



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115125782 B
(45) 授权公告日 2025. 04. 18

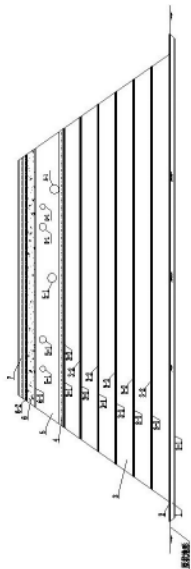
(21) 申请号 202210759659.X
(22) 申请日 2022.06.30
(65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 115125782 A
(43) 申请公布日 2022.09.30
(73) 专利权人 中国市政工程西北设计研究院有
 限公司
 地址 730000 甘肃省兰州市城关区定西路
 459号
(72) 发明人 吴平 朱武权 马国纲 蔡全辉
 杨玉艳 张宁 张明军 王浩
 罗将
(74) 专利代理机构 甘肃省知识产权事务中心代
 理有限公司 62100
 专利代理师 王梦娜

(51) Int.Cl.
 E01C 3/00 (2006.01)
 E01C 3/04 (2006.01)
 E01C 3/06 (2006.01)
(56) 对比文件
 CN 107747262 A, 2018.03.02
 CN 113969524 A, 2022.01.25
 CN 218492175 U, 2023.02.17
 审查员 祝陆彬

权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称
 一种红砂岩高填方道路路基结构及施工方法

(57) 摘要
 本发明公开了一种红砂岩高填方道路路基结构及施工方法,属于土木工程领域,解决了红砂岩填方路基易出现不均匀沉降及开裂的问题。本发明包括由下至上依次设置的原状土基处理层、基底复合土工布、高填方路基回填层、路基加强防渗层、路堤回填层、路床回填层和路面结构层;高填方路基回填层内间隔设有多层强夯补强层,每层强夯补强层顶部设有路基内三向土工格栅。施工方法:依次施工原状土基处理层、基底复合土工布、高填方路基回填层、路基加强防渗层、路堤回填层、路床回填层和路面结构层。本发明对红砂岩高填方道路路基的沉降、变形具有很好的控制效果,从而防止路基沉陷,解决了红砂岩遇水软化的问题,保障了道路路基自身承载能力。



1. 一种红砂岩高填方道路路基施工方法,其特征在于:包括以下步骤:

S1、施工原状土基处理层(1):采用强夯机对清表后的土基进行强夯处理形成土基底强夯处理层(1-1),强夯结束后使用压路机对土基进行平整化处理,然后回填清表范围,地形土基采用破碎后的红砂岩掺质量分数为30%~40%的素土,并且采用分层回填碾压工艺,每层回填厚度不超过30cm;原状土基处理层(1)的压实度 $\geq 92\%$;

S2、施工基底复合土工布(2):将基底复合土工布(2)展平铺筑在施工原状土基处理层(1)上方;

S3、施工高填方路基回填层(3):高填方路基回填层(3)铺筑于施工基底复合土工布(2)上方,采用破碎后的红砂岩掺质量分数为30%~40%的素土分层回填碾压,每层回填厚度不超过30cm,每填筑4m~6m采用夯能级 $1000\text{KN}\cdot\text{m}$ ~ $2000\text{KN}\cdot\text{m}$ 进行补夯形成强夯补强层(3-1),然后展平铺筑路基内三向土工格栅(3-2);

S4、施工路基加强防渗层(4):路基加强防渗层(4)铺筑于高填方路基回填层(3)上方,采用水泥砂砾土回填,厚度30~50cm;路基加强防渗层(4)的压实度 $\geq 95\%$ 、7天无侧限抗压强度 $\geq 0.8\text{MPa}$;

S5、施工路堤回填层(5):路堤回填层(5)铺筑于路基加强防渗层(4)上方,采用破碎后的红砂岩掺质量分数为30%~40%的素土分层回填碾压,破碎的红砂岩粒径范围为 0.075mm ~ 100mm ,每层回填压实厚度不超过30cm;路堤回填层(5)的压实度 $\geq 93\%$,承载力应 $\geq 150\text{Kpa}$;然后进行管沟反开挖,并埋设市政管道(5-1);

