

中华人民共和国国家标准

GB/T 43911—2024

锅炉热工性能试验不确定度的评定方法

Evaluation method for uncertainty of boiler thermal performance test

2024-04-25 发布

2024-11-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号	4
5 测量不确定度的来源分析	5
6 测量模型的建立	6
7 标准不确定度的评定	8
8 扩展不确定度的评定	16
9 评定报告	16
附录 A (规范性) 典型锅炉热效率的扩展不确定度	17
附录 B (资料性) 气体燃料组分分析结果的标准不确定度	18
附录 C (资料性) 固体燃料工业分析、元素分析和发热量测定结果的标准不确定度	19
附录 D (资料性) 气体燃料锅炉计算示例	23
附录 E (资料性) 固体燃料锅炉计算示例	42
参考文献	55

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国能源基础与管理标准化技术委员会(SAC/TC 20)提出并归口。

本文件起草单位：中国特种设备检测研究院、江苏省特种设备安全监督检验研究院、辽宁省安全科学研究院、国家市场监督管理总局、清华大学、中特检验集团有限公司、中国特种设备安全与节能促进会、浙江省特种设备科学研究院、山东省特种设备检验研究院集团有限公司、哈尔滨工业大学、沈阳化工大学、中国计量科学研究院、四川省特种设备检验研究院、西子清洁能源装备制造股份有限公司、江苏四方清洁能源装备制造有限公司、重庆智得热工工业有限公司、天津市特种设备监督检验技术研究院、浙江特富发展股份有限公司、湖南省特种设备检验检测研究院、大连锅炉压力容器检验检测研究院有限公司、国家节能中心。

本文件主要起草人：齐国利、顾永华、于在海、王中伟、笪耀东、李水清、张松松、冷浩、管坚、王晓雷、王为国、王林、王兴胜、卓建坤、曾汉生、吴少华、王长明、葛翔、陈征宇、刘颖、徐定华、李以善、王云鹏、陈娟、段洪斌、林贞宇、陈伟、张鄂婴、彭俊、官文洪、陈志刚、许崇涛、卫小华、戚作秋、苏明、彭小兰、郭传江、杨绍鹏、赵励远。

锅炉热工性能试验不确定度的评定方法

1 范围

本文件描述了锅炉热工性能试验不确定度的评定方法,包括测量不确定度的来源分析、测量模型的建立、标准不确定度的评定、扩展不确定度的评定以及评定报告。

本文件适用于锅炉热工性能试验中过程参数和测量结果的测量不确定度评定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 10180 工业锅炉热工性能试验规程

GB/T 10184 电站锅炉性能试验规程

GB/T 27418 测量不确定度评定和表示

JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示

NB/T 47066 冷凝锅炉热工性能试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

测量准确度 measurement accuracy; accuracy of measurement

准确度 accuracy

被测量的测得值与其真值间的一致程度。

注1:概念“测量准确度”不是一个量,不给出有数字的量值。当测量提供较小的测量误差时就说该测量是较准确的。

注2:术语“测量准确度”不应与“测量正确度”“测量精密度”相混淆,尽管它与这两个概念有关。

注3:测量准确度有时被理解为赋予被测量的测得值之间的一致程度。

[来源:JJF 1001—2011,5.8]

3.2

测量正确度 measurement trueness; trueness of measurement

正确度 trueness

无穷多次重复测量所得量值的平均值与一个参考量值间的一致程度。

注1:测量正确度不是一个量,不能用数值表示。

注2:测量正确度与系统测量误差有关,与随机测量误差无关。

注3:术语“测量正确度”不能用“测量准确度”表示。反之亦然。

[来源:JJF 1001—2011,5.9]

3.3

测量精密度 measurement precision

精密度 precision

在规定条件下,对同一或类似对象重复测量所得示值或测得值间的一致程度。

注 1: 测量精密度通常用不精密度程度以数字形式表示,如在规定测量条件下的标准偏差、方差或变差系数。

注 2: 规定条件包括重复性测量条件、期间精密度测量条件或复现性测量条件。

注 3: 测量精密度用于定义测量重复性、期间测量精密度或测量重复性。

注 4: 术语“测量精密度”有时用于指“测量准确度”,这是错误的。

[来源:JJF 1001—2011,5.10,有修改]

