



昆明冶金高等专科学校
KUNMING METALLURGY COLLEGE

国家示范性高职院校建设项目成果教材

工程测量

GONGCHENG CELIANG

徐宇飞 主编



测绘出版社

国家示范性高职院校建设项目成果教材
高职院校测绘类专业工学结合教材

工 程 测 量

徐宇飞 主编

测 绘 出 版 社

· 北京 ·

©徐宇飞 2011

所有权利(含信息网络传播权)保留,未经许可,不得以任何方式使用。

内 容 简 介

本书强调理论联系实际,注重基本技能的实际应用,内容由八个教学单元组成,第一至第六单元详细描述了工程测量的基本概念、道路工程测量、建筑工程测量、水利水电工程测量、矿山工程测量和变形观测;第七单元详细介绍了课程基本技能操作实验;第八单元为课程标准与工程图示例;教材内容组织既体现了由浅入深的学习认知过程,又注重了先进技术在工程项目建设过程中的应用。

本书可作为高职高专院校测绘工程、地理信息系统、工程测量与监理等专业的教材,也可作为其他专业测绘类课程的教学用书,亦可供相关专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程测量/徐宇飞主编. —北京:测绘出版社,
2011.3

高职院校测绘类专业工学结合教材

ISBN 978-7-5030-2179-4

I. ①工… II. ①徐… III. ①工程测量—高等职业教
育—教材 IV. ①TB22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 033766 号

责任编辑	田 力	封面设计	李 伟	责任校对	董玉珍 李 艳
出版发行	测 绘 出 版 社				
地 址	北京市西城区三里河路 50 号	电 话	010—68531160(营销) 010—68531609(门市)		
邮政编码	100045	网 址	www.sinomaps.com		
电子邮箱	smp@sinomaps.com	经 销	新华书店		
印 刷	北京金吉士印刷有限责任公司	字 数	330 千字		
成品规格	184mm×260mm	印 次	2011 年 3 月第 1 次印刷		
印 张	13.5	定 价	37.00 元		
版 次	2011 年 3 月第 1 版				
印 数	0001—1000				

书 号 ISBN 978-7-5030-2179-4/P·515

本书如有印装质量问题,请与我社联系调换。

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

高职院校测绘类专业工学结合教材 编 审 委 员 会

主 任：赵文亮

副主任：张东明 赵俊三 侯至群

委 员：吕翠华 王 鹏 徐宇飞 李 明

陈艳平 陈秀萍 钟高飞 肖建虹

郭昆林 陈国平 李云晋

前 言

工程测量是测绘工程技术专业课程系统中的一门课程,课程开设在三年级。学生在学习本课程之前,已经完成了测量学、数字测图技术、误差理论与测量平差基础、GPS定位技术、控制测量、GIS应用技术等课程的学习。

本教材是以阐明基本原理和培养学生的实际动手能力,突出实际应用为宗旨,在学生已有测量知识的基础上着重介绍工程项目施工阶段的测量工作,内容力求理论联系实际,注重基本技能的实际应用,通俗易懂,方便自学。教材包括的学习单元有:绪论、道路工程测量、建筑工程测量、水利水电工程测量、矿山工程测量、变形观测、课程基本技能操作和课程标准与工程图示例。

本教材编写的主要技术依据有《工程测量规范》(GB50026—2008)、《城市测量规范》(CJJ8—99)、《水利水电工程测量规范》(SL197—97)、《公路勘测规范》(JTG C10—2007)等。鉴于各种技术标准、规范有随技术的发展和时间的推移而作修改、补充和变更的特点,因此,本书中所列的各种指标和参数,一般不能作为规范直接加以应用。

本教材由昆明冶金高等专科学校工程测量核心课程建设项目组编写。教材编写分工如下:徐宇飞编写前言、单元一、单元六、单元八,同时负责教材统稿和定稿,并对部分单元作了补充和修改;张伟红编写单元二;肖建虹编写单元三;欧阳慧编写单元四;刘光伟编写单元五;太自刚编写单元七。昆明市测绘研究院高级工程师钟高飞和昆明勘察设计研究院高级工程师张雪松在教材“课程标准”的制定和实践教学环节的构成上给予了大力支持。昆明市测绘研究院正高级工程师侯至群审读书稿,提出了宝贵的修改意见。

本教材的作者在编写过程中,参阅了大量文献,引用了同类书刊中的一些资料,在此,谨向有关作者深表谢意!

