



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109933018 A
(43)申请公布日 2019.06.25

(21)申请号 201711362399.8

(22)申请日 2017.12.18

(71)申请人 中国科学院沈阳自动化研究所
地址 110016 辽宁省沈阳市东陵区南塔街
114号

(72)发明人 王戩 于海斌 曾鹏 王挺
刘文成

(74)专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限公司 21002
代理人 许宗富

(51)Int.Cl.
G05B 19/418(2006.01)

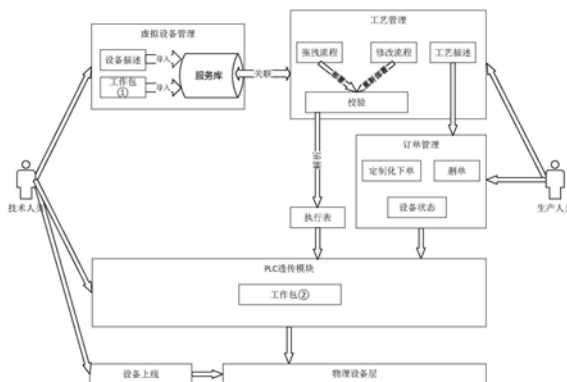
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种基于服务组合的动态可重构产线控制系统

(57)摘要

本发明涉及一种基于服务组合的动态可重构产线控制系统,包括:虚拟设备管理模块、工艺管理模块、订单管理模块、PLC透传模块。技术人员负责将设备上线,在虚拟设备管理中将设备相关的标准化描述和预先编写的与设备描述对应的工作包导入服务库。生产人员根据生产需求,在工艺管理模块中选择任务的执行者和执行动作,拖拽出相关的工艺流程并提交系统进行校验、解析成执行表;同时生产人员在订单管理中根据工艺描述下达订单。定制化订单与执行表相结合将命令传递给PLC透传模块,PLC控制底层物理设备完成生产需求。本发明把底层物理设备的控制交给生产人员进行管理,满足了定制化生产要求,同时能够在运行时动态修改工艺流程,增强了产线的灵活性。



1. 一种基于服务组合的动态可重构产线控制系统,其特征在于,包括:

虚拟设备管理模块,对底层物理设备能够完成的功能进行描述,输出设备功能相关信息、编写上位机工作包;所述上位机工作包与设备功能相关信息相对应;

工艺管理模块,根据设备功能相关信息和上位机工作包,配置和修改工艺流程,并校验、解析生成执行表;还用于根据设备功能相关信息生成工艺描述表输出给订单管理模块;

订单管理模块,根据工艺描述表、设备占用情况和执行状态,调整和删除定制化订单并输出给PLC透传模块;

PLC透传模块,加载PLC工作包,根据接收执行表和定制化订单调用PLC工作包控制底层物理设备工作;所述PLC工作包中的函数实现与上位机工作包中的相对应。

2. 根据权利要求1所述的一种基于服务组合的动态可重构产线控制系统,其特征在于,所述虚拟设备管理模块,包括:

设备描述单元,对底层物理设备能够完成的功能进行描述,生成设备功能相关信息;

工作包单元,编写上位机工作包并输出给服务库;

服务库,用于存储上位机工作包、设备功能相关信息。

3. 根据权利要求1、2所述的一种基于服务组合的动态可重构产线控制系统,其特征在于,所述设备功能相关信息包括设备ID、设备名称、动作集、邻接设备ID;其中所述动作集包括动作名称、动作序列、动作函数。

4. 根据权利要求1、2所述的一种基于服务组合的动态可重构产线控制系统,其特征在于,所述设备功能相关信息采用W3C的描述方法,解析后以结构化的形式存放于服务库中,供工艺管理模块中拖拽流程模块使用。

5. 根据权利要求1所述的一种基于服务组合的动态可重构产线控制系统,其特征在于,所述工艺管理模块,包括:

拖拽流程单元,根据设备功能相关信息和上位机工作包对元素符号进行拖拽生成工艺流程并部署到系统中,系统将工艺流程自动映射出BPMN文件;

修改流程单元,在生产过程中对原有工艺流程进行修改;

校验单元,通过对BPMN文件进行正确性、完整性、连贯性检验,识别出与该BPMN文件相对应的工艺流程中的各个元素符号的使用是否有误;以及对工艺本身的设备连接和占用问题进行验证,并提示给用户;

