

培训教材

# 热电运营管理与技术



REDIAN YUNYING  
GUANLI YU JISHU

中国石化员工培训教材编审指导委员会 组织编写  
本书主编 姬广勤

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

中国石化员工培训教材

# 热电运营管理与技术

中国石化员工培训教材编审指导委员会 组织编写

本书主编 姬广勤

中国石化出版社

## 内 容 提 要

《热电运营管理与技术》为《中国石化员工培训教材》系列之一。本书对涉及热电厂的运营管理和技术的十一个方面进行了论述,既有管理理论和实践,又有专业技术介绍,还有典型案例分析,涵盖了热电厂生产运营管理的全过程。章节的安排上力求管理内容与专业技术知识相辅相成,相得益彰,但就重点而言,略偏重于管理。

本教材的培训对象是中国石化各热电企业的厂长(经理)、车间主任、部门负责人、专业主管、专工及其他各级管理人员、技术人员等,是热电厂进行管理岗位、技术岗位培训的必备教材,也可作为员工岗位技能培训的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

热电运营管理与技术 / 姬广勤主编. —北京:  
中国石化出版社, 2013. 11  
ISBN 978 - 7 - 5114 - 2491 - 4

I. ①热… II. ①姬… III. ①热电厂 - 电力工业 -  
工业企业管理 - 教材 IV. ①F407. 616

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 271563 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

### 中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com

北京科信印刷有限公司印刷

\*

787×1092 毫米 16 开本 19.75 印张 485 千字

2014 年 1 月第 1 版 2014 年 1 月第 1 次印刷

定价:58.00 元

# 《中国石化员工培训教材》

## 编审指导委员会

主 任：李春光

委 员：戴 锭 谭克非 章治国 初 鹏

吕长江 张卫东 吕永健 徐 惠

张吉星 雍自强 寇建朝 张 征

蒋振盈 齐学忠 翟亚林 耿礼民

吕大鹏 郭安翔 何建英 石兴春

王妙云 徐跃华 孙久勤 吴文信

王德华 亓玉台 周志明 王子康

# 序

中国石化是上中下游一体化能源化工公司，经营规模大、业务链条长、员工数量多，在我国经济社会发展中具有举足轻重的作用。公司的发展，基础在队伍，关键在人才，根本在提高员工队伍整体素质。员工教育培训是建设高素质员工队伍的先导性、基础性、战略性工程，是加强人才队伍建设的重要途径。

当前，我们已开启了建设世界一流能源化工公司的新航程，加快转变发展方式的任务艰巨而繁重，这对进一步做好员工教育培训工作提出了新的更高要求。我们要以中国特色社会主义理论为指导，紧紧围绕企业改革发展、队伍建设和员工成长需要，以提高思想政治素质为根本，以能力建设为重点，积极构建符合中国石化实际的培训体系，加大重点和骨干人才培训力度，深入推进全员培训，不断提高教育培训的质量和效益，为打造世界一流提供有力的人才保证和智力支持。

培训教材是员工学习的工具。加强培训教材建设，能够有效反映和传递公司战略思想和企业文化，推动企业全员学习，促进学习型企业建设。中国石化员工培训教材编审指导委员会组织编写的这套系列教材，较好地反映了集团公司经营管理目标要求，总结了全体员工在实践中创造的好经验好做法，梳理了有关岗位工作职责和 workflows，分析研究了面临的新技术、新情况、新问题等，在此基础上进行了完善提升，具有很强的实践性、实用性和较高的理论性、思想性。这套系列培训教材的开发和出版，对推动全体员工进一步加强学习，进而提高全体员工的理论素养、知识水平和业务能力具有重要的意义。

学习的目的在于运用，希望全体员工大力弘扬理论联系实际的优良学风，紧密结合企业发展环境的新变化、新进展、新情况，学好用好培训教材，不断提高解决实际问题、做好本职工作的能力，真正做到学以致用、知行合一，把学习培训的成果切实转变为推进工作、促进改革创新的实际行动，为建设世界一流能源化工公司作出积极的贡献。



二〇一二年七月十六日

# 前 言

根据中国石化发展战略要求，为加强培训资源建设、推进全员培训的深入开展，集团公司人事部组织梳理了近些年培训教材开发成果，调研了企业培训教材需求，开展了中国石化员工培训课程体系研究。在此基础上，按职业素养、综合管理、专业技术、技能操作、国际化业务、新员工等六类，组织编写覆盖石油石化主要业务的系列培训教材，初步构建起中国石化特色的培训教材体系。这套系列教材围绕中国石化发展战略、队伍建设和员工成长的需要，以提高全体员工履行岗位职责的能力为重点，把研究和解决生产经营、改革发展面临的新挑战、新情况、新问题作为重要目标，把全体员工在实践中创造的好经验好做法作为重要内容，具有较强的实践性、针对性。这套培训教材的开发工作由中国石化员工培训教材编审指导委员会组织，集团公司人事部统筹协调，总部各业务部门分工负责专业指导和质量把关，主编单位负责组织培训教材编写。在培训教材开发和编写的过程中，上下协同、团结合作，各级领导给予了高度重视和支持，许多管理专家、技术骨干、技能操作能手为培训教材编写贡献了智慧、付出了辛勤的劳动。

