



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112983439 A

(43) 申请公布日 2021.06.18

(21) 申请号 202110278863.5

(22) 申请日 2021.03.16

(71) 申请人 北京市市政工程研究院

地址 100037 北京市西城区百万庄大街3号

申请人 北京市建设工程质量第三检测所有  
限责任公司

(72) 发明人 孙景来 王新灵 武旭 魏英华  
方慧 蒋丹 柳飞 谭磊 张建峰

(74) 专利代理机构 北京中知星原知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11868

代理人 艾变开

(51) Int. Cl.

E21D 9/01 (2006.01)

E21D 11/00 (2006.01)

E21D 11/10 (2006.01)

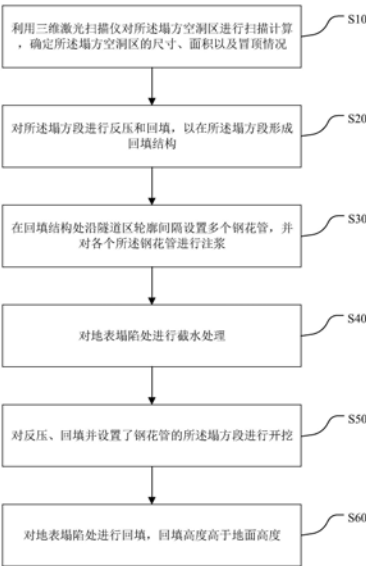
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种隧道塌方段的施工通过方法

(57) 摘要

本发明公开一种隧道塌方段的施工通过方法,包括如下步骤:对塌方段进行反压和回填,以在塌方段形成回填结构,回填结构由拱底向拱顶的方向包括依次设置的反压部、第一回填部、第二回填部和第三回填部;在回填结构处沿隧道区轮廓间隔设置多个钢花管,并对各个钢花管进行注浆;对地表塌陷处进行截水处理;对反压、回填并设置了钢花管的塌方段进行开挖;对地表塌陷处进行回填,回填高度高于地面高度。本发明提供的方法首先对塌方段进行反压和回填,以进行围岩再造,然后通过管棚施做对塌方段进行加固,如此,能够有效保证隧道顺利通过塌方段,避免坍塌区域进行注浆或回填时仍然存在空洞的问题。



1. 一种隧道塌方段的施工通过方法,其特征在于,所述方法包括如下步骤:

S20、对所述塌方段进行反压和回填,以在所述塌方段形成回填结构,所述回填结构由拱底向拱顶的方向包括依次设置的反压部、第一回填部、第二回填部和第三回填部,其中,所述反压部和所述第一回填部的一部分位于所述塌方段的隧道区,所述第一回填部的另一部分、所述第二回填部和所述第三回填部位于所述塌方段的塌方空洞区,所述第一回填部和所述第二回填部均为混凝土,且所述第二回填部的混凝土强度高于所述第一回填部的混凝土强度,所述第三回填部为预定厚度的沙或泡沫混凝土;

S30、在回填结构处沿隧道区轮廓间隔设置多个钢花管,并对各个所述钢花管进行注浆;

S40、对地表塌陷处进行截水处理;

S50、对反压、回填并设置了钢花管的所述塌方段进行开挖;

S60、对地表塌陷处进行回填,回填高度高于地面高度。

2. 根据权利要求1所述的隧道塌方段的施工通过方法,其特征在于,所述步骤S20具体包括如下步骤:

S21、对所述塌方段进行清理;

S22、利用塌方形成的碎石作为反压材料对所述塌方段进行反压形成所述反压部;

S23、在所述拱顶处预留注浆管,所述注浆管的管口位于所述塌方空洞区,并高于所述隧道区的顶部第一预定距离;

S24、在所述塌方段的首榀拱架的前侧第二预定距离处设置反压模板;

S25、通过所述注浆管灌注第一混凝土料,以形成所述第一回填部;

S26、通过所述注浆管灌注第二混凝土料,以形成所述第二回填部;

S27、通过所述注浆管向所述第二回填部的上方吹沙或泡沫混凝土,以形成所述第三回填部。

3. 根据权利要求2所述的隧道塌方段的施工通过方法,其特征在于,所述步骤S23中,在所述拱顶处还预留第一观测管,所述第一观测管的管口位于所述塌方空洞区,并高于所述隧道区的顶部第三预定距离;

在所述步骤S25中,当所述第一观测管返料时,停止所述第一混凝土料的灌注;

在所述步骤S23中,在所述拱顶处还预留第二观测管,所述第二观测管的管口位于所述塌方空洞区,并高于所述隧道区的顶部第四预定距离;

在所述步骤S25中,当所述第二观测管返料时,停止所述第二混凝土料的灌注。

4. 根据权利要求1所述的隧道塌方段的施工通过方法,其特征在于,所述步骤S30具体包括如下步骤:

S31、在所述回填结构处设置拱形支架,所述拱形支架通过连接筋与所述塌方区原有的初支拱架连接;

S32、在所述拱形支架上沿其延伸方向间隔设置多个钻孔;

S33、按第一预定顺序对所述多个钻孔中的每个钻孔至少进行两次钻进施工,得到多个间隔设置的孔道;

