

# 火电工程设计 技术经济指标手册

杨旭中 编著



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

# 火电工程设计 技术经济指标手册

陆启才 主编



# 火电工程设计 技术经济指标手册

杨旭中 编著



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

本书全面介绍了火电厂设计的主要技术经济指标,包括产能、节能、环保、节水、用地、投资与经济指标等内容,从指标体系及主要指标选择;统一计算方法与输入数据;提供考核标准等方面进行了阐述。

本书对从事火电工程规划、设计、制造、施工、运行和管理以及相关教学与科研工作的读者将有所帮助,同时可供相关专业师生及相关行业的同志参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

火电工程设计技术经济指标手册/杨旭中编著. —北京:  
中国电力出版社, 2011. 2

ISBN 978-7-5123-1377-4

I. ①火… II. ①杨… III. ①火力发电-电力工程-设计-技术  
经济指标-手册 IV. ①TM621-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 018220 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

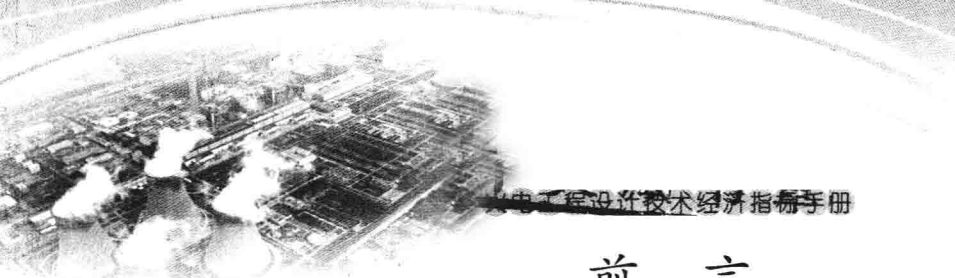
\*

2012 年 1 月第一版 2012 年 1 月北京第一次印刷  
850 毫米×1168 毫米 32 开本 3.875 印张 88 千字  
印数 0001—3000 册 定价 16.00 元

### 敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失  
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



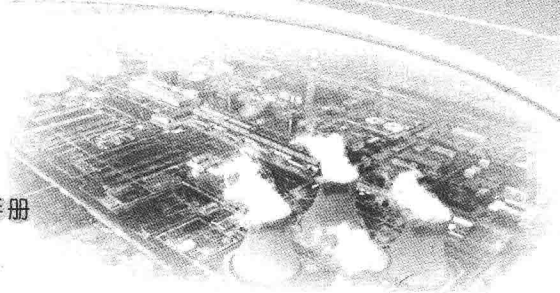
## 前 言

为了实现精细化、数据化管理的要求，火力发电厂的技术经济指标受到各方高度重视。从运行指标看，最近已出版了电力行业相关标准和文献；但从设计指标看，缺乏较全面的统一规定与文献。为此，编者根据在中国电力工程顾问集团公司长期工作积累的经验与成果，编写了本书。书中对于火电厂设计中需要的主要技术经济指标，分产能、节能、环保、节水、用地以及经济指标六个方面，本着“有人看、能计算、可判断”的思路进行了介绍，并与运行指标进行了对比，希望能够对从事火电厂设计、运行、规划、管理以及教学工作的同志有所帮助。

本书由杨旭中同志编写，由姜士宏同志校核。书中引用了中国电力工程顾问集团公司近期工作成果，并得到武一琦、杨健祥等众多公司同仁的帮助，在此一并致谢。

杨旭中

2011年7月



# 目 录

## 前言

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 第一章 综述 .....            | 1  |
| 第一节 指标的重要性 .....        | 1  |
| 第二节 指导思想 .....          | 1  |
| 第三节 指标类别 .....          | 3  |
| 第二章 产能指标 .....          | 5  |
| 第一节 生产能力 .....          | 5  |
| 第二节 年发供电量 .....         | 5  |
| 第三章 节能指标 .....          | 7  |
| 第一节 发电煤耗 .....          | 7  |
| 第二节 厂用电率 .....          | 12 |
| 第三节 供电煤耗 .....          | 19 |
| 第四节 热电联产机组 .....        | 19 |
| 第五节 燃气—蒸汽联合循环机组 .....   | 28 |
| 第四章 环境保护指标 .....        | 30 |
| 第一节 指标选择 .....          | 30 |
| 第二节 大气污染物产生量与排放浓度 ..... | 31 |
| 第三节 控制指标 .....          | 38 |
| 第四节 其他指标 .....          | 51 |
| 第五章 节水指标 .....          | 53 |

