



教育部高职高专测绘类专业教学指导委员会“十二五”推荐教材

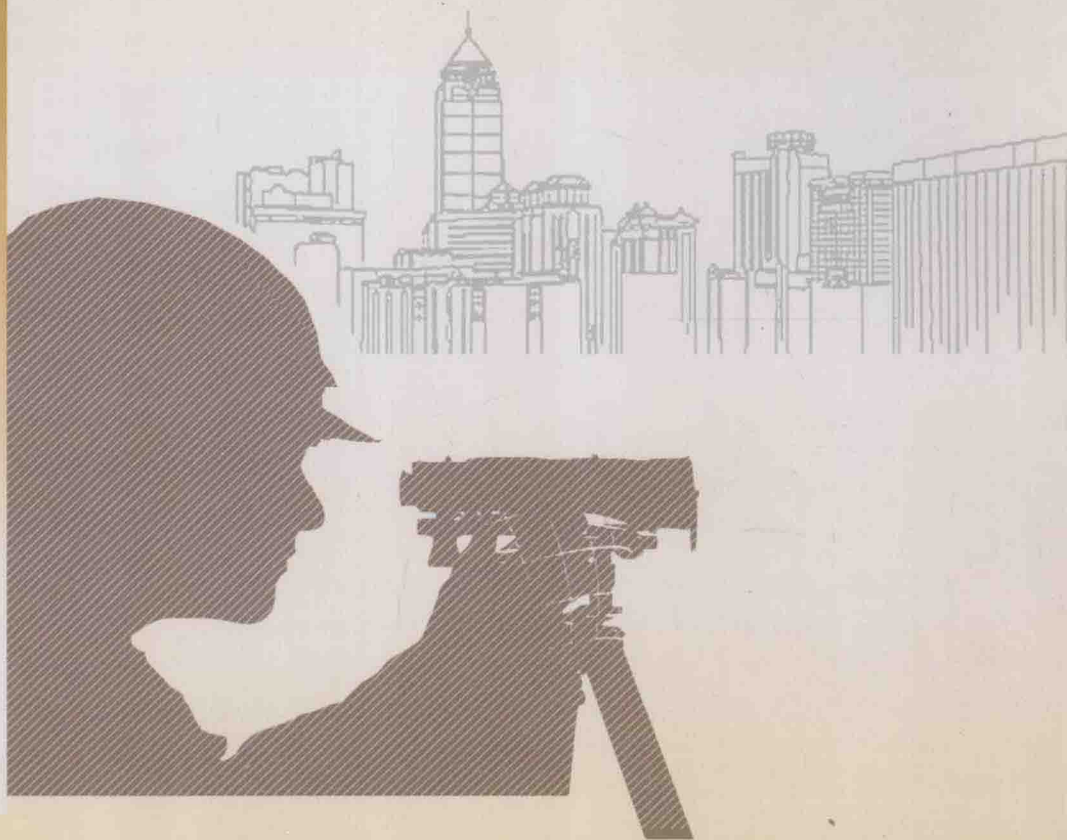
工程测量(测绘类)

GONGCHENG CELIANG



主 编 高小六 江新清

主 审 马真安



武汉理工大学出版社

地形测量

测量平差

控制测量技术

数字测图技术

GPS测量技术

工程测量(测绘类)

地理信息系统原理与应用

测量程序设计

地籍与房产测量

测绘CAD

工程施工测量(测绘类)

全站仪测量技术

摄影测量与遥感技术

地形测量实训

控制测量实训

工程施工测量实训(测绘类)

矿山测量

建筑工程测量

水利工程测量

道路工程测量

园林工程测量

武汉理工大学出版社

地址: 湖北省武汉市洪山区珞狮路122号

邮编: 430070

出版社市场部

电话: 027-87394412 87383695

传真: 027-87397097

武汉理工大学出版社土木工作一室

项目负责人: 汪浪涛

编辑邮箱: wlt97010046@sina.com.cn

办公电话: 027-87385520

武汉理工大学出版社网址 www.techbook.com.cn

上架建议: 教材 土建 测绘

ISBN 978-7-5629-3680-0



9 787562 936800 >

定价: 32.00元

教育部高职高专测绘类专业教学指导委员会“十二五”推荐教材

工程测量(测绘类)

