



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104806272 A

(43) 申请公布日 2015. 07. 29

(21) 申请号 201510175660. 8

(22) 申请日 2015. 04. 15

(71) 申请人 西安科技大学

地址 710054 陕西省西安市雁塔路中段 58 号

(72) 发明人 毛正君 魏荣誉

(74) 专利代理机构 西安创知专利事务所 61213

代理人 谭文琰

(51) Int. Cl.

E21D 11/38(2006. 01)

E21F 16/02(2006. 01)

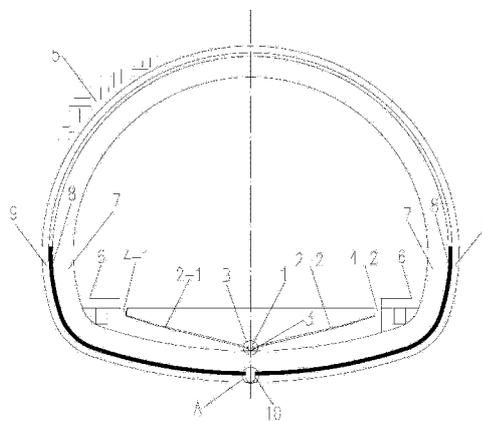
权利要求书3页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

隧道分流复合式防排水综合系统及其施工方法和使用方法

(57) 摘要

本发明公开了一种隧道分流复合式防排水综合系统,包括围岩防排水系统和隧道内部排水系统,围岩防排水系统包括防排水层和围岩排水集水管,防排水层由多块对接设置的防排水板构成,围岩排水集水管由混凝土预制管和盖板构成;隧道内部排水系统包括左集水槽、右集水槽和隧道内部排水集水管,以及左排水管和右排水管,隧道内部排水集水管安装在集水管底座上。本发明还公开了一种隧道分流复合式防排水综合系统的施工方法和一种隧道分流复合式防排水综合系统的使用方法。本发明施工方便,实现了围岩防排水和隧道内部排水的分流,综合了防、排水两种功能,提高了隧道整体防排水效果,能够彻底解决隧道裂缝、渗漏、冻胀、积水或结冰等隧道顽疾。



1. 一种隧道分流复合式防排水综合系统,其特征在於:包括围岩防排水系统和隧道内部排水系统,所述围岩防排水系统包括设置在隧道初期支护(9)与隧道二次衬砌(7)之间的防排水层(8)和设置在隧道初期支护(9)底部中间位置处且沿隧道走向布设的围岩排水集水管(10),所述防排水层(8)由多块对接设置的防排水板构成,所述围岩排水集水管(10)由设置在防排水层(8)底部的横截面为U字型的混凝土预制管(10-1)和设置在防排水层(8)顶部且用于覆盖混凝土预制管(10-1)的顶部敞口的盖板(10-2)构成,防排水层(8)在位于混凝土预制管(10-1)顶部的位置处断开;所述防排水板包括防排水板本体(8-3)以及分别设置在防排水板本体(8-3)两侧的第一保护层(8-2)和第二保护层(8-4),所述第一保护层(8-2)的一侧设置有缓冲层(8-1),所述缓冲层(8-1)紧贴隧道初期支护(9)设置,所述第二保护层(8-4)紧贴隧道二次衬砌(7)设置,所述防排水板本体(8-3)上与第一保护层(8-2)相接触的一面竖向间隔设置有多条竖向排水槽(8-5),所述防排水板本体(8-3)上与第一保护层(8-2)相接触的一面横向间隔设置有多条水平向排水槽(8-6),多条竖向排水槽(8-5)和多条水平向排水槽(8-6)相互交叉形成了多个排水网格;所述隧道内部排水系统包括设置在隧道内路面左侧的左集水槽(4-1)、设置在隧道内路面右侧的右集水槽(4-2)和设置在隧道内路面底部中间位置处且沿隧道走向布设的隧道内部排水集水管(1),以及埋设在路面下用于连通左集水槽(4-1)与隧道内部排水集水管(1)的多根左排水管(2-1)和埋设在路面下用于连通右集水槽(4-2)与隧道内部排水集水管(1)的多根右排水管(2-2),所述隧道二次衬砌(7)的顶部中间位置处沿隧道走向设置有集水管底座(3),所述隧道内部排水集水管(1)安装在集水管底座(3)上。

2. 按照权利要求1所述的隧道分流复合式防排水综合系统,其特征在於:相邻两条水平向排水槽(8-6)之间的竖向排水槽(8-5)的左侧边沿线和右侧边沿线均为直线,相邻两条竖向排水槽(8-5)之间的水平向排水槽(8-6)的上边沿线为直线,相邻两条竖向排水槽(8-5)之间的水平向排水槽(8-6)的下边沿线由对称设置的第一斜线和第二斜线组成,所述第一斜线向左下方倾斜,所述第二斜线向右下方倾斜,多个所述排水网格的形状均为五边形。

3. 按照权利要求2所述的隧道分流复合式防排水综合系统,其特征在於:所述第一斜线与水平方向的夹角和第二斜线与水平方向的夹角相等且均为 $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 。

4. 按照权利要求1所述的隧道分流复合式防排水综合系统,其特征在於:所述防排水板本体(8-3)的厚度为10mm~15mm,所述第一保护层(8-2)的厚度和第二保护层(8-4)的厚度均为2mm~5mm,所述缓冲层(8-1)的厚度为8mm~10mm。

5. 按照权利要求1所述的隧道分流复合式防排水综合系统,其特征在於:相邻两条水平向排水槽(8-6)之间的距离为相邻两条竖向排水槽(8-5)之间的距离的2倍。

6. 一种对如权利要求1所述隧道分流复合式防排水综合系统进行施工的方法,其特征在於该方法包括以下步骤:

步骤一、围岩防排水系统施工,具体过程为:

步骤101、混凝土预制管(10-1)施工,具体过程为:

步骤1011、在隧道初期支护(9)的施工过程中,在隧道初期支护(9)的底部中间位置处预留用于安装混凝土预制管(10-1)的U形排水槽,所述U形排水槽沿隧道走向按照3%~5%的坡度倾斜设置;

