



# 电力工程设计手册

• 电力系统规划设计 •

中国电力工程顾问集团有限公司  
中国能源建设集团规划设计有限公司

编著

POWER  
ENGINEERING  
DESIGN MANUAL



国家出版基金项目  
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

# 电力工程设计手册

• 电力系统规划设计 •

中国电力工程顾问集团有限公司 编著  
中国能源建设集团规划设计有限公司

Power  
Engineering  
Design Manual

中国电力出版社

## 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，系统介绍了电力系统规划设计的内容和方法，充分吸收了 21 世纪电力系统规划设计的先进理念和成熟技术，全面反映了近年来电力系统规划设计的新理论、新技术、新设备、新工艺，列出了大量可靠实用的规划设计基础资料、技术参数、技术方法、计算模型及其参数、图表曲线等。本书是电力系统规划设计工作的实用性工具书，可以满足电力系统规划设计各阶段的要求，也可满足发输变电项目设计各阶段对系统专业配合的需要。

全书分为电力系统一次部分和电力系统二次部分共两篇。电力系统一次部分主要内容包括电力负荷预测、电源规划、电力电量平衡、电网规划设计、无功补偿、电力系统元件数学模型和参数、潮流计算、稳定计算、短路电流计算、内部过电压计算、其他电力系统专题计算、经济比较与评价等；电力系统二次部分主要内容包括电力系统继电保护、电力系统安全稳定控制、电力系统调度自动化、电力市场技术支持系统、时钟同步系统、电力系统通信、数据网及安全防护、电网应急指挥、调度通信楼工艺设计等。

本书是电力系统规划设计人员必不可少的技术工具书，也可作为从事电力系统规划、计划、调度、运行、能源经济等工作的专业人员及高等院校相关专业师生的参考用书。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

电力工程设计手册. 电力系统规划设计 / 中国电力工程顾问集团有限公司, 中国能源建设集团规划设计有限公司编著. —北京: 中国电力出版社, 2019.6

ISBN 978-7-5198-2976-6

I. ①电… II. ①中… ②中… III. ①电力系统规划—设计—手册 IV. ①TM7-62②TM715-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 042482 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: 2019 年 6 月第一版

印 次: 2019 年 6 月北京第一次印刷

开 本: 787 毫米×1092 毫米 16 开本

印 张: 42.75

字 数: 1530 千字

印 数: 0001—1500 册

定 价: 270.00 元

---

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题, 我社营销中心负责退换

# 《电力工程设计手册》

## 编辑委员会

主 任	吴春利						
常务副主任	李宝金	刘广峰					
副 主 任	郑慧莉	龙 辉	史小恒	肖 兰	吕祥涛	杨炳良	
	齐 斌	朱 军	张华伦	詹 扬	孙 波		
委 员	(按姓氏笔画排序)						
	叶勇健	冯 黎	庄 蓉	汤晓舒	许 华	孙向军	
	李向东	李志刚	李彦利	杨 强	杨元峰	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						

# 《电力工程设计手册》

## 秘 书 组

组 长	李宝金	刘广峰					
副 组 长	郑慧莉	龙 辉	陈文楷	杨元峰	张运东		
组 员	李 超	左 鹏	邹 歆	黄一凡	温作铭	许凌爽	
	刘国芳	刘汝青	陈 丽				

# 《电力系统规划设计》

## 编写组

主 编 吴敬坤

副主编 朱玉林 樊 飞

参编人员 (按姓氏笔画排序)

王 昭	王 爽	王 颖	王建华	王绍德	王晓东
尤天晴	孔繁武	叶 红	叶幼君	史大军	丛树安
任树东	刘 洁	李 彬	李东野	李志国	杨 达
杨攀峰	肖景良	吴晓蓉	宋任峰	张 伟	张 项
张 嵩	张忠华	陈凌云	林廷卫	郑 勇	胡 杰
姜伟明	徐 洋	郭 佳	韩树奎	傅 光	

# 《电力系统规划设计》

## 编辑出版人员

编审人员 薛 红 周秋慧 姜丽敏 杨元峰

出版人员 王建华 邹树群 黄 蓓 郝军燕 常燕昆 李 楠

李 娟 王红柳 左 铭 单 玲

# 序 言

改革开放以来，我国电力建设开启了新篇章，经过40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、新工艺和新材料得到广泛应用，信息化水平显著提升。广大电力工程技术人员在多年的工程实践中，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。