《热电运营管理与技术》为管理类教材。本教材较系统地阐述了热电企业运营管理和生产技术，涉及运行管理、设备管理、安全环保、可靠性管理、指标管理、技术监督、成本控制等，内容丰富，覆盖面广，为企业各级管理人员、技术人员提供了实用的、有针对性的管理思路、方法和参考案例以及专业知识。在编写时，编委会深刻地领会集团公司开发系列培训教材的战略意图和目的，务实为主，注重应用。做到针对性、实用性、前瞻性和科学性相统一，紧紧围绕热电运营生产特点，既对行业通用管理理论及专业技术进行描述，又积极地将中国石化企业良好的管理方式方法、技术特长等拾掇点缀其中，充分体现中国石化特色。

《热电运营管理与技术》教材由胜利油田胜利发电厂负责牵头组织编写，齐鲁石化热电厂、高桥石化动力管理中心、仪征化纤热电生产中心协助编写。主编姬广勤，副主编倪承波、牛健、孔令先。参加编写的人员有：胜利油田邹兵、

郭勇、王斌、丁宇、张奉元、贾民、刘振海、张仁昌、刘兴民、宋京柱；齐鲁石化王军明；高桥石化陈慧；仪征化纤高庆坤、谭兴强。全书共分 11 章，第 1 章和第 5 章由高桥石化编写；第 7 章前两节和第 11 章由仪征化纤编写；第 8 章和第 10 章由齐鲁石化编写；第 2 章、第 3 章、第 4 章、第 6 章、第 7 章第 3 节和第 4 节、第 9 章由胜利发电厂编写。在教材编写过程中，胜利油田党委组织部、生产管理部给予了大力支持和帮助。

本教材已经中国石油化工集团公司人事部审定通过，主审王国华，参加审定的人员有程一步、孙玉忠；在整个编写和审核过程中得到了集团公司资本运营部生产管理处(热电管理处)赵勇、段圣君的大力支持；胜利国电(东营)热电有限公司的刘元峰、李建华在教材编写中提供了极大的帮助；中国石化出版社对教材的编写和出版工作给予了通力协作和配合，在此一并表示感谢。

由于本教材涵盖的内容较多，不同企业之间也存在着差别，编写难度较大，加之编写时间紧迫，不足之处在所难免，敬请各使用单位及个人对教材提出宝贵意见和建议，以便教材修订时补充更正。

# 目 录

|                             |        |
|-----------------------------|--------|
| 第1章 热电联产概述 .....            | ( 1 )  |
| 1.1 热电联产的定义与基本类型 .....      | ( 1 )  |
| 1.1.1 热电分产和热电联产 .....       | ( 1 )  |
| 1.1.2 热电联产的主要优点 .....       | ( 2 )  |
| 1.1.3 热电联产的基本类型 .....       | ( 3 )  |
| 1.2 我国热电联产的现状与特点 .....      | ( 5 )  |
| 1.2.1 我国热电联产的现状 .....       | ( 5 )  |
| 1.2.2 我国热电联产的特点 .....       | ( 6 )  |
| 1.3 我国热电联产的发展前景 .....       | ( 7 )  |
| 1.4 中国石化热电联产概况 .....        | ( 8 )  |
| 1.4.1 中国石化热电联产现状 .....      | ( 8 )  |
| 1.4.2 中国石化热电业务发展展望 .....    | ( 8 )  |
| 1.4.3 中国石化热电联产专业化发展措施 ..... | ( 9 )  |
| 第2章 运行管理 .....              | ( 11 ) |
| 2.1 运行调度管理 .....            | ( 11 ) |
| 2.1.1 运行调度的基本原则 .....       | ( 11 ) |
| 2.1.2 运行调度的主要内容 .....       | ( 11 ) |
| 2.2 运行制度管理 .....            | ( 14 ) |
| 2.2.1 安全生产制度管理 .....        | ( 14 ) |
| 2.2.2 运行岗位管理 .....          | ( 16 ) |
| 2.2.3 两票三制管理 .....          | ( 16 ) |
| 2.3 运行经济性分析管理 .....         | ( 19 ) |
| 2.3.1 运行分析 .....            | ( 19 ) |
| 2.3.2 经济活动分析 .....          | ( 22 ) |
| 2.4 运行优化 .....              | ( 24 ) |
| 2.4.1 机组运行中监视与调整 .....      | ( 25 ) |
| 2.4.2 机组启停优化 .....          | ( 27 ) |
| 2.4.3 辅机运行方式优化 .....        | ( 28 ) |
| 2.4.4 热力试验 .....            | ( 35 ) |
| 2.5 节能管理 .....              | ( 35 ) |
| 2.5.1 加强生产过程节能管理 .....      | ( 35 ) |
| 2.5.2 充分利用节能新技术 .....       | ( 37 ) |
| 第3章 设备管理 .....              | ( 39 ) |
| 3.1 概述 .....                | ( 39 ) |
| 3.2 热电设备全过程管理 .....         | ( 39 ) |

