



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103321653 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 01

(21) 申请号 201310262727. 2

(22) 申请日 2013. 06. 27

(73) 专利权人 中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司

地址 610072 四川省成都市青羊区浣花北路一号

(72) 发明人 魏映瑜 彭薇薇 刘畅

(74) 专利代理机构 成都虹桥专利事务所(普通合伙) 51124

代理人 刘世平

(51) Int. Cl.

E21D 11/00(2006. 01)

E21D 11/10(2006. 01)

E21D 11/18(2006. 01)

E21D 20/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102182472 A, 2011. 09. 14,

JP 2004068454 A, 2004. 03. 04,

CN 101852083 A, 2010. 10. 06,

朱伟. 黄土隧道塌方处理及原因浅析. 《西部探矿工程》. 2000, (第3期), 第71-73页.

蔡长青. 浅析隧道塌方处理关键技术. 《建设管理》. 2010, (第10期), 第67-69页.

审查员 田英楠

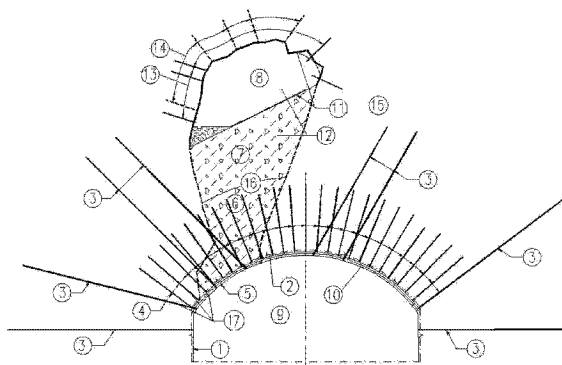
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

地下洞室顶拱塌方后的衬砌处理方法

(57) 摘要

本发明公开了一种地下洞室顶拱塌方后的衬砌处理方法,涉及地下洞室施工领域,提供一种工作量小,成本低,防塌效果好的地下洞室顶拱塌方后的衬砌处理方法。地下洞室顶拱塌方后的衬砌处理方法包括如下步骤:a、清理洞室内的坍塌渣;b、往存留坍塌渣和存留坍塌渣两侧的围岩内插入加强锚杆,各加强锚杆靠近洞室一端位于洞室同一横截面内,存留坍塌渣和存留坍塌渣两侧的围岩内均至少插入一件加强锚杆;c、将形状与洞室顶拱横截面形状匹配的拱形梁与所有加强锚杆连接并使拱形梁与洞室顶拱贴合;d、对存留坍塌渣进行系统固结灌浆处理;e、重复步骤a至d直至洞室内的坍塌渣全部清理。本发明可用于修复塌方的地下洞室。



