

职业技能培训类教材

依据劳动和社会保障部制定的《国家职业标准》编写

# 维修电工 基本技能

● 赵玲玲 主编



金盾出版社

职业技能培训类教材  
依据劳动和社会保障部制定的《国家职业标准》编写

# 维修电工基本技能

主 编 赵玲玲  
副主编 许 海 朱玉冉 王彦朋  
        张冬雯            ”  
编 者 杨奎河 褚 新 王艳华  
        张 芸 赵 博  
主 审 文环明

金盾出版社

## 内 容 提 要

本书依据《国家职业标准》初级维修电工的工作要求和《国家职业技能鉴定规范》进行编写,用于维修电工的知识学习和技能培训。主要内容包括维修电工基础知识,电路基础和基本定律,常用电工仪表、电工工具和电工材料,变压器,电动机,常用低压电器,电力拖动及自动控制,照明和动力线路,电气安全技术,晶体管及其应用等。全书在保证知识连贯性的基础上,着眼于维修电工基本操作技能的学习,力求突出针对性、典型性、实用性。

书末附有配合学习的职业技能鉴定国家试题库的试题和答案,以便于企业培训、考核鉴定和读者自测自查。

本书除可作为维修电工职业技能考核鉴定的培训教材和自学用书,还可供技工学校和职业学校的学生学习参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

维修电工基本技能/赵玲玲主编. —北京:金盾出版社,2007.11  
职业技能培训类教材  
ISBN 978-7-5082-4739-7

I. 维… II. 赵… III. 电工—维修—技术培训—教材 IV. TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 151119 号

### 金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)  
邮政编码:100036 电话:68214039 83219215  
传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京 2207 工厂

正文印刷:北京四环科技印刷厂

装订:明珠装订厂

各地新华书店经销

开本:705×1000 1/16 印张:17.75 字数:368 千字

2007 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1—8000 册 定价:28.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、  
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

# 前 言

随着我国改革开放的不断深入和工业的飞速发展,企业对技术工人的素质要求越来越高。企业有了专业知识扎实、操作技术过硬的高素质人才,才能确保产品加工质量,才能有较高的劳动生产率、较低的物资消耗,使企业获得较好的经济效益。我们本着“以就业为导向,重在培养能力”的原则,依据劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》,精心策划、编写了这套“职业技能培训类教材”。其中针对《国家职业标准》对多工种提出的基本要求,编写了《机械工人基础技术》和《机械识图》;根据工作要求编写了《车工基本技能》、《钳工基本技能》、《电工基本技能》、《维修电工基本技能》、《气焊工基本技能》、《电焊工基本技能》、《冷作钣金工基本技能》和《铣工基本技能》。

《维修电工基本技能》一书是依据《国家职业标准》初级维修电工的工作要求(技能要求)和《国家职业技能鉴定规范》编写。根据目前要求尽快掌握一门专业技能人员的需要,我们有意针对企业培训、考核鉴定和广大自学读者编写了这部教材,内容由浅入深,并配以大量实例讲解,既适合读者系统入门学习,也适合在岗维修电工进一步学习、提高实用操作技巧。

本教材采用了国家新标准、法定计量单位和最新名词、术语。每章和书末分别配有复习题、技能训练指导和试题库,旨在帮助读者理论结合实际,尽快掌握操作技能,帮助读者顺利取得国家颁发的职业资格证书。

本教材由赵玲玲任主编,其中第三章、第四章、第五章由赵玲玲编写,第一章、第九章、第十章由许海编写,第七章、第八章由杨奎河编写,第二章由朱玉冉、杨奎河编写,第六章由赵玲玲、王彦明、张冬雯编写,全书由文环明博士任主审。褚新、王艳华、张芸、赵博为本书的编写做了很多基础性的工作,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在缺点和不足,敬请广大读者批评指正,以期再版时加以改正,使之臻于完善。

