



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105781573 A

(43)申请公布日 2016.07.20

(21)申请号 201610160706.3

(22)申请日 2016.03.18

(71)申请人 中铁九局集团第六工程有限公司

地址 110013 辽宁省沈阳市沈河区敬宾街
3-1号

(72)发明人 许庆君 董光 李仁强 王录林
李宾 张阳 陈大为 张伟
李志国 李晓丽 骆旭

(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 胡洋

(51)Int.Cl.

E21D 11/00(2006.01)

E21D 11/10(2006.01)

E21D 11/15(2006.01)

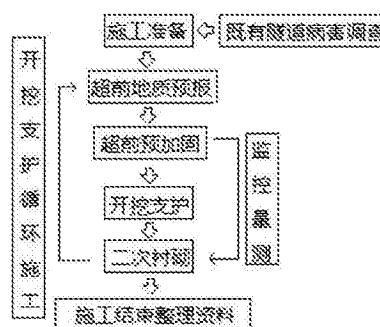
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

铁路下穿公路隧道双层套管加筋双管棚跟管钻进施工方法

(57)摘要

本发明公开一种铁路下穿公路隧道双层套管加筋双管棚跟管钻进施工方法,步骤如下:1)施工准备,既有隧道病害调查;2)超前地质预报;3)双层管棚超前预加固,采用双层管棚超前预加固,施工采用跟管钻进方法,单孔钢管每钻进一节安装一节,每孔成孔后立即对孔注浆,填充钻孔空隙并加固周边围岩;4)开挖支护,采用双侧壁导坑工艺开挖,开挖断面全环设置型钢钢架和格栅钢架双层支护;5)二次衬砌,采用曲墙带仰拱的复合式衬砌;6)施工结束、监控量测。本施工方法通过合理选择开挖工艺,采取有效的超前加固措施,平稳安全的完成了隧道下穿施工。



1. 铁路下穿公路隧道双层套管加筋双管棚跟管钻进施工方法, 其特征在于, 步骤如下:

1) 施工准备, 既有隧道病害调查;

2) 超前地质预报, 以设计地质资料为基础, 利用地震波反射法, 采用TRT6000地质探测仪探测到的纵波资料为主, 形成前方范围区域预报资料, 与设计资料相对照, 对隧道所在地质岩体状况形成宏观判断;

3) 双层管棚超前预加固, 采用双层管棚双层套管加筋超前预加固处理, 施工采用跟管钻进方法, 单孔钢管每钻进一节安装一节, 每孔成孔后立即对孔注浆, 填充钻孔空隙并加固周边围岩;

4) 开挖支护, 采用双侧壁导坑工艺开挖, 开挖断面全环设置型钢钢架和格栅钢架双层支护, 即第一层采用型钢钢架, 第二层采用格栅钢架, 配合双侧壁导坑开挖分部临时钢架, 形成均衡的受力体系, 钢筋网片、锚杆和喷射混凝土配合既有围岩, 与双层管棚共同组成整体承载-收敛结构体系, 在保障围岩稳定的前提下使应力收敛变形快速趋稳;

5) 二次衬砌, 采用曲墙带仰拱的复合式衬砌, 下穿既有公路隧道交叠段二次衬砌加厚, 二次衬砌采用全液压钢模衬砌台车施工; 混凝土运输至现场后泵送入模, 自下而上, 从已灌注段接头处向未灌注方向, 分层对称浇灌, 两侧交叉灌注混凝土; 插入式振捣器辅以附着式振捣器捣固, 确保混凝土密实;

6) 施工结束、监控量测。

2. 根据权利要求1所述的铁路下穿公路隧道双层套管加筋双管棚跟管钻进施工方法, 其特征在于, 步骤3) 具体包括:

3.1) 管棚加工, 加工用于管棚的钢管, 所述钢管由数节钢花管组成;

3.2) 挑高段施工, 挑高段以形成管棚作业平台为目的, 整体按台阶法沿隧道断面最大开挖线向下分割, 对上部断面采用分部开挖法原则预留核心土形成管棚作业平台, 并充分保证掌子面稳定; 进行初期支护;

3.3) 导向架安装, 掌子面喷射混凝土封闭, 预留核心土平台上安设工字钢导向架;

3.4) 钻孔施工, 在隧道下穿交叠段管棚施工采用跟管钻进法施工, 即钻孔作业每完成一节钢花管长度, 立即清孔安装管节, 往复循环, 直至单孔成孔;

管棚钻孔施工整体采用先外环后内环, 即先施工第二层管棚, 后施工第一层管棚的顺序, 采用全站仪、钻杆相结合的定位方法, 定向孔口及孔轴线;

3.5) 管棚安装

管棚孔位统一编号, 第一节钢管循环采用不同长度的钢花管, 其它管节均采用相同长度的钢花管, 以保证同一断面钢管接头 $<50\%$, 相临钢管接头间距 $>1\text{m}$; 管棚安装时, 利用测斜仪时时检查钢管的倾斜度; 检验合格后转入注浆工序;

3.6) 管棚注浆

采用后退注浆法, 利用注浆压力和注浆量对注浆作业双重控制。

3. 根据权利要求1所述的铁路下穿公路隧道双层套管加筋双管棚跟管钻进施工方法, 其特征在于, 步骤3) 中双层管棚双层套管加筋超前预加固处理为: 在隧道的顶部设置两层半环形管棚, 管棚的每个单孔中均设置双层套管加筋, 即每个单孔中先设置一个外径与单孔孔径相匹配的大钢管, 再在大钢管内插入一个小钢管, 再在大钢管与小钢管之间均布设置数个加强筋。

