



发电企业

生产经营指标管理手册

李 青 张兴营 徐光照 李晓辉 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

发电企业 生产经营指标管理手册

李 青 张兴营 徐光照 李晓辉 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

前言

本书第一版出版后，曾被许多单位作为节能管理和指标培训材料使用，有的读者就书中的一些内容与编者进行了深入讨论，提出了修改意见，在此表示感谢。

本书第一版出版后，被某些出版商盗版，而且把书价定得很高，在此编者声明，编者的书只在中国电力出版社出版，其他出版社发行的《新编火力发电厂生产指标管理手册》（李青著）等书，均为盗版书。

本书第一版出版后，许多读者反映指标太多，要想在书中查找到自己想要的内容比较费事。因此本次再版，将发电企业生产经营的各项指标分类绘制成表，便于读者查找。

2007—2009年，我国修订和制定了大量的国家标准和行业标准。本次再版，根据新标准补充了大量的新指标；对部分章节进行了调整，并删掉了已经过时的附录内容，再版后，条目显得更为清晰，排列更为合理；对部分不正确的描述进行了修改和调整，对易引起误解的内容进行了补充和完善；由于近几年循环流化床锅炉在我国发展比较快，因此再版时，增加了循环流化床锅炉指标。

再版时，增加了能源统计指标、物资管理指标、人力资源指标、财务指标、工程建设指标等发电企业通用的生产经营指标的定义和计算方法。因此本书不再仅仅局限于“生产指标”的范畴，而是包含了发电企业三项责任制（生产、经营、基建）的全部内容，使本书内容更为丰富。

本次再版，特别注重对影响指标因素的分析，提出在管理、运行、检修时应该注意的问题，以及解决问题的措施。

近几年，我国清洁能源发展很快，但是有关清洁能源的指标书籍很少。本次再版，增加了水力发电厂指标、核能发电厂指标、风力发电厂等清洁能源指标，便于读者对近几年我国发展较快的能源有所了解，弥补我国在这些清洁能源指标研究分析中的不足。因此此次再版将书名更换成《发电企业生产经营指标管理手册》更为适合。

本书第一章、第五章、第七章由李青同志编写，第六章、第八章、第九章由张兴营同志编写，第二章、第三章、第四章由徐光照同志编写，华能山东石岛湾核电有限公司李晓辉同志编写了第十章。

笔者的能力终究有限，书中一定还会存在一些问题和不足，真心希望广大读者批评指正，邮件联络方式：liqing5473@126.com。

编者

2011年7月1日

第一版前言

在我国电源结构中,火力发电设备容量约占总装机容量的 74%,火力发电机组年发电量占总发电量的 82%以上,火力发电在相当长的时期内仍将在中国电源结构中占主导地位。电煤占我国煤炭生产量的比重超过了 50%,燃煤电厂年排放二氧化硫达 1200 万 t 左右,给我国环境容量造成了很大的压力。另一方面,我国电力工业正处于高速发展时期,火电机组结构不断优化,大容量机组所占比例不断提高,火电机组设计和运行技术不断进步和完善,机组的运行水平不断提高,供电煤耗已由 2000 年的 392g/(kWh)降低到 2004 年的 379g/(kWh),但火电机组平均效率仍比国际先进水平低 6%~7%,供电煤耗平均比国外高约 50g/(kWh),节能潜力仍然很大。

火力发电厂生产管理的一项重要工作是控制各热力设备、系统的主要生产指标(或参数)。控制好这些指标,机组就能安全经济运行。

本书通过对火力发电厂生产指标的分析,提出了改进机组性能的措施,期望在建设节约型、环保型社会的新形势下,促进火力发电厂节能技术监督和其他专业的技术监督工作,不断提高机组的运行水平,进一步降低火力发电厂的供电煤耗。

本书对各项生产指标进行了分类,对每个指标的概念和含义进行了介绍,对指标的计算公式和计算方法进行了讲解,对影响各项指标的因素进行了分析,重要的是对控制生产指标的措施做了一一详尽的论述。

本书第一章、第五章由李青同志编写,第六章、第七章由张兴营同志编写,第二章、第三章和第四章由徐光照同志编写,最后由张兴营同志统稿。

在编写过程中,得到了西安热工院薛彦廷高工、南通电厂方超高工和福州电厂陈信疆高工的大力支持,在此谨致谢意。

由于水平所限,书中疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2006 年 9 月 8 日于华能国际电力股份有限公司

目 录

前言

第一版前言

第一章 火电厂经济指标管理与控制	1
第一节 经济指标分类	1
第二节 汽轮机指标	10
第三节 化学环保指标	47
第四节 锅炉指标	81
第五节 燃料指标	121
第六节 单耗指标	150
第七节 联合循环指标	164
第八节 循环流化床锅炉指标	168
第九节 发电厂综合性指标	177
第十节 热电厂综合性指标	187
第十一节 试验指标	194
第二章 设备指标管理与控制	205
第一节 固定资产指标	205
第二节 热工指标	222
第三节 电气指标	229
第四节 计量指标	247
第三章 水务指标管理与控制	257
第一节 废水和重复利用指标	257
第二节 取水量指标	263
第四章 安全可靠性指标管理与控制	271
第一节 可靠性指标	271
第二节 安全性指标	286
第五章 科技进步指标	301
第一节 科技活动指标	301

