

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 9 月 3 日 (03.09.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/172913 A1

(51) 国际专利分类号:
G06Q 10/06 (2012.01) **G06Q 50/02** (2012.01)

沈阳市和平区文化路三巷 11 号, Liaoning 110819 (CN)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/077739

(22) 国际申请日: 2019 年 3 月 12 日 (12.03.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910150858.9 2019 年 2 月 28 日 (28.02.2019) CN

(71) 申请人: 东北大学 (NORTHEASTERN UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号, Liaoning 110819 (CN)。

(72) 发明人: 徐泉 (XU, Quan); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号, Liaoning 110819 (CN)。秦莹 (QIN, Ying); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号, Liaoning 110819 (CN)。丁进良 (DING, Jinliang); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号, Liaoning 110819 (CN)。初延刚 (CHU, Yangang); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号, Liaoning 110819 (CN)。

(74) 代理人: 沈阳东大知识产权代理有限公司 (SHENYANG DONGDA INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD); 中国辽宁省

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

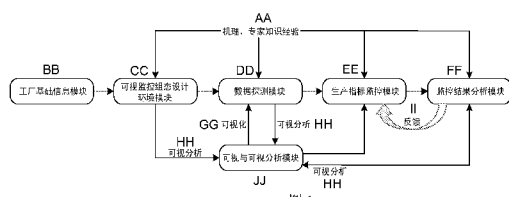
(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则 4.17 的声明:

— 关于申请人有权申请并被授予专利 (细则 4.17(ii))

(54) Title: PRODUCTION INDEX VISUAL MONITORING SYSTEM AND METHOD BASED ON CONFIGURATION

(54) 发明名称: 一种基于组态的生产指标可视化监控系统及方法



AA Mechanism, expert knowledge and experience
BB Factory basic information module
CC Visual monitoring configuration design environment module
DD Data detection module
EE Production index monitoring module
FF Monitoring result analysis module
GG Visualization
HH Visual analysis
II Feedback
JJ Visualization and visual analysis module

图 1

(57) Abstract: The present invention relates to the technical field of production index monitoring, and provides a production index visual monitoring system and method based on configuration. The system comprises: a factory basic information module for modeling factory basic information; a visual monitoring configuration design environment module for constructing procedures and sub-procedures of each process; a visualization and visual analysis module for providing a production index visualization and visual analysis scheme; a data detection module for detecting the relationship between production index data; a production index monitoring module for visually monitoring the technological process; and a monitoring result analysis module for analyzing a new abnormality and fault which appear in a production index monitoring process but are not detected. The method implements visual monitoring of production indexes on the basis of the modules of the system. The production index visual monitoring system and method provided by the present invention implement dynamic adjustment of production index monitoring, so that the production index visual monitoring system has a dynamic evolution capability.

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：本发明提供一种基于组态的生产指标可视化监控系统及方法，涉及生产指标监控技术领域。该系统包括用于对工厂基础信息进行建模的工厂基础信息模块，用于构建各工序的流程及其子流程的可视监控组态设计环境模块，用于提供生产指标可视化和可视化分析方案的可视与可视分析模块；用于探测生产指标数据之间的关系的探测模块，用于对工艺流程进行可视化监控的生产指标监控模块，用于分析生产指标监控过程中出现的未被监控到的新的异常和故障的监控结果分析模块；该方法基于该系统的各模块实现对生产指标的可视化监控。本发明提供的生产指标可视化监控系统及方法，实现了生产指标监控的动态调整，使生产指标可视化监控系统具备动态演化能力。

一种基于组态的生产指标可视化监控系统及方法

技术领域

本发明涉及生产指标监控技术领域，尤其涉及一种基于组态的生产指标可视化监控系统及方法。

背景技术

生产指标可视化监控系统是工业过程中数据联系最为频繁的环节，也是直接体现工业过程最终产品的质量与产量的窗口；目前国内关于生产指标可视化监控系统及方法的研究和应用为数不多且功能单一。“201711283037.X（一种选矿生产指标可视化分析系统与方法）”实现对选矿生产各工序指标的整合和配置并对指标异常进行分析可视。“201811009657.9（一种选矿生产指标的关联关系可视化系统及方法）”实现了对选矿生产指标间关联关系的分析，以及对生产指标间时序变化关系的分析，最终将所分析的生产指标间的关系可视。

“201811010246.1（一种基于工艺流程的选矿生产指标可视化监控系统及方法）”提供了基于生产工艺流程的生产指标可视化组态设计，支持实时数据、历史数据、历史数据统计特性的可视化方案，能够为生产指标监控配置生产指标监控算法，实现对生产指标的监控。以上专利主要包括对选矿生产指标异常的监控并提供报警处理，对生产指标间的关系进行可视分析，201811010246.1 主要提供了生产工艺流程组态工具，并对指标数据进行实时、历史监控；多视图可视仅限于对指标的分类监控。但上述专利缺少对各工艺流程的完整逻辑结构，缺少对生产指标数据的探测，对生产指标的可视化方案局限于显示实时数据和历史数据，多视图监控局限于指标分类层面，同时也没有涉及对监控结果的分析以及反馈。

发明内容

本发明要解决的技术问题是针对上述现有技术的不足，提供一种基于组态的生产指标可视化监控系统及方法，实现对生产指标的可视化监控。

为解决上述技术问题，本发明所采取的技术方案是：一方面，本发明提供一种基于组态的生产指标可视化监控系统，包括工厂基础信息模块、可视监控组态设计环境模块、数据探测模块、可视与可视分析模块、生产指标监控模块及监控结果分析模块；所述工厂基础信息模块用于对工厂基础信息进行建模，实现工厂对基础信息的管理；所述可视监控组态设计环境模块用于构建基于工厂基础信息模块的各个工艺流程，利用生产工艺流程的逻辑关系，构建各工序的流程及其子流程，并配置各工序及其子工序的设备、生产指标、报警事件、生产工艺规则约束、专家经验知识和算法约束；所述可视与可视分析模块用于提供生产指标可视化和可视化分析方案，此模块不仅包括实时数据、历史数据及统计特性的可视化，还支持指标数据对比分析、生产指标关联关系的可视化分析及生产指标多视图的可视化；所述数据探测模块用于探测生产指标数据之间的关系；所述生产指标监控模块用于实现可视监控组态设计环境模块构建完成的工艺流程的可视化监控，结合专家经验、知识和数据探测模块分析得出的生产指标数据之间的关系、借助于可视与可视分析模块对指标的可视分析，根据实际需求对配置关键指标进行监控；所述监控结果分析模块用于分析生产指标监控过程中出现的未被监控到的新的异常和故障，同时监控和收集生产指标监控模块中的报警记录，通过逐一分析报警记录信息，追溯设备、指标异常或故障的原因，利用数据探测模块对历史数据进行探

测分析，并结合机理、专家知识经验重新配置生产指标监控模块中的监控指标，从而实现对生产指标监控异常的有效反馈，实现对生产指标监控的动态调整，使得生产指标可视化监控系统具备动态演化能力；

所述可视监控组态设计环境模块包括图元库子模块、绘制面板子模块、功能栏子模块、项目工序子模块、配置子模块和第一工序库子模块；

所述生产指标监控模块包括第二工序库子模块、生产指标监控与配置子模块、工序监控子模块、报警记录子模块。

优选地，所述工厂基础信息模块包括组织结构基础信息管理单元、工序流程基础信息管理单元、设备档案基础信息管理单元、指标档案基础信息管理单元、计量单位基础信息管理单元、物料基础信息管理单元和人员档案基础信息管理单元；

所述组织结构基础信息管理单元用于管理工厂内部各个部门之间层次和职能结构信息；

所述工序流程基础信息管理单元用于管理各个工艺流程以及其子工序流程；

所述设备档案基础信息管理单元用于管理各个工艺流程中所涉及的所有设备信息；

所述指标档案基础信息管理单元用于管理各个工艺流程中所涉及的所有指标信息；

所述计量单位基础信息管理单元用于管理设备、指标的度量单位；

所述物料基础信息管理单元用于管理生产过程中涉及的物料信息；

所述人员档案基础信息管理单元用于管理生产过程中涉及的人员信息。

优选地，所述图元库子模块包括常见图元节点和连接线的形状，及根据需求自定义的图元和连接线形状；

所述绘制面板子模块通过鼠标拖拽方式将图元库中节点拖至绘制面板中，并配置端点、锚点及工序状态；

所述功能栏子模块包括保存、导入、后退、前进、清除、缩放和刷新功能；所述保存功能用于将新构建的工艺流程或子流程保存到数据库或以文本格式保存到本地；所述导入功能用于将本地文件转换为文本格式导入到绘制面板；所述后退功能用于后退到上一个操作时的界面状态；所述前进功能用于恢复后退功能的操作；所述清除功能用于清空当前绘制面板；所述缩放功能用于放大或缩小当前绘制面板，既能概览整个的工艺流程，也能放大局部具体查看各个子流程；所述刷新功能用于初始化整个绘制面板；

所述项目工序子模块用于显示当前所配置的项目的各工序及子工序，并在各工序名称后面用不同颜色的五角星表示目前各工序的设计状态；

所述配置子模块包括工序配置子模块和指标配置子模块，用于配置选定工序的基础信息、工序事件、工序指标、约束条件，并通过鼠标进行各个工序节点间的连线，同时在连线上配置各工序之间输入输出指标类型；

所述第一工序库子模块用来管理已经构建好的通用基础工序单元，以用于快速构建新的工艺流程图，从而提高基础工序组件的复用性和重用性。

优选地，所述数据探测模块用于探测指标数据之间的关系，具体包括指标间关联关系的探测、指标间时序变化关系的探测、指标间主元变量的探测及指标数据与维度之间的双向关联关系的探测；