4. 根据权利要求2所述的铁路下穿公路隧道双层套管加筋双管棚跟管钻进施工方法, 其特征在于, 步骤3.1)所述管棚采用热轧无缝钢管制作, 加工数个不同长度的钢花管作为钢管的第一节, 加工相同长度的钢花管作为钢管的其余节段; 相邻节段的钢管采用套管连接, 每节钢管的连接端采用外车丝扣, 套管采用热轧无缝钢管制作; 每节花钢管的孔径10~16mm, 钻孔按150~200mm梅花形布置, 尾部留1.5m不钻孔止浆段。

5. 根据权利要求2所述的铁路下穿公路隧道双层套管加筋双管棚跟管钻进施工方法, 其特征在于, 步骤3.6)浆液采用的1:1水泥浆, 水泥强度等级不小于32.5MPa; 利用注浆压力和注浆量对注浆作业双重控制, 注浆初压控制在0.5~1MPa之间, 终压不大于2MPa, 持压15min后停止注浆; 注浆量为钻孔圆柱体的1.5倍。

6. 根据权利要求1-5任一所述的铁路下穿公路隧道双层套管加筋双管棚跟管钻进施工方法, 其特征在于, 所述管棚采用 $\Phi 159$ 钢管, $\Phi 159$ 管内加套 $\Phi 50$ 钢管, $\Phi 50$ 钢管外侧加设3根 $\Phi 18$ 钢筋作为加强筋; 管棚环向设置范围均延伸至边墙最大跨度位置, 投影覆盖开挖全断面, 增加注浆预加固围岩辐射范围。

铁路下穿公路隧道双层套管加筋双管棚跟管钻进施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种铁路下穿公路隧道双层套管加筋双管棚跟管钻进施工方法,可广泛适用于公路、铁路、能源、水利等山岭隧道下穿既有隧道施工。

背景技术

[0002] 随着我国交通事业迅速发展,高等级公路、铁路纵横交纵、贯穿南北,新建线路穿越丘陵、山区时,新建隧道下穿既有隧道现象越来越普遍。隧道下穿施工时,新建隧道拱顶与既有隧道底板间距小,爆破震动对结构间围岩的扰动容易造成拱顶岩围局部或整体失稳、坍塌,发生安全事故并影响既有隧道正常功能。如在既有隧道底板注浆预加固围岩,不仅影响现有交通,且对抑拱内部暗埋设施将造成不可避免的破坏,故如何保障新建隧道拱顶围岩稳定,加强拱顶支撑能力,保障隧道安全可靠的通过,成为施工中的重点、难点以及风险控制点。

发明内容

[0003] 本发明目的是提供一种铁路下穿公路隧道双层套管加筋双管棚跟管钻进施工方法,核心是采用双层套管加筋双管棚跟管钻进施工方法有效保证拱顶围岩稳定上部公路隧道安全,其是以新奥法基本原理为依据,应用岩体力学理论,以维护和利用围岩的自承能力为基点,遵循“管超前、严注浆、短开挖、强支护、勤量测、快封闭”原则,控制围岩的变形和松弛,使围岩成为支护体系的组成部分,有效保障下穿隧道施工安全可靠的新型工法。施工前对既有隧道病害情况详细调查并做出安全评估,结合超前地质预报资料制定可靠的监控量测方案,施工中对既有隧道和新建隧道地面、拱顶下沉和内径收敛变形全程监控,以精确的数据分析反馈优化设计、指导施工。隧道下穿交叠影响范围内采用跟管钻进套管加筋双层大管棚,配合超前小导管形成双重超前预支护体系,环向设置延伸至边墙最大跨度位置,投影覆盖全断面,确保开挖时围岩整体稳定。开挖采用双侧壁导坑工艺、控制爆破技术,减小震动对围岩扰动,使断面轮廓成型规整。初期支护采用型钢钢架和格栅钢架双层支撑,与大管棚、小导管、锚杆、钢筋网片、喷射混凝土形成整体复合受力结构,全环布置,组成全封闭柔性体系,有效约束围岩收敛速度,协同变形一承载,充分发挥围岩的自身承载能力,保障开挖后围岩稳定、安全、可靠。

[0004] 本发明采用的技术方案为:

[0005] 铁路下穿公路隧道双层套管加筋双管棚跟管钻进施工方法,步骤如下:

[0006] 1)施工准备,既有隧道病害调查;

[0007] 2)超前地质预报,以设计地质资料为基础,利用地震波反射法,采用TRT6000地质探测仪探测到的纵波资料为主,形成前方范围区域预报资料,与设计资料相对照,对隧道所在地层岩体状况形成宏观判断;

[0008] 3)双层管棚超前预加固,采用双层管棚双层套管加筋超前预加固处理,施工采用跟管钻进方法,单孔钢管每钻进一节安装一节,每孔成孔后立即对孔注浆,填充钻孔空隙并

加固周边围岩；

[0009] 4)开挖支护,采用双侧壁导坑工艺开挖,开挖断面全环设置型钢钢架和格栅钢架双层支护,即第一层采用型钢钢架,第二层采用格栅钢架,配合双侧壁导坑开挖分部临时钢架,形成均衡的受力体系,钢筋网片、锚杆和喷射混凝土配合既有围岩,与双层管棚共同组成整体承载-收敛结构体系,在保障围岩稳定的前提下使应力收敛变形快速趋稳;

