

计量学基本概念

—联邦德国标准(DIN)选译

李漢安 译

中国计量出版社

内 容 简 介

本书收集了联邦德国标准 DIN 中有关计量学基础的一些标准,包括 20 个标准编号及其中的分号标准,其中主要为基本名词、计量结果不确定度的计算、计量器具的评定、量和计量单位、量系和量纲,以及在计量学中涉及较广的一些影响量及其单位。

可供计量、标准化、科技情报、理化教学以及有关工程技术人员使用、参考。

计 量 学 基 本 概 念 ——联邦德国标准 (DIN) 选译

李慎安 译

责任编辑 刘宝兰

✻

中国计量出版社出版
北京和平门内大街 7 号

中国计量出版社印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

✻

开本 787×1092/32 印张 10.125 字数 229 千字
1988 年 3 月第 1 版 1988 年 3 月第 1 次印刷

印数 1—10 000

ISBN 7-5026-0067-1/TB·52

定价 2.70 元

前 言

计量学基本概念以标准化的形式提出在国际组织和国家中还极少见。最近,四个主要国际机构(BIPM, IEC, ISO 和 OIML)联合提出了一个《国际通用计量学基本 名词》(我国已译出出版, 计量出版社, 1986年10月第二版)。关于测量不确定度问题, 国际计量局于1980年提出了一个《建议书 INC-1》, 于1981年又提出了《关于实验不确定度的表达建议书 CI-1981》。关于量和单位, ISO于1973年起制定了ISO 31, 到1978年完成了15个分号标准, 从1980年开始到1981年, 对其中的8个进行了修订。我国于1982年与ISO对应, 也公布了量和单位的标准GB 3100, 3101和3102。以上, 就是在计量学基本概念方面国际和国内标准化的情况。很明显, 内容还十分不完整; 而且其中所涉及的范围也还是比较小的。无疑, 这给我们带来一些不方便, 并容易造成混乱。

联邦德国自1971年以来, 在标准DIN中就开始进行这方面的工作, 并陆续公布了有关的标准, 当INC-1与CI-1981提出后, 于1983年修订了它在1972年的老标准。尽管至目前为止, 虽还不能说很完整, 但其中却包括不少国际上尚没有标准化的一些内容。对于我国的计量、标准化、自然科学工作者、理化教师以及科技情报、出版工作者来说, 无疑会有很大的帮助。这也就是选译这本资料的原因。

这本书选译的联邦德国标准, 围绕计量学基本概念, 包

括一些较广泛用于各类计量技术中的影响量的概念。除原文注释外，在译文中译者针对国内情况，以“译者注”的形式在（ ）中作了补充说明，这对于读者，我想能有所帮助。个别地方，按国际上新的规定改译了，也都注明。在选择译文中，与国家标准 GB 3100~3102 基本类似的 DIN 未予选译，以免重复而且使读者容易混淆。

对于选译的不当，译文的错误以及本人所注的内容中存在的问题，都请读者批评、指正。有关意见可寄中国计量出版社转交。不胜感激。

所依据的原文系 1984 年 7 月的版本。

李 慎 安

1987.3.

目 录

DIN 1319	分号 1 测量, 计数, 检验	(1)
DIN 1319	分号 2 计量器具使用中的有关概念	(17)
DIN 1319	分号 3 测量不确定度以及计量器具评定	(35)
DIN 1313	物理量和方程的概念及其书写方式	(67)
DIN 1301	分号 1 单位; 单位名称, 单位符号	(89)
DIN 1301	分号 1 副页 单位; 类单位名称与符号	(103)
DIN 1301	分号 2 一般常用的倍数和分数单位	(107)
DIN 1301	分号 3 不得再使用的单位换算关系	(123)
DIN 1305	质量、力、重力、重量、载荷; 概念	(135)
DIN 1306	密度; 概念与表达	(141)
DIN 1310	混合相的组成 (混合气、溶液、混晶); 概念、符号	(149)
DIN 1314	压力; 基本概念, 单位	(159)
DIN 1315	角; 概念, 单位	(167)
DIN 1343	标准状况, 标准体积	(177)
DIN 5493	对数量比; 用奈培和分贝表示的级	

