



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104153792 A

(43) 申请公布日 2014. 11. 19

(21) 申请号 201410356142. 1

(22) 申请日 2014. 07. 24

(71) 申请人 山东大学

地址 250061 山东省济南市历下区经十路  
17923 号

(72) 发明人 李术才 徐飞 张乾青 李利平  
张骞 王庆瀚 刘洪亮 王健华

(74) 专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限  
公司 37221

代理人 郑华清

(51) Int. Cl.

E21D 11/10(2006. 01)

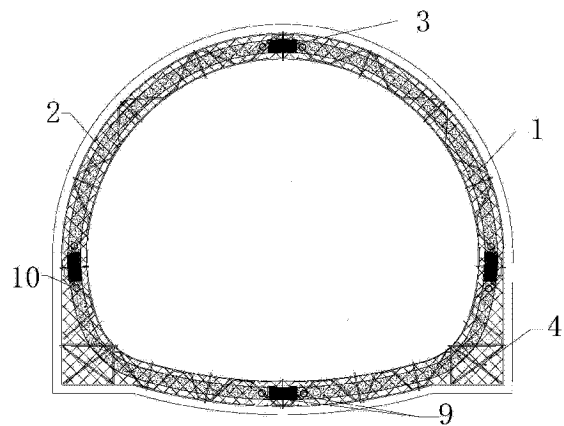
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

一种适用于软弱破碎围岩的吸能让压隧道支  
护系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种适用于软弱破碎围岩的吸能让压隧道支护系统及方法,包括若干与隧道断面形状一致、结构为封闭式结构的格栅钢架,在格栅钢架内安设有钢管,钢管与格栅钢架之间通过一种密封的让压吸能装置相连,格栅钢架、钢管和让压吸能装置组成的组合支架,其在隧道中等距离的间隔设置,相连的组合支架之间通过纵向梁连接;在纵向梁上每隔一段间距对称的设有预留孔,施加预应力的锚杆或锚索及托梁通过预留孔锚入到岩层中,对围岩形成立体式的整体支护。解决该类隧道围岩在长期受列车动载、地震荷载及断层活动荷载作用下围岩大变形导致支护体系失稳破坏的问题。



1. 一种适用于软弱破碎围岩的吸能让压隧道支护系统,其特征在于:包括若干与隧道断面形状一致、结构为封闭式结构的格栅钢架,在所述的格栅钢架内安设有钢管,所述的钢管与格栅钢架之间通过一种密封的让压吸能装置相连,所述的格栅钢架、钢管和让压吸能装置组成的组合支架,其在隧道中等距离的间隔设置,相邻的组合支架之间通过纵向梁连接;在纵向梁上每隔一段间距对称的设有预留孔,施加预应力的锚杆或锚索及托梁通过预留孔锚入到岩层中,对围岩形成立体式的整体支护。

2. 如权利要求1所述的适用于软弱破碎围岩的吸能让压隧道支护系统,其特征在于:所述的让压吸能装置由高强度钢片弹簧构成的吸能环,具有让压吸能的特性。

3. 如权利要求2所述的适用于软弱破碎围岩的吸能让压隧道支护系统,其特征在于:所述的高强度钢片是屈服强度大于1000Mpa的硅锰弹簧钢片。

4. 如权利要求1所述的适用于软弱破碎围岩的吸能让压隧道支护系统,其特征在于:所述的钢管上设有预留孔,通过预留孔向钢管里边灌注混凝土,提高其整体抗压和抗弯能力。

5. 如权利要求1所述的适用于软弱破碎围岩的吸能让压隧道支护系统,其特征在于:每段所述的格栅钢架之间通过格栅连接板和螺栓连接,且相连的格栅连接板之间设有不同厚度及强度的橡胶垫。

6. 如权利要求1所述的适用于软弱破碎围岩的吸能让压隧道支护系统,其特征在于:每段所述的钢管之间通过配有不同厚度及强度的橡胶垫的钢套管连接。

7. 如权利要求6所述的适用于软弱破碎围岩的吸能让压隧道支护系统,其特征在于:每段所述的钢管上两端设有一个排气口,下端设有灌浆孔,且所述的排气口和灌浆孔均配有与各自配合的密封盖。

