

# 现场测量员岗位通(第2版)

XIANCHANGCELIANGYUANGANGWEITONG

主 编 郭阳明

副主编 王旭阳



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

# 现场测量员岗位通

(第2版)

主 编 郭阳明

副主编 王旭阳



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

## 内 容 提 要

本书系统阐述了建筑测量的基础知识、测量原理、方法和应用。全书共 15 章, 主要包括: 建筑工程测量基础、水准测量、角度测量、距离测量与直线定向、控制测量、地形测量、地籍测量、建筑施工测量基本工作、建筑施工控制测量、民用建筑施工测量、工业建筑施工测量、线路与桥梁施工测量、建筑物变形测量与竣工图编绘、建筑工程测量常用数据与技术资料等。

本书可供建筑工程施工现场测量技术人员使用, 也可供各大中专院校土建类专业师生参考。

版权专有 侵权必究

---

### 图书在版编目(CIP)数据

现场测量员岗位通/郭阳明主编. —2 版. —北京: 北京理工大学出版社, 2016. 5

ISBN 978 - 7 - 5640 - 8570 - 4

I. ①现… II. ①郭… III. ①建筑测量 IV. ①TU198

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 094790 号

---

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室)

82562903(教材售后服务热线)

68948351(其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京紫瑞利印刷有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 19

字 数 / 462 千字

版 次 / 2016 年 5 月第 2 版 2016 年 5 月第 1 次印刷

定 价 / 56.00 元

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 边心超

---

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

# 前言

建筑工程专业技术管理人员是工程建设的参与者，也是建筑工程施工现场的重要管理人员。他们肩负着如何把工程建设好的重要职责，其专业技术水平及管理能力的<sub>高低</sub>直接影响到工程建设项目能否顺利进行。

怎样提高建筑工程专业技术管理人员的岗位专业技术水平和管理能力是当前工程建设领域研究的重要课题，且已成为建筑施工企业继续发展的关键，关系到建筑施工企业的信誉和前途。为此，我们特针建筑工程施工现场测量技术要求，在深入调查的基础上，编写了本书。全书紧紧围绕“岗位”这一特定对象，详细、系统地阐述了“现场测量员”岗位所需的专业知识、技能，以及最新的规范要求等。本书具有以下几个特点：

(1)紧扣“岗位通”的理念进行编写。所谓“岗位通”，是指一本书就能把某一个岗位所需的全部专业知识、技能、规范等囊括其中。本书内容涵盖了“现场测量员”岗位的工作职责、专业技术知识、业务管理实施细则以及有关的专业法规、标准和规范等，从面到线、从线到点，所有内容一目了然，清晰系统。

(2)为“岗位”量身打造。本书针对实际“现场测量员”工作需求，融新材料、新设备、新技术、新工艺为一体，既重视对施工管理理论知识的阐述，又在收集整理建筑工程施工现场管理经验的基础上，注重对专业技术人员实际工作能力的培养。

(3)更具实用价值。本书资料翔实、内容丰富、图文并茂、编撰体例新颖。与市场上同类图书相比，比岗位培训类书籍更全面、更详细，比技术管理类书籍更实用、更贴近岗位本身。

本书由郭阳明担任主编，王旭阳担任副主编。全书阐述内容都是围绕特定的“岗位”而展开的，对特定岗位的工作职责、专业知识和技能以及该岗位涉及的有关标准规范等进行了详尽而系统的论述，可谓“一书在手，即能全面精通该岗位”。对于刚刚走上工作岗位的新人和即将走上工作岗位的大中专院校的学生来说，是一本不可多得的岗位实用工具书。

由于建筑工程施工领域的发展日新月异，加之编者水平有限，丛书中错误及不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

