



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115949437 A

(43) 申请公布日 2023. 04. 11

(21) 申请号 202310122138.8
 (22) 申请日 2023.02.16
 (71) 申请人 中铁建大桥工程局集团第一工程有限公司
 地址 116000 辽宁省大连市沙河口区沙跃街9号
 申请人 西安建筑科技大学
 (72) 发明人 刘赓 郭倬宇 刘永国 张健 张恩达 宋战平 张玉伟 刘乃飞
 (74) 专利代理机构 西安泛想力专利代理事务所 (普通合伙) 61260
 专利代理师 张梅娟

E21D 11/00 (2006.01)
 E21F 16/02 (2006.01)
 E02D 29/05 (2006.01)
 E02D 31/00 (2006.01)
 E02D 19/06 (2006.01)
 E02D 19/08 (2006.01)
 E02D 31/02 (2006.01)

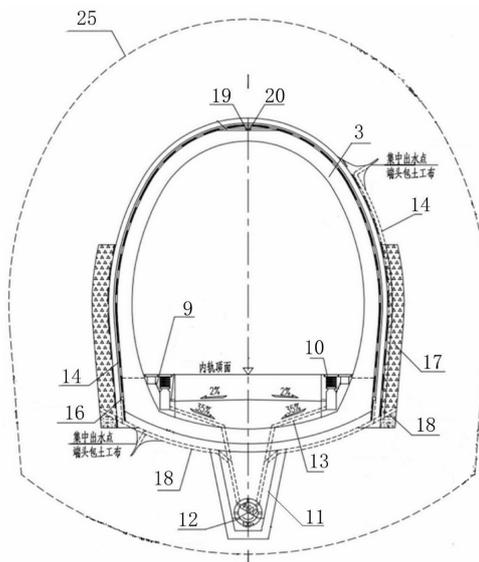
(51) Int.Cl.
 E21D 11/38 (2006.01)
 E21D 11/10 (2006.01)

权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称
 一种浅埋偏压隧道防寒保温、排水结构

(57) 摘要

本发明公开了一种浅埋偏压隧道防寒保温、排水结构,属于隧道施工技术领域。所述隧道包括暗洞段和明洞段;对于暗洞段,初期支护和二次衬砌之间的拱墙设置有第一保温层结构;暗洞段拱墙上设置有第一拱墙排水系统,暗洞段隧道内部设置有内部排水系统;对于明洞段,明洞段拱部衬砌外缘设置有第二保温层结构;明洞段拱墙上设置有第二拱墙排水系统,明洞段隧道内部也设置有所述内部排水系统。在本发明中,在隧道暗洞段和明洞段均进行防水结构与保温层结构,通过防水结构极大程度减少土体水分进入保温层结构内,一旦进入也能及时排出,避免水分进入保温层结构,造成冻胀破坏,致使保温层结构压裂,减少保温层结构使用寿命。



1. 一种浅埋偏压隧道防寒保温、排水结构,其特征在于,所述隧道包括暗洞段和明洞段;

对于暗洞段,初期支护(1)和二次衬砌(2)之间的拱墙设置有第一保温层结构(3);

暗洞段拱墙上设置有第一拱墙排水系统,在暗洞段隧道内部设置有内部排水系统;

对于明洞段,明洞段拱部衬砌外缘设置有第二保温层结构(4);

明洞段拱墙设置有第二拱墙排水系统,明洞段隧道内部也设置有所述内部排水系统。

2. 根据权利要求1所述的一种浅埋偏压隧道防寒保温、排水结构,其特征在于,所述第一保温层结构(3)从所述初期支护(1)到所述二次衬砌(2)包括依次设置的土工布(5)、第一层EVA防水板(6)、硬质聚氨酯保温板(7)和第二层EVA防水板(8)。

3. 根据权利要求2所述的一种浅埋偏压隧道防寒保温、排水结构,其特征在于,所述第二保温层结构(3)包括:拱墙保温结构和边墙保温结构;

拱墙保温结构从明洞段拱部衬砌外缘向外包括依次设置的:2cm厚水泥砂浆找平层、第二层EVA防水板(8)、硬质聚氨酯保温板(7)、第一层EVA防水板(6)、土工布(5)和5cm厚水泥砂浆找平层;

边墙保温结构包括:第二层EVA防水板(8)、硬质聚氨酯保温板(7)、第一层EVA防水板(6)、土工布(5)。

4. 根据权利要求1所述的一种浅埋偏压隧道防寒保温、排水结构,其特征在于,所述内部排水系统包括:

侧沟(9),设置于隧道内部的仰拱两侧;

双层盖板(10),设置于侧沟(9)顶部,所述双层盖板(10)之间填充聚氨酯保温材料;

中心沟(11),设置于隧道内部的仰拱中心底部;

中心水管(12),深埋于所述中心沟(11)内;

若干侧沟排水管(13),所述侧沟排水管(13)的一端与侧沟(9)连通,所述侧沟排水管(13)的另一端与所述中心水管(12)连通。

5. 根据权利要求4所述的一种浅埋偏压隧道防寒保温、排水结构,其特征在于,所述第一拱墙排水系统包括:

若干环向透水盲管(14),设置于初期支护(1)与围岩之间,并在所述环向透水盲管(14)外侧设置防水板(15);

若干第一纵向透水盲管(16),设置于边墙背后左右两侧,且位于初期支护(1)与第一保温层结构(3)之间,所述第一纵向透水盲管(16)低于所述双层盖板(7)顶部;

所述环向透水盲管(14)与所述第一纵向透水盲管(16)均直接弯入深埋所述中心沟(11),与所述中心水管(12)连通,并在集中出水点外包土工布;

环向碎石盲沟(17),设置于地下水发育段边墙,且在所述环向碎石盲沟(17)外设钢筋笼,所述环向碎石盲沟(17)底部通过环纵向隧底不透水盲管(18)直接弯入深埋所述中心沟(11),与所述中心水管(12)连通,且进水口用土工布包裹以防堵塞。

6. 根据权利要求5所述的一种浅埋偏压隧道防寒保温、排水结构,其特征在于,

暗洞段的拱顶纵向顶贴注浆花管(19)和排气管(20),用于在所述二次衬砌(2)混凝土达到设计强度后进行衬砌拱顶填充注浆。

7. 根据权利要求5所述的一种浅埋偏压隧道防寒保温、排水结构,其特征在于,

在暗洞段的隧道外侧3米径向注浆设置加固圈(25),用于将大面积淋水或局部股流封堵,减少地下水进入隧道第一拱墙排水系统。

8.根据权利要求4所述的一种浅埋偏压隧道防寒保温、排水结构,其特征在于,所述第二拱墙排水系统包括:

若干第二纵向透水盲管(21),设置于明洞段靠山侧外衬砌边缘外墙顶部及边墙底部,且在所述明洞段直边墙范围采用混凝土回填,顶面设置50cm厚砂卵石反滤层(22);

若干竖向盲管(23),设置于明洞段外侧,一端与外墙顶部的所述第二纵向透水盲管(21)连通,另一端与直接接入深埋所述中心水管(12);

边墙底部的第二纵向透水盲管(21)直接接入深埋所述中心水管(12)。

9.根据权利要求1所述的一种浅埋偏压隧道防寒保温、排水结构,其特征在于,在暗洞段和明洞段的衬砌均设置若干温度伸缩缝和若干变形缝,并均与环向施工缝合设;且在所述温度伸缩缝、变形缝环向施工缝设置防水防寒结构。

10.根据权利要求3所述的一种浅埋偏压隧道防寒保温、排水结构,其特征在于,所述第一保温层结构(3)和所述第二保温层结构(4)中,第一层EVA防水板(6)、硬质聚氨酯保温板(7)和第二层EVA防水板(8)连接点采用环向张拉法施工;

所述第一层EVA防水板(6)的一侧与所述土工布(5)连接,所述第一层EVA防水板(6)的另一侧连接有连接带(24),所述第二层EVA防水板(8)的一侧连接有连接带(24),所述第一层EVA防水板(6)的连接带(24)与所述第二层EVA防水板(8)的连接带(24)连接,所述硬质聚氨酯保温板(7)分别位于两个连接带(24)之间,且与两个连接带(24)连接。

一种浅埋偏压隧道防寒保温、排水结构

技术领域

[0001] 本发明涉及隧道施工技术领域,特别涉及一种浅埋偏压隧道防寒保温、排水结构。

背景技术

[0002] 东北老工业基地战略的实施,推动着我国交通网络向着高海拔严寒山区延申,这些地区山势险峻,修建隧道是拓展公路网和铁路网的最佳选择。隧道围岩温度受外界环境变化的影响,隧道围岩温度根据隧道埋深不同有所差别,隧道由于其冬夏两季温差较大,冬季严寒漫长,导致隧道在低温、渗流和地下水的作用下发生冻胀,造成岩体和支护结构的破坏,极易发生工程事故,且本隧道临近北黑铁路,施工期间仍在运行,存在第三方风险。