CN 103321653 B

1. 地下洞室顶拱塌方后的衬砌处理方法，其特征在于包括如下步骤：
 - a、清理洞室 (9) 内的坍塌渣，清理量以能够避免存留坍塌渣 (16) 掉落为准；
 - b、往存留坍塌渣 (16) 和存留坍塌渣 (16) 两侧的围岩 (15) 内插入加强锚杆 (4)，各加强锚杆 (4) 靠近洞室顶拱 (2) 一端位于洞室 (9) 同一横截面内，存留坍塌渣 (16) 和存留坍塌渣 (16) 两侧的围岩 (15) 内均至少插入一件加强锚杆 (4)；
 - c、将形状与洞室顶拱 (2) 横截面形状匹配的拱形梁 (5) 与所有加强锚杆 (4) 连接并使拱形梁 (5) 与洞室顶拱 (2) 贴合；
 - d、对存留坍塌渣 (16) 进行系统固结灌浆处理；
 - e、重复步骤 a 至 d 直至洞室 (9) 内的坍塌渣全部清理。
2. 根据权利要求 1 所述的地下洞室顶拱塌方后的衬砌处理方法，其特征在于：步骤 b 中加强锚杆 (4) 沿垂直于洞室顶拱 (2) 方向插入。
3. 根据权利要求 2 所述的地下洞室顶拱塌方后的衬砌处理方法，其特征在于：前后两次进行步骤 c 时，设置的拱形梁 (5) 间距为 50 至 100mm。
4. 根据权利要求 1 至 3 任一项所述的地下洞室顶拱塌方后的衬砌处理方法，其特征在于：在步骤 e 之后进行步骤 f，步骤 f 包括往洞室顶拱 (2) 表面喷射混凝土，混凝土形成混凝土层 (10)，混凝土层 (10) 至少覆盖存留坍塌渣 (16)、存留坍塌渣 (16) 附近的围岩 (15) 和拱形梁 (5)。
5. 根据权利要求 4 所述的地下洞室顶拱塌方后的衬砌处理方法，其特征在于：在进行步骤 b 之后且进行步骤 c 之前，往围岩 (15) 内插入支护锚杆 (3)；在步骤 c 中将拱形梁 (5) 与支护锚杆 (3) 连接。
6. 根据权利要求 5 所述的地下洞室顶拱塌方后的衬砌处理方法，其特征在于：在步骤 f 之后进行步骤 g，步骤 g 包括在存留坍塌渣 (16) 内钻出有与洞室 (9) 连通的排水孔。
7. 根据权利要求 6 所述的地下洞室顶拱塌方后的衬砌处理方法，其特征在于：塌腔 (12) 上部没有填充存留坍塌渣 (16) 的部分为空腔 (8)；进行步骤 f 之后且进行步骤 g 之前，在形成空腔 (8) 的围岩 (15) 内设置空腔支护锚杆 (13)；在形成空腔 (8) 的围岩 (15) 表面喷射混凝土，混凝土形成空腔混凝土层 (11)。
8. 根据权利要求 7 所述的地下洞室顶拱塌方后的衬砌处理方法，其特征在于：步骤 g 包括在形成空腔 (8) 的围岩 (15) 内设置排水装置 (14)。
9. 根据权利要求 8 所述的地下洞室顶拱塌方后的衬砌处理方法，其特征在于：步骤 g 包括在洞室 (9) 和空腔 (8) 内设置坍塌监测装置。

地下洞室顶拱塌方后的衬砌处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及地下洞室施工领域,尤其设计一种地下洞室顶拱塌方后的衬砌处理结构。

背景技术

[0002] 矿山、水电、铁路、国防等行业中经常需要布置基岩中深埋的大型地下洞室(群),基于《岩石力学》及工程实例,这些洞室均采用弧度不一的圆拱洞顶,跨度普遍自 20m ~ 32m,国防工程中更甚。由于地下围岩条件复杂、未知的不利地质因素众多,采用各种计算模型并综合工程经验所得到的开挖支护方案仍无法完全避免洞室开挖过程中出现塌方。一旦发生塌方将必然造成重大损失,对工程的工期、投资造成重大负面影响。深埋基岩内大型洞室的中、大规模塌方通常形成空腔,造成洞室整体受力模式改变,洞室顶拱原有拱作用失效将带来洞室其它部位应力集中释放,造成较大的变位变形甚至整个洞室失稳,有的地下水及裂隙岩脉丰富的洞室还有可能沿塌方空腔发生连续垮塌,对后续开挖施工以及将来的工程运行造成巨大威胁。传统处理方法得到的结构如图 2,传统处理方法通常是首先将洞室和塌腔内坍塌的岩石和土壤全部清理,然后在塌腔中下部浇筑一定厚度(通常是塌腔高度 1/4 ~ 1/3)的钢筋混凝土拱圈,恢复洞室顶拱的拱作用,后利用灌浆将空腔剩余空间填实,防止二次塌方。但这种方法有如下弊端,首先塌方发生后的清渣工作量大,不仅要清除塌方渣料全部清除,还要加固塌口防止塌方继续扩大,施工难度大,安全施工难以控制;其次混凝土拱圈浇筑条件较差,工程量巨大,且钢筋混凝土结构与周边围岩的物理力学性质差异较大,能否形成拱作用并与塌口围岩良好固结存在较大风险;最后对塌腔剩余部分的填实尽管避免了“拱上拱”现象,即避免了继续塌方的风险,通常也增大了下部混凝土拱圈的荷载,同时灌浆工程量巨大。因此,传统的“混凝土回填”处理方法在施工安全、工期及投资上存在较大改进空间。

