



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114638552 B

(45) 授权公告日 2022.09.02

(21) 申请号 202210519474.1

(22) 申请日 2022.05.13

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114638552 A

(43) 申请公布日 2022.06.17

(66) 本国优先权数据
202210424832.0 2022.04.22 CN

(73) 专利权人 国网浙江省电力有限公司营销服务中心
地址 311100 浙江省杭州市余杭区云联路138号5幢
专利权人 国网浙江省电力有限公司

(72) 发明人 沈百强 李磊 王朝亮 芦鹏飞 肖涛 叶菁 李亦龙 张军达 麻吕斌 徐耀辉 弓静强 潘一洲 郁春雷

(74) 专利代理机构 浙江翔隆专利事务所(普通合伙) 33206
专利代理师 徐锬 张建青

(51) Int. Cl.
G06F 17/00 (2019.01)

G06Q 10/06 (2012.01)

G06Q 50/06 (2012.01)

G06F 17/18 (2006.01)

H02J 3/14 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 114186781 A, 2022.03.15
CN 111539654 A, 2020.08.14
CN 109146183 A, 2019.01.04
CN 111539654 A, 2020.08.14
CN 103197184 A, 2013.07.10
CN 113034002 A, 2021.06.25
JP 2018157649 A, 2018.10.04
李欣然等. 基于用户日负荷曲线的用电行业分类与综合方法.《电力系统自动化》.2010, (第10期),
Cao ShiHao. An Improved Solution for Degradation-Shock Dependence Models Considering a Specific Shock Load Level.《2021 3rd International Conference on System Reliability and Safety Engineering (SRSE)》.2021,

审查员 王兰云

权利要求书2页 说明书7页 附图6页

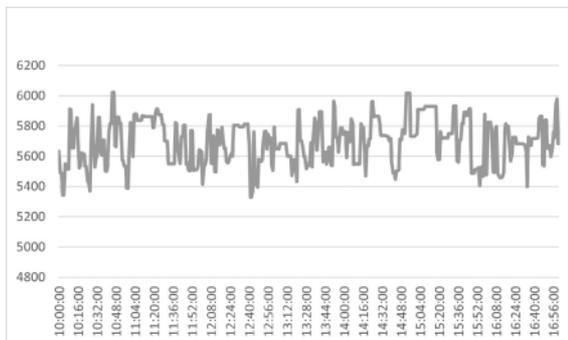
(54) 发明名称

基于参考日分钟级曲线与滑动窗口的冲击性负荷识别方法

(57) 摘要

本发明属于电网需求侧管理技术领域, 具体涉及基于参考日分钟级曲线与滑动窗口的冲击性负荷识别方法。针对现有需求响应运行过程中不能对冲击性负荷进行识别的不足, 本发明采用如下技术方案: 基于参考日分钟级曲线与滑动窗口的冲击性负荷识别方法, 包括: 步骤S1、获取可调资源在参考日对应的需求响应时间段范围内的分钟级负荷曲线; 步骤S2、基于滑动窗口计算可调资源的加权功率和功率偏移百分比; 步骤S3、得到冲击负荷点数量; 步骤S4、计算冲击负荷

百分比; 步骤S5、判断是否为冲击性负荷。本发明的有益效果是: 可以对用户的负荷冲击性与否进行判定, 有效解决了需求响应过程中对用户负荷的判定难题。



1. 基于参考日分钟级曲线与滑动窗口的冲击性负荷识别方法, 其特征在于: 所述冲击性负荷识别方法包括:

步骤S1、获取可调资源在参考日对应的需求响应时间段范围内的分钟级负荷曲线;

步骤S2、根据所述分钟级负荷曲线, 基于滑动窗口计算可调资源的加权功率和功率偏移百分比;

步骤S3、根据所述功率偏移百分比和预设的滑动窗口功率偏移百分比阈值, 得到冲击负荷点数量;

步骤S4、根据所述冲击负荷点数量和负荷点总数, 计算冲击负荷百分比;

步骤S5、根据所述冲击负荷百分比和预设的冲击负荷百分比阈值, 判断是否为冲击性负荷; 步骤S2中, 加权功率 $P_{slide,i}$ 的计算公式如下:

$$P_{slide,i} = \frac{\sum_n (a_n \times P'_n)}{\sum_n a_n}, n = i-10, i-9, \dots, i-1$$

其中: $P_{slide,i}$ — i 时刻的滑动窗口加权功率, kW;

a_n — n 时刻可调资源分钟级负荷的权重, n 取值范围为 i 时刻前10个时刻, a_n 根据时间从远及近分别赋予0.1, 0.2, ..., 1.0的值;

P'_n — n 时刻可调资源分钟级负荷曲线的功率值, kW;

步骤S2中, 功率偏移百分比 D_i 的计算公式如下:

$$D_i = \frac{P'_i - P_{slide,i}}{(P'_i + P_{slide,i})/2} \times 100\%$$

其中, P'_i — i 时刻可调资源分钟级负荷曲线的功率值, kW。

2. 根据权利要求1所述的基于参考日分钟级曲线与滑动窗口的冲击性负荷识别方法, 其特征在于: 步骤S3中, 滑动窗口功率偏移百分比阈值 D_{limit} 为5%。

3. 根据权利要求1所述的基于参考日分钟级曲线与滑动窗口的冲击性负荷识别方法, 其特征在于: 步骤S3中, 当功率偏移百分比 D_i 大于滑动窗口功率偏移百分比阈值 D_{limit} 时, 冲击负荷点数量 $N_{c,j}$ 计数增加1。

4. 根据权利要求3所述的基于参考日分钟级曲线与滑动窗口的冲击性负荷识别方法, 其特征在于: 步骤S4中, 冲击负荷百分比 $K_{N,c,j}$ 的计算公式如下:

$$K_{N,c,j} = \frac{N_{c,j}}{N_{total}} \times 100\%$$

其中, N_{total} —所统计参考日需求响应时间段范围内的负荷点总数。

5. 根据权利要求4所述的基于参考日分钟级曲线与滑动窗口的冲击性负荷识别方法, 其特征在于: 步骤S5中, 冲击负荷百分比阈值不小于30%。

6. 根据权利要求1所述的基于参考日分钟级曲线与滑动窗口的冲击性负荷识别方法, 其特征在于: 步骤S5中, 当获得的所述冲击负荷百分比大于预设的冲击负荷百分比阈值时, 判断为冲击性负荷。

