



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114370288 A

(43) 申请公布日 2022. 04. 19

(21) 申请号 202210185127.X

E21D 11/18 (2006.01)

(22) 申请日 2022.02.28

E21D 20/02 (2006.01)

(71) 申请人 中电建十一局工程有限公司

地址 450000 河南省郑州市中原区高新区
莲花街59号

申请人 中国水利水电第十一工程局有限公司

(72) 发明人 张克阳 吕理军

(74) 专利代理机构 郑州智多谋知识产权代理事
务所(特殊普通合伙) 41170

代理人 康锦鹤

(51) Int. Cl.

E21D 11/00 (2006.01)

E21D 11/10 (2006.01)

E21D 11/15 (2006.01)

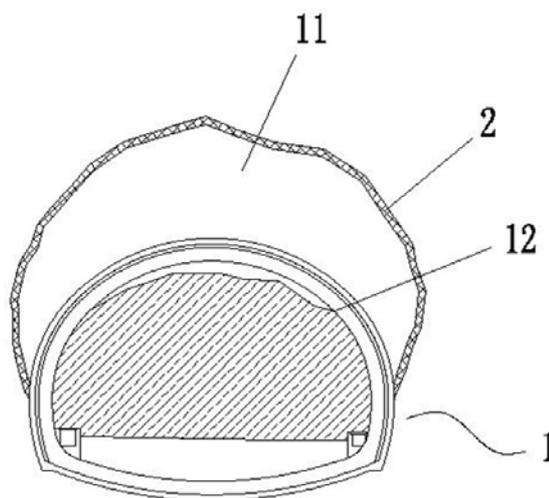
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种公路隧道初期支护坍塌处治加强装置
及其施工方法

(57) 摘要

本发明公开了一种公路隧道初期支护坍塌处治加强装置及其施工方法,包括隧道本体,所述隧道本体包括坍塌空腔和坍塌空腔两端的未坍塌部,所述隧道本体内坍塌的洞渣上设有洞渣反压堆,所述隧道本体内在坍塌空腔的塌腔面上设有混凝土层,所述隧道本体内还设有支护装置,所述支护装置与塌腔面之间填充混凝土;该公路隧道初期支护坍塌处治加强装置及其施工方法可有效的保证工程施工质量及施工安全,加快施工进度,不仅创造了较高的经济效益,也大大提升了公路隧道初期支护坍塌处治水平,进而满足施工需求。



1. 一种公路隧道初期支护坍塌处治加强装置,包括隧道本体,所述隧道本体包括坍塌空腔和坍塌空腔两端的未坍塌部,其特征在于,所述隧道本体内坍塌的洞渣上设有洞渣反压堆,所述隧道本体内在坍塌空腔的塌腔面上设有混凝土层,所述隧道本体内还设有支护装置,所述支护装置与塌腔面之间填充混凝土。

2. 根据权利要求1所述的公路隧道初期支护坍塌处治加强装置,其特征在于,所述支护装置包括套拱结构、钢架结构和钢管支撑结构,所述套拱结构为混凝土施工基础并设在其中一个未坍塌部处,所述钢架结构呈弧状均匀的搭设在隧洞内,所述钢管支撑结构的一端插至套拱结构内,另一端向另一未坍塌部内延伸,其中钢管支撑结构固定在钢架结构上,所述钢架结构与塌腔面之间填充混凝土。

3. 根据权利要求2所述的公路隧道初期支护坍塌处治加强装置,其特征在于,所述钢管支撑结构的表面设有多个通孔。

4. 根据权利要求2所述的公路隧道初期支护坍塌处治加强装置,其特征在于,所述钢管支撑结构呈扇形均匀的分布在钢架结构上。

5. 根据权利要求2所述的公路隧道初期支护坍塌处治加强装置,其特征在于,每相邻两个所述钢管支撑结构上下错位设立。

6. 根据权利要求1-5任一所述的公路隧道初期支护坍塌处治加强装置的施工方法,其特征在于,包括如下步骤:

S1: 针对初期支护轻微变形段,凿除初支脱落喷射混凝土,重新打设药卷锚杆并挂网补喷混凝土;

