

施工标准化作业系列丛书

城市轨道交通工程（土建） 施工作业操作手册

中铁电气化局集团有限公司 编著

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

城市轨道交通

施工标准化作业系列丛书

城市轨道交通工程(土建) 施工作业操作手册

中铁电气化局集团有限公司 编著

中国铁道出版社

2018年·北京

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通工程(土建)施工作业操作手册/中铁电气化局集团有限公司编著. —北京:中国铁道出版社, 2018. 10

(施工标准化作业系列丛书)

ISBN 978-7-113-24990-8

I. ①城… II. ①中… III. ①城市铁路-轨道交通-土木工程-工程施工-技术手册 IV. ①U239.5-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 221667 号

书 名: 施工标准化作业系列丛书
城市轨道交通工程(土建)施工作业操作手册
作 者: 中铁电气化局集团有限公司

策 划: 张卫晓

责任编辑: 曹艳芳

编辑部电话: 010-51873162

封面设计: 郑春鹏

责任校对: 苗 丹

责任印制: 高春晓

出版发行: 中国铁道出版社(100054, 北京市西城区右安门西街 8 号)

网 址: <http://www.tdpress.com>

印 刷: 中国铁道出版社印刷厂

版 次: 2018 年 10 月第 1 版 2018 年 10 月第 1 次印刷

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 25 字数: 632 千

书 号: ISBN 978-7-113-24990-8

定 价: 130.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书, 如有印制质量问题, 请与本社读者服务部联系调换。电话: (010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话: 市电(010)51873659, 路电(021)73659, 传真(010)63549480

序

随着我国综合国力的不断增强和城市化进程的迅速发展,高铁、地铁和轻轨已成为人们出行首先公共交通工具,有效缓解、解决城市交通压力,现 100 多个大中城市均提出轨道交通作为城市交通的骨干,制订了城市轨道交通网线规划、长期或远期规划,城市轨道交通工程建设呈现出强劲的发展势头。截至 2017 年 12 月 31 日,中国大陆包括北京、上海、广州等 35 座城市开通运营轨道交通线路 171 条,总里程高达 5 083.45 km。“十三五”期间,全国将近有 3 000 km 城市轨道交通新建成并投入运营,城市轨道交通进入又一个蓬勃发展时期。

中铁电气化局集团有限公司紧跟国家城市轨道交通的发展步伐,20 余年来,先后参与成都、北京、南京、西安、苏州、常州、合肥、南昌、青岛、哈尔滨、石家庄、福州、台州等地的地铁建设,特别南京宁天城际 BT 施工总承包建设的成功,丰富了城市轨道交通的施工管理经验,施工水平得以极大提高,建立了具有本企业特色施工的工艺标准和管理体系。

为贯彻工程建设标准化管理的要求,满足施工项目精细化管理需求,规范铁路及城市轨道交通各专业施工作业的程序,合理安排施工组织,提高现场施工作业人员的操作能力,预防工程项目实施过程中的安全质量隐患,全面提升企业整体施工技术管理水平,降低成本,提高企业效益,中铁电气化局集团有限公司组织技术人员编写了《城市轨道交通工程(土建)施工作业操作手册》,本书约 60 万字,是对编写的《施工标准化作业系列丛书》的完善补充。

本书全面梳理了中铁电气化局集团有限公司近二十年,尤其是近几年大规模参与城市轨道交通建设的实践经验,系统总结、归纳了城市轨道交通施工中的技术接口、标准、施工程序、质量验收、安全环保注意事项等内容,覆盖面广,内容完整,创新点丰富,使各专业施工达到科学化、系统化、标准化,对高标准、高质量、高效率指导今后的轨道交通工程施工有重要的作用,对规范、提升轨道交通工程施工具有重要的指导意义。

中铁电气化局集团有限公司总经理



2018 年 8 月

施工标准化作业系列丛书

编委会

主 任：李爱敏 韦 国

副 主 任：陈建明 赵印军 陈伟锋

委 员：刘焕强 王 宁（集团公司） 刘重阳 刘招伟
赵自力 胡志华 冯晓军 封海舰 王福春
张旭升 解德元 韩玉华 林云志 李清宪
奚金柱 龙安锋 吴新春

主 编：刘焕强 王 宁（集团公司）

本书主要编写人员：李清宪 王 炜 夏 伟 韩亚旭
王维东 何晓辉 吕志国 杨建文
王博军 皇甫深州 何国林 王 磊
王 宁（铁路工程公司） 廖正京
白彦昆 李 康 刘智通 曹战毅

