

中华人民共和国国家计量技术规范

国家计量检定规程编写规则

The rules for drafting national metrological
verification regulation

JJF1002—1998 (代替 JJF1002—1984)

归口单位：国家质量技术监督局计量司

主要起草单位：国家质量技术监督局计量司

四川省技术监督情报研究所

参加起草单位：中国测试技术研究院

本规范经国家质量技术监督局于1998年6月25日批准，并自1999年1月1日起施行。JJF1002—1998代替JJF1002—1984

本规范由国家质量技术监督局计量司负责解释。

本规范主要起草人：马彦冰（国家质量技术监督局计量司）

许期贤（四川省技术监督情报研究所）

陈红（国家质量技术监督局计量司）

参加起草人：陈远康（中国测试技术研究院）

王蓉爱（中国测试技术研究院）

目 次

1 范围.....	1387
2 引用文献.....	1387
3 总则.....	1387
4 规程的结构.....	1387
5 规程各部分的内容.....	1388
6 层次划分.....	1390
7 编辑细则.....	1391
附录 A 封面与封底格式	1395
附录 B 扉页格式	1397
附录 C 规程的字号和字体	1399
附录 D 层次编号示例	1400
附录 E 条文编排示例	1401
附录 F 误差分析实例	1403

本规则参照国际法制计量组织 (OIML) 技术工作导则第 2 部分《国际建议与国际文件的起草与表述规则》，并为适合我国国情，保留了 JJF1002—1984 中行之有效的内容。

1 范围

本规则适用于编写国家计量检定规程 (以下简称规程)。编写部门计量检定规程和地方计量检定规程可参照使用。当等同、等效采用国际建议时，其书写格式和方法可与被采用的国际建议一致。

2 引用文献

本规则引用下列文献：

《OIML 技术工作导则》OIML1993 年英文版

《不确定度表述导则》ISO1993 年英文版

《法制计量学名词和术语》OIML1997 年英文版

《国际通用计量名词和术语》BIPM1993 年英文版

《出版物上数字用法的规定》GB/T15835—1995

使用本规则时应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 总则

3.1 规程编写的一般原则

国家计量检定规程是为评定计量器具特性，由国务院计量行政部门组织制定并批准颁布，在全国范围内施行，作为确定计量器具法定地位的技术文件。为此，规程应做到

——符合国家有关法律、法规的规定；

——适用范围必须明确，在其界定的范围内，按需要力求完整；

——各项要求科学合理，并考虑操作的可行性及实施的经济性；

——根据国情，积极采用国际法制计量组织 (OIML) 发布的国际建议、国际文件及有关国际组织 (如 ISO、IEC 等) 发布的国际标准。

3.2 规程表述的基本要求

——文字表述应做到结构严谨、层次分明、用词确切、叙述清楚，不致产生不同的理解；

——所用的术语、符号、代号要统一，并始终表达同一概念；

——按国家规定表述计量单位名称与符号、量的名称与符号、误差和测量不确定度名称与符号；

——公式、图样、表格、数据应准确无误地按要求表述；

——相关规程有关内容的表述均应协调一致，不能矛盾。

4 规程的结构

规程应由以下部分构成：

封面扉页目录

引言

范围

引用文献

术语和计量单位

概述计量性能要求通用技术要求计量器具控制附录

注：凡有下划线的部分为必备章节。

5 规程各部分的内容

5.1 封面

封面的格式见附录 A。

规程的编号由其代号、顺序号和发布年号（四位数字）组成。

如 JJG ×××× - ××××

发布年号
顺序号
规程代号

规程的名称应简明、准确、规范、概括性强。

5.2 扉页

扉页的格式见附录 B。

5.3 目录

目录应列出章、第一层次的条和附录的编号、标题及所在页码。标题与页码之间用虚线连接。

5.4 引言

引言不编号，也无标题，用来对本规程作特殊说明，如采用国际建议、国际文件或国际标准时，说明其采用程度或情况。

5.5 范围

该部分用来说明规程的适用范围，以明确规定规程的主题及对该计量器具控制有关阶段的要求。如本规程适用于××计量器具（××量程范围）的定型鉴定、样机试验、首次检定、后续检定和使用中检验。

