

工人岗位技能培训系列教材

钳工技能

陈大钧

主编



航空工业出版社

3
43

工人岗位技能培训系列教材

钳 工 技 能

陈大钧 主编

航空工业出版社

1991

(京)新登字161号

内 容 简 介

本书阐述的钳工技能,是根据航空工业《工人技术等级标准》(钳工)应知应会的要求,以技能培训为主线,贯穿必要的理论知识,并借鉴国际劳工组织开发的模块式(MES)教材的形式编写的,即以本岗位技能要求的典型零件为模块,再根据模块选配学习单元。适合立足本职,定向学习,岗位成才的要求,是开展工人岗位技能培训的适用教材。

本书是钳工的岗位技能培训教材,技能内容图文结合,便于自学和施教。本书也可作为钳工技术人员的参考书和技校、大专院校学生的技能培训参考教材。

工人岗位技能培训系列教材

钳 工 技 能

陈大钧 主编

航空工业出版社出版发行

(北京市和平里小关东里14号)

一邮政编码: 100029—

全国各地新华书店经售

地质印刷厂印刷

1991年12月第1版

1991年12月第1次印刷

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 10.75 插页: 1页

印数: 1—22000

字数: 257.4 千字

ISBN 7-80046-384-2/G·049

定价: 5.70 元

前 言

为落实国务院关于“搞好职工培训，不断提高职工队伍素质”的指示精神，适应工人岗位培训的需要，在总结航空工业多年来工人培训的实践，借鉴国际劳工组织开发的职业技能模块（MES）教学法的基础上，我们组织编写了包括车工、钳工、铣工、钣金工、磨工、冲压工、表面处理工、焊工等十几个专业工种和工人岗位通用知识在内的新型教材。计划从1991年至1992年陆续出版。

这套教材的内容及其深广度，以《工人技术等级标准》为依据，以操作技能为主，将本工种各技术等级、不同岗位的要求，用若干个典型零件来体现，这种典型零件即为模块，而完成模块技能要求所需的单一的基础技能训练称为学习单元。因此，这套教材既是工人技能培训教材，同时也是技能考核标准的具体化。当某个工人需要培训或考核时，根据技术等级和需要加工的零件（或工艺）类型，可以很快找到所应掌握的学习单元和考核要求。本教材的内容大多是由一些老工人、技师和多年在生产第一线的技术人员提供的操作技能技巧实例，加上通俗易懂的文字和大量的图示图解，无论采取集中培训形式还是工人自学，都较其他类型教材容易掌握。

本书由南方动力机械公司教育处负责组织编写。全书由陈大钧同志主编，参加编写的还有南方动力机械公司的鄢振湘、陈兆友、戴虹红等同志。宏光空降装备厂陆璋兴、南昌飞机制造公司丁金良等集体审定。在教材编审过程中，部教育司、有关工厂、航空工业出版社等单位给予了大力支持和帮助，在此表示感谢！

在教材编写过程中，我们坚决地按照岗位培训“干什么，学什么；缺什么，补什么”的原则，努力处理好专业理论与操作技能、典型与特殊以及各技术等级之间的关系，希望能成为一套适合岗位培训并受广大工人欢迎的新型教材。但由于时间仓促，水平有限，缺点错误在所难免，请广大工人同志和各位读者提出意见，使这套教材日臻完善。

工人岗位技能培训系列教材编委会

1991年6月

工人岗位技能培训系列教材

编委会

主任：张齐贤

副主任：林生茂 孙同咏

李德英 王德祥(常务)

委员：(以姓氏笔划为序)

王芝良 王辅义

刘海奎 孙中怡(常务)

沈慧晨 李光宇

吴蜀辉 张万良

张书臣 苑朝(常务)

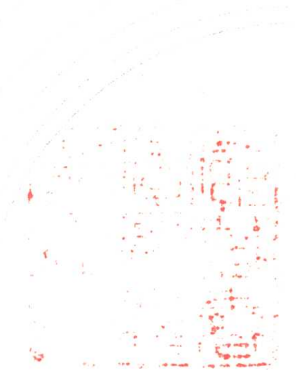
金世勋 赵振民

黄良留 黄洵文

夏文龙 徐光辉

阎承仕(常务)