电力工程设计是电力工程建设的龙头，在响应国家号召，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，促进电力行业结构优化和转型升级等方面，起到了积极的推动作用。为了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，中国电力工程顾问集团有限公司、中国能源建设集团规划设计有限公司编撰了《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，彰显了企业的社会责任和公益意识。

作为中国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、中国能源建设集团规划设计有限公司在电力勘察设计技术上处于国际先进和国内领先地位，尤其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；另外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。编撰《电力工程设计手册》，不仅系统总结了电力工程设计经验，而且能促进工程设计经

验向生产力的有效转化，意义重大。

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。

汪建中

2019年1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”的发展理念和全面建成小康社会的奋斗目标，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理念，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、中国能源建设集团规划设计有限公司（以下统称“编著单位”）是我国特高压输变电工程勘察设计的主要承担者，完成了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在内的输变电工程勘察设计工作；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，形成了一整套先进设计理念，积累了大量的成熟设计经验，取得了一系列丰硕的设计成果。编撰《电力工程设计手册》系列手册旨在通过全面总结、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，助力电力工程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，编著单位正式启动了《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，编著单位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，内容分别涉及架空输电线路、电缆输电线路、换流站、变电站等领域；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、职业安全与职业卫生等领域。目前新能源发电蓬勃发展，编著单位将适时总结相关勘察设计经验，编撰有关新能源发电

方面的系列设计手册。

《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、强调针对性、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、科研等工作的人员使用，也可供电力和能源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，凝聚了电力工程设计工作者的集体智慧，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成果的系列手册，且内容浩繁，编撰复杂，其中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，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

2019年1月10日

# 前 言

《电力系统规划设计》是《电力工程设计手册》系列手册之一。

本书是在总结新中国成立以来，特别是 2000 年以后电力系统规划设计、建设、生产运行管理经验的基础上，充分吸收了 21 世纪电力系统规划设计、建设和运行管理的先进理念、优秀研究成果、成熟技术和成功经验，系统地介绍了电力系统规划设计的内容和方法，全面反映了近年来电力系统规划设计的新理论、新技术、新设备、新工艺，列出了大量可靠实用的规划设计基础资料、技术参数、技术方法和图表曲线，并在相关章节中简要介绍了设计案例，对提高电力系统规划设计水平和质量，实现电力系统规划设计的科学、合理、规范及开拓创新将起到指导作用。

本书既有理论基础，又有经验总结，以实用性为主，遵循国家法规和贯彻国家相关政策，按照现行相关导则、规程、规范和内容深度规定等技术标准要求，结合电力系统规划设计的特点，分为电力系统一次部分和电力系统二次部分两篇，以电压等级为 220kV 及以上的电力系统为主，兼顾 220kV 以下的电力系统，分别论述了电力系统规划设计的原则、内容、方法、计算模型及其参数、设备选型及其配置和布置等内容。电力系统一次部分主要内容包括电力负荷预测、电源规划、电力电量平衡、电网规划设计、无功补偿、电力系统元件数学模型和参数、潮流计算、稳定计算、短路电流计算、内部过电压计算、其他电力系统专题计算、经济比较与评价等；电力系统二次部分主要内容包括电力系统继电保护、电力系统安全稳定控制、电力系统调度自动化、电力市场技术支持系统、时钟同步系统、电力系统通信、数据网及安全防护、电网应急指挥、调度通信楼工艺设计等。

