

JIANZHU
GONGCHENG
CELIANG

建筑工程测量

周海波 李莎莎 主编

南開大學出版社

非外借

建筑工程测量

主 编 周海波 李莎莎

副主编 王 迪 刘方圆

参 编 郭 秦 文 静 郭一江 李宏豪

南开大学出版社

天 津

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑工程测量 / 周海波, 李莎莎主编. —天津:
南开大学出版社, 2017. 9

ISBN 978-7-310-05457-2

I. ①建… II. ①周… ②李… III. ①建筑测量
IV. ①TU198

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 207099 号

版权所有 侵权必究

南开大学出版社出版发行

出版人: 刘立松

地址: 天津市南开区卫津路 94 号 邮政编码: 300071

营销部电话: (022) 23508339 23500755

营销部传真: (022) 23508542 邮购部电话: (022) 23502200

*

三河市天润建兴印务有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

2017 年 9 月第 1 版 2017 年 9 月第 1 次印刷

260 × 185 毫米 16 开本 16.75 印张 408 千字

定价: 38.00 元

如遇图书印装质量问题, 请与本社营销部联系调换, 电话: (022) 23507125

建筑工程测量慕课平台简介

我们常说整个社会都在发生翻天覆地的变化，几乎所有的产业也都在经历变革，然而我们的教育事业，仍然在延续老师台上讲，学生台下听的“孔子时代”的教学模式。这种与时代发展不相适应的模式，必将经历改革，才能使整个社会的教育教学事业跟上时代的发展，随着“慕课”（MOOC）的提出与发展，我们看到了变化和不同，同时我们也必将经历这样的变革。

慕课（MOOC），英文直译“大规模开放的在线课程”（Massive Open Online Course），是一种在线课程开发模式。所谓“慕课”（MOOC），顾名思义，“M”代表 Massive（大规模），与传统课程只有几十个或几百个学生不同，一门 MOOCs 课程动辄上万人，最多达 16 万人；第二个字母“O”代表 Open（开放），以兴趣为导向，凡是想学习的，都可以进来学，不分国籍，只需一个邮箱，就可参与注册；第三个字母“O”代表 Online（在线），在网上完成学习，不受时空限制；第四个字母“C”代表 Course，就是课程的意思。

最重要的突破发生于 2011 年秋，那个时候，来自世界各地的 160 000 人注册了斯坦福大学 Sebastian Thrun 与 Peter Norvig 联合开出的一门人工智能导论的免费课程。许多重要的创新项目，包括 Udacity，Coursera，以及 edX 都纷纷上线，有超过上百所世界著名大学参与其中。



图 1 慕课平台首页界面

在这股强劲趋势的推动下，测绘教研室教学团队也紧跟其后，于 2015 年底着手开发针对本校的慕课课程，在试点课程上，我们选择了建筑工程测量，因为这门课程是我们教研室承担的主要课程，也有多年的教学经验积累，另外这门课程受众学生较多，包括土木工程、工程管理、造价等土建类所有的本专科专业。我们的慕课平台是与上海交通大学合作开发

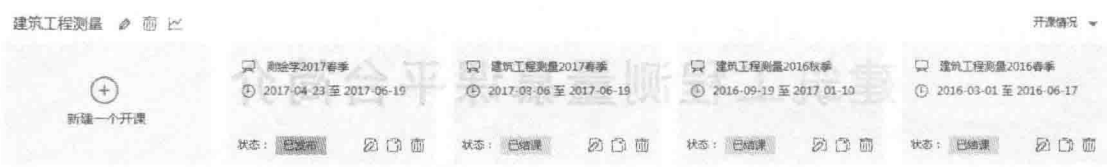


图2 连续运行一年

的，界面美观，后台管理便捷，还有手机端 APP 应用。

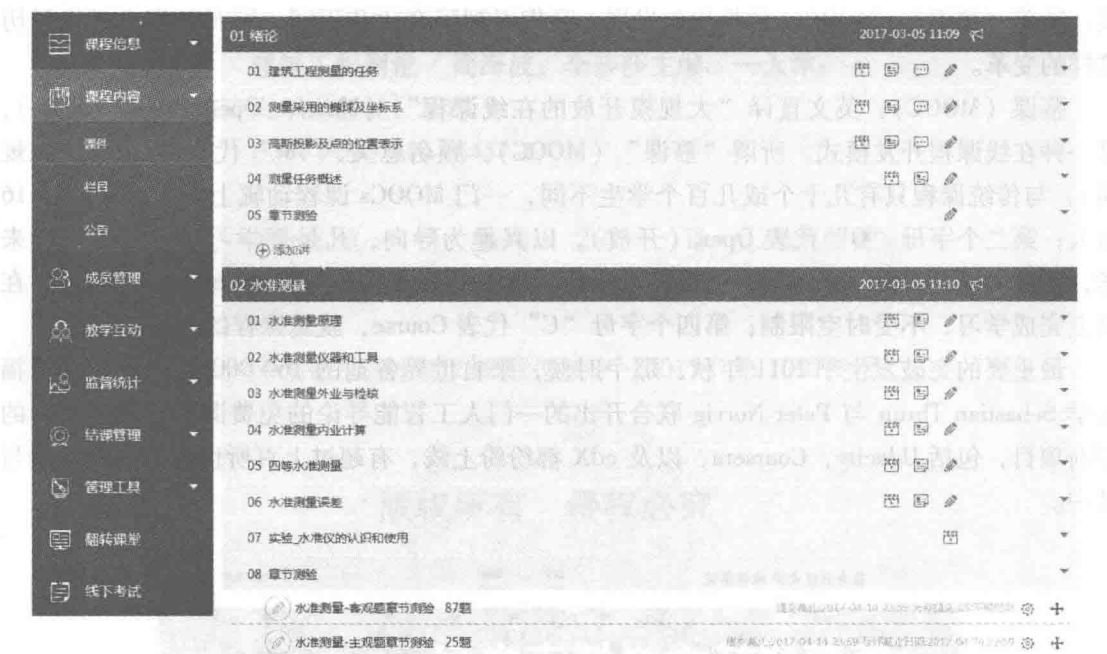


图3 课程内容



图4 实验实训操作指导视频（教学团队自主录制和编辑）

慕课课程在测绘教研室教学团队的精心管理下，已经上线运行一年，在这一年的时间里，我们采用了慕课教学与传统教学相结合的方式，开展了线上学习（包括课程学习、线上指导和实验实训）、线下学习（包括作业完成与提交、讨论、评价、测验）以及讲座教学。

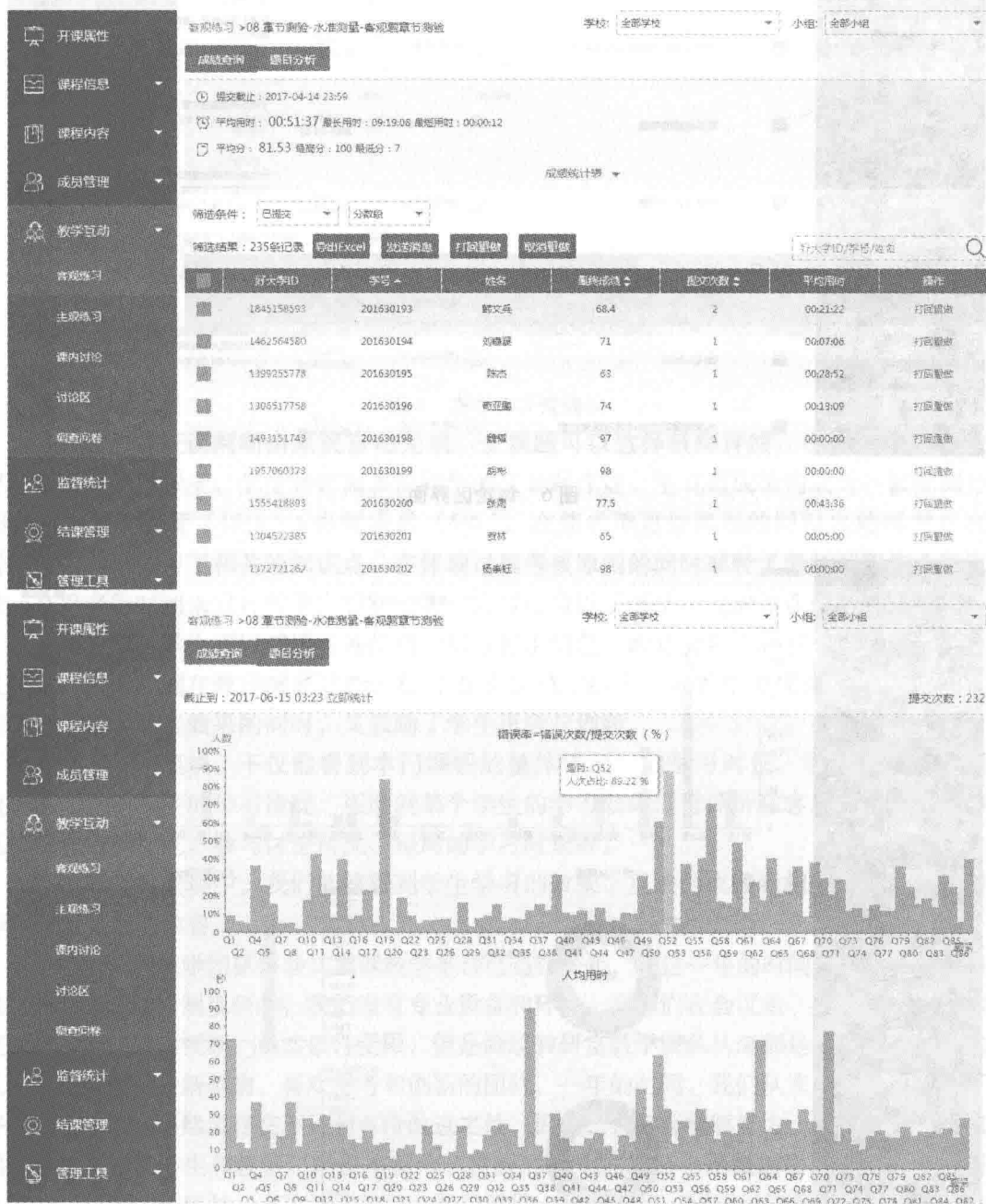


图5 作业检查与分析

讨论区 > 02水质测量

全部学校

全部小组

转参加的讨论

讨论类型

按发帖时间

标题	发帖人	发帖时间	最后回复	回复/浏览
作业没有准时交	1570930190...	20:59 2017-04-27		0/6
不小心提交了没做完怎么办?	824953797...	13:29 2017-04-09	联系上课的老师,老师会反馈给管理老师。 2017-04-24 21:33	2/10
寻求老师的帮助	11010351@...	14:49 2017-04-03	学到距离测量这一章才能解这道题。 2017-04-05 15:21	1/7
误差分析的问题	2660574223...	16:38 2017-04-02	大气折射的变化量由温度的变化引起的,造成日视时水表面时。 2017-04-13 08:19	1/6
请老师或同学帮忙解答	11010351@...	13:22 2017-03-30	不超过3米 2017-04-05 15:23	1/3
提问和疑惑	1780149920...	09:12 2017-03-30	题目的和中间相对是比较宽,所以遇到这类问题希望大家能够。 2017-04-05 15:25	1/2
水准测量的内业计算与误差分析	2660574223...	21:19 2017-03-29		0/2

图6 讨论区界面



图7 学习分析模块



图8 在学习详情模块

客观题作业正误判断由系统自动完成，主观题可以选择教师评阅，也可以选择学生互评，在互评的过程中，学生将评阅多份同学的主观题作业，主观题成绩构成为：被批阅分数（80%）+ 批阅数量（15%）+ 批阅质量（5%），在使成绩更加客观的同时也使得学生在评阅作业的同时复习了相关的知识点，在体现过程考核原则的同时减轻了老师评阅作业的工作量，有更多的时间来设计教学内容和过程，同时还可以了解学生完成作业的时间、效果。

在讨论区，学生可以就课程的任何知识点提出问题，教师会定期解答相关问题，更有意义的是，很多问题在教师解答之前，已经有不少同学给出了或类似或完全不同的想法或看法，强化学生学习效果的同时，又鼓励学生思考与创新。

