

全国职业技能培训推荐教材 劳动和社会保障部培训就业司认定

职业技能培训MES系列教材

钳工技能

——初级工、中级工、高级工、技师、高级技师——

《职业技能培训MES系列教材》编委会



技 价
能 无

MES

航空工业出版社 中国劳动出版社

MES

全国职业技能培训推荐教材
劳动和社会保障部培训就业司认定

职业技能培训 MES 系列教材

钳 工 技 能

QIANGONG

JINENG

《职业技能培训 MES 系列教材》编委会

航空工业出版社 中国劳动出版社

内 容 简 介

本书是《职业技能培训 MES 系列教材》之一,是根据国家新颁《工人技术等级标准》和《职业技能鉴定规范》,借鉴国际劳工组织开发的模块式(MES)教材的形式,密切结合我国的国情和实际需要,对先期出版并广受好评的《工人岗位技能培训系列教材》,进行全面修订后再版的新型教材。全书共选择了 20 个模块(即典型件),划分了 12 个学习单元,基本涵盖了钳工的初级、中级、高级工所应掌握的操作技能训练内容和要求,并提供了部分技师、高级技师参考的内容。形式新颖、独特,内容实用,文字精练,图文并茂。不仅适用于在岗工人的技能培训;对准备转岗钳工或准备就业于钳工的待业职工,也是岗前技能培训的好教材;对技工学校和高级技工学校以及相关的职业技能培训学校的学员进行技能训练,指导实习,同样是难得的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

钳工技能/刘三刚主编. —北京:航空工业出版社,中国劳动出版社,1999. 4

职业技能培训 MES 系列教材

ISBN 7-80134-456-1

I. 钳… I. 刘… III. 钳工-工艺-技术培训-教材 N. TG9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 12651 号

· 版权所有 翻印必究 ·

航空工业出版社 中国劳动出版社 出版发行

(北京市安外小关东里 14 号 100029) (北京市惠新东街 1 号 100029)

出版人: 汪亚卫 唐云岐

北京昌平环球印刷厂印刷

全国各地新华书店经售

1999 年 6 月第 1 版

1999 年 6 月第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 13.25 插页: 1

字数: 337 千字

印数: 1—15000

定价: 19.00 元

再 版 前 言

由中国航空工业总公司组织修订的《职业技能培训 MES 系列教材》，经过一年多的努力，现已邀请有关行业和地方的专家及业务主管部门领导，按照“用户评估、专家评审、行政认定、向社会发布”的质量保证制度，完成了评审认定，并由航空工业出版社和中国劳动出版社联合出版。这是由劳动和社会保障部首批向社会发布信息、推荐使用的职业技能培训教材。

这套新修订的教材和原版教材一样，其新颖独特的形式，实用精练的内容，必将继续受到广大技术工人和各级职业技能培训机构的欢迎和重视，并在新形势下，为推进职业技能培训教材的规范化，为培养一支具有很强市场竞争就业能力的技术工人队伍发挥应有作用。

再版新教材主要有以下特点：

1. 在内容的增删和水平把握上，更加符合新颁《工人技术等级标准》（简称《标准》）和《职业技能鉴定规范》（简称《规范》）。在突出技能要求的前提下，凡《标准》和《规范》中规定的技能要求和有关知识，都作了补充；凡《标准》、《规范》中未作要求的内容，特别是那些单纯为照顾系统性、全面性的内容，一般都进行了删除，与学科性的传统教材比较，无论在形式或内容上都有所创新和发展。

2. 在“模块”和“单元”的设计上更具通用性。教材中把能反映本工种技术等级标准要求，并在技术上最具代表性的典型件或实例称为模块；而把完成模块技能要求所需的单一基础技能训练或应知内容称为学习单元。模块的设计最大限度地考虑了在全国范围内的广泛适用性，而学习单元的划分也尽量照顾了知识的相关性和相对独立性。

3. 保持了教材内容的先进性。航空工业在我国一直是“以军为主”的高新技术产业，这套再版教材，既重视通用性，又充分注意内容的先进性，把一些可供其他行业借鉴的先进技术给予了充分反映，以期能起到带动整个工业技术发展的联动作用。

