

ICS 17.040.30

J 42

备案号:

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 10313-201×

代替 JB/T 10313-2002

量块检验方法

Test method of gauge blocks

(报批稿)

201×-××-××发布

201×-××-××实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

- 前言
- 1 范围
- 2 规范性引用文件
- 3 术语和定义
- 4 检验基准
 - 4.1 长度单位：米
 - 4.2 溯源性
 - 4.3 标准温度和标准气压
 - 4.4 标准姿态
 - 4.5 检验条件偏离标准的处理
- 5 材料特性
 - 5.1 材料
 - 5.2 线膨胀系数
 - 5.3 弹性模数和密度
- 6 检验条件
 - 6.1 测量不确定度
 - 6.2 温湿度条件
 - 6.3 等温时间
 - 6.4 检验项目
- 7 检验建议（批量、同规格量块的检验）
 - 7.1 检验流程
 - 7.2 要求
- 8 检验
 - 8.1 测量面的表面粗糙度
 - 8.2 测量面的平面度
 - 8.3 量块长度和长度变动量
 - 8.4 测量面的研合性
 - 8.5 量块线膨胀系数
 - 8.6 尺寸稳定性
 - 8.7 测量面硬度
 - 8.8 测量面和侧面外观缺陷
 - 8.9 量块上标志及支承位置线
 - 8.10 侧面相对于测量面的垂直度和相邻侧面间夹角
 - 8.11 量块截面及连接孔尺寸
 - 8.12 倒棱尺寸及均匀性
 - 8.13 侧面及棱的表面粗糙度
 - 8.14 侧面平面度和侧面平行度
 - 8.15 成套包装

附录 A (资料性附录) 量块长度的测量

- A.1 量块长度光波干涉方式的直接测量法
- A.2 量块长度的比较测量法
- A.3 长度测量方法的选用

前 言

本标准的适用范围、技术要求等与GB/T 6093—2001《几何量技术规范(GPS) 长度标准 量块》一致。本标准主要针对成批生产的量块检验，因此检验器具和检验方法与JJG146—2003《量块检定规程》有所区别；当售出量块发生质量争议时，应采用JJG146—2003《量块检定规程》方法检验判定。

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准代替JB/T 10313—2002《量块检验方法》。

本标准与JB/T 10313—2002相比，主要变化如下：

- 强调成批量块的检验，并且立足于比较测量；
- 按量块精度的重要程度调整了受检项目的数量及重要度分类；
- 将受检项目所用检验设备及不确定度尽可能列表给出；
- 受检项目按技术要求、检验方法单项直接编出；
- 增加了对非钢制量块的机械性能要求；
- 增加了“检验条件”及“检验建议”；

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国量具量仪标准化技术委员会（SAC/TC 132）归口。

本标准负责起草单位：成都成量工具集团有限公司。

本标准参加起草单位：哈尔滨量刃具集团有限责任公司、中国计量科学研究院。

本标准主要起草人：卞宙、罗旭东、张伟、刘香斌、董玉文。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- JB/T 10313-2002。

量块检验方法

1 范围

本标准规定了标称长度从 0.5mm~1000mm 的 K 级（校准级）和 0 级、1 级、2 级和 3 级截面形状为矩形的长方体量块（以下简称“量块”）的术语和定义、检验基准、材料特性、检验条件、检验方法等。

本标准适用于成批生产的量块逐批检查和周期检查的检验质量评定。若售出量块质量发生争议时，应按 JJG146—2003《量块检定规程》中规定的检验方法及参数检验判定。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文中的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 6093—2001 几何量技术规范(GPS) 长度标准 量块

JJG 146—2003 量块检定规程

3 术语和定义

GB/T 6093-2001 中界定的术语和定义适用于本文件。

4 检验基准

4.1 长度单位：米

米等于光在真空中 $1/299\,792\,458$ 秒时间间隔内所经路径的长度（1983 年第十七届国际计量大会通过）。本定义是通过国际计量委员会(CIPM)推荐的标准波长来实现的。

4.2 溯源性

若通过一组已知测量不确定度的连续不中断的比较测量，使测量结果能与用合适的光波波长作标准，通过光波干涉法校准过的量块的长度相关，则测得的量块长度可溯源到国家长度基准或国际长度基准上。

4.3 标准温度和标准气压

量块的标称长度和测得的量块长度是指量块在标准温度 20℃和标准大气压力 101 325Pa 时的长度。在正常大气压（即气压与标准大气压相差不大）状态下，气压的偏差所带来的对量块长度的影响可忽略不计。但在使用真空或可变气压的量块干涉仪，或由于海拔较高致使大气压力过低时需要考虑。