在学习分析模块，不仅能看到本门课程的整体情况，如学习时长、学习时段，不同层级、不同性别学生的学习情况，还能就某个学生的学习效果进行评价和客观反映，如课件浏览、作业完成情况、参与讨论情况、每周的学习时长等。

在学习详情模块中，我们能够看到学生学习的效果、反映的成绩和相应章节的学习时间等详细而客观的内容。

测绘教研室教学团队体验式慕课教学平台已运行一年，在这一年的时间里，教师们牺牲休息时间备课，在录制视频时，我们没有专业设备和环境，老师们在会议室、办公室、实验室甚至在家里录制教学视频，虽然条件受限，但是测绘教研室教学团队从来都是不怕苦不怕累的团队，也是愿意接受新事物、喜欢思考 and 创新的团队，一年的时间，我们从未放弃，也收到了较好的教学效果，当然也存在不足和有待改进之处，因此，我们会继续努力，保持先进，追求卓越，秉承“服务学生和教学”的基本使命，发扬“一个人的努力是做加法，一个团队的努力是做乘法”的团队精神，在体验式教学改革道路上奋力前行。同时我们要感谢学院和系部对我们的大力支持和帮助，感谢上海交通大学慕课研究院提供的优秀平台和技术指导。

测绘教研室教学团队
2017年6月25日

前言

建筑工程测量是建筑工程专业课程体系中一门重要的专业课，怎样使该课程的设置与建设相适应，又与独立学院土建类建筑工程专业的人才培养目标相契合，适应人才市场的需求，是我们教材编写应该注意的问题。

本课程体系应打破旧课程体系中课程内容多而杂，教材内容陈旧，实践内容少，教学方法和手段落后的现状，因此应从建筑工程测量的具体应用出发，以建筑物定位作为教学的切入点 and 核心，将新仪器、新技术、新规范纳入测量教学中，我们要注意其内容既要满足课程内容的教学需要，又不能局限在课程教学内容的范围之内，因为课程内容远远不能达到现代建筑测量知识的信息量。所以，我们作为编者应该在该教材建设编写中从现代建筑测量技术的发展和市场经济对人才的需要出发，从学生学习建筑测量课程的完整性来考虑，对教材内容适当增加课外阅读内容及相关的常用测量知识，对整个结构体系做了调整，针对土木相关专业实践性的要求，配合使用相应的工程实践指导书。考虑加入高斯平面坐标，地形图识图与应用，曲线形建筑物的定位方法，精密水准仪、GPS 等的使用，以及各种工程应用。

本教材是在教学应用与总结的基础上编写的，所致力目标打破了旧有教材内容陈旧，实践性不强的局限，并与应用型人才培养目标相契合，与市场需求相适应。本教材具有以下特点：①教材定位明确；②突出实用性和针对性；③妥善处理新旧内容的关系；④重视对学生的启发和引导。

编写这本教材的初衷，是想将慕课的在线资源和纸质教材相融合，将“互联网+”思维融入教材，实现纸质教材与数字资源的有机结合，书中的“慕课链接”将以二维码和网址的形式展现，引导学生进入慕课平台和微信平台获取更多资源，如：课程讲义、教师讲授视频、实验操作演示视频、随堂练习、章节测验、疑难问题讨论、知识点拓展和延伸阅读等内容，真正实现移动学习，随时随地学习和碎片化学习。

我们的慕课平台已经上线运行两年的时间了，网址为：<http://cc.swust.cnmooc.org/home/index.mooc>。具体运行情况请参见《建筑工程测量慕课平台简介》，读者朋友们可以输入以上网址访问我们的慕课平台，或者通过扫描下方二维码下载手机客户端，随时随地学习，本书中所包含链接仅为慕课平台部分资源，教学团队将会根据运行情况更新和增添内容，敬请读者朋友们关注。如果您在使用的过程中遇到任何问题，请发送邮件至：sunny_edward@163.com。



