

ICS 27.100

F 24

备案号: 44803-2014

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL / T 1329 — 2014

火力发电厂经济性实时在线监测技术导则

Realtime online economical performance monitoring guidelines
for thermal power plants

2014-03-18 发布

2014-08-01 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 术语和定义 1

4 总则 2

5 监测范围 2

6 数据采集与处理 3

7 计算原则及方法 3

8 经济性实时在线诊断与优化 5

前 言

本标准由中国电力企业联合会标准化中心提出和归口。

本标准委托起草单位解释。

本标准起草单位：大唐国际发电股份有限公司、东南大学。

本标准主要起草人：祝宪、司风琪、马占兵、刘兴国、刘勇、高伟、胡继斌、徐敬、项建伟。

本标准为首次制定。

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）。

火力发电厂经济性实时在线监测技术导则

1 范围

本导则规定了火力发电厂经济性实时在线监测的内容、范围及方法。

本导则适用于建设有可提供发电生产过程实时数据的控制系统或信息系统的火力发电厂，其他类型电厂可参照执行。

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—2008 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

GB 17859 计算机信息系统 安全保护等级划分准则

GB 50660—2011 大中型火力发电厂设计规范

DL/T 774 火力发电厂热工自动化系统检修运行维护规程

DL/T 904 火力发电厂技术经济指标计算方法

DL/T 924—2005 火力发电厂厂级监控信息系统技术条件

DL/T 1083—2008 火力发电厂分散控制系统技术条件

DL/T 5182 火力发电厂热工自动化就地设备安装、管路、电缆设计技术规定

DL 5190.4 电力建设施工技术规范 第4部分：热工仪表及控制装置

JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示

3 术语和定义

DL/T 924—2005、DL/T 1083—2008 界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

实时在线 real time online

通过计算机网络与实时控制系统保持不间断的连接，快速完成对所获得实时数据的计算与分析。

3.2

分散控制系统 distributed control system; DCS

以计算机、通信和屏幕显示技术为基础，实现对生产过程的数据采集、控制和保护功能，并实现数据共享的多计算机监控系统。其主要特点是功能分散、操作显示集中、数据共享、I/O 为电的物理量信号。根据生产过程的需要可以做到硬件布置的分散。

[DL/T 1083—2008，定义 3.1]

3.3

厂级监控信息系统 supervisory information system for plant level; SIS

为火力发电厂建立全厂生产过程实时/历史数据库平台、为全厂实时生产过程综合优化服务的实时生产过程监控和管理的信息系统。

[DL/T 924—2005，定义 3.1]

3.4

管理信息系统 management information system; MIS

由人和计算机网络集成,能提供企业管理所需信息,以支持企业的生产经营和决策的人机系统。主要功能包括经营管理、资产管理、生产管理、行政管理和系统维护等。

3.5

网络计算机监控系统 network computerized monitoring and control system; NCS

利用网络将各种控制设备连接在一起,通过分工与协调,实现电气参数的实时监测及电气设备的监控操作,并能完成遥测、遥信、遥调、遥控等全部的远动功能,满足电网调度自动化要求的监控系统。

3.6

滑动平均 moving average

对最新的多个采样数据进行加权平均计算所获得的相应平均值。

3.7

设计值 design value

设备、系统在设计条件下的性能指标计算值或保证值。

3.8

标准值 standard value

国家、行业颁布的现行法律法规、标准、规范等规定的指标应达值。

3.9

运行最优值 best achievable value

机组在相同出力、环境条件等外部运行条件下,指标达到的最好值。

3.10

不可控损失 operator uncontrollable losses

通过对机组进行技术改造或维修等措施才能够减少的能量损失。

3.11

可控损失 operator controllable losses

通过对机组的运行调整、运行方式优化或设备日常维护能够减少的能量损失。

4 总则

4.1 火力发电厂经济性实时在线监测系统依托 DCS、SIS、MIS 等控制系统与信息系统的技术条件,对发电生产过程数据进行采集、处理与计算,以获取发电厂经济性的相关指标,并通过对参数和经济性指标的分析、诊断和优化指导,提高火力发电厂经济运行水平。