步骤 1012、将预制的多根混凝土预制管 (10-1) 分别采用高强尼龙吊装带吊装在中央排水槽内；

步骤 1013、分别校对多根混凝土预制管 (10-1) 的轴线位置与高程；

步骤 1014、将多根混凝土预制管 (10-1) 对接并在接口处采用高强型水泥沥青砂浆做密封处理；

步骤 102、防排水层 (8) 施工,具体过程为：

步骤 1021、对隧道初期支护 (9) 表面的尖锐异物、锚杆头、钢筋头外露和凹凸不平处进行修凿,并补喷混凝土,使隧道初期支护 (9) 表面平顺；

步骤 1022、沿隧道拱部向两侧边墙的方向在隧道初期支护 (9) 表面铺设多块对接设置的防排水板,且防排水板在位于混凝土预制管 (10-1) 顶部的位置处断开,形成防排水层 (8)；

步骤 103、盖板 (10-2) 施工,具体过程为：

步骤 1031、清理多根混凝土预制管 (10-1) 内的施工垃圾；

步骤 1032、在防排水层 (8) 顶部安装多块用于覆盖混凝土预制管 (10-1) 的顶部敞口的盖板 (10-2),并进行多块盖板 (10-2) 接缝处的补强处理；

步骤 1033、清理盖板 (10-2) 表面,并在盖板 (10-2) 表面铺设防水砂浆；

步骤二、隧道内部排水系统施工,具体过程为：

步骤 201、隧道内部排水集水管 (1) 施工,具体过程为：

步骤 2011、在隧道二次衬砌 (7) 的顶部中间位置处铺设厚度为 10cm ~ 15cm 的混凝土,并用振动棒密实,形成集水管底座 (3),所述集水管底座 (3) 上开有用于安装隧道内部排水集水管 (1) 的弧形排水槽,所述弧形排水槽沿隧道走向按照 3‰ ~ 5‰ 的坡度倾斜设置；

步骤 2012、将预制的多根隧道内部排水集水管 (1) 分别采用高强尼龙吊装带吊装在弧形排水槽内；

步骤 2013、分别校对多根隧道内部排水集水管 (1) 的轴线位置与高程；

步骤 2014、将多根隧道内部排水集水管 (1) 对接并在接口处采用高强型水泥沥青砂浆做密封处理；

步骤 202、左排水管 (2-1) 和右排水管 (2-2) 施工,具体过程为：

步骤 2021、在多根对接设置的隧道内部排水集水管 (1) 上打多个用于连接多根左排水管 (2-1) 的左排水管连接孔和多个用于连接多根右排水管 (2-2) 的右排水管连接孔,相邻两个左排水管连接孔和相邻两个右排水管连接孔之间的间隔均为 3m ~ 15m；

步骤 2022、将多根左排水管 (2-1) 的一端分别插入多个左排水管连接孔内,并将多根左排水管 (2-1) 的另一端均向上倾斜延伸至待施工的隧道内路面左侧的左集水槽 (4-1) 位置处；将多根右排水管 (2-2) 的一端分别插入多个右排水管连接孔内,并将多根右排水管 (2-2) 的另一端均向上倾斜延伸至待施工的隧道内路面右侧的右集水槽 (4-2) 位置处；

步骤 203、左集水槽 (4-1) 和右集水槽 (4-2) 施工,具体过程为：在进行隧道内路面施工时,在隧道内路面左侧设置左集水槽 (4-1),并将多根左排水管 (2-1) 的端口外露在左集水槽 (4-1) 内表面上,同时,在隧道内路面右侧设置右集水槽 (4-2),并将多根右排水管 (2-2) 的端口外露在右集水槽 (4-2) 内表面上；

步骤 204、在外露于左集水槽 (4-1) 内表面上的多根左排水管 (2-1) 的端口上固定泥沙

过滤网,并外露于右集水槽(4-2)内表面上的多根右排水管(2-2)的端口上固定泥沙过滤网。

7. 按照权利要求6所述的方法,其特征在于:步骤1022中多块防排水板采用焊接的方法对接设置,具体的施工过程为:

步骤1022-1、清理需对接的两块防排水板之间的接缝;

步骤1022-2、采用手持焊枪焊接需对接的两块防排水板,并采用止水条进行止水处理;

步骤1022-3、采用充气机对两块防排水板对接处的止水效果进行检测,具体过程为:在带气压表的充气机一端固定一枚五号针头,将两块防排水板对接处两端密封,并将五号针头的针尖扎入两块防排水板对接处内,充气加压至0.15MPa~0.2MPa后,停止充气,当气压能够保持恒压2min以上时,判断为止水合格,停止检测;否则,将肥皂水涂于两块防排水板对接处,查看冒泡处并将冒泡处确定为漏气处,在漏气处再次采用止水条进行止水处理,然后重新检测,直至止水合格。

8. 一种如权利要求1所述隧道分流复合式防排水综合系统的使用方法,其特征在于:当隧道围岩(5)内部发生积水时,由于水压力作用,水会渗透过隧道初期支护(9)到达防排水层(8),经过防排水板本体(8-3)上的多条竖向排水槽(8-5)和多条水平向排水槽(8-6)对积水进行导流后,积水汇集于围岩排水集水管(10)中,再由围岩排水集水管(10)将积水排出隧道外;隧道内人行道(6)与路面积水汇集于左集水槽(4-1)和右集水槽(4-2)中后,左集水槽(4-1)内的水经过左排水管(2-1)排入隧道内部排水集水管(1)中,右集水槽(4-2)内的水经过右排水管(2-2)排入隧道内部排水集水管(1)中,再由隧道内部排水集水管(1)将积水排出隧道外。

隧道分流复合式防排水综合系统及其施工方法和使用方法

技术领域

[0001] 本发明属于隧道及地下工程防排水技术领域,具体涉及一种隧道分流复合式防排水综合系统及其施工方法和使用方法。

背景技术

[0002] 目前,国内外普遍采用复合式衬砌防排水系统。在防水方面:经过预注浆防水措施,开挖隧道断面,再进行锚杆支护,加强围岩强度,同时施工钢筋网,与锚杆端头进行连接,喷射混凝土,完成初期支护,作为第一道防线;再施工复合防水层,作为第二道防线;之后完成混凝土二次衬砌,形成第三道结构自防水层。实际工程中,复合式衬砌防排水系统的施工过程,分多个步骤完成,从而导致了隧道防排水的整体性差,防水效果不理想,施工效果差,工程造价高等问题。在排水方面:完成初期支护后,及时铺设纵横向盲管,通过盲管穿越衬砌结构将水排于隧道路面以下集水管中,由集水管将水排出洞外。这里重点是依靠设置盲管进行隧道内部排水,而且隧道盲管的施工需要精细施工,连接、固定都要准确无误,一旦中间有所封堵,对排水结构的影响都是很大的,在盲管排水时对于所穿越的衬砌结构防水能力又提出了挑战。

