



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109578007 B

(45)授权公告日 2019.10.11

(21)申请号 201811414036.9

E21D 11/00(2006.01)

(22)申请日 2018.11.26

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109578007 A

CN 108843332 A, 2018.11.20,

CN 108678771 A, 2018.10.19,

CN 108457670 A, 2018.08.28,

(43)申请公布日 2019.04.05

CN 104373128 A, 2015.02.25,

CN 101749031 A, 2010.06.23,

(73)专利权人 中铁二十局集团有限公司

CN 103628886 A, 2014.03.12,

地址 710016 陕西省西安市未央区太华路  
89号

CN 103628887 A, 2014.03.12,

CN 104653187 A, 2015.05.27,

(72)发明人 吴应明 张旭辉 高雷州 张乃乐

周中财 肖清华 仲维玲 郭朋超

赵志辉 李校珂 杨文 杨荣辉

李越兴 陈创 洪平

CN 108678772 A, 2018.10.19,

CN 104847365 A, 2015.08.19,

JP 2019019447 A, 2019.02.07,

KR 20060084203 A, 2006.07.24,

KR 20110103266 A, 2011.09.20,

(74)专利代理机构 西安创知专利事务所 61213

代理人 谭文琰

耿峦峰.谈隧道花岗岩段富水断层施工方法.《山西建筑》.2017,第43卷(第6期),197-198.

(51)Int.Cl.

E21D 9/14(2006.01)

E21D 9/04(2006.01)

E21F 16/02(2006.01)

审查员 陈刚

权利要求书6页 说明书20页 附图5页

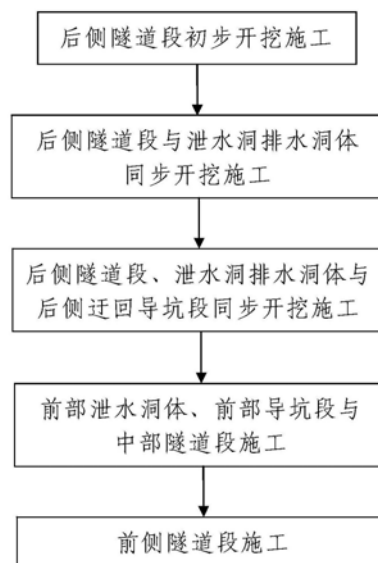
(54)发明名称

穿越高角度逆冲富水富砂断层隧道开挖及排水施工方法

缩短施工工期。

(57)摘要

本发明公开了一种穿越高角度逆冲富水富砂断层隧道开挖及排水施工方法,所施工隧道正洞的同一侧设置有迂回导坑和泄水洞,施工过程如下:一、后侧隧道段初步开挖施工;二、后侧隧道段与泄水洞排水洞体同步开挖施工;三、后侧隧道段、泄水洞排水洞体与后侧迂回导坑段同步开挖施工;四、前部泄水洞体、前部导坑段与中部隧道段施工;五、前侧隧道段施工。本发明方法设计合理且施工简便、使用效果好,通过在隧道正洞与迂回导坑之间的高位泄水洞排出断层上盘赋水,同时通过先于隧道正洞开挖的迂回导坑进行辅助排水并提前探明正洞掌子面前方断层情况,能最大程度排出断层内赋水,减小掌子面前方断层内水压力,并能保证各掌子面施工安全,



1. 一种穿越高角度逆冲富水富砂断层隧道开挖及排水施工方法,所述高角度是指断面倾角大于 $60^{\circ}$ ,其特征在于:所施工隧道的隧道正洞(20)分为后侧隧道段(3)、位于后侧隧道段(3)前侧的前侧隧道段(4)和连接于后侧隧道段(3)与前侧隧道段(4)之间且从高角度逆冲富水富砂断层(6)穿过的中部隧道段(5);所施工隧道正洞(20)的同一侧设置有迂回导坑(1)和泄水洞(2),所述迂回导坑(1)和泄水洞(2)均为由后向前穿越高角度逆冲富水富砂断层(6)的隧道洞;所述迂回导坑(1)为在后侧隧道段(3)与前侧隧道段(4)之间开挖形成的绕行用导坑,所述迂回导坑(1)与所施工隧道正洞(20)布设于同一水平面上;所述迂回导坑(1)由后向前分为后侧导坑段、中部导坑段和前侧导坑段,所述前侧导坑段位于所述后侧导坑段前侧,所述中部导坑段连接于所述后侧导坑段与所述前侧导坑段之间,所述中部导坑段与所施工隧道正洞(20)呈平行布设,所述后侧导坑段后端与后侧隧道段(3)相交且二者的交叉口为导坑后交叉口,所述前侧导坑段前端与前侧隧道段(4)相交且二者的交叉口为导坑前交叉口;所述后侧导坑段位于中部隧道段(5)后侧;

所述泄水洞(2)包括后侧洞体和位于所述后侧洞体前侧且与所施工隧道正洞(20)呈平行布设的前侧洞体,所述前侧洞体位于所施工隧道正洞(20)的侧上方且其位于所施工隧道正洞(20)与所述中部导坑段之间,所述后侧洞体为由后向前逐渐向上倾斜的隧道洞体;所述后侧洞体后端与后侧隧道段(3)相交且二者的交叉口为泄水洞交叉口,所述导坑后交叉口和所述泄水洞交叉口均位于中部隧道段(5)后侧,所述泄水洞交叉口和所述后侧洞体均位于所述导坑后交叉口后侧;

所述前侧洞体分为后部洞体和位于所述后部洞体前侧且穿过高角度逆冲富水富砂断层(6)的前部泄水洞体,所述后侧洞体和所述前侧洞体中的后部洞体组成泄水洞(2)的排水洞体;

所述中部导坑段分为后部导坑段和位于所述后部导坑段前侧且穿过高角度逆冲富水富砂断层(6)的前部导坑段,所述后侧导坑段和所述中部导坑段的后部导坑段组成迂回导坑(1)的后侧迂回导坑段;

对隧道正洞(20)进行开挖及排水施工时,包括以下步骤:

步骤一、后侧隧道段初步开挖施工:沿隧道纵向延伸方向由后向前对后侧隧道段(3)中位于所述泄水洞交叉口后侧的隧道段进行开挖施工;

步骤二、后侧隧道段与泄水洞排水洞体同步开挖施工:待后侧隧道段(3)开挖至所述泄水洞交叉口所处位置处时,沿隧道纵向延伸方向由后向前对后侧隧道段(3)中位于所述泄水洞交叉口与所述导坑后交叉口之间的隧道段进行开挖施工,同时从所述泄水洞交叉口开始由后向前对泄水洞(2)的排水洞体进行开挖施工;

步骤三、后侧隧道段、泄水洞排水洞体与后侧迂回导坑段同步开挖施工:待后侧隧道段(3)开挖至所述导坑后交叉口所处位置处时,沿隧道纵向延伸方向由后向前对后侧隧道段(3)中位于所述导坑后交叉口前侧的隧道段进行开挖施工;同时,对泄水洞(2)的排水洞体继续进行开挖施工,并从所述导坑后交叉口开始由后向前对迂回导坑(1)的后侧迂回导坑段进行开挖施工,直至完成泄水洞(2)的排水洞体和迂回导坑(1)的后侧迂回导坑段的施工过程;

步骤四、前部泄水洞体、前部导坑段与中部隧道段施工:沿隧道延伸方向由后向前对所述前部泄水洞体、所述前部导坑段和中部隧道段(5)分别进行施工;

所述前部泄水洞体、所述前部导坑段和中部隧道段(5)的长度均相同且三者呈平行布设,所述前部泄水洞体、所述前部导坑段和中部隧道段(5)均由后向前分为多个隧道节段,多个所述隧道节段的长度均相同;

对所述前部泄水洞体进行施工时,沿隧道延伸方向由后向前对所述前部泄水洞体的多个所述隧道节段分别进行开挖及排水施工;多个所述隧道节段的开挖及排水施工方法均相同;所述前部泄水洞体的每个所述隧道节段中均开设有一个洞外排水孔组;

每个所述洞外排水孔组均包括一排或多排拱部排水孔(8)和由后向前布设的多排边墙排水孔(9),多排所述拱部排水孔(8)沿所述前侧洞体的纵向延伸方向由后向前布设;每排所述拱部排水孔(8)均包括多个由左至右布设在所述前部泄水洞体体拱部外侧的拱部排水孔(8),每个所述拱部排水孔(8)均为由后向前钻进至高角度逆冲富水富砂断层(6)内的钻孔,每个所述拱部排水孔(8)均由后向前逐渐向上倾斜;每排所述拱部排水孔(8)中所有拱部排水孔(8)的孔口均布设于所述前侧洞体的同一横断面上;

每排所述边墙排水孔(9)均包括左右两组对称布设于所述前部泄水洞体体左右两侧边墙外侧的边墙排水孔(9),两组所述边墙排水孔(9)中一组所述边墙排水孔(9)位于所施工隧道正洞(20)上方,另一组所述边墙排水孔(9)位于迂回导坑(1)上方;每组所述边墙排水孔(9)均包括多个由上至下布设的边墙排水孔(9),每个所述边墙排水孔(9)均呈水平布设;每排所述边墙排水孔(9)中所有边墙排水孔(9)的孔口均布设于所述前侧洞体的同一横断面上;每个所述边墙排水孔(9)均为由后向前钻进至高角度逆冲富水富砂断层(6)内的钻孔;

对所述前部泄水洞体中任一所述隧道节段进行开挖及排水施工时,过程如下:

步骤A1、排水孔施工:采用钻机对该隧道节段中所述洞外排水孔组的拱部排水孔(8)和边墙排水孔(9)分别进行钻孔,获得施工成型的所述洞外排水孔组;

步骤A2、排水:通过步骤A1中所述洞外排水孔组进行排水;

步骤A3、开挖:沿隧道纵向延伸方向由后向前对该隧道节段进行开挖;

待所述前部泄水洞体的多个所述隧道节段均施工完成后,完成泄水洞(2)的施工过程;

对所述前部导坑段进行施工时,沿隧道延伸方向由后向前对所述前部导坑段的多个所述隧道节段分别进行开挖及排水施工;多个所述隧道节段的开挖及排水施工方法均相同;所述前部导坑段的每个所述隧道节段中均开设有一个导坑排水孔组;

每个所述导坑排水孔组均包括由后向前布设的多排侧部排水孔(19),每排所述侧部排水孔(19)均包括多个由上至下布设的侧部排水孔(19),每个所述侧部排水孔(19)均呈水平布设;每排所述侧部排水孔(19)中所有侧部排水孔(19)的孔口均布设于所述前部导坑段的同一横断面上;每个所述侧部排水孔(19)均为由后向前钻进至高角度逆冲富水富砂断层(6)内的钻孔;

对所述前部导坑段的任一所述隧道节段进行开挖及排水施工时,过程如下:

步骤B1、排水孔施工:采用钻机对该隧道节段中所述导坑排水孔组的侧部排水孔(19)分别进行钻孔,获得施工成型的所述导坑排水孔组;

步骤B2、排水:通过步骤B1中所述导坑排水孔组进行排水;

步骤B3、开挖:沿隧道纵向延伸方向由后向前对该隧道节段进行开挖;本步骤中,所述前部导坑段的掌子面位于所述前部泄水洞体的掌子面后侧;

待所述前部导坑段的多个所述隧道节段均施工完成后,完成所述前部导坑段的施工过程;

对中部隧道段(5)进行施工时,沿隧道延伸方向由后向前对中部隧道段(5)的多个所述隧道节段分别进行开挖,多个所述隧道节段的开挖方法均相同;所述中部隧道段(5)的掌子面位于所述前部导坑段的掌子面后侧;

待中部隧道段(5)的多个所述隧道节段均施工完成后,完成中部隧道段(5)的施工过程;

步骤五、前侧隧道段施工:所述前侧隧道段(4)分为位于所述导坑前交叉口前侧的前部隧道段和位于所述导坑前交叉口后侧的后部隧道段;

待步骤四中所述前部导坑段开挖完成后,由后向前对所述前侧导坑段进行开挖,直至完成迂回导坑(1)的施工过程;

待迂回导坑(1)施工完成后,沿隧道纵向延伸方向由后向前对前侧隧道段(4)的前部隧道段进行开挖施工,同时沿隧道纵向延伸方向由前向后对前侧隧道段(4)的后部隧道段进行开挖施工。

2.按照权利要求1所述的穿越高角度逆冲富水富砂断层隧道开挖及排水施工方法,其特征在于:所述前部泄水洞体、所述前部导坑段和中部隧道段(5)均由后向前分为N个所述隧道节段,N为中部隧道段(5)中隧道节段的总数量,N为正整数且 $N \geq 2$ ;

步骤B2中排水完成后,完成所述前部导坑段中第i个所述隧道节段的排水过程;其中,i为正整数且 $i = 1, 2, 3, \dots, N$ ;

待所述前部导坑段中第i个所述隧道节段的排水过程完成后,再进入步骤B1,对所述前部泄水洞体的第i个所述隧道节段进行开挖及排水施工;

待所述前部导坑段中第i个所述隧道节段的排水过程完成后,再对中部隧道段(5)中的第i个所述隧道节段进行帷幕注浆加固;待中部隧道段(5)中第i个所述隧道节段帷幕注浆加固完成后,再对中部隧道段(5)中的第i个所述隧道节段进行开挖。

3.按照权利要求2所述的穿越高角度逆冲富水富砂断层隧道开挖及排水施工方法,其特征在于:步骤A2中排水完成后,完成所述前部泄水洞体中第i个所述隧道节段的排水过程;

