

高等职业教育**建筑工程技术专业**规划教材

多媒体立体化教材

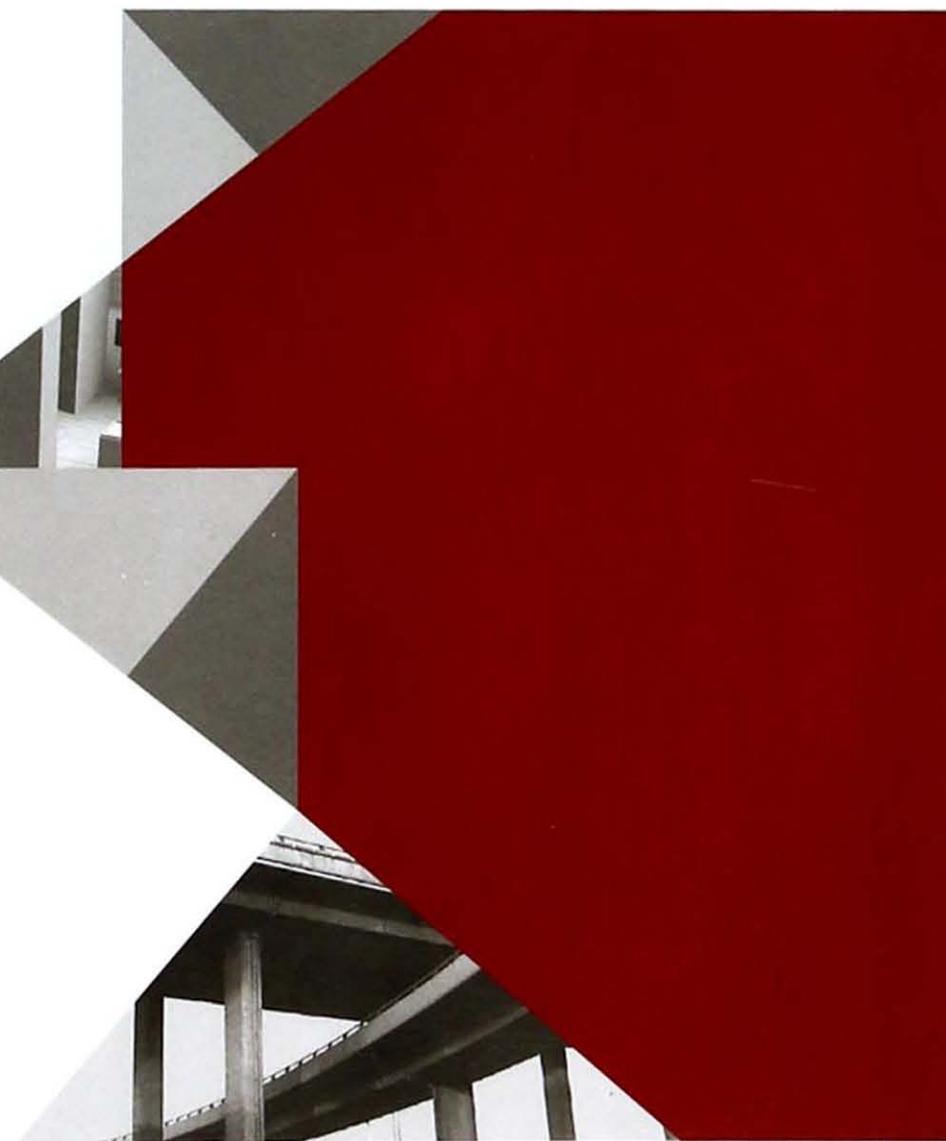
总主编 /李 辉

执行总主编 /吴明军

# 建筑工程测量

编著 覃辉

主审 卢正



重庆大学出版社

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

## 内 容 简 介

《建筑工程测量》是土建类专业的核心课程,是一门理论与实践相结合,但更侧重实践的课程,课程的实践能力主要体现在应用测量的基本原理、基本方法和测量仪器进行测、算、绘作业3个方面。本书在这3个方面都引入并介绍了成熟的先进技术,其中,测的重点是操作主流全站仪、数字水准仪与GNSS RTK,算的重点是应用随书光盘提供的工程编程机fx-5800P程序进行现场快速计算,绘的重点是操作数字测图软件CASS进行数字测图及其数字地形图的应用,建筑物放样的重点是数字化放样方法等。

