

# 智能电能表的开盖异常分析及优化

周杰

宁波三星医疗电气股份有限公司 浙江 宁波 315031

**摘要:** 基于智能电能表在实际应用中的开盖记录异常情况,详细分析了其产生原因。在此基础上,针对智能电能表的开盖异常提出以光电检测装置代替传统接触式开关进行优化的建议,对光电检测回路的原理和结构进行分析,通过实验检测论证了优化设计的优越性和可行性。

**关键词:** 智能电能表;开盖记录;接触式开关;光电检测;

随着能源用户用电信息采集系统的普及和使用<sup>[1]</sup>,许多电网公司已经实现了智能电能表的全覆盖。作为直接与电网终端用户交互的设备,智能电能表具有电能计量、数据处理、实时监控、自动化控制、信息交互等功能<sup>[2]</sup>。仪表开路、电池低电压、时钟异常等异常的发生和发生<sup>[3]</sup>。

目前,智能电表事件信息的使用仅限于发生,并没有充分利用事件信息与电表数据的关系来分析用户的异常用电情况。本文提出了一种基于电表开盖情况的异常能耗分析方法。以用户电表的周转时间作为数据分析的时间节点。对数据进行分析,对用电异常的用户进行排查,可以为当地的电检人员提供转介,进一步提高用户检测偷电的能力。

## 一、分析智能电表的结构和功能

智能电表是一种新型的电子式电能表<sup>[1]</sup>,它比旧的机械式电能表结构更复杂,效率更高。主要由计量单元、数据处理单元、通信单元和数据显示单元组成。除了传统电能表的基本电能计量功能外,还有智能电表

能量信息存储、双向万用表测量功能、用户侧控制功能、具有多种数据传输方式的双向数据通信功能、防盗源、功能等智能特性<sup>[2]</sup>。

## 二、智能电表分类及计量特征

造成计量装置异常的原因类型分为以下几大类:

### 1. 计量装置本身材质

在测量电能的过程中,电能测量装置起着重要的作用。电能计量装置的合理性和完整性直接影响最终的计量结果。在进行电能计量工作时,电能计量装置也容易出现各种故障,从而造成问题,如果管理不善,将妨碍后期故障排除工作的实施。电子智能电表显示黑屏或乱码是常见的错误问题。电能计量装置的运行容易受到风吹日晒、极端恶劣环境、人为因素等外界因素的影响。负面影响包括运维工作不及时,维护工作不合理,不能

满足机械设备的运行要求。另外,用户家中的电器更新换代很快,一些大功率的电器设备也逐渐在实践中使用。还有一些居民按照用电规定不合理用电,最终造成。电能计量装置长期处于高负载状态下,这些电能计量装置的使用也伴随着各种故障问题<sup>[1]</sup>。

### 2. 计量装置运行操作失误

一是由于计量装置芯片在运行工作中会带来灰尘,容易造成电路板引脚的断路,使得晶振体不工作,因此要定期对电表的电路板清洁度进行检查,避免引起电流电压值显示不正常;二是由于生产过程中设备工艺制作水平不达标,电表生产环节中的贴片、清洗、焊接、烘干、装配等,很多环节还属于人工操作,会出现操作不规范的现象,因此在校验时应严格控制复查流程,确保电路板元器件焊接、损伤等错误的出现;三是长期运行在较差的环境中,设备容易出现表面腐蚀现象,例如过于潮湿的环境容易造成计量电路烧坏,因此要安装环境监测等传感器,随时监测计量环境,出现表面损伤等现象应立即报警维护。

### 3. 安装不准确

电能计量装置安装过程还比较复杂,接触的电线相线多,需要具有较高技术水平的操作人员按照规范执行,并通过反复的检查,才能确保接线准确。但往往安排安装人员素质水平参差不齐,缺少技术指导的情况下,存在很多未知的风险,一般的故障有,互感器接线错误、二次回路部署位置不对、相线搭接错误等问题,从而导致电路板烧毁等现象。安装不准确对于计量装置来说是致命的损坏,因此要重视安装人员的技术水平,进行统一培训,制定完善的安装说明书,出现疑难问题提供及时的远程支撑。

## 三、开盖记录的异常情况

选择三个较为典型的开盖记录异常的情况进行故障

分析。

故障分析一：抄读编号3340201082000083247089样表开盖记录，次数为11次。最后7次的开盖记录如表1所示。

从电能表的开盖记录中可以看出，大部分开盖事件从发生到结束的过程很短，是非正常开盖事件。拆开表盖后，发现故障原因为开盖按钮损坏脱落。

故障分析二：对编号3330001000100003126120样表开盖记录进行分析。首先，开盖事件次数高达264次，明显异常。另外，最近一次的开盖事件尚未结束，说明故障电能表还处于开盖状态。拆开故障电能表，发现故障原因为其压住开盖按键的开盖按键柱所采用的橡胶材质已经老化。