待所述前部泄水洞体中第i个所述隧道节段的排水过程完成后,再对所述前部导坑段中的第i个所述隧道节段进行帷幕注浆加固;待所述前部导坑段中第i个所述隧道节段帷幕注浆加固完成后,再进入步骤B4,对所述前部导坑段中的第i个所述隧道节段进行开挖施工。

4.按照权利要求1、2或3所述的穿越高角度逆冲富水富砂断层隧道开挖及排水施工方法,其特征在于:每个所述隧道节段的长度均为L且L的取值范围为 $15\text{m} \sim 25\text{m}$ 。

5.按照权利要求4所述的穿越高角度逆冲富水富砂断层隧道开挖及排水施工方法,其特征在于:步骤四中所述中部隧道段(5)的掌子面位于所述前部泄水洞体的掌子面后侧且二者之间的水平间距不小于L,所述中部隧道段(5)的掌子面位于所述前部导坑段的掌子面后侧且二者之间的水平间距不小于L。

6.按照权利要求1、2或3所述的穿越高角度逆冲富水富砂断层隧道开挖及排水施工方法,其特征在于:所述隧道正洞(20)的横断面积 $s$ 大于 $100\text{m}^2$ ,所述前部泄水洞体和所述前部

导坑段的横断面积均不大于 $s/2$ ;

步骤A3中对所述前部泄水洞体的隧道节段进行开挖时,采用全断面开挖法进行开挖;

步骤B3中对所述前部导坑段的隧道节段进行开挖时,采用全断面开挖法进行开挖。

7.按照权利要求1或2所述的穿越高角度逆冲富水富砂断层隧道开挖及排水施工方法,其特征在于:所述中部隧道段(5)由上至下分为上部洞体、中部洞体(1-2)和下部洞体(1-3),所述上部洞体分为左侧导洞(1-11)和位于左侧导洞(1-11)右侧的右侧导洞(1-12);

步骤四中所述中部隧道段(5)的任一个所述隧道节段进行开挖时,采用三台阶四步法进行开挖,过程如下:

步骤D1、上部洞体开挖及初期支护,过程如下:

步骤D11、左侧导洞开挖及初期支护:沿隧道纵向延伸方向由后向前对当前所开挖隧道节段的左侧导洞(1-11)进行开挖;

开挖过程中,由后向前对开挖成型的左侧导洞(1-11)进行初期支护;

步骤D12、右侧导洞开挖及初期支护:步骤D11中所述左侧导洞(1-11)开挖过程中,沿隧道纵向延伸方向同步由后向前对当前所开挖隧道节段的右侧导洞(1-12)进行开挖,获得开挖成型的所述上部洞体;

开挖过程中,由后向前对开挖成型的右侧导洞(1-12)进行初期支护;

本步骤中,所述右侧导洞(1-12)的掌子面位于左侧导洞(1-11)的掌子面后侧;

步骤D2、中部洞体开挖及初期支护:步骤D1中进行上部洞体开挖过程中,沿隧道纵向延伸方向由后向前在已开挖成型的所述上部洞体下方对当前所开挖隧道节段的中部洞体(1-2)进行开挖;

开挖过程中,由后向前对开挖成型的中部洞体(1-2)进行初期支护;

本步骤中,所述中部洞体(1-2)的掌子面位于步骤D12中所述右侧导洞(1-12)的掌子面后侧;

步骤D3、下部洞体开挖及初期支护:步骤D2中进行中部洞体开挖过程中,沿隧道纵向延伸方向由后向前在已开挖成型的中部洞体(1-2)下方对当前所开挖隧道节段的下部洞体(1-3)进行开挖,获得开挖成型的隧道正洞(20);

开挖过程中,由后向前对开挖成型的中部洞体(1-3)进行初期支护,完成隧道正洞(20)的隧道初期支护过程;

本步骤中,所述下部洞体(1-3)的掌子面位于步骤D2中所述中部洞体(1-2)的掌子面后侧。

8.按照权利要求1或2所述的穿越高角度逆冲富水富砂断层隧道开挖及排水施工方法,其特征在于:所述泄水洞(2)后侧设置有斜井(13),所述斜井(13)前端与所施工隧道正洞(20)相交且二者的交叉口为斜井交叉口,所述斜井交叉口位于所述泄水洞交叉口后侧;所述斜井(13)为用于将从泄水洞(2)排出的水从所施工隧道正洞(20)内排出的排水通道;

步骤一中进行后侧隧道段初步开挖施工时,先沿隧道纵向延伸方向由后向前对后侧隧道段(3)中位于所述斜井交叉口后侧的隧道段进行开挖施工;待后侧隧道段(3)开挖至所述斜井交叉口所处位置后,再沿隧道纵向延伸方向由后向前对后侧隧道段(3)中位于所述斜井交叉口与所述泄水洞交叉口之间的隧道段进行开挖施工,同时从所述斜井交叉口开始对斜井(13)进行开挖施工;

所述拱部排水孔(8)、边墙排水孔(9)和侧部排水孔(19)均为地层排水孔;

步骤A2中通过步骤A1中所述洞外排水孔组进行排水时,通过所述洞外排水孔组中的各地层排水孔将水排至泄水洞(2)内,再通过所述后侧隧道段(3)中位于所述斜井交叉口与所述泄水洞交叉口之间的隧道段将水排至斜井(13)内,最后通过开挖完成的斜井(13)将水排出;

步骤B2中通过步骤B1中所述导坑排水孔组进行排水时,通过所述导坑排水孔组中的各地层排水孔将水排至迂回导坑(1)内,再通过所述后侧隧道段(3)中位于所述斜井交叉口与所述泄水洞交叉口之间的隧道段将水排至斜井(13)内,最后通过开挖完成的斜井(13)将水排出。

9.按照权利要求1或2所述的穿越高角度逆冲富水富砂断层隧道开挖及排水施工方法,其特征在于:所施工隧道正洞(20)内设置有隧道正洞支护结构,所述隧道正洞支护结构包括对开挖成型的所施工隧道正洞(20)进行初期支护的第一隧道初期支护结构(14-1)和布设于第一隧道初期支护结构(14-1)内侧的第一隧道二次衬砌(15-1),所述第一隧道初期支护结构(14-1)和第一隧道二次衬砌(15-1)均为对所施工隧道正洞(20)进行全断面支护的支护结构;

所述泄水洞(2)内设置有泄水洞支护结构,所述泄水洞支护结构包括对开挖成型的泄水洞(2)进行初期支护的第二隧道初期支护结构(14-2)和布设于第二隧道初期支护结构(14-2)内侧的第二隧道二次衬砌(15-2),所述第二隧道初期支护结构(14-2)和第二隧道二次衬砌(15-2)均为对泄水洞(2)进行全断面支护的支护结构;

步骤一中、步骤二和步骤三中对后侧隧道段(3)进行开挖施工时,沿隧道纵向延伸方向由后向前对开挖成型的后侧隧道段(3)进行支护,并获得施工成型的隧道正洞支护结构;

步骤二和步骤三中对泄水洞(2)的排水洞体进行开挖施工时,沿隧道纵向延伸方向由后向前对开挖成型的泄水洞(2)进行支护,并获得施工成型的泄水洞支护结构;

步骤四中对中部隧道段(5)进行开挖施工时,沿隧道纵向延伸方向由后向前对开挖成型的中部隧道段(5)进行支护,并获得施工成型的隧道正洞支护结构;

步骤四中对所述前部泄水洞体进行开挖施工时,沿隧道纵向延伸方向由后向前对开挖成型的所述前部泄水洞体进行支护,并获得施工成型的泄水洞支护结构;

步骤二中从所述泄水洞交叉口开始由后向前对泄水洞(2)的排水洞体进行开挖施工之前,先对所述泄水洞交叉口所处区域的第一隧道初期支护结构(14-1)和第一隧道二次衬砌(15-1)分别进行开孔,获得施工成型的所述泄水洞交叉口;

步骤三中从所述导坑后交叉口开始由后向前对迂回导坑(1)的后侧迂回导坑段进行开挖施工之前,先对所述导坑后交叉口所处区域的第一隧道初期支护结构(14-1)和第一隧道二次衬砌(15-1)分别进行开孔,获得施工成型的所述导坑后交叉口。

10.按照权利要求9所述的穿越高角度逆冲富水富砂断层隧道开挖及排水施工方法,其特征在于:所述泄水洞(2)和迂回导坑(1)均为所施工隧道正洞(20)的辅助坑道,所述导坑后交叉口、所述导坑前交叉口和所述泄水洞交叉口均为辅助坑道洞口,所述辅助坑道洞口为辅助坑道与所施工隧道正洞(20)相交的交叉口;

对所述泄水洞交叉口所处区域的第一隧道初期支护结构(14-1)和第一隧道二次衬砌(15-1)分别进行开孔的开孔方法和对所述导坑后交叉口所处区域的第一隧道初期支护结构(14-1)和第一隧道二次衬砌(15-1)分别进行开孔的开孔方法相同且二者均为辅助坑道

洞口开孔法；

采用所述辅助坑道洞口开孔法进行开孔时，对所述辅助坑道洞口所处区域的第一隧道初期支护结构(14-1)和第一隧道二次衬砌(15-1)分别进行开孔，过程如下：

步骤E1、第一隧道二次衬砌开孔：对所述辅助坑道洞口所处区域的第一隧道二次衬砌(15-1)进行开孔，获得二衬洞口；

所述二衬洞口的结构与所述辅助坑道洞口的结构相同；

步骤E2、第一隧道初期支护结构开孔：对所述辅助坑道洞口所处区域的第一隧道初期支护结构(14-1)进行开孔，获得初支洞口；

所述初支洞口的结构与所述辅助坑道洞口的结构相同；

步骤E3、洞口支护：采用环向钢拱架对步骤E2中所述初支洞口进行支护，所述环向钢拱架为对所述初支洞口进行全断面支护的支护架且其结构与所述初支洞口的结构相同。

## 穿越高角度逆冲富水富砂断层隧道开挖及排水施工方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于隧道施工技术领域,尤其是涉及一种穿越高角度逆冲富水富砂断层隧道开挖及排水施工方法。

### 背景技术

[0002] 断层破碎带是指断层两盘相对运动,相互挤压,使附近的岩石破碎,形成与断层面大致平行的破碎带,简称断裂带。在国内,断面倾角大于 $45^{\circ}$ 或 $30^{\circ}$ 的高角度逆断层称为逆冲断层,穿越高角度逆冲断层的隧道施工难度非常大,上述高角度逆冲断层指断面倾角大于 $60^{\circ}$ 的逆冲断层。尤其是当所处地层为富水富砂地层时,施工难度更大。富水富砂地层也称为富水砂地层,是指地层中富含地下水且含有砂层,该地层既为富水地层,也为富砂地层。在富水富砂地层中,岩体破碎为地下水的赋存与富集提供了更有利条件,施工难度非常大,加上地层中含有砂层,施工中极易发生涌水涌砂,再加上断层断面倾角大于 $60^{\circ}$ ,易造成灾难性后果,严重影响到施工安全与效益。因而,当隧道穿越断层内富含地下水,岩体多为碎屑岩,并且富含沙土、砂石的高角度逆冲富水富砂断层时,所存在的施工风险非常大,待开挖至高角度富水逆冲断层时,在高水压作用下,掌子面极易突发涌水、涌砂等地质灾害,施工风险高,施工难度大且施工进度慢。

### 发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题在于针对上述现有技术中的不足,提供一种穿越高角度逆冲富水富砂断层隧道开挖及排水施工方法,其方法设计合理且施工简便、使用效果好,通过在隧道正洞与迂回导坑之间的高位泄水洞排出断层上盘赋水,同时通过先于隧道正洞开挖的迂回导坑进行辅助排水并提前探明正洞掌子面前方断层情况,能最大程度排出断层内赋水,减小掌子面前方断层内水压力,并能保证各掌子面施工安全,缩短施工工期。

[0004] 为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案是:一种穿越高角度逆冲富水富砂断层隧道开挖及排水施工方法,其特征在于:所施工隧道的隧道正洞分为后侧隧道段、位于后侧隧道段前侧的前侧隧道段和连接于后侧隧道段与前侧隧道段之间且从高角度逆冲富水富砂断层穿过的中部隧道段;所施工隧道正洞的同一侧设置有迂回导坑和泄水洞,所述迂回导坑和泄水洞均为由后向前穿越高角度逆冲富水富砂断层的隧道洞;所述迂回导坑为在后侧隧道段与前侧隧道段之间开挖形成的绕行用导坑,所述迂回导坑与所施工隧道正洞布置于同一水平面上;所述迂回导坑由后向前分为后侧导坑段、中部导坑段和前侧导坑段,所述前侧导坑段位于所述后侧导坑段前侧,所述中部导坑段连接于所述后侧导坑段与所述前侧导坑段之间,所述中部导坑段与所施工隧道正洞呈平行布置,所述后侧导坑段后端与后侧隧道段相交且二者的交叉口为导坑后交叉口,所述前侧导坑段前端与前侧隧道段相交且二者的交叉口为导坑前交叉口;所述后侧导坑段位于中部隧道段后侧;

[0005] 所述泄水洞包括后侧洞体和位于所述后侧洞体前侧且与所施工隧道正洞呈平行布置的前侧洞体,所述前侧洞体位于所施工隧道正洞的侧上方且其位于所施工隧道正洞与



所述中部导坑段之间,所述后侧洞体为由后向前逐渐向上倾斜的隧道洞体;所述后侧洞体后端与后侧隧道段相交且二者的交叉口为泄水洞交叉口,所述导坑后交叉口和所述泄水洞交叉口均位于中部隧道段后侧,所述泄水洞交叉口和所述后侧洞体均位于所述导坑后交叉口后侧;

