



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106894830 A

(43)申请公布日 2017.06.27

(21)申请号 201710172595.2

(22)申请日 2017.03.21

(71)申请人 西南交通大学

地址 610031 四川省成都市二环路北一段
111号

(72)发明人 孙克国 仇文革 许炜萍

(74)专利代理机构 重庆上义众和专利代理事务
所(普通合伙) 50225

代理人 孙人鹏

(51)Int.Cl.

E21D 11/18(2006.01)

E21D 11/38(2006.01)

E21D 11/10(2006.01)

E21D 20/00(2006.01)

E21F 16/02(2006.01)

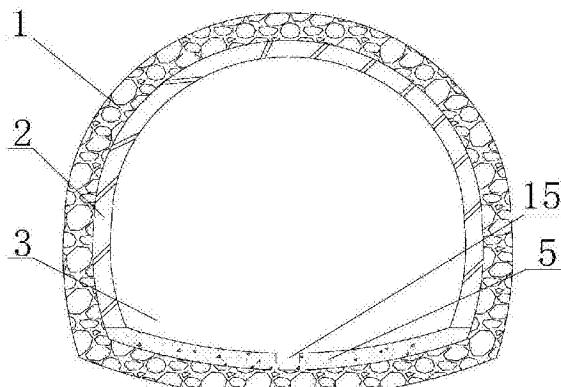
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

一种用于地下工程的双曲拱支护结构及施
工方法

(57)摘要

本发明公开了一种用于地下工程的双曲拱
支护结构及施工方法,涉及地下工程领域,该双
曲拱支护结构位于围岩和洞体之间,包括弧形拱
和仰拱,弧形拱环向弧度与洞体环向弧度相匹
配,弧形拱纵向表面呈波浪形。本发明双曲拱支
护结构与现有支护材料相比,两者使用相同质量
的材料,加工成长度相同的构件,双曲拱单元的
抗弯曲能力可达到平板单元的数十倍,并且该双
曲拱结构采用工厂预制化,缩短了施工人员在地
下空间支护作业时间,进一步地弧形拱外表面波
浪形凹槽作为排水通道,无需施工放水孔,降低
了地下空间施工难度,在缩短了施工时间的同
时提高了作业人员的安全保障。



1. 一种用于地下工程的双曲拱支护结构,其特征在于:包括围岩(1)、双曲拱支护结构(2)和洞体(3),所述双曲拱支护结构(2)位于所述围岩(1)和所述洞体(3)之间,该双曲拱支护结构(2)包括弧形拱(4)和仰拱(5),所述弧形拱(4)环向弧度与所述洞体(3)环向弧度相匹配,所述弧形拱(4)纵向表面呈波浪形,该弧形拱(4)至少由两个双曲拱单元(6)拼接而成,相邻的两个所述双曲拱单元(6)在波浪形边上固定连接。

2. 根据权利要求1所述一种用于地下工程的双曲拱支护结构,其特征在于:所述双曲拱支护结构(2)和所述洞体(3)之间施工二次衬砌(7)。

3. 根据权利要求1所述一种用于地下工程的双曲拱支护结构,其特征在于:在所述双曲拱支护结构(2)和所述围岩(1)之间施工初期支护(8)。

4. 根据权利要求1所述一种用于地下工程的双曲拱支护结构,其特征在于:在所述双曲拱支护结构(2)和所述围岩(1)之间设置初期支护(8)和二次衬砌(7),所述初期支护(8)位于所述围岩(1)与所述二次衬砌(7)之间。

5. 根据权利要求1所述一种用于地下工程的双曲拱支护结构,其特征在于:所述相邻两个双曲拱单元(6)波浪形边采用连接件(9)或拼接孔相锁定的方式连接。

6. 根据权利要求1所述一种用于地下工程的双曲拱支护结构,其特征在于:所述相邻双曲拱单元(6)波浪形边采用螺栓固定(10)的方式连接,所述相邻双曲拱单元(6)弧形边采用搭接但不固定的方式连接。

7. 根据权利要求1所述一种用于地下工程的双曲拱支护结构,其特征在于:所述双曲拱支护结构(2)在环向上每间隔600mm-1000mm设有预制孔(11),纵向上每间隔800mm-1200mm设置预制孔(11)。

8. 根据权利要求7所述一种用于地下工程的双曲拱支护结构,其特征在于:所述预制孔(11)配合锚索(12)或锚杆(13)进行支护,所述锚索(13)锚固长度不低于6m,所述锚杆(12)锚固长度不低于2m。

9. 根据权利要求1所述一种用于地下工程的双曲拱支护结构,其特征在于:所述仰拱(5)在与所述弧形拱(4)交接处沿所述洞体(3)纵向方向埋设排水管(14),所述仰拱(5)沿所述洞体(3)纵向中心线方向施工排水沟(15),该排水沟(15)与所述仰拱(5)形成的截面为“凹”型。

