



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104790978 A

(43) 申请公布日 2015. 07. 22

(21) 申请号 201510104292. 8

(22) 申请日 2015. 03. 10

(71) 申请人 中铁九局集团有限公司

地址 110001 辽宁省沈阳市和平区胜利南街
46 号

(72) 发明人 许庆君 赵金祥 韩顺学 陈海军
金龙 金毓红 张明武 丁宁
隋成文 唐贞锋 铁大禹 姚智明

(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 杨华

(51) Int. Cl.

E21D 11/10(2006. 01)

E21D 11/18(2006. 01)

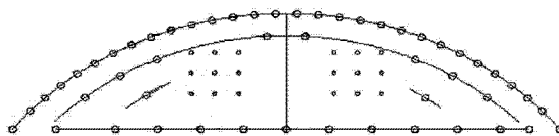
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

小净距立体交叉隧道环形导坑施工方法

(57) 摘要

本发明创造涉及一种小净距立体交叉隧道环形导坑施工方法,通过超前地质预报、测量放线、拱部超前支护、上部环形导坑开挖、上部环形导坑初期支护、中下部环形导坑开挖、中下部环形导坑初期支护、核心土开挖、底部及仰拱开挖、仰拱超前支护、底部及仰拱初期支护、注浆和监控量测进行施工,有效的强化了隧道围岩的受力能力,保证了立体交叉影响区段的安全跨越。



1. 小净距立体交叉隧道环形导坑施工方法,其特征在于:包括如下步骤:

1)超前地质预报:对50m交叉影响段每5m进行一次掌子面地质素描,对围岩情况进行记录,利用凿岩台车在隧道开挖工作面钻取1m长 $\phi 42\text{mm}$ 小孔径浅孔,钻取开挖掌子面后的岩石获得岩石样本,并对岩石试样进行室内试验,包括岩石单轴抗压强度、岩石回弹值、岩体弹性模量、软弱面剪切强度、初始地应力和二次应力场的测试从而获取掌子面前方超前地质信息;影响段开挖进尺前采用TRT6000超前地质探测仪对交叉影响段50m范围地质情况进行预报,采集TRT数据并通过TRT配套软件对数据进行处理,获得P波和S波波速;

2)测量放线:采用激光导向和幻灯布眼,通过复合导线中线定位测量方法,将洞外控制网坐标引进洞内,由一个已知点出发开始测量,经过未知点,到达另一个已知点,然后通过平差计算得到开挖面中线的导线坐标,然后通过中线坐标放出开挖面关键点坐标,并在掌子面上用漆绘出开挖断面轮廓线,最后按照钻爆设计准确标出炮眼位置,炮位误差不大于5cm;

3)拱部超前支护:交叉段拱部设置间距为0.3m,长4m的 $\phi 42\text{mm}$ 的超前小导管对掌子面前方围岩进行注浆预加固,每根导管预留15cm焊接于格栅钢架上,仰角及外插角为 8° ;

4)上部环形导坑开挖:预留核心土长3~5m,宽度为隧道开挖宽度的 $1/3 \sim 1/2$,每循环开挖进尺0.8m与初期支护钢架间距保持一致,最大不得超过1m,上导坑矢跨比大于0.3,通过复式楔形掏槽进行掏槽眼,周边眼采用不耦合装药,利用光面微差爆破技术进行爆破,爆破过程采用爆破振动监测仪M20对产生的振动频率进行监测;

5)上部环形导坑初期支护:完成步骤4)后对开挖面初喷4cm混凝土,若掌子面岩石破碎或渗水情况严重则需喷射8cm厚C25混凝土进行封闭,支护结构采用 $\phi 6$ 网眼间距 $20\text{cm} \times 20\text{cm}$ 的钢筋网,架设间距为0.8m的全环格栅钢架支撑,然后施作锁脚钢管,钻设3.5m长 $1.2 \times 1.2\text{m}$ 系统锚杆并复喷厚C25混凝土达到25cm形成初期支护;

6)中下部环形导坑开挖:导洞高度为3~3.5m,左、右两侧开挖进尺错开2~3m,开挖前喷射7cm厚混凝土封闭上导掌子面,中下部环形导坑采用光面爆破,振动速度在 0.5cm/s 以下;

