



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111142488 B

(45) 授权公告日 2021.05.04

(21) 申请号 201911393655.9

(22) 申请日 2019.12.30

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111142488 A

(43) 申请公布日 2020.05.12

(73) 专利权人 浙江中控技术股份有限公司
地址 310053 浙江省杭州市滨江区六和路
309号中控科技园(高新区)

专利权人 浙江中控软件技术有限公司

(72) 发明人 龚建平 李辉 张华云 褚健

(74) 专利代理机构 杭州华鼎知识产权代理事务
所(普通合伙) 33217

代理人 项军

(51) Int. Cl.

G05B 19/418 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 104035331 A, 2014.09.10

CN 103268066 A, 2013.08.28

CN 109885012 A, 2019.06.14

审查员 张碧芸

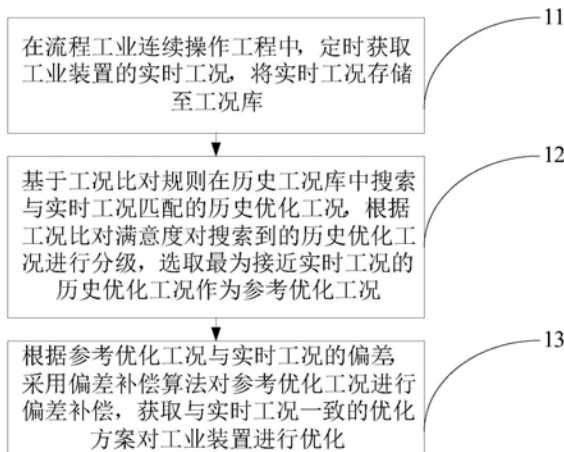
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

基于工况比对驱动的流程工业优化方法

(57) 摘要

本申请实施例提出了基于工况比对驱动的流程工业优化方法,包括在流程工业连续操作工程中,定时获取工业装置的实时工况,将实时工况存储至工况库;基于工况比对规则在历史工况库中搜索与实时工况匹配的历史优化工况,根据工况比对满意度对搜索到的历史优化工况进行分级,选取最为接近实时工况的历史优化工况作为参考优化工况;根据参考优化工况与实时工况的偏差,采用偏差补偿算法对参考优化工况中的变量进行偏差补偿,从而获取与实时工况一致的优化方案,对工业装置进行优化。通过对实时工况进行历史优化工况的匹配,同时结合偏差补偿算法能够对实时工况进行实时优化,使实时优化的收敛困难问题得到完美的解决,保证了实时优化系统的可持续运行。



1. 基于工况比对驱动的流程工业优化方法, 其特征在于, 所述流程工业优化方法包括: 在流程工业连续操作工程中, 定时获取工业装置的实时工况, 将实时工况存储至工况库;

基于工况比对规则在历史工况库中搜索与实时工况匹配的历史优化工况, 根据工况比对满意度对搜索到的历史优化工况进行分级, 选取最为接近实时工况的历史优化工况作为参考优化工况;

计算参考优化工况与实时工况的偏差, 采用偏差补偿算法对参考优化工况中的变量进行偏差补偿, 获取与实时工况一致的优化方案对工业装置进行优化;

其中, 所述采用偏差补偿算法对参考优化工况中的变量进行偏差补偿, 还包括:

基于预设的满意度分级区间对参考优化工况进行分级, 将高于满意度分级区间最大值的参考优化工况划分为成功匹配工况;

提取成功匹配工况中的信息作为优化信息, 基于优化信息完成优化补偿;

其中, 所述基于优化信息完成实时工况的优化补偿, 包括:

计算实时工况与成功匹配工况中外扰变量的差值, 基于得到的差值对除外扰变量外的其他变量进行偏差修正补偿;

基于偏差修正补偿后的工况对工业装置进行优化;

其中, 所述计算实时工况与成功匹配工况中外扰变量的差值, 对已选取的差值进行偏差修正补偿, 包括:

获取实时工况与成功匹配工况的偏差, 基于偏差计算出实时工况中各变量的补偿增量, 将补偿增量与参考优化工况组成的可行域进行比对;

如果补偿增量在可行域内, 执行外部扰动补偿, 如果补偿增量在可行域外, 调整变量的计算步长, 调整完毕后重新计算补偿增量;

将补偿增量与匹配工况的优化结果结合获取实时工况的优化计算结果;

其中, 工况库包括有历史工况库, 历史工况库包括由已有工况、对应已有工况的优化结果构成的历史优化工况的历史优化工况库。

2. 根据权利要求1所述的基于工况比对驱动的流程工业优化方法, 其特征在于, 所述定时获取工业装置的实时工况, 包括:

根据流程工业操作要求, 划分触发获取工况的时间窗口;

在已确定的时间窗口内, 获取表征装置级流程的准稳态工况的实时工况。

3. 根据权利要求1所述的基于工况比对驱动的流程工业优化方法, 其特征在于, 所述基于工况比对规则在历史工况库中搜索与实时工况匹配的历史优化工况, 根据工况比对满意度对搜索到的历史优化工况进行分级, 选取最为接近实时工况的历史优化工况作为参考优化工况, 包括:

基于工况比对规则在历史优化工况库中搜索接近的历史优化工况, 计算搜索到的历史优化工况与每组工况的比对满意度;

将对应每组工况的比对满意度指标综合后进行排序处理, 根据排序结果依次选取预设数量的历史优化工况作为参考优化工况。

4. 根据权利要求1所述的基于工况比对驱动的流程工业优化方法, 其特征在于, 在进行偏差补偿前, 所述流程工业优化方法还包括对工业装置流程模拟及优化所涉及的变量进行

分组的操作,具体分为:

装置优化操作变量,装置产品质量相关的被控变量,可检测外部流股和环境的变量,装置设备状态的可退行性改变的参变量,关键参数指征的操作状态变量。

5. 根据权利要求1所述的基于工况比对驱动的流程工业优化方法,其特征在于,所述流程工业优化方法,还包括:

将增量与比对工况的优化结果相结合,最终获取当前工况下的优化计算结果;

补偿计算完成后,需要对所得的优化结果再次进行有效性检测,检测有效后,若优化效益明显,则优化结果会进行输出,如果优化效益不明显,则不输出计算结果,本轮计算结束。

6. 根据权利要求1所述的基于工况比对驱动的流程工业优化方法,其特征在于,所述流程工业优化方法还包括:

基于预设的满意度分级区间对参考优化工况进行分级;

将处于满意度分级区间中的参考优化工况划分为备选工况,基于备选工况使用外部优化算法计算得到离线优化备选工况;

将离线优化备选工况存储至历史优化工况库中;

在工况比对算法中未能成功获得比对成功的优化参考工况时,对当前实时工况定义为离线优化备选工况,集中成批优化备选工况借助系统外部环境的优化算法进行离线优化;

离线优化完毕的工况存入工况库中进行扩充。

7. 根据权利要求6所述的基于工况比对驱动的流程工业优化方法,其特征在于,所述流程工业优化方法,还包括:

如果存在完全不能找到比对的全新工况,则标记为无比对工况;

如果出现异常或者包含新信息的工况,则标记为特殊工况。

基于工况比对驱动的流程工业优化方法

技术领域

[0001] 本发明属于过程控制领域,尤其涉及基于工况比对驱动的流程工业优化方法。

背景技术

[0002] 以炼油及石油化工过程为主要代表的流程工业的自动化技术在过去的三十多年中,以先进过程控制(APC)和实时优化(RTO)为技术支持的操控手段,得到了快速发展,并成为了流程工业提升已建成装置操作经济效益的主要手段。

[0003] APC以数据驱动的动态模型为基础关联操作变量(MV)和控制变量(CV),以预测控制理论为依据,实现生产装置的多变量优化控制。由于近似增益模型表达复杂流程工艺机理的局限性,APC提供的优化结果不理想。为解决模型的精度问题,RTO系统应运而生。RTO系统采用装置流程静态精确机理模型为基础,运用基于机理模型的非线性优化算法,保证能够在更大范围的操作条件下寻优,将最大经济效益的操作工况条件反馈到APC的给定值(SP),从而使浮动的给定值得到合理的最优值,实现了生产过程的操作优化控制。

[0004] 由于精确工艺机理模型的复杂性和实时在线信息获取的不确定性,使得模型实时自动求解的收敛率不能保证,给RTO系统运行维护带来了很大的困惑。从而严重地影响了RTO闭环运行的效果,导致RTO系统不能长期运行的情况时有发生。

发明内容

[0005] 为了解决现有技术中存在的缺点和不足,本发明提出了基于工况比对驱动的流程工业优化方法,通过对实时工况进行历史优化工况的匹配,同时结合偏差补偿算法能够对实时工况进行实时优化,使实时优化的收敛困难问题得到完美的解决,保证了实时优化系统的可持续运行。

[0006] 具体的,基于工况比对驱动的流程工业优化方法,所述流程工业优化方法包括:

[0007] 在流程工业连续操作工程中,定时获取工业装置的实时工况,将实时工况存储至工况库;

[0008] 基于工况比对规则在历史工况库中搜索与实时工况匹配的历史优化工况,根据工况比对满意度对搜索到的历史优化工况进行分级,选取最为接近实时工况的历史优化工况作为参考优化工况;

