



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101614125 B

(45) 授权公告日 2011.04.27

(21) 申请号 200910012683.1

E21D 20/02(2006.01)

(22) 申请日 2009.07.23

审查员 刘琼

(73) 专利权人 中铁九局集团有限公司

地址 110013 辽宁省沈阳市沈河区敬宾街
3-1号

(72) 发明人 张润文 周文明 李杨 刘海东
刘东跃 王旭光 唐朝松 张艳娇
杨章茂 赵大军 白海峰

(74) 专利代理机构 沈阳杰克知识产权代理有限
公司 21207

代理人 窦久鹏

(51) Int. Cl.

E21D 9/00(2006.01)

E21D 11/10(2006.01)

E21D 11/14(2006.01)

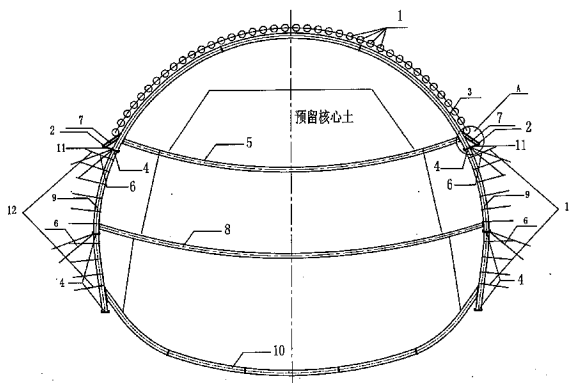
权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54) 发明名称

V 级围岩隧道施工方法

(57) 摘要

V 级围岩隧道施工方法,步骤:1) 施作钻孔
导向工字钢拱架:依次装工字钢拱架、槽钢
托梁、锁脚锚杆、导向钢管、纵向连接钢筋、掌子面
喷混凝土;2) 隧道内施工及支护:钻管棚钢管孔,
装管棚钢管,并向内注浆,隧道导坑土方施工:土
方施工,初期支护,导坑壁上喷混凝土,挂钢筋网
片,浇筑混凝土基础,装工字钢拱架,装槽钢托
梁,装钢垫板,装工字钢斜撑,装锁脚锚杆,焊接纵
向连接钢筋,掌子面喷混凝土,清除核心土;装第
一级台阶临时仰拱:下级土方施工,进行导坑内
初期支护,装第二级台阶临时仰拱,下一级土方施
工,进行初期支护,浇筑仰拱及仰拱填充,对隧道
导坑内部一次性浇注衬砌混凝土;优点:进尺速
度快、施工安全。



1. V 级围岩隧道施工方法,其步骤如下:

1)、施作钻孔导向工字钢拱架:

(1)、将开挖轮廓线放大 30cm,在拱部安装工字钢拱架三榀,工字钢拱架两端夹角 120° ,工字钢拱架间距 0.3m/榀,并在工字钢拱架拱脚处安装槽钢托梁,槽钢托梁焊在工字钢拱架拱脚上,在每榀工字钢拱架拱脚处施作混凝土基础,基础采用 10cm 厚的 C25 混凝土;

(2)、施作工字钢拱架锁脚锚杆:工字钢拱架每个拱脚钻设两根锁脚锚杆,锁脚锚杆长 5m,一根锁脚锚杆的角度为水平向下 20° ,另一根锁脚锚杆的角度为水平向下 40° ,锁脚锚杆内用水泥砂浆注满;

(3)、安装导向钢管:在工字钢拱架上面安装并焊接固定钻孔导向钢管,导向钢管 $\Phi 120\text{mm}$ 、长 1m,导向钢管环向间距 40cm,导向钢管安装外插角 2° ;

(4)、焊接纵向连接钢筋:纵向连接钢筋长为搭接两榀工字钢拱架长度,环向间距 1m,两榀连接钢筋为一联,两联间的连接钢筋间隔布置;

(5)、在掌子面喷射混凝土;

2)、隧道内施工及支护:

(1)、钻管棚钢管安装孔:每间隔一个导向钢管在导向钢管内延伸钻孔,钻孔长度为 25 ~ 30m;

(2)、安装管棚钢管:送管棚钢管,相邻两根管棚钢管的接头位置错开 3 ~ 5m,管棚钢管送到位后用锚固剂固定在导向钢管内,并将带有注浆口的钢板焊在管棚钢管的管端,管棚钢管 $\Phi 108\text{mm}$,长 25m;管棚钢管管壁上预制出浆孔,孔距:纵向 25cm,环向 14cm,每一环上的孔与下一环上的孔间隔排列;

(3)、往管棚钢管内注浆:注浆压力为 1.0 ~ 2.0MPa,并在达到压力 2 分钟后压力无变化或浆液流出时停止注浆;

(4)、钻管棚钢管安装孔:重复步骤 2) 中的 (1);

(5)、安装管棚钢管:重复步骤 2) 中的 (2);管棚钢管长为 30m;

(6)、往管棚钢管内注浆:重复步骤 2) 中的 (3);

