



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112012790 A

(43) 申请公布日 2020.12.01

(21) 申请号 202010911266.7

(22) 申请日 2020.09.02

(71) 申请人 中铁第一勘察设计院集团有限公司
地址 710043 陕西省西安市西影路二号

(72) 发明人 夏万云 张晓宇 毕焕军 曹峰
周泉 梁树文 王栋

(74) 专利代理机构 西安新思维专利商标事务所
有限公司 61114

代理人 李罡

(51) Int. Cl.

E21F 16/02 (2006.01)

E02D 19/10 (2006.01)

B01D 24/10 (2006.01)

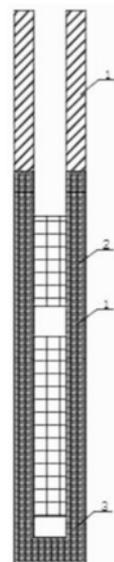
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

基于降水井抽排的富水软塑黄土隧道地下水渗流控制方法

(57) 摘要

本发明涉及基于降水井抽排的富水软塑黄土隧道地下水渗流控制方法,方法为:于富水软塑黄土隧道两侧地表成列布置降水井;降水井施做完成后进行洗井;通过降水井定期抽水作业,降低土层含水率,达到控制富水软塑黄土隧道地下水渗流的目的。本方法解决了地下水渗流严重影响富水黄土隧道施工的难题,确定了地表降水井布置过程的关键参数,通过地表降水,减少了富水软塑黄土隧道的洞内地下水渗流量,降低了黄土含水率,确保了黄土隧道正常施工,达到了安全高效施工的目的。



1. 基于降水井抽排的富水软塑黄土隧道地下水渗流控制方法,其特征在于:
所述方法包括以下步骤:
S1:于富水软塑黄土隧道两侧地表成列布置降水井;
S2:降水井施做完成后进行洗井;
S3:通过降水井定期抽水作业,降低土层含水率,达到控制富水软塑黄土隧道地下水渗流的目的。
2. 根据权利要求1所述的基于降水井抽排的富水软塑黄土隧道地下水渗流控制方法,其特征在于:
降水井施做过程为:
钻孔采用大孔径无岩芯全面钻进,钻孔孔径600mm,钻成井直径325mm,孔深达到设计深度后,依次下入根据排水方案确定的井管;地下水位以上采用粘性土回填固井;井管采用 Φ 325*6钢卷管,井管连接方式为焊接。
3. 根据权利要求2所述的基于降水井抽排的富水软塑黄土隧道地下水渗流控制方法,其特征在于:
井管内设置滤水管,为 Φ 325*6桥式滤水管,滤水管按照预定位置投入准备好的规格砾料,直径2~5mm,在井孔与滤水管之间填砾,填砾厚度200~300mm,投砾方法采用静水投砾法,在滤水管外包100目尼龙网一层。
4. 根据权利要求3所述的基于降水井抽排的富水软塑黄土隧道地下水渗流控制方法,其特征在于:
降水井内设置有用于抽排降水的潜水泵:配置流量10~20m³/h;孔深 \leq 100m,扬程大于150m;孔深 $>$ 100m,扬程大于200m。
5. 根据权利要求4所述的基于降水井抽排的富水软塑黄土隧道地下水渗流控制方法,其特征在于:
降水井纵向间距为20~25m,布置于正洞轮廓线外侧边缘左右侧4m处。
6. 根据权利要求5所述的基于降水井抽排的富水软塑黄土隧道地下水渗流控制方法,其特征在于:
降水井直径325mm,降水井深进入软塑层高程以下15~25m。
7. 根据权利要求6所述的基于降水井抽排的富水软塑黄土隧道地下水渗流控制方法,其特征在于:
降水井内底部为沉砂管,长度为5m。
8. 根据权利要求7所述的基于降水井抽排的富水软塑黄土隧道地下水渗流控制方法,其特征在于:
下管、填料完成后立即进行洗井,采用水泵抽吸联合洗井方法洗井。
9. 根据权利要求8所述的基于降水井抽排的富水软塑黄土隧道地下水渗流控制方法,其特征在于:
采用分段分时抽水,降水井最终水位降深为距离孔底5m或采取疏干降水。

基于降水井抽排的富水软塑黄土隧道地下水渗流控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及隧道地下水渗流控制技术领域,具体涉及一种基于降水井抽排的富水软塑黄土隧道地下水渗流控制方法。