限于作者水平,书中不妥和错漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

目 录

单元一 绪 论	1
任务一 工程测量的定义、任务和内容	1
任务二 工程测量课程与相邻课程的关系	4
任务三 工程测量课程结构体系与学习要求	5
思考与练习题	6
单元二 道路工程测量	7
任务一 道路工程测量的作用和内容	7
任务二 初测阶段的测量工作	9
任务三 定测阶段的测量工作	13
任务四 曲线测设	18
任务五 纵、横断面图测绘	27
任务六 路基土石方量计算	33
任务七 路基施工测量	34
思考与练习题	37
单元三 建筑工程测量	39
任务一 建筑工程施工控制网的建立	40
任务二 场地平整	54
任务三 施工放样的基本方法	56
任务四 建筑工程施工测量	59
思考与练习题	74
单元四 水利水电工程测量	76
任务一 水利水电工程测量简介	76
任务二 河流梯级开发规划阶段的测量	78
任务三 水利枢纽工程设计阶段的测量	84
任务四 水利枢纽工程的施工控制测量	87
任务五 水利枢纽工程的施工放样	89
思考与练习题	92
单元五 矿山工程测量	94
任务一 联系测量	95
任务二 井下控制测量	103

任务三 巷道掘进时的测量工作·····	108
任务四 贯通测量及误差预计·····	112
任务五 矿块施工测量与采场验收测量·····	116
思考与练习题·····	121
单元六 变形观测·····	123
任务一 建筑物变形观测的定义、精度和频率·····	123
任务二 工程建筑物变形监测网的布设·····	127
任务三 沉降观测·····	130
任务四 水平位移观测·····	131
任务五 建筑物倾斜、挠曲及裂缝观测·····	135
任务六 矿山岩层及地表移动观测·····	138
任务七 基准点稳定性分析·····	142
任务八 变形监测资料整理和成果表达·····	146
思考与练习题·····	150
单元七 课程基本技能操作实验·····	151
任务一 课堂基本技能操作要求·····	151
任务二 点的平面位置测设·····	154
任务三 点的高程位置测设·····	155
任务四 建筑物轴线放样·····	156
任务五 圆曲线测设·····	157
任务六 综合曲线及边桩放样·····	159
任务七 纵断面测量·····	161
任务八 横断面测量·····	162
任务九 沉降观测·····	162
思考与练习题·····	164
单元八 课程标准与工程图示例·····	165
任务一 课程标准·····	165
任务二 工程图示例·····	178
思考与练习题·····	202
参考文献·····	203
附录 1 中桩坐标计算器程序(FX-5800P)·····	204
附录 2 程序计算示例·····	206

单元一 绪 论

[单元概述]

本单元主要介绍工程测量的定义和任务,概述工程建设在勘测设计阶段、施工阶段和运营管理阶段的测量工作。工程测量的内容主要体现在工程控制网布设及优化设计、地形图测绘、施工测设技术、工程建筑物变形监测与成果整理及工程测量通用和专用仪器等方面。详细阐述工程测量课程与相邻课程之间的关系和学习递进结构,既注重知识的系统性和连贯性,又突出知识点的实用性,要求在学习该课程时,通过“做中学、学中做”的“学做相融”学习方式,掌握各工程项目测量工作特殊和一般、个性与共性的关系,达到举一反三的学习效果。

[学习目标]

正确认识和理解工程测量的学科定义、工程测量的任务和课程学习内容;了解工程测量在测绘工程技术专业中的地位 and 相邻课程之间的关系;掌握该课程的学习方法,突出工程应用能力的培养。

任务一 工程测量的定义、任务和内容

一、工程测量的学科定义

概括、抽象和科学的定义:工程测量学是研究地球空间(包括地面、地下、水下、空中)具体几何实体的测量描述和抽象几何实体的测设实现的理论、方法和技术的—门应用性学科。具体几何实体是指被测对象,包括存在(或已建成)的各项工程及其与工程有关的目标,抽象几何实体是指一切设计的但未实现的、未建成的各项工程。

易于理解、大众化的定义:工程测量学是研究各种工程在规划设计、施工建设和运营管理阶段所进行的各种测量工作的学科。各种工程包括工业建设、城市建设、交通工程、水利水电工程、矿山工程等。一般的工程建设分为规划设计、施工建设和运营管理三个阶段,工程测量主要包括这三个阶段所进行的各种测量工作。

