

智能计量周转柜在电能表三级库中的应用

为了提升供电所等基层班组的计量器具仓储管理水平,解决基层单位表计库房管理不规范的问题,充分满足供电所零散备表、抢修用表需求。对智能计量周转柜及其在电能表三级库中的应用进行了讨论和研究,所讨论的计量周转柜主要是由主控模块、触摸显示屏、电控锁、条码扫描模块音模块、感应指示灯、感应开关模块、温湿度控制模块和图像拍摄模块组成。智能计量周转柜通过与 SG186 营销业务应用系统接口,可以实现柜内电能表、采集终端智能化仓储管理。通过与 MDS 省级计量中心生产调度平台系统接口实现对周转柜状态的监控和监测。智能计量周转柜实现了供电所三级库房零散及抢修用表存储、领用信息的全过程和智能化管控。

占玉兵 魏巍 王瑞 成海生 邓风平/国电南瑞科技股份有限公司

作推进方案的通知》和 Q/GDW 683—2011《资产全寿命周期管理规范》等多个文件要求,开展计量资产全寿命周期管理是一项全局性、系统性的管理创新工程,需要加快转变管理理念,创新管理方式,统筹处理好安全、效能和周期成本三者的关系,实现资产的全过程、精益化管理。

目前基层供电所库房数量多,分布分散,库存量不大,而且因条件受限,表计存储设施差。资产管理人员为防止表计丢失,只能将零散备表放在库房中,配电抢修人员领取电能表需通过营销计量资产管理人员,影响了夜间及节假日抢修作业。针对这种情况,同时也为了进一步深化计量器具全寿命周期管理,实现供电所全流程信息化、智能化管理,国家电网公司营销部组织各省公司计量专家制定了计量周转柜企业标准,并大力推广电能表计量周转柜。电能表计量周转柜有效地规范了表计的领用流程,满足供电所零散及抢修用表管理需求,进一步提升了供电所电能表资产管理水平。这次工作的大力推广与应用实现了管理员与装表员职责分离,方便了抢修人员在夜间、节假日的快速领表,避免了一次抢修多次往返用电现场的人员、车辆投入,提高了抢修效率,全面支撑“三集五大”营配抢修融合业务。

所讨论和研究的智能计量周转柜是一套基于智能传感技术、多通信融合技术、人工智能技术和集软硬件为一体的智能存储管理系统。所研究的智能计量周转柜采用条码扫描、多媒

0 引言

国家电网公司“三集五大”体制改革进入深化阶段,按照“一型五化”大营销体系的建设要求,各省公司已基本完成计量业务的省级集中,逐步实现计量器具的集中检定与统一配送。计量资产的集中集约管理已成为计量中心的核心业务之一。计量资产精益化管理需要以全寿命周期管理为基础,需要信息化系统的技术支撑,需要大数据挖掘与分析的工具辅助,才能实现整个业务流程的在线监控、闭环管理以及全过程质量管控,达到专业化管理要求。

根据国家电网公司已经发布的《国家电网公司资产全寿命周期管理(SG-LCAM)框架体系》、营销计量〔2013〕43号《国家电网公司营销部关于印发计量资产全寿命周期管理工



占玉兵/工程师

关键词/Keywords

智能计量周转柜 ·
电能表三级库 ·
SG186 ·
MDS ·

体引导等技术，与 SG186 营销业务应用系统和 MDS 省级计量中心生产调度平台系统进行无缝衔接，可在无人值守情况下，通过自动识别 SG186 营销业务应用系统工单和电能表上的条形码，实现供电所零散及抢修用表存储、领用的全过程管控^[1]。

1 智能计量周转柜装置介绍

智能计量周转柜采用模块化拼装结构，一个主控单元可以控制所有模块，根据用户需求可进行左拼也可以进行右拼，拼装灵活自由。能放置单相智能电能表、三相智能电能表和用电信息采集终端。一个存储柜可存储 70 只单相电能表或 49 只单相电能表和 8 只三相电能表。箱体采用立柱横梁焊接结构，强度高，承载量大，便于拼装。箱体采用镀锌钢板材质，门和底座厚度为 2 mm，其余厚度为 1.5 mm，表面电泳涂装处理。具备防锈、防水、防腐蚀和耐磨。

