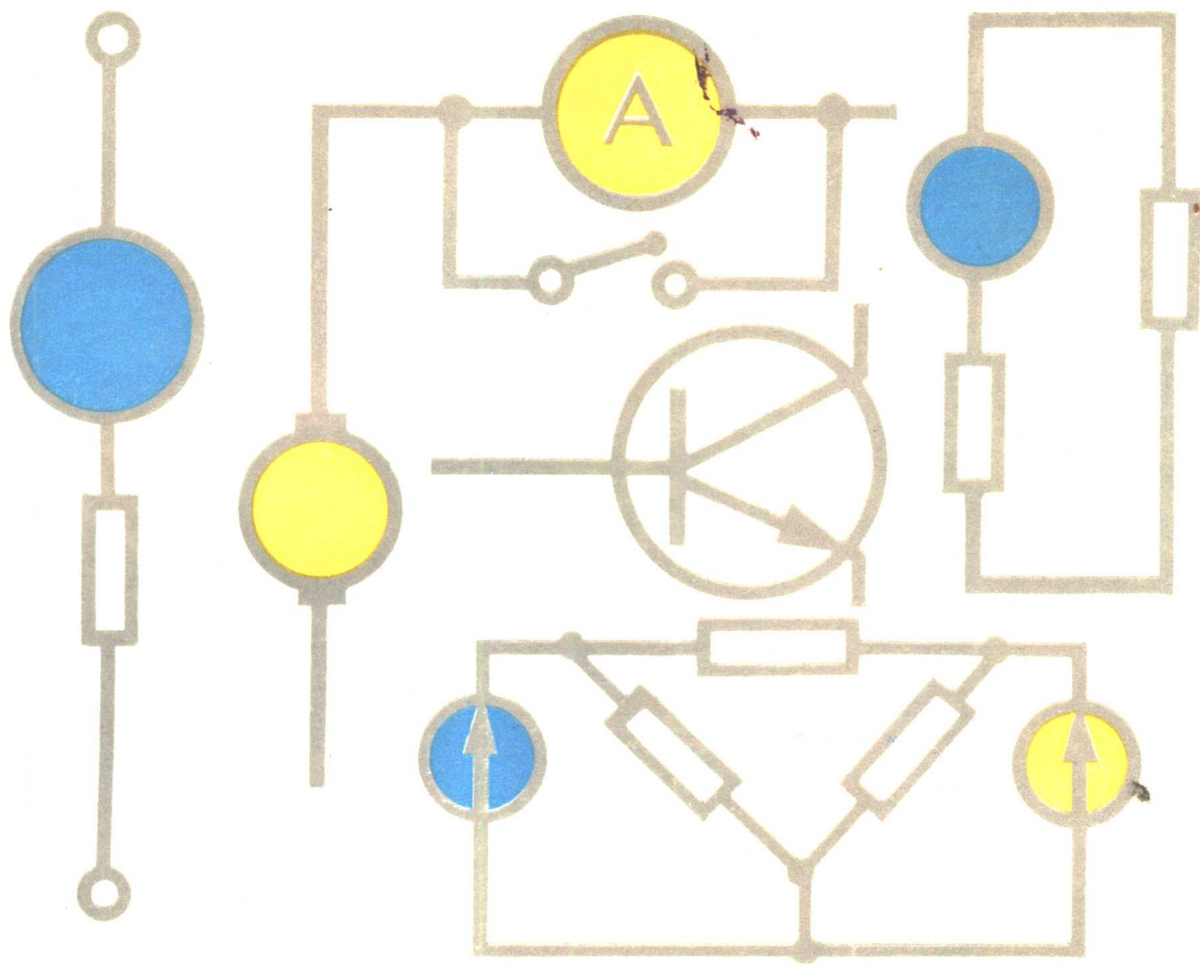


• 宋远智 主编 •



塑料机械的电气装置

● 轻工业出版社 ●

塑料机械的电气装置

宋远智 主编

轻工业出版社

内 容 简 介

本书介绍塑料机械的电气装置,全书共分十一章,内容包括单相电气设备、三相异步电动机、低压电器和异步电机的起动控制电路、调速电机、晶体管整流电路、晶体管放大电路、晶体管温度控制仪、可控硅、集成运算放大器、数字电路和微型计算机基础等。

