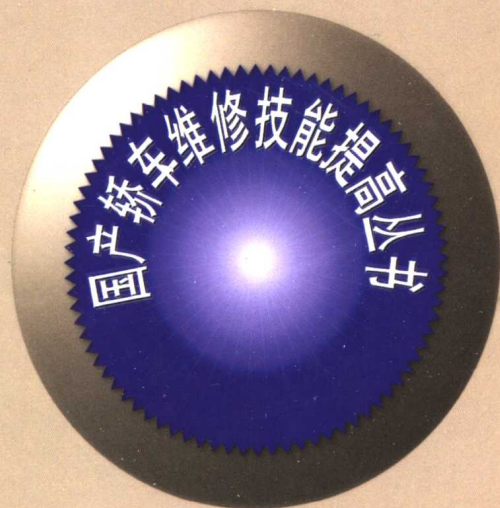


李东江 张大成 宋良玉 主编



国产轿车 空调系统 检修手册

●上海别克/帕萨特/桑塔纳2000

●奥迪/红旗/捷达

●风神蓝鸟/富康

●广州本田雅阁

●夏利2000

 **机械工业出版社**
CHINA MACHINE PRESS



国产轿车维修技能提高丛书

国产轿车空调系统检修手册

李东江 张大成 宋良玉 主编



机械工业出版社

本手册详细地介绍了常用车型空调系统的基础知识、基本结构、空调系统零部件的维修、常见故障产生的原因及故障诊断与排除方法等。

本手册内容丰富、详实，图文并茂、通俗易懂，适合于具有一定车辆使用维修经验的驾驶人员、汽车维修人员及汽车维修管理人员使用，亦可供大专院校有关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

国产轿车空调系统检修手册/李东江等主编. —北京:
机械工业出版社, 2003.10
(国产轿车维修技能提高丛书)
ISBN 7-111-12827-3

I. 国… II. 李… III. 轿车-空气调节设备-检修-技术手册 IV. U469.110.7-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 070571 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 杨民强

责任编辑: 高金生 版式设计: 张世琴 责任校对: 吴美英
魏俊云

封面设计: 姚毅 责任印制: 闫焱

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·39.75 印张·2 插页·1363 千字

0 001—4 000 册

定价: 65.00 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、88379646

封面无防伪标均为盗版

出版者的话

经过百余年的发展，世界汽车工业进入了一个全新的时代。中国的汽车工业虽然起步较晚，但从进入 20 世纪 90 年代以来，民族汽车工业沿着合资引进与独立开发相结合的道路，发展突飞猛进，生产出的轿车车型越来越多，而且款式新、质量好、技术性能优、舒适性好、安全性能高，同进口轿车相比，已经具有很强的竞争力。

相应地，随着新技术、新材料、新工艺，特别是计算机和电子技术在国产轿车上应用的日益普及，现代轿车的维修方法、维修内容、维修理念同传统相比，已经发生了根本性的变化。由于轿车的维修越来越具有一定的难度，因此汽车修理市场对汽车维修人员的技能及素质要求越来越高，汽车维修业的从业人员急需在相对短的时间内掌握关于国产轿车新车型的维修技术、方法和信息。

机械工业出版社是全国优秀出版社，有着 40 余年汽车图书出版的历史，一直精诚致力于为社会各读者提供精品图书。本着为汽车维修人员提供实用、易用的精品图书的原则，我们策划并组织有关汽车维修专家编写了这套《国产轿车维修技能提高丛书》。此丛书包括 5 种：《国产轿车自动变速器检修手册》、《国产轿车电控发动机检修手册》、《国产轿车 ABS 系统检修手册》、《国产轿车空调系统检修手册》和《国产轿车电气元器件位置与线路图手册》（根据实际情况再添加品种）。

针对汽车维修人员的实际需要，我们确定了本丛书的特色：

1. 作者均为从事汽车维修工作多年的专家，理论、实践经验丰富。
2. 每种书前均总结有本部件的维修基础知识，提纲挈领，由浅入深。
3. 针对维修实践，一切从实际出发，提炼维修重点与难点。
4. 涵盖畅销车型，一套汽车维修人员案头随查随用的工具书。

当前，汽车维修类书种类繁多，但我们认为，一本好的汽车维修图书应该做到以下几点：内容要实用，简繁要得当，语言要精炼，体例要清晰。由于渠道不畅的原因，作为出版者的我们与读者之间信息的交流与反馈还很不足，因此我们真切地希望与您沟通、畅谈，对于书中的不足和缺憾，对于汽车维修类图书的编写方式，望您不吝指教、赐稿。通讯地址：北京百万庄大街 22 号机械工业出版社汽车图书编辑室 杨民强 邮政编码：100037；电话：(010)88379771 传真：(010) 68351729；E-mail: ymq720416@sina.com。

前 言

随着我国汽车工业的发展,人们对乘车舒适性的要求越来越高,作为舒适装置之一的汽车空调在轿车上已普遍采用。随着国产汽车新车型的不断推出,汽车维修人员在维修实践中,对国产最新汽车空调系统(暖风系统)维修技术资料的要求越来越迫切,为此,我们编写了《国产轿车空调系统检修手册》一书。

本手册共分十三章,第一章阐述了常见车型空调系统(暖风系统)的基础知识、空调系统的基本结构、空调系统零部件的维修、常见故障的原因及故障诊断与排除方法;第二章至第十三章分别阐述了常见国产轿车(奥迪 A6、奥迪 V6、奥迪 200 1.8T、红旗、捷达、上海帕萨特、桑塔纳、上海别克、广州本田、夏利 2000、神龙富康、风神蓝鸟)空调系统(暖风系统)的检修。

