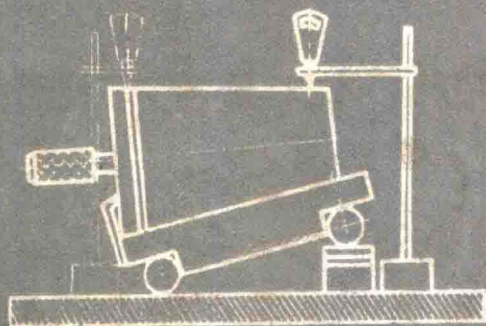


计量检验小丛书

正弦尺



机械工业出版社

计量检验小丛书

正 弦 尺

刘 承 启 编

内蒙古人民出版社

一九七五年：呼和浩特

正 弦 尺

刘 承 启 编

*

内蒙古人民出版社出版

内蒙古新华书店发行

内蒙古新华印刷厂印刷

开本:787×1092 1/32 印张:1.25 字数:20千

1975年8月第一版

1975年12月第1次印刷

印数:1—13,100册

统一书号:15089·12 每册:0.11元

毛主席语录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

工业学大庆。

一切产品，不但求数量多，而且求质量好，耐穿耐用。

独立自主、自力更生、艰苦奋斗、勤俭建国。

前 言

计量和检验工作是工农业生产中为保证和提高产品质量，为贯彻“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”总路线的一项重要工作。在毛主席无产阶级革命路线指引下，随着工农业生产的不断蓬勃发展，计量检验工作的应用日益广泛，要求不断提高，计量检验工作人员的队伍不断扩大。为了帮助有关人员了解计量检验方面的基础技术知识，呼和浩特市计量所组织有关工厂的工人、技术人员以及学校教师等编写了一些有关基础技术读物，作为“计量检验小丛书”出版。

正弦尺是用于准确检验机械零件和量规角度、锥度的一种量具，本书对正弦尺的结构、测量原理、应用、测量误差分析以及正弦尺的检验和维护保养等，作了较为系统的介绍。可供计量检验工人、工具钳工和磨工等参考，也可供有关技术人员及技工学校师生参考。

在本书编写过程中，得到呼和浩特机床厂领导的大力支持，还得到邢国瑞、尹家荣、徐玉昆、林桂英等同志协助整理、绘图，并承呼和浩特机床附件厂牟国成师傅的审阅，在此一并表示感谢。

由于编者政治和业务水平低，经验少，时间仓猝，因此书中谬误之处可能不少，恳切希望读者多加批评指正。

编 者

一九七五年六月

目 录

绪言	(1)
一、正弦尺的结构原理	(3)
(一) 结构及型式	(3)
(二) 测量原理	(5)
二、正弦尺的应用	(7)
(一) 外锥体锥角的测量	(7)
(二) 外锥体小端直径的测量	(13)
(三) 内锥体锥角的测量	(18)
(四) 圆锥螺纹中径的测量	(20)
三、正弦尺的检定	(24)
(一) 正弦尺各工作部分的技术要求	(24)
(二) 正弦尺的检定	(25)
四、测量误差的分析	(30)
五、正弦尺的维护和保养	(34)

绪 言

机械零件或量规的角度和锥度的测量是机械制造工业中技术测量的重要组成部分之一。用来测量角度和锥度的工具很多，因此，测量方法也各式各样。按照获得测量结果的来源不同，可分为直接测量和间接测量两种。

1. 直接测量

能够直接量出角度数值或偏差的测量方法称为直接测量。直接测量又可分为绝对测量和相对测量。

绝对测量：能够从量具或仪器上直接读出被量角度实际数值的测量方法称为绝对测量。例如，用游标量角器、万能角度尺、水平仪、光学线象仪、光学分度头、测角仪、投影仪等量具或量仪测量角度的方法都属于绝对测量法。

相对测量：用比较或估计的方法来确定被量角度偏差的测量方法称为相对测量法。例如，用角度块规、直角尺、正弦量角规、角度（或锥度）样板等量具测量角度的方法都属于相对测量法。

2. 间接测量

凡是先直接测量其它一个或几个有关的线尺寸，再根据三角函数计算而得到被测量角度数值的方法，称为间接测量。例如，用正弦尺或钢球、圆柱、圆环等测量锥体角度的方法，都属于间接测量法。