所述指标间关联关系的探测通过皮尔逊 相关系数和信息熵分析指标间的关联关系，包

括输入与输入指标之间、输入与输出指标之间、输出与输出指标之间的关系；所述皮尔逊相关系数用于分析指标间线性关系；所述信息熵用于分析指标间非线性关系；

所述指标间时序变化关系的探测是指通过皮尔逊相关系数分析生产指标之间的延迟相关性，即生产指标之间是否间隔一段采样时间而具有相关性；

所述指标间主元变量的探测通过主成分分析及基于核函数的主成分分析将影响待测指标的指标集从高维投影到低维，实现对生产指标的降维。

优选地，所述实时数据可视化用于反应当前生产运行状态是否正常，生产相关指标是否达到预期目的；采用图表、实时数据曲线的方式进行可视化；

所述历史数据及统计特性可视化用于反应指标在一段时间内的历史趋势并对历史数据的统计特性进行可视化，并通过时间滑窗的形式灵活的查看不同时间段的历史数据；同时提供移动、放缩、悬浮提示框、刷新的交互操作；

所述指标数据对比分析可视化通过同时展示不同量纲的多维数据，采用平行坐标图的形式进行表示；所述平行坐标图显示多个维度的数据，每个坐标轴表示一个维度，每个维度表示一个生产指标；

所述生产指标关联关系可视化用于显示生产指标之间的关联关系，输入指标和输入指标、输出和输出指标之间关系使用散点图表示；过程指标与运行指标之间的关联关系，采用图论中的二分图表示；所述二分图是指将过程指标和运行生产指标分别看成两个独立的点集，通过两个点集的映射关系表征两个集合中点的关联关系；

所述生产指标多视图可视化根据指标的所属工序和指标类型进行分类，设计多视图可视化方案，提供多视图交互技术；每一个工序和指标类别都对应一个视图，其中，工序为主视图，指标分类为子视图，嵌入到工序视图中；操作员点击具体工序以导航进入该工序查看详细信息，此时，其余工序视图通过缩放技术进行缩小，显示为缩略图；同时在该工序下点击具体的子工序导航进入该工序的子工序查看详细信息；在已选择工序或者子工序下，操作员点击具体分类指标，查看该工序或者子工序下该分类指标视图里面的指标详细信息，此时其余指标类别视图通过缩放技术进行缩小，显示为缩略图。

优选地，所述第二工序库子模块用于显示当前所有的工序流程，包括各级子工序，用来帮助用户导航到具体的工序；操作员通过点击相应的工序，工序监控子模块会同步导航到该工序，以显示该工序的工艺流程；

所述生产指标监控与配置子模块用于显示与配置各工序的指标以及对指标配置可视化方案，操作员能够在可视监控组态设计环境模块已配置指标的基础上，根据实际需求过滤出各工序关键指标，并通过配置功能配置各工序关键指标，实现对各工序关键指标的监控；同时对各个指标配置可视化方案以便进行可视化监控；

所述工序监控子模块用于显示第二工序库子模块中所点击的工序，触发可视监控组态设计环境模块定义该工序的约束条件、工序事件、工序状态，工序点击事件，操作员通过双击查看子过程的实时状态；同时监控该工序已配置监控指标的实时数据曲线和历史数据曲线，并显示该工序下各指标已配置的可视化方案，通过可视分析更高效的监控生产指标；

所述报警记录子模块用于显示当前时段的报警信息，每条报警记录包括报警时间，报警所在的工序名称，故障设备名称和异常指标名称；在设备名称、指标名称前提供符号提示。

另一方面，本发明还提供一种基于组态的生产指标可视化监控方法，包括以下步骤：

步骤 1、通过工厂基础信息模块收集、录入工厂的生产基础信息，构建基础信息单元并将其存储至数据库，实现工厂对基础信息的管理；所述基础信息的管理包括组织结构基础信息管理、工序流程基础信息管理、设备档案基础信息管理、指标档案基础信息管理、计量单位基础信息管理、物料基础信息管理、人员档案基础信息管理。

步骤 2、通过使用工厂基础信息模块中的基础信息管理单元，构建各生产流程可视监控组态设计环境，具体方法为：

步骤 2.1、从图元库中选择需要构建的基础图元，点击所选图元将其拖到工艺流程绘制面板；

步骤 2.2、根据实际生产工艺流程绘制组态界面，并配置各个工序的端点、锚点、工序状态信息；

步骤 2.3、在工序配置子模块配置工序基础信息、工序事件、约束条件属性，并通过鼠标绘制各个工序间的有向连线，表示实际生产中的流程；

步骤 2.4、在指标配置子模块为各工序配置指标、并配置指标类型，包括输入指标、输出指标、输入输出指标、被控量和控制量；

步骤 2.5、在已有指标类型的基础上添加算法，并通过选择框的形式选择不同的算法进行建模；

步骤 2.6、通过功能栏子模块的保存功能钮，将配置完成的工序保存至本地数据库并显示到项目工序子模块，项目工序子模块显示当前项目工序流程，不同的标识颜色表示目前该工序的设计状态，红色表示配置完成，绿色表示配置未完成，黄色表示未配置；

步骤 2.7、同时将配置完成的工序保存至工序库，集中管理已经构建完成的通用基础工序单元，从而提高基础工序组件的复用性和重用性；

步骤 2.8、将绘制并配置完成的流程图保存为文本格式数据，然后将数据保存至本地数据库或导出为文本文件保存至本地；

步骤 3、在可视监控组态设计环境模块的基础上，应用数据探测模块探测指标数据之间的关系，具体方法为：

步骤 3.1、探测指标间的关联关系，包括输入与输入指标之间、输入与输出指标之间、输出与输出指标之间的关系；通过皮尔逊相关系数分析指标间的线性关联关系，通过互信息分析指标间的非线性相关关系；

步骤 3.1.1、使用皮尔逊相关系数分析指标间线性关联关系，如果分析结果表明指标间线性关系强，则指标间存在线性相关性，如果分析结果表明指标间不存在线性关系，转到步骤 3.1.2，探测指标间是否存在非线性关系；

步骤 3.1.2、通过互信息分析指标间非线性相关关系；

步骤 3.2、探测指标间时序变化关系，通过皮尔逊相关系数分析生产指标之间的延迟相关性，即生产指标之间是否间隔一段采样时间而具有相关性；

步骤 3.3、探测指标间的潜变量，从而通过使用潜变量代替原始的指标变量，实现对指标的降维；使用主成分分析和基于核函数的主成分分析方法分别探测线性指标间潜变量和非线性指标间的潜变量；利用步骤 3.1 的结论，如果指标数据间是线性关系，则转到步骤 3.3.1，

如果指标数据间是非线性关系，则转到步骤 3.3.2；

步骤 3.3.1、利用主成分分析探测指标间的潜变量，利用主成分分析求解出指标数据的特征值并按其值从大到小进行排列，选择其中最大的 k 个，使得这 k 个主成分占全部主成分的百分比超过设定的阈值，使用这 k 个特征值对应的主元即潜变量代替原始指标，实现对原始指标数据的降维；

步骤 3.3.2、利基于核函数的主成分分析提取非线性特征，通过非线性函数将指标集映射到高维线性特征空间，然后在高维空间中使用主成分分析方法计算其主元成分，实现对原始指标数据的降维；

步骤 3.4、将经过数据探测模块分析得到的结果通过可视与可视分析模块中可视化功能以更直观的方式展示出来；

步骤 4、以可视监控组态设计环境模块中已配置的生产指标为基础，借助数据探测模块分析得出的指标间各类关系，利用可视与可视分析模块对生产指标数据进行可视分析，以辅助人们从可视的角度去理解指标数据间的关系，具体方法为：

步骤 4.1、采用图表或实时数据曲线的方式表示实时数据，反应当前生产运行状态是否正常，生产相关指标是否达到预期目的；

步骤 4.2、采用历史数据曲线的方式表示历史数据，并通过时间滑窗的形式灵活的查看不同时间段的历史数据趋势，同时提供交互操作，包括移动、放缩、悬浮提示框、刷新；

步骤 4.3、采用平行坐标图表示指标数据对比分析，同时展示不同量纲的多维数据；

步骤 4.3.1、通过平行坐标图显示多个维度的数据，每个坐标轴表示一个维度；

步骤 4.3.2、每个维度表示一个生产指标，通过对每个维度设置不同单位来描述不同数量级的数据；

步骤 4.3.3、每个维度显示该指标数据的当前值，通过设置上下限，反应该指标当前的运行状态，若超出限制值有报警提示，异常指标数据所在的坐标轴显示为红色；

步骤 4.3.4、在正常工况下，每个生产指标均在上下限范围内，平行坐标图的整体轮廓大致相同，若整体轮廓出现异常形状，表示工况异常；操作员通过观察图形的整体轮廓，判断生产运行情况；

步骤 4.4、借助二分图的方法，采用桑基图的方式表示生产指标关联关系；

步骤 4.4.1、在二分图中，将过程指标和运行指标分别看成两个独立的点集，通过两个点集的映射关系表征两个集合中点的关联关系；

步骤 4.4.2、将二分图中的映射关系平移到桑基图中，左侧颜色条代表过程指标，右侧颜色条代表影响过程指标的运行指标；

步骤 4.4.3、通过对左右两侧的颜色条设置不同的颜色来区分不同的指标；

左侧各个颜色条流向右侧，表示右侧指标影响左侧指标的因素；

步骤 4.4.4、根据步骤 3 筛选出的关键指标以及各个过程指标与运行指标间关系，计算各工序指标对过程指标影响的贡献率，确定图中各个指标的比例关系；

步骤 4.4.5、提供交互操作，当鼠标悬浮于左侧某个过程指标所在区域时，单独显示影响该指标的左侧指标，并显示百分比以表示对该指标的影响程度；

步骤 4.5、采用多视图交互技术实现指标 多视图监控的可视；

步骤 4.5.1、每一个工序对应一个主视图，每一个指标分类对应一个子视图；

步骤 4.5.2、将指标分类视图嵌入到工序视图中；

步骤 4.5.3、操作员点击具体工序导航进入该工序，该工序视图通过缩放技术进行放大并显示详细信息，此时其余工序视图通过缩放技术进行缩小，显示为缩略图；

步骤 4.5.4、在该工序中，点击具体分类指标，该分类视图通过缩放技术进行放大并显示该类别指标，此时其余工序视图通过缩放技术进行缩小，显示为缩略图；

步骤 5、在生产指标监控模块中配置监控运行参数，具体方法为：

步骤 5.1、参考数据探测模块和可视与可视分析模块分析得出的指标数据间的关系，借助可视与可视分析模块中各可视化方案所呈现的信息，直观显示生产指标间关联关系和重要程度，为配置监控指标提供依据；