iOS客户端下载



Android客户端下载

目 录

第 1 篇 测量基础篇

第 1 章 绪论	(3)
1.1 建筑工程测量的任务及其在建筑工程中的作用	(3)
1.2 地球表面特征及地面点位置的确定	(4)
1.3 用水平面代替水准面的限度	(10)
1.4 测量基本工作概述	(12)
拓展阅读	(13)
本章小结	(16)
第 2 章 高程测量	(17)
2.1 水准测量原理	(17)
2.2 水准测量的仪器与工具	(19)
2.3 水准测量的实施	(23)
2.4 DS3 型水准仪的检验与校正	(36)
2.5 水准测量的误差来源及消减办法	(39)
拓展阅读	(41)
本章小结	(43)
第 3 章 角度测量	(44)
3.1 角度测量原理	(45)
3.2 电子经纬仪的构造及其使用	(46)
3.3 经纬仪的使用	(48)
3.4 水平角的观测	(50)
3.5 竖直角测量	(54)
3.6 经纬仪的检验和校正	(57)
3.7 角度测量的误差来源及注意事项	(61)
3.8 光学经纬仪的构造	(62)
本章小结	(65)
第 4 章 距离测量与直线定向	(66)
4.1 距离测量概述	(66)
4.2 钢尺量距	(66)
4.3 视距测量	(73)
4.4 光电测距	(76)
4.5 直线定向	(77)

拓展阅读	(79)
本章小结	(80)
第5章 测量误差基本知识	(81)
5.1 测量误差概述	(81)
5.2 偶然误差的统计规律	(83)
5.3 评定精度的指标	(86)
5.4 误差传播定律	(88)
5.5 应用举例	(92)
5.6 等精度直接观测平差	(94)
本章小结	(97)
第6章 小区域控制测量	(99)
6.1 控制测量概述	(99)
6.2 导线测量	(102)
6.3 小三角测量	(112)
6.4 交会法定点	(115)
6.5 高程控制测量	(119)
6.6 建筑施工场地的控制测量	(124)
拓展阅读	(128)
本章小结	(134)
第7章 地形图的识读和应用	(135)
7.1 地形图的基本知识	(135)
7.2 地物符号	(137)
7.3 等高线基本知识	(139)
7.4 地形图的测绘	(143)
7.5 地形图的拼接,整饰和检查	(147)
7.6 地形图应用的基本内容	(148)
7.7 地形图在施工中的应用示例	(150)
拓展阅读	(152)
本章小结	(155)
习 题	(155)

第2篇 工程应用篇

第8章 测设的基本工作	(159)
8.1 水平距离、水平角和高程的测设	(159)
8.2 已知直线和已知坡度线的测设	(164)
8.3 平面点位的测设	(168)
本章小结	(171)
第9章 民用与工业建筑施工测量	(172)

9.1	建筑物的定位和放线	(172)
9.2	建筑物基础施工测量	(178)
9.3	墙体施工测量	(179)
9.4	高层建筑的施工测量	(181)
9.5	厂房施工控制网的建立	(189)
9.6	厂房基础施工测量	(192)
9.7	厂房预制构件(柱、梁及屋架)安装测量	(197)
9.8	厂房内设备基础施工测量	(199)
	拓展阅读	(201)
	本章小结	(205)
	习 题	(206)
第 10 章	道路与桥梁工程测量	(208)
10.1	概述	(208)
10.2	初测阶段的测量工作	(209)
10.3	定测阶段的测量工作	(212)
10.4	道路纵横断面测量	(223)
10.5	道路施工测量	(228)
10.6	桥梁施工测量	(233)
	本章小结	(238)
	习 题	(238)
第 11 章	变形观测和竣工总平面图的测绘	(239)
11.1	建筑物变形观测概述	(240)
11.2	建筑物沉降观测	(242)
11.3	倾斜和位移观测	(244)
11.4	挠度与裂缝观测	(247)
11.5	竣工总平面图的绘制	(248)
	拓展阅读	(249)
	本章小结	(252)
	习 题	(252)

第1章 绪论

第1篇 测量基础篇

第1章 绪 论

导读：本章主要学习建筑工程测量的基础知识，使同学们初步具备合理确定测量工作任务和内容的能力，重点讲述了建筑工程的研究内容和任务，简述了地球表面特征及研究方法，介绍了测量常用的坐标系及地球表面点位确定方法和测量原理，分析了用水平面代替水准面的限度，介绍了测量工作的原则和程序，为后续章节的学习和顺利进行测量工作奠定理论基础。

