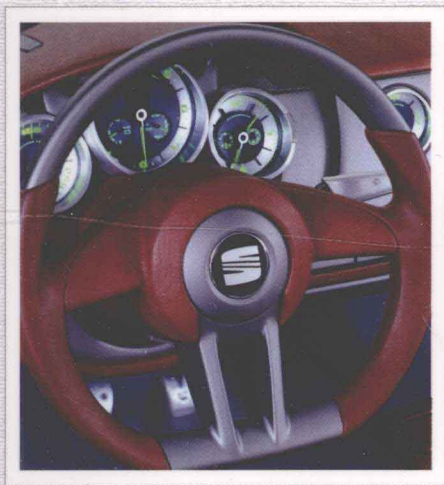


中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

The Excellent Achievements in Scientific Research Project of Chinese Society of Technical and Vocational Education

高等职业教育汽车专业“双证课程”培养方案规划教材



汽车 电气系统检修

高等职业技术教育研究会 审定

安宗权 曾宪均 主编

张军 程越 陶炳全 副主编

A Book for Examining and
Repairing Electric Control System of Automobile

- ◆ 以故障检修为线索
- ◆ 引入项目教学，强调实用性
- ◆ 整合传统知识内容



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

The Excellent Achievements in Scientific Research Project of Chinese Society of Technical and Vocational Education

高等职业教育汽车专业“双证课程”培养方案规划教材



汽车 电气系统检修

高等职业技术教育研究会 审定

安宗权 曾宪均 主编

张军 程越 陶炳全 副主编

A Book for Examining and
Repairing Electric Control System of Automobile



人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车电气系统检修 / 安宗权, 曾宪均主编. —北京: 人民邮电出版社, 2009. 5 (2009. 8 重印)
中国职业技术教育学会科研项目优秀成果. 高等职业教育汽车专业“双证课程”培养方案规划教材
ISBN 978-7-115-19679-8

I. 汽… II. ①安…②曾… III. 汽车—电子系统: 控制系统—车辆修理—高等学校: 技术学校—教材 IV. U472. 41

中国版本图书馆CIP数据核字 (2009) 第031509号

内 容 提 要

本书以汽车电气系统常见的故障检修任务为线索, 采取项目式的教学方法, 对汽车电气系统的教学内容进行了有机整合, 在阐述汽车电气系统基本结构原理的同时, 重点介绍典型汽车电气系统故障的检修方法。

全书共分为 9 个项目, 主要介绍汽车电源、启动系、点火系、照明与信号、仪表与警报、辅助电器及汽车整车电路故障等方面的检修。每个项目按照“项目要求—相关知识—项目实施—项目小结”的形式安排内容, 突出实用性。

本书可作为高职高专院校汽车专业的教材, 也可供从事汽车维修和管理工作的技术人员参考。

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果
高等职业教育汽车专业“双证课程”培养方案规划教材
汽车电气系统检修

-
- ◆ 审 定 高等职业技术教育研究会
主 编 安宗权 曾宪均
副 主 编 张 军 程 越 陶炳全
责任编辑 潘春燕
执行编辑 赵慧君
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京楠萍印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 18
字数: 446 千字 2009 年 5 月第 1 版
印数: 3 001—4 500 册 2009 年 8 月北京第 2 次印刷

ISBN 978-7-115-19679-8/U

定价: 29.80 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

职业教育与职业资格证书推进策略与
“双证课程”的研究与实践课题组

组 长：

俞克新

副组长：

李维利 张宝忠 许 远 潘春燕

成 员：

林 平 周 虹 钟 健 赵 宇 李秀忠 冯建东 散晓燕 安宗权
黄军辉 赵 波 邓晓阳 牛宝林 吴新佳 韩志国 周明虎 顾 晔
吴晓苏 赵慧君 潘新文 李育民

课题鉴定专家：

李怀康 邓泽民 吕景泉 陈 敏 于洪文

高等职业教育汽车专业“双证课程” 培养方案规划教材编委会

主任:

林平 赵宇

副主任:

冯建东 散晓燕 安宗权 黄军辉

委员:

蔡兴旺 孟庆平 李百华 岳江 杨永海 程越 郑鹏飞 谢佩军
陈贞健 陈建宏 高少华 郑建通 黄俊英 许柄照 吕玫 沈明南
刘步丰 高俊文 管卫华 陈述官 傅沈文 张南峰 江洪 陈顺生
焦传君 张军 曾宪均 田有为 张秋华 吴兴敏 申荣卫

审稿委员会

主任:

李春明

副主任:

张西振

委员:

李春明 罗永前 张西振 刘锐 于星胜 袁杰 曾鑫 刘景军
张红英 梁乃云 白柳 丁群燕 刘新平 李华楹 胡高社 祁先来
彭梦珑 赵福水 陈玉刚 刘利胜 马明金 杨佰青 张桂华 胡勇
张敏 于星胜 张宇 王琳 谢三山 张松青 朱景建 马洪军
文有华 王雅红 罗伦 王春锋 刘照军 林凤 姜能

本书主审:

杨佰青

丛书出版前言

职业教育是现代国民教育体系的重要组成部分，在实施科教兴国战略和人才强国战略中具有特殊的重要地位。党中央、国务院高度重视发展职业教育，提出要全面贯彻党的教育方针，以服务为宗旨，以就业为导向，走产学结合的发展道路，为社会主义现代化建设培养千百万高素质技能型专门人才。因此，以就业为导向是我国职业教育今后发展的主旋律。推行“双证制度”是落实职业教育“就业导向”的一个重要措施，教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》（教高〔2006〕16号）中也明确提出，要推行“双证书”制度，强化学生职业能力的培养，使有职业资格证书专业的毕业生取得“双证书”。但是，由于基于双证书的专业解决方案、课程资源匮乏，双证书课程不能融入教学计划，或者现有的教学计划还不能按照职业能力形成系统化的课程，因此，“双证书”制度的推行遇到了一定的困难。

为配合各高职院校积极实施双证书制度工作，推进示范校建设，中国高等职业技术教育研究会和人民邮电出版社在广泛调研的基础上，联合向中国职业技术教育学会申报了《职业教育与职业资格证书推进策略与“双证课程”的研究与实践》课题（中国职业技术教育学会科研规划项目，立项编号 225753）。此课题拟将职业教育的专业人才培养方案与职业资格认证紧密结合起来，使每个专业课程设置嵌入一个对应的证书，拟为一般高职院校提供一个可以参照的“双证课程”专业人才培养方案。该课题研究的对象包括数控加工操作、数控设备维修、模具设计与制造、机电一体化技术、汽车制造与装配技术、汽车检测与维修技术等多个专业。

该课题由教育部的权威专家牵头，邀请了中国职教界、人力资源和社会保障部及有关行业的专家，以及全国 50 多所高职高专机电类专业教学改革领先的学校，一起进行课题研究，目前已召开多次研讨会，将课题涉及的每个专业的人才培养方案按照“专业人才定位—对应职业资格证书—职业标准解读与工作过程分析—专业核心技能—专业人才培养方案—课程开发方案”的过程开发。即首先对各专业的工作岗位进行分析和分类，按照相应岗位职业资格证书的要求提取典型工作任务、典型产品或服务，进而分析得出专业核心技能、岗位核心技能，再将这些核心技能进行分解，进而推出各专业的专业核心课程与双证课程，最后开发出各专业的人才培养方案。

根据以上研究成果，课题组对专业课程对应的教材也做了全面系统的研究，拟开发的教材具有以下鲜明特色。

1. 注重专业整体策划。本套教材是根据课题的研究成果——专业人才培养方案开发的，每个专业各门课程的教材内容既相互独立又有机衔接，整套教材具有一定的系统性与完整性。
2. 融通学历证书与职业资格证书。本套教材将各专业对应的职业资格证书的知识和能力要求都嵌入到各双证教材中，使学生在获得学历文凭的同时获得相关的国家职业资格证书。
3. 紧密结合当前教学改革趋势。本套教材紧扣教学改革的最新趋势，专业核心课程、双证

课程按照工作过程导向及项目教学的思路编写，较好地满足了当前各高职高专院校的需求。

为方便教学，我们免费为选用本套教材的老师提供相关专业的整体教学方案及相关教学资源。

经过近两年的课题研究与探索，本套教材终于正式出版了，我们希望通过本套教材，为各高职高专院校提供一个可实施的基于双证书的专业教学方案。我们也热切盼望各位关心高等职业教育的读者能够对本套教材的不当之处给予批评指正，提出修改意见，并积极与我们联系，共同探讨教学改革和教材编写等相关问题。来信请发至 panchunyan@ptpress.com.cn。

前 言

汽车电气系统检修是高职高专院校汽车专业的核心课程。本书依据教育部高职高专示范院校教材建设要求,紧紧围绕高素质技能型人才的培养目标,以能力为本位,以工作过程为导向,确定编写思路和特色。

在内容编排上,以汽车电气系统故障检修为主线,将教材分为9个检修项目,每个项目均按照“项目要求—相关知识—项目实施—项目小结”4个部分进行组织。以帮助高职院校的教师能够比较全面、系统地讲授这门课程,使学生在掌握相关理论知识的同时,能够熟练地对汽车电气系统的故障进行检测、诊断与维修。

本书的参考学时为92学时,其中理论环节为52学时,实践环节为40学时,各项的参考学时参见下面的学时分配表。

章 节	课 程 内 容	学 时 分 配	
		讲 授	实 训
项目一	汽车电气与电路的认知	2	1
项目二	蓄电池的检测及充电	6	4
项目三	充电系统及交流发电机的检修	8	4
项目四	启动系统与起动机检修	8	4
项目五	点火系统的检修	8	6
项目六	照明、信号、仪表、报警电路的检修	8	6
项目七	电动刮水器和清洗器的检修	4	4
项目八	电动车窗玻璃升降器的检修	4	4
项目九	拆画分析汽车系统电路图	4	7
课时总计		52	40

本书由安宗权和曾宪均担任主编,张军、程越、陶炳全担任副主编。其中项目一、项目二、项目六由曾宪均编写,项目三由程越编写,项目四、项目八由张军编写,项目五、项目七由安宗权编写,项目九由陶炳全编写。

本书在编写过程中,张妮、苏磊、刘海红、贾慧利、韩小伟、袁野、吴健等在资料收集、整理和技术支持方面做了大量工作,在此致以诚挚的谢意!

由于时间仓促,加之编者水平有限,书中难免存在错误和不当之处,敬请广大读者批评指正。

编者
2009年1月

目 录

项目一 汽车电气与电路的认知	1
一、项目要求	1
二、相关知识	2
(一) 汽车电气设备的组成与特点	2
(二) 汽车电气和电路故障的基本 诊断方法	3
(三) 汽车电气设备维修中常用的 检测仪表和工具	4
三、项目实施	7
(一) 常用检测仪表与工具的使用 项目要求	7
(二) 实施步骤	7
四、拓展知识	9
(一) 汽车电路基础元件	9
(二) 汽车电路常用电子元器件	16
小结	19
习题及思考题	19
项目二 蓄电池的检测与充电	20
一、项目要求	20
二、相关知识	20
(一) 蓄电池的作用及类型	20
(二) 蓄电池的安装位置	21
(三) 蓄电池的结构	21
(四) 蓄电池的工作原理	22
(五) 蓄电池的技术参数	23
(六) 蓄电池的型号	24
(七) 蓄电池的常见故障及其 排除	25
三、项目实施	26
(一) 蓄电池安全使用、检查维护、 充电与检测项目要求	26
(二) 实施步骤	27
四、拓展知识	31
小结	32
习题及思考题	32
项目三 充电系统及交流发电机的 检修	33
一、项目要求	33
二、相关知识	33
(一) 充电系统概述	34
(二) 交流发电机的构造	35
(三) 交流发电机的工作原理	40
(四) 交流发电机的工作特性	43
(五) 电压调节器	45
(六) 交流发电机和电压调节器的 使用与维护	53
(七) 充电系统的故障诊断	54
三、项目实施	57
(一) 充电系统的检修项目要求	57
(二) 实施步骤	57
四、拓展知识	64
(一) 其他类型的发电机	64
(二) 别克凯越汽车发电机拆装 检测步骤	66
(三) 部分品牌汽车发电机电路图	70
小结	75
习题及思考题	75
项目四 启动系统与起动机的检修	76
一、项目要求	76
二、相关知识	76
(一) 启动系统概述	76
(二) 起动机的构造与型号	78

(三) 直流电动机	79	(二) 汽车前照灯的检测与调整	169
(四) 起动机传动机构与操纵 机构	85	(三) 闪光继电器的检测	171
(五) 起动机的控制电路	90	(四) 传统仪表的故障诊断	172
(六) 起动机的正确使用	92	(五) 帕萨特 B5 轿车数字仪表的 故障诊断	176
三、项目实施	92	四、拓展知识	182
(一) 项目实施要求	92	(一) 汽车前照灯的发展	182
(二) 实施步骤	92	(二) 新型汽车光源——LED 灯	183
四、拓展知识	99	(三) 汽车仪表系统的新发展	184
(一) 减速起动机的结构	99	小结	185
(二) 减速起动机的拆装与检修	101	习题及思考题	185
小结	102	项目七 电动刮水器和清洗器的 检修	186
习题及思考题	102	一、项目要求	186
项目五 点火系统的检修	104	二、相关知识	186
一、项目要求	104	(一) 电动刮水器的组成与分类	187
二、相关知识	105	(二) 刮水器系统的工作原理	188
(一) 点火系统概述	105	(三) 清洗器系统的组成	193
(二) 点火系统的基本构造与检修	108	(四) 电动刮水器和清洗器的 应用实例	193
(三) 普通电子点火系统的构造与 维修	116	(五) 电动刮水器和清洗器的维护 与常见故障检修	195
(四) 电控点火系统的构造与维修	124	三、项目实施	197
三、项目实施	137	(一) 电动刮水器和清洗器的 检修项目要求	197
(一) 实施要求	137	(二) 实施步骤	197
(二) 实施步骤	137	四、拓展知识	199
小结	139	(一) 风窗除霜装置	199
习题及思考题	140	(二) 奥迪轿车风窗刮水和清洗 系统的维修	199
项目六 照明、信号、仪表、报警 电路的检修	141	小结	201
一、项目要求	141	习题及思考题	202
二、相关知识	142	项目八 电动车窗玻璃升降器的 检修	203
(一) 照明、信号系统的作用、 类型和基本组成	142	一、项目要求	203
(二) 汽车照明系统	143	二、相关知识	203
(三) 汽车信号系统	147	(一) 电动车窗的组成与结构	203
(四) 仪表系统	148	(二) 电动车窗的工作原理	204
(五) 汽车报警信息系统	159	(三) 电动车窗的故障诊断	208
三、项目实施	163		
(一) 通用别克君威轿车前照灯及 雾灯电路分析与检修	163		

三、项目实施	208	(二) 常见图形符号、文字符号 及标志	221
(一) 项目实施的要求	208	(三) 汽车电路绘制及识图要领	238
(二) 实施步骤	209	三、项目实施	243
四、拓展知识	213	(一) 汽车总电路图拆画分析项目 要求	243
(一) 电动座椅	213	(二) 实施步骤	243
(二) 电动后视镜	216	四、拓展知识	254
小结	219	(一) 典型车系统电路分析	254
习题及思考题	219	(二) 汽车电路检修常识	276
项目九 拆画分析汽车系统电路图	220	小结	278
一、项目要求	220	习题及思考题	278
二、相关知识	220		
(一) 汽车电路图的种类	220		

项目一

汽车电气与电路的认知

一、项目要求

随着汽车工业飞速发展，汽车技术日新月异，汽车电气系统的故障需要更专业的检测方法和维修设备进行规范化的检测和维修。对汽车电气工作原理的认识、电路的组成特点的认识、正确的诊断思路和诊断维修设备的熟练使用对机电维修工在工作中提高故障点查找的准确性及缩短排查故障的时间都起到至关重要的作用。任何先进、专业的检查设备都应在正确的维修思路指导下合理选择、使用，才能发挥其高效性和精确性。现代汽车技术中电子控制技术的广泛应用，使得汽车电气系统越来越复杂。只有充分理解现代汽车电路的特点，合理使用各种汽车电气故障诊断方法，才能有效地进行电气系统的故障诊断和维修。

在汽车电气系统的故障检修中，应遵循咨询、计划、决策、实施、检查和评估6步法。咨询——根据故障案例，查阅相关的维修技术资料；计划——针对故障现象制定相应的工作计划可行性方案；决策——对可行性方案进行论证；实施——进行故障的检修；检查——对所排除故障进行检查确认；评估——工作总结，对故障现象进行深度分析。

【知识要求】

1. 掌握汽车电气设备的组成与特点
 2. 掌握常用的汽车电气与电路故障的诊断方法
- 重点掌握内容：汽车电气与电路故障的诊断方法

【能力要求】

1. 能正确认识汽车上的常用电气设备
2. 能正确使用电气设备中常用的检测仪表和工具

二、相关知识

(一) 汽车电气设备的组成与特点

汽车电气与电子设备是汽车的重要组成部分,其工作性能的优劣直接影响汽车的动力性、经济性、安全性、可靠性、舒适性和排气净化等。汽车种类繁多,但电气系统的组成和设计都遵循一定的规律。

1. 汽车电气设备的主要组成

(1) 电源系统

电源系统包括蓄电池、发电机及电压调节器。发电机是汽车上的主要电源,蓄电池是辅助电源。当发电机工作时,由发电机向全车用电设备供电,同时给蓄电池充电。蓄电池的作用是启动发动机时向起动机供电,同时当发电机不工作时向用电设备供电。电压调节器的作用是保持发电机的输出电压恒定。

(2) 用电设备

汽车上的电气设备可分为起动机,点火系统,照明与信号系统,仪表、报警与电子显示系统,辅助电气系统及电子控制部分等。

① 起动机。起动机用于启动发动机。

② 点火系统。点火系统用于点燃发动机汽缸内的可燃混合气。

③ 照明与信号系统。照明装置包括车内外各种照明灯。信号装置包括电喇叭、闪光器、蜂鸣器及各种信号灯,提供安全行车所必需的信号。

④ 仪表、报警与电子显示系统。仪表包括发动机转速表、车速里程表、燃油表、水温表、机油压力表等。报警及电子显示装置用来监控汽车各系统的工况。

⑤ 辅助电气系统。辅助电气系统包括电动刮水器、风窗洗涤器、空调中控门锁、电动车窗和电动座椅等。

⑥ 电子控制部分。电子控制部分包括电子控制燃油喷射装置、点火装置、自动变速器和防抱死制动装置等。

(3) 配电装置

配电装置包括中央接线盒、电路开关、保险装置、插接器和导线等。

2. 汽车电气设备的特点

现代汽车种类繁多,电气设备的数量不等,功能各异,但电路设计都遵循一定的原则,了解这些原则对汽车电路的分析和故障的检修是很有帮助的。

(1) 低压

汽车电气系统的额定电压主要有12V和24V 2种,汽油车普遍采用12V电源,柴油车采用24V电源。汽车运行中,12V电源系统电压为14V,24V电源系统电压为28V。

(2) 直流

由于起动机由蓄电池供电,而向蓄电池充电又必须使用直流电源,所以汽车电源必须是直

流电源。

(3) 单线制

汽车上所有用电设备都是并联的。单线制是利用发动机、底盘、车身等金属机体作为各种用电设备的公共线，电源到用电设备只需设一根导线。任何电路中的电流都是从电源正极出发，经导线流入用电设备后，通过发动机等金属机体流回电源负极形成回路。由于单线制节省导线、线路清晰简化、安装检修方便，并且用电设备不需与车体绝缘，因此现代汽车广泛采用单线制。

(4) 负极搭铁

采用单线制时，蓄电池的一个电极必须接到车架上，俗称“搭铁”。若将蓄电池的负极接到车架上，则称为“负极搭铁”。目前世界各国生产的汽车基本上都采用“负极搭铁”形式。

(5) 2个电源

汽车上有蓄电池和发动机2个供电电源。蓄电池是辅助电源，发动机未运转时向有关电气设备供电；发动机是主电源，当发动机运转到一定转速后，开始向所有电气设备供电，同时给蓄电池充电。

(6) 用电设备并联

汽车上各种用电设备和电源都采用并联方式连接，各用电设备都由各自串联在其支路中的专用开关控制，互不产生干扰。

(二) 汽车电气和电路故障的基本诊断方法

随着现代汽车电子设备的增多，汽车电路及电气出现的故障愈显复杂。发生故障后，选用合适的诊断方法是顺利排除故障的关键。为此下面介绍几种汽车电路、电气故障常用的诊断方法。

1. 观察法

电路、电气出现故障后，通过对导线和电气元件可能产生的高温、冒烟，甚至出现电火花、焦糊气味等，靠观察和嗅觉（闻气味）来发现较为浅显的故障部位。

2. 触摸法

用手触摸电气元件表面，根据温度的高低进行故障诊断。电气元件正常工作时，应有合适的工作温度，若温度过高或过低，意味着有故障。例如：起动机运转无力时，若蓄电池极桩与导线接触不良，触摸时将有烫手感觉。

3. 试灯法

用试灯将已经出现或怀疑有问题的电路连接起来，通过观察试灯的亮与不亮或亮的程度，来确诊某段电路有无故障。

4. 短路法

当低压电路断路时，用跨接线或螺丝刀等将某一线路或元件短路，来检验和确定故障部位。如制动灯不亮时，可在踏下制动踏板后，用螺丝刀将制动灯开关两接柱连接来检验制动灯开关是否良好。对于现代汽车的电子设备而言，应慎用短路法来诊断故障，以防止短路时因瞬间电流过大而损坏电子设备。

5. 断路法

汽车电气设备发生短路（搭铁）故障时，可用断路法判断，即将怀疑有短路故障的电路断开后，观察电器设备中短路故障是否还存在，以此来判断电路短路的部位。

6. 机件更换法

对于难以诊断且故障涉及面大的故障，可利用更换机件的方法来确定或缩小故障范围。

7. 仪表检测法

利用万用表等仪表，对电气元件及线路进行检测，来确定电路故障。对现代汽车上越来越多的电子设备来说，仪表检测法有省时、省力和诊断准确的优点，但要求操作者必须具备熟练应用万用表的技能，以及对汽车电气元件的原理、电路组成等能准确地把握。

（三）汽车电气设备维修中常用的检测仪表和工具

1. 通导性测试笔

通导性测试笔或称自供电试灯，用于测试某一电路是否具有完整的支路或是否具有通导性。这种测试笔的手柄内装有1节干电池和1个灯泡，一端是探针，另一端带有导线和鳄鱼嘴的夹子。将其与某一电路串联时，干电池将电流送入整条电路，如果电路是完整的，灯泡就会亮起。这是一种快速检测工具，但不能代替欧姆表。



与欧姆表一样，通导性测试笔不应接在一个带电的电路中，否则，测试笔中的灯泡会被烧坏。通导性测试笔的外型及电路如图1-1所示。

2. 试灯

12 V 试灯用于测量电路中是否存在电压。它看起来与通导性测试笔很相似，但它没有内部电池，而且其灯泡为12 V的。当试灯一头接地，另一头探针触到带电压的导体时，灯泡就会亮。与通导性测试笔一样，试灯不能取代电压表。因为它只能显示是否有电压，不能显示电压的高低。试灯的外型及电路如图1-2所示。

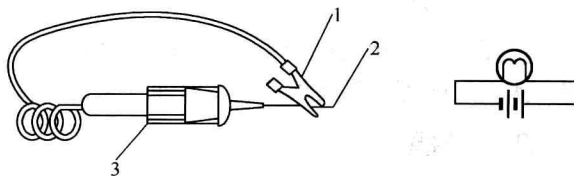


图1-1 通导性测试笔的外型及电路

1—鳄鱼夹 2—探针 3—手柄中的电池

3. 跨接导线

跨接导线有时可作为故障诊断的辅助工具，可用于跨过某段被怀疑已断开的导线，而直接向某一部件提供电的通路，也可用于不依赖于电路中的开关或导线而向电路中加上电池电压。它可配上与通导性测试笔相同的探针和夹子，也可设计为各种特殊形式。跨接导线的形式如图1-3所示。



要定期用欧姆表对跨接导线本身进行通导性的测试。导线自身接头产生的电阻将影响故障诊断的正确性。

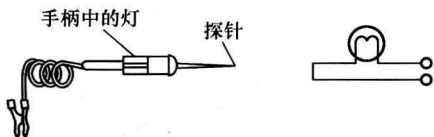


图 1-2 试灯的外型及电路

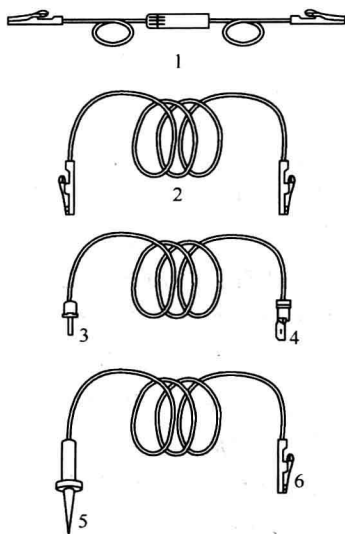


图 1-3 跨接线的形式

1—带直列式熔断器的鳄鱼夹 2、6—鳄鱼夹
3—针形端子 4—接片端子 5—探针

4. 指针式万用表

指针式万用表利用一个在所测数值相关刻度上摆动的弹簧指针来显示所测数据。测量数据实际上是与电表内的已知数据相对照，并反映在表盘上。使用者要按所设定的量程，判定并读出仪表上的示值。指针式万用表的外型如图 1-4 所示。

指针式万用表可用于测量电压、电阻和电流。

(1) 电压测量

进行电压测量时，所测电路必须通电，仪表的表笔应并联于所测部件的两端。一般指针式万用表电压挡的量程挡位为：2 V、20 V 和 200 V。

(2) 电阻测量

使用电阻挡测试电路电阻之前，必须将其校准到“0” Ω 的位置，这样才能得到准确的读数。每一次变换量程挡都要对其重新校准，否则读数可能出现误差。指针式欧姆表调零时，两表笔互相接触，仪表的指针应移向表盘右侧。精确调整指针零位时，应转动零点调节旋钮直到指针与刻度盘上的零点对齐。当测量仪表的 2 支表笔没有

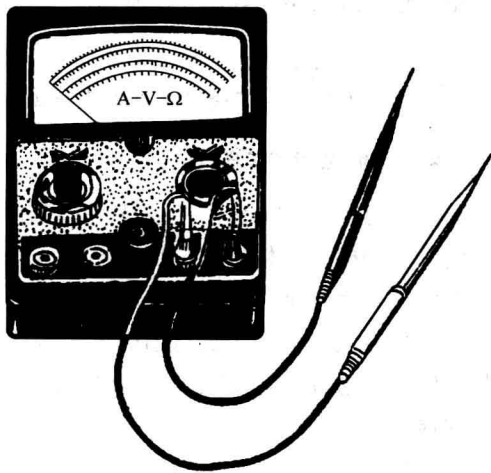


图 1-4 指针式万用表的外型

碰在一起或没有与所测电路连接时，表上所示应为无穷大电阻。指针式仪表的指针应停留在刻度盘的最左侧，欧姆表中的各种不同量程挡可用于大范围电阻值的测试。如果不知道所测电阻的大约范围，应首先选择较高量程挡，然后再向低量程挡转换。测量电阻时，要首先确定所测部件没有电流通过，然后再将仪表与所测元件的两端连接，同时还要使该部件在电路与其他部件分开。进行测量时，表内的电池向所测部件提供电压，使电流通过该部件，仪表利用内部已知数据与所流经的电流进行比较，这样，该部件的电阻就显示在仪表上了。指针式万用表欧姆挡典型的量程挡为：200 Ω 、20 k Ω 、200 k Ω 和 2000 k Ω 。



绝对不要将欧姆表接在带电的电路中，否则电路中的电流会损坏仪表中的线圈。某些仪表内装有保险来保护仪表。

(3) 电流测量

安培表用于测量流过某一电路的电流。有 2 种安培表常用于汽车故障诊断，即内分流式安培表和感应式安培表。内分流式安培表用于小电流的测量，测量时串联于所测电路中。一般来讲，这种仪表只能承受 10 A 或更小的电流。万用表也属内分流式安培表。感应式安培表用于较大电流的测量，如启动和充电系统的测试。

当内分流式安培表与所测电路串联时，电流将通过表内的一个固定电阻，另外一条电阻较高的电路与上述电阻并联，电流的大小就通过该电路显示在仪表上。这类安培表对于小电流的测量十分精确，特别是测量电子电路。内分流式安培表和万用表的最大读数一般是 10 A。

感应式安培表使用 3 条接线来获得流经电路的电流。2 根带有夹子的粗线连接电池的正负极，为仪表提供电源，第 3 根线的夹子上带有一个铁芯，测量时将铁芯夹在被测的导体上。当电流流过导体时，铁芯周围的磁力线在夹子的铁芯中产生感应电流，感应电流显示在仪表刻度盘上。这类仪表不应用于小电流的测量，因为它不是用来精确测量低于 10 A 电流的仪器。感应式安培表如图 1-5 所示。

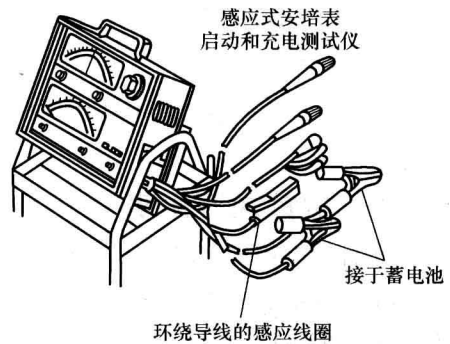


图 1-5 感应式安培表



内分流式安培表必须与所测电路串联，绝不能与所测部件并联。否则将使原应流经部件的电流绕过该部件直接流入仪表，过高的电流会烧坏仪表和电路。

5. 数字式万用表

数字万用表 (DMM) 在许多方面都优于绝大多数型号的模拟表，其中最主要的方面是它更准确。影响模拟表精确度的因素不单是内部电路，指针也会因从不同的角度观察仪表而指在不同的位置。而数字式的却不必因此为读数不准而担心。

数字万用表有一个测试值的电子数字读出装置。数字万用表具有使测试精确的电子电路，其准确度超过 0.1%，远远超过模拟表。数字万用表已普遍用于电气诊断和检测，尤其是电气系统的检测。

当数字万用表的正导线带电而负导线接地时，它即在读数前显示一个“+”符号。如果两极导线相反，读数前将会出现“-”符号，以示相反极性。

大部分高质量的仪表是由表内以干电池为电源的内部电路提供已知数据。如果电池电力不足，就将影响读数的精确度。因此，要时常检查表内电池以确保数据的准确性。大部分数字式仪表都有一个电池警告标志，用来显示电池的电位状况。

电压表具有极敏性，它可显示正电压或负电压。数字式电表用“+”或“-”来表示正电压或负电压。电压表有几个供选择的挡位。各挡的量程不同读数有所不同。所选择的量程挡应以得到最精确读数为准。一般数字式仪表的量程挡位为：200 mV、2 000 mV、20 V、200 V、1 000 V DC 和 750 V AC。