

单相电能表防窃电原理的研究及应用

邵强 李丹 刘晓湘

(福州电业局 福州 350001)

摘要: 为了研究如何提高单相电子式电能表防窃电功能, 本文分析了现有的窃电方式, 从提高电能表的密闭性、铅封的防撬防伪性能等方面着手, 对电能表结构设计和制造工艺进行专项研发、设计和改进, 优化电能表工作模块和计度器等反窃电元件。使不法分子无法通过电能表进行窃电, 极大增加其窃电的难度, 加大窃电成本, 显著提高电能表防窃电性能。本文对单相防窃电电能表的试用表运行情况及产生的效益进行分析, 结果表明单相防窃电电能表在降低线损以及防止集中小区居民窃电方面具有良好的有效性和先进性。

关键词: 防窃电表 端钮盒罩 延伸式透明设计 偏离式接线设计 表计多点防撬设计 多重关联防撬设计 镀膜技术的应用

中图分类号: TM933

文献标识码: B

文章编号: 1001-1390(2009)06-0059-04

The Research and Application of Single-phase Prevent Electricity from Theft Watt-hour Meter's Principle

SHAO Qiang, LI Dan, LIU Xiao-xiang

(Fuzhou Electric Power, Fuzhou 350000, China)

Abstract: In order to research how to improve the anti-steal ability of single-phase Watt-hour meter, the existing means of theft were analyzed. The structure and manufacturing process of the energy meter were designed and improved from the aspects such as energy meter seal airtight and security features of anti-prizing, to optimize the working module and counter. That made it difficult for Badmen to steal power and improve the meter's anti-steal ability. This paper analyzed the working conditions and the benefit of the meter. The results show that the meter reduces the consumption and prevents from the theft.

Key words: anti-steal meter, button cover, extended clear design, deflected wiring design, multi-point anti-prizing design, multiple related anti-prizing design, application of coating technology

0 引言

目前用电市场的涉电犯罪严重问题及反窃电工作形势严峻, 在反窃电工作及日常用电管理中频繁发现对在运的表计采用各种手段进行窃电, 虽投入大量的人力、物力开展巡查、打窃活动, 但由于投运的表量大, 尤其是针对居民侧单相表计反窃电工作, 实际监督、控制存在较大的难度。因此进行反窃电技术措施投入, 开展防窃电表计的开发研制, 做好“打防结合”, 是目前用户线损管理工作的重点。

1 现有窃电方式分析

通过对查获的被窃电单相电能表计的综合分析, 目前窃电的不法分子通过电能表计采取的窃电手段大致可分4类。

1.1 开启电能表端钮盒盖 短接相线进出线方式

其窃电原理是通过短接电能表的火线进出线达到分流窃电的做法, 即计量回路接线部分的裸露导致可触及、易操作, 就使得窃电者有机可乘, 通常采用短接线在表计接线孔处进行操作, 成本低。目前检查发现该窃电方式的主要做法有: 开启电能表端钮盖, 配合伪造电能表端钮盖封印, 将短接线隐蔽于盒盖内, 在日常抄表过程中较难发现。

1.2 开启表壳 变动电能表内部接线或相关元件方式

现行使用的电能表在密闭方面, 其表计底座与表壳盖采用螺丝紧固, 然后在螺丝帽铅封孔处施加封印^[1, 2]。当封印被破坏后, 松开螺丝表壳盖即可以打开, 并易恢复, 外观检查时难以发现; 同时原使用的封印易仿

制,这使得检查和查究难度增加。

目前检查发现通过开启表壳,变动电能表内部接线或相关元件实施窃电的做法较为普遍,占查获窃电表量90%以上。其主要做法有:

- (1) 短接电流采样元件,分流负荷电流使表计慢走;
- (2) 改动计量电路使电能表慢行;
- (3) 手动拨计度器使电能表少计量等。

1.3 不开启表壳盖,调换电能表接线方式

该方式的原理是通过改变电能表的连接线,使得电能表正常的工作电压、电流等异常,从而影响电能表正常计度。其主要接线方式有^[3]:

- (1) 电能表进线完整,出线的N线断开。
- (2) 电能表进线的L、N线对换,出线的N线断开。
- (3) 电能表L线进出对换,出线的N线断开。
- (4) 电能表进线的N线断开。

1.4 外加强磁场,使电能表计度器倒走的方式

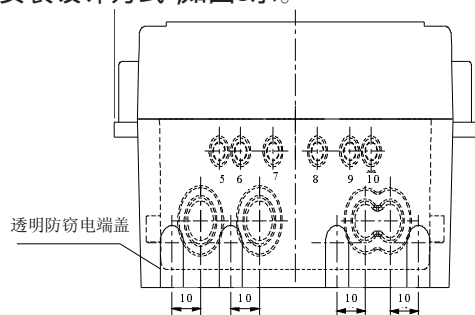
该方式主要是针对带脉冲字轮计度器的电子式电能表,外加强磁场干扰,产生交变磁场使得电能表计度器反走,从而达到窃电目的。