S6、施工路床回填层(6)和路面结构层(7):在路堤回填层(5)上展平铺筑路床底复合土工布(6-1);路床回填层(6)铺筑于路床底复合土工布(6-1)上方,采用破碎后的红砂岩掺质量分数为70%~80%的素土分层回填碾压,破碎的红砂岩粒径范围为 0.075mm ~ 100mm ,每层回填压实厚度不超过30cm;路床回填层(6)的压实度 $\geq 95\%$,承载力应 $\geq 160\text{Kpa}$;在路床回填层(6)顶部展平铺筑路床顶三向土工格栅(6-2),之后铺筑路面结构层(7)。

2. 根据权利要求1所述的一种红砂岩高填方道路路基施工方法,其特征在于:在步骤S1中,强夯处理方法是:点夯能级采用 $4000\text{KN}\cdot\text{m}$ ~ $6000\text{KN}\cdot\text{m}$,点夯10击,满夯能级采用 $1500\text{KN}\cdot\text{m}$ ~ $2000\text{KN}\cdot\text{m}$;点夯至少两遍,满夯至少一遍。

3. 根据权利要求2所述的一种红砂岩高填方道路路基施工方法,其特征在于:在步骤S1中,点夯时,相邻主夯点(9)的间距为5~6m,相邻副夯点(8)的间距为5~6m。

4. 根据权利要求1-3中任一项所述的一种红砂岩高填方道路路基施工方法,其特征在于:所述基底复合土工布(2)和路床底复合土工布(6-1)均采用两布一膜,规格为 $400\text{g}/\text{m}^2$ ~ $500\text{g}/\text{m}^2$ 。

5. 根据权利要求4所述的一种红砂岩高填方道路路基施工方法,其特征在于:在步骤S3中,路基内三向土工格栅(3-2)横向搭接20cm、纵向搭接30cm,搭接处采用U型钢筋钉锚固于高填方路基回填层(3)路基土中。

6. 根据权利要求5所述的一种红砂岩高填方道路路基施工方法,其特征在于:在步骤S6中,路床顶三向土工格栅(6-2)横向搭接20cm、纵向搭接30cm,搭接处采用U型钢筋钉锚固于路床回填层(6)中。

一种红砂岩高填方道路路基结构及施工方法

技术领域

[0001] 本发明属于土木工程领域,具体涉及一种红砂岩高填方道路路基结构及施工方法。

背景技术

[0002] 红砂岩是我国广泛分布的岩石之一,不同地区的红砂岩颗粒组成、矿物组成、化学成分及微观结构各不相同,其物理力学性能和工程力学性质也各不相同。

[0003] 我国西北地区广泛分布古近系和新近系地层,红砂岩的沉积年代相对较新,黄土层下面的红砂岩基岩岩性较弱,结构松散,遇水易软化、崩解、流塑性强、暴露地表易风化等特性。该地区红砂岩在干湿循环作用下易发生膨胀崩解破碎、软化或者泥化,工程稳定性变差,难以控制其施工质量,是一种不良的路基填料。已建的道路、铁路、边坡及隧道等工程常出现各种病害问题,不均匀沉降及开裂等病害一直是红砂岩填方路基普遍存在和突出的问题,对行车的安全性、舒适性和地下管线的安全运营造成了极不利的影响。而产生这些病害的主要原因是红砂岩填料在填筑前未得到有效的处理(例如红砂岩崩解不彻底),或在填筑施工过程中压实不足,或是通车后在荷载、雨水、管线漏水等因素的共同作用下引起路基发生沉陷。因此,高效安全的红砂岩高填方道路路基处置结构及施工方法亟待工程技术领域研究人员提出。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种红砂岩高填方道路路基结构,以解决红砂岩填方路基易出现不均匀沉降及开裂的问题。

[0005] 本发明的另一目的是提供一种红砂岩高填方道路路基施工方法。

[0006] 本发明的技术方案是一种红砂岩高填方道路路基结构,其特征在于:包括由下至上依次设置的原状土基处理层、基底复合土工布、高填方路基回填层、路基加强防渗层、路堤回填层、路床回填层和路面结构层;高填方路基回填层内间隔设有多层强夯补强层,每层强夯补强层顶部设有路基内三向土工格栅。

[0007] 作为本发明的进一步改进,原状土基处理层底部设有土基底强夯处理层。

[0008] 作为本发明的进一步改进,路床回填层底部设有路床底复合土工布,路床回填层顶部设有路床顶三向土工格栅。

[0009] 作为本发明的进一步改进,路堤回填层内埋设有市政管道。

[0010] 一种红砂岩高填方道路路基施工方法,包括以下步骤:

[0011] S1、施工原状土基处理层:采用强夯机对清表后的土基进行强夯处理形成土基底强夯处理层,强夯结束后使用压路机对土基进行平整化处理,然后回填清表范围,地形土基采用破碎后的红砂岩掺质量分数为30%~40%的素土,并且采用分层回填碾压工艺,每层回填厚度不超过30cm;原状土基处理层的压实度 $\geq 92\%$;

[0012] S2、施工基底复合土工布:将基底复合土工布展平铺筑在施工原状土基处理层上

方;

[0013] S3、施工高填方路基回填层:高填方路基回填层铺筑于施工基底复合土工布上方,采用破碎后的红砂岩掺质量分数为30%~40%的素土分层回填碾压,每层回填厚度不超过30cm;每填筑4m~6m采用夯能级1000KN·m~2000KN·m进行补夯形成强夯补强层,然后展平铺筑路基内三向土工格栅,展平铺筑三向土工格栅后提高了红砂岩高填方路基整体力学性能,控制了红砂岩高填方路基的不均匀沉降;

[0014] S4、施工路基加强防渗层:路基加强防渗层铺筑于高填方路基回填层上方,采用水泥砂砾土回填,厚度30~50cm;路基加强防渗层的压实度 $\geq 95\%$ 、7天无侧限抗压强度 $\geq 0.8\text{MPa}$;

[0015] S5、施工路堤回填层:路堤回填层铺筑于路基加强防渗层上方,采用破碎后的红砂岩掺质量分数为30%~40%的素土分层回填碾压,破碎的红砂岩粒径范围为0.075mm~100mm,每层回填压实厚度不超过30cm;路堤回填层(5)的压实度 $\geq 93\%$,承载力应 $\geq 150\text{Kpa}$;然后进行管沟反开挖,并埋设市政管道;

[0016] S6、施工路床回填层和路面结构层:在路堤回填层上展平铺筑路床底复合土工布;路床回填层铺筑于路床底复合土工布上方,采用破碎后的红砂岩掺质量分数为70%~80%的素土分层回填碾压,破碎的红砂岩粒径范围为0.075mm~100mm,每层回填压实厚度不超过30cm;路床回填层的压实度 $\geq 95\%$,承载力应 $\geq 160\text{Kpa}$;在路床回填层顶部展平铺筑路床顶三向土工格栅,之后铺筑路面结构层。

[0017] 作为本发明的进一步改进,在步骤S1中,强夯处理方法是:点夯能级采用4000KN·m~6000KN·m,点夯10击,满夯能级采用1500KN·m~2000kN·m;点夯至少两遍,满夯至少一遍。

[0018] 作为本发明的进一步改进,在步骤S1中,点夯时,相邻主夯点的间距为5~6m,相邻副夯点的间距为5~6m。

[0019] 作为本发明的进一步改进,基底复合土工布和路床底复合土工布均采用两布一膜,规格为400g/m²~500g/m²。

[0020] 作为本发明的进一步改进,在步骤S3中,路基内三向土工格栅横向搭接20cm、纵向搭接30cm,搭接处采用U型钢筋钉锚固于高填方路基回填层路基土中。

[0021] 作为本发明的进一步改进,在步骤S6中,路床顶三向土工格栅横向搭接20cm、纵向搭接30cm,搭接处采用U型钢筋钉锚固于路床回填层中。

[0022] 本发明的有益效果是:

[0023] 1. 本发明一种红砂岩高填方道路路基结构提高了红砂岩高填方道路路基整体力学性能,同时通过设置原状土基处理层内的土基底强夯处理层、高填方路基回填层内的多层强夯补强层及路基内三向土工格栅、水泥砂砾土铺筑的施工路基加强防渗层,对红砂岩高填方道路路基的沉降、变形具有很好的控制效果,从而防止路基沉陷。高填方路基回填层中设置多层强夯补强层,可保证回填土体的压实度、减小回填土体的空隙率;设置多层路基内三向土工格栅可尽量避免高填方土体的不均匀沉降。

