



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108842813 A

(43)申请公布日 2018.11.20

(21)申请号 201810566819.2

(22)申请日 2018.06.05

(71)申请人 重庆建工第七建筑工程有限责任公司

地址 400020 重庆市江北区建新南路10号

(72)发明人 路雨明 邓世猛 余永波 曾笠
杜刚强 肖颖 甘宸 慕泽浩

(74)专利代理机构 北京华仲龙腾专利事务所(普通合伙) 11548

代理人 李静

(51)Int.Cl.

E02D 29/045(2006.01)

E02D 27/46(2006.01)

E02D 15/02(2006.01)

E02D 31/02(2006.01)

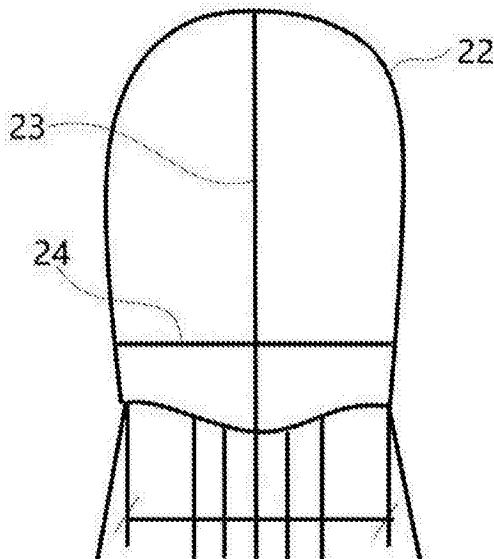
权利要求书1页 说明书6页 附图8页

(54)发明名称

明挖隧道不均匀沉降控制结构及施工工艺

(57)摘要

本发明公开了一种明挖隧道不均匀沉降控制结构及施工工艺，涉及隧道施工领域，主要包括用于承托隧道结构的梁式基础，所述梁式基础由扩展式纵梁、横梁和垫板整体浇筑而成，所述扩展式纵梁设置于隧道下方两侧，所述横梁纵向均匀布置于所述扩展式纵梁上方，所述横梁的上方设置所述垫板，隧道设置于垫板上方，以实现配合沿纵向均匀布置的横梁协同受力，可控制并减小隧道管节间的不均匀沉降的功能。



1. 明挖隧道不均匀沉降控制结构及施工工艺,其特征在于,包括用于承托隧道结构的梁式基础,所述梁式基础由扩展式纵梁、横梁和垫板整体浇筑而成,所述扩展式纵梁设置于隧道下方两侧,所述横梁纵向均匀布置于所述扩展式纵梁上方,所述横梁的上方设置所述垫板,隧道设置于垫板上方,所述扩展式纵梁、横梁之间的回填有地基土层,贯穿隧道仰拱及垫板布设有后期沉降时加固地基的梅花型注浆钢管。

2. 根据权利要求1所述的明挖隧道不均匀沉降控制结构及施工工艺,其特征在于,衬砌结构的工后出现沉降,通过注浆钢管向扩展式纵梁、横梁之间的地基土层中注浆,通过注浆管把浆液均匀地注入土层中将土颗粒形成一个整体的新的土体。

3. 根据权利要求1所述的明挖隧道不均匀沉降控制结构及施工工艺,其特征在于:还包括有隧道防水层,在管节对接外由内向外依次为外贴式防水层、沥青混凝土及喷射混凝土保护层,所述隧道防水层在隧道外通长通长布置。

4. 根据权利要求3所述的明挖隧道不均匀沉降控制结构及施工工艺,其特征在于:隧道均匀沉降缝处设置中埋式橡胶止水条、中埋式钢边橡胶止水带、内缘双组份聚硫密封膏和缝间聚乙烯硬质泡沫板进行填充。

5. 根据权利要求3所述的明挖隧道不均匀沉降控制结构及施工工艺,其特征在于:隧道不均匀沉降缝处设置中埋纵向伸缩环、环内沥青玛蹄脂防渗体和缝间缝间聚乙烯硬质泡沫板进行填充。

6. 根据权利要求1所述的明挖隧道不均匀沉降控制结构及施工工艺,其特征在于:贯穿隧道仰拱及垫层布设至梅花型注浆钢管,后期衬砌结构的出现较大的不均匀沉降时,通过注浆钢管向纵梁、横梁之间的回填土地层中注浆,通过注浆钢管把浆液均匀地注入土层中,填充、渗透和挤密驱走土颗粒间的水分和气体,并填充、硬化后将土颗粒成一个整体形成新的土体。

7. 根据权利要求1所述的明挖隧道不均匀沉降控制结构及施工工艺,其特征在于:浇筑隧道管节的沥青混凝土中加有土工格栅。

8. 根据权利要求1所述的明挖隧道不均匀沉降控制结构及施工工艺,其特征在于:在隧道各管节间隔5~10m设置一道变形缝。

9. 根据权利要求1所述的明挖隧道不均匀沉降控制结构及施工工艺,其特征在于:在贯通型不均匀沉降缝处设有纵向伸缩环。

明挖隧道不均匀沉降控制结构及施工工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及一种明挖隧道不均匀沉降控制结构及施工工艺,主要涉及隧道施工领域。

背景技术

[0002] 在重庆等山地城市,存在大量的回填土区域,由于回填土地段不同区域的填土压实度、回填深度存在差异,造成回填土地段的明挖隧道常常发生较大的不均匀纵向沉降,其对隧道纵横向的内力、变形、接头防水、及隧道正常运营的影响已不容忽视。

[0003] 目前,行业内主要采用水泥土搅拌桩、隔离桩、围护桩及基础桩等地基处理措施来控制隧道的不均匀沉降,然而桩基施工工作量大,成桩工序较多,对施工场地要求也较大,尤其在土石混合填料区的施工,会导致其工期延长、成本大大增加。除此之外,也有在隧道底板与下方软土地层间设置预压缩层的处理方式,其工作量和造价也相对较大。

