

一种盾构掘进过程中继泵安装和泥浆排放方法

技术领域

本发明涉及盾构隧道工程领域，尤其涉及一种盾构掘进过程中继泵安装和泥浆排放方法。

背景技术

泥水盾构施工过程中，在盾构机的刀盘和盾体隔板之间形成泥水舱。通过地面进浆泵将优质泥浆送入泥水舱内，在开挖面上用泥浆通过加压形成不透水或微透水的泥膜，泥水舱的泥浆压力通过泥膜以平衡开挖面的土压力和水压力。盾构机掘进时刀盘切削下来的渣土与泥水舱内的泥浆经过刀盘搅拌混合，再通过排浆泵将混合的浆液运输抽排至地面后台泥水处理站，之后通过地面的泥水处理站筛分处理，最后经过调整池调整后进行循环使用，达到盾构掘进渣土的外运。

泥水盾构系统需要依靠进浆泵和排浆泵不断地循环，但是，受泥浆泵自身扬程、泥浆比重、运输距离、高差等对泵性能的限制，针对长距离隧道，单靠一台进浆泵及一台排浆泵远远不能满足整条隧道的施工要求，因此需要在盾构机掘进一段距离后，加装中继泵来满足整个泥水循环系统的正常运行。

现有的泥水盾构施工中，中继泵的常规加装方法为：待泥浆循环荷载达到极限后，盾构机停机，拆除原有的泥浆管，之后加装中继泵。但是，现有的施工方法需要停止盾构掘进施工，断开泥浆管路后联结中继泵，该施工方法需要长时间停止盾构施工，严重影响制约盾构机的掘进工作。

发明内容

本发明提供一种盾构掘进过程中继泵安装和泥浆排放方法，解决了现有技术中盾构机施工效率低问题。

为达到上述目的，本发明采用如下技术方案：

本发明提供一种盾构掘进过程中继泵安装和泥浆排放方法，该方法包括：

结合预先确定的中继泵安装位置，在搭建泥浆管路系统时，在所述中继泵安装位置处使用分支泥浆管；所述分支泥浆管包括泥浆主管，所述泥浆主管中部设有主控开关，以及连通设置在所述泥浆主管上的第一分支管和第二分支管，所述第一分支管和所述第二分支管相对设置在所述主控开关两侧，且所述第一分支管和所述第二分支管的开口处均通过盲板封堵；

在盾构换管区域到达所述中继泵安装位置后，利用第一开关和第二开关分别替换所述第一分支管和所述第二分支管开口处的盲板，并通过第一连接管将第一分支管与待安装的

中继泵的入浆口连接，通过第二连接管将所述第二分支管与所述中继泵的出浆口连接；所述第一开关用于控制所述第一分支管和所述第一连接管的连通，所述第二开关用于控制所述第二分支管和所述第二连接管的连通；

在所述中继泵的入口处设置用于监测浆液压力的压力计，在所述中继泵的电机转轴处设置用于监测所述中继泵内叶轮转动扭矩的扭力计，并在所述中继泵的泵体上设置用于监测所述中继泵运行时振动强度的加速度计；

根据监测到的所述浆液压力、所述叶轮转动扭矩以及所述振动强度，确定所述中继泵是否出现故障；

在确定所述中继泵出现故障后，打开所述主控开关，关闭所述第一开关和/或所述第二开关，切换所述泥浆主管进行排浆工作。

在一种可能的实现方式中，在所述第一连接管包括第一弯折段和第一伸直段时；所述通过第一连接管将第一分支管与待安装的中继泵的入浆口连接，具体包括：

将所述中继泵设置在所述分支泥浆管的下方，将所述出浆口设置在所述中继泵顶部，将所述入浆口设置在所述中继泵侧壁；

将所述第一弯折段的一端与所述第一分支管连接，所述第一弯折段的另一端与所述第一伸直段的一端连通，所述第一伸直段的另一端与所述入浆口连通，并令所述第一伸直段与水平面之间的夹角为 $-15^{\circ} \sim -20^{\circ}$ 。

在一种可能的实现方式中，在所述第二连接管包括第二弯折段和第二伸直段时；所述通过第二连接管将所述第二分支管与所述中继泵的出浆口连接，具体包括：

将所述第二弯折段的一端与所述出浆口连通，所述第二弯折段的另一端与所述第二伸直段的一端连通，所述第二伸直段的一端与所述第二分支管连接，并令所述第二伸直段与水平面之间的夹角为 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 。

