

DIANDONG ZIXINGCHE GUZHANG WEIXIU
JINGHUA XILIE CONGSHU

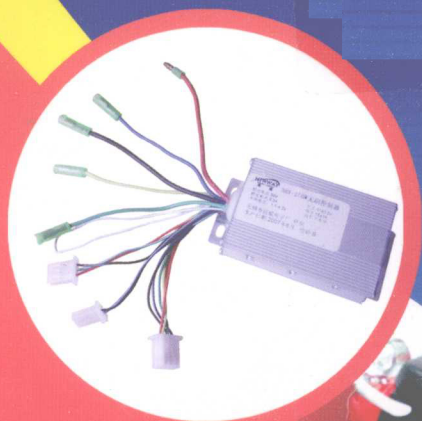
电动自行车故障维修精华系列丛书

薛金梅 主编

电动自行车 控制器故障维修

DIANDONG ZIXINGCHE
KONGZHIQI GUZHANG
WEIXIU JINGHUA

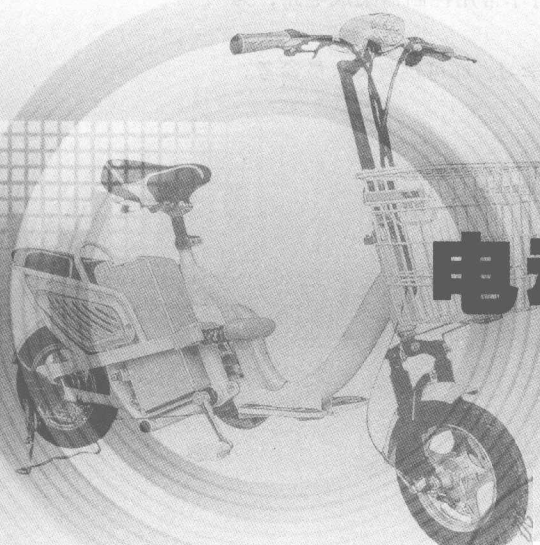
精华



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



电动自行车故障维修精华系列丛书



电动自行车控制器 故障维修精华

薛金梅 主编



机械工业出版社

本书采用了 300 多幅数码照片、操作图、电路图、故障检修树等，生动介绍了仪表及其使用技巧、元器件的识读及检测技巧以及控制器的外形等；以 16 种具有代表性的控制器为例，详细地介绍了其电路结构、原理和故障检修技巧；书后附有 30 多种电动自行车常用控制器集成电路，为维修提供方便。

本书可供电动自行车控制器的维修工人学习，亦可供有关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电动自行车控制器故障维修精华/薛金梅主编. —北京:
机械工业出版社, 2010.3
(电动自行车故障维修精华系列丛书)
ISBN 978-7-111-29622-5

I. 电… II. 薛… III. 电动自行车—控制器—故障修复
IV. U484.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 013312 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑: 齐福江 责任编辑: 高金生 责任校对: 张晓蓉
封面设计: 马精明 责任印制: 乔 宇
北京铭成印刷有限公司印刷
2010 年 4 月第 1 版第 1 次印刷
184mm×260mm·14.5 印张·359 千字
0001—3000 册
标准书号: ISBN 978-7-111-29622-5
定价: 29.80 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
电话服务 网络服务
社服务中心: (010)88361066 门户网: <http://www.cmpbook.com>
销售一部: (010)68326294 教材网: <http://www.cmpedu.com>
销售二部: (010)88379649
读者服务部: (010)68993821 封面无防伪标均为盗版

前言

电动自行车以其绿色环保、方便快捷等特点,在我国城乡发展迅速。但在电动自行车维修人员中,大部分维修工对机械方面的维修较为熟练,对控制器的检测和维修却较为生疏,因此采用弃旧件换新件的方法处理,这样既不经济,又造成很大浪费。

