



# 电力工程设计手册

## • 火力发电厂节能设计 •

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



国家出版基金项目  
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

要 录 目 录

# 电力工程设计手册

## • 火力发电厂节能设计 •

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

交 通 邮 政 特 准 挂 号

交 通 邮 政 特 准 挂 号 出 版 证 字 号 出 0121

## 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,是介绍火电厂节能设计的实用性工具书。本书主要内容包括锅炉、汽轮机、水工、电气、仪表与控制、建筑与暖通空调等专业的节能设计原则、设计要点、设计计算、系统确定、设备选型等,并介绍了主要设计阶段节能设计的内容要求、节能报告编制要求。为便于读者使用,本书还列举了大量的典型案例。此外,本书对燃气-蒸汽联合循环电厂节能设计也进行了充分的介绍。

本书是依据现行相关节能规范、标准编写而成的,充分吸纳了 21 世纪以来火电厂节能设计和运行管理的先进理念,全面反映了近年来在火电工程建设中使用的节能新技术、新设备、新工艺。

本书是供电火电厂节能设计、评估、施工和运行管理人员使用的工具书,也可作为高等院校相关专业师生、电力企业节能运行管理人员的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

电力工程设计手册. 火力发电厂节能设计 / 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 978-7-5198-0625-5

I. ①电… II. ①中… III. ①火电厂-建筑设计-节能设计-手册  
IV. ①TM7-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 070333 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: 15.25

字 数: 537 千字

印 数: 0001—1500 册

定 价: 98.00 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

## 《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	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		

## 《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	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				

主 编 龙 辉

副 主 编 倪 煜

参编人员 (按姓氏笔画排序)

马欣欣 马欣强 叶勇健 付 铁 阮 刚 李利平

杨月红 杨晓杰 陈 宇 陈玉虹 房继峰 赵 磊

姚 雯 徐 罡 康 慧 章 勇 惠 超 雷梅莹

编审人员 刘汝青 赵鸣志 刘亚南 宋红梅 胡顺增 姜丽敏

出版人员 王建华 李东梅 邹树群 黄 蓓 郝军燕 陈丽梅

李 娟 王红柳 张 娟

# 序 前 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生命周期的综合效益。

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

《火力发电厂节能设计》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 年以后火电厂节能设计、施工、运行管理经验的基础上，充分吸收了 21 世纪以来火电厂节能设计和运行管理的先进理念和成熟技术，广泛收集了火电厂节能设计的成熟先进案例，对提高火电厂节能设计水平，实现火电厂节能设计的标准化、规范化将起到指导作用。

本书以实用性为主，遵循国家有关方针、政策和法规，按照现行的相关节能规范、标准的规定，结合火电厂工艺系统的特点，按锅炉、汽轮机、水工、电气、仪表与控制、建筑及暖通空调等专业分别论述了各个系统的节能设计原则、设计要点、设计计算、系统确定、设备选型及其布置等内容；结合工程具体情况，介绍了节能设计的新工艺、新设备、新技术。此外，本书还介绍了燃气-蒸汽联合循环电厂节能设计，以及火电厂节能设计文件编制、节能报告编制。

本书主编单位为中国电力工程顾问集团有限公司，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等。本书由龙辉担任主编，负责总体框架设计、全书校核等统筹性工作，倪煜担任副主编。龙辉、倪煜编写第一章；叶勇健、陈宇编写第二章；马欣强、杨晓杰编写第三章；惠超编写第四章；姚雯、杨月红编写第五章；李利平、马欣欣编写第六章；雷梅莹、康慧编写第七章；章勇、徐罡、赵磊、陈玉虹编写第八章；阮刚编写第九章；房继峰编写第十章；付铁编写第十一章。参加本书校核的还有张江霖、李超、黄晶晶、邹歆、孙叶柱等。

本书是供火电厂节能设计工作人员使用的工具书，可以满足火电厂前期工作、初步设计、施工图设计等阶段的深度要求，也可作为高等院校相关专业师生、电力企业节能运行管理人员的参考书。