	差、水平	(181)
DIN 5493	副页 1 对数量比, 表示参考量和 测量条件的符号	(193)
DIN 13346	温度, 温差; 概念和单位	(201)
DIN 32625	化学中的量和单位; 物质的量及 其导出量, 概念与定义	(207)
DIN 66030	信息处理, 在有限字体系统中单 位名称的表达	(235)
DIN 58122	量, 单位, 符号讲授大纲	(243)

联邦德国标准

DIN 1319 分号 1

测量, 计数, 检验

Measuring, Counting, testing,
definitions
(Grundbegriffe der Meßtechnik, Messen,
Zählen, Prüfen)

1971 年 11 月

分 目 录

1 测量	(3)
2 模拟与数字测量法	(7)
3 计数	(9)
4 检验	(10)
5 分级、分类、分装	(11)
6 标定	(12)
7 调整	(13)
8 检定	(14)
本标准的注	(14)

1 测 量

1.1 基本概念

1.1.1 测量本身是一种实验过程，通过这种过程，可以给出某一物理量的特定值是某个单位的多少倍，或是某个参考量的多少倍（见注）。

1.1.2 可测量是可以通过测量，定量给出的物理量（例如：长度；密度；力；功；热力学温度；电阻；电流；声压）。

1.1.3 量值是表达可测量某特定大小的值。它以一个数与某个单位之积的形式给出（例如：3 m；6.5 s；5.2 A；373.15 K）。

1.1.4 测量结果，一般是指对某一被测量进行多次测量的量值计算出的结果，或是由多个不同被测量的量值按给定的固定关系计算出的结果。在最简单的情况下，单次测得值就是测量结果。

任何一个测量结果，都是在某些物理条件下和其它条件下所取得的（例如：温度；压力；单次测量的次数）。因此，这些条件影响测量结果。对测量结果来说，有测量不确定度或误差极限的问题，参阅 DIN 1319 Blatt 3（这个旧的标准现已由 DIN 1319 Teil 3 所代替，其中，不再用误差极限来表达测量结果而只用测量不确定度——译者注）。

例：

a) 某一被测量的量值，给出其测量不确定度时，如：
在 20 °C 下，某杆的长度为

$$l = 1.284 \text{ m} \pm 0.001 \text{ m}$$

[以 $l = (1.284 \pm 0.001) \text{ m}$ 的形式较符合标准化的形式——译者注]。

某样品质量 $m = 225.00 \text{ g} \pm 0.005 \text{ g}$

[应改为 $m = (225.00 \pm 0.005) \text{ g}$ 的表达形式——译者注]。

测出某车辆的平均速度为

$$v = (80 \pm 5) \text{ km/h}$$

测出患者的体温为

$$t = (39.6 \pm 0.1) ^\circ\text{C}$$

b) 由不同量的测得值所得到的测量结果，如：

铜导线的电导率，通过测量该导线的长度和横截面积以及它在 20°C 下的电阻计算出

$$\begin{aligned}\gamma &= 56.00 \times (1 \pm 0.01) \text{ S}\cdot\text{m}/\text{mm}^2 \\ &= (56.00 \pm 0.06) \text{ S}\cdot\text{m}/\text{mm}^2\end{aligned}$$

某金属杆在 20°C 下的热导率，可通过热流量、温度差、长度和横截面积计算出。在相对测量不确定度为 2% 时， $\lambda = 50.6 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。

测出相距 5 cm 的两平行平板间均匀场的电场强度为

$$E = 200 \text{ V/cm}$$

测量不确定度 $\pm 0.5\%$ (按新修订的 DIN 1319 Teil 3，这里给出不确定度前，不应带有正负号，除非把它直接放在 200 V/cm 的量值之中——译者注)。

c) 按多个量间的函数关系计算，如：

液体的密度 ρ 与温度 T 有关，测得的 ρ 与 T 值之间有给定的函数关系

$$\rho = f(T)$$

通过对某实际气体状态量的压力 p 、比体积 v 以及温度 T 的测量，从而计算出该气体的气体常数 R_s ，得出其经验

状态方程

$$v = \varphi(p, T) \quad \text{或}$$

$$\frac{pv}{R_s T} = \psi(p, T) = 1 + Bp + Cp^2$$

式中 B 与 C 是与温度有关的常数。

1.2 测量原理

测量中所使用的独特物理现象称为测量原理。

例：

被测量	测量原理
长度	a. 光干涉 b. 电容变化
温度	a. 线膨胀 b. 热电效应 c. 电阻变化
力	a. 弹性变形 b. 加速度
压力	a. 弹性变形, 例如弹簧管自由端的偏移 b. 压电效应
电流	a. 磁场中线圈的偏转 b. 电流的热效应

