

· 经验交流 ·

职业卫生检测与评价中有关数值修约问题的探讨

杨乐华, 张挺

(湖南省劳动卫生职业病防治所, 湖南 长沙 410007)

在职业卫生检测与评价工作中需要大量引用现场检测和实验室测定结果等数据, 正确对数据进行修约是确保报告结论可靠性的前提, 可见有关数据修约问题是职业卫生检测与评价工作中质量控制的重要内容。鉴于目前在实际工作中对数据修约尚无统一认识, 操作随意性大, 为此本文将对其进行深入探讨, 并建议根据《数值修约规则》(GB8170—87)要求尽快制订相关的技术规定。

1 有效数字及其修约规则

1.1 有效数字的基本概念^[1]

数值经修约后, 由可靠数字和最后一位不确定数字组成的数值称为有效数字。最末一位数字的欠准程度通常只能是上下差1个量值。“0”算不算一个有效数字位数, 要看它在数据中的位置和所起的作用, 如仅作为定位用则不能算为有效数字。在十进位数中, 数据前面的“0”因只作定位用都不是有效数字, 其有效数字位数系指从非零数字最左一位向右数而得到的位数。如2.1、0.21和0.0021均为2位有效位数, 而0.0210则为3位有效位数。在某些以若干个零结尾的整数中, 其有效位数的确定应视其精度来判断。如12000, 精度为百分之几时其有效位数为2位, 故应写成 12×10^3 ; 精度为千分之几时其有效位数为3位, 故应写成 120×10^2 ; 如写成12000, 它后面的3个“0”全部可视为有效数字。

在记录测定结果时, 数据中只应保留一位不确定数字。因此有效数字的定位是指确定欠准数字的位置, 这个位置确定后, 其后面的数字均为无效数字, 应予以舍去。

1.2 数值修约及其规则^[2]

数值修约是指对拟修约数值中超出需要保留位数时的舍弃, 依舍弃数来保留最后一位数。根据《数值修约规则》(GB8170—87)之进舍规则规定: 数值修约截断后, 若拟舍弃数字的最左一位数字小于5时, 则舍去, 即保留的各位数字不变, 如将12.1498修约到一位小数, 得12.1; 若拟舍弃数字的最左一位数字大于5, 或者是5, 而其后跟有并非全部为0的数字时, 则进1, 即保留的末位数字加1, 如用万分之一的天平测定粉尘浓度, 计算结果为 1.268 mg/m^3 , 应将该结果修约至1位小数, 即 1.3 mg/m^3 ; 若拟舍弃数字的最左一位数字为5, 而右面无数字或皆为0时, 其所保留的末位数字为奇数(1, 3, 5, 7, 9)则进1, 为偶数(2, 4, 6, 8, 0)则舍弃, 如将12.15修约到一位小数, 得12.2, 将12.25修约到一位小数, 得12.2。

1.3 有效数字运算规则

有效数字在进行数学运算时, 对加减法和乘法中的处理是不同的。

数值相加减时应以诸数值中绝对误差最大的数值为准, 确定其他数值在运算中保留的位数和决定结果的有效位数。例: 求有效数字1.2和2.055之和。首先确定绝对误差较大的有效数字是“1.2”, 其有效位数至小数点后1位, 以此再多保留1位小数对2.055进行修约, 即得2.05, 然后进行相加(1.2+2.05)等于3.25, 再对3.25修约至小数点后1位, 即3.2。

数值相乘除时, 应以诸数值中相对误差最大(即有效位数最少)的数值为准, 确定其他数值在运算中保留的位数和决定计算结果的有效位数。例: 在毒物测定中采样体积为 0.015 m^3 , 测得甲苯含量为1.122 mg, 计算其毒物浓度? 有效位数最少的是“0.015”, 即有2位有效位数, 以此再多保留1位有效位数对1.122进行修约, 即得1.12, 然后进行相除(1.12÷0.015)等于74.66667, 再对74.66667修约至2位有效位数, 即为 75 mg/m^3 。

2 对检测数据的修约

在职业卫生检测工作中, 应根据有效数字运算与修约规则对样品采集、预处理、化学分析和仪器分析等全过程进行数据处理。首先应根据每一个操作步骤的误差大小来确定有效数字的位数, 然后再根据误差传递原理进行有效数字的运算和修约。不同类型的检测数据修约情况分述如下。

2.1 粉尘测定

目前多数粉尘采样仪流量示值误差在±2%左右, 即精度为百分之几时其有效位数为2位, 因此其测定结果的有效位数一般宜取2位。例: 在室温25℃下, 以25 L/min流量采样10 min测定总尘浓度, 其滤膜增重为2.55 mg(十万分之一天平称重), 计算其粉尘浓度, 结果为 10.2 mg/m^3 ($2.55 \div 250 \times 1000$)。根据上述有效数字运算与修约规则应将测定结果修约为2位有效数字, 即 10 mg/m^3 , 而不宜报告为 10.2 mg/m^3 。

2.2 毒物测定

多数小流量毒物采样仪流量误差≤±5%, 电子定时误差≤±1%, 因其精度均在百分之几以内, 故其有效位数为2位, 其测定结果有效位数最多取2位。例: 依照《工作场所空气中芳香烃类化合物的测定方法》(GBZ/T 160.42—2004), 以50 L/min流量、活性炭管吸收采样3 min, 热解吸气相色谱法测定空气中苯浓度, 计算结果为 10.0233 mg/m^3 , 尽管该实验室分析方法精度较高, 最低检出浓度达 0.033 mg/m^3 , 但因采样误差相对较大的原因其报告结果仍应修约至2位有效位数, 即为 10 mg/m^3 。