7)中下部环形导坑初期支护:中下部环形导坑支护方法与步骤5)相同,在钢架支护工序变化处设锁脚锚管,同时采用 $\phi 22\text{mm}$ U型钢筋将锁脚锚杆与格栅主筋呈 45° 角焊接,钢架之间通过设置 $\phi 22\text{mm}$ 环向间距1m的纵向连接钢筋,钢架与钢筋焊接牢固形成网状整体;

8)核心土开挖:开挖前喷射7cm厚混凝土封闭上一循环掌子面,采用微差爆破方式爆破;

9)底部及仰拱开挖:仰拱循环开挖长度0.8m,周边眼布置在距开挖断面边缘0.2m处,周边眼装药量一般为为辅助孔的 $1/3 \sim 1/4$,隧道底部采用周边孔光爆技术,并减小装药量增加炮孔数量,取辅助孔装药量的 $1/4$,同时控制弱爆破短进尺的要求,控制隧底超欠挖不得超过25cm;

10)仰拱超前支护:仰拱进行超前双排小导管注浆,每排小导管呈等间距立体平行排列,小导管的末端与仰拱格栅拱架焊接;

11)底部及仰拱初期支护:将隧底虚碴、杂物、淤泥等清除干净,并用高压风将隧底吹净,隧底周边部分喷4cm厚混凝土封闭开挖面,施作网眼间距为 $20\text{cm} \times 20\text{cm}$ 的 $\phi 6\text{mm}$ 钢筋网,

架设间距 0.8m 的格栅钢架支撑,配置纵向连接筋后复喷 C35 高强度防水混凝土进行覆盖,仰拱灌注分段进行,混凝土浇注前,超挖部分采用 C35 高强度混凝土回填,在混凝土拌制过程中添加速凝剂和早强剂,在仰拱混凝土终凝后进行混凝土填充浇筑;

12) 注浆:上部隧道每次进尺后对下部隧道相应断面拱顶位置打注浆孔,注浆孔每环 5 个间隔 0.8m,拱顶下沉较大点注浆孔间距加密为 1.5m,然后使用高压注浆泵把浆液注入岩体缝隙,同时用地质雷达探测盘道岭隧道交叉段围岩内部是否存在空洞,若存在则需要单独打孔注浆,施工人员需要对注浆位置分段重复注浆;

13) 监控测量。

小净距立体交叉隧道环形导坑施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种隧道施工方法,特别是一种小净距立体交叉隧道环形导坑施工方法。

背景技术

[0002] 目前,我国的高速铁路建设发展迅速,新建铁路四通八达、纵横交错。各种隧道工程的间距也因特殊地质条件或是诸多其他因素而变得越来越接近。当立体交叉隧道的近接距离小于等于 4.24m 时,施工安全压力极大,而且使支护施工难度增大,工程费用增加,甚至造成安全事故。

发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题是提供一种小净距立体交叉隧道环形导坑施工方法,上部隧道采用双排超前小导管对仰拱围岩进行预支护,注浆液选用加入一定配比的硅酸盐水泥,在交叉段近接围岩内部形成小导管和围岩组成的承载拱,增强围岩整体性和强度,保证每一循环仰拱开挖时不出现超欠挖,有效防止下部隧道拱部围岩坍塌和变形;同时对交叉影响段及时进行超前地质预报和监控量测,为开挖和支护参数的调整提供依据,确保了隧道围岩的稳定,施工安全可靠,采用微差光面爆破,断面轮廓成型规整,有利于衬砌施工,保证工程质量,减少超挖、欠挖工程量,保持施工进度,降低施工成本,经济效益明显。

[0004] 为解决以上问题,本发明的具体技术方案如下:小净距立体交叉隧道环形导坑施工方法,包括如下步骤:

1)超前地质预报:对 50m 交叉影响段每 5m 进行一次掌子面地质素描,对围岩情况进行记录,利用凿岩台车在隧道开挖工作面钻取 1m 长 $\phi 42\text{mm}$ 小孔径浅孔,钻取开挖掌子面后的岩石获得岩石样本,并对岩石试样进行室内试验,包括岩石单轴抗压强度、岩石回弹值、岩体弹性模量、软弱面剪切强度、初始地应力和二次应力场的测试从而获取掌子面前方超前地质信息;影响段开挖进尺前采用 TRT6000 超前地质探测仪对交叉影响段 50m 范围地质情况进行预报,采集 TRT 数据并通过 TRT 配套软件对数据进行处理,获得 P 波和 S 波波速;

2)测量放线:采用激光导向和幻灯布眼,通过复合导线中线定位测量方法,将洞外控制网坐标引进洞内,由一个已知点出发开始测量,经过未知点,到达另一个已知点,然后通过平差计算得到开挖面中线的导线坐标,然后通过中线坐标放出开挖面关键点坐标,并在掌子面上用漆绘出开挖断面轮廓线,最后按照钻爆设计准确标出炮眼位置,炮位误差不大于 5cm;

3)拱部超前支护:交叉段拱部设置间距为 0.3m,长 4m 的 $\phi 42\text{mm}$ 的超前小导管对掌子面前方围岩进行注浆预加固,每根导管预留 15cm 焊接于格栅钢架上,仰角及外插角为 8° ;

4)上部环形导坑开挖:预留核心土长 3~5m,宽度为隧道开挖宽度的 $1/3 \sim 1/2$,每循环开挖进尺 0.8m 与初期支护钢架间距保持一致,最大不得超过 1m,上导坑矢跨比大于 0.3,通过复式楔形掏槽进行掏槽眼,周边眼采用不耦合装药,利用光面微差爆破技术进行爆破,

爆破过程采用爆破振动监测仪 M20 对产生的振动频率进行监测；

5) 上部环形导坑初期支护：完成步骤 4) 后对开挖面初喷 4cm 混凝土，若掌子面岩石破碎或渗水情况严重则需喷射 8cm 厚 C25 混凝土进行封闭，支护结构采用 $\phi 6$ 网眼间距 $20\text{cm} \times 20\text{cm}$ 的钢筋网，架设间距为 0.8m 的全环格栅钢架支撑，然后施作锁脚钢管，钻设 3.5m 长 $1.2 \times 1.2\text{m}$ 系统锚杆并复喷厚 C25 混凝土达到 25cm 形成初期支护；

6) 中下部环形导坑开挖：导洞高度为 3 ~ 3.5m，左、右两侧开挖进尺错开 2 ~ 3m，开挖前喷射 7cm 厚混凝土封闭上导掌子面，中下部环形导坑采用光面爆破，振动速度在 0.5cm/s 以下；

7) 中下部环形导坑初期支护：中下部环形导坑支护方法与步骤 5) 相同，在钢架支护工序变化处设锁脚锚管，同时采用 $\phi 22\text{mmU}$ 型钢筋将锁脚锚杆与格栅主筋呈 45° 角焊接，钢架之间通过设置 $\phi 22\text{mm}$ 环向间距 1m 的纵向连接钢筋，钢架与钢筋焊接牢固形成网状整体；这样的连接方式使钢架稳定性提高，保证了两榀钢架间不会因受力过大而造成破坏，确保了钢架基础稳定。钢架之间通过设置 $\phi 22$ 环向间距 1m 的纵向连接钢筋，钢架与钢筋焊接牢固形成网状整体；

8) 核心土开挖：开挖前喷射 7cm 厚混凝土封闭上一循环掌子面，采用微差爆破方式爆破；

9) 底部及仰拱开挖：仰拱循环开挖长度 0.8m，周边眼布置在距开挖断面边缘 0.2m 处，周边眼装药量一般为为辅助孔的 $1/3 \sim 1/4$ ，隧道底部采用周边孔光爆技术，并减小装药量增加炮孔数量，取辅助孔装药量的 $1/4$ ，同时控制弱爆破短进尺的要求，控制隧底超欠挖不得超过 25cm；