步骤 5.2、结合专家知识经验，补充因系统分析不全面所遗漏的指标，配置生产指标监控模块的参数；

步骤 5.3、在生产指标监控模块中构建生产指标监控运行环境，配置监控运行参数；

步骤 5.3.1、通过第二工序库子模块显示当前所有的工序流程，包括各级子工序；

步骤 5.3.2、通过点击第二工序库子模块中的工序，工序监控子模块同步导航到该工序，显示该工序的工艺流程；

选中相应工序时，触发可视监控组态设计环境模块定义的该工序的约束条件、工序事件、工序状态，工序点击事件；

步骤 5.3.3、根据实际需求在生产指标监控与配置子模块中对各工序配置所要监控的关键指标，以及对该工序已配置的指标配置可视化方案；

步骤 5.3.4、通过双击查看该工序的子过程的实时状态；显示该工序已配置的所有指标，指标的实时数据曲线、历史数据曲线；同时显示各个可视化方案，便于监控分析已配置指标；

步骤 5.3.5、通过报警记录子模块显示当前时段的报警信息，每条信息包括故障时间、故障工序名称、故障设备名称及异常指标名称；并分析出设备故障类型和指标异常类型，如设备停歇、指标超上限、指标超下限；

步骤 6、通过监控结果分析模块分析生产指标监控过程的中出现的未处理的异常和故障；

步骤 6.1、通过监控结果分析模块分析正在监控的工艺流程中未知故障；

步骤 6.2、同时监控和收集生产指标监控模块中的报警记录，通过逐一分析报警记录信息，追溯设备、指标异常或故障的原因；

步骤 6.3、利用数据探测模块对历史数据进行探测分析；

步骤 6.4、结合机理、专家知识经验重新配置生产指标监控模块中监控指标；

步骤 6.5、最终实现对生产指标监控异常的有效反馈，实现对生产指标监控的动态调整。

采用上述技术方案所产生的有益效果在于：本发明提供了一种基于组态的生产指标可视化监控系统及方法，实现了对工厂逻辑结构、基础信息的管理，设计了可视监控组态设计环境模块，组态生产工艺流程，实现了对生产指标监控的完全可配置性。同时，实现了对各类生产专家的知识和经验的集成，以及探测数据之间的各类关系，辅助用户进行指标监控，使得对生产过程的监控更加精准和高效。通过可视分析技术支持多种可视化方案，帮助用户探测和了解数据；通过多视图交互技术实现了系统自动生成指标概览视图和不同等级的嵌套

视图，方便用户在不同视图之间进行交互。此外，还实现了对正在运行的工艺流程中未知故障的分析，重新配置关键生产指标再监控，能够及时实现有效的反馈，从而实现对生产指标监控的动态调整，使得生产指标可视化监控系统具备动态演化能力。

附图说明

图 1 为本发明实施例提供的一种基于组态的生产指标可视化监控系统的结构框图；

图 2 为本发明实施例提供的一种基于组态的生产指标可视化监控方法的流程图。

具体实施方式

下面结合附图和实施例，对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。以下实施例用于说明本发明，但不用来限制本发明的范围。

本实施例以选矿三选厂为例，使用本发明的一种基于组态的生产指标可视化监控系统及方法实现对该选矿三选厂的生产指标进行监控。

一种基于组态的生产指标可视化监控系统，如图 1 所示，包括：工厂基础信息模块、可视监控组态设计环境模块、数据探测模块、可视与可视分析模块、生产指标监控模块和监控结果分析模块。

其中，工厂基础信息模块用于对工厂基础信息的建模，有助于操作员高效的创建工艺流程，实现工厂对基础信息的管理。该模块包括组织结构基础信息管理单元、工序流程基础信息管理单元、设备档案基础信息管理单元、指标档案基础信息管理单元、计量单位基础信息管理单元、物料基础信息管理单元、人员档案基础信息管理单元。

所述组织结构基础信息管理单元用于管理工厂内部各个部门之间层次和职能结构信息；

所述工序流程基础信息管理单元用于管理各个工艺流程以及其子工序流程；

所述设备档案基础信息管理单元用于管理各个工艺流程中所涉及的所有设备信息；

所述指标档案基础信息管理单元用于管理各个工艺流程中所涉及的所有指标信息。

所述计量单位基础信息管理单元用于管理设备、指标的度量单位；

所述物料基础信息管理单元用于管理生产过程中涉及的物料信息；

所述人员档案基础信息管理单元用于管理生产过程中涉及的人员信息。

可视监控组态设计环境模块用于构建基于工厂基础信息模块的各个工艺流程，利用生产工艺流程的逻辑关系，构建各工序的流程及其子流程，并配置各工序及子工序的设备、生产指标、报警事件、生产工艺规则约束、专家经验知识和算法约束。包括图元库子模块、绘制面板子模块、功能栏子模块、项目工序子模块、配置子模块及第一工序库子模块。

所述图元库子模块，包括常见图元节点和连接线的形状，也可根据需求自定义图元和连接线形状并添加至图元库中。

所述绘制面板子模块，通过鼠标拖拽方式将图元库中节点拖至绘制面板中，并配置端点、锚点、工序状态。

所述功能栏子模块包括保存、导入、后退、前进、清除、缩放、刷新功能；

所述保存功能用于将新构建的工艺流程或子流程保存到数据库或以文本格式保存到本地；所述导入功能用于将本地文件转换为文本格式导入到绘制面板或者导入到数据库；所述后退功能用于后退到上一个操作时的界面状态；所述前进功能用于恢复后退功能的操作；所述清除功能用于清空当前绘制面板；所述缩放 功能用于放大或缩小当前绘制面板，既能概览

整个的工艺流程，也能放大局部具体查看各个子流程；所述刷新功能用于初始化整个页面。

所述项目工序子模块用于显示当前所配置的项目的各工序及子工序，各工序名称后面用不同颜色的五角星表示目前各工序的设计状态，红色表示配置完成，绿色表示配置未完成，黄色表示未配置；

所述配置子模块包括工序配置子模块和指标配置子模块，用于配置选定工序的基础信息、工序事件、工序指标和约束条件，并通过鼠标指进行各个工序节点间的连线，同时在连线上配置各工序之间输入输出指标类型。

所述第一工序库子模块用来管理已经构建好的通用基础工序单元，以用于快速构建新的工艺流程图，从而提高基础工序组件的复用性和重用性。

数据探测模块用于探测指标数据之间的关系；包括指标间关联关系探测、指标间时序变化关系探测、指标间主元变量探测和指标数据与维度之间的双向关联关系探测。

所述指标间关联关系探测是指通过皮尔逊相关系数、信息熵分析指标间关联关系，包括输入与输入指标之间、输入与输出指标之间、输出与输出指标之间的关系；所述皮尔逊相关系数用于分析指标间线性关系；所述信息熵用于分析指标间非线性关系。

所述指标间时序变化关系探测是指通过皮尔逊相关系数分析生产指标之间的延迟相关性，即生产指标之间是否间隔一段采样时间而具有相关性。

所述指标间主元变量探测是指通过主成分分析（Principal Component Analysis，即 PCA）和基于核函数的主成分分析（Kernel Principal Component Analysis，即 KPCA）将影响待测指标的指标集从高维投影到低维，实现对生产指标的降维。所述主成分分析是指通过线性空间变换求取主成分变量，将高维空间变量投影到低维主成分空间；所述基于核函数的主成分分析用于非线性特征提取，通过非线性函数将指标集映射到高维空间再实现 PCA。

可视与可视分析模块用于提供生产指标可视化和可视化分析方案，此模块不仅包括实时数据、历史数据的可视化，还支持指标数据对比分析、生产指标关联关系可视分析和生产指标多视图可视化。

所述实时数据用于反应当前生产运行状态是否正常，生产相关指标是否达到预期目的。采用图表、实时数据曲线的方式进行可视化。

所述历史数据及统计特性用于反应指标在一段时间内的历史趋势并对历史数据的统计特性进行可视化，通过时间滑窗的形式灵活的查看不同时间段的历史数据。同时提供交互操作，包括移动、放缩、悬浮提示框、刷新。

所述指标数据对比分析是指同时展示不同量纲的多维数据，采用平行坐标图的形式。所述平行坐标图显示多个维度的数据，每个坐标轴表示一个维度，每个维度表示一个生产指标。

所述生产指标关联关系可视化用于显示生产指标之间的关联关系，输入指标和输入指标、输出和输出指标之间关系使用散点图表示；过程指标与运行指标之间的关联关系，采用图论中的二分图表示。所述二分图是指将过程指标和运行生产指标分别看成两个独立的点集，通过两个点集的映射关系表征两个集合中点的关联关系。

所述生产指标多视图可视化是指根据指标的所属工序和指标类型进行分类，设计多视图可视化方案，提供多视图交互技术。每一个工序和指标类别都对应一个视图，其中工序为主视图，指标分类为子视图，嵌入到工序视图中。操作员可点击具体工序以导航进入该工序查

看详细信息，此时其余工序视图通过缩放技术进行缩小，显示为缩略图；同时在该工序下可以点击具体的子工序导航进入该工序的子工序查看详细信息；在已选择工序或者子工序下，操作员同样可点击具体分类指标，查看该工序或者子工序下该分类指标视图里面的指标详细信息，此时其余指标类别视图通过缩放技术进行缩小，显示为缩略图。