主 编 高小六 江新清
副主编 王宗辉 柳广春 王新鹏
主 审 马真安

武汉理工大学出版社

· 武 汉 ·

图书在版编目(CIP)数据

工程测量(测绘类)/高小六,江新清主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2012.2
教育部高职高专测绘类专业教学指导委员会“十二五”推荐教材
ISBN 978-7-5629-3680-0

I. ① 工… II. ① 高… ② 江… III. ① 工程测量 IV. ① TB22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 015139 号

项目负责人:汪浪涛

责任编辑:丁 冲

责任校对:戴浩华

装帧设计:陶 冶

出版发行:武汉理工大学出版社

社 址:武汉市洪山区珞狮路 122 号

邮 编:430070

网 址:<http://www.techbook.com.cn>

经 销:各地新华书店

印 刷:湖北恒泰印务有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:17.25

字 数:443 千字

版 次:2012 年 2 月第 1 版

印 次:2012 年 2 月第 1 次印刷

印 数:1~2000 册

定 价:32.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

本社购书热线电话:027-87394412 87383695 87384729 87397097(传真)

· 版权所有 盗版必究 ·

高职高专测绘类专业新编系列教材

编审委员会

顾 问:赵文亮

主 任:李生平 陈传胜 田 高

副主任:(以姓氏笔画为序)

牛志宏	王晓春	冯大福	李 泽	李风贤
李占宏	李聚方	刘仁钊	吴 迪	张晓东
张福荣	邹晓军	杨旭江	杨学忠	高 见
高小六	唐保华	鲁有柱	董钧祥	蔡德民

委 员:(以姓氏笔画为序)

牛志宏	王增福	王朝林	王晓春	王 芳
王新鹏	王 云	孔令惠	左美蓉	冯大福
孙茂存	孙 垚	江新清	李井永	李泽球
李 泽	李风贤	李占宏	李聚方	刘仁钊
刘海涛	吴 迪	张桂蓉	张晓东	张福荣
张慧慧	张玉堂	邹娟茹	邹晓军	周 波
杨晓平	杨旭江	陈 琳	赵凤阳	赵淑湘
高 见	高小六	唐保华	翁丰惠	鲁有柱
谢爱萍	董钧祥			

秘书长:汪浪涛

出版说明

教材建设是教育教学工作的重要组成部分,高质量的教材是培养高质量人才的基本保证。高职高专教材作为体现高职教育特色的知识载体和教学的基本条件,是教学的基本依据,是学校课程最具体的形式,直接关系到高职教育能否为一线岗位培养符合要求的高技术应用型人才。

伴随着国家建设的大力推进,高职高专测绘类专业近几年呈现出旺盛的发展势头,开办学校越来越多,毕业生就业率也在高职高专各专业中名列前茅。然而,由于测绘类专业是近些年才发展壮大的,也由于开办这个专业需要很多的人力和设备资金投入,因此很多学校的办学实力和办学条件尚需提高,专业的教材建设问题尤为突出,主要表现在:缺少符合高职特色的“对口”教材;教材内容存在不足;教材内容陈旧,不适应知识经济和现代高新技术发展需要;教学新形式、新技术、新方法研究运用不够;专业教材配套的实践教材严重不足;各门课程所使用的教材自成体系,缺乏沟通与衔接;教材内容与职业资格证书制度缺乏衔接等。

武汉理工大学出版社在教育部高职高专测绘类专业教学指导委员会的指导和支持下,对全国三十多所开办测绘类专业的高职院校和多个测绘类企事业单位进行了调研,组织了近二十所开办测绘类专业的高职院校的骨干教师对高职测绘类专业的教材体系进行了深入系统的研究,编写出了这一套既符合现代测绘专业发展方向,又适应高职教育能力目标培养的专业教材,以满足高职应用型高级技术人才的培养需求。

这套测绘类教材既是我社“十二五”重点规划教材,也是高职高专测绘类专业教学指导委员会“十二五”推荐教材,希望本套教材的出版能对该专业的发展作出一点贡献。

武汉理工大学出版社

2012.2

前 言

本教材是根据教育部高职高专工程测量技术专业对工程测量课程的要求,本着以能力培养为主线,理论知识以“必需、够用”为度,注重公式、定理、定论的实践应用,综合考虑各行业对工程测量技术人才培养要求的特殊性,在总结多年教学经验的基础上编写而成。

