

• 火电机组节能对标系列丛书 •

300MW火电机组节能对标指导手册



Guide to Energy Efficiency Benchmarking of 300MW Thermal Units



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

• 火电机组节能对标系列丛书 •

300MW火电机组节能对标指导手册

中国电力投资集团公司 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书建立了一套 300MW 火电机组节能指标体系,介绍了各指标的定义和计算方法,对每一项指标可能发生问题的原因进行了分析,具体、详细地列出了各种可能的选项,以便在生产现场有针对性地对照分析。在解决问题的措施中,提供了运行措施、日常维护及试验、C/D 修及停机消缺、A/B 修及技术改造等措施。

本书还提供了典型国产 300MW 火电机组的锅炉、汽轮机、发电机及其主要辅助设备的特性(规范),供对标时查阅。

本书适用于 300MW 火电机组节能专工,以及锅炉、汽轮机、电气及其他各专业的专工、值长、运行值班员使用,也可供生产管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

300MW 火电机组节能对标指导手册/中国电力投资集团公司编著. —北京:中国电力出版社,2008
(火电机组节能对标系列丛书)
ISBN 978-7-5083-7678-3

I. 3… II. 中… III. 火力发电-发电机-机组-节能-手册 IV. TM621.3-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 100646 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

*

2008 年 7 月第一版 2008 年 7 月北京第一次印刷
850 毫米×1168 毫米 32 开本 11.75 印张 286 千字
印数 0001—7000 册 定价 29.00 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

《火电机组节能对标系列丛书》

编 委 会

主 任 田 勇

常务副主任 袁 德

副 主 任 原 钢 靳东来 赵风云

委 员 马国林 岳 乔 黄雪松

周 立 罗慧敏 兰吉勇

王志军 严卫平 刘安堂

殷庆华

《300MW 火电机组节能对标指导手册》

编 委 会

主	编	原	钢				
副	主	编	靳东来	马国林	兰吉勇		
委	员	岳 乔	黄雪松	罗慧敏	徐 坚		
		金 兴	邹 军	殷庆华	周 立		
		李志清	刘江宁	李杰义	沈海华		
		欧阳葵	夏 杰	刘剑锋	金 迪		
参加编写人员		陈海峰	王 健	杨士华	李伟农		
		朱懿灏	陈国华	毕政益	张 勇		
		蔡维明	朱光明	郑 怡	孔 平		
		毛建民	韩德诚	马军衡	曹 晖		
		孙 坚	王 成	刘世伟	黄 健		
		叶子熙	何健林	徐祥慧	李 勇		
		张坚明	莫 杰	刘佳敏	蔡建新		
		许 捷	王卫政	张海秦	陈志刚		



序

电力工业是国民经济的基础产业，关系到经济的持续健康发展和社会的和谐稳定。电力工业也是节能降耗和污染减排的重点领域，做好节能和环保工作，对实现我国“十一五”节能减排目标，建设资源节约型和环境友好型社会具有重要的意义。为了实现上述要求，电力企业坚持节能优先、环保优先，努力建设节约环保型企业，不断借鉴先进的管理经验，在节能降耗管理工作中的力度不断加大，探索节能管理新思路。

对标管理作为一种科学的管理工具，能够支持企业不断改进和获得竞争优势，在各行各业的实践中取得了巨大的成就，成为许多电力企业提升管理水平的手段。通过开展能效水平的对标活动，完善指标体系，充分挖掘火力发电厂的节能潜力，提高能源利用效率，最终实现节能降耗。

中国电力投资集团公司以“奉献绿色能源，服务社会公众”为企业精神，以科学发展观为指导，坚持把发展作为第一要务，不断提高集团公司的竞争能力、盈利能力和可持续发展能力，积极履行企业政治责任、经济责任和社会责任。公司在保证安全生产的基础上，以节能减排为工作重点，不断提升公司综合实力，实现公司发展与社会、环境协调统一。