|       |                          |        |
|-------|--------------------------|--------|
| 3.2.1 | 热电设备全过程管理的理念 .....       | ( 39 ) |
| 3.2.2 | 热电设备全过程管理体系的建立 .....     | ( 40 ) |
| 3.2.3 | 热电设备全过程管理体系的应用 .....     | ( 41 ) |
| 3.3   | 检维修管理 .....              | ( 44 ) |
| 3.3.1 | 检修方式分类 .....             | ( 44 ) |
| 3.3.2 | 检维修基本原则 .....            | ( 44 ) |
| 3.3.3 | 检修计划 .....               | ( 45 ) |
| 3.3.4 | 检修准备工作 .....             | ( 45 ) |
| 3.3.5 | 检修施工管理 .....             | ( 46 ) |
| 3.3.6 | 大修工程质量管理 .....           | ( 46 ) |
| 3.3.7 | 设备维护保养制度 .....           | ( 49 ) |
| 3.4   | 设备缺陷管理 .....             | ( 49 ) |
| 3.4.1 | 缺陷的分类 .....              | ( 49 ) |
| 3.4.2 | 缺陷的消除时间 .....            | ( 50 ) |
| 3.4.3 | 缺陷处理的流程管理 .....          | ( 50 ) |
| 3.4.4 | 缺陷管理计算机化 .....           | ( 52 ) |
| 3.5   | 备品备件管理 .....             | ( 53 ) |
| 3.5.1 | 概述 .....                 | ( 53 ) |
| 3.5.2 | 备品备件的管理机构及管理职责 .....     | ( 53 ) |
| 3.5.3 | 备品备件的分类 .....            | ( 54 ) |
| 3.5.4 | 备品备件的计划管理 .....          | ( 54 ) |
| 3.5.5 | 事故备品储备定额管理 .....         | ( 55 ) |
| 3.5.6 | 订货管理 .....               | ( 55 ) |
| 3.5.7 | 验收管理 .....               | ( 56 ) |
| 3.5.8 | 备品备件的储备、领用、补充管理 .....    | ( 56 ) |
| 3.6   | 设备异动与更新改造管理 .....        | ( 57 ) |
| 3.6.1 | 设备异动管理 .....             | ( 57 ) |
| 3.6.2 | 设备更新改造管理 .....           | ( 58 ) |
| 3.7   | 设备无泄漏管理 .....            | ( 61 ) |
| 3.7.1 | 概述 .....                 | ( 61 ) |
| 3.7.2 | 热电厂各专业“无泄漏”管理重点 .....    | ( 61 ) |
| 3.7.3 | 防治阀门内漏措施 .....           | ( 62 ) |
| 3.7.4 | 管理所需记录 .....             | ( 63 ) |
| 3.8   | 状态监测与故障诊断 .....          | ( 63 ) |
| 3.8.1 | 状态监测的目的和意义 .....         | ( 64 ) |
| 3.8.2 | 实施设备状态监测与故障诊断的基本原则 ..... | ( 64 ) |
| 3.8.3 | 实施状态监测的方式、方法 .....       | ( 64 ) |
| 3.8.4 | 常用的状态监测方法 .....          | ( 65 ) |
| 3.8.5 | 建议开展状态监测的设备 .....        | ( 66 ) |
| 3.8.6 | 设备状态监测的管理制度和作业指导书 .....  | ( 66 ) |

