

CELIANG  
FANGXIANGONG

新世纪劳动力转移与职业技能培训教材

# 测量放线工

## 快速入门

Kuaisu rumen

本书编委会 编



 北京理工大学出版社  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

新世纪劳动力转移与职业技能培训教材

# 测量放线工快速入门

本书编委会 编



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

---

## 图书在版编目(CIP)数据

测量放线工快速入门/《测量放线工快速入门》编委会编. —北京:北京理工大学出版社, 2010. 4

ISBN 978 - 7 - 5640 - 2934 - 0

I. 测… II. 测… III. 建筑测量-技术培训-教材  
IV. TU198

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 218817 号

---

---

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心)  
68911084(读者服务部)

网 址 / [http://www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京通州京华印刷制版厂

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/32

印 张 / 11

字 数 / 259 千字

版 次 / 2010 年 4 月第 1 版 2010 年 4 月第 1 次印刷

定 价 / 18.80 元

责任校对 / 张沁萍

责任印制 / 母长新

---

对本书内容有任何疑问及建议,请与本书编委会联系。邮箱:bitdayi@sina.com

图书出现印装质量问题,本社负责调换

## 内 容 提 要

本书根据建筑工程测量放线人员的工作特点,重点对其上岗操作技能和专业技术知识进行了阐述。全书主要内容包括工程测量基本知识、工程测量常用工具、水准测量、距离测量、角度测量、测量误差的基本理论和应用、控制测量、地籍测量、地形测量、工程施工测量、市政工程施工测量、民用建筑施工测量、工业建筑施工测量、建筑物变形测量等。

本书资料翔实、内容丰富、图文并茂,是进行农村剩余劳动力转移培训、建设施工企业进行技术培训以及下岗职工进行再就业培训的理想教材。

# 测量放线工快速入门

## 编委会

主 编：黄志安

副主编：孙邦丽 李建钊

编 委：卢晓雪 王翠玲 崔奉伟 王秋艳

徐晓珍 张青立 左万义 洪 波

华克见 王 燕 王晓丽 卻建荣

## 前言

我国是个农业大国,农村面积占国土面积的90%以上,农业人口占全国人口的70%。农业对全国经济发展,对整个社会稳定和全面进步起着不可估量的作用。“三农问题”(即农业、农村和农民问题)是长期围绕中国经济发展的一大难题。解决农村剩余劳动力出路,对中国现代化的实现和发展是重要关键。农村剩余劳动力能否成功转移直接影响到城乡的经济发展和社会稳定,关系到建设现代化中国等问题。

建筑业是我国国民经济的支柱产业,属于劳动密集型产业,具有就业容量大,吸纳农村剩余劳动力能力强等特点。当前建筑业已成为转移农村剩余劳动力的主要行业之一,建筑劳务经济的发展对促进农民增收,提高生活水平发挥了重要作用。加强农村剩余劳动力的培训是实现农村剩余劳动力顺利转移的重要保证。

近几年来,随着我国国民经济的快速发展,建筑工程行业也取得了蓬勃发展,建筑劳务规模也正不断壮大。而由于广大农村劳务人员文化程度普遍较低;观念较落后;技能水平较低,加之现阶段国家出于建筑工程行业发展的需要,对建筑工程材料、工程设计及施工质量验收等一系列标准规范进行了大规模的修订,各种建筑施工新技术、新材料、新设备、新工艺也得到了广泛的应用,如何在这种形势下提升建设行业从业人员的整体素质,加强建设工程领域广大农村劳务人员的技术能力的培养,提高其从业能力,已成为建设工程行业继续发展的重要任务。

为了进一步规范劳动技能和农村剩余劳动力的转移培训工作,满足广大建设工程行业从业人员对操作技能和专业技术知识的需求,我们组织有关方面的专家,在深入调查的基础上,结合建设行业的实际,体现建设施工企业的用工特点,编写了这套《新世纪劳动力转移与职业技能培训教材》。

本套教材编写时收集整理了大量的新材料、新技术、新工艺和新设备,突出了先进性。丛书注重对建设工程从业人员专业知识和技能的培养,融相关的专业法规、标准和规范等知识为一体。全书资料翔实、内容丰富、图文并茂、编撰体例新颖,是进行农村剩余劳动力转移培训、建设施工企业进行技术培训以及下岗职工进行再就业培训的理想教材。