S2: 针对初期支护开裂段,采用复拱钢架进行硬性支护,阻止初支坍塌段进一步牵引破坏,同步采用注浆小导管径向固结注浆,保持围岩稳定性;

S3: 初支钢架扭曲失效段,针对距离坍塌段最近的位置,在初支在进行注浆固结稳定后,进行逐榀换拱处治;

S4: 初期支护坍塌段处治,首先进行洞渣反压堆载,防止坍塌部位进一步牵引破坏,并喷砼封闭洞渣面,然后预埋泵送管并采用C20混凝土回填塌腔,然后施作长距离跟管大管棚超前支护;

S5: 超前支护完成后,逐循环进行环向掏槽预留核心土开挖支护,边开挖支护边采用注浆小导管固结松散塌渣体,稳定后逐步进行下导及核心土开挖支护;

S6: 采用高标号二次衬砌混凝土及加强钢筋进行衬砌施作,形成稳定可靠的永久性衬砌结构。

7. 根据权利要求6所述的公路隧道初期支护坍塌处治加强装置的施工方法,其特征在于,所述步骤S1中,利用开挖台车作为处治平台,用风镐凿除初支开裂喷射混凝土,凿除过程保证初支面平顺平整,确保开裂部位松散混凝土完全脱落,重新打设长度3.5m的 $\Phi 22$ 药卷锚杆,锚杆间距 $1.2\text{m} \times 1.2\text{m}$,紧贴喷射混凝土面挂设 $\Phi 8$ 钢筋网片,网片间距 $20\text{cm} \times 20\text{cm}$,采用锚杆端部固定,重新补喷C25喷射混凝土。

8. 根据权利要求6所述的公路隧道初期支护坍塌处治加强装置的施工方法,其特征在于,所述步骤S2中,包括如下步骤:

S201: 复拱钢架硬性支护;

S202: 导管径向固结围岩注浆;

所述步骤S201包括：

- ① 首先采用I20b钢支撑,间距60cm,进行硬性支护,防止初支坍塌失稳;
- ②在复拱钢架与初期支护之间的空隙采用C25喷射混凝土封闭;
- ③ 复拱安装完毕后,采用 $\Phi 22$ 钢筋作为纵向连接筋将相临拱架连接在一起,使拱架形成整体;
- ④ 增设长度4.5m的 $\Phi 42$ 小导管作为钢架锁脚,锁脚处位于钢架两侧拱腰及拱脚,每处2根布设,并加强小导管与钢架间焊接。

9. 根据权利要求6所述的公路隧道初期支护坍塌处治加强装置的施工方法,其特征在于,所述步骤S3中,包括如下步骤:

S301:在初支扭曲失效段处治稳定后,通过回填洞渣为后期施工提供操作平台,并以此反压两侧初支,防止初支失稳坍塌,随着换拱的推进不断向前翻动下方渣体,循环往返;

S302:换拱施作分别从上下台阶依次进行,采用液压破碎锤凿除钢架两侧喷砼,第一榫凿除的宽度为略比钢支撑宽,凿除一节,安装一节钢支撑;换第二榫时,凿除宽度为第一榫与第二榫之间的设计宽度,后续第三榫及第四榫等换拱方式同第二榫一致。

10. 根据权利要求6所述的公路隧道初期支护坍塌处治加强装置的施工方法,其特征在于,所述步骤S4中,包括如下步骤:

S401:塌腔围岩稳定后,首先进行洞渣反压堆载,防止坍塌部位进一步牵引破坏,并采用C25喷射混凝土封闭洞渣面;

S402:预埋泵送管并采用C20混凝土回填塌腔,总回填高度达到拱顶以上不小于5m,以确保后期开挖及洞体结构安全;

S403:长距离超前跟管管棚支护;

S404:超前支护固结完成后,初期支护坍塌段落重新开挖支护,每循环松渣体掌子面采用C25喷射混凝土封闭,并采用 $\Phi 42$ 径向小导管注浆固结松渣体,采用逐榫环形掏槽预留核心土方式。

一种公路隧道初期支护坍塌处治加强装置及其施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及隧道塌方处治技术领域,尤其涉及一种公路隧道初期支护坍塌处治加强装置及其施工方法。

