



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103792420 A

(43) 申请公布日 2014. 05. 14

(21) 申请号 201410041012. 9

(22) 申请日 2014. 01. 26

(71) 申请人 威胜集团有限公司

地址 410205 湖南省长沙市岳麓区长沙高新技术开发区桐梓坡西路 468 号

(72) 发明人 攸宝成

(74) 专利代理机构 长沙永星专利商标事务所

43001

代理人 周咏 米中业

(51) Int. Cl.

G01R 21/07(2006. 01)

G01R 31/00(2006. 01)

权利要求书2页 说明书12页 附图7页

(54) 发明名称

基于负荷曲线的防窃电及用电监察方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于负荷曲线的防窃电及用电监察方法，该方法包括如下步骤：首先划分电能表的若干种工作状态，再利用电子式电能表所记载的负荷曲线，对这些负荷曲线进行工作状态异常种类的标识，形成负荷曲线标识表，通过对该负荷曲线标识表中存在用电异常的各种状态的分布分析，判定多种窃电方式。本发明一是能够发现用电异常，进而发现窃电嫌疑；二是在现场查证阶段，具有指导现场查证的功能；三是在追补电量阶段，具有提供窃电时间、窃电量参考数值的功能。这些功能无论是传统的防窃电技术还是现代的防窃电技术都难以达到的。本发明能够全面、系统的解决防窃电、侦破窃电方面的问题，是一种全新的、先进的防窃电方法。



1. 一种基于负荷曲线的防窃电及用电监察方法,其特征在于:该方法包括如下步骤:
步骤 1,设定失压特征值;

选取包括电压值分别为 0、所述失压特征值、超压特征值在内的若干电压值作为电能表电压正常或异常判定的分界值,同时选取包括电流值分别为 0、启动电流、需量限所对应的电流值在内的若干电流值作为电能表电流正常或异常判定的分界值,并以上述电压值为纵坐标、上述电流值为横坐标建立电能表工作状态图,由此将电能表的工作状态分成包括正常、断电异常、断相异常、超压异常、失压异常、超载异常、失流异常的若干工作状态;

步骤 2,根据上述除正常以外的各种异常工作状态对负荷曲线进行异常工作状态“有”、“无”的判断并标识,以若干负荷曲线为列、除正常以外的各个工作状态为行,获得负荷曲线标识表;

步骤 3,对该负荷曲线标识表的每一行进行统计;并对该标识表中所有所述异常工作状态的“有”的分布进行判断分析;

根据统计结果以及该矩阵中每一行中“有”工作状态的分布情况,判定该生成所述负荷曲线的电能表为用电正常或用电异常或存在安全隐患;其中,所述用电异常包括所述工作状态为断电异常、断相异常、失压异常、失流异常、负电流异常;所述存在安全隐患包括所述工作状态为超压异常、超载异常。

2. 根据权利要求 1 所述的基于负荷曲线的防窃电及用电监察方法,其特征在于:所述步骤 1 中还包括设定电流特征值;由此所述电能表电流正常或异常判定的分界值还包括电流为负电流异常以及电流特征值;从而所述异常工作状态还包括负电流异常、欠电流异常。

3. 根据权利要求 2 所述的基于负荷曲线的防窃电及用电监察方法,其特征在于:所述电流特征值为可调节的值,其调节范围的确定由电能表的电流日分布图中的正常分布确定;所述电流特征值用于在所述电流日分布图中将欠电流型异常分布和正常电流分布区分开。

4. 根据权利要求 3 所述的基于负荷曲线的防窃电及用电监察方法,其特征在于:所述电流日分布图是以固定时间间隔为横坐标、电流值为纵坐标、并将负荷曲线中的电流进行标记的分布图;且该分布图的横坐标以日为单元组,该单元组内包括该日内按照所述固定时间间隔分时获取的所有负荷曲线;所述电流日分布图采用连续日电流的分布。

5. 根据权利要求 1 所述的基于负荷曲线的防窃电及用电监察方法,其特征在于:所述失压特征值的取值范围为 $10\%U_n \sim 80\%U_n$; U_n 为额定电压值。

6. 根据权利要求 1 所述的基于负荷曲线的防窃电及用电监察方法,其特征在于:所述需量限由用户装机容量决定。

7. 根据权利要求 1 所述的基于负荷曲线的防窃电及用电监察方法,其特征在于:所述断电异常是指 A/B/C 三相电压均为 0 的工作状态;其位于所述电能表工作状态图的原点,对应的负荷曲线上有断点的出现,表明生成该负荷曲线的电能表有断电状态;根据该负荷曲线所述断点起始及结束的时间,排除供电公司停电及故障跳闸停电,则判为窃电嫌疑,进入现场查证。

8. 根据权利要求 1 所述的基于负荷曲线的防窃电及用电监察方法,其特征在于:所述断相异常是指一相电压或三相四线中的两相电压为 0 的工作状态;其位于所述电能表工作状态图中不包括原点的横坐标轴上的各位置;排除故障断相,则判为人为断相,有窃电嫌

疑,进入现场查证。

9. 根据权利要求 1 所述的基于负荷曲线的防窃电及用电监察方法,其特征在于:所述失压异常是指电能表工作电压小于失压特征值,且该工作电压大于 0 的工作状态;其位于所述电能表工作状态图中电压值为失压特征值与电压值为 0 之间的区域;排除故障失压,则判定为人为失压,有窃电嫌疑,进入现场查证。

10. 根据权利要求 1 所述的基于负荷曲线的防窃电及用电监察方法,其特征在于:所述失流异常是指电能表的电流 $I \geq 0$ 且小于启动电流的工作状态;其位于所述电能表工作状态图中电流值为 0 与电流值为启动电流值之间的区域;若对应该负荷曲线的电能表的电流都在该区域中,排除对应用户停业以及该电能表的量程选择错误,则判定有窃电嫌疑,进入现场查证。

11. 根据权利要求 1 所述的基于负荷曲线的防窃电及用电监察方法,其特征在于:所述超压异常是指电能表的电压大于超压特征值的工作状态;其位于所述电能表工作状态图中电压值大于超压特征值的区域。

12. 根据权利要求 1 所述的基于负荷曲线的防窃电及用电监察方法,其特征在于:所述超压特征值的取值可设,默认值 1.15 U_n ; U_n 为额定电压。

13. 根据权利要求 1 所述的基于负荷曲线的防窃电及用电监察方法,其特征在于:所述超载异常是指电能表的电流大于需量限所对应的电流值的工作状态;其位于所述电能表工作状态图中电流值大于需量限所对应的电流值的区域。

14. 根据权利要求 2 所述的基于负荷曲线的防窃电及用电监察方法,其特征在于:所述负电流异常是指电能表的电流小于 0 的工作状态;其位于所述电能表工作状态图中电流值小于 0 的区域;排除小功率出现负电流异常,则判定有窃电嫌疑,进入现场查证。

15. 根据权利要求 2 所述的基于负荷曲线的防窃电及用电监察方法,其特征在于:所述欠电流异常是指电能表的电流大于所述启动电流并小于所述电流特征值时的工作状态;其位于所述电能表工作状态图中电流值大于所述启动电流并小于所述电流特征值之间的区域。

16. 根据权利要求 1 所述的基于负荷曲线的防窃电及用电监察方法,其特征在于:所述负荷曲线标识表中所述异常工作状态的“有”的分布以“满天星”状分布,则判断存在电磁干扰窃电的嫌疑。

17. 根据权利要求 1 所述的基于负荷曲线的防窃电及用电监察方法,其特征在于:所述负荷曲线标识表中任一行存在连续多个“有”和连续多个“无”交替出现,且该行中连续“有”的持续时间大于正常故障检修时间,则判断存在遥控窃电的嫌疑。

18. 根据权利要求 1 所述的基于负荷曲线的防窃电及用电监察方法,其特征在于:所述负荷曲线标识表中整行为“有”,排除固定模式故障,则判定为一种固定模式窃电嫌疑;所述负荷曲线标识表中整列为“无”,则说明该时刻该负荷曲线记录为正常用电。

基于负荷曲线的防窃电及用电监察方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种防窃电及用电监察方法,特别涉及一种基于负荷曲线的防窃电及用电监察方法。