S34、分别将各个钢花管顶入对应的孔道中;

S35、按第二预定顺序对各个钢花管进行注浆。

5. 根据权利要求4所述的隧道塌方段的施工通过方法,其特征在于,所述步骤S33中,将所述多个钻孔分为由所述拱形支架的一端向另一端方向依次排布的多个钻孔组,各个钻孔组中的钻孔数量均为 $N$ , $N \geq 3$ ,在按第一预定顺序对所有钻孔执行完一次钻进施工后,再按第一预定顺序对所有的钻孔执行下一次钻进施工,每次施工均包括 $N$ 个钻进子步骤,每个钻进子步骤中,对于每个钻孔组中的一个钻孔进行钻进施工。

6. 根据权利要求4所述的隧道塌方段的施工通过方法,其特征在于,在所述步骤S35中,将所述各个钢花管分为由所述拱形支架的一端向另一端方向依次排布的多个钢花管组,各个钢花管组中的钢花管数量均为 $M$ , $M \geq 2$ ,注浆过程包括 $M$ 个注浆子步骤,每个子步骤中,按由下至上的方向对于每个钢花管组中的一个钢花管进行注浆,且相邻两个注浆子步骤所进行注浆的钢花管之间至少有一个钢花管。

7. 根据权利要求4所述的隧道塌方段的施工通过方法,其特征在于,在所述步骤S35中,注浆的浆料浓度由稀逐渐变浓。

8. 根据权利要求1至7任一项所述的隧道塌方段的施工通过方法,其特征在于,在所述步骤S50中,开挖方法为三台阶预留核心土石工。

9. 根据权利要求1至7任一项所述的隧道塌方段的施工通过方法,其特征在于,所述步骤S60具体包括如下步骤:

S61、从地表处灌注轻质混凝土;

S62、在所述轻质混凝土表面设置粘土层。

10. 根据权利要求1至7任一项所述的隧道塌方段的施工通过方法,其特征在于,所述方法还包括在所述步骤S20之前执行的如下步骤:

S10、利用三维激光扫描仪对所述塌方空洞区进行扫描计算,确定所述塌方空洞区的尺寸、面积以及冒顶情况。

## 一种隧道塌方段的施工通过方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及隧道施工技术领域,尤其涉及一种隧道塌方段的施工通过方法。

### 背景技术

[0002] 在隧道的施工过程中,有时会因冒顶而形成大面积的空洞和大块悬石,形成不稳定塌方空腔区域,是隧道施工过程中的重大安全隐患,现有的做法通常为利用注浆等方法对隧道坍塌区域进行填充,在施工过程中需要防止上方的大块危石掉落,及悬顶区域发生坍塌,并保证周边围岩稳定性,在隧道修建完成后,不会因上部空洞或不稳定石块掉落而对衬砌结构造成安全影响,而现有的这些填充方式牢固性较差,难以满足前述的各个要求。

### 发明内容

[0003] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种能够保证隧道顺利通过塌方段且结构牢靠稳定的隧道塌方段的施工通过方法。

[0004] 为达到上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0005] 一种隧道塌方段的施工通过方法,所述方法包括如下步骤:

[0006] S20、对所述塌方段进行反压和回填,以在所述塌方段形成回填结构,所述回填结构由拱底向拱顶的方向包括依次设置的反压部、第一回填部、第二回填部和第三回填部,其中,所述反压部和所述第一回填部的一部分位于所述塌方段的隧道区,所述第一回填部的另一部分、所述第二回填部和所述第三回填部位于所述塌方段的塌方空洞区,所述第一回填部和所述第二回填部均为混凝土,且所述第二回填部的混凝土强度高于所述第一回填部的混凝土强度,所述第三回填部为预定厚度的沙或泡沫混凝土;

[0007] S30、在回填结构处沿隧道区轮廓间隔设置多个钢花管,并对各个所述钢花管进行注浆;

[0008] S40、对地表塌陷处进行截水处理;

[0009] S50、对反压、回填并设置了钢花管的所述塌方段进行开挖;

[0010] S60、对地表塌陷处进行回填,回填高度高于地面高度。

[0011] 优选地,所述步骤S20具体包括如下步骤:

[0012] S21、对所述塌方段进行清理;

[0013] S22、利用塌方形成的碎石作为反压材料对所述塌方段进行反压形成所述反压部;

[0014] S23、在所述拱顶处预留注浆管,所述注浆管的管口位于所述塌方空洞区,并高于所述隧道区的顶部第一预定距离;

[0015] S24、在所述塌方段的首榀拱架的前侧第二预定距离处设置反压模板;

[0016] S25、通过所述注浆管灌注第一混凝土料,以形成所述第一回填部;

[0017] S26、通过所述注浆管灌注第二混凝土料,以形成所述第二回填部;