角度的度量单位用度、分、秒或弧度表示，它们之间的关系如下：

$$360^{\circ} = 2\pi \text{ 弧度}$$

$$\therefore 1 \text{ 弧度} = \frac{360^{\circ}}{2\pi} = 57^{\circ}17'44''$$

$$= 3437.73'$$

$$= 206264'' \approx 2 \times 10^5 \text{ 秒}$$

$$1^{\circ} = 0.017453 = 17.453 \times 10^{-3} \text{ 弧度}$$

$$1' = 0.0002909 = 2.909 \times 10^{-4} \text{ 弧度}$$

$$1'' = 0.0000048444 = 4.844 \times 10^{-6} \text{ 弧度}$$

正弦尺(也叫正弦规)主要用于角度和锥度的间接测量,亦可用于精密定位。

由于正弦尺结构简单,使用方便,具有一定的测量精度,因此,在生产实践中得到了广泛的应用。本书主要介绍正弦尺的结构原理、正弦尺的应用和测量误差的分析以及正弦尺的检定和维护保养等内容,供使用时参考。

一、正弦尺的结构原理

(一) 结构及型式

正弦尺主要由带有精密工作平面的主体和两个精密的圆柱组成，四周装有挡板（在使用时，一般只装互相垂直的两块），测量时作为放置零件的定位基准，如图 1 所示。

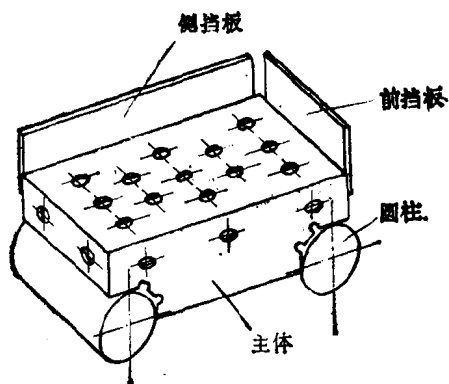


图 1 正弦尺

正弦尺分窄型正弦尺（图 2）和宽型正弦尺（图 3）两种型式。

正弦尺的基本尺寸如表 1 和表 2 所示。

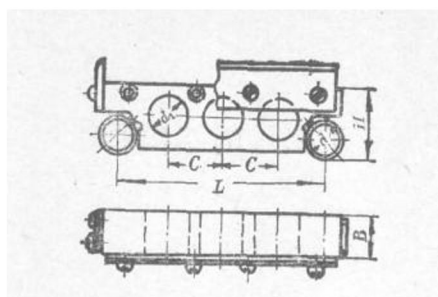


图 2 窄型正弦尺

表 1

L	B	d	H	C	d_1
100	25	20	30	20	12
200	40	30	55	40	20

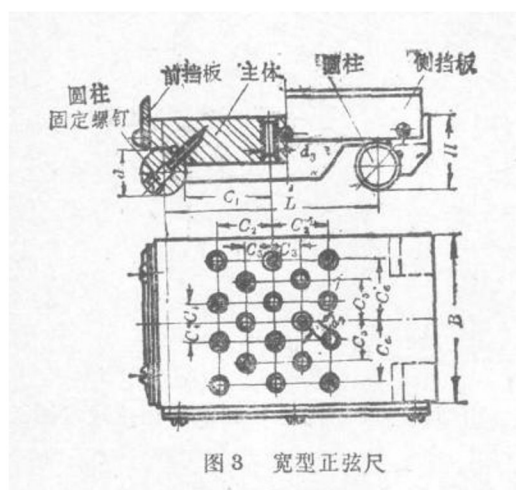


图 3 宽型正弦尺

表 2

L	B	d	H	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	d_2	d_3
100	80	20	40	40	30	15	10	20	30	7dc7	M6 × 1
200	150	30	65	85	60	30	15	30	45		

(二) 测量原理

正弦尺，顾名思义，是根据正弦的道理制成的尺。

大家知道：在直角三角形 ABC 中（如图 4）， $\angle \alpha$ 的对边 a 与斜边 c 之比，称为 $\angle \alpha$ 的正弦函数。即

$$\sin \alpha = \frac{a}{c}$$

从上式我们得出：当对边 a 和斜边 c 分别为一确定的数值时， $\angle \alpha$ 的大小也就随之确定了。

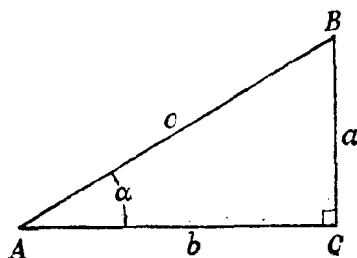


图 4

如果斜边 c 的大小固定不变，对边 a 增大，则 $\angle \alpha$ 也将按一定的关系随之增大；反之，对边 a 减小，则 $\angle \alpha$ 也将按一定的关系随之减小。