背景技术

[0002] 会引起电量、电费纠纷,是电力行业的大难题。从机械表到了电子表,都是如此。

[0003] 目前存在的“防丢电、防窃电”实现方案有:电力用户用电信息采集系统的用电异常监测方案;专变用户防窃电负荷监测方案;居民用户防窃电负荷监测系统方案。现有三种防窃电技术,存在的问题和缺点如下:

第一种是电力用户用电信息采集系统。它是一种大型的用电信息采集系统,因其主要任务面向用电营销业务,防窃电是他的辅助任务,所以,该系统根据采集到的电能量数据、瞬时量数据、及事件数据进行自动分析给出所有异常用户列表,仅供用电检查人员参考。其问题是,该系统对窃电问题只是初步分析,仅仅给出异常用户列表,没有解决防窃电的基本问题。电力用户用电信息采集系统,仅仅具有发现异常的初级功能,没有指导现场查证、指导追补电量的功能。

[0004] 第二种专变用户防窃电负荷监测系统。该系统是专为工业、商业用户用电状况监测和服务而开发的。该系统已在多个省市供电公司投入使用,成功的发现多起用户窃电情况。该系统主要原理是通过采集专变用户一次侧用电信息与二次侧用电信息进行比对,来实时判断用户是否存在窃电嫌疑。该系统的最大特点是通过专变一、二次侧电流信息比对,实时发现用电异常,发现用电异常功能比传统方法进步很大,但不能进一步挖掘窃电嫌疑,不能指导现场查证,不能提供窃电时间,对现代软件窃电、遥控窃电、电磁干扰窃电无能为力。

[0005] 第三种居民用户防窃电负荷监测系统。该系统通过安装在表箱入口的三相传感器采集这个电表箱的三相总电流、电压信息,并通过安装在表内的接收器计算得到表箱入口处用电数据,侦听表箱内各电表的用电数据并进行对比,进而发现该表箱用户用电是否正常,以及该表箱中某一相用户用电量是否正常。该系统的最大特点是通过表箱入口、表箱内传感器、接收器实现数据比对,进而实时发现用电异常。发现用电异常功能比传统方法进步很大,能进一步挖掘窃电嫌疑,能指导现场查证,不能提供窃电时间,对现代软件窃电、遥控窃电、电磁干扰窃电也无能为力。

发明内容

[0006] 本发明的目的是利用电子式电能表的负荷曲线,提供一种全面、系统解决防窃电方面问题的基于负荷曲线的防窃电及用电监察方法。

[0007] 本发明提供的这种基于负荷曲线的防窃电及用电监察方法,该方法包括如下步骤:

步骤 1, 设定失压特征值 ;

选取包括电压值分别为 0、所述失压特征值、超压特征值在内的若干电压值作为电能表电压正常或异常判定的分界值, 同时选取包括电流值分别为 0、启动电流、需量限所对应的电流值在内的若干电流值作为电能表电流正常或异常判定的分界值, 并以上述电压值为纵坐标、上述电流值为横坐标建立电能表工作状态图, 由此将电能表的工作状态分成包括正常、断电异常、断相异常、超压异常、失压异常、超载异常、失流异常的若干工作状态 ;

步骤 2, 根据上述除正常以外的各种异常工作状态对负荷曲线进行异常工作状态“有”、“无”的判断并标识, 以若干负荷曲线为列、除正常以外的各个工作状态为行, 获得负荷曲线标识表 ;

步骤 3, 对该负荷曲线标识表的每一行进行统计 ; 并对该标识表中所有所述异常工作状态的“有”的分布进行判断分析 ;

根据统计结果以及该矩阵中每一行中“有”工作状态的分布情况, 判定该生成所述负荷曲线的电能表为用电正常或用电异常或存在安全隐患 ; 其中, 所述用电异常包括所述工作状态为断电异常、断相异常、失压异常、失流异常、负电流异常 ; 所述存在安全隐患包括所述工作状态为超压异常、超载异常。

[0008] 所述步骤 1 中还包括设定电流特征值 ; 由此所述电能表电流正常或异常判定的分界值还包括电流为负电流异常以及电流特征值 ; 从而所述异常工作状态还包括负电流异常、欠电流异常。

[0009] 所述电流特征值为可调节的值, 其调节范围的确定由电能表的电流日分布图中的正常分布确定 ; 所述电流特征值用于在所述电流日分布图中将欠电流型异常分布和正常电流分布区分开。

[0010] 所述电流日分布图是以固定时间间隔为横坐标、电流值为纵坐标、并将负荷曲线中的电流进行标记的分布图 ; 且该分布图的横坐标以日为单元组, 该单元组内包括该日内按照所述固定时间间隔分时获取的所有负荷曲线 ; 所述电流日分布图采用连续日电流的分布。

[0011] 所述失压特征值的取值范围为 $10\%U_n \sim 80\%U_n$; U_n 为额定电压值。所述需量限由用户装机容量决定。

[0012] 所述断电异常是指 A/B/C 三相电压均为 0 的工作状态 ; 其位于所述电能表工作状态图的原点, 对应的负荷曲线上有断点的出现, 表明生成该负荷曲线的电能表有断电状态 ; 根据该负荷曲线所述断点起始及结束的时间, 排除供电公司停电及故障跳闸停电, 则判为窃电嫌疑, 进入现场查证。

[0013] 所述断相异常是指一相电压或三相四线中的两相电压为 0 的工作状态 ; 其位于所述电能表工作状态图中不包括原点的横坐标轴上的各位置 ; 排除故障断相, 则判为人为断相, 有窃电嫌疑, 进入现场查证。

[0014] 所述失压异常是指电能表工作电压小于失压特征值, 且该工作电压大于 0 的工作状态 ; 其位于所述电能表工作状态图中电压值为失压特征值与电压值为 0 之间的区域 ; 排除故障失压, 则判定为人为失压, 有窃电嫌疑, 进入现场查证。

[0015] 所述失流异常是指电能表的电流 $I \geq 0$ 且小于启动电流的工作状态 ; 其位于所述电能表工作状态图中电流值为 0 与电流值为启动电流值之间的区域 ; 若对应该负荷曲线的

电能表的电流都在该区域中,排除对应用户停业以及该电能表的量程选择错误,则判定有窃电嫌疑,进入现场查证。

[0016] 所述超压异常是指电能表的电压大于超压特征值的工作状态;其位于所述电能表工作状态图中电压值大于超压特征值的区域。

[0017] 所述超压特征值的取值可设,默认值 $1.15 Un$; Un 为额定电压。

[0018] 所述超载异常是指电能表的电流大于需量限所对应的电流值的工作状态;其位于所述电能表工作状态图中电流值大于需量限所对应的电流值的区域。

[0019] 所述负电流异常是指电能表的电流小于 0 的工作状态;其位于所述电能表工作状态图中电流值小于 0 的区域;排除小功率出现负电流异常,则判定有窃电嫌疑,进入现场查证。

[0020] 所述欠电流异常是指电能表的电流大于所述启动电流并小于所述电流特征值时的工作状态;其位于所述电能表工作状态图中电流值大于所述启动电流并小于所述电流特征值之间的区域。

[0021] 所述负荷曲线标识表中所述异常工作状态的“有”的分布以“满天星”状分布,则判断存在电磁干扰窃电的嫌疑。

[0022] 所述负荷曲线标识表中任一行存在连续多个“有”和连续多个“无”交替出现,且该行中连续“有”的持续时间大于正常故障检修时间,则判断存在遥控窃电的嫌疑。

[0023] 所述负荷曲线标识表中整行为“有”,排除固定模式故障,则判定为一种固定模式窃电嫌疑;所述负荷曲线标识表中整列为“无”,则说明该时刻该负荷曲线记录为正常用电。

[0024] 本发明首先划分电能表的若干种工作状态,再利用电子式电能表所记载的负荷曲线,对这些负荷曲线进行工作状态异常种类的标识,形成负荷曲线标识表,通过对该负荷曲线标识表中存在用电异常的各种状态的分布分析,判定多种窃电方式。本发明首先对一条一条曲线进行分析、定性,然后再对整个曲线组进行分析、定性。本发明能够全面、系统的解决防窃电、侦破窃电方面的问题,是一种全新的、先进的防窃电方法。

