

中小型热电联产工程 设计手册

《中小型热电联产工程设计手册》编写组



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

中小型热电厂工程 设计手册

《中小型热电厂工程》编写组编

机械工业出版社

中小型热电联产工程 设计手册

《中小型热电联产工程设计手册》编写组



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本手册主要用于单机容量 50000kW 及以下的中小型热电联产工程设计,可满足可行性研究和初步设计阶段的深度要求。全书分总体设计、热机、电气和经济四篇,共三十二章,包括常用资料、技术政策、建厂条件及设计基础资料、总体布置、热力系统及主厂房布置、汽轮发电机组及辅助系统、锅炉机组及辅助系统、汽水管道、热工检测和控制、运煤及除灰渣系统、化学水处理、水工、环境保护、设备与管道保温油漆、电气主接线、短路电流计算、高压电器选择、电气设备布置、电气控制、信号和测量系统、继电保护、直流系统、二次接线设计、厂用电设计、过电压保护和电力装置接地、厂用电动机的工艺连锁、导体选择及敷设、电气照明、通信、工程概算、经济分析、方案比较及工程实例等内容,是目前国内在中小型热电联产工程设计方面较系统的一部工具书。

本书供从事中小型热电联产工程工程设计人员使用,亦可供施工安装、运行管理有关人员和大专院校有关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

中小型热电联产工程设计手册/《中小型热电联产工程设计手册》编写组编. —北京:中国电力出版社, 2006

ISBN 7-5083-3681-X

I. 中... II. 中... III. 热电厂-工程设计-技术手册 IV. TM621-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 126865 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京密云红光印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2006 年 4 月第一版 2006 年 4 月北京第一次印刷

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 81 印张 1843 千字 1 插图

印数 0001—3000 册 定价 160.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

《中小型热电联产工程设计手册》 编写组

主 编：洪向道（中元国际工程设计研究院）

副主编：葛玉璞（机械工业第一设计研究院）

叶全乐（中机国际工程设计研究院）

毛文中（中国机械工业勘察设计协会）

编写人：

中元国际工程设计研究院

李春林、熊维镕（第一章至第四章）

王英刚、李雯（第五章至第六章）

王健、左锦（第九章）

耿俊生、邢云峰（第十章）

刘渭波、张燕萍（第二十九章至第三十二章）

中国联合工程公司

史华光、章增明（第七章第一、二、四节）

方柱中、陈展（第十二章）

机械工业第一设计研究院

俞咏莱、杨向东（第七章第三节）

陆志良、谭文胜（第十一章）

程祖本、陶伟（第十五章至第十八章）

李曙光、郭清（第十九章至第二十二章）

葛玉璞、郭清（第二十三章至第二十五章）

刘景福、徐四元（第二十六章至第二十八章）

中国新时代国际工程公司

王建中（第七章第五节、第十三章）

中国船舶工业总公司第九设计研究院

张泉根、王天龙（第八章、第十四章）

审核人：

中国电机工程学会热电专委会

王振铭

中国轻工国际工程设计研究院

杨世江

中机国际工程设计研究院

叶全乐

机械工业第一设计研究院

李兴能

中元国际工程设计研究院

胡宗京 熊维镕 罗荣华 李春林 苏振娟

曹承亮 吴宝堃 杜文龙 郭天泉 洪向道



编写说明

本手册是在原《小型热电站实用设计手册》的基础上进行编写的。

《小型热电站实用设计手册》1989年出版，先后经三次印刷，总印数达一万五千多册；十多年来，该手册所引用的有关标准、规范、设备性能和技术经济指标都有所变动，国家对热电联产的技术政策有更具体的规定，机组容量逐步趋向大型化，为适应形势发展的需要，做到与时俱进，特另行编写成本手册。

本手册的主要特点有：

1. 书中所引用的标准、规范、技术经济指标，和设备的技术性能参数，都是最新的资料。
2. 书中收集了一些十多年来经过运行考验、行之有效的新技术、新设备。
3. 汽机单机容量由0.75MW至50MW，锅炉单台出力由10t/h至410t/h，压力等级由次中压至高压，手册的覆盖面广。
4. 手册力求体现中小型（以区别于大电厂）、简明实用（以区别于教科书）的特点。

