

北大版·高职高专土建系列规划教材



21世纪全国高职高专土建 **立体化** 系列规划教材

道路工程测量

DAOLU GONGCHENG CELIANG

主 编 田树涛 刘宗波



·公路工程·

- ③ 理实一体，内附技能训练手册锤炼学做一体化
- ③ 工学结合，实地观测与软件应用铸造职业生涯
- ③ 新益求新，融合新规范与新技术符合行业发展



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专土建立体化系列规划教材

道路工程测量

主 编 田树涛 刘宗波
副主编 王 倩 颜为莉
参 编 刘 攀 万应玲



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书是按照高等职业技术学院的教学要求,以培养学生技术应用能力为主线,侧重基本理论和基本方法的阐述,加强学生动手能力的培养,以“必需、够用”为度,贴近生产实际,通过与生产科研单位的专家合作而编写的一本内容全面、技术先进、符合高等职业技术教育改革方向的专业基础课教材。全书共分为11个项目,介绍了道路工程测量技术的基本知识、水准测量、角度测量、距离测量与直线定向、全站仪、小地区控制测量、GPS测量技术、道路工程地形图测绘、道路中线测量、道路纵横断面测量、其他工程中的施工测量。

本书可作为高职高专院校测绘工程、水利水电工程、道路与桥梁工程、水文水资源、工业与民用建筑等专业的数字测图学习教材,也可作为上述专业的函授大专生及自学者学习教材,同时亦可供从事测绘工作的技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

道路工程测量/田树涛,刘宗波主编. —北京:北京大学出版社,2013.2

(21世纪全国高职高专立体化系列规划教材)

ISBN 978-7-301-21967-6

I. ①道… II. ①田… ②刘… III. ①道路测量—高等职业教育—教材 IV. ①U412.24

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 011752 号

书 名:道路工程测量

著作责任者:田树涛 刘宗波 主编

策划编辑:赖青 李辉

责任编辑:李辉

标准书号:ISBN 978-7-301-21967-6/TU·0305

出版发行:北京大学出版社

地 址:北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址:<http://www.pup.cn> 新浪官方微博:@北京大学出版社

电子信箱:pup_6@163.com

电 话:邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

印 刷 者:北京宏伟双华印刷有限公司

经 销 者:新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 23.5 印张 542 千字

2013 年 2 月第 1 版 2013 年 2 月第 1 次印刷

定 价:45.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话:010-62752024 电子信箱:fd@pup.pku.edu.cn

北大版·高职高专土建系列规划教材

专家编审指导委员会

主 任： 于世玮（山西建筑职业技术学院）

副 主 任： 范文昭（山西建筑职业技术学院）

委 员： （按姓名拼音排序）

丁 胜（湖南城建职业技术学院）

郝 俊（内蒙古建筑职业技术学院）

胡六星（湖南城建职业技术学院）

李永光（内蒙古建筑职业技术学院）

马景善（浙江同济科技职业学院）

王秀花（内蒙古建筑职业技术学院）

王云江（浙江建设职业技术学院）

危道军（湖北城建职业技术学院）

吴承霞（河南建筑职业技术学院）

吴明军（四川建筑职业技术学院）

夏万爽（邢台职业技术学院）

徐锡权（日照职业技术学院）

杨甲奇（四川交通职业技术学院）

战启芳（石家庄铁路职业技术学院）

郑 伟（湖南城建职业技术学院）

朱吉顶（河南工业职业技术学院）

特邀顾问： 何 辉（浙江建设职业技术学院）

姚谨英（四川绵阳水电学校）

北大版·高职高专土建系列规划教材

专家编审指导委员会专业分委会

建筑工程技术专业分委会

主任: 吴承霞 吴明军
副主任: 郝俊 徐锡权 马景善 战启芳 郑伟
委员: (按姓名拼音排序)
白丽红 陈东佐 邓庆阳 范优铭 李伟
刘晓平 鲁有柱 孟胜国 石立安 王美芬
王渊辉 肖明和 叶海青 叶腾 叶雯
于全发 曾庆军 张敏 张勇 赵华玮
郑仁贵 钟汉华 朱永祥

工程管理专业分委会

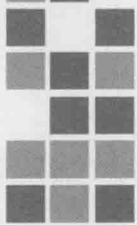
主任: 危道军
副主任: 胡六星 李永光 杨甲奇
委员: (按姓名拼音排序)
冯钢 冯松山 姜新春 赖先志 李柏林
李洪军 刘志麟 林滨滨 时思 斯庆
宋健 孙刚 唐茂华 韦盛泉 吴孟红
辛艳红 鄢维峰 杨庆丰 余景良 赵建军
钟振宇 周业梅