引例：从远古时期开始，人类一直在不断地问自己：“我在哪里？”“我要去哪里？”“我要去的地方有多远？”“在哪个方向？”“我去过哪里？”“我怎样才能找到回家的路？”人类文明从认识自然发展到改造自然，要建造房屋、拦河筑坝、修路架桥，又必须弄清楚：“在哪里进行？”所有这些问题都可以归结为“定位”。测量学就是研究定位——确定地面某点位在某参照系中的位置的科学。在工程项目的建设过程中，无论是在勘测规划设计阶段，还是在工程施工阶段、工程项目运营管理阶段，都需要进行大量的测量工作，其在各阶段都有不同的作用。

本章要点

- ☞ 测量学的概念及分类、地球的形状和大小；
- ☞ 水准面和水平面区别、三种坐标的适用范围、高斯平面直角坐标 x, y 的含义；
- ☞ 测量学与数学中的平面直角坐标系的区别、测量工作的实质、点位置的表示方法；
- ☞ 水平面代替水准面的限度；
- ☞ 测量的基本工作及原则。

技能目标

- 测定和测设的区别；
- 高差的方向和正负，高差的大小与高程起算面的关系；
- 建筑物的施工测量内容。

慕课资源

✓ 扫二维码快速获取慕课在线学习资源。



慕课在线

1.1 建筑工程测量的任务及其在建筑工程中的作用

1.1.1 建筑工程测量的概述

测量学是研究地球的形状、大小及确定地面点空间位置的科学，按照研究对象及采用技术的不同，可以分为多个学科分支，如大地测量学、摄影（遥感）测量学、普通测量学、海洋测量学、工程测量学及地图制图学等。在测绘界，人们把工程建设中的所有测绘工作统

称为工程测量,包括在工程建设勘测、设计、施工和管理阶段所进行的各种测量工作,直接为各类建筑工程项目提供数据和图纸。到近代,随着工程建设的大规模发展,人们从实践中逐渐积累经验,细分出建筑工程测量这一方向。它是面向土木建筑类工程的勘测、规划、设计、施工与管理等专业的测量学,也就是说属于普通测量学和工程测量学范畴。

任何建筑工程在确定了设计方案后,都需要把设计的方案标定到实地,因此,测量工作贯穿于工程建设的整个过程。离开了测绘资料,就难以进行科学合理的规划和设计;离开了施工测量,就不能安全、优质地施工;离开了位移和变形监测,就不能有效地研究规划设计和施工的技术质量,不能及时采取有效的安全措施,也不能为研究新的科学设计理论和方法提供依据。从事土木建筑类专业的技术人员和相关的管理人员,必须掌握测量的基本知识和技能。

1.1.2 建筑工程测量的任务与内容

建筑工程测量的内容与工程测量的内容一脉相承,其主要任务如下。

(1) 研究测绘大比例尺地形图的理论和方法。大比例尺地形图是工程勘察、规划及设计的依据。测量学是研究确定地面局部区域建筑物、构筑物、天然地物和地貌的空间三维坐标的原理和方法,研究局部地区地图投影理论,以及将测绘资料按比例绘制成地形图或电子地图的原理和方法。

(2) 研究在地形图上进行规划、设计的基本原理和方法。在地形图上进行土地平整、土方计算、道路选线、房屋设计和区域规划的基本原理和方法。

(3) 研究建(构)筑物施工放样及施工质量检验的技术和方法。研究将规划设计在图纸上的建筑物、构筑物准确地放样和标定在地面上的技术和方法。研究在施工过程中的监测技术,以保证施工的质量和安

(4) 对大型建(构)筑物的安全性进行位移和变形监测。在大型建筑物施工过程中或竣工后,为确保工程施工和使用的安全,应对建筑物进行位移和变形监测。主要讲述位移和变形监测的技术和方法。

