

李震夏 编

数字修约与数值表示

冶金工业出版社

86年10月9日

2118

011

数字修约与数值表示

李震夏 编著

(中国有色金属加工工业协会组织编写)



冶金工业出版社

内 容 简 介

数字修约是涉及人们生活、工作最常见的实际应用问题。

本书从“四舍五入”说起，阐述了从统计学观点看较为合理的数字修约偶数规则、数字修约与数值表示、换算与修约和实测数值的判定。本书从介绍国际单位制和我国的法定计量单位出发，对应用国际单位制应注意的一些问题以及换算数值的修约等作了叙述。此外，对几个工业较发达国家和国际标准化组织关于数字修约的规定作了介绍。

本书可供各行各业的科技工作者，生产、计划、财务、经营管理人员，标准化工作者和生产检验人员以及大、中学师生参考使用。

数字修约与数值表示

李震夏 编著

冶金工业出版社出版

(北京北河沿大街嵩祝院北巷39号)

新华书店北京发行所发行

马驹桥印刷厂印刷

787 × 1092 1/32 印张3 1/2 字数75千字

1986年3月第一版 1986年3月第一次印刷

印数0,001~5,500册

统一书号：15062 · 4434 定价0.95元

序

数字修约规则，就其本身而言并不复杂，不过是一个如何舍入数值的统一规定。例如“四舍五入”就是人们普遍采用的一种数字修约方法。在进行“四舍五入”时，对“五”的处理总是“入”，因此有人对“四舍五入”的合理性提出了异议。

近若干年来，国外标准和国际标准化组织都推荐采用数字修约的“偶数规则”。我国虽已将这种数字修约规则订入了国家标准，但尚未引起应有的注意，不少人对它还不够熟悉。

运用数字修约规则时，必须首先确定取几位数字，这就涉及到如何根据实际需要和客观可能来表达数值。在实际工作中，对于数值中小数点后面的零，比如5.0、5.00中的“0”往往有人认为可有可无，对产品标准中规定的界限数值，例如3.8~4.5，当检验实际产品为3.79和4.51是否合格时，国内外都曾产生过纠纷。因此谨慎地准确确定数值的有效位数，再运用数字修约规则对数值进行修约，就是一个应该引起注意的问题。

我国正在推行国际单位制，特别是一九八四年二月国务院发布了《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》，在推行我国的法定计量单位时，必然会遇到数值的换算与修约问题。

因此，笔者在过去两次冶金标准化学习班讲稿材料的基础上，撰写了这本小册子。为了使本书有更广泛的适应性，书中未包括曾在冶金专业刊物上讨论的所谓“界限数值不允

许修约”的内容，那已有行政主管部门的统一规定解决了冶金工厂的实际问题。但对美国标准中所规定的尽管很少应用的所谓“绝对法”，仍作了详细介绍，以便读者参考。

由于笔者水平有限，书中不当之处或错误在所难免，请各位专家和读者批评指正。

作 者

一九八四年十一月

统一书号：15062·4434

定 价： 0.95 元

目 录

一 概述	1
1.1 从四舍五入说起	1
1.2 数值的表达取决于实际需要和是否可能	3
二 数值的表示	4
2.1 界限数值的表达方式	5
2.2 三种数值的表达	6
2.3 “有效位数”和“小数位数”的意义	8
2.4 有效数字位数的保留	11
2.5 数值的书写表达	14
三 数字修约	23
3.1 为什么要修约数字	23
3.2 数字修约方法	24
3.3 数字修约的偶数规则	27
3.4 对偶数规则的评价	29
3.5 修约误差	31
3.6 简单运算中的修约规则	32
四 换算与修约	37
4.1 换算的提出	37
4.2 国际单位制简介	39
4.3 使用SI单位应注意的一些问题	45
4.4 我国的法定计量单位	54
4.5 换算与修约	59
五 实测数值的判定与界限数值的真实含义	66
5.1 两种判定方法	66
5.2 界限数值的真实含义	73
六 国外数字修约规则简介	76

6.1 日本的规定	76
6.2 英国的规定	78
6.3 美国的规定	82
6.4 联邦德国的规定	84
6.5 国际标准化组织(ISO)的规定和法国的规定	86
七 结束语	88
附录 I 换算因数表	93
附录 II 英寸—毫米换算表	95
附录 III 英寸—毫米换算表 (原英寸值为小数 和 1/64 至 1 英寸)	96
附录 IV 压力和应力换算表 (从米制工程单位 换算成 SI 单位)	98
附录 V 压力和应力换算表 (从磅力/英寸 ² 和 千磅力/英寸 ² 换算成千帕斯卡和兆帕斯卡)	100
附录 VI 市制单位与 SI 单位换算表	102
附录 VII 有关名词术语的定义或解释	102
附录 VIII 有关中、英、日文名词术语对照	105
主要参考资料	106

