



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103670446 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 23

(21) 申请号 201310684734. 1

CN 201407053 Y, 2010. 02. 17,

(22) 申请日 2013. 12. 13

JP 3188342 B2, 2001. 07. 16,

(73) 专利权人 中铁二十三局集团有限公司

JP 2000-145392 A, 2000. 05. 26,

地址 610041 四川省成都市高新区高新技术
开发区桂溪工业园

汤加双等. 圆形引水隧洞边顶拱衬砌施工技术. 《水利水电施工》. 2008,

审查员 刘坤

(72) 发明人 彭毅 田宝华 陈幼林 刘延龙
王红 霍莉

(74) 专利代理机构 四川力久律师事务所 51221

代理人 王芸 韩洋

(51) Int. Cl.

E21D 11/10(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 203175570 U, 2013. 09. 04,

CN 202117688 U, 2012. 01. 18,

CN 201705364 U, 2011. 01. 12,

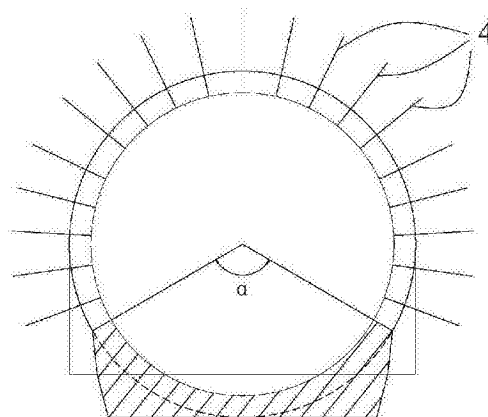
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

圆形引水隧洞 2/3 圆砼衬砌施工方法

(57) 摘要

本发明公开了一种圆形引水隧洞 2/3 圆砼衬砌施工方法,包括以下步骤,(1)隧洞上半圆部分,并沿着向下超挖 1/4-1 倍半径的深度;(2)在挖出的隧洞上半圆中进行衬砌施工,并沿着超挖部分的围岩壁浇筑扩挖承重砼;(3)待贯通后进行落底开挖,采用中沟排水;(4)然后用底拱模板台车衬砌下断面;(5)在衬砌砼达到设计强度的 70% 时,进行回填灌浆,加固围岩,使衬砌砼和围岩成为一个整体受力结构。本发明方法在全圆断面衬砌施工修建独头掘进长距离大断面引水隧洞施工中,先浇筑 2/3 圆砼衬砌,且设有扩挖承重砼,有效防止软弱围岩的塌陷,保障了施工安全,且各工序之间连续施工性好,施工速度快,是一种安全高效的施工方法。



1. 一种圆形引水隧洞 2/3 圆砼衬砌施工方法, 包括以下步骤,

(1) 开挖圆形引水隧洞上半圆部分, 并沿着水平中线处的隧洞壁向下超挖 $1/4-1$ 倍半径的深度;

(2) 在步骤(1)挖出的隧洞上半圆中进行衬砌施工, 完成上断面衬砌, 即上断面开挖后上断面衬砌弧度为 $10/9\pi - 5/3\pi$, 同时沿着超挖部分的围岩壁浇筑 C20 承重砼;

上断面衬砌与下断面衬砌的接缝处预留钢筋接头;

上断面衬砌与下断面衬砌之间放置有止水带;

(3) 隧洞待贯通后再进行落底, 下断面开挖施工; 为保证下断面落底时上断面衬砌砼不悬空, 上断面两侧的衬砌底部浇筑有 C20 承重砼, $1/3$ 圆底拱落底开挖过程中不得挖去 C20 承重砼下部的围岩;

(4) 然后用底拱模板台车衬砌下断面;

(5) 在衬砌砼达到设计强度的 70% 时, 进行回填灌浆; 待底拱衬砌完成时, 方可进行固结灌浆, 加固围岩, 使衬砌砼和围岩成为一个整体受力结构。

2. 如权利要求 1 所述圆形引水隧洞 2/3 圆砼衬砌施工方法, 其特征在于, 在衬砌下断面之前, 先对上断面的衬砌接缝处混凝土凿毛处理。

3. 如权利要求 1 所述圆形引水隧洞 2/3 圆砼衬砌施工方法, 其特征在于, 落底时在底部预留的 $1.0 \sim 1.2\text{m}$ 高的路面基础, 并采取合格片石进行路面换填, 待贯通后再进行 $1/3$ 圆底拱的落底开挖施工。

4. 如权利要求 3 所述圆形引水隧洞 2/3 圆砼衬砌施工方法, 其特征在于, 保证出渣车辆通行要求, 路面换填后, 路面宽度不小于 6m 。

5. 如权利要求 1 所述圆形引水隧洞 2/3 圆砼衬砌施工方法, 其特征在于, 下断面开挖采用爆破式开挖。

6. 如权利要求 5 所述圆形引水隧洞 2/3 圆砼衬砌施工方法, 其特征在于, 下断面开挖采用爆破式开挖时, 不得直接扰动或冲击到沿超挖围岩壁浇筑的 C20 承重砼。

7. 如权利要求 1 所述圆形引水隧洞 2/3 圆砼衬砌施工方法, 其特征在于, 步骤(3), 落底开挖, 中线处比落底的其他位置挖低 $20-40\text{cm}$, 采用中沟排水。

圆形引水隧洞 2/3圆砼衬砌施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种圆形引水隧洞施工方法,特别涉及一种圆形引水隧道 2/3 圆砼衬砌的施工方法。

背景技术

[0002] 大断面引水隧洞为了满足衬砌混凝土受力结构合理及运营期间洞身结构安全,一般采用全圆断面衬砌,承压混凝土一次成形。减小混凝土施工纵缝,避免洞身混凝土受过水压力及围岩压力破坏。

