



电力工程设计手册

• 架空输电线路设计 •

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

中国电力出版社



ISBN 978-7-5198-2578-2



9 787519 825782 >

定价：400.00元



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

电力工程设计手册

• 架空输电线路设计 •

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

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，是按架空输电线路的设计要求编写的实用性工具书，可以满足交直流架空输电线路设计的内容深度要求。主要内容包括架空输电线路电气、结构的设计原则、设计要点、设计计算、设备材料选择与布置、设计内外接口、设计注意事项等。

本书是依据最新标准的内容要求编写的，充分吸纳了交直流超、特高压架空输电线路建设的先进理念和成熟技术，广泛收集了线路设计的成熟案例，全面反映了近年来架空输电线路建设的新技术、新设备、新材料、新工艺，列入了大量成熟可靠的设计基础资料和技术数据。

本书是从事架空输电线路设计、施工和运行的技术人员和管理人员的工具书，也可作为其他行业从事线路专业设计人员的参考书，还可供高等院校相关专业的师生参考使用。

图书在版编目（CIP）数据

电力工程设计手册. 架空输电线路设计 / 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 978-7-5198-2578-2

I. ①电… II. ①中… ②中… III. ①电力工程—架空线路—输电线路—设计—手册 IV. ①TM7-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 250068 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: 65

字 数: 2335 千字

印 数: 0001—3000 册

定 价: 400.00 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

- 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

《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				

《架空输电线路设计》

编写组

主 编 张国良

副主编 陈兴哲

参编人员 (按姓氏笔画排序)

王仲华	刘文勋	刘洪义	刘福海	纪新元	李 龙
李 鑫	李幸周	李晓光	杨礼东	杨振国	吴光臣
何 健	谷仁川	张 健	张 瑚	张广玉	张林枫
张春奎	张洞明	陈 光	赵 伟	赵 峥	赵全江
柏晓路	袁志磊	夏 宇	高培国	高福军	黄 兴
黄金龙	梁 明	韩志军	温作铭		

《架空输电线路设计》

编辑出版人员

编审人员 陈 倩 邓慧都 李文娟 刘丽平 华 峰 王春娟

出版人员 王建华 邹树群 黄 蓓 常燕昆 太兴华 郝军燕

李 楠 陈丽梅 马素芳 王红柳 赵姗姗 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。

汪建平

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

《架空输电线路设计》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 年以后架空输电线路设计、施工、运行管理经验的基础上，充分吸收了特高压交直流输电线路建设和运行管理的先进理念和成熟技术，广泛收集输电线路设计的成熟先进案例编写而成。本书全面反映了近年来新建超、特高压输电线路工程中使用的新技术、新设备、新材料、新工艺，对提高架空输电线路设计质量，提升设计水平，实现线路设计的标准化、规范化，促进绿色、节能、环保型线路建设将起到指导作用。

本书以实用性为原则，按照现行相关规范、标准的内容规定，结合架空输电线路的特点，以线路设计专业为单元，分别论述了各专业的设计原则、设计要点、设计计算方法、确定原则、设备材料选型及其布置、相关设计图纸内容、设计内外接口等。

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南电力设计院有限公司。本书由张国良担任主编，负责总体框架设计和校稿，并编写前言、第一章、第三章、参考文献等；陈兴哲担任副主编，负责编写第五章等；夏宇、黄金龙、何健编写第二章；陈光、张洞明、韩志军、张林枫、张瑚编写第三章；赵全江、张林枫、张瑚、刘文勋、柏晓路编写第四章；陈兴哲、纪新元、吴光臣、张洞明编写第五章；高福军、王仲华编写第六章；张广玉、谷仁川、赵伟编写第七章；张健、何健、高培国、李鑫、杨礼东、张春奎编写第八章；刘洪义、李幸周、刘福海、张春奎编写第九章；李龙、杨振国、张健编写第十章；梁明、黄兴、何健、张健编写第十一章；袁志磊、赵峥、温作铭、张广玉、高培国编写第十二章；夏宇、刘洪义、刘福海编写第十三章；黄金龙、刘洪义编写第十四章；张广玉、赵伟、李晓光、黄金龙编写附录。