4. 既注重扩大服务面向、增加信息量，又坚持做到实用精练。新版教材在充分满足初、中、高级工参加培训或个人自学需要的同时，大多数工种都增加了技师、高级技师的考核题例，有的还选列了国际、国内技能竞赛的试题，旨在开阔眼界，清晰成才之路，激励不断进取的精神。为适应在职培训或自学的需要，教材坚决体现职业培训应贯彻：“干什么、学什么；缺什么、补什么”的原则，以求达到内容全新，实用精练的要求。

在这套教材的修编、出版过程中，劳动和社会保障部培训就业司张小建司长和有关领导给予了及时指导和全力支持，在此特致谢意。

《钳工技能》由中国航空工业集团 014 中心负责组织修订编写；由刘三刚同志主编；参加编写的还有张宏臻、李少俊、赵栋檀等同志。本书由洛阳轴承集团公司董洛生同志负责主审，由南京金城摩托集团冯文元、丁锡桐最后审校。在编审过程中参阅了有关图书资料，在此一并致谢。还要感谢陈大钧等同志先期主编的原版教材，其已达到的高水平，既为这次修订再版工作奠定了良好基础，又为再创精品提供了范例。

尽管我们为一套新型职业技能培训教材已作了很大努力，但由于在新形势下，对怎样才能使这套新版教材适应时代的需要还缺乏实践经验，故其中的不足欠缺之处实所难免。期盼社会各界、同行专家和广大读者提出指正，以便重印或继续修订再版时修改完善。

《职业技能培训 MES 系列教材》编委会

1999 年 2 月

原 版 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内容称为学习单元。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。

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相、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,严格地按照岗位培训“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宝贵意见,使这套教材日臻完美。

《工人岗位技能培训系列教材》编委会

1991年6月

《职业技能培训 MES 系列教材》

编委会组成名单

顾 问：张小建

主 任：齐少敏

副主任：王德祥 孙 江 张铁钧 葛 玮

委 员：（按姓氏笔划为序）

王芝良 包丽珍 孙 通 申家华

毕忠礼 师树军 李光宇 李德英

姚宝祥 柴燕峰 商士德 黄永顺

董宝静 曾森龙 雷 勇 戴虹红

《职业技能培训 MES 系列教材》

《钳工技能》修编人员名单

主 编：刘三刚

参编者：张宏臻 李少俊 赵栋檀

主 审：董洛生

审 校：冯文元 丁锡桐

目 录

钳工技能培训模块设计与学习单元划分表及“哈达表”使用说明	(插页)
第1学习单元 常用量具、量仪	(1)
一、常用量具	(1)
二、正弦规	(7)
三、水平仪	(8)
四、自准直仪	(10)
五、光学平直仪	(11)
六、测微准直望远镜	(13)
七、量块	(14)
练习题	(15)
第2学习单元 划线	(16)
一、划线的常用工具及划线涂料	(16)
二、划线的分类及基准选择	(18)
三、划线的借料方法	(20)
四、毛坯划线的借料方法与步骤	(21)
五、典型零件划线	(21)
六、钳工划线常见缺陷、原因分析与方法措施	(27)
练习题	(27)
第3学习单元 錾削、锯削与铰削	(30)
一、錾削	(30)
二、锯削	(34)
三、铰削	(38)
练习题	(47)
第4学习单元 钻孔	(49)
一、常用钻孔设备及工具	(49)
二、麻花钻的刃磨	(52)
三、群钻的结构特点及刃磨方法	(56)
四、钻孔切削用量的选择	(58)
五、钻孔时的冷却与润滑	(59)
六、钻孔方法	(60)
七、特殊材料钻孔	(62)
八、扩孔与铰孔	(65)
九、提高钻孔精度的方法	(68)
十、提高钻孔孔距精度的方法	(68)
十一、钻孔常见缺陷分析及安全要求	(70)
练习题	(71)
第5学习单元 铰孔	(73)
一、铰刀	(73)
二、铰孔方法	(75)

