



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103603679 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 12

(21) 申请号 201310425531. 0

(22) 申请日 2013. 09. 17

(73) 专利权人 中国神华能源股份有限公司
地址 100011 北京市东城区安外西滨河路
22 号神华大厦

专利权人 神华准池铁路有限责任公司
中铁十二局集团第二工程有限公
司

(72) 发明人 张维世 呼泉 何宝华 张青
马凤伟 张端阳 史赵鹏 史茂林

(74) 专利代理机构 北京润平知识产权代理有限
公司 11283

代理人 黄志兴 董彬

(51) Int. Cl.

E21D 11/18(2006. 01)

E21D 9/00(2006. 01)

E21D 11/00(2006. 01)

E21D 11/10(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 203452084 U, 2014. 02. 26,

CN 101614125 A, 2009. 12. 30,

CN 103277118 A, 2013. 09. 04,

CN 102071497 A, 2011. 05. 25,

CN 102758632 A, 2012. 10. 31,

CN 202690082 U, 2013. 01. 23,

CN 102213099 A, 2011. 10. 12,

审查员 许启通

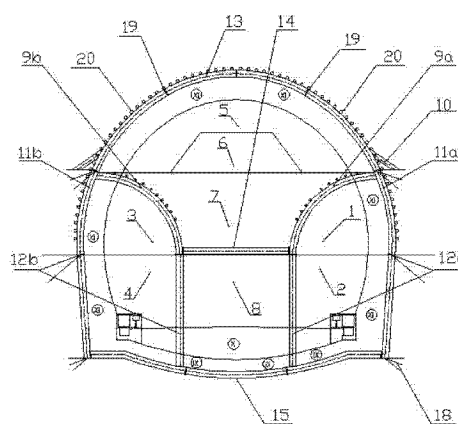
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

用于支护隧道拱部的拱顶钢架与隧道施工方
法

(57) 摘要

本发明公开了一种用于支护隧道拱部的拱顶钢架与隧道施工方法,该拱顶钢架(13)包括弯拱形本体部和拱架斜撑(10),该拱架斜撑的一端固定连接在所述本体部的外缘上,另一端倾斜向下地朝向所述本体部的末端方向延伸以支撑所述本体部,从而对隧道拱部进行了加固支护,尤其适合于针对易于发生坍塌的隧道。该隧道施工方法采用分部施工,利用带有拱架斜撑的拱顶钢架加固支护隧道拱部,对隧道拱顶部分的缝隙处还进行了注浆加固。并且在进行隧道开挖施工时在隧道断面上采用分部施工并且部分台阶部的施工进度有序错开以形成相互之间的一定滞后,从而适应于易于发生坍塌的隧道地质。



1. 一种隧道施工方法,其特征在于,该施工方法包括在开挖后的隧道拱部安装用于支护隧道拱部的拱顶钢架(13),所述拱顶钢架(13)包括弯拱形本体部和拱架斜撑(10),该拱架斜撑(10)的一端固定连接在所述本体部的外缘上,另一端倾斜向下地朝向所述本体部的末端方向延伸以支撑所述本体部,所述拱架斜撑(10)斜向下插入并支撑在所述隧道拱部的周壁上;

该方法还包括:在隧道断面上划分为中部核心土部分以及该中部核心土部分两侧的第一侧洞室部分和第二侧洞室部分,所述第一侧洞室部分包括第一侧洞室上台阶部(1)和第一侧洞室下台阶部(2),所述第二侧洞室部分包括第二侧洞室上台阶部(3)和第二侧洞室下台阶部(4),所述中部核心土部分包括从上至下的中部核心土上台阶部(5)、中部核心土下台阶部(6)、中部导坑上台阶部(7)和中部导坑下台阶部(8);所述施工方法采用分部施工并且依次开挖所述第一侧洞室上台阶部(1)、第一侧洞室下台阶部(2)、第二侧洞室上台阶部(3)、第二侧洞室下台阶部(4)、中部核心土上台阶部(5)、中部核心土下台阶部(6)、中部导坑上台阶部(7)和中部导坑下台阶部(8)。

2. 根据权利要求1所述的隧道施工方法,其特征在于,该施工方法的分部施工包括:

步骤一:对所述第一侧洞室上台阶部(1)进行超前支护,而后开挖并在开挖后往该第一侧洞室上台阶部(1)的掌子面上初喷混凝土,然后往所述周壁上初喷混凝土并安装第一侧临时拱顶(9a),而后继续往所述周壁上喷混凝土至设计厚度;

步骤二:开挖所述第一侧洞室下台阶部(2)并在开挖后往该第一侧洞室下台阶部(2)的掌子面和周壁上喷混凝土,然后在所述周壁上安装第一侧连接钢架(11a)和第一侧临时竖撑(12a)并继续往所述周壁上喷混凝土至设计厚度;

步骤三:对所述第二侧洞室上台阶部(3)进行超前支护,而后开挖并在开挖后往该第二侧洞室上台阶部(3)的掌子面上初喷混凝土,然后往所述周壁上初喷混凝土并安装第二侧临时拱顶(9b)并继续往所述周壁上喷混凝土至设计厚度;

步骤四:开挖所述第二侧洞室下台阶部(4)并在开挖后往该第二侧洞室下台阶部(4)的掌子面和周壁上喷混凝土,然后在所述周壁上安装第二侧连接钢架(11b)和第二侧临时竖撑(12b)并继续往所述周壁上喷混凝土至设计厚度;

步骤五:对所述中部核心土上台阶部(5)进行超前支护,而后开挖以形成所述隧道拱部,并在开挖后往该中部核心土上台阶部(5)的掌子面上喷混凝土,然后往所述隧道拱部的拱壁上初喷混凝土并安装拱顶钢架(13),而后继续往所述拱壁上喷混凝土至设计厚度;

步骤六:开挖所述中部核心土下台阶部(6),喷混凝土封闭该中部核心土下台阶部(6)的掌子面;

步骤七:开挖所述中部导坑上台阶部(7),喷混凝土封闭该中部导坑上台阶部(7)的掌子面,并且安装横撑(14);

步骤八:开挖所述中部导坑下台阶部(8),喷混凝土封闭该中部导坑下台阶部(8)的掌子面,并往该中部导坑下台阶部(8)的底部初喷混凝土,安设底部仰拱(15)后往所述底部复喷混凝土至设计厚度;

步骤九:待所述隧道断面上的各个部分的结构稳定后,拆除所述第一侧临时拱顶(9a)、第二侧临时拱顶(9b)、第一侧连接钢架(11a)、第二侧连接钢架(11b)、第一侧临时竖撑(12a)、第二侧临时竖撑(12b)和横撑(14);以及

步骤十：进行衬砌部 (XI) 和仰拱填充部 (X) 的的浇筑施工。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的隧道施工方法,其特征在於,在所述分部施工过程中,沿所述隧道的开挖方向上,所述第一侧洞室下台阶部 (2) 的掌子面的开挖进度滞后于所述第一侧洞室上台阶部 (1) 的掌子面不小于 5m 的距离,所述第二侧洞室上台阶部 (3) 的掌子面的开挖进度滞后于所述第一侧洞室下台阶部 (2) 的掌子面不小于 5m 的距离,第二侧洞室下台阶部 (4) 的掌子面的开挖进度滞后于所述第二侧洞室上台阶部 (3) 的掌子面不小于 5m 的距离。

4. 根据权利要求 1 所述的隧道施工方法,其特征在於,往开挖后的所述隧道拱部的拱壁上初喷混凝土后再安装所述拱顶钢架 (13),并且在安装该拱顶钢架 (13) 后往所述拱壁上复喷混凝土。

5. 根据权利要求 1 所述的隧道施工方法,其特征在於,所述拱顶钢架 (13) 的本体部包括依次连接的多个弧形钢架段,相邻两个所述弧形钢架段之间通过钢架连接板 (19) 相连;

其中,该施工方法包括在所述钢架连接板 (19) 处往所述隧道拱部的拱壁内插入注浆钢管 (21) 以向所述拱壁内的裂缝中注浆加固。

6. 根据权利要求 1 所述的隧道施工方法,其特征在於,所述拱架斜撑 (10) 为多个,该多个所述拱架斜撑 (10) 对称地设置在所述本体部的两侧。

7. 根据权利要求 1 所述的隧道施工方法,其特征在於,所述拱架斜撑 (10) 与水平面之间的倾斜夹角为 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。