《火力发电厂节能设计》编写组

2017年2月

# 目 录

序言	
总前言	
前言	
<b>第一章 综述</b> .....1	
第一节 火电厂能耗分析及节能途径.....1	
一、我国电力发展存在的问题.....1	
二、火电厂主要耗能点.....2	
三、火电厂节能途径.....2	
第二节 火电厂能耗指标.....4	
一、发电标准煤耗率.....4	
二、厂用电率.....5	
三、供电标准煤耗率.....5	
第三节 节能设计工作程序及内容.....6	
一、节能设计工作程序.....6	
二、各设计阶段节能设计主要工作内容.....6	
<b>第二章 火电厂锅炉专业节能设计</b> .....7	
第一节 锅炉效率及其影响因素.....7	
一、煤种.....7	
二、锅炉效率.....7	
三、节能措施.....10	
四、超超临界机组典型锅炉效率及热损失.....14	
第二节 烟风系统及设备节能设计.....16	
一、风机选型原则.....16	
二、风机选型参数计算原则.....16	
三、风机进出口管道布置设计.....17	
四、烟风道内介质流速选择.....18	
五、一次风系统节能设计案例.....19	
第三节 制粉系统节能设计.....19	
一、磨煤机选型.....19	
二、制粉系统选择.....20	
三、管道布置.....21	
第四节 烟气余热利用系统设计.....21	
一、低温省煤器方案.....21	
二、烟气余热二元利用方案.....25	
三、烟气余热梯级利用方案.....26	
四、锅炉效率和汽轮机热耗率的计算.....28	
五、烟气余热利用系统主要设计计算.....29	
六、烟气换热器设计.....33	
七、烟气余热利用案例.....34	
<b>第三章 火电厂汽轮机专业节能设计</b> .....39	
第一节 汽轮机参数对热耗率的影响及选择.....39	
一、汽轮机参数对热耗率的影响.....39	
二、二次再热机组参数对热耗率的影响.....40	
三、一次再热及二次再热超超临界机组典型汽轮机参数.....43	
第二节 汽轮机本体对机组效率的影响.....46	
一、影响汽轮机内外效率的因素.....46	
二、采用全周进汽模式.....47	
三、设置补汽调节阀.....48	
四、末级叶片优化.....48	
五、先进汽封技术.....49	
第三节 主蒸汽和再热蒸汽系统节能设计.....50	
一、主蒸汽和再热蒸汽系统压降优化.....50	
二、主蒸汽和再热蒸汽管道压降优化设计案例.....51	
第四节 回热系统节能设计.....53	
一、选择回热系统级数.....54	
二、设置高压加热器外置式蒸汽冷却器.....55	
三、设置0号高压加热器.....55	
第五节 给水系统节能设计.....57	
一、汽轮机给水泵组设置.....57	
二、除氧器选型.....58	
第六节 凝结水系统节能设计.....59	
一、凝结水泵选型.....59	

二、凝结水补水系统设置与优化	60	四、智能照明控制系统	117
第七节 凝汽器及真空系统节能设计	60	五、照明光源、镇流器的能效评价值	117
一、背压与汽轮机热耗率的关系	60	六、稳压装置及补偿电容器	117
二、凝汽器选择	61	七、照明节能的评价指标	118
三、真空系统节能优化	63	八、道路照明和户外照明节能措施	119
第八节 热力系统疏水节能设计及乏汽利用	64	<b>第六章 火电厂仪表与控制专业节能设计</b>	120
一、低压加热器疏水系统优化	64	第一节 检测仪表设置与选择	120
二、暖风器疏水系统优化	65	一、温度测点布置	120
三、汽水管道疏放水系统节能设计	66	二、压力测点布置	122
四、废热利用方案设计	67	三、流量测点布置	123
第九节 汽轮机排汽余热利用	67	四、其他参数的测量与分析	123
一、热泵供热	67	第二节 信息系统节能设计	124
二、汽轮机低真空供热	69	一、配煤与掺烧管理功能设计	124
三、汽轮机抽凝背(NCB)供热	69	二、机组性能在线计算功能设计	124
四、汽轮机排汽余热利用热经济指标分析案例	70	三、运行优化指导功能设计	125
<b>第四章 火电厂水工专业节能设计</b>	71	第三节 节能优化控制	126
第一节 湿冷系统节能设计	71	一、单元机组负荷优化控制	126
一、直流供水系统节能	71	二、锅炉蒸汽温度优化控制	129
二、循环供水系统节能	74	三、燃烧优化控制	130
第二节 空冷系统节能设计	78	四、锅炉吹灰优化控制	130
一、直接空冷系统节能	78	五、节能优化控制功能选用说明	131
二、间接空冷系统节能	80	<b>第七章 火电厂建筑专业及暖通空调专业节能设计</b>	132
第三节 节能设计案例	81	第一节 建筑热工设计分区及节能设计要求	132
<b>第五章 火电厂电气专业节能设计</b>	88	一、建筑热工设计分区	132
第一节 厂用电率的估算及降低厂用电率的设计措施	88	二、代表城市建筑热工设计分区	133
一、厂用电率的概念及估算方法	88	三、不同热工设计分区的火电厂节能设计要求	133
二、降低厂用电率的设计措施	90	第二节 建筑与建筑热工节能设计	134
第二节 电动机调速	91	一、火电厂建筑节能设计现状	134
一、交流电动机调速方式概述	91	二、建筑节能设计原则、一般要求及分类	134
二、调速方式的选择	94	三、各类建筑节能设计要点及围护结构热工设计	135
三、变频调速系统的选用及相关设计	94	第三节 暖通空调节能设计	138
四、永磁调速方式的选用及相关设计	99	一、主要系统耗能特点	138
第三节 电气系统节能设计	100	二、节能设计参数和设备选择	139
一、降低变压器损耗	100	三、供暖系统节能设计	139
二、降低电动机损耗	107	四、通风系统节能设计	140
三、降低输电线路损耗	109	五、空气调节系统节能设计	142
四、新型电除尘供电装置的选用	113	六、冷热源系统节能设计	142
五、节能接触器的选用	115	七、节能设计案例	142
第四节 照明系统节能设计	115		
一、光源的选择	115		
二、灯具的选择	116		
三、镇流器的选择	116		