曹懿新 龚振亚



110056/06

目 录

前 言	
导 论	钳工岗位技能培训模块及学习单元划分..... (1)
第 1 学习单元	常用量具量仪..... (2)
第 2 学习单元	划线..... (16)
第 3 学习单元	锉削..... (27)
第 4 学习单元	钻孔..... (37)
第 5 学习单元	铰孔..... (52)
第 6 学习单元	攻丝..... (62)
第 7 学习单元	刮削..... (72)
第 8 学习单元	研磨..... (82)
第 9 学习单元	矫正..... (95)
第10学习单元	典型机构的装配与调整.....(102)
第11学习单元	粘接技术的应用.....(124)
第12学习单元	夹具使用的基本知识.....(136)
第13学习单元	机械加工工艺基本知识.....(152)
参 考 资 料	(165)

导 论

钳工岗位技能培训模块及学习单元划分

模块——代表本岗位技能要求的典型零件称为模块。

学习单元——为达到模块技能要求需完成的单一基础技能训练称为学习单元。

根据工人岗位技能培训的需要，我们将钳工的操作技能归纳为20个典型零件，即20个模块；又将加工这些典型零件所需掌握的操作技能分编成13个学习单元；职工进行岗位培训时，各级钳工可根据所应掌握的操作技能找到相应的模块，选学该模块对应的若干学习单元，形成“干什么，学什么，缺什么，补什么”的新型学习方式，使职工岗位技能培训真正促进岗位技能的提高。

说明

1. 模块可结合生产按相似原则由单位主管部门确定。
2. 技能考核办法：在学习单元检测合格基础上，模块合格方算达标。

第1学习单元

常用量具量仪

钳工常用的量具量仪的结构特点·正确的使用方法

钳工在生产中,离不开量具量仪的使用。了解量具量仪的性能及结构特点,正确选用与被测工件精度相适应的量具,掌握正确的使用方法,可以大大减少测量误差,获得可靠的测量结果,从而保证产品质量,提高生产效率。

在检测工作中,要根据被测工件的精度要求,按照国家规定的有关标准,选用与被测工件精度相适应的测量工具,才能保证零件精度要求,降低生产成本。

一、一般量具简介

(一) 游标量具

游标量具是应用游标读数原理制成的量具。常用的有游标卡尺、深度游标尺、高度游标尺、齿轮游标卡尺和万能游标角尺等。

游标量具具有结构简单,使用方便、测量范围大的特点。下面介绍游标卡尺和万能游标角尺的使用。

1. 游标卡尺的种类及使用

游标卡尺分为三用游标卡尺(图1-1)和两用游标卡尺。三用游标卡尺测量范围一般为0—150mm,测量范围更大的为两用游标卡尺。读数精度有0.02mm、0.05mm、0.1mm三种。0.1mm的一种随着工业的发展,已被逐渐淘汰。为了提高读数的准确度,现在已经采用带表的游标卡尺(图1-2)和数字显示卡尺(图1-3)。

游标卡尺的正确使用:

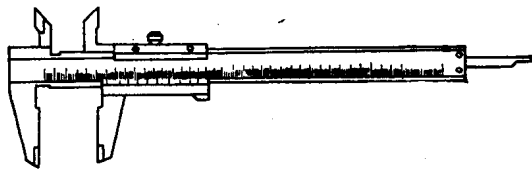


图 1-1 三用卡尺

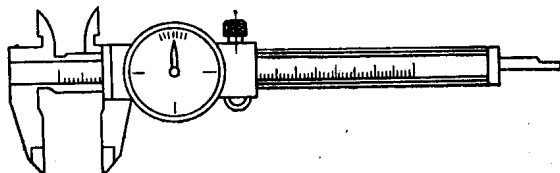


图 1-2 带表游标尺

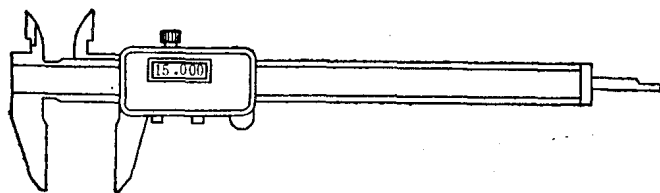


图 1—3 数显卡尺

- (1) 用卡尺测量时，用力应适度，否则影响测量精度。
- (2) 测量时，应使卡尺测量爪工作面与被测量面平行接触。
- (3) 测量深度时，应使尺身端面与测量面靠平，保持尺身垂直，如图1—4所示。

