



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105569058 A

(43) 申请公布日 2016. 05. 11

(21) 申请号 201610086017. 2

(22) 申请日 2016. 02. 16

(71) 申请人 中国建筑第六工程局有限公司  
地址 300451 天津市滨海新区塘沽杭州道  
72 号

(72) 发明人 王安鑫 乔金凤

(74) 专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代  
理事务所 12201

代理人 叶青

(51) Int. Cl.

E02D 17/20(2006. 01)

E02D 3/10(2006. 01)

E01C 11/22(2006. 01)

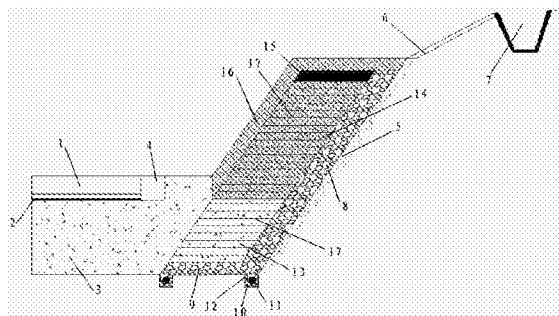
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

## (54) 发明名称

一种膨胀土路堑结构及其施工方法

## (57) 摘要

本发明公开了一种膨胀土路堑结构,包括由上至下依次设置的路面、防水土工布、路基,路基侧面设置有顶部设置有截水沟的边坡,边坡和截水沟间设有防渗土工布,边坡坡面设有边坡渗水层,边坡渗水层和路基之间设置有基础渗水层、碎石土层、膨胀土层和非膨胀性黏土层,基础渗水层底部设置有渗沟,渗沟内设置有两布一膜封层和带孔排水管,碎石土层和膨胀土层内设置有土工格栅。施工方法:超挖边坡;开挖基础渗水层底部基础;开挖渗沟;铺设两布一膜封层,布设排水管;填筑基础渗水层和边坡渗水层;填筑碎石土层和膨胀土层;修整边坡坡面、铺设种植土层;设置截水沟和防渗土工布。本发明较好的解决了膨胀土地区修路的难题,具有较大的推广价值。



1. 一种膨胀土路堑结构,包括由上至下依次设置的路面、防水土工布、路基,所述路面侧面设置有水泥盖板,所述路基侧面设置有顶部设置有截水沟的边坡,其特征在于,所述边坡坡面和截水沟之间设置有防渗土工布,所述边坡坡面设置有边坡渗水层,所述边坡渗水层和路基之间自下而上依次设置有基础渗水层、碎石土层、膨胀土层和非膨胀性黏土层,所述基础渗水层底部设置有渗沟,所述渗沟内设置有两布一膜封层和带孔排水管,所述碎石土层和膨胀土层内均分层设置有土工格栅,所述膨胀土层、非膨胀性黏土层和边坡渗水层的外露部分均设置有种植土层。

2. 根据权利要求1所述的膨胀土路堑结构,其特征在于,所述边坡渗水层和基础渗水层均由碎石构成。

3. 根据权利要求1所述的膨胀土路堑结构,其特征在于,所述渗沟至少设置为一条。

4. 一种上述权利要求1~3任一项所述的膨胀土路堑结构的施工方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1)超挖边坡及清理工作面;

(2)开挖基础渗水层底部基础;

(3)开挖基础渗水层底部纵向渗沟;

(4)铺设渗沟内表面的两布一膜封层,布设渗沟内的排水管;

(5)填筑基础渗水层和边坡渗水层;

(6)在基础渗水层上表面自下而上填筑碎石土层和膨胀土层,在填筑碎石土层和膨胀土层时将填料和土工格栅逐层摊铺、碾压,每层土工格栅的两端均向上反包连接其上一层的土工格栅;

(7)修整边坡坡面、铺设种植土层以及植草绿化;

(8)设置边坡顶部的截水沟和防渗土工布。

## 一种膨胀土路堑结构及其施工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种路堑结构及施工方法,更具体的说,是涉及一种膨胀土路堑结构及其施工方法。

### 背景技术

[0002] 水土流失是目前世界上范围最大且最受关注的生态环境问题。近年来,由于大规模开展基础设施建设,中国已成为全球水土流失最为严重的国家之一。导致水土流失的原因很多,而近年来因公路建设引起水土流失的数量在中国占了相当大的比重,其影响范围之广,破坏程度之大,正逐步引起公路建设沿线的当地政府和工程技术人员的重视。