控制器通常发生故障的元器件外表有烧黑、温度升高等现象,这些故障一看便知。因控制器的元器件较少,电路原理也较简单,所以控制器检修并不是很难,只要从基础知识着手并循序渐进,就一定能很快地掌握。为此,机械工业出版社邀请了控制器生产企业的高级专家编写了《电动自行车控制器故障检修精华》,希望对控制器维修人员有一定启迪。

本书第一章介绍了仪表、元器件识读和检测技巧;第二章介绍了电子电路的常用维修方法和故障检修方法;第三章介绍了控制器的故障检修技巧;第四介绍了控制器的常见单元电路;第五章介绍了有刷控制器的电路原理解析和故障检修技巧;第六章介绍了无刷控制器的电路原理解析和故障检修技巧;附录部分介绍了30多种集成电路的相关资料。

本书具有以下特点:

1. 本书采用300多幅数码照片、操作图、电路图、故障树等,生动介绍了仪表、元器件、控制器的外形和故障检修技巧,有一定的现场感,使读者一学就会,拿来就用,有立竿见影之效。
2. 本书以图表形式介绍元器件的识读和检测技巧,配以简洁易懂的文字说明以便于读者理解和掌握。
3. 本书以16种具有代表性的控制器为例,详细介绍其原理和故障检修技巧,原理讲解与故障检修技巧相辅相成,以使读者能迅速地理解和掌握。
4. 本书列举了30多种控制器常用集成电路,为现在的学习和以后的维修提供方便。
5. 本书以社会保有量较大的控制器为主,同时也包含了一些技术较先进的控制器型号,从而使本书更加完善。

参加编写的人员有薛金梅、谢成康、胡兰、李青丽、刘海龙、张洋、李小方、张强、张娜、尚丽、魏杰、毛铃、张方、吴爽、苏跃华、杨虎、魏健良、石峰、王慧、冯娇等。

由于编者水平有限,书中可能有不足和疏漏之处,望广大读者批评指正,以期再版时修正。

编者

目 录

前言

第一章 检测仪器、元器件识读和检测技巧	1
第一节 常用仪器的检测技巧	1
一、数字万用表的使用技巧	1
二、指针万用表的检测技巧	7
第二节 元器件的识读和检测技巧	10
一、电阻器	10
二、电容器	22
三、二极管	30
四、晶体管	39
五、电感器	44
六、场效应晶体管	47
七、三端误差放大器 TL431	50
八、晶闸管	51
九、双运算放大器 LM358	53
十、四运算放大器 LM324	55
十一、开关电源脉宽调制集成电路 TL494CN	58
第二章 电子电路的常用的维修方法和故障维修技巧	62
第一节 电子电路常用的维修方法	62
一、观察法	62
二、电流法	63
三、电压法	63
四、电阻法	63
五、替换法	64
六、开路、短路法	65
七、人工干预法	65
八、分离法	65
九、拆除法	66
十、修改电路法	66
第二节 电子电路的故障维修技巧	66
一、先清洁后检测	66
二、先外后内	66
三、先电源后负载	66
四、先静态后动态	67

目 录
 V
 第一章 绪论
 第二章 变频调速系统的组成及工作原理
 第三章 变频器的安装、调试及维护
 第四章 变频器的故障诊断与排除
 第五章 变频器的应用
 第六章 变频器的选型
 第七章 变频器的节能
 第八章 变频器的安全
 第九章 变频器的环保
 第十章 变频器的未来

目 录
 V
 第一章 绪论
 第二章 变频调速系统的组成及工作原理
 第三章 变频器的安装、调试及维护
 第四章 变频器的故障诊断与排除
 第五章 变频器的应用
 第六章 变频器的选型
 第七章 变频器的节能
 第八章 变频器的安全
 第九章 变频器的环保
 第十章 变频器的未来