三、铰削余量和切削液	(76)
四、铰刀的装夹	(77)
五、铰刀的修磨	(77)
六、铰孔常见缺陷分析	(78)
七、典型工件铰孔	(79)
练习题	(82)
第6学习单元 攻螺纹与套螺纹	(83)
一、螺纹基本知识	(83)
二、攻螺纹	(84)
三、套螺纹	(91)
练习题	(94)
第7学习单元 刮削	(95)
一、刮削概述	(95)
二、刮削刀具、量具和显示剂	(95)
三、刮削方法	(99)
四、刮削的一般过程	(100)
五、刮削精度的检测	(101)
六、典型零件的刮削	(102)
七、刮削常见的缺陷和防止措施与安全要求	(105)
练习题	(106)
第8学习单元 研 磨	(107)
一、研磨基本知识	(107)
二、研 具	(108)
三、研磨剂	(109)
四、研磨方法	(111)
五、研磨缺陷及分析	(112)
六、典型工件的研磨	(113)
练习题	(117)
第9学习单元 矫正、弯曲和铆接	(119)
一、矫 正	(119)
二、弯 曲	(124)
三、铆 接	(133)
练习题	(137)
第10学习单元 粘接技术应用	(138)
一、粘接技术简介	(138)
二、无机胶粘剂的配制及用途	(140)
三、常用有机胶粘剂	(140)
四、粘接技术的应用	(144)
练习题	(146)
第11学习单元 典型机构的装配与调整	(147)
一、螺纹连接装配	(147)
二、键连接装配	(150)
三、销连接装配	(152)
四、过盈连接装配	(153)

五、滑动轴承的装配与调整	(155)
六、滚动轴承的装配与调整	(158)
七、齿轮传动机构的装配与调整	(161)
八、蜗杆传动机构的装配与调整	(164)
九、联轴器的装配与调整	(165)
练习题	(167)
第 12 学习单元 数控钻床的编程与操作	(168)
一、数控机床的基本概念	(168)
二、ZK51 系列经济数控钻床	(170)
练习题	(174)
附录一 钳工技师考核题例(首届中国青年奥林匹克技能竞赛试题)	(175)
一、赛件图样	(175)
二、评分表	(178)
三、视图分析	(179)
四、加工难点	(179)
五、应具备的基本操作技能	(179)
六、加工工艺分析	(179)
七、镶 配	(183)
八、配钻、铰 $\phi 10H7$ 孔	(183)
九、清洗、倒角	(184)
十、检 验	(184)
附录二 钳工高级技师考核题例(第 31 届国际青年奥林匹克技能竞赛试题)	(185)
一、赛件图样	(185)
二、竞赛时间	(185)
三、试题说明	(185)
四、评分表	(185)
五、零件加工工艺分析(参考)	(191)
六、装配工艺	(198)
七、总 结	(198)
参考书目	(200)

第1学习单元 常用量具、量仪

钳工在生产中,离不开各种量具与量仪。熟悉不同量具、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、量仪,同时,掌握正确的使用方法,可以减少测量误差,保证产品质量。

一、常用量具

1. 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、齿厚游标卡尺和万能游标角度尺等。

游标类量具具有结构简单、使用方便、测量范围大等特点。下面介绍游标卡尺和万能游标角度尺的使用。

1) 游标卡尺的种类和使用 游标卡尺分为三用游标卡尺、两用游标卡尺(见图 1-1)。三用游标卡尺测量范围为 0~150 mm,两用游标卡尺测量范围更大。其读数精度有 0.02 mm、0.05 mm、0.1 mm 三种。随着工业的发展,0.1 mm 精度的游标卡尺,已被逐渐淘汰。为了提高读数精度,目前已经采用带表游标卡尺(见图 1-2)和电子数显卡尺(见图 1-3),其分辨率为 0.01 mm。