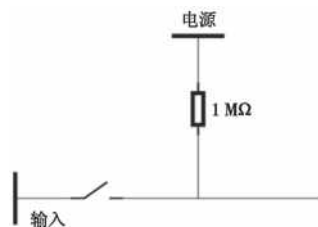
开盖次数	开盖发生时刻	开盖结束时刻
第1次	200422094553	200427131310
第2次	200422094552	200422094553
第3次	200411100953	200411100953
第4次	200411100248	200411100248
第5次	200411100240	200411100240
第6次	200304143022	200306133318
第7次	200304143020	200304143020

故障分析三：抄读编号3340201020200094896058样表开盖记录，如表2所示。

开盖次数	开盖发生时刻	开盖结束时刻
第1次	190816152958	190816152959
第2次	150108112427	150108112428
第3次	140808085212	140808085213
第4次	120817084143	120817084144
第5次	120721171604	120721171605
第6次	120507145415	120507145416

从故障表的开盖记录中可明显发现，每次开盖发生的时间与结束的时间间隔只有1s，间隔时间非常短，为非正常开盖事件。为了明确该故障表开盖记录异常的具体原因，对开盖记录的电路进行分析，如图1所示。通过分析可知，造成开盖记录异常的原因：

1. 电能表开盖按钮质量问题，如老化、损坏。
2. 开盖按键柱问题，如过短、材料老化、材质问题。



#### 四、基于智能电能表开盖事件的用电异常分析方法

为进一步提高用户对异常用电判断的准确性，系统选择性地共享开表前后14天的数据用量。电表开盖事故

报告。用户功耗  $W1$ 、 $W2$ 、 $W3$ 、 $W4$  和线损比  $A1$ 、 $\Delta A2$ 、 $\Delta A3$ 、 $\Delta A1$ 、 $A2$ 、 $A3$ 、 $\Delta A4$ 。  $k13 = W1 / W3$ ,  $k23 = W2 / W3$ ,  $k14 = W1 / W4$ ,  $k24 = W2 / W4$ ,  $k = \min \{k13, k23, k14, k24\}$ ;  $l13 = A1 / \Delta A3$ ,  $l23 = A2 / \Delta A3$ ,  $l14 = A1 / \Delta A4$ ,  $l24 = A2 / \Delta A4$ ,  $l = \text{最大值} \Delta A13, \Delta A23, \Delta A14, \Delta A24$ 。通过比较  $k$  与用电判断标准  $k0$ 、 $l$  和站线损耗门限  $l0$  的关系，广泛判断用户是否有异常用电。其中，初始推荐功耗阈值  $k0$  和轨损阈值  $l0$  分别为1.5和0.7，可根据实际情况进行调整。具体判断基于以下事实。

A. 在某种方式。当功率计被激活时，用户的功耗在节点前后发生变化。突然坠落。

B. 如果开启电表，节点前后区域的线损率会发生变化。该时间节点前的站区线损率低于后续时段 ( $l < l0$ ) 的线损率，说明站区线损增加。

C. 如果同时满足  $a$  和  $b$  两个条件，则确定用户有偷电习惯，如果只满足一个条件，则将用户归为初级用户。

#### 五、智能电能表开盖按键检测装置的设计原理

目前，传统的智能电能表主要通过开盖按钮的受力进行开盖记录，当开盖按钮长期运行后，容易老化，造成变形，使开盖产生异常现象。为了减少异常开盖情况的发生，提出一种用光电检测装置代替传统接触式开关进行开盖记录的优化建议。

##### 1. 实现原理

本文设计的智能电能表开盖钥匙识别装置通常由箱体和主板组成。其中，本体盒包括电源开关、左立柱、右立柱、底壳、盖板、按压连杆。主板包括电源模块、显示模块和行程开关插座。电源开关用于控制设备是否接入工作电源；左右立柱有“T”形竖槽，用作受压连杆上下运动的导轨；紧急链接为“I”型，左右两列组合按住行程开关按钮；底壳安装在箱体下方，作为箱体的底座；盖板用于固定电源开关，在左栏和右栏。图1是其系统组成框图。