解析单元,对验证后的BPMN文件进行解析,识别出与该BPMN文件相对应的工艺流程中的各个元素符号,生成执行表;

工艺描述单元,根据设备功能相关信息生成工艺描述表;所述工艺描述表中包括各个工艺步骤所能提供的具有可变选项的任务执行者和执行动作,以及二者之间的对应关系的。

6. 根据权利要求5所述的一种基于服务组合的动态可重构产线控制系统,其特征在于,所述元素符号包括:开始元素、任务元素、连接元素、结束元素;开始元素表示着流程的开始;任务元素用于配置每个生产任务的执行者和执行动作,所述执行者和执行动作与虚拟设备管理模块的服务库中的设备功能相关信息相关联;连接元素是连接其他元素的辅助元素,以有向的箭头表示流程的流向;结束元素表示着流程的结束。

7. 根据权利要求5所述的一种基于服务组合的动态可重构产线控制系统,其特征在于,

所述执行表中包含当前任务ID、任务名称、任务执行者、执行动作,后续任务ID。

8. 根据权利要求1所述的一种基于服务组合的动态可重构产线控制系统,其特征在于,所述订单管理模块,包括:

定制化下单单元,用于对工艺描述表中具有可变选项的任务执行者、执行动作、以及二者之间的对应关系进行选择输出不同产品组合生产的定制化订单;

删单单元,用于取消当前定制化订单;

设备状态单元,实时获取PLC透传模块反馈的设备占用情况和执行状态,以使用户动态修改工艺流程、定制化订单。

一种基于服务组合的动态可重构产线控制系统

技术领域

[0001] 本发明涉及智能制造控制领域,具体地说是一种基于服务组合的动态可重构产线控制系统。

背景技术

[0002] 随着生产水平的提高和商品多样性的需求不断变化,传统产线面临着挑战,如何改变生产模式,降低生产成本来应对这样的变化成了一个亟待解决的问题。目前产品的生产越来越趋于个性化生产,生产模式由原来的大规模统一化生产逐渐转向了小批量的定制化生产。那么这样的生产模式对于产线的动态性、可重构性提出了更加严格的要求。

[0003] 在传统产线中,可编程控制器起着至关重要的作用,可编程控制器有着运行稳定,响应速度快等特点。在生产过程中,可编程控制器负责控制生产逻辑,处理订单信息等工作。不过这样面临着体量太大,控制逻辑复杂,不灵活的问题。比如工厂需要更换生产需求,那么就面临着产线整体停产,重新向可编程控制器写入控制逻辑等复杂步骤,降低了生产效率。而且这些工作都需要技术人员来完成,普通的生产者无法参与到产线的定义与定制中来,提高了维护与调整的成本,降低了生产利润。

发明内容

[0004] 本发明针对传统产线面对变化的定制化生产需求无法快速做出调整,耗费人力、物力成本较高的问题,本发明提出了一种基于服务组合的动态可重构产线控制系统。将所有设备进行服务化,对设备的能力进行抽象,不仅实现上层系统对设备的控制,还能对设备的各种动作进行组合调配。采用拖拽流程的方式对服务组合进行管理,直观且简洁。这样普通的生产人员可以加入到定制化生产中来,不必再让技术人员来调整生产流程,提高了生产效率,降低了生产成本。针对需求的改变,可以动态变更产线需求,不必再停产重构,提升了产线的灵活性。弱化了可编程控制器的功能,将其成为上位机与设备的透传工具,仍然利用了其响应速度快、稳定等特性。本发明从多方面出发,实现了定制化生产的要求,并且提高了生产效率,降低了生产成本。

[0005] 本发明为实现上述目的所采用的技术方案是:一种基于服务组合的动态可重构产线控制系统,包括:

[0006] 虚拟设备管理模块,对底层物理设备能够完成的功能进行描述,输出设备功能相关信息、编写上位机工作包;所述上位机工作包与设备功能相关信息相对应;

[0007] 工艺管理模块,根据设备功能相关信息和上位机工作包,配置和修改工艺流程,并校验、解析生成执行表;还用于根据设备功能相关信息生成工艺描述表输出给订单管理模块;

