



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111550267 A

(43)申请公布日 2020.08.18

(21)申请号 202010452930.6

(22)申请日 2020.05.26

(71)申请人 中山大学

地址 510275 广东省广州市海珠区新港西路135号

申请人 浩吉铁路股份有限公司

(72)发明人 皮圣 梁禹 黄林冲

(74)专利代理机构 东莞合方知识产权代理有限公司 44561

代理人 许建成

(51)Int.Cl.

E21D 11/10(2006.01)

E21D 11/00(2006.01)

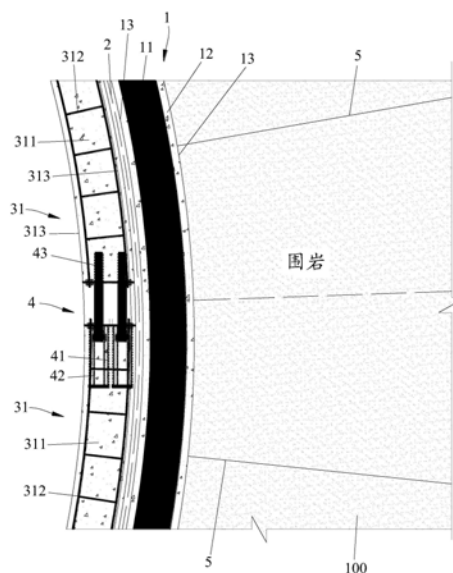
权利要求书2页 说明书7页 附图8页

(54)发明名称

隧道初期支护结构及施工方法

(57)摘要

本发明公开了一种隧道初期支护结构及施工方法,其通过与隧道围岩壁面相抵的喷射混凝土支护外层及早主动地为围岩提供支护阻力,从内部加固围岩,防止挤压性围岩塑性区范围的快速扩大;通过具有一定径向弹性变形能力的中间弹性缓冲层将喷射混凝土支护外层承受的形变压力均匀传递给喷射混凝土支护内层,同时满足喷射混凝土支护内层的环向间隔分布的各弧形支护段能环向自由压缩,并通过恒阻释能装置为环向间隔相邻的两弧形支护段提供恒定阻力,以实现喷射混凝土支护内层在恒定阻力下的压缩变形,从而持续且稳定地释放围岩中的塑性能量,直至围岩中的塑性能量释放完毕后,即可使围岩和支护结构变形收敛趋于稳定。



1. 隧道初期支护结构,其特征在于,包括:

喷射混凝土支护外层,所述喷射混凝土支护外层与隧道围岩壁面相抵;

中间弹性缓冲层,所述中间弹性缓冲层铺设于喷射混凝土支护外层的内壁;

喷射混凝土支护内层,所述喷射混凝土支护内层与中间弹性缓冲层的内壁贴合,包括多段环向间隔设置的弧形支护段;以及

多个恒阻释能装置,相邻的两弧形支护段之间设有所述恒阻释能装置,恒阻释能装置的两端分别与相邻的两弧形支护段相连。

2. 如权利要求1所述的隧道初期支护结构,其特征在於:恒阻释能装置包括固设于环向相邻两弧形支护段中一者的内套和外套,以及固设于环向相邻两弧形支护段中另一者的挤压棒,所述内套包围于外套内,内套的外壁与外套的内壁之间存在间隙,所述挤压棒与内套相对并局部伸入内套中,内套接近环向相邻两弧形支护段中另一者的区域外拱,所述挤压棒具有与外拱的区域相适的挤压凸部。

3. 如权利要求2所述的隧道初期支护结构,其特征在於:所述内套和外套远离环向相邻两弧形支护段中另一者的一端共同连接有刚性底板,内套和外套接近环向相邻两弧形支护段中另一者的一端共同连接有第一纵向刚性板,第一纵向刚性板固设于环向相邻两弧形支护段中一者朝向另一者的端面处,环向相邻两弧形支护段中另一者的端面设有与第一纵向刚性板相对的第二纵向刚性板,所述挤压棒与第二纵向刚性板固连,以提高挤压棒与环向相邻两弧形支护段中另一者的连接强度。

4. 如权利要求3所述的隧道初期支护结构,其特征在於:喷射混凝土支护外层包括径向间隔设置的两层第一金属网、位于两层第一金属网之间的第一金属架、以及包裹第一金属架和两层第一金属网的第一喷射混凝土。

5. 如权利要求3所述的隧道初期支护结构,其特征在於:还包括多根锚杆和/或锚索,多根锚杆和/或锚索环向间隔分布,锚杆和/或锚索的一端与喷射混凝土支护外层固连,另一端锚入围岩。

6. 如权利要求4所述的隧道初期支护结构,其特征在於:弧形支护段包括径向间隔设置的两层第二金属网、位于两层第二金属网之间的第二金属架、以及包裹第二金属架和两层第二金属网的第二喷射混凝土。

7. 如权利要求6所述的隧道初期支护结构,其特征在於:外套被第二喷射混凝土包裹的外壁和/或挤压棒被第二喷射混凝土包裹的外壁设有螺纹或者凹槽,刚性底板将外套远离环向相邻两弧形支护段中另一者的一端封闭。

8. 如权利要求1至7中任意一项所述的隧道初期支护结构的施工方法,其特征在於,包括如下步骤:

S1、开挖隧道的同时,在隧道围岩壁面的相应区域进行喷射混凝土支护外层的施工,形成一节环形的喷射混凝土支护外层;

S2、在喷射混凝土支护外层的内壁铺设环形的中间弹性缓冲层;

S3、在中间弹性缓冲层的内壁环向设置由多段环向间隔分布的弧形支护段所形成的喷射混凝土支护内层,环向相邻的两弧形支护段之间连接恒阻释能装置的两端。

9. 如权利要求8所述的隧道初期支护结构的施工方法,其特征在於:在步骤S1中,喷射混凝土支护外层的施工,包括先在隧道围岩壁面的相应区域挂设第一层第一金属网,并初

喷厚度为30~50mm的第一喷射混凝土；接着架设第一金属架，并钻孔安装锚杆和/或锚索；然后，挂设第二层第一金属网13，并继续喷射第一喷射混凝土直至设计厚度的过程。

10. 如权利要求8所述的隧道初期支护结构的施工方法，其特征在于：步骤S3包括先在中间弹性缓冲层的内壁挂设第一层第二金属网，并初喷厚度为30~50cm的第二喷射混凝土；接着，架设第二金属架，并将恒阻耗能装置的两端分别与环向相邻的两第二金属架固连；紧接着，挂设第二层金属网，并在第一纵向刚性板与第二纵向刚性板间设置遮挡物以临时封闭第一纵向刚性板与第二纵向刚性板之间的间隔；然后，进行喷射混凝土施工直至弧形支护段达到设计厚度的过程。

隧道初期支护结构及施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及隧道工程建设技术领域,特别涉及一种隧道初期支护结构及施工方法。

背景技术

[0002] 我国正处于隧道工程建设向极其复杂地质领域高速发展时期,例如,即将开工建设的川藏铁路康定-林芝段将横穿世界上地质条件复杂、深大活动断裂密集发育段。其中超过20km的隧道就有14座,总长392km;最长隧道易贡隧道全长42.486km,最大埋深隧道拉月隧道埋深高达2096m。

