

家用电器维修丛书

洗衣机结构原理 详解及电路选编

周德林 主编



人民邮电出版社

家用电器维修丛书

洗衣机结构原理详解及电路选编

周德林 主编

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书在介绍与洗衣机有关的基本电工知识的基础上,详细讲解了普通型和半自动型洗衣机、电动控制和电脑控制全自动波轮洗衣机(含模糊控制洗衣机)、电动控制滚筒式全自动洗衣机的识图方法和电路结构,讲解了有关电气部件的结构原理和常见故障检查方法。书中还收集百余种国产与进口有代表性的洗衣机电气原理图。

本书力求通俗易懂、内容丰富实用,适合具有初中以上文化水平的家电维修人员、洗衣机研制人员及家电爱好者阅读,也很适合作为有关培训班的辅助教材。

家用电器维修丛书

洗衣机结构原理详解及电路选编

Xiyiji jiegou yuanli xiangjie ji Dianlu Xuanbian

周德林 主编

责任编辑 刘文铎

*

人民邮电出版社出版发行

北京朝阳门内南竹杆胡同 111 号

中国铁道出版社印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

*

开本:787×1092 1/16 1996年4月第一版

印张:20.25 1996年4月 北京第1次印刷

字数:496 千字 印数:1—11 000 册

ISBN 7-115-05965-9/TN·1011

定价:23.00 元

《家用电器维修丛书》编辑委员会

主任委员：陈芳烈

副主任委员：董 增 汤全禄 荫寿琪

委 员：（以姓名笔画为序）

王贯一 王昌辉 刘文铎 孙立强 孙景琪

吕晓春 李福祥 张 军 吴士圻 吴玉琨

吴建忠 赵连凯 韩景福

丛 书 前 言

随着我国科学技术的迅速发展和人民生活水平的不断提高,近年来各种家用电器(包括电子和电气设备)已经大量地进入了千家万户。由于这些家电产品门类繁多、型号各异,各地的家电维修部门和广大专业、业余维修人员在维修工作中,迫切感到需要及时了解各种产品的工作原理、内部结构、元器件规格型号、技术标准和正确的维修方法。为此人民邮电出版社特约请有关科研、生产、维修部门的专家,编写了这套《家用电器维修丛书》。

这套丛书以家用电器的生产、维修技术人员和广大电子爱好者为主要读者对象,重点介绍各种家用电器的原理、使用和维修方法及有关技术资料。为了便于读者阅读,在编写时,按每种家用电器类别(如收音机、录音机、组合音响、电视机、录像机、洗衣机、空调器、电冰箱、电风扇、各种电热器具和家庭办公设备等)独立成册。书中既阐述有关基础知识,又介绍很多宝贵的实践经验;在编写中力求深入浅出、图文并茂,突出知识性、科学性、实用性、资料性和可靠性。

我们希望广大家电维修人员和业余电子爱好者对这套丛书提出宝贵的意见和建议。

《家用电器维修丛书》编辑委员会

一九九一年九月

前 言

洗衣机是由电气控制系统和机械系统等构成的,电气控制系统是维修工作的重点部位。如果您想学会修理、检测各种型号的洗衣机,必须熟悉洗衣机电气控制系统的动作原理,熟悉各零部件的结构和工作原理。

洗衣机电气电路中有强电部分,也有弱电部分,尤其是控制系统比较复杂,所以初学修理洗衣机的人,要想看懂洗衣机电路图,看懂各部件和各控制件之间的动作关系,也不是一件容易的事情。

本书在介绍与洗衣机有关的基本电工知识的基础上,由浅入深、系统而全面地介绍了国产普通型、半自动型、电动控制和电脑控制全自动型波轮洗衣机和电动控制滚筒式全自动洗衣机的电路结构、识图方法和电路检查方法,详细介绍了各电气部件的结构、工作原理、常见故障及检查方法。书中还汇编有百余种进口及国产有代表性的洗衣机电气原理图,可供维修人员参考。

本书力求通俗易懂、内容丰富实用,适合具有初中以上文化水平的读者阅读;本书内容力求深入浅出,尽量将洗衣机电路中的有关难点讲解透彻,适合读者自学;本书中收集的洗衣机电气电路图力求系统、全面、新颖,其中有些电路是目前一些书刊中还未发表过的。该书适合家电维修人员、家电爱好者及洗衣机研制人员阅读,也很适合作为有关家电维修班的辅助教材。

本书在编写过程中得到了辽宁营口洗衣机总厂领导及研究所的支持,得到了鲍其昌高级工程师的多次指教,在此表示感谢!