在一种可能的实现方式中，所述第一弯折段和所述第一伸直段之间，以及所述第二弯折段和所述第二伸直段之间均通过柔性管道连接。

在一种可能的实现方式中，所述根据监测到的所述浆液压力、所述叶轮转动扭矩以及所述振动强度，确定所述中继泵是否出现故障，具体包括：

根据监测到的所述浆液压力与压力预设值的大小，和监测到的所述叶轮转动扭矩与扭矩预设值的大小，判断所述中继泵是否出现堵塞的故障；

根据监测到的所述振动强度与振动预设值的大小，确定所述中继泵是否出现泵体中混入石块或叶轮上卡入石块的故障。

在一种可能的实现方式中，在根据监测到的所述浆液压力、所述叶轮转动扭矩以及所述振动强度，确定所述中继泵是否出现故障的同时，所述方法还包括：

分别将所述压力预设值、所述扭矩预设值以及所述振动预设值的第一预设百分比对应作为所述浆液压力、所述叶轮转动扭矩和所述振动强度的预警值；

在监测到的所述浆液压力、所述叶轮转动扭矩和所述振动强度分别到达所述浆液压力、所述叶轮转动扭矩和所述振动强度的预警值之后，触发对应的预警功能。

在一种可能的实现方式中，在根据监测到的所述浆液压力、所述叶轮转动扭矩以及所述振动强度，确定所述中继泵是否出现故障的同时，所述方法还包括：

分别将所述压力预设值、所述扭矩预设值以及所述振动预设值的第二预设百分比对应作为所述浆液压力、所述叶轮转动扭矩和所述振动强度的报警值；所述第二预设百分比大于所述第一预设百分比；

在监测到的所述浆液压力、所述叶轮转动扭矩和所述振动强度分别到达所述浆液压力、所述叶轮转动扭矩和所述振动强度的报警值之后，触发对应的紧急报警功能。

在一种可能的实现方式中，在确定所述中继泵出现故障后之后，所述方法还包括：

启动高压冲洗装置向所述第一连接管、所述第二连接管，以及所述中继泵的泵体入口处、泵体底部喷射高压水，以冲洗所述第一连接管、所述第二连接管内部的泥浆，以及冲洗所述中继泵叶轮、入口通道和泵体底部的泥浆。

在一种可能的实现方式中，在盾构换管区域到达所述中继泵安装位置之前，所述方法还包括：

对隧道内部结构衬砌进行提前浇筑，箱涵进行填充密实，并在所述中继泵安装位置施做安装基底；所述安装基底用于固定所述中继泵。

在一种可能的实现方式中，在将所述中继泵并入所述泥浆管路系统之前，所述方法还包括：

对所述中继泵进行调试，以确保所述中继泵正常运行。

本发明实施例提供的盾构掘进过程中中继泵安装和泥浆排放方法在实际应用中，无需停止盾构掘进施工，只需要在盾构换管区域到达中继泵安装位置后，通过第一开关替换第一分支管开口处的盖板，通过第二开关替换第二分支管开口处的盖板；之后通过第一连接管将第一分支管与中继泵的入浆口连接，通过第二连接管将第二分支管与中继泵的出浆口连接；控制第一开关开启可以实现第一分支管与入浆口的连通，控制第二开关开启可以实现第二支管与出浆口的连通，同时关闭主控开关就能将加装的中继泵并入泥浆管路系统中，从而实现在盾构机掘进施工的同时加装中继泵，节省施工时间，提高施工效率。

在中继泵并入泥浆管路系统之后，在中继泵的入口处设置压力计，以实时监测进入的液浆压力；在中继泵的电机转轴处设置扭力计，以监测中继泵内叶轮转动扭矩；在中继泵的泵体上设置加速度计，用于监测中继泵运行时振动强度；根据实时监测的浆液压力、叶

轮转动扭矩以及振动强度与对应项的预设阈值来确定中继泵是否出现故障；若监测到中继泵发生故障，则打开主控开关，同时关闭第一开关和/或第二开关，切换到泥浆主管进行派浆工作，待中继泵检修完成后，重新切换回中继泵支路进行排浆，整个过程盾构不停机，保证盾构机的施工效率。