8. 根据权利要求 1 所述的隧道施工方法,其特征在於,所述本体部的外缘上安装有连接钢板 (16),所述拱架斜撑 (10) 固定连接于所述连接钢板 (16) 上。

9. 根据权利要求 1 所述的隧道施工方法,其特征在於,所述拱架斜撑 (10) 与所述本体部之间设有加强筋 (17)。

10. 根据权利要求 1 所述的隧道施工方法,其特征在於,该拱顶钢架 (13) 的本体部包括依次连接的多个弧形钢架段,相邻两个所述弧形钢架段之间通过钢架连接板 (19) 相连。

用于支护隧道拱部的拱顶钢架与隧道施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种易于发生坍塌的隧道的开挖施工方法及其支护工具。

背景技术

[0002] 黄土隧道施工最常用的开挖方法有三台阶七部流水作业法和环形导坑预留核心土法等。但对于施工过程中易于发生坍塌的隧道,例如砂质黄土、风积砂质黄土和湿陷性土质隧道时,由于围岩应力大于黄土直立方向的强度,会造成开挖工作面的失稳,容易造成施工安全事故和质量事故。因此,有必要在开挖过程中对隧道拱部进行特别支护,并对开挖施工方法进行改进。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种用于支护隧道拱部的拱顶钢架,以及利用该拱顶钢架进行施工的隧道施工方法,以安全可靠地对易于发生坍塌的隧道进行开挖施工。

[0004] 为实现上述目的,根据本发明的一个方面,提供了一种用于支护隧道拱部的拱顶钢架,该拱顶钢架包括弯拱形本体部和拱架斜撑,该拱架斜撑的一端固定连接在所述本体部的外缘上,另一端倾斜向下地朝向所述本体部的末端方向延伸以支撑所述本体部。

[0005] 优选地,所述拱架斜撑为多个,该多个所述拱架斜撑对称地设置在所述本体部的两侧。

[0006] 优选地,所述拱架斜撑与水平面之间的倾斜夹角为 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。

[0007] 优选地,所述本体部的外缘上安装有连接钢板,所述拱架斜撑固定连接于所述连接钢板上。

[0008] 优选地,所述拱架斜撑与所述本体部之间设有加强筋。

[0009] 优选地,该拱顶钢架的本体部包括依次连接的多个弧形钢架段,相邻两个所述弧形钢架段之间通过钢架连接板相连。

[0010] 根据本发明的一个方面,还提供了一种隧道施工方法,该施工方法包括在开挖后的隧道拱部安装根据本发明上述的用于支护隧道拱部的拱顶钢架,其中所述拱架斜撑斜向下插入并支撑在所述隧道拱部的周壁上。

[0011] 优选地,往开挖后的所述隧道拱部的拱壁上初喷混凝土后再安装所述拱顶钢架,并且在安装该拱顶钢架后往所述拱壁上复喷混凝土。

[0012] 优选地,所述拱顶钢架的本体部包括依次连接的多个弧形钢架段,相邻两个所述弧形钢架段之间通过钢架连接板相连;

[0013] 其中,该施工方法包括在所述钢架连接板处往所述隧道拱部的拱壁内插入注浆钢管以向所述拱壁内的裂缝中注浆加固。

[0014] 优选地,在隧道断面上划分为中部核心土部分以及该中部核心土部分两侧的第一侧洞室部分和第二侧洞室部分,所述第一侧洞室部分包括第一侧洞室上台阶部和第一侧洞室下台阶部,所述第二侧洞室部分包括第二侧洞室上台阶部和第二侧洞室下台阶部,所述

中部核心土部分包括从上至下的中部核心土上台阶部、中部核心土下台阶部、中部导坑上台阶部和中部导坑下台阶部；所述施工方法采用分部施工并且依次开挖所述第一侧洞室上台阶部、第一侧洞室下台阶部、第二侧洞室上台阶部、第二侧洞室下台阶部、中部核心土上台阶部、中部核心土下台阶部、中部导坑上台阶部和中部导坑下台阶部。

[0015] 优选地，该施工方法的分部施工包括：

[0016] 步骤一：对所述第一侧洞室上台阶部进行超前支护，而后开挖并在开挖后往该第一侧洞室上台阶部的掌子面上初喷混凝土，然后往所述周壁上初喷混凝土并安装第一侧临时拱顶，而后继续往所述周壁上喷混凝土至设计厚度；

