

轿车知识问答丛书

轿车电气系统知识问答

任 有 张西振 等编



机械工业出版社
China Machine Press

轿车知识问答丛书

轿车电气系统知识问答

任 有 张西振 等编



机械工业出版社

本书包括轿车电气、电子设备概述、轿车电源、轿车用电设备和轿车电子新技术共四章。重点介绍了国内常见轿车电源及用电设备的组成、结构特点及故障排除。另外,对轿车上采用的电子新技术也做了较详细地介绍。

本书适用于汽车工程技术人员,汽车修理技术工人及大专院校有关专业师生阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

轿车电气系统知识问答/任有等编. —北京:机械工业出版社, 2000.10

(轿车知识问答丛书)

ISBN 7-111-08262-1

I. 轿… II. 任… III. 轿车—电气设备—问答
IV. U469.11-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 70449 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:王正琼 版式设计:霍永明 责任校对:张晓蓉

封面设计:姚毅 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

2001 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

850mm×1168mm¹/₃₂·4.25 印张·112 千字

0 001—4 000 册

定价:10.00 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

丛 书 编 委 会

主 任 委 员 委 员	关文达		
	闫 石	张连富	薛安邦
	王 羽	任 有	周茹波
本 书 参 编 人 员	王 超	张西振	
	任 有	张西振	康宏卓
	常 青	吕利群	王延新
	张景祥	王雨清	厉 世
	史冬青	厉 虹	迟长虹
	张长华	张小芸	

前 言

作为国家支柱产业的汽车工业，在我国改革开放的大好形势下，近几年得到了迅速发展。汽车产量及保有量与日俱增，尤其是轿车增长速度更快。据统计，我国轿车保有量目前已超过 200 万辆，约占全国汽车保有量的 1/4。掌握轿车的基本知识，是广大轿车用户及维修人员的迫切要求。

随着科技进步，尤其是电子技术的应用，使轿车工业不断地采用新材料、新结构及新工艺。由此可知，轿车的维修技术是科技含量较高的一个工种，完好的轿车修理，必须建立在对轿车全面了解的基础上，否则，轿车的性能就得不到充分地发挥，并使轿车的使用寿命大大缩短。应轿车维修行业广大管理人员、技术人员及使用维护人员的要求，我们组织了有丰富经验的有关专家及技师。编写了这套《轿车知识问答丛书》。

这套丛书共分三个分册：第一分册为《轿车发动机知识问答》，第二分册为《轿车底盘知识问答》，第三分册为《轿车电气系统知识问答》。全书均以问答方式，把比较复杂的轿车结构及工作原理，根据读者的层次特点，归纳成一个一个问题，并逐个加以说明，做到通俗易懂，图文并茂，便于读者掌握。

本分册第一章轿车电气、电子设备概述，主要介绍轿车电气系统的基本组成及电子技术在轿车上的应用情况。第二章汽车电源，主要介绍蓄电池和发电机的组成、工作特性及它们的维护方法。第三章轿车用电设备，介绍轿车各用电设备的结构特点、工作原理及故障排除。第四章轿车电子新技术，主要介绍了电脑控制点火系、电子控制防抱死系统、电子控制悬架系统、中央控制电动门锁、前大灯自动变光器及车门灯迟灭自动延时器的结构特点及工作原理。

本分册主要编写人员：任有、常青（第二章、第三章、第四章），张西振（第一章），闫石（第四章）。

本分册在编写过程中，参阅了有关资料，在此表示谢意，另外，书中不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2000 年 6 月

