

9867/37

033702

机械工业建厂测量手册

上册

机械工业建厂测量手册编写组编



测绘出版社

机械工业建厂测量手册

上 册

机械工业建厂测量手册编写组编

测绘出版社

1975年

本手册总结了建国以来,尤其是无产阶级文化大革命以来,机械工业建厂测量方面的实践经验,将作业中常用的方法加以选择、整理、汇编成册。全册共分五篇、二十八章,分为三册出版。

上册内容包括建厂测量的准备工作和平面控制的外业工作。书中较为详细叙述了常用仪器的检验、校正和常见故障的排除,对视距测量的仪器和方法也作了介绍。同时对测量外业工作中各工序应用的方法作了汇编。

中册主要内容为平面控制的内业工作和高程测量。下册为地形测绘和建厂测量中的专门项目测量。

本手册供具有一定测绘实践经验的工人和技术人员从事建厂测量和大比例尺测绘时备查、参考。并可供工程测量专业师生参考。

机械工业建厂测量手册(上册)

《机械工业建厂测量手册》编写组编

*

测绘出版社出版

地质印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 850×1168¹/₃₂·字数 177千字

1975年12月北京第一版·1975年12月北京第一次印刷

印数 1-20,000册·定价 0.90元

统一书号: 15039·新 38

前 言

为了适应我国社会主义革命和社会主义建设蓬勃发展的需要和机械工业系统建厂测量人员的要求，由第一、二、三、四、五、六、七机械工业部勘测单位协作，组成《机械工业建厂测量手册》编写组，在各协作单位的领导和支持下，经过一年多的努力，《手册》于一九七五年五月编成。

编写过程中，遵照伟大领袖毛主席“要认真总结经验”的教导，本着“独立自主，自力更生”的方针，遵循“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”的总路线，从建厂测量工作的实际需要出发，总结了建国以来，特别是无产阶级文化大革命以来，机械工业建厂测量方面的实践经验，将以往常用的各种作业方法，加以选择、整理、汇编成册，供从事建厂测量工作人员在作业中参考使用。

《手册》曾由协作单位发动群众讨论和征集有关部门的意见，并经有工人、干部和技术人员参加的“三结合”小组进行讨论、审查、修改。

本手册共五篇二十八章，分三册出版，上册为建厂测量中的准备工作和平面控制测量的外业部分；中册为平面控制测量的内业部分和高程测量；下册为地形测绘、已建厂总平面图的测量、编绘以及与工厂建设有关的专门项目测量（包括施工方格网、线路、洞室、水域、建筑物的沉降观测等），书末载有常用的附录。

由于编写工作较为匆促，书中可能有疏漏错误之处，希读者批评指正。

《机械工业建厂测量手册》编写组

1975年5月

毛主席语录

思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。

鼓足干劲,力争上游,多快好省地建设社会主义。

要认真总结经验。

实践、认识、再实践、再认识,这种形式,循环往复以至无穷,而实践和认识之每一循环的内容,都比较地进到了高一级的程度。

目 录

第一篇 准备工作

第一章	已有资料的分析利用和坐标换带计算	1
§ 1-1	已有平面控制成果的精度分析	1
§ 1-2	国家三角点坐标成果的利用	3
§ 1-3	高斯、克吕格平面坐标反算为大地坐标	10
§ 1-4	大地坐标换算为高斯、克吕格平面坐标	12
第二章	测量仪器的检验和校正	14
§ 2-1	测量仪器的等级	14
§ 2-2	光学经纬仪的检验	16
§ 2-3	经纬仪的一般检验和校正	35
§ 2-4	水准仪的检验和校正	42
§ 2-5	平板仪的检验和校正	73
§ 2-6	水准标尺的检验	79
§ 2-7	测量仪器的检视及常见故障的排除	95
§ 2-8	有关仪器维护的注意事项	99

