



中等职业教育机械类规划教材

钳工工艺 项目实训

Qiangong Gongyi Xiangmu Shixun

张弘 ○ 编



配教学资源



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

中等职业教育机械类规划教材

钳工工艺项目实训

张 弘 编



机械工业出版社

本书以任务式的组织形式,内容包括正方体的加工、凸凹件的加工、六角螺母的加工、外卡钳的加工、刀口形直尺刀口面的研磨、一级减速器的装配和综合训练,共七个任务。本书根据中等职业学校学生的认知特点,用简明、生动的语言进行叙述,从职业学校学生基础能力出发,遵循专业理论学习规律和技能的形成规律,由浅入深、先易后难,以理论指导实践,实现项目式学习。

本书可作为中等职业学校机械类专业的教学用书,也可作为相关技术人员的培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

钳工工艺项目实训/张弘编. —北京:机械工业出版社,2015.9
中等职业教育机械类规划教材
ISBN 978-7-111-51219-6

I. ①钳… II. ①张… III. ①钳工-工艺学-中等专业学校-教材
IV. ①TG9

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第189358号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:王佳玮 责任编辑:黎艳 封面设计:张静
责任校对:刘志文 责任印制:李洋
三河市国英印务有限公司印刷
2015年10月第1版第1次印刷
184mm×260mm·11印张·268千字
0001—2000册
标准书号:ISBN 978-7-111-51219-6
定价:28.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88379833

读者购书热线:010-88379649

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com

封面防伪标均为盗版

前言

为更好地适应中等职业技术学校机械类专业及相关专业的教学要求,本着提高教学质量、促进学生全面发展的宗旨,根据《教育部关于进一步深化中等职业教育教学改革的若干意见》,结合多所学校的教学经验编写了本书,旨在进一步适应新的职业教育改革,践行理实一体的教育理念,开发学生的学习兴趣,满足培养技能型人才的需要。

本书将传统教材的理论与实践两部分科学融合,以任务为引领,突出实践内容,强调理论知识的实际应用,实现“教、学、做”合一,形成项目体系。

本书的主要内容有:

第一部分(任务一~任务五):钳工的基本操作,包括划线、锉削、锯削、铰削、孔的加工、螺纹的加工、矫正、弯曲、连接、刮削和研磨,以及钳工基本操作过程中应掌握的金属切削的基础知识、钳工常用的设备及用具等。

第二部分(任务六):钳工的装配,包括固定连接的装配、传动机构的装配、轴承和轴组的装配以及装配过程中应掌握的装配的基础知识及机械装配的润滑与密封等。

第三部分(任务七):技能操作综合训练。

本书建议学时144学时,建议学时分配见下表。

学 习 内 容	建议学时		学 习 内 容	建议学时	
	理 论	实 践		理 论	实 践
任务一	6	10	任务五	3	6
任务二	8	12	任务六	18	18
任务三	14	20	任务七	5	(任选)8
任务四	6	10	合计	60	84

本书由张弘编写。范梅梅审阅了本书,并结合企业用人标准提出了许多宝贵的意见,同时本书的编写也得到了一线实训教师的大力支持与帮助,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中错误之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

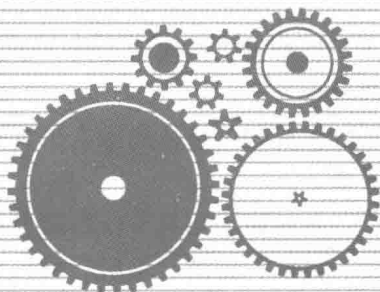
目 录

前言	1
绪论	1
任务一 正方体的加工	13
能力目标	13
任务内容	13
任务实施	13
知识链接 划线与锉削	14
知识点一 划线	14
知识点二 锉削	20
知识拓展	25
任务评价	27
复习与思考	27
任务二 凸凹件的加工	28
能力目标	28
任务内容	28
任务实施	28
知识链接 锯削与铰削	30
知识点一 锯削	30
知识点二 铰削	33
知识拓展 金属切削的基础知识	36
任务评价	38
复习与思考	39
任务三 六角螺母的加工	40
能力目标	40
任务内容	40
任务实施	41
知识链接 孔加工与螺纹加工	42
知识点一 孔的加工	42
知识点二 攻螺纹	56
知识点三 套螺纹	59
知识拓展 金属切削刀具	61
任务评价	67
复习与思考	67
任务四 外卡钳的加工	69
能力目标	69
任务内容	69
任务实施	70



知识链接 矫正、弯曲与连接	70
知识点一 矫正	70
知识点二 弯曲	74
知识点三 连接	77
知识拓展 金属切削过程中的物理现象	83
任务评价	86
复习与思考	87
任务五 刀口形直尺刀口面的研磨	88
能力目标	88
任务内容	88
任务实施	88
知识链接 刮削与研磨	89
知识点一 刮削	89
知识点二 研磨	97
知识拓展 切削液	103
任务评价	103
复习与思考	104
任务六 一级减速器的装配	105
能力目标	105
任务内容	105
任务实施	108
知识链接 组件的装配	111
知识点一 固定连接的装配	111
知识点二 传动机构的装配	121
知识点三 轴承和轴组的装配	136
知识拓展	144
任务评价	158
复习与思考	159
任务七 综合训练	160
参考文献	169

绪 论



在日常生活和生产中,离不开各种各样的机器与设备,如电冰箱、洗衣机、汽车、火车、飞机、轮船、起重设备和各种机床等。这些机器与设备都是由若干零件组成的,而大部分的零件又是由金属材料通过切削加工制成的——通常先通过锻造、铸造、焊接等加工方法进行毛坯件的制造,然后通过车削、刨削、铣削、磨削、钻削、热处理以及钳工加工等方法进行零件制造,最后进行装配。因此,机器设备的生产,需要诸多加工方法才能实现,需要多个工种参与,而钳工即是其中技术含量较高并且不可缺少的重要工种。