目 录

前言

第一章 轿车电气、电子设备概述	1
1. 轿车电气与电子设备的基本组成如何?	1
2. 轿车电气系统为什么采用单线制? 如何选择车用导线?	2
3. 新型电子技术在轿车上的应用情况如何?	5
4. 轿车电子控制技术主要包括哪些内容?	6
第二章 轿车电源	9
5. 轿车上为什么配备蓄电池和发电机两个电源? 它们的相互关系如何?	9
6. 蓄电池的构造怎样? 主要组成如何?	10
7. 蓄电池的工作过程如何?	13
8. 蓄电池的容量是如何定义的? 影响蓄电池容量的因素有哪些?	15
9. 我国的蓄电池型号是怎样规定的?	16
10. 什么是蓄电池的内阻和电动势? 影响因素有哪些?	17
11. 什么是蓄电池的充电特性?	17
12. 什么是蓄电池的放电特性?	19
13. 蓄电池的充电规范分为哪几类?	20
14. 什么是蓄电池的定压充电法、快速充电法和定流充电法?	24
15. 使用晶闸管充电机对蓄电池充电时应注意些什么?	26
16. 常用国产快速充电机有哪些型号及相关参数?	27
17. 普通蓄电池的维护和保养包括哪些内容?	28
18. 蓄电池有哪几种常见故障? 如何预防?	29
19. 什么是无维护蓄电池? 它有何特点?	31
20. 无维护蓄电池充电时有哪些注意事项?	33
21. 现代轿车为什么都选用交流发电机?	33
22. 轿车用交流发电机结构有何特点?	34

23. 我国生产的交流发电机的型号是如何规定的?	38
24. 交流发电机电动势是怎样产生的?	39
25. 交流发电机的整流过程怎样?	41
26. 交流发电机激磁方式怎样?	41
27. 什么是轿车用交流发电机的中性点电压? 有何应用价值?	42
28. 什么是交流发电机的空载特性、负载特性和外特性?	43
29. 交流发电机的调节器有什么作用? 有几种电压调节器?	44
30. 双级振动式电压调节器的结构和工作原理是什么? 与之相比, 单级振动式电压调节器有何优点?	45
31. 具有充电指示继电器的触点式电压调节器的结构和工作原理 是什么? 有何特点?	49
32. 晶体管电压调节器的结构特点和工作原理是什么?	51
33. 集成电路电压调节器的结构特点和工作原理是什么?	53
34. 在使用交流发电机时应注意哪些问题?	54
35. 轿车用交流发电机的充电电流不稳定的原因是什么? 如何排除?	55
第三章 轿车用电设备	56
36. 轿车的起动机有什么作用? 它由哪几部分组成?	56
37. 起动机分为哪几种?	56
38. 起动继电器起什么作用?	57
39. 直流电动机的工作原理是什么?	58
40. 无起动继电器的起动机控制原理是什么?	60
41. 电磁啮合式起动机的组成、结构特点和工作原理是什么?	61
42. 永磁起动机和普通电磁起动机有什么区别? 其特点是 什么?	63
43. 什么是减速起动机? 常用的减速起动机的减速机构有 几种?	64
44. 什么是永磁减速起动机?	65
45. 起动系的常见故障有哪些? 如何诊断故障并排除故障?	65
46. 轿车点火开关的工作原理是什么?	68
47. 什么是发动机的点火顺序? 确定点火顺序的原则是什么?	69
48. 什么是发动机的点火提前角? 在轿车点火系中如何实现对 点火提前角的控制?	70

49. 什么是点火正时? 如何检测点火正时?	71
50. 轿车点火系有什么作用? 常用点火系分为几大类?	72
51. 传统的有触点式点火系由哪几部分组成? 各有什么作用?	73
52. 传统的有触点式点火系的工作原理是什么?	74
53. 分电器上的电容器有什么作用?	75
54. 火花塞结构特点怎样? 火花塞有几种类型?	76
55. 点火线圈的结构特点是什么? 它分为几种类型?	77
56. 传统的有触点式点火系中分电器的组成如何? 各有何 功用?	79
57. 实现点火提前角调节的方法有哪两种?	81
58. 分电器的真空点火提前调节装置的工作原理是什么?	83
59. 分电器的离心点火提前调节装置的工作原理是什么?	84
60. 什么是半导体点火系? 它分几类?	85
61. 触点式半导体点火装置有什么特点? 其工作原理是什么?	85
62. 无触点式半导体点火系的基本组成是什么? 它分 为几种型式?	87
63. 磁脉冲式无触点半导体点火系传感器的工作原理是什么? 怎样产生点火信号?	87
64. 磁脉冲式无触点半导体点火系的工作原理是什么?	88
65. 什么是霍尔效应? 为什么霍尔触发器可以准确地控制发动 机点火时间?	90
66. 霍尔效应式无触点半导体点火装置的基本组成是什么? 它 有什么特点?	90
67. 霍尔传感器的组成和工作原理是什么?	91
68. 光电式无触点半导体点火系的基本组成和工作原理是 什么?	92
69. 集成电路半导体点火系有什么特点?	94
70. 轿车点火系的常见故障有哪些? 如何诊断分析?	94
71. 轿车照明装置包括哪几部分? 各有什么作用?	97
72. 轿车的信号装置包括哪几部分? 各起什么作用?	98
73. 轿车前大灯结构怎样? 其结构上如何实现防眩目的?	99
74. 前大灯的远光和近光变换的光学原理是什么?	100
75. 轿车前大灯的调整规范是什么?	101

