



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109595004 B

(45) 授权公告日 2021.05.14

(21) 申请号 201811249518.3

E21D 20/00 (2006.01)

(22) 申请日 2018.10.25

E21D 9/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 白玉兰

申请公布号 CN 109595004 A

(43) 申请公布日 2019.04.09

(73) 专利权人 浙江省隧道工程集团有限公司
地址 310000 浙江省杭州市西湖区古墩路
673号13、15层

(72) 发明人 康三月 项斌 徐友樟 郭红里
陈艳春

(74) 专利代理机构 浙江杭知桥律师事务所
33256
代理人 王梨华 陈丽霞

(51) Int. Cl.

E21D 11/10 (2006.01)

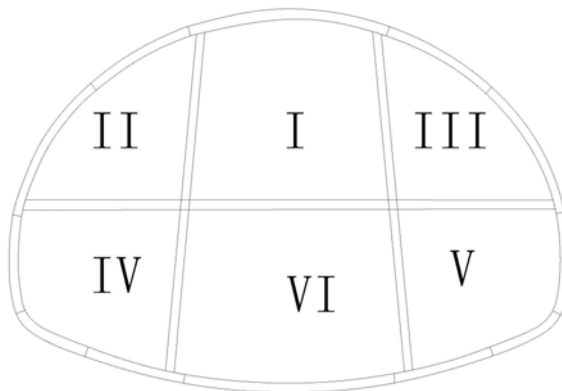
权利要求书2页 说明书10页 附图1页

(54) 发明名称

一种隧道二扩四扩挖方法

(57) 摘要

本发明涉及隧道开挖领域,尤其涉及了一种隧道扩挖方法,包括IV、V级围岩隧道施工方法,还包括III级围岩隧道施工方法,其中IV、V级围岩隧道施工方法包括如下施工步骤:对开挖隧道进行进行分区,包括拱顶中部的I部,I部左侧的II部,I部右侧的III部,II部下侧的IV部,III部下部的V部和I下部的VI部。该施工方法采用双侧壁分部开挖,先拱后墙的开挖方式具有以下优点,拱顶下沉最小,水平位移较小,临时支撑轴力最小,而且支护可靠,工程进度较快。而且该方案十分适用于超大跨度、超大断面、小间距隧道的扩挖施工,施工安全性高,不会出现塌方等现象。



1. 一种隧道二扩四扩挖方法,其特征在于:包括 IV、V级围岩隧道施工方法,还包括III级围岩隧道施工方法,其中IV、V级围岩隧道施工方法包括如下施工步骤:

对开挖隧道进行分区,包括拱顶中部的I部,I部左侧的II部,I部右侧的III部,II部下侧的IV部,III部下部的V部和I下部的VI部;

步骤一、既有隧道回填、加固、注浆;

步骤二、拱顶I部开挖支护;

步骤三、左上II部开挖支护;

步骤四、右上III部开挖支护;

步骤五、左下IV部开挖支护;

步骤六、右下V部开挖支护;

步骤七、中下VI部开挖支护;

步骤八、临时支护拆除;

步骤九、全断面二次衬砌;

其中,步骤一包括对旧隧道进行部分回填压实,然后在回填土的顶面临时底板上架设I25a工字钢水平横撑,间距与钢拱架一致,喷射C25早强钢纤维混凝土,喷层厚度30cm;然后对既有隧道进行二次加固和既有隧道的空洞进行注浆填充;

拱顶I部开挖支护包括以下步骤,

(1) 施作超前小导管: $\Phi 42 \times 4, @40$;

(2) 采用控制爆破开挖I部围岩,初喷3~5cm厚C25早强钢纤维混凝土;循环进尺V级围岩1-2榀钢拱架,IV级围岩2-3榀钢拱架;

(3) 架设I25a钢拱架@50cm;

拱架两端紧贴两侧按斜向上分别打2根倾角30度和45度锁脚锚管;

用I25a临时短竖撑支撑钢拱架于既有隧道二衬砼上;

(4) 施作系统锚杆,为保证系统锚杆、钢拱架初期支护的整体强度,将系统锚杆纵向间距与钢拱架间距调为一致并焊接成整体;

(5) 铺设钢筋网,喷至设计厚度完成拱顶初期支护;

(6) 爆破结合机械拆除既有隧道拱顶混凝土结构以及临时短竖撑;根据现场实际情况在围岩相对稳定时,I部混凝土结构拆除与围岩开挖一次性完成;铺设钢筋网、架设I28a临时竖撑与横撑固定;

(7) 锁脚锚管:竖向临时钢拱架与既有二衬交界处两侧按斜向下分别打2根倾角分别是30度、45度的锁脚锚管;

锁脚锚管参数 $\Phi 42 \times 4, L=450\text{cm}$;

锁脚锚管与钢架之间采用U型钢筋焊接;

(8) 双侧壁增设 $\Phi 25$ 中空注浆锚杆@100*50, L=250cm;

(9) 铺设钢筋网,喷射C25早强钢纤维混凝土至设计厚度;

左上II部开挖支护方法具体为,

(1) 左上II部施作 $\Phi 42 \times 4$ 超前注浆小导管;

待I部开挖支护达到3~5m后,开始左上II部开挖支护;