一、钳工概述

1. 钳工的概念

钳工是使用钳工工具或设备,按技术要求对工件进行划线与加工、装配与调试、安装与维修以及工具的制造与修整的操作工种。钳工操作以手工操作为主,主要用于不太适宜或难以进行机械加工的场合。钳工操作灵活、所用工具简单、工作范围较广、技术要求较高、劳动强度大,操作者的技能水平直接影响产品的质量。随着生产技术的发展以及各种新材料、新工艺、新技术、新设备的出现,钳工操作的范围日益广泛,需要掌握的技术知识及技能也逐步增多。

2. 钳工的主要工作任务

(1) 加工零件 对不适宜或不能采用机械加工的零件,都可以由钳工完成加工,如对毛坯件的清理和划线,装配前的钻孔、扩孔、铰孔、攻螺纹和套螺纹,刮削和研磨等精密加工,以及检验和修配等。

(2) 装配 将零件按技术要求进行组件、部件装配和总装配,并经过调整、检验和试车等,使之成为合格的机械设备。

(3) 设备维修 当机械设备在使用过程中出现故障、损坏或长期使用后因精度降低而影响使用时,都需要钳工进行维护和修整。

(4) 工具制造和维修 制造和维修各种工具、量具、夹具、模具以及各种专业设备。

3. 钳工的分类

按我国《国家职业标准》,将钳工分为装配钳工、机修钳工和工具钳工三类。

装配钳工指用钳工常用工具和设备,按技术要求对工件进行成形加工,对机械设备进行装配、调整和检验的操作人员。



机修钳工指使用工具、量具和辅助设备,按技术要求对机械设备进行安装、调试和维修的操作人员。

工具钳工指使用钳工工具和设备,对工具、量具、夹具、模具进行制造和修理的操作人员。

各种钳工都具有较强的专业性,要完成好钳工工作,需要掌握各项基本技能,包括划线、锉削、锯削、錾削、钻孔、扩孔、铰孔、攻螺纹、套螺纹、弯形、矫正、刮削、研磨,以及装配与测量等,同时还要掌握与其相应的基础理论知识。

二、钳工的工作场地及安全规则

1. 钳工的工作场地

钳工的工作场地指钳工的固定工作地点。合理组织和布置钳工的工作场地是保证安全生产和产品质量的前提。

首先要合理布置主要设备。钳工工作台应安排在光线适宜、操作方便的地方,工作台与工作台之间距离要适当,必要时安装防护网;砂轮机与钻床应放置在独立的工作间内或在场地的边缘位置。其次要合理摆放毛坯件、工件以及工具、量具、夹具。材料、毛坯件和工件要分别摆放整齐,放在指定的区域,尤其是工件,应尽量放在架子上或专用搁架上,以防磕碰;常用的工具、量具和夹具应放在工作位置附近的指定位置,以方便使用,且用后应放回原处,摆放整齐,并及时进行清理及定期的维护、保养和校验。最后要保证工作场地的清洁和通畅,工作后要把场地打扫干净,保证物品按位摆放,按要求对设备和用具进行清理和润滑。

2. 钳工的安全规则

在工作中养成良好的文明生产习惯,遵守劳动纪律,严格遵守安全文明生产的操作规程,是保证人身安全、财产安全、产品质量及顺利完成工作的前提和保障。因此,钳工在工作中必须遵守以下安全规则。

1) 进入钳工的工作场地时必须穿戴好防护用品,严禁穿拖鞋或凉鞋,女工在操作机床时必须戴工作帽,并将头发塞进帽子里,严禁戴手套操作机床。

2) 不得擅自使用不熟悉的工具、量具和设备,严守操作规程,严禁动用与本操作无关的设备。

3) 在钳工工作台上工作时,禁止将工具、量具及工件混放在一起,各种量具也不要互相叠放,应按指定位置摆放各种物品及用具,遵循安全、合理、方便的原则。

4) 清除切屑要使用毛刷等工具,不得用手清除或用嘴吹。

5) 易滚易翻的工件应放置牢靠,搬动工件或取用工具均要轻拿轻放。

6) 高空作业时,必须戴好安全帽,系好安全带,严禁上下投递工件或工具。

7) 多人作业时,要有指定人员进行组织调度,做到密切配合。

8) 使用电动工具时,要有绝缘防护和安全接地措施。

9) 使用的机床和工具、量具、夹具要经常检查,发现问题或故障要及时报修,在修复之前不得使用,禁止使用有缺陷的用具。

10) 钳工工作台上使用的照明电压不得超过 36V,在钳工工作台上摆放工具时,不得将工具伸出钳工工作台边缘,以免其被碰落伤及人身或工件。



11) 在台虎钳上夹持工件时, 应将工件尽量夹持在台虎钳钳口的中部, 且应稳固可靠, 便于加工, 避免产生变形; 不得在活动钳身和光滑平面上进行敲击作业; 强力作业时, 应尽量使施力方向朝向固定钳身, 防止螺杆和螺母因受力过大而损坏; 对螺杆、螺母等活动表面要经常进行清洁和润滑, 防止生锈。

12) 使用钻床时, 要对其进行全面检查, 确认无误后才可使用; 钻床运转时, 严禁在旋转的刀具下夹紧、拆卸和测量工件, 不得触摸旋转的刀具; 工件及刀具的装夹必须牢固可靠, 工作中严禁戴手套; 钻头上有缠绕的较长铁屑时, 要等停下钻床后, 用刷子或铁钩进行清除, 严禁在钻头运转时用棉纱或毛巾擦拭钻床及清除铁屑; 不得在设备上堆放物件; 工作结束后, 要切断电源, 认真清理场地。

