

DPN 架构的连续型企业生产与能耗耦合动态调度系统研究^①

张悦^② 王坚

(同济大学 CIMS 研究中心 上海 201804)

摘 要 针对企业的生产和能源调度需求,采用模块化方法建立并研究了连续型企业生产-能耗耦合式动态调度系统的微分 Petri 网(DPN)模型,以解决当前能源调度与生产调度脱节的问题。该模型由总体架构模型、带遥调或遥信阀门的系统传输管网模型、检测预警模型、带协同约束弧的调度预警器模型和备用设备模型组成。采用 DPN 仿真算法,通过调整遥调、遥控和遥信阀门实现了系统 DPN 模型的动态调度仿真。该生产与能耗耦合的动态调度系统的软件已实现了从工艺界面到调度界面的转化。该系统对企业生产和能源管理具有重要的辅助作用。

关键词 物料,能源,信息,微分 Petri 网(DPN),仿真,系统,生产能耗过程

0 引言

生产调度解决的问题是在一定约束条件下如何安排企业组成部分(生产操作)的占用资源、工作间及先后顺序,为生产装置提供生产控制指标^[1],协调和均衡各装置生产,使各生产环节能有效配合和紧密衔接,形成并传达调度指令,同时通过及时掌握生产动态,解决冲突,确保企业生产均衡、稳定、安全、长周期进行,并保证企业生产作业计划完成^[2]。能源调度旨在保证能源的稳定安全供给,在指定时间段内,及时采取平衡策略,将各种变化因素限制在允许范围内,从而达到能源供应和需求量之间的动态平衡状态^[3]。调度方法常用数学规划方法(比如多周期动态调度 MILP 方法^[4])、系统仿真方法(比如原油在港口和罐区的供应存储调度方法^[5])、启发式搜索方法(比如迭代学习调度方法^[6])、网络方法(比如炼油厂氢气调度中的受控混杂 Petri 网络方法^[7])、人工智能方法(比如用遗传算法解决连续调度问题的方法^[8])等。学者们针对生产调度问题研究了许多算法和模型,但研究只停留在理论层面上,通用价值很小,投入实际生产调度的商业软件并不多^[3]。对能源的调度,企业实际应用中更多停留在

能耗数据采集和检测层面,能源调度部门与生产调度部门脱节。企业调度目前存在的问题是调度员通讯手段落后,一般都以电话调度为主,调度员不能了解现场设备运行状态,需要通过电话间接了解,因此,难以做到及时准确调度指挥^[9]。连续型企业生产运行模式是通过产品储罐对各个装置相互冲突的目标进行解耦,当产品供过于求时,放慢此产品生产;当产品供不应求时,加快此产品生产。本文针对企业调度中存在的问题,将生产调度过程和能源调度过程耦合,模拟企业生产能耗运行模式,基于微分 Petri 网(differential Petri net, DPN)理论研究了连续型企业生产与能耗耦合动态调度系统。

1 建立连续型企业的生产-能耗耦合式动态调度系统的思想

连续型企业生产与能耗耦合的动态调度系统的特点可概括为“三二一”。“三”指能源流、物料流、信息流“三”流合一的耦合机制;“二”指将生产调度过程与能源调度过程“两”个调度过程耦合的兼容运行模式;“一”指企业生产能耗活动中对生产调度和能源调度的“一”体化调度行为。系统一体化调度行为通过调整调度阀门实现,调度阀门按功能分

^① 国家自然科学基金(91024131, 91024023), 国家科技支撑计划(2006BAF01A46-1), 上海市科委 2010 年基础研究重点项目(10JC1415200), 上海市节能减排科技支撑重大攻关项目(09DZ1203300), 上海市重点学科建设项目(B004)和 2010 上海市科委科技攻关项目(10DZ1122402)资助。

^② 女, 1981 年生, 博士生; 研究方向: 智能生产系统, 能源系统工程; 联系人, E-mail: zhizhizi@yahoo.com.cn (收稿日期: 2011-01-06)

为遥调阀门(阀门开度大小可调)、遥控阀门(阀门开关状态可调)、遥信阀门(预警与否布尔状态)。其中信息可分为计量信息(指来自生产现场计量仪表的数据信息,主要用于限界检测,检测结果由遥信阀门输出)、耦合信息(遥调阀门执行的对象,影响生产速率的直接信息参数,比如电解槽,耦合信息为电流或电压)、控制信息(遥控阀门执行的对象,决定能耗设备生产与否,产品外销与否及一次性外销产量等)。