76. 电容式转向闪光器的工作原理是什么?	101
77. 晶体管转向闪光器的工作原理是什么?	103
78. 轿车直流日光灯的基本组成是什么?	104
79. 轿车常用的盆形电喇叭的结构组成和工作原理是什么?	105
80. 轿车组合仪表包括哪些仪表和仪表指示、报警装置? 它们 各自的作用是什么?	105
81. 轿车电子里程表的工作原理是什么?	106
82. 单稳态触发器发动机转速表的工作原理是什么?	107
83. 电容充放电式发动机转速表的工作原理是什么?	108
84. 燃油表的基本组成和工作原理是什么?	109
85. 机油压力表的结构和工作原理是什么?	110
86. 机油压力过低警告装置的工作原理是什么?	112
87. 水温表的结构和工作原理是什么?	113
88. 制动液面过低报警装置的工作原理是什么?	114
89. 制动灯断线报警装置的工作原理是什么?	115
90. 电动刮水器的工作原理是什么?	115
91. 轿车后窗除雾器的工作原理是什么?	117
第四章 轿车电子新技术	119
92. 轿车电脑控制点火系有什么特点? 它的各部分组成和 功用是什么?	119
93. 轿车的电子控制防抱死系统 (ABS) 的基本组成和工作 原理是什么?	121
94. 电子控制悬架系统的工作原理是什么?	122
95. 车速感应式中央控制电动门锁的工作原理是什么?	122
96. 前大灯会车自动变光器的工作原理是什么?	124
97. 车门灯熄灭自动延时器的工作原理是什么?	125
参考文献	126

第一章 轿车电气、电子设备概述

1. 轿车电气与电子设备的基本组成如何？

轿车种类较多，但其电气与电子设备都可划分为汽车电源和用电设备两大部分。其中电源包括蓄电池和发电机；用电设备包括起动系、点火系、汽车及发动机控制系统，冷气与空调控制系统、照明和仪表及辅助电器等。

相应于电气与电子设备的基本组成，汽车电路可划分为电源电路，起动机的控制电路、点火系电路、仪表及辅助电器电路、灯光电路等。

(1) 轿车电源 各种类型的汽车都装备蓄电池和发电机两个电源，用来向汽车全部用电设备供电。当汽车起步、发动机转速低时由蓄电池单独供电；当发动机转速升高使发电机发出足够电量时，由发电机供给。

轿车用蓄电池一般为12V（汽油车型）。常用的铅酸蓄电池分为普通铅酸蓄电池和无维护蓄电池。普通铅酸蓄电池寿命短且使用不当时放电严重，使用时必需定期保养与维护，同时必须防止酸液溢出腐蚀蓄电池接线柱、线接头及汽车的金属机体部分；无维护蓄电池自放电少、无腐蚀、使用寿命长，因此在使用中不需专门的保养与维护，得到广泛应用。

轿车用发电机目前均为硅整流交流发电机。汽车正常运行时发电机向全车用电设备供电，同时向蓄电池充电。为保证充电电压稳定，交流发电机都配有调节器。调节器分为触点式调节器、晶体管式调节器和集成电路调节器。由于集成电路调节器体积小，因此，可以装配在发电机内部成为整体式交流发电机。

