



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109143994 B

(45) 授权公告日 2024.06.14

(21) 申请号 201810685871.X

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2018.06.28

G05B 19/418 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

(56) 对比文件

申请公布号 CN 109143994 A

US 2012083906 A1, 2012.04.05

(43) 申请公布日 2019.01.04

审查员 代云飞

(30) 优先权数据

15/635,793 2017.06.28 US

(73) 专利权人 费希尔-罗斯蒙特系统公司

地址 美国德克萨斯州

(72) 发明人 P·乔希 J·K·奈多

D·R·斯特林顿 C·I·S·威

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

专利代理师 胡欣

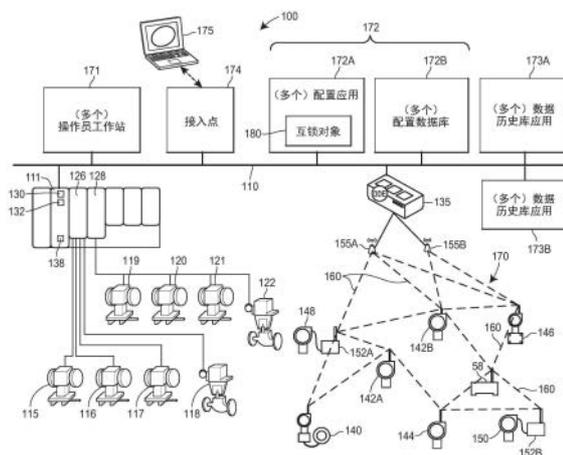
权利要求书4页 说明书16页 附图8页

(54) 发明名称

互锁链可视化

(57) 摘要

可视化过程控制系统中的一个或多个互锁链的方法,其包括:检测互锁事件,获得与所述过程控制系统中的现场部件相关联的预配置互锁逻辑数据,以及通过分析所述预配置互锁逻辑数据以自动地生成至少第一互锁链可视化。所述可视化图形地指示所述现场部件的至少一个子集中的互锁依赖性。所述方法还包括使得所述第一互锁链可视化以及可能的其它相关链可视化经由用户接口单独或者与相关控制(例如,用于重置可视化链中的所有部件)一起呈现给用户。



1. 一种对过程控制系统中的一个或多个互锁链进行可视化的方法,其中,所述过程控制系统中的多个现场部件根据一个或多个过程控制模块实现多个相应功能,并且其中,所述方法包括:

由一个或多个计算设备检测互锁事件,所述互锁事件引起所述多个现场部件中的至少第一现场部件的停止;

由所述一个或多个计算设备获得与所述多个现场部件相关联的预配置互锁逻辑数据,其中,所述预配置互锁逻辑数据指定针对所述多个现场部件中的每一个现场部件触发互锁的条件;

通过所述一个或多个计算设备分析所述预配置互锁逻辑数据,自动地生成至少第一互锁链可视化,其中,所述第一互锁链可视化图形地指示在所述多个现场部件的至少第一子集中的互锁依赖性,其中,所述第一子集包括 (i) 所述第一现场部件和 (ii) 所述多个现场部件中的两个或更多个其它现场部件;

通过所述一个或多个计算设备基于与所述多个现场部件的至少所述第一子集相对应的所述预配置互锁逻辑数据,确定是否可以旁路由至少所述第一互锁链可视化表示的互锁链;以及

由所述一个或多个计算设备使得至少 (i) 所述第一互锁链可视化经由用户接口而被呈现给用户,以及 (ii) 虚拟旁路选项经由所述用户接口而被呈现给所述用户。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中:

所述预配置互锁逻辑数据包括定义符合面向对象编程协议的多个互锁配置对象的数据;

所述多个互锁配置对象中的每一个互锁配置对象都表示在所述多个现场部件中的现场部件的相对应之间的互锁关系;以及

自动地生成至少所述第一互锁链可视化包括:至少部分基于所述多个互锁配置对象自动地生成所述第一互锁链可视化。

3. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

由所述一个或多个计算设备使得与所述第一现场部件相关联的信息经由所述用户接口而被呈现给所述用户,其中,与所述第一现场部件相关联的信息包括以下中的一个或两个: (i) 所述第一现场部件的状态,以及 (ii) 由所述第一现场部件获得的测量结果。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中,自动地生成至少第一互锁链可视化包括:

自动地生成仅在所述第一现场部件的图形表示与触发了所述互锁事件的另一个现场部件的图形表示之间延伸的第一互锁链可视化。

5. 根据权利要求3所述的方法,其中,自动地生成至少第一互锁链可视化包括:

自动地生成至少在所述第一互锁链的根现场部件的图形表示与所述第一现场部件的图形表示之间延伸的第一互锁链可视化。

6. 根据权利要求3所述的方法,包括:

由所述一个或多个计算设备自动地生成至少在以下两者之间延伸的第一互锁链可视化, (i) 在所述第一互锁链和第二互锁链之间共享的现场部件的图形表示,和 (ii) 所述第一现场部件的图形表示;

由所述一个或多个计算设备自动地生成至少在以下两者之间延伸的第二互锁链可视

化, (i) 所述共享的现场部件的图形表示或所述共享的现场部件的另一个图形表示, 和 (ii) 所述多个现场部件中的第二现场部件的图形表示; 以及

由所述一个或多个计算设备使得至少所述第一互锁链可视化和所述第二互锁链可视化经由所述用户接口而被呈现给所述用户;

其中, 所述第二现场部件的图形表示未被包括在所述第一互锁链可视化中, 并且所述第一现场部件的图形表示未被包括在所述第二互锁链可视化中。

7. 根据权利要求6所述的方法, 其中, 使得至少所述第一互锁链可视化和所述第二互锁链可视化经由所述用户接口而被呈现给所述用户包括:

使得所述第一互锁链可视化经由所述用户接口而被呈现给所述用户; 以及

响应于所述用户选择所述第二互锁链可视化, 使得所述第二互锁链可视化经由所述用户接口而被呈现给所述用户, 并且使得所述第一互锁链可视化被隐藏在所述用户接口上。

8. 根据权利要求1所述的方法, 还包括:

由所述一个或多个计算设备使得单个重置控件经由所述用户接口与所述第一互锁链可视化同时被呈现给所述用户;

由所述一个或多个计算设备检测所述单个重置控件的用户激活; 以及

响应于检测到所述单个重置控件的用户激活, 由所述一个或多个计算设备引起对所述多个现场部件的至少所述第一子集的重置。

9. 根据权利要求1所述的方法, 还包括:

由所述一个或多个计算设备检测后续互锁事件, 所述后续互锁事件引起所述多个现场部件中的至少第二现场部件的停止;

由所述一个或多个计算设备获得与所述多个现场部件相关联的更新的互锁逻辑数据, 其中, 所述更新的互锁逻辑数据指定针对所述多个现场部件中的至少某些现场部件中的每一个现场部件触发互锁的新条件;

通过所述一个或多个计算设备分析所述更新的互锁逻辑数据, 自动地生成至少第二互锁链可视化, 其中, 所述第二互锁链可视化图形地指示在所述多个现场部件的至少第二子集中的互锁依赖性, 并且其中, 所述第二子集包括: (i) 所述第二现场部件和 (ii) 所述多个现场部件中的至少一个其它现场部件; 以及

由所述一个或多个计算设备使得至少所述第二互锁链可视化经由所述用户接口而被呈现。

10. 一种用于对过程控制系统中的一个或多个互锁链进行可视化的系统, 其中, 所述过程控制系统中的多个现场部件根据一个或多个过程控制模块实现多个相应功能, 并且其中, 所述系统包括:

配置数据库;

一个或多个计算设备; 以及

存储指令的一个或多个存储器, 当所述指令被所述一个或多个计算设备的一个或多个处理器执行时使得所述一个或多个计算设备执行以下动作:

检测引起所述多个现场部件中的至少第一现场部件的停止的互锁事件;

从所述配置数据库获得与所述多个现场部件相关联的预配置互锁逻辑数据, 其中, 所述预配置互锁逻辑数据指定针对所述多个现场部件中的每一个现场部件的触发互锁的条

件；

通过分析所述预配置互锁逻辑数据,自动地生成至少第一互锁链可视化,其中,所述第一互锁链可视化图形地指示在所述多个现场部件的至少一个第一子集中的互锁依赖性,其中,所述第一子集包括(i)所述第一现场部件和(ii)所述多个现场部件中的两个或更多个其它现场部件；

基于与所述多个现场部件的至少所述第一子集相对应的所述预配置互锁逻辑数据,确定是否可以旁路由至少所述第一互锁链可视化表示的互锁链；以及

使得至少(i)所述第一互锁链可视化经由用户接口而被呈现给用户,以及(ii)虚拟旁路选项经由所述用户接口而被呈现给所述用户。

11. 根据权利要求10所述的系统,其中:

所述预配置互锁逻辑数据包括定义符合面向对象编程协议的多个互锁配置对象的数据；

所述多个互锁配置对象中的每一个互锁配置对象都表示在所述多个现场部件中的现场部件的相应对之间的互锁关系；以及

所述指令使得所述一个或多个计算设备至少部分地基于所述多个互锁配置对象自动地生成至少所述第一互锁链可视化。

12. 根据权利要求10所述的系统,其中,所述指令还使得所述一个或多个计算设备执行以下动作:

使得与所述第一现场部件相关联的信息经由所述用户接口而被呈现给所述用户,其中,与所述第一现场部件相关联的信息包括以下中的一个或两个:(i)所述第一现场部件的状态和(ii)由第一个现场部件获得的测量结果。

13. 根据权利要求12所述的系统,其中,所述第一互锁链可视化仅在所述第一现场部件的图形表示与触发了所述互锁事件的另一个现场部件的图形表示之间延伸。

14. 根据权利要求12所述的系统,其中,所述第一互锁链可视化至少在所述第一互锁链的根现场部件的图形表示与所述第一现场部件的图形表示之间延伸。

15. 根据权利要求12所述的系统,其中,所述指令使得所述一个或多个计算设备执行以下动作:

自动地生成至少在以下两者之间延伸的第一互锁链可视化:(i)在所述第一互锁链和第二互锁链之间共享的现场部件的图形表示,和(ii)所述第一现场部件的图形表示；

自动地生成至少在以下两者之间延伸的第二互锁链可视化:(i)所述共享的现场部件的图形表示或所述共享的现场部件的另一个图形表示,和(ii)所述多个现场部件中的第二现场部件的图形表示；以及

使得至少所述第一互锁链可视化和所述第二互锁链可视化经由所述用户接口而被呈现给所述用户；

其中,所述第二现场部件的图形表示未被包括在所述第一互锁链可视化中,并且所述第一现场部件的图形表示未被包括在所述第二互锁链可视化中。

16. 根据权利要求10所述的系统,其中,所述指令还使得所述一个或多个计算设备执行以下动作:

使得单个重置控件经由所述用户接口与所述第一互锁链可视化同时被呈现给所述用

户;

检测所述单个重置控件的用户激活;以及

响应于检测到所述单个重置控件的所述用户激活,引起对所述多个现场部件的至少所述第一子集的重置。

17.一种存储指令的非暂时性计算机可读介质,当所述指令被一个或多个计算设备执行时使得所述一个或多个计算设备执行以下步骤:

检测引起过程控制系统中的多个现场部件中的至少第一现场部件的停止的互锁事件,其中,所述多个现场部件根据一个或多个过程控制模块实现多个相应的物理功能;

获得与所述多个现场部件相关联的预配置互锁逻辑数据,其中,所述预配置互锁逻辑数据指定针对所述多个现场部件中的每一个现场部件的触发互锁的条件;

通过分析所述预配置互锁逻辑数据来自动地生成至少第一互锁链可视化,其中,所述第一互锁链可视化图形地指示在所述多个现场部件的至少第一子集中的互锁依赖性,其中,所述第一子集包括(i)所述第一现场部件和(ii)所述多个现场部件中的两个或更多个其它现场部件;

基于与所述多个现场部件的至少所述第一子集相对应的所述预配置互锁逻辑数据,确定是否可以旁路由至少所述第一互锁链可视化表示的互锁链;以及

使得至少(i)所述第一互锁链可视化经由用户接口而被呈现给用户,以及(ii)虚拟旁路选项经由所述用户接口而被呈现给所述用户。

18.根据权利要求17所述的非暂时性计算机可读介质,其中:

所述预配置互锁逻辑数据包括定义符合面向对象编程协议的多个互锁配置对象的数据;

所述多个互锁配置对象中的每一个互锁配置对象都表示在所述多个现场部件中的现场部件的相应对之间的互锁关系;以及

所述指令使得所述一个或多个计算设备至少部分地基于所述多个互锁配置对象自动地生成至少所述第一互锁链可视化。

19.根据权利要求17所述的非暂时性计算机可读介质,其中,所述第一互锁链可视化仅在所述第一现场部件的图形表示与触发所述互锁事件的另一个现场部件的图形表示之间延伸。

20.根据权利要求17所述的非暂时性计算机可读介质,其中,所述指令还使得所述一个或多个计算设备执行以下步骤:

使得单个重置控件经由所述用户接口与所述第一互锁链可视化同时呈现给用户;

检测对所述单个重置控件的用户激活;以及

响应于检测到所述单个重置控件的所述用户激活,引起对所述多个现场部件的至少所述第一子集的重置。

互锁链可视化

技术领域

[0001] 本公开的内容总体上涉及过程控制系统,并且更具体而言,涉及用于使用户能够可视化过程控制系统内的互锁的现场部件链的方法和系统。

背景技术

[0002] 分布式过程控制系统,如在化学、石油、工业或其它过程工厂中使用的以制造、精炼、转换、生成或生产物理材料或产品的那些分布式过程控制系统通常包括一个或多个过程控制器,其经由模拟、数字或组合的模拟/数字总线,或经由无线通信链路或网络通信地耦合到一个或多个现场设备。可以是例如阀、阀定位器、开关、变送器、传感器等的现场设备,位于过程控制环境内并且通常执行物理或过程控制功能,诸如打开或关闭阀、测量过程和/或环境参数(例如,温度或压力)等来控制过程工厂或系统内执行的一个或多个过程。诸如符合公知的Fieldbus总线协议的现场设备之类的智能现场设备还可以执行控制计算、报警功能和/或通常在控制器内实现的其它控制功能。通常还位于工厂环境内的过程控制器接收指示由现场设备进行的过程测量结果(measurement)的信号,和/或与现场设备有关的其它信息,并且执行例如运行不同的控制模块的控制器应用。控制模块做出过程控制决策,基于接收到的信息生成控制信号,并与在现场设备(诸如HART®、WirelessHART®或FOUNDATION® Fieldbus现场设备)中执行的控制模块或块进行协调。在控制器中实施的控制模块通过通信线路或链路将控制信号发送到现场设备,从而控制过程工厂或系统的至少一部分的操作,例如以控制工厂或系统内运行或执行的一个或多个工业过程的至少一部分。通常位于工厂环境内的I/O设备通常设置在控制器和一个或多个现场设备之间以例如通过将电信号转换为数字值(反之亦然)实现通信。

[0003] 来自现场设备和控制器的信息通常通过通信网络可用于一个或多个其它硬件设备,操作员工作站、个人计算机或计算设备、数据历史库、报告生成器、集中式数据库或通常放置在控制室或远离工厂的更严苛的现场环境的其它位置的其它集中式管理计算设备。这些硬件设备运行应用,该应用可以例如使操作员能够执行关于控制过程和/或操作并监测过程工厂的功能(例如,改变过程控制例程的设置、修改控制器或现场设备内控制模块的操作、查看过程的当前状态、查看由现场设备和控制器生成的报警、模拟过程的操作以培训人员或测试过程控制软件、保持和更新配置数据库等)。硬件设备、控制器和现场设备使用的通信网络可以包括有线通信路径、无线通信路径或有线和无线通信路径的组合。

[0004] 作为示例,由艾默生过程管理公司出售的DeltaV™控制系统包括存储在过程工厂内的不同位置处的不同设备内并由其执行的多个应用。驻留在过程控制系统或工厂的后端环境中的一个或多个工作站或计算设备中的配置应用使用户能够创建或改变过程控制模块并将这些过程控制模块经由通信网络下载到专用分布式控制器。通常地,这些控制模块由通信互连的功能块组成,这些功能块是面向对象的编程协议中的对象,其基于对其的输入执行控制方案内的功能并且向控制方案内的其它功能块提供输出。配置应用还可以允许配置设计者创建或改变由查看应用使用的操作员接口,以向操作员显示数据并且使操作员

能够改变过程控制例程内的设置(诸如设定点)。每一个专用控制器以及在某些情况下的一个或多个现场设备都存储并执行相应的控制器应用,该控制器应用运行分配并下载到其上的控制模块以便实现实际的过程控制功能。可以在一个或多个操作员工作站上(或在与操作员工作站和通信网络通信连接的一个或多个远程计算设备上)执行的查看应用经由通信网络从控制器应用接收数据并使用用户接口来向过程控制系统的设计者、操作员或其他用户显示该数据,并且可以提供诸如操作员视图、工程师视图、技术人员视图等之类的多个不同视图中的任一视图。数据历史库应用通常存储当前的过程控制例程配置和与其相关的数据。

[0005] 通常,过程工厂或系统包括以高度相互依赖的方式进行操作的现场设备、装备和其它部件。因此,一个部件的故障操作可能需要停止一个或多个其它部件,以便避免危险或其它不期望的情况。作为简单的示例,如果上游传送器将物料输送到另一个下游传送器,则下游传送器的故障可能需要停止上游传送器,以便避免下游传送器处的物料溢出。尽管不一定需要,但如果上游传送器停止工作也可能需要停止下游传送器。为了使这种停止自动化,系统设计者可以根据适当的“互锁”逻辑来配置具体的控制块、现场设备等。例如,控制模块可以被配置为当下游传送器经历停止或其它故障时自动停止上游传送器的电机。任何其它传送器电机或其它更上游的部件(以及可选的更下游的其它传送器电机或其它部件)也可能自动停止。

[0006] 在其它情况下,可能需要或期望自动停止其它部件,包括那些不在失效的部件的物理上的上游或下游的部件。因此,互锁关系可以更一般地根据“父”和“子”进行描述,其中如果父失效(例如,故障或者未能在预定的容错内操作等),则子自动停止。一系列的多个父/子对在本文中被称作“互锁链”。例如,输出阀的故障可能导致物理上位于阀上游的第一泵自动停止,这可能进而导致物理上位于第一泵的上游的第二泵自动停止等等。此外,多个互锁链可以共享一个或多个共同部件,在这种情况下如果链中的其中一个链的部件失效,则两个或多个相交链中的部件可以互锁。

[0007] 通常地,用于现场设备的“显示视图”可以被配置为指示相邻的上游和/或下游设备。为了发现互锁的主要来源/原因,操作员必须使用该信息来向上和/或向下猎取设备路径(例如,通过在不同设备的显示视图之间导航)。然而,实际上,互锁链可以包括许多现场设备和/或其它部件,并且/或者单独的链可以与相当数量的其它链相交。因此,人类操作员可能非常难以确定哪个现场设备或其它部件最终导致了互锁链中的部件停止。而且,在互锁的原因被发现并解决之后,操作员必须再次沿着互锁链中的所有现场设备的各种显示视图导航返回,以便重置每一个设备。这些行为可能导致大量额外的“停机时间”,这在很多情况下可能非常昂贵。此外,在当前系统中,在给定现场设备的显示视图中的上游和下游设备的指示(即,由操作员用于在设备之间导航的指示)是手动配置的。因此,如果互锁链由于系统重新配置而改变,则显示视图也必须被手动重新配置。

发明内容

[0008] 本文公开了用于提供互锁链可视化的技术、系统、装置和方法。所述技术、系统、装置和方法可以应用于在本文中可互换地称为“工业控制”、“过程控制”或“过程”系统、环境和/或工厂的工业过程控制系统、环境和/或工厂。通常地,这种系统和工厂以分布式方式提

供操作以制造、精炼或以其它方式转换原始物理物料以生成或生产产品的一个或多个过程(在本文中也称为“工业过程”)的控制。

[0009] 互锁链或相关的互锁链集合可以通过包括(多个)互锁链中的某些或全部现场部件的图来可视化,并且示出它们各自的互连接和依赖性。如本文所使用的,“现场部件”(或简称为“部件”)可以指代现场设备、装备、现场设备或装备的一部分、或者包括多个现场设备和/或装备的系统或子系统。每一个现场部件都通常位于、布置于或安装在过程控制系统或工厂的现场环境中,并且如果使用面向对象的编程协议,则每一个现场部件都可以对应于部件对象的相应实例。图表或可视化可以显示在图形用户接口(GUI)上或从图形用户接口(GUI)显示,在特定互锁部件已经被选择或以其它方式被查看时呈现(例如,当人类操作员正在查看与互锁部件相关联的信息)该图形用户接口,并且该图形用户接口可以允许操作员更快速地识别互锁的来源,和/或更快地识别由互锁影响的部件集合。而且,该图可以包括虚拟交互式控制,其使得用户能够利用仅单个输入(或多个输入,例如,如果操作员必须确认所选择的重置命令)来重置可视互锁链中的所有部件,并且或者使用户能够旁路可视化链条的互锁的控制。

[0010] 为了避免(或减少)手动配置互锁链图的显示的需要,可以通过分析/解释预配置的互锁逻辑的当前状态来自动生成该图。在某些实施例中,不同部件之间的单独的互锁或链接使用对控制模块内的系统设计师可以开箱即用的互锁配置对象来进行预配置。系统设计师可以通过在配置过程控制系统时创建互锁配置对象的实例来生成互锁逻辑,并且可以通过分析所产生的互锁配置对象实例来自动生成互锁链图。因此,如果互锁逻辑被重新配置(例如,通过修改、创建和/或删除互锁配置对象的实例),则互锁链图可以基于互锁的当前配置自动提供互锁链的当前更新表示。相反,传统的部件显示被手动配置为描绘特定的互锁,使得如果互锁逻辑改变则必须手动重新配置所有受影响的显示。

[0011] 互锁链图可以描绘整个互锁链或链的子集。例如,该图可能仅描绘了当前所选择的部件和互锁/停止的源(即,最终负责停止所选择的部件的部件)之间的链的部分。而且,该图可以描绘一个或多个附加的互锁链。例如,该图不仅可以描绘包括所选择的部件的链(或链部分),还可以描绘与包括所选择的部件的链共享共同“父”部件的另一个链(或链部分)。如果描绘了多个互锁链,则可以认为每一个链呈现交互式重置控制。

附图说明

[0012] 图1是示例性过程控制系统的框图,其中可以实现本文所描述的互锁链可视化技术中的一种或多种。

[0013] 图2描绘了当配置图1的过程控制系统的部分时可以使用的示例性互锁配置对象。

[0014] 图3描绘了图1的过程控制系统中的部件的示例性物理配置。

[0015] 图4描绘了根据一个示例性场景可以在图3的物理配置中发生互锁之后自动生成的示例性互锁链图。

[0016] 图5描绘了图1的过程控制系统中的部件的另一个示例性物理配置。

[0017] 图6A-6C描绘了可以在图5的物理配置中发生互锁之后自动生成的替代的、示例性互锁链图。

[0018] 图7是用于可视化过程控制系统中的一个或多个互锁链的示例性方法的流程图。

具体实施方式

[0019] 示例性过程控制环境

[0020] 图1是示例性过程控制环境100的框图,其中可以实现本文所描述的互锁链可视化技术中的一种或多种。过程控制环境100(其在本文中也可互换地称为过程控制系统100或过程工厂100)包括一个或多个过程控制器,其接收指示由现场设备进行的过程测量结果的信号,处理该信息以实施控制例程,并生成通过有线和/或无线过程控制通信链路或网络发送到其它现场设备的控制信号以控制工厂100中的过程的操作。通常,至少一个现场设备执行物理功能(例如,打开或关闭阀、使得传送器移动材料、增加或降低温度、进行测量、感测条件等)来控制过程的操作。某些类型的现场设备通过使用I/O设备与控制器进行通信。过程控制器、现场设备和I/O设备可以是有线或无线的,并且过程工厂环境或系统100中可以包括任何数量及组合的有线和无线过程控制器、现场设备和I/O设备。