## 第八章 火电厂其他专业节能设计 ..... 146

### 第一节 运煤专业节能设计 ..... 146

- 一、运煤系统耗能特点 ..... 146
- 二、运煤系统节能设计 ..... 146
- 三、输送设备节能设计 ..... 147
- 四、贮煤设施节能设计 ..... 148
- 五、筛碎设施节能设计 ..... 148
- 六、卸煤设施耗能特点 ..... 149
- 七、节能设计案例 ..... 150

### 第二节 除灰专业节能设计 ..... 150

- 一、除灰渣系统耗能特点 ..... 150
- 二、节能设计原则 ..... 150
- 三、除渣输送系统 ..... 151
- 四、除灰输送系统 ..... 152
- 五、除石子煤系统 ..... 153
- 六、节能设计案例 ..... 154

### 第三节 化学专业节能设计 ..... 154

- 一、化学系统耗能特点 ..... 154
- 二、化学专业节能设计 ..... 155
- 三、节能设计案例 ..... 157

### 第四节 脱硫专业节能设计 ..... 159

- 一、湿式石灰石-石膏脱硫系统  
耗能特点 ..... 159
- 二、节能设计原则 ..... 159
- 三、吸收剂制备及供应系统节能设计 ..... 159
- 四、吸收系统节能设计 ..... 160
- 五、烟气系统节能设计 ..... 161
- 六、脱水系统节能设计 ..... 161
- 七、节能设计案例 ..... 161