本书适用于土建类各专业使用,也可用于本行业施工技术人员的继续教育教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

建筑工程测量/覃辉编著. —重庆:重庆大学出版社, 2014.2

高等职业教育建筑工程技术专业规划教材

ISBN 978-7-5624-7792-1

I. ①建… II. ①覃… III. ①建筑测量—高等职业教  
育—教材 IV. ①TU198

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第266512号

高等职业教育建筑工程技术专业规划教材

多媒体立体化教材

### 建筑工程测量

编 著 覃 辉

主 审 卢 正

策划编辑:刘颖果

责任编辑:文 鹏 姜 凤 版式设计:刘颖果

责任校对:刘 真 责任印制:赵 晟

\*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路21号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:[fxk@cqup.com.cn](mailto:fxk@cqup.com.cn)(营销中心)

全国新华书店经销

自贡兴华印务有限公司印刷

\*

开本:787×1092 1/16 印张:20.75 字数:518千

2014年2月第1版 2014年2月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-7792-1 定价:39.50元(含1DVD)

---

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

# 编委会名单

---

顾 问 吴 泽

总 主 编 李 辉

执行总主编 吴明军

编 委 (以姓氏笔画为序)

王军强 邓 涛 卢 正 申永康

白 峰 刘孟良 刘晓敏 张 迪

张永平 张银会 李泽忠 杜绍堂

杨丽君 肖 进 陈文元 陈晋中

胡 瑛 赵淑萍 赵朝前 钟汉华

袁建新 袁雪峰 袁景翔 黄 敏

黄春蕾 董 伟 覃 辉 韩建绒

颜立新 黎洪光

# 序 言

---

进入 21 世纪,高等职业教育建筑工程技术专业办学在全国呈现出点多面广的格局。截止到 2013 年,我国已有 600 多所院校开设了高职建筑工程技术专业,在校生达到 28 万余人。如何培养面向企业、面向社会的建筑工程技术技能型人才,是广大建筑工程技术专业教育工作者一直在思考的问题。建筑工程技术专业作为教育部、住房和城乡建设部确定的国家技能型紧缺人才培养专业,也被许多示范高职院校选为探索构建“工作过程系统化的行动导向教学模式”课程体系建设的专业,这些都促进了该专业的教学改革和发展,其教育背景以及理念都发生了很大变化。

为了满足建筑工程技术专业职业教育改革和发展的需要,重庆大学出版社在历经多年深入高职高专院校调研基础上,组织编写了这套《高等职业教育建筑工程技术专业规划教材》。该系列教材由住房和城乡建设职业教育教学指导委员会副主任委员吴泽教授担任顾问,四川建筑职业技术学院李辉教授、吴明军教授分别担任总主编和执行总主编,以国家级示范高职院校或建筑工程技术专业为国家级特色专业、省级特色专业的院校为编著主体,全国共 20 多所高职高专院校建筑工程技术专业骨干教师参与完成,极大地保障了教材的品质。

系列教材精心设计该专业课程体系,共包含两大模块:通用的“公共模块”和各具特色的“体系方向模块”。公共模块包含专业基础课程、公共专业课程、实训课程三个小模块;体系方向模块包括传统体系专业课程、教改体系专业课程两个小模块。各院校可根据自身教改和教学条件实际情况,选择组合各具特色的教学体系,即传统教学体系(公共模块+传统体系专业课)和教改教学体系(公共模块+教改体系专业课)。

课程体系及参考学时

模块类型	课程类型	课程名称	参考学时	备注
公共模块	专业基础课程	建筑力学	220	
		建筑材料与检测	60	
		建筑构造与识图	80	
		建筑结构	180	含结构施工图识读
		建筑 CAD	45	
		建筑设备工程	40	含水、电施工图识读
		建筑工程测量	60	
		建设工程监理	45	
		建设工程法规	30	
		合计	760	
	公共专业课程	建筑抗震概论	45	
		建筑工程施工组织	60	
		建筑工程计量与计价	70	
		建设工程项目管理	60	
		工程招投标与合同管理	50	
		工程经济学	35	
	合计	320		
	实训课程 (10周)	施工测量综合实训	2周	含地形测绘、施工放线
		建筑制图综合实训	1周	含建筑物测绘
		建筑施工综合实训	5周	含施工方案设计、预算、施工实操
		施工管理综合实训	1周	含造价确定,投标书编制,计算和审核工程进度、产值
建筑工程资料管理综合实训		1周	含建筑工程资料填写、整理、归档,建筑工程资料软件应用	
合计		10周		
体系方向模块 (二选一)	传统体系专业课程	建筑工程质量与安全管理	60	
		土力学与地基基础	60	
		建筑施工技术	240	含高层建筑施工技术
		合计	360	

续表

模块类型	课程类型	课程名称	参考学时	备注
体系方向模块 (二选一)	教改体系专业课程	混凝土结构工程施工	80	含高层混凝土结构施工
		砌体结构工程施工	50	
		地基与基础工程施工	60	
		钢结构工程施工	70	含高层钢结构施工
		装饰装修工程施工	60	
		屋面与防水工程施工	40	
		合计		360

本系列教材在编写过程中,力求突出以下特色:

(1)依据《高等职业学校专业教学标准(试行)》中“高等职业学校建筑工程技术专业教学标准”和“实训导则”编写,紧贴当前高职教育的教学改革要求。

(2)教材编写以项目教学为主导,以职业能力培养为核心,适应高等职业教育教学改革的发展方向。

(3)教改教材的编写以实际工程项目或专门设计的教学项目为载体展开,突出“职业工作的真实过程和职业能力的形成过程”,强调“理实”一体化。

(4)实训教材的编写突出职业教育实践性操作技能训练,强化本专业的基本技能的实训力度,培养职业岗位需求的实际操作能力,为停课进行的实训专周教学服务。

(5)每本教材都有企业专家参与大纲审定、教材编写以及审稿等工作,确保教学内容更贴近建筑工程实际。

我们相信,本系列教材的出版将为高等职业教育建筑工程技术专业的教学改革和健康发展起到积极的促进作用!



2013年9月

# 随书标配 DVD 光盘的使用方法

随书标配一张容量约为 8 GB 的单面双层 DVD 光盘目录如图 1 所示,其价格已包含在图书售价中,请读者购书时向经销商免费索取。光盘使用前,请先阅读下列说明。

①将光盘放入 DVD 光驱中使用,不能放入 CD 光驱使用。

②光盘“\电子章节”文件夹下放置了本书纸质教材以外的 pdf 格式文件。

③光盘“\电子教案”文件夹下放置了包含本书全部内容的电子教案 ppt 文件、含本书全部内容与建议学时数的教学日历 doc 文件,光盘“\辅助电子教案”文件夹下放置了为国内外测量仪器厂商制作的全系列测量仪器与软件介绍的电子教案 ppt 文件。建议读者使用 Office2000 或以上版本打开。任课教师如要修改电子教案内容,请先将其复制到 PC 机硬盘中并取消文件的只读属性。

④光盘“\练习题答案 pdf 加密文件”文件夹下放置了包含本书全部章节练习题答案的 pdf 加密文件,它们只对教师与工程技术人员开放,不对在校学生开放,请将本人的证件扫描后存为 JPG 图像文件发送到 qh-506@163.com 邮箱获取密码。