(2) 采用控制爆破开挖左上II部,循环进尺V级围岩1-2榀钢拱架,IV级围岩2-3榀钢拱

架；

(3) 开挖至设计轮廓后初喷3~5cm厚C25早强钢纤维混凝土封闭围岩, 铺设第一层钢筋网、架设钢架；

(4) 在钢架拱脚处, 紧贴钢架两侧按斜向下施作锁脚锚管；

(5) 施作洞身拱部系统锚杆；

(6) 复喷至拱架内侧平面, 铺设第二层钢筋网, 再复喷至设计厚度；

左上II部开挖支护3~5m后, 开始右上III部开挖支护, 开挖支护步骤与左上II部相同。

2. 根据权利要求1所述的一种隧道二扩四扩挖方法, 其特征在于: 右上III部开挖支护3~5m后, 开始左下IV部开挖支护, 开挖支护步骤与左上II部相同; 左下IV部开挖支护3~5m后, 开始右下V部开挖支护; 开挖支护步骤与左上II部相同; 右下V部开挖支护3~5m后, 开始中下VI部开挖支护; 仰拱开挖完成后及时施作初期支护, 闭合成环。

3. 根据权利要求1所述的一种隧道二扩四扩挖方法, 其特征在于: 隧道初期支护采用C25钢纤维喷射砼; 隧道初期支护喷射钢纤维混凝土厚度设计, V级围岩段为31cm、IV级围岩段和V级围岩段的临时支护为28cm、III级围岩段和IV级围岩段的临时支护为24cm, 初期支护采用的混凝土为标号为C25早强钢纤维混凝土, 喷射砼采用湿喷工艺施工, 人工掌握喷头直接喷射砼;

初喷C25早强混凝土在刷帮、找顶后进行, 喷射混凝土厚度3cm后封闭围岩, 放炮后由人工在碴堆上喷护; 复喷C25早强钢纤维混凝土是在初喷混凝土层及加固后的围岩保护下, 完成立拱架、挂网、锚杆工序的作业后进行。

4. 根据权利要求1所述的一种隧道二扩四扩挖方法, 其特征在于: 还包括III级围岩的施工方法, III级围岩的施工方法为三台阶施工方法。

一种隧道二扩四扩挖方法

技术领域

[0001] 本发明涉及隧道工程领域,尤其涉及了一种隧道二扩四扩挖方法。

背景技术

[0002] 公路隧道是专供汽车运输行驶的通道。随着社会经济和生产的发展,高速公路大量出现,对道路的修建技术提出了较高的标准,要求线路顺直、坡度平缓、路面宽敞等。因此在道路穿越山区时,过去盘山绕行的方案多改为隧道方案。隧道的修建在改善公路技术状态、缩短运行距离、提高运输能力、减少事故等方面起到重要的作用。

[0003] 随着社会的发展,汽车数量的增加,以及道路的扩宽,原有隧道的通行能力很难满足现实需求。所以需要要求对原有隧道进行扩挖或者重新进行设计。现有的隧道扩挖方法具有施工缓慢,支护量较大,不能适用于不同地形的缺点。而且面对超大断面、超大跨度以及小间距的隧道施工没有较为合理的施工方案。

发明内容

[0004] 本发明针对现有技术开挖支护不牢容易塌方,工程量大等缺点,提供了一种隧道二扩四扩挖方法。

[0005] 为了解决上述的技术问题,本发明通过下述技术方案得以解决:

[0006] 一种隧道二扩四扩挖方法,包括IV、V级围岩隧道施工方法,还包括III级围岩隧道施工方法,其中IV、V级围岩隧道施工方法包括如下施工步骤:对开挖隧道进行进行分区,包括拱顶中部的I部,I部左侧的II部,I部右侧的III部,II部下侧的IV部,III部下部的V部和I下部的VI部;

[0007] 步骤一、既有隧道回填、加固、注浆;

[0008] 步骤二、拱顶I部开挖支护;

[0009] 步骤三、左上II部开挖支护;

[0010] 步骤四、右上III部开挖支护;

[0011] 步骤五、左下IV部开挖支护;

[0012] 步骤六、右下V部开挖支护;

[0013] 步骤七、中下VI部开挖支护;

[0014] 步骤八、临时支护拆除;

[0015] 步骤十、全断面二次衬砌;

[0016] 其中,步骤一包括对旧隧道进行部分回填压实,然后在回填土的顶面临时底板上架设I25a工字钢水平横撑,间距与钢拱架一致,喷射C25早强钢纤维混凝土,喷层厚度30cm;然后对既有隧道进行二次加固和既有隧道的空洞进行注浆填充。

[0017] 作为优选,拱顶I部开挖支护包括以下步骤,

[0018] (1) 施作超前小导管: $\Phi 42 \times 4, @40$;

[0019] (2) 采用控制爆破开挖I部围岩,初喷3~5cm厚C25早强钢纤维混凝土;循环进尺V

级围岩1-2榀钢拱架,IV级围岩2-3榀钢拱架;

[0020] (3) 架设I25a钢拱架@50cm。拱架两端紧贴两侧按斜向上分别打2根倾角30度和45度锁脚锚管。用I25a临时短竖撑支撑钢拱架于既有隧道二衬砼上;

[0021] (4) 施作系统锚杆。为保证系统锚杆、钢拱架等初期支护的整体强度,建议将系统锚杆纵向间距与钢拱架间距调为一致并焊接成整体;

[0022] (5) 铺设钢筋网,喷至设计厚度完成拱顶初期支护;

[0023] (6) 爆破结合机械拆除既有隧道拱顶混凝土结构以及临时短竖撑;根据现场实际情况在围岩相对稳定时,I部混凝土结构拆除与围岩开挖可以一次性完成;铺设钢筋网、架设I28a临时竖撑与横撑固定;