发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题是:提供一种工作量小,成本低,防塌效果好的地下洞室顶拱塌方后的衬砌处理方法。

[0004] 为解决上述问题采用的技术方案是:1、地下洞室顶拱塌方后的衬砌处理方法,其特征在于包括如下步骤:

[0005] a、清理洞室内的坍塌渣,清理量以能够避免存留坍塌渣掉落为准;

[0006] b、往存留坍塌渣和存留坍塌渣两侧的围岩内插入加强锚杆,各加强锚杆靠近洞室顶拱一端位于洞室同一横截面内,存留坍塌渣和存留坍塌渣两侧的围岩内均至少插入一件加强锚杆;

[0007] c、将形状与洞室顶拱横截面形状匹配的拱形梁与所有加强锚杆连接并使拱形梁与洞室顶拱贴合;

[0008] d、对存留坍塌渣进行系统固结灌浆处理;

- [0009] e、重复步骤 a 至 d 直至洞室内的坍塌渣全部清理。
- [0010] 进一步的是：步骤 b 中加强锚杆沿垂直于洞室顶拱方向插入；
- [0011] 进一步的是：前后两次进行步骤 c 时，设置的拱形梁间距为 50 至 100mm。
- [0012] 进一步的是：在步骤 e 之后进行步骤 f，步骤 f 包括往洞室顶拱表面喷射混凝土，混凝土形成混凝土层，混凝土层至少覆盖存留坍塌渣、存留坍塌渣附近的围岩和拱形梁。
- [0013] 进一步的是：在进行步骤 b 之后且进行步骤 c 之前，往围岩内插入支护锚杆；在步骤 c 中将拱形梁与支护锚杆连接。
- [0014] 进一步的是：在步骤 f 之后进行步骤 g，步骤 g 包括在存留坍塌渣内钻出有与洞室连通的排水孔。
- [0015] 进一步的是：塌腔上部没有填充存留坍塌渣的部分为空腔；进行步骤 f 之后且进行步骤 g 之前，在形成空腔的围岩内设置空腔支护锚杆；在形成空腔的围岩表面喷射混凝土，混凝土形成空腔混凝土层。
- [0016] 进一步的是：步骤 g 包括在形成空腔的围岩内设置排水装置。
- [0017] 进一步的是：步骤 g 包括在洞室和空腔内设置坍塌检测装置。
- [0018] 本发明的有益效果是：相比传统塌方处理采用新浇筑钢筋混凝土拱圈结构承载的方法，本发明就地利用塌方后堆积于塌口的坍塌渣，对渣体进行有效固结，使其在物理力学参数上达到或接近于洞室其它部分围岩水平，配合拱形梁的刚性支撑共同作用，并与周边围岩有效支撑连接，形成具有拱作用的支撑拱圈，以达到维护洞室围岩稳定的工程目的。根据数个工程塌方处理实例表明，本发明相较传统方案工程投资减少 20% ~ 40%，工期节约 30% 左右，施工质量和安全控制条件大为改善，具有显著的推广和实用价值。

附图说明

- [0019] 图 1 是本发明地下洞室顶拱塌方经修复后的横截面图；
- [0020] 图 2 是现有技术地下洞室顶拱塌方经修复后的横截面图；
- [0021] 图中标记为：洞室侧壁 1、洞室顶拱 2、支护锚杆 3、加强锚杆 4、拱形梁 5、固结坍塌渣 6、松散坍塌渣 7、空腔 8、洞室 9、混凝土层 10、空腔混凝土层 11、塌腔 12、空腔支护锚杆 13、排水装置 14、围岩 15、存留坍塌渣 16、支撑钢结构 17。