7. 根据权利要求6所述的基于参考日分钟级曲线与滑动窗口的冲击性负荷识别方法, 其特征在于: 所述冲击性负荷识别方法还包括: 步骤S6, 根据用户的平均总负荷大小和/或相对总响应负荷的比例对步骤S5判断结果进行校正, 对是否为冲击性负荷进行校正。

8. 根据权利要求7所述的基于参考日分钟级曲线与滑动窗口的冲击性负荷识别方法, 其特征在于: 若被判断为非冲击性负荷的用户的平均总负荷大于预设的最大阈值, 则修正为冲击性负荷; 若被判断为冲击性负荷的用户的平均总负荷小于预设的最小阈值, 则修正为非冲击性用户。

基于参考日分钟级曲线与滑动窗口的冲击性负荷识别方法

技术领域

[0001] 本发明属于电网需求侧管理技术领域,具体涉及基于参考日分钟级曲线与滑动窗口的冲击性负荷识别方法。

背景技术

[0002] 冲击性负荷是生产或运行过程中周期性或非周期性地从电网中取用快速变动功率的负荷,通常指额定容量较大(大于系统供电变压器容量30%)且有频繁投切需求的用电设备。随着工业技术的发展,从传统的炼钢厂、电解铝场、港口码头,到新兴的地铁、高铁,越来越多的大容量冲击性负荷接入到电网中,这些负荷往往具有功率变化大、负荷升降速度快、间隔短的特点,容易引起供电系统的负荷波动。

[0003] 在需求响应过程中,由于冲击性负荷自身存在较大波动,可能出现将冲击性负荷的自身波动错误判断为冲击性负荷在响应的情况。为减少或避免此种情况发生,有必要对用户是否为冲击性负荷进行判断识别。

[0004] 公开号为CN114186781A的中国发明专利申请公开了一种基于采样间隔负荷曲线的冲击性负荷识别方法及系统,通过构建采样间隔负荷曲线、用户基线以及判定指标模型,将每日平均交点数、峰谷差与每日平均交点数的平均每日比值百分比、采样点平均偏离百分比作为判别指标,同时设置较为合理的判定规则以及判别指标的阈值,实现冲击性负荷用户的准确识别,能够适用于复杂多变的用户响应需求。然而,此在先方案,采集的是15分钟级负荷曲线,准确率较低;对数据的处理也较为复杂。

发明内容

[0005] 本发明针对现有需求响应运行过程中不能对冲击性负荷进行识别的不足,提供基于参考日分钟级曲线与滑动窗口的冲击性负荷识别方法,以较为精准的判定用户是否为冲击性负荷,从而更准确的判断是否为有效响应。

[0006] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:基于参考日分钟级曲线与滑动窗口的冲击性负荷识别方法,所述冲击性负荷识别方法包括:

[0007] 步骤S1、获取可调资源在参考日对应的需求响应时间段范围内的分钟级负荷曲线;

[0008] 步骤S2、根据所述分钟级负荷曲线,基于滑动窗口计算可调资源的加功率和功率偏移百分比;

[0009] 步骤S3、根据所述功率偏移百分比和预设的滑动窗口功率偏移百分比阈值,得到冲击负荷点数量;

[0010] 步骤S4、根据所述冲击负荷点数量和负荷点总数,计算冲击负荷百分比;

[0011] 步骤S5、根据所述冲击负荷百分比和预设的冲击负荷百分比阈值,判断是否为冲击性负荷。

[0012] 本发明的基于参考日分钟级曲线与滑动窗口的冲击性负荷识别方法,结合需求响

应终端分钟级采集与上报特性,深入观察用户接入可调节资源池的特性曲线,设计出冲击负荷用户判定规则,对用户的负荷冲击性与否进行判定,有效解决了需求响应过程中对用户负荷的判定难题。

[0013] 更具体地,步骤S2中,加权功率 $P_{slide,i}$ 的计算公式如下:

$$[0014] \quad P_{slide,i} = \frac{\sum_n (a_n \times P'_n)}{\sum_n a_n}, n = i - 10, i - 9, \dots, i - 1$$

[0015] 其中: $P_{slide,i}$ — i 时刻的滑动窗口加权功率, kW ;

[0016] a_n — n 时刻可调资源分钟级负荷的权重, n 取值范围为 i 时刻前10个时刻, a_n 根据时间从远及近分别赋予0.1,0.2, \dots ,1.0的值;

[0017] P'_n — n 时刻可调资源分钟级负荷曲线的功率值, kW 。

[0018] 更具体地,步骤S2中,功率偏移百分比 D_i 的计算公式如下:

$$[0019] \quad D_i = \frac{P'_i - P_{slide,i}}{(P'_i + P_{slide,i})/2} \times 100\%$$

[0020] 其中, P'_i — i 时刻可调资源分钟级负荷曲线的功率值, kW 。

[0021] 更具体地,步骤S3中,滑动窗口功率偏移百分比阈值 D_{limit} 为5%。

[0022] 更具体地,步骤S3中,当功率偏移百分比 D_i 大于滑动窗口功率偏移百分比阈值 D_{limit} 时,冲击负荷点数量 N_{cj} 计数增加1。

[0023] 更具体地,步骤S4中,冲击负荷百分比 $K_{N,cj}$ 的计算公式如下:

$$[0024] \quad K_{N,cj} = \frac{N_{cj}}{N_{total}} \times 100\%$$

[0025] 其中, N_{total} —所统计参考日需求响应时间段范围内的负荷点总数。

[0026] 更具体地,步骤S5中,冲击负荷百分比阈值不小于30%。

[0027] 更具体地,步骤S5中,当获得的所述冲击负荷百分比大于预设的冲击负荷百分比阈值时,判断为冲击性负荷。

[0028] 更具体地,所述冲击性负荷识别方法还包括:步骤S6,根据用户的平均总负荷大小和/或相对总响应负荷的比例对步骤S5判断结果进行校正,对是否为冲击性负荷进行校正。

[0029] 更具体地,若被判断为非冲击性负荷的用户的平均总负荷大于预设的最大阈值,则修正为冲击性负荷;若被判断为冲击性负荷的用户的平均总负荷小于预设的最小阈值,则修正为非冲击性用户。