生产指标监控模块用于实现可视监控组态设计环境模块构建完成的工艺流程的可视化监控，结合专家经验、知识和数据探测模块分析得出的指标数据的关系、借助于可视与可视分析模块对指标的可视分析，根据实际需求配置关键指标进行监控，包括第二工序库子模块、生产指标监控与配置子模块、工序监控子模块、报警记录子模块。

所述第二工序库子模块主要显示当前所有的工序流程，包括各级子工序，其目的主要用来帮助用户导航到具体的工序，操作员可通过点击相应的工序，工序监控面板会同步导航到该工序，以显示该工序的工艺流程；

所述生产指标监控与配置子模块用于显示与配置各工序的指标以及对指标配置可视化方案，操作员能够在可视监控组态设计环境模块已配置指标的基础上，根据实际需求过滤出各工序关键指标，并通过配置功能配置各工序关键指标，实现对各工序关键指标的监控；同时对各个指标配置上可视化方案以便进行可视化监控；

所述工序监控子模块用于显示工序库中所点击的工序，触发可视监控组态设计环境模块定义该工序的约束条件、工序事件、工序状态，工序点击事件，操作员可通过双击查看子过程的实时状态；同时能监控该工序已配置监控指标的实时数据曲线和历史数据曲线，并显示该工序下各指标已配置的可视化方案，通过可视分析更高效的监控生产指标。

所述报警记录子模块用于显示当前时段的报警信息，每条报警记录包括报警时间，报警所在的工序名称，故障设备名称和异常指标名称；在设备名称、指标名称前提供符号提示，红色圆圈表示设备停歇、黄色圆圈表示设备温度过高或消耗原料过量、红色上箭头表示指标超上限、绿色下箭头表示指标超下限。

监控结果分析模块用于分析生产指标监控过程的中出现的未被监控到的新的异常和故障，如设备故障、质量指标检验不合格等；同时监控和收集生产指标监控模块中的报警记录，通过逐一分析报警记录信息，追溯设备、指标异常/故障的原因，利用数据探测模块对历史数据进行探测分析并结合机理、专家知识经验重新配置生产指标监控模块中监控指标，从而实现对生产指标监控异常的有效反馈，实现对生产指标监控的动态调整，使得生产指标可视化监控系统具备动态演化能力。

一种基于组态的生产指标可视化监控方法，如图2所示，包括以下步骤：

步骤1、收集、录入选矿三选厂的基础信息，构建该厂基础信息单元并将其存储至数据库，实现该厂对基础信息的管理。具体包括组织结构基础信息管理、工序流程基础信息管理、设备档案基础信息管理、指标档案基础信息管理、计量单位基础信息管理、物料基础信息管理、人员档案基础信息管理。

组织结构基础信息管理是对选矿三选厂的能源、设备、物料、成本等部门之间的层次和职能的管理。

工序流程基础信息管理是对选矿三选厂所有工序及各工序子流程的管理，包括悬浮压滤、空气压缩站、悬浮焙烧炉等；

设备档案基础信息管理是对选矿三选厂所有设备信息的管理,包括高压辊磨机、压滤机、离心空压机等;

指标档案基础信息管理是对选矿三选厂所有指标信息的管理,包括底流泵出口流量、底流泵频率、炉前压滤水分、磁选机作业率等;

计量单位基础信息管理是对选矿三选厂所有设备和指标计量单位的管理,包括%、吨、倍、GJ、kg/t、h 等;

物料基础信息管理是对选矿三选厂生产过程涉及的物料信息的管理;

人员档案基础信息管理是对选矿三选厂生产过程中工作人员信息的管理;

步骤 2、使用工厂基础信息模块中的选矿三选厂基础信息管理单元,构建该厂生产流程可视监控组态设计环境,具体方法为:

步骤 2.1、从图元库中选择悬浮焙烧炉工序的基础图元,点击所选图元将其拖到工艺流程绘制面板;

步骤 2.2、根据实际选矿三选厂的生产工艺流程绘制组态界面的流程图,并配置悬浮焙烧炉工序的端点、锚点、工序状态等信息;

步骤 2.3、在工序配置子模块配置悬浮焙烧炉工序的基础信息(字体颜色设置为黑色、字号设置为小四、文字字体设置为宋体)、工序事件(鼠标单击表示进入悬浮焙烧炉的子流程、鼠标双击表示选悬浮焙烧炉工序,对该工序进行指标配置、鼠标悬浮显示悬浮焙烧炉工序的相关备注)、约束条件(规则:给矿量 $65 \pm 10\text{t/h}$ 、给矿水 $12 \pm 5\text{m}^3/\text{h}$ 、分益浓度 $50 \pm 5\%$ 、排矿水 $48 \pm 8\text{m}^3/\text{h}$ 、磨矿浓度 $80 \pm 2\%$ 、旋给浓度 $50 \pm 10\%$ 、旋给压力 $125 \pm 35\text{Kpa}$)等属性;

步骤 2.4、在指标配置子模块配置悬浮焙烧炉工序的指标,并配置指标类型,包括输入指标、输出指标、输入输出指标、被控量和控制量;

本实施例中,悬浮焙烧炉工序配置的指标包括:强磁精矿产量、选矿综精 SiO_2 、三磁精品位、强磁矿仓、一次一流回收率及弱精品位;

步骤 2.5、在悬浮焙烧炉工序已有指标类型的基础上,通过选择框添加算法;

本实施例中,添加的算法为自回归滑动平均模型(Autoregressive moving average model, 即 ARMA);

步骤 2.6、点击功能栏子模块的保存按钮,将配置完成的悬浮焙烧炉工序保存至数据库,其名称显示到项目工序子模块的目录中,项目工序子模块显示悬浮焙烧炉工序流程,不同的标识颜色表示目前该工序的设计状态,悬浮焙烧炉工序的标识呈红色表示配置完成;

步骤 2.7、同时将配置完成的悬浮焙烧炉工序保存至工序库,集中管理已经构建完成的通用基础工序单元,从而提高基础选矿各工序组件的复用性和重用性;

步骤 2.8、按照步骤 2.1 至步骤 2.7 依次配置选矿三选各个工序,包括悬浮压滤、空气压缩站、除盐车站,并通过鼠标绘制各个工序间的有向连线,表示实际选矿三选生产中的流程,将其保存为 JSON 格式数据,可将数据保存至数据库或导出为 JSON 文件保存至本地。

步骤 3、在可视监控组态设计环境模块的基础上,应用数据探测模块探测指标数据之间的关系。

本实施例中,选取的生产指标数据如表 1 所示:

表 1 生产指标数据

采样时间	选矿综精 产量(湿重)	弱磁精矿 产量	综合块 矿率	弱精品味	块 1#	废石 1# 矿量	选矿综精 SiO ₂
1:00	308	142	63.02	58.90	258	57.56	7.83
2:00	288	132	59.77	58.50	407	59.32	7.81
3:00	297	137	50.61	58.75	419	59.01	7.68
4:00	288	132	58.59	58.21	461	58.56	7.71
5:00	257	118	61.68	58.75	236	58.22	7.73
6:00	266	122	57.58	59.01	309	61.50	7.85
7:00	347	160	57.99	59.25	167	59.86	7.65
8:00	222	102	53.56	58.66	195	49.85	7.35
9:00	309	140	55.51	58.50	210	46.67	7.45
10:00	300	136	57.08	58.12	424	33.67	7.51
11:00	281	127	53.62	59.25	495	56.85	7.69
12:00	241	109	55.78	59.29	430	53.87	7.61
13:00	222	101	57.89	59.10	211	25.88	7.47
14:00	277	126	57.74	58.00	293	11.60	7.83
15:00	213	97	59.77	58.90	250	119.96	7.43
16:00	268	121	58.62	58.67	181	29.16	7.55
17:00	167	84	56.82	59.10	551	48.23	7.64
18:00	230	116	58.23	58.95	195	64.85	7.49
19:00	242	122	57.56	59.30	317	59.41	7.23
20:00	197	99	55.23	58.77	291	76.29	7.35
21:00	183	92	56.96	59.35	185	60.00	7.36
22:00	180	91	54.55	59.12	159	30.93	7.75
23:00	224	113	56.59	59.35	208	84.64	7.76
0:00	191	96	55.94	59.35	72	59.40	7.61

步骤 3.1、探测指标间关联关系，包括输入与输入指标之间、输入与输出指标之间、输出与输出指标之间的关系。通过皮尔逊相关系数分析指标间线性关联关系，通过互信息分析指标间非线性相关关系。

本实施例中，选取表 1 中部分生产指标，包括选矿综精产量（湿重）、弱磁精矿产量，综合块矿率、弱精品味、块 1#和废石 1#矿量。

步骤 3.1.1、使用皮尔逊相关系数分析指标间线性关联关系，如果分析结果表明指标间线性关系强，则认为指标间存在线性相关性，如果分析结果表明指标间不存在线性关系，转到步骤 3.1.2，探测指标间是否存在非线性关系；

步骤 3.1.2、通过互信息分析指标间非线性相关关系。

本实施例中，表 1 中选取的指标经线性关联关系探测，得出结果如表 2 所示。选矿综精产量（湿重）与弱磁精矿产量的皮尔逊相关系数为 0.926，表示两指标有极强的正相关；综合块矿率与弱磁精矿产量的皮尔逊相关系数为-0.023，表示两指标有较弱的负相关。

表 2 生产指标间的线性关联关系探测结果

相关系数	选矿综精 产量(湿重)	弱磁精矿 产量	综合块矿 率	弱精品味	块 1#	废石 1#矿 量
------	----------------	------------	-----------	------	------	-------------