2 设计方案

主要针对居民用电所使用的单相电能表,从提高电能表的密闭性、铅封的防撬防伪性能等方面着手,对电能表结构件设计和制造工艺上进行研发、设计和改进,优化配置电能表工作模块和计度器等反窃电性能高的相关元件^[4]。

2.1 电能表结构件设计及工艺改进

(1) 采取透明端钮壳罩,改进表计进线安装方式。采用透明端钮壳罩;端钮壳罩与表计底座连接上,采取插槽模式,使其仅能沿着表计底座的垂直方向开启,端钮壳罩的进线口与表计下端钮接线口有一定的孔偏,不易通过外部直接将导线插入接线孔中。表计进线安装设计方式,如图1示。



出线槽与端钮盒接线孔偏10mm 窃电者不易将导线直接插入接线孔中

图1 端钮壳罩进线口与表计接线口孔偏示意

Fig 1 Schematic diagram of inlet line port of terminal knob shell and meter's wiring mouth-hole side

效果分析:若客户在表计端钮进行回路短接,通过透明壳罩无法遮掩,检查时易发现;打开端钮壳罩时必须破坏壳罩封印;在不破坏封印、打开壳罩的情况下,无法直接通过导线实施短接。采取以上设计可防范目前存在的直接在表计接线端钮采用导线短接,增加窃电操作难度,便于监督和检查发现。

(2) 强化表壳盖与底座(罩壳)的密闭措施。

(a) 表壳盖与底座的内部连接上采用可靠、有效的“倒勾件”。可使得表壳盖与表底座紧密连接,表壳盖安装后即与底座相应结构件扣牢,增加开启表壳盖难度。

(b) 表壳盖与底座罩壳采用超声波焊接组件。电能表上、下表壳罩盖均设计一体式外延端柱,同时在外延端柱上安装有塑料固定封子粘合(超声波焊接)。可强化表计上下表壳罩盖的结构密闭,若开启壳盖需破坏固定封子及上下罩盖的外延端柱,开启难度大;强行开启易留痕迹,恢复(仿制件)成本高,易检查发现。

(3) 采用防撬式封印。目前在运电能表铅封由铅制封子和铜绞线组成,铅制封子容易仿制,铜绞线可剪断,查究不易,且现场多存在集装表箱多个铅封被恶意破坏,更难准确判断(不法分子)违章责任。

所研发的表计防撬式封印由塑料罩、弹性卡片构成的封子及底座金属连杆等组成。当铅封与金属杆组装后,由弹性卡片卡死,不易拆卸。拆卸时必须用专用工具破坏封子后方能开启。另外铅封内可装有电业用电管理标志或条形码,以做好防伪管理。

(4) 措施的联动防范

通过查获的窃电行为分析,不法分子通常利用破坏电能表端钮壳罩处铅封,断开进出连接线后,拆下表计、开启表壳罩,变动电能表内部接线或相关元件,再行恢复安装,使得表计少计量,达到窃电目的。针对上述的窃电手法,需通过有效的手段进行综合防范,故以上的结构件优化改进措施等,在工艺及安装上应达到联动防范效果:

(a) 在电能表接线端钮底座处,设有两螺孔,提供于安装表计时使用螺钉紧固于表箱底板上(强调电能表规范安装),使得拆换表计需开启端钮盖、并旋起螺钉后方能拆表;

(b) 带插槽的端钮壳罩,通过插槽及防撬式封印使之与底座连接更为紧固,若需拆表需破坏铅封或破坏端钮壳罩后方能触及底座螺钉;

(c) 防撬封印的金属连杆长度应合适,端钮壳罩盖上并施加铅封后,壳罩与固定的铅封应无明显间

隙,且铅封不易旋动,使得开启封印必须使用有效工具破坏铅封;

(d)表壳盖外部超声波焊接组件,需焊接牢靠,且其与电能表壳罩也应连接紧密、不得留有间隙使得采用刀具切割破坏;电能表上、下表壳罩盖外延端柱,需采用表壳罩一体化浇铸成型,不得采用非一体材料外附黏接方式。

2.2 电能表内部工作元件优化、选用

(1) 选用止逆式计度器。选用带有防强磁和止逆功能的计度器,可有效防止通过手动倒拨计度器及外加强磁场使计度器倒走的窃电行为。若需使得计度器倒走(止度减少),须得拆启刻度轮及连杆轴等部件,但耗时耗力;若强行倒拨,刻度轮齿将破损,无法工作。

