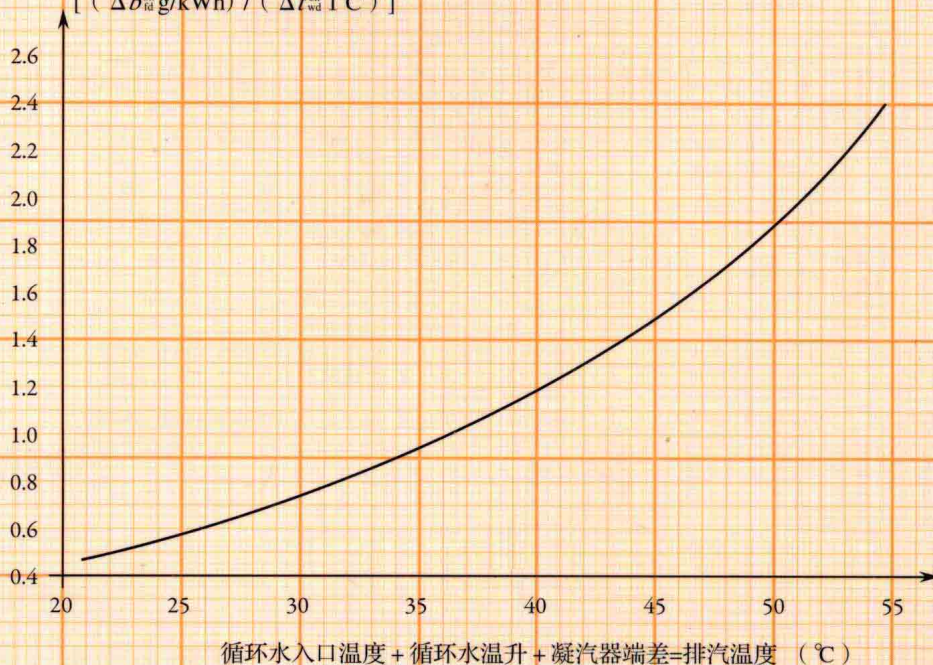


火电厂能耗指标 分析手册

蒋明昌 编著

循环水入口温度、循环水温升、凝汽器端差、
排汽温度变化1℃对发电煤耗率的影响系数
[($\Delta b_{\text{排}}^{\text{g/kWh}}$) / ($\Delta t_{\text{排}}^{\text{1}^\circ\text{C}}$)]



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

NH ZBFX

火电厂能耗指标 分析手册

蒋明昌 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

节约能源是减排的重要手段(途径、方法、方面)之一,为普及节能管理、深入开展节能工作、持久做好电力节能,根据生产实践经验,特撰写本手册。手册共分十四章,以火力发电厂能耗指标体系为主线,详细讲解了发、供电煤耗率,厂用电率,锅炉效率,汽轮机效率,管道效率;汽轮机设备系统技术经济指标、锅炉设备系统技术经济指标、管道效率技术经济指标、燃料煤炭经济指标的影响因素;各项可定量分析的技术经济指标对上一级指标的影响系数的计算方法,部分指标给出了具体的影响系数数值,如计算循环水温度、凝汽器循环水温升变化 1°C 对汽轮机效率、发电煤耗率的影响系数;能耗指标分析方法、管理方法,管理重点、管理要点、控制要点等。

本手册开发和进一步深化了专业领域内理论与实践的结合,如单元机组保证值发电煤耗率与生产运行发电煤耗率的关系,汽轮机组空载发电煤耗率对单元机组发电煤耗率的影响,锅炉设备带负荷程度对发电煤耗率的影响,单元机组广义管道效率与理论狭义管道效率的差异,用广义管道效率检验发电煤耗率水平的作用,发电煤耗率与供电煤耗率快速、简易的校验方法等。

本手册是火电厂能耗指标专业技术管理类书籍,涉及面广、内容丰富、通俗易懂、撰文由浅入深、查阅方便、实用性强,可供火力发电行业各层次领导者、管理者,火电厂燃料、锅炉、汽轮机、电气、化学、热工、水务等火电企业运行、检修、计划、统计、工程技术及专业管理人员阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

火电厂能耗指标分析手册 / 蒋明昌编著. —北京: 中国电力出版社, 2010. 12

ISBN 978 - 7 - 5123 - 0471 - 0

I. ①火… II. ①蒋… III. ①火电厂 - 能量消耗 - 指标 - 分析 - 手册
IV. ①TM621 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 098146 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>)
北京丰源印刷厂印刷
各地新华书店经售

2011 年 1 月第一版 2011 年 1 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 40.5 印张 973 千字
印数 0001—3000 册 定价 96.00 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

序

“节能减排”是当前世界上能源管理的头等大事，是减少环境污染、保障能源安全、应对气候变化的有效措施，同时也是实现我国国民经济可持续发展以及全面建设小康社会的重要战略，现已引起世界各国的高度重视。2008年，我国发电用煤量约15.7亿t，约占煤炭总产量的60%。可见，电力行业是一个用能大户，对环境的影响应有一个正确的认识，电力员工肩负的责任重大。电力生产企业的管理，从总体上看是安全与经济两大方面，安全是第一要务，节约能源的管理历来也都十分重视。世界科技日新月异，社会生产、人民生活对电力的依赖性越来越强，电力生产者节约能源的重任与日俱增，因此，管理好能耗指标，进一步做好节能降耗，是火力发电厂员工义不容辞的责任。