选矿综精产量 (湿重)	1.000	0.927	0.178	-0.440	0.189	-0.163
弱磁精矿产量	0.927	1.000	-0.023	-0.325	0.203	-0.096
综合块矿率	0.178	-0.023	1.000	-0.139	-0.146	0.119
弱精品味	-0.440	-0.350	-0.139	1.000	-0.252	0.348
块 1#	0.189	0.203	-0.146	-0.252	1.000	-0.025
废石 1#矿量	-0.163	-0.096	0.119	0.348	-0.025	1.000

步骤 3.2、探测指标间时序变化关系，通过皮尔逊相关系数分析生产指标之间的延迟相关性，即生产指标之间是否间隔一段采样时间而具有相关性。

本实施例中，选取表 1 部分生产指标，包括选矿综精产量和选矿综精 SiO₂。经延时相关关系探测，选矿综精 SiO₂ 延时选矿综精产量 t 时刻的相关系数，探测结果如表 3 所示。当选矿综精 SiO₂ 延时 t=5 时，皮尔逊相关系数为 0.54786，选矿综精产量与选矿综精 SiO₂ 相关性最大。

表 3 生产指标之间的延迟相关性的探测结果

t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7	t=8
0.42886	0.01841	0.27133	0.11379	0.37944	0.54786	0.20034	0.31005	0.42422

步骤 3.3、探测指标间的潜变量，通过潜变量代替原始的指标变量，实现对指标的降维。使用主成分分析 PCA 和基于核函数的主成分分析 KPCA 方法分别探测线性指标间潜变量和非线性指标间的潜变量。

本实施例中，选取的生产指标包括 3-1 球磨机电流、3-1 旋流器给矿压力、3-1 旋流器给矿浓度、3-1 旋流器给矿流量、3-1#泵运转频率、3-1 球磨排矿水阀门开度、3-1 球磨给矿水阀门开度和 3-2 旋流器给矿压力。生产指标数据如表 4 所示。通过步骤 3.1，得出指标数据间是线性关系，相关系数矩阵如表 5 所示，进行以下线性指标间潜变量的探测。

表 4 生产指标数据

采样时刻	3-1 球磨机 电流	3-1 旋流器 给矿压力	3-1 旋流器 给矿浓度	3-1 旋流器 给矿流量	3-1# 泵运转 频率	3-1 球磨 排矿水阀 门开度	3-1 球磨 给矿水阀 门开度	3-2 旋流器 给矿压力
01:00	46.894	6.85	-2.499	44.155	40	19.784	10.35	278.259
02:00	46.893	6.93	-2.499	27.651	39	19.774	10.35	248.482
03:00	46.897	4.77	-2.499	44.752	39	19.781	6.16	273.941
04:00	46.963	5.89	-2.499	36.249	40	19.778	10.24	271.016
05:00	46.931	4.96	-2.499	31.934	41	19.774	10.22	273.451
06:00	46.794	7.69	-2.499	40.982	41	19.768	10.23	273.882
07:00	46.572	4.65	-2.499	33.964	41	19.778	10.22	277.101
08:00	46.297	5.98	-2.499	29.154	41	19.772	11.05	275.001
09:00	46.028	8.55	-2.499	34.156	40	15.024	11.04	279.418
10:00	45.701	4.88	-2.499	44.469	40	15.024	10.55	277.023
11:00	45.469	8.73	-2.499	31.646	40	15.026	10.34	269.246
12:00	45.388	6.59	-2.499	29.656	37	15.528	8.95	234.165
13:00	56.218	7.26	-2.499	38.462	38	15.692	9.29	259.456
14:00	46.108	6.94	-2.499	31.546	40	19.155	10.12	249.265
15:00	46.559	5.36	-2.499	42.942	40	19.577	10.22	271.946
16:00	45.924	6.43	-2.499	32.455	39	19.771	10.23	261.187

17:00	45.561	5.39	-2.499	36.135	39	19.248	10.22	271.264
18:00	46.258	4.93	-2.499	40.165	40	19.654	9.65	265.165
19:00	46.894	6.85	-2.499	44.155	40	19.784	10.35	278.259
20:00	46.893	6.93	-2.499	27.651	39	19.774	10.35	248.482

表 5 相关系数矩阵

相关系数	3-1 球磨机 电流	3-1 旋流器 给矿压力	3-1 旋流器 给矿浓度	3-1 旋流器 给矿流量	3-1# 泵运转 频率	3-1 球磨 排矿水阀 门开度	3-1 球磨给 矿水阀门 开度	3-2 旋流器 给矿压 力
3-1 球磨机 电流	1.000	0.132	0.000	0.155	-0.293	-0.171	-0.187	-0.082
3-1 旋流器 给矿压力	0.132	1.000	0.000	-0.336	-0.143	-0.486	0.276	-0.194
3-1 旋流器 给矿浓度	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3-1 旋流器 给矿流量	0.155	-0.336	0.000	1.000	0.109	0.073	-0.327	0.508
3-1#泵运转 频率	-0.293	-0.143	0.000	0.109	1.000	0.367	0.449	0.693
3-1 球磨 排矿水阀门 开度	-0.171	-0.486	0.000	0.073	0.367	1.000	0.499	0.693
3-1 球磨给 矿水阀门开 度	-0.187	0.276	0.000	-0.327	0.449	-0.048	1.000	0.197
3-2 旋流器 给矿压力	-0.082	-0.194	0.000	0.508	0.693	0.157	0.197	1.000

进行主成分 PCA 分析，得到特征值，从大到小依次为：145.56、21.53、5.44、3.66、1.03、0.67、0.28、-5.41，前两个特征值（ $145.56 + 21.53 / (145.56 + 21.53 + 5.44 + 3.66 + 1.03 + 0.67 + 0.28 - 5.41) > 0.9$ ），表明该组变量之间线性相关性非常强，可以用前两个特征值（145.56、21.53）对应的主元来代替原始的 8 个指标，实现对指标的降维。

步骤 3.4、将经过数据探测模块分析得到的结果通过可视与可视分析模块中的可视化功能以更直观的方式展示出来。

步骤 4、以可视监控组态设计环境模块已配置的生产指标为基础，借助数据探测模块分析得出的指标间各类关系，利用可视与可视分析模块对指标数据进行可视分析，辅助人们从可视的角度去理解选矿生产指标数据间的关系，具体方法为：

步骤 4.1、采用图表或实时数据曲线的方式表示实时数据，反应当前生产运行状态是否正常，生产相关指标是否达到预期目的；

本实施例中，实时数据选取综合生产指标中的选矿综精产量（湿重）；

步骤 4.2、采用历史数据曲线的方式表示历史数据，并通过时间滑窗的形式灵活的查看不同时间段的历史数据趋势，同时提供交互操作，包括移动、放缩、悬浮提示框、刷新；

本实施例中，历史数据选取综合生产指标中的选矿综精产量（湿重），数据时间选择 2018-5-1 至 2018-5-7。

步骤 4.3、采用平行坐标图表示指标数据对比分析，能够同时展示不同量纲的多维数据；本实施例中，选取指标选矿综精产量（湿重）、综合块矿率、选矿综精水分、选矿综精

SiO₂、测算烧结矿品味和选矿综精 CaO 进行指标数据对比分析。

步骤 4.3.1、通过平行坐标图显示多个维度的数据，每个坐标轴表示一个维度；

步骤 4.3.2、选矿综精产量（湿重）、综合块矿率、选矿综精水分、选矿综精 SiO₂、测算烧结矿品味、选矿综精 CaO 各表示一个维度，通过对指标设置不同单位来描述不同数量级的数据；

步骤 4.3.3、每个维度显示该指标数据的当前值，通过设置上下限，反应该指标当前的运行状态；

本实施例中，选矿综精产量（湿重）的指标范围为 260t 至 350t，在 2018-4-20 19:28 指标数据值为 355t 有超上限报警提示，选矿综精产量（湿重）所在的坐标轴显示为红色；

步骤 4.3.4、在正常工况下，选矿综精产量（湿重）、综合块矿率、选矿综精水分、选矿综精 SiO₂、测算烧结矿品味、选矿综精 CaO 应均在上下限范围内，平行坐标图的整体轮廓应大致相同，若整体轮廓出现异常形状，表示工况异常，操作员可通过观察图形的整体轮廓，判断生产运行情况；

步骤 4.4、借助二分图方法，采用桑基图的方式表示生产指标关联关系；

步骤 4.4.1、在二分图中，将过程指标和运行指标分别看成两个独立的点集，通过两个点集的映射关系表征两个集合中点的关联关系；

步骤 4.4.2、将二分图中的映射关系平移到桑基图中，左侧颜色条代表过程指标，右侧颜色条代表影响过程指标的运行指标；

本实施例中，选取指标：选矿综精 CaO、选矿综精 SiO₂、测算烧结矿品味、综合块矿率、选矿综精水分作为过程指标；选取指标一次溢流回收率、平环尾矿品位、弱尾品位、强精 SiO₂、弱磁精品位为运行指标。

步骤 4.4.3、通过对左右两侧的颜色条设置不同的颜色来区分不同的指标；左侧各个颜色条流向右侧，表示右侧指标影响左侧指标的因素；

步骤 4.4.4、根据步骤 3 筛选出的关键指标以及各个过程指标与运行指标间关系，计算各运行指标对过程指标影响的贡献率，确定图中各个运行指标的比例关系；

步骤 4.4.5、提供交互操作，当鼠标悬浮于左侧选矿综精 SiO₂ 所在区域时，单独显示影响该指标的运行指标；

本实施例中，弱精品位的贡献率为 57%、强精 SiO₂ 的贡献率为 8%、弱磁精品位的贡献率为 7%、一次溢流回收率的贡献率为 7%。

步骤 4.5、采用多视图交互技术实现选矿生产指标的多视图可视化；

本实施例中，涉及的工序包括悬浮压滤、空气压缩站、悬浮焙烧炉、酿造间、悬浮磨选车间等；指标分类包括设备指标、质量指标、工艺指标、成本指标、计量指标、能源指标；

步骤 4.5.1、将每一个工序对应一个主视图，每一个指标分类对应一个子视图；

步骤 4.5.2、将指标分类视图嵌入到工序视图中；

步骤 4.5.3、操作员点击悬浮焙烧炉时能够导航进入该工序，该工序视图通过缩放技术进行放大并显示该工序下已配置指标的实时数据和历史数据，此时其余工序视图通过缩放技术进行缩小，显示为缩略图移到界面最右侧；

