

初级职业技术教育培训教材

电动机 修理

初级职业技术教育培训教材编审委员会主编



上海科学技术出版社

《电风扇、吸尘器修理》、《打火机、电熨斗修理》、《拖拉机修理》、《水泵修理》、《电动机修理》、《建筑工人基础知识》、《建筑木工》、《抹灰工》、《砖瓦工》、《钢筋工》、《管道工》、《化工基本操作》、《厨师》、《企业职工应用文》等二十三种。

这套教材是本着改革的精神,贯彻落实先培训后就业、先培训后上岗的原则,以部颁初级技术等级标准为依据,并考虑了上岗必须具备的技术基础要求进行编写的。在内容上遵循理论联系实际的原则,力求由浅入深,讲究实用,着眼于打基础。适用于工矿企业和劳动就业培训中心培养具有初中文化程度的技术工人,也适用于乡镇企业工人和军地两用人才的短期培训。

由于组织编写初级职业技术教育培训教材缺乏经验,加上撰写时间仓促,书中难免有错漏之处,敬请使用者提出批评和改进意见。

初级职业技术教育培训教材

编审委员会

1990年7月

内 容 提 要

本书是初级职业技术教育培训教材之一。全书以通俗的语言详细地介绍了异步电动机的结构、工作原理、常见故障产生原因及具体的修理方法。书中介绍了有关的电工基础知识，以此作为电动机修理的入门知识。此外，还介绍了异步电动机的结构、修理工具、仪器及所需材料。本书重点介绍了异步电动机的常见故障及具体修理方法，对电动机修理中碰到的具体参数计算方法也用实例作了详细的介绍。

本书内容丰富、实用性强，可作为广大电动机修理工的入门教材，也可作为各类职业技术学校的培训教材。

初级职业技术教育培训教材编审委员会

主 任 沈锡灿

副主任 姜耀中 徐福生 王荣华 魏延堂 杨基昌

彭连富 范钦荣 李新立 李瑞祥 周 禹

委 员 陈家芳 谢锦莲 龚 刚 贺季海 严 威

徐荣生 围仁才 李彬伟 李 远 李春明

钱华飞 张德烈 施聘贤 韩强忠

本书编写者 许上明

本书审阅者 刘一平

前 言

从根本上说,科技的进步,经济的振兴,乃至整个社会的进步,都取决于劳动者素质的提高和大量合格人才的培养。进一步加强职业技术教育,培养大批合格的技术工人,迅速提高劳动者素质,努力发展生产力,已成为国家经济建设中的当务之急。

为了适应经济建设发展的需要,方便大批初级技术工人的培训,1988年由上海市劳动局、上海市农机局、上海市经委教育处、上海市成人教委办公室、上海市军民共建共育领导小组办公室、上海警备区政治部、海军上海基地政治部和上海科学技术出版社等有关单位和部门组成教材编审委员会,组织编写了第一批教材,计有:《文书工作必读》、《机械工人基础知识》、《车工基础知识》、《钳工基础知识》、《电工基础知识》、《维修电工基础知识》、《电工操作技能》、《电子工人基础知识》、《电镀基础知识》、《油漆施工常识》、《化工基础知识》、《服装裁剪》、《服装缝纫》、《羊毛衫编织》、《电视机修理》、《收录机修理》、《电冰箱修理》、《汽车驾驶》、《汽车维修》、《汽车构造》、《汽车电器》、《柴油机修理》等二十二种。1989年正式出版发行,受到了广大读者的欢迎。随着职业技术教育形势发展的需要,编委会决定继续编写出版第二批初级职业技术培训教材,计有:《自行车装配与维修》、《摩托车维修》、《机械手表修理》、《电子钟表修理》、《照相机结构与维修》、《缝纫机修理》、《针织横机修理》、《静电复印机维修》、《洗衣机修理》、

