



系列校本教材

制冷与空调设备 组装与调试

编者：金 杰

上海市工业技术学校

前 言

中等职业教育担负着培养高素质劳动者的重要任务，其人才培养目标须从单一技能操作型向知识型、发展型转变，须从学校单一教育向校企合作培养方式转变，须从终结教育形式向终身教育方向转变。只有切实有效转变教学模式，优化课程结构，注重学生职业能力与人文素养教育，关注学生职业生涯发展，中等职业教育才能健康协调并适应社会经济发展的要求。

为贯彻落实教育部国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010-2020 年）和上海市中长期教育改革和发展规划纲要（2010-2020 年）的精神，以“为了每一个学生的终身发展”的核心理念引领学校综合改革，并以上海市首批特色示范校建设为契机，进一步提高教育教学质量，学校积极探索“双证融通”、中职高职贯通、中职本科贯通试点教育，打造精品课程、精品专业，形成职教特色，发挥示范引领作用。

学校贯彻“以就业为导向，以能力为本位，以素质为基础”的指导思想，以“必需够用，兼顾发展”为原则，组织骨干教师开发编写具有职教特点与学校特色的校本教材。校本教材开发定位准确，并借鉴国外职业教育先进的教学模式，精心编撰，有所创新，有机统一知识性与实践性，职业性与人文性。校本教材注重学生综合素养的教育，文化基础知识的拓展，专业知识与技能点的融合，重视培养学生的兴趣与创新思维，实训内容按项目课题，系列展开，可操作性强。

此系列教材可用于中等职业学校教学，亦可作为学生拓展学习之用，并将根据各专业需要及现代职业教育发展方向与要求，不断更新和完善。

王志刚
2014年10月

目 录

项目一 制冷专用工具的使用.....	1
任务一 熟悉制冷专用工具.....	1
任务二 制冷专用工具的使用.....	5
实训一 制冷管路加工.....	10
 项目二 制冷系统管路连接.....	11
任务一 常用量具的使用.....	11
任务二 制冷管路的钎焊.....	16
任务三 制冷管路的螺纹连接.....	29
实训一 制冷管路焊接.....	33
实训二 电子温控电冰箱管件制作、调整及连接.....	34
实训三 智能温控电冰箱管件制作、调整及连接.....	36
实训四 热泵型空调器管件制作、调整及连接.....	37
 项目三 小型制冷系统检漏、抽真空、充注制冷剂.....	39
任务一 制冷系统检漏、抽真空、充注制冷剂工具使用方法.....	39
任务二 系统检漏.....	44
任务三 系统抽真空.....	48
任务四 系统充注制冷剂.....	50
实训一 电冰箱的调试.....	56
实训二 空调器的调试.....	57

项目四 制冷电气线路连接	58
任务一 常用工具的使用	58
任务二 电冰箱、空调器电路	74
实训一 设计电冰箱电气控制系统	79
实训二 设计空调器电气控制系统	81
 项目五 制冷系统常见故障的判断与维修	 83
任务一 电冰箱制冷系统常见故障的判断与维修	83
任务二 电冰箱电气控制系统常见故障的判断与维修	88
任务三 电冰箱综合故障判断处理速查表	91
任务四 空调器常见的检修方法	95
任务五 空调器常见故障分析及排除	99
任务六 空调器故障速查表	102
实训一 电冰箱系统故障检测	107
实训二 空调系统故障检测	107
 参考文献	 108

项目一 制冷专用工具的使用

制冷专用工具是制冷系统安装与维修工作中不可或缺的，没有良好的工具就不能顺利地完成制冷管路的加工。所以要想成为一名技术过硬的制冷维修技术人员，必须掌握制冷专用工具的正确使用，熟悉制冷管路加工的操作方法，正是保证制冷设备组装和维修工作的关键。

