



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 832—1993

标准玻璃网格板

Standard Grid Plate

1993-07-16 发布

1994-02-01 实施

国家技术监督局 发布

标准玻璃网格板检定规程

Verification Regulation of

Standard Grid Plate



JJG 832—1993

本检定规程经国家技术监督局于 1993 年 07 月 16 日批准，并自 1994 年 02 月 01 日起施行。

归口单位： 中国计量科学研究院

起草单位： 中国计量科学研究院

国家测绘局测绘科学研究所

本规程技术条文由起草单位负责解释

本规程主要起草人：

张 恒 （中国计量科学研究院）

参加起草人：

周祚义 （国家测绘局测绘科学研究所）

王书昆 （国家测绘局测绘科学研究所）

目 录

一 概述	(1)
二 检定项目和检定条件	(1)
三 技术要求和检定方法	(2)
四 检定结果的处理和检定周期	(10)
附录 1 网格板温度值、空气温度值、气压值和湿度值的测量方法	(11)
附录 2 网格板坐标转换计算表格	(13)
附录 3 网格板网点标准偏差计算公式	(14)
附录 4 网格板网点标准偏差计算表格	(15)

标准玻璃网格板检定规程

本规程适用于新制造，使用中和修理后的 1, 2 级标准玻璃网格板的检定。

一 概 述

标准玻璃网格板（以下简称网格板）用光学玻璃制造，其外形为正方形（或矩形），在刻线面上刻有网格或十字状刻线，如图 1 所示。网格或十字状刻线其 X 方向和 Y 方向相互垂直。沿 X 方向（或沿 Y 方向）任意两网格刻线间的距离，称为网格刻线间距，网格板网点坐标值由 $X(i, j)$ ； $Y(i, j)$ 表示。

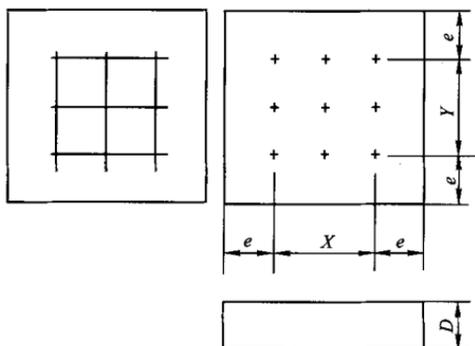


图 1 网格板示意图

- 注：X——X 方向的规格尺寸；
 Y——Y 方向的规格尺寸；
 e——边缘刻线与网格板端面之间的距离；
 D——厚度

1 级、2 级网格板，主要用于摄影测量仪器和遥感仪器的检定。

二 检定项目和检定条件

- 1 网格板的检定项目和主要检定用的工具列于表 1。
- 2 检定条件
 - 2.1 检定前应用脱脂棉蘸乙醚、酒精混合液将两抛光面擦拭干净。
 - 2.2 检定网格板时室内温度应为 $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ ，且每小时温度变化不得超过 0.3°C 。检

定前，被检网格板放在恒温室内平衡温度的时间不得少于 4 h。

表 1

序号	检 定 项 目	主要检定用的工具	检定类别		
			新制造的	使用中	修理后
1	外观		+	+	+
2	表面弊病	放大镜	+	-	+
3	边缘刻线与网格板端面之间的距离及网格板的厚度	万能工具显微镜杠杆千分尺	+	-	+
4	十字状刻线的垂直度	万能工具显微镜	+	-	+
5	刻线面平面度	一级平晶，刀口尺和量块	+	-	+
6	刻线面与底面的平行度	杠杆千分尺	+	-	+
7	刻线及字型	按 GB 1784—79 规定的工具	+	-	+
8	线膨胀系数	测量线膨胀系数的专用设备	+	-	-
9	网格刻线间距的变化量	激光两坐标测量仪	+	+	+
10	网格刻线间距的尺寸	激光两坐标测量仪、电感式比较仪和“00”级直角尺	+	+	+

注：1. 表中“+”表示该项应检定；“-”表示该项可以不检定。
2. 对表中序号为 9, 10 的项目进行检定时，允许选用与表中“主要检定用的工具”同等精度的其他计量器具。