|             |                       |            |
|-------------|-----------------------|------------|
| 第一节         | 指标选择 .....            | 53         |
| 第二节         | 设计耗水指标 .....          | 56         |
| 第三节         | 年用水量 .....            | 60         |
| 第四节         | 单位发电量耗水量 .....        | 61         |
| <b>第六章</b>  | <b>用地指标 .....</b>     | <b>63</b>  |
| 第一节         | 概述 .....              | 63         |
| 第二节         | 厂区用地 .....            | 64         |
| 第三节         | 灰场用地 .....            | 78         |
| 第四节         | 厂外管线用地 .....          | 80         |
| 第五节         | 燃气—蒸汽联合循环电厂厂区用地 ..... | 83         |
| 第六节         | 建设用地计算统一规定 .....      | 89         |
| <b>第七章</b>  | <b>经济指标 .....</b>     | <b>91</b>  |
| 第一节         | 投资控制 .....            | 91         |
| 第二节         | 上网电价 .....            | 99         |
| <b>参考文献</b> | <b>.....</b>          | <b>115</b> |

# 综 述

## 第一节 指标的重要性

在火力发电厂设计工作中，工程的技术经济指标受到越来越多的重视，这是基于以下几个方面的需要。

(1) 政府主管部门政策调控的需要。在社会主义市场经济条件下，政府的职能主要是编审规划；制定政策和为保护公众利益进行监管，以实现宏观调控的要求。

为了满足精细化管理的要求，在规划、政策和监管中，不仅要有定性的要求；还要有定量的指标，使拟采取的措施落到实处。

(2) 企业要实现对标管理。在前期工作中，企业对设计单位有具体量化要求，再通过项目完成后的后评价工作，进行对照、检查和验收。

(3) 设计单位要把为国家把关与为业主服务的要求协调起来。在可研阶段，应根据项目申请报告编写要求，提供相应的技术经济指标；在初设阶段，应根据设计编审要求，提供更多的技术经济指标；在施工设计和项目建设过程中，具体落实提出的指标；在后评价工作中，再进行对照和检查。

## 第二节 指导思想

按照科学发展观的要求，要重视指标的作用，但也不要

“指标挂帅”。要本着“有人看、能计算、可判断”的要求进行相关工作。

### 1. 重视指标，但不要“指标挂帅”

技术经济指标是重要的，但要弄清楚它的精神实质，不要片面追求高指标，即不要“指标挂帅”。

以南方地区许多火电工程为例，它们靠近较小的河流，水量不足以采用直流供水，但可满足二次循环供水建设冷却塔的需要。这些电厂如果片面追求耗水指标，过分提高浓缩倍率，减少排污水量，甚至做到零排放，这在技术上是可行的，但需要较多的投入。但从节水效果看，尽管进水量减少、排水量也减少，指标较为优越；但进、排水量之差不变，恒等于冷却塔的蒸发、风吹以及厂内的其他损失之和，即从河流下游水量看，它并不随浓缩倍率提高而变化；与此同时，河水中的总含盐量基本不变，随着循环水处理系统的复杂化，处理用的酸碱等化工原料部分进入河流，总含盐量反而增加。因此，浓缩倍率与循环水处理方式应因地制宜，否则不仅达不到节水的初衷，还会对河流加大污染。

### 2. “有人看”指如何选择控制指标

我国正处于社会主义计划经济向社会主义市场经济过渡时期，在经济指标中，两种体系的指标共存，这就要求我们在设计工作中，选择“有人看”的指标进行计算和评价。

在火电设计工作中，技术指标很多，只能选择主要的进行计算和评价，即从政府和企业关心的指标中选择。

### 3. “能计算”指统一计算方法和输入数据

任何指标都能计算，但有可能同一工程条件，出现若干个不同的计算结果。关键是：

- (1) 明确定义；
- (2) 统一计算方法；

(3) 统一输入常用数值及确定变数的规则。

4. “可判断”指要有相应的判据

如果没有什么是优、良、合格与不合格的判据，这项指标就没有实用价值。因此，应在相应的政策、规程等文件中，做出科学的规定。

以上四点是本书的编写思想，也是确定各章内容的依据。

### 第三节 指 标 类 别

(1) 按照时段可分为两类：

1) 设计指标。用于火电工程各阶段的设计文件。

2) 生产指标。用于火电厂运营期间的报表。

关于生产指标，现已出版了 DL/T 904—2004《火力发电厂技术经济指标计算方法》，并出版了《火力发电厂节能和指标管理技术》一书，进行了较详细的介绍。对于设计指标，在不同的文件中已有所涉及，但尚缺乏一个较全面的书籍进行较详细的介绍。这也是本书编写的目的。

(2) 按照用途也可划分为两类：

1) 考核指标。用于考核全厂或主要设备的性能，反映在保证条件下，某一指定工况的指标。

2) 年均指标。用于反映在一个年度内平均的性能指标。

在本书中会分章解释两类指标的异同，及其使用范围。

本书内容以设计指标为主，但也涉及运行指标。运行指标对于设计人员的作用，一是区分概念与计算方法的异同，避免混淆；二是结合运行实际制定设计目标与措施；三是用于后评价。在后评价工作中，应该对前评估中提出的设计指标，运用运营后得到的生产指标进行对照与检查，分析原因，提出改进措施与建议。