编者

# 目 录

<b>第一章 维修电工基础知识</b> .....	1
第一节 电气识图常识 .....	1
第二节 钳工基本知识 .....	9
第三节 相关知识 .....	22
复习思考题 .....	28
技能训练 1 六角头螺母制作 .....	28
技能训练 2 焊条电弧焊练习 .....	29
技能训练 3 锡焊练习 .....	30
<b>第二章 电路基础和基本定律</b> .....	31
第一节 电路的基本物理量 .....	31
第二节 欧姆定律 .....	33
第三节 基尔霍夫定律 .....	36
第四节 电阻串、并联电路计算 .....	39
第五节 正弦交流电路 .....	43
第六节 电磁感应 .....	44
第七节 电容和电感 .....	49
复习思考题 .....	53
技能训练 1 电阻定律和欧姆定律 .....	54
技能训练 2 基尔霍夫定律 .....	55
<b>第三章 常用电工仪表、电工工具和电工材料</b> .....	56
第一节 电工测量基础知识 .....	56
第二节 常用电工仪表 .....	61
第三节 常用电工工具 .....	76
第四节 电工材料 .....	83
复习思考题 .....	93
技能训练 电流表扩展量程及改装为电压表 .....	94
<b>第四章 变压器</b> .....	96
第一节 变压器的分类和结构 .....	96
第二节 变压器的工作原理 .....	98
第三节 变压器铭牌数据 .....	100
第四节 变压器绕组同名端测定 .....	101

第五节 特种变压器 .....	101
第六节 变压器选择与绕制 .....	104
第七节 变压器维护和故障处理 .....	106
复习思考题 .....	108
技能训练1 电力变压器铭牌的认识 .....	108
技能训练2 交流法判断变压器的同名端 .....	109
<b>第五章 电动机 .....</b>	<b>110</b>
第一节 三相交流电动机的分类和铭牌数据 .....	110
第二节 三相异步电动机的结构和工作原理 .....	112
第三节 三相异步电动机的运行维护及故障处理 .....	116
第四节 单相异步电动机 .....	120
第五节 电动机的拆装 .....	124
第六节 电动机修复后的试验 .....	126
第七节 直流电机 .....	127
复习思考题 .....	134
技能训练1 三相异步电动机的拆装 .....	134
技能训练2 用电池法判别三相异步电动机定子绕组的始末端 .....	135
<b>第六章 常用低压电器 .....</b>	<b>136</b>
第一节 低压电器的概念和分类 .....	136
第二节 熔断器 .....	137
第三节 接触器 .....	140
第四节 断路器 .....	141
第五节 继电器 .....	143
第六节 开关电器 .....	147
第七节 主令电器 .....	149
第八节 电磁铁 .....	150
第九节 低压电器的常见故障及排除方法 .....	151
复习思考题 .....	152
技能训练1 低压开关的拆装与检修 .....	152
技能训练2 交流接触器的拆装与检修 .....	153
<b>第七章 电力拖动及自动控制 .....</b>	<b>155</b>
第一节 组成电气控制的基本规律和基本环节 .....	155
第二节 异步电动机的起动控制线路 .....	158
第三节 三相异步电动机的制动和调速控制线路 .....	162
第四节 典型机床电气控制 .....	164
第五节 机床电气设备维修 .....	174

复习思考题 .....	176
技能训练 1 双重联锁正反转控制线路的安装与检修 .....	176
技能训练 2 工作台自动往返控制线路的安装 .....	177
<b>第八章 照明和动力线路 .....</b>	<b>179</b>
第一节 电光源的分类和工作原理 .....	179
第二节 车间照明的分类和线路安装 .....	182
第三节 车间动力线路安装 .....	186
第四节 工厂电力系统的运行和维护 .....	188
复习思考题 .....	190
技能训练 进行 $1.5\sim 2.5\text{mm}^2$ 单股铜芯绝缘电线的 T 形连接,并在 连接处进行绝缘恢复 .....	190
<b>第九章 电气安全技术 .....</b>	<b>191</b>
第一节 接地的种类和作用 .....	191
第二节 接零的作用和要求 .....	193
第三节 电工安全技术操作规程 .....	196
第四节 变配电设备安全技术要求 .....	206
第五节 车间电器设备安全技术要求 .....	209
复习思考题 .....	212
技能训练 模拟触电急救 .....	213
<b>第十章 晶体管及其应用 .....</b>	<b>214</b>
第一节 晶体二极管 .....	214
第二节 晶体三极管 .....	219
第三节 整流、滤波电路 .....	224
第四节 直流稳压电路 .....	229
第五节 晶体管放大电路 .....	231
复习思考题 .....	235
技能训练 1 晶体管的测试 .....	235
技能训练 2 整流滤波电路的安装与调试 .....	237
技能训练 3 串联稳压电路的安装与调试 .....	238
<b>试题库 .....</b>	<b>239</b>
理论知识试题 .....	239
理论知识试题参考答案 .....	254
操作技能试题 .....	254
模拟试卷样例 .....	261