[0003] 但是风化炭质类的围岩(如千枚岩、二云英片岩为主的IV、V类围岩),通常地下水较为丰富,需要及时将隧道中的地下水排出。尤其是当施工过程为反坡长隧道开挖时,洞内排水通风难度增加,排水容易引起围岩变形增大,已支护洞段塌方,造成严重安全事故。采用传统开挖完毕后再进行全圆砼衬砌,尤其是在独头掘进施工方法中,将会进一步增加工程的安全隐患,甚至无法按照节点工期目标完成施工任务。

[0004] 针对独头掘进距离较长的引水隧洞工程施工,尤其是开挖成型后围岩收敛变形较大,地质条件较差的引水隧洞,提出一种能够尽量避免坍塌事故,确保施工现场安全方法就成了亟需解决的问题。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服现有技术中,全圆断面衬砌施工修建独头掘进长距离大断面引水隧洞所存在安全隐患,提供一种圆形引水隧洞 2/3 圆砼衬砌施工方法。

[0006] 为了实现上述发明目的,本发明提供了以下技术方案:

[0007] 一种圆形引水隧洞 2/3 圆砼衬砌施工方法,包括以下步骤,

[0008] (1) 开挖圆形引水隧洞上半圆部分,并沿着水平中线处的隧洞壁向下超挖 1/4-1 倍半径的深度;

[0009] (2) 在步骤(1)挖出的隧洞上半圆中进行衬砌施工,完成上断面衬砌,上断面衬砌弧度约占隧洞全圆 2/3,同时沿着超挖部分的围岩壁浇筑扩挖承重砼;

[0010] (3) 待贯通后再进行落底,下断面开挖施工,中线处比落底的其他位置挖低 20-40cm,采用中沟排水;

[0011] (4) 然后用底拱模板台车衬砌下断面;

[0012] (5) 在衬砌砼达到设计强度的 70% 时,进行回填灌浆;待底拱衬砌完成时,方可进行固结灌浆,加固围岩,使衬砌砼和围岩成为一个整体受力结构。

[0013] 首先完成圆形引水隧洞上断面,即上半部分,构成 2/3 圆衬砌。上断面的 2/3 圆衬砌完成后,围岩得到衬砌支撑,减少了受力不均出现的开裂、塌方等事故,同时已衬砌段要求满足施工车辆通行的要求,能够连续施工,缩短工期。

[0014] 根据对拱圈混凝土受力稳定状态分析,选择 2/3 圆衬砌圆心角约为 240°,满足衬砌台车及门架、掌子面车辆通行,同时保证高压风、水、电管线穿行,不影响掌子面开挖作业

施工,可以做到连续施工。同时还在隧洞的上断面开挖时,超挖出两底角并将其浇筑成扩挖承重砦,使上断面 $2/3$ 圆衬砌砦得到支撑,受力稳定。在落底,下断面开挖、衬砌时,顶拱不发生下沉。

[0015] 在步骤(2)中,上断面衬砌弧度约占隧洞全圆 $2/3$,即上断面开挖后上断面衬砌弧度为 $10/9\pi - 5/3\pi$,还可以是其他相应的衬砌弧度,在不影响施工的情况下,上断面开挖主要是与衬砌 $2/3$ 圆相适应。

[0016] 所述底拱衬砌台车可以采用杨冰勇(2009),自行式底拱衬砌台车在柳坪水电站引水隧洞施工中的应用,《湖北水力发电》中介绍的底拱衬砌台车,也可采用石忠宝等(2012),全断面钢模台车衬砌底拱气泡及水纹防治技术,《黑龙江科技信息》中介绍的底拱衬砌台车,或者其他底拱衬砌台车,主要以方便施工为原则。

[0017] 进一步,上断面衬砌与下断面衬砌的接缝处预留钢筋接头。优选的,在衬砌下断面之前,先对上断面的衬砌接缝处混凝土凿毛处理。避免出现反缝,防止工程完结后地下水或者隧洞流水的渗透,增长隧洞的使用年限。

[0018] 进一步,上断面衬砌与下断面衬砌之间放置有止水带,防止上断面衬砌与下断面衬砌结合部位发生渗水,优选橡胶止水带,橡胶具有高弹性和压缩变形性,衬砌砦定型后,各种荷载挤压下橡胶产生弹性变形,起到紧固密封,有效的防止漏水、渗水,从而确保了工程隧洞的使用寿命。

[0019] 进一步,止水带安置在环向和纵向的施工缝中。将其位置固定,防止浇筑砦过程中止水带移位或破坏。

[0020] 进一步,采用液压式大模板穿行式台车,安置止水带,循环间封堵可采用钢制弧形板、木板封堵,边墙封堵可用特制带孔钢、木模做挡头,即可预留钢筋,又可承受砦浇筑过程中侧向压力。多台灌车运输砦,输送泵泵送砦,泵放置在边侧不影响掌子面出渣运输。

[0021] 进一步,开挖分为两部分,上断面为 $2/3$ 圆开挖,下断面为 $1/3$ 圆底拱开挖,底部预留 $1.0 \sim 1.2\text{m}$,以保证行车路面宽度不小于 6m 。

[0022] 尤其是,当围岩主要由千枚岩或二云(英)片岩等软质岩组成时,上断面开挖后底部路面经重车碾压,易陷车,遇到地下水,路面泥泞,车辆无法正常行驶,为保证出渣运输不受影响,底部预留 $1.0 \sim 1.2\text{m}$,用片石进行路面换填,待贯通后在进行落底施工。

