



电力工程设计手册

● 工程测绘 ●

中国电力工程顾问集团有限公司 编著

中国电力出版社



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

主要内容

《电力工程设计手册》

本书共分10卷，包括：1. 绪论；2. 厂址选择；3. 工程测量；4. 初步设计；5. 施工图设计；6. 概算；7. 施工组织设计；8. 运行维护；9. 环境保护；10. 其他。本书可作为电力工程技术人员、设计人员和管理人员的参考书，也可供高等院校相关专业师生参考。

电力工程设计手册

• 工程测绘 •

中国电力工程顾问集团有限公司 编著

Power Engineering Design Manual

中国电力出版社

ISBN 7-5123-2198-7

定价：128.00元

编著：张发荣、张远东、张国民、张曼

主编：张曼

副主编：张发荣、张远东、张国民

编写：张发荣、张远东、张国民、张曼

审稿：张曼

封面设计：张曼

版式设计：张曼

插图设计：张曼

文字编辑：张曼

校对：张曼

印刷：张曼

装订：张曼

发行：张曼

地址：张曼

电话：张曼

网址：张曼

内 容 提 要

本书是《电力工程设计手册》系列手册中的一个分册，共有四篇十六章，内容包括电力工程各阶段测绘的工作目的、工作内容、工作流程、工作深度、测绘方法及技术要求、提交资料及要求、测绘过程中对成品质量控制的要点及方法等。本书不仅详细介绍了各种电力工程常规测绘方法，还归纳总结了航空摄影测绘技术、卫星遥感测绘技术、激光扫描测绘技术、海洋测绘技术、GNSS 测量技术等新技术和新方法在电力工程应用的作业步骤、方法、技术要求，也对电力工程 GIS 的设计、开发、应用和维护进行了介绍。本书为电力工程测绘作业提供了有力的规范性技术指导。

本书总结了我国电力工程测绘工作的成就和经验，介绍了工程测绘领域的新技术、新方法，内容丰富，资料新颖，实用性强。

本书可以作为电力工程勘测设计、施工、运行维护等各阶段测绘工作的工具书，也可以作为其他行业从事工程测绘专业工程技术人员及高等院校相关专业师生的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

电力工程设计手册. 工程测绘 / 中国电力工程顾问集团有限公司编著.
—北京: 中国电力出版社, 2017.5
ISBN 978-7-5198-0347-6

I. ①电… II. ①中… III. ①电力工程—工程测量—手册
IV. ①TM7-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 023410 号

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市东城区北京站西街 19 号 (邮政编码 100005)

网 址: <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

印 刷: 北京盛通印刷股份有限公司

版 次: 2017 年 5 月第一版

印 次: 2017 年 5 月北京第一次印刷

开 本: 787 毫米×1092 毫米 16 开本

印 张: 23.25

字 数: 821 千字 1 插页

印 数: 0001—1000 册

定 价: 136.00 元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

电力工程设计手册

- 01 火力发电厂总图运输设计
- 02 火力发电厂热机通用部分设计
- 03 火力发电厂锅炉及辅助系统设计
- 04 火力发电厂汽轮机及辅助系统设计
- 05 火力发电厂烟气治理设计
- 06 燃气-蒸汽联合循环机组及附属系统设计
- 07 循环流化床锅炉附属系统设计
- 08 火力发电厂电气一次设计
- 09 火力发电厂电气二次设计
- 10 火力发电厂仪表与控制设计
- 11 火力发电厂结构设计
- 12 火力发电厂建筑设计
- 13 火力发电厂水工设计
- 14 火力发电厂运煤设计
- 15 火力发电厂除灰设计
- 16 火力发电厂化学设计
- 17 火力发电厂供暖通风与空气调节设计
- 18 火力发电厂消防设计
- 19 火力发电厂节能设计
-
- 20 架空输电线路设计
- 21 电缆输电线路设计
- 22 换流站设计
- 23 变电站设计
-
- 24 电力系统规划设计
- 25 岩土工程勘察设计
- 26 工程测绘
- 27 工程水文气象
- 28 集中供热设计
- 29 技术经济
- 30 环境保护与水土保持
- 31 职业安全与职业卫生