连续型企业生产与能耗耦合动态调度系统调度产品产量的方法是当遥信阀门发出调度指令时,采取调度手段(具体为调整遥调阀门改变耦合信息)控制遥调或遥控阀门采取调度策略。能耗设备按是否具有耦合信息属性分为主设备和从设备两类,主设备产品产量可调度,从设备生产能力受上游主设备生产的约束。系统调度策略包含原料能源供给调度策略、产品销售和可循环利用能源调度策略,一般由遥调或遥控阀门实现。其具体阀门选择,一由能源或物料属性决定,一般气体和液体选用遥调阀门,固体选用遥控阀门;二由调度方式决定,一次性调度行为由遥控阀门实现。系统架构采用模块化思想,上下游设备通过产品相连,组成整个系统。

2 建立连续型企业的生产-能耗耦合式动态调度系统的方法

2.1 系统理论构建方法研究

企业生产与能耗耦合的动态调度系统采用微分 Petri 网(DPN)方法架构,DPN 基本原理见文献[10-12]。系统模型表示方法符号说明见表 1。

表 1 模型表示方法符号说明

	离散 位置		离散 变迁
	微分 位置		微分 变迁
	遥调 阀门		遥控 阀门
	遥信 阀门		主控弧
	普通 弧		协同 约束弧

2.1.1 系统总体架构模型

连续型企业生产-能耗耦合动态调度系统总体架构微分 Petri 网模型定义为 $DN = \{P, T, Pre, Post, f, M_0, Y\}$, 其中:

$f: P \cup T \rightarrow \{D, DF\}$: “微分函数”, 指明节点是离散节点 D 或微分节点 DF 。

P : 有限位置集, $|P| = n_p < \infty$ 。按“三流耦合”属性, 位置集 P 可分为: 能源仓库 $P^N, \forall P_i \in P^N, f(P_i) = DF$; 物料仓库 $P^M, \forall P_i \in P^M, f(P_i) = DF$; 信息仓库 P^I , 信息仓库按信息属性可分为: 耦合信息 $P^{OI}, \forall P_i \in P^{OI}, f(P_i) = DF$ 、计量信息 $P^{DI}, \forall P_i \in P^{DI}, f(P_i) = DF$ 、控制信息 $P^{CI}, \forall P_i \in P^{CI}, f(P_i) = D$ 。

T : 有限变迁集, $|T| = m_T < \infty$ 。按运行设备与控制阀门类型, 变迁集 T 可分为: 设备变迁 $T^E, \forall T_j \in T^E, f(T_j) = DF$; 遥调阀门变迁 $T^A, \forall T_j \in T^A, f(T_j) = DF$; 遥控阀门变迁 $T^C, \forall T_j \in T^C, f(T_j) = D$; 遥信阀门变迁 $T^S, \forall T_j \in T^S, f(T_j) = D$ 。

$P \cap T = \Phi$, 并且 $P \cup T \neq \Phi$ 。

$Pre(P_i, T_j)$: 位置到变迁的有限弧集函数。

$Post(P_i, T_j)$: 变迁到位置的有限弧集函数。本系统弧集分为普通弧、主控弧和协同约束弧。主控弧用于表示耦合参数对系统生产能耗影响, 本文 2.1.2 节给出详细阐述。约束弧用于表示遥信阀门输出预警信号时, 其行为协同对系统调度的影响, 本文 2.1.4 节给出详细阐述。如不加以特别声明, 默认为普通弧。 $\forall P_i \in P^N$ 或 $P^M, T_j \in T^E, Pre(P_i, T_j)$ 和 $Post(P_i, T_j)$ 表示能源或物料传输管网, 其它表示系统信息传输。

M_0 : 系统初始标识。

Y : “时间函数”, 当 $f(t_i) = D$ 时, $Y(T_j) = d_j, d_j$ 是定义在离散变迁上的普通时延; 当 $f(T_j) = DF$ 时, $Y(T_j) = \langle V_j | h \rangle, h$: “集成步长”, 时间时延函数, 即仿真间隔时间, V_j : 该微分变迁相连的微分库中所各变量的最大激发速度, 其中 V_j 可以是时间常数, 也可以是与该微分变迁相连的微分位置中标识的非线性函数, 在系统中指能源或物料传输管网的最大传输速率。