[0003] 隧道穿越此类大埋深挤压性围岩区段时常遭遇大变形问题,主要表现为隧道围岩持续变形量大,形变压力导致初期支护结构承受较大的内力,当持续增大的内力超过材料强度允许值时,会造成喷射混凝土剥落掉块、钢架压屈、变形侵限,二次衬砌混凝土开裂等技术问题。此类隧道围岩变形虽然在经历多次支护、破坏与拆换的反复操作后能够得到有效程度的控制,但也会直接导致大埋深段隧道施工难度大、进度缓慢、安全风险高且工程造价极高。原因主要在于,在遭遇大变形时,现有的上述应对方法主要为加强初期支护参数,如打设锚杆(索)、小导管注浆、增加喷射混凝土厚度、套拱加固、以及较早施作大刚度的二次衬砌等限制围岩变形。如木寨岭隧道穿越岭脊核心段大变形区段采用了双层、三层初期支护、以及超前应力释放导洞+三层初期支护等措施,大部分区段隧道支护结构变形收敛高达数米,在支护结构经历多次拆换后才得以有效控制。实践表明,大深埋挤压性围岩带来的持续形变压力单纯依靠提高支护结构参数来强支硬顶是不可行的。支护结构刚度不足易导致此类围岩塑性扰动圈持续扩大,并造成支护结构破坏、变形侵限。且过早采用多层大刚度支护限制围岩持续变形,易导致积蓄的围岩塑性能量不能有效释放并造成支护结构内力过大而发生破坏,破坏后支护结构承载能力急剧降低造成支护结构和围岩较大的变形收敛量。

[0004] 为此,中国专利公布号为“CN 107795326 A”公开了一种“阻尼器及隧道支护结构的施工方法”,其采用主动让压的支护方式,主要通过设置环向和纵向的容纳间隔并分别安装环向和径向的阻尼器,以通过阻尼件的受压形变来主动释放围岩的应力。这种主动支护结构虽能在一定程度上保证支护结构不发生结构性破坏的同时有效控制围岩塑性能量的释放,并降低施工难度和造价。但仍有不足,原因在于,其圆管状或者板状的阻尼件主要通过受力的压缩变形并提供弹性阻力以控制围岩塑性能量的释放,但缺乏及早为围岩提供支护阻力并从内部加固围岩主动控制围岩塑性区范围持续扩大的能力,同时圆管或者直板被压缩变形的过程中,所能提供的阻力是不断变化的,因而阻尼件在压缩变形的过程中不能控制围岩塑性能量的稳定释放。

发明内容

[0005] 本发明的主要目的是提出一种隧道初期支护结构及施工方法,旨在实现及早限制

围岩塑性区持续扩大并控制围岩塑性能量的稳定释放。

[0006] 为实现上述目的,本发明提出一种隧道初期支护结构,包括:

喷射混凝土支护外层,所述喷射混凝土支护外层与隧道围岩壁面相抵;

中间弹性缓冲层,所述中间弹性缓冲层铺设于喷射混凝土支护外层的内壁;

喷射混凝土支护内层,所述喷射混凝土支护内层与中间弹性缓冲层的内壁贴合,包括多段环向间隔设置的弧形支护段;以及

多个恒阻释能装置,相邻的两弧形支护段之间设有恒阻释能装置,恒阻释能装置的两端分别与相邻的两弧形支护段相连。

[0007] 为实现上述目的,本发明还提出一种隧道初期支护施工方法,包括如下步骤:

S1、开挖隧道的同时,在隧道围岩壁面的相应区域进行喷射混凝土支护外层的施工,形成一节环形的喷射混凝土支护外层;

S2、在喷射混凝土支护外层的内壁铺设环形的中间弹性缓冲层;

S3、在中间弹性缓冲层的内壁环向设置由多段环向间隔分布的弧形支护段所形成的喷射混凝土支护内层,环向相邻的两弧形支护段之间连接恒阻释能装置的两端。

[0008] 本发明隧道初期支护结构及施工方法,通过与隧道围岩壁面相抵的喷射混凝土支护外层及早主动地为围岩提供支护阻力,防止挤压性围岩塑性区范围的快速扩大;通过具有一定径向弹性变形能力的中间弹性缓冲层将喷射混凝土支护外层承受的形变压力均匀传递给喷射混凝土支护内层,以满足喷射混凝土支护内层的环向间隔分布的各弧形支护段能环向自由压缩,并通过恒阻释能装置为环向间隔相邻的两弧形支护段提供恒定阻力,以实现喷射混凝土支护内层在恒定阻力下的压缩变形,从而持续且稳定地释放围岩中的塑性能量,直至围岩中的塑性能量释放完毕后,即可使围岩和支护结构变形收敛趋于稳定,确保挤压性围岩隧道支护结构不拆不换一次安全快速施做到位,并使隧道后续的建设工序能够顺利进行。

附图说明

[0009] 图1本发明隧道初期支护结构一实施例的横截面示意图;

图2为图1的局部放大示意图;

图3为发明隧道初期支护结构一实施例从内部观察的横向视图;

图4为恒阻释能装置一实施例的纵向剖视图;

图5为恒阻释能装置一实施例的横向剖视图;

图6为恒阻释能装置一实施例处于弹性阶段的纵向剖视图;

图7为恒阻释能装置一实施例处于恒阻阶段的纵向剖视图;

图8为恒阻释能装置一实施例处于压实阶段的纵向剖视图;

图9为恒阻释能装置一实施例在弹性阶段、恒阻阶段和压实阶段的力学原理图。

具体实施方式

[0010] 下面将结合附图,对本发明实施例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一部分实施例,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作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于

本发明保护的的范围。

[0011] 需要说明,若本发明实施例中涉及方向性指示(诸如上、下、左、右、前、后、顶、底、内、外、垂向、横向、纵向,逆时针、顺时针、周向、径向、轴向……),则该方向性指示仅用于解释在某一特定姿态(如附图所示)下各部件之间的相对位置关系、运动情况等,如果该特定姿态发生改变时,则该方向性指示也相应地随之改变。

[0012] 另外,若本发明实施例中涉及“第一”或者“第二”等的描述,则该“第一”或者“第二”等的描述仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示其相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。另外,各个实施例之间的技术方案可以相互结合,但是必须是以本领域普通技术人员能够实现为基础,当技术方案的结合出现相互矛盾或无法实现时应当认为这种技术方案的结合不存在,也不在本发明要求的保护范围之内。

