

一种盾构机主驱动高压密封系统和一种泥水平衡盾构机

本申请要求于 2018 年 09 月 17 日提交中国专利局、申请号为 201811092816.6、发明名称为“一种盾构机主驱动高压密封系统和一种泥水平衡盾构机”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本发明涉及盾构机技术领域，特别涉及一种盾构机主驱动高压密封系统，和一种设置有该系统的泥水平衡盾构机。

10

背景技术

随着国家基础设施建设的深入发展，大断面、大埋深、高水压、长距离隧道的建设已逐步展开。为应对这些复杂恶劣工况，隧道施工多采用一种集隧道挖掘、施工排渣和管片衬砌为一体的复杂掘进设备——盾构机。

15 其已成为衡量一个国家工程机械领域发展高度的标准。

而在过江过海等高水压工况时，需采用泥水平衡盾构机进行掘进，目前主流且安全可靠的是采用带气垫仓的间接式泥水平衡盾构机。

主驱动是泥水平衡盾构机的重要组成部分，其密封性能的好坏直接决定了盾构机水土承压能力的大小。目前，盾构机主驱动主要采用唇形橡胶密封，为了提高水土承压能力，一般会设置四道密封唇。第一道密封唇外加工迷宫腔，腔体内持续注入高纤维油脂抵抗外部泥渣侵入；第一道与第二道密封唇形成的油脂腔 P1，其会持续注入油脂，一方面进一步提高主驱动密封能力，一方面对密封唇进行润滑减磨；第二道与第三道密封唇形成的环腔为油气密封腔 P2，即当外部水压超过一定数值时，此腔会注入齿轮油和空气以给密封唇提供支撑力；第三道密封唇与第四道密封唇一般反装，形成泄漏检测腔 P3；第四道密封唇主要是密封变速箱 P4，以免其内部齿轮油泄漏。

25 单道唇形橡胶密封承压能力一般在 3bar 左右，在水土压力小于 3bar

时,依靠油脂腔 P1 油脂压力便可抵抗外部水土压力,保证主驱动密封可靠;

当水土压力大于 3bar 且小于 6bar 时,通过油气密封腔 P2 和油脂腔 P1 提供的压力之和亦可抵抗外部水土压力;

当盾构机大埋深高水压作业时,水土压力超过 6bar,传统的多道组合密封很难抵抗外部水压,外部泥渣会穿透密封侵入主驱动,造成盾构机停机、工程延期。

此外,现有技术中的主驱动密封系统,在加压时,多采用人工操作,对使用人员操作经验要求较高,结果误差较大,严重时会造成泥水压力不稳,开挖面塌陷、冒顶等工程灾害。而且,现有技术中的主驱动密封系统不能实现自动降压,当密封腔不需要加压时,需人工开启排气球阀,存在一定安全隐患。

发明内容

有鉴于此,本发明的目的在于提供一种盾构机主驱动高压密封系统和一种设置有该系统的泥水平衡盾构机,实现气动闭环反馈、随动响应控制,安全可靠、减少人为干预、自动化程度高,从根本上提高唇形密封理论承压能力。

为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:

一种盾构机主驱动高压密封系统,包括气垫仓、油气密封腔、压缩空气输入接口、第一正作用气动调节阀、第一反作用气动调节阀,其中:

所述压缩空气输入接口的进口用于连接气源,所述压缩空气输入接口的出口连接所述第一正作用气动调节阀的进口,所述第一正作用气动调节阀的出口连接所述第一反作用气动调节阀的进口和所述油气密封腔,所述第一反作用气动调节阀的出口连接排气管路;

所述第一正作用气动调节阀的正压力检测端和所述第一反作用气动调节阀的正压力检测端,均连接所述气垫仓;

所述第一正作用气动调节阀的负压力检测端和所述第一反作用气动调节阀的负压力检测端,均连接所述油气密封腔;

当所述气垫仓和所述油气密封腔之间的压力差大于或等于第一预设值

时, 所述第一正作用气动调节阀打开, 所述第一反作用气动调节阀处于关闭状态 (“处于关闭状态”是指阀件此时关闭或提前已经关闭, 下文同);

