



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104573858 B

(45)授权公告日 2018.04.17

(21)申请号 201410833763.4

(22)申请日 2014.12.26

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104573858 A

(43)申请公布日 2015.04.29

(73)专利权人 国家电网公司  
地址 100031 北京市西城区西长安街86号  
专利权人 国家电网公司信息通信分公司  
北京国电通网络技术有限公司

(72)发明人 张素香 李博 赵丙镇 胡志广  
王一蓉

(74)专利代理机构 北京风雅颂专利代理有限公司 11403  
代理人 李弘 李翔

(51)Int.Cl.

G06Q 10/04(2012.01)

G06Q 50/06(2012.01)

(56)对比文件

CN 102280935 A,2011.12.14,

CN 102097828 A,2011.06.15,

US 2014212853 A1,2014.07.31,

杨文佳 等.基于预测误差分布特性统计分析的概率性短期负荷预测.《电力系统自动化》.2006,第30卷(第19期),47-52.

审查员 涂丹辉

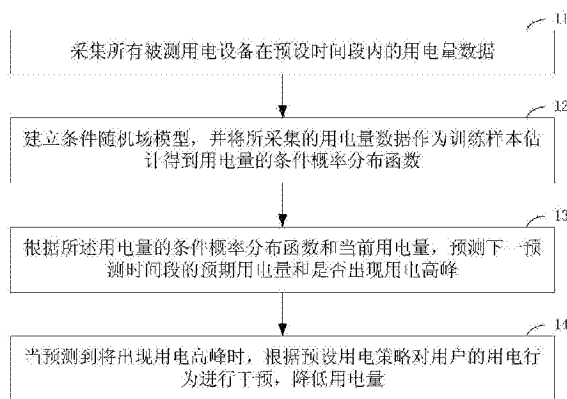
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种电网负荷的预测和调控方法

(57)摘要

本发明公开了一种电网负荷的预测和调控方法,该方法包括:采集所有被测用电设备在预设时间段内的用电量数据;建立条件随机场模型,并将所采集的用电量数据作为训练样本估计得到用电量的条件概率分布函数;根据所述用电量的条件概率分布函数和当前用电量,预测下一预测时间段的预期用电量和是否出现用电高峰;当预测到将出现用电高峰时,根据预设用电策略对用户的用电行为进行干预,降低用电量。通过使用上述的方法,可以对对电网的用电量进行较好的预测,在用电高峰出现前及时调节电器功率以缓解电网负荷。



1. 一种电网负荷的预测和调控方法,其特征在于,该方法包括  
 采集所有被测用电设备在预设时间段内的用电量数据;  
 建立条件随机场模型,并将所采集的用电量数据作为训练样本估计得到用电量的条件概率分布函数;

根据所述用电量的条件概率分布函数和当前用电量,预测下一预测时间段的预期用电量和是否出现用电高峰;

当预测到将出现用电高峰时,根据预设用电策略对用户的用电行为进行干预,降低用电量。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述将所采集的用电量数据作为训练样本估计得到用电量的条件概率分布函数包括:

对条件随机场模型进行初始化设置;

将所采集的用电量数据作为训练样本输入初始化设置后的条件随机场模型中进行迭代计算,并使用最大似然参数估计算法估算得到特征权重参数 $\lambda$ 的值,从而得到用电量的条件概率分布函数。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述用电量的条件概率分布函数为:

$$p(y|x, \lambda) = \frac{1}{Z(x)} \exp\left(\sum_{i=1}^n \sum_j \lambda_j f_j(y_{i-1}, y_i, x, i)\right)$$

其中, $p(y|x, \lambda)$ 为用电量的条件概率分布函数, $x$ 为当前用电量, $y$ 为预期用电量, $\lambda$ 为特征权重参数, $Z(x)$ 为归一化因子, $f$ 为特征向量。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述对条件随机场模型进行初始化设置包括:

将特征权重参数 $\lambda$ 的初始值设置为0。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述预测下一预测时间段是否出现用电高峰包括:

预先设置用电量阈值 $P_a$ 和用电量高峰的概率阈值 $P_t$ ;