[0013] 本发明提出一种隧道初期支护结构。

[0014] 本发明实施例中,如图1至9所示,该隧道初期支护结构,包括喷射混凝土支护外层1、中间弹性缓冲层2、喷射混凝土支护内层3和多个恒阻释能装置4。喷射混凝土支护外层1与隧道围岩100壁面相抵,横截面呈封闭的环状,可从内部加固围岩并及早主动地为围岩100提供支护阻力,防止挤压性围岩塑性区范围的快速扩大;中间弹性缓冲层2铺设于喷射混凝土支护外层1的内壁。喷射混凝土支护内层3与中间弹性缓冲层2的内壁贴合,包括多段环向间隔设置的弧形支护段31,中间弹性缓冲层2可将喷射混凝土支护外层1承受的形变压力均匀传递给喷射混凝土支护内层3,同时满足环向间隔分布的各弧形支护段31能环向自由压缩;相邻的两弧形支护段31之间设有恒阻释能装置4,恒阻释能装置4的两端分别与相邻的两弧形支护段31相连,环向相邻的弧形支护段31的间隔形成供喷射混凝土支护内层3压缩变形的避让空间,恒阻释能装置4为环向间隔相邻的两弧形支护段31提供恒定阻力,以实现喷射混凝土支护内层3在恒定阻力下的压缩变形,从而持续且稳定地释放围岩中的塑性能量,直至围岩中的塑性能量释放完毕后,即可使围岩和支护结构变形收敛趋于稳定,确保挤压性围岩隧道支护结构不拆不换一次安全快速施做到位,并使隧道后续的建设工序(如施作模筑二次衬砌等工序)能够顺利进行。

[0015] 在本发明实施例中,所述恒阻释能装置4有多种实施方式,例如采用现有的等刚度弹簧(未图示)、等压力油缸(未图示)或者等压力气缸(未图示)等,又或者采用如下实施方式。

[0016] 在一较佳实施例中,所述恒阻释能装置4包括固设于环向相邻两弧形支护段31中一者的内套42和外套41,以及固设于环向相邻两弧形支护段31中另一者的挤压棒43,所述内套42包围于外套41内,内套42的外壁与外套41的内壁之间存在间隙,所述挤压棒43与内套42相对并局部伸入内套42中,内套42接近环向相邻两弧形支护段31中另一者的区域外拱(指垂直于内套42的轴线的方向(如径向)外拱),所述挤压棒43具有与外拱的区域421相适的挤压凸部431。当中间弹性缓冲层2将喷射混凝土支护外层1承受的形变压力均匀传递给喷射混凝土支护内层3,并驱使喷射混凝土支护内层3压缩变形的过程中,挤压棒43沿内套42向内套42远离环向相邻两弧形支护段31中另一者的一端移动,而内套42在挤压凸部431的挤压作用下径向变形(即拱起的区域421轴向扩大)并给予挤压凸部431恒定的阻力,从而使围岩100中的塑性能量能够持续且稳定地释放,直至围岩100中的塑性能量释放完毕后,

即可使围岩100和支护结构变形收敛趋于稳定,外套41则在内套42径向变形量达到一定程度后约束内套42的变形,以确保为挤压凸部431提供恒定的阻力。应当说明是,所述内套42在挤压凸部431的挤压作用下对挤压凸部431提供的恒定阻力值与内套42的材质、厚度以及内径等相关,可根据支护需要而选择以及设定。

[0017] 进一步地,所述内套42和外套41远离环向相邻两弧形支护段31中另一者的一端共同连接有刚性底板44,内套42和外套41接近环向相邻两弧形支护段31中另一者的一端共同连接有第一纵向刚性板45,第一纵向刚性板45固设于环向相邻两弧形支护段31中一者朝向另一者的端面处,以提高内套42和外套41与环向相邻两弧形支护段31中一者的连接强度,并对挤压棒43相对内套42的移动进行导向,环向相邻两弧形支护段31中另一者的端面设有与第一纵向刚性板45相对的第二纵向刚性板46,所述挤压棒43与第二纵向刚性板46固连,以提高挤压棒43与环向相邻两弧形支护段31中另一者的连接强度。优选地,所述第一纵向刚性板45、刚性底板44和第二纵向刚性板46均可采用钢板制成。

[0018] 应当说明的是,当环向相邻的两弧形支护段31之间设有多个纵向(或称轴向)和环向相隔的所述恒阻释能装置4时,多个纵向和环向相隔的内套42和外套41接近环向相邻两弧形支护段31中另一者的一端可均与第一纵向刚性板45固连,例如焊接(当内套42、外套41以及第一纵向刚性板45均采用金属,如钢制成时),以提高纵向和环向相邻的内套42和外套41之间以及内套42和外套41与弧形支护段31之间的连接强度。多个纵向和环向相隔的挤压棒43均与第二纵向刚性板46固连,以提高纵向和环向相邻的挤压棒43之间以及挤压棒43与弧形支护段31之间的连接强度。

[0019] 可以理解地,在挤压形变压力P作用下恒阻释能装置4主要经历三个力学阶段,其中,第一阶段为弹性阶段,即在弹性阶段内套42对挤压凸部431产生的阻力值可快速增大,压缩变形量U极小,挤压棒43的挤压凸部431对内套42的挤压力未满足内套42的屈服变形强度。第二阶段为恒阻阶段,即当挤压凸部431对内套42的挤压力达到内套42的屈服变形强度,挤压棒43沿内套42开始向内套42远离环向相邻两弧形支护段31中另一者的一端移动,而内套42在挤压凸部431的挤压作用下径向变形并给予挤压凸部431恒定的阻力,从而使围岩100中的塑性能量能够持续且稳定地释放。第三阶段为压实阶段,即若围岩塑性能量尚未在恒阻阶段完全释放,则可在压实阶段提供最终的安全保证,例如最终通过第一纵向刚性板45和第二纵向刚性板46的相抵来实现。应当说明的是,若围岩100塑性能量在恒阻阶段已完全释放,则恒阻释能装置4不会进入压实阶段。恒定阻力值可根据本发明的支护需求而设定,例如,恒阻释能装置4的恒定阻力值可以为喷射混凝土支护内层3的设计承载能力的60%~90%,以确保喷射混凝土支护内层3在恒阻变形过程中不发生结构性破坏。

[0020] 具体地,所述内套42和外套41均可采用圆管或者方管等制成,优选圆管,内套42和外套41均采用圆管制成时,内套42和外套41优选同轴线,材质可以为金属或者高强度的工程塑料等,优选钢制成。

[0021] 在本发明实施例中,中间弹性缓冲层2可采用高密度海绵、吸能橡胶等弹性变形能力较强的材料制成,其厚度可为50~100mm。以能保证将喷射混凝土支护外层1承受的围岩形变压力均匀传递给喷射混凝土支护内层3,并满足喷射混凝土支护内层3能沿其环向自由压缩为准。

[0022] 在本发明实施例中,喷射混凝土支护外层1主要作用为主动支护,从内部加固围

岩、主动提供支护阻力并限制围岩塑性区的持续扩大,有多种实施方式,例如可以采用喷射混凝土与金属架、金属网(如钢筋网)、以及锚杆5和/或锚索中至少一种的联合支护,厚度优选300~350mm。

[0023] 在一较佳实施例中,所述喷射混凝土支护外层1包括径向间隔设置的两层第一金属网13、位于两层第一金属网13之间的第一金属架11、以及包裹第一金属架11和两层第一金属网13的第一喷射混凝土12,第一金属架11早期通过其结构强度提供支护阻力,第一金属架11优选型钢钢架,型号可采用HW200。第一喷射混凝土12可以采用纤维喷射混凝土以提高喷射混凝土支护外层1的结构强度,第一金属网13主要是防裂,并提高喷射混凝土支护外层1的柔性。