[0003] 中国是世界上膨胀土分布最广的国家之一,由于膨胀土特殊的工程地质性质,使得在该地区建设基础设施而引起的水土流失比一般地区要严重很多。当前高速公路建设飞速发展,路网向山区和西部地区的快速延伸,使公路膨胀土问题变得越来越突出,膨胀土失水收缩开裂、吸湿膨胀软化,导致在其分布区修路常“逢堑必滑”,严重影响了工程进度和形象。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是为了克服现有技术中的不足,提供一种膨胀土路堑结构及其施工方法,经支护后的边坡能长期稳定、安全可靠性好,较好的解决了膨胀土地区修路的难题,具有较大的推广价值。

[0005] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的。

[0006] 本发明的膨胀土路堑结构,包括由上至下依次设置的路面、防水土工布、路基,所述路面侧面设置有水泥盖板,所述路基侧面设置有顶部设置有截水沟的边坡,所述边坡坡面和截水沟之间设置有防渗土工布,所述边坡坡面设置有边坡渗水层,所述边坡渗水层和路基之间自下而上依次设置有基础渗水层、碎石土层、膨胀土层和非膨胀性黏土层,所述基础渗水层底部设置有渗沟,所述渗沟内设置有两布一膜封层和带孔排水管,所述碎石土层和膨胀土层内均分层设置有土工格栅,所述膨胀土层、非膨胀性黏土层和边坡渗水层的外露部分均设置有种植土层。

[0007] 所述边坡渗水层和基础渗水层均由碎石构成。

[0008] 所述渗沟至少设置为一条。

[0009] 上述膨胀土路堑结构的施工方法,包括以下步骤:

[0010] (1)超挖边坡及清理工作面;

[0011] (2)开挖基础渗水层底部基础;

[0012] (3)开挖基础渗水层底部纵向渗沟;

[0013] (4)铺设渗沟内表面的两布一膜封层,布设渗沟内的排水管;

[0014] (5)填筑基础渗水层和边坡渗水层;

[0015] (6)在基础渗水层上表面自下而上填筑碎石土层和膨胀土层,在填筑碎石土层和

膨胀土层时将填料和土工格栅逐层摊铺、碾压,每层土工格栅的两端均向上反包连接其上一层的土工格栅;

[0016] (7)修整边坡坡面、铺设种植土层以及植草绿化;

[0017] (8)设置边坡顶部的截水沟和防渗土工布。

[0018] 与现有技术相比,本发明的技术方案所带来的有益效果是:

[0019] (1)本发明中,边坡顶部设置有防渗土工布和截水沟,边坡坡面设置有坡面防渗层,坡面防渗层与路基之间设置有基础防渗层,基础防渗层底部设置有渗沟,渗沟内设置有两布一膜封层和带孔排水管,实现对边坡土体保湿防渗,使边坡土体的吸湿膨胀大为减小,从而消除坍塌失稳破坏;

[0020] (2)本发明中,基础防渗层上表面由下至上依次设置有碎石土层、膨胀土层和非膨胀性黏土层,碎石土层和膨胀土层内均分层设置有土工格栅,施工工艺简单,操作方便,不需要添置专用机械设备,整个建造过程除土工格栅的摊铺、张拉及反包作业需人工配合以外,其余工作全部可机械化施工,所用材料及施工成本均较低,施工安全、进度快,易于推广应用;

[0021] (3)本发明中,膨胀土层、非膨胀性黏土层和边坡渗水层的外露部分均设置有种植土层,用于种植各种植物,对边坡进一步进行保护,防止滑塌;

[0022] (4)本发明中,膨胀土层中的填料是就近利用坍塌和修整边坡的膨胀土,大大减少了土方的开挖和运输量,能显著降低工程施工带来的水土流失,节能环保,产生极佳的经济和社会效益。

[0023] (5)本发明中,在填筑碎石土层和膨胀土层时将填料和土工格栅逐层摊铺、碾压,每层土工格栅的两端均向上反包连接其上一层的土工格栅,能够保证碎石土层和膨胀土层的整体性并防止其坡面填料被水流冲刷。

## 附图说明

[0024] 图1是本发明的结构示意图。

[0025] 附图标记:1路面;2防水土工布;3路基;4水泥盖板;5边坡;6防渗土工布;7截水沟;8边坡渗水层;9基础渗水层;10渗沟;11排水管;12两布一膜封层;13碎石土层;14膨胀土层;15非膨胀性黏土层;16种植土层;17土工格栅。