[0018] S27、通过所述注浆管向所述第二回填部的上方吹沙或泡沫混凝土,以形成所述第三回填部。

- [0019] 优选地,所述步骤S23中,在所述拱顶处还预留第一观测管,所述第一观测管的管口位于所述塌方空洞区,并高于所述隧道区的顶部第三预定距离;
- [0020] 在所述步骤S25中,当所述第一观测管返料时,停止所述第一混凝土料的灌注;和/或,
- [0021] 在所述步骤S23中,在所述拱顶处还预留第二观测管,所述第二观测管的管口位于所述塌方空洞区,并高于所述隧道区的顶部第四预定距离;
- [0022] 在所述步骤S25中,当所述第二观测管返料时,停止所述第二混凝土料的灌注;
- [0023] 优选地,所述步骤S30具体包括如下步骤:
- [0024] S31、在所述回填结构处设置拱形支架,所述拱形支架通过连接筋与所述塌方区原有的初支拱架连接;
- [0025] S32、在所述拱形支架上沿其延伸方向间隔设置多个钻孔;
- [0026] S33、按第一预定顺序对所述多个钻孔中的每个钻孔至少进行两次钻进施工,得到多个间隔设置的孔道;
- [0027] S34、分别将各个钢花管顶入对应的孔道中;
- [0028] S35、按第二预定顺序对各个钢花管进行注浆。
- [0029] 优选地,所述步骤S33中,将所述多个钻孔分为由所述拱形支架的一端向另一端方向依次排布的多个钻孔组,各个钻孔组中的钻孔数量均为 $N$ , $N \geq 3$ ,在按第一预定顺序对所有钻孔执行完一次钻进施工后,再按第一预定顺序对所有的钻孔执行下一次钻进施工,每次施工均包括 $N$ 个钻进子步骤,每个钻进子步骤中,对于每个钻孔组中的一个钻孔进行钻进施工。
- [0030] 优选地,在所述步骤S35中,将所述各个钢花管分为由所述拱形支架的一端向另一端方向依次排布的多个钢花管组,各个钢花管组中的钢花管数量均为 $M$ , $M \geq 2$ ,注浆过程包括 $M$ 个注浆子步骤,每个子步骤中,按由下至上的方向对于每个钢花管组中的一个钢花管进行注浆,且相邻两个注浆子步骤所进行注浆的钢花管之间至少有一个钢花管。
- [0031] 优选地,在所述步骤S35中,注浆的浆料浓度由稀逐渐变浓。
- [0032] 优选地,在所述步骤S50中,开挖方法为三台阶预留核心土石工。
- [0033] 优选地,所述步骤S60具体包括如下步骤:
- [0034] S61、从地表处灌注轻质混凝土;
- [0035] S62、在所述轻质混凝土表面设置粘土层。
- [0036] 优选地,所述方法还包括在所述步骤S20之前执行的如下步骤:
- [0037] S10、利用三维激光扫描仪对所述塌方空洞区进行扫描计算,确定所述塌方空洞区的尺寸、面积以及冒顶情况。
- [0038] 本发明提供的隧道塌方段的施工通过方法的有益效果为:
- [0039] 首先对塌方段进行反压和回填,以进行围岩再造,然后通过管棚施做对塌方段进行加固,如此,能够有效保证隧道顺利通过塌方段,避免坍塌区域进行注浆或回填时仍然存在空洞的问题。

## 附图说明

- [0040] 通过以下参照附图对本发明实施例的描述,本发明的上述以及其它目的、特征和

优点将更为清楚。

[0041] 图1示出本发明具体实施方式提供的隧道塌方段进行反压回填后的纵剖视图；

[0042] 图2示出本发明具体实施方式提供的隧道塌方段进行反压回填后的横剖视图；

[0043] 图3示出本发明具体实施方式提供的拱形支架的结构示意图；

[0044] 图4示出本发明具体实施方式提供的注浆管的结构示意图；

[0045] 图5示出本发明具体实施方式提供的隧道塌方段的施工通过方法流程示意图。

[0046] 图中：

[0047] 10、反压部；20、第一回填部；30、第二回填部；40、反压模板；50、初支拱顶；60、注浆管；61、主管部；62、第一加强部；63、第二加强部；70、第一观测管；80、第二观测管；90、拱形支架；91、钻孔；

[0048] 100、隧道区；200、塌方空洞区。

### 具体实施方式

[0049] 以下基于实施例对本发明进行描述，本领域普通技术人员应当理解，在此提供的附图都是为了说明的目的，并且附图不一定是按比例绘制的。

[0050] 除非上下文明确要求，否则整个说明书和权利要求书中的“包括”、“包含”等类似词语应当解释为包含的含义而不是排他或穷举的含义；也就是说，是“包括但不限于”的含义。

[0051] 本申请提供了一种隧道塌方段的施工通过方法，如图5所示，所述方法包括如下步骤：

[0052] S20、对所述塌方段进行反压和回填，以在所述塌方段形成回填结构，如图1和图2所示，所述回填结构由拱底向拱顶的方向包括依次设置的反压部10、第一回填部20、第二回填部30和第三回填部，其中，所述反压部10和所述第一回填部20的一部分位于所述塌方段的隧道区100，所述第一回填部20的另一部分、所述第二回填部30和所述第三回填部位于所述塌方段的塌方空洞区200，所述第一回填部20和所述第二回填部30均为混凝土，且所述第二回填部30的混凝土强度高于所述第一回填部20的混凝土强度，所述第三回填部为预定厚度的沙或泡沫混凝土；