发明内容

[0004] 针对以上现有技术的不足,本发明提出一种明挖隧道不均匀沉降控制结构及施工工艺,配合沿纵向均匀布置的横梁协同受力,可控制并减小隧道管节间的不均匀沉降。

[0005] 为达到上述目的,本发明的技术方案是:包括用于承托隧道结构的梁式基础,所述梁式基础由扩展式纵梁、横梁和垫板整体浇筑而成,所述扩展式纵梁设置于隧道下方两侧,所述横梁纵向均匀布置于所述扩展式纵梁上方,所述横梁的上方设置所述垫板,隧道设置于垫板上方。

[0006] 本发明的技术原理及有益效果如下:

[0007] 用于承托隧道结构的梁式基础,由扩展式纵梁、沿纵向均匀布置的横梁及垫板整体浇筑而成,可控制各隧道管节的均匀沉降;上窄下宽的扩展式纵梁可减小地基附加应力,配合沿纵向均匀布置的横梁协同受力,可控制并减小隧道管节间的不均匀沉降;

[0008] 由扩展式纵梁、沿纵向均匀布置的横梁及垫板组成的梁式基础工作量小,施工简单,工期和成本造价都明显减少,更能适用于空间狭小地区的施工。此外,针对传统防水措施在较大不均匀沉降情况下易被拉裂、拉断,防水效果大幅减弱的缺点,该梁式基础可人为选择发生不均匀沉降缝的位置,以便对其采取特殊防水措施及重点防控,节约成本,具有极大的推广价值。

[0009] 进一步,还包括有隧道防水层,在管节对接外由内向外依次为外贴式防水层、沥青混凝土及喷射混凝土保护层,所述隧道防水层在隧道外通长通长布置,实现防渗止水。

[0010] 进一步,隧道均匀沉降缝处设置中埋式橡胶止水条、中埋式钢边橡胶止水带、内缘双组份聚硫密封膏和缝间聚乙烯硬质泡沫板进行填充,实现防渗止水。

[0011] 进一步,隧道不均匀沉降缝处设置中埋纵向伸缩环、环内沥青玛蹄脂防渗体和缝间聚乙烯硬质泡沫板进行填充,保证适应接头处的大变形,不产生防水失效。

[0012] 进一步,贯穿隧道仰拱及垫层布设至梅花型注浆钢管,后期衬砌结构的出现较大

的不均匀沉降时,通过注浆钢管向纵梁、横梁之间的回填地基土层中注浆,通过注浆钢管把浆液均匀地注入地基土层中,填充、渗透和挤密驱走土颗粒间的水分和气体,并填充、硬化后将土颗粒成一个整体形成新的土体,以防隧道衬砌在后期出现较大的不均匀沉降时进行注浆二次加固,以及地下水渗透后的防渗整治。

[0013] 进一步,浇筑隧道管节的沥青混凝土中加有土工格栅,增强了沥青混凝土的变形能力。

[0014] 进一步,在隧道各管节间隔5~10m设置一道变形缝,以增加隧道结构的纵向柔性,提高了结构对不均匀沉降和错动的适应性。

[0015] 进一步,在贯通型不均匀沉降缝处设有纵向伸缩环,其凹凸不平的外侧以便于和隧道管节混凝土咬合,避免形成直线型缝隙。

附图说明

[0016] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,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其中两幅,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0017] 图1为均匀沉降隧道结构;

[0018] 图2为图1的I-I剖视图;

[0019] 图3为不均匀沉降隧道结构;

[0020] 图4为图2的II-II剖视图;

[0021] 图5为纵向伸缩环构造示意图;

[0022] 图6为均匀沉降防水示意图;

[0023] 图7为不均匀沉降防水示意图;

[0024] 图8为后期注浆钢管布置正面示意图;

[0025] 图9为后期注浆钢管布置的平面示意图;

[0026] 图10为总体施工工艺流程图。

[0027] 1-梁式基础;2-隧道结构;3-均匀沉降缝;4-地基土层;5-横梁;6-扩展式纵梁;7-不均匀沉降缝;8-地基土;9-环形基座;10-外侧挡板;11-弹簧;12-橡皮垫;13-自由挡板;14-注浆孔;15-隧道管节;16-外贴式防水层;17-喷射式混凝土保护层;18-沥青混凝土;19-回填土;20-钢边橡胶止水带;21-橡胶止水条;22-衬砌外轮廓线;23-隧道中心线;24-内轨顶面;25-梅花型布置;26-

具体实施方式

[0028] 下面将结合附图,对本发明中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明的较佳实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0029] 实施例

[0030] 本发明实施例如下

[0031] 1创新点

[0032] 1.1不均匀沉降控制

[0033] 用于承托隧道结构的梁式基础,由扩展式纵梁、沿纵向均匀布置的横梁及垫板整体浇筑而成,可控制各隧道管节的均匀沉降;上窄下宽的扩展式纵梁可减小地基附加应力,配合沿纵向均匀布置的横梁协同受力,可控制并减小隧道管节间的不均匀沉降。

[0034] 1.2防渗止水控制

[0035] 外贴式防水层、沥青混凝土及喷射混凝土保护层通长布置,构成一道复合防水层,普通防水措施(中埋式橡胶止水条+中埋式钢边橡胶止水带+内缘双组份聚硫密封膏+缝间聚乙烯硬质泡沫板填充)设于均匀沉降缝处,特殊防水措施(中埋纵向伸缩环+环内沥青玛蹄脂防渗体+缝间缝间聚乙烯硬质泡沫板填充)设于不均匀沉降缝处,保证适应接头处的大变形,不产生防水失效。

[0036] 1.3隧道后期防控

[0037] 在隧道仰拱、基础垫层中贯穿设置了注浆钢管(梅花形布置),以防隧道衬砌在后期出现较大的不均匀沉降时进行注浆二次加固,以及地下水渗透后的防渗整治。

[0038] 2技术特点

[0039] 2.1地基填土压实

[0040] 对回填土地基首先进行压实处理,压实系数 $\geq 95\%$,从而提高地基强度和承载力,达到减小地基在隧道结构与上部回填土等附加荷载作用下的总沉降量。