[0009] 计算参考优化工况与实时工况的偏差,采用偏差补偿算法对参考优化工况进行偏差补偿,获取与实时工况一致的优化方案对工业装置进行优化;

[0010] 其中,工况库包括有历史工况库,历史工况库包括由已有工况、对应已有工况的优化结果构成的历史优化工况的历史优化工况库。

[0011] 可选的,所述定时获取工业装置的实时工况,包括:

[0012] 根据流程工业操作要求,划分触发获取工况的时间窗口;

[0013] 在已确定的时间窗口内,获取表征装置级流程的准稳态工况的实时工况。

[0014] 可选的,所述基于工况比对规则在历史工况库中搜索与实时工况匹配的历史优化

工况,根据工况比对满意度对搜索到的历史优化工况进行分级,选取最为接近实时工况的历史优化工况作为参考优化工况,包括:

[0015] 基于工况比对规则在历史优化工况库中搜索接近的历史优化工况,计算搜索到的历史优化工况与每组工况的比对满意度;

[0016] 将对应每组工况的比对满意度指标综合后进行排序处理,根据排序结果依次选取预设数量的历史优化工况作为参考优化工况。

[0017] 可选的,在进行偏差补偿前,所述流程工业优化方法还包括对工业装置流程模拟及优化所涉及的变量进行分组的操作,具体分为:

[0018] 装置优化操作变量,装置产品质量相关的被控变量,可检测外部流股和环境的变量,装置设备状态的可退行性改变的参变量。

[0019] 可选的,所述采用偏差补偿算法对参考优化工况中的变量进行偏差补偿,还包括:

[0020] 基于预设的满意度分级区间对参考优化工况进行分级,将高于满意度分级区间最大值的参考优化工况划分为成功匹配工况;

[0021] 提取成功匹配工况中的信息作为优化信息,基于优化信息完成实时工况的优化补偿。

[0022] 可选的,所述基于优化信息完成实时工况的优化补偿,包括:

[0023] 计算实时工况与成功匹配工况中外扰变量的差值,基于得到的差值对除外扰变量外的其他变量进行偏差修正补偿;

[0024] 基于偏差修正补偿后的工况对工业装置进行优化。

[0025] 可选的,所述计算实时工况与成功匹配工况中外扰变量的差值,对已选取的差值进行偏差修正补偿,包括:

[0026] 获取实时工况与成功匹配工况的偏差,基于偏差计算出实时工况中各变量的补偿增量,将补偿增量与参考优化工况组成的可行域进行比对;

[0027] 如果补偿增量在可行域内,执行外部扰动补偿,如果补偿增量在可行域外,调整变量的计算步长,调整完毕后重新计算补偿增量;

[0028] 将补偿增量与工况比对的优化结果结合获取实时工况的优化计算结果。

[0029] 可选的,所述流程工业优化方法,还包括:

[0030] 将增量与比对工况的优化结果相结合,最终获取当前工况下的优化计算结果;

[0031] 补偿计算完成后,需要对所得的优化结果再次进行有效性检测,检测有效后,若优化效益明显,则优化结果会进行输出,如果优化效益不明显,则不输出计算结果,本轮计算结束。

[0032] 可选的,所述流程工业优化方法还包括:

[0033] 基于预设的满意度分级区间对参考优化工况进行分级;

[0034] 将处于满意度分级区间中的参考优化工况划分为备选工况,基于备选工况使用外部优化算法计算得到离线优化备选工况;

[0035] 将离线优化备选工况存储至历史优化工况库中;

[0036] 在工况比对算法中未能成功获得比对成功的优化参考工况时,对当前实时工况定义为离线优化备选工况,集中成批优化备选工况借助系统外部环境的优化算法进行离线优化;

- [0037] 离线优化完毕的工况存入工况库中进行扩充。
- [0038] 可选的,所述流程工业优化方法,还包括:
- [0039] 如果存在完全不能找到比对的全新工况,则标记为无比对工况;
- [0040] 如果出现异常或者包含新信息的工况,则标记为特殊工况。
- [0041] 本发明提供的技术方案带来的有益效果是:
- [0042] 通过对实时工况进行历史优化工况的匹配,同时结合偏差补偿算法能够对实时工况进行实时优化,使实时优化的收敛困难问题得到完美的解决,保证了实时优化系统的可持续运行。

附图说明

- [0043] 为了更清楚地说明本发明的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。
- [0044] 图1为本申请实施例提出的基于工况比对驱动的流程工业优化方法的流程示意图;
- [0045] 图2为本申请实施例提出的针对工况比对以及结果分级的流程示意图;
- [0046] 图3为本申请实施例提出的优化补偿的整体流程示意图。