由于作者水平有限,书中难免有错误和不当之处,诚请广大读者批评指正。

编写人员:

周德林	姚福莲	郑 奇	金光跃	迟艳敏	牛玉凤	荆立维
周兴民	矫成东	周晓慧	张秀梅			

作 者

目 录

第一章 洗衣机电路电工基础.....	1
第一节 电的基本知识.....	1
一、电的产生和电流.....	1
二、静电、直流电和交流电.....	1
三、电场和电场强度.....	2
四、电流、电压和电阻.....	2
五、导体、绝缘体和影响电阻的因素.....	3
六、绝缘电阻与测量温度的对应关系.....	5
第二节 电路的基本知识.....	6
一、电路的组成和作用.....	6
二、欧姆定律.....	7
三、电路的串联与并联.....	7
四、电功、电功率、额定功率、焦耳定律和效率.....	8
第三节 磁场、磁路和铁磁材料	10
一、永久磁铁的磁场	10
二、通电导体的磁场	11
三、磁场的几个物理量	11
四、磁路及磁路欧姆定律	12
五、铁磁材料	13
第四节 磁场中的通电导体和电磁感应	14
一、磁场中的通电导体	14
二、电磁感应	14
第五节 家用单相交流电源	15
第六节 单相交流电的基本知识	17
一、单相交流电的产生	17
二、交流电三要素	18
三、交流电的有效值	19
第七节 纯电阻电路	19
第八节 纯电感电路	21
第九节 纯电容电路	22
第十节 电阻、电感串联电路	23
第十一节 电阻、电感和电容串联电路	24
第十二节 常用电工测量仪表	25
一、电流表和电压表	26

二、万用表	27
三、兆欧表	34
第二章 洗衣机电路的通用电气件	38
第一节 导线和接点	38
一、导线的构造和规格	38
二、洗衣机对内部布线的要求	39
三、导线连接的方式和对接点的要求	40
第二节 熔断器	41
一、洗衣机熔断器的结构和性能	41
二、保险丝规格的选择	42
三、保险丝管的检查	43
第三节 电源线	43
一、电源线结构和性能要求	44
二、电源线在洗衣机上的装配要求	44
三、电源线的检查	44
第四节 接地线和单相三极插头电源线	45
一、接地线的结构和装配要求	45
二、接地线的工作原理	45
三、单相三极插头电源线	48
第五节 开关	48
一、开关的一般结构	49
二、对开关的性能要求	49
三、对开关的检查	49
第六节 电源指示灯和蜂鸣器	50
一、电源指示灯	50
二、蜂鸣器	51
第七节 电容器	52
一、概述	52
二、电容器在电机运转中的作用	52
三、洗衣机电容器的主要性能指标	53
四、洗衣机电容器的构造	54
五、电容器在洗衣机上的装配要求	54
六、电容器故障检查	55
第八节 电机	57
一、电机的工作原理	57
二、洗衣机电机的结构	59
三、对洗衣机电机的性能要求	61
四、电机在洗衣机上的装配	64
五、电机的故障检查	65
六、电机绕组的构造	67

