



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109252877 B

(45)授权公告日 2020.02.07

(21)申请号 201811031287.9

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2018.09.05

E21D 11/10(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

E21D 11/38(2006.01)

申请公布号 CN 109252877 A

E21D 21/00(2006.01)

(43)申请公布日 2019.01.22

审查员 张樱

(73)专利权人 中国建筑土木建设有限公司

地址 100071 北京市丰台区南四环西路188号16区12号楼1至9层101

(72)发明人 李金会 苏井高 安柯 向明

王国欣 王勇 李书渝 苗春阳

赵腾飞 孙林

(74)专利代理机构 北京寰华知识产权代理有限公司 11408

代理人 林柳岑

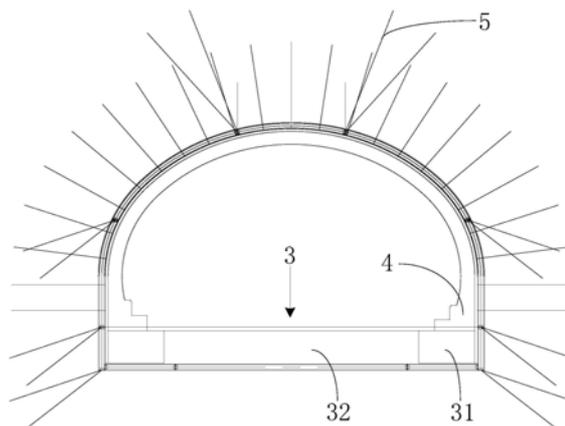
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54)发明名称

近接隧道双层二衬结合梁板结构多台阶施工方法

(57)摘要

本发明提供了一种近接隧道双层二衬结合梁板结构多台阶施工方法,通过对下层隧道的跨越区段进行扩挖、破除既有支护结构后,施工新建加固结构,新建加固结构包括叠合设置的第一层二衬和第二层二衬;将上跨隧道划分为上下相邻的上台阶、中台阶及下台阶并以自上而下的顺序开挖,将中台阶和下台阶分别划分为左右相邻的左区段、中间区段及右区段并以自中间向两侧的顺序分别开挖中台阶和下台阶;于开挖后的下台阶的两侧分别浇筑形成沿所述上跨隧道的长度方向设置的暗梁;于下台阶的两侧的暗梁上浇筑底板,底板包覆于下台阶的两侧的暗梁形成类筒支梁结构。本发明解决了在上跨隧道横跨下层隧道的施工中,采用桩基换托易导致下层隧道沉降、变形以及裂缝的问题。



1. 一种近接隧道双层二衬结合梁板结构多台阶施工方法,其特征在于,包括以下步骤:  
对下层隧道的跨越区段进行扩挖,并破除所述跨越区段的既有支护结构;

在所述既有支护结构破除后,施工所述跨越区段的新建加固结构,所述新建加固结构包括叠合设置的第一层二衬和第二层二衬;

在所述新建加固结构的强度达标后,将上跨隧道划分为上下相邻的上台阶、中台阶及下台阶并以自上而下的顺序开挖所述上跨隧道,将所述中台阶和所述下台阶分别划分为左右相邻的左区段、中间区段及右区段并以自中间向两侧的顺序分别开挖所述中台阶和所述下台阶;

于开挖后的所述下台阶的两侧分别浇筑形成沿所述上跨隧道的长度方向设置的暗梁;

于所述下台阶的两侧的所述暗梁上浇筑底板,所述底板包覆于所述下台阶的两侧的所述暗梁形成类简支梁结构。

2. 根据权利要求1所述的近接隧道双层二衬结合梁板结构多台阶施工方法,其特征在于,在所述下台阶开挖后,对所述上跨隧道和所述下层隧道之间的破碎岩体进行注浆加固。

3. 根据权利要求1所述的近接隧道双层二衬结合梁板结构多台阶施工方法,其特征在于,所述第一层二衬和所述第二层二衬之间设有应力应变缓冲层。

4. 根据权利要求1所述的近接隧道双层二衬结合梁板结构多台阶施工方法,其特征在于,所述上台阶的开挖采用秒雷管微振爆破施工。

5. 根据权利要求1所述的近接隧道双层二衬结合梁板结构多台阶施工方法,其特征在于,在所述于所述下台阶的两侧的所述暗梁上浇筑底板的步骤后,于所述类简支梁结构上浇筑拱墙初衬。

6. 根据权利要求1所述的近接隧道双层二衬结合梁板结构多台阶施工方法,其特征在于,在所述上台阶开挖后,提供自进式锚杆,所述自进式锚杆的头端形成有钻头,将所述自进式锚杆锚固于所述上台阶的上方土体中,于所述上台阶内施工上初期支护,使得所述上初期支护连接于所述自进式锚杆的尾端。

## 近接隧道双层二衬结合梁板结构多台阶施工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及隧道施工技术领域,具体涉及一种近接隧道双层二衬结合梁板结构多台阶施工方法。

### 背景技术

[0002] 传统竖向小净距隧道(上跨隧道横跨下层隧道的上方,上跨隧道与下层隧道之间的竖向净距小)施工主要采用桩基托换的方式,存在以下问题:1、施工安全风险大,板结构为在上跨隧道开挖后方能施做,超小净距上跨隧道开挖过程中荷载直接承担在下层隧道结构上,易导致下层隧道的沉降、变形以及裂缝;2、施工进度慢,需要先挖小导洞后再施做桩基+横纵梁,再回填小导洞后方能进行上跨隧道施工。

### 发明内容

[0003] 为克服现有技术所存在的缺陷,现提供一种近接隧道双层二衬结合梁板结构多台阶施工方法,以解决在上跨隧道横跨下层隧道的施工中,采用桩基托换易导致下层隧道沉降、变形以及裂缝的问题。