具体实施方式

- [0047] 为使本发明的结构和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明的结构作进一步地描述。
- [0048] 本实施例提出了以工况驱动的优化方法,对本申请实施例中所使用到的名词进行解释:
- [0049] 工况,作为一个本申请优化模式关键场景被定义:根据流程工业的连续操作特点,生产操作工况总是在随时间变化,根据优化模式的需求,生产过程的描述场景需满足基本平稳的状态。一次工况定义为在流程操作中被评估为准稳态下的过程信息获取。为此,对本申请技术引入了各类工况,并定义如下:
- [0050] 工况:指根据流程工业连续操作过程中,在满足给定的规则要求前提下,在同一时间窗口下采集的一组可计量、可在线检测的操作变量,如温度、压力、流量、组分含量、液位、功率等。用来表征在某一时间刻度下的准稳态工况。
- [0051] 实时工况:指当前工况下获取的一个独立工况。通常指当前操作条件下欲寻求优化操作决策的工况。
- [0052] 历史工况:指当前时刻之前曾经采集到的工况。该工况获取之后,可能根据需求被用来做过离线优化分析,并保存了相应的优化结果。这类工况称之为历史优化工况。
- [0053] 历史优化工况:描述见“历史工况”。该工况记录除包含了可执行的优化方案外,并记录了相关精确机理模型的完备信息,使得历史优化工况具有复述性。
- [0054] 匹配工况:两个不同的工况在指定的匹配算法中匹配成功的工况
- [0055] 工况库:各类工况纪录信息、文件、记录逻辑关系的数据库和文件空间。它记录了工况的基础信息,工况优化过程中产生的信息,以及工况与工况间的逻辑关系信息。

[0056] 实施例一

[0057] 具体的,基于工况比对驱动的流程工业优化方法,如图1所示,所述流程工业优化方法包括:

[0058] 11、在流程工业连续操作工程中,定时获取工业装置的实时工况,将实时工况存储至工况库;

[0059] 12、基于工况比对规则在历史工况库中搜索与实时工况匹配的历史优化工况,根据工况比对满意度对搜索到的历史优化工况进行分级,选取最为接近实时工况的历史优化工况作为参考优化工况;

[0060] 13、根据参考优化工况与实时工况的偏差,采用偏差补偿算法对参考优化工况进行偏差补偿,获取与实时工况一致的优化方案对工业装置进行优化;

[0061] 其中,工况库包括有历史工况库,历史工况库包括由已有工况、对应已有工况的优化结果构成的历史优化工况的历史优化工况库。

[0062] 在实施中,为了解决现有技术中RT0系统存在的缺陷,本申请实施例提出了基于装置的工况对流程进行优化的方法,主要实现思想为将获取的实时工况与包含多种工况以及优化方案的工况库进行比对,选取最接近实时工况的历史工况,基于历史工况的解决方案对实时工况进行优化处理。为了得到更好的优化效果,还对针对比对得到的历史工况进行优化补偿处理。采用工况比对的方法,找到与当前工况相似度最高的历史优化工况,计算出当前工况与历史优化工况的外扰变量偏差,直接采用历史优化工况进行偏差补偿后的结果来指导当前生产

[0063] 这里之所以进行的偏差补偿,是考虑到当前工况匹配到历史优化工况以后,这两个工况的信息不可能完全相同,必然有一定的差异。此时将当前工况与历史优化工况当中的变量进行比较,计算出其差值,此即偏差。然后使用偏差补偿算法,计算出一系列的补偿值。这些补偿值叠加到历史优化工况以后,就可以认为其可以代表当前工况了。由于历史优化工况已经保存了完整的优化方案,那么只需要将历史优化方案进行偏差补偿以后的方案拿出来,就能对当前工况进行优化指导。

[0064] 另外还会将未能进行成功比对的实时工况作为离线优化备选工况,等待后续进行集中处理。通过基于APC优化模式和基于RT0优化模式的有机结合,在保留整体工业流程优化仍基于精确机理模型的基本应用需求的同时还避免了在线复杂机理模型的优化求解,达到实时优化系统的稳定可持续运行的高鲁棒性,解决了两种模式下分别存在的问题。

[0065] 具体的,步骤11中提出的定时获取工业装置的实时工况,包括:

[0066] 111、根据流程工业操作要求,划分触发获取工况的时间窗口;