通过项目一必要的理论学习及技能操作的训练，完成各单元任务后应达到以下学习目标：

1、知识目标

知道制冷专用工具的基本结构、作用。

2、技能目标

掌握制冷专用工具的使用方法；会用制冷专用工具进行管路加工。

任务一 熟悉制冷专用工具

制冷专用工具有割管器、倒角器、偏心扩口器、胀管扩口器、弯管器及便携式焊炬等。

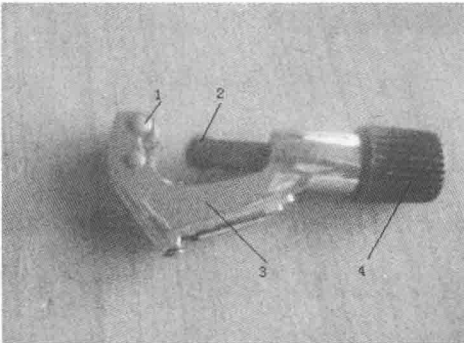
一、割管器

割管器是专门用于切断紫铜、黄铜、铝等金属管的工具。直径 4~25mm 的紫铜管在维修工作中不允许用钢锯锯断的情况下，必须使用割管器切断。割管器的构造如图 1-1 所示。

管道的下料操作，将需要切割的管子放置在滚轮与割刀之间，管子的侧壁要紧贴两个滚轮的中间位置，调整旋钮，使割刀的刀口与管子垂直夹紧，然后旋动调整旋钮，使割刀的刀刃切入管壁，随即均匀地将割管器整体环绕管子旋转，环绕一圈后，再旋动调整旋钮，使割刀进一步切入管壁，注意每次进刀量不宜过多，一般需拧进调整旋钮的 $1/4$ 圈即可，然后继续转动割管器，此后边紧边转，直至将管子切断，切断后的管口要整齐光滑，无毛刺和缩口现象。

二、倒角器

铜管在切割加工过程中，容易产生收口和毛刺现象。倒角器主要用于去除切割加工过程中产生收口和毛刺。倒角器的构造如图 1-2 所示。



1—导轮 2—刀片 3—支架 4—手柄
图 1-1 割管器

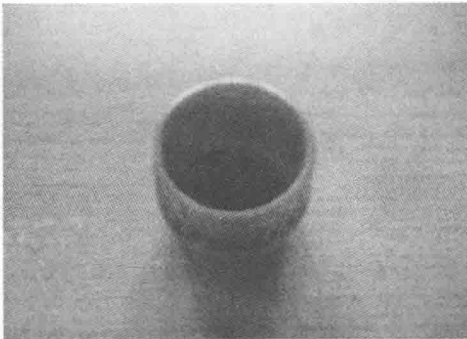


图 1-2 倒角器

三、偏心扩口器

偏心扩口器是专用于小径铜管（19mm 以下）扩喇叭口的专用工具，构造如图 1-3 所示。偏心扩口器由扩管夹具和偏心扩管顶锥组成，夹具公制和英制两种。

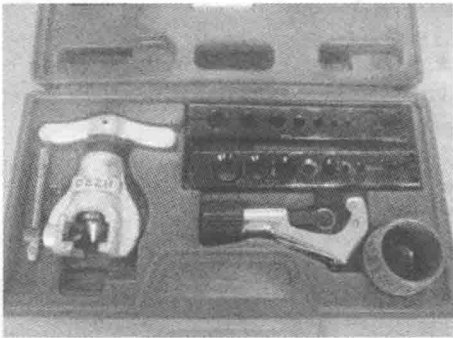
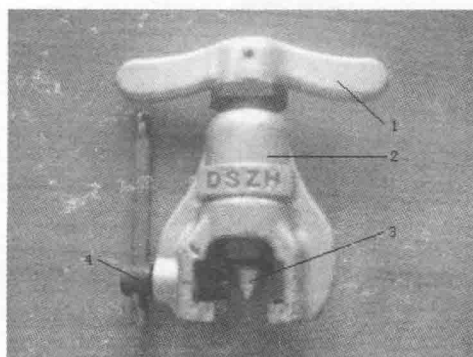
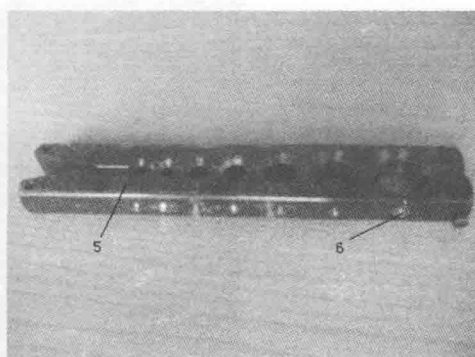