本书是从事架空输电线路设计、施工和运行的相关技术人员和管理人员的工具

书，可以满足架空输电线路前期工作、初步设计、施工图设计等阶段的深度要求。本书也可作为其他行业从事架空输电线路专业设计人员的参考书，还可供高等院校相关专业的师生参考使用。

《架空输电线路设计》编写组

2019年1月

目 录

序言
总前言
前言

第一章 输电线路设计内容和流程	1	第二章 路径	26
第一节 可行性研究设计	1	第一节 路径选择	26
一、线路路径选择及工程设想	1	一、路径选择的原则	26
二、投资估算	3	二、路径选择的特点	27
第二节 初步设计	3	三、路径选择的注意事项	27
一、初步设计说明书	4	第二节 路径选择方法、内容深度及流程	27
二、主要设备材料清册	8	一、路径选择的方法	27
三、施工组织设计大纲	8	二、各设计阶段路径选择方案的内容深度	28
四、概算书	9	三、各设计阶段路径选择的流程	29
第三节 施工图设计	9	第三节 路径协议	30
一、施工图总说明书及附图	10	一、路径收资协议工作范围和深度	30
二、线路平断面定位图及杆塔明细表	12	二、路径协议的单位、主要内容及注意事项	30
三、机电施工图及说明书	13	第四节 路径优化	32
四、杆塔施工图及说明书	14	第五节 通道设计原则	32
五、基础施工图及说明书	15	一、通道设计主要工作内容	32
六、通信保护施工图及说明书	16	二、通道设计主要原则	33
七、OPGW (ADSS) 施工图	16	第六节 通道设计相关规程、规范	37
八、设备材料表	17	一、爆破区域的安全距离有关规程、规范	37
九、通道清理施工图及说明书	17	二、危险品厂房(仓库)等的防火间距有关规程、规范	48
十、工程地质报告	17	三、埋地石油、天然气管道有关规程、规范	52
十一、水文气象报告	17	四、城镇燃气埋地管道有关规程、规范	53
十二、预算书	18	五、机场净空和障碍物限制面有关文件及标准	53
十三、大跨越设计施工图及说明书	18	六、气象设施和气象探测环境保护条例	57
十四、工程技术档案资料	22	第三章 交流输电线路电气部分	59
第四节 竣工图设计	22	第一节 电气参数	59
一、编制要求	22		
二、范围和内容深度	23		
三、竣工图审核	23		
四、印制、交付与归档	23		
第五节 设计流程	24		

一、输电线路电气参数	59	五、接地设计	184
二、序参数	60	第十节 导线换位	204
三、输电线路的波阻抗和自然功率	69	一、线路换位的作用	204
四、导线表面的电场强度	69	二、换位方式	204
第二节 导线选择及载流量计算	71	三、地线换位的作用	205
一、按经济电流密度选择导线截面	71	四、线路不平衡度	205
二、导线允许载流量的计算方法	71	五、线路电压不平衡度的计算方法	206
三、影响导线载流量的因素	74	第十一节 地线	209
四、年费用最小法	74	一、地线的作用	209
第三节 交流电晕	74	二、电磁感应和电能损失的计算	209
一、导线表面状况和大气条件对电晕的 影响	74	三、静电感应的计算	210
二、导线的电晕临界电场强度	75	四、地线的绝缘	211
第四节 电能损失	75	五、光纤复合架空地线	212
一、电阻损失	75	六、地线 (OPGW) 热稳定计算	214
二、电晕损失	77	七、地线表面电场强度要求	215
第五节 无线电干扰	79	第四章 直流线路电气部分	216
一、输电线路无线电干扰的特性	79	第一节 导线载流量	216
二、输电线路无线电干扰的限值标准	83	第二节 电晕	216
三、输电线路无线电干扰的预估	83	一、导线表面状况、大气条件对电晕的 影响	217
四、输电线路无线电干扰限值的防护及其 计算	88	二、导线表面电场强度计算	217
第六节 可听噪声	95	三、导线电晕临界电场强度	219
一、输电线路可听噪声及其计量	95	四、地线电晕	220
二、可听噪声的限值	96	第三节 电能损失	222
三、可听噪声的预计	97	一、电阻损失计算	222
第七节 电磁效应	101	二、电晕损失估算	223
一、电场效应	101	三、电能损失计算	227
二、磁场效应	113	第四节 电场效应	227
三、电磁效应控制限值标准	115	一、电场效应原理及特点	227
第八节 绝缘配合设计	117	二、人在直流输电线下感受	228
一、线路绝缘配合设计的原则	117	三、合成电场与离子流密度的限值	229
二、高海拔地区外绝缘的修正	119	四、合成电场与离子流密度测量	229
三、工频电压绝缘设计	119	五、合成电场强度与离子流密度计算 方法	230
四、操作过电压绝缘设计	132	六、算例	234
五、雷电过电压下绝缘配合设计	147	七、合成电场与离子流密度的影响因素	235
六、空气间隙	152	第五节 无线电干扰	246
七、档距中央的绝缘配合	163	一、无线电干扰的形成机理与特性	246
八、塔头规划设计程序	167	二、无线电干扰的计量和测量	247
第九节 防雷保护与接地	167	三、无线电干扰的限值	247
一、雷电参数	167	四、无线电干扰的预估	248
二、输电线路上的雷电过电压	169	五、无线电干扰的影响因素	249
三、输电线路的防雷保护计算	171	六、算例	253
四、输电线路综合防雷措施	181		