前 言

目前,随着我国城市化进程的发展,城市人口大量增加,市政交通建设发展迅猛,但是地面以上交通已经受到严重制约,因此大力发展城市地下轨道交通成为解决大城市交通有效措施。全国大多数大中城市都已经规划或者实施地下轨道交通建设。近十年来,我国城市地下轨道交通的高速发展使我国已经成为世界上城市地下轨道交通线路最长的国家,也是地下施工条件和结构形式最为复杂的国家,城市地下轨道交通处于世界领先水平。城市轨道交通工程作为我国的基础建设正处于方兴未艾的发展时期,建设水平的高低和施工安全质量的把控为从事这个行业的技术人员带来了前所未有的挑战。

为规范城市轨道交通各专业施工作业的标准化管理,实施工程项目管理精细化,全面提升企业整体施工技术管理能力和水平,促进施工管理和作业人员全面掌握施工程序、施工工艺、施工方法及质量、安全和环保要求,中铁电气化局集团有限公司组织技术人员编写了《城市轨道交通工程(土建)施工作业操作手册》。本书共分测量工程、车站工程、区间工程三章。是对中铁电气化局集团有限公司编写的《施工标准化作业系列丛书》完善补充,是中铁电气化局集团有限公司参与城市地下轨道交通近20余年的施工技术经验和具体实践总结,在一定程度上延续了各专业《作业指导书》的内容。

本书依据现行的施工技术标准、规范、办法编写。力求通俗易懂、便于学习、培训。兼顾系统性、科学性、实用性、准确性。

本书共分3章39节,涵盖了测量工程、车站工程、区间工程等施工中各工序的作业内容,明确了各工序的作业条件、工序流程,规范了各工序的作业标准、操作要点及质量控制标准,对安全、环保控制措施作了具体要求。本书具有系统性、针对性、实践性和简易性,让操作方法更到位,易于理解,更易于操作,实现“拿来就可用,用了就有效”。

本书可作为项目部岗前培训教材,亦可作为施工现场工程管理人员、施工技术人员工具书。衷心希望本书能为土建工程施工技术发展尽绵薄之力,恳请同行对书稿中的不当之处不吝赐教。

作 者

2018年8月

目 录

第一章 测量工程	1
第一节 施工测量	1
第二节 施工监控量测	15
第二章 车站工程	42
第一节 钻孔桩施工	42
第二节 SMW 工法桩施工	54
第三节 钻孔咬合桩施工方案	63
第四节 地下连续墙施工	72
第五节 井点降水施工	83
第六节 土钉墙施工	92
第七节 冠梁施工	98
第八节 网喷混凝土施工	106
第九节 锚杆(索)施工	111
第十节 内支撑体系施工	117
第十一节 基坑开挖施工	124
第十二节 中洞、侧洞法施工	141
第十三节 洞柱、洞桩法施工	157
第十四节 竖井施工	182
第十五节 连通道施工	190
第十六节 混凝土自防水施工	199
第十七节 SBS 改性沥青卷材防水施工	213
第十八节 膨润土防水毯防水施工	219
第十九节 涂料防水施工	224
第二十节 细部防水施工	232
第三章 区间工程	245
第一节 盾构机选型	245

第二节	端头土体加固施工	251
第三节	盾构机吊装和吊拆	267
第四节	反力架、负环安装拆除施工	287
第五节	盾构始发施工	295
第六节	盾构姿态控制	303
第七节	土体改良及出土控制	308
第八节	同步注浆及二次补浆	317
第九节	管片拼装	324
第十节	防水施工	328
第十一节	常压开仓作业	337
第十二节	带压进仓作业	342
第十三节	盾构到达掘进	354
第十四节	洞门环梁施工	361
第十五节	小半径线路施工	370
第十六节	小间距盾构掘进施工	376
第十七节	冻结法联络通道施工	380

