



(12) 发明专利申请



(10) 申请公布号 CN 115614047 A

(43) 申请公布日 2023. 01. 17

(21) 申请号 202211225538.3

E21D 9/00 (2006.01)

(22) 申请日 2022.10.09

E21D 11/00 (2006.01)

(71) 申请人 武汉大学

E21D 11/10 (2006.01)

地址 430072 湖北省武汉市武昌区珞珈山
街道八一路299号

E21D 11/14 (2006.01)

申请人 中铁十二局集团有限公司
中铁十二局集团第二工程有限公司
中铁建云南投资有限公司

(72) 发明人 李馨芳 陈乾 张晓平 李德宏
张博 金坤学 瞿刚 刘淑收

(74) 专利代理机构 武汉科皓知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 42222

专利代理师 杨震

(51) Int.Cl.

E21D 9/01 (2006.01)

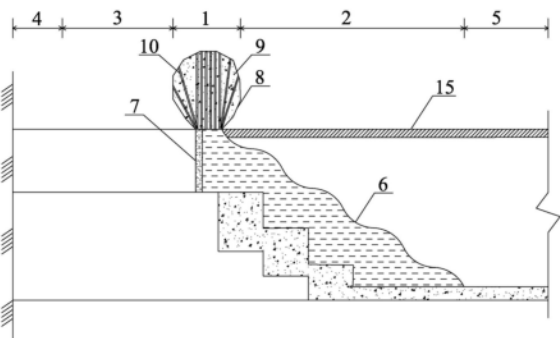
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种台阶法开挖的大跨度隧道塌方处理方法

(57) 摘要

本申请公开了一种台阶法开挖的大跨度隧道塌方处理方法。该方法包括以下步骤:S1、加固塌方段和塌方扰动段表面;S2、封闭掌子面和塌腔面;S3、塌方扰动段上中下台阶及仰拱开挖支护;S4、加固掌子面前方围岩;S5、加固塌腔内部;S6、塌方段上台阶开挖支护;S7、塌方段中下台阶及仰拱开挖支护;S8、未开挖扰动段上中下台阶及仰拱开挖支护;S9、未开挖未扰动段上中下台阶及仰拱开挖支护;S10、后续施工作业。本发明通过采用一系列加固措施及合理安排施工工序,提高了施工可操作性、降低了安全作业风险、加快施工进度、节约施工时间和经济成本,在台阶法开挖的大跨度隧道塌方处理施工方面,具有很强的实用性和广泛的适用性。



1. 一种台阶法开挖的大跨度隧道塌方处理方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、加固塌方段(1)和塌方扰动段(2)表面:对所述塌方段(1)进行反压回填和封堵,对所述塌方段(1)和塌方扰动段(2)进行填充整平以形成施工作业平台(6);

S2、封闭掌子面(7)和塌腔面(8):对所述掌子面(7)和塌腔面(8)多次喷射素砼进行封闭处理;

S3、塌方扰动段(2)上中下台阶及仰拱开挖支护:对所述塌方扰动段(2)上中下台阶及仰拱采用机械开挖并加强支护,开挖方式采用三台阶预留核心土工法;

S4、加固掌子面(7)前方围岩:所述掌子面(7)前方围岩注入预定配比的水泥-水玻璃双液浆填充密实;

S5、加固塌腔(9)内部:所述塌腔(9)内设置有注浆钢管(10),且塌腔(9)内注入水泥砂浆和轻质材料填充密实;

S6、塌方段(1)上台阶开挖支护:对所述塌方段(1)上台阶进行人工开挖并加强支护;

S7、塌方段(1)中下台阶及仰拱开挖支护:对所述塌方段(1)中下台阶及仰拱采用机械开挖并加强支护;

S8、未开挖扰动段(3)上中下台阶及仰拱开挖支护:所述未开挖扰动段(3)上中下台阶及仰拱采用微震光面爆破技术开挖并加强支护;

S9、未开挖未扰动段(4)上中下台阶及仰拱开挖支护:所述未开挖未扰动段(4)上中下台阶及仰拱采用微震光面爆破技术开挖并按原设计支护;

S10、后续施工作业:按照原设计施工隧道排水沟(11)、防水层(12)、二次衬砌(13),形成正常的作业工序。

2. 根据权利要求1所述台阶法开挖的大跨度隧道塌方处理方法,其特征在于,所述步骤S1中,所述塌方段(1)采用沙袋和洞渣反压回填至拱部部位,使塌腔(9)内的塌渣再次掉落时散落在拱顶以上部位,所述塌方段(1)和塌方扰动段(2)采用挖机锤击密实、修理整平塌渣和洞渣,以使形成密实平整的施工作业平台(6)。

3. 根据权利要求1所述台阶法开挖的大跨度隧道塌方处理方法,其特征在于,所述步骤S2中,所述掌子面(7)和塌腔面(8)喷射第一预定厚度的素砼封闭围岩,待砼达到预定强度后,再次喷射第一预定厚度的素砼封闭围岩,直至混凝土层达到3~5层,其中对所述掌子面(7)和塌腔面(8)内的裂隙、节理、断层以及结构面等构造位置重点封闭处理。