[0017] 步骤二：开挖所述第一侧洞室下台阶部并在开挖后往该第一侧洞室下台阶部的掌子面和周壁上喷混凝土，然后在所述周壁上安装第一侧连接钢架和第一侧临时竖撑并继续往所述周壁上喷混凝土至设计厚度；

[0018] 步骤三：对所述第二侧洞室上台阶部进行超前支护，而后开挖并在开挖后往该第二侧洞室上台阶部的掌子面上初喷混凝土，然后往所述周壁上初喷混凝土并安装第二侧临时拱顶并继续往所述周壁上喷混凝土至设计厚度；

[0019] 步骤四：开挖所述第二侧洞室下台阶部并在开挖后往该第二侧洞室下台阶部的掌子面和周壁上喷混凝土，然后在所述周壁上安装第二侧连接钢架和第二侧临时竖撑并继续往所述周壁上喷混凝土至设计厚度；

[0020] 步骤五：对所述中部核心土上台阶部进行超前支护，而后开挖以形成所述隧道拱部，并在开挖后往该中部核心土上台阶部的掌子面上喷混凝土，然后往所述隧道拱部的拱壁上初喷混凝土并安装所述拱顶钢架，而后继续往所述拱壁上喷混凝土至设计厚度；

[0021] 步骤六：开挖所述中部核心土下台阶部，喷混凝土封闭该中部核心土下台阶部的掌子面；

[0022] 步骤七：开挖所述中部导坑上台阶部，喷混凝土封闭该中部导坑上台阶部的掌子面，并且安装横撑；

[0023] 步骤八：开挖所述中部导坑下台阶部，喷混凝土封闭该中部导坑下台阶部的掌子面，并往该中部导坑下台阶部的底部初喷混凝土，安设底部仰拱后往所述底部复喷混凝土至设计厚度；

[0024] 步骤九：待所述隧道断面上的各个部分的结构稳定后，拆除所述第一侧临时拱顶、第二侧临时拱顶、第一侧连接钢架、第二侧连接钢架、第一侧临时竖撑、第二侧临时竖撑和横撑；以及

[0025] 步骤十：进行衬砌部和仰拱填充部的浇筑施工。

[0026] 优选地，在所述分部施工过程中，沿所述隧道的开挖方向上，所述第一侧洞室下台阶部的掌子面的开挖进度滞后于所述第一侧洞室上台阶部的掌子面不小于 5m 的距离，所述第二侧洞室上台阶部的掌子面的开挖进度滞后于所述第一侧洞室下台阶部的掌子面不小于 5m 的距离，第二侧洞室下台阶部的掌子面的开挖进度滞后于所述第二侧洞室上台阶部的掌子面不小于 5m 的距离。

[0027] 通过上述技术方案，根据本发明的用于支护隧道拱部的拱顶钢架中增设了倾斜向下的拱架斜撑，该拱架斜撑的一端支承在隧道周壁上，另一端连接并支撑拱顶钢架的弯拱形本体部，从而对隧道拱部进行了加固支护，尤其适合于针对易于发生坍塌的隧道。在根据

本发明的隧道开挖施工方法中,对隧道拱顶部分的缝隙处还进行了注浆加固,在进行开挖施工时采用分部施工并且部分台阶部的施工进度彼此错开以形成相互之间的一定滞后,适应于易于发生坍塌的隧道施工。

[0028] 本发明的其他特征和优点将在随后的具体实施方式部分予以详细说明。

附图说明

[0029] 附图是用来提供对本发明的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与下面的具体实施方式一起用于解释本发明,但并不构成对本发明的限制。在附图中:

[0030] 图 1 为根据本发明的优选实施方式的隧道施工方法在隧道断面上的分部施工工序及其各个支护机构的断面示意图;