第九节 排水泵	71
第十节 洗衣机电路识图和电路检查概述	72
一、电路识图概述	72
二、电路检查概述	73
第三章 普通型双桶洗衣机电路	75
第一节 概述	75
第二节 电路识图	76
一、发条定时器的洗衣机电路	76
二、电动定时器的洗衣机电路	79
三、普通型电脑双桶洗衣机电路	82
第三节 电气部件的结构	86
一、发条定时器	86
二、电动定时器	93
三、选择开关	101
四、安全开关	104
五、新型双轴电动定时器的结构和电路	105
第四节 普通型双桶洗衣机电路选编	108
一、具有单向洗和标准洗的小波轮洗衣机电气原理图	108
二、具有三种水流的小波轮洗衣机电气原理图	108
三、具有三种指示灯的洗衣机电路图	108
四、五羊牌 XPB20-10S 型洗衣机电气原理图	110
五、申花牌 XPB25-7S 型新水流洗衣机电气原理图	110
六、春蕾牌 XPB20-4S 型洗衣机电气原理图	110
七、双雀牌 XPB20-S1 型洗衣机电气原理图	111
八、荣事达 XPB50-18S 型洗衣机电气原理图	111
九、琴岛-夏普牌 XPB33-1S 型双桶洗衣机电气原理图	112
十、水仙牌 XPB25-10S、-101S 等型洗衣机电气原理图	112
十一、威力牌 XPB20-2S 型洗衣机电气原理图	113
十二、触点轮流工作的洗涤电路	113
十三、一种可自动进水的洗涤电路	113
十四、在普通结构双桶洗衣机上实现自动化的电路	114
十五、采用双轴电动定时器的友谊牌 XPB30-1S 型等洗衣机的电气原理图	114
十六、神力牌 XPB45-18 型洗衣机电气原理图	116
十七、天洋牌 XPB33-335S 型新水流喷淋式双桶洗衣机电气原理图	116
十八、白兰牌 XPB25-6S 型洗衣机电气原理图	116
十九、松源牌 XPB20-5S 型洗衣机电气原理图	117
二十、白菊牌 XPB20-2S 型喷淋双桶洗衣机电气原理图	117
二十一、长风牌 XPB20-5S 型喷淋双桶洗衣机电气原理图	117
二十二、白菊牌 XPB20-4S 型洗衣机电气原理图	117
二十三、双鸥牌 XPB20-1S 型洗衣机电气原理图	118

二十四、最简单的上排水双桶洗衣机电路·····	118
二十五、申花牌XPB20—5S型普通多功能洗衣机电气原理图·····	120
二十六、水仙牌XPB25—801S型上排水洗衣机电气原理图·····	120
二十七、上海牌XPB20—17S型上排水洗衣机电气原理图·····	121
二十八、一种常见的上排水洗衣机电气原理图·····	121
二十九、申花牌XPB30—12S普通多功能新水流双桶洗衣机电气原理图·····	122
三十、一种具有自动排水功能的双桶洗衣机电路·····	123
三十一、金鱼牌XPB30—10S型洗衣机电气原理图·····	123
三十二、日立KWT—630LX型普通型洗衣机电气原理图·····	123
第五节 半自动洗衣机电路选编 ·····	123
一、电动控制洗涤半自动双桶洗衣机通用电路图·····	126
二、五羊牌XBB20—9S型半自动双桶洗衣机电气原理图·····	126
三、威格玛牌XBB20—9SA型洗衣机电气原理图·····	128
四、金羚牌XBB20—3型单桶半自动洗衣机电气原理图·····	129
五、金鱼牌XBB20—7S型洗衣机电路图·····	129
六、白兰牌XBB20—3S型脱水半自动双桶洗衣机电气原理图·····	129
七、白兰牌XBB30—5S型脱水半自动双桶洗衣机电气原理图·····	130
八、白菊牌XBB20—3S型脱水半自动双桶洗衣机电气原理图·····	131
九、水仙牌XBB30—22S型脱水半自动双桶洗衣机电气原理图·····	132
十、小天鹅牌XBB20—2型洗衣机电气原理图·····	133
十一、小天鹅牌XBB20—3型洗衣机操作板和电气原理图·····	133
十二、小天鹅牌XBB20—5型洗衣机操作板和电气原理图·····	133
十三、电脑双桶半自动洗衣机电路图·····	134
十四、凤凰牌XBB20—3型洗衣机电路图·····	135
第四章 电动控制全自动洗衣机电路 ·····	136
第一节 电路识图 ·····	136
一、三乐牌XQB25—3型洗衣机电气原理图识图·····	136
二、五羊牌XQB30—12型洗衣机电气原理图识图·····	142
三、东芝AW—8310B型洗衣机电气原理图识图·····	144
四、电路构成的几点规律·····	147
第二节 电路故障检查 ·····	149
第三节 电气部件的结构 ·····	150
一、电动程控器·····	150
二、进水阀·····	155
三、水位开关·····	157
四、交流排水电磁铁·····	160
五、安全开关·····	162
第四节 电动控制的全自动洗衣机电路图选编 ·····	163
一、电动控制全自动洗衣机通用电路图·····	163
二、松下NA—8810、乐华WX—8900型洗衣机电气原理图·····	164