[0041] 2.2基础形式选取

[0042] 用于承托隧道结构的梁式基础,由扩展式纵梁、沿纵向均匀布置的横梁及垫板整体浇筑而成,可控制各隧道管节的均匀沉降;上窄下宽的扩展式纵梁底部设置级配碎石垫层,可减小地基附加应力,配合沿纵向均匀布置的横梁协同受力,可控制并减小隧道管节间的不均匀沉降。

[0043] 2.3隧道结构柔性控制

[0044] 浇筑隧道管节的沥青混凝土中加有一定的土工格栅,增强了沥青混凝土的变形能力,并在隧道各管节间隔5~10m设置一道变形缝(均匀沉降缝),以增加隧道结构的纵向柔性,提高了结构对不均匀沉降和错动的适应性;在贯通型不均匀沉降缝处设有纵向伸缩环,其凹凸不平的外侧以便于和隧道管节混凝土咬合,避免形成直线型缝隙。

[0045] 2.4隧道防水措施

[0046] 外贴式防水层、沥青混凝土及喷射混凝土保护层通长布置,构成一道复合防水层,普通防水措施(中埋式橡胶止水条+中埋式钢边橡胶止水带+内缘双组份聚硫密封膏+缝间聚乙烯硬质泡沫板填充)设于均匀沉降缝处,特殊防水措施(中埋纵向伸缩环+环内沥青玛蹄脂防渗体+缝间缝间聚乙烯硬质泡沫板填充)设于不均匀沉降缝处。

[0047] 2.5隧道后期防护措施

[0048] 在隧道仰拱、基础垫层中贯穿设置了注浆钢管(梅花形布置),以防隧道衬砌在后期出现较大的不均匀沉降时进行注浆二次加固,以及地下水渗透后的防渗整治。

[0049] 3技术原理

[0050] 3.1“纵梁+横梁”梁式基础防不均匀沉降原理

[0051] 对用于承托隧道结构的梁式基础,采用由扩展式纵梁、沿纵向均匀布置的横梁及

混凝土垫板组合而成。

[0052] 用于承托隧道结构的梁式基础,所述梁式基础由扩展式纵梁、横梁和垫板整体浇筑而成,所述扩展式纵梁设置于隧道下方两侧,所述横梁纵向均匀布置于所述扩展式纵梁上方,所述横梁的上方设置所述垫板,隧道设置于垫板上方

[0053] 一方面,纵横交叉的条形基础梁与梁间压实填土构成类似于“复合地基”加固的形式,增强了回填土地基的承载能力和抗变形能力,有助于减小衬砌结构施工及上部回填后的整体沉降量。上窄下宽的扩展式纵梁可减小地基附加应力,能更好地将荷载扩散至地基中,再配合沿纵向均匀布置的横梁协同受力,可控制并减小同一段梁式基础内的隧道管节间的不均匀沉降。

[0054] 另一方面,沿纵向均匀布置的横梁间的间距可被隧道管节长度整除,保证了用于承托每个隧道管节的横梁根数相等。垫板上部为下凹弧形,可与隧道下部贴合。扩展式纵梁、横梁及垫板整体浇筑,形成一个钢筋混凝土整体,以保证隧道结构均匀沉降。

[0055] 3.2隧道结构柔性控制原理

[0056] 不均匀沉降易造成隧道衬砌结构应力集中,进而在衬砌上产生变形裂缝,严重影响工程质量及耐久性。本施工技术通过加密衬砌结构变形缝(缝宽20~30mm,间距5~10m),从而增加隧道结构的纵向柔性,提高了结构对不均匀沉降和错动的适应性。此外,在衬砌外防水的沥青混凝土中施工一层土工格栅,增强了沥青混凝土的变形能力;在易发生较大不均匀沉降的衬砌接头部位,设有纵向伸缩环(其构造示意图见图2),通过设置纵向弹簧,能保证接头防水的纵向变形能力,其凹凸不平的外侧以便于和隧道管节混凝土咬合,避免形成直线型缝隙。

[0057] 3.3隧道防渗止水控制原理

[0058] 外贴式防水层、沥青混凝土及喷射混凝土保护层通长布置,构成一道复合防水层,普通防水措施(中埋式橡胶止水条+中埋式钢边橡胶止水带+内缘双组份聚硫密封膏+缝间聚乙烯硬质泡沫板填充)设于均匀沉降缝处;特殊防水措施(中埋纵向伸缩环+环内沥青玛蹄脂防渗体+缝间缝间聚乙烯硬质泡沫板填充)设于不均匀沉降缝处,纵向伸缩环用以保证适应接头处的大变形,使得不产生防水失效。

[0059] 3.4隧道后期注浆加固原理

[0060] 通过贯穿隧道仰拱及垫层布设梅花型注浆钢管,一旦后期衬砌结构的工后沉降持续发生,可通过注浆钢管向纵梁、横梁之间的回填地基土层中注浆,通过注浆管把浆液均匀地注入地基土层中,填充、渗透和挤密驱走土颗粒间的水分和气体,并填充、硬化后将土颗粒成一个整体形成一个强度大、压缩性低、抗渗性高和稳定性良好的新的土体,从而使地基得到加固,可防止或减少渗透和不均匀的沉降。

[0061] 形成了一套完整的控制地层不均匀沉降、减少不均匀沉降对衬砌内力和接头防水造成二次影响的施工技术。该技术降低了整个隧道的沉降,控制了隧道的纵向不均匀沉降,避免了对隧道纵横向的内力、变形、接头防水、及隧道正常运营所造成的不良影响,减小了施工难度,改善了施工质量和进程。此外,针对传统防水措施在较大不均匀沉降情况下易被拉裂、拉断,防水效果大幅减弱的缺点,该梁式基础可人为选择发生不均匀沉降缝的位置,以便对其采取特殊防水措施及重点防控,节约成本,具有极大的推广价值。该技术的形成为以后类似的工程施工树立了一个先进技术指引,成果转化程度非常高,对隧道沉降控制技