(7)、隧道导坑内土方与支护结构施工:

①、沿工字钢拱架包围的范围开挖土方,底部中间部位预留核心土:核心土断面为梯形,底部两边距工字钢拱架 1.5m,梯形坡度按照 1 : 0.5 收坡,梯形高度为 2.2m;

②、施做导坑内初期支护:

在导坑壁面上喷射 4cm 厚的混凝土;

挂钢筋网片,钢筋网片采用 $\Phi 8\text{mm}$ 钢筋,按 $20 \times 20\text{cm}$ 网格焊接;

在准备安装工字钢拱架拱脚处浇筑混凝土基础,在混凝土基础安装钢垫板;

安装工字钢拱架,工字钢拱架两端夹角 120° ,工字钢拱架间距 0.3m;以上支护是在隧道导坑土方施工每进尺 0.6m 进行;在工字钢拱架拱脚处安装纵向槽钢托梁,纵向槽钢托梁焊在工字钢拱架拱脚上;

混凝土基础的钢垫板上安装工字钢斜撑,工字钢斜撑两端分别焊在工字钢拱架与钢垫板上;

安装工字钢拱架锁脚锚杆:工字钢拱架每个拱脚处钻设两根锁脚锚杆,锁脚锚杆

长 5m, 一根锁脚锚杆的角度为水平向下 20° , 另一根锁脚锚杆的角度为水平向下 40° , 锁脚锚杆用水泥砂浆注满;

焊接纵向连接钢筋: 连接钢筋采用 $\Phi 22\text{mm}$, 长为搭接两榀工字钢拱架, 环向间距 1m, 两榀连接钢筋为一联, 两联间的连接钢筋间隔布置;

按设计厚度, 在掌子面喷混凝土;

清除距掌子面 3.5m 以外的核心土;

③安装第一级台阶的工字钢临时仰拱: 工字钢临时仰拱与工字钢拱架对应布置, 每两榀工字钢临时仰拱之间焊接连接钢筋构成一联, 连接钢筋环向间距 1m, 连接钢筋采用 $\Phi 22\text{mm}$ 钢筋, 两联间的连接钢筋间隔布置;

④、将距掌子面 6m 以外的第一级台阶的临时仰拱拆除, 开挖第二级台阶的土方, 开挖方法与第一级台阶的一致, 中部预留核心土, 挖核心土的两侧开挖面错开 1.2m;

进行导坑内初期支护:

在隧道导坑边墙上钻孔与安装小导管: 小导管长度 3.5~5.0m, 环向间距 1.0m, 纵向间距 0.6m, 环向与环向孔距错开布置, 小导管内注浆;

向隧道导坑边墙上喷射 4cm 厚的混凝土;

在隧道导坑边墙上安装钢筋网片: 钢筋网片采用 $\Phi 8\text{mm}$ 钢筋, 按 $20 \times 20\text{cm}$ 网格焊接;

安装工字钢架: 工字钢架间距 0.3m;

在工字钢架下端安装纵向槽钢托梁, 纵向槽钢托梁焊在工字钢架上;

安装工字钢架锁脚锚杆: 工字钢架每个下端设两根锁脚锚杆, 锁脚锚杆长 5m, 一根锁脚锚杆的角度为水平向下 20° , 另一根锁脚锚杆的角度为水平向下 40° , 锁脚锚杆用水泥砂浆注满;

焊接纵向连接钢筋: 连接钢筋采用 $\Phi 22\text{mm}$, 长为搭接两榀工字钢架, 环向间距 1m, 两榀连接钢筋为一联, 两联间的连接钢筋间隔布置;

复喷混凝土至设计厚度;

清除距第二级台阶掌子面 3.5m 以外的核心土;

⑤安装第二级台阶的工字钢临时仰拱: 工字钢临时仰拱与工字钢拱架对应布置, 每两榀工字钢临时仰拱之间焊接连接钢筋构成一联, 连接钢筋环向间距 1m, 连接钢筋采用 $\Phi 22\text{mm}$ 钢筋, 两联间的连接钢筋间隔布置;

⑥、将距第二级台阶掌子面 6m 以外的第二级台阶的临时仰拱拆除, 开挖第三级台阶土方, 开挖方法与第二级台阶一致, 中部预留核心土, 挖核心土的两侧, 两侧的开挖面错开 1.2m;

进行导坑内初期支护:

在隧道导坑边墙上钻孔与安装小导管: 小导管长度 3.5~5.0m, 环向间距 1.0m, 纵向间距 0.6m, 环向与环向孔距错开布置, 小导管内注浆;

向隧道导坑边墙上喷射 4cm 厚的混凝土;

在隧道导坑边墙上安装钢筋网片: 钢筋网片采用 $\Phi 8\text{mm}$ 钢筋, 按 $20 \times 20\text{cm}$ 网格焊接;

安装工字钢架: 工字钢架间距 0.3m;

在工字钢架下端安装纵向槽钢托梁, 纵向槽钢托梁焊在工字钢架上;

