



电气自动化技能型人才实训系列

DIANQI ZIDONGHUAJINENGXING RENCAI SHIXUN XILIE

DIANQIZIDONGHUA
JINENGXINGRENCAI
SHIXUNXILIE

维修电工基本技能实训

高 峰 时永贵 孙继亮 郑勇志 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



电气自动化技能型人才实训系列

DIANQI ZIDONGHUAJINENGXING RENCAI SHIXUN XILIE

维修电工基本技能实训

高峰 时永贵 孙继亮 郑勇志 编著



中国电力出版社

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书融入任务驱动教学方法,以理论与实习一体化教学为理念,以提高实际动手能力为目的。本书共提炼七个模块 25 个任务,主要内容包括电工和钳工基本技能操作、电动机与变压器基本技能、基本的电气控制线路、常用生产机械的电气控制、电子线路制作基础、可编程控制器、通用变频器。

本书可作为高职高专院校机电一体化、工业自动化等相关专业教学用书,也可作为机电、电气等行业的工程技术人员的自学和培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

维修电工基本技能实训/高峰等编著. —北京:中国电力出版社, 2012. 4

(电气自动化技能型人才实训系列)

ISBN 978-7-5123-2881-5

I. ①维… II. ①高… III. ①电工-维修 IV. ①TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 059359 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 8 月第一版 2012 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 16.5 印张 442 千字

印数 0001—3000 册 定价 33.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

近年来,我国高等职业教育发展迅速,企业对高技能人才的需求日益增长。本书紧密结合当前社会对机电一体化、电气自动化人才技能结构的要求,按照“以能力为本位,以职业实践为主线”,融入任务驱动、理实一体化的项目课程理念,让学生在职业实践活动的基础上掌握知识,增强学习内容与职业岗位能力要求的相关性,提高学生实际动手的能力。

本书将教程内容设计成具体模块,以工程应用实例作为任务引入,紧紧围绕工作任务完成的需要来选择和组织相关内容,再给出目标任务的具体实施步骤或方法,最后结合国家职业技能鉴定的标准配有操作技能训练和评分表,实现操作技能和理论知识的有机整合。

本书的主要内容有:电工、钳工基本技能操作;室内线路的安装;三相异步电动机的拆装与检修;小型变压器的绕制及检修;电力拖动基本控制电路的安装、调试及检修;常用机床控制电路的安装、调试及检修;电子电路的安装与调试;PLC及变频器的应用。

本书由高峰主编并编写模块一、模块二和模块六,时永贵编写模块三和模块四,孙继亮编写模块五和模块七。在本书编写过程中,徐铁提出了宝贵的建议并给予了很大的帮助。

由于编者水平有限,书中疏漏之处在所难免,恳请广大读者给予批评指正。

编者

2012年7月

目 录

前言

模块一	电工、钳工基本技能操作	1
任务 1	鸭嘴锤的制作	1
任务 2	室内照明线路的安装与检修	13
模块二	电动机与变压器基本技能	31
任务 1	三相异步电动机的安装与检修	31
任务 2	小型变压器的绕制与检修	41
模块三	基本的电气控制线路	50
任务 1	三相异步电动机点动正转控制线路	50
任务 2	接触器自锁正转控制线路	76
任务 3	三相异步电动机正反转控制线路	86
任务 4	三相异步电动机的降压启动控制线路	92
任务 5	三相异步电动机的制动控制线路	101
任务 6	多速异步电动机的控制线路	110
任务 7	直流电动机启动控制线路	115
任务 8	皮带运输机电气控制线路设计	122
模块四	常用生产机械的电气控制	130
任务 1	CA6140 车床电气控制	130
任务 2	X62W 万能铣床电气控制	137
任务 3	桥式起重机电气控制	147
模块五	电子线路制作基础	161
任务 1	稳压电源电路的安装	161
任务 2	台灯调光电路的安装	172
任务 3	数字频率计的安装	178
模块六	可编程序控制器	186
任务 1	点动控制线路的 PLC 改造	186
任务 2	用 STEP7-Micro/WIN32 软件编程	195

任务 3	连续运转控制线路的 PLC 改造	207
任务 4	正反转控制线路的 PLC 改造	214
任务 5	Y-△启动控制线路的 PLC 改造	221

模块七	通用变频器	229
------------	--------------	-----

任务 1	正反转能耗制动控制线路的变频器改造	229
任务 2	变频调速在车床主运动拖动系统中的应用	241

附录 A	常用低压电器设备的图形与文字符号	250
------	------------------------	-----

附录 B	S7-200 的 SIMATIC 指令集简表	253
------	------------------------------	-----

该工件的制作应用到的钳工基本操作有锯割、锉削、钻孔和划线。要加工出符合图纸要求的工件，首先应正确合理地安排好制作该工件的工艺，而后需要掌握锯割、锉削和钻孔等操作技能，还要掌握简单工件划线的工艺与操作技能，并且能利用游标卡尺、直角尺、刀口平尺等量具正确测量及熟练掌握其使用方法。本次任务的重点在锯割和锉削动作要领的掌握。



相关知识

一、划线

根据图纸要求在工件上划出加工的界线称为划线。划线不仅能使加工时有明确的尺寸界线，而且能及时发现和处理不合格的毛坯，避免加工后造成损失；而在毛坯误差不大时，往往又可依靠划线时借料的方法予以补救，使加工后的零件仍能符合要求。