[0024] (7) 锁脚锚管:竖向临时钢拱架与既有二衬交界处两侧按斜向下分别打2根倾角分别是30度、45度的锁脚锚管。锁脚锚管参数 $\Phi 42 \times 4, L = 450\text{cm}$ 。锁脚锚管与钢架之间采用U型钢筋焊接;

[0025] (8) 双侧壁增设 $\Phi 25$ 中空注浆锚杆@100*50, $L = 250\text{cm}$;

[0026] (9) 铺设钢筋网,喷射C25早强钢纤维混凝土至设计厚度。

[0027] 作为优选,左上II部开挖支护方法具体为,(1)左上II部施作 $\Phi 42 \times 4$ 超前注浆小导管。待I部开挖支护达到3~5m后(具体根据围岩情况及监控量测数据确定),开始左上II部开挖支护;

[0028] (2) 采用控制爆破开挖左上II部,循环进尺V级围岩1-2榀钢拱架,IV级围岩2-3榀钢拱架;

[0029] (3) 开挖至设计轮廓后初喷3~5cm厚C25早强钢纤维混凝土封闭围岩,铺设第一层钢筋网、架设钢架;

[0030] (4) 在钢架拱脚处,紧贴钢架两侧按斜向下施作锁脚锚管;

[0031] (5) 施作洞身拱部系统锚杆;

[0032] (6) 复喷至拱架内侧平面,铺设第二层钢筋网,再复喷至设计厚度;

[0033] 左上II部开挖支护3~5m后,开始右上III部开挖支护,开挖支护步骤与左上II部相同。

[0034] 作为优选,右上III部开挖支护3~5m后,开始左下IV部开挖支护,开挖支护步骤与左上II部相同;左下IV部开挖支护3~5m后,开始右下V部开挖支护;开挖支护步骤与左上II部相同;右下V部开挖支护3~5m后,开始中下VI部开挖支护,仰拱开挖完成后及时施作初期支护,闭合成环。

[0035] 作为优选,隧道初期支护采用C25钢纤维喷射砼;隧道初期支护喷射钢纤维混凝土厚度设计,V级围岩段为31cm、IV级围岩段和V级围岩段的临时支护为28cm、III级围岩段和IV级围岩段的临时支护为24cm,标号为C25早强钢纤维混凝土,喷射砼采用湿喷工艺施工,人工掌握喷头直接喷射砼;

[0036] 初喷C25早强混凝土在刷帮、找顶后进行,喷射混凝土厚度3cm后封闭围岩,放炮后由人工在碴堆上喷护;复喷C25早强钢纤维混凝土是在初喷混凝土层及加固后的围岩保护下,完成立拱架、挂网、锚杆工序的作业后进行。

[0037] 作为优选,还包括III级围岩的施工方法,III级围岩的施工方法为三台阶施工方法。

[0038] 本发明采用上述技术方案,具有以下有益效果:

[0039] 本施工方法具有地形适应性广,能够适应于III、IV、V级围岩,采用双侧壁分部开挖,先拱后墙的开挖方式具有以下优点,拱顶下沉最小,水平位移较小,临时支撑轴力最小,而且支护可靠,工程进度较快。而且该方案十分适用于超大跨度、超大断面、小间距隧道的扩挖施工,施工安全性高,不会出现塌方等现象。

附图说明

[0040] 图1是扩挖后隧道的剖面图。

具体实施方式

[0041] 下面结合附图与实施例对本发明作进一步详细描述。

[0042] 实施例1

[0043] 一种隧道二扩四扩挖方法,包括IV、V级围岩隧道施工方法,还包括III级围岩隧道施工方法,其中IV、V级围岩隧道施工方法包括如下施工步骤:对开挖隧道进行进行分区,包括拱顶中部的I部,I部左侧的II部,I部右侧的III部,II部下侧的IV部,III部下部的V部和I下部的VI部;

[0044] 步骤一、既有隧道回填、加固、注浆;

[0045] 步骤二、拱顶I部开挖支护;

[0046] 步骤三、左上II部开挖支护;

[0047] 步骤四、右上III部开挖支护;

[0048] 步骤五、左下IV部开挖支护;

[0049] 步骤六、右下V部开挖支护;

[0050] 步骤七、中下VI部开挖支护;

[0051] 步骤八、临时支护拆除;

[0052] 步骤十、全断面二次衬砌;

[0053] 其中,步骤一包括对旧隧道进行部分回填压实,然后在回填土的顶面临时底板上架设I25a工字钢水平横撑,间距与钢拱架一致,喷射C25早强钢纤维混凝土,喷层厚度30cm;然后对既有隧道进行二次加固和既有隧道的空洞进行注浆填充。

[0054] (1) 施作超前小导管: $\Phi 42 \times 4, @40$;

[0055] (2) 采用控制爆破开挖I部围岩,初喷3~5cm厚C25早强钢纤维混凝土;循环进尺V级围岩1-2榀钢拱架,IV级围岩2-3榀钢拱架;

[0056] (3) 架设I25a钢拱架@50cm。拱架两端紧贴两侧按斜向上分别打2根倾角30度和45度锁脚锚管。用I25a临时短竖撑支撑钢拱架于既有隧道二衬砼上;

[0057] (4) 施作系统锚杆。为保证系统锚杆、钢拱架等初期支护的整体强度,建议将系统锚杆纵向间距与钢拱架间距调为一致并焊接成整体;

[0058] (5) 铺设钢筋网,喷至设计厚度完成拱顶初期支护;

[0059] (6) 爆破结合机械拆除既有隧道拱顶混凝土结构以及临时短竖撑;根据现场实际情况在围岩相对稳定时,I部混凝土结构拆除与围岩开挖可以一次性完成;铺设钢筋网、架设I28a临时竖撑与横撑固定;