5.6 引用文献

列出规程正文中所引用的主要技术文献的编号、年号和名称。

最后应加注：“使用本规程时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本”。

5.7 术语和计量单位

当规程涉及国家尚未作出规定的术语时，应在本章给出必要的定义。

计量单位一律采用国家法定计量单位。

计量单位指规程中所描述的计量器具的主要计量特性的单位名称和符号，必要时可列出同类计量单位的换算关系。

5.8 概述

这部分主要是简述受检计量器具的原理、构造和用途（包括必要的结构示意图）。

5.9 计量性能要求

这部分应规定受检计量器具在计量器具控制各阶段中须满足的计量要求，如准确度等级、最大允许误差、测量不确定度、影响量、稳定性、干扰量等。

5.10 通用技术要求

这部分应规定为满足计量要求而必须达到的技术要求，如外观结构、防止欺骗、操作的适应性和安全性以及强制性标记和说明性标记等方面的要求。

5.11 计量器具控制

这部分规定对计量器具控制中有关内容的要求。计量器具控制可包括定型鉴定或样机试验、首次检定、后续检定以及使用中检验。

5.11.1 定型鉴定或样机试验

计量器具的定型鉴定或样机试验应按 JJG 1015—1990《计量器具定型通用规范》的要求编写。

5.11.2 首次检定、后续检定和使用中检验

首次检定的目的是为了确定新生产的计量器具其计量性能，是否符合其批准时型式所规定的要求。后续检定的目的是为了确定计量器具自上次检定，并在有效期内使用后，其计量性能是否符合所规定的要求。

后续检定包括有效期内的检定、周期检定以及修理后的检定。

经安装及修理后对计量器具计量性能有重大影响时，其后续检定原则上须按首次检定进行。

使用中检验的目的是为了检查计量器具的检定标记或检定证书是否有效，保护标记是否损坏，检定后的计量器具状态是否受到明显变动，及其误差是否超过使用中的最大允许误差。

5.11.2.1 检定条件

检定条件包括计量基准、计量标准、配套设备和环境条件等。

5.11.2.2 检定项目和检定方法

检定项目是指受检计量器具的受检部位和内容。

在确定首次检定、后续检定和使用中检验的检定项目时，由于目的不同，可根据实际情况酌情增减。规程中在规定的各种检定项目时可用“检定项目一览表”的形式列出。

示例：

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验

凡需检定的项目用“+”表示，不需检定的项目用“-”表示。

检定方法是对计量器具受检项目进行检定时所规定的操作方法、步骤和数据处理。检定方法的确定要有理论根据，并切实可行，必要时可举例说明。检定中所用的公式以及公式中使用的常数和系数都必须有可靠的根据。

5.11.3 检定结果的处理

检定结果的处理是指检定结束后对受检计量器具合格或不合格所作的结论。按照检定规程的规定和要求，检定合格的计量器具发给检定证书或加盖检定合格印；检定不合格的计量器具发给检定不合格通知书，并注明不合格项目。

检定证书的内页格式应加以规定，如检定条件、检定项目、检定结果、准确度等级、误差、测量不确定度及覆盖因子等。

5.11.4 检定周期

规程中一般应给出常规条件下的最长检定周期。

确定检定周期的原则是计量器具在使用过程中，能保持所规定的计量性能的最长时间间隔。即应根据计量器具的性能、要求、使用环境条件、使用频繁程度以及经济合理等其他因素具体确定检定周期的长短。

示例：××××检定周期一般不超过××××（时间）。

5.12 附录

附录是规程的重要组成部分。附录可包括：需要统一和特殊要求的检定记录格式、误差分析实例、定型鉴定、样机试验的试验报告格式、检定证书内页格式、检定不合格通知书内页格式及其他表格、推荐的试验方法、有关程序或图表以及相关的参考数据等。

6 层次划分

层次划分编号示例见附录D，其条文编排见附录E。

6.1 章

章在规程条文层次中是基本组成单元。

在规程中应该把“范围”作为第一章，章的编号使用阿拉伯数字，从1开始直至附录连续进行。

每一章均应有标题，放在编号之后，两者之间空一个汉字位置，单独成一行，与其后的条文分开。

6.2 条

条是章的有编号的细分单元。第一层次的条可进一步细分为第二层次有编号的条，并可根据需要细分到第三层次，但应避免过度

表1 层次 的名称

层次名称	编号示例
章	1, 2……
条（第一层次）	1.1, 1.2……
条（第二层次）	1.1.1, 1.1.2……
条（第三层次）	1.1.1.1, 1.1.1.2……
段	
附录	附录A, 附录B, …

地细分。

条应用阿拉伯数字编号(章、条号顶格编排,其后不加逗号、顿号或圆点),示例见附录 E。

每一章、条如不再细分条,就不应使用下一层次的编号来编条。每一个第一层次的条应给出一个标题,在编号之后空一个汉字位置再写标题,单独占一行,与其后的条文分开。其他层次的条有无标题可根据需要而定。没有标题时,在条的编号后空一个汉字位置接排条文。

6.3 段

段是章或条中一个不编号的层次。段的首行应在页面左边缩两格编排,移行时顶格排。

6.4 附录

每一个附录应另起一页编排。

附录应该用英语大写字母从 A 开始顺序编号,但去掉 I 和 O。“附录”一词后标注其顺序的字母。“附录×”位于左起顶格位置,再下一行居中排附录的标题。附录的章、条、表、图编号前面应加上该附录的编号。