五、先简单后复杂	67
六、先普通后特殊	67
第三章 控制器的故障检修技巧	68
第一节 控制器的分类、功能和命名	68
一、控制器的分类	68
二、控制器的功能和特点	68
三、控制器的命名	69
四、松正 WZKC3615G 型无刷智能控制器简介	69
五、松正 ZKC63615EA 型有刷智能控制器简介	71
第二节 控制器的工作原理	73
一、控制器的简单工作原理	73
二、输入控制器的信号	74
第三节 控制器的结构和连接	74
一、有刷控制器的结构	74
二、无刷控制器的结构	74
三、有刷控制器与有刷电动机的连接	78
四、无刷控制器与无刷电动机的连接	78
第四节 控制器附件的结构	80
一、调速转把	80
二、闸把	81
三、助力传感器	81
四、飞车保护器	81
第五节 控制器及其附件的故障测量方法	81
一、无刷控制器电源输入电压的测量	81
二、无刷控制器向电动机输出相电压的测量	82
三、闸把开关电源电压的测量	83
四、调速转把电源电压的测量	83
五、调速转把输出(信号)电压的测量	83
六、机械闸把开关通断的测量	83
第四章 控制器单元电路解析	85
第一节 有刷控制器的单元电路解析	85
一、有刷控制器框图	85
二、有刷控制器的工作流程	85
三、稳压电源电路	86
四、锯齿波振荡电路	87
五、PWM 电路及速度控制、制动控制电路	88
六、PWM 信号放大电路	89
七、功率放大电路	89

八、过电流保护电路	90
九、蓄电池欠电压保护电路	90
十、其他辅助电路	91
第二节 无刷控制器的单元电路解析	92
一、无刷控制器框图	92
二、无刷电动机控制器工作原理	92
三、无刷控制器的单元代表电路简介	93
四、功率放大电路	93
五、信号放大电路	94
六、电动机霍尔传感电路	96
七、转子位置解码及高、低端 PWM 脉冲形成电路	96
第五章 有刷控制器的电路原理解析和故障检修技巧	97
第一节 AT89C2051 组成有刷控制器的电路原理解析	97
一、+15V 和 +5V 供电电路	97
二、复位电路	97
三、激励脉冲信号产生	97
四、电动机驱动电路	98
五、调速控制电路	99
六、制动控制电路	99
七、过电流保护电路	99
八、欠电压保护电路	100
第二节 AT89C2051 组成有刷控制器的故障检修技巧	100
一、电动机不转	100
二、电动机转速缓慢	102
第三节 TL494 和 LM317 组成有刷控制器的电路原理解析	102
一、供电电路	102
二、PWM 脉冲形成电路	102
三、电动机驱动电路	104
四、调速控制电路	104
五、欠电压保护电路	104
六、制动控制电路	104
第四节 TL494 和 LM317 组成有刷控制器故障检修技巧	105
一、电动机不转	105
二、接通电源后, 电动机自动旋转	105
第五节 SG3525A、LM358 组成的有刷控制器的电路原理解析	108
一、电路简介	108
二、小信号工作电压产生电路	108
三、PWM 脉冲产生及控制电路	110
四、功率放大电路	110