[0025] 与现有方案相比,本发明具有如下优势:一是能够发现用电异常,进而发现窃电嫌疑;二是在现场查证阶段,具有指导现场查证的功能;三是在追补电量阶段,具有提供窃电时间、窃电量参考数值的功能。这些功能无论是传统的防窃电技术还是现代的防窃电技术都难以达到的。

附图说明

[0026] 图 1 是本发明的一种电能表工作状态图。

[0027] 图 2 是本发明的一种改进的电能表工作状态图。

[0028] 图 3 是本发明的河南某煤矿的电流日分布图。

[0029] 图 4 是本发明的河南某煤矿的电压行统计图。

[0030] 图 5 是本发明的河南某煤矿的电流行统计图。

[0031] 图 6 是本发明的实施例的 30 天的电压分布图。

[0032] 图 7 是本发明的实施例的 30 天的电压分布图。

[0033] 图 8 是本发明的实施例的二维标识矩阵。

[0034] 图 9 是本发明的实施例的电压饼图。

[0035] 图 10 是本发明的实施例的电流饼图。

具体实施方式

[0036] 如图 1 所示,本发明根据对负荷曲线的应用研究绘制出“电能表工作状态图”,形象地把负荷曲线分成正常、超压异常、失压异常、超载异常、轻载异常、失流异常等六种状态。在该电能表工作状态图上,把电能表的电流分成失流、正常、超载三种状态,其实所谓“正常状态”,实际很不正常,因为这种“正常状态”里包含着故障电流、窃电电流等异常电流。如果不能把这些异常电流从所谓的“正常电流”中筛查出来,也没法完成防窃电任务。因此,怎样从所谓的“正常电流”中,把异常电流筛查出来是问题的关键。本发明将提出一个“电流特征值”新概念,通过它把异常电流从所谓的“正常电流”中分离出来。

[0037] 此外,从负荷曲线中,筛查出异常工作状态,仅实现了用电监察的第一步,这一步叫做“发现异常”。发现异常后,第二步是报不报警问题。由经验可知,不应轻易报警。这是因为误报、漏报最伤害用户,降低威信。选择恰当报警时机是防窃电技术的关键。所以,并不是一有异常就报警(防错报),也不是总不报(防漏报),而是,从负荷曲线中挖掘“报警限”,超限报警。

[0038] 为此我们的具体工作是:1. 在原电能表工作状态图上(图 1)增加电流特征值、负电流新概念,绘制出一幅新的电能表工作状态图,如图 2 所示。用图 2 的电能表工作状态图能够对负荷曲线进行更全面、更准确地筛查。2. 绘制电流日分布图,在该分布图上,引入电流特征值概念,用它界定“电流正常”和“欠电流异常”的界限。3. 以负荷曲线组为列,以异常工作状态(断电异常、断相异常、失压异常、超压异常、负电流异常、失流异常、欠电流异常、超载异常等)为行,制出一个负荷曲线标识表。可将该负荷曲线标识表看成一个二维矩阵,并用该二维矩阵的形态、结构、数值作为“报警限”。

[0039] 下面将结合具体实施例对本发明作进一步说明。

[0040] 一、对负荷曲线的再认识。

[0041] 既然负荷曲线是本发明的研究对象,因此对它必须有更清楚的认识,特别那些对用电监察有用的相关特点。

[0042] 第一,负荷曲线是一个曲线组,不是一条曲线,例如,每小时记录一条曲线,30 天就记录 720 条,见表一。30 天、720 条是电表走过的足迹,留下的痕迹,本发明就是从这大量的历史数据中发现用电异常、窃电嫌疑的,这与传统的发现窃电问题的办法不一样。本发明分析窃电问题的要点是,首先对一条一条曲线进行分析、定性,然后再对整个曲线组进行分析、定性。

[0043] 表一:负荷曲线组。

	存储时间	A 相电压 (V)	B 相电压 (V)	C 相电压 (V)	A 相电流 (A)	B 相电流 (A)	C 相电流 (A)
Li1	2013/6/1 0:00	238.5	238.2	236.4	0.047	0.228	0.287
Li2	2013/6/1 1:00	238.8	239.1	0	0.044	0.227	0.283
Li3	2013/6/1 2:00	143.3	240.2	238.5	0.032	0.242	0.282
Li4	2013/6/1 3:00	140.9	240.5	237.3	0.142	0.228	0.282
Li5	2013/6/1 4:00	242.5	242.1	240.4	0.032	0.229	0.283
Li6	2013/6/1 5:00	0	0	0	0	0	0
Li7	2013/6/1 6:00	240.3	238.2	238.1	-0.226	0.58	0.163
Li8	2013/6/1 7:00	238.3	236.9	237.6	-0.232	0.582	0.163
Li9	2013/6/1 8:00	236.6	233.8	235.3	0.207	0.554	0.02
Li10	2013/6/1 9:00	231.4	230	230.2	0.839	1.173	0.182
---	---	---	---	---	---	---	---
Li718	2013/6/30 21:00	232.9	230.2	230.6	0.096	0	0.178
Li719	2013/6/30 22:00	231.2	229.1	237.5	-0.173	0.689	0.339
Li720	2013/6/30 23:00	237	237.1	235	-0.213	0.443	0.336

[0044] 续表一：

	存储时间	A 相功率 (kW)	B 相功率 (kW)	C 相功率 (kW)	小时电量 (kWh)
L11	2013/6/1 0:00	0.0092	0.0521	0.0658	3.6
L12	2013/6/1 1:00	0.0088	0.0519	0.0652	3.9
L13	2013/6/1 2:00	0.0068	0.0556	0.0653	3.6
L14	2013/6/1 3:00	0.0342	0.0523	0.0653	3.9
L15	2013/6/1 4:00	0.0068	0.0524	0.0654	3.9
L16	2013/6/1 5:00	0	0	0	0
L17	2013/6/1 6:00	-0.0127	0.1057	0.0354	3.9
L18	2013/6/1 7:00	-0.0107	0.1044	0.0357	5.1
L19	2013/6/1 8:00	0.0066	0.1005	0.0353	4.5
L10	2013/6/1 9:00	0.0145	0.1811	0.039	4.8
—	—	—	—	—	—
L1718	2013/6/30 21:00	0.021	0.1103	0.0387	4.8
L1719	2013/6/30 22:00	-0.0005	0.1519	0.076	4.5
L1720	2013/6/30 23:00	-0.0043	0.0893	0.0773	6.6

第二,用哪些参量对曲线组进行定性?本发明采用负荷曲线自己的参量对曲线本身定性。负荷曲线的参量很多(见表一),每一行是一条负荷曲线,每行包含 10 个参量。10 个参数就是电能表的 10 种不同的足迹,仅从电压、电流分析就可以筛查出断电、断相、失压、超压、负电流、失流、欠电流异常、超载等异常工作状态,用功率、电量还可以筛查出更多的异常工作状态。本发明以曲线组做列,以异常工作状态做行,获得负荷曲线标识表。假设某条负荷曲线存在某种异常工作状态,则在其所处的负荷曲线标识表的对应位置用“1”表示,若没有此种异常工作状态,则在对应上述负荷曲线标识表的对应位置用“0”表示,由此可制成一个二维矩阵。我们将从二维矩阵的分析中,得出是正常用电,还是异常用电的判断,并决定是否予以报警。

[0045] 第三,对有些曲线组的数据可进行进一步挖掘,还可能判断出是用电故障,还是窃电嫌疑,并用于指导现场查证。

[0046] 以上三个特点与本发明的研究任务紧密相连。

[0047] 二、改进的电能表工作状态图及二维矩阵。

[0048] 1. 改进理由。

[0049] 本发明的电能表工作状态图是根据负荷曲线上记录的电压、电流对电表进行分类的一种图示方法。如图 2 所示的电能表工作状态图改进之处是增加了电流特征值和负电流两个指标,修改了失压判据的概念。

[0050] 首先,要说明为什么增加负电流?因为在分析研究提供的负荷曲线中发现不少负电流,有些负电流是异常的、非法的;有些是正常的,合法的,所以,本发明要把它们从正常状态中筛查出来。