[0003] 目前,随着公路、铁路网的拓建,越来越多的隧道项目在高纬度严寒地区,但根据世界各国的工程案例来看,高纬度严寒隧道在复杂地址条件下的修建比起一般地区隧道,存在更多的技术难题,隧道内保温层的施工是否有效,直接影响了隧道的正常运行与使用寿命,因此如何在这些隧道的修建过程中采用有效的措施,在使用期间达到预期效果是工程界亟待解决的一个难题。因此,现在亟需一种隧道防寒保温、排水结构,用于高纬度严寒地区浅埋偏压隧道的设计和施工。

发明内容

[0004] 为了解决现有技术的问题,本发明提供了一种浅埋偏压隧道防寒保温、排水结构。技术方案如下:

[0005] 所述隧道包括暗洞段和明洞段;

[0006] 对于暗洞段,初期支护和二次衬砌之间的拱墙设置有第一保温层结构;

[0007] 暗洞段拱墙上设置有第一拱墙排水系统,在暗洞段隧道内部设置有内部排水系统;

[0008] 对于明洞段,明洞段拱部衬砌外缘设置有第二保温层结构(4);

[0009] 明洞段拱墙设置有第二拱墙排水系统,明洞段隧道内部也设置有所述内部排水系统。

[0010] 进一步地,所述第一保温层结构从所述初期支护到所述二次衬砌包括依次设置的土工布、第一层EVA防水板、硬质聚氨酯保温板和第二层EVA防水板。

[0011] 进一步地,所述第二保温层结构包括:拱墙保温结构和边墙保温结构;

[0012] 拱墙保温结构从明洞段拱部衬砌外缘向外包括依次设置的:2cm厚水泥砂浆找平层、第二层EVA防水板、硬质聚氨酯保温板、第一层EVA防水板、土工布和5cm厚水泥砂浆找平层;

[0013] 边墙保温结构包括:第二层EVA防水板、硬质聚氨酯保温板、第一层EVA防水板、土工布。

[0014] 进一步地,所述内部排水系统包括:

[0015] 侧沟,设置于隧道内部的仰拱两侧;

- [0016] 双层盖板,设置于侧沟顶部,所述双层盖板之间填充聚氨酯保温材料;
- [0017] 中心沟,设置于隧道内部的仰拱中心底部;
- [0018] 中心水管,深埋于所述中心沟内;
- [0019] 若干侧沟排水管,所述侧沟排水管的一端与侧沟连通,所述侧沟排水管的另一端与所述中心水管连通。
- [0020] 进一步地,所述第一拱墙排水系统包括:
- [0021] 若干环向透水盲管,设置于初期支护与围岩之间,并在所述环向透水盲管外侧设置防水板;
- [0022] 若干第一纵向透水盲管,设置于边墙背后左右两侧,且位于初期支护与第一保温层结构之间,所述第一纵向透水盲管低于所述双层盖板顶部;
- [0023] 所述环向透水盲管与所述第一纵向透水盲管均直接弯入深埋所述中心沟,与中心水管连通,并在集中出水点外包土工布;
- [0024] 环向碎石盲沟,设置于地下水发育段边墙,且在所述环向碎石盲沟外设钢筋笼,所述环向碎石盲沟底部通过环纵向隧底不透水盲管直接弯入深埋所述中心沟,与中心水管连通,且进水口用土工布包裹以防堵塞。
- [0025] 进一步地,暗洞段的拱顶纵向顶贴注浆花管和排气管,用于在所述二次衬砌混凝土达到设计强度后进行衬砌拱顶填充注浆。
- [0026] 进一步地,在暗洞段的隧道外侧3米经向注浆设置加固圈,用于将大面积淋水或局部股流封堵,减少地下水进入隧道第一拱墙排水系统。
- [0027] 进一步地,所述第二拱墙排水系统包括:
- [0028] 若干第二纵向透水盲管,设置于明洞段靠山侧外衬砌边缘外墙顶部及边墙底部,且在所述明洞段直边墙范围采用混凝土回填,顶面设置50cm厚砂卵石反滤层;
- [0029] 若干竖向盲管,设置于明洞段外侧,一端与外墙顶部的所述第二纵向透水盲管连通,另一端与直接接入深埋所述中心水管;
- [0030] 所述边墙底部的第二纵向透水盲管直接接入深埋所述中心水管。
- [0031] 进一步地,在暗洞段和明洞段衬砌均设置若干温度伸缩缝和若干变形缝,并均与环向施工缝合设;且在所述温度伸缩缝、变形缝环向施工缝设置防水防寒结构。
- [0032] 进一步地,所述第一保温层结构和所述第二保温层结构中,采用第一层EVA防水板、硬质聚氨酯保温板和第二层EVA防水板连接点采用环向张拉法施工;
- [0033] 所述第一层EVA防水板的一侧与所述土工布连接,所述第一层EVA防水板的另一侧连接有连接带,所述第二层EVA防水板的一侧连接有连接带,所述第一层EVA防水板的连接带与所述第二层EVA防水板的连接带连接,所述硬质聚氨酯保温板分别位于两个连接带之间,且与两个连接带连接。
- [0034] 本发明实施例提供的技术方案带来的有益效果是:冰水相变是造成冻胀问题的根本原因,也是造成高寒地区工程事故的罪魁祸首,在本发明中,在隧道暗洞段和明洞段均进行防水结构与保温层结构,通过防水结构极大程度减少土体水分进入保温层结构内,一旦进入也能及时排出,避免水分进入保温层结构,造成冻胀破坏,致使保温层结构压裂,减少保温层结构使用寿命。
- [0035] 其次,对于保温设施,主要采用硬质聚氨酯保温材料,并在其下侧布设土工布,二

