

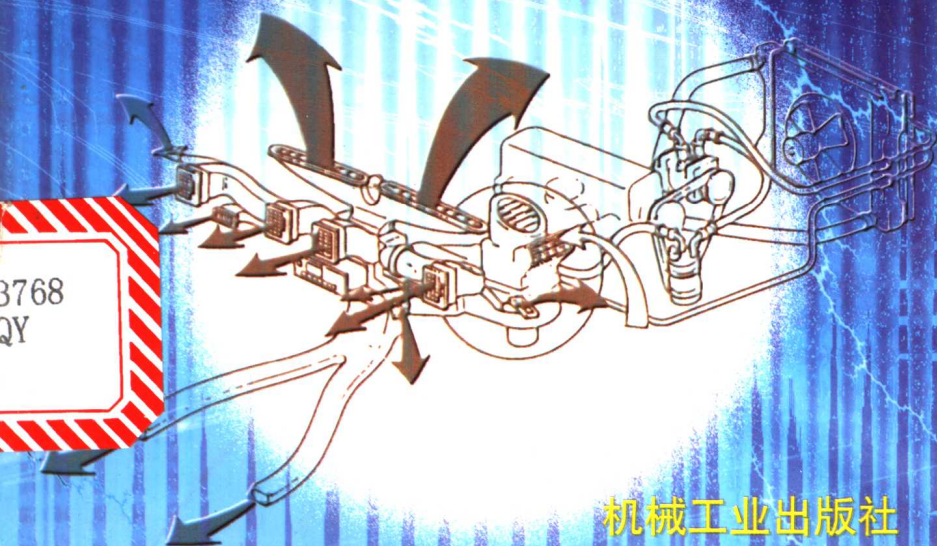
轿车空调百问

原理

结构

控制与
故障诊断

张清扬 著



机械工业出版社

轿车空调百问

(原理、结构、控制与故障诊断)

张清扬 著



机械工业出版社

本书是一本全面而又通俗地介绍轿车空调的专著,以问答的方式写成。从一般空调的基本概念讲起,接着介绍了轿车空调的布局特点和不同于房间空调的特殊要求。书中用较大的篇幅讲解了空调机中制冷系统的工作原理和制冷循环中的四个主要过程,尤其着重谈了轿车空调制冷系统被动变速运行的特点及其改进的方向。此外,书中还介绍了许多有关轿车空调制冷系统四大部件的特殊结构、当前所面临的制冷剂替换、轿车冷气性能的考核、制冷系统的充灌以及轿车空调系统常见故障的诊断等方面的知识。因此,本书不仅适宜于从事轿车空调的专业人员阅读,也能帮助轿车空调的维修人员提高技艺。此外,对轿车空调的用户即驾驶人亦会有所裨益。

图书在版编目(CIP)数据

轿车空调问答(原理、结构、控制与故障诊断)/张清扬著. —北京:机械工业出版社,1998.2

ISBN 7-111 05991-3

I. 轿… II. 张… III. 轿车 空气调节设备 N. U463.85

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 22722 号

出 版 人:马九荣(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:孙慧波 版式设计:王颖 责任校对:张莉娟

封面设计:姚 毅 责任印制:何全君

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1999 年 4 月第 1 版第 2 次印刷

787mm×1092mm $1/32$ ·7.125 印张·149 千字

4 001—7 000 册

定价:11.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

前 言

随着我国经济的迅速增长、国力的增强和人民生活水平的提高，大量外国汽车（主要是轿车）涌入我国。国内也建立了几家合资汽车厂，开始时以 KD 方式组装国外的若干车型，并进一步实施国产化。如北京的“切诺基”，上海的“桑塔纳”，广州的“标致”，长春的“奥迪”和“捷达”，武汉的“富康”等，这些国外设计的轿车都具有较好的舒适性，而作为舒适性的一个重要标志，就是这些轿车都有空调装置。80 年代以前，我国只有“一汽”在少量生产的“红旗”轿车上装有空调，可以说，当时的汽车空调机制造业在我国还是一片空白，在汽车业界，接触汽车空调的人也寥寥无几。随着装有空调的汽车大量投入交通，汽车空调机的制造业也开始起步，社会有关各方对汽车空调专业知识的需求也就急剧膨胀起来。