[0003] 已有的隧道防排水系统,隧道围岩排水与隧道内部排水是同一系统,围岩内部排水由隧道拱脚处穿过隧道二次衬砌引排于隧道内部排水系统,构成同一系统将水汇集进行集中引排于隧道之外。然而,围岩内部排水由隧道拱脚处穿过隧道二次衬砌引排的部位往往是隧道发生渗漏水病害的高发部位。同时,隧道的防排水系统依此施工,工序复杂,工程造价较高。

[0004] 目前隧道防排水的发展趋势,仅限于在复合式衬砌防排水系统上进行改善,如采用高抗裂能力的钢钎混凝土或柔性纤维混凝土防止二次衬砌出现裂缝;用清除喷射混凝土表面结块、割除基面钢筋、管头等尖锐突出物、砂浆抹平罩面等方法防止防水层损伤;用新材料、新工艺改善三缝施工质量防止渗漏等措施。因此,开发一项简单易行、与隧道主体结构结合、内排外防结合的新型防排水系统,持久解决渗漏水影响隧道正常使用问题,是非常必要的。

发明内容

[0005] 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,提供一种隧道分流复合式防排水综合系统,其结构简单,设计新颖合理,施工方便,实现了围岩防排水和隧道内部排水的分流,综合了防、排水两种功能,提高了隧道整体防排水效果,能够彻底解决隧道裂缝、渗漏、冻胀、积水或结冰等隧道顽疾。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案是:一种隧道分流复合式防排水综合系统,其特征在于:包括围岩防排水系统和隧道内部排水系统,所述围岩防排水系统包括设置在隧道初期支护与隧道二次衬砌之间的防排水层和设置在隧道初期支护底部中间位置处且沿隧道走向布设的围岩排水集水管,所述防排水层由多块对接设置的防排水板构

成,所述围岩排水集水管由设置在防排水层底部的横截面为U字型的混凝土预制管和设置在防排水层顶部且用于覆盖混凝土预制管的顶部敞口的盖板构成,防排水层在位于混凝土预制管顶部的位置处断开;所述防排水板包括防排水板本体以及分别设置在防排水板本体两侧的第一保护层和第二保护层,所述第一保护层的一侧设置有缓冲层,所述缓冲层紧贴隧道初期支护设置,所述第二保护层紧贴隧道二次衬砌设置,所述防排水板本体上与第一保护层相接触的一面竖向间隔设置有多条竖向排水槽,所述防排水板本体上与第一保护层相接触的一面横向间隔设置有多条水平向排水槽,多条竖向排水槽和多条水平向排水槽相互交叉形成了多个排水网格;所述隧道内部排水系统包括设置在隧道内路面左侧的左集水槽、设置在隧道内路面右侧的右集水槽和设置在隧道内路面底部中间位置处且沿隧道走向布置的隧道内部排水集水管,以及埋设在路面下用于连通左集水槽与隧道内部排水集水管的多根左排水管和埋设在路面下用于连通右集水槽与隧道内部排水集水管的多根右排水管,所述隧道二次衬砌的顶部中间位置处沿隧道走向设置有集水管底座,所述隧道内部排水集水管安装在集水管底座上。

[0007] 上述的隧道分流复合式防排水综合系统,其特征在于:相邻两条水平向排水槽之间的竖向排水槽的左侧边沿线和右侧边沿线均为直线,相邻两条竖向排水槽之间的水平向排水槽的上边沿线为直线,相邻两条竖向排水槽之间的水平向排水槽的下边沿线由对称设置的第一斜线 and 第二斜线组成,所述第一斜线向左下方倾斜,所述第二斜线向右下方倾斜,多个所述排水网格的形状均为五边形。

[0008] 上述的隧道分流复合式防排水综合系统,其特征在于:所述第一斜线与水平方向的夹角和第二斜线与水平方向的夹角相等且均为 $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 。

[0009] 上述的隧道分流复合式防排水综合系统,其特征在于:所述防排水板本体的厚度为 $10\text{mm} \sim 15\text{mm}$,所述第一保护层的厚度和第二保护层的厚度均为 $2\text{mm} \sim 5\text{mm}$,所述缓冲层的厚度为 $8\text{mm} \sim 10\text{mm}$ 。

[0010] 上述的隧道分流复合式防排水综合系统,其特征在于:相邻两条水平向排水槽之间的距离为相邻两条竖向排水槽之间的距离的2倍。

[0011] 本发明还提供了一种方法步骤简单,实现方便,提高了施工速度、施工质量、施工效率,且降低了工程造价的隧道分流复合式防排水综合系统的施工方法,其特征在于该方法包括以下步骤:

[0012] 步骤一、围岩防排水系统施工,具体过程为:

[0013] 步骤101、混凝土预制管施工,具体过程为:

[0014] 步骤1011、在隧道初期支护的施工过程中,在隧道初期支护的底部中间位置处预留用于安装混凝土预制管的U形排水槽,所述U形排水槽沿隧道走向按照 $3\% \sim 5\%$ 的坡度倾斜设置;

[0015] 步骤1012、将预制的多根混凝土预制管分别采用高强尼龙吊装带吊装在中央排水槽内;

[0016] 步骤1013、分别校对多根混凝土预制管的轴线位置与高程;

[0017] 步骤1014、将多根混凝土预制管对接并在接口处采用高强型水泥沥青砂浆做密封处理;

[0018] 步骤102、防排水层施工,具体过程为:

[0019] 步骤 1021、对隧道初期支护表面的尖锐异物、锚杆头、钢筋头外露和凸凹不平处进行修凿,并补喷混凝土,使隧道初期支护表面平顺;