[0024] 2. 本发明通过对各结构层次中红砂岩的粒径进行合理控制,对各结构层次的回填严实工艺进行合理设计,保障了道路路基的压实度,防止发生路基沉陷。

[0025] 3. 本发明在原状土基处理层顶部和路床回填层底部各设置了一层复合土工布,

在市政管道下方设置了路基加强防渗层,防水效果好,解决了红砂岩遇水软化的问题,保障了道路路基自身承载能力和消除填筑区域及原红砂岩地基的工后沉降。

[0026] 4. 本发明施工方法简单,避免了红砂岩的大量外运弃方,节省工程投资,施工简单、工期短,自然环境和社会环境影响小。

附图说明

[0027] 图1为本发明一种红砂岩高填方道路路基结构的结构示意图;

[0028] 图2为本发明一种红砂岩高填方道路路基施工方法的流程图;

[0029] 图3为本发明一种红砂岩高填方道路路基施工方法的步骤S1中主夯点和副夯点的布置图。

[0030] 图中:1为原状土基处理层;1-1为土基底强夯处理层;2为基底复合土工布;3为高填方路基回填层;3-1为强夯补强层;3-2为路基内三向土工格栅;4为路基加强防渗层;5为路堤回填层;5-1为市政管道;6为路床回填层;6-1为路床底复合土工布;6-2为路床顶三向土工格栅;7为路面结构层;8为副夯点;9为主夯点。

具体实施方式

[0031] 以下结合附图和具体实施方式对本发明进行进一步详细说明。

[0032] 如图1所示,一种红砂岩高填方道路路基结构,包括由下至上依次设置的原状土基处理层1、基底复合土工布2、高填方路基回填层3、路基加强防渗层4、路堤回填层5、路床回填层6和路面结构层7;高填方路基回填层3内间隔设有多层强夯补强层3-1,每层强夯补强层3-1顶部设有路基内三向土工格栅3-2。

[0033] 原状土基处理层1底部设有土基底强夯处理层1-1。

[0034] 路床回填层6底部设有路床底复合土工布6-1,路床回填层6顶部设有路床顶三向土工格栅6-2。

[0035] 路堤回填层5内埋设有市政管道5-1。

[0036] 实施例1、

[0037] 图2示出了本发明方法的操作流程。

[0038] 兰州经济技术开发区尚无处理红砂岩高填方道路路基的相关经验,利用本发明方法进行处理,包括以下步骤:

[0039] S1、施工原状土基处理层1:土基清表厚度40~60cm,清表范围为路基坡脚外3m;然后采用强夯机对清表后的土基进行强夯处理形成土基底强夯处理层1-1,强夯处理方法是:点夯能级采用4000KN·m~6000KN·m,点夯10击,满夯能级采用1500KN·m~2000kN·m,点夯至少两遍,满夯至少一遍,点夯时,如图3所示,按照一排主夯点9、一排副夯点8交替布置,相邻主夯点9的间距D为5~6m,相邻副夯点8的间距D为5~6m,满夯时对应的夯点间距采用夯印彼此搭接1/4(对于圆底夯锤,可按夯锤直径的1/4进行搭接),强夯的收锤标准为最后两击之间的平均夯沉量不大于50mm;强夯结束后使用压路机对土基进行平整化处理,然后回填清表范围,本层清除了腐殖土,增强了土基承载力,提升了土基抗变形能力;地形土基采用破碎后的红砂岩掺质量分数为30%~40%的素土,并且采用分层回填碾压工艺,每层回填厚度不超过30cm;原状土基处理层1的压实度 $\geq 92\%$;

[0040] S2、施工基底复合土工布2:将基底复合土工布2展平铺筑在施工原状土基处理层1上方,防止地下水渗入路基,造成填筑的红砂岩软化和路基沉陷变形;

[0041] S3、施工高填方路基回填层3:高填方路基回填层3铺筑于施工基底复合土工布2上方,采用破碎后的红砂岩(粒径范围为0.075mm~150mm)掺质量分数为30%~40%的素土分层回填碾压,每层回填厚度不超过30cm,压路机采用12吨以上的振动压路机;每填筑4m~6m采用夯能级1000KN·m~2000KN·m进行补夯形成强夯补强层3-1,压实度不小于设计和规范要求的92%,然后展平铺筑路基内三向土工格栅3-2;路基内三向土工格栅3-2(规格为TX190L,)横向搭接20cm、纵向搭接30cm,搭接处采用U型钢筋钉锚固于高填方路基回填层3路基土中,路基内三向土工格栅3-2在纵向(0°)、斜向(30°)、斜向(60°)、横向(90°)力学性能在2%应变下质控拉伸模量 $\geq 150\text{KN/m}$;