[0024] 进一步地,喷射混凝土支护外层1还包括多根锚杆5和/或锚索,多根锚杆5和/或锚索环向间隔分布,锚杆5和/或锚索的一端与喷射混凝土支护外层1固连,另一端锚入围岩100,锚入的深度优选8~15m,以加固围岩并限制围岩100塑性扰动圈持续扩大。结合围岩塑性区分布特性,喷射混凝土支护外层1的拱顶处可采用锚杆5。

[0025] 在本发明实施例,弧形支护段31的主要作用为恒阻释能,有多种实施方式,例如可以采用喷射混凝土与金属架和金属网(如钢筋网)中至少一种的联合支护,厚度优选300~450mm。

[0026] 在一较佳实施例中,所述弧形支护段31包括径向间隔设置的两层第二金属网313、位于两层第二金属网313之间的第二金属架312、以及包裹第二金属架312和两层第二金属网313的第二喷射混凝土311,第二金属架312优选格栅钢架,以保证受力均匀且兼具较好的柔韧性。第二喷射混凝土311可以采用纤维喷射混凝土以提高弧形支护段31的结构强度,第二金属网313主要是防裂,并提高弧形支护段31的柔性。优选地,环向相邻的弧形支护段31的间隔对称布设于喷射混凝土支护内层3的拱顶、拱腰、边墙、墙脚以及仰拱中心等结构受力较大的部位,以安装恒阻释能装置4。

[0027] 在本发明实施例中,所述第一纵向刚性板45和第二纵向刚性板46分别与相应的第二金属架312固连(如焊接或者通过螺栓结构固连),所述外套41包裹于环向相邻两弧形支护段31中一者的第二喷射混凝土311中,且接近环向相邻两弧形支护段31中另一者的一端裸露,所述挤压棒43部分包裹于环向相邻两弧形支护段31中另一者的第二喷射混凝土311中。

[0028] 进一步地,外套41被第二喷射混凝土311包裹的外壁和/或挤压棒43被第二喷射混凝土311包裹的外壁设有螺纹411、432或者凹槽,以提高外套41和挤压棒43与相应的第二喷射混凝土311的结合强度。刚性底板44将外套41远离环向相邻两弧形支护段31中另一者的一端封闭,以防止施工过程中,第二喷射混凝土311凝固前进入外套41和/或内套42。恒阻释能装置4的压缩量程可根据围岩变形收敛量值确定,优选300~500mm。

[0029] 在介绍了本发明隧道初期支护结构的实施方式之后,接下来将对本发明隧道初期支护结构的施工方法的实施方式进行介绍。隧道初期支护结构的具体结构见上述实施例,重复之处可不作赘述。

[0030] 在本发明实施例中,如图1至9所示,该隧道初期支护施工方法,包括如下步骤:

S1、开挖隧道的同时,在隧道围岩100壁面的相应区域进行喷射混凝土支护外层1的施工,形成一节环形的喷射混凝土支护外层1,以及早主动地为围岩提供支护阻力,防止挤压

性围岩塑性区范围的快速扩大。

[0031] 具体地,隧道开挖采用现有的台阶法开挖,台阶长度应尽量短,可控制在5~6m,其中,下台阶与仰拱应一次开挖成型,喷射混凝土支护外层1全断面封闭成环紧跟下台阶,封闭成环处距离掌子面一般不得大于 $1.5D$ (D 为隧道洞径)。

[0032] 具体地,在步骤S1中,喷射混凝土支护外层1的施工,包括先在隧道围岩壁面的相应区域挂设第一层第一金属网13,并初喷厚度为30~50mm的第一喷射混凝土;接着架设第一金属架11,并钻孔安装锚杆5和/或锚索,多根锚杆5和/或锚索环向间隔分布,锚杆5和/或锚索的一端优选与第一金属架11固连,另一端锚入围岩,锚入的深度优选8~15m,以主动加固围岩并限制围岩塑性扰动圈持续扩大。结合围岩塑性区分布特性,喷射混凝土支护外层1的拱顶处可采用锚杆5;然后,挂设第二层第一金属网13,并继续喷射第一喷射混凝土直至设计厚度,厚度优选300~350mm。

[0033] S2、在喷射混凝土支护外层1的内壁铺设环形的中间弹性缓冲层2,将喷射混凝土支护外层承受的变形压力均匀传递给喷射混凝土支护内层,同时满足喷射混凝土支护内层3的环向间隔分布的各弧形支护段31能环向自由压缩。

[0034] 具体地,在步骤S2中,中间弹性缓冲层2的铺设施工,优选在喷射混凝土支护外层1变形收敛值达到200~250mm或喷射混凝土支护外层1封闭成环处距离掌子面达到 $1.5\sim 2D$ (隧道洞径)时,全环一次性铺设,铺设时确保与喷射混凝土支护外层1紧密贴合并固定牢靠。

[0035] S3、在中间弹性缓冲层2的内壁环向设置由多段环向间隔分布的弧形支护段31所形成的喷射混凝土支护内层3,环向相邻的两弧形支护段31之间连接恒阻释能装置4的两端。为环向间隔相邻的两弧形支护段31提供恒定阻力,以实现喷射混凝土支护内层3在恒定阻力下的压缩变形,从而持续且稳定地释放围岩中的塑性能量,直至围岩中的塑性能量释放完毕后,即可使围岩和支护结构变形收敛趋于稳定,确保挤压性围岩隧道支护结构不拆不换一次安全快速施做到位,并使隧道后续的建设工序(如施作模筑二次衬砌等工序)能够顺利进行。

[0036] 具体地,步骤S3包括先在中间弹性缓冲层2的内壁挂设第一层第二金属网313,并初喷厚度为30~50cm的第二喷射混凝土;接着,架设第二金属架312,并将恒阻耗能装置的两端分别与环向相邻的两第二金属架312固连(如通过螺栓结构或者焊接的方式固连);紧接着,挂设第二层金属网,并在第一纵向刚性板45与第二纵向刚性板46间设置遮挡物(例如土工布)以临时封闭第一纵向刚性板45与第二纵向刚性板46之间的间隔,从而防止继续喷射第二喷射混凝土的过程中将第一纵向刚性板45与第二纵向刚性板46的间隔堵塞;然后,进行喷射混凝土施工直至弧形支护段31达到设计厚度,完成一节隧道初期支护的施工。

[0037] 而后,拆除设于第一纵向刚性板45与第二纵向刚性板46之间的遮挡物,并待隧道变形收敛趋于稳定后,施作模筑二次衬砌。

[0038] 应当说明的,待初期支护的隧道围岩的长度(指纵向方向的长度)一般大于一节隧道初期支护的长度,一般可通过多节纵向相邻的本发明隧道初期支护来对相应长度隧道围岩进行初期支护,具体可按上述隧道初期支护的施工方法重复操作,本发明主要介绍一节隧道初期支护的结构以及施工方法。另外,为提高多节隧道初期支护的整体结构强度,可将纵向相邻的第一纵向刚性板45之间以及纵向相邻的第二纵向刚性板46之间固连(如通过螺栓结构或者焊接的方式固连,见图3、图4)。

[0039] 以上所述仅为本发明的优选实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是在本发明的发明构思下,利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构变换,或直接/间接运用在其他相关的技术领域均包括在本发明的专利保护范围内。