当所述气垫仓和所述油气密封腔之间的压力差小于或等于第二预设值时, 所述第一反作用气动调节阀打开, 所述第一正作用气动调节阀处于关闭状态。

优选地, 在上述盾构机主驱动高压密封系统中, 还包括变速箱、第二正作用气动调节阀、第二反作用气动调节阀, 其中:

所述压缩空气输入接口的出口连接所述第二正作用气动调节阀的进口, 所述第二正作用气动调节阀的出口连接所述第二反作用气动调节阀的进口和所述变速箱, 所述第二反作用气动调节阀的出口连接所述排气管路;

所述第二正作用气动调节阀的正压力检测端和所述第二反作用气动调节阀的正压力检测端, 均连接所述油气密封腔;

所述第二正作用气动调节阀的负压力检测端和所述第二反作用气动调节阀的负压力检测端, 均连接所述变速箱;

当所述油气密封腔和所述变速箱之间的压力差大于或等于第三预设值时, 所述第二正作用气动调节阀打开, 所述第二反作用气动调节阀处于关闭状态;

当所述油气密封腔和所述变速箱之间的压力差小于或等于第四预设值时, 所述第二反作用气动调节阀打开, 所述第二正作用气动调节阀处于关闭状态。

优选地, 在上述盾构机主驱动高压密封系统中, 还包括泄露检测腔、第三正作用气动调节阀、第三反作用气动调节阀, 其中:

所述第二正作用气动调节阀的出口连接所述第三正作用气动调节阀的进口, 所述第三正作用气动调节阀的出口连接所述第三反作用气动调节阀的进口和所述泄露检测腔, 所述第三反作用气动调节阀的出口连接所述排气管路;

所述第三正作用气动调节阀的正压力检测端和所述第三反作用气动调节阀的正压力检测端, 均连接所述变速箱;

所述第三正作用气动调节阀的负压力检测端和所述第三反作用气动调节阀的负压力检测端, 均连接所述泄露检测腔;

当所述变速箱和所述泄露检测腔之间的压力差大于或等于第五预设值时，所述第三正作用气动调节阀打开，所述第三反作用气动调节阀处于关闭状态；

- 5 当所述变速箱和所述泄露检测腔之间的压力差小于或等于第六预设值时，所述第三反作用气动调节阀打开，所述第三正作用气动调节阀处于关闭状态。

优选地，在上述盾构机主驱动高压密封系统中，所述第一反作用气动调节阀的出口处设置有第一止回阀；

- 10 和/或，所述第二反作用气动调节阀的出口处设置有第二止回阀；
和/或，所述第三反作用气动调节阀的出口处设置有第三止回阀。

优选地，在上述盾构机主驱动高压密封系统中，所述第一正作用气动调节阀的出口连接管路上还设置有第一安全阀和/或第一压力传感器；

和/或，所述第二正作用气动调节阀的出口连接管路上还设置有第二安全阀和/或第二压力传感器；

- 15 和/或，所述第三正作用气动调节阀的出口连接管路上还设置有第三安全阀和/或第三压力传感器。

优选地，在上述盾构机主驱动高压密封系统中，还包括与所述油气密封腔、所述变速箱、所述泄露检测腔连接的紧急泄压管路。

- 20 优选地，在上述盾构机主驱动高压密封系统中，所述油气密封腔与所述紧急泄压管路之间设置有第四止回阀；

和/或，所述变速箱与所述紧急泄压管路之间设置有第五止回阀；
和/或，所述泄露检测腔与所述紧急泄压管路之间设置有第六止回阀；
和/或，所述紧急泄压管路上设置有第一球阀；
和/或，所述紧急泄压管路上设置有第一消音器。