第二篇 平面控制测量

第三章	造标和埋石	101
§ 3-1	觐标高度的计算	101
§ 3-2	常用觐标	103
§ 3-3	埋石	109
第四章	平面控制网的精度估算	113
§ 4-1	基线网扩大边相对中误差的估算	113
§ 4-2	三角网(锁)最弱边边长相对中误差的估算	116
§ 4-3	交会点点位中误差的估算	119
§ 4-4	线形锁最弱边边长相对中误差的估算	122
§ 4-5	导线网精度的估算	128
第五章	水平角观测	136

§ 5-1	游标经纬仪的读数方法	136
§ 5-2	光学经纬仪的读数方法	137
§ 5-3	水平角观测的方法及注意事项	143
§ 5-4	三、四等三角网观测的重测	149
§ 5-5	归心元素的测定	150
第六章	方位角观测	152
§ 6-1	天球基本圈点和天球坐标系	152
§ 6-2	时的概念和换算	155
§ 6-3	近似经纬度的确定	161
§ 6-4	太阳等高法测定方位角	163
§ 6-5	太阳高度法测定方位角	166
§ 6-6	北极星任意时角法测定方位角	170
§ 6-7	磁方位角的测定	173
§ 6-8	子午线收敛角的计算	176
第七章	三、四等基线测量	178
§ 7-1	因瓦合金钢基线尺	178
§ 7-2	因瓦合金钢基线尺的野外比长	180
§ 7-3	基线丈量前的准备工作	181
§ 7-4	基线丈量	184
§ 7-5	基线测量内业计算	188
§ 7-6	基线测量的精度评定	195
第八章	普通钢尺量距	197
§ 8-1	丈量方法	197
§ 8-2	普通钢尺量距中的误差及其限差的估算	199
§ 8-3	有关拉力的几个问题	201
§ 8-4	普通钢尺量距的长度计算及精度评定	204
§ 8-5	普通钢尺的长度检定	206
第九章	几种视距测量的仪器和方法	210
§ 9-1	旁折光对视距测量的影响	210
§ 9-2	横基尺视差法测距	211
§ 9-3	短基线视差法测距	223
§ 9-4	斜丝视距尺	227

§ 9-5	等差级数视距尺·····	230
§ 9-6	Redia 002自动归算视距仪·····	232
§ 9-7	对数标尺光楔测距·····	240

第一篇 准备工作

第一章 已有资料的分析利用 和坐标换带计算

§1-1 已有平面控制成果的精度分析

一、由数个已知点决定某一点的相对点位中误差

如已有三角网系按条件观测平差,且已知:

某一点的方向数 n ;

某一点至各已知点的平均边长 s ;

平差后的测角中误差 m_β'' 。

则某一点的相对点位中误差可按式估算

$$M = \pm \frac{s \cdot m_\beta''}{\rho'' \sqrt{2(n-1)}} \quad (1-1)$$

式中: $\rho'' = 206\ 265''$ 。

例: 设某一点至已知点的平均边长 $s = 5790$ 米, 又 $m_\beta'' = \pm 1.8''$, $n = 4$, 试求该点的相对点位中误差 M 。

按式(1-1)得

$$M = \pm \frac{5790 \times 1.8}{206265 \sqrt{2(4-1)}} = \pm 0.21^m.$$

二、根据坐标权的結果决定待定点的点位中误差

如已有三角网系按间接观测平差,且已知:

带权改正数平方和 $[p_{vv}]$;

横坐标的权(即最后一个未知数的系数) p_x ; 纵坐标的权 p_y ;

三角网中全部观测的方向数 D ;

三角网中固定点的数目 K ;

待定点的数目 P 。

可按以下三个步骤求待定点的点位中误差:

1. 按下式计算方向中误差,

$$m_r = \pm \sqrt{\frac{[pvv]}{D-3P-K}} \quad (1-2)$$

2. 按下式计算横坐标中误差 m_y 和纵坐标中误差 m_x ,

$$\left. \begin{aligned} m_y &= \pm \frac{0.1m_r}{\sqrt{p_y}} \\ m_x &= \pm \frac{0.1m_r}{\sqrt{p_x}} \end{aligned} \right\}; \quad (1-3)$$