本套教材在编写过程中,得到了有关专家学者的大力支持与帮助,参考和引用了有关部门、单位和个人的资料,在此深表谢意。限于编者的水平及阅历,加之编写时间仓促,书中错误及疏漏之处在所难免,恳请广大读者和有关专家批评指正。

本书编委会

# 目 录

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| <b>第一章 工程测量基本知识</b> .....     | (1)   |
| 第一节 工程测量概述 .....              | (1)   |
| 第二节 地面点位的确定 .....             | (5)   |
| 第三节 用水平面代替水准面 .....           | (10)  |
| <b>第二章 工程测量常用工具</b> .....     | (13)  |
| 第一节 定位与放样工具 .....             | (13)  |
| 第二节 水准仪的构造和使用 .....           | (16)  |
| 第三节 经纬仪的构造和使用 .....           | (28)  |
| 第四节 其他测量仪器 .....              | (33)  |
| <b>第三章 水准测量</b> .....         | (54)  |
| 第一节 水准测量的原理与规律 .....          | (54)  |
| 第二节 水准测量的内容 .....             | (55)  |
| 第三节 水准测量的误差 .....             | (64)  |
| <b>第四章 距离测量</b> .....         | (68)  |
| 第一节 钢尺的性质和检定 .....            | (68)  |
| 第二节 钢尺量距 .....                | (70)  |
| 第三节 视距测量 .....                | (75)  |
| <b>第五章 角度测量</b> .....         | (79)  |
| 第一节 角度测量原理 .....              | (79)  |
| 第二节 水平角观测与记录 .....            | (80)  |
| 第三节 竖直角测量 .....               | (83)  |
| 第四节 水平角观测误差 .....             | (90)  |
| <b>第六章 测量误差的基本理论和应用</b> ..... | (93)  |
| 第一节 测量误差的来源及分类 .....          | (93)  |
| 第二节 误差传播定律 .....              | (95)  |
| 第三节 偶然误差的特性 .....             | (98)  |
| 第四节 加权平均值与算术平均值及其误差 .....     | (100) |
| <b>第七章 控制测量</b> .....         | (106) |
| 第一节 平面控制测量 .....              | (106) |

|      |                    |       |
|------|--------------------|-------|
| 第二节  | 高程控制测量 .....       | (124) |
| 第八章  | 地籍测量 .....         | (133) |
| 第一节  | 地籍测量概述 .....       | (133) |
| 第二节  | 地籍调查 .....         | (136) |
| 第三节  | 地籍修测 .....         | (143) |
| 第四节  | 地籍测量与地籍图的绘制 .....  | (145) |
| 第九章  | 地形测量 .....         | (151) |
| 第一节  | 地形图概论 .....        | (151) |
| 第二节  | 图根控制测量 .....       | (164) |
| 第三节  | 地形图的测绘 .....       | (168) |
| 第四节  | 地形图在工程建设中的应用 ..... | (193) |
| 第十章  | 工程施工测量 .....       | (200) |
| 第一节  | 施工测量概述 .....       | (200) |
| 第二节  | 施工测设 .....         | (202) |
| 第三节  | 建筑基线与分格网 .....     | (220) |
| 第十一章 | 市政工程施工测量 .....     | (229) |
| 第一节  | 管道施工测量 .....       | (229) |
| 第二节  | 道路施工测量 .....       | (238) |
| 第十二章 | 民用建筑施工测量 .....     | (258) |
| 第一节  | 建筑物的定位与放线 .....    | (258) |
| 第二节  | 建筑物施工测量 .....      | (265) |
| 第三节  | 高层建筑施工测量 .....     | (269) |
| 第十三章 | 工业建筑施工测量 .....     | (280) |
| 第一节  | 厂房控制网的建立 .....     | (280) |
| 第二节  | 厂房基础施工测量 .....     | (283) |
| 第三节  | 厂房的安装测量 .....      | (294) |
| 第四节  | 特殊结构形式的施工放样 .....  | (300) |
| 第十四章 | 建筑物变形测量 .....      | (304) |
| 第一节  | 建筑物变形测量概述 .....    | (304) |
| 第二节  | 位移观测 .....         | (310) |
| 第三节  | 沉降观测 .....         | (325) |
| 第四节  | 特殊变形观测 .....       | (335) |
| 参考文献 | .....              | (343) |

# 第一章 工程测量基本知识

## 第一节 工程测量概述

### 一、测量学概述

测量学是研究地球的形状和大小以及确定地面点之间的相对位置的科学。测量工作主要有两个方面：一是将各种现有地面物体的位置和形状，以及地面的起伏形态等，用图形或数据表示出来，为测量工作提供依据，称为测定或测绘；二是将规划设计和管理工作形成的图纸上的建筑物、构筑物或其他图形的位置在现场标定出来，作为施工的依据，称为测设或放样。