4.4 标准姿态

标称长度小于或等于 100mm 的量块，测量或使用其长度时，量块的轴线应垂直或水平安装。

标准长度大于 100mm 的量块，测量或使用其长度时，量块的轴线应水平安装。这时，量块在无附加应力的情况下，用两个合适的支承点分别支承在距量块两端测量面各为 $0.211 \times l_n$ 处一个较窄的侧面上。

注： l_n 为量块的标称长度。

4.5 检验条件偏离标准的处理

如果量块检验时的条件与 4.3 和 4.4 的规定不相同，其测量结果应作相应的修正。

5 材料特性

5.1 材料

量块应由优质钢或理化性能稳定、精确高密度的能被精加工成容易研合表面的其它非钢质耐磨材料制造。

5.2 线膨胀系数

当温度在 10℃~30℃ 范围内，钢制量块的线膨胀系数应为 $(11.5 \pm 1.0) \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ 。对于 K 级钢制量块和所有各级非钢制量块均应提供线膨胀系数及其测量不确定度。

5.3 弹性模数和密度

所有各级非钢制量块均应提供材料的弹性模数和密度。

6 检验条件

6.1 测量不确定度

检验量块长度时，检定设备及标准量块的选择原则是检后量块的测量不确定度不应大于表 1 规定。

表1

待检量块级别	测量不确定度 U (μm)	标准量块等别
K级, 0级	$0.05 + 0.5 \times 10^{-3} \times l_n$	2
1级	$0.10 + 1.0 \times 10^{-3} \times l_n$	
2级	$0.20 + 2.0 \times 10^{-3} \times l_n$	3
3级	$0.50 + 5.0 \times 10^{-3} \times l_n$	

注： l_n 为量块的标称长度，单位：mm。

6.2 温湿度条件

在标准温度下测量：温度变化梯度不大于 0.2 °C/h；空气相对湿度（50~70）%。

6.3 等温时间

被检量块应保证具有足够的等温时间。被检量块先在等温平板上等温一定时间后，再在测量仪器工作台上与标准量块贴合在一起进行等温，等温时间见表 2 的规定。

表2

量块的标称长度 l_n (mm)	等温时间	
	在等温平板上 (h)	在测量仪器工作台上 (min)
$l_n \leq 2$	2	5
$2 < l_n \leq 10$	4	15
$10 < l_n \leq 30$	6	18
$30 < l_n \leq 60$	8	20

表2 (续)

量块的标称长度 l_n (mm)	等温时间	
	在等温平板上 (h)	在测量仪器工作台上 (min)
$60 < l_n \leq 100$	11	25
$100 < l_n \leq 500$	15	35
$500 < l_n \leq 1000$	18	50

6.4 检验项目

检验项目及检验设备、检验样本大小见表3的规定。

表3

序号	检验项目	重要度分类	检验设备	检验样本大小
1	测量面的表面粗糙度	A	表面粗糙度比较样块: $Ra(0.01 \pm 0.0014)\mu\text{m}$ 、 $Ra(0.016 \pm 0.0022)\mu\text{m}$ (或表面粗糙度测量仪)	全检
2	测量面的平面度	A	直径 $\geq 45\text{mm}$ 、厚度 $\geq 11\text{mm}$ 的1级光学平面平晶	全检
3	量块长度、长度变动量	A	分辨力为 $0.01\mu\text{m}$ 的电脑比较仪; 刻度尺分度值为 $0.1\mu\text{m}$ 的立式接触干涉仪, 或相应准确度的光学、电感、电容式比较仪; 2等、3等标准量块	全检
4	测量面的研合性	A	直径 $\geq 45\text{mm}$ 、厚度 $\geq 11\text{mm}$ 的1级光学平面平晶	抽检
5	量块线膨胀系数	A'	分辨力为 $0.01\mu\text{m}$ 的电脑比较仪; 刻度尺分度值为 $0.1\mu\text{m}$ 的立式接触干涉仪, 或相应准确度的光学、电感、电容式比较仪; 2等、3等标准量块	抽检
6	尺寸稳定性	A'	分辨力为 $0.01\mu\text{m}$ 的电脑比较仪; 刻度尺分度值为 $0.1\mu\text{m}$ 的立式接触干涉仪, 或相应准确度的光学、电感、电容式比较仪; 2等、3等标准量块	周期检定
7	测量面硬度	B	示值最大允许误差 $\pm 3\%$ 的维氏硬度计 (或示值最大允许误差1HR的洛氏硬度计)	抽检
8	测量面、侧面外观缺陷	B	5倍放大镜	全检
9	量块上标志及支承位置线	B	分度值/分辨力为 0.02mm 的卡尺	全检
10	侧面相对于测量面的垂直度、相邻侧面间夹角	B	刀口角尺、塞尺、1级检验平板、分度值为 $2'$ 的万能角度尺	抽检
11	量块截面及连接孔尺寸	C	分度值/分辨力为 0.02mm 的卡尺	抽检
12	倒棱尺寸及均匀性	C	工具显微镜、读数放大镜	抽检
13	侧面及棱的表面粗糙度	C	表面粗糙度比较样块: $Ra(0.32 \pm 0.045)\mu\text{m}$ 、 $Ra(0.63 \pm 0.088)\mu\text{m}$, (或表面粗糙度检查仪)	抽检