本书从生产设备出发,由浅入深进行叙述,文字通俗易懂,内容丰富。附录中收集了许多塑料挤塑机和注塑机的电气资料,增加了本书的实用性。本书可供塑料加工厂的技术人员和工人阅读参考,也可作为大专院校塑料加工专业的教学参考书。

塑料机械的电气装置

宋远智 主编

*

轻工业出版社出版

(北京广安门南滨河路25号)

一二〇一工厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

787×1092毫米1/16 印张:22 插页:5 字数:530千字

1987年6月 第一版第一次印刷

印数:1—7,000 定价:6.70元

ISBN7-5019-0028-0/TH·001

前 言

本书在《塑料挤出机及注射机的电气装置》一书的基础上经修改补充而成。考虑到其内容普遍适用于所有塑料机械，故改为现书名。本书除对原书前八章详加校正外，将原书第九章和第十章合并改编列为第十章数字电路，新增编第九章集成运算放大电路和第十一章微型电子计算机基础。另外删去了原附录Ⅳ，增加了附录Ⅰ、Ⅹ、SZ-4000型塑料注塑机的资料。

本书仍由宋远智主编，其中第十章由尹可华、第九章和第十一章由孙先杰编写并由宋远智审定。

编写中的缺点和错误，诚恳欢迎读者批评指正。

1985年5月

目 录

概 述

- 一、塑料注射成型机电气装置..... 1
- 二、塑料挤出成型机的电气装置..... 1

第一章 单相电气设备..... 3

第一节 电阻加热圈..... 3

- 一、交流电的基本概念..... 3
- 二、纯电阻电路..... 7
- 三、额定值..... 8
- 四、电阻加热圈的结构..... 8
- 五、电热材料..... 9
- 六、电阻加热圈的计算..... 11

第二节 单相变压器..... 13

- 一、变压器的结构..... 13
- 二、纯电感电路..... 13
- 三、电阻电感串联电路..... 15
- 四、电容电路..... 17
- 五、变压器的基本原理..... 21
- 六、多绕组变压器和自耦变压器..... 22
- 七、电流互感器..... 23