术的发展有较大促进作用,总体技术水平和技术经济指标达到国内先进水平。后期注浆施工

[0062] 3.4.1施工流程

[0063] 隧道回填土地基后期注浆加固施工程序如下所示:①在基础垫层及仰拱混凝土浇筑之前根据相关设计完成注浆钢管的加工及预埋工作;②做好注浆的准备工作,包括配置浆液、调试注浆机等;③合理计算注浆量,根据注浆钢管的间隔注浆,如相邻钢管间流出浆液,必须要持续注浆1min;④使用高一等级的砂浆来封闭注浆孔以避免地下水及浆液渗出,然后进行循环作业。

[0064] 3.4.2注浆钢管的加工及埋设布置

[0065] 注浆钢管的参数设计:通过理论计算及工程类比进行,注浆钢管与地面需要保持垂直,注浆钢管的长度为3~5m,深入回填土地层 2~3m,钢管直径30~50mm,钢管周边设置注浆孔,其直径为5~10mm,纵向间距为10~20cm。

[0066] 注浆钢管布设:钢管桩的布设参照梅花型,当地下水发育和地基土孔隙率较大时,布设间距要适当加大,反之缩小注浆钢管间距,间距一般为50~100cm,一般采用梅花型使浆液均匀分布。

[0067] 3.4.3注浆工艺

[0068] 注浆工艺由主要包括调整注浆参数、选择注浆方式、注浆作业要点、注浆顺序及注浆结束标准。施工人员需要根据现场情况来调整注浆参数,浆液配比及参数,选用全孔一次性的注浆方式。注浆作业要点有六项:①注浆施工前,需要检查注浆管内是否有杂物,如有可用高压风或水将杂物冲出注浆管;②注浆施工时,用法兰盘将注浆管与高压胶管连接起来;③注浆泵进行注浆;④根据注浆结束标准,关闭进浆阀并打开泄浆阀,用注浆泵吸清水以冲洗管路;⑤将管路拆除并更换孔注浆;⑥如果浆液出现凝胶现象,可拆除阀门系统。注浆结束标准为:注浆速度不得超过5L/min,注浆终压为3MPa,持续注浆10min后压力不下降。

[0069] 1)注浆量

[0070] 按照公式 $V = \{\beta \times [\pi \times R^2 - \pi \times (D_1/2)^2] + \pi \times (D_2/2)^2\} \times L$ 计算单根注浆钢管的注浆量。

[0071] 其中: β 为基底回填土孔隙率实际测定值; R 为基底回填土扩散半径实际测定值; D_1 为注浆钢管外径; D_2 为注浆钢管内径; L 为单根注浆钢管的长度。

[0072] 2)注浆压力控制

[0073] 隧道地基加固中注浆压力控制是重要环节,注浆压力过大,对隧道地基的初期支护造成一定破坏;注浆压力过小,无法保证注入量。首先测定扩散半径及地基孔隙率,计算单根钢管的注浆量,设置1支钢尺垂直于浆液储备桶,读取注浆施工中浆液减少量并专人记录。间隔注浆开始要设专人观察,读取压力表数,当压力表读数等于 0.3MPa,要暂停注浆,10min间隔后,再持续注浆。间隔注浆是为了适当扩散浆液,因为注浆后注浆孔附近浆液相对集中,浆液在同等压力下扩散较慢,再注浆间隔10min可以提高注浆效果。首先进行注浆量计算,设定“间隔注浆”开始的压力,进行“间隔注浆”施工在压力最小的情况下实现了“饱和水泥浆”状态的基底加固目的,保证地基结构安全,实现了注浆加固效果。

[0074] 3)注浆顺序控制

[0075] 注浆施工过程中,必须要合理安排注浆顺序,以间隔注浆顺序为主(先中间、后两

边),这样有助于更好地挤压地下回填土“流动”向两边,获得比较好的注浆效果,同时,注浆压力扩散面应尽量减少,减少扰动仰拱及填充。

[0076] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,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。