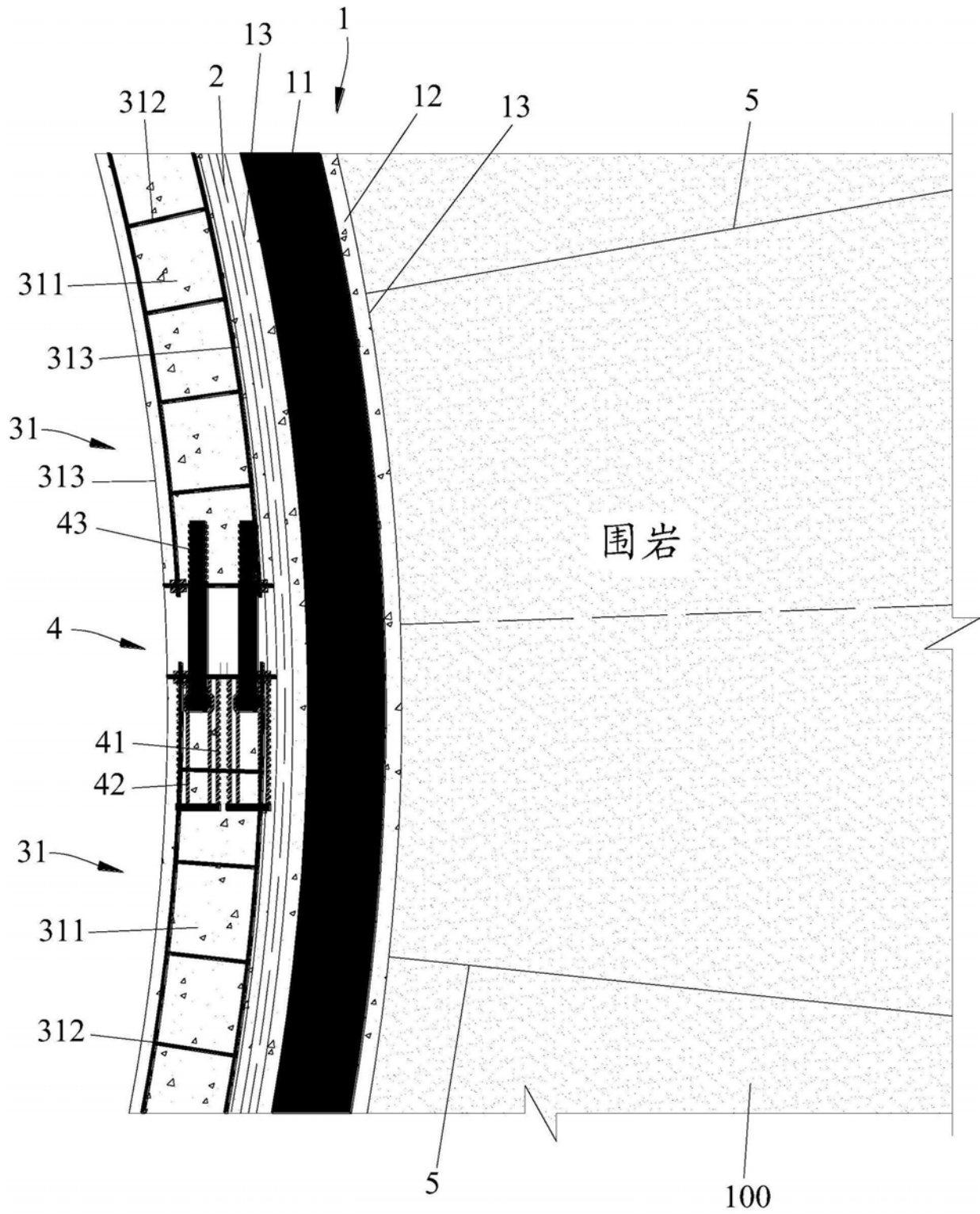


图2

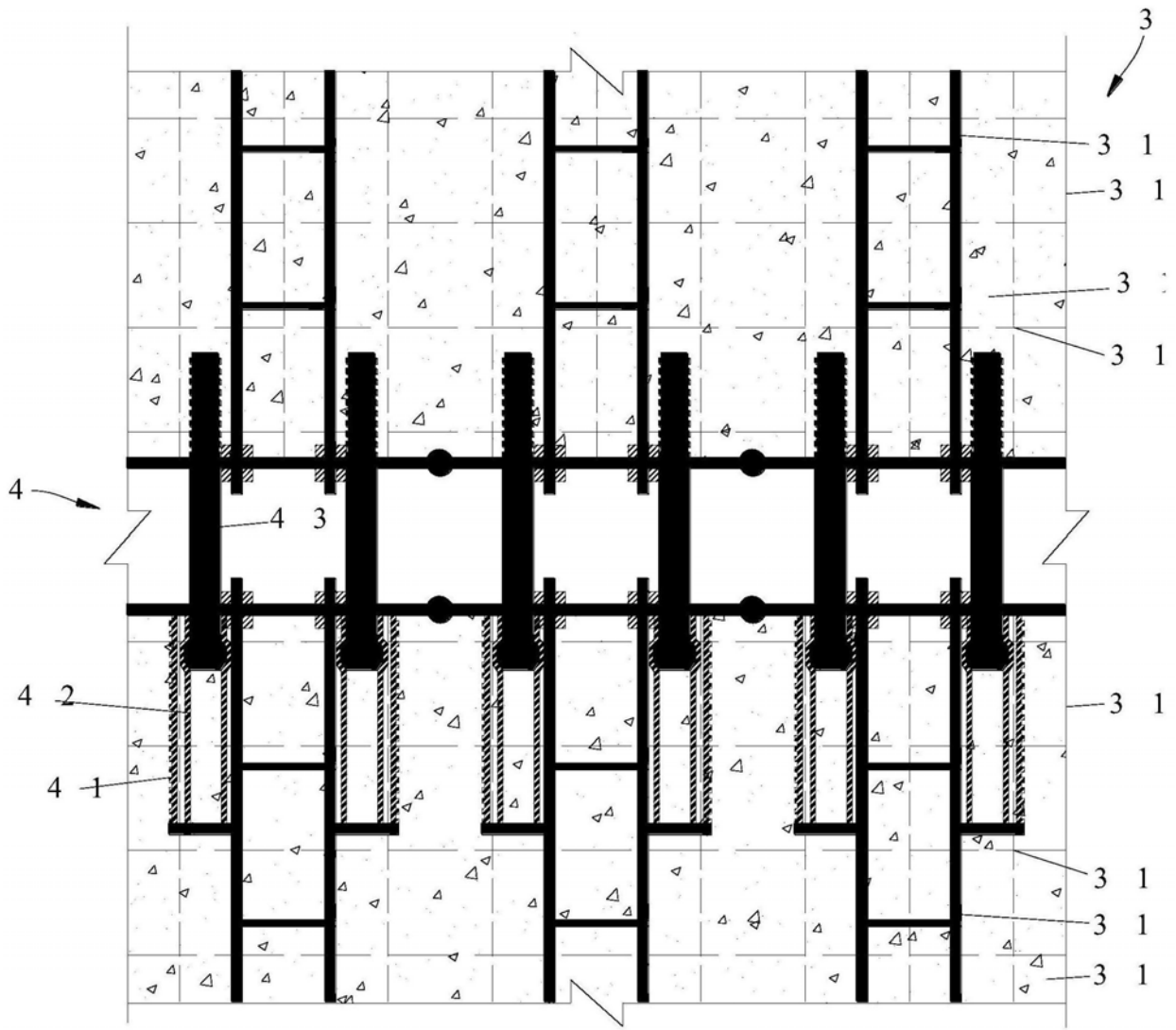


图3