测量学包括大地测量学、普通测量学、摄影测量学和工程测量学等 4 个学科。其中，大地测量学研究测定地球的形状和大小，在广大地区建立国家大地控制网等方面的测量理论、技术和方法，为测量学的其他分支学科提供最基础的测量数据和资料；普通测量学研究较小区域内的测量工作，主要是指用地面作业方法，将地球表面局部地区的地物和地貌等测绘成地形图，由于测区范围较小，可以不顾及地球曲率的影响，把地球表面当作平面对待；摄影测量学研究用摄影或遥感技术来测绘地形图，其中的航空摄影测量是测绘国家基本地形图的主要方法；工程测量学研究各项工程建设在规划设计、施工放样和运营管理阶段所进行的各种测量工作，工程测量在不同的工程建设项目中其技术和方法有很大的区别。



## 二、工程测量的原则

测量成果的好坏，直接或间接地影响到建筑工程的布局、成本、质量与安全等，特别是施工放样，如出现错误，就会造成难以挽回的损失。而从测量基本程序可以看出，测量是一个多层次、多工序的复杂的工作，在测量过程中不但会有误差，还可能会出现错误。为了杜绝错误，保证测量成果准确无误，我们在测量工作过程中必须遵循“边工作边检核”的基本原则，即在测量中，不管是外业观测、放样还是内业计算、绘图，每一步工作均应进行检核，上一步工作未作检核前不进行下一步工作。

## 三、工程测量的任务

### 1. 测图

测图指使用测量仪器和工具，依照一定的测量程序和方法，通过测量和计算，得到一系列测量数据，或者把局部地球表面的形状和大小按一定的比例尺和特定的符号缩绘到图纸上，供规划设计以及工程施工结束后，测绘竣工图供日后管理、维修、扩建之用。

### 2. 用图

用图指识别和地形图、断面图等的知识、方法和技能。用图是先根据图面的图式符号识别地面上地物和地貌，然后在图上进行测量。从图上取得工程建设所必需的各种技术资料，从而解决工程设计和施工中的有关问题。

### 3. 放样

放样是测图的逆过程。放样是将图纸上的设计好的建（构）筑物按照设计要求通过测量的定位、放线、安装，将其位置和高程标定到施工作业面上，作为工程施工的依据。

#### 4. 变形观测

对某些有特殊要求的建（构）筑物，在施工过程中和使用期间，还要测定有关部位在建筑荷重和外力作用下，随着时间而产生变形的规律，监视其安全性和稳定性，观测成果是验证设计理论和检验施工质量的重要资料。

### 四、工程测量的要求

(1) 测量工作中的测量和计算两个环节，无论是实践操作或是计算有错，均表现在点位的确定上产生错误，因此必须做到步步有校核，一定要坚持精度标准，保证各个环节的可靠性。

(2) 测量仪器和工具是测量工作中不可缺少的生产工具，对其必须按规定的要求正确使用、精心检校和科学保养。

(3) 测量成果是集体作业的结晶，要有互相协助、紧密配合的团队精神，以及共同完成测量任务的全局观念。

### 五、工程测量的程序

工程测量时，主要就是测定碎部点的平面位置和高程。测定碎部点的位置，其程序通常分为两步。

#### 1. 控制测量

如图 1-1 所示，先在测区内选择若干具有控制意义的点 A、B、C、…，作为控制点，以精密的仪器和准确的方法测定各控制点之间的距离  $D$ ，各控制边之间的水平夹角  $\beta$ ，如果某一条边（图 1-1 中的 AB 边）的方位角  $\alpha$  和其中某一点的坐标已知，则可计算出其他控制点的坐标。另外，还要测出各控制点之间的高差，设点 A 的高程为已知，则可求出其他控制点的高程。