[0010] 5)二次衬砌,采用曲墙带仰拱的复合式衬砌,下穿既有公路隧道交叠段二次衬砌加厚,二次衬砌采用全液压钢模衬砌台车施工;混凝土运输至现场后泵送入模,自下而上,从已灌筑段接头处向未灌筑方向,分层对称浇灌,两侧交叉灌注混凝土;插入式振捣器辅以附着式振捣器捣固,确保混凝土密实;

[0011] 6)施工结束、监控量测。

[0012] 所述的铁路下穿公路隧道双层套管加筋双管棚跟管钻进施工方法,步骤3)具体为:

[0013] 3.1)管棚加工,加工用于管棚的钢管,所述钢管由数节钢花管组成;

[0014] 3.2)挑高段施工,挑高段以形成管棚作业平台为目的,整体按台阶法沿隧道断面最大开挖线向下分割,对上部断面采用分部开挖法原则预留核心土形成管棚作业平台,并充分保证掌子面稳定;进行初期支护;

[0015] 3.3)导向架安装,掌子面喷射混凝土封闭,预留核心土平台上安设工字钢导向架;

[0016] 3.4)钻孔施工,在隧道下穿交叠段管棚施工采用跟管钻进法施工,即钻孔作业每完成一节钢花管长度,立即清孔安装管节,往复循环,直至单孔成孔;

[0017] 管棚钻孔施工整体采用先外环后内环,即先施工第二层管棚,后施工第一层管棚的顺序,采用全站仪、钻杆相结合的定位方法,定向孔口及孔轴线;

[0018] 3.5)管棚安装

[0019] 管棚孔位统一编号,第一节钢管循环采用不同长度的钢花管,其它管节均采用相同长度的钢花管,以保证同一断面钢管接头 $<50\%$,相临钢管接头间距 $>1\text{m}$;管棚安装时,利用测斜仪时时检查钢管的倾斜度;检验合格后转入注浆工序;

[0020] 3.6)管棚注浆

[0021] 采用后退注浆法,利用注浆压力和注浆量对注浆作业双重控制。

[0022] 所述的铁路下穿公路隧道双层套管加筋双管棚跟管钻进施工方法,步骤3)中双层管棚双层套管加筋超前预加固处理为:在隧道的顶部设置两层半环形管棚,管棚的每个单孔中均设置双层套管加筋,即每个单孔中先设置一个外径与单孔孔径相匹配的大钢管,再在大钢管内插入一个小钢管,再在大钢管与小钢管之间均布设置数个加强筋。

[0023] 所述的铁路下穿公路隧道双层套管加筋双管棚跟管钻进施工方法,步骤3.1)所述管棚采用热轧无缝钢管制作,加工数个不同长度的钢花管作为钢管的第一节,加工相同长度的钢花管作为钢管的其余节段;相邻节段的钢管采用套管连接,每节钢管的连接端采用外车丝扣,套管采用热轧无缝钢管制作;每节花钢管的孔径 $10\sim 16\text{mm}$,钻孔按 $150\sim 200\text{mm}$ 梅花形布置,尾部留 1.5m 不钻孔止浆段。

[0024] 所述的铁路下穿公路隧道双层套管加筋双管棚跟管钻进施工方法,步骤3.6)浆液采用的1:1水泥浆,水泥强度等级不小于 32.5MPa ;利用注浆压力和注浆量对注浆作业双重控制,注浆初压控制在 $0.5\sim 1\text{MPa}$ 之间,终压不大于 2MPa ,持压 15min 后停止注浆;注浆量为

钻孔圆柱体的1.5倍。

[0025] 所述的铁路下穿公路隧道双层套管加筋双管棚跟管钻进施工方法,所述管棚采用 $\Phi 159$ 钢管, $\Phi 159$ 管内加套 $\Phi 50$ 钢管, $\Phi 50$ 钢管外侧加设3根 $\Phi 18$ 钢筋作为加强筋;管棚环向设置范围均延伸至边墙最大跨度位置,投影覆盖开挖全断面,增加注浆预加固围岩辐射范围。

[0026] 本发明具有以下有益效果:

[0027] 隧道下穿整体采用新奥法施工,尽可能利用围岩的自稳能力,减少对围岩的扰动,不破坏围岩的强度,使围岩与各种支撑结构形成统一的整体受力结构体系。

[0028] 隧道下穿影响范围内围岩采用双层大管棚预加固,环向设置延伸至边墙最大跨度位置,投影范围覆盖开挖全断面,加大超前预加固保护辐射区域,保证隧道下穿施工安全可控。

[0029] 大管棚工艺采用跟管钻进施工方法,单孔钢管每钻进一节安装一节,防止传统工艺钻孔施工过程无支护塌孔或缩径引起既有隧道路面下沉。每孔成孔后立即对其注浆,近一步填充钻孔空隙并加固周边围岩,防止传统工艺管棚安装完成后统一注浆工法引起与既有隧道结构间围岩徐变下沉。