# 第一章 维修电工基础知识

**培训学习目的** 掌握电气图的分类及电气制图的一般规则;掌握电气图形符号、文字符号、项目代码和识读电气图的方法;了解钳工常用工具的作用及使用方法;掌握与维修电工有关的钳工基本操作技能;了解焊条电弧焊及锡焊的技术要求,掌握焊接技术;掌握攻螺纹、套螺纹的工艺方法。

## 第一节 电气识图常识

### 一、电气图的分类

电气图的种类很多,一般按用途进行分类。常用的电气图有系统图、框图、电路图、接线图和接线表等。

#### 1. 系统图和框图

系统图和框图是用符号或带注释的框概略地表示出整个系统或分系统的基本组成、相互关系以及主要特征的简图。系统图和框图不表示电气设备的具体安装位置和各个回路的动作原理。

#### 2. 电路图

电路图也称原理图,是用来表示主电路以及各个回路的动作原理,而不表明电气设备和电气元件的实际接线和安装情况。

#### 3. 接线图和接线表

电路原理图表达了电路的连接和工作原理,施工时要用到接线图和接线表,以便于安装接线和线路检查、维修。

接线图和接线表表明各个元件的相对位置、接线方式、配线形状,以及电路各部分的元件代号、导线号、导线类型和截面积、屏蔽及导线束等内容。接线图和接线表不能表示设备的动作过程和原理,主要用于电气设备的施工和维护。

### 二、电气制图的一般规则

绘制电路图要求画面清晰、表达准确 而且必须符合国家标准 GB 4728《电气图用图形符号》的规定。

#### 1. 电气线路的布局

电气线路图的绘制应该布局合理、排列均匀 易于识读和理顺控制关系。

电路原理图可分成主电路图、控制电路图和辅助电路图。一般将主电路画在图



纸左侧;控制电路按照工作顺序,从左到右、从上到下排列;辅助电路与主电路、控制电路分开。

### 2. 电气线路的图线

电气控制图中的图线主要有3种:基本图线、箭头和指引线以及连接线。

(1)基本图线 有实线、虚线、点划线和双点划线等。实线多用于基本线、简图主要用线、可见轮廓线和可见导线等;虚线多用于辅助线、不可见轮廓线和不可见导线等;点划线和双点划线用于分界线、结构功能或分组框线等。

线的宽度有0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1.0mm、1.4mm几种,选取时应该按照2倍递增的原则。平行线间距不小于0.7mm,且不小于粗线宽度的2倍。