本书主编单位为中国电力工程顾问集团东北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华东电力设计院有限公司、中国电力工程顾问集团中南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。本书由吴敬坤担任主编，朱玉林和樊飞担任副主编，主编及副主编负责总体框架设计、校稿、整理参考文献等；吴敬坤编写前言、第一章、第十四章、主要量的符号及其计量单位；胡杰编写第二章、附录 A、附录 B；王爽编写第三章、附录 C；杨攀峰、王昭、李志国、叶幼君、史大军编写第四章；李彬、郑勇编写第五章；樊飞、李志国、郭佳、肖景良、宋任峰、林廷卫、陈凌云、杨攀峰、王昭、叶幼君、史大军编写第六章；林廷卫、陈凌云编写第七章；李东野、林廷卫、陈凌云、杨攀峰、王昭、王绍德、任树东编写第八章；肖景良、宋任峰编写第九章；郭佳编写第十章；叶幼君、史大军编写第十一章；樊飞、傅光编写第十二章；王绍德、任树东、李东野编写第十三章；朱玉林编写第十五章；王建华、孔繁武、王颖、张忠华编写第十六章；吴晓蓉、张忠华编写第十七章；姜伟明、丛树安、叶红、杨达、徐洋、张伟、张嵩编写第十八章；杨达编写第十九章；王晓东、张嵩编写第二十章；尤天晴、张頊、刘洁、王晓东、韩树奎编写第二十一章；刘洁、张嵩编写第二十二章；徐洋、张伟编写第二十三章；张伟、徐洋、尤天晴、王晓东编写第二十四章。

本书是电力系统规划设计系统一次专业和系统二次专业人员的技术工具书，可以满足电力系统规划设计各阶段要求，也可满足发输变电项目设计各阶段对系统专业配合的需要。本书也可作为从事电力系统规划、计划、调度、运行、能源经济等工作的专业人员及高等院校相关专业师生的参考书。

在本书的编写过程中，参考了《电力系统设计手册》（1998 年中国电力出版社出版）的数据和资料，在此谨向《电力系统设计手册》的编写人员纪雯、李骈文、陈淑真、孔庆东、谭永才、何善瑾、钱如瑛、严朗威、马昆辰、范本鑫、罗时年、赵章泰、肖文涛、朱云生致以由衷的感谢。