一 概 述

1.1 从四舍五入说起

在工农业生产及日常生活中，“四舍五入”处理数字是人们习以为常的事情。例如，在北京一斤面粉（标准粉）的价格是0.185元，买15斤面粉须付2.78元；0.157元一斤的大米，买12斤只需付1.88元。我国人民币在市场上流通的最小单位是“分”，对四厘、五厘的货款就得实行“四舍五入”。类似的例子不胜枚举。

人们知道，小数乘、除所获得的积或商不需要保留过多的小数位数时，也运用“四舍五入”对数字进行舍入而取其近似值。

看下述三例：

5.482 $\approx$ 5 保留整数取近似值时，看十分位数字是多少决定取舍。

4.957 $\approx$ 5.0 保留一位小数取近似值时，看百分位数字是多少决定取舍。

4.997 $\approx$ 5.00 保留两位小数取近似值时，看千分位数字是多少决定取舍。

四舍五入后，为了表示数值的精确程度，小数点后面的“0”是不能随便去掉的。上述三例“四舍五入”的结果都获得“五”，但各自表示的精确度不同。保留整数的“5”表示精确到个位；保留一位小数的“5.0”表示精确到十分位；保留两位小数的“5.00”表示精确到百分位。

国内一些出版物中提到的舍入数字的处理方法，叫法很不一致，如数值的化整、数值的凑整、数字的舍入，还有数值的圆整、归纳等等叫法。根据我国国家标准（详见中华人民共和国国家标准《GB1.1-81 标准化工作导则 编写标准的一般规定》）的叫法，对数值的这种舍入处理应统一称为“数字修约”。“修约”一词，目前在汉语辞典中还没有这个条目的解释，在外文—中文字典中也都没有收入“修约”的译文含义。我国国家标准（GB1.1-81）中运用“数字修约”这个术语是很恰当的，今后将会在全国逐步得到统一。

数字修约问题并不复杂，只要按统一的修约规则来舍入数字就行了，在日常生活中所遇到的各种数字修约问题并不会引起任何纠纷。四舍五入的数字修约方法至今仍在我国各行各业以及科研部门的许多单位广泛地应用。

近若干年来，人们从统计学的观点进一步发展了“四舍五入”法，国际上以及在不少国家里，推荐或规定采用数字修约的“偶数规则”。我国一九八一年正式发布的国家标准（GB1.1-81）规定，在制订和修订技术标准中，各种测量、计算数值需要修约时，应在规定的精确范围内，按“四舍六入五单双”（即“偶数规则”）的办法处理数字。虽然这种修约规则比“四舍五入”更为科学、合理，但由于它以“四舍六入五单双”的办法处理数字，似乎比“四舍五入”来得复杂，因而在全国各行业中的运用不如“四舍五入”法广泛。目前，主要在工业部门的标准化工作中、在一些科研单位和工厂的实验室中使用和推广。

数字修约虽然在日常生活中不会产生问题，但在工农业生产中却不尽然。特别是当判定产品的性能和尺寸是否合

格, 某批产品能否出厂时, 却有可能反映出异议, 这是因为数字修约与数值的表示, 特别是与界限数值的表示以及对实测数值的判定有着密切的关系, 因此必须注意数值的正确标注与写法。

1.2 数值的表达取决于实际需要和是否可能

前面例举的“5”、“5.0”、“5.00”根据各自的具体情况所表达的精确度各不相同, 那么, 在一个数值中, 是否小数点后面的数字位数越多, 这个数就越准确呢? 在计算结果中是否保留的数字位数越多, 这个数值的准确度就越高呢? 并不尽然。

拿测量长度来说, 134cm、1.34m和0.00134km的测量值是完全相同的。这说明小数点的位置只与所采用的单位有关。采用的单位不同, 数值就不同, 不写明单位, 只写数值是毫无意义的。小数点位置并不是决定测量准确度的标志。此外, 由于测量中都存在着误差, 只有在所允许的误差之内, 测量结果才被认为是准确的。任何测量, 由于测量仪器、测量方法和人的感官等因素, 都只能达到一定的准确度, 因此, 对于那些通过计算而获得的测量结果, 不论写出多少位数字, 也决不可能把测量的准确性提高到超过测量仪器和测量方法所能达到的准确度。