第二节	科技投入产出指标	305
第三节	技术改造	308
第四节	企业创新评价指标	312
第六章	财务管理	317
第一节	利润与资产	317
第二节	成本与产值	323
第三节	税金与贡献	329
第四节	工资与劳动效率	332
第七章	能源管理	336
第一节	能源消耗	336
第二节	节能管理	344
第三节	用电设备节能评价指标	351
第四节	综合性指标	356
第八章	工程建设指标	365
第一节	投资费用指标	365
第二节	建设工期	368
第三节	效益和效率	370
第九章	指标分析方法	372
第一节	耗差分析原理	372
第二节	125MW 机组耗差分析方法举例	375
第三节	300MW 机组耗差分析方法举例	381
第四节	凝汽机组等效焓降法应用举例	384
第五节	供热机组等效焓降法应用举例	397
第六节	各项小指标对能耗的影响值	402
第七节	燃煤发热量变化对机组经济性的影响	412
第八节	燃煤水分变化对机组经济性的影响	416
第九节	机组效率变化与热耗的关系	418
第十节	月度节能分析方法	419
第十一节	月度运行分析方法	424
第十章	清洁能源发电厂	430
第一节	风力发电厂指标	430
第二节	水力发电厂指标	445
第三节	核能发电厂指标	452
参考文献		469

第一章

火电厂经济指标管理与控制

第一节 经济指标分类

发电企业生产指标很多，例如热工指标、电气指标、环保指标、安全指标、科技指标、可靠性指标等。生产指标还可以分为经济指标和技术指标，而经济指标又可分为大指标和小指标。小指标是根据影响大指标的因素或参数，结合生产过程各环节的特点，按照工种、设备和岗位对大指标进行分解得到的，因此叫做小指标。

一、传统指标分类方法

1. 大指标

发电企业的主要经济技术指标为：发电量、供电量和供热量、供电成本、供热成本、供电标准煤耗、供热标准煤耗、厂用电率、等效可用系数、主要设备的最大出力和最小出力、单位发电量取水量。这些指标叫大指标或主要指标。除此之外，各厂还应根据具体情况，制订、统计、分析和考核各项小指标。

2. 小指标

小指标包括锅炉专业小指标、汽轮机专业小指标、燃料专业小指标、化学专业小指标等。

二、四级指标分类方法

除按上述传统方法分类外，火力发电厂经济指标还可以分为以下四级指标，见表 1-1。

表 1-1 火电厂技术经济指标体系表

一级指标	供 电 煤 耗						
二级指标	燃料指标		供电量		发电煤耗/电厂效率		
三级指标	入厂、入炉煤质	入厂、入炉煤量	发电量	厂用电率/单耗	锅炉效率	汽机热效率/热耗	管道效率
四级指标	检质率	检斤率	负荷率	给水泵耗电率	蒸发量	主蒸汽参数	管道散热
	低位热值	燃料收入量	运行小时	循环水泵耗电率	过热蒸汽参数	再热汽参数	锅炉排污率
	水分	入炉煤量	利用小时	凝结水泵耗电率	再热汽参数	高压缸效率	汽水损失率
	灰分	盘点盈亏量	等效可用系数	送风机耗电率	送风温度	中压缸效率	补水率

续表

一级指标	供 电 煤 耗						
二级指标	燃料指标		供电量		发电煤耗/电厂效率		
四级指标	挥发分	存损率	强迫停运率	引风机耗电率	排烟温度	低压缸效率	供热回水率
	热值差	运损率	非计划停运次数	一次风机耗电率	排烟氧量	主蒸汽流量	
	水分差	亏吨率	非计划停运小时	排粉机耗电率	飞灰可燃物	轴封汽量	
	配煤合格率	亏吨索赔率	非计划降出力次数	磨煤机耗电率	炉渣可燃物	给水流量	
	入炉煤合格率	燃料耗用量	非计划降出力小时	脱硫耗电率	预热器漏风	凝结水流量	
	煤炭质级不符率	燃料库存量	等效降出力停运小时	给煤机耗电率	尾部烟道漏风率	汽耗率	
	亏卡索赔率	实际燃料消耗量	等效降出力停运小时	上煤耗电率	制粉系统漏风	加热器端差	
	硫分	助燃油油量		除灰/尘耗电率	散热损失	给水温度	
	含矸率	点火用油量		空冷岛耗电率	入炉煤质	高压加热器投入率	
		煤炭到货率		非生产用电率	煤粉细度	排汽温度	
				脱硝耗电率	燃油量	凝汽器端差	
					煤粉细度合格率	凝汽器真空度	
				冷却水塔耗电率	点火用油量	真空严密性	
					助燃油油量	凝汽器清洁度	
					吹灰器投入率	凝结水过冷度	
					除灰灰水比	循环水进口温度	
					电除尘器投入率	循环水温升	
					除尘器漏风系数	胶球装置投入率	
					最低稳燃负荷	胶球装置收球率	
					大修后锅炉效率恢复值	冷却塔温降	
						传热系数	
						大修后汽机效率恢复值	