- 25 优选地，在上述盾构机主驱动高压密封系统中，所述排气管路上设置有第二消音器。

一种泥水平衡盾构机，设置有如上文中所述的盾构机主驱动高压密封系统。

优选地，在上述泥水平衡盾构机中，还包括：

- 30 用于检测齿轮油腔内液位的液位控制器；

和/或，用于实现变速箱排空的呼吸器；

和/或，设置在所述油气密封腔和齿轮油腔之间的油气密封罐，所述油气密封罐上设置有高限液位开关和/或低限液位开关。

从上述技术方案可以看出，本发明提供的盾构机主驱动高压密封系统
5 和设置有该系统的泥水平衡盾构机，采用全气动控制，实现了气动闭环反
馈、随动响应控制、高精度控制的目的，能够保证在洞内断电时，主驱动
密封结构依然能够可靠可抵御外部土水压力，不仅安全可靠、减少人为干
预、自动化程度高，而且从根本上提高了唇形密封理论承压能力。而且，
该盾构机主驱动高压密封系统中，排气管路进行排气时，通过第一反作用
10 气动调节阀实现自动化、压差式排气泄压，从而令系统响应更加灵敏、减
小超调，有利于增加系统稳定性。此外，采用本发明提供的盾构机主驱动
高压密封系统和设置有该系统的泥水平衡盾构机，能够保证泥水平衡盾构
机在大埋深、高水压情况下，尤其是水压高于 6bar 时，主驱动依然密封可
靠。

15

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对
实施例或现有技术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
20 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。

图 1 为本发明实施例提供的盾构机主驱动高压密封系统的气路结构原
理图；

图 2 为本发明实施例提供的盾构机主驱动密封结构示意图；

25 图 3 为本发明实施例提供的盾构机主驱动高压密封系统的结构示意
图。

其中：

P1-油脂腔，P2-油气密封腔，P3-泄露检测腔，P4-变速箱，

1-空滤器，8-第一球阀，11-油气密封罐，12-液位控制器，13-呼吸器，

- 21-第一正作用气动调节阀, 22-第二正作用气动调节阀,
23-第三正作用气动调节阀,
31-第一安全阀, 32-第二安全阀, 33-第三安全阀,
41-第一压力传感器, 42-第二压力传感器, 43-第三压力传感器,
5 51-第一反作用气动调节阀, 52-第二反作用气动调节阀,
53-第三反作用气动调节阀,
61-第一止回阀, 62-第二止回阀, 63-第三止回阀,
71-第四止回阀, 72-第五止回阀, 73-第六止回阀,
91-第一消音器, 92-第二消音器,
10 101-高限液位开关, 102-低限液位开关。

具体实施方式

- 本发明公开了一种盾构机主驱动高压密封系统和一种设置有该系统的泥水平衡盾构机, 实现了气动闭环反馈、随动响应控制, 安全可靠、减少人为干预、自动化程度高, 从根本上提高了唇形密封理论承压能力。

- 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做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。

- 请参阅图 1 至图 3, 图 1 为本发明实施例提供的盾构机主驱动高压密封系统的气路结构原理图, 图 2 为本发明实施例提供的盾构机主驱动密封结构示意图, 图 3 为本发明实施例提供的盾构机主驱动高压密封系统的结构示意图。

- 本发明实施例提供的盾构机主驱动高压密封系统, 主要包括三个气路主路, 分别是第一气路、第二气路、第三气路。

在具体实施例中, 第一气路中包括气垫仓、油气密封腔 P2、压缩空气输入接口、第一正作用气动调节阀 21、第一反作用气动调节阀 51, 其中: 压缩空气输入接口的进口用于连接气源, 压缩空气输入接口的出口连

接第一正作用气动调节阀 21 的进口，第一正作用气动调节阀 21 的出口连接第一反作用气动调节阀 51 的进口和油气密封腔 P2，第一反作用气动调节阀 51 的出口连接排气管路；

5 第一正作用气动调节阀 21 的正压力检测端“+”和第一反作用气动调节阀 51 的正压力检测端“+”，均连接气垫仓；第一正作用气动调节阀 21 的负压力检测端“-”和第一反作用气动调节阀 51 的负压力检测端“-”，均连接油气密封腔 P2。