7 编辑细则

7.1 脚注

脚注给出附加信息,但是对它们的使用应控制在最低限度。

脚注应位于该页的左下方,用一短细横线与正文分开,线长为版面宽度的四分之一。

脚注通常应用带圆圈的连续阿拉伯数字①、②、③等加以区分,每一页都从 1 开始重新编号。脚注在正文中的标注方法是在有关词或句子的右上角标明相同的数字①、②、③等。

7.2 条文中的注

条文中的注仅用于为理解条文所作的必要说明。其书写应另起一行,排在所说明的条文之后。

只有一条注时,标题“注:”后接排注释条文。如同时有一条以上注时,第一行为标题“注:”,从第二行开始编排注释条文,每条注用阿拉伯数字 1、2、3 等编号,另起一行书写。

标题“注:”应缩两格编排。当注释条文移行时,与其开始书写的文字位置齐平。

7.3 表注和图注

表注应放在有关表格的边框内。图注应放在有关图题下居中位置。对每个表格和每个图样的“注”使用单独的编号顺序。

7.4 列项说明

列项说明可用一个完整的句子开头,后加冒号(见示例 1);或者用一个句子的前半句开头,其后则不加冒号(见示例 2),而由其后的各列项说明使句子完整。

示例 1:

该规程给出了适用下列测量装置的要求:

——机动车加油机;

——未加载船舱的测量装置。

示例 2:

规程应做到

- 符合国家有关法律、法规的规定；
- 适用范围必须明确，在其界定的范围内，按需要力求完整；
- 各项要求科学合理，并考虑操作的可行性及实施的经济性；
- 根据国情，积极采用国际法制计量组织(OIML)发布的国际建议、国际文件及有关国际组织(如ISO、IEC等)发布的国际标准。

每条列项说明应加破折号，当列项说明移行时，应顶格编排。

7.5 表

7.5.1 编号

表应该用阿拉伯数字从1开始编号。其编号应独立于章和图的编号。只有一张表时，应标为“表1”。每张表都应在条文中提及，以明确其作用。

7.5.2 表号、表题的编排

表号和表题中间空一字。两者应放在表的上方居中位置，其编排如下例所示：

表1 计量性能要求

7.5.3 表头及表格画法

表栏中所使用的单位应标注在表头项目名称右方，表格画法采用封闭式，即要画边框线。

示例1：

类 型	线密度 kg/m	内直径 mm	外直径 mm

当表中所有单位都相同时，应将单位标在表的右上角，单位的最后一个字母（或文字）距表右边线空二字。

示例2：

类 型	长 度	内直径	外直径

mm

表中相邻两行（或两栏）的参数或文字内容相同时应以通栏表示。

表格中的数据，上下行的小数点和数字应对正。

表格中某栏内没有内容填写时，应以两个汉字长的短线表示。

7.5.4 表的接排

当表的长度超过一页时，应在每页重复表的编号，并在编号后加“（续）”。

续表均应编排表头。

7.6 图

7.6.1 图样

图样绘制和有关图形符号应准确、清楚，并符合国家有关技术制图和图形符号的规定。图样中只标注检定规程要求规定的尺寸、符号或必要的文字说明。

7.6.2 编号

图应用阿拉伯数字从 1 开始编号，其编号应独立于章和表的编号，只有一幅图时应标为“图 1”。每幅图都应在条文中提及，以明确其作用。

7.6.3 图题编排

图题应放在图的下方居中位置，其编排如下例所示：

图 1 仪器详图

7.6.4 符号的选择

图中用于表示通用的角度量和线性量的符号应遵循国家标准 GB3102.1—1993 的有关规定，必要时使用下标以区分给定符号的不同应用。

示例：描图时使用 L_1 、 L_2 、 L_3 等作为不同长度的符号系列，而不使用例如 A 、 B 、 C 或 a 、 b 、 c 等。

7.6.5 字体

插图上的字体应符合技术制图国家标准 GB/T14691—1993 的有关规定。

表示量的符号用斜体，表示单位的符号或外文缩写字母用正体；下角标也应遵循这一原则。

7.7 引用

应尽可能采取引用已公布的文献中特定部分的方法，而不要重复写出引用的原始材料。如果必须重复，则应以方括号的形式标出此材料的来源。

引用应采用以下的形式，而不引用页码。

7.7.1 提及规程自身

一般情况下，采用“本规程……”的这种方式提及。

7.7.2 引用正文中的某些条款

例如，用下列形式：

- “按第 3 章……”；
- “按 3.1……”；
- “按 3.1.1 给出的细则……”；
- “见附录 B”；

不必使用“条”字样。

7.7.3 引用表和图

规程中的每一张表和每一幅图均应在条文中提及。例如，用下列形式：

- “表 2 中给出……”；
- “（见表 2）”；
- “（见图 3）”。

7.7.4 引用其他文献

引用文献要具有权威性，篇幅不要过长，若篇幅长可放入附录。

在引用时，应标出其编号。

引用其他文献的具体条款时应使用 7.7.2 或 7.7.3 中给出的形式，同时在条号前标出所引用文献的编号。例如：按 JJG××××—×××× 中 3.1 的规定。