[0008] 订单管理模块,根据工艺描述表、设备占用情况和执行状态,调整和删除定制化订单并输出给PLC透传模块;

[0009] PLC透传模块,加载PLC工作包,根据接收执行表和定制化订单调用PLC工作包控制

底层物理设备工作;所述PLC工作包中的函数实现与上位机工作包中的相对应。

[0010] 所述虚拟设备管理模块,包括:

[0011] 设备描述单元,对底层物理设备能够完成的功能进行描述,生成设备功能相关信息;

[0012] 工作包单元,编写上位机工作包并输出给服务库;

[0013] 服务库,用于存储上位机工作包、设备功能相关信息。

[0014] 所述设备功能相关信息包括设备ID、设备名称、动作集、邻接设备ID;其中所述动作集包括动作名称、动作序列、动作函数。

[0015] 所述设备功能相关信息采用W3C的描述方法,解析后以结构化的形式存放于服务库中,供工艺管理模块中拖拽流程模块使用。

[0016] 所述工艺管理模块,包括:

[0017] 拖拽流程单元,根据设备功能相关信息和上位机工作包对元素符号进行拖拽生成工艺流程并部署到系统中,系统将工艺流程自动映射出BPMN文件;

[0018] 修改流程单元,在生产过程中对原有工艺流程进行修改;

[0019] 校验单元,通过对BPMN文件进行正确性、完整性、连贯性检验,识别出与该BPMN文件相对应的工艺流程中的各个元素符号的使用是否有误;以及对工艺本身的设备连接和占用问题进行验证,并提示给用户;

[0020] 解析单元,对验证后的BPMN文件进行解析,识别出与该BPMN文件相对应的工艺流程中的各个元素符号,生成执行表;

[0021] 工艺描述单元,根据设备功能相关信息生成工艺描述表;所述工艺描述表中包括各个工艺步骤所能提供的具有可变选项的任务执行者和执行动作,以及二者之间的对应关系的。

[0022] 所述元素符号包括:开始元素、任务元素、连接元素、结束元素;开始元素表示着流程的开始;任务元素用于配置每个生产任务的执行者和执行动作,所述执行者和执行动作与虚拟设备管理模块的服务库中的设备功能相关信息相关联;连接元素是连接其他元素的辅助元素,以有向的箭头表示流程的流向;结束元素表示着流程的结束。

[0023] 所述执行表中包含当前任务ID、任务名称、任务执行者、执行动作,后续任务ID。

[0024] 所述订单管理模块,包括:

[0025] 定制化下单单元,用于对工艺描述表中具有可变选项的任务执行者、执行动作、以及二者之间的对应关系进行选择输出不同产品组合生产的定制化订单;

[0026] 删单单元,用于取消当前定制化订单;

[0027] 设备状态单元,实时获取PLC透传模块反馈的设备占用情况和执行状态,以便用户动态修改工艺流程、定制化订单。

[0028] 所述虚拟设备管理模块和PLC透传模块由技术人员来维护;所述工艺管理模块和订单管理模块由生产人员来维护。

[0029] 本发明具有以下优点及有益效果:

[0030] 1. 系统将设备的能力进行抽象然后进行服务化,实现了上层系统对底层设备的透明控制,对设备的动作进行组合,可以满足定制化的生产过程,使得产线的工作更加灵活。

[0031] 2. 提供了拖拽的方式进行工艺流程的定义,直观简洁,让生产人员参与到流程定

义的过程中,可以明确生产需求,提高产线定义的效率。

[0032] 3.动态改变产线的生产方式,不必再停产重构产线,在产线出现生产瓶颈或者故障的时候,通过上线新的设备,修改工艺流程,重新部署来改变产线结构,提高了产线的生产效率,降低了维护成本,同时增加了产线在生产过程中的灵活性。