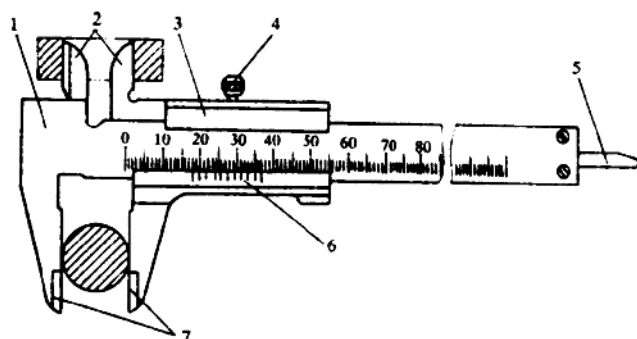


图 1-1 三用游标卡尺

1—尺身 2—内量爪 3—尺框 4—紧固螺钉 5—深度尺 6—游标 7—外量爪

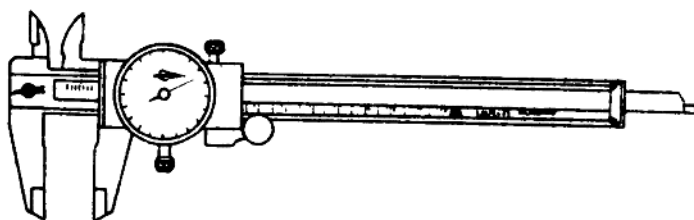


图 1-2 带表游标卡尺

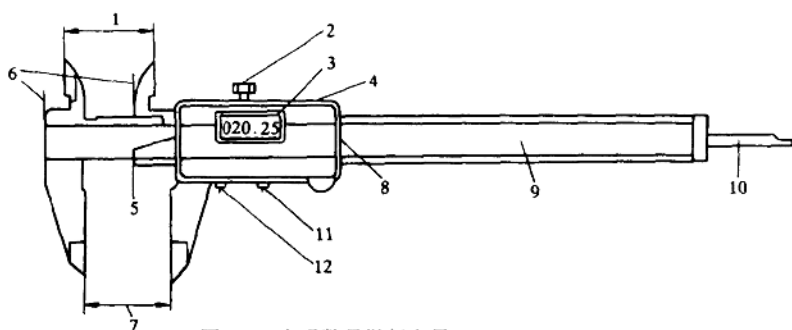


图 1-3 电子数显游标卡尺

- 1—内测量面 2—紧固螺钉 3—液晶显示器 4—数据输出端口 5—去尘板 6—台阶测量面 7—外测量面
8—去尘板 9—容尺 10—深度尺 11—置零按钮(可在测量中的任意位置置零)
12—公英制换算按钮(可循环转换)

电子数显卡尺有以下几个方面的特点：

- (1) 测量时直接显示尺寸；
- (2) 具有公、英制转换功能；
- (3) 利用“置零”按钮可进行对比测量(见图 1-4)。

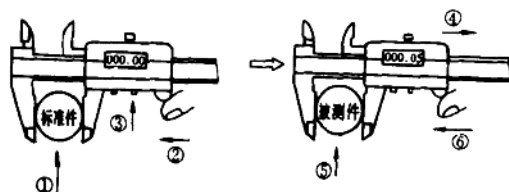


图 1-4 数显卡尺对比测量

注：随意置零的应用：当用于作比较测量时，以标准校对零位，即可直接测出被测工件之偏差值，当小于标准尺寸时，显示数值前出现“—”。

使用数显卡尺时应注意以下两点：

- 使用前应进行核准“置零”；
- 当数字出现闪动时，应及时更换电池。

2) 游标卡尺的正确使用 主要有以下几点：

- (1) 用卡尺测量时，用力应适度，否则将影响测量精度；
- (2) 测量时应使卡尺的测量爪与被测面平行接触；
- (3) 测量深度时，应使卡尺端面与被测面平行接触，保持尺身垂直(见图 1-5)；
- (4) 测量孔距时，应找出最大或最小读数。

3) 万能角度尺的种类及使用 常用的万能角度尺有 I 型(见图 1-6)和 II 型(见图 1-7)