[0006] 所述前侧洞体分为后部洞体和位于所述后部洞体前侧且穿过高角度逆冲富水富砂断层的前部泄水洞体,所述后侧洞体和所述前侧洞体中的后部洞体组成泄水洞的排水洞体;

[0007] 所述中部导坑段分为后部导坑段和位于所述后部导坑段前侧且穿过高角度逆冲富水富砂断层的前部导坑段,所述后侧导坑段和所述中部导坑段的后部导坑段组成迂回导坑的后侧迂回导坑段;

[0008] 对隧道正洞进行开挖及排水施工时,包括以下步骤:

[0009] 步骤一、后侧隧道段初步开挖施工:沿隧道纵向延伸方向由后向前对后侧隧道段中位于所述泄水洞交叉口后侧的隧道段进行开挖施工;

[0010] 步骤二、后侧隧道段与泄水洞排水洞体同步开挖施工:待后侧隧道段开挖至所述泄水洞交叉口所处位置处时,沿隧道纵向延伸方向由后向前对后侧隧道段中位于所述泄水洞交叉口与所述导坑后交叉口之间的隧道段进行开挖施工,同时从所述泄水洞交叉口开始由后向前对泄水洞的排水洞体进行开挖施工;

[0011] 步骤三、后侧隧道段、泄水洞排水洞体与后侧迂回导坑段同步开挖施工:待后侧隧道段开挖至所述导坑后交叉口所处位置处时,沿隧道纵向延伸方向由后向前对后侧隧道段中位于所述导坑后交叉口前侧的隧道段进行开挖施工;同时,对泄水洞的排水洞体继续进行开挖施工,并从所述导坑后交叉口开始由后向前对迂回导坑的后侧迂回导坑段进行开挖施工,直至完成泄水洞的排水洞体和迂回导坑的后侧迂回导坑段的施工过程;

[0012] 步骤四、前部泄水洞体、前部导坑段与中部隧道段施工:沿隧道延伸方向由后向前对所述前部泄水洞体、所述前部导坑段和中部隧道段分别进行施工;

[0013] 所述前部泄水洞体、所述前部导坑段和中部隧道段的长度均相同且三者呈平行布设,所述前部泄水洞体、所述前部导坑段和中部隧道段均由后向前分为多个隧道节段,多个所述隧道节段的长度均相同;

[0014] 对所述前部泄水洞体进行施工时,沿隧道延伸方向由后向前对所述前部泄水洞体的多个所述隧道节段分别进行开挖及排水施工;多个所述隧道节段的开挖及排水施工方法均相同;所述前部泄水洞体的每个所述隧道节段中均开设有一个洞外排水孔组;

[0015] 每个所述洞外排水孔组均包括一排或多排拱部排水孔和由后向前布设的多排边墙排水孔,多排所述拱部排水孔沿所述前侧洞体的纵向延伸方向由后向前布设;每排所述拱部排水孔均包括多个由左至右布设在所述前部泄水洞体体拱部外侧的拱部排水孔,每个所述拱部排水孔均为由后向前钻进至高角度逆冲富水富砂断层内的钻孔,每个所述拱部排水孔均由后向前逐渐向上倾斜;每排所述拱部排水孔中所有拱部排水孔的孔口均布设于所述前侧洞体的同一横断面上;

[0016] 每排所述边墙排水孔均包括左右两组对称布设于所述前部泄水洞体体左右两侧边墙外侧的边墙排水孔,两组所述边墙排水孔中一组所述边墙排水孔位于所施工隧道正洞上方,另一组所述边墙排水孔位于迂回导坑上方;每组所述边墙排水孔均包括多个由上至

下布设的边墙排水孔,每个所述边墙排水孔均呈水平布设;每排所述边墙排水孔中所有边墙排水孔的孔口均布设于所述前侧洞体的同一横断面上;每个所述边墙排水孔均为由后向前钻进至高角度逆冲富水富砂断层内的钻孔;

[0017] 对所述前部泄水洞体中任一个所述隧道节段进行开挖及排水施工时,过程如下:

[0018] 步骤A1、排水孔施工:采用钻机对该隧道节段中所述洞外排水孔组的拱部排水孔和边墙排水孔分别进行钻孔,获得施工成型的所述洞外排水孔组;

[0019] 步骤A2、排水:通过步骤A1中所述洞外排水孔组进行排水;

[0020] 步骤A3、开挖:沿隧道纵向延伸方向由后向前对该隧道节段进行开挖;

[0021] 待所述前部泄水洞体的多个所述隧道节段均施工完成后,完成泄水洞的施工过程;

[0022] 对所述前部导坑段进行施工时,沿隧道延伸方向由后向前对所述前部导坑段的多个所述隧道节段分别进行开挖及排水施工;多个所述隧道节段的开挖及排水施工方法均相同;所述前部导坑段的每个所述隧道节段中均开设有一个导坑排水孔组;

[0023] 每个所述导坑排水孔组均包括由后向前布设的多排侧部排水孔,每排所述侧部排水孔均包括多个由上至下布设的侧部排水孔,每个所述侧部排水孔均呈水平布设;每排所述侧部排水孔中所有侧部排水孔的孔口均布设于所述前部导坑段的同一横断面上;每个所述侧部排水孔均为由后向前钻进至高角度逆冲富水富砂断层内的钻孔;

[0024] 对所述前部导坑段的任一个所述隧道节段进行开挖及排水施工时,过程如下:

[0025] 步骤B1、排水孔施工:采用钻机对该隧道节段中所述导坑排水孔组的侧部排水孔分别进行钻孔,获得施工成型的所述导坑排水孔组;

[0026] 步骤B2、排水:通过步骤B1中所述导坑排水孔组进行排水;

[0027] 步骤B3、开挖:沿隧道纵向延伸方向由后向前对该隧道节段进行开挖;本步骤中,所述前部导坑段的掌子面位于所述前部泄水洞体的掌子面后侧;

[0028] 待所述前部导坑段的多个所述隧道节段均施工完成后,完成所述前部导坑段的施工过程;

[0029] 对中部隧道段进行施工时,沿隧道延伸方向由后向前对中部隧道段的多个所述隧道节段分别进行开挖,多个所述隧道节段的开挖方法均相同;所述中部隧道段的掌子面位于所述前部导坑段的掌子面后侧;

[0030] 待中部隧道段的多个所述隧道节段均施工完成后,完成中部隧道段的施工过程;

[0031] 步骤五、前侧隧道段施工:所述前侧隧道段分为位于所述导坑前交叉口前侧的前部隧道段和位于所述导坑前交叉口后侧的后部隧道段;

[0032] 待步骤四中所述前部导坑段开挖完成后,由后向前对所述前侧导坑段进行开挖,直至完成迂回导坑的施工过程;

[0033] 待迂回导坑施工完成后,沿隧道纵向延伸方向由后向前对前侧隧道段的前部隧道段进行开挖施工,同时沿隧道纵向延伸方向由前向后对前侧隧道段的后部隧道段进行开挖施工。

[0034] 上述穿越高角度逆冲富水富砂断层隧道开挖及排水施工方法,其特征是:所述前部泄水洞体、所述前部导坑段和中部隧道段均由后向前分为N个所述隧道节段,N为中部隧道段中隧道节段的总数量,N为正整数且 $N \geq 2$ ;

[0035] 步骤B2中排水完成后,完成所述前部导坑段中第*i*个所述隧道节段的排水过程;其中,*i*为正整数且*i*=1、2、3、…、*N*;

[0036] 待所述前部导坑段中第*i*个所述隧道节段的排水过程完成后,再进入步骤B1,对所述前部泄水洞体的第*i*个所述隧道节段进行开挖及排水施工;

[0037] 待所述前部导坑段中第*i*个所述隧道节段的排水过程完成后,再对中部隧道段中的第*i*个所述隧道节段进行帷幕注浆加固;待中部隧道段中第*i*个所述隧道节段帷幕注浆加固完成后,再对中部隧道段中的第*i*个所述隧道节段进行开挖。

[0038] 上述穿越高角度逆冲富水富砂断层隧道开挖及排水施工方法,其特征是:步骤A2中排水完成后,完成所述前部泄水洞体中第*i*个所述隧道节段的排水过程;

[0039] 待所述前部泄水洞体中第*i*个所述隧道节段的排水过程完成后,再对所述前部导坑段中的第*i*个所述隧道节段进行帷幕注浆加固;待所述前部导坑段中第*i*个所述隧道节段帷幕注浆加固完成后,再进入步骤B4,对所述前部导坑段中的第*i*个所述隧道节段进行开挖施工。

[0040] 上述穿越高角度逆冲富水富砂断层隧道开挖及排水施工方法,其特征是:每个所述隧道节段的长度均为*L*且*L*的取值范围为15m~25m。

[0041] 上述穿越高角度逆冲富水富砂断层隧道开挖及排水施工方法,其特征是:步骤四中所述中部隧道段的掌子面位于所述前部泄水洞体的掌子面后侧且二者之间的水平间距不小于*L*,所述中部隧道段的掌子面位于所述前部导坑段的掌子面后侧且二者之间的水平间距不小于*L*。

[0042] 上述穿越高角度逆冲富水富砂断层隧道开挖及排水施工方法,其特征是:所述隧道正洞的横断面积*s*大于100m<sup>2</sup>,所述前部泄水洞体和所述前部导坑段的横断面积均不大于*s*/2;

[0043] 步骤A3中对所述前部泄水洞体的隧道节段进行开挖时,采用全断面开挖法进行开挖;

[0044] 步骤B3中对所述前部导坑段的隧道节段进行开挖时,采用全断面开挖法进行开挖。

[0045] 上述穿越高角度逆冲富水富砂断层隧道开挖及排水施工方法,其特征是:所述中部隧道段的隧道正洞由上至下分为上部洞体、中部洞体和下部洞体,所述上部洞体分为左侧导洞和位于左侧导洞右侧的右侧导洞;

[0046] 步骤四中所述中部隧道段的任一个所述隧道节段进行开挖时,采用三台阶四步法进行开挖,过程如下:

[0047] 步骤D1、上部洞体开挖及初期支护,过程如下:

[0048] 步骤D11、左侧导洞开挖及初期支护:沿隧道纵向延伸方向由后向前对当前所开挖隧道节段的左侧导洞进行开挖;

[0049] 开挖过程中,由后向前对开挖成型的左侧导洞进行初期支护;

[0050] 步骤D12、右侧导洞开挖及初期支护:步骤D11中所述左侧导洞开挖过程中,沿隧道纵向延伸方向同步由后向前对当前所开挖隧道节段的右侧导洞进行开挖,获得开挖成型的所述上部洞体;

[0051] 开挖过程中,由后向前对开挖成型的右侧导洞进行初期支护;

[0052] 本步骤中,所述右侧导洞的掌子面位于左侧导洞的掌子面后侧;

[0053] 步骤D2、中部洞体开挖及初期支护:步骤D1中进行上部洞体开挖过程中,沿隧道纵向延伸方向由后向前在已开挖成型的所述上部洞体下方对当前所开挖隧道节段的中部洞体进行开挖;

[0054] 开挖过程中,由后向前对开挖成型的中部洞体进行初期支护;

[0055] 本步骤中,所述中部洞体的掌子面位于步骤D12中所述右侧导洞的掌子面后侧;

[0056] 步骤D3、下部洞体开挖及初期支护:步骤D2中进行中部洞体开挖过程中,沿隧道纵向延伸方向由后向前在已开挖成型的中部洞体下方对当前所开挖隧道节段的下部洞体进行开挖,获得开挖成型的隧道正洞;

[0057] 开挖过程中,由后向前对开挖成型的中部洞体进行初期支护,完成隧道正洞的隧道初期支护过程;

[0058] 本步骤中,所述下部洞体的掌子面位于步骤D2中所述中部洞体的掌子面后侧。

[0059] 上述穿越高角度逆冲富水富砂断层隧道开挖及排水施工方法,其特征是:所述泄水洞后侧设置有斜井,所述斜井前端与所施工隧道正洞相交且二者的交叉口为斜井交叉口,所述斜井交叉口位于所述泄水洞交叉口后侧;所述斜井为用于将从泄水洞排出的水从所施工隧道正洞内排出的排水通道;

[0060] 步骤一中进行后侧隧道段初步开挖施工时,先沿隧道纵向延伸方向由后向前对后侧隧道段中位于所述斜井交叉口后侧的隧道段进行开挖施工;待后侧隧道段开挖至所述斜井交叉口所处位置后,再沿隧道纵向延伸方向由后向前对后侧隧道段中位于所述斜井交叉口与所述泄水洞交叉口之间的隧道段进行开挖施工,同时从所述斜井交叉口开始对斜井进行开挖施工;

[0061] 所述拱部排水孔、边墙排水孔和侧部排水孔均为地层排水孔;

[0062] 步骤A2中通过步骤A1中所述洞外排水孔组进行排水时,通过所述洞外排水孔组中的各地层排水孔将水排至泄水洞内,再通过所述后侧隧道段中位于所述斜井交叉口与所述泄水洞交叉口之间的隧道段将水排至斜井内,最后通过开挖完成的斜井将水排出;

[0063] 步骤B2中通过步骤B1中所述导坑排水孔组进行排水时,通过所述导坑排水孔组中的各地层排水孔将水排至迂回导坑内,再通过所述后侧隧道段中位于所述斜井交叉口与所述泄水洞交叉口之间的隧道段将水排至斜井内,最后通过开挖完成的斜井将水排出。

