

汽车电气设备修理

(第2版)

陈盛象 编著



机械工业出版社
China Machine Press

汽车电气设备修理

(第 2 版)

陈盛象 编著



机械工业出版社

本书以国内常见车型红旗、奥迪、捷达、解放牌载货汽车以及进口丰田、蓝鸟轿车的电气设备为主,全面系统介绍其结构、原理及故障诊断方法和维修操作技术。在故障诊断方面既包括现场诊断经验,又详细地介绍了查找汽车故障的方法以及排除故障的维修操作技术。书中还重点介绍了多点汽油喷射、电子自动变速器和自动防抱死制动装置的维修知识,以及典型故障分析仪器的使用方法。

本书可供汽车电气设备维修人员和工程技术人员参考,亦可作为汽车驾驶人员提高汽车维修能力的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车电气设备修理/陈盛象编著. —2版. —北京:机械工业出版社, 1999.12

ISBN 7-111-00401-9

I. 汽… II. 陈… III. 汽车-电气设备-车辆修理 IV. U472.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 69224 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑 高金生 版式设计:霍永明 责任校对:张媛

封面设计:方芬 责任印制:路琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2000 年 3 月第 2 版第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·19 印张·1 插页·463 千字

78 851--83 850 册

定价:30.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

修 订 前 言

本书与读者见面已有10年之久了，是印次较多，发行量较大，很受广大读者欢迎的一本书。然而，由于汽车电气技术的飞速发展，书中的某些部分已经过时了。作为编者，最大的心愿就是及时向广大读者介绍新的实用技术。近10年来，随着电子技术在汽车方面的广泛应用，使汽车电气设备的维修作业更加复杂，这就要求维修人员具备更高的知识水平。因此，只有不断地吸收新知识、新技术才能适应这一变化。为此，作者对《汽车电气设备修理》一书作了认真修改，除了对原书内容加以删改、充实提高外，还增加了电子控制系统的维修内容以及常用电子测试仪器及工具的使用知识。