本教材具有以下特点:

1. 教材内容突出高职高专职业技术教育的特色,力求体现高职高专教学的特点和实用性,达到培养精测量、懂施工、会管理的一线技术应用型人才的目标。
2. 考虑到高职高专的生源质量,本教材在每章都注明学习目标和技能目标,各部分内容紧扣培养目标,做到理论与实践相结合,有利于学生实践能力的培养。
3. 本教材紧密结合近年来测量技术的发展,基于当前工程的实际,在编写中加入了高速铁路施工测量、地铁施工测量内容。

本教材共分 10 章,由高小六、江新清担任主编,王宗辉、柳广春、王新鹏担任副主编。具体编写情况如下:高小六编写第 1、2、4 章和附录;柳广春编写第 3、5 章;王宗辉编写第 6、10 章;江新清编写第 7、8 章;王新鹏编写第 9 章。全书由高小六统稿。

本教材由辽宁省交通高等专科学校马真安教授主审。

由于编者水平有限,书中难免存在缺点和疏漏之处,恳请读者批评指正。

编 者

2011 年 11 月

目 录

1 绪论	(1)
1.1 工程测量研究的对象和内容	(1)
1.1.1 按照工程建设的进行程序分类	(1)
1.1.2 按照工程测量所服务的工程种类分类	(1)
1.2 工程测量学科的发展现状及展望	(1)
1.2.1 工程测量仪器的发展现状	(1)
1.2.2 工程测量学科的发展展望	(3)
思考题与习题	(3)
2 施工放样	(4)
2.1 概述	(4)
2.1.1 施工放样前的准备工作	(4)
2.1.2 施工放样的程序	(5)
2.1.3 施工放样的方法	(5)
2.2 施工放样基本方法	(5)
2.2.1 已知距离的放样	(6)
2.2.2 已知角度的放样	(7)
2.2.3 已知高程的放样	(8)
2.3 点的平面位置的测设	(11)
2.3.1 极坐标法	(11)
2.3.2 自由设站法	(12)
2.3.3 直角坐标法	(12)
2.3.4 方向线交会法	(12)
2.3.5 前方交会法	(13)
2.3.6 距离交会法	(14)
2.3.7 轴线交会法	(14)
2.4 用全站仪放样点位	(15)
2.5 用 GPS-RTK 放样点位	(15)
思考题与习题	(16)
3 建筑工程测量	(17)
3.1 概述	(17)
3.1.1 施工测量的目的	(17)

3.1.2 施工测量的任务	(17)
3.1.3 建筑物施工放样的主要技术要求与指标	(18)
3.2 建筑施工控制测量	(19)
3.2.1 施工平面控制	(19)
3.2.2 施工高程控制测量	(19)
3.3 民用建筑施工测量	(20)
3.3.1 民用建筑施工场地平面控制	(20)
3.3.2 民用建筑施工场地高程控制	(21)
3.3.3 民用建筑施工放样	(21)
3.4 工业建筑施工测量	(24)
3.4.1 厂房矩形控制网的测设	(24)
3.4.2 柱子基础施工测量	(25)
3.4.3 厂房构件的安装测量	(26)
3.5 高层建筑施工测量	(29)
3.5.1 高层建筑物轴线的投测	(30)
3.5.2 高层建筑物的高程传递	(32)
思考题与习题	(34)
4 道路工程测量	(35)
4.1 概述	(35)
4.1.1 路线勘测设计测量	(35)
4.1.2 公路施工测量	(36)
4.2 道路初测	(36)
4.2.1 选线	(37)
4.2.2 控制测量	(37)
4.3 道路定测	(38)
4.3.1 定线测量	(38)
4.3.2 中线测量	(40)
4.4 圆曲线的测设	(43)
4.4.1 圆曲线主点测设	(43)
4.4.2 圆曲线的详细测设	(44)
4.5 缓和曲线的测设	(46)
4.5.1 缓和曲线概述	(46)
4.5.2 圆曲线带有缓和曲线段的主点测设	(48)
4.5.3 圆曲线带有缓和曲线段的详细测设	(50)
4.6 复曲线和回头曲线的测设	(54)
4.6.1 复曲线的测设	(54)
4.6.2 回头曲线的测设	(56)
4.7 高等级公路回旋曲线的测设	(59)

