



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高职高专规划教材

制冷压缩机 与设备实训

王 琪 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高职高专规划教材

制冷压缩机与设备实训

主 编 王 琪

副主编 邵长波

参 编 关小满 周艳蕊

主 审 匡奕珍



机械工业出版社

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材之一，也是机械工业出版社高职高专制冷与空调专业规划教材之一。

本书主要介绍了与制冷和空调系统有关的钳工工具的使用；制冷压缩机进行拆卸、装配和测量时的一些专用工具的使用；活塞式、螺杆式和离心式制冷压缩机的拆卸及装配的操作、注意事项，并在此基础上分析与压缩机有关的简单故障；制冷和空调系统中与制冷压缩机有关的测量数据及测量仪表的使用；容积式制冷压缩机的制冷量测定方法；冷凝器与蒸发器的加工、清洗；离心泵的拆卸及装配、性能测试和气蚀实验；如何在基本完成制冷压缩机和设备学习后绘制制冷系统原理图。

本书可供高职高专制冷与空调专业学生作为专业实训教材使用，也可作为制冷、空调行业技工、技师的培训教材或参考书，还可供相关专业技术人员学习和参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

制冷压缩机与设备实训/王琪主编. —北京: 机械工业出版社, 2007.6
普通高等教育“十一五”国家级规划教材 高职高专规划教材
ISBN 978-7-111-22481-5

I. 制… II. 王… III. 制冷—压缩机—高等学校: 技术学校—教材
IV. TB652

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 152498 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 张双国 责任校对: 樊钟英

责任印制: 杨 曦

北京机工印刷厂印刷 (北京双新装订有限公司装订)

2008 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 7.75 印张 · 190 千字

0 001—3 500 册

标准书号: ISBN 978-7-111-22481-5

定价: 13.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 68354423

封面防伪标均为盗版

前 言

随着高等职业教育改革的不断深化,各职业院校越来越重视学生实践技能的培养,本书正是为系统地强化学生的实践动手能力而编写的。本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材之一,也是机械工业出版社高职高专制冷与空调专业规划教材之一。

本书紧密结合其配套的《制冷压缩机与设备》理论教材,对于理论教材中主要介绍的工作原理和基本结构,只作简要说明;重点介绍了与实际操作有关的内容。

本书主要内容包括:与制冷和空调系统有关的钳工工具的使用;制冷压缩机进行拆卸、装配和测量时的一些专用工具的使用;活塞式、螺杆式和离心式制冷压缩机的拆卸及装配的操作、注意事项,并在此基础上分析了与压缩机有关的简单故障;制冷和空调系统中与制冷压缩机有关的测量数据及测量仪表的使用;容积式制冷压缩机制冷量的测定方法;冷凝器与蒸发器的加工、清洗;离心泵的拆卸及装配、性能测试和气蚀试验;如何在基本完成制冷压缩机和设备学习后绘制制冷系统原理图。