(2)箭头和指引线 在电气图中,信号线和连接线上的箭头采用开口箭头,而指引线上的箭头要采用实心箭头,以区分不同含义。

指引线用实线绘制,指向被注释处,根据不同情况在指引线末端加以不同标记。

指引线指向轮廓线内,指引线末端用一个圆点表示,如图1-1a所示。

指引线位于轮廓线上,指引线末端用一个实心箭头表示,如图1-1b所示。

指引线位于回路上,指引线末端用一短线表示,如图1-1c所示。

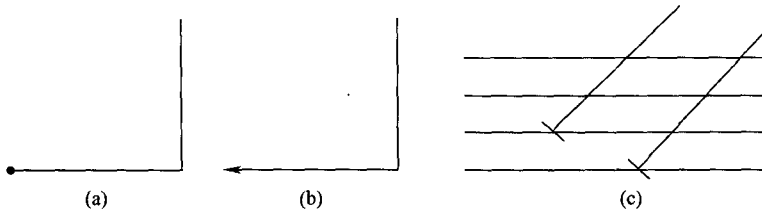


图1-1 指引线的画法

(a)指引线指在轮廓线内 (b)指引线位于轮廓线上 (c)指引线位于回路上

(3)连接线 一般用实线表示。连接线交叉时,不能改变方向,而且最多有2条连接线交叉于一点。

对于平行连接线,应该按功能分组,每组最多3条,组间距要大于线间距。连接导线的画法如图1-2。



图1-2 连接导线的画法

(a)交叉不连接导线 (b)交叉连接导线

## 三、电气图形符号和文字符号

绘制电路原理图时,电气元件均以一定的符号表示,电路图就是利用这些符号

表明电路的构成及其工作原理的。电气符号包括图形符号和文字符号。

### 1. 图形符号

用于图样或其他文件,表示一个设备或概念的图形、标记或字符。绘图时各元器件的状态按以下规定:

①电磁式低压电器均以线圈未通电状态来表示(如动合触点以断开状态表示,动断触点以闭合状态表示)。

②手动开关以置于零位或没有受外力作用的状态表示。

③机械操作开关在非动作状况,如行程开关以没有达到行程位置时的状态表示。

④多状态元器件以零位为准。如果没有明显的零状态,可任意选择一种状态,但要在图纸中注明所处的位置。

绘制图形符号要严格遵守国标(GB 4728)的规定,按照元件的作用原理而不按实物的结构形式构图的原则进行绘制。新国标的符号由一个具有确定意义的简单图形和代表产品的简单符号,加上附加信息符号构成。图 1-3 是交流接触器的结构和各个部分的图形符号。

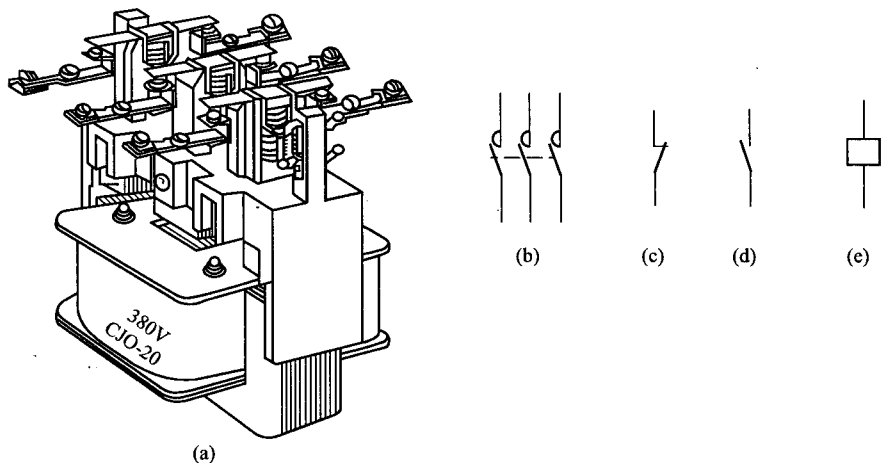


图 1-3 交流接触器的结构和各个部分的图形符号

(a)交流接触器结构 (b)主触点 (c)常闭辅助触点 (d)常开辅助触点 (e)接触器线圈

### 2. 文字符号

文字符号是由电气设备、装置和元器件的种类、名称的字母代码和功能、状态、特征的字母代码组成。一般标注在电气设备、装置、元器件上或旁边,以标明电气设备、装置、元器件的名称、功能、状态和特征。

文字符号分为基本文字符号和辅助文字符号两大类。基本文字符号又分为单

#### 4 维修电工基本技能

字母符号和双字母符号,是按拉丁字母将各种电气设备装置和元器件进行分类。当单字母符号不能满足要求,需要将设备进一步划分时,可采用双字母符号,双字母符号由一个表示种类的单字母符号和另一个字母组成,例如:表示电阻用“R”,而电位器就用“RP”表示。辅助文字符号用来表示电气设备、电气装置和各元件、各线路的功能、状态、特征。






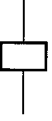
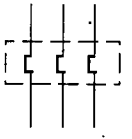
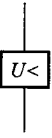
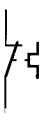
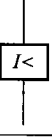
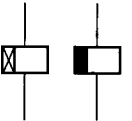
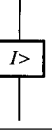
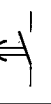