主 任	吴春利						
常务副主任	李宝金	刘广峰					
副 主 任	郑慧莉	龙 辉	胡红春	史小恒	肖 兰	刘 钢	
	陈仁杰	王 辉	朱 军	毛永龙	詹 扬	孙 波	
委 员	(按姓氏笔画排序)						
	叶勇健	庄 蓉	汤晓舒	许 华	孙向军	李向东	
	李志刚	李彦利	杨 强	吴敬坤	宋红军	张 涛	
	张欢畅	张运东	张国良	张爱军	陈 健	武一琦	
	周 军	周丽琼	胡昌盛	高 华	郭晓克	章 勇	
	阎欣军	梁 明	梁言桥	程正逢	雷梅莹		

组 长	李宝金	刘广峰					
副 组 长	郑慧莉	龙 辉	胡红春	陈文楷	张 涛	张运东	
组 员	李 超	黄一凡	张江霖	康 慧	温作铭	许凌爽	
	刘国芳	刘汝青	陈 丽				

《工程测绘》

编写组

主 编 程正逢

副主编 曹玉明 姚麒麟 朱宏波 周 勇 付元盛 薛艳东

参编人员 (按姓氏笔画排序)

于周忠 王 林 王 振 王 琼 邓加娜 付江缺

白 皓 孙良育 李立瑞 杨 帅 杨奎生 张 奇

张 健 张海龙 范汉文 范晓进 郝宝诚 徐 辉

彭 鑫

《工程测绘》

编辑出版人员

编审人员 岳 璐 刘 丹 柳 璐 杨 帆 薛 红 华 峰

张运东

出版人员 王建华 李东梅 邹树群 黄 蓓 郝军燕 陈丽梅

郑书娟 王红柳 张 娟

序 言

改革开放以来，我国电力建设开启了新篇章，经过30多年的快速发展，电网规模、发电装机容量和发电量均居世界首位，电力工业技术水平跻身世界先进行列，新技术、新方法、新工艺和新材料的应用取得明显进步，信息化水平得到显著提升。广大电力工程技术人员在30多年的工程实践中，解决了许多关键性的技术难题，积累了大量成功的经验，电力工程设计能力有了质的飞跃。

党的十八大以来，中央提出了“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展理念。习近平总书记提出了关于保障国家能源安全，推动能源生产和消费革命的重要论述。电力勘察设计领域的广大工程技术人员必须增强创新意识，大力推进科技创新，推动能源供给革命。

电力工程设计是电力工程建设的龙头，为响应国家号召，传播节能、环保和可持续发展的电力工程设计理念，推广电力工程领域技术创新成果，推动电力行业结构优化和转型升级，中国电力工程顾问集团有限公司编撰了《电力工程设计手册》系列手册。这是一项光荣的事业，也是一项重大的文化工程，对于培养优秀电力勘察设计人才，规范指导电力工程设计，进一步提高电力工程建设水平，助力电力工业又好又快发展，具有重要意义。

中国电力工程顾问集团有限公司作为中国电力工程服务行业的“排头兵”和“国家队”，在电力勘察设计技术上处于国际先进和国内领先地位。在百万千瓦级超超临界燃煤机组、核电常规岛、洁净煤发电、空冷机组、特高压交直流输变电、新能源发电等领域的勘察设计方面具有技术领先优势。中国电力工程顾问集团有限公司

还在中国电力勘察设计行业的科研、标准化工作中发挥着主导作用，承担着电力新技术的研究、推广和国外先进技术的引进、消化和创新等工作。

这套设计手册获得了国家出版基金资助，是一套全面反映我国电力工程设计领域自有知识产权和重大创新成果的出版物，代表了我国电力勘察设计行业的水平和发展方向，希望这套设计手册能为我国电力工业的发展作出贡献，成为电力行业从业人员的良师益友。

汪建平

2017年3月18日

总前言

电力工业是国民经济和社会发展的基础产业和公用事业。电力工程勘察设计是带动电力工业发展的龙头，是电力工程项目建设不可或缺的重要环节，是科学技术转化为生产力的纽带。新中国成立以来，尤其是改革开放以来，我国电力工业发展迅速，电网规模、发电装机容量和发电量已跃居世界首位，电力工程勘察设计能力和水平跻身世界先进行列。

随着科学技术的发展，电力工程勘察设计的理念、技术和手段有了全面的变化和进步，信息化和现代化水平显著提升，极大地提高了工程设计中处理复杂问题的效率和能力，特别是在特高压交直流输变电工程设计、超超临界机组设计、洁净煤发电设计等领域取得了一系列创新成果。“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展理念和实现全面建设小康社会奋斗目标，对电力工程勘察设计工作提出了新要求。作为电力建设的龙头，电力工程勘察设计应积极践行创新和可持续发展思路，更加关注生态和环境保护问题，更加注重电力工程全寿命周期的综合效益。