[0060] (7) 锁脚锚管: 竖向临时钢拱架与既有二衬交界处两侧按斜向下分别打2根倾角分别是30度、45度的锁脚锚管。锁脚锚管参数 $\Phi 42 \times 4, L = 450\text{cm}$ 。锁脚锚管与钢架之间采用U型钢筋焊接;

[0061] (8) 双侧壁增设 $\Phi 25$ 中空注浆锚杆@100*50, $L = 250\text{cm}$;

[0062] (9) 铺设钢筋网, 喷射C25早强钢纤维混凝土至设计厚度。

[0063] 左上II部开挖支护方法具体为,

[0064] (1) 左上II部施作 $\Phi 42 \times 4$ 超前注浆小导管。待I部开挖支护达到3~5m后(具体根据围岩情况及监控量测数据确定), 开始左上II部开挖支护;

[0065] (2) 采用控制爆破开挖左上II部, 循环进尺V级围岩1-2榀钢拱架, IV级围岩2-3榀钢拱架;

[0066] (3) 开挖至设计轮廓后初喷3~5cm厚C25早强钢纤维混凝土封闭围岩, 铺设第一层钢筋网、架设钢架;

[0067] (4) 在钢架拱脚处, 紧贴钢架两侧按斜向下施作锁脚锚管;

[0068] (5) 施作洞身拱部系统锚杆;

[0069] (6) 复喷至拱架内侧平面, 铺设第二层钢筋网, 再复喷至设计厚度;

[0070] 左上II部开挖支护3~5m后, 开始右上III部开挖支护, 开挖支护步骤与左上II部相同。右上III部开挖支护3~5m后, 开始左下IV部开挖支护, 开挖支护步骤与左上II部相同; 左下IV部开挖支护3~5m后, 开始右下V部开挖支护; 开挖支护步骤与左上II部相同; 右下V部开挖支护3~5m后, 开始中下VI部开挖支护, 仰拱开挖完成后及时施作初期支护, 闭合成环。隧道初期支护采用C25钢纤维喷射砼; 隧道初期支护喷射钢纤维混凝土厚度设计, V级围岩段为31cm、IV级围岩段和V级围岩段的临时支护为28cm、III级围岩段和IV级围岩段的临时支护为24cm, 标号为C25早强钢纤维混凝土, 喷射砼采用湿喷工艺施工, 人工掌握喷头直接喷射砼; 初喷C25早强混凝土在刷帮、找顶后进行, 喷射混凝土厚度3cm后封闭围岩, 放炮后由人工在碴堆上喷护; 复喷C25早强钢纤维混凝土是在初喷混凝土层及加固后的围岩保护下, 完成立拱架、挂网、锚杆工序的作业后进行, 还包括III级围岩的施工方法, III级围岩的施工方法为三台阶施工方法。

[0071] 本实施例以楼山隧道扩挖为例对本方案进行更为详尽的阐述。

[0072] 首先对原有隧道周围的环境进行数据收集, 包括山体的岩层情况, 既有隧道的使用过程中的问题, 既有隧道存在的问题以及其他水文数据。

[0073] 第一步准备工作:

[0074] (1) 左洞交通管制, 进行钢拱架加固, 18号工字钢, 间距1米, 纵向用连接筋连接。二衬开裂、脱空地段加设 $\Phi 8 @ 150 \times 150\text{mm}$ 钢筋网片(详细方案见专项设计)。

[0075] (2) 开放左洞交通, 封闭右洞交通。

[0076] (3) 洞口仰坡及管棚施工, 洞内机电设施拆除。

[0077] 第二步: 既有隧道回填、临时加固、注浆。

[0078] (1) 回填压实: 考虑二次扰动对安全的影响, 隧道施工采用“先回填后开挖”。碎石土回填高度以设计为准。目的: 降低高度, 减少分部开挖暴露空间, 给拱部拆除后的二衬墙体提供支撑, 使既有二衬与新支护共同组成支撑体系, 为施工作业提供平台。

[0079] (2) 临时仰拱: 在临时底板上架设I25a工字钢水平横撑, 间距与钢拱架一致, 喷射

C25早强钢纤维混凝土,喷层厚度30cm。目的:封闭临时底板,尽快形成初期强度。水平横撑承载钢支撑及临时支护传递的载荷。

[0080] (3) 二衬加固:既有隧道年久失修,接顶不严、壁后脱空、局部来压等情况,在施工振动下可能造成既有隧道塌方。本方案将既有隧道袋装土回填接顶部分改为I18工字钢拱架,间距1米。目的:便于人员、材料、机械设备进出;利于通风;增加一个安全通道;为开辟除进出口外第三个工作面创造条件,确保工期。

[0081] (4) 注浆充填:根据既有隧道拱顶空洞情况,必要时进行局部注浆充填。注浆材料为1:0.5水泥浆,注浆压力0.2~0.5MPa。注浆充填工程量监理现场确认,建议在504-1-d二衬拱顶压浆($\Phi 42 \times 4$ mm注浆小导管)中合并计量。

[0082] 在安装时,将套接口2套接在支撑梁上,然后调整位置后使用螺栓以及垫块有需要的话穿过第一通孔7,将悬空件固定安装在支撑梁上。然后进行搭建脚手架。竖直管插在竖直的第一固定件3内。