[0021] 例如,图1示出了经由输入/输出(I/O)卡126和128通信地连接到有线现场设备115-122的过程控制器111。过程控制器111包括处理器130、存储器132以及在下面进一步详细讨论的一个或多个过程控制例程138。控制器111还经由过程控制通信网络或主干110和无线网关135通信地连接到无线现场设备140-146。主干110可以包括一个或多个有线和/或无线通信链路,并且可以使用任何适合的通信协议(例如以太网协议)来实现。在某些配置中(图1中未示出),控制器111可以使用除主干110以外的一个或多个通信网络通信地连接到无线网关135,诸如通过使用任何数量的其它有线或无线通信链路,该有线或无线通信链路支持一个或多个通信协议,例如,符合IEEE 802.11的无线局域网协议、移动通信协议(例如WiMAX、LTE等)、Bluetooth®、WirelessHART®、Profibus、FOUNDATION® Fieldbus等。

[0022] 控制器111(作为示例,其可以是由艾默生过程管理公司出售的DeltaV™控制器)可以操作来使用现场设备115-122和140-146中的至少某些来实施批量过程或连续过程。在实施例中,除了被通信地连接到主干110之外,控制器111还使用任何期望的硬件以及软件和/或任何适合的智能通信协议通信地连接到现场设备115-122和140-146中的至少某些,该期望的硬件以及软件与例如标准4-20mA设备、I/O卡126,128相关联,适合的智能通信协议诸如FOUNDATION® Fieldbus协议、HART协议、WirelessHART协议等。在图1中,控制器111、现场设备115-122和I/O卡126,128是有线设备,并且现场设备140-146是无线现场设备。当然,有线现场设备115-122和无线现场设备140-146可以符合任何其它期望的(多个)标准或协议,诸如任何适合的有线或无线协议,并且包括将来开发的任何适合的标准或协议。

[0023] 过程控制器111的处理器130实施或监督可以存储在存储器132中的一个或多个过程控制例程或模块138。为此,处理器130被配置为与现场设备115-122和140-146以及与通信地连接到控制器111的其它节点进行通信。应当注意的是,如果需要,本文所描述的任何控制例程或模块可以具有由不同控制器或其它设备实现或执行的部分。同样地,在过程控制系统100内要实现的控制模块138可以采取任何形式,包括软件、固件、硬件等。控制例程可以以任何期望的软件格式来实现,诸如使用面向对象的编程、梯形逻辑、顺序功能图表、功能框图或使用任何其它软件编程语言或设计范例。其上可以存储某些或全部控制模块138的存储器132可以是任何适合类型的存储器或多个存储器,诸如随机存取存储器(RAM)

和/或只读存储器 (ROM)。而且,控制模块138可以被硬编码为例如一个或多个EPROM、EEPROM、专用集成电路 (ASIC) 或任何其它硬件或固件元件。因此,可以以任何期望的方式来配置控制器111以实施控制策略或控制例程/模块。

[0024] 控制器111使用通常被称为功能块的块来实施控制策略,其中每一个功能块都是总体控制例程的对象或其它部分(例如,子例程),并且与其它功能块(经由称为链路的通信)集合操作以实现过程控制系统100内的过程控制回路。基于控制的功能块通常执行输入功能中的一个(诸如与变送器、传感器或其它过程参数测量设备相关联的输入功能);控制功能(诸如与执行PID、模糊逻辑等控制的控制例程相关联的控制功能);或者控制某些设备(诸如阀或传送器电动机)的操作的输出功能以执行在过程控制系统100内的某些物理功能。当然,存在混合和其它类型的功能块。功能块可以存储在控制器111中并且由控制器111执行,当这些功能块用于标准4-20mA设备或某些类型的智能现场设备(例如, **HART®** 设备)或这些功能块与标准4-20mA设备或某些类型的智能现场设备(例如, **HART®** 设备)相关联,或者可能存储在现场设备本身中并由其实施,这可能与 **FOUNDATION®** Fieldbus 设备一样。控制器111中的一个或多个控制模块138可以实现通过执行功能块中的一个或多个来执行的一个或多个控制回路。

[0025] 有线现场设备115-122可以是任何类型的设备,诸如传感器、阀、传送器电动机、变送器、定位器等,而I/O卡126和128可以是任何类型的I/O设备符合适当的通信或控制器协议。例如,现场设备115-118可以通过模拟线路(或组合的模拟和数字线路)与I/O卡126通信的标准4-20mA设备或 **HART®** 设备,而现场设备119-122可以是智能设备,诸如 **FOUNDATION®** Fieldbus 现场设备,其使用 **FOUNDATION®** Fieldbus 通信协议通过数字总线与I/O卡128进行通信。然而,在某些实施例中,有线现场设备115-122中的至少某些和/或I/O卡126,128中的至少一个附加地或可替换地使用主干110以及适合的控制系统协议(例如,Profibus、DeviceNet、Foundation Fieldbus、ControlNet、Modbus、HART等)与控制器111进行通信。

[0026] 在图1中,无线现场设备140-146使用诸如 **WirelessHART®** 协议之类的无线协议经由无线过程控制通信网络170进行通信。这种无线现场设备140-146可以直接与还被配置为无线通信的无线网络170的一个或多个其它设备或节点进行通信。为了与未被配置为无线通信的其它节点通信,无线现场设备140-146可以利用连接到主干110的无线网关135或另一个过程控制通信网络。无线网关135提供从主干110到无线通信网络170的各种无线设备140-158的接入。具体地,无线网关135提供无线设备140-158、有线设备115-128和/或过程控制工厂100的其它节点或设备之间的通信耦合。

[0027] 类似于有线现场设备115-122,无线网络170的无线现场设备140-146执行过程工厂100内的物理控制功能,例如打开或关闭阀、测量过程参数等。然而,无线现场设备140-146被配置为使用网络170的无线协议进行通信。这样,无线现场设备140-146、无线网关135和无线网络的其它无线节点152-158 170可以是无线通信数据包的生产者和消费者。

[0028] 在过程工厂100的某些配置中,无线网络170包括非无线设备。例如,在图1中,现场设备148可以是传统的4-20mA设备,并且现场设备150可以是有线 **HART®** 设备。为了在网络170内通信,现场设备148和150经由无线适配器152A、152B中相应的一个连接到无线通信

网络170。无线适配器152A、152B支持诸如WirelessHART之类的无线协议,并且还可以支持一个或多个其它通信协议,诸如Foundation® Fieldbus、PROFIBUS、DeviceNet等。另外,在某些配置中,无线网络170包括一个或多个网络接入点155A、155B,其可以是与无线网关135有线通信的单个物理设备,或者可以集成在无线网关135内。无线网络170还可以包括一个或多个路由器158以在无线通信网络170内的无线设备之间转发数据包。无线设备140-146和152-158可以通过无线通信网络170的无线链路160和/或经由主干110彼此通信以及与无线网关135通信。

[0029] 在图1中,过程控制系统100包括一个或多个操作员工作站171,其可通信地连接到主干110。经由(多个)操作员工作站171,人类操作员可以监测过程工厂100的运行时间操作以及采取任何诊断、校正、维护和/或可能需要的其它动作。操作员工作站171中的至少某些可以位于工厂100中或附近的各种保护区域处(例如在工厂100的后端环境中),并且在某些情况下,操作员工作站171中的至少某些可以远程定位(但仍然与工厂100通信连接)。(多个)操作员工作站171可以是有线或无线计算设备。

[0030] 示例过程控制系统100在图1中进一步示出为包括一个或多个配置应用172A以及一个或多个配置数据库172B,其中的每一个也通信地连接到主干110。(多个)配置应用172A的各种实例可以在一个或多个计算设备(图1中未示出)上执行以使得用户能够创建或改变过程控制模块并且经由主干110将这些模块下载到过程控制器111和/或其它过程控制器,以及使用户能够创建或更改操作员接口,操作员能够经由该操作员接口查看数据并更改过程控制例程内的数据设置。(多个)配置数据库172B存储配置模块和/或操作员接口。通常,(多个)配置应用172A和(多个)配置数据库172B可以是集中式的并且具有用于过程控制系统100的统一的逻辑外观(尽管配置应用172A的多个实例可以在过程控制系统100内同时执行),并且(多个)配置数据库172B可以被存储在单个物理数据存储设备中或跨越多个数据存储设备进行存储。(多个)配置应用172A、(多个)配置数据库172B及其用户接口(图1中未示出)共同形成用于创建/配置控制和/或显示模块的配置或开发系统172。通常地但非必要地,配置系统172的用户接口与操作员工作站171不同,其中配置系统172的用户接口改为由配置和开发工程师使用,而不管工厂100是否正在实时操作,并且其中操作员工作站171在过程工厂100的实时(或“运行时间”)操作期间被操作员利用。

[0031] 在某些实施例中,如上面所讨论的,(多个)配置应用172A提供系统设计者可以用于配置过程控制系统100的各种对象(例如,控制模块、要由操作员查看的现场设备显示视图等等)。一个这种对象类型或类别可以是互锁配置对象180。互锁配置对象180的每一个实例都可以表示两个具体部件(例如,两个现场设备、或者现场设备和另一种类型的部件等)之间的父/子互锁关系,并且都可以存储在(多个)配置数据库172B中的一个中。例如,互锁配置对象180的实例可以由特定控制模块对象的实例引用。如下面进一步详细讨论的,互锁配置对象180的实例可以用于自动生成互锁链可视化。

[0032] 示例性过程控制系统100还包括一个或多个数据历史应用173A和一个或多个数据历史数据库173B,其中的每一个都通信地连接到主干110。(多个)数据历史应用173A操作以收集跨越主干110提供的数据中的某些或全部,并将数据存储于(多个)数据历史数据库173B中以用于长期存储。类似于(多个)配置应用172A和(多个)配置数据库172B,(多个)数据历史应用173A和(多个)数据历史数据库173B可以是集中式的并且具有对过程控制系统

100的统一的逻辑外观(尽管数据历史记录应用173A的多个实例可以在过程控制系统100内同时执行),并且(多个)数据历史记录数据库173B可以存储在单个物理数据存储设备中或跨越多个数据存储设备。

[0033] 在某些配置中,过程控制系统100包括一个或多个其它无线接入点174,其使用其它无线协议(诸如符合IEEE 802.11的无线局域网协议)、移动通信协议(例如WiMAX(全球微波接入互操作性)、LTE(长期演进)或其它ITU-R(国际电信联盟无线电通信部门)兼容协议)、短波长无线电通信(诸如近场通信(NFC)或蓝牙)和/或其它无线通信协议。通常,这种(多个)无线接入点174允许手持式或其它便携式计算设备(例如,用户接口设备175)通过与无线网络170不同的并支持与无线网络170不同的无线协议的相应无线过程控制通信网络进行通信。例如,无线或便携式用户接口设备175可以是由过程工厂100内的操作员使用的移动工作站或诊断测试装备(例如,操作员工作站171中的一个的实例)。在某些情况下,除了便携式计算设备之外,一个或多个过程控制设备(例如,控制器111、现场设备115-122、无线设备135,140-158等)还使用(多个)无线接入点174支持的无线协议进行通信。

[0034] 注意,尽管图1仅示出了单个过程控制器111以及特定数量的现场设备115-122和140-146,但是无线网关35、无线适配器152、接入点155、路由器1158和无线过程控制通信网络170包括在示例性过程工厂100中,这仅是说明性的而非限制性的实施例。例如,任何数量的控制器111可以被包括在过程控制工厂或系统100中,并且控制器111中的任何一个都可以与任何数量的有线或无线设备和网络115-122、140-146、135、152、152、155、158和170进行通信以控制工厂100中的过程。

[0035] 示例性互锁配置对象

[0036] 如上面所解释的,系统设计者可以使用配置系统172来创建或配置过程控制模块,并将这些模块经由主干110(或另一个网络)发送到过程控制器111和/或其它过程控制器。这些过程控制模块中的一个或多个可以使(多个)接收控制器能够在某些其它设备或部件失效或遇到问题时根据需要自动关闭或断开现场设备或其它部件。例如,配置工程师可以编程泵,如果并且当罐的出口阀失效或以其它方式停止正常操作时,该泵供给罐以自动关闭。根据哪个控制器管理互锁事件,现场设备/部件之间的触发条件以及适当/期望的响应共同形成了“互锁逻辑”。