正弦尺就是根据这个道理制成的。正弦尺两圆柱轴线间的距离 L 为固定不变的数值（ $L = 100 \text{ mm}$ 或 $L = 200 \text{ mm}$ ）。 L 即为直角三角形斜边 c ，在一圆柱下面所垫入的块规尺寸 h ，即为直角三角形中 $\angle \alpha$ 的对边 a 。参看图 5。

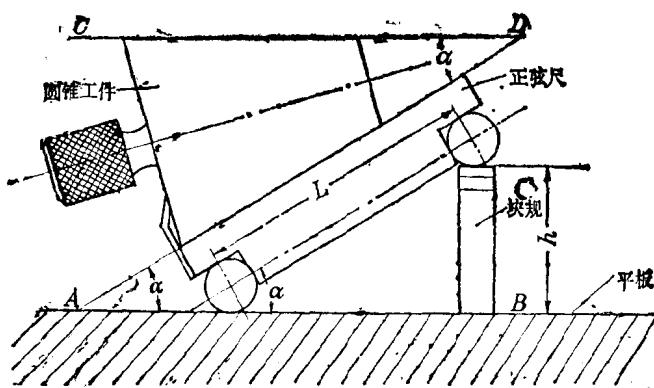


图 5

当块规尺寸 h 增大或减小时（即 α 增大或减小时）， $\angle\alpha$ 将按一定的关系随之增大或减小。

正弦尺就是根据改变块规尺寸 h 的大小来测量各个不同角度的。

使用正弦尺时，还应用了平面几何学上的一个定理：两条直线平行，内错角相等。参看图 5，因为 $CD \parallel AB$ ，所以 $\angle CDA = \angle DAB = \angle\alpha$ 。又因为 $\angle\alpha$ 可用公式 $\sin\alpha = \frac{h}{L}$ 求出，所以被测锥体锥角 $\angle CDA$ 也就知道了。因此，测量时，只要测量锥体上母线 CD 平行于平板工作面 AB ，就可以计算出锥体锥角的大小了。

由上述可见，正弦尺就是根据正弦定义和两条直线平行内错角相等的定理制成并应用于实践，以解决生产中的实际测量问题的。

二、正弦尺的应用

正弦尺主要用于测量外锥体制件或工具，也可以用来测量外锥体的大端或小端的直径、内锥体的锥角、圆锥螺纹的中径等。这里以外锥体的测量为主进行介绍。

(一) 外锥体锥角的测量

1. 测量前的准备工作

首先，根据被测锥体的大小，选择宽型或窄型、中心距为100mm或200mm的正弦尺。

其次，根据被测锥体的公称锥角 2α 或锥度 K ，用下式计算块规组尺寸 h 。

$$h = L \times \sin 2\alpha \text{ 或 } h = \frac{4 LK}{K^2 + 4}$$

式中： h ——块规组尺寸；

L ——正弦尺两圆柱中心距；

α ——锥体公称斜角；

K ——锥体的锥度。

锥度 K 等于锥体大端直径 D 与小端直径 d 之差除以锥体长度 l ，即

$$K = \frac{D - d}{l} = 2 \operatorname{tg} \alpha$$

式中： D ——锥体大端直径；

d ——锥体小端直径；

c ——锥体长度；

α ——锥体斜角。

〔附〕公式 $h = \frac{4LK}{K^2+4} = L\sin 2\alpha$ 的推导如下：

$\because K = 2\operatorname{tg}\alpha$ ，代入上式得

$$h = \frac{4LK}{K^2+4} = \frac{4L \cdot 2\operatorname{tg}\alpha}{(2\operatorname{tg}\alpha)^2+4} = \frac{8L\operatorname{tg}\alpha}{4(\operatorname{tg}^2\alpha+1)} = \frac{2L\operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}^2\alpha+1}$$

$\because \operatorname{tg}^2\alpha + 1 = \sec^2\alpha$

又 $\because \sec^2\alpha = \frac{1}{\cos^2\alpha}$ ，代入上式得

$$h = \frac{2L\operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}^2\alpha+1} = \frac{2L\operatorname{tg}\alpha}{\sec^2\alpha} = \frac{2L\operatorname{tg}\alpha}{\frac{1}{\cos^2\alpha}}$$

$\because \operatorname{tg}\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}$ ，代入上式得

$$h = \frac{2L\operatorname{tg}\alpha}{\frac{1}{\cos^2\alpha}} = \frac{2L \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}}{\frac{1}{\cos^2\alpha}} = 2L\sin\alpha\cos\alpha$$