任何数值的表达精确度都取决于实际需要和是否可能两个必要条件。例如, 当产品标准中规定一种金属丝的直径允许偏差准确到0.1mm已满足需要时, 则不必作出更高精度的规定。同时要有相应精度的测量工具予以保证(如图1-1准确到0.1mm的游标卡尺)。

对于理论计算的数字, 在表达时应根据实际需要来确定数值的位数, 例如, 某工厂对3415件产品进行检验的结果,

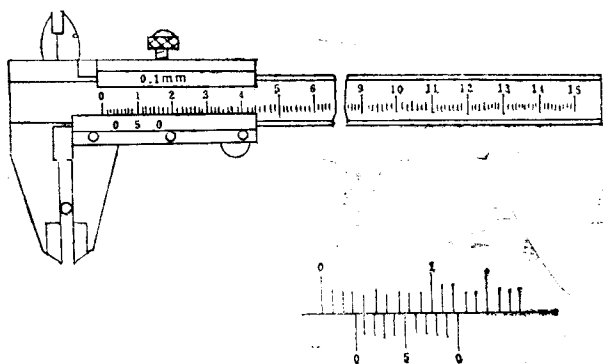


图 1-1

发现有53件不可挽回的不合格品，求废品率为多少。用计算器很快可以得到数值0.015519765，由于53和3415这两个数都是与实际完全符合的准确数，因此计算的小数位可以认为无限制，但在统计废品率时并不需要这么多小数位，一般统计为1.55%就可以了。

二 数值的表示

工农业产品和工程建设都有个符不符合“标准”的问题。通俗地说，对工农业产品和工程建设的质量、规格及其检验方法等方面所作的技术规定就是技术标准，它是生产、使用、科研、设计和供销等各部门必须共同遵循的技术依据。产品合格与否的“格”就是标准。

各种材料及产品的特性，在技术标准中多以数量表示出来，如金属材料的化学成分，产品的物理性能和化学性能

等，这些技术数据都需要在标准、其它文件和资料中恰当地表示出来。

2.1 界限数值的表达方式

在技术标准中，最重要的数值是界限数值，它是判定产品合格与否的“界限”，通常有以下几种表达方式。

不大于A：

表示从0~A范围内的测定结果均合格。这里，包括测定结果等于A的情况。例如，规定抗磁黄铜中的铁含量不得大于0.030%，当实测结果的铁含量数值小于0.030%或等于0.030%时均合格。用数学符号表示为“ $\leq A$ ”。国外有的标准中表示为“最大值”（如美国标准），应理解为“不大于”；有的国家如日本在其标准中表示为“A以下”，并规定“A以下”包括等于A的情况。

不小于A：

表示测定结果大于A和等于A均合格。例如，规定二十一号防锈铝板材的抗拉强度 σ_b 不得小于22kgf/mm²，则表示“ ≥ 22 ”的测定结果均合格。有的国家在标准中表示为“最小值”，应理解为“不小于”；这种情况，在日本标准中表示为“A以上”，并规定包括等于A的测定值。

A~B：

表示在A至B范围内的测定值均合格。例如，十二号硬铝中的铜含量规定为3.8%~4.9%，凡在此范围内的测定值包括等于3.8%和等于4.9%的情况均合格。

有的标准规定不包括下限或上限值时，应仔细区别。如规定“A至<B”则不包括等于B的情况；“>A至B”则不包括等于A的情况在内。

$$\begin{matrix} +A \\ x-B; \end{matrix}$$

表示在 “ $(x-B) \sim (x+A)$ ” 范围内的测定值均合格。例如，直径为19.00mm的圆钢，其允许偏差规定为 ± 0.50 mm，表示实际产品的直径在 18.50~19.50范围内均合格。

上面系界限数值的一般表达方式。有的规定，除明确说明含义外（如日本标准中规定的“以上”、“以下”），如不交待清楚，在实际工作中易引起误解。例如，“小于A”、“大于A”这种表达方式就有些含混，对“等于A”的情况就可能有不同的理解，不如“不大于A”、“不小于A”来得清楚。当然，如果“小于A”和“大于A”用数学符号表示为“ $<A$ ”和“ $>A$ ”则表明“等于A”的情况不包括在内。

2.2 三种数值的表达

在工程技术和科学实验工作中，需要接触和处理大量的数据，从数值的特性及如何表达这些数据的角度出发，可以将它们分为以下三类。

(1) 准确确定的数值

这种数值不是近似值，没有不准确的含义，按规定的数和所需要的数表示出来即可。

例如：

1米=3尺；

1英尺=12英寸；

1平方杆=30.25平方码；

1盎司（常衡）=437.5格令；

摄氏温度计上1度的间距等于华氏温度计上1.8度间

距;

.....