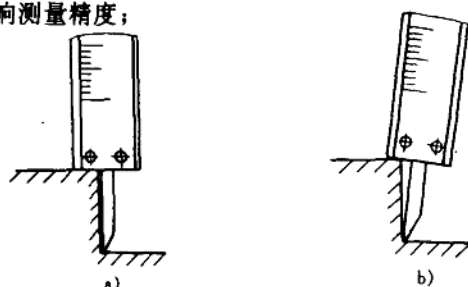


图 1-5 用游标深度尺测量深度

a) 正确 b) 错误

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。

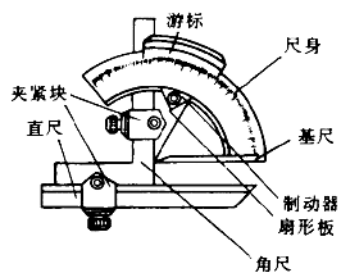


图 1-6 I 型万能角度尺

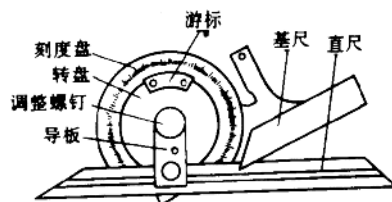


图 1-7 II 型万能角度尺

表 1-1 万能角度尺的测量范围

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

I 型万能角度尺的使用：I 型万能角度尺测量范围 $0^{\circ} \sim 320^{\circ}$ 。其测量范围分为四种类型（见图 1-8）。用万能角度尺测量时，一般用光隙法判断。

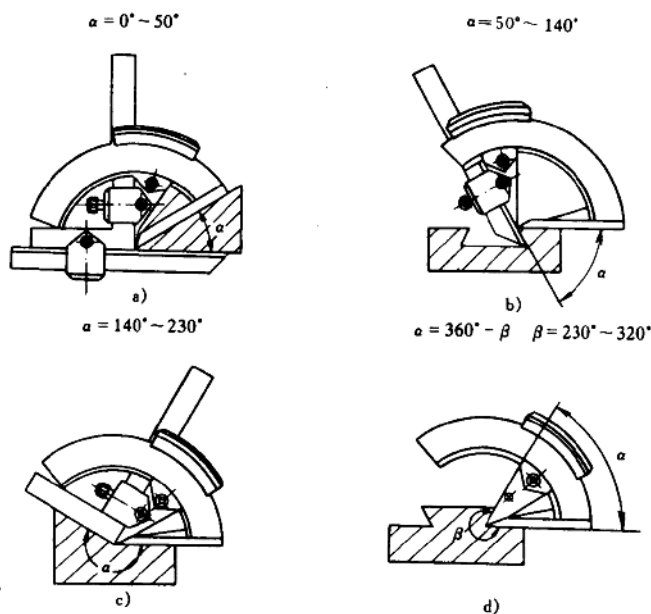
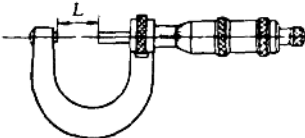
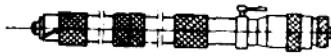
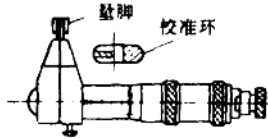
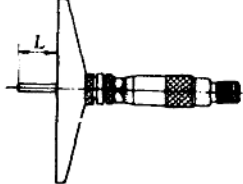


图 1-8 I 型万能角度尺的使用

2. 测微量具

应用螺旋微动原理制成的量具，称为测微量具。此类量具都带有测力装置。常用的测微量具有外径千分尺、内径千分尺、内测千分尺、深度千分尺。其精度及测量范围见表 1-2。另外还有螺纹千分尺、外径杠杆千分尺（见图 1-9）。

表 1-2 测微量具

量具名称	分度值/mm	测量范围/mm	简图
外径千分尺	0.01	0~25; 25~50; 50~75; 75~100; 475~500; 500~600; 600~700; 900~1000	
内径千分尺	0.01	50~300; 50~1500; 100~5000	
内测千分尺	0.01	5~30; 25~50	
深度千分尺	0.01	0~50; 0~100	

注:深度千分尺的测微螺杆移动量为 25 mm,制有可调换的测量杆,供 25~50、50~75、75~100、100~125、125~150 mm 范围内测量用。

外径千分尺的正确使用:

- (1) 使用前应将两个测量面擦干净。
- (2) 测量时应首先检查“0”位的正确性。大于 25 mm 的千分尺,要用标准的量杆或量块校对。
- (3) 测量时,当接触被测表面时,应使用棘轮进行测量。
- (4) 测量平面时应微动千分尺,使之与被测表面全部接触。
- (5) 测量大圆柱面时,应微动千分尺,找出垂直于轴线截面的点,才能正确读数。
- (6) 与量块配合进行比较测量,可提高测量精度。使用

