

浅埋隧洞管棚设计与施工

刘涛 万露

中水东北勘测设计研究有限责任公司

DOI:10.12238/hwr.v8i6.5505

[摘要] 长管棚支护在浅埋隧洞施工中应用广泛,通过利用管内注浆固结周边围岩,形成棚架支护体系,提高管周边围岩的强度。以引绰济辽工程#1-3支洞为例,介绍了管棚的设计参数及施工工艺。采取管棚支护能实现提前进洞,减少明挖工程量,对环境破坏小。

[关键词] 长管棚; 浅埋隧洞; 支护; 施工工艺

中图分类号: TV543+.3 **文献标识码:** A

Design and Construction of Shallow Buried Tunnel Pipe Shed

Tao Liu Lu Wan

Zhongshui Northeast Survey, Design and Research Co., Ltd

[Abstract] Long pipe shed support is widely used in shallow-buried tunnel construction. The surrounding rock is consolidated by grouting in the pipe, forming a shed support system and improving the strength of surrounding rock around the pipe. Taking #1-3 branch tunnel of YRDP as an example, the design parameters and construction technology of pipe shed are introduced. Pipe-shed support can realize entering the tunnel in advance, reduce the open-cut engineering quantity and cause little damage to the environment.

[Key words] Long pipe shed; Shallow buried tunnel; Support; construction technology

引言

管棚施工技术在地铁、交通隧道和水利隧道等工程中应用广泛,可以提高隧道施工效率和安全性^[1]。管棚法主要适用于覆盖层、软弱破碎岩层等易于崩塌、松弛的地层,管棚法支护作用机理为利用钻机设备沿开挖轮廓线钻设与隧洞平行或成一定外插角度的钻孔,在孔内插入带孔花钢管并利用灌浆设备向管内注浆,浆液渗透后可以固结管周边的围岩,最终形成棚架的支护体系,能够有效提高管周围岩体的抗剪强度,把因为开挖引起的松弛控制在最小范围内^[2]。

1 工程概况

引绰济辽工程是自嫩江支流绰尔河引水至西辽河的大型引水工程,主要任务为向沿线的兴安盟、通辽市各旗县(市、区)供水,输水工程线路全长约390公里,设计最大年调水量为4.88亿立方米。

输水工程隧洞段施工一标#1-3支洞总长63.31m,综合纵坡10%,断面型式采用圆拱直墙式,衬后断面尺寸为6.0m×6.0m(宽×高),其中两侧直墙高4.0m,拱高2.0m,拱中心角135°。#1-3支洞进口隧洞埋深约7m,基岩为花岗岩和二长斑岩岩脉,进洞30m范围内为破碎区域,岩体呈松散砂状和碎块状,围岩强度低、极不稳定,为V类。为保证进洞开挖施工安全,设计中采取长管棚超前支护方式对围堰进行加固,在管棚保护下进行短进尺开

挖,开挖完成后,采用钢拱架+挂网喷混凝土初期支护型式,并全断面二次衬砌。

2 管棚设计



图1 导向墙施工面貌图

管棚结构主要包括:导向墙、注浆管棚与钢拱架支撑等。导向墙内设置导向钢管,主要用于管棚钻孔与插入钢管时定位;注浆管棚通过间隔布置的钢拱架与导向墙的支撑形成棚架体系,共同抵抗上部围岩压力。

2.1 导向墙设计

为保证长管棚施工精度,施工期在洞口施作2m长混凝土导向墙,导向墙形状与洞身衬砌一致,内设钢拱架,钢架外缘设Φ127导向钢管,钢管与钢架焊接。导向墙现场面貌见图1。

2.2 管棚配置、形状

本工程施工支洞断面型式采用圆拱直墙式,衬后断面尺寸为6.0m×6.0m(宽×高),管棚采用壁厚5mm的Φ89热轧无缝钢管,按顶拱中心角180°范围内布置,钢管轴线与衬砌外缘线夹角1°~3°。