参加本书编写的人员还有：陈政文、李秋芳、柯育山、陈敏、张丽晨、刘文军、尤海谋、马可；绘图有王秀真、袁玉芬、赵琳、桑雪玉、吕杰、李利秋等。

鉴于本人的水平所限，书中定有不少不妥之处，诚恳地希望广大读者批评指正。

编 者

目 录

修订前言

第一章 概述 1

一、汽车电气设备的构成 1

1. 传统汽车电气设备 1

2. 微机控制系统 3

二、汽车电气维修作业 10

1. 查线作业 10

2. 排除发动机点火系故障 13

3. 电源系统维修作业 14

4. 电机类部件修理作业 14

5. 微机控制系统检修作业 14

三、怎样学习汽车电气维修技术 15

第二章 蓄电池 16

一、起动用铅蓄电池的结构与原理 16

1. 铅蓄电池的构造 16

2. 铅蓄电池的工作原理 18

二、蓄电池的常见故障与检查 19

1. 蓄电池的常见故障 19

2. 蓄电池的检查 21

三、蓄电池的修理 29

1. 蓄电池的分解 29

2. 蓄电池零件的修复 31

3. 蓄电池的装复 33

4. 装复后的充电 35

四、蓄电池的维护 35

1. 铅蓄电池的种类与型号 35

2. 电解液 35

3. 维护作业 38

4. 启用新蓄电池 39

5. 蓄电池的充电 40

6. 蓄电池的储存 46

7. 免维护蓄电池 47

第三章 汽车电源 53

一、直流发电机 53

1. 直流发电机的工作原理 53

2. 直流发电机的结构 53

二、交流发电机 55

1. 交流发电机的工作原理与结构 55

2. 交流发电机的种类 57

3. 交流发电机的特性 61

4. 交流发电机的维修注意事项 62

5. 交流发电机的分解 64

6. 交流发电机的常见故障及检查方法 65

7. 交流发电机的修理 67

8. 装复交流发电机 71

9. 交流发电机的修后试验 71

10. 在汽车上检查交流发电机的性能 73

三、发电机调节器 74

1. 调节器的工作原理 74

2. 交流发电机调节器 78

第四章 起动机 90

一、起动机的结构 90

1. 直流电动机 90

2. 啮合机构 90

3. 传动机构 92

4. 控制装置 93

二、起动机的常见故障与检查 93

1. 起动开关 93

2. 啮合传动机构 94

3. 直流电动机 94

三、起动机的修理 97

1. 起动开关 97

2. 啮合传动机构 98

3. 直流电动机 98

四、起动机的装配与修后试验 101

1. 装复起动机 101

2. 起动机的修后试验 104

第五章 点火系 107

一、点火系与发动机的燃烧 107

1. 压缩行程与点火 107

2. 压缩比与爆震 107

3. 点火提前角 107

4. 燃料、点火提前角与爆震 108

5. 火花塞的炽热数、热值与炽热点

火	108	1. 结构	157
6. 点火系与排气净化	108	2. 适用范围	157
二、点火系的种类与性能	109	3. 试验项目	157
1. 传统点火系	109	4. 使用方法	158
2. 晶体管点火系	115	5. 发动机的调整	159
三、点火系的故障判断与正时调整	121	6. 发动机点火系故障检查	160
1. 故障判断	121	7. 示波器的维护	164
2. 正时调整	123	四、现代汽车维修用万用示波表	164
四、点火线圈	124	1. 结构	165
1. 初级线圈电阻检查	124	2. 功能	166
2. 绝缘电阻检查	125	3. 适用范围	167
3. 放电试验	125	4. 使用方法举例	167
五、分电器	126	第七章 照明系统及信号系统	177
1. 常见故障的检查	126	一、前照灯	179
2. 分电器的修理	130	1. 前照灯的种类与结构	179
3. 分电器的装配	131	2. 前照灯的配光性能	180
六、信号发生器	133	3. 前照灯的常见故障与检修	184
1. 解放牌 CA1092 型货车	133	4. 前照灯的配光测试	185
2. 红旗牌 CA7220 型轿车	133	二、雾灯	188
七、点火控制器 (点火模块)	134	三、喇叭	189
1. 解放牌 CA1092 型货车	134	1. 电喇叭的结构	189
2. 红旗牌 CA7220 型轿车	134	2. 电喇叭的常见故障	190
八、火花塞	135	四、灯光信号装置	191
1. 火花塞的常见故障	135	1. 闪光器	191
2. 火花塞的维护	136	2. 信号灯开关	192
3. 火花塞的选用与代用	138	3. 常见故障与排除	193
九、电容器	142	第八章 汽车仪表	194
1. 击穿与漏电故障的检查	142	一、电流表	194
2. 电容器引线电阻过高的检查	143	二、燃油表	195
3. 电容器容量的检查	143	三、水温表	196
十、电容放电式点火系 (CDI)	143	四、机油压力表	197
十一、点火系维修注意事项	145	五、车速里程表	198
第六章 常用试验设备与仪器	146	第九章 辅助电气设备	201
一、汽车电气万能试验台	146	一、电动机类	201
1. 技术参数	146	1. 单速复励式刮水器电动机	201
2. 试验项目	147	2. 双速复励式刮水器电动机	201
3. 测试仪表及装置	147	3. 双速永磁式刮水器电动机	202
4. 试验操作	148	二、电磁铁类	204
二、汽车维修用电流-电压表	153	1. 电磁离合器	204
1. 电流-电压表的结构	153	2. 门锁执行器	205
2. 使用方法	153	三、电动泵类	205
3. 测试操作	154	1. 普通电动汽油泵 (与化油器配用)	205
三、汽车点火系示波器	157		

2. 电喷系统用汽油箱内置汽油泵	206	三、捷达王的排放控制系统	251
第十章 微机控制系统	208	1. 不用分电器的点火系	251
一、电子控制汽油喷射系统和排放控制		2. 蒸发控制系统	252
系统	208	3. 排放控制系统的工作原理	253
1. 电子控制汽油喷射系统(EFI)	208	4. 系统的构成	257
2. 排放控制系统(ECS)	210	5. 系统故障查询	266
二、红旗牌 CA7220E 型轿车的排放控制		四、电子控制自动变速器	272
系统	213	1. 概述	272
1. 系统的工作原理	213	2. 电控自动变速器的电控系统	276
2. 系统的构成	217	3. 故障检修	277
3. 系统故障的查询	227	五、电子防抱死制动系统	283
4. 系统的基本设置	236	1. 概述	283
5. 系统的调整	237	2. 电子防抱死系统故障诊断	285
6. 系统状态检查	239	3. 排除故障	288
7. 系统故障的检修与排除	240	附录 SIMOS 4S3 故障代码表	292

第一章 概述

汽车是由四个部分组成的：发动机、底盘、车身和汽车电气设备。其中，发展最快、变化最多的部分，是汽车电气设备部分。本世纪初，汽车上的电气设备仅限于汽车电源、发动机点火系和照明等几个简单系统。到 40 年代，便形成了现代传统电气设备的七大系统：电源、起动、点火、仪表、信号、照明和辅助电气设备。到邻近世纪之交的今天，微型电子计算机在汽车上已经得到了广泛的应用。

一、汽车电气设备的构成

现代汽车电气设备已发展成为“二维空间”的层面结构形式，它的基础层面是由传统的汽车电气设备七大系统构成，与汽车上其它总成、部件一样，各自执行一项特定功能；而它的控制层面是凌驾于基础层面之上，将一个或几个电气系统纳入微机的监视和控制之下，使之相互协调、互相配合，以达到人们对汽车更高的要求，即减少公害、提高效率、提高操作自动化和智能化水平。

1. 传统汽车电气设备

传统汽车电气设备包括汽车电源和汽车“用电器”两个部分。

汽车电源——它包括发电机、蓄电池和调节器等。其作用是向全车的用电器和电控系统提供电能。除装用大型柴油机的汽车使用 24V 电源外，其余都用 12V 电源。

汽车用电器种类繁多，功能各异。按其功能可分为下述六个部分：

起动系——它的作用是拖转发动机曲轴，使之达到必要的起动转速。汽油机的起动系还包括短接点火线圈附加电阻的触点；柴油机的起动系还包括进气预热线丝、电热塞等。

点火系——是汽油发动机不可缺少的部分，用以保证适时、准确地点燃气缸中的可燃混合气。普通点火系主要包括点火线圈、分电器、高压点火线和火花塞等。无触点点火系则是用信号发生器和电子开关代替普通点火系里的断电器，以避免触点烧蚀，加快断电速度，提高点火电压，并为提高点火能量创造条件。

仪表与指示系——为帮助驾驶员随时监视汽车各重要部位的工作状态，在驾驶员面前设置仪表板，上面安装仪表和指示器。常用的仪表有水温表、机油压力表、燃油表、电流表和车速里程表等；常用的指示器有转向、制动、停车指示灯和水温、机油压力、制动气压、燃油剩余量报警灯和蜂鸣器等。

信号系——为提高汽车行驶和停车的安全性，现代汽车均设有完善的信号系统。它包括音响信号和灯光信号两类。常用的信号装置有喇叭、转向灯、制动灯、示宽灯、停车灯、倒车灯、蜂鸣器和危险警示灯等。

照明系——这是为在夜间和能见度很低的情况下（如浓雾天气）行车和工作而设置的灯光系统。前照灯（或称头灯、大灯）、小灯、尾灯、雾灯、防空灯、室内灯、门灯、行李箱灯、时钟及仪表灯和牌照灯等均属于本系统。

辅助电气设备系——风窗电动雨刷及洗窗器、电动门窗玻璃升降器、点烟器、电动座椅

移动机构、音响视听设备和车厢空调系统中的电气装置均属于汽车辅助电气设备。这是为驾驶员和乘客提供良好的工作条件和舒适的乘坐环境而设置的。

汽车电气设备是贯穿全车的完整系统，它的部件分布于全车的各个部位。维修人员必须首先熟悉每个部件的功能和安放位置。图 1-1 是以红旗牌 CA770 型轿车为例绘制的汽车电气设备布置示意图。汽车的前照灯 4、小灯及转向灯 2 和雾灯 1 均设置在汽车的头部正面，分电器 6、点火线圈 7、发电机 8、火花塞 16 和起动机 17 都装在发动机上，车灯总开关 14、点火开关 10 和综合仪表 13 全装在驾驶员面前的仪表板上，而尾灯及制动灯 25、后转向灯及倒车灯 24，则装在汽车的尾部。它们的安装位置是根据其功能确定的。