二、工程测量的任务

工程测量的主要任务是为各种工程建设项目服务对象提供测绘保障,满足它们所提出的各种要求。

工程测量的发展和其他测绘学科一样,也经历了从简单到复杂、从手工操作到测量自动化、从常规测量到精密测量的发展道路,它的发展始终与当时的生产力水平相同步。1964年国际测量师联合会(FIG)为了促进和繁荣工程测量,成立了工程测量委员会(第六委员会),从此,工程测量学在国际上作为—门独立的学科开展活动。

随着科学技术不断向宏观宇宙和微观粒子世界延伸,工程测量对象不仅限于地面而且深入地下、水域、空间和宇宙,如摩天大楼、海底隧道、跨海大桥、大型粒子对撞机、太空站等。由

于测绘仪器和计算机应用技术的进步以及测量精度的提高,工程测量领域日益扩大,除了传统的工程建设三阶段的测量工作外,在地震观测、海底探测、高大建筑物变形监测、文物保护等多领域都应用了最新的精密工程测量仪器和方法。因此,现代工程测量已经远远突破了为工程建设服务的狭窄概念,而面向所谓的“广义工程测量学”发展。“广义工程测量学”是研究、提供、处理和表达地表上、下及周围空间建筑和非建筑工程几何物理信息和图形信息,以及研究抽象几何实体的测设实现的理论、方法和技术的—门应用技术学科。

三、工程测量的内容

(一)工程测量学的内容划分

1. 按服务对象划分

工程测量按所服务的对象可分为线路工程测量、建筑工程测量、水利工程测量、矿山工程测量、桥隧工程测量、海洋工程测量、军事工程测量以及三维工业测量等。各项服务对象的测量工作除具有自身的特点与要求外,测量的基本理论、技术与方法具有很多共同之处。

2. 按工程建设阶段划分

1) 工程建设勘测设计阶段的测量工作

工程建设勘测设计阶段的测量工作有:各种比例尺的地形图测绘,工程地质勘探、水文地质勘探以及水文测验等测量。对重要的工程(如某些特种工程)或在地质条件不良的地区(如滑坡地区)进行建设,则还要对土层的稳定性进行观测。

2) 工程建设施工阶段的测量工作

工程建设施工阶段的测量工作有:首先,根据建筑场地的地形、工程的性质以及施工的组织与计划,建立不同形式的施工控制网,作为定线放样的基础。然后,再按照施工的需要,采用各种不同的放样方法,将图纸上所设计的内容转移到实地。此外,还要进行施工质量控制(如高层建筑物的垂直度、地下工程的断面等几何尺寸监控)。为监测工程进度,还要进行开挖与建筑方量测绘以及竣工测量、变形观测以及设备安装测量等。

3) 工程建设运营管理阶段的测量工作

工程建设运营管理阶段的测量工作有:为了监视工程建筑物安全情况,了解设计是否合理,验证设计理论是否正确,需要对工程建筑物的水平位移、沉降、倾斜以及摆动等进行定期或持续的监测(也即变形观测)。对于大型的工业设备,还要进行开挖与建筑方量测绘以及工程竣工测量、变形观测经常性的检测和校正,以保证其按设计安全运行。为了对工程进行有效的管理、维护,为日后扩展的需要,还要经历建立工程信息系统。

(二)工程测量学的内容

工程测量在国民经济各部门都得到了广泛的应用,内容非常丰富。主要内容包括:数字地形资料的获取与表达;工程控制测量与数据处理;建筑物施工放样;设备安装和调试测量;工业生产过程中的质量检测和控制;工程变形及与工程有关的各种灾害的监测分析与预报;工程测量专用仪器应用;工程信息系统的建立与应用等。上述内容主要表现在以下几个方面。

1. 工程测量中的地形图测绘

工程规划设计中采用的地形图比例尺较小,根据工程的规模可直接使用1:1万至1:10万比例尺的国家基本地形图。对于一些大型工程,往往还需要专门测绘1:2000到1:5000比例尺的区域性或带状性数字地形图。在施工建设和运营阶段,往往需要测绘1:500、

1:1 000的数字地形图或专题图。工程测量中的地形测绘还包括水下地形测绘和各种纵、横断面图测绘。

城市1:500或1:1 000的基本地形图和城乡地籍图测绘属于国家基本测绘范畴,虽然与工程测量的关系密切,但不属于工程测量学的内容。

2. 工程控制网布设及优化设计

工程控制网分为测图控制网、施工控制网、变形监测网和安装控制网,它们不同于国家基本网和城市等级网,在选点、埋标、观测方案设计、质量控制、平差计算、精度分析以及其他与之相关的数据处理等方面都有自身鲜明特色。目前,除特高精度的工程专用网和设备安装控制网外,绝大多数首级工程控制网都采用GPS定位技术来建立。将现代卫星测量技术与地面测量技术结合用于工程控制网建立已得到了广泛实际的应用。对于各种精密工程的施工控制网、变形监测网以及安装控制网都必须进行网的优化设计。优化设计涉及坐标系确定,基准选择,仪器与方法选取,网的精度、可靠性、灵敏度和建网费用等质量准则问题。