五、速度控制电路	110
六、制动控制电路	110
七、蓄电池欠电压保护电路	111
八、输出端过电流保护电路	111
第六节 SG3525A、LM358 组成的有刷控制器的故障检修技巧	111
一、供电正常而控制器无驱动电压输出	111
二、电动机的转速不稳或时快时慢	112
三、电动自行车行驶中出现调速转把失控	114
第七节 TL494、LM324 组成的有刷控制器的电路原理解析	115
一、电路简介	115
二、小信号电压产生电路	117
三、激励脉冲信号形成电路	117
四、信号放大和功率驱动电路	117
五、调速控制电路	117
六、制动控制电路	117
七、限速控制电路	118
八、过电流保护电路	118
九、蓄电池欠电压保护电路	118
第八节 TL494、LM324 组成的有刷控制器故障检修技巧	118
一、控制器电源指示灯不亮,电动机也不转	118
二、控制器电源指示灯亮,但电动机不转	119
三、电动自行车“飞车”	121
四、电动自行车闸把失控	121
第九节 LM339 组成的有刷控制器的电路原理解析	122
一、电路简介	122
二、小信号电压产生电路	124
三、激励脉冲信号形成电路	124
四、信号放大和功率驱动电路	124
五、调速控制电路	124
六、制动控制电路	125
七、限速控制电路	125
八、过电流保护电路	125
九、蓄电池欠电压保护电路	125
第十节 LM339 组成的有刷控制器故障检修技巧	125
一、电动机不转	125
二、电动机的转速过低	127
三、电动自行车通电后电动机自动旋转,握下闸把而不能正常断电	128
四、握下闸把不能断电,但调速转把能够正常调速	129
第十一节 SG3525A 和 LM358 组成的有刷控制器电路原理解析	129
一、信号电路工作的电压产生	129

二、激励脉冲信号形成及信号放大电路	129
三、电动机驱动电路	131
四、调速控制电路	131
五、制动控制系统	131
六、过电流保护电路	131
七、欠电压保护电路	132
八、软启动控制电路	132
第十二节 SG3525A 和 LM358 组成的有刷控制器的故障检修树	132
一、控制器无输出驱动电压而仪表内的电源指示灯显示正常	132
二、接通电源后,不转动调速把而电动机飞速转动	132
三、握下闸把后电动机不断电,调速把能正常调速	132
第十三节 LM324、TL494 和 LM358 组成的有刷控制器电路原理解析	134
一、+12V、+5V 电压形成电路	136
二、激励脉冲信号形成电路	136
三、电动机驱动电路	136
四、调速控制电路	136
五、制动控制电路	137
六、过电流保护电路	137
七、欠电压保护电路	137
八、限速控制电路	138
第十四节 LM324、TL494 和 LM358 组成的有刷控制器故障检修树	138
一、电动机不转	138
二、接通电源后,电动机高速旋转,调速把失控	138
三、电动机转速缓慢	138
四、闸把失控,而调速把能正常调速	138
第十五节 LM339 和 NE555 组成的有刷控制器电气原理解析	141
一、+15V、+5 工作电压形成电路	141
二、激励脉冲信号产生电路	141
三、电动机驱动电路	141
四、调速控制电路	143
五、制动控制电路	143
六、过电流保护电路	143
七、欠电压保护电路	144
第十六节 LM339 和 NE555 组成的有刷控制器故障检修树	144
一、+36V 供电正常而控制器无驱动电压输出	144
二、接通电源,电动机就开始旋转	144
三、电动机转速缓慢	144
第六章 无刷控制器的电路原理解析和故障检修技巧	147
第一节 控制器的电路原理解析	147

一、+15V 和 5V 供电电路	147
二、激励脉冲形成电路	147
三、电动机驱动电路	147
四、电动机换相控制电路	149
五、调速控制电路	149
六、过电流保护电路	149
七、欠电压保护电路	149
八、制动控制电路	150
九、限速电路	150
第二节 MC33033、LM358 和 NE555 组成的无刷控制器故障检修技巧	150
一、电动机不转	150
二、电动机转速异常	151
第三节 MC33035P、LM358、IR2103 组成的无刷控制器的原理解析	153
一、电路简介	153
二、小信号电压产生电路	154
三、PWM 脉冲产生及控制电路	154
四、信号放大和功率放大电路	154
五、调速控制电路	155
六、制动控制电路	155
七、电动机相序控制电路	156
八、蓄电池电压保护电路	156
九、输出端过电流保护电路	156
第四节 MC33035P、LM358、IR2103 组成的无刷控制器故障检修技巧	156
一、控制器供电正常, 无驱动电压输出	156
二、通电即烧熔断器, 断开控制器供电后正常	158
三、电动机转动缓慢	160
四、电动机转动缓慢无力或只振动而不能旋转	160
第五节 LB11820S、IR2103、LM358 组成的无刷控制器电路原理解析	161
一、电路简介	161
二、+12V 电压产生电路	163
三、PWM 激励脉冲产生及控制电路	163
四、信号放大及功率放大电路	163
五、调速控制电路	164
六、制动控制电路	164
七、电动机相序控制电路	164
八、蓄电池欠电压保护电路	164
九、输出级过电流保护	165
第六节 LB11820S、IR2103、LM358 组成的无刷控制器故障检修技巧	165
一、电动机不转	165
二、握下闸把后不断电, 电动机仍照常旋转	167