杠杆千分尺测量大径时,应先用量块校准,然后手按杠杆千分尺的按钮使其测量面接触被测零件,在杠杆千分尺的测微计上读数。其精度可达 0.001 mm。

3. 表类量具

钳工常用的表类量具有百分表(见图 1-10)、内径百分表(见图 1-11)、千分表和杠杆百分表。

1) 百分表、千分表的用途和正确使用 百分表、千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,其精度分别为 0.01 mm、0.002 mm、0.001 mm。

百分表、千分表的正确使用:

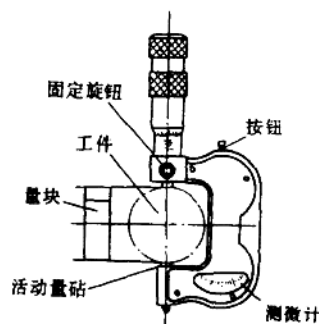


图 1-9 外径杠杆千分尺

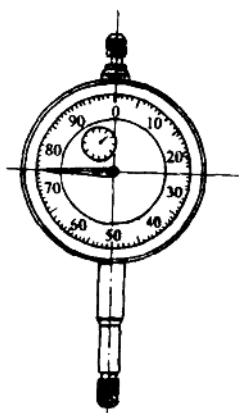


图 1-10 百分表

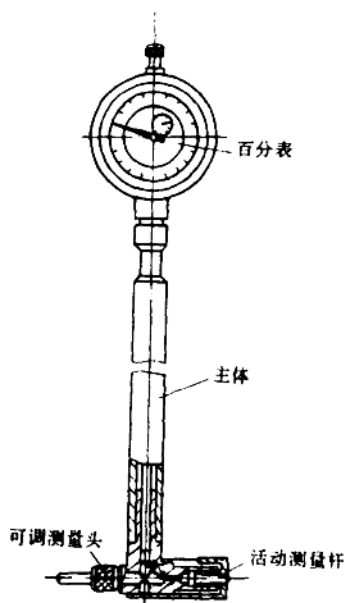


图 1-11 内径百分表

(1) 使用前应检查百分表或千分表示值的稳定性,可反复提起测量杆,放下后观察指针是否回到原位。

(2) 进行绝对测量时应使表杆与被测表面垂直(见图 1-12)。这样可减少测量误差。

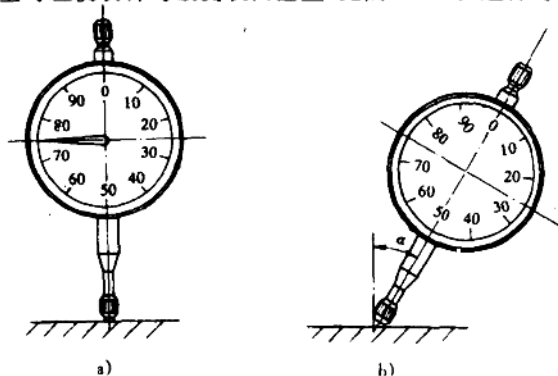


图 1-12 百分表测量杆的正确位置

a) 正确 b) 错误

(3) 进行大行程测量时,应采用比较测量法。可提高测量精度(见图 1-13)。

2) 杠杆百分表、千分表的用途和正确使用 杠杆百分表(见图 1-14),它的体积小,测量杆可按要求摆动,并能从正反两个方向测量。主要用来校正基准面、基准孔。与机床配合可以对小孔、槽、孔距等尺寸进行测量。

杠杆千分表的示值为 0.002 mm 。它的灵敏度相当高。只能对高精度的零件测量。

杠杆百分表的正确使用:

(1) 测量时应尽量使测量杆与被测面保持平行(见图 1-15);