[0064] 上述穿越高角度逆冲富水富砂断层隧道开挖及排水施工方法,其特征是:所施工隧道正洞内设置有隧道正洞支护结构,所述隧道正洞支护结构包括对开挖成型的所施工隧道正洞进行初期支护的第一隧道初期支护结构和布设于第一隧道初期支护结构内侧的第一隧道二次衬砌,所述第一隧道初期支护结构和第一隧道二次衬砌均为对所施工隧道正洞进行全断面支护的支护结构;

[0065] 所述泄水洞内设置有泄水洞支护结构,所述泄水洞支护结构包括对开挖成型的泄水洞进行初期支护的第二隧道初期支护结构和布设于第二隧道初期支护结构内侧的第二隧道二次衬砌,所述第二隧道初期支护结构和第二隧道二次衬砌均为对泄水洞进行全断面支护的支护结构;

[0066] 步骤一中、步骤二和步骤三中对后侧隧道段进行开挖施工时,沿隧道纵向延伸方向由后向前对开挖成型的后侧隧道段进行支护,并获得施工成型的隧道正洞支护结构;

[0067] 步骤二和步骤三中对泄水洞的排水洞体进行开挖施工时,沿隧道纵向延伸方向由后向前对开挖成型的泄水洞进行支护,并获得施工成型的泄水洞支护结构;

[0068] 步骤四中对中部隧道段进行开挖施工时,沿隧道纵向延伸方向由后向前对开挖成型的中部隧道段进行支护,并获得施工成型的隧道正洞支护结构;

[0069] 步骤四中对所述前部泄水洞体进行开挖施工时,沿隧道纵向延伸方向由后向前对开挖成型的所述前部泄水洞体进行支护,并获得施工成型的泄水洞支护结构;

[0070] 步骤二中从所述泄水洞交叉口开始由后向前对泄水洞的排水洞体进行开挖施工之前,先对所述泄水洞交叉口所处区域的第一隧道初期支护结构和第一隧道二次衬砌分别进行开孔,获得施工成型的所述泄水洞交叉口;

[0071] 步骤三中从所述导坑后交叉口开始由后向前对迂回导坑的后侧迂回导坑段进行开挖施工之前,先对所述导坑后交叉口所处区域的第一隧道初期支护结构和第一隧道二次衬砌分别进行开孔,获得施工成型的所述导坑后交叉口。

[0072] 上述穿越高角度逆冲富水富砂断层隧道开挖及排水施工方法,其特征是:所述泄水洞和迂回导坑均为所施工隧道正洞的辅助坑道,所述导坑后交叉口、所述导坑前交叉口和所述泄水洞交叉口均为辅助坑道洞口,所述辅助坑道洞口为辅助坑道与所施工隧道正洞相交的交叉口;

[0073] 对所述泄水洞交叉口所处区域的第一隧道初期支护结构和第一隧道二次衬砌分别进行开孔的开孔方法和对所述导坑后交叉口所处区域的第一隧道初期支护结构和第一隧道二次衬砌分别进行开孔的开孔方法相同且二者均为辅助坑道洞口开孔法;

[0074] 采用所述辅助坑道洞口开孔法进行开孔时,对所述辅助坑道洞口所处区域的第一隧道初期支护结构和第一隧道二次衬砌分别进行开孔,过程如下:

[0075] 步骤E1、第一隧道二次衬砌开孔:对所述辅助坑道洞口所处区域的第一隧道二次衬砌进行开孔,获得二衬洞口;

[0076] 所述二衬洞口的结构与所述辅助坑道洞口的结构相同;

[0077] 步骤E2、第一隧道初期支护结构开孔:对所述辅助坑道洞口所处区域的第一隧道初期支护结构进行开孔,获得初支洞口;

[0078] 所述初支洞口的结构与所述辅助坑道洞口的结构相同;

[0079] 步骤E3、洞口支护:采用环向钢拱架对步骤E2中所述初支洞口进行支护,所述环向钢拱架为对所述初支洞口进行全断面支护的支护架且其结构与所述初支洞口的结构相同。

[0080] 本发明与现有技术相比具有以下优点:

[0081] 1、方法步骤简单、设计合理且施工简便,投入成本较低。

[0082] 2、泄水洞布置位置合理,在迂回导坑和隧道正洞间设置高位泄水洞,对碎屑岩陡倾逆冲富水断层上盘富水区进行充分排水,实现碎屑岩陡倾逆冲富水断层上盘富水区“分水降压”的目的,能有效确保施工安全,并且也能有效降低隧道正洞及迂回导坑的超前注浆施工难度,在确保施工安全、隧道施工质量的同时,也能加快施工进度。

[0083] 3、前部泄水洞体内洞外排水孔组设计合理,既能实现泄水洞、隧道正洞与迂回导坑上方碎屑岩陡倾逆冲富水断层的充分、有效排水,同时便于施工,拱部排水孔和边墙排水孔的长度均能得到有效控制,能有效节约成本,并减少工期。

[0084] 4、采用迂回导坑绕过中部隧道段,对所施工隧道正洞中位于导坑前交叉口前侧的

隧道段进行施工。在对所施工隧道正洞中位于所述导坑前交叉口前侧的隧道段进行施工的同时,能同步对所施工隧道正洞中位于所述导坑后交叉口和所述导坑前交叉口之间的隧道段进行施工,因而能有效提高施工效率,缩短施工工期。并且,迂回导坑与隧道正洞之间存在较大间距,因而与隧道正洞施工互不影响,并且迂回导坑施工过程易于控制,施工过程安全、可靠。

[0085] 5、使用效果好且实用价值高,采用在隧道正洞侧增加“高位泄水洞”,同时在隧道正道同侧施做的迂回导坑与泄水洞在排水能力上形成互补,最大程度排出断层内赋水,保证各掌子面施工安全。采用高位泄水洞将断层内水压及排水量降低,为注浆加固创造条件,保证断层加固效果,快速完成帷幕注浆止水作业。同时,采用增加迂回导坑,提供新的施工作业面,提高隧道断层带施工工效,有效节约工期。

[0086] 6、隧道正洞采用三台阶四步开挖法进行开挖,施工简单,施工速度快,并且施工过程安全、可靠。

[0087] 7、适用范围广,能有效使用至碎屑岩富水含砂断层、地层构造复杂、涌水涌砂量大等情况下的喷锚暗挖隧道施工或具有类似特征的地下结构施工。

[0088] 综上所述,本发明方法设计合理且施工简便、使用效果好,通过在隧道正洞与迂回导坑之间的高位泄水洞排出断层上盘赋水,同时通过先于隧道正洞开挖的迂回导坑进行辅助排水并提前探明正洞掌子面前方断层情况,能最大程度排出断层内赋水,减小掌子面前方断层内水压力,并能保证各掌子面施工安全,缩短施工工期。

[0089] 下面通过附图和实施例,对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

## 附图说明

[0090] 图1为本发明的施工方法流程框图。

[0091] 图2为本发明前部泄水洞体进行施工前的施工状态示意图。

[0092] 图3为本发明前部泄水洞体施工完成后的施工状态示意图。

[0093] 图4为本发明所施工隧道正洞、迂回导坑和泄水洞的布设位置示意图。

[0094] 图5为本发明中部隧道段中隧道正洞的结构示意图。

[0095] 图6为本发明对前部导坑段进行施工前迂回导坑上导坑排水孔组的平面布设位置示意图。

[0096] 附图标记说明:

[0097] 1—迂回导坑; 1-11—左侧导洞; 1-12—右侧导洞;

[0098] 1-2—中部洞体; 1-3—下部洞体; 2—泄水洞;

[0099] 3—后侧隧道段; 4—前侧隧道段; 5—中部隧道段;

[0100] 6—高角度逆冲富水富砂断层;

[0101] 7—集水坑; 8—拱部排水孔; 9—边墙排水孔;

[0102] 10—洞内封堵墙; 11—导坑内封堵墙; 12—正洞封堵墙;

[0103] 13—斜井; 14-1—第一隧道初期支护结构;

[0104] 14-2—第二隧道初期支护结构;

[0105] 14-3—第三隧道初期支护结构;

[0106] 15-1—第一隧道二次衬砌;

- [0107] 15-2—第二隧道二次衬砌；  
[0108] 15-3—第三隧道二次衬砌；  
[0109] 19—侧部排水孔； 20—隧道正洞。

### 具体实施方式

[0110] 如图1所示的一种穿越高角度逆冲富水富砂断层隧道开挖及排水施工方法，所施工隧道的隧道正洞20分为后侧隧道段3、位于后侧隧道段3前侧的前侧隧道段4和连接于后侧隧道段3与前侧隧道段4之间且从高角度逆冲富水富砂断层6穿过的中部隧道段5，详见图2、图3和图4；所施工隧道正洞20的同一侧设置有迂回导坑1和泄水洞2，所述迂回导坑1和泄水洞2均为由后向前穿越高角度逆冲富水富砂断层6的隧道洞；所述迂回导坑1为在后侧隧道段3与前侧隧道段4之间开挖形成的绕行用导坑，所述迂回导坑1与所施工隧道正洞20布设于同一水平面上；所述迂回导坑1由后向前分为后侧导坑段、中部导坑段和前侧导坑段，所述前侧导坑段位于所述后侧导坑段前侧，所述中部导坑段连接于所述后侧导坑段与所述前侧导坑段之间，所述中部导坑段与所施工隧道正洞20呈平行布设，所述后侧导坑段后端与后侧隧道段3相交且二者的交叉口为导坑后交叉口，所述前侧导坑段前端与前侧隧道段4相交且二者的交叉口为导坑前交叉口；所述后侧导坑段位于中部隧道段5后侧；

[0111] 所述泄水洞2包括后侧洞体和位于所述后侧洞体前侧且与所施工隧道正洞20呈平行布设的前侧洞体，所述前侧洞体位于所施工隧道正洞20的侧上方且其位于所施工隧道正洞20与所述中部导坑段之间，所述后侧洞体为由后向前逐渐向上倾斜的隧道洞体；所述后侧洞体后端与后侧隧道段3相交且二者的交叉口为泄水洞交叉口，所述导坑后交叉口和所述泄水洞交叉口均位于中部隧道段5后侧，所述泄水洞交叉口和所述后侧洞体均位于所述导坑后交叉口后侧；

[0112] 所述前侧洞体分为后部洞体和位于所述后部洞体前侧且穿过高角度逆冲富水富砂断层6的前部泄水洞体，所述后侧洞体和所述前侧洞体中的后部洞体组成泄水洞2的排水洞体；

[0113] 所述中部导坑段分为后部导坑段和位于所述后部导坑段前侧且穿过高角度逆冲富水富砂断层6的前部导坑段，所述后侧导坑段和所述中部导坑段的后部导坑段组成迂回导坑1的后侧迂回导坑段；

[0114] 对隧道正洞20进行开挖及排水施工时，包括以下步骤：

[0115] 步骤一、后侧隧道段初步开挖施工：沿隧道纵向延伸方向由后向前对后侧隧道段3中位于所述泄水洞交叉口后侧的隧道段进行开挖施工；

[0116] 步骤二、后侧隧道段与泄水洞排水洞体同步开挖施工：待后侧隧道段3开挖至所述泄水洞交叉口所处位置处时，沿隧道纵向延伸方向由后向前对后侧隧道段3中位于所述泄水洞交叉口与所述导坑后交叉口之间的隧道段进行开挖施工，同时从所述泄水洞交叉口开始由后向前对泄水洞2的排水洞体进行开挖施工；

[0117] 步骤三、后侧隧道段、泄水洞排水洞体与后侧迂回导坑段同步开挖施工：待后侧隧道段3开挖至所述导坑后交叉口所处位置处时，沿隧道纵向延伸方向由后向前对后侧隧道段3中位于所述导坑后交叉口前侧的隧道段进行开挖施工；同时，对泄水洞2的排水洞体继续进行开挖施工，并从所述导坑后交叉口开始由后向前对迂回导坑1的后侧迂回导坑段进

行开挖施工,直至完成泄水洞2的排水洞体和迂回导坑1的后侧迂回导坑段的施工过程;

[0118] 步骤四、前部泄水洞体、前部导坑段与中部隧道段施工:沿隧道延伸方向由后向前对所述前部泄水洞体、所述前部导坑段和中部隧道段5分别进行施工;

[0119] 所述前部泄水洞体、所述前部导坑段和中部隧道段5的长度均相同且三者呈平行布置,所述前部泄水洞体、所述前部导坑段和中部隧道段5均由后向前分为多个隧道节段,多个所述隧道节段的长度均相同;

[0120] 对所述前部泄水洞体进行施工时,沿隧道延伸方向由后向前对所述前部泄水洞体的多个所述隧道节段分别进行开挖及排水施工;多个所述隧道节段的开挖及排水施工方法均相同;所述前部泄水洞体的每个所述隧道节段中均开设有一个洞外排水孔组;

[0121] 每个所述洞外排水孔组均包括一排或多排拱部排水孔8和由后向前布置的多排边墙排水孔9,多排所述拱部排水孔8沿所述前侧洞体的纵向延伸方向由后向前布置;每排所述拱部排水孔8均包括多个由左至右布置在所述前部泄水洞体体拱部外侧的拱部排水孔8,每个所述拱部排水孔8均为由后向前钻进至高角度逆冲富水富砂断层6内的钻孔,每个所述拱部排水孔8均由后向前逐渐向上倾斜;每排所述拱部排水孔8中所有拱部排水孔8的孔口均布设于所述前侧洞体的同一横断面上;