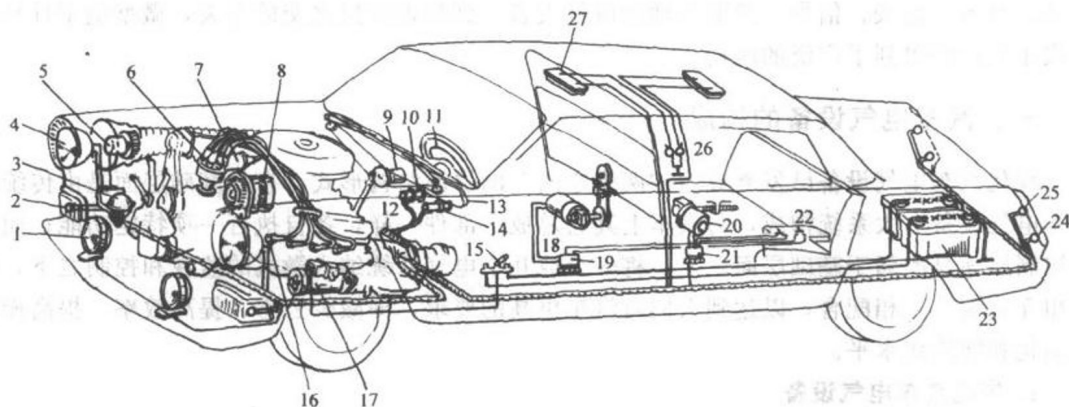


图 1-1 汽车电气设备布置示意图

- 1—雾灯 2—前小灯及转向灯 3—喇叭 4—前照灯 5—通风电动机 6—分电器 7—点火线圈 8—发电机（带调节器） 9—雨刷电动机 10—点火开关 11—喇叭按钮 12—熔断器盒 13—综合仪表 14—车灯总开关 15—电源总开关 16—火花塞 17—起动机 18—中隔墙玻璃举升电动机 19—举升电动机继电器 20—后座移动电动机 21—后座移动电动机继电器 22—中隔墙玻璃举升和后座移动开关 23—蓄电池 24—后转向灯和倒车灯 25—尾灯和制动灯 26—顶灯开关 27—车厢室内顶灯

汽车各系统里的用电器都是并联连接在汽车电源的供电线路上的，以便使每个用电器都能取得额定电压（12V 或 24V）的电能源供应。如图 1-2 汽车电气设备电路示意图所示，无论起动机 6、喇叭 20 还是电动刮水器 24 和点烟器 25，其电能都直接由 12V 的蓄电池供应，这是传统电气设备电路设计的一个基本原则。

尽管实际电路要比图 1-2 的示意图复杂得多，但用额定电压供应用电器的原则却是不变的。图 1-3（见全文后）是解放牌 CA1092 型载货汽车的电路图，若不按照电气部件在汽车上的相对位置关系画图，就可以改画成如图 1-4 所示的汽车电路原理图。可以清楚地看到，六个用电器系统中的每个电气设备，都是通过开关或熔丝等电压降很小的元件接在 12V 的电源供电线（俗称“火线”）和搭铁线（即“地线”）之间的。

知道这个原则对理解汽车电路图很有好处。如果你在查线路时，从一个用电器的供电端（或称“火线”端）沿线走到了另一个用电器上了，那么，你就应该知道：在这条线路上一定另有一条“叉路”是接“火线”的，那才是你要找的线路。有些情况会令人迷惑，如暖风电动机的调速电阻，它串联在暖风电动机的供电线路里，似乎会妨碍暖风电动机取得额定电压的供应。其实，它不是独立的用电器，当高转速时，它的电阻被调到接近于零，消耗电压很小。

