



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119435013 A

(43) 申请公布日 2025. 02. 14

(21) 申请号 202411729331.9

(22) 申请日 2024.11.28

(71) 申请人 杭州华东地下工程智能装备研究院
有限公司

地址 310000 浙江省杭州市余杭区闲林街
道高教路199号1幢1210室

申请人 中国电建集团华东勘测设计研究院
有限公司
浙江华东工程建设管理有限公司

(72) 发明人 吴坚 裴佳锋 钟伟斌 曾志全
朱鹏 王永明 王强 邓渊
陈逸帆 鲍志强 王士伟 任浩

(74) 专利代理机构 浙江杭州金通专利事务所有
限公司 33100

专利代理师 吉靖 刘晓春

(51) Int.Cl.

E21D 9/02 (2006.01)

E21D 9/00 (2006.01)

E21D 9/06 (2006.01)

E21D 9/087 (2006.01)

E21D 11/10 (2006.01)

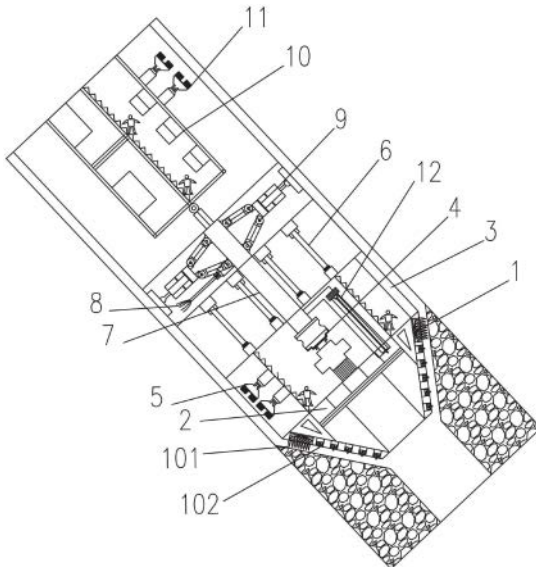
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种抽水蓄能电站斜井TBM及扩挖机械化施
工方法

(57) 摘要

本发明提供一种抽水蓄能电站斜井TBM及扩挖机械化施工方法,所述TBM包括盾体,所述盾体前端设有锥形扩挖刀盘,所述盾体内设有主驱动,所述锥形扩挖刀盘经主轴承与主驱动相连接,所述盾体前端、后端周侧分别设有多个前支撑、后支撑;所述前支撑、后支撑之间的盾体上设有推进油缸和主动撑靴,所述抽水蓄能电站斜井TBM在前支撑、后支撑、推进油缸和主动撑靴的配合下蠕动前进。此外,通过导井+TBM扩挖的机械式施工方法,可以解决钻爆法开挖会存在施工导向和成洞体型不易控制、开挖成洞平整性差、安全性差等问题,摆脱了传统钻爆法开挖,提高成洞质量和减少对围岩的扰动,减少安全隐患,保证抽水蓄能电站中引水斜井安全高效开挖,减少关键线路的工期。



1. 一种抽水蓄能电站斜井TBM,包括盾体(3),所述盾体(3)前端设有锥形扩挖刀盘(1),所述盾体(3)内设有主驱动(4),所述锥形扩挖刀盘(1)经主轴承(2)与主驱动(4)相连接,其特征在于:所述盾体(3)前端周侧设有多个前支撑(5),所述盾体后端周侧设有多个后支撑(11);

所述前支撑(5)、后支撑(11)之间的盾体(3)上设有推进油缸(6)和主动撑靴(9),所述抽水蓄能电站斜井TBM在前支撑(5)、后支撑(11)、推进油缸(6)和主动撑靴(9)的配合下蠕动前进。