13) 使用砂轮机时, 应保证其运转平稳, 不得有明显的跳动, 要保证砂轮表面平整, 否则要进行修整; 砂轮的旋转方向要正确, 以保证铁屑向下飞离砂轮; 磨削时, 操作者要站在砂轮的侧面或斜侧面, 不要站在砂轮的正面, 且磨削时用力不要太大; 砂轮机托架和砂轮之间的距离应在 3mm 以内, 防止磨削件扎入而造成事故。

三、钳工常用的设备及用具

1. 钳工常用的设备

(1) 钳工工作台 钳工工作台也称钳台, 有多种形式, 用来安装台虎钳, 放置工具、量具和工件等。钳工工作台的高度一般为 800~900mm, 应以安装台虎钳后钳口高度刚好与操作者的肘部平齐为宜, 如图 0-1 所示。钳工工作台的形状与尺寸大小随场地和工作需要而定。

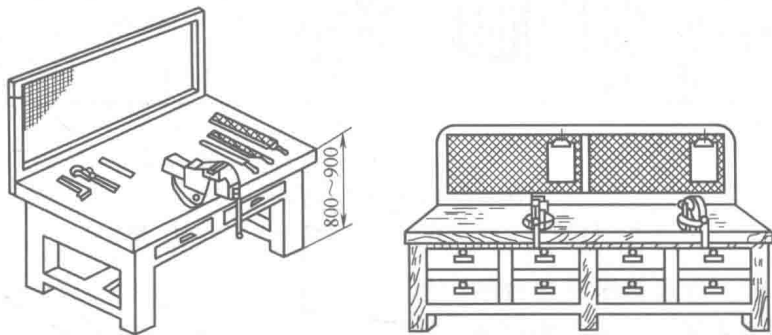


图 0-1 钳工工作台

(2) 台虎钳 普通台虎钳 (以下简称台虎钳) 是钳工加工用的主要设备, 是用来夹持各种工件的通用夹具, 分为固定式和回转式两种, 如图 0-2 所示。其主要结构和工作原理基本相同, 不同的是固定式台虎钳的固定钳身上有一个砧板, 回转式台虎钳的整个钳身可以回转, 能满足不同工位的需求, 使用起来比固定式更方便, 应用也比较广泛。台虎钳的规格是用钳口的宽度表示的, 常用的有 100mm、125mm 和 150mm 几种。

(3) 钻床 钻床是钳工常用的孔加工设备, 在钻床上可以完成钻孔、扩孔、铰孔、绞孔和攻螺纹等各种方法的孔加工, 如图 0-3 所示。常用的钻床有台式钻床、立式钻床和摇臂钻床, 可以根据加工对象及加工要求的不同进行选择。

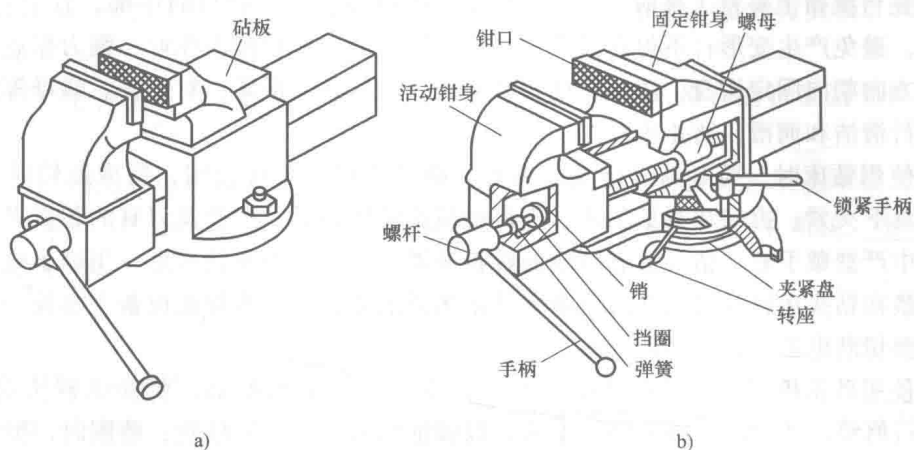


图 0-2 台虎钳

a) 固定式台虎钳 b) 回转式台虎钳

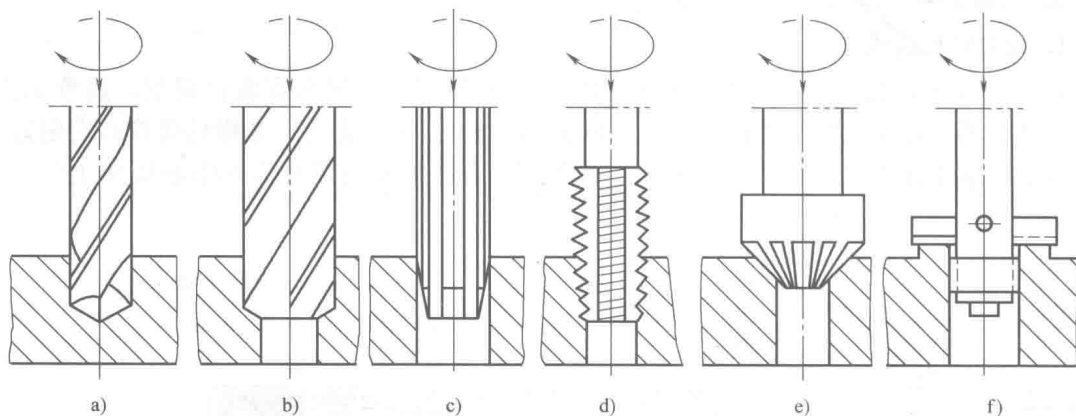


图 0-3 钻床的加工范围

a) 钻孔 b) 扩孔 c) 铰孔 d) 攻螺纹 e) 铰孔 f) 铰平面

1) 台式钻床。台式钻床简称台钻，是一种小型钻床，如图 0-4 所示。其结构简单，操作方便，适用于小型工件上孔的加工，可进行钻孔、扩孔和攻螺纹等加工，一般加工孔径在 12mm 以下。

