



工程建筑物的

测量放样

陈宗佩 杨笑 编著
许小平 陈小平

CASIO
fx-4500P



哈尔滨工业大学出版社

工程建筑物的测量放样

陈宗佩 杨 笑 编著
许小平 陈小平

哈尔滨工业大学出版社
·哈尔滨·

内 容 简 介

本书共分十章,第一章至第四章介绍了测量放样工作的基本操作方法及精度要求,第五章论述了施工测量控制网的布设特点及测设精度,第七章专门介绍了隧洞贯通与地下施工测量,第八章提供了曲线的计算与放样方法,第九章介绍了施工期间工程外部变形监测方法与精度要求,第十章是编制的 CASIO fx-4500P 程序集,在当前全国各施工企业均拥有 CASIO fx-4500P 程序计算器的情况下,为工程现场测量放样的计算工作提供了方便。

本书是在大量实践经验的基础上编写的,实用性很强,可供从事各类建筑专业测量放样工作者的借鉴或作为测绘人员的培训教材,也可作为大专院校工程测量专业教学的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

工程建筑物的测量放样/陈宗佩等编著. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2003.8

ISBN 7-5603-1858-4

I.工… II.陈… III.建筑测量 IV.TU198

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 053265 号

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区教化街 21 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

印 刷 黑龙江省地质测绘印制中心印刷厂

开 本 787×1092 1/32 印张 11 字数 237 千字

版 次 2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 7-5603-1858-4/TU·40

印 数 1~3 000

定 价 20.00 元

前 言

当前,我国的建筑业发展迅速,全国城乡都在大搞基本建设,建筑工地比比皆是。纵观建设队伍,除原属国有大中型施工企业外,乡镇、民营建筑施工企业也大量涌现,据编者多年来对这些施工队伍的观察与了解,他们具有的一个共同特点是:测量放样人员大多是从实践中成长起来的,有的是从其他专业转行过来的,多数未经过测绘专业的学习,对测绘的基础知识了解不多,因此,在建筑工程的测量放样工作中,存在很大的随意性。

有鉴于此,编者集多年大量工程建筑物测量放样的实践经验,结合测绘技术的基础理论和科学技术发展的新成果,在本书中除有意摘录了部分国家《工程测量规范》有关内容外,重点针对各种不同类型的工程建筑物测量放样工作中所积累的、行之有效的放样方法和经验详加叙述,供从事此项专业的工作者参考。

本书在内容的编排上,坚持从工程测量的基础知识入手,结合测量放样的实践,重点介绍一些编者总结的有益经验。书中示例众多、文字简洁,力求便于读者自学和拓展,为从事测量放样工作的同仁提供一本实用、通俗、有效的读物。由于本书实用性较强,所以除对测量放样工作者具有一般的指导作用外,还可供大专院校工程测量专业作教学参考教材。

本书共分十章,许晓平编写第七章、第八章、第十章和附录,其余均由陈宗佩编写。陈小平负责全书插图的设计和绘

制,杨笑负责全书的审核和校对,最后由陈宗佩负责全书的定稿工作。

由于编者水平有限,书中的缺点和疏漏在所难免,敬请读者批评指正。

编著者

2003 年 4 月

目 录

第一章 绪论

- § 1 工程建筑物测量放样与一般工程测绘工作的异同 1
- § 2 测量放样工作的特点 2

第二章 测量放样工作的几项基本操作

- § 1 放样直线 4
- § 2 放样角度 13
- § 3 放样高程 14
- § 4 放样沿垂线、投点 17
- § 5 水平距离的测放 19

第三章 放样方法的选择及精度分析

- § 1 放样方法综述 23
- § 2 极坐标法 24
- § 3 两点边角后方交会法测设放样测站点 26
- § 4 测角后方交会法测设放样测站点 28
- § 5 两点测角前方交会法放样 32
- § 6 轴线交会法放样 34

第四章 工程建筑物测量放样的精度标准

- § 1 测量放样精度标准的制定 40
- § 2 灵活掌握测量放样精度应重视的几个方面 46
- § 3 建筑工程的检查与验收 51

第五章 施工控制网的布设

§ 1 平面控制测量	53
一、施工测量平面控制网的特点	53
二、基本网的精度设计	59
三、基本网优化设计的具体实施	61
四、基本网的类型	64
五、定线网的布设	66
六、施工控制网的技术规格及技术操作要求	67
七、施工期间的控制网点复测	69
§ 2 高程控制测量	70
一、用水准测量建立高程控制网	71
二、光电测距三角高程测量	72