1.1 计量周转柜方框图

图 1 为计量周转柜方框图。计量周转柜采用工业级平板电脑作为周转柜的主控机器，通过 RS 232 或 USB 接口连接无线条码枪、多线扫描模块和指纹模块及摄像头。通过 CAN 总线和下位机（主控板）进行通信和数据交互，主控板通过 RS 485 通信方式采集电控锁、感应指示灯、储位传感器、柜门感应开关和温湿度控制器的状态和数据，将采集到的数据传给上位机（平板电脑），上位机根据采集到的数据状态做出相应的判断和控制，通过接口程序将出入库信息、储位状态、盘点数据和柜门状态等传给营销系统和计量生产调度平台系统。计量周转柜控制软件系统安装在平板电脑上通过以太网口接入电力营销局域网。温湿度控制器根据温度和湿度的变化控制加热器和风扇的运行，而从保证电能表存储恒温恒湿的环境。通过内置的功放带动扬声器提供周转柜智能语音引导，方便用户操作。

智能计量周转柜的关键技术是对表位上单相或三相电能表的正确感知。在众多的传感方式中，光电检测方法具有准确度高、反应快、非接触和结构简单等优点，非常适合周转柜的应用。TCRT5000 是应用较广泛的光电传感器，加上二级比较电路，增加了电路的可靠性，如图 2 所示。

在器件上方安装有透明隔板的情况下，可以通过调节 TCRT5000 发光管的电流减少隔板反光的影响。经测试，光电传感模块工作稳定、可靠。

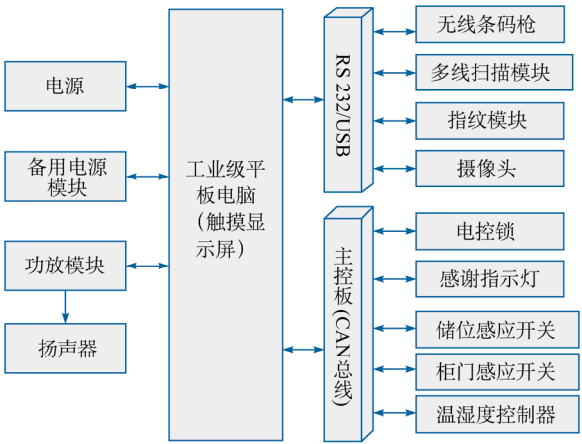


图 1 计量周转柜方框图

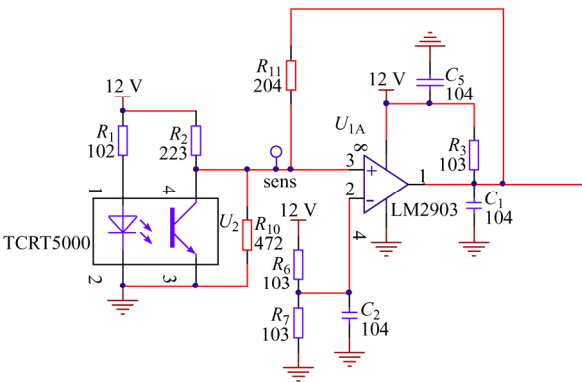


图 2 周转柜储位检测电路图

计量周转柜主控板担负着表位各信号的采集和控制信号的输出，以及与工控主机的信息交互、报警等工作。主控板包含有电源模块、蜂鸣器报警和电动机门锁控制、以太网通信等电路。考虑到任务数和适时性，主控板控制芯片采用 ARM 32 位 Cortex M3 系列 STM32F207 单片机。由于表位多达 70 个，需要众多的 GPIO 管脚来控制 LED 指示灯和接收传感信号，因此增加多片 74LV164 作 IO 口扩展。每路信号都经过光耦隔离以增加安全性和可靠性。

2 智能计量周转柜系统功能及界面

2.1 计量周转柜系统基础功能

2.1.1 系统设置

支持对设备的基础信息的设置，如储位信

息、设备型号、档案信息和网络通信参数等^[2]。

2.1.2 身份认证

1) 通过输入操作员账号(工号)和密码的方式进行身份认证。

2) 周转柜操作员账号(工号)和密码宜与营销业务应用系统共用,操作员权限在营销业务应用系统中分配。

3) 操作员账号(工号)的输入方式应支持:手动输入、条码扫描或RFID卡扫描的方式。手动输入:操作员在触摸显示屏上手动输入账号(工号);条码扫描:将操作员账号(工号)转换为条码并利用条码扫描器读取信息。

2.1.3 储位管理

1) 提供对储位单元的禁用和启用功能,储位单元禁用后,系统将不引导操作员在该储位存放设备。

2) 在进行禁用的过程中,如果所禁用的储位单元上存放有设备,需要提示操作员进行移位。

2.1.4 智能引导

设备操作具备语音提示及指示灯引导功能,能引导操作员按提示进行开关柜门、存取设备和盘点等操作,并能对错误操作进行告警提示。

2.1.5 程序升级

1) 支持远程升级和本地升级两种方式。

2) 远程升级。提供定时检查更新包的功能,允许管理员自行设置更新时间;提供更新方式的设置,支持重启后自动更新或收到更新包后提醒操作员更新两种方式。

3) 本地升级。周转柜具备本地升级接口,可本地导入更新包进行程序升级。

2.2 计量周转柜系统应用功能

2.2.1 入库管理

1) 入库管理功能包括配送入库和领出未装入库两种。

2) 配送入库采用扫描工单条码和输入工单号两种方式发起业务操作,领出未装入库采用扫描计量器具资产条形码和输入计量器具资产条形码两种方式发起业务操作。

2.2.2 出库管理

1) 出库管理功能包括装表出库、预领出库、抢修预领出库和返回配送出库4种。

2) 装表出库、预领出库和返回配送出库可

采用扫描工单和输入工单号两种方式发起业务操作,抢修预领出库为无工单方式的出库操作。

3) 计量器具出库应采用先检先出与先进先出相结合的策略。

2.2.3 库存盘点

1) 库存盘点功能包括周期盘点和强制盘点两种。

2) 周转盘点采用扫描工单和输入工单号两种方式发起业务操作。

3) 当监测到储位实时状态信息与记录的库存信息不一致时,周转柜在界面中通知操作员进行强制盘点,未完成强制盘点不允许进行出入库操作。

2.2.4 超期告警

1) 对于计量器具领出安装未按设定时间归档进行告警,包括装表出库超期、预领出库超期两种。

2) 对于所存储计量器具超过设定检定周期,库龄超过设定周期进行告警。

2.3 计量周转柜系统监控功能

2.3.1 库存状态监控

实时监控各存储对象库存变化情况,存储对象库存量低于设定值时,自动记录和告警。

2.3.2 储位状态监控

具备储位状态实时监控功能,出现储位存储异常的情况,自动记录和告警。

2.3.3 柜门开关记录

具有钥匙开门的开门时间及操作内容记录和正常业务操作时未关门的记录。

2.3.4 网络状态监控

具备网络状态监控功能,在出现网络异常的情况下,自动记录和告警,并记录网络异常期间储位的状态变化。

2.3.5 停电记录

具备停电记录功能,恢复供电后,对停电前后储位状态变化进行分析,状态不一致应告警。

2.3.6 温湿度监控

1) 提供温湿度越限报警阈值及监控模块后停阀设置功能,也可设置工作和非工作模式。

2) 当温湿度低于报警阈值下限或高于报警阈值上限时,自动记录和告警。

3) 在工作模式下,当温度低于启动阈值时,

起动加温模块，当温度高于停用阈值时，停用加温模块；当湿度高于起动阈值时，起动除湿模块，当湿度低于停用阈值时，停用除湿模块。

2.4 计量周转柜系统界面

周转柜系统软件采用基于 B/S 架构，采用 JAVA 开发，部署在 TOMCAT 服务器上，运行操作系统为 Windows XP。图 3~图 7 为周转柜系统界面。



图 3 系统登录界面



图 4 系统出库界面图



图 5 系统入库界面图



图 6 系统盘点界面图



图 7 单台测试装置示意图

3 智能计量周转柜接口设计

如图 8 所示，周转柜与外部系统接口主要由两部分组成。一是周转柜与营销业务应用系统接口，主要负责周转柜与营销业务应用系统的业务交互；二是周转柜与生产调度平台的接口，主要负责周转柜监控部分的数据交互。子营销业务系统及计量生产调度平台系统接口采用 Web Service 中间库的方式，和下位机通信采用串口方式^[2]。

周转柜与营销业务应用系统接口，主要负责周转柜与营销业务应用系统的业务交互；包括人员登录验证、周转柜档案信息同步、储位状态设置、出入库明细下载、出入库明细上传、盘点任务下发、储位信息下载和盘点结果上传等。

周转柜与计量生产调度平台接口，主要负责周转柜监控数据交互，包括计量器具资产信息同步、告警规则阈值下发、告警信息上传、监控信息上传、储位信息上传和图象记录上传等。

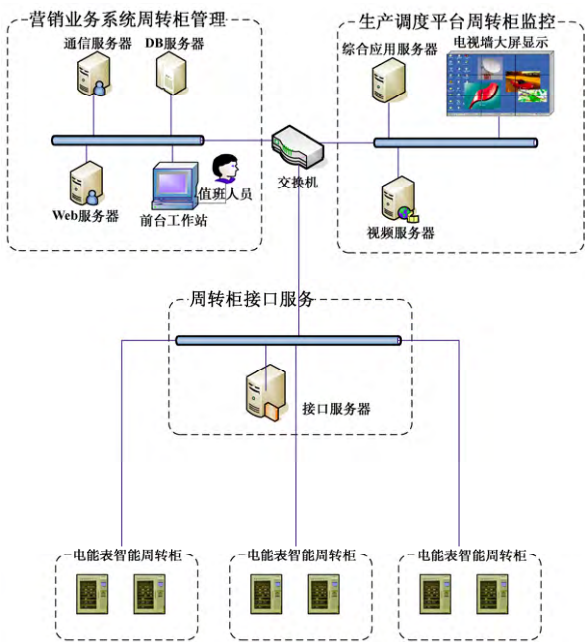


图 8 周转柜与外部系统接口设计示意图

4 智能计量周转柜在电能表三级库中的应用

目前，国家电网公司推行的省级计量中心建设，已经在网省公司层级完成了相关设备、系统和体系的建设。各网省的计量中心都已具备一定规模，可以承担本省的计量生产器具和设备的集中检定、集中仓储、统一配送和统一监督的工作。下一步的工作就是要建设辐射各地市、各营业点的三级仓储体系，即省级别的省级计量中心、地市级公司级别的二级库房及供电营业点的三级库房。全面满足计量生产的规范性、顺畅化和高效率及体系化。三级库是计量生产三级库房体系的重要组成部分，是供电所针对其营运区域内计量相关工作进行规范且快速反应的重要技术手段和管理机制。作为三级库中最重要的计量器具存取设备，周转柜具有重要功用。周转柜的建设起到支撑三级库房体系中基层环节的支柱作用。

在电能表三级仓储建设模式中，一级仓储采用智能化自动化检定方式，二级仓储需求与仓储统一管控物流化配送，而三级仓储面临着硬件设施与库存监管的不足。需要逐步向自助模式转变，引入智能计量周转柜等设施，进行地市局及县局的二级、三级仓储信息管理工作。

计量周转柜应用服务全部部署在服务端，可解

决供电所服务器资源及信息服务能力不足，供电所数量众多等难题，节省硬件资源投资。设备端采用统一加密终端接入模式，便于统一升级维护，保障设备及其信息安全。图 9 为周转柜与服务端管理组件交互示意图。

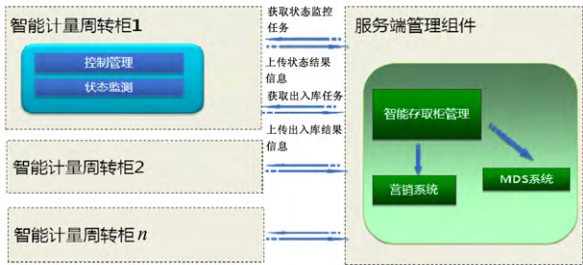


图 9 周转柜与服务端管理组件交互示意图

可以根据供电局（所）的业务量和表计的预期存储量来确定周转柜的容量，周转柜一个存储单元可以存储一个存储柜（可存储 70 只单相电能表或 49 只单相电能表 8 只三相电能表），如图 10 所示。可以配置一个主控模块加多个存储模块来扩大其容量，拼接模块可以左拼也可以右拼，但不能影响单元门的开闭。由于柜体和柜体之间通过 CAN 总线来通信，周转柜的扩展容量与主控模块的 CAN 接口驱动能力和主控板电源的带载能力有关。一般情况下一个主控柜可以带 3 个存储柜，如图 11 所示。

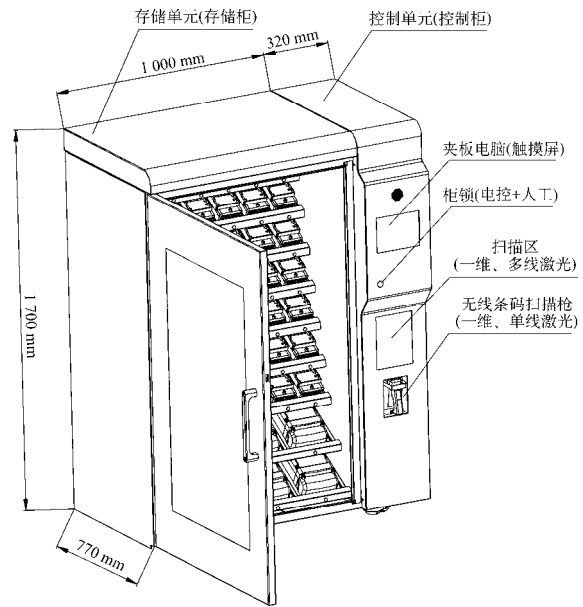


图 10 周转柜结构图

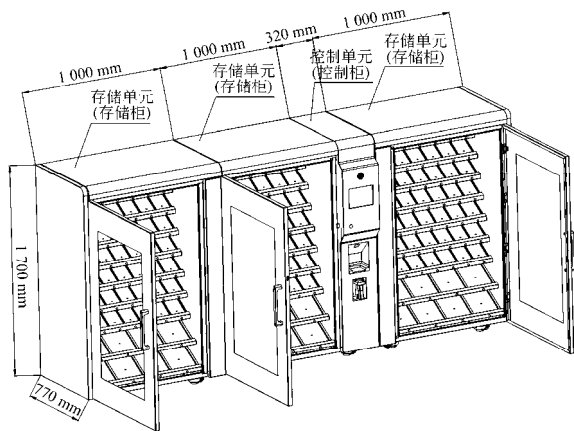


图 11 周转柜拼接示意图

5 结束语

就智能计量周转柜及其在电能表三级库中的应用进行了深入的分析和研究，提出了智能计量周转柜装置的组成和框架图，阐述了系统界面图以及与 SG186 营销业务系统和 MDS 计量生产调度平台系统的接口方式，最后讨论了周转柜在三级库中的具体实施和应用。智能周转柜系统作为智能表库的延展和智能化供电所建设的需求，为市、县和乡镇供电所提供智能周转柜管理，优化了工作流程，提高了工作效率，减少了工作偏

差。系统与 SG186 系统互联，实现了表计全寿命周期管理，达到计量器具的可控在控，进一步提高了表计智能化管理水平。

参考文献

[1] 李学永,夏桃芳,林华,等. 电能表智能周转柜：中国, 103129853 A[P]. 2013-06-05.
[2] Q/GDW 11280-2014 计量周转柜技术规范[S]. 北京：国家电网公司, 2014.

作者简介

占玉兵 (1979-), 男, 工程师, 研究方向为智能用电技术在电网中的应用。
魏巍 (1978-), 男, 工程师, 研究方向为智能用电技术在电网中的应用。
王瑞 (1988-), 男, 工程师, 研究方向为智能用电技术在电网中的应用。
成海生 (1976-), 男, 硕士, 工程师, 研究方向为智能用电技术在电网中的应用。
邓风平 (1987-), 男, 工程师, 研究方向为智能用电技术在电网中的应用。

(收稿日期：2015-12-10) EA
(编辑：崔岩)

(上接第 119 页)

[3] 周开乐,杨善林,王晓佳,等. 基于自适应模糊度参数选择改进 FCM 算法的负荷分类[J]. 系统工程理论与实践, 2014, 34 (5): 1283-1289.
[4] 王文生,王进,王科文. SOM 神经网络和 C-均值法在负荷分类中的应用[J]. 电力系统及其自动化学报, 2011, 23 (4): 36-39.
[5] 李培强,李欣然,陈辉华,等. 基于模糊聚类的电力负荷特性的分类与综合[J]. 中国电机工程学报, 2005, 25 (24): 73-78.
[6] 孙雅明,王晨力,张智晟,等. 基于蚁群优化算法的电力系统负荷序列的聚类分析[J]. 中国电机工程学报, 2005, 25 (18): 40-45.
[7] 顾丹珍,艾芊,陈陈. 一种基于免疫网络理论的负荷分类方法[J]. 电网技术, 2007, 31 (S1): 6-9.
[8] 白雪峰,蒋国栋. 基于改进 K-means 聚类算法的

负荷建模及应用. 电力自动化设备[J], 2010, 30 (7): 80-83.
[9] 赵永良. 用电信息采集系统本地通信方式对比研究[J]. 电力系统通信, 2010, 31 (26): 50-54.
[10] 洪军,余立莱,黄兆星,等. Fuzzy ISODATA 聚类分析方法的设计[J]. 计算机与数字工程, 2009, 37 (6): 19-20, 28.
[11] 吴军基,杨伟,葛成,等. 基于 GSA 的肘形判据用于电力系统不良数据辨识[J]. 中国电机工程学报, 2006, 26 (22): 23-28.

作者简介

易永仙 (1988-), 男, 工程师, 主要研究方向为用电信息采集。

(收稿日期：2015-12-10) EA
(编辑：崔岩)