[0067] 112、在已确定的时间窗口内,获取表征装置级流程的准稳态工况的实时工况。

[0068] 在实施中,基于流程工业连续操作工程中,在满足给定规则要求的前提下,同一时间窗口下采集的一组可计量、可在线检测的操作变量,如温度、压力、流量、组分含量、液位、功率等。用来表征在某一时间刻度下装置级流程的准稳态工况。

[0069] 可选的,步骤12提出的结合历史优化工况进行匹配,得到参考优化工况的过程,包括:

[0070] 121、以每组工况为单位基于工况比对规则在历史优化工况库中搜索接近的历史优化工况,计算搜索到的历史优化工况与每组工况的比对满意度;

[0071] 122、将对应每组工况的比对满意度指标综合后进行排序处理,根据排序结果依次选取预设数量的历史优化工况作为参考优化工况。

[0072] 在实施中,作为本申请提出的优化方法中的关键步骤,与工况库中存储的已有工况进行匹配的过程详细包括:

[0073] (1) 基于工况比对规则,以每组每单位在历史优化工况库中进行比对,得到与实时工况匹配的历史优化工况。

[0074] 基于工况比对综合算法,对实时工况的操作条件在工况库中与历史优化工况进行搜索比对。

[0075] (2) 以满意度对标准对匹配到的历史优化工况进行分级。

[0076] 基于工况比对综合算法,对实时工况的操作条件在工况库中与历史优化工况进行搜索比对。比对算法将比对满意度最高的历史优化工况作为当前实时工况的参考优化工况,用于当前实时工况优化结果的生成。

[0077] 所使用的工况比对算法,将参与比对的工况信息按照工艺流程的特征进行分组。每组信息可组态相应的比对规则,依此计算出每组信息的比对满意度指标。各组指标经综合统一转换后,生成实时工况和历史优化工况的总参考比对满意度指标。最后综合工况库中有效历史优化工况的搜索进行工况比对满意度评估。每组信息可以每组信息可组态相应的比对规则,依此计算出每组信息的比对满意度指标。各组指标经综合统一转换后,生成实时工况和历史优化工况的总参考比对满意度指标。最后综合工况库中有效历史优化工况的搜索进行工况比对满意度评估。工况比对过程中所产生的比对信息都将记录在工况库中,为比对算法提供后续比对的参考信息。

[0078] 可选的,步骤13提出了进行优化补偿的处理操作,在进行偏差补偿前,所述流程工业优化方法还包括对工业装置流程模拟及优化所涉及的变量进行分组的操作,具体分为:

[0079] 装置优化操作变量(MVs);装置产品质量相关的被控变量(CVs);可检测外部流通股和环境的变量(称之为可测外扰变量);装置设备状态的可退行性改变的参变量,如精馏塔塔盘效率、反应器内催化剂活性参数等(这类变量通常是无法在线检测到的,故称之为不可测外扰变量);关键参数指征的操作状态变量。

[0080] 根据增加的将变量进行分组的结果,优化补偿操作具体包括:

[0081] 131、基于预设的满意度分级区间对参考优化工况进行分级,将高于满意度分级区间最大值的参考优化工况划分为成功匹配工况;

[0082] 132、提取成功匹配工况中的信息作为优化信息,基于优化信息完成实时工况的优化补偿。

[0083] 在实施中,在根据满意度进行排序,选取满意度较高的历史优化工况作为参考优化工况后,考虑到参考优化工况与实际工况还会存在差异,因此不能直接基于参考优化工况对实际工况进行优化,需要对参考优化进行优化补偿处理。

[0084] 在补偿前,需要对根据满意度选取到的参考优化工况进行分级处理,该处理将工况分为:成功比对的工况,比对满意度不足的工况,完全不能找到比对的全新工况和特殊工况四类。

[0085] 分级的具体结果包括如下四类:

[0086] 成功比对的工况:在这类工况情形下,提取比对成功的历史优化工况信息作为参

考信息,继续完成实时工况的优化策略修正,从而得到实时优化的结果。

[0087] 比对满意度不足的工况:这类工况说明工况库中无相似历史优化工况,也就不能提供参考优化工况。但比对满意度最佳的历史工况记录能够提供离线优化分析的详细信息。利用这些信息可以有效地协助对该实时工况寻优。

[0088] 完全不能找到比对的全新工况:比对算法中会对工况比对结果差的工况标记为无比对工况。这类工况显然是有待进一步生成优化结果的新工况。

[0089] 特殊工况:出现异常或者包含新信息的工况,根据这类工况的比对结果进行相应的特殊处置。

[0090] 后三类情况明显无法用于对实时工况进行优化,因此本步中仅针对第一类即成功比对的工况用于优化,并在具体优化前进行优化补偿处理。本部分针对工况比对以及结果分级的流程图如图2所示。