图 1-3 (A) 偏心扩口器工具箱



(B)



(C)

1—手柄 2—支架 3—偏心顶锥 4—定位顶锥 5—夹板 6—定位孔

图 1-3 (B)、(C) 偏心扩口器组件

四、胀管扩口器

胀管扩口器用于小径铜管（19mm 以下）胀杯形口和扩喇叭口专用工具，构造如图 1-4 所示。胀管扩口器由扩管夹具、扩管顶锥和胀头组成。其夹具有公制和英制两种，胀头同样有公制和英制两种。

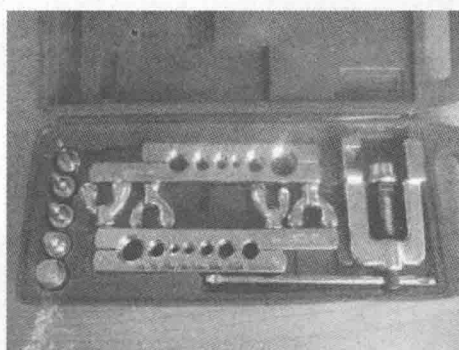
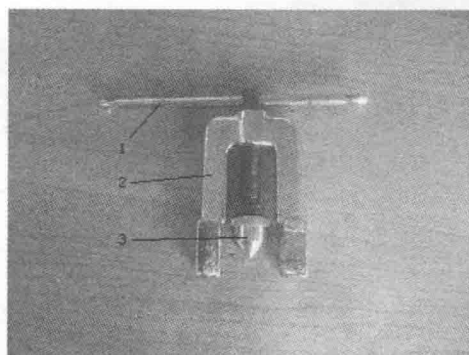
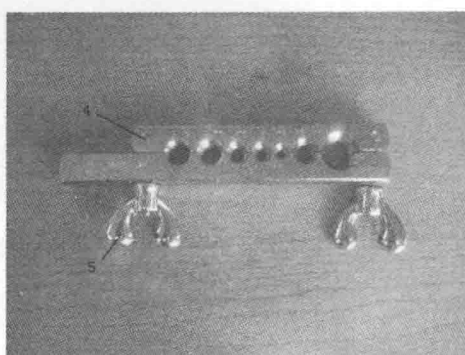


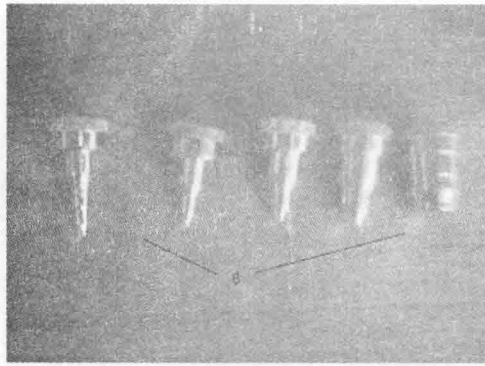
图 1-4 (A) 胀管扩口器工具箱



(B)



(C)



(D)

1—手柄 2—支架 3—扩管顶锥 4—夹板 5—制动钉 6—胀头组

图 1-4 (B)、(C)、(D) 胀管扩口器组件

当管道需要焊接连接时，根据不同直径管道的连接口，需要采用不同的口形，以使连接更为牢固可靠，一般喇叭口形的管口用于螺纹接头的密封连接；圆柱形口（杯形口）用于两个管径相同管子的连接。