1. 划线工具及使用方法

(1) 划线平台。划线平台又称划线平板（见图 1-2），由铸铁制成，工作表面经过精刨或刮削加工，作为划线时的基准平面。划线平台一般用木架搁置，放置时应使平台工作表面处于水平状态。

使用注意要点：平台工作表面应经常保持清洁，工件和工具在平台上都要轻拿、轻放，不可损伤其工作面；用后要擦拭干净，并涂上机油防锈。

(2) 划针。划针用来在工件上划线条，是用弹簧钢丝或高速钢制成的，直径一般为 $3\sim 5\text{mm}$ ，尖端磨成 $15^\circ\sim 20^\circ$ 的尖角，并经热处理淬火使之硬化（见图 1-3）。有的划针在尖端部位焊有硬质合金，耐磨性更好。

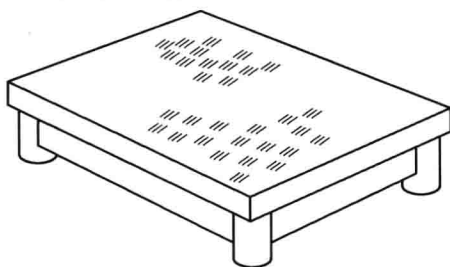


图 1-2 划线平台

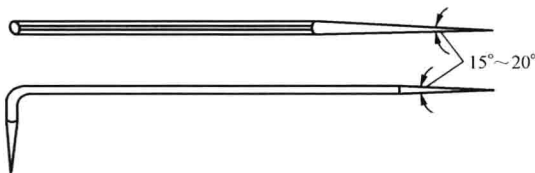


图 1-3 划针

使用注意要点：在用钢尺和划针划连接两点的直线时，针尖要紧靠导向工具的边缘，上部向外侧倾斜 $15^\circ\sim 20^\circ$ ，向划线移动方向倾斜约 $45^\circ\sim 75^\circ$ ，如图 1-4 所示；针尖要保持尖锐，划线要尽量做到一次划成，使划出的线条既清晰又准确；不用时，划针不能插在衣袋中，最好套上塑料管不使针尖外露。



图 1-4 划针的用法

(3) 钢直尺。钢直尺的长度规格有 150、300、1000mm 等多种, 最小刻线距为 0.5mm。主要用来量取尺寸、测量工件, 也可作划直线时的导向工具, 使用方法如图 1-5 所示。

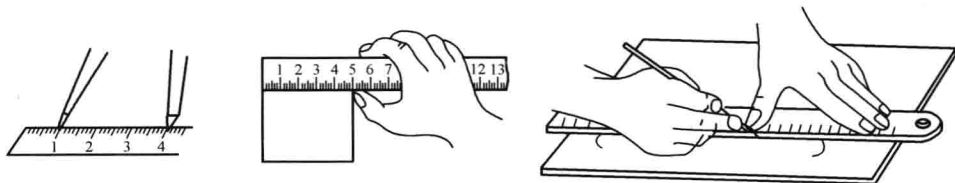


图 1-5 钢直尺的使用

(4) 游标高度尺。它附有划针脚, 能直接表示出高度尺寸, 其读数精度一般为 0.02mm, 可作为精密划线工具 (见图 1-6)。

2. 划线方法

(1) 划线前的准备工作。进行划线之前, 要事先做好准备工作。它包括工件的清理和涂色等几方面。

1) 工件的清理。毛坯件上的氧化铁皮、飞边、残留的泥沙污垢以及已加工工件上的毛刺、铁屑等都必须预先清理干净, 否则将影响划线的清晰度和损伤较精密的划线工具。

2) 工件的涂色。为了使划线的线条清晰, 一般都要在工件的划线部位涂上一层涂料。铸件和锻件毛坯一般都要用石灰水, 如果加入适量的牛皮胶则附着力较强, 效果较好; 已加工表面一般涂蓝油。无论用哪一种涂料, 都应尽可能涂得薄而均匀, 才能保证划线清晰。涂得厚则容易剥落。

(2) 划线基准的选择。划线时选择一个或几个平面作为划线的根据, 划其余的尺寸线都从这些线或面开始, 这样的线或面就是划线基准。划线基准一般可根据以下三种类型来选择: 以两个相互垂直的平面 (或线) 为基准; 以两条中心线为基准; 以一个平面和一条中心线为基准。