本书可供高职高专制冷与空调专业学生作为专业课实训教材使用,也可作为制冷、空调行业技工、技师的培训教材或参考书,还可供从事相关专业技术人员学习和参考。

本书由山东商业职业技术学院王琪任主编,邵长波任副主编。全书共五章,第一章、第二章由王琪编写;第四章由邵长波编写;第三章由周艳蕊编写;第五章由关小满编写。

本书由匡奕珍教授担任主审,提出了许多宝贵的修改意见,特予致谢。

由于编者水平所限,书中难免存在不足之处,恳请广大读者批评、指正。

编 著

目 录

前言

第一章

基本技能训练 1

实训一 常用钳工工具的使用 2

实训二 常用测量工具的使用 8

第二章

制冷压缩机拆装实训 17

实训三 制冷压缩机的分类 18

实训四 活塞连杆组、曲轴的拆卸与装配 26

实训五 气缸套、气阀组的拆卸与装配 30

实训六 油泵、轴封、安全阀的拆卸和安
装及润滑油路 34

实训七 油三通阀、能量调节阀、油缸拉
杆机构的拆卸和装配 38

实训八 活塞式制冷压缩机整机的拆卸和
装配 41

实训九 螺杆式制冷压缩机的拆卸和装配 46

实训十 离心式制冷压缩机的拆卸和装配 49

实训十一 活塞式制冷压缩机间隙和磨损
的测量 51

实训十二 制冷压缩机主要零件的测绘 54

实训十三 制冷压缩机的故障分析与排除 56

第三章

制冷压缩机的性能测试 61

实训十四 制冷压缩机常用参数的测定 62

实训十五 容积式制冷压缩机制冷量的测试 71

第四章

制冷设备实训 79

实训十六 换热器的加工及装配 80

实训十七 换热器的清洗 83

实训十八 制冷阀件的安装与拆卸 86

实训十九 离心泵的拆卸与装配 92

实训二十 泵的性能试验 95

实训二十一 离心泵的气蚀试验 103

第五章

制冷系统原理实训 107

实训二十二 制冷系统原理图的绘制 108

附录

附录 A 螺杆式制冷剂压缩机 (GB/T
19410—2003) (节选) 116

附录 B 压缩机和压缩机组型号表示方法 118

参考文献 120

钳工技能实训指导书

第一章

基本技能培训

1

实训一 常用钳工工具的使用

实训二 常用测量工具的使用

实训一 常用钳工工具的使用

一、实训目的

通过本实训的学习,熟悉制冷和空调系统中常用的几种钳工工具和钳加工工具的使用方法,实现对零部件加工、装配和维修质量的控制。

二、实训设备和工具

(一) 实训设备

开启式活塞制冷压缩机	1 台
125 系列活塞组	1 套
125 系列气阀组	1 套
125 系列气缸套	1 个

(二) 钳工工具

活扳手、呆扳手、套筒扳手、梅花扳手、尖嘴钳、皮锤等。

三、相关理论、技能

(一) 扳手类工具

扳手是机械装配和拆卸过程中的常用工具,一般用碳素结构钢或合金钢制成。常见的扳手类工具有活扳手、呆扳手、套筒扳手、内六角扳手和整体扳手等。

1. 活扳手

活扳手又称为活络扳手,通常用于旋紧或旋松有角螺钉及螺母。活扳手的结构如图 1-1 所示,包括手柄、头部固定钳口、头部活动钳口和调节蜗杆四部分。

使用活扳手前,先用右手握住扳手头部,大拇指和食指上下夹持捻动蜗杆,调整活动钳口的大小,使钳口尺寸和要旋动的螺母尺寸相吻合。再把调好的钳口夹持住螺母,握紧扳手柄,用力转动(一般顺时针方向转动为拧紧螺母,逆时针方向转动则是旋松螺母)。

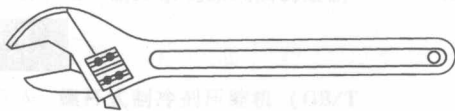


图 1-1 活扳手

2. 呆扳手

呆扳手也称开口扳手,其结构如图 1-2 所示。此类扳手的末端有 U 形开口,方便握紧螺栓或螺母的两个边。它有单头和双头两种,较常用的是双头,每头的开口有不同大小。

开口扳手主要用于拆装一般标准规格的螺栓或螺母。在使用前,先看螺栓或螺母的尺寸,依据其尺寸选择符合规格的扳手,然后将开口卡在欲紧固或松动的螺栓或螺母上,握紧扳手柄,用力旋转螺栓或螺母即可。

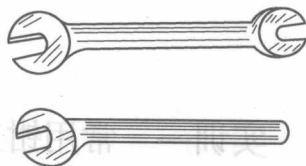


图 1-2 呆扳手

3. 套筒扳手

套筒扳手是一种组合型工具,由梅花套筒和弓形手柄构成。尺寸不等的梅花套筒组成一套套筒扳手,其结构如图 1-3 所示。

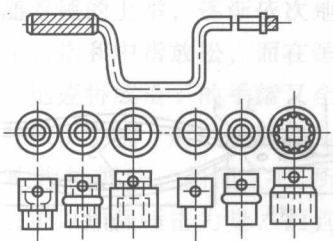


图 1-3 套筒扳手

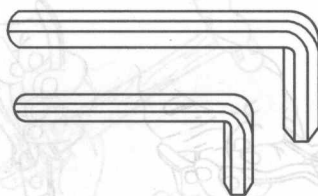


图 1-4 内六角扳手

在使用套筒扳手时,可根据需要选用不同规格的套筒和各种手柄进行组合。使用套筒扳手对拆装部位空间狭小、凹下很深或不易接近等部位的螺栓、螺母进行操作很方便。

4. 内六角扳手

内六角扳手如图 1-4 所示,一般专用于装拆内六角螺钉。

5. 整体扳手

整体扳手有正方形、六角形、十二角形等几种,如图 1-5 所示。

十二角形扳手又称为梅花扳手,是应用最广泛的一种整体扳手。梅花扳手两端是套筒式圆环状的,圆环内一般有 12 个棱角,能将螺母或螺栓的六角部分全部围住,工作时不易滑脱,安全可靠。其用途与开口扳手相似,尤其常用于拆装部位受到限制的螺母、螺栓。

梅花扳手常用的有 6 件和 8 件套两种,其适用范围在 5.5~27mm 之间。

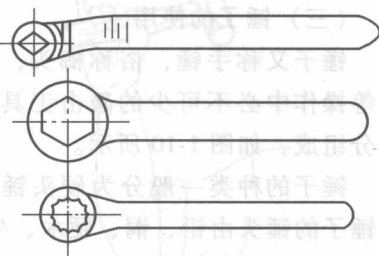


图 1-5 整体扳手

(二) 钳子类工具

钳子是一种用来紧固的工具,有些钳子还具有切断功能。钳子的种类很多,但是它们都有一个用于夹紧材料的部分,称之为“钳口”。制冷系统常用的钳子有尖嘴钳、钢丝钳和管钳三种。

1. 尖嘴钳

尖嘴钳也称为修口钳,如图 1-6 所示。尖嘴钳主要适用于在狭小的空间内作业。

使用钳子时,将钳口朝向内侧,以便于控制钳切部位,用食指伸在两钳柄中间来抵住钳柄,张开钳头,这样可灵活地分开钳柄(如图 1-7 所示)。

2. 钢丝钳

钢丝钳的结构如图 1-8 所示。其结构分为钳头和钳柄两部分,钳头包括钳口、齿口、刀口和侧口,钳柄上套有绝缘管。常用的钢丝钳有 150mm、175mm、200mm 及 250mm 等多种规格。可根据内线或外线工种需要选择和使用。