《火力发电厂节约能源规定》指出：火力发电厂所耗燃料在一次能源生产总量中占有很大比重，降低火力发电厂的煤耗，对缓解燃料的供应和促进国民经济的发展有着十分重要的意义，要做好基础管理、运行管理、燃料管理、设备维护和试验、技术革新和技术措施、经济调度、节约用水、培训、奖惩等工作。《电力工业节能技术监督规定》要求，火力发电机组设备、系统，在设计、安装、调试、运行、检修、技术改造等阶段和过程中要做好节能技术监督和能耗指标管理工作，使煤、电、油、汽、水等消耗指标达到设计值或更好的水平。火电机组生产过程中的能耗指标管理意识、水平，决定了单元机组发电煤耗率的水平和电厂的经济效益。

本手册以火力发电厂能耗指标体系为主线，分五级指标进行介绍，其主要内容包括以下三个方面。

一、能耗指标的计算方法与影响因素

本手册详细叙述了发、供电煤耗率，厂用电率，锅炉效率，汽轮机效率，管道效率，汽轮机设备系统技术经济指标，锅炉设备系统技术经济指标，供热技术经济指标，煤炭经济指标等的计算方法及其设备运行中的影响因素，部分指标还给出了对发电煤耗率的影响系数的具体数值。特别是循环水入口温度、循环水温升、凝汽器端差运行中每升高1℃，单元机组发电煤耗率均升高1~2.5g/kWh。

二、指标管理职责与分析方法

手册中明确了运行人员、专业工程师、相关专业人员在能耗指标管理工作方面的职责与分工；给出了影响指标变化的主要因素的快速分析方法，用管道效

率、速度级压力、汽轮机耗汽率校核、检查、判断单元机组发电煤耗率准确性和偏离设计值的分析方法，以及煤种煤价、煤种煤量权数变化对总标准煤单价的影响的分析方法。此外，还就单元机组大修前后鉴定试验、新建机组投产鉴定验收试验管理、分析方法与要求等进行了详细介绍。

三、能耗指标管理的要点与深度管理

详细阐述了单元机组设计运行值的发、供电煤耗率与单元机组设备设计保证值的发、供电煤耗率的关系和差别；供电煤耗率真实水平的校验、检查方法；论证了单元机组运行管道效率不是99%~100%，而是95%~96.5%；提出了燃料管理应从四个环节、三个过程中找出问题，做到全面、全过程管理的方法。

本手册是作者50多年专业实践经验的结晶。作者多年从事火力发电厂生产（运行）、管理工作，在能耗指标管理领域造诣较高，在指标评价、验收、诊断、咨询、授课的实践中积累了丰富的经验和来自生产实际的一手资料。

手册以“设备能耗指标”为主题，理论结合生产实践，内容涉及专业各个领域，通俗易懂，查阅方便，用哪一项指标，就查阅哪一部分内容，不需通篇阅读，是火力发电厂能耗指标管理、设备运行管理、节能专业管理方面具有较强实用性、可操作性和指导性的著作。相信本手册的出版，对火力发电行业各层次领导者、管理者，火电厂燃料、锅炉、汽轮机、电气、化学、热工、水务等火电企业运行、检修、计划、统计、工程技术及专业管理人员的工作有很大的指导和帮助，感谢老一辈电力工作者对我国电力事业的蓬勃发展所作的巨大贡献！

杨勇平

2010年5月于华北电力大学

前 言

我是一名“老电力”，主要从事火电厂能耗指标管理工作。在多年的管理工作中积累的丰富经验，让我“理清”了能耗指标管理中的一些关系和问题，如单元机组发电运行煤耗率水平与保证值发电煤耗率的关系、汽轮机机组空载煤耗率与发电运行煤耗率水平的关系、管道效率与发电运行煤耗率水平的关系、锅炉设备带负荷单元机组发电煤耗率的影响等。

《火电厂能耗指标分析手册》是我长时间深入生产现场讲课、咨询、诊断，了解到很多深层次的问题和要求，并一一作了认真、细致、深入的探讨研究后撰写而成的。书中内容、深度符合电力生产需要，目的是将指标对上一级指标的影响作定量分析，将指标影响系数计算方法程序化，使能耗指标管理理论进一步深化、提高、完善和升华，以便指导生产实践。

本手册具有以下主要特点：

(1) 理论与生产实际相结合，面向生产，用于生产并指导生产，指出提高能耗指标管理水平，降低发、供电煤率，是提高企业经济效益的途径。

(2) 面向各级领导者、部门经理、专业主管、跨专业人员、非热能及电专业相关工作者，力求具体、详细。

(3) 根据生产一线的实际和要求，为方便专业人员使用，书中“各项经济指标对上一级指标的影响系数”均有计算方法（公式）、计算程序，可为能耗指标管理者提供最方便的指导，从而把专业管理工作做得更好。

(4) 书中详细叙述了各项指标的全过程管理、全面的专业管理、全员参加管理的具体意见和要求。

(5) 本书主要章节中，除了详细叙述各项指标的管理要求外，还根据专业管理的要点、重点撰写了指标管理专题篇，如发、供电煤耗率计算与管理要点，供电煤耗率的校核与控制，发电煤耗率与水平等。

阅读本手册，读者可以掌握以下知识：

(1) 火电厂能耗指标体系中各项技术经济指标的影响因素。

(2) 火电厂可定量分析指标对上一级指标影响系数的计算方法。

(3) 能耗指标的分析方法、管理方法、管理重点、管理要点和控制要点。

手册中章节安排及各章主要内容如下。

第一章供电煤耗率，主要内容有：影响供电煤耗率的因素，供电煤耗率变化对企业经济效益的影响的快速分析、计算方法；单元机组空载供电煤耗率的计算方法；发、供电煤耗率的计算与管理要点；供电煤耗率真实水平的校验与鉴定等。