[0030] 管棚内设置套管和加强钢筋,与传统填筑素砂浆或设钢筋笼管棚相比,提高管棚的整体强度和承载能力,确保围岩整体稳定。

[0031] 下穿隧道开挖采用双侧壁导坑工艺,有效分割开挖临空面,临时钢架支撑配合初期支护,掌子面受力均衡稳定,使围岩应力释放有序、可控。

[0032] 初期支护采用型钢钢架和格栅钢架双层全环封闭支撑措施,与超前小导管、锚杆、钢筋网片、喷射混凝土形成复合弹性受力体系,支撑围岩快速收敛趋稳。

[0033] 根据既有隧道病害调查结果制定详实可行的监控量测方案,结合下穿隧道监控量测和超前地质预报信息技术指导施工,使施工处于受控状态,及时反馈信息,优化设计和施工。

附图说明

[0034] 图1为实施例草莓沟2#隧道下穿交叠影响段100m范围成像三维立体图

[0035] 图2为实施例草莓沟2#隧道下穿交叠段40m纵断面地质素描图

[0036] 图3为实施例中管棚跟管钻进施工工艺流程图

[0037] 图4为实施例草莓沟2#隧道下穿交叠段40m管棚布置示意图

[0038] 图5为实施例草莓沟2#隧道下穿交叠段管棚构造示意图

[0039] 图6为实施例草莓沟2#隧道下穿交叠段管棚连接套管示意图

[0040] 图7为实施例草莓沟2#隧道下穿挑高段设置示意图

[0041] 图8为实施例挑高断预留核心土作业平台开挖横向示意图

[0042] 图9为实施例隧道下穿既有隧道交叠布置示意图

[0043] 图10为实施例隧道下穿既有隧道双层套管加筋双管棚跟管钻进施工工艺流程图

具体实施方式

[0044] 实施例

[0045] 如图9所示位于辽宁省丹东市振兴区的新建铁路东北东部铁路通道前阳至庄河段DT2标段新建草莓沟2号隧道(双线)呈SN走向,与既有丹汤公路盘道岭左、右幅近似直角下穿,新建隧道结构顶距离公路路面17.62m。采用铁路下穿公路隧道双层套管加筋双管棚跟管钻进施工方法进行施工,

[0046] 具体包括如下步骤如图10所示:

[0047] 1)施工准备,既有隧道病害调查;

[0048] 运营山岭隧道在水害、衬砌腐蚀、隧道冻害等多种因素作用下,均不同程度存在衬砌裂损、隧道渗漏水、混凝土变酥松,强度下降、围岩冻胀、衬砌胀裂等多种病害。既有隧道病害调查必须严谨,详实记录各种病害情况并做出发展预判,必要时需采取加固措施,并以此为依据制定既有隧道监控量测方案。

[0049] 草莓沟2#隧道下穿既有盘山岭公路隧道左幅交叠影响区120m范围内,衬砌裂缝12条,其中边墙竖向裂缝8条,最大缝宽为2mm,拱顶纵向裂缝2条,最大缝宽为0.25mm,拱顶环向裂缝2条,最大缝宽为0.15mm,检测裂缝最大深度为161.78mm;衬砌有4处轻度渗水,其中拱顶2处,拱腰2处;路面9条横向裂缝,5条纵向裂缝,1处坑槽,最深处为2cm。根据其病害情况分析得出,既有盘山岭公路隧道不需采取加固措施,其监控量测方案详见5.2.7监控量测。

[0050] 2)超前地质预报

[0051] 2.1)区域地质预报,以设计地质资料为基础,利用地震波反射法,采用TRT6000地质探测仪探测到的纵波资料为主,形成前方100m范围区域预报资料,与设计资料相对照,对隧道所在地层岩体状况形成宏观判断;草莓沟2#隧道下穿交叠影响段100m范围成像三维立体图见图1所示。

[0052] 根据现场地质预报显示,草莓沟2#隧道下穿交叠影响段为一破碎带,其拱顶为强风化混合岩,洞身为弱风化混合岩,岩体呈块状,碎块状,极易掉块,塌方,为Vd级围岩,新建隧道下穿既有隧道施工存在特别重大安全隐患。

[0053] 2.2)地质素描

[0054] 地质素描是对围岩岩性、产状、构造、位置关系等的综合描述,能直观、有效的通过掌子面围岩节理、裂隙、软弱夹层等结构面产状,合理推断出5m范围内围岩的情况,并随着掌子面的推进,对开挖岩体构造结构资料不断纠偏、完善,使超前地质预报信息更加准确,形成开挖爆破作业的实施性指导资料。草莓沟2#隧道下穿交叠段40m纵断面地质素描图见图2所示。

[0055] 2.3)钻孔取样预报

[0056] 掌子面开挖前,利用凿岩台车在撑子面钻取岩石样本,也可利用大管棚、小导管围岩超前预加固钻孔施工岩石样本,验证地质素描围岩产状,确定岩体岩性及结构特征,预防突发地质灾害。

[0057] 3)超前预加固

[0058] 新建隧道下穿既有隧道施工前,保证结构间围岩(拱顶围岩)超前预加固质量,是保障既有隧道使用功能和下穿隧道安全通过的第一要素。根据地质预报显示围岩特征,草莓沟2#隧道下穿既有隧道40m范围内采用双层管棚超前预加固措施,施工采用跟管钻进方法,单孔钢管每钻进一节安装一节,防止传统工艺钻孔施工过程无支护塌孔或缩径引起既

有隧道路面下沉,每孔成孔后立即对其注浆,进一步填充钻孔空隙并加固周边围岩,防止传统工艺管棚安装完成后统一注浆工法引起与既有隧道结构间围岩徐变下沉。管棚跟管钻进施工工艺流程见图3所示。