|                                            |        |
|--------------------------------------------|--------|
| 第4章 安全管理 .....                             | ( 67 ) |
| 4.1 安全管理体系 .....                           | ( 67 ) |
| 4.1.1 安全管理体系简述 .....                       | ( 67 ) |
| 4.1.2 胜利发电厂五级安全目标控制管理模式简介 .....            | ( 68 ) |
| 4.2 反事故措施 .....                            | ( 69 ) |
| 4.2.1 “安措”与“反措” .....                      | ( 69 ) |
| 4.2.2 危险源辨识与风险评价 .....                     | ( 71 ) |
| 4.2.3 安全性评价 .....                          | ( 73 ) |
| 4.2.4 《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求实施细则》的有关要求 ..... | ( 75 ) |
| 4.2.5 《电业安全工作规程·第一部分：热力和机械》有关规定 .....      | ( 78 ) |
| 4.3 事故管理 .....                             | ( 80 ) |
| 4.3.1 事故汇报 .....                           | ( 80 ) |
| 4.3.2 事故应急处置 .....                         | ( 81 ) |
| 4.3.3 事故调查处理 .....                         | ( 81 ) |
| 4.3.4 统计报告 .....                           | ( 84 ) |
| 4.3.5 安全考核 .....                           | ( 85 ) |
| 4.3.6 典型案例 .....                           | ( 85 ) |
| 第5章 可靠性管理 .....                            | ( 88 ) |
| 5.1 可靠性的基本概念 .....                         | ( 88 ) |
| 5.1.1 可靠性和电力系统可靠性的定义 .....                 | ( 88 ) |
| 5.1.2 可靠性的基本概念 .....                       | ( 88 ) |
| 5.2 可靠性在电力生产管理中的应用 .....                   | ( 90 ) |
| 5.2.1 可靠性在发电生产中的应用 .....                   | ( 91 ) |
| 5.2.2 可靠性在输变电生产管理中的应用 .....                | ( 91 ) |
| 5.2.3 可靠性在供电生产管理中的应用 .....                 | ( 92 ) |
| 5.3 统计发电可靠性数据的重要意义 .....                   | ( 92 ) |
| 5.4 发电设备可靠性统计评价 .....                      | ( 93 ) |
| 5.4.1 发电设备可靠性统计评价的对象 .....                 | ( 93 ) |
| 5.4.2 发电设备状态 .....                         | ( 93 ) |
| 5.4.3 发电设备可靠性状态定义 .....                    | ( 94 ) |
| 5.4.4 发电设备可靠性主要评价指标 .....                  | ( 95 ) |
| 5.4.5 机组运行可靠性指标 .....                      | ( 96 ) |
| 5.4.6 发电设备可靠性统计的基本要求 .....                 | ( 96 ) |
| 5.5 发电设备可靠性分析的主要内容 .....                   | ( 96 ) |
| 5.6 供热可靠性简介 .....                          | ( 97 ) |
| 5.6.1 供热可靠性的基本概念 .....                     | ( 97 ) |
| 5.6.2 提高供热可靠性的措施 .....                     | ( 97 ) |
| 5.7 热电联产企业可靠性管理的工作要点 .....                 | ( 98 ) |
| 5.7.1 健全管理网络体系, 择优配置专职人员 .....             | ( 98 ) |
| 5.7.2 实施目标管理 .....                         | ( 99 ) |

|       |                                |       |
|-------|--------------------------------|-------|
| 5.7.3 | 加强基础工作, 保证数据的及时性、完整性和准确性 ..... | (100) |
| 5.7.4 | 深化可靠性分析 .....                  | (100) |
| 第6章   | 技术监督 .....                     | (101) |
| 6.1   | 节能监督 .....                     | (101) |
| 6.1.1 | 节能技术监督的任务和要求 .....             | (101) |
| 6.1.2 | 技术监督 .....                     | (101) |
| 6.1.3 | 技术管理 .....                     | (102) |
| 6.1.4 | 热力试验 .....                     | (102) |
| 6.2   | 金属监督 .....                     | (104) |
| 6.2.1 | 金属技术监督的目的、任务和要求 .....          | (104) |
| 6.2.2 | 技术监督 .....                     | (104) |
| 6.2.3 | 技术管理 .....                     | (105) |
| 6.3   | 环保监督 .....                     | (108) |
| 6.3.1 | 环境保护技术监督的任务和要求 .....           | (108) |
| 6.3.2 | 技术监督 .....                     | (109) |
| 6.3.3 | 技术管理 .....                     | (111) |
| 6.4   | 热工监督 .....                     | (111) |
| 6.4.1 | 热工技术监督的任务和要求 .....             | (111) |
| 6.4.2 | 技术监督 .....                     | (112) |
| 6.4.3 | 技术管理 .....                     | (114) |
| 6.5   | 绝缘监督 .....                     | (115) |
| 6.5.1 | 绝缘技术监督的任务和要求 .....             | (115) |
| 6.5.2 | 技术监督 .....                     | (115) |
| 6.5.3 | 技术管理 .....                     | (116) |
| 6.5.4 | 绝缘技术监督重点工作解析 .....             | (117) |
| 6.6   | 继电保护监督 .....                   | (117) |
| 6.6.1 | 继电保护技术监督的任务和要求 .....           | (117) |
| 6.6.2 | 技术监督 .....                     | (118) |
| 6.6.3 | 技术管理 .....                     | (118) |
| 6.7   | 化学监督 .....                     | (119) |
| 6.7.1 | 化学技术监督的任务和要求 .....             | (119) |
| 6.7.2 | 技术监督 .....                     | (120) |
| 6.7.3 | 技术管理 .....                     | (122) |
| 6.8   | 电测仪表监督 .....                   | (123) |
| 6.8.1 | 电测仪表技术监督的任务和要求 .....           | (123) |
| 6.8.2 | 技术监督 .....                     | (124) |
| 6.8.3 | 技术管理 .....                     | (125) |
| 6.8.4 | 电测技术监督重点工作解析 .....             | (127) |
| 6.9   | 电能质量监督 .....                   | (127) |
| 6.9.1 | 电能质量监督的基本概念 .....              | (127) |