本套丛书是中国电力投资集团公司根据对标管理理论和集团公司内部节能工作实践编写而成的，丛书建立了一套火力发电厂节能对标的指标体系，并提供了分析和解决各项经济指标问题的方法，是火力发电厂开展节能对标工作的有效工具，同时也是电厂技术经济分析的良好助手。

丛书可以作为国内第一套适用于火力发电企业节能对标的指导手册。希望通过本套丛书的编写和出版，能为火力发电企业节能降耗工作提供实践帮助，同时更好地促进节能技术和节能管理水平的提高。

四



前言

为了更好地指导火力发电厂开展节能对标工作,提高火力发电企业机组的经济性水平,中国电力投资集团公司根据对标管理理论和集团公司内部节能工作实践经验编著了《火电机组节能对标系列丛书》。丛书立足于初步建立一套对节能对标工作有一定指导作用的实用工具。它将有助于推动发电企业开展节能对标工作,也有助于专业技术人员对有关节能指标问题的诊断和解决。

丛书共3个分册,本分册为《300MW火电机组节能对标指导手册》。本书建立了一套300MW火电机组的节能指标体系,该体系完整涵盖了300MW火电机组的经济性指标,并参照DL/T 904—2004《火力发电厂技术经济指标计算方法》等资料,提供了对应指标的定义及计算方法,以及指标可能发生问题的原因和解决问题的措施。其中,综合指标的内容比较侧重于方向性,主要经济指标的内容则侧重于针对性和操作性,便于对标人员迅速分析问题原因所在,同时提出解决办法。

本书在编著过程中得到了中国电力投资集团公司领导的大力支持,中国电力投资集团公司田勇副总经理为本书作序,在此一并表示感谢。

由于作者理论水平和实践经验有限,难免存在缺点和错误,敬请专家、读者批评指正。

本书编写委员会

2008年5月

目 录

序

前言

使用说明 1

第一部分 典型国产 300MW 火电机组锅炉、

汽轮机、发电机特性 3

1 上海电气 300MW 火电机组 3

1.1 上海锅炉厂 SG1025/18.3-M831 型

亚临界控制循环锅炉 3

1.2 上海汽轮机厂 N300-16.7/537/537 型汽轮机 25

1.3 上海汽轮发电机厂 QFSN-300-2 型

汽轮发电机 37

2 东方电气 300MW 火电机组 41

2.1 东方锅炉厂 DG1025/17.5-II 4 型

亚临界自然循环锅炉 41

2.2 东方汽轮机厂 N300-16.7/537/537-8 型汽轮机 ... 72

2.3 东方汽轮发电机厂 QFSN-300-2-20B 型

汽轮发电机 95

3 哈尔滨电气 300MW 火电机组 104

3.1 哈尔滨锅炉厂 HG-1060/17.5-YM31 型

亚临界自然循环锅炉 104

3.2	哈尔滨汽轮机厂 NZK300-16.7/537/537 型汽轮机	135
3.3	哈尔滨汽轮机厂 N300-16.7/537/537 型汽轮机	160
3.4	哈尔滨电机有限公司 QFSN-300-2 型 汽轮发电机	164
4	300MW 国产机组汽轮机主要技术参数	168
第二部分 有关指标的定义及计算方法		172
1	综合指标	172
2	主要经济指标	182
2.1	锅炉部分	182
2.2	汽轮机部分	197
2.3	发电机、变压器部分	205
2.4	脱硫、灰、燃料、化学部分	205
2.5	供热部分	211
3	可靠性指标	212
4	自动化指标	213
5	设备管理指标	214
6	能源计量指标	215
第三部分 300MW 火电机组节能对标指导		217
1	综合指标	217
	供电煤耗率(g/kWh)	217
	发电煤耗率(g/kWh)	221
	厂用电率(%)	224
	综合厂用电率(%)	226
	补水率(%)	229
	综合耗水率(kg/kWh)	230
	机组耗油量(t)	232