[0030] 本发明的基于参考日分钟级曲线与滑动窗口的冲击性负荷识别方法的有益效果是:结合需求响应终端分钟级采集与上报特性,深入观察用户接入可调节资源池的特性曲线,设计出冲击负荷用户判定规则,对用户的负荷冲击性与否进行判定,有效解决了需求响

应过程中对用户负荷的判定难题。通过对30个用户的负荷数据验证显示,识别方法具有良好的判定正确性,结果符合预期。

附图说明

[0031] 图1至图6是用户2080的多日分钟级可调资源负荷曲线(其中,横坐标为时间,纵坐标为功率,功率单位为kW)。

[0032] 图7至图12是用户3570的多日分钟级可调资源负荷曲线(其中,横坐标为时间,纵坐标为功率,功率单位为kW)。

具体实施方式

[0033] 下面对本发明创造实施例的技术方案进行解释和说明,但下述实施例仅为本发明创造的优选实施例,并非全部。基于实施方式中的实施例,本领域技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的其他实施例,都属于本发明创造的保护范围。

[0034] 基于参考日分钟级曲线与滑动窗口的冲击性负荷识别方法,所述冲击性负荷识别方法包括:

[0035] 步骤S1、在参考日的需求响应时间段范围内,获取可调资源的分钟级负荷曲线;

[0036] 步骤S2、根据所述分钟级负荷曲线,基于滑动窗口计算可调资源的加权功率和功率偏移百分比;

[0037] 步骤S3、根据所述功率偏移百分比和预设的滑动窗口功率偏移百分比阈值,得到冲击负荷点数量;

[0038] 步骤S4、根据所述冲击负荷点数量和负荷点总数,计算冲击负荷百分比;

[0039] 步骤S5、根据所述冲击负荷百分比和预设的冲击负荷百分比阈值,判断是否为冲击性负荷。

[0040] 现有技术无法直观展现冲击性负荷分钟级曲线特性,难以有针对性地设定指标,用于识别冲击性负荷。而本发明得益于需求响应终端分钟级采集与上报特性,得以观察到用户接入可调节资源池的负荷的特性曲线。相较于15分钟级负荷曲线,可以明显观察到冲击性负荷用户的可调资源负荷曲线有明显分钟级剧烈波动、斜率突变等特点。

[0041] 基于上述冲击性负荷的分钟级曲线的直观表现特性,以及电力需求响应终端仅采集可调节资源的负荷特性,不完全为用户关口负荷特性,从而可以在需求响应时间段范围内有针对性设定指标用于识别冲击性负荷,减少或避免在需求响应系统运行时,将冲击性负荷用户自身的波动判断为有效响应。

[0042] 滑动窗口是一种应用于网络通信中的流量控制技术,指用一组固定长度的窗口从长序列的起点滑动到终点,每向前滑动一步,就将窗口中的值记录下来。

[0043] 步骤S2中,步骤S2中,加权功率 $P_{slide,i}$ 的计算公式如下:

$$P_{slide,i} = \frac{\sum_n (a_n \times P'_n)}{\sum_n a_n}, n = i-10, i-9, \dots, i-1$$

[0045] 其中： $P_{slide,i}$ — i 时刻的滑动窗口加权功率， kW ；

[0046] a_n — n 时刻可调资源分钟级负荷的权重， n 取值范围为 i 时刻前10个时刻， a_n 根据时间从远及近分别赋予0.1,0.2,⋯,1.0的值；

[0047] P'_n — n 时刻可调资源分钟级负荷曲线的功率值， kW 。

[0048] 步骤S2中，步骤S2中，功率偏移百分比 D_i 的计算公式如下：

$$[0049] \quad D_i = \frac{P'_i - P_{slide,i}}{(P'_i + P_{slide,i})/2} \times 100\%$$

[0050] 其中， P'_i — i 时刻可调资源分钟级负荷曲线的功率值， kW 。

[0051] 步骤S3中，步骤S3中，滑动窗口功率偏移百分比阈值 D_{limit} 为5%。

[0052] 步骤S3中，步骤S3中，当功率偏移百分比 D_i 大于滑动窗口功率偏移百分比阈值 D_{limit} 时，冲击负荷点数量 $N_{c,j}$ 计数增加1。

[0053] 步骤S4中，冲击负荷百分比 $K_{N,c,j}$ 的计算公式如下：

$$[0054] \quad K_{N,c,j} = \frac{N_{c,j}}{N_{total}} \times 100\%$$

[0055] 其中， N_{total} —所统计参考日需求响应时间段范围内的负荷点总数。

[0056] 步骤S5中，冲击负荷百分比阈值不小于30%。

[0057] 步骤S5中，当获得的所述冲击负荷百分比大于预设的冲击负荷百分比阈值时，判断为冲击性负荷。

[0058] 以下对本发明的基于参考日分钟级曲线与滑动窗口的冲击性负荷识别方法的来源过程进行描述并进行验证。产生过程包括：样本选取；确定判定指标；计算并统计指标归纳组中各个用户的判定指标 D_i 及 $K_{N,c,j}$ ；归纳总结并选取判定指标的适当的取值，结合恰当的判定规则，使得能利用确定的指标阈值和判定规则能有效区分用户的负荷类型，将判定结果与人为标注的“冲击性负荷”/“非冲击性负荷”用户标签对应；使用上一步骤归纳确定的指标阈值与判定规则进行统计并判定，确定规则的有效性。

[0059] 在样本选取时，从需求响应系统平台中选取可人为判定为冲击性负荷的用户8户和非冲击性负荷的用户22户共28户的作为总样本，样本数据包括各个用户在2020年11月内6天的可调节资源分钟级负荷曲线数据以及对应时段关口表累计电量数据，用于后续指标参数的计算和归纳。将上述用户分为两组，分别为：①指标归纳组：包含随机选取的4户冲击性负荷用户和11户非冲击性负荷用户；②数据验证组：包含另外4户冲击性负荷用户和11户非冲击性负荷用户。