第一章 测量工程

第一节 施工测量

一、适用范围

适用于城市轨道交通工程车站及盾构法隧道施工测量。

二、作业条件及施工准备

(一)作业条件

控制点坚固、稳定、保存完好,控制点位信息资料齐全。

(二)施工准备

在各项测量工作开始前,先检查仪器误差是否满足规范要求,各辅助工具工作状态是否良好。

三、引用主要技术标准

(1)《城市轨道交通工程测量规范》(GB/T 50308—2017)。

(2)《城市测量规范》(CJJ/T 8—2011)。

(3)《工程测量规范》(GB 50026—2007)。

(4)《国家一、二等水准测量规范》(GB/T 12897—2006)。

(5)国家其他测量规范、强制性标准。

四、施工测量顺序及工序流程

(一)施工顺序

施工测量顺序:控制网复测→地上控制测量→车站施工测量→竖井联系测量→盾构施工始发测量→盾构施工掘进测量→贯通误差测量→结构界限测量。

(二)工序流程

测量工序流程图如图 1-1-1 所示。

五、测量方法及要求

(一)控制测量

1. 地上平面控制测量

(1)控制点布设要求

1)点位应选在坚固稳定的地点且应便于埋设和观测,并能长时间保存。

2)导线布设于地势平坦且坚实处,便于保存,相邻导线点间应通视良好,视野尽量开阔,以

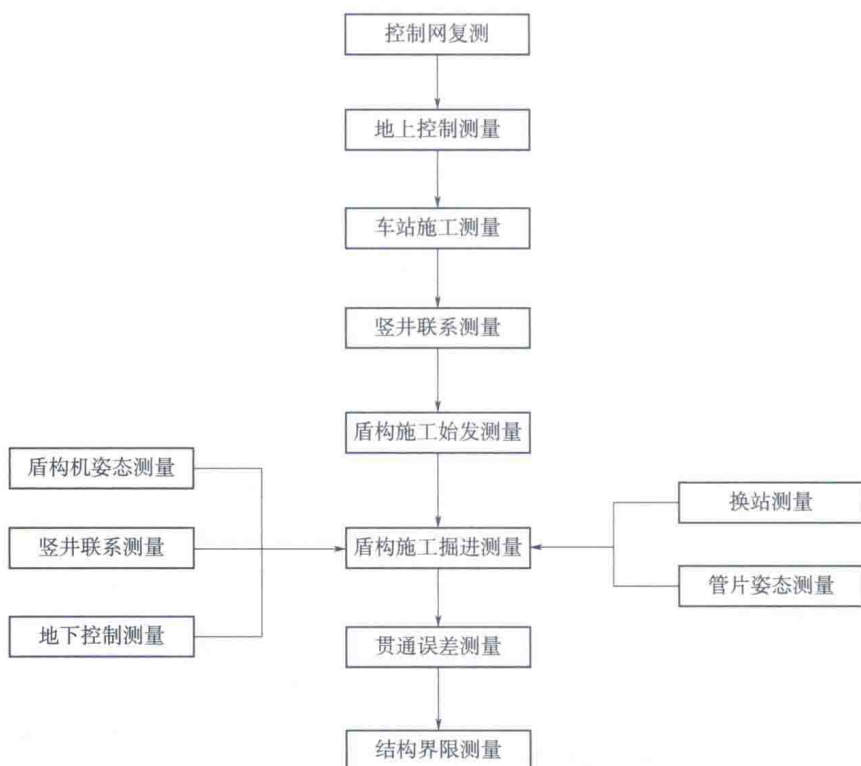


图 1-1-1 测量工序流程图

便测角侧边。

3) 车站或区间施工段附近必须建立两个以上导线点, 并应采用附和导线或闭合导线形式。

4) 导线的各边长大致相等, 相邻短边与长边比例不宜小于 1 : 2。

5) 相邻导线点间以及导线点与其相连的卫星定位点之间的垂直角不应大于 30° , 视线离障碍物的距离不应小于 1.5 m。

6) 导线点具有足够的密度, 分布量均匀, 便于控制整个测区。

(2) 测量方法

1) 导线测量采用精密导线测量方法, 使用仪器不应低于 II 级。

2) 导线测量开始前应对所用仪器、设备进行检查与校正, 同时记录检校结果。

3) 当导线点上只有两个方向时, 应采用方向观测法进行观测, 若导线点上有三个及以上目标时, 应采用全圆测回法进行观测。

4) II 级全站仪每测站需测 6 测回, 半测回归零差为 $8''$, 一测回内 $2C$ 较差为 $13''$, 同一方向值各测回较差 $9''$, I 级全站仪每测站需测 4 测回, 半测回归零差为 $6''$, 一测回内 $2C$ 较差为 $9''$, 同一方向值各测回较差 $6''$ 。