具体实施方式

- [0022] 下面结合附图和具体实施方式对本发明进一步说明。
- [0023] 为了提供一种工作量小，成本低，防塌效果好的地下洞室顶拱塌方后衬砌处理方法，地下洞室顶拱塌方后的衬砌处理方法，其特征在于包括如下步骤：
- [0024] a、清理洞室 9 内的坍塌渣，清理量以能够避免存留坍塌渣 16 掉落为准；
- [0025] b、往存留坍塌渣 16 和存留坍塌渣 16 两侧的围岩 15 内插入加强锚杆 4，各加强锚杆 4 靠近洞室顶拱 2 一端位于洞室 9 同一横截面内，存留坍塌渣 16 和存留坍塌渣 16 两侧的围岩 15 内均至少插入一件加强锚杆 4；
- [0026] c、将形状与洞室顶拱 2 横截面形状匹配的拱形梁 5 与所有加强锚杆 4 连接并使拱形梁 5 与洞室顶拱 2 贴合；
- [0027] d、对存留坍塌渣 16 进行系统固结灌浆处理；

[0028] e、重复步骤 a 至 d 直至洞室 9 内的坍塌渣全部清理。

[0029] 坍塌渣是围岩 15 塌方后的岩石和土壤；存留坍塌渣 16 是清理掉洞室 9 内的坍塌渣后剩余未清理的在塌腔 12 内的坍塌渣。加强锚杆 4 类似于“喷锚支护”中的锚杆又类似于膨胀螺栓，“喷锚支护”指的是借高压喷射水泥混凝土和打入岩层中的金属锚杆的联合作用（根据地质情况也可分别单独采用）加固岩层的方法，“喷锚支护”为现有技术洞室加固的常用方式。加强锚杆 4 推荐沿垂直于洞室顶拱 2 方向设置。拱形梁 5 推荐由 14 至 22b 工字钢弯曲制成，一次实施上述 c 步骤时可以设置一件也可以设置两件拱形梁 5。加强锚杆 4 与拱形梁 5 的连接方式推荐为焊接。

[0030] “固结灌浆处理”是现有技术为改善节理裂隙发育或有破碎带的岩石的物理力学性能而进行的灌浆工程。固结灌浆处理后的存留坍塌渣 16 物理力学参数必须接近或达到洞室内完好区域围岩水平，并且声波测值不低于 2500m/s。可通过声波测值、钻孔取芯、孔内摄像、压水试验等多种手段对固结灌浆处理后的存留坍塌渣 16 物理力学参数进行测量。若存留坍塌渣 16 较多，不必固结灌浆处理全部的存留坍塌渣 16，通常保证固结灌浆有效高度应不小于塌方空腔高度的 1/3，对于上小下大的葫芦形塌腔，固结灌浆高度应达到空腔高度的 1/2。固结灌浆处理后和未经固结灌浆处理的存留坍塌渣 16 分别为固结坍塌渣 6 和松散坍塌渣 7。本发明中固结灌浆的技术指标应为：（1）固结灌浆采用新鲜的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，水泥强度等级不小于 42.5。（2）灌浆采用自上而下分段灌浆法，逐段安装灌浆塞进行孔内循环灌浆。灌浆孔全孔分三段进行灌浆，各段长度均为 3m。（3）坍塌口即塌腔 12 与洞室 9 相交的口段灌浆压力不大于 0.5MPa，其余段灌浆压力不大于 1MPa。灌浆压力采用逐级升压方法，起始压力 0.2MPa，每级增加 0.3～0.5MPa。灌浆过程中，应加强存留坍塌渣 16 表面变形监测。存留坍塌渣 16 表面冒浆、漏浆严重或变形较大时，灌浆压力适当降低，稳定后再提高压力。（4）灌浆应采用分序加密的方式进行。（5）灌浆浆液应由稀至浓逐级变换。浆液水灰比采用 1、0.5 两个比级。初始浆液水灰比 1:1。（6）浆液变换原则如下：a、当灌浆压力保持不变，注入率持续减少时，或注入率不变而压力持续升高时，不得改变水灰比；b、当某级浆液注入量已达 300L 以上，或灌浆时间已达 30min，而灌浆压力和注入率无改变或不显著时，应改用浓一级水灰比。c、当注入率大于 30L/min 时，可根据具体情况越级变浓。（7）灌浆结束条件：在灌浆段设计压力下，当注入率不大于 1L/min 后，持续灌浆 30min，可结束灌浆。（8）灌浆孔终孔段灌浆结束后，应排除孔内的积水和污物，采用水灰比 0.5:1 的浓浆进行灌浆封孔，封孔压力 0.5MPa，封孔时间不少于 30min。（9）固结灌浆质量检查以声波检测、钻孔取芯及孔内摄像为主，压水试验为辅，进行综合分析。（10）灌浆后存留坍塌渣 16 声波波速值应不小于 2500m/s。（11）压水试验采用钻孔压水试验单点法。压水试验检查时间在固结灌浆结束 7 天以后，检查孔数量不少于灌浆孔数的 5%，且不少于 3 孔。合格标准为 85% 以上试段透水率不大于 5Lu，其余试段不大于 7Lu，且分布不集中。