[0060] 其中，用户是否为冲击性负荷仅针对需求响应时间段范围内。在需求相应时间段范围外，冲击性负荷用户也可能是非冲击性的。

[0061] 指标归纳组的计算及统计结果如下所示。

指标归纳组指标统计表

| 用户标签 | 序号 | 用户代号 | 冲击负荷百分比 $K_{N,cj}$ | 滑动窗口功率 偏移百分比 D_i 最大值 $D_{i,max}$ | 滑动窗口功率 偏移百分比 D_i 平均值 $D_{i,ave}$ | 滑动窗口功率 偏移百分比 D_i 中位数 $D_{i,med}$ |
|----------|-----|------|-----------------------|---|---|---|
| 冲击性负荷用户 | 1 | 7408 | 33.97% | 50.61% | 4.75% | 3.45% |
| | 2 | 2852 | 40.86% | 76.87% | 6.10% | 3.84% |
| | 3 | 0055 | 58.19% | 64.60% | 8.03% | 5.92% |
| | 4 | 7588 | 85.02% | 198.89% | 59.77% | 33.35% |
| | 最大值 | | 85.02% | 198.89% | 59.77% | 33.35% |
| | 最小值 | | 33.97% | 50.61% | 4.75% | 3.45% |
| | 平均数 | | 54.51% | 97.74% | 19.66% | 11.64% |
| | 中位数 | | 49.53% | 70.74% | 7.07% | 4.88% |
| 非冲击性负荷用户 | 1 | 9892 | 0.00% | 2.83% | 0.49% | 0.39% |
| | 2 | 5967 | 2.34% | 173.94% | 1.61% | 0.52% |
| | 3 | 0058 | 0.00% | 4.24% | 1.38% | 1.33% |
| | 4 | 0689 | 20.23% | 25.81% | 3.28% | 2.39% |
| | 5 | 2917 | 6.49% | 64.77% | 2.58% | 1.42% |
| | 6 | 4575 | 5.42% | 199.44% | 3.83% | 0.85% |
| | 7 | 7816 | 6.69% | 130.87% | 2.49% | 1.11% |
| | 8 | 6815 | 1.94% | 13.62% | 1.61% | 1.30% |
| | 9 | 5048 | 5.98% | 12.13% | 2.13% | 1.81% |
| | 10 | 9175 | 5.74% | 108.27% | 2.54% | 1.50% |
| | 11 | 9786 | 2.10% | 24.35% | 1.50% | 1.13% |
| | 最大值 | | 20.23% | 199.44% | 3.83% | 2.39% |
| | 最小值 | | 0.00% | 2.83% | 0.49% | 0.39% |
| | 平均数 | | 5.18% | 69.12% | 2.13% | 1.25% |
| | 中位数 | | 5.42% | 25.81% | 2.13% | 1.30% |

[0062]

[0063] 据上表统计结果分析,可发现各项指标特性:

[0064] (一)用户分钟级可调资源负荷曲线滑动窗口功率偏移百分比 D_i :

[0065] (1)从滑动窗口功率偏移百分比 D_i 的平均值 $D_{i,ave}$ 和中位数看,人工认定的冲击性负荷用户与非冲击性负荷用户有较大差别,冲击性负荷总体高于4.75%,而非冲击性负荷用户普遍低于3%;因此前文中将 D_{limit} 取5%具有合理性;

[0066] (2)从滑动窗口功率偏移百分比 D_i 的最大值 $D_{i,max}$ 看,人工认定的冲击性负荷用户和非冲击性负荷用户均会出现某一段时间内负荷突变剧烈的情况,原因是该值受用户可调资源的设备启动、关停、调节时的负荷特性影响,因此该值参考性较小;

[0067] (二)用户分钟级可调资源负荷曲线冲击负荷百分比 $K_{N,cj}$:

[0068] (1)在上述特征参数 D_i 分析的基础上,基于当前 D_{limit} 取值,人工认定的冲击性负荷用户与非冲击性负荷用户有较大差别,冲击性负荷总体高于30%,而非冲击性负荷用户普遍低于30%;

[0069] (2)该指标在评价用户负荷特性时,能很好得将冲击性负荷用户与非冲击性负荷区分开,因此,可以将其纳为判定冲击性负荷的判别指标。

[0070] 结合上述指标的统计与分析归纳,将上文提到的指标纳入基于分钟级可调资源负荷曲线的冲击负荷判定规则,归纳并总结其阈值:

[0071]
$$\begin{cases} \textcircled{1} K_{N,cj} \geq 30\% \\ \textcircled{2} D_{limit} = 5.0\% \end{cases}$$

[0072] 总体判别规则表述：当用户的参考日参考时段内分钟级可调资源负荷曲线特征指标满足以上条件时，则用户可被判定为冲击性负荷用户。

[0073] 数据验证。

[0074] 使用数据验证组的样本数据，结合上述判定规则，对用户的负荷冲击性与否进行判断。数据验证组样本包含随机选取的与指标归纳组不重复的4户冲击性负荷用户和11户非冲击性负荷用户，及各用户在2020年11月中6日15分钟级可调资源负荷数据。利用基于参考日分钟级曲线与滑动窗口的冲击性负荷识别方法对数据验证组样本的判别结果如下表所示。