背景技术

[0002] 公路隧道因各种地质灾害问题引起的初期支护坍塌,国内外学者已经有了较多的研究,但受恶劣地质条件、岩体不稳定性、施工过程扰动等影响,隧道初支坍塌仍是常见风险之一。目前隧道坍塌处治传统施工措施为对掌子面进行反向回填堆载、小导管超前注浆加固、双层钢拱架加固等措施,然后按照上台阶、中台阶、下台阶的开挖顺序重新支护。常规的隧道初支坍塌处治方法主要是通过增设超前锚杆加固、加大支护钢架型号、增大衬砌支护厚度等措施进行处理。由于隧道初支坍塌后导致原状围岩裸露,坍塌区域稳定性较差,传统施工措施无法保障处治人员安全施工,达到的处治效果并不是很理想,且传统工艺往往工期较长,造价成本较高,不能满足使用需求。

发明内容

[0003] 本发明的目的是解决上述问题而提供一种可有效的保证工程施工质量及施工安全,加快施工进度,不仅创造了较高的经济效益,也大大提升了公路隧道初期支护坍塌处治水平,进而满足施工需的公路隧道初期支护坍塌处治加强装置及其施工方法。

[0004] 为实现上述目的,本发明的技术方案为:一种公路隧道初期支护坍塌处治加强装置,包括隧道本体,所述隧道本体包括坍塌空腔和坍塌空腔两端的未坍塌部,所述隧道本体内坍塌的洞渣上设有洞渣反压堆,所述隧道本体内在坍塌空腔的塌腔面上设有混凝土层,所述隧道本体内还设有支护装置,所述支护装置与塌腔面之间填充混凝土。

[0005] 优选的,所述支护装置包括套拱结构、钢架结构和钢管支撑结构,所述套拱结构为混凝土施工基础并设在其中一个未坍塌部处,所述钢架结构呈弧状均匀的搭设在隧洞内,所述钢管支撑结构的一端插至套拱结构内,另一端向另一未坍塌部内延伸,其中钢管支撑结构固定在钢架结构上,所述钢架结构与塌腔面之间填充混凝土。

[0006] 优选的,所述钢管支撑结构的表面设有多个通孔。

[0007] 优选的,所述钢管支撑结构呈扇形均匀的分布在钢架结构上。

[0008] 优选的,每相邻两个所述钢管支撑结构上下错位设立。

[0009] 本发明还公开一种公路隧道初期支护坍塌处治加强装置的施工方法,包括如下步骤:

S1:针对初期支护轻微变形段,凿除初支脱落喷射混凝土,重新打设药卷锚杆并挂网补喷混凝土;

S2:针对初期支护开裂段,采用复拱钢架进行硬性支护,阻止初支坍塌段进一步牵引破坏,同步采用注浆小导管径向固结注浆,保持围岩稳定性;

S3:初支钢架扭曲失效段,针对距离坍塌段最近的位置,在初支在进行注浆固结稳

定后,进行逐榀换拱处治;

S4:初期支护坍塌段处治,首先进行洞渣反压堆载,防止坍塌部位进一步牵引破坏,并喷砼封闭洞渣面,然后预埋泵送管并采用C20混凝土回填塌腔,然后施作长距离跟管大管棚超前支护;

S5:超前支护完成后,逐循环进行环向掏槽预留核心土开挖支护,边开挖支护边采用注浆小导管固结松散塌渣体,稳定后逐步进行下导及核心土开挖支护;

S6:采用高标号二次衬砌混凝土及加强钢筋进行衬砌施作,形成稳定可靠的永久性衬砌结构。

[0010] 优选的,所述步骤S1中,利用开挖台车作为处治平台,用风镐凿除初支开裂喷射混凝土,凿除过程保证初支面平顺平整,确保开裂部位松散混凝土完全脱落,重新打设长度3.5m的 $\phi 22$ 药卷锚杆,锚杆间距 $1.2\text{m} \times 1.2\text{m}$,紧贴喷射混凝土面挂设 $\phi 8$ 钢筋网片,网片间距 $20\text{cm} \times 20\text{cm}$,采用锚杆端部固定,重新补喷C25喷射混凝土。

[0011] 优选的,所述步骤S2中,包括如下步骤:

S201:复拱钢架硬性支护;

S202:导管径向固结围岩注浆;

所述步骤S201包括:

① 首先采用I20b钢支撑,间距60cm,进行硬性支护,防止初支坍塌失稳;

②在复拱钢架与初期支护之间的空隙采用C25喷射混凝土封闭;

③ 复拱安装完毕后,采用 $\phi 22$ 钢筋作为纵向连接筋将相临拱架连接在一起,使拱架形成整体;

④ 增设长度4.5m的 $\phi 42$ 小导管作为钢架锁脚,锁脚处位于钢架两侧拱腰及拱脚,每处2根布设,并加强小导管与钢架间焊接。

[0012] 优选的,所述步骤S3中,包括如下步骤:

S301:在初支扭曲失效段处治稳定后,通过回填洞渣为后期施工提供操作平台,并以此反压两侧初支,防止初支失稳坍塌,随着换拱的推进不断向前翻动下方渣体,循环往返;

S302:换拱施作分别从上下台阶依次进行,采用液压破碎锤凿除钢架两侧喷砼,第一榀凿除的宽度为略比钢支撑宽,凿除一节,安装一节钢支撑;换第二榀时,凿除宽度为第一榀与第二榀之间的设计宽度,后续第三榀及第四榀等换拱方式同第二榀一致。

[0013] 优选的,所述步骤S4中,包括如下步骤:

S401:塌腔围岩稳定后,首先进行洞渣反压堆载,防止坍塌部位进一步牵引破坏,并采用C25喷射混凝土封闭洞渣面;

S402:预埋泵送管并采用C20混凝土回填塌腔,总回填高度达到拱顶以上不小于5m,以确保后期开挖及洞体结构安全;

S403:长距离超前跟管管棚支护;

S404:超前支护固结完成后,初期支护坍塌段落重新开挖支护,每循环松渣体掌子面采用C25喷射混凝土封闭,并采用 $\phi 42$ 径向小导管注浆固结松渣体,采用逐榀环形掏槽预留核心土方式。

[0014] 本发明公开一种公路隧道初期支护坍塌处治加强装置及其施工方法,包括隧道本

体,所述隧道本体包括坍塌空腔和坍塌空腔两端的未坍塌部,所述隧道本体内坍塌的洞渣上设有洞渣反压堆,所述隧道本体内在坍塌空腔的塌腔面上设有混凝土层,所述隧道本体内还设有支护装置,所述支护装置与塌腔面之间填充混凝土;该公路隧道初期支护坍塌处治加强装置及其施工方法可有效的保证工程施工质量及施工安全,加快施工进度,不仅创造了较高的经济效益,也大大提升了公路隧道初期支护坍塌处治水平,进而满足施工需求。

附图说明

- [0015] 图1为本发明一种公路隧道初期支护坍塌处治加强装置的结构示意图一。
- [0016] 图2为本发明一种公路隧道初期支护坍塌处治加强装置的结构示意图二。
- [0017] 图3为本发明一种公路隧道初期支护坍塌处治加强装置的俯视图。
- [0018] 图4为本发明一种公路隧道初期支护坍塌处治加强装置的左视图。
- [0019] 图5为本发明图2中A处的放大结构示意图。
- [0020] 图6为本发明一种公路隧道初期支护坍塌处治加强装置的施工方法的流程示意图。
- [0021] 图中:1、隧道本体;11、塌方空腔;12、洞渣反压堆;13、未坍塌部;2、混凝土层;3、支护装置;31、套拱结构;32、钢架结构;33、钢管支撑结构。

具体实施方式

[0022] 现在结合附图对本发明作进一步详细的说明。附图为简化的示意图,仅以示意方式说明本发明的基本结构,因此其仅显示与本发明有关的构成。

[0023] 请参照图1-6,一种公路隧道初期支护坍塌处治加强装置,包括隧道本体1,所述隧道本体1包括坍塌空腔11和坍塌空腔11两端的未坍塌部13,由于隧道本体1内塌方,因此必然会在塌方空腔11的两侧形成未坍塌部13,所述隧道本体1内坍塌的洞渣上设有洞渣反压堆12,隧洞坍塌时,顶部的碎石、混凝土块等将落至隧洞表面,此时在这些碎石上设置洞渣反压堆12,该洞渣反压堆12为C25喷射混凝土,可有效防止坍塌部位进一步牵引破坏;所述隧道本体1内在坍塌空腔11的塌腔面上设有混凝土层2,混凝土层2能够提高稳定性,防止顶部碎石进一步掉落,也能便于连接下方填充的混凝土,所述隧道本体1内还设有支护装置3,所述支护装置3与塌腔面之间填充混凝土。