第三节 工频感应加热..... 23

- 一、工频感应加热器的结构简介..... 24
- 二、工频感应加热器的工作原理..... 24
- 三、工频感应加热器的计算..... 25

第二章 三相异步电动机..... 29

第一节 三相异步电动机的构造..... 29

- 一、定 子..... 29
- 二、转 子..... 30

第二节 三相交流电..... 30

- 一、三相交流电的定义和优点..... 31
- 二、三相交流电的表示法..... 31

第三节 三相异步电动机的连接法..... 31

- 一、电动机的星形连接..... 31
- 二、电动机的三角形连接..... 34
- 三、三相电路的功率..... 35

第四节	三相旋转磁场的产生	35
第五节	三相异步电动机的转动原理	38
第六节	三相异步电动机的运行情况	39
第七节	三相异步电动机的铭牌	40
第八节	三相异步电动机的起动	42
第九节	使用三相电动机的注意事项	45
第十节	三相异步电动机的容量选择	45
	附表 2-1 JO ₂ 系列三相异步电动机的技术数据	47
	附表 2-2 JO ₃ 系列异步电动机技术数据	48
	附表 2-3 JO ₄ 系列异步电动机技术数据	49
第十一节	导线及保险丝的选择	49
一、	导线的选择	49
二、	保险丝的选择	49
	附表 2-4 室内敷设用铜芯绝缘导线的容许连续负载	50
	附表 2-5 铝芯绝缘导线的容许连续负载	51
	附表 2-6 各型熔断器的主要技术数据	51
	附表 2-7 380V 三相交流电动机支路管内导线截面及熔件容量选择表	52
第三章	低压控制电器与异步电动机的起动控制线路	53
第一节	手动控制电器	53
一、	闸刀开关	53
二、	铁壳开关	53
三、	转换开关	54
四、	按钮	54
第二节	磁力起动器	55
一、	交流接触器	55
二、	热效继电器	56
三、	过电流继电器	57
第三节	磁力起动器起动异步电动机的控制线路	57
第四节	延边三角形起动电动机的控制电器	58
一、	中间继电器	58
二、	行程开关(限位开关)	58
三、	空气式时间继电器	59
四、	电动机式时间继电器	59
第五节	延边三角形起动异步电动机的控制线路	60
第六节	电磁阀	60
一、	电磁阀的结构和吸力	60
	附表 3 低压控制线路中常用电器的文字和图形符号	61
二、	电磁阀的作用	62
第四章	调速电机简介	63

第一节 直流电动机(附测速发电机).....	63
一、直流电动机的构造.....	63
二、直流电动机的工作原理.....	63
第二节 三相交流整流子电动机.....	64
一、三相交流整流子电动机的构造.....	65
二、三相交流整流子电动机的工作原理.....	65
第五章 晶体管整流电路	67
第一节 半导体和PN结的特性	67
一、什么是半导体.....	67
二、半导体中的特殊载流子——空穴.....	67
三、P型和N型半导体.....	69
四、PN结的特性	69
第二节 晶体二极管的特性和参数.....	70
一、晶体二极管的伏安特性.....	70
二、晶体二极管的主要参数.....	71
三、晶体二极管的简易测试法.....	71
第三节 不控整流电路.....	72
一、单相半波整流电路.....	72
二、单相全波(双半波)整流电路.....	73
三、单相桥式整流电路.....	74
四、三相半波整流电路.....	75
五、三相桥式整流电路.....	76
第四节 滤波电路.....	77
一、电容(C型)滤波器.....	78
二、电感(L型)滤波器.....	80
三、 π 型滤波器.....	80
附表 5-1 常用不控整流电路主要数据	81
附表 5-2 常用不控整流电路特点比较	81
附表 5-3 国产晶体管命名的方法	81
附表 5-4 常用晶体二极管参数	82
附表 5-5 国产ZP型硅整流元件.....	83
第六章 晶体管放大器及直流稳压器	84
第一节 晶体三极管的结构.....	84
第二节 晶体三极管的工作原理.....	84
一、工作电压.....	85
二、电流分配.....	85
三、放大作用.....	86
四、晶体管的三种工作状态:放大、截止与饱和.....	86
第三节 晶体三极管的特性和参数.....	88

一、输入特性曲线	88
二、输出特性曲线	89
三、晶体管的常用参数	90
第四节 晶体管的简单测试	91
一、基极和管子类型的判别	91
二、发射极和集电极的判别	91
三、测定穿透电流 I_{CEO} 的大小	92
四、测定热稳定性	92
五、 β 值的近似测量	92
第五节 单管低频小信号放大器	93
一、三种基本放大电路	93
二、共发射极的基本放大电路	93
第六节 晶体管放大器的偏置电路	96
一、固定偏置电路	96
二、电压负反馈偏置电路	97
三、分压式电流负反馈偏置电路	97
第七节 多级放大器与功率放大器	98
一、阻容耦合放大器	98
二、变压器耦合放大器	98
三、直接耦合放大器	98
四、功率放大器	98
第八节 晶体管直流稳压电源	99
一、硅稳压管的特性和参数	99
二、硅稳压管稳压电路的工作原理	100
三、稳压电路的温度补偿	101
四、串联型负反馈稳压电路	101
第九节 晶体管时间继电器和光电继电器	105
一、晶体管时间继电器	105
附表6-1 常用小功率半导体三极管参数	106
二、晶体管光电继电器	107
附表6-2 常用CW型稳压二极管参数	107
附表6-3 2DW1~6稳压二极管参数	109
第七章 晶体管温度控制仪	110
第一节 热电偶温度计	110
第二节 加热温度的控制	110
一、手动控制	110
二、自动控制	111
第三节 晶体管正弦波振荡器	111
一、LC振荡器的工作原理	111