[0042] S4、施工路基加强防渗层4:路基加强防渗层4铺筑于高填方路基回填层3上方,路基加强防渗层4位于道路最大埋深市政管道5-1底部,距离路面结构层7底部4m~6m,采用水泥砂砾土(水泥、砂砾、土的质量比为8:22:70)回填,厚度30~50cm;分层回填压实厚度不超过30cm,压路机采用12吨以上的振动压路机;路基加强防渗层(4)的压实度 $\geq 95\%$ 、7天无侧限抗压强度 $\geq 0.8\text{MPa}$;施工路基加强防渗层4的设置提高了路基防渗效果和路基承载能力,保障了红砂岩高填方道路路基的稳定性;

[0043] S5、施工路堤回填层5:路堤回填层5铺筑于路基加强防渗层4上方,采用破碎后的红砂岩掺质量分数为30%~40%的素土分层回填碾压,破碎的红砂岩粒径范围为0.075mm~100mm,并且有良好的级配,每层回填压实厚度不超过30cm;压路机采用12吨以上的振动压路机,市政管道5-1顶50cm范围内采用小型机具压实;路堤回填层5的压实度 $\geq 93\%$,承载力应 $\geq 150\text{Kpa}$;然后进行管沟反开挖,并埋设市政管道5-1;路堤回填层5内市政管线5-1众多,压实回填难度较大,并且存在道路路基工作区附加应力,为保障路堤回填层5的压实度及承载力,因此提高了破碎红砂岩粒径范围要求和压实度指标要求,以尽量保证路基范围的整体性和完整性;

[0044] S6、施工路床回填层6和路面结构层7:在路堤回填层5上展平铺筑路床底复合土工布6-1;路床回填层6(厚度1.2m,)铺筑于路床底复合土工布6-1上方,采用破碎后的红砂岩掺质量分数为70%~80%的素土分层回填碾压,破碎的红砂岩粒径范围为0.075mm~100mm,并且有良好的级配,每层回填压实厚度不超过30cm;压路机采用12吨以上的振动压路机;路床回填层6的压实度 $\geq 95\%$,承载力应 $\geq 160\text{Kpa}$;在路床回填层6顶部展平铺筑路床顶三向土工格栅6-2,路床顶三向土工格栅6-2(规格为TX190L,)横向搭接20cm、纵向搭接30cm,搭接处采用U型钢筋钉锚固于路床回填层6中,路床顶三向土工格栅6-2在纵向(0°)、斜向(30°)、斜向(60°)、横向(90°)力学性能在2%应变下质控拉伸模量 $\geq 150\text{KN/m}$;之后铺筑路面结构层7。路床回填层6作为道路路基直接工作区,进一步提高了破碎红砂岩粒径范围要求和压实度指标要求,路床回填层6底部设置路床底复合土工布6-1,保证了防水效果,路床回填层6底部顶部设置路床顶三向土工格栅6-2,提高了承载力和控制了路基的不均匀沉降。

[0045] 基底复合土工布2和路床底复合土工布6-1均采用两布一膜,规格为400g/m²~500g/m²。

[0046] 本实施例取得了良好的社会效益和经济效益。

[0047] (1) 社会效益:兰州经济技术开发区皋兰生态修复与产业发展示范区(起步区)红

砂岩挖方高达9000万 m^3 ,如弃用需要大面积弃土场地,且对当地生态环境影响较大。通过本申请能够促进兰州地区红砂岩在道路工程及类似工程建设中的就地利用,进一步提高兰州地区红砂岩高填路基的工程质量,减少红砂岩弃方,保护生态环境。

[0048] (2) 经济效益:本发明为红砂岩在道路工程中的就地利用提供了方法和技术支持,减少弃方,节约工程投资。仅兰州经济技术开发区皋兰生态修复与产业发展示范区(起步区)T1514#路、T1525#路、T1543#路三条道路填方量达210万 m^3 ,就地利用红砂岩填筑较外借土方可节省工程投资约4200万元。