附图说明

图1为本发明实施例提供的一种盾构掘进过程中中继泵安装和泥浆排放方法的步骤流程图；

图2为本发明实施例提供的一种盾构掘进过程中中继泵安装和泥浆排放方法中分支泥浆管的结构示意图；

图3为本发明实施例提供的一种盾构掘进过程中中继泵安装和泥浆排放方法中将中继泵加装到泥浆管路系统的结构示意图。

附图标记及说明：

1、分支泥浆管；11、泥浆主管；12、主控开关；13、第一分支管；14、第二分支管；15、盲板；2、中继泵；21、第一开关；22、第二开关；23、第一弯折段；24、第一伸直段；25、第二弯折段；26、第二伸直段；27、柔性管道；28、安装基底。

具体实施方式

下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

以下，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本公开实施例的描述中，除非另有说明，“多个”的含义是两个或两个以上。另外，“基于”或“根据”的使用意味着开放和包容性，因为“基于”或“根据”一个或多个所述条件或值的过程、步骤、计算或其他动作在实践中可以基于额外条件或超出所述的值。

为了解决现有技术中在加装中继泵时需要停止盾构掘进施工的问题，本发明实施例提供了一种盾构掘进过程中中继泵安装和泥浆排放方法。

如图1~3所示，一种盾构不停机的中继泵2泥浆排放方法包括：

步骤101、结合预先确定的中继泵2安装位置，在搭建泥浆管路系统时，在中继泵2安装位置处使用分支泥浆管。

其中，泥浆管路系统包括与盾构机连接的进浆管和排浆管，进浆管上设置有进浆泵，

排浆管上设置有排浆泵。对于距离较长的隧道，由于受泥浆泵的扬程、流量等性能的限制，仅靠一台进浆泵及一台排浆泵远远不能满足整条隧道的施工要求，这就需要在盾构掘进到一定距离时，在隧道中间增加中继泵 2 站，以确保整个泥水循环系统的正常运行。

中继泵 2 主要由一个泥浆泵及其配套的驱动控制系统组成。中继泵 2 作为泥水循环系统的一部分，由主司机在盾构主控室内远程操作，通过几个泵的接力配合，在每个泵的性能允许范围内，确保泵送泥浆的流量和压力。

如图 2 所示，分支泥浆管 1 包括泥浆主管 11，泥浆主管 11 中部设有主控开关 12，以及连通设置在泥浆主管 11 上的第一分支管 13 和第二分支管 14，第一分支管 13 和第二分支管 14 相对设置在主控开关 12 两侧，且第一分支管 13 和第二分支管 14 的开口处均通过盲板 15 封堵。

其中，泥浆主管 11 由两根带有 Y 型分支的泥浆管拼接而成，两根泥浆管的拼接处通过主控开关 12 连接。

步骤 102、在盾构换管区域到达中继泵 2 安装位置后，如图 3 所示，利用第一开关 21 和第二开关 22 分别替换第一分支管 13 和第二分支管 14 开口处的盲板 15，并通过第一连接管将第一分支管 13 与待安装的中继泵 2 的入浆口连接，通过第二连接管将第二分支管 14 与中继泵 2 的出浆口连接，并将中继泵 2 并入泥浆管路系统。

其中，第一开关 21 用于控制第一分支管 13 和第一连接管的连通，第二开关 22 用于控制第二分支管 14 和第二连接管的连通。

并将中继泵 2 并入泥浆管路系统，具体需要打开第一开关 21 和第二开关 22，同时关闭主控开关 12。

在盾构换管区域未到达中继泵 2 安装位置前，第一分支管 13 和第二分支管 14 开口均通过盲板 15 封堵，避免泥浆从第一分支管 13 和第二分支管 14 开口处泄露。

具体的，第一分支管 13、第二分支管 14 与泥浆主管 11 的夹角均为 $25^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 。