4.2 本导则主要包括火力发电厂经济性实时在线监测的范围、数据采集与处理、计算原则与方法、经济性诊断与优化等内容。

4.3 火力发电厂经济性实时在线监测除参照本导则外,还应符合现行的国家标准和行业标准的有关规定。

5 监测范围

5.1 设备范围

包括汽轮发电机组本体、回热系统、凝汽设备与冷却系统以及其他汽轮机辅助设备;锅炉本体、燃煤电厂的制粉系统设备、烟风系统设备以及其他锅炉辅助设备;除尘、脱硫、脱硝等其他配套设备。

5.2 参数及技术经济指标范围

5.2.1 参数表征的是所监测设备实际运行的技术数据,一般可直接从 DCS、NCS 等控制系统或 SIS 等信息系统中读取,并作为技术经济指标计算的原始依据,主要有:机组出力、上网电量、主蒸汽压力、

主蒸汽温度、再热蒸汽压力、再热蒸汽温度、排汽压力、排汽温度、锅炉排烟温度、烟气含氧量、飞灰可燃物含量、锅炉给水温度、过热器减温水流量、再热器减温水流量、环境温度、大气压力等。

5.2.2 技术经济指标表征的是火力发电厂能量转化过程的完善程度，以过程数据等为基础，通过相关热力计算获得，主要有：供电煤耗率、汽轮机热耗率、锅炉热效率、厂用电率、热电比、凝汽器真空度、凝结水过冷度、凝汽器端差、加热器端差、加热器温升、辅助设备单耗（耗电率）、机组补水率等，具体可按 DL/T 904 执行。

6 数据采集与处理

6.1 在线参数测量与数据采集传输

6.1.1 在线参数测量

应选用质量可靠、满足精度要求的在线测量仪表或系统完成所监测的参数测量，仪表选型、安装、维护、定期校验、检修应遵守 DL/T 774、GB 50660—2011、DL/T 5182、DL 5190.4 等相关的国家和行业标准。对于影响经济性计算结果准确性的关键参数测量，应按照 GB 10184、GB/T 8117.2—2008 中对仪表精度的相关规定执行。

经济性实时监测系统所采集的参数，应在 DCS 侧做好测量参数的补偿工作。对同一参数有多个测量点的，应在 DCS 侧采用合适的选取方法。

6.1.2 采集与传输

经济性实时监测所需实时过程数据，原则上要求由 SIS 系统上获取。未配置上述系统的电厂，可从 DCS 系统等控制系统中采集，但只允许控制系统向经济性实时监测系统单向发送数据，并遵守 GB/T 17859 的相关规定。

数据采集周期应满足实时计算的要求，数据传输宜采用带有检查和校验机制的协议，以确保数据传输的准确。数据采集具备传输故障恢复功能，在网络、安全隔离设备或服务器故障不能完成数据实时传输时，系统恢复后应支持重新传输和处理，补充完整数据。

6.2 数据处理

6.2.1 数据检验

对参与计算的参数应进行有效性检查，检测出数据中的异常值，应给出合适的替代值，以保证实时监测的连续运行与计算结果的可靠性和可信度。出现异常数据时，需要同时记录原始数据和替代数据，并给出提示信息。

根据所检验数据的不同特点，可有针对性地采用相应数据检验模型及方法，如过程机理模型、统计分析模型以及人工智能模型，所采用方法的计算模型应满足在线计算周期的要求，具有好的容错性，并能有效地控制异常数据对经济性指标造成的影响。

6.2.2 数据预处理

为可靠获得指标计算所需要的数据集，应对所采集数据进行预处理，如将单位制统一转换为国际工程单位制（SI）；对多次采集的数据进行算术平均、加权平均、累加等处理；对于动态数据波动较大的数据，可采用一定时间窗内滑动平均等滤波措施进行处理；对于数据采集周期明显小于参数更新周期的数据，可采用调整 SIS 等系统的参数更新周期进行处理，必要时也可采用适当的插值方法，以满足经济指标计算的需要。