[0051] 其次,是分析失压判据问题,之前的研究中采用 $78\%U_n$ (U_n 额定电压) 作为失压判据,这是依据国家标准而定的;其作用是能够区别出电能表是处于正常工作状态,还是处于失压异常工作状态。但本发明不仅要知道电压是否出现失压异常,还要挖掘用户是否通过失压进行窃电。为此,需要知道失压深度,失压灵敏度,因此,失压判据固定在 $78\%U_n$ 就不够了,所以本发明可采用电压特征值 U' 代替之前为固定值的失压判据,更符合本发明的研究目的。优选的,本发明电压特征值 U' 的取值范围可采用 $10\%U_n \sim 80\%U_n$, 并将 $78\%U_n$ 作为失压特征值 U' 的默认值。

[0052] 最后,再说明电流特征值 I' 的用途。本发明的电流特征值 I' 不仅可以把异常电流从所谓的“正常电流”中筛查出来,还能像电压特征值一样,对丢电或窃电深度进行监测,进一步对故障异常或窃电进行排查。

[0053] 下面本发明对电流特征值做更深入的说明。

[0054] 2. 电流分布及电流特征值。

[0055] 利用电流窃电是用电监察的重点,因此其表现为电流的异常。从之前的电能表工作状态图(图 1)上可知,失流是异常,超载电流是异常,但在失流上限和超载下限之间的电流是否都是正常电流呢?答案是否定的。虽然上述二者之间的电流数值是国家标准允许的,但从性质上讲,其中还包含着故障异常电流和非法窃电电流。把这两种电流从正常电流中筛查出来是自监察电能表的重点任务。

[0056] 下面讨论怎样利用电流分布及电流特征值把正常电流和异常电流区分开。

[0057] (1) 电流分布。

[0058] 电流日分布图是以固定时间间隔为横坐标、电流值为纵坐标、并将负荷曲线中的电流进行标记的分布图;且该分布图的横坐标以日为单元组,该单元组内包括该日内按照所述固定时间间隔分时获取的所有负荷曲线。本发明的电流日分布图可采用连续日的电流分布。

[0059] 图 3 所示为河南某煤矿 2013 年 5 月 15 日,5 月 29 日和 5 月 30 日的电流的日分布图。在该分布图中,选用的固定时间间隔为 1 小时,因此选取的这几日的电流分布,每日都包括了从 0 点至 23 点(图 3 中从左至右)全天 24 个小时内每个整点的该煤矿用电电流情况。

[0060] 电流和电量成正比,电流分布也与作息时间密切相关。每天上班因开机工作用电增加而电流增大,下班因休息用电减少而电流减少。电流分布不但形状稳定,数值也在能够预见的范围内变动,因此本发明可用电流分布图对电流进行筛选。图 3 中三个分布类似,但高低不同。29 日的分布在全月最高,属于正常分布。15 日与 30 日的电流分布都是欠电流型异常分布。形成欠电流型异常分布的原因很多,如开工不足、节假日、故障、窃电都可能使电流减少,如果有窃电一定包含在欠电流型异常分布之中。

[0061] 利用电流分布筛查窃电的方法是:第一步做负荷曲线组的电流分布图;第二步用一个“界限”把欠电流型异常分布和正常电流分布区分开;第三步从欠电流型分布中筛查窃电嫌疑。

[0062] 图 3 是负荷曲线组中电流按日分布的示意图,3 日的电流分布高低不同,本发明可采用一条粗黑横线对图 3 中上述高低分布进行区分,认为凡高于该横线的是电流正常分布,低于该横线的是欠电流异常分布,或小电流型分布。本发明称把这条横线所对应的电流值称为电流特征值,用符号 I' 表示。由此,本发明可将欠电流型电流分布从负荷曲线组中所谓“正常电流”中筛查出来。

[0063] (2) 电流特征值。

[0064] 电流特征值 I' 的作用是为了区分正常电流和欠电流型异常的,其值可设,设多大合适? 电流特征值 I' 的值设大了,灵敏度高,但可能把正常电流划为异常电流;其值设低了,可靠性高,但可能把窃电电流划为正常电流。当把电流特征值 I' 设为在电流日分布图的电流正常分布中某日全天中最大电流的 70% 时,意味着可以发现窃电 30% 以上的违法用户;当把电流特征值 I' 设为上述最大电流的 60% 时,意味着可以发现窃电 40% 以上的违法用户。根据以上原则,本发明可以根据用户的具体情况对电流特征值进行设置。优选的,本发明以最大电流的 70% 作为电流特征值的默认值,并将该电流特征值 I' 设计成现场可调节,再对照用户装机容量、最大需量、一次侧电流等用电特点,最终确定电流特征值 I' 的取值。

[0065] 电流特征值 I' 的取值是从电流日分布图的正常分布上求得的,什么叫“正常分布”? 本发明认为“正常分布”是指不是节假日的分布、不是设备故障时期的分布、不是窃电时期的分布、也不是开工不足时期的分布,而是典型的、正常用电时的电流分布。一般情况,上述定义的“正常分布”在负荷曲线组中可以找到。新表,特别是自监察智能电能表一定是正常分布。旧电表可对照用户装机容量、最大需量、一次侧电流等检查是否是正常分布,并可通过试运行把 I' 调节合理。

[0066] 此外,影响电流特征值 I' 的因素不少。夏天使用空调,冬天使用电暖,都会使电流增加,因此这种情况下,电流特征值 I' 应上调;当用户开工不足,用电减少,此时电流特征值 I' 应下调。如果知道季节对供电影响的规律,知道开工用电与季节的关系,电流特征值 I' 可设为根据特定用电规律进行自动调节的变化值。

[0067] 3. 改进的电能表工作状态图及二维矩阵。

[0068] 在增加了负电流、电流特征值两项指标,并修改了失压判据之后,电能表工作状态图如图 2 所示。

[0069] 按用电监察的要求,本发明可把电表工作状态分为 3 类 9 种。第一类属用电异常类,包括断电异常、断相异常、失压异常、失流异常、负电流异常等五种;第二类属安全隐患类,包括超压异常、超载异常两种;第三类用电流特征值 I' 把电流日分布分为异常日分布(欠电流型分布)和正常日分布两种。

[0070] 异常日分布包含的各个时段的曲线都是异常曲线;正常日分布包含的各个时段的曲线都是正常曲线。如果每个整点获取一条负荷曲线,则全天有 24 条负荷曲线。电流特征值 I' 的作用是对该 24 条为一组的负荷曲线进行分类,而不是对一条一条的曲线进行分类。

[0071] 至此,每一条负荷曲线都会在如图 2 所示的这 15 个区域内找到自己的位置,每条负荷曲线都会被贴上用电正常、异常或安全隐患的标签。本发明的电能表工作状态图像一台筛子,对每一条负荷曲线进行分类筛选,得到电能表此时此刻的工作状态;该工作状态图

对下一条负荷曲线进行筛选,就得到下一时刻电表的工作状态;以此类推,对整个负荷曲线组进行分类筛选,就得到电能表全过程的工作状态。电能表全过程的工作状态就是电能表走过的“足迹”,是其处于正常状态、还是异常工作状态所留下的“痕迹”。本发明将依据这些“足迹”、“痕迹”去分析电表有无丢电、窃电。

[0072] 下面将结合图 2 所示的电能表工作状态图对八种异常工作状态进行详细定义。

[0073] (1)断电异常。断电异常是指电能表 A/B/C 三相电压都为 0 的工作状态,位于图 2 的原点。三相电压都被断电,电能表不工作,负荷曲线没有记录。看上去本发明无法从曲线中测试到这种状态。但是,利用对电能表断电的办法窃电是屡见不鲜的。电能表断电虽然没有负荷曲线记录,但负荷曲线却出现了断点。断点数目,断点起始与结束的时间就是断电异常或窃电嫌疑的证据。供电公司停电、故障跳闸以及拉表窃电,这三种情况都可能出现三相电压为 0 的情况,只要排除供电公司停电并排除故障跳闸停电的情况,就可判为窃电嫌疑,进入现场查证。