4. 根据权利要求1所述台阶法开挖的大跨度隧道塌方处理方法,其特征在于,所述步骤S3、S4和S6中,沿隧道开挖轮廓线施作超前双层导管(14)和型钢钢架(15)配合使用,所述超前双层导管(14)的钢管外插角分别采用40~45°和10~15°交错布置,超前双层导管(14)穿过型钢钢架(15)且端部焊接在型钢钢架(15)上,其顶入长度不小于钢管长度的90%,且纵向相邻两排的水平投影搭接长度满足规范要求。

5. 根据权利要求1所述台阶法开挖的大跨度隧道塌方处理方法,其特征在于,所述步骤S3、S6和S7中,所述塌方段(1)和塌方扰动段(2)采用“人工风镐开挖为主,机械开挖为辅,局部弱爆破”的原则,开挖后及时沿隧道开挖轮廓线逐榀安装型钢钢架(15),型钢钢架(15)之间布置工字钢(16)纵向连接,通过锁脚锚杆加固并在拱腰接头处增设砼基础,型钢钢架(15)与隧道开挖轮廓线之间采用素砼喷填密实。

6. 根据权利要求1所述台阶法开挖的大跨度隧道塌方处理方法,其特征在于,所述步骤

S5中,所述注浆钢管(10)在洞外预先灌注混凝土后再移动至安装位置,注浆钢管(10)按梅花形布置,管口一端与型钢钢架(15)焊接另一端支撑于稳定的塌腔面(8)上,插入长度和倾斜角度根据塌腔(9)厚度和塌腔面(8)平整度确定,所述型钢钢架(15)上方放置防水板并固定,所述防水板上预留有若干注浆孔,所述水泥砂浆至少分两次注入,通过预留注浆孔向塌腔(9)内部注入水泥砂浆,待水泥砂浆达到预定强度后再进行第二次注浆,所述轻质材料为泡沫水泥注浆材料,待浆液厚度达到第二预定厚度时注入泡沫水泥注浆材料,密实填充剩余空腔部分。

7.根据权利要求1所述台阶法开挖的大跨度隧道塌方处理方法,其特征在于,所述步骤S3和S7中,所述塌方段(1)和塌方扰动段(2)施作初支后沿隧道径向注浆加固,注浆材料为配合比0.5:1~5:1的纯水泥浆。

8.根据权利要求1所述台阶法开挖的大跨度隧道塌方处理方法,其特征在于,所述步骤S8中,对所述未开挖扰动段(3)掌子面(7)多次分层铺挂钢筋网并喷射砼支护,且在坡脚位置采用沙袋码砌反压,采用微震光面爆破技术开挖,型钢钢架(15)之间布置工字钢(16)纵向连接,通过锁脚锚杆加固并在拱腰接头处增设砼基础,型钢钢架(15)与隧道开挖轮廓线之间采用素砼喷填密实。

9.根据权利要求5或8所述台阶法开挖的大跨度隧道塌方处理方法,其特征在于,所述工字钢(16)与若干榀型钢钢架(15)点焊连接,一端连接型钢钢架(15)另一端悬挑至未支护段,悬挑长度与总长度之比不大于1:2,所述锁脚锚杆采用端部弯钩形式并将弯钩与型钢钢架(15)点焊连接,所述砼基础与开挖未扰动段(5)型钢钢架(15)拱腰接头连接。

10.根据权利要求8所述台阶法开挖的大跨度隧道塌方处理方法,所述未开挖扰动段(3)掌子面(7)进行多层网喷支护时,掌子面(7)铺挂一层钢筋网并喷射第三预定厚度的砼封闭围岩,待砼达到预定强度后,再次铺挂钢筋网并喷射第三预定厚度的砼封闭围岩,直至钢筋网与混凝土层达到3-5层;

优选地,所述第一预定厚度为50mm~150mm,所述第二预定厚度为100cm~200cm,所述第三预定厚度为50mm~100mm;

优选地,所述步骤S9中,所述未开挖未扰动段(4)采用微震光面爆破技术开挖,型钢钢架(15)之间布置纵向连接筋连接,通过锁脚锚杆加固,施作超前双层导管(14)和型钢钢架(15)配合使用,型钢钢架(15)与隧道开挖轮廓线之间采用素砼喷填密实。