(1) 第一级指标：供电煤耗率。根据原电力工业部《火力发电厂按入炉煤量正平衡计算发供电煤耗的方法（试行）》规定，火力发电厂煤耗计算以正平衡为主，反平衡计算校核。正平衡计算煤耗，就是直接计算或测量燃料消耗量求出煤耗，通常作为考核机组运行性能的最主要指标。而通过反平衡计算结果，可以分析机组运行中的缺陷和不足，为改善机组的性能提供决策依据，反平衡计算结果还可以校核正平衡计算结果的正确与否。

(2) 第二级：燃料指标、供电量、发电煤耗或电厂效率。

(3) 第三级：发电量、厂用电率、锅炉效率、汽机效率、管道效率。

(4) 第四级：包括燃料质量和数量指标、厂用电率、锅炉效率、汽机效率和管道效率的各项小指标，具体如下：

a) 燃料质量、数量指标：检质率、低位热值、水分、灰分、挥发分、热值差、配煤合格率、检斤率、入厂煤量、入炉煤量、盘盈亏量、场损率等。

b) 厂用电率：送风机耗电率、吸风机耗电率、一次风机耗电率、排粉机耗电率、磨煤耗电率、给水泵耗电率、循环水泵用电率、凝结水泵耗电率、脱硫耗电率、空冷耗电率等。

c) 锅炉效率：排烟温度、排烟氧量、进风温度、预热器漏风率、制粉系统漏风率、飞灰可燃物、炉渣可燃物、吹灰器投入率、入炉煤质、煤粉细度、燃油量、散热损失等。

d) 汽轮机效率：汽机主蒸汽、再热蒸汽参数，高、中、低压缸效率，排汽温度，凝汽器真空度，真空严密性，凝汽器端差，循环水入口温度，循环水温升，给水温度（有时给水温度也归属于锅炉指标），加热器端差，高压加热器投入率等。

e) 管道效率：高温管道散热，锅炉排污率，汽水损失率，主蒸汽、再热蒸汽旁路系统的严密性等。

提高经济技术指标的主要措施包括：

(1) 将全厂全年的供电煤耗率指标分解落实到各项小指标，逐级分解到班组，并从时间上分解到季度、月度计划指标，确保各部门、班组完成全年全厂供电煤耗率、综合厂用电率等指标。

(2) 尽可能保持每一个可控的运行参数处于其设计值或目标值，使机组在最佳状态运行。每月分析哪些参数的偏差与运行方式有关，确定改进运行方式的建议。只有通过连续的实际运行值和目标值的比较，才能找出问题所在，从而制定节能措施。

(3) 燃料特性对锅炉范围内的设备运行有重要影响。由于发电用煤供应紧张，入厂煤质变化较大，需要加强配煤和掺烧工作，加强对所燃用煤种煤质特性的分析研究，及时为运行人员提供煤质数据，以便更好地保证机组的安全稳定运行。

(4) 加强燃料计量管理，认真做好入厂煤管理，做到车车计量、检斤，车车取样检质。对入厂煤量和入炉煤量进行对比分析，确保燃料计量准确，保证正平衡计算发、供电煤耗的准确性。

(5) 重视热力性能试验。热力性能试验是了解设备经济性能、对设备进行评价和考核、提出改进措施的基础工作。电厂应特别重视热力试验工作，要立足自身条件进行一般性试验，更好地为经济运行服务。热力试验必须严格执行有关标准和规程对试验方法、试验数据处理方法、测点数量、仪表精度、试验持续时间、试验次数等的规定，确保试验结果的精

度。对试验数据及结果，要在认真分析的基础上，对设备的性能进行评价，必要时提出改进措施建议，并形成报告。

(6) 利用大小修、调停、临修等机会，认真清理检查各类换热设备，提高其热交换效率，如锅炉受热面清理、预热器清理、凝汽器清理、冷油器清理、板式换热器清理等。

(7) 对于主要运行监视参数（如主蒸汽温度、再热蒸汽温度、减温水量、受热面管壁温度等）异常（高或低）的锅炉，应结合常用煤种的煤质特性，对照锅炉设计加以校核以发现存在的设计或运行问题，通过全面的燃烧调整试验，必要时采取相应的技术改造措施加以解决。当锅炉燃煤或燃烧相关设备发生较大变化后，应及时进行锅炉燃烧和制粉系统优化调整试验，以确定最佳煤粉细度、一次风粉分配特性、风量配比、磨煤机投运方式等，提出针对不同煤质、不同负荷的优化运行方案。

(8) 电厂应根据情况进行煤耗的微增调度曲线试验，为进行主机、辅机的经济调度提供依据。

(9) 采用先进理念、先进工艺、先进方法、先进设备进行系统优化和设备技术改造，是提高机组设备经济性的重要途径。应定期分析评价全厂生产系统、设备的运行状况，要根据设备状况、现场条件、改造费用、预期效果、投入产出比等进行经济技术可行性研究，确定改造的先后顺序，编制中长期节能技术改造项目规划和年度节能项目计划，按年度计划落实节能技术改造项目的实施，以保证节能总目标的实现。