表3(续)

序号	检验项目	重要度分类	检验设备	检验样本大小
14	侧面平面度、侧面平行度	C	1级桥形平尺、塞尺、分度值/分辨力为0.01mm的千分尺	抽检
15	成套包装	C		抽检

注：类别 A 在成品定级时检验；类别 B、C 在工序中检验；类别 A' 为特性值检验。

7 检验建议（批量、同规格量块的检验）

7.1 检验流程

测量面和侧面外观→测量面的表面粗糙度→测量面的平面度→选级别→复检级别。

7.2 要求

7.2.1 检测出测量面的表面粗糙度不低于 1 级的量块。

7.2.2 检测出测量面的平面度不低于 1 级的量块；标称长度小于或等于 2.5mm 的量块平面度，宜在加工工序中进行检验。

7.2.3 依据量块长度、长度变动量要求，先用 3 等标准量块普检分级后，再用 2 等标准量块核准 0 级、1 级量块；并从中挑选 K 级量块（重点选 K 级的长度变动量）。K 级量块可用“双频激光干涉仪”或“柯式激光干涉仪”抽检验证。

7.2.4 复检级别：依据所检量块测量面的表面粗糙度、测量面的平面度值按相应级别要求最终确定级别。

8 检验

8.1 测量面的表面粗糙度

8.1.1 技术要求

量块测量面的表面粗糙度应符合 GB/T 6093-2001 中表 3 的规定。

8.1.2 检验方法

测量面的表面粗糙度检测：主要应以与相对应的表面粗糙度比较样块（建议使用经权威机构检定的、符合 GB/T 6093-2001 中表 3 规定的测量面的表面粗糙度要求、加工痕迹相同的同材质量块）目测比对。有争议时，用表面粗糙度检查仪检测。

8.2 测量面的平面度

8.2.1 技术要求

在非研合状态下，量块测量面的平面度误差应符合表4的规定。

表4

量块的标称长度 l_n (mm)	平面度公差 t_f (μm)			
	K 级	0 级	1 级	2 级、3 级
$l_n \leq 1.5$	2.7			
$1.5 < l_n \leq 2.0$	1.8			
$2.0 < l_n \leq 2.5$	0.5			
$2.5 < l_n \leq 150$	0.05	0.10	0.15	0.25

表4(续)

量块的标称长度 l_n (mm)	平面度公差 t_f (μm)			
	K 级	0 级	1 级	2 级、3 级
$150 < l_n \leq 500$	0.10	0.15	0.18	0.25
$500 < l_n \leq 1000$	0.15	0.18	0.20	

测量面上距侧面 0.8mm 的边缘区域的平面度不计，该区域不得高于测量面的其余部分。

8.2.2 检验方法

a) 量块测量面的平面度采用技术光波干涉方式测量，检测时使用直径不小于45mm，厚度不小于11mm的玻璃、石英或其他透明的耐磨材料制成的1级平面平晶。

b) 对于平面度数值较小的量块测量面，应保证使平晶与量块测量面之间形成很小的尖劈形空气层，在白光（或单色光）照明下，由平行于量块测量面长、短两边和两对角线等四个方向观测干涉条纹图像，并以相邻两干涉条纹间隔 M 为单位，读出干涉条纹的弯曲度 m/M 。