2. 根据权利要求1所述的抽水蓄能电站斜井TBM,其特征在于:所述锥形扩挖刀盘(1)上设有刮渣部件(101)和处于刮渣部件(101)内侧的盘形滚刀(102)。

3. 根据权利要求1所述的抽水蓄能电站斜井TBM,其特征在于:所述盾体(3)的后端设有后配套台车(10)。

4. 根据权利要求1所述的抽水蓄能电站斜井TBM,其特征在于:所述盾体(3)前端与后端经主梁(7)相连接,所述主梁(7)的一端与主驱动(4)相连接,所述主梁(7)的另一端连接盾体(3)的后端。

5. 根据权利要求1所述的抽水蓄能电站斜井TBM,其特征在于:所述主动撑靴(9)的附近设有混凝土喷射机(8)。

6. 根据权利要求1所述的抽水蓄能电站斜井TBM,其特征在于:所述前支撑(5)的附近设有超前地质检测仪(12)。

7. 根据权利要求1~6中任意一项所述的抽水蓄能电站斜井TBM的扩挖机械化施工方法,其特征在于:包括如下步骤:

S1:开挖引水上平洞并施作支护,从引水上平洞向下开挖组装洞室和始发井,在始发井口施作锁口及圈梁基础,在组装洞室上方布置龙门吊系统,用来吊装机械设备;采用破碎锤及长臂挖掘机向下开挖形成深10m,直径8m的始发井,在始发井下部形成始发平台;

S2:在始发平台上安装定向钻机,采用定向钻机沿引水斜井中轴线自上而下钻进 $\phi 410\text{mm}$ 的定向孔,以满足反井钻机施工所需的钻杆直径;定向孔超过30m后安装无线随钻测斜仪,在其测量参数指导下,对钻孔轨迹进行定向控制,提高定向孔精度;直至定向孔贯通至引水中平洞,定向孔施工完成,拆除定向钻头及配套测斜纠偏设备,利用龙门吊系统拆除定向钻机及辅助设备;

S3:在始发平台上安装反井钻机主机、主副泵站,采用反井钻机沿 $\phi 410\text{mm}$ 导孔自下而上进行 $\phi 2\text{m}$ 导井施工;将反井钻机钻杆沿 $\phi 410\text{mm}$ 导孔下放至引水斜井下端,将直径 $\phi 2\text{m}$ 的反井钻扩孔钻头通过施工支洞、引水下平洞运输至引水斜井下端,与反井钻机钻杆相连接,然后慢速上提扩孔钻头自下而上进行扩孔施工; $\phi 2\text{m}$ 导井扩孔完成后,利用龙门吊系统拆除反井钻机及辅助设备;

S4:在始发井内部组装斜井扩孔掘进机,当TBM组装完成后,进入现场调试阶段,主要调试液压系统、电气系统、PLC控制系统;

S5:TBM根据设计需求开始掘进作业,开挖石渣经导井溜入斜井底部,在导井底部采用自卸汽车出渣;

S6:在TBM破岩过程中主动撑靴(9)和后支撑(11)紧紧支撑在洞壁上,在这个阶段,整个系统由TBM的主动撑靴(9)和后支撑(11)共同支撑;

S7:在推进过程中,主梁(7)周侧的推进油缸(6)开始伸长,推动TBM向前掘进,主驱动(4)带动刀盘(1)旋转,刀盘(1)旋转带动盘形滚刀(102)挤压、剪切前方岩石,并利用刮渣部件(101)前后拨动将破碎的岩石排入导洞中;

S8:在一个掘进行程完成后,TBM开始换步,主动撑靴(9)和后支撑(11)收缩,推进油缸(6)开始收缩,带动TBM前移,前支撑(5)撑紧力增加,在这个阶段,整个TBM由前撑靴(5)支撑;

S9:换步过程完成,TBM主动撑靴(9)和后支撑(11)再次撑紧洞壁,进行下一循环掘进;