[0075] 数据验证组样本冲击性判别结果如下所示。

数据验证组样本冲击性判别结果表

| 用户标签 | 序号 | 用户代号 | 冲击负荷百分比 $K_{N,cj}$ | 滑动窗口功率偏移百分比 D_i 最大值 $D_{i,max}$ | 滑动窗口功率偏移百分比 D_i 平均值 $D_{i,ave}$ | 滑动窗口功率偏移百分比 D_i 中位数 $D_{i,med}$ | 判别结果 |
|---|------------|--------------|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------|
| 冲击性负荷用户 | 1 | 7408 | 87.39% | 150.50% | 25.52% | 21.02% | 是 |
| | 2 | 2852 | 71.13% | 200.00% | 43.81% | 16.63% | 是 |
| | 3 | 0055 | 77.20% | 168.51% | 24.19% | 14.21% | 是 |
| | 4 | 7588 | 11.85% | 200.00% | 6.11% | 1.42% | 否 |
| | | 最大值 | 87.39% | 200.00% | 43.81% | 21.02% | / |
| | | 最小值 | 11.85% | 150.50% | 6.11% | 1.42% | / |
| | | 平均数 | 61.89% | 179.75% | 24.91% | 13.32% | / |
| | | 中位数 | 74.17% | 184.26% | 24.86% | 15.42% | / |
| | | 判别准确率 | 75.00% | | | | |
| 非冲击性负荷用户 | 1 | 7801 | 21.97% | 128.66% | 6.85% | 1.40% | 否 |
| | 2 | 3570 | 35.13% | 189.74% | 13.84% | 0.43% | 是 |
| | 3 | 5874 | 3.68% | 62.02% | 1.21% | 0.46% | 否 |
| | 4 | 4457 | 8.07% | 34.53% | 2.09% | 1.17% | 否 |
| | 5 | 1987 | 7.98% | 200.00% | 3.70% | 0.73% | 否 |
| | 6 | 7891 | 22.67% | 97.10% | 5.65% | 1.64% | 否 |
| | 7 | 9248 | 8.83% | 37.72% | 2.31% | 1.53% | 否 |
| | 8 | 5011 | 20.28% | 62.51% | 3.61% | 2.42% | 否 |
| | 9 | 5849 | 6.63% | 137.26% | 2.50% | 0.92% | 否 |
| | 10 | 2625 | 1.71% | 50.30% | 1.16% | 0.64% | 否 |
| | 11 | 3758 | 20.59% | 17.24% | 3.18% | 2.64% | 否 |
| | | 最大值 | 35.13% | 200.00% | 13.84% | 2.64% | / |
| | | 最小值 | 1.71% | 17.24% | 1.16% | 0.43% | / |
| | | 平均数 | 14.32% | 92.46% | 4.19% | 1.27% | / |
| | | 中位数 | 8.83% | 62.51% | 3.18% | 1.17% | / |
| | 误判率 | 9.09% | | | | | |
| 注：判定结果一列中，“是”表示依该判别规则，该用户被判别为冲击性负荷用户；“否”表示依该判别规则，该用户被判别为非冲击性负荷用户。 | | | | | | | |

[0076]

[0077] 为了进一步验证判别规则的可靠性,对数据验证的样本进行拓展,将指标归纳组与数据验证组用户进行联立,即对全体样本进行冲击性特性判别,统计结果下表所示。

全体样本冲击性判别结果统计表

| 用户标签 | 样本总数 | 冲击负荷用户判别数 | 判别成功率/误判率 |
|----------|------|-----------|-----------|
| 冲击性负荷用户 | 8 | 7 | 87.50% |
| 非冲击性负荷用户 | 22 | 1 | 4.55% |

[0079] 对冲击性负荷用户漏判分析。

[0080] 参见图1至图6,用户2080为人为判定为冲击性负荷用户,从其多日分钟级可调资源负荷曲线可看出,用户负荷确实时刻处在波动的状态,但相较于其总体负荷量(大于5000kW)而言,波动范围相对较小,且多日负荷整体平稳,特性接近非冲击性负荷用户。

[0081] 对非冲击性负荷用户误判分析。

[0082] 参见图7至图12,用户3570为人为判定为非冲击性负荷用户,从其多日分钟级可调资源负荷曲线可看出,用户负荷确频繁存在峰谷交错的表现,但由于其总体负荷量很小(<300kW),使其负荷的少量波动引起的相对变化量较大。

[0083] 针对出现的冲击性负荷漏判和非冲击性负荷被误判为冲击性负荷,对方法进一步改进。所述冲击性负荷识别方法还包括:步骤S6,根据用户的平均总负荷大小对步骤S5判断结果进行校正,对是否为冲击性负荷进行校正。

[0084] 具体校正结果为,若被判断为非冲击性负荷的用户的平均总负荷大于预设的最大阈值,则修正为冲击性负荷;若被判断为冲击性负荷的用户的平均总负荷小于预设的最小阈值,则修正为非冲击性用户。

[0085] 如,将最大阈值设为4000kW,将最小阈值设为200kW,则用户2080将被修正为冲击性负荷用户,用户2570将被修正为非冲击性负荷用户,从而与人为判定一致。

[0086] 将具有校正步骤的方法应用于后续判断,若仍出现漏判或误判,则对最小阈值和最大阈值进行进一步修正或精细化。

[0087] 本发明创造性地开发了基于参考日分钟级曲线与滑动窗口的冲击性负荷识别方法,包括所涉及到的判别指标选择和阈值设定,结合需求响应终端分钟级采集与上报特性,提出了响应的冲击负荷用户判别规则,对用户的负荷冲击性与否进行判定,有效解决了需求响应过程中对用户负荷的判定难题。通过对30个用户的负荷数据验证显示,判定规则具有良好的判定正确性,结果符合期望。

[0088] 以上所述,仅为本发明创造的具体实施方式,但本发明创造的保护范围并不局限于此,熟悉该本领域的技术人员应该明白本发明创造包括但不限于上面具体实施方式中描述的内容。任何不偏离本发明创造的功能和结构原理的修改都将包括在权利要求书的范围中。

