



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107339108 B

(45)授权公告日 2019.02.19

(21)申请号 201710492942.X

(22)申请日 2017.06.26

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 107339108 A

(43)申请公布日 2017.11.10

(73)专利权人 中铁十二局集团有限公司  
地址 030024 山西省太原市西矿街130号  
专利权人 中铁十二局集团第二工程有限公  
司

(72)发明人 许金海 马立忠 刘杰 安振超  
姜随景 杨亚辉 韩跃卜 李五红  
赵香萍 李晓

(74)专利代理机构 太原晋科知识产权代理事务  
所(特殊普通合伙) 14110  
代理人 王瑞玲

(51)Int.Cl.

E21D 9/00(2006.01)

E21B 12/00(2006.01)

E02D 19/10(2006.01)

C04B 28/26(2006.01)

C04B 111/27(2006.01)

审查员 张露

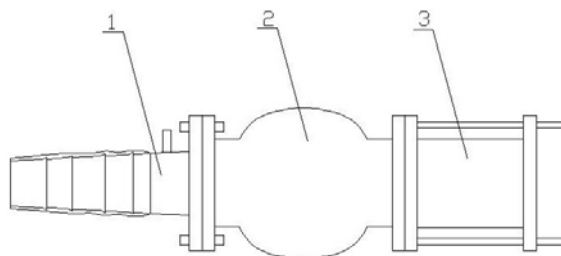
权利要求书3页 说明书10页 附图2页

(54)发明名称

地下水富集的砂层地段地铁管棚施工方法

(57)摘要

本发明属于地铁施工技术领域,具体是一种地下水富集的砂层地段管棚施工方法。解决了普通的管棚施工工艺无法施做下穿地下水富集的砂层地段超前支护施工的问题,具体施工步骤如下:一.超前大管棚施工。二.降水井施工。三.WSS注浆加固。四.孤石、漂石处理。五.隧道开挖施工。本发明有效防止流水流砂的情况。



1. 一种地下水富集的砂层地段管棚施工方法,其特征在于:具体施工步骤如下:

一.超前大管棚施工;

1) 预施做堵头墙,采用混凝土模筑,堵头墙做成环梁形式,环梁内采用钢筋与已经完成的初支结构连接,环梁的厚度为40~50cm,宽度为0.9~1m,浇筑时保证混凝土的密实性,在浇筑过程中间断性的敲击模板,增加混凝土的密实度;

2) 在施做管棚前采用金刚钻机开孔,开孔要保证角度的精确性,线路坡度为 $0^{\circ}$ ,管头下垂挠度为 $0^{\circ}+0.8^{\circ}$ ,金刚钻机开孔时,在钻孔上安装孔口密封装置;

3) 根据在拱部放出的中线点来控制钻机与设计线路的平行,并用量角器控制管棚钻机的打设倾角,保证每一根管棚的角度在同一个轮廓面上,防止管棚角度不一造成的环切面不整齐,出现掉块现象;

4) 在管棚施做断面之前,预施做正常断面的加大断面,本部管棚室断面较设计断面加大70cm,长度为6m,正常断面进加大断面需架立两榀缓冲拱架,拱架半径介于正常段和管棚室断面半径之间,保证断面的平稳过渡和有效连接;

5) 钻进开始时采用金刚钻头,如果在已经探知前方地层中有孤石或者不宜成孔的粗砂地层,提前将钻头更换为复合片钻头,保证成孔率,在探知前方孤石或者风化岩体距离孔口0-10m时,直接用复合片钻头,如果超过10m,将复合片钻头更换为冲击钻,如果碰见不易成孔地层,增加膨润土,形成泥浆护壁,保证钻机在研磨过程中钻孔用水回流时,带出大量前方地层中的砂,形成松散和空洞区;

二.降水井施工;

三.WSS注浆加固;

四.孤石、漂石处理;

1) 孤石、漂石完全发育在开挖轮廓线外时,严格按设计控制超前管棚施工,保证管棚与开挖轮廓的位置关系,保证管棚贯穿孤石进而形成整体结构,在局部管棚间隙过大或孤石粒径较小的区域补打超前小导管;

2) 孤石、漂石一部分发育在开挖轮廓线外,另一部在轮廓线内时,局部破除,现场依据短进尺、弱爆破的原则,从孤石临空面下部往上,分多次爆破,每次布置4~6个炮孔,减振孔4个,每个炮孔内装填100g炸药,炮孔深度以孤石粒径和循环进尺综合考虑为0.8~1m;

3) 孤石、漂石发育在开挖轮廓线内时,如果石头粒径不大于1m,先行开挖,避开孤石、漂石,待挖出后,将孤石运至已经闭合的初支段后续爆破的方式施工;如果石头粒径大于1m且不大于1.5m,开挖一榀,爆破一榀,爆破在临空部分一次进行;如果石头粒径大于1.5m,依据短进尺、弱爆破的原则,从临空面大的一侧开始分多次爆破,每次布置4~6个炮孔,4个减振孔,每个炮孔内装填100g炸药,炮孔深度为0.8~1m;

五.隧道开挖施工;

台阶法施工采取人工开挖为主,局部孤石或硬质岩石部分采用小药量预裂爆破,拱部开挖每循环进尺0.5~1m,随即安装格栅钢架网喷砼初期支护;并在拱脚两侧设 $\phi 42$ 锁脚锚管,与格栅钢架焊连,形成锁脚,打设系统锚杆,防止拱部下沉,下部左右两侧交错开挖,及时架设钢拱架,并尽快封闭成环;

下穿段施工时,每循环开挖前,在上断面施做超前探孔,采用风枪打设,每次7个孔,每个探孔深2m,均布于开挖轮廓线内,根据探孔出水及流砂,预判前方地下水及孤石情况;

