

TECHNICAL PRINCIPLES
ON ENERGY EFFICIENCY EVALUATION



能效评价技术依据

(一)



国家节能中心◎编著



中国发展出版社
CHINA DEVELOPMENT PRESS

TECHNI
ON ENERGY EFFICIEN

能效评价技术依据

(一)



国家节能中心◎编著



中国发展出版社
CHINA DEVELOPMENT PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

能效评价技术依据 (一) / 国家节能中心编著. —北京: 中国发展出版社, 2014. 4

ISBN 978 - 7 - 5177 - 0141 - 5

I. ①能… II. ①国… III. ①节能—评价 IV. ①TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 053583 号

书 名: 能效评价技术依据 (一)

著作责任者: 国家节能中心

出版发行: 中国发展出版社

(北京市西城区百万庄大街 16 号 8 层 100037)

标准书号: ISBN 978 - 7 - 5177 - 0141 - 5

经 销 者: 各地新华书店

印 刷 者: 北京科信印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 8.75

字 数: 115 千字

版 次: 2014 年 4 月第 1 版

印 次: 2014 年 4 月第 1 次印刷

定 价: 28.00 元

联系电话: (010) 68990642 68990692

购书热线: (010) 68990682 68990686

网络订购: <http://zgfcbs.tmall.com/>

网购电话: (010) 68990639 88333349

本社网址: <http://www.developress.com.cn>

电子邮箱: fazhanreader@163.com

版权所有 · 翻印必究

本社图书若有缺页、倒页, 请向发行部调换



目 录

火电行业	1
钢铁行业	23
电解铝行业	41
水泥行业	59
烧碱行业	81
乙烯行业——煤制烯烃	105
乙烯行业——石油烃类制烯烃	121



火电行业

前 言

国家节能中心制定能效评价技术依据的主要目的是为全国节能中心系统有关工作提供依据，例如，固定资产投资项目节能评估和审查、“中国能效之星”评价、能源审计等。同时，随着能效评价技术依据的不断修订和完善，希望能为相关行业、企业及机构统一规范地开展能效评价工作提供帮助，并为形成国家标准提供参考。

能效评价技术依据，其核心内容是能效评价指标体系的设置，主要包含能效评价指标和指标值两个部分。其中，指标的设置参考了国家能耗限额标准、地方能耗限额标准（限额文件）、行业能耗限额标准，以及相关行业和企业的统计指标；指标值的确定参考了国家能耗限额标准、行业能耗限额标准、地方能耗限额标准，以及国家节能中心和地方节能中心所掌握的能效数据、行业协会和相关科研机构的统计数据、典型企业的实际运行数据等。此外，能效评价技术依据还对指标体系的具体应用进行了解释。

《火电行业能效评价技术依据》由国家节能中心组织制定。在制定过程中得到了西安交通大学热流科学与工程教育部重点实验室及陶文铨院士团队的大力支持和协助，也得到了华北电力大学能动学院李惊涛副教授的帮助，在此表示感谢。

1 适用范围

本技术依据适用于机组容量在 600MW 级及以上等级、发电装置为纯凝燃

煤发电机组的能效评价，包括固定资产投资项目的节能评估和审查，以及现役机组的能效评价等。

2 规范性引用文件

本技术依据引用了下列文件的条款。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本技术依据。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本技术依据。

- GB/T 2589—2008 综合能耗计算通则
- GB 21258 常规燃煤发电机组单位产品能源消耗限额
- GB/T 21369—2008 火力发电企业能源计量器具配备管理要求
- DL/T 904—2004 火力发电厂技术经济指标计算方法
- DL/T 5153—2002 火力发电厂厂用电设计技术规定
- DB 21/1620—2008 火力发电厂供电标煤耗限额及计算方法
- DB 37/737—2007 燃煤电厂供电煤耗限额

3 指标体系术语和定义

下列术语和定义适用于本技术依据。

3.1 能量的当量值

按照物理学电热当量、热功当量、电功当量换算的各种能源所含的实际能量。

3.2 标准煤量

在统计期内，用于生产所耗用的各种燃料折算的标准燃煤量。

注：包括生产系统、辅助生产系统和附属生产系统设施的各种能源消耗量和损失量，不包括非生产使用、基建和技改等项目建设消耗的、副产品综合利用使用的和向外转输的能量。

3.3 供电量

在统计期内，机组向电网和电厂非生产用电提供的电能量。

3.4 供电标准煤耗率

在统计期内，发电机组提供单位供电量所平均耗用的标准煤量，其中包括生产直接消耗的能源量，以及分摊到该产品的辅助生产系统、附属生产设施的能耗量和体系内的能源损失量等间接消耗的能源量。