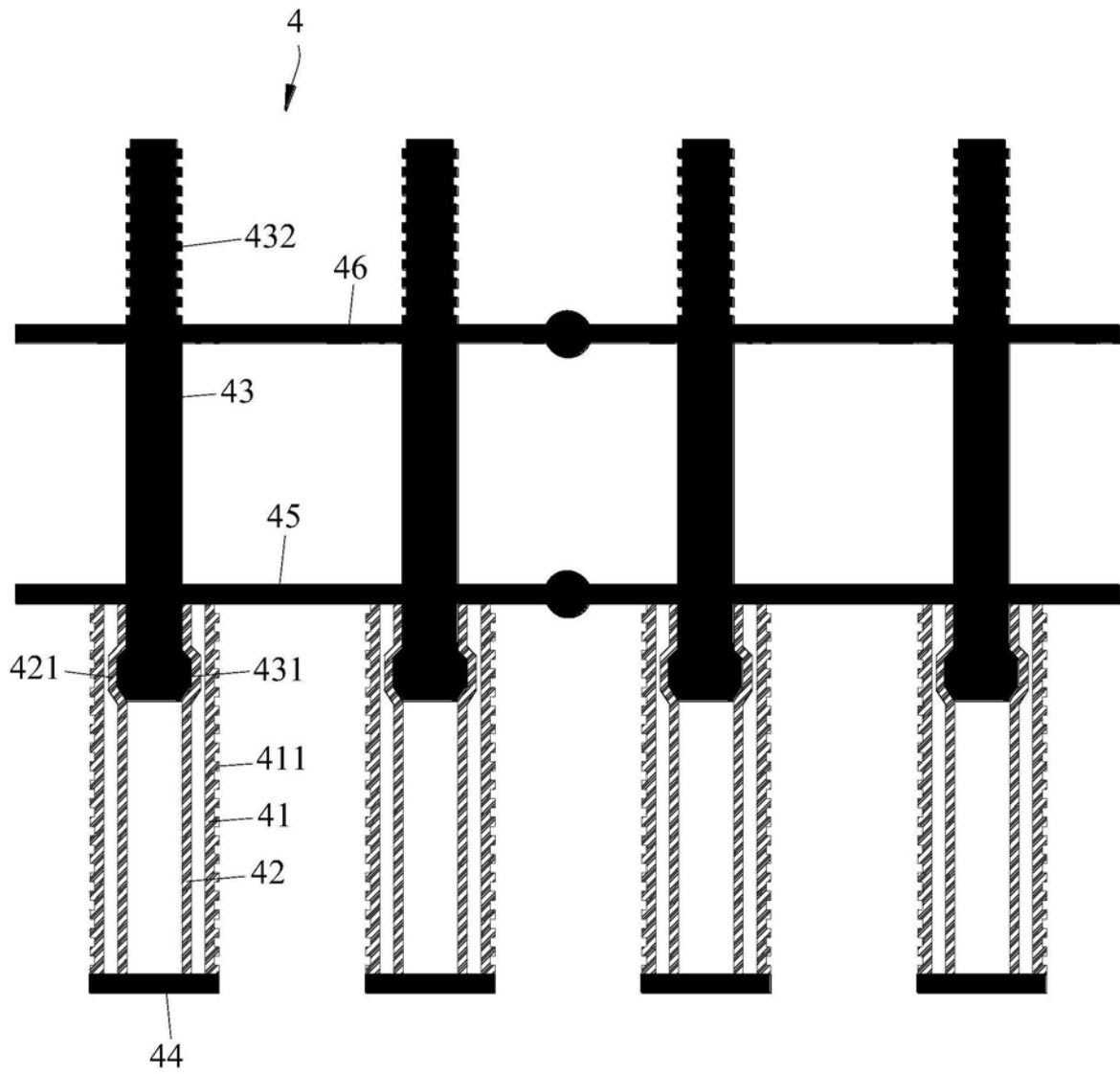


图4

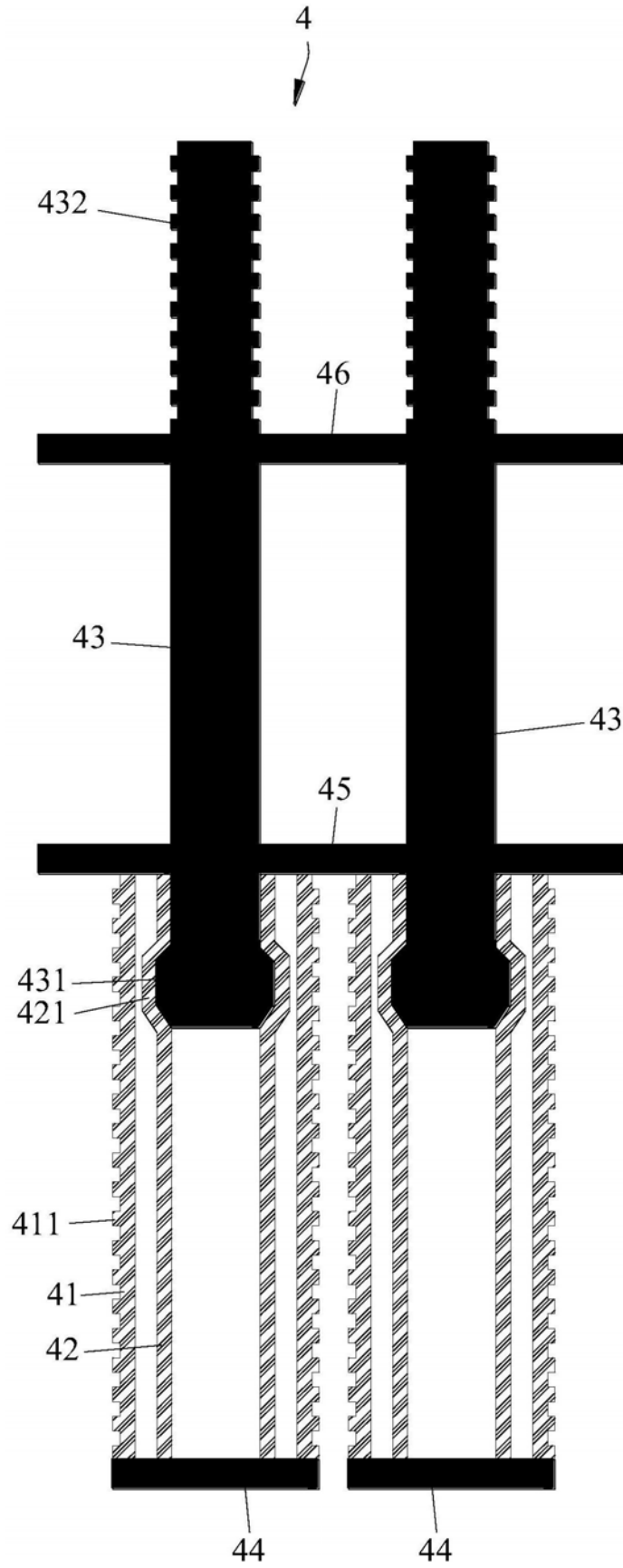


图5

