

ICS 27.100

F 20

备案号: 36410-2012

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL / T 262 — 2012

火力发电机组煤耗在线计算导则

On-line calculation guide for coal consumption of generating units

2012-04-06 发布

2012-07-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和符号	1
4 火力发电机组煤耗在线计算	2
5 机组煤耗在线计算测点要求	4
6 计算结果处理	5
附录 A (资料性附录) 煤耗在线计算数据采集表	6
附录 B (资料性附录) 机组稳定性判断参数	8

前 言

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由西安热工研究院有限公司归口。

本标准起草单位：西安热工研究院有限公司、贵州电网公司电力调度控制中心、贵州电力试验研究院。

本标准主要起草人：王智微、钟晶亮、王庭飞、赖菲、徐威、方朔、郭翔、文贤馗。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

火力发电机组煤耗在线计算导则

1 范围

本标准规定了火力发电机组煤耗在线计算的数据采集处理准则、计算方法、机组煤耗曲线和微增率曲线的获得方法。

本标准适用于容量为 100MW 级以上燃煤纯凝发电机组的煤耗（发电煤耗和供电煤耗）在线计算。其他容量火力发电机组可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 8117.2 汽轮机热力性能验收试验规程 第 2 部分：方法 B 各种类型和容量的汽轮机宽准确度试验（IEC 60953-2: 1990, IDT）