本手册编制范围主要是单机容量750~50000kW的背压式、抽汽冷凝式等不同型式汽轮发电机组的燃煤中小型热电厂，全书分总体设计、热机、电气和经济四篇共三十二章，可满足可行性研究和初步设计阶段的深度要求，是目前国内在中小型热电联产工程设计方面较系统的一部工具书，填补了这方面的空白。

由于手册包括的专业多，且都是分篇分章进行编写，考虑到各专业对物理量和其他量均有自己习用的符号，为此我们不强求全书符号的统一，而是由各专业统一自己的符号，在此予以说明。

本手册的编写人员和审核人，都是多年从事本专业设计研究的高级工程师，具有较丰富的实际经验，对本手册的编写质量和实用性提供了可靠的保证。尽管如此，不足和差错之处也难以完全避免，尚祈读者多加指正。

编者

2005.6



目 录

编写说明

第一篇 总体设计

第一章 常用资料	1
1-1 法定计量单位及常用热工单位换算.....	1
一、中华人民共和国法定计量单位；二、常用热工单位换算	
1-2 水和水蒸气的物理特性.....	5
一、饱和压力下水的热力性质；二、饱和状态下水和水蒸气的热力性质；三、未饱和水和过焓蒸汽的热力性质	
1-3 其他常用资料	34
一、松散物料的堆积密度和安息角；二、非金属材料的热物理性质；三、金属材料的物理性质；四、油的热物理性质；五、全国主要城市气象资料；六、修配车间建筑面积定额；七、辅助、附属建筑物建筑面积定额；八、生活福利建筑物建筑面积定额；九、我国主要城镇抗震设防烈度、设计基本地震加速度和设计地震分组；十、空气、烟气和灰的焓；十一、空气、烟气和灰的平均比热	
第二章 技术政策	49
2-1 大力发展热电联产、集中供热	49
2-2 贯彻热电联产、以热定电的原则	50
2-3 进行可行性研究，选择最佳方案	51
第三章 建厂条件及设计基础资料	56
3-1 热负荷	56
一、热负荷资料的调查与核实；二、确定热负荷时应注意事项；三、年持续热负荷曲线；四、热负荷的汇总整理	

3-2 厂址选择	59
一、厂址选择原则；二、设计基础资料	
3-3 燃料供应	62
一、燃料选择的基本原则；二、煤的分类；三、热电厂燃料需要量估算；四、设计基础资料	
3-4 供水水源	66
一、水源的选择；二、水源供水量的保证；三、供水系统的选择；四、热电厂用水；五、水质分析	
3-5 环境保护与劳动保护	68
一、环境保护；二、劳动保护	
3-6 对有关专业的设计要求	70
一、建筑和结构；二、采暖和通风；三、给水排水	
3-7 热电厂定员标准	78

第四章 总体布置	84
4-1 总平面布置	84
4-2 建（构）筑物布置	89
4-3 交通运输	92
4-4 竖向布置	94
4-5 管线布置	95
4-6 绿化	98
4-7 中小型热电厂占地面积参考数据	99
4-8 中小型热电厂布置简图示例	99

第二篇 热 机

第五章 热力系统及主厂房布置	107
5-1 热负荷的种类、特点及计算	107
一、热负荷的种类和特点；二、热负荷资料的整理、分析和汇总	
5-2 机组选择	114
一、锅炉机组的型式；二、汽轮机机组的型式；三、中小型热电厂供热机组的选择原则；四、中小型热电厂机炉的配置	
5-3 原则性热力系统	117
一、原则性热力系统及其组成；二、原则性热力系统举例；三、原则性热力系统的拟定及计算目的；四、原则性热力系统计算的原始资料和常用数据选取；五、中小型热电厂原则性热力系统的一般计算方法与步骤；六、热电厂主要热	