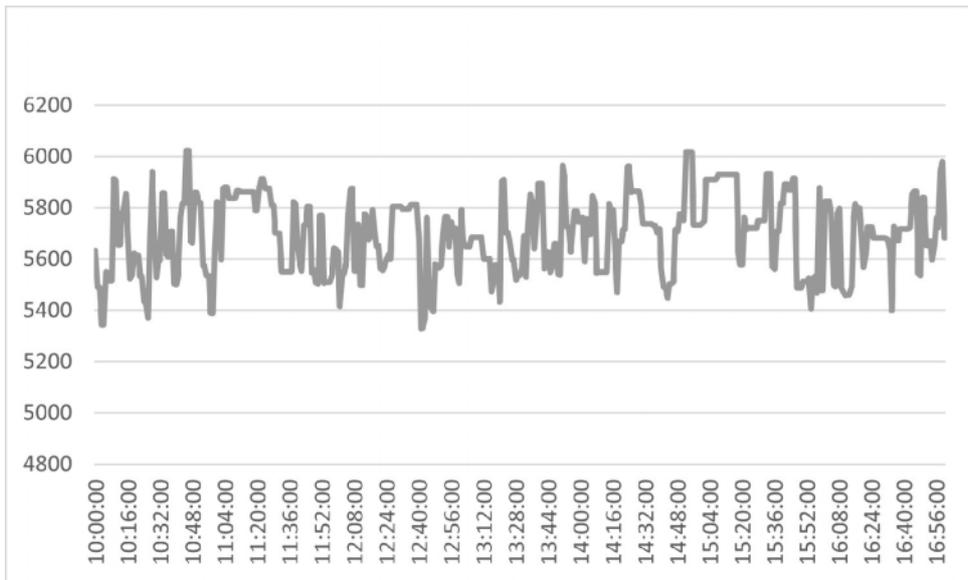


图 1

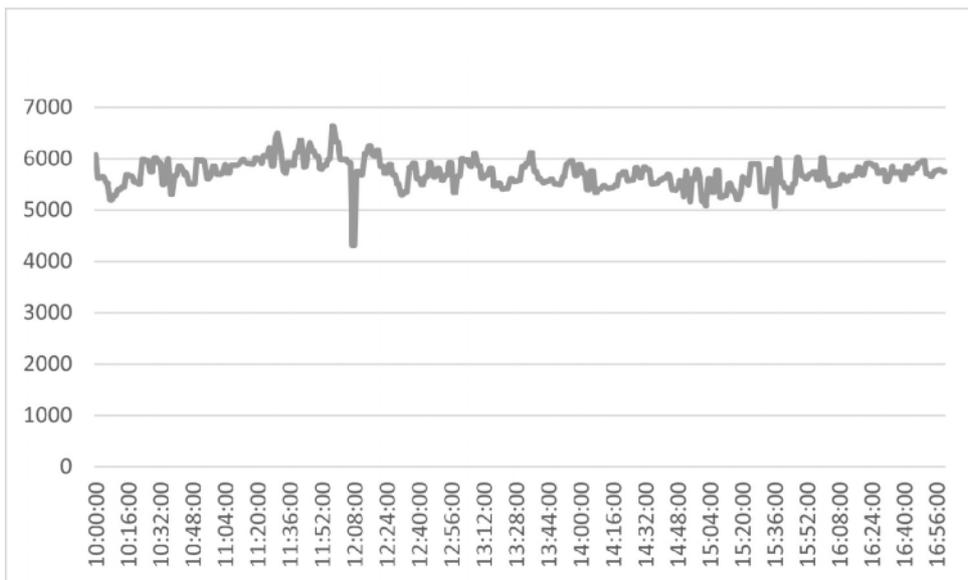


图 2

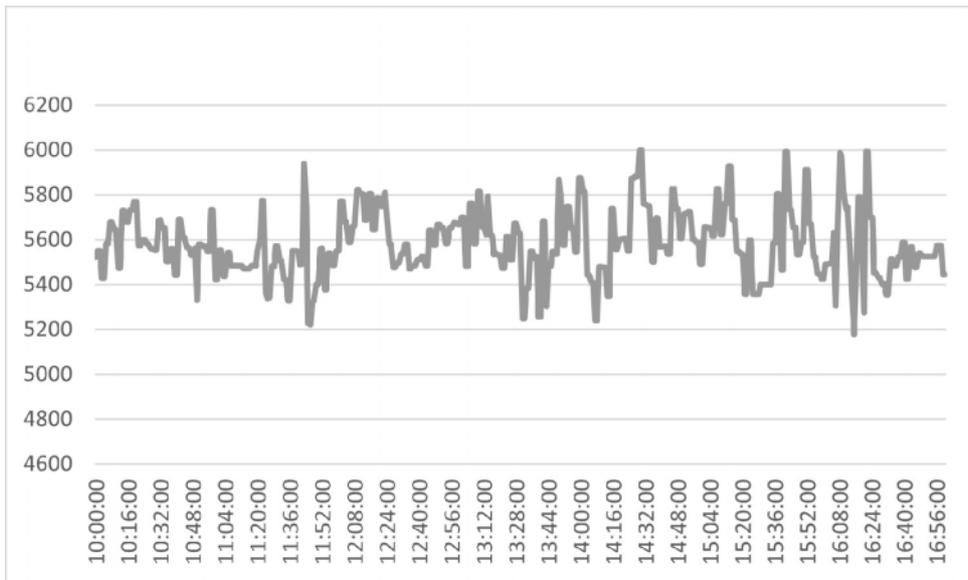


图 3

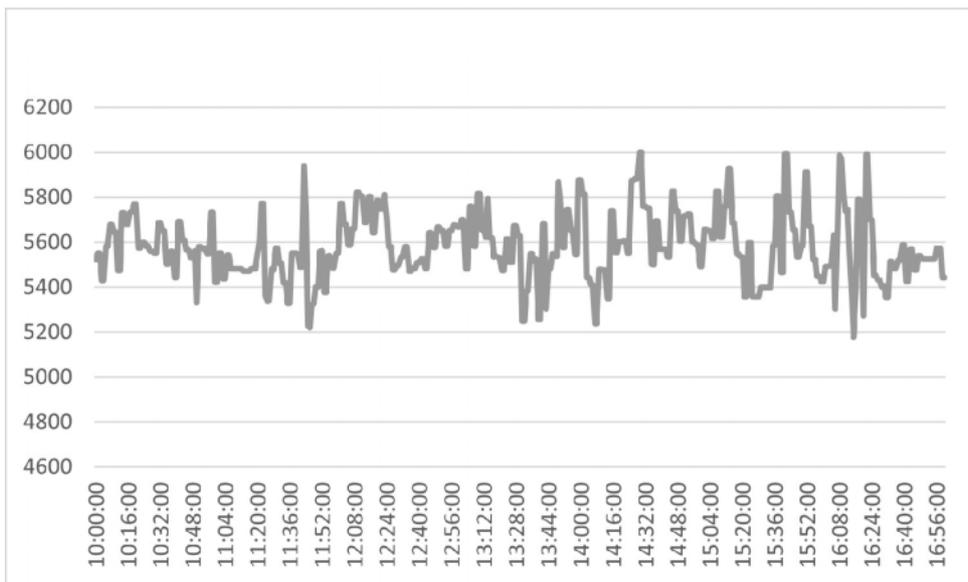