[0031] 通过固结灌浆使存留坍塌渣 16 物理力学参数上达到或接近于围岩 15 水平，通过支撑钢结构 17 将存留坍塌渣 16 与周边围岩 15 有效连成一体，并结合拱形梁 5 的刚性支撑共同作用，使塌方处形成具有拱作用的支撑拱圈，以达到维护洞室围岩稳定的工程目的。根据数个工程塌方处理实例表明，本发明相较传统方案工程投资减少 20%～40%，工期节约 30% 左右，施工质量和安全控制条件大为改善，具有显著的推广和实用价值。

[0032] 根据坍塌口的大小不同，需设置多个支撑钢结构 17 各件支撑钢结构 17 沿洞室 9

轴线间隔设置,相邻支撑钢结构 17 之间的距离为 50 至 100cm。这样能够保证良好的支撑效果和连接围岩 15 与存留坍塌渣 16 的效果。

[0033] 为了进一步加固洞室 9,在步骤 e 之后进行步骤 f, 步骤 f 包括往洞室顶拱 2 表面喷射混凝土,混凝土形成混凝土层 10,混凝土层 10 至少覆盖存留坍塌渣 16、存留坍塌渣 16 附近的围岩 15 和拱形梁 5。喷射混凝土工艺与前面叙述的“喷锚支护”中喷射混凝土工艺相同。喷射混凝土是将一定比例的水泥、砂子和碎石均匀搅拌后,通过混凝土喷射机与水混合后以较高速度(30-100m/s)喷射到围岩表面上并快速凝结硬化而形成的支护层。由于混凝土是在一定压力下喷射的,使砂、石骨料和水泥颗粒重复碰撞冲击,相当于受到连续的冲实和压密,而且喷射工艺又可以使用较小的水灰比,这就保证了喷射混凝土具有较高的物理力学性能。喷射混凝土在对存留坍塌渣 16 进行固结灌浆处理后进行。