第一分支管 13、第二分支管 14 的长度均为 70~90cm。

在本实施例中，第一分支管 13、第二分支管 14 与泥浆主管 11 的夹角均为 30° ，第一分支管 13、第二分支管 14 的长度均为 80cm。

具体的，主控开关 12、第一开关 21 和第二开关 22 均为闸板阀。

为了方便管道之间的连接，第一开关和第二开关的闸板阀外部还带有长度约为 50cm 的泥浆管路。

闸板阀在安装的过程中还应该注意闸板阀截流方向，避免在管路安装完成后，因闸板阀泄露导致后续步骤无法进行。

步骤 103、在中继泵 2 的入口处设置用于监测浆液压力的压力计，在中继泵 2 的电机

转轴处设置用于监测中继泵 2 内叶轮转动扭矩的扭力计，并在中继泵 2 的泵体上设置用于监测中继泵 2 运行时振动强度的加速度计。

其中，压力计、扭力计和加速度计均为 24 小时自动采集、实时上传监控的传感器。

步骤 104、根据监测到的浆液压力、叶轮转动扭矩以及振动强度，确定中继泵 2 是否出现故障。

具体的，通过对比采集到的浆液压力、叶轮转动扭矩以及振动强度的数值与该项目对应的阈值可以确定中继泵 2 是否出现故障。

例如：当采集到的振动强度的数值超出振动强度对应的预设阈值，则认为中继泵 2 发生了故障。

步骤 105、在确定中继泵 2 出现故障后，打开主控开关 12，关闭第一开关 21 和/或第二开关 22，切换泥浆主管 11 进行排浆工作。

具体的，加装中继泵 2 之后，正常情况下通过中继泵 2 实现该段内的泥浆运输，但是当中继泵 2 出现故障后，可以临时切换泥浆主管运输泥浆，保证在盾构机不停机的同时，能够对外继泵 2 进行检修。

进一步的，如图 3 所示，在第一连接管包括第一弯折段 23 和第一伸直段 24 时；通过第一连接管将第一分支管 13 与待安装的中继泵 2 的入浆口连接，具体包括：

将中继泵 2 设置在分支泥浆管 1 的下方，将出浆口设置在中继泵 2 顶部，将入浆口设置在中继泵 2 侧壁；

将第一弯折段 23 的一端与第一分支管 13 连接，第一弯折段 23 的另一端与第一伸直段 24 的一端连通，第一伸直段 24 的另一端与入浆口连通，并令第一伸直段 24 与水平面之间的夹角为 $-15^{\circ} \sim -20^{\circ}$ 。

进一步的，在第二连接管包括第二弯折段 25 和第二伸直段 26 时；通过第二连接管将第二分支管 14 与中继泵 2 的出浆口连接，具体包括：

将第二弯折段 25 的一端与出浆口连通，第二弯折段 25 的另一端与第二伸直段 26 的一端连通，第二伸直段 26 的一端与第二分支管 14 连接，并令第二伸直段 26 与水平面之间的夹角为 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 。

进一步的，为了提高第一弯折段 23 和第一伸直段 24，以及第二弯折段 25 和第二伸直段 26 的对接精度，降低连接难度，令第一弯折段 23 和第一伸直段 24 之间，以及第二弯折段 25 和第二伸直段 26 之间均通过柔性管道 27 连接。