[0074] (2)断相异常。断相异常是指电能表一相电压或两相电压(三相四线制)为 0 的工作状态;位于图 2 中不包括原点的横坐标轴上的各位置。利用断相窃电是传统的窃电手法。与断电异常一样,也分为人为断相和故障断相两种类型。本发明可采用六角图法判别发现断相异常。六角图(电压、电流向量图)是防止装表接线错误、发现断相异常、稽查窃电嫌疑的有效手段。

[0075] (3)失压异常。失压异常是指电能表的工作电压 $U < U'$,且该工作电压 $U > 0$ 的工作状态;位于图 2 上的(10)(11)(12)(13)(14)五个区。这里“失压”概念(不考虑电流)和一般“失压”概念(考虑电流)没有太大的差别,只是这里的失压概念更有利用电稽查。失压特征值 U' 与研究之初所选的失压判据的取值更广,失压特征值 U' 的取值范围为 $10\%U_n \sim 80\%U_n$,而不必限制为 $78\%U_n$,但可取 $78\%U_n$ 作为失压特征值 U' 的默认值。失压特征值 U' 能够表示失压判断的灵敏度和可信度:失压特征值 U' 越大,判断有没有失压异常的灵敏度越高,但误判可能性增大;失压特征值 U' 越小,窃电量大,判断可信度高,但灵敏度下降。失压也分为人为失压和故障失压两种,排除故障失压,则判定为人为失压,有窃电嫌疑,进入现场查证。

[0076] (4)失流异常。失流异常是指电能表的电流 I 满足 $0 \leq I < \text{启动电流}$ 的条件的工作状态;位于图 2 上除原点外的(11)(21)(31)三个区域。这些区域电流很小,如果电能表的电流都在这个区域内就很不合理,因为电流这么小,该用户(企业)不是停业了,就是电能表的量程选错了,或是窃电。排除用户停业以及该电能表的量程选择错误,则判定有窃电嫌疑,进入现场查证。

[0077] (5)负电流异常。负电流异常是指电能表的电流 $I < 0$ 的工作状态;位于图 2 上的(10)(20)(30)区域。电流接线反接会出现这种异常。电流接线反接不是装表时的错误,就是窃电,两种问题都要改正。本发明可采用六角图发现并处理这类问题。排除安装时电流接线反接,还排除小功率出现负电流异常,则判定有窃电嫌疑,进入现场查证。

[0078] (6)超压异常。超压异常是指电能表的电压 $U > \text{超压特征值}$ 的工作状态;位于图 2 上的(30)(31)(32)(33)(34)五个区域。检查超压是为了排除安全隐患,本发明可选取超压特征值的默认值为 $1.15U_n$,把 1.15 看作安全系数。若超压特征值设高了,安全危险增大;其设小了,会出现频繁报警。

[0079] (7) 超载异常。超载异常是指电能表的电流取值大于需量限所对应的电流值的工作状态;位于图2上的(14)(24)(34)三个区域。需量限所对应的电流值是从用户装机容量换算过来的。这说明使用电流大于容量换算的电流时,存在安全隐患。

[0080] (8) 欠电流异常。欠电流异常是指电能表的电流I满足:启动电流< I <电流特征值I'时的工作状态。在图2中,常压常载区(23)和常压轻载区(24)用电流特征值I'分开。常压常载区包含的电流都是正常分布电流,属于电能表正常工作区;常压轻载区包含所有的异常电流,属于电能表的异常工作区。

[0081] 本发明的电流特征值I'与电压特征值U'的筛查方法不同。电压特征值U'是对负荷曲线组中每条负荷曲线进行一条一条的筛查,筛查结果也是一条一条地对应填到负荷曲线标识表里。而电流特征值I'是对一天的若干条负荷曲线进行筛查,一次筛查当天所有负荷曲线,并同时填到负荷曲线标识表里。

[0082] 综上所述,本发明可以用改进的电能表工作状态图对每一条负荷曲线加标识。“加标识”的意思就是给每条负荷曲线进行定性,标明它是正常,还是异常,以及它是断电异常、断相异常、失压异常、超压异常、还是负电流异常、失流异常、欠电流异常、超载异常。由此可针对表一的负荷曲线对其一一进行标识,得到如表二所示的负荷曲线标识表。

[0083] 表二:负荷曲线标识表。

	Li1	Li2	Li3	Li4	Li5	Li6	Li7	Li8	---	Li718	Li719	Li720	统计
超压 L1j	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0%
失压 L2j	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0%
断相 L3j	1	0	0	1	1	1	1	1	---	1	1	1	98%
断电 L4j	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0%
超载 L6j	0	0	0	0	0	0	0	0	---	0	0	0	0%
欠电流异常 L5j	1	1	1	0	0	0	1	1	---	0	0	1	60%
失流 L7j	0	0	0	1	1	1	0	0	---	0	0	0	4%
负电流 L8j	0	0	0	0	0	0	0	0	---	1	0	0	1%

本发明将对各条负荷曲线的标识结果以矩阵形式进行表示:负荷曲线作为列;曲线状态(即电能表异常工作状态)作行,由此得到一个二维矩阵,称为负荷曲线标识矩阵。

[0084] 由表二得到的二维矩阵M。

$$M = \begin{bmatrix} 00000000 & ---000 \\ 00000000 & ---000 \\ 10011111 & ---111 \\ 00000000 & ---000 \\ 00000000 & ---000 \\ 11100011 & ---001 \\ 00011100 & ---000 \\ 00000000 & ---100 \end{bmatrix}$$

[0085] 之后,再对负荷曲线标识表的每一行进行统计,并可将统计结果填入曲线标识表的最后一列。

[0086] 该统计结果的意义在于:具有某种异常工作状态的负荷曲线在曲线组中的占比,占比大小对有无异常、以及异常性质的判断有决定性作用。本发明可将该统计结果以电压饼图(如图4所示)和电流饼图(如图5所示)形式表示出来;其中超压异常、失压异常、断相异常、断电异常所对应的行统计数据作为电压饼图的依据,除此之外的比例为电压正常工

作状态的比例；而超载异常、欠电流异常、失流异常和负电流异常则作为电流饼图的依据，与电压饼图一样，除此之外的比例为电流正常工作状态的比例。

[0087] 三、论证分析。

[0088] 1. 从窃电手法论证负荷曲线标识的分布。

[0089] 目前存在的集中窃电手法有如下几种：第一种是传统的窃电手法，比如改动电能表接线，改动后一直保持这种窃电方式，因此在每条负荷曲线的标识表上对应某种异常工作状态都会记录“有”，并一直保持。第二种，不但改动电能表接线或改动电能表硬件，还要加上开关控制或远方遥控，避开供电公司的检查。这种窃电方法很隐蔽，很难稽查。用传统的概念很难稽查，用负荷曲线是否也很难稽查？答案是否定的。因为开关控制或远方遥控，能避开公司现场稽查，但避不开负荷曲线记录，在负荷曲线上却留下了交替连串“有”和连串“无”的记录。这种连串“有”，连串“无”的形象，更容易识别。第三种是，利用电磁干扰，不接触电能表，使电能表反复复位、死机的方法窃电。此法窃电，更难稽查。反复复位在负荷曲线上的形象是什么？在负荷曲线标识表上是一些随机的“有”，状如满天星。这个形象很鲜明，因此，在负荷曲线标识表中，孤立的“有”虽然不能断定电能表的工作状态，但在整个负荷曲线标识表中，随机出现很多孤立的“有”，且“有”的分布像满天星一样分布在该标识表中，则可推断用户违法使用电磁干扰进行窃电的可能性大。第四种，是用户用电故障，如跳闸，并很快修复，负荷曲线标识表的某种异常状态上只留下几个连串“有”，一般不会超过N个（N为规定恢复供电的时间）形成N连“有”，因为N对应时间内故障已经修复，不应判断为用户用电异常或窃电。第五种，是在负荷曲线标识表的某行上出现“有”与“无”的一次转换，不能认为其就是开关或遥控窃电，应该再分析下个月的用电情况，如果没有再出现“有”、“无”的交替，则只能判断：前面是一次长故障，现在已经修复。第六种，如果负荷曲线标识表的某列都是“无”，则说明该时刻电能表没有处在任何异常工作状态，也就是该时刻该电能表处于工作正常工作状态。

