

基于 C6 多功能地质钻自进式管棚支护施工技术

Construction technology of self advancing pipe roof support based on C6 multifunctional geological drill

逯啟凯 李 球
Qikai Lu Qiu Li

中交一公局第四工程有限公司 广西 南宁 530033

The Fourth Engineering Co Ltd ofCCCC First Engineering Co Ltd Nanning Guangxi 530033

摘 要: 本文针对桐梓隧道软弱围岩坍塌采用 C6 多功能地质钻进行自进式管棚支护施工,总结了基于 C6 多功能地质钻机进行自进式管棚施工流程和操作要点,为隧道坍塌类似工程以及煤系地层、软弱围岩段施工提供经验借鉴参考。

Abstract: Aiming at the collapse of soft surrounding rock in Tongzi tunnel, this paper uses C6 multi-functional geological drill to carry out self-propelled pipe roof support construction, summarizes the construction process and operation points of self-propelled pipe roof based on C6 multi-functional geological drill, and provides experience reference for similar projects of tunnel collapse, coal stratum and soft surrounding rock construction

关键词: 隧道; C6 多功能地质钻; 坍塌; 自进式; 管棚支护

Keywords: Tunnel; C6 multifunctional geological drill; collapse; Selfadvancing; Pipe shed support

DOI: 10.12346/etr.v3i4.3286

在隧道施工过程中长管棚由于其一次支护长度长,对前方围岩有较好的稳固效果而普遍应用于隧道洞门以及软弱围岩地质段,传统的长管棚施工方法普遍先采用钻机进行钻孔、清孔后安装管棚,然后再进行注浆封堵,施工效率低,而且钻孔过程中容易出现塌孔现象,施工质量差,项目在经过煤系地层时出现了坍塌事件,基于 C6 多功能地质钻机进行了自进式管棚施工,施工效率高、质量好,可为类似工程提供经验参考。

一、工程概况

重遵扩容项目桐梓隧道设计分离式双向六车道隧道,主洞建筑限界 14.75m (宽)×5m (高),隧道以 IV、V 级围岩为主,平均断面积 160m²,最大断面面积达 213m²,桐梓隧道全长 10497m,最大埋深 639.61m。桐梓隧道设计为高瓦斯隧道,隧道设计 ZK43+620~ZK43+385、YK43+715~YK43+480 段为高瓦斯煤系地层段,总长 470m,设计瓦斯压力高达 1.5MPa,且该段与夜猫洞断层交融,设计洞身围岩为中风化灰岩、煤系地层,以软岩为主,围岩无自稳能力,无支护时易产生塌方、掉块,开挖经过断层破碎带时可能产生集中涌水,施工难度极大。

二、隧道冒顶坍塌状况

隧道在煤系地层瓦斯段施工过程中严格按照边探边掘的施工要求组织施工,在施工至 YK43+640 位置时左侧拱腰至拱顶位置发生冒顶坍塌,环向长度 12m,纵向宽度 2m,塌方体约 400m³,掌子面距洞顶表面埋深 126m。该段设计为 V 级围岩,洞身围岩以中风化灰岩、煤系地层,以软岩为主,衬砌支护类型为 W_s-V_a。

经现场勘察研究,决定采用长管棚结合超前小导管施工方法对该段进行超前加强支护,由于现场软弱围岩坍塌应力较集中,应力变化快,坍塌体均为松散状,若采用传统的先成孔后安装管棚施工方法,施工效率慢,耽误工期,且无法成孔,最终项目基于 C6 多功能地质钻动力强,扭矩大,自动化程度高的特点采用隧道自进式管棚支护施工方法对该段进行处理。

三、施工操作要点

(一)施工工艺流程

采用 C6 多功能地质钻进行 Φ76mm 自进式管棚施工,管棚 3m 一个节段,每循环长度为 12m,为外丝分节段接长,采用 C6 多功能钻机钻进施工,将管棚安装于 C6 钻杆套筒内,钻进过程中钻杆套筒跟进,在第一根钢管前端安装钻头,钻出的孔径大于钢管外径 0.8cm,钻进完一个节段时,