(3) 划线方法。

1) 平行线的划法。将直角尺紧靠工件基准边, 并沿基准边移动, 用钢板尺度量尺寸后沿直角尺划出。

2) 圆弧的划法。圆弧的划法如图 1-7 所示。包括在直角上划圆弧, 在两直角间划半圆, 在锐角上划圆弧。

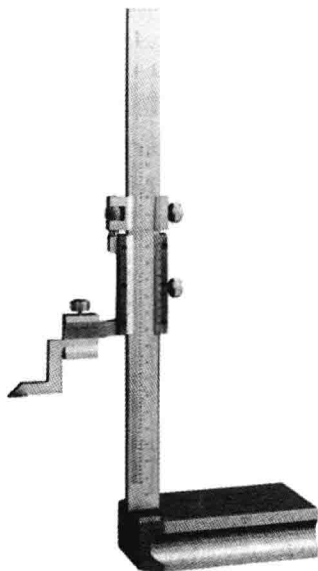


图 1-6 游标高度尺

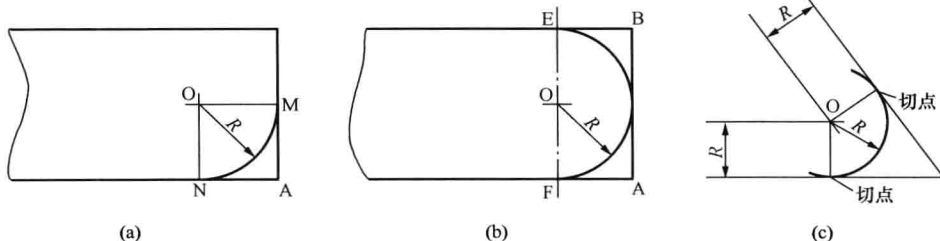


图 1-7 圆弧划法

(a) 在直角上划圆弧; (b) 在两直角间划半圆; (c) 在锐角上划圆弧

二、锯割

用手锯分割原材料或加工工件的操作称为锯割。

1. 锯割工具

手锯是由锯弓和锯条两部分组成的。

(1) 锯弓。锯弓是用来张紧锯条的，有固定式和可调节式两种，如图 1-8 所示。固定式锯弓只能安装一种长度的锯条，可调节式锯弓则通过调整可以安装几种长度的锯条。

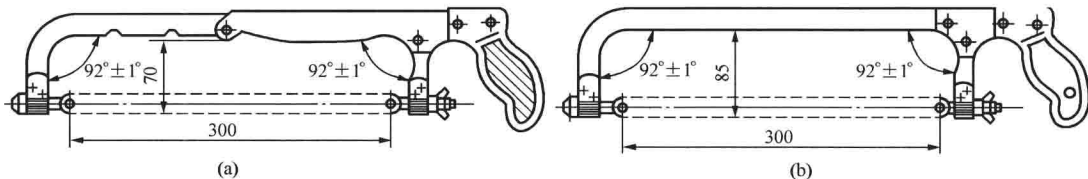


图 1-8 锯弓的构造

(a) 可调节式；(b) 固定式

(2) 锯条。锯条的切削部分是由许多锯齿组成的，锯条根据锯齿的牙距大小分为粗齿、中齿和细齿三种。锯条长度是以两端安装孔的中心距来表示的，常用的长度规格是 300mm。

(3) 锯条的安装。手锯是在向前推进时进行切削的，所以锯条安装时要保证锯齿的方向正确，如图 1-9 所示。如果装反了，则锯齿前角为负值，切削很困难，不能正常锯割。锯条的松紧也要控制适当。太紧时锯条受力太大，在锯割中稍有阻止而产生弯折时就极易崩断；太松则锯割时锯条容易扭曲，也很可能折断，而且锯出的锯缝容易发生歪斜。装好的锯条应尽量与锯弓保持在同一中心平面内，这对掌握锯缝的正直比较有利。

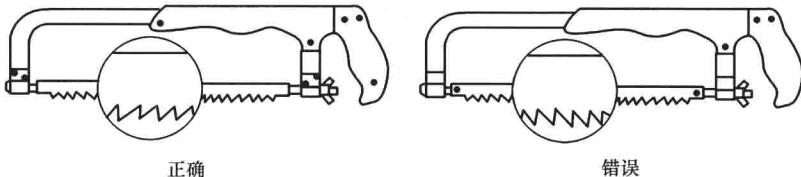


图 1-9 锯条的安装方向

2. 锯割方法

(1) 工件的夹持。工件一般可任意夹在钳口的左右两侧，伸出钳口不应过长，防止锯割时产生振动。锯缝应尽量靠近钳口且与钳口侧面保持平行。工件要夹紧，避免锯割时工件移动或使锯条折断，但也要防止过大的夹紧力使工件变形和夹坏已加工面。

(2) 锯割姿势。锯割时的站立姿势如图 1-10 所示。跨前半步的左脚、膝部要自然并稍弯曲；右脚稍向后，右腿伸直；两脚均不要过分用力，身体自然稍前倾。

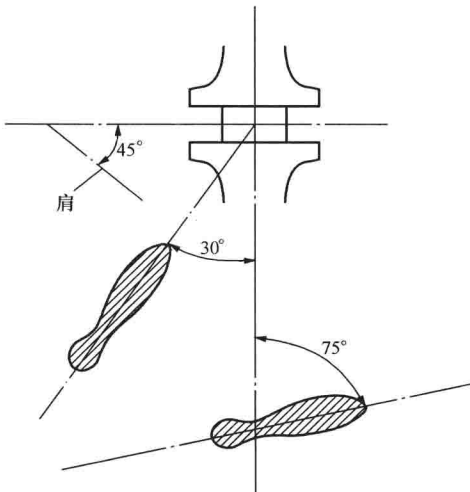


图 1-10 锯割操作站立位置

两手握锯弓的姿势如图 1-11 所示。锯割时推力和压力均主要由右手控制，左手所加压力不要太大，主要起扶正锯弓的作用。推锯时锯弓的运动方式可

有两种：一种是直线运动，适用于锯缝底面要求平直的槽子和薄壁工件的锯割；除此以外，锯弓一般可上下摆动，这样可使操作自然，两手不易疲劳。手锯在回程中不应施加压力，以免锯齿磨损。锯割的速度以每分钟 20~40 次为宜。锯割软材料可以快些，锯割硬材料应该慢些。速度过快，锯条发热严重，容易磨损。必要时可加水或乳化液冷却，以减轻锯条的磨损。在推锯时应利用到锯条的全部长度。若只集中于局部长度使用，则锯条的使用寿命将相应缩短。一般往复长度应不小于锯条全长的 $2/3$ 。