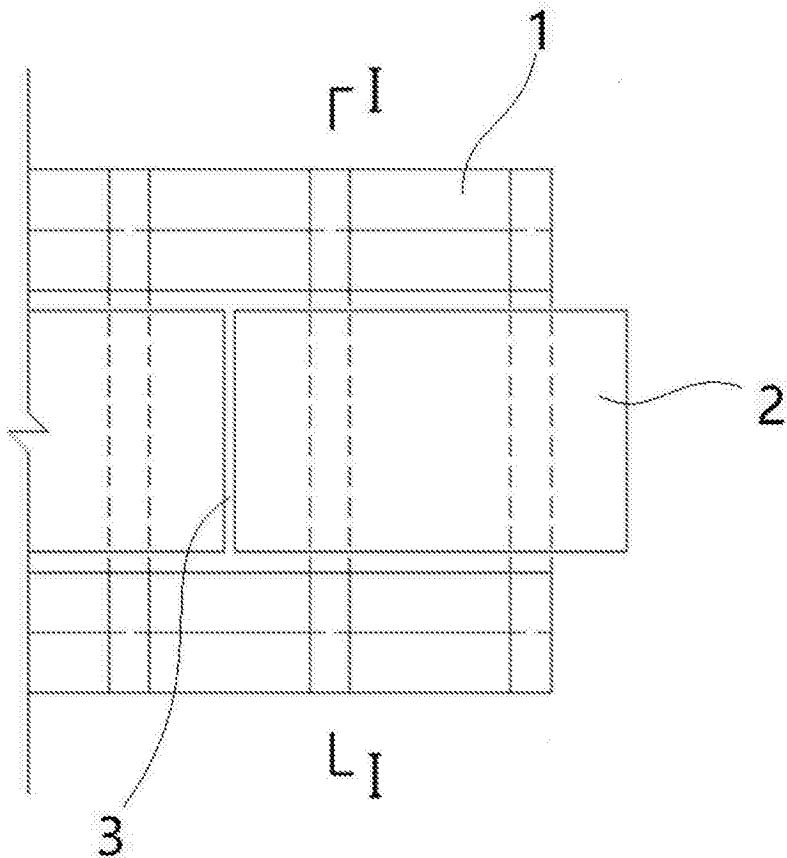


图1

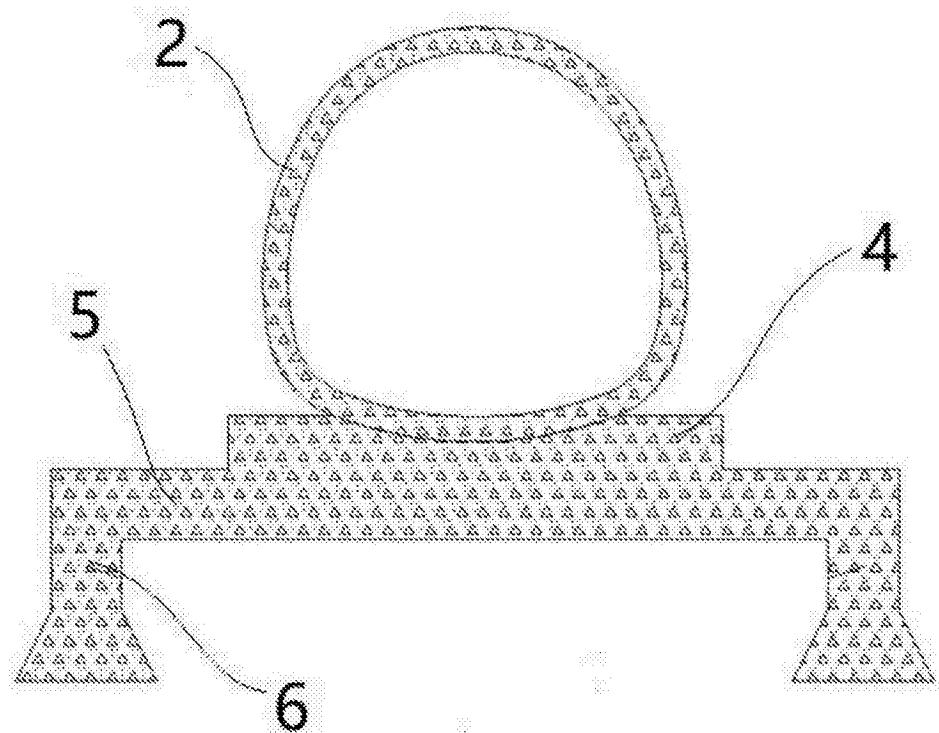


图2

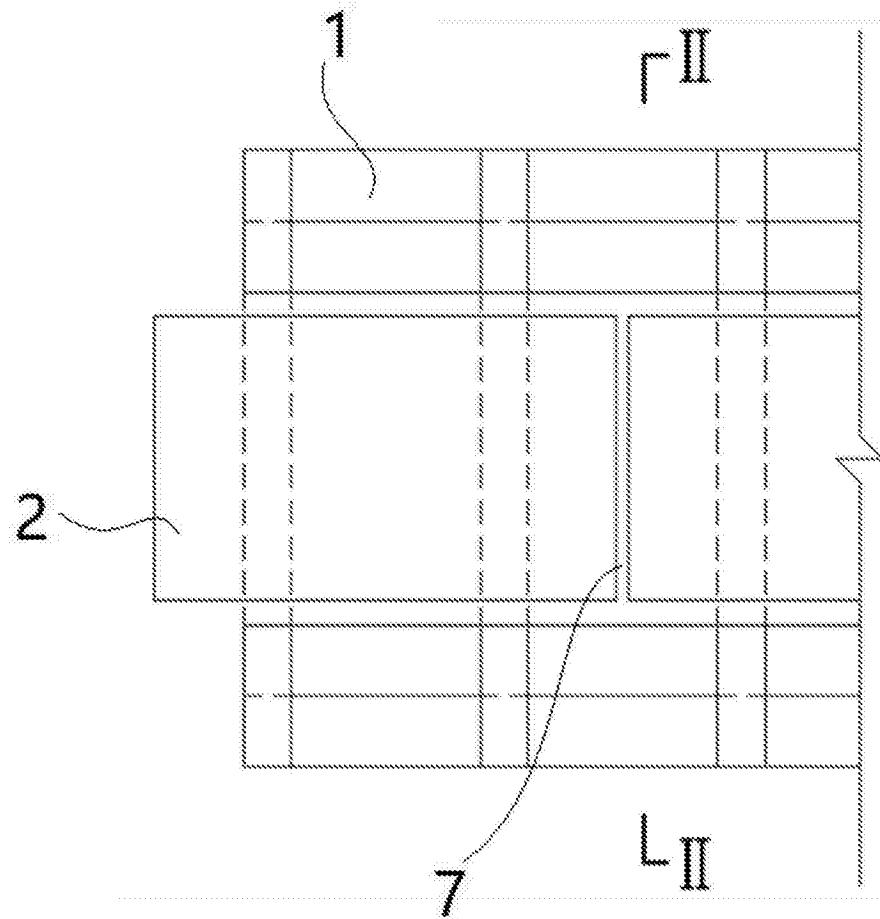