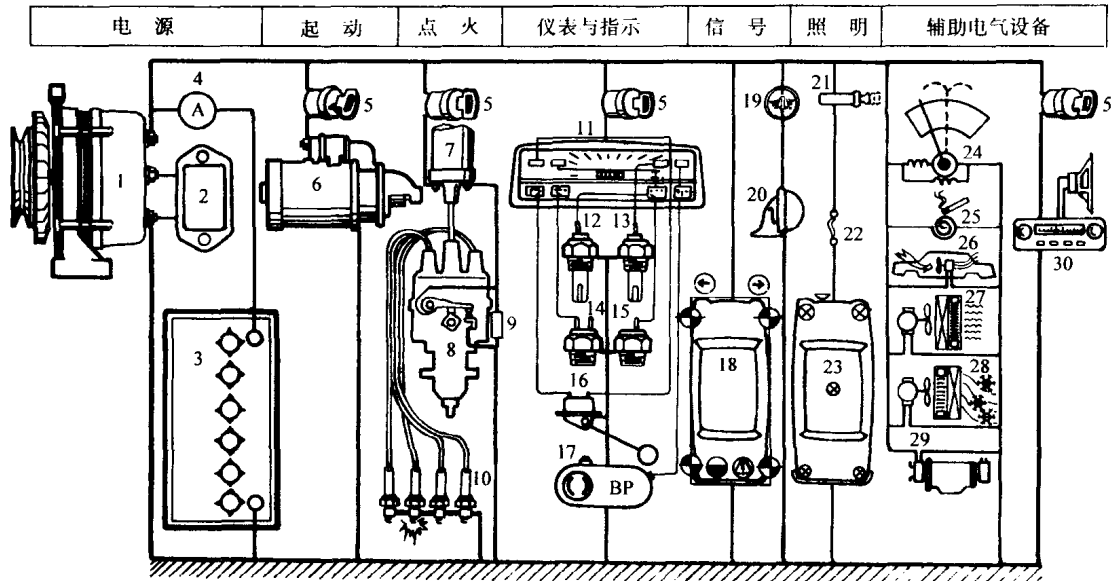


图 1-2 汽车电气设备电路示意图

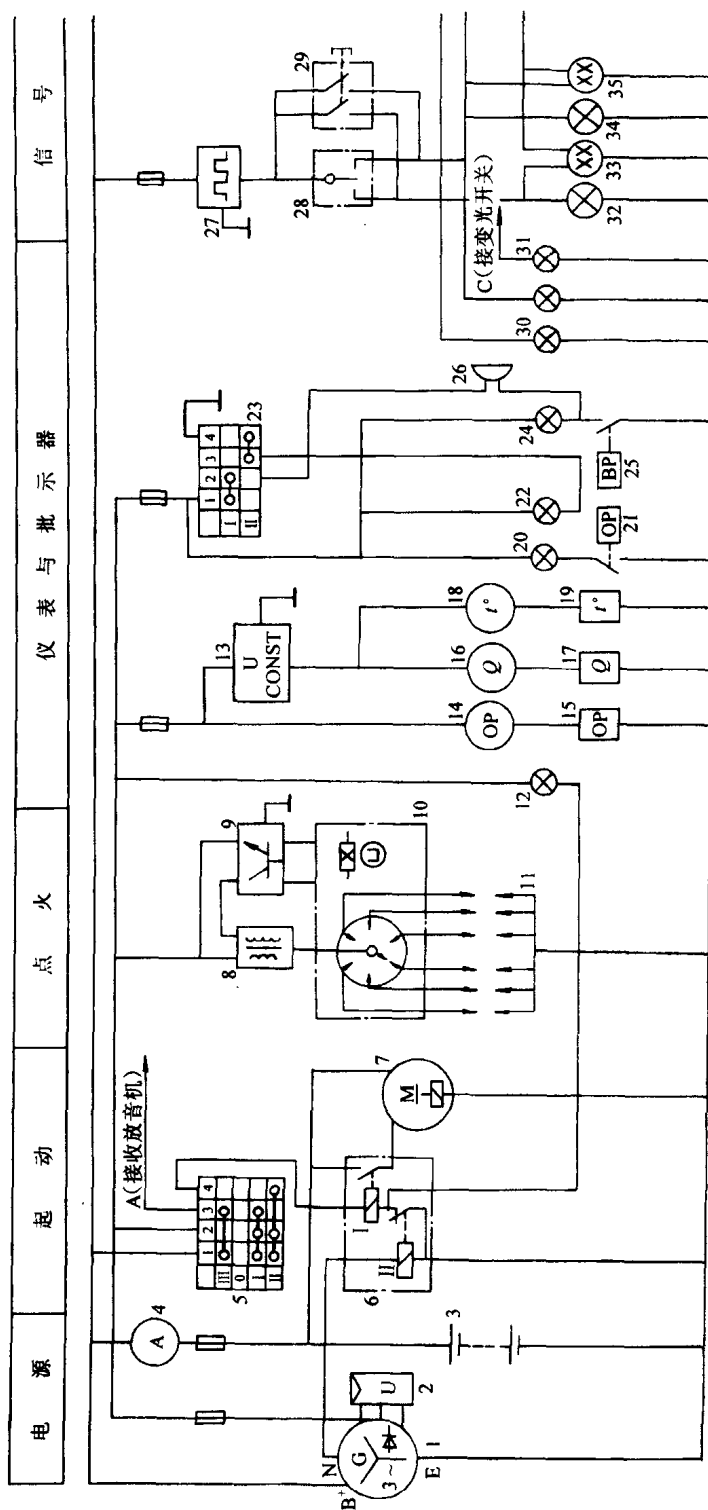
- 1—交流发电机 2—调节器 3—蓄电池 4—电流表 5—点火锁 6—起动机 7—点火线圈
 8—分电器 9—电容器 10—火花塞 11—综合仪表 12—水温感应塞 13—水温警报感应塞
 14—机油压力感应塞 15—机油压力警报感应塞 16—燃油量及警报传感器 17—制动气及油
 压感应塞 18—信号灯 19—喇叭按钮 20—喇叭 21—车灯总开关 22—易熔线 23—照明
 灯具 24—电动刮水器总成 25—点烟器 26—车厢通风电动机 27—暖风鼓风机
 28—空调系电器 29—空调压缩机电磁离合器 30—收音及放音机

汽车电路原理图是用最简捷的方式画出汽车电气装置之间的关系。因此，它是理解全车电路，判断故障最方便的工具。汽车电路图则常与印在汽车零、备件目录里的全车电气设备图（见图 1-5）联合使用，是查线、寻找故障位置的最便捷的手段。

2. 微机控制系统

近 10 年来，微机作为提高汽车综合性能最有力的手段，被广泛地应用于汽车上。例如，在排放控制系统、制动防抱系统、变速器换挡控制和车身高度控制系统里，微机充分显示出在自动控制方面的优越性。随着微机的可靠性不断提高，成本迅速下降，微机在汽车上应用的前景非常广阔。

通常，微机所组成的系统并不承担汽车的某一专项功能，不像发动机专门为汽车提供动力，变速器专门用于改善发动机的动力输出特性，点火系专门为汽油机点燃气缸里的可燃混合气那样，执行一定的专项任务。微机系统的任务是按着人们的意志，监视、控制汽车的一个或几个系统，使之协调工作，使汽车达到最理想的运行状态。例如，排放控制系统的微机通过它的传感器（如进气流量、节气门位置、怠速开关、曲轴位置、凸轮轴相位、车速、进气温度、冷却液温度传感器等）随时了解发动机当前的运行参数（如发动机进气量、油门开度、怠速状态、曲轴转速、凸轮相位、行车速度、进气温度、冷却液温度等等），并不断地从它的存储器里查取对应这样的一些参数的最佳的控制方案（发动机供油系的喷嘴应该喷多少汽油、点火系的点火模块应该给出多大的点火提前角），交给执行器去遵照执行。又如，电控自动变速器里的微机，从它的传感器（如节气门位置、怠速开关、曲轴位置、车速、变速器