[0034] 同样为了进一步加固洞室 9,在进行步骤 b 之后且进行步骤 c 之前,往围岩 15 内插入支护锚杆 3;在步骤 c 中将拱形梁 5 与支护锚杆 3 连接。支护锚杆 3 与“喷锚支护”中的锚杆相同,支护锚杆 3 与加强锚杆 4 的区别是,加强锚杆 4 主要作用是与拱形梁 5 一起作用将存留坍塌渣 16 和围岩 15 连成一体。支护锚杆 3 的作用是将锚杆对围岩的支护主要有以下几种作用:a、悬吊作用即在块状结构或裂隙岩体中,使用锚杆可将松动的岩块固定在稳定的岩体上,阻止松动块体的滑移和塌落,或者把由节理切割成的岩块连接在一起,锚杆本身受到松动块体的拉力作用。b、减跨作用即在隧道顶板岩层中插入锚杆,相当于在顶板中增加了支点,使隧道跨度缩短,从而使顶板的围岩 15 应力减小,起到维护围岩 15 定的作用。c、组合作用即在层状结构,尤其是薄层状结构的围岩中打入锚杆,把若干薄层岩层锚固在一,组合成一厚层的板或梁,从而提高了围岩 15 的整体承载能力,起到加固围岩的稳定作用。4、挤压作用即挤压作用采用预应力系统锚杆加固围岩,其两端附近岩体形成圆锥形挤压区。按一定间距排列的锚杆在预应力作用下形成一个均匀的挤压带,形成承载拱,起拱形支架的作用。支护锚杆 3 较加强锚杆 4 更长。

[0035] 为了便于排水,避免水降低存留坍塌渣 16 的强度, :在步骤 f 之后进行步骤 g, 步骤 g 包括在存留坍塌渣 16 内钻出有与洞室 9 连通的排水孔。排水孔大小为 $\phi 50$ 至 $\phi 76$,排水孔应穿过固结坍塌渣 6 延伸至松散坍塌渣 7。

[0036] 为了避免塌腔 12 顶部塌方,塌腔 12 上部没有填充存留坍塌渣 16 的部分为空腔 8;进行步骤 f 之前且进行步骤 g 之前,在形成空腔 8 的围岩 15 内设置空腔支护锚杆 13;在形成空腔 8 的围岩 15 表面喷射混凝土,混凝土形成空腔混凝土层 11。本段操作的实施方式与“喷锚支护”相同,本段操作应开挖通道进入空腔 8 内部进行。

[0037] 为了避免空腔 8 内进水降低存留坍塌渣 16 的强度,步骤 g 包括在形成空腔 8 的围岩 15 内设置排水装置 14。排水装置 14 主要包括均布的排水孔以及排水沟。

[0038] 为了能够随时监测到洞室 9 和空腔 8 内可能出现的塌方,便于及时修复洞室 9 :步骤 g 包括在洞室 9 和空腔 8 内设置坍塌检测装置。监测装置主要包括塌腔内的锚杆应力计及测缝计等。