8. 如权利要求1所述的适用于软弱破碎围岩的吸能让压隧道支护系统,其特征在于:每一榀组合支架由工字钢或者U型槽钢、格栅钢架形成的纵向梁连接;所述的工字钢或者U型槽钢与格栅钢架之间采用外搭接形式,通过U型卡子或者焊接在一起。

9. 如权利要求1-8任一所述的适用于软弱破碎围岩的吸能让压隧道支护系统的实施方法,其特征在于包括以下步骤:

1) 结合隧道开挖顺序,首先沿开挖面局部安装已经组装好的钢格栅+混凝土钢管的组合支架,由配有托梁的预应力锚杆或锚索固定于围岩;

2) 然后紧接新开挖部分,通过套管和高强度螺栓链接其余部分组合支架,并安装预应力锚杆或锚索及托梁固定于围岩,同时保证每段组合支架在同一断面环线上;

3) 待一榀支架安装完毕后,分段对钢管灌注混凝土,灌浆孔在下部,排气口在上部,本段灌注结束后由密封盖对灌浆孔和排气口密封,直至全部钢管灌浆完毕;

4) 通过连梁将每榀组合支架连接,同时在连梁预留洞施打预应力锚杆或锚索及托梁,形成立体的高强度支护体系。

## 一种适用于软弱破碎围岩的吸能让压隧道支护系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种吸能让压新型隧道支护结构及其实施方法,尤其涉及一种适用于长期承受列车动载、地震荷载及断层活动荷载作用下的软弱破碎围岩的隧道支护结构体系及其实施方法。

### 背景技术

[0002] 为保持我国经济的飞速健康发展,顺利实现经济结构体系的转化,打通连接各地区的经济命脉的血管——高速公路、铁路、地铁,已迫在眉睫。要致富先修路,国家加大了对各地区交通道路的建设。近年来无论是为加大对西部开发的力度,还是缓解城市交通压力而正如火如荼修建的城市地铁,如多地下交通工程都要面对隧道开挖后对围岩的支护问题;尤其是我国西部地区为多山岭地带,经常需要开挖超长的易发突水突泥的岩溶隧道,该类隧道围岩软弱破碎,地质条件极差,在长期动荷载作用下围岩易发生具有明显流变性质的大变形,怎样对该类隧道在长期列车动压或地震荷载作用下实施有效的围岩支护,还面临许多新的挑战。目前对于自身稳定性极差的隧道,其支护结构较常见为工字钢拱架、格栅钢架、可缩U型支架等配合锚网喷技术进行联合支护。

[0003] 现在的经济形势和隧道发展趋势要求支护既要保证隧道安全又要做到经济合理,单纯喷射混凝土支护可以缓解或者避免围岩应力集中现象,但是不能有效阻止隧道变形;虽然型钢拱架具有良好的支护刚度抑制隧道围岩的变形,但是由于其膨胀系数与混凝土不同,易产生环向的裂缝,且很难对支架背后混凝土充填密实,严重影响支护效果。

### 发明内容

[0004] 为了解决该类隧道围岩在长期受列车动载、地震荷载及断层活动荷载作用下围岩大变形导致支护体系失稳破坏的问题,本发明提出了一种适用于长期受列车动载、地震荷载及断层活动荷载作用下的软弱破碎围岩隧道的,具有吸能让压特征的由核心筒和钢格栅组成支护结构;同时具体介绍了该种结构的实施方法,

[0005] 为实现上述目的,本发明采用技术方案如下:

[0006] 一种适用于软弱破碎围岩的吸能让压隧道支护系统,包括若干与隧道断面形状一致、结构为封闭式结构的格栅钢架,在所述的隔栅钢架内安设有钢管,所述的钢管与隔栅钢架之间通过一种密封的让压吸能装置相连,所述的格栅钢架、钢管和让压吸能装置组成的组合支架,其在隧道中等距离的间隔设置,相邻的组合支架之间通过纵向梁连接;在纵向梁上每隔一段间距对称的设有预留孔,施加预应力的锚杆或锚索及托梁通过预留孔锚入到岩层中,对围岩形成立体式的整体支护。

[0007] 锚杆(索)通过纵向梁与约束砣拱架共同作用,形成一个立体支护体系其具有与围岩接触面积大,粘结效果好,能够共同变形共同受力,不会出现收缩裂缝,由于其拱架间隙大其后不易出现空洞现象的优点;在极差围岩条件下,考虑格栅钢架支护刚度不足的缺点,在其内部安设钢管,通过预留孔向钢管里边灌注混凝土,提高其整体抗压和抗弯能力。