然而，汽车空调并不是一个独立的专业，它仅仅是从制冷机专业派生出来的一个应用性分支。制冷系统是所有空调机的核心，正是制冷技术的成熟促进了各类空调机的出现。应当指出的是，工程技术界所讲的“空调”通常有两种专业含义：一是指建筑业中的空调，它是原有采暖通风专业的延伸，属建筑工程范畴，其任务是选用现有的空调机或制冷设备来保证建筑物内指定区域的温度和相对湿度要求；另一种则是指机器制造业中空调机的设计与制造，该专业的任务是保证空调机产品在其设计工况下运行时能达到所规定的制冷量与供热量。汽车本身就是一种复杂的机械产品，空调机只是其

中的一个子系统，一旦汽车造型设计完成，空调机的部件就必须按汽车的总体布置要求进行具体设计。汽车设计师不可能像建筑空调工程师那样，选一台通用型的空调机往汽车上一装就行了，尤其是要靠汽车发动机提供动力的非独立式汽车空调（如轿车空调）更要与汽车的具体结构进行同步设计。因此，汽车空调属机械设计与制造的专业范畴。它与通用型空调机不同的是，汽车空调机的空调对象即座厢是已知的。因此，汽车空调机的设计师不仅要熟悉制冷专业技术，还应当了解汽车设计和空调工程的基础知识。

当前，在急需了解汽车空调知识的人们中，一类是想介入汽车空调机制造业的现有制冷机厂家的工程技术人员，他们虽是制冷机专业的行家，但对汽车上的空调机有什么特殊要求则不甚了解。所以，他们想知道汽车空调系统在功能设计、结构和控制方面有哪些特色和要求，以便配合汽车设计师开发出汽车空调机产品；另一类则是汽车装配厂的有关工程技术人员，尤其是汽车总布置的设计师们，他们缺乏制冷与空调专业方面的基本知识，不知如何确定汽车空调及其制冷系统性能的设计参数，不知如何协调制冷系统与汽车的其他各功能系尤其是动力系和冷却系之间的关系，不会选择部件并对配套厂作出具体的指示，因而急于想了解制冷和空调方面的知识。以上都属于技术层次较高的一种要求。但更多的是那些想了解汽车空调普通常识的汽车维修人员，他们熟悉常规的汽车结构和修理技术，而对制冷和空调系统却相当陌生，汽车空调一旦出现故障，不知从何入手，尽管他们手头有维修手册，由于缺乏制冷与空调方面的基本知识，使得他们对维修指示不能融会贯通，妨碍了维修水平和修理质量的提高。他们总希望找到一本十分简洁明了的、能指导修理具体车型空调的“就事论事”的书，然而，

这是不现实的。机器维修是技术层次较高的一个工种，而成功的修理须建立在对被修理对象的全面了解的基础之上。如果你对汽车空调的原理、结构及控制方式不了解，缺乏制冷专业的基本知识，就难以胜任汽车空调的维修工作。只有学好了基础知识，无论遇到什么车型的空调机，都能举一反三，迎刃而解。

作者有一个巧合的经历：先是从事机械制造工程，而后介入过建筑空调工程，并独立研制成功了以制冷技术为核心的“一槽外循环式混凝土快速冻融机”，最后受聘于中美合资的北京吉普汽车有限公司，率先负责起“切诺基”轿车空调的技术消化和国产化工作。所以从客观上提供了一个条件，使笔者站到了制冷专业与汽车专业的学科交叉点上，能将汽车空调、尤其是轿车空调的有关知识串联起来，形成了一个较完整的概念，并在《北京汽车》杂志上发表过多篇有关轿车空调的论文。多年来，不断有人向我咨询有关制冷和汽车空调方面的问题，我也经常作点讲课工作。从这些活动中，我得到了一个启示：当前社会急需的不是大学用的专业教材，而是比较通俗易懂的专业知识普及读物。所以作者不打算过多地引用制冷和空调专业书籍中常有的设计理论、计算公式、函数曲线及数据表格等繁琐资料，把它堆砌成一本面面俱到的宏篇教科书，而只想深入浅出地介绍一些基本概念、重要的理论以及实用的知识和经验，把它写成一本适合于从事轿车空调工作的初、中级专业人员阅读的简明参考书，并采用了突出重点和读者易于接受以及便于检索的问答方式。由于书中花了较大篇幅着重讲了制冷与空调专业方面的通用理论知识，所以，也可供其他空调机例如家用空调机的有关专业人员参考。

汽车空调有两大类：一类是上面所提到的要靠汽车发动机用传动带去拖动制冷压缩机的非独立式汽车空调，轿车和厢式小客车的空调大都属于这一类；另一类则是另设小发动机作为动力