一种台阶法开挖的大跨度隧道塌方处理方法

技术领域

[0001] 本申请涉及隧道施工的技术领域,尤其涉及一种台阶法开挖的大跨度隧道塌方处理方法。

背景技术

[0002] 随着我国经济的快速发展,隧道作为交通线路的重要部分,其建设规模越来越大,隧道施工过程中围岩稳定性问题也更加突出。由于我国地域辽阔、地质条件复杂,以及施工中各种因素的影响,塌方事故是隧道建设过程中最为常见的工程灾害,合理的塌方处理方案直接关系隧道施工安全、工期进度以及经济效益等方面。目前国内隧道工程在处理塌方事故时,常用的方法有管棚注浆法、超前锚杆或超前双层导管注浆法、衬砌支护加强法等。然而,针对台阶法开挖的大跨度隧道,常规处理方法存在一定局限性,难以满足围岩稳定性和施工进度要求。

发明内容

[0003] 有鉴于此,本申请提供一种台阶法开挖的大跨度隧道塌方处理方法,能够避免台阶法开挖的大跨度隧道塌方处理存在安全隐患大、工期进度长以及施工成本高的问题。

[0004] 一种台阶法开挖的大跨度隧道塌方处理方法,包括以下步骤:

[0005] S1、加固塌方段和塌方扰动段表面:对所述塌方段进行反压回填和封堵,对所述塌方段和塌方扰动段进行填充整平以形成施工作业平台;

[0006] S2、封闭掌子面和塌腔面:对所述掌子面和塌腔面多次喷射素砼进行封闭处理;

[0007] S3、塌方扰动段上中下台阶及仰拱开挖支护:对所述塌方扰动段上中下台阶及仰拱采用机械开挖并加强支护,开挖方式采用三台阶预留核心土工法;

[0008] S4、加固掌子面前方围岩:所述掌子面前方围岩注入预定配比的水泥-水玻璃双液浆填充密实;

[0009] S5、加固塌腔内部:所述塌腔内设置有注浆钢管,且塌腔内注入水泥砂浆和轻质材料填充密实;

[0010] S6、塌方段上台阶开挖支护:对所述塌方段上台阶进行人工开挖并加强支护;

[0011] S7、塌方段中下台阶及仰拱开挖支护:对所述塌方段中下台阶及仰拱采用机械开挖并加强支护;

[0012] S8、未开挖扰动段上中下台阶及仰拱开挖支护:所述未开挖扰动段上中下台阶及仰拱采用微震光面爆破技术开挖并加强支护;

[0013] S9、未开挖未扰动段上中下台阶及仰拱开挖支护:所述未开挖未扰动段上中下台阶及仰拱采用微震光面爆破技术开挖并按原设计支护;

[0014] S10、后续施工作业:按照原设计施工隧道排水沟、防水层、二次衬砌,形成正常的作业工序。

[0015] 优选地,所述步骤S1中,所述塌方段采用沙袋和洞渣反压回填至拱部部位,使塌腔

内的塌渣再次掉落时散落在拱顶以上部位,所述塌方段和塌方扰动段采用挖机锤击密实、修理整平塌渣和洞渣,以使形成密实平整的施工作业平台。

[0016] 优选地,所述步骤S2中,所述掌子面和塌腔面喷射第一预定厚度的素砼封闭围岩,待砼达到预定强度后,再次喷射第一预定厚度的素砼封闭围岩,直至混凝土层达到3~5层,其中对所述掌子面和塌腔面内的裂隙、节理、断层以及结构面等构造位置重点封闭处理。

[0017] 优选地,所述步骤S3、S4和S6中,沿隧道开挖轮廓线施作超前双层导管和型钢钢架配合使用,所述超前双层导管的钢管外插角分别采用 $40^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 和 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 交错布置,超前双层导管穿过型钢钢架且端部焊接在型钢钢架上,其顶入长度不小于钢管长度的90%,且纵向相邻两排的水平投影搭接长度满足规范要求。

[0018] 优选地,所述步骤S3、S6和S7中,所述塌方段和塌方扰动段采用“人工风镐开挖为主,机械开挖为辅,局部弱爆破”的原则,开挖后立即沿隧道开挖轮廓线逐榀安装型钢钢架,型钢钢架之间布置工字钢纵向连接,通过锁脚锚杆加固并在拱腰接头处增设砼基础,型钢钢架与隧道开挖轮廓线之间采用素砼喷填密实。

[0019] 优选地,所述步骤S5中,所述注浆钢管在洞外预先灌注混凝土后再移动至安装位置,注浆钢管按梅花形布置,管口一端与型钢钢架焊接另一端支撑于稳定的塌腔面上,插入长度和倾斜角度根据塌腔厚度和塌腔面平整度确定,所述型钢钢架上方放置防水板并固定,所述防水板上预留有若干注浆孔,所述水泥砂浆至少分两次注入,通过预留注浆孔向塌腔内部注入水泥砂浆,待水泥砂浆达到预定强度后再进行第二次注浆,所述轻质材料为泡沫水泥注浆材料,待浆液厚度达到第二预定厚度时注入泡沫水泥注浆材料,密实填充剩余空腔部分。