[0122] 每排所述边墙排水孔9均包括左右两组对称布设于所述前部泄水洞体体左右两侧边墙外侧的边墙排水孔9,两组所述边墙排水孔9中一组所述边墙排水孔9位于所施工隧道正洞20上方,另一组所述边墙排水孔9位于迂回导坑1上方;每组所述边墙排水孔9均包括多个由上至下布置的边墙排水孔9,每个所述边墙排水孔9均呈水平布置;每排所述边墙排水孔9中所有边墙排水孔9的孔口均布设于所述前侧洞体的同一横断面上;每个所述边墙排水孔9均为由后向前钻进至高角度逆冲富水富砂断层6内的钻孔;

[0123] 对所述前部泄水洞体中任一个所述隧道节段进行开挖及排水施工时,过程如下:

[0124] 步骤A1、排水孔施工:采用钻机对该隧道节段中所述洞外排水孔组的拱部排水孔8和边墙排水孔9分别进行钻孔,获得施工成型的所述洞外排水孔组;

[0125] 步骤A2、排水:通过步骤A1中所述洞外排水孔组进行排水;

[0126] 步骤A3、开挖:沿隧道纵向延伸方向由后向前对该隧道节段进行开挖;

[0127] 待所述前部泄水洞体的多个所述隧道节段均施工完成后,完成泄水洞2的施工过程;

[0128] 对所述前部导坑段进行施工时,沿隧道延伸方向由后向前对所述前部导坑段的多个所述隧道节段分别进行开挖及排水施工;多个所述隧道节段的开挖及排水施工方法均相同;所述前部导坑段的每个所述隧道节段中均开设有一个导坑排水孔组;

[0129] 如图6所示,每个所述导坑排水孔组均包括由后向前布置的多排侧部排水孔19,每排所述侧部排水孔19均包括多个由上至下布置的侧部排水孔19,每个所述侧部排水孔19均呈水平布置;每排所述侧部排水孔19中所有侧部排水孔19的孔口均布设于所述前部导坑段的同一横断面上;每个所述侧部排水孔19均为由后向前钻进至高角度逆冲富水富砂断层6内的钻孔;

[0130] 对所述前部导坑段的任一个所述隧道节段进行开挖及排水施工时,过程如下:

[0131] 步骤B1、排水孔施工:采用钻机对该隧道节段中所述导坑排水孔组的侧部排水孔19分别进行钻孔,获得施工成型的所述导坑排水孔组;



- [0132] 步骤B2、排水:通过步骤B1中所述导坑排水孔组进行排水;
- [0133] 步骤B3、开挖:沿隧道纵向延伸方向由后向前对该隧道节段进行开挖;本步骤中,所述前部导坑段的掌子面位于所述前部泄水洞体的掌子面后侧;
- [0134] 待所述前部导坑段的多个所述隧道节段均施工完成后,完成所述前部导坑段的施工过程;
- [0135] 对中部隧道段5进行施工时,沿隧道延伸方向由后向前对中部隧道段5的多个所述隧道节段分别进行开挖,多个所述隧道节段的开挖方法均相同;所述中部隧道段5的掌子面位于所述前部导坑段的掌子面后侧;
- [0136] 待中部隧道段5的多个所述隧道节段均施工完成后,完成中部隧道段5的施工过程;
- [0137] 步骤五、前侧隧道段施工:所述前侧隧道段4分为位于所述导坑前交叉口前侧的前部隧道段和位于所述导坑前交叉口后侧的后部隧道段;
- [0138] 待步骤四中所述前部导坑段开挖完成后,由后向前对所述前侧导坑段进行开挖,直至完成迂回导坑1的施工过程;
- [0139] 待迂回导坑1施工完成后,沿隧道纵向延伸方向由后向前对前侧隧道段4的前部隧道段进行开挖施工,同时沿隧道纵向延伸方向由前向后对前侧隧道段4的后部隧道段进行开挖施工。
- [0140] 本实施例中,所述前部泄水洞体、所述前部导坑段和中部隧道段5均由后向前分为N个所述隧道节段,N为中部隧道段5中隧道节段的总数量,N为正整数且 $N \geq 2$ ;
- [0141] 步骤B2中排水完成后,完成所述前部导坑段中第i个所述隧道节段的排水过程;其中,i为正整数且 $i = 1, 2, 3, \dots, N$ ;
- [0142] 待所述前部导坑段中第i个所述隧道节段的排水过程完成后,再进入步骤B1,对所述前部泄水洞体的第i个所述隧道节段进行开挖及排水施工;
- [0143] 待所述前部导坑段中第i个所述隧道节段的排水过程完成后,再对中部隧道段5中的第i个所述隧道节段进行帷幕注浆加固;待中部隧道段5中第i个所述隧道节段帷幕注浆加固完成后,再对中部隧道段5中的第i个所述隧道节段进行开挖。
- [0144] 这样,在所述前部导坑段中第i个所述隧道节段的排水完成后,再对中部隧道段5中的第i个所述隧道节段进行帷幕注浆加固,能大幅度减小中部隧道段5中的第i个所述隧道节段的帷幕注浆加固施工难度,并且提高加固施工效率,缩短施工工期,节约施工成本,同时能确保施工安全。
- [0145] 另外,由于中部隧道段5中的第i个所述隧道节段的帷幕注浆加固完成后,后续前部泄水洞体中第i个所述隧道节段的排水过程不会对中部隧道段5中的第i个所述隧道节段造成影响,同时也能便于前部泄水洞体中第i个所述隧道节段的排水更充分,排水速度更快。
- [0146] 本实施例中,步骤A2中排水完成后,完成所述前部泄水洞体中第i个所述隧道节段的排水过程;
- [0147] 待所述前部泄水洞体中第i个所述隧道节段的排水过程完成后,再对所述前部导坑段中的第i个所述隧道节段进行帷幕注浆加固;待所述前部导坑段中第i个所述隧道节段帷幕注浆加固完成后,再进入步骤B4,对所述前部导坑段中的第i个所述隧道节段进行开挖

施工。

[0148] 这样,在所述前部泄水洞体中第*i*个所述隧道节段的排水过程完成后,再对前部导坑段中的第*i*个所述隧道节段进行帷幕注浆加固,能有效减小前部导坑段中的第*i*个所述隧道节段的帷幕注浆加固难度,并且提高加固施工效率,缩短施工工期,节约施工成本,同时能确保施工安全。

[0149] 本实施例中,所述迂回导坑1位于高角度逆冲富水富砂断层6宽度较小的位置处,并且由于迂回导坑1的开挖断面较小,因而施工难度答复降低,由于迂回导坑1与隧道正洞20位于同一隧道面上,能提前探明隧道正洞20同一断面处的断层情况,便于指导后期施工。

[0150] 实际施工时,每个所述隧道节段的长度均为*L*且*L*的取值范围为15m~25m。本实施例中,*L*=20m,可根据具体需要,对*L*的取值大小进行相依调整。

[0151] 本实施例中,步骤四中所述中部隧道段5的掌子面位于所述前部泄水洞体的掌子面后侧且二者之间的水平间距不小于*L*,所述中部隧道段5的掌子面位于所述前部导坑段的掌子面后侧且二者之间的水平间距不小于*L*。这样,能保证各掌子面施工安全。

[0152] 本实施例中,所述隧道正洞20的横断面积*s*大于100m<sup>2</sup>,所述前部泄水洞体和所述前部导坑段的横断面积均不大于*s*/2;

[0153] 步骤A3中对所述前部泄水洞体的隧道节段进行开挖时,采用全断面开挖法进行开挖;

[0154] 步骤B3中对所述前部导坑段的隧道节段进行开挖时,采用全断面开挖法进行开挖。这样,能有效确保施工速度。

[0155] 本实施例中,如图5所示,所述中部隧道段5的隧道正洞20由上至下分为上部洞体、中部洞体1-2和下部洞体1-3,所述上部洞体分为左侧导洞1-11和位于左侧导洞1-11右侧的右侧导洞1-12;

[0156] 步骤四中对中部隧道段5的任一个所述隧道节段进行开挖时,采用三台阶四步法进行开挖,过程如下:

[0157] 步骤D1、上部洞体开挖及初期支护,过程如下:

[0158] 步骤D11、左侧导洞开挖及初期支护:沿隧道纵向延伸方向由后向前对当前所开挖隧道节段的左侧导洞1-11进行开挖;

[0159] 开挖过程中,由后向前对开挖成型的左侧导洞1-11进行初期支护;

[0160] 步骤D12、右侧导洞开挖及初期支护:步骤D11中所述左侧导洞1-11开挖过程中,沿隧道纵向延伸方向同步由后向前对当前所开挖隧道节段的右侧导洞1-12进行开挖,获得开挖成型的所述上部洞体;

[0161] 开挖过程中,由后向前对开挖成型的右侧导洞1-12进行初期支护;

[0162] 本步骤中,所述右侧导洞1-12的掌子面位于左侧导洞1-11的掌子面后侧;

[0163] 步骤D2、中部洞体开挖及初期支护:步骤D1中进行上部洞体开挖过程中,沿隧道纵向延伸方向由后向前在已开挖成型的所述上部洞体下方对当前所开挖隧道节段的中部洞体1-2进行开挖;

[0164] 开挖过程中,由后向前对开挖成型的中部洞体1-2进行初期支护;

[0165] 本步骤中,所述中部洞体1-2的掌子面位于步骤D12中所述右侧导洞1-12的掌子面后侧;

[0166] 步骤D3、下部洞体开挖及初期支护：步骤D2中进行中部洞体开挖过程中，沿隧道纵向延伸方向由后向前在已开挖成型的中部洞体1-2下方对当前所开挖隧道节段的下部洞体1-3进行开挖，获得开挖成型的隧道正洞20；

[0167] 开挖过程中，由后向前对开挖成型的中部洞体1-3进行初期支护，完成隧道正洞20的隧道初期支护过程；

[0168] 本步骤中，所述下部洞体1-3的掌子面位于步骤D2中所述中部洞体1-2的掌子面后侧。

[0169] 由上述内容可知，中部隧道段5的隧道正洞20采用三台阶四步开挖法进行开挖，由于前期降压降水充分，因而能确保开挖过程中的隧道结构稳固，并且开挖断面分块较少，能有效降低施工难度，并减少施工风险。

[0170] 根据本领域公知常识，超前帷幕注浆指对隧道前方一定范围的土体进行全面加固，在开挖区域周边形成隔水帷幕，以防止地下水渗流给隧道施工带来较大风险。本发明进行超前帷幕注浆时，按照常规的超前帷幕注浆方法对各隧道节段掌子面前方的岩层进行超前帷幕注浆。

[0171] 本实施例中，对所述前部导坑段和中部隧道段中任一个所述隧道节段进行帷幕注浆加固时，均采用常规的全断面帷幕注浆加固。对所述前部泄水洞体中任一个所述隧道节段进行开挖之前，先对该隧道节段进行帷幕注浆加固，并且采用常规的全断面帷幕注浆加固。

[0172] 其中，所述迂回导坑1与隧道正洞20布设于同一水平面上指的是：所述迂回导坑1的最大开挖宽度处与隧道正洞20的最大开挖宽度处布设于同一水平面上。所述前侧洞体与隧道正洞20之间的净距为5m~10m。本实施例中，所述前侧洞体与隧道正洞20之间的净距为7m。实际施工时，可根据具体需要，对所述前侧洞体与隧道正洞20之间的净距进行相应调整。其中，所述前侧洞体与隧道正洞20之间的净距指的是所述前侧洞体底部与隧道正洞20顶部之间的竖向间距，所述前侧洞体底部位于隧道正洞20顶部的侧上方。

[0173] 对所述前侧隧道段4和后侧隧道段3进行开挖时，均采用全断面开挖法进行开挖，并且采用钻爆法进行开挖。对迂回导坑1和泄水洞2进行开挖时，均采用钻爆法进行开挖。对中部隧道段5进行开挖时，也采用钻爆法进行开挖。

[0174] 本实施例中，如图2所示，所述前部泄水洞体中每个所述隧道节段后端设置一个洞内封堵墙10，所述洞内封堵墙10与所述前侧洞体呈垂直布设且其为对所述前侧洞体进行封堵的竖向封堵墙；

[0175] 步骤A1中进行排水孔施工之前，还需在该隧道节段后端施工洞内封堵墙10，所施工的洞内封堵墙10位于该隧道节段的掌子面后侧且其与该隧道节段的掌子面紧靠。

[0176] 实际对任一个所述隧道节段进行开挖之前，均在该隧道节段后端设置一个洞内封堵墙10。所述洞内封堵墙10同时能作为对该隧道节段进行超前帷幕注浆时的止浆墙，因而实用性强。

[0177] 本实施例中，所述前部导坑段、所述前部泄水洞体和所述中部隧道段5的前端面均位于同一平面上。

[0178] 为最大程度进行排水，每个所述导坑节段中均开设有一个导坑排水孔组。

[0179] 本实施例中，如图2所示，所述前部导坑段中每个所述隧道节段后端设置一个导坑

内封堵墙11,所述导坑内封堵墙11与所述中部导坑段呈垂直布设且其为对所述前侧洞体进行封堵的竖向封堵墙;

[0180] 所述导坑内封堵墙11与所述前部导坑段呈垂直布设且其为对所述前部导坑段进行封堵的竖向封堵墙;

[0181] 步骤B1中进行排水孔施工之前,还需施工导坑内封堵墙11,所施工的导坑内封堵墙11位于该隧道节段的掌子面后侧且其与该导坑节段的掌子面紧靠。所述导坑内封堵墙11同时能作为对该隧道节段进行超前帷幕注浆时的止浆墙,因而实用性强。