建筑设计专业分委会

主任: 丁胜
副主任: 夏万爽 朱吉顶
委员: (按姓名拼音排序)
戴碧锋 宋劲军 脱忠伟 王蕾
肖伦斌 余辉 张峰 赵志文

市政工程专业分委会

主任: 王秀花
副主任: 王云江
委员: (按姓名拼音排序)
俞金贵 胡红英 来丽芳 刘江 刘水林
刘雨 刘宗波 杨仲元 张晓战



前言

本书根据教育部颁发的《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》等文件的精神,围绕高职高专院校的人才培养目标编写。本书按照道路工程测量技术职业的职业能力需要,着重培养学生的实践动手能力,知识理论体系以“必需、够用”为原则,在编写上突出了实践性教学的重要性。

本书思路明确、条理清晰、内容全面,以项目为教学单元,配以教学实训,密切结合工程实际,以现行的最新规范为依据。每个项目均配有学习目标和小结,结合知识点考察,便于学生巩固理论知识,培养生产实际应用的综合能力。此外,本书与测量技术的实际发展相贴合,引入了全站仪、GPS 等新技术和新方法,具有较强的实用性和针对性,主要有如下特点。

(1) 理论知识体系条理清晰,内容精练,充分考虑高职高专院校的人才培养目标与学生实际基础,贴合文件精神,编写过程中遵守“必需、够用”的原则。

(2) 本书既注重理论体系的讲解,同时又反映实践性教学的特色,每个项目配合知识点的考察均安排了技能训练,突出高职高专院校技能性和实践性的特点,以指导学生学习并巩固所学的知识。

(3) 注重学生对知识点的消化吸收,每个项目均有项目导入与知识目标,帮助学生明确教学内容的重点和难点。

(4) 本书根据最新的测量规范进行编写,对传统的测绘内容进行了删减、补充、改进和提高;增添了 GPS 定位技术等测绘新技术,并突出其实用性。

本书由甘肃建筑职业技术学院田树涛、刘宗波任主编,并负责统稿和定稿,甘肃建筑职业技术学院王倩、颜为莉任副主编。编写分工如下:项目 1、项目 3、项目 6 由田树涛、颜为莉编写,项目 2、项目 9 由田树涛、刘攀编写,项目 4、项目 5、项目 7、项目 11 由田树涛、王倩编写,项目 8 及技能训练手册由田树涛、刘宗波编写,项目 10 由田树涛、万应玲编写。在本书的编写过程中,得到了编写者所在单位的大力支持,在此一并致谢。

本书编写过程中参阅了大量的文献资料,引用了同类书刊中的部分内容,同时得到了相关仪器厂商的大力支持,在此表示衷心的感谢。

尽管我们在探索教材特色的建设方面做出了许多努力,但由于编者水平有限,书中仍可能存在一些不足,恳请各教学单位和读者在使用本书时多提宝贵意见,以便修订时改进。

编者

2012 年 10 月

目 录

项目 1 道路工程测量基本知识	1	项目 5 全站仪	94
1.1 道路工程测量的任务和作用	2	5.1 全站仪基本构造	95
1.2 道路工程测量的基本知识	8	5.2 尼康全站仪 DTM-352C(L)简介	97
1.3 测量工作基本原则和内容	12	5.3 全站仪的使用	107
1.4 测量误差的基础知识	14	项目小结	108
项目小结	17	知识点考查	108
知识点考查	18	项目 6 小地区控制测量	110
项目 2 水准测量	19	6.1 控制测量概述	111
2.1 水准测量原理	20	6.2 平面控制网的定位、定向与坐标 正反算	114
2.2 水准仪的认识和使用	21	6.3 导线测量	116
2.3 水准测量的实施	35	6.4 高程控制测量	123
2.4 水准仪的检验与校正	41	项目小结	127
项目小结	44	知识点考查	127
知识点考查	45	项目 7 GPS 测量技术	129
项目 3 角度测量	47	7.1 概述	130
3.1 角度测量原理	48	7.2 GPS 测量的设计与实施	134
3.2 经纬仪的认识和使用	49	7.3 GPS 测量内业数据解算	137
3.3 水平角的观测	56	项目小结	142
3.4 竖直角观测	59	知识点考查	142
3.5 经纬仪的检验和校正	62	项目 8 道路工程地形图测绘	143
3.6 角度测量误差及注意事项	67	8.1 地形图基本知识	144
项目小结	68	8.2 道路工程地形图识读	157
知识点考查	69	8.3 经纬仪视距法地形图测绘	160
项目 4 距离测量与直线定向	71	8.4 道路工程地形图应用	168
4.1 钢尺量距	72	8.5 全站仪数字测图	178
4.2 视距测量	80	项目小结	184
4.3 电磁波测距仪简介	83	知识点考查	184
4.4 直线定向	86	项目 9 道路中线测量	187
4.5 方位角测量	91	9.1 施工测量的基本工作	188
项目小结	92	9.2 道路施工前的准备工作	195
知识点考查	93	9.3 道路中桩测量	197