(2) 选用新型防窃电芯片。通过对比选择新型防窃E7751或ADE7761芯片,经测验该芯片对以下的调换接线方式(基于电能表两进两出的接线方式),仍可正常计量,具体防范的接线方式有:

- (a) 电能表进线完整,出线的N线断开;
- (b) 电能表进线的L、N线对换,出线的N线断开;
- (c) 电能表L线进出对换,出线的N线断开;
- (d) 电能表进线的N线断开;
- (e) 电能表进出线均完整,进线端子短接;
- (f) 电能表进线的L、N对换,进线端子短接。

(3)加强电路板的防更动保护。针对目前发现的静止式(电子)电能表电路板上原件更动、破坏焊点及线路等方式的窃电行为,对静止式电能表的电路板安装接线后,采用加强电路板的三防漆或树脂镀膜技术,使得采用普通焊接工作更动原件等作业难度加剧,同时有更动等痕迹明显、极易分析和判断。防窃电表计相比现有技术具有如下优点:

(a)由于在现有的电能表上的透明端钮壳罩增加延长式壳罩、壳罩与金属杆固定设计、以及壳罩进出线槽与电能表进出线口的偏离设计,同时配合式防撬封印使电能表的进出线部分得到有效保护,防止窃电者对进出线部分进行改造实施窃电,并且若强行实施窃电,将明显暴露使管理人员容易发现。

(b)通过表壳盖的超声波粘合技术的底端外延端柱和侧边的固定封子,以及顶端的防撬式挂钩,将表壳盖从四个方向与表底壳接合紧密,如需强行破坏,需同时破坏这四处固定设计,增加破坏难度,也将破坏痕迹清晰明显,易于发现。

(c)通过计度器所增加的防强磁与止逆的设计,有效防止强磁及手动逆拨对计度器的量值的影响。通

过主板增加镀膜工艺处理,增强主板器件及电路设计的保护,使窃电者难以对主板进行更动,加强电能表自身的保护。

3 试用表计运行情况及效益分析

3.1 安装场所的选取

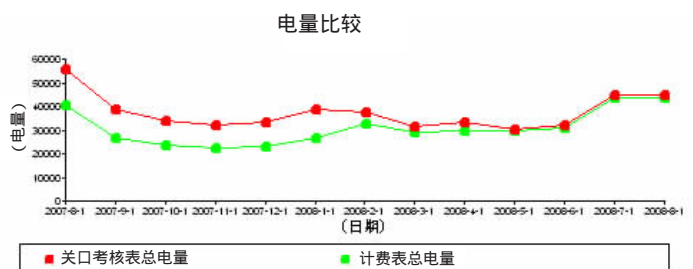
为使防窃功能得以验证,安装表计所在的小区应符合以下条件:日常工作中已发现的表计窃电重灾区、小区内集装箱密闭性达不到要求、环境较恶劣小区。

3.2 运行情况

小区试点选择:从台江、晋安、仓山局中选择线损波动大、不稳定,且都经过多次窃电查处,线损难以有效下降的具有一定代表性的小区,开展试用表的安装测试工作:台江区金欢喜小区、工商管理河口小区、宏光苑、晋安区佳馨苑、东嘉花园、仓山区上三路、杆号上1.7、螺洲后门埕、郭宅村等5个集中小区及三个零散片区,该试用表安装近半年以来,各小区运行状况良好,数据稳定,性能良好,抗干扰能力强。小区线损呈逐步降低的趋势,与去年同期线损相比,试用小区的线损平均下降达15%以上。

以安装了反窃电试用表的台江供电局试用小区的运行情况及效益分析为例:

金欢喜小区,安装单相防窃电电能表112台。线损分析的跟踪数据如图2、图3所示。



其中红色为关口考核表总电量,绿色为计费表总电量

图2 2007年8月—2008年8月金欢喜小区关口考核表总电量与计费表总电量的对比图

Fig.2 Shows comparison chart of JinHuanXi area's assessment meter's total electric quantity and billing meter's total electric quantity in August 2007 - August 2008

该小区2007年月线损率在32%左右,2007年11月台江供电局对该小区进行反窃电行动,拆除多根直搭线路,线损率有所下降但并不明显。2008年2月安装单相防窃电电能表,并进行表箱加锁,线损率逐月呈下降趋势,维持在2.75%左右,与去年同期线损相比,有了显著的降低。排除反窃电行动带来对降损的影响,