本系统 $\forall f(P_i) \in D, f(T_j) \in DF$, 满足 $P_i \in {}^\circ T_j$ 并且 $P_i \in T_j^\circ$, 那么 $Pre(P_i, T_j) = Post(P_i, T_j)$ 。

2.1.2 带遥调或遥信阀门的系统传输管网模型

带遥调或遥信阀门的系统传输管网 DPN 模型定义为 $TPN = \{\overrightarrow{Pre}(In^1 \times In^2), \overrightarrow{Post}(Out^1 \times$

Out^2), V , $T(T^A(\Gamma), T^C(\Gamma))$, X 。其中, $\overrightarrow{Pre}(P_i, T_j) = In^1(P_i, T_j) \cdot \times In^2(P_i, T_j)$, 代表第 j 台生产能耗设备的物料或能源输入传输管网, 其中, $P_i \in P^M$ 或 P^N , $T_j \in T^E$ 。 $In^1(P_i, T_j)$ 表示第 j 台设备反应物组分 i 质量或流量, 或者第 j 台设备能源消耗单耗或能耗系数。 $In^2(P_i, T_j)$ 表示第 j 台设备反应物组分 i 或能源在传输管网中有效传输率, 数值上等于 1 减去传输管网损失率。 $\overrightarrow{Pre}(P_i, T_j)$ 指示能源或物料流动方向, 若 $\overrightarrow{Pre}(P_i, T_j) > 0$, 表示从能源与物料经传输管网由储罐 P_i 进入设备 T_j , 若 $\overrightarrow{Pre}(P_i, T_j) < 0$, 表示能源或物料经传输管网由设备 T_j 进入储罐 P_i 。 $\overrightarrow{Post}(P_i, T_j)$ 同理。 V 传输管道中能源流或物料流传输速率。

阀门 T : 绑定物料或能源传输管网 $\overrightarrow{Pre}(P_i, T_j)$ 和 $\overrightarrow{Post}(T_j, P_i)$, 其中, $P_i \in P^M$ 或 P^N , $f(P_i) \in DF$, $T_j \in T^E$, $f(T_j) \in DF$, 表示调度系统调度执行对象。按阀门属性, 施加于传输管网上的调度阀门分为遥调阀门 T^A 和遥控阀门 T^C , 其中 Γ 为耦合信息的耦合函数, 将调度参数与阀门开度耦合, 阀门开度又是传输管道中能源或物料传输速率的函数。对于物料传输管网, 阀门 T 调度手段为遥调阀门 T^A , 用于指示调度执行时通过调整耦合信息控制生产节拍; 遥控阀门 T^C , 用于指示调度执行时物料供给与否的布尔状态。对于能源传输管网, 阀门 T 可绑定为遥控阀门 T^C , 用于指示生产能耗活动中能源供给充足与否的布尔状态。

$X = \{X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_{|T^E|}\}$, 联调函数, $|T^E|$ 生产能耗设备台数。 X_j 用于指示当通过调度阀门执行调度第 j 台设备某反应物或生成物传输管网中流量或反应速率时, 与此设备相关的其它各组分之间的影响。假设当某一组分供给量发生变化时, 其它组分按组分配比发生线性变化。

图 1 以遥调阀门为例, 说明 TPN 等效调度结构。假设物料 A 和 B 反应生成产品 C , $\overrightarrow{Pre}(P_A^M, T_j^E)$ 表示物料 A 经物料传输管网进入反应器 T_j^E , 图 2(a) 中, 遥调阀门 T_j^A 用于调度物料 A 传输管道流量或速率, 假设通过控制反应器压力 P_a 改变物料 A 的供给速率, 从而改变产品 C 的生产速率, 压力 P_a 与阀门开度 K 之间的耦合函数为 $P_a = \Gamma(K)$, $P_a \in P^{OI}$, 阀门开度 K 与物料 A 传输管道流量或速率 v 成线性函数 $K = \alpha \cdot v$, α 为线性系数, 则 $P_a = \Gamma(\alpha \cdot v)$ 。反应器 T_j^E 组分间联动函数为 $X_j(A, B, C) = \chi_{jA} : \chi_{jB} : \chi_{jC}$, 其中 $\chi_{jA} : \chi_{jB} : \chi_{jC}$ 为物料 A 、 B 、 C 质量配比。