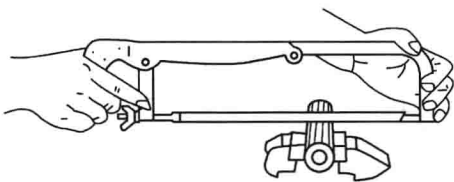


图 1-11 手锯的握法

起锯是锯割工作的开始。起锯质量的好坏，直接影响锯割的质量。起锯有远起锯 [见图 1-12 (a)] 和近起锯 [见图 1-12 (b)] 两种。一般情况下采用远起锯较好，因为此时锯齿逐步切入材料，不易被卡住，起锯比较方便。如果用近起锯，则掌握不好时，锯齿由于突然切入较深的材料，容易被工件棱边卡住甚至崩断。

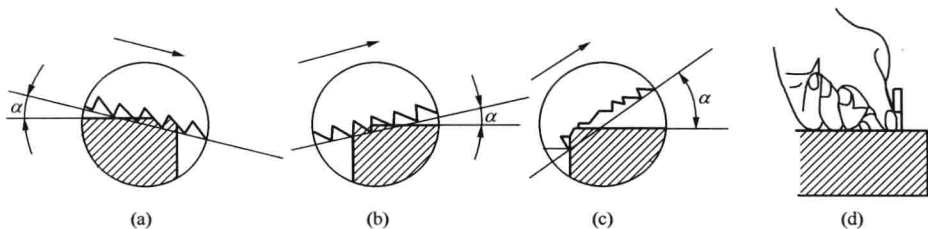


图 1-12 起锯方法

(a) 远起锯；(b) 近起锯；(c) 起锯角太大；(d) 用拇指挡住锯条的起锯

无论用远起锯或近起锯，起锯的角度要小（不超过 15° 为宜）。如果起锯角太大 [见图 1-12 (c)]，则起锯不易平稳，尤其是近起锯时锯齿更易被工件棱边卡住。但起锯角也不宜太小，如接近平锯，由于锯齿与工件同时接触的齿数较多，不易切入材料，经过多次起锯后就容易发生偏离，会在工件表面锯出许多锯痕，影响表面质量。为了起锯平稳和准确，也可用手指挡住锯条，使锯条保持在正确的位置上起锯 [见图 1-12 (d)]。起锯时施加的压力要小，往复行程要短，这样就容易准确地起锯。

(3) 各种工件的锯割方法。

1) 棒料的锯割。如果要求锯割的断面比较平整，应从开始连续锯到结束；若锯出的断面要求不高，锯时可改变几次方向，使棒料转过一定角度再锯，这样由于锯割面变小而容易锯入，可提高工作效率。锯毛坯材料时断面质量要求不高，为节省锯割时间，可分几个方向锯割，每个方向都不锯到中心，然后将毛坯折断，如图 1-13 所示。

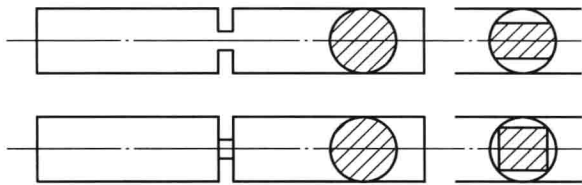


图 1-13 棒料的锯割

2) 管子的锯割。锯割管子时，首先要做好管子的正确夹持。对于薄壁管子和精加工过的管件，应夹在有 V 形槽的木垫之间，如图 1-14 所示，以防夹扁和夹坏表面。锯割时一般不要在一个方向上从开始连续锯到结束，因为锯齿容易被管壁钩住而崩断，尤其是薄壁管子更易发生。正确的方法是每个方向只锯到管子的内壁处，然后把管子转过一个角度，仍旧锯到管子的内壁处。如此逐渐改变方向，直至锯断为止。薄壁管子在转变方向时，应使已锯的部分向锯条推进方向转动，否则锯齿仍有可能被管壁钩住，如图 1-15 所示。

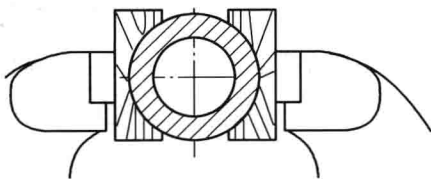


图 1-14 管子的夹持

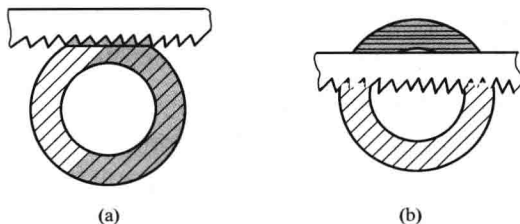


图 1-15 锯管子的方法

(a) 正确；(b) 不正确

3) 薄板料的锯割。锯割薄板料时应尽可能从宽的面上锯下去，这样锯齿不易产生钩住现象。当一定要在板料的窄面锯下去时，应把板料夹在两块木块之间，连木块一起锯下。这样才可避免锯齿钩住，同时也增加了板料的刚度，锯割时不会弹动，如图 1-16 所示。