5) 可利用全站仪直接进行距离测量, 距离往返各测 2 测回, 一测回读数间较差 ≤ 2 mm, 各测回间较差 ≤ 3 mm, 测距中误差 ≤ 3 mm, 测距相对中误差 $\leq 1/80\,000$ 。

6) 若各测回间测角、测距相应限差超限时, 应该进行补测, 直至满足规范要求, 若测量过程中, 发现圆水准器偏离较大, 则应重新对仪器进行对中、整平, 重测该测站。

(3) 平面控制测量技术要求

平面控制(精密导线)测量主要技术要求见表 1-1-1。

表 1-1-1 平面控制(精密导线)测量主要技术要求

序号	平均边长(m)	闭合环或附和导线总长度(km)	每边测距中误差(mm)	测距相对中误差	测角中误差(")	边长测回数 I、II级 全站仪	方位角 闭合差 (")	全长相对 闭合差	相邻点的 相对点位 中误差 (mm)
1	350	3	± 3	1/80 000	± 2.5	往返测距 各 2 测回	$\pm 5\sqrt{n}$	1/35 000	± 8

注:1. n 为导线的角度个数,一般不超过 12;

2. 附和导线路线超长时,宜布设节点导线网,节点间角度个数不超过 8 个。

平面控制测量如图 1-1-2 和图 1-1-3 所示。



图 1-1-2 平面控制点示意图



图 1-1-3 地上平面控制测量

2. 地上高程控制测量

(1) 控制点布设要求

- 1) 地面水准路线应布设成闭合水准路线或附和水准路线。
- 2) 车站或区间施工段附近必须布设 2 个以上高程控制点。
- 3) 点位应选择离施工区域较近,且不易受变形稳固的地方,或选择在永久性建筑物上,高程控制点点位的选定便于寻找、保存和引测。

(2) 测量方法

- 1) 高程控制测量采用二等水准测量方法,使用仪器不应低于 DS1 级。
- 2) 高程控制测量开始前应对所用仪器、设备进行检查与校正,同时记录检校结果。水准仪 i 角应小于 $15''$,水准尺上、下圆水准器居中。
- 3) 测量过程严禁更换仪器或水准尺,扶尺时应借助尺撑,在烈日高温天气下观测时,应给仪器打伞,避免阳光直射。
- 4) 在视线长度、前后视距差等满足限差的地点架设仪器。
- 5) 测量时应采用奇偶交替法进行观测,即往返测奇数站观测顺序应为:后—前—前—后,往返测偶数站观测顺序应为:前—后—后—前。
- 6) 每站视距长度 ≤ 60 m,前后视距差 ≤ 2 m,前后视距累计差 ≤ 6 m,视线高度 ≥ 0.55 m 且 ≤ 1.8 m(2.8 m),相应限差超限时应对此站重新测量。

(3)高程控制测量技术要求

高程控制(二等水准)测量主要技术要求见表 1-1-2。

表 1-1-2 高程控制(二等水准)测量主要技术要求

序号	每千米高差中数中误差(mm)		附和水准线路平均长度(km)	水准仪等级	水准尺	观测次数		往返较差、附和或环线闭合差(mm)
	偶然中误差 M_{Δ}	全中误差 M_w		DS1	因瓦尺	与已知点联测	附和或环线	
1								$\pm 8\sqrt{L}$
2	± 2	± 4	2~4			往返测各一次	往返测各一次	

注:L 为往返测段、附和或环形路线的长度(以 km 计)。

高程控制测量如图 1-1-4 和图 1-1-5 所示。



图 1-1-4 高程控制点示意图



图 1-1-5 地上高程控制测量

(二)车站施工测量

车站施工测量包括其基坑围护结构、基坑和结构施工测量。

1. 车站施工基本要求

(1)施工放样应依据卫星定位点、精密导线点、线路中线控制点及二等水准点等测控制点进行。

(2)根据施工需要宜将明挖隧道、车站施工区域内的各种管线、地下建筑物在地面投影位置放样到地面。

2. 基坑围护结构施工测量

(1)基坑采用地下连续墙围护时,其施工测量应符合下列规定:

- 1)连续墙的中心线放样允许误差不应超过+10 mm。
- 2)内外导墙应平行于地下连续墙中线,其放样允许误差不应超过+5 mm。
- 3)连续墙成槽施工过程中应根据设计和施工规范要求测量其深度、宽度、垂直度。
- 4)连续墙完工后,应测定其实际中心线与设计中心线的偏差,偏差值应小于 30 mm。