钢丝钳除用于装配和拆卸外,还有许多功能,如钳子的齿口可用来紧固或拧松螺母,钳子的刀口可用来剖切软电线的橡皮或塑料绝缘层,钳子的刀口也可用来切剪电线、铁丝,钳子的侧口可以用来切断电线、钢丝等较硬的金属线。

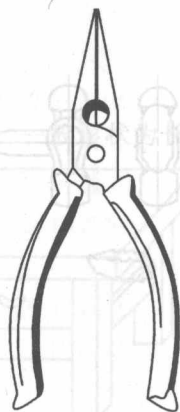


图 1-6 尖嘴钳

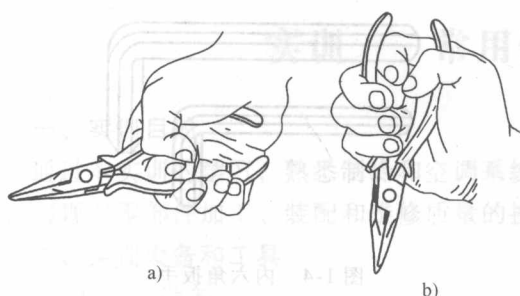


图 1-7 尖嘴钳的握法

a) 平握法 b) 立握法

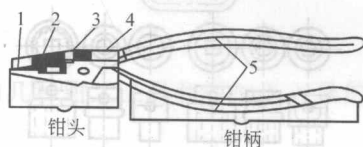


图 1-8 钢丝钳

1—钳口 2—齿口 3—刀口 4—侧口 5—绝缘管

3. 管钳

管钳（如图 1-9 所示）是用来夹持或旋转管子及配件的工具。钳口上有齿，以便上紧螺母时咬牢管子，防止打滑。

（三）锤子的使用

锤子又称手锤，俗称榔头，是校直、錾削和装卸零件等操作中必不可少的敲击工具。锤子由锤头和木柄两部分组成，如图 1-10 所示。

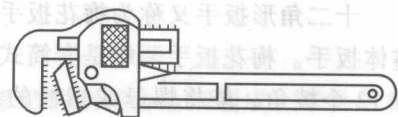


图 1-9 管钳

锤子的种类一般分为硬头锤子和软头锤子两种。软头锤子的锤头由铅、铜、硬木、牛皮或橡胶制成，多用于装配工作中。硬头锤子的锤头用碳钢制成。硬头锤子的规格用锤头的重量表示，有 0.25kg、0.5kg 和 1kg 等几种。锤头的木柄选用比较坚固的木材制成，常用的 1kg 锤头的柄长为 350mm 左右。锤头安装木柄的孔呈椭圆形，且两端大，中间小。木柄紧装在孔中后，端部应再打入金属楔子，以防锤头松脱。

使用锤子时，一般为右手握锤，采用五个手指满握的方法，大拇指轻轻压在食指上，虎口对准锤头方向，锤柄尾露出约 15~30mm。

在锤子的敲击过程中，手指的常用握法有紧握法和松握法两种。紧握法是指从挥锤到击锤的全过程中，全部手指一直紧握锤柄，如图 1-11 所示。如果在挥锤开始时，全部手指紧

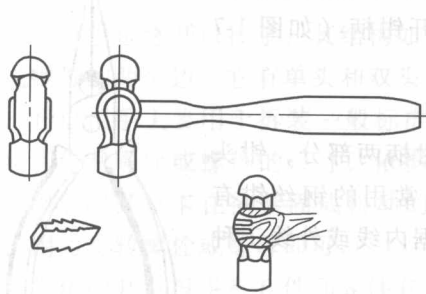


图 1-10 锤子

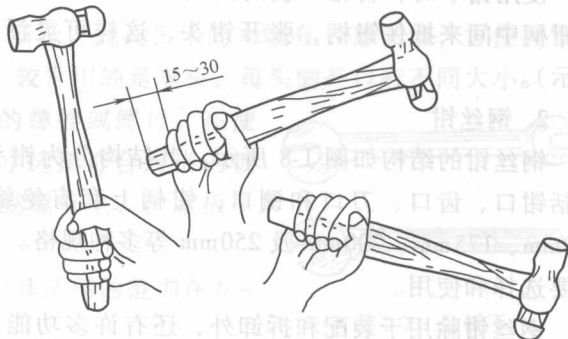


图 1-11 锤子的紧握法

握锤柄,随着锤的上举,逐渐依次地将小指、无名指和中指放松,而在锤击的瞬间,迅速将放松了的手指又全部握紧,并加快手腕、肘以至臂的运动的方法称为松握法,如图 1-12 所示。松握法可以加强锤击力量,而且不易疲劳。