《电力系统规划设计》编写组

2019 年 1 月

# 目 录

序言  
总前言  
前言

## 第一篇 电力系统一次部分

### 第一章 一次部分综述..... 3

#### 第一节 电力系统的概念及构成..... 3

一、电力系统的概念..... 3

二、电力系统的构成..... 4

#### 第二节 电力系统规划设计的意义和作用..... 5

一、电力系统规划设计的意义..... 5

二、电力系统规划设计的作用..... 5

#### 第三节 电力系统规划设计的主要任务..... 5

一、按规划时段划分..... 5

二、按地区划分..... 6

三、按具体工作内容划分..... 6

#### 第四节 电力系统规划设计的主要原则..... 6

一、符合国民经济和社会发展规划需求..... 6

二、遵循国家法规和贯彻国家相关政策..... 7

三、满足电力行业相关技术标准要求..... 7

四、实行动态管理..... 7

#### 第五节 电力系统规划设计工作程序和方法..... 7

一、电力系统规划设计工作程序..... 7

二、电力系统规划设计工作方法..... 8

### 第二章 电力系统规划设计资料调查..... 10

#### 第一节 国民经济和社会发展资料调查..... 10

一、历史及现状资料调查..... 10

二、发展规划资料调查..... 10

#### 第二节 能源资源资料调查..... 10

一、煤炭资源..... 10

二、石油资源..... 11

三、天然气资源..... 11

四、水力资源..... 11

五、新能源及非水可再生能源资源..... 11

#### 第三节 电力系统资料调查..... 11

一、电力需求..... 11

二、电力供应..... 12

三、电网建设..... 13

四、系统运行特点及存在问题资料调查..... 14

#### 第四节 其他资料调查..... 14

### 第三章 电力负荷预测..... 15

#### 第一节 电力负荷分类..... 15

一、按物理性能分类..... 15

二、按电能的生产、供给和销售过程分类..... 15

三、按所属行业分类..... 15

四、按在电力系统中的分布分类..... 15

五、按重要性分类..... 15

六、按用电特性分类..... 15

七、按时间分类..... 16

八、按电网调度关系分类..... 16

九、按大小分类..... 16

十、按销售电价分类..... 16

#### 第二节 电力负荷预测方法..... 16

一、基本要求..... 16

二、基本步骤..... 17

三、需电量预测方法..... 17

四、最大负荷值预测方法..... 23

五、结果表述..... 24

#### 第三节 电力负荷特性..... 25

一、日负荷特性指标..... 25

二、年负荷特性指标..... 25

#### 第四节 电力负荷曲线编制..... 26

一、电力负荷曲线的分类..... 26

二、电力负荷曲线编制方法..... 28

## 第四章 电源规划.....31

### 第一节 发电能源开发及利用.....31

一、发电能源供应.....31

二、电源开发规模.....32

### 第二节 发电系统可靠性.....32

一、可靠性指标.....33

二、发电系统可靠性计算方法.....34

### 第三节 电源规划设计.....38

一、电源规划的目的和一般原则.....38

二、电源结构选择.....38

三、电源布局选择.....40

四、电源容量确定.....40

五、电源规划设计方法.....43

### 第四节 电源优化软件.....45

一、电源优化的研究现状.....45

二、电源投资优化决策.....46

三、随机生产模拟.....48

### 第五节 电源规划选址.....50

一、火电厂厂址选择.....50

二、核电厂厂址选择.....53

三、风电场场址选择.....55

四、太阳能电站站址选择.....56

## 第五章 电力电量平衡.....59

### 第一节 平衡的目的及容量组成.....59

一、平衡的目的.....59

二、容量组成.....59

### 第二节 电源的运行特性和检修安排.....60

一、电源的运行特性.....60

二、检修安排.....62

### 第三节 备用容量.....63

一、负荷备用容量.....63

二、事故备用容量.....63

三、检修备用容量.....63

四、电源承担备用原则.....63

### 第四节 平衡计算方法和过程.....64

一、平衡计算方法.....64

二、平衡计算过程.....66

### 第五节 平衡计算输入与输出.....70

一、数据收集与处理.....70

二、电力平衡.....74

三、电量平衡.....76

四、调峰平衡.....76

## 第六章 电网规划设计.....79

### 第一节 电网规划设计任务原则和一般方法.....79

一、主要内容及任务.....79

二、主要原则及要求.....79

三、相关技术标准及要求.....80

四、工作程序和规划设计方法.....82

### 第二节 交流输电.....85

一、电压等级选择.....85

二、线路导线截面选择及输电能力.....87

三、变电站布局和规模.....101

四、电气主接线.....104

五、电网中性点接地方式.....109

六、串联补偿.....113

### 第三节 直流输电.....115

一、直流输电特点及应用.....115

二、交直流输电方式的选择.....115

三、输电容量.....116

四、输电电压等级.....118

五、直流输电工程起落点选择.....119

六、直流线路导线截面选择.....119

七、柔性直流输电.....121

### 第四节 主干电网规划设计.....125

一、主干电网规划设计的内容和要求.....125

二、主干电网规划设计的特点及要点.....125

三、大型电源送出输电系统规划.....126

四、受端系统规划.....128

五、联网规划.....130

### 第五节 发电厂接入系统设计.....131

一、接入系统设计原则.....132

二、接入系统安全稳定标准.....132

三、接入系统电压等级.....132

四、接入系统方案.....133

五、主要技术参数.....133

### 第六节 交流变电站接入系统设计.....135

一、接入系统设计原则.....135

二、接入系统方案.....136

三、主要技术参数.....136

### 第七节 常规直流换流站接入系统设计.....140

一、接入系统设计原则.....140