[0031] 图 2 为根据本发明的优选实施方式的用于支护隧道拱部的拱顶钢架的安装结构示意图;以及

[0032] 图 3 为常见的注浆钢管的结构示意图。

[0033] 附图标记说明

[0034]	1	第一侧洞室上台阶部	2	第一侧洞室下台阶部
[0035]	3	第一侧洞室下台阶部	4	第二侧洞室下台阶部
[0036]	5	中部核心土上台阶部	6	中部核心土下台阶部
[0037]	7	中部导坑上台阶部	8	中部导坑下台阶部
[0038]	9a	第一侧临时拱顶	9b	第二侧临时拱顶
[0039]	10	拱架斜撑	13	拱顶钢架
[0040]	11a	第一侧连接钢架	11b	第二侧临时钢架
[0041]	12a	第一侧临时竖撑	12b	第二侧临时竖撑
[0042]	14	横撑	15	底部仰拱
[0043]	16	连接钢板	17	加强筋
[0044]	18	锁脚钢管	19	钢架连接板
[0045]	20	超前小导管	21	注浆钢管
[0046]	X	填充部	XI	衬砌部

具体实施方式

[0047] 以下,将参照附图详细说明根据本发明的实施方式。应当理解的是,此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本发明,并不用于限制本发明。

[0048] 在本发明中,在未作相反说明的情况下,使用的方位词如“上、下、顶、底”通常是针对附图所示的方向而言的或者是针对竖直、垂直或重力方向上而言的各部件相互位置关系描述用词。方位词“左、右”通常是针对纸面宽度方向而言的两侧方向。

[0049] 如图 1 和图 2 所示,本发明首先提供了一种用于支护隧道拱部的拱顶钢架,该拱顶钢架 13 包括弯拱形本体部和拱架斜撑 10,该拱架斜撑 10 的一端固定连接在本体部的外缘上,另一端倾斜向下地朝向本体部的末端方向延伸以支撑本体部。参见图 1,弯拱形本体部在隧道掌子面上呈弧形地支撑隧道拱部,而拱架斜撑 10 则从拱顶钢架 13 的侧向支撑在该拱顶钢架 13 的外缘上。该拱架斜撑 10 可优选地支撑在拱顶钢架 13 的拱脚位置处。在隧

道开挖施工过程中,拱架斜撑 10 可斜向下地插入到隧道周壁上进行支撑,用混凝土封闭。这样,拱顶钢架 13 在通过与其相连的竖撑竖直地支撑到地面的同时,在侧向也通过拱架斜撑 10 获得进一步的支撑,这对于易于发生坍塌的隧道而言很有必要,能大大改善隧道开挖施工的安全性,防止隧道拱部产生坍塌。

[0050] 其中,拱架斜撑 10 可以是多个,优选地,该多个拱架斜撑 10 对称地设置在拱顶钢架 13 的自体部的两侧,以受力均衡且便于安装。作为示例,如图 1 中显示了两个拱架斜撑 10,分别设置在拱顶钢架 13 的与第一侧连接钢架 11a 和第二侧临时钢架 11b 相连的拱脚位置上。当然,如图 1 所示,由于拱顶钢架 13 的自体部一般包括依次连接的多个弧形钢架段,相邻两个弧形钢架段之间通过钢架连接板 19 相连。因此,拱架斜撑 10 还可以设置在每个弧形钢架段的端部上。

[0051] 在安装时,如图 2 所示,拱顶钢架 13 的自体部的外缘上可通过焊接等方式安装有连接钢板 16,以便于拱架斜撑 10 的安装并增大拱架斜撑 10 的支撑面积,拱架斜撑 10 的一端固定连接于连接钢板 16 上。同时,拱架斜撑 10 的另一端斜向下延伸。优选地,拱架斜撑 10 与水平面之间的倾斜夹角为 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 为佳,以便于安装和获得更好的支撑效果。而且,图 2 中为了加强拱架斜撑 10 与拱顶钢架 13 的自体部之间的连接强度,在拱架斜撑 10 与自体部之间还设有一个或多个横向加强筋 17。

[0052] 通过上述拱顶钢架 13 的结构,可大大改善对隧道拱部的支护效果,防止拱部产生坍塌。但对于易于坍塌的土质而言,单对隧道拱部进行有效支护还不足,还需要对隧道开挖施工方法进行改进。