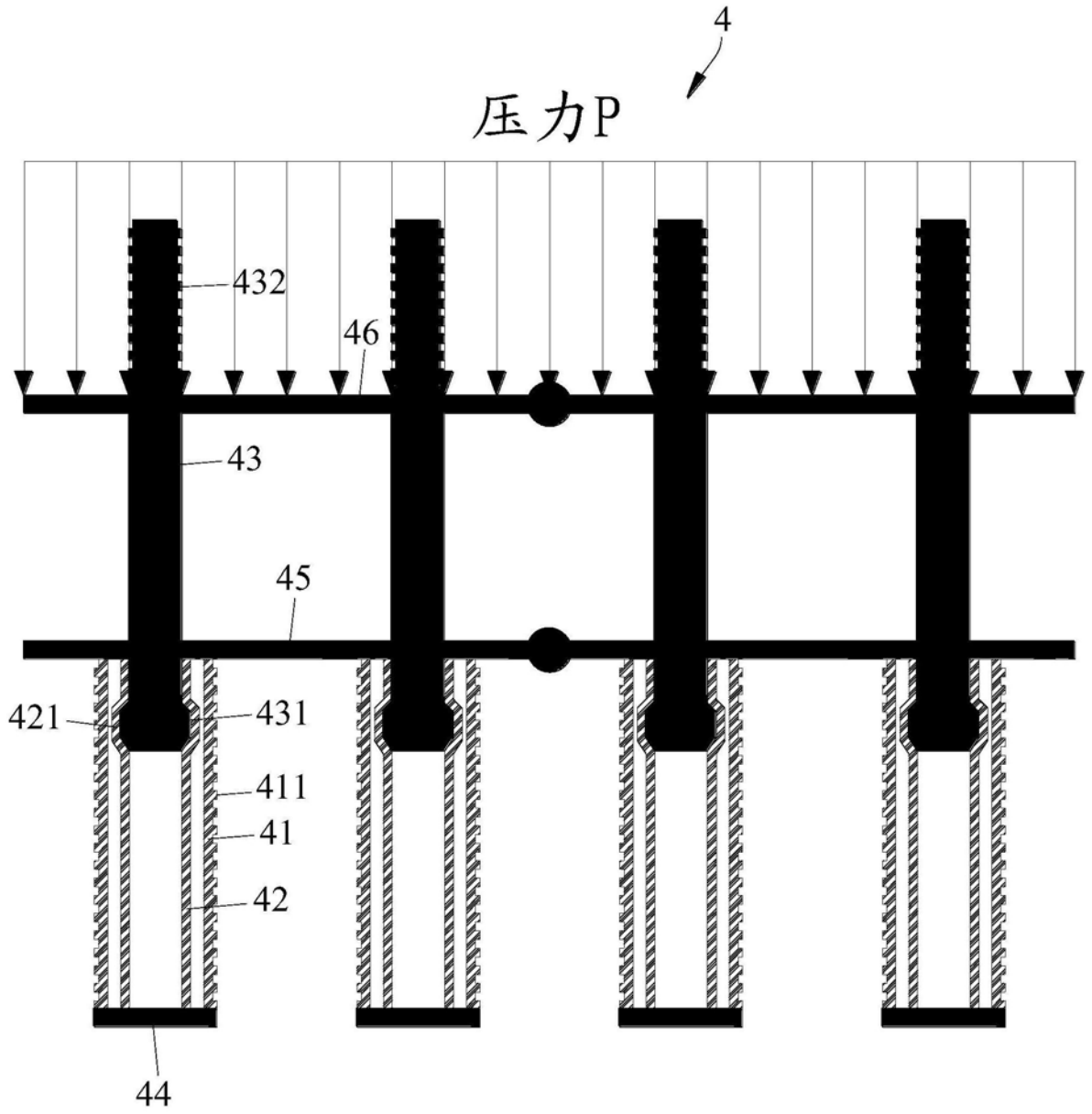


图6

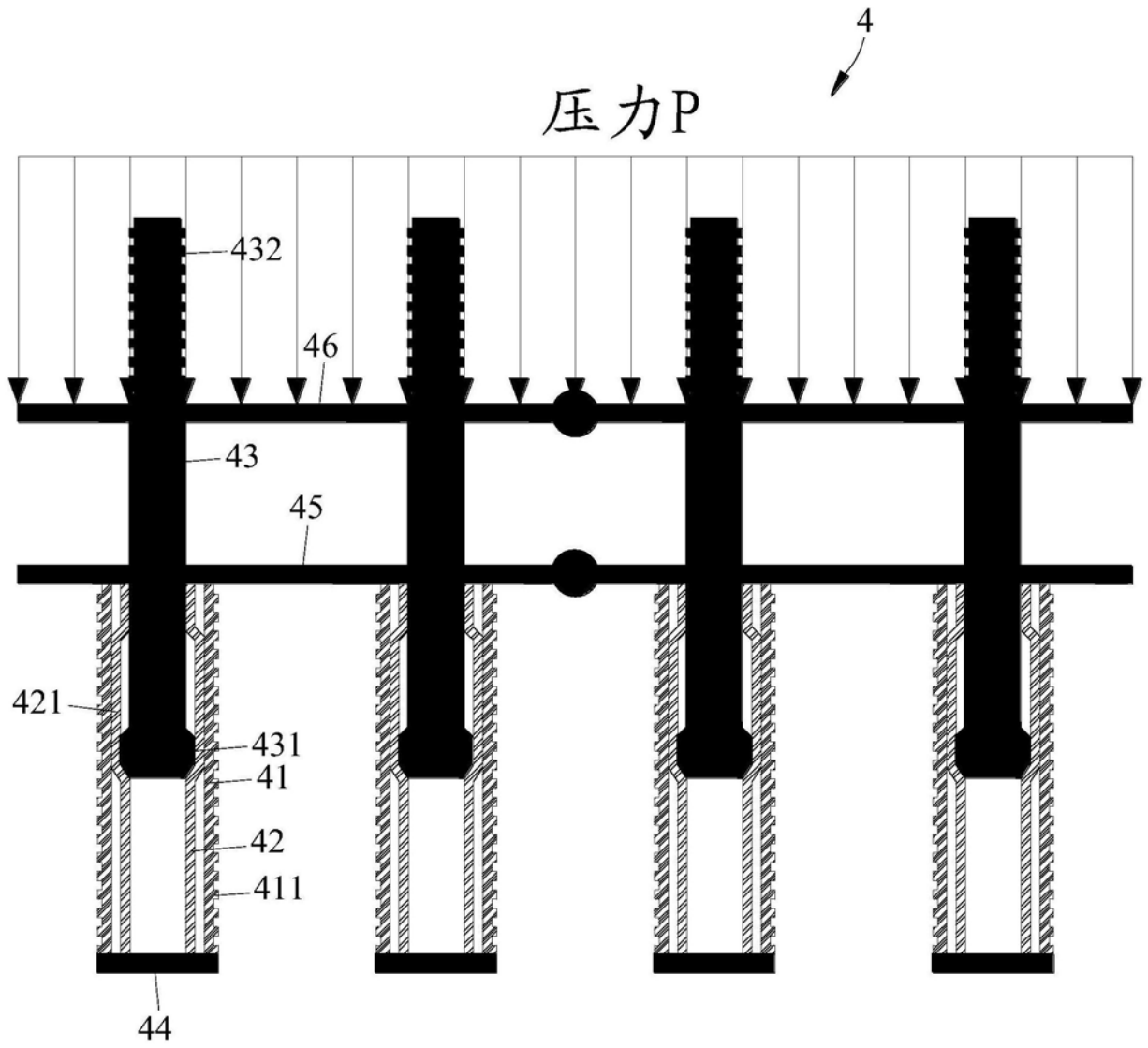


图7