三 技术要求和检定方法

3 外观

3.1 要求：新制造的网格板，两抛光面不应有霉点，油斑等污物。使用中的网格板表面不能有目视可见的划痕及磨损。

3.2 检定方法：用目力观察。

4 表面弊病

4.1 要求：新制造的网格板在整个刻线范围内的表面弊病按 GB1185—74《光学零件表面弊病》中 0 级要求，其余按 IV 级要求。使用中和修理后的网格板不能有影响检定和使用的缺陷。

4.2 检定方法：应以黑色屏幕为背景，光源为 60~100 W 的普通白炽灯。在透射光下用 4~6 倍放大镜检查工作面，非工作面用目力观察。

5 边缘刻线与网格板端面之间的距离及网格板的厚度。

5.1 要求：见表 2，示意图见图 1。

表 2

规格尺寸 < 300 mm × 300 mm	
边缘刻线与网格板端面之间的距离 e	不小于规格尺寸的 2.5%
网格板厚度 D	不小于规格尺寸的 3.0%

5.2 检定方法：用万能工具显微镜和杠杆千分尺检定。

6 十字状刻线的垂直度

6.1 要求：不大于 3'。

6.2 检定方法：用万能工具显微镜检定。

7 刻线面平面度

7.1 要求：见表 3。

表 3

级别	网格板规格尺寸 $X \times Y$ (mm ²)			
	< 150 × 150		150 × 150 ~ 300 × 300	
	平面度 (μm)	平行度 (μm)	平面度 (μm)	平行度 (μm)
1	1.5	10	3	30
2	3.0	20	6	40

7.2 检定方法：用一级平晶或 0 级刀口尺和量块以光隙法检定。

8 刻线面与底面的平行度

8.1 要求：见表 3。

8.2 检定方法：用杠杆千分尺检定。

9 刻线及字型

9.1 要求：刻线宽度见表 4，刻线数字的参数及字型符号笔划线条的一般要求，按 GB 1784—79《光学仪器的字型及符号》以及 GB 1784—79《光学分划零件通用技术条件》的要求。

表 4

级 别	1	2
刻线宽度 (μm)	10~<20	15~<40

9.2 检定方法：按 GB 1784—79 的各项方法进行。

10 线膨胀系数

10.1 要求：在温度为 10~30℃ 范围内线膨胀系数为式 (1) 所示：

$$(\alpha \pm 1) \times 10^{-6}/\text{℃} \quad (1)$$

10.2 检定方法：用测量线膨胀系数专用设备，每批材料抽样检定。

11 网格刻线间距的变化量

11.1 要求：每两年内的变化量应不大于表 5 的规定。

表 5

级 别	1	2
X、Y 方向的变化量 (μm)	≤ 0.5	≤ 1.5

11.2 检定方法：用激光两坐标测量仪检定。

12 网格刻线间距的尺寸

12.1 要求：见表 6。

表 6

级 别	测量不确定度 (μm)	网点标准偏差 (μm)	相邻网点差 (μm)
1	1.0	2.0	2.0
2	2.5	5.0	4.0

12.2 检定方法

12.2.1 用激光两坐标测量仪，电感式比较仪和 00 级直角尺检定。检定 1 级网格板时，采用分辨力为 0.01 μm 的电感式比较仪；所用 00 级直角尺按其实际垂直度使用。检验

时, 环境条件及其要求见表 7 和表 8。

表 7

级 别	保温罩内 空气温度	网格板对 20℃允许偏差	一次测量中网 格板温度 的波动量	一次测量中 保温罩内 空气温度 的波动量	一次测量中气 压的波动量
1	20±0.8	±0.8	<0.08	<0.08	<55 Pa
2	—	±1.0	<0.20	—	