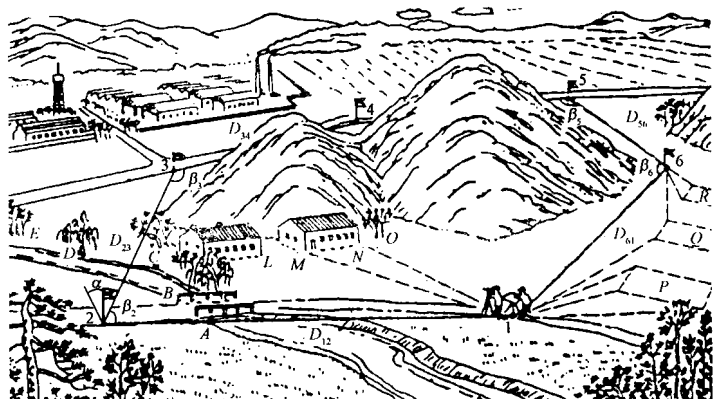


图 1-1 测量程序示意图

## 2. 碎部测量

即根据控制点测定碎部点的位置，例如在控制点 A 上测定其周围碎部点 M、N、…的平面位置和高程。应遵循“从整体到局部”、“先控制后碎部”的原则，这样可以减少误差累积，保证测图精度，而且还可以分幅测绘，加快测图进度。

上述测量工作的基本程序可以归纳为“先控制后碎部”、“从整体到局部”和“由高级到低级”。对施工测量放样来说，也要遵循这个基本程序，先在整个建筑施工场地范围内进行控制测量，得到一定数量控制点的平面坐标和高程，然后以这些控制点为依据，在局部地区进行逐个对建（构）筑物轴线点的测设；如果施工场地范围较大，控制测量也应由高级到低级逐级加密布置，使控制点的数量和精度均能满足施工放样的要求。

## 六、工程测量的作用

建筑工程测量在工程建设中起着重要的作用。建筑用地的选择，道路、管线位置的确定等，都要利用测量所提供的资料和图纸进行规划设计。施工阶段需要通过测量工作来衔接，配



合各项工序的施工,才能保证设计意图的正确执行。竣工后的竣工测量,为工程的验收、日后的扩建和维修管理提供资料。在工程管理阶段,对建(构)筑物进行变形观测,以确保工程的安全使用。所以,建筑工程测量贯穿于建筑工程建设的始终,服务于施工过程中的每一个环节,并且测量的精度和进度直接影响到整个工程质量与进度。

## 第二节 地面点位的确定

### 一、确定地面点位的原则

由几何学原理可知,由点组成线、线组成面、面组成体。所以构成物体形状的最基本元素是点。在测量上,把地面上的固定性物体称为地物,如房屋、道路等;地面起伏变化的形态称为地貌,如高山、丘陵、平原等。地物和地貌总称为地形。以地形测绘为例,虽然地面上各种地物种类繁多,地势起伏千差万别,但它们的形状、大小及位置完全看成是由一系列连续不断的点所组成的。

放样是在实地标定出设计建(构)筑物的平面位置和高程的测量工作。与测图过程相反,其实质也是确定点的位置。所以,点位关系是测量上要研究的基本关系。

确定地面点的位置,是将地面点沿铅垂线方向投影到一个代表地球表面形状的基准面上,地面点投影到基准面上后,要用坐标和高程来表示点位。测绘过程及测量计算的基准面,可认为是平均海洋面延伸穿过陆地和岛屿所形成的闭合曲面,这个闭合的曲面称为大地水准面。大范围内进行测量工作时,是以大地水准面作为地面点投影的基准面,如果在小范围内测量,可以把地球局部表面当作平面,用水平面作为地面点投影的基准面。



## 二、确定地面点位的工作

如图 1-2 所示, I 和 II 是已知坐标点, 它们在水平面上的投影位置为 1、2, 地面点 A、B 是待定点, 它们在水平面上的投影位置是  $a$ 、 $b$ 。如果观测了水平角  $\beta_1$ 、水平距离  $L_1$ , 可用三角函数计算出  $a$  点的坐标; 同理, 观测水平角  $\beta_2$  和水平距离  $L_2$ , 也可计算出  $b$  点的坐标。

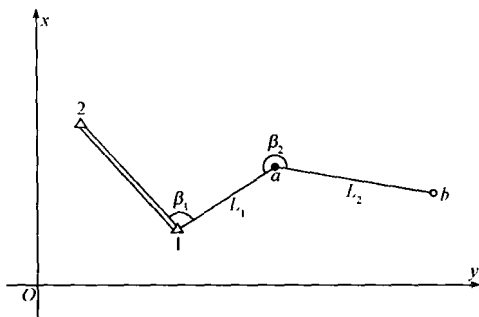


图 1-2 基本测量工作

在测绘地形图时, 可在图上直接用量角器根据水平角  $\beta_1$  作出 I 点至  $a$  点的方向线, 在此方向线上根据距离  $L_1$  和一定的比例尺, 即可定出  $a$  点的位置, 同理可在图上定出  $b$  点的位置。