(10) 每一台设备或系统都有一组能反映该设备性能的参数，通过对这些参数的监视，则可以及时发现设备异常，从而避免对机组运行性能影响。

三、发电企业指标分类

本书本着现场实用、编写方便的原则，将发电企业指标分为火力发电厂指标、风力发电厂指标、水力发电厂指标、核能发电厂指标等。火力发电厂指标又分成汽轮机指标、化学环保指标、常规锅炉指标、燃料指标、单耗指标、联合循环指标、循环流化床锅炉指标、发电厂综合性指标、热电厂综合性指标、试验指标、固定资产指标、热工指标、电气指标、计量指标、水务指标、安全可靠指标、科技进步指标、财务指标、能源管理指标、工程建设指标等。当然，火力发电厂的许多指标与其他清洁能源电站的一些指标相同，为了避免重复，在清洁能源电站指标中没有再一一列举。为了方便读者查阅，将发电企业的主要生产经营指标分类汇总于表 1-2。

表 1-2

发电企业生产经营指标分类表

火力发电厂生产指标	汽轮机	热耗与效率	热耗量、汽耗率、机组热耗率、毛热耗率、净热耗率、缸效率、相对内效率、相对有效效率、相对电效率、循环热效率、汽动给水泵组效率、汽动给水泵组汽耗率、机组热效率
		蒸汽参数	过热度、主蒸汽压力、主蒸汽温度、再热蒸汽压力、再热蒸汽温度、排汽温度、汽轮机背压
		凝汽器冷端	真空度（真空）、凝汽器端差、胶球装置投入率、胶球装置收球率、凝结水过冷度、凝汽器清洁度、总体传热系数、极限真空、最佳真空、凝汽器热负荷
		汽轮机启动指标	旁路容量、寿命损耗率、差胀、汽缸温差、监视段压力、临界转速、振动
		给水回热	给水温度、高压加热器投入率、加热器端差（上端差、下端差）、加热器温升
		循环水指标	循环水入口温度、循环水温升、冷却倍率、冷却塔温降、湿式冷却塔的冷却幅高

续表

火力发电 厂生产 指标	化学 环保	化学消耗性指标	汽水损失率、补水率、生产补水率（机组补水率）、发电补水率、非发电补水率、除盐水耗率、溶解氧合格率、化学自用水率、制水合格率、汽水品质合格率、水处理盐耗、酸碱耗、炉水加药率、循环水加药合格率、浓缩倍数（浓缩倍率）、透平油耗率、绝缘油耗率、水质污染指数、防锈蚀率、结垢量
		职业健康	职业性有害因素监测实测率、职业性有害因素监测合格率、防护率、发病（中毒）率、噪声危害指数
		除尘指标	灰渣总产生量、烟尘排放量、烟尘排放达标率、灰渣综合利用率、排放达标指数、电除尘器投入率、电除尘器除尘效率、电除尘器处理烟气量
		脱硫脱硝指标	脱硫效率、脱硫量、脱硫（脱硝）设备可用率、脱硫（脱硝）系统投入率、气体污染物排放浓度、二氧化硫质量浓度、钙硫比、脱硫装置设计电耗、脱硫装置设计石灰石耗量、单位发电量、二氧化硫排放量、脱硝效率、单位发电量氮氧化物排放量
		综合性指标	化学需氧量、生化需氧量、空气污染指数、化学仪表配备率、化学仪表投入率、化学仪表合格率
	常规 锅炉	锅炉效率	管道效率、锅炉热效率（锅炉毛效率）、排烟热损失、化学不完全燃烧热损失、固体未完全燃烧热损失、散热损失、灰渣物理热损失、反平衡热效率、锅炉净效率、燃烧效率（燃尽率）
		锅炉蒸汽参数	锅炉主蒸汽压力（过热蒸汽压力）、锅炉主蒸汽温度（过热蒸汽温度）、锅炉再热蒸汽压力、锅炉再热蒸汽温度
		锅炉运行指标	锅炉氧量、过量空气系数、最佳过量空气系数、排烟温度、飞灰可燃物、送风温度、排污率、吹灰器投入率、锅炉最低不投油稳燃负荷率、减温水量
		制粉系统	钢球填充系数（最佳填充系数）、煤粉细度、煤粉细度调节系数、煤粉的均匀性指数、细粉分离器效率、粗粉分离器效率、粗粉分离器循环倍率、煤粉细度合格率
		综合性指标	炉膛容积热负荷、炉膛截面热负荷、露点温度、循环倍率、界限循环倍率、一次风率、着火热
	燃料	燃料质量	标准煤、低位发热量、高位发热量、燃煤灰分、挥发分、折算灰分、折算水分、可磨性、热值差、检质率、燃料亏卡（亏卡索赔率）、燃料质级不符率（煤质合格率）、含矸率、配煤合格率、入炉煤质合格率、入炉煤低位发热量、机械采样装置投入率
		燃料数量	燃料收入量、燃料耗用量、燃料库存量、燃料盘点盈亏量、发电（供热）标煤耗用量、发电（供热）耗用原煤量、实际燃料消耗量、计算燃料消耗量、检斤率、亏（盈）吨（率）（亏吨索赔率）、运损率、煤炭到货率（煤炭兑现率）、场损率、重点电煤合同兑现率、石子煤排放率、衡器校验合格率、煤炭运输损耗（煤损）
		燃油指标	点火用油量、助燃用油量、闪点、燃点、黏度、密度
		成本指标	标煤单价、燃料单位成本、耗用标煤单价（入炉标煤单价）
		燃烧特性	燃烧温度（理论燃烧温度）、着火温度（点火温度）、着火极限、灰熔融性、灰熔点、结渣性、结渣率