三、常见的一种小波轮全自动洗衣机电气原理图	165
四、一种小波轮全自动洗衣机电气原理图	166
五、小天鹅牌 XQB20—6 型洗衣机电气原理图	166
六、小天鹅牌 XQB30—7 型、威力牌 XQB30—1 型洗衣机电气原理图	167
七、小天鹅牌 XQB30—91 型洗衣机电气原理图	168
八、金羚牌 XQB30—1 型洗衣机电气原理图	168
九、金羚牌 XQB30—3 型洗衣机电气原理图	169
十、金羚牌 XQB30—5 型洗衣机电气原理图	170
十一、金羚牌 XQB30—11 超静型洗衣机电气原理图	170
十二、双鸥牌 XQB30—2 型洗衣机电气原理图	171
十三、水仙牌 XQB30—21 型洗衣机电气原理图	172
十四、琴夏牌全自动洗衣机电气原理图	173
十五、三乐牌 XQB25—7 型洗衣机电气原理图	173
十六、五羊牌 XQB25—11 型 (高宝 KWA—306 型) 洗衣机电气原理图	174
十七、东芝全自动洗衣机的一种电路图	175
十八、双鸥牌 XQB30—1 型、日立 T—908 型棒式全自动洗衣机电气原理图	175
十九、三乐牌 XQB25—2 (无蜂鸣器)、新乐 XQB40—1Q、金羚 XQB30—6、 水仙 XQB30—111、日立 PAF—615 型洗衣机电气原理图	176
二十、日立 T—910CH 型洗衣机电气原理图	177
二十一、日立 PAF—610、910、710 (无漂洗选择) 型洗衣机电气原理图	177
二十二、凯歌牌 XQB30—1 型洗衣机电气原理图	178
二十三、棒式全自动洗衣机的一种电气原理图	178
二十四、三乐牌 XQB25—5、双马牌 XQB35—1 型 (无指示灯) 全自动洗衣机电气原理图	178
二十五、无程序选择开关的一种全自动洗衣机电气原理图	180
二十六、应用直流电磁铁和强中弱水流的全自动洗衣机电气原理图	181
二十七、凤凰牌 XQB30—1 型洗衣机电气原理图	181
二十八、凤凰牌 XQB30—23 型洗衣机电气原理图	181
二十九、威力牌 XQB30—2 型洗衣机电气原理图	183
三十、琴夏牌 XQB38—92 型洗衣机电气原理图	183
三十一、万宝、威格玛牌 XQB30—12 (308)、XQB30—19 型洗衣机 电气原理图	184

第五章 电脑全自动洗衣机电路

第一节 电脑程控器程序控制原理和洗衣机的工作电路	185
一、电脑程控器程序控制原理	185
二、电脑全自动洗衣机的工作电路	186
第二节 电脑全自动洗衣机的电气部件	189
一、电源开关	190
二、安全开关	193
三、直流电磁铁	194

第三节 电脑全自动洗衣机的电路检查	195
一、主要部件在各工序中的正常动作状态	196
二、电路检查的共性部分	197
三、电路检查的步骤和方法	197
四、对电脑程控器的检查	197
第四节 电脑程控器上的几种元器件结构和测试	200
一、数码管的结构	201
二、可控硅	201
三、两种敏感电阻器	205
四、振荡器和压电蜂鸣器	206
五、单片机 IC	209
六、继电器	210
七、按钮开关	211
第五节 电脑全自动洗衣机电路识图	212
一、直流电源电路	213
二、时基电路 (同步检测电路)	216
三、复位电路	217
四、蜂鸣电路	217
五、按键输入电路	218
六、显示电路	218
七、负载驱动电路 (强电控制电路)	220
八、安全开关和水位开关输入电路	223
九、自动保护电路	224
十、洗衣机控制系统的功能和加电后的微操作	227
第六节 电脑程控器的故障检查	228
一、负载驱动电路故障	229
二、加不上电的故障 (直流电源电路等的故障)	229
三、按钮失灵故障	230
四、指示灯不亮故障	231
五、单片机 IC 故障	231
六、虚焊故障	232
七、电气工作部件运转不正常和运转程序不正常故障的检查	233
八、电路板上铜皮故障	233
九、电脑洗衣机电路检查注意事项	233
第七节 模糊控制全自动洗衣机的电路	235
一、模糊控制理论简介	235
二、模糊控制全自动洗衣机的传感器	235
三、模糊控制全自动洗衣机电路	240
第八节 电脑全自动洗衣机电路选编	245
一、小天鹅牌 XQB30—8 型洗衣机电气原理图 (一)	245