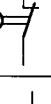

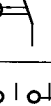
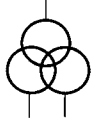
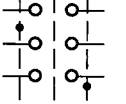
文字符号要符合国标(GB 7159—85)的规定,采用国际通用的英文字母,可以增加通用性。在绘制电气图时,每一个完整的元器件的各个部分都用同一符号标注,如果电路中用到两个以上的相同元器件,则加不同后缀,以示区分。

常用电气图形符号和文字符号见表 1-1,常用辅助文字符号见表 1-2。

表 1-1 常用电气图形符号和文字符号

名称	图形符号	文字符号	名称	图形符号	文字符号
电阻		R	位置开关	常开	SQ
电位器		RP		常闭	
电容器		C		复合	
极性电容器		C	按钮	常开	SQ
可调电容器		C		常闭	
电感器 线圈绕组		L		复合	
指示灯		EL 或 HL			
直流电源 电池		DC	接触器	线圈	KM
三极电源 开关		QS		主触头	
低压 断路器		QF			

续表 1-1

名称		图形符号	文字符号	名称	图形符号	文字符号	
接触器	常开辅助触头		KM	速度继电器	常开触头		KS
	常闭辅助触头				常闭触头		
熔断器			FU	中间继电器线圈		KA	
热继电器	热元件		FR	继电器	欠电压继电器线圈		KV
	常闭触头				欠电流继电器线圈		KUC
时间继电器	线圈		KT		过电流继电器线圈		KDC
	常开延时闭合触头				常开触头		相应继电器符号
	常闭延时断开触头				常闭触头		
	常闭延时闭合触头				双绕组变压器		
	常开延时断开触头			三相变压器			
万能转换开关		SA					

续表 1-1

名称	图形符号	文字符号	名称	图形符号	文字符号
电抗器		M	直流发电机		G
串励直流电动机			交流发电机		
并励直流电动机			三相电动机		M
他励直流电动机			电流互感器		TA
复励直流电动机			电压互感器		

表 1-2 常用辅助文字符号

名称	符号	名称	符号	名称	符号
高	H	红	RD	异步	ASY
低	L	绿	GN	同步	SYN
升	U	黄	YE	自动	A
降	P	白	WH		AUT
主	M	蓝	BL	手动	M
辅	AUX	直流	DC		MAN
中	M	交流	AC	启动	ST
正	FW	电压	V	停止	STP
反	R	电流	A	控制	C
闭合	ON	时间	T	信号	S
断开	OFF	附加	ADD	—	—

## 四、电气项目代号

### 1. 项目及项目代号

电气图中用一个图形符号表示的基本件、组件、设备或系统(如电阻器、继电器、发电机、电源装置、开关装置、配电系统等),都可称为项目。

项目代号是识别项目种类,并提供项目的层次关系、实际位置、功能等信息的一种特定代码。

### 2. 项目代号的组成

完整的项目代号包括4个代号段:高层代号段、位置代号段、种类代号段和端子代号段。每个代号段应由前缀符号和字符组成,其字符可以是拉丁字母或阿拉伯数字,也可以是字母和数字组合,字母应大写。

各代号段的前缀符号应符合以下规定

第1段 高层代号,前缀符号为“=”如‘=3’。

第2段 位置代号,前缀符号为“+”如‘+.D123’。

第3段 种类代号,前缀符号为“-”如‘-K6’。

第4段 端子代号,前缀符号为“:”,如‘14’。

项目代号应以一个系统、成套装置或设备的依次分解为基础。一个代号表示的项目总是前一个代号所表示的项目的一部分,例如: = T2 + D123 - K6:14。

一般将分解的各个实体分别给出项目代号,但当不致引起混淆时,代号应尽量简化,有时前缀符号也可省略。

### 3. 项目各代号段的组合方法

项目代号中,第3段(种类代号)必须标注在其所示的图形符号近旁,其余3个代号段则可视需要同第3段组合,或不在图上注出而只加注说明。

第1段(高层代号)和第3段(种类代号)组合使用,以提供项目之间的功能关系,但不反映项目的安装位置,适于设计工作初期使用。

第2段(位置代号)和第3段(种类代号)组合,可明确给出项目所在位置,但不提供功能关系。

在大型复杂或成套设备中,必要时可先将第1段和第3段组合,在其后留出空隙再加上第2段以提供位置信息。

当需要提供项目的端子信息时,在第3段后加上端子代号。当不致引起混淆时,每一代号段中间的前缀符号可以省略。

## 五、电气图的识读方法

识读电气图,就是要认识并确定电路图上所绘制的各个设备或元件的名称、型号、规格,以及各设备或元件之间的连接关系、技术要求、工作原理等,以便正确地对电路进行连接、配线和检修。