本手册由李东江、张大成、朱良玉主编,第一、二、三章由李东江编写,第四章由宋良玉编写,第五章由邵红梅编写,第六章由李和编写,第七章由窦祥林编写,第八章由胡飞编写,第九章由鞠卫平编写,第十章由於海明编写,第十二章由薛慧梅、韩建伟、薛臻、邵小荣等共同编写,第十一、十三章由张大成编写,本手册由李东江统稿。在编写过程中参考了国内外大量的技术文献,在此谨向作者表示衷心的感谢。

本手册资料详尽可靠、内容新颖实用、图文并茂、通俗易懂,适合具有一定车辆使用和维修经验的驾驶员、汽车维修技术人员、汽车维修管理人员使用,也可供大专院校汽车运用、汽车维修专业的师生教学参考。

由于时间仓促,加上作者水平有限,手册中难免有不当和错误之处,敬请广大读者批评指正。

编者

目 录

出版者的话
前言

第一章 现代汽车空调的检修原理..... 1

第一节 汽车空调基础知识 1

- 一、汽车空调基本原理 1
- 二、制冷剂 1
- 三、润滑油（冷冻机油） 6
- 四、汽车空调系统的组成及分类 8

第二节 汽车空调系统的基本结构 及主要部件 12

- 一、压缩机..... 12
- 二、冷凝器..... 17
- 三、蒸发器..... 17
- 四、膨胀阀..... 19
- 五、储液干燥器和集液器..... 20
- 六、管路接头..... 22
- 七、电磁离合器..... 22
- 八、恒温器..... 22
- 九、过热开关（过热保护装置）..... 23
- 十、压力开关..... 24
- 十一、转速控制装置..... 24
- 十二、控制继电器..... 25

第三节 现代汽车空调系统及其 控制..... 26

- 一、制冷循环..... 26
- 二、空调的通风系统与控制面板..... 26
- 三、汽车空调系统控制..... 27

第四节 空调系统的维修与检测 32

- 一、空调维修的工具及设备..... 32
- 二、空调系统的检测..... 38
- 三、空调系统的维护..... 40
- 四、空调系统部件的修理方法..... 47
- 五、空调系统的故障与排除..... 48

第五节 汽车暖风及故障排除 51

- 一、发动机余热式暖风装置..... 51
- 二、独立热源式暖风装置..... 53
- 三、故障分析及排除方法..... 54

第二章 奥迪 A6 轿车空调和暖风 系统的检修 56

第一节 空调系统电气检测..... 56

- 一、检测设备..... 56
- 二、带接线 V.A.G1598/11 的检测盒
V.A.G1598 上的插头布置 56
- 三、空调电气系统检测步骤..... 56
- 四、后风扇加热的电气检测..... 61
- 五、太阳能车顶电气检测..... 62

第二节 空调系统元件的检修 63

- 一、检修空调系统和更换制冷剂时的
安全措施..... 63
- 二、空调压力开关 F129 的检修 63
- 三、制冷管路的 O 形密封圈的更换 64
- 四、压缩机的检修..... 64
- 五、空调控制和调节部件的维修..... 68
- 六、1998 年 9 月以后空调的改动 77
- 七、空气在空调和车内的传递..... 79
- 八、检查空调制冷效果..... 80
- 九、制冷管路的维修..... 81
- 十、空调总成的维修..... 85

第三节 空调系统自诊断 88

- 一、自诊断功能与检测要求..... 88
- 二、故障自诊断..... 89

第四节 停车加热装置的电气检测..... 103

- 一、检查停车加热装置的功能及电气
连接 103
- 二、停车加热部件的检查 106
- 三、定时器 E111 的功能及电气连接的
检查 106
- 四、停车加热装置的功能流程 110