[0004] 为实现上述目的,提供一种近接隧道双层二衬结合梁板结构多台阶施工方法,包括以下步骤:

[0005] 对下层隧道的跨越区段进行扩挖,并破除所述跨越区段的既有支护结构;

[0006] 在所述既有支护结构破除后,施工所述跨越区段的新建加固结构,所述新建加固结构包括叠合设置的第一层二衬和第二层二衬;

[0007] 在所述新建加固结构的强度达标后,将上跨隧道划分为上下相邻的上台阶、中台阶及下台阶并以自上而下的顺序开挖所述上跨隧道,将所述中台阶和所述下台阶分别划分为左右相邻的左区段、中间区段及右区段并以自中间向两侧的顺序分别开挖所述中台阶和所述下台阶;

[0008] 于开挖后的所述下台阶的两侧分别浇筑形成沿所述上跨隧道的长度方向设置的暗梁;

[0009] 于所述下台阶的两侧的所述暗梁上浇筑底板,所述底板包覆于所述下台阶的两侧的所述暗梁形成类简支梁结构。

[0010] 进一步的,在所述下台阶开挖后,对所述上跨隧道和所述下层隧道之间的破碎岩体进行注浆加固。

[0011] 进一步的,所述第一层二衬和所述第二层二衬之间设有应力应变缓冲层。

[0012] 进一步的,所述上台阶的开挖采用秒雷管微振爆破施工。

[0013] 进一步的,在所述于所述下台阶的两侧的所述暗梁上浇筑底板的步骤后,于所述类简支梁结构上浇筑拱墙初衬。

[0014] 进一步的,在所述上台阶开挖后,提供自进式锚杆,所述自进式锚杆的头端形成有钻头,将所述自进式锚杆锚固于所述上台阶的上方土体中,于所述上台阶内施工上初期支

护,使得所述上初期支护连接于所述自进式锚杆的尾端。

[0015] 本发明的有益效果在于,本发明的近接隧道双层二衬结合梁板结构多台阶施工方法,通过于下层隧道形成双层二衬结构进行加固,实现了上跨隧道的结构和下层隧道的结构安全;上跨隧道的类简支梁结构利用简支梁的作用,确保荷载的均匀分布并传递至跨越段影响区域外,实现了上层隧道的结构安全;上跨隧道的小断面多台阶开挖降低了对下层隧道的扰动,提高了施工进度和对下层隧道的结构影响。

### 附图说明

[0016] 图1为本发明实施例的下层隧道和上跨隧道的位置关系图。

[0017] 图2为本发明实施例的下层隧道的结构示意图。

[0018] 图3为本发明实施例的上跨隧道的结构示意图。

[0019] 图4至图10为本发明实施例的近接隧道双层二衬结合梁板结构多台阶施工方法的步骤示意图。

[0020] 图11为本发明实施例的上跨隧道的炮眼布置断面图。

### 具体实施方式

[0021] 以下通过特定的具体实例说明本发明的实施方式,本领域技术人员可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点与功效。本发明还可以通过另外不同的具体实施方式加以实施或应用,本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用,在没有背离本发明的精神下进行各种修饰或改变。

[0022] 图1为本发明实施例的下层隧道和上跨隧道的位置关系图、图2为本发明实施例的下层隧道的结构示意图、图3为本发明实施例的上跨隧道的结构示意图、图4至图10为本发明实施例的近接隧道双层二衬结合梁板结构多台阶施工方法的步骤示意图、图11为本发明实施例的上跨隧道的炮眼布置断面图。

[0023] 参阅图1,上跨隧道1横跨下层隧道2的上方,上跨隧道1与下层隧道2之间的竖向净距小,在本实施例中,竖向小净距是指0.33m~2.08m。下层隧道的既有支护结构为既有初期支护。

[0024] 参照图2至图11所示,本发明提供了一种近接隧道双层二衬结合梁板结构多台阶施工方法,包括以下步骤:

[0025] S1:对下层隧道2的跨越区段进行扩挖,并破除跨越区段的既有支护结构。

[0026] 在施工上跨隧道之前,先进行下层隧道的扩挖,并破除下层隧道的跨越区段的既有支护结构(既有的初期支护)。下层隧道的IV级围岩段每次扩挖长度为2榀工字钢间距,下层隧道的V级及以上围岩每次扩挖长度为1榀工字钢间距。扩挖采用风镐+爆破(炮眼间距为环向1m)的方法。

[0027] S2:在既有支护结构破除后,施工跨越区段的新建加固结构,新建加固结构包括叠合设置的第一层二衬21和第二层二衬22。

[0028] 在下层隧道扩挖后,及时施做新建加固结构。新建加固结构包括初期支护23、第一层二衬21和第二层二衬22。初期支护23采用喷射250mm厚C25早强混凝土挂 $\Phi$ 8mm间距200mm $\times$ 200mm单层钢筋网,钢支撑采用I18mm间距1000mm,扩挖后断面需满足净空要求。

[0029] 在下层隧道的初期支护完成后,对下层隧道的初期支护的背后进行注浆加固,注浆采用1:1水泥浆,注浆孔采用 $\Phi 50\text{mm}$ 注浆孔,间距为 $1.5\text{m} \times 1.5\text{m}$ 梅花型布置,注浆压力为 $0.2\text{MPa}$ 。

[0030] 下层隧道的初期支护完成后,及时于初期支护的内侧施做防水层。防水层采用土工布( $400\text{g}/\text{m}^2$ ,厚度为 $3\text{mm}$ ) + EVA防水板(厚度为 $2\text{mm}$ ),作为应力应变缓冲和防水隔离。