图 2(a) 遥调阀门 T_j^A 等效 DPN 结构见图 2(b)。遥调阀门 T_j^A 等效为微分变迁 T_j^A , 通过调度压力 P_a 改变阀门开度, 从而调度物料 A 的反应速率, 由联调函数 X_j 可知, 物料 B 和产品 C 受物料 A 供给速率约束, 与之发生线性变化。

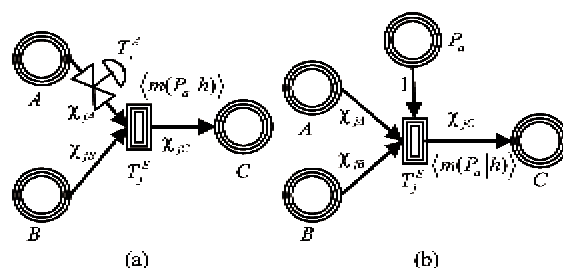


图 1 遥调阀门 TPN 等效调度结构

图 2 以遥控阀门为例, 说明 TPN 等效调度结构。如图 2(a) 对原料 A 仓库施加一个带遥控阀门 T_j^C 的物料传输管网模型, 其等效 DPN 结构如图 2(b) 所示, 离散位置 $\bar{A}$ 为微分位置 A 的补充位置, (a) 中遥控阀门 T_j^C 等效为 (b) 中离散变迁 T_j^C 。根据本文遥控阀门定义, T_j^C 阀门开关状态可调, 若 $a > 0$, 则经过调度后, 一次性补充原料 A 仓库 a 单位原料; 若 $a < 0$, 则经过调度后, 原料 A 仓库减少 a 单位原料。整个调度过程中调度量 a 可控。

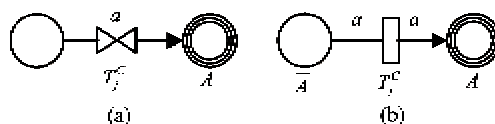


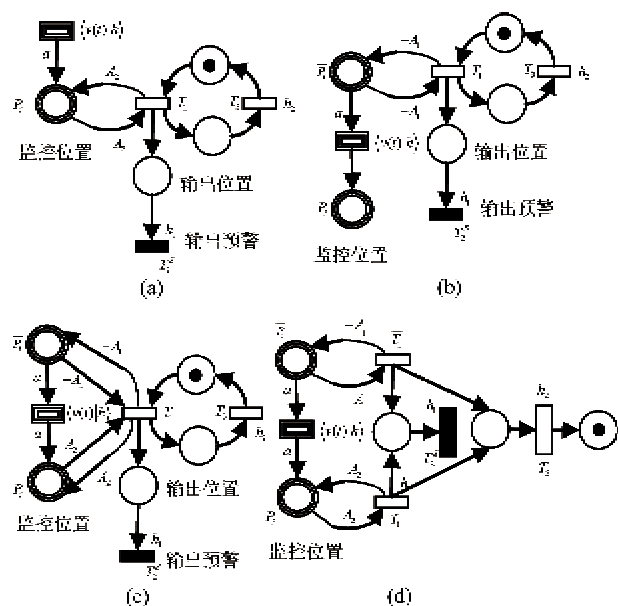
图 2 遥控阀门 TPN 等效调度结构

2.1.3 计量信息和储罐调度量限界检测预警模型

在企业生产能耗活动中, 监测点的限界检测和事故预警对安全生产具有重要意义。这在系统中映射为产品储罐调度量和信息参数限界检测预警模型。总之, 限界预警模型分 4 种, 即最高限值检测预警、最低限值检测预警、带状区域内限值检测预警、带状区域外限值检测预警。限界预警 DPN 模型采用文献[10-12]提出的 4 种监控结构, 见图 3(a) 至图 3(d), 当输出位置被标识时, 遥信阀门激发, 输出预警信号。