S10:引水斜井开挖完成,TBM在1#引水上平洞组装洞室内组装,TBM首先完成1#引水斜井的施工,待完成1#引水斜井掘进施工后,在1#引水斜井拆卸洞室内完成TBM拆机,并由1#施工支洞转移到2#引水斜井内组装、掘进,两个引水斜井的TBM组装、掘进、拆卸工艺流程相同。

一种抽水蓄能电站斜井TBM及扩挖机械化施工方法

技术领域

[0001] 本发明属于抽水蓄能电站施工技术领域,尤其是涉及一种抽水蓄能电站斜井TBM及扩挖机械化施工方法。

背景技术

[0002] 目前,在我国,抽水蓄能电站的建设中,引水斜井的施工普遍采用钻爆法。然而,钻爆法施工存在诸多缺点,主要包括:施工过程中的导向控制困难,导致成洞体型不易控制;开挖成洞的平整性不佳,普遍存在超挖和欠挖的问题;施工速度缓慢;以及施工安全性较差。这些问题严重制约了抽水蓄能电站引水斜井的安全高效施工,使得引水斜井往往成为项目施工的关键线路,增加了项目的风险和成本。

[0003] 与传统钻爆法施工相比,隧道掘进机(TBM)的掘进速度可达到常规钻爆法的4至10倍,最佳日进尺可达150米。TBM施工具有快速、优质、安全、经济、环保以及对劳动力保护等优点。特别是其高效快速的施工能力,能够使工程提前完工,从而提前创造经济价值。TBM在掘进效率、建设周期、安全性、围岩稳定性、开挖精度和平整性等方面展现出显著的优势。对于下部已有成型洞室的斜井工程,可以先采用反井钻机完成小直径竖井的开挖,然后利用扩孔式TBM对引水斜井进行扩挖,这不仅为引水斜井扩挖提供了自由面,同时也为自上而下的开挖提供了溜渣通道。

[0004] 尽管如此,目前针对抽水蓄能电站引水斜井扩孔TBM及其施工方法的研究相对较少,相关研究主要集中在斜井TBM机械及其施工方法上。现有的非爆破破岩技术,特别是斜井扩孔掘进机技术,代表了斜井施工技术发展的重要方向。该技术具有安全风险低、施工效率高、围岩扰动小、机械化程度高等优点。然而,在国内,斜井扩孔掘进机的应用尚不广泛,目前还没有采用斜井扩孔掘进机施工引水斜井的成功案例。

发明内容

[0005] 本发明第一个目的在于,提供一种抽水蓄能电站斜井TBM。

[0006] 为此,本发明的上述目的通过如下技术方案实现:

[0007] 一种抽水蓄能电站斜井TBM,包括盾体,所述盾体前端设有锥形扩挖刀盘,所述盾体内设有主驱动,所述锥形扩挖刀盘经主轴承与主驱动相连接,其特征在于:所述盾体前端周侧设有多个前支撑,所述盾体后端周侧设有多个后支撑;

[0008] 所述前支撑、后支撑之间的盾体上设有推进油缸和主动撑靴,所述抽水蓄能电站斜井TBM在前支撑、后支撑、推进油缸和主动撑靴的配合下蠕动前进。

[0009] 在采用上述技术方案的同时,本发明还可以采用或者组合采用如下技术方案:

[0010] 作为本发明的一种优选技术方案:所述锥形扩挖刀盘上设有刮渣部件和处于刮渣部件内侧的盘形滚刀。

[0011] 作为本发明的一种优选技术方案:所述盾体的后端设有后配套台车,用来辅助作业。

[0012] 作为本发明的一种优选技术方案:所述盾体前端与后端经主梁相连接,所述主梁的一端与主驱动相连接,所述主梁的另一端连接盾体的后端。

[0013] 作为本发明的一种优选技术方案:所述主动撑靴的附近设有混凝土喷射机,在撑靴遇到断裂带或破碎带时对岩壁进行混凝土喷浆,确保撑靴撑紧时岩壁完整性。

[0014] 作为本发明的一种优选技术方案:所述前支撑的附近设有超前地质探测仪,对TBM前方围岩地质情况进行探测,根据前方的地质情况调整TBM掘进参数,确保TBM掘进效率。