图3

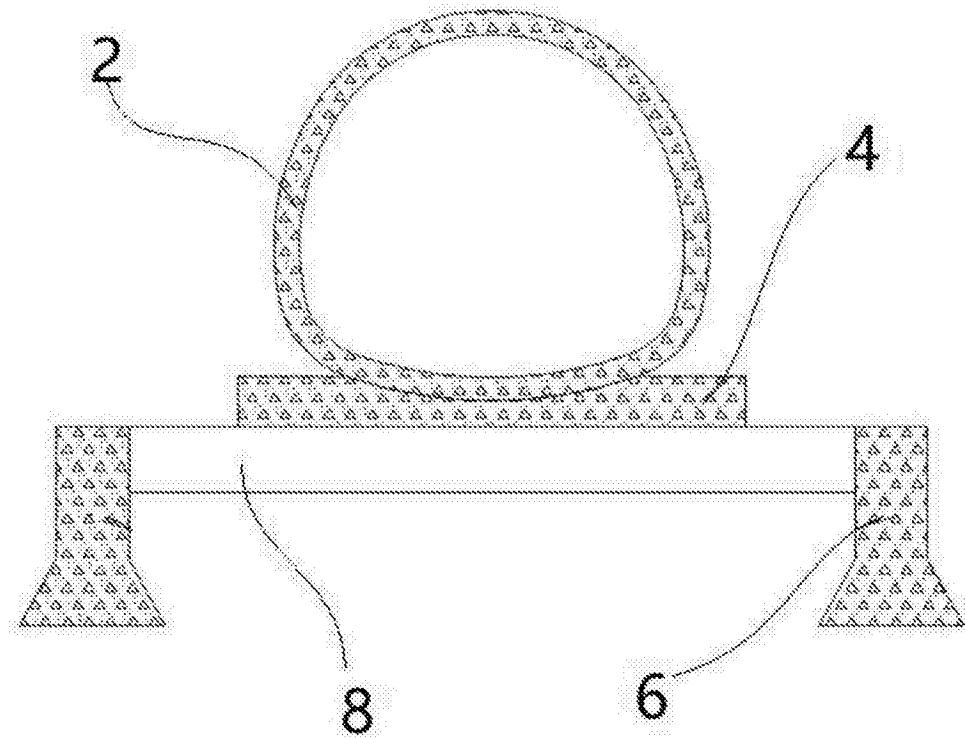


图4

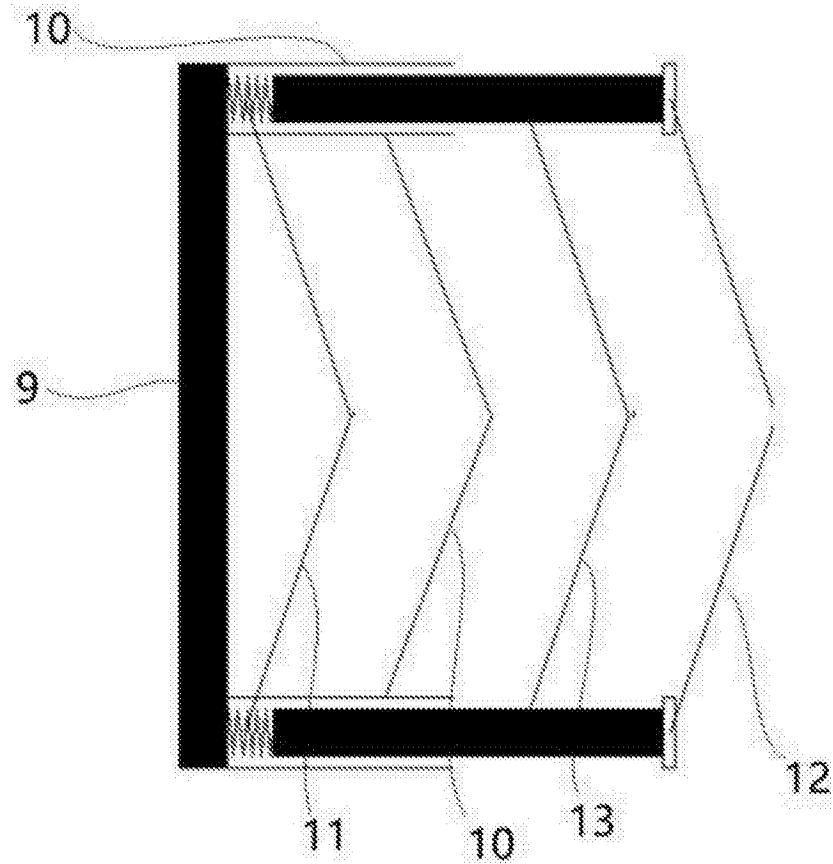


图5