(4) 锯割的安全知识。

1) 锯条安装松紧要适当，锯割时速度不要过快，压力不要过大，防止锯条突然崩断弹出伤人。

2) 工件快要锯断时，要及时用手扶住被锯下的部分，以防止工件落下砸伤脚或损坏工件。

三、锉削

用锉刀对工件表面进行切削加工，使工件达到所要求的尺寸、形状和表面光洁度，这种工作称为锉削。锉削的精度最高可达 0.01mm 左右，表面粗糙度最高可达 $Ra0.8$ 左右。

1. 锉刀

锉刀用高碳工具钢 T13 或 T12 制成，并经过热处理，硬度达 HRC62~HRC67。锉刀各部分的名称如图 1-17 所示。

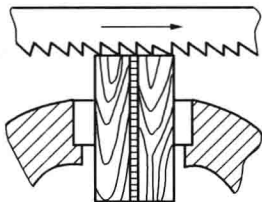


图 1-16 锯薄板的方法

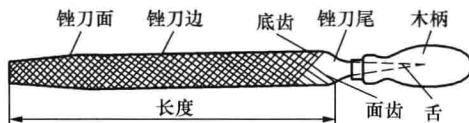


图 1-17 锉刀各部分的名称

(1) 锉刀的分类。锉刀分为普通锉、特种锉和整形锉（又称什锦锉）三类。普通锉按其断面形状的不同又分平锉（又称板锉）、方锉、三角锉、半圆锉和圆锉五种，如图 1-18 所示；特种锉是加工零件上的特殊表面用的；整形锉用于修整工件上的细小部位。



图 1-18 普通锉的断面形状

(2) 锉刀的选择。每种锉刀都有其适当的用途，如果选择不当，就不能充分发挥它的效能，或过早地丧失锉刀的切削能力。因此，锉削之前必须正确地选择锉刀。

锉齿粗细的选择，决定于工件加工余量的大小、加工精度和表面粗糙度的高低、工件材料的性质。粗齿锉刀适用于锉削加工余量大、加工精度和表面粗糙度要求较低的工件，而细齿锉刀适

用于锉削加工余量小、加工精度和表面粗糙度要求较高的工件。

锉削软材料时如果没有专用的软材料锉刀,则只能选用粗齿锉刀。用细齿锉刀锉软材料则由于容屑空间小,很易被切屑堵塞而失去切削能力。

锉刀断面形状的选择,决定于工件加工表面的形状。

锉刀长度规格的选择,决定于工件加工面的大小和加工余量的大小。加工面尺寸较大和加工余量较大时,宜选用较长的锉刀;反之,则选用较短的锉刀。

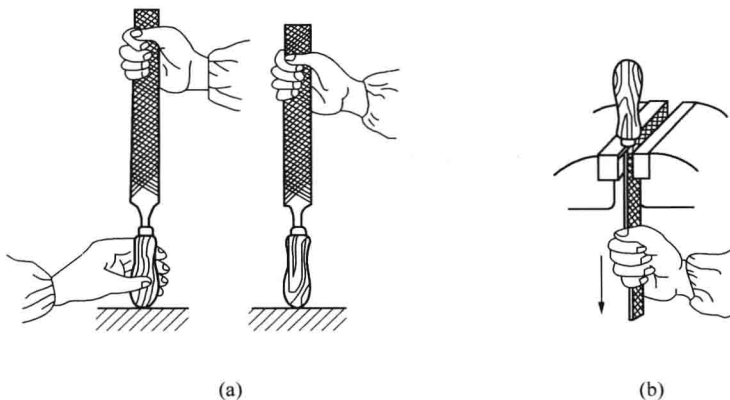


图 1-19 锉刀柄的装拆
(a) 装柄方法; (b) 拆柄方法

(3) 锉刀柄的装拆。为了握住锉刀和用力方便,锉刀必须装上木柄。锉刀柄的装、拆如图 1-19 所示。

2. 锉削姿势

(1) 锉刀握法。由于锉刀的大小和形状不同,所以锉刀的握法也应不同。对于比较大的锉刀(250mm 以上),用右手握锉刀柄,柄端顶住掌心,大拇指放在柄的上部,其余手指满握锉刀柄,如图 1-20 (a) 所示。左手的姿势可以有三种,如图 1-20 (b) 所示。两手在锉削时的姿势如图 1-20 (c) 所示,其中左手的肘部要适当抬起,不要有下垂的姿态,否则不能发挥力量。

中型的锉刀(200mm 左右),右手的握法与上述大锉刀的握法一样,左手只需用大拇指和食指、中指轻轻扶持即可,不必像大锉刀那样施加很大的力量,如图 1-21 (a) 所示。较小的锉刀(150mm 左右),由于需要施加的力量较小,故两手握法也有不同,具体握法如图 1-21 (b) 所示,