[0024] 在本发明方案中,所述支护装置3包括套拱结构31、钢架结构32和钢管支撑结构33,所述套拱结构31为混凝土施工基础并设在其中一个未坍塌部13处,也就是说套拱结构31是在修复塌方前修建的基础,便于后续施工,所述钢架结构32呈弧状均匀的搭设在隧洞内,所述钢管支撑结构33的一端插至套拱结构31内,另一端向另一未坍塌部13内延伸,其中钢管支撑结构33固定在钢架结构32上,所述钢架结构32与塌腔面之间填充混凝土,其中所述钢管支撑结构33的表面设有多个通孔。

[0025] 在具体施工时,由于钢管支撑结构33的表面设有多个通孔,且钢管支撑结构33的一端插至为塌方部13内,因此在钢管支撑结构33的另一端接通注浆接头,向钢管支撑结构33内注射双液浆料,注浆初始压力为0.5~1MPa,终压为2.0MPa,而双液浆料将从钢管支撑结构33表面设的通孔溢出,并将塌方面松动的岩石击落,使岩石与浆料混合,从而提高整体浆料的稳定性,也提高了钢管支撑结构33的刚度与强度;进一步的,在钢管支撑结构33周围

浇筑C20混凝土,总回填高度达到拱顶以上不小于5m。

[0026] 作为优选方案,所述钢管支撑结构33呈扇形均匀的分布在钢架结构32上(如图3所示),扇形设置能够增大支撑面积,并进一步提高稳定性。

[0027] 基于上述实施例,将每相邻两个所述钢管支撑结构33上下错位设立(如图4所示),且同样固定在钢架结构32上,这样设立能够增大纵深长度,提高整体强度。

[0028] 本发明还公开一种公路隧道初期支护坍塌处治加强装置的施工方法,包括如下步骤:

S1:针对初期支护轻微变形段,凿除初支脱落喷射混凝土,重新打设药卷锚杆并挂网补喷混凝土;

S2:针对初期支护开裂段,采用复拱钢架进行硬性支护,阻止初支坍塌段进一步牵引破坏,同步采用注浆小导管径向固结注浆,保持围岩稳定性;

S3:初支钢架扭曲失效段,针对距离坍塌段最近的位置,在初支在进行注浆固结稳定后,进行逐榀换拱处治,遵循“加固先导、先撑后破、重在开口、严禁放炮”的加固方针进行施工;

S4:初期支护坍塌段处治,首先进行洞渣反压堆载,防止坍塌部位进一步牵引破坏,并喷砼封闭洞渣面,然后预埋泵送管并采用C20混凝土回填塌腔,然后施作长距离跟管大管棚超前支护;

S5:超前支护完成后,逐循环进行环向掏槽预留核心土开挖支护,边开挖支护边采用注浆小导管固结松散塌渣体,稳定后逐步进行下导及核心土开挖支护;

S6:采用高标号二次衬砌混凝土及加强钢筋进行衬砌施作,形成稳定可靠的永久性衬砌结构。

[0029] 由于公路隧道初期支护坍塌后一般将牵引已支护完成的初支结构产生不同程度的开裂变形,随着坍塌区域距离越远影响越小,因此,隧道坍塌周围分为四个损坏程度,即:轻微变形段、开裂段、扭曲失效段和坍塌段。

[0030] 在本发明方案中,所述步骤S1中,利用开挖台车作为处治平台,用风镐凿除初支开裂喷射混凝土,凿除过程保证初支面平顺平整,确保开裂部位松散混凝土完全脱落,重新打设长度3.5m的 $\phi 22$ 药卷锚杆,锚杆间距 $1.2\text{m}\times 1.2\text{m}$,紧贴喷射混凝土面挂设 $\phi 8$ 钢筋网片,网片间距 $20\text{cm}\times 20\text{cm}$,采用锚杆端部固定,重新补喷C25喷射混凝土。

