

JJG

中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 283—97

正多面棱体

中华人民共和国
国家计量检定规程

正多面棱体

JJG 283—97

国家技术监督局颁布

*

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲2号

邮政编码 100013

中国计量出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

350×1168毫米 32开本 印张0.5 字数10千字

1997年11月第1版 1997年11月第1次印刷

印数1—1200

统一书号155026-905 定价4.00元

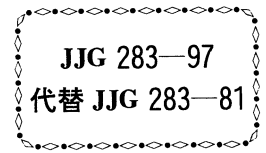
1997年6月26日批准

1998年1月1日实施

国家技术监督局

正多面棱体检定规程

Verification Regulation of
Angular Polygon



本检定规程经国家技术监督局于 1997 年 6 月 26 日批准,并自 1998 年 1 月 1 日起施行.

归口单位: 航空工业总公司第三〇四研究所

起草单位: 航空工业总公司第三〇四研究所

本规程技术条文由起草单位负责解释.

本规程主要起草人：

张玉文（航空工业总公司第三〇四研究所）

陈照聚（航空工业总公司第三〇四研究所）

参加起草人：

张瑶珍（船舶工业总公司第六三五四研究所）

目 录

一 概述	(1)
二 检定项目及检定工具	(2)
三 技术要求和检定方法	(2)
四 检定结果的处理和检定周期	(8)
附录 正多面棱体工作角测量不确定度计算实例	(9)

正多面棱体检定规程

本规程适用于新制造、使用中和修理后的正多面棱体的检定。

一 概 述

正多面棱体(以下简称棱体)是一种高准确度的角度计量标准器具,常用的棱体有 8,9,12,17,23,24,和 36 面等不同规格。棱体与自准直仪配合,用来检定圆分度仪器的分度误差。在机械加工或精密测量中常用于角度分度或定位。

按 JJG2057—90 平面角计量器具检定系统的规定,将棱体分为二、三、四等(相对应 ZBJ42016—87 中的 0,1,2 级),棱体主要技术要求见表 1。

表 1

技 术 要 求	二 等	三 等	四 等
工作面平面度 (μm)	0.03	0.05	0.1
工作面表面粗糙度 R_a (μm)	0.025		
上表面和基准面的平面度(μm)	1.0	1.5	1.5
工作面对基准面垂直度 (μm)	5	10	20
上表面与基准面平行度 (μm)	2		
工作面尺寸 (mm)	$\geq 15 \times 15$ 或 $\phi 15$		
工作角偏差 (mm)	± 1	± 2	± 5
工作角测量不确定度 (mm)	0.2	0.5	1.0

钢制棱体的外形如图 1:

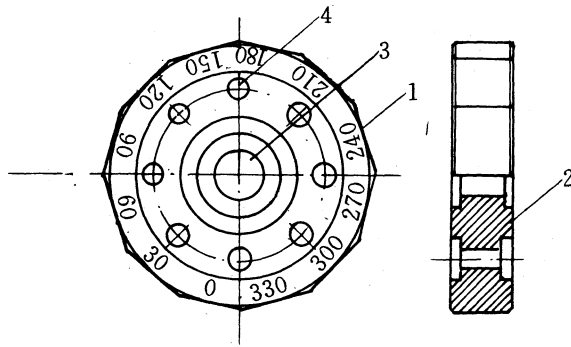


图 1

1—工作面； 2—基准面； 3—中心孔； 4—减轻孔

二 检定项目及检定工具

1 棱体的检定项目及检定工具列于表 2.

表 2

序号	检定项目	主要 检定工具	检定类别		
			新制的	使用中	修理后
1	外观	目力观察	+	+	+
2	工作面平面度	平面等厚干涉仪或一级平晶	+	+	+
3	工作面表面粗糙度	干涉显微镜	+	-	+
4	上表面和基准面平面直度	0 级刀口尺	+	-	+
5	工作面对基准面垂直度	标准方铁、自准直仪	+	-	+
6	上表面与基准面平行度	平板、测微表	+	-	+
7	工作角偏差	多齿分度台、分度值不大于 0.2" 的自准直仪	+	+	+

注：表中“+”表示检定，“-”表示可不检定。

2 检定室内的温度应为 $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ ，其变化每小时不应超过 0.5°C 。受检棱体在检定室内恒温时间不少于 4h。