[0033] 4.根据用户的不同喜好进行定制化下单,实现了产线的定制化生产,有效的解决了小批量、定制化、个性化的生产需求。

附图说明

[0034] 图1是本发明控制系统的整体架构图。

[0035] 图2是本发明定义工艺流程后解析文件生成执行表的流程图。

[0036] 图3是本发明重构产线结构时解析文件修改执行表的流程图。

[0037] 图4是本发明下达订单后订单执行的流程图。

具体实施方式

[0038] 下面结合附图及实施例对本发明做进一步的详细说明。

[0039] 为使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚、明确,下面参照附图进行详细说明。

[0040] 参见附图1,是本发明的整体框架图,技术人员负责的部分包括虚拟设备管理、PLC透传模块和设备上线。生产人员负责工艺管理和订单管理。虚拟设备管理中,设备服务的相关信息会与工艺管理中流程定义、工艺描述相关。工艺管理产出的工艺描述作为订单管理的输入,供生产人员在订单管理中定制化下单时选择,执行表由流程定义文件解析得到。执行表信息与订单信息作为输入,将每一步的执行命令发送给PLC透传模块,PLC控制物理设备完成生产过程。

[0041] 在虚拟设备管理中,需要将设备的描述导入到服务库中,设备描述采用W3C的标准化描述方法,每一个设备是一个节点,包含的属性有:设备ID、设备名称、动作集、邻接设备ID。其中动作集包含若干个子节点,子节点的属性包括动作名称、动作序列、动作函数。这里对邻接设备ID、动作序列、动作函数做出解释。邻接设备ID:与物理设备的空间位置相关,此属性是与此设备在物理上相邻的设备ID序列。动作序列:机械设备完成一个动作需要分解成若干个子动作的组合,动作序列为子动作的顺序编号。动作函数:动作函数与工作包1相关,工作包1中是各个动作对应的函数实现,函数的基本功能是用IP、端口号与PLC相连接,然后将命令号发送给PLC,设备描述中的动作函数是工作包1中的函数名。将用W3C标准描述的文件解析后以结构化的形式存放于服务库中,供工艺管理中定义流程时使用。

[0042] 工艺管理中的流程定义模块需要采用规范化的语言进行描述,这里采用业务流程建模与标注BPMN(Business Process Modeling Notation)进行描述,图形化拖拽界面采用开源工作流引擎Activiti实现。拖拽页面的元素包括开始元素、任务元素、连接元素、结束元素。开始元素表示着流程的开始;结束元素表示着流程的结束;任务元素是最重要的元素,配置项包括任务的执行者和执行的动作,可以配置多个执行者,执行者和执行动作来自服务库中的设备相关信息;连接元素是连接其他元素的辅助元素,以有向的箭头表示流程的流向。拖拽生成的流程图与一个BPMN标准文件相对应,图形化界面上的各个元素以及配

置的各个属性都会以标准化的格式映射到文件中。

[0043] 将拖拽好的流程部署到系统中,系统会对流程的正确性进行验证,具体验证方式是通过检查BPMN标准化文件来进行,以下几种情况会提示用户出现校验问题:

[0044] 1) 流程图没有联通,有孤立的元素存在。

[0045] 2) 不存在开始元素。

[0046] 3) 不存在结束元素。

[0047] 4) 连接元素的箭头指向开始元素。

[0048] 5) 连接元素的出发点从结束元素开始。

[0049] 6) 相邻的任务元素,如果执行者不同,它们在物理空间上没有邻接。

[0050] 7) 同一执行者的任务元素所执行的动作无法衔接。

[0051] 下面对第6点和第7点做出解释。关于第6点,如果两个任务元素在流程图中相邻且执行者不同,说明这两个任务元素的执行者需要在工艺流程上相互配合,但是如果在服务库中查询两个设备,在物理空间上并不邻接,那么便无法联动工作,所以校验失败。关于第7点,如前所述,每一个设备的动作都会被分解为若干个子动作,对这些子动作进行编号便是子动作的动作序列,如子动作1不经过子动作2是无法进行子动作3的。因为工艺流程是顺序执行的,所以一旦检测到同一执行者的子动作在序列上不是连续(正序、逆序)的,那么要提示用户出现了校验错误。

[0052] 流程描述的BPMN标准化文件验证通过之后,需要进行解析,生成执行表,执行表的具体表项包括:任务ID、任务名称、任务执行者、任务执行者动作,后续任务ID。参见附图2,描述了从BPMN文件解析生成执行表的过程:

[0053] 步骤1:从文件中提取开始节点。

[0054] 步骤2:将开始节点存入执行表中,包括开始节点的任务执行者、任务执行者动作为空。

[0055] 步骤3:创建变量currentId,将开始节点ID赋值给currentId。

[0056] 步骤5:找到与currentId节点相连接的连接元素,找到连接元素的右侧节点,创建变量rightId,将右侧节点的ID赋值给rightId。

[0057] 步骤6:判断是否为任务节点。

[0058] 步骤7:如果为任务节点,则获得任务节点的任务执行者、执行动作以及后续动作id,存入任务表中,将rightId赋值给currentId,返回步骤5继续执行。