目 录

第一章 电工基础知识	1
第一节 电路	1
一、电路	1
二、电功和电功率	6
第二节 磁路	7
一、磁路中的几个参数	7
二、磁滞损耗与涡流损耗	9
第三节 电与磁	11
一、电流产生磁场	11
二、磁场对通电导体的作用	13
习题	14
第二章 电动机的结构	16
第一节 电动机的型号	16
一、电动机的型号	16
二、电动机的产品代号(部分)	18
三、机座代号	19
第二节 电动机的典型结构	19
一、直流电动机的典型结构	19
二、交流电动机的典型结构	20
第三节 电动机的几个主要组成部分	21
一、直流电动机	21
二、交流异步电动机	26
第四节 电动机的铭牌	28

习题	30
第三章 电动机修理常用工具和仪器	32
第一节 通用工具	32
一、电笔	32
二、螺钉旋具	32
三、钢丝钳	33
四、尖嘴钳	33
五、剥线钳	33
六、断线钳	33
七、手拉葫芦	33
第二节 专用工具	34
一、刮板	34
二、压线脚	34
三、划板	34
四、拉具	35
五、短路检查器	35
六、绕线机	38
第三节 常用仪器仪表	39
一、万用表	39
二、兆欧表	39
习题	41
第四章 电动机修理所需要的材料	42
第一节 电磁线和安装线	42
一、漆包线和玻璃丝包线	43
二、安装线	44
第二节 绝缘材料	45
一、绝缘漆	45
二、电工用薄膜	51
三、浸渍纤维制品	54

四、云母制品·····	54
五、复合制品·····	57
六、层压制品·····	57
第三节 电动机用电刷和轴承·····	60
一、电动机用电刷·····	60
二、电动机用轴承·····	66
习题·····	66
第五章 电动机绕组的基础知识·····	68
第一节 三相异步电动机的定子绕组·····	68
一、概述·····	68
二、单层绕组·····	70
三、双层绕组·····	79
第二节 正弦绕组·····	83
第三节 绕组系数·····	85
一、分布系数·····	85
二、短距系数·····	86
第四节 直流电动机的电枢绕组·····	88
一、名称与概念·····	88
二、单叠绕组·····	90
三、单波绕组·····	92
习题·····	94
第六章 电动机的故障、产生原因及消除方法·····	95
第一节 正确选用电动机·····	95
第二节 使用与维护·····	95
第三节 交流电动机的常见故障及其处理方法·····	96
第四节 直流电动机的常见故障及其处理方法·····	103
习题·····	107
第七章 电动机结构方面的修理·····	108
第一节 转动部分·····	108

一、转子	108
二、轴承与轴和轴承与轴承室的配合太松	108
三、轴颈和轴承室磨损的修理	109
四、轴伸断裂	110
五、换向器的维护	110
六、轴承的修理	111
第二节 固定部分的修理	112
一、定子机壳维护	112
二、端盖止口的配合太松	112
三、机座、端盖裂缝的修理	112
第三节 其它零部件修理	113
一、电容器的修理	113
二、离心开关的故障判断方法	114
习题	114
第八章 三相异步电动机的重绕	116
第一节 异步电动机定子绕组的拆换准备工作	116
一、记录原始数据	116
二、拆除旧绕组	116
三、准备嵌线时所需要的绝缘材料	117
四、制作绕线模	118
第二节 三相异步电动机的空壳重绕计算及例题	120
一、三相异步电动机的空壳重绕计算	120
二、例题	129
第三节 直流电动机的空壳重绕计算及例题	133
一、直流电动机的电枢绕组重绕计算	133
二、直流电动机激磁绕组计算	135
三、换向极绕组的估算	137
四、例题	137
习题	141

