



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103606018 B

(45)授权公告日 2016.10.26

(21)申请号 201310646467.9

(22)申请日 2013.12.04

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103606018 A

(43)申请公布日 2014.02.26

(73)专利权人 冶金自动化研究设计院

地址 100071 北京市丰台区四环南路72号

(72)发明人 梁青艳 盛刚 徐化岩 贾天云

曾玉娇

(74)专利代理机构 北京华谊知识产权代理有限公司

公司 11207

代理人 刘月娥

(51)Int.Cl.

G06F 17/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 101408769 A, 2009.04.15,

CN 102737086 A, 2012.10.17,

CN 1945482 A, 2007.04.11,

JP 2004145749 A, 2004.05.20,

盛刚, 孙彦广, 梁青艳. “钢铁企业电力负荷分析与预测模型的探讨”. 《冶金自动化》. 2011, (第S1期), 第676-679页.

审查员 马金驹

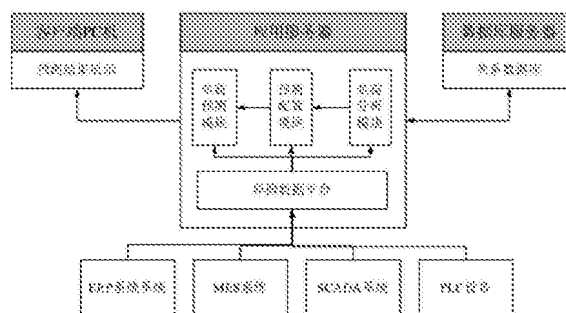
权利要求书3页 说明书6页 附图8页

(54)发明名称

一种钢铁企业电力负荷短期动态预测系统

(57)摘要

一种钢铁企业电力负荷短期动态预测系统, 属于钢铁企业能源预测技术领域。在硬件上包括应用服务器、关系数据库服务器、客户端PC机及连接各计算机的网络设备包括交换机、网线、防火墙、路由器设备。应用服务器、关系数据库服务器通过网线连接到交换机上, 外部客户端PC设备连接到路由器上, 路由器经过防火墙和交换机相连, 实现客户端和服务端通讯。软件系统包括异构数据平台, 负荷预测系统两部分, 其中, 负荷预测系统由负荷分析模块、预测配置模块、负荷预测模块构成。优点在于, 综合考虑各用电环节的用电特点、工艺特性、生产计划、检修计划及生产工况信息, 分类建立模型, 通过预测结果叠加获取总负荷预测值, 更符合钢厂的实际情况, 在动态预测过程中充分考虑到信息、工艺节奏和动态工况信息, 模型具有更好的适应性。



1. 一种钢铁企业电力负荷短期动态预测系统,其特征在于,硬件包括应用服务器、关系数据库服务器、客户端PC机及连接各计算机的网络设备,网络设备包括交换机、网线、防火墙、路由器设备;应用服务器、关系数据库服务器通过网线连接到交换机上,外部客户端PC设备连接到路由器上,路由器经过防火墙和交换机相连,实现客户端和服务端通讯;软件系统包括异构数据平台,负荷预测系统两部分,其中,负荷预测系统由负荷分析模块、预测配置模块、负荷预测模块构成;软件系统部署在应用服务器上;异构数据平台基于负荷预测的数据需求负责连接不同的数据源,这些数据源包括PLC设备、SCADA系统、MES系统、ERP系统,将这些数据源中不同类型的数据以标签化的方式采集到关系数据库服务器,为负荷预测系统中各模块提供数据支持,并把负荷预测模块输出的预测结果存储到数据库,客户端PC机用于对预测结果进行展示;

所述的负荷分析模块用于对负荷数据进行分析,确定每类负荷的波动特性,对负荷进行分解及分类,为预测配置模块提供负荷分类建模的基础参数;预测配置模块对各类负荷进行特征参量提取,配置各类模型参数;负荷预测模块基于预测配置模块的配置进行短期日负荷预测及实时动态预测;

负荷分析模块从异构数据平台读取负荷历史数据,分析各用电负荷的波动特性,其中波动特性以均值、标准差、最大值、最小值、平均波动率、最大波动率、最小波动率、最小负荷、最大负荷、平均负荷所占总负荷的百分比、负荷趋势与总负荷趋势的灰色关联度作为量化指标,基于量化指标对总负荷进行分解及分类,依次从总负荷中抽取稳定负荷分量、特殊工艺负荷分量、日相似负荷分量;其中特殊工艺负荷分量主要指精炼炉、热轧、冷轧工序耗电,由于工艺特性,负荷波动较大,对总负荷冲击较大;稳定负荷分量表现为正常状态波动不大,受所占比重较大的用电设备检修计划的影响,在有检修发生时总的稳定负荷分量表现为具有阶跃特性的上升或下降;日相似负荷分量指正常状态下负荷波形具有日相似性;负荷分类基于定性与定量结合的方式进行;

$$P_{\text{总}} = P_{\text{稳定负荷分量}} + \sum P_{\text{特殊工艺负荷分量}} + \sum P_{\text{日相似负荷分量}} \quad (1)$$

$$E_{\text{误差}} = E_{\text{稳定负荷分量}} + \sum E_{\text{特殊工艺负荷分量}} + \sum E_{\text{日相似负荷分量}} \quad (2)$$

$$P_{\text{总}} * e_{\text{误差百分比}} = P_{\text{总}} * q_{\text{稳定负荷百分比}} * e_{\text{稳定负荷误差百分比}}$$

$$+ \sum P_{\text{总}} * q_{\text{特殊负荷百分比}} * e_{\text{特殊负荷误差百分比}} \quad (3)$$

$$+ \sum P_{\text{总}} * q_{\text{日相似负荷百分比}} * e_{\text{日相似负荷误差百分比}}$$

总负荷预测结果等于各环节预测结果相加,总的预测误差是由各环节预测误差叠加造成的,将公式(2)展开为公式(3),可得,总的误差百分比和各环节负荷所占百分比及各环节的预测误差百分比相关;则各负荷对预测误差的贡献度指标EC量化为负荷百分比乘以负荷波动率,在分类过程中既要考虑波动特性又要考虑贡献度;

所述的负荷分析模块具体执行步骤如下:

步骤1:设定期望预测相对误差EP,分类结果和预测期望误差有很大关系;

步骤2:计算各环节负荷波动特性指标,均值、标准差、最大值、最小值、平均波动率、最大波动率、最小波动率、最小负荷、最大负荷、平均负荷所占总负荷的百分比、负荷趋势与总负荷趋势的灰色关联度、负荷预测误差贡献度;

步骤3:进入特殊工艺负荷过滤器,如果波动率>EP,且EC>EP,则归于特殊工艺负荷,其他负荷则归于剩余未分类负荷,基于设备类型,对特殊工艺负荷进一步分类为精炼、热轧、

冷轧设备分量,无法归类的则归入剩余负荷,最后输出剩余未分类负荷,执行步骤4;

步骤4:将剩余未分类负荷进行日相似负荷过滤器,以周为单位进行日负荷的同比、环比分析,以灰色关联度作为量化指标,抽取日相似负荷分量,输出剩余负荷分量进行步骤5;