五、弯管器

弯管器是用于弯曲铜管、铝管的专用工具，构造如图 1-5 所示。弯管器弯曲的管路弯曲半径不应小于管径的 5 倍，最大的弯曲角度为 180° 。弯管器根据导轮和导槽的大小可对不同管径的管子进行加工，弯管器于管径对应也有公制和英制两种。

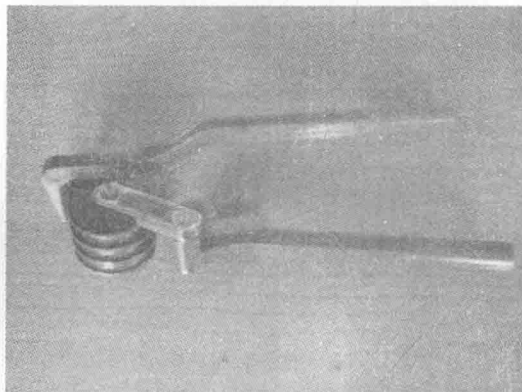


图 1-5 弯管器

管道的弯曲，一般是利用弯管器进行铜管弯曲的操作。操作时，将退火处理的铜管放入带导槽的固定轮与固定杆之间，然后用活动杆的导槽套住铜管，

用一只手握住固定杆手柄紧固住铜管，另一只手握住活动杆手柄顺时针方向平稳转动，铜管就在导槽内被弯曲成特定的形状，弯曲的角度可与固定轮上的显示刻度相对应。在弯曲过程中，用力应均匀，避免出现死弯和裂纹。

任务二 制冷专用工具的使用

一、割管器使用

1、操作步骤：

- (1) 将所需加工的铜管夹装到割管器手柄至铜管边，如图 1-6 示；
- (2) 将整个割管器绕铜管顺时针方向旋转；
- (3) 割管器每旋紧 $1/2$ 圈，需调紧手柄 $1/4$ 圈；
- (4) 重复 2、3 步骤，直至铜管被割断。

2、注意事项

- (1) 铜管一定要架在导轨中间；
- (2) 加工的铜管一定要平直、圆整，否则容易形成螺旋切割；
- (3) 调整手柄进刀时，不能用力过猛，易导致内凹收口和铜管变形；
- (4) 铜管切割加工过程中出现的内凹收口和毛次需进一步处理。

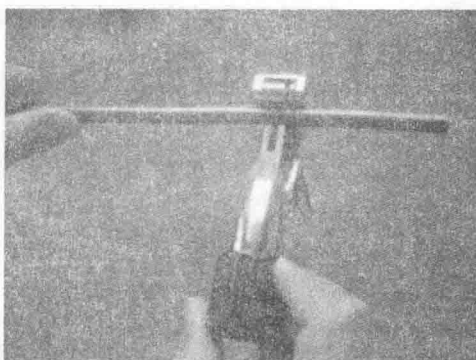


图 1-6 铜管切割加工

二、倒角器使用

1、操作步骤

- (1) 将倒角器一端的刮刀伸进铜管端部，如图 1-7，左右旋转几次；

(2) 反复操作，直至去除内凹收口和毛次。

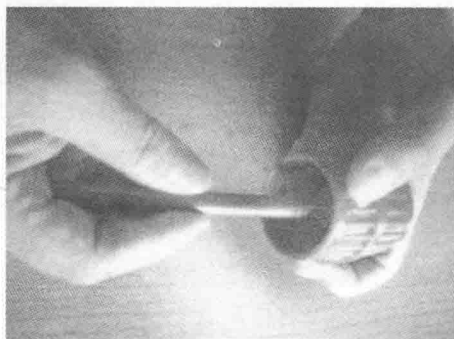


图 1-7 倒角器倒角

2、注意事项

- (1) 管口尽量向下，以避免金属屑进入铜管；
- (2) 如有金属屑进入管道，应清除干净；
- (3) 每次使用后及时将倒角器清理干净。如长期存放，应涂油以防锈蚀。