锤子的挥锤方法有手挥法、肘挥法和臂挥法三种,如图 1-13 所示。

手挥法只作手腕的挥动,采用紧握法握锤,敲击力较小,多用于錾削

余量较少及錾削开始或结尾。肘挥法指手腕和肘部一起挥动,采用松握法握锤,敲击力较大,应用较广。臂挥法指手腕、肘部和全臂一起挥动,其锤击力最大。

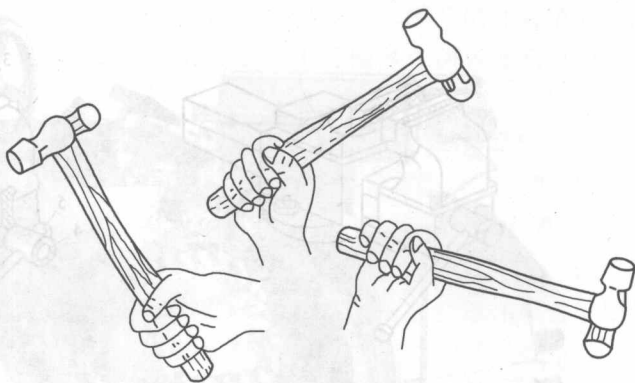


图 1-12 锤子的松握法

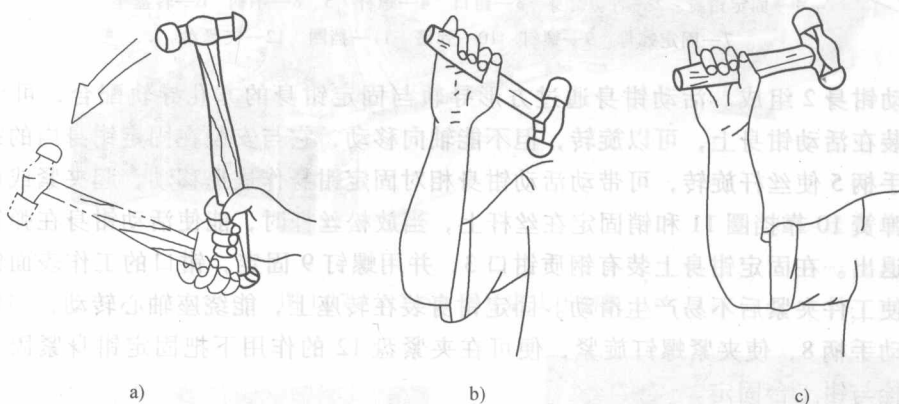


图 1-13 锤子的挥锤方法

a) 手挥法 b) 肘挥法 c) 臂挥法

制冷与空调系统中大多采用的是手挥法。

(四) 钳工台和台虎钳的使用

1. 钳工台

钳工台也称为钳台、钳桌,主要用来安装台虎钳、放置工具和工件等。

钳工台通常是用木料或钢料制成的,其式样可以根据要求和条件而定,一般形状为长方形,如图 1-14 所示。钳桌长、宽尺寸由工作需要而决定,高度则为 800~900mm,以便装上台虎钳后,让钳口的高度与一般操作者的手肘平齐,使操作方便省力。

2. 台虎钳

台虎钳是用来夹持工件的通用夹具,分为固定式和回转式两种。图 1-15a 所示为固定式台虎钳,图 1-15b 所示为回转式台虎钳。

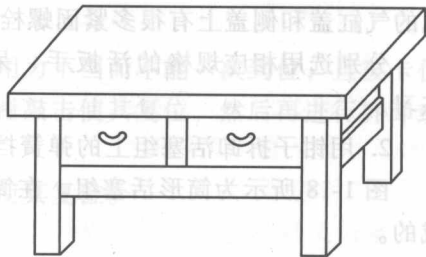


图 1-14 钳工台

回转式台虎钳的主体部分用铸铁制造,有固定钳

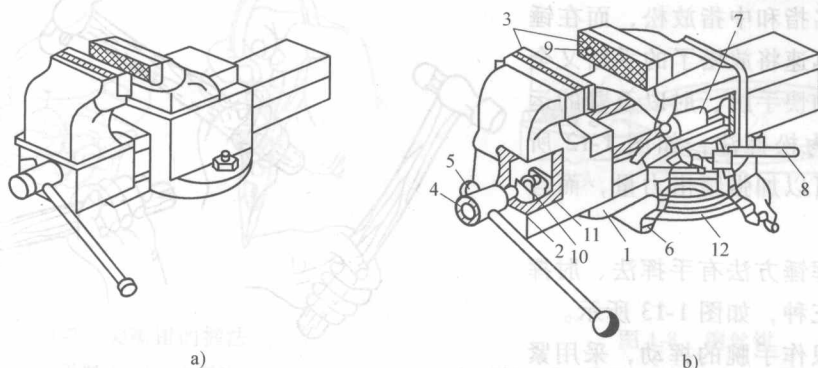


图 1-15 台虎钳

a) 固定式 b) 回转式

1—固定钳身 2—活动钳身 3—钳口 4—螺杆 5、8—手柄 6—转盘座

7—固定螺母 9—螺钉 10—弹簧 11—挡圈 12—夹紧盘

身 1 和活动钳身 2 组成。活动钳身通过方形导轨与固定钳身的方孔导轨配合，可作前后滑动。丝杆装在活动钳身上，可以旋转，但不能轴向移动，它与安装在固定钳身内的螺母 7 配合。摇动手柄 5 使丝杆旋转，可带动活动钳身相对固定钳身作进退移动，起夹紧或放松工件的作用。弹簧 10 靠挡圈 11 和销固定在丝杆上，当放松丝杆时，能使活动钳身在弹簧力的作用下及时退出。在固定钳身上装有钢质钳口 3，并用螺钉 9 固定，钳口的工作表面刨有交叉的网纹，使工件夹紧后不易产生滑动。固定钳身装在转座上，能绕座轴心转动，当转到所需位置时扳动手柄 8，使夹紧螺钉旋紧，便可在夹紧盘 12 的作用下把固定钳身紧固。转座通过三个螺栓与钳工台固定。