[0023] 进一步,上半圆开挖隧道的底部宽度,应当能够满足衬砌台车门架尺寸,且保证出渣车辆通行要求。优选的,隧道高度 $> 6\text{m}$ 。

[0024] 进一步,下断面开挖可以采用爆破式开挖。爆破落底时,不得直接扰动冲击到浇筑的底部衬砌支承砦。进一步,为保证下断面落底时上断面衬砌砦不悬空,上断面两侧的衬砌底部浇筑有扩挖承重砦,落底及下断面的开挖过程中不得挖去扩挖承重砦下部的围岩。

[0025] 沿着隧洞壁向下超挖半径的 $1/4-1$ 倍的深度,即用于浇筑扩挖承重砦的超挖部分,其底部必须清理至基底无浮渣。浇筑扩挖承重砦以后,作为断面落底时承受拱部砦重力,起边墙作用。优选的,扩挖承重砦部分用液压穿行式模板台车一次性浇筑,对每循环要留有环向、纵向止水带,特别对止水带加固和施工保护,防止挡头板处跑模、漏浆。

[0026] 进一步,在拱圈岩石及边墙加设锚筋及架立筋来固定衬砌钢筋,防止钢筋落顶变形。为了规范、快速施工。可加工一个钢筋绑扎台车,采用 40 钢管脚手架搭设,中间铺设木模板作为工人作业平台,与衬砌台车同轨距,丝杆调节至标准断面,与衬砌相距 $20-30\text{m}$ 施

工。

[0027] 进一步,在上断面衬砌施工前先施作衬砌砼承重锚杆。优选的,锚杆为 $\Phi 20-30\text{mm}$ 锚杆,入孔深度 3-5m,锚杆间距 0.5-2m。。最优选锚杆为 $\Phi 25\text{mm}$ 锚杆,入孔深度 4.5m,横纵间距 $1.0\text{m} \times 1.0\text{m}$ 。锚杆可以防止因围岩收敛及拱圈砼自重力侧压,引起拱圈衬砌砼下沉开裂和落拱质量事故。锚杆与砼锚固外露长度(40+40)cm 端头呈 L 形,便于与衬砌砼结合。

[0028] 进一步,考虑到圆心下部衬砌砼浇筑时台车上浮问题,采用顶部支撑。顶部支撑,在上断面衬砌的钢筋的拱顶向下设置支撑钢筋。优选的,在顶部钢筋架捆扎时设置一向下的支撑钢筋,防止台车上浮。因衬砌砼为钢筋砼,在上断面的半圆的端部预留接头钢筋,可用特制带孔钢、木模作挡头,即可预留钢筋,又可承受砼浇筑过程中的侧向压力。在浇筑下断面的反拱时,将上述钢筋接送与下断面衬砌的钢筋骨架捆扎 / 焊接在一起,优选焊接,焊接的钢筋骨架稳定性更好,在浇筑过程中不易发生变形。

[0029] 在 2/3 圆砼钢筋加工、安装时均依据钢筋接头连接要求进行预留,以便在底拱衬砌时与底拱钢筋焊接,钢筋预留长度大于 $10d$ (d 为钢筋直径)交替布置,预留钢筋加工成 L 形,紧贴基础岩面,并铺设一层竹胶板进行封堵及加固,防止 2/3 圆砼底部混凝土外溢造成的污染。在底拱衬砌时对预留钢筋进行校正、焊接。

[0030] 进一步,在衬砌砼达到设计强度的 70% 时,回填灌浆,待底拱衬砌完成时,方可进行固结灌浆,加固围岩,使衬砌砼和围岩成一个整体受力结构。

[0031] 进一步,下断面(即底拱)衬砌:为了不影响洞内车辆运行,待上断面衬砌完毕及落底完毕,可用底拱台车衬砌下断面。

[0032] 进一步,在下断面衬砌前先对已经浇筑的上半圆衬砌纵向凿毛。纵向凿毛后结合面成垂直,便于振捣和密实。优选的,用两台底拱衬砌台车交替同步施工,保证工期。

[0033] 进一步,底拱结构浇筑完成以后,在砼拆模后沿纵缝凿 $5 \sim 10\text{cm}$ 宽齿槽,用微膨胀砂浆或环氧砂浆填充抹面,对于在开挖工程中出现渗漏水的地段,可采用钻孔进行接缝灌浆。上下断面衬砌接缝处理:由于底模反拱结构原因,在上下断面衬砌接头处纵向砼会出现不密实、麻面现象,沿纵缝凿齿槽,填充砂浆,把圆砼衬砌最薄弱的地方给充实了。

[0034] 与现有技术相比,本发明的有益效果:本发明方法在全圆断面衬砌施工修建独头掘进长距离大断面引水隧洞施工中,先浇筑 2/3 圆砼衬砌,且设有扩挖承重砼,有效防止软弱围岩的塌陷,保障了施工安全。各工序之间连续施工性好,施工速度快,是一种安全高效的施工方法。

[0035] 附图说明:

[0036] 图 1 为引水隧洞开挖示意图。

[0037] 图 2 为上断面开挖后衬砌与 C20 承重砼 / 扩挖承重砼的结构关系。

[0038] 图 3 为分部开挖纵面图。

[0039] 图 4 为分部开挖施工平面布置图。

[0040] 图 5 为下断面开挖后和底拱的位置关系。

[0041] 图 6 为上断面衬砌断面图。

[0042] 图 7 为上断面衬砌和下断面衬砌的断面分解示意图。

[0043] 图 8 为 2/3 圆混凝土衬砌台车示意图。

[0044] 图 9 为上断面衬砌施工时台车工作示意图。

[0045] 图 10 为锚杆设置位置示意图。

[0046] 图中标记:(1)-上断面开挖部分,(2)-下断面开挖部分,101-上断面开挖轮廓线,102-衬砌净空轮廓线,103-C20 承重砣,扩挖承重砣,1-上断面衬砌,A-为圆弧段,B、C-用于浇筑 C20 承重砣的扩挖/超挖部分,A、B、C 均属于上断面衬砌,2-底拱,201-下断面开挖边线,202-下断面浇筑混凝土的多浇筑部分,呈马蹄形,209-钢筋骨架绑扎部分,3-混凝土衬砌台车,301-衬砌台车混凝土挡板,302-台车侧面液压支撑杆,303-台车液压调高支撑杆,4-锚杆,6-上断面衬砌施工部位,8-掌子面。