三、偏心扩口器使用

1、操作步骤

(1) 将需加工的铜管夹装到相应的夹具卡孔中，铜管端部露出高度大约与孔倒角的斜边相同，如图 1-8；旋紧夹具螺母直至将铜管夹紧。

(2) 将扩口顶锥卡于铜管内，顺时针慢慢旋转手柄使顶锥下压，直至形成喇叭口；如图 1-9。

(3) 退出顶锥，松开螺母，取出铜管观察喇叭口，扩口面应光滑圆整，无裂纹、毛刺河折边。

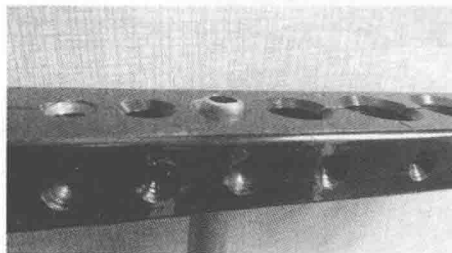


图 1-8

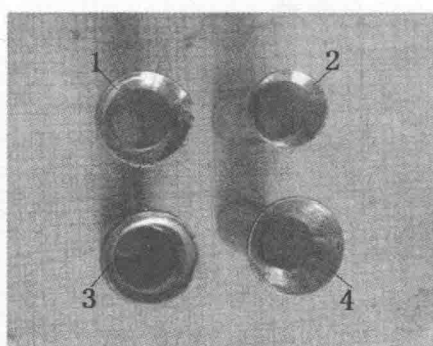


图 1-9

2、注意事项

- (1) 用倒角器去除铜管端部的毛刺和收口；
- (2) 注意铜管与夹板的公英制尺寸对应；
- (3) 铜管最好预先退火；
- (4) 铜管端口应平整、圆滑；
- (5) 喇叭口应大小适宜，太大容易裂口且螺母不宜拧紧，太小容易密封不严。

常见不合格喇叭口如图 1-10：



1-豁口 2-偏小 3-偏心 4-偏大

图 1-10 常见不合格喇叭口

四、胀管扩口器使用

1、操作步骤

- (1) 用倒角器去除铜管端部的毛刺和收口；
- (2) 将需加工的铜管夹装到相应的夹具卡孔中，铜管端部露出夹板面略大于铜管直径如图示，旋紧夹具螺母直至将铜管夹紧；
- (3) 选定所需胀头，将其换下扩管顶锥如图 1-11；
- (4) 将胀头顶部分对准插入铜管口，如图 1-12 (A)；
- (5) 顺时针慢慢旋转手柄使胀头下压，直至形成杯形口，如图 1-12 (B)；

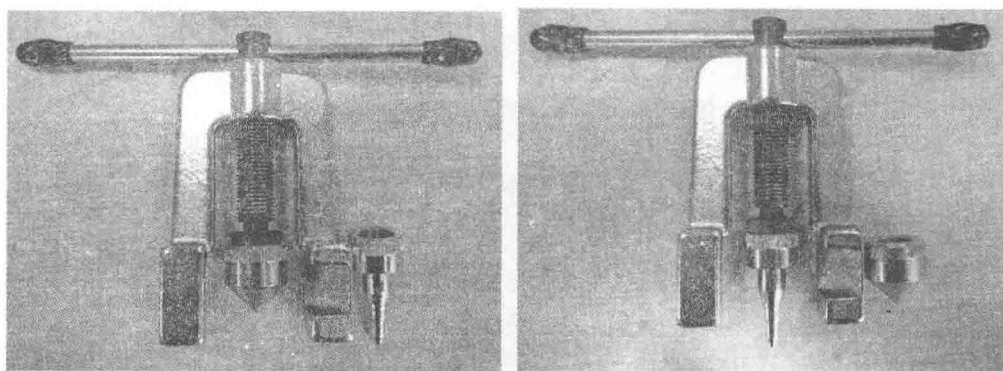
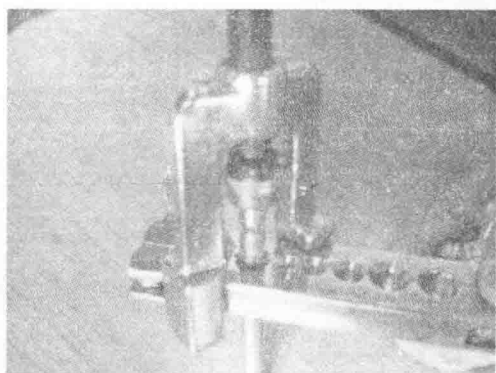