[0031] 在初期支护的内侧的防水层施工后,根据监控量测结果,及时施做下层隧道的第一层二衬21。第一层二衬21采用 $35\text{cm}$ 厚C40、P12钢筋混凝土,主筋采用 $\Phi 22\text{mm}$ 间距 $150\text{mm}$ 。

[0032] 待下层隧道的第一层二衬21的混凝土强度达到 $100\%$ 后,进行于第一层二衬21的远离第一层二衬21的一侧施工应力应变缓冲层。应力应变缓冲层设于第一层二衬21和第二层二衬22之间。

[0033] 应力应变缓冲层采用土工布( $400\text{g}/\text{m}^2$ ,厚度为 $3\text{mm}$ ) + EVA防水板(厚度为 $2\text{mm}$ )。

[0034] 在应力应变缓冲层施工后,及时施做下层隧道的第二层二衬22。第二层二衬22采用 $60\text{cm}$ 厚C40、P12钢筋混凝土,主筋采用 $\Phi 22\text{mm}$ 间距 $150\text{mm}$ 。

[0035] S3:在新建加固结构的强度达标后,将上跨隧道1划分为上下相邻的上台阶11、中台阶12及下台阶13并以自上而下的顺序开挖上跨隧道1,将中台阶12和下台阶13分别划分为左右相邻的左区段、中间区段及右区段并以自中间向两侧的顺序分别开挖中台阶12和下台阶13。

[0036] S31将上跨隧道1划分为上下相邻的上台阶11、中台阶12及下台阶13;将中台阶12和下台阶13分别划分为左右相邻的左区段、中间区段及右区段。

[0037] 参阅图4,上跨隧道1自上而下的划分为上台阶11(A)、中台阶12及下台阶13。中台阶12划分为中间区段B、左区段C和右区段D。下台阶12划分为中间区段E、左区段F和右区段G。

[0038] S32在下层隧道的第二层二衬22的混凝土强度达到 $100\%$ 后,采用三台阶法施工上层隧道。

[0039] S321上台阶的施工。在第二层二衬22的混凝土强度达到 $100\%$ 后,上台阶11采用秒雷管微振爆破施工,秒雷管采用1、3、5、7、9、11共6段。参阅图11,上台阶布置有掘进眼a和周边眼b。

[0040] 上台阶11的上初期支护111采用喷射 $290\text{mm}$ 厚C25早强混凝土挂 $\Phi 8\text{mm}$ 间距 $200\text{mm} \times 200\text{mm}$ 单层钢筋网,钢支撑采用 $I22\text{mm}$ 间距 $500\text{mm}$ 。

[0041] 具体的,在上台阶开挖后,提供自进式锚杆5。自进式锚杆5的头端形成有合金钻头。将自进式锚杆5锚固于上台阶11的上方土体中,于上台阶11内施工上初期支护111,使得上初期支护连接于自进式锚杆5的尾端。

[0042] 上台阶11的上初期支护的拱部采用 $8\text{m}$ 长T50间距 $500\text{m}$ 自进式锚杆5以锁代撑。自进式锚杆5,起到悬吊初期支护的作用,减小对下层隧道的压力。

[0043] 自进式锚杆5的头部设有合金钻头,在自进式锚杆的钻孔和锚杆安装实现同步,避免发生塌孔、扰动围岩等不利结构稳定的因素,对注浆保护层也有保证,锚杆的握裹力质量更好,更利于上台阶11的初期支护初支的悬吊作用。

[0044] S322中台阶的施工。参阅图11,中台阶布置有掏槽眼c和周边眼b,具体的,中阶层爆破炮眼布置形式采用排炮形式,保证爆破应力波向上方凌空面传播。在中台阶12开挖后

及时施工中台阶的中初期支护121。

[0045] S323下台阶的施工。参阅图11,下台阶布置有底边眼d和周边眼b,具体的,下台阶13爆破炮眼布置形式采用排炮形式,保证爆破应力波向上方凌空面传播。下台阶13的仰拱采用水钻分幅开挖,每循环开挖长度不大于3m,减少上层隧道施工对下层隧道施工的影响。下台阶开挖后及时施工下台阶的下初期支护131。

[0046] S33在下台阶的开挖后,对上跨隧道和下层隧道之间的破碎岩体进行注浆加固。

[0047] 具体的,参阅图8所示,在下台阶的下初期支护131施工后,对上跨隧道和下层隧道之间的破碎岩体进行注浆加固。注浆采用1:1水泥浆,注浆孔采用 $\Phi 50\text{mm}$ 注浆孔,间距为 $1.5\text{m} \times 1.5\text{m}$ 梅花型布置,注浆压力为 $0.2\text{MPa}$ 。

[0048] S4:于开挖后的下台阶13的两侧分别浇筑形成沿上跨隧道1的长度方向设置的暗梁31。

[0049] 具体的,参阅图9所示,在下台阶13的两侧,分别浇筑沿上跨隧道的长度方向设置的暗梁31。暗梁31尺寸为 $2.4\text{m} \times 1.2\text{m}$ 。暗梁31的长度为上跨隧道的跨越区段的投影长度+(每侧 $45^\circ$ 角影响长度 $\times 2$ )。

[0050] S5:于下台阶13的两侧的暗梁31上浇筑底板32,底板32包覆于下台阶13的两侧的暗梁31形成类简支梁结构3。

[0051] 具体的,参阅图9所示,在下台阶13的两侧的暗梁31上浇筑底板32。底板32包覆于下台阶13的两侧的暗梁31形成类简支梁结构3。

[0052] 底板32厚度为 $1.5\text{m}$ ,底板32的长度为上跨隧道的跨越区段的投影长度+(每侧 $45^\circ$ 角影响长度 $\times 2$ )。