3. 施工测设技术

将设计的抽象的几何实体测设到实地上去,成为具体的几何实体所采用的测量技术成为施工测量(或放样)技术。点的测设是基础,测设点必须满足条件(如在给定的一条曲线上其空间形状必须符合设计要求)。测设与测定的原理相同,使用的仪器和方法也相同,只是目的不一样。测设一般采用极坐标法、方向交会法、距离交会法、方向距离交会法、偏角法、偏距法、投点法等,使用的仪器主要有光学及电子经纬仪、水准仪、全站仪和GPS。对于某些精密安装往往要求达到计量级精度,对此,常常需要研究专门的测量方法和研制专用的测量仪器和工具。

4. 工程建筑物变形监测及成果整理

工程建筑物的变形监测与成果整理是工程测量学的重要组成部分。变形成果整理需要对变形观测数据进行处理。

变形监测网的布设和优化设计较之其他工程控制网更加丰富多彩,网的精度较高,需要具有更高的可靠性和灵敏度,作业时应针对精度、可靠性以及灵敏度作网的优化设计计算,同时还要确定所使用的仪器、网的等级、观测周期和观测时间等。变形监测几乎包括了全部的工程测量技术,除常规的仪器和方法外,大量使用各种传感器和专用仪器。变形观测数据处理,首先是对监测网周期观测值的处理,其中参考点稳定性分析,目标点位移量计算,变形模型的建立、检验以及参数估计是变形几何分析的重要内容。变形分析包括变形观测成果的整理和图表输出等内容。

5. 工程测量通用和专用仪器

经纬仪、水准仪、全站仪是工程测量的通用仪器,GPS接收机也已成为通用仪器而广泛使用。陀螺经纬仪可直接测定方位角,主要用于联系测量和地下工程测量。通用仪器可测方向、角度、距离、高差、坐标差等几何量。从数据获取到数据处理,一体化、自动化程度越来越高。测量机器人是电子全站仪中的极品,它实现了整个测量过程的自动化。将GPS接收机与电子全站仪或测量机器人连接在一起,称为超站仪,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。CCD传感器与电子全站仪结合,构成摄像全站仪,可实现面状数据的快速获取,具有很好的应用前景。

专用仪器是工程测量学仪器发展最活跃的领域,主要应用在精密工程测量领域,包括机械式、光电式及光机电(子)多传感器集成式仪器或测量系统。

用于建立水平或竖直的基准线或基准面,确定待测点相对于基准线(或基准面)的偏距(或锤距)的测量,称为基准线测量或准直测量。这方面的仪器有正锤、倒锤及垂线观测仪、引张线仪、各种激光准直仪、铅直仪(向下、向上)、自准直仪以及尼龙丝或金属丝准直测量系统等。

在距离测量方面,含中长距离(数百米至数十千米)、短距离(数米至数十米)和微距离(数毫米或数厘米)及其变化量的精密测量。以 ME 5000 为代表的精密激光测距仪和以 TERRA-METER-LDM2 为代表的双频激光测距仪,使得中长距离测量精度可达亚毫米级;许多短距离、微距离测量都实现了测量数据采集的自动化,其中最典型的是因瓦线尺测距仪 DISTINVAR、应变仪 DISTERMETER 与振动激光快速遥测仪等。采用多普勒效应的双频激光干涉仪,能在数十米范围内达到 $0.1\ \mu\text{m}$ 的计量精度,成为重要的长度检校和精密测量设备;采用 CCD 线列传感器测量微距离可达到百分之几微米的精度,使距离测量精度从毫米、微米级进入到纳米级世界。

高程测量方面,显著的发展是液体静力水准测量系统。这种系统通过各种类型的传感器测量容器的液面高度,可同时获取数十个乃至数百个测点的高程,具有高精度、遥测、自动化、可移动和持续测量等特点。两容器间的距离可达数十公里,如用于跨河与跨海峡的水准测量。通过一种压力传感器,允许两容器之间的高差从过去的数厘米达到数米。