[0020] 优选地,所述步骤S3和S7中,所述塌方段和塌方扰动段施作初支后沿隧道径向注浆加固,注浆材料为配合比0.5:1~5:1的纯水泥浆。

[0021] 优选地,所述步骤S8中,对所述未开挖扰动段掌子面多次分层铺挂钢筋网并喷射砼支护,且在坡脚位置采用沙袋码砌反压,采用微震光面爆破技术开挖,型钢钢架之间布置工字钢纵向连接,通过锁脚锚杆加固并在拱腰接头处增设砼基础,型钢钢架与隧道开挖轮廓线之间采用素砼喷填密实;

[0022] 更优选地,所述工字钢与若干榀型钢钢架点焊连接,一端连接型钢钢架另一端悬挑至未支护段,悬挑长度与总长度之比不大于1:2,所述锁脚锚杆采用端部弯钩形式并将弯钩与型钢钢架点焊连接,所述砼基础与开挖未扰动段型钢钢架拱腰接头连接;

[0023] 更优选地,所述未开挖扰动段掌子面进行多层网喷支护时,掌子面铺挂一层钢筋网并喷射第三预定厚度的砼封闭围岩,待砼达到预定强度后,再次铺挂钢筋网并喷射第三预定厚度的砼封闭围岩,直至钢筋网与混凝土层达到3-5层;

[0024] 更优选地,所述第一预定厚度为50mm~150mm,所述第二预定厚度为100cm~200cm,所述第三预定厚度为50mm~100mm;

[0025] 优选地,所述步骤S9中,所述未开挖未扰动段采用微震光面爆破技术开挖,型钢钢架之间布置纵向连接筋连接,通过锁脚锚杆加固,施作超前双层导管和型钢钢架配合使用,型钢钢架与隧道开挖轮廓线之间采用素砼喷填密实。

[0026] 本申请的有益效果是:一种台阶法开挖的大跨度隧道塌方处理方法通过合理安排加固塌方体表面、封闭掌子面和塌腔面、开挖支护塌方扰动段、加固掌子面前方围岩、加固

塌腔内部、开挖支护塌方段、开挖支护未开挖扰动段、开挖支护未开挖未扰动段及后续施工作业等工序,提高了施工可操作性、降低了安全作业风险、加快了施工工期进度、节约了施工时间和经济成本,在台阶法开挖的大跨度隧道塌方处理施工方面,具有很强的实用性和广泛的适用性。

附图说明

[0027] 下面结合附图,通过对本申请的具体实施方式详细描述,将使本申请的技术方案及其它有益效果显而易见。

[0028] 图1是本申请实施例中隧道的纵断面示意图。

[0029] 图2是本申请实施例中隧道塌方段的横断面示意图。

[0030] 图3是本申请实施例中超前双层导管的结构示意图。

[0031] 图4是本申请实施例中工字钢与型钢拱架连接的结构示意图。

[0032] 其中,图中元件标识如下:

[0033] 1-塌方段;2-塌方扰动段;3-未开挖扰动段;4-未开挖未扰动段;5-开挖未扰动段;6-施工作业平台;7-掌子面;8-塌腔面;9-塌腔;10-注浆钢管;11-排水沟;12-防水层;13-二次衬砌;14-超前双层导管;15-型钢钢架;16-工字钢。

具体实施方式

[0034] 下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请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申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域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,都属于本申请保护的范围。

[0035] 如本文所用,术语“塌方体”是指塌方掉落的岩石块体,塌方体形成塌渣,洞渣为隧道开挖后的岩石块体。

[0036] 如本文所用,术语“塌腔”是指塌方体掉落后的空腔,塌腔面为塌腔的表面,塌方段为塌腔对应的隧道里程段。

[0037] 如本文所用,术语“塌方扰动段”是指去除塌方段后塌渣和洞渣对应的里程段。

[0038] 如本文所用,术语“开挖未扰动段”是指已开挖支护且未受塌渣扰动的里程段。

[0039] 如本文所用,术语“未开挖扰动段”是指未开挖支护且受爆破扰动的里程段,一般取5倍塌腔直径。

[0040] 如本文所用,术语“未开挖未扰动段”是指未开挖支护且爆破扰动可忽略的里程段。

[0041] 参见图1-4所示,本申请的实施例提供一种台阶法开挖的大跨度隧道塌方处理方法包括以下步骤:

[0042] S1、加固塌方段1和塌方扰动段2表面。

[0043] 事故发生后,技术人员在第一时间观察围岩岩性、塌方量、塌方体块度等信息,并结合水文地质勘察资料确定塌方处理方案,具体的,首先采用沙袋和洞渣反压回填塌渣至塌方段1拱部部位,使塌腔9内的塌渣再次掉落时散落在拱顶以上部位,待塌方段1围岩稳定后,采用挖机锤击密实、修理整平塌方段1和塌方扰动段2的塌渣和洞渣,形成密实平整的施