2) 立式钻床。立式钻床是一种中型钻床，如图 0-5 所示。其结构比较完善，适用于中型工件上孔的加工，可进行钻孔、扩孔、铰孔和攻螺纹等加工。立式钻床功率较大，可以获得较高的加工精度和生产率。

3) 摇臂钻床。摇臂钻床是一种大型钻床，如图 0-6 所示，适用于大型和复杂工件上孔的加工，可进行单孔或多孔加工。

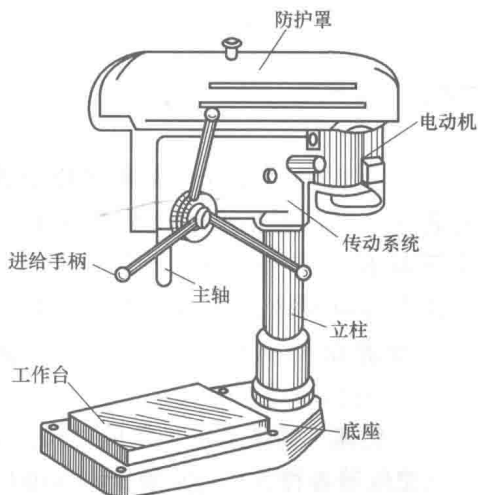


图 0-4 台式钻床

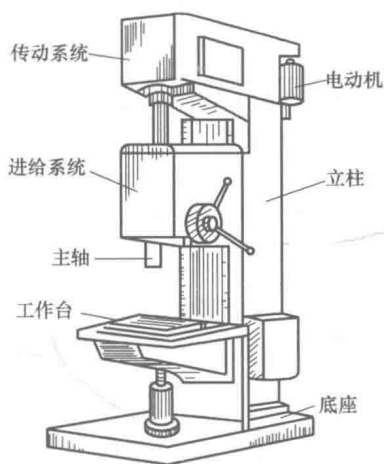


图 0-5 立式钻床

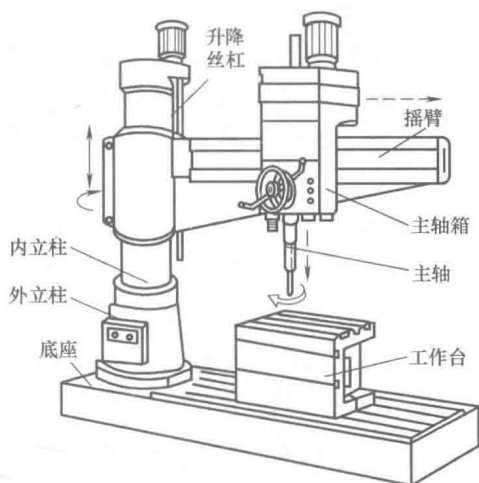


图 0-6 摇臂钻床

(4) 砂轮机 砂轮机是用来进行磨削加工的设备,可以磨削各种刀具,如铰子、钻头、丝锥、车刀、铣刀等;也可以磨削各种工具,如划针和样冲等;还可以磨削工件或材料上的毛刺、锐边及余量等。砂轮机主要由电动机、砂轮和防护罩等组成,如图 0-7 所示。

2. 钳工常用的工具

钳工常用的工具主要有手工工具和电动工具。

(1) 手工工具 钳工用手工工具指以手动来操作使用的工具。如:划线用的划针、划规、样冲和锤子等,锉削用的各种钳工锉,锯削用的锯弓和锯条,铰削用的铰子,以及丝锥、板牙等用于螺纹加工的工具等。

(2) 电动工具 钳工用电动工具指以电动机或电磁铁为动力源,如电钻、手持式砂轮机。

3. 钳工常用的量具

为确保零件和产品的质量,必须使用量具对工件进行测量。量具的种类很多,分为万能量具、专用量具和标准量具三种类型。

万能量具一般都有标尺(即刻度),可以测量零件和产品形状及尺寸的具体数值,如游标卡尺、千分尺、百分表和游标万能角度尺等。专用量具不能测出实际尺寸,只能测量零件和产品的形状及尺寸是否合格,如卡规、塞规和塞尺等。标准量具只能制成某一固定尺寸,通常用来校对和调整其他量具,也可以作为标准与被测量工件进行比较,如量块等。

(1) 钢直尺 钢直尺一般由不锈钢制成,可以用来测量工件的长度、宽度、高度和深度。钢直尺的标称长度有 150mm、300mm、500mm 和 1000mm 等,尺面上的标尺间隔一般为 1mm。有的标称长度为 150mm 的钢直尺,在 0~50mm 长度段内标尺间隔为 0.5mm,如图 0-8 所示。钢直尺测量出的数值误差比较大,1mm 以下的小数值只能靠估计得出,因此不能用于精确的测量。有的钢直尺背面还刻有米—英制换算表或将米制与英制的尺寸标记分别刻