根据所述用电量的条件概率分布函数计算预期用电量的取值大于 $P_a$ 的概率;

当预期用电量的取值大于 $P_a$ 的概率大于或等于用电量高峰的概率阈值 $P_t$ 时,判断下一预测时间段内将出现用电高峰。

## 一种电网负荷的预测和调控方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电网负荷调控技术领域,特别是指一种电网负荷的预测和调控方法。

### 背景技术

[0002] 随着我国经济的蓬勃发展,各地都兴建起了规模化的产业园区。规模化的现代化产业园区供电的特点是:用电负荷大,规模化企业的用电功率都在几千千瓦以上,一个大型产业园区的用电总功率可达到数万千瓦的量级;电力设备复杂,工业用电需要大量的专线变电、配电设施与配套电网,因此维修和维护成本也十分高昂;对电网可靠性要求高,企业的电力供应一旦出现问题将影响生产,甚至可能造成设备损坏的后果,给企业带来巨大的经济损失。

[0003] 针对产业园区的电力需求,需要在企业入驻生产前规划好用电计划,审核用电负荷是否与电力设施匹配,保证电力设备不过载。然而,在实际生产过程中,不可避免的还是会超计划用电的情况,这给稳定生产带来了极大风险。其中一种情况是,园区内员工的生活用电的需求由于某些外因突然出现高峰,比如高温天气空调的集中使用导致的用电高峰。

[0004] 由此可见,电网负荷预测对于电网负荷调节具有重要意义。目前,现有技术中所使用的主流电量预测方法有:回归分析预测法(包括线性回归和非线性回归类方法),时间序列预测法,灰色预测法,神经网络预测法等。

[0005] 但是,现有技术中的电网负荷预测方法(例如,以回归类方法为例)一般都具有计算量庞大,实时性欠佳等缺点,因此难以对电网的负荷进行较好的预测。

### 发明内容

[0006] 有鉴于此,本发明的目的在于提出一种电网负荷的预测和调控方法,从而可以对工业用户用电负荷进行较好的预测,在用电高峰出现前及时调节电器功率以缓解电网负荷。

[0007] 基于上述目的本发明提供了一种电网负荷的预测和调控方法,该方法包括:

[0008] 采集所有被测用电设备在预设时间段内的用电量数据;

[0009] 建立条件随机场模型,并将所采集的用电量数据作为训练样本估计得到用电量的条件概率分布函数;

[0010] 根据所述用电量的条件概率分布函数和当前用电量,预测下一预测时间段的预期用电量和是否出现用电高峰;

[0011] 当预测到将出现用电高峰时,根据预设用电策略对用户的用电行为进行干预,降低用电量。

[0012] 较佳的,所述将所采集的用电量数据作为训练样本估计得到用电量的条件概率分布函数包括:

[0013] 对条件随机场模型进行初始化设置;

[0014] 将所采集的用电量数据作为训练样本输入初始化设置后的条件随机场模型中进行迭代计算,并使用最大似然参数估计算法估算得到所述特征权重参数 $\lambda$ 的值,从而得到用电量的条件概率分布函数。

[0015] 较佳的,所述用电量的条件概率分布函数为:

$$[0016] \quad p(y|x, \lambda) = \frac{1}{Z(x)} \exp\left(\sum_{i=1}^n \sum_j \lambda_j f_j(y_{i-1}, y_i, x, i)\right)$$

[0017] 其中, $p(y|x, \lambda)$ 为用电量的条件概率分布函数, $x$ 为当前用电量, $y$ 为预期用电量, $\lambda$ 为特征权重参数, $Z(x)$ 为归一化因子, $f$ 为特征向量。

[0018] 较佳的,所述对条件随机场模型进行初始化设置包括:

[0019] 将特征权重参数 $\lambda$ 的初始值设置为0。

[0020] 较佳的,所述预测下一预测时间段是否出现用电高峰包括:

[0021] 预先设置用电量阈值 $P_a$ 和用电量高峰的概率阈值 $P_t$ ;

[0022] 根据所述用电量的条件概率分布函数计算预期用电量的取值大于 $P_a$ 的概率;