1.3 测量方法

测量原理的实际运用构成测量方法（一般地说，涉及理论、运算、操作——译者注）。一般分为下述 1.3.1 与 1.3.2 两节中所给出的测量方法。

1.3.1 直接测量法

某一被测量的测得值是直接与同类量的已知值比较而获得时，称为直接测量法（比较法或相对测量法）。

例：

- 通过与被检定过的砝码比较测出质量；
- 通过与标准油的粘度比较测出某石油样品的粘度；

通过与热导率标准样品的比较测出某金属的热导率；

通过与标准电阻的比较测出某导体的电阻；

通过与黑体辐射的辐射亮度比较测出某辐射体的辐射亮度。

在直接测量法中，测量过程不需补充计算就可以得到被测量的值，大多数情况是由计量器具的示值给出。这样的“直接”读数实际上也是与事先或事后的某一标准在进行比较，例如，通过标尺间隔或某标尺常数，这也并非不合逻辑。如在温度测量中，按温度计的示值；由电压表的指示值给出电压（在与标定时条件相同的情况下），用压力表测出压力（在与检定条件相同的情况下）。（为了进行修正，需作某些补充测量来确定影响量的大小，即令如此，它仍属于直接测量法——译者注）。

1.3.2 间接测量法

在间接测量法中，要求的被测量的量值是通过其它类的物理量的测量，按一定函数关系计算出的。

例：

通过线圈的电感变化量测出长度（电动式长度测量仪表）；

通过质量与体积的测量求出密度；

通过干涉带移动测出真空镀膜层的厚；

利用活塞压力计，通过它的活塞有效面积与所加砝码质量及当地重力加速度的测量求出压力；

通过对试验样几何形状（长度与横截面积）、温差以及热流量的测量，得出其热导率；

通过基本量长度和毛细管内径、流过的体积以及所需时间的测量，计算出粘度；

通过电流、电压的测量求出电阻；

通过功率的时间积分求出功；

通过体积流量或质量流量对时间的积分求体积或质量；

通过热流量对时间的积分求热量。

在间接测量法中，包括通过基本量（这里指量制中的基本量——译者注）的测量求出导出量的所谓“基础测量法”。

1.4 测量装置

根据给定测量原理选定的测量方法所要求的全套设施称为测量装置。它可能只是一台计量仪器，也可以是若干计量仪器的组合，并附带某些辅助装置（附件）（参阅注）。

例：

为按直接测量法测出某零件的厚度，利用千分表与量块通过尺寸的比较测出；

为按直接测量法测出电阻，利用惠斯登电桥及检流计；

按直接测量法测量石油制品的粘度，利用乌别洛特粘度计、恒温槽、精密电控秒表；

按间接测量法测量电阻，利用一套测量电压与电流的装置，其中包括有用于测电压的带有标准电池的补偿装置以及为测量电流需要的标准电阻；

按间接测量法测量液体密度，要用比重瓶、恒温槽以及精密天平。

2 模拟与数字测量法

2.1 如果被测量（输入量）通过某种测量方法输到计量仪器或装置后，给出的指示值（输出量）是连续表示的，这种测量就是模拟式的，称为模拟测量法。有的情况下，即令是

点状给出（例如用间歇的信号或是处于特定位置表示某种示值的点——译者注），也属于模拟测量法。

如果所用的测量方法、计量仪器或测量装置，所给出的输出量是以数字显示出被测量的大小，不论其最小步进是多少，这种方法就是数字式的，称为数字测量法。

2.2 模拟测量法与数字测量法的区别在于表达测得值所采取的方式，是模拟信号，还是数字信号。

2.3 很多模拟测量法中，在测量范围内，其测得值是连续地给出的，而表达为指示器相对于标尺的位置。

在数字测量法中，量值的给出是非连续的，而是以量子化单位之和或脉冲之和（计数）表达的。例如：多位的数字或编译为其它某种形式的编码。

例 1：

利用带有指针和标尺的电压表测量电压（模拟测量法，其测得值表达为指针在标尺上的位置）。

利用数字式电压表测量电压，其测得值表示为跳动性的数字变化（数字测量法）。

例 2：

利用与一发电机相联的电压表来测量转速（模拟测量法，通过电压的变化给出转速变化的连续值）。