背景技术

[0002] 目前,富水软塑黄土隧道施工存在以下问题:

1、隧道长大段落位于地下水位以下的工况中,受软塑黄土及地下水的影响,隧道在施工中会出现渗涌水、隧底软化、掌子面滑塌失稳等问题,严重影响施工安全与进度。

[0003] 2、洞内措施施工干扰大,难以确保施工进度及安全。

[0004] 3、地表降水具有黄土含水层厚度大、渗透性相对较差、预降水时间长、降深大的特点。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种基于降水井抽排的富水软塑黄土隧道地下水渗流控制方法,解决了地下水渗流严重影响富水黄土隧道施工的难题,确定了地表降水井布置过程的关键参数,通过地表降水,减少了富水软塑黄土隧道的洞内地下水渗流量,降低了黄土含水率,确保了黄土隧道正常施工,达到了安全高效施工的目的。

[0006] 本发明所采用的技术方案为:

基于降水井抽排的富水软塑黄土隧道地下水渗流控制方法,其特征在于:

所述方法包括以下步骤:

S1:于富水软塑黄土隧道两侧地表成列布置降水井;

S2:降水井施做完成后进行洗井;

S3:通过降水井定期抽水作业,降低土层含水率,达到控制富水软塑黄土隧道地下水渗流的目的。

[0007] 降水井施做过程为:

钻孔采用大孔径无岩芯全面钻进,钻孔孔径600mm,钻成井直径325mm,孔深达到设计深度后,依次下入根据排水方案确定的井管;地下水位以上采用粘性土回填固井;井管采用 Φ 325*6钢卷管,井管连接方式为焊接。

[0008] 井管内设置滤水管,为 Φ 325*6桥式滤水管,滤水管按照预定位置投入准备好的规格砾料,直径2~5mm,在井孔与滤水管之间填砾,填砾厚度200~300mm,投砾方法采用静水投砾法,在滤水管外包100目尼龙网一层。

[0009] 降水井内设置有用于抽排降水的潜水泵:配置流量10~20m³/h;孔深 \leq 100m,扬程大于150m;孔深 $>$ 100m,扬程大于200m。

[0010] 降水井纵向间距为20~25m,布置于正洞轮廓线外侧边缘左右侧4m处。

[0011] 降水井直径325mm,降水井深进入软塑层高程以下15~25m。

[0012] 降水井内底部为沉砂管,长度为5m。

[0013] 下管、填料完成后立即进行洗井,采用水泵抽吸联合洗井方法洗井。

[0014] 采用分段分时抽水,降水井最终水位降深为距离孔底5m或采取疏干降水。

[0015] 本发明具有以下优点:

1、首次将地表深井降水应用于山岭富水黄土隧道。

[0016] 2、通过地表降水,大大减小了洞内的出水量,解决了隧道洞内股状出水及涌水的问题,施工范围内的黄土基本无渗水,改善了隧道施工及掌子面掘进条件,降低了施工安全风险。

[0017] 3、地表降水改变了隧道洞身黄土的含水特性和物理性质,黄土的含水率、液性指数都出现了较大的下降,提高了隧道洞身黄土围岩稳定性,降水井实施后拱顶沉降累积量和变形速率明显降低,为隧道施工工法调整提供了依据。

附图说明

[0018] 图1:降水井结构示意图。

[0019] 图中,1-实管,2-滤水管,3-沉淀管。

[0020] 图2:降水井布置示意图。

[0021] 图3:地表抽排水量-隧道洞内出水量与时间关系图。

[0022] 图4:斜井掌子面黄土含水率日变化图。

具体实施方式

[0023] 下面结合具体实施方式对本发明进行详细的说明。

[0024] 本发明涉及一种基于降水井抽排的富水软塑黄土隧道地下水渗流控制方法,所述方法包括以下步骤:

S1:于富水软塑黄土隧道两侧地表成列布置降水井;

S2:降水井施做完成后进行洗井;

S3:通过降水井定期抽水作业,降低土层含水率,达到控制富水软塑黄土隧道地下水渗流的目的。

[0025] 降水井施做过程为:

钻孔采用大孔径无岩芯全面钻进,钻孔孔径600mm,钻成井直径325mm,孔深达到设计深度后,依次下入根据排水方案确定的井管;地下水位以上采用粘性土回填固井;井管采用 Φ 325*6钢卷管,井管连接方式为焊接。

