

低压电能计量装置闭环运行管理模式探索与应用

马 亮,赵 睿,谢 烽

(国网浙江绍兴供电公司,浙江 绍兴 312000)

Research and application of low voltage electric energy measure device closed-loop operation management model

MA Liang, ZHAO Rui, XIE Feng

(State Grid Shaoxing Power Supply Company, Shaoxing 312000, China)

摘要:低压电能计量装置由于运行时间长、人为破坏和材质等原因而损坏严重,计量故障频发,电力公司尚未建立有效的故障消缺和日常维护方案。创新提出融合计量装置现场巡视与电能表周期核抄的低压电能计量装置闭环运行管理模式,建立计量装置缺陷分散式收集、智能化定级、流程化整改、闭环式管控、分级式监督的作业模式,并同步开发SG186营销业务应用系统功能模块和移动作业终端应用程序,实现计量装置现场运行状况的可控在控,强化计量资产全寿命周期管理。闭环运行管理模式在绍兴供电公司的推广应用成效显著。

关键词:低压电能计量装置;现场巡视;闭环运行管理模式

Abstract: Low voltage electric energy measure device has been damaged severely because of long operation time, artificial damage and material quality, and frequently causes measure device failures. However, power company has not established effective fault elimination and routine maintenance program. The closed-loop operation management mode of low-voltage electric energy metering device which fuse on-site inspection of metering devices and periodic check of electricity meters is innovatively put forward. The operation mode of distributed collection, intelligent grading, process rectification, closed loop control and hierarchical supervision for defects of metering devices is established. Function module of SG186 marketing business application system and application program of mobile operation terminal are developed, realizing control of the measure device operating condition, and strengthening life-cycle management of measurement assets. The management model has been popularized and applied in Shaoxing power supply company, and the benefit is remarkable.

Key words: low voltage electric energy measure device; on-site inspection; closed-loop operation management model

中图分类号:TM933.47 文献标志码:B

0 引言

随着我国智能配电网建设^[1]和城乡电网改造的不断深入,低压电能计量装置全面安装覆盖,浙江省现运行计量箱约有1 500万只。由于设计标准低、运行时间长、人为损坏和材质等原因,铁制计量箱存在箱体变形、腐烂、箱门遗失、窥视镜损坏、进线铜牌氧化和户号牌丢失等缺陷隐患,农村地区部分塑料制单表箱箱体破损严重^[2]。此外,电能表和采集终端随着运行时间的增加,时钟异常^[3]和电池失压^[4]等诸多故障频发。由于电力公司未主动开展缺陷隐患排查和收集,大量计量装置带隐患运行,严重影响计量准确性,客户报修率也居高不下。同时,现行的故障消缺与维护方案缺乏闭环监督,无法保证隐患整改质量。

收稿日期:2018-07-08;修回日期:2018-07-29

基金项目:国网浙江省电力有限公司信息化项目(B311SX18003Q)

This work is supported by Information Project of State Grid Zhejiang Electric Power Limited Company(No. B311SX18003Q)

本文通过设计低压电能计量装置闭环运行管理模式,建立计量装置缺陷分散式收集、智能化定级、流程化处理、闭环式管控、分级式监督的作业模式,开发SG186营销业务应用系统功能模块和移动作业终端应用程序,实现运行电能计量装置的全流程闭环管理。闭环运行管理模式在绍兴供电公司的推广和应用成效显著。

1 低压电能计量装置闭环运行管理模式设计

随着“全能型”供电所建设和城区低压营配业务末端融合的实施,供电公司各个低压台区划分了管理责任人,城区(农村)由片区(台区)经理负责其辖区内电力供应,责任人片区化、网格化地开展电力工作。基于现行的供电区域责任人分配,本文增加台区(片区)经理岗位的计量装置运行管理职责,明确农村地区由台区经理、城区由片区经理作为辖区内低压计量装置设备责任人。设备责任人配合供电公司每年一次的电能表周期核抄业务,同