7.8 数学公式

7.8.1 方程式要用正确的数学形式来表示。其中用字母符号代表不同的量值,其意义解释应用下列形式写在公式的下面:

$$\frac{p_1}{p_2} = 1 + \eta \left[\frac{T_2 - T_1}{T_1} \right] \gamma / (\gamma - 1)$$

式中: p_1 ——进气压力, Pa;
 p_2 ——排气压力, Pa;
 η ——等熵效率;
 T_1 ——进气温度, K;
 T_2 ——排气温度, K;
 γ ——比热容量系数。

7.8.2 尽量避免符号的下标本身再带下标,可采用下脚点的方式隔开。

7.8.3 应对规程中的公式进行编号,以便于相互参照。应使用带圆括号的阿拉伯数字,从1开始连续编号。

示例:

$$X^2 + Y^2 = Z^2 \quad (1)$$

公式编号与章、表和图的编号无关。

7.9 数值的表述

规程中数值的表述应符合 GB/T15835—1995 的规定。

7.10 缩略语

应谨慎使用缩略语,仅限于在不会造成混乱的情况下使用。

如果规程中未给出缩略语一览表,则第一次使用某个缩略语时,应紧接缩略语后用圆括号给出完整的词。

7.11 数值和单位的标注

示例:

- 1 80mm×25mm×50mm (不应写成 80×25×50mm)
- 2 20℃±2℃或 (20±2)℃ (不应写成 20±2℃)
- 3 表示范围时,写成 63%~67%或 (63~67)% (不应写成 63~67%)

