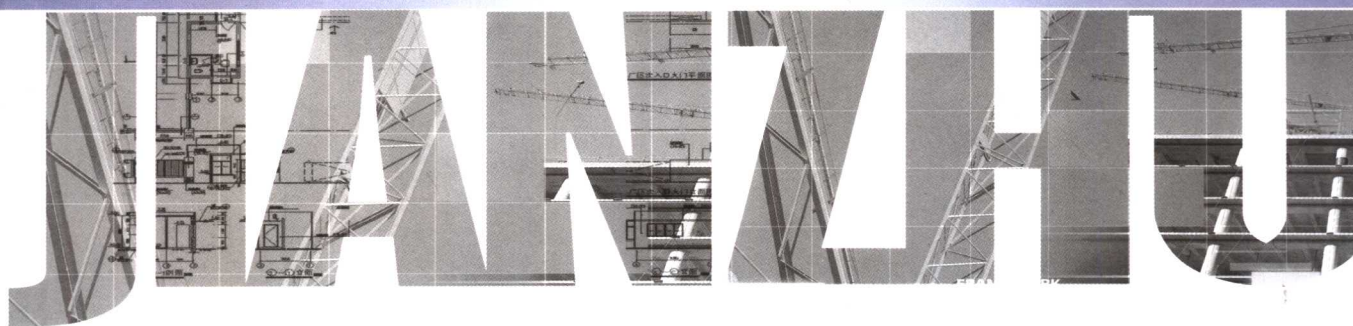


GAOZHI GAOZHUAN JIANZHU GONGCHENG XILIE JIAOCAI

高职高专 **建筑工程** 系列教材



建筑工程测量实训教程

Jianzhu Gongcheng Celiang Shixun Jiaocheng

编 著 莫南明



重庆大学 出版社

<http://www.cqup.com.cn>

建筑工程测量实训教程

编著 莫南明

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书依据高职高专《建筑工程测量》教学大纲和国家现行测量规范编写。全书除讲授常规测量理论知识,培养学生动手能力外,还对现代常用全站仪、GPS 接收机和电子经纬仪等仪器的使用方法作了较为详细的介绍。书中列举了较多的理论和实训案例。

本书可供高职高专土木工程类专业、测绘类专业作教材之用,也可供相关测绘行业技术人员作参考书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程测量实训教程/莫南明编著. —重庆:重庆大学出版社,2007.9

(高职高专建筑工程系列教材)

ISBN 978-7-5624-4212-7

I. 建… II. 莫… III. 建筑测量—高等学校:技术学校—教材 IV. TU198

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 101093 号

建筑工程测量实训教程

编著 莫南明

责任编辑:彭 宁 陈永盛 版式设计:彭 宁

责任校对:文 鹏 责任印制:张 策

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:18.25 字数:456千

2007年9月第1版 2007年9月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-4212-7 定价:28.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

测量学是一门工程技术基础课程,要求动手能力强,包括理论、仪器、计算、实验等内容,学生在时间紧、计算量大、理论繁琐的情况下,难于全面掌握课程知识,课堂能听懂,课后实习、实验、考试又觉得较困难,学习感到吃力,使得一些初学者对学好测量课程知识产生畏难情绪。鉴于此,作者将积累多年的课程重点、难点和教材中讲得不详细的知识,进行了归纳、综合,将学科知识的理论性、通用性和实用性相结合,把测量方法、仪器使用、理论计算等知识作了详细编写。本书还纳入了目前测量前沿技术知识,便于读者在学习和今后的工作中加以利用或参考。

本书主要依据国家规范、研究成果和现行测量技术,将测量理论和实际案例结合,传统技术与现代技术结合;让读者从中既可学到适用的新知识,适应测绘技术发展要求,也为以后学习相关的测绘知识和工程应用打下良好的基础。

本教程分为七章:

第1章,主要从测量理论的角度,从宏观方面阐述课程知识构成及相互之间的关系,读者在学习本章内容后比较清楚工程测量的基本知识梗概。

第2章,从课程微观方面对测量的基本知识,包括水准测量、角度测量、距离测量与直线定向、误差理论的基本知识,小地区控制测量、大比例尺地形图、施工测量等知识,以复习、公式推导及案例等方式讲授,巩固读者的测量知识和技能。也为以后各章内容实训梳理明确的脉络。