设计指标很多，本书中只阐述了主要的技术经济指标，即在初步设计内容深度规定中应该列出并加以评述的指标。其他指标视需要也有所提及，但不是本书的重点。

# 产 能 指 标

## 第一节 生 产 能 力

火电工程的生产能力用装机容量来表示。装机容量等于机组台数乘机组额定功率 (MW)。

装机容量是建设方案主要内容之一，最终以国家发展改革委核准意见为准。

## 第二节 年 发 供 电 量

### (一) 年发电量

年发电量等于装机容量 (MW) 乘发电设备年利用小时 (h/年)，用  $(\text{MW} \cdot \text{h})/\text{年}$  表示。

### (二) 发电设备年利用小时

(1) 在火电工程接入系统报告中，编制单位应根据电力系统与拟建机组情况提出推荐意见。

(2) 接入系统报告或可研报告的审查意见中应有明确结论。

(3) 根据现行政策，热电联产机组中，背压机组所发电量，在扣除厂用电量后，应全额上网。凝汽采暖两用机组，在采暖期间，其发电量不低于同级凝汽机组，即不随产能因可能受阻而减少；在非采暖期间，按同级凝汽机组进行节能调度，因此，其发电设备年利用小时与同级凝汽机组相当。由于热电

联产机组还要供热，年耗煤量与凝汽机组相比较有所增加，锅炉设备年利用小时将大于发电设备年利用小时。

(4) 在接入系统设计和审查中，均应按照节能调度办法规定的原则确定发电设备利用小时数；在运行中，机组将按节能调度办法及当时的实施细则进行调度。

(5) 在运营期间的发电设备年利用小时系根据实际统计的年发电量反算求出的，用于后评价时，应与前评估预测值相比较，进行分析。

### (三) 年供电量

年供电量等于年发电量减去厂用电量，或乘以 $(1 - \text{厂用电率})$ 。单位仍为 $(\text{MW} \cdot \text{h})/\text{年}$ 。

其中厂用电率详见第三章第二节，厂用电率为综合厂用电率，以反映上网电量与销售收入。

## 节 能 指 标

### 第一节 发 电 煤 耗

#### 一、五种指标

为了可比性,采用标准煤耗,即将燃料收到基低位发热量统一为 29.271MJ/kg 后折算的煤耗。按性质与主要用途分为五种指标。

(1) 发电设计标准煤耗。主要用于考核设备节能水平是否符合国家产业政策。

(2) 发电设计年均标准煤耗。主要用于可研设计经济评价。

(3) 性能考核发电标准煤耗。主要用于考核主机性能是否符合合同规定要求。

(4) 运行实时发电标准煤耗。根据运行实时各项指标求出,拟用于节能调度。

(5) 发电运行年均标准煤耗。根据统计值反算求出,用于统计报表以及在进行后评价时与设计值进行对照、检查。

(1)、(2) 为设计指标; (3)、(4)、(5) 为生产指标。

(1)、(3)、(4) 为考核指标; (2)、(5) 为年均指标。

#### 二、发电设计标准煤耗

发电设计标准煤耗按照式 (3-1) 计算。

$$\text{发电设计标准煤耗} = \frac{\text{汽轮机保证热耗 (kJ/kW} \cdot \text{h)}}{\text{锅炉保证效率} \times \text{管道效率} \times 29.271} \quad [\text{g}/(\text{kW} \cdot \text{h})] \quad (3-1)$$

式中

汽轮机保证热耗——汽轮机订货合同中规定的保证值 (THA 工况)。

锅炉保证效率——锅炉订货合同中规定的保证值 (与 THA 工况对应的蒸发量)。

管道效率——汽轮机从锅炉得到的热量与锅炉输出的热量之间的百分比,在设计阶段,通常取 99% 或 0.99。

(1) 按照现行政策,国家发展改革委在发改能源 [2004] 864 号文中规定:

1) 除西藏、新疆、海南等地区外,其他地区应规划建设高参数、大容量、高效率、节水环保型燃煤电站项目,所选机组单机容量原则上应为 60 万千瓦及以上,机组发电煤耗要控制在 286g 标准煤/(kW·h) 以下。

2) 需要远距离运输燃煤的电厂,原则上规划建设超临界、超超临界机组。

3) 在缺乏煤炭资源的东部沿海地区,优先规划建设发电煤耗不高于 275g 标准煤/(kW·h) 的燃煤电站。

4) 在煤炭资源丰富的地区,规划建设煤矿项目或矿区电站项目,机组发电煤耗要控制在 295g 标准煤/(kW·h) 以下。

5) 对于第 4) 类的电厂,当采用空冷机组时,发电煤耗要控制在 305g 标准煤/(kW·h) 以下。

(2) 从该文中规定可以看出:

1) 该文中的发电煤耗即本书中的发电设计标准煤耗。

2) 该文中的 295、286 与 275g 标准煤/(kW·h) 的要求,分别与亚临界,超临界和超超临界参数相对应。当时是按管道效率取 0.98 得出的,已有一定的裕度。

3) 上述数值针对湿冷机组,对于空冷机组一般加大 10g 标准煤/(kW·h) (或 5%)。

4) 锅炉保证效率理论上应取与汽轮机热耗保证工况相应的蒸发量时的数值。对于燃用无烟煤的锅炉，由于锅炉保证效率低，有时需要使用 0.98 与 0.99 之间的裕度，才能达到上述要求。

### 三、发电年均设计标准煤耗

从考核煤耗到年均煤耗需要进行三项修正，即改按式 (3-2) 计算，单位不变。

$$\text{发电设计年均标准煤耗} = \frac{\text{汽轮机加权平均热耗}}{\text{锅炉加权效率} \times (1 - \text{厂内损失}) \times 29.271} \quad [\text{g}/(\text{kW} \cdot \text{h})] \quad (3-2)$$

在 20 世纪末以前，汽轮机设计背压统一采用 4.9kPa，(原为 0.01ata)，当电厂处于北方地区，采用直流供水时，有可能年均运行背压与此大致相当；但在南方地区，特别是采用循环供水时，年均运行背压可能超过 5.4kPa (原为 0.055ata)，因此需要修正。为此，原国家电力公司曾发文规定改用经优化后的年均背压作为设计背压，每项火电工程应因地制宜，此时提供的汽轮机保证热耗可以不再修正。

从 300MW 引进型机组主厂房参考设计审查开始，已将厂内损失改为 3%，主要原因是：

(1) 管道效率仅考虑机、炉之间主蒸汽、再热蒸汽、给水管路的压降与温降是远远不够的。

(2) 汽轮机额定工况 (经济工况) 下热耗的保证值是在补充水率为零的情况下求得的，但任何电厂不可能没有汽水损失，有的电厂目前还很大。

(3) 电厂投产初期，设备质量及运行不稳定，启停次数较多，稳定后由于参与调峰，启停次数比过去严重缺电时期也要多出不少，启停引起的汽水质量与热量损失也需考虑进去。

基于上述改动，供电煤耗设计值可能增加 6~7g/(kW·h)。

从 600MW 引进型机组主厂房参考设计审查开始,增加了按加权平均热耗计算供电煤耗的规定,即:

(1) 采用汽轮机厂提供的额定工况、75%出力工况、50%出力工况的 3 个热耗计算值,按 3 种工况下的运行小时数进行加权平均。该设计中采用的运行小时:110%~86%负荷以额定工况为代表,运行 3500h;85%~61%负荷以 75%出力工况为代表,运行 2000h;60%~40%负荷以 50%出力工况为代表,运行 2000h。该设计的运行小时共 7500h,发电 36 亿  $\text{kW} \cdot \text{h}$ ,设备年利用小时数为 6000h。

(2) 锅炉效率按 3 种工况相应的蒸发量选取。

按上述考虑,连同厂内损失(取 3%),发电煤耗设计值可能增加  $13\text{g}/(\text{kW} \cdot \text{h})$  左右。

根据以上分析,为了简化计算,在火电工程限额设计参考指标编制时,采用简化式(3-3)进行计算:

发电设计年均标准煤耗  $= 1.05 \times \text{发电设计标准煤耗}[\text{g}/(\text{kW} \cdot \text{h})]$   
(3-3)

不同容量、主蒸汽参数的凝汽机组,其典型发电设计标准煤耗见表 3-1,可供参考。

表 3-1 各类机组发电设计标准煤耗水平

| 项 目           | 标准煤耗 $[\text{g}/(\text{kW} \cdot \text{h})]$ | 备 注              |
|---------------|----------------------------------------------|------------------|
| 超超临界 1000MW   | 272                                          | 参数 25/600/600    |
| 超超临界空冷 1000MW | 284                                          | 参数 25/600/600    |
| 超临界 900MW     | 281                                          | 参数 24.2/538/566  |
| 超超临界 600MW    | 274                                          | 参数 25/600/600    |
| 超临界 600MW     | 281                                          | 参数 24.2/566/566  |
| 超临界空冷 600MW   | 294                                          | 参数 24.2/566/566  |
| 亚临界 600MW     | 288                                          | 参数 16.67/538/538 |
| 亚临界空冷 600MW   | 301                                          | 参数 16.67/538/538 |
| 亚临界 300MW     | 291                                          | 参数 16.67/538/538 |