步开展计量装置现场巡视工作,主动排查和收集计量装置缺陷隐患。

现场巡视过程中,设备责任人完成电能表周期核抄后,通过移动作业终端录入计量装置缺陷隐患并拍摄照片。封印缺失、箱内有杂物等简单缺陷由设备责任人当场消缺。计量箱腐蚀、损坏等复杂缺陷移交装接班长(营业班长)核实,确认无误后安排装接人员消缺,或纳入下一年度改造计划。消缺过程中,设备责任人对辖区内的缺陷整改情况进行跟踪和催办;消缺完毕,设备责任人通过整改照片,进行整改质量验收,必要时可进行现场检查验收。整改工作验收合格后,供电公司资产管理人员通过SG186营销业务应用系统集中开展缺陷信息的核查、过程管控和质量抽检,实现计量装置缺陷流程化闭环管理,确保缺陷处理有处可查、时限可控。低压电能计量装置闭环运行管理模式如图1所示。

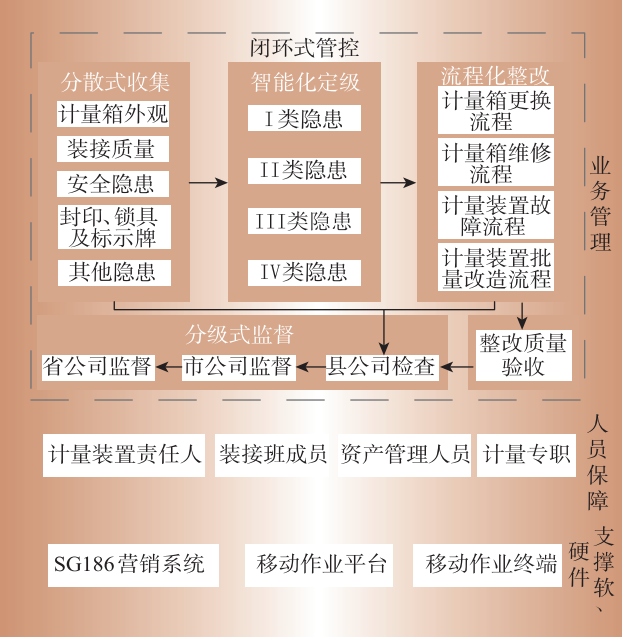


图1 低压电能计量装置闭环运行管理模式体系架构图

Fig. 1 Architecture diagram of closed loop operation management mode of low-voltage power metering device

2 缺陷隐患分散式收集

计量装置设备责任人每年开展一次现场巡视工作,采用移动作业终端抄录电能表示数和收集缺陷隐患信息。巡视结束后,上传隐患信息至SG186营销业务应用系统。缺陷收集时原则上不开箱检查,若发现计量箱内部有严重危及安全缺陷,则开箱检查。现场巡视时需观察的项目如表1所示。

表1 现场巡视工作明细
Tab. 1 Site inspection work details

巡视项目	项目说明
计量箱外观	外观破损、局部锈蚀、窥视窗破损和窥视窗不清晰。
装接质量	计量箱安装是否牢固、安装工艺是否符合要求、电能表和终端是否牢固、接线工艺是否符合要求。
安全隐患	进线开关、出线开关、费控开关老化破损和容量不足、金属计量箱未接地或接地不良。
封印锁具标示牌	计量箱封印、锁具缺失或损坏,电能表封印缺失,各类标示牌缺失。
其他	卡表、本地费控表是否存在剩余电量为0或为负、微型断路器跳闸,电卡插槽存在异物等情况。

表2 计量装置缺陷隐患分类和定级表
Tab. 2 Classification and grading table of potential defects of metering device

序号	缺陷位置	I	II	III	IV
1	计量箱外观	外观破损安全隐患	局部锈蚀、窥视窗破损	窥视窗不清晰	
2	计量箱锁具		锁具缺失或损坏		封印缺失
3	计量箱安装位置	安装不牢固	高度不规范	位置倾斜	
4	进线开关	老化破损	容量不足		
5	出线断路器	老化破损	容量不足、瓷插座		
6	分线端子	老化破损	容量不足		
7	计量箱配线及工艺	老化破损	截面不足	接线零乱	杂物
8	电能表、采集终端	故障		不牢固、倾斜	封印缺失