焊接纵向连接钢筋: 连接钢筋采用 $\Phi 22\text{mm}$, 长为搭接两榀工字钢架, 环向间距 1m, 两

榀连接钢筋为一联,两联间的连接钢筋间隔布置;

复喷混凝土至设计厚度;

挖除第三级台阶的核心土;

⑦、根据监控量测结果分析,待初期支护收敛后,浇筑仰拱及仰拱填充;

⑧对隧道导坑的拱部及边墙一次性浇注衬砌混凝土。

V 级围岩隧道施工方法

[0001] 技术领域：

[0002] 本发明创造涉及 V 级及 V 级偏弱围岩隧道施工的一种方法。

[0003] 背景技术：

[0004] 以往,对 V 级及 V 级偏弱围岩隧道施工时,采用双侧壁导坑方法,该方法使得超前小导管端部为不利的悬臂状态,极易形成塌方,造成导坑上部塌腔,不利于小导管作用的发挥,施工进尺速度慢,施工效率低,并且不利于通过软弱围岩地段。

[0005] 发明内容：

[0006] 本发明创造的目的是提供一种进尺速度快、施工安全,支护结构受力合理,利于通过软弱围岩地段的 V 级围岩隧道施工方法;本发明创造的目的是通过下述的步骤实现的:V 级围岩隧道施工方法,其步骤如下：

[0007] V 级围岩隧道施工方法,其步骤如下：

[0008] 1)、施作钻孔导向工字钢拱架：

[0009] (1)、将开挖轮廓线放大 30cm,在拱部安装工字钢拱架三榀,工字钢拱架两端夹角 120° ,工字钢拱架间距 0.3m/榀,并在工字钢拱架拱脚处安装槽钢托梁,槽钢托梁焊在工字钢拱架拱脚上,在每榀工字钢拱架拱脚处施作混凝土基础,基础采用 10cm 厚的 C25 混凝土；

[0010] (2)、施作工字钢拱架锁脚锚杆:工字钢拱架每个拱脚钻设两根锁脚锚杆,锁脚锚杆长 5m,一根锁脚锚杆的角度为水平向下 20° ,另一根锁脚锚杆的角度为水平向下 40° ,锁脚锚杆内用水泥砂浆注满；

[0011] (3)、安装导向钢管:在工字钢拱架上面安装并焊接固定钻孔导向钢管,导向钢管 $\Phi 120\text{mm}$ 、长 1m,导向钢管环向间距 40cm,导向钢管安装外插角 2° ；

[0012] (4)、焊接纵向连接钢筋:纵向连接钢筋长为搭接两榀工字钢拱架长度,环向间距 1m,两榀连接钢筋为一联,两联间的连接钢筋间隔布置；

[0013] (5)、在掌子面喷射混凝土；

[0014] 2)、隧道内施工及支护：

[0015] (1)、钻管棚管安装孔:每间隔一个导向钢管在导向钢管内延伸钻孔,钻孔长度为 25 ~ 30m；

[0016] (2)、安装管棚钢管:送管棚钢管,相邻两根管棚钢管的接头位置错开 3 ~ 5m,管棚钢管送到位后用锚固剂固定在导向钢管内,并将带有注浆口的钢板焊在管棚钢管的管端,管棚钢管 $\Phi 108\text{mm}$,长 25m;管棚钢管管壁上预制出浆孔,孔距:纵向 25cm,环向 14cm,每一环上的孔与下一环上的孔间隔排列；