第二章发电煤耗率，主要内容有：管道效率变化对发电煤耗率的影响系数的计算及影响值；单元机组在不同发电负荷下，空载发电煤耗率对机组发电煤耗率水平的影响值；发电煤耗率的分类，单元机组运行煤耗率与设备设计保证值煤耗率的差异；影响单元机组设计保证

值煤耗率水平的因素等。

第三章汽轮机组技术经济指标，主要内容有：汽轮机效率、汽耗率、速度级压力的关系，对发电煤耗率影响系数的计算方法；凝汽器真空、真空度，汽轮机排汽温度与汽轮机背压的关系；循环水入口温度、循环水温升，指出凝汽器端差每变化 1°C ，对发电煤耗率的影响的最大值为 2.5g/kWh 等。

第四章锅炉机组技术经济指标，主要内容有：锅炉设备设计用的散热损失与锅炉运行中的散热损失的差异以及对锅炉效率的影响值；锅炉负荷变化对发电煤耗率的影响的计算；锅炉设备运行中燃料损失的计算方法等。

第五章管道效率指标，主要内容有：设备（狭义）管道效率与运行（广义）管道效率的差异以及在发电煤耗率管理中的作用；锅炉补水率、高温设备、管道散热损失对发电煤耗率的影响值。指出：运行管道效率要比设备管道效率低4%（百分点）左右，影响发电煤耗率 10g/kWh 左右等。

第六章发电负荷指标，主要内容有：单元机组发电负荷的影响因素；单元机组发电负荷对发电煤耗率的影响的分析、计算方法等。

第七章厂用电率指标，主要内容有：主要辅机设备用电单耗、厂用电率的影响因素；单元机组主要辅机设备的用电率、发电量权数变化对全厂厂用电率的影响的定量分析等。

第八章燃料经济指标与煤耗率，主要内容有：标准煤的煤种煤价、煤种煤量权数变化对标准煤单价的影响的定量分析、计算方法；用燃料管理中四阶段、三过程的质量和数量指标，采用模拟方法计算日发电燃料成本，进行管理、控制的方法；根据生产实践，用推理、计算的方法提供了锅炉收到基热值、全水分、灰分变化对发电煤耗率的影响系数等。

第九章供热经济指标与煤耗率，主要内容有：采暖供热机组、工业抽汽与采暖供热机组、背压供热机组三种机型供热负荷变化对发电煤耗率影响系数的计算方法；机组供热资料、数据不齐全时，供热负荷变化对发电煤耗率影响系数的推算方法等。

第十章技术经济指标分析要求，明确了指标分析的分工与职责；指出单元机组鉴定试验汽轮机效率变化要落实到蒸汽参数、凝汽器指标、给水系统、通流部分等四个方面。

第十一章火电机组经济指标优化运行，指出循环水量的优化运行是供电煤耗率的优化，而不是增发电量与耗用电量的平衡等。

第十二章热能计量仪表与技术经济指标，主要内容包括热工计量仪表的准确性对发电煤耗率的影响等。

第十三章火电厂能耗指标管理评价，以《一流发供电企业考核标准》中节能管理部分的要求为依托，涵盖运行管理，设备经济性能管理，检修质量管理，设备技术改造经济性能管理，大修间隔、工期费用管理等全面、全过程、全员管理，可用于评价全面工作，也可用于基层单位自我检查工作。

第十四章开拓思维创新节能，经常想想专业工作中的问题，并抓住不放，深入研究，则必有硕果。

在本书编写过程中，华北电科院原副总工程师、教授级高级工程师徐贞熙，原石景山发电总厂生产、基建厂长、总工程师、教授级高级工程师辛为民，大唐国际发电股份有限公司高井热电厂副总经济师、高级工程师刘健，中国节能投资公司中节蓝天投资咨询管理有限公

司项目经理郭燕勇，大唐国际发电股份有限公司高井热电厂筹建处工程设备部部长助理赵建民，京能集团北京京能电力燃料有限公司燃料管理部经理、高级经济师刘光乾等参与了部分内容的编写、专业技术责任审核和校对工作。专家们对书稿提出了许多宝贵意见，在此表示衷心的感谢！各位领导、专家、同仁给予了我大力的指导、支持、帮助和鼓励。尤其在专业知识面、深度方面，要特别感谢华北电力大学副校长、博士生导师、教授杨勇平博士多年来对我的帮助、指导，为我创造条件，使我获得了更多、更新的知识，为我撰写本手册奠定了良好的基础。

此外，还特别感谢蒲丹博士跨行业、跨专业，克服种种困难为本书设计、绘制了近百幅精美、准确、实用性强的“火力发电厂技术经济指标变化对发、供电煤耗率影响系数的曲线图”。最后，感谢夫人胡印芬女士在生活中的陪伴、照顾，以及对我的专业工作和写作工作的一如既往的支持！

限于作者水平，书中难免存在不妥之处，诚请广大读者批评指正。

作 者

2010 年 5 月

符号对照表

指标名称的符号：一般采用通用符号；无通用符号时，用汉语拼音字母代替，上、下角标均采用汉语拼音表示。

一、设计值、额定值、定额值

b_{fd}^{ed} 、 b_{fd}^{de} —发电煤耗率设计值、额定值、定额值、指定值 (g/kWh、kg/kWh)

b_{fd}^{ed} 、 b_{fd}^{de} —供电煤耗率设计值、额定值、定额值 (g/kWh、kg/kWh)