6.2.3 数据存储

应提供可靠的数据存储与备份手段，数据存储时间宜不小于火力发电机组的一个大修周期。

7 计算原则及方法

7.1 计算原则

技术经济指标应以热力学定律为计算基础。

7.2 计算方法

(a) 实时在线锅炉热效率一般宜采用反平衡法进行，计算方法参照 GB 10184 中的相关规定。

(b) 实时在线汽轮机热耗率一般宜采用热效率法进行，计算方法参照 GB/T 8117.2—2008 中的相关规定。

(c) 发电煤耗率、供电煤耗率、厂用电率、发电厂效率、供热指标和其他技术经济指标的计算方法可按 DL/T 904 中的规定执行。

(d) 可使用热力学方法、等效焓降法、循环函数法、矩阵法等方法。

7.3 特殊数据的处理

7.3.1 处理原则

性能指标计算宜选用准确反映过程状态的实时测量数据，对于大尺度场参数宜选用具有代表性的测量数据，对于个别缺少在线测量手段的参数，宜采用离线分析、间接测量、设计值、机组近期热力试验值或同类型机组试验平均值等方法获得。

7.3.2 主蒸汽流量

主蒸汽流量是在线计算汽轮机热耗率的重要参数。当缺少准确的主蒸汽流量测量装置时，可采用以给水流量、凝结水流量为基准的计算值，也可以采用以汽轮机调节级压力为基准的计算值。这些计算值需要考虑温度、压力修正，并通过热力试验定期进行检验和修正。

7.3.3 燃料特性数据

当缺少可靠的在线燃料特性分析装置时，须及时采制燃料样本进行化验，并采用最新的数据参与经济性指标的计算。燃料化验分析方法按照相关的国家标准、行业标准的规定执行。在取得实际燃料热值前，允许以同类煤种或前一日煤种替代数据进行计算。录入最新的燃料特性数据后，自动重新计算有关技术经济指标。

7.3.4 飞灰可燃物含量和炉渣可燃物含量

若飞灰可燃物含量和炉渣可燃物含量数据无法满足连续监测的要求，应根据火力发电厂化验结果及时更新数据。

7.3.5 排烟温度、氧量

对于锅炉排烟温度、氧量等大尺度场的参数测量，应采取网格或多代表点测量法（不少于 4 点）进行标定，使其数据具有代表性。

7.3.6 热力系统泄漏量

对于已知原因的热力系统泄漏量，如汽轮机门杆漏汽量、轴封漏汽量、汽缸夹层漏汽量、锅炉排污量、汽水取样量等需在经济性指标计算中予以考虑。当可以进行直接测量时，按实际测量数值进行计算；否则，须根据设计值、最近的热力试验数据或流量和热量平衡的方法进行折算。

7.4 计算结果的误差分析

为保证计算结果的可信度，一般应对计算结果的误差进行分析，分析时需要综合考虑测量系统误差 C_1 以及计算周期内参数波动所引起误差 C_2 等在性能指标计算中的传播，其中 C_2 通过计算周期内参数测量数据的统计分析计算获得， C_1 可参照 JJF 1059.1 计算。

假设性能指标结果 y 由参与计算的参数 $x_i (i=1, 2, \dots, n)$ 根据式 (1) 求得

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1)$$

则综合误差 $C_s(y)$ 采用以下误差传递公式计算

$$C_s(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 C_x^2(x_i) + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \frac{\partial f}{\partial x_i} \frac{\partial f}{\partial x_j} C_x(x_i) C_x(x_j) r(x_i, x_j)} \quad (2)$$

$$C_x(x_i) = \sqrt{C_1^2(x_i) + C_2^2(x_i)} \quad (3)$$

$$r(x_i, x_j) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_i)(x_j - \bar{x}_j)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_i)^2 \sum_{i=1}^n (x_j - \bar{x}_j)^2}} \quad (4)$$