注：在对弓形的干涉条纹引线读取弯曲度时，应注意到所引的弦线必须通过干涉条纹的中线与量块测量面上距侧面 0.8mm 并与侧面相平行的线的相交点。

若干涉条纹皆为同向弯曲，则取上述 4 个 m/M 中数值最大者，计算该测量面的平面度误差 f_d （见公式(1)）。

$$f_d = \frac{m}{M} \frac{\lambda}{2} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

f_d ——测量面的平面度误差，单位为 μm ；

m/M ——干涉条纹的弯曲度；

m ——弓形干涉条纹中线在有效弧上的矢高，单位为 mm；

M ——干涉条纹的间隔，即相邻两干涉条纹之间的距离，单位为 mm；

λ ——所采用光源的波长，单位为 μm 。

若量块测量面在平行于测量面长、短两边（或两对角线）方向测得的干涉条纹是异向弯曲的，则将两个弯曲度数的绝对值相加，计算该测量面的平面度误差应是合成值 f_{dc} （见公式(2)）。

$$f_{dc} = \left(\left| \frac{m_1}{M} \right| + \left| \frac{m_2}{M} \right| \right) \times \frac{\lambda}{2} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

f_{dc} ——测量面的合成平面度误差，单位为 μm ；

$\frac{m_1}{M}$ 和 $\frac{m_2}{M}$ ——分别为干涉条纹凸起和凹陷的弯曲度；

λ ——所采用光源的波长，单位为 μm 。

c) 对于平面度数值较大的量块测量面，使平晶的测量面与量块凸起的测量面相接触，并使其中一个干涉条纹的中线与量块测量面上距左侧面0.8mm的平行线相重合，向右读出干涉条纹整数部分的条数 N ，

然后以干涉条纹间隔 M 为单位, 读出第 N 条中线向右到测量面上距右侧面距离为 0.8mm 平行线之间的距离 m/M , 计算该测量面的平面度误差 f_d (见公式(3))。

$$f_d = \frac{1}{2} \left(N + \frac{m}{M} \right) \times \frac{\lambda}{2} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

f_d ——测量面的平面度误差, 单位为 μm ;

N ——干涉条纹的整数部分条数;

m/M ——干涉条纹的弯曲度;

m ——弓形干涉条纹中线在有效弧上的矢高, 单位为 mm ;

M ——干涉条纹的间隔, 即相邻两干涉条纹之间的距离, 单位为 mm ;

λ ——所采用光源的波长, 单位为 μm 。

d) 对于标称长度小于和等于 2.5mm 的量块, 在非研合状态下的测量面的平面度可使用直径 45mm , 厚度 11mm 的玻璃、石英或其他透明的耐磨材料制成的一级平晶与量块测量面长边以 30° 楔角进入接触, 并沿测量面切向轻轻移动(原则上作用于测量面的垂直力仅有平晶重力), 透过平晶看研合面上干涉条纹数判断平面度。

8.3 量块长度和长度变动量

8.3.1 技术要求

量块长度和长度变动量应符合 GB/T 6093-2001 中表 4 的规定。

8.3.2 检验方法

各级量块的长度、长度变动量可选用光学、电感、电容式的比较仪及其相应的高等别的标准量块, 采用比较法测量, K级的长度变动量应使用分辨力为 $0.01\mu\text{m}$ 的电脑比较仪或相应准确度的其它仪器检测。

长度变动量是在量块测量面上测量五点, 取五点中最大与最小长度之差值作为量块的长度变动量, 该五点的位置为测量面的中点和四角(距量块两相邻侧面同为 1.5mm)的点。

8.4 测量面的研合性

8.4.1 技术要求

量块测量面的研合性要求应符合 GB/T 6093-2001 中 7.6 的规定。

8.4.2 检验方法

选择1级平面平晶与量块测量面相互接触并沿测量面切向轻轻移动, 透过平晶看到研合面上干涉条纹变宽并逐渐消失时, 稍向研合面的法向和切向加力移动使其研合, 观测其光斑和色彩, 应符合GB/T 6093-2001中7.6的规定。

8.5 量块线膨胀系数

8.5.1 技术要求

量块的线膨胀系数应符合 GB/T 6093-2001 中 6.2 的规定。

8.5.2 检验方法

检验方法与量块长度的检验方法相同(见8.3.2)。要求: 用比较仪与线膨胀系数标准样块的长度在不同温度点相比较, 测得它们之间的的长度差值用公式(4)进行计算。

$$\alpha = \frac{\alpha_s l_{s1}}{l_1} + \frac{r_2 - r_1}{l_1(t_2 - t_1)} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- α_s —— 标准样块的线膨胀系数, 单位为 K^{-1} ;
 l_{s1} —— 标准样块在温度为 t_1 时的长度, 单位为mm;
 l_1 —— 被测量块在温度为 t_1 时的长度, 单位为mm;
 r_1 —— 被测量块与标准样块在温度为 t_1 时测得的长度之差, 单位为mm;
 r_2 —— 被测量块与标准样块在温度为 t_2 时测得的长度之差, 单位为mm;
 t_1 、 t_2 —— 温度, 单位为 $^{\circ}C$ 。