3.5 发电标准煤耗率

在统计期内，发电机组每发出单位电能平均耗用的全部燃料折算至标准煤的燃料量，其中包括统计期内的耗用燃料总量，但须扣除非生产用燃料量。

3.6 发电厂用电率

在统计期内，统计机组（全厂）的发电辅机设备自用电量占统计期单元机组（全厂）发电量的百分比。

4 评价指标和计算方法

4.1 能效评价指标

火电行业能效评价指标包括：反映全厂整体能源利用水平的核心指标，即供电标准煤耗率；反映火电厂工序设备能效水平的参考指标，即发电标准煤耗率、发电厂用电率。如图 1 所示。

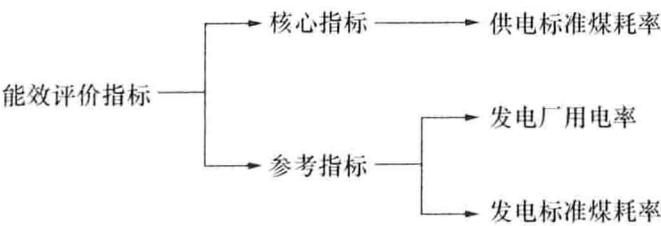


图 1 火电厂能效评价指标

4.2 核心指标（供电标准煤耗率）的计算方法

4.2.1 设计值：

$$b_{g(s)} = \frac{b_{f(s)}}{1 - \frac{L_{cy(s)}}{100}} \tag{1}$$

式中：

$b_{g(s)}$ ——供电标准煤耗率设计值，gce/（kW·h）；

$b_{f(s)}$ ——发电标准煤耗率设计值，gce/（kW·h）；

$L_{cy(s)}$ ——发电厂用电率设计值，%。

4.2.2 估算运行值：

$$b_{g(g)} = \frac{b_{f(g)}}{1 - \frac{L_{cy(g)}}{100}} \quad (2)$$

式中：

$b_{g(g)}$ ——供电标准煤耗率估算运行值，gce/（kW·h）；

$b_{f(g)}$ ——发电标准煤耗率估算运行值，gce/（kW·h）；

$L_{cy(g)}$ ——发电厂用电率估算运行值，%。

4.2.3 实际运行值：

$$b_{g(y)} = \frac{B_b}{W_g} \times 10^6 \quad (3)$$

式中：

$b_{g(y)}$ ——供电标准煤耗率实际运行值，gce/（kW·h）；

B_b ——统计期内发电标准煤耗量，t；

W_g ——统计期内供电量，kW·h。

4.3 参考指标的计算方法

4.3.1 发电标准煤耗率

4.3.1.1 设计值：

$$b_{f(s)} = \frac{q_{(s)}}{29.271 \eta_{gl(s)} \eta_{gd}} \times 10^4 \quad (4)$$

式中：

$b_{f(s)}$ ——发电标准煤耗率设计值，gce/（kW·h）；

$q_{(s)}$ ——汽轮机热耗率设计值, kJ/ (kW · h);

$\eta_{gl(s)}$ ——锅炉效率设计值, %;

η_{gd} ——管道效率, 一般取为 99%。

注: 标准煤热值、锅炉热效率, 均采用燃料低位热值, 下同。

4.3.1.2 估算运行值:

$$b_{f(g)} = \frac{\sum_{i=1}^3 \left(\frac{q_{i(s)} H_{yx-(i)(g)}}{29.271 \eta_{gl-(i)(s)} \eta_{gd} (1 - \eta_{ss})} \times 10^4 \right)_i}{H_{yx-year(g)}} \quad (5)$$

式中:

$b_{f(g)}$ ——发电标准煤耗率估算运行值, gce/ (kW · h);

i —— $i = 1、2、3$ 分别对应 50% 负荷、75% 负荷和 100% 负荷, 式 (5) 分子中的各参数对应不同负荷情况选取;

$q_{i(s)}$ —— i 值所对应负荷下的汽轮机热耗率设计值, 该热耗率指汽电机组热耗量与机组有功功率的比值, kJ/ (kW · h);

$H_{yx-(i)(g)}$ —— i 值所对应负荷下的运行小时数估算值, 具体数值建议照附录 A 中数据选取, h;

$\eta_{gl-(i)(s)}$ —— i 值所对应负荷下的锅炉效率设计值;

η_{gd} ——管道效率, 估算值一般取为 99%;

η_{ss} ——厂内损失, 按经验值取为 2%;