- 1) 如出水流砂,则注浆止水,注浆结束后,进行超前探孔,确认无水后方可再行开挖;
- 2) 如流清水无砂带出且开挖位置不在砂层,继续开挖,在距离出水深度1.5m时,暂停开挖,注浆止水,注浆结束后,进行超前探孔,确认后方可再行开挖;
- 3) 如流清水无砂带出且出水位置位于砂层,则注浆止水,注浆结束后,进行超前探孔,确认后方可进行下步序施工;
- 4) 针对拱架背后出现突水突泥的应急处理,第一进行锚喷,突泥突水的前兆是小范围或间歇性的出水出泥,在这个阶段对出水点进行铺钢筋网锚喷注浆加固堵水处理;如若延误时机,小范围变成大范围,水压增大现象时,应立即组织锚喷,并硬性塞填砂袋和棉被充填物,预留泄水孔,泄水孔根据流水流砂判断预留,如不含砂直接用 $\phi 42$ 小导管,如含砂选用 $\phi 100$ PVC钢管。

2. 根据权利要求1所述的地下水富集的砂层地段管棚施工方法,其特征在于:所述的WSS注浆加固具体步骤如下:注浆前将预先特殊配制好的浆液,分别盛于不同容器内,浆液分为悬浊型,由A液和C液组成,简称AC液;溶液型,由A液和B液组成,简称AB液,采用AB液与AC液交互使用,AB液与AC液配合比参见表1,A液、B液和C液的成分见表2,利用双液高压输送泵分别将浆液泵送,二者迅速均匀混合,在较高压力的作用下,浆液扩散、渗透,并在可控与可调的时间内定位,定向,定量发生反应--产生凝胶作用,起到止水固结,强化地质作用达到注浆加固目的,同时根据注浆扩散范围、将注浆范围相互重叠,形成止水帷幕,使之共同联合形成整体性的加固止水区域,达到注浆加固止水目的;

表1:

	比重 (20℃)			黏度 (cps/20℃)			PH 值		
	A液	B液	A+B液	A液	B液	A+B液	A液	B液	A+B液
CW-3A	1.30	1.05	1.18	18.1	1.8	4.2	1.3	11.5	7.5
CW-3B	1.26	1.04	1.15	12.0	1.4	4.2	1.5	11.2	7.2
CW-3C	1.20	1.03	1.12	4.1	1.4	2.4	11.5	1.4	7.2

表2:

名称	内容	密度	体积 (L)	质量 (kg)	备注
A 液	硅酸钠	$\rho -1.37$	220	301.4	500L
	稀释剂	$\rho -1$	280	280	
C 液	水泥	$\rho -1.3$	200	200	500L
	H 剂	$\rho -1$	31.18	31.18	
	C 剂	$\rho -1.45$	10.34	15	
	P 剂	$\rho -1$	26	26	
	稀释剂	$\rho -1$	232.48	232.48	
B 液	H 剂	$\rho -1$	69.8	69.8	500L
	C 剂	$\rho -1.45$	38.28	55.5	
	Gs 剂	$\rho -1$	78.5	78.5	
	稀释剂	$\rho -1$	313.42	313.42	

3. 根据权利要求2所述的地下水富集的砂层地段管棚施工方法,其特征在于:WSS注浆的具体要求如下:

1) 注浆压力,注浆压力控制在1.5~1.8MPa;

2) 注浆孔数量,浆液扩散半径,在中细砂层、粉性黏土取0.5~0.8m,中粗砂、砂卵石层取0.8~1.2m,断层破碎带中取1.5~2m,梅花布置多排孔,共设置20~24个孔,孔位在开挖轮廓线内0.3m,加固区域根据浆液扩散的范围判断此种布孔方法,浆材扩散范围在1.5m范围;

3) 注浆孔搭设长度,  $L_{注}=n*B$ ,  $n=3\sim 5$ , B表示帷幕厚度,即终孔圈最大宽度;

4) 单孔注浆量,在全风化地层中,单孔单延米注浆量为0.5吨水泥,中砂层单孔单延米注浆量水泥需0.4吨;

5) 退杆速度,WSS注浆方式为后退式注浆,退杆频率以注浆压力为依据,当注浆压力达到1.8MPa的限值时退杆,一次退杆长度0.4m;

6) 浆液凝结速度,水玻璃波美度要求27~29,水泥水玻璃配合比要求1:1,水泥浆水灰比要求1:0.7,浆液混合固结速度为21s。

4. 根据权利要求1或3所述的地下水富集的砂层地段管棚施工方法,其特征在于:超前大管棚施工中所用到的孔口密封装置包括孔口安装管(1)、球阀(2)以及密封盒(3),所述的孔口安装管(1)包括管体(101)和法兰盘(105),管体(101)安装在法兰盘(105)上,管体(101)与法兰盘(105)连接的一端的外径大于另一端的外径,管体(101)上设有外梯形丝(103),管体(101)外侧缠绕有麻绳(102),麻绳(102)上浸润有快硬水泥,孔口安装管(1)通过法兰盘(105)与球阀(2)连接,球阀(2)与密封盒(3)连接,所述的密封盒(3)包括密封盒外管(301)以及变径内管(302),变径内管(302)嵌套在密封盒外管(301)内,密封盒外管(301)和变径内管(302)之间填充有密封填料,变径内管(302)与钻杆连接,密封填料由柔软的线状物编制而成,孔口安装管(1)一侧连通有泄压管(104),泄压管(104)上安装有泄压阀。

## 地下水富集的砂层地段地铁管棚施工方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于地铁施工技术领域,具体是一种地下水富集的砂层地段管棚施工方法。

### 背景技术

[0002] 在下穿地段,拱部位于砂层带,拱部以下多为全风化花岗岩,砂层上部为淤泥质土,地下水位较高,水压较大,在砂层透镜体地层中,地下水富集,容易形成水囊,在开挖时出现渗水、流水现象,在水流过程中,下部全风化花岗岩层受动水影响,全风化花岗岩层软化崩解,掌子面自稳能力快速下降,在不做处理的情况下,极易造成崩解面积加大甚至流塌。在施工机械及人员反复扰动后,上台阶的台阶面上的全风化岩层软化崩解速度加快,进而造成挖机陷车,人员通行困难的局面,影响出土和施工工效。