[0023] 当预期用电量的取值大于 $P_a$ 的概率大于或等于用电量高峰的概率阈值 $P_t$ 时,判断下一预测时间段内将出现用电高峰。

[0024] 从上面所述可以看出,由于在本发明中的电网负荷的预测和调控方法中,使用了条件随机场理论对数量庞大的家庭用户用电设备建立数学模型,并以此预测居民总用电量的趋势,通过预测用电高峰的发生,提前采取措施合理调节电量使用,以达到削减高峰、平衡电力供需关系的目的,从而可以利用智能家居的自动控制技术在预期的用电高峰出现前及时调节电器功率以达到缓解电网负荷的目的,因此比现有技术中的其他预测和调控方法具有更高的准确性和实时性,并结合智能家居技术,能够在不影响现有电网运营的情况下快速有效的调节电网负荷。

## 附图说明

[0025] 图1为本发明实施例中的电网负荷的预测和调控方法的流程示意图;

[0026] 图2为本发明实施例中的电网负荷的预测和调控方法的效果示意图。

## 具体实施方式

[0027] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,并参照附图,对本发明进一步详细说明。

[0028] 本实施例提供了一种电网负荷的预测和调控方法。

[0029] 图1为本发明实施例中的电网负荷的预测和调控方法的流程示意图。如图1所示,本发明实施例中的电网负荷的预测和调控方法主要包括:

[0030] 步骤11,采集所有被测用电设备在预设时间段内的用电量数据。

[0031] 较佳的,在本发明的具体实施例中,可以通过智能家居系统采集系统中所有被测用电设备在预设时间段内的用电量数据,并将采集到的用电量数据汇总到服务器的数据库中,以便于在后续步骤12中将所采集的用电量数据作为训练样本。

[0032] 步骤12,建立条件随机场模型,并将所采集的用电量数据作为训练样本估计得到用电量的条件概率分布函数。

[0033] 条件随机场(Conditional Random Fields,CRF)理论实质上是一种统计学习的方法。统计学习通过分析大量数据以构建概率统计模型,提取数据的特征并对数据的趋势做出预测。

[0034] 条件随机场模型是一种用来标记和切分序列化数据的统计模型。这些数据被预设为具有马尔可夫属性。该模型在给定需要标记的观察序列的条件下,计算整个标记序列的联合概率。标记序列的分布条件属性,可以让条件随机场很好的拟合现实数据,而在这些数据中,标记序列的条件概率依赖于观察序列中非独立的、相互作用的特征,并通过赋予特征以不同权值来表示特征的重要程度。

[0035] 条件随机场模型是针对具有马尔可夫性质的一组随机变量建立的模型。马尔可夫性质意味着基于无向图拓补联合的随机变量只与相邻的变量有关,而与不相邻的变量独立。

[0036] 在本发明的技术方案中,将每个被测用电设备的用电量作为条件随机场模型的变量,从而可以建立条件随机场模型,并根据所建立的建立条件随机场模型、条件随机场理论及估计方法预测用电趋势。

[0037] 较佳的,在本发明的具体实施例中,所述用电量的条件概率分布函数可以表示为:

$$[0038] \quad p(\mathbf{y} | \mathbf{x}, \lambda) = \frac{1}{Z(\mathbf{x})} \exp\left(\sum_{i=1}^n \sum_j \lambda_j f_j(\mathbf{y}_{i-1}, \mathbf{y}_i, \mathbf{x}, \mathbf{i})\right)$$

[0039] 其中, $p(\mathbf{y} | \mathbf{x}, \lambda)$ 为用电量的条件概率分布函数, $\mathbf{x}$ 为当前用电量, $\mathbf{y}$ 为预期用电量, $\lambda$ 为特征权重参数, $Z(\mathbf{x})$ 为归一化因子, $f$ 为特征向量。

[0040] 根据上式可知,当初步建立条件随机场模型时,上述条件随机场模型中的用电量的条件概率分布函数中的特征权重参数 $\lambda$ 为未知的参数(即取值未知的参数)。因此,在本发明的技术方案中,可以将所采集的用电量数据作为训练样本估计得到上述特征权重参数 $\lambda$ 的值,从而得到用电量的条件概率分布函数。