二、自激振荡的条件·····	113
三、振荡的建立与稳定·····	113
四、电感三点式振荡电路·····	114
五、电容三点式振荡电路·····	114
第四节 晶体管温度控制仪的实际电路举例·····	115
一、XCT-101型温度控制仪·····	115
二、XCT-131型温度控制仪·····	116
附表7-1 XCT-131型温度控制仪元件数据表·····	117
附表7-2 温度与绝对毫伏值数据对照表·····	118
第八章 可控整流的主电路和触发电路·····	120
第一节 可控硅的工作原理·····	120
第二节 可控硅的特性和参数·····	122
一、可控硅的阳极伏安特性·····	122
二、可控硅的主要参数·····	123
三、可控硅元件的简易测试法·····	124
第三节 可控整流电路·····	124
一、单相半波可控整流电路·····	125
二、单相全波(双半波)可控整流电路·····	126
三、单相桥式半控整流电路·····	126
四、三相半波可控整流电路·····	127
五、三相桥式半控整流电路·····	129
六、电感性负载对整流电路工作的影响·····	130
七、可控硅元件的选择·····	131
第四节 可控硅的保护·····	132
一、过电流保护·····	132
二、过电压保护·····	134
三、可控硅的散热·····	137
第五节 可控硅的触发电路·····	137
一、对可控硅触发电路的基本要求·····	137
二、单结晶体管触发电路·····	137
三、晶体管脉冲触发电路·····	140
第六节 略谈调速系统的一些问题·····	142
一、如何实现转速的自动调节·····	142
二、调速过程中振荡现象的消除·····	143
三、元件过电流的电子保护装置·····	144
第七节 可控整流装置的调试·····	145
附表8-1 国产KP型可控硅和KK型快速可控硅的特性·····	146
附表8-2 国产单结晶体管参数表·····	150
第九章 集成运算放大器·····	152

第一节 直接耦合放大器	152
一、放大器的直接耦合	152
二、差动放大电路	153
第二节 集成运算放大器简介	156
第三节 集成运算放大器的基本运算电路	158
一、反相运算电路	159
二、同相运算电路	160
三、差动运算电路	161
四、积分运算电路	161
五、微分运算电路	162
第四节 集成运算放大器其他应用简介	163
一、作测量放大器	163
二、作信号幅度比较器	164
三、信号幅度的采样保持电路	165
四、矩形波形成电路	166
第十章 数字电路	167
第一节 “与”、“或”、“非”逻辑门电路	167
一、“与”门电路	167
二、“或”逻辑和“或”门电路	169
三、“非”逻辑和“非”门电路	170
四、复合门电路	171
第二节 晶体管-晶体管逻辑(TTL)“与非”门电路	172
一、电路结构与工作原理	172
二、TTL门电路的主要参数	174
三、“与”门扩展器	176
四、驱动器	176
第三节 其他类型的集成门电路	177
一、“与或非”门电路	177
二、“异或”门	178
三、三态输出“与非”门	179
第四节 逻辑函数与逻辑图	180
一、如何从逻辑图找出逻辑函数	180
二、如何根据逻辑函数画出逻辑图	181
第五节 逻辑函数的简化与逻辑代数(布尔代数)	181
一、基本公式	181
二、关于等式的若干规则	182
三、若干常用公式	183
第六节 双稳态触发器	184
一、基本R-S触发器	184