(2) 用电设备

1) 起动系。主要由起动机、起动继电器，起动控制辅助器

件、起动开关等组成。汽车用起动机可分为机械啮合式、电磁啮合式、电枢移动式等几种型式。现在，国内外轿车逐渐地应用减速起动机，永磁起动机及永磁减速起动机。

2) 点火系。汽油机配备有点火系。点火系有传统点火系、半导体点火系、集成电路点火系和微机控制的全晶体管点火系。这几种点火系分别应用在不同级别的轿车上。

3) 轿车车身、发动机控制系统。随着微机的发展和普及，轿车车身及发动机控制系统也逐步采用微机控制，简称“汽车电脑控制”，可实现对多项性能参数的集中控制。在高级轿车上应用较多的是点火时刻最佳控制、空燃比控制、废气再循环控制、怠速控制、自动变速器控制、制动防抱死控制、安全气囊自动控制、防盗系统控制及各种定时控制系统。

4) 冷气、暖风与空调控制系统。可以根据司、乘人员的要求，自动调节车厢内部的温度。

5) 照明和仪表及辅助电器。现代高级轿车上的照明和仪表及辅助电器的发展趋势是小型化、智能化及小型微机自动控制。其主要功用是监视、反控汽车车身电器、电路和发动机的工作状况，保证汽车在各种运行条件下的安全性和可靠性，提高驾驶员的操纵稳定性、降低疲劳强度，同时也提高司、乘人员的舒适性。

2. 轿车电气系统为什么采用单线制？如何选择车用导线？

各类轿车的电路连接法都基本相同，即各种电气设备的接线采用单线制。这种接线法不但节约金属导线、安装方便，而且可以减少电路故障。一般汽车的电气设备都采用负极搭铁，因此将一些用电设备的负极接线的接点引出，安装于车架等搭铁可靠处，这样汽车的各用电设备正极导线分别用单根金属导线，而车架做负极导线即可构成电流回路，实现了对用电设备的控制。

轿车电路的导线是用电设备从电源获得电能的通道，按其承受电压的高低分为高压线，低压线两种；按用途不同可分为用于照明、仪表和其他辅助设备的普通低压导线，用于起动机、蓄电

池连接与搭铁的低压电缆（也称为电源线）和用于点火系的高压点火线三类。汽车电路导线的选择主要根据其绝缘强度、通过电流的能力，机械强度和颜色等几个方面的要求决定。

(1) 因起动电路要通过强大的低压电流，要求起动电流为100A时，电源线上的电压降不允许超过0.1~0.5V，因此电源线必须选择截面较大的铜制电缆。其他低压导线的直径选择，因大多数用电设备消耗电流不大，主要考虑其机械强度。

表1-1为铜芯导线标称截面允许载流量的推荐值。表1-2为12V电路系统的汽车主要线路所用导线的截面积推荐值。

表1-1 各种铜芯导线标称截面的允许载流量

标称截面/mm ²	0.5	0.8	1.0	1.5	2.5	3.0	4.0	6.0	10	13
额定允许载流量/A			11	14	20	22	25	35	50	60

表1-2 一般电路系统(12V)主要导线截面积推荐值

汽车类型	额定电压/V	标称截面/mm ²	用途
轿车、货车	12	0.5	顶灯、后灯、指示灯、仪表灯、牌照灯、燃油表、刮水器电动机、警示灯
	12	0.8	转向灯、制动灯、倒车灯、停车灯、分电器
	12	1.0	不接熔断器时前照灯的单线、喇叭(3A以下)
	12	1.5	接熔断器时前照灯的电线束、喇叭(3A以上)
	12	1.5~4	其他连接导线
	12	4~6	电热塞、点烟器
	12	4~25	火线主要干线路
	12	16~25	起动机电缆

轿车低压导线颜色的配合规律，可提高轿车电气系统装配、检查及修理的工作效率。因常见的单色导线种类满足不了识别要求，轿车低压导线采用基准色和辅助色配合规律，即在基准颜色