7.12 标点符号和简化汉字

规程中的标点符号,应符合 GB/T15834—1995 的有关规定。

规程中应采用国务院正式颁布的简化汉字,不用繁体字。

7.13 书眉线

规程的扉页到末页,每页均应加书眉线(每页均用阿拉伯数字从1开始连续编排页码),书眉线为通栏粗实线,在其上方居中位置书写规程编号。

7.14 终结线

整个规程的正文或所带的附录结束后,在版面的居中位置划一条粗实线作为终结线,其长度为版面宽度的四分之一。

7.15 规程的字体和字号

规程英文名称每个单词第一个字母应大写,介词和连词小写。

规程的字体和字号见附录 C。

附录 A

封面与封底格式

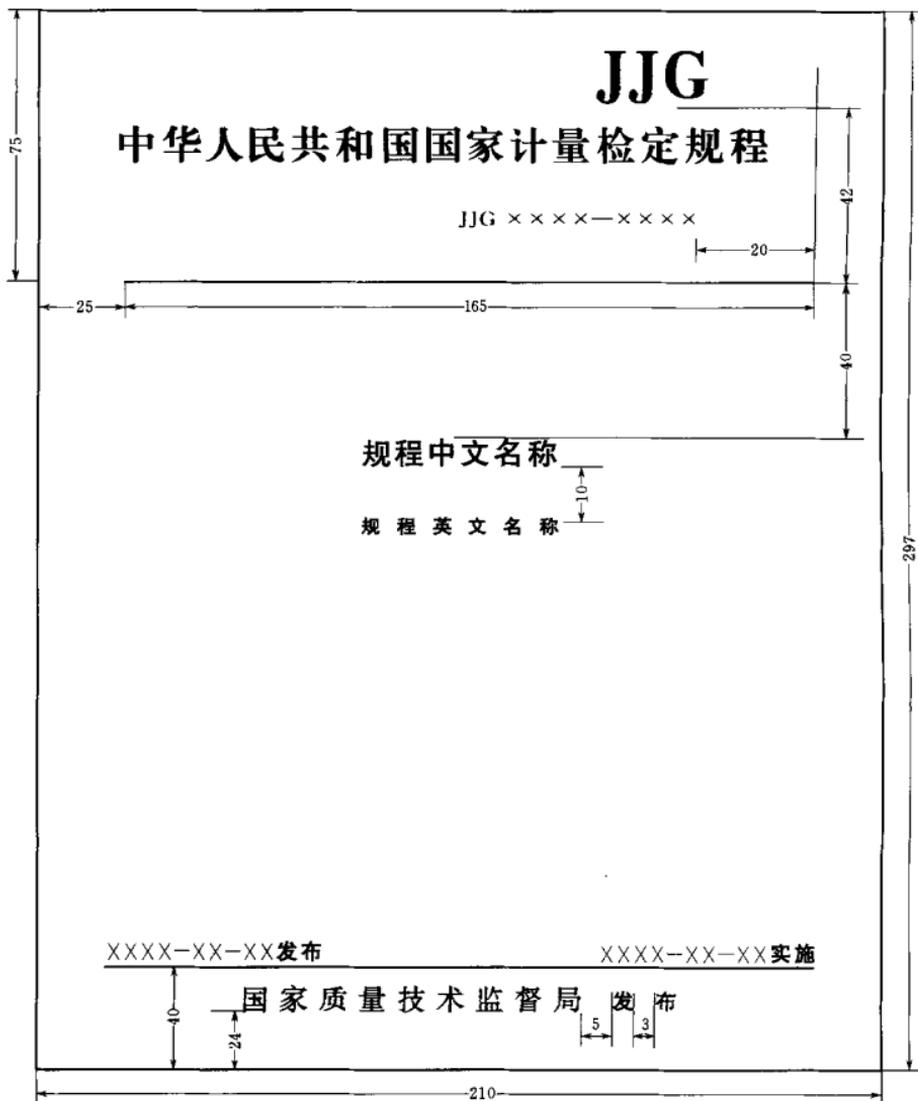


图 A1 国家计量检定规程封面格式

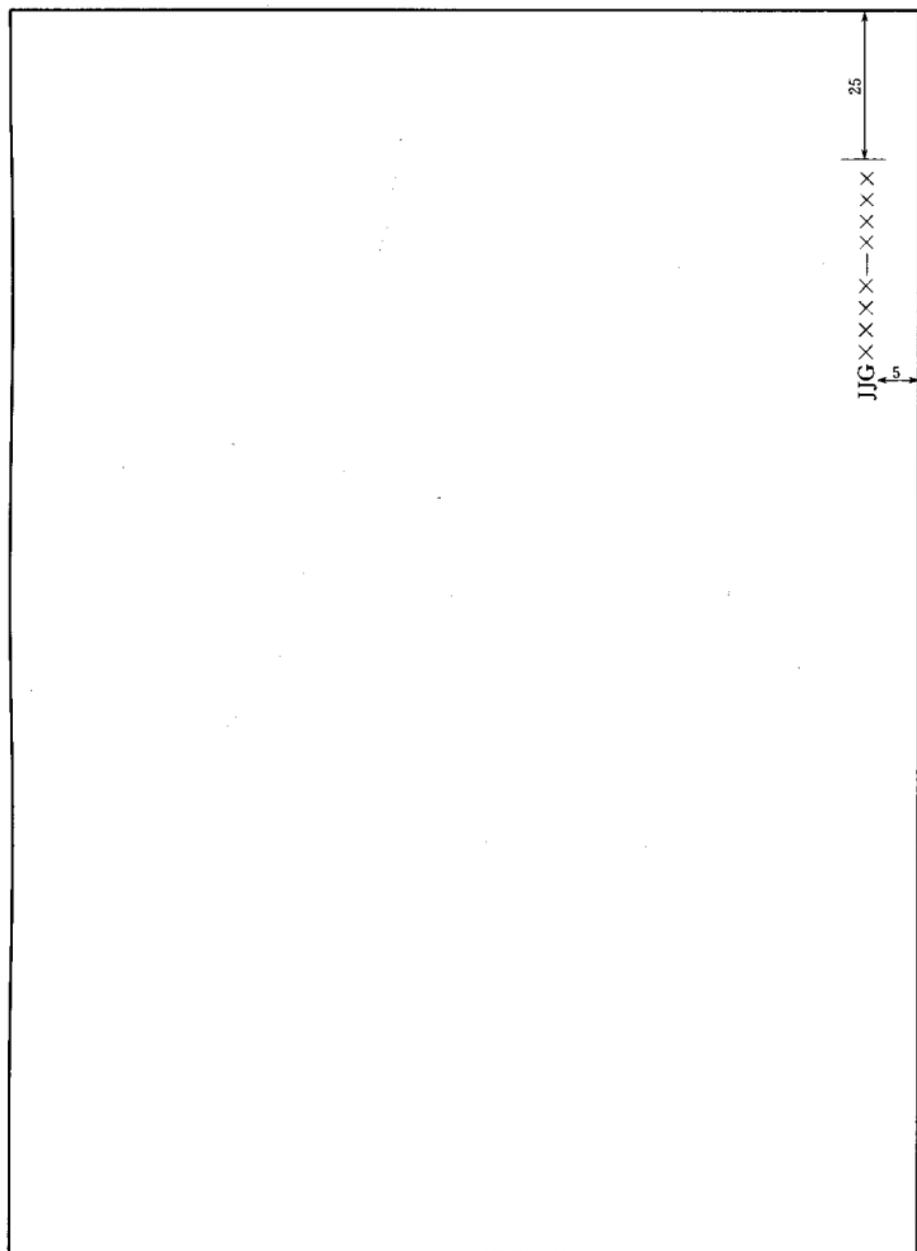


图 A2 封底格式

附录 B

扉 页 格 式

28	JJG××××—××××				
80	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">规程中文名称</td> <td style="text-align: center;">JIG ××××—××</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">规程英文名称</td> <td style="text-align: center;">代替 JIG ××××—××</td> </tr> </table>	规程中文名称	JIG ××××—××	规程英文名称	代替 JIG ××××—××
规程中文名称	JIG ××××—××				
规程英文名称	代替 JIG ××××—××				