三 技术要求和检定方法

3 外观

3.1 要求

钢制棱体的工作面、上表面、基准面不应有锈蚀、划伤、碰伤等疵病；玻璃棱体的工作面必须镀有全反射膜，其表面不应有划伤、麻点、镀层脱落等现象。

对于使用中的棱体允许有不影响使用准确度的上述缺陷。

棱体工作面的尺寸 $\geq 15\text{mm} \times 15\text{mm}$ 或 $\Phi 15\text{mm}$ 。

棱体应刻有角度标称值或工作面序号、制造厂商标和出厂编号。

3.2 检定方法

目力观察。

4 工作面表面粗糙度

4.1 要求

各工作面表面粗糙度 $Ra \leq 0.025\mu\text{m}$ 。

4.2 检定方法

采用干涉显微镜检定。

5 工作面平面度

5.1 要求

二等棱体工作面的平面度不大于 $0.03\mu\text{m}$ ，三等不大于 $0.05\mu\text{m}$ ，四等不大于 $0.1\mu\text{m}$ 。

5.2 检定方法

棱体工作面平面度用平面等厚干涉仪逐面检定，将被检棱体放在仪器工作台上，调整工作台手轮使仪器视场内出现清晰的干涉条纹，调整干涉带的宽度，测量干涉条纹的宽度与弯曲度，棱体工作面平面度按下式计算：

$$\delta = \frac{d}{L} \times \frac{\lambda}{2} \quad (1)$$

式中： d ——干涉条纹的最大弯曲量(mm)；

L ——相邻干涉条纹间隔(mm)；

λ ——光源波长(μm)。

工作面平面度的检定应在水平和垂直的两个方向上进行，若两个方向均凸(或凹)，其最大值为该面的平面度。若在两个方向上有凸有凹

时,取两数值之和作为该面的平面度.距离工作面边缘 0.5mm 的平面度不计在内.

钢制棱体也可以用直径 60mm 的一级平晶,以技术光波干涉法逐面检定.

等厚干涉仪测量原理如图 2:

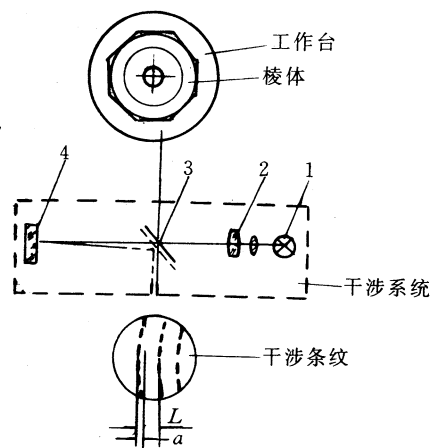


图 2

1—光源; 2—平行光管组;
3—分光镜; 4—平面反射镜

6 上表面和基准面的平面度

6.1 要求

上表面和基准面的平面度,二等棱体不大于 $1\mu\text{m}$,三、四等棱体不大于 $1.5\mu\text{m}$,但中间不允许凸起.

6.2 检定方法

用 0 级刀口尺在平面相互垂直的两个位置上进行检定.

7 上表面与基准面的平行度

7.1 要求

每 100mm 长度上平行度不大于 $2\mu\text{m}$.

7.2 检定方法

将被检棱体放在 0 级平板上,用分度值为 $1\mu\text{m}$ 的测微表检定.检定时测微表不动,棱体以基面定位,在平板上移动最大距离,观察测微表的示值变化,最大变化不应超过 $2\mu\text{m}$.

8 工作面对基准面垂直度

8.1 要求

二等棱体不大于 $5''$,三等不大于 $10''$,四等不大于 $20''$.

8.2 检定方法

将标准 90° 方铁或角尺(测量不确定度不大于 $1''$)放在平台上,以自准直仪照准工作面(如图 3(a)),取自准直仪读数为 α_0 .取下标准方铁,将被检棱体放在平台上(如图 3(b)),使各工作面依次对准自准直仪,读数为 α_i ,各次读数 α_i 与起始读数 α_0 之差加上方铁的修正值 γ ,即为棱体工作面对基准面的垂直度.

$$\Delta\alpha_i = (\alpha_i - \alpha_0) + \gamma \quad (2)$$

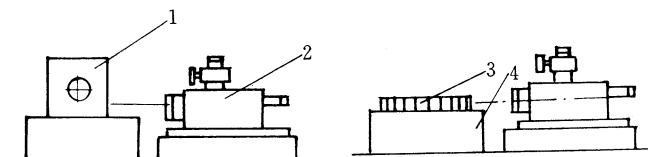


图 3

1—标准方铁; 2—自准直仪;
3—棱体; 4—平台

9 工作角偏差

9.1 要求

0° 工作面法线至任意工作面法线之间在测量平面上的实际夹角与标称角的偏差及测量不确定度应不大于表 1 的要求.