[0090] 2. 从负荷曲线标识的分布推断窃电手法。

[0091] 第一，在负荷曲线标识表上，若任何一行中只出现个别的、孤立的“有”，是偶然事件，利用反向推理可知，不是用电异常，也不是窃电。第二，在负荷曲线标识表上，如果出现“满天星”，可能属于电磁干扰类窃电，为了提高判断的可信度，应该减小获取负荷曲线的时间间隔，加密负荷曲线；如果“满天星”更密，更频繁，则可判定属电磁干扰类窃电。第三，在负荷曲线标识表出现N个以下连串“有”，例如4个以下连串“有”，没交替出现，不反复出现，则属于跳闸类故障，不属于窃电范围；若有N+1个以上连串“有”、连串“无”，例如5个以上连串“有”、连串“无”交替出现，则开关窃电或远方遥控窃电可能性大。负荷曲线标识表中的异常工作状态行只有一次交替，并不能判定为开关或遥控窃电，还要进一步观察分析；该标识表的异常工作状态行整行为“有”，则该用户是一种固定模式窃电；该标识表的整列为“无”，说明该时刻的负荷曲线记录为正常用电。

[0092] 下面以广西柳州 200411X026R0194 号电能表生成的负荷曲线记录为例，对本发明作进一步的说明。因为负荷曲线记录太长，数据太多，很难用表格方法把问题说清楚，为此本实施例按以下步骤进行：第一步根据实际负荷曲线记录绘制 30 天的电压分布图和 30 天的电流分布图，从宏观上看清电能表的工作情况；第二步设电压特征值、电流特征值，为标识负荷曲线做准备；第三步做二维标识矩阵；第四步分析判断下结论，并与实际窃电情况

进行比对。

[0093] 实施例二：以广西柳州 200411X026R0194 号电能表生成的负荷曲线记录为例，评判其窃电与否及其窃电方式。

[0094] 第一步：绘制 30 天的电压、电流分布图。

[0095] 图 6 所示为本实施例的电压分布图。该分布图以电压为纵坐标，单位 V；以时间做横坐标，时间以天作为基本单位（图示 1-30 天），每天又细分为 24 小时，因此图 6 包括 720 条电压柱状图。

[0096] 图 7 所示为本实施例的电流分布图。该分布图以电流为纵坐标，单位 A；以时间做横坐标，时间以天作为基本单位（图示 1-30 天），每天又细分为 24 小时，因此图 7 包括 720 条电流柱状图。

[0097] 至此，电压、电流的全部负荷曲线都用图形方式表示了出来。

[0098] 第二步：设参数。

[0099] 在图 6 上，取 171.6V（78%Un，Un 取值为 220V）作为电压特征值，取 253V（1.15 Un）作为正常电压与超压电压的分界点，取 1.15 作为安全系数。

[0100] 从图 6 上可以看到有 10 条负荷曲线超压；1 日到 9 日、14 日、15 日、23 日到 28 日该电能表的电压基本正常；10 日到 13 日、16 日到 22 日、29 日、30 日该电能表处于失压状态；细看曲线组中还存在些许断电异常、断相异常的情况。

[0101] 在图 7 上，取本月最大电流的平均值 1A 的 50%，即 0.5A 作为电流特征值，取 8A 作为超载限。其中本月最大电流值的平均值是从图 7 的电流正常分布日中取某一天的 N 个最大值的平均值。

[0102] 从图 7 上看到 1 日到 9 日、14 日、15 日以及 23 日到 28 日该电能表的电流基本上处于正常工作状态；10 日到 13 日、16 日到 22 日、29 日、30 日为欠电流异常状态；12 日和 15 日各有一条负荷曲线出现超载异常；细看还有不少负荷曲线的电流为 0；但没有负电流。

[0103] 第三步：做二维矩阵、行统计和饼图。

[0104] 由于数据量太大，本实施例的 720 列矩阵没办法全面表示出来，只好做一个六段示意标识矩阵，如图 8 所示。每段对应负荷曲线某一种或某几种工作状态。图 8 所示的矩阵第一行表示超压异常，第二行表示失压异常，第三行表示断相异常，第四行表示断电异常，第五行表示超载异常，第六行表示欠电流异常，第七行表示失流异常，第八行表示负电流。图 8 中右面的单列矩阵是对左侧矩阵的行统计结果。图 9 所示为本实施例的电压饼图；图 10 所示是本实施例的电流饼图。

[0105] 第四步：判断结论及实际对比。

[0106] 从图 9 和图 10 不难看出，该型号的电能表的失压异常、欠电流异常比例较大，有窃电嫌疑。连串式的失压、欠电流在矩阵中交替出现，具有明显的开关控制窃电特点；因此判断该型号电能表有开关窃电的嫌疑。详查历史数据，从负荷曲线记录上看窃电嫌疑从 2005 年 8 月 12 日开始。

[0107] 事实上，该电能表的用户是在上述日期期间以开关窃电方式实施了窃电；且这一行为得到确认，并受到处罚。

[0108] 综上可知，通过本发明的方法可对窃电行为进行监察：一是发现用电异常进而发现窃电嫌疑；二是具有指导现场查证的功能；三是具有提供窃电时间，窃电量参考数值的功能。