第五节 停车加热装置的主要元件 检修 115

- 一、检修带停车加热装置车时的安全
注意事项和清洁规则 115
- 二、停车加热装置部件布置 115

三、遥控器与定时器的检修	119	检修	184
四、停车加热装置的燃油供给装置	122	一、操纵机构	184
五、冷却液管路与停车加热器的连接	126	二、空气分配	186
六、停车加热装置部件的检修	126	三、控制系统	186
第六节 停车加热装置自诊断	132	四、空调压缩机及其控制	197
一、概述	132	第六节 自动空调系统常见故障与	
二、停车加热装置自诊断	134	检修	198
第七节 自动空调和停车加热装置		一、检测的准备工作	198
电路图	146	二、从操作及显示单元调出信息	199
一、自动空调装置电路图	146	三、控制元件的检查	204
二、带遥控的停车加热装置和空调电路图		四、空调工作状况的检查	207
(从 2000 年车型起)	155	五、全自动空调的故障检修	208
第三章 奥迪 V6 轿车空调系统的		第七节 暖风装置的检修	211
检修	161	一、暖风装置的组成	211
第一节 空调系统的结构	161	二、暖风装置常见故障与维修	212
一、空气调节装置	161	第八节 空调系统电路图	220
二、制冷系统	161	一、手动空调系统电路图	220
三、空调装置的控制系统及操纵系统	165	二、全自动空调系统电路及其功能图	220
第二节 手动空调系统的维护	173	第四章 奥迪 200 1.8T 轿车空调系统	
一、手动空调系统的日常维护	173	的检修	228
二、空调系统渗漏的检查	174	第一节 空调系统的检修与维护	228
三、用压力表进行检测工作	174	一、维修带空调汽车和处理制冷剂	
四、制冷剂的排空	174	R134a 的安全操作规程	228
五、向充液筒添充制冷剂	175	二、空调系统制冷效果的检测	229
六、制冷循环系统抽真空	175	第二节 空调制冷系统的结构与	
七、用组合压力表和充液筒加注		检修	229
制冷剂	176	一、制冷回路的结构	229
八、用冲洗机和冲洗剂 R11 冲洗制冷循		二、制冷回路中的压力和温度	232
环系统	177	三、制冷回路部件的检查与拆装	233
九、用氮气清洗制冷循环系统	177	四、压缩机支架的拆装	234
第三节 手动空调系统主要部件的		五、电磁离合器 N25 的维修	234
检修	178	六、从支架上拆下压缩机	236
一、蒸发器的拆装	178	七、仪表板出风口和通风管的结构与	
二、电磁离合器 N25 的拆装	178	维修	236
三、空调控制和调整部分的检修	179	八、真空系统的检查与拆装	237
四、真空管的检查	182	第三节 暖风装置、暖风操纵机构	
五、制冷循环构件的更换注意事项	182	和通风管的检查与拆装	239
六、制冷剂和冷冻油加注量	182	一、暖风装置、暖风操纵机构和	
第四节 手动空调的检查与常见故		通风管	239
障排除	182	二、外部温度开关 F38 的检查	239
一、手动空调系统的检查	182	三、暖风装置的拆装	239
二、手动空调系统的常见故障排除	183	四、鼓风机的拆装	240
第五节 自动空调系统的结构与		五、温度调节风板拉索的拆装	240

六、出风调节风板拉索(脚窝/除霜和出风口)的拆装	240	二、暖风散热器的结构	278
七、暖风操纵机构的拆装	240	三、暖风水阀的结构	279
八、暖风装置的分解与组装	241	四、加热系统的故障与排除	279
第四节 空调系统自诊断	242	第六节 空调系统电路图	279
一、自诊断功能	242	第六章 捷达系列轿车空调系统的检修	281
二、故障检测仪 V.A.G1551 的连接和功能选择	243	第一节 空调系统的结构	281
三、故障代码的读取	244	一、汽车空调的组成	281
四、空调系统故障代码	244	二、加热系统	281
五、执行元件的诊断	246	三、制冷系统	283
六、故障代码的清除和结束输出	247	四、空调系统的控制及操纵机构	286
七、读取测量数据块	247	第二节 空调系统的维护	291
第五节 空调系统电路图	249	一、维护注意事项	291
第五章 红旗轿车空调系统的检修	254	二、空调系统的一般维护	292
第一节 空调系统的结构与组成	254	三、制冷剂的充注	293
一、空调系统的组成	254	四、制冷回路的检测	294
二、制冷系统的结构	255	第三节 制冷系统部件的维修	295
三、控制系统的结构	261	一、暖风装置的中央出风口的检修	295
四、操纵机构的结构	265	二、三条拉索的安装与调整	295
第二节 空调系统的维护	267	三、膨胀阀的检修	296
一、制冷系统的检查	267	四、暖风装置和新鲜空气装置的维修	297
二、制冷剂充注工具	271	五、空气分配箱的检验	298
三、抽真空	271	六、真空系统的检查	298
四、充注制冷剂	272	七、可调制冷能力的检查	298
五、冲洗制冷回路和排空	272	第四节 空调系统的故障诊断与排除	298
第三节 制冷系统部件的检修	272	一、使用歧管压力表对制冷系统的故障进行诊断	298
一、压缩机的检修	272	二、空调系统不制冷故障	299
二、冷凝器的检修	272	三、制冷不足故障	300
三、蒸发器的检修	272	四、空调系统工作异响故障	300
四、密封圈的尺寸及紧固力矩	272	五、空气分配调节失灵	301
五、各控制开关工作条件的检测	273	六、无暖风	301
六、空调电动机及变速电阻的检查	273	七、开空调后,弯道行驶或制动时出现噪声	301
七、散热器风扇接线插头的检查	273	八、空调机正常工作时,从仪表板出风口喷水	301
八、真空电磁阀的检查	274	第五节 空调系统电路图	304
九、电磁离合器的检查	274	第七章 帕萨特轿车空调系统的检修	306
十、控制系统中电气元件的调整	274	第一节 空调系统装置的维修	306
十一、真空元件的维修	274	一、概述	306
第四节 制冷系统的故障与排除	275		
一、制冷系统不制冷或制冷效果不佳	275		
二、制冷系统出现异响	275		
第五节 加热系统的检修	275		
一、加热器的结构与维修	275		