第九章 电动机改压、改频和改极数计算及例题	142
第一节 改变电动机电压的计算及例题	142
一、改变三相交流异步电动机电压的计算及例题	142
二、直流电动机的改压重绕计算	148
第二节 改变极对数的计算及例题	150
一、定、转子槽数配合	150
二、新绕组线圈节距	150
三、每槽导体数	151
四、改极后的新导线直径	153
五、改极后的电动机功率	153
六、例题	154
第三节 绕组导线替代换算	155
一、改变线圈导线的并联根数	155
二、改变绕组的并联支路数	156
三、改变绕组的接线方式	157
习题	158
第十章 电动机的浸漆与烘干	159
第一节 绕组绝缘处理的目的	159
一、提高绕组的耐潮性	159
二、延缓老化速度、提高导热性和散热效果	159
三、提高机械性能	159
四、提高化学稳定性	160
五、保护绕组端部	160
第二节 电动机浸漆用的绝缘漆	160
第三节 电动机浸漆与烘干处理	161
一、浸漆与烘干工序	161
二、预烘	162
三、浸漆	162
习题	166

第十一章 电动机修理试验	167
第一节 检验项目及测量线路	167
一、检验项目	167
二、修理电动机的试验项目	169
三、试验的接线图	178
第二节 几个参数的测量方法	179
一、转速测量	179
二、转矩测量	183
习题	187
附录	188
附表1 铜电磁线规格表	188
附表2 漆包电磁线绝缘层厚度参考表	190

第一章 电工基础知识

第一节 电 路

一、电路

所谓电路就是电流通过之路。可想而知，电路应该有电源和负载，以及必要的电线将电源和负载联接起来，如图1-1所表示的就是一个很简单的电路。当开关接通时，电灯就亮，这时就有电流在回路中流动。如果用电工符号来表示图1-1时，则表示为图1-2。从图1-2中可以看到，电流从电源的正极发出，沿着导线经过负载和开关，回到电源的负极。当然，负载可以灯泡，也可以是其它，也即可以是电阻负载，也可以是电容或电感负载。而电源可以是电池，也可以是发电机，可以是直流电源，也可以是交流电源。

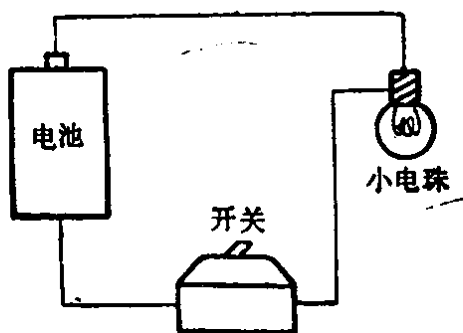


图 1-1 电池,小电珠和开关联接组成的电路

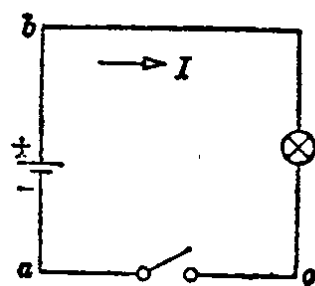


图 1-2 用电工图形符号表示的电路

1. 电阻和电容的串联与并联

在实际的电路中,有可能象图 1-2 中只有一个电灯(也即是一个电阻),也有可能是许多电阻的串联,也可能是许多电阻并联,也可能是串、并联都有。如图 1-3 电路中有三个电阻串联,这时电路的总电阻 R 为