作为电力工程服务行业的“排头兵”和“国家队”，中国电力工程顾问集团有限公司是我国特高压输变电工程勘察设计的主要承担者，包括世界第一个商业运行的 1000kV 特高压交流输变电工程、世界第一个 $\pm 800\text{kV}$ 特高压直流输电工程等；是我国百万千瓦级超超临界燃煤机组工程建设的主力军，完成了我国 70% 以上的百万千瓦级超超临界燃煤机组的勘察设计工作，创造了多项“国内第一”，包括第一台百万千瓦级超超临界燃煤机组、第一台百万千瓦级超超临界空冷燃煤机组、第一台百万千瓦级超超临界二次再热燃煤机组等。

在电力工业发展过程中，电力工程勘察设计工作者攻克了许多关键技术难题，积累了大量的先进设计理念和成熟设计经验。编撰《电力工程设计手册》系列手册可以将这些成果以文字的形式传承下来，进行全面总结、充实和完善，引导电力工程勘察设计工作规范、健康发展，推动电力工程勘察设计行业技术水平提升，助力勘察设计从业人员提高业务水平和设计能力，以适应新时期我国电力工业发展的需要。

2014年12月，中国电力工程顾问集团有限公司正式启动了《电力工程设计手册》系列手册的编撰工作。《电力工程设计手册》的编撰是一项光荣的事业，也是一项艰巨和富有挑战性的任务。为此，中国电力工程顾问集团有限公司和中国电力出版社抽调专人成立了编辑委员会和秘书组，投入专项资金，为系列手册编撰工作的顺利开展提供强有力的保障。在手册编辑委员会的统一组织和领导下，700多位电力勘察设计行业的专家学者和技术骨干，以高度的责任心和历史使命感，坚持充分讨论、深入研究、博采众长、集思广益、达成共识的原则，以内容完整实用、资料翔实准确、体例规范合理、表达简明扼要、使用方便快捷、经得起实践检验为目标，参阅大量的国内外资料，归纳和总结了勘察设计经验，经过几年的反复斟酌和锤炼，终于编撰完成《电力工程设计手册》。

《电力工程设计手册》依托大型电力工程设计实践，以国家和行业设计标准、规程规范为准绳，反映了我国在特高压交直流输变电、百万千瓦级超超临界燃煤机组、洁净煤发电、空冷机组等领域的最新设计技术和科研成果。手册分为火力发电工程、输变电工程和通用三类，共31个分册，3000多万字。其中，火力发电工程类包括19个分册，内容分别涉及火力发电厂总图运输、热机通用部分、锅炉及辅助系统、汽轮机及辅助系统、燃气-蒸汽联合循环机组及附属系统、循环流化床锅炉附属系统、电气一次、电气二次、仪表与控制、结构、建筑、运煤、除灰、水工、化学、供暖通风与空气调节、消防、节能、烟气治理等领域；输变电工程类包括4个分册，内容分别涉及变电站、架空输电线路、换流站、电缆输电线路等领域；通用类包括8个分册，内容分别涉及电力系统规划、岩土工程勘察、工程测绘、工程水文气象、集中供热、技术经济、环境保护与水土保持和职业安全与职业卫生等领域。目前新能源发电蓬勃发展，中国电力工程顾问集团有限公司将适时总结相关勘察设计经验，

编撰新能源等系列设计手册。

《电力工程设计手册》全面总结了现代电力工程设计的理论和实践成果，系统介绍了近年来电力工程设计的新理念、新技术、新材料、新方法，充分反映了当前国内外电力工程设计领域的重要科研成果，汇集了相关的基础理论、专业知识、常用算法和设计方法。全套书注重科学性、体现时代性、增强针对性、突出实用性，可供从事电力工程投资、建设、设计、制造、施工、监理、调试、运行、科研等工作者使用，也可供相关教学及管理工作者参考。

《电力工程设计手册》的编撰和出版，是电力工程设计工作者集体智慧的结晶，展现了当今我国电力勘察设计行业的先进设计理念和深厚技术底蕴。《电力工程设计手册》是我国第一部全面反映电力工程勘察设计的系列手册，难免存在疏漏与不足之处，诚恳希望广大读者和专家批评指正，如有问题请向编写人员反馈，以期再版时修订完善。