2.1.4 带协同约束弧的调度预警器模型

协同约束弧反映多个位置协同对某个变迁的约束关系^[13], 本系统带协同约束弧的调度预警器模型如图 4 所示。



(a) 最高值检测预警; (b) 最低值检测预警;
(c) 带状区域内检测预警; (d) 带状区域外检测预警
图 3 限界检测预警模型

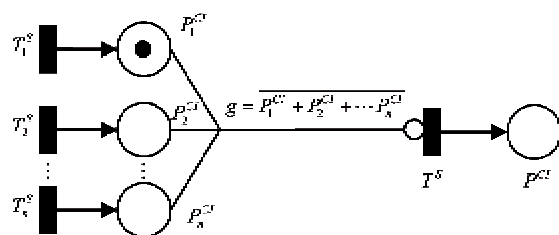


图 4 系统调度预警器模型

2.1.5 备用设备模型

为保证生产连续稳定进行,企业通常采用“一开一备”的生产模式,即一台设备运行,

另一台设备停车。本系统备用设备 DPN 模型见图 5。

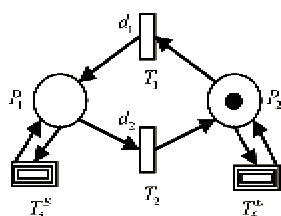


图 5 备用设备 DPN 模型

2.2 建模实例

2.2.1 问题描述

某连续型企业生产片段如图 6 所示,此过程主要消耗水、电、蒸汽三种能源。原料 A 和原料 B 在反应器 1 中反应生成半成品 C, 假设反应器 1 控制生

产的主要手段为蒸汽压力,其调节阀开度与物料传输管网中流速成正比,耦合信息为蒸汽压力 P_a , 耦合函数为 $P_a = 0.05 \times v_1^{1.5}$, v_1 为半成品 C 生产速率, $100 \leq v_1 \leq 300 \text{ t/h}$, 压力随时间按每小时 10t 线性减少,压力低于设定值 50t 会影响产品质量。其耦合函数为:原料 A、原料 B 和半成品 C 质量比为 1:1:2。设换热器采用“一开一备”生产模式,半成品 C 经换热器后生成产品 C 的转换率为 90%。产品 C 同时作为反应器 2 的原料,生成产品 D 和废液 E, 假设反应器 2 控制生产的主要手段为控制 pH 值,其调节阀开度与物料传输管网中流速成正比,耦合信息为 pH 值,耦合函数为: $pH = \sqrt{v_2}$, v_2 为产品 D 生产速率, $50 \leq v_2 \leq 150 \text{ t/h}$, pH 设定值不随时间变化,其耦合函数为:产品 C、产品 D 和废液 E 质量比为 5:2:3。废液 E 经循环利用处理后可回收部分水和原料 B, 废液 E、原料 B 和可循环利用水质量比为 6:1:3。主设备为反应器 1 和 2,其它为从设备。

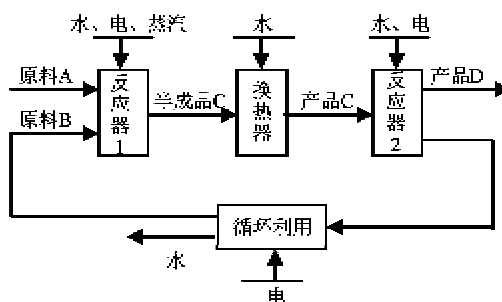


图 6 某连续型企业生产片段

2.2.2 DPN 模型建立

由于篇幅关系,这里只给出连续型企业生产片段 DPN 结构简图(见图 7),省略了符号说明。

3 企业生产-能耗耦合动态调度系统仿真方法

3.1 系统仿真执行过程

本系统使能和激发语义以及系统特性满足 DPN 语义和特性,可参考文献 [10-12, 14], 此处不再详细阐述,仅给出仿真执行过程。

系统调度条件为调度预警器激发,发出调度指令。仿真结束条件为给定系统的仿真时间结束。仿真步骤为仿真开始运行系统模型,当预警器激发发出调度指令时,对系统模型采取调度策略,然后继续运行模型,以此反复执行,直到仿真时间结束。具体步骤如下:

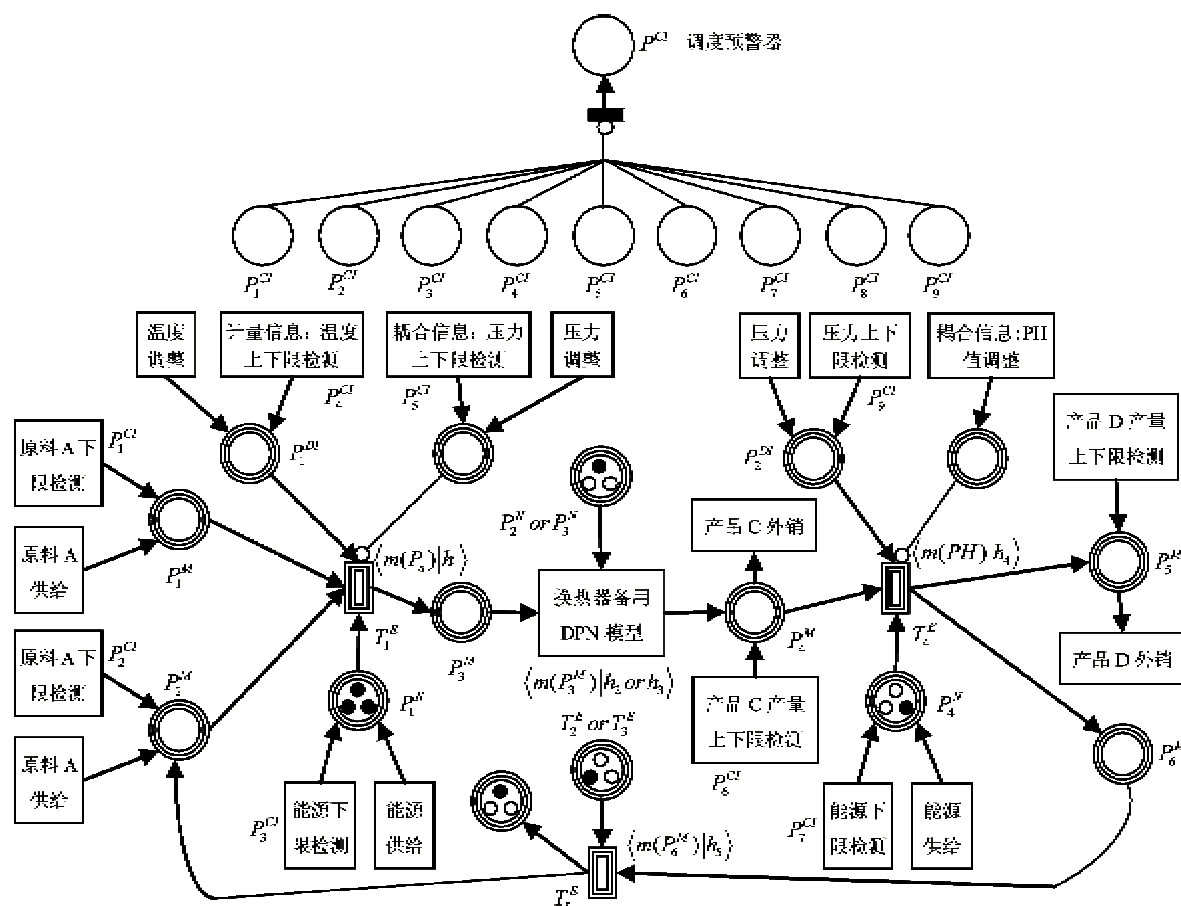


图7 某连续型企业生产片段 DPN 结构简图

步骤1: 系统参数设置。时间参数设置,微分变迁集成步长 h_j , 即仿真步长;离散变迁时延 d_j (备用设备转换时间、遥信阀门时延默认为零、信息或位置检测时间间隔)。能耗参数设置(能源单耗、能耗曲线)。耦合参数设置(耦合信息、耦合曲线)。调度参数设置(调度产品上下限)。

步骤2: 系统初始化设置。全局时钟 $Time$ 初始化为零。设置仿真结束时间 $TimeMax$ 。确定各位置初始标识 M_0 。

步骤3: 判断 $Time$ 是否到达仿真结束时间 $TimeMax$ 。若 $Time \geq TimeMax$, 仿真结束于时刻 $TimeMax$ 。若 $Time < TimeMax$, 进入步骤4。

步骤4: 确定 $Time$ 时刻使能的变迁集,根据变迁类型和设置时间参数的不同,分别确定变迁的激发时刻 τ_j ,找出最小激发时刻 $\min(\tau_j)$ 和相应的变迁 T_j 。

步骤5: 判断 T_j 是否是遥信阀门变迁 T^s 。若 $T_j \in T^s$, 将 T_j 激发事件写入调度事件表。若 $T_j \notin T^s$, 将 T_j 激发事件写入将来事件表。若同一时刻,调度事件和将来事件并发,则调度事件优先级高于将来