[0053] S30、在回填结构处沿隧道区轮廓间隔设置多个钢花管，并对各个所述钢花管进行注浆；

[0054] S40、对地表塌陷处进行截水处理；

[0055] S50、对反压、回填并设置了钢花管的所述塌方段进行开挖；

[0056] S60、对地表塌陷处进行回填，回填高度高于地面高度。

[0057] 本申请提供的通过方法中，首先对塌方段进行反压和回填，以进行围岩再造，然后通过管棚施做对塌方段进行加固，如此，能够有效保证隧道顺利通过塌方段，避免坍塌区域进行注浆或回填时仍然存在空洞的问题。

[0058] 其中，第一回填部20和第二回填部30可根据需求选用适当的混凝土，两种混凝土的强度不同，填充在塌方空洞区的第二回填部30选用强度较高的混凝土，而主要充当围岩再造功能的第一回填部20则选用强度较低的混凝土，既能够保证塌方段及周边岩体的牢固性和稳定性，又能够降低施工成本。在一个具体的实施例中，第一回填部20采用C10混凝土，

第二回填部30采用C30混凝土。

[0059] 可以理解的是,其中的步骤S40可以是在S30与S50之间执行,也可以是在步骤S30之前执行。

[0060] 其中,具体地,所述步骤S20具体包括如下步骤:

[0061] S21、对所述塌方段进行清理,例如,利用钩机对塌方段的大石块及杂物淤泥进行清理;

[0062] S22、利用塌方形成的碎石作为反压材料对所述塌方段进行反压形成所述反压部10;

[0063] S23、在所述拱顶处预留注浆管60,所述注浆管60的管口位于所述塌方空洞区200,并高于所述隧道区100的顶部第一预定距离,第一预定距离可根据塌方空洞区200的情况具体设置,例如,在一个具体的实施例中,第一预定距离为3m;

[0064] S24、在所述塌方段的首榀拱架的前侧第二预定距离处设置反压模板40,此处所述的前侧指的是与开挖方向相反的方向,图1中箭头所示方向为开挖方向。第二预定距离也可根据塌方空洞区200的具体情况设置,例如,在一个具体的实施例中,第二预定距离为2m;

[0065] S25、通过所述注浆管60灌注第一混凝土料,以形成所述第一回填部20;

[0066] S26、通过所述注浆管60灌注第二混凝土料,以形成所述第二回填部30;

[0067] S27、通过所述注浆管60向所述第二回填部30的上方吹沙或泡沫混凝土,以形成所述第三回填部。吹沙或泡沫混凝土能够填充空洞,避免上部出现掉落而砸到既有的混凝土结构而影响安全。吹沙或泡沫混凝土的厚度可根据现场具体情况以及环境等因素具体设置,例如,在一个具体的实施例中,厚度为1m。

[0068] 其中,第一混凝土料的注浆量可预先设定好,或者通过注浆时间来控制,为了保证注浆量准确性,优选地,所述步骤S23中,在所述拱顶处还预留第一观测管70,所述第一观测管70的管口位于所述塌方空洞区200,并高于所述隧道区100的顶部第三预定距离,在所述步骤S25中,当所述第一观测管70返料时,停止所述第一混凝土料的灌注。第三预定距离例如为0.3m。

[0069] 类似地,第二混凝土料的注浆量可预先设定好,或者通过注浆时间来控制,为了保证注浆量准确性,优选地,在所述步骤S23中,在所述拱顶处还预留第二观测管80,所述第二观测管80的管口位于所述塌方空洞区200,并高于所述隧道区100的顶部第四预定距离,在所述步骤S25中,当所述第二观测管80返料时,停止所述第二混凝土料的灌注。第四预定距离例如为2m,如此,在初支拱顶50上2m部位及初支侵线部位形成第二回填部。

[0070] 其中,注浆管60可以为光管,以便于加工。在一个优选实施例中,如图4所示,注浆管60包括主管部61以及设置于主管部61外侧壁上的第一加强部62,在完成反压和回填后,第一加强部62位于第一回填部20和第二回填部30的交界位置,即第一加强部62的一部分位于第一回填部20,另一部分位于第二回填部30,从而进一步提高结构稳定性。第一加强部62优选沿主管部61的外周均匀布置多个,进一步优选地,第一加强部62呈管状结构,且管状结构的开口朝上,如此,方便在灌注时,灌注料由第一加强部62的开口进入第一加强部62中,第一加强部62形成类似于铆钉的结构,进一步保证结构的可靠性。

[0071] 为了进一步提高第二回填部30的结构强度及可靠性,优选地,如图4所示,在主管部61的外周还设置有第二加强部63,第二加强部63位于第一加强部62的上方,且优选沿主

管部61的周向均匀布置有多个。为了避免第二加强部63影响灌注料进入第一加强部62,在周向上,各个第二加强部63与各个第一加强部62错开设置。

[0072] 其中,具体地,所述步骤S30具体包括如下步骤:

[0073] S31、在所述回填结构处设置拱形支架90,所述拱形支架90通过连接筋与所述塌方区原有的初支拱架50连接,如此,拱形支架90可作为导向墙,供钢化管插入回填结构,拱形支架90可采用工字钢制成,在保证结构强度的同时降低成本;

[0074] S32、在所述拱形支架90上沿其延伸方向间隔设置多个钻孔91;

[0075] S33、按第一预定顺序对所述多个钻孔91中的每个钻孔91至少进行两次钻进施工,得到多个间隔设置的孔道;

[0076] S34、分别将各个钢花管顶入对应的孔道中,例如,采用装载机和管棚机钻进相结合,将钢花管顶进至孔道中;

[0077] S35、按第二预定顺序对各个钢花管进行注浆。

[0078] 其中,在一个优选的实施例中,所述步骤S33中,将所述多个钻孔91分为由所述拱形支架90的一端向另一端方向依次排布的多个钻孔组,各个钻孔组中的钻孔91数量均为N,  $N \geq 3$ ,在按第一预定顺序对所有钻孔91执行完一次钻进施工后,再按第一预定顺序对所有的钻孔91执行下一次钻进施工,每次施工均包括N个钻进子步骤,每个钻进子步骤中,对于每个钻孔组中的一个钻孔91进行钻进施工。

[0079] 以图3为例,将管棚中的钻孔91进行分组编号,每5根划分为一组,共5组,即N为5,按照组编号(1至5)顺序对每组的1号钻孔进行钻进,为便于安装钢花管,钻头直径大于钢花管的直径,例如,钢花管的直径为108mm,钻头直径为118mm,施工角度根据现场实际情况调整。当钻进过程中出现塌孔、空洞、卡钻等问题时,对已经形成的钻孔段注浆加固已完成钻孔的孔壁围岩及孔底,从而完成第一次钻孔施工,按照相同的方法对各组的2号至5号钻孔分别进行第一次钻进施工,在所有钻孔第一次施工全部固结后,按照与第一次钻孔施工相同的方法,逐个完成所有孔位的第二次钻孔施工,通过多次施工,最终实现设定的钻孔深度。

[0080] 钢花管的加工过程例如为,采用 $\Phi 108$ 热轧无缝钢管加工;钢管前端3m范围内不布置注浆眼,其余部分布置注浆眼,孔径 $\Phi 8\text{mm}$ ,孔间距15cm,呈梅花形布置,管尖长20cm,选用氧焊切除缺口,在加工成尖端,并进行焊接。钢管尾段加止浆板,止浆板上设15cm长带丝扣的注浆尾管。

[0081] 进一步地,在所述步骤S35中,将所述各个钢花管分为由所述拱形支架90的一端向另一端方向依次排布的多个钢花管组,各个钢花管组中的钢花管数量均为M,  $M \geq 2$ ,注浆过程包括M个注浆子步骤,每个子步骤中,按由下至上的方向对于每个钢花管组中的一个钢花管进行注浆,且相邻两个注浆子步骤所进行注浆的钢花管之间至少有一个钢花管,按由下至上的顺序进行关注能够有效避免空洞的形成,有效保证施工后结构的可靠性。

[0082] 在所述步骤S35中,注浆的浆料浓度由稀逐渐变浓。即对于每一个钢花管的注浆过程,均为先稀后浓,前期用较稀的浆料既能够降低成本,又能够具有一定的冲刷作用,后期采用较浓的浆料保证灌注后的结构可靠性。

[0083] 进一步地,步骤S40具体为,对地表塌陷处周围2m位置设置截水沟,水沟宽度50cm,高度75cm,宽100cm,混凝土厚度25cm。塌陷口处用棚布进行覆盖,避免塌陷上方有块石杂



物、雨水掉至隧道内造成意外事故。

[0084] 进一步地,在所述步骤S50中,开挖方法为三台阶预留核心土石工,具体地,衬砌类型为V级加强,采用静力破除的方法或数码雷管逐孔爆破进行掘进施工。开挖方法为三台阶预留核心土施工(核心土不大于2m),上、中、下台阶拱脚处两边分别采用2根4m长50锁脚,拱脚处要用垫槽钢(18a)垫实。

[0085] 进一步地,所述步骤S60具体包括如下步骤:

[0086] S61、从地表处灌注轻质混凝土;

[0087] S62、在所述轻质混凝土表面设置粘土层。

[0088] 具体地,从地表处灌注轻质混凝土,回填塌陷处,(回填深度根据现场实际进行调整),根据山体斜坡施做,封闭塌腔口,高出地面50cm,表层采用30cm粘土层进行封闭这样使塌方体小空腔进一步密实,有利于防止雨水的冲刷,保证了隧道顶部的稳定。

[0089] 进一步优选地,如图5所示,所述方法还包括在所述步骤S20之前执行的如下步骤:

[0090] S10、利用三维激光扫描仪对所述塌方空洞区进行扫描计算,确定所述塌方空洞区的尺寸、面积以及冒顶情况,以便于原料的准备以及施工方式的确定。

[0091] 本领域的技术人员容易理解的是,在不冲突的前提下,上述各优选方案可以自由地组合、叠加。

[0092] 以上所述仅为本发明的优选实施例,并不用于限制本发明,对于本领域技术人员而言,本发明可以有各种改动和变化。凡在本发明的精神和原理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。

