[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
E21D 11/00 (2006.01)
E21D 20/02 (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910051508.3

[43] 公开日 2009 年 10 月 14 日

[11] 公开号 CN 101555799A

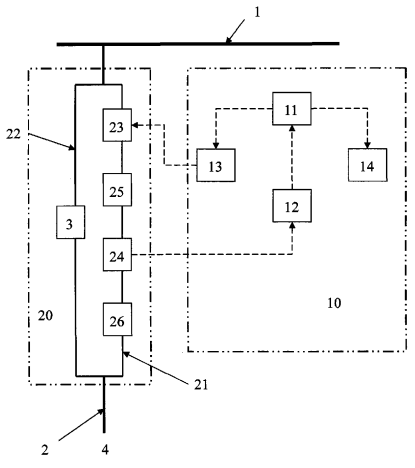
[22] 申请日 2009.5.19
[21] 申请号 200910051508.3
[71] 申请人 上海隧道工程股份有限公司
地址 200082 上海市杨浦区大连路 118 号
[72] 发明人 温锁林 徐连刚 黎 燕 舒刚强 田 军
[74] 专利代理机构 上海新天专利代理有限公司
代理人 祖志翔
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 4 页

[54] 发明名称

顶管机注浆自动控制装置及方法

[57] 摘要

一种顶管机注浆自动控制装置，其包括有注浆总管、注浆分管、若干注浆组件和一控制组件，该注浆组件设置于注浆分管末端，其包括有两并联的注浆支管，一注浆支管上依次设置有用以通断注浆支管的气动阀和用以检测注浆压力的压力传感器，另一注浆支管上设置有手动阀，该控制组件包括有工控机、输入模块和输出模块，工控机能够预设各注浆口压力值及其偏差范围并进行数值的运算和储存，输入模块将压力传感器输入的压力信号转换成数字信号并传递给工控机，输出模块将工控机传递来的数字信号转换成触发信号以控制气动阀的开闭。 本发明以注浆压力为控制参数实现了顶管机的自动注浆过程，具有响应快、注浆压力稳定、施工效率高的优点，适用于顶管机注浆施工。



1、一种顶管机注浆自动控制装置，包括有连通地面贮浆池和压浆泵的注浆总管以及沿每一管节环周设置且连通注浆总管的注浆分管，其特征在于：该装置还包括有若干注浆组件和一控制组件，所述注浆组件与管节注浆口一一对应地设置于连通该注浆口的注浆分管末端，其包括有连通注浆分管的两并联的注浆支管，一注浆支管上依次设置有用以通断注浆支管的气动阀和用以检测注浆压力的压力传感器，另一注浆支管上设置有手动阀，所述控制组件包括有工控机、输入模块和输出模块，该工控机分别与输入模块和输出模块电连接，其能够预设各注浆口压力值及其偏差范围并进行数值的运算和储存，该输入模块与所述压力传感器相连接，其将该压力传感器输入的压力信号转换成数字信号并传递给工控机，该输出模块与所述气动阀相连接，其将工控机传递来的数字信号转换成触发信号以控制气动阀的开闭。

2、根据权利要求 1 所述的顶管机注浆自动控制装置，其特征在于：所述注浆组件还包括有单向阀和检修阀，该单向阀设于所述气动阀与压力传感器之间，其只允许浆液在注浆分管内向注浆口单向流动，该检修阀设于所述压力传感器与两注浆支管的并联接头之间，其能够开通或截断所在注浆支管。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的顶管机注浆自动控制装置，其特征在于：所述控制组件还包括有用作人机对话界面的显示元件，该显示元件连接于工控机上。

4、根据权利要求 1 或 2 所述的顶管机注浆自动控制装置，其特征在于：所述工控机能够将输入模块输入的注浆压力值与预设压力值相比较，若该注浆压力值大于预设压力值与偏差范围之和，则工控机向输出模块输