[0083] 第三步:拱顶I部开挖支护。

[0084] (1) 施作超前小导管: $\Phi 42 \times 4, @40$ 。

[0085] (2) 采用控制爆破开挖I部围岩,初喷3~5cm厚C25早强钢纤维混凝土。循环进尺V级围岩1-2榀钢拱架,IV级围岩2-3榀钢拱架。

[0086] (3) 架设I25a钢拱架@50cm。拱架两端紧贴两侧按斜向上分别打2根倾角30度和45度锁脚锚管。用I25a临时短竖撑支撑钢拱架于既有隧道二衬砼上。

[0087] (4) 施作系统锚杆。为保证系统锚杆、钢拱架等初期支护的整体强度,建议将系统锚杆纵向间距与钢拱架间距调为一致并焊接成整体。

[0088] (5) 铺设钢筋网,喷至设计厚度完成拱顶初期支护。

[0089] (6) 爆破结合机械拆除既有隧道拱顶混凝土结构以及临时短竖撑。根据现场实际情况在围岩相对稳定时,I部混凝土结构拆除与围岩开挖可以一次性完成。铺设钢筋网、架设I28a临时竖撑与横撑固定。

[0090] (7) 锁脚锚管:竖向临时钢拱架与既有二衬交界处两侧按斜向下分别打2根倾角分别是30度、45度的锁脚锚管。锁脚锚管参数 $\Phi 42 \times 4, L = 450$ cm。锁脚锚管与钢架之间采用U型钢筋焊接。

[0091] (8) 双侧壁增设 $\Phi 25$ 中空注浆锚杆@100*50, $L = 250$ cm。

[0092] (9) 铺设钢筋网,喷射C25早强钢纤维混凝土至设计厚度。

[0093] 第四步:左上II部开挖支护

[0094] (1) 左上II部施作 $\Phi 42 \times 4$ 超前注浆小导管。待I部开挖支护达到3~5m后(具体根据围岩情况及监控量测数据确定),开始左上II部开挖支护。

[0095] (2) 采用控制爆破开挖左上II部,循环进尺V级围岩1-2榀钢拱架,IV级围岩2-3榀钢拱架。

[0096] (3) 开挖至设计轮廓后初喷3~5cm厚C25早强钢纤维混凝土封闭围岩,铺设第一层钢筋网、架设钢架。

[0097] (4) 在钢架拱脚处,紧贴钢架两侧按斜向下施作锁脚锚管。

[0098] (5) 施作洞身拱部系统锚杆。

[0099] (6) 复喷至拱架内侧平面,铺设第二层钢筋网,再复喷至设计厚度。

- [0100] 第五步:右上III部开挖支护。
- [0101] 左上II部开挖支护3~5m后(具体根据围岩情况及监控量测数据确定),开始右上III部开挖支护(开挖支护步骤与左上II部相同)。
- [0102] 第六步:左下IV部开挖支护。
- [0103] 右上III部开挖支护3~5m后(具体根据围岩情况及监控量测数据确定),开始左下IV步开挖支护(开挖支护步骤与左上II部相同)。
- [0104] 第七步:右下V部开挖支护。
- [0105] 左下IV部开挖支护3~5m后(具体根据围岩情况及监控量测数据确定),开始右下V部开挖支护(开挖支护步骤与左上II部相同)。
- [0106] 第八步:中下VI部开挖支护。
- [0107] 右下V部开挖支护3~5m后(具体根据围岩情况及监控量测数据确定),开始中下VI部开挖支护。仰拱开挖完成后及时施作初期支护,闭合成环。
- [0108] 第九步:临时支护拆除。隧道初期支护成环闭合后,根据监控量测数据,确定临时支护的拆除时间和拆除长度。
- [0109] 第十步:仰拱开挖及支护,循环进尺V级围岩3-6榀钢拱架,IV级围岩3-6榀钢拱架。栈桥下施工仰拱混凝土、仰拱填充及铺底混凝土,循环进尺9米,与二衬长度一致。
- [0110] 第十一步:全断面二次衬砌。
- [0111] 二次衬砌应在围岩和初期支护变形基本稳定后施做。当围岩变形量较大,流变特性明显时,要加强与设计单位沟通及时修改初期支护并及早施做仰拱和二次衬砌。二衬台车的设计及加工委托有经验的专门厂家定做加工。
- [0112] 本隧道为超大跨度隧道(20.09米),二衬钢筋安装后刚度不足易发生垮塌,施工中应加强支撑加固。
- [0113] 传统的III级围岩施工步骤为,第一步:既有隧道回填、加固、注浆。
- [0114] (1) 回填压实:对既有隧道下半断面进行回填压实,形成临时底板。目的:降低高度,减少分部开挖暴露空间,给拱部拆除后的二衬墙体提供支撑,为施工作业提供平台。
- [0115] (2) 隧道加固:既有隧道年久失修,接顶不严、壁后脱空、局部来压等情况,在施工振动下可能造成既有隧道塌方。本方案将既有隧道袋装土回填接顶部分改为I18工字钢拱架,间距1米。目的:便于人员、材料、机械设备进出;利于通风;增加一个安全通道;为开辟除进出口外第三个工作面创造条件,确保工期。
- [0116] (3) 注浆充填:根据既有隧道拱顶空洞的实测情况,必要时进行局部注浆充填。注浆材料为1:0.5水泥浆,注浆压力为0.2~0.5MPa。注浆充填工程量监理现场确认,建议在504-1-d二衬拱顶压浆($\phi 42 \times 4$ mm注浆小导管)中计量。
- [0117] 第二步:上台阶I部开挖支护
- [0118] (1) 超前注浆小导管:在开挖轮廓线圆心角120范围内施作 $\Phi 42 \times 4$ 超前注浆小导管,环向间距40cm,L=450cm,每三榀拱架布置一环。
- [0119] (2) 拆除钢拱架临时支护,控制爆破开挖I部围岩及既有隧道结构物。循环进尺2-3榀钢拱架。
- [0120] (3) 初喷3~5cm早强钢纤维混凝土封闭围岩,铺设钢筋网、架设钢架。
- [0121] (4) 施作洞身拱部系统锚杆。