# 目 录

|                   |      |
|-------------------|------|
| 第一章 概述            | (1)  |
| 第一节 建筑工程测量概述      | (1)  |
| 一、测量学概念           | (1)  |
| 二、建筑工程测量的作用和任务    | (1)  |
| 三、建筑工程测量的原则、程序和要求 | (2)  |
| 四、工程测量常用单位        | (3)  |
| 第二节 地面点的确定        | (4)  |
| 一、确定地面点位的原理       | (4)  |
| 二、平面位置的确定         | (4)  |
| 三、高程位置的确定         | (5)  |
| 四、确定地面点位的基本测量工作   | (5)  |
| 第三节 用水平面代替水准面     | (6)  |
| 一、平面代替曲面所产生的高程误差  | (6)  |
| 二、平面代替曲面所产生的距离误差  | (6)  |
| 第二章 建筑工程测量基础      | (8)  |
| 第一节 建筑施工图的编制与识读   | (8)  |
| 一、建筑制图标准          | (8)  |
| 二、建筑施工图识读         | (16) |
| 第二节 工程测量基本器具      | (35) |
| 一、定位和放样工具         | (35) |
| 二、水准仪             | (37) |
| 三、经纬仪             | (44) |
| 四、红外测距仪           | (46) |
| 五、平板仪             | (49) |
| 六、激光铅直仪           | (51) |
| 七、全站仪             | (52) |
| 第三节 测量误差基本知识      | (55) |
| 一、误差的分类及来源        | (55) |
| 二、衡量精度的标准         | (56) |
| 三、误差传播定律          | (57) |

|                         |      |
|-------------------------|------|
| 第三章 水准测量 .....          | (60) |
| 第一节 水准测量的原理 .....       | (60) |
| 一、水准测量的原理 .....         | (60) |
| 二、几何水准测量的规律 .....       | (60) |
| 第二节 水准路线测量 .....        | (60) |
| 一、水准路线的设置 .....         | (60) |
| 二、水准测量方法 .....          | (61) |
| 三、水准测量记录与计算 .....       | (62) |
| 四、水准测量的检核 .....         | (62) |
| 第三节 水准仪的检验和校正 .....     | (63) |
| 一、水准仪应满足的几何条件 .....     | (63) |
| 二、水准仪的检验与校正 .....       | (64) |
| 第四节 水准测量误差的来源及其影响 ..... | (66) |
| 一、水准测量误差的来源 .....       | (66) |
| 二、水准测量误差的影响 .....       | (68) |
| 第四章 角度测量 .....          | (69) |
| 第一节 水平角观测 .....         | (69) |
| 一、角度测量原理 .....          | (69) |
| 二、测回法 .....             | (69) |
| 三、方向观测法 .....           | (70) |
| 第二节 竖直角观测 .....         | (71) |
| 一、观测原理 .....            | (71) |
| 二、竖直度盘的构造 .....         | (72) |
| 三、竖直角度的计算 .....         | (72) |
| 四、竖盘指标差 .....           | (72) |
| 五、竖直角度的观测 .....         | (73) |
| 六、竖直角度的应用 .....         | (74) |
| 第三节 经纬仪的检验和校正 .....     | (74) |
| 一、经纬仪应满足的几何条件 .....     | (74) |
| 二、经纬仪的检验与校正 .....       | (75) |
| 第四节 水平角观测误差来源及其影响 ..... | (77) |
| 一、水平角观测误差的来源 .....      | (77) |
| 二、水平角观测误差的影响 .....      | (77) |
| 第五章 距离测量与直线定向 .....     | (78) |
| 第一节 钢尺量距 .....          | (78) |

|              |       |
|--------------|-------|
| 一、直线定线       | (78)  |
| 二、距离丈量       | (79)  |
| 三、钢尺的检定      | (79)  |
| 四、钢尺的精密量距    | (80)  |
| 第二节 视距测量     | (81)  |
| 一、视距测量原理     | (81)  |
| 二、视距测量方法     | (82)  |
| 三、视距测量误差的来源  | (82)  |
| 第三节 直线定向     | (83)  |
| 一、标准方向线      | (83)  |
| 二、方位角        | (83)  |
| 三、正反坐标方位角    | (83)  |
| 四、象限角        | (83)  |
| 第四节 坐标正反算    | (84)  |
| 一、坐标正算       | (84)  |
| 二、坐标反算       | (85)  |
| 第六章 控制测量     | (86)  |
| 第一节 概述       | (86)  |
| 一、高程控制测量     | (86)  |
| 二、平面控制测量     | (86)  |
| 第二节 高程控制测量   | (86)  |
| 一、水准测量       | (86)  |
| 二、三角高程测量     | (90)  |
| 三、GPS 拟合高程测量 | (91)  |
| 第三节 平面控制测量   | (92)  |
| 一、导线测量       | (92)  |
| 二、卫星定位测量     | (102) |
| 三、三角形网测量     | (105) |
| 第七章 地形测量     | (109) |
| 第一节 地形图基本知识  | (109) |
| 一、地形图的概念     | (109) |
| 二、地形图和地形的分类  | (109) |
| 三、地形图的测绘内容   | (109) |
| 四、地形图测量基本要求  | (113) |
| 第二节 地形图的测绘   | (114) |
| 一、地形图的比例尺    | (114) |

