大管棚超前支护技术在龙泉山隧道下穿张万沟大桥施工中的应用

赵建波，刘金欢
（中国水利水电第七工程局有限公司 第一分局，四川 彭山 620860）

摘　要：针对龙泉山隧道下穿已通车的张万沟大桥给桥梁本身安全及隧道施工安全带来隐患的问题，施工中采用大管棚超前支护技术，提前发挥超前支护的作用，不仅确保了施工过程中桥梁及隧道的施工安全，而且提高了桥梁及隧道的长期稳定性，对该施工方法取得的效果进行了评价，积累了施工经验，可供类似工程推广应用。

关键词：大管棚；超前支护；张万沟大桥；龙泉山隧道
中图分类号：U21；U23；[U25]；U215　　**文献标识码**：B　　**文章编号**：1001-2184(2019)增 1-0037-03

1　工程概述

龙泉山隧道位于成都轨道交通 18 号线天府新站～三岔湖站区间，为穿山越岭隧道，采用双洞分修方案（线间距 30 m），矿山法施工，龙泉山右线隧道总长 9 695 m；左线隧道总长 9 657 m，其中在桩号 YDK44＋150～YDK44＋300、ZDK44＋130～ZDK44＋300 段下穿已通车的双简快速路张万沟大桥，左线隧道位于桥台与桥墩之间，距桥台 7.5 m，距桥墩中心线 12.5 m，隧道拱顶距桥台底 32.94 m，距桥墩底 23.19 m。

左线隧道桩号 ZDK44＋130～ZDK44＋300 段及右线隧道桩号 YDK44＋150～YDK44＋300 段采用台阶法施工，采取控制爆破措施进行开挖，施工中加强了对拱顶下沉及净空变化的监测；左线隧道桩号 ZDK44＋170－ZDK44＋210 段及右线隧道桩号 YDK44＋190－ZDK44＋230 段采用全环 I18 型钢钢架＋ φ108 大管棚加强超前支护以控制沉降，确保张万沟大桥结构安全。

2　大管棚超前支护施工技术

2.1　施工流程

洞内扩挖段开挖→导向墙测量放线→脚手架搭设（或工作平台开挖）→架设钢架、安装导向管→测量复核→导向管保护→喷射混凝土成型导向墙→大管棚钻孔跟进→安放钢筋笼→验孔→顶管→注浆→封孔。

2.2　扩挖段开挖

隧道下穿张万沟大桥段采用台阶法开挖。为满足洞内大管棚施工对上台阶断面进行扩挖，扩挖段总长 7 m，过渡段 1 m，扩挖厚度 1 m。

扩挖段开挖采用光面控制爆破开挖，以尽量减少对周围岩体的扰动，机械配合出渣，上台阶开挖后及时进行初期支护，初期支护采用 I18 型钢钢架，间距 60 cm，初支混凝土强度采用 C25 喷射混凝土，混凝土采用湿喷工艺。

上台阶扩挖段施工时，下台阶施工至扩挖段起点后停止开挖施工，待上台阶管棚施工完成后，上台阶扩挖段采用 C25 喷射混凝土回填至设计开挖断面后下台阶开始施工，施工过程中避免上台阶拱脚悬空以确保施工安全。

2.3　导向架及导向管施工

（1）导向架的安装。

导向架采用 2 榀 I18 型钢钢架作为管棚导向结构，拱架间距为 0.6 m。每榀钢架分为 5 个单元，钢架加工需确保每节的弧度与尺寸均符合设计要求，每节钢架两端均焊连接板，工字钢各单元通过连接板焊接并用螺栓连接牢固，将连接板密贴加工后进行试拼检查，每榀钢架每端共需 4 套螺栓、螺母。钢架安装时，严格按照设计中线及水平位置架设，安装尺寸的允许偏差：横向和高程为 ±5 cm，垂直度为 ±2°。钢架的下端设在稳固的地层上，拱脚的高度低于上部开挖底线以下 15～20 cm。拱脚开挖超深时加设钢板或混凝土垫块。在进行喷射混凝土时钢架全部被混凝土覆盖，钢架保护层厚度大于 40 mm。钢架在加工完毕进行试拼，钢架周边拼装的允许偏差为 ±3

收稿日期：2019-01-22

cm,平面翘曲小于 2 cm。2 榀钢架间纵向采用 φ22 纵向钢筋,环向 1 m 间距布置并与钢架焊接牢固,钢架落底置于稳固的基岩上。拱脚开挖超深时,加设钢板或混凝土垫块。安装工字钢时,需保证工字钢底部至内模顶面的距离达到 5 cm。