8.6 尺寸稳定性

8.6.1 技术要求

量块长度的最大允许年变化量应符合 GB/T 6093-2001 中 6.3 的规定。

8.6.2 检验方法

检验方法与量块长度的检验方法相同(见8.3.2)。以被测量块检定为成品开始, 隔半年检一次, 其年检与初检的中心长度 l_c 尺寸之差, 不应超过GB/T 6093-2001中表2规定的允许值(半年检与初检的中心长度尺寸之差应作为尺寸稳定性重要参考值)。

注:钢制材料淬火后, 半年内尺寸稳定性变化较大, 建议标称长度 l_n 大于60mm的 K、0 级钢制量块自然存放半年(或材料淬火后至销售, 间隔时间不少于9个月)。

8.7 测量面硬度

8.7.1 技术要求

量块的测量面硬度应符合 GB/T 6093-2001 中 6.4 的规定。

8.7.2 检验方法

定批(钢制量块按淬火批, 非钢制量块按来料批)用维氏(或铬氏)硬度计进行抽样检定。

8.8 测量面和侧面外观缺陷

8.8.1 技术要求

8.8.1.1 测量面

量块的测量面不应有影响使用的划痕、碰伤和锈蚀等缺陷; 在不影响研合质量和尺寸精度的情况下, 允许有无毛刺的精研痕迹。

非钢制量块的测量面四角(距量块两相邻侧面同为 2.5mm 距离范围内)及中部直径为 6mm 区域, 不得有气孔和夹杂等缺陷; 在其它区域跨径小于 0.05mm 不影响研合质量的气孔和夹杂总数量应不超过 5 个。

8.8.1.2 侧面

侧面不应有碰伤和锈蚀等外部缺陷。

8.8.2 检验方法

目测(必要时测量面可借助5倍放大镜)。

8.9 量块上标志及支承位置线

8.9.1 技术要求

量块上标志及支承位置线位置应符合 GB/T 6093-2001 中 9.1 的规定, 每块量块上均应标记编号。

8.9.2 检验方法

目测字型是否清晰、美观; 用分度值/分辨力为0.02mm的卡尺测量标志字高及支承位置线位置尺寸。

8.10 侧面相对于测量面的垂直度和相邻侧面间夹角

8.10.1 技术要求

侧面相对于测量面的垂直度和相邻侧面间夹角应符合 GB/T 6093-2001 中 7.5.3 的规定。

8.10.2 检验方法

标称长度至100mm的量块应将两测量面分别放置在检验平板上用直角尺和塞尺检测各侧面相对于测量面的垂直度；标称长度大于100mm的量块的检验按JJG146—2003检定规程方法检测。侧面间的垂直度用分度值为2' 的万能角度尺测量。

8.11 量块截面及连接孔尺寸

8.11.1 技术要求

量块截面及连接孔尺寸应符合 GB/T 6093-2001 中 5 的规定。

8.11.2 检验方法

用分度值/分辨力为0.02mm的卡尺检验。

8.12 倒棱尺寸及均匀性

8.12.1 技术要求

量块的棱边应符合 GB/T 6093-2001 中 7.7 的规定。

8.12.2 检验方法

目测。发生争议时可采用读数放大镜或工具显微镜测量。

8.13 侧面及棱的表面粗糙度

8.13.1 技术要求

侧面及棱的表面粗糙度应符合 GB/T 6093-2001 中表 3 的规定。

8.13.2 检验方法

与表面粗糙度比较样块目测比对（或表面粗糙度检查仪）。

8.14 侧面平面度和侧面平行度

8.14.1 技术要求

侧面平面度： $l_n \leq 100\text{mm}$ 的量块，其侧面平面度公差为 $30\mu\text{m}$ ； $l_n > 100\text{mm}$ 的量块，其侧面平面度公差按公式： $30\mu\text{m} + 30 \times 10^{-6} \times l_n$ 计算得出。

