芯中的虚端子信息,并支持各级信息导航浏览。

1.3 系统数据库设计

根据二维码光缆标签系统所需实现的功能,将智能变电站站内的二次系统信息分解为如表 1 所示的数据库表,由设计单位在生成模块中使用二次系统设计功能完成数据库的构建,并存储在 PC 机上,使用标签数据生成功能将数据库转换成 iPad 手持终端易于解析的 sqlite 数据库文件,同时导出 Excel 格式的标签文件。

表 1 系统数据库表
Table 1 System databases

数据库表名	存储内容
小室表	存放工程中的场地及小室信息
屏柜表	存放工程中的屏柜信息,包括屏柜名称、所属小室等
屏柜连接表	存放工程中的屏柜间的关联关系,主要包括是否使用光配架,以及屏柜间是否经过转接
间隔表	存放工程中的间隔信息,主要包括间隔编号、名称、电压等级
装置表	存放工程中的装置信息,包括名称、型号、厂家、所属屏柜及间隔等
板卡表	存放工程中装置的板卡信息,主要包括板卡位置、型号
端口表	存放工程中装置板卡上的端口信息,主要包括端口所属板卡、端口名称、成组序号、收发装置的类型、收发方向的端口号
虚端子表	存放工程中装置的虚端子信息,主要包括虚端子所属装置、虚端子类型、虚端子方向、虚端子描述、虚端子路径
虚端子连接表	存放工程中的虚端子连接信息,包括收发的虚端子序号及直采直跳标记
信息逻辑表	存放工程中的信息逻辑连接信息,包括信息逻辑名称、描述、信息类型、成组序号、收发装置的序号及收发装置的端口号
线缆表	存放工程的光缆、尾缆连接信息,包括屏柜序号和光缆、尾缆编号等
纤芯连接表	存放工程中的光缆、尾缆的纤芯信息,包括纤芯所属的光缆、尾缆序号,纤芯所连接的端口号,纤芯号、纤芯色标、备用标记等

2 光缆标签格式设计

2.1 光缆标签

光缆标签用于标示屏柜间的光缆信息。标签上的文字信息主要描述光缆的起点屏柜、终点屏柜、光缆编号、光缆规格等基本信息;标签上的二维码是光缆的数据库入口,可以通过二维码标签扫描,快速展现该光缆内的纤芯信息。光缆的标签样式如图 2 所示,图中 S 表示起点,E 表示终点,后同。

2.2 光纤标签

装置端口光纤标签用于标示装置端口处所连接的纤芯信息。标签上的文字信息主要描述光纤的起点端口、终点端口、所属光缆编号、光纤序号等基本

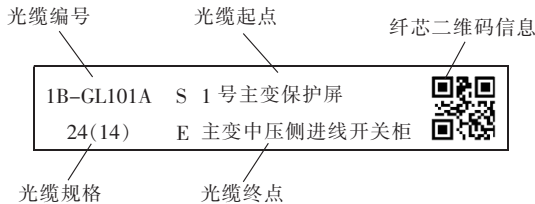


图 2 光缆标签样式

Fig.2 Format of optical cable label

信息;标签上的二维码是光纤的数据库入口,可以通过二维码标签扫描,搜索光纤回路和虚回路的关系,快速展现该光纤中传输的具体虚回路信息,并且可以进一步了解纤芯连接端口所属装置的全部虚端子信息。光纤的标签样式如图 3 所示。

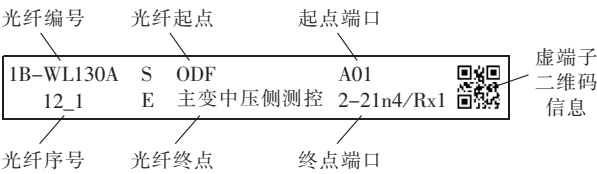


图 3 光纤标签样式
Fig.3 Format of optical fiber label

2.3 光纤配线架标签

光纤配线架(ODF)标签用于标示光配端口所熔接的纤芯信息。光纤配线架标签与光纤标签格式类似,由于受到粘贴面积限制,对标签上的文字信息进行了简化,省略了屏柜信息,缩短了标签长度,便于粘贴在光纤配线架专用的标签卡内。光纤配线架的标签样式如图 4 所示。