[0017] (3)、往管棚钢管内注浆:注浆压力为 1.0 ~ 2.0MPa,并在达到压力 2 分钟后压力无变化或浆液流出时停止注浆；

[0018] (4)、钻管棚管安装孔:重复步骤 2) 中的 (1)；

[0019] (5)、安装管棚钢管:重复步骤 2) 中的 (2);管棚钢管长为 30m；

[0020] (6)、往管棚钢管内注浆:重复步骤 2) 中的 (3)；

- [0021] (7)、隧道导坑内土方与支护结构施工：
- [0022] ①、沿工字钢拱架包围的范围开挖土方，底部中间部位预留核心土：核心土断面为梯形，底部两边距工字钢拱架 1.5m，梯形坡度按照 1 : 0.5 收坡，梯形高度为 2.2m；
- [0023] ②、施做导坑内初期支护：
- [0024] 在导坑壁面上喷射 4cm 厚的混凝土；
- [0025] 挂钢筋网片，钢筋网片采用 $\Phi 8\text{mm}$ 钢筋，按 $20 \times 20\text{cm}$ 网格焊接；
- [0026] 在准备安装工字钢拱架拱脚处浇筑混凝土基础，在混凝土基础安装钢垫板；
- [0027] 安装工字钢拱架，工字钢拱架两端夹角 120° ，工字钢拱架间距 0.3m；以上支护是在隧道导坑土方施工每进尺 0.6m 进行；在工字钢拱架拱脚处安装纵向槽钢托梁，纵向槽钢托梁焊在工字钢拱架拱脚上；
- [0028] 混凝土基础的钢垫板上安装工字钢斜撑，工字钢斜撑两端分别焊在工字钢拱架与钢垫板上；
- [0029] 安装工字钢拱架锁脚锚杆：工字钢拱架每个拱脚处钻设两根锁脚锚杆，锁脚锚杆长 5m，一根锁脚锚杆的角度为水平向下 20° ，另一根锁脚锚杆的角度为水平向下 40° ，锁脚锚杆用水泥砂浆注满；
- [0030] 焊接纵向连接钢筋：连接钢筋采用 $\Phi 22\text{mm}$ ，长为搭接两榀工字钢拱架，环向间距 1m，两榀连接钢筋为一联，两联间的连接钢筋间隔布置；
- [0031] 按设计厚度，在掌子面喷混凝土；
- [0032] 清除距掌子面 3.5m 以外的核心土；
- [0033] ③安装第一级台阶的工字钢临时仰拱：工字钢临时仰拱与工字钢拱架对应布置，每两榀工字钢临时仰拱之间焊接连接钢筋构成一联，连接钢筋环向间距 1m，连接钢筋采用 $\Phi 22\text{mm}$ 钢筋，两联间的连接钢筋间隔布置；
- [0034] ④、将距掌子面 6m 以外的第一级台阶的临时仰拱拆除，开挖第二级台阶的土方，开挖方法与第一级台阶的一致，中部预留核心土，挖核心土的两侧开挖面错开 1.2m；
- [0035] 进行导坑内初期支护：
- [0036] 在隧道导坑边墙上钻孔与安装小导管：小导管长度 3.5 ~ 5.0m，环向间距 1.0m，纵向间距 0.6m，环向与环向孔距错开布置，小导管内注浆；
- [0037] 向隧道导坑边墙上喷射 4cm 厚的混凝土；
- [0038] 在隧道导坑边墙上安装钢筋网片：钢筋网片采用 $\Phi 8\text{mm}$ 钢筋，按 $20 \times 20\text{cm}$ 网格焊接；
- [0039] 安装工字钢架：工字钢架间距 0.3m；
- [0040] 在工字钢架下端安装纵向槽钢托梁，纵向槽钢托梁焊在工字钢架上；
- [0041] 安装工字钢架锁脚锚杆：工字钢架每个下端设两根锁脚锚杆，锁脚锚杆长 5m，一根锁脚锚杆的角度为水平向下 20° ，另一根锁脚锚杆的角度为水平向下 40° ，锁脚锚杆用水泥砂浆注满；
- [0042] 焊接纵向连接钢筋：连接钢筋采用 $\Phi 22\text{mm}$ ，长为搭接两榀工字钢架，环向间距 1m，两榀连接钢筋为一联，两联间的连接钢筋间隔布置；
- [0043] 复喷混凝土至设计厚度；
- [0044] 清除距第二级台阶掌子面 3.5m 以外的核心土；

[0045] ⑤安装第二级台阶的工字钢临时仰拱：工字钢临时仰拱与工字钢拱架对应布置，每两榀工字钢临时仰拱之间焊接连接钢筋构成一联，连接钢筋环向间距 1m，连接钢筋采用 $\Phi 22\text{mm}$ 钢筋，两联间的连接钢筋间隔布置；

[0046] ⑥、将距第二级台阶掌子面 6m 以外的第二级台阶的临时仰拱拆除，开挖第三级台阶土方，开挖方法与第二级台阶一致，中部预留核心土，挖核心土的两侧，两侧的开挖面错开 1.2m；

[0047] 进行导坑内初期支护；

[0048] 在隧道导坑边墙上钻孔与安装小导管：小导管长度 3.5 ~ 5.0m，环向间距 1.0m，纵向间距 0.6m，环向与环向孔距错开布置，小导管内注浆；

[0049] 向隧道导坑边墙上喷射 4cm 厚的混凝土；

[0050] 在隧道导坑边墙上安装钢筋网片：钢筋网片采用 $\Phi 8\text{mm}$ 钢筋，按 $20 \times 20\text{cm}$ 网格焊接；

[0051] 安装工字钢拱架：工字钢拱架间距 0.3m；

[0052] 在工字钢拱架下端安装纵向槽钢托梁，纵向槽钢托梁焊在工字钢拱架上；

[0053] 焊接纵向连接钢筋：连接钢筋采用 $\Phi 22\text{mm}$ ，长为搭接两榀工字钢拱架，环向间距 1m，两榀连接钢筋为一联，两联间的连接钢筋间隔布置；