注：因特定检测方法的影响，侧面平面度公差在GB/T 6093-2001中7.5.1的规定基础上压缩了25%。

侧面平行度应符合GB/T 6093-2001中7.5.2的规定。

8.14.2 检验方法

侧面平面度：将量块任一侧面放在桥形平尺上，用塞尺测量贴合面的四边，以确定该侧面的平面度： $l_n \leq 100\text{mm}$ 的量块，其测得的值不超过 $30\mu\text{m}$ ； $l_n > 100\text{mm}$ 的量块，其测得的值不超过公式： $30\mu\text{m} + 30 \times 10^{-6} \times l_n$ 的计算值，以此法分别测量出其它侧面的平面度。

侧面平行度：侧面平面度检验合格后，用千分尺分段测量侧面数点：窄面： $l_n \leq 100\text{mm}$ 测2点； $100\text{mm} < l_n \leq 500\text{mm}$ 测3点； $500\text{mm} < l_n \leq 1000\text{mm}$ 测4点；宽面： $l_n \leq 100\text{mm}$ 测4点， $100\text{mm} < l_n \leq 500\text{mm}$ 测6点； $500\text{mm} < l_n \leq 1000\text{mm}$ 测8点。其最大最小值之差定为平行度值，该值不应超出GB/T 6093-2001中7.5.2的规定。

8.15 成套包装

8.15.1 技术要求

成套量块包装盒上应标明：产品名称、制造厂名或商标、级别。盒内应有：标记量块的尺寸片，产品的合格证、产品合格证上应标有本标准号，成套量块的级别和出厂序号。非钢制量块还应在包装盒上或产品合格证上标注材料名称（或代号）、弹性模数、线膨胀系数和密度。

8.15.2 检验方法

目测。

附录 A
(资料性附录)
量块长度的测量

A.1 量块长度光波干涉方式的直接测量法**A.1.1 干涉条纹小数部分重合方式的直接测量法**

A.1.1.1 干涉条纹小数部分重合方式的直接测量法测量量块长度时, 被测量块在 20℃时对其标称长度的偏差 e 按公式(A.1)计算。

$$e = C_0 + C_1 + C_2 + C_3 + C_4 \dots\dots\dots(A.1)$$

式中:

- e ——被测量块在 20℃时对其标称长度的偏差, 单位为 μm ;
- C_0 ——测量状态下, 被测量块对其标称长度的偏差, 单位为 μm ;
- C_1 ——长度测量时, 环境温度、大气压力和湿度偏离标准状态所应引入的修正量, 单位为 μm ;
- C_2 ——长度测量时, 由于被测量块温度偏离 20℃所应引入的修正量, 单位为 μm ;
- C_3 ——长度测量时, 由于与被测量块相研合的辅助面材料、表面质量与量块不同所应引入的修正量, 单位为 μm ;
- C_4 ——长度测量时, 由于进光隙缝不是位于光轴焦平面上严格的几何点光源而应引入的修正量, 单位为 μm 。

A.1.1.2 采用干涉条纹小数部分重合的方式, 以光波波长做标准直接测量量块长度之前, 要使用其它方法预测被测量块的长度, 其不确定度将决定干涉条纹小数部分重合法所应选取光波波长的分布和光谱线的条数。在干涉仪上读取几条干涉条纹的小数并重合时, 即可得到量块长度在测量状态下对其标称长度的偏差 C_0 。

A.1.1.3 长度测量时, 由于环境状态偏离标准状态应引入的修正量 C_1 , 按公式(A.2)计算。

$$C_1 = (n_0 - n) \times l_n \dots\dots\dots(A.2)$$

式中:

- C_1 ——长度测量时, 环境温度、大气压力和湿度偏离标准状态所应引入的修正量, 单位为 μm ;
- n_0 ——标准状态下的空气折射率;
- n ——测量状态下的空气折射率;
- l_n ——被测量块的标称长度, 单位为 μm 。

当采用公式计算空气折射率时, 若环境状态在标准状态附近, 则公式(A.2)成为公式(A.3)。

$$C_1 = [K_1(t_\alpha - 20) - K_2(p - 101.325) + K_3(f - 1.333)] \times l_n \dots\dots\dots(A.3)$$

式中:

- C_1 ——长度测量时, 环境温度、大气压力和湿度偏离标准状态所应引入的修正量, 单位为 μm ;
- K_1 、 K_2 、 K_3 ——标准状态附近的专用计算系数, 其值与所用波长 λ 相关, 可按表A.1 选用;
- t_α ——测量过程中, 干涉光路通过处的空气温度, 单位为 $^\circ\text{C}$;
- p ——测量过程中, 干涉光路通过处的大气压力, 单位为 kPa ;
- f ——测量过程中, 干涉光路通过处的大气中水蒸气的压力, 单位为 kPa ;
- l_n ——被测量块的标称长度, 单位为 μm 。