利用脉冲计数（例如光脉冲、光电脉冲），在给定时间间隔内数出的数值给出转速值（以数字方式表达测量结果的数字测量法）。

例 3：

利用带有标尺的滴定管测量液体体积（模拟测量法，液柱在标尺上连续地形成测得值）。

利用经过标定的往复式活塞计量器测量流体体积，只标定了它的活塞冲程容量以及这一装置上的计数器对活塞运行

计数。这样给出的流体体积只是冲程容量与次数的乘积。装置上并没有冲程内的分度标尺（数字式测量法）。

3 计 数

3.1 在研究的过程中，对所出现的某一同类单元（单件）或事件进行数量的统计（例如：事物、物件、电脉冲、转数、原子核衰变中的粒子）称为计数。

计数既可以通过我们的感官进行，也可以使用计数的装置，如计数器。在计数中，总是以同类单元的数来表达（参阅本标准的注）。

例：

通过某一检查站的车辆数；

利用电子脉冲计数器测出在某一定时间间隔内 α 粒子发生的数量。

3.2 在计量技术中，对量值的获得，越来越注意使用计数手段。

例：

通过在给定时间间隔内，周期现象中发生的周期计数测量其频率（这里的计数“单元”是周期）。

利用活动隔板式体积计数器对流过的液体或气体的体积进行测量；计量腔的容量在这里就是计数的“单元”。

利用远距离的脉冲计数机构，接收接触式计数脉冲信号以测量电能（功）。这里预定若干圈的旋转发出一次脉冲信号。

4 检 验

4.1 确定送检样品（试样、计量仪器）是否符合某个或某些事先约定的或所期待的条件，特别是是否在预定的误差极限或公差带之内，这样的实验过程称为检验。因此，检验经常与裁决、判明是否合格相联系（见本标准的注）。

4.2 检验有时可以不用任何辅助设备而由人的感官主观地进行，也可以利用测量设备或专用于检验的设备自动地进行。主观检验一般只用于质量好坏的鉴别。这种检验的结果例如：

- 包装是否充分地装满了（目测）；
- 是否已按规定油漆（目测）；
- 纺织品的毛疵（目测）；
- 煤气管道的密封性（嗅觉）；
- 测量活塞是否有裂纹（目测与听）；
- 零件表面加工粗糙度太大（触觉）；
- 机器运行噪声太大（听觉）。

利用计量器具或检验设备可以给出客观的报告，说明被检验的对象或其被测量的值是否满足所要求的条件。

例：

电容器在试验电压为 20 kV 时，应符合检验条件，

电阻的值按规定要求，应在 $(2.00 \pm 0.01) \Omega$ 的误差极限以内；

某动圈式测量仪器磁系统极靴之间的空隙磁感应大于所规定的最小值 0.6 T；

所需的最小长度为 1.20 m, 不得超过这一值的容许误差极限;

规定的室温 $20.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 应保持在 $\pm 0.5\text{ K}$;

隔热物质的热导率应大于所规定的下限 $\lambda = 0.041\text{ W/(m}\cdot\text{K)}$;

对容量为 2 L 的量筒, 检定误差极限为 $\pm 5\text{ mL}$;

建筑用钢的拉力试样, 其抗拉强度不得低于 425 N/mm^2 .

4.3 量规、样板是专用于检验的量具。通过它可以确定制件的形状、角度、长度、直径等是否符合规定要求。量规本身体现出合格的极限值, 或通过它给出在什么方向超出了。

偏差的大小不能通过量规确定;

完整的量规要有两个工作尺寸, 其中一个体现合格的上限值, 一个体现合格的下限值 (极限量规) (参阅本标准的注)。

5 分级、分类、分装

5.1 把同类的一批产品 (零件), 按规定的特征、标记分成若干部分称之为分级。

例:

按标称值把一批材料分开;

根据测得值, 按照它与标称值 (应具备的值) 或平均值的偏差大小分级。

5.2 分类

把一批由不同类别的物体, 按照规定的种类划分或按标