[0059] 既有盘道岭公路隧道净宽10.75m,为加强拱顶围岩管棚预加固效果,管棚采用 $\Phi 159$ mm钢管, $\Phi 159$ mm管内加套 $\Phi 50$ mm钢管, $\Phi 50$ mm钢管外侧加设3根 $\Phi 18$ mm钢筋作为加强筋,代替传统钢筋笼,加强单管极限抗压、抗剪能力,从而提高管棚整体承载能力。管棚中至中间距0.4m,每环106根,环向设置范围均延伸至边墙最大跨度位置(隧道开挖最大宽度16m),投影覆盖开挖全断面,增加注浆预加固围岩辐射范围。草莓沟2#隧道下穿交叠段40m管棚布置示意图见图4所示。

[0060] 3.1)管棚加工

[0061] 大管棚采用 $\Phi 159$ mm壁厚8mm热轧无缝钢管制作而成,钢管采用套管连接,以保障钢管接头强度。钢管第一节分别加工为长5m、6m、7m的钢花管,其余节断为长5m的钢花管,以保证同一断面钢管接头 $<50\%$,相临钢管接头间距 >1 m。钢管连接端采用外车丝扣,丝扣长300mm,连接套管采用 $\Phi 168$ mm壁厚8mm热轧无缝钢管制作。花钢管孔径10~16mm,钻孔按150~200mm梅花形布置,尾部留1.5m不钻孔止浆段。草莓沟2#隧道下穿交叠段40m管棚加工示意图见图5所示,管棚连接套管示意图见图6所示。

[0062] 3.2)挑高段施工

[0063] 草莓沟2#隧道Vb级围岩开挖轮廓线至Vd级围岩下穿段第二层管棚中线理论距离1.25m,根据管棚施工钻孔导向架和钻机作业空间要求,结合Vb级围岩开挖安全条件,挑高角严格按 8° 控制(拱顶为质量控制点),挑高1.5m,挑高段长10m。挑高段设置如示意图7所示。

[0064] 挑高段以形成管棚作业平台为目的,整体按台阶法沿隧道断面最大开挖线向下1m分割,对上部断面采用分部开挖法原则预留核心土形成管棚作业平台如图8所示,并充分保证掌子面稳定。初期支护采用间距为0.5m的I25a型钢钢架+钢筋网片+锚杆+35cm喷射混凝土联合支护。挑高段施工时,因开挖断面增大,施工难度和安全风险均增加,作业过程中要严格控制挑高角度,将超、欠挖限定在可控范围内,保持切面平顺无突变,清理孤岩,避免应力集中

[0065] 3.3)导向架安装

[0066] 掌子面喷射25cm混凝土封闭,预留核心土平台上安设I25a工字钢导向架。导向架是管棚的支撑结构,是保障钻孔过程稳定,孔道平顺的决定性因素。导向架在严格按照设计要求施工的前提下,必须结合现场实际情况采取必要措施,确保导向架落在坚实、稳固的基础上。

[0067] 导向管的外插角决定着管棚超前支护的有效范围。双层管棚施工中,外插角偏大,管棚末端加固范围与开挖轮廓线距离较大,开挖时存在坍塌风险;外插角偏小,管棚末端侵入开挖轮廓线,对开挖造成严重干扰。导向管安装时,必须严格按设计要求控制外插角,“自检、互检、交接检”均合格,经现场监理确认后才能进入下道工序施工。草莓沟2#隧道下穿交叠段管棚外插角为 1° (拱顶为质量控制点)。导向架是保证钻孔稳定不扩孔的前提,必须安装在稳定的基础上,必要时可施工临时仰拱或混凝土基座,以保证导向架的稳定。导向管决定着钻孔方向,安装时严格按 1° 控制,施工中要严格计算,随时调整。

[0068] 3.4) 钻孔施工

[0069] 为避免传统管棚施工钻孔过程中塌孔或缩孔引起既有公路隧道路面沉降,草莓沟2#隧道下穿交叠段管棚施工采用跟管钻进法施工,即钻孔作业每完成一节花钢管长度,立即清孔安装管节,往复循环,直至单孔成孔。清孔采用地质岩芯钻杆配合钻头进行反复扫孔,清除浮渣,确保孔径、孔深符合要求,防止堵孔,再用高压风从孔底向孔口清理钻渣。

[0070] 管棚钻孔施工整体采用先外环后内环(即先施工第二层管棚,后施工第一层管棚)的顺序,采用全站仪、钻杆相结合的定位方法,定向孔口及孔轴线。钻孔时需指定专人做好地质、钻孔记录,通过涌水、排气、排土量等情况,判断地下涌水、瓦斯、溶洞等地质灾害情况,提前做好防灾预案。钻孔作业要严格控制钻进方向和速度,钻进时随时测量孔道倾斜角,根据实际情况即时纠偏。钻进速度应平稳,过快容易扩孔、走偏。拱顶受作业条件限制,为质量控制薄弱点,施工中要作为重难点去控制。