10. 一种地下工程双曲拱支护结构的施工方法,其特征在于:根据围岩等级、荷载大小、洞体开挖轮廓线和开挖方式确定地下空间支护方式,

a:确定将双曲拱结构(2)作为复合式衬砌的初期支护,则采用以下步骤:

步骤一:根据确定的支护方式,设计并预制双曲拱单元(6);

步骤二:开挖洞体(3)前方的岩土体,在开挖过程中做好超欠挖控制工作,使洞体(3)具备拼装条件;

步骤三:在洞体(3)内进行弧形拱(4)连接固定工作,在连接过程中,按照先帮拱后顶拱的顺序进行连接,并做到随挖随支;

步骤四:在预制孔(11)中施工钻孔,钻孔施工完成后,在钻孔内安装锚索(12)或锚杆(13);

步骤五:将弧形拱(4)外表面波浪形凹槽作为排水通道,在弧形拱(4)的端部沿洞体纵向方向埋设排水管(14);

步骤六:在弧形拱(4)内表面铺设防水板,施作二次衬砌(7),并完成排水管14周围混凝土浇筑工作;

步骤七:待洞体贯通后或每施工500m-1000m后,再浇筑仰拱(5),施工排水沟(15);

b:确定将双曲拱结构(2)作为单层衬砌,则采用以下步骤:

步骤一:根据确定的支护方式,设计并预制双曲拱单元(6);

步骤二:开挖洞体(3)前方的岩土体,在开挖过程中做好超欠挖控制工作,使洞体(3)具备拼装条件;

步骤三:在洞体(3)内进行弧形拱(4)连接固定工作,在连接过程中,按照先帮拱后顶拱的顺序进行连接,并做到随挖随支;

步骤四:充填弧形拱(4)外表面波浪形凹槽;

步骤五:将弧形拱(4)的内表面凹槽填充或将直接悬挂管路、电缆;

步骤六:待洞体贯通后或每施工500m-1000m后,再浇筑仰拱(5),施工排水沟(15);

c:确定将双曲拱结构(2)作为复合式衬砌的二次衬砌,则采用以下步骤:

步骤一:根据确定的支护方式,设计并预制双曲拱单元(6);

步骤二:对洞体周边的围岩(1)进行初期支护(8),之后敷设排水系统,铺设防水板;

步骤三:充填弧形拱(4)外表面波浪形凹槽;

步骤四:将弧形拱(4)的内表面凹槽填充或将直接悬挂管路、电缆;

步骤五:待洞体贯通后或每施工500m-1000m后,再浇筑仰拱(5),施工排水沟(15);

d:确定将双曲拱结构用于既有隧道等地下工程的加强支护,则采用以下步骤:

步骤一:根据确定的支护方式,结合洞体支护体系、病害特征和荷载大小设计并预制双曲拱单元(6);

步骤二:视工程具体情况对需要补强或加固的基面进行处理,然后进行双曲拱单元(6)的现场拼装和固定工作;

步骤三:充填弧形拱(4)外表面波浪形凹槽;

步骤四:将弧形拱(4)的内表面凹槽填充或将直接悬挂管路、电缆,浇筑仰拱(5),完成隧道支护结构的加固和补强工作。

一种用于地下工程的双曲拱支护结构及施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及地下工程领域,具体涉及一种用于隧道等地下工程建设的双曲拱结构及其施作方法。

背景技术

[0002] 目前地下工程施工主要分为明挖法和暗挖法两种,明挖法施工的地下工程形状以矩形基坑和圆形井筒为主,其中城市轨道交通方面以矩形基坑为主,相对于圆形井筒而言,其受力状态不佳。暗挖法以矿山法、盾构法、TBM法为代表,其中盾构法多应用土质地层,以圆形管片支护方式为主。矿山法和TBM法多采用喷射、模注等方式的复合式衬砌或单层衬砌,结构笨重、刚度大、工序多、消耗大,在特殊地质条件下的支护效果不佳,难以达到设计要求。

[0003] 我国已进入地下工程建设和使用并重的阶段,既有地下工程灾害呈现频发趋势,尤以结构开裂、渗漏水,甚至掉块、垮落为最。针对地下工程建设和使用过程中暴露出的问题,需要研发轻质、低耗、方便施工、支护效果好、承载能力大、承载能力大、易维修的新型结构以满足地下工程全寿命期的要求。

发明内容

[0004] 为克服现有技术中的不足,本发明提出一种高效、安全的地下工程的双曲拱支护结构和施工方法,该结构的具体技术方案如下:

[0005] 一种地下工程双曲拱支护结构,包括围岩、双曲拱支护结构和洞体,所述双曲拱支护结构位于所述围岩和所述洞体之间,该双曲拱支护结构包括弧形拱和仰拱,所述弧形拱环向弧度与所述洞体环向弧度相匹配,所述弧形拱纵向表面呈波浪形,该弧形拱至少由两个双曲拱单元拼接而成,所述双曲拱单元波浪形边设有拼接孔,相邻的两个所述双曲拱单元在波浪形边上固定连接。