[0059] 步骤8:如果不是任务节点,那么就是结束节点,将结束节点存入执行表中,结束节点的任务执行者、任务执行者动作为空,整体流程结束。

[0060] 工艺管理的工艺描述也在前台进行配置,主要目的是让用户在下单过程中了解目前产线在各个生产步骤提供的定制化选择有哪些,以便进行不同的产品组合,完成定制化生产。具体做法是,找到生产过程中具有可变选项的任务执行者和执行动作,设置可选的备选项。存入工艺描述表中,工艺描述表存储着任务执行者、执行动作和可选项的对应关系。

[0061] 如果产线的需求发生变化,比如产线出现了设备故障或者产线的生产出现了瓶颈,那么需要对产线进行重构,对流程进行修改后重新部署,修改流程重新部署后的校验方式与流程定义时的校验方式相同。参见附图3,描述了修改流程后解析文件、修改执行表的过程:

- [0062] 步骤1:从文件中提取开始节点。
- [0063] 步骤2:将开始节点存入执行表中,包括开始节点的任务执行者、任务执行者动作为空。
- [0064] 步骤3:创建变量currentId,将开始节点ID赋值给currentId。
- [0065] 步骤5:找到与currentId节点相连接的连接元素,找到连接元素的右侧节点,创建变量rightId,将右侧节点的ID赋值给rightId。
- [0066] 步骤6:判断是否为任务节点。
- [0067] 步骤7:如果为任务节点,判断是否存在这个节点,如果存在,则对此条目进行读锁定,防止正在进行的工序执行此步骤,然后在更新条目信息后解开读锁定。如果不存在这个节点,则新增执行表条目。接着将rightId赋值给currentId,返回步骤5继续执行。
- [0068] 步骤8:如果不是任务节点,不用做任何处理,整体流程结束。
- [0069] 完成了工艺管理中的流程定义、解析以及工艺描述之后,生产人员可以参照工艺描述中给出的不同选项定制化下单。订单信息与执行表相结合,向PLC透传模块下达命令。因为每个设备的执行过程是并行完成的,这里采用多线程的方式完成并行要求,在对执行表解析完成之后,为每一个执行表的表项创建一个线程,每个线程维护一个执行队列,通过对队列进行轮询,找到设备需要进行的当前操作,完成后将当前订单推入下一个任务队列中继续生产任务。对于每一个队列的具体步骤参见附图4:
- [0070] 步骤1:查询队列状态。
- [0071] 步骤2:如果队列为空,则程序休眠若干秒继续返回步骤1。
- [0072] 步骤3:如果队列不为空,那么获取此任务的任务执行者、执行动作、后续任务id。
- [0073] 步骤4:从用户下达的订单信息中获取此项任务定制化选项。
- [0074] 步骤5:根据任务的执行者和执行动作,去查询服务库中工作包的相关命令。
- [0075] 步骤6:根据服务库工作包的内容向PLC透传模块下达命令。
- [0076] 步骤7:等待PLC透传模块的响应,代表执行完成,那么将订单编号从此任务的执行队列中出队列。
- [0077] 步骤8:将订单编号推入后续的任务队列中,然后返回步骤1继续执行。
- [0078] 以上内容阐述了一种基于服务组合的动态可重构产线控制系统的设计及实现方法。本发明针对目前产线在定制化生产方面的不足,且生产中无法快速调整结构,花费人力物力成本大等问题,提出了一种新的生产方式,即将设备抽象描述并服务化,存入服务库中供生产人员定义工艺流程时调用。生产人员通过图形拖拽配置的方式定义工艺流程,定制化下单生产产品。并且可以在产线出现故障或生产瓶颈的时候调整产线以提高生产效率。相比于传统产线,本发明的对资源的利用率更高,生产成品也大大降低,适合推广使用。