工作业平台6,便于后续步骤S2施工,施工作业平台6纵向坡比一般不大于1:1,结合塌渣大小、围岩强度以及施工机械等综合因素确定。

[0044] S2、封闭掌子面7和塌腔面8。

[0045] 为防止塌方进一步扩大,及时对掌子面7和塌腔面8多次喷射素砼进行封闭处理。具体施工过程为,采用湿喷机对掌子面7和塌腔面8喷射50~150mm的C25素砼封闭围岩,待砼达到一定强度后,再次喷射50~150mm的C25素砼封闭围岩,直至混凝土层达到3~5层;其中对掌子面7和塌腔面8内的裂隙、节理、断层以及结构面等构造位置重点封闭处理。为防止掌子面7和塌腔面8失稳垮塌,采用人工编织袋装沙土和洞渣放置于掌子面7坡脚位置码砌反压,码砌高度为3m,厚度为5m。

[0046] S3、塌方扰动段2上中下台阶及仰拱开挖支护。

[0047] 采用三台阶预留核心土工法对塌方扰动段2上中下台阶及仰拱进行机械开挖并加强支护,核心土距掌子面7距离保持3~5m左右,核心土保证其长度和宽度,每次开挖进尺视围岩情况而定。

[0048] 具体地,塌方扰动段2的塌渣和洞渣通过挖机自带破碎锤开挖,通过侧卸式装载机和自卸式汽车装运至弃渣场堆放,通过扒渣机清理出型钢钢架15安装位置后沿隧道开挖轮廓线逐榀安装型钢钢架15;参见图3所示,然后施作超前双层导管14和型钢钢架15配合使用,超前双层导管14纵向布设距离为3m,以保证搭接长度满足规范要求,型钢钢架15与隧道开挖轮廓线之间采用C25素砼喷填密实;其中,型钢钢架15之间布置工字钢16纵向连接,通过锁脚锚杆加固并在拱腰接头处增设砼基础,以连接塌方扰动段2和开挖未扰动段5的型钢钢架15拱腰位置。

[0049] S4、加固掌子面7前方围岩。

[0050] 继续参见图3所示,为防止掌子面前方围岩发生坍塌,提高周边围岩自承能力,沿隧道开挖轮廓线施作拱部超前双层导管14进行超前注浆加固,超前双层导管14穿过型钢钢架15且端部焊接在型钢钢架15上,其顶入长度不小于钢管长度的90%,钢管长度为5.0m,采用外径50mm、厚5mm的热轧无缝钢管,环向间距为30cm,纵向相邻两排的水平投影搭接长度不小于150cm,钢管外插角分别采用40~45°和10~15°交错布置;采用钻孔打入法安设后对掌子面7注入水泥-水玻璃双液浆填充密实,水泥浆配合比为0.8:1~1.5:1,水玻璃浓度为25~40°Be,水泥浆与水玻璃的体积比为1:1~1:0.3,注浆压力为0.5~2.0MPa,施工过程中注意加强监控量测,待浆液强度达到后再对塌方段1进行开挖。

[0051] S5、加固塌腔9内部。

[0052] 参见图2所示,塌腔9内设置有注浆钢管10,注浆钢管10在洞外预先灌注混凝土并振动密实后再移动至安装位置,注浆钢管10采用无缝钢管,前端制作成尖锥状,管口一端与型钢钢架15焊接另一端支撑于稳定的塌腔面8上,按梅花形布置,布置间距不大于50cm以保证注浆质量,钢管插入长度和倾斜角度根据塌腔9厚度和塌腔面8平整度确定,根据钢管插入长度对注浆钢管10进行切割;安装型钢钢架15后在其上方铺设1.5mm厚EVA防水板,EVA防水板上预留有若干注浆孔,通过注浆孔向塌腔9内注入水泥砂浆和轻质材料填充密实。

[0053] 作为一种示范地方式,水泥砂浆至少分两次注入,通过预留注浆孔向塌腔9内部注入水泥砂浆,待水泥砂浆达到一定强度后再进行第二次注浆,水泥砂浆配合比为1:2.5,注入压力为0.5~2MPa,轻质材料为泡沫水泥注浆材料,待浆液厚度达到100cm~200cm时再注

入泡沫水泥注浆材料,密实填充剩余空腔部分。

[0054] S6、塌方段1上台阶开挖支护。

[0055] 塌方段1上台阶开挖方式采用人工风镐为主,机械开挖为辅,尽量减少挖掘机对隧道边沿的开挖,采用人工风镐对隧道周边进行修整,减少对围岩的扰动;开挖后及时初喷砼封闭掌子面7,避免拱顶出现掉块现象。

[0056] 继续参见图3所示,沿隧道开挖轮廓线施作拱部超前双层导管14,超前双层导管14和型钢钢架15配合使用,超前双层导管14纵向布设距离为2.5m,以加强支护效果,型钢钢架15拱脚部位靠近围岩侧增设工字钢纵向连接、增设砼基础、增加锁脚锚杆以及增设支撑槽钢垫板等多种形式来增强拱脚承载力,减小拱顶下沉,型钢钢架15与隧道开挖轮廓线之间采用C25素砼喷填密实;同时,为完善洞内临时防排水系统,在掌子面7附近开挖横向水沟,将水引至隧道排水沟11排出洞外,以免浸泡拱脚。