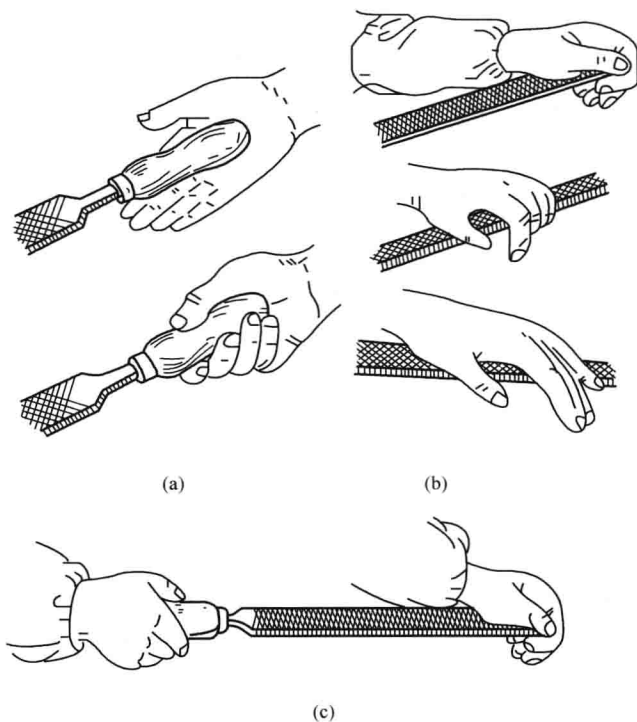


图 1-20 较大锉刀的握法

(a) 右手姿势; (b) 左手姿势; (c) 两手姿势

这样的握法不易感到疲劳，锉刀也容易掌握平稳。更小的锉刀（150mm 以下），只要用一只手握住即可，如图 1-21（c）所示，用两只手握反而不方便，甚至可能压断锉刀。

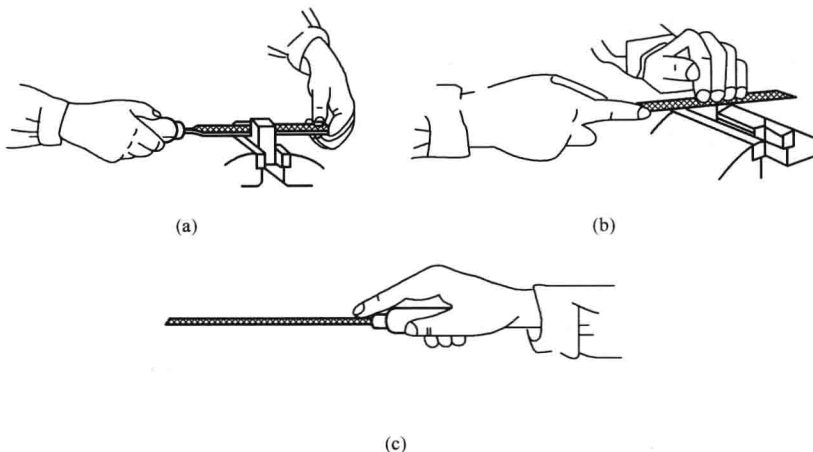


图 1-21 中小锉刀的握法

(a) 中型锉刀握法；(b) 小型锉刀握法；(c) 更小型锉刀握法

(2) 锉削时身体动作。锉削时双脚站立位置与锯割相似，左脚跨前半步，与虎钳中心线大致呈 30° 角，膝盖处稍有弯曲。右脚与左脚相距大约一脚远，与虎钳中心线大致呈 75° 角。站立要自然并便于用力，以能适应不同的锉削要求为准。锉削时身体的重心要落在左脚上，右膝伸直，左膝随锉削时的往复运动而屈伸。锉刀向前锉削的动作过程中，身体和手臂的运动情况见图 1-22。

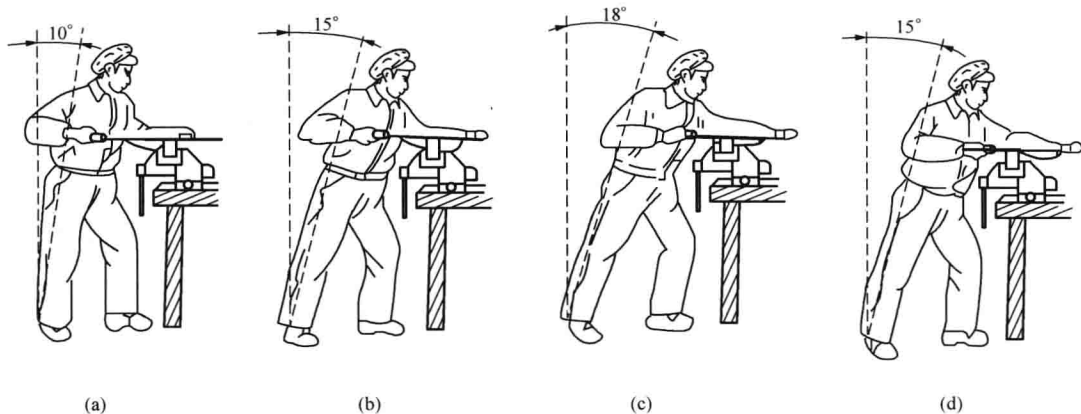


图 1-22 锉削时身体动作

(a) 开始时；(b) 锉前 1/3 时；(c) 锉中间 1/3 时；(d) 锉最后 1/3 时

开始时身体向前倾斜 10° 左右，右肘尽量向后收缩，见图 1-22（a）；最初 1/3 行程时，身体前倾到 15° 左右，左膝稍有弯曲，见图 1-22（b）；锉其余 1/3 行程时，右肘向前推进锉刀，身体逐渐倾斜到 18° 左右，见图 1-22（c）；锉最后 1/3 行程时，右肘继续向前推进锉刀，身体自然地退回到 15° 左右，见图 1-22（d）；锉削行程结束后，手和身体都恢复到原来姿势，同时锉刀略提起退回原位。