3 缺陷隐患智能化定级

上传至SG186营销业务应用系统的计量装置缺陷隐患信息,结合定性定量分析,执行如表2所示的缺陷隐患分类定级标准,完成缺陷隐患类别和等级的确定。

4 缺陷隐患流程化闭环整改

供电公司装表接电班班长及供电所营业班长通过SG186营销业务应用系统对所管辖计量装置的缺陷信息和照片进行统一集中核对。核对无误后,确定改造方案,并在SG186营销业务应用系统发起消缺整改流程,流程分类如表3所示。

表3 计量装置消缺整改流程分类
Tab.3 Process classification of elimination and rectification of metering device

流程类别	流程说明
计量箱更换流程	单表位计量箱I、II类缺陷消缺。
计量箱维修流程	单表位计量箱III类缺陷消缺,多表位计量箱I、II、III类缺陷消缺。
计量装置故障流程	电能表、采集设备故障消缺。
计量装置批量改造流程	发现同一台区同一计量装置II、III类缺陷10处以上(本文为II、III类批量缺陷,10处及以下为II、III类零星缺陷),经所辖单位营销项目管理人员审核,列入批量缺陷,纳入次年计量装置批量改造项目。

消缺整改流程发起后,装表接电人员前往现场消缺,并通过移动作业终端记录整改项目和拍摄整改照片。对于逾期未处理的缺陷隐患,设备责任人进行跟踪、催办。消缺完毕,设备责任人通过比对

营销业务应用系统缺陷整改前后照片,进行整改质量验收,必要时进行现场检查验收。II、III类批量缺陷,设备责任人跟踪计量装置改造项目的申报和施工进度,改造完成后,进行现场验收。低压电能计量装置缺陷闭环整改流程如图2所示。

5 运行管理质量分级式监督与考核

5.1 分级式监督

为了保证低压计量装置运行管理质量,建立省、市、县3级计量装置巡视和整改质量监督体系。省计量中心、地市公司客户服务中心资产班、县公司客户服务中心计量班(地市公司客户服务中心装表接电班)资产管理人员分别承担省、市、县(市级直属)运行管理质量监督职责,对计量装置巡视、维修、改造、验收等各环节开展质量监督。