出关闭气动阀的信号，若该注浆压力值小于预设压力值与偏差范围之差，则工控机向输出模块输出打开气动阀的信号。

5、根据权利要求 1 所述的顶管机注浆自动控制装置，其特征在于：所述输入模块为 PCI-6224。

6、根据权利要求 1 所述的顶管机注浆自动控制装置，其特征在于：所述输出模块为 PCI-6516。

7、一种采用权利要求 1 所述顶管机注浆自动控制装置进行自动注浆的方法，其特征在于：具体实施步骤如下：

①系统启动，设备自检；

②检测注浆压力，存储和显示数据；

③选择控制模式，若选定自动模式，则直接实施第 5 步，若选定手动模式，则实施第 4 步；

④采用手动方式进行注浆；

⑤采用自动方式进行注浆；

a、在工控机中预设注浆压力和偏差范围；

b、工控机对检测的注浆压力值和预设压力值进行比较并作出判断，然后输出打开或关闭气动阀的信号；

c、气动阀根据输出信号打开或关闭，以实现开始或停止对注浆口的注浆。

顶管机注浆自动控制装置及方法

技术领域：

本发明涉及隧道施工用顶管机的注浆系统，特别涉及一种顶管机注浆自动控制装置及方法。

背景技术：

地下隧道工程施工中，在由顶管机顶入并前后衔接的各管节与土体之间需要进行注浆，形成泥浆套，以减少管节与土体间的阻力，同时填充顶进施工形成的管节与土体之间的空隙，从而控制地面沉降，保证顶管机的顺畅推进。这项工作是由顶管机的注浆系统来完成的。

现有顶管机的注浆系统由贮浆池、注浆泵、注浆总管、注浆分管、手动阀组成，请参阅图 1 和图 2 现有顶管机注浆系统结构简图。所述贮浆池和注浆泵设于地面上（图中未示出），所述注浆总管 01 由地面上铺设通向各管节 05，沿每个管节 05 的环周均设置有一注浆分管 02，每一注浆分管 02 都连接有若干手动阀 03 通向预埋在管节 05 预制件上的各注浆口 04。

现有顶管机注浆系统的运行过程完全由人工控制、手工操作。当顶管机推进一段距离后，现场施工人员根据判断部分管节 05 需要注浆时，就首先关闭除需要注浆管节 05 之外所有其它管节的注浆分管 02 上的手动阀 03，随后人工打开注浆泵，浆液就自贮浆池沿注浆总管 01 进入到注浆分管 02 内，在需要注浆的管节 05 上再按顺序依次手工打开注浆分管 02 上各个手动阀 03，于是浆液就开始从注浆分管 02 依次向各注浆口 04 内注浆。注浆时，每次开启的手动阀 03 的数量不可过多，约两个左右，以免每个注浆口 04 所分配到的注浆压力过低而造成注浆效果不好。注浆过程中由现场施工人员凭经验观察判断该注浆点的注浆情况，若注浆已完成，则关闭该注浆

口 04 的手动阀 03 停止注浆，再顺序打开该管节 05 后面注浆口 04 上的手动阀 03，依次对后面的注浆口 04 进行注浆，直至完成该管节 05 上所有注浆口 04 的注浆。依此循环完成下一管节的注浆，在所有管节的注浆结束后，关闭注浆泵，从而完成整个注浆过程。

现有顶管机注浆系统完全由人工判断决定何时何处开启注浆、注浆持续时间等，同时采用手工操作注浆泵和各注浆口 04 手动阀 03 的开启关闭，因此其不仅存在有过度依赖操作人员主观判断而出现由于现场人员疏忽所导致的浆液溢出或注浆量不足，从而无法很好地控制地面沉降的缺点，而且地面上注浆泵的操作人员与地下手动阀03的操作人员之间沟通的困难和不及时、多个注浆手动阀 03 的人工操作方式等均给现有顶管机注浆系统带来了反应速度慢、操作效率低、施工周期长和协调指挥难的缺陷。

发明内容：

本发明所要的解决的问题在于克服现有技术的不足，提供一种顶管机注浆自动控制装置，其采用注浆口压力作为监测参数，自动完成顶管机注浆全过程，能够避免人为控制失误，稳定注浆压力，保证泥浆套的形成，达到顶管机推进顺畅、有效控制地面沉降的效果，从而具有响应快、效率高的优点。

本发明解决其技术问题所采取的技术方案如下：

一种顶管机注浆自动控制装置，包括有连通地面贮浆池和压浆泵的注浆总管、沿每一管节环周设置且连通注浆总管的注浆分管、若干注浆组件和一控制组件，所述注浆组件与管节注浆口一一对应地设置于连通该注浆口的注浆分管末端，其包括有连通注浆分管的两并联的注浆支管，一注浆支管上依次设置有用以通断注浆支管的气动阀和用以检测注浆压力的压力传感器，另一注浆支管上设置有手动阀，所述控制组件包括有工控机、输

入模块和输出模块，该工控机分别与输入模块和输出模块电连接，其能够预设各注浆口压力值及其偏差范围并进行数值的运算和储存，该输入模块与所述压力传感器相连接，其将该压力传感器输入的压力信号转换成数字信号并传递给工控机，该输出模块与所述气动阀相连接，其将工控机传递来的数字信号转换成触发信号以控制气动阀的开闭。