η_{qj}^{ed} 、 η_{qj}^{de} —汽轮机效率设计值、额定值、定额值 (%)

η_{gl}^{ed} 、 η_{gl}^{de} —锅炉效率设计值、额定值、定额值 (%)

η_{gd}^{ed} 、 η_{gd}^{de} —管道效率设计值、额定值、定额值

L_{cy}^{ed} 、 L_{cy}^{de} —厂用电率设计值、额定值、定额值

二、发、供电煤耗率，机、炉效率，厂用电率变化后值

b_{fd}^{bh} —发电煤耗率变化后值 (g/kWh、kg/kWh)

b_{gd}^{bh} —供电煤耗率变化后值 (g/kWh、kg/kWh)

η_{qj}^{bh} —汽轮机效率变化后值 (g/kWh、kg/kWh)

η_{gl}^{bh} —锅炉效率变化后值 (%)

η_{gd}^{bh} —管道效率变化后值 (%)

L_{cy}^{bh} —厂用电率变化后值 (%)

三、发、供电煤率，机、炉效率指标变化值

Δb_{fd}^{bh} —发电煤耗率变化值 (g/kWh、kg/kWh)

Δb_{gd}^{bh} —供电煤耗率变化值 (g/kWh、kg/kWh)

$\Delta \eta_{qj}^{bh}$ —汽轮机效率变化值 (%，百分点)

$\Delta \eta_{gl}^{bh}$ —锅炉效率变化值 (%，百分点)

$\Delta \eta_{gd}^{bh}$ —管道效率变化值 (%，百分点)

ΔL_{cy}^{bh} —厂用电率变化值 (%，百分点)

四、汽轮机、锅炉效率对发、供电煤耗率的影响系数

Δb_{qj}^{fx} —汽轮机效率变化 1% 对发电煤耗率的影响系数 (Δb_{fd}^{bh} g/kWh)/($\Delta \eta_{qj}^{bh}$ 1%)

Δb_{qj}^{gx} —汽轮机效率变化 1% 对供电煤耗率的影响系数 (Δb_{gd}^{bh} g/kWh)/($\Delta \eta_{qj}^{bh}$ 1%)

Δb_{gl}^{fx} —锅炉效率变化 1% 对发电煤耗率的影响系数 (Δb_{fd}^{bh} g/kWh)/($\Delta \eta_{gl}^{bh}$ 1%)

Δb_{gl}^{gx} —锅炉效率变化 1% 对供电煤耗率的影响系数 (Δb_{gd}^{bh} g/kWh)/($\Delta \eta_{gl}^{bh}$ 1%)

Δb_{gd}^{fx} —管道效率变化 1% 对发电煤耗率的影响系数 (Δb_{gd}^{bh} g/kWh)/($\Delta \eta_{gd}^{bh}$ 1%)

Δb_{cy}^{gx} —厂用电率变化 1% 对供电煤耗率的影响系数 (Δb_{gd}^{bh} g/kWh)/(ΔL_{cy}^{bh} 1%)

Δb_{bs}^{fx} —补水率变化 1% 对发电煤耗率的影响系数 (Δb_{bs}^{bh} g/kWh)/(ΔQ_{gr}^{bh} 1GJ/h)

$\Delta\eta_{fd}^{jx}$ —发电煤耗率变化 1g/kWh 对汽轮机效率的影响系数 ($\Delta\eta_{qj}^{bh}\%$)/(Δb_{fd}^{bh} 1g/kWh)

$\Delta\eta_{fd}^{lx}$ —发电煤耗率变化 1g/kWh 对锅炉效率的影响系数 ($\Delta\eta_{gl}^{bh}\%$)/(Δb_{fd}^{bh} 1g/kWh)

$\Delta\eta_{fd}^{gdx}$ —发电煤耗率变化 1g/kWh 对管道效率的影响系数 ($\Delta\eta_{gd}^{bh}\%$)/(Δb_{fd}^{bh} 1g/kWh)

$\Delta\eta_{gd}^{jx}$ —供电煤耗率变化 1g/kWh 对汽轮机效率的影响系数 ($\Delta\eta_{qj}^{bh}\%$)/(Δb_{gd}^{bh} 1g/kWh)

$\Delta\eta_{gd}^{lx}$ —供电煤耗率变化 1g/kWh 对锅炉效率的影响系数 ($\Delta\eta_{gl}^{bh}\%$)/(Δb_{gd}^{bh} 1g/kWh)

ΔL_{gd}^{cx} —供电煤耗率变化 1g/kWh 对厂用电率的影响系数 ($\Delta L_{cy}^{bh}\%$)/(Δb_{gd}^{bh} 1g/kWh)

五、汽轮机、锅炉小指标变化值

ΔZB_{lz}^{bh} —锅炉指标变化值 (MPa、℃、%、百分点)

ΔZB_{lz}^{bh} —汽轮机指标变化值 (MPa、℃、%、百分点)

ΔZB_{zqy}^{bh} 、 Δp_{zqy}^{bh} —主蒸汽压力变化值 (MPa)

ΔZB_{zqw}^{bh} 、 Δt_{zqw}^{bh} —主蒸汽温度变化值 (℃)

ΔZB_{zrw}^{bh} 、 Δt_{zrw}^{bh} —再热蒸汽温度变化值 (℃)

ΔZB_{zry}^{bh} 、 Δp_{zry}^{bh} —再热蒸汽压力降变化值 (MPa)

ΔZB_{nkd}^{bh} —凝汽器真空度变化值 (%、百分点)