1.2 地球表面特征及地面点位置的确定

1.2.1 地球形状和大小

测量工作是在地球的自然表面上进行的,学习本课程,必须先了解地球的形状和大小。地球自然表面是极不平坦和不规则的,分布着高山、高原、洼地、盆地、平原等千姿百态的地貌,有位于我国境内世界上最高的珠穆朗玛峰,2005年5月我国大地测量工作者测得其高程为8 844.43 m,有位于太平洋西部低于海平面11 022 m的马里亚纳海沟,形状十分复杂。但是地球表面的高低起伏,相对于地球平均半径6 371 km是很小的,所以仍可以将地球作为球体看待。地球自然表面大部分是海洋,面积占地球表面的71%,陆地仅占29%。人们设想将静止的海水面向整个陆地延伸,用所形成的封闭曲面代替地球表面,这个曲面称为大地水准面。大地水准面所包含的形体,称为大地体,代表了地球的自然形状和大小。

大地水准面的确定是一件非常复杂的工作,地球形状不规则,内部的质量分布不均匀,引起地面上各点的重力线方向产生不规则的变化。例如:在山岳附近,引力方向偏向山岳;在湖海附近,引力方向偏离湖海;在金属矿藏附近,引力方向偏向矿藏,等等。由于水准面都是处处与重力线方向正交的,所以水准面是不规则的曲面。长期以来,各国的大地测量工作者进行了大量的重力测量工作和海水面的观测工作,但是到目前为止,还没有得到一个被全球所公认的大地水准面。各国所采用的大地水准面实际上只是最接近其所在区域平均海水面的水准面。

1.2.2 建筑坐标和测量坐标的换算

1. 建筑坐标系

为了工作上的方便,在建立施工平面控制网和进行建筑物定位时,多采用一种独立的直角坐标系,称为建筑坐标系,也叫施工坐标系。该坐标系的纵横坐标轴与场地主要建筑物的轴线平行,坐标原点常设在总平面图的西南角,使所有建筑物的设计坐标均为正值。

为了与原测量坐标系区别,规定施工坐标系的纵轴为 A 轴,横轴为 B 轴。由于建筑物布置的方向受场地地形和生产工艺流程的限制,建筑坐标系通常与测量坐标系不一致。故在测量工作中需要将一些点的施工坐标换算为测量坐标。

2. 测量坐标系

测量坐标系统与施工场地地形图坐标系统一致,工程建设中地形图坐标系统有两种情况,一种是高斯平面直角坐标,另一种是测区独立平面直角坐标系,用 XOY 表示。

3. 坐标换算公式

如图 1-1 所示,测量坐标为 XOY ,施工坐标为 $AO'B$,原点 O' 在测量坐标系中的坐标为 X_o' , Y_o' 。设两坐标轴之间的夹角为 α (一般由设计单位提供,也可以在总平面图按图解法求得), P 点的施工坐标为 (A_p, B_p) ,测量坐标为 (X_p, Y_p) ,则 P 点的施工坐标可按式 (1-1) 换算成测量坐标。

$$\begin{aligned} X_p &= X_o' + A_p \cdot \cos \alpha - B_p \cdot \sin \alpha, \\ Y_p &= Y_o' + A_p \cdot \sin \alpha + B_p \cdot \cos \alpha. \end{aligned} \quad (1-1)$$

P 点的测量坐标可按 (1-2) 换算成施工坐标。

$$\begin{aligned} A_p &= (X_p - X_o') \cdot \cos \alpha + (Y_p - Y_o') \cdot \sin \alpha, \\ B_p &= - (X_p - X_o') \cdot \sin \alpha + (Y_p - Y_o') \cdot \cos \alpha. \end{aligned} \quad (1-2)$$

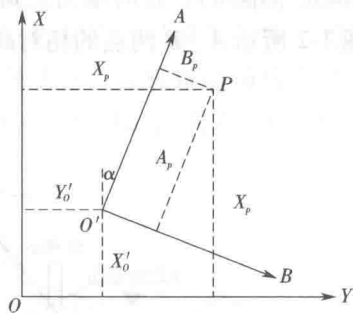


图 1-1 测量坐标各点

1.2.3 平面位置与高程的确定

测量中,无论测图还是放样,都必须确定出所测对象的特征点的位置。只要将代表其地物地貌特征的点的位置确定了,则其他各点、线、面及形的位置也就容易确定了。因此,研究任意一点位置的确定问题,是测量学的基本问题。

要确定一个点的空间位置,可以通过确定这个点在某个基准面上的投影及该点沿基准线到该基准面的距离来进行。在野外测量时,采用的基准面和基准线分别是水准面和与之垂直