续表

火力发电 厂生产 指标	单耗	风机单耗	引风机耗电率（单耗）、送风机耗电率（单耗）、密封风机耗电率（单耗）、一次风机耗电率（单耗）
		水泵单耗	循环水泵用电率、给水泵耗电率（单耗）、凝结水泵耗电率、开式水泵耗电率
		制粉系统单耗	磨煤机耗电率（单耗）、排粉机耗电率（单耗）、给煤机耗电率（单耗）、制粉系统单耗
		其他单耗	上煤耗电率（输煤耗电率）、冷却塔耗电率、制水单耗、除灰系统单耗（耗电率）、除尘系统单耗（耗电率）、脱硫系统单耗（耗电率）、脱硝系统耗电率
	联合循环发电	燃气轮机组	压气机进气温度、压气机进气压力、压气机排气温度、压气机排气压力、燃气轮机排气温度、燃气轮机排气压力、压气机压缩比、燃料流量、燃料温度、燃气轮发电机组热耗率、燃气轮发电机组热效率、燃油处理系统单耗、气体燃料增压系统单耗、温比、燃气轮机比功、单机功率
		余热锅炉	余热锅炉主蒸汽流量、余热锅炉热端温差、余热锅炉热效率
		联合循环	联合循环汽轮机主蒸汽流量、联合循环汽轮机主蒸汽压力、联合循环汽轮机主蒸汽温度、联合循环汽轮机再热蒸汽压力、联合循环汽轮机再热蒸汽温度、燃气—蒸汽联合循环功率、联合循环蒸燃功比、联合循环蒸功百分率、联合循环投入率、联合循环热耗率、燃气—蒸汽联合循环热效率
	流化床锅炉	物料指标	粒比度、入炉煤粒度、物料循环倍率、分离效率
		流化风指标	布风板阻力、床料阻力、临界流化风量、开孔率、临界流化速度、颗粒终端速度
		环保指标	钙硫比、脱硫效率
		运行指标	过热蒸汽压力、过热蒸汽温度、料层差压（床压）、炉膛差压、负荷调节比、床温
	发电厂综合性指标	负荷指标	发电量、发电负荷满点率、上网电量、供电量、平均负荷、负荷率、出力系数
		能效指标	电厂绝对效率（全厂热效率、电厂热效率）、电厂净热效率（供电热效率）发电煤耗率、供电煤耗率、上网标准煤耗率、非生产用能
	热电厂综合性指标	能效指标	热电厂的燃料利用系数、供热标准煤耗率、供热厂用电率、供热补水率、供热热效率、热电厂热效率（总热效率）、供热管道损失率、热网效率
		综合性指标	热电比、供热比、热化系数、有效热能、产出比率、供热单位成本、供热量、供热补水率
	试验指标	汽轮机试验	真空严密性、真空严密性合格率、汽轮机设备大修后效率恢复值
		锅炉试验	锅炉设备大修后效率恢复值、锅炉漏风率、空气预热器漏风率、除尘器漏风系数、制粉系统漏风率、除尘器漏风率
		功率指标	热耗率验收功率、铭牌功率（额定功率）、最大连续功率、调节汽阀全开工况功率、高压加热器全停功率、经济功率

续表

发电企业通用指标	固定资产指标	发电生产能力	发电设备容量（装机容量）、期末发电设备容量、发电设备平均容量、发电设备实际可能出力（平均可调出力）、发电设备技术最小出力、发电设备平均检修容量
		发电设备能力利用指标	发电设备备用率、发电设备可调利用率、发电设备平均利用率、发电设备检修率、发电设备可用率
		固定资产折旧指标	固定资产折旧率、残值、固定资产周转率
		发电设备考核统计指标	发电设备完好率、发电设备事故率、设备完好率
		设备缺陷指标	缺陷消除率、综合渗漏率、漏氢量、高压给水旁路泄漏率、疏放水阀门泄漏率
	热工指标	合格率指标	热工仪表准确率、热工仪表（模件）校前合格率、热工保护正确动作率
		完好率指标	热工自动装置完好率、热工保护装置完好率、热工仪表完好率、计算机数据采集系统完好率
		投入率指标	热工自动控制系统投入率、热工保护系统投入率、顺序控制系统投入率、计算机数据采集系统测点投入率、AGC投入率、模拟量控制系统的可用率、单套保护系统的可用率、DCS系统可用率、汽轮机控制系统可用率、全部热控仪表投入率
	电气指标	电能质量指标	频率偏差（频率合格率）、电压偏差（电压合格率）、总谐波畸变率、三相电压不平衡率、电量不平衡率
		电功率指标	有功负荷、无功负荷、功率因数（力率）
		保护装置指标	电气保护投入率、电气保护动作正确率、远动设备故障率、电气自动投入率、全部电气仪表投入率、微机保护装置动作正确率、安全自动装置动作正确率、220kV及以上线路重合成功率、故障录波装置完好率、继电保护装置故障率、主保护装置投运率、电网故障快速切除率
		厂用电量指标	厂用电率、综合厂用电率（辅助厂用电率、发电厂用电率）、线损率
		直流系统指标	直流充电装置定检完成率、蓄电池完好率、直流充电装置投入率、直流接点监测系统投入率、直流系统缺陷消除率
		其他指标	主设备绝缘事故停用率、抄表准确率
	计量指标	计量标准器和标准装置	计量标准器和标准装置的周期受检率、计量标准器和标准装置的周检合格率、在用计量标准装置周期考核（复查）率
		运行电能计量装置指标	电能表周期轮换（受检）率、电能表修调前检验率、电能表修调前检验合格率、电能表现场检验率、电能表现场检验合格率、二次回路电压降周期受检率、计量故障差错率、能量计量器具配备率、能源计量检测率
		电测量仪表四率	电测量仪表检验率、调前合格率、抽检合格率、完好率
		计量经济效益指标	计量误差损失、年经济效益、计量投资经济效益系数
		准确度指标	准确度、准确度等级、最大允许误差、相对误差、引用误差