的导线上，中间部分沿导线通长方向有一条辅助色条纹。有的在导线端头套上彩色套管以区别于单颜色的导线。在汽车电路图中，通常以字母简单标注导线颜色。原则上，单个字母表示单色导线；两个字母，第一个字母表示基准色，第二个字母表示辅助色条纹；加装彩色套管的导线用“/”线隔开，“/”线上面字母表示导线颜色，“/”线下面表示套管颜色。这种原则在各种进口车上可稍有不同。常用的几种颜色用其英文缩写字母表示：

B——黑色，W——白色，R——红色，G——绿色，
Y——黄色，L——蓝色，O——桔色，Br——棕色，
P——紫色。

表 1-3 为轿车电气系统双色线的基准色及字母代号。

表 1-3 轿车电气系统双色线的基准色及字母代号

序号	系 统 名 称	基准色	代号
1	电源系统	红	R
2	点火、起动系统	白	W
3	大灯、雾灯等外部灯光照明系统	蓝	L
4	灯光、信号系统	绿	G
5	防空灯及车身内部照明系统	黄	Y
6	仪表及警报指示系统、喇叭系统	棕	Br
7	收音机、点烟器等辅助装置系统	紫	P
8	各种辅助电动机及电气操纵系统	灰	S
9	电气装置搭铁线	黑	B

(2) 高压点火线可分为普通铜芯高压点火线和高压阻尼点火线两类。高压阻尼点火线的特点是可抑制和衰减点火系所产生的对无线电设备干扰的电磁波。高压点火线的选择原则是保证点火高压稳定、绝缘好不跑漏高压电、抑制和衰减干扰无线电设备的电磁波性能好。表 1-4 是我国所生产的高压点火线的型号与规格，可对比参照进口汽车高压点火线参数实现互换使用。

表 1-4 国产高压点火线的型号、规格

型号	名 称	线芯结构		标称外径 /mm	计算 质量 /(kg/km)
		根 数	单线直径 /mm		
QGV	铜芯聚氯乙烯绝缘高压点火线	7	0.39	7.0 ± 0.3	60
QGXV	铜芯橡皮绝缘聚氯乙烯护套高压点火线				
QGV	铜芯橡皮绝缘氯丁橡胶护套高压点火线				
QG	塑料线芯塑料绝缘高压阻尼点火线	1	2.3	7.0 ± 0.3	54

3. 新型电子技术在轿车上的应用情况如何？

进入 60 年代，半导体器件得到迅速发展和广泛应用，并开始应用于汽车电子产品中。当时在汽车上应用最多的半导体器件是交流发电机的整流二极管，从而使硅整流交流发电机在很短时间内取代了直流发电机。众所周知，与直流发电机相比，交流发电机的结构十分紧凑、故障少、成本低，而且交流发电机的普遍使用与技术的逐渐提高，也带动了电子技术在汽车发动机及其他系统方面的发展。

首先是交流发电机的电压调节器和发动机点火装置逐步电子化。1958 年美国的 TI 公司发明了 IC，即在硅半导体的表面和内部，把晶体管、电阻和电容封装在一起，也就是把固体电路集聚在半导体硅切片上而制成的模块。一般在一块几毫米的小硅片上装有 50 个晶体管。这样美国通用汽车公司率先于 1960 年研制出并采用了 IC 电压调节器，代替了结构大、工作不可靠的电磁式电压调节器。1973 年美国通用汽车公司开始采用 IC 点火装置，此后逐渐普及。由于能源日趋紧张及排气标准日趋严格，强烈要求降低油耗，增大点火能量，提高点火时刻的调整精度，尽量使维护简单方便等，先后又开发出高能量点火系统（HEI）、稀混合气燃烧系统（ELBS）、微型电脑和自动调节系统（MISAR）。