[0031] 所述步骤S2中,包括如下步骤:

S201:复拱钢架硬性支护;

S202:导管径向固结围岩注浆;

所述步骤S201包括:

①首先采用I20b钢支撑,间距60cm,进行硬性支护,防止初支坍塌失稳;

②在复拱钢架与初期支护之间的空隙采用C25喷射混凝土封闭;

③复拱安装完毕后,采用 $\phi 22$ 钢筋作为纵向连接筋将相邻拱架连接在一起,使拱架形成整体;

④增设长度4.5m的 $\phi 42$ 小导管作为钢架锁脚,锁脚处位于钢架两侧拱腰及拱脚,每处2根布设,并加强小导管与钢架间焊接。

[0032] 所述步骤S202包括:

① 围岩径向注浆有效加固范围为隧道开挖轮廓线外3.5m,注浆孔孔口环向间距150cm,纵向间距150cm,梅花型布置,注浆孔孔径 $\phi 46\text{mm}$,孔口设50cm长 $\phi 48\text{mm}\times 5\text{mm}$ 热轧无缝钢管作为孔口管,注浆孔与隧道环向轮廓线呈 90° ,拱顶钻孔困难部位,角度调整为 60° ,孔深350cm。

[0033] ② 围岩裂隙水不发育时采用纯水泥浆;裂隙水发育时,注浆材料采用水泥-水玻璃双液浆,C:S=1:0.5,水泥浆水灰比0.8:1。对于一个注浆段,从两边到中间,分两序隔排施作,对于同一排孔按照由上到下的顺序进行。一般情况下均采用全孔一次注浆,当成孔性较差时应分两段采用前进式注浆。

[0034] 所述步骤S3中,包括如下步骤: S301:在初支扭曲失效段处治稳定后,通过回填洞渣为后期施工提供操作平台,并以此反压两侧初支,防止初支失稳坍塌,随着换拱的推进不断向前翻动下方渣体,循环往返; S302:换拱施作分别从上下台阶依次进行,采用液压破碎锤凿除钢架两侧喷砼,第一榀凿除的宽度为略比钢支撑宽,凿除一节,安装一节钢支撑;换第二榀时,凿除宽度为第一榀与第二榀之间的设计宽度;凿除扭曲钢架后,重新支护钢架采用I20b工字钢,锁脚采用4.5m长的 $\phi 42$ 小导管;钢架背部挂设 $\phi 8$ 钢筋网片,网片间距 $20\text{cm}\times 20\text{cm}$;并采用C25喷射混凝土封闭,后续第三榀及第四榀等换拱方式同第二榀一致。

[0035] 所述步骤S4中,包括如下步骤:

S401:塌腔围岩稳定后,首先进行洞渣反压堆载,防止坍塌部位进一步牵引破坏,并采用C25喷射混凝土封闭洞渣面,反压洞渣必须堆载密实,能够有效阻断坍塌面继续扩大,并为后期施工提供操作平台;

S402:预埋泵送管并采用C20混凝土回填塌腔,总回填高度达到拱顶以上不小于5m,以确保后期开挖及洞体结构安全,其中泵送回填分两阶段施作:第一阶段在洞渣封闭完成后泵送,第二阶段在二次衬砌浇筑之前泵送; S403:长距离超前跟管管棚支护,公路隧道坍塌后坍塌体及回填洞渣体形成新的掌子面岩体,围岩间隙松散破碎,普通管棚钻孔后易塌孔,后续无法将管棚送入,且普通管棚支护长度明显不满足坍塌段纵向长度。为解决上述难题,本专利提出采用长距离超前跟管管棚支护技术,既可以解决成孔问题,又能满足长距离支护要求;

① 首先施作跟管管棚套拱结构,在初期支护坍塌端部预留导向支架工作室,在初支两侧拱脚平台架立4榀I18钢架,在钢架上焊接固定导向管,导向管采用 $\phi 127$ 热轧钢管,壁厚6mm,间距40cm,焊接于钢架顶部,用于控制超前管棚方向及入岩位置。套拱采用C30混凝土浇筑,将钢架及导向管浇筑于套拱混凝土内,套拱长度2m,厚度50cm,套拱端部紧贴坍塌洞渣回填面;