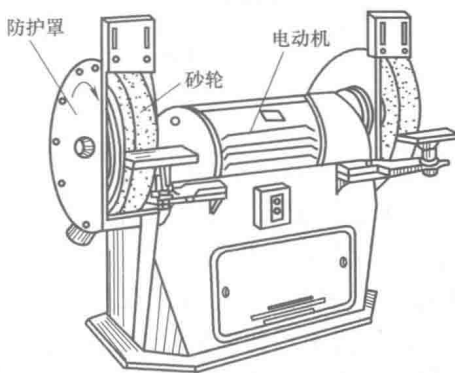


图 0-7 砂轮机



在尺面相对应的两条边上，方便使用。

(2) 游标卡尺 游标卡尺是一种中等精度的量具，可以直接测量出工件的外径、孔径、长度、宽度、深度和孔距等尺寸。

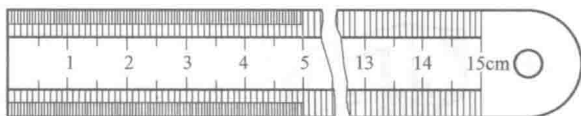


图 0-8 钢直尺

1) 游标卡尺的规格、结构。游标卡尺的测量范围为 0 ~ 150mm、0 ~ 200mm、0 ~ 300mm 和 0 ~ 500mm 等。游标卡尺的外形结构种类较多，图 0-9 所示为常用游标卡尺的结构。

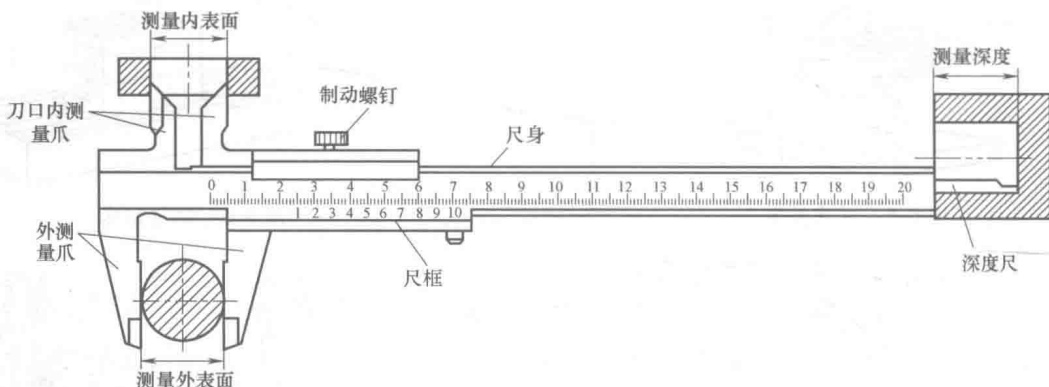


图 0-9 常用游标卡尺的结构

常用游标卡尺主要由尺身、尺框和深度尺组成。尺身的主标尺上刻有间隔为 1mm 的标尺标记，尺框可在尺身上平稳地移动。外测量爪用来测量零件外表面尺寸，加内测量爪用来测量零件内表面尺寸，深度尺用来测量零件的深度尺寸。

2) 游标卡尺的读数原理。常用游标卡尺的分度值是按游标尺与主标尺的标尺间隔确定的，有 0.02mm 和 0.05mm 两种。

① 分度值为 0.02mm 的游标卡尺，其主标尺的标尺间隔为 1mm。两测量爪合并时，游标尺上 50 个标尺分度的长度刚好等于主标尺上的 49mm。主标尺与游标尺的每个标尺分度的长度之差为： $1\text{mm} - 49\text{mm}/50 = 0.02\text{mm}$ 。

② 分度值为 0.05mm 的游标卡尺，其主标尺的标尺间隔为 1mm。两测量爪合并时，游标上 20 个标尺分度的长度刚好等于主标尺上的 19mm，主标尺与游标尺的每个标尺分度的长度之差为： $1\text{mm} - 19\text{mm}/20 = 0.05\text{mm}$ 。

3) 游标卡尺的读数。以分度值为 0.02mm 的游标卡尺为例，如图 0-10 所示，其读取数据的过程一般分为 3 步：先读主标尺，根据游标尺零线以左最近的标尺标记读出整数为 27mm；再读游标尺，找到游标尺与主标尺的标尺标记的对齐处，读出 0.96mm；最后将所读的两个数加起来，即为总尺寸 $27\text{mm} + 0.96\text{mm} = 27.96\text{mm}$ 。

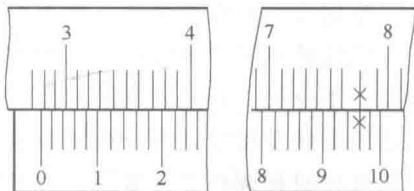


图 0-10 0.02mm 游标卡尺的读数

4) 使用游标卡尺进行测量时的注意事项。

① 测量前，将游标卡尺擦净并检查其测量面及刀口是否平直，再校对游标卡尺的零位。校对零位时先用干净棉丝或软质白细布将两外测量爪的测量面擦净，右手大拇指慢慢推



动尺框，使两测量面接触后，看游标尺的 0 线与主标尺的 0 线、游标尺上的最后一条标尺标记与主标尺上的相应标尺标记是否对正。若对正，则说明该游标卡尺的零位正确；若不对正，则需要检修。

② 测量外表面尺寸（如长度和外圆直径等）时，先将尺框向右拉，使两外测量爪测量面间的距离比被测尺寸稍大，然后把被测部位放入游标卡尺的两测量面之间，使被测部位贴靠固定测量爪的测量面，然后右手缓慢地推动尺框，用轻微的压力使活动测量爪接触零件，即可进行读数。

③ 测量内表面尺寸（如孔径、沟槽宽度等）时，先使两刀口内测量爪测量面间的距离比被测尺寸稍小，然后将测量爪伸入被测部位，缓慢地将尺框向右拉。当两测量爪的刀口都与被测表面轻微接触时，稍微摆动卡尺使所量尺寸最大，即可读数。

④ 常用游标卡尺的深度尺可以用来测量零件的深度尺寸，测量时要使尺身尾端端面与被测深度部位的端面接触。测量深度尺寸时，游标卡尺要垂直于被测深度部位放置，不得歪斜，然后右手握住卡尺，并用大拇指拉动尺框向下移动，感到深度尺与槽底接触后，即可进行读数。