(2)基坑采用护坡桩围护时,其施工测量应符合下列规定:

1)护坡桩地面位置放样,应依据设计线路中线控制点或精密导线点进行,放样允许误差纵向不应大于 ± 100 mm,横向为 $^{+50}_0$ mm。

2) 桩成孔过程中,应根据设计要求测量其孔深、孔径及其垂直度。

3) 护坡桩完工后,应测定各桩位置及轴线的偏差,其横向偏差值为 $^{+50}_0$ mm。

3. 基坑开挖施工测量

(1) 采用自然边坡的基坑,边坡线位置应根据线路中心线控制点或精密导线点进行放样,放样允许误差不应超过 ± 50 mm。

(2) 基坑开挖过程中,应使用坡度尺或采用其他方法检测边坡坡度,坡脚距结构的距离应满足设计要求。

(3) 基坑开挖至底部后,应采用附和导线将线路中心线引测到基坑底部。基坑底部线路中线纵向允许误差不应超过 ± 10 mm,横向允许误差不应超过 ± 5 mm。

(4) 高程传入基坑底部可采用水准测量方法、电磁波测距三角高程测量方法。水准测量和电磁波测距三角高程测量闭合差应小于 $\pm 8\sqrt{L}$ 。电磁波测距三角高程应对向观测,垂直角观测、距离往返测距各两测回,仪器高和觇标高量至毫米。

4. 结构施工测量

采用明挖顺作法的结构施工测量应按照下列方法进行:

(1) 结构底板绑扎钢筋前,应依据线路中线,在底板垫层上标定出钢筋摆放位置,放样允许误差不应超过 ± 10 mm。

(2) 底板混凝土模板、预埋件和变形缝的位置放样后,应在混凝土浇筑前依据设计要求进行检核测量。

(3) 结构边墙、中墙模板支立前,应按设计要求,依据线路中线放样边墙内测和中墙两侧线,放样允许偏差应为 $^{+5}_0$ mm。

(4) 顶板模板安装过程中,应将线路中线点和顶板宽度测设在模板上,并结合模板板跨预拱度进行高程放样和模板高程调整,其高程测量误差应为 $^{+10}_0$ mm,中线测量允许误差不应超过 ± 10 mm,宽度测量误差应为 $^{+15}_{-10}$ mm。

(5) 结构施工完成后,应对设置在底板上的线路中线控制点和高程控制点进行复测。

(三) 竖井联系测量

平面联系测量常用方法有一井定向法、两井定向法、导线直接传递测量法;高程传递测量的主要方法有:悬挂钢尺法、水准测量法、全站仪三角高程传递高程,在车站及隧道施工中,悬挂钢尺法最为常用。

1. 联系测量基本要求

(1) 地下定向边应大于 120 m,且不应少于 2 条,传递高程的地下近井高程点不应少于 2 个。使用地下定向边和地下高程点前,应对地下定向边和地下高程点之间的几何关系进行检核,其不符值分别小于 $12''$ 和 2 mm。

(2) 隧道贯通前的联系测量工作不应少于 3 次,宜在隧道掘进约 100 m、300 m 以及距贯通面 100~200 m 时分别进行一次。各次地下近井定向边方位角较差应小于 $16''$,地下高程点高程较差应小于 3 mm,符合要求时,可取各次测量成果的平均值作为后续测量的起算数据指导隧道贯通。

(3) 当隧道单向贯通距离大于 1 500 m 时,应采用高精度联系测量方法或增加联系测量次数等方法,提高定向测量精度。

2. 一井定向测量

通过在同一竖井内,悬挂两根钢丝至井口下方,钢丝末端悬挂重锤使其稳定,重锤置于阻

尼液中,增强稳定性。钢丝与地上和地下近井点可组成联系三角形形式,通过观测三角形的夹角和边长推算出井下控制点坐标。具体测量步骤如下:

(1)在同一竖井内悬挂两根钢丝组成联系三角形,两钢丝的间距($AB \geq 5\text{ m}$)尽可能长,钢丝规格为 0.3 mm ,重锤为 10 kg ,重锤置于阻尼液中,现场条件允许时,应悬挂三根钢丝,组成双联系三角形。

(2)布设井上、下联系三角形时,竖井中悬挂钢丝间的距离 c 应尽可能长;联系三角形的连接角 r 和 a 及 r' 和 b' 均宜小于 1° ,呈直伸三角形; a/c 及 a'/c 宜小于 1.5 , a 、 a' 为近井点至悬挂钢丝的最短距离。

(3)定出地面近井点 C ,尽可能与地面导线点或加密导线点闭合,并且符合精度要求。

(4)置镜地面近井点 C ,测得地上两钢丝的夹角及距离。

(5)置镜地下近井点 C' ,测得井下导线点。

(6)联系三角形边长宜采用全站仪进行测量,每次应独立测量三测回,每测回三次读数,各测回较差应小于 1 mm 。地上与地下测量的钢丝间距较差应小于 1 mm 。

(7)联系三角形角度观测应采用不低于 I 级全站仪,用方向观测法观测 6 测回,测角中误差应在 $\pm 1''$ 。

(8)利用地下导线成果指导隧道掘进方向。

地面钢丝支架如图 1-1-6 所示,井下钢丝稳定如图 1-1-7 所示,一井定向示意图如图 1-1-8 所示。



图 1-1-6 地面钢丝支架



图 1-1-7 井下钢丝稳定

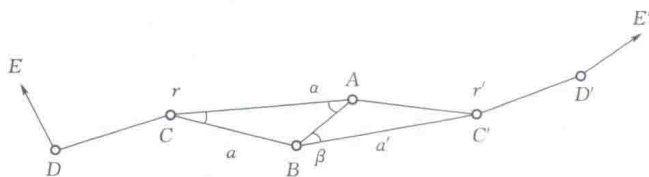


图 1-1-8 一井定向示意图

3. 两井定向测量

在两个相邻竖井内各悬挂一根钢丝,钢丝末端用悬空重锤使其稳定,重锤置于阻尼液中,增强稳定性。在地下采用导线测量方式连接两根钢丝,构成附和和无定向导线形式,通过坐标转换,推算井下控制点坐标。两井定向示意图如图 1-1-9 所示。具体测量步骤如下:

(1)在两个竖井内分别悬吊一根钢丝,钢丝规格为 0.3 mm,重锤为 10 kg,重锤置于阻尼液中,现场条件允许时,应悬挂三根钢丝,组成两条无定向导线。

(2)在条件允许时两根钢丝距离宜大于 120 m,若现场条件不满足,则应尽量长。

(3)架设钢丝后,应按照一井定向测量方法测量钢丝测平面坐标。

(4)地下两钢丝之间应沿连通的最短路径布设精密导线,并按照精密导线技术要求施测,两井定向数据应按照无定向导线平差方法计算处理。

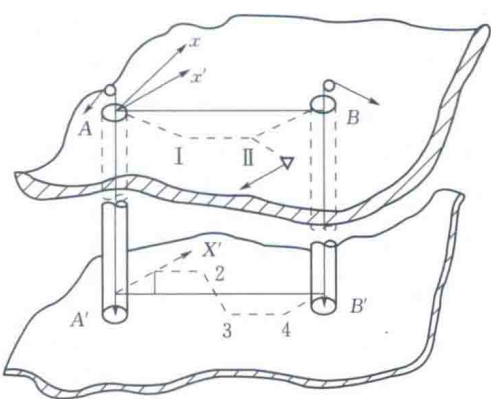


图 1-1-9 两井定向示意图

4. 导线直传法测量

当车站埋深较小时可采用导线直传法进行定向测量。分别在地面、车站中板及车站底板布设转点与导线点,两相邻导线点间俯仰角宜大于 30°,按照精密导线测量有关技术要求进行施测。导线直传法示意图如图 1-1-10 所示。

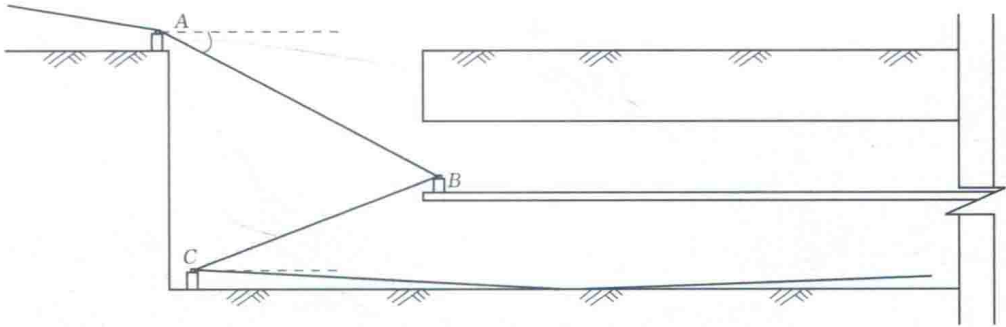


图 1-1-10 导线直传法示意图

5. 高程传递测量

高程传递测量时,将经过鉴定的长钢尺悬挂在竖井内,在钢尺的下端挂上标准拉力的重物,并置于阻尼液中,使之稳定。地上和地下各安置一台水准仪同时进行观测。每次应独立观测三测回,测回间应变动仪器高,三测回测得地上、地下水准点间的高差较差应小于 3 mm。高差应进行温度、尺长改正,当井深超过 50 m 时应进行钢尺自重张力改正。高程联系测量示意图如图 1-1-11 所示。

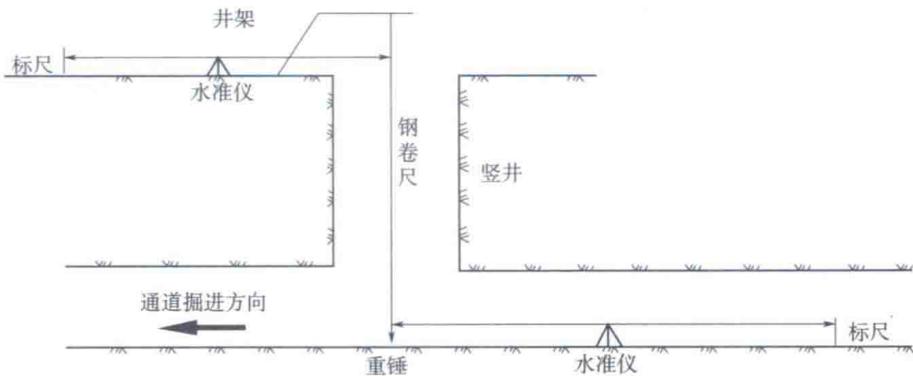


图 1-1-11 高程联系测量示意图

(四)盾构施工始发测量

1. 洞门中心测量

通过地下定向边对始发洞门中心进行测量,测量时在洞门圆形钢环的内侧放置棱镜,测量点位约 15 个且尽量均匀分布,得出数据后通过空间圆心坐标计算公式或相关软件进行计算,求出实际洞门中心坐标和洞门半径,并与设计值进行对比,根据测得的偏差情况对基座及反力架的平面位置及高程进行调整。洞门测量示意图如图 1-1-12 所示。

2. 基座、反力架放样

基座的平面位置需根据实际洞门的偏差进行调整,始发时,基座对应的中心高程略高于洞门中心实际高程 1.5~2 cm,以消除盾构机入洞后“栽头”的影响(接收时,为盾构机能够顺利爬上基座,基座对应的中心高程略低于洞门中心实际高程 1.5~2 cm)。反力架的平面位置应根据基座的偏差进行调整,反力架中心高程应与基座对应的中心高程保持一致。基座、反力架放样时,坐标和高程的放样误差不应超过 ± 5 mm。盾构机下井前应严格控制好基座、反力架平面和高程位置,多次复核,避免在盾构机始发时对洞门帘布造成破坏。基座放样示意图如图 1-1-13 所示。

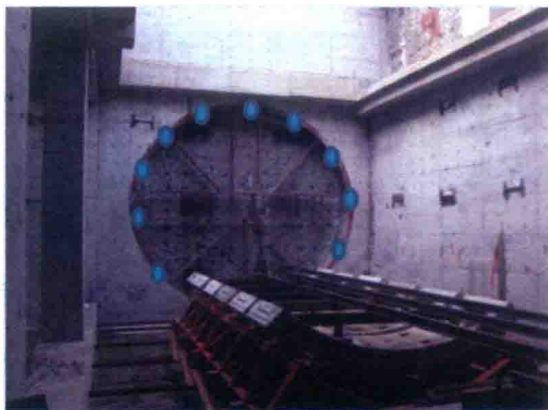


图 1-1-12 洞门测量示意图



图 1-1-13 基座放样示意图

3. 曲线始发

当始发洞门位于缓和曲线或圆曲线上时,应采用切线始发形式确定始发中线。曲线始发示意图如图 1-1-14 所示。

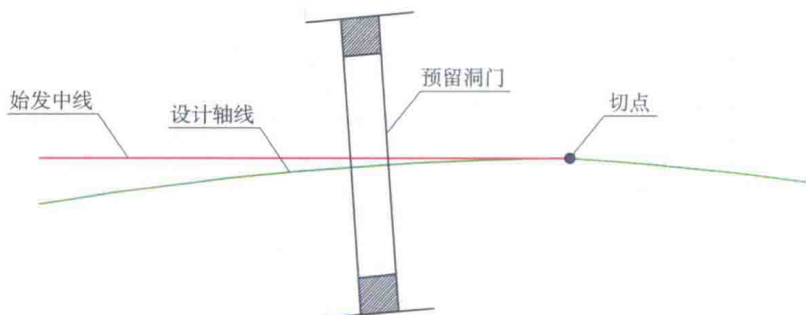


图 1-1-14 曲线始发示意图

(1)首先在隧道内侧距洞门约 10 m 处的中心线上确定切点。

(2)通过该切点作一条切线并延伸至车站井口内,作为始发中线。

(3)始发基座与反力架放样时,其平面中心线应与始发中线重合。

(4)若洞门侧结构墙与始发中线为非垂直关系,则应充分考虑盾体与洞门钢环之间的间隙,可根据实际情况预先做出调整,防止洞门防水装置遭到破坏。

(5)待盾体全部进入隧道内,洞门封堵完成后,方可对盾构机姿态进行调整。

4. 盾构机姿态测量

(1)盾构机下井调试完成后应进行初始姿态测量。盾构机姿态测量应包括平面偏差、高程偏差、俯仰角、方位角、滚动角及切口里程。

(2)盾构测量标志点应牢固设置在盾构机纵向或横向截面上,标志点间距离应尽量大,且不应少于3个,标志点可粘贴反射片或安装强制对中棱镜。

(3)测量标志点测量中误差不应超过3 mm。

(4)盾构测量标志点的三维坐标应与盾构结构几何坐标建立换算关系,通过三维坐标转换,计算盾构机姿态。

(5)盾构始发前,应对输入自动导向系统的线路参数进行检查,无误后方可输入,输入后应采用导出输入数据进行复核的方法对输入数据进行二次复核。

(6)隧道掘进过程中应采用人工姿态测量方法对导向系统测量成果进行检核。

(7)盾构机姿态复核测量的频率应根据导向系统的精度以及地质条件进行调整,软土地层时宜为200 m/次,硬岩地层时宜为70 m/次。盾构机始发100 m内,到达接收井前100 m内应增加频率。

盾构机姿态测量示意图如图1-1-15所示。

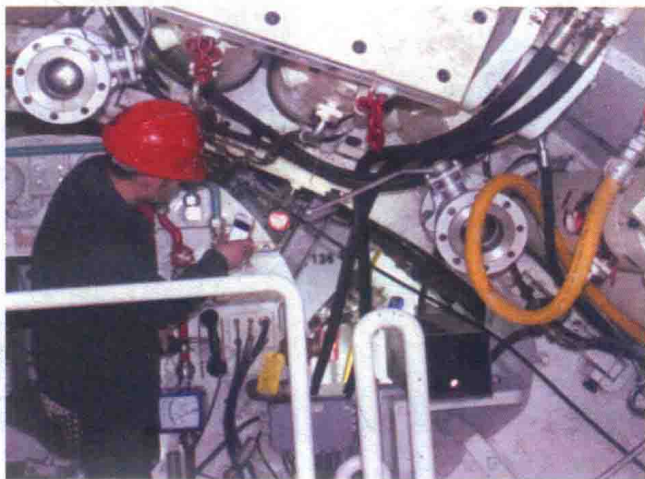


图 1-1-15 盾构机姿态测量示意图

(五)盾构施工掘进测量

1. 地下平面控制测量

(1)控制点布设要求

1)地下平面控制点应选在坚固、安全、测设方便及便于保存的地方,例如隧道底板、顶板或两侧墙边上。所有控制导线点采用固定观测墩,可以有效地消除对中误差。

2)控制点应避开强光源、热源、淋水的地方,控制点间视线距隧道应大于0.5 m。

3)隧道内控制点平均边长宜为150 m。曲线段控制点间距不应小于60 m。

4)地下平面控制点应成对布置,并构成附和或闭合导线形式。隧道为直线时,控制点应左