2.3 物理因素测定

常用通风温湿度计温度示值可读到小数点后一位, 因温

度整数位为可信值, 而小数位为估计值, 故所测气温结果的有效位数也应至小数点后一位。因通风温湿度计配备的“干球、湿球温度与相对湿度对照表”已将相对湿度值修约至百分整数位, 故查表所得相对湿度结果也应取百分整数位, 如82%等。湿球黑球温度指数(WBGT)仪其黑球和干球温度计准确度为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$, 湿球温度计准确度为 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, 因此其WBGT指数测定结果应取整数位。现场噪声测定多用精密声级计, 其固有误差为 $\pm 0.7\text{dB}$, 故测定结果最多只能保留一位小数。

其他直读式仪器(如电风速仪、照度计等)应根据仪器自身的测量精度来确定测定结果数值的有效位数。

3 检测与评价工作中对检测结果判定的几点认识

3.1 对标准值有效位数的理解

标准值是人为规定判断事物“正常”与“不正常”、“合格”与“不合格”的尺度, 其数值的有效位数应视为无限位数, 不存在对其数据进行修约的问题。

3.2 对标准含义的理解

判断工作场所有害因素浓度(强度)是否达标最常用的标准是《工作场所有害因素职业接触限值》(GBZ2-2002), 该标准规定的限值应理解为: 当工作场所有害因素浓度(强度)低于或等于该值时为合格(不超标), 超过该值时为不合格(超标)。

3.3 对检测方法与测定结果的计算要求

在选择检测方法时, 其测量精度应高于标准值的要求。对测定结果进行计算时, 应严格遵循有效数字运算规则, 客

观反映误差的传递。检验报告结果必须真实地反映检验能力, 如实地描述检验结果。不得任意变更有效位数, 也不必将有效位数修约至与标准值位数一致, 以免人为地降低检验数据的准确性。

3.4 对结果的判定

在结果判定中, 不对标准规定的值进行转换, 不允许改变标准值的要求^[3], 只能将结果值转换为标准值的样式, 然后再进行比较和判定。如《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2002)规定工作地点噪声声级的卫生限值是“日接触噪声时间8h卫生限值为85dB(A), 日接触噪声时间4h卫生限值为88dB(A), 日接触噪声时间2h卫生限值为91dB(A), 等等”。我们不可简单地推断“日接触噪声时间6h卫生限值为86.5dB(A)”, 而应将测定值换算成标准样式。例: 某噪声作业工人日接触噪声时间6h, 测得噪声强度为86.5dB(A), 经计算转换为8h等效连续A声级为85.3dB(A)。可见上述噪声作业工人已超过了“日接触噪声时间8h卫生限值为85dB(A)”的规定。如果按照上述错误地转换标准值的做法, 则可得出该噪声作业工人接触噪声强度不超标的结论。

参考文献:

- [1] 张莲英, 富珏. 数值的修约和有效数字的计算[J]. 中国卫生检验杂志, 2003, 13(4): 519-520.
- [2] GB8170-87. 数值修约规则[S].
- [3] 底济民. 关于数据修约和判定方法的几点认识[J]. 现代计量测试, 2002, 2: 54-55.

数据处理在气相色谱样品检测工作中的应用探讨

崔强

(北京市疾病预防控制中心职业卫生所, 北京 100020)

在职业卫生调查研究及日常检测工作中, 空气样品的现场采集、实验室样品分析、结果报告是三大重要环节。过去20多年来, 两个“规范”^[1]和许多标准化、规范化检测方法, 对我们工作起到了极大的指导和帮助作用。

随着职业卫生资质认证工作的进行, 我们通过对北京市各区县及全国部分省市职业卫生化学检测部门的调查, 发现数据处理方面普遍存在不规范的问题。本文结合我们的专业特点, 以气相色谱仪检测空气中挥发性有机毒物为例, 从空气样品的采集体积、有效数字位数到结果报告的数值修约, 将数据处理的过程做一简单分析, 推出正确结果。这将对液相色谱、原子吸收、化学分析比色等常用仪器方面的分析工作人员引起重视, 共同规范职业卫生化学检测分析的结果报告有重要意义。

1 气相色谱样品检测工作中数据处理实例分析

气相色谱样品检测工作中数据处理主要涉及作业场所空气中有毒物质的采集、气相色谱仪的分析、浓度的计算, 每一步都涉及到有效数字的保留位数。

1.1 采样 我们用QT-1型大气采样器, 用固体吸附剂活性炭管采集空气中有有机挥发物, 采样器流量计标出的刻度值范围0.1~1.2L, 刻度间隔0.1L, 认为能估计到0.01L, 即(0.10±0.01)L, 小数点后第二位为估计值(不确定值)。我们一般用0.50L/min的流量, 采集15min, $0.50\text{L}/\text{min}\times 15\text{min}=7.5\text{L}$, 此时小数点后第一位数字为不确定值(2位有效数字)。

1.2 校正到标准状况下的采样体积 假设采样时环境温度 18°C , 气压101.6kPa, 查表的校正系数0.9406, 它是相当准确的数值。由于7.5L是2位有效数字, 浓度运算中计算 V_0 , 可以暂时多保留一位有效数字, 即保留3位有效数字; 同时, 校正体积的结果要按“修约进舍规则”^[2], 它基本类似于“四舍六入五成双”的原则。 $V_0=7.5\times 0.9406=7.0575=7.06(\text{L})$

1.3 用热解吸炉将活性炭中的有机挥发性毒物解吸到100ml大注射器中, 理论上可以认为(100±1)ml的误差(3位有效数字)。

1.4 气相色谱仪六通阀用的是1ml定量管, 姑且认为它的误差是(1.0±0.1)ml(2位有效数字)。在标准气和样品进样时, 所进的气体并不是在标准状况下, 校正与否, 在有效数字的问题上可以忽略。