[0053] 在类简支梁结构3的硬度达到100%后,在类简支梁结构3上浇筑拱墙初衬4,使得类简支梁结构3支撑于拱墙初衬4的底部。

[0054] 本发明的近接隧道双层二衬结合梁板结构多台阶施工方法,通过于下层隧道形成双层二衬结构进行加固,实现了上跨隧道的结构和下层隧道的结构安全;上跨隧道的类简支梁结构利用简支梁的作用,确保荷载的均匀分布并传递至跨越段影响区域外,实现了上层隧道的结构安全;上跨隧道的小断面多台阶开挖降低了对下层隧道的扰动,秒雷管微振爆破实现了对振速的控制,提高了施工进度和对下层隧道的结构影响。

[0055] 本发明的近接隧道双层二衬结合梁板结构多台阶施工方法,通过于下层隧道形成双层二衬结构进行加固、上跨隧道的小断面多台阶开挖降低了对下层隧道的扰动,秒雷管微振爆破实现了对振速的控制,避免在竖向小净距上跨隧道的施工过程中导致下层隧道的沉降、变形、裂缝;另一方面,通过上跨隧道的类简支梁结构利用简支梁的作用,避免在在竖向小净距上跨隧道的施工后导致下层隧道的沉降、变形、裂缝。

[0056] 需要说明的是,本说明书所附图式所绘示的结构、比例、大小等,均仅用以配合说明书所揭示的内容,以供熟悉此技术的人士了解与阅读,并非用以限定本发明可实施的限定条件,故不具技术上的实质意义,任何结构的修饰、比例关系的改变或大小的调整,在不影响本发明所能产生的功效及所能达成的目的下,均应仍落在本发明所揭示的技术内容得能涵盖的范围内。同时,本说明书中所引用的如“上”、“下”、“左”、“右”、“中间”及“一”等的用语,亦仅为便于叙述的明了,而非用以限定本发明可实施的范围,其相对关系的改变或调整,在无实质变更技术内容下,当亦视为本发明可实施的范畴。

[0057] 以上结合附图实施例对本发明进行了详细说明,本领域中普通技术人员可根据上述说明对本发明做出种种变化例。因而,实施例中的某些细节不应构成对本发明的限定,本发明将以所附权利要求书界定的范围作为保护范围。