② 跟管管棚总长度设计为40m,每节长度2m,采用套筒丝扣连接。钻进设备采用回转加冲击方式钻进,为加快施工速度采用偏心钻头并可自动跟进套管导管。管棚应按设计好的位置进行施工,钻机立轴方向必须准确控制,以保证孔口的孔向正确,钻进中应采用测斜仪量测管棚钻进的偏斜度,及时纠正;

③ 钻孔完成后撤出钻杆,留下导管,连上注浆接头,即可进行超前支护围岩注浆。注浆材料采用双液浆,其初拟参数为:水灰比 $w/c=0.6\sim 0.8$,水泥浆/水玻璃=1:0.05(体积比),水玻璃浓度= $35\sim 40^\circ\text{Be}'$,水玻璃模数 $m=2.6$,注浆水泥的强度等级为42.5;

④ 注浆时应按先上后下,先稀后浓的原则注浆。注浆量由压力控制为主,注浆量

校核,注浆初始压力为0.5~1MPa,终压2.0MPa。每孔的注浆压力达到2.0MPa,继续保持10min以上后即可停止注浆。注浆结束后及时清除管内浆液,并用M30水泥砂浆填充,以增强管棚的刚度与强度; S404:超前支护固结完成后,初期支护坍塌段落重新开挖支护,塌方段开挖主要采用破碎锤进行机械开挖,严禁使用爆破等强烈扰动围岩的作业方式;每循环松渣体掌子面采用C25喷射混凝土封闭,并采用 $\phi 42$ 径向小导管注浆固结松渣体。开挖预留变形量为30cm,采用逐榀环形掏槽预留核心土方式。

[0036] ① 坍塌段初期支护参数为:采用C25喷射混凝土,钢架支护采用I20b工字钢,间距60cm/榀,重新打设长度3.5m的 $\phi 22$ 径向药卷锚杆,锚杆间距 $1.2\text{m} \times 1.2\text{m}$;紧贴围岩面挂设 $\phi 8$ 钢筋网片,网片间距 $20\text{cm} \times 20\text{cm}$,采用锚杆端部固定;钢架底部及拱腰部位设置长度4.5m锁脚注浆小导管;

② 坍塌段二次衬砌参数为:采用C40抗渗混凝土,钢筋混凝土二衬厚度60cm,衬砌主筋采用 $\phi 22$,间距20cm,分布筋采用 $\phi 16$,间距20cm;

③ 二次衬砌施工前首先施作防排水,隧道衬砌采用土工布+ EVA 防水板的复合防水层,环向采用FH50软式透水管,纵向采用HDPE DN/ID100打孔双壁波纹管。

[0037] 显然,上述实施例仅仅是为清楚地说明所作的举例,而并非对实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。而由此所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本发明创造的保护范围之内。