三、电动机转动异常伴有振动和异响	167
四、电动机空载能正常转动,但骑行时电动机不转	168
第七节 IR2130、TL494、555、TC4069、D4011、14075BP 组成的无刷	
控制器电路原理解析	168
一、电路简介	168
二、小信号电压产生电路	170
三、PWM 脉冲产生及控制电路	170
四、转子位置解码与逻辑处理电路	170
五、驱动放大电路	170
六、功率放大电路	171
七、调速控制电路	171
八、制动断电控制电路	171
九、欠电压保护电路	171
十、输出端过电流保护	171
第八节 IR2103、555、TC4069、D4011、14075BP 组成的无刷控制器故	
障检修技巧	172
一、接通电源后,整车不通电经检查发现蓄电池盒内的熔断器烧断	172
二、接通电源后电动机不转,故障报警指示灯点亮	172
三、控制器供电正常,但转动调速转把后电动机不转且故障报警指示灯不亮	173
第九节 LB11820S 和 IR2103 组成的无刷控制器电路原理解析	174
一、+15V、+5V 电压形成电路	174
二、激励脉冲信号形成电路	174
三、电动机驱动电路	174
四、换相控制电路	176
五、调速控制电路	176
六、制动控制电路	176
七、欠电压保护电路	177
八、过电流保护电路	177
九、过热保护电路	177
第十节 LB11820S 和 IR2103 组成的无刷控制器的故障检修树	178
一、电动自行车的仪表电源指示灯亮,控制器无激励电压输出	178
二、电动自行车的闸把失控(不断电),调速转把能正常调速	179
三、控制器输出缺相	179
四、电动机转速较低	180
第十一节 89C2051、IR2103 和 LM324 组成的无刷控制器电路原理解析	180
一、+18V、+5V 电压形成电路	180
二、高低端激励脉冲信号产生电路	182
三、电动机驱动电路	182
四、换相控制电路	183
五、调速控制电路	183

九、CD4046	204
十、CD4049	204
十一、NE555 定时集成电路	204
十二、LB11820E	205
十三、LM324	207
十四、LM339 系列	207
十五、LM358 系列	208
十六、LM393	208
十七、LZ110	209
十八、MC33033	209
十九、ML 4425/4426	209
二十、MC33035	209
二十一、SG2524/SG3524	212
二十二、SG3525A/SG3527A	212
二十三、TL431	215
二十四、TL494/TL594	215
二十五、UC3625(控制器)	216
二十六、UC3842B	217
二十七、MC34063A	217
二十八、KA38XX	218
二十九、IR2101、IR2102、IR2103	219
三十、IR2110、IR2113	219
三十一、IR2130	219

检测仪器、元器件识读和检测技巧

第一节 常用仪器的检测技巧

一、数字万用表的使用技巧

数字万用表的种类较多，但使用方法基本相同。现以 VC890D 型数字万用表为例加以说明：

1. 操作面板

操作面板的外形如图 1-1 所示。

(1) 液晶显示屏 液晶显示屏是用来显示被测对象量值的大小，它可显示一个小数点和四位数字。

(2) 档位开关 档位开关用于改变测量功能、量程以及控制关机。档位开关的具体结构如图 1-2 所示，其有电阻档、二极管档、电容量档、直流电流档、交流电流档、交流电压档、直流电压档、晶体管放大倍数档等。