|            |                            |              |
|------------|----------------------------|--------------|
| 6.9.2      | 技术监督内容 .....               | (128)        |
| 6.9.3      | 技术管理 .....                 | (130)        |
| <b>第7章</b> | <b>指标管理 .....</b>          | <b>(132)</b> |
| 7.1        | 热电综合性指标 .....              | (132)        |
| 7.1.1      | 技术经济指标分类概述 .....           | (132)        |
| 7.1.2      | 供热指标 .....                 | (133)        |
| 7.1.3      | 厂用电率指标 .....               | (134)        |
| 7.1.4      | 煤耗指标 .....                 | (135)        |
| 7.1.5      | 效率指标 .....                 | (139)        |
| 7.1.6      | 其他指标 .....                 | (140)        |
| 7.1.7      | 提高技术经济指标的主要措施 .....        | (144)        |
| 7.2        | 热电专业性指标 .....              | (145)        |
| 7.2.1      | 燃料专业指标 .....               | (145)        |
| 7.2.2      | 锅炉专业指标 .....               | (150)        |
| 7.2.3      | 汽轮机专业指标 .....              | (162)        |
| 7.2.4      | 化学专业指标 .....               | (175)        |
| 7.2.5      | 电气专业指标 .....               | (177)        |
| 7.2.6      | 热工专业指标 .....               | (179)        |
| 7.3        | 技术经济指标的分析方法和总部热电专业竞赛 ..... | (183)        |
| 7.3.1      | 小指标分析法 .....               | (183)        |
| 7.3.2      | 耗差分析方法 .....               | (185)        |
| 7.3.3      | 月度节能分析方法 .....             | (189)        |
| 7.3.4      | 热电专业竞赛与评价 .....            | (190)        |
| 7.4        | 对标管理概述 .....               | (191)        |
| 7.4.1      | 对标管理定义 .....               | (191)        |
| 7.4.2      | 对标管理基本思路 .....             | (191)        |
| 7.4.3      | 热电厂推行对标管理的意义 .....         | (191)        |
| 7.4.4      | 热电厂推行对标管理的意义 .....         | (191)        |
| 7.4.5      | 热电厂开展对标管理应注意的问题 .....      | (195)        |
| <b>第8章</b> | <b>成本控制 .....</b>          | <b>(197)</b> |
| 8.1        | 成本核算对象和项目 .....            | (197)        |
| 8.2        | 成本核算的基本要求 .....            | (198)        |
| 8.2.1      | 基础工作要求 .....               | (198)        |
| 8.2.2      | 核算流程基本程序 .....             | (199)        |
| 8.2.3      | 成本费用的计算与分摊 .....           | (199)        |
| 8.2.4      | 成本控制情况检查 .....             | (200)        |
| 8.3        | 燃料成本控制 .....               | (200)        |
| 8.3.1      | 高度重视燃料管理和燃料成本控制 .....      | (200)        |
| 8.3.2      | 以标准煤单价为标准,控制燃料采购成本 .....   | (200)        |
| 8.3.3      | 严格燃料验收工作,抓好亏吨亏卡索赔 .....    | (201)        |