[0006] 本发明是这样实现的:开挖洞体后,将双曲拱支护结构按照先帮拱后顶拱的顺序在环形方向拼装成拱状结构,之后根据洞体纵向长度自外向内完成拼装,最后浇筑仰拱,完成洞体支护。

[0007] 为更好的实现本发明,可进一步地,所述双曲拱支护结构作为永久复合式衬砌的初期支护,在所述双曲拱支护结构和所述洞体之间施工二次衬砌。

[0008] 进一步地,所述双曲拱结构作为复合式衬砌的二次衬砌,在所述双曲拱支护结构和所述围岩之间施工初期支护。

[0009] 进一步地,所述双曲拱支护结构作为现有地下工程的加强支护时,在所述双曲拱支护结构和所述围岩之间施工有初期支护和二次衬砌,所述初期支护位于所述围岩与所述二次衬砌之间。

[0010] 进一步地,所述相邻两个双曲拱单元波浪形边采用专用防水连接件或拼接孔相锁定的方式连接,在实际施工中,可根据围岩压力选择最佳的连接方式。

[0011] 进一步地，所述相邻两个双曲拱单元波浪形边采用螺栓固定的方式连接，所述相邻双曲拱单元弧形边采用搭接但不固定的方式连接。

[0012] 进一步地，所述双曲拱支护结构在环向上每间隔600mm-1000mm设有预制孔，纵向上每间隔800mm-1200mm设置预制孔。

[0013] 进一步地，所述预制孔配合锚索或锚杆进行支护，所述锚索锚固长度不低于6m，所述锚杆锚固长度不低于2m，根据围岩类别和洞体使用年限确定支护体系的强度，此支护方式将围岩与支护体系连为一体，形成主动支护，强化了地下空间施工及使用过程中的安全。

[0014] 进一步地，所述仰拱在与所述弧形拱交接处沿所述洞体纵向方向埋设排水管，将双曲拱外侧的水引入排水管，最终排至洞体外，降低了施工难度；所述仰拱沿所述洞体纵向中心线方向施工排水沟，该排水沟与所述仰拱形成的截面为“凹”型，将洞体内的水通过排水沟排至洞体外，以保持洞体清洁卫生。