图 4

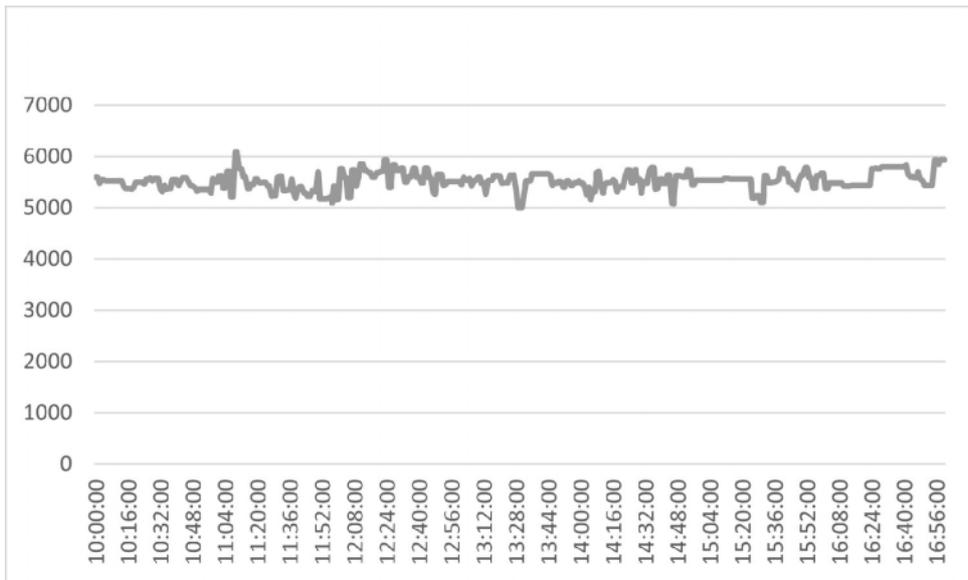


图 5



图 6

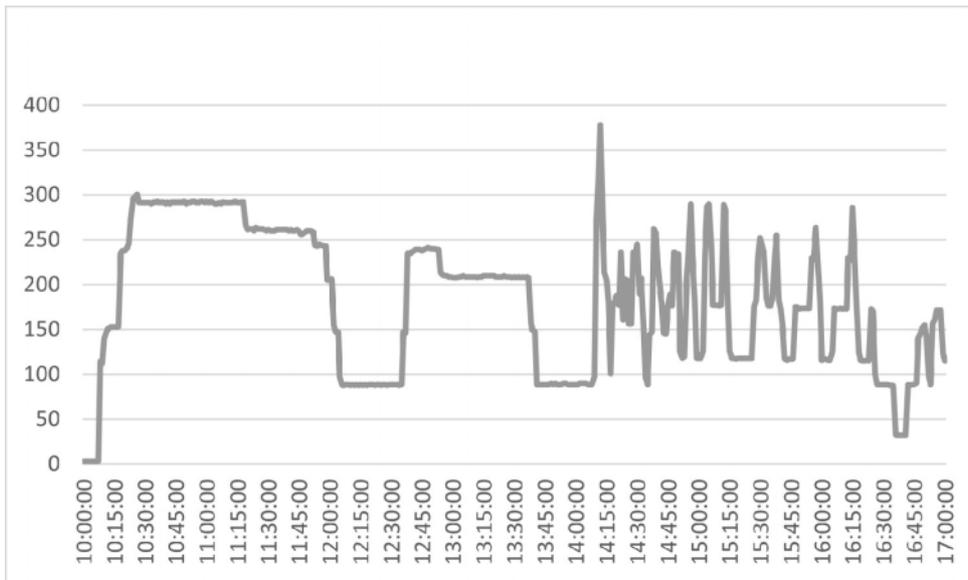


图 7

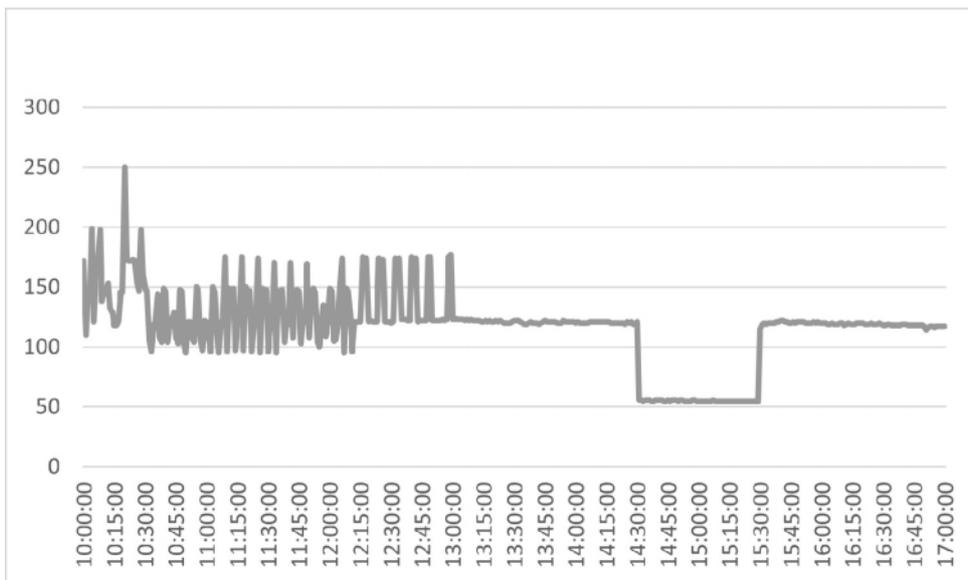


图 8