[0037] 如上所述,在其中利用了面向对象编程的某些实施例中,(多个)配置应用172A提供对于客户/设计者开箱即用(out-of-box)的互锁配置对象(例如,在控制模块内或以其它方式与其相关联)。(多个)系统设计者可以根据需要创建互锁配置对象的实例以生成用于过程控制系统100的互锁逻辑。每一个互锁配置对象都可以表示两个现场设备或其它部件之间的单独的互锁或链接。例如,在上面所描述的泵/罐/阀情况下,互锁配置对象的单个实例可以包括定义出口阀和输入泵之间的互锁的参数。例如,对象实例可以包括具体泵和阀的设备标识符,并且因为出口阀的操作状态指示输入泵是否必须关闭,所以互锁配置对象可以将阀限定为“父”,并且泵限定为互锁关系中的“子”。

[0038] 图2描绘了当配置互锁图1的过程控制系统100(或其它过程控制系统)时可以使用的示例互锁配置对象200。如图2所示,互锁配置对象200与包括互锁配置对象标识符(ID) 210、父设备ID 212、子设备ID 214和其它互锁配置对象属性216的属性相关联。

[0039] 互锁配置对象ID 210是互锁配置对象200的给定实例的唯一标识符,其可以由用

户指定或自动分配。父设备ID 212是用于互锁的父设备的唯一标识符(例如,用于父设备的设备对象实例的ID),并且子设备ID 214是用于互锁的子设备的唯一标识符(例如,子设备的设备对象实例的ID)。在操作中(即,在运行时间期间),当过程控制器(例如,图1的控制器111)得知父设备停止/故障时,控制器访问与父设备相关联的任何互锁对象以自动关闭(多个)子设备或使(多个)子设备断电。

[0040] 应当理解断水,父和子设备不需要在物理上串联耦合,或者甚至不具有任何物理的操作关系。例如,系统设计者可能期望(例如,在测试阶段期间)在单个设备失效时自动关闭所有现场设备,而不是仅关闭物理上游或故障设备下游的设备等。在这种情况下,设计者可以使用互锁配置对象200的多个实例以双向方式将所有现场设备彼此链接(即,使得每一个设备既是每个其它设备的父,又是每个其它设备的子)。

[0041] 其它互锁配置对象属性216可以包括一个或多个其它属性。例如,属性216可以包括指定父和子设备之间的自动关闭的时间和/或顺序的属性、指示是否可以旁路包括由互锁配置对象200表示的互锁的任何互锁链的属性等等。

[0042] 将理解的是,为了配置的目的,互锁配置对象200可以暴露比图2所示更多、更少和/或不同的属性。例如,可以从对象200中省略其它属性216。作为另一个示例,尽管图2中所示的互锁配置对象200仅包括一个父设备和一个子设备的ID,但是在其它实施例和/或情况中,对象200可以包括多个父设备和/或多个子设备的ID。此外,在某些实施例中,对象200可以足够灵活以包括任意数量的父和/或子设备ID。在其它实施例中,必须在其中单个设备或部件具有多于一个父的情况下使用不同的对象实例(或不同的对象),其中单个设备或部件具有多于一个子,和/或其中双向父/子关系是期望的。

[0043] 系统设计者可以通过经由诸如配置系统172的用户接口之类的用户接口输入、配置或以其它方式定义用于各种属性210-216的期望值,来配置互锁配置对象200的实例。但是,在某些实施例中,可以由配置应用172A自动配置或填充属性值210-216中的至少某些(例如,互锁配置对象ID 210)。

[0044] 示例性互锁链图

[0045] 现在将描述各种实施例和场景以说明其中可以自动生成互锁链图并将其呈现给用户/操作员(例如,经由操作员工作站171中的一个或多个和/或用户接口设备175中的一个或多个,在过程控制工厂100的运行时间操作期间)的方式。纯粹为了便于解释,下面所描述的示例性互锁链场景由具有互锁传送器电机的传送器的相对简单的布置组成。然而,将理解的是,本文所描述的技术和可视化可以应用于任何其它适合的部件(例如,阀、泵、传感器等,这些设备的部分、包括多个设备或多个装备的系统或子系统等),以任何物理和/或逻辑组合或排列。

[0046] 首先参考图3,传送器310-314的示例性物理配置300可以存在于图1的过程控制系统100中。传送器310-314的电机可以包括在图1的现场设备115-122中和/或图1的现场设备140-150中。在物理配置300中,传送器310-314处于简单的串联布置中,其中传送器310位于传送器312的上游,并且其中传送器312位于传送器314的上游。因此,传送器310将物料传输/输送到传送器312,并且传送器312将物料传输/输送到传送器314。标签“C-100”、“C-116”和“C-122”是传送器310-314的相应电机的ID。

[0047] 在配置阶段期间,为了防止物料被输送到不起作用的传送器并由此引起堵塞、备

用和/或溢流的情况,系统设计者可能期望创建互锁集合,其指定:传送器310的电机类似于传送器312的电机,并且传送器312的电机类似于传送器314的电机。例如,如果设备对象和互锁配置对象可用于设计者,则设计者可以利用传送器电机的设备对象实例来创建互锁配置对象的实例。例如,图2的互锁配置对象200的第一实例可以指定:传送器310的电机类似于传送器312的电机,并且互锁配置对象200的第二实例可以指定:传送器312的电机类似于传送器的电机。具体地,传送器的电机的ID/指示符(即,“C-100”、“C-116”或“C-122”)可以用作父设备ID 212或对象200的子设备ID 214,以根据需要建立所需的互锁关系。在其它实施例中,设计者可以使用其它非面向对象编程来配置互锁逻辑。

[0048] 在运行时间期间,如上面结合图1所讨论的,操作员(例如,(多个)操作员工作站171中的一个或(多个)用户接口设备175中的一个的用户)可以选择性地查看各种显示以便监测操作,和/或采取诊断、校正、维护和/或其它动作。例如,操作员可以查看包括由现场设备测量的各种参数(例如,温度、压力等)的指示符/读数的控制显示和/或显示各种现场设备的操作状态(例如,操作、停止、超出容限警告等)。

[0049] 在某些实施例中,传送器310-314中的每一个的电机与显示视图相关联。例如,在运行时间期间,操作员可以为“C-122”电机选择显示视图,并且响应于显示应用(例如,在操作员工作站171或操作员的用户接口设备175上执行)可以存在关于C-122电机当前状态的信息。显示视图可以指示C-122电机当前是否处于通电/操作状态,当前是否存在C-122电机的故障或错误消息等。显示视图还可以指示哪些设备(如果有的话)是C-122电机的上游和下游(即,在图3的场景下,指示设备ID“C-116”在C-122电机的上游)。

[0050] 如果在运行时间期间触发互锁,则可以向操作员显示互锁链信息。该信息可以自动显示(例如,在当前正在查看的设备显示内,如果该设备被互锁事件停止),或者可能需要操作员的某些动作(例如,点击或以其它方式选择“互锁帮助”按钮或设备显示视图上的其它虚拟控制等)。图4描绘了互锁信息400的示例,该互锁信息400可以在包括传送器310-314的电机的互锁链触发互锁之后呈现给操作者。包含互锁信息400的窗口可以从与传送器310相关联的C-100电机的设备显示视图中启动。在其它实施例中,互锁信息400可以以不同的方式呈现(例如,在包含设备显示视图的同一个窗口内等)。

[0051] 互锁信息400包括互锁链图410,该互锁链图410具有与由系统设计者为传送器310-314的电机配置的互锁链相对应的单个互锁链显示412。在示例性互锁链可视化412中,传送器电动机中的每一个都由不同的图形元素表示,并且根据配置的父/子关系来布置图形元素(例如,如在互锁配置对象200的相应实例中所指定的)。

[0052] 为了确保互锁链可视化412表示互锁逻辑的当前状态,显示应用可以通过分析/解释当前互锁逻辑来生成互锁链可视化412。例如,如果面向对象的编程被用于配置过程控制系统100,则显示应用可以分析互锁配置对象200的实例以生成互锁链可视化412。在一个实施例中,例如,显示应用识别所有互锁配置对象200的实例,该互锁配置对象200(例如,在字段/属性212或字段属性214中的任一个中)引用与当前选择的设备显示视图相对应的设备。显示应用还可以确定哪些其它设备在那些对象实例中被引用,并且针对每一个这种设备重复该过程(即,识别参考这种设备的互锁配置对象200的所有实例等),直到没有找到新设备。在识别了所有相关对象实例(或者仍然这样做)之后,显示应用可以使用指定的父/子关系来建立互锁链可视化412。

[0053] 因此,与常规过程控制系统的显示不同,互锁链可以以其当前形式可视化,而不必要求设备显示视图或任何其它显示视图的任何手动配置。而且,示例性互锁链图410包括虚拟重置控件420,操作员可以激活该虚拟重置控件420以重置由互锁链可视化412表示的互锁链内的所有设备。这可以通过避免需要以下方面来节省操作员大量的时间:(1)浏览不同的、链接设备的显示视图,以及(2)逐个激活每一个这种显示视图中的重置控制。而且,以这种方式可以避免重置过程中的人为错误(例如,忘记重置链中的一个设备等)。在图4的实施例中,互锁链图410还包括虚拟旁路控制422,操作员可以激活该旁路(bypass)控制器以旁路(bypass)可视链条的互锁。尽管图4将复位控制420和旁路控制422描绘为虚拟按钮,但是其它实施例可以使用虚拟拨动开关、可选菜单项等。而且,在某些实施例中,可能需要操作员在选择复位控制420或旁路控制422之后(例如,通过选择虚拟的“确认”按钮)指示确认。

[0054] 传送器510-520的稍微更复杂的示例性物理配置500在图5中示出。传送器510-520的电机可以包括例如在图1的现场设备115-122中和/或在图1的现场设备140-150中。标签“C-47”、“C-48”、“C-30”等是传送器510-520的相应电机的ID。传送器510-520的电机可以与设备对象相关联,并且互锁关系可以以与上面结合图3所讨论的类似的方式与互锁对象相关联。同样如上面所讨论的,如果在运行时间期间触发互锁,则互锁链信息可以自动地或响应于操作员的一个或多个动作而向操作员显示。

[0055] 图6A描绘了互锁信息600的示例,其可以在用于包括针对传送器510-520的电机的互锁链已经触发互锁之后呈现给操作员,并且该互锁信息从用于与传送器518相关联的C-19电动机的设备显示视图中启动。互锁信息600包括具有三个部分的互锁链图610,每一个与已经被触发的不同(但相关)互锁链的可视化相关联。互锁信息600还包括哪个互锁链包括触发互锁的部件的指示符(即,在该示例性场景中,如文本“首先输出:互锁2”所示的互锁2)。替代地,互锁链图610可以仅使操作员能够查看包括从其显示启动了互锁信息600的设备或部件的链的可视化(在此,标为“互锁2”的可视化612包括图形化表示C-19电机)。在图6A的示例性实施例中,操作员可以一次只查看三个互锁链可视化中的一个(例如,在所描绘的场景中,互锁链可视化612)。所有其它可视化可以被折叠或隐藏,直到操作员选择另一个(例如,通过点击与该链相关联的互锁链图610中的部分)。在某些实施例中,一个或多个规则可以管理哪个可视化首先出现(例如,包括从其显示视图启动互锁信息600的现场设备的链的可视化,和/或包括主要互锁的来源/原因的链的可视化等)。在图6A的实施例中,例如,由于在该链中包括了C-19马达,因此互锁链图610可以初始显现。操作员然后可以选择任何其它链可视化,导致该可视化出现并且可视化612被隐藏或折叠。