|        |                            |       |
|--------|----------------------------|-------|
| 8.3.4  | 加强燃料统计管理, 规范燃料储存盘点 .....   | (201) |
| 8.3.5  | 强化入炉煤管理, 有效控制热值差 .....     | (202) |
| 8.3.6  | 控制燃料价格, 规范燃料核算 .....       | (203) |
| 8.3.7  | 加强燃料成本控制, 开展燃料成本分析 .....   | (204) |
| 8.4    | 用水费用控制 .....               | (205) |
| 8.5    | 材料费用控制 .....               | (206) |
| 8.6    | 修理费用控制 .....               | (206) |
| 8.7    | 职工薪酬控制 .....               | (207) |
| 8.8    | 其他费用控制 .....               | (207) |
| 第9章    | 信息化管理 .....                | (209) |
| 9.1    | 管理信息系统 .....               | (210) |
| 9.1.1  | 以热电生产为主线的生产过程管理 .....      | (210) |
| 9.1.2  | 以设备维护为主线的生产保障管理 .....      | (212) |
| 9.1.3  | 以管网运行监控及优化为主线的热网运行管理 ..... | (214) |
| 9.1.4  | 以全面预算和成本控制为核心的经营管理 .....   | (215) |
| 9.2    | 厂级监控信息系统 .....             | (217) |
| 9.2.1  | 厂级监控信息系统概述及其架构 .....       | (217) |
| 9.2.2  | 厂级监控信息系统的功能 .....          | (219) |
| 9.3    | ERP 和 EAM 系统 .....         | (222) |
| 9.3.1  | ERP 系统 .....               | (222) |
| 9.3.2  | EAM 系统 .....               | (224) |
| 第10章   | 环境保护管理和技术 .....            | (227) |
| 10.1   | 概述 .....                   | (227) |
| 10.2   | 热电厂环境保护管理 .....            | (227) |
| 10.2.1 | 总体要求 .....                 | (227) |
| 10.2.2 | 环境监督管理 .....               | (228) |
| 10.2.3 | 污染控制和综合利用 .....            | (228) |
| 10.2.4 | 环保项目“三同时” .....            | (229) |
| 10.2.5 | 环保设施管理 .....               | (230) |
| 10.2.6 | 污染事故的管理 .....              | (230) |
| 10.3   | 热电厂烟气除尘技术 .....            | (231) |
| 10.3.1 | 烟气除尘评述 .....               | (231) |
| 10.3.2 | 静电除尘器技术 .....              | (231) |
| 10.3.3 | 袋式除尘器技术 .....              | (232) |
| 10.3.4 | 电袋复合式除尘器技术 .....           | (235) |
| 10.4   | 烟气脱硫技术 .....               | (236) |
| 10.4.1 | 石灰石-石膏湿法烟气脱硫技术 .....       | (236) |
| 10.4.2 | 氨法烟气脱硫 .....               | (241) |
| 10.4.3 | 氧化镁脱硫法 .....               | (243) |
| 10.4.4 | 干/半干法脱硫 .....              | (245) |

|        |                           |       |
|--------|---------------------------|-------|
| 10.4.5 | 海水脱硫法                     | (247) |
| 10.4.6 | 其他脱硫技术                    | (248) |
| 10.5   | 烟气脱硝技术                    | (250) |
| 10.5.1 | $\text{NO}_x$ 产生和控制机理     | (250) |
| 10.5.2 | $\text{N}_2\text{O}$ 污染   | (251) |
| 10.5.3 | 低 $\text{NO}_x$ 燃烧技术      | (252) |
| 10.5.4 | SNCR 烟气脱硝技术               | (254) |
| 10.5.5 | SCR 烟气脱硝技术                | (258) |
| 10.6   | 烟气脱硫脱硝一体化技术               | (261) |
| 10.6.1 | 电子束一氨法                    | (261) |
| 10.6.2 | SCO 技术                    | (262) |
| 10.7   | 粉煤灰综合利用技术                 | (262) |
| 10.7.1 | 粉煤灰的基本知识                  | (262) |
| 10.7.2 | 粉煤灰特性                     | (263) |
| 10.7.3 | 粉煤灰的分类                    | (264) |
| 10.7.4 | 粉煤灰的综合利用技术现状及进展           | (264) |
| 10.8   | $\text{CO}_2$ 捕集技术        | (267) |
| 10.8.1 | 烟气中 $\text{CO}_2$ 的分离回收技术 | (268) |
| 10.8.2 | 烟气中 $\text{CO}_2$ 的转化技术   | (269) |
| 10.8.3 | $\text{CO}_2$ 的处置技术       | (269) |
| 10.8.4 | 结论                        | (270) |
| 10.9   | 烟气脱汞技术                    | (270) |
| 10.9.1 | 除尘设备脱汞技术                  | (271) |
| 10.9.2 | 吸附剂脱汞                     | (271) |
| 10.9.3 | 催化氧化技术                    | (272) |
| 10.9.4 | WFGD 脱汞技术                 | (272) |
| 10.9.5 | 其他脱汞技术                    | (273) |
| 10.9.6 | 结语                        | (273) |
| 10.10  | 节水与水污染物排放                 | (273) |
| 第 11 章 | 热电运营典型管理技术案例              | (275) |
| 11.1   | 锅炉提效技术                    | (275) |
| 11.1.1 | 高温省煤器由光管式改为螺旋翅(肋)片管式省煤器   | (275) |
| 11.1.2 | 利用热媒水技术提高锅炉热效率            | (275) |
| 11.1.3 | 一次风管可调阻力节流元件              | (276) |
| 11.1.4 | 氢氧化钠磷酸钠联合处理炉水技术           | (276) |
| 11.2   | 锅炉燃烧技术                    | (276) |
| 11.2.1 | 锅炉燃烧优化调整技术                | (276) |
| 11.2.2 | 1025t/h 锅炉燃烧切圆反转原因分析及解决办法 | (277) |
| 11.2.3 | 回流区分级着火燃烧器                | (277) |
| 11.3   | 循环流化床长周期运行技术              | (278) |

