

DIANGONG

SHIZHAN CONGSHU

电工
实战丛书

孙克军 主编

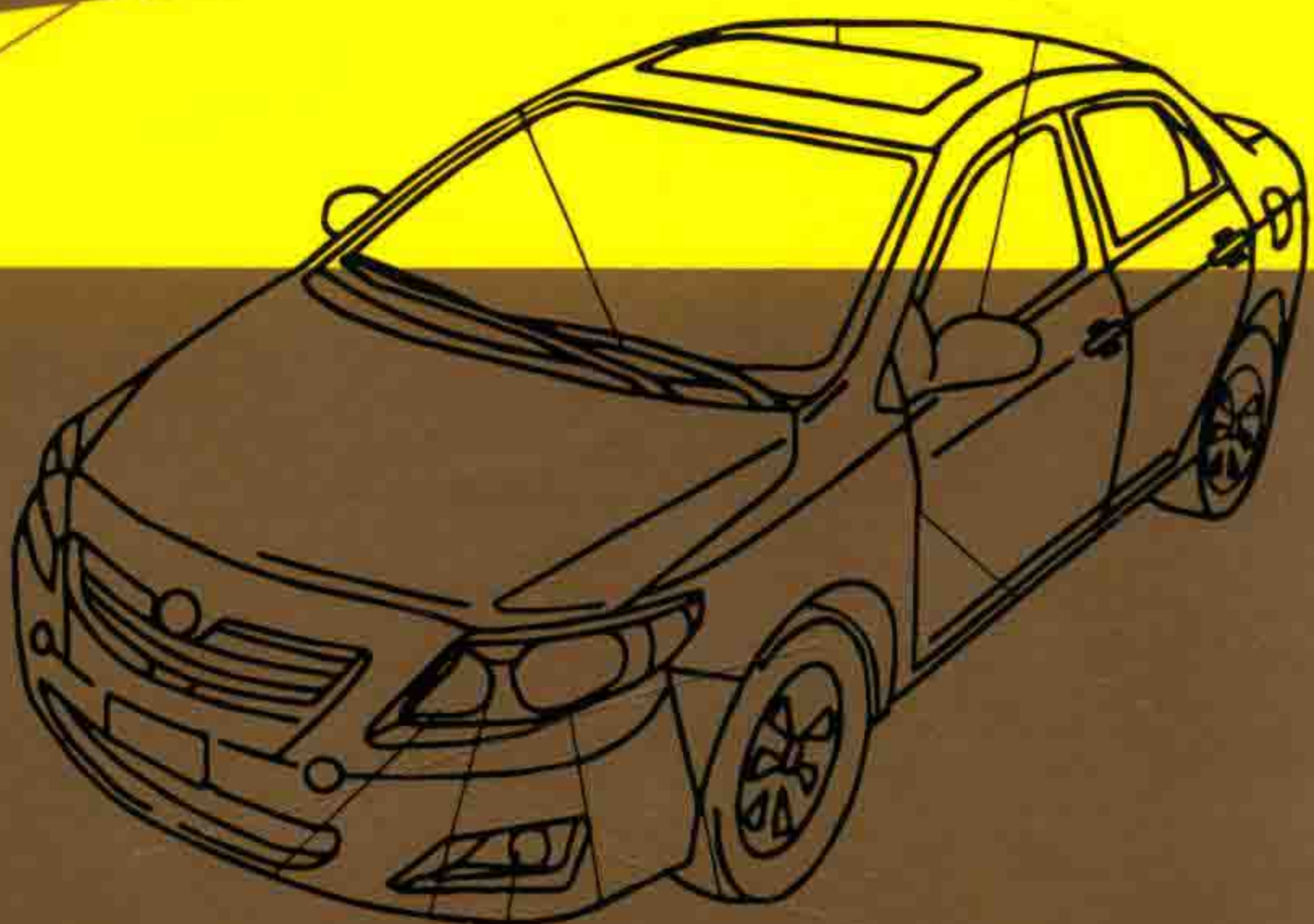
汽车电工 技能速成 与实战技巧

QICHE DIANGONG
JINENG SUCHENG YU SHIZHAN JIQIAO

学会基础知识

快速掌握技能

轻松上岗取证



化学工业出版社

DIANGONG

电工
实战丛书

SHIZHAN CONGSHU

汽车电工 技能速成 与实战技巧

孙克军 主 编

梁国壮 薛增涛 副主编

QICHE DIANGONG

JINENG SUCHENG YU SHIZHAN JIQIAO



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车电工技能速成与实战技巧/孙克军主编. —北京:
化学工业出版社, 2017. 11
(电工实战丛书)
ISBN 978-7-122-30730-9

I. ①汽… II. ①孙… III. ①汽车-电工 IV. ①U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 247106 号

责任编辑: 高墨荣
责任校对: 边 涛

文字编辑: 孙凤英
装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 15½ 字数 380 千字 2018 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究

前言

随着国民经济的飞速发展，电能在工农业生产、军事、科技及人民日常生活中的应用越来越广泛。各行各业对电工的需求越来越多，新电工不断涌现，新知识也需要不断补充，为了满足广大再就业人员学习电工技术的要求，我们组织编写了“电工实战丛书”。本丛书按高压电工、低压电工、维修电工、建筑电工、物业电工、家装电工、水电工、汽车电工、电工分册。本丛书采用大量图表，内容由浅入深、言简意赅、通俗易懂、简明实用、可操作性强，力求帮助广大读者快速掌握行业技能，顺利上岗就业。

近几年随着我国汽车工业的迅猛发展和人民生活水平的提高，汽车已大量进入平常百姓的家庭，而现有从事汽车维修服务的专业人才数量远远不能满足汽车保有量的急剧增加的需求。另外，由于各种新技术、新材料、新工艺在汽车上的大量应用，汽车行业对汽车专业人员的素质、技术提出了越来越高的要求。汽车维修人员是当前技能型紧缺人才之一。汽车维修行业就业机会多、发展前景好，受到社会的高度关注。

为了使汽车从业人员更好、更快地掌握汽车电气设备的拆装、维修技术，更好地适应汽车行业发展的需要，我们组织编写了本书，以帮助汽车电工提高汽车电气设备维修技术及处理实际问题的能力。本书从当前汽车电工的实际情况出发，面向生产实际，搜集、查阅了大量有关资料，归纳了汽车电工基础知识，简要介绍了汽车电源系统，汽车发动机启动系统，汽车发动机点火系统，汽车照明、灯光信号及电喇叭系统，汽车仪表与报警系统，辅助电气系统，空调系统的基本结构与工作原理，重点介绍了各种常用汽车电气设备的使用、检测与维护，还介绍了各种汽车电气设备的常见故障及其排除方法等。编写时考虑到了本书的系统性、实用性和可操作性，努力做到理论联系实际。

本书由孙克军任主编，梁国壮、薛增涛任副主编。第1章由孙克军编写，第2章由梁国壮编写，第3章由薛增涛编写，第4章由王雷编写，第5章由路继勇编写，第6章由杨征编写，第7章由钟爱琴编写，第8章由商晓梅编写。编者对关心本书出版、热心提出建议和提供资料的单位和个人在此一并表示衷心的感谢。

由于水平所限，书中难免有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

第1章 汽车电工基础知识

1.1 汽车电气设备的组成与特点	1	1.3.1 汽车电路识图的准备工作	7
1.1.1 汽车电气设备的组成	1	1.3.2 汽车电路识图的方法步骤	7
1.1.2 汽车电气设备的特点	3	1.4 汽车电气系统故障检修基础	8
1.2 汽车电路的组成与特点	4	1.4.1 汽车电气系统故障检修的注意	
1.2.1 汽车电路的组成	4	事项	8
1.2.2 汽车电路的基本形式	4	1.4.2 汽车电气系统故障的检修	
1.2.3 汽车电路的种类与特点	5	方法	8
1.3 汽车电路的识图方法	7		

第2章 汽车电源系统

2.1 蓄电池	11	2.2.3 交流发电机的基本结构	32
2.1.1 汽车蓄电池的主要功能	11	2.2.4 交流发电机的工作原理	35
2.1.2 蓄电池的分类与特点	11	2.2.5 交流发电机的工作特性	37
2.1.3 蓄电池的结构	12	2.2.6 交流发电机的使用与维护	38
2.1.4 蓄电池的工作原理	15	2.2.7 交流发电机的不解体检测	39
2.1.5 蓄电池的储存	16	2.2.8 交流发电机的解体检修	41
2.1.6 蓄电池的使用	17	2.3 电压调节器	44
2.1.7 蓄电池技术状况的检查	18	2.3.1 电压调节器的作用与类型	44
2.1.8 蓄电池的充电及其设备	20	2.3.2 电压调节器的工作原理	45
2.1.9 蓄电池的维护	25	2.3.3 电压调节器的使用与维护	48
2.1.10 蓄电池常见外部故障及其		2.3.4 电压调节器的检查与测试	48
排除方法	27	2.4 供电系统的正确使用与故障排除	50
2.1.11 蓄电池常见内部故障及其		2.4.1 供电系统的使用	50
排除方法	27	2.4.2 供电系统故障判断方法	50
2.2 交流发电机	31	2.4.3 供电系统常见故障及其排除	
2.2.1 汽车发电机的功用与特点	31	方法	51
2.2.2 汽车发电机的分类	32		

第3章 汽车发动机启动系统

3.1 汽车启动系统基础知识	53	3.1.3 启动电路分析	54
3.1.1 认识启动系统	53	3.2 启动机	54
3.1.2 启动系统的组成	53	3.2.1 启动机的组成	54

3.2.2 启动机的工作原理	55	开关	65
3.2.3 启动机的类型	55	3.6 减速启动机	65
3.3 启动系统的直流电动机	56	3.6.1 减速启动机的优点	65
3.3.1 串励直流电动机的结构	56	3.6.2 外啮合式减速启动机	67
3.3.2 串励直流电动机的工作原理 ...	58	3.6.3 内啮合式减速启动机	67
3.3.3 串励直流电动机转矩自动调节 原理	59	3.6.4 行星齿轮式减速启动机	68
3.3.4 串励直流电动机的特性	59	3.7 启动系统的使用与维修	68
3.4 启动系统的传动机构	60	3.7.1 启动机的使用与维护	68
3.4.1 发动机对启动机传动机构的 要求	60	3.7.2 启动机的检修	70
3.4.2 常见的启动机单向离合器	61	3.7.3 启动机的性能测试	73
3.5 启动机的控制机构	64	3.7.4 启动系统的常见故障及其处理 方法	76
3.5.1 直接控制式电磁开关	64	3.7.5 启动电路的常见故障及其排除 方法	76
3.5.2 带启动继电器控制的电磁			

第4章 汽车发动机点火系统

4.1 汽车发动机点火系统基础知识	78	排除	97
4.1.1 汽车点火系统的作用与要求 ...	78	4.6.2 电子点火系统的常见故障的 诊断与排除	99
4.1.2 汽车点火系统的类型	79	4.6.3 微机控制点火系统的常见故障 的诊断与排除	101
4.2 传统点火系统	80	4.7 汽车点火系统用点火线圈	103
4.2.1 传统点火系统的组成	80	4.7.1 点火线圈的类型与特点	103
4.2.2 传统点火系统的工作原理	81	4.7.2 点火线圈的使用与维护	104
4.3 电子点火系统	82	4.7.3 点火线圈的测试	105
4.3.1 电子点火系统概述	82	4.7.4 点火线圈的常见故障诊断与 排除	106
4.3.2 磁感应式电子点火系统	83	4.8 分电器	107
4.3.3 霍尔式电子点火系统	85	4.8.1 分电器的结构特点	107
4.3.4 光电式电子点火系统	87	4.8.2 分电器的使用、维护与 调整	108
4.4 微机控制点火系统	88	4.8.3 分电器跳火性能的测试	109
4.4.1 微机控制点火系统的组成	88	4.8.4 分电器的检修	110
4.4.2 微机控制点火系统的工作 原理	89	4.8.5 分电器的常见故障诊断与 排除	111
4.4.3 有分电器微机控制点火系统 ...	90	4.9 火花塞	113
4.4.4 无分电器微机控制点火系统 ...	91	4.9.1 火花塞的结构特点	113
4.5 点火系统的使用与维护	93	4.9.2 火花塞的选用与维护	115
4.5.1 传统点火系统的使用与维护 ...	93	4.9.3 火花塞的测试	116
4.5.2 电子点火系统的使用与维护 ...	95	4.9.4 火花塞的检修	117
4.5.3 微机控制点火系统的维修 方法	97		
4.6 点火系统常见故障及其排除方法 ...	97		
4.6.1 点火系统的常见故障的诊断与			

4.9.5 火花塞的常见故障诊断与	排除	117
-------------------	----------	-----

第5章 汽车照明、灯光信号及电喇叭系统

5.1 汽车照明与信号系统概述	119	维护	136
5.1.1 汽车照明系统的基本组成及		5.3.4 汽车转向信号灯的故障	
要求	119	排除	137
5.1.2 汽车信号系统的基本组成及		5.4 制动与倒车信号装置	138
要求	120	5.4.1 制动信号装置	138
5.2 汽车前照灯	122	5.4.2 制动信号灯电路	138
5.2.1 前照灯的照明要求	122	5.4.3 倒车信号装置	139
5.2.2 前照灯基本结构	122	5.4.4 制动、倒车装置的故障排除 ...	141
5.2.3 前照灯的防眩目措施	124	5.5 灯光系统的使用与维修	142
5.2.4 前照灯的类型	125	5.5.1 灯光系统的使用方法	142
5.2.5 新型前照灯	126	5.5.2 灯光系统的维护与保养	143
5.2.6 前照灯的控制	127	5.5.3 汽车灯光电路故障的诊断及	
5.2.7 前照灯的使用与维护	128	排除方法	143
5.2.8 前照灯的更换	130	5.6 汽车电喇叭系统	144
5.2.9 前照灯的检测与调整	130	5.6.1 汽车喇叭的分类	144
5.2.10 前照灯的常见故障的诊断与		5.6.2 常用电喇叭的基本结构与	
排除	131	工作原理	145
5.3 汽车转向信号灯	133	5.6.3 喇叭继电器	147
5.3.1 转向信号灯作用与转向信号		5.6.4 电喇叭的使用	147
装置的组成	133	5.6.5 电喇叭的检测与调整	147
5.3.2 闪光器的分类与特点	133	5.6.6 电喇叭系统故障的检修	
5.3.3 汽车转向信号灯的使用与		方法	149

第6章 汽车仪表与报警系统

6.1 汽车仪表与报警系统概述	151	6.2.5 车速里程表的基本结构与	
6.1.1 汽车仪表与报警系统的作用与		工作原理	157
分类	151	6.3 汽车仪表稳压器	158
6.1.2 汽车仪表的安装方式	152	6.4 汽车电子仪表	159
6.2 常用汽车仪表的基本结构与工作		6.4.1 汽车仪表电子化的优点	159
原理	153	6.4.2 常用电子显示器件	160
6.2.1 机油压力表的基本结构与		6.4.3 汽车电子仪表的特点	162
工作原理	153	6.5 组合式仪表	162
6.2.2 冷却液温度表的基本结构与		6.5.1 机械组合式仪表	162
工作原理	154	6.5.2 电子组合式仪表	163
6.2.3 燃油表的基本结构与工作		6.6 汽车仪表的检测与调整	164
原理	155	6.6.1 机油压力表的检测与调整	164
6.2.4 发动机转速表的基本结构与		6.6.2 冷却液温度表的检测与	
工作原理	156	调整	165

6.6.3	燃油表的检测与调整	165	6.7.6	车速里程表故障的检修	170
6.6.4	仪表稳压器的检测	166	6.8	汽车电子组合式仪表的维修	170
6.7	汽车仪表的维修	166	6.8.1	汽车电子组合式仪表的检查 与维护	170
6.7.1	汽车仪表的维护	166	6.8.2	汽车电子组合式仪表的 检修	171
6.7.2	汽车仪表故障部位的判断 方法	167	6.9	汽车报警系统	172
6.7.3	机油压力表的检修与故障 排除	168	6.9.1	报警灯	172
6.7.4	冷却液温度表常见故障分析 与排除	169	6.9.2	常用报警装置	173
6.7.5	燃油表常见故障分析及 排除	169	6.9.3	声音报警装置	176
			6.9.4	报警系统常见故障的诊断与 排除	177

第7章 辅助电气系统

7.1	汽车风窗刮水、清洁设备	179	7.4.2	电动天窗的控制电路	192
7.1.1	电动刮水器与风窗玻璃洗涤器 的作用	179	7.4.3	电动天窗常见故障的检修	193
7.1.2	电动刮水器与风窗玻璃洗涤器 的基本结构	179	7.5	中央控制门锁	194
7.1.3	电动刮水器与风窗玻璃洗涤器 的工作原理	181	7.5.1	中控门锁的功用与组成	194
7.1.4	电动刮水器与风窗玻璃洗涤器 的使用	182	7.5.2	中控门锁控制器	196
7.1.5	电动刮水器与风窗玻璃洗涤器 的检查与调整	183	7.5.3	中控门锁遥控系统	198
7.1.6	电动刮水器与电动洗涤器常见 故障的诊断与排除	184	7.5.4	中控门锁常见故障的排除	199
7.1.7	风窗除霜装置的组成、原理与 故障排除	185	7.6	电动座椅	200
7.2	启动预热装置	185	7.6.1	电动座椅的功用	200
7.2.1	电热塞	186	7.6.2	电动座椅的组成	200
7.2.2	进气预热器	186	7.6.3	电动座椅控制电路	202
7.2.3	进气预热器的控制电路	187	7.6.4	带存储功能的电动座椅	202
7.2.4	启动预热装置的使用与故障 排除	188	7.6.5	电动座椅的检查及常见故障的 排除	202
7.3	电动车窗	188	7.7	电动后视镜	203
7.3.1	电动车窗的组成	189	7.7.1	电动后视镜的组成与作用	203
7.3.2	电动车窗的工作原理	190	7.7.2	电动后视镜的种类	205
7.3.3	电动车窗常见故障的检修	191	7.7.3	电动后视镜的控制电路	205
7.4	电动天窗	191	7.7.4	电动后视镜的调整与故障 排除	206
7.4.1	电动天窗的构成	192	7.8	汽车防盗装置	207
			7.8.1	汽车防盗装置的类型	207
			7.8.2	汽车防盗系统的组成	208
			7.8.3	汽车防盗系统的工作原理	209
			7.8.4	汽车防盗装置的安装	211
			7.8.5	汽车防盗系统故障的诊断及 排除	212

第8章 空调系统

8.1 汽车空调的基础知识	213	8.2.7 空气净化系统	227
8.1.1 汽车空调的功能	213	8.2.8 空调电控系统	227
8.1.2 汽车空调的分类	213	8.3 汽车空调系统的使用与维护	230
8.2 空调系统的组成与工作原理	214	8.3.1 汽车空调的正确使用	230
8.2.1 空调系统的组成	214	8.3.2 汽车空调的维护	231
8.2.2 汽车空调通风系统	215	8.3.3 空调系统的检测	231
8.2.3 汽车空调采暖系统	216	8.3.4 制冷剂的判断与加注	232
8.2.4 空调系统制冷剂 and 冷冻油	218	8.4 空调系统的故障诊断与排除	233
8.2.5 汽车空调制冷系统	220	8.4.1 空调系统的故障诊断方法	233
8.2.6 汽车空调制冷系统主要组成 部件的结构	222	8.4.2 空调系统的常见故障及其 排除方法	234

参考文献

第1章

汽车电工基础知识

1.1 汽车电气设备的组成与特点

1.1.1 汽车电气设备的组成

虽然现代汽车电气设备的数量很多，但总的来说可以大致分为三部分：电源系统、用电设备和汽车电气线路。

1.1.1.1 电源系统

电源系统又称电源系或充电系，主要由蓄电池、发电机、调节器及充电指示装置组成。其作用是向全车用电设备提供低压直流电能。发动机不工作时由蓄电池供电；发动机启动后，转由发电机供电。当发电机的端电压高于蓄电池端电压时，在向用电设备供电的同时，又向蓄电池充电。调节器的作用是在发电机工作时，保持输出电压的稳定。

1.1.1.2 用电设备

(1) 启动系统

启动系统又称启动系，主要由直流启动机、启动继电器、启动开关及启动保护装置等组成，其主要用于启动发动机。

(2) 点火系统

点火系统又称点火系，它仅用于汽油机上，主要由点火线圈、高压线、分电器、电子点火器、火花塞等组成。其作用是在气缸中适时可靠地产生火花，以便点燃气缸中的可燃混合气。

(3) 照明与信号系统

照明系统包括车内外各种照明灯及其控制装置，其作用是确保车辆内外一定范围内合适的照度，提供车辆夜间安全行驶必要的照明，以便夜间行车。信号系统包括声响信号和灯光信号两类。其作用是告示行人、车辆，引起其注意，指示行驶趋向，指示操纵件状态，运行

性机械故障报警，以提高行驶和停车的安全性、可靠性。

(4) 仪表、报警及显示装置

仪表系统常见的仪表有电流表、电压表、机油压力表、冷却液温度表、燃油表、气压表、车速里程表、发动机转速表、各种警告灯（电子显示装置）等。其作用是检测汽车的各种工作情况，使驾驶人员能够通过仪表、报警装置及显示装置，及时发现发动机及汽车的各种参数及异常情况，以确保行驶和停车的安全性、可靠性。

(5) 辅助电气设备

辅助电气设备是为驾驶员和乘员提供良好的工作条件和舒适的乘坐环境而设置的，常见的有风窗刮水清洁设备、电动车窗、电动座椅、空调器、音响设备、卫星导航和定位系统及防盗装置等。

(6) 其他电子控制系统

为了提高汽车的动力性、经济性，改善安全性，减少排放污染，现代汽车大量采用了计算机控制系统，又称电子控制系统。汽车电子控制系统主要指利用微机控制的各个系统，包括电控燃油喷射系统、电控点火系统、电控自动变速器、制动防抱死装置、电控悬架系统、自动空调等。电控系统的采用可以使汽车上的各个系统均处于最佳工作状态，达到提高汽车动力性、经济性、安全性、舒适性，降低汽车排放污染物等目的。

现代汽车所采用的电控系统越来越多，所占的比例越来越大。汽车电控系统往往都自成系统，将电子控制与机械装置相结合，形成了较为典型的机电一体化系统，这也代表了汽车今后的发展方向。

1.1.1.3 汽车电气线路

汽车电气线路使全车电路构成一个统一的整体。汽车电气线路主要包括中央控制盒、熔断装置、继电器、电线束及插接器、电路开关等。随着现代汽车技术的发展，电子控制系统采用得越来越多，所占的比例日益增大。

下面以丰田卡罗拉轿车为例介绍汽车电气设备的结构。卡罗拉轿车的外部电气设备的结构如图 1-1 所示；其内部电气设备的结构如图 1-2 所示；其仪表板电气设备的结构如图 1-3 所示。

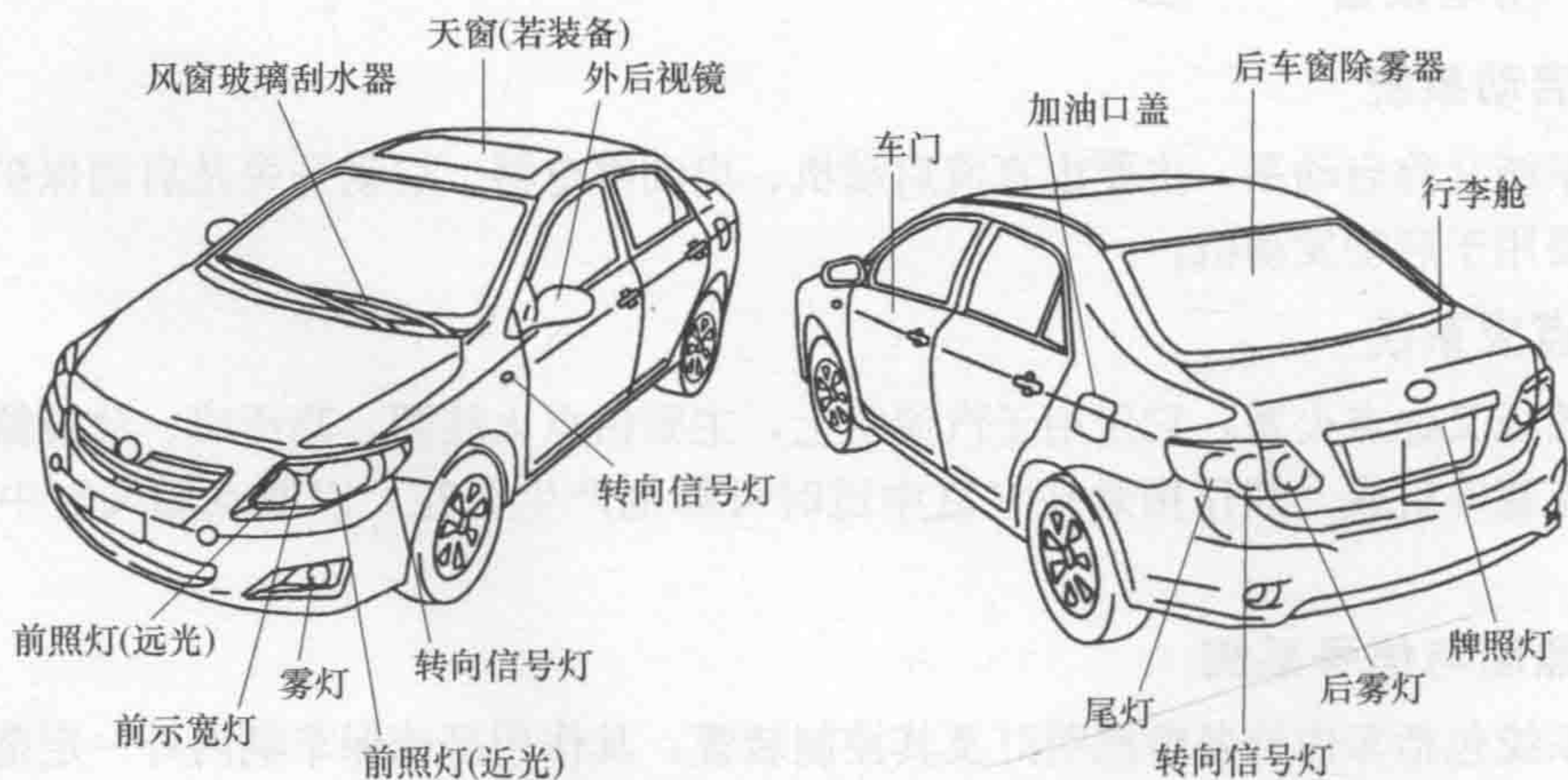


图 1-1 卡罗拉轿车外部电气设备结构

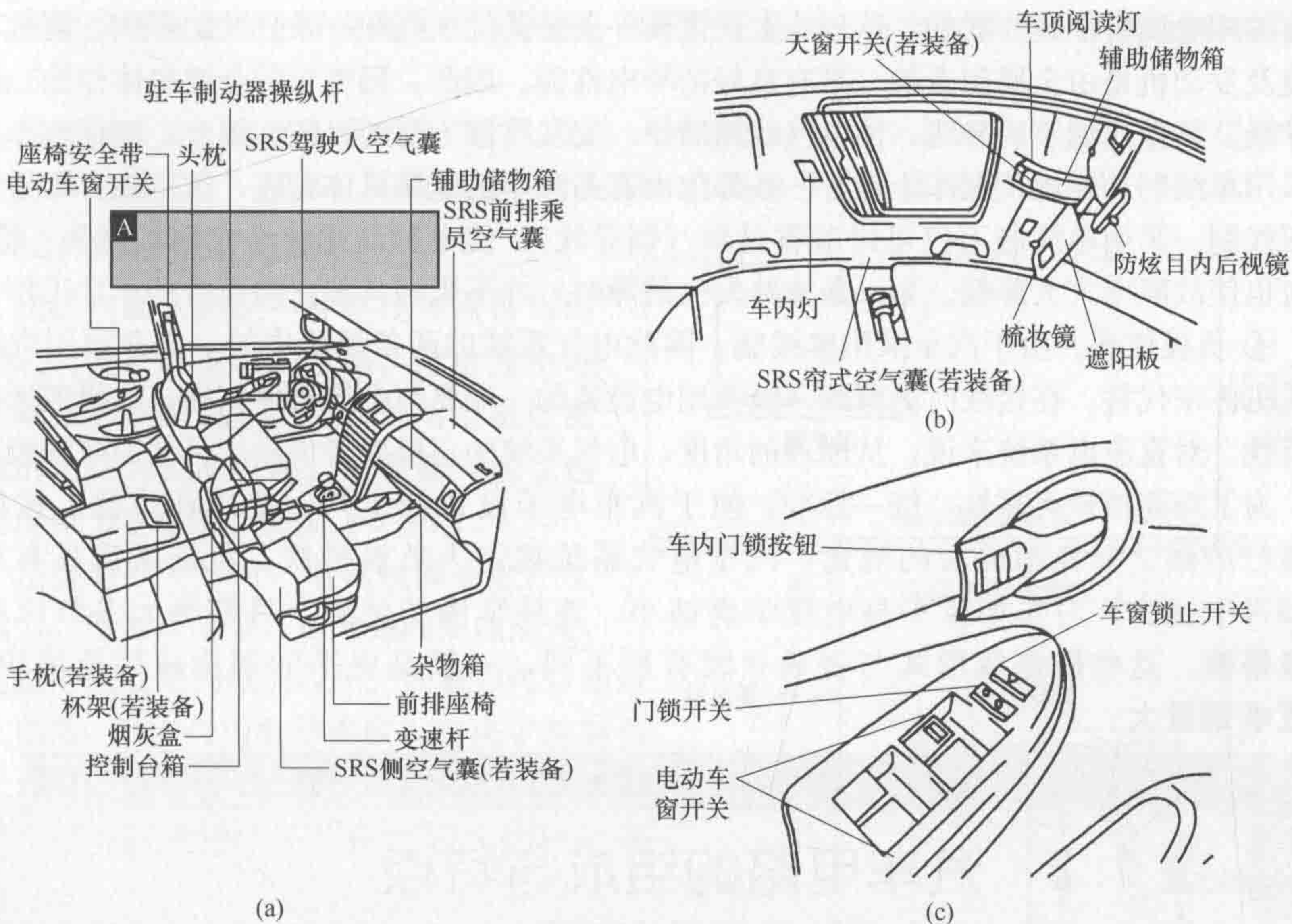


图 1-2 卡罗拉轿车内部电气设备结构

1.1.2 汽车电气设备的特点

汽车电气设备与普通的电气设备比较有以下的特点。

① 两个电源。蓄电池和发电机，汽车所有设备均与蓄电池、发电机并联。发电机为主电源，主要提供汽车运行时各用电设备用电；蓄电池为辅助电源，主要供启动机用电。

② 低压直流。汽车电系的额定电压有 12V 和 24V 两种，目前汽油车普遍采用 12V 电源，重型柴油车多采用 24V 电源。由于汽车用电设备增多，因此也已经开始研发 42V 的电源。

③ 并联单线。一般用电设备与电源的连接需要两条导线，一条为火线，另一条为零线，这样才能构成回路，而汽车上

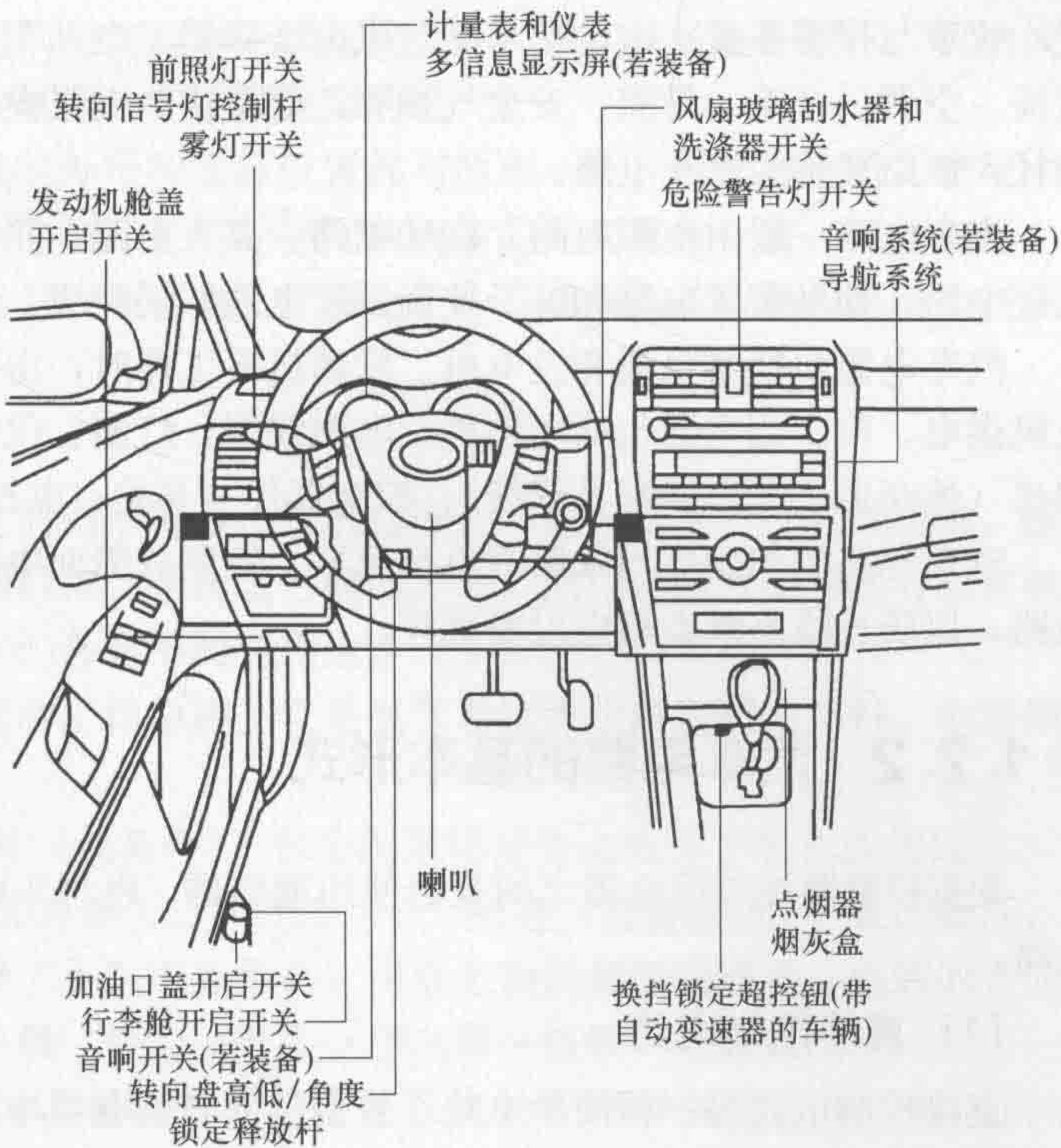


图 1-3 卡罗拉轿车仪表板电气设备结构

所有的用电设备都是并联的,从理论上讲需要一条公共的火线和一条公共的零线。而汽车的底盘及发动机是由金属制造的,具有良好的导电性能。因此,用汽车的金属机体作为一条公共导线,从而达到节约导线,使电气线路简单、安装维修方便的目的。因此,现代汽车基本都采用单线制,但现代汽车上也有一些部位没有与汽车的金属机体相连,这些地方则必须采用双线制。采用单线制不仅可以节省材料(铜导线),使电路简化,而且便于安装、检修,同时也使故障率大大降低。当一条支路发生故障时,并不影响其他支路设备的正常工作。

④ 负极搭铁。由于汽车采用单线制,因此电气系统的两条线路中的一条必须用汽车的金属机体来代替,在接线时电源的一极及用电设备的一端要与金属机体相连,这样的连接称为搭铁。对直流电系统来说,从原理的角度,电气系统的正极或者负极均可作为搭铁极,但是,为了提高搭铁可靠性,统一标准,便于汽车电子设备的生产、使用和维修。按照国际通行的做法和我国标准的规定,汽车电气系统规定为负极搭铁。负极搭铁具有对电子器件干扰少、对车架及车身电化学腐蚀小、连接牢固的优点,目前绝大多数汽车是负极搭铁。这些搭铁线形式与普通导线有所不同,一般是扁平的铜质或铝质编织线,电流承载量大。

1.2 汽车电路的组成与特点

1.2.1 汽车电路的组成

汽车电气设备的种类和数量较多,包括电源、启动系统、点火系统、照明装置、信号装置、仪表与报警系统、电动刮水器与风窗洗涤器、电动车窗、电动门锁、电动后视镜、电动座椅、空调、音响、导航、安全气囊等。要使这些电气设备工作,必须构成能使电流流通的路径,该路径称为汽车电路。

汽车电路一般由电源电路、启动电路、点火电路、照明与灯光信号装置电路、仪表信息系统电路、辅助装置电路和电子控制系统电路共同组成。

汽车电源包括蓄电池和发电机。发动机不工作时,由蓄电池供电;发动机工作后,由发电机供电。汽车用电器包括电动机、电磁线圈、灯泡、仪表等。汽车配电装置包括过载保护器件(熔断器、断路器和易熔线)、控制器件(开关、电控单元)、导线及插接器等。

汽车电路的作用是当线路因负荷超载、短路故障而电流过大时,保护装置自动断开电源电路,以防止线路或者用电设备烧坏。

1.2.2 汽车电路的基本形式

根据控制器件与用电器之间是否使用继电器,将汽车电路分为直接控制电路和间接控制电路。

(1) 直接控制电路

直接控制电路是一种简单电路,控制器件与用电器串联连接,由控制器件直接控制用电器。该电路适用于工作电流不大的用电器控制,如制动灯电路、报警灯电路等。

直接控制电路的分析应遵循回路原则,即任何用电器只有与电源的正极和负极构成回路才能工作。

当接通开关,电流从蓄电池“+”极柱→熔断器→开关→灯泡→车身或金属机体(搭铁)→蓄电池“-”极柱,构成回路,灯泡亮,灯泡由开关直接控制,如图1-4所示。

(2) 间接控制电路

间接控制电路是一种在控制器件与用电器之间使用继电器的电路。继电器由电磁线圈和触点组成;控制器件与电磁线圈连接的电路为控制电路;用电器与触点连接的电路为主电路。如图1-5所示。

当接通开关S时,电磁线圈通电产生电磁力,使触点闭合,因电磁线圈电阻大,故通过电磁线圈的电流较小。而触点可以通过较大电流,触点与用电器串联,解决了控制器件允许通过电流较小和用电器所需电流较大的矛盾。该电路适用于工作电流较大的用电器控制。

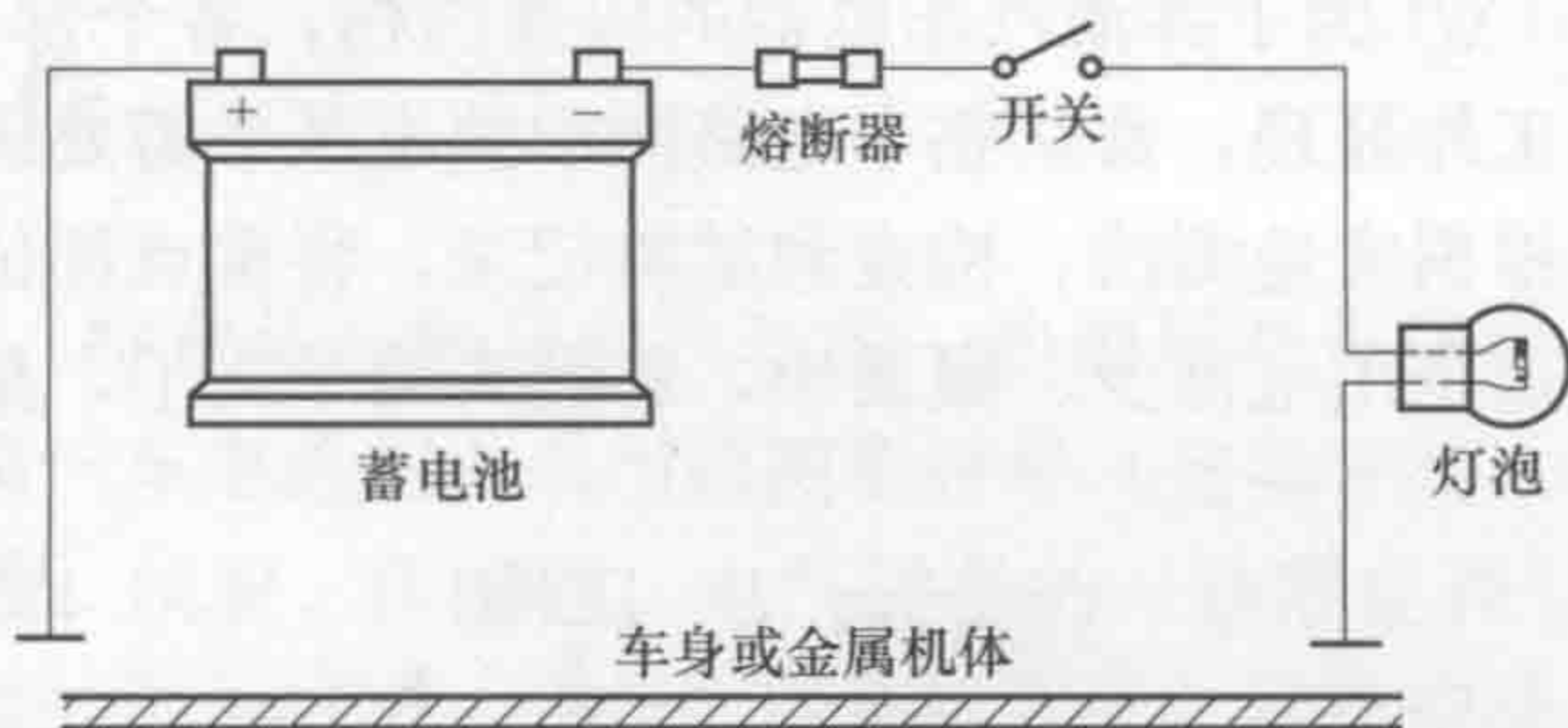


图 1-4 直接控制电路示意图

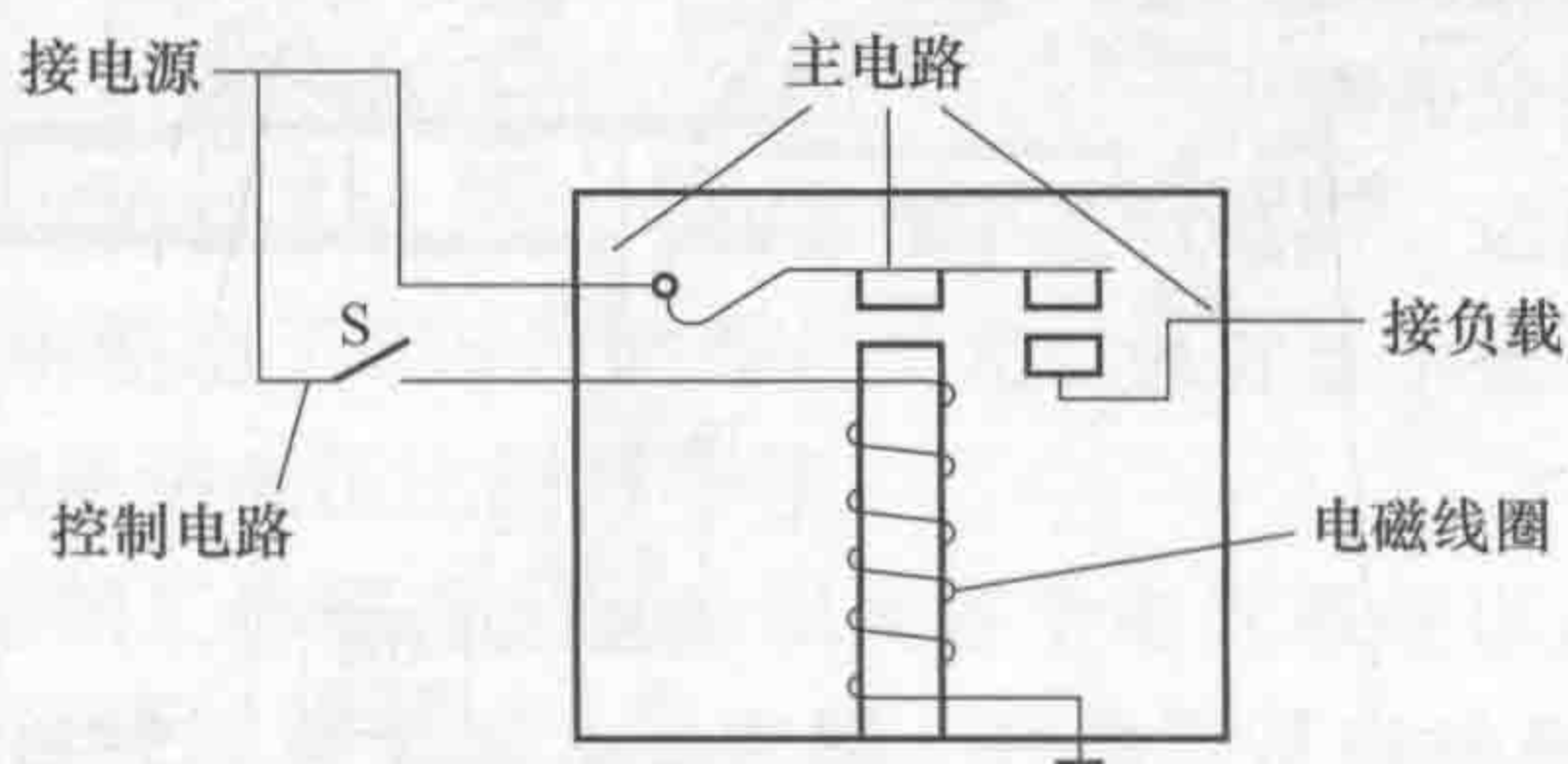


图 1-5 间接控制电路示意图

1.2.3 汽车电路的种类与特点

(1) 电气线路图

电气线路图(又称电气接线图)是将汽车电器(或部件)以实物轮廓图表示,再用线将电源、开关、熔断器等装置和这些电器一一连接起来的。

这种电路图的优点是电路设备的外形和实际位置都与原车一致。因此查线时,导线中间的分支、接点很容易找到,线的走向和车上实际使用的线束的走向基本一致,具有直观、查找方便的特点。但是这种图的缺点是线条密集、纵横交错,并很难表达电路内部结构与工作原理,不利于读图和分析电路。

(2) 电路原理图

电路原理图是按各个国家规定的图形符号,按电路原理,把仪表及各种电气设备,按由上到下的顺序合理地连接起来,然后按各系统进行横向排列。汽车电路的原理图有整车电路原理图和局部电路原理图两种。它们各有不同的用途。

电路原理图用于表达电气系统的工作原理。它是电气系统维修最实用的资料。电路原理图具有以下特点。

- ① 用电气图形符号表达各器件(或部件),各个图形符号旁边标注了名称或代码。
- ② 在此图上建立起电位高、低的概念。其负极“-”接地(俗称搭铁),电位最低,可用图中的最下面一条线表示;正极“+”电位最高,用最上面的那条线表示。电流的方向基本都是由上而下,路径是:电源正极“+”→开关→用电器→搭铁→电源负极“-”。
- ③ 可以减少电线的曲折与交叉,布局合理,使各系统处于相对独立位置,图面简洁、清晰,便于读者分析,易读、易画。

④ 所有控制器件和用电器处于不工作状态。

⑤ 导线标注有颜色和规格代码,有的车型还标注有所属系统的代码。

⑥ 整车电路图对全车电路有完整的概念, 它既是一幅完整的全车电路图, 又是一幅互相联系的局部电路图。重点难点突出、繁简适当。

⑦ 为了弄清汽车电器的内部结构，各个部件之间相互连接的关系，看懂某个局部电路的工作原理，常从整车电路图中抽出某个需要研究的局部电路，参照其他翔实的资料，必要时根据实地测绘、检查和试验记录，将重点部位进行放大、绘制并加以说明。这种电路图的优点是用电器少、幅面小，看起来简单明了，易读易绘；其缺点是只能了解电路的局部。

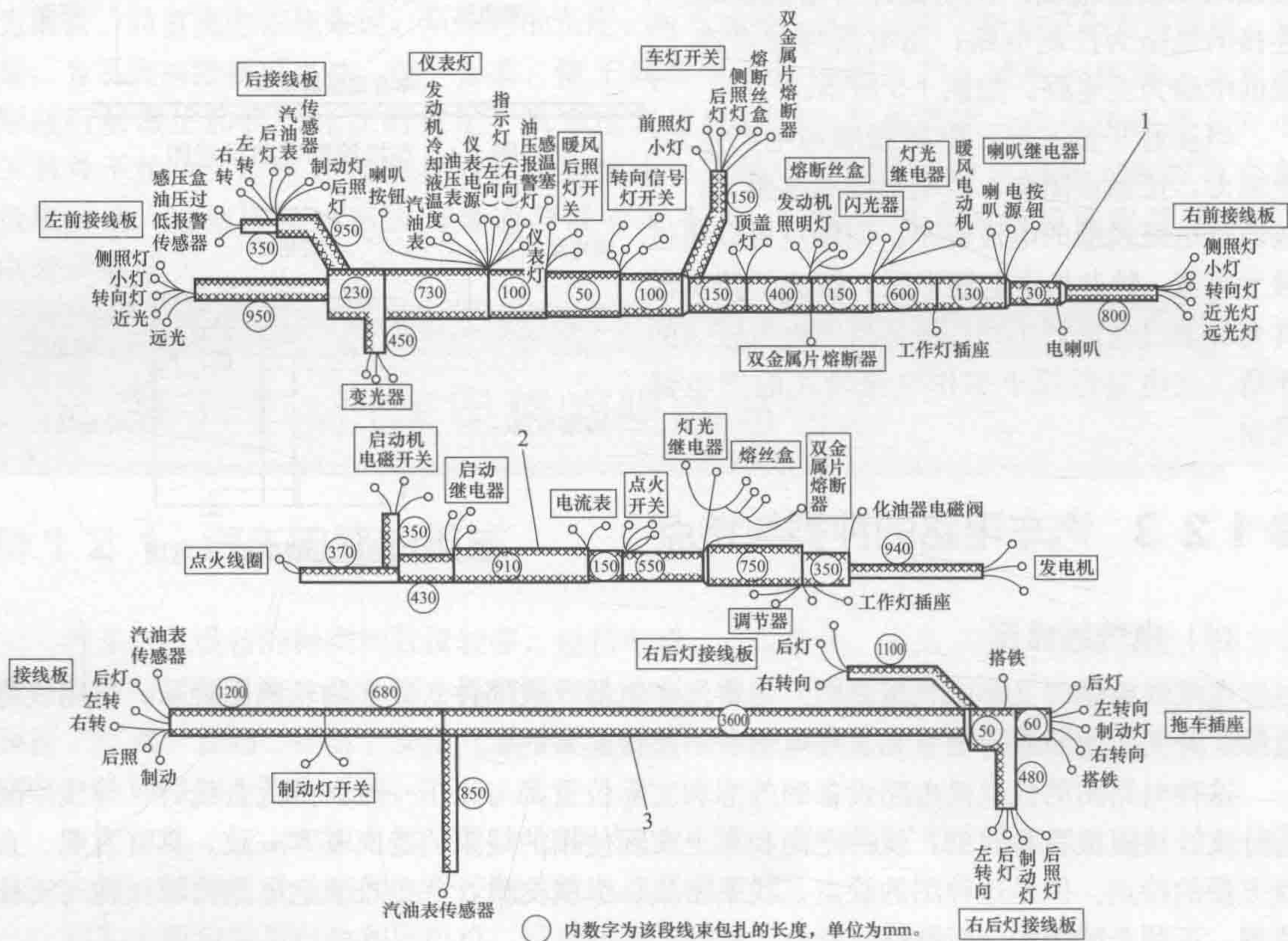


图 1-6 汽车电路线束图 (东风 EQ1090 型汽车)

1—驾驶室线束；2—电源点火、启动线束；3—车架线束

⑧ 各局部电路（或称子系统）相互并联且关系清楚，发电机与蓄电池间、各个子系统之间的连接点尽量保持原位，熔断器、开关及仪表等的接法基本上与原图吻合。

(3) 线束图

整车电路线束图常用于汽车厂总装线和修理厂的连接、检修与配线。线束图主要表明电线束各用电器的连接部位、接线柱的标记、线头、插接器（连接器）的形状及位置等，它是人们在汽车上能够实际接触到的汽车电路图。图 1-6 所示为某汽车的电路线束图。

这种图一般不去详细描绘线束内部的电线走向，只将露在线束外面的线头与插接器详细编号或用字母标记。它是一种突出装配记号的电路表现形式，非常便于安装、配线、检测与维修。如果再将此图各线端都用序号、颜色准确无误地标注出来，并与电路原理图和布线图结合起来使用，则会起到更大的作用且能收到更好的效果。

1.3 汽车电路的识图方法

1.3.1 汽车电路识图的准备工作

① 由于各种汽车电路图的绘制尚不规范，特别是各种进口汽车的一些图形符号还很不一致，因此，尽可能多地识记国产及进口车型汽车电路图中采用的图形符号（包括导线、端子和导线的连接装置、触点与开关、电气元件、仪表、传感器、电气设备的一些限定符号）的意义以及表示各种布线配线走向的图形符号的各种标记、字母等图标的含义。这是识读和分析汽车电路图首先应该了解的东西，否则就无法识读汽车电路图，更谈不上分析了。

② 夯实基础，应从电工电子（或汽车电工电子基础）等基础知识开始学习。应掌握直流、交流电路等，这些知识对于识读分析传统汽车电路图是必不可少的。而对于识读和分析现代汽车的电子控制系统电路图，只掌握上述知识仍嫌不够，应再具备数字逻辑电路、运算放大器等基础理论知识。如有的集成电路闪光器中使用了 555 定时器，发光二极管显示板中用到了译码器，数字燃油表中使用了 LM324 集成电路电压比较器等等。

③ 掌握汽车电路中的各种元器件和单元电路的工作原理。这是识读各个电气系统以及全车电路的基础。必须从蓄电池、启动机、发电机及其调节器、继电器、开关以及启动系、电源系、点火系、灯光照明、仪表信号、刮水洗涤系统、空调、收音机、CD 等附属设备、电子控制系统等各个具体元件或独立系统入手，各个击破，逐一掌握。

④ 熟练掌握汽车专业英语。据此，可快速判定一些进口车型电路图上的接线端子上的缩略语的含义，便于全面快捷地理解电气工作原理。

1.3.2 汽车电路识图的方法步骤

① 先易后难，逐步深入。应先从比较熟悉的一些传统汽车的电路图入手，开始读图分析；然后识读桑塔纳、捷达等车型的电路图；最后识读别克、帕萨特、雅阁等车型的电路图。这样由简到繁、整理归纳、比较提高，以至触类旁通。刚开始识读现代汽车电路图时，会碰到对一些 ECU（电子控制单元，俗称“行车电脑”“车载电脑”等）、继电器的引脚名称和功能感到迷茫困惑的情况，此时，可暂时绕过这些与电子控制系统有关的内容，继续识读全车电路的其他电器部分，只有等到对这些 ECU、继电器的资料收集完全后，才能理清各个引脚的电流流向，深入领会电子控制部分和传统电器部分之间的功能联系。这有助于增强我们读懂汽车电路图的信心。

② 化整为零，化繁为简。对于仅有线路图的汽车电路图，因图上线条密集交错，易使识读分析出错，有条件的话，可尝试参考有关资料和实物把原车线路图按系统改画成不同的单元电路原理图。对于整车电路图的识读分析，亦可仿照上述方法化整为零，化全车整体图为系统部分图以方便识读。对于各个系统单元电路图同样可以采取各个击破的办法进行识读。例如电子控制系统电路，就可以分成发动机电子控制系统、自动变速器电子控制系统、制动防抱死电子控制系统等电路；发动机电子控制系统又可以分为燃油喷射控制、点火控

制、排放控制等不同电路逐一进行阅读分析。同时,还应注意各系统单元电路之间的相互关系和相互影响,以便合零为整。

③ 突破一点,触类旁通。在识读汽车电路图时,一定要弄懂某种型号的汽车电路结构及其原理,通过这个具体的例子,举一反三,互相比对,以掌握汽车电路图的一些共性规律。再以这些共性为指导,了解其他型号的汽车电路,这样又可以发现更多的共性,触类旁通。同时还可以发现各种车型之间的差异。如此反复,不断积累,便可获得识读各种汽车电路图的能力。

④ 按车系识读汽车电路图。目前,国内汽车保有量逐年增加,品牌日趋多样,想要识读所有车型种类的汽车电路图极不现实,也大可不必。如前所述,只要突破一两种车型,便可触类旁通。为了使有限的知识和精力能覆盖更为广阔的车型品种,就要按照日、美、欧(德、法)、韩等车系合理划分,从中挑选出一两种车型作为重点掌握的对象。

1.4 汽车电气系统故障检修基础

1.4.1 汽车电气系统故障检修的注意事项

在对汽车电气系统进行故障检修时,应注意以下几点。

- ① 拆卸和安装电气元件时,应切断电源。
- ② 更换熔断器时,一定要与原规格相同,切勿用导线代替。
- ③ 在换灯泡时,应采用原制造厂指定的型号或与之功率相近的灯泡,以避免线路和发电机过载。
- ④ 对亏电的蓄电池必须及时充电,以恢复其供电能力。
- ⑤ 正确拆卸导线插接器(插头与插座)。为了防止插接器在汽车行驶中脱开,所有的插接器均采用了闭锁装置。要拆开插接器,首先要解除闭锁,然后把插接器拉开。不允许在未解除闭锁的情况下用力拉导线,这样会损坏闭锁或连接导线。
- ⑥ 在排除故障(如灯泡发红)时,应多检查灯具的搭铁线以及各接点的连接情况、蓄电池及发电机的输出线,并且仔细清理每一个发黑的锈蚀点、黏结和烧蚀的触点。
- ⑦ 在检修传统汽车电气故障时,往往采用“试火”的办法逐一判断故障部位。在装有电子设备的汽车上,不允许使用这种方法,否则会给某些电路和电子元件造成意想不到的损害。
- ⑧ 不允许使用万用表的 $R \times 100\Omega$ 以下低阻欧姆挡检测小功率晶体管,以免电流过载损坏晶体管。

1.4.2 汽车电气系统故障的检修方法

汽车电路中发生的故障主要有断路、短路、电气设备的损坏等。为了能迅速、准确地诊断出故障,下面介绍几种常见的故障检修方法。

(1) 直观诊断法

直观诊断法是在原地或通过道路实验,依靠观察和感觉,或者采用简单的工具来诊断故障。其特点是不需要什么设备,也不受场地等条件的限制,随时随地都可以进行诊断。但是