续表

发电企业通用指标	水务管理	废水和重复利用	排水率、废水达标排放率、工业废水利用率、灰水比、锅炉蒸汽冷凝水回收率、工艺水的回用率、水的循环利用率、重复利用率（复用水率）、间接冷却水循环率、单位发电量废水排放量、工业水回收率、耗水量、全厂废水回收率、循环冷却水排污水利用率
		取水量指标	单位发电量取水量、装机取水量、新水利用系数、职工人均生活日新水量、万元产值取水量、万元工业增加值取水量、水的损耗率、水的综合漏失率、水表计量率、各级水表配备率、水量不平衡率、非常规水资源替代率、节水型火力发电企业
	安全可靠	可靠性指标	毛容量系数、机组降低出力小时、计划降低出力、非计划降低出力、计划停运、非计划停运、计划停运小时、计划停运系数、机组非计划停运小时、强迫停运小时、非计划降低出力小时、等效降低出力停运小时、计算期、日历小时、利用小时、可用小时、运行小时、备用小时、电厂可调小时、可调性系数、调峰系数、最高负荷利用小时、运行暴露率、运行系数、机组降低出力量、机组降低出力系数、利用系数、强迫停运率、非计划停运率（非计划停运系数）、等效强迫停运率、启动可靠度、加权平均数、等效可用小时、可用系数、等效可用系数、发电机组等效可用系数、机组可靠性综合评价系数
		安全性指标	电力生产人身伤亡事故、电力生产设备事故、设备一类障碍、设备事故率、安全记录、人身事故率（人身重伤率、人身死亡率）、伤亡事故经济损失、火灾事故（百万人火灾发生率）、交通事故（万车死亡率）、五类（恶性）误操作事故率、两票合格率、爆炸极限、煤的爆炸特性
	科技进步	科技活动	科技活动人员、科技管理和服务人员、高中级技术职称人员、工程技术人员、高级技师、技师、R&D人员全时当量、每万人就业人员的研发人力投入
		科技成果	科技成果数量、科技成果获奖情况、科技成果经济效益、科技成果转化、科技成果转化水平构成、合理化建议、软科学
		科技资金	科技活动经费筹集总额、科技活动经费支出总额、R&D经费支出、R&D经费与国内生产总值的比例
		科技投入产出	科技进步贡献率、资金贡献率、劳动贡献率、平均发展速度、科技投入率、科技投入产出比
		技术改造	科技项目完成率、静态投资回收期、动态投资回收期、投资周转期、相对投资回收期（差额投资回收期）
		创新评价	创新型企业、研发经费投入强度、R&D人员、授权发明专利量、新产品产值率、创新型企业评价指标体系、国家综合创新能力、科学发展指数
	财务管理	利润指标	利润总额、人均利润率、成本费用利润率、销售利润率、销售净利率、净利润增长率
		资产指标	资产总额、流动资产、非流动资产、流动资产率、固定资产率、存货比率、资产利润率、资金利润率、资金净利率、净资产收益率、项目资本金利润率、积累比率、总资产周转率、流动资产周转率、总资产贡献率、资本保值增值率
		偿债能力	资产负债率、利息备付率、偿债备付率
		成本指标	电力成本（固定成本、变动成本）、发电成本（成本费用）、四项费用、单位发电成本、单位供电成本、单位供热成本、边际成本
		产值指标	电力工业总产值、现价电力总产值、不变价电力（热力）总产值、电力工业增加值、工业中间投入、两部制上网电价、标杆电价
		税金与贡献	增值税、企业所得税、资本金、电热费回收率、增值税退税率、社会贡献率、社会积累率、边际贡献、单位边际贡献、边际贡献率
		职工与工资	职工人数动态指数、平均人数、工资总额、职工平均工资、职工平均工资指数、职工工资外收入比重、工资利润率、平均工资增长率、五金（五险一金）
		劳动生产率	工人劳动生产率、全员劳动生产率