二、手动调节的空调装置的结构	306	五、真空系统诊断	365
三、手动调节的空调装置的维修	306	六、系统性能测试	366
四、自动调节的空调装置的维修	313	七、VDOT A/C 系统诊断	367
五、制冷剂循环系统的维修	317	八、制冷系统的检查	371
第二节 暖风装置的维修	321	九、加热不足的诊断流程	371
一、暖风装置的结构	321	十、温度控制不工作的诊断流程	372
二、暖风装置的拆卸和装配	323	十一、HVAC 系统噪声的诊断流程	372
三、暖风和新鲜空气调节装置的拆卸和 安装	323	第三节 空调系统主要元件的检修	376
四、拉索的安装和调整	323	一、检查的方法和步骤	376
第三节 自动空调系统的自诊断	324	二、压缩机的更换	376
一、自动空调功能	324	三、压缩机离合器 (V5 直接安装) 的 修理	377
二、自动空调系统自诊断	324	四、压缩机软管总成的更换	382
第四节 空调系统电路图	334	五、冷凝器管的更换	382
第八章 桑塔纳 2000 轿车空调系统的 检修	338	第四节 HVAC 系统的电路图、电气 元件位置和连接器端子	383
第一节 空调系统的结构与技术 参数	338	一、HVAC 系统电路图	383
一、桑塔纳 2000 轿车空调系统的 结构	338	二、HVAC 系统元件位置图	393
二、结构参数和技术性能参数	341	三、HVAC 系统连接器端子图	399
三、暖风装置	341	第十章 广州本田轿车空调系统的 检修	403
第二节 空调系统的维护	341	第一节 自动空调系统的组成	403
一、使用注意事项	341	一、暖风装置	403
二、常规检查及基本注意事项	342	二、冷气装置 (自动空调器)	404
三、充注制冷剂	342	三、自动温湿控制装置	406
第三节 空调系统的检修	344	第二节 自动空调系统故障检测 诊断	408
一、空调系统主要部件的拆卸和安装	344	一、暖风装置的故障检测诊断	408
二、空调系统常见故障的检查与排除	350	二、制冷装置 (自动空调器) 的故障 检测诊断	412
第四节 空调系统电路图	350	三、自动温湿控制装置的故障检测 诊断	416
第九章 上海别克空调 (HVAC) 系统的检修	354	第三节 自动空调系统的检修与 更换	429
第一节 手动 HVAC 系统技术 参数	354	一、暖风装置的检修与更换	429
一、主要紧固件紧固技术参数	354	二、制冷装置 (自动空调器) 的检修	436
二、系统技术规格	354	三、自动温湿控制装置各部件的检修	448
第二节 HVAC 系统诊断数据和 程序	354	第四节 自动空调系统电路图	452
一、HVAC 系统功能检查	354	第十一章 夏利 2000 轿车空调系统 的检修	456
二、HVAC 鼓风机控制系统检查	356	第一节 空调系统的维修	456
三、HVAC 空气供给系统检查	361	一、空调系统的布置	456
四、HVAC 系统的故障代码诊断	364		

二、空调系统的维修注意事项	456	方法	497
三、空调系统的车上检查	457	第三节 空调系统主要部件的维修	497
四、抽真空	460	一、压缩机的检修	497
五、充注制冷剂	461	二、冷凝器的检修	499
第二节 空调系统主要零部件的		三、蒸发器的检修	500
结构与维修	461	四、膨胀阀的检修	502
一、传动带的维修	461	五、干燥罐的检修	502
二、制冷管路的维修	463	六、制冷系统管路的检修	502
三、空调系统单元的结构与维修	464	七、空调暖风系统的检查	503
四、蒸发器的维修	466	八、空调控制系统	503
五、加热器单元的结构与维修	469	第四节 空调系统故障诊断	510
六、压缩机和电磁离合器的结构与		一、空调常见故障原因分析	510
维修	471	二、空调系统的故障诊断	512
七、冷凝器的结构与维修	474	第五节 空调系统电路图	514
八、膨胀阀的维修	476		
九、鼓风机电动机的检查维修	476	第十三章 风神蓝鸟轿车空调系统的	
十、鼓风机电阻器的检查维修	477	检修	516
十一、空气进口伺服电动机的检查	477	第一节 空调系统的结构与参数	516
十二、热敏电阻的检查	478	一、空调系统的操纵装置	516
十三、压力开关的维修	478	二、制冷系统	517
十四、加热器继电器的维修	479	三、V-5 变排量压缩机	518
十五、电磁离合器继电器和冷却风扇		四、控制系统	521
继电器的维修	480	五、空调系统结构与维修技术参数	530
十六、冷凝器风扇的维修	481	第二节 空调系统的维护	530
十七、冷凝器风扇电阻器的检查	482	一、维护工具与设备	530
十八、空调放大器的维修	482	二、空调系统的维护	534
十九、加热器控制操纵总成的维修	486	第三节 空调系统主要部件的检修	541
二十、加热器控制总成(中央综合装饰		一、空调维修专用工具	541
板)的维修	487	二、V-5 型压缩机(CALSONIC 制造)	
二十一、水温开关的检查	489	的检修	541
二十二、空气过滤器的更换	489	三、DKS-16 型压缩机(ZEXEL 制造)	
第三节 空调系统常见故障诊断与		的检修	546
排除	489	四、制冷剂管路	548
第十二章 富康轿车空调系统的		第四节 空调系统的故障诊断与	
检修	491	排除	551
第一节 空调系统的组成及结构	491	一、空调系统的故障诊断	551
一、空调系统的组成	491	二、手动空调系统的故障诊断与排除	555
二、空调系统部件的结构	494	三、自动空调系统故障诊断与排除	580
第二节 空调系统的维护	495	第五节 空调系统元件位置与电	
一、制冷剂加注设备	495	路图	609
二、R134a 加注机加注制冷剂的操作		一、手动空调系统元件位置与电路图	609
		二、自动空调系统元件位置与电路图	618

第一章 现代汽车空调的检修原理

第一节 汽车空调基础知识

一、汽车空调基本原理

各种车辆的空调结构不尽相同，但它们的工作原理基本相同，就是用人力的方式在车厢内造成一个对人体适宜的气候环境。对夏天而言，就是用制冷方式，使车厢内降温。

一般热量总是从高温流向低温，而空调的目的要将具有较低温度的车内空气中的热量移到具有较高温度的大气中去，使车内空气一直保持较低温度。这是一种热流的逆循环，需要借助于制冷机构来完成。