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

而对于并联的电路,如图 1-4 就是由三个电阻并联,这时总电阻为

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

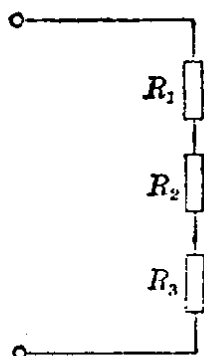


图 1-3 电阻的串联

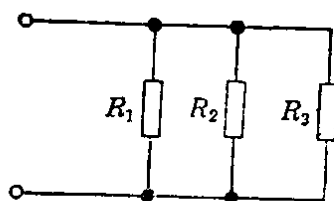


图 1-4 电阻的并联

对于电容器则也有串联和并联,如图 1-5 是表示 3 个电容器串联的支路,等值电容为

$$C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}}$$

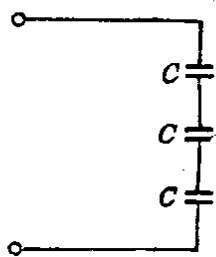


图 1-5 电容器的串联

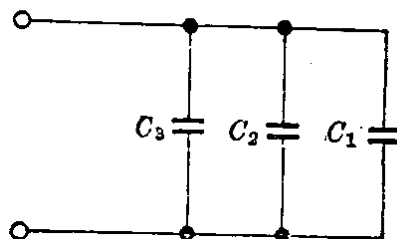


图 1-6 电容器的并联

而对于并联的支路,如图 1-6 表示 3 个电容并联的情况,这时总的等值电容为

$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

从上面的例子可以看到,电阻的串联是串得越多,电阻越大;而并联时,则并得越多电阻越小。而电容器则和电阻的情况正好相反:电容器串联时,电容器容量变小;而并联时,电容器的容量变大。

2. 电阻和电容器串联的交流电路

将电阻与电容器串联之后,接上正弦交流电,如图 1-7 所示,并将电阻和电容器上的压降分别定为 $\dot{U}_R$ 和 $\dot{U}_C$, 这时按电压平衡的原理,则:

$$\dot{U} = \dot{U}_R + \dot{U}_C$$

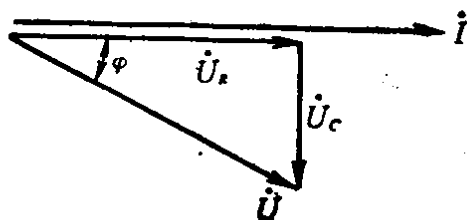
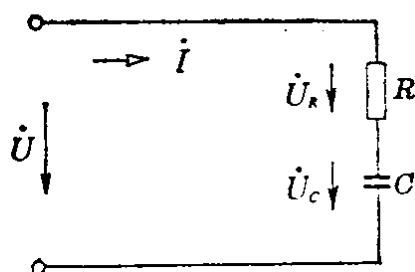


图 1-7 电阻和电容器串联电路

图 1-8 电阻和电容器串联电路相量图

根据上式可以画出电压的相量图,如图 1-8 所示,构成一个电压三角形,电阻电压分量 $\dot{U}_R$ 和电压相量 $\dot{U}$ 的交角为 φ ,从图 1-8 中可以看到:

$$U^2 = U_R^2 + U_C^2$$

相量模: $U = \sqrt{U_R^2 + U_C^2}$

而 $U_R = IR$, $U_C = IX_C$, $X_C = \frac{1}{\omega C}$ 代入上式则有:

$$U = \sqrt{(IR)^2 + (IX_c)^2} = I\sqrt{R^2 + X_c^2}$$

$$= I\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} = IZ$$

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

Z 称为这个电路中的阻抗, 而

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\frac{1}{\omega C}}{R}$$

φ 角也就是这个电路中电流和电压的夹角, 而且可以看到, 存在电容器的电路中, 电流相量超前于电压, 也即是电压相量落后于电流相量一个 φ 角。

3. 电阻和电感串联的交流电路

将电阻和电感串联之后, 接上正弦交流电, 如图 1-9 所示, 并将电阻和电感上的压降分别记为 $\dot{U}_R$ 和 $\dot{U}_L$, 这时按电压平衡的原理, 则

$$\dot{U} = \dot{U}_R + \dot{U}_L$$

根据上式可以画出电压的相量图, 如图 1-10 所示, 构成一个电压三角形, 电阻电压分量 $\dot{U}_R$ 和电压 $\dot{U}$ 的交角为 φ 。从图