[0056] 生成互锁链图610的显示应用可以基于选定的、互锁设备的互锁链和共享公共父或“根”部件的其它互锁链之间的关系来确定创建/呈现多少链可视化。例如,在物理配置500中,三个互锁链共享父C-48电机(因此具有相同的根设备,即C-30电机):第一链包括C-47、C-48、和C-30电机,第二条链条包括C-22、C-19、C-48、和C-30电机,第三条链条包括C-54、C-48和C-30电机。因此,互锁链图610包括三个可展开/可折叠部分以便于可视化三个不同但相关的互锁链。

[0057] 如图6A所示,互锁链图610还在用于互锁链可视化612的部分中包括虚拟重置控件620和旁路控制622,其可以分别类似于图4的控制420和422。在所描绘的实施例中,对于其它两个链中的每一个都包括类似的控制。尽管图6A显示了其中操作员可以重置或旁路链中

的设备而无需扩展相应的可视化的情况,但是其它实施例可以隐藏这种控制,直到使相应的链可视化变得可见。

[0058] 在示例性互锁链图610中,每一个互锁链可视化在显示时被完整地显示出(即,从第一父或“根”部件到最后一个子部件)。然而,在其它实施例中,在给定的链可视化中显示出的部件的数量取决于(1)(例如,由故障)引起互锁的部件的位置和/或(2)部件在从其显示视图链中启动互锁信息600的位置。在一个这种实施例中,互锁链可视化仅显示(并且包括)当前选择的部件和互锁/停止的原因/来源(即,设备或最终负责自动停止用户选择的部件的其它部件)之间的链的部分。

[0059] 作为这样的实施例的示例,图6B描绘了在C-48电机已经触发互锁并且用户和/或显示应用已经启动来自C-19电机的设备显示视图的互锁信息640的视图的情况下的互锁信息640。如图6B所示,在互锁链图650内,用于“互锁2”的互锁链可视化652现在仅包括C-48和C-19电机的图形表示。如果在C-48和C-19电机之间的互锁链中包括附加的设备或部件,则可视化652将还包括那些中间设备/部件的图形表示。

[0060] 而且,在替代性实施例中,互锁链图可以以组合方式描绘多个互锁链。作为这种实施例的仅仅一个示例,图6C描绘了包括互锁链图670的互锁信息660,互锁链图670同时显示了与图5的物理配置500相对应的全部三个互锁链。虚拟重置控件680和旁路控制682可以由操作员利用来重置(或绕开互锁)收集相关互锁链中的所有设备或部件(或者单独的控制可能仍然针对单独的互锁链进行显示等)。

[0061] 尽管在图4和6A-6C中将每一个图形元素都描绘为包括设备ID的矩形,但是可以使用其它图形元素或表示(例如,圆形、裸露ID、传送器电机图标等)。而且,尽管图4和6A-6C利用从父指向子的箭头描绘了左边的父和右边的子,但是其它实施例可以不同地描绘父/子关系(例如,向下级联、作为嵌套方框等)。

[0062] 此外,在替代性实施例中,可以独立于任何现场设备显示视图呈现或启动诸如图4和6A-6C中所示的互锁可视化链。例如,当互锁事件发生时,或者当操作员从控制模块显示视图中选择特定菜单项、标签或其它控制等时,可以自动出现显示(或提供链接到)用于所有当前互锁设备的互锁链(或所有当前被绕开的互锁链等)的可视化的新窗口。

[0063] 示例互锁链可视化方法

[0064] 图7描绘了在过程控制系统中可视化一个或多个互锁链的示例性方法700,该过程控制系统包括多个现场部件(例如,传送器电机、泵、阀、传感器和/或其它设备、装备、子系统等)。例如,现场部件可以由图1的现场设备115-122和/或140-150的子集组成或者包括现场设备115-122和/或140-150,并且可以或可以不包括过程控制系统内的所有现场部件。根据一个或多个过程控制模块(例如,图1的过程控制例程138),现场部件实现相应的功能(例如,物理功能,诸如移动物料、打开或关闭阀、泵送液体、感测物理特征或参数等)。方法700可以部分地或全部地由操作员工作站171中的一个或多个、图1的用户接口设备175中的一个或多个、和/或一个或多个其它设备或例如执行存储在一个或多个存储器中的显示应用的图1的过程控制系统100执行。

[0065] 在方法700的块702处,检测到引起(或处于引起过程中的)现场部件中的至少第一现场部件的停止的互锁事件。第一字段部件可能是或可能不是互锁事件的来源(即,可能是或可能不是由未能适当工作而触发互锁的部件)。作为一个示例,块702可以通过从图1的过

程控制器111并经由主干110接收指示特定互锁链已经停止或断电的数据来实现。过程控制器111可以响应于从多个现场部件(或监控该部件的操作的传感器等)接收到指示部件停止工作(或不再在故障容限范围内操作等)的错误或故障代码(或其它信息)而启动链的互锁/停止。

[0066] 在块704处,获得与多个现场部件相关联的预配置互锁逻辑数据。块704可以在块702之前和/或之后出现。可以由一个或多个系统设计者手动配置的互锁逻辑数据指定触发针对多个现场部件中的每一个的互锁的条件。在其中(多个)系统设计者使用面向对象编程来配置过程控制系统种的某些或全部的某些实施例中,互锁逻辑数据包括定义符合特定的面向对象的编程协议的互锁配置对象的数据。在这种实施例中,互锁配置对象(例如,对象实例)中的每一个都可以表示多个现场部件中的相应的一对现场部件之间的互锁关系。例如,可以使用图2的互锁配置对象200或类似的对象。

[0067] 在块706处,通过分析在块704处获得的互锁逻辑数据来自动生成至少第一互锁链可视化。如块704一样,块706可在块702之前和/或之后出现。块706可以包括自动生成需要呈现包括至少第一互锁链可视化的显示的GUI数据,使得该显示可以呈现给用户。第一互锁链可视化图示地指示多个现场部件的至少一个子集(包括第一现场部件和多个现场部件中的至少一个其它现场部件)之间的互锁依赖性。现场部件可以由相应的图形元素(诸如长方形、圆形、图标等)表示。如果在块704处获得的互锁逻辑数据包括互锁配置对象(例如,对象实例),则块706可以包括至少部分基于那些互锁配置对象(例如,如上面所讨论的,通过分析每一个对象的父和子属性,使用父和/或子设备的设备标识符来识别与那些父/子设备相关联的其它互锁配置对象设备等)自动生成第一互锁链可视化。

[0068] 在块708处,使得至少第一互锁链可视化经由计算设备的用户接口呈现给用户(例如,人类操作员)。例如,在块708处生成的显示数据可以由实现方法750的计算设备(例如,图1的(多个)操作员工作站171或(多个)用户接口设备175中的一个)用来显示用户的第一互锁链可视化,或者替代地,显示数据可以由这种计算设备传输到将向用户显示第一互锁链可视化的另一个计算设备或终端。

[0069] 在某些实施例中,方法700包括图7中未示出的附加块。例如,方法700可以包括附加块,其中向用户呈现第一现场部件的设备显示视图(例如,先前到或同时显示第一互锁链可视化)。这种块可以包括使得与第一现场部件相关联的信息(例如,第一现场部件的状态和/或由第一现场部件获得的测量结果)经由用户接口呈现给用户。而且,在这种实施例中,在块706处生成的第一互锁链可视化可以仅在第一现场部件的图形表示和触发互锁事件的现场部件的图形表示之间延伸。替代地,第一互锁链可视化可以至少在第一互锁链的根现场部件的图形表示和第一现场部件的图形表示之间延伸直至(可能)包括所有这些部件的整个互锁链。

[0070] 方法700还可以包括类似于块706的块(在图7中也未示出),其中自动生成了第二不同的互锁链可视化,其中第二链可视化与第一链可视化有关。例如,第一互锁链可视化可以至少在第一互锁链和第二互锁链之间共享的现场部件的图形表示和第一现场部件的图形表示之间延伸,并且第二互锁链可视化可以至少在共享现场部件的图形表示(或该共享现场部件的另一个图形表示)和第二现场部件的图形表示之间延伸。在这种实施例中,块708还可以使得第二互锁链可视化经由用户接口呈现给用户(例如,与第一互锁链可视化同

时,或者在稍后响应于用户选择第二互锁链可视化时)。

[0071] 方法700还可以或者替代地包括第一附加块、第二附加块以及第三附加块,其中单个的复位控制经由用户接口呈现给用户(例如,与第一互锁链可视化同时),在第二附加块中检测到重置控制的用户激活,并且在第三附加块中,响应于检测到用户激活重置控制,使得重置多个现场部件中的至少第一子集(例如,第一互锁链可视化中表示的所有现场部件的重置,并且可能还有包括在互锁链中但未示出的任何部件)。例如,实现方法700的计算设备可以向图1的过程控制器111发送请求或命令以重置适当的现场部件。

[0072] 另外,方法700还可以或者替代地包括在互锁逻辑被重新配置(例如,由系统设计者)之后与后续可视化相关的附加块。例如,在图7中看到的块之后出现的第一附加块(类似于块702)中,可以检测引起(或处于引起过程中)多个现场部件中至少第二现场部件的停止的后续互锁事件。在第二附加块(类似于块704)中,可以获得与多个现场部件相关联的更新的互锁逻辑数据,其中更新的互锁逻辑数据指定触发针对多个现场部件中的至少某些中的每一个的互锁的新条件。在第三附加块(类似于块706)中,通过分析更新的互锁逻辑数据来自动生成至少第二互锁链可视化。类似于第一互锁链可视化,第二互锁链可视化可以图形地指示多个现场部件的至少第二子集之间的互锁依赖性。第二子集可以包括第二现场部件和多个现场部件中的至少一个其它现场部件。在第四附加块(类似于块708)中,使得至少第二互锁链可视化经由用户接口呈现给用户(或另一个用户)。

[0073] 本发明的方面

[0074] 在本公开内容中所描述的技术的实施例可以包括单独或组合的任何数量的以下方面:

[0075] 方面1.一种可视化过程控制系统中的一个或多个互锁链的方法,其中,所述过程控制系统中的多个现场部件根据一个或多个过程控制模块实现多个相应功能,并且其中,所述方法包括:(1)由一个或多个计算设备检测到使得所述多个现场部件中的至少第一现场部件停止的互锁事件;(2)由所述一个或多个计算设备获得与所述多个现场部件相关联的预配置互锁逻辑数据,其中,所述预配置互锁逻辑数据指定触发所述多个现场部件中的每一个现场部件的互锁的条件;(3)通过所述一个或多个计算设备分析所述预配置互锁逻辑数据,自动生成至少第一互锁链可视化,其中,所述第一互锁链可视化图形地指示所述多个现场部件中的至少第一子集中的互锁依赖性,并且其中,所述第一子集包括(i)所述第一现场部件和(ii)所述多个现场部件中的至少一个其它现场部件;以及(4)由所述一个或多个计算设备使得至少所述第一互锁链可视化经由用户接口呈现给用户。

[0076] 方面2.根据方面1所述的方法,其中:(1)所述预配置互锁逻辑数据包括定义符合面向对象编程协议的多个互锁配置对象的数据;(2)所述多个互锁配置对象中的每一个互锁配置对象都表示在所述多个现场部件中的现场部件的相应对之间的互锁关系;以及(3)自动生成至少所述第一互锁链可视化包括至少部分基于所述多个互锁配置对象自动生成所述第一互锁链可视化。

[0077] 方面3.根据方面1或方面2所述的方法,还包括由所述一个或多个计算设备使得与所述第一现场部件相关联的信息经由所述用户接口呈现给所述用户,其中,与所述第一现场部件相关联的信息包括以下中的一个或两个:(i)所述第一现场部件的状态,以及(ii)由所述第一现场部件获得的测量结果。

[0078] 方面4.根据方面1至3中任一方面所述的方法,其中,自动生成至少第一互锁链可视化包括自动生成仅在所述第一现场部件的图形表示和触发所述互锁事件的另一个现场部件的图形表示之间延伸的第一互锁链可视化。

[0079] 方面5.根据方面1至3中任一方面所述的方法,其中,自动生成至少第一互锁链可视化包括自动生成至少在所述第一互锁链的根现场部件的图形表示和所述第一现场部件的图形表示之间延伸的第一互锁链可视化。