185	<p>本规程经国家质量技术监督局××××年××月××日批准，并自××××年××月××日起施行。</p> <p>归口单位： 主要起草单位： 参加起草单位：</p>				
24	本规程委托×××××技术委员会负责解释。				

图 B1

JJG××××—××××

本规程主要起草人：

×××（起草人所在单位名称）

参加起草人：

×××（起草人所在单位名称）

图 B2

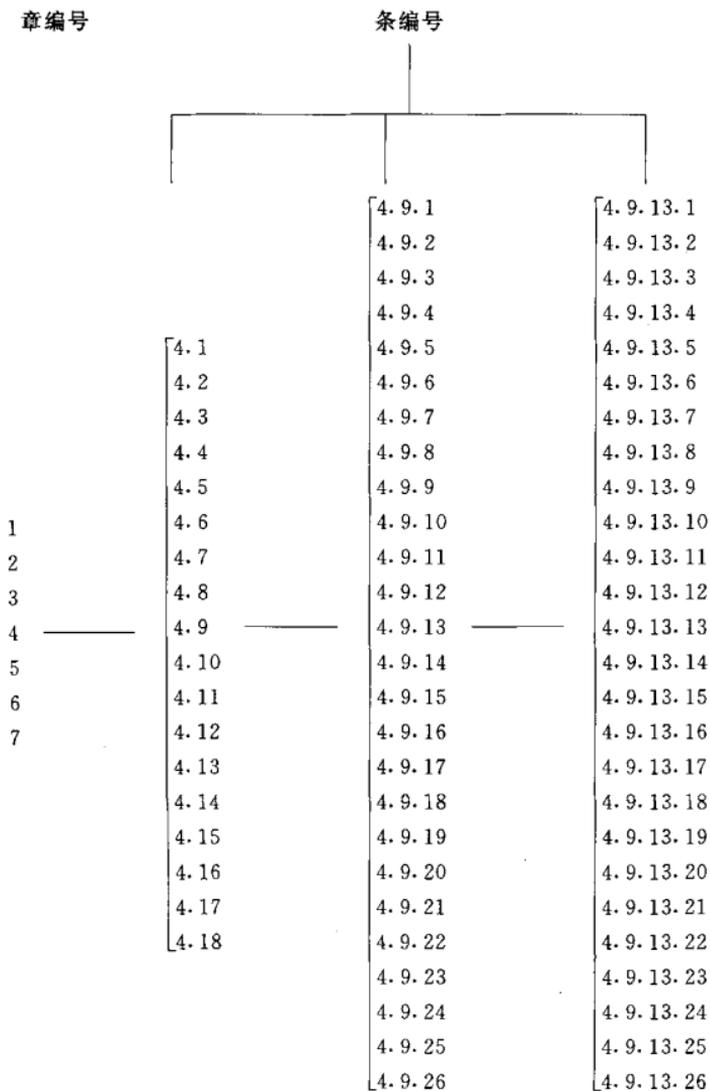
附录 C

规程的字号和字体

序号	名称	内 容	字体和字号
1	封 面	中华人民共和国国家计量检定规程	一号小标宋
		计量检定规程的代号标志	专用美术字
		规程编号 JJG××××-××××	四号黑体
		规程中文名称	一号黑体
		规程英文名称、发布和实施日期	四号黑体
		国家质量技术监督局	扁小标宋 2 号
		发布	四号黑体
2	扉 页	规程中文名称	一黑
		规程英文名称 规程编号 归口单位、主要起草单位、参加起草单位、主要起草人、参加起草人	四号黑体
		其余内容	四号宋体
3	目 录	目录	二号黑体
		目录内容	小四号宋体
4	各 页	书眉线上的规程编号	五号黑体
5	正文首页	规程名称	三号黑体
6	各 页	条文	小四号宋体
		章的编号和标题	小四号黑体
		图题及表格中文字	五号宋体
		图中文字、图注	小五号宋体
		表题	五号黑体
		条文中的注	五号仿体
		脚注	小五仿
7	附录	(第一行) 附录及其编号	四号黑体
		(第二行) 附录名称	四号黑体
8	封底	(右上角) 规程编号	四号黑体

附录 D

层次编号示例



附录 E

条文编排示例

(规程名称)

1 范围

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

2 (标题)^①

2.1 (标题)