3. 按下式计算点位中误差,

$$M = \pm \sqrt{m_y^2 + m_x^2} \quad (1-4)$$

例: 如图 1-1, P 为交会点, 按间接观测平差结果得:

$$[pvv] = 8.63;$$

$$p_y = 13.7;$$

$$p_x = 17.6.$$

试求待定点 P 的点位中误差 M 。

由图 1-1 可知: $D=12$; $K=3$;

$P=1$ 。首先按式(1-2)求方向中误差, 得

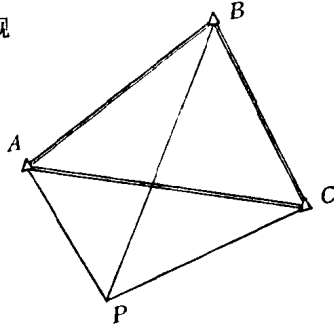


图 1-1

$$m_r = \pm \sqrt{\frac{8.63}{12-3 \times 1-3}} = \pm 1''2;$$

然后按式(1-3)求横、纵坐标中误差, 得

$$m_y = \pm \frac{0.1 \times 1.2}{\sqrt{13.7}} = \pm 0.032 \text{ m},$$

$$m_x = \pm \frac{0.1 \times 1.2}{\sqrt{17.6}} = \pm 0.029 \text{ m};$$

最后按式(1-4)求 P 点的点位中误差, 得

$$M = \pm \sqrt{(0.032)^2 + (0.029)^2} = \pm 0.043 \text{ m}.$$

三、根据三角网中某一边的相对中误差求相对点位中误差

在已有三角网中, 如已知:

某一边的边长 s ;

该边的相对中误差 $\frac{1}{N}$;

测角中误差 m''_{β} 。

可按以下三个步骤求相对点位中误差:

1. 按下式求纵向中误差,

$$m_t = \pm \frac{1}{N} \cdot s; \quad (1-5)$$

2. 按下式求横向中误差,

$$m_u = \pm \frac{s \cdot m''_{\beta}}{\rho'' \sqrt{2}}, \quad (1-6)$$

式中: $\rho'' = 206265''$;

3. 按下式求相对点位中误差,

$$M = \pm \sqrt{m_t^2 + m_u^2}. \quad (1-7)$$

例: 设某一边的 $s = 5740$ 米, $\frac{1}{N} = \frac{1}{150\ 000}$, $m''_{\beta} = \pm 1''$, 试求相对点位中误差 M 。

首先按式(1-5)求纵向中误差, 得

$$m_t = \pm \frac{5740}{150\ 000} = \pm 0.038^m;$$

然后按式(1-6)求横向中误差, 得

$$m_u = \pm \frac{5740 \times 1.0}{206265 \sqrt{2}} = \pm 0.020^m;$$

最后按式(1-7)求相对点位中误差, 得

$$M = \pm \sqrt{(0.038)^2 + (0.020)^2} = \pm 0.043^m$$

§1-2 国家三角点坐标成果的利用

一、高斯投影的概念

我国所采用的地图投影方法为高斯投影, 又名横轴圆柱正形投影。如图 1-2(a), 设圆柱体与地球上的某一子午线相切, 这条子午线便叫做轴子午线或中央子午线。在这种情况下, 球面上的轴子午线就毫无改变地转移到圆柱表面上来。另外, 赤道面也以直线投影到圆柱表面上, 并与轴子午线垂直。当将圆柱体切开展