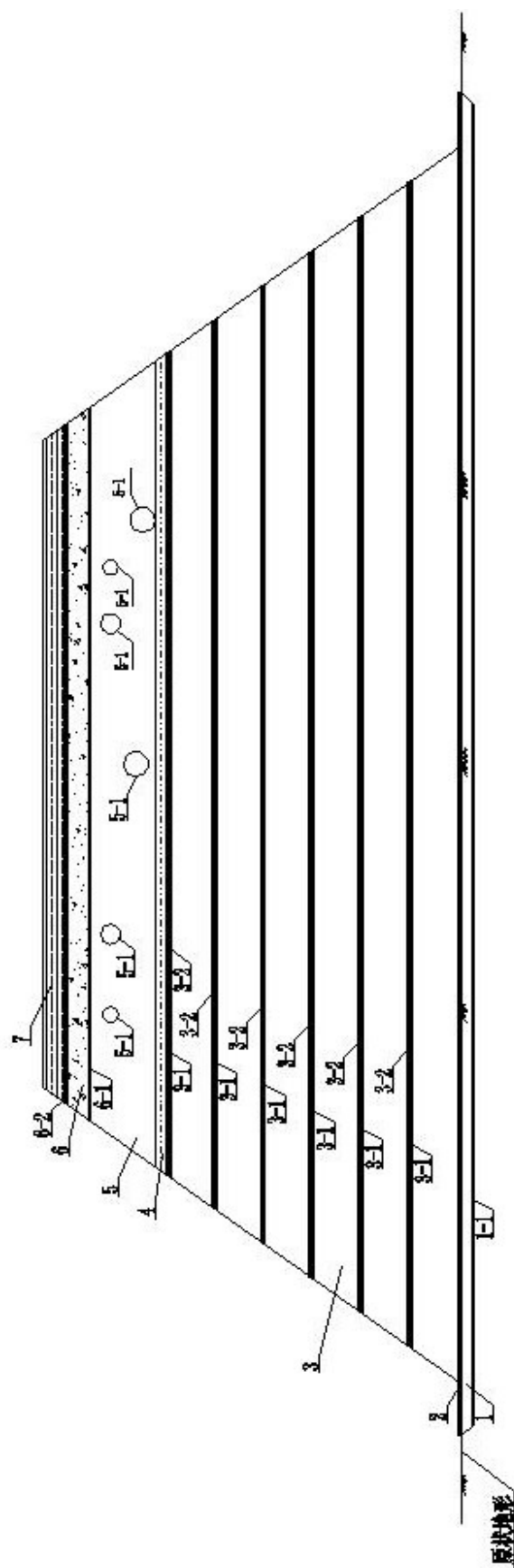


图1

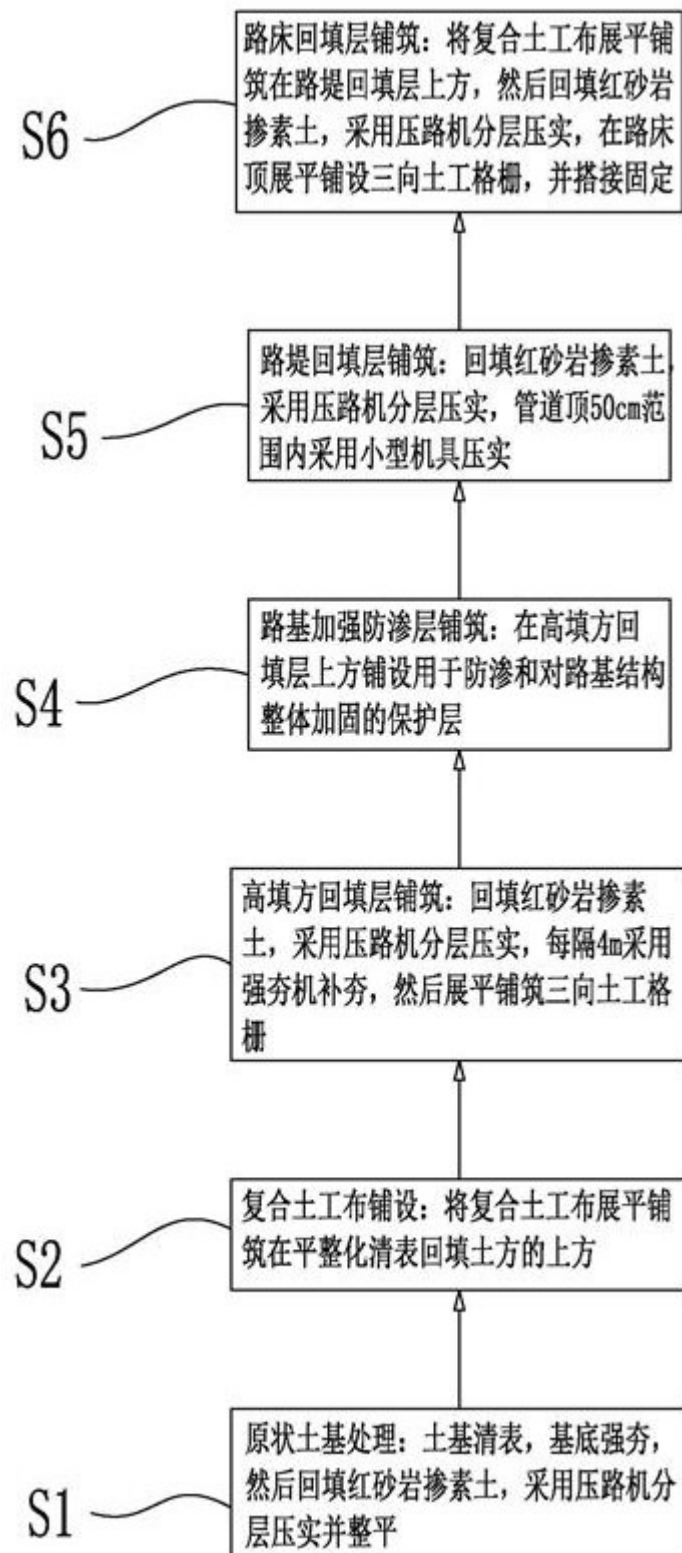