⑤光盘“\试题库与答案”文件夹下放置了测量试题库与参考答案,内容涵盖了本书全部教学内容。试题库按填空题、判断题、选择题、名词解释、简答题与计算题分类排列,教师只需要根据已完成的教学内容,在试题库的每类试题中各选择



图 1 随书标配 DVD 光盘目录

一部分试题就可以快速生成一份新试卷并得到试卷答案。

⑥如图 2 所示,光盘“\测量实验与实习”文件夹下放置了 9 次测量实验指导书与测量实习指导书的开放 doc 文件,教师可根据本校各专业的实际情况选择实验与实习的内容。

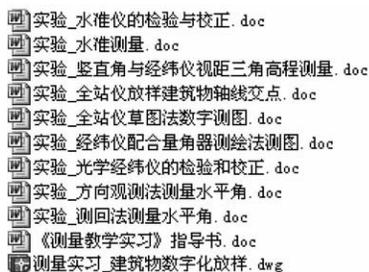


图 2 “\测量实验与实习”文件夹下  
的开放 doc 文件目录

AVI 视频格式文件,它们不能在普通 DVD 机上播放,只能在 PC 机上使用视频播放软件播放,建议使用 Windows Media Player 软件播放。

⑨光盘“\测量仪器说明书”文件夹下放置了国内外主流仪器厂商生产的绝大部分全站仪、GNSS 与测量软件的 pdf 格式说明书文件,它需要先安装 pdf 阅读器才可以打开、查看及打印这些说明书文件的内容。

⑩光盘“\高斯投影程序”文件夹放置了 PG2-1.exe 程序文件,请读者将该文件夹复制到 PC 机的硬盘,即可执行 PG2-1 程序计算。

PG2-1.exe 程序文件可以在 Win98、WinXP、Win7/32bit 下运行,方法是,先按书中介绍的程序要求,用 Windows 记事本编写一个已知数据文件并按程序要求的文件名存盘保存,在 Windows 的资源管理器下双击扩展名为 exe 的 PC 机程序,输入已知数据文件名,按回车键,当已知数据文件名、文件格式及其内容正确无误时,将在同文件夹生成一个 SU 成果文件和 CS 与 SK 坐标文件。用记事本打开它们即可查看计算成果。

⑪光盘“\全站仪模拟器”文件夹下放置了部分全站仪的模拟器软件,只有徕卡全站仪的模拟器软件需要安装,其余全站仪的模拟器软件只需要将其复制到用户 PC 机硬盘,并将其发送到 Windows 桌面上即可使用。

⑫光盘“\全站仪通讯软件”文件夹下放置了国内外主流全站仪生产厂商的全站仪通讯软件,其中,索佳、南方测绘与科力达公司的通讯软件不需要安装,只需将其复制到 PC 机的硬盘中,然后发送到 Windows 桌面上即可使用,其余通讯软件需要安装后才能使用。

⑦光盘“fx-5800P 程序”文件夹下放置了本书 fx-5800P 母机的 10 个程序的逐屏数码图片 ppt 文件,还放置了主要程序的操作视频文件。建议教师安排多名同学分别输入到各自的计算器内,然后通过数据通讯方式传输到一台 fx-5800P 中,最后分别传输给每位同学。

⑧光盘“\测量仪器录像片”与“\视频教学”文件夹下放置了反映当今国际先进测量仪器与测量方法的视频录像文件,主要有 mpg 与

编者

2013 年 11 月

# 前 言

---

这是一本适用于高职高专土建类各专业的多媒体立体化教材,随书标配 8 GB 单面双层 DVD 光盘提供了本课程所需的全部电子教学文件。

本书采用最新版《工程测量规范》<sup>[1]</sup>与地形图图式<sup>[4][5][6]</sup>,以培养学生的测、算、绘职业技能为主线进行编写,其中“测”是操作常规光学仪器、全站仪、数字水准仪、GNSS RTK 采集或放样点位的坐标;“算”是应用工程编程机 fx-5800P 程序计算点位的坐标;“绘”是应用 AutoCAD 与数字测图软件 CASS 编辑与采集点位的坐标。