识图首先要看标题栏,了解电路图的名称和标题栏中的相关内容,对电路的类型和作用有一个明确认识。

其次要看电气图形符号和文字符号,了解电路图内各部分的作用、信息流向、参数变化、相互联系和制约关系,对整个电路的工作原理、性能要求做全面了解。

最后再根据电流流向,主、辅电路的顺序,对图样进行分析。按电流流向分析时,可以从电流输入到电流输出的顺序进行分析,也可以从电源到负载或从负载到电源的顺序进行分析;按主、辅电路的顺序分析时,要先分析主电路,再分析辅助电路。

### 1. 电气原理图的识读方法

电气原理图由主电路和辅助电路组成。主电路是给电气设备提供电源的,受辅助电路的控制。辅助电路也称控制电路或控制回路,是控制主电路动作的电路。

看电气原理图要先看主电路,再看辅助电路,并用辅助电路研究主电路的动作顺序。

(1)识读主电路的步骤 从主电路负载的种类、数量、接线方式和特殊要求开始,逐次分析控制负载的电气元件以及主电路中其他元件的作用,还要识别电路的供电电压和供电方式。

(2)识读辅助电路的步骤 首先要搞清楚辅助电路电源的种类和接入方式,是直流还是交流,电压的大小以及同主电路的关系等。

其次要研究辅助电路控制主电路的方法。在电气原理图中,整个辅助电路可以看做一条大回路,在这个大回路中,又可分成若干个相对独立的小回路。分析时,可按照顺序对各个小回路逐个研究。

电路中的一切元件都不是独立存在的,各个元件之间相互联系、相互制约。所以看电路时要充分分析各电气元件之间的相互关系。

### 2. 电气安装接线图的识读方法

安装接线图上在每个电气元件的四周都要画上虚线框,表示这个元件是一体的;在几个或很多元件四周也画上虚线框,表示这些元件是安装在一块配电盘上的。

看安装接线图也要先看主电路,再看辅助电路。主电路从引入的电源线开始,逐次向下,直到负载;看辅助电路要按照每个小回路的动作顺序进行分析。识读安装接线图的步骤:

①电气安装接线图是根据电气原理图绘制的,它并不表示电气动作原理,因此,必须对照电气原理图,分析各个元件在整个电路中的作用以及相互关系。

②根据回路编号,了解主电路的走向和连接方式。

回路线号是设备与设备、元件与元件、导线与导线之间的连接标记。在安装接线图上,连接两个设备或元件的导线两端标注同一个线号。一条导线只有两端,所以在图纸上不应该出现3个以上相同的线号。

在安装接线图上,线号的作用是:了解线路走向并进行布线;了解元件及电路的连接方法;了解辅助电路各个小回路所包含的元件;了解负载的接线方法。

③根据回路标号了解辅助电路的走向及连接方法。

## 第二节 钳工基本知识

### 一、划线

根据图样要求,用划线工具在毛坯或半成品上划出加工界线或确定基准点、线的操作称为划线。

#### 1. 划线工具

(1)划针 是刻划线条的基本工具,结构如图 1-4 所示。

划针前端制成  $15^{\circ}\sim 20^{\circ}$  的尖角,并经过淬火处理。划线时,应该保持划针尖端紧靠在导尺边缘,上端向外倾斜  $15^{\circ}\sim 20^{\circ}$ ,同时向划线方向倾斜  $45^{\circ}\sim 75^{\circ}$ ,一次划出,如图 1-5 所示。