9.4 曲线元素和坐标的计算	200
9.5 曲线测设	209
项目小结	218
知识点考查	219

项目 10 道路纵横断面测量

10.1 道路纵断面测量	222
10.2 道路横断面测量	229
项目小结	234
知识点考查	234

项目 11 其他工程中的施工测量

11.1 建筑工程施工测量	237
11.2 桥梁工程施工测量	251
11.3 隧道工程施工测量	260
11.4 水利工程施工测量	266
项目小结	270
知识点考查	270

参考文献

1. 公路工程施工测量	271
2. 公路工程施工测量	271
3. 公路工程施工测量	271
4. 公路工程施工测量	271
5. 公路工程施工测量	271
6. 公路工程施工测量	271
7. 公路工程施工测量	271
8. 公路工程施工测量	271
9. 公路工程施工测量	271
10. 公路工程施工测量	271
11. 公路工程施工测量	271
12. 公路工程施工测量	271
13. 公路工程施工测量	271
14. 公路工程施工测量	271
15. 公路工程施工测量	271
16. 公路工程施工测量	271
17. 公路工程施工测量	271
18. 公路工程施工测量	271
19. 公路工程施工测量	271
20. 公路工程施工测量	271
21. 公路工程施工测量	271
22. 公路工程施工测量	271
23. 公路工程施工测量	271
24. 公路工程施工测量	271
25. 公路工程施工测量	271
26. 公路工程施工测量	271
27. 公路工程施工测量	271
28. 公路工程施工测量	271
29. 公路工程施工测量	271
30. 公路工程施工测量	271
31. 公路工程施工测量	271
32. 公路工程施工测量	271
33. 公路工程施工测量	271
34. 公路工程施工测量	271
35. 公路工程施工测量	271
36. 公路工程施工测量	271
37. 公路工程施工测量	271
38. 公路工程施工测量	271
39. 公路工程施工测量	271
40. 公路工程施工测量	271
41. 公路工程施工测量	271
42. 公路工程施工测量	271
43. 公路工程施工测量	271
44. 公路工程施工测量	271
45. 公路工程施工测量	271
46. 公路工程施工测量	271
47. 公路工程施工测量	271
48. 公路工程施工测量	271
49. 公路工程施工测量	271
50. 公路工程施工测量	271
51. 公路工程施工测量	271
52. 公路工程施工测量	271
53. 公路工程施工测量	271
54. 公路工程施工测量	271
55. 公路工程施工测量	271
56. 公路工程施工测量	271
57. 公路工程施工测量	271
58. 公路工程施工测量	271
59. 公路工程施工测量	271
60. 公路工程施工测量	271
61. 公路工程施工测量	271
62. 公路工程施工测量	271
63. 公路工程施工测量	271
64. 公路工程施工测量	271
65. 公路工程施工测量	271
66. 公路工程施工测量	271
67. 公路工程施工测量	271
68. 公路工程施工测量	271
69. 公路工程施工测量	271
70. 公路工程施工测量	271
71. 公路工程施工测量	271
72. 公路工程施工测量	271
73. 公路工程施工测量	271
74. 公路工程施工测量	271
75. 公路工程施工测量	271
76. 公路工程施工测量	271
77. 公路工程施工测量	271
78. 公路工程施工测量	271
79. 公路工程施工测量	271
80. 公路工程施工测量	271
81. 公路工程施工测量	271
82. 公路工程施工测量	271
83. 公路工程施工测量	271
84. 公路工程施工测量	271
85. 公路工程施工测量	271
86. 公路工程施工测量	271
87. 公路工程施工测量	271
88. 公路工程施工测量	271
89. 公路工程施工测量	271
90. 公路工程施工测量	271
91. 公路工程施工测量	271
92. 公路工程施工测量	271
93. 公路工程施工测量	271
94. 公路工程施工测量	271
95. 公路工程施工测量	271
96. 公路工程施工测量	271
97. 公路工程施工测量	271
98. 公路工程施工测量	271
99. 公路工程施工测量	271
100. 公路工程施工测量	271

项目 1

道路工程测量基本知识

知识目标

知识要点	知识目标
道路工程测量的任务和作用	了解测量学的发展现状；掌握地形、地物、地貌及测定、测设的概念；明确在工程各个阶段测量的任务
道路工程测量的基本知识	理解确定地面点位的方法；掌握铅垂线、水准面、大地水准面、绝对高程、相对高程等概念；能够建立测量平面直角坐标系
遵循的原则和程序	掌握测量的 3 项基本工作和应遵循的原则
测量误差	了解误差产生的原因；理解测量误差的分类以及评定观测值精度的标准和方法

►►项目导读

工程测量贯穿于整个施工过程中。从道路导线、水准联测、中边线放样、桥隧等构筑物的轴线定位,到基础工程施工,桥梁下部构造到桥梁上部构建的安装和桥梁桥面的施工以及施工场地的平整等,都要进行施工测量。只有这样,才能使工程结构或建筑物各部分的尺寸、位置和高程符合设计要求。

从事道路与桥隧工程勘测与施工的测量技术人员,必须掌握必要的基本知识、技能和方法。本项目主要介绍现代测量学的基本发展现状和任务,地面点位的确定方法和测量原理,测量学在国民建设和工程中的作用,测量误差的来源和分类,测量精度高低的评定。深刻领会本项目的内容是学习道路工程测量课程的前提和基础。

1.1 道路工程测量的任务和作用

测量学也称测绘学,是研究地球的形状、大小以及确定地面点之间相对空间位置的科学。它的内容包括测定和测设两个部分。

测定又称测图,是指使用测量仪器和工具,通过测量和计算,得到一系列的测量数据,并按照一定的测量程序和方法将地面上地物和地貌的位置缩绘成地形图,以供工程建设的规划、设计、管理和科学研究使用。

测设也称放样,是指使用测量仪器和工具,按照设计要求,采用一定的方法将设计图纸上设计好的建筑物、构筑物的位置标定到实地,作为工程施工的依据。

1.1.1 工程测量的任务

测量学科按照研究范围和对象的不同,产生了许多分支科学。一般分为普通测量学、大地测量学、摄影测量学、工程测量学和制图学。工程测量学是其中的一门分支学科,是研究工程建设和自然资源开发各个阶段中所进行的控制测量、地形测绘、施工放样、变形监测及建立相应信息系统的理论和技术的学科。工程测量直接为各项工程建设服务。任何土建工程,包括工业与民用建筑、城镇建设道路、桥梁、给排水管线等,从勘测、规划、设计到施工阶段,甚至在使用管理阶段,都需要进行测量工作。

按照工程建设的具体对象来分,有建筑工程测量、城镇规划测量、道路桥梁测量、给排水工程测量、暖通工程测量等。

道路工程测量属于工程测量学的范畴,是工程测量学在道路桥梁工程建设领域中的具体表现。它主要包括道路勘察设计、施工建设和变形观测等阶段所进行的各种测量工作。在铁路、公路建设中的测量任务如下。

(1) 为了确定一条最经济最合理的路线,应预先测绘路线附近的地形图,在地形图上进行路线设计,然后将设计路线的位置标定在地面上以指导施工。

(2) 当路线跨越河流时,应建造桥梁,在建桥之前,要测绘河流两岸的地形图,测定河流的水位、流速、流量和河床地形图以及桥梁轴线长度等,为桥梁设计提供必要的资

料,最后将设计桥台、桥墩的位置标定到实地。

(3) 当路线穿越山岭需要开挖隧道时,开挖之前应在地形图上确定隧道洞门的威力,再根据测量数据计算隧道的长度和方向。

(4) 隧道施工通常是从隧道两端相向开挖,这就需要根据测量成果确定开挖方向,保证其正确贯通。



经验提示

道路工程测量是道路桥梁施工中一项非常重要的工作,在道路工程建设的各个阶段都需要进行测量工作,贯穿于道路工程的始终。

道路工程测量在道路工程建设的各个阶段的工作任务如下。

(1) 测绘大比例地形图。在工程勘测阶段,测绘地形图为规划设计提供各种比例尺地形图和测绘资料;在工程设计阶段,应用地形图进行总体规划和设计。

(2) 施工放样。在工程施工阶段,要将图纸上设计好的建筑物、构筑物的平面位置和高程按设计要求测设于实地,以此作为施工的依据;在施工过程中还要进行土方开挖、基础和主体工程的施工测量;同时,在施工中还要经常对施工和安装工作进行检验、校核,以保证所建工程符合设计要求;施工竣工后,还要进行竣工测量,施测竣工图,以供日后改建和维修之用。

(3) 变形观测。对建筑和构筑物进行变形观测,以保证工程的安全使用。

1.1.2 测量学的发展与现状

1. 我国测量学的发展

测绘科学的起源可追溯到原始社会,是人类最早创造的科学体系之一。测绘科学的发展时刻与人类的文明史同步,随着人类文明一直发展到了今天,对人类社会的发展做出了不可磨灭的贡献,成为人类各种活动不可或缺的重要依据和技术手段。