(2) 有确切定义的数据的不精确表达

这种数有确切的定义或准确的数值大小，像一些纯数学中的数诸如 π 、 e 、 $\sqrt{2}$ 、 $1/3$ 等，都属这种情况。这些数中小数点后面的数字位数是无穷的。

$$\pi \quad 3.14159\cdots$$

$$e \quad 2.71828\cdots$$

$$\sqrt{2} \quad 1.41421\cdots$$

$$1/3 \quad 0.33333\cdots$$

$$1/7 \quad 0.142857\cdots$$

.....

对这种数值，应根据实际所需的精确程度，取足够的位数来表示。也就是说，实际需要取几位就取几位。

(3) 受固有准确度限制的不精确数值

实验科学中测定的数值属此情况。

在任何一种测量中，不论使用的仪器如何精密，采用的方法如何完善，测量程序如何严密，操作者如何细心，仍然不可能使这一切都完美无缺，任何测量都存在一定的误差或偏差，因此，实际上一个被测量的真值是无法测得的。

人们说某一测定值准确可靠，是指在允许的误差之内，该测定值才被认为是准确的。实验科学中测定的数值都受这种固有的准确度所限，严格而言，这种测定值都属于受固有准确度限制的不精确数值。

这种数值在表达时，可以包含末位不准确数字（或称可疑数字、存疑数字），亦可不包含这位不准确数字。

例如，测定一个线圈的电阻表示为

$$100.021 \pm 0.002 \text{ 欧姆}$$

或

$$100.02 \text{ 欧姆}$$

这里，0.002系按公认惯例表示的测量误差。在100.021中表达了末位不准确数字，在100.02中则未包含末位不准确数字。

又如，两个车站之间的距离表示为55.2km，它表明这个距离在55.15km和55.25km之间，更接近为55.2km。在这个意义上来说，它是不精确的。如果把它表达为55200m，则是完全错误的做法。因为，这样一来它就跟原来的55.2km的精确度要高。对这样一个数值，应该表示为 $5.52 \times 10^4 \text{ m}$ ，或者表示为 $5.52 \times 10^6 \text{ cm}$ ，要么，就用它原来的表达方式55.2km。

在上述三种数值中，特别要注意的是最后一种情况，即受固有准确度所限的不精确数值的表达。

2.3 “有效位数”和“小数位数”的意义

为了规定某特定数值或数量所必须的任何数字，就称为有效数字。有效数字在一个数值或数量中表征了“数的大小”，而不是用来表示小数点位置的。

通常进行测量时，一般可估计得出最小刻度的十分位，因此，在记录一数值时，只应保留一位不准确数字，这位不准确数字左边的各位数字均为准确数字或准知数字，这样记录的数字均为有效数字。在图2-1所示的测量中，如用厘米作单位，该物体的长度为3.45cm，如果用毫米作单位，则测量结果为34.5mm。

在上节提到的三种数值中，仔细区别受固有准确度所限

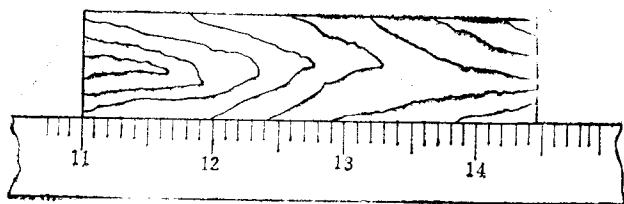


图 2-1

的不精确数值是相当重要的。在实验科学和各种测量中，遇到大量第三种数值，因此，对“有效位数”和“小数位数”应有明确的理解。

一已知数据的有效位数，是指从其左边非零的数字开始，向右数过去，通常所数到的最右边的数字就是已知的最后一位有效数字。对于那些以一个零或几个零结尾的数据，在确定有效位数时，应先考虑其已知的准确度或内涵的准确度，判断有几个零是有效的，几个零是非有效的。

一已知数的小数位数，通常是指从小数点开始向右数到其右边已知的最后一位数字。

看下述各例中的有效位数和小数位数，应注意各数中的“0”。当“0”同任何其它数字一样表征一特定值或“数的大小”时，是有效数字；当“0”只与所采用的单位有关而与测量的精确度无关时，则为非有效数字。

1磅=453.59243克

到八位有效数字；小数五位；

正常CO₂含量的干燥空气，在20℃和标准大气压下的密度=1.2046克/升

到五位有效数字；小数四位；