制冷的方式很多，汽车上的制冷主要采用压缩式制冷剂。它是利用液态制冷剂汽化吸热而产生的效应，工作系统如图 1-1 所示。制冷系统主要由压缩机、冷凝器、膨胀阀和蒸发器四大总成构成，从压缩机出来的高温、高压制冷剂通过高压软管进入冷凝器。由于车外温度低于进入冷凝器的制冷剂温度，借

助于冷凝风扇的作用，在冷凝器中的制冷剂的大量热量被车外空气带走，从而高温、高压气体被冷凝成高温、高压的液体。这种高温、高压液体流过节流膨胀阀时，由于节流作用，体积突然变大而降压，变成低温、低压的雾状物（液体）进入蒸发器，在定压下汽化。由于制冷剂在管内汽化时的温度低于蒸发器管外的车内循环风，故它能自动吸收管外空气中热量，从而使流经蒸发器的空气温度降低，产生了制冷降温的效果，汽化了的制冷剂被压缩机抽吸压缩，变成高温、高压的气体，又通过高压软管通向冷凝器，这样就完成了一个制冷系统的热力循环。

二、制冷剂

1. 制冷剂的种类

压缩制冷机使用的制冷剂，国际上用英文字母 R 来表示（取英文制冷剂 Refrigerant 的第一字母）。

氟里昂是饱和碳氢化合物的卤族元素的衍生物，即用卤族元素的氟、氯，有时加入溴原子取代饱和碳氢化合物，如甲烷、丙烷、丁烷的氢原子所得的化合物，因而氟里昂品种繁多。氟里昂的性质与所含氟、氯、溴、氢、碳元素的原子多少有密切关系。

R 后面的数字表示氟里昂的分子通式 $C_mH_nF_pCl_sBr_r$ 。

R 后面是两位数的，是甲烷衍生的氟里昂。甲烷的分子式为 CH_4 ，其中 R 后面的首位数字表示氢原子数 n ，等于首位数减去 1，第二位数字表示氟原子数 p ，氯原子数 $S = 4 - p - n$ 。

例如，R12 表示甲烷衍生的氟里昂制冷剂，其分子通式中的碳原子数 $m = 1$ ，氢原子数 $n = 1 - 1 = 0$ ，氟原子数 $p = 2$ ，氯原子数 $S = 4 - n - p = 2$ 。R12 的分子式为 CF_2Cl_2 ，化学名称为二氟二氯甲烷。

如果用溴原子来代替氟里昂中的某些氟原子，则分子式多一个 B。其原子数用 r 来表示。例如，R12B2，

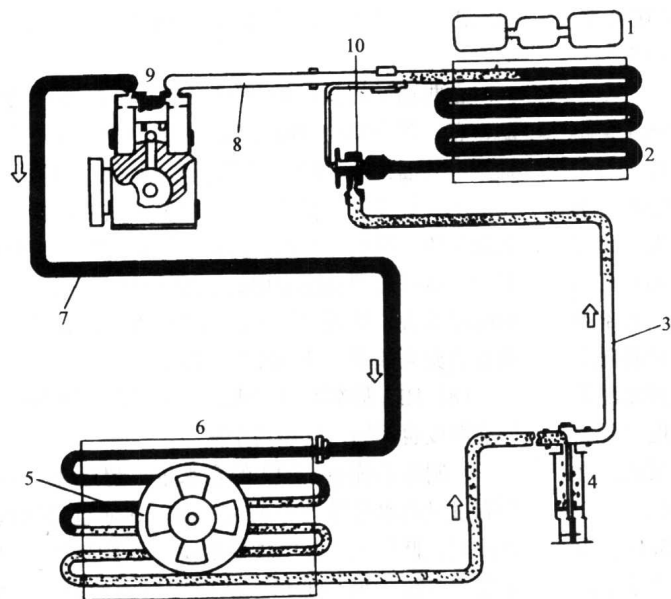


图 1-1 制冷系统的热力循环图

- 1—风机 2—蒸发器 3—液管 4—储液干燥器 5—风扇 6—冷凝器
7—排气管 8—吸气管 9—压缩机 10—膨胀阀

则为 CF_2Br_2 。

R 后面是三位数的,则表示为乙烷、丙烷、丁烷系列的氟里昂衍生物。其中,乙烷衍生的氟里昂,R后面首位数用1表示;丙烷衍生的氟里昂,则R后面用2表示;丁烷衍生氟里昂,R后面用3表示……。很明显,其碳原子数 m 等于首位数加1;氧原子数 n 等于R后面的第二位数字减去1;R后面的第三位表示氟原子数 p ;氟原子数,对乙烷衍生物为 $s=6-n-p$,对丙烷衍生物, $s=8-n-p$,对于丁烷衍生物为 $s=10-n-p$ 。例如R142,表示乙烷衍生的氟里昂,乙烷分子式为 C_2H_6 ,则 $m=2$, $n=4-1=3$, $p=2$, $s=6-3-2=1$ 。R142的分子式为 $\text{C}_2\text{H}_3\text{F}_2\text{Cl}$,化学名称为二氟二氯乙烷。

同样,R134的分子式为 $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$,R123的分子式为 $\text{C}_2\text{HF}_3\text{Cl}_2$,R216的分子式为 $\text{C}_3\text{F}_6\text{Cl}_2$,等等。