二、接入系统电压等级.....141

三、接入系统方案.....141

四、主要技术参数.....141

五、直流输电系统运行方式及电气  
主接线.....144

六、直流输电系统性能要求.....144

七、直流输电系统对交流系统的影响.....146

### 第八节 推荐方案评价.....146

### 第九节 规划选站和选线.....147

一、规划选站.....147

二、规划选线	150	第六节 太阳能发电系统	200
<b>第七章 无功补偿</b>	155	一、系统简介	200
第一节 设计原则	155	二、光伏发电系统的数学模型	201
一、电压运行要求	155	第七节 电力负荷	202
二、分层分区平衡原则	155	一、分类与简介	202
三、无功备用容量安排原则	155	二、静态负荷	203
四、无功补偿配置要求	155	三、动态负荷	203
第二节 无功负荷及电源	156	四、综合负荷	204
一、无功负荷	156	第八节 动态无功补偿设备	204
二、无功电源	157	一、分类与简介	204
第三节 无功功率平衡	160	二、静止无功补偿器	205
一、平衡目的	160	三、静止同步补偿器	206
二、电网无功平衡	160	第九节 串联电容补偿模型和参数	207
三、发电侧无功平衡	162	一、分类与简介	207
四、用户侧无功平衡	163	二、串联补偿接线	207
五、换流站无功平衡	163	三、串联补偿的数学模型	208
第四节 无功补偿容量配置及选型	165	四、可控串联补偿的基本控制策略	209
一、容量配置	165	第十节 电力系统等值	210
二、设备选型	169	一、电力系统等值的意义及分类	210
<b>第八章 电力系统元件数学模型和参数</b>	172	二、电力系统静态等值	211
第一节 电力线路	172	三、电力系统动态等值	211
一、分类与简介	172	第十一节 电力系统等效电路和标幺值	213
二、架空线路	172	一、多级电压电力网的等效电路	213
三、电力电缆	178	二、三相系统的标幺值	213
四、气体绝缘输电线路(GIL)	179	三、系统阻抗图的编制	213
第二节 变压器	181	<b>第九章 潮流计算</b>	215
一、分类与简介	181	第一节 潮流计算目的和内容	215
二、双绕组变压器的正序等效电路和参数	181	第二节 功率分布计算	215
三、三绕组变压器的正序等效电路和参数	182	一、线路功率损耗与电压降落	215
四、自耦变压器的正序等效电路和参数	183	二、开式与闭式网络潮流计算	216
五、变压器的零序等效电路	183	三、多级电压并列网络潮流计算	217
第三节 同步电机	184	第三节 功率损耗和电能损耗	218
一、分类与简介	184	一、交流输电损耗	218
二、稳态数学模型及运行特性	186	二、直流输电损耗	219
三、暂态数学模型及运行特性	187	第四节 电力系统潮流的计算机算法	220
第四节 直流输电系统	188	第五节 电压调整	222
一、分类与简介	188	一、调整目标和原则	222
二、常规直流输电	189	二、主要调压措施	222
三、柔性直流输电	192	三、调相调压计算	223
第五节 风力发电系统	198	第六节 潮流计算基础条件和结果分析	223
一、分类与简介	198	一、潮流计算基础条件	223
二、风轮及其控制系统模型	199	二、潮流计算结果分析	225
三、发电机模型	199	<b>第十章 稳定计算</b>	226
四、控制系统模型	200	第一节 电力系统稳定性分类和稳定计算目的	226

一、电力系统稳定性分类	226	第五节 网络等值计算	253
二、稳定计算的目的	227	一、等值前提条件	253
第二节 电力系统静态稳定计算	228	二、正序等值	253
一、基本概念	228	三、零序等值	253
二、静态稳定的计算方法	228	第六节 短路电流限制	253
第三节 暂态稳定和动态稳定计算	229	一、影响短路电流水平的因素	253
一、暂态稳定计算	229	二、短路电流增大引起的问题和危害	253
二、动态稳定计算	231	三、限制措施	254
第四节 电压稳定计算	233	四、限流设备参数选择	254
一、基本概念	233	<b>第十二章 内部过电压计算</b>	256
二、计算方法	233	第一节 概述	256
第五节 交直流混合系统运行特性	235	第二节 操作过电压	257
一、交流系统故障对直流系统的影响	235	一、切除空载线路过电压	257
二、直流系统故障对交流系统的影响	235	二、空载线路合闸过电压	258
三、大扰动下交、直流系统的相互作用	236	三、切除空载变压器过电压	260
四、小扰动下交、直流系统的相互作用	236	四、间歇电弧接地过电压	261
第六节 稳定计算基本要求和结果分析	236	五、操作过电压相关概念	263
一、计算工具和基本要求	236	第三节 暂时过电压	264
二、稳定计算结果分析	239	一、工频电压升高	264
第七节 提高电力系统稳定的措施	240	二、谐振过电压	267
一、提高静态稳定的技术措施	240	第四节 潜供电流和恢复电压	268
二、提高暂态稳定的技术措施	240	一、基本概念	268
三、提高电压稳定性的技术措施	241	二、中性点小电抗器	270
四、系统采用提高稳定措施的考虑	242	三、感性补偿线路的潜供电流和恢复电压计算	271
第八节 电力系统低频振荡	243	四、工频谐振过电压计算	272
一、基本特性	243	第五节 感应电压和感应电流	274
二、分析方法	243	一、基本概念	274
三、抑制低频振荡措施介绍	244	二、主要影响因素	274
第九节 发电机失磁对系统稳定的影响	244	第六节 同步电机自励磁	275
一、发电机的失磁过程	244	一、自励磁类型	275
二、对系统的影响和估算方法	246	二、自励磁边界	277
三、防止失磁的主要措施	246	三、自励磁工程判断方法	278
<b>第十一章 短路电流计算</b>	248	<b>第十三章 其他电力系统专题计算</b>	279
第一节 短路电流计算目的和内容	248	第一节 电力系统谐波	279
一、计算目的	248	一、谐波的产生与危害	279
二、计算内容	248	二、测量与计算	283
第二节 短路电流计算条件和方法	249	三、抑制措施	285
一、计算条件	249	第二节 电压波动和闪变	286
二、计算方法	249	一、产生与危害	286
第三节 短路电流工频周期分量计算	250	二、电压波动的测量与计算	287
一、基本计算公式	250	三、闪变的测量与计算	288
二、对称分量法	250	四、抑制措施	289
三、计算机算法及数学模型	251	第三节 电力系统三相电压不平衡	289
四、正序等效定则	251	一、产生与危害	289
五、计算分析	252		
第四节 短路电流非周期分量计算	252		