与高程测量相关的倾斜测量(又称挠度曲线测量)可用于确定被测对象(如桥、塔)在竖直面内相对于水平或铅直基准线的挠度曲线。各种机械式测斜(倾)仪、电子测倾仪都向着数字显示、自动记录和灵活移动等方向发展,其精度达到微米级。

三维激光扫描仪可对被测对象在不同位置扫描,快速地获取物体在给定坐标系下的三维坐标,通过坐标转换和建模,可输出被测对象的各种图形和数字模型,还能直接转换到 CAD 成图。车载、机载激光扫描仪将成为 21 世纪地面数据采集的主要手段,一种称为图像工程测量的研究方向正悄然兴起。

具有多种功能的混合测量系统是工程测量专用仪器发展的显著特点,采用多传感器的高速铁路轨道测量系统,用测量机器人自动跟踪沿铁路轨道前进的测量车,测量车上装有棱镜、斜倾传感器、长度传感器和微机,可同时测量轨道的三维坐标、轨道的宽度和倾角。液体静力水准测量与金属丝准直集成的混合测量系统在百米长的基准线上可精确测量测点的高程和偏距。由 GPS 接收机、惯导仪、激光扫描仪、跟踪全站仪、CCD 相机以及其他传感器等集成的地面移动式测量系统由 GPS OEP 版、通信模块、太阳能电源、自动寻标激光测距仪等集成的变形遥控监测预警系统都是典型的混合测量系统。

综上所述,工程测量专用仪器具有高精度(亚毫米、微米乃至纳米)、快速、遥测、无接触、可移动、连续、自动记录、微机控制等特点,可进行精密定位测量、准直测量,可测量坐标、偏距、倾角、厚度、表面粗糙度和平直线,还可测量振动频度以及物体的动态变化等。

任务二 工程测量课程与相邻课程的关系

工程测量课程作为测绘工程专业的一门核心学习领域课程,与其他课程之间有密切的关系(见图 1-1)。前续公共课程主要有:高等数学、应用数学、英语、人文及素质管理类;前续基础课程主要有:测量学、数字测图技术、误差理论与测量平差基础、GPS 定位技术、控制测量、地籍测量、摄影测量与遥感、GIS 应用技术。

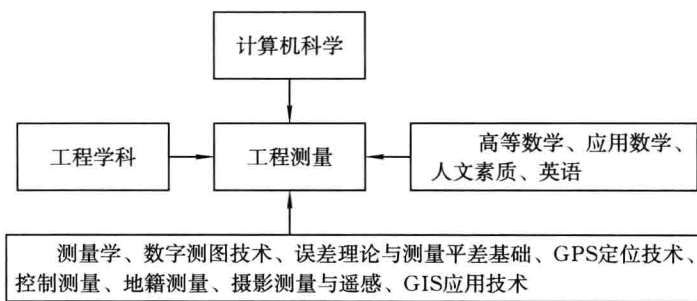


图 1-1 工程测量课程与相邻课程的关系

工程测量的服务对象是各种工程,工程测量工作者不仅需要学习和掌握相邻学科和交叉学科的知识,还要善于与相邻学科和交叉学科的专业人员一道工作。因此,必须具备工程学科有关的建筑识图、工程施工技术、工程地质、采矿工艺等方面的知识。

工程测量中大量的数据处理、图形图像处理、建立信息系统以及基于知识的专家系统都离不开计算机科学和技术方面的知识,要有一定的软件编程和应用能力。

随着空间技术、通信技术、信息技术、计算机技术的飞速发展,人类进入了信息时代,工程测量产品成为了信息产业中的地理信息产业。为了加强国内的工作交流,测量工作者要有较好的人文素质知识,还要学习好英语。

任务三 工程测量课程结构体系与学习要求

一、工程测量课程的结构体系

根据测绘工程专业高等职业教育的特点,课程教学的目的是重点突出学生工程应用能力的培养。本书主要突出面向工程对象测量工作能力知识点的应用,课程体系主要采用“特殊与一般”、“纵与横”相结合的结构。所谓“特殊与一般”是指独立工程项目的特殊性和各种工程项目的共同性。对于共同性,在前续教学项目中重点讲述,并通过课程基本技能操作课堂实验加以巩固,后续教学项目中直接给予应用。所谓“纵与横”是指按工程建设的三个阶段阐述工程项目测量工作的理论、方法和技术,用典型工程项目分别进行讲述。