在此，向所有关心、支持、参与编撰的领导、专家、学者、编辑出版人员表示衷心的感谢！

《电力工程设计手册》编辑委员会

2017年3月10日

前 言

《工程测绘》是《电力工程设计手册》系列手册之一。

近年来，为适应我国经济的高速发展及人民生活水平的不断提高对电力的旺盛需求，我国电力工程建设规模迅猛发展，装机容量和各等级输电线路总长度均位列世界首位，各种可再生能源（风电、生物质发电、光伏发电、地热发电、海洋能发电等）蓬勃发展。在这一过程中，通过我国电力工程测量技术人员的不懈努力，不断研究应用先进的测量技术和手段，不断总结电力工程测量的经验和教训，我国电力工程测量技术取得了长足的进步和发展。本书的编撰，既是对我国长期以来电力工程测绘作业流程和工作经验的总结和提炼，也是对我国近年来电力工程测绘新技术、新方法应用研究的归纳和提升，为今后的电力工程测绘作业提供了有力的规范性技术指导。

本书可以帮助电力工程测绘工作者对项目进行科学化、规范化管理，更好地适应当前的电力工程测绘工作环境和技术发展水平，保证测绘成品质量，节约人力资源和工程成本，更高效地完成电力工程测绘工作。同时也可以帮助测绘人员在掌握基础知识和规范要求的同时，充分了解电力工程测绘的新工艺、新方法，并迅速掌握其要领。

本书共有四篇十六章，内容包括各种电力工程各阶段测绘工作的生产组织、工作目的、工作内容、工作流程、工作深度、测绘方法及技术要求、提交资料及要求、测绘过程中对成品质量控制的要点及方法等。本书不仅详细介绍了电力工程常规测绘方法，还归纳总结了航空摄影测量与卫星遥感技术、激光扫描测量技术、海洋测绘技术、GNSS 测量技术等新技术和新方法在电力工程应用的作业步骤、方法、技术要求和提交资料要求，也对电力工程 GIS 的设计、开发、应用和维护进行了介绍。本书内容丰富而全面，系统地总结了我国电力工程测绘工作所取得的成就、经验和教训，推广和应用电力工程测绘领域的一些新理论、新技术和新方法，吸取了多个单位多个工程的实际经验，规范了电力工程测量工作的作业方法、作业要求，为工

程人员提供了很好的参考。

本书主编单位为中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司，参加编写的单位有中国电力工程顾问集团东北电力设计院有限公司、中国电力工程顾问集团华东电力设计院有限公司、中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司、中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司、中国电力工程顾问集团华北电力设计院有限公司。本书由程正逢担任主编，负责本书整体结构设计、工作协调及部分章节的编写，曹玉明、姚麒麟、朱宏波、周勇、付元盛、薛艳东担任副主编，朱宏波编写绪论，薛艳东编写第一章，于周忠编写第二章，付元盛编写第三章，范汉文编写第四章，邓加娜编写第五章，郝宝诚编写第六章，杨奎生编写第七章，曹玉明编写第八章，王琼编写第九章，徐辉、付江缺、李立瑞、彭鑫编写第十章，姚麒麟、孙良育编写第十一章，范晓进、王振编写第十二章，周勇、王林、张奇、张健编写第十三章，张海龙、朱宏波编写第十四章，白皓编写第十五章，杨帅编写第十六章。

本书可以作为电力工程勘测设计、施工、运行维护等各阶段测绘工作的工具书，也可以作为其他行业从事工程测绘专业工程技术人员及高等院校相关专业师生的参考书。

《工程测绘》编写组

2017年2月

目 录

序言
总前言
前言

绪论 1

一、电力工程 1
二、电力工程测绘 2

第一篇 厂站工程测绘篇

第一章 平面控制测量 7

第一节 主要内容与流程 7

- 一、各阶段工作内容及深度 7
- 二、坐标系统的选择 7
- 三、平面控制网的建立方法及精度 8
- 四、测区投影变形大小的估算 8
- 五、起算点的检验 8
- 六、坐标系统联测 8
- 七、平面控制网点位中误差的计算 9
- 八、测量工作流程 9

第二节 GNSS 平面控制测量 10

- 一、控制网主要技术指标 10
- 二、控制网的布设 10
- 三、观测方案的制定 11
- 四、观测 11
- 五、观测数据处理 11

第三节 导线测量 12

- 一、主要技术要求 12
- 二、导线的布设 13
- 三、水平角观测 13
- 四、距离测量 14
- 五、数据处理 14

第四节 建筑坐标系恢复测量 16

- 一、适用阶段与目的 16
- 二、恢复建筑坐标系的要求 17

- 三、建筑坐标系统的恢复测量 17
- 四、注意事项 18
- 第五节 资料与成果 18
- 一、原始资料 18
- 二、原始数据 18
- 三、计算书 18
- 四、技术报告 18