管棚布置见图2。

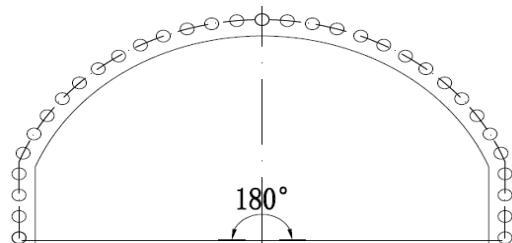


图2 管棚布置形状图

2.3 管棚参数设计

管棚长度的确定需考虑钻机设备的性能要求,并能穿过隧洞前缘的土体破裂面一定长度,以便土压力能有效传到管棚支护结构上。综合考虑隧洞洞径、覆盖层厚度及围岩性质等因素,管棚长度选定为20m。

钢管采用Φ89×5无缝钢花管,钢管长度分为4m、6m两种规格。相邻管节的采用丝扣连接,接头错开距离不小于0.5米,同一断面内接头数量不大于50%。钢管前端加工成尖锥状,并焊接封闭。

钢管环向间距通常采用2~4倍钢管直径,本工程采用30cm。为保证长管棚施工时的钻孔精度,在隧洞进口设置导向墙,导向墙厚度0.6m,墙内架设钢拱架并在其外缘焊接Φ127导向钢管。

管棚采用分序施工,先钻奇数号孔,并插入钢管注浆,然后再施工偶数号孔。奇数号孔钢管采用带注浆孔的钢花管,注浆孔直径6mm~10mm,间距20cm×20cm,梅花形布置,并在尾部预留长度为110cm的止浆段,止浆段不钻孔;偶数号孔钢管采用无孔钢管。奇数号孔灌浆时可通过偶数号孔的漏浆情况可以检查奇数号孔的注浆质量。

2.4 注浆

单孔注浆量按下式估算:

$$Q = \pi R^2 L \eta \alpha \beta$$

式中R—浆液扩散半径,取0.3~0.4m;

L—管棚长度,m;

η—注浆地层孔隙率;

α—浆液有效填充率;