[0053] 因此,本发明还相应提供了一种隧道施工方法,该施工方法包括在开挖后的隧道拱部安装了根据本发明上述的用于支护隧道拱部的拱顶钢架 13,其中拱架斜撑 10 斜向下插入并支撑在隧道拱部的周壁上。如前所述的,通过设置一个或多个拱架斜撑 10,可加强对隧道拱部的支护效果。具体地,往开挖后的隧道拱部的拱壁上初喷大约 4cm 厚的混凝土后再安装带有拱架斜撑 10 的拱顶钢架 13,并且在安装该拱顶钢架 13 后往拱壁上复喷混凝土至设计厚度。其中,钢架 13 的自体部由依次焊接的多个弧形钢架段组成,相邻两个弧形钢架段之间通过钢架连接板 19 相连,在钢架连接板 19 处往隧道拱部的拱壁内插入如图 3 所示的注浆钢管 21,注浆钢管 21 容易插入隧道拱壁中,且通过注浆钢管 21 可以向拱壁内的各处裂缝注入混凝土浆液,以使得拱部结构更加坚固。这样,就对隧道拱部进行了多层次的加固支护措施,支护效果更好。

[0054] 另外,考虑到易于坍塌的地质原因,在隧道开挖施工时采用分部施工方法。如图 1 所示,将隧道断面上划分为中部核心土部分以及该中部核心土部分两侧的第一侧洞室部分和第二侧洞室部分,第一侧洞室部分包括第一侧洞室上台阶部 1 和第一侧洞室下台阶部 2,第二侧洞室部分包括第二侧洞室上台阶部 3 和第二侧洞室下台阶部 4,中部核心土部分包括从上至下的中部核心土上台阶部 5、中部核心土下台阶部 6、中部导坑上台阶部 7 和中部导坑下台阶部 8。施工时依次开挖第一侧洞室上台阶部 1、第一侧洞室下台阶部 2、第二侧洞室上台阶部 3、第二侧洞室下台阶部 4、中部核心土上台阶部 5、中部核心土下台阶部 6、中部导坑上台阶部 7 和中部导坑下台阶部 8。

[0055] 具体而言,本实施方式中的隧道开挖施工方法的分部施工步骤包括:

[0056] 步骤一:对第一侧洞室上台阶部 1 进行超前支护,即利用钢架施作隧道拱部

$\phi 89\text{mm}$ 大管棚, 后用 $\phi 42\text{mm}$ 小导管进行超前支护, 而后开挖并在开挖后往该第一侧洞室上台阶部 1 的掌子面上初喷混凝土, 同时施作第一侧洞室上台阶部 1 导坑周边的初期支护和临时支护, 即往周壁上初喷混凝土并安装第一侧临时拱顶 9a 并设锁脚钢管 18, 继续往周壁上喷混凝土至设计厚度;

[0057] 步骤二: 开挖第一侧洞室下台阶部 2 并在开挖后往该第一侧洞室下台阶部 2 的掌子面和周壁上喷混凝土, 然后在周壁上安装第一侧连接钢架 11a 和第一侧临时竖撑 12a 并继续往周壁上喷混凝土至设计厚度;

[0058] 步骤三: 对第二侧洞室上台阶部 3 进行超前支护, 即利用钢架施作隧道拱部 $\phi 89\text{mm}$ 大管棚, 后用 $\phi 42\text{mm}$ 小导管进行超前支护, 而后开挖并在开挖后往该第二侧洞室上台阶部 3 的掌子面上喷混凝土, 同时施作第二侧洞室上台阶部 3 导坑周边的初期支护和临时支护, 即往周壁上初喷混凝土并安装第二侧临时拱顶 9b 并继续往周壁上喷混凝土至设计厚度;

[0059] 步骤四: 开挖第二侧洞室下台阶部 4 并在开挖后往该第二侧洞室下台阶部 4 的掌子面和周壁上喷混凝土, 然后在周壁上安装第二侧连接钢架 11b 和第二侧临时竖撑 12b 并继续往周壁上喷混凝土至设计厚度;

[0060] 步骤五: 对中部核心土上台阶部 5 进行超前支护, 即利用钢架施作隧道拱部 $\phi 89\text{mm}$ 大管棚, 后用 $\phi 42\text{mm}$ 小导管进行超前支护, 而后开挖以形成隧道拱部, 并在开挖后往该中部核心土上台阶部 5 的掌子面上喷混凝土, 同时施作中部核心土上台阶部 5 导坑周边的初期支护和临时支护, 即往拱壁上初喷混凝土并安装拱顶钢架 13, 而后继续往拱壁上喷混凝土至设计厚度;