次保温的同时起到缓冲作用,一定程度上提升了保温材料的抗压能力。

[0036] 再者,依次铺设保温层结构,可大大减小施工的复杂程度,依次铺设,可随时监测偏压隧道的变形情况,可随时进行支护补强,控制变形。

[0037] 另外,考虑到防水板数量较多,从而使用连接点环向张拉法进行防水板和硬质聚氨酯保温板的施作。

附图说明

[0038] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例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。

[0039] 图1是本发明提供的一种浅埋偏压隧道防寒保温、排水结构的暗洞段截面示意图;

[0040] 图2是本发明提供的一种浅埋偏压隧道防寒保温、排水结构的明洞段截面示意图;

[0041] 图3是本发明提供的第一纵向透水盲管的连接示意图;

[0042] 图4是本发明提供的环向透水盲管的连接示意图;

[0043] 图5是本发明提供的第一保温层结构和第二保温层结构的连接示意图;

[0044] 图6是本发明提供的连接带与硬质聚氨酯保温板的连接示意图;

[0045] 图7是本发明提供的图5中A处的局部放大图;

[0046] 图8是本发明提供的第一保温层结构和第二保温层结构的连接流程图。

[0047] 附图标记:1-初期支护;2-二次衬砌;3-第一保温层结构;4-第二保温层结构;5-土工布;6-第一层EVA防水板;7-硬质聚氨酯保温板;8-第二层EVA防水板;9-侧沟;10-双层盖板;11-中心沟;12-中心水管;13-侧沟排水管;14-环向透水盲管;15-防水板;16-第一纵向透水盲管;17-环向碎石盲沟;18-环纵向隧底不透水盲管;19-注浆花管;20-排气管;21-第二纵向透水盲管;22-砂卵石反滤层;23-竖向盲管;24-连接带;25-加固圈;26-施工缝;27-岩钉。

具体实施方式

[0048] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地详细描述。

[0049] 参见图1-7,一种浅埋偏压隧道防寒保温、排水结构,隧道包括暗洞段和明洞段。对于暗洞段,在初期支护1和二次衬砌2之间的拱墙铺设土工布5、第一层EVA防水板6、5cm厚硬质聚氨酯保温板7和第二层EVA防水板8,组成第一保温层结构3可以使得暗洞段隧道抗冻。

[0050] 为了能够防水,在暗洞段拱墙上设置第一拱墙排水系统,在暗洞段隧道内部设置内部排水系统;内部排水系统包括:侧沟9,设置于隧道内部的仰拱两侧;侧沟9顶部设置有双层盖板10,双层盖板10之间填充聚氨酯保温材料,衬砌背后设置5cm聚氨酯保温层;隧道内部的仰拱中心底部设置有中心沟11;中心沟11内深埋有中心水管12,中心水管12外包土工布;若干 $\phi 90$ PVC侧沟排水管13,侧沟排水管13纵向间距为20m,侧沟排水管13一端与侧沟9连通,另一端与中心水管12连通。