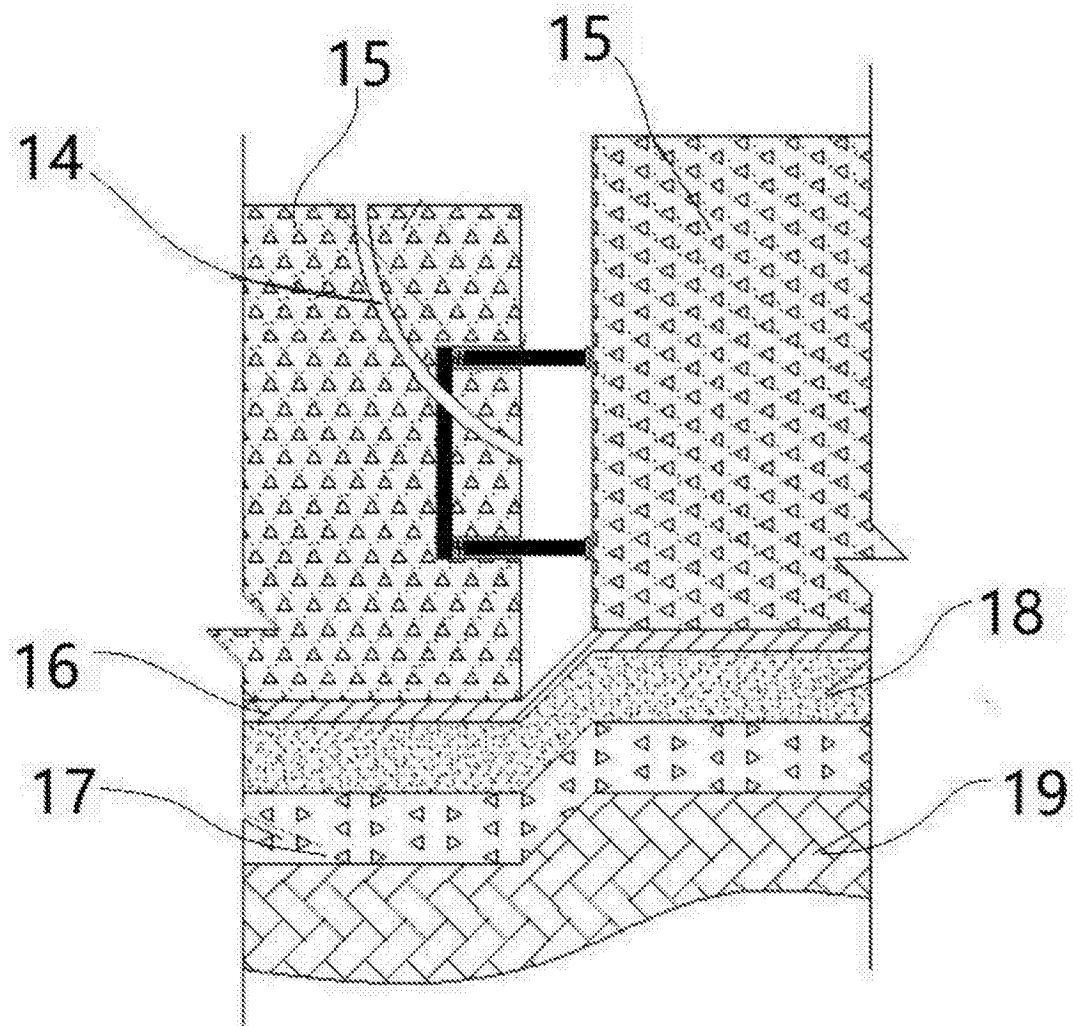


图6

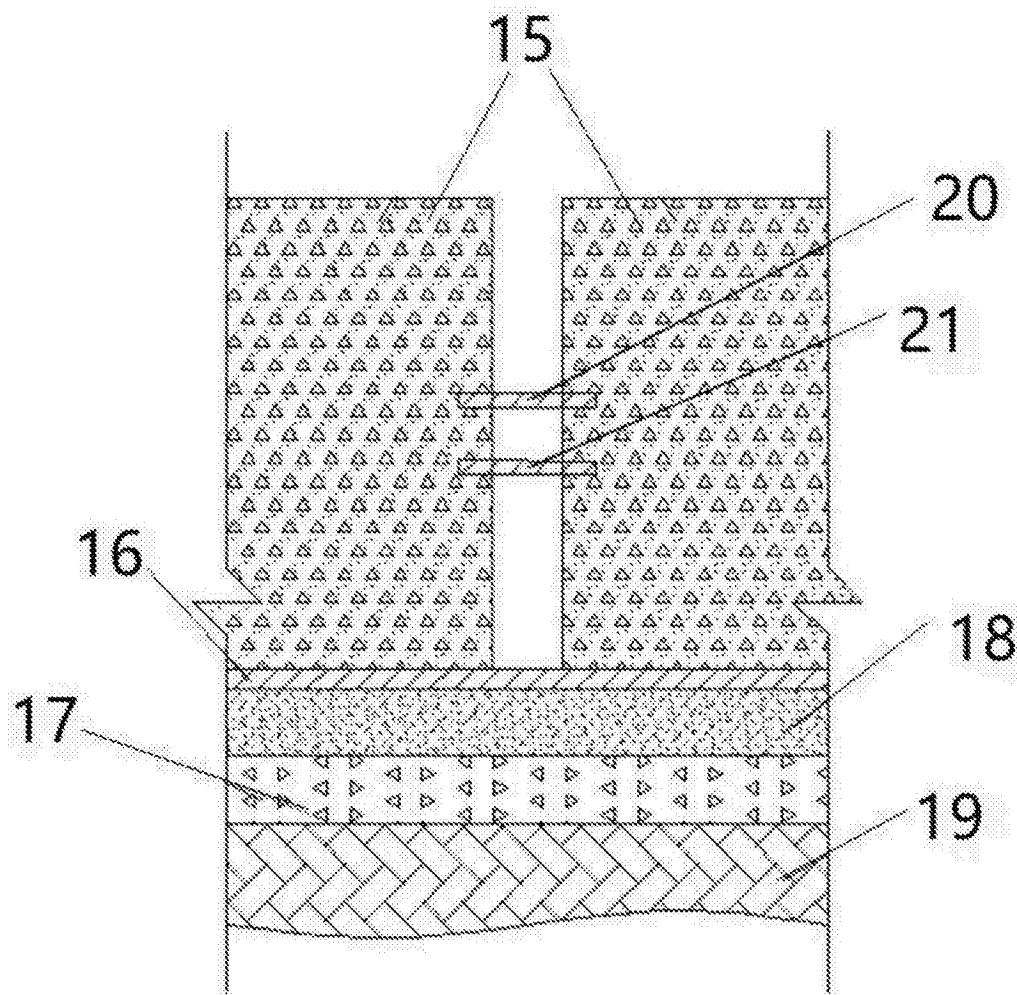


图7

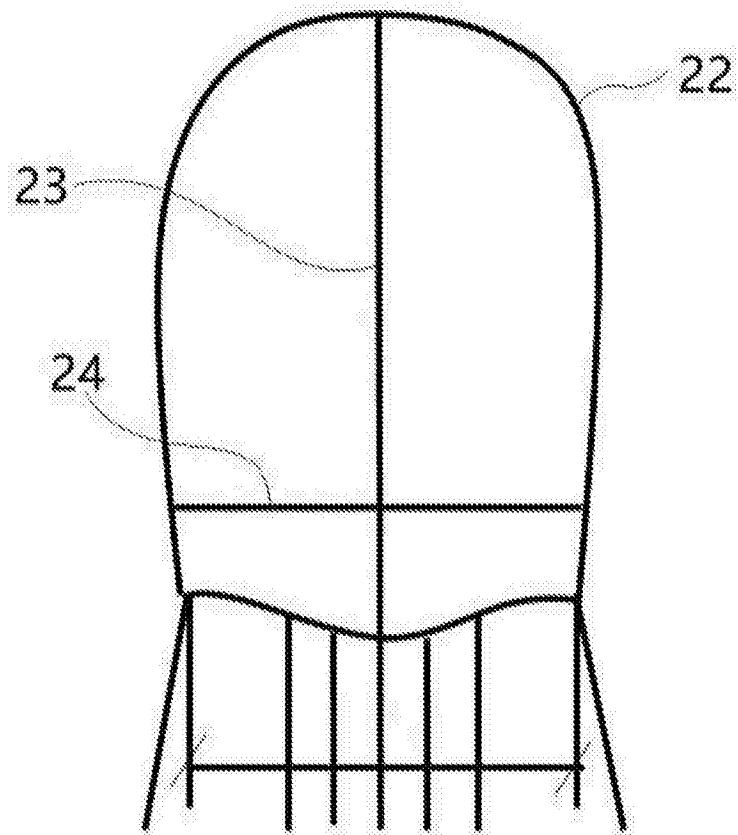