[0182] 所述后侧隧道段3前部设置有正洞封堵墙12,所述正洞封堵墙12与后侧隧道段3呈垂直布设且其为对后侧隧道段3进行封堵的竖向封堵墙;所述正洞封堵墙12与隧道正洞20内高角度逆冲富水富砂断层6的后端面紧靠,所述洞内封堵墙10和导坑内封堵墙11均与正洞封堵墙12呈平行布设。

[0183] 所述前侧洞体中最后一个所述隧道节段后端的洞内封堵墙10为后端洞内封堵墙,所述前部导坑段最后一个所述导坑节段后端的导坑内封堵墙11为后端导坑封堵墙,所述后端洞内封堵墙和所述后端导坑封堵墙布设于同一竖直面上且二者均位于正洞封堵墙12后侧,所述后端洞内封堵墙与正洞封堵墙12之间的净距为2m~5m。其中,所述后端洞内封堵墙与正洞封堵墙12之间的净距指的是所述后端洞内封堵墙的前侧壁与正洞封堵墙12的后侧壁之间的水平间距。

[0184] 本实施例中,所述前部泄水洞体中每个所述隧道节段中位于最前侧的一排所述拱部排水孔8中,每个所述拱部排水孔8的前端均位于该隧道节段的前端面前侧;每个所述隧道节段中所有拱部排水孔8的孔口均位于该隧道节段的后端面后侧。每个所述隧道节段中位于最前侧的一排所述边墙排水孔9中,每个所述边墙排水孔9的前端均位于该隧道节段的前端面前侧;每个所述隧道节段中所有边墙排水孔9的孔口均位于该隧道节段的后端面后侧。这样,能有效确保所有隧道节段均能进行充分、有效排水,并且能确保相邻两个隧道节段之间也能进行充分、有效排水,有效确保施工安全。

[0185] 对所述前部泄水洞体任一个所述隧道节段进行开挖之前,先在该隧道节段的后端施工洞内封堵墙10,再对该隧道节段内的所述洞外排水孔组进行钻设;再利用钻好的所述洞外排水孔组进行排水,排水完成后对该隧道节段后端的洞内封堵墙10进行拆除,再对该隧道节段进行开挖施工。通过洞内封堵墙10进行有效封堵,能确保对该隧道节段进行排水过程中,所述前侧洞体内发生涌水、涌砂事故。并且,充分、有效排水后,再对该隧道节段进行开挖施工,能有效确保施工安全。

[0186] 本实施例中,所述前部泄水洞体的每个所述隧道节段中所有拱部排水孔8的孔口均位于该隧道节段后端的洞内封堵墙10后侧;每个所述隧道节段中所有边墙排水孔9的孔口均位于该隧道节段后端的洞内封堵墙10后侧,这样能有效排水过程中,已开挖成型的所述前侧洞体安全。

[0187] 所述拱部排水孔8的孔口为其后端口,所述边墙排水孔9的孔口为其后端口。

[0188] 本实施例中,所述前部导坑段中每个所述隧道节段中位于最前侧的一排所述侧部排水孔19中,每个所述侧部排水孔19的前端均位于该隧道节段的前端面前侧;每个所述隧道节段中所有侧部排水孔19的孔口均位于该隧道节段的后端面后侧。这样,能有效确保所述前部导坑段中所有隧道节段均能进行充分、有效排水,并且能确保所述前部导坑段中相

邻两个隧道节段之间也能进行充分、有效排水,有效确保施工安全。

[0189] 对所述前部导坑段中任一个所述隧道节段(也称为导坑节段)进行开挖之前,先在该导坑节段的后端施工导坑内封堵墙11,再对该导坑节段内的所述洞外排水孔组进行钻设;再利用钻好的所述洞外排水孔组进行排水,排水完成后对该导坑节段后端的导坑内封堵墙11进行拆除,再对该导坑节段进行开挖施工。通过导坑内封堵墙11进行有效封堵,能确保对该导坑节段进行排水过程中,所述前侧洞体内发生涌水、涌砂事故。并且,充分、有效排水后,再对该导坑节段进行开挖施工,能有效确保施工安全。

[0190] 本实施例中,每个所述导坑节段中所有侧部排水孔19的孔口均位于该导坑节段后端的洞内封堵墙10后侧,这样能有效排水过程中,已开挖成型的所述前侧洞体安全。

[0191] 本实施例中,所述洞内封堵墙10、导坑内封堵墙11和正洞封堵墙12均为厚度为20cm的混凝土墙。实际施工时,可根据具体需要,对洞内封堵墙10、导坑内封堵墙11和正洞封堵墙12的墙厚分别进行相应调整。

[0192] 为确保泄水效果,所述拱部排水孔8和边墙排水孔9进入高角度逆冲富水富砂断层6的长度均不小于10m。实际施工时,可根据具体需要,对拱部排水孔8和边墙排水孔9进入高角度逆冲富水富砂断层6的长度进行相应调整。

[0193] 本实施例中,所述前侧洞体的前端面与隧道正洞20内高角度逆冲富水富砂断层6的前端面位于同一竖直面上。

[0194] 为提高施工速度,并且为确保施工安全,所述导坑后交叉口与中部隧道段5后端面之间的间距为50m~100m。所述泄水洞交叉口与中部隧道段5后端面之间的间距为120m~180m。所述导坑前交叉口与中部隧道段5前端面之间的间距为20m~60m。本实施例中,所述导坑后交叉口与中部隧道段5后端面之间的间距为70m,所述泄水洞交叉口与中部隧道段5后端面之间的间距为150m,所述导坑前交叉口与中部隧道段5前端面之间的间距为40m。其中,中部隧道段5的后端面为正洞封堵墙12的前端面,中部隧道段5的前端面为隧道正洞20内高角度逆冲富水富砂断层6的前端面。

[0195] 实际施工时,可根据具体需要,对所述导坑后交叉口与中部隧道段5后端面之间的间距、所述泄水洞交叉口与中部隧道段5后端面之间的间距以及导坑前交叉口与中部隧道段5前端面之间的间距分别进行相应调整。

[0196] 为确保施工安全,所述洞内封堵墙10位于泄水洞2内高角度逆冲富水富砂断层6的后端面后侧。

[0197] 本实施例中,所述泄水洞2后侧设置有斜井13,所述斜井13前端与隧道正洞20相交且二者的交叉口为斜井交叉口,所述斜井交叉口位于所述泄水洞交叉口后侧;所述斜井13为用于将从泄水洞2排出的水从隧道正洞20内排出的排水通道;

[0198] 步骤一中进行后侧隧道段初步开挖施工时,先沿隧道纵向延伸方向由后向前对后侧隧道段3中位于所述斜井交叉口后侧的隧道段进行开挖施工;待后侧隧道段3开挖至所述斜井交叉口所处位置后,再沿隧道纵向延伸方向由后向前对后侧隧道段3中位于所述斜井交叉口与所述泄水洞交叉口之间的隧道段进行开挖施工,同时从所述斜井交叉口开始对斜井13进行开挖施工;

[0199] 所述拱部排水孔8、边墙排水孔9和侧部排水孔19均为地层排水孔;

[0200] 步骤A2中通过步骤A1中所述洞外排水孔组进行排水时,通过所述洞外排水孔组中

的各地层排水孔将水排至泄水洞2内,再通过侧隧道段3中位于所述斜井交叉口与所述泄水洞交叉口之间的隧道段将水排至斜井13内,最后通过开挖完成的斜井13将水排出;

[0201] 步骤B2中通过步骤B1中所述导坑排水孔组进行排水时,通过所述导坑排水孔组中的各地层排水孔将水排至迂回导坑1内,再通过侧隧道段3中位于所述斜井交叉口与所述泄水洞交叉口之间的隧道段将水排至斜井13内,最后通过开挖完成的斜井13将水排出。

[0202] 所述地层排水孔的孔径为 $\phi 100\text{mm}\sim\phi 120\text{mm}$ ,每个所述地层排水孔的孔口均同轴安装有孔口管。

[0203] 本实施例中,每个所述侧部排水孔19的孔口均同轴安装有孔口管。

[0204] 如图2所示,所述侧隧道段3内设置有集水坑7,所述集水坑7位于所述泄水洞交叉口与所述斜井交叉口之间;所述泄水洞2内设置有排水沟,所述排水沟沿泄水洞2的纵向延伸方向布设;所述排水沟的后端与集水坑7连通。同时,所述迂回导坑1内设置有排水沟。

[0205] 每个所述地层排水孔的孔口均同轴安装有孔口管,为方便排水,每个所述孔口管的外端均插入至一个所述地层排水孔内,每个所述孔口管的内端均安装有连接法兰,每个所述孔口管内端均通过所述连接法兰与连接至所述排水沟的排水管连接;

[0206] 步骤A2中通过步骤A1中所述洞外排水孔组进行排水时,通过各地层排水孔内安装的所述孔口管将水排至排水管内,再通过所述排水管将水排至泄水洞2内的所述排水沟内,并通过所述排水沟排至集水坑7内;待斜井13开挖完成后,通过斜井13将集水坑7内的水排至斜井13外侧。

[0207] 步骤B2中通过步骤B1中所述导坑排水孔组进行排水时,通过各地层排水孔内安装的所述孔口管将水排至排水管内,再通过所述排水管将水排至迂回导坑1内的所述排水沟内,并通过所述排水沟排至集水坑7内;待斜井13开挖完成后,通过斜井13将集水坑7内的水排至斜井13外侧。

[0208] 另外,所述孔口管与所述排水管之间的连接处均安装有水压力检测装置,以对各地层排水孔的排水压力进行实时监测。本实施例中,所述孔口管内部迎水方向布设有滤网。

[0209] 这样,实际进行排水时,所述前部泄水洞体内的水历经排水管并由排水沟引至所施工隧道正洞20内的集水坑7,采用泵站并通过斜井13简便、快速抽排至斜井13外,并且待斜井13与贯通后便可顺坡排出。同理,所述前部导坑段内的水历经排水管并由排水沟引至所施工隧道正洞20内的集水坑7,采用泵站并通过斜井13简便、快速抽排至斜井13外,并且待斜井13与贯通后便可顺坡排出。

[0210] 本实施例中,所述孔口管的长度 $2.5\text{m}\sim 3.5\text{m}$ ,所述孔口管的外径大于所述地层排水孔的孔径。

[0211] 本实施例中,所述地层排水孔的孔径为 $\phi 110\text{mm}$ 。所述孔口管的内径为 $\phi 108\text{mm}$ 且其壁厚为 $9\text{mm}$ 。

[0212] 实际施工时,可根据具体需要,对所述地层排水孔的孔径以及孔口管的尺寸进行相应调整。

[0213] 本实施例中,每排所述拱部排水孔8均包括3个拱部排水孔8,3个所述拱部排水孔8分别为位于布设于所述前侧洞体正上方的中部排水孔以及对称布设于所述中部排水孔左右两侧的左侧排水孔和右侧排水孔,所述中部排水孔沿所述前侧洞体的纵向延伸方向布

设,所述左侧排水孔由后向前逐渐向左倾斜,所述右侧排水孔由后向前逐渐向右倾斜。其中,所述左侧排水孔的前端口与所述右侧排水孔的前端口之间的间距与所述前侧洞体的开挖宽度相同,其中所述前侧洞体的开挖宽度指的是所述前侧洞体开挖轮廓的最大开挖宽度。这样,通过所述拱部排水孔8能有效确保所述前侧洞体所处区域的排水效果,并且拱部排水孔8的长度也能得到有效控制,能有效节约成本,并减少工期。

[0214] 本实施例中,每排所述拱顶排水孔8均包括3个拱顶排水孔8,3个所述拱顶排水孔8分别为位于布设于所述前部导坑段正上方的拱部中排水孔以及对称布设于所述拱部中排水孔左右两侧的左边墙外排水孔和右边墙外排水孔,所述拱部中排水孔沿所述前部导坑段的纵向延伸方向布设,所述左边墙外排水孔由后向前逐渐向左倾斜,所述右边墙外排水孔由后向前逐渐向右倾斜。其中,所述左边墙外排水孔的前端口位于所施工隧道正洞20右侧。

[0215] 由上述内容可知,所述泄水洞2和迂回导坑1内均设置有排水体系,并且迂回导坑1的施工进度比泄水洞2的施工进度慢,这样待泄水洞2进行排水后,通过迂回导坑1再次能进行补充排水,泄水洞2和迂回导坑1的排水互为补充,能实现最大程度排水。同时,迂回导坑1内设置排水体系能有效降低迂回导坑1的超前帷幕注浆难度,并确保迂回导坑1简便、快速施工完成,施工过程安全、可靠。

[0216] 为确保排水效果,并且为进一步提高施工难度,所述拱部排水孔8和边墙排水孔9的终孔位置均位于该隧道节段的所述超前帷幕注浆加固结构外侧,即所述拱部排水孔8和边墙排水孔9的前端均位于所述超前帷幕注浆加固结构外侧,这样也能有效保证该隧道节段的超前帷幕注浆加固效果。

[0217] 同理,所述侧部排水孔19的终孔位置均位于该导坑节段的所述超前帷幕注浆加固结构外侧,即侧部排水孔19的前端均位于所述超前帷幕注浆加固结构外侧,这样也能有效保证该导坑节段的超前帷幕注浆加固效果。

[0218] 所述后侧导坑段为由后向前逐渐向外倾斜的隧道段,所述前侧导坑段为由后向前逐渐向内倾斜的隧道段。本实施例中,所述后侧导坑段、所述前侧导坑段和所述后侧洞体与所施工隧道正洞20之间的水平夹角均为 $60^\circ$ 。所述后侧洞体与所施工隧道正洞20之间的水平夹角为 $60^\circ$ 。