- [0008] 所述的让压吸能装置由高强度钢片弹簧构成的吸能环,具有让压吸能的特性。
- [0009] 所述的高强度钢片是屈服强度大于 1000Mpa 的硅锰弹簧钢片。
- [0010] 所述的钢管上设有预留孔,通过预留孔向钢管里边灌注混凝土,提高其整体抗压和抗弯能力。
- [0011] 每段所述的隔栅钢架之间通过隔栅连接板和螺栓连接,且相连的隔栅连接板之间设有不同厚度及强度的橡胶垫。
- [0012] 每段所述的钢管之间通过配有不同厚度及强度的橡胶垫的钢套管连接。
- [0013] 每段所述的钢管上两端设有一个排气口,下端设有灌浆孔,且所述的排气口和灌浆孔均配有与各自配合的密封盖。
- [0014] 每一榀组合支架由工字钢或者 U 型槽钢、格栅钢架形成的纵向梁连接;所述的工字钢或者 U 型槽钢与格栅钢架之间采用外搭接形式,通过 U 型卡子或者焊接在一起。
- [0015] 一种适用于软弱破碎围岩的吸能让压隧道支护系统的实施方法,包括以下步骤:
- [0016] 1) 结合隧道开挖顺序,首先沿开挖面局部安装已经组装好的钢格栅 + 混凝土钢管的组合支架,由配有托梁的预应力锚杆(索)固定于围岩;
- [0017] 2) 然后紧接新开挖部分,通过套管和高强度螺栓链接其余部分组合支架,并安装预应力锚杆(索)及托梁固定于围岩,同时保证每段组合支架在同一断面环线上;
- [0018] 3) 待一榀支架安装完毕后,分段对钢管灌注混凝土,灌浆孔在下部,排气口在上部,本段灌注结束后由密封盖对灌浆孔和排气口密封,直至全部钢管灌浆完毕;
- [0019] 4) 通过连梁将每榀组合支架连接,同时在连梁预留洞施打预应力锚杆(索)及托梁,形成立体的高强度支护体系。
- [0020] 本发明与目前常用隧道支护支架及其方法相比具有以下优点:
- [0021] 1) 通过组合格栅钢架与核心混凝土钢管,克服了单纯利用格栅钢架进行支护,支护刚度较低,在长期大变形不利围岩稳定和变形控制的缺点;
- [0022] 2) 通过在钢格栅与混凝土钢管之间安装密封吸能让压装置,实现了对围岩内部长期列车荷载或地震荷载的冲击能的缓存和吸收;同时也实现对长期流变变形的动态让压;
- [0023] 3) 通过在每段钢格栅连接处及混凝土钢管连接处安设相当强度、厚度的特质橡胶垫,缓解了冲击地压以及地震荷载对支护结构的瞬间破坏;
- [0024] 4) 利用纵向连梁把各榀支架连接起来,形成立体三维的支护体系,有利于发挥支护体系的整体强度;
- [0025] 5) 通过施加预应力锚杆(索)及托梁,将支护体系与围岩加密挤压在一起,与围岩一起形成支护圈,抑制围岩松弛区的塑性滑移恶化,实现了围岩的三维应力状态最大化恢复。

#### 附图说明

- [0026] 图 1 为本发明装置实施例一的主体正视结构示意图 -1 ;
- [0027] 图 2 为本发明装置实施例一的主体正视结构示意图 -2 ;
- [0028] 图 3 为本发明装置的对应图 1 的格栅连接及套管详图 ;
- [0029] 图 4a 为本发明装置的对应图 1 的吸能让压装置整体图 ;
- [0030] 图 4b 为本发明装置的对应图 1 的吸能让压装置剖视图 ;

- [0031] 图 5 为本发明装置的对应图 1 的格栅大样图；
- [0032] 图 6 为本发明装置的对应图 4 的 a-a 剖面图；
- [0033] 图 7 为本发明装置的对应图 4 的格栅展开图；
- [0034] 图 8 为本发明装置的支护体系的三维空间示意图；
- [0035] 图中：1- 格栅钢架，2- 混凝土钢管，3- 套管，4- 纵向梁，5- 橡胶垫 a，6- 高强螺栓，7- 格栅连接板，8- 吸能让压环，9- 灌浆孔，10- 排气口，11- 橡胶垫 b，12- 预应力锚杆（索）。