二、J-K触发器(主从型)	185
三、维持阻塞触发器	188
四、触发器逻辑功能的转换	189
第七节 寄存器	190
一、并行输入、输出寄存器	190
二、串行输入、输出寄存器	190
第八节 计数器	191
一、二进制计数器	192
二、二-十进制计数器	193
第九节 译码器和显示器	194
一、荧光数码管	194
二、荧光管译码器	195
第十节 二-十进制编码器	196
第十一节 多谐振荡器	197
第十二节 单稳触发器	198
第十三节 数-模转换器(D/A)	198
第十四节 模-数转换器(A/D)	200
第十一章 微型计算机控制基础	201
第一节 过程控制基础	201
一、模拟控制系统	201
二、计算机控制的一般概念	204
第二节 微型计算机的基本工作过程	205
一、计算机中的数、编码和运算	205
二、微型计算机的基本结构	211
三、微型计算机的基本工作过程	215
第三节 微型计算机的指令系统	216
一、指令的格式	216
二、机器语言与符号语言(即汇编语言)	217
三、汇编语言程序的格式	219
四、寻址方式	220
五、指令系统	223
第四节 汇编语言程序设计介绍	234
一、确定算法, 绘制框图	234
二、编制程序	235
第五节 微型计算机的中断	239
一、中断概念	239
二、关于中断源	240
三、中断系统的功能	241
四、CPU响应中断的条件	241

五、如何转入中断服务程序·····	242
第六节 接口及过程通道·····	244
一、接口电路的基本概念·····	244
二、I/O 接口的分类·····	244
三、Z80-CTC ·····	246
四、过程通道·····	246
第七节 微型计算机控制系统举例·····	249
一、最小实时控制(单板控制)系统·····	249
二、TRS-80微型机系统用于实时控制的扩展 ·····	250
附录 I 部分塑料注射成型机的电气控制线路说明·····	259
一、XS-Z-60型柱塞塑料注射成型机·····	259
二、XS-ZY-125型塑料注射成型机 ·····	263
三、XS-ZY-250型塑料注射成型机 ·····	267
四、XS-ZY-500型塑料注射预塑成型机 ·····	273
五、XS-ZY-1000型塑料注射成型机 ·····	277
六、XS-ZY-350型塑料注射成型机 ·····	282
七、SZ-4000型塑料注射成型机 ·····	291
附录 II 注塑机和挤塑机电气部分的常见故障和处理 ·····	307
附录 III 部分挤塑机的电气部分说明 ·····	308
一、SJ-45A型塑料挤出成型机 ·····	308
二、SJ-M-65A型塑料薄膜挤出成型机 ·····	310
三、SJ-45B型塑料挤出成型机 ·····	312
四、SJ-65B型塑料挤出成型机 ·····	317
附录 IV DCK-16型集成电路数字程序控制装置 ·····	335

概 述

塑料成型机械种类繁多，主要包括塑料注射成型机、塑料挤出成型机、塑料压延成型机、塑料层压成型机(塑料液压机)、塑料密炼机和塑料开炼机等。本书除介绍一般塑料成型机械中使用的各种电气装置外，还着重介绍塑料注射成型机和塑料挤出成型机的电气装置。

一、塑料注射成型机电气装置

塑料注射成型机(简称注塑机)是塑料加工厂最主要而常用的机械之一。它能加工各种热塑性或热固性塑料，它将颗粒状塑料经过柱塞或螺杆压入料筒，加热塑化后，在一定的注射速度和压力下，注射入冷的或热的模具内，再经保压很快被凝固成所需的塑料制品。并在此过程中重复上述塑化过程，作好下一次注射的准备工作。

注塑机主要有闭模、注射、保压、柱塞或螺杆退回、启模等动作。这些动作主要由液压系统来执行。而油压则是由电动机带动大小油泵产生，油压控制则由各种电器如转换开关、行程开关、接触器、中间继电器、时间继电器、电磁阀等来控制。还有不同功率的加热圈，用电子温度控制仪对温度进行控制。