第二章 高程控制测量 19

第一节 主要内容与流程 19

- 一、各设计阶段工作深度 19
- 二、高程基准的选择 19
- 三、高程控制网精度等级 19
- 四、首级高程控制测量要求 19

第二节 水准测量 20

- 一、水准测量技术要求 20
- 二、水准网布设与埋石 21
- 三、水准观测 21
- 四、数据处理 22

第三节 三角高程测量 22

- 一、技术要求 22
- 二、垂直角和距离观测 23
- 三、注意事项 23
- 四、高差计算 24
- 五、数据处理 24

第四节 GNSS 拟合高程测量 24

一、技术要求	24
二、观测要求	24
三、数据处理及精度评定	25
第五节 资料与成果	25
一、原始资料	25
二、原始数据	25
三、计算书	25
四、技术报告	25
第三章 地形测绘	27
第一节 地形图的内容与精度要求	27
一、地形图的内容	27
二、地形图比例尺选择	27
三、地形图精度要求	27
第二节 陆域地形测绘	28
一、地形测绘方法	28
二、图根控制测量	29
三、碎部测量	30
四、地物测绘	31
五、地貌测绘	36
第三节 水域地形测绘	37
一、水深测量	37
二、测深点定位	39
三、数据处理和成图	39
第四节 地形图数字化与修测	40
一、地形图数字化	40
二、地形图修测	42
第五节 地形图整编与检查验收	43
一、地形图编辑	43
二、地形图分幅及编号	43
三、图幅接边	44
四、地形图检查	44
五、地形图验收	44
第六节 土石方测量	44
一、方格网法	45
二、断面法	45
三、DTM法	45
四、等高线法	46
第七节 管线及道路测量	46
一、控制测量	46
二、带状地形图与工点地形图测绘	47
三、中桩测设	48
四、断面测量	48

第四章 施工测量与变形测量	49
第一节 施工控制网测量	49
一、主要技术要求	49
二、建立流程	50
三、首级施工控制网的建立	50
四、建筑施工控制网的建立	55
五、施工控制网的维护	55
第二节 施工放样与检测	55
一、测设前的准备	55
二、建构筑物放样的常用方法	56
三、建筑物的轴线放样	57
四、基槽开挖放样	58
五、高耸塔形建构筑物放样	59
六、钢结构高层、超高层建筑物放样	59
七、坝体施工放样	61
八、管线施工放样	64
九、道路放样	67
十、放样检测	75
第三节 变形测量	76
一、基本内容	76
二、精度等级	76
三、变形监测基准网的建立	77
四、水平位移监测	79
五、垂直位移监测	81
六、倾斜监测	82
七、裂缝监测	83
八、挠度监测	83
九、数据处理	84
第四节 资料与成果	84
一、资料	84
二、成果	84
第五章 竣工测量	86
第一节 细部测量	86
一、一般要求	86
二、测前准备	87
三、细部点测量	87
第二节 总平面图汇编	93
一、一般要求	93
二、竣工总平面图编绘	93
第三节 成果资料及要求	94
一、提交资料	94
二、资料要求及式样	94

第二篇 输电线路工程测绘篇

第六章 架空输电线路工程测绘 101

第一节 可行性研究阶段测绘 101

- 一、搜集资料 101
- 二、内业处理 101
- 三、外业测量 102
- 四、资料与成果 102

第二节 初步设计阶段测绘 103

- 一、搜集资料 103
- 二、现场踏勘与测量 103
- 三、内业工作 104
- 四、资料与成果 105

第三节 施工图设计阶段测绘 105

- 一、选线测量 105
- 二、定线测量 106
- 三、平面及高程联测 107
- 四、平面及断面测量 108
- 五、定位及检查测量 113
- 六、改线测量 115
- 七、资料与成果 116

第四节 专项测绘 117

- 一、交叉跨越测量 117
- 二、塔基断面测量 120
- 三、塔位地形测量 122
- 四、开方测量 123
- 五、房屋分布图测量 126
- 六、林木分布测量 128
- 七、水文测量 131
- 八、勘探点放样测量 131

