

# 防雷标准中数值修约表述探讨

■ 汪开斌

分析《大型浮顶油罐防雷装置检测规范》(QX/T 311—2015)、《雷电防护装置定期检测报告编制规范》(QX/T 232—2019)中有关数值修约的规定。两项防雷标准中用语表述无来源,两项标准之间及其与相关领域标准之间的数值修约规则存在差异,修约值与极限数值作比较的方法不明确。提出了两项防雷标准中数值修约表述的修改建议。

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2023.04.023

在雷电防御领域,为保证防雷装置性能有效,采取的主要措施就是开展雷电防护装置检测(简称防雷装置检测),气象行业主管部门发布了诸多专项或包含防雷装置检测要求的标准(简称防雷标准)。防雷装置检测是按照建筑物防雷装置的设计标准确定防雷装置是否满足标准要求而进行的检查、测量及信息综合分析处理全过程。如何整理测量过程中产生的大量数据、并科学分析判定是否符合防雷装置性能要求,防雷标准大多引用了《数值修约规则与极限数值的表示和判定》(GB/T 8170—2008)文件。

GB/T 8170—2008因适用于各种标准或技术规范的编写和对测试结果的判定,在测量工作和测量要求标准中得到了广泛应用。引用其他专业领域最新标准化成果,是标准达到最新技术水平的重要保证。实际标准起草中,由于起草人能很好理解标准条款规定的内容,在标准引用时,容易忽视标准条文的措辞表述。为了让未参加标准编制的专业人员溯源、理解且准确应用标准,引用的一致性和表述准确性至关重要。在防雷装置检测工作实践中,发现防雷标准《大型浮顶油罐防雷装置检测规范》(QX/T 311—2015)、《雷电防护装置定期检测报告编制规范》(QX/T 232—2019)引用GB/T 8170—2008文件中“数值修约比较法”的表述有值得商榷之处。本文针对两项标准中有关数值修约规则及修约值与极限数值作比较的方法进行了讨论,并提出原条文的修改建议,以期在防雷标准修订时予以关注。

## 1 条文原文

### 1.1 QX/T 311—2015

QX/T 311—2015第8.6条“检测结果的判定”,规

定了“应按GB/T 8170—2008规定的数值修约比较法,将经计算或整理的各项检测结果与相应的技术要求进行比较,判定各检测项目是否合格”。

### 1.2 QX/T 232—2019

QX/T 232—2019第5.2.2.2条规定“雷电防护装置检测数据的计算和整理应按照GB/T 21431—2015, 8.2的规定使用数值修约比较法。建筑物和被保护物长宽高以及接闪器、引下线、接地体长度等大尺寸物体的计量单位为米(m),数值保留小数1位;扁钢、圆钢、角钢、钢板厚度、线截面半径等的计量单位为毫米(mm),数值直接取整数不再保留小数;电阻值计量单位为欧姆( $\Omega$ ),过渡电阻保留2位小数,其他接地电阻保留1位小数”。

## 2 溯源和分析

### 2.1 溯源

#### 2.1.1 相关的术语和定义

GB/T 8170—2008全文没有“数值修约比较法”的术语或用语表述,相关术语和定义主要有以下几种用语表述。

1) GB/T 8170—2008第2.1条给出了“数值修约”的术语,定义为“通过省略原数值的最后若干数位字,调整所保留的末数位字,使最后所得到的值最接近原数值的过程”。并给出“注:经数值修约后的数值称为(原数值的)修约值”。

2) GB/T 8170—2008第4.3.1.1条规定“在判定测定值或其计算值是否符合标准要求时,应将测试所得的测定值或其计算值与标准规定的极限数值作比较,比较的方法可采用:a)全数值比较法;b)修约值比

较法”。

3) GB/T 8170—2008第2.3条给出了“极限数值”的术语,定义为“标准(或技术规范)中规定考核的以数量形式给出且符合该标准(或技术规范)要求的指标数值范围的界限值”。