二、小天鹅牌 XQB30—8 型洗衣机电气原理图 (二)	245
三、松下 NA—710 型全自动洗衣机电气原理图	245
四、松下 NA—F311J 型全自动洗衣机电气原理图	245
五、松下 NA—F362 型全自动洗衣机电气原理图	245
六、友谊牌 XQB36—1 型洗衣机电气原理图 (一)	245
七、友谊牌 XQB36—1 型洗衣机电气原理图 (二)	245
八、友谊牌 XQB36—3 型洗衣机电气原理图	245
九、友谊牌 XQB38—8 型洗衣机电气原理图	256
十、威力牌 XQB30—1 型洗衣机电气原理图	256
十一、水仙牌 XQB30—11 型洗衣机电气原理图	256
十二、水仙牌 XQB30—11S 型洗衣机电气原理图	256
十三、水仙牌 XQB30—23 (XQB30—2301) 型洗衣机电气原理图	256
十四、申花牌 XQB30—3T 型洗衣机电气原理图	256
十五、申花牌 XQB30—5T 型全自动洗衣机电气原理图	256
十六、上海牌 XQB30—43 型洗衣机电气原理图	256
十七、金鱼牌 XQB30—21 型洗衣机电气原理图	256
十八、三乐牌 XQB30—19 型洗衣机电气原理图	256
十九、海棠牌 XQB42—1 型洗衣机电气原理图	267
二十、金羚牌 XQB30—6、XQB30—9、XQB30—10、XQB30—12 型洗衣机 接线图	268
二十一、新乐牌 XQB30—20 型、XQB40—1 型洗衣机接线图	269
第六章 滚筒式全自动洗衣机电路	270
第一节 滚筒式洗衣机电气部件的结构	270
一、双速电机	270
二、程控器	273
三、水位开关	274
四、温控器	275
五、门开关	276
六、进水阀	276
七、加热器	276
八、滤噪器	277
第二节 小鸭 TEMA831A 型全自动滚筒式洗衣机电路	278
一、预给水和给水电路	278
二、标准洗电路	279
三、轻柔洗电路	280
四、标准洗漂洗强注水电路	282
五、排水和脱水电路	282
第三节 小鸭 TEMA831 型全自动滚筒式洗衣机电路	284
一、预进水和进水电路	284
二、洗涤液加热时 (温度没有达到 40℃) 的电路	285

三、洗涤液温度为 40~60℃时的标准洗电路	286
四、洗涤液温度为 40~60℃时的轻柔洗电路	287
五、洗涤液温度达到或超过 60℃时的标准洗电路	287
六、漂洗过程中的强注水电路	288
七、排水和脱水时的电路	288
八、使用节能按钮时的电路	289
第四节 冷热洗两用滚筒式全自动洗衣机电路	289
一、供电电路	290
二、进水电路	290
三、强制进水电路	290
四、洗涤电路 (包括加热洗涤)	291
五、排水电路	291
六、脱水电路	291
第五节 小鸭 TEMA832 型滚筒式全自动洗衣机电路	292
一、正常水量不加热洗涤	292
二、正常水量加热洗涤	293
三、少水量不加热洗涤	294
四、少水量加热洗涤	294
第六节 小鸭牌 XQG50-5 型滚筒式全自动洗衣机电路	294
一、进水电路	295
二、洗涤电路 (包括加热电路)	295
三、排水电路	297
四、脱水电路	297
第七节 滚筒式全自动洗衣机的电路检查	297
一、电路构成规律	297
二、电路插线编号表及逻辑图的使用	298
附录	
附录一: TEMA832、TEMA833、TEMA834 滚筒式 全自动洗衣机插线表 (方程控器)	304
附录二: TEMA832 滚筒式全自动洗衣机插线表 (扁程控器)	305
附录三: XQG50-5 型滚筒式全自动洗衣机插线表 (扁程控器)	307

第一章 洗衣机电路电工基础

洗衣机的全称是家用电动洗衣机，它是以电为动力，以电气控制部件（定时器、程控器和各种开关）通过电路控制电气工作部件（电动机、排水电磁铁、电磁进水阀、蜂鸣器等）的输出，将电能转换为机械能实现洗衣目的。为了掌握洗衣机的工作原理，看懂各种洗衣机的电路图和结构图，必须先了解一些电工基础知识。