[0091] 本申请实施例提出了一个工况偏差补偿修正算法来对历史优化工况和实时工况间存在的偏差进行补偿,用于当装置操作的外扰变量组的变量出现改变时,依然确保历史优化工况提供的优化结果有效。

[0092] 偏差补偿算法的执行思想为:通过构造优化变量、外部扰动变量、产品质量指征变量、以及不可测扰动指征变量之间的关系模型,预估工况偏差所带来的优化补偿增量,依据增量叠加原则来得到最终优化可执行的结果。通过相关的状态指征变量部分地使不可测扰动变量的比对偏差得到补偿。偏差修正补偿算法的实现框图如图3所示。实时工况和比对历史优化工况比对偏差修正得到最佳补偿,从而保证了工况比对优化结果更为趋近于实时工况的理论优化的结果,具有很好的完备性和合理性。

[0093] 可选的,步骤132提出的基于优化信息完成实时工况的优化补偿,包括:

[0094] 1321、计算实时工况与成功匹配工况中外扰变量的差值,基于得到的差值对除外扰变量外的其他变量进行偏差修正补偿;

[0095] 1322、基于偏差修正补偿后的工况对工业装置进行优化。

[0096] 在实施中,获取实时工况与成功匹配工况的偏差,基于偏差计算出实时工况中各变量的补偿增量,将补偿增量与参考优化工况组成的可行域进行比对;

[0097] 如果补偿增量在可行域内,执行外部扰动补偿,如果补偿增量在可行域外,调整变量的计算步长,调整完毕后重新计算补偿增量;

[0098] 将补偿增量与匹配工况的优化结果结合获取实时工况的优化计算结果。

[0099] 具体的,如图3所示,进行优化补偿的整体流程为:

[0100] 确定实时工况与比对成功工况之中,外扰变量的差值,这部分差值需要进行偏差修正补偿。

[0101] 获取与当前工况相匹配的偏差关系模型;

[0102] 获取当前工况与匹配工况的偏差,基于偏差计算匹配工况优化值的补偿增量;

[0103] 计算出各变量的补偿增量,会将补偿增量与所用的参考工况组成的可行域进行比对;

[0104] 如果在可行域之内,则执行外部扰动补偿,如果在可行域之外,则调整变量的计算步长,调整完毕后重新计算补偿增量;

[0105] 通过叠加原理,将补偿增量与匹配工况的优化结果相结合,获取当前工况下的优

化计算结果。

[0106] 对优化计算结果进行有效性检验；

[0107] 如果优化结果有效，则进行效益评估，在判定效益显著后输出优化结果，如果判定效益不显著则退出偏差补偿；

[0108] 如果优化结果无效，则进行优化补偿修正，并在修正后再次进行有效性检验。

[0109] 实际运行过程中，实时的工况记录与比对成功的工况记录同时传入，目的是用于计算优化当前工况下的优化参考工况，即当前工况对应的优化值。首先通过读取进来的工况记录来获取当前工况与已比对工况的偏差关系模型。该关系模型可以预估当前工况与比对工况的偏差，从而可以推算出比对工况优化值的补偿增量。计算出各变量的补偿增量以后，系统会将这些补偿增量与所用的参考工况组成的可行域进行比对。如果增量在可行域之内，则进行下一步外部扰动补偿的执行。如果增量超过了可行域，则需要调整变量的计算调整步幅，调整完毕后重新计算扰动补偿增量。然后再通过叠加原理，将增量与比对工况的优化结果相结合，最终获取当前工况下的优化计算结果。补偿计算完成后，需要对所得的优化结果再次进行有效性检测。检测有效后，若优化效益明显，则优化结果会进行输出。如果优化效益不明显，则不输出计算结果。本轮计算结束。

[0110] 可选的，所述流程工业优化方法还包括：

[0111] 基于预设的满意度分级区间对参考优化工况进行分级；

[0112] 将处于满意度分级区间中的参考优化工况划分为备选工况，基于备选工况使用外部优化算法计算得到离线优化备选工况；

[0113] 将离线优化备选工况存储至历史优化工况库中；

[0114] 在工况比对算法中未能成功获得比对成功的优化参考工况时，对当前实时工况定义为离线优化备选工况，集中成批优化备选工况借助系统外部环境的优化算法进行离线优化；

[0115] 离线优化完毕的工况存入工况库中进行扩充。

[0116] 在实施中，前述步骤131中提出基于满意度分级区间进行分级后，剩余的参考优化工况会作为备选工况，作为工况库的补充，使工况库中的历史优化工况尽可能有效地覆盖可操作的工况条件。