目前注塑机的注射量(一次注射的聚苯乙烯的最大容量)，从零点几立方厘米直至数万立方厘米。加工的塑料产品种类繁多，要求的工艺也各不相同。由于注射量的大小不同，加工工艺的要求不同，注塑机的动作环节也不同。因而油压系统和控制油压的电气设备也有繁有简。现以XS-ZY-125型注塑机为例，其电气部分就有以下几部分：

- ① 单相交流电阻加热圈或工频感应加热圈，变压器；
- ② 三相交流电动机；
- ③ 低压控制电器(接触器、电磁阀、各式继电器和各种开关设备)及其控制保护电路；
- ④ 晶体管时间继电器，热电偶及电子温度控制仪等。

容量更大和自动化程度较高的注塑机，电气装置更为繁杂，目前很多厂已开始采用数字程序控制甚至采用群控装置。

二、塑料挤出成型机的电气装置

塑料挤出成型机(简称挤塑机)也是塑料加工工厂最常用的一种机械。如挤塑料管，加上辅机可以吹制中空制品和塑料薄膜等。它的电气部分有些和注塑机是相同的，如加热圈、热电偶温度计、晶体管或电子管温度控制仪、电磁阀、继电器等等。

挤塑机的螺杆是通过电动机带动其转动的。根据不同的生产情况，如产量变化、原料或品种改变等，要求螺杆转速可以随时改变。另外，在挤塑机开动时，由于塑料温度低、粘度高，为了防止机头压力过大，要求螺杆在较低的转速下起动，然后逐步向工作速度平滑上升。在停车时，为了将机筒内剩余的塑料逐步挤出，并保护螺杆不致损坏，要求逐渐减速再停车。在生产过程中也要根据工艺要求对速度进行小范围调节。在出现故障时，则要立即减速，

以便迅速排除故障，而又不致产生大量废品。故对驱动螺杆的电动机要求能调速的，即要采用调速电动机。目前生产的挤出机所配的调速电动机有两种，一为三相整流子电动机，二为直流电动机。

直流电动机的调速性能很好，但需要一套可控的直流电源，在目前广泛使用的可控硅整流器完全能满足它的要求。

本书的目的就是要将塑料机械常用的电气设备的结构原理及其有关的基础理论作一些由浅入深的介绍，以供塑料加工厂的工人、技术人员和有关院校塑料加工专业的师生参考。

第一章 单相电气设备

第一节 电阻加热圈

在塑料成型生产工艺过程中，一个很重要的工序就是对塑料进行加热。由于电加热具有加热快、温度高、加热均匀、温度调节便利、紧凑、洁净，使用方便、可靠等优点，所以在塑料加工工业中广泛采用电加热。按其作用原理来分，有三种：电阻加热、工频感应加热和高频介质加热。注塑机和挤出机一般使用前两者，本节先介绍电阻加热。

一、交流电的基本概念

电阻加热圈既是用的交流电，那它和我们在物理上所主要讲过的直流电有什么区别？它本身又有些什么特点呢？这是我们要首先知道的。

(一) 直流电和交流电的区别

直流电的电流方向和大小是不随时间而改变的，如图1-1所示。

交流电的大小和方向是随时间而变化的，工业上广泛应用的交流电是按正弦规律变化的。平常所称的“交流电”都是指正弦交流电。工业上使用的正弦交流电的变化规律如图1-2所示。