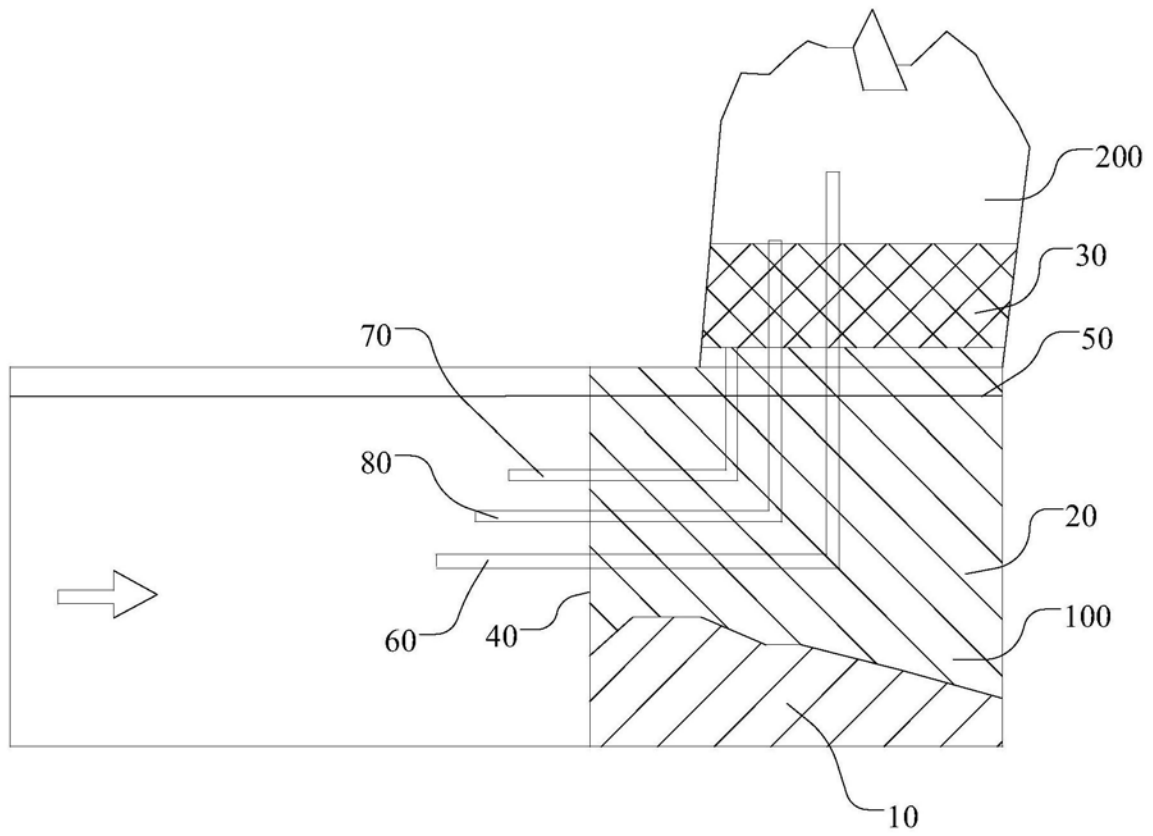


图1

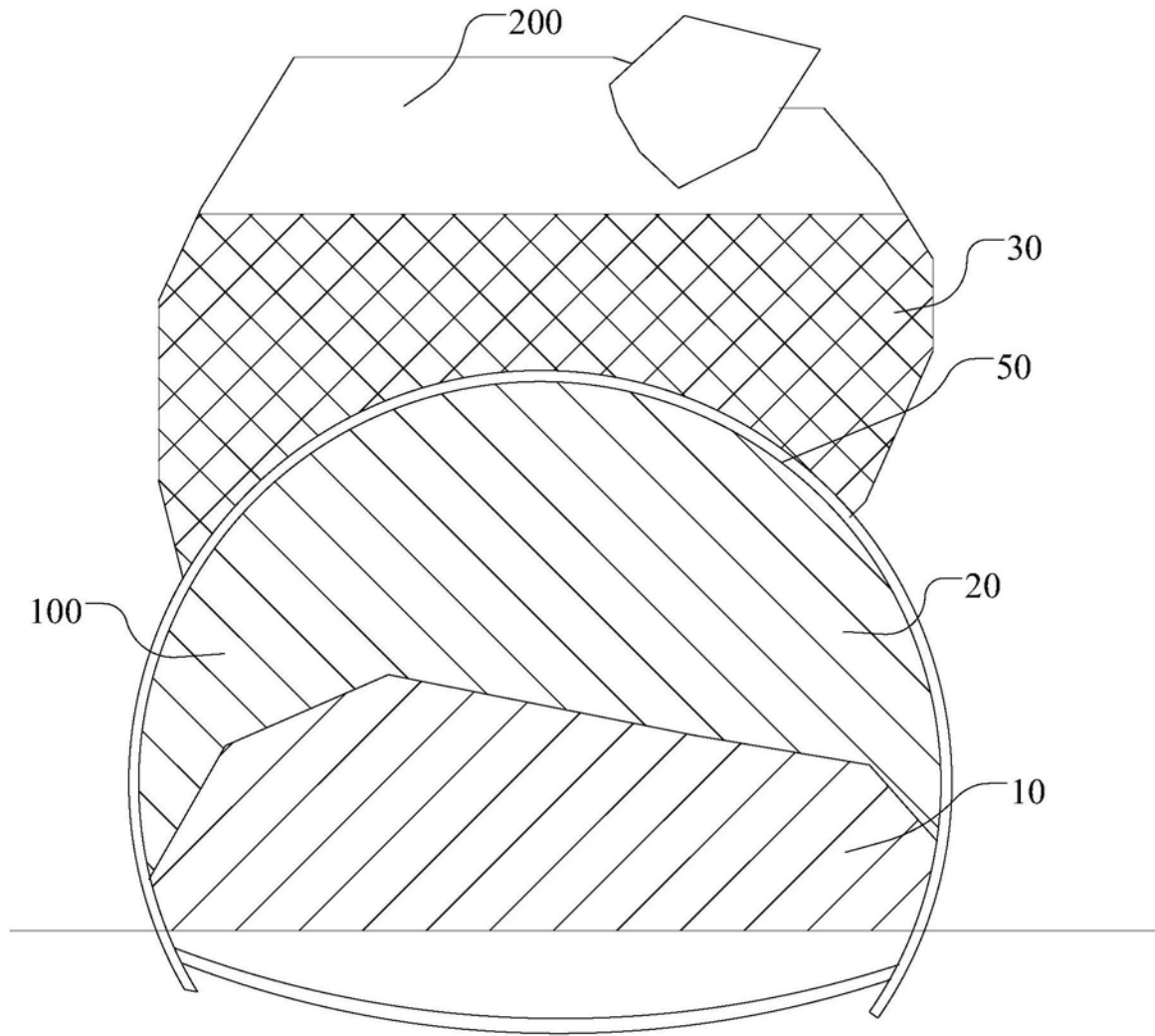