4.7.1 回旋曲线的种类及特点	(59)
4.7.2 回旋曲线的测定方法	(61)
4.8 全站仪高等级公路路线测设	(62)
4.8.1 中线测设数据计算	(62)
4.8.2 中线测设	(65)
4.9 竖曲线测设	(65)
4.9.1 竖曲线要素计算	(66)
4.9.2 主点里程及高程计算	(66)
4.9.3 竖曲线上任意一点 j 高程改正值计算	(66)
4.9.4 竖曲线上任意一点 j 相应于坡度线上 j' 高程计算	(67)
4.9.5 竖曲线上任意一点 j 设计高程计算	(67)
4.10 道路纵、横断面测量	(68)
4.10.1 纵断面测量	(68)
4.10.2 横断面测量	(72)
4.11 道路工程施工测量	(75)
4.11.1 道路工程施工测量概述	(75)
4.11.2 控制点复测与加密	(77)
4.11.3 路基施工测量	(78)
4.11.4 路面施工测量	(82)
4.11.5 涵洞施工测量	(84)
4.12 高速铁路施工测量	(85)
4.12.1 高速铁路施工测量概述	(85)
4.12.2 平面控制测量	(85)
4.12.3 高程控制测量	(88)
4.12.4 线路测量	(91)
4.12.5 轨道施工测量	(94)
思考题与习题	(99)
5 桥梁工程测量	(101)
5.1 概述	(101)
5.2 桥梁控制测量	(102)
5.2.1 桥梁平面控制测量	(102)
5.2.2 桥梁高程控制测量	(104)
5.2.3 桥轴线长度的测量	(106)
5.3 桥梁墩台与基础施工放样	(106)
5.3.1 桥梁墩台定位	(106)
5.3.2 桥梁墩台纵横轴线的测设	(108)
5.3.3 桥梁墩台高程测设	(109)
5.3.4 桥梁基础的施工放样	(109)

5.4	桥梁架设施工测量	(111)
5.5	斜拉桥、悬索桥的索塔施工测量	(112)
5.5.1	索塔施工控制测量的关键	(112)
5.5.2	索塔测设控制测量	(113)
5.5.3	钢锚箱安装及索套管定位校核	(115)
	思考题与习题	(116)
6	管道工程测量	(117)
6.1	概述	(117)
6.2	管道中线测量	(118)
6.2.1	管道主点的测设	(118)
6.2.2	中桩测设	(118)
6.2.3	管道转折角测量	(119)
6.2.4	绘制管线里程桩图	(119)
6.3	管道纵横断面测量	(120)
6.3.1	管道纵断面测量	(120)
6.3.2	横断面测量	(121)
6.4	管道施工测量	(122)
6.4.1	施工前准备工作	(122)
6.4.2	地下管道放线	(123)
6.4.3	地下管道施工测量	(124)
6.5	顶管施工测量	(125)
6.5.1	准备工作	(125)
6.5.2	中线测量	(125)
6.5.3	高程测量	(126)
6.6	管道竣工测量	(126)
	思考题与习题	(126)
7	电力工程测量	(128)
7.1	概述	(128)
7.1.1	杆塔	(129)
7.1.2	导线和地线	(130)
7.1.3	绝缘子和金具	(130)
7.1.4	档距、弧垂、限距	(131)
7.2	图上选线与踏勘	(132)
7.2.1	室内选线	(132)
7.2.2	实地勘察	(132)
7.3	定线测量	(133)
7.3.1	直接定线	(133)