2. R12 制冷剂的特性

(1) R12 制冷剂无色、无刺激性臭味;一般情况下不具有毒性,对人体没有直接危害;不燃烧、无爆炸危险;热稳定性好,535℃以下温度不分解,当与明火接触、温度高于400℃时可产生对人体有剧烈作用的毒气——光气(一种窒息性毒剂,其常温下为无色气体,带有腐烂干草或烂水果味,比空气密度大2.5倍,光气经呼吸器官侵入人体后,引起肺水肿和窒息),当人吸入少量光气时,中毒症状为口中有甜味、咳嗽、头晕、全身虚弱,轻度中毒者1~2天内可逐渐恢复,重度中毒者则导致死亡。所以在修理、焊接空调制冷管路、热交换器、压缩机时,一定要将R12排除干净后方可维修。

(2) R12 是一种中压制冷剂(中压制冷剂正常蒸发温度小于0℃,冷凝器压力小于(1.5~2.0)MPa。在大气压下R12的沸点为-29.8℃,凝固温度为-158℃,能在低温下正常工作。节流后损失小,有较大的制冷系数,在正常工作条件下,蒸发器中的压力较大,这样即使在制冷系统不密闭情况下,外部的空气也不易进入。制冷系统有泄漏时,润滑油将随着R12一同漏出。由于有明显的油迹,便于检查出泄漏的部位。R12的泄漏能力很强,它的泄漏速度与压力的平方成正比,与分子量及粘度的平方根成反比。在汽车空调制冷系统中其泄漏量应小于14.2g/a。

R12在冷凝器中的压力不超过1013.25kPa,由于压力不是很高,降低了冷凝器结构强度的要求、降低了质量和材料消耗,降低制作成本。

(3) R12的密度较大,因此,在制冷循环中较其他制冷剂阻力大。为了减少阻力,R12在系统中的流速也较其他制冷剂低且系统的管径较粗。

(4) R12一般呈中性(无水时),对金属没有腐蚀作用。但对镁含量超过2%以上的铝合金除外。R12在60~70℃温度时遇氧化铁、氧化铜,可促使R12分解。

(5) 制冷系统的密封件的特殊要求:

1) 制冷系统的密封件不能使用天然橡胶制品,因为R12会导致橡胶变软、膨胀、起泡;

2) 对氯丁乙烯和氯丁胶制品破坏作用较小;

3) 对尼龙和氟塑料制品破坏作用不明显。

(6) R12有良好的绝缘性能,它对制冷系统电器绕组的绝缘性能无影响。

(7) R12液态时对润滑油的溶解度无限制,可以以任何比例溶解。但气态时R12对润滑油的溶解度有限并随压力增高、温度降低而增大。R12与润滑油的这种互溶特性对制冷系统是有益的,因为R12液态时润滑油已溶解在其中并随R12一起流动,所以在这段管路中不会积存润滑油。在气态管路(特别是蒸发器)中,如果有足够的气体流速,不会在蒸发器壁上产生油膜而影响传热效率,润滑油也能被带回到压缩机中去。当压缩机曲轴箱中存在有互溶的R12气体和润滑油时,由于曲轴箱内的压力和温度是变化的,而一定压力和温度下的R12气体溶油量是一定的。当曲轴箱内压力突然降低时,因溶解量要减小,于是原来溶解的R12就以沸腾形式从油中跑出,从而使曲轴箱中的一部分润滑油将随着R12带到压缩机气缸和系统中去,对制冷剂系统的工作带来不利影响。

在曲轴连杆式压缩机初始使用阶段加注的润滑油,有一部分将随着制冷剂被带入制冷循环,所以曲轴箱中的油位会下降,作用过程中必须及时补充。

R12与润滑油互溶后,使润滑油粘度降低,油质老化加快,凝固点升高,因而会影响到压缩机的可靠润滑。所以必须加注专用的润滑油——冷冻油。冷冻油的用量必须按规定加注,超量的冷冻油会妨碍热交换器的交换效率,使制冷量下降。

(8) R12基本不溶于水,R12气态与液态时,水的溶解度也不同,气态高于液态。

在制冷系统中,R12的含水量不超过 25×10^{-6} 。当有过量的水分随制冷剂运行时,在通过膨胀阀后,在低温、低压下水分中热量被吸收而形成冰塞,堵塞了制冷系统的循环通道,从而使空调的制冷系统失效。

水与R12能产生化学反应,生成盐酸—氢氟酸,对系统有腐蚀作用。水与制冷系统中的酸、氧反应,在压缩机的机件表面(压缩机的轴套、系统管路)生

成三氧化二铁和二氧化铜,这些物质的形成,反过来又分解 R12,使制冷系统的效率下降。可以说水的侵入是系统开始被腐蚀的信号。

水还能与系统中的酸、氧化物和其他杂质反应,形成金属盐,随着制冷剂和润滑油一起循环,加大运动机件的磨损及破坏电器的绝缘性能。

水能使冷冻油老化。它在氧的作用下,会生成一种油酸性质的絮状酸性物质,腐蚀金属表面,降低润滑效能。

水与 R12 作用还能生成二氧化碳气体。这种气体在冷凝器中冷却后并不液化,成为一种不凝性气体,引起压缩机排气压力增高、制冷功耗增大、制冷量下降。

虽然在制冷系统中为了防止水分的侵入,影响制冷循环的正常运行而设有干燥器(干燥罐),但是干燥器的吸水功能极其有限(只能吸收约半滴水)。对于大于 25×10^{-6} 的水分是无能为力的。