图 1-1 操作面板的外形

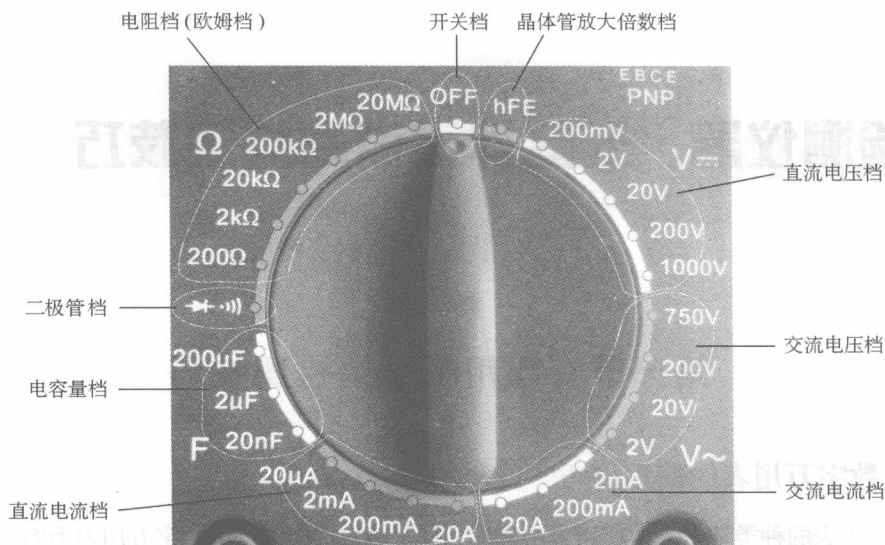


图 1-2 档位开关

(3) 插孔 操作面板上有 5 个插孔, “VΩ” 为红表笔插孔, 在测量电压、电阻和二极

管时使用; “COM” 为黑表笔插孔; “mA” 为小电流插孔, 用于测量 0 ~ 200mA 电流时使用;

“20A” 为大电流插孔, 用于测量 200mA ~ 20A 电流时使用; 中部右上方有晶体管测试

插孔, 用于测量晶体管相关参数时使用。插孔在操作面板上所处位置如图 1-3 所示。

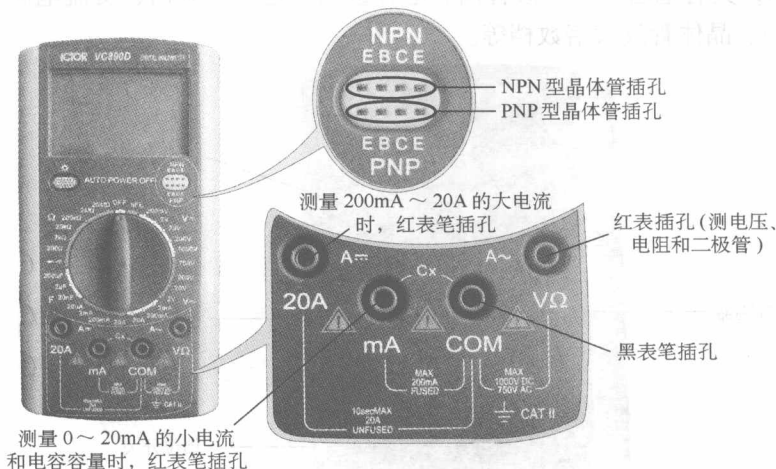


图 1-3 插孔所处位置

2. 检测技巧

(1) 电阻阻值的检测技巧

① 测前准备。将红表笔插入 “VΩ” 插孔, 黑表笔插入 “COM” 插孔。

② 估值。估计被测电阻的阻值, 以便选择合适的量程, 所选量程应大于或接近被测电阻阻值。

③ 选择量程。根据估计被测电阻阻值来选择量程。

测量 200Ω 以下的电阻时, 应选 200 档;