(2)导向管的安装。

工字钢架设完成后进行导向管的安装,导向管采用直径为 144 mm 的热轧无缝钢管,其壁厚为 5 mm,导向管的长度为 1.5 m,环向间距根据管棚间距而定。

为了防止导向管在喷射混凝土时发生位移,导向管按照设计要求焊接在工字钢架上。导向管中心线位置的允许偏差为 10 mm,尺寸允许偏差为±10 mm。

安装导向管时,严格控制导向管的环向间距及纵向位置。为满足设计要求,先在工字钢架顶面标定出导向管的位置,并按间距、方向角要求布置导向管,导向管纵向与线路方向一致,外插角角度为 3°,以免管棚钻机钻孔侵入洞身开挖断面。为避免喷射混凝土进入导向管,安装导向管时对导向管孔口进行堵塞。

(3) 模板的安装。

导向墙采用模喷混凝土施工,为保证导向墙端头喷射混凝土面的光滑平顺,在导向墙安装端头模板,导向墙端头模板采用 2.5 cm 厚的木板安装,木板间的连接采用加背撑方式进行加固,木模板与钢模板之间采用扒钉或钢钉连接牢固。在安装模板前检查模板尺寸,除顶面高程允许偏差为±10 mm 外,导向墙边缘位置的允许偏差为±10 mm;模板平整度不得大于 5 mm,模板表面错台的允许偏差为 2 mm。模板安装牢固可靠,在模板与混凝土接触面涂刷脱模剂。

(4)混凝土浇筑。

混凝土浇筑前,再次对模板、导向管进行检查并作必要的校正,确保模板的中线、水平及尺寸符合设计要求。预埋件的位置正确,模板安装及支架牢固紧密,导向墙采用湿喷工艺、C25 喷射混凝土浇筑。

2.4 大管棚施工

(1) 钻机的安装。

钻机架设于预留的拱顶工作平台上,对拱顶平台进行夯实,以确保施钻时钻机不产生不均匀下沉、摆动而影响钻孔质量。

钻机定位:钻机要求与已设定好的孔口管方向平行,精确核定钻机的位置。采用经纬仪、挂线、钻杆导向相结合的方法反复调整,确保钻机钻杆轴线与孔口管轴线相吻合。

(2) 跟管钻进施工。

钻孔采用管棚钻机,钻机平台的高度根据钻机的可调控范围以及钻孔顺序确定,钻孔顺序由低向高依次钻进,根据孔号的奇偶数错开施工。为便于安装大管棚钢花管,钻孔直径为 127 mm,钻孔一次成孔。

钻机开钻时低速低压,待成孔 10 m 后根据地质情况逐渐调整钻速及风压。

钻进过程中经常测定其位置并根据钻机钻进的状态判断成孔质量,及时处理钻进过程中出现的事故。

钻进过程中确保动力器、扶正器、合金钻头按同心圆钻进。

在每个孔的第一节管打设时,奇偶孔分别采用长度为 1.5 m 和 2 m 的钢管并安装管系。以后每一节管均采用长度为 1.5 m 的钢管。

钻头与管系连接后,放入导向管内,钻杆穿过第一节钢管与钻头连接,开动管棚机,钻头偏出,旋钻扩孔,将岩体研磨、冲击、挤密成孔,利用冲击器带动管棚钢管钻进。

第一节钢管钻进到位后,继续安装钻杆及管棚钢管。待钻至设计管棚长度后,翻转钻杆,使偏钻头退回管内,取出钻头及钻杆,进行下一个钢管钻进。

钻进过程中,用测斜仪测定位置,调整钻进方向。

认真作好钻进过程的原始记录,及时对孔口岩屑进行地质情况的判断、描述,作为洞身开挖时的地质预测预报参考资料,指导洞身开挖。

(3) 管棚的加工。

大管棚为直径 108 mm、壁厚 6 mm 的热轧无缝钢花管。大管棚管壁上钻注浆孔,孔径为 10～16 mm,孔纵向间距为 15～20 cm,呈梅花形布置,尾部留长度不小于 100 cm 的不钻孔止浆段。钢花管在同一截面的接头数不得超过管数的 50%。

大管棚钢花管标准段钢管长度为 1.5 m。为

提高导管的抗弯能力，在导管内增设钢筋笼。钢筋笼由四根主筋和固定环组成，主筋直径为 16 mm，钢筋之间每 1 m 间距用 5 cm 长、直径为 48 mm 的钢管连接，钢管壁厚 3.5 mm。