续表

发电企业通用指标	能源管理	能源资源	能源资源量、探明储量、可采储量、剩余可采储量、余能资源量、余能资源率
		能源加工转换	能源购进量、能源消费量、综合能源消费量、工业生产能源消费量、非工业生产能源消费量、能源加工转换投入量、能源加工转换产出量、能源加工转换损失量、能源库存量、能源库存量总值、能源加工转换效率、能源加工转换损失率
		单位能耗	企业总能源费用（企业能源成本）、单位产品能源成本、能源成本比率、综合能耗、单位产值综合能耗、单位产量综合能耗、单位产量可比综合能耗、万元产值综合能耗（能源强度、万元 GDP 能耗）、产品电耗（万元 GDP 电耗）
		节能管理	节能量、企业节能量、单一产品节能量、企业产品总节能量、产值节能量、单项技术措施节能量、企业技术措施节能量、节能潜力、能源消耗定额、节能率（产值节能率、产量节能率）
		变压器节能评价	变压器空载损耗、负载损耗、阻抗电压、能效限定值、目标能效限定值、节能评价价值
		电动机节能评价	电动机效率、额定功率、能效限定值、节能评价价值
		通风机节能评价	机号、压力系数、通风机效率、比转速、轂比、能效限定值、节能评价价值
		综合性指标	大中小企业、规模以上企业、企业能源利用率、能源系统能量利用总效率（物理能源效率）、能源利用效率、能源生产弹性系数、能源消费弹性系数、电力生产弹性系数、电力消费弹性系数、当量热值、等价热值、国民生产总值、国内生产总值
清洁能源指标	工程建设指标	投资费用	基本建设投资完成额、建筑工程投资完成额、安装工程投资完成额、计划总投资、工程实际总投资、直接工程费、基本直接费、其他直接费、现场经费、间接费、人工费、材料费、单位造价
		建设与试运	新增固定资产、建设工期、建设周期、分部试运、整套启动试运、168h 满负荷试运、连续带满负荷时间、完成 168h 满负荷试运的启动次数、机组试运天数、一次投运（启动）合格率、机组考核期
		效益和效率	投资利润率、投资利税率、资本金利润率、固定资产产值率、技术装备率、动力装备率、装备生产率
	风电场	风能资源指标	平均风速、额定风速、启动风速（切入风速）、停机风速（切出风速）、有效风速范围、有效风速时数、容量系数、风能功率、风功率密度、风能密度、平均空气密度、风力等级、平均等效风速、风切变指数、湍流强度
		电量指标	发电量、上网电量、购网电量、利用小时数（等效满负荷发电小时数）、运行小时数、风能增发率（风能利用提高率）
		能耗指标	综合场用电率、发电场用电率（站用电率）场损率、送出线损率
		运行指标	风电机组可利用率、电气设备可利用率、噪声
		设备指标	发电机额定功率、叶尖速比、风力机功率、功率系数、风力机全效率、增速比、塔架高度、风轮直径（叶轮直径）
		成本指标	单位千瓦造价、单位千瓦时成本、单位容量运行维护费、场内单位千瓦时电运行维护费、上网电价
	水电站	水库指标	正常高水位、死水位、有效库容、防洪水位、总库容、调洪库容、相对库容系数、排沙率
		水轮机指标	水电站毛水头、工作水头、流量、转速、输入功率、效率、尾水管高度、水轮机吸出高度、必需容量、装机容量、空闲容量、受阻容量
		水量指标	发电用水量、单位发电量用水量、开机耗水量、停机耗水量、水量利用率、打水用电量、水量预报准确率、洪水预报准确率、月平均流量、实际偏差系数
		综合性指标	设计保证率、抽水蓄能电站的循环效率、水工建筑物完好率、合同电量、合同外电量、节水增发率（水能利用提高率）、发电收益相对值、弃水损失电量、水电电价

续表

清洁能源指标	核电站	核燃料指标	核燃料、燃料组件数、控制棒数、核燃料消耗率
		反应堆指标	反应堆热功率、堆芯功率密度、平均比功率、线功率密度、最小临界功率比（临界功率比）、剩余功率、堆芯寿期（有效增值因数）、燃耗深度、毛电功率、净电功率
		运行指标	核电站负荷因子、核电站可用因子、预期运行事件、热耗率、热耗量、核电厂毛效率、核电厂净效率、反应堆冷却剂系统压力、冷却剂平均温度、冷却剂硼浓度
		放射性指标	常规排放量、低放射性废物、放射性核素、衰变常量（平均寿命）、半衰期、放射性活度、照射量、吸收剂量、当量剂量、剂量当量、核辐射（电离辐射）、核事故
		成本指标	单位千瓦造价（比投资）、单位千瓦时成本、核电电价

第二节 汽轮机指标

汽轮机是指将蒸汽所携带的热能转变为机械能驱动发电机组的原动机。汽轮机设备包括汽轮机本体（如汽缸、隔板、喷嘴、汽封、轴承、转子、动叶片等）、调速系统、油系统（如主油泵、高压油泵、交流油泵、直流事故油泵、冷油器和油箱等）及其附属设备（如给水泵、凝汽器、抽汽器、凝结水泵、低压加热器、除氧器、高压加热器等）等。