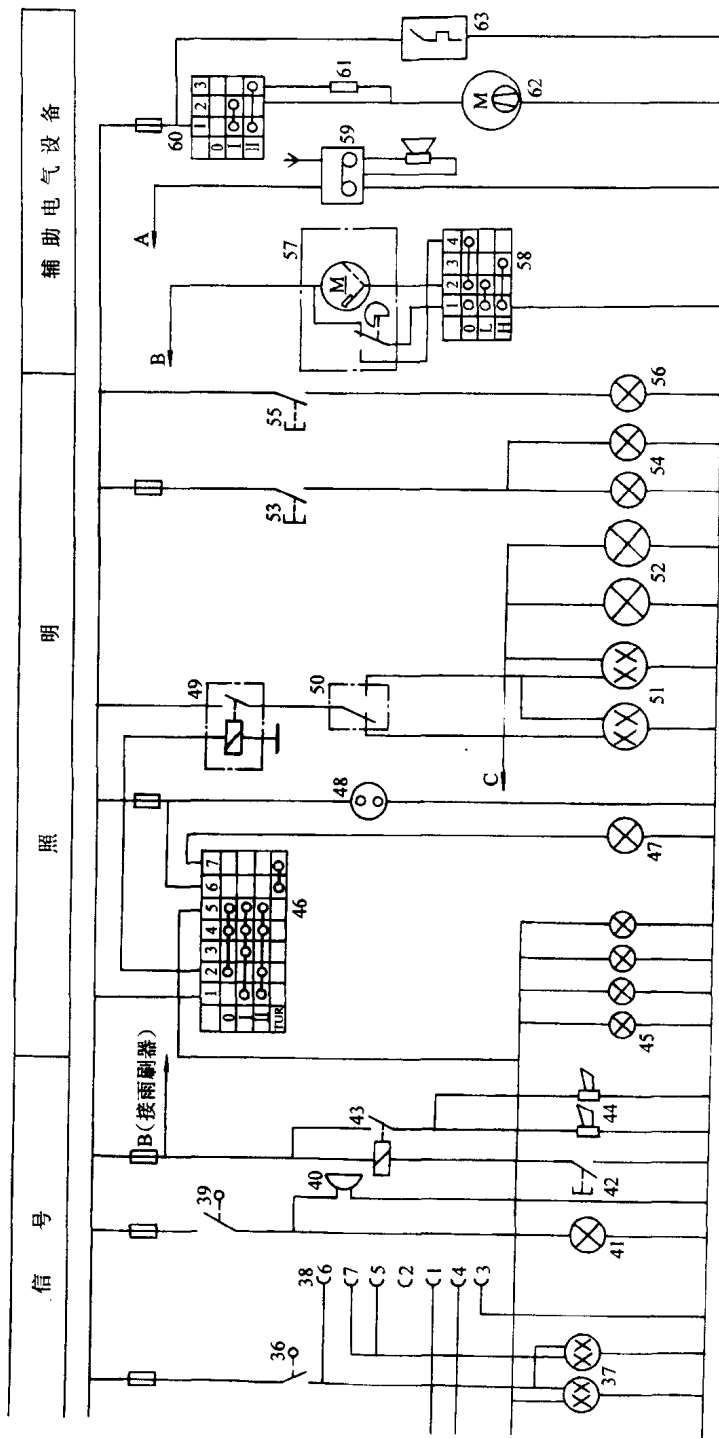


图 1-4 解放牌 CA1092 型载货汽车的电路原理图

- 1—交流发电机 2—外接式电压调节器 3—蓄电池 4—电流表 5—点火开关 6—组合继电器 7—起动机 8—点火线圈 9—点火模块
 10—分电器 11—火花塞 12—电源指示灯 13—仪表供电稳压器 14—机油压力表 15—机油压力传感器 16—汽油量表 17—油量
 传感器 18—水温表 19—水温传感器 20—油压警报灯 21—机油压力警报开关 22—停车指示灯 23—停车开关 24—制动气
 压低指示灯 25—气压开关 26—低压蜂鸣器 27—闪光灯 28—转向开关 29—危险警报开关 30—转向指示灯 31—远光指
 示灯 32—左后转向灯 33—左前转向与示宽双丝灯 34—右后转向灯 35—右前转向示宽灯 36—制动开关 37—制动与
 示宽双丝灯 38—拖车插座 39—倒车开关 40—倒车蜂鸣器 41—倒车灯 42—喇叭按钮 43—喇叭继电器 44—喇叭
 45—仪表灯 46—车灯总开关 47—驾驶室室内顶灯 48—工作灯插座 49—灯光继电器 50—变光开关 51—外侧前
 照灯 52—前照灯 53—雾灯开关 54—雾灯 55—机罩下灯开关 56—发动机罩下灯 57—雨刷器 58—雨刷开关
 59—收放机 60—暖风开关 61—变速电阻 62—暖风机 63—点烟器