[0122] (5)复喷至设计厚度。

[0123] 第三步:左下台阶II部开挖支护

[0124] (1)左下台阶II部开挖滞后于上台阶I部15m距离。

[0125] (2)初喷3~5cm早强钢纤维混凝土封闭围岩,铺设钢筋网、架设钢拱架。

[0126] (3)施作系统锚杆。

[0127] (4)复喷至设计厚度。

[0128] 第四步:右下导坑III部开挖支护

[0129] 右下台阶III部滞后左下台阶II部10m距离,施工方法同左下导坑II部开挖支护。

[0130] 第五步:监控量测数据收集反馈。

[0131] 第六步:全断面二次衬砌。

[0132] 本实施例中,III级围岩的隧道开挖采用三台阶法施工。开挖步序及参数如图所示。上台阶(I部)开挖循环进尺2-3榀钢拱架。中台阶(II、III部)开挖滞后于I部5米,循环进尺2-3榀钢拱架。下台阶(IV、V部)开挖滞后于中台阶15m,循环进尺2-3榀钢拱架。

[0133] 本实施例还包括以下工艺

[0134] 超前支护和初期支护

[0135] 超前大管棚支护

[0136] (1)施作护拱

[0137] 洞口段用2m长套拱(C30砼)作为大管棚导向墙。套拱施工采用先墙后拱法,在2m套拱内架立三榀I22b工字钢(纵向间距0.75m),工字钢加工分为7段,段与段之间采用螺栓连接,工字钢焊接在24×22×2cm钢板上,工字钢与工字钢间纵向采用Φ25钢筋焊接成一个整体,环向间距1m,并在工字钢内、外缘交错布置,整个工字钢采用双面焊接,焊缝厚度不小于4cm。在钢支撑上安装Φ127×5mm,长2m的导向管,导向管(即孔口管)沿拱圈环向布设67根,间距中对中40cm。孔口管采用Φ25钢筋焊接在工字钢上,方向与管棚位置方向一致,Φ25钢筋与工字钢、孔口管相接处采用双面焊接,焊接宽度不小于5d。然后浇注80cm厚的C30砼包裹钢支撑和导向管。

[0138] 混凝土浇筑采用水泥罐车运输,吊车吊运方法施工。施工时注意对混凝土进行捣固,注意捣固力度不可过大,防止暴模现象出现。为保证混凝土美观,内、外模采用竹胶板。混凝土采用强制式搅拌机JS1000型拌制。配合比严格按照试验室开出的现场施工配合比施工,采用混凝土罐车运输混凝土。

[0139] (2)钻孔

[0140] 护拱中预埋的Φ127孔口管作为导向管进行钻孔。钻孔角度按照1~3°角钻进。

[0141] ①钻孔前先检查钻机机械状况是否正常;钻孔时根据情况确定是否加泥浆或水泥浆钻进,当钻至砂层易塌孔时,应加泥浆护壁方可继续钻进;如不能成孔时,可加套筒或将钻头直接焊接在钢管前端钻;

[0142] ②钻机就位后,根据事先测量放样好的点位钻孔位置;施钻时,顶紧掌子面,提高施钻精度;钻机开孔时钻速宜低,钻深至20cm以后转入正常钻速;钻进过程中不断调整钻机钻进方向。

[0143] ③第一节钻杆钻入岩层尾部剩20-30cm时钻进停止,用两把管钳人工卡紧钻杆,钻机低速反转,脱开钻杆。钻机沿导轨退回原位,人工装入第二节钻杆,并在钻杆前端安装好

联接套,钻机低速送至第一根钻孔尾部,方向对准后联接成一体。每次接长,按上述方法进行。

[0144] ④换钻杆时,要注意检查钻杆是否弯曲,有无损伤,中心水孔是否畅通等,不符合要求的应更换,以确保正常作业;

[0145] ⑤为防止钻杆在推力和振动力双重作用下钻杆上下颤动,导致钻孔不直,钻孔时应把扶直器套在钻杆上,随钻杆钻进向前平移。

[0146] (3) 顶管

[0147] ①先钻大于棚管直径的引导孔,然后利用钻机的冲击和推力,将安有工作管头的管棚沿引导孔钻进,接长棚管,直至孔底。

[0148] ②管棚钢管接长时先将第一根钢管顶入钻好的孔内,再逐根连接。

[0149] ③接长管件应满足管棚受力要求,相邻管接头应前后错开,避免接头在同一截面受力。

[0150] ④顶管时,管节长度为3~6m,钢管采用 $\Phi 108 \times 6$ 热轧无缝钢管。当第一节钢管推进孔外剩余30~40cm时,人工装上第二节钢管,钻机低速前进对准第一节钢管端部,严格控制角度,人工持钳进行钢管联接,使两节钢管在联接套处联成一体。钻机再以冲击压力和推进压力低速顶进钢管。

[0151] ⑤施工中的钢管在安装前应按单、双号进行编制,顶管时应按编号顺序施工,顶管施工完毕后对每根管进行清孔处理,防止杂物堵塞在管内造成后续钢筋笼的安放及管棚注浆工作无法开展。