表 8

名 称	要 求
温度测量系统	极限误差<0.03℃
气 压 计	检定极限误差<30 Pa
湿 度 计	湿度计上用的温度计检定极限误差<0.2℃

12.2.2 由温度测量系统, 气压计和湿度计测出网格板温度值 (t_r), 光路中空气温度值 (t), 气压值 (p) 和湿度值 (f), 再分别代入网格板温度修正公式和爱特伦 (Edlen) 经验公式 (2)、(3) 中, 得出修正值 Δl_t 和 Δl_n (测量方法见附录 1)。

$$\Delta l_t = \alpha(20 - t_r)L \quad (2)$$

$$\Delta l_n = [0.929(t - 20) - 2.685(p - 101.325) + 0.42(f - 1.333)]L \quad (3)$$

式中: α ——网格板的线膨胀系数;

L ——被测长度 (m);

t ——光路中空气温度值 (℃);

p ——光路中气压值 (kPa);

f ——光路中湿度值。

12.2.3 将网格板安放在玻璃工作台上, 刻线面要与使用状态的朝向一致。

12.2.4 网格板的刻线面应与可动立体棱镜之棱尖等高。

12.2.5 调整玻璃工作台支架, 使网格板 X、Y 方向零端、末端的刻线在显微镜视场内均清晰; 调整网格板的方位使 X (或 Y) 方向与工作台运动方向相平行。

12.2.6 采用光电显微镜瞄准对线时, 调整光电显微镜上两狭缝的宽度, 使之与刻线宽度大体一致。

12.2.7 调整光电显微镜上两狭缝的相对位置,从双踪示波器上观察,使刻线的两钟形脉冲信号相交于幅值的 7/10 处。

12.2.8 用双踪示波器检查刻线信号,要求光电显微镜接收的每条刻线的两钟形脉冲信号幅值应相等。

12.3 计算检定状态下的脉冲当量 Q_s 。

12.3.1 首先根据所选用的激光计数器按式 (4) 计算出正常状态下的脉冲当量 Q_n ; 再将测得值 Δl_n 及 Δl_t 代入式 (5) 计算出一个脉冲当量的修正值 ΔQ , 最后由式 (6) 计算出检定状态下的脉冲当量 Q_s 。

$$Q_n = \lambda_n / 2N \quad (4)$$

式中: λ_n ——正常状态下的激光波长值;

N ——激光计数器的倍频数,最少采用 4 倍频。

$$\Delta Q = (\Delta l_n + \Delta l_t) Q_n / L \quad (5)$$

式中: L ——计算中规定为 1 m。

$$Q_s = Q_n - \Delta Q \quad (6)$$

12.3.2 在计算 Q_s 全部过程中的读数与计算应由另一检定员校核,两人同时在记录上签字。

12.3.3 Q_s 置入数据处理装置便可开始进行检定,并由打印机打印出检定数据。

12.4 测量方式

12.4.1 将 Q_s 置入数据处理装置后连续测量两次,取两次测量结果的算术平均值为检定数据。两次测量结果的差值要符合表 9 的要求。

表 9

级 别	1	2
两次测量差值	0.4 (μm)	0.8 (μm)

12.4.2 根据网格板的实际使用要求按上述检定方法分别测出 X 和 Y 方向各网格刻线相对于起始网格刻线的间距尺寸,作为检定值。各检定值的数据点坐标位置见图 2。

12.5 垂直度和直线度

12.5.1 垂直度检定:将 00 级直角尺放在玻璃工作台网格板一侧;把电感测量头固定在光电显微镜支架上,并使电感测量头与直角尺短边相接触,选择网格板 Y (或 X) 基准线为垂直度检定的底边, X (或 Y) 基准线为直角边,调整直角尺使其短边与工作台 X 坐标运动方向和网格板底边 Y (或 X) 基准线 Y' (0, 0) 和 Y' (0, n) 相平行,再将电感测量头与直角尺长边相接触,沿工作台 Y 坐标方向移动光电显微镜支架,用

I	I	...	I
$X'(m,0)$	$X'(m,1)$	...	$X'(m,n)$
:	:	...	:
:	:	:	:
I	I	...	I
$X'(1,0)$	$X'(1,1)$	...	$X'(1,n)$
I	I	...	I
$X'(0,0)$	$X'(0,1)$	...	$X'(0,n)$