从 2012 年开始,教育部在全国高职院校举办测量技能大赛,大赛的 3 项内容是:DS05 精密水准仪二等水准测量、卡西欧图形机 fx-9750G II 测量编程计算、南方 CASS 电子平板法数字测图。大赛内容实际上属于测、算、绘技能之一,这也正是本书全力打造的基本内容。

卡西欧工程机 fx-5800P 与图形机 fx-9750G II 的程序语言是完全相同的,学会了 fx-5800P 就很容易掌握 fx-9750G II 的使用方法。fx-9750G II 可以使用通讯软件 FA-124 与 PC 机进行数据通讯,可以在 FA-124 中输入与编辑程序并上传到机器内存,因此,fx-9750G II 的程序输入与交流比 fx-5800P 更加方便,有兴趣的读者可以参阅文献[13]与[14]。

测量的任务是测定与测设,两者的基础是空间点位的三维坐标。土建类专业学生到施工企业就业,所从事测量工作的内容,95%以上是测设。测设也称施工放样,施工放样的关键是获取放样点位的三维设计坐标。

电子测量软硬件设备的应用与普及,对测量的原理与方法、教材的内容改革提出了新的挑战。在对测、算、绘技能,尤其是对卡西欧编程机程序十年研究成果的基础上,笔者对传统

教材内容做了如下调整,以使本书内容适应施工测量生产实践的需要。

①建筑物数字化放样:它是在 AutoCAD 中对建筑基础施工图 dwg 文件进行编辑、校准并变换为测量坐标系,用数字测图软件 CASS 采集设计点位的坐标文件,最后将坐标文件上载到全站仪或 GNSS RTK 内存,就可以实现快速、高效、准确地放样。

②本书的 fx-5800P 程序取自文献[11][12],为配合工程编程机 fx-5800P 的教学需要,光盘提供了“\电子章节\附录 B\_fx-5800P 编程计算器简介.pdf”文件。

③附录 A 测量实验只给出了 4 个基础测量实验,这是学习本课程所需进行的最低限度的测量实验,我们在光盘“\测量实验与实习”文件夹下给出了完整的 10 个测量实验指导书及测量实习指导书的开放 doc 文件,以便于教师根据本校的实际情况选择与修改测量实验指导书及测量实习指导书的内容。

④建筑变形测量是土建类专业学生应了解的内容,但按现有的《建筑变形测量规程》<sup>[7]</sup>的规定,变形与沉降观测网都要求按严密平差法进行数据处理,而非测绘专业的学生不具备这些知识。为压缩纸质教材篇幅,本书将该内容制作成“附录 C\_建筑变形测量.pdf”文件,放入光盘“\电子章节”文件夹,供大家选用。

⑤按高职教育课程理论知识够用为原则,简化与压缩了第 6 章测量误差的内容,其他章节的内容与本科教材[10]是基本相同的。本课程的教学目标是培养学生使用主流测量仪器与设备从事建筑施工测量的职业技能,是一门实践性极强的课程,因为如果学生到施工企业就业,无论什么学历,面对的施工测量岗位是基本相同的。

本书由覃辉主编,由四川建筑职业技术学院卢正教授主审。

希望能得到广大读者的批评意见,以改进我们的修订工作。敬请读者将使用中发现的问题和建议及时发送到 qh-506@163.com 邮箱。

编 者

2013 年 11 月

# 目 录

---

<b>第1章 绪 论</b> .....	1
1.1 测量学简介 .....	1
1.2 地球的形状和大小 .....	4
1.3 测量坐标系与地面点位的确定 .....	6
1.4 测量工作概述 .....	13
1.5 测量常用计量单位与换算 .....	15
本章小结 .....	16
思考题与练习题 .....	16
<b>第2章 水准测量</b> .....	18
2.1 水准测量原理 .....	18
2.2 水准测量的仪器与工具 .....	20
2.3 水准测量的方法与成果处理 .....	26
2.4 微倾式水准仪的检验与校正 .....	33
2.5 水准测量的误差及其削减方法 .....	35
2.6 自动安平水准仪 .....	37
2.7 精密水准仪与钢瓦水准尺 .....	38
2.8 中纬 ZDL700 数字水准仪 .....	40
本章小结 .....	54
思考题与练习题 .....	54
<b>第3章 角度测量</b> .....	57
3.1 角度测量原理 .....	57