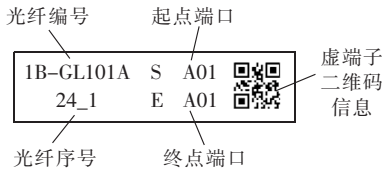


图 4 光纤配线架标签样式
Fig.4 Format of ODF label

3 光缆标签生成系统的实现

3.1 二次系统设计

系统提供设计单位使用的变电站二次系统设计功能:首先构建变电站二次系统物理位置、装置型号、装置配置、组屏方案的信息模型;然后构建变电站二次系统回路原理,包括装置、交换机间的端口连接关系及所传输的信息类型,软件根据回路原理建模的信息,识别出屏柜连接关系及屏柜间所需的纤芯数,按照同一小室内使用尾缆、不同小室和户外场

地内使用光缆的原则选择光缆或尾缆,按照软件设定的工程光缆、尾缆规格分配光缆和尾缆的最终纤芯数;最后构建变电站的逻辑回路虚端子连接信息。软件将工程中所有的装置与智能电子设备(IED)能力描述 ICD(IED Capability Description)文件关联,解析出通用面向对象的变电站事件 GOOSE(Generic Object Oriented Substation Event)以及采样值 SV(Sampled Values)虚端子,然后根据回路原理建模时的关联关系,识别出有信息交互的装置及其连接端口,由设计软件依次选择输入和输出虚端子,完成逻辑回路建模。

3.2 标签数据文件生成

与光缆标签格式设计对应,标签数据文件分为光缆标签文件、光纤标签文件和光纤配线架标签文件 3 种类型。

光缆标签文件按屏柜输出屏柜间光缆连接信息。软件从数据库中遍历屏柜的光缆信息,包括起点屏柜名称、终点屏柜名称、光缆编号和规格,二维码标签中的内容是光缆标记字符、起点屏柜索引和光缆名称索引。

光纤标签文件按光缆所连接跳纤或尾缆纤芯,输出装置端口连接信息。软件从数据库中遍历每个光缆的纤芯信息,包括起点和终点的屏柜、装置,端口名称和端口间所连接的纤芯所属光缆编号、纤芯序号。二维码标签中的内容是纤芯标记字符、起点端口索引。光纤标签文件如表 2 所示,纤芯二维码一列即所生成的二维码字符串信息。