-	-	-	
$Y'(m,0)$	$Y'(m,1)$	$Y'(m,n)$	
:	:	...	:
:	:	:	:
-	-	...	-
$Y'(1,0)$	$Y'(1,1)$	...	$Y'(1,n)$
-	-	...	-
$Y'(0,0)$	$Y'(0,1)$	...	$Y'(0,n)$

图2 数据点坐标位置

注：图2中的“ I ”和“-”标记表示 X 和 Y 方向被检网格刻线的位置。实际刻线为“+”状。

光电显微镜瞄准对线，从电感式比较仪上读取直角尺长边与网格板直角边 X （或 Y ）基准线 $X'(0,0)$ 和 $X'(m,0)$ 之间的差值，即为网格板的垂直度，检定方法如图3所示，检定结果见数据式（7）。

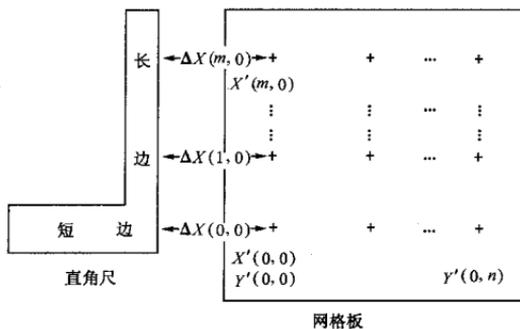


图3 垂直度检定示意图

$$\Delta X(0,0), \Delta X(1,0), \dots, \Delta X(m,0) \quad (7)$$

12.5.2 直线度检定：用检定网格各条刻线间距尺寸的方法，检定出网格板底边 Y （或 X ）基准线的直线度。检定结果见数据式（8）：

$$\Delta Y(0,0), \Delta Y(0,1), \dots, \Delta Y(0,n) \quad (8)$$

13 数据处理

13.1 计算网点实际坐标值

13.1.1 将垂直度和直线度检定的数据式 (7)、(8) 分别与 X 、 Y 各网格刻线间距尺寸检定数据 $X'(m, n)$; $Y'(m, n)$ 进行代数相加, 按式 (9) 计算出网格板 X 、 Y 方向各点坐标数据, 式 (10) 为式 (9) 的展开式。这样就得出网格板网点实际坐标值, 如图 4 所示。

+	+	...	+
$X(m,0)$	$X(m,1)$		$X(m,n)$
$Y(m,0)$	$Y(m,1)$		$Y(m,n)$
⋮	⋮		
+	+	...	+
$X(1,0)$	$X(1,1)$		
$Y(1,0)$	$Y(1,1)$		
+	+	...	+
$X(0,0)$	$X(0,1)$		$X(0,n)$
$Y(0,0)$	$Y(0,1)$		$Y(0,n)$

图 4 网点实际坐标值示意图

$$\Delta X(m,0) + X'(m,n) = X(m,n) \quad \Delta Y(0,n) + Y'(m,n) = Y(m,n) \quad (9)$$

$$\Delta X(0,0) + X'(0,0) = X(0,0) \quad \Delta Y(0,0) + Y'(0,0) = Y(0,0)$$

$$\Delta X(0,0) + X'(0,1) = X(0,1) \quad \Delta Y(0,0) + Y'(1,0) = Y(1,0)$$

⋮

⋮

$$\Delta X(0,0) + X'(0,n) = X(0,n) \quad \Delta Y(0,0) + Y'(m,0) = Y(m,0)$$

$$\Delta X(1,0) + X'(1,0) = X(1,0) \quad \Delta Y(0,1) + Y'(0,1) = Y(0,1)$$

$$\Delta X(1,0) + X'(1,1) = X(1,1) \quad \Delta Y(0,1) + Y'(1,1) = Y(1,1)$$

⋮

⋮

$$\Delta X(1,0) + X'(1,n) = X(1,n) \quad \Delta Y(0,1) + Y'(m,1) = Y(m,1)$$

⋮

⋮

$$\Delta X(m,0) + X'(m,0) = X(m,0) \quad \Delta Y(0,n) + Y'(0,n) = Y(0,n)$$

$$\Delta X(m,0) + X'(m,1) = X(m,1) \quad \Delta Y(0,n) + Y'(1,n) = Y(1,n)$$

⋮

⋮

$$\Delta X(m,0) + X'(m,n) = X(m,n) \quad \Delta Y(0,n) + Y'(m,n) = Y(m,n) \quad (10)$$