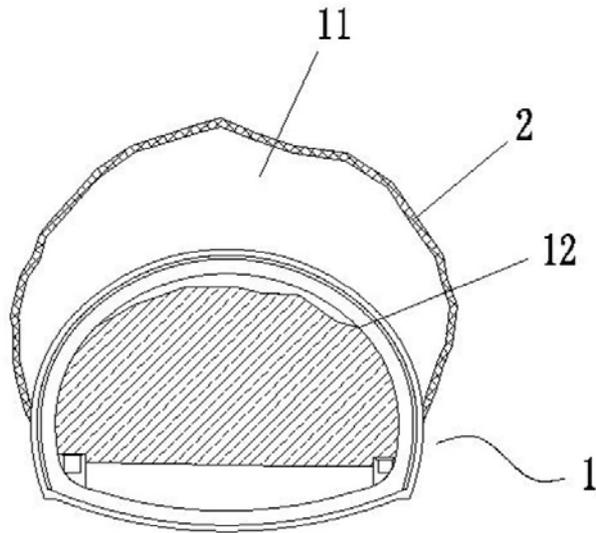


图 1

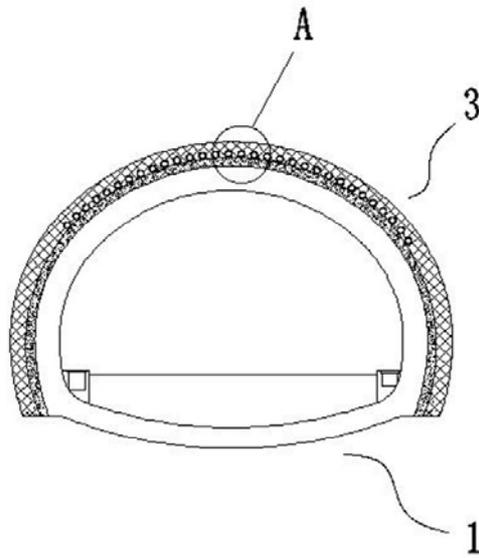


图 2

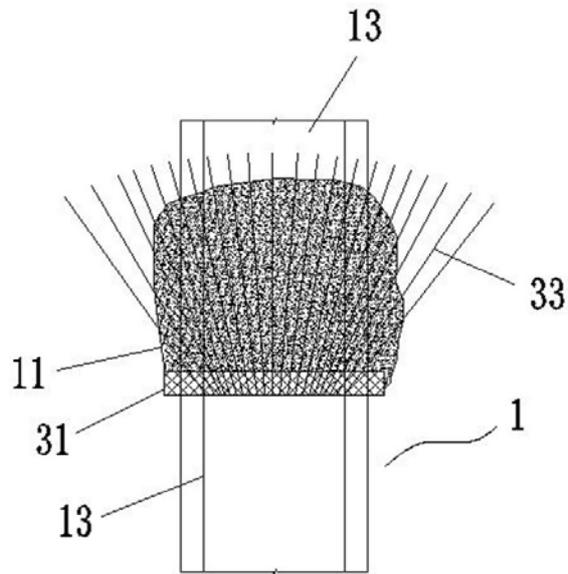


图 3

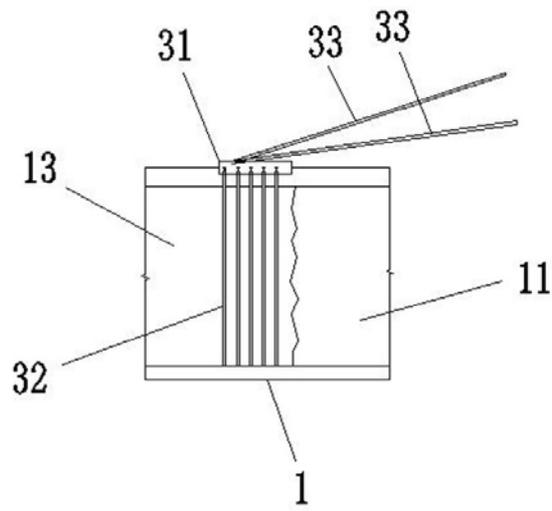


图 4

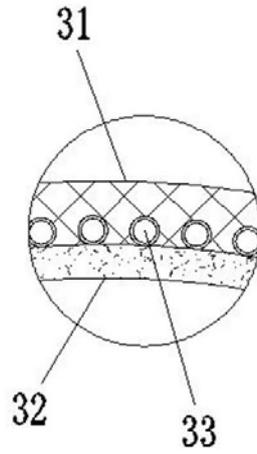


图 5

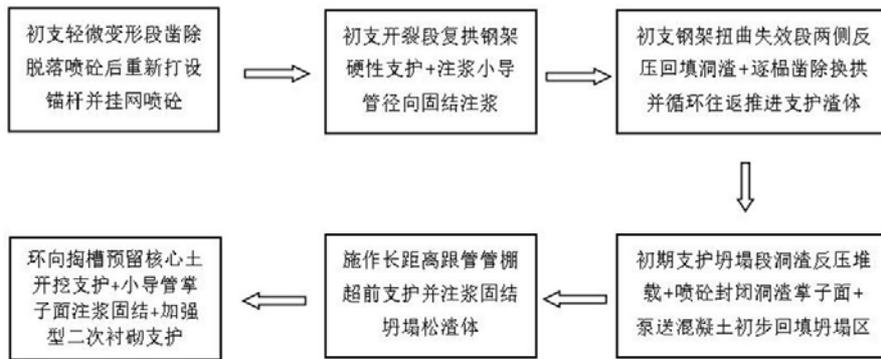


图 6