[0219] 每个所述洞外排水孔组中两排所述拱部排水孔8中拱部排水孔8的孔口之间的间距为 $2\text{m}\sim 5\text{m}$ ,相邻两排所述边墙排水孔9中边墙排水孔9的孔口之间的间距为 $2\text{m}\sim 5\text{m}$ 。这样,通过多个所述拱部排水孔8和多个所述边墙排水孔9能有效确保泄水洞2内的排水效果,确保排水充分。

[0220] 并且,相邻两排所述侧部排水孔19中侧部排水孔19的孔口之间的间距为 $2\text{m}\sim 5\text{m}$ 。这样,通过多个所述侧部排水孔19能有效确保迂回导坑1内的排水效果,确保排水充分。

[0221] 为确保所施工隧道正洞20与迂回导坑1上方岩体中充分排水,所述前侧洞体内位于所施工隧道正洞20上方的所有边墙排水孔9的前端与所述前侧洞体的纵向中心线的水平间距不小于 $d_1$ ,其中 $d_1$ 为所述前侧洞体的纵向中心线与所施工隧道正洞20的纵向中心线的水平间距。同时,所述前侧洞体内位于迂回导坑1上方的所有边墙排水孔9的前端与所述前侧洞体的纵向中心线的水平间距不小于 $d_2$ ,其中 $d_2$ 为所述前侧洞体的纵向中心线与迂回导坑1的纵向中心线的水平间距。

[0222] 本实施例中,所述前侧洞体内位于所施工隧道正洞20上方的所有边墙排水孔9的

前端与所述前侧洞体的纵向中心线的水平间距均为 $d_1$ ，所述前侧洞体内位于迂回导坑1上方的所有边墙排水孔9的前端与所述前侧洞体的纵向中心线的水平间距均为 $d_2$ 。这样，不仅能有效确保排水效果，保证排水充分，同时，使边墙排水孔9的长度也能得到有效控制，能有效节约成本，并减少工期。

[0223] 本实施例中，每排所述拱部排水孔8中相邻两个所述拱部排水孔8孔口之间的间距均为1.8m~2.2m，每组所述边墙排水孔9中上下相邻两个所述边墙排水孔9之间的间距均为2m~3m。

[0224] 实际施工时，所述前侧洞体与所施工隧道正洞20之间的净距为8m~9m，所述中部导坑段与所施工隧道正洞20之间的净距为26m~30m。

[0225] 所述迂回导坑1和泄水洞2的开挖断面均小于所施工隧道正洞20的开挖断面。本实施例中，所述迂回导坑1和泄水洞2均为所施工隧道正洞20的辅助坑道。

[0226] 根据本领域公知常识，隧道正洞20是相对辅助坑道而言的，隧道正洞20是需施工成型的隧道洞，对隧道正洞20进行施工时，通常需施工辅助坑道，如斜井、隧道横洞、导坑等。所述迂回导坑1和泄水洞2为单车道辅助坑道型断面，所述迂回导坑1和泄水洞2的开挖断面宽度（即开挖宽度，开挖轮廓的最大开挖宽度）为3.8m~6m且其二者的开挖高度为3.5m~5m。因而，所述迂回导坑1和泄水洞2为小断面隧道，虽然所述迂回导坑1和泄水洞2均穿过高角度逆冲富水富砂断层6，但相比所施工隧道正洞20而言，所述迂回导坑1和泄水洞2的施工难度均大幅降低，并且二者的施工风险也大幅降低。

[0227] 另外，所述迂回导坑1距离所施工隧道正洞20较远，并且迂回导坑1选择高角度逆冲富水富砂断层6地层结构相对较好的位置，因而其施工难度和施工风险进一步降低。由于从高角度逆冲富水富砂断层6穿过的中部隧道段5施工难度非常大，并且非常耗时，采用迂回导坑1后能绕过中部隧道段5，对所施工隧道正洞20中位于所述导坑前交叉口前侧的隧道段进行施工。在对所施工隧道正洞20中位于所述导坑前交叉口前侧的隧道段进行施工的同时，能同步对所施工隧道正洞20中位于所述导坑后交叉口和所述导坑前交叉口之间的隧道段进行施工，因而能有效提高施工效率，缩短施工工期；并且，能从所述导坑后交叉口和所述导坑前交叉口两个位置对所施工隧道正洞20中位于所述导坑后交叉口和所述导坑前交叉口之间的隧道段相向进行施工，因而能进一步节省时间，进一步缩短施工工期。

[0228] 本实施例中，所述前侧洞体与所施工隧道正洞20之间的净距为8.4m，所述中部导坑段与所施工隧道正洞20之间的净距为28.4m。

[0229] 实际施工时，可根据具体需要，对所述前侧洞体与所施工隧道正洞20之间的净距以及所述中部导坑段与所施工隧道正洞20之间的净距分别进行相应调整。

[0230] 本实施例中，所述前侧洞体为由后向前逐渐向上倾斜的倾斜洞体，所述前侧洞体的坡度为8%~11%。

[0231] 本实施例中，所述斜井13为所施工隧道正洞20的辅助坑道。

[0232] 实际施工时，步骤四中沿隧道延伸方向由后向前对迂回导坑1进行后续开挖施工时，所述迂回导坑1的掌子面位于所述前部泄水洞体的掌子面后方；

[0233] 步骤四中沿隧道延伸方向由后向前对所施工隧道正洞20的中部隧道段5进行开挖施工时，所述中部隧道段5的掌子面位于所述前部泄水洞体的掌子面后方。这样，能有效确保迂回导坑1和中部隧道段5的施工安全性。



[0234] 本实施例中,所述前侧隧道段4分为位于所述导坑前交叉口前侧的前部隧道段和位于所述导坑前交叉口后侧的后部隧道段;

[0235] 步骤四中进行前部泄水洞体施工以及迂回导坑与隧道正洞20同步施工时,待迂回导坑1施工完成后,沿隧道纵向延伸方向由后向前对前侧隧道段4的前部隧道段进行开挖施工,同时沿隧道纵向延伸方向由前向后对前侧隧道段4的后部隧道段进行开挖施工,因而能有效提高施工进度,缩短施工工期。并且,在所述中部隧道5施工过程中,能同步对前侧隧道段4进行施工。

[0236] 本实施例中,所施工隧道正洞20内设置有隧道正洞支护结构,所述隧道正洞支护结构包括对开挖成型的所施工隧道正洞20进行初期支护的第一隧道初期支护结构14-1和布设于第一隧道初期支护结构14-1内侧的第一隧道二次衬砌15-1,所述第一隧道初期支护结构14-1和第一隧道二次衬砌15-1均为对所施工隧道正洞20进行全断面支护的支护结构;

[0237] 所述泄水洞2内设置有泄水洞支护结构,所述泄水洞支护结构包括对开挖成型的泄水洞2进行初期支护的第二隧道初期支护结构14-2和布设于第二隧道初期支护结构14-2内侧的第二隧道二次衬砌15-2,所述第二隧道初期支护结构14-2和第二隧道二次衬砌15-2均为对泄水洞2进行全断面支护的支护结构;

[0238] 步骤一中、步骤二和步骤三中对后侧隧道段3进行开挖施工时,沿隧道纵向延伸方向由后向前对开挖成型的后侧隧道段3进行支护,并获得施工成型的隧道正洞支护结构;

[0239] 步骤二和步骤三中对泄水洞2的排水洞体进行开挖施工时,沿隧道纵向延伸方向由后向前对开挖成型的泄水洞2进行支护,并获得施工成型的泄水洞支护结构;

[0240] 步骤四中对中部隧道段5进行开挖施工时,沿隧道纵向延伸方向由后向前对开挖成型的中部隧道段5进行支护,并获得施工成型的隧道正洞支护结构;

[0241] 步骤四中对所述前部泄水洞体进行开挖施工时,沿隧道纵向延伸方向由后向前对开挖成型的所述前部泄水洞体进行支护,并获得施工成型的泄水洞支护结构;

[0242] 步骤二中从所述泄水洞交叉口开始由后向前对泄水洞2的排水洞体进行开挖施工之前,先对所述泄水洞交叉口所处区域的第一隧道初期支护结构14-1和第一隧道二次衬砌15-1分别进行开孔,获得施工成型的所述泄水洞交叉口;

[0243] 步骤三中从所述导坑后交叉口开始由后向前对迂回导坑1的后侧迂回导坑段进行开挖施工之前,先对所述导坑后交叉口所处区域的第一隧道初期支护结构14-1和第一隧道二次衬砌15-1分别进行开孔,获得施工成型的所述导坑后交叉口。

[0244] 本实施例中,所述泄水洞2和迂回导坑1均为所施工隧道正洞20的辅助坑道,所述导坑后交叉口、所述导坑前交叉口和所述泄水洞交叉口均为辅助坑道洞口,所述辅助坑道洞口为辅助坑道与所施工隧道正洞20相交的交叉口;

[0245] 对所述泄水洞交叉口所处区域的第一隧道初期支护结构14-1和第一隧道二次衬砌15-1分别进行开孔的开孔方法和对所述导坑后交叉口所处区域的第一隧道初期支护结构14-1和第一隧道二次衬砌15-1分别进行开孔的开孔方法相同且二者均为辅助坑道洞口开孔法;

[0246] 采用所述辅助坑道洞口开孔法进行开孔时,对所述辅助坑道洞口所处区域的第一隧道初期支护结构14-1和第一隧道二次衬砌15-1分别进行开孔,过程如下:

[0247] 步骤E1、第一隧道二次衬砌开孔:对所述辅助坑道洞口所处区域的第一隧道二次

衬砌15-1进行开孔,获得二衬洞口;

[0248] 所述二衬洞口的结构与所述辅助坑道洞口的结构相同;

[0249] 步骤E2、第一隧道初期支护结构开孔:对所述辅助坑道洞口所处区域的第一隧道初期支护结构14-1进行开孔,获得初支洞口;

[0250] 所述初支洞口的结构与所述辅助坑道洞口的结构相同;

[0251] 步骤E3、洞口支护:采用环向钢拱架对步骤E2中所述初支洞口进行支护,所述环向钢拱架为对所述初支洞口进行全断面支护的支护架且其结构与所述初支洞口的结构相同。

[0252] 本实施例中,所述斜井交叉口为所述辅助坑道洞口,从所述斜井交叉口开始对斜井13进行开挖施工之前,先对所述斜井交叉口所处区域的第一隧道初期支护结构14-1和第一隧道二次衬砌15-1分别进行开孔,获得施工成型的所述斜井交叉口。

[0253] 对所述斜井交叉口所处区域的第一隧道初期支护结构14-1和第一隧道二次衬砌15-1分别进行开孔的开孔方法为辅助坑道洞口开孔法。

[0254] 为确保结构稳固,所述迂回导坑1内设置有导坑支护结构,所述导坑支护结构包括对开挖成型的迂回导坑1进行初期支护的第三隧道初期支护结构14-3和布设于第三隧道初期支护结构14-3内侧的第三隧道二次衬砌15-3,所述第三隧道初期支护结构14-3和第三隧道二次衬砌15-3均为对迂回导坑1进行全断面支护的支护结构。实际对迂回导坑1进行开挖施工时,由后向前对开挖成型的迂回导坑1进行支护,并获得施工成型的所述导坑支护结构。

[0255] 本实施例中,所述第一隧道二次衬砌15-1为钢筋混凝土结构,所述第一隧道初期支护结构14-1包括多个由后向前布设且对所施工隧道正洞20进行全断面支护的全断面支撑架和对所施工隧道正洞20进行全断面支护的锚网喷初期支护结构,多个所述全断面支撑架的结构和尺寸均相同且其呈均匀布设,所述全断面支撑架的形状与所施工隧道正洞20的横断面形状相同;所述锚网喷初期支护结构为采用网喷支护方法施工成型的初期支护结构,所述网喷初期支护结构包括挂装在所施工隧道正洞20内的钢筋网和由一层喷射于所施工隧道正洞20内壁上的混凝土形成的混凝土喷射层,所述钢筋网和所述全断面支撑架均埋设于所述混凝土喷射层内。前后相邻两个所述全断面支撑架之间均通过多个纵向连接件进行紧固连接。

[0256] 本实施例中,步骤E1中进行第一隧道二次衬砌开孔时,先在第一隧道二次衬砌15-1的拱墙上测量放样,并标注出所述辅助坑道洞口的开挖轮廓线;同时,标注出所述二衬洞口的开挖轮廓线,所述二衬洞口的开挖断面比所述辅助坑道洞口的开挖断面放大20cm(即所述二衬洞口的开挖轮廓线位于所述辅助坑道洞口的开挖轮廓线外侧且二者之间的间距为20cm),保证第一隧道二次衬砌15-1的钢筋(以下简称二衬钢筋)及防水板的搭接,采用手持切割机对第一隧道二次衬砌15-1的混凝土(以下简称二衬砼)进行环切,切缝深度5cm,确保不损伤二衬钢筋,环切完成后采用破碎锤破除二衬砼,先凿除中间部位,所述二衬洞口的开挖轮廓线处预留20cm人工采用风镐进行凿除,确保所述二衬洞口的开挖轮廓线砼整齐及防水板不被破坏。二衬砼破除完成后,切割二衬钢筋及防水板,二衬钢筋及防水板均采用切割机进行切割,二衬钢筋及防水板预留足够的搭接长度,二衬钢筋预留搭接长度70cm,防水板预留搭接长度60cm。