测量 $200 \sim 1999\Omega$ 的电阻时, 应选 $2k$ 档;

测量 $2 \sim 19.99k\Omega$ 的电阻时, 应选 $20k$ 档;

测量 $20 \sim 199.9k\Omega$ 的电阻时, 应选 $200k$ 档;

测量 $200 \sim 1999k\Omega$ 的电阻时, 应选 $2M$ 档;

测量 $2 \sim 19.99M\Omega$ 的电阻时, 应选用 $20M$ 档;

测量 $20 \sim 199.9M\Omega$ 的电阻时, 应选用 $200M$ 档;

由于该电阻标称阻值为 $200k\Omega$, 故选择万用表欧姆档上的 $200k\Omega$ 档。

④ 测量。将黑、红表笔分别接在被测电阻两端(不分极性), 此时显示屏上即可显示被测电阻的阻值, 如档位为 $2k$, 测量方法如图 1-4 所示, 此时显示屏显示 119.6 , 表明被测电阻阻值为 $119.6 k\Omega$ 。注意: 若显示屏显示“1”, 表明断路(即电阻为无穷大); 若显示屏显示“0.00”, 表明短路(即电阻为零)。

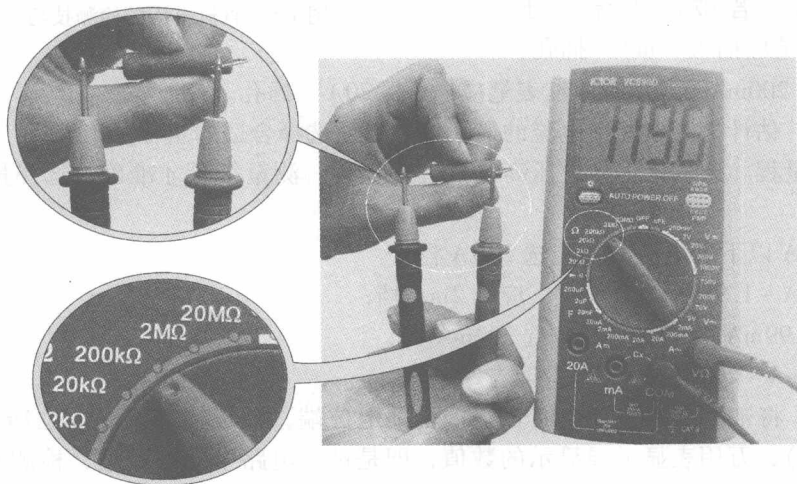


图 1-4 电阻的检测技巧

(2) 直流电压的检测技巧

① 测前准备。将红表笔插入“V Ω ”插孔, 黑表笔接入“COM”插孔。

② 估值。估计被测电路电压的最大值, 以便选择合适的量程。

③ 选择量程。选取比估计电压高且接近的量程, 测量结果才准确。选择量程时, 应遵守以下原则:

测量 $200mV$ 以下的电压时, 应选用 $200mV$ 档;

测量 $200mV \sim 1.9V$ 的电压时, 应选用 $2V$ 档;

测量 $2 \sim 19.9V$ 的电压时, 应选用 $20V$ 档;

测量 $20 \sim 199.9V$ 的电压时, 应选用 $200V$ 档;

测量 $200 \sim 999.9V$ 的电压时, 应选用 $1000V$ 档。

由于单体蓄电池的端电压为 $12V$, 故选择万用表的直流电压 $20V$ 档。

④ 测量。将红表笔接电源正极或高电位端, 黑表笔接电源负极或低电位端, 使表笔与被测电路接触点接触稳定, 其电压数值可以在显示屏上直接读出。若显示屏显示 11.10 , 则

表明所测电压为 11.10V。检测技巧如图 1-5 所示,若显示屏显示“1”,则表明量程较小,应当增大量程进行检查。若数值左侧出现“-”,则表明表笔极性与电源极性相反,此时黑表笔所接的是电源的正极。

(3) 交流电压的检测技巧 交流电压与直流电压的测量基本相同。所不同的有以下几点:

① 测量交流电压时,应将档位开关置于交流电压量程范围。

② 测量交流电压时,黑、红表笔无方向性,可随便接入电路。

(4) 直流电流的检测技巧

① 测前准备。将黑表笔插入“COM”插孔,若被测电流小于 200mA,红表笔应插入“mA”插孔,若被测电流为 200mA~20A 时,红表笔应插入“20A”插孔。

② 估值。估计被测电路中电流的最大值,以便选择合适的量程。

③ 选择量程。选取比估计电压高且接近的量程,测量结果才准确。选择量程时,应遵守以下原则:

测量 $20\mu\text{A}$ 以下的电流时,应选 $20\mu\text{A}$ 档;

测量 $20\mu\text{A} \sim 1.9\text{mA}$ 的电流时,应选 2mA 档;

测量 $2 \sim 199\text{mA}$ 的电流时,应选 200mA 档;

测量 200mA~20A 的电流时,应选 20A 档。

④ 测量。将被测电路断开,红表笔接在高电位端,黑表笔接在低电位端(即将万用表串联在电路中),万用表显示屏显示的数值,即是被测电路中的电流值,检测技巧如图 1-6 所示,如档位在 200mA 位置,读数为 128.4,则实际读数为 128.4mA。

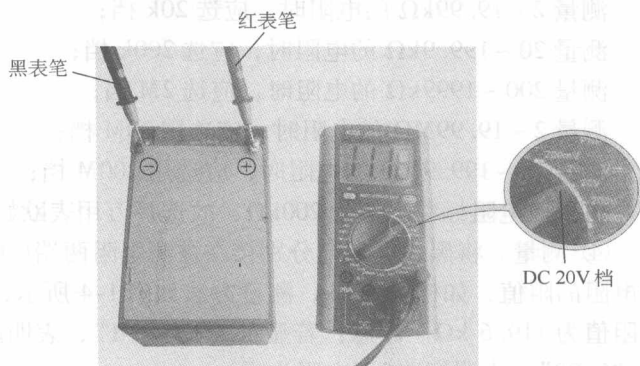


图 1-5 直流电压的检测技巧

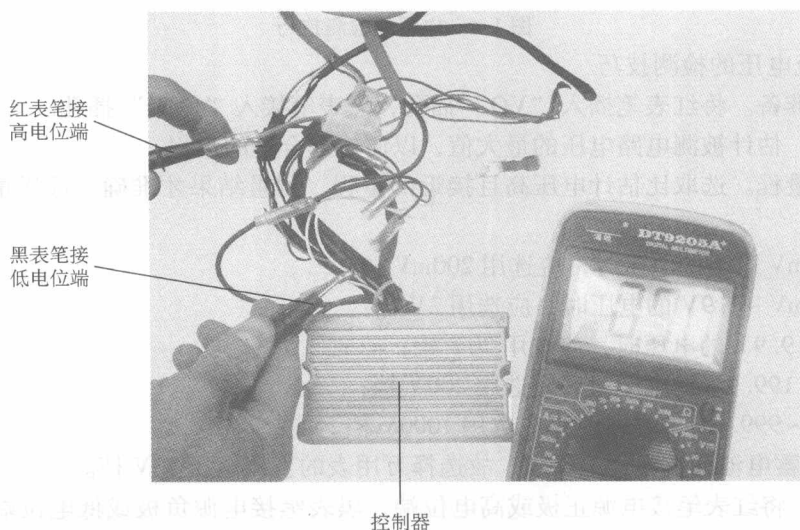


图 1-6 直流电流的检测技巧