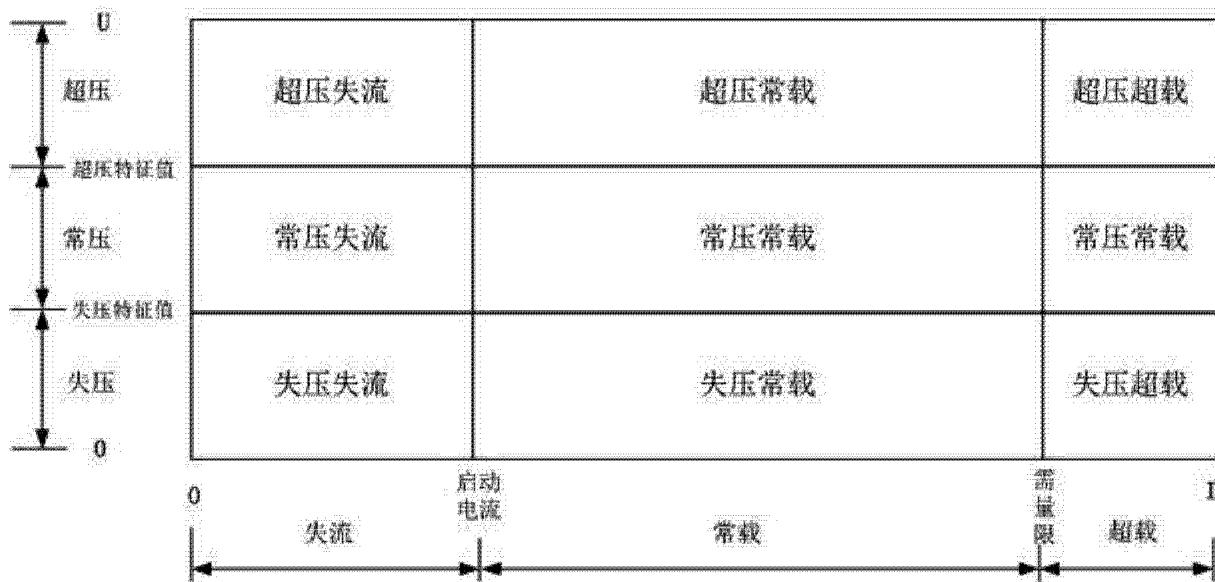


图 1



图 2

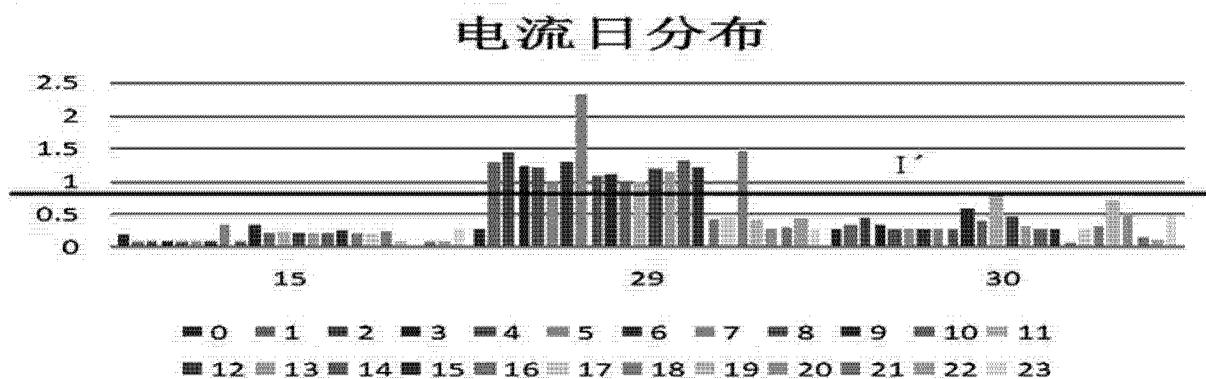


图 3

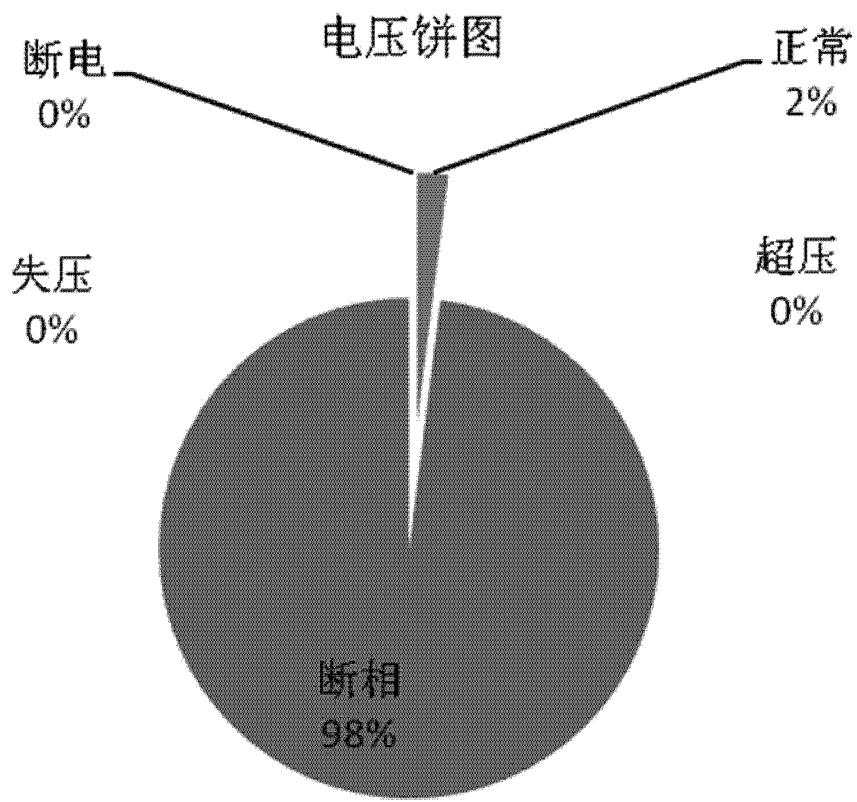


图 4

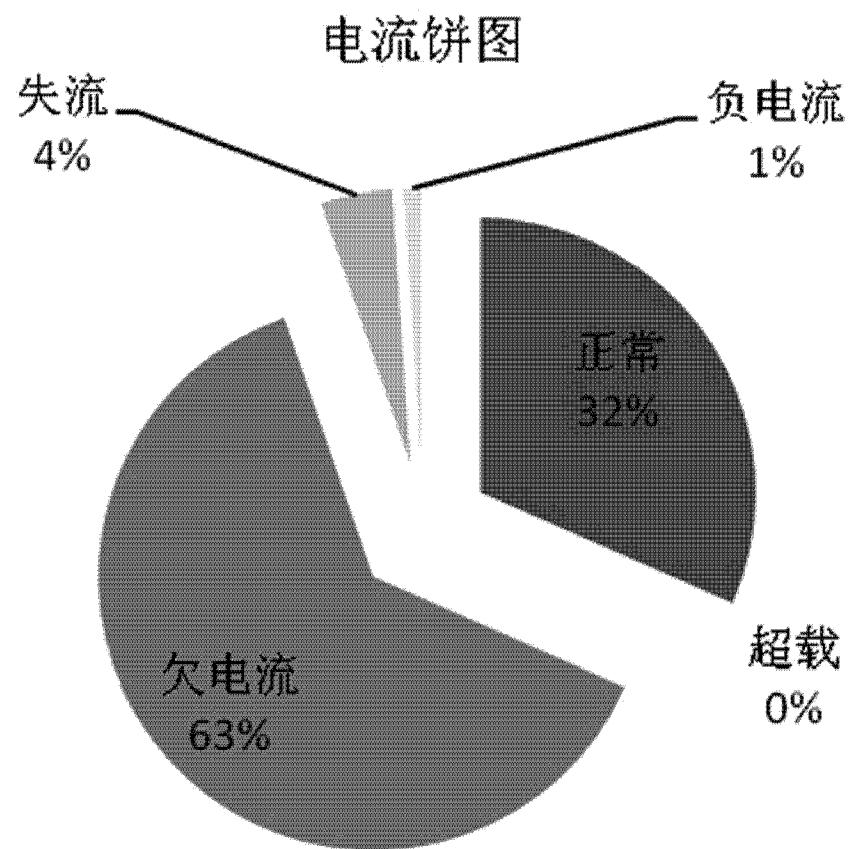


图 5

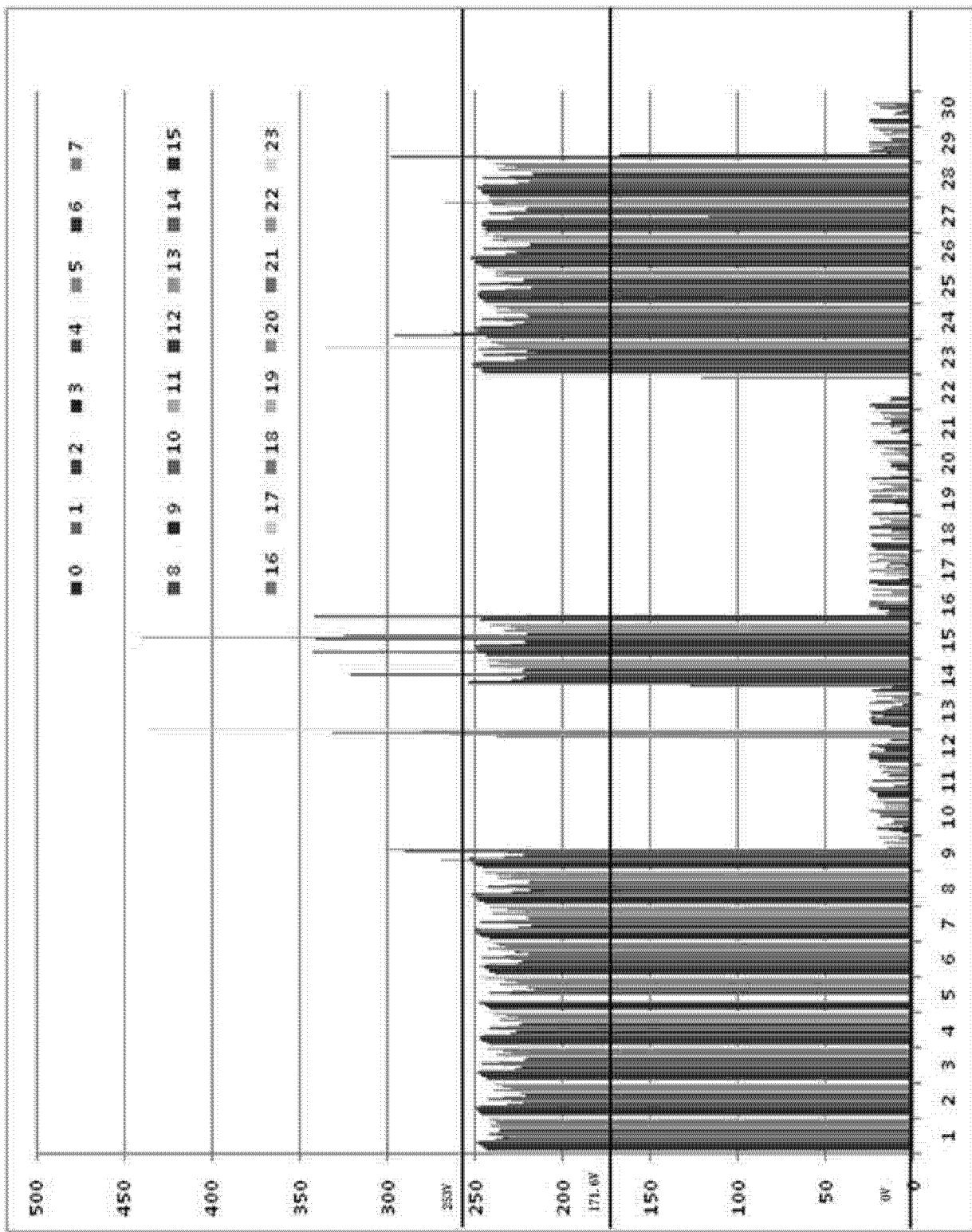


图 6

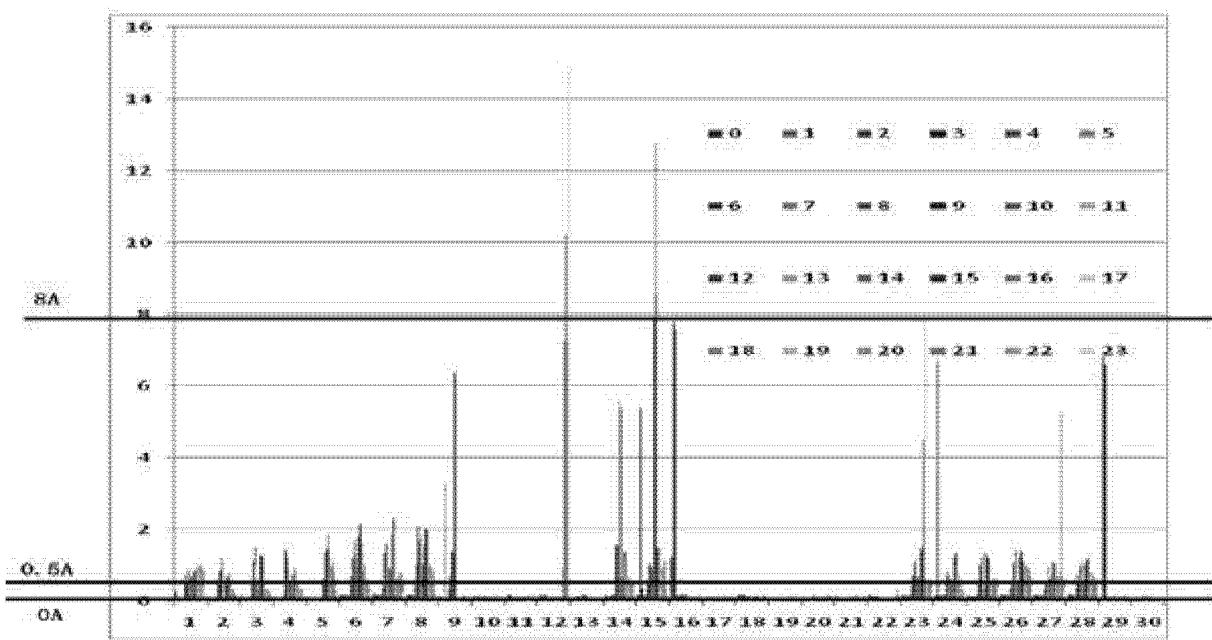


图 7

00000000--00000000--00100000--00000000--00011000--00000000
 00000000--11111111--00000000--11111011--00000000--11111111
 00000010--00000000--00000000--00000100--00000000--00000000