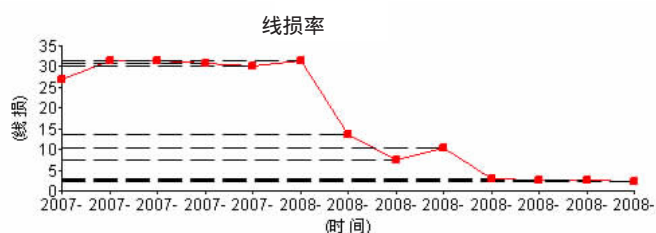
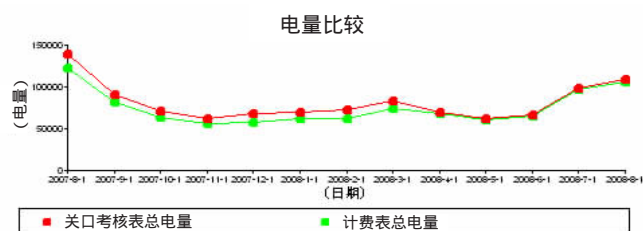


图3 2007年8月—2008年8月,金欢喜小区的月线损率

Fig.3 Shows the August 2007 – August 2008, the monthly line loss rate of JinHuanXi area



其中红色为关口考核表总电量,绿色为计费表总电量

图4 2007年8月—2008年8月河口小区关口考核表总电量与计费表总电量的对比图

Fig.4 Shows comparison chart of HeKou area's assessment meter's total electric quantity and billing meter's total electric quantity in August 2007 – August 2008

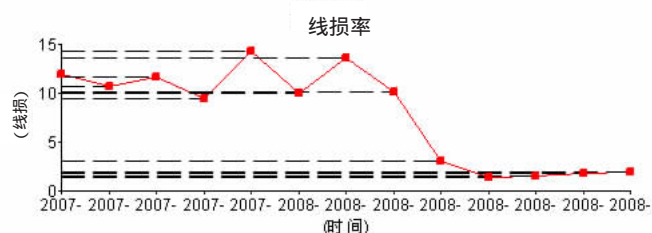


图5 2007年8月—2008年8月,河口小区的月线损率

Fig.5 Shows the August 2007 – August 2008, the monthly line loss rate of HeKou area

安装防窃电电表可带来20%的线损降低,该小区月均供电量34408千瓦时,经测算全年可追回电量82579千瓦时,折算电费约为38341.24元。

工商管理河口小区,安装单相防窃电电能表245台,截至8月份,线损分析的跟踪数据如图4、图5所示。

可以看出,自从2008年3月安装了单相防窃电电能表以来,该小区线损率从10%左右逐渐降至2%以下,安装完毕之后降低幅度较明显,与去年同期相比,线损率也有了显著的降低。该小区月均供电量78918千瓦时,经测算全年可追回电量75761千瓦时,折算电费约为35175.85元。

4 结束语

从试点的线损数据分析可以看出,安装了防窃电表的各个小区用户的线损率基本都有下降且效果十分明显,效果十分明显,从中可以看出由于居民集中小区线路进出清晰便于巡查,在线路上进行窃电容易被查出,居民集中小区的窃电多是在电能表上非法操作来达到窃电的目的。因此,通过表计进行反窃电效果较好。从近六个月的电量分析可以看出,防窃电表在降低线损以及防止集中小区居民窃电方面具备良好的有效性以及先进性。

参考文献

- [1] GB/T17215 – 2002, 1级和2级静止式交流有功电能表[S].
- [2] DL/T645 – 1997, 多功能电能表通讯规约[S].
- [3] JJG596 – 1999, 电子式电能表检定规程[S].
- [4] GB/T17626–1998, 电磁兼容试验和测量技术[S].

作者简介:

邵强(1972–),男,福建福州人,汉族,工程师,主要从事电力系统计量技术管理工作及计量方面的研究。Email:Shaqiang@tom.com

李丹(1966–),女,贵州遵义人,汉族,工程师,主要从事电力系统计量技术管理工作及计量方面的研究。

刘晓湘(1980–),女,福建福州人,汉族,主要从事电力系统计量工作及计量方面的研究。

收稿日期 2008-12-04

(田春雨 编发)

(上接第 55 页)

Power Del. 2007, 22:944–951.

[8]占勇,程浩忠,丁屹峰等.基于S变换的电能质量扰动支持向量机分类识别[J].中国电机工程学报,2005,25(4).

ZHAN Yong, CHENG Hao-zhong, DING Yi-feng. S-Transform Based Classification of Power Quality Disturbance Signals By Support Vector Machines[J]. Proceedings of the CSEE, 2005, 25(4).

作者简介:

谷金宏(1965–),男,汉族,河南新乡人,河南师范大学校聘教授,博士,

主要研究方向为信号处理,大规模集成电路应用,医学超声成像等。Email: gujinhong@htu.cn.

刘琪(1982–),女,汉族,河南通许人,硕士研究生,主要研究方向为信号处理。

程超会(1986–),男,汉族,河南嵩县人,硕士研究生,主要研究方向为信号处理。

收稿日期 2009-02-10

(杨长江 编发)