本书单元一详细介绍了工程测量学的定义、任务和内容以及该课程与相邻课程之间的关系;单元二、单元三、单元四、单元五分别按“道路工程”、“建筑工程”、“水利水电工程”和“矿山工程”建设三个阶段的测量工作构成教学内容;单元六是将工程建筑物变形监测进行了纵向处理,进一步提升了学生使用精密测量仪器完成高精度测量项目的应用技能;单元七是本课程基本技能操作实验;单元八是课程标准与工程图示例,帮助学生进一步认识本课程学习应掌握的知识及提高学生的识图和读图能力。

本教材单元节之间具有相对的独立性,教师在教学时可根据区域内在建工程项目内容的不固定性特点调节教学单元,以实现按项目为载体的课程教学目标。

二、工程测量课程学习要求

由于工程测量课程涉及的内容非常广泛,要在有限的学习时间内完成所有工程项目测量

工作内容的学习是不实际的。在学习该课程时,除了要充分考虑各典型工程项目(如道路工程、建筑工程、水利水电工程、矿山工程)测量工作各有的特点与要求(个性)外,还要从基本原理、技术和方法上归纳共同之处(共性)。通过“做中学、学中做”的“学做相融”学习方式,掌握各工程项目测量工作特殊和一般、个性与共性的关系,既注重知识的系统性和连贯性,又突出知识点的实用性,达到举一反三的学习效果。在解决实际问题时,能结合现场的实际情况和工程的性质,针对问题的现实性选用最佳知识点用最简单、最有效的方法解决问题。在学习完工程测量课程后,对于各种工程服务对象的工程测量都能理解和掌握。

职业能力训练

本单元职业能力训练主要在进行单元学习时,训练学习该课程“做中学、学中做”的“学做相融”学习方式,在学习过程中既要注重知识的系统性和连贯性,又要突出知识点的实用性,正确把握该课程各工程项目测量工作特殊和一般、个性与共性的关系,达到举一反三的学习效果。

单元小结

工程测量课程是测绘工程专业的一门核心学习领域课程,它是在完成测量学、数字测图技术、误差理论与测量平差基础、GPS定位技术、控制测量、地籍测量、摄影测量与遥感、GIS应用技术等专业基础课程的基础上开设的。该课程涉及的内容非常广泛,学习时除了掌握各工程项目的特点与要求(个性)外,还要学会从基本原理、技术和方法上归纳共同之处(共性),能结合现场的实际情况和工程的性质,针对问题的现实性选用最佳知识点用最简单、最有效的方法解决问题。

工程测量学是研究地球空间具体几何实体的测量描述和抽象几何实体的测设实现的理论、方法和技术的一门应用性学科。它的发展和其他测绘学科一样,也经历了从简单到复杂、从手工操作到测量自动化、从常规测量到精密测量的发展道路,它的发展始终与当时的生产力水平相同步。

工程测量的内容非常丰富。主要内容包括:数字地形资料的获取与表达;工程控制测量与数据处理;建筑物施工放样;设备安装和调试测量;工业生产过程中的质量检测和控制;工程变形及与工程有关的各种灾害的监测分析与预报;工程测量专用仪器应用;工程信息系统的建立与应用等。

思考与练习题

1. 试述对工程测量学定义的理解。
2. 工程测量学研究、服务的对象是什么?
3. 试述工程测量的内容主要包括哪些方面。
4. 工程建设勘测设计阶段的测量工作有哪些?
5. 工程建设施工建设阶段的测量工作有哪些?
6. 工程建设运营管理阶段的测量工作有哪些?
7. 如何理解工程测量课程的“特殊与一般”相结合?
8. 工程测量与相邻课程之间有哪些密切的关系?试举例说明。
9. 如何学习才能更好地理解和掌握工程测量的知识?

单元二 道路工程测量

[单元概述]

本单元主要讲述道路工程建设在道路勘测设计、施工过程和管理阶段所进行的各种测量工作。道路勘测设计的测量工作主要包含:线路调查、踏勘测量和详细测量;道路施工阶段的主要工作任务主要包含:路线施工复测、路基边桩测设和竖曲线测设;道路管理阶段的测量工作任务主要包含:变形监测等。

[学习目标]

了解初测、定测阶段的测量工作;重点掌握曲线测设和道路纵、横断面图测绘的方法;能运用不同的方法进行土石方量计算;了解路基施工测量内容;学会中桩坐标计算器程序的应用。

任务一 道路工程测量的作用和内容

道路工程测量是研究道路工程建设在道路勘测设计、施工过程和管理阶段所进行的各种测量工作的学科,是在数学、物理学等有关学科的基础上应用各种测量技术解决道路工程建设中实际测量问题的学科,它是一门应用科学。