GB/T 10184 电站锅炉性能试验规程

DL/T 589 火力发电厂燃煤锅炉的检测与控制技术条件

DL/T 590 火力发电厂凝汽式汽轮机的检测与控制技术条件

3 术语和符号

3.1 术语

3.1.1

一次数据 primary data

从发电设备、工艺流程过程中在线得到的原始数据。

3.1.2

人工输入数据 manual input data

电厂人工输入的数据。

3.1.3

校验值 check data

校验一次数据和人工输入数据的合理值。

3.1.4

异常数据 abnormal data

明显违背热力学定律，与工艺流程背离以及不满足煤耗在线计算要求的一次数据和人工输入数据。

3.1.5

有效数据 valid data

校验后能够用于煤耗在线计算的数据。

3.1.6

计算数据 calculated data

利用有效数据按本文件规定计算得到的数据。

3.1.7

在线计算 on-line calculation

利用计算机对采集到的一次数据和人工输入数据进行的连续处理过程。

3.1.8

煤耗量曲线 coal consumption curve

机组标准煤耗量与机组发电功率的关系曲线，本标准中指一元二次曲线。

3.1.9

微增率 incremental rate

每改变单位功率时标准煤耗量的变化量。

3.2 符号

A_{ar} ——电厂日常的入炉煤收到基灰分，%；

A_{ar}^0 ——电厂煤样化验的燃料收到基灰分，%；

a ——机组标准煤耗量曲线二次项系数， $t/(MW^2 \cdot h)$ ；

B ——机组标准煤耗量， t/h ；

b ——机组标准煤耗量曲线一次项系数， $t/(MW \cdot h)$ ；

b_f ——机组发电标准煤耗率， $g/(kW \cdot h)$ ；

b_g ——机组供电标准煤耗率， $g/(kW \cdot h)$ ；

c ——机组标准煤耗量曲线常数项， t/h ；

Q ——汽轮机热耗率， $kJ/(kW \cdot h)$ ；

M_{ar} ——电厂日常的入炉煤收到基水分，%；

M_{ar}^0 ——电厂煤样化验的燃料收到基水分，%；

N_{ap} ——机组的生产厂用电有功功率，MW；

N_e ——机组发电有功功率（发电机出口有功功率），MW；

q_2 ——排烟热损失百分率，%；

q_4 ——固体未完全燃烧热损失百分率，%；

q_5 ——锅炉散热损失百分率，%；

q_6 ——灰渣物理热损失百分率，%；

q_7 ——石灰石脱硫热损失百分率，%；

t_0 ——基准温度， $^{\circ}C$ ；

$X_{i,ar}$ ——计算的燃料收到基元素成分（碳、氢、氧、氮、硫），%；

$X_{i,ar}^0$ ——电厂煤样化验的燃料收到基元素成分（碳、氢、氧、氮、硫），%；

ϕ ——机组标准煤耗量微增率， $t/(MW \cdot h)$ ；

δ_{ap} ——生产厂用电率，%；

η_b ——锅炉热效率，%；

η_p ——管道效率，%。

4 火力发电机组煤耗在线计算

4.1 锅炉热效率在线计算

4.1.1 一般要求

锅炉热效率宜采用热损失法进行在线计算，应符合 GB/T 10184 的要求。

4.1.2 锅炉输入热量

锅炉输入热量应取燃料收到基低位发热量，应忽略燃料的物理显热、外来热源加热空气带入热量等。

4.1.3 燃料发热量和元素成分

燃料收到基低位发热量和工业成分分析结果宜采用电厂的日常入炉煤化验值。入炉煤收到基元素

成分可以按式 (1) 计算:

$$X_{i,ar} = X_{i,ar}^0 \frac{100 - A_{ar} - M_{ar}}{100 - A_{ar}^0 - M_{ar}^0} \quad (1)$$

4.1.4 进风温度

锅炉热效率计算的进风温度应取风机进口空气温度。空气预热器一、二次风分开的, 进风温度可按一、二次风实测值或设计比例加权平均。

4.1.5 空气的绝对湿度

空气的绝对湿度可取定值 0.01kg/kg (空气)。

4.1.6 飞灰和炉渣可燃物

飞灰和炉渣可燃物宜取电厂采集化验的数据。

4.1.7 可忽略的热损失

可忽略磨煤机排出石子煤的热损失。对锅炉的不确定热损失, 如有明确计算依据的, 可在在线计算中考虑。

4.2 汽轮机热耗率在线计算

4.2.1 计算方法

汽轮机热耗率的在线计算宜符合 GB/T 8117.2 规定的方法, 可采用主给水流量为基准参数计算主蒸汽流量。

4.2.2 大气压力

应采用电厂的大气压力实测值。

4.2.3 锅炉连续排污量

对汽包炉机组, 在线计算汽轮机热耗率时, 锅炉连续排污并没有关闭的应将该部分热量扣除。

4.2.4 漏汽量

在线计算汽轮机热耗率时应考虑门杆漏汽量、高压缸轴封漏汽量、高压缸夹层漏汽量和平衡盘漏汽量等。漏汽量可取电厂的近期试验值或设计值。

4.2.5 主给水流量在线值的校准

若根据近期试验报告等资料可判断机组的主给水流量在线值存在明显的偏差, 可以选取 2h 的稳定工况数据, 用除氧器入口凝结水流量对主给水流量进行校准。

4.3 机组生产厂用电率在线计算

机组生产厂用电率在线计算公式为:

$$\delta_{sp} = \frac{N_{sp}}{N_e} \times 100\% \quad (2)$$

对多台机组的公用系统有功功率按机组的发电功率加权分摊。

4.4 机组发电标准煤耗率在线计算

机组发电标准煤耗率计算公式为:

$$b_f = \frac{Q}{0.002927\eta_b\eta_p} \quad (3)$$

管道效率可取定值 99%, 具备条件的可采用实际测量的管道效率用于计算。

4.5 机组供电标准煤耗率在线计算

机组供电标准煤耗率计算公式为:

$$b_g = \frac{Q}{0.002927\eta_b\eta_p(1 - \delta_{sp}/100)} \quad (4)$$

5 机组煤耗在线计算测点要求

5.1 测点采集要求

机组煤耗在线计算测点采用电厂已有的运行测点，空气预热器后没有排烟氧量测点的应加装。测点要求可参考附录 A。

5.2 锅炉测点位置及基本要求

锅炉测点位置见图 1。测点安装应符合下列要求：

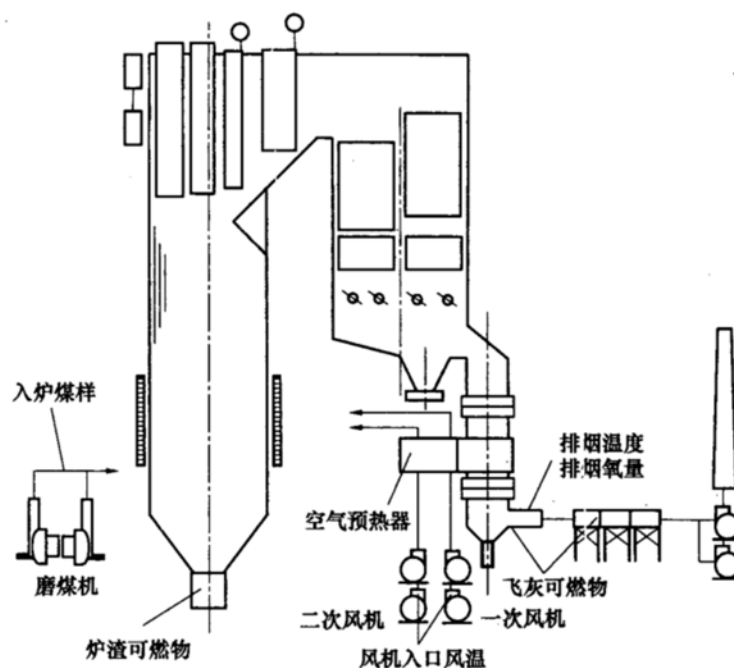


图 1 锅炉测点位置简图

- 锅炉排烟氧量和排烟温度布置在空气预热器的出口烟道上，每个烟道上至少布置 1 个排烟温度测点和 1 个排烟氧量测点。如 300MW 的机组，一般空气预热器分 4 个烟道与静电除尘器连接，因此需要分别安装 4 个排烟温度测点和 4 个排烟氧量测点。
- 排烟温度测点和排烟氧量测点应尽量布置在烟道中间气流平稳处。如果排烟温度测点和排烟氧量测点偏差较大或者对测点的准确性有疑义，应按 GB 10184 的要求对测点在烟道内的布置位置进行确定，使测点所处位置的测量值代表该烟道内的平均值。
- 电厂应采用沉降灰收集器取样装置，应通过试验确定该飞灰可燃物的修正系数和安装位置。

5.3 汽轮机测点位置及基本要求

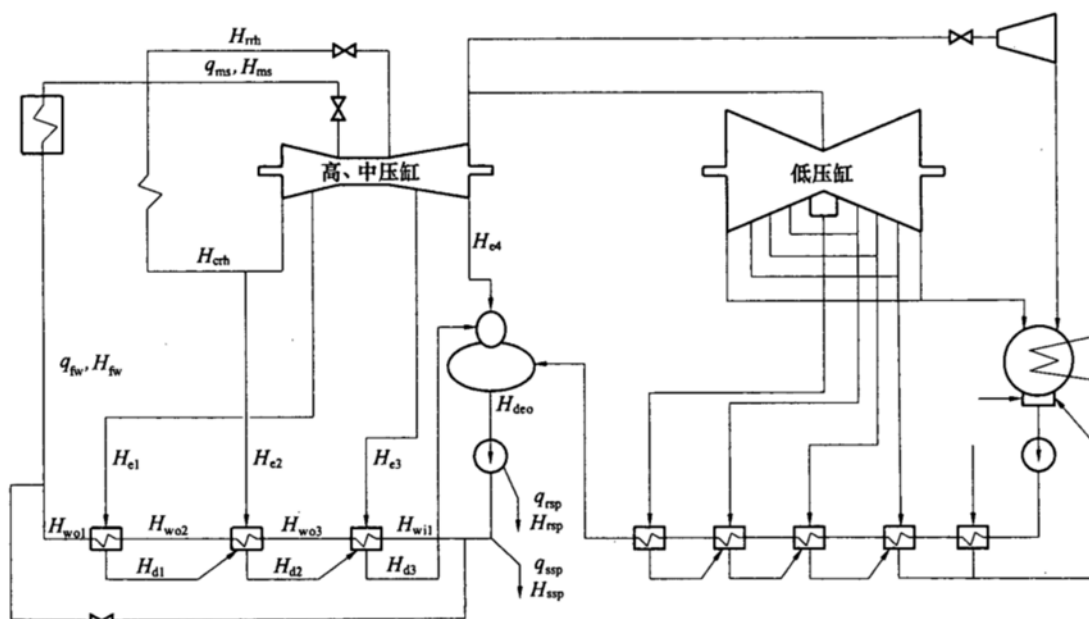
汽轮机原则性热力系统测点位置示意图 2。

5.4 测量仪器要求

煤耗在线计算用数据宜通过现场实际使用的测量仪器获得，测量仪器要求满足 DL/T 589 和 DL/T 590 的要求。

5.5 数据的处理

应考虑有效的方法对数据的异常进行处理。



符号说明:

q —流量; H —焓值(焓值不能直接采集,表示要取该处的温度和压力); e—抽汽; wo—加热器出水;
wi—加热器进水; d—加热器疏水; ms—主蒸汽; crh—冷再热蒸汽; rrh—热再热蒸汽; fw—给水;
ssp—过热器减温水; rsp—再热器减温水; deo—除氧器

图2 汽轮机原则性热力系统测点布置示意

6 计算结果处理

6.1 工况稳定性判断和煤耗数据的筛选

在利用煤耗在线计算得到的数据拟合煤耗曲线之前,应对机组稳定性进行判断。当一定时间内某些一次数据的变化幅度大于某一定值,该时间段煤耗在线计算得到的数据不纳入煤耗量曲线处理。

机组稳定性判断的一次数据变化幅度可参考附录 B。

6.2 机组煤耗量曲线及微增率曲线

根据筛选后的数据,可采用最小二乘法得到机组的标准煤耗量与机组发电功率二次曲线函数关系如下:

$$B(N_e) = aN_e^2 + bN_e + c \quad (5)$$

同时得到机组的煤耗量微增率曲线为:

$$\phi(N_e) = 2aN_e + b \quad (6)$$

附 录 A
(资料性附录)
煤耗在线计算数据采集表

煤耗在线计算数据采集表见表 A.1。

表 A.1 煤耗在线计算数据采集表

序号	测 点 名 称	单 位	采 集 目 的
1	收到基硫分 ^a	%	烟气参数计算
2	收到基水分 ^a	%	烟气参数计算
3	收到基灰分 ^a	%	烟气参数计算
4	收到基挥发分 ^a	%	烟气参数计算
5	收到基固定碳 ^a	%	烟气参数计算
6	收到基低位发热量 ^a	kJ/kg	烟气参数计算
7	炉渣可燃物 ^a	%	固体未完全燃烧损失百分率计算
8	飞灰可燃物 ^a	%	固体未完全燃烧损失百分率计算
9	空气预热器出口氧量 ^b	%	排烟热损失百分率计算
10	空气预热器出口烟温	℃	排烟热损失百分率计算
11	一次风机入口风温	℃	基准温度计算
12	二次风机入口风温	℃	基准温度计算
13	累积给煤量 ^{c,d}	t	给煤量计算参考
14	给煤流量 ^{c,d}	t/h	给煤量计算参考
15	炉膛出口烟气压力 ^d	Pa	一次数据传输状态监视用
16	主蒸汽压力	MPa	确定主蒸汽焓值, 计算汽轮机热耗率和高压缸效率
17	调节级后压力 ^d	MPa	对比主蒸汽流量
18	高压缸排汽压力	MPa	确定高压缸排汽焓值, 计算汽轮机热耗率
19	再热蒸汽压力	MPa	确定再热蒸汽焓值, 计算汽轮机热耗率和中压缸效率
20	中压缸排汽压力 ^d	MPa	确定中压缸排汽焓值, 计算中压缸效率
21	低压缸排汽压力 ^d	kPa	判断机组真空
22	除氧器进汽压力 ^d	MPa	确定除氧器进汽焓值, 计算除氧器进汽流量
23	高压加热器进汽压力 ^e	MPa	确定高压加热器进汽焓值, 计算高压加热器进汽流量
24	给水压力	MPa	确定给水焓值
25	再热减温水压力	MPa	确定再热减温水焓值, 计算汽轮机热耗率
26	过热减温水压力	MPa	确定过热减温水焓值, 计算汽轮机热耗率
27	大气压力	kPa	对压力测点进行修正
28	主蒸汽温度	℃	确定主蒸汽焓值, 计算汽轮机热耗率和高压缸效率
29	调节级后温度 ^d	℃	对比主蒸汽流量