具体地，当气垫仓和油气密封腔 P2 之间的压力差大于或等于第一预设值时，第一正作用气动调节阀 21 打开，第一反作用气动调节阀 51 处于关闭状态（“处于关闭状态”是指阀件此时关闭或提前已经关闭，下文同）；
10 当气垫仓和油气密封腔 P2 之间的压力差小于或等于第二预设值时，第一反作用气动调节阀 51 打开，第一正作用气动调节阀 21 处于关闭状态。

其中：

“第一预设值”根据第一正作用气动调节阀 21 中预设的最小打开值
15 （即压力差达到或大于该值时第一正作用气动调节阀 21 开启并导通）、第一反作用气动调节阀 51 中预设的最小关闭值（即压力差达到或大于该值时第一反作用气动调节阀 51 关闭且不导通）来进行设置。优选地，第一预设值 = 第一正作用气动调节阀 21 的最小打开值 $\geq$ 第一反作用气动调节阀 51 的最小关闭值；

20 “第二预设值”根据第一正作用气动调节阀 21 中预设的最大关闭值（即压力差达到或小于该值时第一正作用气动调节阀 21 关闭且不导通）、第一反作用气动调节阀 51 中预设的最大打开值（即压力差达到或小于该值时第一反作用气动调节阀 51 开启并导通）来进行设置。优选地，第二预设值 = 第一反作用气动调节阀 51 的最大打开值 $\leq$ 第一正作用气动调节阀 21
25 的最大关闭值。

从而：

1) 当气垫仓和油气密封腔 P2 之间的压力差升高，达到或超过第一预设值时，第一正作用气动调节阀 21 打开，第一反作用气动调节阀 51 处于关闭状态，此时，压缩空气经压缩空气输入接口、第一正作用气动调节阀
30 21 后充入油气密封腔 P2（即油气密封罐 11）；

2) 直到油气密封腔 P2 与油脂腔 P1 的压力之和可平衡外部水土压力, 使主驱动密封可靠。优选地, 此时, 气垫仓和油气密封腔 P2 之间的压力差达到或小于第一正作用气动调节阀 21 中预设的一个中间值(小于第一预设值, 且小于或等于油脂腔 P1 的额定压力值), 第一正作用气动调节阀 21 5 关闭(或者, 在其它具体实施例中, 也可令第一正作用气动调节阀 21 处于较小输送量的打开状态, 以起到补偿泄露的作用);

3) 若气垫仓压力减小, 则当气垫仓和油气密封腔 P2 之间的压力差小于或等于第二预设值时, 第一反作用气动调节阀 51 打开, 第一正作用气动调节阀 21 处于关闭状态, 此时, 油气密封腔 P2 内的压缩空气经第一反作用 10 气动调节阀 51 进行排泄;

4) 直到气垫仓与油气密封腔 P2 之间的压力差达到第一反作用气动调节阀 51 中预设的一个中间值(大于第二预设值), 第一反作用气动调节阀 51 关闭。

在具体实施例中, 上述盾构机主驱动高压密封系统中, 用于产生压缩 15 气体的气源来源于洞外空气压缩机。工作时, 压缩气体通过空滤器 1 进行过滤后, 进入上述盾构机主驱动高压密封系统中的压缩空气输入接口, 进而进入盾构机主驱动高压密封系统中。

从上述技术方案可以看出, 本发明实施例提供的盾构机主驱动高压密封系统, 采用全气动控制, 实现了气动闭环反馈、随动响应控制、高精度 20 控制的目的, 能够保证在洞内断电时, 主驱动密封结构依然能够可靠可抵御外部土水压力, 不仅安全可靠、减少人为干预、自动化程度高, 而且从根本上提高了唇形密封理论承压能力。

而且, 该盾构机主驱动高压密封系统中, 排气管路进行排气时, 通过 25 第一反作用气动调节阀 51 实现自动化、压差式排气泄压, 从而令系统响应更加灵敏、减小超调, 有利于增加系统稳定性。

在具体实施例中, 该盾构机主驱动高压密封系统, 可用于泥水平衡盾构机, 保证泥水平衡盾构机在大埋深、高水压情况下, 尤其是水压高于 6bar 时, 主驱动依然密封可靠。