[0080] 方面6.方面1至3中任一方面所述的方法,包括:(1)由所述一个或多个计算设备自动生成第一互锁链可视化,所述第一互锁链可视化至少在(i)在所述第一互锁链和第二互锁链之间共享的现场部件的图形表示和(ii)所述第一现场部件的图形表示之间延伸;(2)由所述一个或多个计算设备自动生成第二互锁链可视化,所述第二互锁链可视化至少在(i)所述共享的现场部件的所述图形表示或所述共享的现场部件的另一个图形表示和(ii)所述多个现场部件中的第二现场部件的图形表示之间延伸;以及(3)由所述一个或多个计算设备使得至少所述第一互锁链可视化和所述第二互锁链可视化经由所述用户接口呈现给所述用户,其中,所述第二现场部件的图形表示未包括在所述第一互锁链可视化中,并且所述第一现场部件的图形表示未包括在所述第二互锁链可视化中。

[0081] 方面7.根据方面6所述的方法,其中,使得至少所述第一互锁链可视化和所述第二互锁链可视化经由所述用户接口呈现给所述用户包括:(1)使得所述第一互锁链可视化经由所述用户接口呈现给所述用户;以及(2)响应于所述用户选择所述第二互锁链可视化,使得所述第二互锁链可视化经由所述用户接口呈现给所述用户,并且使得所述第一互锁链可视化隐藏在所述用户接口上。

[0082] 方面8.根据方面1至7中任一方面所述的方法,还包括:(1)由所述一个或多个计算设备使得单个重置控件经由所述用户接口与所述第一互锁链可视化同时呈现给所述用户;(2)由所述一个或多个计算设备检测到用户激活所述单个重置控件;以及(3)响应于检测到所述用户激活所述单个重置控件,由所述一个或多个计算设备使得对所述多个现场部件的至少所述第一子集重置。

[0083] 方面9.根据方面1至8中任一方面所述的方法,还包括:(1)由所述一个或多个计算设备检测到使得所述多个现场部件中的至少第二现场部件停止的后续互锁事件;(2)由所述一个或多个计算设备获得与所述多个现场部件相关联的更新的互锁逻辑数据,其中,所述更新的互锁逻辑数据指定触发所述多个现场部件中的至少某些现场部件中的每一个现场部件的互锁的新条件;(3)通过所述一个或多个计算设备分析所述更新的互锁逻辑数据,自动生成至少第二互锁链可视化,其中,所述第二互锁链可视化图形地指示所述多个现场部件的至少第二子集中的互锁依赖性,并且其中,所述第二子集包括(i)所述第二现场部件和(ii)所述多个现场部件中的至少一个其它现场部件;以及(4)由所述一个或多个计算设备使得至少所述第二互锁链可视化经由所述用户接口进行呈现。

[0084] 方面10.一种用于可视化过程控制系统中的一个或多个互锁链的系统,其中,所述过程控制系统中的多个现场部件根据一个或多个过程控制模块实现多个相应功能,并且其中,所述系统包括配置数据库、一个或多个计算设备以及存储指令的一个或多个存储器,所述指令当由所述一个或多个计算设备的一个或多个处理器执行时使得所述一个或多个计算设备执行以下动作:(1)检测到使得所述多个现场部件中的至少第一现场部件停止的互

锁事件；(2) 从所述配置数据库获得与所述多个现场部件相关联的预配置互锁逻辑数据，其中，所述预配置互锁逻辑数据指定触发所述多个现场部件中的每一个现场部件的互锁的条件；(3) 通过分析所述预配置互锁逻辑数据以自动生成至少第一互锁链可视化，其中，所述第一互锁链可视化图形地指示所述多个现场部件的至少一个第一子集中的互锁依赖性，并且其中，所述第一子集包括 (i) 所述第一现场部件和 (ii) 所述多个现场部件中的至少一个其它现场部件，以及 (4) 使得至少所述第一互锁链可视化经由用户接口呈现给用户。

[0085] 方面11. 根据方面10所述的系统，其中：(1) 所述预配置互锁逻辑数据包括定义符合面向对象编程协议的多个互锁配置对象的数据；(2) 所述多个互锁配置对象中的每一个互锁配置对象都表示所述多个现场部件中的各对现场部件之间的互锁关系；以及 (3) 所述指令使得所述一个或多个计算设备至少部分地基于所述多个互锁配置对象自动地生成至少所述第一互锁链可视化。

[0086] 方面12. 根据方面10或方面11所述的系统，所述指令还使得所述一个或多个计算设备使得与所述第一现场部件相关联的信息经由所述用户接口呈现给所述用户，其中，与所述第一现场部件相关联的信息包括以下中的一个或两个：(i) 所述第一现场部件的状态和 (ii) 由第一个现场部件获得的测量结果。

[0087] 方面13. 根据方面10至12中任一方面所述的系统，其中，所述第一互锁链可视化仅在所述第一现场部件的图形表示和触发所述互锁事件的另一个现场部件的图形表示之间延伸。

[0088] 方面14. 根据方面10至12中任一方面所述的系统，其中，所述第一互锁链可视化至少在所述第一互锁链的根现场部件的图形表示和所述第一现场部件的图形表示之间延伸。

[0089] 方面15. 根据方面10至12中任一方面所述的系统，其中，所述指令使得所述一个或多个计算设备执行以下动作：(1) 自动生成第一互锁链可视化，所述第一互锁链可视化至少在 (i) 在所述第一互锁链和第二互锁链之间共享的现场部件的图形表示和 (ii) 所述第一现场部件的图形表示之间延伸；(2) 自动生成第二互锁链可视化，所述第二互锁链可视化至少在 (i) 所述共享的现场部件的图形表示或所述共享的现场部件的另一个图形表示和 (ii) 所述多个现场部件中的第二现场部件的图形表示之间延伸；以及 (3) 使得至少所述第一互锁链可视化和所述第二互锁链可视化经由所述用户接口呈现给所述用户，其中，所述第二现场部件的图形表示未包括在所述第一互锁链可视化中，并且所述第一现场部件的图形表示未包括在所述第二互锁链可视化中。

[0090] 方面16. 根据方面10至15中任一方面所述的系统，其中，所述指令还使得所述一个或多个计算设备执行以下动作：(1) 使得单个重置控件经由所述用户接口与所述第一互锁链可视化同时呈现给所述用户；(2) 检测到所述单个重置控件的用户激活；以及 (3) 响应于检测到所述单个重置控件的所述用户激活，使得对所述多个现场部件的至少所述第一子集重置。

[0091] 方面17. 一种存储指令的非暂时性计算机可读介质，所述指令当由一个或多个计算设备执行时使得所述一个或多个计算设备执行以下步骤：(1) 检测到使得过程控制系统中的多个现场部件中的至少第一现场部件停止的互锁事件，其中，所述多个现场部件根据一个或多个过程控制模块实现多个相应的物理功能；(2) 获得与所述多个现场部件相关联的预配置互锁逻辑数据，其中，所述预配置互锁逻辑数据条件触发所述多个现场部件中的

每一个现场部件的互锁；(3)通过分析所述预配置互锁逻辑数据来自动生成至少第一互锁链可视化,其中,所述第一互锁链可视化图形地指示所述多个现场部件的至少第一子集中的互锁依赖性,并且其中,所述第一子集包括(i)所述第一现场部件和(ii)所述多个现场部件中的至少一个其它现场部件;以及(4)使得至少所述第一互锁链可视化经由用户接口呈现给用户。

[0092] 方面18.根据方面17所述的非暂时性计算机可读介质,其中:(1)所述预配置互锁逻辑数据包括定义符合面向对象编程协议的多个互锁配置对象的数据;(2)所述多个互锁配置对象中的每一个互锁配置对象都表示所述多个现场部件中的各对现场部件之间的互锁关系;以及(3)所述指令使得所述一个或多个计算设备至少部分地基于所述多个互锁配置对象自动生成至少所述第一互锁链可视化。

[0093] 方面19.方面17或方面18的非暂时性计算机可读介质,其中,所述第一互锁链可视化仅在所述第一现场部件的图形表示与触发所述互锁事件的另一个现场部件的图形表示之间延伸。

[0094] 方面20.方面17至19中任一方面所述的非暂时性计算机可读介质,其中,所述指令还使得所述一个或多个计算设备执行以下步骤:(1)使得单个重置控件经由所述用户接口与所述第一互锁链可视化同时呈现给用户;(2)检测到对用户激活所述单个重置控件;以及(3)响应于检测到所述用户激活所述单个重置控件,使得对所述多个现场部件的至少所述第一子集进行重置。

[0095] 当以软件实施时,本文中所描述的应用和功能中的一个或多个可以作为指令存储在任何有形的、非暂时性计算机可读存储器中(诸如在磁盘、激光盘、固态存储器设备、分子存储器存储设备或其它存储介质中),在计算机或处理器的RAM或ROM中等。尽管本文所公开的示例性系统被公开为包括在硬件上执行的软件和/或固件等部件,但是应当注意的是,这种系统仅仅是说明性的,不应当被认为是限制性的。例如,可以设想,这些硬件、软件和固件部件中的任何一个或全部可以仅以硬件、排他地以软件、或以硬件和软件的任意组合来体现。因此,尽管本文所描述的示例性系统被描述为以在一个或多个计算机设备的处理器上执行的软件来实现,但是本领域的普通技术人员将容易理解的是,所提供的示例不是实现这种系统的唯一方式。

[0096] 因此,尽管已经参考旨在仅用于说明而非限制本发明的特定示例描述了本发明,但是对于本领域普通技术人员来说显而易见的是改变、添加或删除可以对所公开的实施例进行而不偏离本发明的精神和范围。