二、测量与计算	290	二、资金时间价值的衡量	308
三、抑制措施	291	三、资金等值及常用计算公式	309
第四节 次同步谐振	292	第三节 经济比较方法	311
一、产生与危害	292	一、效益比较法	311
二、风险评估方法	294	二、费用比较法	312
三、参数与运行方式	297	三、参数选择和投资及费用计算	313
四、预防抑制措施及其选择	298	第四节 财务评价方法	314
第五节 次同步振荡	301	一、财务评价的意义	314
一、产生与危害	301	二、盈利能力分析	315
二、主要分析方法及抑制措施	303	三、偿债能力分析	316
<b>第十四章 经济比较与评价</b>	<b>306</b>	第五节 国民经济评价方法	316
第一节 经济比较与评价的意义和原则	306	一、国民经济评价的意义	316
一、经济比较与评价的意义	306	二、经济效益和经济费用的识别与计算	317
二、经济比较与评价的原则	306	三、经济费用效益分析	317
三、经济比较的注意事项	306	四、费用效果分析	317
第二节 资金时间价值和资金等值计算	307	第六节 不确定性分析	318
一、现金流量与现金流量图	307	一、经济评价不确定性分析	318
		二、方案比较不确定性分析	320

## 第二篇 电力系统二次部分

<b>第十五章 二次部分综述</b>	<b>323</b>	四、330kV及以上中性点直接接地系统	343
第一节 电网调度管理体制	323	五、线路保护通道	348
一、电网调度机构的职责范围	323	六、设备选择	351
二、电网调度机构设置	323	第三节 母线保护	353
第二节 电力系统二次部分设计内容	324	一、母线保护类型	353
一、专业划分及设计内容	324	二、配置原则及要求	357
二、设计阶段	325	三、单母线接线	358
第三节 主要设计原则	325	四、双母线接线	359
一、遵循国家各项法律、法规和相关		五、设备选择	361
产业政策	325	第四节 断路器失灵保护	362
二、遵循电力行业各项标准和技术规程、		一、应用及配置原则	362
规定	325	二、配置方案及逻辑回路设计	362
三、符合本领域各种规划要求	325	三、断路器失灵保护的对外配合	364
四、遵循工程上阶段确定的技术原则和		第五节 自动重合闸	365
主要技术方案	325	一、应用及配置	365
五、满足合同要求	326	二、逻辑回路设计	367
<b>第十六章 电力系统继电保护</b>	<b>327</b>	三、重合闸的对外配合	371
第一节 一般规定	327	第六节 其他保护及辅助装置	371
一、概述	327	一、母联(分段)保护	371
二、影响继电保护配置的主要因素	327	二、短引线保护	371
第二节 线路保护	328	三、T区保护	372
一、类型及适用范围	328	四、远方跳闸保护	372
二、35kV及以上中性点非直接接地系统	329	五、工频过电压保护	375
三、110~220kV中性点直接接地系统	330	六、电压切换	375
		七、断路器失灵启动装置	376
		八、操作箱	379