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| 二、地形图的分幅与编号 .....        | (115) |
| 三、地物、地貌在图上的表示方法 .....    | (116) |
| 四、测图前的准备工作 .....         | (121) |
| 五、地形图测绘方法 .....          | (122) |
| 第三节 图根控制测量 .....         | (127) |
| 一、图根平面控制 .....           | (127) |
| 二、图根高程控制 .....           | (129) |
| 第四节 地形图的识读与应用 .....      | (129) |
| 一、地形图的识读 .....           | (129) |
| 二、地形图的应用 .....           | (130) |
| 第五节 地形图的编绘与修测 .....      | (131) |
| 一、地形图的编绘 .....           | (131) |
| 二、地形图的修测 .....           | (132) |
| 第六节 地形图在工程建设中的应用 .....   | (133) |
| 一、在地形图上按限制坡度选择最短线路 ..... | (133) |
| 二、按预定方向绘制纵断面图 .....      | (133) |
| 三、量算图形面积 .....           | (134) |
| 四、确定汇水面积 .....           | (135) |
| 五、根据地形图平整场地 .....        | (135) |
| 第八章 地籍测量 .....           | (137) |
| 第一节 概述 .....             | (137) |
| 一、地籍测量的概念 .....          | (137) |
| 二、地籍测量的特点、任务和目的 .....    | (137) |
| 三、地籍测量的精度要求 .....        | (138) |
| 第二节 地籍调查和测量 .....        | (138) |
| 一、地籍调查 .....             | (138) |
| 二、地籍测量 .....             | (142) |
| 第三节 面积量算和地籍修测 .....      | (146) |
| 一、概述 .....               | (146) |
| 二、面积量算的方法与精度估算 .....     | (146) |
| 三、地籍修测和变更 .....          | (147) |
| 第九章 建筑施工测量基本工作 .....     | (149) |
| 第一节 施工测量概述 .....         | (149) |
| 一、施工测量的概念 .....          | (149) |
| 二、施工测量的内容 .....          | (149) |
| 三、施工测量的任务和特点 .....       | (149) |

|                 |       |
|-----------------|-------|
| 第二节 测设的基本工作     | (150) |
| 一、水平角的测设        | (150) |
| 二、水平距离的测设       | (151) |
| 三、直线测设          | (152) |
| 四、高程测设          | (154) |
| 五、坡度线的测设        | (155) |
| 第三节 测设平面点位的方法   | (157) |
| 一、直角坐标法         | (157) |
| 二、极坐标法          | (158) |
| 三、距离交会法         | (159) |
| 四、角度交会法         | (160) |
| 第十章 建筑施工控制测量    | (161) |
| 第一节 建筑基线        | (161) |
| 一、建筑基线的布置       | (161) |
| 二、建筑基线的测设方法     | (161) |
| 第二节 建筑方格网       | (162) |
| 一、建筑方格网的布置      | (162) |
| 二、方格网的测设        | (163) |
| 第十一章 民用建筑施工测量   | (166) |
| 第一节 概述          | (166) |
| 一、熟悉图纸          | (166) |
| 二、现场踏勘          | (166) |
| 三、确定测设方案和准备测设数据 | (166) |
| 第二节 建筑物的定位与放线   | (166) |
| 一、建筑物定位         | (166) |
| 二、建筑物放线         | (168) |
| 三、基础施工测量        | (169) |
| 四、墙体施工测量        | (171) |
| 第三节 高层建筑施工测量    | (172) |
| 一、高层建筑定位测量      | (172) |
| 二、高层建筑基础施工测量    | (173) |
| 三、高层建筑轴线投测      | (173) |
| 四、高层建筑竖向测量      | (175) |
| 五、高层建筑高程传递      | (176) |
| 六、滑模施工测量        | (177) |