[0051] 第一拱墙排水系统包括:若干间隔为10m的 $\phi 80$ 环向透水盲管14,设置于初期支护

1与围岩之间,并在环向透水盲管14外侧通过岩钉27固定防水板15;还包括若干 $\Phi 100$ 的第一纵向透水盲管16,设置于边墙背后左右两侧,且位于初期支护1与第一保温层结构3之间,第一纵向透水盲管16低于双层盖板7顶部56cm的位置;环向透水盲管14与第一纵向透水盲管16均直接弯入深埋中心沟11,与中心水管12连通,并在集中出水点外包土工布;还包括环向碎石盲沟17,设置于地下水发育段边墙,且在环向碎石盲沟17外设钢筋笼,环向碎石盲沟17底部通过 $\Phi 100$ 的环纵向隧底不透水盲管18直接弯入深埋中心沟11,与中心水管12连通,且进水口用土工布包裹以防堵塞。排水时,围岩水进入环向透水盲管14和第一纵向透水盲管16,任何进入中心水管12,道床板积水进入侧沟9,通过侧沟排水管13进入中心水管12。

[0052] 在暗洞段隧道的3.0m加固圈经向注浆,将大面积淋水或局部股流封堵,减少地下水进入隧道第一拱墙排水系统,并在衬砌背后进行压浆回填,避免衬砌背后积水;在暗洞段的二次衬砌2灌注混凝土前于拱顶纵向顶贴PVC ($dn=32mm$) 注浆花管19和排气管20,用于在二次衬砌2混凝土达到设计强度后进行衬砌拱顶填充注浆。

[0053] 对于明洞段,在明洞段拱部衬砌外缘设置第二保温层结构4;第二保温层结构3包括:拱墙保温结构和边墙保温结构;衬砌墙底(墙顶)开挖时,拱墙保温结构从明洞段拱部衬砌外缘向外依次采用2cm厚水泥砂浆找平层、第二层EVA防水板8、5cm厚硬质聚氨酯保温板7、第一层EVA防水板6、土工布5和5cm厚水泥砂浆找平层组成;边墙保温结构采用第二层EVA防水板8、5cm厚硬质聚氨酯保温板7、第一层EVA防水板6和土工布5。

[0054] 为了能够防水,在明洞段拱墙上设置第二拱墙排水系统,在明洞段隧道内部也设置内部排水系统,明洞段内部排水系统与暗洞段排水系统相同;第二拱墙排水系统包括:若干 $\Phi 100$ 的第二纵向透水盲管21,设置于明洞段靠山侧外衬砌边缘外墙顶部及边墙底部,且在明洞段直边墙范围采用混凝土回填,顶面设置50cm厚砂卵石反滤层22,边墙底部的第二纵向透水盲管21直接接入深埋中心水管12;还包括若干 $\Phi 80$ 的竖向盲管23,设置于明洞段外侧,一端与外墙顶部的第二纵向透水盲管21连通,另一端与直接接入深埋中心水管12,竖向盲管23间距不大于10m。

[0055] 另外,在在暗洞段和明洞段衬砌每50cm均设置若干温度伸缩缝和若干变形缝,并均与环向施工缝合设;且在所述温度伸缩缝、变形缝环向施工缝设置防水防寒结构,变形缝与伸缩缝所用凸壳型排水板幅宽1.5m,施工缝界面处理采用I型界面剂,防水防寒结构见表一。

[0056] 表一:防水防寒结构

名称	部位	环向		纵向
		拱墙	仰拱	
[0057]	施工缝	中埋式普通橡胶止水带+背贴式普通橡胶止水带		中埋式普通镀锌钢板止水带+背贴式普通橡胶止水带
	变形缝	中埋式普通钢边橡胶止水带+背贴式普通橡胶止水带+聚乙烯泡沫塑料板+凸壳型排水板		
	伸缩缝	中埋式普通钢边橡胶止水带+背贴式普通橡胶止水带+聚乙烯泡沫塑料板+凸壳型排水板		

[0058] 需要说明的是,第一保温层结构3和第二保温层结构4中,采用第一层EVA防水板6、硬质聚氨酯保温板7和第二层EVA防水板8连接点采用环向张拉法施工,即第一层EVA防水板6与固定无纺布的热熔垫片之间利用手动点热熔接器焊接;通过防水板条固定硬质聚氨酯保温板7,第二层EVA防水板8与防水板条焊接,保证硬质聚氨酯保温板7与第二层EVA防水板8间的有效连接。