 00011000--00000000--00000000--00000000--00000000--000011110
 00000000--000001000--00000000--00000000--00000000--00000000
 00000000--111000111--00000000--11111111--00000000--11111111
 00000110--000000000--00000000--00000000--00011110--00000000
 00000010--000000000--00000000--00000000--00000000--00000000

008
264
003
025
002
241
028
000

图 8

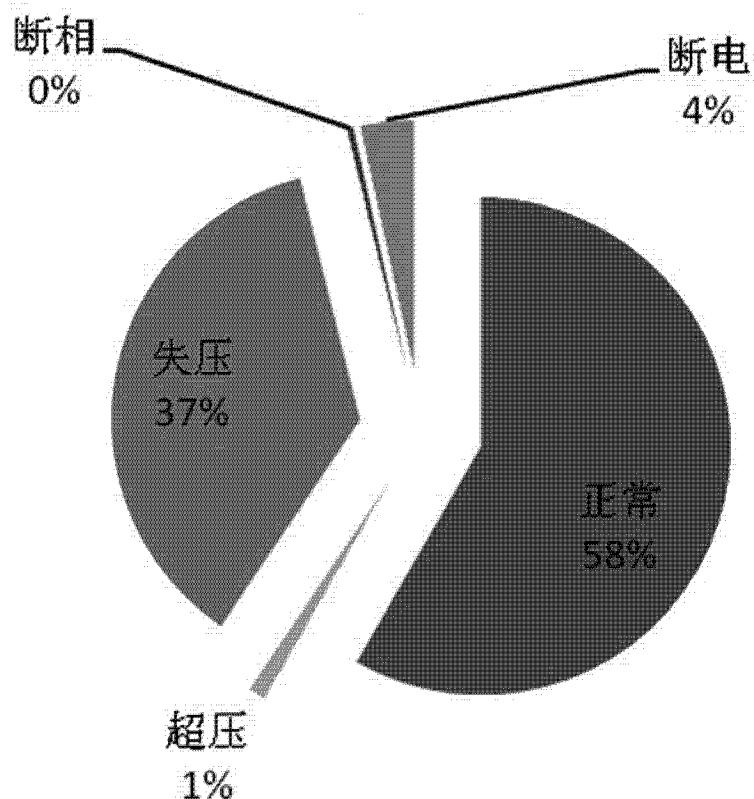


图 9

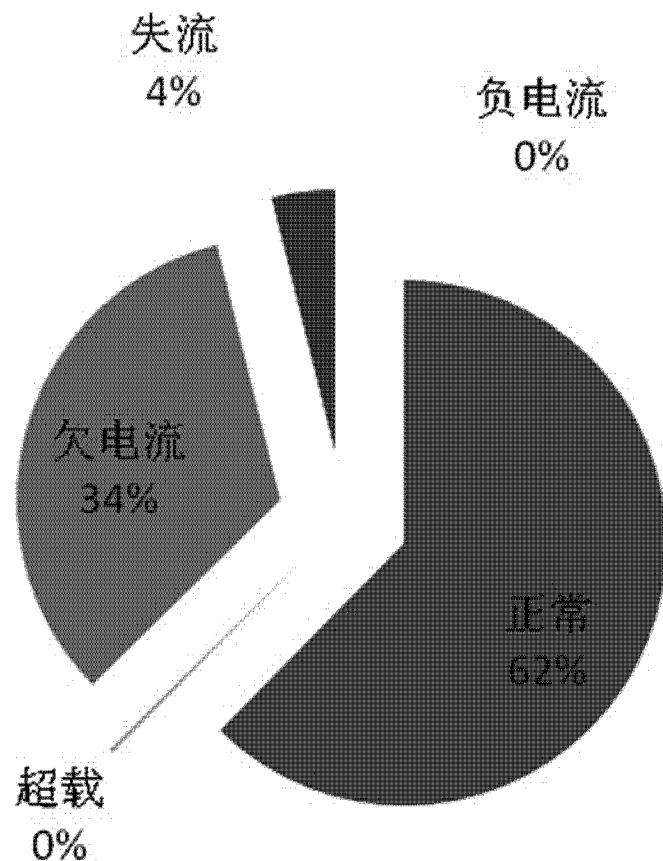


图 10