⑤ 测量时，一般不要取出卡尺，应在测量处读数。若要取出卡尺读数，测量到位后应把制动螺钉拧紧，并顺着工件滑出，不得歪斜，避免出现测量误差。

⑥ 读数时，双眼要垂直于标记面的方向读数，以减少读数误差。

(3) 千分尺 千分尺是生产中常用的一种精密量具，常用千分尺的分度值为 0.01mm。

1) 千分尺的规格、种类。千分尺的制造受到测微螺杆长度的限制，其移动量通常为 25mm。所以千分尺的测量范围分别为 0 ~ 25mm、25 ~ 50mm、50 ~ 75mm 和 75 ~ 100mm 等，使用时按被测工件的尺寸选用。

常用的千分尺有：外径千分尺，用来测量外径及长度等尺寸；内径千分尺，用来测量内径及槽宽等尺寸；深度千分尺，用来测量工件台阶高度或孔的深度。下面主要介绍外径千分尺。

2) 外径千分尺的结构。外径千分尺的结构如图 0-11 所示。它由尺架、测砧、测微螺杆、锁紧装置、螺纹轴套、固定套管、微分筒和测力装置等部分组成。在尺架的右端是固定套管，左端是测砧，固定套管里装有带内螺纹的螺纹轴套，测微螺杆上的螺纹可沿此内螺纹回转，并用螺纹轴套定心。在固定套管的外面是有标尺的微分筒，它用锥孔与测微螺杆右端锥体相连。测微螺杆转动时的松紧程度可用螺纹轴套上的螺母来调节。当测微螺杆需要固定不动时，可转动锁紧装置手柄通过偏心机构锁紧。

用外径千分尺测量前首先要调整两测量面的位置。当测砧和测微螺杆快要接触时，手要握住测力装置手柄，当两测量面接触好会发出“咔咔”的响声，这时检查微分筒的 0 线与固定套管的基准线是否对齐。如果没有对齐，要进行调整或在测量结果中加以修正。

用外径千分尺测量尺寸时，一般应双手操作，将零件夹牢或放稳后，左手拿住千分尺的弓形尺架，右手拇指和食指缓慢地旋转微分筒。当外径千分尺的两测量面与被测面快接触时，再旋转测力装置，待发出“咔咔”声时则表示测砧已与被测工件接触好，而且测量力合适，即可读数。

3) 外径千分尺的读数原理。外径千分尺的固定套管上刻有一条轴向基准线（作为微分筒读数的基准线），在基准线两侧均匀地刻出两排标尺，每排标尺间距均为 1mm，上下两排

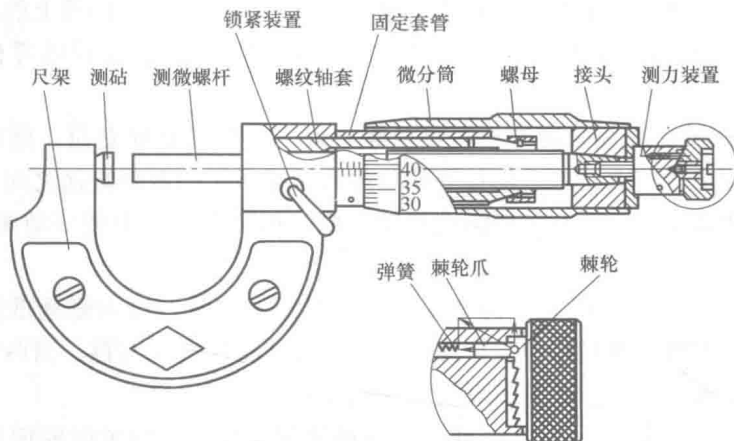


图 0-11 外径千分尺的结构

邻的标尺间距为 0.5 mm。若测微螺杆螺纹的螺距为 0.5mm，当微分筒转一周时，测微螺杆就移动 0.5mm；微分筒圆锥面上共有 50 个标尺分度，因此微分筒转一个分度，测微螺杆就移动 0.01mm。

4) 千分尺的读数方法。在实际测量时，千分尺的读数方法有三步：首先读出固定套管上的数字，即读出微分筒锥体端面左边固定套管上的数字（应为 0.5 的整数倍）；其次读出微分筒上的数字，乘以 0.01；最后将前面读出的两数相加，即为被测零件的尺寸。图

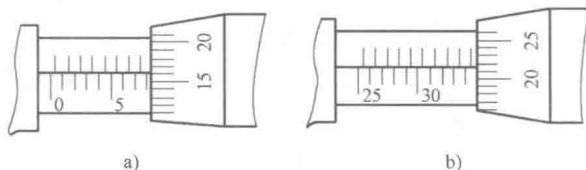


图 0-12 外径千分尺的读数

a) 读数为 8.16mm b) 读数为 34.715mm

0-12a 所示的读数为 8.16mm，图 0-12b 所示的读数为 34.715mm。

5) 千分尺的使用及注意事项。

- ① 测量前要根据尺寸的大小选用合适的千分尺。
- ② 使用前要用干净棉丝将千分尺测量面擦干净，并检查微分筒的零位是否对准。若未对准，则需调准后方可使用。
- ③ 为保证测量精度和延长千分尺的使用寿命，不允许测量正在旋转的工件及粗糙的表面。
- ④ 测量时，先旋转微分筒，当测量面接近被测表面时再旋转测力装置，直至发出“咔咔”声为止。取下千分尺时，要旋转微分筒而不允许旋转测力装置。
- ⑤ 读数时，最好不取下千分尺，如需取下，为防止尺寸变动，应先锁紧测微螺杆，然后轻轻取下千分尺。读数要细心，看清标尺标数，要特别注意 0.5mm 刻线有无露出。
- ⑥ 测量时，应使整个测量面与被测表面相接触，对同一表面应多测几次取平均值。