道路工程测量工作在道路工程建设中起着重要作用。在公路建设中,为获得一条最经济、最合理的路线,首先要进行路线勘测,绘制带状地形图和纵、横断面图,进行纸上定线和路线设计,并将设计好的路线平面位置、纵坡及路基边坡等在地面上标定出来,以便指导施工。当路线跨越河流时,拟设置桥梁之前,应测绘河流两岸的地形图,测定桥轴线的长度及桥位处的河床断面,为桥梁方案选择及结构设计提供必要的的数据。当路线穿越高山,采用隧道时,应测绘隧址处的地形图,测定隧道的轴线、洞口、竖井等的位置,为隧道设计提供必要的的数据。

总之,道路、桥梁、隧道的勘测、设计、施工等各个阶段都离不开测量技术。因此,对于从事或将要从事道桥专业的技术人员,必须具备道路测量的基本理论、知识和技能,才能为我国的交通建设事业作出贡献。

一、道路勘测设计阶段的测量工作

(一)道路设计文件的组成

道路勘测设计,是指具体完成一条公路所进行的外业勘测和内业设计工作。形成的设计文件是公路勘测设计的最后成果,经审查批准后是公路施工的依据。根据《公路工程基本建设项目设计文件编制办法》的规定,公路设计文件主要由初步设计文件和施工图设计文件组成。

初步设计文件由设计总说明、路线、路基路面、桥梁涵洞、隧道、路线交叉、沿线设施及其他工程、环境保护、筑路材料、施工方案、设计概算 11 个内容组成。其表达形式有文字说明、设计图、表格三种。

施工图设计文件由设计总说明、路线、路基路面、桥梁涵洞、隧道、路线交叉、沿线设施及其他工程、环境保护、筑路材料、施工组织设计、施工图预算 11 个内容组成。

(二) 道路工程项目设计图件

道路工程项目设计图件包括路线平、纵面图、带状地形图、路线设计图、路线纵断面图、路基横断面图、桥梁、涵洞图、隧道图等。

(三) 道路勘测设计的方式

道路设计文件的组成、内容及要求随设计阶段的不同而有所区别。

一阶段设计主要适应技术简单、方案明确的小型建设项目。即：根据批准的《工程项目可行性研究报告》及审批意见所确定的修建原则和路线基本走向方案，进行一次详细测量，据以编制施工图设计图。

二阶段设计一般包括初步设计和施工图设计两个阶段。即：首先根据批准的设计任务书，进行踏勘测量，编制初步设计任务书；然后根据批准的初步设计和审批意见，进行详细测量，编制施工图设计文件。

三阶段设计一般包括初步设计、技术设计和施工图设计三个阶段。其中，技术设计阶段主要是对重大、复杂的技术问题，通过科学实验、专题研究、加深勘探调查及分析比较，解决初步设计中未能解决的问题，落实技术方案，计算工程数据，提出修正的施工方案，修正设计概算。其深度和要求介于初步设计和施工图设计之间。