2 主要经济指标	234
2.1 锅炉部分	234
锅炉额定出力(t/h)	234
锅炉最大连续出力(t/h)	235
锅炉最低不投油稳燃负荷(MW)	235
锅炉热效率(%)	236
锅炉排烟温度(℃)	237
飞灰含碳量(%)	240
炉渣可燃物(%)	242
烟气含氧量(%)	243
散热损失(%)	245
预热器漏风率(%)	246
煤粉细度 R_{90}	247
炉水泵耗电率(%)、单耗(kWh/t 汽)	248
制粉系统出力(t/h)	249
磨煤机耗电率(%)、单耗(kWh/t 煤)	251
一次风机耗电率(%)、单耗(kWh/t 煤)	252
制粉系统耗电率(%)、单耗(kWh/t 煤)	253
送风机耗电率(%)、单耗(kWh/t 汽)	253
引风机耗电率(%)、单耗(kWh/t 汽)	255
主蒸汽压力(MPa)	256
主蒸汽温度(℃)	258
再热蒸汽温度(℃)	260
过热器减温水量(t/h)	262
再热减温水量(t/h)	264
机组启停用油(t)	265
机组助燃油(t)	266
2.2 汽轮机部分	268

汽轮机额定出力(MW)	268
汽轮机最大连续出力(MW)	270
汽轮机热耗率(kJ/kWh)	270
凝汽器真空度(%)	271
真空严密性(kPa/min)	274
凝汽器端差(°C)	275
凝结水过冷度(°C)	277
循环水温升(°C)	278
胶球投入率(%)	280
胶球收球率(%)	281
给水温度(机侧, °C)	283
高压加热器投入率(%)	285
加热器端差(°C)	286
电动给水泵耗电率(%)	288
给水泵汽轮机组汽耗率(kg/kWh)	289
凝结水泵耗电率(%)	291
循环水泵耗电率(%)	292
2.3 发电机、变压器部分	294
发电机漏氢率(%)	294
发电机氢湿度和纯度(g/m ³ , %)	296
变压器损耗(%)	297
2.4 脱硫、灰、燃料、化学部分	299
脱硫设施投运率(%)	299
脱硫效率(%)	301
脱硫系统耗电率(%)	303
脱硫水耗(t/h)	304
脱硫石膏品质合格率(%)	305
脱硫钙硫比(Ca/S)	307

除灰系统耗电率(%)、单耗(kWh/t 煤)	308
渣水系统耗电率(%)、单耗(kWh/t 煤)	309
输煤系统耗电率(%)、单耗(kWh/t 煤)	310
燃料检斤率(%)	311
燃料检质率(%)	312
入厂煤入炉煤热值差(kJ/kg)	314
入炉煤热值(kJ/kg)	316
入炉煤质合格率(%)	317
汽水品质合格率(%)	318
3 可靠性指标	324
等效可用系数(%)	324
强迫停运率(%)	324
非计划停运次数	325
非计划停运小时(h)	326
非计划降出力时间(h)	326
利用系数(或利用小时)(%)	327
连续运行天数	328
4 自动化指标	329
主要热控监测仪表投入率、准确率(%)	329
热控自动投入率(%)	330
电气保护及自动装置投入率、正确动作率(%)	331
5 设备管理指标	333
等级检修全优率(%)	333
设备消缺率(%)	334
重大安全隐患消除率(%)	335
节能减排技改项目完成率(%)	336
设备完好率指标(%)	337
6 能源计量指标	339

能源计量器具配备率(%)	339
能源计量器具周期受检率(%)	340
能源计量器具检测合格率(%)	341
能源计量检测率(%)	342
7 300MW 火电机组参数变化对供电煤耗率的影响	343
附录 单位及换算	344
参考文献	358