第六章 放样前的准备工作及几点放样经验

§ 1 放样前的准备工作	83
§ 2 几点放样经验	85
一、放样建筑物轮廓点的误差分配	85
二、测量放样中的复核工作	87
三、测量放样中距离的投影改正	89
四、测量放样时测距的气象改正	91
五、面积与体积计算	93
六、带有平行玻璃板的精密水准仪在测量放样 工作中求高差的几种特殊情况	97
七、等高水准仪检定场的建立	102
八、测距仪(全站仪)测距的基础知识简介	103

第七章 隧洞贯通与地下施工测量

§ 1 综述	110
§ 2 隧洞贯通误差的质量要求	111

§ 3	估算隧洞贯通误差应遵守的原则	114
§ 4	隧洞横向贯通误差之估算	116
§ 5	隧洞施工的地面控制测量	130
§ 6	地下控制测量	136
§ 7	隧洞高程控制测量	140
§ 8	洞内施工测量	142
§ 9	竖井平面联系测量与高程传递	150
§ 10	地下顶管施工测量	163
第八章 曲线的计算与放样		
§ 1	综述	175
§ 2	圆曲线	176
§ 3	缓和曲线	184
§ 4	回旋线	199
§ 5	竖曲线	209
§ 6	椭圆曲线	213
§ 7	空间圆曲线之计算	218
第九章 施工期间的外部变形监测		
§ 1	概述	229
§ 2	观测精度	230
§ 3	监测网、观测点的布设	232
§ 4	变形监测的观测方法	235
§ 5	位移量计算	244
第十章 CASIO fx-4500P 实用程序集(适用于 4800P)		
§ 1	综述	253
§ 2	CASIO fx-4500P 实用程序	255
	一、边长方位角反算(一)	255
	二、边长方位角反算(二)	256

三、极坐标法坐标计算(一)	256
四、极坐标法坐标计算(二)	257
五、边长方位角反算及坐标计算	257
六、极坐标法放样数据计算	258
七、两点测角前方交会坐标计算(一)	258
八、两点测角前方交会坐标计算(二)	259
九、两点测角侧方交会坐标计算	260
十、两边交会定点坐标之计算(一)	260
十一、两边交会定点坐标之计算(二)	261
十二、测角后方交会坐标计算	261
十三、测角后方交会三角高程计算	263
十四、两点后方交会坐标计算(一)	264
十五、两点后方交会坐标计算(二)	267
十六、竖曲线计算	268
十七、圆曲线坐标及径向方位角计算	269
十八、圆曲线放样数据计算	272
十九、缓和曲线坐标及径(法)向方位角计算	274
二十、缓和曲线坐标及放样数据计算	277
二十一、回旋线的坐标、法向方位角以及放样 数据计算	280
二十二、在任意控制点上测既定断面方向上断 面点的位置与高程数据计算	283
二十三、面积计算(多边形法)	286
二十四、体积计算	287
二十五、高斯投影正反算和换带计算(一)	290
二十六、高斯投影正反算和换带计算(二)	296
二十七、用极坐标法对变形观测点进行监测位	

移值的计算(虚拟基准线法)	300
二十八、导线计算	302
二十九、两点测角前方交会位移值的计算	305
三十、两边交会位移值之计算	308
附录一、圆曲线计算源程序 GT.BAS(BASIC 语言适用 于微机)	311
附录二、缓和曲线计算源程序 CT.BAS(BASIC 语言适 用于微机)	317
附录三、回旋线计算源程序 YT.BAS(BASIC 语言适用 于微机)	327
附录四、标准程序数据调试图	336
参考文献	337

第一章 绪 论

一般工程建设,通常分为三个阶段,即规划设计阶段、建筑施工阶段及经营管理阶段。本书着重讲的是建筑施工阶段的测量工作,或称之为工程建筑物的测量放样。

§ 1 工程建筑测量放样工作与一般工程测绘工作的异同

一、测量放样与一般测绘的差异

测量放样工作与一般测绘工作都是测绘专业的工作,从事这两方面的工作人员,都被称之为测绘工作者,他们所学的工程测量技术理论是一样的,所使用的测绘仪器也是相同的,所不同的,就是所出的产品不一样。一般工程测绘工作是将地面上的地物、地貌等测绘在图纸上,其产品是测绘图纸。而工程建筑的测量放样,则是将工程设计图纸上建筑物的特征点(包括建筑物轴线、轮廓点等)的位置,测放于现场,其产品是施工场所标定的建筑物位置,二者的功能正好相反。

二、二者在产品应用时间上的差异

一般测绘的图纸,在付诸应用的时间上,往往有一段较长的时间间隔,短则数月,长则以年计。而建筑工程现场放样的

点、线,在繁忙的施工场地,几小时甚至马上就要被使用。二者在这一方面的差异,赋予了不同的风险。譬如说,在测绘工作中,如当时未能发现的错误寓于成果之中,事后发现,可再去现场返工重测,对原成果加以修正处理,客观上不会造成什么影响。而在施工现场放样的点位,如有错误当时未能发觉,当工程施工者已在那里按错误的点位施工了,这时要纠正测设错误的点位,必然带来工程的返工,会造成延误建设工期,经济上蒙受损失。相比之下,测量放样工作者在工程质量上所承担的风险要比测绘工作者大得多。