柔性管道 27 可以为橡胶连接管。

为了方便用户观察泥浆的流动状态，可以在第一连接管和第二连接管上开设观察窗，或者将柔性管道 27 设置为半透明材料。

进一步的，根据监测到的浆液压力、叶轮转动扭矩以及振动强度，确定中继泵 2 是否出现故障，具体包括：

根据监测到的浆液压力与压力预设值的大小，和监测到的叶轮转动扭矩与扭矩预设值的大小，判断中继泵 2 是否出现堵塞的故障。

具体的，当监测到的浆液压力超过压力预设值，同时，监测到的叶轮转动扭矩超过扭矩预设值时，认为中继泵 2 出现了堵塞的故障。

根据监测到的振动强度与振动预设值的大小，确定中继泵 2 是否出现泵体中混入石块或叶轮上卡入石块的故障。

具体的，在监测到的振动强度超过振动预设值时，认为中继泵 2 出现泵体中混入石块或叶轮上卡入石块的故障。

压力预设值、扭矩预设值以及振动预设值的大小根据长期施工经验确定。

进一步的，在根据监测到的浆液压力、叶轮转动扭矩以及振动强度，确定中继泵 2 是否出现故障的同时，方法还包括：

分别将压力预设值、扭矩预设值以及振动预设值的第一预设百分比对应作为浆液压力、叶轮转动扭矩和振动强度的预警值。

具体的，第一预设百分比可以为 70%。

在监测到的浆液压力、叶轮转动扭矩和振动强度分别到达浆液压力、叶轮转动扭矩和振动强度的预警值之后，触发对应的预警功能。

例如：当监测到的浆液压力超出压力预设值的 70% 时，发出泥浆压力预警信号，提示工作人员泥浆压力存在异常风险，需要及时排除处理。

进一步的，在根据监测到的浆液压力、叶轮转动扭矩以及振动强度，确定中继泵 2 是否出现故障的同时，方法还包括：

分别将压力预设值、扭矩预设值以及振动预设值的第二预设百分比对应作为浆液压力、叶轮转动扭矩和振动强度的报警值。

其中，第二预设百分比大于第一预设百分比。

具体的，第二预设百分可以为 90%。

在监测到的浆液压力、叶轮转动扭矩和振动强度分别到达浆液压力、叶轮转动扭矩和振动强度的报警值之后，触发对应的紧急报警功能。

例如：当监测到的振动强度超出压力预设值的 90% 时，发出振动强度报警信号，提示工作人员振动强度异常，即将发生泵体中混入石块或叶轮上卡入石块的故障，警示工作人员即可排查异常，避免中继泵 2 故障。

进一步的，在确定中继泵 2 出现故障后之后，方法还包括：

启动高压冲洗装置向第一连接管、第二连接管，以及中继泵 2 的泵体入口处、泵体底部喷射高压水，以冲洗第一连接管、第二连接管内部的泥浆，以及冲洗中继泵 2 叶轮、入口通道和泵体底部的泥浆。

具体的，在中继泵 2 出现故障后，通过高压水冲洗可以除掉第一连接管、第二连接管以及中继泵 2 内的沉积物，提高内部泥浆流动性，解决泥浆堵塞的问题。

进一步的，在盾构换管区域到达中继泵 2 安装位置之前，该方法还包括：

对隧道内部结构衬砌进行提前浇筑，箱涵进行填充密实，并在中继泵 2 安装位置施做安装基底 28。

其中，安装基底 28 用于固定中继泵 2。

具体的，在预安装中继泵 2 区域脱出盾构台车后，对隧道内部结构衬砌进行提前浇筑，箱涵进行填充密实，并在中继泵 2 安装位置施做安装基，同时预埋连接结构，待浇筑结构强度满足设计强度时，才能进行中继泵 2 的安装工作。

进一步的，在将中继泵 2 并入泥浆管路系统之前，方法还包括：

对中继泵 2 进行调试，以确保中继泵 2 正常运行。

具体的，中继泵 2 安装到设定位置后，布置第一连接管和第二连接管，且管路进行安装时先进行预安装，后期进行加固焊接工作，在此期间可同步进行盾构掘进及中继泵 2 的调试工作。

中继泵 2 的调试分为两部分，一是本地控制调试，二是通讯及远程控制调试。在调试阶段需要测试中继泵 2 的各项性能确保各个部分都能正常工作。

例如：1、送电完成后，首先观察各个元器件及面板上的指示灯是否正常。如有异常，要检查异常原因，并立即处理该异常。

2、测试驱动电机的风机和轴封水泵的转向是否正确，确定无误后，将驱动电机和泥浆泵之间的联轴器拆开，测试驱动电机的转向。此时，还可以同时测试本地/远程选择开关是否能正常工作，以及泥浆泵的连锁启动能力。

3、根据要实现的功能，设置变频器的参数，包括加速时间、减速时间、低速频率、高速频率等参数。

在中继泵 2 调试没有问题后，调节各个闸板阀将中继泵 2 并入泥浆管路系统运行。

进一步的，在将中继泵 2 并入泥浆管路系统之后，方法还包括：

在对中继泵 2 进行故障检修时，打开主控开关，关闭第一开关和/或第二开关。

在本发明实施例中，以目标隧道为例，目标隧道全长 6270m，盾构开挖直径 14.57m，隧道结构外径 14.0m，内径 12.8m，管片厚 0.6m，轨面以上内净空有效面积为 83.79m²，隧道采用单洞双线不设隔墙横断面，两侧各设置宽 1.25m、高 2.2m 的纵向贯通救援通道，沿

隧道纵向每间隔 150m 设置一处宽 0.8m 的楼梯道，连接车行区和轨下逃生通道。为补强一次管片衬砌结构，加强衬砌结构的防水、防火、防撞及耐腐蚀性能，隧道设置 300mm 的二次衬砌。隧道盾构主要穿越岩层为粉质黏土、细圆砾土，局部夹粉质黏土或细沙、弱风化凝灰岩、弱风化凝灰熔岩等地层。共 505m 弱风化岩，平均强度 33MPa~54MPa，占比 8%；433m 上软下硬地层，占比 7%，5332m 软土地层，占比 85%。盾构始发后开始以-20‰坡度掘进 2137m 垂高 42.74m，再以-6.5‰坡度掘进 900m 垂高 5.85m 后以 3.3‰坡度掘进 3233m 垂高 10.67m。