[0015] 一种地下工程双曲拱支护结构的施工方法，根据围岩等级、荷载大小、洞体开挖轮廓线和开挖方式确定地下空间支护方式，

[0016] a: 确定将双曲拱结构作为复合式衬砌的初期支护，则采用以下步骤：

[0017] 步骤一：根据确定的支护方式，设计并预制双曲拱单元；

[0018] 步骤二：开挖洞体前方的岩土体，在开挖过程中做好超欠挖控制工作，使洞体具备拼装条件；

[0019] 步骤三：在洞体内进行弧形拱连接固定工作，在连接过程中，按照先帮拱后顶拱的顺序进行连接，并做到随挖随支；

[0020] 步骤四：在预制孔中施工钻孔，钻孔施工完成后，在钻孔内安装锚索或锚杆；

[0021] 步骤五：将弧形拱外表面波浪形凹槽作为排水通道，在弧形拱的端部沿洞体纵向方向埋设排水管；

[0022] 步骤六：在弧形拱内表面铺设防水板，施作二次衬砌，并完成排水管14周围混凝土浇筑工作；

[0023] 步骤七：待洞体贯通后或每施工500m-1000m后，再浇筑仰拱，施工排水沟；

[0024] b: 确定将双曲拱结构作为单层衬砌，则采用以下步骤：

[0025] 步骤一：根据确定的支护方式，设计并预制双曲拱单元；

[0026] 步骤二：开挖洞体前方的岩土体，在开挖过程中做好超欠挖控制工作，使洞体具备拼装条件；

[0027] 步骤三：在洞体内进行弧形拱连接固定工作，在连接过程中，按照先帮拱后顶拱的顺序进行连接，并做到随挖随支；

[0028] 步骤四：充填弧形拱外表面波浪形凹槽；

[0029] 步骤五：将弧形拱的内表面凹槽填充或将直接悬挂管路、电缆；

[0030] 步骤六：待洞体贯通后或每施工500m-1000m后，再浇筑仰拱，施工排水沟；

[0031] c: 确定将双曲拱结构作为复合式衬砌的二次衬砌，则采用以下步骤：

[0032] 步骤一：根据确定的支护方式，设计并预制双曲拱单元；

[0033] 步骤二：对洞体周边的围岩施工初期支护，之后敷设排水系统，铺设防水板；

[0034] 步骤三：充填弧形拱外表面波浪形凹槽；

[0035] 步骤四：将弧形拱的内表面凹槽填充或将直接悬挂管路、电缆；

- [0036] 步骤五:待洞体贯通后或每施工500m-1000m后,再浇筑仰拱,施工排水沟;
- [0037] d:确定将双曲拱结构用于既有隧道等地下工程的加强支护,则采用以下步骤:
- [0038] 步骤一:根据确定的支护方式,结合洞体支护体系、病害特征和荷载大小设计并预制双曲拱单元;
- [0039] 步骤二:视工程具体情况对需要补强或加固的基面进行处理,然后进行双曲拱单元的现场拼装和固定工作;
- [0040] 步骤三:充填弧形拱外表面波浪形凹槽;
- [0041] 步骤四:将弧形拱的内表面凹槽填充或将直接悬挂管路、电缆,浇筑仰拱,完成隧道支护结构的加固和补强工作。
- [0042] 与现有技术相比本发明的有益效果为:
- [0043] 1、双曲拱支护结构与平板单元支护结构相比,两者使用相同质量的材料,加工成长度相同的构件,双曲拱单元的抗弯曲能力可达到平板单元的数十倍。
- [0044] 2、双曲拱结构采用工厂预制单元,缩短了施工人员在地下空间支护作业时间,在保证施工安全的同时提高了施工进度。
- [0045] 3、双曲拱单元可根据围岩性质,生产不同规格的双曲拱单元,如窄条状双曲拱单元适合围岩软弱的地层,宽带状结构适合围岩稳定的地层。
- [0046] 4、双曲拱支护结构在环向方向采用专用件连接,专用件具有一定的收缩性,可以有效降低作用在双曲拱单元的围岩压力。
- [0047] 5、针对围岩富水良好的地层,弧形拱外表面波浪形凹槽可作为排水通道,无需施工放水孔,降低了地下空间施工难度,缩短了施工时间的同时也进一步提高了作业人员的安全保障。
- [0048] 6、双曲拱支护结构配合锚杆、锚索联合支护,此支护方式将围岩与支护体系连为一体,形成主动支护,强化了地下空间施工及使用过程中的安全。

附图说明

- [0049] 图1为本发明双曲拱支护结构作为单层衬砌的结构示意图;
- [0050] 图2为本发明双曲拱支护结构作为复合式衬砌初期支护的结构示意图;
- [0051] 图3为本发明双曲拱支护结构作为复合式衬砌二次衬砌的结构示意图;
- [0052] 图4为本发明双曲拱支护结构作为现有地下工程加强支护的结构示意图;
- [0053] 图5为本发明双曲拱单元结构示意图;
- [0054] 图6为本发明弧形拱结构断面示意图;
- [0055] 图7为本发明弧形拱结构纵向示意图;
- [0056] 图8为本发明双曲拱结构立体示意图;
- [0057] 图9为本发明相邻两个双曲拱单元波浪形边采用螺栓连接示意图;
- [0058] 图10为本发明相邻两个双曲拱单元波浪形边采用螺栓连接示意图;
- [0059] 图11为本发明相邻两个双曲拱结构波浪形边采用专用连接件连接示意图;
- [0060] 图12为本发明双曲拱支护结构配合锚索、锚杆联合支护示意图。

具体实施方式

[0061] 下面结合附图对本发明的较佳实施例进行详细阐述,以使本发明的优点和特征能更易于被本领域技术人员理解,但本发明的实施方式不限于此。

[0062] 实施例1:本实施例以隧道为例进行说明,该隧道周边的地层不稳定,围岩类型为IV,裂隙发育,富水性一般,隧道宽度为10m,将双曲拱结构作为复合式衬砌的初期支护。

[0063] 以下结合附图具体说明:

[0064] 如图2、图6、图7和图8所示,一种地下工程双曲拱支护结构,包括围岩1、双曲拱支护结构2和洞体3,双曲拱支护结构2位于围岩1和洞体3之间,在双曲拱支护结构2与洞体3之间还施工有二次衬砌7,双曲拱支护结构2包括由多个双曲拱单元6连接而成的弧形拱4和混凝土浇筑的仰拱5,弧形拱4环向弧度与洞体3环向弧度相匹配,该双曲拱支护结构2纵向表面呈波浪形,仰拱5在与弧形拱4交接处沿洞体3纵向方向埋设排水管14,仰拱5沿洞体3纵向中心线方向施工排水沟15,该排水沟15与仰拱5形成的截面为“凹”型。

[0065] 如图5、图9、图10和图11所示,双曲拱单元6采用各向同性介质,具有充分的抗拉、抗压强度和较高的弹性模量的钢制成的,该双曲拱单元6为薄层状,双曲拱单元6波浪形边设有拼接孔,相邻的两个双曲拱单元6弧形边采用专用防水的连接件9固定连接,或采用螺栓10固定连接,相邻的两个双曲拱单元6弧形边采用螺栓10连接,或采用直接搭接但不固定的方式连接。