[0117] 基于优化工况生成策略，在工况库建立伊始，采用若干历史优化工况记录，这些记录应覆盖装置的设计操作条件和可能的操作变化。在工况比对算法中未能获得比对成功的优化参考工况时，将当前实时工况定义为离线优化备选工况，集中成批优化备选工况作离线优化。从而可扩充工况库中的历史优化工况，扩大备选历史优化工况的覆盖范围。离线优化需要借助系统外部的优化算法获得。

[0118] 考虑到已有历史优化工况未能涵盖的操作条件空间，在工况比对算法中未能成功获得比对成功的优化参考工况时，对当前实时工况定义为离线优化备选工况，集中成批优化备选工况作离线优化。从而可扩充工况库中的历史优化工况，扩大备选历史优化工况的覆盖范围。历史优化工况的优化结果获取，需要借助系统外部环境的优化算法获得，故称之为离线优化获取。

[0119] 针对上述离线优化获取的模式采取开放操作，即主要满足预设条件就可以作为历史优化工况的优化结果，预设条件包括：

[0120] 优化算法的约束模型能够很好地描述流程的工艺机理,在较大范围内能预估流程操作状态;

[0121] 优化目标函数以装置经济效益最大化为目标;

[0122] 在优化操作工况点上,可获取指定变量之间的关联关系及相关系数。

[0123] 离线优化获取的优化工况方法,使实时优化技术彻底摆脱了在线进行复杂优化算法求解的问题。同时又可以很好地进行历史优化工况的覆盖操作工况扩张,使系统的适应能力可以智能化地迭代更新,从而实现全方位的装置级流程操作优化。离线优化获取技术的另一个优势是,根据不同流程工艺装置,该开发系统可以采纳不同的领域优化软件,加速实时优化系统的应用开发。