13.2 计算网点标准偏差（即网点中误差）值

根据网点实际坐标位置 $X(m, n)$; $Y(m, n)$ 按以下顺序计算网点标准偏差值。

13.2.1 坐标位置转换

检测网格板时，以 $X(0, 0)$; $Y(0, 0)$ 点为起始原点，而在实际使用中，以及网点标准偏差计算公式的推导都是以中心网点为坐标原点。为此需进行坐标位置转换，转换示意图见图 5。

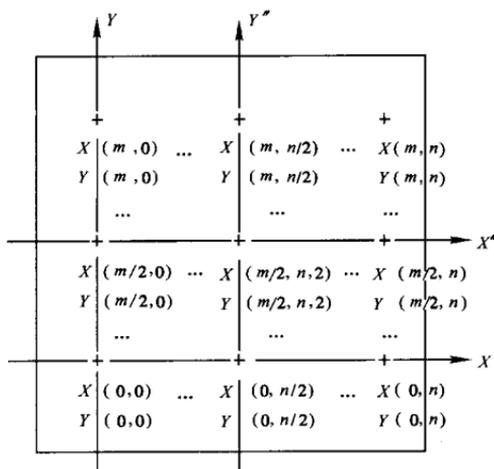


图 5 坐标转换示意图

坐标转换计算公式见式 (11)、(12)、(13)、(14)：

$$X'' = X - X(m/2, n/2) \quad (11)$$

$$Y'' = Y - Y(m/2, n/2) \quad (12)$$

$$X_0'' = X_0 - X_0(m/2, n/2) \quad (13)$$

$$Y_0'' = Y_0 - Y_0(m/2, n/2) \quad (14)$$

式中： X, Y ——以 $(0, 0)$ 点为坐标原点的实际坐标值；

X_0, Y_0 ——以 $(0, 0)$ 点为坐标原点的名义坐标值；

X'', Y'' ——以 $(m/2, n/2)$ 点为坐标原点，经坐标转换后的实际坐标值；

X_0'', Y_0'' ——以 $(m/2, n/2)$ 点为坐标原点，经坐标转换后的名义坐标值。

13.2.2 网点标准偏差值的计算见公式 (15)

$$m^* = \sqrt{\frac{[vv]}{2(m+1)(n+1)} - 3} \quad (15)$$

式中: $[vv]$ —— 残余误差平方和;

$m+1; n+1$ —— 网点行与列的个数;

m^* —— 网点标准误差。

网格板坐标转换和网点标准偏差的计算公式及其计算表格详见附录 2, 3, 4。

13.3 检定结果取微米的 1/10 位。1/100 的数字按表 10 规定处理。

表 10

微米的百分之一位	处 理 方 法
1] ——— 舍去 前面数字为奇数则进位为 1, 偶数则舍去
2	
3	
4	
5	
6] ——— 进位为 1
7	
8	
9	
注: 零视为偶数。	

四 检定结果的处理和检定周期

14 经检定符合本规程要求的, 填发检定证书并在检定证书上根据网格板的实际使用情况写明网点实际坐标值或网点标准偏差值。不符合本规程要求填发检定结果通知书。

15 网格板的检定周期, 根据实际使用情况确定一般为 2 年, 当网格间距的变化量连续 4 年内符合要求时, 检定周期可延长至 4 年。

附录 1

网格板温度值、空气温度值、气压值和湿度值的测量方法

1.1 温度测量

网格板及光路中空气温度的测量，可采用铜-康铜温差热电偶（以下简称热电偶），首先分别将测量网格板温度的一、二号热电偶工作端贴附在网格板的两端，将测量保温罩内空气温度的三号热电偶工作端置于保温罩内，热电偶标准端置于保温瓶内，标准端处温度由分度值为 $0.01\text{ }^{\circ}\text{C}$ 水银温度计进行测量，热电偶热电动势通过灵敏度不低于 10^{-9}A 的检流计测得。由式（1）和式（2）求出网格板温度测量值 t_r 和保温罩内空气温度测量值 t 。