经济指标的计算; 七、原则性热力系统计算举例	
5-4 全面性热力系统	132
一、全面性热力系统的组成和应用; 二、主蒸汽管道系统; 三、给水管道系统	
5-5 主厂房布置	134
一、主厂房布置的基本要求; 二、主厂房布置的型式; 三、主厂房的一般建筑模数; 四、主厂房各车间的设备布置	
<hr/>	
第六章 汽轮发电机组及辅助系统	151
6-1 概述	151
一、中小型汽轮机参数系列简介; 二、给水回热系统; 三、中小型热电厂常用汽轮机组的给水回热系统; 四、汽轮发电机组效率; 五、汽轮发电机组热经济性指标	
6-2 汽轮机的变工况	164
一、概述; 二、变工况时的各种修正系数; 三、汽轮机的热力特性曲线; 四、汽轮机热力特性曲线应用举例; 五、部分国产中小型汽轮发电机组特性曲线介绍	
6-3 除氧给水系统及其设备的选择计算	185
一、除氧器的选择; 二、给水泵的选择计算	
6-4 热水网供热系统	188
一、概述; 二、热网循环水泵的选择; 三、热水网的补水和定压; 四、热网热交换设备凝结水的回收	
6-5 减压减温系统	194
一、减压减温器的应用和选择; 二、减压减温器的热力系统及其计算	
6-6 疏放水系统	196
一、概述; 二、疏放水系统的设计要求; 三、疏放水点的选择; 四、管道的疏放水、放气装置的设计要求; 五、蒸汽管道疏水量的估算和疏放水系统管径的选择; 六、疏放水系统主要设备的选择; 七、中小型热电厂疏放水系统实例	
6-7 油系统	200
一、概述; 二、外部供油系统的设计要求; 三、排油系统的设计要求	
6-8 工业水系统	201
一、概述; 二、各种辅助设备冷却水量; 三、供水系统; 四、排水系统	
<hr/>	
第七章 锅炉机组及辅助系统	204
7-1 锅炉设备选型	204
一、锅炉燃料; 二、锅炉燃烧方式的选择; 三、锅炉参数、容量及台数的选择; 四、燃烧计算与热平衡	
7-2 风烟管道设计及风机选择	230

一、风烟管道设计的一般规定；二、风道的布置；三、烟道的布置；四、落煤管的布置；五、风烟管道材料及规格；六、风烟管道截面面积；七、风烟管道的阻力计算；八、风机的计算及选择；九、风机及电动机的功率计算；十、烟窗设计；十一、示例及计算	
7-3 制粉系统	248
一、制粉系统概述；二、制粉系统煤粉管道设计的一般规定和安全事项；三、制粉系统设计计算；四、烟风煤粉管道阻力计算；五、排粉机的选择；六、锅炉常用煤粉设备配套表；七、设备实例	
7-4 排污设备的计算及选择	302
一、连续排污扩容器的计算及选择；二、排污水冷却器；三、定期排污扩容器的计算及选择	
7-5 除尘器的选用	305
一、概述；二、除尘器的主要参数；三、干式旋风除尘器；四、湿式除尘器；五、电除尘器；六、布袋（袋式）除尘器	
第八章 汽水管道	318
8-1 设计要则	318
一、适用范围；二、设计要求；三、管道的压力分类；四、设计参数；五、管道公称压力与允许工作压力；六、管道水压试验；七、管子材料；八、钢材许用应力；九、焊接	
8-2 管径及壁厚的确定	334
一、概述；二、介质流速选取；三、管径计算；四、管子厚度计算；五、管子类别选择；六、疏放水管道选择；七、钢管品种	
8-3 管道附件选择	345
一、概述；二、管道附件选择；三、旁通阀选用；四、电动（气动）阀及传动装置选用	
8-4 管道及其附件的布置	351
一、管道布置；二、管道冷紧；三、管道附件布置	
8-5 管道支吊架设计	362
一、概述；二、支吊架间距的确定；三、支吊架荷载计算；四、支吊架弹簧选择计算；五、支吊架结构强度计算	
8-6 管道应力计算	391
一、管道应力计算的任务；二、管道应力验算；三、管道对设备的推力和力矩计算；四、管道的作用力和力矩计算方法	
第九章 热工检测和控制	426
9-1 概述	426