9.2 检定方法

二等棱体用分度误差 0 级的多齿分度台与分度值不大于 $0.2''$ 的自

准直仪,以排列互比法检定.

三等棱体用分度误差0级的多齿分度台与分度值不大于0.2"的自准直仪,以直接法检定.

四等棱体用分度误差1级的多齿分度台与分度值不大于0.5"的自准直仪,以直接法检定.

工作角偏差也可选用测量不确定度不大于表1要求的其它方法检定.

9.2.1 排列互比法

将被检棱体、多齿分度台和自准直仪按图4所示位置安放在基座上,调整定位夹具的心轴与多齿分度台回转中心重合,其偏差小于0.02mm.调整自准直仪,使其十字线分划板的竖线与被检棱体回转轴线相平行.自准直仪视轴垂直于棱体工作面并与其中心重合.待自准直仪稳定后,即可开始检定.

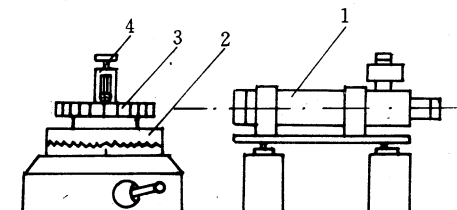


图 4

- 1—自准直仪; 2—多齿分度台;
- 3—棱体; 4—专用定位夹具

以12面棱体为例,共进行12个系列测量,其过程如下:

第一系列,多齿分度台位于0°位,自准直仪照准棱体0°工作面,在自准直仪上取三次读数,其平均值为 $\alpha_{1,1}$.然后依次将多齿分度台转至30°,60°,...,330°,从自准直仪上分别得到各位置三次读数的平均值,依次为 $\alpha_{1,2}, \alpha_{1,3}, \dots, \alpha_{1,12}$.最后回到起始零位,回零差应不大于0.1",否则重测.

第二系列测量时,多齿分度台以30°为起始位置,被检棱体反向旋

转30°,使0°工作面对准自准直仪,与第一系列相同方向测量,分别得到 $\alpha_{2,1}, \alpha_{2,2}, \dots, \alpha_{2,12}$.最后仍回到棱体0°工作面.回零差也应不大于0.1",否则重测.

其它各系列均按上述方法进行测量,将全部读数列入表3.