图2

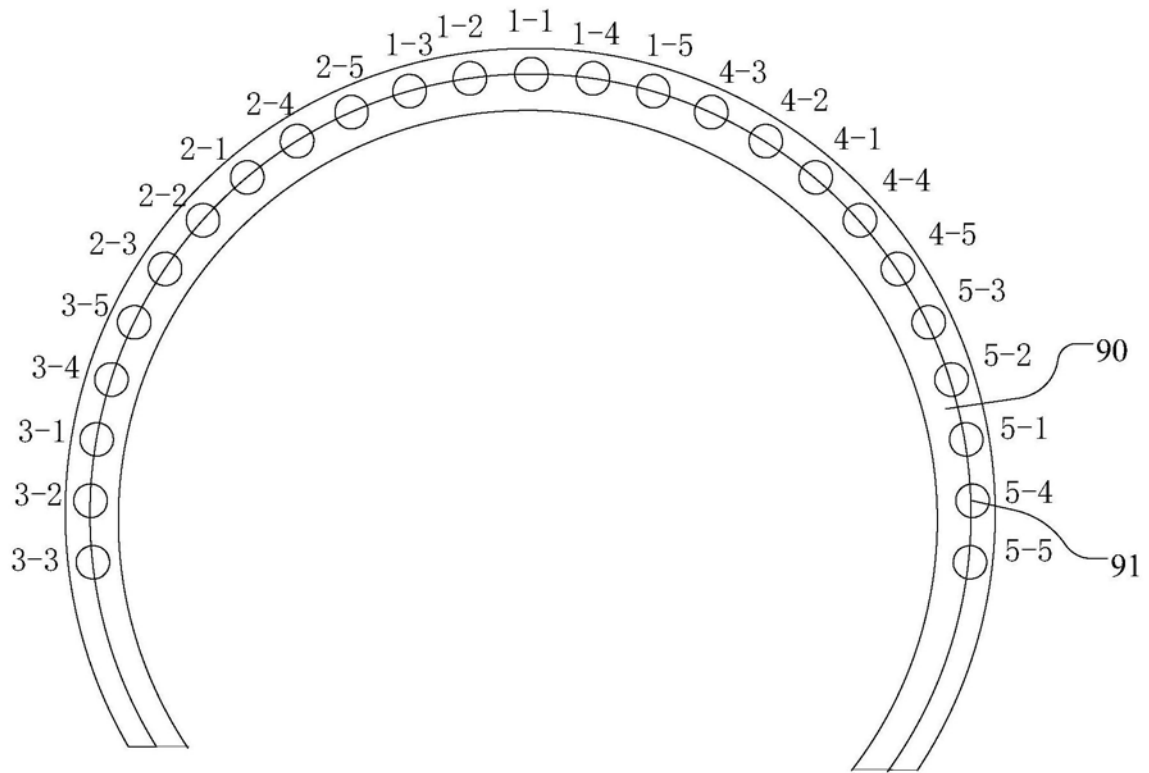


图3