Δp_{nqy} —凝汽器压力变化值 (kPa)

ΔZB_{xhs}^{bh} 、 Δt_{xhs}^{bh} —循环水温度变化值 (℃)

ΔZB_{ws}^{bh} 、 Δt_{ws}^{bh} —循环水温升变化值 (℃)

ΔZB_{dc}^{bh} 、 Δt_{dc}^{bh} —凝汽器端差变化值 (℃)

ΔZB_{gs}^{bh} 、 Δt_{gs}^{bh} —给水温度变化值 (℃)

ΔZB_{sf}^{bh} 、 Δt_{sf}^{bh} —送风机入风温度变化值 (℃)

ΔZB_{yf}^{bh} 、 Δt_{yf}^{bh} —引风机入风温度变化值 (℃)

ΔZB_{py}^{bh} 、 Δt_{py}^{bh} —排烟温度变化值 (℃)

$\Delta ZB_{O_2}^{bh}$ — ΔO_{O_2} 氧量变化值 (%、百分点)

ΔZB_{lf}^{bh} 、 $\Delta \alpha_{lf}^{bh}$ —漏风率变化值 (%、百分点)

ΔZB_{krw}^{bh} 、 ΔC_{krw}^{bh} —飞灰可燃物变化值 (%、百分点)

六、锅炉、汽轮机指标变化对效率的影响系数

$\Delta\eta_{qh}^{jx}$ —汽耗率变化 0.01kg/kWh 对汽轮机效率的影响系数 ($\Delta\eta_{qj}^{bh}$)/(Δd_{qh}^{bh} 0.01kg/kWh)

$\Delta\eta_{sdy}^{jx}$ —速度级压力变化 0.1MPa 对汽轮机效率的影响系数 ($\Delta\eta_{qj}^{bh}$)/(Δp_{sdy}^{bh} 0.1MPa)

$\Delta\eta_{sdy}^{jx}$ —速度级压力变化 1% 对汽轮机效率的影响系数 ($\Delta\eta_{qj}^{bh}$)/(Δp_{sdy}^{bh} 1%)

$\Delta\eta_{zqy}^{jx}$ —主蒸汽压力变化 1MPa 对汽轮机效率的影响系数 ($\Delta\eta_{qj}^{bh}\%$)/(Δp_{zqy}^{bh} 1MPa)

$\Delta\eta_{zqw}^{jx}$ —主蒸汽温度变化 1℃ 对汽轮机效率的影响系数 ($\Delta\eta_{qj}^{bh}\%$)/(Δt_{zqw}^{bh} 1℃)

$\Delta\eta_{zrw}^{jx}$ —再热蒸汽温度变化 1℃ 对汽轮机效率的影响系数 ($\Delta\eta_{qj}^{bh}\%$)/(Δt_{zqw}^{bh} 1℃)

$\Delta\eta_{zry}^{jx}$ —再热蒸汽压力降变化 0.1MPa 对汽轮机效率的影响系数 ($\Delta\eta_{qj}^{bh}\%$)/(Δp_{zry}^{bh} 0.1MPa)

$\Delta\eta_{nqy}^{jx}$ —凝汽器压力变化 1kPa 对汽轮机效率的影响系数 ($\Delta\eta_{qj}^{bh}\%$)/(Δp_{nqy}^{bh} 1kPa)

$\Delta\eta_{nkd}^{jx}$ —凝汽器真空度变化 1% 对汽轮机效率的影响系数 ($\Delta\eta_{qj}^{bh}\%$)/(Δt_{nkd}^{bh} 1%)

$\Delta\eta_{xhs}^{ix}$ —循环水温度变化 1℃ 对汽轮机效率的影响系数 $(\Delta\eta_{qj}^{bh}\%) / (\Delta t_{xhs}^{bh} 1^\circ\text{C})$

$\Delta\eta_{ws}^{ix}$ —循环水温升变化 1℃ 对汽轮机效率的影响系数 $(\Delta\eta_{qj}^{bh}\%) / (\Delta t_{ws}^{bh} 1^\circ\text{C})$

$\Delta\eta_{dc}^{ix}$ —凝汽器端差变化 1℃ 对汽轮机效率的影响系数 $(\Delta\eta_{qj}^{bh}\%) / (\Delta t_{dc}^{bh} 1^\circ\text{C})$

$\Delta\eta_{gs}^{ix}$ —给水温度变化 1℃ 对汽轮机效率的影响系数 $(\Delta\eta_{qj}^{bh}\%) / (\Delta t_{gs}^{bh} 1^\circ\text{C})$

$\Delta\eta_{sfr}^{ix}$ —送风机入口温度变化 1℃ 对锅炉效率的影响系数 $(\Delta\eta_{gl}^{bh}\%) / (\Delta t_{sfr}^{bh} 1^\circ\text{C})$

$\Delta\eta_{pyw}^{lx}$ 、 $\Delta\eta_{py}^{lx}$ —排烟温度变化 1℃ 对锅炉效率的影响系数 $(\Delta\eta_{gl}^{bh}\%) / (\Delta t_{pyw}^{bh} 1^\circ\text{C})$

$\Delta\eta_{O_2}^{lx}$ —炉膛出口烟气氧量 1% 对锅炉效率的影响系数 $(\Delta\eta_{gl}^{bh}\%) / (\Delta O_2^{bh} 1\%)$

$\Delta\eta_{LF}^{lx}$ —空气预热器、尾部烟道漏风系数 1% 对锅炉效率的影响系数 $(\Delta\eta_{gl}^{bh}\%) / (\Delta LF^{bh} 1\%)$