2.1.1 [Redacted]

[Redacted]

2.1.2 [Redacted]

[Redacted]^②

2.2 (标题)

[Redacted]

[Redacted]

a) [Redacted]

[Redacted]

1) [Redacted]

2) [Redacted]

[Redacted]

① [Redacted]

[Redacted]

② [Redacted]

b)

[Redacted]

[Redacted]

注:

[Redacted]

[Redacted]

3 (标题)

3.1 (标题)

3.1.1 (标题)

[Redacted]

[Redacted]

3.1.2 (标题)

[Redacted]

[Redacted]

注:

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

注:

1 [Redacted]

2 [Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

3.2 (标题)

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

3.3 (标题)

3.3.1

3.3.2

注:

1

2

3

3.4 (标题)

附录 F

误差分析实例

用接触式干涉仪测量三等量块与二等标准量块之差,以确定被检三等量块的实际长度及其扩展不确定度,进而判断其是否符合最大允许误差或误差分散区间半宽的要求。

F.1 测量模型

$$L = L_S + hM\lambda/2d - L_S\alpha_S\Delta t - L_S\Delta\alpha(t - 20) - \delta_S(\Delta P_S) + \delta(\Delta p)$$

$$\Delta t = t - t_S \quad \Delta\alpha = \alpha - \alpha_S$$

式中:

t 、 α 、 L ——被检量块的温度、线性热胀系数和在 20℃时的中心长度;下角有“S”者为对应标准量块的值;

h ——干涉仪上的读数;

λ ——干涉仪分度时,滤光片的中心波长;

d —— M 个条纹宽度,检定时调到 $d = M\lambda/2w$, 所以, $w = M\lambda/2d$ (w : 干涉仪分度值);

$\delta(\Delta p)$ ——测点偏离被检量块中心所产生的误差,该值不能确知,其大小与对中心的偏离量 Δp 有关。

F.2 灵敏度系数或误差传递系数

$$C_1 = \partial L / \partial h = M\lambda/2d = w$$

$$C_2 = \partial L / \partial L_S = 1 - \alpha_S \Delta t - \Delta \alpha (t - 20) \approx 1$$

$$C_3 = \partial L / \partial \lambda = h w / \lambda$$

$$C_4 = \partial L / \partial d = - h w / d$$

$$C_5 = \partial L / \partial (\Delta \alpha) = - L_S (t - 20)$$

$$C_6 = \partial L / \partial (\Delta t) = - L_S \alpha_S$$

$$C_7 = \partial L / \partial \alpha_S = - L_S \Delta t$$

$$C_8 = \partial L / \partial \alpha = - L_S \Delta \alpha$$

$$C_9 = \partial L / \partial (\Delta p_S) = - \partial \delta_S / \partial (\Delta p_S)$$

$$C_{10} = \partial L / \partial (\Delta p) = \partial \delta / \partial (\Delta p)$$

设 $L_S \approx 100\text{mm}$, $\alpha_S \approx 11.5 \times 10^{-6}/\text{C}$, 则 $C_6 = -L_S \alpha_S = -1150\text{nm}/\text{C}$, 余类似。

F.3 标准不确定度

不确定度与量块的长度有关, 今以 100mm 量块为例, 由测量模型可算得被检量块的长度 $L = 100.000325\text{mm}$, 将其误差来源与不确定度列于表 F.1

表 F.1 误差分析表

i	x_i	a_i	k_i	$u(X_i)$	$ c_i $	$u_i(y)$	ν_i
1	干涉仪读数 h	—	—	0.092 格	100nm/格	9.2nm (A)	19
2	标准量块长度 L_S	100nm	2.76	36.2nm	1	36.2nm (B)	29
3	波长 λ	2nm	$\sqrt{3}$	1.2nm	1.80	2.2nm (B)	12
4	定标读数 d	0.28 格	$\sqrt{3}$	0.16 格	18.0nm/格	2.9nm (B)	8
5	两量块热胀系数差 $\Delta\alpha$	$2 \times 10^{-6}/\text{C}$	$\sqrt{6}$	$0.816 \times 10^{-6}/\text{C}$	$3 \times 10^{-7}\text{nm/C}$	24.5nm (B)	50
6	两量块温度差 Δt	0.04 C	$\sqrt{3}$	0.0231 C	1150nm/C	26.6nm (B)	50
7	线热胀系数 α_S	$1 \times 10^{-6}/\text{C}$	$\sqrt{3}$	$0.577 \times 10^{-6}/\text{C}$	$4 \times 10^6\text{nm/C}$	2.3nm (B)	12
8	量块温度 t	0.3 C	$\sqrt{3}$	0.173 C	100nm/C	17.3nm (B)	12
9	标准量块测点离心 Δp_S	0.707mm	$\sqrt{3}$	0.408mm	0.01774	7.2nm (B)	12
10	被检量块测点离心 Δp	0.707mm	$\sqrt{3}$	0.408mm	0.02956	12.1nm (B)	12