具有一定压力、温度的蒸汽，进入汽轮机，流过固定不动的喷嘴并在喷嘴内膨胀，蒸汽的压力和温度不断地降低，获得很高的速度，使蒸汽的热能转化为动能。高速流动的蒸汽流给动叶一定的作用力，动叶带动汽轮机转子，按一定的速度均匀转动。

在汽轮机内做完功的蒸汽被排至低压缸后的凝汽器。在凝汽器内蒸汽将热量进一步传给循环水，最终成为凝结成水，凝结成水再通过高、低压加热器等设备进入锅炉。

一、热耗与效率指标

在火力发电厂中，热能转化为电能的过程中存在各种损失，通常使用各种效率来衡量整个能量转换过程中不同阶段的能量利用程度。一个装置的效率是输出能量（或功率）与输入能量（或功率）之比。若将汽轮机装置放在热力循环中考虑，这时的输入能量为每千克蒸汽在锅炉中的吸热量，再分别考虑汽轮发电机组的不同损失后提出的不同能量作为输出能量，这样得到的一组效率叫做绝对效率；若单独考虑汽轮发电机组，以汽轮机的理想焓降作为输入能量所得到的一组效率叫做相对效率。

1. 热耗量

汽轮发电机组每小时所消耗的热量叫做热耗量 Q_0 ，机组热耗量等于锅炉总有效利用热量与管道效率的乘积。

$$Q_0 = Q_b \eta_{gd}$$

式中 Q_0 ——汽轮发电机组热耗量，kJ/h；

Q_b ——锅炉总有效利用热量，kJ/h；

η_{gd} ——管道效率，一般为 99%~99.5%。

对于再热机组热耗量的计算公式为

$$Q_0 = G_{ms} h_{ms} - G_{fw} h_{fw} + G_{rh} h_{thr} - G_{rhl} h_{rhl} - G_{rs} h_{rs} - G_{ss} h_{ss}$$

$$G_{ms} = G_{fw} + G_{ss} - G_{bl} - G_{ml} - G_{sl}$$

式中 G_{ms} 、 G_{fw} ——分别为主蒸汽流量和最终给水流量，kg/h；
 G_{rh} 、 G_{rhl} ——分别为再热蒸汽流量和冷再热蒸汽流量，kg/h；
 G_{rs} 、 G_{ss} ——分别为再热器减温水流量和过热器减温水流量，kg/h；
 G_{bl} ——炉侧不明泄漏量（例如经过不严的阀门漏至热力系统外），kg/h；
 G_{ml} ——炉侧明泄漏量（例如排污等），kg/h；
 G_{sl} ——汽包水位的变化当量，kg/h；
 h_{rhr} 、 h_{rhl} ——分别为再热器出口和入口蒸汽的焓，kJ/kg；
 h_{ms} 、 h_{fw} ——分别为蒸汽的焓和锅炉给水焓，kJ/kg；
 h_{rs} 、 h_{ss} ——分别为再热器减温水焓和过热器减温水焓，kJ/kg。

对于非再热机组热耗量的计算公式为

$$Q_0 = G_{ms}h_{ms} - G_{fw}h_{fwr} - G_{ss}h_{ss}$$

2. 汽耗率

汽轮发电机组每生产 1kWh 电能所消耗的主蒸汽流量称为汽耗率 d ，单位为 kg/(kWh)。汽轮机组汽耗率是一个比较容易观察的指标，直接影响汽轮机效率。在同样条件下，汽耗率增大，汽轮机效率降低。

$$\text{汽耗率 } d = \frac{\text{计算期内主蒸汽流量累计值 (kg)}}{\text{计算期内发电量 (kWh)}} = \frac{G_{ms}}{P_2}$$

式中 G_{ms} ——汽耗量，指每小时汽轮机消耗的主蒸汽量，kg/h；

P_2 ——计算期内发电功率，kW。

由上式可知，如果汽轮发电机组的各种效率很高，汽耗率就较低，反之汽耗率就较高。一般情况下汽耗率在 2.8~5kg/(kWh) 范围内。汽耗率每增高 0.01kg/(kWh)，发电煤耗率就增加 0.90~1.2g/(kWh)。

对于初终参数不同的汽轮机，即使功率相同，它们消耗的蒸汽量也不同，汽耗率不同，因此不便于用汽耗率进行经济性比较，对于供热机组更是如此。所以汽耗率不适应于比较不同类型机组的经济性，而只能用来比较同参数同类型的机组。对于不同参数的汽轮机组，可用热耗率评价其经济性。

对于国产机组，额定条件下的汽耗率应不超过设计值的 3%。

3. 汽轮机组热耗率

汽轮机组热耗率是指汽轮发电机组每产生 1kWh 电能所消耗的热量，称为汽轮发电机组的热耗率 q ，简称热耗，单位为 kJ/(kWh)。计算公式为

$$\text{汽轮机组热耗率 } q[\text{kJ}/(\text{kWh})] = \frac{\text{计算期内热耗量 (kJ)}}{\text{计算期内发电量 (kWh)}} = \frac{Q_0 h}{W_1} = \frac{Q_0}{P_2}$$

式中 h ——发电机运行时间，h；

W_1 ——计算期内发电量，kWh。

(1) 毛热耗率的计算。当采用电动给水泵供水时，中间再热凝汽式机组的毛热耗率 q 为