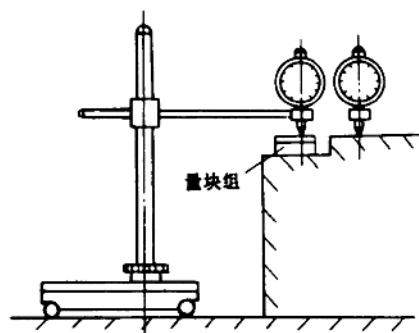


图 1-13 用比较测量法测两平面高度

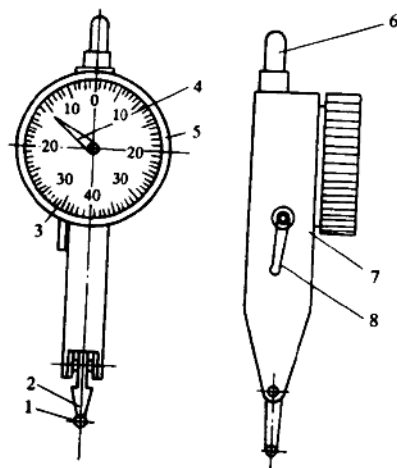


图 1-14 杠杆百分表

1—测头 2—测杆 3—表盘 4—指针
5—表圈 6—夹持柄 7—表体 8—换向器

(2) 进行基准孔、基准槽校正时,由于杠杆百分表量程小,所以应基本找到孔或槽的中心时,方可进行测量以免损伤杠杆表,降低测量精度。

3) 内径百分表的使用 内径百分表主要用于测量孔的直径及内平行面间的距离,使用时应注意以下几点:

(1) 测量前,应首先用千分尺或标准环规调整百分表到“零”位。

(2) 测量内孔时,应使内径表在孔的轴向截面摆动(见图 1-16)。观察百分表指针,取其最小示值读数。

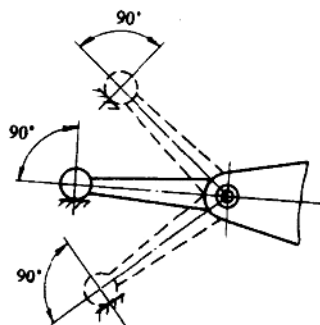


图 1-15 杠杆百分表的正确使用

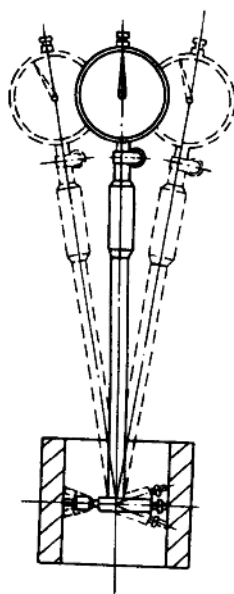


图 1-16 内径百分表的使用

(3) 测量内平行面时,应使内径百分表测量杆轴线垂直于两平行面,同时上、下摆动,取指针示值最小读数。

二、正弦规

正弦规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。

常用的正弦规有宽型和窄型两种(见图 1-17)。其规格是以两圆柱的中心距 L 表示。常用的有 $L=100\text{ mm}$ 、 $L=200\text{ mm}$ 两种。宽式的工作面上有许多孔,可夹持工件进行测量。也可在工作面上放置角度铁、V 型架等辅助工具。

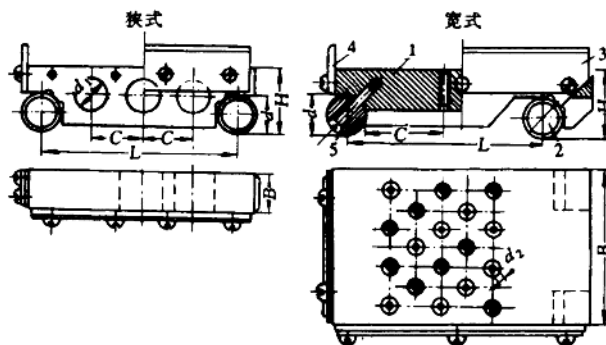


图 1-17 正弦规

1—主体 2—圆柱 3—侧挡板 4—前挡板 5—固定圆柱用螺钉

1. 正弦规的使用(见图 1-18)

将被测零件正确放置在正弦规上。再将正弦规放在精密平板上。依据图纸零件角度把计算好的量块放在正弦规一个圆柱下面。然后用百分表分别在零件相距 l 的两点测量,再根据两点差值 h 换算成角度。

$$\alpha = \arcsin h/L \quad \Delta\alpha = \arctan n/l$$

式中: α ——正弦规与基面所成角度;

h ——垫入量块高度(mm);