[0124] 上述实施例中的各个序号仅仅为了描述,不代表各部件的组装或使用过程中的先后顺序。

[0125] 以上所述仅为本发明的实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

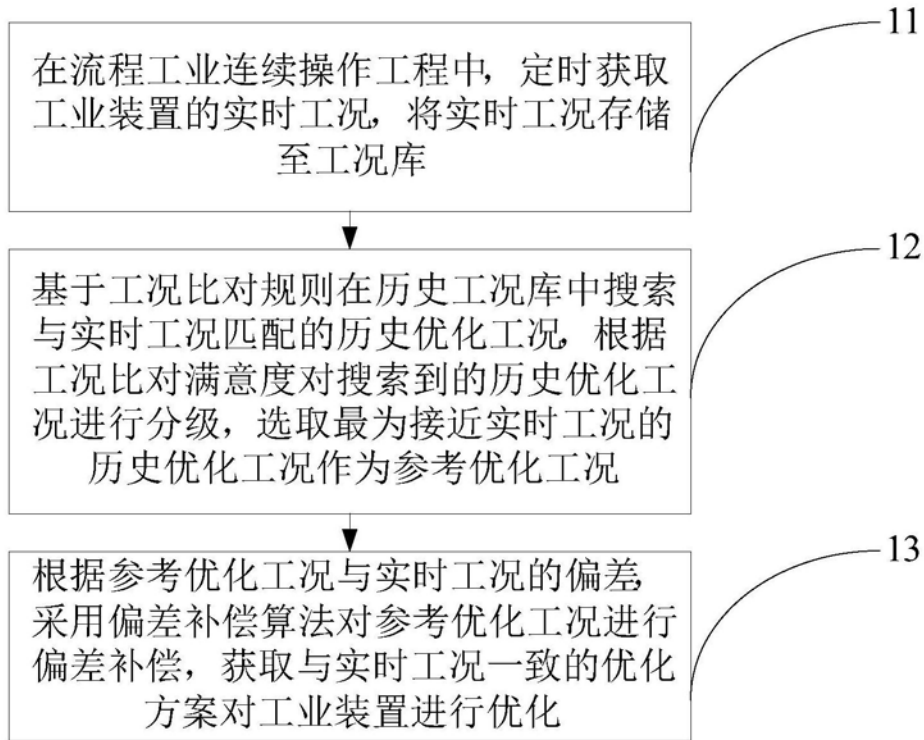


图1

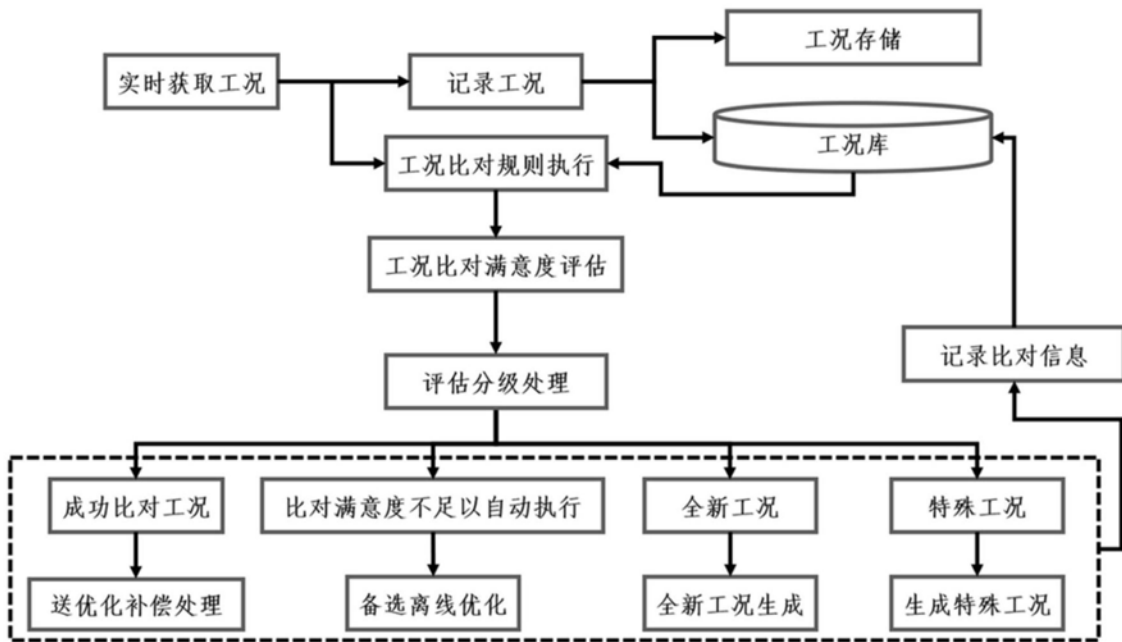


图2

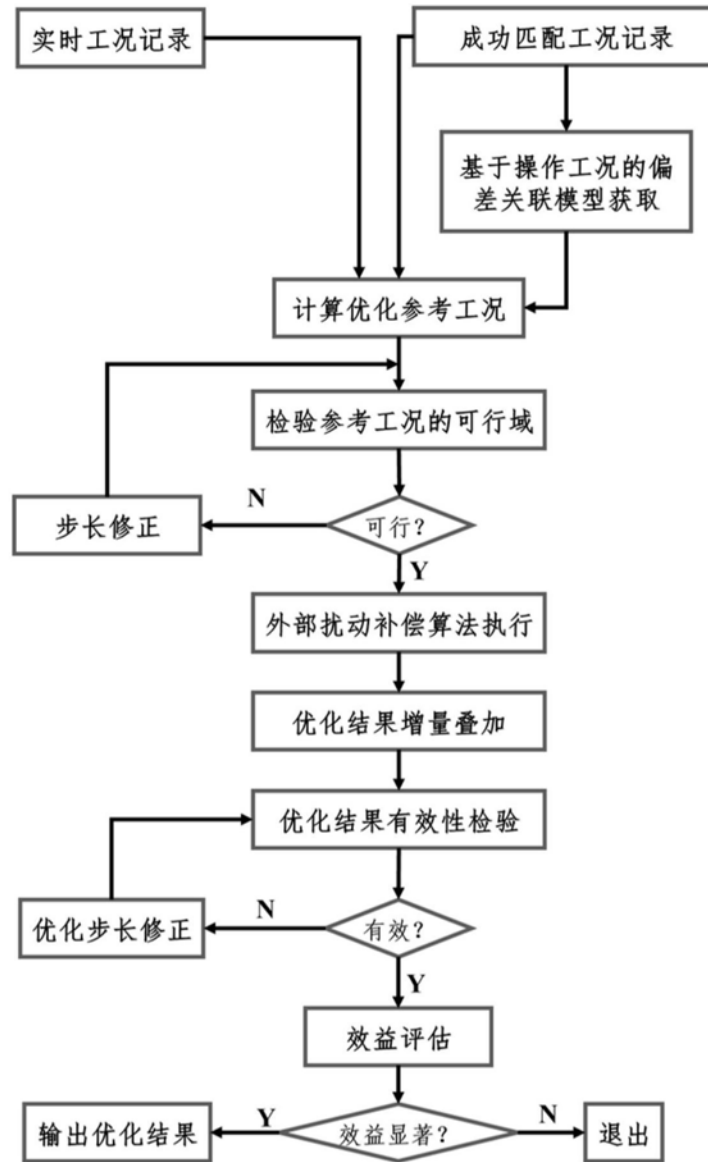


图3