[0026] 井管内设置滤水管(即过滤器),为 Φ 325*6桥式滤水管,滤水管按照预定位置投入准备好的规格砾料,直径2~5mm,在井孔与滤水管之间填砾,填砾厚度200~300mm,投砾方法采用静水投砾法,在滤水管外包100目尼龙网一层。

[0027] 降水井内设置有用于抽排降水的潜水泵:配置流量10~20m³/h;孔深 \leq 100m,扬程大于150m;孔深 $>$ 100m,扬程大于200m。

[0028] 根据水文地质条件,分析富水软塑黄土隧道含水层分布情况,确定隧道洞身所处软塑层段落及含水层厚度,从而确定降水井的布置方案和关键参数。降水井纵向间距为20~25m,布置于正洞轮廓线外侧边缘左右侧4m处。降水井直径325mm,降水井深进入软塑层高程以下15~25m,填砾厚度200~300mm。降水井内底部为沉砂管,长度为5m。

[0029] 下面结合实施例对本发明的方法进行进一步详细说明：

实施例：银西高铁驿马一号隧道

S1步骤：地表降水设计参数

1、含水层类型：以黏质黄土为主的潜水含水层。

[0030] 2、根据分析计算结果，降水井间距分别按20~25m考虑，隧道两侧左右对称布置，地形起伏及冲沟位置间距略有调整。

[0031] 3、地表降水井布置于正洞轮廓线外侧边缘左右侧4m处(图2)。

[0032] 4、降水井直径325mm，降水井深进入软塑层高程以下15~25m，填砾厚度200~300mm；

5、过滤器位置：自静水位至距离孔底5m之间范围内，根据成井揭示黄土含水层确定。

[0033] 6、地下水位以勘测期间地下水位为依据，变化幅度按1~2m考虑。

[0034] 7、潜水泵：配置流量10~20m³/h，孔深≤100m，扬程大于150m，孔深>100m，扬程大于200m的潜水泵。

[0035] 降水井的结构为：钻孔采用大孔径无岩芯全面钻进，钻孔孔径600mm，钻成井直径325mm，孔深达到设计深度后，依次下入根据排水方案确定的井管。地下水位以上采用粘性土回填固井。井管采用Φ325*6钢卷管，滤水管为Φ325*6桥式滤水管，井管连接方式为焊接。

[0036] S2步骤：降水井实施及效果分析

1. 成井工艺及方法要求

(1) 为确保成井质量，施工前应根据降水井成主要技术参数进行降水井结构、工艺、洗井、试验等设计；

(2) 降水井尽量保持垂直，当孔斜倾向斜井左右两侧时需及时纠偏，确保降水井对斜井施工无影响或偏离斜井较远时影响降水效果；

(3) 建议采用反循环及正循环相结合工艺成井；

(4) 设计沉砂管长度5m；

(5) 施钻过程中准确量测初见水位和静止水位。

[0037] (6) 含水层段砾料应具有一定的磨圆度，砾料含泥量(含石粉)≤3%，粒径2~5mm；

(7) 要避免填料速度过快或不均造成滤管偏移及滤料在孔内架桥现象，洗井后滤料下沉应及时补充滤料，要求实际填料量不小于95%理论计算量。

[0038] 2. 洗井要求

(1) 洗井要求达到“水清砂净”；

(2) 下管、填料完成后应立即进行洗井，成井—洗井最大时间间隔不能超过8小时；

(3) 采用泥浆钻进时，采用机械、化学、空压机等联合洗井方式，以达到破除井孔泥壁，清除孔内泥砂，疏通水路之目的；

(4) 洗井、抽水试验水量水位观测等严格按《铁路工程水文地质勘察规范》(TB10049-2014)及《供水水文地质勘察规范》(GB5007-2016)的要求进行。

[0039] (5) 验收标准

1) 洗井结束前的含砂量不大于1/20000(体积比)；

2) 降水井稳定出水量或1周连续出水量达到5m³/h，不断流。

[0040] (6) 维护降水期地下水观测

- 1) 维护降水期应对地下水动态进行观测,并对地下水动态变化进行及时分析;
- 2) 当地下水位急剧变化应及时分析原因(如水泵损坏或区域地下水位上升等),采取相应的处理措施;
- 3) 降水井施工结束后,在正式抽水前应先测静止水位,降水范围内水位下降未达到设计降深之前,观测频率应为每天观测不少于3次,当水位达到设计降深后,且水位变化不大时,可每天观测1次;
- 4) 降水井最终水位降深为距离孔底5m或采取疏干降水。