3. 锉削方法

(1) 平面的基本锉法。

1) 顺向锉。锉刀推锉方向与工件夹持方向保持一致，如图 1-23（a）所示。顺向锉是最普通

的锉削方法,一般适用于锉削不大的平面和最后锉光。锉宽平面时,每次退回锉刀时应在横向作适当的移动。

2) 交叉锉。从两个交叉方向对工件进行锉削,从锉痕上可以判断出锉削面的高低情况,因此容易把平面锉平,如图 1-23 (b) 所示。交叉锉一般用作粗加工,在完成以前应改用顺向锉。

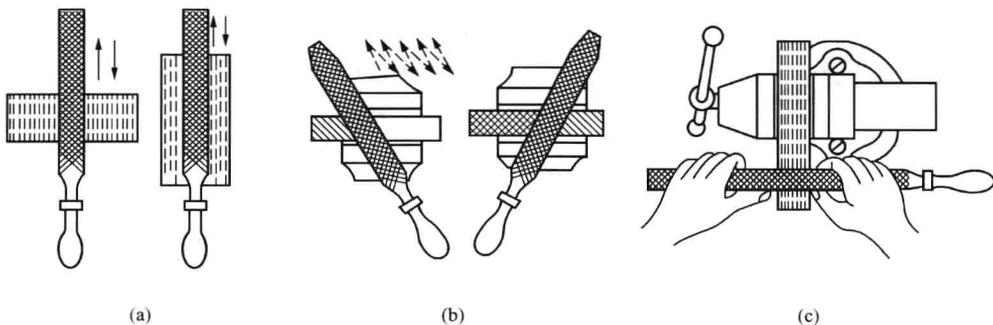


图 1-23 平面锉削的基本锉法
(a) 顺向锉; (b) 交叉锉; (c) 推锉

3) 推锉。用两手对称地握住锉刀,用两个大拇指推动锉刀进行锉削,如图 1-23 (c) 所示。推锉法一般用来锉削狭长平面,或用顺向锉法锉刀推进受阻碍时采用。推锉法不能充分发挥手的力量,同时切削效率不高,故只适宜在加工余量较小和修正尺寸时应用。

(2) 平面的锉削。进行平面的锉削时,应先用交叉锉粗加工,再用顺向锉精加工。锉削速度一般为每分钟 40 次左右,推进时较慢,回程时较快。锉削时要经常用钢直尺或刀口直尺通过透光法检验其平面度。检验时,将钢直尺或刀口直尺垂直放在工件表面上,沿纵向、横向和对角方向多处逐一检验,如图 1-24 (a) 所示。若刀口直尺与工件间平面透光微弱而均匀,则该平面是平直的;反之,则该平面是不平直的,如图 1-24 (b) 所示。