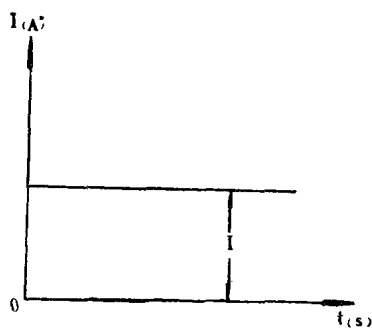


图1-1 直流电

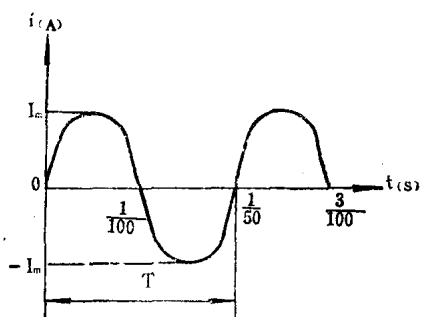


图1-2 正弦交流电

在图1-2中可以看出，在 $0 \sim \frac{1}{100}$ s范围内，电流 i 是正的，表示电流在导线上向某一方向流动。它的大小却是变化的，从0值变到最大值 I_m ，再变到0值。在 $\frac{1}{100} \sim \frac{1}{50}$ s的范围内，电流 i 是负的，表示电流在导线上向相反的方向流动，它的大小也是变化的，从0值变到负的最大值 $(-I_m)$ ，再变到0值。在 $\frac{1}{50} \sim \frac{3}{100}$ s的范围内，变化的情况是和 $0 \sim \frac{1}{100}$ s时完全相同，随即又开始了重复的变化，也就是说交流电的变化是按正弦规律作周期性的变化。

(二) 周期、频率和角频率

在 $0 \sim \frac{1}{50}$ s 的范围内, 交流电变化了一周(即完成一次循环)所需的时间称为“周期”, 用 T 表示, 单位是 s。

每秒内变化的周期数(或周数)叫频率, 用 f 表示, 单位是 Hz(赫兹)。周期和频率互为倒数, 即

$$f = \frac{1}{T}$$

我国工业用电的频率规定为 50 Hz, 称为工业频率(简称工频)。

交流电的变化快慢除了用周期或频率表示外, 还可以用角频率 ω 表示。因为我们为了方便, 把交流电变化一周经过的 2π rad 时间, 用 2π rad 或 360° 表示, 称为电角度或时间角度。角频率或电角速度 ω 是每秒钟变化的电角度。从上可知, 在一周期 T s 内变化的电角度为 2π rad, 故角频率

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \text{ rad/s}$$

角频率表示交流电变化的速度。周期、频率或角频率是交流电的特征之一。

ωt 是交流电在时间 t s 内变化的电角度, 这样, 在画正弦交流曲线时, 可以取 ωt 为横轴座标, 如图 1-3 所示。

当

$$t = \frac{T}{4} \text{ 时, } \omega t = \frac{\pi}{2}; \quad t = \frac{T}{2} \text{ 时, } \omega t = \pi$$

$$t = \frac{3T}{4} \text{ 时, } \omega t = \frac{3\pi}{2}; \quad t = T \text{ 时, } \omega t = 2\pi$$

(三) 最大值和有效值

正弦交流电除了用正弦曲线表示外, 也可以用三角函数式来表示, 如

$$i = I_m \sin \omega t$$

式中 i 表示任一瞬时的电流大小, 叫做瞬时值, 它是随着电角度 ωt 按正弦规律作周期性变化的。 I_m 表示一个周期内的最大值(如图 1-3), 最大值又叫做幅值、峰值或振幅。

交流电的大小和方向都是随时间不断变化的, 那么我们应该如何去衡量交流电量的大小呢? 从图 1-4 中我们不难看出交流电流 i_1 要比 i_2 大, 因为其振幅 $I_{m1} > I_{m2}$ 。可见交流电的大小