[0066] 如图8和图12所示,双曲拱支护结构2在环向上每间隔600mm-1000mm设有预制孔11,纵向上每间隔800mm-1200mm设置预制孔11,预制孔11用于施工钻孔,之后在钻孔内安装锚索12或锚杆13中组成双曲拱锚杆、锚索联合支护,其中,锚索12采用 Φ 17.8mm,长度7.3m钢绞线,抗拉强度不低于1860Mpa,锚固长度不低于6m;锚杆12采用 Φ 20mm,长度2.2m左旋无纵经螺纹钢,锚杆13锚固长度不低于2m。

[0067] 将双曲拱结构作为复合式衬砌初期支护的施工方法:包括以下步骤:

[0068] 步骤一:根据围岩等级、荷载大小、洞体开挖轮廓线和开挖方式确定并预制规格为400mm×1500mm双曲拱单元6;

[0069] 步骤二:开挖洞体3前方的岩土体,在开挖过程中做好超欠挖控制工作,使洞体3具备拼装条件;

[0070] 步骤三:在洞体3内进行弧形拱4连接固定工作,在连接过程中,按照先帮拱后顶拱的顺序进行连接,相邻的两个双曲拱单元6波浪形边采用专用防水的连接件9固定连接,拼装好一个弧形拱4后,再逐步向内开始下一个弧形拱4的安装;

[0071] 步骤四:在弧形拱4帮部的预制孔11内施工钻孔,安装锚杆13,使用锚固剂锚固,在弧形拱4顶拱的预制孔11内施工钻孔,按照锚索-锚杆-锚索的排列方式安装锚杆13和锚索12,同样使用锚固剂锚固;

[0072] 步骤五:将弧形拱4外表面波浪形凹槽作为排水通道,在弧形拱4的端部沿洞体3纵向方向埋设排水管14;

[0073] 步骤六:在弧形拱4内表面铺设防水板,施作二次衬砌7,并完成排水管14周围混凝土浇筑工作;

[0074] 步骤七:待隧道贯通后或每施工1000m-2000m后,再浇筑仰拱5,施工排水沟15。

[0075] 实施例2:本实施例以巷道为例进行说明,该洞体周围的地层稳定,围岩类型为II,裂隙较发育,富水性弱,隧道宽度为4m,该巷道使用年限为1至3年,将双曲拱结构作为单层

衬砌支护。

[0076] 如图1所示,一种地下工程双曲拱支护结构,包括围岩1、双曲拱支护结构2和洞体3,双曲拱支护结构2位于围岩1和洞体3之间,其他结构如实施例1所述。

[0077] 将双曲拱结构2作为单层衬砌支护的施工方法:包括以下步骤:

[0078] 步骤一:根据围岩等级、荷载大小、洞体开挖轮廓线和开挖方式确定并预制规格为800mm×1800mm双曲拱单元6;

[0079] 步骤二:开挖洞体3前方的岩土体,在开挖过程中做好超欠挖控制工作,使洞体3具备拼装条件;

[0080] 步骤三:在洞体3内进行所述弧形拱4连接固定工作,在连接过程中,按照先帮拱后顶拱的顺序进行连接,相邻的两个双曲拱单元6波浪形边采用专用防水的连接件9固定连接,拼装好一个弧形拱4后,再逐步向内开始下一个弧形拱4的安装;

[0081] 步骤四:使用混凝土填充弧形拱4外表面波浪形凹槽,以保证地下水不能穿过双曲拱结构2;

[0082] 步骤五:将弧形拱4的内表面凹槽填充或将直接悬挂管路、电缆;

[0083] 步骤六:待巷道贯通后或每施工巷道500m-1000m后,再浇筑仰拱5,施工排水沟15。

[0084] 实施例3:本实施例以隧道为例进行说明,该隧道周边的地层不稳定,围岩类型为IV,裂隙发育,富水性一般,隧道宽度为10m。

[0085] 如图3所示,一种地下工程双曲拱支护结构,将双曲拱支护结构2作为永久支护,在双曲拱支护结构2和所述围岩1之间施工初期支护8。

[0086] 上述双曲拱结构2作为复合式衬砌的二次衬砌的施工方法:包括以下步骤:

[0087] 步骤一:根据围岩等级、荷载大小、洞体开挖轮廓线和开挖方式确定并预制规格为800mm×1800mm双曲拱单元6;

[0088] 步骤二:对洞体周边的围岩1进行初期支护8,之后敷设排水系统,铺设防水板;

[0089] 步骤三:使用混凝土填充弧形拱4外表面波浪形凹槽,以保证地下水不能穿过双曲拱结构;

[0090] 步骤四:填充弧形拱4的内表面凹槽,或直接挂装饰板,完成隧道二次衬砌的施作;