[0257] 步骤E2中进行第一隧道初期支护结构开孔时,所述初支洞口的开挖断面比所述辅

助坑道洞口的开挖断面放大10cm(所述初支洞口的开挖轮廓线位于所述辅助坑道洞口的开挖轮廓线外侧且二者之间的间距为10cm),先采用破碎锤凿除第一隧道初期支护结构14-1的混凝土喷射层,凿除过程中做好二衬预留钢筋及防水板的保护。

[0258] 待第一隧道初期支护结构14-1的混凝土喷射层凿除后,切割第一隧道初期支护结构14-1中的所述全断面支撑架(即初支钢拱架),切割初支钢拱架前采用3m长锁脚锚管对原初支钢拱架进行加固,同时采用所述环向钢拱架进行加固,所述环向钢拱架与所述辅助坑道洞口所处区域的所述全断面支撑架(即切割后的所述全断面支撑架)紧固连接,使切割后的所述全断面支撑架拱脚不悬空。

[0259] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例,并非对本发明作任何限制,凡是根据本发明技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、变更以及等效结构变化,均仍属于本发明技术方案的保护范围内。

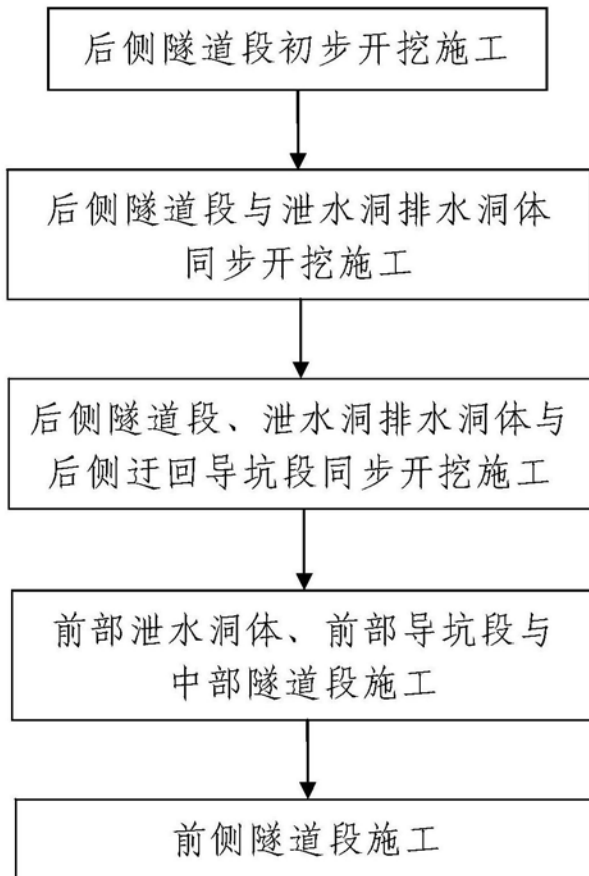


图1

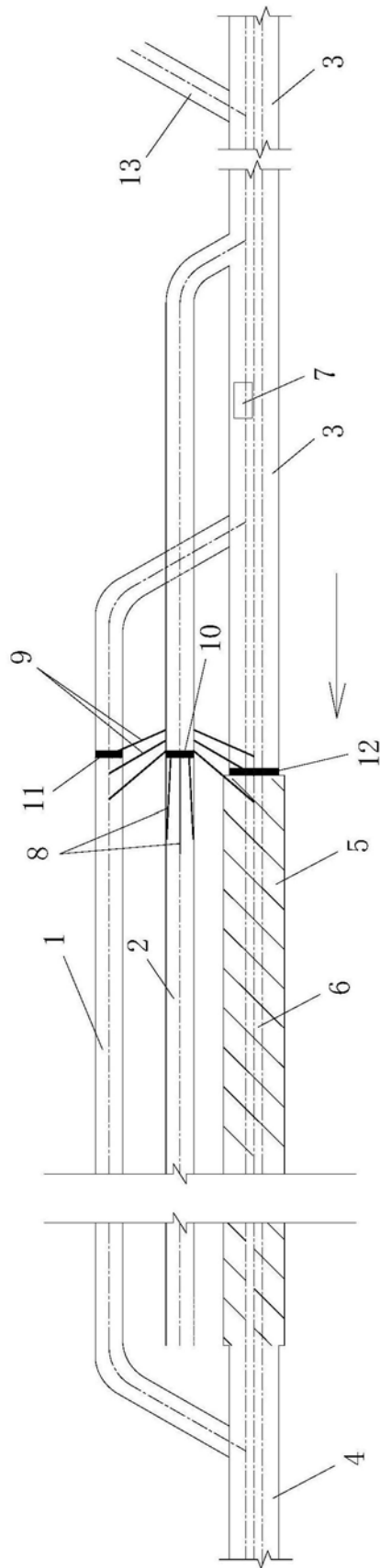


图2

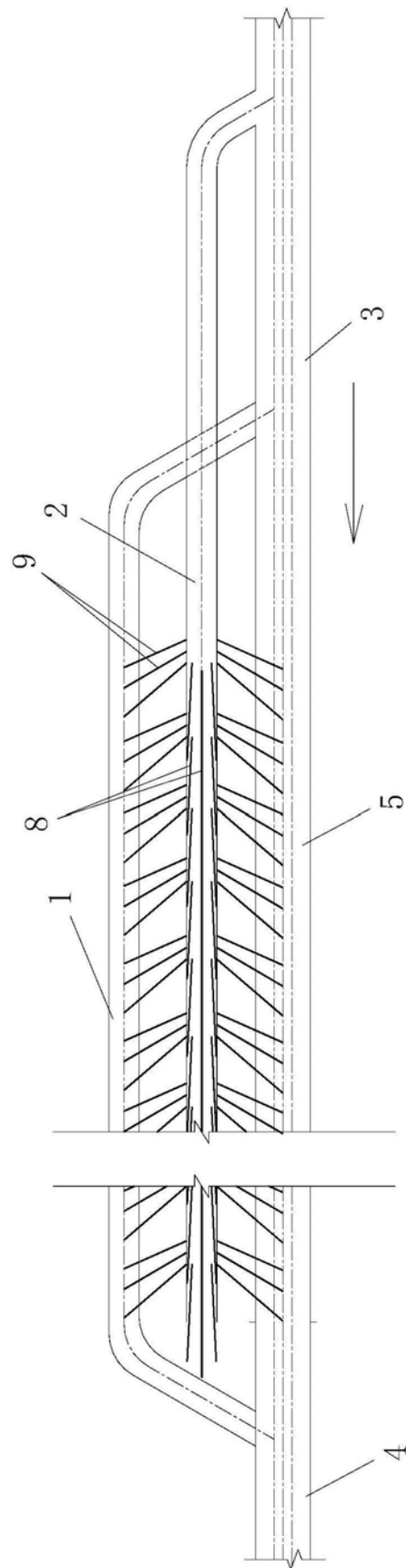


图3

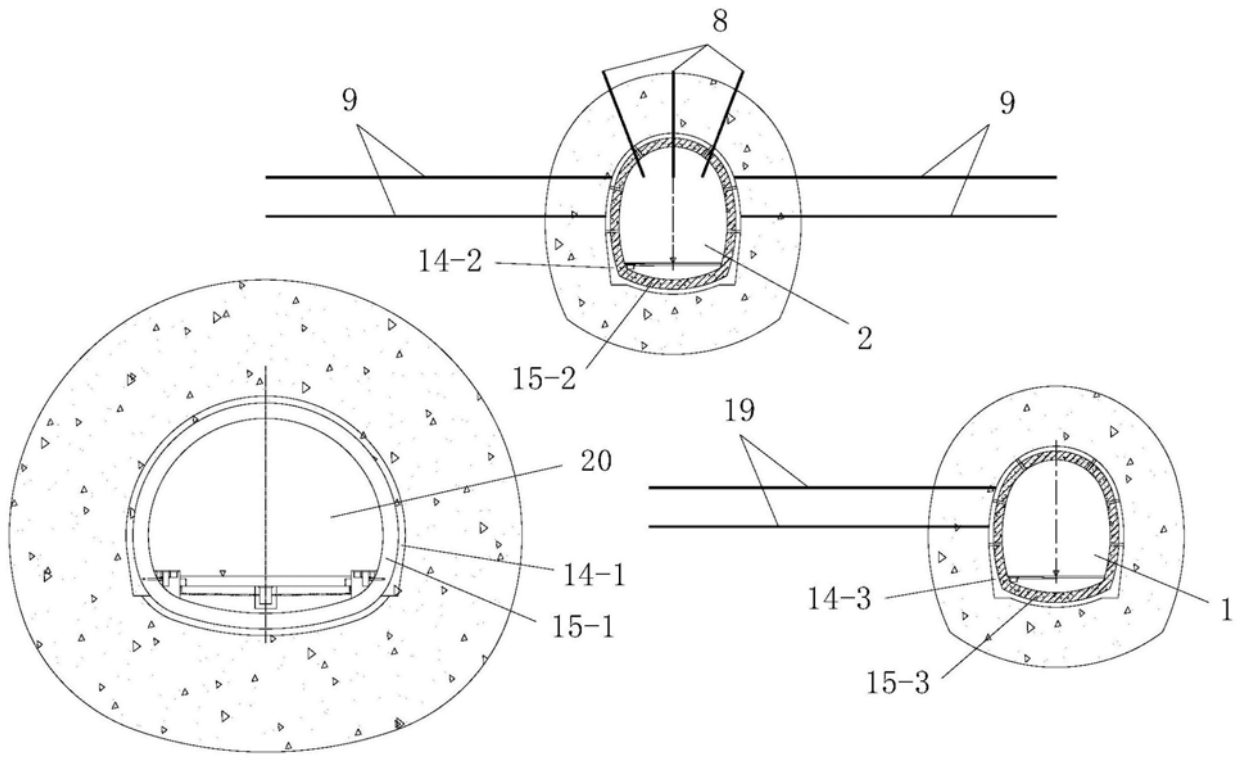


图4

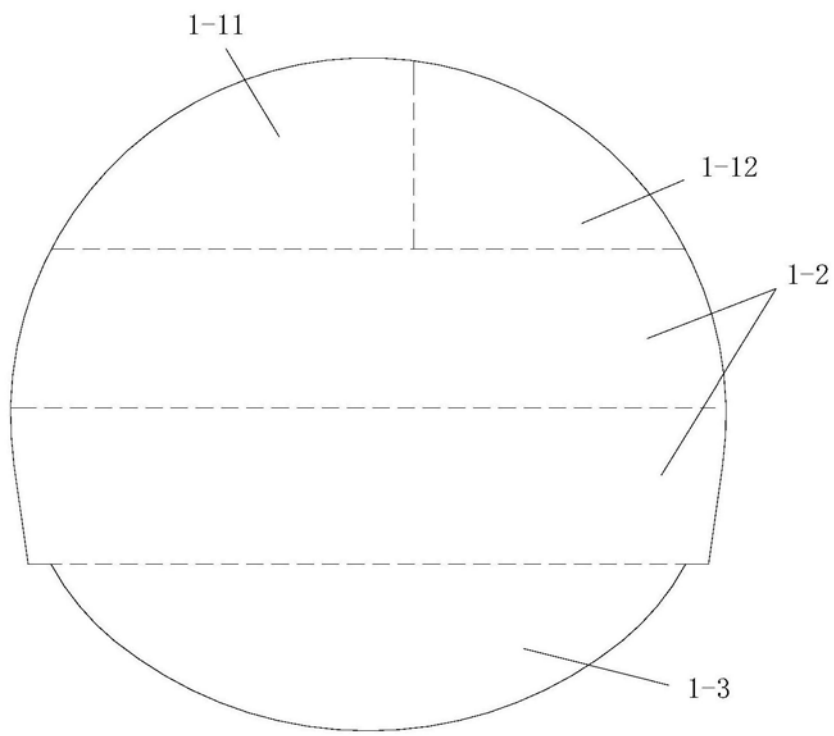


图5

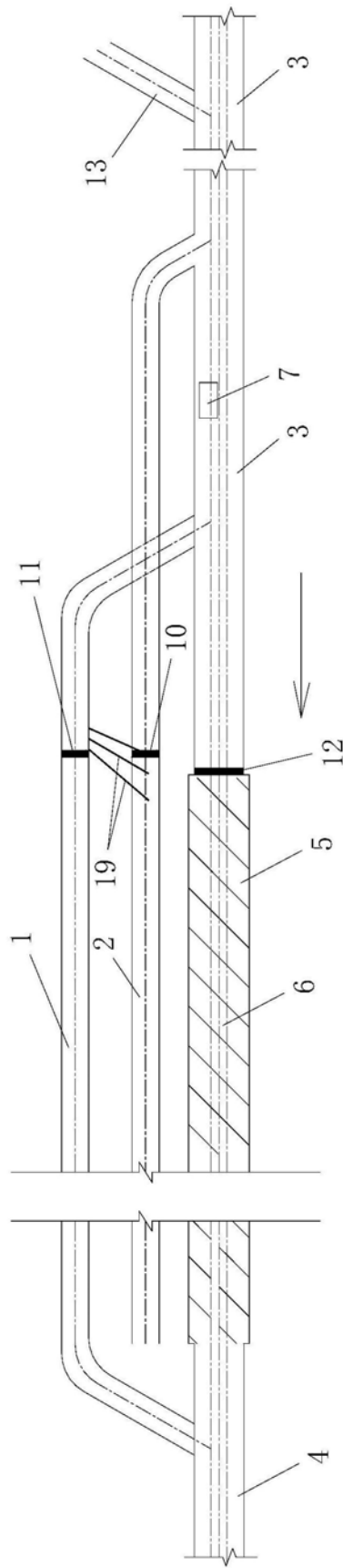


图6