本发明所述顶管机注浆自动控制装置的注浆组件还包括有单向阀和检修阀，该单向阀设于所述气动阀与压力传感器之间，其只允许浆液在注浆分管内向注浆口单向流动，该检修阀设于所述压力传感器与两注浆支管的并联接头之间，其能够开通或截断所在注浆支管；所述控制组件还包括有用作人机对话界面的显示元件，该显示元件连接于工控机上；所述工控机能够将输入模块输入的注浆压力值与预设压力值相比较，若该注浆压力值大于预设压力值与偏差范围之和，则工控机向输出模块输出关闭气动阀的信号，若该注浆压力值小于预设压力值与偏差范围之差，则工控机向输出模块输出打开气动阀的信号；所述输入模块为 PCI-6224，所述输出模块为 PCI-6516。

一种采用所述顶管机注浆自动控制装置进行自动注浆的方法，其具体实施步骤如下：

1、系统启动，设备自检；

2、检测注浆压力，存储和显示数据；

3、选择控制模式，若选定自动模式，则直接实施第 5 步，若选定手动模式，则实施第 4 步；

4、采用手动方式进行注浆；

5、采用自动方式进行注浆

a、在工控机中预设注浆压力和偏差范围

b、工控机对检测的注浆压力值和预设压力值进行比较并作出判断，然后输出打开或关闭气动阀的信号

c、气动阀根据输出信号打开或关闭，以实现开始或停止对注浆口的注浆。

与现有顶管机注浆系统相比较，本发明所述的顶管机注浆自动控制装置增加有设置于注浆口的注浆组件和用以控制该注浆组件的控制组件，该注浆组件含有用以检测注浆压力的压力传感器和用以通断注浆支管的气动阀，该控制组件含有预设了各注浆口压力值及其偏差范围并且能够进行数值运算和储存的工控机。所述顶管机注浆自动控制装置在工作时，工控机能够通过压力传感器监测各注浆口的压力值，并将之与事先设定的允许压力范围进行比较，然后根据结果对气动阀进行控制开关的自动操作，从而实现了顶管机以注浆压力为控制参数自动完成注浆的全部过程。本发明与现有技术相比，具有如下优点：

1、注浆过程无需现场人工看管和操作，大大减轻了操作人员的工作压力，减少了人为疏忽造成的注浆量控制不好的情况，避免了由此可能导致的地面沉降等危险的发生，有效地控制了地面和管线沉降。

2、本发明通过现场监测所反馈的注浆出口压力值，自动对各注浆口的注浆进行控制，因而能够将注浆压力稳定地控制在预定的状态下，避免人为控制注浆的误差，从而保证了泥浆套的形成质量及其保持，减小了顶进过程中管节与外界的摩擦，降低了顶进的摩阻力，改善了顶管机的推进环境，使之推进更加顺畅，保障了顶管机的正常运作。

3、本发明实现了注浆的全自动过程，因而免除了对地面上下操作人员的繁复协调过程，克服了传统人工操作反应较慢的缺点，提高了整个注浆系统的应变速度，大大地提升了顶管机注浆施工效率。

4、预设压力值可根据地面沉降实际情况进行调整，从而有效控制地面沉降。将地面顶管机行进沿线的地表沉降数据输入计算机并与预设压力值进行比较，若地面发生沉降则表明预设压力值偏小，若地面发生隆起则说明预设压力值过高。

此外，本发明注浆组件的注浆支管上设置有检修阀和手动阀，能够在自控系统失效或检修调试等特殊情况下实现注浆的手动控制，因此所述顶管机注浆自动控制装置可以依照现场需求自由切换自动或手动控制注浆，从而提高了整个系统的适应能力。另外，本发明控制组件的工控机具有数据储存功能并连接有能够人机对话的显示元件，因而其能够在运行的同时将系统发生的注浆压力及环境监测等实时数据同步记录并显示出来，以提供现场操作人员作为处置的依据以及日后用作查询和分析的工程技术数据。

总之，本发明所述的顶管机注浆自动控制装置以注浆压力为控制参数实现了顶管机的自动注浆过程，具有自动化程度高、响应快、注浆压力稳定、施工效率高的优点，从而达到了保证泥浆套的质量、顶管机推进顺畅、有效控制地面沉降的有益效果。

