

汽车检修技能提高教程丛书

汽车电气设备 构造与检修技术

Construction
& Maintenance

主编 王盛良 / 副主编 黄标华 谌刚华

第3版



赠电子课件



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

汽车检修技能提高教程丛书



汽车电气设备构造 与检修技术 第3版

主 编 王盛良

副主编 黄标华 谌刚华



机械工业出版社

本书介绍了汽车的常用电气设备系统,如蓄电池、交流发电机及调节器、起动机、点火系统、汽车照明、信号系统及报警装置、汽车仪表、汽车空调系统和辅助电器等总成及各部件的功用、位置、结构、工作原理、工作流程、拆装方法和检修技术,并着重介绍了汽车电气设备的特征及线路分析。本书第3版增加了目前汽车电气设备新技术检修方面的内容,紧贴维修实际,便于读者学习。

本书在编写时重点以电的流动路线为准绳,把各电气设备的工作原理和工作流程系统地联系在一起。本书采用“积木法”的原理进行编写,章节编排合理,内容系统连贯,图文并茂,实际操作内容多,具有较强的实用性。

本书可作为中、高职类汽车专业教材,也可供汽车从业人员、汽车驾驶人员以及汽车运行管理人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气设备构造与检修技术/王盛良主编.—3版.—北京:机械工业出版社,2017.4

(汽车检修技能提高教程丛书)

ISBN 978-7-111-56311-2

I. ①汽… II. ①王… III. ①汽车-电气设备-构造②汽车-电气设备-车辆检修 IV. ①U472.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第050424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:连景岩 杜凡如 责任编辑:连景岩 杜凡如 李然

责任校对:陈越 肖琳 封面设计:鞠杨

责任印制:李飞

北京铭成印刷有限公司印刷

2017年4月第3版第1次印刷

184mm×260mm·16印张·384千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-56311-2

定价:49.00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

服务咨询热线:010-88361066

读者购书热线:010-68326294

010-88379203

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

金书网:www.golden-book.com

教育服务网:www.cmpedu.com



丛书序

我国的汽车工业发展为什么远不如高铁工业、工程机械快？在我国汽车产销量均出现井喷式增长的黄金时期，自主品牌汽车为什么没有处于主导地位？与美、日等汽车强国相比，为什么总是形似而神非？这些是值得我国所有汽车行业从业者深思的问题。作为近30年我国汽车工业发展的参与者，笔者一直在反思、总结。从20世纪80年代末至90年代中期的手工单台生产，到现在的工业化流水线批量生产；从拥有几千家汽车制造企业和上千个品牌，到现在只剩下几个自主品牌和数十个汽车制造企业；自主品牌的国内市场占有率从95%以上，到现在的不足10%。我们缺技术吗？缺资源吗？缺市场吗？除了上层建筑的问题，面对汽车保有量以每年10%~20%的速度递增的庞大市场，作为汽车人，我们还应该思考怎样实现弯道超车。

笔者在编写汽车专业教材时采用了“积木法”，中国的汽车工业要脱颖而出也要走“积木法”路线，这样既能降低研发、生产成本，避免造成资源分散与浪费，又能提高产品品质和市场竞争力。而要走“积木法”路线，就必须以教育为手段，因为汽车上的每一个小“积木”都能成就一番大事业。作为汽车专业人士，作为想进入汽车行业的有志之士，在万众创新、全民创业的大好形势下，成就自我，成就中国汽车产业，已经迎来最好的契机。如何把汽车“积木”变成产业项目，把项目变成特色，把特色变成效果，把效果变成效益。这是我们要不断思考的问题。

在本套教材编写再版时，笔者留下大量空间，供汽车专业的教育者、学习者、读者来补充、完善，也期待与高、中等院校汽车专业老师、学生及汽车从业人士，就专业、就业、创业及汽车企业孵化器等问题开展专题讲座与探讨，解决学与用的问题；与汽车制造企业及汽车售后企业，就项目运营、节能减排、创新发展、特色服务及操作进行面对面的交流，解决提高品牌、企业竞争力的问题。

笔者一直在摸索、一直在努力、一直在开拓，尽管培养了一大批优秀汽车行业从业者，指导了一大批汽车售后企业，也拥有一些投入生产的新项目、新技术、新工艺、新方法，但终归力量有限，中国汽车产业的发展，仍然任重道远，需要大家共同努力。本套教材仍存在许多不足，期待同行与读者批评指正，以惠及更多汽车同仁！

参与本套丛书编写的有王盛良、陈亮明、王正红、冯建源、谌刚华。

王盛良



目 录

丛书序

第 1 章 绪论	1
1.1 汽车电气设备的特点	1
1.2 汽车电气设备电路组成	2
1.2.1 汽车电源	2
1.2.2 汽车线束	2
1.2.3 保护装置	3
1.2.4 控制装置	3
1.2.5 用电设备	6
1.3 汽车电气设备电路使用与维护	6
1.3.1 汽车电气设备电路使用与维护的注意事项	6
1.3.2 汽车电气设备电路检修的基本方法	7
1.3.3 汽车电气设备电路检修的常用量具	8
练习与思考题	14
第 2 章 蓄电池	15
2.1 概述	15
2.1.1 蓄电池的分类	15
2.1.2 蓄电池的功用	16
2.2 铅蓄电池的结构与型号	16
2.2.1 铅蓄电池的结构	16
2.2.2 铅蓄电池的工作原理	18
2.2.3 铅蓄电池的型号	21
2.2.4 免维护蓄电池的结构和特点	22
2.2.5 蓄电池的固定装置和连接电缆	22
2.3 蓄电池的容量及其影响因素	23
2.3.1 蓄电池的容量	23



2.3.2 影响蓄电池容量的因素	23
2.4 蓄电池的充电	25
2.4.1 充电设备	25
2.4.2 充电方法	25
2.4.3 充电种类	26
2.4.4 蓄电池充电注意事项	27
2.5 蓄电池的使用、维护与检测	27
2.5.1 蓄电池的选用	27
2.5.2 蓄电池的使用与维护	27
2.5.3 蓄电池的技术状态检测	29
2.5.4 蓄电池常见的故障	31
2.6 汽车其他新型电池	34
2.6.1 锂铁电池	34
2.6.2 燃料电池	35
2.6.3 电动汽车电池	36
2.6.4 宝马汽车用蓄电池新技术	37
2.7 蓄电池故障案例分析	39
练习与思考题	40
第3章 交流发电机及调节器	41
3.1 交流发电机的结构	41
3.1.1 发电机的功用	41
3.1.2 普通交流发电机的结构	41
3.2 交流发电机工作原理	44
3.2.1 交流发电机的发电原理	44
3.2.2 交流发电机的励磁	47
3.2.3 交流发电机的整流原理及种类	47
3.3 常见交流发电机的结构	49
3.3.1 交流发电机的分类	49
3.3.2 常见发电机的结构形式	51
3.3.3 交流发电机的型号	52
3.3.4 交流发电机的性能指标	53
3.4 交流发电机的故障检测	53
3.4.1 交流发电机的测试	53
3.4.2 交流发电机零部件的检修	53
3.5 交流发电机的电压调节器	55
3.5.1 电压调节器的功用	55
3.5.2 电压调节器的调压原理	56
3.5.3 电压调节器的分类	56
3.5.4 电子调节器的工作原理	58



3.6 电子调节器的应用实例	58
3.6.1 JFT106 型晶体管调节器及电路分析	58
3.6.2 集成电路调节器及电路分析	59
3.7 充电系统的使用和维护	59
3.7.1 充电系统使用注意事项	59
3.7.2 充电系统的拆装与调整	60
3.7.3 充电系统电路分析	63
3.7.4 充电系统故障检测	64
3.7.5 充电系统常见故障的排除	64
3.8 发电机故障案例分析	67
练习与思考题	68
第4章 起动机	70
4.1 概述	70
4.1.1 发动机起动原理	70
4.1.2 起动机构成	70
4.1.3 起动机功用	71
4.1.4 起动机分类	71
4.1.5 起动机型号	72
4.2 直流电动机的工作原理与特性	73
4.2.1 直流电动机的工作原理	73
4.2.2 直流电动机的特性	73
4.3 起动机组成与结构	74
4.3.1 直流电动机	74
4.3.2 起动机传动机构	76
4.3.3 起动机电磁操纵控制机构	77
4.4 起动机检修、试验及维护	81
4.4.1 起动机检修	81
4.4.2 起动机试验	84
4.4.3 起动机使用与维护	86
4.5 起动系统故障诊断及检测	86
4.5.1 典型起动机控制电路分析	86
4.5.2 起动机不运转	88
4.5.3 起动机起动无力	88
4.5.4 起动机拆装与调整	88
4.6 起动机故障案例分析	91
练习与思考题	91
第5章 点火系统	93
5.1 点火系统概述	93



5.1.1 点火系统的功用和要求	93
5.1.2 点火系统的种类	94
5.2 点火系统的结构和工作原理	95
5.2.1 点火系统的影响因素	95
5.2.2 传统点火系统各零部件的结构和工作原理	96
5.2.3 电子点火系统各零部件的结构和工作原理	101
5.3 点火系统主要零部件的拆装与检修	103
5.4 点火系统电路分析	110
5.4.1 传统点火系统电路	110
5.4.2 电子点火系统电路	112
5.5 点火系统的使用与维护	114
5.6 点火系统常见故障的诊断	115
5.7 点火系统故障案例分析	118
练习与思考题	119
第6章 汽车照明、信号系统及报警装置	121
6.1 汽车照明、信号系统及报警装置的基本结构	121
6.2 汽车前照灯	123
6.2.1 汽车前照灯的结构	123
6.2.2 前照灯防眩目措施	125
6.2.3 前照灯的类型	127
6.2.4 其他形式的前照灯	128
6.2.5 汽车前照灯及控制电路分析	128
6.2.6 汽车前照灯及控制电路的检修与调整	131
6.3 其他照明灯	132
6.4 汽车信号灯	134
6.4.1 汽车转向灯及闪光器	134
6.4.2 汽车倒车灯及控制电路	137
6.4.3 汽车制动灯及控制电路	138
6.4.4 监视器及报警系统	139
6.5 汽车电喇叭	143
6.5.1 汽车电喇叭的结构及工作原理	143
6.5.2 喇叭继电器	144
6.5.3 电喇叭控制电路检修与调整	145
6.6 汽车照明、信号系统及报警装置的故障诊断及检测	145
6.6.1 汽车照明、信号系统及报警装置检修	145
6.6.2 汽车照明、信号系统及报警装置常见的故障	145
6.7 汽车照明、信号系统及报警装置的故障案例分析	147
练习与思考题	149



第7章 汽车仪表	150
7.1 概述	150
7.2 传统仪表	151
7.2.1 机油压力表	151
7.2.2 冷却液温度表	153
7.2.3 燃油表	154
7.2.4 车速里程表	155
7.2.5 发动机转速表	156
7.3 数字仪表	156
7.3.1 电子显示器件	156
7.3.2 显示器显示方法	157
7.4 汽车仪表故障诊断及检测	158
7.4.1 典型汽车仪表电路分析	158
7.4.2 汽车仪表故障诊断	159
7.4.3 汽车仪表常见故障的检修	160
7.5 汽车仪表故障案例分析	161
练习与思考题	163
第8章 汽车空调系统	164
8.1 概述	164
8.1.1 制冷原理	165
8.1.2 制冷剂与冷冻油	166
8.1.3 汽车空调系统的功能及组成	167
8.1.4 汽车空调系统的分类	167
8.2 汽车空调制冷系统的结构及工作原理	168
8.2.1 汽车空调制冷系统的工作原理	168
8.2.2 汽车空调制冷系统的结构部件	169
8.3 汽车空调取暖与配气系统	174
8.3.1 汽车空调取暖系统	174
8.3.2 汽车空调配气系统	174
8.4 汽车空调系统的控制	176
8.4.1 汽车空调控制系统的控制元件	176
8.4.2 汽车空调控制系统的控制电路	183
8.5 汽车空调系统的维修	191
8.5.1 常用检修工具及设备	191
8.5.2 汽车空调系统的检测	192
8.5.3 汽车空调系统的维护	198
8.6 汽车空调系统的故障诊断	199
8.6.1 汽车空调系统的基本诊断、检测	199



8.6.2 汽车空调系统常见故障的诊断	200
8.6.3 轿车空调系统控制电路分析	204
8.7 汽车空调故障案例分析	207
练习与思考题	209
第9章 辅助电器	210
9.1 风窗刮水、清洗和除霜装置	210
9.1.1 电动刮水器	210
9.1.2 风窗清洗装置	211
9.1.3 刮水及清洗装置控制电路	212
9.1.4 风窗除霜装置	214
9.1.5 风窗刮水、清洗和除霜装置的故障诊断与检修	214
9.2 电动座椅	216
9.2.1 电动座椅的组成	216
9.2.2 电动座椅的控制电路	216
9.3 电动车窗	217
9.3.1 电动车窗的作用及组成	217
9.3.2 电动车窗的电路原理	218
9.4 电动后视镜	220
9.4.1 电动后视镜的组成	220
9.4.2 电动后视镜的工作原理	221
9.4.3 电动后视镜的故障诊断与检修	222
9.5 中央集控门锁	223
9.5.1 中央集控门锁的组成	223
9.5.2 中央集控门锁的电路原理	225
9.5.3 中央集控门锁的故障诊断与检修	226
9.6 辅助电器故障案例分析	227
练习与思考题	228
第10章 汽车电气设备线路	230
10.1 汽车电气设备电路图	230
10.1.1 汽车电气设备电路图分类	230
10.1.2 各车系电路原理图的特点	230
10.1.3 识读汽车电路图的一般要领	234
10.2 汽车电气设备线路常用零部件	236
10.2.1 常用零部件简介	236
10.2.2 汽车电路中的常用符号和代码	239
10.2.3 汽车线路故障常用的诊断与检修方法	242
练习与思考题	243
参考文献	244



第1章

绪论

基本思路:

对现代汽车电气系统学习和研究的关键是自始至终把握三点,即一个原则、三种状态、五大要素。一个原则就是回路原则,即根据电的流动路线找出回路;三种状态即电流动的路线是通路、开路(断路)还是短路;五大要素是形成汽车电路的关键,即电源、保护装置、控制装置、用电设备、导线与导线插接器。

汽车自发明以来经历了一百多年的发展演化,技术日益进步,功能和外形也趋向于多样化。汽车电气设备是汽车的重要组成部分,随着汽车技术的进步和电子工业的飞速发展,汽车电气设备在汽车上的应用比例越来越大,汽车电气设备的结构和性能也在不断地发展和提高。特别是随着电子技术和计算机技术在汽车上的广泛应用,汽车电子化的程度已被看成是衡量现代汽车水平的重要标志。汽车电气设备在解决能源问题、提高行驶安全性和减少污染排放等方面起着越来越重要的作用。

▶▶▶ 1.1 汽车电气设备的特点

汽车电气设备与普通电气设备相比具有以下特点。

1. 直流电

汽车电源包括了蓄电池和发电机,其中蓄电池为直流电源,其放电后必须由直流电源对其充电,因此发电机也必须输出直流电。现代汽车到目前为止都是采用直流电。

2. 低压

汽车电路的额定电压有12V和24V两种。大型柴油车大都采用24V直流供电,汽油车大都采用12V直流供电。

3. 单线制

从节约导线和安装方便的角度出发,汽车电路一般采用单线制,即蓄电池正极直接与各



用电设备正极连接，蓄电池及用电设备的负极线都就近搭在车架金属零件上，利用发动机和汽车底盘金属体的导电性作为公共导线。

4. 负极搭铁

这种蓄电池的负极线和用电设备的负极线与车体相连接的方式称为负极搭铁。对于汽车电系，正极和负极均可作为搭铁极，由于负极搭铁具有对电子元件干扰少，对车架、车身电化学腐蚀小等优点，到目前为止世界上的汽车都采用负极搭铁。

5. 用电设备并联

用电设备并联是指汽车上的各种用电设备都采用并联方式与电源连接，每个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。

▶▶▶ 1.2 汽车电气设备电路组成

汽车电气系统主要由五大要素组成：电源、保护装置、控制装置、用电设备和连接导线。

👉 1.2.1 汽车电源

汽车上有两个电源，分别是蓄电池和发电机。

1. 蓄电池

蓄电池将化学能转化为电能，其主要作用是在起动时向起动机提供 200 ~ 600A（汽油机）或 500 ~ 1000A（柴油机）的起动电流以起动发动机，或单独向用电设备供电；当发电机供电量不足时，协助发电机向用电设备供电；存储发电机多余电量，从而稳定发电机电压。

2. 发电机

发电机是将汽车发动机产生的机械能转化为电能的装置，由汽车发动机驱动，在发动机正常工作时，发电机对除起动机以外的所有用电设备供电，并向蓄电池充电以补充蓄电池在使用中所消耗的电能。

👉 1.2.2 汽车线束

汽车上的全车线路（除高压线以外），为了不零乱、安装方便和保护导线的绝缘，一般都将同路的不同规格的导线用棉纱编织或用薄聚氯乙烯带缠绕包扎成束，称为线束。一辆汽车可以有多个线束。汽车线束在汽车电器中占有重要位置，尤其是近年来，随着汽车电器与电子设备的增多，线束总成的结构与电路也越来越复杂，因此对线束的结构、功能、适用性、可靠性都提出了更高的要求。

现代汽车的线束总成由导线、端子、插接器、护套等组成。

端子一般由黄铜、纯铜、铅材料制成，它与导线的连接采用冷铆压合的方法。

线路间的连接采用插接器。现代汽车线束总成中有多个插接器，为了保证插接器的可靠连接，其上都有二次锁紧、二次锁紧装置，极孔内都有对端子的限位和止退装置。插接器的种类有很多，可供几条到数十条导线使用，有长方体、多边体等不同形状。为了避免装配和安装中出现差错，插接器还可制成不同的规格型号、不同的形体和颜色，这样既拆装方便又不易出现插接差错。



安装汽车线束，一般都先将仪表板和车灯总开关、点火开关等连接好，然后再安装到汽车上。安装线束的主要注意事项如下：

- 1) 线束应用卡簧或绑钉固定，以免松动磨坏。
- 2) 线束不可拉得过紧，尤其是在拐弯处。在绕过锐角或穿过金属孔时，可用橡皮或套管保护，否则容易磨损线束而发生短路、搭铁，并有烧毁全车线束、酿成火灾的危险。
- 3) 连接电器时，应根据插接器的规格以及导线的颜色或接头处套管的颜色，分别接于电器上，若不易辨别导线的头尾时，一般可用试灯区分。

1.2.3 保护装置

汽车上的电路保护装置主要有熔丝、断路器、可熔断连接导线等。

1. 熔丝

熔丝是最常用的汽车线路保护元件。只要流经电路的电流过大，易熔元件就会熔断并形成断路。熔丝属于“一次性”保护装置，每次过载都需要更换。如果想确定熔丝是否熔断，则拆卸怀疑的熔丝并检查熔丝中的元件是否断路。如果未断路，还要用数字式万用表或断路检测仪检查连续性。如果断路或怀疑它的连续性，则需查明原因后更换一个额定电流相同的熔丝。

2. 断路器

断路器是当电流负荷超过断路器额定容量时将电路断开的一种保护装置，如果电路中存在短路或其他类型的过载条件，强大的电流将使断路器端子之间的线路断路。

断路器有两种。一种断路器是当通过电流过大并达到一定的时间时断开，几秒后又闭合，如果导致大电流的原因仍然存在，断路器将再次断开，只要形成电流过高的条件未消除，断路器就将循环断开和闭合。另一种断路器为正温度系数断路器，当通过它的电流过大时，这种断路器的电阻将迅速增加，过大的电流将正温度系数装置加热，随着该装置受热，其电阻增大，电阻最终升高到将电路有效断开。与普通断路器不同的是，只要电路不是断开或解除端子上的电压，正温度系数装置就不会复位。电压解除后，该断路器将在一两秒内重新闭合。

3. 可熔断连接导线

可熔断连接导线是为在电流过大时熔化和断开电路而设计的导线。可熔断连接导线一般位于蓄电池、起动机或电器中心之间或附近。在含有可熔断连接导线的两端，利用断路检测仪或数字式万用表可确定它是否断开。如果断开，必须更换规格相同的可熔断连接导线。维修可熔断连接导线时应注意：长度超过 225mm 的可熔断连接导线，无法提供足够的保护作用。

1.2.4 控制装置

汽车电路的控制装置主要是开关、继电器和控制单元。

1. 汽车开关

汽车电路开关简称汽车开关，其作用是控制电路接通和断开。汽车开关的种类较多，可以从功能性与结构性两方面来介绍。

(1) 按功能性分类

- 1) 驾驶操作功能类：有点火起动、恒速、超速、后视镜控制等开关，控制的负载有电



动机、继电器、灯、电路等。

2) 报警信号功能类: 有转向喇叭、停车灯、警告灯、制动灯等开关, 控制的负载有灯、继电器、电磁阀等。

3) 灯光系统功能类: 有前照灯、雾灯、仪表灯等开关, 控制的负载主要是灯。

4) 刮水器系统功能类: 有刮水器、洗涤器、风窗加热等开关, 控制的负载有电动机、继电器、电阻、泵等。

5) 空调冷却系统功能类: 有风扇、空调、温控等开关, 控制的负载有电动机、电磁阀等。

6) 门窗、锁系统功能类: 有门锁、电动摇窗机、油箱盖、行李箱、天窗等开关, 控制的负载有电动机、电磁阀等。

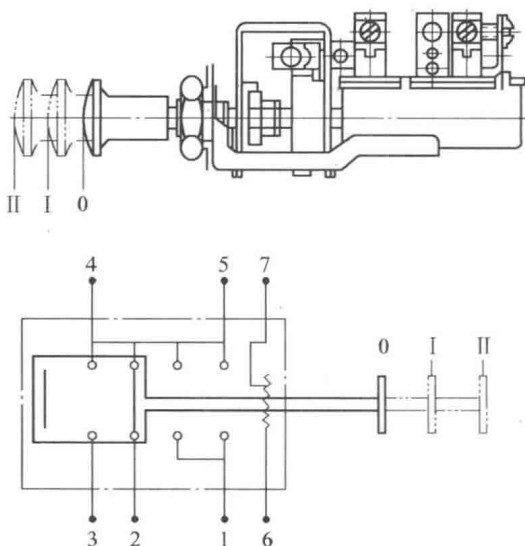


图 1-1 推拉式开关

1、2、3、4、5—接线柱 6、7—双金属片安全器
0、I、II—开关档位

(2) 按结构性分类 汽车开关按照结构进行

分类, 主要有 7 种类型: 推拉式、旋转式、顶杆式、翘板式、按钮式、板柄式、电子型。其中, 最常见的是推拉式、旋转式、顶杆式这 3 种。

1) 推拉式开关。该类开关创于 20 世纪 40 年代, 发展于 50 年代, 广泛应用于轿车、货车, 主要依靠推拉力作用来完成接通与断开电路, 个别品种还具有双金属片安全器与灯光调节电阻, 如图 1-1 所示。其特点是结构简单、价格便宜, 不足之处是体积大、操作力大, 在车辆行驶时调节档位不方便, 目前仅在国内公交车、货车上使用。

2) 旋转式开关。主要依靠主轴旋转来改变档位, 以达到电路通与断的目的。该类开关品种较多, 一种是以钥匙操作的点火开关, 由锁匙机构和开关两部分组合而成, 开关用安装螺母来固定, 其外形如图 1-2 所示。另外一种是有不同形状旋钮的开关, 如用圆形旋钮来控制后视镜角度的开关。

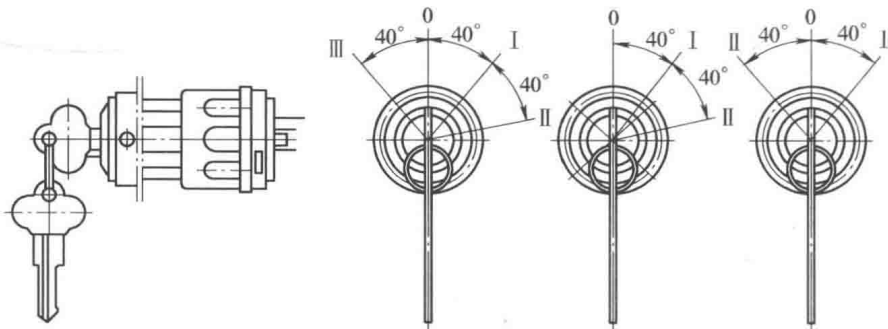


图 1-2 旋转式开关的外形

I、II、III—开关档位

3) 顶杆式开关。该类开关的动作原理比较简单, 主要是在规定外力作用下, 顶杆在一定范围内做直线运动, 以推动触点闭合 (或打开), 一旦外力消失, 依靠自身反力弹簧自动复位, 使触点保持原始状态。这是一种用于车门和制动灯的信号开关。目前制动系统中对于



制动灯开关的配合有两种类型：一种是制动灯开关与制动系统的油（气）路结合在一起，目前在货车上所使用的配合基本属于此类型；另一种是制动灯开关与制动系统分离，此种结构主要应用在轿车上，该类开关是依靠机械结构与制动踏板相连，如桑塔纳轿车用的顶杆式制动灯开关。

顶杆式开关有下列特点：

- ① 顶杆伸出的距离可在一定范围内进行尺寸上的调整，以满足制动时工作行程的需要。
- ② 采用两对并联触点，以确保信号灯接通时的可靠性。
- ③ 在结构与材料上采取了特殊措施，以确保产品的可靠性与耐久性，确保寿命可达到25万次以上。

4) 翘板式开关。该类开关的主要特点是工作支点在中央而工作点在支点两旁，当按下一个工作面，另一工作面则向上，形如跷跷板。

5) 无钥匙起动系统。即起动车辆不用掏拧钥匙，把钥匙放在包内或口袋里，按下车内按键或拧动导板即可使发动机点火。该系统按照使用方法可分为两类：①按钮式，即点火按钮位于中控台伸手可及之处，因此也称为“一键起动按钮”，如宝马、奔驰等汽车；②旋钮式，一般就位于原始的钥匙插口处，但是无需插车钥匙，直接拧动旋钮即可起动，如日产、马自达等汽车。

2. 继电器

继电器是一种电子控制元件，它包括控制系统（又称为输入回路）和被控系统（又称为输出回路），通常应用于自动控制电路。它实际上是用较小的电流去控制较大电流的一种“自动开关”，故在电路中起着自动调节、安全保护、转换电路等作用。常用继电器类型有电磁继电器、热敏干簧式继电器、固态继电器。其中汽车上普遍采用电磁继电器。

(1) 电磁继电器的工作原理和特性 电磁继电器一般由铁心、线圈、衔铁、触点簧片等组成，如图 1-3 所示。只要在线圈两端加上一定的电压，线圈中就会流过一定的电流，从而产生电磁效应，衔铁就会在电磁力吸引的作用下克服复位弹簧的拉力吸向铁心，从而带动衔铁的动触点与静触点（常开触点）吸合。当线圈失电后，电磁的吸力也随之消失，衔铁就会在复位弹簧的作用下返回原来的位置，使动触点与静触点（常开触点）分离。这样吸合、释放，从而达到在电路中的导通、切断的目的。对于继电器的“常开”“常闭”触点，可以这样来区分：继电器线圈未通电时触点处于断开状态，称为“常开触点”，触点处于接通状态称为“常闭触点”。

(2) 热敏干簧式继电器的工作原理和特性 热敏干簧式继电器是一种利用热敏磁性材料检测和控制温度的新型热敏开关。它由感温磁环、恒磁环、干簧管、导热安装片、塑料衬底及其他一些附件组成。热敏干簧式继电器不用线圈励磁，而由恒磁环产生的磁力驱动开关动作。恒磁环能否向干簧管提供磁力是由感温磁环的温控特性决定的。

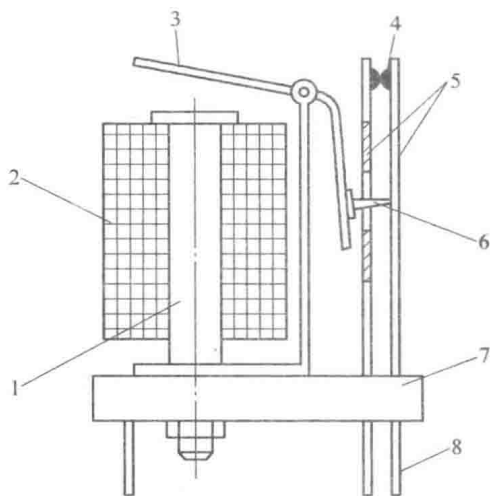


图 1-3 电磁继电器

- 1—铁心 2—线圈 3—衔铁
4—触点 5—板簧 6—支杆
7—底座 8—引脚



(3) 固态继电器 (SSR) 的工作原理和特性 固态继电器是一种两个接线端为输入端, 另两个接线端为输出端的四端器件, 中间采用隔离器件实现输入、输出的电隔离。

固态继电器按负载电源类型可分为交流型和直流型; 按开关形式可分为常开型和常闭型; 按隔离形式可分为混合型、变压器隔离型和光电隔离型, 其中以光电隔离型为最多。

3. 控制单元

控制单元在现代汽车上的应用越来越广泛, 是自动控制和集中控制的发展趋势, 在相关控制系统都有详细介绍。

1.2.5 用电设备

汽车上的用电设备是指汽车常规电气设备、发动机辅助电气设备、底盘辅助电气设备、车身辅助电气设备等。

- 1) 常规电气设备: 如起动系统、充电系统、照明装置等。
- 2) 发动机辅助电气设备: 如电喷系统、电控点火系统等。
- 3) 底盘辅助电气设备: 如电控悬架、防抱死制动系统 (ABS) 等。
- 4) 车身辅助电气设备: 如安全气囊、汽车音响等。

1.3 汽车电气设备电路使用与维护

1.3.1 汽车电气设备电路使用与维护的注意事项

在使用和维护汽车电气设备的过程中, 不正当的操作容易导致电气设备的损坏, 因此电气设备使用与维护的首要原则是不要随意更换电缆或电器, 这种操作有可能因短路、过载而引起火灾。同时还应注意以下各项:

1) 拆卸蓄电池时, 必须先拆下负极 (-) 电缆; 装上蓄电池时, 必须最后连接负极 (-) 电缆。拆下或装上蓄电池电缆时, 应确保点火开关或其他开关都已断开, 否则会导致半导体器件的损坏。切勿颠倒蓄电池接线柱极性。

2) 不允许使用电阻表 (摇表) 及低阻抗万用表的 $R \times 100$ 以下低阻档检测小功率晶体管, 以免电流过载损坏它们。更换晶体管时, 应首先接入基极, 拆卸时则应最后拆卸基极。对于金属-氧化物-半导体 (MOS) 管, 则应当心静电击穿, 焊接时应从电源上拔下烙铁插头。

3) 拆卸和安装元器件时, 应切断电源。如无特殊说明, 元器件引脚距焊点应在 10mm 以上, 以免烙铁烫坏元器件, 且宜使用恒温或功率小于 75W 的电烙铁。

4) 更换烧坏的熔断器时, 应使用相同规格的熔断器。使用比规定容量大的熔断器会导致电气损坏或产生火灾。

5) 靠近振动部件 (如发动机) 的线束部分应用卡子固定, 将松弛部分拉紧, 以免由于振动造成线束与其他部件接触、磨损。

6) 不要粗暴地对待电器, 也不能随意乱扔。无论好坏器件, 都应轻拿轻放, 以免使其承受过大冲击。

7) 与尖锐边缘磨碰的线束部分应用胶带缠起来, 以免损坏。安装固定零件时, 应确保线束不要被夹住或被破坏, 同时应确保插头接插牢固。

8) 进行保养时, 若温度超过 80°C (如进行焊接时), 应先拆下对温度敏感的零件 (如电控单元)。



1.3.2 汽车电气设备电路检修的基本方法

1. 电气设备诊断的一般步骤

电气设备的一般诊断流程初学者应按部就班地学习，这对培养良好的故障诊断与检修思路大有裨益。对于具备相当的理论知识和工作经验的维修人员，实际工作中不必过分拘泥于流程步骤，可以视实际情况或凭经验略过一些步骤，直达故障点进行检修，可提高工作效率。电气设备的一般诊断步骤如图1-4所示。

另外，现代汽车上计算机控制系统越来越多，利用故障诊断仪读取故障码和数据流进行故障诊断，能有效地缩小故障范围，甚至能直接完成故障定位。因此，对计算机控制系统故障或相关故障的诊断，应优先采用故障诊断仪。

2. 汽车电路故障诊断的常用方法

(1) 直观法 当汽车电系的某个部分发生故障时，会出现冒烟、火花、异响、焦臭、高温等异常现象，通过人体的感觉器官，听、摸、闻、看等对汽车电器进行直观检查，进而判断出故障的所在部位，从而可以大大提高检修速度。

(2) 检查熔断器法 当汽车电系出现故障时，首先应查看熔断器是否完好。如汽车在行驶中，若某个电器突然停止工作，同时该支路上的熔断器熔断，说明该支路有搭铁故障存在。某个系统的熔断器反复烧断，则表明该系统一定有类似搭铁的故障存在，不应只更换熔断器了事。

(3) 试灯法 用一个汽车小功率灯泡（或发光二极管串联一个 300Ω 电阻）作为临时试灯，检查线束是否开路或短路，电器或电路有无故障等。此方法特别适合于检查不允许直接短路的带有电子元器件的电器。

使用临时试灯法应注意试灯的功率不要太大，在测试电子控制器的控制（输出）端子是否有输出及是否有足够的输出时尤其要慎重，防止控制器超载损坏。

(4) 短路法 短路法又称为跨接法，即用一根导线将某段导线或某一电器跨接后观察电器的变化。

(5) 替换法 替换法常用于故障原因比较复杂的情况，对可能的故障部位逐一进行排除。具体做法是，用一个已知是完好的零部件来替换被认为或怀疑有故障的零部件，这样可以试探出怀疑是否正确。若替换后故障消除，说明怀疑成立，否则，装回原件，进行新的

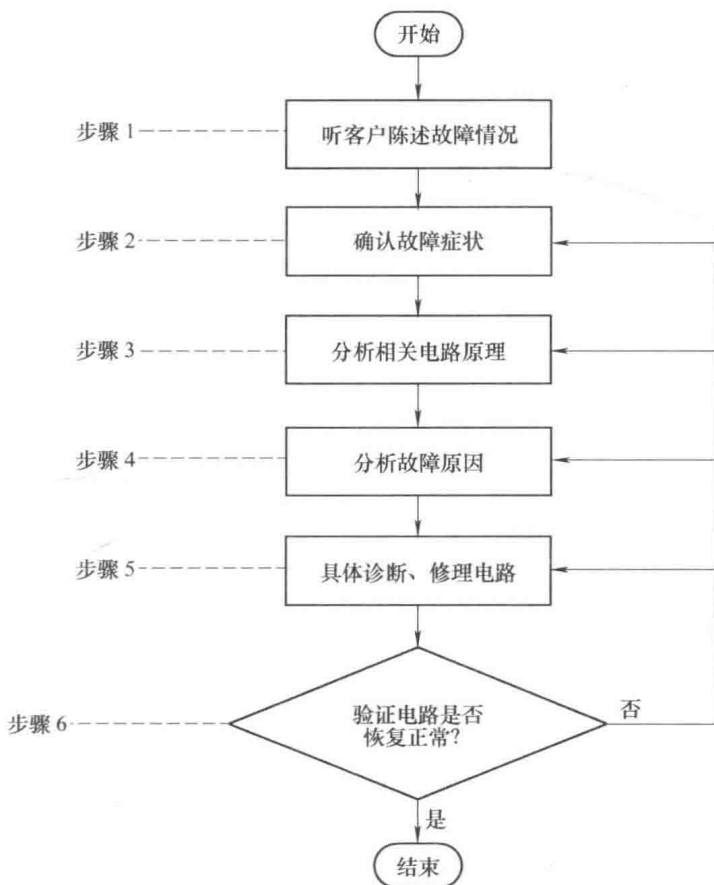


图1-4 电气设备的一般诊断步骤