第五节 施工测量 132

- 一、线路复测 132
- 二、施工基面及电气开方测量 134
- 三、基础施工测量 137
- 四、杆塔施工测量 149
- 五、架线施工测量 154
- 六、竣工验收测量 160
- 七、资料与成果 163

第七章 大跨越工程测绘 173

第一节 可行性研究阶段测绘 173

- 一、资料收集 173
- 二、室内工作 173
- 三、外业工作 174

第二节 初步设计阶段测绘 174

- 一、资料收集 175
- 二、平面与高程联测 175
- 三、定线测量 177
- 四、平断面图测绘 179
- 五、房屋分布图测绘 181
- 六、地形测绘 181
- 七、林木测绘与调查 182
- 八、勘探点定位测量 182

第三节 施工图设计阶段测绘 183

- 一、塔位定位测量 183
- 二、塔基断面图及塔位地形图测绘 184
- 三、勘探点定位测量 184
- 四、检查测量 184

第四节 测绘资料与成果 185

- 一、可行性研究阶段 185
- 二、初步设计阶段 185
- 三、施工图设计阶段 185

第八章 地下电缆工程测绘 186

第一节 带状地形测量 186

- 一、控制测量 186
- 二、带状地形图测量 186
- 三、资料与成果 187

第二节 地下障碍物探测 187

- 一、资料搜集与现场踏勘 187
- 二、探测 187
- 三、内业处理 192
- 四、资料与成果 194

第三节 线路测量 194

- 一、选定线测量 194
- 二、曲线测设 194
- 三、定位测量 194
- 四、房屋分布测量 195
- 五、平断面测绘 195
- 六、资料与成果 196

第四节 竣工图测量 196

- 一、资料搜集与整理 196
- 二、控制点校测 196
- 三、地形图修测 196
- 四、中线测量 196
- 五、断面测量 197
- 六、竣工图编绘 197

七、资料与成果	197
第九章 海(水)底电缆工程测绘	198
第一节 路由预选	198
一、资料搜集	198
二、踏勘	198
三、资料整理	199
四、预选路由勘察报告编写	199
五、成果资料	200
第二节 路由勘测	200

一、任务目的	200
二、勘测范围及比例尺	200
三、海上勘测	201
四、质量检查	205
五、成果资料	205
第三节 竣工图测量	205
一、目的及方法	205
二、海域测量	205
三、水下调查	206
四、成果资料	206

第三篇 测绘新技术应用篇

第十章 航测、遥感与激光扫描技术应用	209
第一节 数据获取	209
一、航空摄影测量	209
二、卫星遥感测量	212
三、激光扫描测量	214
第二节 数据预处理	219
一、航空摄影测量技术	219
二、遥感技术	221
三、激光扫描技术	221
第三节 基础控制测量	223
第四节 像片控制测量与调绘测量	223
一、航空摄影测量	223
二、卫星遥感测量	227
三、调绘测量	228
第五节 DEM和DOM制作	229
一、航空摄影测量	229
二、卫星遥感测量	234
三、激光扫描测量	237
第六节 内业数字测图	239
一、航测及遥感测量	239
二、激光扫描测量	242
第七节 外业检测与修正	244
一、发变电工程图件检测与修正	244
二、输电线路工程图件检测与修正	245
三、成果资料	247
第八节 地面激光扫描测量技术应用	247
一、地形测量	247
二、变形监测	248
三、设备建模	248

第十一章 海洋测绘中新技术应用	249
第一节 海洋测绘特点及现状	249
一、基本知识和概念	249
二、电力工程海洋测绘	249
三、海洋测绘发展趋势	250
第二节 控制测量	250
一、平面控制测量	250
二、高程控制测量	253
第三节 地形与水深测量	255
一、水位控制测量	255
二、导航定位	256
三、水深测量	259
第四节 海底地貌扫测及障碍物探测	265
一、方案设计	265
二、侧扫声呐探测	266
三、多波束扫测	269
四、扫床测量	269
五、资料与成果	270

第十二章 GNSS卫星定位技术应用	271
第一节 GNSS静态测量	271
一、GNSS静态测量原理	271
二、GNSS静态测量作业流程	271
三、GNSS静态网设计	271
四、GNSS静态外业观测	274
五、GNSS静态内业数据处理	275
六、资料与成果	278
第二节 GNSS RTK测量	278
一、GNSS RTK测量模式	278
二、准备工作	279
三、GNSS RTK控制测量	280
四、GNSS RTK地形测量	281