在制冷系统中水的存在是有百害而无一利的,必须采取严格的防水措施,才能保证系统正常工作。

防水措施主要有以下三个方面:

- 1) 使用纯度高的制冷剂;
- 2) 在装配或维修制冷系统后,一定要严格地抽真空;
- 3) 选用水量小于 25×10^{-6} 的冷冻油。

综上所述,可以看出,R12 是一种易于制造、原料来源丰富、价格相对低廉且可以回收重复使用的制冷剂。只是它对大气同温层的臭氧层有一定破坏作用,因此,已逐渐被新的制冷剂所替代。

3. R134a 制冷剂的特性

长期以来,汽车空调系统大多采用 R12 作为制冷剂。众所周知,R12 因泄漏而进入大气会破坏地球的臭氧保护层,危害人类的健康和生存环境,引起地球的温室效应。据统计资料表明,现在大气层中 CFC (即 Cl、F、C 三种元素) 物质的 75% 来自汽车空调系统泄漏的 R12,这不能不引起人类的广泛关注。1987 年国际上制定了控制破坏大气层的蒙特利尔协议。我国于 1991 年加入该协议,并决定从 1996 年起,汽车空调的制冷剂开始使用 R134a,到 2000 年全部使用 R134a。因此,作为汽车维修人员,必须掌握使用新型制冷剂的空调系统的使用和维修特点。

(1) R134a 制冷剂的特性 R134a 制冷剂与 R12 制冷剂相比,其热物理性列于表 1-1 中。

R134a 制冷剂的分子式为 CH_2FCF_3 ,是卤代烃类制冷剂中的一种,具有无毒、无臭、不燃烧、与空气混合不爆炸等优点,并有以下特性:

1) 热物理性 R134a 的热力学性能,包括分子量、沸点、临界参数、饱和蒸气压和汽化潜热等,均与 R12 相近,并具有良好的不可燃性。

表 1-1 R134a 与 R12 的热物理性对比

项 目	R134a	R12
分子式	CH_2FCF_3	CF_2Cl_2
分子量	102.031	120.92
大气压力下的蒸发温度/ $^{\circ}\text{C}$	-26.18	-29.80
0 $^{\circ}\text{C}$ 时的饱和蒸气压/kPa	293.14	308.57
0 $^{\circ}\text{C}$ 时的汽化潜热/(kJ/kg)	197.89	154.87
0 $^{\circ}\text{C}$ 时的饱和蒸气/(m^3/kg)	0.06816	0.05667
10 $^{\circ}\text{C}$ 时的饱和蒸气压/kPa	414.88	423.01
10 $^{\circ}\text{C}$ 时的汽化潜热/(kJ/kg)	190.13	149.97
10 $^{\circ}\text{C}$ 时的饱和蒸气质量体积/(m^3/kg)	0.04872	0.04204
50 $^{\circ}\text{C}$ 时的饱和蒸气压/kPa	1317.19	1214.65
60 $^{\circ}\text{C}$ 时的饱和蒸气压/kPa	1680.47	1518.17
与现有冷冻润滑油的溶性	差	好
溶态导热系数	大	小

2) 传热性能 R134a 制冷剂的传热性能优于 R12,当冷凝温度为 40~60 $^{\circ}\text{C}$ 、质量流量为 45~200kg/s 时,R134a 蒸发和冷凝传热系数比 R12 高出 25% 以上。因此,在换热器表面积不变的条件下,可减少传热温差,降低传热损失;当制冷量或放热量相等时,可减少换热器表面积。

3) 相容性 用 R134a 替代 R12 后,原有的压缩机润滑油(简称压缩机油)必须更换,这是因为 R134a 本身与矿物油是非相容的,必须使用合成润滑油来取代,如 PAG 类润滑油等。

(2) R134a 系统取代 R12 系统所需进行的改变 R134a 具有与 R12 不同的性质,因此,它不能简单地应用于原来的 R12 空调系统,当更换制冷剂,必须在表 1-2 所列的几个方面进行改变。

1) 换用新型压缩机油 空调系统在整个空气调节循环过程中,压缩机油通过与制冷剂溶为一体参与循环,并对压缩机产生润滑作用,与 R12 配用的压缩机油不溶于 R134a。如果把这种油用于 R134a 空调系统,它不会随制冷剂一起循环,因而不能发挥润滑作用,这将严重影响压缩机的寿命。因此,必须换用能与 R134a 溶合的 RAG 或 ESTER 型人工合成油(它由 C、H 聚合物链组成)。这种润滑油具有高吸湿性,易使制冷系统的节流元件(毛细管或膨胀阀)发生冰堵。为避免出现此故障,必须加大空调系统中干

干燥剂的装入量或提高其吸湿能力。此外,这种润滑油在高温下与 R134a 的溶合性降低,甚至成为不可溶。因此,要特别注意改善空调系统的冷凝条件,不要使冷凝温度(或压力)过高,这对汽车空调系统是特别重要的。同时,还应注意这种润滑油对橡胶密封件有渗透作用,这对于开式的汽车空调系统是重要的,不仅涉及到橡胶密封件,还牵涉到制冷剂的输送软管。