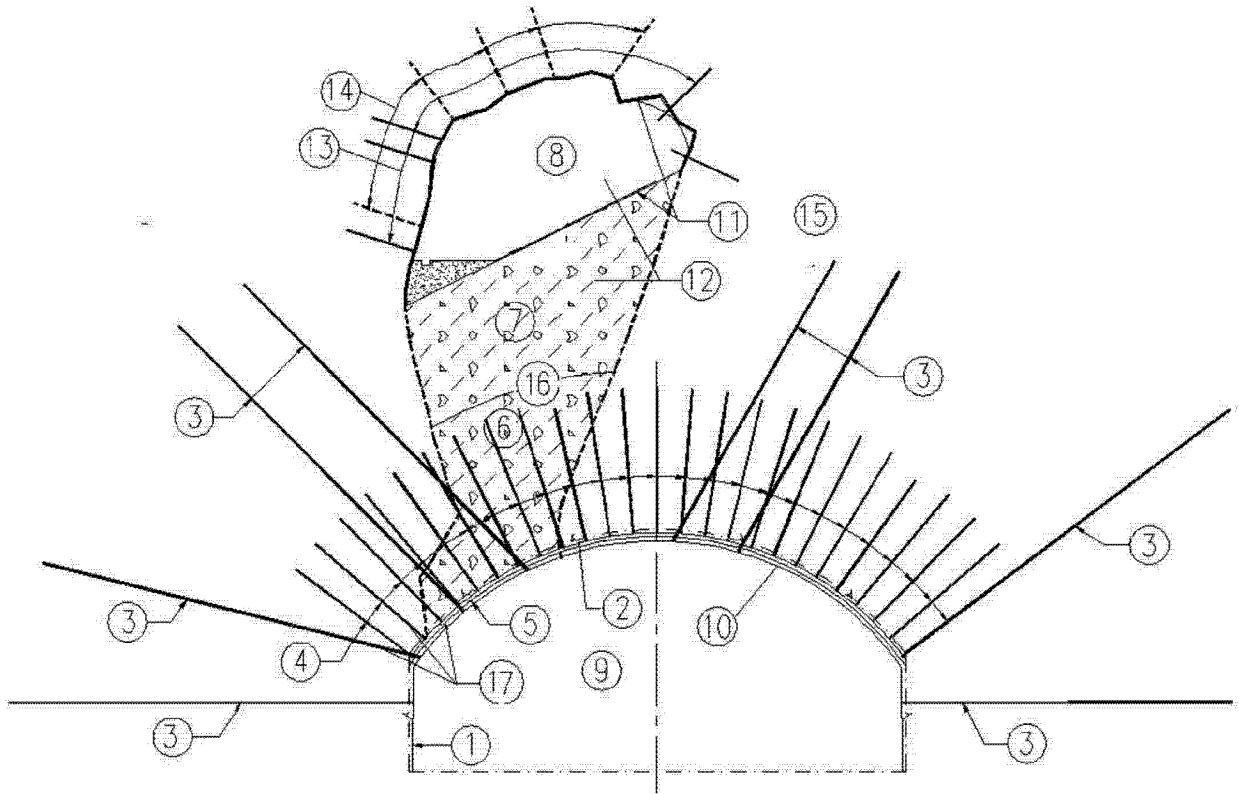


图 1

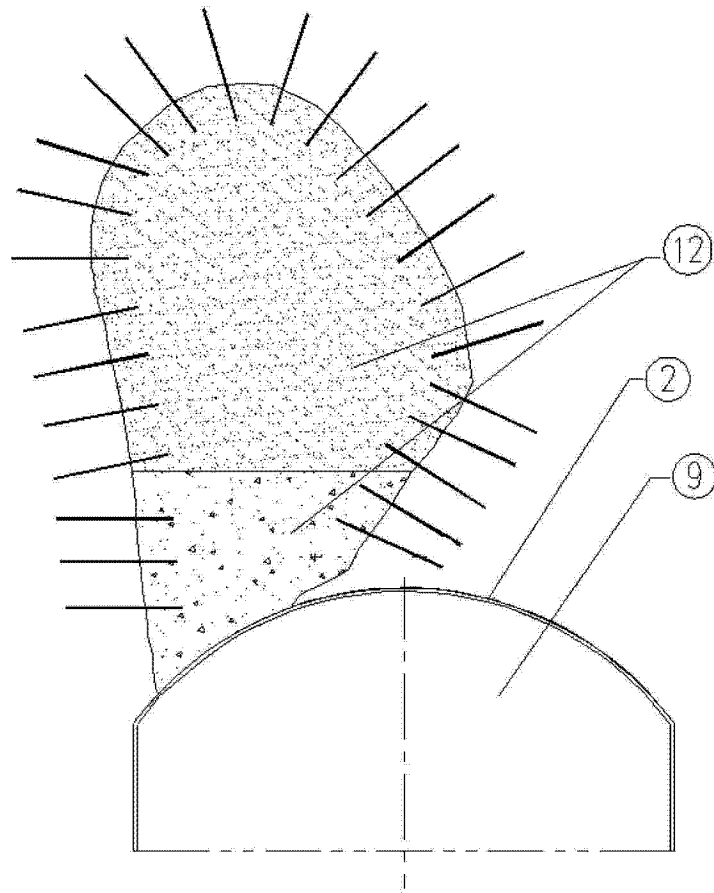


图 2