|                 |       |
|-----------------|-------|
| 第十二章 工业建筑施工测量   | (178) |
| 第一节 厂房矩形控制网的测设  | (178) |
| 一、中小型工业厂房控制网的建立 | (178) |
| 二、大型工业厂房控制网的建立  | (178) |
| 三、厂房扩建与改建的测量    | (179) |
| 第二节 厂房柱列轴线与柱基测设 | (179) |
| 一、厂房柱列轴线的测设     | (179) |
| 二、柱基测设          | (179) |
| 第三节 厂房预制构件安装测量  | (180) |
| 一、柱子安装测量        | (180) |
| 二、吊车梁及屋架安装测量    | (181) |
| 三、钢结构工程测量       | (181) |
| 第十三章 线路与桥梁施工测量  | (183) |
| 第一节 中线测量        | (183) |
| 一、中线测量内容        | (183) |
| 二、交点测设          | (184) |
| 三、转点测设          | (185) |
| 四、转角测设          | (186) |
| 第二节 圆曲线的测设      | (188) |
| 一、圆曲线主点测设       | (188) |
| 二、圆曲线的详细测设      | (189) |
| 第三节 缓和曲线的测设     | (191) |
| 一、缓和曲线的作用和测设方法  | (191) |
| 二、缓和曲线测设数据计算    | (192) |
| 三、圆曲线带有缓和曲线的测设  | (192) |
| 第四节 道路施工测量      | (198) |
| 一、概述            | (198) |
| 二、测量前的准备工作      | (198) |
| 三、路基施工测量        | (200) |
| 四、底层、基层及路面施工测量  | (208) |
| 五、道路施工测量放样      | (212) |
| 第五节 桥梁工程施工测量    | (219) |
| 一、平面控制测量        | (219) |
| 二、墩台定位测量        | (220) |
| 三、桥梁墩、台纵横轴线的测设  | (229) |
| 四、桥梁基础施工放样      | (230) |

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| 第十四章 建筑物变形测量与竣工图编绘 .....   | (239) |
| 第一节 概述 .....               | (239) |
| 一、建筑变形测量基本概念 .....         | (239) |
| 二、变形测量的任务 .....            | (239) |
| 三、产生变形的原因 .....            | (239) |
| 四、观测周期 .....               | (239) |
| 五、观测精度 .....               | (239) |
| 六、建筑物变形测量基本规定 .....        | (240) |
| 第二节 建筑物沉降观测 .....          | (242) |
| 一、水准点沉降观测 .....            | (242) |
| 二、建筑物沉降观测 .....            | (242) |
| 第三节 位移观测 .....             | (247) |
| 一、建筑主体倾斜观测 .....           | (247) |
| 二、建筑水平位移观测 .....           | (249) |
| 三、建筑物倾斜观测方法 .....          | (250) |
| 四、建筑场地滑坡观测 .....           | (252) |
| 五、基坑壁侧向位移观测 .....          | (253) |
| 六、挠度观测 .....               | (254) |
| 第四节 特殊变形观测 .....           | (255) |
| 一、日照变形观测 .....             | (255) |
| 二、动态变形测量 .....             | (256) |
| 三、裂缝观测 .....               | (257) |
| 四、风振观测 .....               | (258) |
| 第五节 竣工总平面图的编绘 .....        | (259) |
| 一、编绘竣工总平面图的一般规定 .....      | (259) |
| 二、竣工总平面图编绘的方法和步骤 .....     | (259) |
| 三、现场实测 .....               | (260) |
| 四、竣工总平面图的绘制 .....          | (260) |
| 第十五章 建筑工程测量常用数据及技术资料 ..... | (261) |
| 第一节 建筑工程测量常用数据 .....       | (261) |
| 一、线路测量常用数据 .....           | (261) |
| 二、地下管线测量常用数据 .....         | (264) |
| 三、工程施工测量常用数据 .....         | (264) |
| 四、工程变形监测常用数据 .....         | (269) |
| 第二节 建筑施工测量技术资料 .....       | (276) |
| 一、施工测量放线报验申请表 .....        | (276) |