[0091] 步骤五:待隧道贯通后或每施工1000m-2000m后,再浇筑仰拱5,施工排水沟15。

[0092] 实施例4:如图4所示,将双曲拱结构用于既有隧道等地下工程的加强支护,在双曲拱支护结构2和围岩1之间设置有初期支护8和二次衬砌7,围岩1、初期支护8、二次衬砌7和双曲拱支护结构2由外至内依次布置。

[0093] 步骤一:根据隧道内轮廓线、病害特征和荷载大小设计并预制双曲拱单元6;

[0094] 步骤二:视工程具体情况对需要补强或加固的基面进行处理,然后进行双曲拱单元6的现场拼装和固定工作;

[0095] 步骤三:使用惰性材料填充弧形拱4外表面波浪形凹槽,填充材料跟基面混凝土具有较好的粘结能力,粘结强度不低于15MPa以上;

[0096] 步骤四:将弧形拱4的内表面凹槽填充或将直接悬挂管路、电缆,完成隧道支护结构的加固和补强工作。

[0097] 上述技术方案仅体现了本发明技术方案的优选技术方案,本技术领域的技术人员对其中某些部分所可能做出的一些变动均体现了本发明的原理,属于本发明的保护范围之

内。

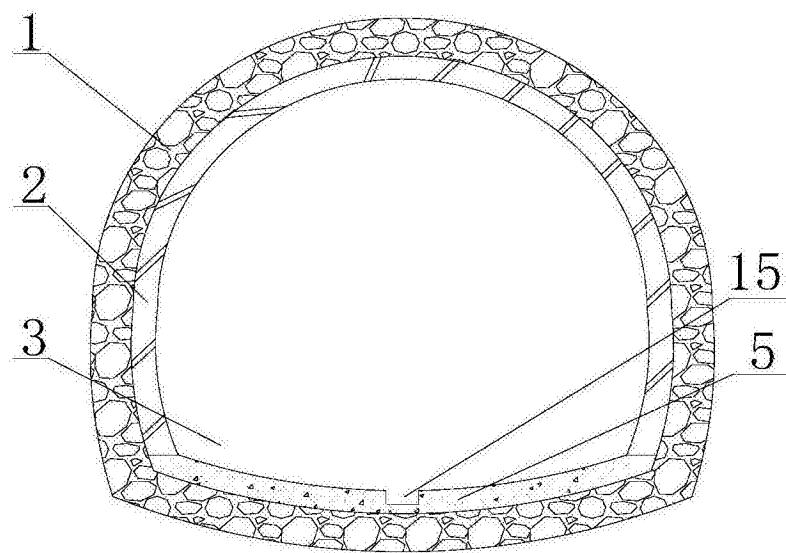


图1

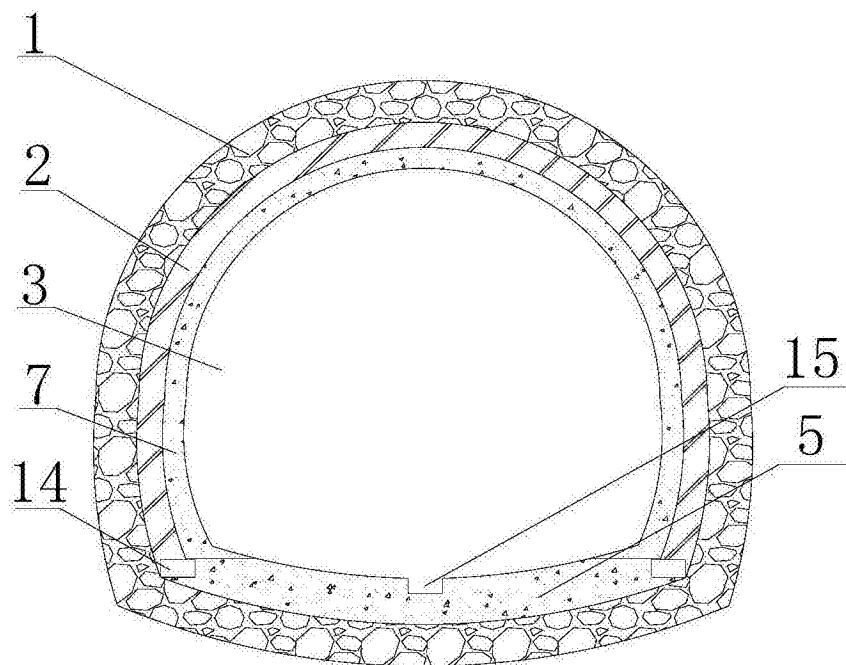


图2

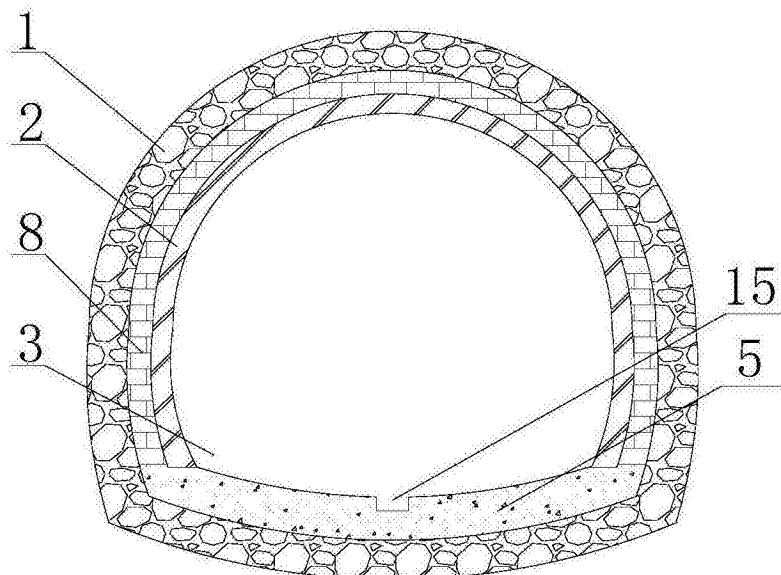


图3

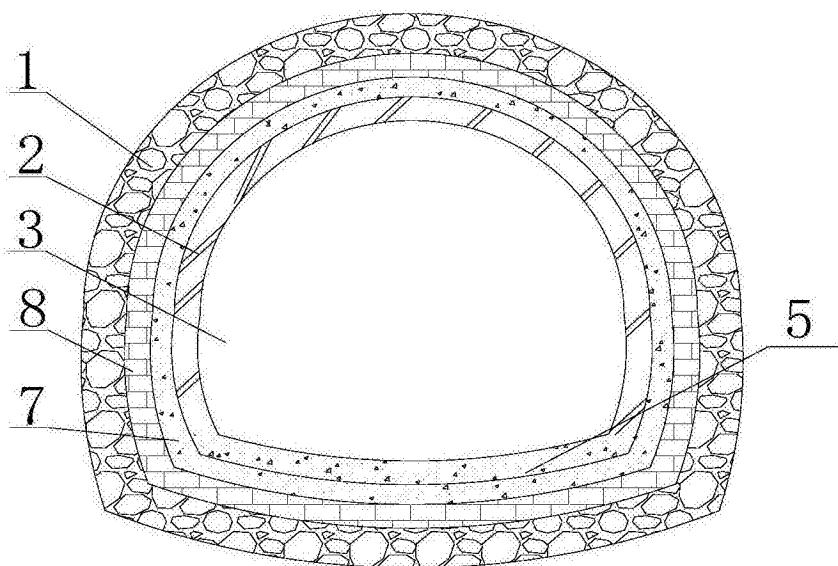


图4

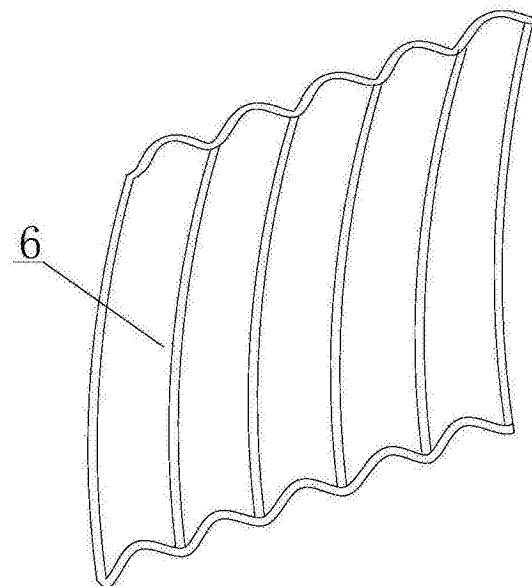