图 1-4 划针

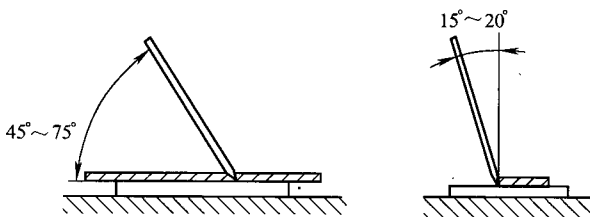


图 1-5 划线方法

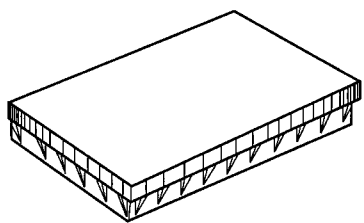


图 1-6 划线平台

(2)划线平台 划线时的基准,由铸铁制成,结构如图 1-6 所示。

平台工作表面经过刮削加工,使用时,使工作平面保持水平状态。

(3)划线盘 用于在工件上刻划线条或找正工件正确的安放位置,结构如图 1-7 所示。

划线盘的划针一头直一头弯,直头用于划线,弯头用于相对位置的找正。使用时应保持刻划杆处于水平位置,底座稳定,夹紧可靠。

(4)划规 用于划圆、划弧、等分线段 等分角度和量取尺寸,结构如图 1-8 所示。

划规的两脚长度稍有不同,脚尖保持尖锐。划圆时,以较长的划脚为中心,另一划脚在工件上刻划弧线。

(5)钢直尺 是一种简单的尺寸量具;如图 1-9 所示。



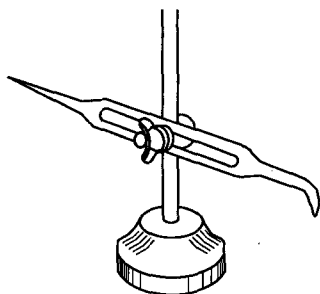


图 1-7 划线盘

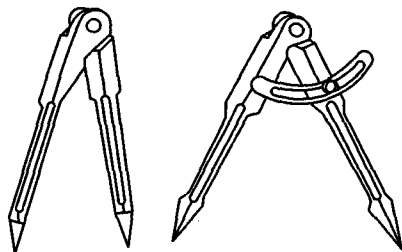


图 1-8 划规

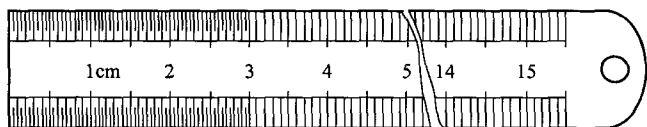


图 1-9 钢直尺

直尺两工作边上都有刻度,常用规格有 150mm、300mm、500mm、1000mm,主要用于量取尺寸、测量工件尺寸或划线时作为刻划线条的导尺。

## 2. 划线方法

(1) 工件表面处理 划线前,将工件表面进行清理,除去表面的氧化层、锈蚀、油污等,然后在工件表面均匀地涂上一层薄的涂料。对于铸锻件的毛坯表面,可选用石灰水;对于已加工的表面,可选用酒精色溶液。

(2) 选择划线基准 划线首先要确定零件的划线基准,就是确定零件上各个点、线、面的位置,所有划线都要从基准开始。划线基准尽量与设计基准重合;对称零件或回转零件,以对称中心或回转中心为基准;在未加工的毛坯上划线,以主要的非加工面作为基准;在半成品件上划线,以加工过的、精度较高的表面作为基准。

(3) 划线的找正和借料 找正,就是利用划线工具使工件上的各毛坯表面处于合适位置。当工件上有非加工表面时,按主要的非加工表面找正后再划线;当工件上有两个以上非加工表面时,以面积较大的表面找正后再划线;当工件上没有不加工表面时,要根据各表面的自身位置进行找正。

借料,就是通过试划和调整,使毛坯上各个加工表面的余量合理分配,互相借用,使毛坯误差和缺陷在加工后排除。

(4) 划线过程 工件支撑稳定,并结合划线位置进行找正调整,结合借料方案进行划线。

先划基准线和位置线,再划加工线;先划水平线,再划垂直线、斜线,最后划圆弧和曲线。

立体工件按照以上方法进行翻转放置,依次划出各个方向的加工线。