在具体实施例中, 上述盾构机主驱动高压密封系统中的第二气路中, 30 包括油气密封腔 P2、变速箱 P4、第二正作用气动调节阀 22、第二反作用

气动调节阀 52, 其中:

压缩空气输入接口的出口连接第二正作用气动调节阀 22 的进口, 第二正作用气动调节阀 22 的出口连接第二反作用气动调节阀 52 的进口和变速箱 P4, 第二反作用气动调节阀 52 的出口连接排气管路;

- 5 第二正作用气动调节阀 22 的正压力检测端 “+” 和第二反作用气动调节阀 52 的正压力检测端 “+”, 均连接油气密封腔 P2; 第二正作用气动调节阀 22 的负压力检测端 “-” 和第二反作用气动调节阀 52 的负压力检测端 “-”, 均连接变速箱 P4。

- 10 具体地, 当油气密封腔 P2 和变速箱 P4 之间的压力差大于或等于第三预设值时, 第二正作用气动调节阀 22 打开, 第二反作用气动调节阀 52 处于关闭状态; 当油气密封腔 P2 和变速箱 P4 之间的压力差小于或等于第四预设值时, 第二反作用气动调节阀 52 打开, 第二正作用气动调节阀 22 处于关闭状态。

其中:

- 15 “第三预设值” 根据第二正作用气动调节阀 22 中预设的最小打开值 (即压力差达到或大于该值时第二正作用气动调节阀 22 开启并导通)、第二反作用气动调节阀 52 中预设的最小关闭值 (即压力差达到或大于该值时第二反作用气动调节阀 52 关闭且不导通) 来进行设置。优选地, 第三预设值 = 第二正作用气动调节阀 22 的最小打开值 $\geq$ 第二反作用气动调节阀 52 的最小关闭值;

- 20 “第四预设值” 根据第二正作用气动调节阀 22 中预设的最大关闭值 (即压力差达到或小于该值时第二正作用气动调节阀 22 关闭且不导通)、第二反作用气动调节阀 52 中预设的最大打开值 (即压力差达到或小于该值时第二反作用气动调节阀 52 开启并导通) 来进行设置。优选地, 第四预设值 = 第二反作用气动调节阀 52 的最大打开值 $\leq$ 第二正作用气动调节阀 22 的最大关闭值。

从而:

- 30 1) 为防止压力过高导致变速箱齿轮油泄漏, 当油气密封腔 P2 和变速箱 P4 之间的压力差大于第三预设值时, 第二正作用气动调节阀 22 打开, 第二反作用气动调节阀 52 处于关闭状态, 此时, 压缩空气经压缩空气输入

接口、第二正作用气动调节阀 22 后充入变速箱 P4，给变速箱充压；

2) 直到油气密封腔 P2 和变速箱 P4 之间的压力差达到或小于第二正作用气动调节阀 22 中预设的一个中间值 (小于第三预设值)，此时，第二正作用气动调节阀 22 关闭 (或者，在其它具体实施例中，也可令第二正作用气动调节阀 22 处于较小输送量的打开状态，以起到泄露补偿的作用)；

3) 当气垫仓压力减小，油气密封腔 P2 压力亦减小，即当油气密封腔 P2 和变速箱 P4 之间的压力差小于或等于第四预设值时，第二反作用气动调节阀 52 打开，第二正作用气动调节阀 22 处于关闭状态，此时，变速箱 P4 内的压缩空气经第二反作用气动调节阀 52 排泄；

4) 直到油气密封腔 P2 与变速箱 P4 之间的压力差达到第二反作用气动调节阀 52 中预设的一个中间值 (大于第四预设值)，第二反作用气动调节阀 52 关闭。

在具体实施例中，上述盾构机主驱动高压密封系统中的第三气路中包括变速箱 P4、泄露检测腔 P3、第三正作用气动调节阀 23、第三反作用气动调节阀 53，其中：

第二正作用气动调节阀 22 的出口连接第三正作用气动调节阀 23 的进口，第三正作用气动调节阀 23 的出口连接第三反作用气动调节阀 53 的进口和泄露检测腔 P3，第三反作用气动调节阀 53 的出口连接排气管路；