## 具体实施方式

[0026] 下面结合附图对本发明作进一步的描述。

[0027] 如图1所示,本发明的膨胀土路堑结构,包括由上至下依次设置的路面1、防水土工布2、路基3,所述路面1侧面设置有水泥盖板4,所述路基3侧面设置有顶部设置有截水沟7的边坡5,所述边坡5坡面和截水沟7之间设置有防渗土工布6,所述边坡5坡面设置有边坡渗水层8,所述边坡渗水层8可由碎石构成,所述边坡渗水层8顶部可设置有防渗土工布6。所述边坡渗水层8和路基3之间自下而上依次设置有基础渗水层9、碎石土层13、膨胀土层14和非膨胀性黏土层15,所述基础渗水层9可由碎石构成,所述基础渗水层9设置于边坡渗水层8底部和路基3底部之间,所述基础渗水层9下表面可铺设两布一膜封层,所述基础渗水层9底部设置有渗沟10,所述渗沟10至少设置为一条,最好设置为两条,设置于基础渗水层9的两侧,所

述渗沟10内设置有两布一膜封层12和带孔排水管11,所述排水管11可选用PVC管,所述排水管11外表面可包裹有防水土工布,所述排水管11和渗沟10之间的缝隙可填充碎石土。所述碎石土层13高度低于路床高度,所述碎石土层13和膨胀土层14内均分层设置有土工格栅17,所述膨胀土层14、非膨胀性黏土层15和边坡渗水层8的外露部分均设置有种植土层16。

[0028] 上述膨胀土路堑结构的施工方法,包括以下步骤:

[0029] (1)超挖边坡及清理工作面。

[0030] 按照边坡5的设计横断面进行施工放样。

[0031] 以原设计边坡的坡脚即为起点,根据边坡开挖的变形情况,确定坡底消(挖)方的水平宽度;①滑塌区范围大于设计图膨胀土层14宽度,清至边坡5滑塌松方与未滑边界面上;②未滑塌或滑塌区域小于设计图膨胀土层14宽度,按设计图膨胀土层14宽度(3.5m+0.5m边坡渗水层8宽度)放样进行超挖,挖方的坡率与边坡5的设计坡率相同,可按1:1.5。挖出的膨胀土放于路床附近的指定位置,以备用于膨胀土层14的回填料。

[0032] (2)开挖基础渗水层9底部基础。

[0033] 基础开挖深度为原路床的换填深度,开挖宽度是从设计坡脚线起算,沿路基横断面向原边坡内侧挖4.0m,开挖过程中,若基础部位出现松土,需全部清干净至坚硬的土层;基坑上部土体有松动滑塌现象时,要及时对松动滑塌部位进行清理和加固;基坑若出现滑动软化现象,可采用换填好土或利用石灰、水泥改良膨胀土,再分层填筑压实的方法处理。基础开挖处理完成后,及时用压路机对基底实施静压,压实度要求 $\geq 90\%$ ,基础应该碾压成向边坡内倾的斜面,其倾斜坡比为4%。

[0034] (3)开挖基础渗水层9底部纵向渗沟。

[0035] 完成基础开挖工序后,采用人工或挖掘机在基础横断面两端部开挖50cm\*50cm纵向渗沟10,渗沟10沿路线向两侧挖至路基3填挖交界处,并与引接边沟水的排水沟相连。渗沟10的顶部位于基础渗水层9底部。施工时,若遇到土层滑塌软化的情况,则要换填好土,或用石灰、水泥改良膨胀土,再分层夯实至渗沟10的基底设计标高。要求渗沟10沟底平整并可由挖方段中部向两头设3%沟底纵坡,保证水流能畅通顺利排出。

[0036] (4)铺设渗沟10内表面的两布一膜封层12,布设渗沟10内的排水管11。

[0037] 基础及渗沟10均开挖好后,在渗沟10的内表面均铺设两布一膜封层12,做好防渗工作,也可在基础的上表面铺设两布一膜封层,接着在渗沟10底部沿纵向布设 $\Phi 10\text{cm}$ 带孔PVC排水管11作为排水通道,盲沟管需要用U型钉连接固定,并用防水土工布包裹。排水通道布置完毕后,用机械或人工将碎石填于渗沟10内。

[0038] (5)填筑基础渗水层9和边坡渗水层8。

[0039] 采用人工或机械在边坡5坡面铺设边坡渗水层8,在挖好的基础上铺设基础渗水层9,基础渗水层9的厚度需要根据边坡渗水层8的厚度进行铺设,以保证基础渗水层9和边坡渗水层8的贯通。为防止边坡5地下水渗入路床,可在基础渗水层9的上表面和边坡渗水层8侧面铺设一层二布一膜防渗土工布。压路机对碎石土层13和膨胀土层14的填料碾压时,注意不对边坡渗水层8施压,以确保边坡渗水层8和基础渗水层9上下贯通。