表 A.1 (续)

序号	测点名称	单位	采集目的
30	高压缸排汽温度	℃	确定高压缸排汽焓值, 计算汽轮机热耗率和高压缸效率
31	再热蒸汽温度	℃	确定再热蒸汽焓值, 计算汽轮机热耗率和中压缸效率
32	中压缸排汽温度 ^d	℃	确定中压缸排汽焓值, 计算中压缸效率
33	除氧器进汽温度 ^d	℃	确定除氧器进汽焓值, 计算除氧器进汽流量
34	高压加热器进汽温度 ^e	℃	确定高压加热器进汽焓值, 计算高压加热器进汽流量
35	除氧器水箱温度 ^d	℃	用于确定除氧器水箱焓值, 以计算除氧器进汽流量
36	给水泵出水母管温度	℃	用于确定给水泵出水母管焓值
37	高压加热器进水温度 ^e	℃	确定高压加热器进水焓值, 计算高压加热器进汽流量
38	高压加热器疏水温度	℃	确定高压加热器疏水焓值, 计算高压加热器进汽流量
39	高压加热器出水温度	℃	确定高压加热器出水焓值, 计算高压加热器进汽流量
40	省煤器入口水温	℃	确定最终给水焓值, 计算汽轮机热耗率
41	热井出水温度 ^d	℃	校核低压缸排汽压力
42	再热器减温水温度	℃	确定再热器减温水焓值, 计算汽轮机热耗率
43	过热器减温水温度	℃	确定过热器减温水焓值, 计算汽轮机热耗率
44	低压缸排汽温度 ^d	℃	校核低压缸排汽压力
45	主给水流量	t/h	确定主蒸汽流量、高压加热器部分抽汽流量、再热蒸汽流量
46	再热器减温水流量	t/h	再热器蒸汽流量计算
47	过热器减温水流量 ^f	t/h	主蒸汽汽流量计算
48	锅炉连续排污流量	t/h	主蒸汽汽流量计算
49	给水泵汽轮机进汽流量 ^d	t/h	判断机组的运行状况
50	主蒸汽流量 ^d	t/h	对比主蒸汽流量
51	凝结水流量 ^d	t/h	对比主蒸汽流量
52	机组发电有功功率	MW	厂用电率和机组供电标准煤耗率计算
53	高压厂用变压器有功功率	MW	厂用电率和机组供电标准煤耗率计算
54	启动备用变压器有功功率	MW	厂用电率和机组供电标准煤耗率计算
55	脱硫变压器有功功率	MW	厂用电率和机组供电标准煤耗率计算
56	公用变压器有功功率	MW	厂用电率和机组供电标准煤耗率计算
57	全厂上网有功功率	MW	厂用电率和机组供电标准煤耗率计算

^a 如果有在线测量设备, 可以同时采集在线测量数据作为参考。
^b 一般电厂没有该测点, 要求加装测点。
^c 有多个给煤量点, 电厂应给出总的给煤量。
^d 用于参考。
^e 高压加热器的级数由实际机组情况确定。
^f 过热器减温水流量的级数由实际机组情况确定。

附 录 B
(资料性附录)
机组稳定性判断参数

机组稳定性判断参数见表 B.1。

表 B.1 机组稳定性判断参数

参 数 名 称	单 位	变 化 幅 度
机组发电功率	%/5min	1.5
主给水流量	%/5min	2.5
主蒸汽压力	MPa/5min	0.6
主蒸汽温度	℃/5min	5
再热蒸汽温度	℃/5min	5
注：对典型的 300MW 机组，可每 5min 计算一次，表中的变化幅度每 5min 内一次数据变化幅度的上限。		

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
火力发电机组煤耗在线计算导则
DL/T 262—2012

*

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>)
北京博图彩色印刷有限公司印刷

*

2012年7月第一版 2012年7月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 0.75印张 18千字
印数 0001—3000册

*

统一书号 155123·943 定价 9.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
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



155123.943

上架建议：规程规范/
电力工程/火力发电