源的独立式汽车空调,大客车空调就属于这一类。这两类汽车空调在设计原则和方法上有很大的不同:独立式汽车空调机与常见的房间用空调机基本相似,其中的“压缩-冷凝”机组做到了一定程度的通用化和标准化,没有太多的汽车专业特色,熟悉房间空调机的专业工作者很容易对其融会贯通,无须为它专门著书;而非独立式汽车空调则带有非常浓厚的汽车专业特色,这种特色非一般制冷空调书籍所能包容,所以本书是专为非独立式汽车空调而写的,由于我们所见到的非独立式汽车空调绝大多数都装在轿车上,为通俗起见,故取书名曰“轿车空调百问”。

我们在讲解轿车空调的功能、结构和控制部分时,不可能把各种车型的设计都罗列出来。由于作者最熟悉“切诺基”轿车空调的技术细节,而在众多的轿车空调中,它属于设计水平较高的第三代轿车空调,具有典型性,故书中主要以其为例进行讲解,所以本书又是“切诺基”轿车用户和维修者的一本必备参考书。只要读者弄清了“切诺基”轿车空调的功能、结构和控制,其他车型的空调都是可以融会贯通的。

另外,作者阅读过一些由汽车工程师们所编写的汽车构造和维修方面的书籍,这些书中对轿车空调尤其是其中制冷系统的叙述往往概念不够清楚,专业术语不甚规范,难给读者以明确的指示,这主要是由于编书人缺少制冷空调专业知识所致。作者希冀通过这本小小的专著使从事轿车空调的专业工作者和维修人员获得一个比较完整而准确的概念,并在汽车空调专业术语的规范化方面当一个探路人。

作 者

1997 年 12 月于北京

目 录

基本概念	1
1. 何谓空调? 空调机由哪些功能系统所组成?	1
2. 空调分为哪两大类? 汽车空调属于哪一类?	3
3. 汽车空调(机)属于什么专业和学科? 汽车空调工程师需要具备哪些方面的知识?	4
4. 在汽车上安装空调的基本条件是什么? 冷、暖风机和空调机有何区别?	5
5. 汽车空调分为哪两大类? 轿车空调属于哪一类?	5
6. 轿车空调的发展经历了哪几代? 每代的特征是什么?	6
7. 轿车空调与房间空调有何不同? 它们的最大区别在哪里?	9
8. 一般用哪两个参数来描述空气的状态? 舒适的空气状态大致在何范围?	10
9. 相对湿度是一个什么样的概念? 它与干球温度有什么关系?	11
10. 空气的焓是什么概念? 我们为何要注意空气的焓值?	13
11. 何谓二次加热? 空调过程中为何要采用二次加热?	14
12. 何谓气流组织? 轿车空调中的气流组织有何	

特点?	14
-----------	----

功能、结构与控制 (以“切诺基”轿车空调为例)	16
--------------------------------------	-----------

13. “切诺基”轿车空调的进风口、回风口和排风口各在何处?	16
14. “切诺基”轿车空调器有几个风门? 它们各叫什么名称?	17
15. “切诺基”轿车空调有哪六个功能可供选择? 它们的代号是什么? 设计的目的何在?	18
16. MAX. 快速降温功能是怎样实现的?	20
17. NOR. 正常送冷风功能是怎样实现的?	21
18. BI-LEL. 分层送冷风功能是怎样实现的?	21
19. VENT 通风功能是怎样实现的?	21
20. HEAT 采暖功能是怎样实现的?	22
21. DEF. 除霜除雾功能是怎样实现的?	22
22. 轿车空调的热源在哪里? 它的控制元件是什么?	24
23. 轿车空调的冷源是什么? 它属于哪一类制冷系统?	25
24. 为何在送冷风时还需接通热源?	25
25. 为何在用热风除雾时还要接通制冷系统?	26
26. “切诺基”轿车空调系统由哪些总成或零部件组成? 它们各位于何处?	26
27. “切诺基”空调器总成中有哪些主要部件?	28
28. 为什么空调器的风门要采用真空作动缸控制? 哪个作动缸是二级的? 为什么要这样	

设计?	29
29. 轿车空调通常设置哪几个操作钮? 为什么 我们说“切诺基”轿车的“功能编排法” 比较好?	31
30. “切诺基”空调控制器上的功能选择钮操 作的是什么?	32
31. 七位九通板式滑阀控制的是什么? 二位三通阀 控制的又是什么?	33
32. 七位转换开关控制的是哪两个电动部件?	33
33. 压缩机电磁离合器线路有什么保护性的电器元 件?	35
34. “切诺基”空调控制器上的温度调节钮操作的是 什么?	36
35. 风量选择钮是一种什么调节元件? 调节的原理 是什么?	37