[0020] 步骤 1022、沿隧道拱部向两侧边墙的方向在隧道初期支护表面铺设多块对接设置的防排水板,且防排水板在位于混凝土预制管顶部的位置处断开,形成防排水层;

[0021] 步骤 103、盖板施工,具体过程为:

[0022] 步骤 1031、清理多根混凝土预制管内的施工垃圾;

[0023] 步骤 1032、在防排水层顶部安装多块用于覆盖混凝土预制管的顶部敞口的盖板,并进行多块盖板接缝处的补强处理;

[0024] 步骤 1033、清理盖板表面,并在盖板表面铺设防水砂浆;

[0025] 步骤二、隧道内部排水系统施工,具体过程为:

[0026] 步骤 201、隧道内部排水集水管施工,具体过程为:

[0027] 步骤 2011、在隧道二次衬砌的顶部中间位置处铺设厚度为 10cm~15cm 的混凝土,并用振动棒密实,形成集水管底座,所述集水管底座上开有用于安装隧道内部排水集水管的弧形排水槽,所述弧形排水槽沿隧道走向按照 3%~5% 的坡度倾斜设置;

[0028] 步骤 2012、将预制的多根隧道内部排水集水管分别采用高强尼龙吊装带吊装在弧形排水槽内;

[0029] 步骤 2013、分别校对多根隧道内部排水集水管的轴线位置与高程;

[0030] 步骤 2014、将多根隧道内部排水集水管对接并在接口处采用高强型水泥沥青砂浆做密封处理;

[0031] 步骤 202、左排水管和右排水管施工,具体过程为:

[0032] 步骤 2021、在多根对接设置的隧道内部排水集水管上打多个用于连接多根左排水管的左排水管连接孔和多个用于连接多根右排水管的右排水管连接孔,相邻两个左排水管连接孔和相邻两个右排水管连接孔之间的间隔均为 3m~15m;

[0033] 步骤 2022、将多根左排水管的一端分别插入多个左排水管连接孔内,并将多根左排水管的另一端均向上倾斜延伸至待施工的隧道内路面左侧的左集水槽位置处;将多根右排水管的一端分别插入多个右排水管连接孔内,并将多根右排水管的另一端均向上倾斜延伸至待施工的隧道内路面右侧的右集水槽位置处;

[0034] 步骤 203、左集水槽和右集水槽施工,具体过程为:在进行隧道内路面施工时,在隧道内路面左侧设置左集水槽,并将多根左排水管的端口外露在左集水槽内表面上,同时,在隧道内路面右侧设置右集水槽,并将多根右排水管的端口外露在右集水槽内表面上;

[0035] 步骤 204、在外露于左集水槽内表面上的多根左排水管的端口上固定泥沙过滤网,并在外露于右集水槽内表面上的多根右排水管的端口上固定泥沙过滤网。

[0036] 上述的方法,其特征在于:步骤 1022 中多块防排水板采用焊接的方法对接设置,具体的施工过程为:

[0037] 步骤 1022-1、清理需对接的两块防排水板之间的接缝;

[0038] 步骤 1022-2、采用手持焊枪焊接需对接的两块防排水板,并采用止水条进行止水处理;

[0039] 步骤 1022-3、采用充气机对两块防排水板对接处的止水效果进行检测,具体过程为:在带气压表的充气机一端固定一枚五号针头,将两块防排水板对接处两端密封,并将五

号针头的针尖扎入两块防排水板对接处内,充气加压至 0.15MPa ~ 0.2MPa 后,停止充气,当气压能够保持恒压 2min 以上时,判断为止水合格,停止检测;否则,将肥皂水涂于两块防排水板对接处,查看冒泡处并将冒泡处确定为漏气处,在漏气处再次采用止水条进行止水处理,然后重新检测,直至止水合格。

[0040] 本发明还提供了一种实现了可靠防排、灵活处理、长期运行与保证使用的目的的隧道分流复合式防排水综合系统的使用方法,其特征在于:当隧道围岩内部发生积水时,由于水压力作用,水会渗透过隧道初期支护到达防排水层,经过防排水板本体上的多条竖向排水槽和多条水平向排水槽对积水进行导流后,积水汇集于围岩排水集水管中,再由围岩排水集水管将积水排出隧道外;隧道内人行道与路面积水汇集于左集水槽和右集水槽中后,左集水槽内的水经过左排水管排入隧道内部排水集水管中,右集水槽内的水经过右排水管排入隧道内部排水集水管中,再由隧道内部排水集水管将积水排出隧道外。

[0041] 本发明与现有技术相比具有以下优点:

[0042] 1、本发明隧道分流复合式防排水综合系统的结构简单,设计新颖合理。

[0043] 2、本发明隧道分流复合式防排水综合系统的施工方法步骤简单,实现方便。

[0044] 3、本发明的防排水层由多块对接设置的防排水板构成,防排水板可以在工厂加工后,进行施工时直接由工厂运送至施工现场,能够实现快速安装就位,与现有技术中隧道的防排水系统施工相比,降低了施工工艺难度,极大地提高了施工速度、施工质量、施工效率,且降低了工程造价,为节约建设投资创造了条件。

[0045] 4、本发明防排水板本体上设置的多条竖向排水槽和多条水平向排水槽,起到既可以排水,又可以防水的功效;在纵向上自上而下高差明显,水完全可以凭借重力作用实现自排水效果,而通过设置在防排水板本体上的多条竖向排水槽和多条水平向排水槽时,又能够对水流进行导向,人为地改变了水的流向,将自然流向规整为了有序的指定流向,能够有效地降低排水通道间衬砌背后的水压和排水通道局部堵塞后的地下水排放问题,能够很好地满足隧道的防排水要求。

[0046] 5、本发明隧道防排水系统由围岩防排水系统和隧道内部排水系统组成,形成了两套互不影响的防排水系统,实现了围岩防排水和隧道内部排水的分流,从而围岩防排水系统不再穿越隧道二次衬砌,并不与内部排水系统合流,提高了隧道整体防排水效果。

[0047] 6、本发明隧道初期支护与隧道二次衬砌之间的防排水层由多块对接设置的防排水板构成,综合了防、排水两种功能,解决了目前防排水设施的耐久性问题。

[0048] 7、本发明在不设隐蔽的渗漏水盲管排水系统的前提下,能够彻底解决隧道裂缝、渗漏、冻胀、积水或结冰等隧道顽疾,实现了可靠防排、灵活处理、长期运行与保证使用的目的。