我国 2000 多年前的夏商时代,为了治水开始了水利工程测量工作。司马迁在《史记》中对夏禹治水有这样的描述:“陆行乘车,水行乘船,泥行乘橇,山行乘橧,左准绳,右规矩,载四时,以开九州,通九道,陂九泽,度九山。”所记录的是当时的工程勘测情景,准绳和规矩就是当时所用的测量工具,准是古代用的水准器,绳是丈量距离的工具,规是画圆的器具,矩则是一种可定平、测长度、高度、深度和画圆画矩形的通用测量仪器。早期的水利工程多为河道的疏导,以利防洪和灌溉,其主要的测量工作是确定水位和堤坝的高度。秦代李冰父子领导修建的都江堰水利枢纽工程,曾用一个石头人来标定水位,当水位超过石头人的肩时,下游将受到洪水的威胁;当水位低于石头人的脚背时,下游将出现干旱。这种标定水位的办法与现代水位测量的原理完全一样。北宋时沈括为了治理汴渠,测得“京师之地比泗州凡高十九丈四尺八寸六分”,是水准测量的结果。

1973 年从长沙马王堆汉墓出土的地图包括地形图、驻军图和城邑图 3 种,如图 1.1 所示。不仅所表示的内容相当丰富,绘制技术也非常熟练,在颜色使用、符号设计、内容分

类和简化等方面都达到了很高水平，是目前世界上发现的最早的地图，这与当时测绘术的发达分不开。

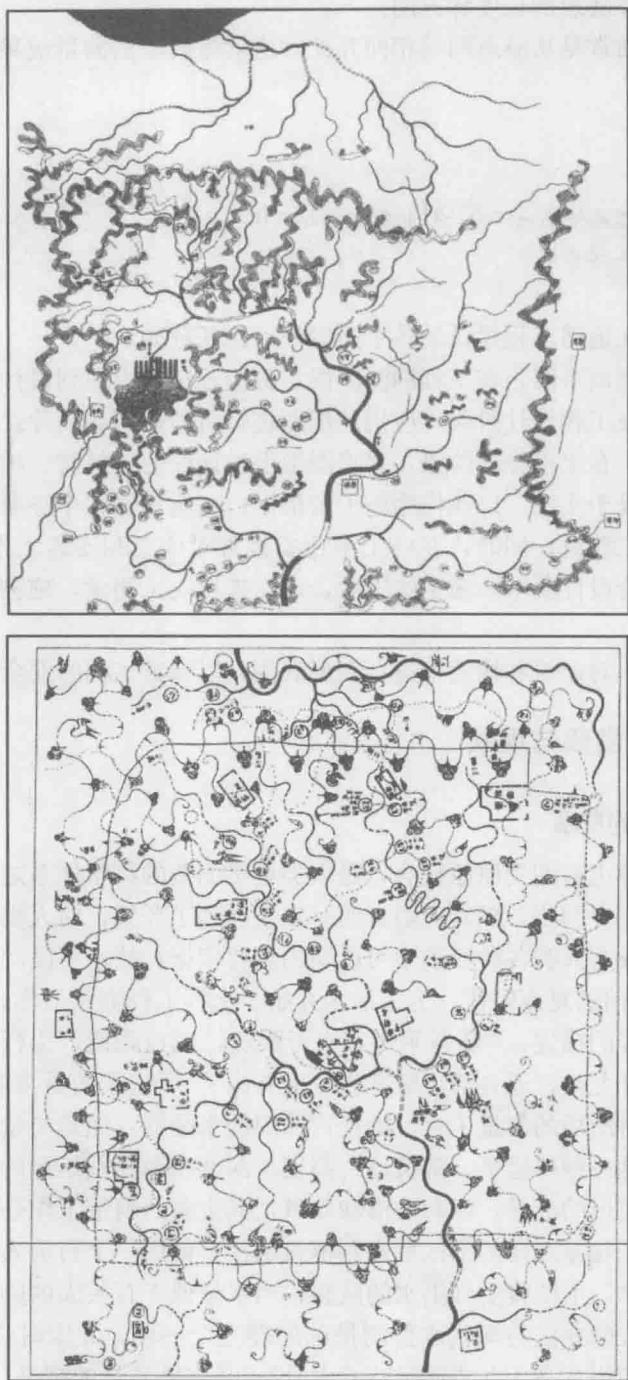


图 1.1 地形图和驻军图

2. 测量学的发展现状

17 世纪望远镜的发明和应用对测量技术的发展起到了很大的促进作用,奠定近代测绘的物质基础,引领了测绘科学的第一次革命。1730 年英国的西森制成第一架经纬仪,三角测量方法的创立,大地测量的广泛开展,对进一步研究地球的形状和大小,以及测绘地形图都起了重要的作用;同时在测量理论方面也有不少创新,如高斯的最小乘法理论和横圆柱投影理论就是其中的重要例证,一直使用至今。

拓展知识

最小二乘法(又称最小平方方法)是一种数学优化技术。它通过最小化误差的平方和寻找数据的最佳函数匹配。利用最小二乘法可以简便地求得未知的数据,并使得这些求得的数据与实际数据之间误差的平方和为最小。

到了 20 世纪中叶,新的科学技术得到了快速发展,1945 年第一台电子计算机诞生在美国,引发了测绘科学的又一次革命,电子计算机不仅将测绘从繁重的计算中解脱出来,大大提高了计算速度,而且为现代测绘技术、测绘仪器、测绘方法的改变奠定了重要的技术基础。测绘技术朝着电子化和自动化发展,如通用仪器中常规的光学经纬仪、光学水准仪和电磁波测距仪逐渐被电磁波测距仪、电子经纬仪、电子水准仪、全站仪、测量机器人、3S 技术所代替。电脑型全站仪配合丰富的软件,向全能型和智能化方向发展。由于航空技术的发展,还出现了自动连续航空摄影机,可以将航空摄像片在立体测图仪上加工成地形图,促进了航空摄影测量的发展。

拓展知识

带电动马达驱动和程序控制的全站仪结合激光、通信及 CCD 技术,可实现测量的全自动化,被称作测量机器人。测量机器人可自动寻找并精确找准目标,在 1s 内完成一目标点的观测,像机器人一样对成百上千个目标作持续和重复观测,可广泛用于变形监测和施工测量中。GPS 接收机已逐渐成为一种通用的定位仪器在工程测量中得到广泛应用。将 GPS 接收机与电子全站仪或测量机器人连接在一起,称为超全站仪或超测量机器人。它将 GPS 的实时动态定位技术与全站仪灵活的三维极坐标测量技术完美结合,可实现无控制网的各种工程测量。

3. 3S 技术发展概况

1) GPS 全球定位系统

GPS 全球定位系统(Global Positioning System)是美国国防部为满足其军事部门海、陆、空高精度导航、定位和定时的要求而建立的一种卫星定位和导航系统。它由 24 颗工作卫星组成,其中包括 3 颗可随时启动的备用卫星,如图 1.2 所示。工作卫星均匀分布在 6 个相对于赤道面倾角为 55° 的近似圆形轨道面内,每个轨道面上有 4 颗卫星,轨道之间的夹角为 60° ,轨道平均高度为 20200km,卫星运行周期为 11 小时 58 分。同时在地平线以上的卫星数目随时间和地点而异,最少为 4 颗,最多时达 11 颗。保证在地球任一点任一时刻均可收到 4 颗以上卫星的信息,实现实时定位。

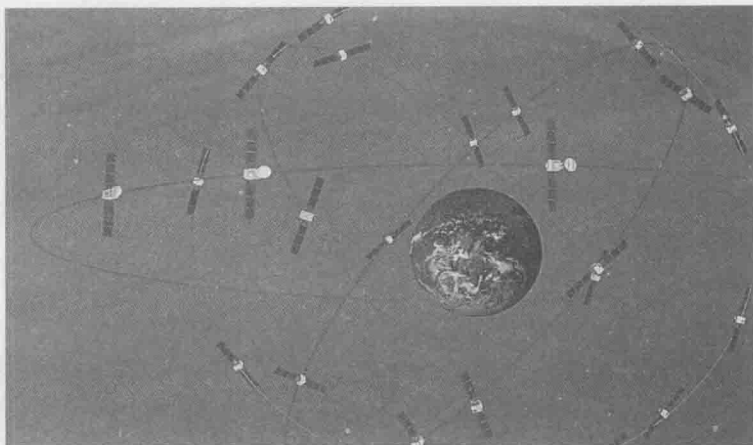


图 1.2 全球卫星导航系统工作示意图

我国 GPS 技术研究和应用可分为两个阶段，第一阶段是 20 世纪 80 年代，以测绘领域的应用为主，引进 GPS 技术和接收机，开发 GPS 测量数据处理软件，以静态定位为主，现在全国施测几千个各种精度的 GPS 点，其中包括：国家 A、B 级网点。第二阶段是进入 20 世纪 90 年代，随着差分 GPS 技术的发展，GPS 定位从静态扩展到动态，从事后处理扩展到实时或准实时定位和导航。

2) RS 遥感技术

遥感技术(Remote Sensing)是指从远距离高空，在外层空间的各种平台上利用可见光、红外、微波等电磁波探测仪器；通过摄影和扫描、信息感应、传输和处理，研究地面物体的形状、大小、位置及其环境相互关系与变化的现代科学技术。