### 具体实施方式

[0036] 下面结合附图以及实施例一对本发明进行详细描述。

[0037] 本发明装置主要包括格栅钢架 1，混凝土钢管 2，套管 3，纵向连梁 4，橡胶垫 a5，高强度螺栓 6，格栅连接板 7，吸能让压环 8，灌浆孔 9，排气口 10，橡胶垫 b11，预应力锚杆（索）12 及托梁；格栅钢架 1 与隧道断面形状一致、结构为封闭式结构，在的隔栅钢架 1 内安设有混凝土钢管 2，混凝土钢管 2 与隔栅钢架 1 之间通过一种密封的吸能让压环 8 相连，格栅钢架 1、混凝土钢管 2 和吸能让压环 8 组成的组合支架，其在隧道中等距离的间隔设置，相邻的组合支架之间通过纵向梁连接；在纵向梁上每隔一段间距对称的设有预留孔，施加预应力的锚杆或锚索及托梁通过预留孔锚入到岩层中，对围岩形成立体式的整体支护。

[0038] 钢格栅与混凝土接触面积大、粘结效果好，能够共同变形共同受力，不会出现收缩裂缝，由于其拱架间隙大其后不易出现空洞现象；但是钢格栅支护刚度一般较小，无法适应高应力围岩隧道，本设计通过在其内部嵌入注浆圆钢管来补充其长期支护刚度的不足；同时在二者接触处安装密封让压装置，

[0039] 格栅钢架 + 混凝土钢管组合支架间隔一定距离布置，相邻支架之间由纵向梁连接，纵向梁上每隔一定间距对称留有锚杆（索）孔，施加预应力锚杆（索）及托梁通过预留孔锚入到岩层中，对围岩形成立体式的整体支护。

[0040] 预应力锚杆（索）12 通过纵向梁与约束砧拱架共同作用，形成一个立体支护体系其具有与围岩接触面积大，粘结效果好，能够共同变形共同受力，不会出现收缩裂缝，由于其拱架间隙大其后不易出现空洞现象的优点；在极差围岩条件下，考虑格栅钢架支护刚度不足的缺点，在其内部安设钢管，通过预留孔向钢管里边灌注混凝土，提高其整体抗压和抗弯能力。

[0041] 连接格栅钢架与混凝土钢管之间的部件为一种密封式装置，吸能让压环 8 由高强度钢片弹簧构成的吸能环，具有让压吸能的特性。高强度钢片是屈服强度大于 1000Mpa 的硅锰弹簧钢片。

[0042] 按隧道的开挖工序分段组装，每段隔栅钢架 1 之间通过隔栅连接板 7 和稿强度螺栓 6 连接，且相连的隔栅连接板之间设有不同厚度及强度（视围岩让压变形要求）的橡胶垫 a5。

[0043] 混凝土钢管 2 上设有预留孔，通过预留孔向钢管里边灌注混凝土，提高其整体抗压和抗弯能力。

[0044] 每段混凝土钢管 2 之间通过配有不同厚度及强度（视围岩让压变形要求）的橡胶垫 b11 的钢套管 3 连接。

[0045] 每段所述的钢管上两端设有一个排气口 10，下端设有灌浆孔 9，且排气口 10 和灌

浆孔 9 均配有与各自配合的密封盖,方便进行工后灌浆加固。

[0046] 每一榀组合支架通过纵向梁 4 连接成整体,组合支架及纵向梁 4 通过施加预应力锚杆(索)及托梁 12 将支护结构体系与围岩挤压在一起,与围岩形成三维空间立体式的支护体系。由工字钢或者 U 型槽钢、格栅钢架形成的纵向梁连接;所述的工字钢或者 U 型槽钢与格栅钢架之间采用外搭接形式,通过 U 型卡子或者焊接在一起。每一榀支护结构由四部分组成,每部分之间通过高强度橡胶垫连接,从而实现的长期受列车动载或者地震荷载作用下破碎软弱隧道的吸能让压支护。