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| 二、工程定位测量记录 .....      | (277) |
| 三、基槽验线记录 .....        | (278) |
| 四、楼层平面放线记录 .....      | (279) |
| 五、楼层标高抄测记录 .....      | (280) |
| 六、建筑物垂直度、标高测量记录 ..... | (281) |
| 七、水准观测记录 .....        | (282) |
| 八、水平角观测记录 .....       | (283) |
| 九、横断面测量记录 .....       | (284) |

|                   |       |
|-------------------|-------|
| 附录 常用计量单位换算 ..... | (285) |
|-------------------|-------|

|            |       |
|------------|-------|
| 参考文献 ..... | (292) |
|------------|-------|

# 第一章 概 述

## 第一节 建筑工程测量概述

### 一、测量学概念

测量学是研究地球的形状和大小以及确定地面点与点之间相对位置的科学。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 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、建筑工程测量的作用和任务

#### (一) 建筑工程测量的作用

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。

#### (二) 建筑工程测量的任务

##### 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。

### 三、建筑工程测量的原则、程序和要求

#### (一)建筑工程测量的原则

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。

#### (二)建筑工程测量的程序

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。

##### 2. 碎部测量

即根据控制点测定碎部点的位置,例如图 1-1 中在控制点  $A$  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。

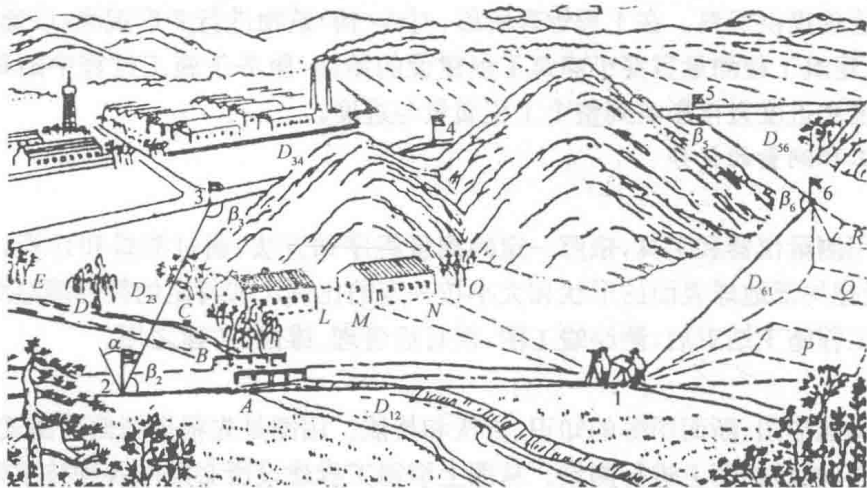


图 1-1 测量程序示意图

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,在局部地区逐个进行对建(构)筑物轴线点的测设,如果施工场地范围较大时,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。

(三)建筑工程测量的要求

(1)测量工作中的测量和计算两个环节,无论是实践操作有错还是计算有错,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,共同完成测量任务的全局观念。

四、工程测量常用单位

工程测量常用的角度、长度、面积的度量单位及换算关系分别列于表 1-1~表 1-3。

表 1-1 角度单位制及换算关系

| 60 进制                         | 弧度制                                                                                                    |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 圆周=360°<br>1°=60'<br>1'=60" | 1 圆周=2π 弧度<br>1 弧度= $\frac{180^\circ}{\pi}=57.295\ 8^\circ=\rho^\circ$<br>=3 438'=ρ'<br>=206 265''=ρ'' |

表 1-2 长度单位制及换算关系

| 公 制                                               | 英 制                                                                                                           |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 km=1 000 m<br>1 m=10 dm<br>=100 cm<br>=1 000 mm | 英里(mile,简写 mi),英尺(foot,简写 ft),英寸(inch,简写 in)<br>1 km=0.621 4 mi<br>=3 280.8 ft<br>1 m=3.280 8 ft<br>=39.37 in |

表 1-3 面积单位制及换算关系

| 公 制                                                        | 市 制                                                                                        | 英 制                                                                |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1 km²=1×10⁶ m²<br>1 m²=100 dm²<br>=1×10⁴ cm²<br>=1×10⁶ mm² | 1 km²=1 500 亩<br>1 m²=0.001 5 亩<br>1 亩=666.666 666 6 m²<br>=0.066 666 67 公顷<br>=0.164 7 英亩 | 1 km²=247.11 英亩<br>=100 公顷<br>1 m²=10.764 ft²<br>1 cm²=0.155 0 in² |