(4) 百分表 百分表是一种指示式测量仪，主要用于测量工件的形状和位置精度，测量内孔尺寸以及找正工件在机床上的安装位置。其分度值为 0.01mm，测量范围有 0~3mm、0~5mm 和 0~10mm 三种规格。

1) 百分表的结构。如图 0-13 所示，百分表由测量杆、内部的齿轮传动系统和表盘等组成。测量杆的微小直线位移可由传动系统放大，转变为指针的转动，并在表盘上指示出相应



的示值。

百分表的表盘上有大、小两个指针，测量杆每移动 1mm，大指针转 1 周，小指针转过 1 格。大指针每转过 1 格，表示测量的尺寸变化 0.01mm；小指针每转过 1 格，表示测量的尺寸变化 1mm。

2) 百分表的使用。百分表一般用磁性表座固定。如图 0-14 所示，磁性表座由表座、支架杆和连接件等组成。百分表的使用步骤如下。

① 先将表座置于导轨或工作台上，旋转旋钮，使其磁性发挥作用而吸牢。



图 0-13 百分表

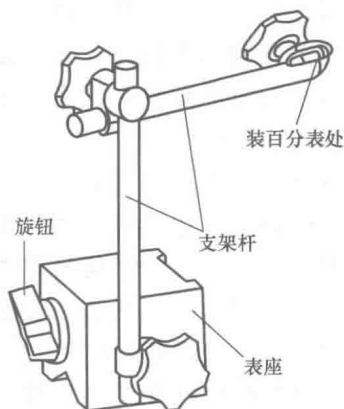


图 0-14 磁性表座

② 利用连接件将支架杆调整到合适的位置和角度，并固定好。

③ 装上百分表并旋紧，夹紧力要合适。如夹紧力过小，测量时百分表会动，引起测量误差；夹紧力过大，会使百分表装夹处变形，使测量杆移动不灵活。

④ 测量时，应使百分表的测量杆垂直零件被测表面，测头与工件表面接触时，测量杆应预压缩 0.3 ~ 1mm，以保持一定的初始测量力。

3) 使用百分表的注意事项。

① 使用时，不可对测量杆侧向用力，否则极易造成百分表损坏。

② 提压测量杆的次数不要过多，距离不要过大，以免造成其内部结构的损坏。

③ 测量时，测量杆的行程不可超出百分表的示值范围。

④ 应避免剧烈的振动和碰撞，不要使测头突然撞击到被测表面，不能敲击百分表的任何部位。

⑤ 严防水、油、灰尘等进入百分表内，不要随意拆卸表的后盖。

⑥ 百分表使用完毕后，要擦拭干净后放回盒内，使测量杆处于自由状态，以免表内弹簧失效。

(5) 游标万能角度尺 游标万能角度尺是用来测量工件内、外角度的量具，常用游标万能角度尺的分度值为 $2'$ ，形状为扇形。

1) 游标万能角度尺的结构。如图 0-15 所示，游标万能角度尺由尺身、 90° 角尺、游标、制动器、扇形板基尺、直尺和卡块等组成。根据所测角度的需要， 90° 角尺和直尺可采用不同的方式进行组合，制动器可将扇形板和尺身锁紧，便于读数。

2) 游标万能角度尺的刻线原理。尺身刻线每格 1° ，游标刻线是将尺身上 29° 所对应的



弧长等分为 30 格, 即每格所对应的角度为 $29^\circ/30$, 因此游标上 1 格与尺身上 1 格相差: $1^\circ - 29^\circ/30 = 1^\circ/30 = 2'$, 即游标万能角度尺的分度值为 $2'$ 。

3) 游标万能角度尺的读数方法。游标万能角度尺的读数方法与游标卡尺相似, 先从尺身上读出游标零线前被测角的整度数, 再从游标上读出角的分的数值, 两者相加就是被测角的数值。

测量时, 应先把基尺靠在被测角度的一个面上, 边调整角度尺的角度边对光检查, 使 90° 角尺或直尺的一条边与被测角度的另一面之间透光均匀, 此时即可读数。

由于 90° 角尺与直尺可以移动和拆换, 因而游标万能角度尺可以测量 $0^\circ \sim 320^\circ$ 范围内任意大小的角度。

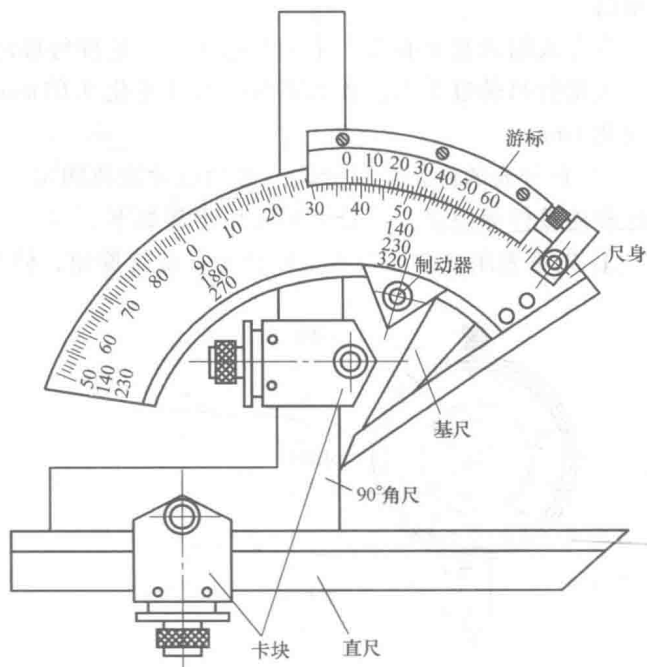


图 0-15 游标万能角度尺

(6) 量块 量块是机械制造业中长度尺寸的标准, 用于对量具和量仪的检验和校正、精密划线和精密机床的调整。量块与附件并用时, 可以测量某些精度要求较高的工件尺寸。通常不允许用量块直接测量工件, 以保持量块的精度, 延长其使用寿命。