[0015] 本发明还有一个目的在于,提供一种扩挖机械化施工方法。

[0016] 为此,本发明的上述目的通过如下技术方案实现:

[0017] 根据前文所述的抽水蓄能电站斜井TBM的扩挖机械化施工方法,包括如下步骤:

[0018] S1:开挖引水上平洞并施作支护,从引水上平洞向下开挖组装洞室和始发井,在始发井口施作锁口及圈梁基础,在组装洞室上方布置龙门吊系统,用来吊装机械设备;采用破碎锤及长臂挖掘机向下开挖形成深10m,直径8m的始发井,在始发井下部形成始发平台;

[0019] S2:在始发平台上安装定向钻机,采用定向钻机沿引水斜井中轴线自上而下钻进 $\phi 410\text{mm}$ 的定向孔,以满足反井钻机施工所需的钻杆直径;定向孔超过30m后安装无线随钻测斜仪,在其测量参数指导下,对钻孔轨迹进行定向控制,提高定向孔精度;直至定向孔贯通至引水中平洞,定向孔施工完成,拆除定向钻头及配套测斜纠偏设备,利用龙门吊系统拆除定向钻机及辅助设备;

[0020] S3:在始发平台上安装反井钻机主机、主副泵站,采用反井钻机沿 $\phi 410\text{mm}$ 导孔自下而上进行 $\phi 2\text{m}$ 导井施工;将反井钻机钻杆沿 $\phi 410\text{mm}$ 导孔下放至引水斜井下端,将直径 $\phi 2\text{m}$ 的反井钻扩孔钻头通过施工支洞、引水下平洞运输至引水斜井下端,与反井钻机钻杆相连接,然后慢速上提扩孔钻头自下而上进行扩孔施工; $\phi 2\text{m}$ 导井扩孔完成后,利用龙门吊系统拆除反井钻机及辅助设备;

[0021] S4:在始发井内部组装斜井扩孔掘进机,当TBM组装完成后,进入现场调试阶段,主要调试液压系统、电气系统、PLC控制系统;

[0022] S5:TBM根据设计需求开始掘进作业,开挖石渣经导井溜入斜井底部,在导井底部采用自卸汽车出渣;

[0023] S6:在TBM破岩过程中主动撑靴和后支撑紧紧支撑在洞壁上,在这个阶段,整个系统由TBM的主动撑靴和后支撑共同支撑;

[0024] S7:在推进过程中,主梁周侧的推进油缸开始伸长,推动TBM向前掘进,主驱动带动刀盘旋转,刀盘旋转带动盘形滚刀挤压、剪切前方岩石,并利用刮渣部件前后拨动将破碎的岩石排入导洞中;

[0025] S8:在一个掘进行程完成后,TBM开始换步,主动撑靴和后支撑收缩,推进油缸开始收缩,带动TBM前移,前支撑撑紧力增加,在这个阶段,整个TBM由前撑靴支撑;

[0026] S9:换步过程完成,TBM主动撑靴和后支撑再次撑紧洞壁,进行下一循环掘进;

[0027] S10:引水斜井开挖完成,TBM在1#引水上平洞组装洞室内组装,TBM首先完成1#引水斜井的施工,待完成1#引水斜井掘进施工后,在1#引水斜井拆卸洞室内完成TBM拆机,并由1#施工支洞转移到2#引水斜井内组装、掘进,两个引水斜井的TBM组装、掘进、拆卸工艺流程相同,本施组仅详细介绍1#引水斜井内的组装、掘进和拆卸施工。