质量监督人员通过SG186营销业务应用系统,

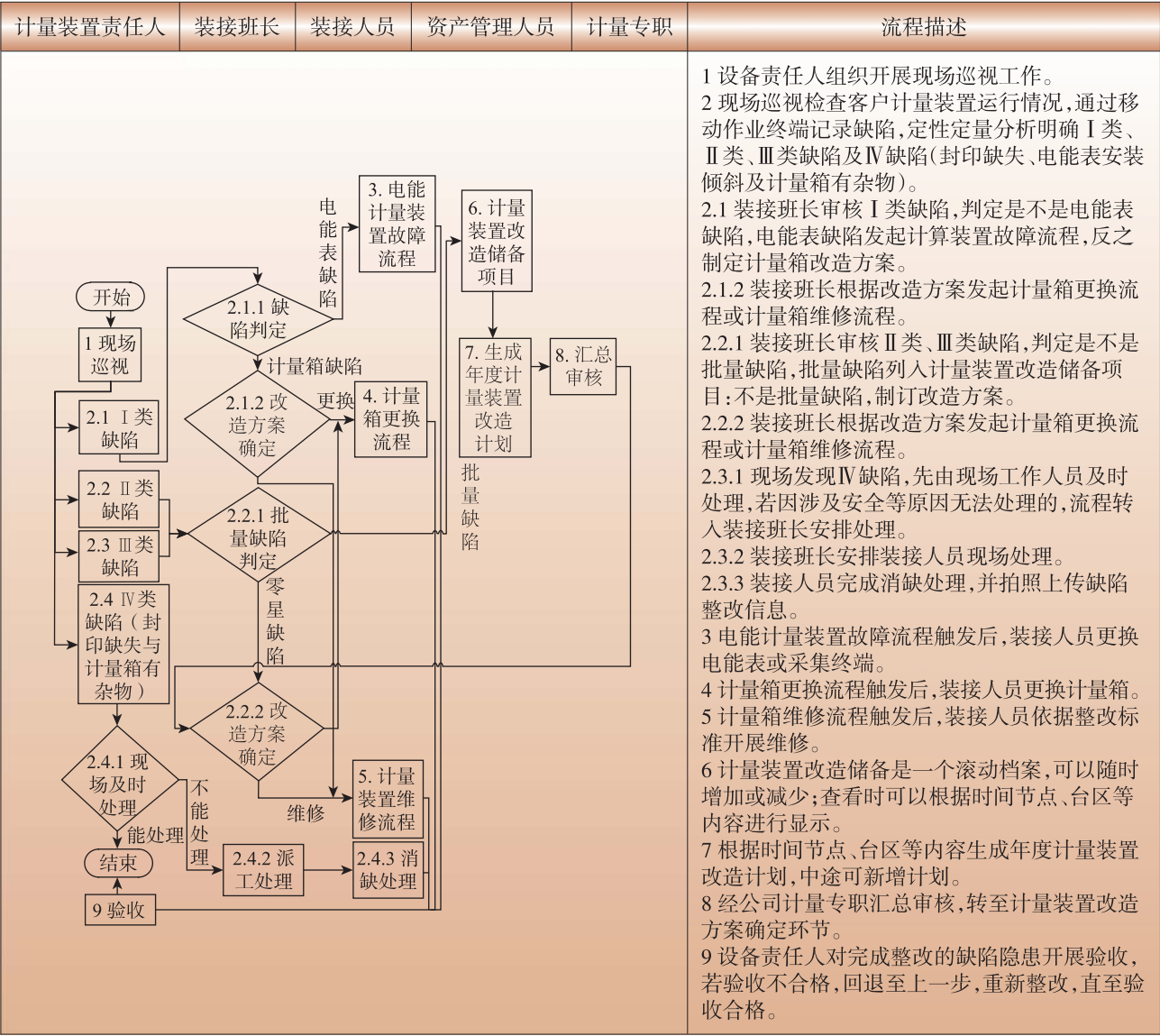


图2 低压电能计量装置缺陷闭环整改流程

Fig. 2 The closed-loop rectification process of defects in low-voltage power metering device

结合计量装置缺陷隐患整改前、后照片,集中开展计量装置缺陷信息的核查、过程管控和质量抽检。质量监督方式以检查系统记录及照片为主,现场复查为辅。各级质量监督部门检查要求如表4所示。

表4 各级质量监督部门检查要求
Tab. 4 Inspection requirements of quality supervision departments

层级	部门	检查周期	检查样本
县级	计量班	每月	对现场巡视、缺陷整改、缺陷验收等工作,分类开展按10%比例抽检。
	装表接电班		
市级	资产班	每月	对县(市级直属)级抽检样本的10%开展再检查工作。
省级	省计量中心	每季度	对市级抽检样本的10%开展再检查工作。

- 各级质量监督部门重点检查以下内容。
- (1) 设备主人巡视工作是否到位。
 - (2) 缺陷信息录入是否正确、齐全。
 - (3) 照片拍摄是否符合规范。
 - (4) 缺陷评价是否正确。
 - (5) 装表接电或现场检验检测人员装接质量是否合格。
 - (6) 缺陷整改是否合格、设备主人验收是否合格。
 - (7) 下级单位监督检查结果是否正确。

质量监督检查结果由SG186营销业务应用系统按月自动生成,检查结果连续2期合格率达到100%后,抽样比例可减少一半,直至最低1%;若出现合格率低于95%,抽样比例提高1倍,最高比例20%。

5.2 考核评价

电力公司依据质量监督结果,按照“分级管理、逐级考核、奖罚并重”的原则,开展考核评价,纳入台区经理月度绩效考核,并由部门营销相关专职提出考核意见,经分管领导审核后落实执行。

6 营销系统功能模块和移动作业终端应用程序设计与开发

浙江省营销和配电相关业务流程均使用SG186营销业务应用系统^[5]完成,电能表周期核抄流程经由营销系统触发后,抄表人员持华云公司cops-35-A-G2-Y型移动作业终端^[6]完成抄表作业。因此,为实现低压电能计量装置运行管理流程化闭环管控,最大限度少量增加基层工作量,本文设计与开发营销系统功能模块和移动作业终端应用程序。结合图1闭环运行管理模式,明确营销系统功能模块和移动作业终端应用程序流程配合关系,如图3所示。