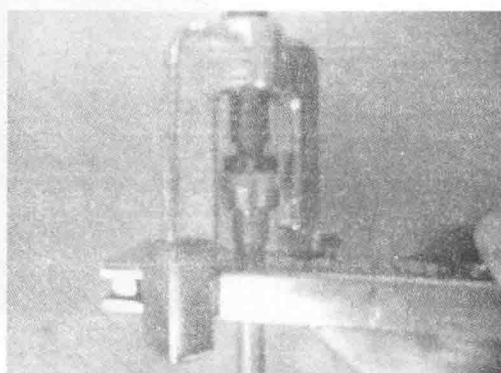
图 1-11 胀头更换

(6) 慢慢旋转手柄，将胀头从铜管中取出，松开夹板螺母，取下铜管

(7) 观察杯形口是否符合要求（同直径的铜管能否插入，如图 1-13）



(A)



(B)

图 1-12 杯形口制作

2、注意事项

(1) 注意铜管与夹板的公英制尺寸对应；

(2) 铜管最好预先退火；

(3) 铜管端口应平整、圆滑；

(4) 注意胀头与铜管尺寸的对应；

(5) 铜管端部露出部分不宜过长，否则易弯管；也不宜过短，否则易卡住胀头。

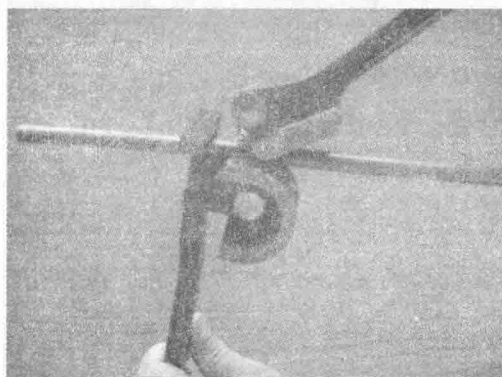


图 1-13 杯形口好坏判断

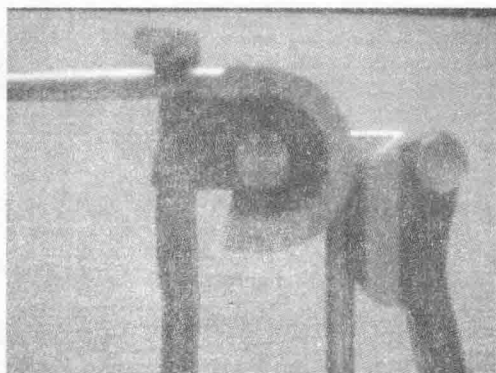
五、弯管器使用

1、操作步骤

- (1) 用倒角器去除铜管端部的毛刺和收口；
- (2) 将铜管套入弯管器内，搭扣扣住铜管，如图 1-14 (A)；
- (3) 慢慢旋转手柄，使铜管弯制到规定的角度，如图 1-14 (B)；
- (4) 将弯制好的铜管退出弯管器。



(A)



(B)