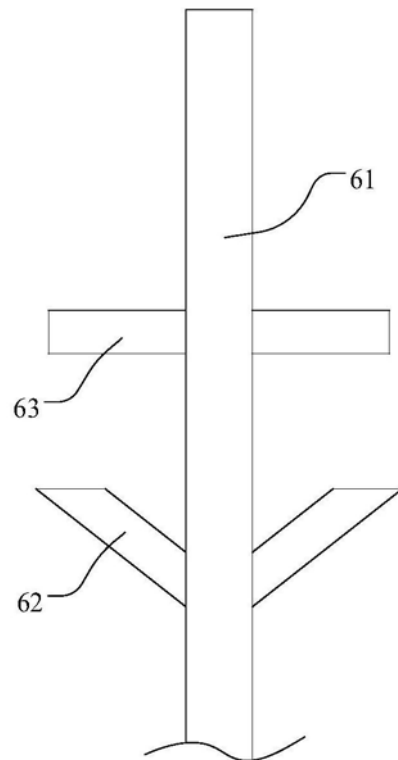
60

图4

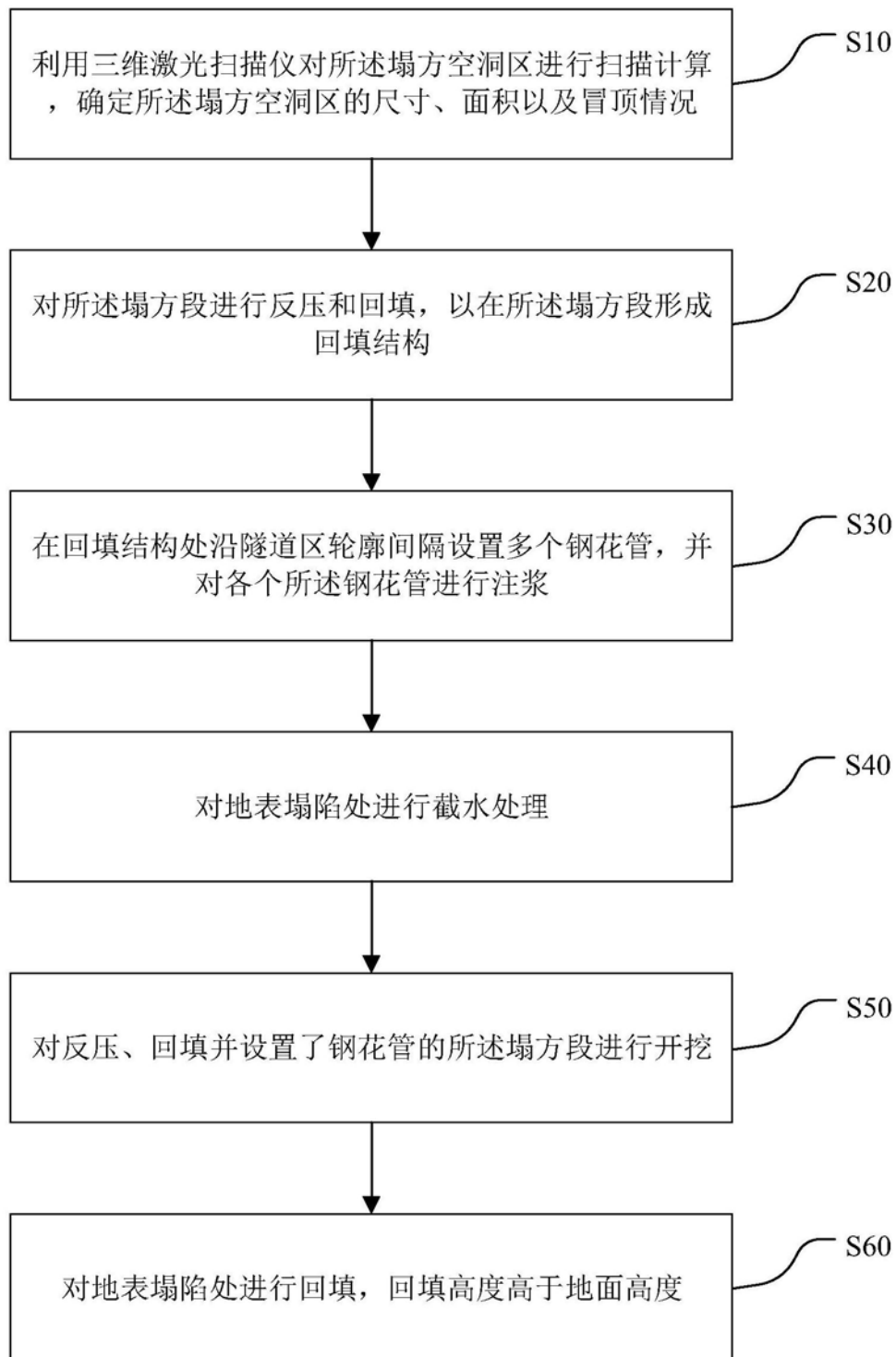


图5