现代遥感技术具有以下特点。

(1) 传感器的不断更新。目前除了框幅式可见光黑白摄影、多谱摄影、彩色摄影、新红外摄影、紫外摄影仪器外，还有全景摄影机、红外扫描仪、红外辐射计、多谱段扫描仪、成像光谱仪、合成孔径雷达和激光测高仪等。这些传感器用不同的方式，对电磁波不同的谱段所获得的对地观测数据，以硬拷贝的返回方式和软拷贝的传输方式提供原始的遥感数据。

(2) 影像分辨率形成多级序列，可提供从粗到精的对地观测数据，全面体现在空间分辨率。美国空间成像地球观测卫星公司其卫星影像分辨率可达到 1m。多级分辨率的实现，人们可以在粗分辨率的影像上快速发现可能发生变化的地区，进而在精分辨率的影像上详细分析研究这些变化情况。

(3) 多时相特征，可以反复获得同一地区的影像数据。这种多时相性为人们提供了长期、系统、全面和动态研究地球表面变化规律的可能性、客观性和科学性。

我国遥感技术发展已从单纯的应用国外卫星资料到发射自主设计的遥感卫星，如气象研究的风云系列卫星。遥感图像处理技术也取得了很大发展，如机载 224 波段成像光谱仪、全数字摄影测量系统等。

3) GIS 地理信息系统

地理信息系统(Geographic Information System)是采集、存储、描述、检索、分析和应用与空间位置有关的相应属性信息的计算机系统,它是集计算机、地理、测绘、环境科学、空间技术、信息科学、管理科学、网络技术、现代通信技术、多媒体技术为一体的多学科综合而成的新兴学科。

GIS有两个显著特征:一是它不仅像传统的数据库管理系统那样管理数字和属性信息,而且可以管理空间图形信息;二是它可以利用各种空间分析的方法,对多种不同的信息进行综合分析、寻求空间实体间的相互关系,分析处理在一定区域内分布的现象和过程。

目前,GIS正向多功能、高精度、现势性强的方向发展,如TGIS(Temporal GIS),研究区域随时间的演变,来推测和预报“未来”,并作出科学的分析;3D GIS(三维GIS),研究图像可视性,利用空间位置来探索空间影响;多媒体技术导入GIS中,使GIS的功能更强大,具有声音、动画等效果,可以模拟人类、动物的特征,更具有智能化;网络GIS(Web GIS)也是当前研究领域中另一个热门话题,使GIS的媒介对象更丰富,从而与社会、人类生活密不可分。

我国的GIS的发展和应用较为迅速和广泛。在软件上已经成功开发出MapGIS、Geostar、Citystar等。综合和专题GIS开发数不胜数。

随着我国小康社会建设的日新月异和“3S”技术(地理信息系统技术GIS、全球卫星定位技术GPS、遥感技术RS)以及多学科技术的不断渗透与融合,传统的工程测量从以土木工程建设和工业设备安装等施工服务的较为单一测绘技术,发展到当前面向经济建设和城市现代化建设的测绘学科。现代工程测量辐射范围广阔、涉及领域大,对国家或区域大型工程项目,以及城市规划、建设和管理,都提供着全过程、全方位的测绘服务保障。当今测绘科学技术快速发展,已经实现了从模拟测绘时代向数字化测绘时代的跨越,正积极朝向信息化测绘时代迈进,现代工程测量学科也在不断实施技术进步,在更广、更深的层面上为社会经济发展与建设提供及时、适用、可靠的测绘服务保障。

1.1.3 道路工程测量工作的目的和要求

1. 本课程学习要求

道路工程测量是道路桥梁专业的一门实践性较强的技术基础课程,并为学习道路桥梁工程有关科学技术知识打下必要的基础。因此,要求学生通过教学达到“一知四会”的基本要求。

- (1) 知原理:对测量的基本理论、基本原理要切实知晓并清楚。
- (2) 会用仪器:正确、熟练使用水准仪、经纬仪、钢尺和全站仪等。
- (3) 会测量方法:掌握测量操作技能和方法。
- (4) 会识图用图:能识读地形图和掌握地形图的应用。
- (5) 会施工测量:能掌握施工测量的基本技术和基本方法,即放样。

2. 道路工程测量工作的要求

测量工作在整个建筑工程建设中起着不可缺少的重要作用,测量速度和质量直接影响工程建设的速度和质量。它是一项非常细致的工作,稍有不慎就会影响工程进度甚至返工浪费。因此,要求工程测量人员必须做到以下几点。