3.2	光学经纬仪的结构与度盘读数 .....	59
3.3	经纬仪的安置与水平角观测 .....	62
3.4	水平角测量方法 .....	64
3.5	竖直角测量方法 .....	67
3.6	经纬仪的检验和校正 .....	71
3.7	水平角测量的误差分析 .....	75
	本章小结 .....	78
	思考题与练习题 .....	78
<b>第4章</b>	<b>距离测量与直线定向 .....</b>	<b>81</b>
4.1	钢尺量距 .....	81
4.2	视距测量 .....	85
4.3	电磁波测距 .....	89
4.4	直线定向 .....	100
	本章小结 .....	102
	思考题与练习题 .....	103
<b>第5章</b>	<b>全站仪测量 .....</b>	<b>104</b>
5.1	全站仪电子测角原理 .....	104
5.2	中纬 ZT80MR+全站仪概述 .....	106
5.3	中纬 ZT80MR+无棱镜测距(400 m)全站仪 .....	107
5.4	测量模式 .....	110
5.5	配置模式 .....	114
5.6	ZT80MR+全站仪与 PC 机的数据通讯 .....	115
5.7	程序模式 .....	122
5.8	管理模式 .....	129
	本章小结 .....	132
	思考题与练习题 .....	133
<b>第6章</b>	<b>测量误差的基本知识 .....</b>	<b>134</b>
6.1	测量误差概述 .....	134
6.2	偶然误差的特性 .....	135
6.3	评定真误差精度的指标 .....	137
6.4	误差传播定律及其应用 .....	138
6.5	真值未知时的中误差计算 .....	141
6.6	不等精度独立观测量的最可靠值与精度评定 .....	143
	本章小结 .....	145
	思考题与练习题 .....	146
<b>第7章</b>	<b>控制测量 .....</b>	<b>147</b>
7.1	控制测量概述 .....	147
7.2	平面控制网的坐标计算原理 .....	152

7.3 导线测量 .....	157
7.4 交会定点计算 .....	167
7.5 三、四等水准测量 .....	171
7.6 三角高程测量 .....	174
本章小结 .....	177
思考题与练习题 .....	178
<b>第 8 章 GNSS 测量的原理与方法 .....</b>	<b>182</b>
8.1 GPS 概述 .....	183
8.2 GPS 的组成 .....	184
8.3 GPS 定位的基本原理 .....	185
8.4 GNSS 控制测量的实施 .....	190
8.5 中纬 Zenith20 双频四星 GNSS RTK 操作简介 .....	193
8.6 连续运行参考站系统 CORS .....	205
本章小结 .....	208
思考题与练习题 .....	209
<b>第 9 章 大比例尺地形图的测绘 .....</b>	<b>210</b>
9.1 地形图的比例尺 .....	210
9.2 大比例尺地形图图式 .....	215
9.3 地貌的表示方法 .....	218
9.4 1:500~1:2000 大比例尺地形图的分幅与编号 .....	222
9.5 测图前的准备工作 .....	222
9.6 大比例尺地形图的解析测绘方法 .....	224
本章小结 .....	230
思考题与练习题 .....	231
<b>第 10 章 地形图的应用 .....</b>	<b>232</b>
10.1 地形图的识读 .....	232
10.2 地形图应用的基本内容 .....	239
10.3 图形面积的量算 .....	242
10.4 工程建设中地形图的应用 .....	245
本章小结 .....	250
思考题与练习题 .....	251
<b>第 11 章 大比例尺数字地形图的测绘与应用 .....</b>	<b>253</b>
11.1 CASS 9.1 操作方法简介 .....	253
11.2 草图法数字测图 .....	256
11.3 电子平板法数字测图 .....	261
11.4 绘制等高线与添加图框 .....	266
11.5 数字地形图的应用 .....	272
本章小结 .....	276