[0054] 复喷混凝土至设计厚度；

[0055] 挖除第三级台阶的核心土；

[0056] ⑦、根据监控量测结果分析，待初期支护收敛后，浇筑仰拱及仰拱填充；

[0057] ⑧对隧道导坑的拱部及边墙一次性浇注衬砌混凝土；

[0058] 本发明创造的优点：由于采用分三层挖掘，分三层初期支护，每层预留核心土，形成三个台阶，每个台阶 6 ~ 8m 长，并采用了管棚超前支护，每一级进行环形开挖，中部预留核心土，以及合理的支护结构，增设大拱脚，避免双侧壁导坑方法，极易形成塌方，造成导坑上部塌腔等的缺陷，实现了安全施工；由于采用 0.6m 挖掘、支护的循环施工，能够加快施工进度，并尽快形成整体封闭稳定结构，并能快速的通过 V 级及 V 级偏弱围岩地段。

[0059] 附图说明：

[0060] 图 1 是 V 级围岩隧道施工方法采用的结构横断面示意图；

[0061] 图 2 图 1 是 V 级围岩隧道施工方法采用的结构纵断面示意图；

[0062] 图 3 是图 1 中的 A 处结构放大示意图。

[0063] 图中的：1、管棚钢管 2、钢垫板 3、工字钢拱架 4、纵向槽钢托梁 5、第一级台阶的工字钢临时仰拱 6、锁脚锚杆 11、工字钢斜撑 8、第二级台阶的工字钢临时仰拱 9、工字钢拱架 10、仰拱 11、混凝土基础 12、小导管

[0064] 具体实施方式：V 级围岩隧道施工方法，其步骤如下：

[0065] V 级围岩隧道施工方法，其步骤如下：

[0066] 1)、施作钻孔导向工字钢拱架：

[0067] (1)、将开挖轮廓线放大 30cm，在拱部安装工字钢拱架三榀，工字钢拱架两端夹角 120° ，工字钢拱架间距 0.3m/榀，并在工字钢拱架拱脚处安装槽钢托梁，槽钢托梁焊在工字钢拱架拱脚上，在每榀工字钢拱架拱脚处施作混凝土基础，基础采用 10cm 厚的 C25 混凝土；

[0068] (2)、施作工字钢拱架锁脚锚杆：工字钢拱架每个拱脚钻设两根锁脚锚杆，锁脚锚杆长 5m，一根锁脚锚杆的角度为水平向下 20° ，另一根锁脚锚杆的角度为水平向下 40° ，锁脚锚杆内用水泥砂浆注满；

[0069] (3)、安装导向钢管：在工字钢拱架上安装并焊接固定钻孔导向钢管，导向钢管 $\Phi 120\text{mm}$ 、长 1m，导向管环向间距 40cm，导向管安装外插角 2° ；

[0070] (4)、焊接纵向连接钢筋：纵向连接钢筋长为搭接两榀工字钢拱架长度，环向间距 1m，两榀连接钢筋为一联，两联间的连接钢筋间隔布置；

[0071] (5)、在掌子面喷射混凝土；

[0072] 2)、隧道内施工及支护：

[0073] (1)、钻管棚钢管安装孔：每间隔一个导向钢管在导向钢管内延伸钻孔，钻孔长度为 25 ~ 30m；

[0074] (2)、安装管棚钢管：送管棚钢管，相邻两根管棚钢管的接头位置错开 3 ~ 5m，管棚钢管送到位后用锚固剂固定在导向钢管内，并将带有注浆口的钢板焊在管棚钢管的管端，管棚钢管 $\Phi 108\text{mm}$ ，长 25m；管棚钢管管壁上预制出浆孔，孔距：纵向 25cm，环向 14cm，每一环上的孔与下一环上的孔间隔排列；

[0075] (3)、往管棚钢管内注浆：注浆压力为 1.0 ~ 2.0MPa，并在达到压力 2 分钟后压力无变化或浆液流出时停止注浆；

[0076] (4)、钻管棚钢管安装孔：重复步骤 2) 中的 (1)；

[0077] (5)、安装管棚钢管：重复步骤 2) 中的 (2)；管棚钢管长为 30m；

[0078] (6)、往管棚钢管内注浆：重复步骤 2) 中的 (3)；

[0079] (7)、隧道导坑内土方与支护结构施工：

[0080] ①、沿工字钢拱架包围的范围开挖土方，底部中间部位预留核心土：核心土断面为梯形，底部两边距工字钢拱架 1.5m，梯形坡度按照 1 : 0.5 收坡，梯形高度为 2.2m；

[0081] ②、施做导坑内初期支护：

[0082] 在导坑壁面上喷射 4cm 厚的混凝土；

[0083] 挂钢筋网片，钢筋网片采用 $\Phi 8\text{mm}$ 钢筋，按 $20 \times 20\text{cm}$ 网格焊接；

[0084] 在准备安装工字钢拱架拱脚处浇筑混凝土基础，在混凝土基础安装钢垫板；

[0085] 安装工字钢拱架，工字钢拱架两端夹角 120° ，工字钢拱架间距 0.3m；以上支护是在隧道导坑土方施工每进尺 0.6m 进行；在工字钢拱架拱脚处安装纵向槽钢托梁，纵向槽钢托梁焊在工字钢拱架拱脚上；