附图说明：

图 1 是现有顶管机注浆系统的结构示意图。

图 2 是图 1 的截面示意图。

图 3 是本发明的结构示意图。

图 4 是本发明中注浆组件的结构图。

图 5 是本发明的工作流程图。

具体实施方式：

下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步详细说明。

首先请参阅图 3 本发明的结构示意图，图示顶管机注浆自动控制装置包括有连通贮浆池和压浆泵的注浆总管 1、连通注浆总管的注浆分管 2、若干注浆组件 20 和一控制组件 10。该贮浆池和压浆泵设置于地面上（图中未示出），该注浆总管 1 由地面通向位于地下的已由顶管机完成顶入的前后衔接的隧道各管节（图 3 中未示出，可参考图 1），贮浆池用以储存配制好的注浆材料，压浆泵提供顶管机注浆动力，注浆总管 1 为传输注浆材料的总管路；在每一管节处由注浆总管 1 上分支出一注浆分管 2，该注浆分管 2 沿所在管节的环周设置且通入管节的各注浆口 4；所述若干注浆组件 20 设置于连通每一注浆口 4 的注浆分管 2 的末端，每一注浆口 4 处设有一注浆组件 20，即注浆组件 20 与管节注浆口 4 一一对应；所述控制组件 10 安装在一控制柜内，其连接并控制所有注浆组件 20，该控制柜尺寸宽为 1100mm，其固定在管节右下角底部一 300mm 高的安装平台上，该平台边缘离管节内壁留有 400mm 空间。

现请结合参阅图 4 注浆组件的结构图，图 4 左侧为注浆总管 1，右侧为注浆口 4，图示注浆组件 20 包括有连通注浆分管 2 的两注浆支管 21 和 22，该两注浆支管 21 和 22 并联于注浆分管 2 上的前并联接头 5 与后并联接头 6 之间。一注浆支管 21 上由注浆总管 1 向注浆口 4 的方向依次设置有气动阀 23、单向阀 25、压力传感器 24 和检修阀 26，上述各元件应安装在同一空间平面内，该平面与注浆口 4 所在管节壁相平行，从而尽量避免元件的突出部分占用额外的空间，以减少注浆组件 20 被碰擦损坏的危险，另一注浆支管 22 上设置有手动阀 3。所述气动阀 23 由压缩空气驱动，用以开通和截断注浆支管 21，是注浆的执行机构，其连接有通入压缩空气的气管 27，该气动阀 23 具有用以控制驱动空气的电磁式气路控制开关，该开关可以由自动控制信号触发，也可以由人工操作触发。所述单向阀 25 设于气动阀 23

与压力传感器 24 之间，其只允许浆液在注浆分管 21 内向注浆口 4 单向流动，该单向阀 25 是注浆过程中用于防止外部土层中的物质倒灌入注浆总管 1 的安全装置。所述压力传感器 24 用以检测注浆口 4 处的注浆压力，即检测外部土层泥浆套的压力，气动阀 23 关闭时压力传感器 24 仍能正常监测该注浆口 4 泥浆套压力的实时变化值。所述检修阀 26 设于压力传感器 24 与两注浆支管的后并联接头 6 之间，其能够开通或截断所在注浆支管 21，该检修阀 26 为一手动阀，主要在设备检修或调试时用于切断注浆支管 21 以停止注浆。所述注浆支管 22 上的手动阀 3 能够人工操作以开通或截断所在注浆支管 22，其能够在关闭自动注浆的注浆支管时实现手动注浆。总之，整个注浆组件 20 具有两条并联的注浆通路，必要时能够利用检修阀 26 和手动阀 3 的不同开闭状态进行自动注浆与手动注浆的切换，在因部分器件损坏而导致自动注浆系统无法运行时，为系统的安全提供了保障。

再请参阅图 3，图示顶管机注浆自动控制装置的控制组件 10 包括有工控机 11、输入模块 12、输出模块 13 和显示元件 14。所述工控机 11 分别与输入模块 12、输出模块 13 以及显示元件 14 进行电连接，其能够进行数值的运算和储存，并且在其中能够预先设定需要控制的各注浆口的压力值及其偏差范围。所述输入模块 12 与所述注浆组件 20 的压力传感器 24 相连接，其将该压力传感器 24 所检测到并输入的注浆口 4 处的实时注浆压力信号转换成数字信号，随后传递给工控机 11；本实施例中，该输入模块 12 采用了 NI 公司的 32 点模拟量输入模块 PCI-6224。所述输出模块 13 与所述注浆组件 20 的气动阀 23 相连接，其能够将工控机 11 传递来的数字信号转换成触发信号，并以该触发信号触动气动阀 23 的电磁式气路控制开关，从而使气管 27 中的压缩空气驱动且控制气动阀 23 的开闭；本实施例中，该输出模块 13 采用了 NI 公司的 32 点输出模块 PCI-6516。所述工控机 11 能够将输