具体实施方式

[0047] 下面结合试验例及具体实施方式对本发明作进一步的详细描述。但不应将此理解为本发明上述主题的范围仅限于以下的实施例,凡基于本发明内容所实现的技术均属于本发明的范围。本发明中部分专业术语解释如下:“片石”指的是符合工程要求的岩石,经开采选择所得的形状不规则的、边长一般不小于 15 厘米的石块。“架立筋”,即架立钢筋,为了使纵向钢筋和箍筋能绑扎成骨架,在箍筋的四角必须沿混凝土隧道方向配置纵向钢筋,在没有纵向受力钢筋的区段,则应补设架立筋。“锚筋”指的是把预埋件与混凝土锚固连接的钢筋。隧洞施工,浇注混凝土时,如果采用先上后下的顺序进行,则上下两块混凝土之间形成的顶缝为反缝,而反缝和下部的正缝之间的单独浇注块称为反缝浇注块,统称为反缝。“底拱”,又称“反拱”、“仰拱”。在巷道底板设置的、连接两侧墙体或岩体的、拱矢向下的拱碇。“掌子面”是坑道施工中的一个术语,即开挖坑道不断向前推进的工作面,不是一个固定的面,开挖面有掌子面、边墙面和拱顶面,确切地说是正对着施工人员的那个不断向前移动的工作面。“落底”:将隧道底部标高降低的隧道改建作业。

[0048] 在某水力水电引水隧道 6# 隧道修筑工程中,采用本发明方法进行施工。6# 洞设计直径 7m,砣厚 70cm,选择上断面开挖高度(8.4m×7.4m),开挖结构见附图 1,开挖部分被分成(1)部分和(2)部分,即上断面和下断面。先开挖第(1)部分,即上断面(2/3 圆),上断面每米开挖工程量为:54.60m³,超设计开挖工程量:54.60-52.52=2.08m³。架设台车,打锚杆,绑扎钢筋架,完成顶拱衬砌 1,如图 6 所示顶拱,顶拱衬砌的同时还浇筑扩挖承重砣 103。

[0049] 待隧洞贯通后,再开挖第(2)部分,即下断面(1/3 圆底拱),下断面开挖 1.0~1.2m 深,待贯通后再进行落底开挖施工,见图 3、图 4。衬砌砣受力稳定,底部两侧角,图 2 中 B、C 标记,各扩大 79.2cm,并且中线位置挖低 30cm,采用中沟排水,保护两侧角 B、C 不被积水浸泡变形而影响砣稳定性。为保证下断面落底时上断面衬砌砣不悬空,上断面衬砌见图 6,修筑 C20 承重砣,即扩挖承重砣。如图 2 所示,其中 A 为圆弧段,B、C 为扩大基础段(每侧为 1.04m³;B、C 底必须清理至基底无浮渣,作为断面落底时承受拱部砣重力,起边墙作用。用 12m 液压穿行式模板台车一次浇筑,对每循环要留有环向、纵向止水带,特别对止水带加固和施工保护,防止挡头板处跑模、漏浆。要考虑圆心下部衬砌砣浇筑时台车上浮问题,可用顶部支撑。因衬砌砣为钢筋砣,在 B、C 部分要预留接头钢筋,可用特制带孔钢、木模作挡头,即可预留钢筋,又可承受砣浇筑过程中的侧向压力。

[0050] 进一步,如图 10 所示,在 2/3 圆拱范围施作衬砌砣系统锚杆(Φ25 锚杆入孔长度 4.5m,间距 1.0m×1.0m),以防止因围岩收敛及拱圈砣自重力侧压,引起拱圈衬砌砣下沉开裂和落拱质量事故。锚杆与砣锚固长度(40+40)cm,端头呈 L 形(便于与衬砌砣结合)。

[0051] 承重锚杆完成后,由于在拱圈岩石及边墙加设锚筋及架立筋来固定衬砌钢筋,防止钢筋落顶变形。用一个钢筋绑扎的台车来进行衬砌钢架设置,该钢筋绑扎的台车与衬砌台车同轨距,通过丝杆调节至标准断面,与衬砌相距 10-20m 施工。

[0052] 进一步,在拱圈衬砌的环向和纵向施工缝中放置止水带,并加以固定,以防止浇筑砼过程中止水带移位和破坏。如图 9,在台车就位、砼浇筑时,采用液压式大模板穿行式台车(12m),安置止水带,循环间封堵可采用钢制弧形板、木板封堵,边墙封堵可用特制带孔钢、木模做挡头,即可预留钢筋,又可承受砼浇筑过程中侧向压力。多台灌车运输砼,输送泵泵送砼,泵放置在边侧不影响掌子面出渣运输。

[0053] 在衬砌砼达到设计强度的 70% 时,进行回填灌浆。且必须待底拱衬砌完成时,方可进行固结灌浆,加固围岩,使衬砌砼和围岩成一个整体受力结构。

[0054] 在下断面衬砌时用底拱台车衬砌下断面。对于与拱圈砼结合面,为避免反缝出现,可设置结合面成垂直,便于振捣和密实,在立模前先对纵向施工缝进行凿毛,为保证工期,可用两台底拱衬砌台车交替同步施工。