步骤5:进入稳定负荷分量过滤器,如果负荷预测误差贡献度 $EC > EP$,则归为其他类,特殊处理,其余负荷归为稳定负荷分量。

2.根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述的预测配置模块基于负荷分析模块的分类结果,一是对各类负荷进行特征参量的提取,为预测模型提供初始化参数,各类负荷的基本特征参量包括正常状态负荷均值、负荷波动范围,特殊工艺负荷除基本特征参量外还需要基于工艺特性录入基本的工艺参量包括钢种、冶炼和轧制节奏信息、冲击时段及非冲击时段负荷均值、负荷波动水平与钢产量的线性系数、冷轧和热轧钢坯类型;二是通过异构数据平台从MES系统、ERP系统获取各环节耗电设备的日生产排程及检修计划,配置检修计划对各设备负荷预估影响量;三为耗电设备配置能标识其状态变化的检测信号,基于现场情况配置逻辑表达式,把检测信号转化为0,1状态信号,实时获知耗电设备的状态变化信息。

3.根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述的负荷预测模块是负荷预测系统中的关键环节,各类模型基于负荷配置模块的配置参数,按照以下流程进行逻辑运算,得出负荷预测结果,最后叠加各类负荷预测结果,获取负荷总的需量;

(1)短期日负荷预测流程如下:

步骤1.1:参数设定:预测点数 $n(24,96,288)$

步骤1.2:获取数据:获取工艺参量,获取预测前之前正常生产状态同钢种相同轧制类型一个精炼周期和轧制周期的历史数据,如果匹配钢种和轧制类型,则提取最近的一个周期数据,获取预测日排程计划,获取预测日检修计划;

步骤1.3:进行负荷预测计算:基于步骤1获取的数据,进行负荷片段拼接,输出预测日 n 点的日负荷预测值;

步骤1.4:从预测日零点开始 $t=0, k=1$ 进行实时动态预测,初始化动态预测参数:设定预测时长 $T=T_0*N$,其中 $T_0=86400/n$, N 为1~3内的整数,设定计数器 k ,记录当前预测周期所对应的日负荷预测时段;

步骤1.5:实时预测需要获知预测时刻之前最近的正常生产周期的历史数据,同时实时监听节奏信号及生产工况信号,一旦有信号发生变化,记录信号发生时间,重新计算工艺节奏信息,实时刷新预测时刻 t 时,预测时长 $[t, t+T]$ 内的预测趋势;

步骤1.6:基于 $[t, t+T]$ 时段内动态预测结果,刷新对应日负荷预测结果的 $[k, k+N]$ 个预测值;

步骤1.7:预测时刻 t 以日负荷预测间隔 T_0 为周期进行滚动预测,当当前时刻 $> t+T_0$,则转入步骤1.5,进入下一个动态预测周期;

(2)稳定负荷分量预测流程如下:

步骤2.1:获取数据:获取稳定负荷特征参量,获取建模时长 D 天内稳定负荷分量中各耗电环节历史数据,及预测日检修计划;

步骤2.2:数据预处理:如果获取历史数据的时段有检修情况发生,需要做数据修正,消除检修影响量;

步骤2.3:把D天内数据,拆成n个对应时刻时间序列,每个序列包含D个建模数据;

步骤2.4:基于预测配置模块选定的稳定分量基础模型包括移动平均、指数平滑、加权平均进行预测日对应时刻预测计算,输出预测日n点的日负荷预测值;

步骤2.5:从预测日零点开始 $t=0$, $k=1$ 进行实时动态预测,初始化动态预测参数:设定预测时长 $T=T_0*N$,其中 $T_0=86400/n$, N 为1~3内的整数,设定计数器 k ,记录当前预测周期所对应的日负荷预测时段;

步骤2.6:实时预测需要实时获知当前预测时刻 t 之后的信息数据,以1分钟为周期,实时计算特征参量,刷新预测结果,同时实时监听生产工况信号,一旦有信号发生变化,记录信号发生时间,修正预测时长 $[t, t+T]$ 内的预测趋势;

步骤2.7:基于 $[t, t+T]$ 时段内动态预测结果,刷新对应日负荷预测结果的 $[k, k+N]$ 个预测值;

步骤2.8:预测时刻 t 以日负荷预测间隔 T_0 为周期进行滚动预测,当当前时刻 $>t+T_0$,则转入步骤2.6,进入下一个动态预测周期;

(3)日相似性负荷预测流程

步骤3.1:获取数据:获取负荷特征参量,基于建模时长D,获取历史D个相似日负荷数据,相似日指按照正常流程工作,无异常或检修发生的工作日;

步骤3.2:把D天内数据,拆成n个对应时刻时间序列,每个序列包含D个建模数据;

步骤3.3:基于预测配置模块选定的相似日负荷基础预测模型进行预测日对应时刻预测计算,输出预测日n点的日负荷预测值;

步骤3.4:从预测日零点开始 $t=0$, $k=1$ 进行实时动态预测,初始化动态预测参数:设定预测时长 $T=T_0*N$,其中 $T_0=86400/n$, N 为1~3内的整数,设定计数器 k ,记录当前预测周期所对应的日负荷预测时段;

步骤3.5:实时预测需要实时获知当前预测时刻 t 之后的信息数据,以1分钟为周期,实时计算特征参量,刷新预测结果,同时实时监听生产工况信号,一旦有信号发生变化,记录信号发生时间,修正预测时长 $[t, t+T]$ 内的预测趋势;

步骤3.6:基于 $[t, t+T]$ 时段内动态预测结果,刷新对应日负荷预测结果的 $[k, k+N]$ 个预测值;

步骤3.7:预测时刻 t 以日负荷预测间隔 T_0 为周期进行滚动预测,当当前时刻 $>t+T_0$,则转入步骤3.5,进入下一个动态预测周期;

(4)负荷叠加流程

步骤4.1:把步骤1.3,2.4,3.3输出的预测日n点负荷预测值,对应时刻叠加,输出总的日负荷需量;

步骤4.2:把步骤1.5,2.6,3.5每一个预测周期T内预测趋势叠加,输出动态预测数据;

步骤4.3:把步骤1.6,2.7,3.6输出的对应日负荷修正值叠加,输出日修正负荷值。

一种钢铁企业电力负荷短期动态预测系统

技术领域

[0001] 本发明属于钢铁企业能源预测技术领域,特别是提供了一种钢铁企业电力负荷短期动态预测系统,可以对钢铁企业负荷需求进行短期日负荷预测及实时超短期动态预测,为钢铁企业自发电计划的制定,实时动态调度及自发电控制提供支持。

背景技术

[0002] 电力系统的作用是尽可能经济地为各类用户提供可靠且合乎标准要求的电能,最基本也是最重要的是要满足用户负荷要求。由于电能的生产、输送、分配和消费是同时完成的,难以大量储存,因此预知未来的电力负荷对电力系统的运行具有十分重要的意义。

[0003] 近些年来,钢铁行业竞争日益加剧,节能降耗,节约能源成本已成为各企业降本增效,提高竞争力的突出要求,钢铁企业即是发电单位,又是大的用电单位,目前钢铁企业的机组发电计划是由钢厂按照以用定发的原则制定并上报区域网调后执行,钢铁企业按照电力公司下达的日计划曲线来安排,实时调度调整空间非常小,考虑到发电成本和外购电成本的差异以及尖峰平谷不同时间段的发电需求,钢厂日负荷曲线的预测对安排发电机的启停,从成本和效益的角度制定合理的发电计划具有重要意义。另外在实际运行过程中由于广泛存在精炼设备和轧机等冲击负荷,在加上一些临时突发工况,负荷变化强度剧烈,远远超过一般自备发电机组的负荷调节速度,因此充分考虑动态工况信息和负荷实时趋势,对日负荷曲线进行动态预测,对实时动态调度,自发电控制具有非常重要的指导作用。