$\Delta\eta_{krw}^{lx}$ —飞灰可燃物 1% 对锅炉效率的影响系数 $(\Delta\eta_{gl}^{bh}\%) / (\Delta krw^{bh} 1\%)$

七、锅炉、汽轮机指标变化对发电煤耗率的影响系数

Δb_{qh}^{fx} —汽耗率变化 0.01kg/kWh 对发电煤耗率的影响系数 $(\Delta b_{fd}^{bh} \text{ g/kWh}) / (\Delta d_{qh}^{bh} 0.01 \text{ kg/kWh})$

Δb_{sdy}^{fx} —速度级压力变化 0.1MPa 对发电煤耗率的影响系数 $(\Delta b_{fd}^{bh} \text{ g/kWh}) / (\Delta p_{sdy}^{bh} 0.1 \text{ MPa})$

Δb_{sdy}^{fx} —速度级压力变化 1% 对发电煤耗率的影响系数 $(\Delta b_{fd}^{bh} \text{ g/kWh}) / (\Delta p_{sdy}^{bh} 1\%)$

Δb_{zqy}^{fx} —主蒸汽压力变化 1MPa 对发电煤耗率的影响系数 $(\Delta b_{fd}^{bh} \text{ g/kWh}) / (\Delta p_{zqy}^{bh} 1 \text{ MPa})$

Δb_{zqw}^{fx} —主蒸汽温度变化 1℃ 对发电煤耗率的影响系数 $(\Delta b_{fd}^{bh} \text{ g/kWh}) / (\Delta t_{zqw}^{bh} 1^\circ\text{C})$

Δb_{zrw}^{ix} —再热蒸汽温度变化 1℃ 对发电煤耗率的影响系数 $(\Delta b_{fd}^{bh} \text{ g/kWh}) / (\Delta t_{zrw}^{bh} 1^\circ\text{C})$

Δb_{zry}^{fx} —再热蒸汽压力降变化 0.1MPa 对发电煤耗率的影响系数 $(\Delta b_{fd}^{bh} \text{ g/kWh}) / (\Delta t_{zry}^{bh} 0.1 \text{ MPa})$

$\Delta\eta_{nqy}^{ix}$ —凝汽器压力变化 1kPa 对发电煤耗率的影响系数 $(\Delta b_{fd}^{bh} \text{ g/kWh}) / (\Delta p_{nqy}^{bh} 1 \text{ kPa})$

Δb_{nkd}^{fx} —凝汽器真空度变化 1% 对发电煤耗率的影响系数 $(\Delta b_{fd}^{bh} \text{ g/kWh}) / (\Delta t_{nkd}^{bh} 1\%)$

Δb_{xhs}^{fx} —循环水温度变化 1℃ 对发电煤耗率的影响系数 $(\Delta b_{fd}^{bh} \text{ g/kWh}) / (\Delta t_{xhs}^{bh} 1^\circ\text{C})$

Δb_{ws}^{fx} —循环水温升变化 1℃ 对发电煤耗率的影响系数 $(\Delta b_{fd}^{bh} \text{ g/kWh}) / (\Delta t_{ws}^{bh} 1^\circ\text{C})$

Δb_{dc}^{fx} —凝汽器端差变化 1℃ 对发电煤耗率的影响系数 $(\Delta b_{fd}^{bh} \text{ g/kWh}) / (\Delta t_{dc}^{bh} 1^\circ\text{C})$

ΔV_{pqw}^{wx} —排汽温度变化 1℃ 对凝汽器真空度的影响系数 $(V_{pqj}^{bh}\%) / (\Delta t_{pqw}^{bh} 1^\circ\text{C})$

Δb_{gs}^{fx} —给水温度变化 1℃ 对发电煤耗率的影响系数 $(\Delta b_{fd}^{bh} \text{ g/kWh}) / (\Delta t_{gs}^{bh} 1^\circ\text{C})$

Δb_{sfr}^{fx} —送风机入口温度变化 1℃ 对发电煤耗率的影响系数 $(\Delta b_{fd}^{bh} \text{ g/kWh}) / (\Delta t_{sfr}^{bh} 1^\circ\text{C})$

Δb_{pyw}^{fx} —排烟温度变化 1℃ 对发电煤耗率的影响系数 $(\Delta b_{fd}^{bh} \text{ g/kWh}) / (\Delta t_{pyw}^{bh} 1^\circ\text{C})$

$\Delta b_{O_2}^{fx}$ —炉膛出口烟气氧量变化 1% 对发电煤耗率的影响系数 $(\Delta b_{fd}^{bh} \text{ g/kWh}) / (\Delta O_2^{bh} 1\%)$

Δb_{lf}^{fx} —空气预热器、尾部烟道漏风系数变化 1% 对发电煤耗率的影响系数 $(\Delta b_{fd}^{bh} \text{ g/kWh}) / (\Delta LF^{bh} 1\%)$

Δb_{krw}^{fx} —飞灰可燃物变化 1% 对发电煤耗率的影响系数 $(\Delta b_{fd}^{bh} \text{ g/kWh}) / (\Delta krw^{bh} 1\%)$

八、供热机组供热负荷、发电负荷对发、供电煤耗率的影响系数

Δb_{fd}^{fx} —供热机组供热负荷一定，发电负荷变化 10MW 对供电煤耗率的影响系数 $(\Delta b_{gd}^{bh} \text{ g/}$