[0003] 受地质情况影响,普通的管棚施工工艺无法施做下穿地下水富集的砂层地段超前支护施工,普通管棚施工首先采用钻机引孔,然后推进管棚管,施工简易,但是在管棚钻进过程中,遇到地下水富集的砂层地段时,无法及时封堵前方地层中的地下水,导致地下水沿管棚孔位流出,更严重的是由于水流出过程中带砂,在不断的水和砂流失的情况下,会造成沈海高速路下方地层不密实,有形成空洞的可能,甚至造成地层下陷,既影响高速的通行安全,又会给初支施工留下隐患。

### 发明内容

[0004] 本发明为了解决普通的管棚施工工艺无法施做下穿地下水富集的砂层地段超前支护施工的问题,提供一种地下水富集的砂层地段管棚施工方法。

[0005] 本发明采取以下技术方案:一种地下水富集的砂层地段管棚施工方法,具体施工步骤如下:

[0006] 一.超前大管棚施工。

[0007] 1)预施做堵头墙,采用混凝土模筑,堵头墙做成环梁形式,环梁内采用钢筋与已经完成的初支结构连接,环梁的厚度为40~50cm,宽度为0.9~1m,浇筑时保证混凝土的密实性,在浇筑过程中间断性的敲击模板,增加混凝土的密实度。

[0008] 2)在施做管棚前采用金刚钻机开孔,开孔要保证角度的精确性,线路坡度为 $0^\circ$ ,管头下垂挠度为 $0^\circ+0.8^\circ$ ,金刚钻机开孔时,在钻孔上安装孔口密封装置。

[0009] 3)根据在拱部放出的中线点来控制钻机与设计线路的平行,并用量角器控制管棚钻机的打设倾角,保证每一根管棚的角度在同一个轮廓面上,防止管棚角度不一造成的环切面不整齐,出现掉块现象。

[0010] 4)在管棚施做断面之前,预施做正常断面的加大断面,本部管棚室断面较设计断面加大70cm,长度为6m,正常断面进加大断面需架立两榀缓冲拱架,拱架半径介于正常段和管棚室断面半径之间,保证断面的平稳过渡和有效连接。

[0011] 5)钻进开始时采用金刚钻头,如果在已经探知前方地层中有孤石或者不宜成孔的

粗砂地层,提前将钻头更换为复合片钻头,保证成孔率,在探知前方孤石或者风化岩体距离孔口0-10m时,可直接用复合片钻头,如果超过10m,将复合片钻头更换为冲击钻,如果碰见孤石或者粗砂层等不易成孔地层,增加膨润土,形成泥浆护壁,保证钻机在研磨过程中钻孔用水回流时,带出大量前方地层中的砂,形成松散和空洞区。

[0012] 二.降水井施工。

[0013] 三.WSS注浆加固。

[0014] 四.孤石、漂石处理。

[0015] 1)孤石、漂石完全发育在开挖轮廓线外时,严格按设计控制超前管棚施工,保证管棚与开挖轮廓的位置关系,保证管棚贯穿孤石进而形成整体结构,在局部管棚间隙过大或孤石粒径较小的区域可补打超前小导管。

[0016] 2)孤石、漂石一部分发育在开挖轮廓线外,另一部在轮廓线内时,局部破除,现场依据短进尺、弱爆破的原则,从孤石临空面下部往上,分多次爆破,每次布置4~6个炮孔,减振孔4个,每个炮孔内装填100g炸药,炮孔深度以孤石粒径和循环进尺综合考虑为0.8~1m。

[0017] 3)孤石、漂石发育在开挖轮廓线内时,如果石头粒径不大于1m,先行开挖,避开孤石、漂石,待挖出后,将孤石运至已经闭合的初支段后续爆破的方式施工;如果石头粒径大于1m且不大于1.5m,开挖一榀,爆破一榀,爆破可在临空部分一次进行;如果石头粒径大于1.5m,依据短进尺、弱爆破的原则,从临空面大的一侧开始分多次爆破,每次布置4~6个炮孔,4个减振孔,每个炮孔内装填100g炸药,炮孔深度为0.8~1m。

[0018] 五.隧道开挖施工。

[0019] 台阶法施工采取人工开挖为主,局部孤石或硬质岩石部分采用小药量预裂爆破,拱部开挖每循环进尺0.5~1m,随即安装格栅钢架网喷砼初期支护;并在拱脚两侧设 $\phi$ 42锁脚锚管,与格栅钢架焊连,形成锁脚,打设系统锚杆,防止拱部下沉,下部左右两侧交错开挖,及时架设钢拱架,并尽快封闭成环。

[0020] 下穿段施工时,每循环开挖前,在上断面施做超前探孔,采用风枪打设,每次7个孔,每个探孔深2m,均布于开挖轮廓线内,根据探孔出水及流砂,预判前方地下水及孤石情况。

[0021] 1)如出水流砂,则注浆止水,注浆结束后,进行超前探孔,确认无水后方可再行开挖。

[0022] 2)如流清水无砂带出且开挖位置不在砂层,可继续开挖,在距离出水深度1.5m时,暂停开挖,注浆止水,注浆结束后,进行超前探孔,确认后方可再行开挖。

[0023] 3)如流清水无砂带出且出水位置位于砂层,则注浆止水,注浆结束后,进行超前探孔,确认后方可进行下步序施工。

[0024] 4)针对拱架背后出现突水突泥的应急处理,第一进行锚喷,突泥突水的前兆是小范围或间歇性的出水出泥,在这个阶段对出水点进行铺钢筋网锚喷注浆加固堵水处理;如若延误时机,小范围变成大范围,水压增大现象时,应立即组织锚喷,并硬性塞填砂袋和棉被充填物,预留泄水孔,泄水孔根据流水流砂判断预留,如不含砂可直接用 $\phi$ 42小导管,如含砂可选用 $\phi$ 100PVC钢管。

[0025] 所述的WSS注浆加固具体步骤如下:注浆前将预先特殊配制好的浆液,分别盛于不同容器内,浆液可分为悬浊型,由A液和C液组成,简称AC液;溶液型,由A液和B液组成,简称

AB液,采用AB液与AC液交互使用,AB液与AC液配合比参见表1,A液、B液和C液的成分见表2,利用双液高压输送泵分别将浆液泵送,二者迅速均匀混合,在较高压力的作用下,浆液扩散、渗透,并在可控与可调的时间内定位,定向,定量发生反应--产生凝胶作用,起到止水固结,强化地质作用达到注浆加固目的,同时根据注浆扩散范围、将注浆范围相互重叠,形成止水帷幕,使之共同联合形成整体性的加固止水区域,达到注浆加固止水目的;

[0026] 表1:

	比重 (20℃)			黏度(cps/20℃)			PH 值		
	A液	B液	A+B液	A液	B液	A+B液	A液	B液	A+B液
[0027] CW-3A	1.30	1.05	1.18	18.1	1.8	4.2	1.3	11.5	7.5
CW-3B	1.26	1.04	1.15	12.0	1.4	4.2	1.5	11.2	7.2
CW-3C	1.20	1.03	1.12	4.1	1.4	2.4	11.5	1.4	7.2

[0028] 表2:

名称	内容	密度	体积 (L)	质量 (kg)	备注
A液	硅酸钠	$\rho = 1.37$	220	301.4	500L
	稀释剂	$\rho = 1$	280	280	
C液	水泥	$\rho = 1.3$	200	200	500L
	H剂	$\rho = 1$	31.18	31.18	
	C剂	$\rho = 1.45$	10.34	15	
	P剂	$\rho = 1$	26	26	
	稀释剂	$\rho = 1$	232.48	232.48	
B液	H剂	$\rho = 1$	69.8	69.8	500L
	C剂	$\rho = 1.45$	38.28	55.5	
	Gs剂	$\rho = 1$	78.5	78.5	
	稀释剂	$\rho = 1$	313.42	313.42	

[0030] WSS注浆的具体要求如下:

[0031] 1) 注浆压力,注浆压力控制在1.5~1.8MPa。

[0032] 2) 注浆孔数量,浆液扩散半径,在中细砂层、粉性黏土取0.5~0.8m,中粗砂、砂卵石层取0.8~1.2m,断层破碎带中取1.5~2m,梅花布置多排孔,共设置20~24个孔,孔位在开挖轮廓线内0.3m,加固区域根据浆液扩散的范围可判断此种布孔方法,浆材扩散范围在1.5m范

围。

[0033] 3) 注浆孔搭设长度,  $L_{\text{注}}=n*B$ ,  $n=3\sim 5$ ,  $B$ 表示帷幕厚度, 即终孔圈最大宽度。

[0034] 4) 单孔注浆量, 在全风化地层中, 单孔单延米注浆量为0.5吨水泥, 中砂层单孔单延米注浆量水泥需0.4吨。

[0035] 5) 退杆速度, WSS注浆方式为后退式注浆, 退杆频率以注浆压力为依据, 当注浆压力达到1.8MPa的限值时退杆, 一次退杆长度0.4m。

[0036] 6) 浆液凝结速度, 水玻璃波美度要求27~29, 水泥水玻璃配合比要求1:1, 水泥浆水灰比要求1:0.7, 浆液混合固结速度为21s。

[0037] 超前大管棚施工过程中所用到的孔口密封装置包括孔口安装管、球阀以及密封盒, 所述的孔口安装管包括管体和法兰盘, 管体安装在法兰盘上, 管体与法兰盘连接的一端的外径大于另一端的外径, 管体上设有外梯形丝, 管体外侧缠绕有麻绳, 麻绳上浸润有快硬水泥, 孔口安装管通过法兰盘与球阀连接, 球阀与密封盒连接, 所述的密封盒包括密封盒外管以及变径内管, 变径内管嵌套在密封盒外管内, 密封盒外管和变径内管之间填充有密封填料, 变径内管与钻杆连接, 密封填料由柔软的线状物编制而成, 孔口安装管一侧连通有泄压管, 泄压管上安装有泄压阀。

[0038] 与现有技术相比, 本发明在管棚钻头位置加装单向阀, 尾端加装密封盒, 以管棚管为钻杆杆体, 跟进作业, 钻至设计位置即停钻。单向阀在保证钻进过程中施工用水的同时, 又能有效的控制钻进前方的地下水, 不会顺着管棚管回流, 减少流砂风险; 在杆体与钻孔之间的空隙中, 会有返流出来的钻孔用水, 可以通过尾端的密封盒来控制, 在正常钻进过程中, 密封盒的止水阀门处于常开状态, 一旦出现大量流水流砂现象, 可将止水阀闭合, 此时管棚管内外均处于密封状态, 有效防止流水流砂的情况。

## 附图说明

[0039] 图1为本发明结构示意图;

[0040] 图2为孔口安装管结构示意图;

[0041] 图3为密封盒结构示意图;

[0042] 图中1-孔口安装管, 2-球阀, 3-密封盒, 101-管体, 102-麻绳, 103-外梯形丝, 104-, 105-法兰盘, 301-密封盒外管, 302-变径内管。

## 具体实施方式

[0043] 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。

[0044] 工程简介, 厦门市轨道交通1号线一期土建诚毅广场站~软件园站区间, 区间左线长1094.501m、右线长1087.293m。起于诚毅广场站, 经海翔大道、鼓楼、沈海高速、集美北大道至软件园站。区间设两个竖井, 采用矿山法施工。前期为解决区间下穿沈海高速和集美北大道, 在两道之间设置2号竖井。2号竖井位于集美北大道南侧, 沈海高速路北侧, 竖井尺寸10\*11m, 井深25.42m。2号竖井横通道设计长度13.9m, 净宽4.3m, 净高8.8m。



[0045] 工程地质情况:

[0046] 沈海高速左线从上至下依次为素填土1.5m、淤泥质土5.3m、可塑状黏土1.2m、粗砂1.1m、残积硬塑状砂质粘性土9.1m、全风化花岗岩3.0m;

[0047] 沈海高速右线从上至下依次为素填土2.0m、淤泥质土6.2m、粗砂5.5m、全风化花岗岩10.4m。

[0048] 具体施工步骤如下:

[0049] 一.超前大管棚施工。

[0050] 1) 预施做堵头墙,采用混凝土模筑,堵头墙做成环梁形式,环梁内采用钢筋与已经完成的初支结构连接,环梁的厚度为40~50cm,宽度为0.9~1m,浇筑时保证混凝土的密实性,在浇筑过程中间断性的敲击模板,增加混凝土的密实度。

[0051] 2) 在施做管棚前采用金刚钻机开孔,开孔要保证角度的精确性,线路坡度为 $0^\circ$ ,管头下垂挠度为 $0^\circ+0.8^\circ$ ,金刚钻机开孔时,在钻孔上安装孔口密封装置。孔口密封装置包括孔口安装管1、球阀2以及密封盒3,所述的孔口安装管1包括管体101和法兰盘105,管体101安装在法兰盘105上,管体101与法兰盘105连接的一端的外径大于另一端的外径,管体101上设有外梯形丝103,管体101外侧缠绕有麻绳102,麻绳102上浸润有快硬水泥,孔口安装管1通过法兰盘105与球阀2连接,球阀2与密封盒3连接,所述的密封盒3包括密封盒外管301以及变径内管302,变径内管302嵌套在密封盒外管301内,密封盒外管301和变径内管302之间填充有密封填料,变径内管302与钻杆连接,密封填料由柔软的线状物编制而成,孔口安装管1一侧连通有泄压管104,泄压管104上安装有泄压阀。

[0052] 3) 根据在拱部放出的中线点来控制钻机与设计线路的平行,并用量角器控制管棚钻机的打设倾角,保证每一根管棚的角度在同一个轮廓面上,防止管棚角度不一造成的环切面不整齐,出现掉块现象。

[0053] 4) 在管棚施做断面之前,预施做正常断面的加大断面,本部管棚室断面较设计断面加大70cm,长度为6m,正常断面进加大断面需架立两榀缓冲拱架,拱架半径介于正常段和管棚室断面半径之间,保证断面的平稳过渡和有效连接。

[0054] 5) 钻进开始时采用金刚钻头,如果在已经探知前方地层中有孤石或者不宜成孔的粗砂地层,提前将钻头更换为复合片钻头,保证成孔率,在探知前方孤石或者风化岩体距离孔口0-10m时,可直接用复合片钻头,如果超过10m,将复合片钻头更换为冲击钻,如果碰见孤石或者粗砂层等不易成孔地层,增加膨润土,形成泥浆护壁,保证钻机在研磨过程中钻孔用水回流时,带出大量前方地层中的砂,形成松散和空洞区。

[0055] 二.降水井施工。

[0056] 降水试验

[0057] 在本工程建设初期,选取1#竖井及2#竖井分别进行降水试验,

[0058] 1#竖井降水试验

[0059] 根据本场区地层岩土性质及场地条件,共布置勘察抽水井、水位观测井一组。

[0060] 本次勘察共设抽水井7口(部分观测井兼抽水井),水位观测井5口(部分抽水井兼观测井),勘察抽水井编号为C1、C2、C3、C4、C5、C6,水位观测井编号为G1、G2、G3。勘察完毕后,需对场地抽水井(观测井)进行有效保护,所有抽水井及观测井用作于施工阶段的降水井或观测井。

[0061] 本次水文勘察分别以C1的抽水井进行一次单井抽水试验;以C5的抽水井作为一次单井抽水试验;以G2的抽水井作为单井抽水试验;以C1-C4的抽水井4口井作为群井抽水试验;以C1-C6的抽水井6口井作为群井抽水试验;当以C1作为单井抽水时,以C2、G1、G2、G3作为观测井,观测下部孔隙水及基岩裂隙水中的水位变化;当以C5作为单井抽水时,以G1、G2、G3、C6作为观测井,观测下部孔隙水及基岩裂隙水中的水位变化;当以G2作为单井抽水时,以G1、G3作为观测井,观测下部孔隙水及基岩裂隙水中的水位变化当以C1-C4的抽水井4口井作为群井抽水试验时,以G1、G2、G3作为观测井,观测下部孔隙水及基岩裂隙水中的水位变化;当以C1-C6的抽水井6口井作为群井抽水试验时,以G1、G2、G3作为观测井,观测下部孔隙水及基岩裂隙水中的水位变化。。抽水试验主要针对场地下部孔隙水及基岩裂隙水。

[0062] 为保证抽水井质量(主要是含砂量)和观测井的灵敏度,对井结构进行如下设计:

[0063] 抽水井C1-C6、G1、G2、G3井径均为 $\phi 600\text{mm}$ ,管径均为 $\phi 250\text{mm}$ 的钢质焊管,壁厚 $\geq 3.0\text{mm}$ 。试验井深度为16-30m(以地面标高8.88m为准),其中C1-C6、G1、G3井深为30.0m;G2水位观测井井深为16m。

[0064] 试验井参数表

[0065]

编号	井径 (mm)	管径 (mm)	井深 (m)	井壁管 (m)	过滤管 (m)	沉淀管 (m)	填滤深度 (m)
C1-C6、 G1、G3	600	250	30	12	18	/	11-30
G2	600	250	16	11	5	/	10-16

[0066] 2#竖井降水试验

[0067] 根据本场区地层岩土性质及场地条件,共布置勘察抽水井、水位观测井一组。

[0068] 本次勘察共设抽水井5口,水位观测井2口,勘察抽水井编号为C1、C2、C3、C4、C5,水位观测井编号为G1、G2。勘察完毕后,需对场地抽水井(观测井)进行有效保护,所有抽水井及观测井用作于施工阶段的降水井或观测井。

[0069] 本次水文勘察分别以C1的抽水井进行一次单井抽水试验;以C5的抽水井作为一次单井抽水试验;以C1-C4的抽水井4口井作为群井抽水试验。当以C1作为单井抽水时,以C5、G1、G2、C2作为观测井,观测下部孔隙水及基岩裂隙水中的水位变化;当以C5作为单井抽水时,以G1、G2作为观测井,观测下部孔隙水及基岩裂隙水中的水位变化;当以C1-C4的抽水井4口井作为群井抽水试验时,以G1、G2、C5作为观测井,观测下部孔隙水及基岩裂隙水中的水位变化。抽水试验主要针对场地下部孔隙水及基岩裂隙水。

[0070] 为保证抽水井质量(主要是含砂量)和观测井的灵敏度,对井结构进行如下设计:

[0071] 抽水井C1、C2、C3、C4、C5、G1、G2井径均为 $\phi 600\text{mm}$ ,管径均为 $\phi 250\text{mm}$ 的钢质焊管,壁厚 $\geq 3.0\text{mm}$ 。试验井深度为18-27m(以地面标高8m为准),其中C1、C2、C3、C4、C5、G1井深为27m;G2水位观测井井深为18m。

[0072] 试验井参数表

[0073]

编号	井径 (mm)	管径 (mm)	井深 (m)	井壁管 (m)	过滤 管 (m)	沉淀管 (m)	填滤深 度 (m)
C1、C2、 C3、C4、 G1	600	250	27	12	15	/	10-27
C5	600	250	27	19.5	7.5	/	18-27
G2	600	250	18	13	5	/	12-18

[0074] 注：井深及过滤管长度根据隧道底埋深、各土层厚度设计，通过C1-C4抽水井设计主要针对全(强)风化花岗岩层、砂层(3-4-1、3-4-2)，通过G2可以观测砂层降水的效果，G1可以观测全(强)风化花岗岩层、砂层降水的效果以及对淤泥层的影响；C5抽水井设计针对全(强)风化花岗岩层，通过G1可以观测全风化花岗岩层降水的效果。

[0075] 降水实验完毕后，进行降水试验结果分析，最后施工降水井。

[0076] 三.WSS注浆加固。

[0077] WSS注浆加固具体步骤如下：注浆前将预先特殊配制好的浆液，分别盛于不同容器内，浆液可分为悬浊型，由A液和C液组成，简称AC液；溶液型，由A液和B液组成，简称AB液，AB液强度较低，止水效果好，AC液强度较高，加固效果好，为了达到止水加固的目的，采用AB液与AC液交互使用，AB液与AC液配合比参见表1，A液、B液和C液的成分见表2，利用双液高压输送泵分别将浆液泵送，二者迅速均匀混合，在较高压力的作用下，浆液扩散、渗透，并在可控与可调的时间内定位，定向，定量发生反应--产生凝胶作用，起到止水固结，强化地质作用达到注浆加固目的，同时根据注浆扩散范围、将注浆范围相互重叠，形成止水帷幕，使之共同联合形成整体性的加固止水区域，达到注浆加固止水目的。

[0078] 表1：

	比重(20℃)			黏度(cps/20℃)			PH值		
	A液	B液	A+B液	A液	B液	A+B液	A液	B液	A+B液
CW-3A	1.30	1.05	1.18	18.1	1.8	4.2	1.3	11.5	7.5
CW-3B	1.26	1.04	1.15	12.0	1.4	4.2	1.5	11.2	7.2
CW-3C	1.20	1.03	1.12	4.1	1.4	2.4	11.5	1.4	7.2

[0080] 表2：

名称	内容	密度	体积 (L)	质量 (kg)	备注
A 液	硅酸钠	$\rho = 1.37$	220	301.4	500L
	稀释剂	$\rho = 1$	280	280	
C 液	水泥	$\rho = 1.3$	200	200	500L
	H 剂	$\rho = 1$	31.18	31.18	
	C 剂	$\rho = 1.45$	10.34	15	
	P 剂	$\rho = 1$	26	26	
	稀释剂	$\rho = 1$	232.48	232.48	
B 液	H 剂	$\rho = 1$	69.8	69.8	500L
	C 剂	$\rho = 1.45$	38.28	55.5	
	Gs 剂	$\rho = 1$	78.5	78.5	
	稀释剂	$\rho = 1$	313.42	313.42	

[0081] WSS注浆的具体要求如下：

[0082] 1) 注浆压力, 注浆压力控制在1.5~1.8MPa；

[0083] 2) 注浆孔数量, 浆液扩散半径, 在中细砂层、粉性黏土取0.5~0.8m, 中粗砂、砂卵石层取0.8~1.2m, 断层破碎带中取1.5~2m, 梅花布置多排孔, 共设置20~24个孔, 孔位在开挖轮廓线内0.3m, 加固区域根据浆液扩散的范围可判断此种布孔方法, 浆材扩散范围在1.5m范围；

[0084] 3) 注浆孔搭设长度,  $L_{注} = n * B$ ,  $n = 3 \sim 5$ , B表示帷幕厚度, 即终孔圈最大宽度；

[0085] 4) 单孔注浆量, 在全风化地层中, 单孔单延米注浆量为0.5吨水泥, 中砂层单孔单延米注浆量水泥需0.4吨；

[0086] 5) 退杆速度, WSS注浆方式为后退式注浆, 退杆频率以注浆压力为依据, 当注浆压力达到1.8MPa的限值时退杆, 一次退杆长度0.4m；

[0087] 6) 浆液凝结速度, 水玻璃波美度要求27~29, 水泥水玻璃配合比要求1:1, 水泥浆水灰比要求1:0.7, 浆液混合固结速度为21s。

[0088] 针对注浆的现场监控措施：

[0089] 1) 在注浆区段内设置地表监测点, 条件允许的情况下, 埋置0.6m长钢筋头, 地表露出0.1m, 单点控制半径1m, 注浆过程中实时监控, 通过地表的沉降与隆起变化来动态指导注浆施工。在区间下穿沈海高速区段, 在左右线上方分别设置地表监测点, 监测频率2h/次, 根据单次变化值及开累变化值, 控制并调整注浆参数, 当单侧隆起速率大于2mm/h或开累隆起值达到20mm时, 停止注浆, 调整注浆压力、注浆量、泵送速度、注浆管退杆长度。

[0090] 2) 沈海高速路面监测受行车影响, 在未布控的车道无法实施定点监测, 现场可用全站仪监测路面固定点, 如行车线的角点, 监测频率同上。

[0091] 3) 注浆过程中遇孤石、漂石时, 根据石头粒径, 确定采用锚管和注浆机的注浆方式, 如在开挖方向粒径小于3米, 则采用风枪引孔, 然后用锚管注浆；如大于3米, 采用注浆机引孔注浆。

[0092] 4) 在已完成的注浆段落内, 遇开挖过程中重复出水流砂时, 宜优先采用锚管补浆, 然后用风枪在掌子面均布7个探水孔, 孔深不宜超过2米, 以免破坏注浆加固体, 在出水点区域内增设探水孔, 在探测无渗水无流砂的情况下再行开挖。

[0093] 四. 隧道开挖施工。台阶法施工采取人工开挖为主, 局部孤石或硬质岩石部分采用小药量预裂爆破, 拱部开挖每循环进尺0.5~1m, 随即安装格栅钢架网喷砼初期支护。并在拱

脚两侧设 $\phi 42$ 锁脚锚管,与格栅钢架焊连,形成锁脚,打设系统锚杆,防止拱部下沉,下部左右两侧交错开挖,及时架设钢拱架,并尽快封闭成环。

[0095] 下穿段施工时,每循环开挖前,在上断面施做超前探孔,采用风枪打设,每次7个孔,每个探孔深2m,均布于开挖轮廓线内,根据探孔出水及流砂,预判前方地下水及孤石情况。

[0096] 1)如出水流砂,则注浆止水,注浆结束后,进行超前探孔,确认无水后方可再行开挖。

[0097] 2)如流清水无砂带出且开挖位置不在砂层,可继续开挖,在距离出水深度1.5m时,暂停开挖,注浆止水,注浆结束后,进行超前探孔,确认后方可再行开挖。

[0098] 3)如流清水无砂带出且出水位置位于砂层,则注浆止水,注浆结束后,进行超前探孔,确认后方可进行下步序施工。

[0099] 4)针对拱架背后出现突水突泥的应急处理,第一进行锚喷,突泥突水的前兆是小范围或间歇性的出水出泥,在这个阶段对出水点进行铺钢筋网锚喷注浆加固堵水处理;如若延误时机,小范围变成大范围,水压增大现象时,应立即组织锚喷,并硬性塞填砂袋和棉被充填物,预留泄水孔,泄水孔根据流水流砂判断预留,如不含砂可直接用 $\phi 42$ 小导管,如含砂可选用 $\phi 100$ PVC钢管。

[0100] 四.孤石、漂石处理。

[0101] 1)孤石、漂石完全发育在开挖轮廓线外时,严格按设计控制超前管棚施工,保证管棚与开挖轮廓的位置关系,保证管棚贯穿孤石进而形成整体结构,在局部管棚间隙过大或孤石粒径较小的区域可补打超前小导管。

[0102] 2)孤石、漂石一部分发育在开挖轮廓线外,另一部在轮廓线内时,局部破除,现场依据短进尺、弱爆破的原则,从孤石临空面下部往上,分多次爆破,每次布置4~6个炮孔,减振孔4个,每个炮孔内装填100g炸药,炮孔深度以孤石粒径和循环进尺综合考虑为0.8~1m。

[0103] 3)孤石、漂石发育在开挖轮廓线内时,如果石头粒径不大于1m,先行开挖,避开孤石、漂石,待挖出后,将孤石运至已经闭合的初支段后续爆破的方式施工;如果石头粒径大于1m且不大于1.5m,开挖一榀,爆破一榀,爆破可在临空部分一次进行;如果石头粒径大于1.5m,依据短进尺、弱爆破的原则,从临空面大的一侧开始分多次爆破,每次布置4~6个炮孔,4个减振孔,每个炮孔内装填100g炸药,炮孔深度为0.8~1m。

[0104] 五.隧道开挖施工;

[0105] 台阶法施工采取人工开挖为主,局部孤石或硬质岩石部分采用小药量预裂爆破,拱部开挖每循环进尺0.5~1m,随即安装格栅钢架网喷砼初期支护;并在拱脚两侧设 $\phi 42$ 锁脚锚管,与格栅钢架焊连,形成锁脚,打设系统锚杆,防止拱部下沉,下部左右两侧交错开挖,及时架设钢拱架,并尽快封闭成环;

[0106] 下穿段施工时,每循环开挖前,在上断面施做超前探孔,采用风枪打设,每次7个孔,每个探孔深2m,均布于开挖轮廓线内,根据探孔出水及流砂,预判前方地下水及孤石情况;

[0107] 1)如出水流砂,则注浆止水,注浆结束后,进行超前探孔,确认无水后方可再行开挖;

[0108] 2)如流清水无砂带出且开挖位置不在砂层,可继续开挖,在距离出水深度1.5m时,

暂停开挖,注浆止水,注浆结束后,进行超前探孔,确认后方可再行开挖;

[0109] 3) 如流清水无砂带出且出水位置位于砂层,则注浆止水,注浆结束后,进行超前探孔,确认后方可进行下步序施工;

[0110] 4) 针对拱架背后出现突水突泥的应急处理,第一进行锚喷,突泥突水的前兆是小范围或间歇性的出水出泥,在这个阶段对出水点进行铺钢筋网锚喷注浆加固堵水处理;如若延误时机,小范围变成大范围,水压增大现象时,应立即组织锚喷,并硬性塞填砂袋和棉被充填物,预留泄水孔,泄水孔根据流水流砂判断预留,如不含砂可直接用 $\Phi 42$ 小导管,如含砂可选用 $\Phi 100$ PVC钢管。

[0111] 尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,对于本领域的技术人员来说,其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

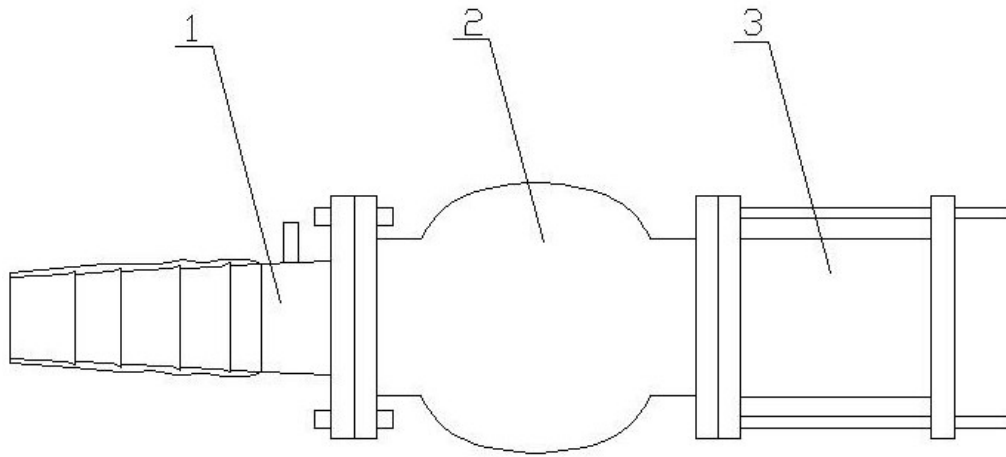


图1

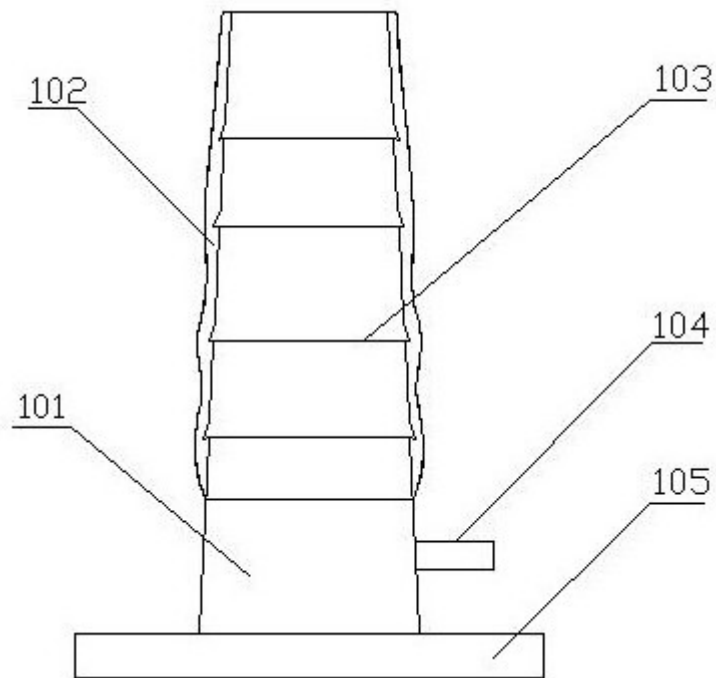


图2

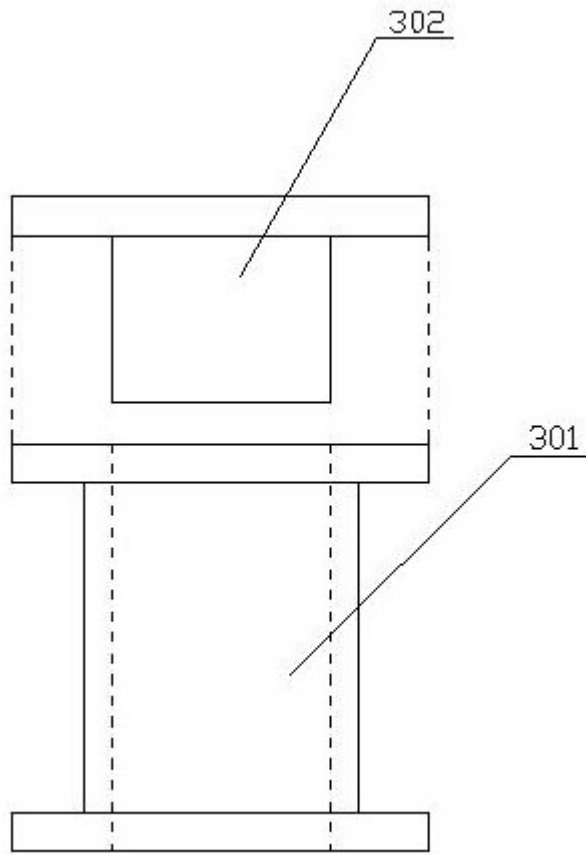


图3