表 3

系列序号	多齿分度台起始位置	棱体位置及读数											
		0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	0°	$\alpha_{1,1}$	$\alpha_{1,2}$	$\alpha_{1,3}$	$\alpha_{1,4}$	$\alpha_{1,5}$	$\alpha_{1,6}$	$\alpha_{1,7}$	$\alpha_{1,8}$	$\alpha_{1,9}$	$\alpha_{1,10}$	$\alpha_{1,11}$	$\alpha_{1,12}$
2	30°	$\alpha_{2,1}$	$\alpha_{2,2}$	$\alpha_{2,3}$	$\alpha_{2,4}$	$\alpha_{2,5}$	$\alpha_{2,6}$	$\alpha_{2,7}$	$\alpha_{2,8}$	$\alpha_{2,9}$	$\alpha_{2,10}$	$\alpha_{2,11}$	$\alpha_{2,12}$
3	60°	$\alpha_{3,1}$	$\alpha_{3,2}$	$\alpha_{3,3}$	$\alpha_{3,4}$	$\alpha_{3,5}$	$\alpha_{3,6}$	$\alpha_{3,7}$	$\alpha_{3,8}$	$\alpha_{3,9}$	$\alpha_{3,10}$	$\alpha_{3,11}$	$\alpha_{3,12}$
4	90°	$\alpha_{4,1}$	$\alpha_{4,2}$	$\alpha_{4,3}$	$\alpha_{4,4}$	$\alpha_{4,5}$	$\alpha_{4,6}$	$\alpha_{4,7}$	$\alpha_{4,8}$	$\alpha_{4,9}$	$\alpha_{4,10}$	$\alpha_{4,11}$	$\alpha_{4,12}$
5	120°	$\alpha_{5,1}$	$\alpha_{5,2}$	$\alpha_{5,3}$	$\alpha_{5,4}$	$\alpha_{5,5}$	$\alpha_{5,6}$	$\alpha_{5,7}$	$\alpha_{5,8}$	$\alpha_{5,9}$	$\alpha_{5,10}$	$\alpha_{5,11}$	$\alpha_{5,12}$
6	150°	$\alpha_{6,1}$	$\alpha_{6,2}$	$\alpha_{6,3}$	$\alpha_{6,4}$	$\alpha_{6,5}$	$\alpha_{6,6}$	$\alpha_{6,7}$	$\alpha_{6,8}$	$\alpha_{6,9}$	$\alpha_{6,10}$	$\alpha_{6,11}$	$\alpha_{6,12}$
7	180°	$\alpha_{7,1}$	$\alpha_{7,2}$	$\alpha_{7,3}$	$\alpha_{7,4}$	$\alpha_{7,5}$	$\alpha_{7,6}$	$\alpha_{7,7}$	$\alpha_{7,8}$	$\alpha_{7,9}$	$\alpha_{7,10}$	$\alpha_{7,11}$	$\alpha_{7,12}$
8	210°	$\alpha_{8,1}$	$\alpha_{8,2}$	$\alpha_{8,3}$	$\alpha_{8,4}$	$\alpha_{8,5}$	$\alpha_{8,6}$	$\alpha_{8,7}$	$\alpha_{8,8}$	$\alpha_{8,9}$	$\alpha_{8,10}$	$\alpha_{8,11}$	$\alpha_{8,12}$
9	240°	$\alpha_{9,1}$	$\alpha_{9,2}$	$\alpha_{9,3}$	$\alpha_{9,4}$	$\alpha_{9,5}$	$\alpha_{9,6}$	$\alpha_{9,7}$	$\alpha_{9,8}$	$\alpha_{9,9}$	$\alpha_{9,10}$	$\alpha_{9,11}$	$\alpha_{9,12}$
10	270°	$\alpha_{10,1}$	$\alpha_{10,2}$	$\alpha_{10,3}$	$\alpha_{10,4}$	$\alpha_{10,5}$	$\alpha_{10,6}$	$\alpha_{10,7}$	$\alpha_{10,8}$	$\alpha_{10,9}$	$\alpha_{10,10}$	$\alpha_{10,11}$	$\alpha_{10,12}$
11	300°	$\alpha_{11,1}$	$\alpha_{11,2}$	$\alpha_{11,3}$	$\alpha_{11,4}$	$\alpha_{11,5}$	$\alpha_{11,6}$	$\alpha_{11,7}$	$\alpha_{11,8}$	$\alpha_{11,9}$	$\alpha_{11,10}$	$\alpha_{11,11}$	$\alpha_{11,12}$
12	330°	$\alpha_{12,1}$	$\alpha_{12,2}$	$\alpha_{12,3}$	$\alpha_{12,4}$	$\alpha_{12,5}$	$\alpha_{12,6}$	$\alpha_{12,7}$	$\alpha_{12,8}$	$\alpha_{12,9}$	$\alpha_{12,10}$	$\alpha_{12,11}$	$\alpha_{12,12}$
竖行和 S_j													
工作角偏差 $S_j - S_1$													
$\frac{S_j - S_1}{n}$													

按(3)式求表4中数据的竖行和 S_j :

$$S_j = \alpha_{1,j} + \alpha_{2,j} + \dots + \alpha_{n,j} = \sum_{i=1}^n \alpha_{i,j} \quad (3)$$

式中: $j=1, 2, \dots, n$ (n 为棱体面数)

按(4)式求多面棱体的工作角偏差 $\Delta\alpha_j$:

$$\Delta\alpha_j = \frac{S_j - S_1}{n} \quad (4)$$

式中: $j=1, 2, \dots, n$ (n 为棱体面数)

正多面棱体工作角测量不确定度计算实例见附录.