[0059] 待初期支护达到设计强度后,在第一层EVA防水板6与初期衬砌之间,铺设一层土工布5,有一定的防水防寒功能,也能保证防水板便面不受损;随后铺设一层EVA防水板6与硬质聚氨酯保温板7,第一层EVA防水板6和第二层EVA防水板8之间通过连接带24连接,连接带24与第一层EVA防水板6和第二层EVA防水板8属于同种材料,可利用手动点热熔接器加热焊接牢固,连接带24不仅可以通过其两端与第一层EVA防水板6表面焊接将硬质聚氨酯保温板7固定牢固,还可作为第二层EVA防水板8固定媒介。

[0060] 应保证每块硬质聚氨酯保温板7纵向不少于两道连接带24,隧道两边墙上自上而下将连接带一端焊接在第一层EVA防水板6上,待硬质聚氨酯保温板7就位后,拉紧两条连接带24,另一端焊接在第二层EVA防水板8上,第一块硬质聚氨酯保温板7固定完毕,依次类推,施作全隧拱墙硬质聚氨酯保温板。

[0061] 表二:硬质聚氨酯保温板的性能指标

序号	项目	性能指标
1	表面密度 (kg/m ²)	≥32
2	导热系数 (平均温度) w/ (m×k)	≤0.024
3	尺寸稳定性 (%)	80°C, 48h
		-30°C, 48h
4	拉伸强度(kPa)	≥150
5	压缩强度(kPa)	≥150
6	吸水率(%)	≤3
7	燃烧性能	不低于 B2 级
8	面层与保温材料拉伸粘结强度 (kPa)	≥100
9	耐冻融性能	10 次冻融循环后, 面层无渗水、开裂、空鼓和剥落, 冻融循环后面层与保温层的拉
[0062]		
[0063]		伸粘结强度不小于 100kPa

[0064] 本发明提供的一种浅埋偏压隧道防寒保温、排水结构的施工方法可以为:

[0065] 暗洞段施工, 施作注浆锚杆, 进行隧道3.0m加固圈径向注浆, 注浆孔按浆液扩散半径3.0m布设, 注浆孔按梅花型布置, 随挖随注浆, 隧道主体采用台阶法进行开挖, 开挖上台阶并施作导坑初期支护, 即喷射混凝土, 钢筋网及初期支护钢架; 在滞后一段时间后, 继续下台阶开挖, 同样需施作初期支护, 待初期支护形成闭环后, 施作第一保温保温层结构、第一拱墙排水系统以及内部排水系统, 最后施作二次衬砌, 进行一次性浇筑。

[0066] 明洞墙顶开挖, 沿隧道轮廓线与墙顶开挖半断面开挖上部土体, 并在开挖半断面部分施作喷锚网临时坡面支护, 并进行边墙直立开挖, 施作喷锚网临时坡面支护; 进行下部仰拱及矮边墙浇筑; 进行拱墙钢筋混凝土浇筑; 随后根据上述明洞保温层结构施作第二保温层结构, 需注意明洞段保温层拱部和边墙不同; 随后在砂浆层外施作模筑衬砌, 待结构混凝土达到设计强度的70%时拆除拱架, 并施作第二拱墙排水系统和内部排水系统; 在拱墙与外侧土体间浇筑混凝土, 并在混凝土上铺设一层砂夹卵石反滤层; 随后回填夯填土石; 最后在其上铺设50cm粘土隔水层。明洞墙底开挖步骤与墙顶开挖相似, 最后需进行永久坡面的骨架护坡防护; 上述开挖衬砌工作应分段进行, 分段长度应根据地质情况进行, 一般可采用6m。

[0067] 上述本发明实施例序号仅仅为了描述, 不代表实施例的优劣。

[0068] 以上所述仅为本发明的较佳实施例, 并不用以限制本发明, 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。