[0086] 混凝土基础的钢垫板上安装工字钢斜撑，工字钢斜撑两端分别焊在工字钢拱架与钢垫板上；

[0087] 安装工字钢拱架锁脚锚杆：工字钢拱架每个拱脚处钻设两根锁脚锚杆，锁脚锚杆长 5m，一根锁脚锚杆的角度为水平向下 20° ，另一根锁脚锚杆的角度为水平向下 40° ，锁脚锚杆用水泥砂浆注满；

[0088] 焊接纵向连接钢筋：连接钢筋采用 $\Phi 22\text{mm}$ ，长为搭接两榀工字钢拱架，环向间距 1m，两榀连接钢筋为一联，两联间的连接钢筋间隔布置；

[0089] 按设计厚度，在掌子面喷混凝土；

[0090] 清除距掌子面 3.5m 以外的核心土；

[0091] ③安装第一级台阶的工字钢临时仰拱：工字钢临时仰拱与工字钢钢拱架对应布置，每两榀工字钢临时仰拱之间焊接连接钢筋构成一联，连接钢筋环向间距 1m，连接钢筋采用 $\Phi 22\text{mm}$ 钢筋，两联间的连接钢筋间隔布置；

[0092] ④、将距掌子面 6m 以外的第一级台阶的临时仰拱拆除，开挖第二级台阶的土方，开挖方法与第一级台阶的一致，中部预留核心土，挖核心土的两侧开挖面错开 1.2m；

[0093] 进行导坑内初期支护；

[0094] 在隧道导坑边墙上钻孔与安装小导管：小导管长度 3.5 ~ 5.0m，环向间距 1.0m，纵向间距 0.6m，环向与环向孔距错开布置，小导管内注浆；

[0095] 向隧道导坑边墙上喷射 4cm 厚的混凝土；

[0096] 在隧道导坑边墙上安装钢筋网片：钢筋网片采用 $\Phi 8\text{mm}$ 钢筋，按 $20 \times 20\text{cm}$ 网格焊接；

[0097] 安装工字钢钢架：工字钢钢架间距 0.3m；

[0098] 在工字钢钢架下端安装纵向槽钢托梁，纵向槽钢托梁焊在工字钢钢架上；

[0099] 安装工字钢钢架锁脚锚杆：工字钢钢架每个下端设两根锁脚锚杆，锁脚锚杆长 5m，一根锁脚锚杆的角度为水平向下 20° ，另一根锁脚锚杆的角度为水平向下 40° ，锁脚锚杆用水泥砂浆注满；

[0100] 焊接纵向连接钢筋：连接钢筋采用 $\Phi 22\text{mm}$ ，长为搭接两榀工字钢钢架，环向间距 1m，两榀连接钢筋为一联，两联间的连接钢筋间隔布置；

[0101] 复喷混凝土至设计厚度；

[0102] 清除距第二级台阶掌子面 3.5m 以外的核心土；

[0103] ⑤安装第二级台阶的工字钢临时仰拱：工字钢临时仰拱与工字钢钢拱架对应布置，每两榀工字钢临时仰拱之间焊接连接钢筋构成一联，连接钢筋环向间距 1m，连接钢筋采用 $\Phi 22\text{mm}$ 钢筋，两联间的连接钢筋间隔布置；

[0104] ⑥、将距第二级台阶掌子面 6m 以外的第二级台阶的临时仰拱拆除，开挖第三级台阶土方，开挖方法与第二级台阶一致，中部预留核心土，挖核心土的两侧，两侧的开挖面错开 1.2m；

[0105] 进行导坑内初期支护；

[0106] 在隧道导坑边墙上钻孔与安装小导管：小导管长度 3.5 ~ 5.0m，环向间距 1.0m，纵向间距 0.6m，环向与环向孔距错开布置，小导管内注浆；

[0107] 向隧道导坑边墙上喷射 4cm 厚的混凝土；

[0108] 在隧道导坑边墙上安装钢筋网片：钢筋网片采用 $\Phi 8\text{mm}$ 钢筋，按 $20 \times 20\text{cm}$ 网格焊接；

[0109] 安装工字钢钢架：工字钢钢架间距 0.3m；

[0110] 在工字钢钢架下端安装纵向槽钢托梁，纵向槽钢托梁焊在工字钢钢架上；

[0111] 焊接纵向连接钢筋：连接钢筋采用 $\Phi 22\text{mm}$ ，长为搭接两榀工字钢钢架，环向间距 1m，两榀连接钢筋为一联，两联间的连接钢筋间隔布置；