根据工程实况结合泥浆泵的流速及扬程计算本区间共需要进浆泵 4 个，排浆泵 6 个，共计 10 台。采用现有的施工方式安装中继泵共需停机 70 天，对施工工期及人工成本影响巨大。

而采用本发明实施例提供的盾构掘进过程中继泵安装和泥浆排放方法，在安装中继泵的过程中，泵的管路连接不会影响盾构机的正常掘进工作，能够边掘进边加装中继泵。

当中继泵出现故障需进行维修作业时，只需切换关闭第一开关和/或第二开关，打开主控开关就能够保证盾构机正常掘进，减少因盾构设备故障导致的掘进工效制约。

按照本发明的中继泵加装方法在该施工区间内能够有效节约工期 70 余天，降低人工成本、提高施工效率。

本发明实施例提供的盾构掘进过程中继泵安装和泥浆排放方法在实际应用中，无需停止盾构掘进施工，只需要在盾构换管区域到达中继泵安装位置后，通过第一开关替换第一分支管开口处的盖板，通过第二开关替换第二分支管开口处的盖板；之后通过第一连接管将第一分支管与中继泵的入浆口连接，通过第二连接管将第二分支管与中继泵的出浆口连接；控制第一开关开启可以实现第一分支管与入浆口的连通，控制第二开关开启可以实现第二支管与出浆口的连通，同时关闭主控开关就能将加装的中继泵并入泥浆管路系统中，从而实现在盾构机掘进施工的同时加装中继泵，节省施工时间，提高施工效率。

本发明的盾构掘进过程中继泵安装和泥浆排放方法能够大幅节约隧道施工的工期，并且在后续施工过程中能够有效避免因故障导致的盾构停机情况的发生，从而在安全文明施工的同时，确保隧道施工进度不受影响。

本发明的盾构掘进过程中继泵安装和泥浆排放方法，在中继泵并入泥浆管路系统之后，在中继泵的入口处设置压力计，以实时监测进入的液浆压力；在中继泵的电机组轴处设置扭力计，以监测中继泵内叶轮转动扭矩；在中继泵的泵体上设置加速度计，用于监测中继泵运行时振动强度。根据实时监测的浆液压力、叶轮转动扭矩以及振动强度与对应项的预设阈值来确定中继泵是否出现故障；若监测到中继泵发生故障，则打开主控开关，同时关闭第一开关和/或第二开关，切换到泥浆主管进行派浆工作，待中继泵检修完成后，重新

切换回中继泵支路进行排浆，整个过程盾构不停机，保证盾构机的施工效率。

以上所述，仅为本发明的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何在本发明揭露的技术范围内的变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权利要求书

1. 一种盾构掘进过程中继泵安装和泥浆排放方法，其特征在于，包括：

结合预先确定的中继泵安装位置，在搭建泥浆管路系统时，在所述中继泵安装位置处使用分支泥浆管；所述分支泥浆管包括泥浆主管，所述泥浆主管由两根带有 Y 型分支的泥浆管拼接而成，两根泥浆管的拼接处通过主控开关连接，所述泥浆主管中部设有主控开关，以及连通设置在所述泥浆主管上的第一分支管和第二分支管，所述第一分支管和所述第二分支管相对设置在所述主控开关两侧，且所述第一分支管和所述第二分支管的开口处均通过盲板封堵；

所述第一分支管、第二分支管与泥浆主管的夹角均为 $25^{\circ} \sim 35^{\circ}$ ，所述第一分支管、第二分支管的长度均为 70~90cm；

在盾构换管区域到达所述中继泵安装位置之前，对隧道内部结构衬砌进行提前浇筑，箱涵进行填充密实，并在所述中继泵安装位置施做安装基底；所述安装基底用于固定所述中继泵；

所述中继泵安装到设定位置后，布置第一连接管和第二连接管，且管路进行安装时先进行预安装，后期进行加固焊接工作，在此期间可同步进行盾构掘进及中继泵的调试工作；

在盾构换管区域到达所述中继泵安装位置后，利用第一开关和第二开关分别替换所述第一分支管和所述第二分支管开口处的盲板，并通过第一连接管将第一分支管与待安装的中继泵的入浆口连接，通过第二连接管将所述第二分支管与所述中继泵的出浆口连接，并将所述中继泵并入所述泥浆管路系统；所述第一开关用于控制所述第一分支管和所述第一连接管的连通，所述第二开关用于控制所述第二分支管和所述第二连接管的连通；