(五) 吊环的使用

吊环又称吊栓，其下部具有螺纹，上部做成圆环形结构，是活塞式制冷压缩机中气缸套和活塞组拆卸和装配的专用工具。吊环的使用如图 1-16 所示。将吊环拧入气缸套顶部两个对称的螺纹孔内，即可提起气缸套进行拆卸或装配。

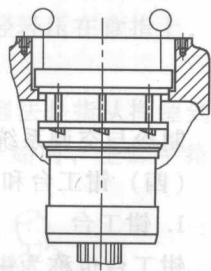


图 1-16 吊环的使用

四、实训操作

1. 用扳手拆卸压缩机气缸盖上的螺栓

图 1-17 所示为 812.5A 型开启式压缩机，从图中可看出，在压缩机的气缸盖和侧盖上有很多紧固螺栓。

分别选用相应规格的活扳手、呆扳手、套筒扳手和梅花扳手，进行螺栓旋松和旋紧练习。

2. 用钳子拆卸活塞组上的弹簧挡圈

图 1-18 所示为筒形活塞组。在筒形活塞组中，弹簧挡圈的拆卸和装配是借助尖嘴钳完成的。

用尖嘴钳夹住弹簧挡圈的尖口部位，用力向内捏紧，即可将弹簧挡圈拆下。

3. 用皮锤或木锤敲击未放到位的气阀组

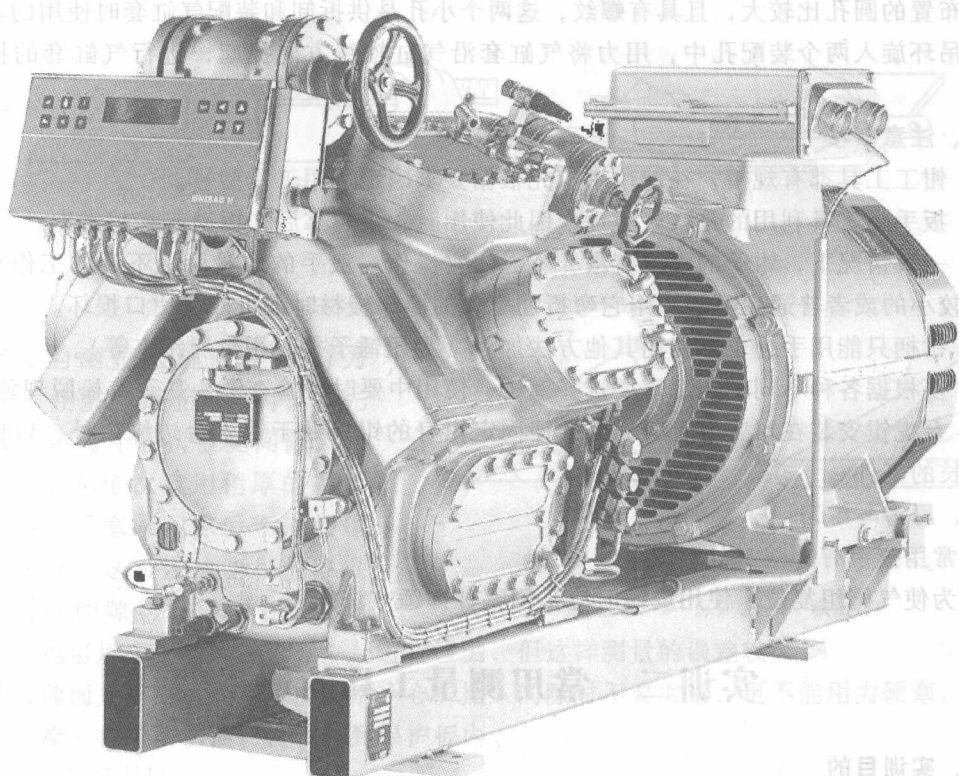


图 1-17 812.5A 型开启式压缩机

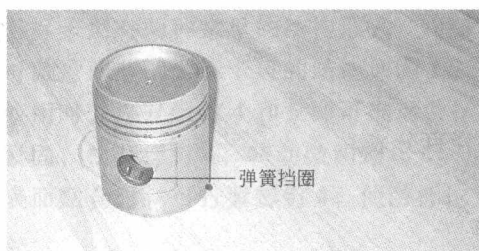


图 1-18 筒形活塞组



图 1-19 气缸套的装配孔

在装配制冷压缩机的过程中,会出现一些零部件因用力不当而不能一次到位,且被卡住的现象。发生这种现象时,常用的措施是先用皮锤或木锤敲击使其复位,然后再进行拆卸或装配。

实训时可人为地将气阀组放歪,手挥皮锤或木锤,使其复位。

通过本实训练习皮锤或木锤的手挥法。

4. 用吊环拆卸气缸套

气缸套的结构如图 1-19 所示。气缸套的顶部有 30 个用于吸气的小圆孔,其中有两个成

对角线布置的圆孔比较大,且具有螺纹,这两个小孔是供拆卸和装配气缸套时使用的。

将吊环旋入两个装配孔中,用力将气缸套沿气缸轴线方向提起,进行气缸套的拆卸练习。

五、注意事项

- 1) 钳工工具都有规格,在使用中应先根据要求确定所用工具型号。
- 2) 扳手类工具利用的是杠杆原理,因此使用时,手越靠后,扳动起来越省力。
- 3) 一般情况下,钳子的强度有限,不能用它操作一般手的力量所达不到的工作。特别是型号较小的或者普通尖嘴钳,用它弯折强度大的棒料板材时都可能将钳口损坏。
- 4) 钳柄只能用手握,不能用其他方法加力(如用锤子打、用台虎钳夹等)。
- 5) 要根据各种不同的加工需要选择锤子,使用中要时常检查锤头是否有松脱现象。
- 6) 台虎钳安装在钳工台上时,必须使固定钳身的钳口处于钳工台边缘以外,以保证能夹持较长的工件。

六、思考与练习

1. 常用扳手有哪些? 分别怎样使用?
2. 为使气阀组复位,使用皮锤时应采用哪种挥锤方法?