【作者简介】逯啟(1989~),男,汉族,青海海东人,工程师,本科。李球(1974~),男,汉族,安徽宣城人,工程师,大专。

可将钻头连同钢管反转取出,采用套丝钢管接长下一个节段后持续钻进直至钻完一根管棚的长度,重复以上步骤直至将所有的钢花管施工完成形成管棚,然后对管棚进行注浆,通过管棚前端的水眼将浆液分散渗入到周围松散围岩中,以稳固前方围岩,待浆液达到设计强度 85%以后才能进行掌子面开挖作业,开挖遵循“短进尺、强支护、快封闭、勤量测”的原则组织施工。

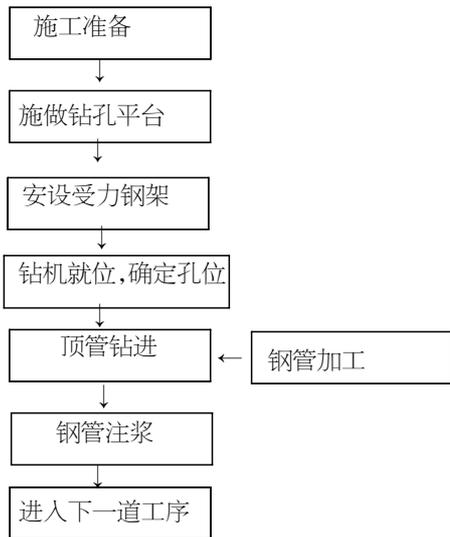


图 2 施工工艺流程图

1、坍塌处钢花管注浆

首先对掌子面采用渣土回填,并喷射 15cm 砼封堵掌子面,采用小导管对拱腰及拱顶上方注水泥砂浆回填密实,按照设计要求施做双层 $\Phi 50\text{mm}$ 注浆钢花管,钢花管长度 4m,环向间距 40cm,梅花型布置,注浆先下后上,打一层注浆一层,确保坍塌处开挖轮廓线外 4-5m 注浆饱满,并钻孔验证。

2、自进式管棚施工

(1)测量放线,沿拱架下方环向间距 40cm 用红油漆标示出管棚施作孔位;

(2)采用 C6XP-2 多功能钻机钻进,管棚 3m 为 1 个节段加长,第一根钢花管前端安装钻头,随 C6 钻杆套筒钻进,外插角控制为 1-3°,钢花管直径为 $\Phi 76\text{mm}$,管棚总长 12m,孔位 30 个。

(3)一根钢花管施作完毕,连接套丝钢管顶到位,钻头反钻连同钢管取出一定长度,并采用套丝钢管接长后继续钻进;按此方法循环将所有钢花管打入形成管棚。

(4)管棚安装完成后进行注浆作业,管棚注浆由下往上进行,采用 P42.5 水泥水灰比 1:1,注浆压力控制在 0.5-

1MPa,注浆完成后及时对注浆孔进行封堵。

(5)管棚浆液强度达设计强度 85%以后方可对掌子面进行开挖作业,开挖过程中控制每循环进尺不大于一榀拱架间距,直至安全通过隧道坍塌松散地段。

(二)操作要点

(1) $\Phi 76\text{mm}$ 钢管加工采用切割机切断,严禁采用电焊或者氧气切割方式,切割完成后对端口进行打磨平顺,钢管施工前宜在加工场地上按照设计长度进行预拼装、编号,并整齐存放。

(2)钢管在安装过程中将钢管穿过隧道型钢拱架上部,以拱架作为支撑点,尾端外露 20cm 与拱架进行焊接固定,共同组成支护体系。

(3)掌子面采用三台阶七步法施工,开挖严格遵循短进尺、强支护、快封闭原则组织施工,每循环开挖进尺不超过 1 榀拱架间距,直至安全通过软弱围岩段。

(4)喷射砼时先从拱脚处由下向上分层喷射,对于初支空洞处需进行拱顶注浆工艺,确保初支背后空洞引发二次坍塌变形风险,同时也防止初支拱架拱脚位置不密实,强度不足,造成拱脚失稳。

四、效益分析

项目在煤系地层软弱围岩段基于 C6 多功能地质钻进行采用自进式管棚超前支护,较传统的管棚施工作业相比具有如下优势:

(一)技术质量效益

基于 C6 多功能地质钻进行自进式管棚施工,解决了软弱破碎松散围岩体内管棚难以成孔的问题,施工时钻孔与管棚安装一次性完成,安全高效,节约工期,常规施工方法对这种不良地质隧道施工较难实现,且很可能造成重大的安全事故,损失程度不可估量,不安全。