表 A.1

波长 λ (μm)	K_1 ($\mu\text{m}/^\circ\text{C}$)	K_2 ($\mu\text{m}/\text{kPa}$)	K_3 ($\mu\text{m}/\text{kPa}$)
0.450	0.943	2.722	0.354
0.500	0.938	2.707	0.357
0.550	0.934	2.696	0.360
0.606	0.931	2.687	0.363
0.633	0.930	2.684	0.363

A.1.1.4 长度测量时，由于被测量块温度偏离 20°C 应引入的修正量 C_2 ，按公式(A.4)计算。

$$C_2 = \alpha (20 - t_g) \times l_n \quad \text{.....(A.4)}$$

式中：

C_2 ——长度测量时，由于被测量块温度偏离 20°C 所应引入的修正量，单位为 μm ；

α ——被测量块的线膨胀系数，单位为 K^{-1} ；

t_g ——长度测量过程中，被测量块的温度，单位为 $^\circ\text{C}$ ；

l_n ——被测量块的标称长度，单位为 μm 。

A.1.1.5 长度测量时，由于和被测量块相研合的辅助面材料、表面质量与被测量块不同应引入的修正量 C_3 。用干涉条纹小数部分重合的方式以光波波长作为标准直接测量量块长度时，量块必须研合在辅助面上才能进行。只有当此辅助面的材料和表面质量完全相同于量块时，这项修正才可以忽略不计，否则应通过专门的试验来确定这项修正量的大小和测量不确定度，这些都必须满足规定的要求。

A.1.1.6 由于干涉仪的进光隙缝不是位于光轴和准直透镜焦平面上严格的几何点光源而应引入的修正量 C_4 。

对于进光隙缝呈矩形孔的干涉仪，修正量 C_4 ，按公式(A.5)计算。

$$C_4 = \frac{a^2 + b^2}{24f^2} \times 10^3 l_n \quad \text{.....(A.5)}$$

式中：

C_4 ——长度测量时，由于进光隙缝不是位于光轴焦平面上严格的几何点光源而应引入的修正量，单位为 μm ；

a ——矩形隙缝的宽度，单位为 mm ；

b ——矩形隙缝的长度，单位为 mm ；

f ——准直透镜的焦距，单位为 mm ；

l_n ——被测量块的标称长度，单位为 μm 。

对于进光隙缝呈圆形孔的干涉仪，修正量 C_4 ，按公式(A.6)计算。

$$C_4 = \frac{d^2}{16f^2} \times 10^3 l_n \quad \text{.....(A.6)}$$

式中：

C_4 ——长度测量时，由于进光隙缝不是位于光轴焦平面上严格的几何点光源而应引入的修正量，单位为 μm ；

d ——圆形隙缝的直径，单位为 mm ；

f ——准直透镜的焦距，单位为 mm ；

l_n ——被测量块的标称长度，单位为 μm 。

A.1.2 干涉条纹计数方式的直接测量法

干涉条纹计数方式的直接测量法测量量块长度的时候，被测量块在 20℃ 时对其标称长度的偏差 e ，按公式(A.7)计算。

$$e = (F_n \times q + C_2) - l_n \dots\dots\dots (A.7)$$

式中：

e ——被测量块在 20℃ 时对其标称长度的偏差，单位为 μm ；

F_n ——长度测量过程中，在测量状态下与量块长度相对应干涉条纹（经过细分）的脉冲数；

q ——脉冲当量（即所采用激光干涉条纹经过细分以后，每一脉冲数所代表测量状态 t 、 p 、 f 下的长度值），单位为 μm ；

C_2 ——长度测量时，由于被测量块温度偏离 20℃ 所应引入的修正量，单位为 μm ；

l_n ——被测量块的标称长度，单位为 μm 。

其中脉冲当量（在标准状态附近） q 的一般表示式见公式(A.8)。

$$q = \frac{\lambda_v}{2nS} \dots\dots\dots (A.8)$$

式中：

q ——脉冲当量（即所采用激光干涉条纹经过细分以后，每一脉冲数所代表测量状态 t 、 p 、 f 下的长度值），单位为 μm ；

λ_v ——所采用激光在真空中的波长，单位为 μm ；

n ——测量状态下的空气折射率；

s ——激光干涉条纹的细分数。

当激光波长 $\lambda_v = 633\text{nm}$ ，并采用 Edlen 公式计算空气折射率时，脉冲当量 q 按公式(A.9)计算。

$$q = \frac{\lambda_v}{2S} \{1.00027131 + [0.930(20 - t_0) + 2.684(p - 101.325) - 0.363(f - 1.333)] \times 10^{-6}\}^{-1} \dots\dots\dots (A.9)$$