[0040] (6)在基础渗水层9上表面自下而上填筑碎石土层13和膨胀土层14,在填筑碎石土层13和膨胀土层14时将填料和土工格栅17逐层摊铺、碾压,每层土工格栅17的两端均向上反包连接其上一层的土工格栅17。

[0041] 在摊铺土工格栅17前,先确定需摊铺的平面位置,成捆的土工格栅17应根据所在层位的设计宽度进行裁剪,下料长度必须满足设计(含反包)长度要求。土工格栅17的连接采用搭接,搭接长度为40cm,采用冷拔丝制作的U形钉将搭接处两层土工格栅17固定于下承压土层内;采用土工连接棒将下层的土工格栅17与上层的土工格栅17连接,连接棒布设的部位距离下层土工格栅17端部应至少需2~3个筋带宽。沿路线方向的相邻两片土工格栅17的连接也必须搭接,其搭接宽度应保证不少于5cm,同样采用U型钉将相邻两片土工格栅17固定于下承压层的填料内。

[0042] 因碎石土层13和膨胀土层14的坡面均无面板设计,为保证碎石土层13和膨胀土层14的整体性并防止坡面填料被水流冲刷,需用下层两端预留长度的土工格栅17将其上填筑压实后的填料沿碎石土层13和膨胀土层14的坡面反包,其操作是用自制的多齿排钩将反包后的土工格栅17向坡内沿主筋方向张紧,并及时用U型钉将其固定于填料层。土工格栅17铺设时注意需用力将土工格栅17张紧,不得有褶皱,也不能出现卷曲或折曲现象,用人工拉紧土工格栅17使之产生1%~2%的伸长率,确保土工格栅17有一定的预拉应力,以有效约束工作过程中填料的收缩开裂与体积膨胀。土工格栅17张紧后迅速用U型钉将其固定于已碾压的填料中,U型钉尽量钉在土工格栅17同一受拉断面上。

[0043] 填料分为两种:一种用于路床顶面以下碎石土层13的填筑,主要采用从附近山上专门料场开挖的碎石土,填料开挖需实施人工爆破,要求先彻底清除料场表面耕植土、草皮等杂物后,再取土用自卸车将其运至施工现场;另一种填料用于路床顶面以上的膨胀土层14的填筑,通常直接利用将开挖基础的开挖土或邻近堑坡的超挖土,以及其他需废弃的膨胀土。

[0044] 为保证碎石土层13和膨胀土层14的坡面及坡比均满足设计要求,分层填筑碎石土层13和膨胀土层14时需超宽20~30cm,然后通过放线刷坡,要求刷方后的坡面平整、无棱角。当反包区域内出现比较松散部位时,需用人工夯实或采用挖掘机的料斗重新至于实再刷坡,保证柔性支护的板比为1:1.5;每层土工格栅17上的填料施工分两层进行,单层虚铺厚度30cm,压实的厚度25cm;按压实层厚50cm摊铺一层土工格栅,并顺主筋方向对夯实区实施反包。

[0045] 填料按分层厚度30cm逐层摊铺填筑并碾压。注意自卸卡车和推土机且不能直接在已平铺就位的土工格栅17上行走,自卸卡车要在铺好的土工格栅17外边缘倒卸填料,用轻型推土机配合,采用循序渐进法卸土、摊铺、推进。对块度过大的填料,采取现场破碎或丢弃的措施处理,保证膨胀土的块度不超过15cm。注意摊铺在坡面处土工格栅17反包区的填料应尽量采用细粒土,以方便土工格栅17反包和坡面修整施工作业。在碾压好的填料层上填第二层填料的摊铺作业按正常路基填筑施工,控制其松铺厚度为30cm;每层填料摊铺完后用轻型推土机找平,以保证摊铺厚度均匀一致。

[0046] 填筑碎石土层13和膨胀土层14的碾压施工作业以施工前开展试验确定的碾压遍数来进行控制。根据现场试验结果,膨胀土采用15t的光轮压路机碾压4~5遍即可达到80%以上压实度,为加快施工速度和保证质量,需随即进行碾压效果抽检。碾压作业遵循“先轻后重”的原则,先静压稳定填料位后逐渐加大击振力度;压路机的行驶速度控制在2.5~3.0km/h的范围内,碾压太快或太慢均不利于保证施工质量与安全。