[0152] ⑥管棚钢管内安放主筋4根 $\Phi 12$ 的钢筋笼。

[0153] (4) 管棚注浆

[0154] ①注浆采用单液注浆,并采取分段注浆方式保证注浆能充分填充至钢管内。当水泥浆液(1:1)进浆量很大,压力长时间不升高,应调整浆液浓度及配合比,缩短凝胶时间,进行小泵量低压力注浆或间歇式注浆,使浆液在裂隙中有相对停留时间,以便凝胶,停留时间不超过混合浆的凝胶时间。

[0155] ②当每孔注浆终压达到1.5MPa且注浆量达到设计量的95%以上时,可结束注浆,并及时封堵注浆口,防止空气进入管内。

[0156] ③注浆过程专人负责填写《注浆记录表》,详细记录注浆时间、浆液消耗量及注浆压力等数据,观察压力表值,监控连通装置,避免异常情况并做好应急措施。

[0157] ④注浆顺序:从下而上,跳孔注浆。

[0158] 超前小导管支护

[0159] (1) 制作钢花管

[0160] 小导管采用 $\Phi 42 \times 4$ 热轧无缝钢管,前端做成尖锥形,尾部焊接 $\Phi 8$ 钢筋加劲箍,管壁上每隔10~20cm梅花型钻眼,孔径6~8mm,尾部长度不小于30cm作为不钻孔的止浆段。

[0161] (2) 小导管安装

[0162] ①测量放样,在设计孔位上做好标记,用凿岩机钻孔,钻孔直径比钢管直径大3~5mm。

[0163] ②成孔后,将小导管按设计要求插入孔中,或用凿岩机直接将小导管从型钢钢架上部、中部打入,外露20cm支撑于开挖面后方的钢架上,与钢架共同组成预支护体系。

[0164] (3) 注浆

[0165] 采用KBY-50/70注浆泵压注水泥浆。注浆前先喷射3~5cm厚C25早强钢纤维混凝土封闭掌子面,形成止浆盘。

[0166] 注浆前先冲洗管内沉积物,由下至上顺序进行。单孔注浆压力达到设计要求值,持续注浆10min且进浆速度为开始进浆速度的1/4或进浆量达到设计进浆量的80%及以上时注浆方可结束。

[0167] 注浆施工中认真填写注浆记录,随时分析和改进作业,并注意观察施工支护工作面的状态。注浆参数应根据注浆试验结果及现场情况调整。

[0168] 注浆参数可参照以下数据进行选择:

[0169] 注浆压力:一般为0.5~1.0Mpa

[0170] 浆液初凝时间:1~2min

[0171] 早强药卷锚杆施工

[0172] 楼山隧道Ⅲ级围岩洞身系统锚杆采用 $\Phi 22$ 早强药卷锚杆,长度 $L=3.5\text{m}$,间距 $120*100\text{cm}$ 。施工采用先注浆后插锚杆的方法,施工工艺流程为:材料准备→钻孔→清孔→放入药包→安装锚杆。

[0173] ①锚杆:根据设计图纸,选用符合设计要求的HRB400 $\Phi 22\text{mm}$ 高强度的螺纹钢筋,锚杆尾部设置垫板。下料前仔细核对图纸,下料的长度等必须满足要求。

[0174] ②钻孔:钻孔采用锚杆机和风枪打孔,实现一机多用,锚杆孔的位置、角度、深度都要满足设计图纸要求,并按梅花形布置,钻孔时,孔的直径大于锚杆直径的1.5cm以上,以便安装。

[0175] ③清孔:锚杆孔钻孔完毕进行清孔,清孔采用高压风进行,确保孔内无松碴、积水。

[0176] ④药包湿润:将药包浸泡于洁净的水中,浸泡时间约为10~15分钟(具体时间按使用说明书),使药包充分湿润但又不能凝固,其外观判断为手用轻捏柔软均匀。

[0177] ⑤药包塞入:采用孔径略大于药包的PVC管将药包顶送入底部后,然后抽出PVC管,每节药包按此方法送入,直至送入数量满足要求。

[0178] ⑥锚杆插入:采用风动凿岩机将锚杆强制塞入锚孔中。

[0179] 中空注浆锚杆施工

[0180] 楼山隧道Ⅳ、Ⅴ级围岩洞身系统锚杆采用 $\Phi 25$ 中空注浆锚杆,锚杆全隧道采用 $\Phi 25$ 先锚后灌式中空注浆锚杆。Ⅴ级围岩洞身系统锚杆采用 $\Phi 25$ 中空注浆锚杆@ $100*50$ 梅花型布置, $L=500\text{cm}$;Ⅳ级围岩洞身系统锚杆采用 $\Phi 25$ 中空注浆锚杆@ $100*80$ 梅花型布置, $L=400\text{cm}$ 。

[0181] (1) 施工方法

[0182] ①测量放样:在掌子面标出锚杆钻设位置。

[0183] ②系统锚杆钻设:根据测量画出的钻设位置,准确把握好司钻角度,将锚杆钻送入岩层。

[0184] ③注浆:注浆材料为水泥净浆液,水泥浆水灰比1:1,注浆压力为0.5-1.0MPa,必要时可在孔口位置处设置止浆塞,止浆塞能承受最大注浆压力,注浆前应进行现场试验,以确定最终的注浆参数。

[0185] 喷射钢纤维混凝土施工

[0186] 楼山隧道初期支护采用C25钢纤维喷射砼。

[0187] (1) 喷射方式:采用湿喷。

[0188] (2) 喷射工艺:详见隧道喷锚支护施工工艺流程图

[0189] (3) 钢纤维混凝土的拌合:

[0190] ①钢纤维混凝土采用强制式搅拌机拌和,搅拌时间较普通混凝土延长4~5min,投料顺序以搅拌过程中钢纤维均匀分散和不结团为原则。

[0191] ②钢纤维先掺法。先将水泥、砂、碎石、减水剂混合搅拌2min,再边搅拌边加钢纤维,2min后加水,再拌和2min即可上料。

[0192] ③钢纤维采用机械分散。在搅拌机上方搭设平台,台上放置钢纤维分散机,分散机安装运动滑槽。待水泥,集料和外加剂加入搅拌机进料口,开动分散机,随搅拌随加入钢纤维,钢纤维的长径比在60以上,掺量为60kg/m³。

[0193] ④钢纤维混凝土的运输与普通混凝土一样,尽量避免发生离析。

[0194] (4) 钢纤维喷射混凝土施工:

[0195] 本隧道初期支护喷射钢纤维混凝土厚度设计为31cm(V级围岩段)、28cm(IV级围岩段和V级围岩段的临时支护)、24cm(III级围岩段和IV级围岩段的临时支护),标号为C25早强钢纤维混凝土,喷射砼采用湿喷工艺施工,人工掌握喷头直接喷射砼。

[0196] 初喷C25早强混凝土在刷帮、找顶后进行,喷射混凝土厚度3cm,及早快速封闭围岩,放炮后由人工在碴堆上喷护。

[0197] 复喷C25早强钢纤维混凝土是在初喷混凝土层及加固后的围岩保护下,完成立拱架、挂网、锚杆工序的作业后进行的。

[0198] 隧道二次衬砌

[0199] IV、V级围岩二衬采用曲墙有仰拱衬砌断面形式,仰拱与仰拱填充分开施作;III级围岩采用曲墙无仰拱衬砌断面形式。

[0200] 二次衬砌施工顺序:仰拱超前30m,后期拱墙整体衬砌流水线施工,进出口各安装一台9米长二衬台车。

[0201] 隧道衬砌遵循“仰拱超前、拱墙整体衬砌”的原则,初期支护完成后,为有效地控制其变形,仰拱尽量紧跟开挖面施工,仰拱填充采用栈桥平台以解决洞内运输问题,全幅一次性施工。仰拱施做完成后,利用多功能作业平台人工铺设防水板,绑扎钢筋后,采用整体式衬砌台车进行二次衬砌,采用拱墙一次性整体灌注施工。混凝土在洞外采用数控JS1000型拌和系统集中拌和,混凝土罐车运输至洞内,泵送混凝土入仓,插入式捣固棒配合附着式振捣器捣固。

[0202] 总之,以上所述仅为本发明的较佳实施例,凡依本发明申请专利范围所作的均等变化与修饰,皆应属本发明专利的涵盖范围。

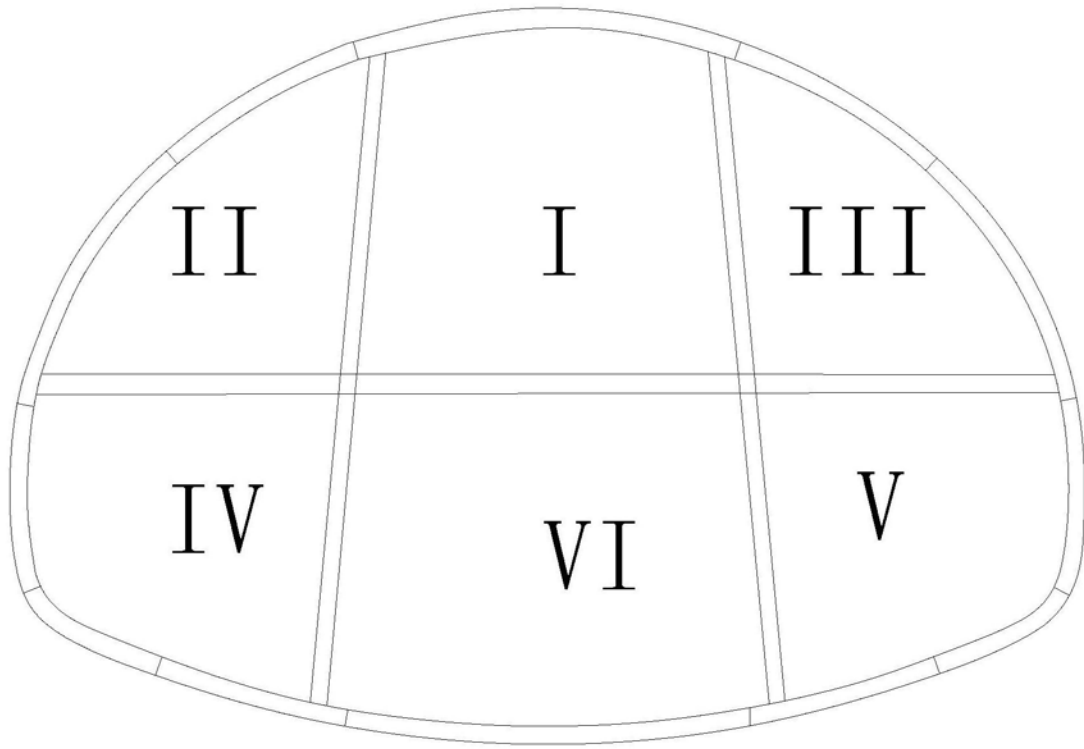


图1