L ——两圆柱中心距离(mm);

l ——测量两点的距离(mm);

n ——百分表上两点的差值。

例:有一角度样板,角度为 $5^\circ \pm 25''$,利用 100 型正弦尺测量。求其量块尺寸。如用百分表测量,两点间距离为 100 mm 时,百分表两点差值为多少时,该样板符合图纸精度。

解:已知 $L=100\text{ mm}$, $\alpha=5^\circ$

$$\sin\alpha = 0.08715, L=100\text{ mm}, \Delta\alpha = 25''$$

(1) 计算量块高度 h

$$\because \alpha = \arcsin h/L$$

$$\therefore h = \sin\alpha \cdot L = 0.08715 \times 100 = 8.715(\text{mm})$$

(2) 计算两点间差值

$$\because \Delta\alpha = \arctan n/l$$

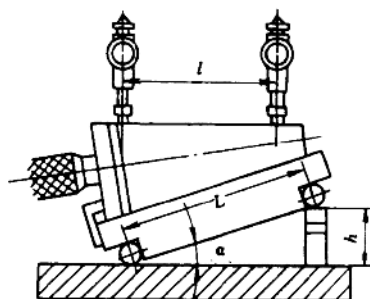


图 1-18 正弦规工作原理

$$\therefore n = \tan \Delta \alpha \cdot l = 0.0001212 \times 100 = 0.012 (\text{mm})$$

则百分表两点差值为 $\pm 0.012 \text{ mm}$ 。

2. 使用正弦规注意事项

(1) 正弦规测量角度不宜过大(最好不超过 45°)，因随着角度增大，误差也增大，而且不稳定。

(2) 零件放在正弦规上的位置一定要正确。当正弦规的定位基准不能直接使用时，应采用辅助基准定位。

(3) 测量时，所有工作表面应擦拭干净，带磁零件经退磁后，方可在正弦规上测量。

三、水平仪

水平仪主要用来检验平面的水平误差或垂直偏差。生产中，主要用来检查较大平面的平面度误差，以及设备安装时对水平度和垂直度的要求，它是一种常用的精密量仪，其中方框水平仪和合像水平仪应用较广。

1. 方框水平仪

1) 方框水平仪结构及工作原理 图 1-19 是一种方框水平仪，它是由框架及水准器组成。框架上有 4 个相互垂直的工作面，可以同时检测一个平面的水平度和另一个表面的垂直度。框架上有两组测量平面及 V 型槽，可以在圆柱表面上测量。

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。当水平仪倾斜一个角度时，水准仪的气泡就移动一定距离，如图 1-20 所示。通常将气泡向右移动的距离(格数)读为(+)，水泡向左移动的距离读为负(-)，气泡居中则读为零。

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

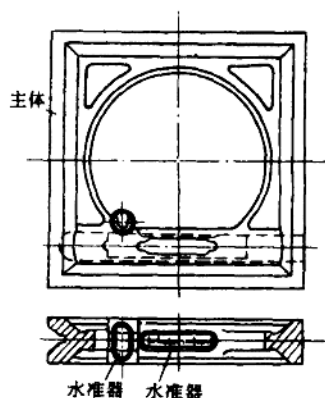


图 1-19 方框水平仪

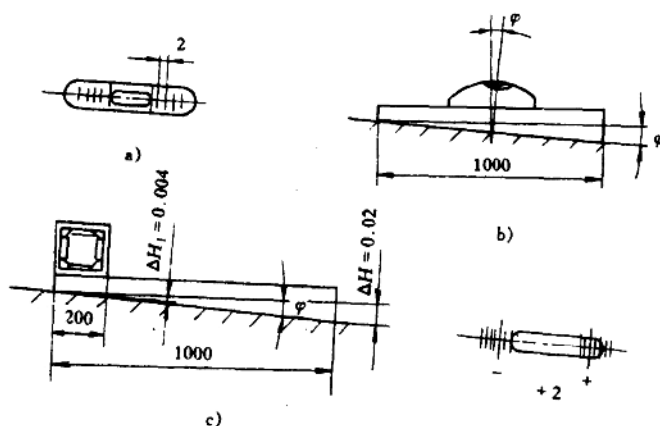


图 1-20 方框水平仪工作原理

a) 水准器刻度 b) 水准器倾斜 φ 角情况 c) 水平仪的读数值