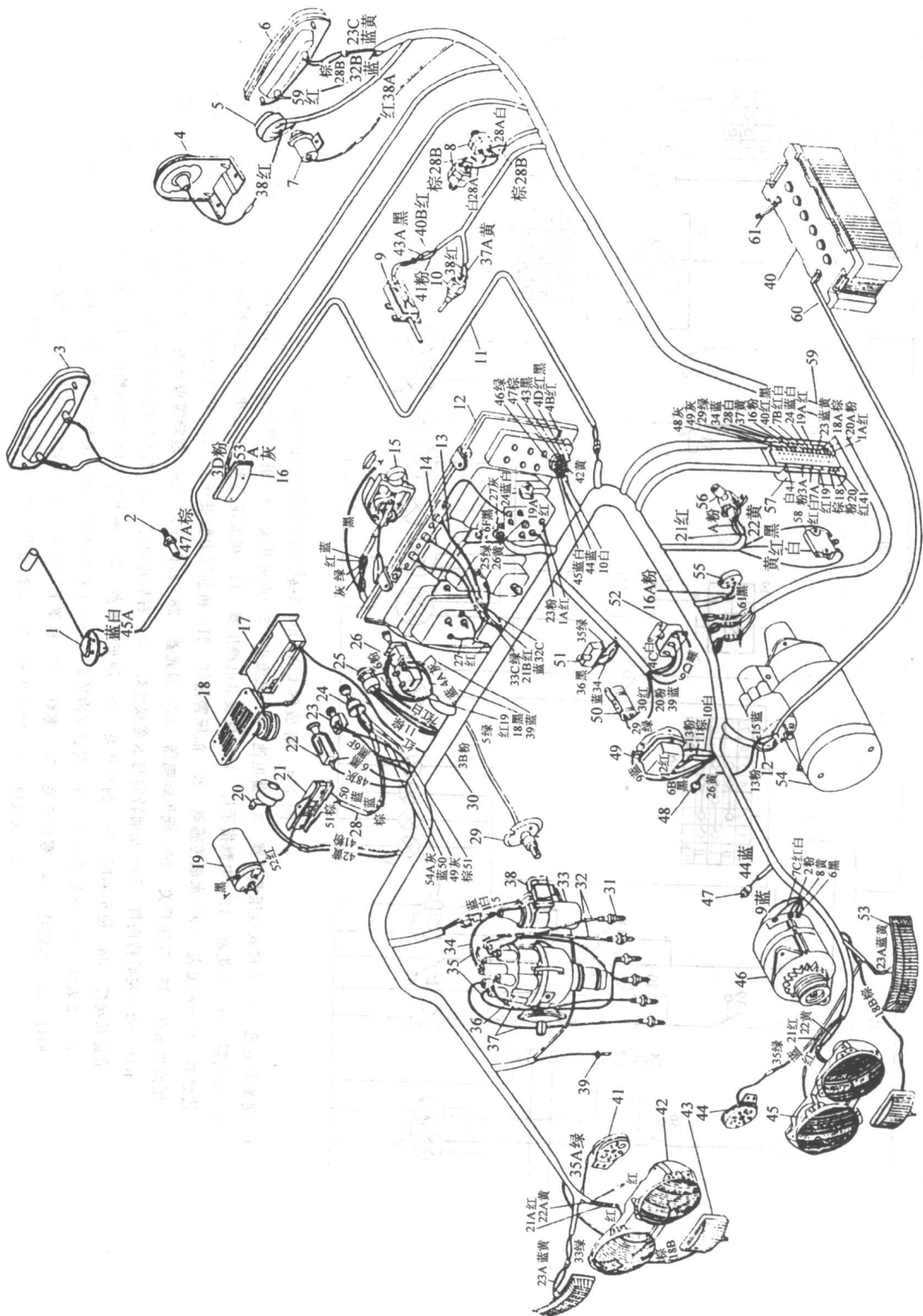
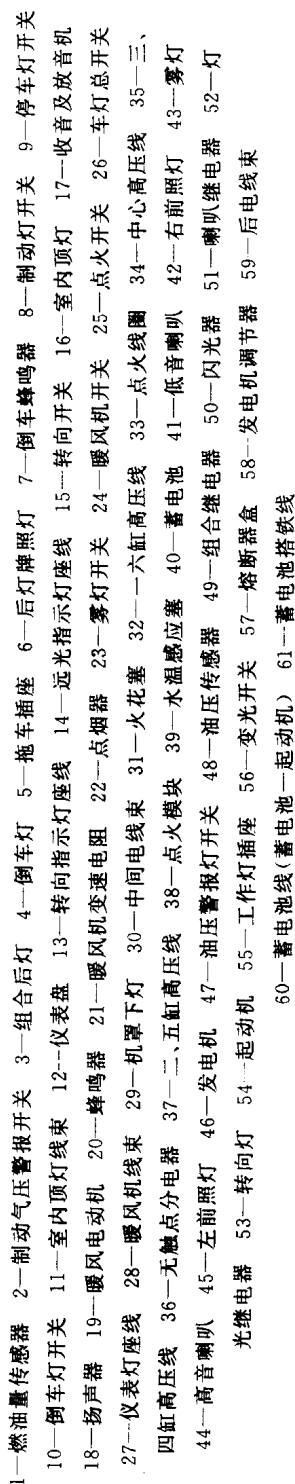


图 1-5 解放牌 CA1092 型货车的全车电气设备图



油温传感器等等)和控制开关(如空档起动开关、制动开关、巡航车速控制器、行驶方式选择开关等等)那里获取各种信息(如油门开度、怠速状态、曲轴转速、行车速度、变速器油温、驾驶意图等等),判断发动机的工况、路面阻力的大小、汽车行驶速度和驾驶者的意图等。再从存储器里查取与之相对应的最佳控制方案,命令它的执行器(各档制动带、锁制器和离合器供油电磁阀等)去执行换档动作。微机不但能代替普通液压自动变速器里的液压控制阀中的逻辑功能,还能增加许多额外的功能。例如,可任选按节油方式或按高动力性方式换档行车,可在高速公路上使用巡航功能定速行驶,可随海拔高度改变换档时刻等等。

可见,控制各系统的微机形成了凌驾于传统电气设备及汽车各总成之上的“控制层面”,控制层面与传统电气设备各系统及汽车各总成的关系如图 1-6 所示,是一种交叉控制的关系。传感器从某一电气设备或机械总成上获取的信息可能同时供不同的微机使用,如节气门开度信号既用于排放控制系统微机也用于变速器微机;同一个电气设备或机械总成又可能接受不同微机的控制,如起动机同时受发动机排放控制系统微机和变速器微机的控制,以保证只有在变速器空档且发动机在停机状态下才允许起动起动机。

对于包含微机系统的电气线路,要表达在同一张电路图上有许多困难。因为,这种电路图实际上包括两个层面。所以,常常用两张图来表达:一张以画基础层面上的部件和线路为主,控制层面上的微机及其相关元件只能分散开来;另一张则把基础层面上的元件视为单件,画在以微机为中心的控制线路里。现在,让我们以日产(NISSAN)公司生产的“蓝鸟”U13 型轿车电路图为例,说明这种电路图的画法。图 1-7 上画出 U13 的排放控制系统工作原理图,它的微机控制关系如图 1-8 所示,包含 14 个输入信号和 9 个输出信号。14 个输入信号是指 9 个传感器信号(曲轴转角、进气流量、发动机冷却水温、排气含氧量、排气温度、节气门开度、爆震强度、电瓶电压和车速传感器信号)和 5 个有关系统和总成工作状态的开关信号(点火、空档起动、空调工作、转向泵工作、后窗除霜电阻或灯光系统工作开关信号);9 个输出信号是指传送给执行器的信号(喷嘴喷油、点火提前角度、空调怠速提速、暖机快怠速、汽油泵供油、水箱电风扇工作、加速空调切断、催化反应器过热警报、发动机故障警报和微机自诊断指示灯等信号)。

图 1-9 和图 1-10 分别画出其基础层面的电路图和

层面电路图（局部）。图 1-9 分上下两半部，下半部的左端是接在上半部的右端的，这是基础层面的电路图。这张图本来很长，这里只是节选其最头上的一段（大约是 1/4）。从图 1-9 上可以看到，最左端的蓄电池正极和上半图中部的交流发电机电枢接线柱（B）之间，通过熔断器和导线连接成“电源部分”的输出端，蓄电池的负极与发电机的接地接线柱之间，用导线连接成“电源部分”的“搭铁线（-）”。汽车电源就是靠这两条导线向全车供电的。除此而外，还有一条导线也很重要，这就是从点火开关的第三行（只有在开关处于 ON 档才接通）接出来的“点火线”，它通过点火线圈，向发动机点火系供电。在这张图上还可以看到：包含起动机的工作系，包含点火控制器（模块）的点火系，属于发动机排放控制系统层面的排放控制系统微机（ECCS）等等。显然，微机的相关电路很难在基础层面上直接画出，只好用八角形圈和箭头把它断开，你可以沿箭头方向去寻找它的连接点。例如，在点火开关下方的 8 号断点上的箭头是水平方向的，你就可以沿此方向找到下半图左端的 8 号接点，原来它是接到微机 35 号端子上的（这类箭头只对原图有效）。而这些难以直接画出的线路，在控制层面的电路图（图 1-10）里却画得很清楚。

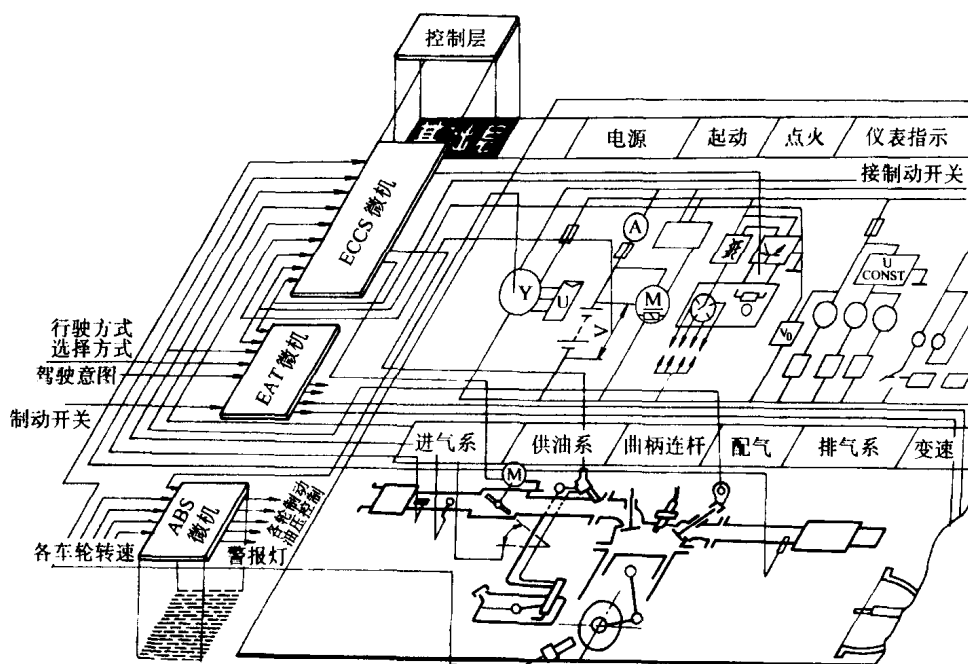


图 1-6 现代汽车电气系统的层面式结构

图 1-10 是控制层面上电路图的一部分，它画出了发动机排放控制系统的主要部分。在图上，主要画出微机 and 它的输入输出信号线及其所连接的传感器和执行器。而基础层面里“传统电气系统”的接线关系常常被截断或忽略。例如，在图 1-9 中，从点火开关“接通（ON）”档到点火线圈的供电导线，在这里都没有画出。又如，图右上角两个方框中的文字说明，这两条线本应分别接向蓄电池和点火开关，如何接法，就只能到基础层面的传统电路图里去寻找了。

图 1-6 中的控制层面是由多个独立的微机执行各自的控制功能，也有的汽车用一台微机执行两项任务的，最常见的是排放控制系统和电子控制自动变速器合用一个微机。甚至，有的车型用一个微机包揽全车的所有电子控制功能。最典型的例子应是美国通用汽车公司的