10) 仰拱超前支护：仰拱进行超前双排小导管注浆，每排小导管呈等间距立体平行排列，小导管的末端与仰拱格栅拱架焊接；

11) 底部及仰拱初期支护：将隧底虚碴、杂物、淤泥等清除干净，并用高压风将隧底吹净，隧底周边部分喷 4cm 厚混凝土封闭开挖面，施作网眼间距为 $20\text{cm} \times 20\text{cm}$ 的 $\phi 6\text{mm}$ 钢筋网，架设间距 0.8m 的格栅钢架支撑，配置纵向连接筋后复喷 C35 高强度防水混凝土进行覆盖，仰拱灌注分段进行，混凝土浇注前，超挖部分采用 C35 高强度混凝土回填，在混凝土拌制过程中添加速凝剂和早强剂，在仰拱混凝土终凝后进行混凝土填充浇筑；

12) 注浆：上部隧道每次进尺后对下部隧道相应断面拱顶位置打注浆孔，注浆孔每环 5 个间隔 0.8m，拱顶下沉较大点注浆孔间距加密为 1.5m，然后使用高压注浆泵把浆液注入岩体缝隙，同时用地质雷达探测盘道岭隧道交叉段围岩内部是否存在空洞，若存在则需要单独打孔注浆，施工人员需要对注浆位置分段重复注浆；

13) 监控测量。

[0005] 本发明带来的有益效果为：1) 中下部环形导坑初期支护的连接方式使钢架稳定性提高，保证了两榀钢架间不会因受力过大而造成破坏，确保了钢架基础稳定；

2) 在爆破过程中采用光面微差爆破减小了爆破冲击波强度及波速，达到减震效果，保证下方隧道安全性；

3) 采用多个作业面同时施工的方法，使各工序有效配合，同时提供了充足的作业空间，避免了各工序间相互干扰；

4) 上跨隧道采用仰拱超前小导管注浆，对小净距下部隧道拱部起到显著的防护作用，

保证了施工安全。

附图说明

[0006] 图 1 为小净距立体交叉隧道环形导坑施工方法的上部环形导坑炮眼布置示意图。

具体实施方式

[0007] 小净距立体交叉隧道环形导坑施工方法,包括如下步骤:

1)超前地质预报:对 50m 交叉影响段每 5m 进行一次掌子面地质素描,对围岩情况进行记录,利用凿岩台车在隧道开挖工作面钻取 1m 长 $\Phi 42\text{mm}$ 小孔径浅孔,钻取开挖掌子面后的岩石获得岩石样本,并对岩石试样进行室内试验,包括岩石单轴抗压强度、岩石回弹值、岩体弹性模量、软弱面剪切强度、初始地应力和二次应力场的测试从而获取掌子面前方超前地质信息;影响段开挖进尺前采用 TRT6000 超前地质探测仪对交叉影响段 50m 范围地质情况进行预报,采集 TRT 数据并通过 TRT 配套软件对数据进行处理,获得 P 波和 S 波波速;

2)测量放线:采用激光导向和幻灯布眼,通过复合导线中线定位测量方法,将洞外控制网坐标引进洞内,由一个已知点出发开始测量,经过未知点,到达另一个已知点,然后通过平差计算得到开挖面中线的导线坐标,然后通过中线坐标放出开挖面关键点坐标,并在掌子面上用漆绘出开挖断面轮廓线,最后按照钻爆设计准确标出炮眼位置,炮位误差不大于 5cm;

3)拱部超前支护:交叉段拱部设置间距为 0.3m,长 4m 的 $\Phi 42\text{mm}$ 的超前小导管对掌子面前方围岩进行注浆预加固,每根导管预留 15cm 焊接于格栅钢架上,仰角及外插角为 8° ;

4)如图 1 所示,上部环形导坑开挖:预留核心土长 3~5m,宽度为隧道开挖宽度的 $1/3 \sim 1/2$,每循环开挖进尺 0.8m 与初期支护钢架间距保持一致,最大不得超过 1m,上导坑矢跨比大于 0.3,通过复式楔形掏槽进行掏槽眼,周边眼采用不耦合装药,利用光面微差爆破技术进行爆破,爆破过程采用爆破振动监测仪 M20 对产生的振动频率进行监测;