$\text{kWh})/(\Delta P_{\text{gh}}^{\text{bh}} 10\text{MW})$

$\Delta b_{\text{fd}}^{\text{fx}}$ —供热机组供热负荷一定,发电负荷变化 10MW 对发电煤耗率的影响系数 ($\Delta b_{\text{fd}}^{\text{bh}} \text{g/kWh})/(\Delta P_{\text{gh}}^{\text{bh}} 10\text{MW})$

$\Delta b_{\text{gr}}^{\text{ex}}$ —供热机组发电负荷一定,供热负荷变化 1GJ/h 对供电煤耗率的影响系数 ($\Delta b_{\text{gd}}^{\text{bh}} \text{g/kWh})/(\Delta Q_{\text{gr}}^{\text{bh}} 1\text{GJ/h})$

$\Delta b_{\text{gr}}^{\text{fx}}$ —供热机组发电负荷一定,供热负荷变化 1GJ/h 对发电煤耗率的影响系数 ($\Delta b_{\text{fd}}^{\text{bh}} \text{g/kWh})/(\Delta Q_{\text{gr}}^{\text{bh}} 1\text{GJ/h})$

$\Delta b_{\text{gr}}^{\text{ex}}$ —供热机组发电负荷一定,供热负荷变化 1t/h 对供电煤耗率的影响系数 ($\Delta b_{\text{gd}}^{\text{bh}} \text{g/kWh})/(\Delta Q_{\text{gr}}^{\text{bh}} 1\text{t/h})$

$\Delta b_{\text{gr}}^{\text{fx}}$ —供热机组发电负荷一定,供热负荷变化 1t/h 对发电煤耗率的影响系数 ($\Delta b_{\text{fd}}^{\text{bh}} \text{g/kWh})/(\Delta Q_{\text{gr}}^{\text{bh}} 1\text{t/h})$

九、辅机用电单耗、辅机电率

D_{h} —辅机用电单耗 (kWh/t)

L_{fj} —辅机电率 (%)

D_{hmm} —磨煤机电单耗 (kWh/t)

L_{mm} —磨煤机电率 (%)

D_{hpf} —排粉机电单耗 (kWh/t)

L_{pf} —排粉机电率 (%)

D_{hsf} —送风机用电单耗 (kWh/t)

L_{sf} —送风机用电率 (%)

D_{hxf} —引风机用电单耗 (kWh/t)

L_{xf} —引风机用电率 (%)

D_{hgs} —给水泵用电单耗 (kWh/t)

L_{fj} —给水泵用电率 (%)

L_{sm} —输煤系统用电率 (%)

L_{ch} —除灰系统用电率 (%)

L_{nb} —凝结水泵用电率 (%)

L_{xh} —循环水泵用电率 (%)

L_{jl} —循环水机力塔用电率 (%)

十、指标变化影响值

$\Delta \eta_{\text{jz}}^{\text{yx}}$ —汽轮机指标变化对汽轮机效率的影响值 (%)

$\Delta \eta_{\text{lz}}^{\text{yx}}$ —锅炉指标变化对锅炉效率的影响值 (%)

$\Delta b_{\text{jzf}}^{\text{yx}}$ —汽轮机指标变化对发电煤耗率的影响值 (g/kWh)

$\Delta b_{\text{lzf}}^{\text{yx}}$ —锅炉指标变化对发电煤耗率的影响值 (g/kWh)

$\Delta b_{\text{jzg}}^{\text{yx}}$ —汽轮机指标变化对供电煤耗率的影响值 (g/kWh)

$\Delta b_{\text{lzg}}^{\text{yx}}$ —锅炉指标变化对供电煤耗率的影响值 (g/kWh)

$\Delta b_{\text{cyg}}^{\text{yx}}$ —厂用电率指标变化对供电煤耗率的影响值 (g/kWh)

$\Delta b_{\text{jxf}}^{\text{yx}}$ —汽轮机效率变化对发电煤耗率的影响值 (g/kWh)

$\Delta b_{\text{lxf}}^{\text{yx}}$ —锅炉效率变化对发电煤耗率的影响值 (g/kWh)

$\Delta b_{\text{jxg}}^{\text{yx}}$ —汽轮机效率变化对供电煤耗率的影响值 (g/kWh)

$\Delta b_{\text{lxg}}^{\text{yx}}$ —锅炉效率变化对供电煤耗率的影响值 (g/kWh)

十一、燃料

CB_{rl} —燃料成本 (元/kWh、元/MWh)

$\Delta \text{CB}_{\text{rl}}^{\text{bh}}$ —燃料成本变化值 (元/kWh、元/MWh)

BM_{dj} —标准煤单价 (元/t)

$\text{O}_{\text{net,ar}}$ —煤炭收到基热值 (kJ/kg)

$\Delta \text{O}_{\text{net,ar}}$ —收到基热值差 (kJ/kg)

M_{ar} —煤炭收到基水分 (%)

ΔM_{ar} —收到基水分差 (%)

A_{ar} —煤炭收到基灰分 (%)

ΔA_{ar} —收到基灰分差 (%)

十二、专业常用符号

P_{fd} —发电负荷、容量、出力 (kW、MW)

W_{fd} —发电量 (kWh、MWh)

P_{gd} —供电负荷 (kWh)

W_{gd} —供电量 (kWh、MWh)

D —锅炉、汽轮机蒸汽流量 (负荷) (t/h、kg/h、点数)

m_{qs} —发电量、蒸汽流量权数

K_{zr} —再热蒸汽流量系数

b_{fd} —发电煤耗率 (g/kWh)

b_{gd} —供电煤耗率 (g/kWh)

$Q_{\text{gr}}^{\text{fh}}$ —供热负荷 (GJ/h、kJ/h)