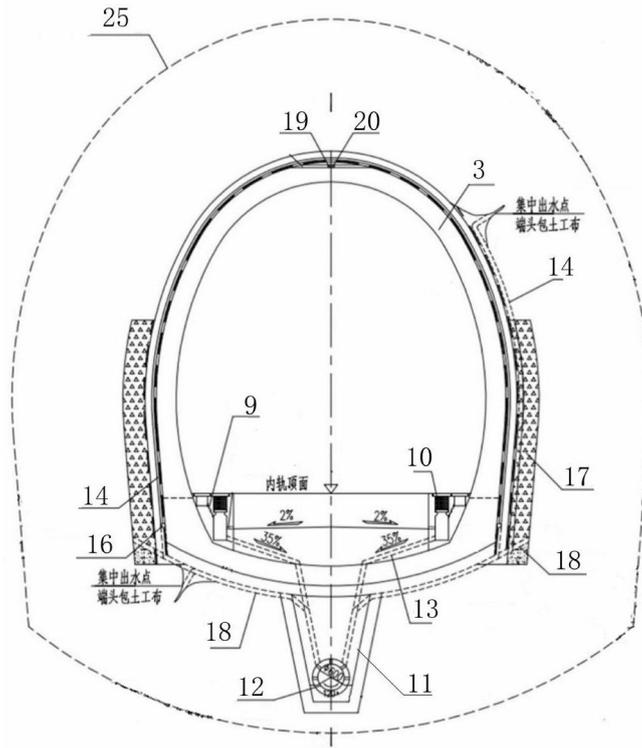


图1

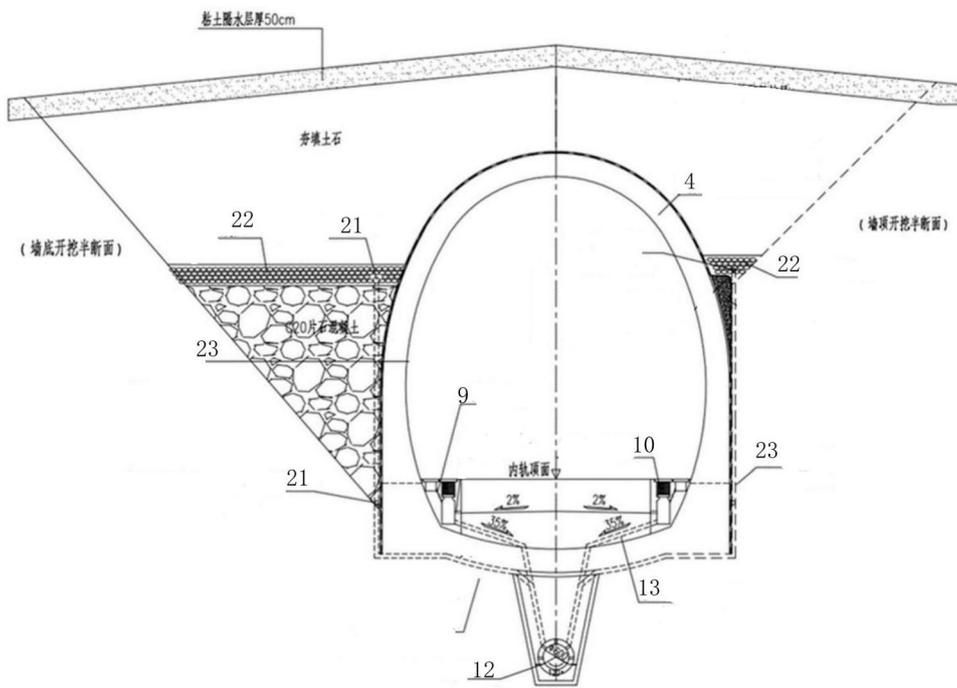


图2

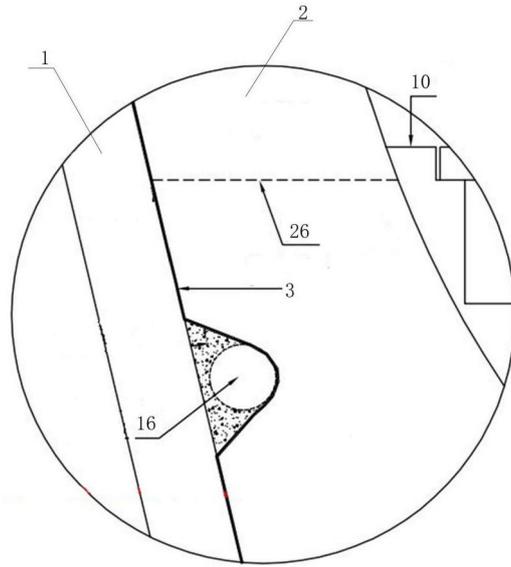


图3

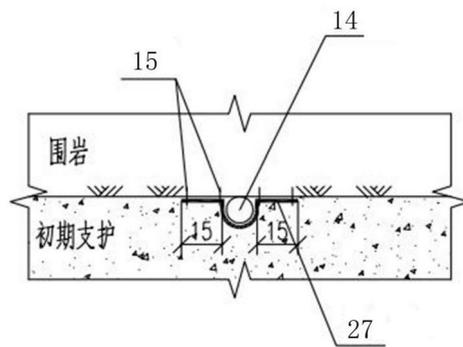


图4