第3章,介绍测量主要实验项目。如水准仪的使用实验、水准测量实验(记录计算、观测成果计算)、水准仪的检验与校正实验、经纬仪使用实验、水平角测量实验、垂直角测量实验、经纬仪的检验与校正实验、视距测量实验、碎部测量实验、电子经纬仪使用实验、全站仪使用实验、GPS接收机使用实验等,供读者学习选用。需要记录表格的实验项目,书中提供了一份样式,训练读者填写记录表格的方法。

第4章,主要介绍测量实训案例,是课程的综合实训。它以学生实习过程为主线,从实习控制网的测水平角、丈量边长,水准测量记录及其表格的填写,到测量记录的计算,平面坐标和高程的平差计算,再到测绘地形图,最后到施工放样等内容顺序讲授,训练读者进一步掌握常规测量工作的方法及步骤。理论与实际案例相结合,有效提高读者的测绘技能。

第5章,主要介绍 fx-4500p 计算器在测量工作中的应用,如 fx-4500p 计算器操作说明;计算器简介;计算器的键与操作;手控计算;程序计算;测量程序(如水准测量、导线的内业计算和单三角锁平差计算程序);碎部测量;坐标反算;坐标正算;前方交会坐标计算;等高线通过点平距计算等),帮助读者应用程序型计算器,将测量工作中比较复杂的计算问题,由程序处理,让读者学到轻松且容易地解决测量计算难题的方法。

第6章,主要编写了练习题,供读者练习、复习和作业之用。

第7章,主要介绍测绘新技术的应用,系统介绍了电子全站仪应用;GPS 接收机的使用和数字化软件绘制地形图等知识。将前面章节的常规测量工作,采用新技术更容易、更方便地测量,其测量过程书中进行了详细的介绍,体现学科新知识的继承性、系统性和实用性。为读者适应现代的测绘工作打下一定的基础。

上述7章内容是实训体系构成的主要部分。读者在学习完课程知识,阅读本书的内容可以进一步理论联系实际,学到课程的系统思维方法。特别是案例篇幅量大,计算步骤详尽,便于读者自学和以后工作中参考。由于每个案例代表一类算例,解决测绘学中的一类问题,有一定的深度、难度和广度,读者要仔细推敲,学会分析、解决测绘问题的方法。

本书由莫南明编著。莫南明编写第1、2、3、4、5、6、7章;其中吴俐民编写第2.5节;王利亚编写第5.1节;李昌侯编写第7.3节。本书出版,得到了张岷的支持和帮助,还有其他对本书出版给予支持、帮助的单位和个人,作者在此表示诚挚的感谢。

由于时间仓促,难免存在错漏和失误之处,真诚欢迎广大读者提出批评和建议,并向广大读者致以深切的谢意。

编 者
2007年3月

目录

第1章 绪论	1
第2章 测量理论知识实训	4
2.1 测量的基本知识	4
2.2 水准测量	7
2.3 角度测量	14
2.4 距离测量与直线定向	27
2.5 误差理论	33
2.6 小地区控制测量	38
2.7 大比例尺地形图的测绘	55
2.8 施工测量	67
第3章 主要实验项目实训	73
3.1 测量实验须知	73
3.2 主要实验项目	75
第4章 测量实习实训	112
4.1 地形图测量	112
4.2 建筑施工放线	132
4.3 其他	133
第5章 CASIO fx—4500p 计算器在测量学中的应用 ...	143
5.1 CASIO fx—4500p 计算器操作说明	143
5.2 测量程序	152
第6章 练习题	184
6.1 填空	184

6.2	单项选择题	185
6.3	测设题	187
6.4	计算练习题	187
6.5	导线作业题之一	189
6.6	导线作业题之二	192
第7章 测绘新技术的应用		196
7.1	电子全站仪的应用	196
7.2	GPS 接收机的使用	249
7.3	数字化地形图编辑	256

第 1 章

绪 论

《建筑工程测量》课程的内容,涉及古老的测量技术,同现代测量技术相结合,可以解决工程的实际问题。特别是现代电子技术,带动了信息技术的飞速发展,数字化技术和卫星定位技术的广泛应用于测绘行业的各领域,使得测绘技术迅猛向前发展。

作为工程测量领域,虽然从技术上有很大进步,但无论现代测量技术如何发展,测量的基本原理和方法是共同的,只是采用的方式、工具和技术手段不同而已。

本课程内容繁杂,实训的内容除了测绘理论知识以外,还要训练仪器的使用,更有测量成果的计算,还有测图绘制,亦有施工放样的数据计算和施测,以及遵循国家规范,最后还有新技术的应用等。其课程内容构成关系作者总结如图 1.1 所示。

读者根据课程内容构成关系图的思路,将课程内容归纳、整理,将全书内容悉心理解,达到课程内容熟悉、深化、提高。如作者以细化水准路线的内容为例,提供读者一条学习、总结思路,读者据此学习、总结课程的其他内容知识。

如图 1.1 中测量高程 H 可按下面思路展开进行总结:

1. 原理

2. 仪器

3. 一个测站上的测量工作

(1) 安置仪器:架头大致水平。

(2) 粗略整平:转动三个脚螺旋使圆水准器气泡居中。

(3) 瞄准水准尺:转动目镜调焦螺旋,使十字丝清晰;转动望远镜对光螺旋,使水准尺成像清晰;消除视差。

(4) 精确整平:转动微倾螺旋,使水准管气泡成 U 型。

(5) 读数并记录:读至水准尺上的读数,读至四位数。观测者与记录者核对。

4. 实测方法

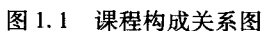
①埋点;②实测水准路线上各点高差;③计算校核(每页记录)。

5. 水准路线成果检核及计算

(1) 水准路线分类

①附和水准路线成果检核及计算。

②闭合水准路线成果检核及计算。



(2) 附合水准路线的解算

水准路线形式、抄上每段水准路线上的长度或测站数、高差、已知高程点的高程、点号等。

$$f_h = \sum h_{\text{测}} - (H_{\text{终}} - H_{\text{始}}), \text{其容许值 } f_{h\text{容}} \text{ 为:}$$

$$f_{h容} = \pm 12 \sqrt{\sum n} \quad (\text{mm})(\text{山地})$$

其中, L ——以“km”为单位的水准路线的长度。

③ 闭合差的调整

$$v_{h_i} = -f_h / \sum n \times n_i (\text{山地})$$

$$v_{h_i} = -f_h / \sum L \times L_i (\text{平地})$$

④ 改正后的高差 $\hat{h}_i$

$$\hat{h}_i = h_i + v_{h_i}$$

⑤ 计算未知高程点的高程

$$H_{\text{前}} = H_{\text{后}} + \hat{h}_i$$

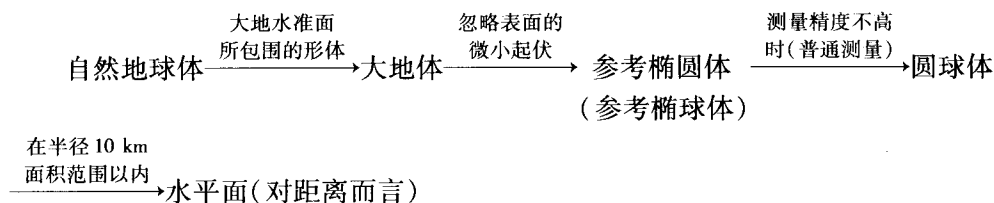
第 2 章

测量理论知识实训

2.1 测量的基本知识

测量学是一门学科,有其理论基础和知识体系,如在自然地球表面如何确定点位,并用数学公式计算,人类一直不断地努力探索解决途径,但在实际应用中只能采用近似的、理论的方法和做法确定地面点的位置。

2.1.1 地球自然表面转化成平面的过程



2.1.2 点的带号及国家统一坐标

(1) 某点 6° 带的带号 N 的确定

“某点的经度/ 6° ”的商去掉小数点后的值,再加上 1。

(2) 某点 3° 带的带号 n 的确定

“某点的经度/ 3° ”的商按“四舍五入”取值。

(3) 点的带号及国家统一坐标

1) 点所在带号的确定

y 坐标值中去掉十万位及其以后的所有数字,剩下的数字即为带号值。或 y 坐标的前两位数值。

2) 点的国家统一坐标

点的纵坐标 = X 坐标值

点的横坐标 = y 坐标值中的十万位及其以后的所有数字 - 500 000 m

若点的横坐标为“-”(负),则该点位于中央子午线的西面;反之该点位于中央子午线的东面。

(4)6°带的带号 N 与 3°带的带号 n 之间的关系式

$$n = 2N - 1$$

[案例1] 已知某点的坐标为 $x = 4\,271\,817.800\text{ m}$, $y = 20\,317\,897.338\text{ m}$,则该点位于 6°带的第几带?它位于赤道的南面或北面?点的国家统一坐标的纵、横坐标为多少米?在中央子午线的东面还是西面?其最东面和最西面经度各多少?该中央子午线位于 3°带的第几带?

解:(1)因为该点的 $x = 4\,271\,817.800\text{ m}$

$$y = 20\,317\,897.338\text{ m}$$

所以该点位于 6°带的第 20 带(y 坐标中去掉十万位及其以后的所有数字,剩下的数字即为带号)。

(2)因为我国陆地国土主要位于北半球, x 坐标永为“+”(正)

所以该点位于赤道的北面

该点的纵坐标(即 x 的坐标值) $= 4\,271\,817.800\text{ m}$

(3)因为该点的 $y = 20\,317\,897.338\text{ m}$

所以去掉带号 20,再扣去 500 km,即点的横坐标 Y 值:

$$\text{所以 } Y = 317\,897.338 - 500\,000 = -182\,102.662\text{ m}$$

因为 Y 符号为“-”(负)

所以该点位于中央子午线的西面。

(4)因为该点在 6°带的第 20 带

所以该带的中央子午线的经度 λ :

$$\lambda = 6^\circ \times N - 3^\circ = 6^\circ \times 20 - 3^\circ = 117^\circ$$

所以最东面的经度为: $117^\circ + 3^\circ = 120^\circ$

最西面的经度为 $117^\circ - 3^\circ = 114^\circ$

(5)该中央子午线位于 3°带的带号

$$n = 2N - 1 = 2 \times 20 - 1 = 39\text{ 带}$$

另解:

因为 $\lambda = 117^\circ$

$$\text{所以 } \lambda / 3^\circ = 117^\circ / 3^\circ = 39.0 = 39\text{ 带}$$

[案例2] 已知某点的经度是 $116^\circ 28'$,试计算它在 6°带和 3°带的带号及相应带号内的中央子午线的经度是多少?

解:因该点的经度为 $116^\circ 28'$,所以

(1)在 6°带的带号

$$1) \text{ 计算: } 116^\circ 28' / 6^\circ = 19.411$$

2)6°带号为: $N = 19 + 1 = 20\text{ 带}$ 。

(2)在 3°带的带号为:

$$1) \text{ 计算: } 116^\circ 28' / 3^\circ = 38.822$$

2)3°带的带号为: $n = 39\text{ 带}$

(3)6°带中央子午线的经度

$$\lambda = 6^{\circ}N - 3^{\circ} = 6^{\circ} \times 20 - 3^{\circ} = 117^{\circ}$$

(4) 3° 带中央子午线的经度为:

$$\lambda_0 = 3^{\circ}n = 3^{\circ} \times 39 = 117^{\circ}$$

2.1.3 一般计算器的使用

1. 计算器计算结果取小数位数

(1) 设有【TAB】键的计算器,按【TAB】键后,直接键入保留小数位数的值即可。如保留三位小数,按【TAB】【3】。

(2) CASIO fx-4500P 等计算器

按【MODE】【7】【3】,也是保留三位小数(即最后输入的数字即为保留小数位数的值)。

2. 三角函数值的计算

例如:计算 $\sin 32^{\circ}05'28''$ 的值。

(1) 有【DEG】键的计算器,按键如下:

1) 一般计算器

32.052 8【DEG】【sin】,显示结果:0.531 267 150。

2) SHARP EL-5100S 型计算器

【sin】32.052 8【DEG】【=】,显示结果:0.531 267 150。

(2) 有【° ' ''】键的计算器,按键如下:

1) 一般计算器

32【° ' ''】05【° ' ''】28【° ' ''】【sin】,显示结果:0.531 267 150。

2) CASIO fx-4500P 等计算器

【sin】32【° ' ''】05【° ' ''】28【° ' ''】【EXE】(或【=】),显示结果:0.531 267 150。

3. 求三角函数的反函数(即求角度)

例如:求 $\arcsin 0.531 267 150$ 的角度。

(1) 有【DEG】键的计算器,按键如下:

1) 一般计算器

0.531 267 150【2ndF】【sin】,显示:32.091 111 09(单位:度)

再按【2ndF】【DEG】,显示:32.052 799 99

即角度值为 $32^{\circ}05'27.999 9'' = 32^{\circ}05'28''$ 。

度 分 秒

2) SHARP EL-5100S 型计算器

【2ndF】【sin】0.531 267 150【=】,显示:32.091 111 09(单位:度),以后操作及结果,同上述的“一般计算器”操作。

(2) 有【° ' ''】键的计算器,按键如下:

1) 一般计算器

0.531 267 150【2ndF】【sin】,显示:32.091 111 08(单位:度)

再按【2ndF】【° ' ''】,显示:32°5'27.9"

度 分 秒

即 $32^{\circ}05'28''$ 。

2) CASIO fx-4500P 等计算器

【2ndF】【sin】0.531 267 150【EXE】(或【=】), 显示: 32.091 111 09, (单位: 度)

再按【2ndF】【° ' "】, 显示: 32°05'28"

度 分 秒

即 32°05'28"

建议读者把使用的计算器, 按上述方法多操作几遍, 加以理解, 减少出错直至熟练掌握计算器的操作和计算, 也为后续专业课程使用计算器计算数据打下基础。

2.2 水准测量

水准测量在控制测量和施工放线等工作中, 经常确定点在铅垂方向上的高程数据, 根据不同的要求采用不同的水准测量等级和方法。本节讲解的是等外水准测量及计算方法。

(1) 水准测量的原理

如图 2.1 所示, 设已知 A 点的高程为 H_A , 欲测定 B 点的高程 H_B , 可在 A、B 两点上分别竖立水准尺, 并在 A、B 两点之间大致中间位置安置水准仪, 根据仪器的水平视线, 在 A 点尺上读数 a , 在 B 点尺上读数 b , 则 A、B 两点间的高差为:

$$h_{AB} = a - b = H_B - H_A$$

即 A、B 两点间的高差 h_{AB} , 等于后视读数减去前视读数。

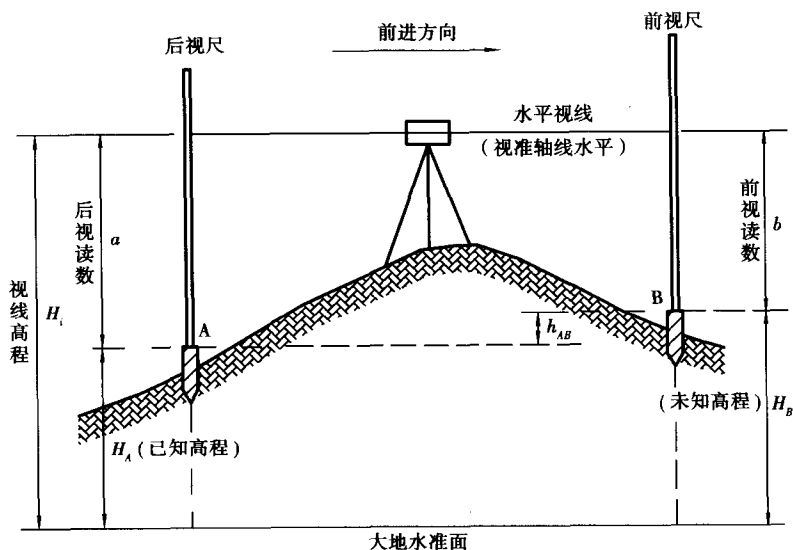


图 2.1 水准测量原理

高差 h_{AB} 可以是正数, 也可以是负数。当读数 $a > b$ 时, h_{AB} 为正值, 表明 B 点比 A 点高; 反之, 当读数 $a < b$ 时, h_{AB} 为负值, 表明 B 点比 A 点低。

这样, B 点的高程计算公式为:

1) 高差法: $H_B = H_A + h_{AB}$

2) 视线高法:

仪器的视线高程 $H_i = H_A + a = H_B + b$, 即
$$H_B = H_i - b$$

(2) 水准测量成果计算

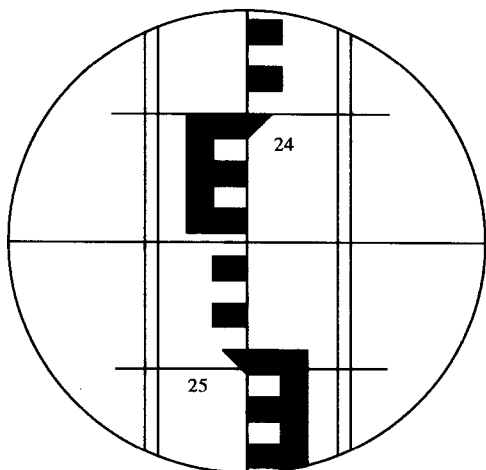
水准测量成果计算如表 2.1。

表 2.1 普通水准测量成果计算表

序号	项 目	水 准 路 线			备注
		附和水准	闭合水准	支线水准	
1	实测高差	$\sum h_{\text{测}}$	$\sum h_{\text{测}}$	$\sum h_{\text{往}}、\sum h_{\text{返}}$	
2	已知高差 $\sum h_{\text{理}}$	$H_{\text{终}} - H_{\text{始}}$	0		
3	闭合差 f_h	$\sum h_{\text{测}} - (H_{\text{终}} - H_{\text{始}})$	$\sum h_{\text{测}}$	$\sum h_{\text{往}} + \sum h_{\text{返}}$	
4	闭合差允许值 $f_{h容}$ /mm	$\pm 40 \sqrt{L}$ (平地); $\pm 12 \sqrt{\sum n}$ (山地)			L 的单元 位:km
5	$f_h > f_{h容}$	重 测			
6	$f_h \leq f_{h容}$	测量成果合格			
7	每段高差改正数	$v_{h_i} = \frac{-f_h}{L} \times L_i \text{ (平地)}$ 或 $v_{h_i} = \frac{-f_h}{\sum n} \times n_i \text{ (山地)}$			
8	高差改正数检查	f_h 是否分配完毕?应满足 $f_h = - \sum v_{h_i}$			
9	改正后的高差	$\hat{h}_i = h_i + v_{h_i}$			$\hat{h}_i = \frac{1}{2}(\sum h_{\text{往}} - \sum h_{\text{返}})$
10	计算未知点的高程	$H_{\text{前}} = H_{\text{后}} + \hat{h}_i$			
11	计算高程检查	推算到已知高程点时,检查与已知高程是否相等?若相等则结束高程解算,否则查明原因后,另行推算。			

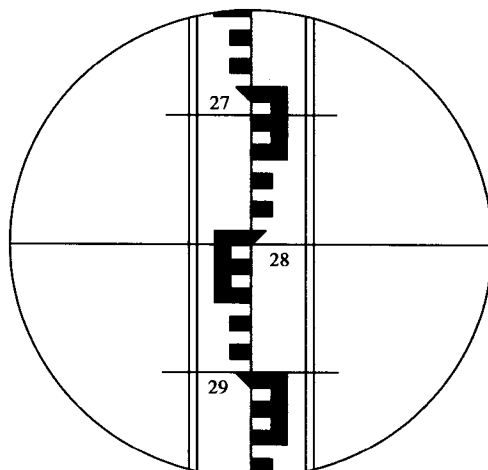
[案例 3] 在下列图 2.2 ~ 图 2.9 的水准测量读数窗内,读取十字丝的上、中、下丝的读数,并填在对应的横线上。

[案例 4] 根据《水准测量记录》如表 2.2 中的数据,计算水准路线上各点的高程。



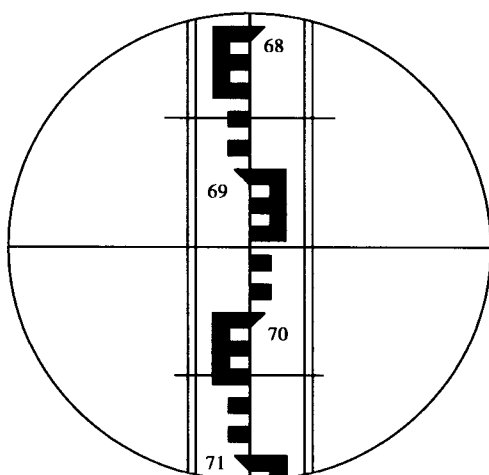
上丝读数: _____
 中丝读数: _____
 下丝读数: _____

图 2.2



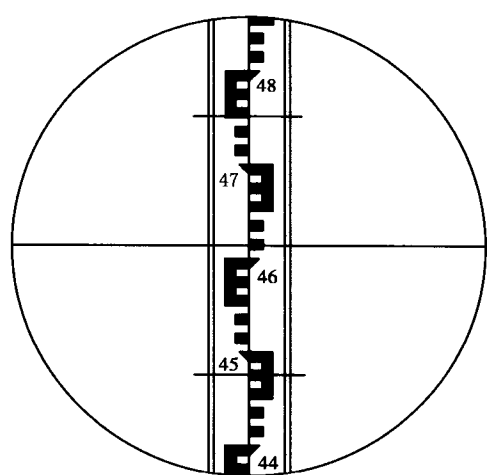
上丝读数: _____
 中丝读数: _____
 下丝读数: _____

图 2.3



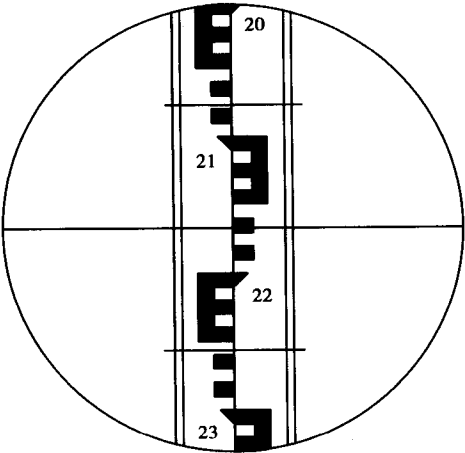
上丝读数: _____
 中丝读数: _____
 下丝读数: _____

图 2.4



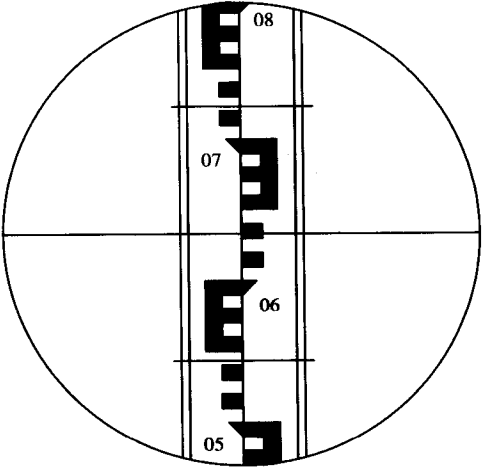
上丝读数: _____
 中丝读数: _____
 下丝读数: _____

图 2.5



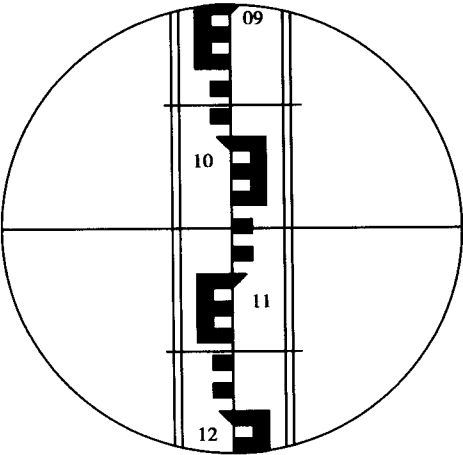
上丝读数: _____
中丝读数: _____
下丝读数: _____

图 2.6



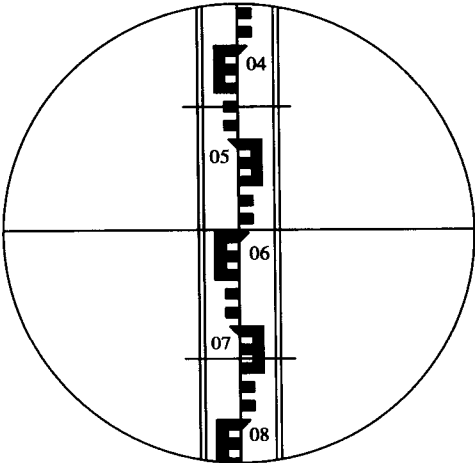
上丝读数: _____
中丝读数: _____
下丝读数: _____

图 2.7



上丝读数: _____
中丝读数: _____
下丝读数: _____

图 2.8



上丝读数: _____
中丝读数: _____
下丝读数: _____

图 2.9