Q_{gr}^{l} —供热量 (GJ、kJ)

$D_{\text{gr}}^{\text{fh}}$ —供热蒸汽负荷 (t/h、kg/h)

D_{gq} —供热蒸汽量 (t、kg)

α_{gr} —供热比

α_{fd} —发电比

R_{d} —热电比

B —煤量 (t、kg)

B_{bz} —标准煤量 (t、kg)

L_{cy} —厂用电率 (%)

p —压力 (MPa、kPa)

Δp_{zr} —再热蒸汽压损 (降) (MPa)

t —温度、吨 (°C、t)

Q —热量 (GJ、kJ)
 h —汽或水的焓值、小时 (kJ/h、h)
 η_{qj} —汽轮机 (绝对电) 效率 (%)
 q —热耗率 (kJ/kWh)
 p'_o —汽轮机速度级压力 (MPa)
 t'_o —汽轮机速度级温度 (℃)
 Δq^{bh} —热耗率变化值 (kJ/kWh)
 η_{gl} —锅炉效率 (%)
 η_{gd} —管道效率 (%)
 V_{nkd} —凝汽器真空度 (%)
 δt —凝汽器端差 (℃)
 q_{yx}^{lv} —凝汽器胶球运行率 (%)
 q_{sq}^{lv} —凝汽器胶球清洗装置吸球率 (%)
 v_{zk}^{sd} —凝汽器漏真空速度 (Pa/min)
 Δt —循环水温升 (℃)
 v_{xh}^{ss} —循环水流速 (m/s)
 δ —凝结水过冷却度 (℃)
 Δt_{sdc} —加热器上端差 (℃)
 Δt_{xdc} —加热器下端差 (℃)
 L_{gj}^{tr} —高压加热器投入率 (%)
 O_2 —烟气中氧含量 (%)
 K —系数
 K_{py} —排烟损失计算系数
 α —锅炉漏风系数 (%)
 $\Delta\alpha$ —烟气中过量空气系数
 $L_{\Delta\alpha}$ —锅炉漏风率 (%)
 C —灰中可燃物 (%)
 N_{fx}^{ns} —发电设备运行年数 (年)

目 录

序

前言

符号对照表

第一章 供电煤耗率 1

- 第一节 供电煤耗率变化对企业经济效益的影响 4
- 第二节 供电煤耗率计算方法 6
- 第三节 汽轮机效率对供电煤耗率的影响系数 8
- 第四节 锅炉效率对供电煤耗率的影响系数 28
- 第五节 供电煤耗率的定量分析 47
- 第六节 单元机组的空载供电煤耗率 61
- 第七节 发、供电煤耗率计算与管理要点 67
- 第八节 供电煤耗率的校核与控制 74

第二章 发电煤耗率 85

- 第一节 发电煤耗率直接影响的因果 86
- 第二节 发电煤耗率的计算 89
- 第三节 汽轮机效率对发电煤耗率的影响系数 99
- 第四节 锅炉效率对发电煤耗率的影响系数 106
- 第五节 管道效率变化对发电煤耗率的影响系数 112
- 第六节 机组发电煤耗率水平、电量权数对全厂发电煤耗率影响的定量分析 122
- 第七节 单元机组空载发电煤耗率的计算与定量分析 128
- 第八节 发电煤耗率的校验方法 135
- 第九节 发电煤耗率与水平 141
- 第十节 单元机组设计保证值发电煤耗率的影响因素 147

第三章 汽轮机组技术经济指标 154

- 第一节 汽轮机效率、热耗率、汽耗率、速度级压力 156
- 第二节 汽耗率对汽轮机效率、发电煤耗率的影响系数 157

第三节	速度级压力对汽轮机效率、发电煤耗率的影响系数·····	158
第四节	汽轮机热耗率、汽轮机效率计算·····	160
第五节	蒸汽参数的因果·····	161
第六节	凝汽器指标·····	197
第七节	给水回热、加热系统运行指标·····	222
第八节	汽轮机指标变化对汽轮机效率、发电煤耗率影响的综合分析·····	227
第九节	汽轮机设备经济性能管理·····	233

第四章 锅炉机组技术经济指标····· 238

第一节	锅炉效率及其计算·····	239
第二节	锅炉可定量分析指标的因果·····	246
第三节	锅炉设备直接影响发电煤耗率的指标·····	272
第四节	锅炉可定性指标对单元机组运行经济性的影响·····	276
第五节	锅炉指标对锅炉效率、发电煤耗率影响的综合分析计算·····	283
第六节	锅炉设备带负荷程度对发电煤耗率的影响·····	287
第七节	锅炉设备运行中的燃料损失·····	290

第五章 管道效率指标····· 292

第一节	补水率指标体系·····	293
第二节	补水率对发电煤耗率的影响系数·····	301
第三节	高温设备、管道保温表面温度的散热损失与管理·····	302
第四节	生产用除盐水·····	304
第五节	管道效率对运行经济性的影响·····	304

第六章 发电负荷指标····· 307

第一节	单元机组带负荷程度对发电煤耗率的影响·····	309
第二节	衡量单元机组发电能力的指标·····	314
第三节	影响单元机组发电量水平的指标·····	322

第七章 厂用电率指标····· 325

第一节	锅炉设备及其系统主要辅机设备的单耗、用电率·····	326
第二节	汽轮机设备及其系统主要辅机设备的单耗、用电率·····	331
第三节	辅机设备的用电率与厂用电率·····	333
第四节	辅机电率对厂用电率、供电煤耗率的定量分析·····	335