



中华人民共和国国家标准

GB/T 29820.2—2024

流量测量装置校准和使用不确定度的评估 第2部分：非线性校准关系

Assessment of uncertainty in the calibration and use of flow measurement devices—
Part 2: Non-linear calibration relationships

(ISO 7066-2:1988, MOD)

2024-12-31 发布

2025-07-01 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
引言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号	2
5 曲线拟合	2
5.1 总则	2
5.2 计算方法	3
5.3 选择最佳拟合次数	3
6 不确定度	4
附录 A (资料性) 使用正交多项式的计算机程序示例	5
A.1 输入和输出	5
A.2 程序说明	5
A.3 可能的修改	5
附录 B (资料性) 示例	12
附录 C (资料性) 回归法	21
C.1 引言	21
C.2 多元线性回归	21
C.3 多项式(曲线)回归	21
C.4 系数和方差的计算	21
C.5 集中表达方式	23
C.6 计算机程序库中使用的数学方法	23
附录 D (资料性) 正交多项式曲线拟合	24
附录 E (资料性) 有限差分法	25
参考文献	27

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。

本文件是 GB/T 29820《流量测量装置校准和使用不确定度的评估》的第 2 部分。GB/T 29820 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：线性校准关系；
- 第 2 部分：非线性校准关系。

本文件修改采用 ISO 7066-2:1988《流量测量装置校准和使用不确定度的评估 第 2 部分：非线性校准关系》。

本文件与 ISO 7066-2:1988 相比做了下述结构调整：

- 附录 A 对应 ISO 7066-2:1988 的附录 C；
- 附录 B 对应 ISO 7066-2:1988 的附录 D；
- 附录 C 对应 ISO 7066-2:1988 的附录 A；
- 附录 D 对应 ISO 7066-2:1988 的附录 B。

本文件与 ISO 7066-2:1988 的技术差异及其原因如下：

- 更改了“随机不确定度”和“系统不确定度”的概念，按照 GUM 以及 ISO 5168:2005 的规定，改为按不确定度评定方法进行分类，分为 A 类标准不确定度和 B 类标准不确定度；
- 更改了第 4 章中的符号，以符号“ $u(\)$ ”括号内变量的标准不确定度”代替符号“ $e_R(\)$ ”括号内变量的随机不确定度”和符号“ $e_S(\)$ ”括号内变量的系统不确定度”，以“ $u_c(\hat{y})$ ”校准系数的合成不确定度”代替符号“ $e(\hat{y}_c)$ ”校准系数的总不确定度”，增加了符号“ $u_A(\)$ ”括号内变量的 A 类标准不确定度”，增加了符号“ $u_B(\)$ ”括号内变量的 B 类标准不确定度”，以适应我国技术条件；
- 用规范性引用的 GB/T 29820.1 替换了 ISO 7066-1(见第 5 章)，以适应我国技术条件。

本文件做了下列编辑性改动：

- 增加了对术语“回归分析”的注解(见 3.3)；
- 用资料性引用的 GB/T 27759 替换了 ISO 5168，并将该文件列入参考文献；
- 修改了资料性附录 B 中图示的内容；
- 修改了资料性附录 D 中错误的符号和公式，将 $\bar{\Delta}^{(1)}$ 、 $\bar{\Delta}^{(2)}$ 、 $\bar{\Delta}^{(3)}$ 、 $\Delta^{(1)}$ 、 $\Delta^{(2)}$ 、 $\Delta^{(3)}$ 修改为 $\bar{\Delta}_1$ 、 $\bar{\Delta}_2$ 、 $\bar{\Delta}_3$ 、 Δ_1 、 Δ_2 、 Δ_3 ， $b_0 = \bar{y} + \frac{(n^2-1)\bar{\Delta}^{(2)}}{24} - \frac{\bar{\Delta}^{(1)}\bar{x}}{d_x} + \frac{\bar{\Delta}_2\bar{x}^2}{2d_x^2}$ 修改为 $b_0 = \bar{y} - \frac{\bar{\Delta}_1\bar{x}}{d_x} + \frac{\bar{\Delta}_2\bar{x}^2}{2d_x^2}$ ， $\hat{y} = 3\ 313.12 + 6\ 384.74x - 20\ 312.5x^2$ 修改为 $\hat{y} = 3\ 258.45 + 6\ 384.74x - 20\ 312.5x^2$ ；
- 将资料性附录 E 中的参考文献移至本文件参考文献中。

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。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国工业过程测量控制和自动化标准化技术委员会(SAC/TC 124)归口。

本文件起草单位：上海仪器仪表自控系统检验测试所有限公司、上海工业自动化仪表研究院有限公司、深圳万讯自控股份有限公司、美卓伦仪表(常州)有限公司、江苏省计量科学研究院、上海理工大学、沈阳兴亚计量校准技术有限公司、上海埃科燃气测控设备有限公司、金卡智能集团股份有限公司、北京市计量检测科学研究院、湖南科技大学、天信仪表集团有限公司、浙江省计量科学研究院、科隆测量仪器(上海)有限公司、广州能源检测研究院、丹东通博测控工程技术有限公司、恩德斯豪斯(中国)自动化有

限公司、丹东贝特自动化工程仪表有限公司、开封仪表有限公司、江阴市富仁高科股份有限公司、成都安迪生测量有限公司、胜利油田大源节能设备有限公司、重庆德润自动化设备有限公司。

本文件主要起草人：宋延勇、肖红练、邹靖、杨迪、曹久莹、苏明旭、孙瑜欣、赵救悦、赵卓识、丁渊明、钭伟明、杨有涛、陈祖国、陶朝建、向磊、陈昊骏、万勇、石长江、余炼、仲林、海宁、徐东成、刘杰、李飒爽、龚道侠、晁侃。

引 言

GB/T 29820《流量测量装置校准和使用不确定度的评估》拟由两部分构成。

- 第1部分:线性校准关系。目的在于确定获得各种封闭管道或明渠流量测量方法的校准图和评估此类校准不确定度的过程。该部分只考虑线性关系的不确定度评估。
- 第2部分:非线性校准关系。目的在于确定使用最小二乘准则采用二次、三次或更高次多项式拟合一组非线性校准数据,并评估与生成的校准曲线相关的不确定度的过程。

流量测量装置校准和使用不确定度的评估

第 2 部分：非线性校准关系

1 范围

本文件描述了使用最小二乘准则采用二次、三次或更高次多项式拟合一组非线性校准数据，并评估与生成的校准曲线相关的不确定度的过程。只考虑使用幂为整数的多项式。

由于进行这种类型的曲线拟合和不确定度评估通常需要使用计算机，在多数情况下，使用计算机上提供的标准程序；附录 A 中给出了一种参考程序。

这些方法的使用示例见附录 B。

不准许超出数据范围外推。

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 29820.1 流量测量装置校准和使用不确定度的评估 第 1 部分：线性校准关系 (GB/T 29820.1—2013, ISO/TR 7066-1:1997, MOD)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

最小二乘法 **method of least squares**

当选择一个特殊形式的方程以使曲线数据拟合时，用于计算该方程之系数的技术。其原理是使离开曲线的数据的偏差之平方和为最小值。

3.2

多项式(函数) **polynomial (function)**

对于变量 x , x 的整数幂递增的一系列项。

3.3

回归分析 **regression analysis**

定量地表示一个变量对另一个或多个其他变量的依赖性的方法。

注 1：回归是以这样的方式来确定所推荐模型未知数的过程，使得对模型的预测按某种方法尽可能地接近数据。通常“尽可能接近”的意思是指偏差之平方和为最小值。

注 2：许多适用于曲线拟合的计算机程序的名称中都有“回归”一词。对于本文件，可以认为术语回归和最小二乘法是可互换的。

3.4

标准偏差 **standard deviation**

方差的正平方根。