### 第五节 保温节能设计 ..... 162

- 一、保温材料 ..... 162
- 二、保温结构形式 ..... 162
- 三、保温热力计算 ..... 162

### 第六节 全厂压缩空气系统节能设计 ..... 164

- 一、压缩空气系统设置 ..... 164
- 二、压缩空气系统主要设备选型 ..... 164

## 第九章 燃气-蒸汽联合循环电厂 节能设计 ..... 166

### 第一节 概述 ..... 166

- 一、燃气轮机和燃气-蒸汽联合循环概述 ..... 166
- 二、联合循环机组设计天然气耗率的  
计算方法 ..... 167

### 第二节 燃气轮机及其附属辅助系统 节能设计 ..... 167

- 一、燃气轮机选型 ..... 167

- 二、燃气轮机优化 ..... 171

- 三、燃气轮机附属辅助系统节能设计 ..... 171

### 第三节 余热锅炉及其附属辅助系统 节能设计 ..... 172

- 一、余热锅炉选型 ..... 172
- 二、余热锅炉优化 ..... 175
- 三、余热锅炉附属辅助系统节能设计 ..... 180

### 第四节 汽轮机及其附属辅助系统节能 设计 ..... 181

- 一、汽轮机选型 ..... 181
- 二、汽轮机优化 ..... 184
- 三、汽轮机附属辅助系统节能设计 ..... 185

## 第十章 火电厂节能设计文件编制 ..... 186

### 第一节 主要设计阶段节能设计工作重点 ..... 186

- 一、可行性研究阶段 ..... 186
- 二、初步设计阶段 ..... 187
- 三、施工图阶段 ..... 191

### 第二节 《节能分析》(专章)典型案例 ..... 191

### 第三节 《节约资源部分》(专卷)节能 典型案例 ..... 194

## 第十一章 火电厂节能报告编制 ..... 201

### 第一节 节能报告概述 ..... 201

- 一、节能报告 ..... 201
- 二、节能审查 ..... 201

### 第二节 火电厂节能报告编制要点 ..... 202

- 一、分析评价内容及依据 ..... 202
- 二、项目基本情况 ..... 202
- 三、项目建设方案的节能分析和比选 ..... 202
- 四、节能措施分析评价 ..... 204
- 五、能源利用状况核算及能效水平评价 ..... 204
- 六、能源消费影响分析评价 ..... 205
- 七、结论 ..... 205
- 八、附录、附件、附图 ..... 206

### 第三节 火电厂节能报告典型案例 ..... 206

## 附录 ..... 218

### 附录 A 常用建筑围护结构材料主要热工 技术指标 ..... 218

### 附录 B 建筑围护结构热工计算 ..... 220

### 附录 C 火电厂各房间空气参数 ..... 222

## 主要量的符号及其计量单位 ..... 226

## 参考文献 ..... 227



# 第一章

## 综 述

能源开发利用必须与经济、社会、环境全面协调，可持续发展。在我国一次能源结构中，煤炭占据主导地位，2016年我国能源消费总量为43.6亿t标准煤，其中煤炭消费量占能源消费总量的62%。预计2020年我国能源消费总量为50亿t标准煤，非化石能源消费比重提高到15%以上，天然气消费比重力争达到10%，煤炭消费比重降低到58%以下。

2016年我国燃煤火电机组装机容量达到9.43亿kW，占发电总装机容量的57%，比例仍然偏高。在进一步优化电源结构的同时，火电厂的节能设计是节能减排的重要工作，对我国电力行业未来发展的影响巨大。对新增燃煤火电机组应用高参数超超临界机组及设计集成等技术，对现役机组进行节能改造，建设高效、清洁、低碳燃煤火电机组，能够使机组能耗、污染物排放大幅降低，从而形成满足资源利用及环境友好的能源供应格局。

### 第一节 火电厂能耗分析及节能途径

#### 一、我国电力发展存在的问题

##### 1. 能源结构待优化

随着非化石能源快速发展、电力需求增速放缓，

煤电的主体电源地位将有所转变，在提供电能的同时，也提供可靠容量、调峰调频等辅助服务。

根据预测，2020年全国发电装机容量将达到20亿kW，其中常规水电、核电、风电、太阳能发电等非化石电源占比将达到39%，与2015年相比，非化石电源占比提高4个百分点，燃煤火电机组占比下降至55%左右。

2. 系统调峰能力不足，需求侧响应能力待提高  
电力系统调峰能力不足，能源送受地区之间利益矛盾日益加剧。风电和太阳能发电主要集中在西北部地区，需配套大量煤电用以调峰。调度运行和调峰成本补偿机制不健全，需求侧响应机制尚未充分建立，供应能力大多按照满足最大负荷需要设计，造成系统设备利用率持续下降，不能适应可再生能源发电大规模并网消纳的要求。需改善电力系统调峰性能，减少冗余装机和运行成本，进一步提高可再生能源发电消纳能力。

##### 3. 机组负荷率降低

近年来，燃煤火电机组平均利用小时数明显降低，并呈现逐步下降的趋势，导致设备利用率持续下降。2016年，火电机组的设备平均利用小时数为4165h，如图1-1所示。随着我国电力消费增速趋缓，新能源装机容量不断增加，预计火电机组利用小时数还将持续下降。

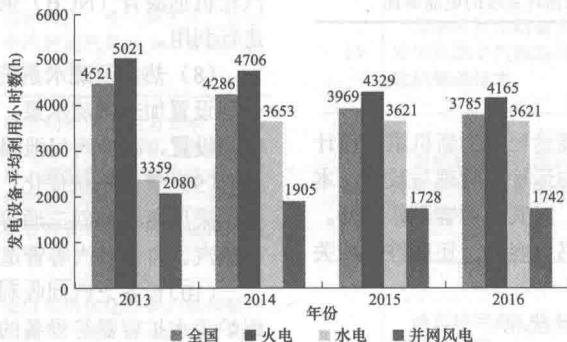


图 1-1 2013~2016 年发电设备平均利用小时数