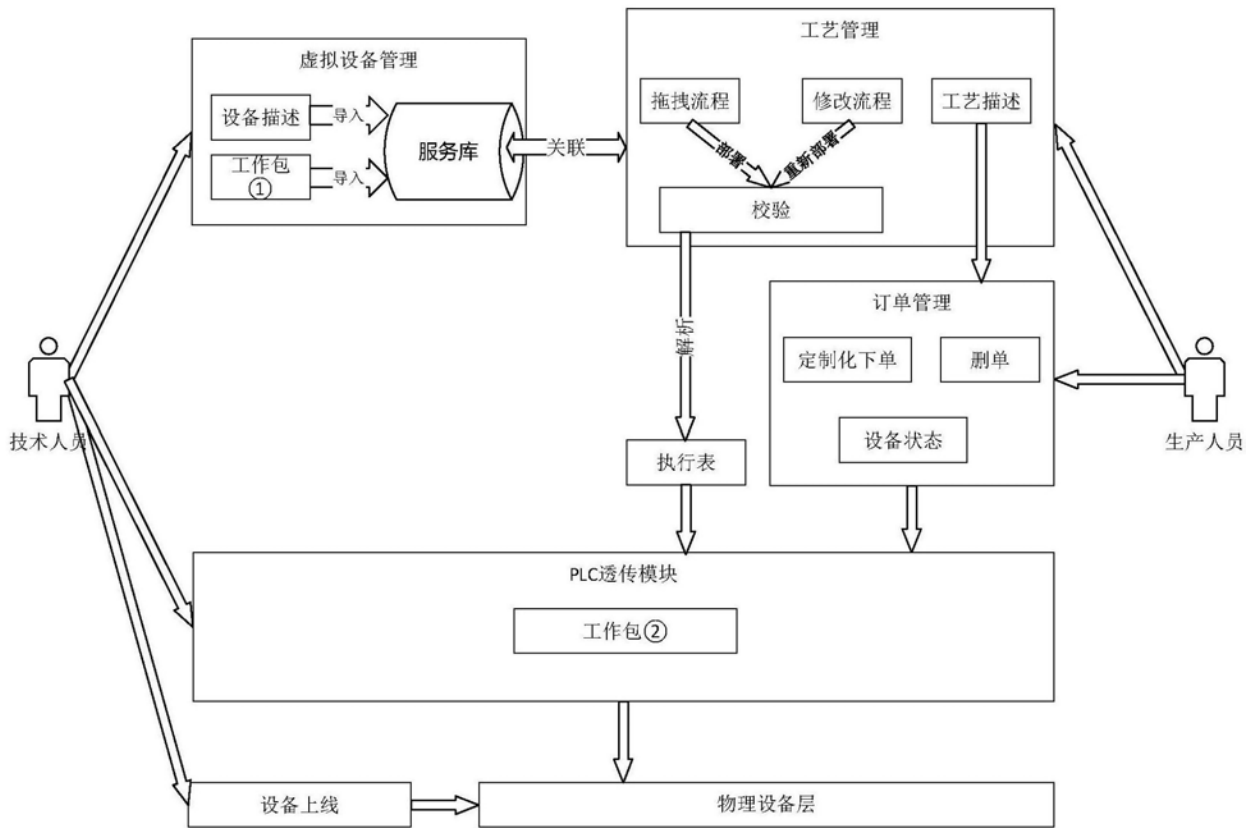


图1

