

# 盾构施工测量监理控制

张志军

北京致远工程建设监理有限责任公司 北京 100000

**摘要:** 地铁联系测量影响贯通测量, 盾构施工测量技术直接影响了地铁盾构施工质量, 所以监理主要控制联系测量和施工测量精度, 为更好的控制北京地铁17号线9标盾构区间的掘进线型, 始发曲线为420, 采用切割线始发, 本文介绍了控制测量、盾构施工测量、导向系统、盾构机姿态复核、隧道环片测量。

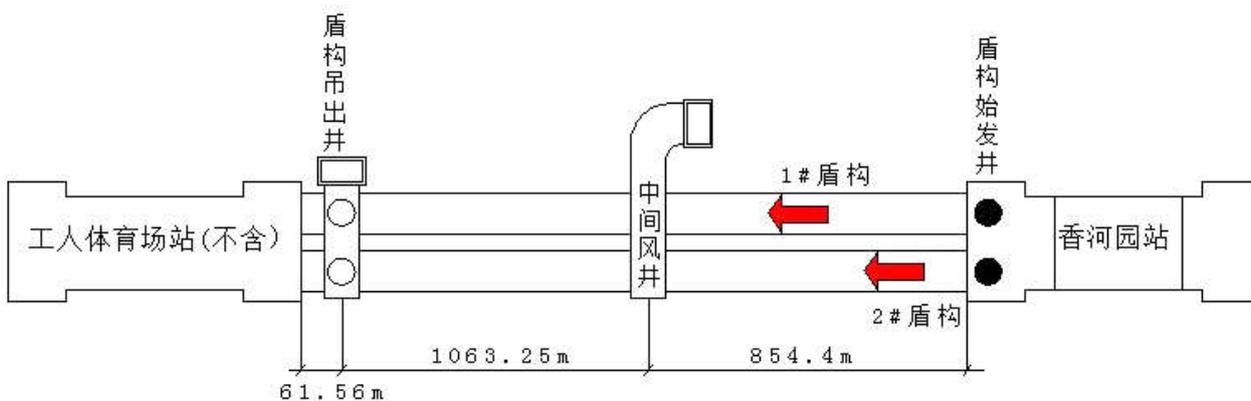
**关键词:** 盾构施工测量; 导向系统; 盾构机姿态复核

## 1 工程概况

北京地铁17号线09标段正线长2.26km, 共1站1区间, 即香河园站、工人体育场站~香河园站区间。

工人体育场站~香河园站区间南起出工人体育馆站, 沿新东路向北敷设, 下穿亮马河、机场线东直门~三元桥区间和二环~机场路联络线北线高架桥后到达香河园站, 正线长度953m。区间设计起点里程右线: YK24+816.339 (左线: ZK24+816.339), 终点里程右线: YK26+795.646 (左线: ZK26+762.523), 右线全长1979.307m (左线全长1946.184m), 为盾构法+矿山法

区间。工香区间地面标高约39.30~41.80m, 覆土厚度约15~26m, 区间平面线间距11.7~18.0m。区间右线纵坡先以5.3‰上坡, 到达最高点后再以4‰下坡到达最低点, 最后以26.016‰上坡进入车站。区间左线纵坡先以5.3‰上坡, 到达最高点后再以4‰下坡到达最低点, 最后以28‰上坡进入车站。轨面标高约8.33~18.50m, 地面标高约39.30~41.80m, 区间覆土厚度约15~26m。区间平面线间距9.0~18.0m, 最小平面曲线半径R=350m。区间隧道主要位于中砂⑦1、粉质黏土⑥层。地下水类型为潜水~承压水, 区间隧道结构位于水位以下。



工香区间盾构施工示意图

## 2 控制测量

2.1 平面控制测量: 北京地铁平面控制网一般分两级布设, 首级为GPS控制网, 二级为精密导线网。GPS点和精密导线点为由第三方提供, 按《城市轨道交通工程测量规范》GB/T50308-2017四等导线在竖井周边加密地面精密导线点, 作为联系测量的起算点, 向洞内投点定向。洞内导线采用双支导线的形式向前传递, 在最后点连接起来, 构成“K”型导线网左右锁定, 以提高测量精度。<sup>[1]</sup>

2.2 高程控制测量: 高程控制测量有地上精密水准测量、高程联系测量和地下隧道内精密水准测量, 按《城

市轨道交通工程测量规范》GB/T50308-2017城市二等水准技术要求进行测量。

2.3 联系测量: 联系测量方法主要有有铅垂仪陀螺经纬仪联合定向、一井定向、两井定向、导线定向。其中导线定向最方便且精度最好, 缺点是受始发井的长度和深度制约, 且由于全站仪采用的是三角高程, 如果俯仰角过大, 计算出的水平距离可能会有一定的误差, 一般使用较少。一井定向或两井定向受地面及洞内各种因素的制约较少, 比较方便。从香河园站东端明挖吊装口和出入口吊钢丝联系测量投四个点XHY1、XHY2、XHZ1、

XHZ2到二衬底板上，作为始发的控制点。以后每次联系测量投点时都用这四个点，多次联系测量的加权平均值做为盾构始发掘进的控制点坐标。<sup>[2]</sup>

高程联系测量在没有条件的情况下采用钢尺法导入高程，每次至少导入2个水准点。分别于隧道掘进150m、掘进至单向长度的1/2处和距贯通面150m~200m时各进行一次高程联系测量，共3次。取3次测量成果的加权平均值，指导隧道高程贯通。在始发端通过高程传递把地面高程点传递到井下。高程传递测量包括地上高精度水准测量、竖井高程传递联系测量，地面水准测量采用附和导线测量引测至车站端头至少2个水准点，其测量的技术要求满足《城市轨道交通工程测量规范》规范要求。通过在香河园站东端明挖悬吊钢卷尺进行高程传递测量，钢尺上悬吊与钢尺检定时相同质量的重锤，地上、地下两台水准仪同时读数。每次独立观测3组数据，测得的高差较差小于2mm时，数据可靠。计算时，需对钢尺进行各项改正，取3次测量成果平均值作为高程传递的成果。所用仪器为天宝DiNi03电子水准仪及配套的钢钢尺和50m钢卷尺。

### 3 盾构施工测量

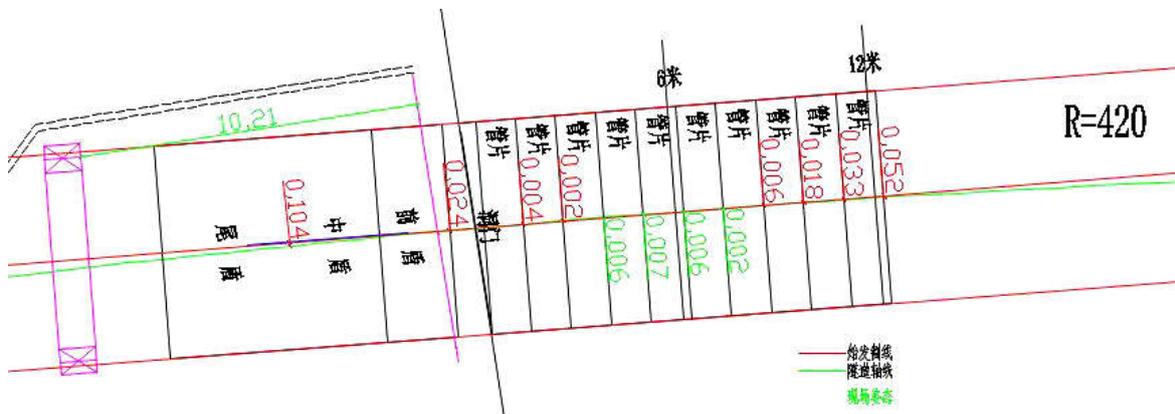
盾构区间的施工测量工作主要是盾构机始发时始发托架、反力架和密封钢环的安装定位、隧道线形人工复测和盾构机到达接收井时接收导轨和密封钢环的放样，

它们对测量的精度要求很高。

#### 3.1 始发和接收测量

在始发前利用XHY1、XHY2控制点测设出线路中线和隧道中线点及轨面线标高，控制始发托架的位置。始发托架要比设计要适当调高，接收托架要比设计适当调低。盾构机拼装好后，接着进行盾构前盾至后盾径向轴线和纵向轴线测量，主要测量刀盘、前盾与盾尾连接点中心、盾尾之间的长度测量，盾构外壳的长度测量，盾构刀盘、盾尾和反向支撑的直径测量。反力架的圆环中心要在盾体纵轴的延长线上。同时反力架的支撑面与盾体纵轴的延长线垂直。

本次割线始发以洞门处设计隧道中心点到进洞12m隧道中心点之间的连线为切割线。经过模拟得知，盾构机在始发托架上时前点水平姿态为-39mm，后点水平姿态为-145mm。到达掌子面时前点水平姿态为0mm，后点水平姿态为-87mm。随后前点姿态逐渐增大，后点姿态逐渐减小，直到前点姿态到达最大偏差点6m（割线中点）处时，前点水平姿态为+39mm，后点水平姿态为+37mm，随后逐渐减小。割线确认时要注意盾构机拐弯距离，割线长度（弦长）以及掘进后洞内轴线姿态（弦高），避免姿态超限。始发托架的安装高程比设计高约2~3cm，为避免盾构机进洞可能会出现“栽头”的影响。



工香区间左线盾构切线和割线始发示意图

#### 3.2 导向测量

导向系统拟采用铁建重工公司开发的系统，能够提供盾构机掘进所有数据和完整档文件。该系统功能完美，操作简单。后视靶的吊篮可以设计成直接安装在管片螺栓上，不需要电钻打眼安装。每次移站时把吊篮安装在盾构机的尾部管片上，激光站的吊篮安装在离盾头10米的距离管片上。由于激光站附近的管片还不是很稳定，激光站可能移动，所以要经常做后视方位检测。如

果超限，必须做人工复测激光站和后视靶的坐标，重新定向。特别是在盾构机出洞前50米加密激光站的方位检测和人工复测频率。

#### 3.3 盾构姿态人工复测

通过测量ZTE6610土压平衡盾构机的参考点来计算盾构机的实际姿态与导向系统显示的姿态是否一样。通过测量3个参考点，即可以计算。为了提高精度，通常测量4~6个参考点，而且各个点的距离尽量拉大。盾构姿态的

人工复测计划在盾构始发前及距离贯通面100m-150m时必须各进行1次,在区间掘进过程中在有条件时或盾构姿态出现异常情况时进行若干次。通过测量盾构机的实际姿态与导向系统显示的姿态是否一致。测量项目包括平面偏差、高程偏差、切口里程、滚动角、俯仰角等。

在ZTE6610土压平衡盾构机掘进过程中不能直接测量出刀盘的中心坐标,只能用间接法来推算出刀盘中心的坐标。在盾构机的机壳体内适当位置选择测量的观测点就成为非常重要的工作,所选观测点既要有利于观测,又利于点位的保护,并且相对位置不能发生变化。

始发掘进前,在香河园站东端吊装口处安装激光测站及后视棱镜吊蓝,利用井下控制点XHY1、XHY2测量三次,取平均数作为激光站点和后视棱镜的三维坐标,引测时仰角不大于 $15^{\circ}$ ,高程较差 $\leq \pm 2\text{mm}$ 。

始发掘进阶段,利用XHY2控制点对盾构姿态进行测量,复测的坐标数据与盾构导向系统数据进行对比,当相差大时,对激光站和后视坐标进行检查,修改自动导向系统中的设置参数,以确保盾构机掘进姿态正确。

从盾构左线控制导线点引测至托架上,引测至托架上时仰角不得大于 $15^{\circ}$ 。在托架上建立测站,测定机壳三点的三维坐标。高程用全站仪加钢尺测量,采取正、倒镜读数,消除仪器竖直角指标差的影响,测量三次,测得的高差较差 $\leq \pm 2\text{mm}$ 。

#### 3.4 换站测量

全站仪换站前后ZTE6610土压平衡盾构机导向显示姿态数据进行对比,盾构姿态差值超过15mm时,应从新对测量结果进行复测复核,确认确实超过15mm无误后,邀请控制测量单位进行复测。

应在测站换站测量后的第一天或15环范围的管片对后视棱镜、全站仪坐标进行复核。

转弯半径大于500米的隧道,盾构每推进80环,转弯半径小于500米的隧道,盾构每推进50环,应对成形管片

隧道轴线进行测量。如遇成型管片隧道测量结果出现超过规范允许值的偏差,应立即停止盾构施工。

#### 3.5 隧道管片测量

盾构进洞后,及时对盾构管片进行人工复测,测量隧道环片的姿态。每天测量一次,必要时每天测量两次,确保每环管片位置都能测到,准确掌握盾构机脱出后管片的位移情况,同时也是对导向系统的较核。相邻两次测量环片重合测定约5环片,环片平面位置和高程控制在 $\pm 10\text{mm}$ 之内。测量管片坐标时,通过水平尺使铝合金尺水平,通过测量铝合金尺的中心推算出管环中心的坐标。隧道管片中心与隧道轴线偏离时,在直线上转换成施工坐标系,可以直接判断管片偏移值。隧道在曲线段时,在AUTOCAD里绘出的隧道轴线的垂线是管片偏移值,测量管片的中心坐标进行比较。<sup>[3]</sup>

#### 结束语

因为盾构机的导向系统必须在地下控制导线测量的支持下运作,所以测量是盾构机的眼睛,监理对联系测量和过程施工测量的控制是盾构掘进导向系统测量的基础,为了保证隧道的贯通基础,以允许误差范围以内精准出洞。首先做好地面控制测量,再做好联系测量,确保地下施工测量的精度,及时进行换站测量,保证盾构导向系统的准确可靠,正常运行。及时的对管片姿态进行检测,根据当环掘进姿态、盾尾脱出姿态、盾尾间隙以及最终成型姿态来确认调整盾构机掘进姿态,保障盾构机按设计轴线进行掘进。

#### 参考文献

- [1]毛锶荧,刘文庆.盾构法施工中的控制测量技术[J].才智,2011(19):40.
- [2]曹泱.浅谈地下隧道盾构施工测量技术[J].建筑工程技术与设计,2017(36):159-160.
- [3]张涟安,王峰,龚涛;沿海平原地形地铁盾构隧道工程沉降监测措施《山西建筑》;2012-12-16