[0057] S7、塌方段1中下台阶及仰拱开挖支护。

[0058] 塌方段1中下台阶及仰拱采用机械开挖,在拱脚、墙角预留30cm人工开挖,注意严禁产生超挖,遇巨石时采用松动爆破,尽可能不扰动周边围岩;采用左右断面台阶交错开挖方式,开挖高度为2m,每循环开挖进尺不超过0.6~0.9m,各步台阶一次开挖长度宜在8~10m之间;开挖后立即初喷厚50~150mm的C25砼封闭掌子面,沿隧道开挖轮廓线逐榀安装型钢钢架15,型钢钢架15与隧道开挖轮廓线之间采用C25素砼喷填密实;型钢钢架15之间布置工字钢16纵向连接,通过锁脚锚杆加固并在拱腰接头处增设砼基础加强支护,防止拱脚下沉和内移引起过大变形,导致拱部岩层坍塌。优选地,通过缩短台阶长度,及时施作仰拱,使初期支护全环型钢拱架15及时闭合成环。

[0059] 这里,所述步骤S3和S7中,所述塌方段1和塌方扰动段2施作初支后沿隧道径向注浆加固,本实施例中,注浆材料为配合比0.5:1~5:1的纯水泥浆,注浆压力为0.5~1MPa。

[0060] S8、未开挖扰动段3上中下台阶及仰拱开挖支护。

[0061] 采用微震光面爆破技术开挖未开挖扰动段3上中下台阶及仰拱并加强支护,施工中控制开挖量,减少围岩扰动,加强超前支护,提高支护结构整体性,通过支护结构脚部处理,提高基底承载力。在本实施例中,首先,在掌子面7多次分层铺挂钢筋网并喷射砼支护。

[0062] 具体实施过程为,掌子面7铺挂一层钢筋网并喷射50mm~100mm的砼封闭围岩,待砼达到一定强度后,再次铺挂钢筋网并喷射50mm~100mm的砼封闭围岩,直至钢筋网与混凝土层达到3-5层;然后,在坡脚位置采用沙袋码砌反压,采用微震光面爆破技术开挖,施工过程中注意初支结构及核心土的稳定,型钢钢架15之间布置工字钢16纵向连接,通过锁脚锚杆加固并在拱腰接头处增设砼基础,其中锁脚锚杆采用端部弯钩形式并将弯钩与型钢钢架15点焊连接,型钢钢架15与隧道开挖轮廓线之间采用素砼喷填密实。

[0063] 参见图4所示,所述步骤S3和S6-S8中,所述工字钢16与若干榀型钢钢架15点焊连接,一端连接型钢钢架15另一端悬挑至未支护段,悬挑长度与总长度之比不大于1:2,在工字钢上铺挂钢筋网并焊接牢固,以防止围岩大块掉落砸伤工人,保证施工作业安全。

[0064] S9、未开挖未扰动段4上中下台阶及仰拱开挖支护。

[0065] 采用微震光面爆破技术开挖未开挖未扰动段4并按原设计支护,爆破设计坚持“弱爆破、短进尺、强支护、早封闭、勤量测”的原则,应根据工程地质条件、掘进循环进尺、爆破材料和出渣能力等因素综合考虑。具体的,首先,掌子面7铺挂钢筋网并喷射砼支护,初期支

护采用 $\Phi 8\text{mm}$ 钢筋网、钢架、C25喷射砼、 $\Phi 22$ 砂浆锚杆、 $\Phi 25$ 中空锚杆等支护措施,开挖及初期支护后仰拱及填充紧跟;沿隧道开挖轮廓线施作超前双层导管14和型钢钢架15配合使用,型钢钢架15与隧道开挖轮廓线之间采用素砼喷填密实,型钢钢架15之间布置纵向连接筋连接并连接牢固,拱脚通过锁脚锚杆加固,且必须对锁脚锚杆进行注浆,以确保型钢钢架15基础稳定。应当注意的是,施工过程中加强监控量测,根据监控量测结果及时分析反馈,及时调整支护参数,确保施工安全顺利进行。

[0066] S10、后续施工作业。

[0067] 待初期支护趋于稳定后,按照原设计施工隧道排水沟11、防水层12、二次衬砌13,形成正常的作业工序;具体的,隧道在行车道左右侧设路缘排水沟11和中心排水沟11,防水层12在初期支护与二次衬砌之间设置EVA防水卷材和无纺防水板,二次衬砌13采用复合式衬砌,通过全断面钢模整体式液压衬砌台车和混凝土输送泵或汽车泵泵送作业,二次衬砌13的变形缝、施工缝是隧道施工的薄弱环节,在施工中应高度重视;施工中各工序之间距离尽量缩短,衬砌紧跟开挖并尽快进行全断面封闭,以减少岩层的暴露、松动和地压增大。