[0071] 3.5) 管棚安装

[0072] 管棚孔位统一编号,第一节管循环采用5m、6m、7m长花钢管,其它管节均采用5m长花钢管,以保证同一断面钢管接头 $<50\%$,相临钢管接头间距 $>1\text{m}$,使管棚受力均衡、稳定。管棚安装时,利用测斜仪时时检查钢管的倾斜度,拱顶部位操作难度较大需作为重点严格控制钢管顶进速度和角度,并做好记录指导注浆作业。每一孔管棚安装完成后,立即安装加筋套管,检验合格后转入注浆工序。钢管安装时应提前清理孔道,顶进不顺时需再次清理孔道,切不可为装管方便随意变换导向管角度。第一节花钢管严格按照编号,以5m、6m、7m顺序安装,以保证同一断面钢管接头 $<50\%$,相临钢管接头间距 $>1\text{m}$ 。管节间连接采用套管形式,严禁焊接。

[0073] 3.6) 管棚注浆

[0074] 采用后退注浆法,浆液采用强度高、流动性好、黏结能力强的1:1水泥浆,水泥强度等级不小于32.5MPa,以提高超前预加固效果,提高围岩整体极限抗压、抗剪强度。利用注浆压力和注浆量对注浆作业双重控制,注浆初压控制在0.5~1MPa之间,终压不大于2MPa,持压15min后停止注浆;注浆量为钻孔圆柱体的1.5倍,当注浆量超出设计范围,注浆压力仍达不到设计要求时,应对既有公路隧道进行排查,防止浆液溢出仰拱造成不必要的损失,同时核查区域地质预报,确定围岩中是否存在地下溶洞或地下河流。

[0075] 注浆采用后退法,利用注浆压力和注浆量对注浆作业双重控制,注浆初压控制在0.5~1MPa之间,终压不大于2MPa,持压15min后停止注浆;注浆量为钻孔圆柱体的1.5倍,作业时注浆量只能多不能少,保证管棚周围岩体加固质量。

[0076] 4) 开挖支护

[0077] 草莓沟2#隧道下穿既有隧道影响段围岩呈碎块状,整体强度不高,稳定性差,在充分考虑超前注浆预加固效果的前提下,为保障下穿隧道施工安全及既有公路隧道行车安全,下穿隧道开挖采用支护能力最强、围岩应力分布最均衡的双侧壁导坑工艺施工。双侧壁导坑法开挖工艺因同一断面内开挖面较多,环向封闭时间较长,不能较快形成环向支撑体系,开挖后围岩应变较大,收敛持续时间较长,故在开挖中坚持“弱爆破、短进尺、强支护、早封闭、勤量测”的原则指导施工,采用控制爆破技术,将拱顶震动速度控制在1cm/s以内,并以此作为后续开挖各工作面爆破药量的计算依据,减小对围岩的整体扰动。

[0078] 初期支护,草莓沟2#隧道下穿既有公路隧道施工采用双侧壁导坑工艺开挖,其开

挖工艺决定开挖后围岩拱顶下沉和收敛变形均较大,初期支护必须贯彻“强支护”原则。下穿既有公路隧道施工中,开挖断面全环设置I25a型钢钢架和格栅钢架双层支护(第一层采用间距为0.5m的I25a型钢钢架,第二层采用间距为1m的格栅钢架),配合双侧壁导坑开挖分部临时钢架,形成均衡的受力体系,钢筋网片+锚杆+喷射混凝土配合既有围岩,与双层套管加筋大管棚和超前小导管共同组织整体承载-收敛结构体系,在保障围岩稳定的前提下使应力收敛变形快速趋稳。钢架安装完成,拱脚每侧要立即打设两根长3.5米 ϕ 50锁脚钢管,钢管与钢架焊接牢固,锁定钢架。

[0079] 5)二次衬砌

[0080] 草莓沟2#隧道采用曲墙带仰拱的复合式衬砌,下穿既有公路隧道交叠段二次衬砌加厚至55cm,以加强复合式衬砌的整体支护能力。二次衬砌采用10m长全液压钢模衬砌台车施工。混凝土运输至现场后泵送入模,自下而上,从已灌筑段接头处向未灌筑方向,分层对称浇灌,两侧交叉灌注混凝土,高差不大于1m,防止偏压导致模板变形。插入式振捣器辅以附着式振捣器捣固,确保混凝土密实。

[0081] 6)施工结束、监控量测。

[0082] 监控量测将隧道拱顶下沉量和径向收敛值从时间、空间上分别进行比较,以判别前一步施工工艺和施工参数是否符合预期要求,修正和优化下一步施工参数,以信息化指导现场施工,使工程达到优质安全、经济合理。监控量测应满足《铁路隧道监控量测技术规范》(Q/TCR9218-2015)。

[0083] 新建隧道下穿既有隧道施工监控量测分为既有隧道下穿交叠影响段监控量测和下穿隧道监控量测两部分。既有隧道下穿交叠影响段监控量测需覆盖下穿交叠点向两侧延伸60m(即120m)范围,距交叠点左右各20m(即40m)范围做重点监测。下穿隧道监控量测贯穿隧道施工全过程,交叠影响范围监测标准与既有隧道相同。

[0084] 上述新建铁路草莓沟2#隧道于2010年8月18日开工,竣工时间为2015年9月18日。隧道下穿既有公路盘道岭公路隧道于2014年6月24日开始,2014年12月15日顺利完成下穿。在下穿施工过程中未出现任何安全、质量事故。