(1) 树立为工程建设服务的思想,具有对工作负责的精神,坚持严肃认真的科学态度。做到测、算工作步步有校核,确保测量成果的精度。

(2) 养成不畏劳苦和细致的工作作风,不论是外业观测,还是内业计算,一定要按现行规范规定作业,坚持精度标准,严守岗位责任制,以确保测量成果的质量。

(3) 培养团队精神,测量工作是一项实践性很强的工作,任何个人很难单独完成。因此,在测量工作中必须发扬团队精神,各成员之间互学互助,默契配合。

(4) 要爱护测量工具,正确使用仪器,并要定期维护和校验仪器。

(5) 要认真做好测量记录工作,做到内容真实、原始,书写清楚、整洁。

(6) 要做好测量标志的设置和保护工作。

1.2 道路工程测量的基本知识

测量工作不论是测定还是测设,都需要通过确定地面点的空间位置来实现。空间是三维的,所以确定地面点的实质就是确定其在某个空间坐标系中的三维坐标。地面点是相对地球定位的,如果选择一个能代表地球形状和大小且相对固定的理想曲面作为测量的基准面,就可以用地面点在基准面上的投影位置和高度来确定地面点的空间位置。为此测量上将空间三维坐标系分解成确定地面点的球面位置坐标(二维)和高程系(一维)。

1.2.1 测量的基准面和基准线

由于地球的自转,地球上任何一点都受到离心力和万有引力作用,这两个力的合力称为重力。重力的方向线称为铅垂线,铅垂线是测量工作的基准线。

测量工作实际上是在地球的自然表面进行的,而地球表面是极不规则的,有高山、丘陵、平原、湖泊和海洋等。人们通过长期的测绘工作和科学调查,了解到地球是一个南北极稍扁、赤道稍长、半径略为 6371km 的椭球体,表面约 71% 的面积被海洋覆盖,陆地面积约占 29%。假想静止不动的水面延伸穿越陆地,包围整个地球,形成一个封闭曲面,这个封闭曲面称为水准面。水准面是受重力影响形成的,其特点是与重力方向垂直,且有无数多个。在这无数多个水准面中与平均海水面吻合的水准面称为大地水准面。大地水准面是唯一的,它是测量工作的基准面。

1.2.2 地面点的测量坐标系

1. 大地坐标系

在大地坐标系中,用大地经度 L 和大地纬度 B 表示地面点在旋转椭圆球面上的位置,

称为大地地理坐标，简称大地坐标。如图 1.3 所示，地面上任意点 P 的大地经度 L 是该点的子午面与首子午面所夹的两面角； P 点大地纬度 B 是过该点的法线（与旋转椭球面垂直的线）与赤道面的夹角。大地经纬度是根据大地测量所测得的数据推算而得出的。我国现采用陕西省泾阳县境内的国家大地原点为起算点，由此建立新的统一坐标系，称为“1980 年国家大地坐标系”。

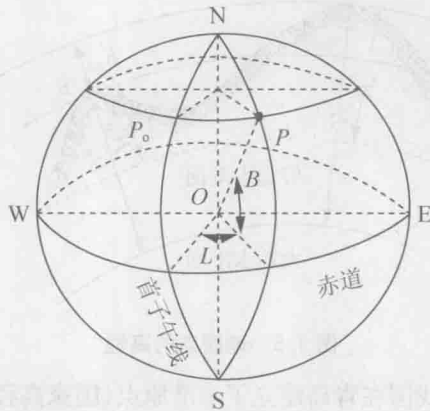
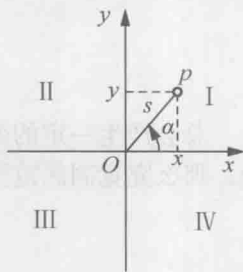


图 1.3 大地坐标系

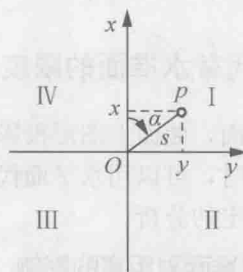
2. 平面直角坐标系

在普通测量工作中，当测量区域较小（一般半径不大于 10km 的面积内），可将这个区域的地球表面当做水平面，直接将地面点沿铅垂线投影到水平面上，用平面直角坐标来表示地面点的平面位置。

测量平面直角坐标规定纵坐标为 x 轴，向北为正，向南为负；横坐标为 y 轴，向东为正，向西为负；地面上某点 p 的位置可用 x_p 和 y_p 来表示。平面直角坐标系的原点 O ，一般选在测区的西南角，使测区内所有点的坐标均为正值。象限从北东开始按顺时针方向依次为 I、II、III、IV 排列。与数学坐标的区别在于坐标轴互换，象限顺序相反，如图 1.4 所示。其目的是便于确定测量上直线的方向，并且数学中的公式可直接应用到测量计算中而不需作任何变更。



(a) 数学平面直角坐标系



(b) 测量平面直角坐标系

图 1.4 平面直角坐标系