[0047] 适用于软弱破碎围岩的吸能让压隧道支护系统及其实施方法,结合附图对其操作方法进一步阐述:

[0048] 1) 结合隧道开挖顺序,首先沿第一步开挖面部分安装已经组装好的钢格栅+混凝土钢管的组合支架,同时由预应力锚杆(索)及托梁 12 固定于围岩;

[0049] 2) 然后紧接下部开挖断面,通过套管 3 和高强度螺栓 6、格栅连接板 7 组装其余段组合支架,并施打预应力锚杆(索)12 固定于围岩,同时保证每段组合支架在同一断面环线上;

[0050] 3) 待一榀支架安装完毕后,分段对钢管灌注混凝土,灌浆孔 9 在下部,排气口 10 在上部,本段灌注结束后由配套密封盖对灌浆孔和排气口密封,直至全部钢管灌浆完毕;

[0051] 4) 通过纵向连梁 4 将每榀组合支架实现纵向连接,同时在连梁预留洞施打预应力锚杆(索)及托梁 12,形成立体的高强度支护体系。

[0052] 本发明中预应力锚杆(索)在极破碎软弱围岩,或者裂隙水丰富地层也可以间隔替换为注浆锚杆或者注浆锚索等,以改变围岩的力学参数提高围岩的力学性能。

[0053] 本发明仅以实例一隧道支护为例进行阐述,但是也同样可适用于地铁、矿山巷道、岩溶腔、暗洞及一些特殊地下工程的支护。

[0054] 由技术常识可知,本发明可以通过其它的不脱离其精神实质或必要特征的实施方案来实现。因此,就各方面而言,都只是举例说明,并不是仅有的。所有在本发明范围内或在等同于本发明的范围内的改变均被本发明包含。