7.3.2 间接定线	(134)
7.3.3 GPS-RTK 定线	(136)
7.4 桩间距离及高差测量	(137)
7.4.1 桩间距离测量	(137)
7.4.2 高差测量	(137)
7.5 平断面测量及平断面图的绘制	(138)
7.5.1 平断面测量	(138)
7.5.2 路径平面图测量和交叉跨越测量	(139)
7.5.3 平断面图的绘制	(140)
7.6 杆塔定位测量	(144)
7.7 线路施工复测和杆塔基坑放样	(146)
7.7.1 线路杆塔桩位的复测	(146)
7.7.2 杆塔基坑放样	(148)
7.8 拉线放样	(151)
7.8.1 单杆拉线的放样	(152)
7.8.2 双杆拉线的放样	(153)
7.9 导线弧垂的放样与观测	(154)
7.9.1 弧垂观测档的选择及弧垂值的计算	(154)
7.9.2 弧垂的放样	(155)
7.9.3 线路竣工后的检测	(157)
思考题与习题	(160)
8 水利工程测量	(162)
8.1 概述	(162)
8.2 水闸的施工放样	(163)
8.2.1 水闸主要轴线的放样	(163)
8.2.2 闸底板的放样	(164)
8.2.3 闸墩的放样	(164)
8.2.4 下游溢流面的放样	(165)
8.3 土坝的施工放样	(166)
8.3.1 坝轴线的测设	(166)
8.3.2 坝身控制测量	(166)
8.3.3 清基开挖线的放样	(168)
8.3.4 坡脚线的放样	(168)
8.3.5 坝体边坡线的放样	(170)
8.3.6 修坡桩的标定	(171)
8.3.7 护坡桩的标定	(172)
8.4 水库测量	(172)
8.4.1 概述	(172)

8.4.2	水库淹没界线测量	(173)
8.4.3	水库库容的计算	(177)
	思考题与习题	(179)
9	地下工程测量	(180)
9.1	概述	(180)
9.1.1	地下工程概述	(180)
9.1.2	地下工程测量的内容和特点	(181)
9.1.3	贯通测量与贯通误差	(181)
9.2	地面控制测量	(183)
9.2.1	地面控制测量的基准与布设	(183)
9.2.2	地面导线测量	(184)
9.2.3	GPS 控制测量	(185)
9.2.4	地面高程控制测量	(186)
9.3	地下控制测量	(187)
9.3.1	地下导线测量	(187)
9.3.2	地下高程控制测量	(188)
9.4	联系测量	(189)
9.4.1	竖井联系测量	(189)
9.4.2	一井定向	(190)
9.4.3	两井定向	(193)
9.4.4	高程联系测量	(195)
9.5	贯通测量误差预计	(197)
9.5.1	贯通测量方案设计	(197)
9.5.2	平面贯通测量误差预计方法	(198)
9.5.3	高程贯通测量误差预计方法	(199)
9.6	地下工程施工测量与竣工测量	(200)
9.6.1	洞口开挖位置和进洞方向的标定	(200)
9.6.2	隧道掘进时的测量工作	(201)
9.6.3	隧道竣工测量	(204)
9.7	贯通误差的测定与调整	(205)
9.7.1	水平面内横向贯通偏差的测定	(205)
9.7.2	竖直内高程贯通偏差的测定	(206)
9.7.3	贯通偏差的调整	(206)
9.8	陀螺定向	(207)
9.8.1	陀螺经纬仪的基本用途与类型划分	(207)
9.8.2	上架式陀螺经纬仪的结构组成	(207)
9.8.3	陀螺经纬仪定向方法	(208)
9.8.4	全自动陀螺经纬仪简介	(210)

9.9 地下铁道测量要点	(211)
9.9.1 概述	(211)
9.9.2 地面控制测量	(211)
9.9.3 地铁盾构施工技术与地下控制测量	(212)
9.9.4 施工测量控制重点	(213)
9.9.5 地铁变形监测	(215)
思考题与习题	(216)
10 工程建筑物变形观测	(217)
10.1 概述	(217)
10.1.1 工程建筑物变形观测的目的和意义	(217)
10.1.2 建筑物变形观测的精度和频率	(220)
10.2 工程建筑物变形观测的内容和布置方案	(222)
10.2.1 变形观测的内容	(222)
10.2.2 变形观测的布置方案	(223)
10.3 垂直位移观测	(229)
10.3.1 精密水准测量	(230)
10.3.2 液体静力水准测量	(231)
10.4 水平位移观测	(233)
10.4.1 基准线法	(233)
10.4.2 导线法	(237)
10.4.3 前方交会法	(237)
10.4.4 后方交会法	(237)
10.4.5 极坐标法	(237)
10.5 裂缝及倾斜观测	(237)
10.5.1 裂缝观测	(237)
10.5.2 倾斜观测	(238)
10.6 变形观测的成果整理	(240)
10.6.1 观测资料的整编	(241)
10.6.2 观测资料的分析	(241)
10.7 变形观测实际案例分析	(243)
思考题与习题	(250)
附录 CASIO 可编程计算器 fx-5800P 的使用	(251)
参考文献	(262)