所述第一连接管包括第一弯折段和第一伸直段；将所述中继泵设置在所述分支泥浆管的下方，将所述出浆口设置在所述中继泵顶部，将所述入浆口设置在所述中继泵侧壁；将所述第一弯折段的一端与所述第一分支管连接，所述第一弯折段的另一端与所述第一伸直段的一端连通，所述第一伸直段的另一端与所述入浆口连通，并令所述第一伸直段与水平面之间的夹角为 $-15^{\circ} \sim -20^{\circ}$ ；

所述第二连接管包括第二弯折段和第二伸直段；将所述第二弯折段的一端与所述出浆

口连通，所述第二弯折段的另一端与所述第二伸直段的一端连通，所述第二伸直段的一端与所述第二分支管连接，并令所述第二伸直段与水平面之间的夹角为 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ ；

所述第一弯折段和所述第一伸直段之间，以及所述第二弯折段和所述第二伸直段之间均通过柔性管道连接；

在所述中继泵的入口处设置用于监测浆液压力的压力计，在所述中继泵的电机转轴处设置用于监测所述中继泵内叶轮转动扭矩的扭力计，并在所述中继泵的泵体上设置用于监测所述中继泵运行时振动强度的加速度计；

根据监测到的所述浆液压力、所述叶轮转动扭矩以及所述振动强度，确定所述中继泵是否出现故障；在确定所述中继泵出现故障后，打开所述主控开关，关闭所述第一开关和/或所述第二开关，切换所述泥浆主管进行排浆工作。

2. 根据权利要求1所述的盾构掘进过程中继泵安装和泥浆排放方法，其特征在于，所述根据监测到的所述浆液压力、所述叶轮转动扭矩以及所述振动强度，确定所述中继泵是否出现故障，具体包括：根据监测到的所述浆液压力与压力预设值的大小，和监测到的所述叶轮转动扭矩与扭矩预设值的大小，判断所述中继泵是否出现堵塞的故障；根据监测到的所述振动强度与振动预设值的大小，确定所述中继泵是否出现泵体中混入石块或叶轮上卡入石块的故障。

3. 根据权利要求2所述的盾构掘进过程中继泵安装和泥浆排放方法，其特征在于，在根据监测到的所述浆液压力、所述叶轮转动扭矩以及所述振动强度，确定所述中继泵是否出现故障的同时，所述方法还包括：分别将所述压力预设值、所述扭矩预设值以及所述振动预设值的第一预设百分比对应作为所述浆液压力、所述叶轮转动扭矩和所述振动强度的预警值；在监测到的所述浆液压力、所述叶轮转动扭矩和所述振动强度分别到达所述浆液压力、所述叶轮转动扭矩和所述振动强度的预警值之后，触发对应的预警功能。

4. 根据权利要求3所述的盾构掘进过程中继泵安装和泥浆排放方法，其特征在于，在根据监测到的所述浆液压力、所述叶轮转动扭矩以及所述振动强度，确定所述中继泵是否出现故障的同时，所述方法还包括：分别将所述压力预设值、所述扭矩预设值以及所述

振动预设值的第二预设百分比对应作为所述浆液压力、所述叶轮转动扭矩和所述振动强度的报警值；所述第二预设百分比大于所述第一预设百分比；在监测到的所述浆液压力、所述叶轮转动扭矩和所述振动强度分别到达所述浆液压力、所述叶轮转动扭矩和所述振动强度的报警值之后，触发对应的紧急报警功能。

5. 根据权利要求1所述的盾构掘进过程中继泵安装和泥浆排放方法，其特征在于，在确定所述中继泵出现故障后之后，所述方法还包括：启动高压冲洗装置向所述第一连接管、所述第二连接管，以及所述中继泵的泵体入口处、泵体底部喷射高压水，以冲洗所述第一连接管、所述第二连接管内部的泥浆，以及冲洗所述中继泵叶轮、入口通道和泵体底部的泥浆。

6. 根据权利要求1所述的盾构掘进过程中继泵安装和泥浆排放方法，其特征在于，在将所述中继泵并入所述泥浆管路系统之前，所述方法还包括：对所述中继泵进行调试，以确保所述中继泵正常运行。