[0068] 具体来说,本申请的优点如下:

[0069] 第一、通过人工沙袋、洞渣及塌渣等材料反压回填和封闭隧道塌方段1,避免了塌方进一步扩大的同时形成了施工作业平台6,便于湿喷机对掌子面7及塌腔面8封闭处理,约束围岩变形;

[0070] 第二、本方法通过施作超前双层导管14并注浆加固、型钢拱架之间采用工字钢16连接且工字钢16前端悬挑至未支护处、塌腔9内增设注浆钢管10支撑围岩、人工风镐配合机械开挖、隧道径向注浆填充、掌子面7增设横向排水沟11、多次分层铺挂钢筋网并喷射砼、微震光面爆破技术等一系列措施,显著降低了围岩变形及塌方扩大的风险,最大程度地保证了施工人员的安全;

[0071] 第三、本方法通过采用素混凝土封闭掌子面7和塌腔面8、水泥-水玻璃双液浆加固掌子面7的前方围岩、水泥砂浆和泡沫水泥注浆材料填充塌腔9、纯水泥浆进行隧道径向加固等处理措施,根据施工进度安排和围岩加固要求,结合施工质量、工期进度、安全经济等因素综合确定注浆材料及其配合比,确保了在施工安全的前提下,加快施工进度、提高施工质量、降低经济费用,快速高效地通过隧道塌方段1。

[0072] 第四、本方法通过在塌腔9内设置注浆钢管10加强支护,注浆钢管10预先在洞外灌注混凝土后移动至隧道内,管口一端与型钢钢架15焊接,另一端支撑于稳定的塌腔面8上,通过预留注浆孔向塌腔9内部多次分层注入浆液,相较于传统处理方法仅在塌腔9内一次性回填注浆加固,通过密设注浆钢管10支撑塌腔面8后多次分层注浆,塌腔9内的松动围岩被注浆钢管10紧紧顶在岩面上,避免了再次发生塌方风险,岩体加固效果显著提高,此外,由于注浆钢管10的加固作用,安设注浆钢管10后,只需浇筑 $100\text{mm}\sim 300\text{mm}$ 浆液作为钢管基础后,便可施工后续工序,塌腔9注浆工序和后续塌方段1开挖支护工序实现同步施工,极大缩短了塌方处理工期,避免了隧道关门坍塌事故,保证了施工安全性。

[0073] 以上所述,仅为本较佳的具体实施方式,但本申请的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本的保护范围之内。