β—浆液损耗系数。

注浆采用水泥浆液(涌水量较大时,可采用掺加水玻璃等注浆材料),水灰比可采用1:0.5~1:1,初始注浆压力采用

0.5MPa~1.0MPa。

注浆前应先在现场选择合适部位进行注浆试验,根据实际情况确定注浆参数。注浆过程中管棚孔口应设置止浆措施,注浆完毕后用M25水泥砂浆充填钢管。

3 管棚施工

3.1 施工工艺

超前管棚施工工艺流程见图3。

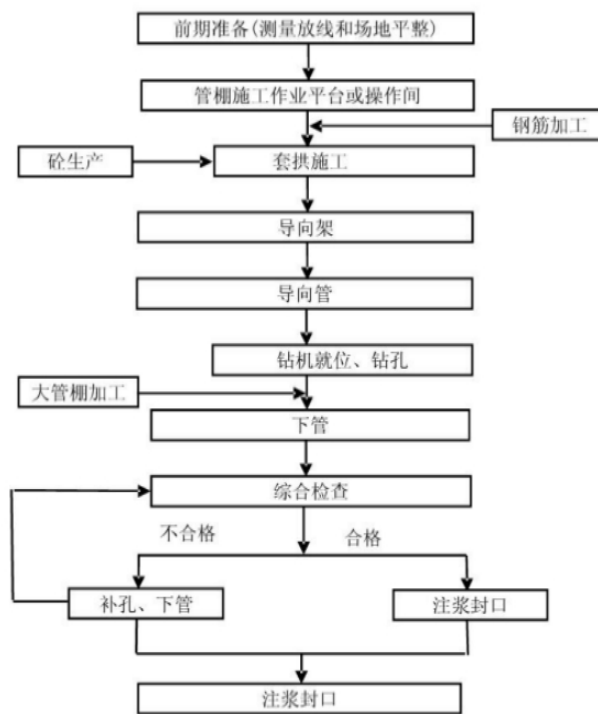


图3 超前管棚施工工艺流程图

3.2 管棚加工

为方便钢管对接,将钢管两端加工成公、母丝扣,丝扣长0.15m,丝扣牙距0.5cm;管壁注浆孔孔径10mm~16mm,呈梅花形布置,间距15cm×15cm,便于浆液通过管壁注浆孔扩散到围岩中。同孔管棚钢管安装时将4m管和6m管间隔装入孔中,相邻孔管棚钢管安装时注意错开丝扣连接布置。

钢管结构见图4。

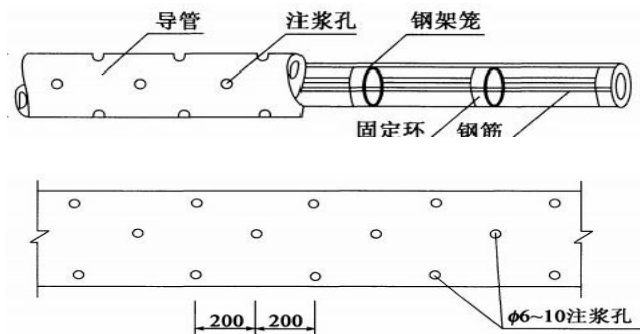


图4 钢管结构图

3.3 导向墙施工

导向墙施工前应先完成洞口边坡、仰坡开挖,并在坡面喷射厚度为20cm的混凝土作为封闭止浆墙。开挖至明洞外轮廓线时,要预留核心土,防止土体塌坡,测量人员放样定出套拱位置后,在套拱两侧进行扣槽开挖并支护,在明暗洞交界位置架设HM150型钢拱架,型钢拱架间采用钢筋焊接,必要时也可以在拱架两侧打设锚杆,将拱架焊与锚杆焊接固定,套拱布置在明洞外紧贴掌子面。

在钢拱架外缘设置 $\Phi 127 \times 5$ 孔口导向钢管,钢管与钢拱架采用焊接连接。焊接前,用仪器精确确定其水平与中线位置,确保与管棚位置方向一致;焊接完成后,将导向管两侧孔口管封堵,防止套拱浇筑时外物进入将孔口管堵塞,之后立模包裹钢支撑和导向管,并浇筑60cm厚的混凝土,形成套拱。

3.4 钻孔

施钻平台采用钢管搭架支撑,呈“井”字形,上面铺设木板,平台搭建要牢固且稳定,以利于控制钻孔精度。钻机采用钢丝绳固定在施钻平台上,固定前要调整好钻机的高度与钻杆的倾角等。

钻孔时,将钻头和钻杆对准孔位中心标记,穿过导向管,缓慢启动钻机,钻进过程要平稳,保证钻孔平直,孔底偏差与平面误差要控制在规定的范围以内。成孔后先扫孔再下管。

3.5 安装管棚

管棚安装采用钻机顶进方式,钢管采用4米节与6米节间隔布置,相邻钢管节间用自由钳旋转拧紧丝扣,保证连接牢固,邻孔间钢管注意接头错开。钻机作业流程为钻孔-顶进钢管-移动位置进行下一孔施工。

3.6 注浆

3.6.1 注浆准备。注浆前的各项准备工作包括:检修机具设备,发现问题时及时修理或替换;检查注浆管路系统是否存在漏、断或不通问题,保证管路系统畅通。管路系统检查可采用试压方式,注浆前预先将管路接通,用清水试压,若管路不通或接头漏水,及时维修处理。

3.6.2 浆液拌制。水泥采用P.0 42.5水泥,浆液采用1:0.5~1:1水泥净浆。浆液采用高速制浆机拌制,每盘浆液拌制时间不少于5min,浆液搅拌要均匀,有良好的流动性、可注性,浆液应在现场随拌随用。