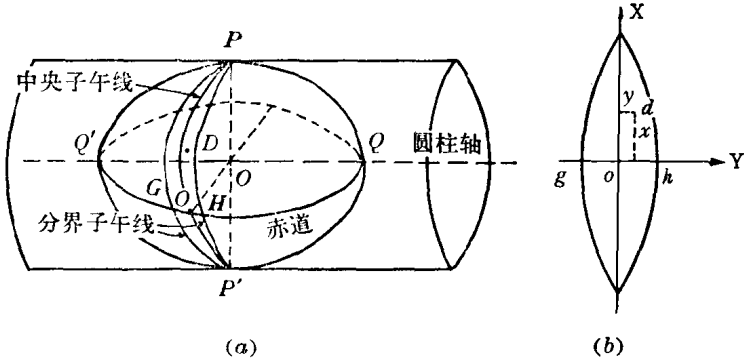


图 1-2

开成平面(如图 1-2 的 (b) 图)时, 轴子午线即为平面直角坐标系的 X 轴, 赤道即为 Y 轴, 轴子午线与赤道的交点 O 即为平面坐标系的原点。

在轴子午线上的边长和方向均无变形。随着离开轴子午线的距离增大, 地球表面上一切边长和方向的变形也随之增大。因此, 距离轴子午线过远时, 必须考虑边长和方向变形的影响。

二、投影带的划分

通常投影是按 6° 和 3° 分带的, 即以通过格林尼治天文台的子午线为零度开始, 自西向东每隔 6° 或 3° 作为一个投影带, 并依次给以 1、2、……、 n 的带号, 每一带的边界是通过椭圆柱南北两极的两条边缘子午线。

6° 和 3° 分带的轴子午线 L_0 用下式计算

$$\left. \begin{array}{l} 6^\circ \text{ 带: } L_0 = 6n - 3 \\ 3^\circ \text{ 带: } L_0 = 3n \end{array} \right\} \quad (1-8)$$

式中: n ——投影带号。

3° 带的轴子午线, 一半与 6° 带轴子午线重合, 一半是 6° 带的边缘子午线。在工程测量中, 还有按 1.5° 分带的, 或径自以通过测区中部的子午线为轴子午线。对于同一个三角点, 可根据需要, 换算为不同投影带的坐标。

6° 带和 3° 带的分带编号如图 1-3 所示。

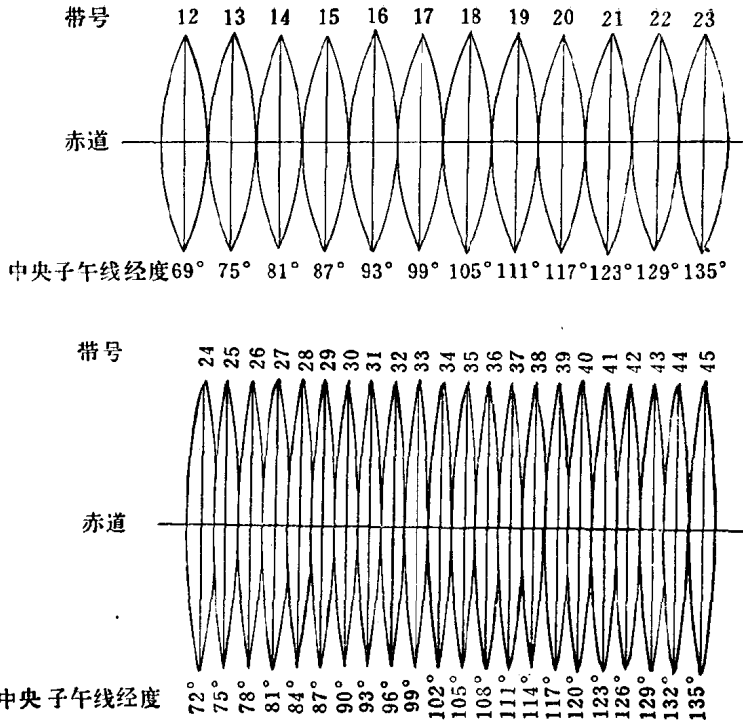


图 1-3

三、高斯、克吕格平面坐标

在每一投影带内，以轴子午线与赤道的交点作为坐标原点，轴子午线的描写形作为纵轴，即 X 轴， x 值由赤道向北为正，向南为负；赤道的描写形作为横轴，即 Y 轴， y 值在轴子午线以东为正，以西为负。