[0004] 目前的电力预测技术大致分为三类:(1)定性预测方法。这种预测方法适用于缺乏历史统计数据的系统对象,一般是人们根据系统过去和现在的经验,判断和直觉进行预测,其中以人的逻辑为主,仅要求提供系统发展的方向、状态、形式等定性结果。一般用在电力负荷的长期预测过程中。(2)智能算法。包括回归分析方法、时间序列法、专家系统法、神经网络法、模糊理论等。非线性回归和时间序列法计算量效、速度较快,在电网情况正常、生产和气象变化不到的时候预测效果良好,但不能考虑一些负荷影响因素,如休息日,气象等,难以反映负荷和这些变量之间的动态,所以对复杂多变的电力系统预测效果较差。专家系统可以避免复杂的数值计算,但通用性较差。而神经网络算法只是依据经验风险最小化原理建立起来的模型,收敛速度慢,可能收敛到局部极小点,知识表达困难,难以充分利用调度人员的经验知识,且需要长时间的训练时间。(3)工艺机理分析模型。根据工艺机理预测未来负荷需求。机理分析比较复杂,尤其对于大型的钢铁企业,影响负荷的波动因素较多,很难建立直接有效的工艺机理模型。上述电力预测方法集中在数据侧,利用数据分析和智能模型对负荷进行短期的预测,没有考虑实际过程中工序的实时的变动因素,使预测结果的可用性较差,另外整个预测实施过程可操作性不强,没有形成相应的预测体系,导致系统的复用性和适应性较差。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种钢铁企业电力负荷短期动态预测系统,充分考虑各用

电环节的用电特点、工艺特性、生产计划、检修计划及动态工况信息,对钢铁企业负荷需求进行分解及分类建模,提供短期日负荷预测及实时超短期动态预测,为钢铁企业自发电计划的制定,实时动态调度及自发电控制提供支持。

[0006] 本发明综合考虑各用电环节的用电特点、工艺特性、生产计划、检修计划及生产工况信息,分类建立模型,通过预测结果叠加获取总负荷预测值,更符合钢厂的实际,在动态预测过程中充分考虑到新息、工艺节奏和动态工况信息,模型具有更好的适应性。

[0007] 本发明中的异构数据平台是基于发明专利200710179970.2“应用于流程工业过程控制系统的共享平台”来实现的。

[0008] 本发明中的预测系统在硬件上包括应用服务器、关系数据库服务器、客户端PC机及连接各计算机的网络设备包括交换机、网线、防火墙、路由器设备。应用服务器、关系数据库服务器通过网线连接到交换机上,外部客户端PC设备连接到路由器上,路由器经过防火墙和交换机相连,实现客户端和服务端通讯。软件系统包括异构数据平台,负荷预测系统两部分,其中,负荷预测系统由负荷分析模块、预测配置模块、负荷预测模块构成。软件系统部署在应用服务器上。异构数据平台基于负荷预测的数据需求(实时负荷、历史负荷、生产计划、检修计划、设备状态信号)负责连接不同的数据源,这些数据源包括PLC(可编程控制器)设备、SCADA(数据采集与监控)系统、MES系统(生产执行系统)、ERP系统(企业资源计划管理系统),将这些数据源中不同类型的数据以标签化的方式采集到关系数据库服务器,为负荷预测系统中各模块提供数据支持,并把负荷预测模块输出的预测结果存储到数据库,客户端PC机用于对预测结果进行展示,辅助调度人员开展工作,系统结构图如图1所示。

[0009] 所述的负荷分析模块用于对负荷数据进行分析,确定每类负荷的波动特性,对负荷进行分解及分类,为预测配置模块提供负荷分类建模的基础参数。预测配置模块对各类负荷进行特征参量提取,配置各类模型参数。负荷预测模块基于预测配置模块的配置进行短期日负荷预测及实时动态预测。

[0010] 负荷分析模块从异构数据平台读取负荷历史数据,分析各用电负荷的波动特性,其中波动特性以均值、标准差、最大值、最小值、平均波动率、最大波动率、最小波动率、最小、最大、平均负荷所占总负荷的百分比、负荷趋势与总负荷趋势的灰色关联度作为量化指标,基于量化指标对总负荷进行分解及分类,依次从总负荷中抽取稳定负荷分量、特殊工艺负荷分量、日相似负荷分量。其中特殊工艺负荷分量主要指精炼炉、热轧、冷轧工序耗电,由于工艺特性,负荷波动较大,对总负荷冲击较大。稳定负荷分量表现为正常状态波动不大,受所占比重较大的用电设备检修计划的影响,在有检修发生时总的稳定负荷分量表现为具有阶跃特性的上升或下降。日相似负荷分量指正常状态下负荷波形具有日相似性。负荷分类基于定性与定量结合的方式进行。

[0011] $P_{\text{总}} = P_{\text{稳定负荷分量}} + \sum P_{\text{特殊工艺负荷分量}} + \sum P_{\text{日相似负荷分量}}$ (1)

[0012] $E_{\text{误差}} = E_{\text{稳定负荷分量}} + \sum E_{\text{特殊工艺负荷分量}} + \sum E_{\text{日相似负荷分量}}$ (2)

[0013] $P_{\text{总}} * e_{\text{误差百分比}} = P_{\text{总}} * q_{\text{稳定负荷百分比}} * e_{\text{稳定负荷误差百分比}}$
 [0014] $+ \sum P_{\text{总}} * q_{\text{特殊负荷百分比}} * e_{\text{特殊负荷误差百分比}}$ (3)

[0015] $+ \sum P_{\text{总}} * q_{\text{日相似负荷百分比}} * e_{\text{日相似负荷误差百分比}}$

[0016] 总负荷预测结果等于各环节预测结果相加,总的预测误差是由各环节预测误差叠加造成的,将公式(2)展开为公式(3),可得,总的误差百分比和各环节负荷所占百分比及各

环节的预测误差百分比相关。则各负荷对预测误差的贡献度指标(EC)可量化为负荷百分比乘以负荷波动率,在分类过程中即要考虑波动特性又要考虑贡献度。负荷分析模块运行流程如图2所示,具体执行步骤如下:

[0017] 步骤1:设定期望预测相对误差EP,分类结果和预测期望误差有很大关系;

[0018] 步骤2:计算各环节负荷波动特性指标,均值、标准差、最大值、最小值、平均波动率、最大波动率、最小波动率、最小、最大、平均负荷所占总负荷的百分比、负荷趋势与总负荷趋势的灰色关联度、负荷预测误差贡献度;

[0019] 步骤3:进入特殊工艺负荷过滤器,如果波动率 $>EP$,且 $EC>EP$,则归于特殊工艺负荷,其他负荷则归于剩余未分类负荷,基于设备类型,对特殊工艺负荷进一步分类为精炼、热轧、冷轧设备分量,无法归类的则归入剩余负荷,最后输出剩余未分类负荷,执行步骤4;

[0020] 步骤4:将剩余未分类负荷进行日相似负荷过滤器,以周为单位进行日负荷的同比、环比分析,以灰色关联度作为量化指标,抽取日相似负荷分量,输出剩余负荷分量进行步骤5;

[0021] 步骤5:进入稳定负荷分量过滤器,如果负荷预测误差贡献度 $EC>EP$,则归为其他类,特殊处理,其余负荷归为稳定负荷分量。

[0022] 预测配置模块基于负荷分析模块的分类结果,一是对各类负荷进行特征参量的提取,为预测模型提供初始化参数,各类负荷的基本特征参量包括正常状态负荷均值、负荷波动范围,特殊工艺负荷除基本特征参数外还需要基于工艺特性录入基本的工艺参量包括钢种、冶炼和轧制节奏信息、冲击时段及非冲击时段负荷均值、负荷波动水平与钢产量的线性系数、冷轧和热轧钢坯类型。二是通过异构数据平台从MES系统、ERP系统获取各环节耗电设备的日生产排程及检修计划,配置检修计划对各设备负荷预估影响量。三为耗电设备配置能标识其状态变化的检测信号,基于现场情况配置逻辑表达式,把检测信号转化为0,1状态信号,实时获知耗电设备的状态变化信息。

[0023] 负荷预测模块是负荷预测系统中的关键环节,各类模型基于负荷配置模块的配置参数,按照以下流程进行逻辑运算,得出负荷预测结果,最后叠加各类负荷预测结果,获取负荷总的需量。

[0024] 1、短期日负荷预测流程如下:

[0025] 步骤1.1:参数设定:预测点数 $n(24,96,288)$

[0026] 步骤1.2:获取数据:获取工艺参量,获取预测前之前正常生产状态同钢种相同轧制类型一个精炼周期和轧制周期的历史数据,如果匹配钢种和轧制类型,则提取最近的一个周期数据,获取预测日排程计划,获取预测日检修计划。

[0027] 步骤1.3:进行负荷预测计算:基于步骤1获取的数据,进行负荷片段拼接,输出预测日 n 点的日负荷预测值

[0028] 步骤1.4:从预测日零点开始($t=0, k=1$)进行实时动态预测。初始化动态预测参数:设定预测时长 $T=T_0*N$,其中 $T_0=86400/n$, N 为1~3内的整数,设定 $K=1$,记录当前预测周期所对应的日负荷预测时段。

[0029] 步骤1.5:实时预测需要获知预测时刻之前最近的正常生产周期的历史数据,同时实时监听节奏信号及生产工况信号,一旦有信号发生变化,记录信号发生时间,重新计算工艺节奏信息,实时刷新预测时刻 t 时,预测时长 $[t, t+T]$ 内的预测趋势。

[0030] 步骤1.6:基于 $[t, t+T]$ 时段内动态预测结果,刷新对应日负荷预测结果的 $[k, k+N]$ 个预测值。

[0031] 步骤1.7:预测时刻 t 以日负荷预测间隔 T_0 为周期进行滚动预测,当当前时刻 $>t+T_0$,则转入步骤1.5,进入下一个动态预测周期。

[0032] 2、稳定负荷分量预测流程如下:

[0033] 步骤2.1:获取数据:获取稳定负荷特征参量,获取建模时长 D 天内稳定负荷分量中各耗电环节历史数据,及预测日检修计划。

[0034] 步骤2.2:数据预处理:如果获取历史数据的时段有检修情况发生,需要做数据修正,消除检修影响量。

[0035] 步骤2.3:把 D 天内数据,拆成 n 个对应时刻时间序列,每个序列包含 D 个建模数据。

[0036] 步骤2.4:基于预测配置模块选定的稳定分量基础模型(移动平均、指数平滑、加权平均)进行预测日对应时刻预测计算,输出预测日 n 点的日负荷预测值

[0037] 步骤2.5:从预测日零点开始($t=0, k=1$)进行实时动态预测。初始化动态预测参数:设定预测时长 $T=T_0*N$,其中 $T_0=86400/n$, N 为 $1\sim 3$ 内的整数,设定 $K=1$,记录当前预测周期所对应的日负荷预测时段。

[0038] 步骤2.6:实时预测需要实时获知当前预测时刻 t 之后的新息数据,以1分钟为周期,实时计算特征参量,刷新预测结果,同时实时监听生产工况信号,一旦有信号发生变化,记录信号发生时间,修正预测时长 $[t, t+T]$ 内的预测趋势。

[0039] 步骤2.7:基于 $[t, t+T]$ 时段内动态预测结果,刷新对应日负荷预测结果的 $[k, k+N]$ 个预测值。

[0040] 步骤2.8:预测时刻 t 以日负荷预测间隔 T_0 为周期进行滚动预测,当当前时刻 $>t+T_0$,则转入步骤2.6,进入下一个动态预测周期。

[0041] 3、日相似性负荷预测流程

[0042] 步骤3.1:获取数据:获取负荷特征参量,基于建模时长 D ,获取历史 D 个相似日负荷数据,相似日指按照正常流程工作,无异常或检修发生的工作日。

[0043] 步骤3.2:把 D 天内数据,拆成 n 个对应时刻时间序列,每个序列包含 D 个建模数据。

[0044] 步骤3.3:基于预测配置模块选定的相似日负荷基础预测模型(移动平均、指数平滑、趋势外推)进行预测日对应时刻预测计算,预测日 n 点的日负荷预测值。

[0045] 步骤3.4:从预测日零点开始($t=0, k=1$)进行实时动态预测。初始化动态预测参数:设定预测时长 $T=T_0*N$,其中 $T_0=86400/n$, N 为 $1\sim 3$ 内的整数,设定 $K=1$,记录当前预测周期所对应的日负荷预测时段。

[0046] 步骤3.5:实时预测需要实时获知当前预测时刻 t 之后的新息数据,以1分钟为周期,实时计算特征参量,刷新预测结果,同时实时监听生产工况信号,一旦有信号发生变化,记录信号发生时间,修正预测时长 $[t, t+T]$ 内的预测趋势。

[0047] 步骤3.6:基于 $[t, t+T]$ 时段内动态预测结果,刷新对应日负荷预测结果的 $[k, k+N]$ 个预测值。

[0048] 步骤3.7:预测时刻 t 以日负荷预测间隔 T_0 为周期进行滚动预测,当当前时刻 $>t+T_0$,则转入步骤3.5,进入下一个动态预测周期。

[0049] 4、负荷叠加流程

[0050] 步骤4.1:把步骤1.3,2.4,3.3输出的预测日n点负荷预测值,对应时刻叠加,输出总的日负荷需量

[0051] 步骤4.2:把步骤1.5,2.6,3.5每一个预测周期T内预测趋势叠加,输出动态预测数据

[0052] 步骤4.3:把步骤1.6,2.7,3.6输出的对应日负荷修正值叠加,输出日修正负荷值。

[0053] 本发明优点在于

[0054] 1、提出一种分解及分类建模的思想,综合考虑各用电环节的用电特点、工艺特性、生产计划、检修计划及生产工况信息,分类建立模型,通过预测结果叠加获取总负荷预测值,更符合钢厂的实际,在动态预测过程中充分考虑到信息、工艺节奏和动态工况信息,模型具有更好的适应性。

[0055] 2、以软件的方式把负荷分析、分解及分类的流程进行固化封装,具有很好的人际交互界面,可基于不同钢厂情况进行灵活的一键式分析。

[0056] 3、提供了从负荷分析、预测配置、负荷预测一体化的预测操作流程,负荷分析,预测配置在人工干预下基于不同钢厂实际进行静态配置,负荷预测则基于配置结果进行实时动态预测,各服务之间只相互调用并无干扰,静态配置信息可随时基于实际情况的变动进行修改,修改结果通知预测服务,预测服务可重新刷新预测结果,具有很好的人机交互功能,模块之间松耦合,提高了适应能力。

附图说明

[0057] 图1系统结构图

[0058] 图2负荷预测整体建模方案框架

[0059] 图3负荷分析、分解及分类流程图

[0060] 图4特殊工艺负荷过滤器工作流程图

[0061] 图5日负荷预测流程图

[0062] 图6超短期动态预测流程图

[0063] 图7特殊工艺负荷预测流程图

[0064] 图8日相似性负荷预测流程图

[0065] 图9稳定负荷预测流程图

具体实施方式

[0066] 具体实施过程:

[0067] 1、如图1所示为系统结构图。硬件上包括应用服务器、数据库服务器、客户端PC机及连接计算机的网络设备。应用服务器上部署异构数据平台及预测系统,数据库服务器上安装关系数据库,客户端PC机安装客户端软件或以B/S方式浏览预测结果。

[0068] 2、如图3~4为预测系统负荷分析模块运行流程图。启动负荷分析模块服务,以均值、标准差、最大值、最小值、平均波动率、最大波动率、最小波动率、最小、最大、平均负荷所占总负荷的百分比、负荷趋势与总负荷趋势的灰色关联度作为量化指标,基于量化指标对总负荷进行分解及分类,依次从总负荷中抽取稳定负荷分量、特殊工艺负荷分量、日相似负荷分量。

[0069] 3、启动预测配置模块服务,进行预测参数配置,主要配置内容包括以下几部分:一是对各类负荷进行特征参量的提取,为预测模型提供初始化参数,各类负荷的基本特征参量包括正常状态负荷均值、负荷波动范围,特殊工艺负荷除基本特征参数外还需要基于工艺特性录入基本的工艺参量包括钢种、冶炼和轧制节奏信息、冲击时段及非冲击时段负荷均值、负荷波动水平与钢产量的线性系数、冷轧和热轧钢坯类型。二是通过异构数据平台从MES系统、ERP系统获取各环节耗电设备的日生产排程及检修计划,配置检修计划对各设备负荷预估影响量。三为耗电设备配置能标识其状态变化的检测信号,基于现场情况配置逻辑表达式,把检测信号转化为0,1状态信号,实时获知耗电设备的状态变化信息。

[0070] 4、如图5~9为预测系统负荷预测模块运行流程图,启动负荷预测服务,设定每日负荷预测定点时刻,日负荷预测点数(24点、96点、288点)、动态预测时长、动态预测结果刷新间隔,进行短期日负荷预测及实时超短期动态预测。

[0071] 5、客户端PC直接以B/S方式浏览预测结果或者安装客户端软件进行预测结果浏览。

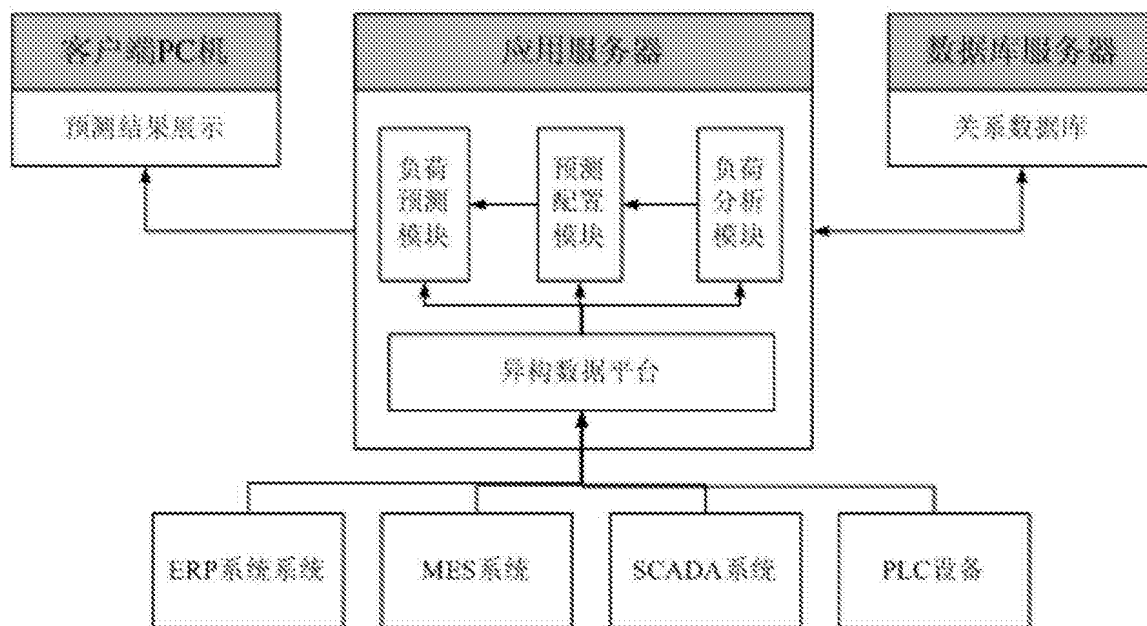


图1

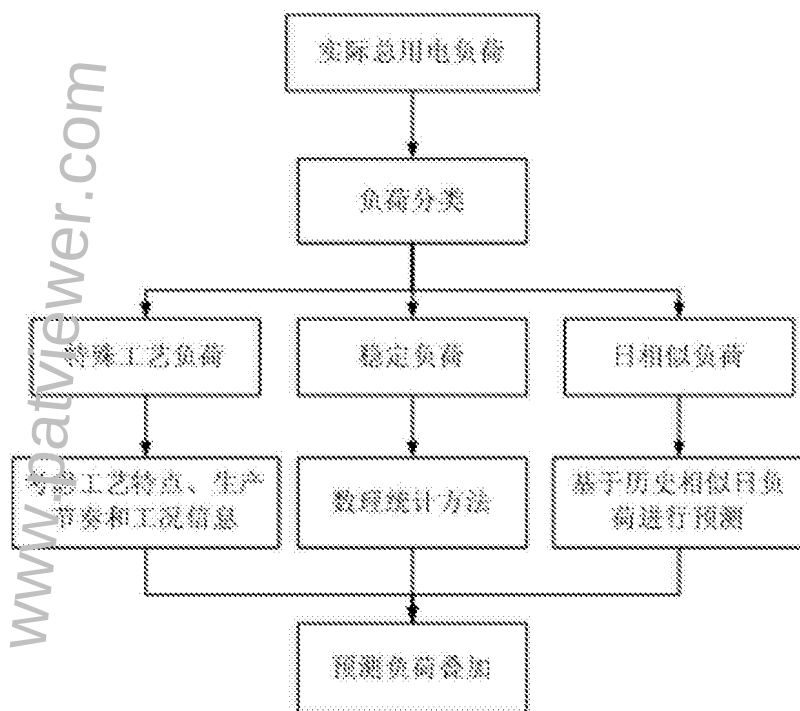


图2

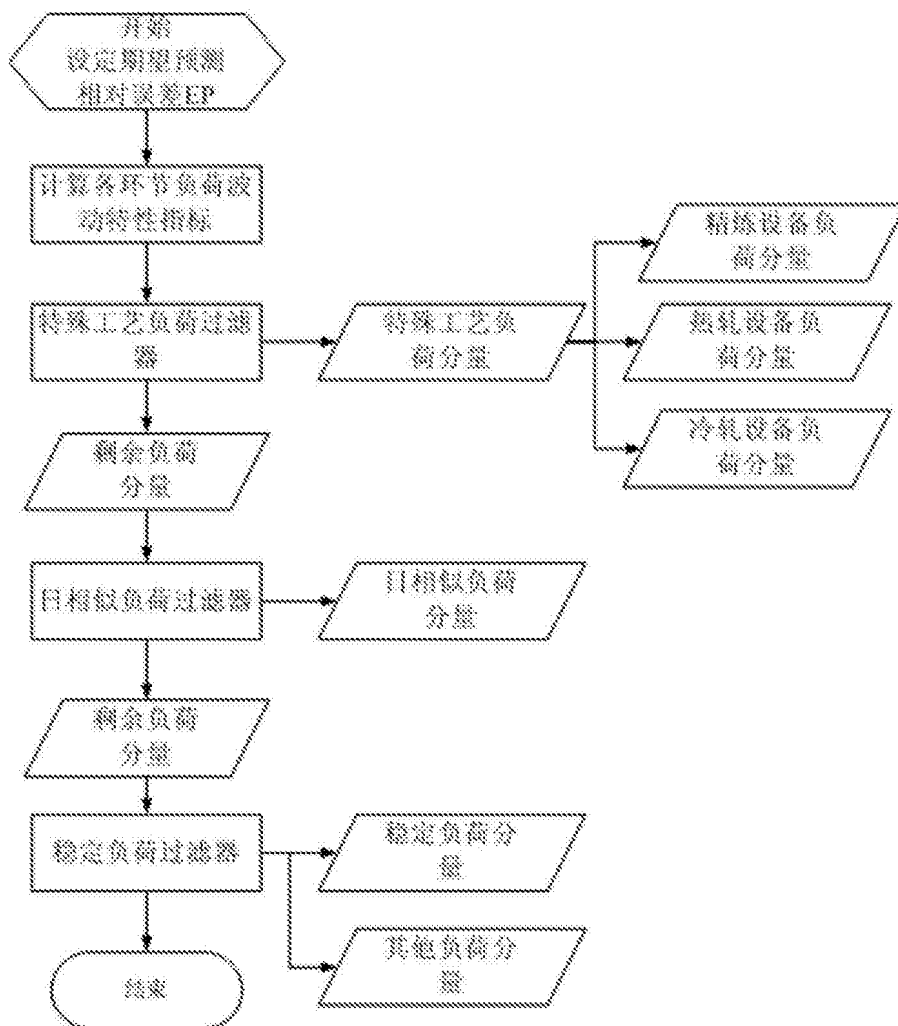


图3

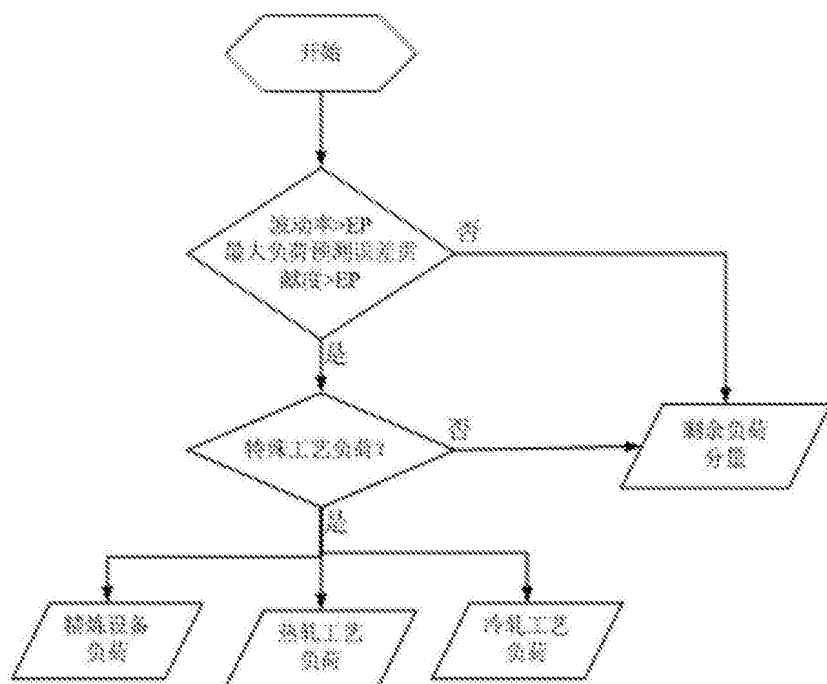


图4

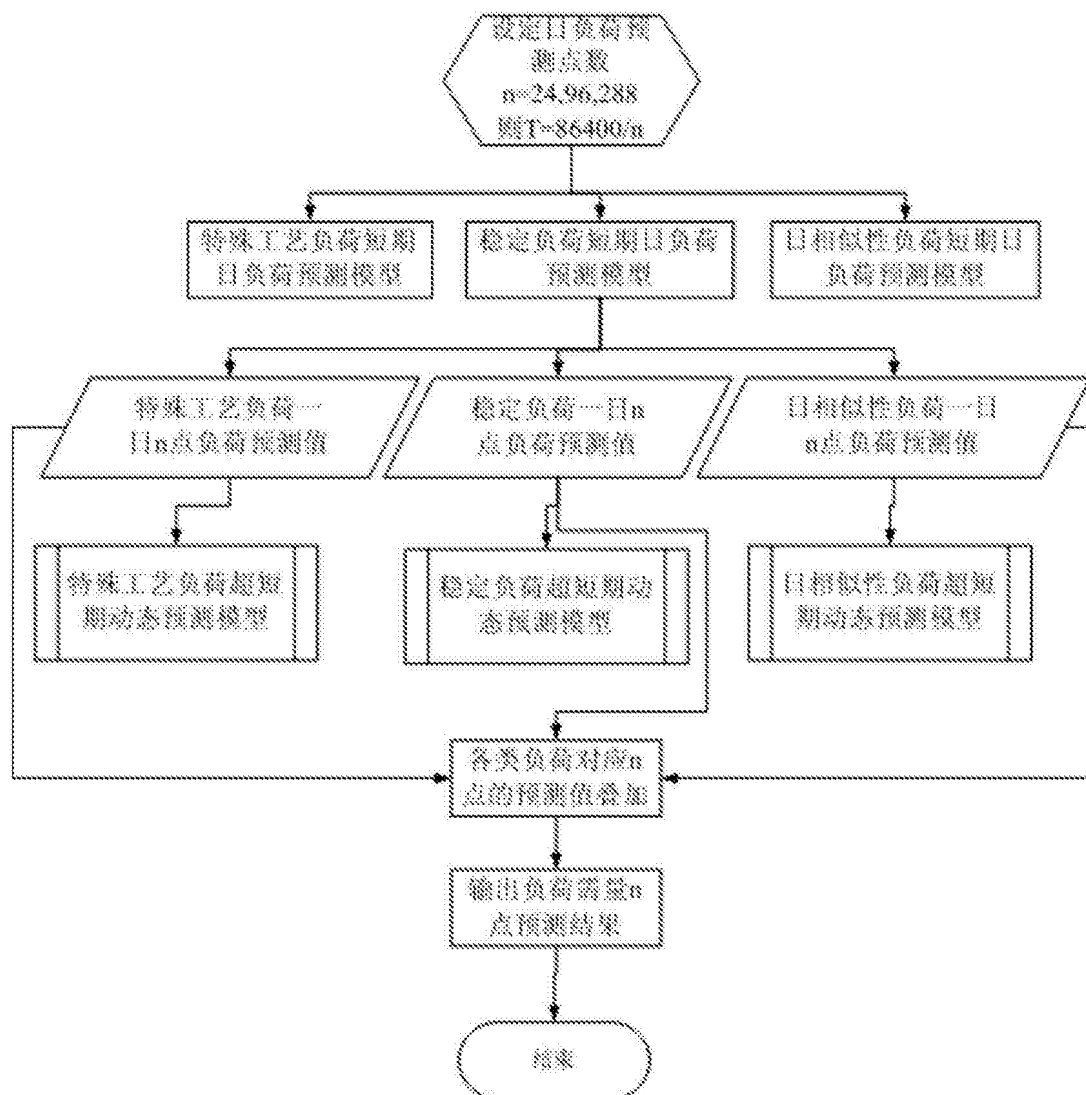


图5

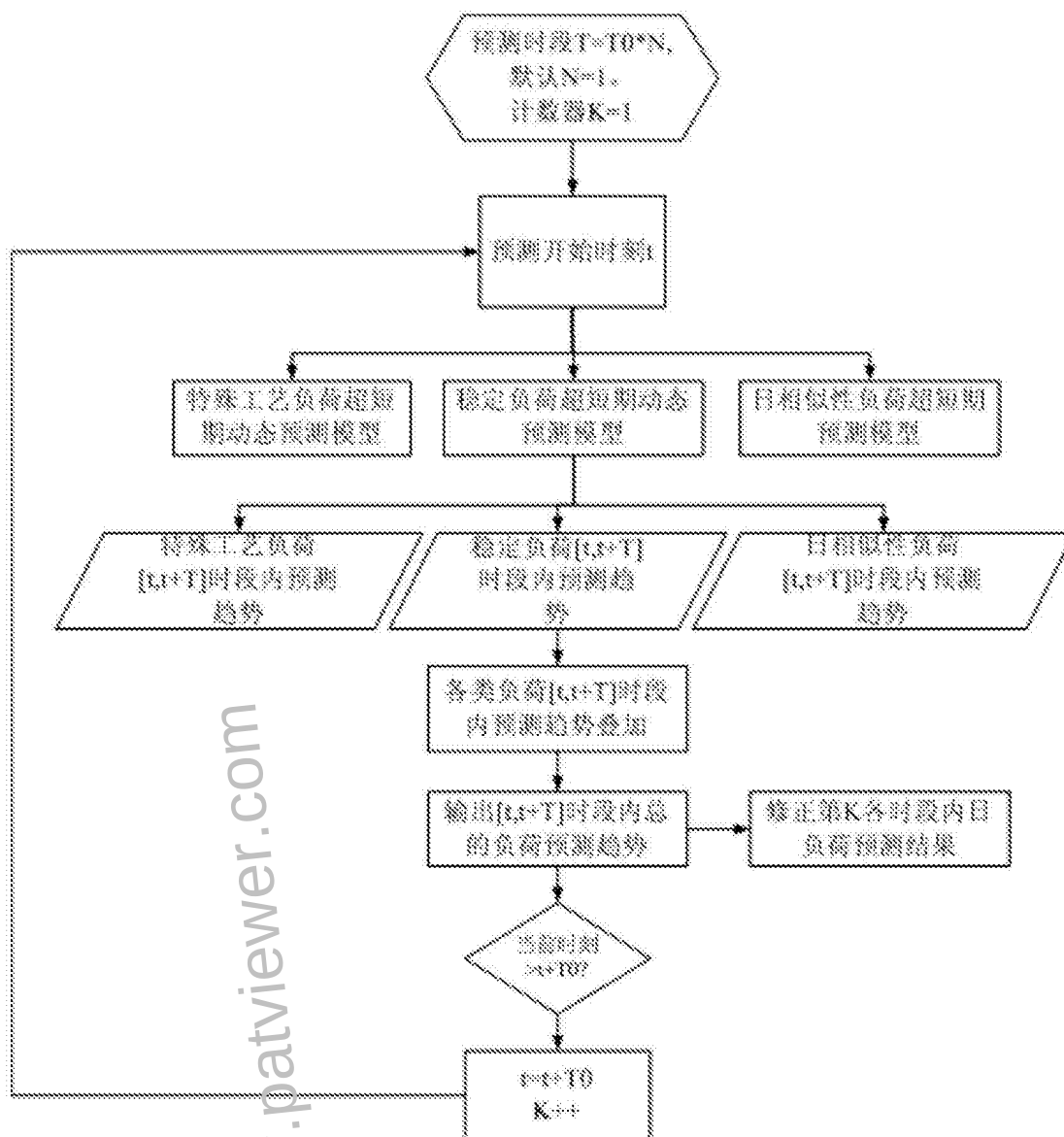


图6

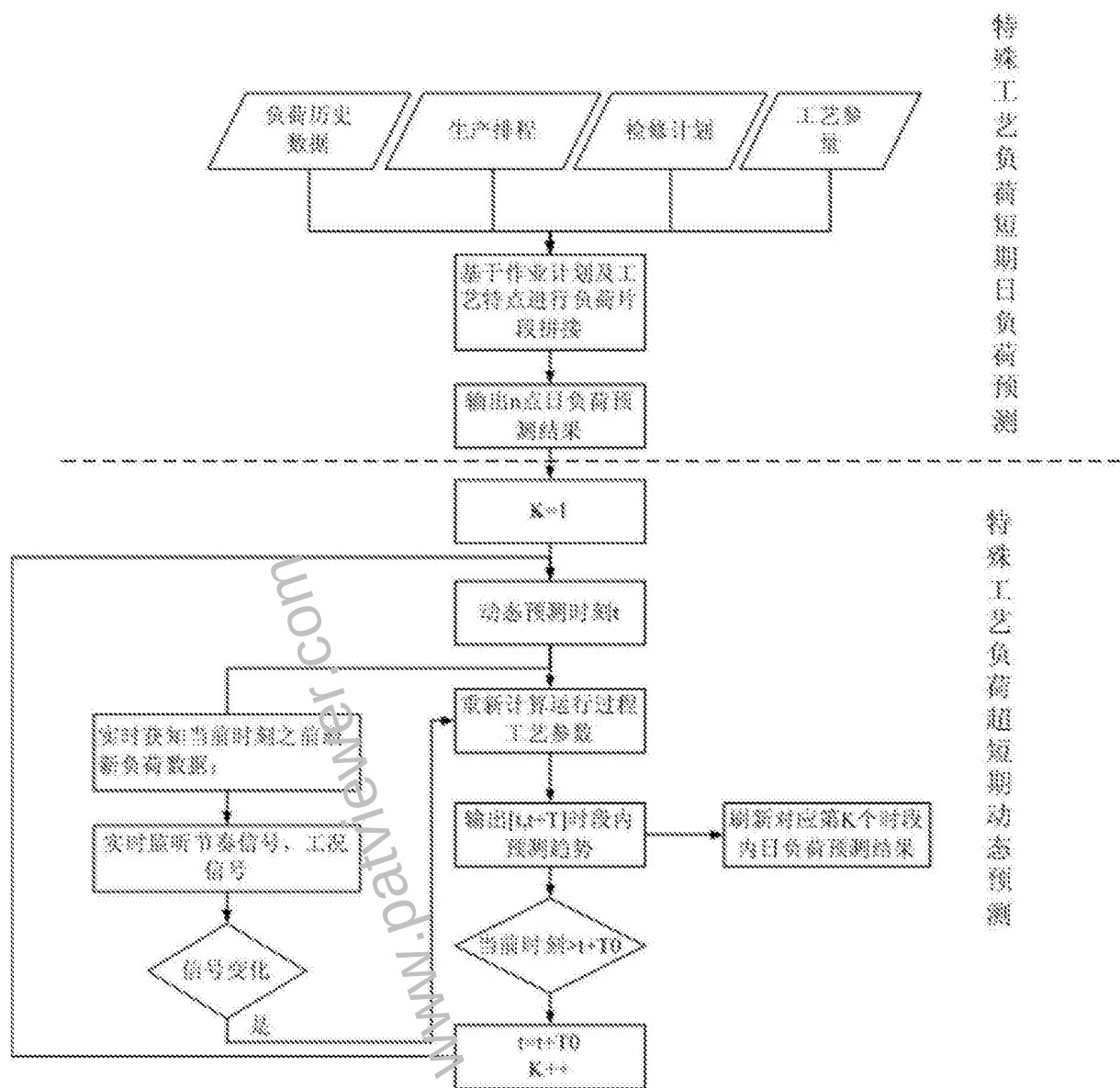


图7

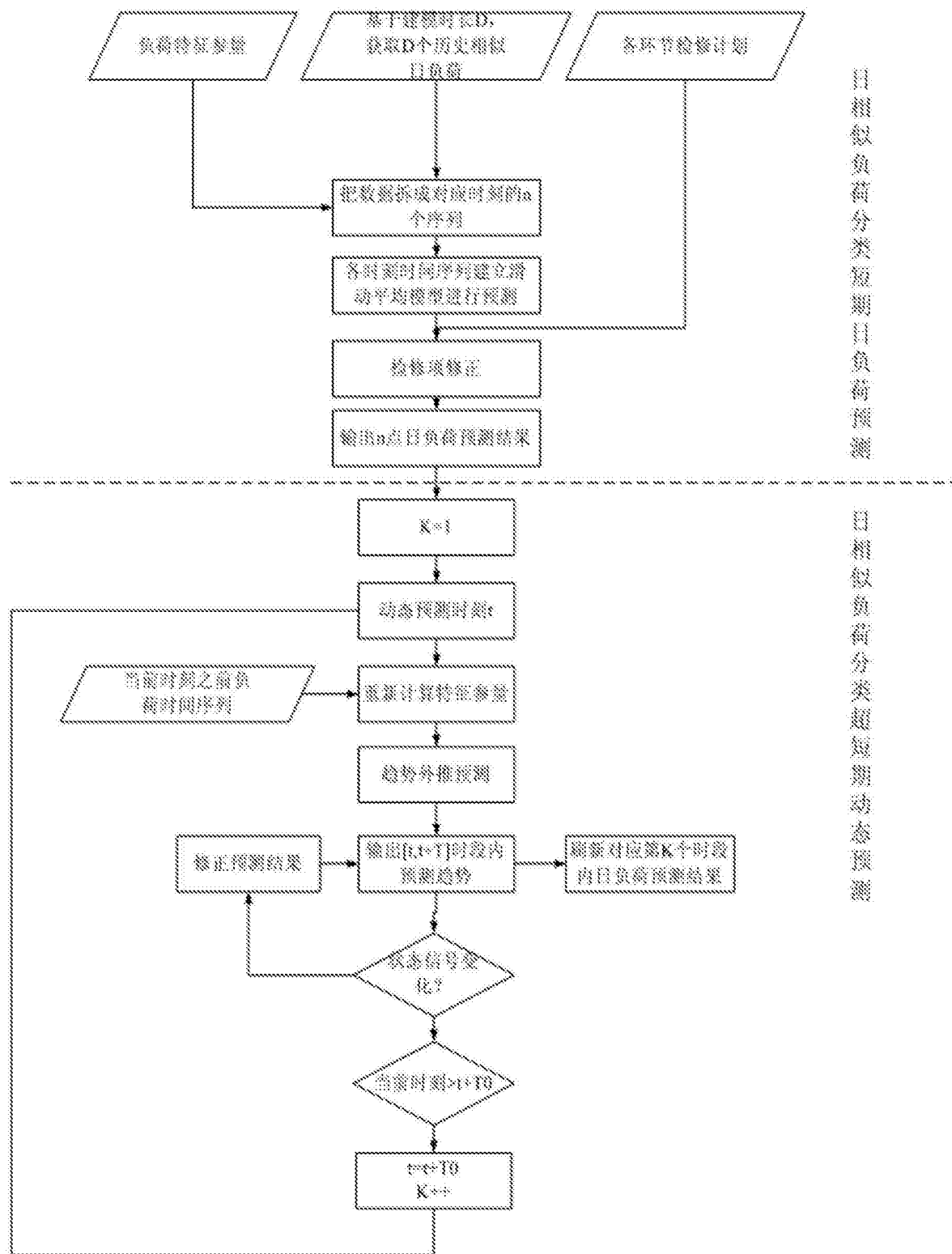


图8

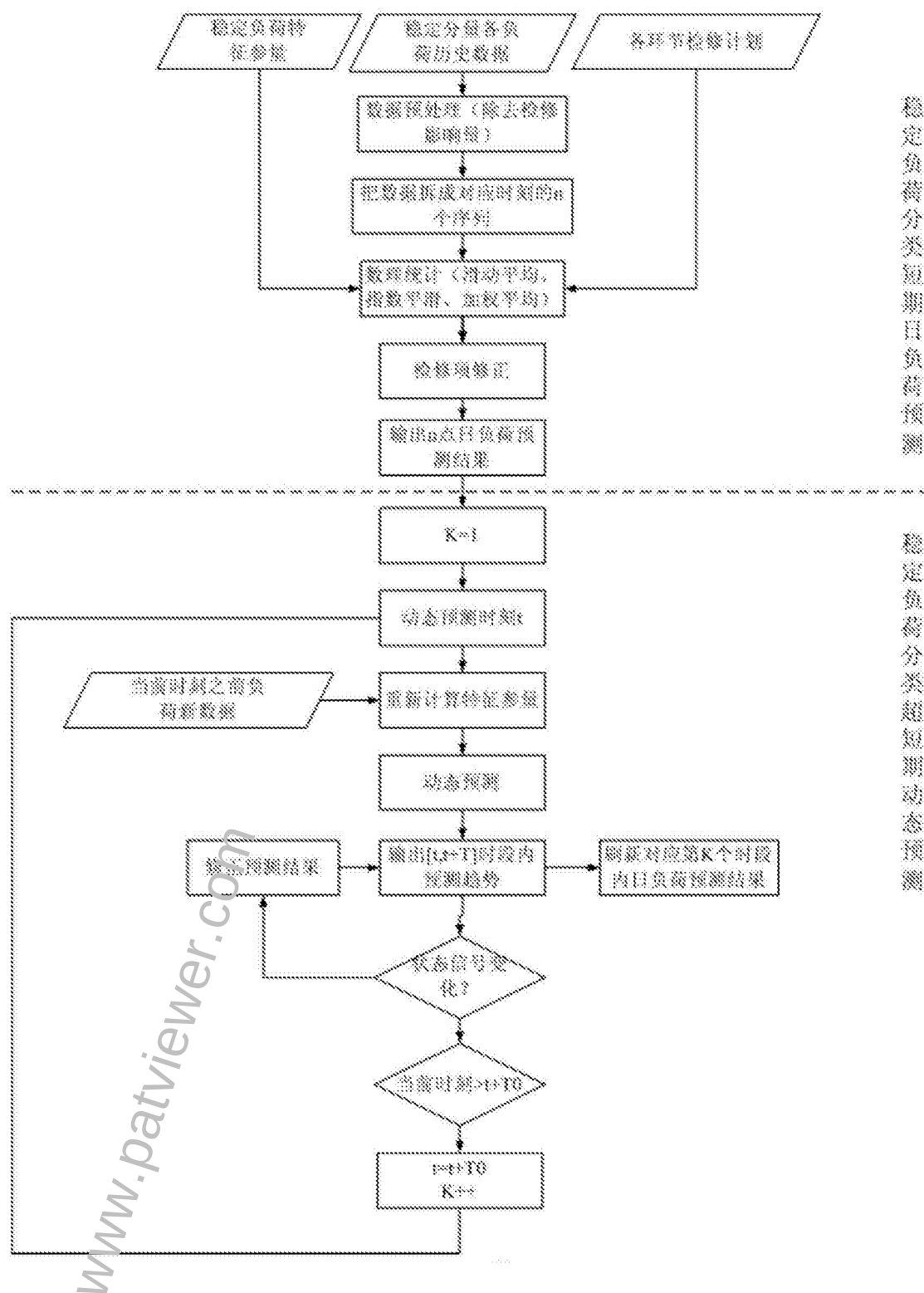


图9