5)上部环形导坑初期支护:完成步骤 4)后对开挖面初喷 4cm 混凝土,若掌子面岩石破碎或渗水情况严重则需喷射 8cm 厚 C25 混凝土进行封闭,支护结构采用 $\Phi 6$ 网眼间距 $20\text{cm} \times 20\text{cm}$ 的钢筋网,架设间距为 0.8m 的全环格栅钢架支撑,然后施作锁脚钢管,钻设 3.5m 长 $1.2 \times 1.2\text{m}$ 系统锚杆并复喷厚 C25 混凝土达到 25cm 形成初期支护;

6)中下部环形导坑开挖:导洞高度为 3~3.5m,左、右两侧开挖进尺错开 2~3m,开挖前喷射 7cm 厚混凝土封闭上导掌子面,中下部环形导坑采用光面爆破,振动速度在 0.5cm/s 以下;

7)中下部环形导坑初期支护:中下部环形导坑支护方法与步骤 5)相同,在钢架支护工序变化处设锁脚锚管,同时采用 $\Phi 22\text{mmU}$ 型钢筋将锁脚锚杆与格栅主筋呈 45° 角焊接,钢架之间通过设置 $\Phi 22\text{mm}$ 环向间距 1m 的纵向连接钢筋,钢架与钢筋焊接牢固形成网状整体;

8)核心土开挖:开挖前喷射 7cm 厚混凝土封闭上一循环掌子面,采用微差爆破方式爆破;

9)底部及仰拱开挖:仰拱循环开挖长度 0.8m,周边眼布置在距开挖断面边缘 0.2m 处,周边眼装药量一般为辅助孔的 $1/3 \sim 1/4$,隧道底部采用周边孔光爆技术,并减小装药量增

加炮孔数量,取辅助孔装药量的 1/4,同时控制弱爆破短进尺的要求,控制隧底超欠挖不得超过 25cm;

10) 仰拱超前支护:仰拱进行超前双排小导管注浆,每排小导管呈等间距立体平行排列,小导管的末端与仰拱格栅拱架焊接;

11) 底部及仰拱初期支护:将隧底虚碴、杂物、淤泥等清理干净,并用高压风将隧底吹净,隧底周边部分喷 4cm 厚混凝土封闭开挖面,施作网眼间距为 20cm×20cm 的 $\Phi 6$ mm 钢筋网,架设间距 0.8m 的格栅钢架支撑,配置纵向连接筋后复喷 C35 高强度防水混凝土进行覆盖,仰拱灌注分段进行,混凝土浇注前,超挖部分采用 C35 高强度混凝土回填,在混凝土拌制过程中添加速凝剂和早强剂,在仰拱混凝土终凝后进行混凝土填充浇筑;

12) 注浆:上部隧道每次进尺后对下部隧道相应断面拱顶位置打注浆孔,注浆孔每环 5 个间隔 0.8m,拱顶下沉较大点注浆孔间距加密为 1.5m,然后使用高压注浆泵把浆液注入岩体缝隙,同时用地质雷达探测盘道岭隧道交叉段围岩内部是否存在空洞,若存在则需要单独打孔注浆,施工人员需要对注浆位置分段重复注浆;

13) 监控测量。

[0008] 以上所述的仅是本发明的优选实施例。应当指出,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以作出若干变型和改进,也应视为属于本发明的保护范围。

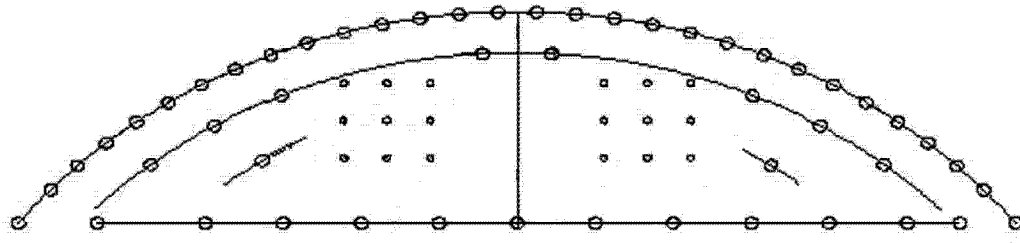


图 1