$$t_r = 1/2(\Delta t_1 + \Delta t_2) + (t_m + \Delta t_m) \quad (1)$$

$$t = \Delta t_3 + (t_m + \Delta t_m) \quad (2)$$

式中： Δt_1 ——一号热电偶测量值；

Δt_2 ——二号热电偶测量值；

Δt_3 ——三号热电偶测量值；

t_m ——热电偶标准端处水银温度计读数；

Δt_m ——热电偶标准端处水银温度计在 t_m 值时的修正值。

1.2 气压测量

测量时，从气压计上读出检定环境的气压值，按检定证书上给出的修正值及使用说明书上给出的各项修正公式，修正到标准状态的气压值。

1.3 湿度测量

当用通风干湿球湿度计测量空气湿度时，由式（3）求出空气绝对湿度。

$$f = [e' - 68(t - t')] \times 10^{-3} \quad (3)$$

式中： e' ——当空气湿度为 t' 时的饱和蒸气压，以 Pa 为单位，查阅附表 1；

t ——干球温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

t' ——湿球温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）。

附表1 各种温度的饱和蒸汽压表

℃	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
8	8.0	8.1	8.2	8.2	8.3	8.3	8.4	8.4	8.5	8.6
9	8.6	8.7	8.7	8.8	8.8	8.9	9.0	9.0	9.1	9.1
10	9.2	9.3	9.3	9.4	9.5	9.5	9.6	9.6	9.7	9.8
11	9.8	9.9	10.0	10.0	10.1	10.2	10.2	10.3	10.4	10.4
12	10.5	10.6	10.7	10.7	10.8	10.9	10.9	11.0	11.1	11.2
13	11.2	11.3	11.4	11.5	11.5	11.6	11.7	11.8	11.8	11.9
14	12.0	12.1	12.1	12.2	12.3	12.4	12.5	12.5	12.6	12.7
15	12.8	12.9	13.0	13.0	13.1	13.2	13.3	13.4	13.5	13.5
16	13.6	13.7	13.8	13.9	14.0	14.1	14.2	14.3	14.4	14.4
17	14.5	14.6	14.7	14.8	14.9	15.0	15.1	15.2	15.3	15.4
18	15.5	15.6	15.7	15.8	15.9	16.0	16.1	16.2	16.3	16.4
19	16.5	16.6	16.7	16.8	16.9	17.0	17.1	17.2	17.3	17.4
20	17.5	17.6	17.8	17.9	18.0	18.1	18.2	18.3	18.4	18.5
21	18.7	18.8	18.9	19.0	19.1	19.2	19.3	19.5	19.6	19.7
22	19.8	19.9	20.1	20.2	20.3	20.4	20.6	20.7	20.8	20.9
23	21.1	21.2	21.3	21.5	21.6	21.7	21.8	22.0	22.1	22.2
24	22.4	22.5	22.6	22.8	22.9	23.1	23.2	23.3	23.5	23.6
25	23.8	23.9	24.0	24.2	24.3	24.5	24.6	24.8	24.9	25.1
26	25.2	25.4	25.5	25.7	25.8	26.0	26.1	26.3	26.4	26.6
27	26.7	26.9	27.1	27.2	27.4	27.5	27.7	27.9	28.0	28.2
28	28.3	28.5	28.7	28.8	29.0	29.2	29.4	29.5	29.7	29.9
29	30.1	30.2	30.4	30.6	30.7	30.9	31.1	31.3	31.5	31.6
30	31.8	32.0	32.2	32.4	32.6	32.7	32.9	33.1	33.3	33.5