故水平角测量和水平距离测量是确定地面点坐标或平面位置的基本测量工作。

若 I 点的高程已知为  $H_I$ , 观测了高差  $h_{IA}$ , 则可利用高差计算公式转换后计算出 A 点的高程:

$$H_A = H_I + h_{IA} \quad (1-1)$$

同理, 若观测了高差  $h_{AB}$ , 可计算出 B 点的高程。

所以, 地面点间的水平角、水平距离和高差是确定地面点位的三个基本要素, 我们把水平角测量、水平距离测量和高程



测量称为确定地面点位的三项基本测量工作，再复杂的测量任务，都是通过综合应用这三项基本测量工作来完成的。

### 三、确定地面点位的方法

#### 1. 地面点平面位置的确定

(1) 大地坐标。地面点在参考椭球面上投影位置的坐标时，可以用大地坐标系统的经度和纬度表示。如图 1-3 所示， $O$  为地球参考椭球面的中心， $N$ 、 $S$  为北极和南极， $NS$  为旋转轴，通过旋转轴的平面称为子午面，它与参考椭球面的交线称为子午线，其中通过原英国格林尼治天文台的子午线称为首子午线。通过  $O$  点并且垂直于  $NS$  轴的平面称为赤道面，它与参考椭球面的交线称为赤道。地面点  $P$  的经度，是指过该点的子午面与首子午线之间的夹角，用  $L$  表示，经度从首子午线起算，往东自  $0^\circ \sim 180^\circ$  称为东经，往西自  $0^\circ \sim 180^\circ$  称为西经。地面点  $P$  的纬度，是指过该点的法线与赤道面间的夹角，用  $B$  表示，纬度从赤道面起算，往北自  $0^\circ \sim 90^\circ$  称为北纬，往南自  $0^\circ \sim 90^\circ$  称为南纬。

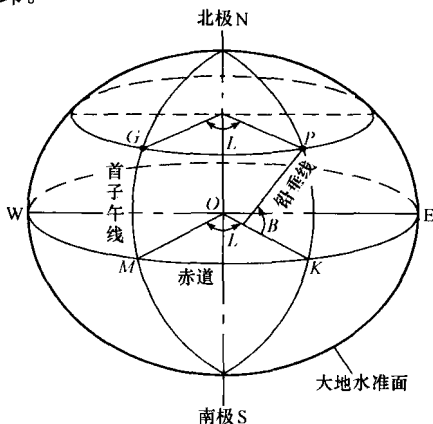


图 1-3 天文地理坐标



(2) 平面直角坐标。当测量区域较小时，可直接用与测区中心点相切的平面来代替曲面，然后在此平面上建立一个平面直角坐标系。因为它与大地坐标系没有联系，称为平面直角坐标系，也叫假定平面直角坐标系。

如图 1-4 所示，平面直角坐标系与高斯平面直角坐标系一样，规定南北方向为纵轴  $x$ ，东西方向为横轴  $y$ ； $x$  轴向北为正，向南为负， $y$  轴向东为正，向西为负。地面上某点  $A$  的位置可用  $x_A$  和  $y_A$  来表示。平面直角坐标系的原点  $O$  一般选在测区的西南角以外，使测区内所有点的坐标均为正值。

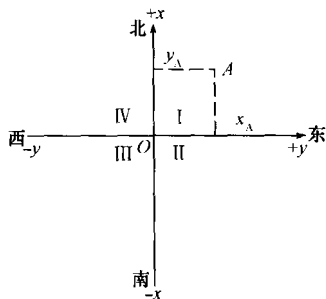


图 1-4 独立平面直角坐标系

为了定向方便，测量上的平面直角坐标系与数学上的平面直角坐标系的规定不同， $x$  轴与  $y$  轴互换，象限的顺序也相反。因为轴向与象限顺序同时都改变，测量坐标系的实质与数学上的坐标系是一致的，因此数学中的公式可以直接应用到测量计算中。

(3) 建筑坐标。在建筑工程中，有时为了便于对建（构）筑物的平面位置进行施工放样，将原点设在建（构）筑物两条主轴线（或某平行线）的交点上，以其中一条主轴线（或某平行线）作为纵轴，一般用  $A$  表示；顺时针旋转  $90^\circ$  方向作为横轴，一般用  $B$  表示，建立一个平面直角坐标系，称为建筑坐标系，如图 1-5 所示。