图2

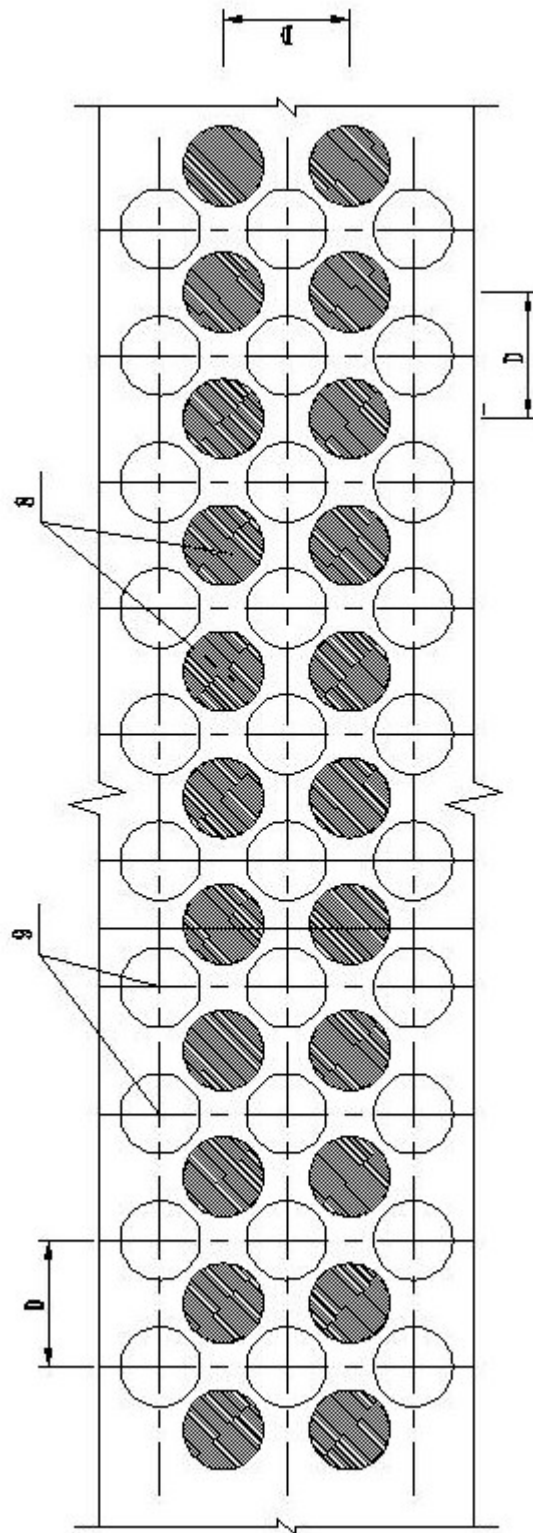


图3