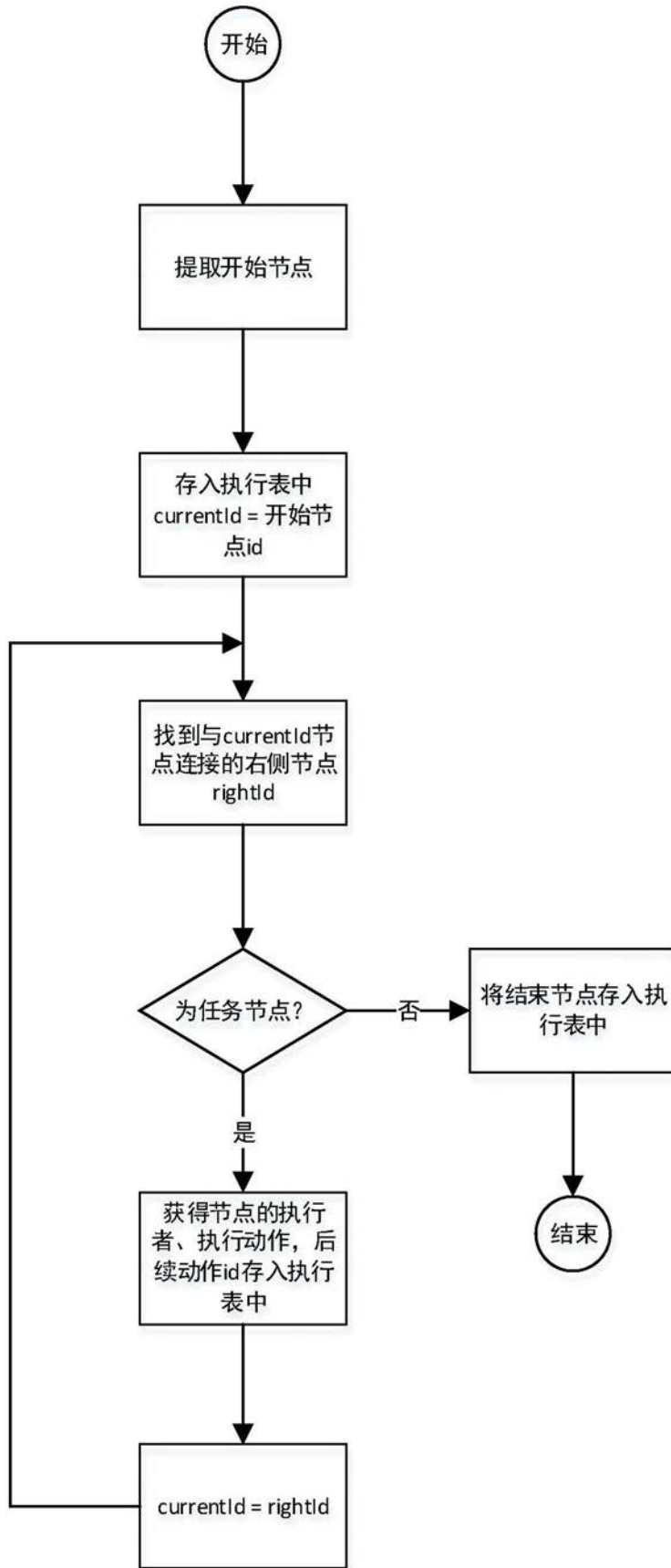


图2

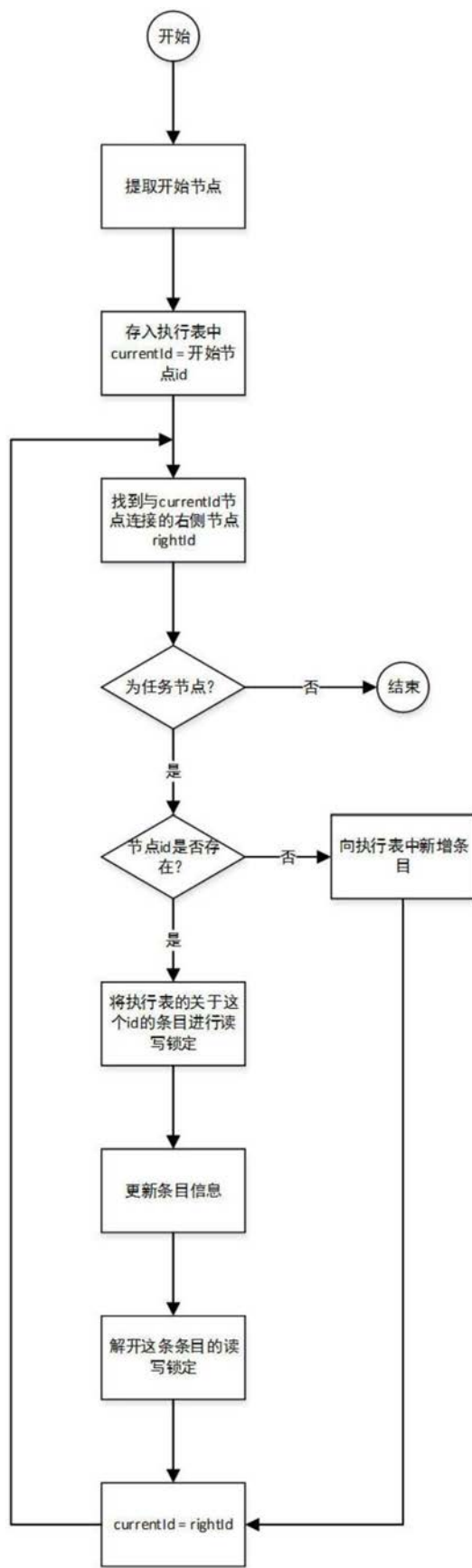