实训二 常用测量工具的使用

一、实训目的

通过本实训的学习,熟悉与制冷和空调设备相关的几种测量工具的使用方法,从而进一步实现对加工、装配、维修质量的控制。

二、实训设备和工具

(一) 实训设备

依具体实训条件而定。

(二) 实训工具

钢直尺、塞尺、游标卡尺、外径千分尺、内径百分表。

三、相关理论、技能

(一) 钢直尺

钢直尺是用不锈钢制成的一种直尺,是常用量具中最基本的一种,可作为简单的测量工具或划直线的导向工具。

钢直尺的尺边平直,尺面有米制或英制的刻度,可用来测量工件的长度、宽度、高度和深度,同时也可以对一些要求较低的工件表面进行平面度误差检查。

钢直尺的规格(测量范围)有150mm、300mm、500mm和1000mm四种。

钢直尺的使用方法如图1-20所示。由于用钢直尺测量出的数值误差较大,精确度只有1mm,因此不能作精密测量。

(二) 塞尺

塞尺又称厚薄规或测隙规,是用来检测两结合面之间间隙的一种精密量具。塞尺一般是成组供应,每组塞尺由不同厚度的金属薄片组成,每个薄片都有两个相互平行的测量面并有较准确的厚度值。成组塞尺的外型如图1-21所示。

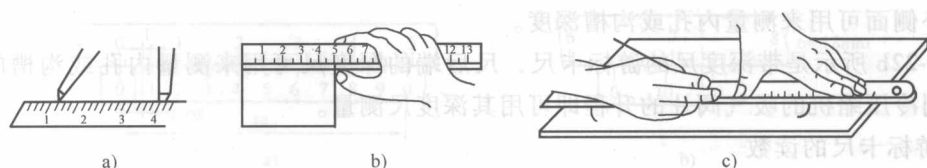


图 1-20 钢直尺的使用

a) 量取尺寸 b) 测量工件 c) 划线

塞尺的测量准确度一般约为 0.01mm 。用塞尺测量间隙时, 应先用较薄的塞尺片插入被测间隙, 如还有空隙, 则依次换用稍厚的塞尺片, 直到塞尺塞入间隙后不过松也不过紧为止, 这时该片塞尺的厚度值即为被测间隙的值。对于比较大的间隙, 也可用多片塞尺重合在一起进行检测, 但这样测量的误差较大。



图 1-21 塞尺的结构

1—塞尺片 2—保护板 3—联接钉

塞尺薄而且易断, 使用时应特别小心。插入间隙时不要太紧, 更不能用力硬塞。使用后应在表面涂一薄层防锈油, 再收回到保护板内。

(三) 游标卡尺

游标卡尺是一种中等精度的常用量具, 主要用来测量工件的外径、内径、孔距、壁厚、沟槽及深度。钳工常用的游标卡尺测量范围有 $0 \sim 125\text{mm}$ 、 $0 \sim 200\text{mm}$ 、 $0 \sim 300\text{mm}$ 等几种。

1. 游标卡尺的结构

游标卡尺有两种常见的结构形式: 可微量调节的游标卡尺和带深度尺的游标卡尺。

可微量调节的游标卡尺的结构如图 1-22a 所示, 主要由尺身和游标组成, 再配以辅助游标。使用时, 松开螺钉 4 和 5 即可推动游标在尺身上移动。测量工件需要微量调节时, 将螺钉 5 紧固, 松开螺钉 4, 转动微调螺母 6, 通过小螺杆 7 使游标微动。当量爪测量面与工件被测表面贴合时, 可拧紧螺钉 4, 使游标位置固定, 然后读数。