|         |                               |       |
|---------|-------------------------------|-------|
| 11.3.1  | CFB 锅炉受热面超音速电弧喷涂 .....        | (278) |
| 11.3.2  | 多阶式耐磨梁技术 .....                | (278) |
| 11.4    | 锅炉热效率测试技术 .....               | (279) |
| 11.4.1  | 飞灰在线监测 .....                  | (279) |
| 11.4.2  | 入炉煤质在线检测 .....                | (279) |
| 11.5    | 制粉系统节能改造技术 .....              | (280) |
| 11.5.1  | 制粉系统杂物在线分离技术 .....            | (280) |
| 11.5.2  | 静动叶结合型旋转式粗粉分离器 .....          | (280) |
| 11.5.3  | 球磨机钢球自动筛选 .....               | (280) |
| 11.5.4  | 空气炮消堵装置 .....                 | (281) |
| 11.6    | 锅炉节油技术 .....                  | (281) |
| 11.6.1  | 微油点火稳燃技术 .....                | (281) |
| 11.6.2  | 中高温烘炉与锅炉吹管有机结合 .....          | (282) |
| 11.7    | 凝汽器达标治理技术——凝汽器自清洗强化换热装置 ..... | (282) |
| 11.7.1  | 适用范围 .....                    | (282) |
| 11.7.2  | 简要技术描述 .....                  | (282) |
| 11.7.3  | 典型应用 .....                    | (283) |
| 11.8    | 节水技术 .....                    | (283) |
| 11.8.1  | 锅炉干式除渣系统 .....                | (283) |
| 11.8.2  | 外供蒸汽凝结水回收 .....               | (283) |
| 11.8.3  | 反渗透浓水回收技术 .....               | (284) |
| 11.9    | 电除尘器高频电源节能提效技术 .....          | (285) |
| 11.9.1  | 适用范围 .....                    | (285) |
| 11.9.2  | 简要技术描述 .....                  | (285) |
| 11.9.3  | 典型应用 .....                    | (285) |
| 11.10   | 燃料掺配技术 .....                  | (285) |
| 11.10.1 | 锅炉非设计燃料评价优化系统 .....           | (285) |
| 11.10.2 | 分类堆放、分炉分仓上煤在燃煤火力发电厂的应用 .....  | (286) |
| 附录:     | 《中国石化热电专业竞赛管理办法(2011)》 .....  | (287) |
| 参考文献    | .....                         | (299) |

# 第 1 章 热电联产概述

能源是人类生存和发展的重要物质基础。能源工业是国民经济的基础产业，是实现现代化的物质基础，世界各国都把建立可靠、安全、稳定的能源供应保障体系作为国民经济的战略问题之一。中国虽然是世界上能源蕴藏和生产大国，但人均能源占有量仅为世界人均值的 36%。同时中国的能源利用率较低，目前仅为 32% 左右，与发达国家的能源利用率 40% ~ 50% 相比，存在着较大差距。为此，中国政府对能源问题十分重视，提出了“节约与开发并重，把节约放在优先地位”的能源发展总方针。

在能源供应日趋紧张的今天，合理利用能源，提高能源利用率已成为世界各国普遍关注的问题。热电联产是根据能源梯级利用原理，先将煤炭、天然气等一次能源发电，再将发电后的余热或者抽汽用于供热的先进能源利用形式。热电联产自它诞生之日起，已经在世界范围内得到了广泛的应用，我国政府也已将热电联产列为我国十大节能工程之一。