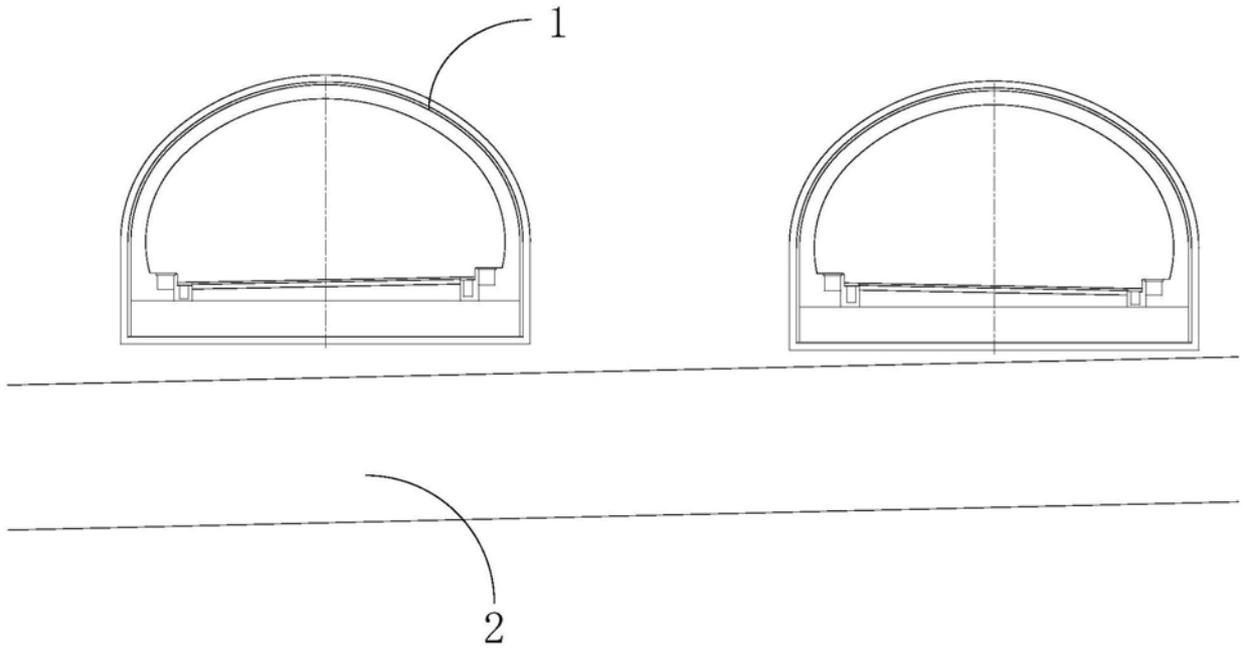


图1

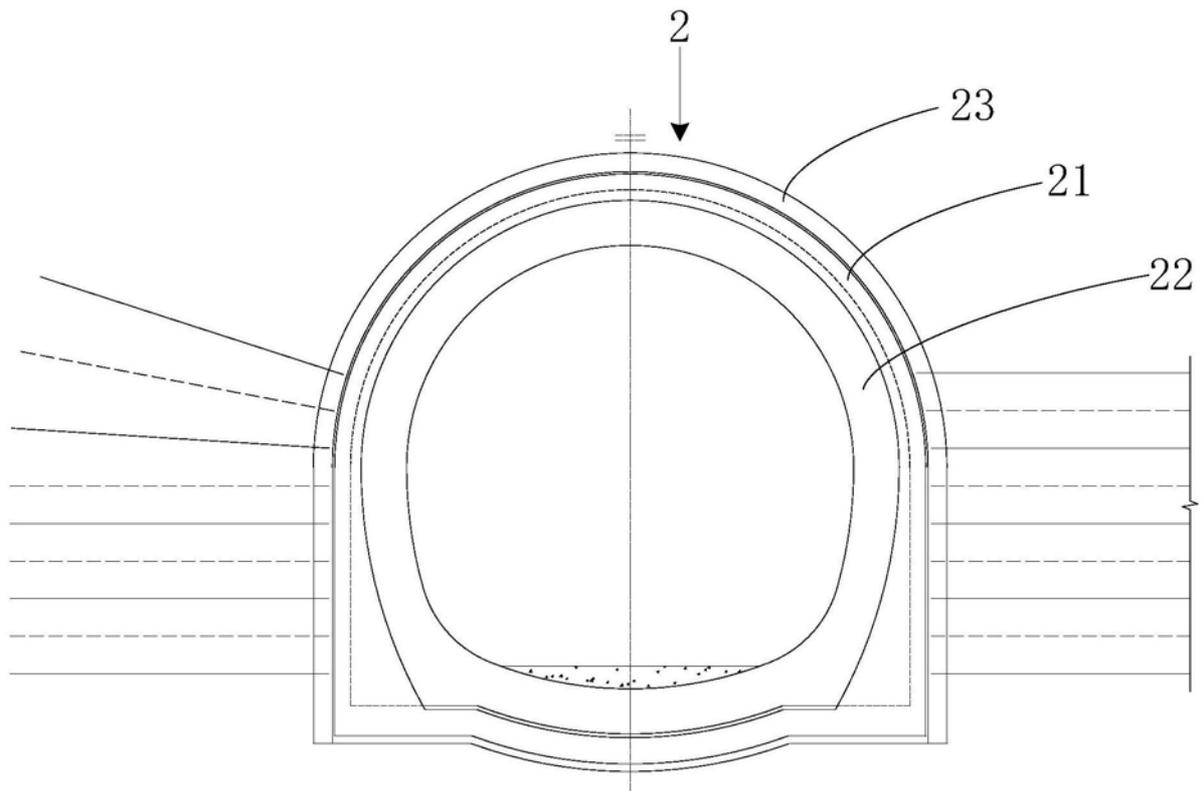


图2

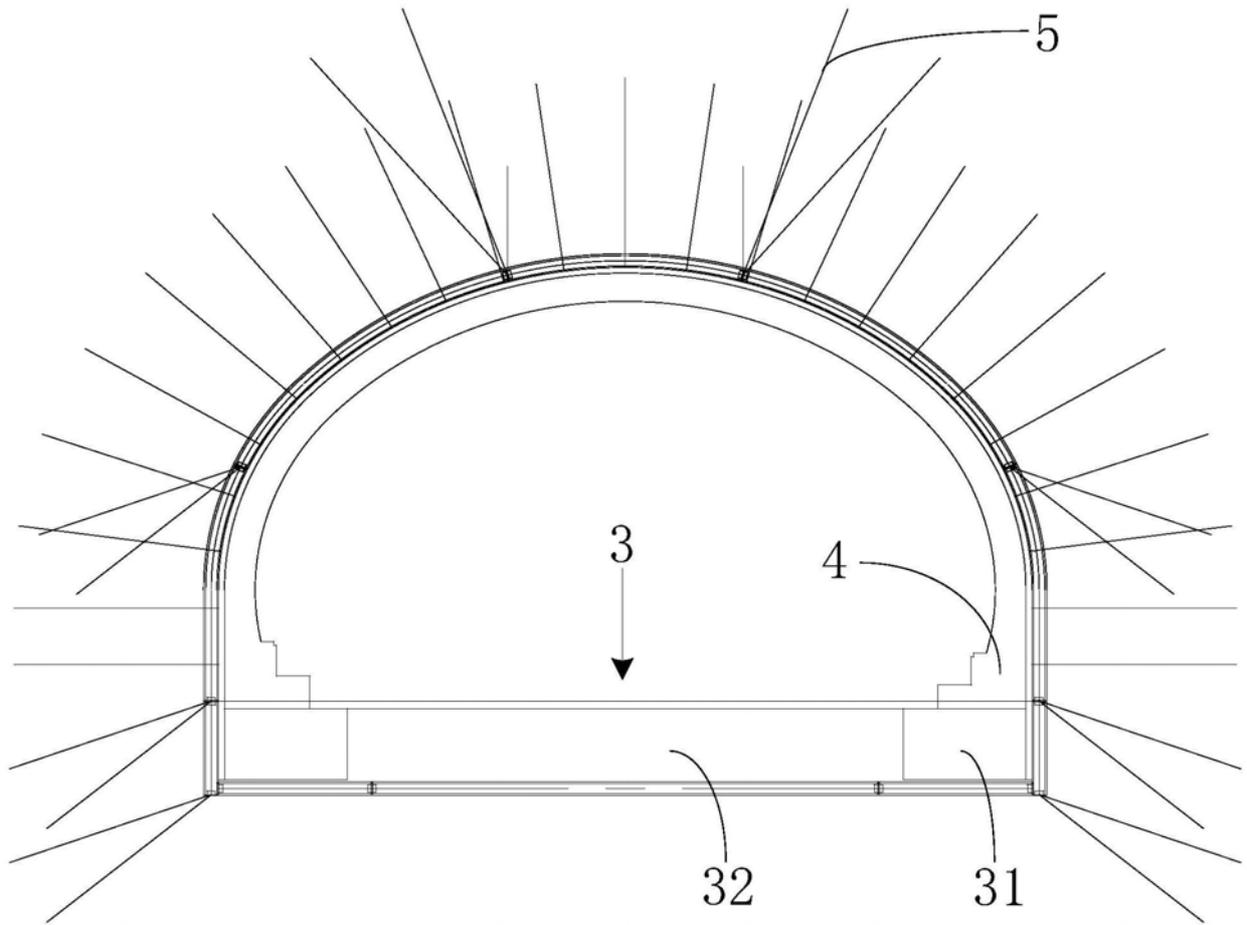