[0061] 步骤六: 利用钢架施作隧道拱部 $\phi 89\text{mm}$ 大管棚, 后用 $\phi 42\text{mm}$ 小导管进行超前支护, 开挖中部核心土下台阶部 6, 喷混凝土封闭该中部核心土下台阶部 6 的掌子面;

[0062] 步骤七: 开挖中部导坑上台阶部 7, 喷混凝土封闭该中部导坑上台阶部 7 的掌子面, 并且安装横撑 14;

[0063] 步骤八: 开挖中部导坑下台阶部 8, 喷混凝土封闭该中部导坑下台阶部 8 的掌子面, 并往该中部导坑下台阶部 8 的底部初喷混凝土, 安设底部仰拱 15 使钢架在隧道截面上封闭成环, 后往底部复喷混凝土至设计厚度;

[0064] 步骤九: 根据监控量测结果, 待隧道断面上的各个部分的结构稳定后, 拆除第一侧临时拱顶 9a、第二侧临时拱顶 9b、第一侧连接钢架 11a、第二侧连接钢架 11b、第一侧临时竖撑 12a、第二侧临时竖撑 12b 和横撑 14 等, 保留拱顶钢架 13 及其拱架斜撑 10 等; 以及

[0065] 步骤十: 进行衬砌部 XI 和仰拱填充部 X 的浇筑施工: 浇筑图 1 中的仰拱部 IX 与边墙基础, 并浇筑仰拱填充部 X 至设计高度, 最后一次性浇筑衬砌部 XI。

[0066] 在上述的分部施工过程中, 优选的是, 沿隧道的开挖方向上, 第一侧洞室下台阶部 2 的掌子面的开挖进度滞后于第一侧洞室上台阶部 1 的掌子面不小于 5m 的距离, 第二侧洞室上台阶部 3 的掌子面的开挖进度滞后于第一侧洞室下台阶部 2 的掌子面不小于 5m 的距离, 第二侧洞室下台阶部 4 的掌子面的开挖进度滞后于第二侧洞室上台阶部 3 的掌子面不小于 5m 的距离。这样能进一步避免坍塌等情况产生。

[0067] 以上结合附图详细描述了本发明的优选实施方式, 但是, 本发明并不限于上述实施方式中的具体细节, 在本发明的技术构思范围内, 可以对本发明的技术方案进行多种简

单变型,这些简单变型均属于本发明的保护范围。

[0068] 另外需要说明的是,在上述具体实施方式中所描述的各个具体技术特征,在不矛盾的情况下,可以通过任何合适的方式进行组合,为了避免不必要的重复,本发明对各种可能的组合方式不再另行说明。