入模块 12 输入的注浆压力值与预设压力值相比较，若该注浆压力值大于预设压力值与偏差范围之和，则工控机 11 向输出模块 13 输出关闭气动阀 23 的信号，若该注浆压力值小于预设压力值与偏差范围之差，则工控机 11 向输出模块 13 输出打开气动阀 23 的信号。除了上述运算和判断功能之外，工控机 11 还具有数据储存功能，其能够建立起数据库，将注浆过程中压力传感器 24 测得的所有注浆压力的实时数值存储起来，以备过后查询。所述显示元件 14 用作人机对话的界面，其不仅能够实时显示注浆口 4 压力值、气动阀 23 状态等以及参数变化曲线，而且能够使操作人员采用对话方式输入预设压力值、偏差范围或其它操作参数，同时还能够显示查询所得的历史运行数据。

现结合上述实施例说明本发明所述顶管机注浆自动控制装置实施自动注浆的方法和工作过程。请参阅图 5 本发明的工作流程图。

应用所述顶管机注浆自动控制装置进行自动注浆的方法具体实施步骤如下：

1、系统启动，设备自检

系统启动后应对顶管机注浆自动控制装置中的各设备进行自检。首先关闭注浆组件 20 的检修阀 26 和手动阀 3，截断两注浆支管 21 和 22 的注浆通路，然后逐一检测装置上的各设备，排除出现的故障，直至全系统运行状态良好。

2、检测注浆压力，存储和显示数据

启动各注浆组件 20 的压力传感器 24 对所有注浆口 4 的压力进行检测，并将测得的压力值转化为 4-20mA 的电信号经电缆传输至控制柜内的输入模块 12，该输入模块 12 再将注浆口 4 处的实时注浆压力信号转换成电脑能够识别的数字信号送至工控机 11 内。由于并不需要高频率监控，因此注浆

压力的采样频率设置为 5，工控机 11 将所有接收到的各注浆口 4 的实时注浆压力值存储于数据库内，与此同时，工控机 11 还将由现场人员输入的操作参数存储于数据库内。

该数据库的数据能够以实时数据、表格或者曲线的形式显示于显示元件 14 上，此外，之后任意时间都能够对数据库的数据以某种排序如时间、注浆口序号或推进距离等进行调取并显示出来，以便用于查询和分析。

3、选择控制模式

操作人员根据现场施工需要选取注浆采用手动或自动控制模式。注浆一般采用自动模式，若选定自动模式，则直接实施第 5 步；当系统需进行现场调试或者某些故障导致自动功能失效的非正常状态时，采用使用手动模式，若选定手动模式，则实施第 4 步。

4、采用手动方式进行注浆

现场人员可通过两种方式进行手动注浆：一是关闭气动阀 23，人工操纵手动阀 3 通过注浆支管 22 对注浆口 4 进行注浆；另一是关闭手动阀 3，现场人员通过在显示元件 14 的对话界面上操作，控制气动阀 23 动作，从而通过注浆支管 21 对相应注浆口 4 进行注浆。

5、采用自动方式进行注浆

选择自动模式后，注浆依照下列步骤进行：

a、在工控机 11 中预设注浆压力和偏差范围

通过显示元件 14 的对话界面向工控机 11 输入并预设各注浆口 4 的控制压力值及其偏差范围。

b、工控机 11 对检测的注浆压力值和预设压力值进行比较并作出判断，然后输出打开或关闭气动阀 23 的信号

工控机 11 将输入模块输入的由压力传感器 24 测得的注浆口 4 实时压

力值与预设的压力值相比较，若该注浆压力值小于预设压力值与偏差范围之差（即预设压力值－偏差范围，为危险值），则工控机 11 向输出模块 13 输出打开气动阀 23 的信号；若该注浆压力值大于预设压力值与偏差范围之和（即预设压力值+偏差范围，为安全值），则工控机 11 向输出模块 13 输出关闭气动阀 23 的信号。

c、气动阀 23 根据输出信号打开或关闭，以实现开始或停止对注浆口 4 的注浆

所述输出模块 13 将工控机 11 传递来的数字信号转换成触发信号，并输出给气动阀 23 以控制气动阀 23 的开闭；若气动阀 23 自输出模块 13 接受打开的信号，则打开阀门接通注浆支管 21 以对注浆口 4 进行注浆；若气动阀 23 自输出模块 13 接受关闭的信号，则关闭阀门截断注浆支管 21 以停止对注浆口 4 注浆；从而将顶管机外周泥浆套的压力始终控制保持在一定范围内。

如上所述，本发明所述的顶管机注浆自动控制装置通过检测各注浆口 4 的压力值，将之与事先设定的压力值作比较，并根据比较结果对注浆用气动阀 23 进行自动开关的操作，实现了顶管机的自动注浆施工。