使用 说 明

1 主要内容

1.1 建立了一套 300MW 火电机组的节能指标体系，该体系完整涵盖了 300MW 火电机组的经济性指标。

1.2 提供了指标的定义及计算方法，以及指标“可能存在问题的原因”和“解决问题的措施”。其中，机组综合指标的内容侧重于方向性，便于把握重点；主要经济指标的内容则侧重于针对性和可操作性，便于深入分析。对标人员可据此迅速分析出某一指标出现问题的原因所在，同时提出解决办法。

1.3 机组综合指标：反映对标机组的综合经济运行情况，并通过提供的选择，对比较感兴趣的方面进行重点跟踪。若需要详细分析，可查看主要经济指标的具体内容。

1.4 主要经济指标：反映了各经济指标的情况。比照提供的选项，找出存在差距的具体原因和比较有操作性的解决办法。

1.5 提供了可靠性、自动化、设备管理、能源计量等指标，便于对标人员了解机组的整体经济运行情况。

1.6 提供了主要经济指标变化对应的供电煤耗率影响值，供对标人员参考。

2 使用建议

2.1 本手册既是节能对标的工具，又能帮助电厂自身对有

关节能指标问题进行诊断。

2.2 机组综合指标部分是对标的核心，主要经济指标和可靠性、自动化、设备管理、能源计量等指标是整个体系的支撑。对标人员可根据具体情况查看。

2.3 确定对标基准值：根据具体情况选择合适的、对比性强的基准值，如设计值、历史最好值、行业标准、国家标准或国内同类型机组最好值（建议参考中国电力企业联合会发布的全国火电 300MW 级机组技术协作会年度机组竞赛评比数据汇总表中的同类型机组数据）等，作为对标的基准值。

2.4 确定实际完成值：对照指标项目表，核实统计数据，将机组的指标完成值按照机组负荷率等因素进行修正，得到可与对标指标基准值相比较的实际完成值（修正值）。

2.5 计算差距：计算指标实际完成值（修正值）与基准值的差距，并按耗差法计算出相应的供电煤耗率影响值。

2.6 分析原因，提出解决措施：通过调研分析，参考本手册中提供的“可能存在问题的原因”和“解决问题的措施”，找到与基准值有差距的各种可能因素，确定产生差异的主要原因，并提出相应的解决措施。

3 其他

3.1 本手册所提供的“可能存在问题的原因”和“解决问题的措施”需要在实际对标工作中不断完善，这也是本指导手册的生命之源。只有在实践中不断完善，持续改进，才能发挥出更大的作用。希望参与对标的专家提供宝贵、有益的素材，对本手册进行补充。

第一部分

典型国产 300MW 火电机组锅炉、 汽轮机、发电机特性

1 上海电气 300MW 火电机组

1.1 上海锅炉厂 SG1025/18.3-M831 型亚临界控制循环 锅炉

1.1.1 简介

SG1025/18.3-M831 型 300MW 亚临界控制循环锅炉，是上海锅炉厂按美国燃烧公司（CE）引进全套技术专利，并在国产化的基础上设计和制造的。采用单炉膛 π 型露天布置、全钢架悬吊结构，一次中间再热、四角同心反切燃烧、摆动燃烧器调温、平衡通风、固态排渣煤粉炉。炉前布置三台低压头炉水循环泵，炉后尾部布置两台三分仓容克式空气预热器。

锅炉总高度为 74.13m，汽包标高 57.82m，炉顶管标高 56.99m，炉膛深宽为 12.33m $\times$ 14.02m，炉顶采用全密封结构，并设置大罩壳。炉膛采用气密式膜式水冷壁，炉底采用水封结构。

水冷壁由炉膛四周及折焰角延伸侧墙组成。过热器由炉顶管、尾部包覆、延伸墙包覆、低温过热器、分隔屏、后屏及末级过热器组成。分隔屏与后屏布置在炉膛上部出口处，末级过热器布置于延伸斜烟道上，低温过热器布置于尾部烟道内。再