三、工作计划性不同

一般测绘工作单位,总是根据所提出的测绘任务,安排好年、季度生产计划,而后由测绘人员按计划去工作,有条不紊,工作呈主动性。而施工测量放样工作,它的主要任务就是为施工现场服务,它要服从施工现场中其他各个专业的需要,总的要求是要做到“随叫随到”地为工程建设服务,因此,工作细节计划很难拟定。

§ 2 测量放样工作的特点

一、测量放样工作是工程建设中的一项重要工作

哪里有建设工程施工,哪里就必须配有测量人员去进行建筑工程的测量放样工作,尽管建筑行业各类专业很多,但测量这个专业却占有重要的地位,任何工程如果没有测量人员首先在现场放样,其他工序是断难开展工作的。测量放样工作,好像是建设者的眼睛,给他们指明了工作的目标,因此其

在工程建设中的重要性是不言而喻的。

二、测量放样工作者的责任重大

正如前面所指出的,测量放样到哪里,工程建设者就在哪里开展工作。放样工作的及时性牵涉到工程的进展,如有延误,就会使施工计划受到影响,工程的质量要求测量放样点线的正确性必须达到百分之百的保证率,即使发生万分之一的错误机率也是不能被容许的。从这两方面来看,测量放样人员在建筑工程中所肩负的责任是重大的。

三、测量放样是一项艰苦的工作

测绘这个专业,工作的性质决定了它的艰苦性,穿林海、跨江河、露宿风餐等,与其他专业相比是比较艰苦的。而测量放样工作者,在一个施工繁忙的建设工地上,工作更为艰巨,他们是工程施工“打头阵”的,对有些施工的危险部位(如悬崖绝壁处、高塔顶部、隧洞爆破硝烟还未散尽处),首先冲上去的就是测量放样人员。为了配合好其他各类工种开展工作,他们要做到全天候地为工程服务,无论是烈日的炎夏,还是冰天雪地的隆冬,只要工程需要,都要无条件地去工作。在一些工程复杂部位的施工中,测量放样人员更是夜以继日地跟班监测。工作之艰苦性是有目共睹的。

第二章 测量放样工作的 几项基本操作

测量放样作为一项测绘技术来说,就是对任一空间物体的三维定位测量,它的具体工作,均反映在对距离、角度(方向)、高程三个量的测定上,不论采用什么样的方法放样,总是离不开运用各类不同的仪具将这三个量测量的结果,在施工现场予以标定。本章将几项基本操作方法综述如下。

§ 1 放样直线

建筑物大部都有直线定线的要求,如飞机场跑道、公路、铁路、直线形隧道等均有直线轴线放样的任务。有的直线段很长,往往从数百米到数千米,有的直线性精度要求很高,如发电机厂房机组纵轴线要求达 $\pm 3 \sim 5 \text{ mm}$,有的要求则较差,如地下管线为 $\pm 20 \text{ mm}$ 即已满足要求了。

放样直线,一般是在轴线两端点的控制点之间,或在其延长线上进行,一般要求 $50 \sim 100 \text{ m}$ 定出点位,以利附近建筑物的放样。放样直线,分内插定线方法和外插定线方法(正倒镜定点法)。

一、内插定线

1. 简单定线方法

如图 2.1 所示, 已知 A 、 B 两点, 先将经纬仪架设于 A 点, 在望远镜瞄准 B 点后, 固定照准部, 然后由 A 向 B (或由 B 向 A) 定出 AB 直线上 1、2... 诸点。

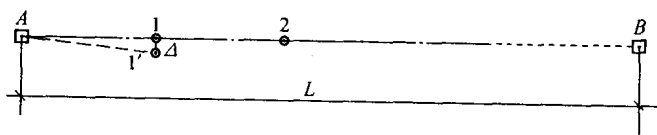


图 2.1

经纬仪定线的精度主要取决于望远镜瞄准的精度, 设瞄准误差为 m_β , 待定点偏离直线的误差为 m_Δ , 待定点至测站的距离为 s , 则

$$m_\Delta = s \frac{m''_\beta}{\rho''} \quad (2.1)$$

式中, m_β 为瞄准误差; m''_β 为导线测角的中误差; $\rho'' = 206\,265''$ 。

设 m_β 为定值, 则 m_Δ 与 s 成正比, 即视线越长, 定线的误差越大。若要求 m_Δ 不超过某一定值, 则在 s 较大时要尽力使 m_β 尽可能小, 当 s 比较小时, 则 m_β 的精度可适当放宽。