$\because 2\sin\alpha\cos\alpha = \sin 2\alpha$ ，代入上式得

$$h = 2L\sin\alpha\cos\alpha = L\sin 2\alpha$$

$$\therefore h = \frac{4LK}{K^2+4} = L\sin 2\alpha$$

对标准锥体，当已知被测锥体的锥度 K 和选用的正弦尺两圆柱轴线间距离 L 时，块规的组合尺寸 h 可在表 3 中直接查得。

表 3

锥 度 符 号		锥 度 K	块 规 组 合 尺 寸 h	
			当 $L = 100$ 时	当 $L = 200$ 时
公 制	4	0.05	4.9968	9.9936
	6			
英 氏	0	0.05205	5.2014	10.4028
	1	0.04988	4.9848	9.9696
	2	0.04995	4.9918	9.9836
	3	0.05020	5.0168	10.0336
	4	0.05194	5.1904	10.3808
	5	0.05263	5.2593	10.5186
	6	0.05124	5.2104	10.4208
公 制	80	0.05	4.9968	9.9936
	100			
	120			
	140			
	160			
	200			

在计算或查表确定出块规组的尺寸 h 后, 再根据被测体的精度, 确定所用块规的精度等级。

然后, 如图 6 所示, 把组合好的块规放在所选用的检定平板上, 并垫在正弦尺的某一圆柱的下面。这时, 正弦尺工

作面与平板工作面之间的夹角为 2α 。

其次，把被测锥体正确安装在正弦尺上，根据被测件的精度要求，选择好指示表，把指示表装卡在万能表架上。

2. 测量工作

参看图 6，以检定平板的测量面为基面，用千分表或比较仪测量锥体上母线，在任意一点 a 上把指示表对“零”，而后移动表架到 b 点（一般 a, b 两点多取在距锥体端面 $2 \sim 3$ 毫米处），记下 a, b 两点的读数差 e 和 a, b 两点之间的距离 l 。

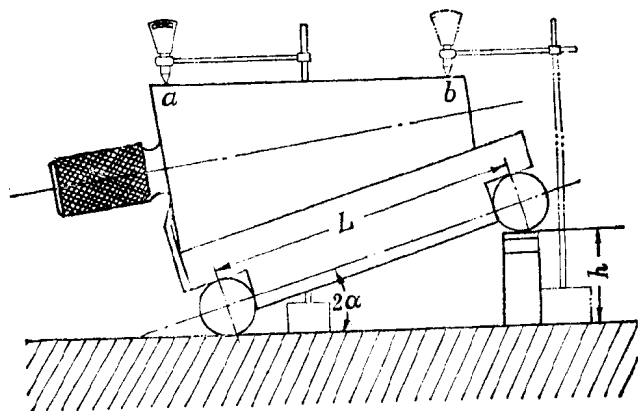


图 6

3. 结果的处理

被测锥体的锥度误差 ΔK 可用下式求出：

$$\Delta K = \frac{e}{l}$$

锥角误差为

$$\Delta(2\alpha) \approx \frac{e}{l} \text{ 弧度} = \Delta K \times 2 \times 10^5 \text{ 秒}$$

在日常工作中，锥角误差也可用下式计算：

$$\frac{e}{l} = \sin(\Delta\alpha) \approx \operatorname{tg}(\Delta\alpha)$$

误差正、负号可由 a 、 b 两点的位置和大小来确定。把误差以代数和的形式加入锥体的公称尺寸，即为被测锥体锥角的实际尺寸。

【例 1】有一莫氏 4 * 塞规，其锥体的工作长度 $l = 104$ mm，大端工作直径 $D = 31.267$ mm，锥度 $K = 0.05194$ ，锥度公差 $\delta K = \pm 0.00010$ ，应用正弦尺检验其锥度是否符合要求。

解：（1）根据被测塞规的工作长度（ $l = 104$ mm）的长短和大端工作直径（ $D = 31.267$ mm）的大小，选用窄型的 $L = 200$ mm 的正弦尺测量比较合适。

又根据其锥度公差 $\delta K = \pm 0.00010$ 很小，精度很高，可选用 2 级精度的块规、1 级精度的检定平板和刻度值为 0.001 mm 的指示表较为恰当。

（2）根据被测塞规的公称锥度 K ，应用公式 $h = \frac{4LK}{K^2 + 4}$

计算块规组合尺寸 h （或查表 3），此题的块规组合尺寸 $h = 10.3808$ mm。

（3）如图 7 那样安置工件、块规，把指示表安卡在万能架上。

（4）测量：在距小端面 2 毫米处的 a 点指示表读数为 $+0.017$ mm（也可以在 a 点把指示表对“零”），在距大端面 2 毫米处的 b 点指示表读数为 $+0.012$ mm（如果在 a 点把指示表对到零位时，那么指示表移动到 b 点时的读数就不是 $+0.012$ mm，而是 $+0.012 - (+0.017) = -0.005$ mm），即