图3

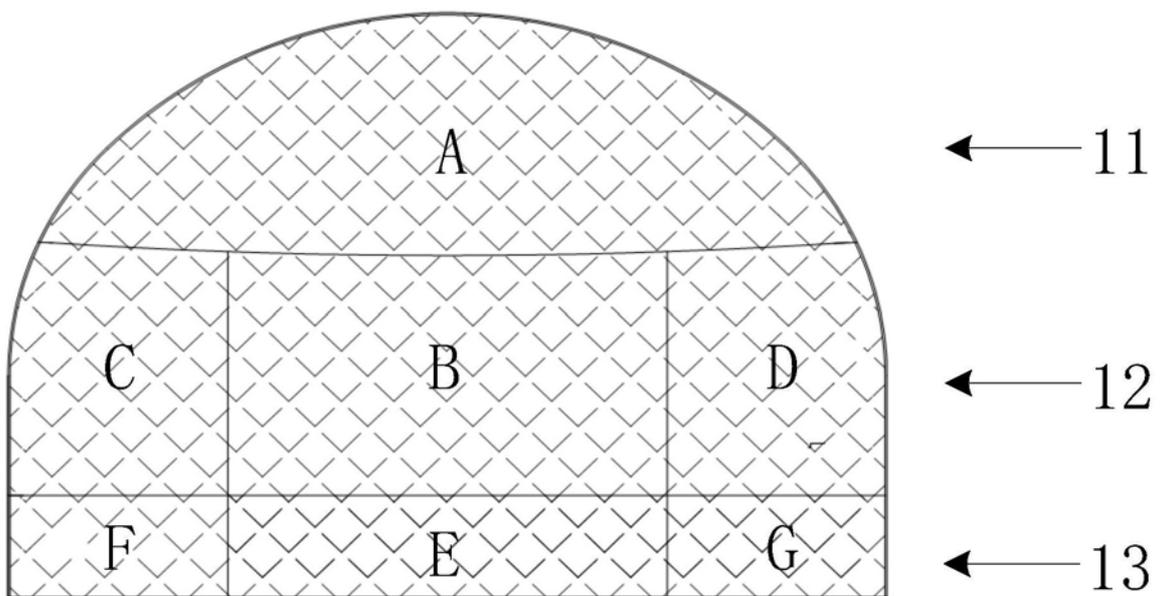


图4

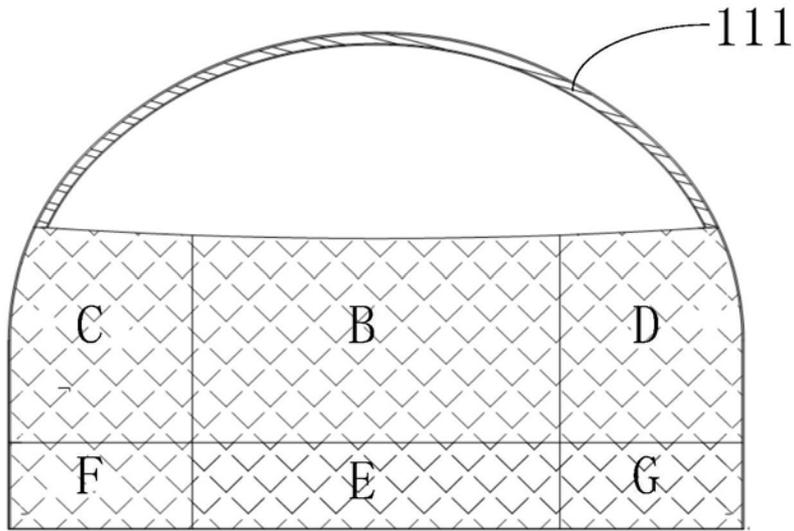


图5

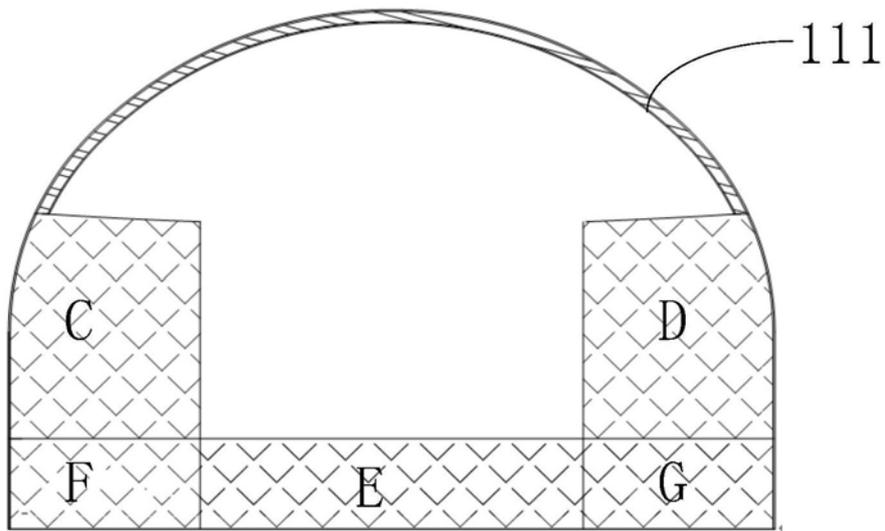