步骤 4.5.4、在悬浮焙烧炉工序中，选择 设备指标分类的同时筛选出该工序下已配置

指标中的设备指标，该分类视图通过缩放技术进行放大并显示筛选出的设备指标的实时数据和历史数据，此时其余工序视图通过缩放技术进行缩小，显示为缩略图移到子界面的最右侧；

步骤 5、在生产指标监控模块中配置选矿三选工艺流程监控运行参数，具体方法为：

步骤 5.1、参考步骤 3 和步骤 4 分析得出的选矿生产指标数据间的关系，借助步骤 4 中各可视化方案所呈现的信息，直观显示选矿生产指标间关联关系和各指标的重要程度，为配置监控指标提供依据；

步骤 5.2、结合专家知识经验，补充因系统分析不全面所遗漏的指标，配置生产指标监控模块的参数；

本实施例中，根据步骤 3 得出强精 SiO_2 对选矿综精 SiO_2 的贡献率为 8%，但是在步骤 2.6 并没有配置该指标，在此将强精 SiO_2 配置到悬浮焙烧炉工序中；

步骤 5.3、构建选矿生产指标监控运行环境；

步骤 5.3.1、通过第二工序库子模块显示选矿三选厂各工序流程，包括各级子流程；

步骤 5.3.2、点击第二工序库子模块中的悬浮焙烧炉工序，工序监控子模块同步导航到该工序，并显示该工序的工艺流程；

选中悬浮焙烧炉工序时，触发可视监控组态设计环境模块定义的该工序的约束条件、工序事件、工序状态，工序点击事件；

步骤 5.3.3、根据实际需求在生产指标监控与配置子模块中对悬浮焙烧炉工序配置所要监控的关键指标，以及对该工序已配置的指标配置可视化方案；

本实施例中，配置的指标为强精 SiO_2 、强磁精矿产量、选矿综精 SiO_2 、三磁精品位、强磁矿仓、一次一流回收率、弱精品位，配置的可视化方案为实时数据和历史数据可视化方案；

步骤 5.3.4、通过双击悬浮焙烧炉工序查看子过程的实时状态；

能够显示悬浮焙烧炉工序已配置的所有指标，包括强精 SiO_2 、强磁精矿产量、选矿综精 SiO_2 、三磁精品位、强磁矿仓、一次一流回收率、弱精品位，显示各指标的实时数据曲线、历史数据曲线；同时显示各个可视化方案，便于监控分析已配置指标；

步骤 5.3.5、通过报警记录子模块显示当前时段的报警信息，每条信息包括故障时间、故障工序名称、故障设备名称、异常指标名称；并分析出设备故障类型和指标异常类型，如设备停歇、指标超上限、指标超下限；

本实施例中，报警记录显示在 2018-09-22，悬浮压滤工序中 1-3-1 磁选机设备的#6 电流数据在 11:38 分超指标上限。

步骤 6、通过监控结果分析模块分析生产指标监控过程的中出现的未处理的异常和故障。

步骤 6.1、通过监控结果分析模块分析正在监控的工艺流程中未知故障，如设备停歇、指标质量检验不合格等；

步骤 6.2、监控和收集生产指标监控模块中的报警记录，通过逐一分析报警记录信息，追溯设备、指标异常/故障的原因；

步骤 6.3、利用数据探测模块对历史数据进行探测分析；

步骤 6.4、结合机理、专家知识经验重新配置生产指标监控模块中监控指标；

步骤 6.5、最终实现对生产指标监控异常的有效反馈，实现对生产指标监控的动态调整。

最后应说明的是：以上实施例仅用以说明 本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照

前述实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本質脱离本发明权利要求所限定的范围。

权 利 要 求 书

1、一种基于组态的生产指标可视化监控系统，其特征在于：包括工厂基础信息模块、可视监控组态设计环境模块、数据探测模块、可视与可视分析模块、生产指标监控模块及监控结果分析模块；所述工厂基础信息模块用于对工厂基础信息进行建模，实现工厂对基础信息的管理；所述可视监控组态设计环境模块用于构建基于工厂基础信息模块的各个工艺流程，利用生产工艺流程的逻辑关系，构建各工序的流程及其子流程，并配置各工序及其子工序的设备、生产指标、报警事件、生产工艺规则约束、专家经验知识和算法约束；所述可视与可视分析模块用于提供生产指标可视化和可视化分析方案，此模块不仅包括实时数据、历史数据及统计特性的可视化，还支持指标数据对比分析、生产指标关联关系的可视化分析及生产指标多视图的可视化；所述数据探测模块用于探测生产指标数据之间的关系；所述生产指标监控模块用于实现可视监控组态设计环境模块构建完成的工艺流程的可视化监控，结合专家经验、知识和数据探测模块分析得出的生产指标数据之间的关系、借助于可视与可视分析模块对指标的可视分析，根据实际需求对配置关键指标进行监控；所述监控结果分析模块用于分析生产指标监控过程中出现的未被监控到的新的异常和故障，同时监控和收集生产指标监控模块中的报警记录，通过逐一分析报警记录信息，追溯设备、指标异常或故障的原因，利用数据探测模块对历史数据进行探测分析，并结合机理、专家知识经验重新配置生产指标监控模块中的监控指标，从而实现对生产指标监控异常的有效反馈，实现对生产指标监控的动态调整，使得生产指标可视化监控系统具备动态演化能力；

所述可视监控组态设计环境模块包括图元库子模块、绘制面板子模块、功能栏子模块、项目工序子模块、配置子模块和第一工序库子模块；

所述生产指标监控模块包括第二工序库子模块、生产指标监控与配置子模块、工序监控子模块、报警记录子模块。

2、根据权利要求1所述的一种基于组态的生产指标可视化监控系统，其特征在于：所述工厂基础信息模块包括组织结构基础信息管理单元、工序流程基础信息管理单元、设备档案基础信息管理单元、指标档案基础信息管理单元、计量单位基础信息管理单元、物料基础信息管理单元和人员档案基础信息管理单元；

所述组织结构基础信息管理单元用于管理工厂内部各个部门之间层次和职能结构信息；

所述工序流程基础信息管理单元用于管理各个工艺流程及其子工序流程；

所述设备档案基础信息管理单元用于管理各个工艺流程中所涉及的所有设备信息；

所述指标档案基础信息管理单元用于管理各个工艺流程中所涉及的所有指标信息；

所述计量单位基础信息管理单元用于管理设备、指标的度量单位；

所述物料基础信息管理单元用于管理生产过程中涉及的物料信息；

所述人员档案基础信息管理单元用于管理生产过程中涉及的人员信息。

3、根据权利要求1所述的一种基于组态的生产指标可视化监控系统，其特征在于：

所述图元库子模块包括常见图元节点和连接线的形状，及根据需求自定义的图元和连接线形状；

所述绘制面板子模块通过鼠标拖拽方式将图元库中节点拖至绘制面板中，并配置端点、

锚点及工序状态；

所述功能栏子模块包括保存、导入、后退、前进、清除、缩放和刷新功能；所述保存功能用于将新构建的工艺流程或子流程保存到数据库或以文本格式保存到本地；所述导入功能用于将本地文件转换为文本格式导入到绘制面板；所述后退功能用于后退到上一个操作时的界面状态；所述前进功能用于恢复后退功能的操作；所述清除功能用于清空当前绘制面板；所述缩放功能用于放大或缩小当前绘制面板，既能概览整个的工艺流程，也能放大局部具体查看各个子流程；所述刷新功能用于初始化整个绘制面板；

所述项目工序子模块用于显示当前所配置的项目的各工序及子工序，并在各工序名称后面用不同颜色的五角星表示目前各工序的设计状态；

所述配置子模块包括工序配置子模块和指标配置子模块，用于配置选定工序的基础信息、工序事件、工序指标、约束条件，并通过鼠标进行各个工序节点间的连线，同时在连线上配置各工序之间输入输出指标类型；

所述第一工序库子模块用来管理已经构建好的通用基础工序单元，以用于快速构建新的工艺流程图，从而提高基础工序组件的复用性和重用性。

4、根据权利要求1所述的一种基于组态的生产指标可视化监控系统，其特征在于：所述数据探测模块用于探测指标数据之间的关系，具体包括指标间关联关系的探测、指标间时序变化关系的探测、指标间主元变量的探测及指标数据与维度之间的双向关联关系的探测；

所述指标间关联关系的探测通过皮尔逊相关系数和信息熵分析指标间的关联关系，包括输入与输入指标之间、输入与输出指标之间、输出与输出指标之间的关系；所述皮尔逊相关系数用于分析指标间线性关系；所述信息熵用于分析指标间非线性关系；

所述指标间时序变化关系的探测是指通过皮尔逊相关系数分析生产指标之间的延迟相关性，即生产指标之间是否间隔一段采样时间而具有相关性；

所述指标间主元变量的探测通过主成分分析及基于核函数的主成分分析将影响待测指标的指标集从高维投影到低维，实现对生产指标的降维。

5、根据权利要求1所述的一种基于组态的生产指标可视化监控系统，其特征在于：所述实时数据可视化用于反应当前生产运行状态是否正常，生产相关指标是否达到预期目的；采用图表、实时数据曲线的方式进行可视化；

所述历史数据及统计特性可视化用于反应指标在一段时间内的历史趋势并对历史数据的统计特性进行可视化，并通过时间滑窗的形式灵活的查看不同时间段的历史数据；同时提供移动、放缩、悬浮提示框、刷新的交互操作；