### 2.1.2 数值修约规则

关于数值修约规则的规定,GB/T 8170—2008主要有以下几种表述。

1) GB/T 8170—2008第3.1条确定修约间隔,规定为 $10^{-n}$ 、1、 $10^n$ ( $n$ 为正整数),即将数值修约到: $n$ 位小数、“个”“十”“百”“千”……数位。其外还有0.2单位修约间隔与0.5单位修约间隔。

2) GB/T 8170—2008第3.2条进舍规则,笔者归纳起来就是“四舍六进,五观其后定进舍”。第3.3条对不允许连续修约做出规定。

### 2.1.3 测定值与极限值作比较的方法

在测定值与极限数值作比较时,GB/T 8170—2008规定了2种方法。

1) 全数值比较法是将测试所得的测定值或计算值不经修约处理,用该数值与规定的极限值作比较,只要超出极限数值规定的范围,都判定为不合格。

2) 修约值比较法是将测定值或计算值进行修约,修约后的数值与规定的极限数值进行比较,只要超出极限数值规定的范围,都判定为不符合要求。

修约值比较法要求数值修约数位应与规定的极限数值数位一致。

## 2.2 分析

### 2.2.1 “数值修约比较法”的表述用语

QX/T 311—2015、QX/T 232—2019引用(或使用)的“数值修约比较法”用语,溯源后无来源。

若将“数值修约比较法”理解成“数值修约”和“比较法”两层意思,那么测定值与极限数值作比较的方法有“全数值比较法”和“修约值比较法”,对同一测定值,采用不同的比较方法会得出不同的结论。例如防雷标准中接地电阻要求不大于 $4\ \Omega$ ,实际检测数值为 $4.04\ \Omega$ ,采用全数值比较法,“不符合要求”;采用“修约值比较法”,QX/T 232—2019规定的修约规则是“保留1位小数”,则修约值为 $4.0\ \Omega$ ,判定结论为“符合要求”。由于作比较的方法不确定,标准使用者无法准确理解文件起草人所表达的唯一含义,对同一测量结果采用不同的比较方法可以得出相反的结论。

若将“数值修约比较法”理解成“修约值比较法”,则2个不同含义的“数值修约”和“修约值”就成了同义词,表述上显然与GB/T 8170—2008的用语

不一致、不协调。

### 2.2.2 数值修约规则的引用

QX/T 311—2015没有对数值修约规则做出具体的要求;QX/T 232—2019给出修约规则的表述用语为“保留小数1位”“直接取整数不再保留小数”“过渡电阻保留2位小数”“其他接地电阻保留1位小数”。

#### 1) 用语的协调性

两项防雷标准既然引用了GB/T 8170—2008,则宜遵守数值修约的基础标准和领域内通用标准,保持文件表述用语的协调性,使用“修约到1位小数”“修约到“个”数位,舍去小数”“过渡电阻修约到2位小数”“其他接地电阻修约到1位小数”的用语。

#### 2) 数值修约规则的协调性

防雷标准技术要求的过渡电阻极限数值有2个,其数位分别是1位小数( $0.2\ \Omega$ )和2位小数( $0.03\ \Omega$ ),接地电阻(含工频和冲击)的数位是“个”数位(如 $4\ \Omega$ ,  $10\ \Omega$ ,为整数)。按照QX/T 232—2019的规定:极限数值为 $0.03\ \Omega$ 的过渡电阻,修约值数位与极限数值数位一致;极限数值为 $0.2\ \Omega$ 的过渡电阻,修约值在 $0.20\sim 0.29\ \Omega$ ,修约值数位比极限数值数位增加了1位小数。对于“线截面半径”“壁厚”等检测值,如极限数值为最小截面 $1.5\ \text{mm}^2$ 的导线,修约值为 $1\ \text{mm}^2$ ,修约值数位比极限数值数位减少了1位小数。同一项标准中就给出了差异性的修约间隔和修约值数位。