[0028] 本发明提供一种抽水蓄能电站斜井TBM及扩挖机械化施工方法,通过前支撑、后支

撑、推进油缸和主动撑靴的配合下实现抽水蓄能电站斜井TBM蠕动前进,此外,通过导井+TBM扩挖的机械式施工方法,可以解决钻爆法开挖会存在施工导向和成洞体型不易控制、开挖成洞平整性差、安全性差等问题,摆脱了传统钻爆法开挖,提高成洞质量和减少对围岩的扰动,减少安全隐患,保证抽水蓄能电站中引水斜井安全高效开挖,减少关键线路的工期。

附图说明

[0029] 图1为本发明所提供的抽水蓄能电站斜井TBM的整体结构图。

具体实施方式

[0030] 参照附图和具体实施例对本发明作进一步详细地描述。

[0031] 一种抽水蓄能电站斜井TBM,包括盾体3,盾体3前端设有锥形扩挖刀盘1,盾体3内设有主驱动4,锥形扩挖刀盘1经主轴承2与主驱动4相连接,盾体3前端周侧设有多个前支撑5,盾体后端周侧设有多个后支撑11;

[0032] 前支撑5、后支撑11之间的盾体3上设有推进油缸6和主动撑靴9,抽水蓄能电站斜井TBM在前支撑5、后支撑11、推进油缸6和主动撑靴9的配合下蠕动前进。

[0033] 锥形扩挖刀盘1上设有刮渣部件101和处于刮渣部件101内侧的盘形滚刀102。锥形扩挖刀盘1为锥形刀盘,采用重型结构,锥形扩挖刀盘1与主轴承2相连接。锥形扩挖刀盘上布置17英寸(432mm)盘形中心滚刀、19英寸(483mm)单刃正面滚刀和边缘滚刀,所有滚刀均为背装式,滚刀采用楔块锁紧安装方式,所受载荷能够均匀传递至刀座及刀盘上。

[0034] 盾体3的后端设有后配套台车10。

[0035] 盾体3前端与后端经主梁7相连接,主梁7的一端与主驱动4相连接,主梁7的另一端连接盾体3的后端。

[0036] 主动撑靴9的附近设有混凝土喷射机8,在撑靴遇到断裂带或破碎带时对岩壁进行混凝土喷浆,确保撑靴撑紧时岩壁完整性。前支撑5的附近设有超前地质检测仪12,对TBM前方围岩地质情况进行探测,根据前方的地质情况调整TBM掘进参数,确保TBM掘进效率。

[0037] 一种抽水蓄能电站引水斜井TBM扩挖机械化施工方法,包括以下步骤:

[0038] S1:开挖引水上平洞并施作支护,从引水上平洞向下开挖组装洞室和始发井,在始发井口施作锁口及圈梁基础,在组装洞室上方布置龙门吊系统,用来吊装机械设备;采用破碎锤及长臂挖掘机向下开挖形成深10m,直径8m的始发井,在始发井下部形成始发平台;

[0039] S2:在始发平台上安装定向钻机,采用定向钻机沿引水斜井中轴线自上而下钻进 $\phi 410\text{mm}$ 的定向孔,以满足反井钻机施工所需的钻杆直径;定向孔超过30m后安装无线随钻测斜仪,在其测量参数指导下,对钻孔轨迹进行定向控制,提高定向孔精度;直至定向孔贯通至引水中平洞,定向孔施工完成,拆除定向钻头及配套测斜纠偏设备,利用龙门吊系统拆除定向钻机及辅助设备;

[0040] S3:在始发平台上安装反井钻机主机、主副泵站,采用反井钻机沿 $\phi 410\text{mm}$ 导孔自下而上进行 $\phi 2\text{m}$ 导井施工;将反井钻机钻杆沿 $\phi 410\text{mm}$ 导孔下放至引水斜井下端,将直径 $\phi 2\text{m}$ 的反井钻扩孔钻头通过施工支洞、引水下平洞运输至引水斜井下端,与反井钻机钻杆相连接,然后慢速上提扩孔钻头自下而上进行扩孔施工; $\phi 2\text{m}$ 导井扩孔完成后,利用龙门吊系统拆除反井钻机及辅助设备;