[0055] 进一步,上下断面衬砌接缝处理为:由于底模反拱结构原因,在上下断面衬砌接头处纵向砼会出现不密实、麻面现象,可在砼拆模后沿纵缝凿 5~10cm 宽齿槽,用微膨胀砂浆或环氧砂浆填充抹面,对于在开挖工程中出现渗漏水的地段,可采用钻孔进行接缝灌浆。

[0056] 钢筋搭接施工可以按如下方法操作:由于全圆引水隧洞环向钢筋为一闭合受力整体,保证钢筋受力结构要求。在 2/3 圆砼衬砌施工时,由于 2/3 圆砼断面尺寸限制,迫使在 2/3 圆砼底部钢筋断开。为了保证全圆引水隧洞成形后环向钢筋的整体性,在 2/3 圆砼钢筋加工、安装时均依据钢筋接头连接要求进行预留,以便在底拱衬砌时与底拱钢筋焊接,预留长度为 30cm、80cm 交替布置,预留钢筋加工成 L 形,紧贴基础岩面,并铺设一层竹胶板进行封堵及加固,防止 2/3 圆砼底部混凝土外溢造成的污染。在底拱衬砌时对预留钢筋进行校正、焊接。

[0057] 为保证底部混凝土的质量,将该部位混凝土易与底拱未开挖岩石、浮渣结合在一起,然而混凝土强度不易控制;且在底拱开挖时易破坏。为保证该部位混凝土质量要求,在台车就位前由测量人员控制对底部虚渣进行清理,待台车就位后在底部铺设一层竹胶板,并在外侧用木模板及 $\Phi 50$ 钢管加固,进行底部砼封堵及隔离,再进行混凝土入仓浇注,这样可保证底部混凝土不被废渣污染,且对底部预留钢筋、纵向止水带在底拱开挖时起保护作用。

[0058] 纵缝止水施工的操作可以按如下工程施工。由于 2/3 圆砼施工工艺人为造成全圆隧洞出现两条纵缝,为隧洞运营带来安全隐患。为加强该部位止水效果,在 1/3 圆砼衬砌施工时,在纵向两底部安装两道膨胀型橡胶止水条进行止水处理,沿安装线刷 401 等万能将止水条定位进行安装。最弱处,不同期混凝土间存在收缩缝隙,为保证全圆隧洞整体性,待底拱衬砌完成时,对该纵缝采取接触灌浆,灌浆孔沿纵缝上下交错布置,间距 1.0m,深 1m。

[0059] 总体施工工艺流程为:上断面 I 部开挖——(约 150m,安全距离,如图 4 所示)——上断面衬砌——(贯通后)——下断面落底——(约 150m,安全距离)——下断面衬砌。