式中：

$C_s(y)$ ——参数 x_i 的综合误差；

$r(x_i, x_j)$ —— x_i 与 x_j 的相关系数，可由测量数据与其相应的平均值 \bar{x}_i 、 \bar{x}_j 求取；

\bar{x}_i 、 \bar{x}_j ——测量数据的平均值。

8 经济性实时在线诊断与优化

8.1 经济性实时在线诊断方法

8.1.1 诊断目的

对火力发电厂经济性指标进行实时在线监测，以定量计算火电机组运行参数及技术经济指标偏离目标值时对机组经济性能影响的大小，分析诊断出经济性能变化的原因。

8.1.2 偏差分析

偏差分析是对机组主要运行参数及技术经济指标偏离其目标值对机组能耗影响进行的定量分析，反映出引起机组能耗损失的主要偏差因素，宜将能耗损失划分为可控损失和不可控损失，并提供相应的提示信息。

根据需要选取参数和指标的不同目标值，如标准值、设计值、运行最优值及国家或行业权威机构最新发布同类型机组的年度先进指标值等，其中运行最优值可以借助相关寻优试验或经济性实时在线监测系统，通过系统运行方式的优化分析或对历史运行数据的自动寻优获得。

8.1.3 经济性能劣化分析与诊断

经济性能劣化是指设备或系统在使用过程中表现出来的经济性能逐渐降低、能耗水平逐渐升高的现象。实时在线监测系统在分析与诊断过程中，可根据不同的参数和指标选择多种劣化分析与诊断方法，如性能设计曲线及历史运行趋势分析、性能诊断表、故障树等。

根据经济性能劣化分析与诊断的结果，得出运行设备经济性能劣化的主要原因或劣化曲线，为设备运行调整、维修与改造提供信息。

8.1.4 在线热力试验

经济性实时在线监测中宜具备在线热力试验功能，便于实际运行中进行锅炉热效率、汽轮机热耗率、空气预热器漏风率、凝汽器真空严密性等热力试验，通过试验结果与标准值、设计值、最优值的对比，分析影响机组经济运行的因素。

在线热力试验中的性能计算结果应包括修正计算，具体修正计算方法应遵守国家及行业的相关规定，并能生成一定格式的实时在线热力试验报告。

8.2 优化

8.2.1 参数优化

参数优化以单项参数最优为原则，根据经济性诊断结果，为偏离目标值的参数提供优化调整指导意见，使其不断接近目标值。

8.2.2 技术经济指标优化

技术经济指标优化是以单项技术经济指标最优为原则，如供电煤耗率、发电煤耗率等，根据经济性诊断结果，为偏离目标值的指标提供优化调整指导意见，使其不断接近目标值。

8.2.3 运行方式优化

运行方式优化是以运行系统的综合性能最优为原则，在机组现有条件下，通过运行调整获得经济的

运行方式。

8.2.4 设备维修、技术改造优化

根据经济性诊断结果，为设备维修、技术改造提供指导意见和数据支持。对于参数及技术经济指标优化、运行方式优化无法解决的问题，通过设备维修、技术改造使参数或技术经济指标最大程度的接近目标值。

8.3 火力发电厂经济性实时在线监测辅助管理系统

8.3.1 运行绩效管理系统

根据经济性实时在线监测的结果，为运行绩效管理系统提供有关基础数据和考核依据，并提供指标统计、分析、报表与查询等功能。

8.3.2 生产运营实时管理系统

根据经济性实时在线监测的结果，对发电厂的生产成本进行实时分析和计算；依据经营效益模型，进行预算及利润、成本趋势分析，预警超限偏差，提供利润预测试算平台等。

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
火力发电厂经济性实时在线监测技术导则
DL/T 1329—2014

*

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

*

2014年9月第一版 2014年9月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 0.5印张 14千字
印数 0001—3000册

*

统一书号 155123·2095 定价 9.00元

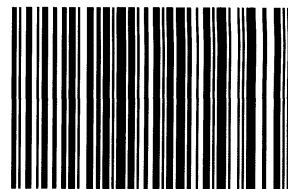
敬告读者

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



关注我,关注更多好书



155123.2095

上架建议：规程规范/
电力工程/火力发电