图 1-14 弯管操作

2、注意事项

- (1) 铜管与卡槽尺寸要对应；
- (2) 加工的铜管一定要平直、圆整。

实训一 制冷管路加工

按照要求, 选取专用工具完成下列任务

- 1、将提供的直径为 $\varnothing 6\text{mm}$ 和 $\varnothing 3/8''$ mm 的铜管, 分别截取 500mm, 以 50mm 为长度, 切割成十段, 并对每段两端作倒角处理。
- 2、取上述切割好的 $\varnothing 6\text{mm}$ 和 $\varnothing 3/8''$ mm 铜管各三根, 选取专用工具, 将其中一端制作成杯形口。
- 3、取上述切割好的 $\varnothing 6\text{mm}$ 和 $\varnothing 3/8''$ mm 铜管各三根, 选取专用工具, 将其中一端制作成喇叭口。
- 4、将提供的直径为 $\varnothing 3/8''$ mm 的铜管, 截取 200mm, 以中点为中心位置折弯成 180° 见图 1-15)。
- 5、将提供的直径为 $\varnothing 6\text{mm}$ 的铜管, 截取 500mm, 将其弯成蛇形状(见图 1-16)。

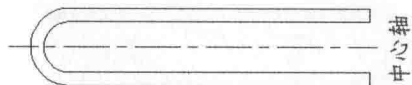


图 1-15

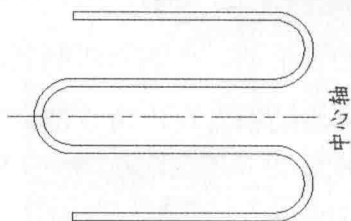


图 1-16

具体要求:

- (1) 截取长度误差为 $\pm 2\text{mm}$ 。
- (2) 制作的杯形口、喇叭口无变形、无裂纹、无锐边。
- (3) 弯成 180° 铜管的两端长度偏差在 5mm 以内。
- (4) 弯成 180° 的蛇形铜管的两端长度偏差在 10mm 以内。

项目二 制冷系统管路连接

在制冷系统要有良好的制冷效果，就要求这个系统有较高的气密性，如果这个系统的气密性不好，甚至发生制冷剂泄漏，就会影响整个制冷设备的制冷效果，同时泄漏的制冷剂还会污染周围环境，给人类带来危害。因此，必须保证制冷系统管路连接的质量，本项目主要介绍制冷系统管路连接的操作。

通过项目二必要的理论学习及技能操作的训练，完成各单元任务后应达到以下学目标：

1、知识目标

知道常用量具、接管工具的基本结构、作用。

2、技能目标

掌握常用量具、接管工具的使用方法；会用接管工具对制冷系统管路进行连接。

任务一 常用量具的使用

在制冷的安装、维修过程中常用的测量工具有钢直尺、塞尺、游标卡尺。

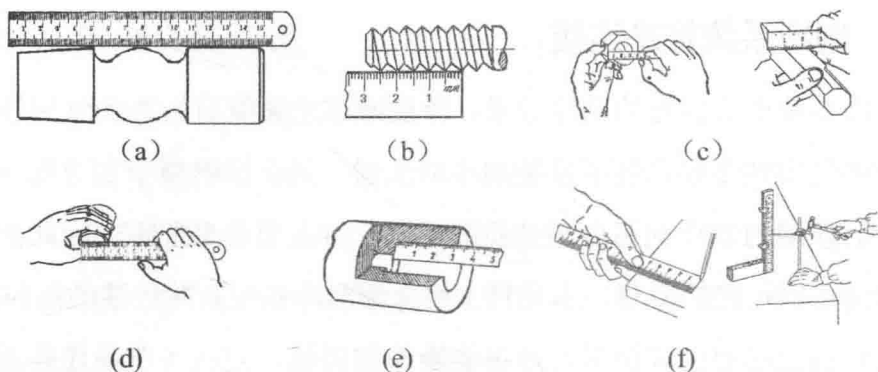
一、钢直尺

钢直尺是最简单的长度量具，它的长度有 150，300，500 和 1000mm 四种规格。图 2-1 是常用的 150mm 钢直尺。



图 2-1 150 mm 钢直尺

钢直尺用于测量零件的长度尺寸(图 2-2)，它的测量结果不太准确。这是由于钢直尺的刻线间距为 1mm，而刻线本身的宽度就有 0.1~0.2mm，所以测量时读数误差比较大，只能读出毫米数，即它的最小读数值为 1mm，比 1mm 小的数值，只能估计而得。