量块是用铬锰钢等特殊合金钢或线膨胀系数小、性质稳定、耐磨且不易变形的材料制成的长方体。量块有两个工作面, 其余为非工作面, 工作面即是测量面, 是一对相互平行而且平面度误差和表面粗糙度值极小的平面, 如图 0-16 所示。

量块一般做成一套, 按套使用, 每一套装在特制的木盒中。表 0-1 所示为 46 块一套和 83 块一套的量块的公称尺寸和块数。把不同公称尺寸的量块组合在一起就可以得到所需要的尺寸。选用量块时应尽量选用最少的量块数, 以减少累积误差, 一般情况下块数不超过五块。如所要尺寸为 27.435mm , 则可以在 83 块一套中选用 1.005mm 一块、 1.43mm 一块、 5.0mm 一块、 20mm 一块, 共计四块量块即可。

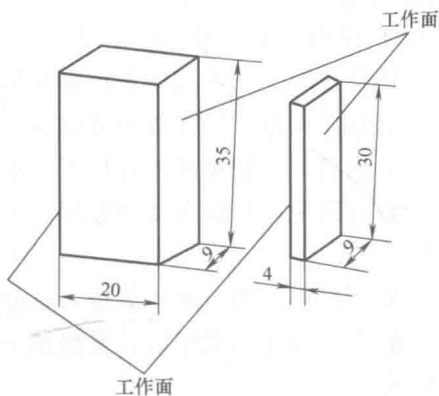


图 0-16 量块

(7) 塞尺 塞尺是用来检验两个相结合面之间间隙大小的片状定值量规, 是一种常用的标准量具。塞尺有两个平行的测量平面, 每套塞尺由若干片组成, 叠合在夹板里, 每把塞尺尺面上标记有该尺的规格, 如图 0-17 所示。

测量时, 轻轻地将塞尺塞入间隙, 可根据间隙的大小, 可一片或数片重叠在一起使用, 则一片或数片塞尺的厚度即为两结合面之间的间隙值。例如用 0.05mm 的塞尺可以插入工件



的缝隙，而 0.06mm 的塞尺插不进去，说明该零件的间隙为 0.05 ~ 0.06mm。

表 0-1 成套量块的公称尺寸和块数

每套块数	量块的公称尺寸/mm	尺寸间隔/mm	块数
83	0.5	—	1
	1	—	1
	1.005	—	1
	1.01, 1.02, …, 1.49	0.01	49
	1.5, 1.6, …, 1.9	0.1	5
	2.0, 2.5, …, 9.5	0.5	10
	10, 20, …, 100	10	10
46	1	—	1
	1.001, 1.002, …, 1.009	0.001	9
	1.01, 1.02, …, 1.09	0.01	9
	1.1, 1.2, …, 1.9	0.1	9
	2, 3, …, 9	1	8
	10, 20, …, 100	10	10

(8) 水平仪 水平仪是用来测量小角度的精密量具，主要用来测量平面对水平面或垂直面的位置误差，也可以在设备安装和调试时检验机床相互平行的表面之间的平行度误差、相互垂直的表面之间的垂直度误差以及微小的倾角等。图 0-18 所示为常用的框式水平仪，由框架、主水准器和调整水准器组成，框架的测量面上制有 V 形槽，以方便测量圆柱形的表面。

加工中选择量具时，应该遵守既保证测量精度又符合经济性的原则，应按照被测零件的尺寸与精度选择量具、量仪的测量范围，严格地控制被测零件的实际尺寸在极限尺寸范围内，要尽可能地减少测量工具和检验工作的成本。

为了保持量具的精度，延长其使用寿命，要对量具进行及时的维护和保养。测量前应将量具的测量面和工件被测量面擦净，以免脏物影响测量精度，加快量具的磨损。在使用过程中，不要将量具和工具、刀具放在一起，以免碰坏。机床开动时，不要用量具测量工件，否则会加快量具的磨损，而且容易发生事故。量具不应放在热源（电炉、暖气片等）附近，以免受热变形。量具用完后，应及时擦净、涂油，放在专用盒中，保存在干燥处，以免生锈。精密量具应进行定期检查和保养，发现有不正常现象时，应及时送交计量部门进行检修。

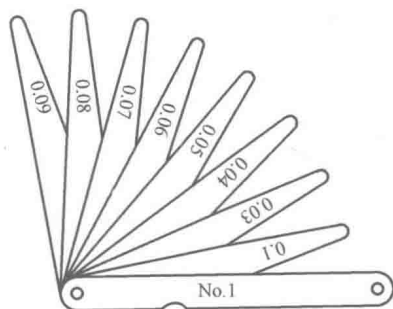


图 0-17 塞尺

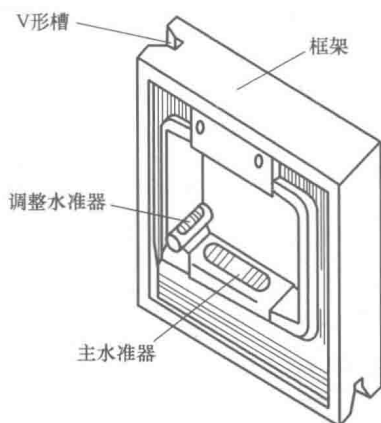


图 0-18 框式水平仪