3.6.3 注浆。(1)管棚注浆方式采用隔孔注浆,即先对奇数孔钢花管注浆,再施工偶数孔无孔钢管。注浆顺序为:由低到高,交错进行。(2)初始注浆压力:0.5MPa~1.0MPa。(3)注浆方式采用孔口注浆,先在管棚末端焊接封堵钢板,在钢板上开孔安装注浆管与排气管,排气管与注浆管通过止浆阀门控制。排气管采用直径为20mm的塑料管,插入距孔底0.2m处,用于注浆时排空管内空气;注浆前用锚固剂或水泥砂浆封闭掌子面与管棚之间的孔隙,防止注浆过程中跑浆、漏浆。(4)注浆扩散半径一般为孔间距的0.6~0.7倍,根据围岩孔隙率等参数,可初步估算出注浆

量。施工时,若出现注浆量超出估算值而注浆压力未达到要求情况,一般需要先调整浆液浓度再继续注浆,直至达到压力要求,注浆质量符合标准后,方可停止注浆,确保钻孔周围岩体与钢管间的孔隙全部被浆液充填。(5)若达到注浆设计终压而注浆量不足时应检查是否管路堵塞,排除故障后用高压水清孔后重新注浆。(6)注浆结束后采用M25砂浆对管棚进行充填,以增加管棚的刚度和强度,提高支护能力,减小因为开挖引起的松弛变形。

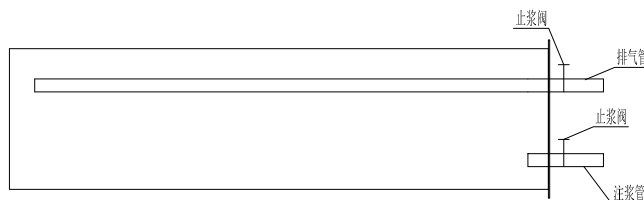


图5 注浆系统示意图

3.7 质量保证措施

(1)管棚所用钢管的材质、规格、构造及搭接长度符合相关技术标准或设计要求。(2)按试验配合比配置浆液,并严格控制水灰比及外加剂掺量;浆液拌制采用搅拌机拌制,拌制时间符合相关技术标准或设计要求;注浆过程中控制注浆量与注浆压力,满足设计文件要求。(3)注浆前对注浆设备进行检查,包括压力表的准确度、注浆孔口的密封性。(4)现场配备专职量测人员,严格设备平台高程,控制钻孔角度,以保证管棚施工的精度。

3.8 施工注意事项

(1)长管棚为超前预支护,应在洞挖之前完成。(2)为保证管棚施工精度,施工过程中严格控制管棚方向,合理运用测斜仪等设备对钻孔的偏斜度进行实时测量,并对每个钻孔做好相应的地质记录。(3)管棚施工前,对钢管、水泥等主要材料进行原材料检验,以保证施工质量满足要求。(4)设备的性能对钻孔精度影响较大,应根据钻孔深度和孔径要求合理选择钻机和钻具。钻孔时应在套拱导向管内作业。(5)施工期间应严格遵守相关安全法规,包括隧洞施工、钻孔、注浆等安全作业规程等。施工时,加强监控量测,保证施工安全。

4 结语

目前,长管棚支护在浅埋隧洞施工中应用广泛,支护的原理为利用管内注浆固结周边围岩,形成棚架支护体系,进而提高管周边围岩的强度,设计参数及施工工艺主要根据隧洞开挖形状、大小、埋深及开挖方法等确定。采取长管棚措施能实现提前进洞,减少明挖工程量,对环境破坏小。

[参考文献]

- [1]断层破碎带暗挖通道超前大管棚施工技术[J].巩军辉.施工技术(中英文),2024,53(7):46-49.
[2]梁炯.锚固与注浆技术手册[M].中国电力出版社,2003.

作者简介:

刘涛(1993—),男,汉族,山东省诸城市人,工程师,从事水利工程设计。