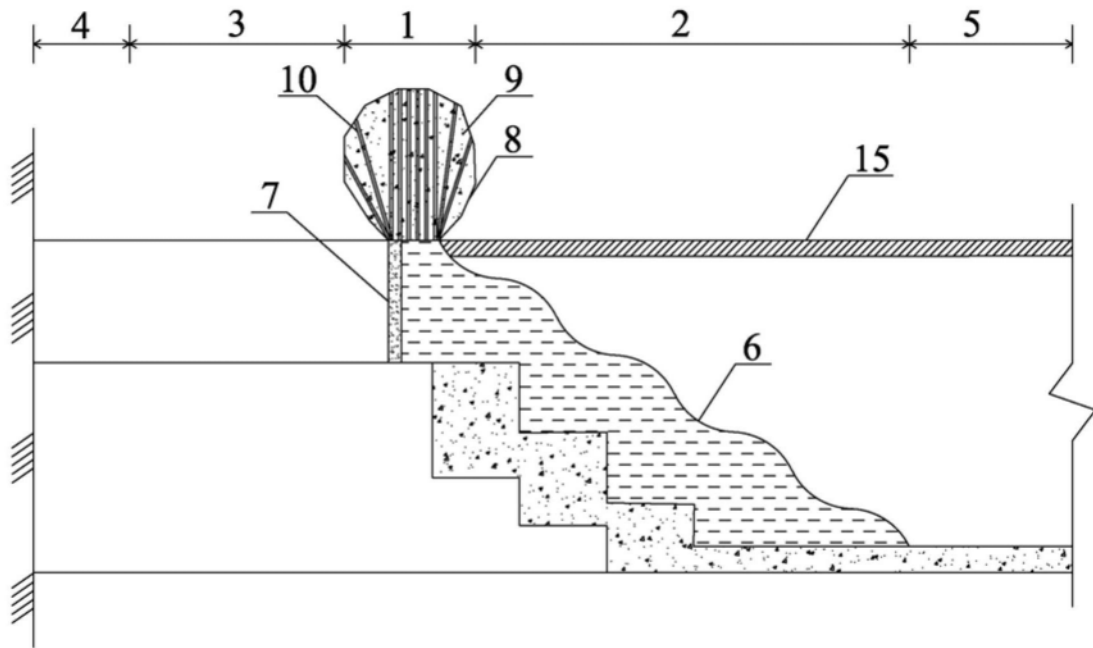


图1

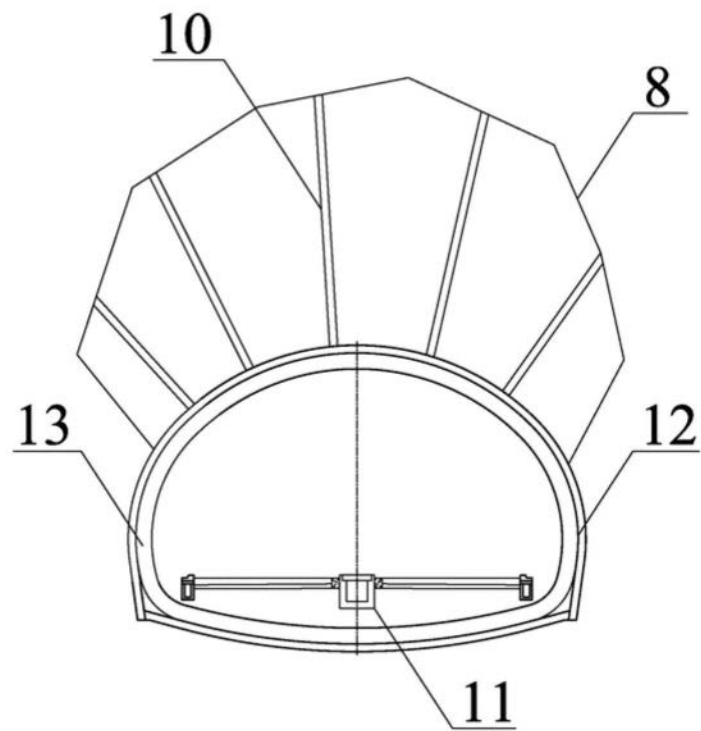


图2

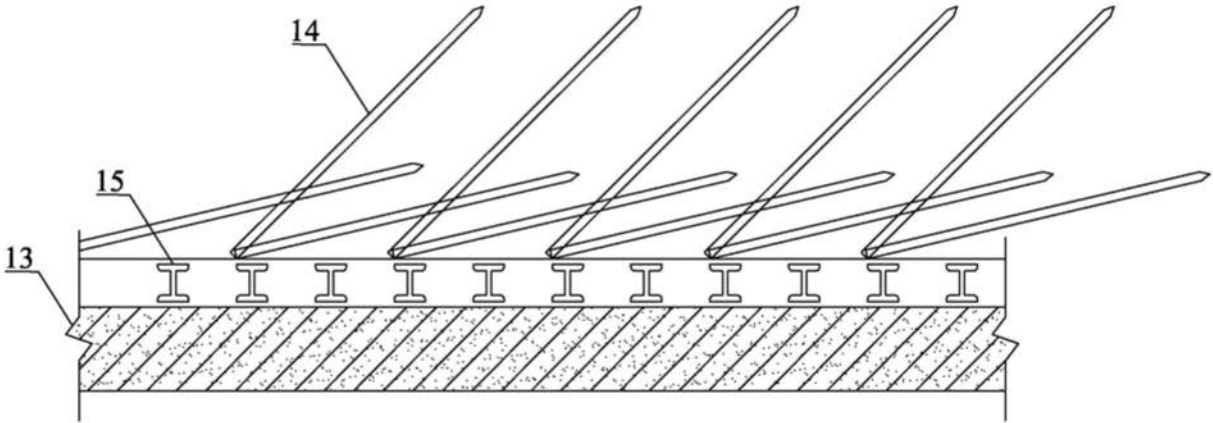


图3

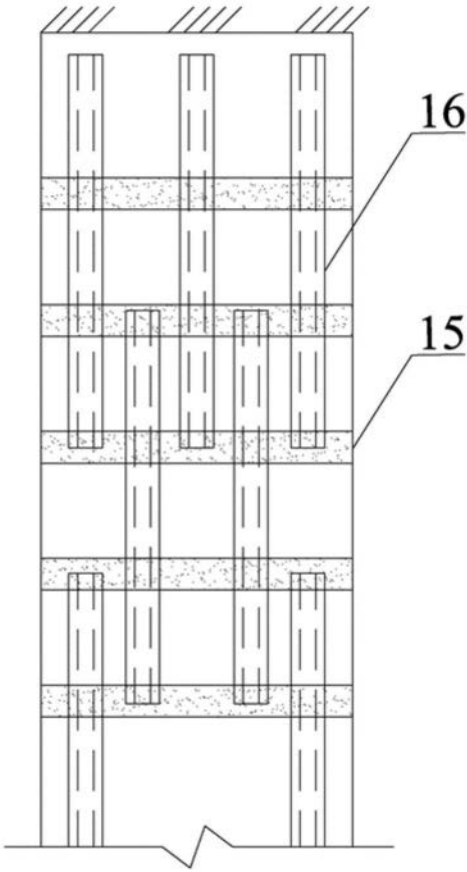


图4