本章仅介绍与洗衣机电路有关的必备电工基础知识，以及在进行电路检测时常用电工仪表的工作原理和使用方法。只有掌握了这些基础知识，才能了解洗衣机各种电路和各种电气部件的工作原理，从理论上掌握各种电气件的结构、性能和检测方法，才能提高对洗衣机电路的识图能力和故障检修能力。

第一节 电的基本知识

一、电的产生和电流

从物理学中知道，自然界中的一切物质都是由分子组成的，分子又是由原子组成的，每个原子由一个带正电荷的原子核与一定数量的带负电荷的电子等组成。原子核固定不动，电子分层围绕着原子核高速旋转。正电荷和负电荷有同性相斥、异性相吸的作用。在正常情况下，原子核所带的正电荷与电子所带的负电荷相平衡，所以原子对外部来说不带电，整个物体对外部也就不带电。原子核对电子的吸引力与距离的平方成反比。因此，原子核对最外层电子的吸引力最弱，最外层电子很易摆脱原子核的束缚而成为自由电子。自由电子在外力的作用下，由不规则的运动变为定向运动，从一个物体跑到另一个物体上。这样，物体上所带的正、负电荷就不平衡了，物体就带电了，失去电子的物体带正电，得到电子的物体带负电。

自由电子的定向运动就形成了电流。

带电体所带电荷的多少叫电量，电量是以电子数目表示的。电量的单位是库仑。

$$1 \text{ 库仑 (C)} = 6.24 \times 10^{23} \text{ 个电子电量}$$

应注意的是，电子总是由电子多的物体（负极）流向电子少的物体（正极），而电流规定的方向与电子流动的方向正好相反，是由正极流向负极。

二、静电、直流电和交流电

静电是一种静止不动的电。当电荷积聚在某个物体上时，这种电荷就叫静电。洗衣机的三角皮带与电机上铝制皮带轮运转时因滑动摩擦就会使两种物体带上不同性质的静电。

直流电是指电流方向一定而大小不变的电流，如图 1-1-1 (a) 所示。使用电池产生的电流

就是直流电。

交流电是指电流方向和大小都在不断改变的电流，如图 1-1-1 (b) 所示。洗衣机上所用的电就是交流电。根据规定，在电路中直流电常用符号 “—” 表示，交流电用符号 “~” 表示。

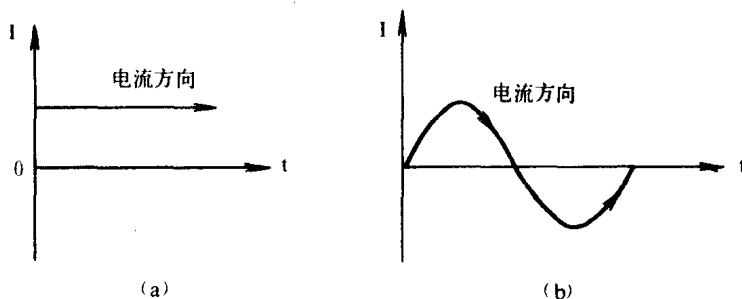
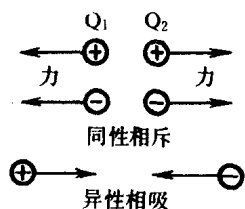


图 1-1-1 电流

三、电场和电场强度

当带有正、负电荷的两个导体相互接近时，它们之间有一种作用力，即同性带电体互相排斥，异性带电体互相吸引，如图 1-1-2 所示。作用力的大小与导体带电量及相互距离有关。导体带电量越多，距离越近，作用力越大。



这种现象说明，两个带电体虽然没有直接接触，可是在它们相互间却存在着一种力的作用。这种力是通过带电体周围的特殊物质起作用的，这种物质称做电场。电荷和它周围的电场是一个统一体，有电荷存在，它的周围就有电场存在。电场具有两种特性：

- ①任何带电体位于电场中都要受到电场的作用力；
- ②任何带电体在电场中受电场力移动时，电场要作功，说明电场具有能量。电荷在电场中某一点所受的力与它所具有电量的比值叫做该点的电场强度，简称场强。