[0041] S4:为了方便TBM设备开挖掘进,将原设计的两级斜井设计形式优化为一级斜井,洞径统一为6.5m。

[0042] 在始发井内部组装斜井扩孔掘进机,当TBM组装完成后,进入现场调试阶段,主要调试液压系统、电气系统、PLC控制系统;

[0043] S41:TBM在组装洞室内进行组装,组装洞室布置在引水上平洞段,支护后断面为15m(宽)×20m(高)×40m(长)的城门洞型扩大洞。组装洞前方为37m长的马蹄形步进始发洞,始发洞段尺寸为37m×6m×8.2m;

[0044] S42:TBM设备包含锥形扩挖刀盘1、盾体3、主驱动4、推进油缸6及后配套台车10构成。TBM整体组装按照从前到后的顺序。锥形扩挖刀盘1分块拼装,把不等分的两半块组装到一起。锥形扩挖刀盘1包括刮渣部件101和盘形滚刀102,锥形扩挖刀盘1为锥形刀盘,采用重型结构,锥形扩挖刀盘1与主轴承2相连接锥形扩挖刀盘1上布置17英寸(432mm)盘形中心滚刀、19英寸(483mm)单刃正面滚刀和边缘滚刀,所有滚刀均为背装式,滚刀采用楔块锁紧安装方式,所受载荷能够均匀传递至刀座及刀盘上;

[0045] S43:主轴承2后端与主驱动4连接,主驱动4通过主轴承2带动锥形扩挖刀盘挤压破坏岩石。主驱动4与主梁7相连,推进油缸6位于主梁7上,TBM通过推进油缸6收缩来向前推进;

[0046] S44:当TBM组装完成后,进入现场调试阶段,主要调试液压系统、电气系统、PLC控制系统。

[0047] S5:TBM根据设计开挖断面7.2m及39°爬坡需求开挖掘进作业,开挖石渣经导井溜入斜井底部,在导井底部采用自卸汽车出渣;

[0048] S6:在TBM破岩过程中主动撑靴9和后支撑11紧紧支撑在洞壁上,在这个阶段,整个系统由TBM的主动撑靴9和后支撑11共同支撑;

[0049] S7:在推进过程中,主梁7上的推进油缸6开始伸长,推动TBM向前掘进,主驱动4带动锥形扩挖刀盘1旋转,锥形扩挖刀盘1旋转带动盘形滚刀102挤压、剪切前方岩石,并利用刮渣部件101前后拨动将破碎的岩石排入导洞中;

[0050] S8:在一个掘进行程完成后,TBM开始换步,主动撑靴9和后支撑11收缩,推进油缸6开始收缩,带动TBM前移,前支撑5撑紧力增加,在这个阶段,整个TBM由前撑靴5支撑;

[0051] S9:换步过程完成,TBM主动撑靴9和后支撑11再次撑紧洞壁,进行下一循环掘进;

[0052] S10:引水斜井开挖完成,TBM在1#引水上平洞组装洞室内组装,TBM首先完成1#引水斜井的施工,待完成1#引水斜井掘进施工后,在1#引水斜井拆卸洞室内完成TBM拆机,并由1#施工支洞转移到2#引水斜井内组装、掘进,两个引水斜井的TBM组装、掘进、拆卸工艺流程相同,本施组仅详细介绍1#引水斜井内的组装、掘进和拆卸施工。

[0053] 上述具体实施方式用来解释说明本发明,仅为本发明的优选实施例,而不是对本发明进行限制,在本发明的精神和权利要求的保护范围内,对本发明做出的任何修改、等同替换、改进等,都落入本发明的保护范围。