在与相关标准的协调性上,防雷装置使用的圆钢、扁钢、型钢和电缆、导线等材料,检测是否合格,有相关专业领域的测量和数值修约及判定的标准。如热浸镀锌圆钢作为接闪器材料,其最小截面为 $50\ \text{mm}^2$ (直径 $d=8\ \text{mm}$ ),截面积允许误差为 $-3\%$ (截面积 $\geq 48.7\ \text{mm}^2$ )。公称直径 $d=8\ \text{mm}$ 规格的圆钢,按照相关标准直径允许偏差 $\pm 0.3\ \text{mm}$ 、不圆度 $\leq 0.4\ \text{mm}$ 即为合格产品。当 $d=7.7\ \text{mm}$ 时,截面积为 $46.5\ \text{mm}^2$ 。工作实践中如果遇到 $7.7\ \text{mm}\leq$ 测量值 $d<8.0\ \text{mm}$ 情况,按照QX/T 232—2019的规定判定“不符合”。再如,按照“直接取整数不再保留小数”的修约规则填入检测报告中的数据,“ $-40\ \text{mm}\times 5\ \text{mm}$ ”的扁钢有可能修约成“ $-40\ \text{mm}\times 4\ \text{mm}$ ”的扁钢;“ $4\ \text{mm}^2$ ”的铜导线有可能修约成“ $2.5\ \text{mm}^2$ ”的铜导线;也有可能修约成不存在这种规格的材料,如在不锈蚀的情况下,测量 $d=11.8\ \text{mm}$ 的圆钢,被修约成 $d=11\ \text{mm}$ 的圆钢。两项防雷标准的修约规则与相关标准不协调,实践中应用必将和利益相关方无法达成共识。

### 2.2.3 测定值与极限数值作比较的方法

测定值与极限数值作比较,首要问题是确定作比

较的方法，而方法的选用则是根据极限数值严格程度来决定的。以具有防雷装置设计要求的标准《烟花爆竹生产企业防雷技术规范》(QX/T 430—2018)、《智能建筑防雷设计规范》(QX/T 331—2016)和《建筑物防雷设计规范》(GB 50057—2010)为例，表1列举了几种常见防雷装置性能极限数值的要求严格程度，一种

是表示严格，在正常情况下均应这样做，正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；另一种是表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做，正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。防雷标准对表示严格非这样做不可的，和表示有选择在一定条件下可以这样做的两种要求严格程度则较少见。

表1 防雷标准中几种常见的极限数值

名称	防雷标准中极限数值		严格程度	标准条文示例
	常用用语	数位		
接地电阻	不应大于4 Ω	“个”数位	严格	QX/T 430—2018第6.4.10条
冲击接地电阻	不宜大于10 Ω	“个”数位	允许稍有选择	GB 50057—2010第4.2.1条第8项(如：独立接闪杆等应设独立的接地装置的每一引下线)
过渡电阻	不应大于0.2 Ω	1位小数	严格	QX/T 430—2018第6.4.8条(如：等电位连接的直流电阻值，接闪器和引下线之间)
过渡电阻	不大于0.03 Ω	2位小数	严格	QX/T 430—2018第6.1.2条(如：法兰跨接、电气连接)
厚度	不应小于0.65 mm	2位小数	严格	GB 50057—2010第5.2.7条第2项(如：金属板下面无易燃物品时，铝板的厚度)
厚度	不应小于7 mm	“个”数位	严格	GB 50057—2010第5.2.7条第3项(如：金属板下面有易燃物品时，铝板的厚度)
壁厚	不应小于2.5 mm	1位小数	严格	GB 50057—2010第5.2.8条第2项(如：输送和储存物体的钢管和钢罐)
电缆(线)	最小截面1.5 mm <sup>2</sup>	1位小数	严格	GB 50057—2010表5.1.2(如：电气系统中，连接Ⅲ级试验的电涌保护器的Cu(铜)导体)
厚度	不应小于4 mm	“个”数位	严格	QX/T 331—2016第6.2.2.3条(如：各类等电位接地端子板的形状为扁导体)