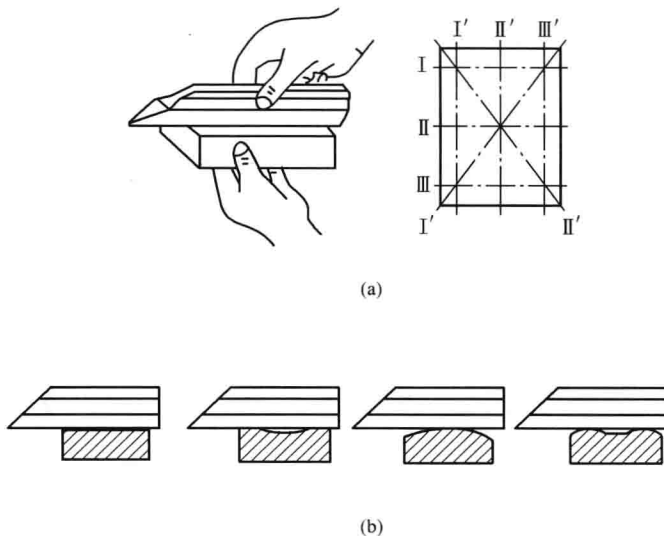


图 1-24 用刀口直尺检查平面度

(a) 沿纵向、横向和对角方向逐一检验; (b) 刀口直尺与工件贴合情况

(3) 外圆弧面的锉削。

1) 顺着圆弧面锉。锉削时锉刀要同时完成前进运动和围绕工件圆弧中心的转动,如图 1-25

(a) 所示。这种锉削锉刀位置不易掌握,效率也不高,但圆弧面光洁圆滑,适用于精锉圆弧面。

2) 横着圆弧面锉。锉削时锉刀作直线运动,并不断随圆弧面摆动,把圆弧面锉成非常接近圆弧的多棱面,适用于圆弧面的粗加工,如图 1-25 (b) 所示。

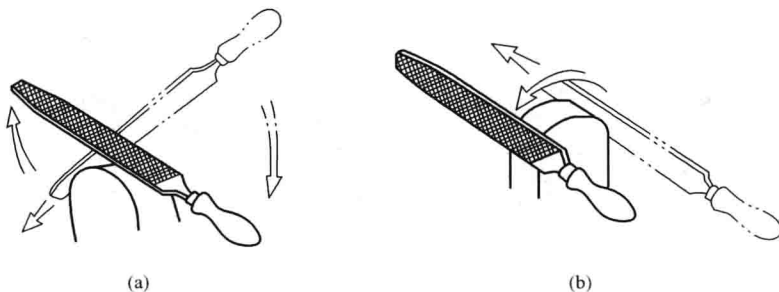


图 1-25 外圆弧面的锉法

(a) 顺着圆弧面锉; (b) 横着圆弧面锉

(4) 内圆弧面的锉削。锉削内圆弧可用圆锉或半圆锉。锉削时,锉刀要同时完成三个运动:前进运动、随圆弧面作向左或向右的微小移动和绕锉刀中心线转动。

四、钻孔

钻孔是利用钻头在工件上加工出孔的工作,可使用以下设备和工具。

(1) 台式钻床。台式钻床简称台钻,如图 1-26 所示,一般用来加工直径小于 12mm 的孔。台钻能调节三挡转速或五挡转速,变速时要先停车。钻孔时,主轴作顺时针方向转动。台钻的主体和工作台之间可进行上下或左右的调节,调定位置后,必须将锁住手柄锁紧。使用过程中应保持工作台面的清洁,不可使钻头钻入工作台面,不可在工作台面上敲打,以免损坏工作台面。

(2) 电钻。电钻有手枪式和手提式两种,如图 1-27 所示,一般工件可用电钻钻孔。电钻通常用的电压为 220V 或 36V 的交流电源。为保证安全,使用 220V 的电钻时,应戴绝缘手套,在潮湿的环境中应采用 36V 的电钻。

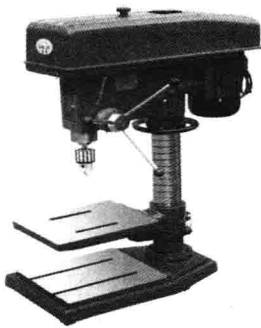


图 1-26 台钻



图 1-27 电钻

(3) 钻头。常用的钻头是麻花钻,如图 1-28 所示。麻花钻一般用高速钢制成,其结构由柄部、颈部及工作部分组成。

(4) 钻夹头。钻夹头是夹持钻头的夹具。先将钻头的柄部塞入钻夹头的三卡爪中,塞入长度不小于 15mm,然后用钻夹头钥匙旋转外套,以夹紧或放松钻头,如图 1-29 所示。



图 1-28 麻花钻头

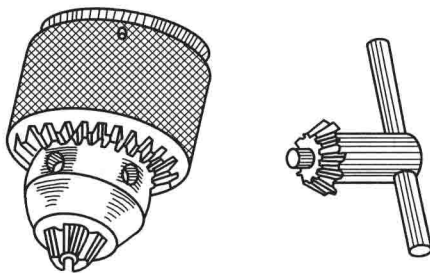


图 1-29 钻夹头和钥匙



任务实施

一、准备工作

1. 备料

$\phi 30 \times 105\text{mm}$, 45 钢。

2. 工具和量具

鸭嘴锤工具、量具清单见表 1-1。

表 1-1 鸭嘴锤工具、量具清单

序号	名 称	规 格	数量	序号	名 称	规 格	数量
1	游标高度尺	0~300mm	1	8	手锯		1
2	游标卡尺	0~150mm	1	9	锯条		若干
3	钢直尺	0~150mm	1	10	钻头	$\phi 9.7$	1
4	直角尺	100mm $\times$ 63mm	1	11	钻头	$\phi 12$	1
5	平板	1 级	1	12	手锤		1
6	锉刀 (平、半圆、圆)		各 1	13	钢丝刷		1
7	什锦锉		1 组	14	划线工具		1 套

二、操作步骤

(1) 检查来料，用长方体加工方法。

1) 按粗加工要求锯削成 21mm $\times$ 21mm $\times$ 104mm 的长方体。

2) 按图样要求锉成 20mm $\times$ 20mm $\times$ 100mm 的长方体。

(2) 以长面为基准，锉一端面达到垂直度。并以长面和端面为基准，按图样划出形体加工线和腰孔加工界线，检查圆的检查线（两面同时划出）。按图样复查尺寸线。

(3) 按尺寸线用 $\phi 9.7$ 钻头钻孔，并用 $\phi 12$ 钻头进行倒角，然后用圆锉锉通两孔，再用整形锉按尺寸锉好腰孔，腰孔内呈喇叭形。

(4) 用手锯按加工线锯去鸭嘴斜面（留锉削余量）。然后用粗、细半圆锉、扁锉交替粗、精锉 R8mm 内圆弧面和斜平面，R3mm 外圆弧面达到总长尺寸 100mm、垂直度、平面度要求，内外圆弧与平面连接光洁、圆滑、纹理整齐（结合用推锉法修整，砂布抛光）。

(5) 按图样划四角 4—3.5mm $\times$ 45°倒角加工线。锉削倒角的方法是先圆锉粗锉出 R3.5mm 圆弧，然后用粗、细扁锉粗、精锉倒角，再用圆锉精加工该圆弧，最后用推锉法修整，并用砂布抛光。