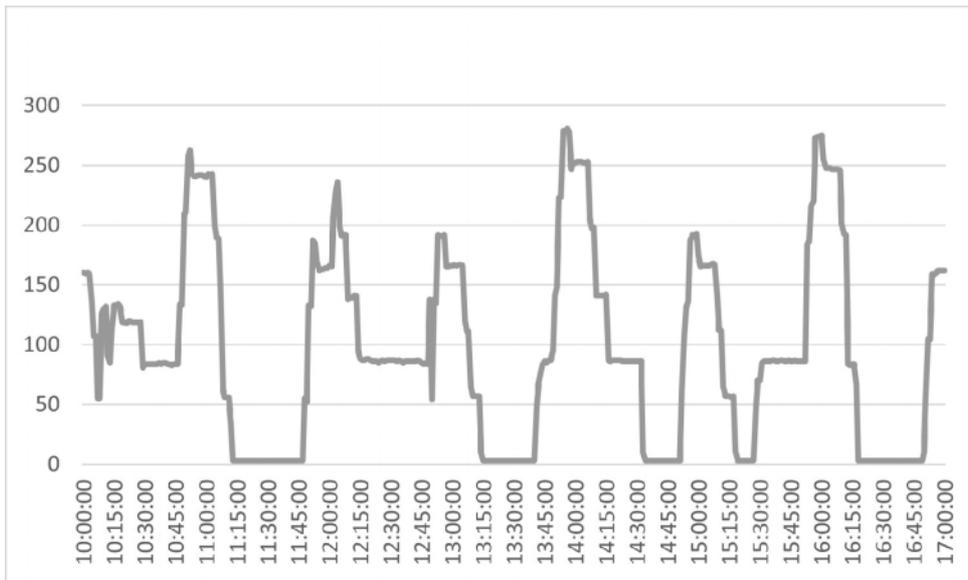


图 9

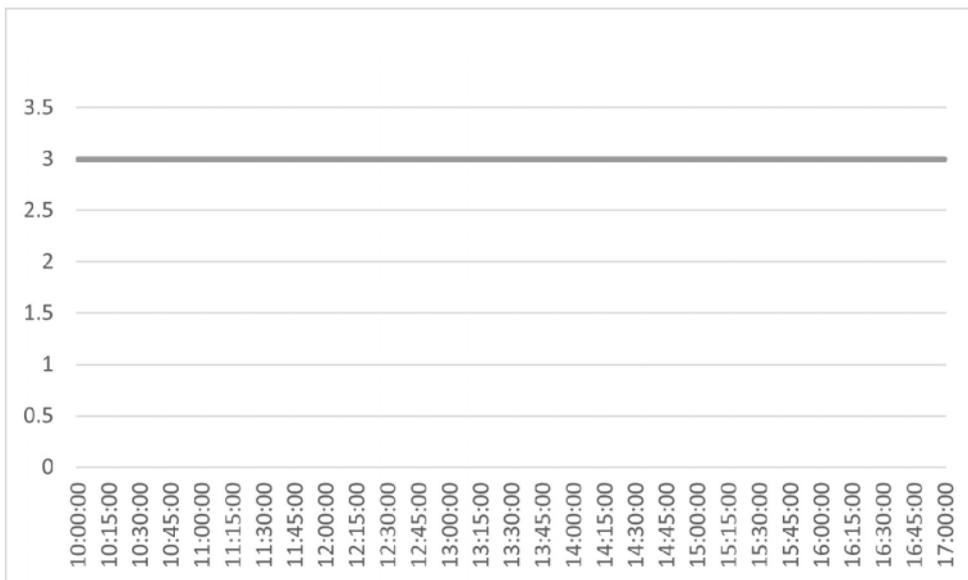


图 10

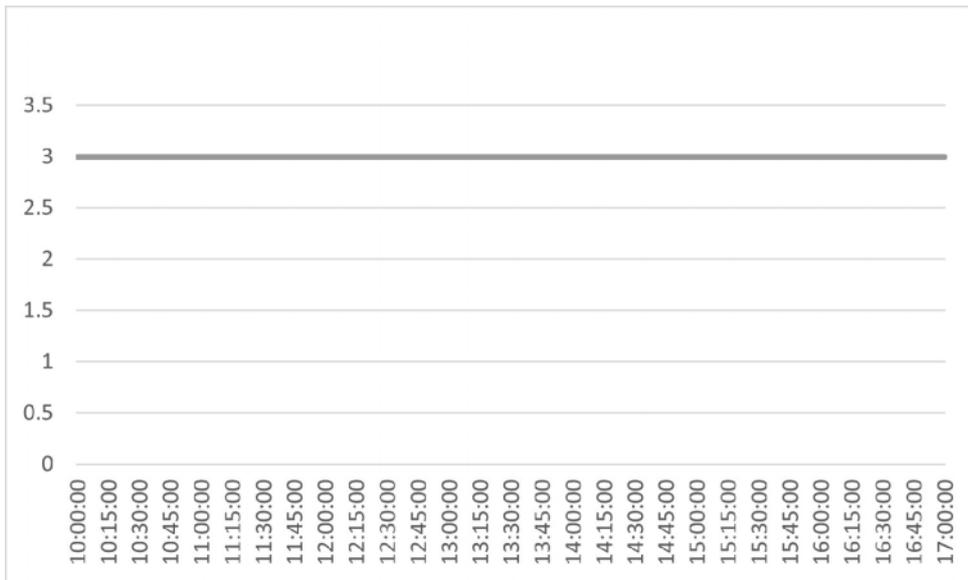


图 11

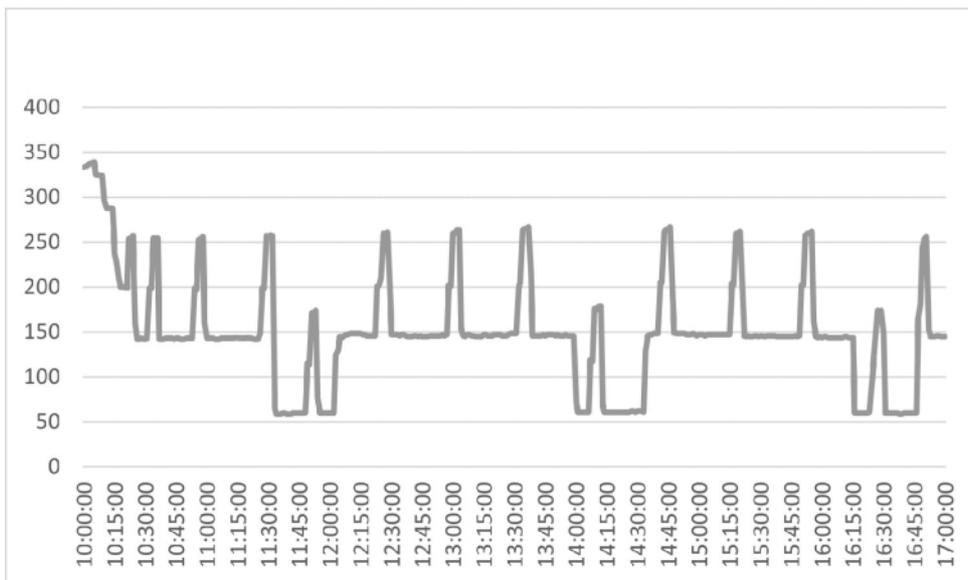


图 12