### 1) 全数值比较法

根据雷电防护装置检测专业检测仪器设备主要性能要求的规定，在检测设备可精确读数(不考虑测量误差)的情况下，测定值不经过处理，直接与极限数值作比较，如接地电阻极限数值不应大于4 Ω，测量值为4.01 Ω，则判定“不符合要求”；连接Ⅲ级试验的电涌保护器的Cu(铜)导体最小截面为1.5 mm<sup>2</sup>，测量值为1.49 mm<sup>2</sup>，则判定“不符合要求”。显然，防雷装置检测判定“符合要求”，则防雷装置性能要求的最大/最小测量值和极限数值相比较，测量值和极限数值的相对误差必须不小于0.00%。

### 2) 修约值比较法

QX/T 232—2019规定了3种修约间隔，有2种没有给出进舍规则。采用日常通用的“四舍五入”进舍规则对测量值进行修约，QX/T 232—2019和GB/T 8170—2008的修约结果表明：防雷装置检测的测量值和相应极限数值允许误差的界限范围存在一定的差异性；即使同一修约规则，相对误差的界限范围也有很大的差别，见表2。

表2中，接地电阻不大于4 Ω的极限数值，若使测量值“符合”要求，QX/T 232—2019允许测量值最大为4.04 Ω，修约后为4.0 Ω，极限数值允许最大误差为1.00%；GB/T 8170—2008则允许测量值最大为4.49 Ω，修约后为4 Ω，极限数值允许最大误差为12.25%。对过渡电阻不大于0.2 Ω的极限数值，QX/T 232—2019允许测量值最大为0.204 Ω，修约后为0.20 Ω，允许最大误差为2.00%；GB/T 8170—2008允许测量值最大为

表2 测量值与极限数值相对误差比较

名称	要求 极限数值	QX/T 232—2019			GB 8170—2008		
		测量符合 要求极值	修约值	相对 误差	测量符合 要求极值	修约值	相对误差
接地电阻	≤4 Ω	4.04 Ω	4.0 Ω	1.00%	4.49 Ω	4 Ω	12.25%
接地电阻	≤10 Ω	10.04 Ω	10.0 Ω	0.40%	10.49 Ω	10 Ω	4.90%
过渡电阻	≤0.2 Ω	0.204 Ω	0.20 Ω	2.00%	0.249 Ω	0.2 Ω	24.50%
过渡电阻	≤0.03 Ω	0.034 Ω	0.03 Ω	13.33%	0.034 Ω	0.03 Ω	13.33%
厚度	≥7 mm	7.00 mm	7 mm	0.00%	6.50 mm	7 mm	-7.14%
壁厚	≥2.5 mm	3.00 mm	3 mm	20.00%	2.45 mm	2.5 mm	-2.00%
电缆/线	≥1.5 mm <sup>2</sup>	2.00 mm <sup>2</sup>	2 mm <sup>2</sup>	33.33%	1.45 mm <sup>2</sup>	1.5 mm <sup>2</sup>	-3.33%
厚度	≥4 mm	4.00 mm	4 mm	0.00%	3.50 mm	4 mm	-12.50%

注：测量符合要求极值的数位是雷电防护装置检测专业设备主要性能要求的可读数据而确定；相对误差是测量值和极限数值之间的误差。

0.249 Ω，修约后为0.2 Ω，允许最大误差为24.50%。因此，对于上限要求的极限数值，QX/T 232—2019和GB/T 8170—2008都允许测量值超出极限数值，GB/T 8170—2008允许超出的范围要比QX/T 232—2019大。