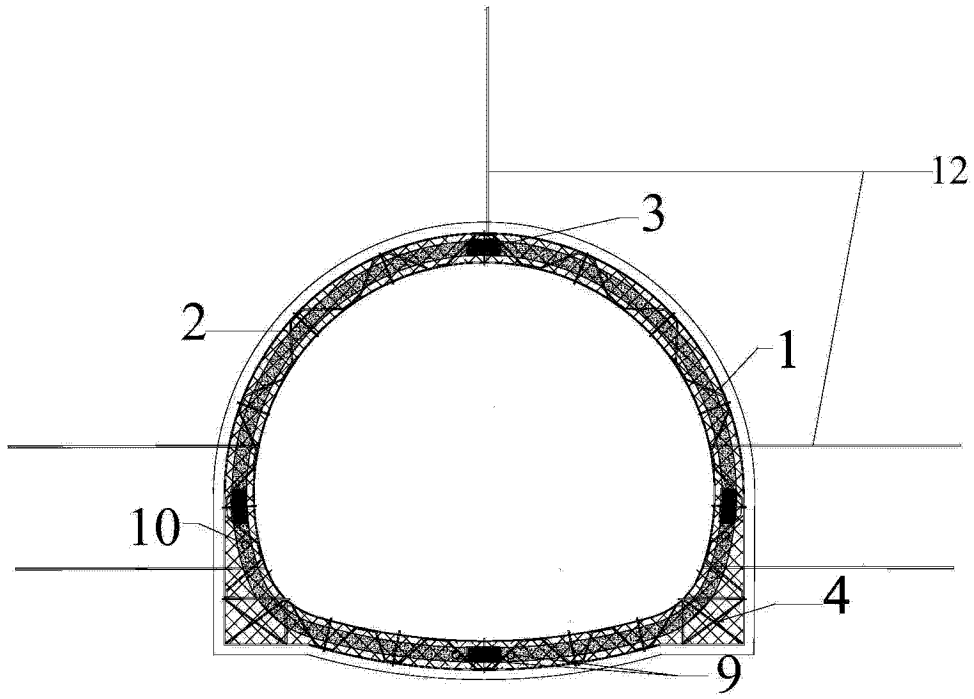


图 1

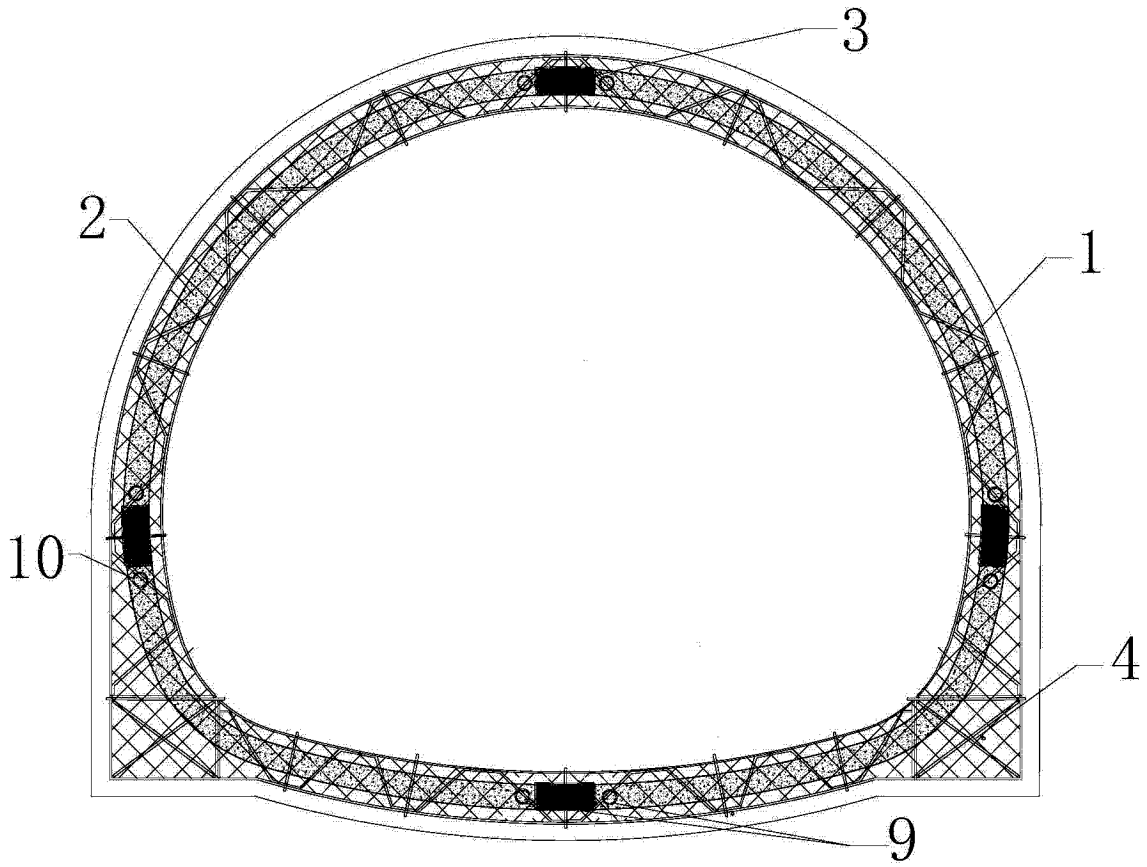


图 2

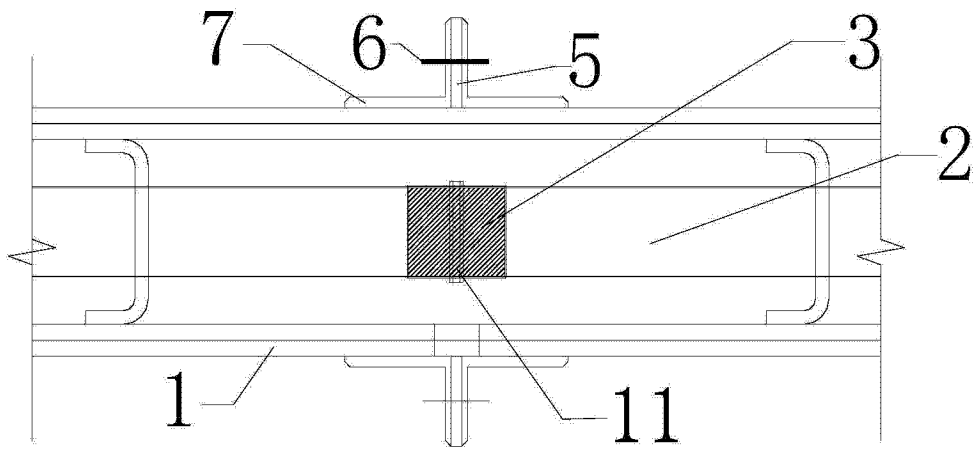


图 3