[0112] 复喷混凝土至设计厚度；

[0113] 挖除第三级台阶的核心土；

[0114] ⑦、根据监控量测结果分析，待初期支护收敛后，浇筑仰拱及仰拱填充；

[0115] ⑧对隧道导坑的拱部及边墙一次性浇注衬砌混凝土；

[0116] 术语说明

[0117] 1、监控量测：隧道开挖过程中使用各种类型的仪表和工具，对围岩和支护、二次衬砌的力学行为以及他们之间的力学关系进行观测，并对其稳定性进行评价，统称为监控量测。与一般地面工程相比较，隧道工程监控量测具有特殊的作用，它是隧道工程施工管理中不可缺少的一个重要环节。工程实践表明，隧道设计单独孤立地使用力学计算或经验方法都不能取得良好的效果，为了使经验方法科学化和力学计算有依据，监控量测起到特别重要的作用，把监控量测所获得的信息加以必要的数学处理，与理论、经验方法相结合，建立一套量测分析方法，利用分析结果及时地调整、确定支护参数和进行施工决策。

[0118] 2、初期支护收敛：是指初期支护的变形趋于某一无限小值而接近稳定。

[0119] 3、环向：指隧道横断面图上，沿隧道周边方向。

[0120] 纵向：指沿隧道长度延伸方向。

[0121] 施工说明

[0122] 1、减少围岩扰动、提高围岩自稳能力。隧道V级弱质全风化围岩，必须最大程度减少扰动，开挖时每次循环进尺控制在管棚允许的支护能力内。掘进采用人工配合机械开挖，禁止放炮扰动。争取极短时间内掘进到进尺深度，开挖后立即喷射4cm厚混凝土封闭，然后立即进行初期临时支护。掘进时遇到孤石，开挖时使用凿岩机进行破碎，不可采用爆破方法破碎，以减少施工对围岩的扰动。

[0123] 2、及时安装仰拱、及时跟进二衬，加强围岩支护，减少变形。为减少初期支护结构的变形，提高隧道的安全性，在进尺深度允许的条件下，及早施做仰拱、积极跟进二衬。二衬距离掌子面的距离不能大于35m。

[0124] 3、加强施工监测。通过监控量测所取得的数据，对初期的时态曲线进行回归分析，结合围岩判定，随时掌握施工阶段围岩和支护动态，了解支护构件的作用与效果，确保隧道工程安全与经济，为调整初期支护设计参数，确定二次衬砌与仰拱的施作时间提供依据。