式中：

q ——脉冲当量（即所采用激光干涉条纹经过细分以后，每一脉冲数所代表测量状态 t 、 p 、 f 下的长度值），单位为 μm ；

λ_v ——所采用激光在真空中的波长，单位为 μm ；

s ——激光干涉条纹的细分数。

t_0 ——测量过程中，干涉光路通过处的空气温度，单位为 $^{\circ}\text{C}$ ；

p ——测量过程中，干涉光路通过处的大气压力，单位为 kPa ， $1\text{mmHg} = 0.13332\text{kPa}$ ；

f ——测量过程中，干涉光路通过处的大气中水蒸气的压力（即绝对湿度），单位为 kPa 。

A.1.3 测量系统的要求

采用干涉条纹小数部分重合或干涉条纹计数方式，以光波波长作标准直接测量量块长度时，除必须备有量块温度 (t_0) 测量系统外，还必须测定测量环境的空气折射率。可以用空气折射率干涉仪直接测量空气折射率，也可以通过测量大气参数后用公式进行计算。

当采用公式计算时，干涉仪必须备有：干涉光路通过处的空气温度 (t_0)、大气压力 (p) 和大气中水蒸气压力（即绝对湿度 f ）的测量系统。这一系统中各装置各自测量相关参数的不确定度以及量块温度测量不确定度对量块长度测量不确定影响的总和，应不超过该量块长度测量不确定度极限允许值的 50%。

A.1.4 温度的特别要求

量块长度测量开始之前，被测量块必须在干涉仪里停放足够长的时间，以使量块、仪器、和其周围空气温度达到稳定、均匀和一致。

A.2 量块长度的比较测量法

A.2.1 比较仪

用作量块长度比较测量的比较仪，可以是光波干涉仪，或者是机械光学的、电感的、电容的比较仪。比较仪的分辨力，应优于被测量块相应标称长度和级别(length)的长度测量不确定度极限允许值的 20%。

A.2.2 长度标准器具

按被测量块的“级”选用所规定的“等”的量块作为长度测量的标准量块。

A.2.3 比较测量

比较测量法测量量块长度时，被测量块在 20℃时对其标称长度的偏差 e ，按公式(A.10)计算。

$$e = e_s + \delta + C_2 \dots\dots\dots(A.10)$$

式中：

- e ——被测量块在 20℃时对其标称长度的偏差，单位为 μm ；
- e_s ——标准量块在标准状态下对其标称长度的偏差，单位为 μm ；
- δ ——在标准状态下，由比较仪测得的被测量块与标准量块长度的差值，单位为 μm ；
- C_2 ——长度测量时，被测量块和标准量块温度偏离标准状态所应引入的修正量，单位为 μm 。

其中长度测量时，由于被测量块和标准器具的温度偏离 20℃所应引入的修正量 C_2 ，按公式(A.11)计算。

$$C_2 = [\alpha(20 - t) - \alpha_s(20 - t_s)] \times l_n \dots\dots\dots(A.11)$$

式中：

- C_2 ——长度测量时，被测量块和标准量块温度偏离标准状态所应引入的修正量，单位为 μm 。
- α ——被测量块的线膨胀系数，单位为 K^{-1} ；
- t ——长度测量时，被测量块的温度，单位为 $^\circ\text{C}$ ；
- α_s ——标准量块的线膨胀系数，单位为 K^{-1} ；
- t_s ——长度测量时，标称量块的温度，单位为 $^\circ\text{C}$ ；
- l_n ——被测量块的标称长度，单位为 μm 。

A.2.4 温度测量的要求

量块长度比较测量的前后，都应测量被测量块和标准量块的温度；温度测量的不确定度对量块长度测量不确定度的影响，应不超过被测量块长度测量不确定度极限允许值的 35%。

A.3 长度测量方法的选择

在上述测量方法以外，其他的长度测量方法，不论是传统经典的，还是现代的，只要长度测量最终结果的总不确定度是在被测量块长度测量的不确定度极限允许值的范围之内，都可以使用。