图6

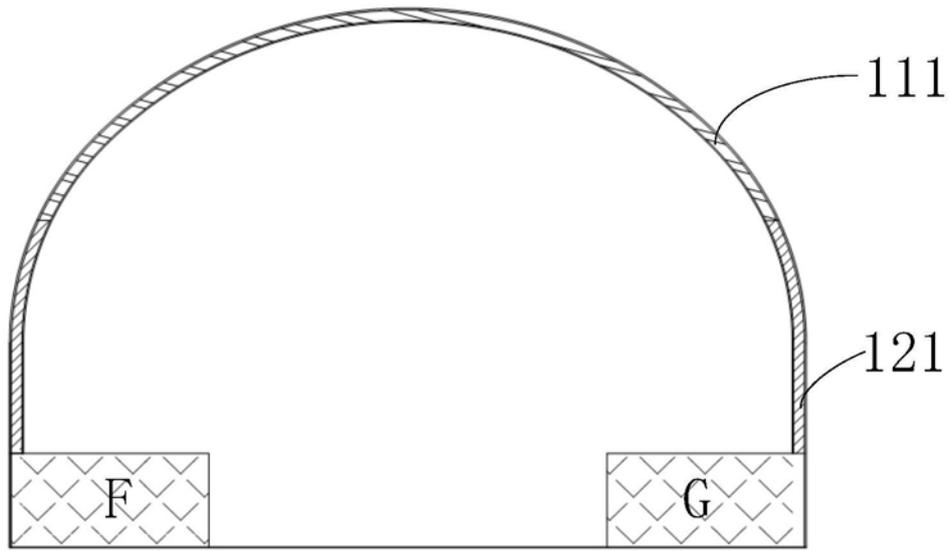


图7

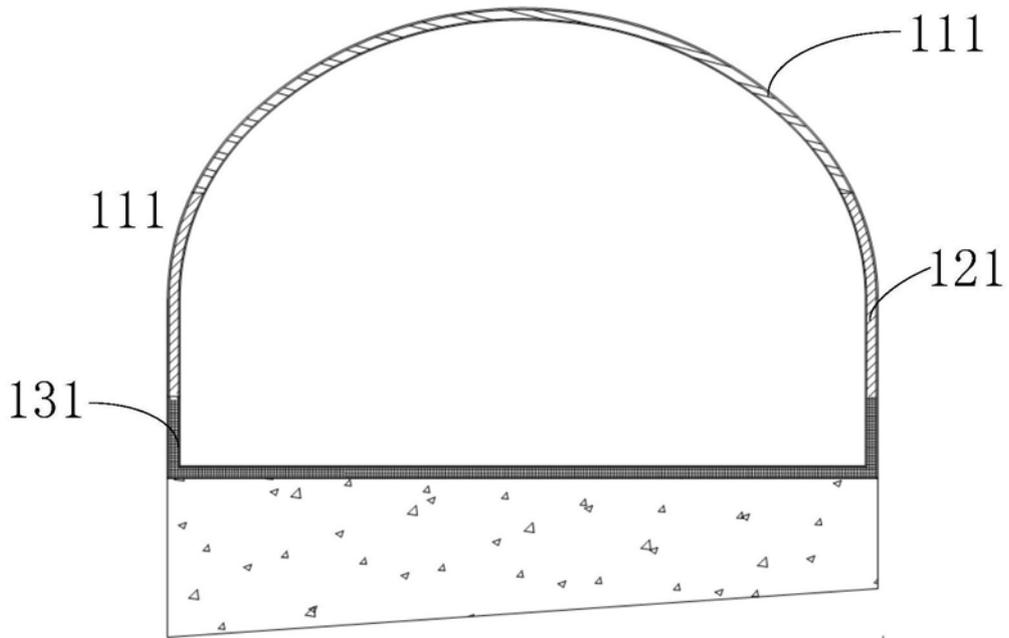


图8