[0041] 例如,较佳的,在本发明的较佳实施例中,所述将所采集的用电量数据作为训练样本估计得到用电量的条件概率分布函数可以通过如下所述的步骤实现:

[0042] 步骤121,对条件随机场模型进行初始化设置。

[0043] 例如,较佳的,在本发明的具体实施例中,所述对条件随机场模型进行初始化设置包括:将特征权重参数 $\lambda$ 的初始值设置为0。

[0044] 当然,在本发明的技术方案中,也可以根据实际应用的需要将特征权重参数 $\lambda$ 的初始值设置为其它的取值。

[0045] 步骤122,将所采集的用电量数据作为训练样本输入初始化设置后的条件随机场模型中进行迭代计算,并使用最大似然参数估计算法估算得到所述特征权重参数 $\lambda$ 的值,从而得到用电量的条件概率分布函数。

[0046] 步骤13,根据所述用电量的条件概率分布函数和当前用电量,预测下一预测时间段的预期用电量和是否出现用电高峰。

[0047] 由于在步骤12中得到了用电量的条件概率分布函数,因此在本步骤中即可根据该用电量的条件概率分布函数和当前用电量,对下一预测时间段的预期用电量进行预测,并且还可以预测下一预测时间段内是否会出现用电高峰。

[0048] 例如,较佳的,在本发明的具体实施例中,所述预测下一预测时间段是否出现用电

高峰包括:

[0049] 步骤131,预先设置用电量阈值 $P_a$ 和用电量高峰的概率阈值 $P_t$ 。

[0050] 步骤132,根据所述用电量的条件概率分布函数计算预期用电量的取值大于 $P_a$ 的概率。

[0051] 步骤133,当预期用电量的取值大于 $P_a$ 的概率大于或等于用电量高峰的概率阈值 $P_t$ (即 $p(y|x>P_a) \geq P_t$ )时,判断下一预测时间段内将出现用电高峰。

[0052] 步骤14,当预测到将出现用电高峰时,根据预设用电策略对用户的用电行为进行干预,降低用电量,以避免出现用电高峰。

[0053] 例如,在本发明的较佳实施例中,所述对用户的用电行为进行干预可以包括:控制正在运行的大耗能电器(例如,空调等)降低运行功率,甚至关闭。

[0054] 通过上述的步骤11~14,即可实现对电网负荷的预测和调控。

[0055] 图2为本发明实施例中的电网负荷的预测和调控方法的效果示意图。如图2所示,通过使用上述的电网负荷的预测和调控方法,可以在预期的用电高峰出现前及时调节电器功率以缓解电网负荷。

[0056] 综上所述,由于在本发明中的电网负荷的预测和调控方法中,使用了条件随机场理论对数量庞大的工业用户用电设备建立数学模型,并以此预测工业用户总用电量的趋势,通过预测用电高峰的发生,提前采取措施合理调节电量使用,以达到削减高峰、平衡电力供需关系的目的,从而可以利用智能电器的自动控制技术在预期的用电高峰出现前及时调节电器功率以达到缓解电网负荷的目的,因此比现有技术中的其他预测和调控方法具有更高的准确性和实时性,并结合智能家居技术,能够在不影响现有电网运营的情况下快速有效的调节电网负荷。