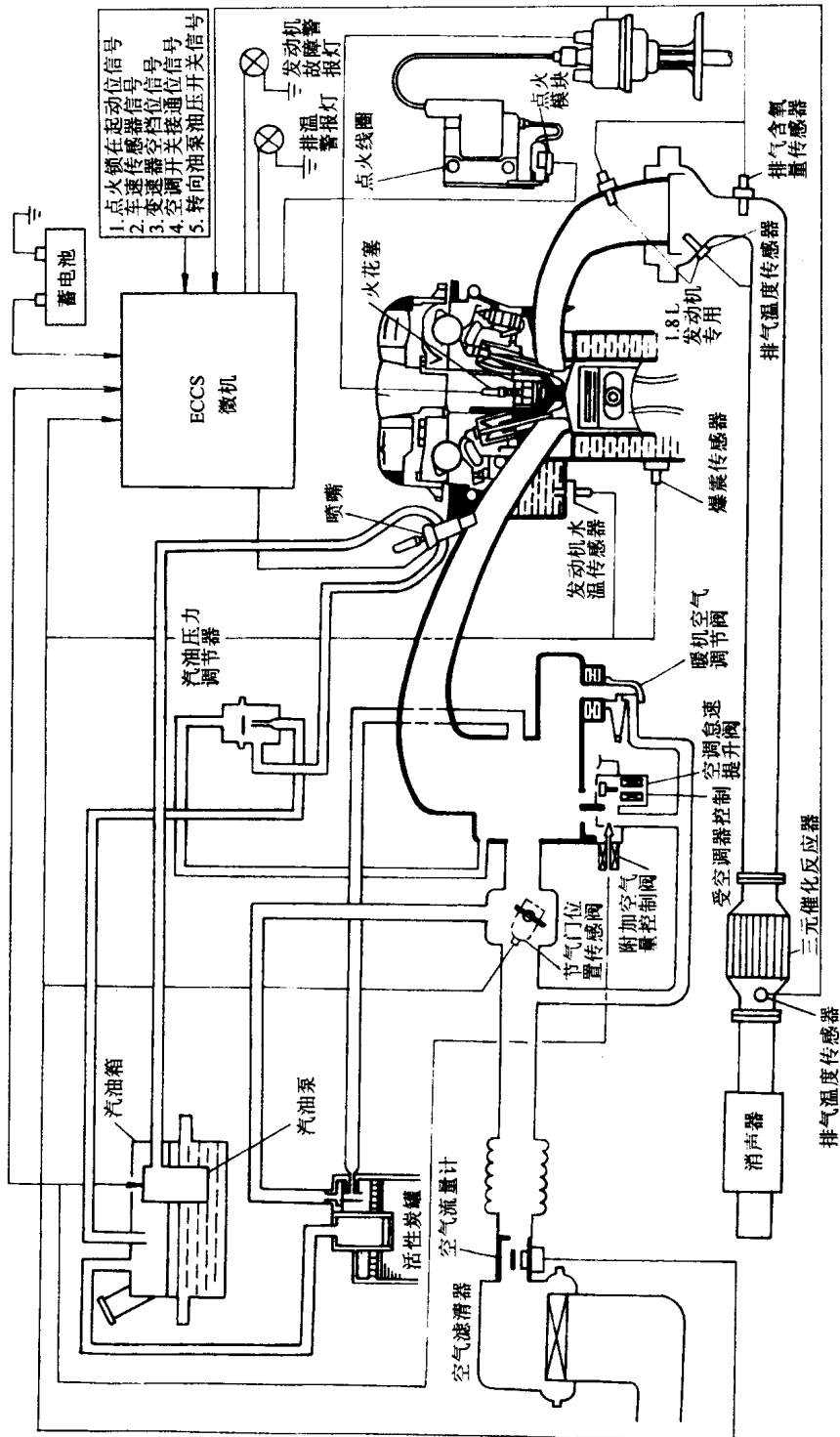


图 1-7 蓝鸟 U13 轿车的排放控制系统工作原理图

PCM 控制系统，它的“PCM 模块”是一个集成度很高，功能强大的汽车专用微机，能控制从发动机、变速器、防抱制动、动力转向，甚至连空调和音响在内的全部控制功能。图 1-11 就是 PCM 模块的电控系统示意图。

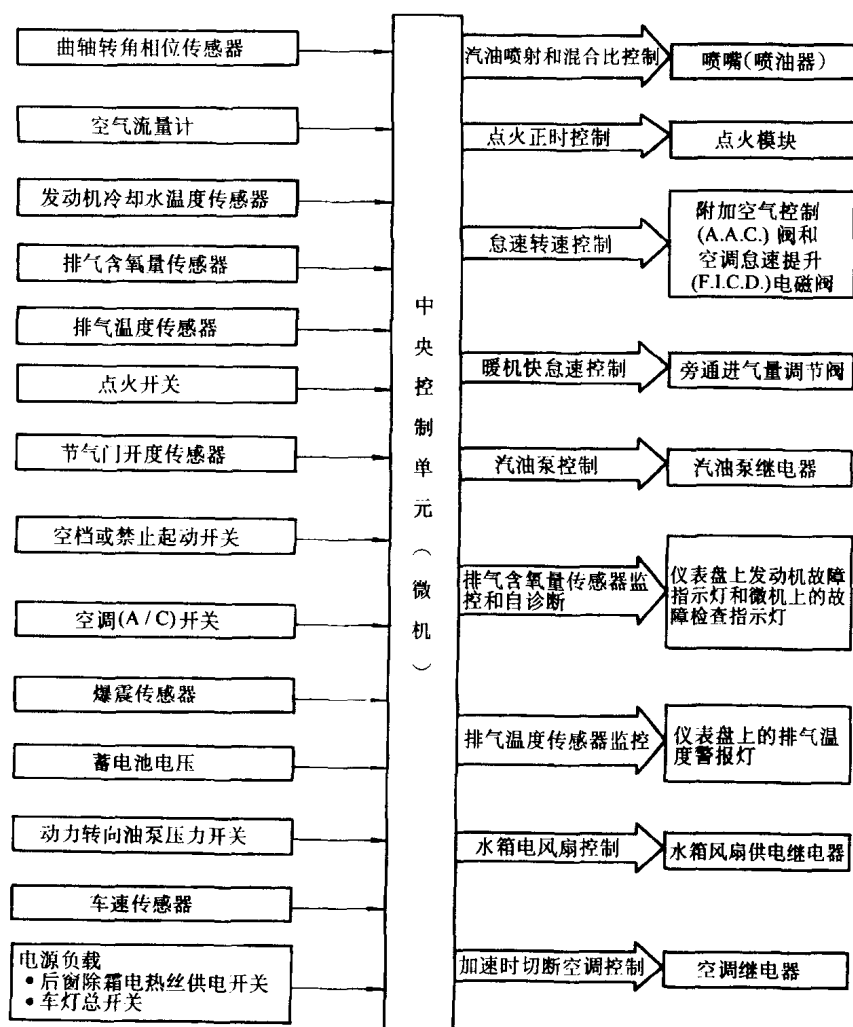


图 1-8 蓝鸟 U13 轿车排放控制系统方框图

二、汽车电气维修作业

汽车是世界上生产量最大的运输机械，汽车电气部件的生产同样也具有大量生产的特点。因此，其制造成本在不断降低。与此相应，汽车电气设备维护与修理作业的内容也在随着变化，总的趋势是修理作业的内容在减少，维护作业的工作量在增加，而故障诊断与检测项目越来越多。现代汽车维修的主要目标是保证汽车无故障行驶，这是与当代汽车的三大课题，安全行驶、低污染和节省能源紧密相关的。因此，以故障诊断与检测为手段，进行故障前维修是今后汽车维修作业的主要发展方向。下面列举目前常见的汽车电气维修项目。

1. 查线作业

排除线路故障是汽车电气维修工作中最常见的作业项目。电气系统内各元、器件之间无一不是靠导线连接的，把这些导线按走向用胶带扎成束，便成为电线束。各线束之间，线束