$H_{yx-year(g)}$ ——发电设备年运行小时数估算值, 具体数值建议结合发电设利用小时数, 可参照附录 A 中数据选取, h。

注: 以上公式效率类指标计算中取百分号之前的数字。

4.3.1.3 实际运行值:

$$b_{f(y)} = \frac{B_b}{W_f} \times 10^6 \quad (6)$$

式中:

$b_{f(s)}$ ——统计期内发电标准煤耗率实际运行值, gce/ (kW · h);

B_b ——统计期内发电标准煤耗量, t;

W_f ——统计期内发电量, kW · h。

(1) 发电标准煤耗量 B_b 计算公式:

$$B_b = B_h - B_k \quad (7)$$

式中:

B_b ——统计期内发电标准煤耗量, t;

B_h ——统计期内耗用燃料总量 (折至标准煤), 包括燃煤、油与其他燃料之和, t;

B_k ——统计期内应扣除的非生产用燃料量 (折至标准煤), t。

注: 对实际消耗的一次能源, 低位热值应该以实测为准。

(2) 非生产用燃料量:

①新设备或大修后设备的烘炉、煮炉、暖机、空载运行的燃料;

②新设备在未移交生产前的带负荷试运行期间耗用的燃料;

③计划大修以及基建、更改工程施工用的燃料;

④发电机做调相运行时耗用的燃料;

⑤厂外运输用自备机车、船舶等耗用的燃料;

⑥修配车间、副业、综合利用及非生产用 (食堂、宿舍、幼儿园、学校、医院、服务公司和办公室等) 的燃料。

4.3.2 发电厂用电率

4.3.2.1 设计值 (参照《火力发电厂厂用电设计技术规定》DL/T 5153—2002):

$$L_{cy(s)} = \frac{S_e \cos \varphi_{av}}{P_e} \times 100 \quad (8)$$

式中:

$L_{cy(s)}$ ——发电厂用电率设计值, %;

S_c ——厂用电计算负荷, kVA;

$\cos\varphi_{av}$ ——电动机在运行功率时的平均功率因数, 一般取 0.8;

P_e ——发电机的额定功率, kW。

4.3.2.2 估算运行值

(参照《火力发电厂厂用电设计技术规定》DL/T 5153—2002):

$$L_{cy(s)} = \frac{S_c \cos\varphi_{av}}{P_e} \times 100 \quad (9)$$

式中:

$L_{cy(g)}$ ——发电厂用电率估算运行值, %;

S_c ——厂用电计算负荷, kVA;

$\cos\varphi_{av}$ ——电动机在运行功率时的平均功率因数, 一般取 0.8;

P_e ——发电机的额定功率, kW。

4.3.2.3 实际运行值:

$$L_{cy(y)} = \frac{W_{cy}}{W_f} \times 100 \quad (10)$$

式中:

$L_{cy(y)}$ ——发电厂用电率实际运行值, %;

W_{cy} ——统计期内发电厂用电量, kW·h;

W_f ——统计期内的发电量, 指发电机轴端输出功率, kW·h。

其中, 厂用电量 W_{cy} 是指统计期内发电厂所有发电设备所消耗的总用电量。

(1) 计算方法:

$$W_{cy} = W_h - W_{kc} \quad (11)$$

式中:

W_h ——统计期内厂内总耗电量, kW·h;

W_{kc} ——统计期内应扣除的耗电量, kW · h。

(2) 下列用电量不计入厂用电的计算:

- ①新设备或大修后设备的烘炉、煮炉、暖机、空载运行的电量;
- ②新设备在未正式移交生产前的带负荷试运行期间耗用的电量;
- ③计划大修以及基建、更改工程施工用的电量;
- ④发电机做调相机运行时耗用的电量;
- ⑤厂外运输用自备机车、船舶等耗用的电量;
- ⑥输配电用的升、降压变压器 (不包括厂用变压器)、变波机、调相机等消耗的电量;
- ⑦修配车间、副业、综合利用及非生产用 (食堂、宿舍、幼儿园、学校、医院、服务公司和办公室) 的电量。

(3) 下列用电量应计入厂用电的计算:

热电系统、脱硫系统、脱硝系统的辅机。

注:

①现役机组统计期一般是一年。

②本技术依据中出现的参数计算应符合 GB/T 2589 《综合能耗计算通则》的规定, 机组煤耗计算按 DL/T 904 《火力发电厂技术经济指标计算方法》执行。

③上述计算方法中, 多个指标有多个计算方法, 其选择原则为:

- a) 评价固定资产投资项目节能评估和审查项目, 按设计值和估算运行值公式计算;
- b) 评价 “能效之星” 项目, 按实际运行值公式计算。

5 能效评价指标值

根据火力发电机组的指标计算结果 (新建机组根据设计值, 现役机组根据运行值), 依据表 1 ~ 表 3, 判定该机组的能效等级。

表 1 供电标准煤耗率

容量级别 (类型)	压力参数	能效级别	运行值 [gce/ (kW · h)]	设计值 [gce/ (kW · h)]
1000MW	超超临界	A	276	267. 28
		B	280. 33	277. 41
		C	285	
		D	288. 35	
600MW	超超临界	A	288. 20	278. 11
		B	288. 53	282. 68
		C	292. 04	
		D	295. 99	
	超临界	A	296. 20	285. 37
		B	298. 08	294. 82
		C	302. 01	
		D	306. 11	

注：空冷机组调整系数为 1. 04 ~ 1. 05。

表 2 发电标准煤耗率

容量级别 (类型)	压力参数	能效级别	运行值 [gce/ (kW · h)]	设计值 [gce/ (kW · h)]
1000MW	超超临界	A	271. 56	256. 28
		B	272. 32	267. 30
		C	273. 80	
		D	277. 50	
600MW	超超临界	A	273. 69	266. 65
		B	276. 51	272. 41
		C	279. 62	
		D	282. 81	
	超临界	A	283. 67	277. 28
		B	285. 43	284. 04
		C	288. 10	
		D	292. 29	

表 3 发电厂用电率

容量级别 (类型)	压力参数	能效级别	运行值 (%)	设计值 (%)
1000MW	超超临界	A	2.60	2.67
		B	3.00	3.78
		C	3.87	
		D	4.09	
600MW	超超临界	A	3.75	3.34
		B	3.78	4.37
		C	4.13	
		D	4.39	
	超临界	A	3.32	4.29
		B	3.88	5.427
		C	4.33	
		D	4.89	

注：

- (1) 固定资产投资项目的能效评价指标用设计值和运行值两组值进行对比评价，现役机组的能效评价指标用实际运行值进行对比评价。
- (2) 能效评价指标运行值中，A 值为全国同类火电机组能效最高水平，B 值为全国同类火电机组能效前 5% 水平，C 值为全国同类火电机组能效前 20% 水平，D 值为全国同类火电机组能效平均水平。计算值与指标值的对应关系为：计算值小于或等于 B 值为国内领先；计算值大于 B 值、小于或等于 C 值为国内先进；计算值大于 C 值、小于或等于 D 值为国内一般；计算值大于 D 值为国内落后。
- (3) 能效评价指标设计值中，A 值为目前通过国家节能中心评审的同规模机组能效最高水平，B 值为平均水平。计算值与指标值的对应关系为：计算值小于或等于 B 值为国内先进水平。

6 能效评价指标体系的应用

6.1 固定资产投资项目节能评估和审查

火电项目的固定资产投资项目节能评估文件，应提供核心指标和参考指标的计算值及计算过程。

在固定资产投资项目节能评审中，主要采用供电标准煤耗率指标判断项目总体能效水平。具体判断能效等级时，需根据设计值和估算运行值来评价，最终的评价结果按两者所评价能效水平较差的一个选取。机组能效水平判断方法如表 4、表 5 所示。

节能评估报告书中，除供电标准煤耗外的其他参考指标用于项目评审中“项目主要能效指标水平”等部分进行对标分析。

表 4 能效水平判断方法（供电标准煤耗率设计值）

计算值与指标值关系	$B \geq X$
能效等级	国内先进

注：1. X 为待评价机组供电标准煤耗率的计算值。
2. 指标值（包括设计值和估算运行值）选取参考表 1，空冷机组调整系数为 1.04 ~ 1.05。

表 5 能效水平判断方法（供电标准煤耗率估算运行值）

计算值与指标值关系	$B \geq X$	$B < X \leq C$	$C < X \leq D$	$X > D$
能效等级	国内领先	国内先进	国内一般	国内落后

注：1. X 为待评价机组供电标准煤耗率的计算值。
2. 指标值（包括设计值和估算运行值）选取参考表 1，空冷机组调整系数为 1.04 ~ 1.05。

6.2 “中国能效之星”评价

“中国能效之星”评价指标体系（工业领域）中的“能效水平状况”指标（3.2）可采用本技术依据。火电机组以供电标准煤耗率为总体能效水平评价指标。申报“中国能效之星”的火电企业，应在申报材料中明确列出供电标准煤耗率指标，指标值应采用实际测试数据，测试和监测方法应按有关标准执行，并委托第三方机构进行检测与测算。

根据“中国能效之星”评分规则，在行业平均水平（D 值）与最高水平（A 值）之间划分为 12 个区间，分别给予不同分值。具体标准如表 6 所示。

6.3 能源审计

能源审计报告中应当包含所有核心指标和参考指标，指标值应采用实际