为了使横坐标永远为正，在算得的 y 值上总是加一常数 500 公里，并在前边冠以所属带号。例如有一国家三角点的 $y=20,446,498.2$ 米，表示该点位于 6° 带的第 20 带内（不计西半球的总共带数 30），原来的横坐标 $y=446,498.2-500,000.0=-53,501.8$ 米。故在应用国家三角点的横坐标 y 计算时，应事先去掉前边所冠带号，并减去 500 公里。

四、利用高斯、克吕格平面直角坐标成果的方法

1. 仅利用一条边长的方法

如图 1-4, d 为 A 、 B 两三角点在高斯投影平面上的边长, D 为该边在测区平均高程面上的边长, S 为该边投影在椭球面上的边长。利用时, 需应用“高斯、克吕格投影计算表”, 并按以下两个步骤将 d 化算为 D 。

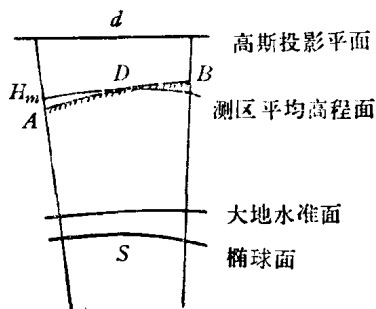


图 1-4

(1) 将 d 化算为 S , 其公式为:

当国家三角网属二等三角测量时用下式

$$(\lg d - \lg S) = f'(y_m^2 + \mathbb{I}_s); \quad (1-9)$$

当国家三角网属三等三角测量时用下式

$$(\lg d - \lg S) = f'y_m^2. \quad (1-10)$$

而

$$f' = \frac{\mu \cdot 10^8}{2R_m^2}, \quad \mathbb{I}_s = \frac{\Delta y^2}{12}.$$

以上二式中:

μ ——对数模;

R_m ——平均地球曲率半径;

f' ——以 A 、 B 两点的平均纵坐标 $x_n \left(= \frac{x_A + x_B}{2} \right)$, 以公里为单

位)为引数在表五中查取, 按其计算的距离改正数以对数第八位为单位;

$\Delta y = y_B - y_A$ (以公里为单位);

Π_s ——以 Δy 为引数在表六中查取。

例：已知国家二等三角点 A, B 的座标为

$$x_A = 2\ 429\ 302.18^m,$$

$$y_A = 56\ 346.29^m;$$

$$x_B = 2\ 435\ 728.21^m,$$

$$y_B = 48\ 668.33^m.$$

试求该边化算到椭球面上的边长 S 。

计算方法列于表 1-1 中。

表 1-1 边长改化计算表

次 序	计 算 项 目		计 算 说 明
①	x_A (Km)	2 429.302	已知数据
⑤	Δx	+6.426	② - ①
②	x_B (Km)	2 435.728	已知数据
③	y_A (Km)	56.346	已知数据
⑥	Δy	+7.678	④ - ③
④	y_B (Km)	48.668	已知数据
⑦	x_m	2 423.515	[① + ②] ÷ 2
⑧	y_m	52.507	[③ + ④] ÷ 2
⑨	$\frac{1}{10}f'$	0.053 635 2	以⑦为引数由表五或附录11查得
⑩	y_m^2	2 757	⑧的平方
⑪	Π_s	+5	以⑥为引数由表六查得
⑫	$y_m^2 + \Pi_s$	2 762	⑩ + ⑪
⑬	$\lg d - \lg S$	148	⑨ × ⑫
⑭	$\lg d$	4.000 5312	已知数据
⑮	$\lg S$	4.000 5164	⑭ - ⑬

f' 乘以 $\frac{1}{10}$ 表示计算结果以对数第七位为单位。

(2) 再将 S 化算为 D , 其公式为

$$D = S + \Delta H, \quad (1-11)$$

而

$$\Delta H = \frac{H_m}{R_m} \cdot S. \quad (1-12)$$

式中: D —— A, B 两三角点在测区平均高程面上的边长;

ΔH —— S 化算为 D 的改正数;

H_m ——测区平均高程(以米为单位);

R_m ——平均地球曲率半径, 近似计算时取 $R_m = 6\,370\,000$ 米。

例: 试将前例中求得的 S 化算到测区平均高程为 395 米的面上的边长 D 。

首先将表 1-1 中 S 的对数换算为真数, 得 $S = 10\,011.90$ 米; 然后按式 (1-12) 求 ΔH , 得:

$$\begin{aligned} \Delta H &= \frac{395}{6\,370\,000} \times 10\,011.90 \\ &= 0.62^m, \end{aligned}$$

最后按式 (1-11) 求 D , 得:

$$D = 10\,011.90 + 0.62 = 10\,012.52^m.$$

(3) 注意事项

a. 由 (1-9) 和 (1-10) 两式可知, 边长改化的改正数大小与 y_m^2 成正比, 即三角网边离开中央子午线愈远, 其长度变形愈大, 具体情况如表 1-2 所示。

表 1-2

$y_m(km)$	10	20	30	40	50	100	150	200	250	300
长度变形	$\frac{1}{810,000}$	$\frac{1}{202,000}$	$\frac{1}{90,000}$	$\frac{1}{50,000}$	$\frac{1}{32,000}$	$\frac{1}{8,000}$	$\frac{1}{3,500}$	$\frac{1}{2,000}$	$\frac{1}{1,300}$	$\frac{1}{900}$

当利用国家三角网边长作起算边时, 只有当其长度变形小于规范规定限差的情况下, 方可直接利用。否则, 应按上述方法进行边长化算后再予利用。

b. 由 d 化算为 S 时, 改正数为负, 而由 S 化算为 D 时, 改正数则为正。显然, 此两改正数当高斯投影平面和测区平均高程面重合时相互抵消, 即 $d = D$ 。在此情况下, 尽管边长离开轴子午线较远, 也可以不考虑长度变形的影响。

2. 仅利用一条边的坐标方位角的方法

仅利用国家三角网一条边的坐标方位角时，需加子午线收敛角 γ 的改正计算。如图 1-5， α 为坐标方位角， A 为大地方位角（真北方位角），它们之间的关系为

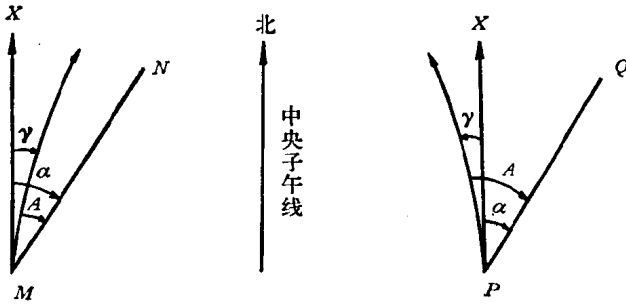


图 1-5

$$A = \alpha \pm \gamma + \delta \quad (1-13)$$

式中： γ ——子午线收敛角，在中央子午线以东为正，以西为负；

δ ——方向改正数，详见式(11-12)。

关于子午线收敛角 γ 的计算方法，详见 § 6-8。

3. 利用坐标的方法

当测区内及其附近的国家三角点离开中央子午线较远时，可利用“高斯、克吕格投影计算表”，首先应按 § 1-3 所述方法，将国家三角点的高斯平面坐标反算为大地坐标。再按 § 1-4 所述方法，将反算所得大地坐标换算为以通过测区中部的子午线为中央子午线的高斯平面坐标。此法需一点一点地换算。将所有准备利用的国家三角点换算完毕后，再反算各三角网边的边长和坐标方位角，即可利用。

为检查反算边长和坐标方位角的正确性，可应用上述 1、2 两项方法，另行计算改化后的边长和坐标方位角，比较两种方法计算同一边的结果应一致。否则计算有错，需检查。