[0085] 施工中,我们通过合理选择开挖工艺,采取有效的超前加固措施,平稳安全的完成了隧道下穿施工。

[0086] 本工法大管棚采用双层套管加筋双管棚跟管钻进工艺,有效保证下穿隧道拱顶围岩稳定和上部既有公路隧道安全,下穿隧道安全平稳穿越,按施工节点要求提前30天。节省主要机械设备:自卸车10台 $\times$ 30天 $\times$ 1300=39万元、装载机2台 $\times$ 30天 $\times$ 1400=8.4万元、挖掘机2台 $\times$ 30天 $\times$ 1800=10.8万元、其它小型设备及人工费1.5万元,共计59.7万元。

[0087] 草莓沟2#隧道下穿既有公路盘道岭隧道交叠段巧遇构造破碎带,属极端的Vd级围岩,施工技术难度大,安全风险高,本工法的成功,对新建隧道下穿既有隧道设计、施工有极大的指导和借鉴作用。

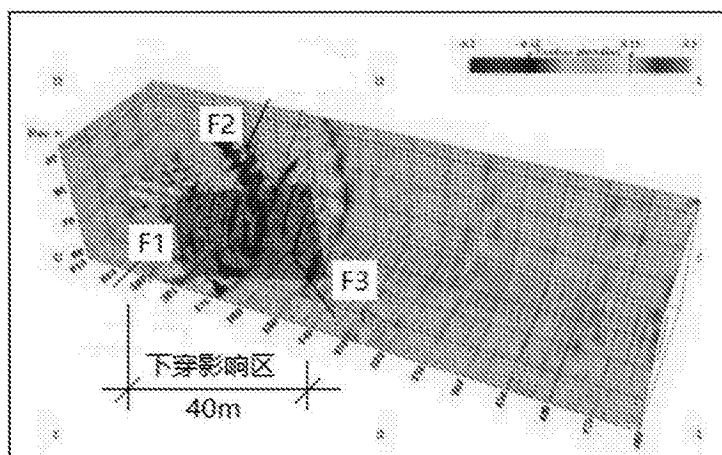