事件。

步骤6: 扫描调度事件表,判断是否执行调度策略。若执行调度策略,将调度预警器清零,确定预警的遥信阀门 T_j^s , 执行调度策略,转向步骤7。若不执行调度策略,直接转向步骤7。

步骤7: 确定各微分变迁 T_j 的瞬时激发速率 v_j 。

步骤8: 推进时钟 $Time = Time + \min(\tau_j)$, 激发相应的变迁 T_j , 计算各位置中的标识,从而得到下一时刻网的标识,转向步骤3。

3.2 实例验证

对2.2节建模实例进行仿真。仿真参数设置:假设遥信阀门变迁时延 d_j 默认为零,限界检测时间间隔为5min,企业生产过程中计量信息在安全生产范围内,微分变迁时延 h_j 为0.1h,仿真结束时间24h。半成品C单耗为蒸汽20kg,供给量低于50t时需补充能源,蒸汽初始储备量为140t;产品D单耗电0.04kWh,供给量低于50kWh时需补充能源,电能初始储备量为150kWh。产品C调度范围为[1000, 5000]t,初始时刻产品C储罐 P_4^M 产品储量为3000t。产品D调度范围为[500, 3000]t,初始时

刻产品 D 储罐 P_5^M 产品储量为 1000 t 。原料 A 和原料 B 储罐原料储量低于 500 t 时需补充原料,原料 A 和原料 B 初始储备量分别为 2000 t 和 1500 t 。设产品 C 为液体,外销产品 C 调度阀门为遥调阀门;设产品 D 为固体,外销产品 D 调度阀门为遥控阀门。

企业生产能耗过程中原料 A 、原料 B 以及产品 C 和产品 D 储罐物料变化量见图 8,反应器 1 消耗蒸汽量和反应器 2 消耗电量见图 9。

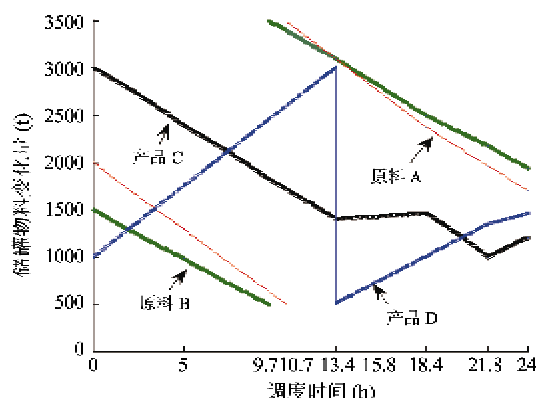


图 8 企业生产能耗过程中物料仿真结果

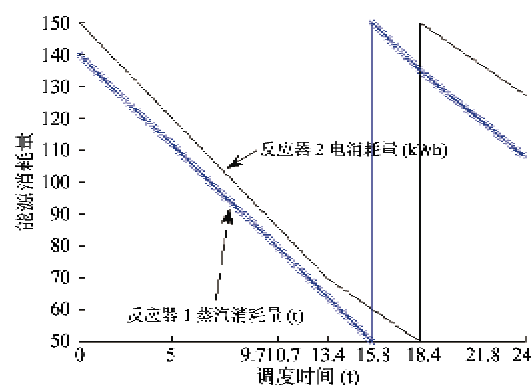


图 9 企业生产能耗过程中能源仿真结果

4 软件简介

本系统采用面向对象的开发和设计方法,将系统 DPN 结构映射为可视化工艺模型,由工艺模型自动转化为调度模型,根据本文第 3 部分介绍的仿真方法对调度模型实施动态演化。

4.1 工艺界面

可视化工艺模型需解析三个 DPN 主要元素,即解决企业生产能耗元素到 DPN 位置、弧集、变迁的映射。为方便用户操作,本文工艺建模界面只显性表述 DPN 传输管网和能耗设备以及遥调和遥控阀门。其中微分位置与传输管网绑定,只标识管网中