思考题与练习题 .....	277
<b>第 12 章 建筑施工测量</b> .....	278
12.1 施工控制测量 .....	278
12.2 工业与民用建筑施工放样的基本要求 .....	279
12.3 施工放样的基本工作 .....	281
12.4 建筑物数字化放样设计点位平面坐标的采集 .....	286
12.5 建筑施工测量 .....	291
12.6 喜利得 PML32-R 线投影激光水平仪 .....	299
本章小结 .....	302
思考题与练习题 .....	302
<b>附录 测量实验</b> .....	304
测量实验须知 .....	304
实验 1 水准测量 .....	306
实验 2 测回法测量水平角 .....	308
实验 3 竖直角与经纬仪视距三角高程测量 .....	310
实验 4 全站仪放样建筑物轴线交点 .....	312
<b>参考文献</b> .....	315

# 第 1 章

## 绪 论



### 本章导读

- **基本要求** 理解重力、铅垂线、水准面、大地水准面、参考椭球面、法线的概念及其相互关系;掌握高斯平面坐标系的原理;了解我国大地坐标系——“1954 北京坐标系”与“1980 西安坐标系”的定义、大地原点的意义;了解我国高程系——“1956 年黄海高程系”与“1985 国家高程基准”的定义、水准原点的意义;了解 2000 国家大地坐标系的定义。

- **重点** 测量的两个任务——测定与测设,其原理是测量并计算空间点的三维坐标,测定与测设都应在已知坐标点上安置仪器进行,已知点的坐标是通过控制测量的方法获得。

- **难点** 大地水准面与参考椭球面的关系,高斯平面坐标系与数学笛卡儿坐标系的关系与区别,我国对高斯平面坐标系  $y$  坐标的处理规则。

## 1.1 测量学简介

测量学是研究地球表面局部地区内测绘工作的基本原理、技术、方法和应用的学科,测量学将地表物体分为地物和地貌。

**地物:**地面上天然或人工形成的物体,它包括湖泊、河流、海洋、房屋、道路、桥梁等。

**地貌:**地表高低起伏的形态,它包括山地、丘陵和平原等。

地物和地貌总称为地形。测量学的主要任务是测定和测设。

广东省江门市北新区体育公园规划方案  
 测量单位：江门市勘测院 设计单位：江门市规划勘察设计院



地形图比例尺:1:1000

- |  |  |
|--|--|
| <p>1) 体育公园用地指标:<br/>                 规划建设用地面积: 一期94 000 m<sup>2</sup>; 二期27 000 m<sup>2</sup></p> <p>2) 体育公园一期主要项目:<br/>                 五人足球场: 3人<br/>                 标准篮球场: 15个<br/>                 儿童篮球场: 1个<br/>                 跑道: 500 m<br/>                 步行径: 1 800 m (不含登山径)</p> | <p>自行车径: 1 600 m (不含山地自行车径)<br/>                 商业配套设施: 2 700 m<sup>2</sup><br/>                 地面小汽车停车位: 320个<br/>                 地下停车场面积: 13 800 m<sup>2</sup><br/>                 星光园二期建设用地面积: 4 300 m<sup>2</sup><br/>                 妇联活动中心建设用地面积: 10 029 m<sup>2</sup><br/>                 建筑面积: 10 200 m<sup>2</sup> (含半地下活动室3 375 m<sup>2</sup>)<br/>                 公交首末站建设用地面积: 2 057 m<sup>2</sup></p> |
|--|--|