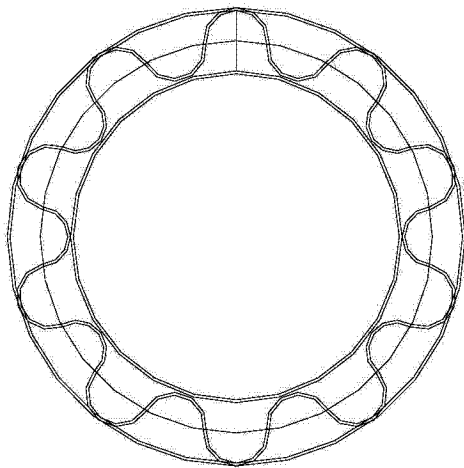


图 4a

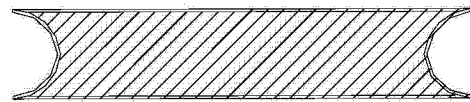


图 4b

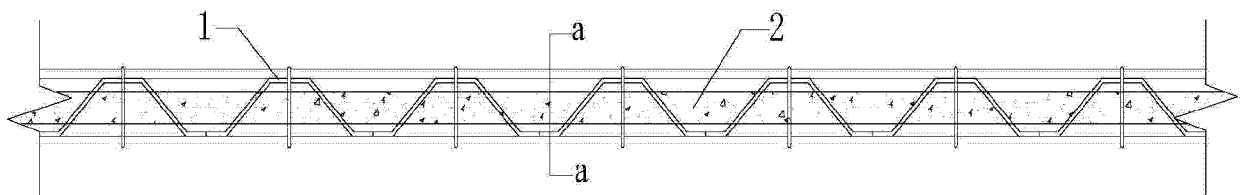


图 5