设待定点 1, 2... ($n-1$) 点将 $\overline{AB}$ 距离 L 分作 n 等份, 令 $L/n = s$, 各待定点都用上述简单定线方法测定, 则测定第 i 点的横向误差 m_i 为

$$m_i = \frac{i \cdot s}{\rho''} \cdot m''_\beta \quad (2.2)$$

设相邻两点 $i, i+1$ 的相对横向误差为 $m_{\Delta u}$, 则

$$m_{\Delta u} = \sqrt{m_i^2 + m_{i+1}^2} = \frac{m''_{\beta}}{\rho''} s \sqrt{i^2 + (i+1)^2} \quad (2.3)$$

式中

$$s = \frac{L}{n}$$

因此,该边相对于 AB 线的方向误差 m_a 为

$$m_{a_{i,i+1}} = \frac{m_{u_{i,i+1}}}{s} \rho'' = m''_{\beta} \sqrt{i^2 + (i+1)^2} \quad (2.4)$$

由上式可见, m_a 近似与 i 成正比,若要求两点连线方向的精度高而分段数又较多时,不宜用此法。

例 设一直线 AB 长 $L = 500$ m (图 2.2), 要在其间每 100 m 测定一点, 要求偏离直线的误差 $m_{\Delta_i} \leq 15$ mm, 用 DJ2 型经纬仪定线, 试求出各点的 m_{Δ_i} 及点 2 与点 3 直线相对于 AB 线的方向误差 $m_{a_{2-3}}$ 。

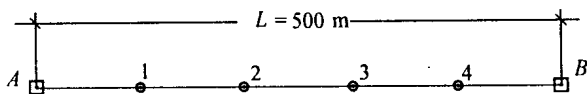


图 2.2

解 一般用 DJ2 型经纬仪定线, 望远镜的瞄准误差 m_{β} 约为 $\pm 8''$, 代入上列有关式计算。

$$m_1 = 1 \times 100 \text{ m} \times 8/206\,265 \approx 4 \text{ mm}$$

$$m_2 = 2 \times 100 \text{ m} \times 8/206\,265 \approx 8 \text{ mm}$$

$$m_3 = 3 \times 100 \text{ m} \times 8/206\,265 \approx 12 \text{ mm}$$

$$m_4 = 4 \times 100 \text{ m} \times 8/206\,265 \approx 16 \text{ mm}$$

$$\text{而 } m_{a_{2-3}} = m_{\beta} \cdot \sqrt{2^2 + 3^2} = 8 \times 3.61 = 28.88''$$

由计算结果表明要保证 $m_{\Delta_i} \leq \pm 15$ mm, 只能一次定出 3 点, 而此时 2—3 点的方向误差已达 $28.88''$, 因此这种定线方

法,距离不能太长,否则难以满足精度要求。

2. 逐点向前搬站定点法

如图 2.3 所示,先在 A 点放样 1 点,然后把仪器搬到 1 点再放样 2 点,再把仪器搬到 2 点放样 3 点,如此继续下去,直到放样出全部待定点为止,每次设站都以 B 点为后视点。

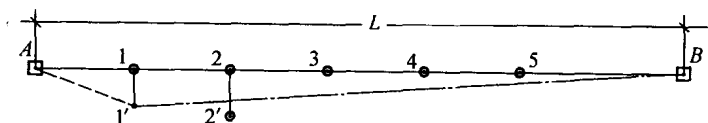


图 2.3

设瞄准误差 m_β 为定值,在不考虑仪器对中误差的情况下,则测定第 1 点的误差为

$$m_1 = \frac{m_\beta}{\rho} \cdot s \quad (2.5)$$

向前搬站后,仪器将架在偏离直线的 $1'$ 点上,而不是架在正确的点位 1 上,这时以 $1'B$ 为准线测定 2 点,则

$$m'_2 = \frac{m_\beta}{\rho} \cdot s \quad (2.6)$$

上式所算得的将是 $2'$ 点偏离 $1'B$ 直线的误差,而 $2'$ 点偏离直线 AB 的误差应按下式计算

$$m_{u2}^2 = (m'_2)^2 + \left(\frac{n-2}{n-1} m_1\right)^2 = m_1^2 \cdot (n-2)^2 \left(\frac{1}{(n-2)^2} + \frac{1}{(n-1)^2}\right) \quad (2.7)$$

同理可得

$$m_{u3}^2 = (m'_3)^2 + \left(\frac{n-3}{n-2} \cdot m_{u2}\right)^2 = m_1^2 \cdot (n-3)^2 \left(\frac{1}{(n-3)^2} + \frac{1}{(n-2)^2} + \frac{1}{(n-1)^2}\right)$$