光纤配线架标签文件与光纤标签文件的生成方法类似,只是在最终打印标签时使用光纤配线架标签模板打印。

表 2 光纤标签文件
Table 2 File of optical fiber labels

纤芯序号	所属屏柜	光缆编号	纤芯编号	起点设备	起点端口	终点设备	终点端口	纤芯二维码
1	1号主变 10kV 侧分支 1 开关柜	TX001	1_1	主变分支 1 差动合并单元	13P/Tx01	ODF-A	A01	F:53
2	1号主变 10kV 侧分支 1 开关柜	TX002	1_1	主变分支 1 差动合并单元	13P/Rx01	ODF-A	A02	F:54
3	1号主变 10kV 侧分支 1 开关柜	TX003	1_1	主变分支 1 智能终端	4P/Tx01	ODF-A	A03	F:55
4	1号主变 10kV 侧分支 1 开关柜	TX004	1_1	主变分支 1 智能终端	4P/Rx01	ODF-A	A04	F:56
5	1号主变 10kV 侧分支 1 开关柜	TX005	1_1	主变分支 1 后备合并单元	13P/Tx01	ODF-A	A05	F:63
6	1号主变 10kV 侧分支 1 开关柜	TX006	1_1	主变分支 1 后备合并单元	13P/Rx01	ODF-A	A06	F:64
7	1号主变 10kV 侧分支 1 开关柜	TX007	1_1	主变分支 1 智能终端	5P/Tx01	ODF-A	A07	F:65
8	1号主变 10kV 侧分支 1 开关柜	TX008	1_1	主变分支 1 智能终端	5P/Rx01	ODF-A	A08	F:66
9	1号主变 10kV 侧分支 1 开关柜	TX009	1_1	主变分支 1 智能终端	5P/Tx02	ODF-A	A09	F:67
10	1号主变 10kV 侧分支 1 开关柜	TX010	1_1	主变分支 1 智能终端	5P/Rx02	ODF-A	A10	F:68
11	1号主变 10kV 侧分支 1 开关柜	TX011	1_1	主变分支 1 后备合并单元	13P/Tx02	ODF-A	B01	F:141
12	1号主变 10kV 侧分支 1 开关柜	TX012	1_1	主变分支 1 后备合并单元	13P/Rx02	ODF-A	B02	F:142
13	1号主变 10kV 侧分支 1 开关柜	TX013	1_1	主变分支 1 差动合并单元	15P/Tx01	ODF-A	B03	F:79
14	1号主变 10kV 侧分支 1 开关柜	TX014	1_1	主变分支 1 差动合并单元	15P/Rx01	ODF-A	B04	F:80
15	1号主变 10kV 侧分支 1 开关柜	TX015	1_1	主变分支 1 后备合并单元	15P/Tx01	ODF-A	B05	F:81
16	1号主变 10kV 侧分支 1 开关柜	TX016	1_1	主变分支 1 后备合并单元	15P/Rx01	ODF-A	B06	F:82
17	1号主变 10kV 侧分支 1 开关柜	TX017	1_1	主变分支 1 智能终端	4P/Rx02	ODF-A	B07	F:83
18	1号主变 10kV 侧分支 1 开关柜	TX018	1_1	主变分支 1 智能终端	4P/Tx02	ODF-A	B08	F:84

3.3 二维码标签生成

二维码标签由标签打印机的编辑软件生成;首先使用标签打印机提供的打印软件按照光缆标签格式编辑标签模板;然后使用打印软件的数据库连接

功能将模板中的数据与标签文件的列数据关联;最后选择需要打印的标签文件数据,完成标签打印。标签中二维码由打印机编辑软件将标签数据文件中的二维码标签字段编码生成,打印出的标签见图 5。

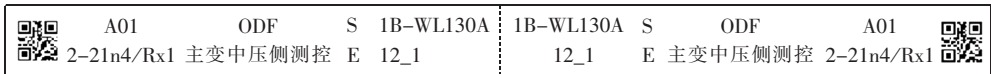


图 5 打印标签示例
Fig.5 A printed label

4 光缆标签解析系统的实现

4.1 手持终端数据解析功能

系统提供调试单位使用的手持终端数据解析功能。手持终端为 ipad,数据库采用 sqlite 文件数据库,采用 IOS7 以上系统,开发环境采用 XCODE 6.1。

解析功能的实现如图 6 所示,通过软件设置功能加载工程数据库,支持物理信息解析、光缆信息解析、纤芯信息解析和虚端子信息解析。

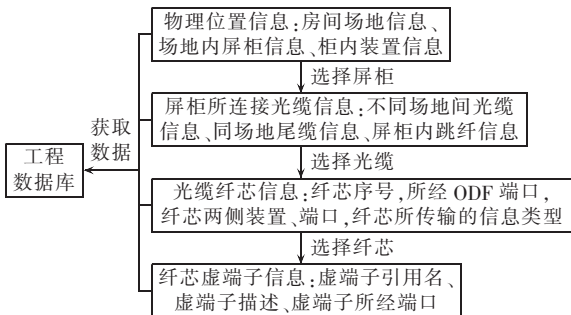


图 6 解析功能模块
Fig.6 Analysis module

界面采用 IOS 系统提供的 UIKit 框架实现;使用视图控制器作为基础容器,界面之间的切换使用导航控制器作为子容器实现,界面中的图形采用可缩放矢量图形(SVG)格式生成,图形中的数据通过数据库接口,从 sqlite 数据库中获取,图形的展示、超链接导航使用 Web 视图控件加载浏览器实现。

4.2 虚实对应数据搜索的实现

解析功能的核心是装置端口与虚端子的虚实对应功能,并将数据最终显示在用户界面中,其搜索方法如图 7 所示。通过纤芯端口在数据库信息逻辑表中获取整个回路原理的路径,通过虚端子连接表获取回路原理中两侧设备的虚端子关联记录,根据回路原理类型、网络类型最终确定纤芯中传输的虚端子信息。