2.5　管棚注浆

(1) 注浆压力及配比。

管棚安装完成后进行注浆，浆液采用水灰比为 1∶1 的水泥浆液，以单孔设计注浆量和注浆压力作为注浆结束标准，其中以单孔注浆量控制为主，注浆压力控制为辅，将注浆压力控制在 0.5～2 MPa，注浆至 φ108 钢管与导向管之间的空隙连续流出水泥浆为止；注浆时对地表以及四周进行观察，如果压力一直不上升，则采取间隙注浆方法以控制注浆范围。注浆的质量直接影响管棚的支护刚度，因此必须确保灌浆的饱满、密实。

浆液强度等级不小于 M10。采用单孔注浆结束标准：①注浆压力逐步升高，直至达到设计终压并稳定 10 min；②注浆量不小于设计注浆量的 80%；③进浆速度为开始进浆速度的 1/4。

(2) 注浆顺序。

由于管棚间距较小，为避免注浆时串孔造成相邻钢花管孔堵塞，成一孔即注浆(有水时从无水孔向有水孔进行)，同时可以让浆液在松散的岩层中进行扩散填充，将破碎的岩层固结，有利于相邻孔在钻孔时减少掉块，避免发生卡钻或掉钻、掉钎现象，有利于加快施工进度。注浆时，对注浆管进行编号(注浆编号和所埋设的导向管的编号一致)，每个注浆孔的注浆量、注浆时间、注浆压力需作好记录，以保证注浆质量，注浆记录包括：注浆孔号、注浆机型号、注浆日期、注浆起止时间、压力、水泥品种和标号、浆液容重和注浆量。

注浆分两步完成，当第一次注浆的浆液充分收缩后进行第二次注浆，以使管棚填充密实。注浆采取注浆终压和注浆量双控措施，拱脚的注浆终压高于拱腰至拱顶。

(3) 注浆孔的封堵方式。

采用钢板在钢管口焊接封堵，预留注浆管，在注浆管安装阀门，堵头封闭严实。注浆完成后采用快干水泥砂浆封堵钢花管与导向管之间的空隙。

3　结　语

在龙泉山隧道下穿张万沟大桥施工过程中，通过大管棚超前支护施工技术的应用，确保了桥梁和隧道的施工安全，桥台竖向沉降小于控制值 15 mm，桥台不均匀沉降小于控制值 5 mm。横桥向同一盖梁两个墩柱的不均匀沉降位移差小于控制值 5 mm，纵桥向相邻桥墩不均匀沉降位移差小于控制值 15 mm。同一盖梁竖向不均匀沉降(不计入活载)小于控制值 3.5 mm，隧道拱顶范围内同一盖梁的竖向不均匀沉降小于控制值 3 mm；地表爆破震动速度小于 5 cm/s；隧道内拱顶沉降及水平收敛速率均符合要求，充分发挥了大管棚超前支护技术的优势，值得在类似工程中推广应用。

作者简介：

赵建波(1990-)，男，四川仁寿人，助理工程师，学士，从事市政工程施工技术与管理工作；

刘金欢(1994-)，男，安徽蚌埠人，技术员，学士，从事市政工程施工技术与管理工作.

(责任编辑：李燕辉)

(上接第 36 页)

管理与施工措施以减少或杜绝缺陷的出现。

参考文献：

[1] 中铁二局集团有限公司.高速铁路隧道工程施工技术规程[M].北京：中国铁道出版社，2015.

[2] 铁路隧道防排水技术规范，TB10119－2000[S].

[3] 中铁隧道集团有限公司.铁路隧道防排水施工技术指南[M].北京：中国铁道出版社，2009.

作者简介：

柴应诏(1989-)，男，四川成都人，助理工程师，学士，从事铁路及市政工程施工技术与管理工作；

李睿鑫(1996-)，男，四川西昌人，技术员，从事轨道交通工程施工技术与管理工作.

(责任编辑：李燕辉)

湖北省全面停止审批引水式水电站项目

目前，湖北省已有 1194 座水电站站完成生态流量泄放工程建设，140 座水电站实现了生态流量泄放远程监控。

湖北省水利厅介绍，小水电站在提供清洁能源的同时，也因下泄生态流量不足、梯级过密等原因，造成部分河段干涸等环境问题，因而湖北省已全面停止审批引水式水电站项目，对无法进行生态改造的水电站逐步关停退出。

(湖北日报　2019 年 3 月 18 日)