图5

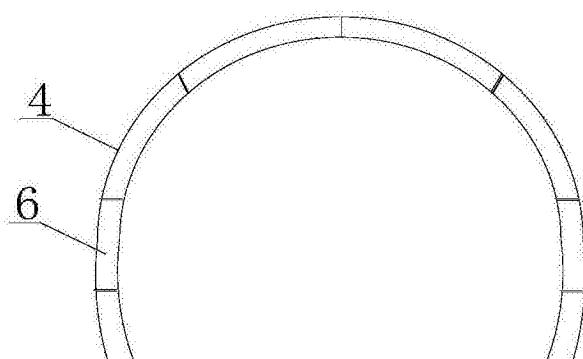


图6

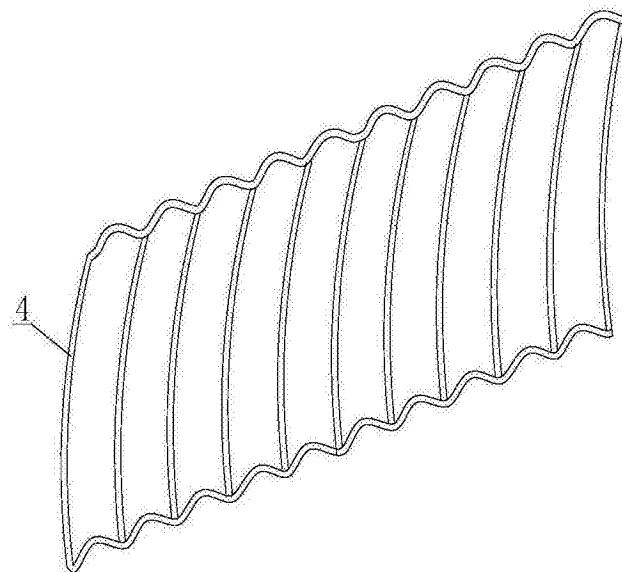


图7

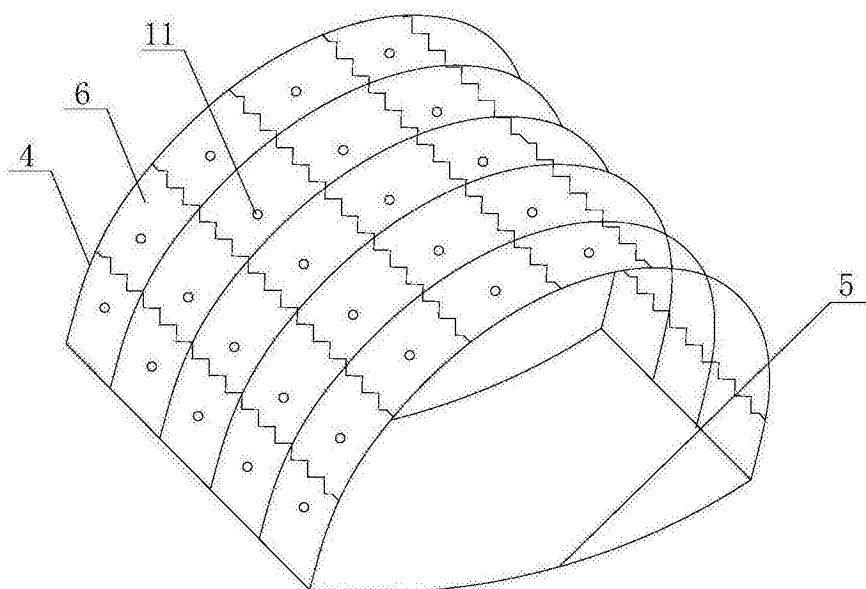


图8

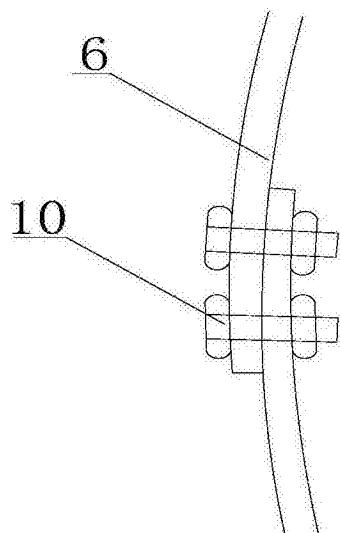


图9

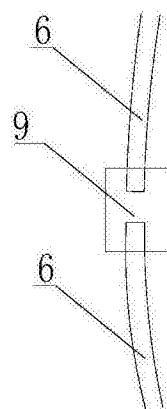


图10

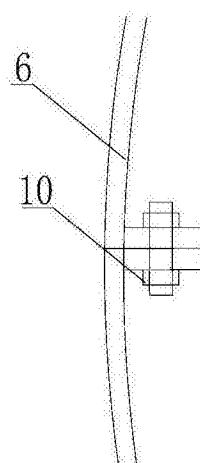


图11

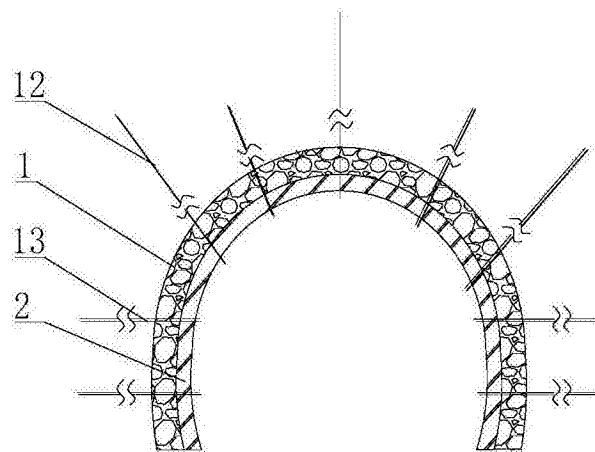


图12