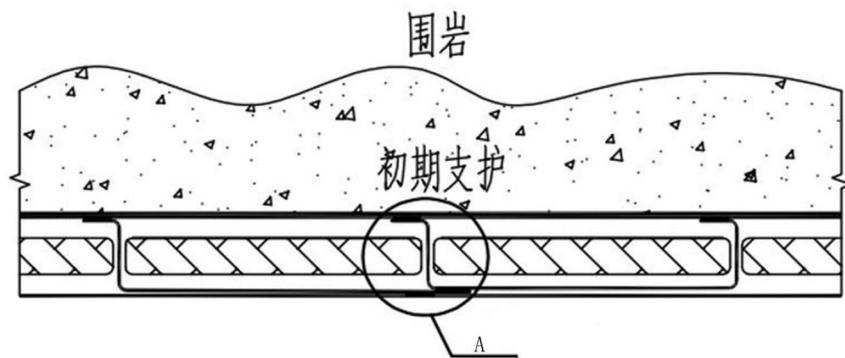


图5

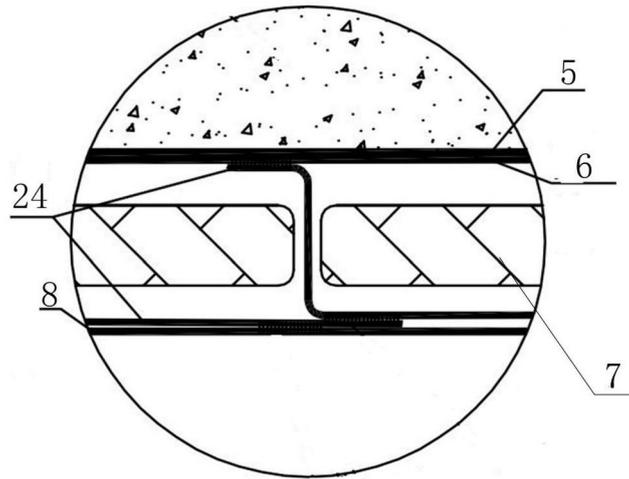


图6

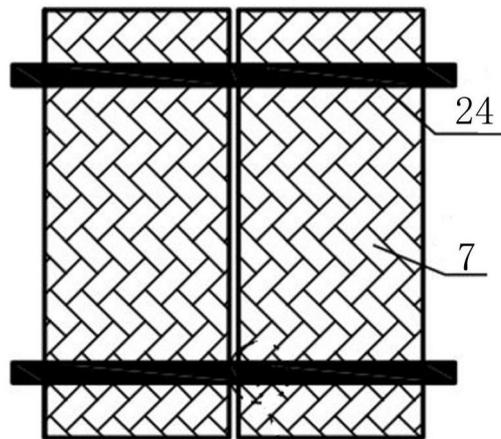


图7

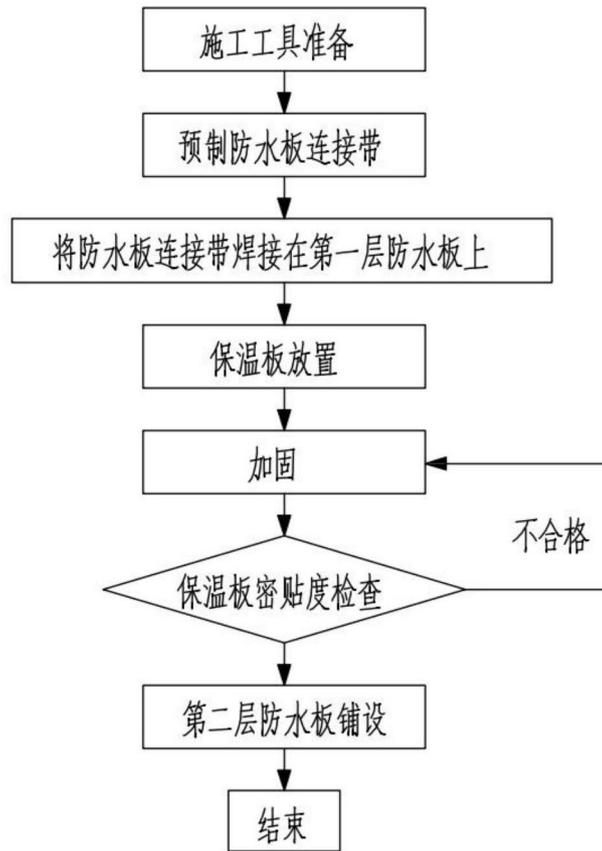


图8