[0049] 综上所述,本发明的施工方便,实现了围岩防排水和隧道内部排水的分流,综合了防、排水两种功能,提高了隧道整体防排水效果,能够彻底解决隧道裂缝、渗漏、冻胀、积水或结冰等隧道顽疾。

[0050] 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

[0051] 图 1 为本发明隧道分流复合式防排水综合系统的结构示意图。

- [0052] 图 2 为图 1 的 A 部放大图。
- [0053] 图 3 为图 1 的 B 部放大图。
- [0054] 图 4 为本发明防排水板的结构示意图。
- [0055] 图 5 为本发明防排水板本体的俯视图。
- [0056] 图 6 为图 5 的 C-C 剖视图。
- [0057] 图 7 为图 5 的 D-D 剖视图。
- [0058] 附图标记说明：
- [0059] 1—隧道内部排水集水管； 2-1—左排水管； 2-2—右排水管；
- [0060] 3—集水管底座； 4-1—左集水槽； 4-2—右集水槽；
- [0061] 5—隧道围岩； 6—人行道； 7—隧道二次衬砌；
- [0062] 8—防排水层； 8-1—缓冲层； 8-2—第一保护层；
- [0063] 8-3—防排水板本体； 8-4—第二保护层； 8-5—竖向排水槽；
- [0064] 8-6—水平向排水槽； 9—隧道初期支护； 10—围岩排水集水管；
- [0065] 10-1—混凝土预制管； 10-2—盖板。

具体实施方式

[0066] 如图 1、图 2 和图 3 所示，本发明的隧道分流复合式防排水综合系统，包括围岩防排水系统和隧道内部排水系统，所述围岩防排水系统包括设置在隧道初期支护 9 与隧道二次衬砌 7 之间的防排水层 8 和设置在隧道初期支护 9 底部中间位置处且沿隧道走向布置的围岩排水集水管 10，所述防排水层 8 由多块对接设置的防排水板构成，所述围岩排水集水管 10 由设置在防排水层 8 底部的横截面为 U 字型的混凝土预制管 10-1 和设置在防排水层 8 顶部且用于覆盖混凝土预制管 10-1 的顶部敞口的盖板 10-2 构成，防排水层 8 在位于混凝土预制管 10-1 顶部的位置处断开；如图 4、图 5、图 6 和图 7 所示，所述防排水板包括防排水板本体 8-3 以及分别设置在防排水板本体 8-3 两侧的第一保护层 8-2 和第二保护层 8-4，所述第一保护层 8-2 的一侧设置有缓冲层 8-1，所述缓冲层 8-1 紧贴隧道初期支护 9 设置，所述第二保护层 8-4 紧贴隧道二次衬砌 7 设置，所述防排水板本体 8-3 上与第一保护层 8-2 相接触的一面竖向间隔设置有多条竖向排水槽 8-5，所述防排水板本体 8-3 上与第一保护层 8-2 相接触的一面横向间隔设置有多条水平向排水槽 8-6，多条竖向排水槽 8-5 和多条水平向排水槽 8-6 相互交叉形成了多个排水网格；所述隧道内部排水系统包括设置在隧道内路面左侧的左集水槽 4-1、设置在隧道内路面右侧的右集水槽 4-2 和设置在隧道内路面底部中间位置处且沿隧道走向布置的隧道内部排水集水管 1，以及埋设在路面下用于连通左集水槽 4-1 与隧道内部排水集水管 1 的多根左排水管 2-1 和埋设在路面下用于连通右集水槽 4-2 与隧道内部排水集水管 1 的多根右排水管 2-2，所述隧道二次衬砌 7 的顶部中间位置处沿隧道走向设置有集水管底座 3，所述隧道内部排水集水管 1 安装在集水管底座 3 上。

[0067] 如图 5 所示，本实施例中，相邻两条水平向排水槽 8-6 之间的竖向排水槽 8-5 的左侧边沿线和右侧边沿线均为直线，相邻两条竖向排水槽 8-5 之间的水平向排水槽 8-6 的上边沿线为直线，相邻两条竖向排水槽 8-5 之间的水平向排水槽 8-6 的下边沿线由对称设置的第一斜线 and 第二斜线组成，所述第一斜线向左下方倾斜，所述第二斜线向右下方倾斜，多个所述排水网格的形状均为五边形。通过将相邻两条竖向排水槽 8-5 之间的水平向排水槽

8-6 的下边沿线设置为第一斜线和第二斜线,能够保证在排水中较大的动态排水量。

[0068] 本实施例中,所述第一斜线与水平方向的夹角和所述第二斜线与水平方向的夹角相等且均为 $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 。

[0069] 本实施例中,所述防排水板本体 8-3 的厚度为 10mm ~ 15mm,所述第一保护层 8-2 的厚度和第二保护层 8-4 的厚度均为 2mm ~ 5mm,所述缓冲层 8-1 的厚度为 8mm ~ 10mm。具体实施时,所述缓冲层 8-1 由每平方米面积的质量大于 280g 的土工合成材料制成,所述第一保护层 8-2 由透水的无纺布制成,所述防排水板本体 8-3 由 PVC 板制成,所述第二保护层 8-4 由不透水的无纺布制成。为了适应隧道围岩的较大变形,设置缓冲层 1,从而能够有效地避免初期支护与防排水板之间出现裂缝;第一保护层 8-2 和第二保护层 8-4 用于共同保护防排水板本体 8-3 的安全可靠性,既能进一步保护防排水板本体 8-3 不受各种尖锐物体的损害,延长了防排水板本体 8-3 的使用寿命,又提高了整个防排水板的质量和安全性,同时第一保护层 8-2 还能够起到过滤泥沙的作用。

[0070] 本实施例中,相邻两条水平向排水槽 8-6 之间的距离为相邻两条竖向排水槽 8-5 之间的距离的 2 倍。

[0071] 本发明的隧道分流复合式防排水综合系统的施工方法,包括以下步骤:

[0072] 步骤一、围岩防排水系统施工,具体过程为:

[0073] 步骤 101、混凝土预制管 10-1 施工,具体过程为:

[0074] 步骤 1011、在隧道初期支护 9 的施工过程中,在隧道初期支护 9 的底部中间位置处预留用于安装混凝土预制管 10-1 的 U 形排水槽,所述 U 形排水槽沿隧道走向按照 $3\% \sim 5\%$ 的坡度倾斜设置;

[0075] 步骤 1012、将预制的多根混凝土预制管 10-1 分别采用高强尼龙吊装带吊装在中央排水槽内;采用高强尼龙吊装带吊装混凝土预制管 10-1,能够避免伤及混凝土预制管 10-1;

[0076] 步骤 1013、分别校对多根混凝土预制管 10-1 的轴线位置与高程;具体实施时,多根混凝土预制管 10-1 就位后,为防止滚管,应在管两侧适当加两组四个楔形混凝土垫块;

[0077] 步骤 1014、将多根混凝土预制管 10-1 对接并在接口处采用高强型水泥沥青砂浆做密封处理;由于所述 U 形排水槽沿隧道走向按照 $3\% \sim 5\%$ 的坡度倾斜设置,因此多根混凝土预制管 10-1 对接后整体有 $3\% \sim 5\%$ 的排水坡度,能够实现自排水功能;

[0078] 步骤 102、防排水层 8 施工,具体过程为:

[0079] 步骤 1021、对隧道初期支护 9 表面的尖锐异物、锚杆头、钢筋头外露和凹凸不平处进行修凿,并补喷混凝土,使隧道初期支护 9 表面平顺;

[0080] 步骤 1022、沿隧道拱部向两侧边墙的方向在隧道初期支护 9 表面铺设多块对接设置的防排水板,且防排水板在位于混凝土预制管 10-1 顶部的位置处断开,形成防排水层 8;

[0081] 本实施例中,步骤 1022 中多块防排水板采用焊接的方法对接设置,具体的施工过程为:

[0082] 步骤 1022-1、清理需对接的两块防排水板之间的接缝;

[0083] 步骤 1022-2、采用手持焊枪焊接需对接的两块防排水板,并采用止水条进行止水处理;

[0084] 步骤 1022-3、采用充气机对两块防排水板对接处的止水效果进行检测,具体过程

为：在带气压表的充气机一端固定一枚五号针头，将两块防排水板对接处两端密封，并将五号针头的针尖扎入两块防排水板对接处内，充气加压至 0.15MPa ~ 0.2MPa 后，停止充气，当气压能够保持恒压 2min 以上时，判断为止水合格，停止检测；否则，将肥皂水涂于两块防排水板对接处，查看冒泡处并将冒泡处确定为漏气处，在漏气处再次采用止水条进行止水处理，然后重新检测，直至止水合格。

[0085] 步骤 103、盖板 10-2 施工，具体过程为：

[0086] 步骤 1031、清理多根混凝土预制管 10-1 内的施工垃圾；

[0087] 步骤 1032、在防排水层 8 顶部安装多块用于覆盖混凝土预制管 10-1 的顶部敞口的盖板 10-2，并进行多块盖板 10-2 接缝处的补强处理；

[0088] 步骤 1033、清理盖板 10-2 表面，并在盖板 10-2 表面铺设防水砂浆；

[0089] 本发明的防排水层 8 由多块对接设置的防排水板构成，防排水板可以在工厂加工后，进行施工时直接由工厂运送至施工现场，能够实现快速安装就位，与现有技术中隧道的防排水系统施工相比，降低了施工工艺难度，极大地提高了施工速度、施工质量、施工效率，且降低了工程造价，为节约建设投资创造了条件。

[0090] 步骤二、隧道内部排水系统施工，具体过程为：

[0091] 步骤 201、隧道内部排水集水管 1 施工，具体过程为：

[0092] 步骤 2011、在隧道二次衬砌 7 的顶部中间位置处铺设厚度为 10cm ~ 15cm 的混凝土，并用振动棒密实，形成集水管底座 3，所述集水管底座 3 上开有用于安装隧道内部排水集水管 1 的弧形排水槽，所述弧形排水槽沿隧道走向按照 3% ~ 5% 的坡度倾斜设置；

[0093] 步骤 2012、将预制的多根隧道内部排水集水管 1 分别采用高强尼龙吊装带吊装在弧形排水槽内；采用高强尼龙吊装带吊装隧道内部排水集水管 1，能够避免伤及隧道内部排水集水管 1；

[0094] 步骤 2013、分别校对多根隧道内部排水集水管 1 的轴线位置与高程；

[0095] 步骤 2014、将多根隧道内部排水集水管 1 对接并在接口处采用高强型水泥沥青砂浆做密封处理；由于所述弧形排水槽沿隧道走向按照 3% ~ 5% 的坡度倾斜设置，因此多根隧道内部排水集水管 1 对接后整体有 3% ~ 5% 的排水坡度，能够实现自排水功能；

[0096] 步骤 202、左排水管 2-1 和右排水管 2-2 施工，具体过程为：

[0097] 步骤 2021、在多根对接设置的隧道内部排水集水管 1 上打多个用于连接多根左排水管 2-1 的左排水管连接孔和多个用于连接多根右排水管 2-2 的右排水管连接孔，相邻两个左排水管连接孔和相邻两个右排水管连接孔之间的间隔均为 3m ~ 15m；

[0098] 步骤 2022、将多根左排水管 2-1 的一端分别插入多个左排水管连接孔内，并将多根左排水管 2-1 的另一端均向上倾斜延伸至待施工的隧道内路面左侧的左集水槽 4-1 位置处；将多根右排水管 2-2 的一端分别插入多个右排水管连接孔内，并将多根右排水管 2-2 的另一端均向上倾斜延伸至待施工的隧道内路面右侧的右集水槽 4-2 位置处；

[0099] 步骤 203、左集水槽 4-1 和右集水槽 4-2 施工，具体过程为：在进行隧道内路面施工时，在隧道内路面左侧设置左集水槽 4-1，并将多根左排水管 2-1 的端口外露在左集水槽 4-1 内表面上，同时，在隧道内路面右侧设置右集水槽 4-2，并将多根右排水管 2-2 的端口外露在右集水槽 4-2 内表面上；