图 1.1 广东省江门市北新区体育公园地形图与规划设计图

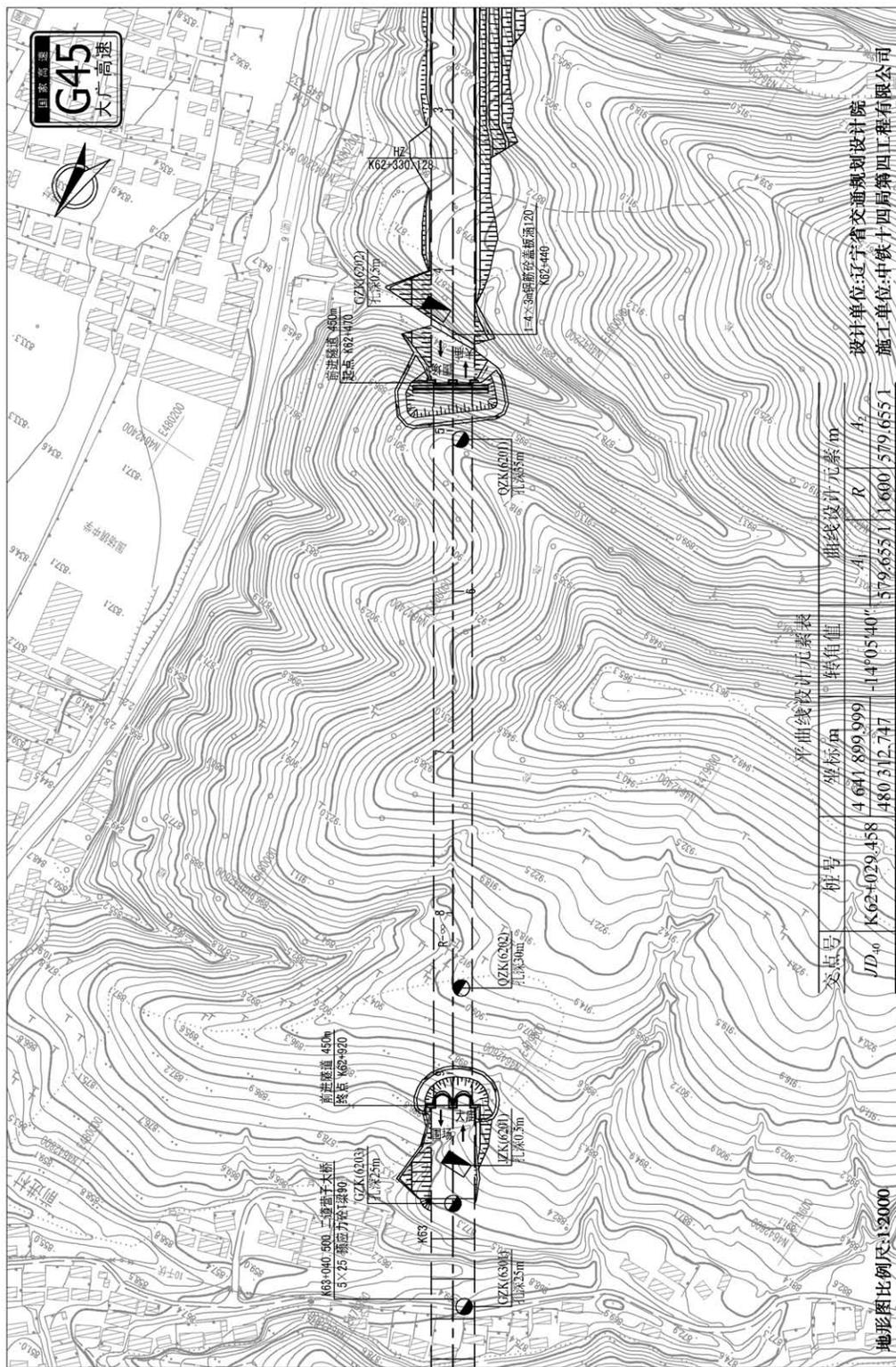


图1.2 大(庆)广(州)高速公路(G45)河北省茅荆坝(蒙冀界)至承德段第19标段前进隧道带状地形图与设计图