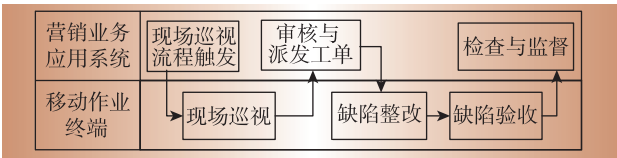


图3 营销系统功能模块和移动作业终端
应用程序流程配合关系

Fig. 3 Marketing system function module and mobile terminal application process cooperation

6.1 现场巡视流程触发模块

本文设计将现场巡视工作嵌套在周期核抄流程中,抄表人员在SG186营销系统发起周期核抄流程时,营销系统对当前抄表段下的用户自动生成现场巡视明细。计量设备责任人在周期核抄时同步完成现场巡视工作,最大限度减少基层人员的工作量。

6.2 现场巡视应用程序

计量装置设备责任人在营销系统生成现场周期核抄任务明细后,明细会自动推送至移动作业终端。设备责任人通过红外抄表模块完成电能表周期核抄工作,通过计量装置拍照和缺陷录入完成现场巡视工作。对于IV类缺陷隐患封印缺失,在应用程序中提供封印施封接口,设备责任人现场当即完成消缺工作。

6.3 审核与派发工单模块

设备责任人完成周期核抄和现场巡视结果会上传至营销系统。供电公司装表接电班班长及供电所营业班长对辖区内计量装置的缺陷信息和照片进行统一集中核对无误后,确定如表3所示的整改流程,并以工单的形式安排装接人员开展消缺工作。

6.4 缺陷整改应用程序

装接班长(营业班长)派发的整改工单会发送至相应人员的缺陷整改应用程序中。装接人员完成缺陷隐患整改后,在缺陷整改应用程序中拍摄整改照片并记录整改内容。

6.5 缺陷验收应用程序

设备责任人辖区内已完成整改的计量装置,待验收目录下会增加验收工单,对于即将或已超时限未整改的计量装置,设备责任人在催办目录下进行整改工作催办。

6.6 检查与监督模块

省计量中心、地市公司客户服务中心资产班和县公司客户服务中心计量班相关人员按表4所示内容开展检查与监督工作。

7 推广和应用成效分析

绍兴供电公司现运行计量箱约有150万只。本文选择绍兴市区服务区、诸暨供电公司和新昌供电公司作为试点,推广和应用本文低压电能计量装置闭环运行管理模式。

7.1 计量装置现场运行状况的可控在控

试点区域累计现场巡视计量箱 61 413 只,发现计量装置缺陷隐患 25 302 个,其中 I 类缺陷隐患 5 819 个,II 类缺陷隐患 4 554 个,III 类缺陷隐患 2 785 个,IV 类缺陷隐患 12 144 个。现场巡视发现的全部缺陷隐患均已完成整改或纳入下一年度改造计划,缺陷整改率达 100%,整改后的计量装置完好率达 100%,计量装置客户报修率为 0。

7.2 供电服务质量的有效提升

闭环运行管理模式的推广和应用,实现与台区(片区)经理制的完美融合,大幅提升台区(片区)经理的属地化现场综合服务能力,进一步强化对低压客户电能表、采集器装接工艺和装接质量的验收把关,有效防范计量错接线、违约用电、窃电和触电隐患,切实规范供用电秩序。截至目前,试点区域均未发生计量类投诉和触电事故,客户服务满意率达到 100%。

7.3 推广应用潜力

全国范围内低压电能计量装置普遍存在缺陷隐患,各网省公司均未主动开展缺陷隐患排查和收集,计量装置长期带隐患运行难以保证其计量准确性。本文提出的管理模式管理框架清晰,细化完善各岗位职责和制度标准,由设备责任人主动收集缺陷隐患并督促完成整改。同时,开发的营销系统和移动作业终端操作方法简便、操作界面友好,在全国其他省份具有推广价值。D