本章主要介绍热电联产的定义、优点以及热电联产的基本形式。同时对我国热电联产现状、特点及发展前景作简要介绍。最后，对目前中国石化集团热电联产总体情况作简单描述。

## 1.1 热电联产的定义与基本类型

### 1.1.1 热电分产和热电联产

城市采暖、热水供应系统需要消耗大量的蒸汽或热水，工业生产过程更需要消耗大量蒸汽或热水。假如这些热能均由各单位自行解决，那就要建很多分散的、容量小、热效率低、劳动强度大的小型锅炉。分散、小容量的锅炉由于热效率低而浪费大量能源，供热可靠性比较低，除尘设备的除尘效率低，低矮的烟囱稀释扩散效果差，严重污染环境。另一方面，居民和生产工程中需要的电能由凝汽式发电厂生产，虽然采用了大容量高效率的锅炉，但是在凝汽式汽轮机中，做功以后的排汽余热所含热量约为锅炉吸收量的 55% ~ 70%，这部分热量在凝汽器中都被循环冷却水带走。所以单独生产电能的过程，对燃料的有效利用率也是较低的。这种单一能量(电能或者热能)生产方式被称为热电分产。如凝汽式发电厂只供应电能，供热锅炉房只供应热能(蒸汽或热水)，它们都属于单一能量生产；又如凝汽式发电中直接由锅炉供应蒸汽给热用户，虽然该电厂同时供应两种能量，但是其生产过程仍然属于两种能量分别生产。分产发电时不可避免地要放热给冷源，这部分低品位热能完全没有利用。分产供热的低品位热能，却是从高品位热能大幅度贬值转换来的，从而浪费了大量的能源。

电能和热能的联合生产方式称为热电联产，它是利用汽轮机中做过功的蒸汽对外供热，将燃料的化学能转化为高品位的热能用以发电，同时将已经在汽轮机中做了部分功(即发了电)后的低品位热能对外供热。由于做了功的那部分排汽热量未传给冷源，而直接供给了热用户，即电能是在供热的基础上进行生产的，这就实现了热电联产。热电联产流程图如图 1-1 所示。

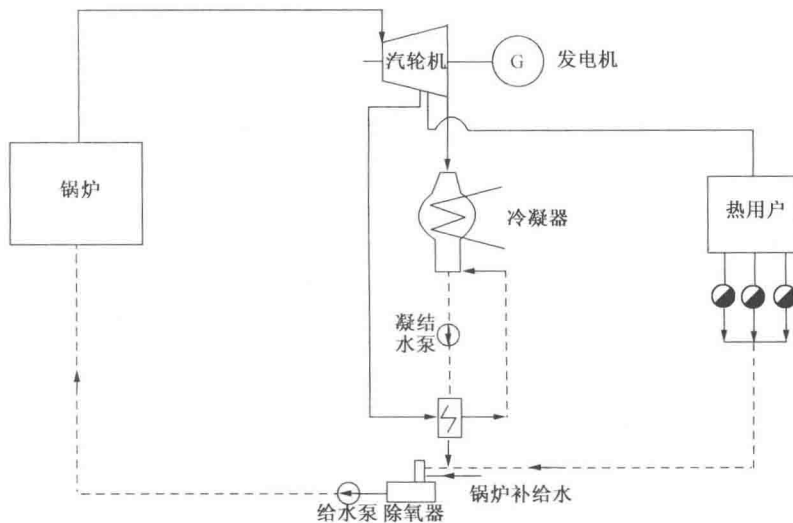


图 1-1 热电联产流程图

热电联产的对外供热（即抽汽式汽轮机的调整抽汽或背式汽轮机的排汽）压力通常分为 0.12~0.8MPa 和 0.8MPa 以上两等。前者主要应用于采暖、通风，后者主要应用于造纸、钢铁和石油化工等行业。热电联产机组主要应用见表 1-1。

表 1-1 热电联产机组主要应用

| 机组类型            | 蒸汽压力等级/MPa | 典型用户      |
|-----------------|------------|-----------|
| 背压式或抽汽式机组       | $\geq 4.5$ | 纸、钢铁和石油化工 |
|                 | 1.5~4.5    |           |
|                 | 0.8~1.5    |           |
| 凝气—采暖两用机组或抽汽式机组 | 0.3~0.8    | 暖、通风      |
|                 | $\leq 0.3$ |           |

注：蒸汽压力等级划分参考《石油化工统计指标解释》。

### 1.1.2 热电联产的主要优点

热电联产符合按质利用热能的原则，达到了“热尽其用”的目的。具有较高的压力和温度的高品位工质首先用来生产电能，排出低品位工质后对外供给热用户，这样的热电联产可以大大提高经济性，从而节约能源。

热能是二次能源，它是发展国民经济、提高人民生活水平必不可少的能量，需消耗大量的一次能源获得。中国目前主要是以煤为燃料发电、供热的国家，而这一燃料的资源是有限的，因此合理地利用和节约燃料是全国性的重要课题。建设热电联产项目对节约一次能源起着举足轻重的作用，实行热电联产与电力、机械等工业的发展以及整个国民经济的发展有着密切关系。热电联产的主要优点有以下四个方面：

#### 1. 节约能源

由于热电联产采用做功后的蒸汽对外供热，这部分蒸汽冷源损失完全被利用，它的抽汽供热量则取代了分产供热的锅炉，因而热电联产本身不仅可节约能源，并能燃用小型锅炉难以燃用的劣质煤，从而节省了大量优质煤供应给更需要的行业。