注：表中各种温度的饱和蒸汽压值应乘以 133.322 4 Pa。

附录 2

网格板坐标转换计算表格

i, j	$X(\mu\text{m})$	$X''(\mu\text{m})$	$X0(\mu\text{m})$	$X0''(\mu\text{m})$
0,0	$l(0,0)$	$l''(0,0)$	$L(0,0)$	$L''(0,0)$
0,1	$l(0,1)$	$l''(0,1)$	$L(0,1)$	$L''(0,1)$
:	:	:	:	:
1,0	$l(1,0)$	$l''(1,0)$	$L(1,0)$	$L''(1,0)$
1,1	$l(1,1)$	$l''(1,1)$	$L(1,1)$	$L''(1,1)$
:	:	:	:	:
$m/2,0$	$l(m/2,0)$	$l''(m/2,0)$	$L(m/2,0)$	$L''(m/2,0)$
:	:	:	:	:
$m/2, n/2$	$l(m/2, n/2)$	$l''(m/2, n/2)$	$L(m/2, n/2)$	$L''(m/2, n/2)$
:	:	:	:	:
$m,0$	$l(m,0)$	$l''(m,0)$	$L(m,0)$	$L''(m,0)$
:	:	:	:	:
m, n	$l(m, n)$	$l''(m, n)$	$L(m, n)$	$L''(m, n)$
i, j	$Y(\mu\text{m})$	$Y''(\mu\text{m})$	$Y0(\mu\text{m})$	$Y0''(\mu\text{m})$
0,0	$l(0,0)$	$l''(0,0)$	$L(0,0)$	$L''(0,0)$
0,1	$l(0,1)$	$l''(0,1)$	$L(0,1)$	$L''(0,1)$
:	:	:	:	:
1,0	$l(1,0)$	$l''(1,0)$	$L(1,0)$	$L''(1,0)$
1,1	$l(1,1)$	$l''(1,1)$	$L(1,1)$	$L''(1,1)$
:	:	:	:	:
$m/2,0$	$l(m/2,0)$	$l''(m/2,0)$	$L(m/2,0)$	$L''(m/2,0)$
:	:	:	:	:
$m/2, n/2$	$l(m/2, n/2)$	$l''(m/2, n/2)$	$L(m/2, n/2)$	$L''(m/2, n/2)$
:	:	:	:	:
$m,0$	$l(m,0)$	$l''(m,0)$	$L(m,0)$	$L''(m,0)$
:	:	:	:	:
m, n	$l(m, n)$	$l''(m, n)$	$L(m, n)$	$L''(m, n)$

附录 3

网格板网点标准偏差计算公式

$$dx'' = X'' - X_0'' \quad (1)$$

$$dy'' = Y'' - Y_0'' \quad (2)$$

$$dx_0 = [dx''] / ((m+1)(n+1)) \quad (3)$$

$$dy_0 = [dy''] / ((m+1)(n+1)) \quad (4)$$

$$N_{53} = \left[\frac{-y \cdot dx''}{\alpha_Y} \right] \quad (5)$$

$$N_{54} = \left[\frac{x \cdot dy''}{\alpha_X} \right] \quad (6)$$

$$[vv] = [dx'' \cdot dx''] + [dy'' \cdot dy''] - \frac{[dx''] [dx''] + [dy''] [dy'']}{(m+1)(n+1)} - \frac{(\alpha_Y \cdot N_{53} - \alpha_X \cdot N_{54})(\alpha_Y \cdot N_{53} - \alpha_X \cdot N_{54})}{[X_0'' \cdot X_0''] + [Y_0'' \cdot Y_0'']} \quad (7)$$