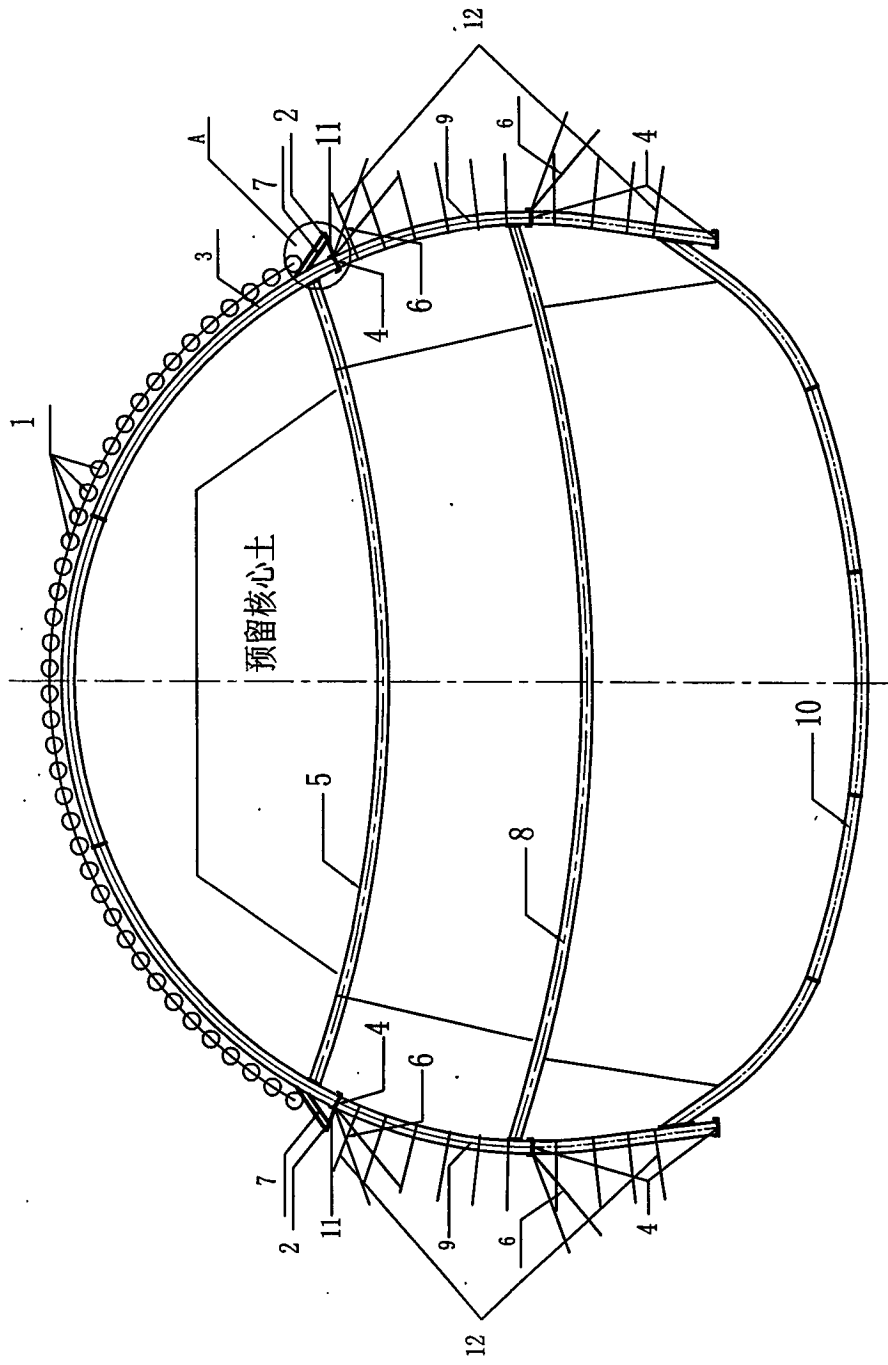


图 1

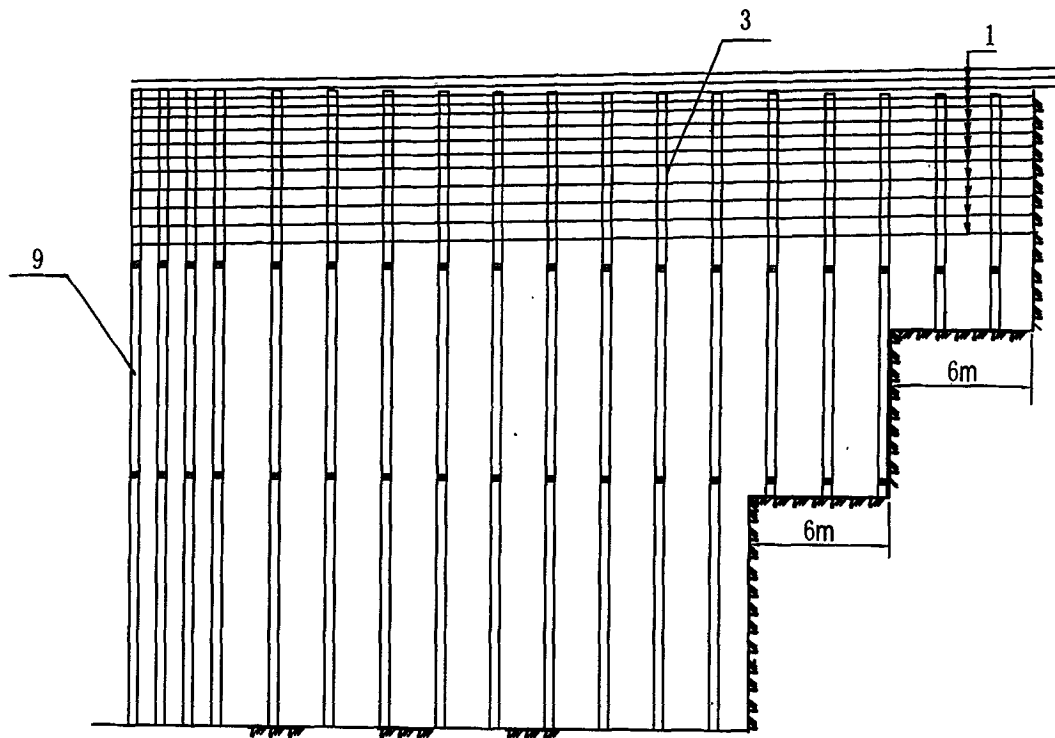


图 2

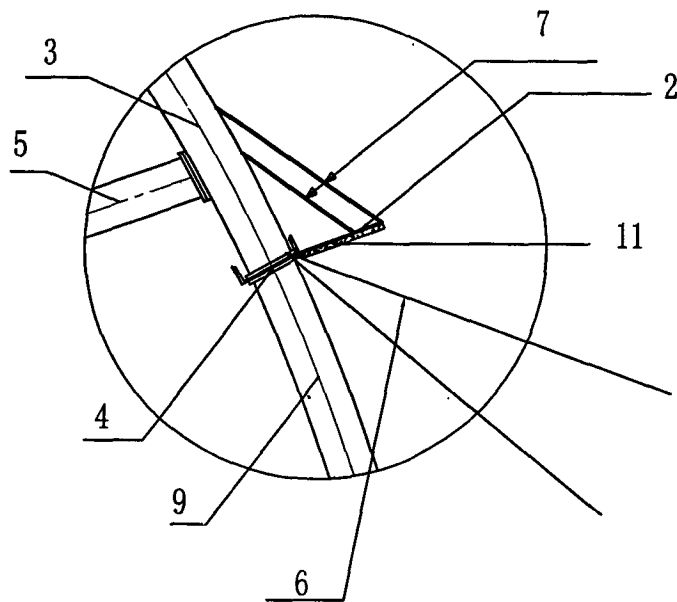


图 3