而对于下限要求的极限数值，如表2中电缆/线的最小截面积要求≥1.5 mm<sup>2</sup>，如果按照QX/T 232—2019规定“直接取整数不再保留小数”的规则，修约后最小为2 mm<sup>2</sup>才能“测量合格”，则测量值最小为2.00 mm<sup>2</sup>，与要求最小值的误差达到33.33%，也就是说材料的最小截面积要达到2.00 mm<sup>2</sup>，超出防雷标准极限数值的33.33%才能“测量合格”；而GB/T 8170—2008修约后为1.5 mm<sup>2</sup>，则允许测量值最小为1.45 mm<sup>2</sup>，最大允许误差-3.33%，也就是测量值可以比极限数值小3.33%就能“测量合格”。因此，对于下限要求的极限数值，QX/T 232—2019对测量值的

要求更为严格,必须大于或等于极限数值,而GB/T 8170—2008则允许测量值在一定的范围内小于极限值。

### 3 结论和建议

#### 3.1 结论

1) QX/T 311—2015、QX/T 232—2019引用(或使用)的“数值修约比较法”用语无来源,作比较的方法不明确。

2) QX/T 311—2015没有对数值修约规则做出具体的要求。QX/T 232—2019给出修约规则的表述用语与引用的标准不协调;标准本身前后不协调,同一项标准中给出了差异性的修约间隔和修约值数位;修约规则与相关领域标准也不协调,涉及防雷装置材料的修约值可能与利益相关方无法达成共识。

3) 雷电防护装置检测的测量值与防雷标准规定的极限数值作比较,采用修约值比较法时,测量值允许误差范围较大;采用全数值比较法时,对测量值要求严格,符合防雷装置性能要求。

#### 3.2 建议

针对QX/T 311—2015、QX/T 232—2019本身规定的内容,以及引用GB/T 8170—2008文件,建议修改后如下。

##### 1) QX/T 311—2015

第8.6条:雷电防护装置检测数据的计算和整理,当需要修约时,应按GB/T 8170—2008第3章给出的规则,确定修约间隔和进舍规则,不允许连续修约。防雷装置的材料尺寸按照相应专业领域有关数值修约及允许误差值,判定“符合”或“不符合”;其他凡与极限数值作比较的单项评定宜采用全数值比较法,判定“符合”或“不符合”。

第8.7条:凡与极限数值作比较的检测数据填写修约值,修约值数位与极限数值数位一致。检测报告应对所检测项目是否符合本标准及相关标准的规定做出明确的结论。

##### 2) QX/T 232—2019

第5.2.2条:计量单位与数值修约

第5.2.2.2条:建筑物和被保护物长宽高以及接闪器、引下线、接地体长度等大尺寸物体的计量单位为m(米);扁钢、圆钢、角钢、钢板厚度等计量单位为mm(毫米);电缆/线等截面的计量单位为mm<sup>2</sup>(平方毫米);电阻值计量单位为Ω(欧姆)。

增加第5.2.2.3条:雷电防护装置检测数据的计算和整理,当需要修约时,应按GB/T 8170—2008第3章给出的规则,确定修约间隔和进舍规则,不允许连续修约。修约值数位与极限数值数位一致。

第6.2.3.1条:检测内容的检测结果栏根据现场检测的数据进行填写,凡与极限数值作比较的检测数据填写修约值,应符合第5章的规定。

第6.2.3.2条:单项评定栏按照所对应的规范标准要点进行比较、判断,防雷装置的材料尺寸按照相应专业领域有关数值修约及允许误差值,填写“符合”或“不符合”;其他凡与极限数值作比较的宜采用全数值比较法,填写“符合”或“不符合”。

#### 深入阅读

张玉祥,李艳娜,马云海,等. 2017. 数值修约在防雷检测数据处理中的应用//第34届中国气象学会年会S19雷电物理和防雷新技术——第十五届防雷减灾论坛论文集. 郑州:中国气象学会.

林景星. 2011. 检测数据的修约研究与探讨. 中国测试, (37): 26-28.  
封跃鹏,孙自杰,高保国. 2015. 检测结果的数值修约和数据处理探讨. 理化检验(化学分册), (51): 1585-1589.

(作者单位:安徽省芜湖市气象局)