[0041] 3、试验段效果分析

(1) 隧道地下水位下降

一号斜井与正洞相交里程为DK256+520,结合斜井挑顶施工进度情况,降水井于2017年9月15日陆续开始一号斜井附近试验降水井的施工,并进行了试抽水。正式抽水开始后,10眼群井抽水稳定后的平均涌水量为31~91m³/d,各井内动水位与试抽水的基本一致,达到了86~92m,孔内降深为42.2~45.2m,比正式抽水略有降低,低于隧底深度。根据一号斜井及正洞DK256+510~DK256+680降水试验井的抽水情况,地下水静水位在47m~54m之间,经过长时间的抽水,动水位达到了86~92m,孔内降深为42.2~45.2m,平均40.5m。

[0042] (2) 隧道洞内出水量减少

2017年3月至9月,驿马隧道一号斜井在X0+235~+385洞身进入软塑土层后,含水率逐渐增加,并由渗水发展成局部股状出水,集中最大水量可以达到400~600m³/d,之后逐渐衰减,衰减期半个月左右,稳定水量一般在200~300m³/d之间。施工过程中,局部地段出现股状涌水。一般情况下,洞身两侧6眼降水井同时工作,地表降水量达到400m³/d以上,降水40天左右,隧道洞内出水量减少至70m³/d左右,掌子面基本无渗水,洞内出水主要为后方初期支护渗水及二衬盲管排水。

[0043] (4) 掌子面黄土物理性质变化

表1 一号斜井及正洞试验段掌子面黄土物理指标测试结果

日期	降水天数	数值	含水率 (%)	液限 (%)	塑限 (%)	液性指数	塑性指数
20170901 ~20171021	未降水	最大	34.40	33.90	19.50	1.00	14.70
		最小	26.42	32.20	18.20	0.56	13.60
		平均	31.14	33.03	18.75	0.84	14.28
20171022 ~20171126	34天	最大	32.20	33.90	19.63	0.92	14.30
		最小	26.40	32.80	19.20	0.53	13.60
		平均	28.57	33.36	19.32	0.70	14.04
20171127 ~20180112	83天	最大	28.8	32.10	19.20	0.76	13.6
		最小	26.10	30.10	18.90	0.54	11.20
		平均	27.21	30.83	19.02	0.65	12.4
20180113 ~20180325	155天	最大	30.5	33.1	21.9	0.9	12.1
		最小	23.6	31.5	19.5	0.3	11
		平均	27.3	32	20.6	0.6	11.5

从表1反应了驿马一号隧道地表降水试验过程中黄土围岩物理性质测试结果,可以看出,驿马一号隧道在未进行地表降水前,黄土含水率平均为31.2%,液限平均为33%,塑限平均为18.75,液性指数平均为0.84,塑性指数平均为14.28。经过长时间的地表降水,隧道掌子面黄土的物理性质有一定的改善,含水率、液性指数以及塑性指数都出现了一定的下降,在降水初期,掌子面的黄土含水率和液性指数下降明显,大约40天以后,黄土含水率和液性指数均变化幅度减小,数值趋于稳定。总体上含水率平均值由34.4%降到27.3%,最小达到了23.6%;液性指数平均值也从0.84降到了0.6,最小达到了0.3,部分测试结果显示黄土为硬塑状态;塑性指数平均值从14.28降低到了10.6,最小为10.2。同时黄土的液限与塑限未发生明显改变,平均值较为接近,这说明地表降水未改变黄土的基本特性,主要改变了黄土的含水特征,黄土的塑性状态也发生一定的变化,围岩自稳能力明显加强,改善了隧道洞身黄土围岩的性质,地表降水效果明显。

[0044] 驿马一号隧道按照提前降水的原则实施,抽水时间开始为2017年10月22日(试验井),至2019年7月10日截止,2019年7月18日驿马一号隧道全线贯通。DK255+880~DK257+596段总计布井135眼,实际工作的降水井数量为14920m/135眼。地表降水的主要原则如下:

1、需要降水的施工段落需提前施作,成井后随即开始间断性抽水,保证降水井正常工作。

[0045] 2、根据施工进度,采用分段分时抽水。

[0046] 3、各掌子面附近保证有6~8眼降水井同时降水。降水井预降水时间为 1~2个月。

[0047] 4、原则上单井的工作时间为120~150天,如遇挑顶、组装台车、工作面贯通、塌方处理等特殊情况下,根据工作需要实时降水,并延长降水井工作时间。

[0048] 单井平均抽水251d。

[0049] 单井抽水量34~127m³/d,平均单井抽水量84m³/d,抽水总量2691141m³。具体抽水时间、抽水量、抽水降深详见附件:驿马一号隧道DK255+880~DK257+596段已施工地表井情况核查表。

[0050] 开展地表降水后,洞内围岩改良效果明显,股状水、渗涌水等情况基本杜绝,进、出口正洞、斜井工区西安、银川方向掌子面基本无水,围岩以硬塑为主,含水率23%左右。横洞西安、银川方向掌子面少量渗水,无股状、线状出水,围岩以硬塑为主,局部夹软塑,含水率27%左右。降水效果明显,含水率由31%(平均值)下降至25%(平均值),裂隙水基本疏干,掘进环境改善明显,详见下表。

表 2 地表降水实施前后各掌子面进尺对比表

掌子面	降水实施前			降水实施后		
	起止时间		月均进尺 (m)	起止时间		月均进尺 (m)
进口正洞	20170310	20190318	44.5	20190318	20190708	59.5
斜井洞身	20161115	20171022	38.1			
斜井西安方向				20180316	20190702	28.7
斜井银川方向				20180324	20190713	40.4
横洞洞身	20171101	20180512	47.1			
横洞西安方向				20181028	20181228	31.5
横洞银川方向				20180909	20190718	31.2
出口正洞	20160910	20190117	49.9	20190117	20190310	65.3

[0051] 本发明的内容不限于实施例所列举,本领域普通技术人员通过阅读本发明说明书而对本发明技术方案采取的任何等效的变换,均为本发明的权利要求所涵盖。

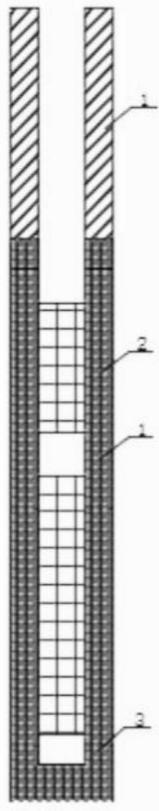


图1

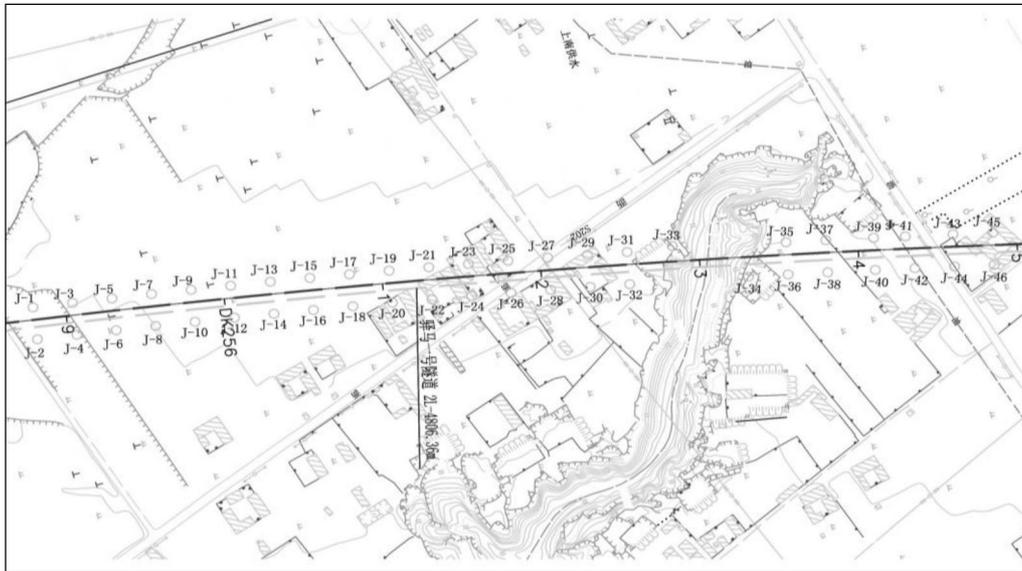


图2



图3



图4