1 绪 论

【学习目标】

1. 了解工程测量的定义、研究的对象和工程测量的分类；
2. 了解工程测量仪器的发展现状和工程测量学科的发展动态。

1.1 工程测量研究的对象和内容

在工程建设的设计、施工和管理各阶段中进行测量工作的理论、方法和技术,称为工程测量。工程测量是测绘科学与技术国民经济和国防建设中的直接应用,是综合性的应用测绘科学与技术,它直接为工程建设服务,其服务和应用范围包括城建、地质、铁路、交通、房地产管理、水利电力、能源、航天和国防等各种工程建设部门。

1.1.1 按照工程建设的进行程序分类

按工程建设的进行程序,工程测量可分为规划设计阶段的测量、施工兴建阶段的测量和竣工后的运营管理阶段的测量。

(1) 规划设计阶段的测量主要是提供地形资料。取得地形资料的方法是,在所建立的控制测量的基础上进行地面测图或航空摄影测量。

(2) 施工兴建阶段测量的主要任务是,按照设计要求在实地准确地标定建筑物各部分的平面位置和高程,作为施工与安装的依据。一般也要求先建立施工控制网,然后根据工程的要求进行各种测量工作。

(3) 竣工后的运营管理阶段的测量,包括竣工测量以及为监视工程安全状况的变形观测与维修养护等测量工作。

1.1.2 按照工程测量所服务的工程种类分类

按工程测量所服务的工程种类,也可分为建筑工程测量、线路测量、桥梁与隧道测量、矿山测量、城市测量和水利工程测量等。此外,还将用于大型设备的高精度定位和变形观测称为高精度工程测量;将摄影测量技术应用于工程建设称为工程摄影测量;而将以电子全站仪或地面摄影仪为传感器在电子计算机支持下的测量系统称为三维工业测量。

1.2 工程测量学科的发展现状及展望

1.2.1 工程测量仪器的发展现状

工程测量仪器可分为通用仪器和专用仪器。

1.2.1.1 通用仪器的发展

(1) 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子全站仪、电子水准仪所替代。

(2) 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。带电动马达驱动和程序控制的全站仪结合激光、通讯及 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照准目标,在 1 s 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。

(3) 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。

1.2.1.2 专用仪器的发展

专用仪器是工程测量仪器中发展最活跃的,主要应用在精密工程测量领域。其中,包括机械式、光电式及光机电(子)结合式的仪器或测量系统。主要特点是:高精度、自动化、遥测和持续观测。

(1) 用于建立水平的或竖直的基准线或基准面,测量目标点相对于基准线(或基准面)的偏距(垂距),称为基准线测量或准直测量。这方面的仪器有正倒镜与垂线观测仪,金属丝引张线,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。

(2) 在距离测量方面,包括中长距离(数十米至数千米)、短距离(数米至数十米)和微距离(毫米至数米)及其变化量的精密测量。以 ME5000 为代表的精密激光测距仪和 TERRAMETER LDM2 双频激光测距仪,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,其中最典型的代表是钢瓦线尺测距仪 DISTINVAR,应变仪 DISTERMETER ISETH、石英伸缩仪、各种光学应变计、位移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 $0.01\text{ }\mu\text{m}$ 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,它们使距离测量精度从毫米、微米级进入到纳米级世界。

(3) 高程测量方面,最显著的发展应数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,可同时获取数十乃至数百个监测点的高程,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十千米,可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。

(4) 与高程测量有关的是倾斜测量(又称挠度曲线测量),即确定被测对象(如桥、塔)在竖直平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,其精度达微米级。

(5) 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,可用于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数百米长的基准线上可精确测量测点的高程和偏距。

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