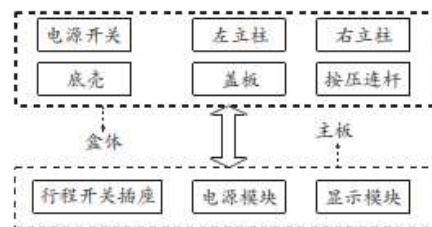


图1 开表盖按键检测装置的系统组成方框图

电源模块是主板上供电电路的一部分，由变压器、整流桥、电源芯片等部件组成。用于将连接的220V交流电源转换为5V直流电源，为显示模块提供稳定的工作电压。

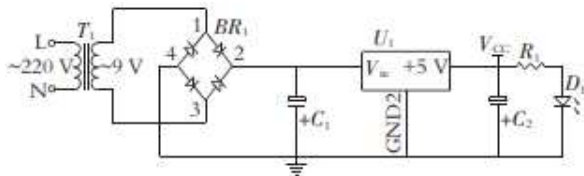


图2 开表盖按键检测装置的电源模块电路原理图

显示模块是主板显示电路的重要组成部分。它由几个LED灯（每组4个）组成，用于指示行程开关的正常状态和各电路的工作状态。按下按钮时固定。图3显示模块电路示意图。

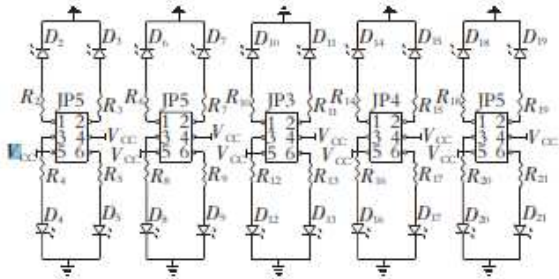
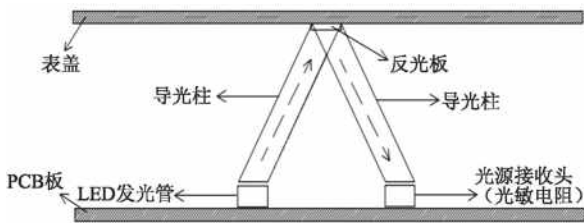


图3 开表盖按键检测装置的显示模块电路原理图

主面板上安装有5个行程开关插座，通过箱内方形开口退出箱内。通过按下连接杆，您可以一次按下多达5个行程开关按钮，以快速检测行程开关的激活。同时，左右立柱以0.1mm的间隔进行量规，准确测量开关的有效动作，确认开关的有效动作。

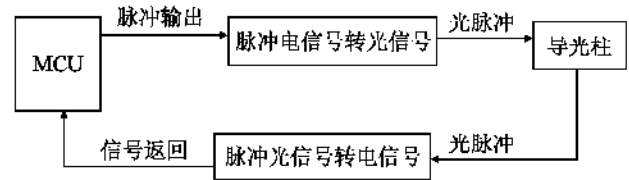
## 2. 结构设计

光电检测装置通过光电转换实现机械部件与电路元件无接触的信号传输，其结构如图2所示。



从图2中可以看出，在光电检测结构中LED发光管的光束通过导光柱以及经表盖反光板反射回光源接收头，实现较为容易。该结构中并没有开关接触，避免了机械损耗带来开盖检测不灵敏的问题。另外，光敏发射原件、

接收原件、导光柱和反光板是已经广泛应用的电子产品，具备高度可靠性。如果推广的话，单个电能表增加器件的成本相较窃电或者更换故障电能表带来的损失要少得多。光电检测的信号转换如图3所示。



结论：随着人们对物质生活水平的逐步提升，对能源供能质量及模式多

样化需求的要求越来越高，也就是对能源计量精准性和功能性要求的提升。国网对此需求也进行了营销计量系统的对应改进，从智能化监控设备到费控改价，再到多渠道缴费等创新性应用方式，都处处体现出了营销计量系统的进步。在进步的同时，也带来了技术压力。本文提出建立知识库方式提升故障检修流程的效率，通过知识库自动编译、故障自动

检测及自适应更新的功能，简化了故障整改流程，缩短了故障处理时间，为计量系统安全运行提供一道稳固的运检屏障<sup>[6]</sup>。

## 参考文献：

- [1]孟凡利,祝素云,李红艳.运行中电能计量装置错误接线检测与分析[M].北京:中国电力出版社,2006.
- [2]许素贞,郗霞.谈智能电能表计量故障原因分析及预控措施[J].电子测试,2017,15(4):82-83.
- [3]梁威,赵建军,张月阳,等.电能计量系统故障检测信号提取研究[J].河南大学学报(自然科学版),2015,45(3):349-353.
- [4]周和平.10 kV电力系统电能计量装置运行异常的案例分析[J].电工技术,2010(2).
- [5]李剑.单相智能复费率电能表的设计与开发[D].上海:同济大学电子与信息工程学院,2008:26-31.
- [6]彭咏龙,王春辉.智能电表系统的抗干扰方法研究[J].中国科技博览,2015(22):30.