参考文献:

- [1] 梁洪浩,武占河,江大川. 适应智能电网的计量自动化系统实施方案设计[J]. 电测与仪表,2012,49(3):50-53.
LIANG Honghao, WU Zhanhe, JIANG Dachuan. The design of metering automatic system adapted to smart grid [J]. Electrical Measurement & Instrumentation, 2012, 49 (3): 50-53.
- [2] 张美华. 老城区居民电能表箱维修方案建议[J]. 电力需求侧管理,2016,18(3):16-16.
ZHANG Meihua. The maintenance proposal of dwellers' metering tanks in old town[J]. Power DSM, 2016, 18(3): 16-16.
- [3] 吴炼炼. 电能表时钟异常的原因分析与处理[J]. 电力需求侧管理,2017,19(5):57-59.
WU Lianlian. Reason analysis and processing of the abnormal meter clock[J]. Power DSM, 2017, 19(5): 57-59.
- [4] 韩东,孙洋,刘惠颖,等. 智能电能表失电故障的试验分析[J]. 电测与仪表,2017,54(15):97-102.
HAN Dong, SUN Yang, LIU Huiying, et al. Analysis of battery power failure test of smart meter [J]. Electrical Measurement & Instrumentation, 2017, 54(15): 97-102.
- [5] 吕建. 浙江电力营销技术支持系统建设与应用[J]. 电力信息与通信技术,2005,3(5):55-58.
LV Jian. Construction and application of Zhejiang electric power marketing technology supporting system [J]. Electric Power IT, 2005, 3(5): 55-58.
- [6] 李靖波,郭斌. 移动作业终端在供电服务中的应用[J]. 电力需求侧管理,2014,16(2):55-58.
LI Jingbo, GUO Bin. Application of mobile operation terminal in the power supply service [J]. Power DSM, 2014, 16(2): 55-58.

(上接第 64 页)

3.1.5 网源荷协调控制

通过柔性直流互联技术手段,高可靠性示范区内部花瓣型网架结构并实现花瓣间的合环,供电可靠性由目前的 99.999 4% 提高到 99.999 9% 以上。电网合理规划对供电可靠性的提高相当于每年多销售电量 130.575 万 kWh,以每千瓦时电对国民生产总值的贡献值 10.847 元估算,提高供电可靠性可对社会贡献产值达 1 416.347 万元。

3.2 管理效益

通过建设一批规模大、效益好、可复制、可推广的重点示范项目,最大化地实现工业领域用能大户的能源高效集约利用,创新能源服务与交易模式,有效助推区域绿色转型与智慧升级。完成“园区分布式储能协调管理系统”专利申请,分布式储能电站设备的远程监视、协调控制和统计分析,实现对多种能源协调控制、充分消纳新能源、电力需求快速响应以及部分替代应急柴油发电机组的目标。打破园区能源产业链、价值链业务壁垒,产生互补共赢、开放共享的协同

效应,新能源比重明显提高。

3.3 社会效益

科技部《公民节能减排手册》中对 1 kWh 电所产生的能源消耗做了如下说明:每节约 1 kWh 电,就相当于省下了 0.4 kg 标准煤和 4 L 净水,与此同时,还减少了 0.272 kg 碳粉尘、0.997 kg 二氧化碳、0.03 kg 二氧化硫、0.015 kg 氮氧化物等污染物。到 2020 年,园区通过建设改造,规划范围内可降低理论线损 0.01 个百分点,折合电量 0.105 亿 kWh。规划区内主要以火力发电为主,相当于节约 1.26 万 tce、12.6 万 t 水,减少 0.856 5 万 t 碳粉尘、3.141 万 t 二氧化碳、0.094 5 万 t 二氧化硫以及 0.047 25 万 t 氮氧化物的排放。

以国内碳排放交易价格 67.738 元/t 计算,减排的二氧化碳量又可为企业创造相当于 213 万元的利润。D

作者简介:

王琴明(1976),女,江苏苏州人,复旦大学-MIT 合作工商管理硕士,高级经济师、高级技师,主要从事电力营销管理、用电检查等工作。