图 1-1-2 带电体的相互作用

四、电流、电压和电阻

电流的大小叫电流强度，电流强度在数值上等于一秒钟 (1s) 内通过导线横截面的电量多少。电流强度简称电流，电流用符号 I 表示。一般表示电流强度的单位是安培，简称安，用符号 A 表示。1A 的电流就是 1 秒钟内通过导线横截面的电量是 1 库仑。在实际应用中，微小的电流常以毫安 (mA) 或微安 (μA) 来表示。

$$1A = 1000mA$$

$$1mA = 1000\mu A$$

在电路中，必须有电位差电流才能够从高电位点流向低电位点。电路中的电源起升高电位的作用。任何两点之间的电位差称为这两点的电压，电压用符号 U 来表示。

电压依参考点的不同可以有正、负之分。如某电路 A、B 两点的电压为 2V，A 为高电位点，B 为低电位点。若以 B 为参考点，测量 A 相对于 B 的电压为 2V，记作 $U_{AB} = 2V$ ；反之，

若以 A 为参考点, 测量 B 相对于 A 的电压为 $U_{BA} = -2V$ 。通常电压符号右下脚标最右边的字母规定为参考点, 与它相邻的左边字母为测量点。电压值为正, 说明测量点的电位比参考点电位高。若电压符号右下脚只标有一个字母, 则其参考点是电路中的地 (常以符号 “⊥” 表示) 为参考点。

在洗衣机电脑程控器中, 以 “⊥” 符号表示测量参考点。在一个电路中可能有多个 “⊥” 符号, 在印制电路板上, 标有这些符号的有关部位都以铜箔连接起来而成为整个电路电流的汇合点和测量电路中各元器件工作电压的公共参考点 (即设该点的电位为零), 该点是电路检查时必用的测量点。一般来说, 电路中不同点的电压都是以公共参考点为零而测得的, 因此电压高低也就表示电位的高低。

电压的单位是伏特, 简称伏, 用符号 V 表示。电压高低还可用千伏 (kV) 和毫伏 (mV) 表示:

$$1kV = 1000V$$

$$1V = 1000mV$$

自由电子在导体内作定向运动时, 会与导体的其它原子核和电子发生碰撞, 因此电流在导体中流动时要受到一定的阻力。有的导体对电流的阻力大, 我们说该导体导电能力差; 有的导体对电流阻力小, 我们说该导体导电能力良好。导体对电流的这种阻力就叫电阻。电阻用符号 R 表示, 表示电阻大小的单位是欧姆, 简称欧, 用符号 Ω 来表示。大的电阻值可用千欧 (k Ω) 或兆欧 (M Ω) 来表示, 小的电阻值可用毫欧 (m Ω) 来表示:

$$1k\Omega = 1000\Omega$$

$$1M\Omega = 1000000\Omega = 10^6\Omega$$

$$1\Omega = 1000m\Omega$$

五、导体、绝缘体和影响电阻的因素

当电流通过各种物体时, 不同的物体对电流的通过有着不同的阻止能力。有的物体可使电流顺利地通过, 也有的物体不让其通过, 或者在一定的阻力下让它通过。这种不同物体通过电流的能力, 叫做这种物体的导电性能。各种物体均有不同的导电性能。凡是导电性能好的物体叫做导体。如银、铜、铝、铅、锡、铁、水银、碳和电解液都是良导体; 人体、大地、石墨、碱和盐溶液都是导体。导电能力很差、电流几乎不能通过的物体叫做绝缘体, 如云母、橡胶、塑料、石棉、玻璃、电木、纸、绝缘漆等都是绝缘体。

导体电阻的大小, 主要由导体的材料、导体的尺寸和导体的温度来决定。

相同尺寸、不同材料的导体电阻大小可能有很大的差别。为了确定各种材料电阻的大小, 取横截面积为 $1mm^2$ 、长 $1m$ 的导体在温度 $20^\circ C$ 时的电阻值为比较基准, 该电阻值叫电阻系数, 以字母 ρ 来表示, 其单位是 $\Omega \cdot mm^2/m$ 。材料的电阻系数越小, 该材料导电性能越好。实验证明, 在温度 $20^\circ C$ 时, 导体的电阻与导体截面积成反比, 与导体长度成正比, 再考虑到材料的电阻系数, 可用下式计算:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

式中 R —导体的电阻 (Ω),

ρ —导体的电阻系数 ($\Omega \cdot mm^2/m$),