[0100] 步骤 204、在外露于左集水槽 4-1 内表面上的多根左排水管 2-1 的端口上固定泥沙

过滤网,并外露于右集水槽 4-2 内表面上的多根右排水管 2-2 的端口上固定泥沙过滤网。

[0101] 本发明的隧道分流复合式防排水综合系统的使用方法为:当隧道围岩 5 内部发生积水时,由于水压力作用,水会渗透过隧道初期支护 9 到达防排水层 8,经过防排水板本体 8-3 上的多条竖向排水槽 8-5 和多条水平向排水槽 8-6 对积水进行导流后,积水汇集于围岩排水集水管 10 中,再由围岩排水集水管 10 将积水排出隧道外;隧道内人行道 6 与路面积水汇集于左集水槽 4-1 和右集水槽 4-2 中后,左集水槽 4-1 内的水经过左排水管 2-1 排入隧道内部排水集水管 1 中,右集水槽 4-2 内的水经过右排水管 2-2 排入隧道内部排水集水管 1 中,再由隧道内部排水集水管 1 将积水排出隧道外。

[0102] 本发明防排水板本体 8-3 上设置的多条竖向排水槽 8-5 和多条水平向排水槽 8-6,起到既可以排水,又可以防水的功效;在纵向上自上而下高差明显,水完全可以凭借重力作用实现自排水效果,而通过设置在防排水板本体 8-3 上的多条竖向排水槽 8-5 和多条水平向排水槽 8-6 时,又能够对水流进行导向,人为地改了了水的流向,将自然流向规整为了有序的指定流向,能够有效地解决排水通道间衬砌背后水压和排水通道局部堵塞后衬砌背后地下水排放问题,能够很好地满足隧道工程使用功能防水要求,很好地解决了排水功能。

[0103] 综上所述,本发明中,隧道防排水系统由围岩防排水系统和隧道内部排水系统组成,形成了两套互不影响的防排水系统,实现了围岩防排水和隧道内部排水的分流,从而围岩防排水系统不再穿越隧道二次衬砌,并不与内部排水系统合流,提高了隧道整体防排水效果。隧道初期支护 9 与隧道二次衬砌 7 之间的防排水层 8 由多块对接设置的防排水板构成,综合了防、排水两种功能,解决了目前防排水设施的耐久性问题。本发明在不设隐蔽的渗漏水盲管排水系统的前提下,能够彻底解决隧道裂缝、渗漏、冻胀、积水或结冰等隧道顽疾,实现了可靠防排、灵活处理、长期运行与保证使用的目的。