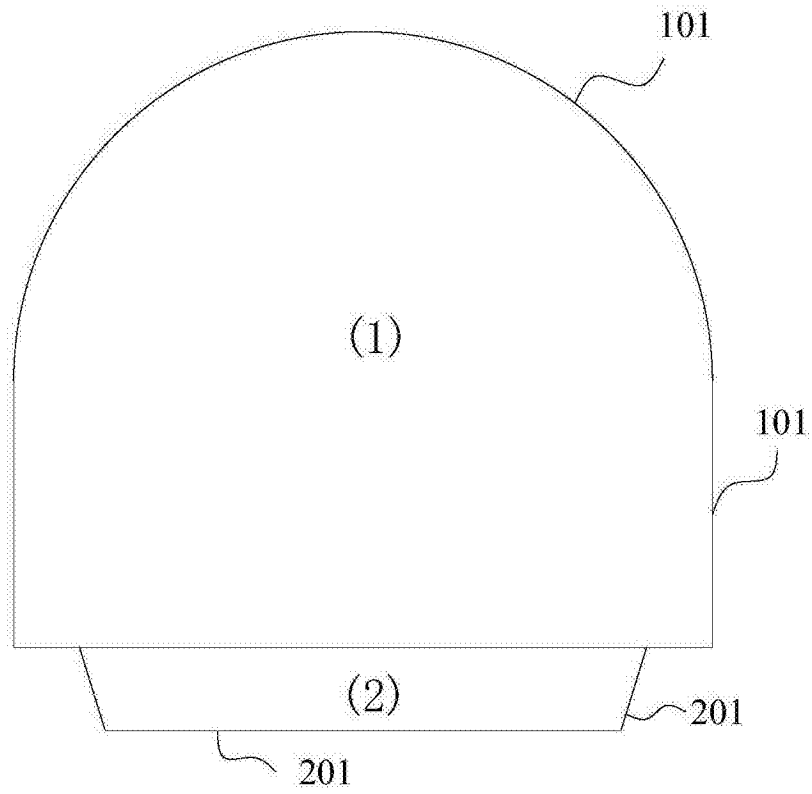


图 1

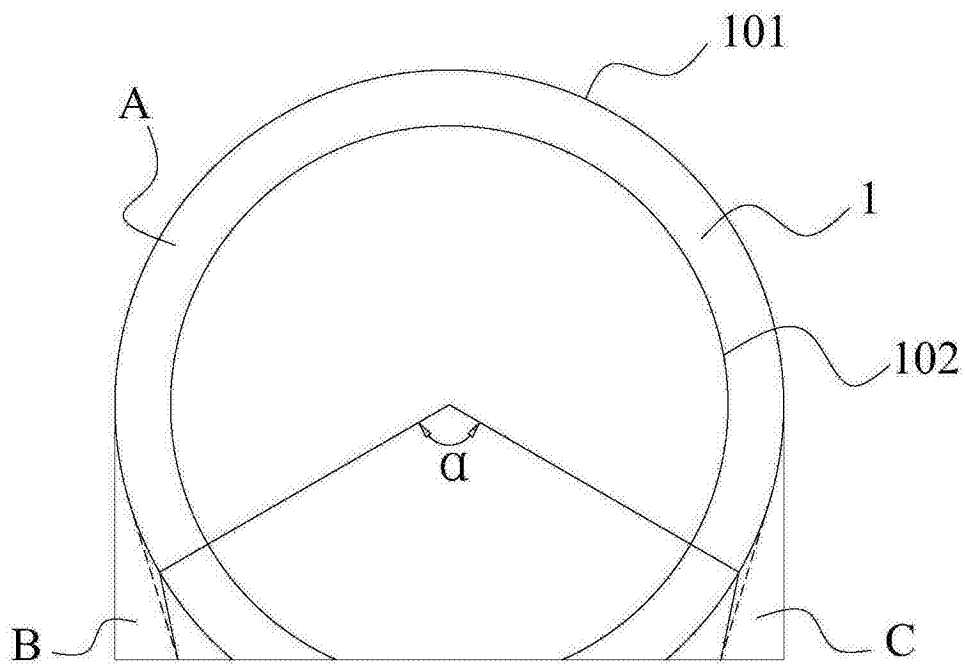


图 2

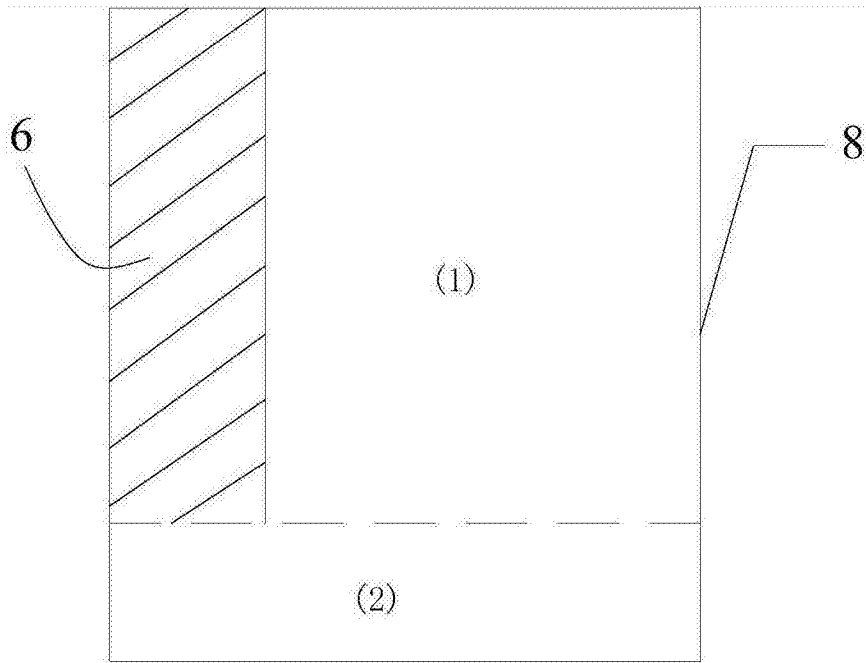


图 3

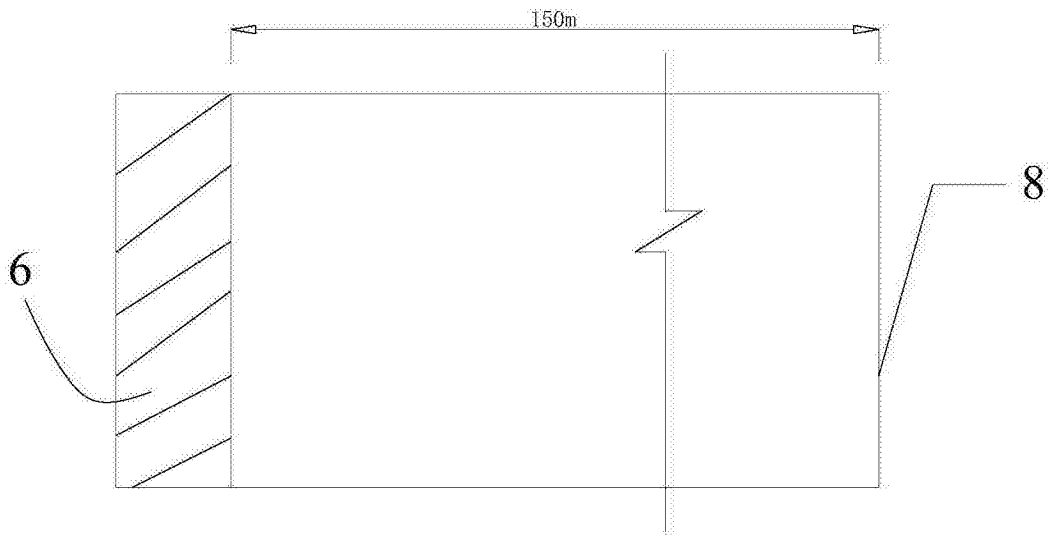


图 4

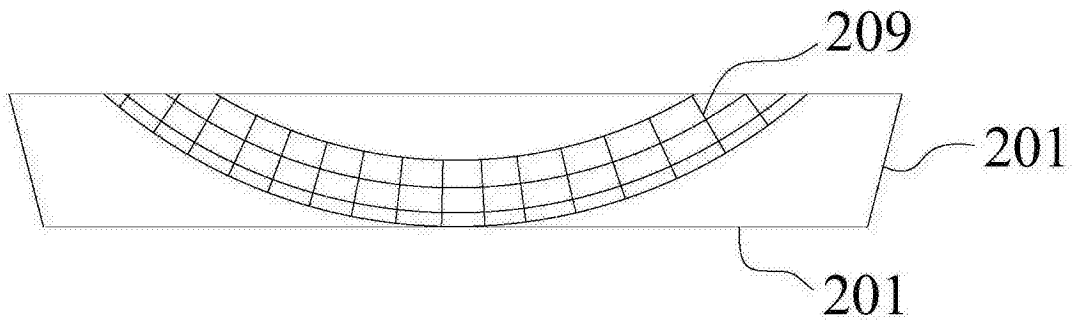


图 5

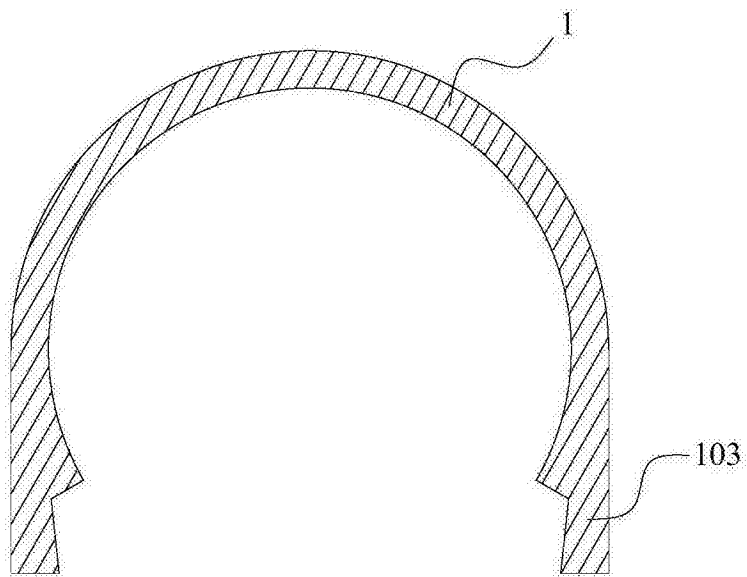


图 6

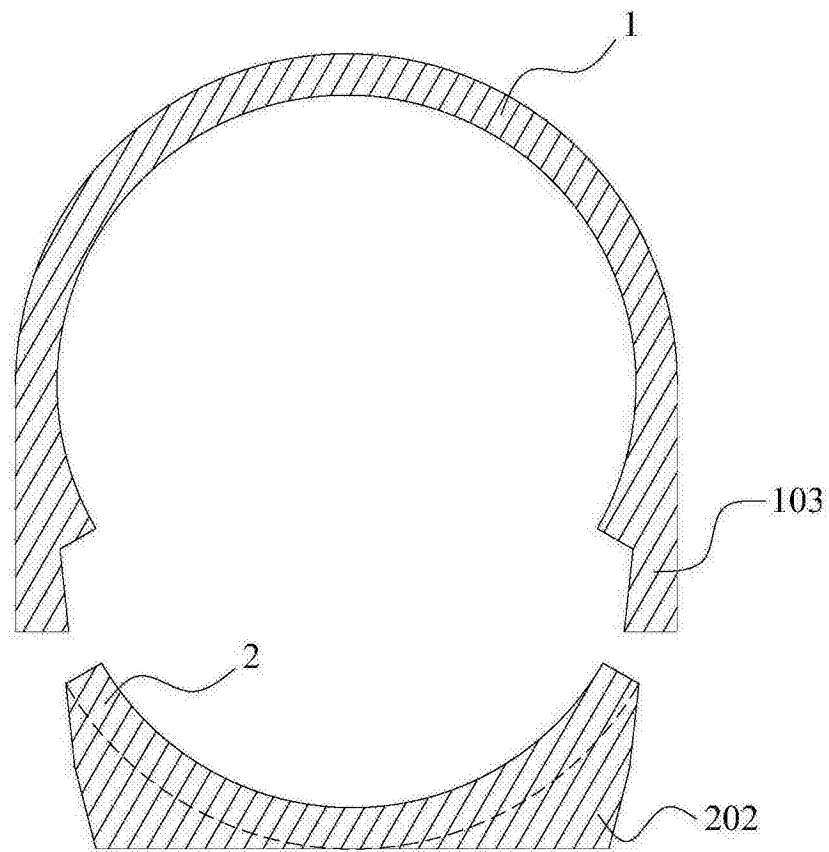