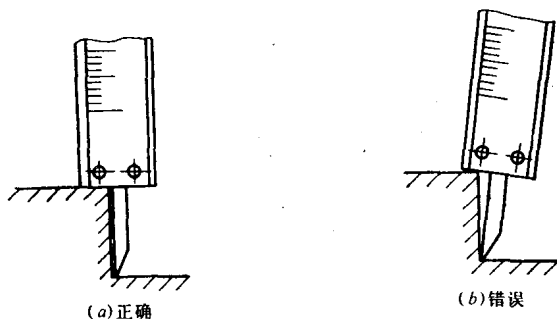


图 1—4 用游标尺测量深度

- (4) 测量孔距时，应找出最大或最小尺寸读数。

2. 游标角度尺的种类及使用

常用的游标角度尺有 I 型 (图1—5) 和 II 型 (图1—6) 两种。测量范围见表1—1，它主要用来测量零件角度和作角度划线。

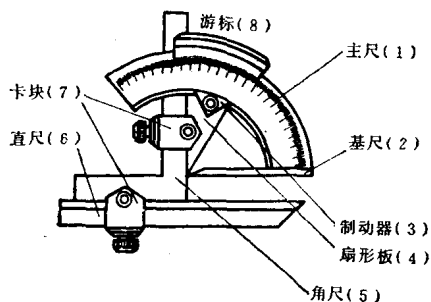


图 1—5 I 型游标角尺

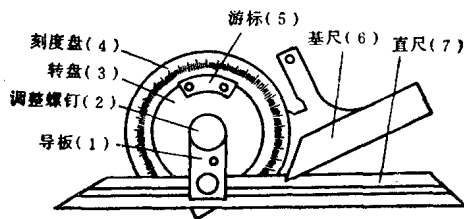


图 1—6 II 型游标角尺

表 1—1 游标角度尺的测量范围

形 式	测 量 范 围	游 标 读 数 尺	
I 型	$0^{\circ}-320^{\circ}$	2'	5'
II 型	$0^{\circ}-360^{\circ}$	5'	10'

I 型游标角度尺的使用

I 型游标角度尺能量 $0^{\circ}-320^{\circ}$ 的角度。利用卡块7，将直尺6装在角尺5上，可量 $0^{\circ}-50^{\circ}$

的角度如图1—7(a)。如卸下角尺5,换上直尺6,即可量 50° — 140° 的角度如图1—7(b)。取下直尺6换上角尺5,则可量 140° — 230° 的角度如图1—7(c)。如将角尺、直尺、卡尺块都卸下,则可量 230° — 320° 的角度如图1—7(d)。

用游标角度尺测量角度时,一般用光隙法判断。

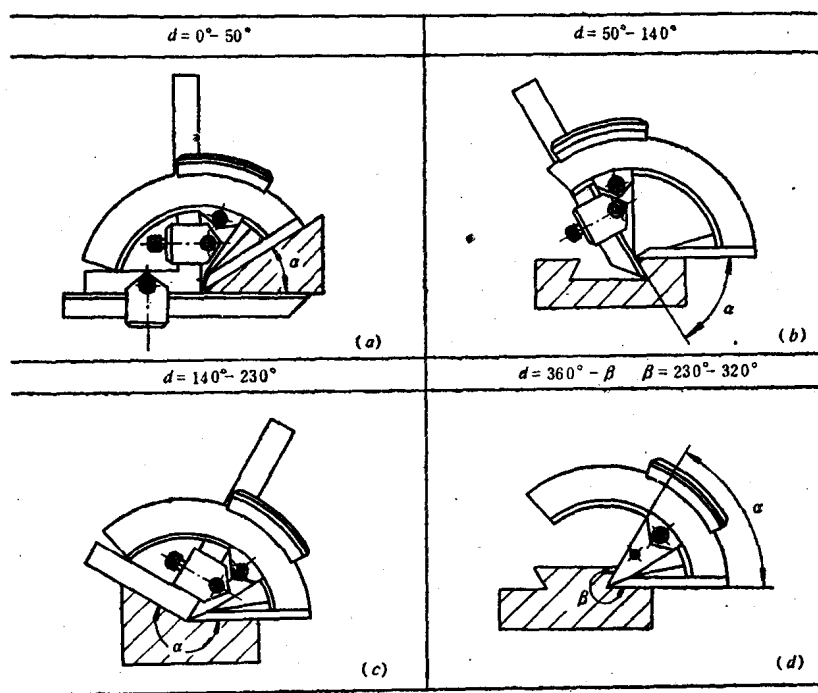


图 1—7 I 型游标角度尺的使用

(二) 测微量具

应用螺旋微动原理制成的量具,称为测微量具。它们都带有测力装置,测力范围在700—1100g。常用的测微量具有外径百分尺(图1—8)、内径百分尺(图1—9)、深度百分尺、螺纹百分尺、外径杠杆千分尺(图1—10)。

现介绍外径百分尺的正确使用。

1. 使用前,应检查0位的正确性。大于25mm的百分尺,要用量杆或量块校对。
2. 测量时,应手握尺架隔热板。
3. 为了提高测量的准确度,应尽量使用测力装置(棘轮)。
4. 测量平行平面尺寸时,应微微摆动百分尺,使测量面全部接触。

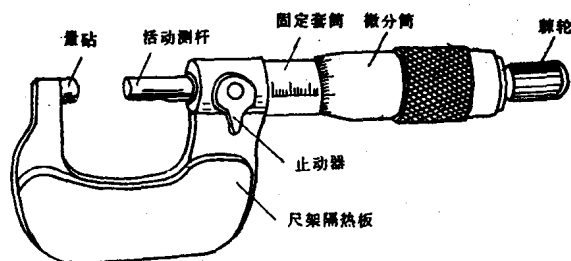


图 1—8 外径百分尺

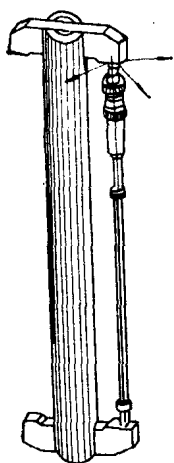


图 1—9 用内径百分尺检验卡规

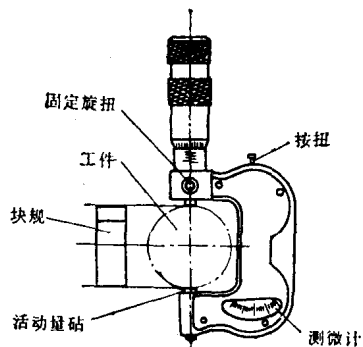


图 1—10 外径杠杆千分尺

5. 测量大直径圆柱面时, 应将固定测杆抵住圆柱面, 微微摆动百分尺, 找出位于一个轴向剖面内的测点, 才能正确读数。大直径外径测量时, 应在同一轴向剖面内多测几处, 才能得到准确值。

6. 如与量块配合作比较测量, 可提高测量精度。特别是用杠杆千分尺作外径精密测量时, 效果更好。

(三) 表类量具

钳工常用的表类量具, 有百分表 (图1—11)、杠杆百分表、内径百分表 (图1—12)、千分表和杠杆千分表。

1. 百分表、千分表的用途和使用

百分表主要用来测量工件的形状和位置偏差, 可用作绝对测量和比较测量, 刻度值为

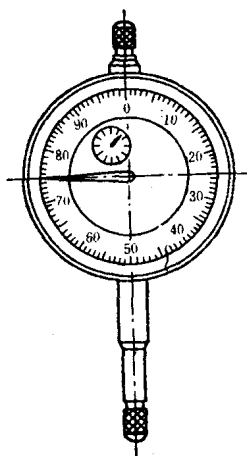


图 1—11 百分表

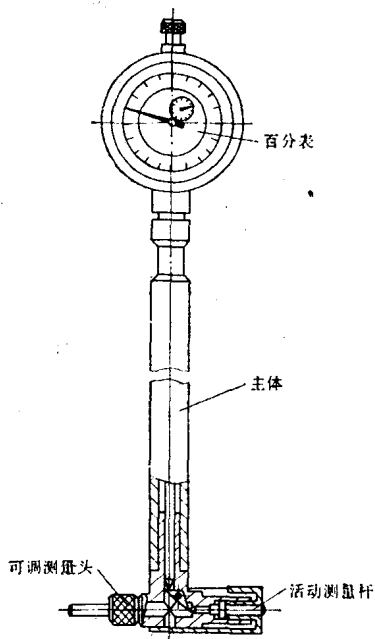


图 1—12 内径百分表

0.01mm。

千分表的刻度值有 0.001mm 和 0.002mm 两种。它的精度比百分表高，故可用来测量高精度工件。

百分表和千分表的使用：

(1) 使用前，应检查百分表或千分表示值稳定性，可用多次提起测量杆，放手后观察指针是否退回到原位的方法检查。

(2) 进行绝对测量时使表杆与被测表面垂直（图1—13），可减小测量误差。

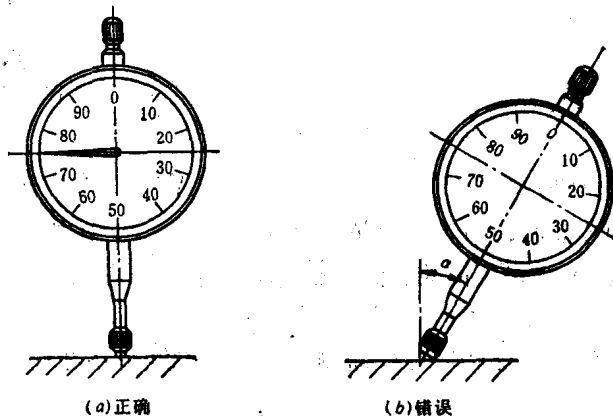


图 1—13 百分表测量杆的正确位置

(3) 测量行程较大时，采用比较测量方法，可提高测量精度，如图1—14所示。

2. 杠杆百分表、杠杆千分表的用途和使用

杠杆百分表刻度值为 0.01mm。它的体积小，测量杆可按需要转动，并能从正反两个方向测量。因此，除了测量一般的几何形状，还可对百分表难以测量的小孔、槽、孔距等尺寸进行测量。

杠杆千分表刻度值为 0.002mm，它的灵敏度相当高，只能用于高精度工件的测量。

杠杆百分表的正确使用：

(1) 测量时，尽量使测量杆轴线与工件测量面保持平行，如图1—15所示。

(2) 测量时，如无法按上述要求保持平行，应对测量读数进行修正。如图1—16

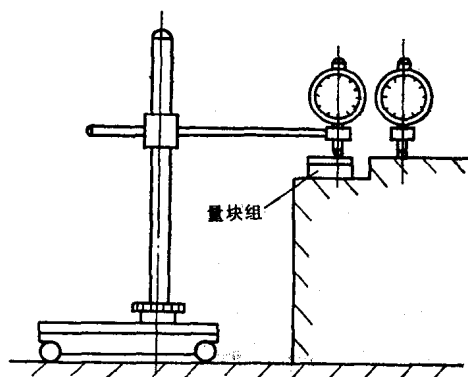


图 1—14 用比较测量法测两平面高度

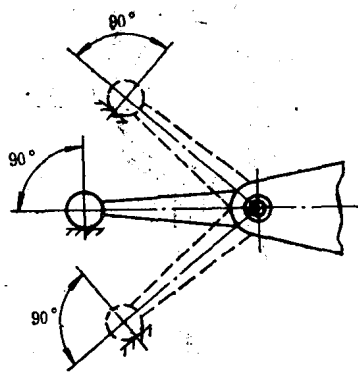


图 1—15 杠杆百分表的正确使用

所示。

$$\text{即: } H = H' \cos \alpha$$

H ——被测量面实际变动量 (mm)

H' ——测量读数 (mm)

α ——测量杆轴线与工件表面夹角

(3) 用杠杆百分表作绝对测量时, 行程不宜太长; 行程较大时, 采用比较测量, 测量精度高。

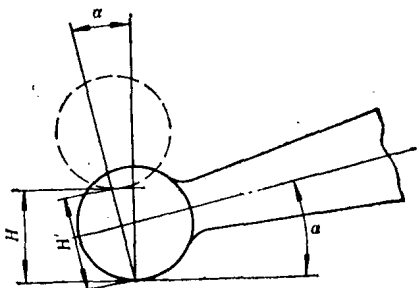


图 1-16 杠杆百分表测量读数的修正

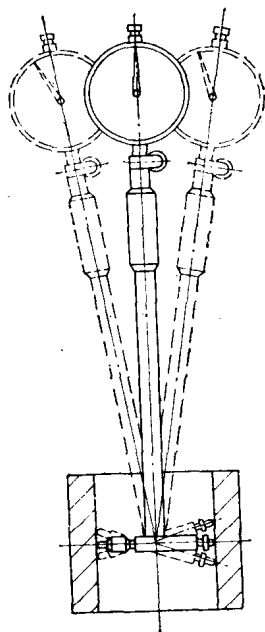


图 1-17 内径百分表的使用

3. 内径百分表的使用

内径百分表主要用于测量孔的直径和两内平行平面间的距离, 使用时应注意以下几点:

(1) 根据测量尺寸可换测量杆, 然后用环规或外径百分尺调整百分表到零位。

(2) 测量时, 应使内径表在孔的轴向截面内充分摆动, 观察百分表指针示值, 以其最小值作为读数、如图1-17所示。

(3) 测量平面间距离时, 也应使内径百分表的测量杆轴线在垂直于两平行面的方向上, 上下左右充分摆动, 以指针示值的最小值作为读数。

二、正弦规

正弦规又叫正弦尺, 是利用三角函数的正弦定理, 间接测量零件角度的一种精密量具。

常用正弦规有宽型和窄型两种, 它的规格是以两圆柱的中心距来表示的。为了计算方便, 两圆柱中心距常制成100mm, 200mm或300mm。它的工作面上有许多孔, 可夹持工件进行测量和加工。为了便于测量或加工管类工件, 还可在工作面上放置角度铁、V型铁等辅助工夹具。

(一) 正弦规的使用方法

1. 工件角度的测量 (图1—18)

将正弦规放在精密平板上, 用量块调好所需角度, 在距 L 的两点上进行测量, 再根据两读数之差换算成角度误差。

量规组尺寸按下式计算:

$$H = L_0 \cdot \sin 2\alpha$$

式中: H ——量块组尺寸高度 (mm)

L_0 ——正弦规中心距

2α ——工件锥度

读取两点的读数差后, 可按下式计算锥度误差:

$$\Delta 2\alpha = 2 \times 10^5 \frac{\Delta h}{L} \text{ (s)}$$

式中: Δh ——相距为 L 两点上的读数差 (mm)

L ——测量两点间的距离

例 用200正弦规, 测量锥度为 $3^\circ 0' 45''$ 的工件, 试计算量规组的尺寸。如果两点间测量距为90mm, 读数差为0.012mm, 试计算该工件的锥角误差 (大头读数大)。

解 已知 $L_0 = 200\text{mm}$, $2\alpha = 3^\circ 0' 45''$

$$(\sin 2\alpha = 0.05254) \quad L = 90\text{mm} \quad \Delta h = 0.012\text{mm}$$

(1) 计算量块组高度 H

$$H = L_0 \cdot \sin 2\alpha = 200 \times 0.05254 = 10.511 \text{ (mm)}$$

(2) 计算工件锥角误差 $\Delta 2\alpha$

$$\Delta 2\alpha = 2 \times 10^5 \frac{\Delta h}{L} = 2 \times 10^5 \frac{0.012}{90} \approx 27'' \text{ (角度大)}$$

2. 测量外锥体小端直径

图1—19所示为测量锥体小端直径的方法。

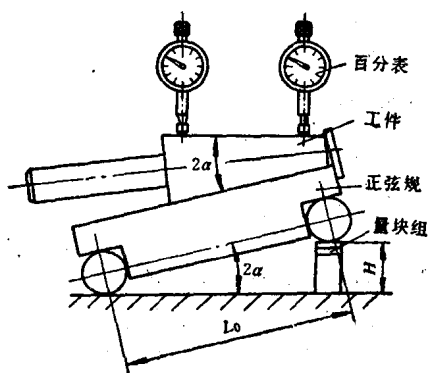


图 1—18 正弦规的工作原理

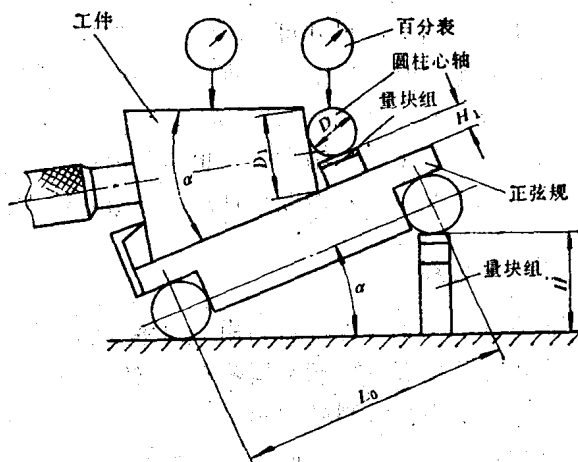


图 1—19 测量锥体小端直径的方法

测量时，将工件放在正弦尺上，大端应紧靠挡板，用千分表测量工件两端外径，使读数差为零，然后在小端放置适当尺寸的量块组，并在量块组上放一圆柱，使锥体母线与圆柱母线等高，不等高时可调整量块组尺寸。这样，锥体小端直径可按式求得：

$$D_1 = D \operatorname{ctg} \left(45^\circ - \frac{\alpha}{4} \right) + \frac{H}{\cos \frac{\alpha}{2}}$$

式中：\$D_1\$——锥体小端直径

\$D\$——圆柱直径

\$H_1\$——量块组尺寸

\$\frac{\alpha}{2}\$——圆锥体斜角

例 今测量一锥体小端直径，已知工件锥度为 \$12^\circ\$，量块组尺寸为 \$10\text{mm}\$，圆柱直径为 \$\Phi 12\text{mm}\$，试计算该工件小端直径。

解 (1) 已知 \$D=12\text{mm}\$ \$H_1=10\text{mm}\$ \$\frac{\alpha}{2}=6^\circ\$

$$\begin{aligned} (2) \text{ 计算 } D_1 &= D \operatorname{ctg} \left(45^\circ - \frac{\alpha}{4} \right) + \frac{H_1}{\cos \frac{\alpha}{2}} = 12 \times \operatorname{ctg} 42^\circ + \frac{10}{\cos 6^\circ} \\ &= 23.382(\text{mm}) \end{aligned}$$

3. 变换测量基准

当工件被测部分长度较短时，按上述方法测量工件，稳定性较差，测量误差大，因此必须变换测量基准。如有带顶尖座的正弦尺，可用顶尖顶着工件中心孔进行测量。但多数情况还是将锥体柄部加工精确，作为测量基准，如图 1—20 所示。这时测量的是锥体的半角，量块组尺寸也应按半角计算，测量的误差是半角误差。

(二) 使用正弦规应注意的事项

1. 正弦规调整角度不宜太大（最好不要超过 \$45^\circ\$），因随着调整角度的增大，误差也增大，而且不稳定。

2. 工件安放在正弦规上的位置，一定要准确，当工件不便以端面定位时，可采用辅助工夹具定位。图 1—21 所示是采用定位块定位。

3. 测量时，所有工作表面都应擦拭干净，带磁工件退磁后，方可上正弦尺测量。

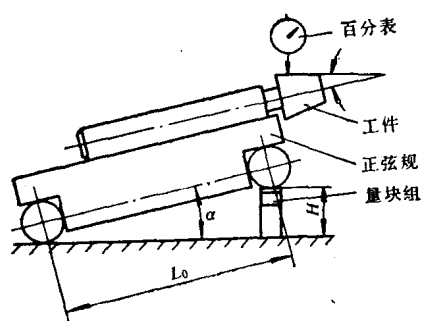


图 1—20 变换测量基准测量锥体

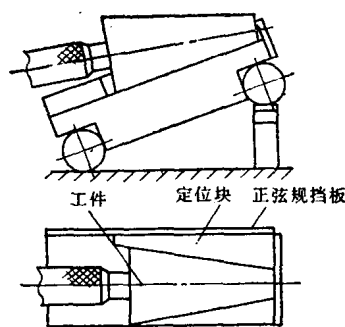


图 1—21 正弦规上工件定位方法之一

三、水平仪

水平仪主要用来检验平面对水平或垂直位置的偏差。生产中，主要用来检测较大平面的直线度或平面度误差以及设备安装对水平度和垂直度的要求。它是常用的一种精密量仪，其中以方框水平仪和合象水平仪应用较广。

(一) 方框水平仪

1. 方框水平仪的结构及工作原理

图1—22是一种方框水平仪，它由框架及水准器组成，框架上有4个互相垂直的工作面，可以同时检测一个平面的水平度和另一个表面的垂直度，框架上有两测量面、有V型槽，可以在圆柱表面上进行测量。

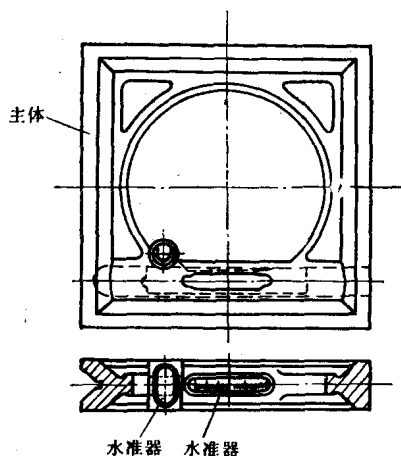


图 1—22 方框水平仪

水准器是一个封闭的弧形玻璃管，内有一定长度的气泡，玻璃管外表面上刻有相应的刻度线，因为水准器的液面要始终保持水平位置，当水平仪倾斜一个角度时，水准仪的气泡就在刻线中移动一定距离，如图(1—23)所示。我们习惯将水泡向右移动的距离(格数)读为正(+)，水泡向左移动的距离读为负(-)，水泡居中则读为零。

水平仪的精度是以气泡偏移一格，测量表面在1m长度上倾斜的高度差 ΔH 表示。

如图1—23所示，将0.02/1000mm精度的方框水平仪放在1m长的直尺一端，在直尺另一端垫高0.02mm时，水准器的气泡应向垫高的一端移动一格，若水平仪所测量的平面不是1m长度，就应该按下列公式计算误差：

$$\Delta H = n\alpha L$$

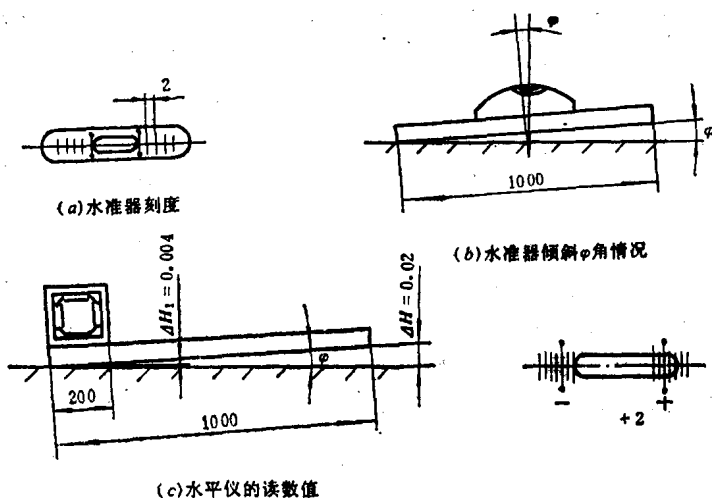


图 1—23 方框水平仪工作原理

式中: ΔH ——测量长度内的高度误差

n ——水平仪偏移格数

α ——水平仪精度

L ——测量段长度 (一般等于水平仪测量面长度)

当使用 200×200 , 精度为 $0.02/1000$ 的框式水平仪, 测得气泡移动两格时, 则在 200mm 测量范围内的倾斜高度误差为:

$$\Delta H = n\alpha L = 2 \times 200 \times \frac{0.02}{1000} = 0.008 \text{ (mm)}$$

2. 方框水平仪的使用

(1) 使用时, 应对水平仪进行自我校准, 检查气泡是否对中。方法是水平仪放在精密测量平台的一个角上, 观察气泡偏移情况, 然后将水平仪在水平方向转动 180° 后, 仍放在平台的原有位置上, 再观察气泡偏移情况。如气泡偏移方向和格数相同, 证明气泡对中, 否则不对中。

(2) 测量时, 气泡应稳定后再读数。

(3) 测量较长的平面时, 应分段测量, 然后根据各段读数, 用作图法或计算法求出最大误差值。

(二) 合象水平仪

合象水平仪的优点是测量读数范围大, 而且对准精度和读数精度较高 (图1—24)。

将合象水平仪置于被测平面上, 观察目镜同时转动调节旋钮, 使目镜中的两个气泡完全重合 (图1—25)。这时指针观察窗口的指针所指的刻度数, 是工件被测表面误差的毫米整数 (被测表面接近水平时应当为0), 从调节旋钮的刻度盘上读取 $0.01/1000\text{mm}$, 将两个读数相加, 就是工件被测表面在 1m 长度上对水平面的倾斜误差。

例如, 一平面被测量后, 指针观察窗口的指针所指刻度数为 1mm , 调节旋钮所示的刻度值为 35 格, 则被测表面在 1m 长度上对水平面的倾斜误差为 1.35mm 。若平面只有 400mm 长, 则在此长度上的误差为: $\Delta H = \frac{1.35}{1000} \times 400 = 0.54(\text{mm})$

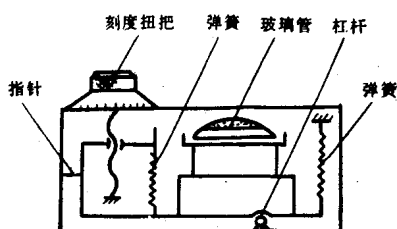


图 1—24 合象水平仪结构原理

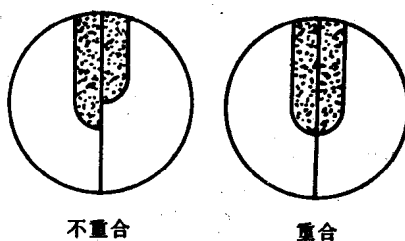


图 1—25 合象水平仪气泡图

(三) 平面直线性误差测量

平面直线性误差, 广泛采用角值测量法。它是将被测平面分成若干段, 然后测量各段对理想水平面的倾斜角度值, 并通过绘制坐标图来确定平面的直线性误差, 测量仪器有水平仪、合象水平仪、光学平直仪等。

图 1—26 为 1600mm 长度的导轨直线度误差测量法。先将导轨分成 8 段, 用精度为