[0104] 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。

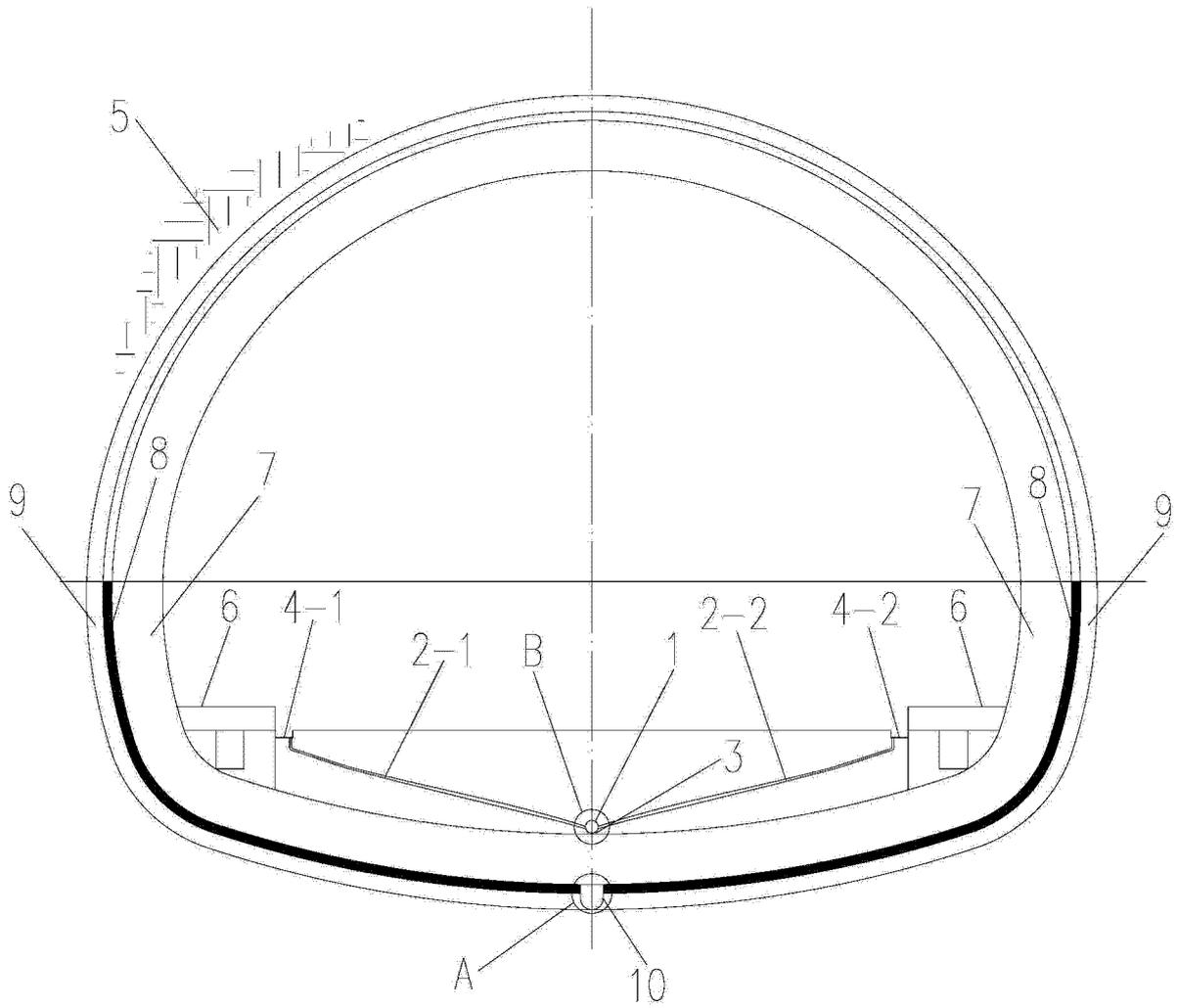


图 1

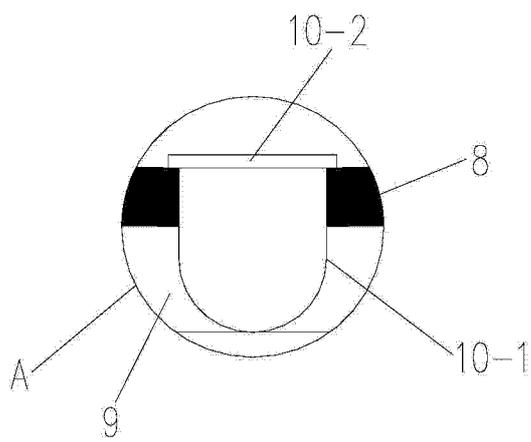


图 2

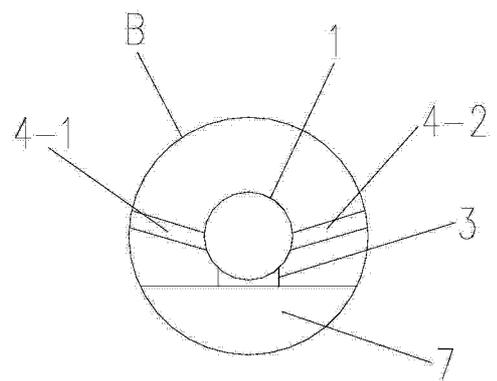


图 3

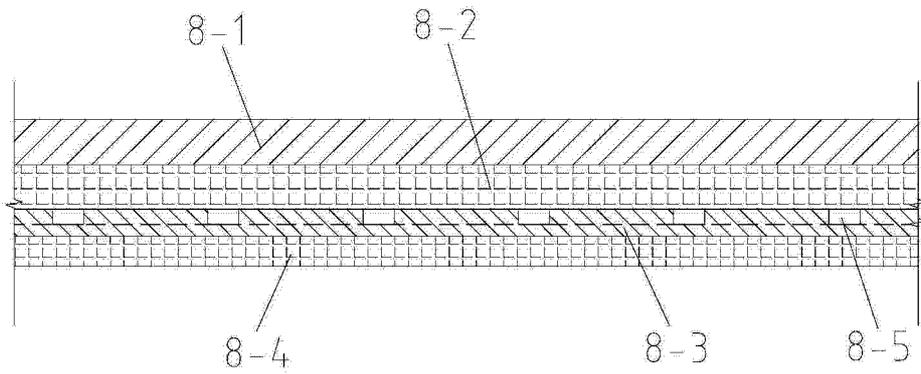


图 4

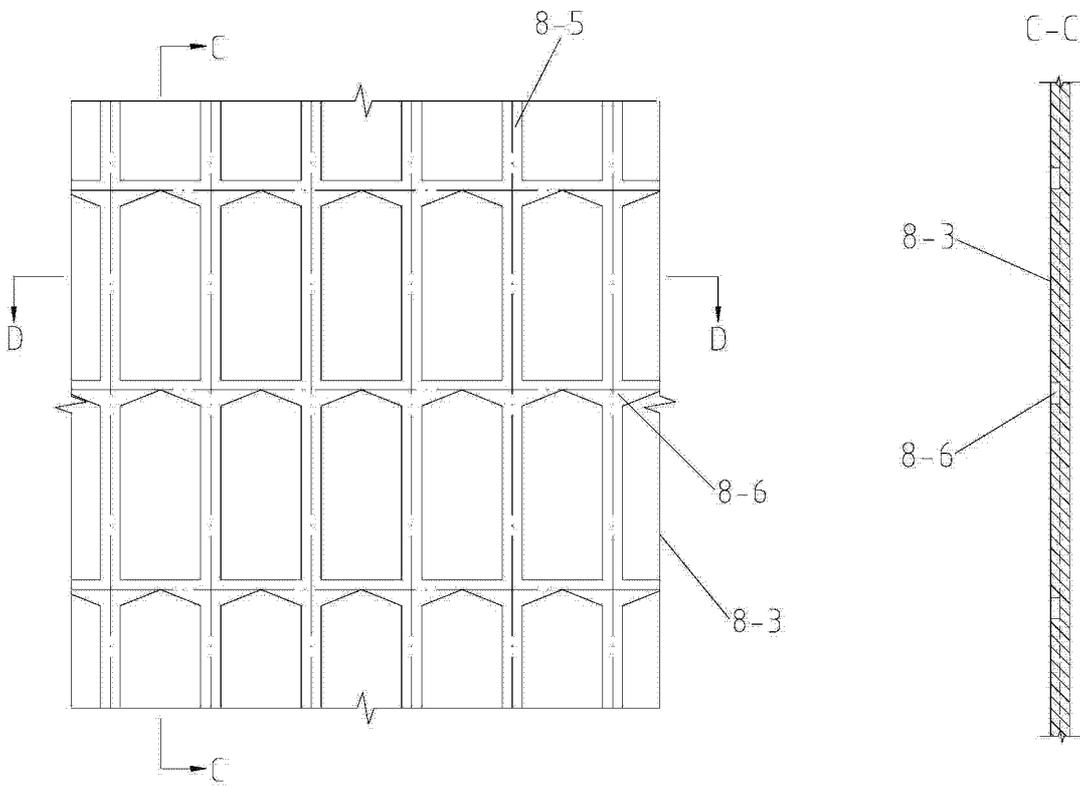


图 5

图 6

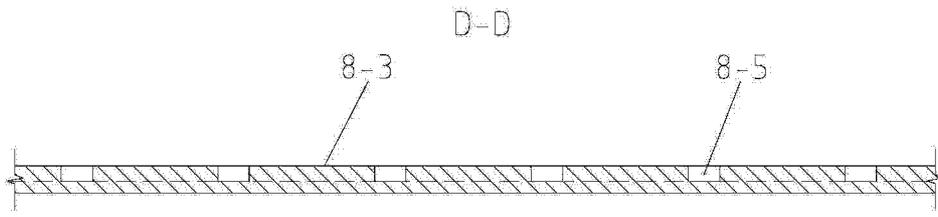


图 7