第三正作用气动调节阀 23 的正压力检测端 “+” 和第三反作用气动调节阀 53 的正压力检测端 “+”，均连接变速箱 P4；第三正作用气动调节阀 23 的负压力检测端 “-” 和第三反作用气动调节阀 53 的负压力检测端 “-”，均连接泄露检测腔 P3；

具体地，当变速箱 P4 和泄露检测腔 P3 之间的压力差大于或等于第五预设值时，第三正作用气动调节阀 23 打开，第三反作用气动调节阀 53 处于关闭状态；当变速箱 P4 和泄露检测腔 P3 之间的压力差小于或等于第六预设值时，第三反作用气动调节阀 53 打开，第三正作用气动调节阀 23 处于关闭状态。

其中：

“第五预设值” 根据第三正作用气动调节阀 23 中预设的最小打开值 (即压力差达到或大于该值时第三正作用气动调节阀 23 开启并导通)、第

三反作用气动调节阀 53 中预设的最小关闭值(即压力差达到或大于该值时第三反作用气动调节阀 53 关闭且不导通)来进行设置。优选地,第五预设值 = 第三正作用气动调节阀 23 的最小打开值 $\geq$ 第三反作用气动调节阀 53 的最小关闭值;

- 5 “第六预设值”根据第三正作用气动调节阀 23 中预设的最大关闭值(即压力差达到或小于该值时第三正作用气动调节阀 23 关闭且不导通)、第三反作用气动调节阀 53 中预设的最大打开值(即压力差达到或小于该值时第三反作用气动调节阀 53 开启并导通)来进行设置。优选地,第六预设值 = 第三反作用气动调节阀 53 的最大打开值 $\leq$ 第三正作用气动调节阀 23 的最大关闭值。

从而:

- 1) 当变速箱 P4 和泄露检测腔 P3 之间的压力差大于或等于第五预设值时,第三正作用气动调节阀 23 打开,第三反作用气动调节阀 53 处于关闭状态,此时,压缩空气经压缩空气输入接口、第二正作用气动调节阀 22、
15 第三正作用气动调节阀 23 后充入泄露检测腔 P3;

- 2) 直到泄漏检测腔 P3、油气密封腔 P2 与油脂腔 P1 的压力之和可平衡外部水压,使主驱动密封可靠。优选地,此时,变速箱 P4 和泄露检测腔 P3 之间的压力差达到或小于第三正作用气动调节阀 23 中预设的一个中间值(小于第五预设值),第三正作用气动调节阀 23 关闭(或者,在其它具体实施例中,也可令第三正作用气动调节阀 23 处于较小输送量的打开状态,以起到泄露补偿的作用);

- 3) 当气垫仓压力减小,泄露检测腔 P3 压力亦减小,即当变速箱 P4 和泄露检测腔 P3 之间的压力差小于或等于第六预设值时,第三反作用气动调节阀 53 打开,第三正作用气动调节阀 23 处于关闭状态。此时,泄露检测腔 P3 内的压缩空气经第三反作用气动调节阀 53 进行排泄;

- 4) 直到变速箱 P4 与泄露检测腔 P3 之间的压力差达到第三反作用气动调节阀 53 中预设的一个中间值(大于第六预设值),第三反作用气动调节阀 53 关闭。

为了进一步优化上述技术方案,如图 1 所示,上述盾构机主驱动高压密封系统中,为防止任一阀件损坏导致密封压力过高,还设置了与油气密
30

封腔 P2、变速箱 P4、泄露检测腔 P3 连接的紧急泄压管路。该紧急泄压管路上优选设置有第一球阀 8 和第一消音器 91。当外部水压减小至主驱动单道密封承压范围之内时, 打开第一球阀 8, 此时油气密封腔 P2、泄漏检测腔 P3 及变速箱 P4 内的压缩空气分别经紧急泄压管路进行排空泄压。