制冷原理与制冷循环

36. 试简要描述物质的“气—液”两相互相转化的 过程。“汽”和“气”有什么区别?	38
37. 何谓饱和状态曲线? 蒸发压力与蒸发温度有什 么关系?	41
38. 在制冷与空调的学习过程中, 我们应当熟悉哪 些主要物理参数及其新规定的国际单位? 你是 否知道它们与原有单位及英制单位的换算关 系?	42
39. 何谓蒸发制冷? 制冷量的大小意味着什么?	45
40. 何谓蒸发制冷循环? 如何实现制冷剂的循环使	

用?	45
41. 蒸发制冷循环由哪四个过程及相应的部件组成?	47
42. 为什么在制冷技术中把减压阀称为膨胀阀? 这种叫法是否合理?	49
43. 为什么我们要学会用“温—熵”(T-S)图来分析热力循环过程?	50
44. 指导热力循环(动力循环与制冷循环)的理论基础是什么?	51
45. 何谓热泵循环? 为何用热泵供热要比直接用电加热经济?	52
46. 理想的热力循环(动力循环与制冷循环)是什么样的循环?	54
47. 吸收式制冷是一种什么性质的制冷方式?	57
48. 蒸气喷射制冷是一种什么性质的制冷方法?	63
49. 空气制冷机是一种什么性质的制冷机器?	65
50. 电热制冷是怎么一回事?	66
51. 在制冷循环过程中用什么参数来表明蒸发器的工作状况(简称工况)? 在制冷系统的实际运行中它主要受什么因素的影响?	68
52. 按照蒸发器所冷却介质的不同, 空调制冷系统分为哪两大类? 相应制冷设备的名称又叫什么? 汽车空调的制冷系统属于哪一类?	69
53. 冷风机和冷水机中蒸发器结构的区别在哪里?	70
54. 汽车空调中的蒸发器有哪些结构型式? 它们是怎样演变的?	70

55. 在蒸发制冷循环中，压缩过程起什么作用？为何轿车空调制冷系统中的压缩机只能采用开启式结构？ 72
56. 轿车空调制冷压缩机有哪些常见的结构型式？“切诺基”轿车中采用的是哪一种型式的压缩机？ 74
57. 轿车空调制冷压缩机按什么来标定它的规格？它分为哪两大类？ 77
58. 变排量压缩机是怎样自动调节排量的？ 79
59. 压缩机的“液击”是怎么回事？如何防止它的发生？ 84
60. 为什么说“油一气”混合运行是小型制冷压缩机润滑不可或缺的条件？ 84
61. 在制冷循环过程中，用什么参数来表明冷凝器的工作状况（简称工况）？它受哪些因素的影响？ 87
62. 风冷冷凝器与水冷冷凝器有何不同？ 88
63. 为什么轿车空调冷凝器通常与发动机散热器（水箱）共用一个风机？此种布局应注意些什么问题？ 89
64. 轿车空调制冷系统中的冷凝器有哪些结构型式？它们是怎样演变的？ 90
65. 为何要在冷凝器的出口处设置储液罐？它的作用是什么？为何要在储液罐中放置分子筛？它起什么作用？ 92
66. 在蒸发制冷循环中，减压过程起什么作用？ 95
67. 节流元件有哪几种结构型式？ 96

68. 毛细管的优缺点是什么? 为何常规毛细管不宜用于轿车空调制冷系统?	96
69. 何谓热力膨胀阀? 它的工作原理是什么? 使用上有何限制?	97
70. 热力膨胀阀是怎样从内平衡式演变到外平衡式的? 其演变机理是什么?	102
71. H 型热力膨胀阀的设计有何巧妙之处? 为何它特别适用于轿车?	104
轿车空调的制冷系统	107
72. 轿车空调制冷系统的运行有何特点? 它与常规制冷系统在设计上有何不同?	107
73. 如何确定轿车空调制冷系统的设计工况?	109
74. 怎样选择压缩机的排量? 为什么装空调的轿车必须提高它的发动机怠速?	111
75. 何谓“CCTXV”制冷系统? 为什么要用“CCOT”系统去取代它?	113
76. 为什么说“VDOT”制冷系统是轿车空调制冷系统的最佳选择?	119
77. 如何保护轿车空调的制冷系统? 高、低压切断开关设定值多少算合理?	122
78. 轿车空调制冷系统一般要消耗多少汽车发动机的功率? 当汽车的储备功率不足时要采取什么措施?	125
制冷剂	126
79. 冷媒和制冷剂有何区别? 为什么在制冷系统	