直至 1978 年, 美国福特公司研制并采用发动机电子控制系统第二代 (EEC-Ⅱ), 该系统可同时控制点火时刻, 排气再循环和二次空气控制、空燃比反馈控制、怠速控制和扫气控制。1979 年生产的 EEC-Ⅲ 系统可同时适用于化油器式和汽油喷射式发动机。1980 年丰田汽车公司开发了能综合控制点火时刻、空燃比和怠速系统, 并具有自我诊断功能的 TCCS 系统; 三菱汽车公司也开发了具有 SPI (单点喷射) 的 ECI 系统。这样使电脑在汽车上的应用得到迅速发展。

目前, 电脑在汽车上的应用, 尤其在高级轿车上的应用, 已由初期的发动机系统的电子控制, 逐步发展到速度控制系统、信号系统、电子化仪表显示和自动故障诊断系统、安全系统、通信系统等多项参数的控制。电子技术及电脑在汽车上的应用, 改善了汽车的性能, 增强了汽车的功能, 同时也促进了电子设备更广泛地应用在轿车上。

总之, 汽车电气与电子设备发展迅速, 且发展趋势是小型化、电子化、智能化及电脑化, 并逐渐实现多项参数的集中控制。

4. 轿车电子控制技术主要包括哪些内容?

到目前为止, 轿车电子控制技术主要包括发动机的电子控制、自动变速器控制、汽车底盘电子控制、汽车信息系统、光纤电缆等方面内容。

(1) 发动机电子控制 即常说的电脑控制, 能有效地提高发动机的动力性、经济性, 并减少排气污染。它主要实现对以下几个部分的控制。

1) 发动机最佳点火提前角控制。由发动机原理可知, 最佳点火提前角是随发动机的工况变化而改变的, 即进气真空度增加时和发动机转速增高时, 点火提前角必须随之增大。传统的机械式点火提前装置——真空点火提前角和离心点火提前装置, 在发动机工况变化时, 对点火提前角只能作线性调节, 不可能随汽车工况变化提供最佳点火提前角, 从而限制了发动机的动力性和经济性的提高。电脑控制的点火系统能够自动适应汽车各种工况的

变化,自动调节初级电路的导通时间、提供最佳点火提前角,还能够根据爆震传感器传送来的信号和水温等信号修正点火提前角,实现了发动机点火时刻的闭环控制。

2) 空燃比控制。空燃比关系到由燃料和空气构成的混合气在气缸内的燃烧好坏程度,是影响发动机的动力性、经济性和排放的重要因素。常用的空燃比控制有反馈式化油器和电控汽油直接喷射两种方法,其中电控汽油直接喷射方法目前应用在高级轿车上较多。这两种方法的原理是:由电脑控制装置,根据发动机转速、负荷、空气流量和温度等工况的变化,精确地计算出该工况下的最佳供油量,并向化油器或喷油器发出控制信号,控制喷油时间和喷油量;同时根据排气系统中的氧传感器输送来的信号进行修正计算,这样实现了空燃比的闭环控制,使发动机获得在任何工况下的最佳空燃比。

3) 怠速的控制。发动机怠速运转时,所需汽油量和空气量减至最低,此时节气门几乎关闭。电脑控制系统根据怠速信号、空气流量信号、水温信号等,控制节气门旁的旁通空气道的空气流量或节气门的开度,使发动机保持最佳的怠速转速,将油耗降至最低。

4) 废气再循环控制。发动机正常运转时排出的废气可少部分通入进气道,从而降低混合气的最高燃烧温度,抑制氮氧化物(NO_x)的生成。因此废气再循环控制系统可根据发动机的工况,精确地自动控制废气回流量,减少排气中的有害成分氮氧化物(NO_x)。

(2) 自动变速器控制。高级轿车的自动变速器控制系统,可根据速度传感器的信号、变速操纵杆的位置、发动机负荷信号和驾驶员的意图,精确地计算出最佳换挡时刻和档位,并输出控制信号,使汽车运行在最合适的档位,做到动力性和经济性均优。

(3) 轿车底盘的电子控制。其内容包含对汽车行驶、转向和制动三个基本功能的电子控制。制动防抱死系统可根据四个车轮的转速信号,自动调节制动器的压力,使车轮保持在制动时的最