一、热工检测和控制的重要作用；二、热工检测和控制的设计范围；三、热工检测和控制的设计原则	
9-2 热工检测和控制设计的内容	427
一、热工检测和控制方案设计阶段的内容；二、热工检测和控制初步设计阶段的内容；三、热工检测和控制施工图设计阶段的内容	
9-3 控制方式	435
一、控制盘的平面布置；二、锅炉控制室的平面布置；三、汽轮机控制室的平面布置；四、控制盘数量的确定；五、控制室的土建要求；六、控制室的环境要求	
9-4 热工检测	438
9-5 自动调节	441
一、自动调节的作用；二、常用的自动调节项目	
9-6 热工信号、保护和连锁	450
一、热工信号；二、保护和连锁	
9-7 仪表选型	453
一、仪表选型原则；二、自动调节仪表的选型；三、自动检测仪表的选型	
9-8 热工试验室	460
一、热工试验室的规模、面积与位置；二、热工试验室设备配置	
9-9 动力供应	465
一、电源；二、气源	
9-10 热工仪表费用估算	466
<hr/>	
第十章 运煤及除灰渣系统	467
10-1 运煤系统	467
一、概述；二、运煤系统的设计；三、运煤系统设备的选用	
10-2 机械除灰渣系统	490
一、概述；二、机械除灰渣系统设备的选择；三、灰渣场或灰渣斗的设计原则	
10-3 水力除灰渣系统	501
一、概述；二、水力除灰渣系统的设计计算；三、水力除灰渣系统实例；四、附录	
10-4 气力除灰渣系统	534
一、概述；二、气力除灰系统的设计计算；三、气力除灰系统设备选用；四、气力除灰渣系统工程实例	
<hr/>	
第十一章 化学水处理	554
11-1 基本资料和计算	554
一、水质标准和有关资料；二、原水资料和校核计算；三、排污率、补充水的要求和计算；四、酸、碱废液的浓度和排放量计算	

11-2	水处理系统的选择计算	565
	一、高、中压锅炉补给水允许水质的计算；二、低压锅炉补给水允许水质的计算；三、常用水处理系统出水的主要水质指标；四、锅水相对碱度 A_r 的计算	
11-3	水的软化	571
	一、概述；二、逆流再生固定床钠离子交换器的计算；三、钠型流动床的计算（开口式）	
11-4	水的除碱	577
	一、概述；二、氢-钠离子交换器的选择计算	
11-5	水的除盐	579
	一、概述；二、逆流再生固定床阳（阴）离子交换器的计算；三、混床计算；四、离子交换器的台数和再生次数的校核计算；五、酸（碱）贮存量和计量设备的容量计算；六、离子交换剂在交换器上的应用；七、电渗析器的选用计算；八、反渗透的选用计算；九、EDI 电除盐	
11-6	给水的除气	614
	一、简述；二、鼓风填料式除碳器的计算；三、真空脱气塔的计算	
11-7	加药处理	621
	一、概述；二、加药量的估算	
11-8	化学水处理计算示例	625
	一、原始数据；二、水质资料的校核计算；三、补给水的允许水质计算；四、水处理方式的选择；五、水处理系统的主要设备的选型计算	
11-9	水处理和化验室	639
	一、化学水处理车间的布置；二、化学水处理车间设备布置；三、化验室面积定额（中压热电厂）；四、化验室仪器设备；五、化学监督仪表	
11-10	附录	642
	一、常用数据和参考资料；二、常用关系曲线	

第十二章	水工	656
12-1	水源及取水建（构）筑物	656
	一、水源的分类及选择；二、地下水取水；三、地面水取水；四、市政供水	
12-2	净水处理	682
	一、净水处理的工艺及构筑物的选择；二、净水处理的工艺流程选择；三、混凝沉淀；四、澄清；五、过滤；六、消毒	
12-3	热电厂用水量及水质要求	691
	一、凝汽器用水量；二、空气冷却器及油冷却器用水量；三、其他生产用水量；四、冷却设备的补充水量；五、生活、消防用水量；六、热电厂用水水质指标；七、热电厂节水措施	
12-4	供水系统	701