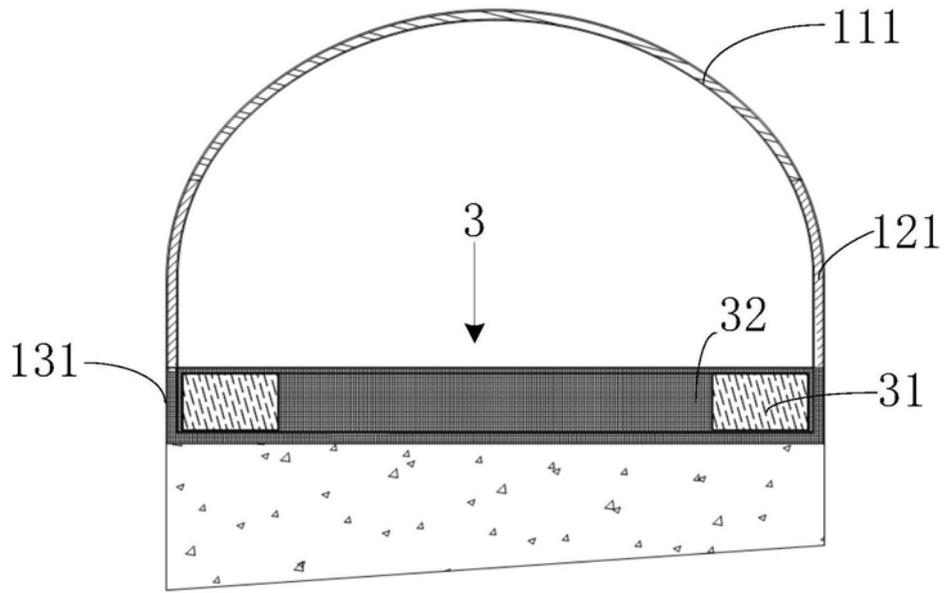


图9

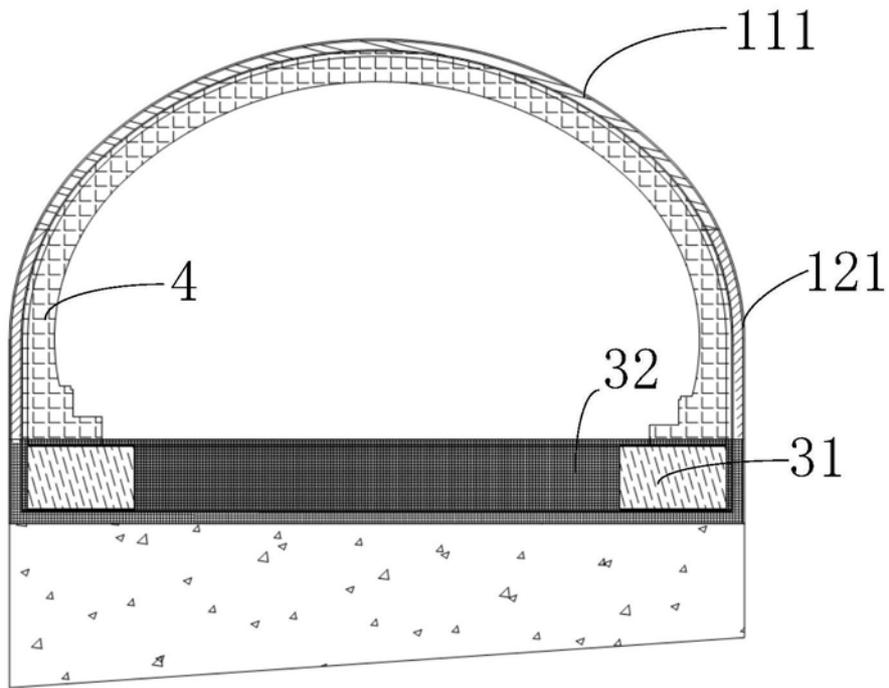


图10

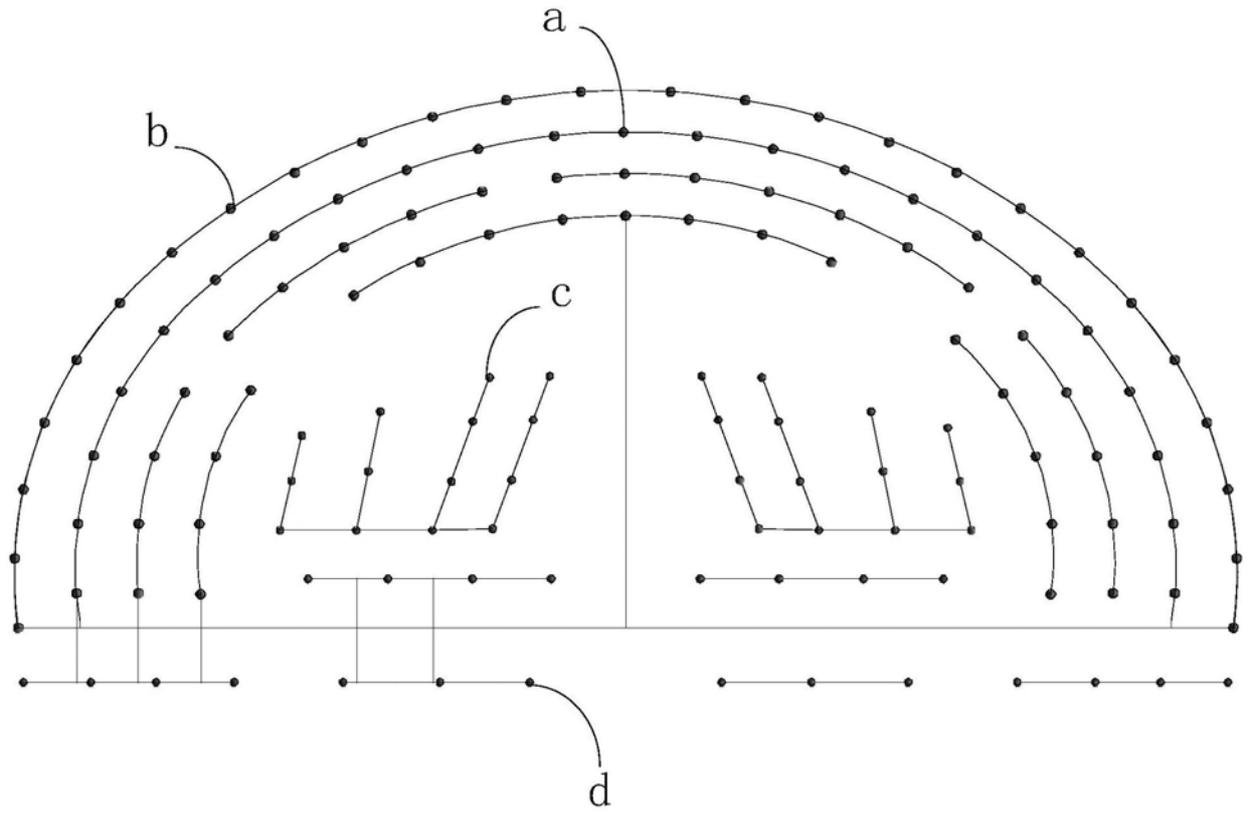


图11