4.3 二维码标签扫描功能

二维码扫描功能使用 IOS 系统的 AV 视频框架实现,打开手持终端的摄像头,获取二维码标签上的二维码图像,之后使用 ZBar 二维码解析库解析该二维码图像获取编码字符,根据字符中的光缆标记字符和纤芯标记字符,分别进入光缆纤芯解析界面和

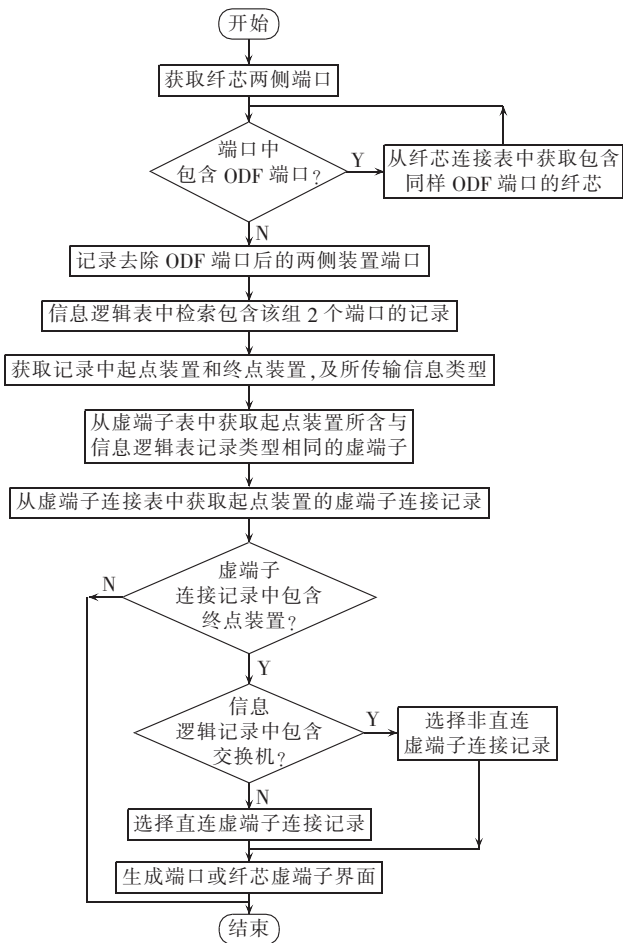


图 7 虚实对应搜索方法

Fig.7 Flowchart of virtual-physical terminal matching
纤芯虚端子解析界面,完成二维码标签扫描功能。

5 结语

本文针对目前智能变电站二次系统过程层光缆标签只能表达装置物理连接关系,无法直观地表达二次系统虚回路信息的问题,提出了基于二维码的光缆标签系统设计方案,方案包括生成系统实现方法和解析系统实现方法。

针对生成系统开发了二次系统设计功能和二维码标签生成功能软件,与目前常用的标签打印机接口,完成现场标签的打印工作。针对解析系统开发了手持终端数据解析功能和二维码标签扫描功能,直接将手持终端数据库通过图形化的界面展示给调试

人员,界面中能够实现虚实数据的对应,通过扫描现场的二维码光缆标签,直接获取调试人员关心的信息,提高了调试和运维的效率。

参考文献:

- [1] 林俊,胡华威. 智能变电站中基于 CAD 的图形化模型设计软件开发方案[J]. 电力自动化设备,2012,32(9):142-148.
LIN Jun,HU Huawei. Software development scheme based on AutoCAD for graphical model design of smart substation [J]. Electric Power Automation Equipment,2012,32(9):142-148.
- [2] 周晓龙. 智能变电站保护测控装置[J]. 电力自动化设备,2010,30(8):128-133.
ZHOU Xiaolong. Protection and measuring-control devices in smart substation[J]. Electric Power Automation Equipment,2010,30(8):128-133.
- [3] 蒋宏图,袁越,杨昕霖. 智能变电站一体化信息平台的设计[J]. 电力自动化设备,2011,31(8):131-134.
JIANG Hongtu,YUAN Yue,YANG Xinlin. Design of integrated information platform of smart substation[J]. Electric Power Automation Equipment,2011,31(8):131-134.
- [4] 何磊,田霞. IEC61850 SCL 配置文件测试工具的设计与实现[J]. 电力自动化设备,2012,32(4):134-137.
HE Lei,TIAN Xia. Design and implementation of test tool for IEC61850 SCL configuration file[J]. Electric Power Automation Equipment,2012,32(4):134-137.
- [5] 吴威,宋亮亮. 江苏电网 500 kV 智能变电站建设技术综述[J]. 江苏电机工程,2013,32(6):51-54.
WU Wei,SONG Liangliang. Review on 500kV substation construction technology in Jiangsu Power Grid[J]. Jiangsu Electrical Engineering,2013,32(6):51-54.
- [6] 秦理. 基于无线射频识别的电力设备全寿命周期管理[J]. 南方电网技术,2014,8(3):119-123.
QIN Li. The RFID-based whole life-cycle management of electrical equipments[J]. Southern Power System Technology,2014,8(3):119-123.
- [7] 曾晓辉,文成玉,陈超,等. 基于二维码的移动巡检新系统的设计

与实现[J]. 电子技术应用,2014,40(9):122-125.

ZENG Xiaohui,WEN Chengyu,CHEN Chao,et al. Design and implementation of a new mobile inspection system based on two-dimensional code[J]. Computer Technology and Its Applications,2014,40(9):122-125.

- [8] 安同溪,王备. 二维码在设备移动管理平台中的应用分析[J]. 电力信息化,2013,11(5):93-96.

AN Tongxi,WANG Bei. Applied analysis of two-dimensional code to mobile equipment management[J]. Electrical Power Information Technology,2013,11(5):93-96.

- [9] 王艳玮,张平康,李琪. 二维码在供电企业计量器具管理中的应用[J]. 电力系统自动化,2004,28(4):85-87.

WANG Yanwei,ZHANG Pingkang,LI Qi. Application of planar bar code technology to electric power supply company's measuring instruments management[J]. Automation of Electric Power Systems,2004,28(4):85-87.

- [10] 彭金萍,李福安,王艳玮. 基于二维码的电能表防伪封印研制[J]. 电测与仪表,2006,43(9):33-36.

PENG Jinping,LI Fuan,WANG Yanwei. Study on manufacture method of electric meter falsification prevent plumbing based on planar bar code technology[J]. Electrical Measurement & Instrumentation,2006,43(9):33-36.

作者简介:



高磊

高磊(1982—),男,山东青岛人,工程师,硕士,从事电力系统继电保护试验研究工作(E-mail:gaolei.seu@gmail.com);

刘珣(1987—),女,江苏南京人,工程师,硕士,从事电力系统继电保护试验研究工作(E-mail:15261883863@126.com);

袁宇波(1975—),男,江苏镇江人,研究级高级工程师,博士,从事电力系统继电

保护研究管理工作(E-mail:yyb97104@sina.com);

王晓坤(1977—),男,江苏南京人,工程师,硕士,从事智能变电站相关软件产品的开发工作(E-mail:njzw210000@126.com)。

Design and implementation of optical cable label system based on QR code for smart substation

GAO Lei¹,LIU Yu¹,YUAN Yubo¹,WANG Xiaokun²

(1. Jiangsu Electric Power Company Research Institute,Nanjing 211103,China;

2. Nanjing Smart Network Information Technology Co.,Ltd.,Nanjing 211009,China)

Abstract: A kind of smart label based on QR(Quick Response) code is proposed to unify the description of conventional optical cable label in smart substations and the corresponding label system is designed. The label format is specified and the implementation of its generation module and analysis module is introduced. The design unit applies the generation module to generate the design drawings,label files and hand-terminal database,the installation unit prints the labels,and the commissioning unit scans the QR code of optical label to quickly identify the optical cable and obtain its physical connection information and the virtual circuit information transmitted via the optical cable,which realizes the “scan-and-read” of signal circuits and improves the efficiency of commissioning,operation and maintenance.

Key words: smart substation; QR code; optical cables; optical fibers; database; electric substations