一、供水系统的分类；二、供水系统中的循环水沟与吸、排水井；三、供水系统中虹吸的利用	
12-5 循环水管、沟及渠道	707
一、循环水管道的材质；二、循环水管、沟、渠的流速；三、循环水管、沟、渠断面的选择	
12-6 循环冷却水处理	708
一、水质判断；二、循环冷却水处理	
12-7 冷却设备	714
一、冷却设备的种类及适用条件；二、冷却构筑物技术指标；三、冷却构筑物的布置原则；四、冷却构筑物与建（构）筑物间距；五、冷却塔的技术参数	
<hr/>	
第十三章 环境保护	733
13-1 环境影响报告书、环境评价及环境保护篇的编写与审批程序	733
13-2 热电厂可行性研究环境保护篇章内容深度	734
13-3 大气环境影响及其治理	735
一、大气污染计算方法；二、治理措施	
13-4 水体环境影响分析	749
一、循环水直接排放对周围水体的影响；二、主厂房排水；三、化学水处理间的排水；四、除灰系统的排水；五、输煤系统的排水及除尘；六、含油污水的排放；七、蓄电池室的排酸及锅炉酸洗和生活污水的排水	
13-5 噪声环境影响分析	750
一、建厂地区的背景噪声；二、建厂后的噪声水平；三、防治噪声的措施	
13-6 绿化	751
一、厂区绿化；二、生活福利区绿化	
13-7 社会环境影响分析	752
13-8 建设项目环境保护可行性技术经济论证意见	752
一、厂址建设条件的分析；二、热电厂建成后的环境影响分析	
13-9 编制环境影响报告书应取得的有关文件	753
13-10 附录	753
一、GB3095—1996《环境空气质量标准》（摘录）；二、GB13271—2001《锅炉大气污染物排放标准》（摘录）；三、GB 13223—2003《火电厂大气污染物排放标准》（摘录）；四、GB 3096—93《城市区域环境噪声标准》（摘录）；五、GBJ 87—85《工业企业噪声控制设计规范》（摘录）；六、GB 12348—90《工业企业厂界噪声标准》（摘录）	
<hr/>	
第十四章 设备与管道保温油漆	758
14-1 概述	758

一、保温工作的意义；二、保温油漆设计依据；三、保温设计的基本原则； 四、设备和管道的油漆原则	
14-2 保温材料	759
一、常用保温材料技术性能；二、保温材料选择；三、常用保温材料制品规格	
14-3 保温层厚度确定	764
一、保温层厚度计算原则；二、保温层厚度计算方法；三、保温辅助计算； 四、保温计算数据选取；五、保温层推荐厚度	
14-4 保温结构	780
一、保温结构的基本要求；二、保温结构型式；三、保护层及防潮层；四、保 温结构用辅助材料	
14-5 油漆和防腐	792
一、油漆；二、漆色规定；三、防腐；四、油漆和防腐材料耗量指标	
14-6 保温工程量计算表	795
14-7 保温油漆工程设计软件	800

第三篇 电 气

第十五章 电气主接线	803
15-1 电气主接线的特点及基本原则	803
15-2 确定电气主接线所需的原始资料及其步骤	803
一、所需原始资料；二、确定电气主接线的步骤	
15-3 确定电气主接线应注意的几个问题	804
15-4 输电电压及中性点接地方式	805
一、输电电压；二、输电线路导线截面的选择；三、中性点接地方式	
15-5 电气主接线典型方案及实例	808
一、典型的基本接线方式；二、实际工程中的几个接线实例	
15-6 联络（主）变压器容量和台数的选择	814
一、联络（主）变压器容量的选择；二、联络（主）变压器台数的选择；三、 主要型号及技术数据	
15-7 电气主接线的技术经济比较	815
一、技术比较；二、经济比较；三、举例	
15-8 电厂并网运行	823
一、运行方式；二、注意事项	
第十六章 短路电流计算	825
16-1 概述	825