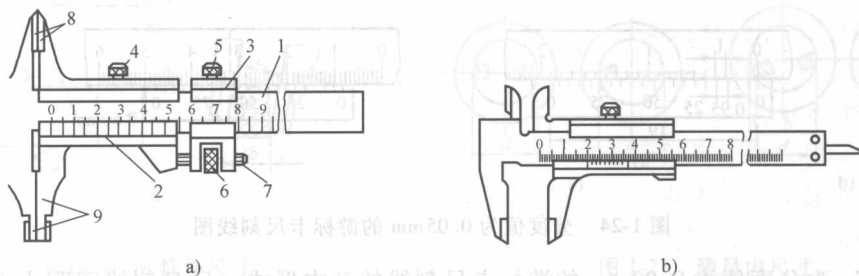


图 1-22 游标卡尺

a) 可微量调节的游标卡尺 b) 带深度尺的游标卡尺

1—尺身 2—游标 3—辅助游标 4、5—螺钉 6—微调螺母

7—小螺杆 8—上量爪 9—下量爪

游标卡尺的上量爪可用来测量齿轮公称法线长度和孔距,下量爪的内侧面可测量外径和长度,外侧面可用来测量内孔或沟槽深度。

图 1-22b 所示是带深度尺的游标卡尺,尺后端的深度尺可用来测量内孔或沟槽的深度。活塞式制冷压缩机的吸气阀片的升程即可用其深度尺测量。

2. 游标卡尺的读数

游标卡尺的分度值有 0.1mm、0.05mm 和 0.02mm 三种。游标卡尺是利用尺身(主尺)和游标上的刻线间距差及其累积值来细分读数的,游标可沿齿身滑动。图 1-23a 所示为分度值为 0.1mm 的游标卡尺刻线的基本形式:尺身刻线间距 a 为 1mm,游标刻线间距 b 为 0.9mm,共 10 格,分度值 $i = a - b = 0.1\text{mm}$ 。当尺身与游标的刻线对准零位时,游标上位置 10 的刻线(最右刻线)与尺身上位置 9 的刻线也正好对齐,其余的刻线均不对齐。

图 1-23b 中的游标刻线 6 与尺身刻线对齐,即表示游标零位相对固定的尺身零位移动了 0.6mm,这就是毫米小数部分的读数原理。图 1-23c 中的游标零位在尺身的第二格之后,即主尺读数为 2mm;然后再看游标上的第三根线与尺身刻线对齐,又因为此游标卡尺的分度值为 0.1mm,则游标读数为 $3 \times 0.1\text{mm}$;两数之和即为所测数值 2.3mm。

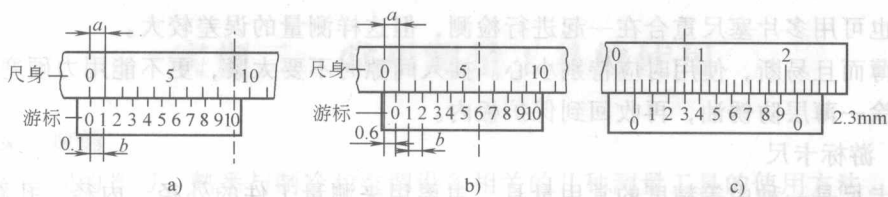


图 1-23 分度值为 0.1mm 的游标卡尺刻线图

图 1-24a 为分度值为 0.05mm 的游标卡尺刻线的基本形式。尺身刻线间距为 1mm,游标刻线间距为 0.95mm,游标刻线共 20 格,总长为 19mm。当尺身与游标的刻线对准零位时,游标上最右刻线与尺身上位置 19 的刻线正好对齐。读数时,毫米的小数部分由游标上与尺身刻线恰好对齐的那条刻线的顺序数(即第 n 格刻线)乘以 0.05mm 计值。图 1-24b 所示的数值为 8.60mm。

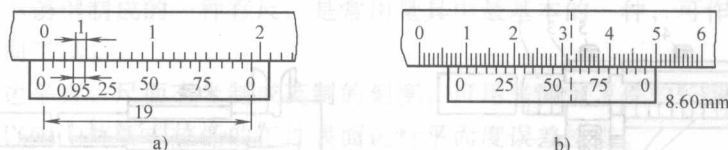


图 1-24 分度值为 0.05mm 的游标卡尺刻线图

图 1-25a 为分度值为 0.02mm 的游标卡尺刻线的基本形式。尺身刻线间距为 1mm,游标刻线间距为 0.98mm,游标刻线共 50 格,总长为 49mm。当尺身与游标的刻线对准零位时,游标上最右刻线与尺身上位置 49 的刻线正好对齐。读数时,毫米的小数部分由游标上与尺身刻线恰好对齐的那条刻线的顺序数(即第 n 格刻线)乘以 0.02mm 计值。图 1-25b 所示的数值为 64.18mm。

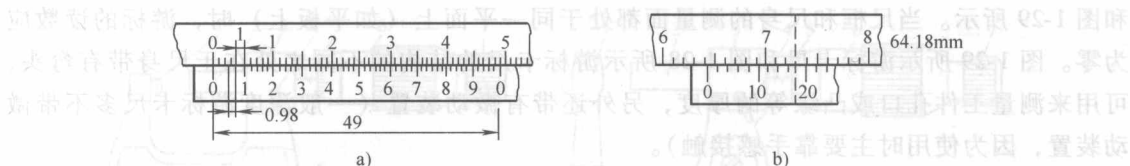


图 1-25 分度值为 0.02mm 的游标卡尺刻线图

3. 游标卡尺使用时的注意事项

游标卡尺使用不当,不但会影响其本身精度,同时也会影响零件尺寸的测量精度。因此,在使用时应注意以下几点:

1) 按工件的尺寸大小和尺寸精度要求选用合适的游标卡尺。游标卡尺适用于公差等级为 IT10 ~ IT16 尺寸的测量和检验,不能用游标卡尺测量毛坯件,也不能用游标卡尺测量精度要求过高的工件。

2) 使用前要对游标卡尺进行检查,擦净量爪,检查量爪测量面和测量刃口是否平直无损。两量爪贴合时应无漏光现象,尺身和游标零线应对齐。

3) 测量外径时,量爪应张开到略大于被测尺寸而自由进入工件,以固定量爪贴住工件,然后用轻微的压力把活动量爪推向工件,尺寸测量面的连线应垂直于被测量表面,不能歪斜,如图 1-26 所示。