3.4

实验标准偏差 experimental standard deviation

实验标准差 experimental standard deviation

对同一被测量进行 n 次测量,表征测量结果分散性的量。

[来源:JJF 1001—2011,5.17]

3.5

测量误差 measurement error; error of measurement

误差 error

测得的量值减去参考量值。

注 1: 测量误差的概念在以下两种情况下使用:

- a) 当涉及存在单个参考量值,如用测得值的测量不确定度可忽略的测量标准进行校准,或约定量值给定时,测量误差是已知的;
- b) 假设被测量使用唯一的真值或范围可忽略的一组真值表征时,测量误差是未知的。

注 2: 测量误差不能与出现的错误或过失相混淆。

[来源:JJF 1001—2011,5.3,有修改]

3.6

测量不确定度 measurement uncertainty; uncertainty of measurement

不确定度 uncertainty

利用可获得的信息,表征赋予被测量量值分散性的非负参数。

注 1: 测量不确定度包括由系统效应引起的分量,如与修正量和测量标准所赋量值有关的分量及定义的不确定度。有时对估计的系统效应未作修正,而是当作不确定度分量处理。

注 2: 此参数可以是诸如称为标准测量不确定度的标准差(或其特定倍数),或是说明了包含概率的区间半宽度。

注 3: 测量不确定度一般由若干分量组成。其中一些分量能够根据一系列测量值的统计分布,按测量不确定度的 A 类评定进行评定,并能用标准差表征。而另一些分量能根据经验或其他信息所获得的概率密度函数,按测量不确定度的 B 类评定进行评定,也用标准差表征。

注 4: 通常,对于一组给定的信息,测量不确定度是相应于所赋予被测量的值的,该值的改变将导致相应的不确定度的改变。

[来源:GB/T 27418—2017,3.1,有修改]

3.7

标准不确定度 standard uncertainty

以标准差表示的测量不确定度。

[来源:GB/T 27418—2017,3.2]

3.8

[标准不确定度的]A 类评定 **type A evaluation (of standard uncertainty)**

对在规定测量条件下测得的量值用统计分析的方法进行的测量不确定度分量的评定。

[来源:GB/T 27418—2017,3.3]

3.9

[标准不确定度的]B类评定 type B evaluation(of standard uncertainty)

用不同于测量不确定度 A 类评定的方法对测量不确定度分量进行的评定。

[来源:GB/T 27418—2017,3.4]

3.10

合成标准不确定度 combined standard uncertainty

由在一个测量模型中各输入量的标准测量不确定度获得的输出量的标准测量不确定度。

注:如果测量模型中的输入量相关,当计算合成标准不确定度时需要考虑协方差。

[来源:GB/T 27418—2017,3.5,有修改]

3.11

相对标准不确定度 relative standard uncertainty

全称相对标准测量不确定度 relative standard measurement uncertainty

标准不确定度除以测得值的绝对值。

[来源:JJF 1001—2011,5.23]

3.12

扩展不确定度 expanded uncertainty

合成标准不确定度与一个大于 1 的数字因子的乘积。

注 1:该因子取决于测量模型中输出量的概率分布类型及所选取的包含概率。

注 2:本定义中术语“因子”是指包含因子。

注 3:扩展不确定度在 INC-1(1980)建议书的第 5 段中被称为“总不确定度”。

[来源:GB/T 27418—2017,3.6]

3.13

包含区间 coverage interval

基于可获得的信息确定的包含被测量一组值的区间,被测量值以一定的概率落在该区间内。

注 1:包含区间不一定以所选的测得值为中心。

注 2:不能将包含区间称为置信区间,以避免与统计学概念混淆。

注 3:包含区间能由扩展测量不确定度导出。

[来源:JJF 1001—2011,5.28,有修改]

3.14

包含概率 coverage probability

在规定的包含区间内包含被测量的一组值的概率。

注 1:为避免与统计学概念混淆,不能将包含概率称为置信水平。

注 2:在测量不确定度表示指南(GUM)中包含概率又称“置信的水平”。

注 3:包含概率替代了曾经使用过的“置信水准”。

[来源:JJF 1001—2011,5.29,有修改]

3.15

包含因子 coverage factor

为获得扩展不确定度,对合成标准不确定度所乘的大于 1 的数。

[来源:GB/T 27418—2017,3.7,有修改]

3.16

自由度 degrees of freedom

在方差的计算中,和的项数减去对和的限制数。

4 符号

下列符号适用于本文件。

本文件符号采用英文字母和希腊字母表示(见表 1),下角标均采用英文缩写(见表 2)。

表 1 符号

序号	符号	说明
1	a	被测量可能值区间的半宽度
2	a_i	系数
3	c_i	灵敏系数
4	C	极差系数;成分比热容方程常数
5	C_a	极差系数
6	e	随机效应和系统效应引起的标准不确定度;标准不确定度
7	k	包含因子;置信因子
8	m	测量网格中的测点数
9	M	燃料气的平均相对分子质量
10	p	概率
11	R	结果,例如热效率
12	R_a	极差
13	$s(\bar{x})$	算术平均值的实验标准偏差
14	$s(x_k)$	实验标准偏差
15	$u_A(\bar{R})$	被测量估计值(\bar{R})的 A 类标准不确定度
16	$u_A(\bar{x})$	被测量估计值(\bar{x})的 A 类标准不确定度
17	$u_B(\bar{R})$	被测量估计值(\bar{R})的 B 类标准不确定度
18	u_{B_n}	单股物流分叉形成的每一管道数值积分产生的 B 类标准不确定度
19	$u_{\bar{B}_x}$	参数平均值的 B 类标准不确定度
20	$u_{B_{xi}}$	仪表回路 i 的 B 类标准不确定度
21	U	扩展不确定度
22	x	测量量
23	\bar{y}	变量 y 随时间或空间的连续变量模型积分值
25	z	连续分布参数的时间平均值(如温度、氧含量等)
27	ν	自由度
28	ω	权重

表 2 角标说明

角标	说明
A	随空间的
<i>i</i>	组分,测量点
<i>k</i>	参数
<i>M</i>	实测的,独立被测量的数目
<i>m</i>	碳氢化合物中的碳原子数
UW	未加权平均值
<i>wav</i>	加权平均值
<i>x</i>	参数
τ	随时间的

5 测量不确定度的来源分析

5.1 概述

由测量所得的测得值只是被测量的估计值,测量过程中的随机效应及系统效应均会导致测量不确定度。实际测量中和修正等都可能引起测量不确定度的来源,本章按 GB/T 10180、GB/T 10184 和 NB/T 47066 等热工性能试验标准,分析其可能导致测量不确定度来源的实际测量参数、未测量参数数值选取、测量仪表和测量方法。

5.2 实际测量参数

5.2.1 给水/出水、减温水、有机热载体

给出/出水、减温水、有机热载体的实际测量参数如下:

- 蒸汽锅炉给水流量、温度、压力的测量;
- 过热蒸汽锅炉给水、减温水流量、温度、压力的测量;
- 热水锅炉进水/出水流量、温度、压力的测量;
- 有机热载体锅炉进/出口介质流量、温度、压力的测量;
- 给水中 SiO₂ 和钠离子浓度的测量,炉水中氯离子浓度、电导率值的测量。

5.2.2 蒸汽

蒸汽的实际测量参数如下:

- 饱和蒸汽湿度、压力的测量;
- 过热蒸汽、再热蒸汽和其他用途蒸汽流量、温度、压力的测量;
- 外来雾化蒸汽和热源的工质流量、压力和温度的测量;
- 饱和蒸汽、过热蒸汽中 SiO₂ 和钠离子、氯离子浓度的测量,饱和蒸汽凝结水的电导率值的测量。

5.2.3 燃料和脱硫剂、脱硝还原剂

进入系统的燃料的质量/体积流量和燃料温度、燃料发热量的测量、工业分析、元素分析、组分分析；进入系统的脱硫剂质量流量测量、脱硫剂分析；进入系统的脱硝还原剂质量流量的测量。

5.2.4 空气

进入系统的空气温度的测量；大气干湿球温度和压力的测量；空气预热器进、出口一次风道静压、二次风道、其他风道静压的测量。

5.2.5 泄漏与排污

系统内的泄漏水温度、压力和流量的测量；系统内的排污水温度、压力和流量的测量。

5.2.6 锅筒内压力及水位

锅筒内汽水压力的测量；锅筒内水位的测量。

5.2.7 烟气

空气预热器进/出口烟气温度、成分的测量；空气预热器进/出口烟道、其他烟道静压的测量；省煤器出口烟气温度、成分的测量。

5.2.8 飞灰、沉降灰、炉渣、石子煤

飞灰、沉降灰、漏煤和炉渣质量流量的测量；飞灰、沉降灰、炉渣和漏煤温度的测量；飞灰、沉降灰、炉渣、漏煤可燃物质量含量的测量；飞灰、沉降灰、炉渣、漏煤中碳酸盐质量含量的测量；石子煤量及发热量的测量。