图 7

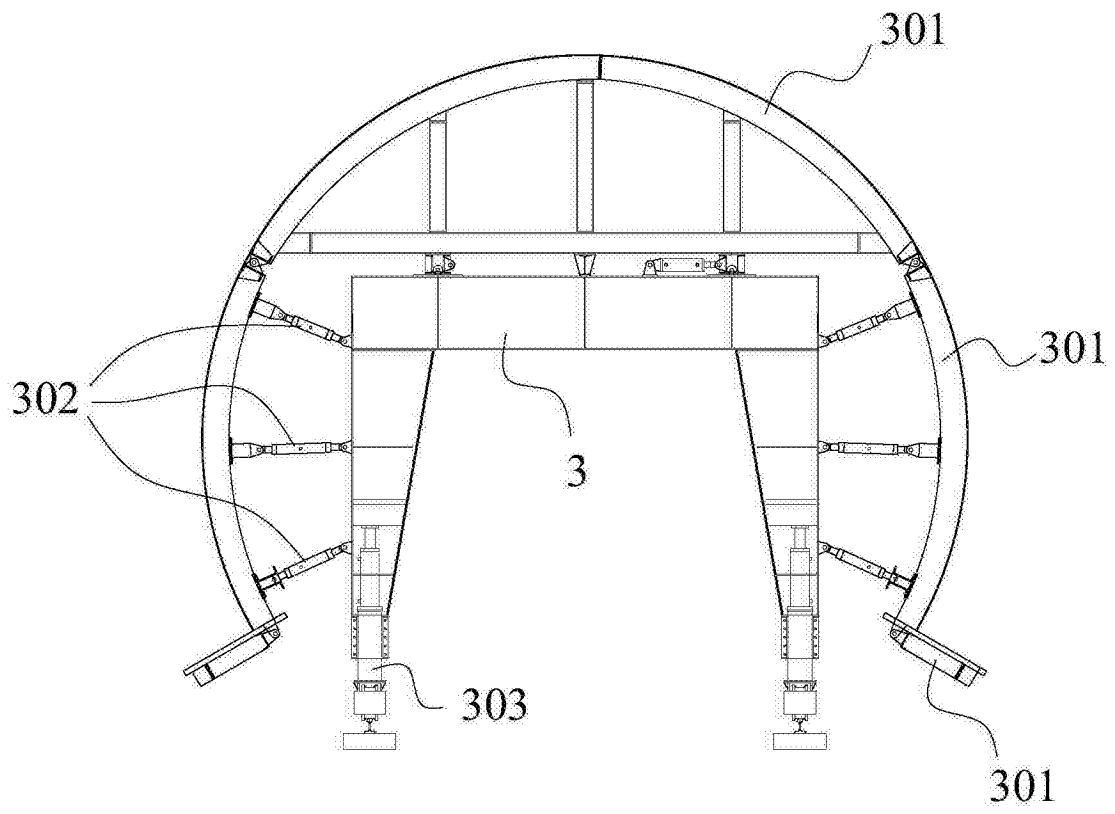


图 8

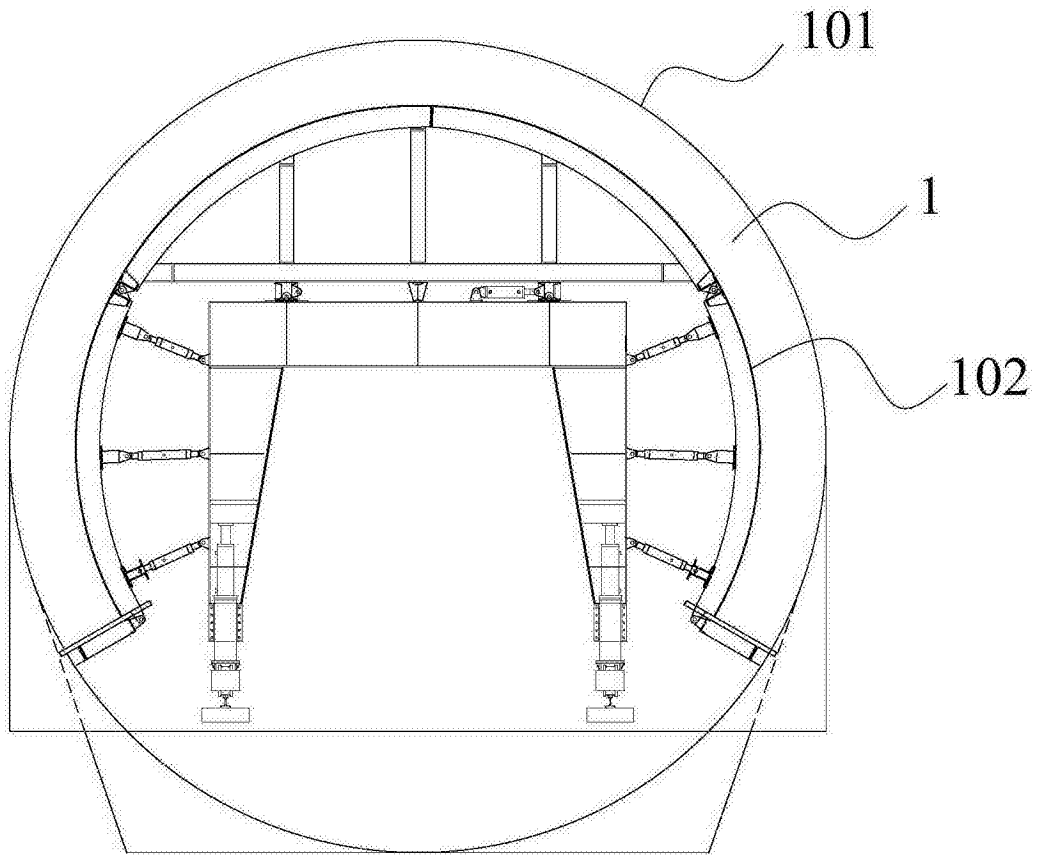


图 9

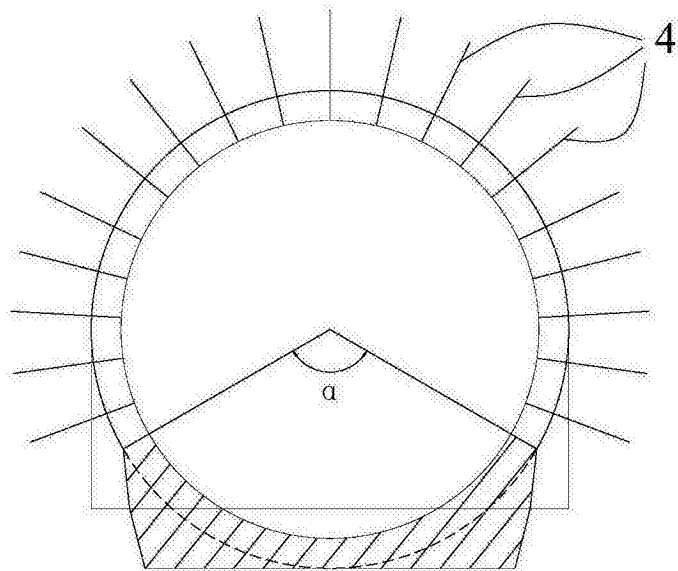


图 10