[0057] 所属领域的普通技术人员应当理解:以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

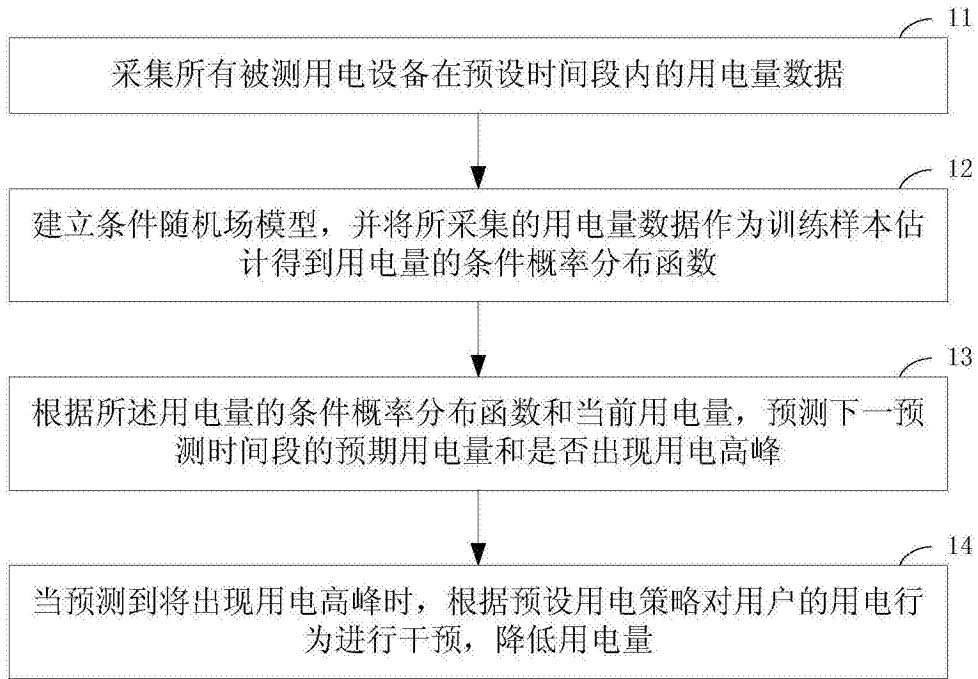


图1

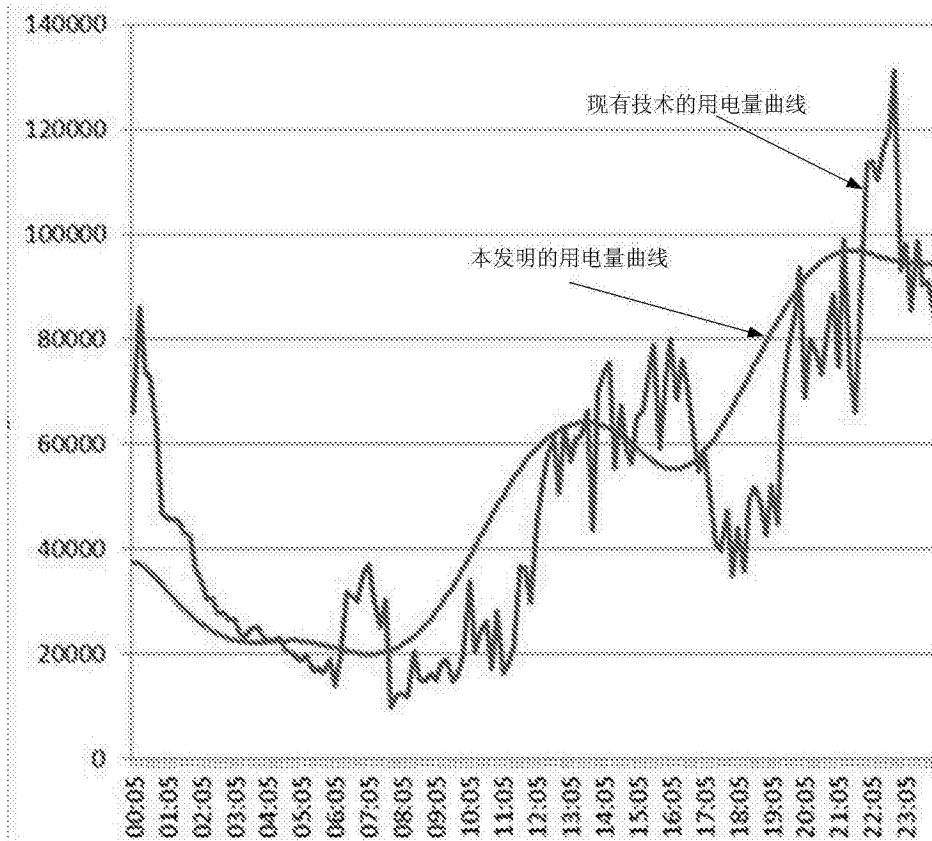


图2