5.2.9 辅助设备

系统内辅助设备功率的测量。

5.2.10 其他参数

经试验各方协商同意，也可进行其他实际测量参数不确定度的来源分析。

5.3 未测量参数数值选取

锅炉灰、渣温度和质量比例的测量；饱和蒸汽锅炉湿度的测量；锅炉散热损失的测量等。

5.4 测量仪表

仪表由若干系统组成；同一位置一台仪表的多次测量；若干位置同一型号仪表的多次测量。

5.5 测量方法

多点/不同时间取样混合；流量加权。

6 测量模型的建立

6.1 通用模型

测量中，当被测量（输出量） Y 由 N 个输入量 X_1, X_2, \dots, X_N ，这些输入量为第 5 章中的测量或估计

参数,如果用函数表示,则公式(1)称为测量模型:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_N) \dots\dots\dots (1)$$

设输入量的观测值为 x_i , 被测量 Y 的观测值为 R , 则测量模型可写成公式(2)的形式:

$$R = f(x_1, x_2, \dots, x_N) \dots\dots\dots (2)$$

6.2 参数变化特性的模型

6.2.1 锅炉性能试验过程中烟气温度和成分等参数随空间或时间变化是物理过程, 不应理解为试验偏差。

6.2.2 定值模型。假定被测量参数不随时间或空间变化, 如测量管道外径、管壁厚度等, 定值模型见图 1, 其中纵坐标 X 为输入量, 横坐标 t 为时间。定值模型的算术平均值按公式(3)计算, 样本算术平均值的实验标准偏差按公式(4)计算:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \dots\dots\dots (3)$$

$$s(\bar{x}) = \left[\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N(N-1)} \right]^{1/2} \dots\dots\dots (4)$$

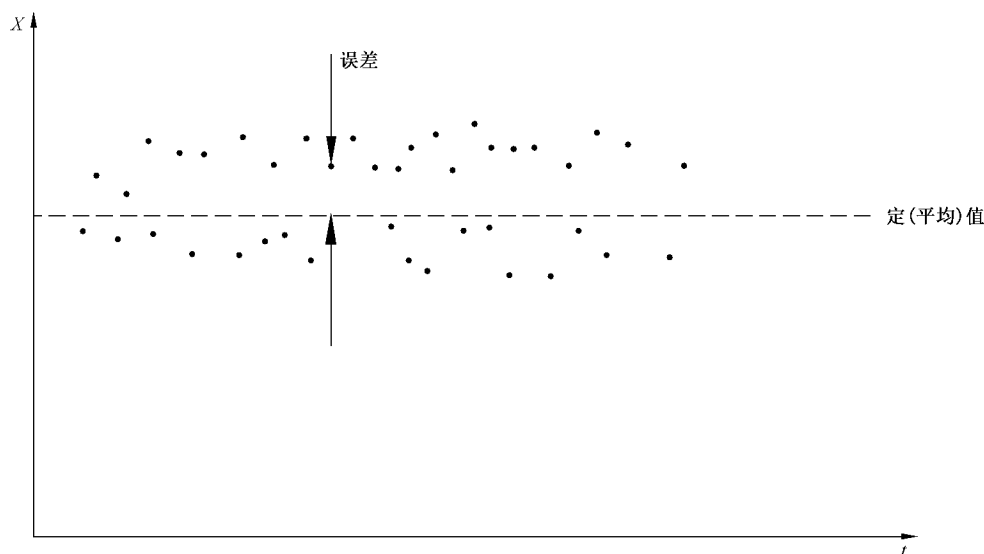


图 1 定值模型

6.2.3 连续变量模型。假定参数随时间、空间或二者连续变化, 如测量烟气温度、成分等, 连续变量模型见图 2, 其中纵坐标 Y 为输入量, 横坐标 t 为时间。连续变量模型的时间、空间变化平均值按公式(5)计算。

$$\bar{y} = \frac{1}{\tau} \cdot \int_0^{\tau} \left(\frac{1}{A} \int_0^A y dA \right) d\tau \dots\dots\dots (5)$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/466202200151010211>