内必须采用制冷剂这一名称？	126
80. 制冷剂被划分为哪些类别？如何从编号上识别它们？	126
81. 制冷行业早期采用的是哪些制冷剂？	128
82. 氟利昂类制冷剂是何时出现的？为什么 R12 制冷剂一出现便主宰了制冷行业？	129
83. 破坏大气臭氧层的罪魁祸首是什么化学元素？破坏的机理是什么？	131
84. 在破坏大气臭氧层方面，三类氟利昂各有何表现？	132
85. 寻找 R12 替代物的原则是什么？	133
86. 为什么 R134a 是 R12 的首选替代物？两者性能上有什么差异？	133
87. 用 R134a 替代 R12 遇到的最大难题是什么？又是怎样解决的？	138
88. 为什么要严禁把 R134a 制冷剂及其相配的人工合成润滑油直接充灌到清洗后的原 R12 轿车空调制冷系统中？	139
89. 用 R134a 取代 R12，对制冷系统的设计应作哪些改变？	141
90. 在 R12 向 R134a 过渡过程的后期，有可能买不到 R12 了，原采用 R12 制冷剂的轿车要补充制冷剂应当怎么办？	145

制冷系统的充灌

91. 怎样为制冷系统确定合理的制冷剂充灌量？	146
92. 在充灌制冷剂之前，对制冷系统有何处理	

要求?	147
93. 制冷剂应从高压侧充入, 还是从低压侧充入? 或是从两侧同时充入? 是“液充”合理, 还是 “气充”合理?	149
94. 在轿车装配线上如何充灌制冷剂? 充灌工艺及 设备有何进展?	150
95. 轿车空调制冷系统为何容易泄漏制冷剂? 怎样 才能减少泄漏?	153
96. 修理轿车空调制冷系统时, 应如何正确处理残 留在系统中的制冷剂?	153
97. 怎样确定系统的充油量? 重充制冷剂前, 为何 要向系统内补充润滑油?	155
制冷系统的考核	160
98. 为何在线充灌后, 还要检查轿车空调制冷系统 的泄漏?	160
99. 怎样考核轿车空调制冷系统的制冷效果? 有无 必要将轿车开进环境实验室测试空调制冷系 统的性能?	162
轿车空调诊断	165
100. 如何诊断轿车空调中的故障?	165
附录	170
维修轿车空调必备的现代化设备	170
一、高灵敏度的电子检漏仪	170
二、制冷剂的回收、再生及重充三功能机 (自动充灌	

站)	172
附表 1 R12 饱和状态下的热力性质表	201
附表 2 R134a 饱和状态下的热力性质表	209

基本概念

1. 何谓空调？空调机由哪些功能系统所组成？

“空调”是空气调节的简称，英文的缩写是 A/C，取 Air Conditioning 两个词的第一个字母。它既有专业上的定义，也有社会上约定俗成的观念。严格的专业定义是：**将指定区域内的空气温度(t)和相对湿度(Φ)从自然状态调节到所需要的人工状态，并保证其新鲜和洁净，这就是空调。**而社会大众则简单地把降低空气温度即有“冷气”称为空调，甚至一些专业人员也不坚持原则，随大流。例如，许多轿车空调压缩机的起动按钮上都标有 A/C 符号，其实，压缩机只能制冷降温，完成空调的部分任务，而非空调的全部任务。这也难怪，因为建立人工冷源比寻找热源困难得多，如果不是制冷技术的不断发展和完善，空调就只能是一种空想，也许我们今天还停留在电风扇和暖风机的水平上。把有冷风便视为空调只不过是强调了制冷在空调中所起的核心作用罢了，所以，我们不必去计较民间约定俗成的观念。然而，空调仅是一个功能性概念，欲实现其功能，除了具体的手段即空调机（装置）外，还需要空调对象（例如房间或汽车的座厢）本身的一些基本条件与之配合（见第 4 题）。

根据定义，完整的空调机（装置）应由如下功能系统组成：

1) 制冷系统：这是降低空气温度所必需的。当前，除了大型空调的中央制冷站采用溴化锂吸收式制冷机外，几乎所