图8

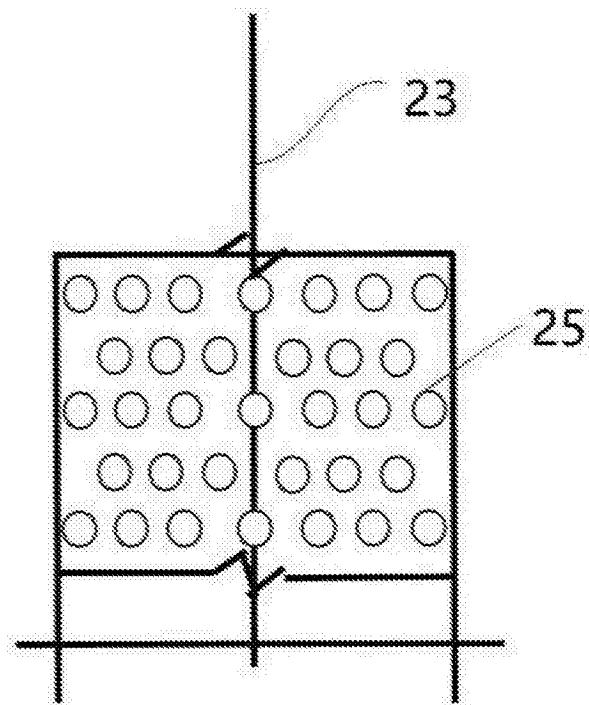


图9

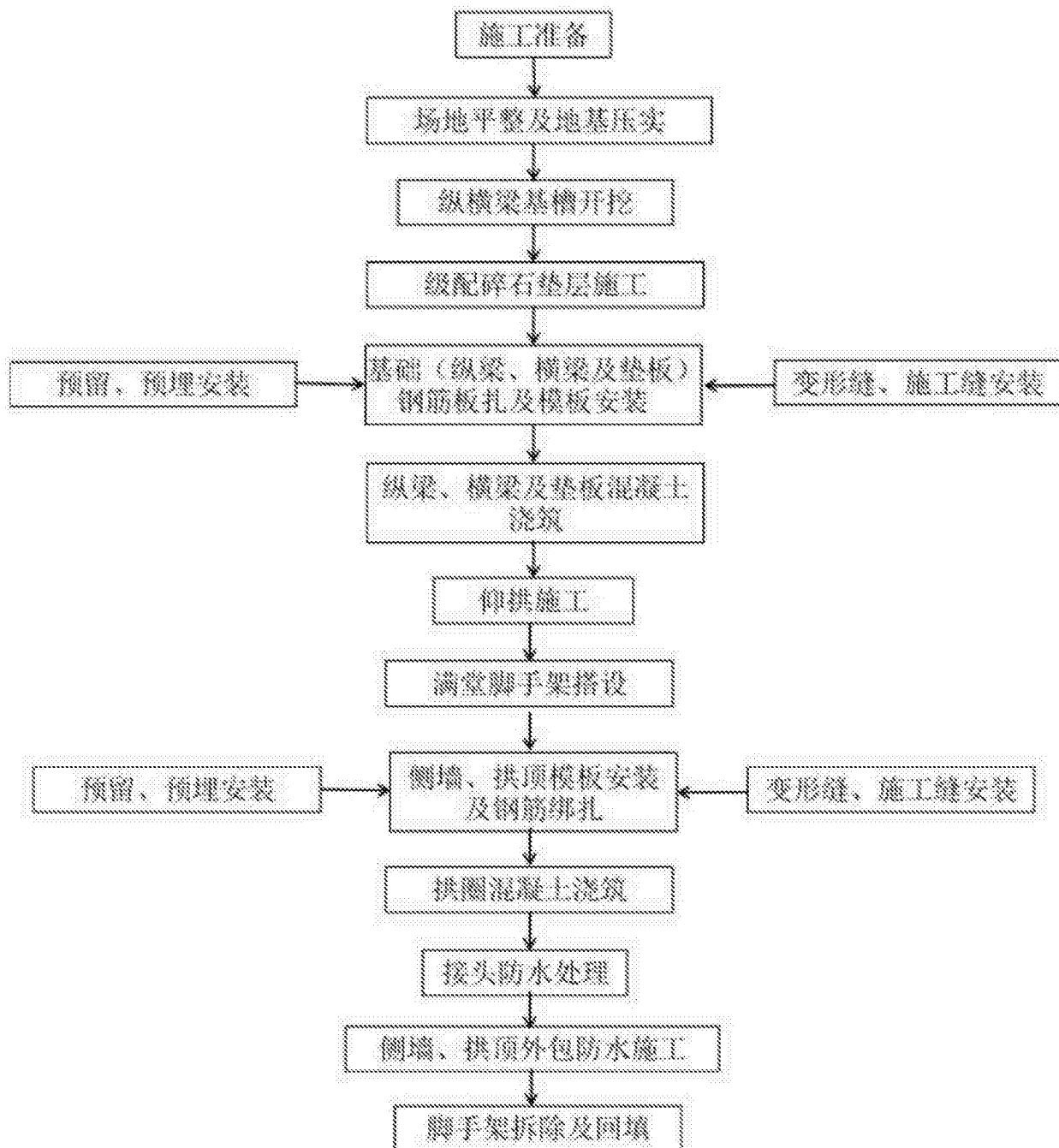


图10