[0047] (7)修整边坡5坡面、铺设种植土层16以及植草绿化。

[0048] 为防止土工格栅17反包区外侧填料出现不规则凸起,同时方便施工现场人工修整边坡5坡面作业,专门制作了一木制边坡模板。当边坡5填筑压实局部出现凸起时,根据模板由人工将其整修出曲面形状,避免实施土工格栅17反包时受到棱角处损伤。

[0049] 为防止土工格栅17反包区长时间暴露易老化影响使用寿命,同时保证能有效实施坡面植被绿化,碎石土层13和膨胀土层14分层填筑完工后,应尽快在土工格栅17反包区表面培植30cm厚非膨胀性种植土,正确的做法是随膨胀土层14逐渐填高的施工进度,由下而上培填非膨胀性种植土并拍实而成。

[0050] 膨胀土层14筑做至设计高度后,需对其顶部实施封闭处理,采用1:1.75坡率,用非膨胀性黏土填筑,其压实度按《公路路基设计规范》规定达到90%以上。非膨胀性黏土层16上部和边坡渗水层8顶部换填种植土层16(50cm左右)并进行压实处理。

[0051] (8)设置边坡5顶部的截水沟和防渗土工布

[0052] 在距种植土层16边缘不小于5m处设置截水沟7,拦截并排除山坡地表和地下水。截水沟7下部还可设置渗沟,且采用人工开挖沟坑,按设计图纸要求铺设防渗土工膜,安放软式透水管(钢环外包透水土工布形成的管子)和回填碎石,渗沟顶回填山坡表层土夯实后砌筑截水沟7。渗沟和截水沟7沟底均需平整且纵坡不小于0.5%,渗沟起、终端分别设一字墙出水口,以利于排水及时、顺畅。

[0053] 在种植土层16边缘和截水沟7之间铺设防渗土工布6,其铺设宽度不小于5m,并在其上铺填30cm以上厚度的种植土,植草绿化;注意铺防渗土工布6前,需先修整坡面,发现裂隙要填塞严实。

[0054] 尽管上面结合附图对本发明的功能及工作过程进行了描述,但本发明并不局限于上述的具体功能和工作过程,上述的具体实施方式仅仅是示意性的,而不是限制性的,本领域的普通技术人员在本发明的启示下,在不脱离本发明宗旨和权利要求所保护的范围情况下,还可以做出很多形式,这些均属于本发明的保护之内。

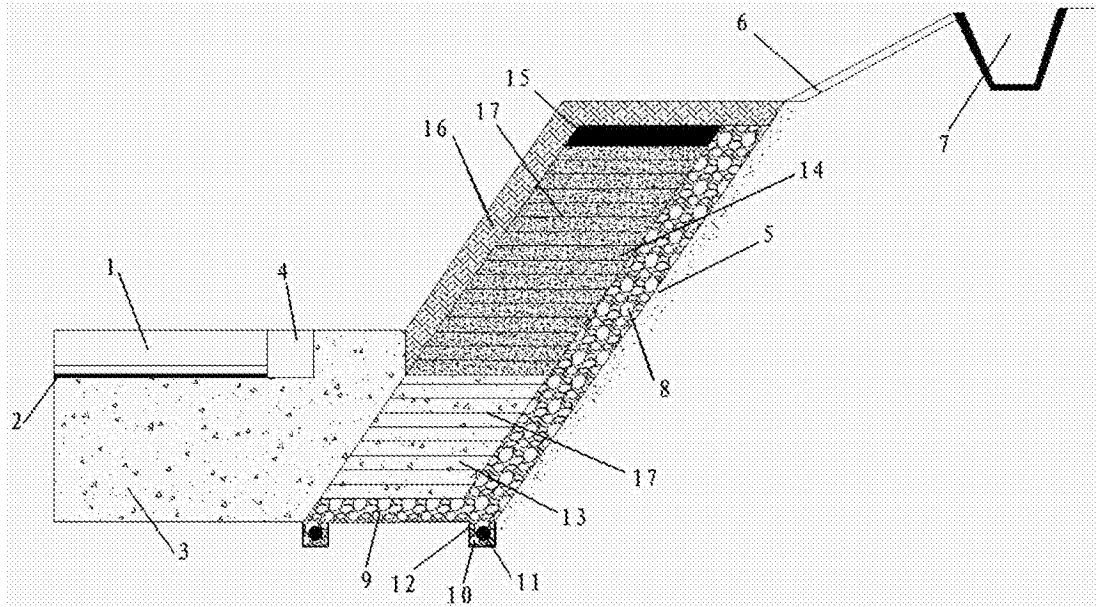


图1