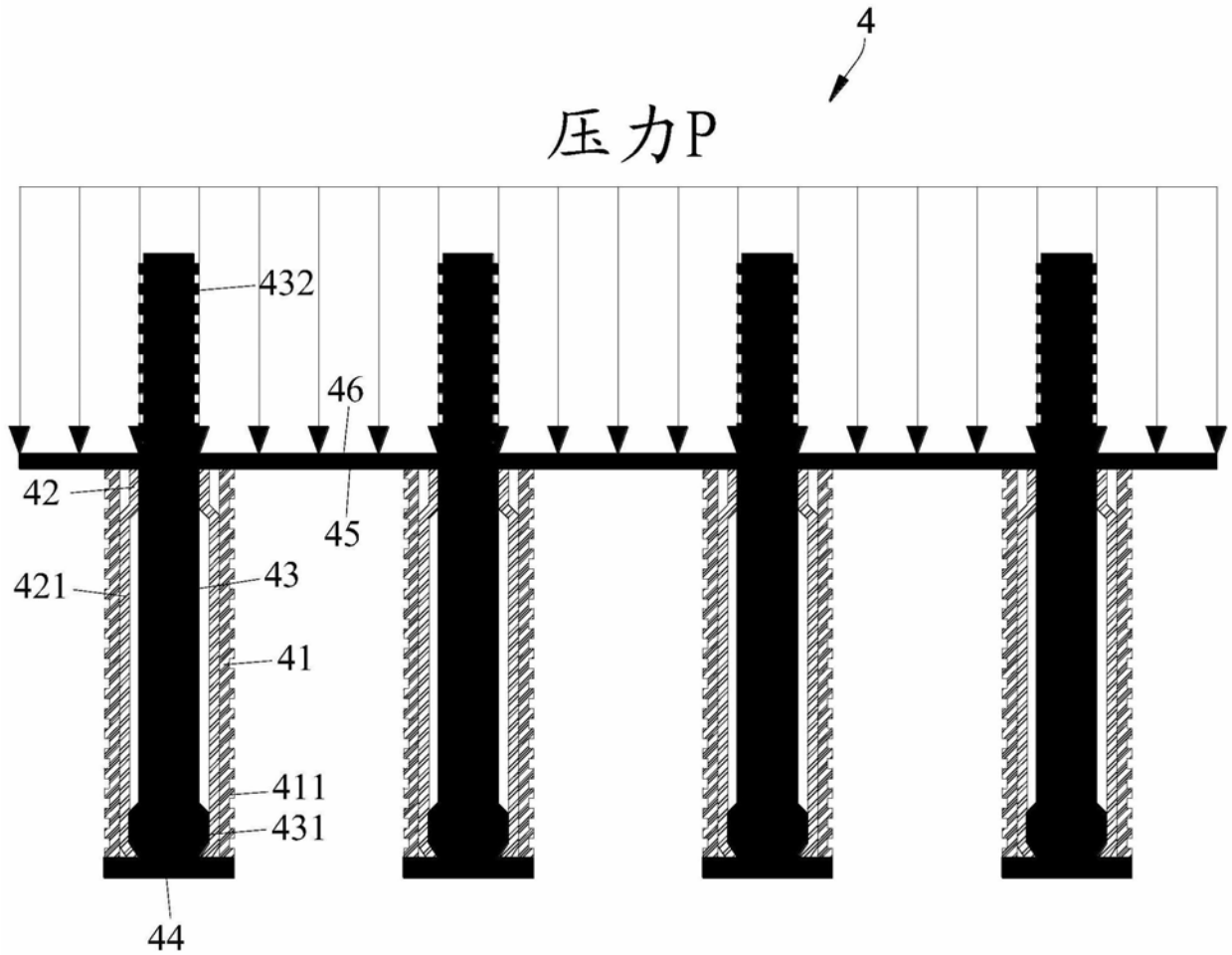


图8

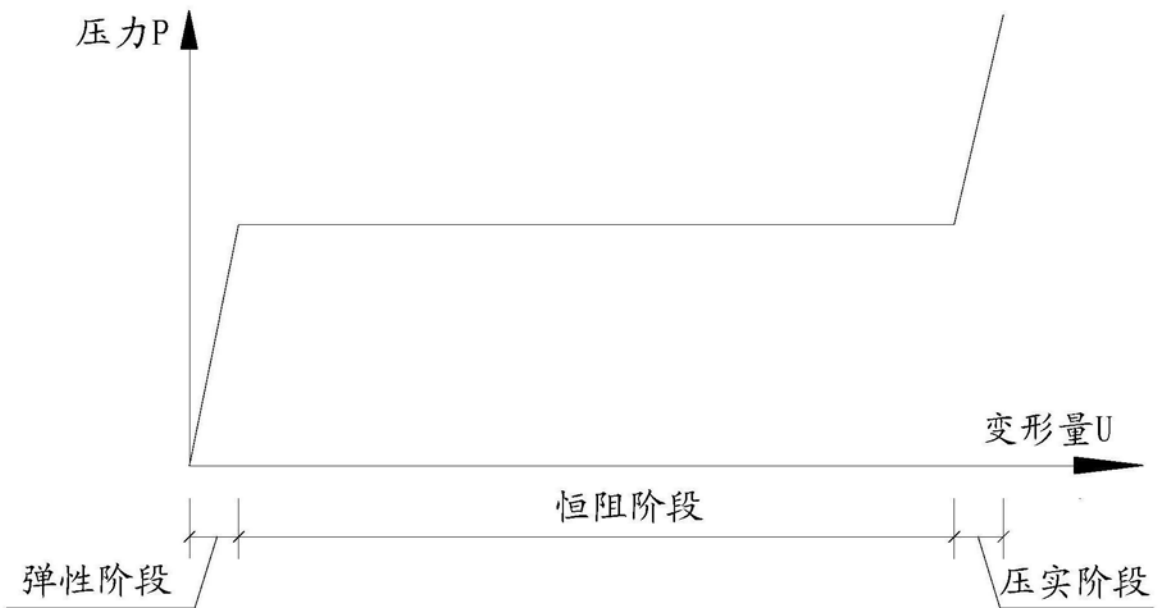


图9