(四) 道路勘测设计阶段的测量工作

道路勘测设计阶段的主要工作任务如下。

1. 线路调查

收集有关技术和经济资料，通过调查提出方案，为编制和下达踏勘测量和详细测量任务书提供资料。

2. 踏勘测量

按初步拟订的方案进行实地选线，初步拟定线路中线位置，完成平面和高程控制测量、带状地形图测绘等。

3. 详细测量

按初步设计方案，标定线路中线、测定纵横断面，为设计线路坡度计算土石方量等技术设计提供资料。

二、道路施工阶段的测量工作

道路施工阶段的主要工作任务如下。

1. 路线施工复测

在施工之前，应根据设计文件进行中桩恢复和横断面补测工作，同时对原来的中线和横断面进行复核。

2. 路基边桩测设

在地面上将每一个横断面的路基边坡线与地面的交点用木桩标定出来。

3. 竖曲线测设

按线路纵、横断面施工图，在线路中线上标定挖(或填)高度。

三、道路设施变形观测工作

1. 基准点的选择与监测网的布设

面向实施变形监测工程对象,根据基准点埋设要求,进行基准点的布设与埋设。

2. 变形观测点布设与测量方案的实施

在实施变形监测的建筑物或构筑物上埋设变形观测点,并实施沉降和水平位移观测。

3. 变形监测资料整理和成果表达

对变形监测测量资料进行分析、计算和整理,按行业对变形监测成果的要求,完成成果的表达和描述。

具体内容详见单元六变形观测。

任务二 初测阶段的测量工作

一、初测的定义

初步测量简称初测,它是两阶段或三阶段设计中初步设计阶段的外业勘测工作。

初测工作是根据拟定的公路修建原则和设计方案,进行现场勘测,在路线可能的范围内,测绘带状地形图、纵断面图,收集地质、水文等资料,为初步设计提供依据。

二、初测的目的及任务

(一)目的

初测的目的是根据计划任务书确定的修改原则和线路基本走向,通过现场对各有价值方案的勘测,从中确定采用的路线,搜集编制初步设计文件的资料,为编制初步设计及概算提供资料。

(二)任务

初测的任务是根据上级批准的计划任务书和视察报告已确定的路线基本走向(包括比较方案)及公路等级,按具体地形、地质与其他条件而进一步勘查落实,并进行导线、高程、地形、桥涵、路线交叉和其他资料的测量、调查工作,进行纸上定线,选定路线线位,确定人工构造物布设方案。

三、初测的准备工作

(一)搜集资料

为满足初测和初步设计的需要,在进行初测之前应搜集、掌握以下资料:

(1)沿线农业、水利、铁路、公路、航道、城建、电力、环保等有关部门的规定及规划、设计、科研成果等资料;

(2)沿线的工程地质、水文地质、气象、地震基本烈度等资料;

(3)各种比例尺地形图、航测图和航摄照片,以及国家或有关部门设立的导线点、水准点等资料;

(4)对于改建公路还应收集原有公路的测设、施工及路况等情况;

(5) 沿线自然地理概况。

(二) 室内研究路线方案

研究计划任务书、视察报告、上级有关指示及已搜集的资料。按照初测的深度和要求,在既有地形图上进行各种可行性方案研究,并进行初步方案比选,拟订需要勘测的方案及比较线位、确定现场需要重点调查和落实的问题。

室内方案研究宜在 1:10 000 地形图上进行,三级及以下公路宜在更小比例尺地形图上落实。

(三) 路线方案的现场核查落实及调查

通过调查、研究分析、比较,初步确定采用方案。核查中,如果发现有比较大的可资比较的较大新方案,且对批准的路线走向或工程造价有较大影响,应进行比选论证,提出推荐意见,并报上级主管部门审定。

开测前,应组织路线、地质、桥涵等相关专业的主要人员进行现场路线方案的核查落实工作。核实主要内容和要求如下:

- (1) 按初拟的路线方案进行核查;
- (2) 与当地政府部门联系,听取对有关方案的意见;
- (3) 对沿线的村镇、已建或计划修建的建筑设施、拆迁、占地、工程地质、筑路材料、布线地形条件等情况进行调查;
- (4) 核实中应充分考虑环保的影响。

四、初测的内容、步骤及要求

(一) 导线测量

初测阶段的导线测量主要是对导线边长、转角和平面坐标的测算工作。

1. 导线布设

初测导线是路线线位的初步布设,应全线贯通布设,一般要求尽可能符合或接近路线位置。在地形复杂、纵坡受限制的山区,导线可大致先按平均纵坡布设,并通过反复放坡比选,进一步落实有比较价值的方案,以确定路线布局。回头弯位置应在布设导线时基本确定。路线设置有困难的地段,导线可在路线附近通过,利用实测地形图,进行纸上定线。导线点应选在便于测绘、易于保存桩志的地点。选定导线应做好现场记录,并绘出草图。对重点工程地段及其处理设想应做记载。

沿路线布设的导线应与附近有国家平面控制点进行联测,形成符合(闭合)导线。联测一方面可以获得必要的起始数据(起始坐标和方位角);另一方面可对观测的数据进行校核。过去,如果高级控制点离测区较远,联测工作是非常困难的。现在使用全站仪,测距精度高,而且测程均可达到 2 km,联测时可将导线延长直接与高级控制点连接,一般无须采用方向交会法。

2. 导线边长测量

导线边长宜优先采用光电测距仪测量。当采用钢卷尺和基线法等方法测量时,边长相对限差为 1/1 000,距离取至厘米。导线边用钢卷尺可单程丈量一次,并用视距校核,量距与视距之差应不大于长度的 $\pm 1/200$ 。导线点间距离采用测距仪测量时,具体技术要求见表 2-1。

3. 导线水平角观测

水平角观测应采用不低于 DJ6 型的经纬仪精度的仪器观测。使用前应按相关技术《规