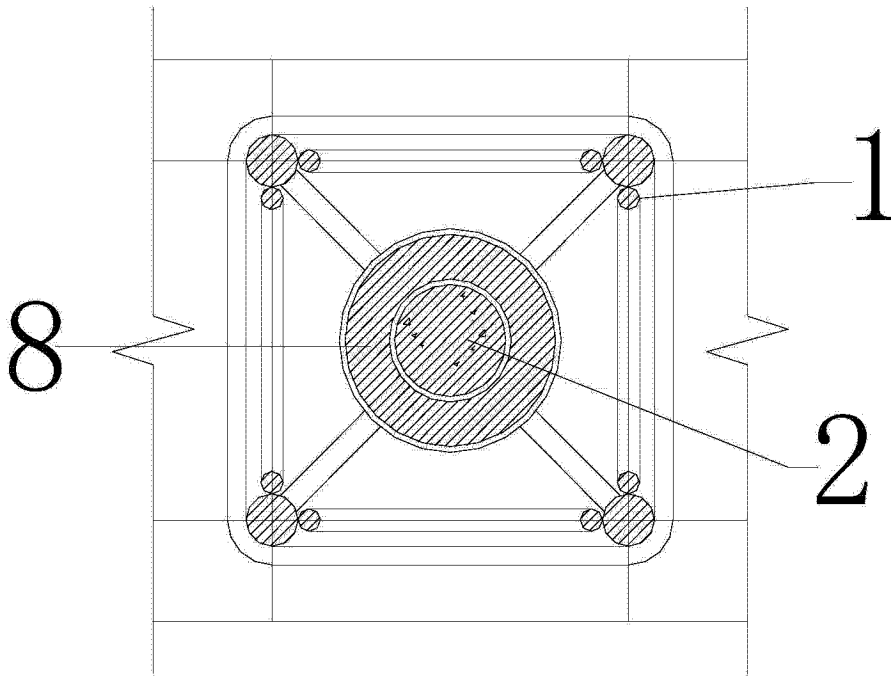


图 6

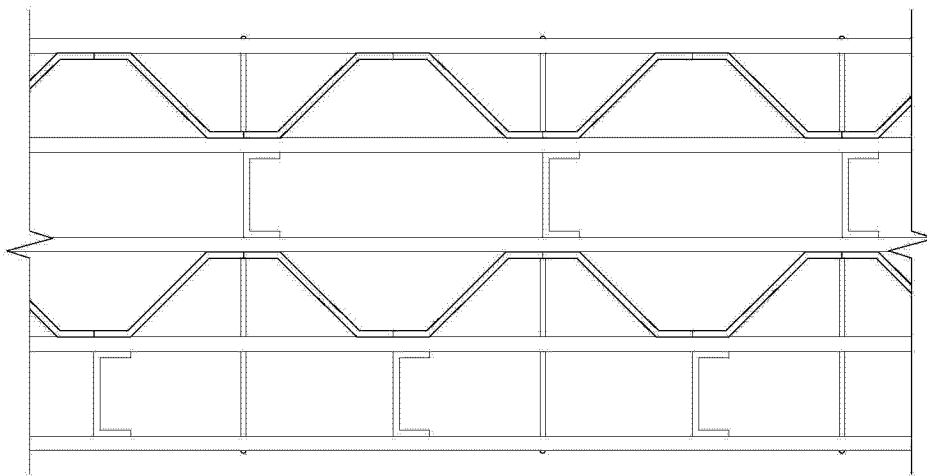


图 7

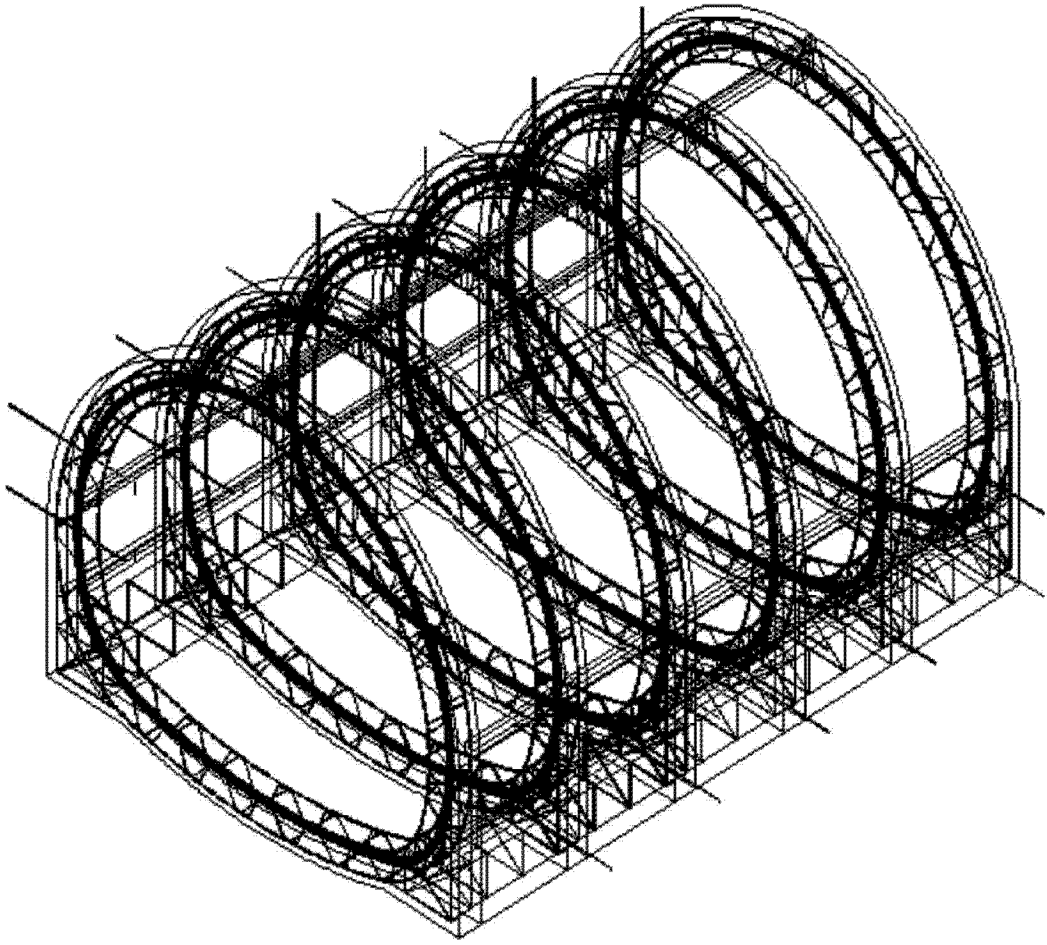


图 8