

双色版

QICHE DIANGONG
WEIXIU RUMEN

汽车电工

维修入门

辛长平 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

辛长平 编

QICHE DIANGONG
WEIXIU RUMEN

汽车电工 维修入门



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书共9章, 主要内容包括汽车电工常用工具与测量仪表, 汽车发动机起动系统, 汽车发动机点火系统, 交流发电机与电压调节器, 蓄电池, 汽车仪表、信号、照明系统及辅助电器装置, 电子控制燃油喷射发动机系统, 电子控制防抱死制动系统, 电子控制自动变速器。

本书具有技工教材特色, 适合于读者自学, 也可作为职业技工培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电工维修入门/辛长平编. —北京: 中国电力出版社, 2015. 7
ISBN 978-7-5123-6118-8

I. ①汽… II. ①辛… III. ①汽车-电气设备-车辆修理-教材
IV. ①U472.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第144863号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015年7月第一版 2015年7月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 15印张 364千字

印数0001—3000册 定价35.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签, 刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

随着我国工业化进程的加速以及产业结构的调整和升级,对高质量技能人才的需求不断扩大。针对技能人才短缺现象,各职业技术学校和技术培训机构快速做出反应,采取措施加大培养力度,鼓励各种社会力量倾力投入技能人才培养领域。

本书主要编写目的是使读者从零起点开始学习和掌握汽车电工的基础知识和基本维修技能,为进一步学习汽车电子控制技术、读懂有关汽车电子控制技术资料、掌握现代汽车电子控制系统的使用与维修打下良好基础。

本书编写特点如下:

- (1) 零起点,适合汽车电气维修技术初学者。
- (2) 从实际出发,突出实际操作技能的掌握和运用。
- (3) 内容规范,依据《国家职业技能标准 维修电工(2009年修订)》编写。
- (4) 图文并茂,全书提供标准插图以辅助读者学习和理解,易于阅读和掌握。通过对本书的学习,可达到初、中级汽车维修电工技术水平。

在本书编写过程中,马恩惠、辛星、徐伯田参加了各个章节的编写,葛剑青完成了插图的整理和校对,单茜完成了全稿的录入,主编辛长平完成了对全书的统稿和审阅。编者参考了大量汽车电工维修方面的优秀文献,力图使本书内容更加丰富,知识更加全面。

在此对在本书编写过程中给予帮助的人士和相关参考文献的作者表示衷心的感谢。由于编者水平所限,书中难免会出现不足之处,诚望各位读者及朋友提出宝贵意见。

编 者





目 录

前言

第1章	汽车电工常用工具与测量仪表	1
1.1	常用工具	1
1.1.1	通用电工工具	1
1.1.2	汽车电工专用工具	5
1.2	常用测量仪表	8
1.2.1	指针式万用表	8
1.2.2	数字式万用表	9
1.2.3	绝缘电阻表	11
1.2.4	汽车电路故障检测仪	12
1.2.5	汽车故障诊断仪	12
1.2.6	汽车电脑检测仪	15
第2章	汽车发动机起动系统	16
2.1	起动机的类型与起动系统的组成	16
2.1.1	直流起动电动机的类型	16
2.1.2	传统起动系统的组成	17
2.1.3	起动机的分类	17
2.1.4	典型起动机的分解	18
2.1.5	普通车型起动系统	21
2.2	起动系统正确使用与故障检修	24
2.2.1	起动系统使用与保养	24
2.2.2	起动机故障原因与检查	24
2.2.3	起动系统故障检修与试验	26
2.3	起动系统传动与操纵机构	29
2.3.1	传动机构	29
2.3.2	操纵机构	31
2.4	起动机典型控制电路及其调整	34
2.4.1	典型起动机控制电路	34
2.4.2	起动机正确调整与性能试验	35
第3章	汽车发动机点火系统	38
3.1	点火系统	38
3.1.1	对点火系统的要求	38

3.1.2	点火系统的分类	39
3.1.3	传统点火系统高、低压电流回路	40
3.1.4	点火系统主要部件结构与拆装调整	41
3.2	点火系统工作性能测试与调整	52
3.2.1	点火系统工作性能的影响因素	52
3.2.2	传统点火装置的检测	54
3.2.3	校正点火时间	55
3.3	电子点火系统	56
3.3.1	电子点火系统基本原理与类型	56
3.3.2	电子点火装置结构与正确拆装	57
3.4	点火系统常见故障	68
3.4.1	有触点电子点火系统的使用、检查、检测和调整	68
3.4.2	无触点电子点火系统故障诊断	72
3.4.3	蓄电池点火系统的故障诊断	73
3.4.4	点火正时的检查与调整	77
第4章	交流发电机与电压调节器	79
4.1	交流发电机	79
4.1.1	汽车充电系统	79
4.1.2	交流发电机基本原理与特性	79
4.1.3	交流发电机的结构	82
4.2	硅整流发电机正确使用与维护	89
4.2.1	硅整流发电机的正确使用	89
4.2.2	硅整流发电机就车检查	90
4.2.3	发电机的解体、检修、装复和调试	92
4.3	电压调节器	97
4.3.1	电压调节器的特点与作用	97
4.3.2	触点式调节器的测试与调整	102
4.3.3	电子式电压调节器常见故障分析与检测	104
4.3.4	集成电路式电压调节器的检查	106
4.3.5	充电系统故障分析与检修实例	107
第5章	蓄电池	111
5.1	蓄电池的型号与基本结构	111
5.1.1	蓄电池基本功能与型号	111
5.1.2	铅蓄电池结构	113
5.2	铅蓄电池的特性与性能	116
5.2.1	铅蓄电池的特性	116
5.2.2	铅蓄电池的性能与其影响因素	118
5.3	蓄电池的维护、充电、使用、故障与检修	119

5.3.1	蓄电池的正确维护	119
5.3.2	蓄电池的充电	120
5.3.3	蓄电池的正确使用	125
5.3.4	铅蓄电池典型故障检修	129
5.4	新型蓄电池的正确使用与测试	133
5.4.1	新型蓄电池的使用	133
5.4.2	新型蓄电池的测试	133
5.4.3	电喷汽车蓄电池的拆装要求	136
第6章	汽车仪表、信号、照明系统及辅助电器装置	138
6.1	仪表	138
6.1.1	电流表、电压表	138
6.1.2	机油压力表、水温表、燃油表	141
6.1.3	发动机转速表、车速里程表	146
6.1.4	汽车仪表电路与电子显示装置	149
6.2	信号报警装置	150
6.2.1	常见报警灯与报警灯开关	151
6.2.2	常见汽车报警电路	154
6.2.3	电喇叭	156
6.3	全车照明系统	159
6.3.1	照明与信号系统	159
6.3.2	照明系统控制电路	162
6.3.3	前照灯测试、调整与闪光器	164
6.4	电动刮水器与洗涤器	168
6.4.1	电动刮水器	168
6.4.2	电动洗涤器	171
6.4.3	典型电动刮水器与洗涤器电路	172
6.5	起动预热装置与汽油泵	173
6.5.1	起动预热装置	173
6.5.2	汽油泵	175
第7章	电子控制燃油喷射发动机系统	180
7.1	燃油发动机的燃油供给方式与燃油喷射系统分类	180
7.1.1	燃油发动机的燃油供给方式	180
7.1.2	燃油喷射发动机系统分类	181
7.2	电子控制燃油喷射系统的组成	183
7.2.1	进气系统	183
7.2.2	燃油系统	185
7.2.3	电子控制系统	185
7.3	电子控制燃油喷射系统常见故障与检修	186

7.3.1	电子控制燃油喷射系统常见故障	186
7.3.2	常见故障的诊断程序	187
7.3.3	电子控制燃油喷射系统油路故障检测与诊断	188
7.3.4	电子控制燃油喷射系统故障代码分析实例	189
7.3.5	电子控制燃油喷射发动机的使用及其系统的维修	191
第8章	电子控制防抱死制动系统	193
8.1	防抱死制动系统的功能与构成	193
8.1.1	防抱死制动系统的功能	193
8.1.2	防抱死制动系统的构成	194
8.2	防抱死制动系统常见故障与检修	198
8.2.1	防抱死制动系统故障检修原则	198
8.2.2	防抱死制动系统故障检修方法	199
8.3	电子控制防抱死制动系统的故障诊断与检修实例	204
8.3.1	切诺基电子控制防抱死制动系统的故障诊断实例	204
8.3.2	奥迪 A6 防抱死制动系统故障检修实例	205
第9章	电子控制自动变速器	207
9.1	电子控制自动变速器功能与主要组件基本结构	207
9.1.1	电子控制自动变速器功能	207
9.1.2	电子控制自动变速器主要组件基本结构	208
9.2	电子控制自动变速器电子控制装置	215
9.2.1	换挡和锁止时间控制	215
9.2.2	自动变速器的自诊断系统	217
9.3	自动变速器常见故障排除实例	219
附录 A	汽车常用元器件的技术规格	229
参考文献		232

第 1 章

汽车电工常用工具与测量仪表

1.1 常 用 工 具

1.1.1 通用电工工具

1. 低压验电器的使用

低压验电器又称试电笔、测电笔。按其结构形式分为钢笔式和螺钉旋具式两种，按其显示原件分为氖管发光指示式 [见图 1-1 (a)、(b)] 和数字显示式 [见图 1-1 (c)] 两种。

氖管发光指示式验电器由氖管、电阻、弹簧、笔身和笔尖等部分组成。

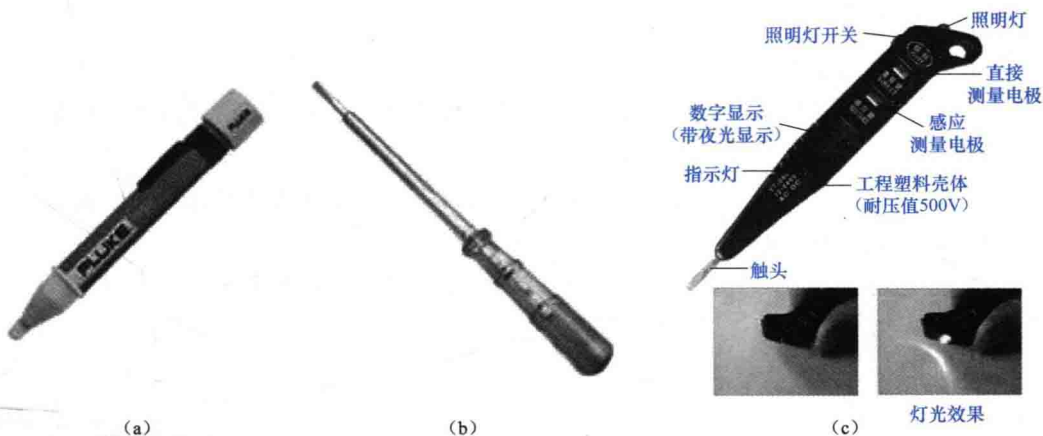


图 1-1 低压验电器

(a) 钢笔式; (b) 螺钉旋具式; (c) 数字显示式

使用低压验电器，必须以正确的姿势握笔，食指触及笔尾的金属体，笔尖触及被测物体，氖管小窗背光朝向测试者。当被测物体带电时，电流经带电体、电笔、人体到大地构成通电回路。只要带电体与大地之间的电位差超过 60V，电笔中的氖管就会发光，电压越高发光越强，电压越低发光越弱。数字显示式验电器验电的握笔方法与氖管发光指示式相同，但带电体与大地间的电位差在 2~500V 都能显示出来。由此可见，使用数字式验电笔，除了能显示线路或电气设备是否带电以外，还能显示带电体电压值。

使用注意事项如下

(1) 使用以前，先检查验电器内部有无柱形电阻（特别是借来的、别人借后归还的或长期未使用的验电器更应检查），若无电阻，严禁使用。否则会发生触电事故。

- (2) 一般用右手握住验电器，左手背在背后。
- (3) 人体的任何部位切勿触及与笔尖相连的金属部分。
- (4) 防止笔尖同时搭在两根电线上。
- (5) 验电前，先用验电器在确实有电处试测，只有氖管发光才可使用。
- (6) 在明亮光线下是不易看清氖管是否发光时，应注意避光。

2. 螺钉旋具

螺钉旋具又称起子、改锥和螺丝刀，是一种紧固和拆卸螺钉的工具。螺钉旋具的式样和规格很多，按头部形状可分为一字形和十字形两种，如图 1-2 所示。



图 1-2 螺钉旋具

一字形螺钉旋具常用的有 50、100、150、200mm 等规格，电工必备的是 50mm 和 150mm 两种。十字形螺钉旋具专供紧固或拆卸十字槽的螺钉使用，常用的有 4 种规格：Ⅰ号适用于直径为 2.0~2.5mm 的螺钉；Ⅱ号适用于 3~5mm 的螺钉；Ⅲ号适用于 6~8mm 的螺钉；Ⅳ号适用于 10~12mm 的螺钉。

使用注意事项如下

- (1) 电器维修时不可使用金属杆直通柄顶的螺钉旋具，否则容易造成触电事故。
- (2) 使用螺钉旋具紧固或拆卸带电的螺钉时，手不得触及螺钉旋具的金属杆，以免发生触电事故。
- (3) 为了防止螺钉旋具的金属杆触及皮肤或触及邻近带电体，应在金属杆上套上绝缘管。

3. 钢丝钳

钢丝钳有绝缘柄和裸柄两种。绝缘柄钢丝钳为电工专用钳（简称电工钳），如图 1-3 所示，常用的有 150、175、200mm 3 种规格。电工禁用裸柄钢丝钳。



图 1-3 绝缘柄钢丝钳

电工钳的用法可以概括为 4 句话：剪切导线用刀口，剪切钢丝用侧口，扳旋螺母用齿口，弯绞导线用钳口。

使用注意事项如下

- (1) 使用前，应检查绝缘柄的绝缘是否良好。
- (2) 用电工钳剪切带电导线时，不得用钳口同时剪切相线和零线，或同时剪切两根相线。
- (3) 钳头不可代替手锤作为敲打工具使用。

4. 尖嘴钳

尖嘴钳的头部尖细，如图 1-4 所示，适于在狭小的工作空间作业。尖嘴钳也有裸柄和绝



缘柄两种，电工禁用裸柄尖嘴钳。尖嘴钳绝缘柄的耐压强度为 500V，常用的有 130、160、180、200mm 4 种规格。握法与电工钳的握法相同。

尖嘴钳的用途如下：

- (1) 带有刃口的尖嘴钳能剪断细小金属丝。
- (2) 尖嘴钳能夹持较小的螺钉、线圈和导线等元件。
- (3) 制作控制线路板时，可用尖嘴钳将单股导线弯成一定弧度的接线鼻子（接线端环）。



图 1-4 尖嘴钳

5. 断线钳

断线钳又称斜口钳（见图 1-5），有裸柄、管柄和绝缘柄 3 种，其中裸柄断线钳禁止电工使用。绝缘柄断线钳的耐压强度为 1000V。其特点是剪切口与钳柄成一角度，适用于狭小的工作空间合剪切较粗的金属丝、线材和电线电缆。常用的有 130、160、180、200mm 4 种规格。



图 1-5 断线钳

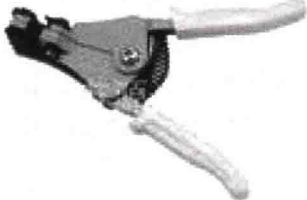


图 1-6 剥线钳

6. 剥线钳

剥线钳（见图 1-6）是剥削小直径导线接头绝缘层的专用工具。使用时，将要剥削的导线绝缘层长度用标尺定好，右手握住钳柄，用左手将导线放入相应的刃口槽中（比导线直径稍大，以免损伤导线），用右手将钳柄向内一握，导线的绝缘层即被割破拉开自动弹出。

7. 电工刀

电工刀（见图 1-7）是用来剖削导线线头、切割木台缺口、削制木榫的专用工具。

使用注意事项如下

- (1) 剖削导线绝缘层时，刀口应朝外，刀面与导线应成较小的锐角。
- (2) 电工刀刀柄无绝缘保护，不可在带电导线或带电器材上进行剖削，以免触电。
- (3) 电工刀不可代替手锤作为敲击工具使用。
- (4) 电工刀用毕，应随即将刀身折入刀柄。

8. 电烙铁

电烙铁是钎焊（也称锡焊）的热源，规格有 15、25、45、75、100、300W 等多种。功率在 45W 以上的电烙铁通常用于强电元件的焊接；弱电元件的焊接一般使用功率为 15、25W 等级的电烙铁。

(1) 电烙铁的分类。电烙铁有外热式和内热式两种，如图 1-8 所示。内热式的发热元件在烙铁头的内部，其热效率较高；外热式的发热元件在外层，烙铁头位于中央的孔中，其热效率较低。



图 1-7 电工刀

电烙铁的功率应选用适当,功率过大不但浪费电能,而且还会烧坏弱电元件;功率过



图 1-8 电烙铁
(a) 外热式; (b) 内热式

料称为焊锡条,通常在其中心包有松香,方便使用。

2) 焊剂有松香、松香酒精溶液(松香 40%、酒精 60%)、焊膏和盐酸(加入适量锌,经过化学反应才可使用)等几种。松香适用于所有电子器件和小线径线头的焊接;松香酒精溶液适用于小线径线头和强电路中小容量元件的焊接;焊膏适用于大线径线头的焊接和大截面导体表面或连接处的加固搪锡;盐酸适用于钢制件连接处表面搪锡或钢之间的连接焊接。

(3) 电烙铁的正确使用。

1) 焊接前用电工刀或纱布清除连接线端的氧化层,然后在焊接处涂上适量的焊剂。
2) 将含有焊锡的烙铁焊头先沾一些焊剂,然后对准焊接点下焊。焊头停留时间随焊件大小而定。

3) 焊接点必须焊牢焊透,锡液必须充分渗透。焊接处表面应光滑并有光泽,不得有虚假焊点和夹生焊点。虚假焊是指焊件表面没有充分镀上锡,焊件之间没有被锡固定,其原因是焊件表面的氧化层未清理干净或焊剂用得过多。夹生焊是指锡未充分熔化,焊件表面的锡点粗糙,焊点强度低,其原因是烙铁温度不够或烙铁焊头在焊点停留时间太短。

4) 使用过程中应轻拿轻放,不得敲击电烙铁,以免损坏其内部发热元件。

5) 烙铁头应经常保持清洁,使用时可常在石棉毡上擦几下以除去氧化层。使用一段时间后,烙铁头表面可能出现不能上锡(“烧死”)现象,此时可先用刮刀刮去表面的焊锡,再用锉刀清除表面黑灰色的氧化层,重新浸锡。

6) 电烙铁使用时间较长后,烙铁头上可能出现凹坑,影响正常焊接。此时可用锉刀对其整形,加工到符合要求的形状再浸锡。

7) 使用中的电烙铁不可放在木架上,而应放在特制的烙铁架上,以免烫坏导线或其他物件引起火灾。

8) 使用电烙铁时不可随意甩动,以免焊锡溅出伤人。

9. 钢锯

钢锯用来切割各种金属板、敷铜板、绝缘板,如图 1-9 所示。安装锯条时,锯齿尖端要朝前方,松紧要适度,太紧太松都易使锯条折断。

10. 手电钻

手电钻用于在印刷电路板或绝缘板上钻孔,如图 1-10 所示。常用钻头的直径一般为 0.08~6.3mm。



图 1-9 钢锯



图 1-10 手电钻

11. 钢锉

钢锉用来锉平金属板或绝缘板上的毛刺，锉掉电烙铁头上的氧化物等，如图 1-11 所示。



图 1-11 钢锉

12. 锤子

锤子用于铆钉的铆接等，如图 1-12 所示。



图 1-12 锤子

13. 剪刀

剪刀用于薄板材料的剪切加工等，如图 1-13 所示。

1.1.2 汽车电工专用工具

1. 蓄电池跨接电缆线（正、负线）

汽车蓄电池跨接电缆线（见图 1-14），并起动发动机的步骤：

（1）将具有完好（已充电）蓄电池的车辆，放在跨接电缆能够连接的位置。

（2）关闭两车的点火开关、所有灯和所有电负载。如果跨接起动时有其他车辆或工作区需要照明，则保持危险警告灯点亮。

（3）将两车的驻车制动器拉紧。特别注意，为避免损坏车辆，应确保电缆不接触或靠近皮带轮、风扇或其他发动机起动时运转的零件。

（4）将自动变速驱动桥挂在驻车挡，将手动变速驱动桥挂空挡。禁止使用绝缘皮松动或缺失的电缆，以免伤人。

（5）将第一条跨接电缆（红线）的一端卡在蓄电池正极端子上，确保不接触任何其他金属件。将电缆另一端卡在另一蓄电池的正极端子上。禁止将电缆直接连接到已放电的蓄电池负极端子上，否则，会产生火花，并可能导致蓄电池爆炸。



图 1-14 蓄电池跨接电缆线（正、负线）

（6）将第二条电缆（黑线）的一端卡在升压蓄电池负极端子上。最后连接发动机搭铁

(如发动机提升架), 距离放电蓄电池至少 450mm。

(7) 起动蓄电池正常的车辆发动机, 使发动机中速运行几分钟。

(8) 按与上述相反的顺序拆卸跨接电缆。先从放电蓄电池车上拆卸蓄电池负极电缆。在拆卸每个卡箍时应避免接触任何其他金属, 因为电缆另一端仍在连接。

跨接起动发动机时的注意事项如下:

1) 在跨接起动发动机时, 跨接线要有足够的线径, 以防因电流过大烧坏, 一般最好用 16mm^2 的多股铜芯软线来做跨接线。

2) 在跨接起动发动机时, 搭铁线不能直接压上去, 最好先试碰一下看火花大小, 以判断电流大小, 以防止连接上后出现电流过大的问题。

2. 点火正时灯

点火正时灯的基本用途是用来检查与曲轴位置相关的点火正时。点火正时灯外形如图 1-15 所示。发动机以一定的怠速转速运转时, 正时灯会连续闪光, 且闪光频率与发动机转速同步。利用点火正时灯连续闪亮的灯光去照射发动机上的正时记号, 就可以看清飞轮或正时齿带上面的点火提前刻度线。与上止点标记对齐的刻度线所示的值, 即为发动机的点火正时提前角。点火正时提前角应与发动机规定的值相同, 否则应予以调整。对于分电器式点火系统, 可拧松分电器的固定螺母并左右转动其外壳进行调整; 对于无分电器的直接点火系统, 则必须通过旋转曲轴位置传感器与转角传感器本体进行调整。

3. 比重计

蓄电池液比重计是测量电解液浓度的小型精密光学仪器, 如图 1-16 所示。其基本原理是应用全反射临界角法测量溶液的折射率, 进而标定出所测液体的浓度及其性能。蓄电池液比重计可测量铅酸蓄电池电解液的比重。内附温度补偿装置, 保证在 $0\sim 50^{\circ}\text{C}$ 环境温度下测量准确, 精度可达 0.01。



图 1-15 点火正时灯外形



图 1-16 蓄电池液比重计

4. 蓄电池单格式高率放电计

蓄电池单格式高率放电计是模拟接入起动机负载, 测量蓄电池在大电流放电时端电压的仪器, 可以比较准确地判断出蓄电池的放电程度和起动能力。

测量时, 将其两叉尖压在单格电池的两极上, 观察电压表读数。由于不同厂家生产的放电计的负载电阻不同, 放电电流和电压表读数也不同, 应根据电压表的读数对照放电计背面的说明, 判断蓄电池的放电程度, 如图 1-17 所示。



5. 蓄电池 12V 整体式高率放电计

蓄电池 12V 整体式高率放电计可以检测出蓄电池内是否断格, 以及各部件的焊接情况, 如汇流排、极柱的焊接是否良好, 蓄电池是否有内部短路等, 但不能检测蓄电池容量的大小。

蓄电池 12V 整体式高率放电计如图 1-18 所示。实际上是测量蓄电池在大电流放电情况下的端电压。

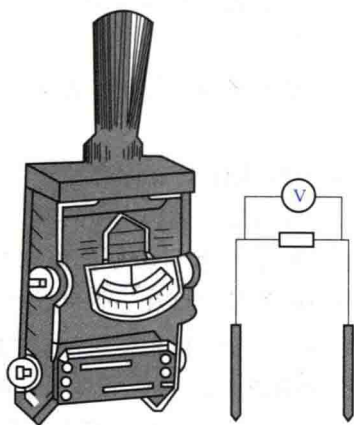


图 1-17 蓄电池单格式高率放电计

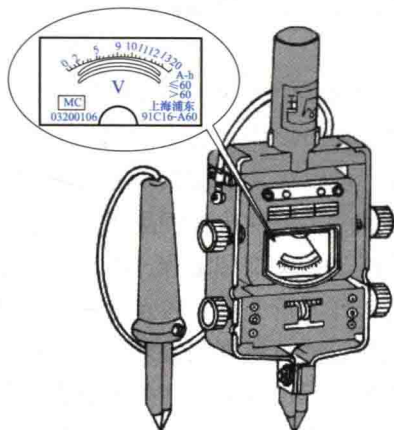


图 1-18 蓄电池 12V 整体式高率放电计

6. 火花塞扳手

火花塞扳手是一种用于手工拆装火花塞的专用工具, 如图 1-19 所示。使用时, 根据火花塞的装配位置和火花塞六角的尺寸, 选用不同高度和径向尺寸的火花塞套筒。拆装火花塞时, 应套正火花塞套筒再扳转, 以免套筒滑脱。扳转火花塞套筒时, 不准随意加长手柄, 以免损坏套筒。



图 1-19 火花塞扳手

7. 轴承拉拔器

轴承拉拔器是将内轴承从轴承座内取出的装置, 如图 1-20 所示。它是一种内装轴承拉拔器, 由安装板、拉力螺栓和通丝螺栓组成; 有不少于两个拉力螺栓, 每个拉力螺栓的底部有能挂住内装轴承底部的拉爪, 在每个拉力螺栓上安装有紧固螺母; 在安装板的中部有不少于一个长孔, 长孔的宽度大于拉力螺栓的直径; 每个拉力螺栓的下端穿过长孔并伸到安装板的下方, 紧固螺母能卡在长孔处的安装板上; 在长孔外侧的安装板上固定有不少于两个的定位螺母。这种新型结构合理而紧凑, 能快速、方便地拆取不同直径、长度的石墨和碳化硅轴承, 而且在拆取时不会对内轴承造成损伤, 因而极大地降低了因内轴承损坏造成的产品成本增加, 也极大提高了拆取内轴承的工作效率。

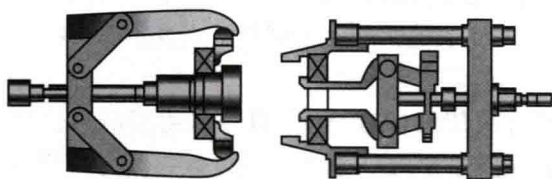


图 1-20 轴承拉拔器

1.2 常用测量仪表

1.2.1 指针式万用表

1. 指针式万用表使用方法

指针式万用表的结构形式很多,面板上旋钮、开关的布置也略有差异。因此,使用万用表以前,应仔细了解和熟悉各操作旋钮、开关的作用,并分清表盘上各条标度尺所对应的被测量。

(1) 机械调零。万用表应水平放置,使用前检查指针是否指在零位上。若未指零,则应调整机械零位调节旋钮,将指针调到零位上。

(2) 接好测试表笔。应将红色测试笔的插头接到红色接线柱上或标有“+”号的插孔内,黑色测试表笔的插头接到黑色接线柱上或标有“-”号的插孔内。

(3) 选择测量类型和量程。有些万用表的测量类型选择旋钮和量程变换旋钮是分开的,使用时应先选择测量类型,再选择适当量程。如果万用表被测量类型和量程的选择都由一个转换开关控制,则应根据测量对象将转换开关置于需要的位置上,再根据被测量的大小将开关置于适当的量程位置上。如果事先无法估计被测量的数值范围,可先用最大量程挡试测,然后逐渐调节,选定适当的量程。测量电压和电流时,万用表指针偏转最好在量程的 $1/2 \sim 2/3$ 范围内;测量电阻时,指针最好在标度尺的中间区域。

(4) 直流电流的测量。一般指针式万用表只有直流电流挡而无交流电流挡。用万用表测量直流电流时,首先将转换开关旋到标有“mA”或“ μA ”符号的适当量程上。一般万用表的最大电流量程在1A以内,用直接法只能测量小电流。如果要用万用表测量较大电流,则必须并接分流电阻。测量直流电流时,将黑色表笔(表的负端)接到电源的负极,红色表笔(表的正端)接到负载的一端上,负载的另一端接到电源的正极,也就是表头与负载串联。测量时要特别注意,由于万用表的内阻较小,且勿将两支表笔直接触及电源的两极,否则表头将被烧坏。

(5) 交流电压的测量。测量前,先将转换开关旋到标有“V”符号处,并将开关置于适当量程挡,然后将红色表笔插入万用表上标有“+”号的插孔内,黑色表笔插入标有“-”号的插孔内。手握红色表笔和黑色表笔的绝缘部位,先用黑色表笔触及一相带电体,用红色表笔触及另一相带电体或中性线。读取电压读数后,使两支表笔脱离带电体。

(6) 直流电压的测量。与测量交流电压的方法基本相同。区别是直流电压有正负之分,测量时,黑色表笔应与电源的负极相触,红色表笔应与电源的正极相触,二者不可颠倒。如果分不清电源的正负极,则可选用较大量程挡,将两支表笔快触一下测量点,观察表针的指向,找出被测电压的正负极。

(7) 电阻的测量。测量前,将万用表的转换开关旋到标有“ Ω ”符号的适当倍率位置上,然后将表笔短接、调零,再将两表笔分别触及电阻的两端。将测得的读数乘以倍率即为所测电阻值。

(8) 电路通断的判断。在电器的检查和维修中,经常要用万用表检查电路是否导通。此时可将倍率开关置于“ $R \times 1$ ”挡。若读数为零或接近于零,则表明电路是通的;若读数为



无穷大,则表明电路不通。

(9) 正确读取标度盘。MF64 型万用表,如图 1-21 所示。测量电阻时应读取标有“ Ω ”的最上方的第一根标度尺上的分度线数字。测量直流电压和直流电流时应读取标有“DC”的第二根和第三根标度尺上的分度线数字,满量程数字是 125 或 10 或 50。测量交流电压时,应读取标有“AC”的第四根标度尺上的分度线数字,满量程数字为 250 或 200。标有“ h_{fe} ”的两根短标度尺是使用晶体管附件测量三级管共发射极电流放大系数 h_{fe} 的,其中标有“Si”的为测量硅三级管读数的标度尺,标有“Ge”的为测量锗三级管读数的标度尺。标有“BATT. ($R_L = 12\Omega$)”的短标度尺供检查 1.5V 干电池时使用,测量时指针若处在“GOOD”范围内为电力充足,处在“BAD”及以下范围则电池已不可使用。标有“dB”的标度尺在测量音频电平时使用。电平测量使用交流电压挡,如果被测对象含有直流成分,则应串入一只 $0.1\mu\text{F}/400\text{V}$ 以上的电容器,以隔断直流电压,若使用较高量程,则应加上附加分贝值。



图 1-21 MF64 型万用表

2. 指针式万用表使用注意事项

- (1) 每次测量前应对万用表做一次全面检查,核实表头各部分的位置是否正确。
- (2) 测量时,应用右手握住两只表笔,手指不要触及表笔的金属部分和被测元器件。
- (3) 测量过程中不可转动转换开关,以免转换开关的触头产生电弧而损坏开关和表头。
- (4) 使用 $R \times 1$ 挡时,应尽量缩短调零的时间,以延长电池使用寿命。
- (5) 万用表使用完后,应将转换开关旋至空挡或交流电压最大量程挡。
- (6) 切勿带电测量,否则不仅测量结果不准确,还可能烧坏万用表。若线路中有电容,则应先放电。

(7) 使用间歇时,不可将两表笔短接,以免浪费电池的电能。

(8) 不可用欧姆挡直接测量检流计、标准电池等的内阻。

(9) 使用欧姆挡判别仪表的正负端或半导体元件的正反向电阻时,万用表的“+”端应与内附干电池的负极相连,而“-”端或“*”端则应与内附干电池的正极相连。也就是说,黑色表笔为正端,红色表笔为负端。

(10) 测量时,要注意被测电路两端有无并联电阻,若有应先断开一端再进行测量。

1.2.2 数字式万用表

1. 数字式万用表的功能选择

如图 1-22 所示,在使用数字万用表时,将电源开关旋钮“ON—OFF”旋到“ON”一侧,接通电源。用“ZEROADJ”旋钮调零校准,使显示屏显示“000”。用功能转换开关选择测量类型和量程。功能转换



图 1-22 数字式万用表