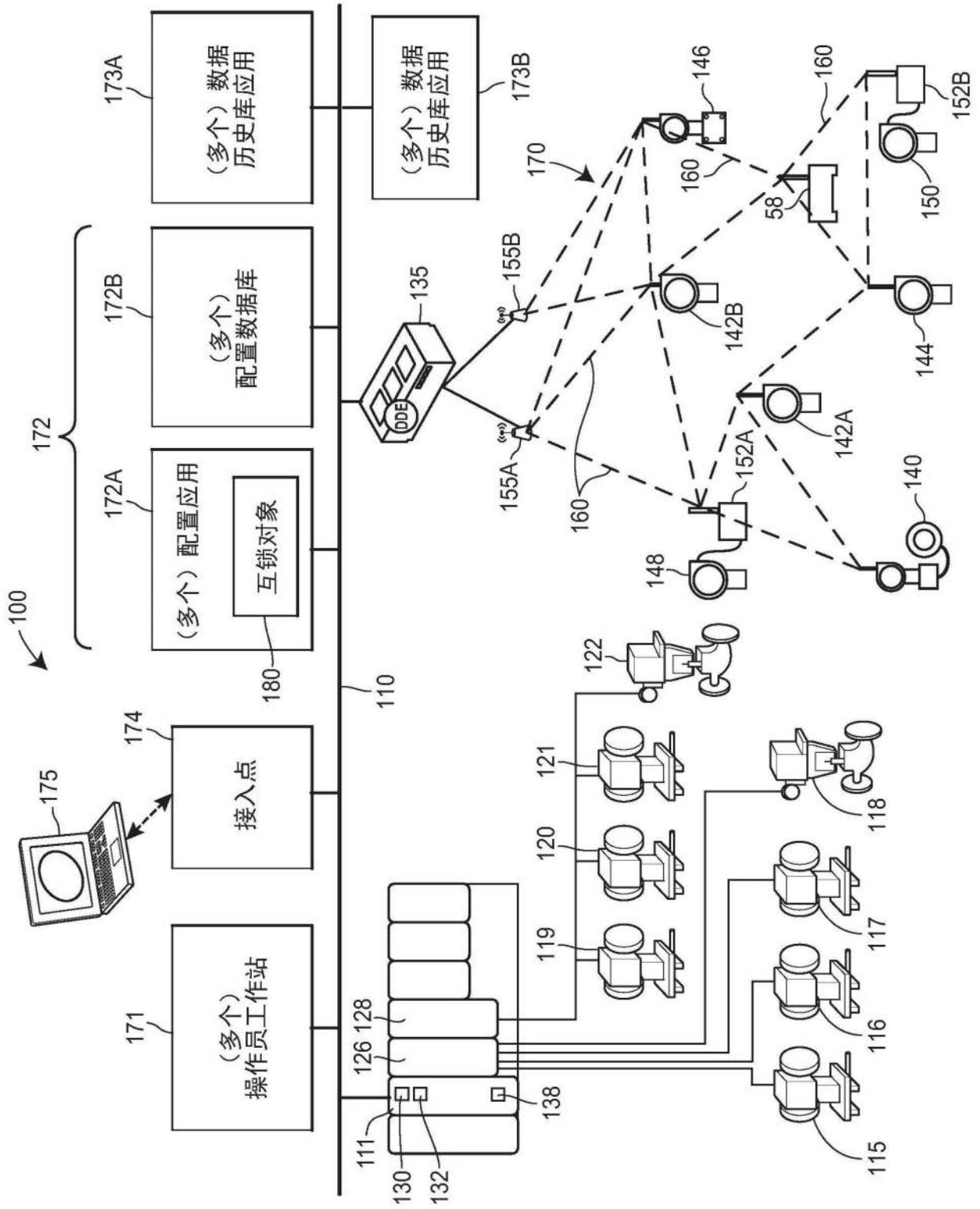


图1

200

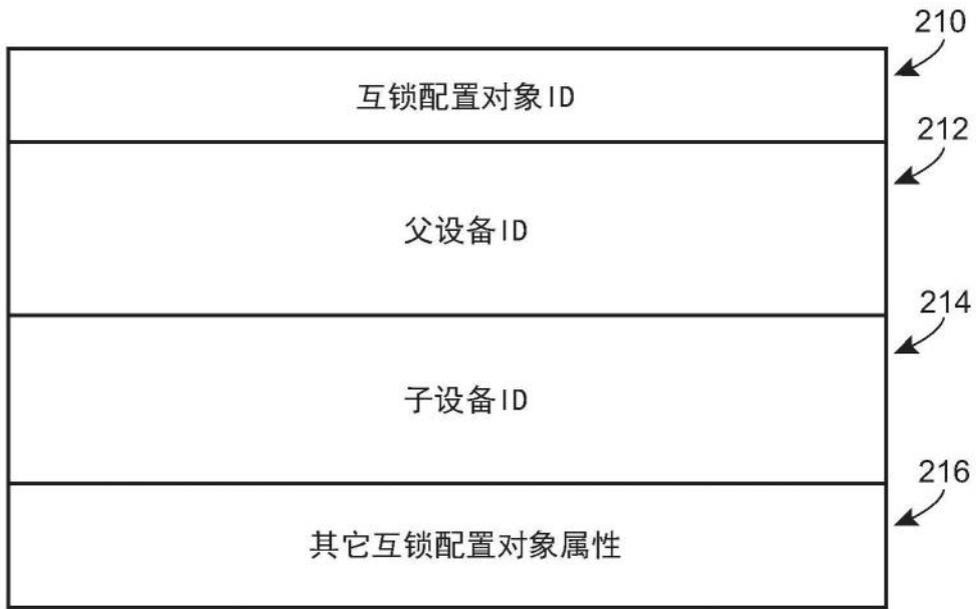


图2

300

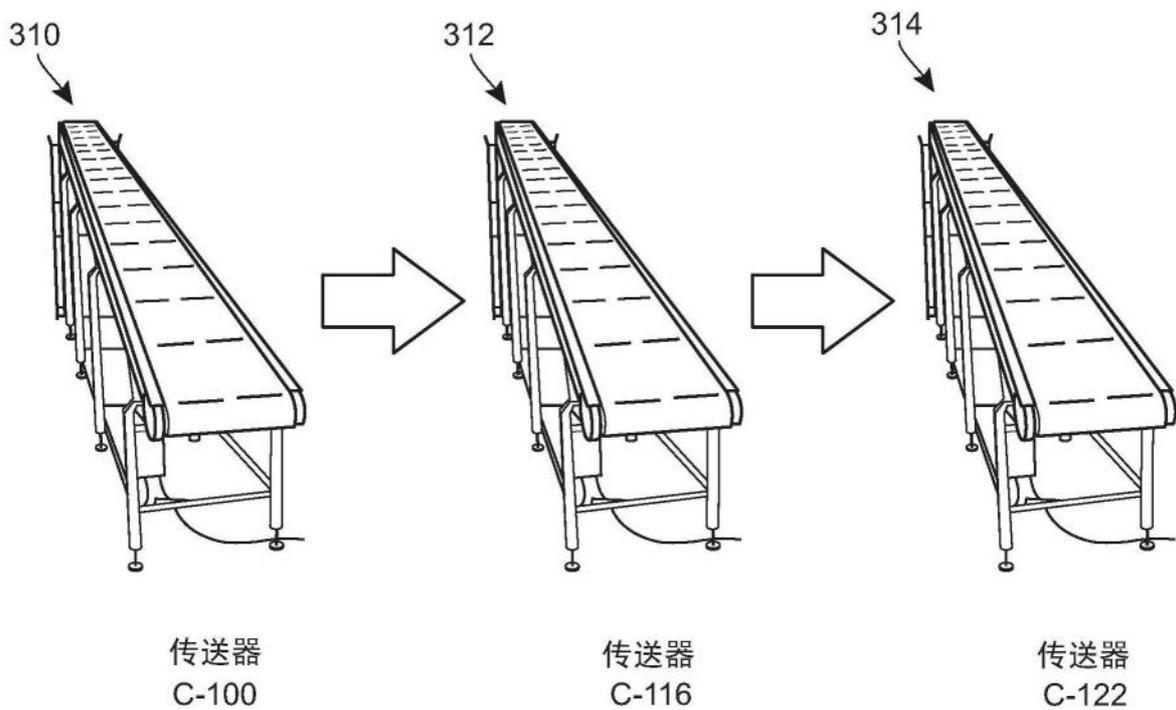


图3

400

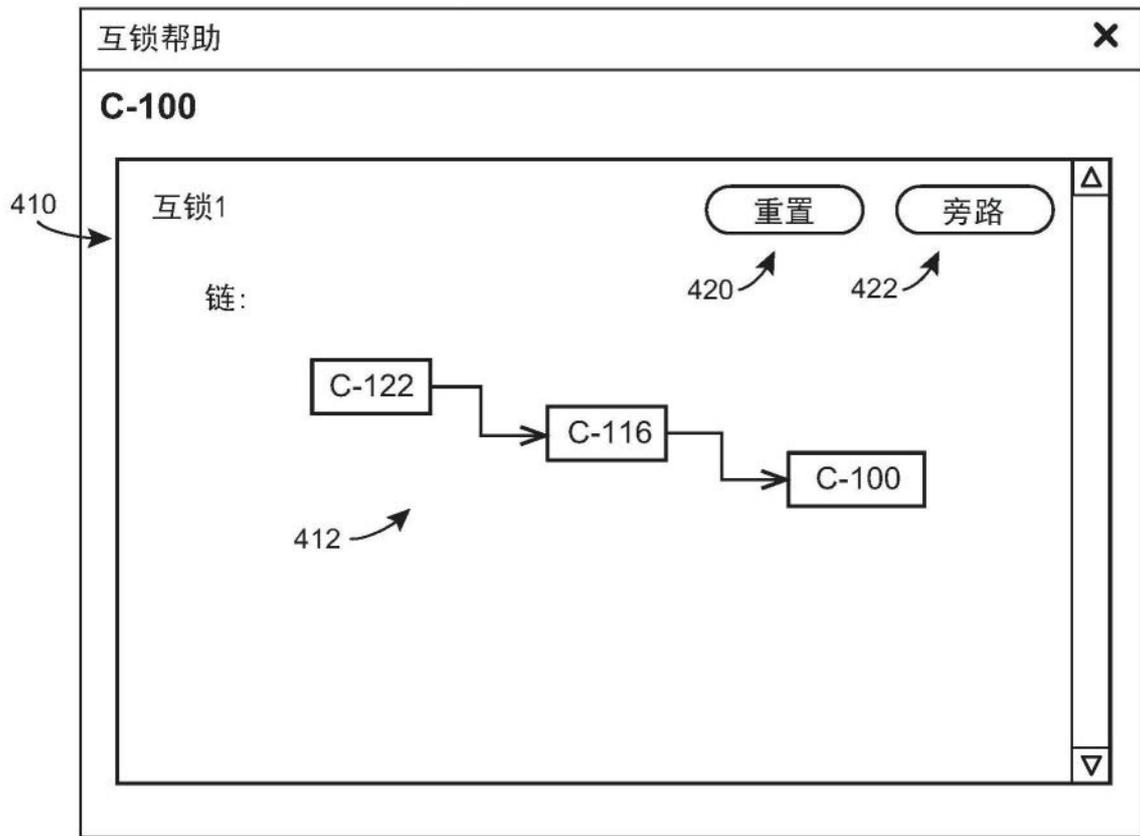


图4

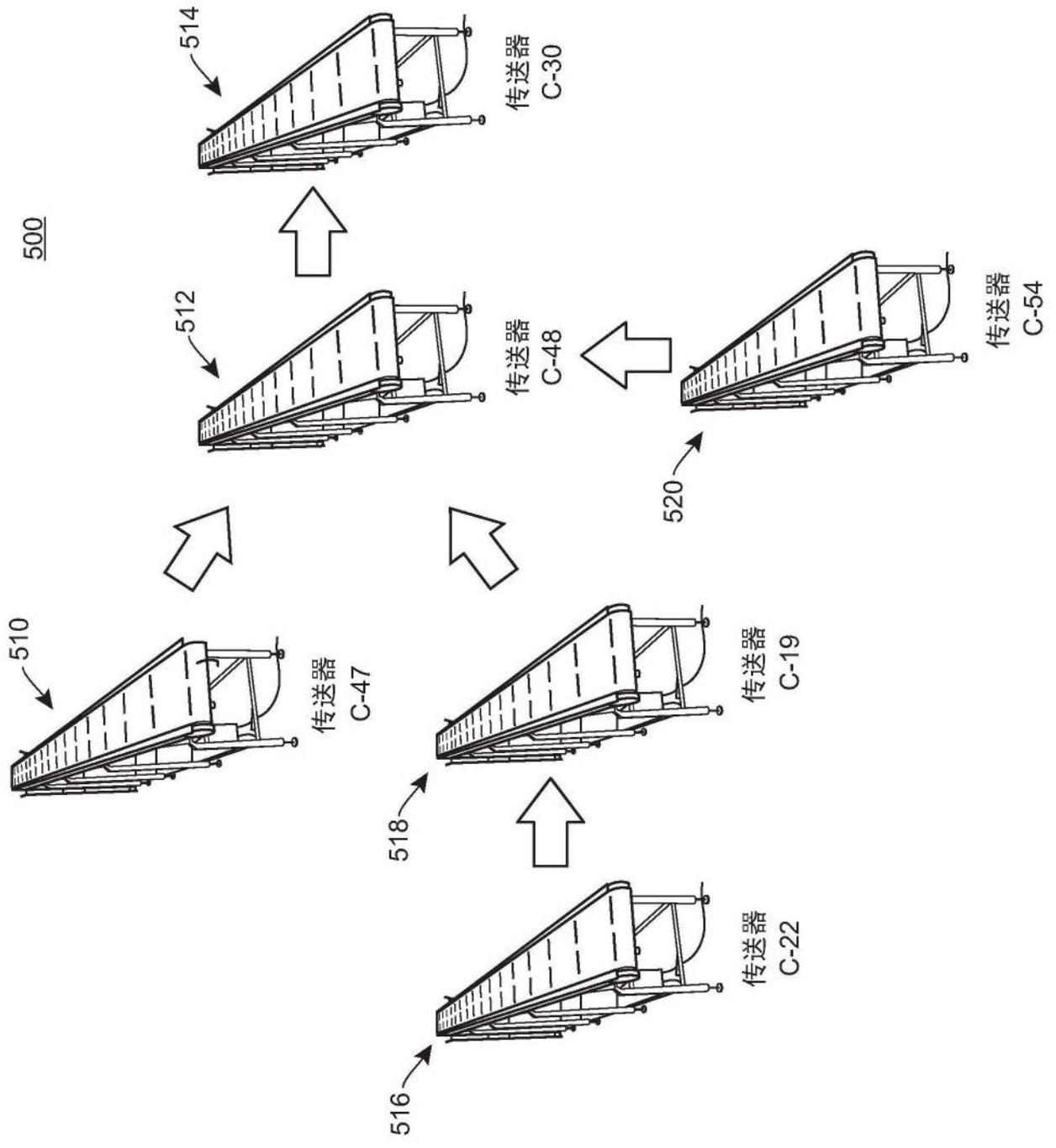