图1

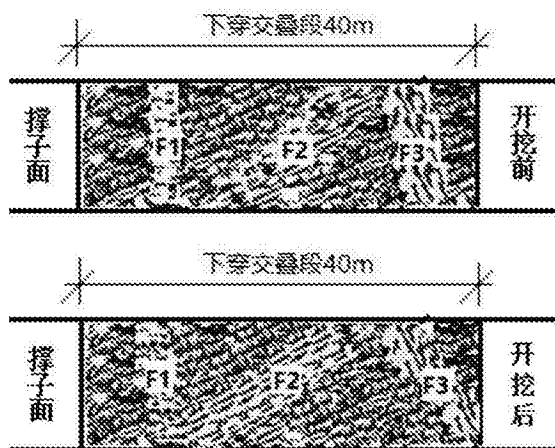


图2

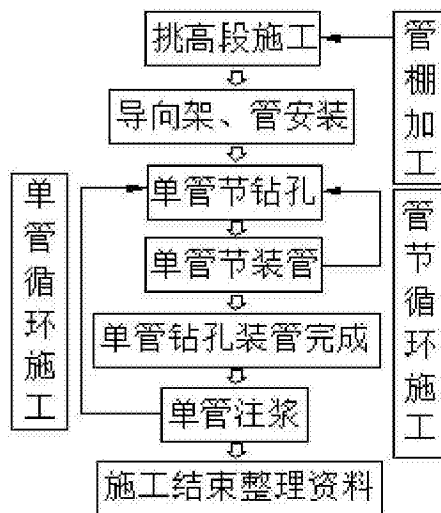


图3

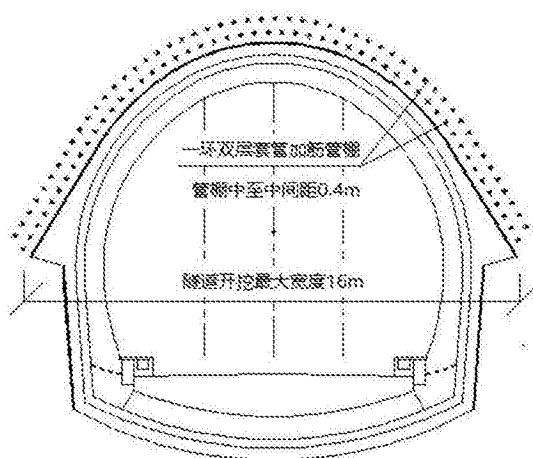


图4

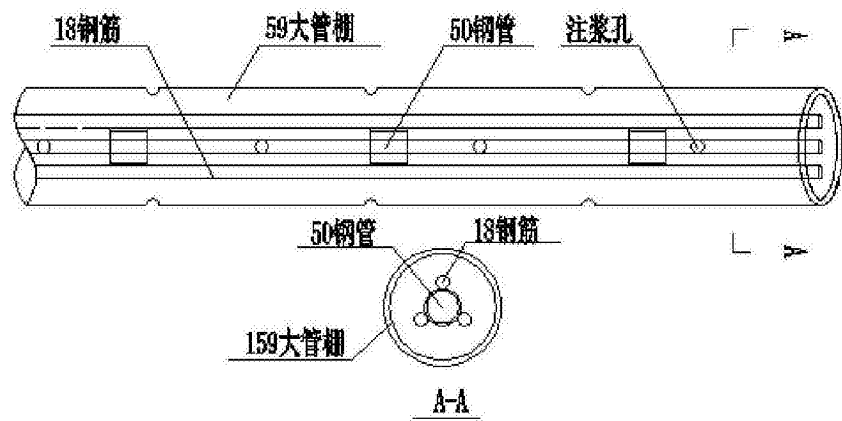


图5

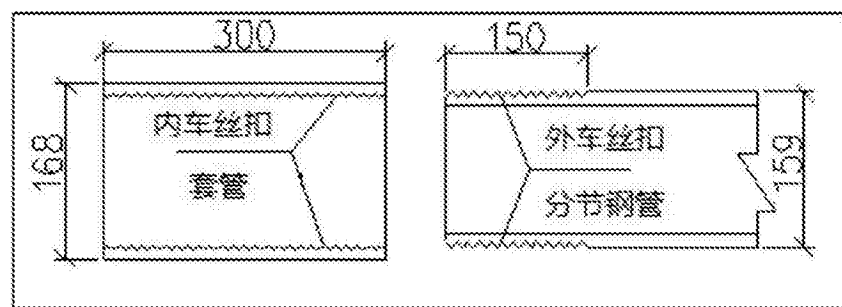


图6

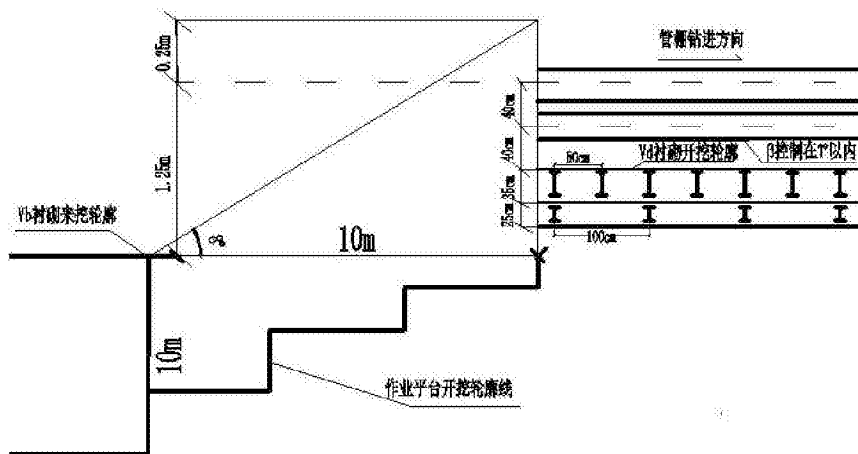


图7

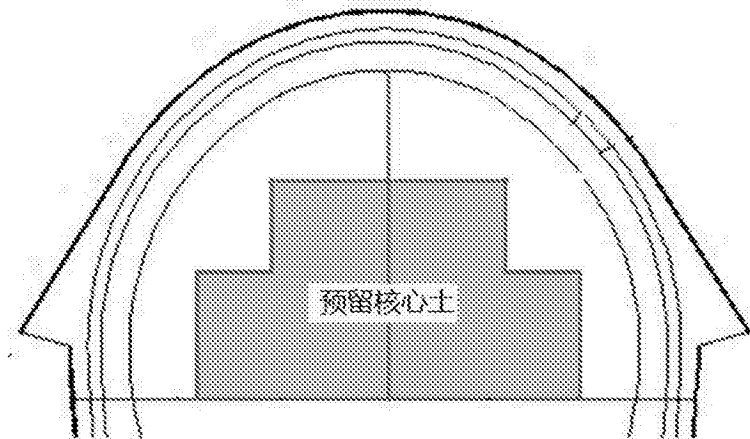


图8

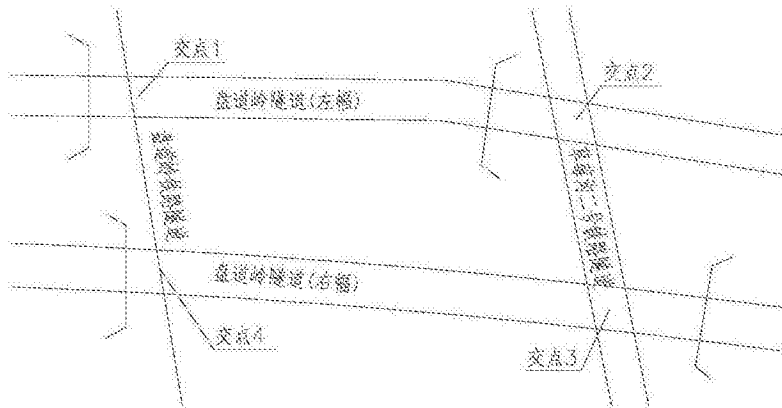


图9

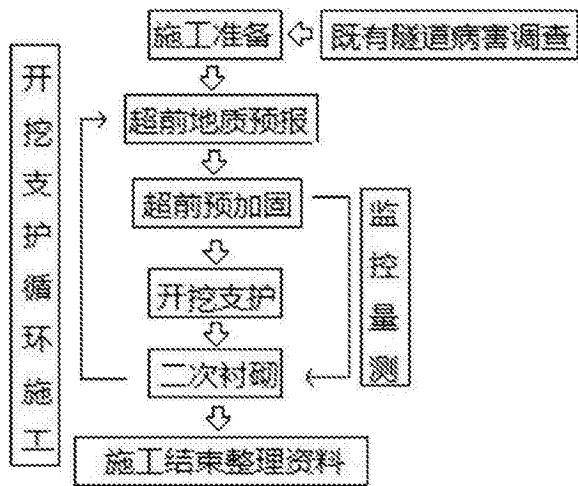


图10