4) 测量内径尺寸时,量爪应张开到略小于被测尺寸,使量爪自由进入孔内,再慢慢张开并轻轻地接触零件的内表面。量爪应在孔的直径上,不能偏歪,如图 1-27 所示。

5) 读数时,游标卡尺应置于水平位置,以使观察者的视线尽可能与游标卡尺的刻线表面垂直,以免因视线歪斜而造成读数误差。

6) 游标卡尺使用完后,应平放入木盒内。如较长时间不使用,应用汽油擦洗干净并涂一层薄的防锈油。卡尺不能放在磁场附近,以免被磁化而影响正常使用。

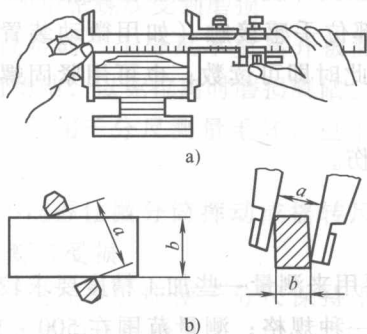


图 1-26 测量外尺寸

a) 正确 b) 错误

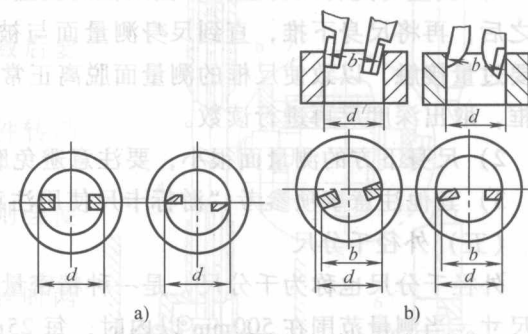


图 1-27 测量内尺寸

a) 正确 b) 错误

(四) 深度游标卡尺

1. 深度游标卡尺的结构及读数

深度游标卡尺是用以测量阶梯形表面、盲孔和凹槽等部位深度及孔口、凸缘等部位厚度

的。本实训中的深度游标卡尺用于测量吸气阀的升程。深度游标卡尺的外形结构如图 1-28 和图 1-29 所示。当尺框和尺身的测量面都处于同一平面上（如平板上）时，游标的读数应为零。图 1-29 所示游标卡尺和图 1-28 所示游标卡尺的结构的不同之处在于尺身带有弯头，可用来测量工件孔口或凸缘等的厚度，另外还带有微动装置（一般深度游标卡尺多不带微动装置，因为使用时主要靠手感接触）。

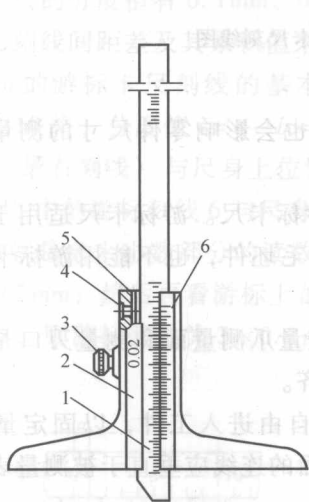


图 1-28 深度游标卡尺

1—尺身（主尺） 2—尺框 3—紧固螺钉
4—调整螺钉 5—弹簧片 6—游标

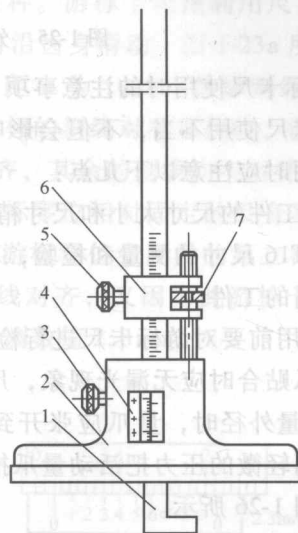


图 1-29 弯头主尺的游标卡尺

1—尺身（弯头主尺） 2—尺框 3、5—紧固螺钉
4—游标 6—微动装置 7—微动螺母

2. 使用深度游标卡尺的注意事项

1) 测量时先将尺身上拉，让尺框的测量面与工作被测深度的顶面（测量基准面）贴合好之后，再将尺身下推，直到尺身测量面与被测深度部位手感接触（如用微动装置，注意不要过量接触，以致使尺框的测量面脱离正常贴合），此时即可读数；也可用紧固螺钉固定尺框，取出深度尺再进行读数。

2) 尺身下方的测量面很小，要注意避免磨损及碰伤。

3) 其他注意事项参考“游标卡尺使用注意事项”。

（五）外径千分尺

外径千分尺也称为千分尺，是一种精密量具，主要用来测量一些加工精度要求较高的零件尺寸。当测量范围在 500mm 以内时，每 25mm 分为一种规格；测量范围在 500 ~ 1000mm 时，每 100mm 分为一种规格。

1. 外径千分尺的结构

外径千分尺的典型结构如图 1-30 所示。固定测砧 1 和固定套管 5 压合在尺架上相应的孔内。测微螺杆 2 的左端为可动测砧，两测砧都镶有硬质合金头，测微螺杆右方的螺母部分与固定套管 5 右端的螺母配合，组成精密螺旋副。

2. 外径千分尺的读数