本发明已进行了现场实验，系统的稳定性及实用性在从安装调试到自动控制注浆的全过程中得到了很好的证明，达到了保证泥浆套的质量、顶管机推进顺畅、有效控制地面沉降的有益效果。

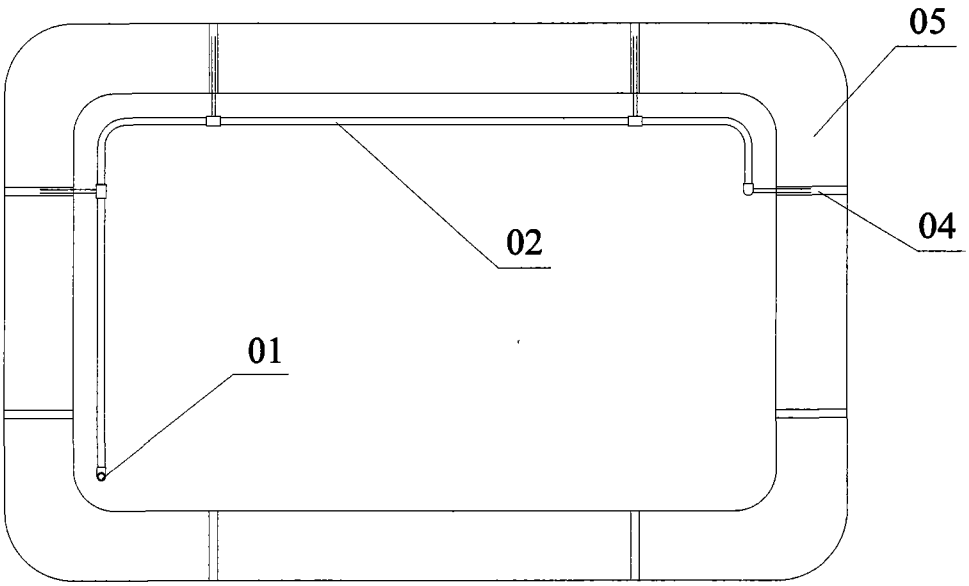


图 1

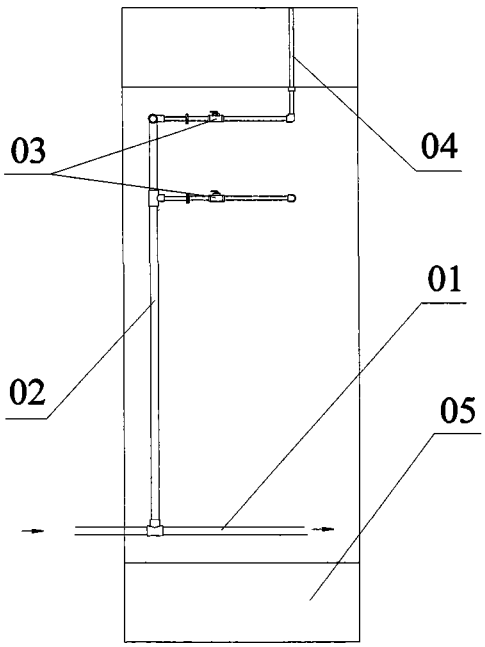