传输的能源或物料。其它 DPN 元素在工艺模型界面中设置为属性,隐性显示,这里不再展开介绍。

4.2 动态调度仿真界面

工艺模型参数设置完成后,进入仿真界面,这时工艺模型中隐含的微分位置显性表示,定量显示企业消耗能源和物料,实现系统动态调度。

5 结论

从企业生产调度实际出发,建立了生产与能耗耦合的动态调度系统,该系统在生产调度过程中耦合了能源消耗调度过程,既能模拟企业生产调度一体化行为,又动态仿真企业能源消耗和供给情况,对企业生产能源管理具有辅助作用。本课题组主要做信息化推进企业节能减排工作,节能减排架构模型主要分工艺模型、仿真模型、动态调度模型和优化模型。本系统主要研究动态调度模型及其调度方法,系统软件已开发完毕。下一步的工作是建立节能减排目标函数,采用优化算法,使得系统模型内部能源消耗和排放物最优化。

参考文献

- [1] 戴绍利,谭跃进,汪浩. 生产调度方法的系统研究. 系统工程,1999,17(1):41-45
- [2] 赵小强,荣凤. 流程工业生产调度问题综述. 化工自动化及仪表,2004,31(6):8-13
- [3] 江文德. 钢铁企业能源动态平衡和优化调度问题研究和系统设计:[硕士学位论文]. 杭州:浙江大学信息科学与工程学院,2006.1-8
- [4] Cafaro D C, Cerda J. Dynamic scheduling of multiproduct pipelines with multiple delivery due dates. Computers and Chemical Engineering, 2008,32(4-5):728-753
- [5] Paolucci M, Sacile R, Boccalatte A. Allocating crude oil supply to port and refinery tanks: a simulation-based decision support system. Decision Support System, 2002,33(1):39-54
- [6] Sun H L, Ding H, Xiong Y L, et al. Iterative learning scheduling: A combination of optimization and dispatching rules. Journal of Manufacturing Technology Management, 2004,15(3):298-305
- [7] 张劲松,王朝霞,李歧强. 受控混杂 Petri 网(CNPN)的分层优化模型及其在炼油厂氢气管理中的应用. 高技术通讯,2008,18(8):817-822
- [8] Shaw K J, Lee P L, Nott H P, et al. Genetic algorithms for multiobjective scheduling of combined batch/continuous process plants. In: Proceedings of the 2000 Congress on

- Evolutionary Computation, La Jolla, USA, 2000. 293-300
- [9] 邹小宝. 化工企业 MES 解决方案. 化工管理, 2007, 6: 49-51
- [10] Demongodin I, Koussoulas N T. Differential Petri nets: representing continuous system in a discrete-event world. *IEEE Transactions on automatic control*, 1998, 43 (4): 573-579
- [11] Demongodin I, Koussoulas N T. Modelling of hybrid control systems using Petri nets. In: Proceedings of the 3rd International Conference ADPM'98 Automatisation des Processus Mixtes: les Systemes Dynamiques Hybrides, Reims, France, 1998
- [12] Demongodin I, Koussoulas N T. Differential Petri net model for industrial automation and supervisory control. *IEEE Transaction on systems, man, and cybernetics-part C: Applications and reviews*, 2006, 36 (4): 543-553
- [13] 赵不赓, 吴玉波, 刘星桥. 带协同约束弧的微分 Petri 网及其仿真. 江苏大学学报 (自然科学版), 2007, 28 (6): 508-511
- [14] 吴亚丽, 曾建潮, 孙国基. 基于广义微分 Petri 网的混合系统仿真方法. 系统仿真学报, 2003, 5 (2): 164-166

Research on a DPN-based production-energy consumption coupling type dynamic dispatching system for continuous process enterprises

Zhang Yue, Wang Jian

(CIMS Research Center, Tongji University, Shanghai 201804)

Abstract

Aiming at enterprises' needs for production and energy dispatching, a differential Petri net (DPN) model for a dynamic dispatching system based on production-energy consumption coupling for continuous process enterprises was established using the module method, and was studied to solve the present problem of the divorce between production dispatching and energy consumption dispatching. The model consists of the overall framework model, the transmission pipeline network model with an teleadjusting or telecommand valve gate, the detection and warning model, the dispatching warning model with an cooperation inhibiting arc and the standby equipment model. Using the simulation algorithm of DPN, the dynamic dispatching simulation of the system DPN model was realized by adjusting teleadjusting, telecommand or telesignalization valve gates. The software of the production-energy consumption coupling dynamic system was implemented, especially the transformation from the process planning interface to the dynamic dispatching interface. This system is of great assistance in managing production and energy in continuous process enterprises.

Key words: materials, energy, information, differential Petri net (DPN), simulation, system, production and energy consumption process