(二)工期效益

采用 C6 多功能地质钻进行自进式管棚施工,一根管棚钻进时间约为 1 小时,注浆 30 分钟/孔,每循环施工时间 3 天左右,较传统施工方法钻、安装一根 12 米长度的管棚,大约需要 3-4 个小时,在正常施工情况下钻、安一环管棚共需要 8 天时间,相比自进式管棚施工多 5 天时间,施工工序简便、快捷,工期效益明显。

五、结语

项目在桐梓隧道煤系地层软弱围岩段基于 C 多功能地质钻进行超前大管棚施工实践应用,总结出了该技术的施工

(下转第 74 页)

(四)三臂凿岩台车与人工开挖单价成本

桐梓隧道 3# 斜井人工开挖综合费用为 19.26 元/m³,三臂凿岩台车开挖费用为 21.56 元/m³。三臂凿岩台车和人工开挖单价基本持平。

表 7 人工开挖单价费用

种类	费用	开挖进尺	开挖方量	每方单价
电费	12187.5			
配件消耗	3000			
油品消耗	0			
人员费用	134500	100	8361	19.26
设备折旧费用	2840.417			
电力设备费用	8484.267			
合计	161012.2			

表 8 三臂凿岩台车单价成本

种类	费用	开挖进尺	开挖方量	每方单价
电费	6707.813			
配件消耗	21000			
油品消耗	2900			
人员费用	102500	135	11287.35	21.56
设备折旧费用	96989.17			
电力设备费用	13228.8			
合计	243325.8			

五、三臂凿岩台车开挖综合优势

(一)降低施工安全风险及操作手的减少

隧道掌子面钻孔时三臂凿岩台车 2 名操作手,而人工钻孔人员十几人。三臂凿岩台车钻孔时人员密度小,而且操作

手在离掌子面 8 米的驾驶室里,驾驶室具有保护作用。人工钻孔时操作手距掌子面 2 米处,十几个工人拥挤在架子上,钻孔时坠石对操作手有一定的危险性,总体比人工开挖人员减少了 38%,正实现了机械减人的目的。

(二)钻孔效率提高

三臂凿岩台车每个钻孔时间 2min,传统手工钻钻孔时间 7min 以上。相比之下每循环钻孔速度提升 20%~35%,总体施工比人工快 35%,缩短了隧道开挖施工工期。

(三)开挖质量的提升

三臂凿岩台车操作手通过电脑显示屏直观看到钻杆在掌子面的位置,钻进过程中孔位及角度都可以精确定位。靠经验和肉眼观察的人工钻孔相比,大大提高了钻孔质量。

(四)施工环境的改善

三臂凿岩台车采用全封闭的操作室比传统人工手风钻噪音降低了 10~20dB。三臂凿岩台车使用 380V 工业用电作为动力来源水冲孔,减少了废气和粉尘,降低对人体的危害。

(五)多种作业功能

三臂凿岩台车可以进行 5~30 米超前钻探,还可以注浆孔、锚杆孔及装药等多功能作业,实现信息化施工管理现场。

六、结论

三臂凿岩台车在隧道的应用保证了施工人员的安全减少了安全事故发生的概率,改善了施工环境减少了职业病的发生,缩短了施工工期,为企业节省了成本。三臂凿岩台车在桐梓隧道的应用标志着我公司机械化路上迈出了重要的一步,为企业健康发展、安全施工保驾护航。

参考文献

- [1] 汪旭光.爆破手册[M].北京:冶金工业出版社.2010.

(上接第 52 页)

工艺流程及注意事项,该技术与传统施工方法相比具有机械化程度高,减少了作业人员劳动强度,降低了洞内人员施工作业安全风险,基于 C6 多功能地质钻动力强,扭矩大的特点,管棚成孔效率高、质量好、施工周期短,节约资源,该技术不仅可运用于隧道冒顶式坍塌的治理,对隧道不良地质施工也有借鉴作用,在公路隧道施工中有较高的推广价值。

参考文献

- [1] 黎建华,软岩隧道中跟进式管棚超前支护施工技术,中小企业管理与科技(上旬刊),2012(2):164-165.
- [2] 魏杰自进式锚杆管棚在隧道塌方中的应用[J],山西交通科技,2014(6):52-54.
- [3] 李锦华,向可明,自进式管棚在隧道溶洞处治中的应用[J],西南公路,2012(1):39-42.