表 F.1 中:

i ——误差或不确定度来源的序号, $i=1, \dots, n$; 本例 $n=10$;

x_i ——测量模型中的第 i 个自变量或输入估计值;

a_i —— x_i 的误差分散区间半宽、最大允许误差、误差限、极限误差或扩展不确定度。区间 $[-a_i, a_i]$ 具有的置信水平一般应在 $1 \sim 0.95$;

k_i ——覆盖因子或置信因子;

$u(x_i) = a_i/k_i$ ——输入 B 类标准不确定度。若用统计方法获得时, 称为 A 类标准不确定度;

c_i ——灵敏度系数;

$u_i(y) = |c_i| u(x_i)$ ——输出标准不确定度分量, 其中 y 即为测量模型中的 L ;

ν_i ——自由度。自由度为正整数, 凡计算得到时, 一般舍弃小数取整。

例如：对同一量进行 20 次测量而算得的测量不确定度，其自由度 $\nu_1 = 20 - 1 = 19$ ， $\nu_2 = 29$ 是由检定证书查得。估计 $u(x_3) = u(\lambda) = 1.2\text{nm}$ 的不可靠性为 20%，即指 $u(\lambda)$ 的相对标准不确定度为 0.20 ($a_3 = 2\text{nm}$ 的相对标准不确定度亦为 0.20)，于是根据相对标准不确定度按公式

$$\nu_j = \frac{1}{2[u(a_j)/a_j]^2} \quad \text{求得 } \nu_3 = \frac{1}{2(0.20)^2} = 12$$

余类似。

F.4 合成标准不确定度

各 x_i 或 x_j 的误差彼此独立，所以，合成标准不确定度 u_c 及其自由度 ν 分别由下式计算：

$$\begin{aligned} u_c(y) &= [u_1^2(y) + u_2^2(y) + \cdots + u_n^2(y)]^{1/2} \\ &= (9.2^2 + 36.2^2 + 2.2^2 + 2.9^2 + 24.5^2 + 26.6^2 + \\ &\quad 2.3^2 + 17.3^2 + 7.2^2 + 12.1^2)^{1/2} \\ &= 56.7\text{nm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \nu &= \nu_{\text{eff}} = \frac{u_c^4(y)}{\frac{u_1^4(y)}{\nu_1} + \frac{u_2^4(y)}{\nu_2} + \cdots + \frac{u_n^4(y)}{\nu_n}} \\ &= \frac{(9.2^2 + 36.2^2 + 2.2^2 + 2.9^2 + 24.5^2 + 26.6^2 + 2.3^2 + 17.3^2 + 7.2^2 + 12.1^2)^2}{\frac{9.2^4}{19} + \frac{36.2^4}{29} + \frac{2.2^4}{12} + \frac{2.9^4}{8} + \frac{24.5^4}{50} + \frac{26.6^4}{50} + \frac{2.3^4}{12} + \frac{17.3^4}{12} + \frac{7.2^4}{12} + \frac{12.1^4}{12}} \\ &= \frac{(\sqrt{3218.97})^4}{86299.43} = 120 \end{aligned}$$

F.5 扩展不确定度

给定置信水平 0.99 和算得的自由度 120，查 t 分布表得覆盖因子

$$k = t_{0.99}(120) = 2.62$$

于是扩展不确定度

$$U = 2.62 \times 56.7 = 149\text{nm}$$

F.6 报告结果

不确定度只用 1~2 位数字表达，测量结果与其对齐，截断，修约。故取 $U = 0.15\mu\text{m}$ ， $L = 100.00032\text{mm}$ 。

报告结果：

$$L = 100.00032\text{mm}, U = 0.15\mu\text{m}, k = 2.62, \nu = 120, p = 0.99$$

或者

$$L = (100000.32 \pm 0.15)\mu\text{m}, k = 2.62, \nu = 120, p = 0.99$$

有些情况很难或无须求出自由度，则 ν 和 p 也可暂不报告。

F.7 误差分散区间半宽

类似上述方法，也可得到对应不同量块长度的扩展不确定度。我国规程规定用 (0.1+

L_0) μm 表示三等量块长度测量误差的合格界限, 该值实际为误差分散区间半宽, 其中名义值 L_0 以 mm 为单位, 见表 F.2。

表 F.2 误差分散区间半宽

L_0 (mm)	u_c (μm)	ν	p	t_p (ν)	k	U (nm)	$a = (0.1 + L_0) \times 10^3$ (nm)
100	56.7	120	0.99	2.62	2.7	153	200
50	37.4	88	0.99	2.64	2.7	101	150
10	25.5	62	0.99	2.67	2.7	69	110
0.5	23.8	62	0.99	2.67	2.7	64	100