9.2.2 直接检定

三等棱体在0级多齿分度台上以0°,120°,240°三个均匀分布位置

和分度值不大于 0.2" 的自准直仪直接检定,取三个位置的算术平均值作为最后检定结果.

检定装置如图 4,检定方法如 9.2.1 所述,检定数据处理如表 4.

表 4

棱体位置	多齿分度台起始位置及检定读数			三次读数平均值	棱体工作角偏差
	0°	120°	240°		
0°	1.0	1.2	0.8	1.00	0
30°	0.6	0.7	0.2	0.50	-0.50
60°	0.6	0.7	0.2	0.50	-0.50
90°	0.9	0.9	0.5	0.77	-0.23
120°	0.6	0.9	0.4	0.63	-0.37
150°	0.3	0.6	0.2	0.37	-0.63
180°	1.4	1.6	1.1	1.37	+0.37
210°	0.6	0.9	0.4	0.63	-0.37
240°	0.9	1.1	0.7	0.90	-0.10
270°	0.6	0.5	0.2	0.43	-0.57
300°	1.0	1.2	+0.9	1.03	+0.03
330°	-0.4	-0.1	-0.6	-0.37	-1.37

四等棱体在 1 级多齿分度台和分度值不大于 0.2" 的自准直仪装置上直接检定,检定方法如 9.2.1.

9.2.3 17,23 面棱体的检定,在 391 齿分度台上检定.检定方法及数据处理同上.

四 检定结果的处理和检定周期

10 经检定符合本规程要求的多面棱体,发给检定证书;不符合本规程要求的,发给检定结果通知书.

11 多面棱体的检定周期一般为 2 年.

附 录

正多面棱体工作角测量不确定度计算实例

以 12 面棱体为例,将测量数据填入附表 1,首先按前面(3),(4)两式求得棱体工作角偏差 $\Delta\alpha_j$,为求不确定度 U ,对表 4 中的数据作如下计算:

1) 求横行和的平均值 C_i :

$$C_i = \frac{1}{n} (\alpha_{i,1} + \alpha_{i,2} + \dots + \alpha_{i,n}) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \alpha_{i,j} \quad (1)$$

式中: $i=1, 2, \dots, n$ (n 为棱体面数)

2) 求棱体第 j 面的位置误差 A_j :

$$A_j = \frac{1}{n} (S_j - \sum_{i=1}^n C_i) \quad (2)$$

式中: $i=1, 2, \dots, n$ (n 为棱体面数, S_j 为竖行和)

3) 求斜行和 Y_j :

$$Y_j = \sum_{i=1}^n \alpha_{i,j-i+1+\epsilon} \quad (3)$$

式中: $j=1, 2, \dots, n$ (n 为棱体面数)

ϵ 为系数,当 $j-i \geq 0$ 时 $\epsilon=0$

当 $j-i < 0$ 时 $\epsilon=1$

4) 求多齿分度台各分度的位置误差 B_j :

$$B_j = -\frac{1}{n} (Y_j - \sum_{i=1}^n C_i) \quad (4)$$

式中: $j=1, 2, \dots, n$ (n 为棱体面数)

5) 求读数 $\alpha_{i,j}$ 的残差 $v_{i,j}$:

$$v_{i,j} = \alpha_{i,j} - A_j + B_{i+j-1+\epsilon} - C_i \quad (5)$$

式中: $i=1, 2, \dots, n$

$J=1, 2, \dots, n$ (n 为棱体面数)

ϵ 为系数, 当 $i+j-1 \leq n$ 时 $\epsilon=0$

当 $i+j-1 > n$ 时 $\epsilon=-1$

6) 求残差的平方和 $[\nu\nu]$:

$$[\nu\nu] = \sum_i^n \sum_j^n (\nu_{i,j})^2 \quad (6)$$

7) 求棱体工作角偏差检定结果的扩展不确定度 U :

$$U = 3\sqrt{\frac{2[\nu\nu]}{n(n-1)(n-2)}} \quad (7)$$

将按上述各式求得的数据及读数的残差分别填入附表1和附表2.