- 5 在具体实施例中, 如图 1 所示, 上述盾构机主驱动高压密封系统中的排气管路上, 设置有第二消音器 92。第一消音器 91 和第二消音器 92 可以减少排气时的噪音污染。

10 为了进一步优化上述技术方案, 在上述盾构机主驱动高压密封系统中, 第一反作用气动调节阀 51 的出口处, 设置有第一止回阀 61; 第二反作用气动调节阀 52 的出口处, 设置有第二止回阀 62; 第三反作用气动调节阀 53 的出口处, 设置有第三止回阀 63。具体地, 第一止回阀 61、第二止回阀 62 和第三止回阀 63 并联后连接上述排气管路。

15 进一步地, 在上述盾构机主驱动高压密封系统中, 油气密封腔 P2 与紧急泄压管路之间, 设置有第四止回阀 71; 变速箱 P4 与紧急泄压管路之间, 设置有第五止回阀 72; 泄露检测腔 P3 与紧急泄压管路之间, 设置有第六止回阀 73。具体地, 第四止回阀 71、第五止回阀 72 和第六止回阀 73 并联后连接上述紧急泄压管路。

为了进一步优化上述技术方案, 在上述盾构机主驱动高压密封系统中:

20 第一正作用气动调节阀 21 的出口处 (即第一正作用气动调节阀 21 的出口连接管路上), 还连接有第一安全阀 31 和第一压力传感器 41, 第一安全阀 31 可确保油气密封腔 P2 的压力在可控范围内, 防止超压损坏密封, 第一压力传感器 41 可实时采集油气密封腔 P2 的压力数据, 便于分析、显示及保存;

25 第二正作用气动调节阀 22 的出口处 (即第二正作用气动调节阀 22 的出口连接管路上), 还连接有第二安全阀 32 和第二压力传感器 42, 第二安全阀 32 可确保变速箱 P4 的压力在可控范围内, 防止超压损坏密封, 第二压力传感器 42 可实时采集变速箱 P4 的压力数据, 便于分析、显示及保存;

30 第三正作用气动调节阀 23 的出口处 (即第三正作用气动调节阀 23 的出口连接管路上), 还连接有第三安全阀 33 和第三压力传感器 43, 第三安全阀 33 可确保泄漏检测腔 P3 的压力在可控范围内, 防止超压损坏密封,

第三压力传感器 43 可实时采集泄漏检测腔 P3 的压力数据，便于分析、显示及保存。

此外，本发明具体实施例还提供了一种泥水平衡盾构机，该泥水平衡盾构机设置有如上文中所述的盾构机主驱动高压密封系统。

5 具体地，如图 3 所示，上述泥水平衡盾构机中，还包括液位控制器 12、呼吸器 13、油气密封罐 11。其中：

液位控制器 12 用于检测齿轮油腔内液位，可对其进行连锁保护，当液位低于要求低限值时，可触发停机信号；

10 呼吸器 13 用于实现变速箱 P4 的排空，防止憋压，进一步地，为防止高压阶段冲坏呼吸器 13，还在呼吸器 13 与主驱动间加装第二球阀；

油气密封罐 11 设置在油气密封腔 P2 和齿轮油腔之间，油气密封罐 11 上设置有高限液位开关 101 和低限液位开关 102，触发高限液位开关 101 时油气密封罐 11 必须放油，触发低限液位开关 102 时油气密封罐 11 必须加油。

15 综上所述，本发明实施例提供的盾构机主驱动高压密封系统和设置有该系统的泥水平衡盾构机，至少具有如下有益效果：

- 1) 各调节阀之间逻辑互联，使系统安全可靠；
- 2) 控制过程不需要人为参与，自动化程度高；
- 3) 通过闭环反馈使得系统控制精度较高；
- 20 4) 水压高于 6bar 时，主驱动依然密封可靠。

最后，还需要说明的是，在本文中，诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来，而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，
25 从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

30 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述，每个实施例重点说明的

都是与其他实施例的不同之处，各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

对所公开的实施例的上述说明，使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的，本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下，在其它实施例中实现。因此，本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例，而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。