图5

600

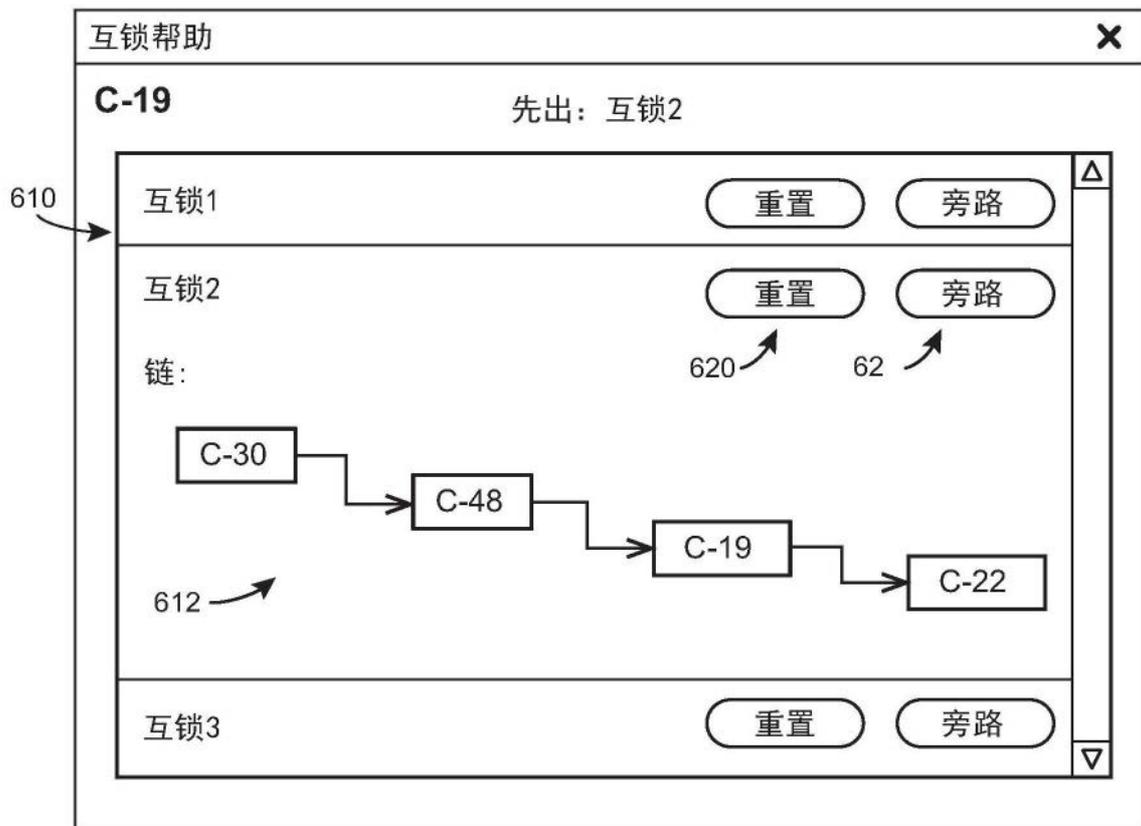


图6A

640

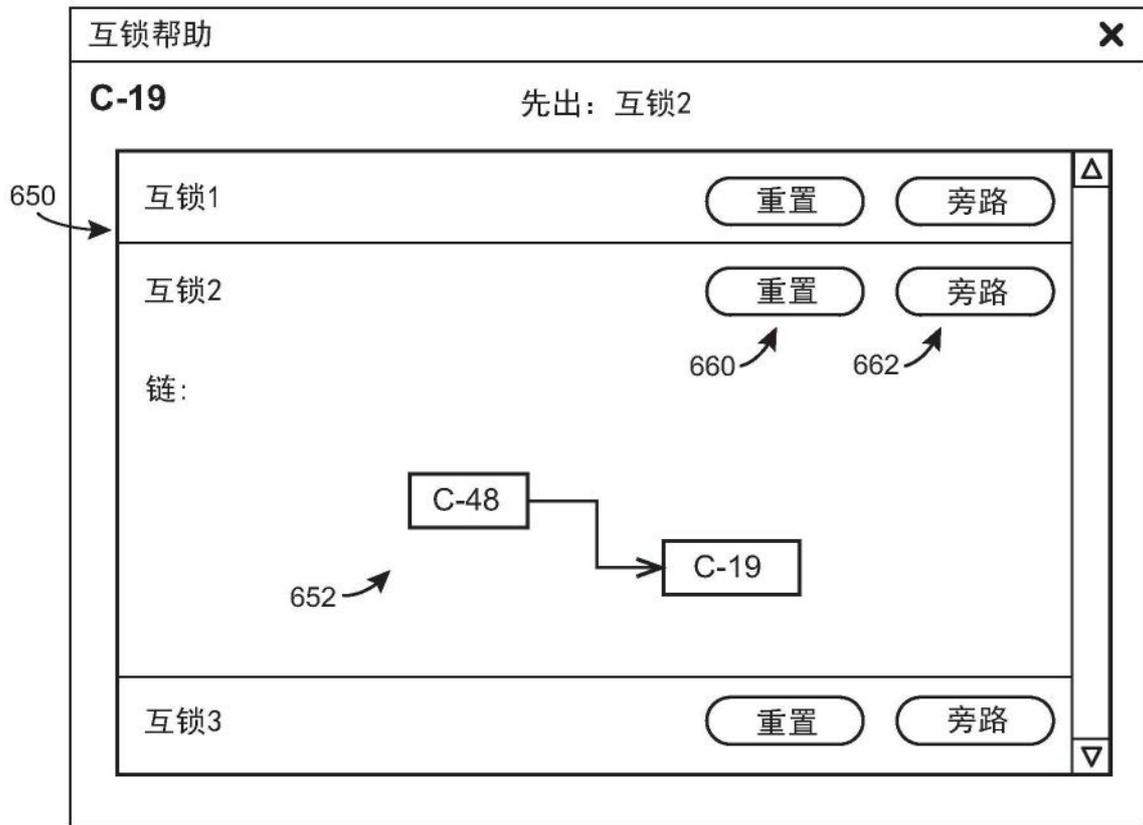


图6B

660

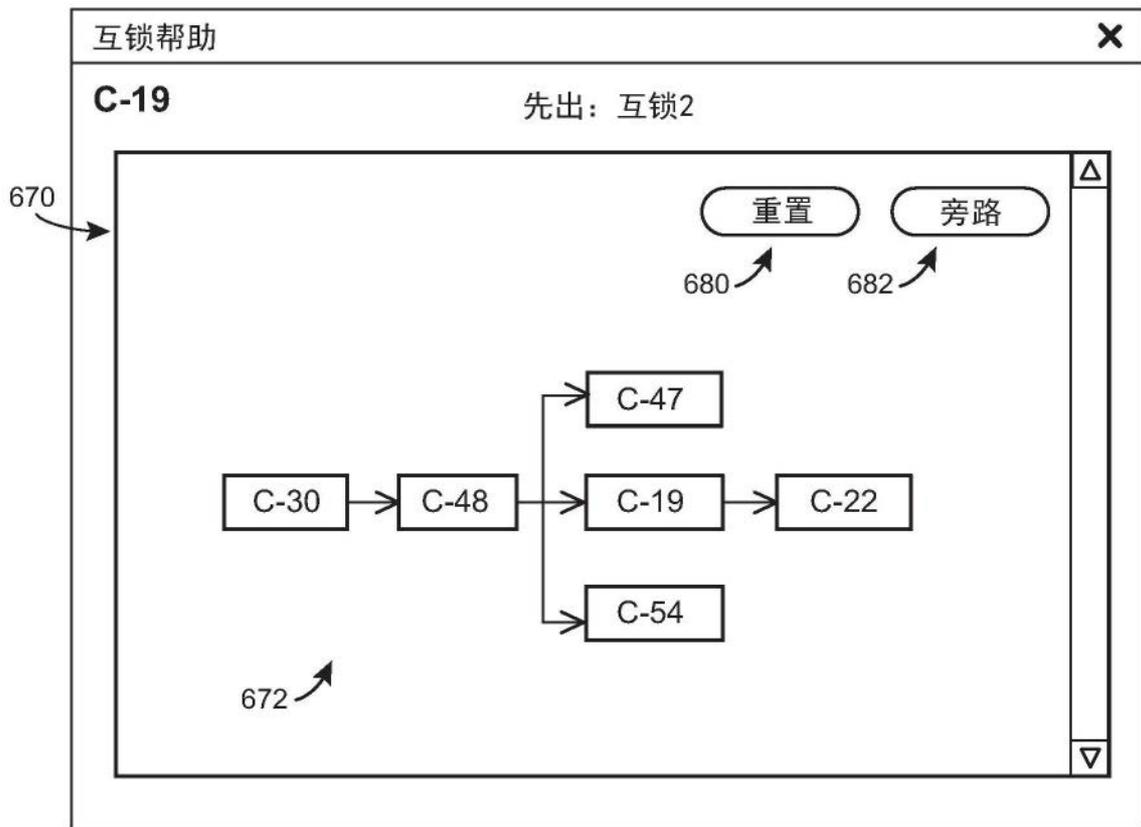


图6C

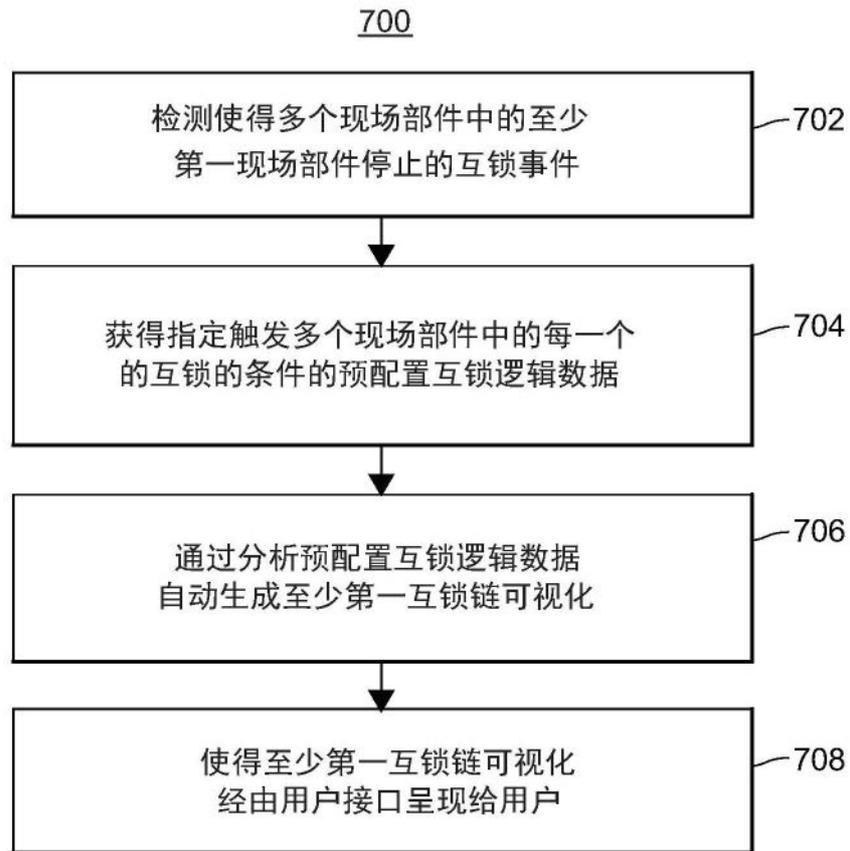


图7