## 第二节 地面点的确定

### 一、确定地面点位的原理

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,但他们的形状、大小及位置完全可以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的延伸,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、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,可以用大地坐标系统的经度和纬度表示。如图 1-2 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

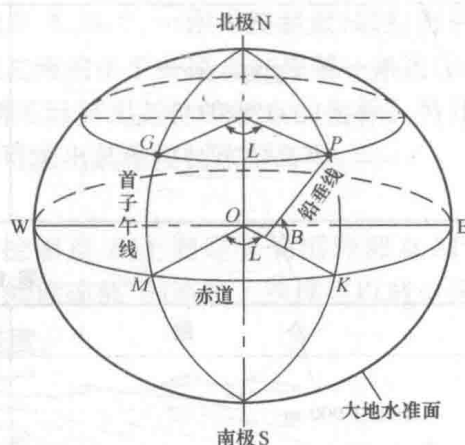


图 1-2 天文地理坐标

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。

#### 2. 建筑坐标

在建筑工程中,有时为了便于对建(构)筑物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 1-3 所示。

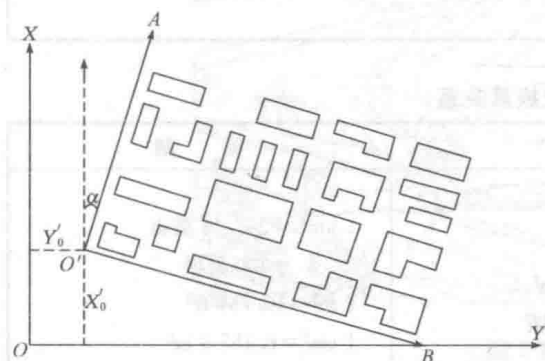


图 1-3 建筑坐标系

### 3. 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,故称为独立平面直角坐标系,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。

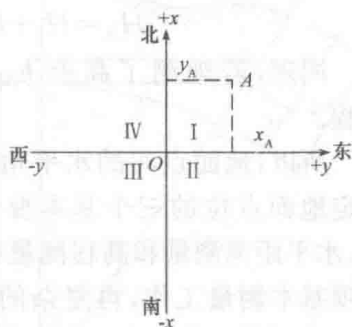


图 1-4 独立平面直角坐标系

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。

### 三、高程位置的确定

#### 1. 相对高程

如果有些地区引用绝对高程有困难时,可采用相对高程系统。相对高程是采用假定的水准面作为起算高程的基准面。地面点到假定水准面的垂直距离叫该点的相对高程。由于高程基准面是根据实际情况假定的,所以相对高程有时也称为假定高程。如图 1-5 所示,地面点  $A$ 、 $B$  的相对高程分别为  $H'_A$  和  $H'_B$ 。

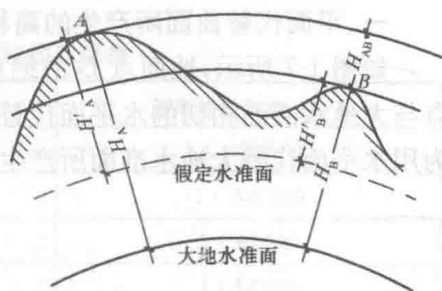


图 1-5 高程和高差

#### 2. 绝对高程

地面点到大地水准面的铅垂距离,称为该点的绝对高程,简称高程,用  $H$  表示。如图 1-5 所示,地面点  $A$ 、 $B$  的高程分别为  $H_A$ 、 $H_B$ 。数值越大表示地面点越高,当地面点在大地水准面的上方时,高程为正;反之,当地面点在大地水准面的下方时,高程为负。

#### 3. 高差

两个地面点之间的高程差称为高差,用  $h$  来表示。高差有方向性和正负,但与高程基准无关。如图 1-5 所示,  $A$  点至  $B$  点的高差为:

$$h_{AB} = H_B - H_A = H'_B - H'_A \quad (1-1)$$

当  $h_{AB}$  为正时,  $B$  点高于  $A$  点;当  $h_{AB}$  为负时,  $B$  点低于  $A$  点。高差的方向相反时,其绝对值相等而符号相反,即:

$$h_{AB} = -h_{BA} \quad (1-2)$$

### 四、确定地面点位的基本测量工作

如图 1-6 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,它们投影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。

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  $1$  点至  $a$  点的方向线,在此