[0069] 此外,本发明的各种不同的实施方式之间也可以进行任意组合,只要其不违背本发明的思想,其同样应当视为本发明所公开的内容。

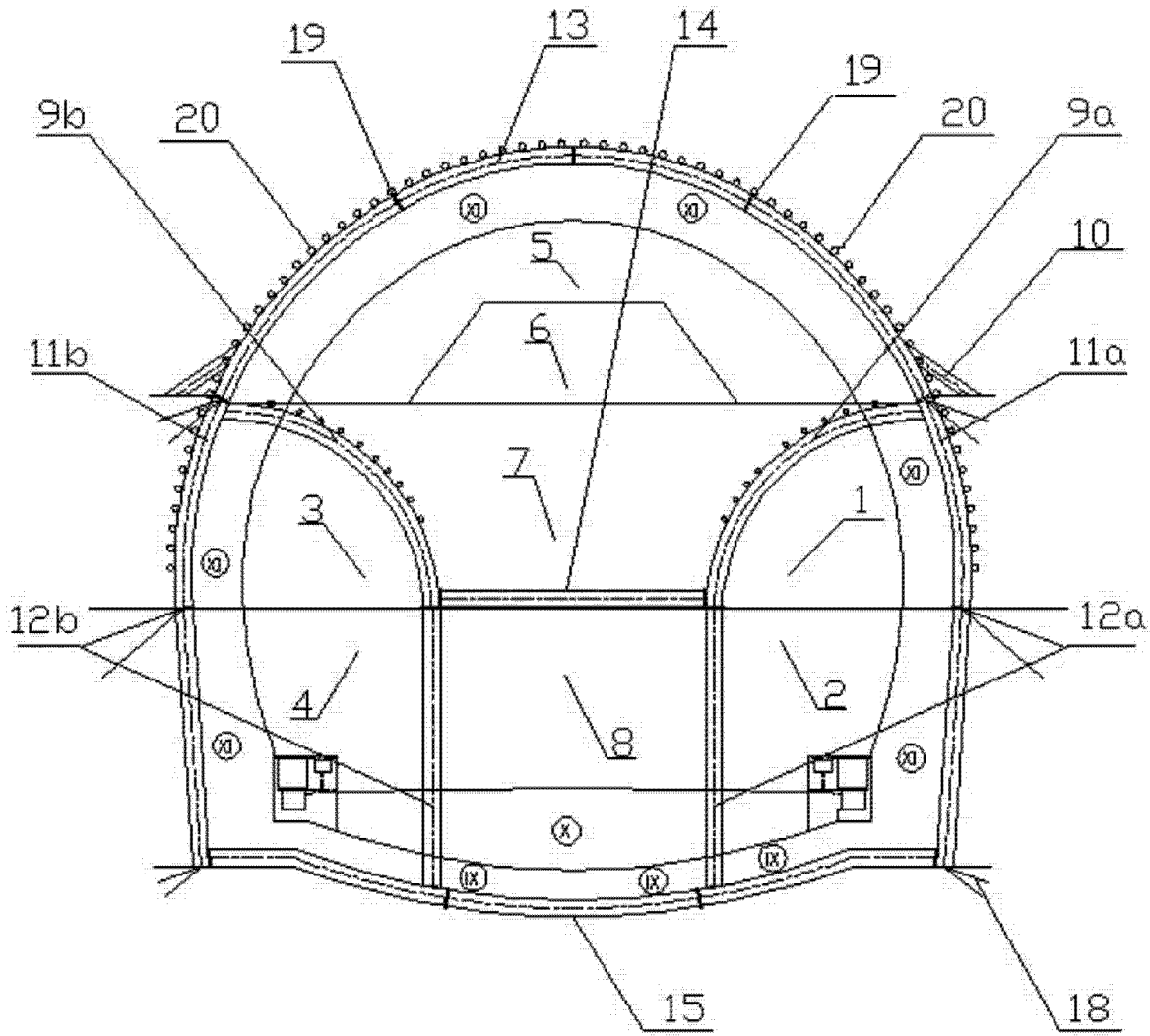


图 1

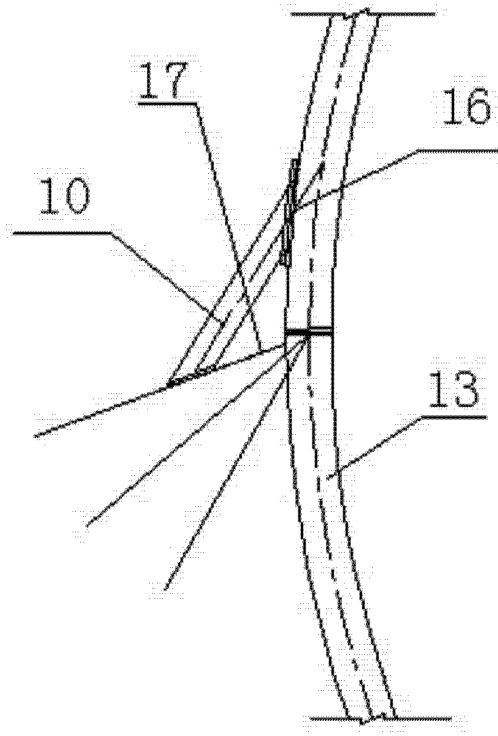


图 2

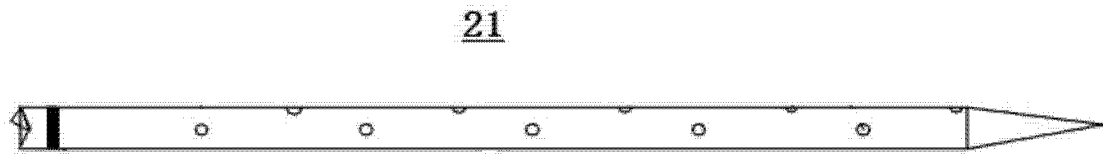


图 3