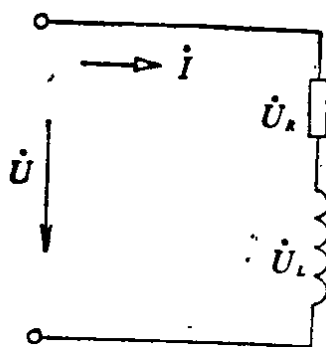


图 1-9 电阻和电感串联电路

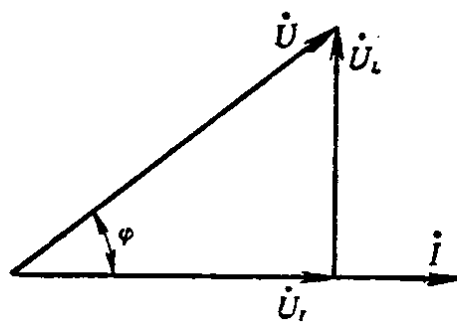


图 1-10 电阻和电感串联相量图

1-10 中可以看到:

$$U^2 = U_R^2 + U_L^2$$

也即:

$$U = \sqrt{U_R^2 + U_L^2}$$

而: $U_R = IR, U_L = I\omega L$, 代入上式则有:

$$U = \sqrt{(IR)^2 + (I\omega L)^2} = I\sqrt{R^2 + (\omega L)^2} = I \cdot Z$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$$

Z 称为这个电路的阻抗, 而

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\omega L}{R}$$

φ 角就是这个电路中电流和电压的夹角, 而且可以看到, 在电路中含有电感时则电流 I 落后于电压 U 一个 φ 角, 也即是电压 $\dot{U}$ 超前于 $\dot{I}$ 一个 φ 角。这正好与电阻和电容器串联时的情况相反。

4. 电阻、电容器和电感串联的交流电路

将电阻、电容器和电感串联, 并接上正弦交流电源, 如图 1-11 所示, 并将电阻、电容器和电感上的电压降分别记作 U_R 、 $\dot{U}_C$ 和 $\dot{U}_L$ 。这时, 则有:

$$\dot{U} = \dot{U}_R + \dot{U}_C + \dot{U}_L$$

根据上式可画出电压相量图, 如图 1-12 所示。从图 1-12 中

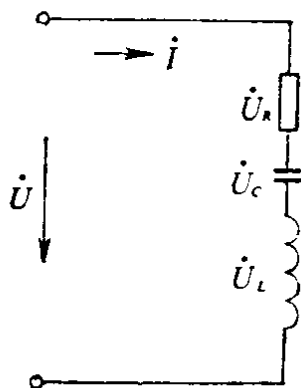


图 1-11 电阻、电容器和电感的串联电路

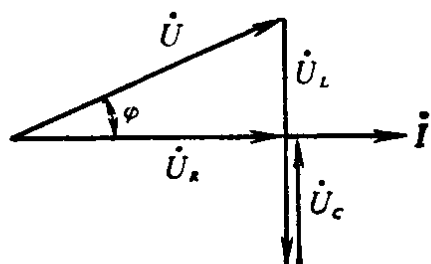


图 1-12 电阻、电容器和电感串联相量图

可以得到下列公式:

$$U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2$$

也即:

$$U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$$

而: $U_R = IR$, $U_L = I\omega L$, $U_C = \frac{I}{\omega C}$ 代入上式则有

$$U = \sqrt{(IR)^2 + \left(I\omega L - \frac{I}{\omega C}\right)^2} = I\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

$$= IZ$$

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

Z 称为这个电路的阻抗, 而

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$$

在这里要讨论三种情况:

① 当 $\omega L - \frac{1}{\omega C} = 0$ 时, 则这个电路呈电阻性, 即电流与电压同相。

② 当 $\omega L - \frac{1}{\omega C} < 0$, 则这个电路呈电容性, 即电压 $\dot{U}$ 落后电流 $\dot{I}$ 一个 φ 角。

③ 当 $\omega L - \frac{1}{\omega C} > 0$, 则这个电路呈电感性, 即电压 $\dot{U}$ 超前于电流 $\dot{I}$ 一个 φ 角。

二、电功和电功率

当电路接通以后, 电流就在电路中流动, 因此可以使电灯发光, 电炉发热, 电动机转动起来。这种现象说明电流做了功, 称为电功, 用字母 W 来表示。电功的大小与电路中的电压 U 和电流 I 以及通电的时间 t 有关, 可用下式来表示: