

QICHE WEIXIU

DIANGONG SHIYONG JINENG SHOUC

汽车 维修电工

实用技能手册

林 岩 赵学明 主编



化学工业出版社



QICHE WEIXIU

DIANGONG SHIYONG JINENG SHOUC

汽车维修电工

实用技能手册



林 岩 赵学明 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车维修电工实用技能手册/林岩, 赵学明主编.

北京: 化学工业出版社, 2011. 8

ISBN 978-7-122-11363-4

I. 汽… II. ①林…②赵… III. 汽车-电气设
备-维修-技术手册 IV. U472.41-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 095776 号

责任编辑: 卢小林
责任校对: 洪雅姝

文字编辑: 孙 科
装帧设计: 王晓宇

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 装: 三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 21½ 字数 571 千字 2011 年 11 月北京第 1 版第 1 次印刷

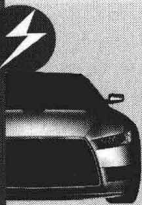
购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

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: 58.00 元

版权所有 违者必究



FOREWORD

前言

汽车电器是汽车的重要组成部分，随着汽车工业的飞速发展，汽车电器也越来越复杂，汽车电路故障维修必须参考相关的资料。广大汽车维修人员迫切需要这方面的资料，但目前市场上这方面的资料比较缺乏，鉴于此，我们编写了这本《汽车维修电工实用技能手册》。

本书以目前市场上拥有量较大的丰田系列轿车电路为主，辅以其他常用车型，按其处理电路的功能（充电、启动、点火、照明与灯光信号、信号/仪表、发动机电子控制系统、ABS、电子自动变速器、安全气囊、空调、辅助电器设备等），给出了各电路的结构特点、工作原理和常见故障检修方法。常见故障、典型故障解析贯穿全书，故障追踪排除过程中强化必要的理论知识。本书实用性强，对操作步骤介绍得详细具体，同时还配有插图作辅助说明，可以说本书是一本极具使用价值的维修工具书。

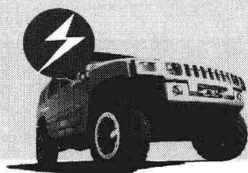
本书由林岩、赵学明任主编，辛勤、谢婉茹任副主编，参加本书编写的还有刘培振、李武、李超、魏风华、简华、林屹、毕小青、刘宁、刘强、刘军、周峰、赵丽、蒋南、高强、谷裕、郑勇峰、陈世庄、张建、杨利、闫昆、刘忠元。林为群审阅了全稿，并提出了许多宝贵的修改意见。

本书可供汽车维修人员和汽车维修专业师生阅读，也可作为维修技术培训的教材或参考书。

由于编者水平有限，时间仓促，书中难免有不当之处，恳请有关专家和广大读者批评指正。

编者

目录



CONTENTS

PAGE

1

1

汽车电路维修的基础知识

1.1 汽车电路常见电路故障及维修特点	2
1.1.1 常见电路故障	2
1.1.2 汽车电路维修的特点	2
1.1.2.1 故障特点	2
1.1.2.2 检修特点	3
1.2 汽车电路图的表达方式与识图要点	3
1.2.1 汽车电路图的表达方式	3
1.2.1.1 汽车电路原理图	3
1.2.1.2 汽车电气布线图	6
1.2.1.3 汽车电路线束图	6
1.2.2 汽车电路图识读要领	7
1.2.3 读图注意事项	10
1.3 汽车电路故障检修的注意事项与方法	10
1.3.1 汽车电路检修注意事项	10
1.3.2 汽车电路检修基本方法及要点	11
1.3.2.1 汽车电路分析与检修的步骤	11
1.3.2.2 故障诊断的基本方法	11
1.4 典型电路分析	14
1.4.1 日本丰田车系电路图特点	14
1.4.1.1 丰田汽车的电路保护装置	14
1.4.1.2 导线的颜色	15
1.4.1.3 插接器	15
1.4.1.4 丰田汽车电路各系统的符号及含义	15
1.4.2 日本丰田车系电路图标注说明	17
1.4.2.1 发电机电路图	17
1.4.2.2 自动变速器电路图	28
1.4.3 日本丰田车系电路图使用说明	28
1.4.3.1 刮水器、洗涤器和喇叭电路	30
1.4.3.2 雷克萨斯 LS400 型轿车 ABS 电路	34

2.1 充电系统电路分析	38
2.1.1 充电系统电路主要部件的组成	38
2.1.2 带充电指示灯继电器的充电电路故障诊断方法	38
2.1.3 9 管整流发电机的充电电路故障诊断方法	40
2.1.4 整体式发电机的充电电路故障诊断方法	42
2.2 充电系统各部件故障检修与维修实例	43
2.2.1 发电机故障检查与测试	43
2.2.1.1 发电机解体前的检查	43
2.2.1.2 发电机的拆卸	44
2.2.1.3 发电机解体后的检修	46
2.2.1.4 发电机零件的更换	48
2.2.1.5 发电机的重新组装	49
2.2.1.6 发电机的性能试验	51
2.2.1.7 整体式发电机的性能检测	51
2.2.1.8 发电机检修中的注意事项	52
2.2.2 调节器故障检修方法	52
2.2.2.1 发电机调节器的常见故障	52
2.2.2.2 触点式调节器的检修与调整	52
2.2.2.3 电子式调节器的检修	53
2.2.3 蓄电池常见故障分析	53
2.2.3.1 蓄电池的常见故障及故障原因	53
2.2.3.2 免维护蓄电池的使用	55

3.1 启动系统电路分析	57
3.1.1 概述	57
3.1.2 启动系统电路分析	57
3.1.2.1 常规式启动机	58
3.1.2.2 减速式启动机	58
3.1.2.3 行星式启动机	59
3.2 启动系统故障诊断与排除	59
3.2.1 故障排除分析程序	59
3.2.2 电路分析与故障诊断	61
3.2.2.1 启动开关直接控制的启动电路	61
3.2.2.2 带启动继电器的启动电路	63
3.2.2.3 具有驱动保护作用的启动电路	65

3.2.3	启动机检修	66
3.2.3.1	性能测试	66
3.2.3.2	常规式启动机检修	69
3.2.3.3	减速式启动机检修	73
3.2.3.4	行星式启动机检修	75
3.2.3.5	启动继电器检修	77
3.2.4	常见故障的诊断方法	79
3.2.4.1	启动机不运转	79
3.2.4.2	启动机运转无力	79
3.2.4.3	启动机空转	79
3.2.4.4	启动齿轮打齿	80
3.2.4.5	电磁开关吸合不牢	80

4 点火系统

PAGE

81

4.1	简述	82
4.2	点火系统电路分析	82
4.2.1	电子点火提前控制 (ESA)	82
4.2.2	霍尔式电子点火系统	84
4.2.2.1	霍尔式点火信号发生器	84
4.2.2.2	点火电子组件	84
4.2.2.3	霍尔效应式电子点火系统的特点	86
4.2.3	无分电器点火系统 (DLI)	86
4.3	点火系故障分析与排除方法	87
4.3.1	故障排除分析程序	87
4.3.1.1	缺火故障分析排除程序	87
4.3.1.2	点火正时故障分析排除程序	88
4.3.2	电子点火装置的故障诊断	90
4.3.2.1	点火系统电路分析与故障诊断	90
4.3.2.2	次级电压的影响因素	92
4.3.2.3	点火正时检查与调整	94
4.3.2.4	点火装置检查	99
4.3.2.5	典型点火装置的检查	102

5 照明系统电路分析与故障诊断

PAGE

110

5.1	照明电路分析	111
5.1.1	照明系统部件及功能电路与原理	111
5.1.1.1	照明设备	111

5.1.1.2 电路	111
5.1.2 典型轿车照明系统电路	112
5.1.2.1 电路特点	112
5.1.2.2 电路故障诊断方法	113
5.1.3 丰田 NBC 系列照明系统电路原理图	116
5.2 照明系统检修与调整	116
5.2.1 照明系统检查内容与检测方法	116
5.2.1.1 前照灯的检测内容	116
5.2.1.2 前照灯的检测方法	116
5.2.1.3 前照灯的调整	117
5.2.2 前照灯的使用与维护	117
5.2.2.1 前照灯照射方向的调整	117
5.2.2.2 前照灯的维护注意事项	117
5.2.2.3 案例分析	118

6 信号/仪表电路分析与故障诊断

PAGE
119

6.1 信号系统电路分析与故障诊断	120
6.1.1 信号系统部件的结构	120
6.1.1.1 电喇叭	120
6.1.1.2 闪光继电器	121
6.1.2 典型轿车信号系统电路	123
6.1.2.1 电路特点	123
6.1.2.2 电路故障诊断方法	124
6.2 仪表及指示灯系统电路分析与故障诊断	125
6.2.1 汽车仪表	125
6.2.1.1 电流表	125
6.2.1.2 机油压力表	125
6.2.1.3 水温表	126
6.2.1.4 燃油表	126
6.2.1.5 车速里程表	126
6.2.1.6 发动机转速表	127
6.2.2 指示灯系统	127
6.2.2.1 机油压力过低报警灯	127
6.2.2.2 燃油量不足指示灯	128
6.2.2.3 制动气压不足报警灯	128
6.2.2.4 制动液面不足报警灯	128
6.2.2.5 驻车制动未松警告灯	128
6.2.2.6 制动蹄片磨损报警灯	129

6.2.2.7 冷却液温度过高报警灯	130
6.2.3 组合式仪表	130
6.2.3.1 机械组合式仪表	130
6.2.3.2 电子组合式仪表	131
6.3 信号/仪表系统部件的检修	132
6.3.1 信号系统部件的检修	132
6.3.1.1 电喇叭的检修	132
6.3.1.2 电喇叭的调整	132
6.3.2 仪表系统部件的检修	133
6.3.2.1 电热式机油压力表检修	133
6.3.2.2 电热式冷却液温度表(水温表)的检修	133
6.3.2.3 电磁式冷却液温度(水温表)的检修	134
6.3.2.4 电磁式燃油表的检修	134

7

发动机电子控制系统电路分析与故障诊断

PAGE

136

7.1 发动机电子控制系统的结构与原理	137
7.1.1 电子燃油喷射系统的结构与原理	137
7.1.1.1 EFI的概要	137
7.1.1.2 进气系统	138
7.1.1.3 燃油系统	138
7.1.1.4 控制系统	142
7.1.2 ESA(电子点火提前)系统	155
7.1.2.1 概述	155
7.1.2.2 点火电路	155
7.1.2.3 DIS系统	155
7.1.3 ISC(怠速转速控制)	156
7.1.3.1 概述	156
7.1.3.2 ISC阀结构与类型	157
7.1.4 失效保护功能	159
7.1.5 后备功能	159
7.2 发动机电控系统的检修	159
7.2.1 电控发动机故障检修注意事项	159
7.2.1.1 电控系统检修注意事项	160
7.2.1.2 进气系统检修注意事项	160
7.2.1.3 燃油系统检修注意事项	161
7.2.2 电控发动机故障诊断方法	162
7.2.2.1 问诊	162
7.2.2.2 故障码的确认、记录、消除	162
7.2.2.3 故障征兆的模拟试验方法	164

7.2.2.4 故障码的再检查	165
7.2.2.5 故障现象分类、故障排除	166
7.2.3 电控发动机的基本检查	167
7.2.3.1 系统分类检查的指南	167
7.2.3.2 基本检查	169
7.2.3.3 电线束、接头的检查要领	169
7.2.3.4 ECU 线路检查	171
7.2.4 电控发动机常见故障诊断与排除	171
7.3 常见轿车发动机电控系统的检修	176
7.3.1 日本电装系统	176
7.3.2 摩托罗拉系统	177
7.3.3 联合电子控制系统	177
7.3.4 德尔福控制系统	178
7.4 典型案例解析	178
7.4.1 案例一	178
7.4.2 案例二	179
7.4.3 案例三	180

8 防抱死制动系统电路分析与故障诊断

PAGE

182

8.1 防抱死制动系统电路分析与故障检修	183
8.1.1 防抱死制动系统主要零部件的结构	183
8.1.1.1 ABS (防抱死制动系统) 概要	183
8.1.1.2 基本运作	183
8.1.1.3 主要零部件的结构	183
8.1.1.4 ABS ECU 控制	186
8.1.1.5 MK60 ABS (防抱死制动系统) 主要零部件的结构	191
8.1.2 典型电路分析	191
8.2 防抱死制动系统的检修	194
8.2.1 ABS 防抱死系统的故障排除 (日本丰田为例)	194
8.2.1.1 预检查	194
8.2.1.2 故障诊断	196
8.2.1.3 电路分析及检查	196
8.2.2 防抱死制动系统检修注意事项	205
8.2.3 防抱死制动系统主要零部件的检修	206

9 自动变速器电子控制电路分析与故障诊断

PAGE

209

9.1 自动变速器电子控制电路分析与故障诊断方法	210
9.1.1 自动变速器电控系统主要组成部件的作用与原理	210

9.1.1.1	简介	210
9.1.1.2	自动变速器电控系统主要组成部件的作用与原理	210
9.1.2	丰田 U540E 自动变速器电子控制系统电路	218
9.1.2.1	U540E 自动变速器的工作原理	218
9.1.2.2	液压（电子）控制系统阀体组成部件	219
9.2	电子控制自动变速器的检修	219
9.2.1	自动变速器故障检修的一般程序与注意事项	219
9.2.1.1	诊断策略	219
9.2.1.2	自动变速器故障检修的一般程序	219
9.2.2	自动变速器的基础检验与实验	224
9.2.2.1	压力测试	224
9.2.2.2	U540E 油压测试	224
9.2.2.3	U540E 规定油路压力	226
9.2.2.4	油压评定	227
9.2.2.5	失速试验	227
9.2.2.6	U540E 时滞测试	228
9.2.2.7	散热流量测试	229
9.2.3	自动变速器自动控制系统部件的检修	230
9.2.3.1	节气门位置传感器的检测与调整	230
9.2.3.2	车速传感器的检测	231
9.2.3.3	自动变速器油温传感器的检测	232
9.2.3.4	空挡启动开关的检测与调整	232
9.2.3.5	制动灯开关的检查与调整	234
9.2.3.6	输入轴转速传感器的检测	234
9.2.3.7	执行器的检修（以 A341E 自动变速器为例）	234

10.1	安全气囊控制系统电路分析与故障诊断	245
10.1.1	安全气囊系统的组成与工作原理	245
10.1.1.1	安全气囊系统种类	245
10.1.1.2	传感器结构	246
10.1.2	丰田轿车安全气囊控制电路	249
10.2	安全气囊系统部件检修	250
10.2.1	安全气囊控制系统检修注意事项（电子式安全气囊系统）	250
10.2.2	安全气囊系统检测	250
10.2.2.1	SRS 警告灯电路自诊断	250
10.2.2.2	读取故障代码	251
10.2.2.3	故障排除方法	252

10.2.2.4	消除故障闪码	257
10.2.2.5	SRS 警告灯电路故障的检查	257
10.2.3	安全气囊系统的报废处理方法	258

PAGE

263

11

汽车空调控制系统电路分析与故障诊断

11.1	汽车空调的概述	264
11.1.1	汽车空调控制系统电路分析与故障诊断	264
11.1.2	制冷控制电路分析 (以夏利 7100 为例)	265
11.1.2.1	影响制冷控制的因素	265
11.1.2.2	发动机的怠速提高装置	266
11.1.2.3	其他车型电路说明	266
11.2	空调制冷系统的故障检修	268
11.2.1	用于 R12 的维修设备	268
11.2.2	用于 R134a 的维修设备	272
11.2.3	安装注意事项	274

PAGE

276

12

辅助电器

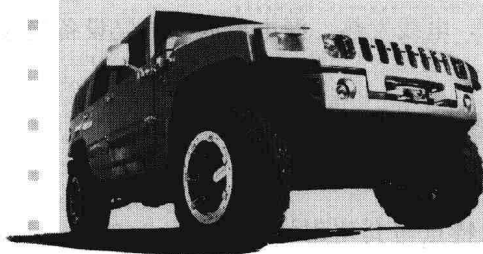
12.1	中央门锁及防盗系统电路分析与故障诊断	277
12.1.1	中央门锁系统电路分析与故障诊断	277
12.1.1.1	中央门锁系统的组成、工作原理、功能	277
12.1.1.2	中央门锁系统的检修	281
12.1.1.3	车速感应式中央门锁	283
12.1.1.4	电子式汽车门锁	285
12.1.1.5	中央门锁故障诊断实例	286
12.1.2	遥控系统分析与故障诊断	289
12.1.2.1	遥控门锁的功能	289
12.1.2.2	工作原理	289
12.1.2.3	遥控器及系统使用与维护	289
12.1.2.4	遥控器的设定及复制	290
12.1.2.5	遥控中央门锁故障诊断实例	293
12.1.3	电子防盗系统	296
12.1.3.1	电子防盗系统的组成	296
12.1.3.2	防盗系统工作原理	296
12.1.3.3	应用实例及故障检修	299
12.2	电动车窗电路分析与故障诊断	314
12.2.1	电动车窗的构造	314
12.2.2	电动车窗的工作原理及控制电路	317

12.2.3 常见故障解析与检修	319
12.2.3.1 普通车辆电动车窗	319
12.2.3.2 电动车窗控制系统组件的检查	319
12.3 雨刮控制系统电路分析与故障诊断	320
12.3.1 雨刮控制系统电路分析	320
12.3.1.1 刮水器低速工作	320
12.3.1.2 刮水器高速工作	320
12.3.1.3 刮水器间歇工作	322
12.3.1.4 挡风玻璃清洗	322
12.3.2 系统部件检修	324
12.3.2.1 刮水器工作控制与维修	324
12.3.2.2 洗涤器工作控制	330



1

汽车电路维修 的基础知识



1.1 汽车电路常见电路故障及维修特点

1.1.1 常见电路故障

汽车电器的工作条件可概括为：大范围的温度和湿度变化，波动的电压及较强的脉冲干扰，电器间的相互干扰，剧烈的振动以及尘土的侵蚀等。

线路常见故障包括断路、短路、漏电以及接线松脱、潮湿及腐蚀等导致的接触不良或绝缘不良等。

(1) 断路

电源到负载的电路中某一点中断时，电流不通，导致灯不亮、电动机停转。这种故障被称为断路。断路一般由导线折断、导线连接端松脱或接触不良等原因所造成。

(2) 短路

电源正、负极的两根导线直接接通，使电器部件不能工作，导线发热，火线路中的熔断器烧断。造成短路的原因有：导线绝缘破坏，并相互接触造成短路，开关、接线盒、灯座等外接线螺丝松脱，造成和线头相碰；接线时不慎，使两线头相碰；导线头碰触金属部分等。

(3) 漏电

漏电现象使耗电量增大，电线发热。漏电原因是电气设备绝缘不良、导线破坏、绝缘老化、破裂、受潮等。

1.1.2 汽车电路维修的特点

1.1.2.1 故障特点

现代汽车上的电气故障特点与其使用特点有关。一般电子元件对过电压、温度十分敏感，例如晶体管的PN结易过压击穿，电解电容器在温度升高时漏电增加，晶闸管元件对过流敏感等。这些故障特点可归纳如下。

(1) 元件击穿

击穿有过电压击穿或过流、过热引起的热击穿等。击穿有时表现为短路形式，有时表现为断路形式。由于电路故障引起的过压、过流击穿常常是不可恢复的。

据统计，汽车电容器的损坏大约85%是由于介质击穿造成的，而其中约有70%的击穿故障是发生在新车上，即工作的头几百个小时内。因为如果电容器有缺陷的话，在头几百个小时的使用中就会被击穿。电容器击穿时，又常常烧坏与其串联的电阻元件。

晶体管PN结的击穿是主要的故障现象。热稳定性差的故障，应视为元件质量问题。有些进口汽车上的电子元件，常常由于自身的热稳定性较差而导致类似于击穿故障的“热短路”（或称“热穿透”）现象。

(2) 元件老化或性能退化

电容器的容量减小，绝缘电阻绝缘性能的下降，晶体管的漏电增加，电阻的阻值变化，可调电阻的阻值不能连续变化，继电器触点烧蚀等都属于元件老化或性能退化。像继电器这类元件，往往还存在由于绝缘老化、线圈烧断、匝间短路、触点抖动甚至无法调整初始动作电流而产生的故障。

(3) 线路故障

接线松脱、接触不良、潮湿、腐蚀等导致的绝缘不良、短路、旁路等属于线路故障。这类故障一般与元器件无关。

1.1.2.2 检修特点

① 现代汽车电子电路的维修,目前突出的问题是资料缺乏,备件困难。一旦碰到不熟悉的车型和线路,常常要自己动手分析电路原理,甚至测绘必要的电路图,以弄清总体电路及联系,再作故障电路的分析。因此,进口汽车电子电路维修将涉及电路分析方法问题。

② 现代汽车许多电子电路出于性能要求和技术保护等多种原因,往往采用不可拆卸封装,如厚膜封装调节器、固封点火电路等。如若某一故障可能涉及它们内部时,则往往难于判断,需要先从外围逐一排出,最后确定它们是否损坏。

③ 一些现代汽车上的电子电路虽然可拆可卸,但往往缺少同型号元件以代换。故需要设法以国产或其他进口元件替代。这涉及元件替换的可行性问题。

④ 在检修方法上,传统汽车电器故障,往往可以用“试火”的办法逐一判明故障部位与原因。尽管这种方法并不十分安全可靠,且对蓄电池有一定的危害,但在传统检修方法中还是可行的。在装有电子线路的进口汽车上,则不允许使用这种方法。因为“试火”产生的过电流,会给某些电路或元件带来意想不到的损害。因此维修进口汽车电气时必须借助一些仪表和工具,按一定的方法进行。

⑤ 不允许使用电阻表及万用表的 $R \times 100\Omega$ 以下低阻电阻挡检测小功率晶体管,以免电流过载损坏。

⑥ 更换三极管时,应首先接入基极;拆卸时,应最后拆卸基极。对于金属氧化物半导体管(MOS),应当心静电击穿;焊接时,应从电源上拔下电烙铁插头。

⑦ 拆卸和安装元件时,应切断电源。如无特殊说明,元件引脚距焊点应在10mm以上,以免烙铁烫坏元件,且宜使用恒温或功率小于75W的电烙铁。

⑧ 修理好以后,应保证有散热片的元件与其散热片之间的良好接触,确保传热良好。

⑨ 其他必要的维修经验。

以上这些特点,均要求检修人员具备一定的电工电子学基础和分析电路原理及使用基本仪表工具的能力。

1.2 汽车电路图的表达方式与识图要点

1.2.1 汽车电路图的表达方式

汽车电路图有多种表达方式,大致可分为汽车电路原理图、汽车电气布线图、汽车电路线束图三大类。不同形式的汽车电路图各有其特点,具有某种互补性。因此,在一些汽车专业书籍和汽车维修资料中,可能有两种或两种以上的汽车电路图,以便于读者通过这些电路图能比较容易地理解电路原理,并可准确无误地进行故障分析和诊断。

1.2.1.1 汽车电路原理图

汽车电路原理图用于表示汽车电气系统的电路工作原理,有全车汽车电路原理图和分系统的局部电路原理图。

(1) 汽车电路原理图的特点

电路原理图将各个电器、线路的布置等都简化成最简单、清晰的方式。汽车电路原理图如图1-1所示,其特点如下。

① 电气元件表达简单明了。在汽车电路原理图中,用规定的符号表示电气元件。有的电器或电子控制部件符号通常还载有其功能与基本结构信息。

② 电路连接关系清晰。汽车电路的电源线与搭铁线通常是上下布局,电路经简化后较少迂回曲折,使各电器的串并联关系十分明确。

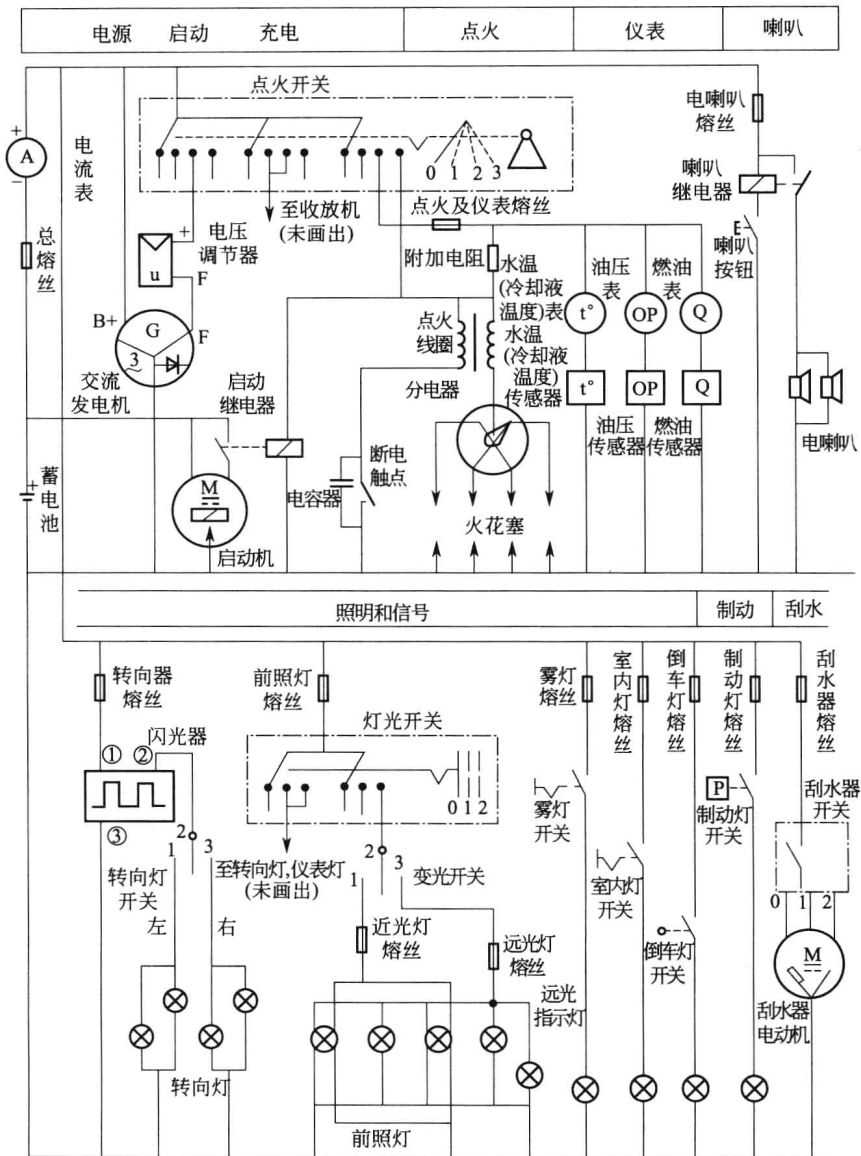


图 1-1 汽车电路原理图

③ 系统电路原理图分析方便。用局部汽车电路原理图表达某个汽车电气系统的电路原理，全车电路原理图通常按系统布置，方便了系统电路原理分析。

(2) 汽车电路原理图阅读注意事项

在阅读汽车电路原理图时，应注意如下几点。

① 充分了解电路图中符号的含义。不同国家或不同的汽车生产厂家，其汽车电路图中汽车电器的符号和电路的简化方式有不同的形式，因此，在阅读汽车电路图前，应熟悉电路图符号的含义，以免读图困难或理解错误。

② 了解电路图中的特殊表示方法。一些电路原理图为使图避免过多的交叉，采取了某些特殊的表示方式，常见的如下。

- a. 将同一个电气装置分成两处，比如，继电器的线圈和触点不在一处。
- b. 将一根导线断开，在两断处用同一个符号表示它们的连接关系。