16-2	高压系统短路电流计算	825
	一、计算条件；二、电路元件参数的计算；三、三相短路电流计算；四、两相短路电流的近似计算	
16-3	高压系统短路电流的计算步骤	837
16-4	高压系统短路电流的计算实例及微机应用	838
	一、计算实例；二、微机应用	
16-5	低压系统短路电流计算	862
	一、计算条件；二、网络中元件阻抗的计算；三、三相和两相短路电流的计算；四、单相短路电流的计算；五、低压系统短路电流计算曲线	
16-6	低压系统短路电流计算实例	884
16-7	限制短路电流的措施	888
	一、概述；二、限流电抗器电抗值的选择	
<hr/>		
第十七章	高压电气设备的选择	893
17-1	选择依据	893
	一、按正常工作条件选择；二、短路稳定校验；三、有关电气设备选择的一些问题	
17-2	中、小型热电厂常用高压电气设备	898
	一、高压断路器；二、高压隔离开关；三、负荷开关；四、高压熔断器	
17-3	6~35kV 成套配电装置	900
	一、概述；二、6~10kV 手车封闭式开关柜；三、6~10kV 双母线固定式开关柜；四、35kV 屋内配电装置	
17-4	装配式和装配与成套混合式屋内配电装置	903
	一、三层装配式布置；二、两层装配式布置；三、两层装配与成套混合式布置；四、注意事项	
<hr/>		
第十八章	电气设备的布置	907
18-1	概述	907
18-2	电气设备平面布置	907
	一、平面布置的原则；二、单层布置的主厂房中电气设备的布置；三、外煤仓布置的主厂房中电气设备的布置；四、内煤仓、合并煤仓布置和主厂房及电气设备的布置；五、电厂总体布置示例	
18-3	主控制室布置	913
18-4	屋内配电装置的布置	914
	一、一般要求；二、最小安全净距；三、通道、围栏；四、防火及蓄油设施；五、对建筑物的要求；六、装配式配电装置的布置；七、成套式配电装置的布置；八、发电机出线的连接方式；九、布置方案	

18-5	屋外配电装置的布置	926
	一、一般要求；二、最小安全净距；三、通道、围栏；四、防火及蓄油设施； 五、屋外配电装置的布置型式；六、屋外配电装置布置的基本尺寸；七、屋外 配电装置布置中应注意的几个问题；八、10~35kV屋外配电装置的布置实例	
18-6	对辅助及其他构建筑物的要求	933
<hr/>		
第十九章	电气控制、信号和测量系统	934
19-1	断路器的控制和信号回路	934
	一、断路器的控制、信号回路的设计原则；二、灯光监视的断路器控制、信号 回路接线；三、就地操作断路器的控制电路	
19-2	中央信号及其他信号装置	937
	一、中央信号装置的设计原则；二、中央信号装置的接线	
19-3	二次回路的保护、控制及信号回路设备的选择	945
	一、二次回路的保护；二、控制、信号回路设备选择；三、串接信号继电器及 附加电阻的选择	
19-4	交流电流及交流电压回路	951
	一、交流电流回路及电流互感器；二、交流电压回路及电压互感器；三、交流 绝缘监视；四、交流回路电气测量表计的设置	
19-5	同期回路	965
	一、同期回路的设计原则；二、手动准同期装置	
19-6	励磁回路	970
	一、概述；二、励磁系统接线；三、励磁系统的主要设备及选择；四、自动灭 磁开关及其控制电路；五、自动励磁调整装置；六、继电强行励磁装置	
<hr/>		
第二十章	继电保护	985
20-1	发电机保护	985
	一、发电机的故障类型及继电保护的设置；二、定子绕组相间短路保护；三、 定子绕组单相接地短路保护；四、定子绕组一相匝间短路保护；五、发电机外 部短路的保护；六、励磁回路两点接地保护；七、发电机的对称过负荷保护； 八、发电机保护的总接线图	
20-2	发电机保护整定计算	993
	一、电流速断保护；二、纵联差动保护；三、横联差动保护；四、定子单相接 地保护；五、外部短路保护；六、过负荷保护	
20-3	变压器保护	997
	一、变压器保护装置的一般原则；二、电流速断保护；三、纵联差动保护； 四、过电流保护；五、过负荷保护	
20-4	变压器保护整定计算	998