所述指标数据对比分析可视化通过同时展示不同量纲的多维数据，采用平行坐标图的形式进行表示；所述平行坐标图显示多个维度的数据，每个坐标轴表示一个维度，每个维度表示一个生产指标；

所述生产指标关联关系可视化用于显示生产指标之间的关联关系，输入指标和输入指标、输出和输出指标之间关系使用散点图表示；过程指标与运行指标之间的关联关系，采用图论中的二分图表示；所述二分图是指将过程指标和运行生产指标分别看成两个独立的点集，通

过两个点集的映射关系表征两个集合中点的关联关系；

所述生产指标多视图可视化根据指标的所属工序和指标类型进行分类，设计多视图可视化方案，提供多视图交互技术；每一个工序和指标类别都对应一个视图，其中，工序为主视图，指标分类为子视图，嵌入到工序视图中；操作员点击具体工序以导航进入该工序查看详细信息，此时，其余工序视图通过缩放技术进行缩小，显示为缩略图；同时在该工序下点击具体的子工序导航进入该工序的子工序查看详细信息；在已选择工序或者子工序下，操作员点击具体分类指标，查看该工序或者子工序下该分类指标视图里面的指标详细信息，此时其余指标类别视图通过缩放技术进行缩小，显示为缩略图。

6、根据权利要求1所述的一种基于组态的生产指标可视化监控系统，其特征在于：

所述第二工序库子模块用于显示当前所有的工序流程，包括各级子工序，用来帮助用户导航到具体的工序；操作员通过点击相应的工序，工序监控子模块会同步导航到该工序，以显示该工序的工艺流程；

所述生产指标监控与配置子模块用于显示与配置各工序的指标以及对指标配置可视化方案，操作员能够在可视监控组态设计环境模块已配置指标的基础上，根据实际需求过滤出各工序关键指标，并通过配置功能配置各工序关键指标，实现对各工序关键指标的监控；同时对各个指标配置可视化方案以便进行可视化监控；

所述工序监控子模块用于显示工序库子模块中所点击的工序，触发可视监控组态设计环境模块定义该工序的约束条件、工序事件、工序状态，工序点击事件，操作员通过双击查看子过程的实时状态；同时监控该工序已配置监控指标的实时数据曲线和历史数据曲线，并显示该工序下各指标已配置的可视化方案，通过可视分析更高效的监控生产指标；

所述报警记录子模块用于显示当前时段的报警信息，每条报警记录包括报警时间，报警所在的工序名称，故障设备名称和异常指标名称；在设备名称、指标名称前提供符号提示。

7、采用权利要求1所述的一种基于组态的生产指标可视化监控系统进行生产指标可视化监控的方法，其特征在于：包括以下步骤：

步骤1、通过工厂基础信息模块收集、录入工厂的生产基础信息，构建基础信息单元并将其存储至数据库，实现工厂对基础信息的管理；所述基础信息的管理包括组织结构基础信息管理、工序流程基础信息管理、设备档案基础信息管理、指标档案基础信息管理、计量单位基础信息管理、物料基础信息管理、人员档案基础信息管理。

步骤2、通过使用工厂基础信息模块中的基础信息管理单元，构建各生产流程可视监控组态设计环境；

步骤3、在可视监控组态设计环境模块的基础上，应用数据探测模块探测指标数据之间的关系；

步骤4、以可视监控组态设计环境模块中已配置的生产指标为基础，借助数据探测模块分析得出的指标间各类关系，利用可视与可视分析模块对生产指标数据进行可视分析，以辅助人们从可视的角度去理解指标数据间的关系；

步骤5、在生产指标监控模块中配置监控运行参数，具体方法为：

步骤 5.1、参考数据探测模块和可视与可视分析模块分析得出的指标数据间的关系，借助可视与可视分析模块中各可视化方案所呈现的信息，直观显示生产指标间关联关系和重要程度，为配置监控指标提供依据；

步骤 5.2、结合专家知识经验，补充因系统分析不全面所遗漏的指标，配置生产指标监控模块的参数；

步骤 5.3、在生产指标监控模块中构建生产指标监控运行环境，配置监控运行参数；

步骤 5.3.1、通过第二工序库子模块显示当前所有的工序流程，包括各级子工序；

步骤 5.3.2、通过点击第二工序库子模块中的工序，工序监控子模块同步导航到该工序，显示该工序的工艺流程；

选中相应工序时，触发可视监控组态设计环境模块定义的该工序的约束条件、工序事件、工序状态，工序点击事件；

步骤 5.3.3、根据实际需求在生产指标监控与配置子模块中对各工序配置所要监控的关键指标，以及对该工序已配置的指标配置可视化方案；

步骤 5.3.4、通过双击查看该工序的子过程的实时状态；显示该工序已配置的所有指标，指标的实时数据曲线、历史数据曲线；同时显示各个可视化方案，便于监控分析已配置指标；

步骤 5.3.5、通过报警记录子模块显示当前时段的报警信息，每条信息包括故障时间、故障工序名称、故障设备名称及异常指标名称；并分析出设备故障类型和指标异常类型，如设备停歇、指标超上限、指标超下限；

步骤 6、通过监控结果分析模块分析生产指标监控过程的中出现的未处理的异常和故障；

步骤 6.1、通过监控结果分析模块分析正在监控的工艺流程中未知故障；

步骤 6.2、同时监控和收集生产指标监控模块中的报警记录，通过逐一分析报警记录信息，追溯设备、指标异常或故障的原因；

步骤 6.3、利用数据探测模块对历史数据进行探测分析；

步骤 6.4、结合机理、专家知识经验重新配置生产指标监控模块中监控指标；

步骤 6.5、最终实现对生产指标监控异常的有效反馈，实现对生产指标监控的动态调整。

8、根据权利要求 7 所述的一种基于组态的生产指标可视化监控方法，其特征在于：所述步骤 2 的具体方法为：

步骤 2.1、从图元库中选择需要构建的基础图元，点击所选图元将其拖到工艺流程绘制面板；

步骤 2.2、根据实际生产工艺流程绘制组态界面，并配置各个工序的端点、锚点、工序状态信息；

步骤 2.3、在工序配置子模块配置工序基础信息、工序事件、约束条件属性，并通过鼠标绘制各个工序间的有向连线，表示实际生产中的流程；

步骤 2.4、在指标配置子模块为各工序配置指标、并配置指标类型，包括输入指标、输出指标、输入输出指标、被控量和控制量；

步骤 2.5、在已有指标类型的基础上添加算法，并通过选择框的形式选择不同的算法进行

建模；

步骤 2.6、通过功能栏子模块的保存功能钮，将配置完成的工序保存至本地数据库并显示到项目工序子模块，项目工序子模块显示当前项目工序流程，不同的标识颜色表示目前该工序的设计状态，红色表示配置完成，绿色表示配置未完成，黄色表示未配置；

步骤 2.7、同时将配置完成的工序保存至工序库，集中管理已经构建完成的通用基础工序单元，从而提高基础工序组件的复用性和重用性；

步骤 2.8、将绘制并配置完成的流程图保存为文本格式数据，然后将数据保存至本地数据库或导出为文本文件保存至本地。

9、根据权利要求 7 所述的一种基于组态的生产指标可视化监控方法，其特征在于：所述步骤 3 的具体方法为：

步骤 3.1、探测指标间的关联关系，包括输入与输入指标之间、输入与输出指标之间、输出与输出指标之间的关系；通过皮尔逊相关系数分析指标间的线性关联关系，通过互信息分析指标间的非线性相关关系；

步骤 3.1.1、使用皮尔逊相关系数分析指标间线性关联关系，如果分析结果表明指标间线性关系强，则指标间存在线性相关性，如果分析结果表明指标间不存在线性关系，转到步骤 3.1.2，探测指标间是否存在非线性关系；

步骤 3.1.2、通过互信息分析指标间非线性相关关系；

步骤 3.2、探测指标间时序变化关系，通过皮尔逊相关系数分析生产指标之间的延迟相关性，即生产指标之间是否间隔一段采样时间而具有相关性；

步骤 3.3、探测指标间的潜变量，从而通过使用潜变量代替原始的指标变量，实现对指标的降维；使用主成分分析和基于核函数的主成分分析方法分别探测线性指标间潜变量和非线性指标间的潜变量；利用步骤 3.1 的结论，如果指标数据间是线性关系，则转到步骤 3.3.1，如果指标数据间是非线性关系，则转到步骤 3.3.2；

步骤 3.3.1、利用主成分分析探测指标间的潜变量，利用主成分分析求解出指标数据的特征值并按其值从大到小进行排列，选择其中最大的 k 个，使得这 k 个主成分占全部主成分的百分比超过设定的阈值，使用这 k 个特征值对应的主元即潜变量代替原始指标，实现对原始指标数据的降维；

步骤 3.3.2、利基于核函数的主成分分析提取非线性特征，通过非线性函数将指标集映射到高维线性特征空间，然后在高维空间中使用主成分分析方法计算其主元成分，实现对原始指标数据的降维；

步骤 3.4、将经过数据探测模块分析得到的结果通过可视与可视分析模块中可视化功能以更直观的方式展示出来。

10、根据权利要求 7 所述的一种基于组态的生产指标可视化监控方法，其特征在于：所述步骤 3 的具体方法为：

具体方法为：

步骤 4.1、采用图表或实时数据曲线的方式表示实时数据，反应当前生产运行状态是否正

常，生产相关指标是否达到预期目的；

步骤 4.2、采用历史数据曲线的方式表示历史数据，并通过时间滑窗的形式灵活的查看不同时间段的历史数据趋势，同时提供交互操作，包括移动、放缩、悬浮提示框、刷新；

步骤 4.3、采用平行坐标图表示指标数据对比分析，同时展示不同量纲的多维数据；

步骤 4.3.1、通过平行坐标图显示多个维度的数据，每个坐标轴表示一个维度；

步骤 4.3.2、每个维度表示一个生产指标，通过对每个维度设置不同单位来描述不同数量级的数据；

步骤 4.3.3、每个维度显示该指标数据的当前值，通过设置上下限，反应该指标当前的运行状态，若超出限制值有报警提示，异常指标数据所在的坐标轴显示为红色；

步骤 4.3.4、在正常工况下，每个生产指标均在上下限范围内，平行坐标图的整体轮廓大致相同，若整体轮廓出现异常形状，表示工况异常；操作员通过观察图形的整体轮廓，判断生产运行情况；