第六节 可听噪声	253	三、组合导线的力学特性	302
一、可听噪声产生机理与特性	253	四、电线单位荷载及比载	303
二、可听噪声的计量和测量	254	第三节 电线的应力弧垂计算	303
三、可听噪声限值	255	一、电线悬挂曲线方程式	303
四、可听噪声的预估方法	256	二、弧垂公式的选用	305
五、可听噪声的影响因素	257	三、电线的状态方程式	305
六、算例	261	四、连续档的代表档距及档距中央应力 状态方程	306
第七节 绝缘配合	262	五、水平、垂直档距	307
一、直流线路绝缘子电气特性	262	六、极大档距、极限档距和允许档距	308
二、直流线路绝缘子型式	262	七、电线应力弧垂曲线计算	309
三、直流线路绝缘子片数(长度) 选择	264	八、具有非均布荷载的孤立档电线应力 弧垂计算	316
四、直流线路空气间隙计算	275	第四节 直线杆塔上电线纵向不平衡 张力计算	324
第八节 防雷保护与接地	281	一、固定线夹断线张力的计算	324
一、直流输电线路雷电特性	281	二、线路正常运行中的不平衡张力计算	328
二、防雷保护计算	282	三、导线断线时地线支持力计算	331
三、雷击档距中央地线	282	第五节 施工弧垂计算、调整、观测、 安装和验收	333
四、接地设计	283	一、电线的初伸长及其处理	333
五、防雷接地的相关规定及措施	283	二、架线弧垂及弧垂曲线	336
第九节 地线	284	三、连续上下山的架线观测弧垂及 悬垂线夹的安装位置	337
一、地线作用及选型	284	四、电线弧垂的观测方法	339
二、直流输电线路地线的表面电场强度	285	五、装配架线计算方法	342
三、地线绝缘方式	285	六、验收计算弧垂与检测弧垂的比较和 处理	343
第十节 直流接地极线路	285	第六节 电线防振与防舞	344
一、设计气象条件	285	一、电线受风振动的种类、损害及防护 概况	344
二、导地线选择	285	二、电线微风振动的基本原理	345
三、导线布置	285	三、电线无危险振动的判断	349
四、绝缘配合	286	四、电线防振措施	350
五、防雷接地	288	五、防振锤安装数量	353
六、对地距离及交叉跨越	288	六、防振锤安装距离	355
第五章 电线力学计算	289	七、导线防舞	357
第一节 气象参数选取与组合	289	第六章 对电信线路的影响及其防护	361
一、气象资料收集的内容和用途	289	第一节 基础知识	361
二、气象资料的收集方法和气象分段	289	一、架空输电线路	361
三、设计气象条件的选定原则	290	二、电信线路	361
四、基本风速的选择	291	三、输电线路对电信线路的影响	362
五、线路风速及风压高度变化系数	293	四、电信线路与输电线路接近	362
六、线路电线风压计算	294	第二节 基础知识	361
七、电线覆冰厚度的选择	296	一、架空输电线路	361
八、计算用气象条件的组合	296	二、电信线路	361
第二节 电线的机械特性	298	三、输电线路对电信线路的影响	362
一、电线的种类和选用	298	四、电信线路与输电线路接近	362
二、单股线的机械特性	301		