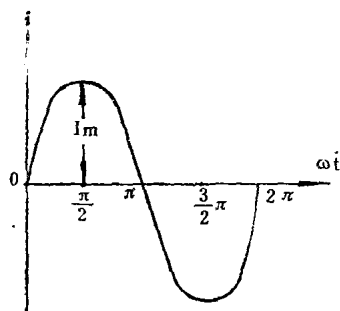


图1-3 正弦交流电

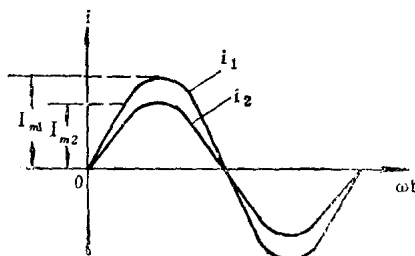


图1-4 交流电的大小

可以用最大值来衡量。

最大值能表示交流电的大小, 但是在实际应用上用最大值来表示交流电的大小仍然是很

不方便的。因为最大值毕竟只是交流电在一周期内某一瞬时的数值，而不是在整个周期内的实际效果。在电工中交流电的大小是以有效值来表示的。交流电的有效值是根据交流电的平均热效应与直流电的情况相比较而得出的。因为直流电流的大小是恒定的，所以发热是稳定的。交流电大小是波动的，所以发热也是波动的。我们如果要比较直流和交流的热效应，必须要在同一适当长的一段时间内（一般即一个交流电的周期）取平均热效应来比较。

设有一交变电流和一恒定电流分别通过数值相等的电阻 R ，若在交流电一周期内它们所产生的热量相等。则这一直流电流的数值 I 称为交流电的有效值，用大写字母 I 表示。

根据计算，正弦交流电的有效值

$$I = \frac{1}{\sqrt{2}} I_m = 0.707 I_m$$

故正弦交流电流的函数式可写成

$$i = \sqrt{2} I \sin \omega t$$

同样，正弦交流电压和电势的有效值分别为

$$U = \frac{1}{\sqrt{2}} U_m = 0.707 U_m$$

$$E = \frac{1}{\sqrt{2}} E_m = 0.707 E_m$$

式中 I_m 、 U_m 和 E_m 分别是电流、电压和电势的最大值。通常讲交流电的数值，不特别加以说明就是指有效值。测量交流电用的电流表和电压表的读数一般也都是有效值。照明用的交流电压为220V，就是指它的有效值。

最大值或者有效值能表示交流电的大小，是交流电的特征之二。

(四) 相位和相位差

对于交流电常常不仅要计算其量值而且还要考虑其相位或相位差。

前面图1-2~图1-4所示的正弦交流电流的曲线是把坐标取在 t 或 $\omega t = 0$ 时 $i = 0$ 的情况下画出的。如果 t 或 $\omega t = 0$ 时， $i \neq 0$ 的正弦交流电流曲线就应如图1-5所示。这时它们的三角函数表达式应为

$$i_1 = I_{1m} \sin(\omega t + \varphi_1)$$

$$i_2 = I_{2m} \sin(\omega t + \varphi_2)$$

这两个式子与式 $i = I_m \sin \omega t$ 相比，只是在三角函数内多了一个 φ_1 和 φ_2 。

式中 $\omega t + \varphi_1$ 表示正弦函数的角度，它决定着电流 i_1 每一个瞬间所处的状态（大小和方向），称为交流电流 i_1 的相位角或相位。 φ_1 和 φ_2 就是在 $t = 0$ 时的相位，称为初相。

初相表示交流电在 $t = 0$ 时所处的状态，是交流电的特征之三。

两个同频率的正弦交流电的相位之差，称为相位差。如图1-5中的 i_1 和 i_2 的相位差为

$$(\omega t + \varphi_1) - (\omega t + \varphi_2) = \varphi_1 - \varphi_2 = \phi$$

可见两个同频率正弦交流电的相位差等于它们初相之差。这时我们说 i_1 比 i_2 超前（超前） ϕ 角，

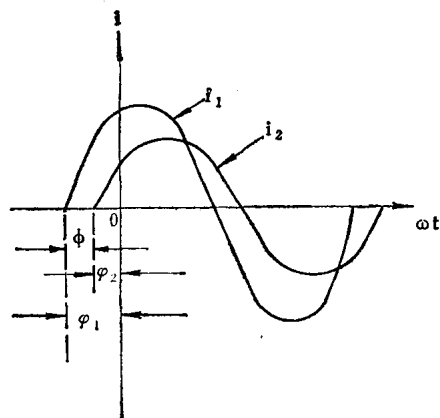


图1-5 正弦交流电的初相和相位差