附表 1

系列多齿分度台 序号 起始位置	棱体位置及读数 $\alpha_{i,j}$												横行平 均值 C_i
	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	
1	5.06	3.41	3.96	3.71	3.96	4.66	4.71	4.96	5.71	6.06	6.61	5.86	4.889
2	5.73	4.03	4.48	4.33	4.53	5.18	5.18	5.53	6.23	6.68	7.23	6.43	5.463
3	5.34	3.64	4.14	3.94	4.14	4.84	4.89	5.09	5.84	6.24	6.84	6.04	5.082
4	3.42	1.77	2.22	1.97	2.27	2.92	3.02	3.22	3.97	4.37	4.92	4.17	3.187
5	2.93	1.28	1.68	1.48	1.73	2.43	2.53	2.73	3.43	3.83	4.33	3.63	2.668
6	2.47	0.87	1.27	1.07	1.27	1.97	2.07	2.27	3.02	3.32	3.92	3.17	2.224
7	3.79	2.19	2.69	2.44	2.69	3.34	3.44	3.64	4.44	4.79	5.29	4.49	3.603
8	4.83	3.23	3.63	3.53	3.68	4.38	4.43	4.63	5.43	5.78	6.38	5.58	4.626
9	5.63	3.98	4.38	4.23	4.48	5.18	5.28	5.48	6.18	6.53	7.13	6.38	5.405
10	3.73	2.13	2.53	2.28	2.63	3.33	3.33	3.58	4.33	4.63	5.23	4.43	3.513
11	4.87	3.17	3.62	3.47	3.67	4.37	4.52	4.57	5.42	5.82	6.42	5.57	4.624
12	5.94	4.29	4.64	4.59	4.79	5.49	5.54	5.84	6.54	6.89	7.44	6.59	5.715
棱体工作角偏差 $\Delta\alpha_j$	0	-1.646	-1.208	-1.392	-1.158	-0.471	-0.400	-0.183	-0.567	0.933	1.500	0.717	
竖行和 S_j	53.74	33.99	39.24	37.04	39.84	48.09	48.94	51.54	60.54	64.94	71.74	62.34	
斜行和 Y_j	50.89	50.94	51.09	50.99	51.14	50.94	50.94	50.99	51.14	50.89	51.04	50.99	
棱体工作面位置 误差 A_j	0.228	-1.417	-0.980	-1.163	-0.930	-0.242	-0.172	0.045	0.795	1.162	1.728	0.945	
多齿分度台位置 误差 B_j	0.009	0.005	-0.008	0.001	-0.012	0.005	0.005	0.001	-0.012	0.009	-0.003	0.001	

附表 2

系列多齿分度台 序号	起始位置	棱体位置及各读数的残差 v_{ij}											
		0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	0°	-0.049	-0.057	0.043	-0.015	-0.011	0.018	-0.003	0.026	0.014	0.018	-0.011	0.026
2	30°	0.043	-0.024	-0.003	0.018	0.001	-0.036	-0.111	0.010	-0.019	0.051	0.039	0.031
3	60°	0.022	-0.024	0.026	0.026	-0.007	0.001	-0.032	-0.028	-0.040	-0.003	0.039	0.018
4	90°	0.006	-0.011	0.018	-0.049	0.014	-0.036	0.014	-0.015	-0.011	0.031	0.010	0.031
5	120°	0.022	0.035	-0.003	-0.024	-0.019	0.014	0.031	0.018	-0.024	0.006	-0.074	0.018
6	150°	0.022	0.068	0.026	-0.003	-0.015	-0.015	0.018	0.010	0.006	-0.074	-0.032	-0.011
7	180°	-0.036	0.006	0.056	0.010	0.014	-0.019	0.018	-0.003	0.035	0.026	-0.053	-0.053
8	210°	-0.024	0.010	-0.007	0.004	-0.015	0.006	-0.019	-0.049	0.010	-0.019	0.031	0.014
9	240°	-0.015	0.001	-0.049	-0.011	0.014	0.022	0.039	0.031	-0.032	-0.032	0.001	0.031
10	270°	-0.003	0.031	-0.003	-0.061	0.051	0.051	-0.011	0.010	0.026	-0.040	-0.011	-0.040
11	300°	0.014	-0.036	-0.015	0.014	-0.032	-0.011	0.056	-0.094	0.006	0.035	0.056	0.010
12	330°	-0.003	0.001	-0.090	0.031	0.006	0.006	0.001	0.085	0.031	0.001	0.006	-0.074

残差的平方和 $[\nu^2]$: 0.158 1

棱体工作角偏差测量结果不确定度: 0.046