$$m^* = \sqrt{\frac{[vv]}{2(m+1)(n+1) - 3}} \quad (8)$$

式中： dx'' ——网点 X 方向误差值；

dy'' ——网点 Y 方向误差值；

dx_0 ——网点 X 方向误差的算术平均值；

dy_0 ——网点 Y 方向误差的算术平均值；

α_X ——X 方向相邻网点间距的名义值；

α_Y ——Y 方向相邻网点间距的名义值；

$N_{53}; N_{54}$ ——相关系数；

m^* ——网点标准偏差值。

附录 4

网格板网点标准偏差计算表格

i, j	$X''(\mu\text{m})$	$dx''(\mu\text{m})$	X''/a_X	$X'' \cdot dy''/a_X$
0,0	$l''(0,0)$	$dl''(0,0)$	$C(0,0)$	$p(0,0)$
0,1	$l''(0,1)$	$dl''(0,1)$	$C(0,1)$	$p(0,1)$
:	:	:	:	:
1,0	$l''(1,0)$	$dl''(1,0)$	$C(1,0)$	$p(1,0)$
1,1	$l''(1,1)$	$dl''(1,1)$	$C(1,1)$	$p(1,1)$
:	:	:	:	:
$m/2, 0$	$l''(m/2, 0)$	$dl''(m/2, 0)$	$C(m/2, 0)$	$p(m/2, 0)$
:	:	:	:	:
$m/2, n/2$	$l''(m/2, n/2)$	$dl''(m/2, n/2)$	$C(m/2, n/2)$	$p(m/2, n/2)$
:	:	:	:	:
$m, 0$	$l''(m, 0)$	$dl''(m, 0)$	$C(m, 0)$	$p(m, 0)$
:	:	:	:	:
m, n	$l''(m, n)$	$dl''(m, n)$	$C(m, n)$	$p(m, n)$
$[X0'' \cdot X0''] = [C \cdot C] \cdot a_X \cdot a_X$		$[dx'']$ $[dx'' \cdot dx'']$	$[C \cdot C]$	$[p] = N_{54}$
i, j	$Y''(\mu\text{m})$	$dy''(\mu\text{m})$	$-Y''/a_Y$	$-Y'' \cdot dx''/a_Y$
0,0	$l''(0,0)$	$dl''(0,0)$	$C'(0,0)$	$q(0,0)$
0,1	$l''(0,1)$	$dl''(0,1)$	$C'(0,1)$	$q(0,1)$
:	:	:	:	:
1,0	$l''(1,0)$	$dl''(1,0)$	$C'(1,0)$	$q(1,0)$
1,1	$l''(1,1)$	$dl''(1,1)$	$C'(1,1)$	$q(1,1)$
:	:	:	:	:
$m/2, 0$	$l''(m/2, 0)$	$dl''(m/2, 0)$	$C'(m/2, 0)$	$q(m/2, 0)$
:	:	:	:	:

续表

i, j	$Y''(\mu\text{m})$	$dy''(\mu\text{m})$	$-Y''/\alpha_Y$	$-Y'' \cdot dx''/\alpha_Y$
$m/2, n/2$	$l''(m/2, n/2)$	$dl''(m/2, n/2)$	$C'(m/2, n/2)$	$q(m/2, n/2)$
:	:	:	:	:
$m, 0$	$l''(m, 0)$	$dl''(m, 0)$	$C'(m, 0)$	$q(m, 0)$
:	:	:	:	:
m, n	$l''(m, n)$	$dl''(m, n)$	$C'(m, n)$	$q(m, n)$
$[Y0'' \cdot Y0''] = [C \cdot C] \cdot \alpha_Y \cdot \alpha_Y$		$\begin{matrix} [dy''] \\ [dy'' \cdot dy''] \end{matrix}$	$[C \cdot C]$	$[q] = N_{S3}$
$dx_0 = [dx''] / ((m+1)(n+1))$ $dy_0 = [dy''] / ((m+1)(n+1))$ $[vv] = [dx'' \cdot dx''] + [dy'' \cdot dy''] - \frac{[dx''] [dx''] + [dy''] [dy'']}{(m+1)(n+1)}$ $\frac{(\alpha_Y \cdot N_{S3} - \alpha_X \cdot N_{S4})(\alpha_Y \cdot N_{S3} - \alpha_X \cdot N_{S4})}{[X0'' \cdot X0''] + [Y0'' \cdot Y0'']}$ $m^* = \sqrt{[vv] / (2(m+1)(n+1) - 3)}$				