步骤 4.4、借助二分图的方法，采用桑基图的方式表示生产指标关联关系；

步骤 4.4.1、在二分图中，将过程指标和运行指标分别看成两个独立的点集，通过两个点集的映射关系表征两个集合中点的关联关系；

步骤 4.4.2、将二分图中的映射关系平移到桑基图中，左侧颜色条代表过程指标，右侧颜色条代表影响过程指标的运行指标；

步骤 4.4.3、通过对左右两侧的颜色条设置不同的颜色来区分不同的指标；

左侧各个颜色条流向右侧，表示右侧指标影响左侧指标的因素；

步骤 4.4.4、根据步骤 3 筛选出的关键指标以及各个过程指标与运行指标间关系，计算各工序指标对过程指标影响的贡献率，确定图中各个指标的比例关系；

步骤 4.4.5、提供交互操作，当鼠标悬浮于左侧某个过程指标所在区域时，单独显示影响该指标的左侧指标，并显示百分比以表示对该指标的影响程度；

步骤 4.5、采用多视图交互技术实现指标多视图监控的可视；

步骤 4.5.1、每一个工序对应一个主视图，每一个指标分类对应一个子视图；

步骤 4.5.2、将指标分类视图嵌入到工序视图中；

步骤 4.5.3、操作员点击具体工序导航进入该工序，该工序视图通过缩放技术进行放大并显示详细信息，此时其余工序视图通过缩放技术进行缩小，显示为缩略图；

步骤 4.5.4、在该工序中，点击具体分类指标，该分类视图通过缩放技术进行放大并显示该类别指标，此时其余工序视图通过缩放技术进行缩小，显示为缩略图。

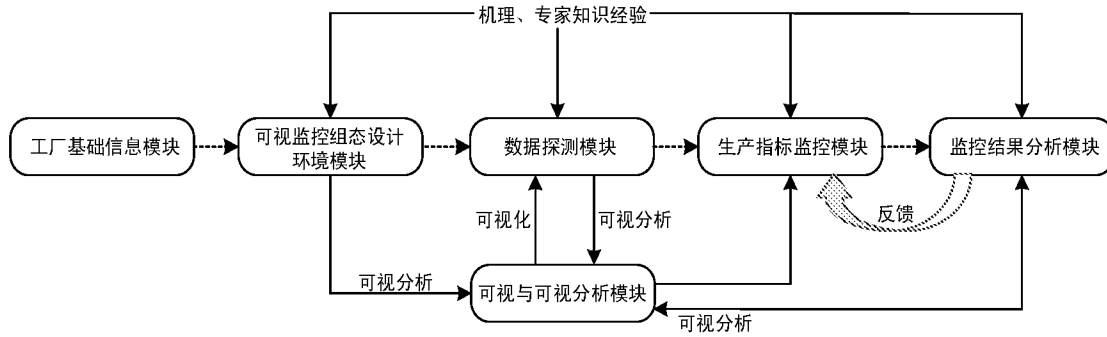


图 1

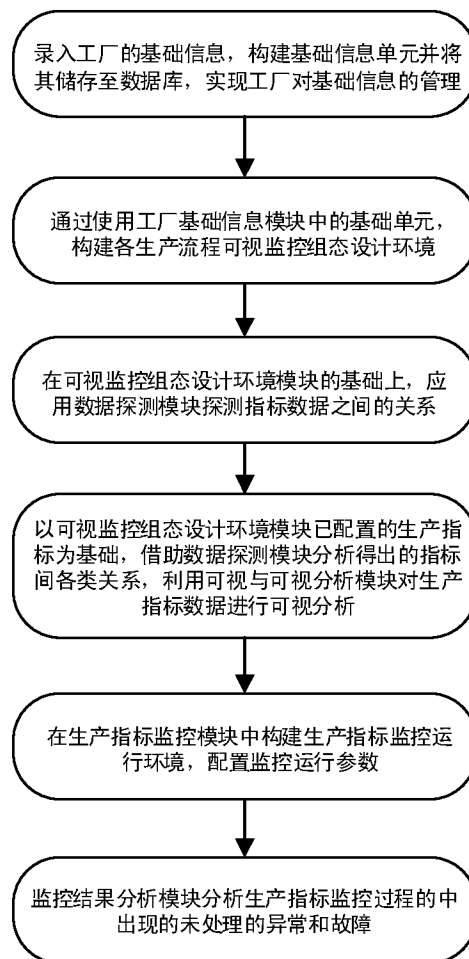


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/077739

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06Q 10/06(2012.01)i; G06Q 50/02(2012.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06Q; G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNTXT, CNKI, VEN, USTXT, WOTXT, EPTXT, IEEE: 生产, 工艺, 指标, 监控, 监视, 异常, 报警, 故障, 专家, 组态, 配置, manufacture, produce, technics, target, attribute, monitor, abnormal, alarm, failure, fault, expert, configuration

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 109034662 A (NORTHEASTERN UNIVERSITY) 18 December 2018 (2018-12-18) description, paragraphs [0095]-[0210]	1-10
Y	CN 104134120 A (NORTHEASTERN UNIVERSITY) 05 November 2014 (2014-11-05) description, paragraphs [0100]-[0195]	1-10
A	CN 108036941 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 15 May 2018 (2018-05-15) entire document	1-10
A	CN 103491354 A (STATE GRID CORPORATION OF CHINA et al.) 01 January 2014 (2014-01-01) entire document	1-10
A	CN 102621923 A (HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 01 August 2012 (2012-08-01) entire document	1-10
A	CN 105184386 A (CHINA HUANQIU CONTRACTING AND ENGINEERING CORPORATION) 23 December 2015 (2015-12-23) entire document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 November 2019

Date of mailing of the international search report

20 November 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/077739

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109034662	A	18 December 2018	None			
CN	104134120	A	05 November 2014	CN	104134120	B	24 May 2017
CN	108036941	A	15 May 2018	None			
CN	103491354	A	01 January 2014	CN	103491354	B	25 January 2017
CN	102621923	A	01 August 2012	None			
CN	105184386	A	23 December 2015	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/077739

A. 主题的分类 G06Q 10/06(2012.01)i; G06Q 50/02(2012.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类																							
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) G06Q; G06F 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNABS, CNTXT, CNKI, VEN, USTXT, WOTXT, EPTXT, IEEE: 生产, 工艺, 指标, 监控, 监视, 异常, 报警, 故障, 专家, 组态, 配置, manufacture, produce, technics, target, attribute, monitor, abnormal, alarm, failure, fault, expert, configuration																							
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>CN 109034662 A (东北大学) 2018年 12月 18日 (2018 - 12 - 18) 说明书第[0095]-[0210]段</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 104134120 A (东北大学) 2014年 11月 5日 (2014 - 11 - 05) 说明书第[0100]-[0195]段</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108036941 A (浙江大学) 2018年 5月 15日 (2018 - 05 - 15) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103491354 A (国家电网公司等) 2014年 1月 1日 (2014 - 01 - 01) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102621923 A (哈尔滨工业大学) 2012年 8月 1日 (2012 - 08 - 01) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105184386 A (中国寰球工程公司) 2015年 12月 23日 (2015 - 12 - 23) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	Y	CN 109034662 A (东北大学) 2018年 12月 18日 (2018 - 12 - 18) 说明书第[0095]-[0210]段	1-10	Y	CN 104134120 A (东北大学) 2014年 11月 5日 (2014 - 11 - 05) 说明书第[0100]-[0195]段	1-10	A	CN 108036941 A (浙江大学) 2018年 5月 15日 (2018 - 05 - 15) 全文	1-10	A	CN 103491354 A (国家电网公司等) 2014年 1月 1日 (2014 - 01 - 01) 全文	1-10	A	CN 102621923 A (哈尔滨工业大学) 2012年 8月 1日 (2012 - 08 - 01) 全文	1-10	A	CN 105184386 A (中国寰球工程公司) 2015年 12月 23日 (2015 - 12 - 23) 全文	1-10
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
Y	CN 109034662 A (东北大学) 2018年 12月 18日 (2018 - 12 - 18) 说明书第[0095]-[0210]段	1-10																					
Y	CN 104134120 A (东北大学) 2014年 11月 5日 (2014 - 11 - 05) 说明书第[0100]-[0195]段	1-10																					
A	CN 108036941 A (浙江大学) 2018年 5月 15日 (2018 - 05 - 15) 全文	1-10																					
A	CN 103491354 A (国家电网公司等) 2014年 1月 1日 (2014 - 01 - 01) 全文	1-10																					
A	CN 102621923 A (哈尔滨工业大学) 2012年 8月 1日 (2012 - 08 - 01) 全文	1-10																					
A	CN 105184386 A (中国寰球工程公司) 2015年 12月 23日 (2015 - 12 - 23) 全文	1-10																					
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																							
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																							
国际检索实际完成的日期 2019年 11月 12日		国际检索报告邮寄日期 2019年 11月 20日																					
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 张雯 电话号码 86-(010)-62411468																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/077739

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	109034662	A	2018年 12月 18日	无	
CN	104134120	A	2014年 11月 5日	CN 104134120	B 2017年 5月 24日
CN	108036941	A	2018年 5月 15日	无	
CN	103491354	A	2014年 1月 1日	CN 103491354	B 2017年 1月 25日
CN	102621923	A	2012年 8月 1日	无	
CN	105184386	A	2015年 12月 23日	无	