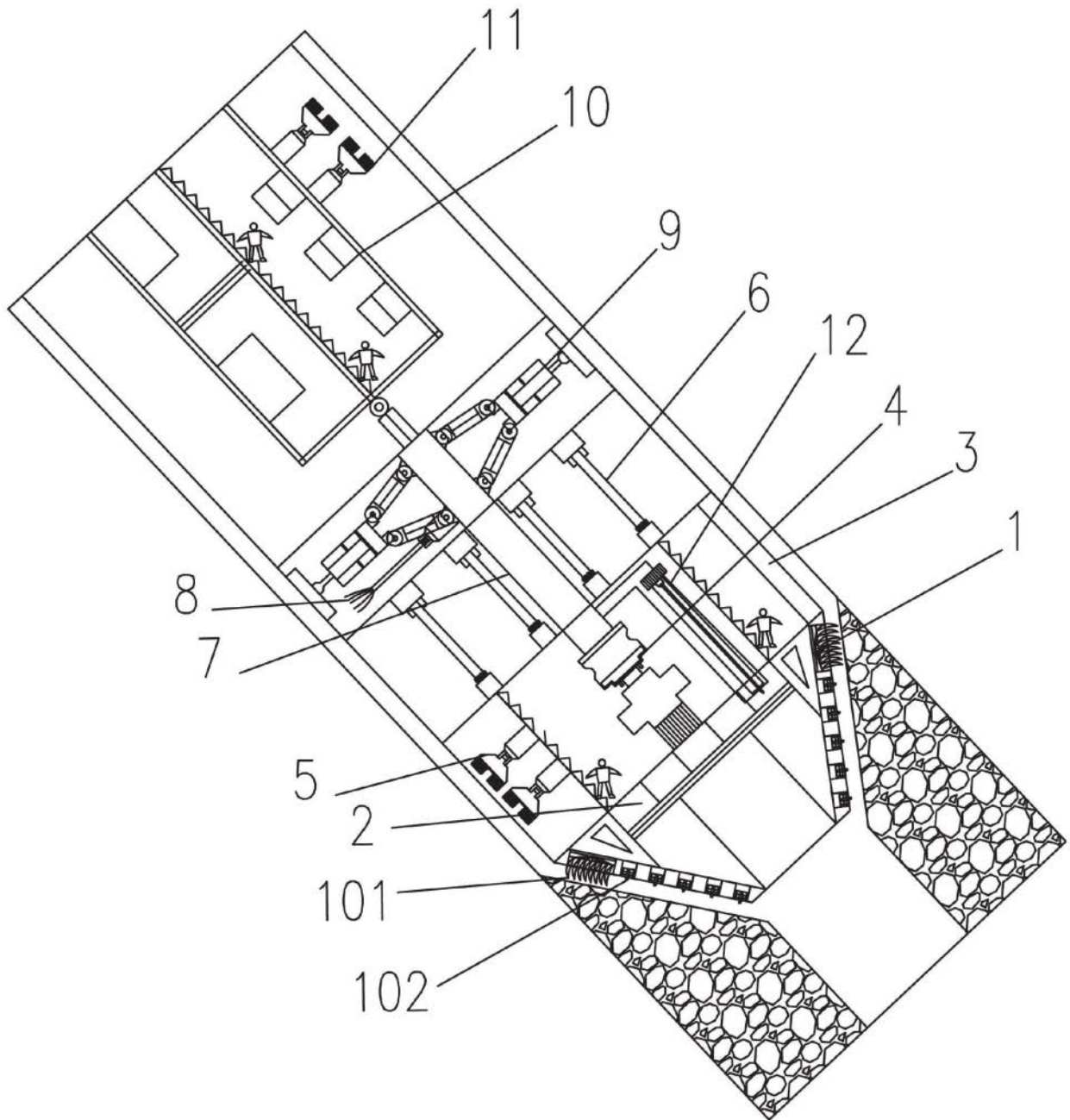


图1