图 2

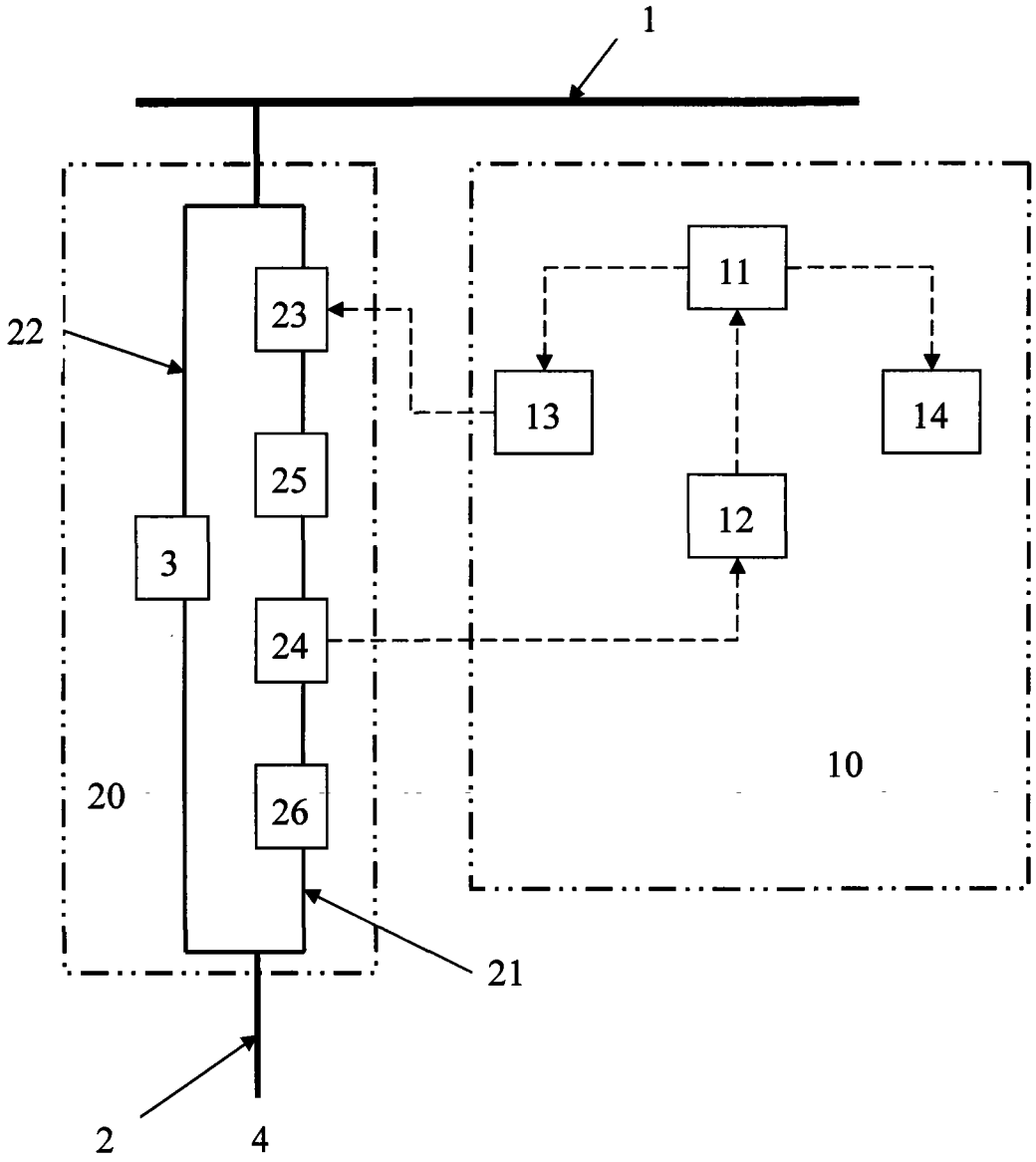


图 3

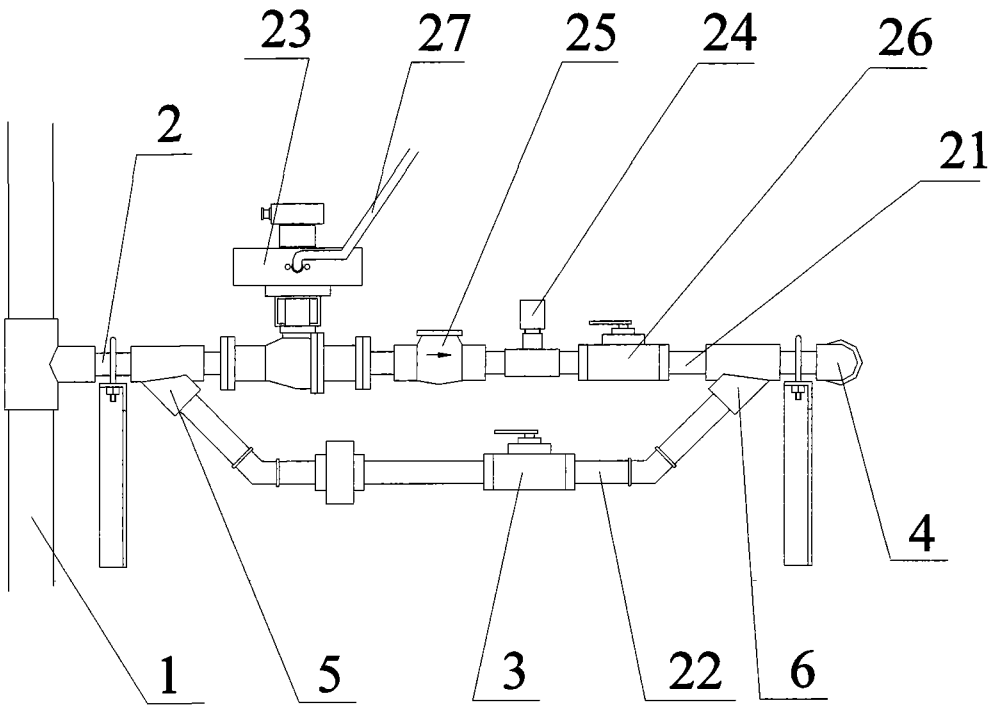


图 4

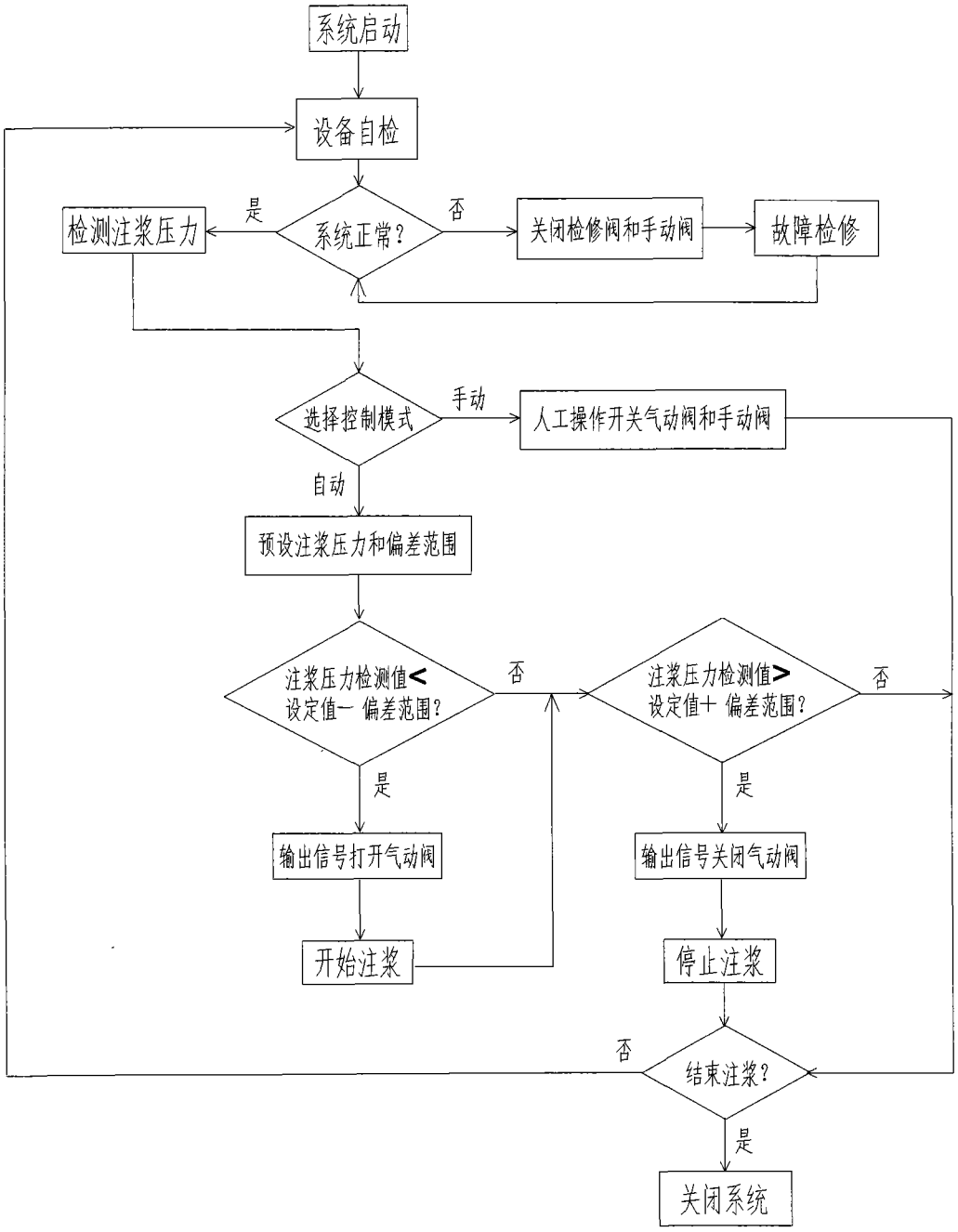

系统启动
设备自检
系统正常？
是
否
检测注浆压力
关闭检修阀和手动阀
故障检修
选择控制模式
手动
人工操作开关气动阀和手动阀
自动
预设注浆压力和偏差范围
注浆压力检测值<
设定值一 偏差范围？
否
注浆压力检测值>
设定值+ 偏差范围？
否
是
是
输出信号打开气动阀
输出信号关闭气动阀
开始注浆
停止注浆
否
结束注浆？
是
关闭系统

图 5