图3

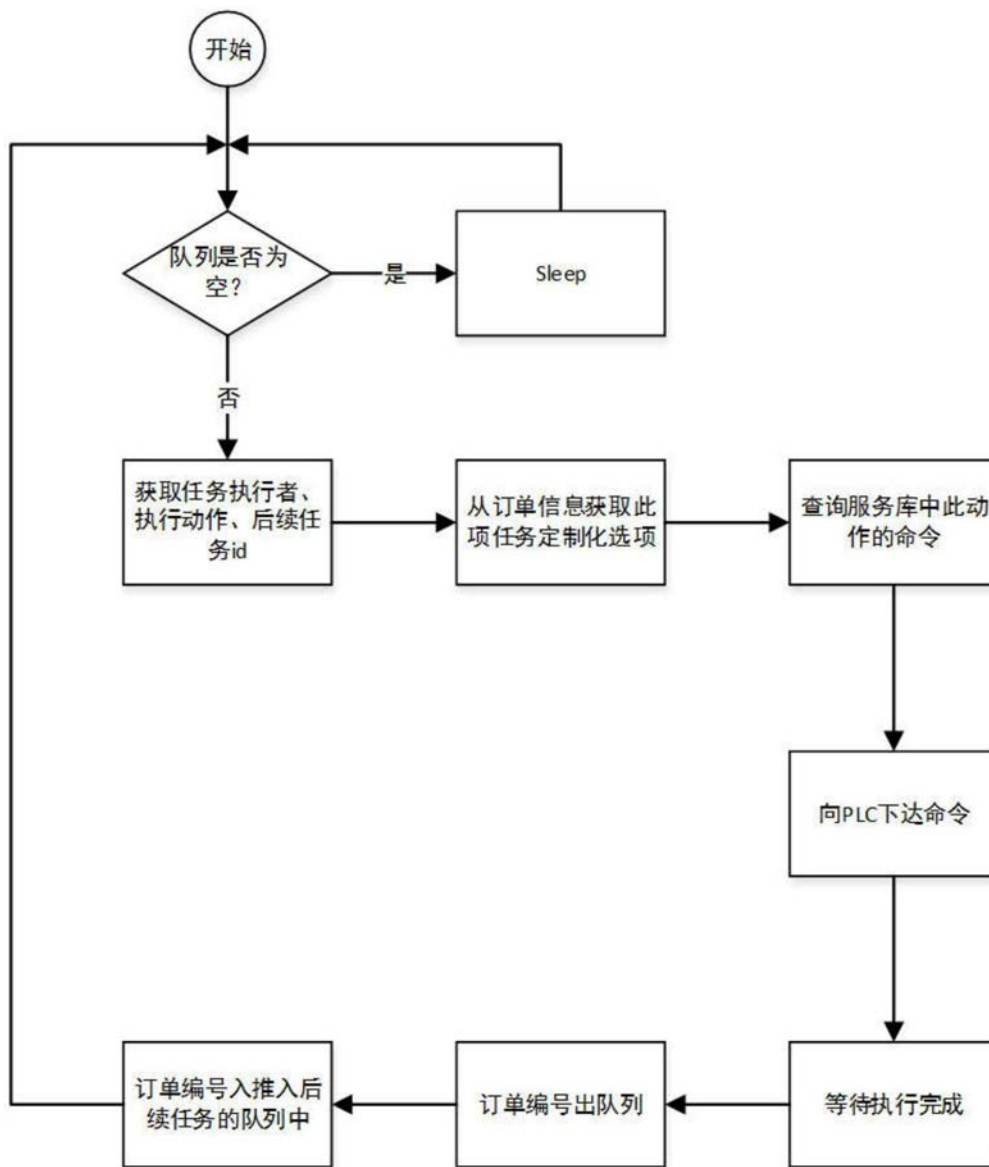


图4