(a) 量长度 (b) 量螺距 (c) 量宽度 (d) 量内孔 (e) 量深度 (f) 划线

图 2-2 钢直尺的使用方法

如果用钢直尺直接去测量零件的直径尺寸(轴径或孔径), 则测量精度更差。其原因是: 除了钢直尺本身的读数误差比较大以外, 还由于钢直尺无法正好放在零件直径的正确位置。所以, 零件直径尺寸的测量, 也可以利用钢直尺和内外卡钳配合起来进行。

二、塞尺

塞尺又称厚薄规或间隙片。主要用来检验机床特别紧固面和紧固面、活塞与气缸、活塞环槽和活塞环、十字头滑板和导板、进排气阀顶端和摇臂、齿轮啮合间隙等两个结合面之间的间隙大小。

塞尺由一组具有不同厚度级差的薄钢片组成的量规(见图 2-3)。塞尺用于测量间隙尺寸。在检验被测尺寸是否合格时, 可以用通止法判断, 也可由检验者根据塞尺与被测表面配合的松紧程度来判断。塞尺一般用不锈钢制造, 最薄的为 0.02mm; 最厚的为 3 毫米。自 0.02~0.1mm 间, 各钢片厚度级差为 0.01mm; 自 0.1~1mm 间, 各钢片的厚度级差一般为 0.05mm; 自 1mm 以上, 钢片的厚度级差为 1mm。

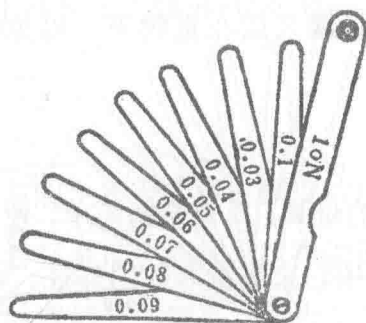


图 2-3 塞尺

塞尺使用前必须先清除塞尺和工件上的污垢与灰尘。使用时可用一片或数片重叠插入间隙，以稍感拖滞为宜。测量时动作要轻，不允许硬插。也不允许测量温度较高的零件。测量时，根据结合面间隙的大小，用一片或数片重叠在一起塞进间隙内。例如用 0.03mm 的一片能插入间隙，而 0.04mm 的一片不能插入间隙，这说明间隙在 $0.03\sim 0.04\text{mm}$ 之间，所以塞尺也是一种界限量规。塞尺的规格见表 2-1。

1、塞尺测量步骤如下：

(1) 用干净的布将塞尺测量表面擦拭干净，不能在塞尺沾有油污或金属屑末的情况下进行测量，否则将影响测量结果的准确性。

(2) 将塞尺插入被测间隙中，来回拉动塞尺，感到稍有阻力，说明该间隙值接近塞尺上所标出的数值；如果拉动时阻力过大或过小，则说明该间隙值小于或大于塞尺上所标出的数值。

(3) 进行间隙的测量和调整时，先选择符合间隙规定的塞尺插入被测间隙中，然后一边调整，一边拉动塞尺，直到感觉稍有阻力时拧紧锁紧螺母，此时塞尺所标出的数值即为被测间隙值。

2、使用塞尺时必须注意下列几点：

(1) 不允许在测量过程中剧烈弯折塞尺，或用较大的力硬将塞尺插入被检测间隙，否则将损坏塞尺的测量表面或零件表面的精度。

(2) 使用完后，应将塞尺擦拭干净，并涂上一薄层工业凡士林，然后将塞尺折回夹框内，以防锈蚀、弯曲、变形而损坏。