表 1-2 使用 R134a 时需进行的改变

项 目	改 变 情 况
制冷剂	R12→R134a
压缩机油	矿物质油→合成油
管道	O 形密封材料由 NBR→RBR 改变管道接头形状
压缩机	封口材料由 NBR→RBR
维修阀	改变螺孔尺寸
软管	内衬加尼龙层,软管材料由 NBR→CI-HR
冷凝器	改进散热性能
接收器干燥剂	硅胶→沸石
熔化螺栓	停止使用熔化螺栓
安全阀	由 3.14MPa→3.43MPa
压力开关	由 2.65MPa→3.14MPa
膨胀阀	改变流动特性

2) 使用新型的密封圈和密封材料 由于 R134a 能够溶解 NBR (硝丁二烯橡胶),导致其膨胀而引起制冷剂泄漏。因此,在 R134a 空调系统中,必须使用 RBR 的橡胶密封圈。除此之外,用于 R134a 空调系统的 O 形密封圈断面尺寸要比用于 R12 空调系统的大,见表 1-3,其目的是为了增强它的密封性能,并便于识别。

表 1-3 空调系统密封圈规格

使用位置	密封圈尺寸/mm	
	R134a 空调系统	R12 空调系统
液体管道	内径 6.7 断面直径 1.8	内径 6.7 断面直径 1.4
排出管道	内径 10.8 断面直径 2.4	内径 10.8 断面直径 1.8
吸入管道	内径 13.4 断面直径 2.4	内径 13.4 断面直径 1.8

3) 换用排出软管和吸入软管 由于 R134a 对 NBR 橡胶材料软管内层的渗透作用要比 R12 大几倍,如不换用排出和吸入软管,则必定会引起制冷剂供给

不足的故障。表 1-4 所列为 R134a 空调系统软管使用的材料。

表 1-4 软管使用的材料

位置	R134a 空调系统	R12 空调系统
外层	EPDM(乙烯丙烯橡胶)	EPDM(乙烯丙烯橡胶)
增强层	PET(聚乙烯对苯二酸)	PET(聚乙烯对苯二酸)
中间层	CI-HR(氯化异戊二烯橡胶)	NBR(硝丁二烯橡胶)
内层	6-12NY(尼龙)	无
接缝	涂层	无

4) 换用新型干燥剂 R12 空调系统的干燥剂通常使用硅胶。当改用 R134a 时,由于它的极性接近于水的极性,能同水一起被硅胶所吸收,使硅胶吸水能力大幅度下降,水分在膨胀阀等狭小部位产生冰堵,导致制冷不充分,同时还会在空调循环过程中产生腐蚀作用。因此,必须使用比过去用量多得多的干燥剂,才能有效地除去 R134a 空调系统的水分。如果使用新型干燥剂沸石,由于它不吸收 R134a,就不会出现上述问题。

5) 系统匹配 当压缩时的制冷剂温度在高负荷下升高时,R134a 空调系统的压力将比 R12 空调系统高 10%~15%,这将导致系统冷却能力下降和压缩机负载的增大。为解决这一矛盾,R134a 系统采取了以下措施。

①改进磁性离合器性能 由于 R134a 的压力在高温下比 R12 高,压缩机需要用更大的力量来压缩制冷剂。通过增加磁性离合器的传动力矩,可使 R134a 系统使用的压缩机驱动能力得到提高。同时,转子的密封材料也须进行更换,以改善其抗油性能。

②改进冷凝器热辐射的耐压能力 由于高温条件下 R134a 的压力高于 R12,为了得相同的制冷效果,必须改进冷凝器的热辐射性能。为此,对 R134a 空调系统的中冷凝器的散热片高度及管壁厚度等均进行了适当的调整。

③改变压力开关的控制压力值 由于循环过程 R134a 系统的压力较高,因此对冷凝器压力开关的控制压力值也必须做相应改变。原 R12 空调系统为 2.65MPa,而 R134a 空调系统为 3.14MPa。

④改变膨胀阀开阀特性 为了使 R134a 空调系统的制冷能力与 R12 空调系统一样,膨胀阀的开阀特点也应进行相应变动。

⑤改变蒸发器的压力调节器(EPR) 在 R134a 空调系统中,EPR 的橡胶波形管常换成金属波形管。

⑥在结构上尽可能避免不正确的连接和误用制冷

剂 为了避免误用 R12 制冷剂, R134a 系统在设计上使系统管道接头的两端都带有槽, 以有别于 R12 系统, 同时对维修阀的接头也改用弹簧耦合型的快速接头。

⑦防止制冷剂向大气中释放 对于 R12 空调系统, 当压力特别高时, 其配置的熔化螺栓将被熔化, 制冷剂释放到外界大气中, 用这种方法来保护系统。而在 R134a 空调系统中, 则采用一个压力安全阀来取代熔化螺栓。由于安装了此阀, 可以防止制冷剂释放到大气中去。

(3) R134a 空调系统维修注意事项

1) 避免误用不同制冷剂 由于制冷剂 R134a 与 R12 在物理特性上的不同, 两种制冷剂循环系统相关的功能部件及压缩机油各有其特点。因此, 绝对禁止两种制冷剂交换使用, 即使误用很少的量, 也会引起制冷剂沉淀和损坏压缩机。为避免 R134a 系统误用 R12, 或 R12 系统误用 R134a, 在维修时必须掌握系统的识别方法。一般可通过观察贴于汽车空调系统上的警告标识来区别。配置 R134a 的空调系统, 其警告标识通常为“R134a USE ONLY”, 在空调压缩机外壳上通常也贴有“R134a 仅使用 ND8#油”的标识。

2) 正确换用压缩机油 如前所述, R12 空调系统的压力机油不能用于 R134a 系统, 如果将一般的压力机油 (ND6#或 ND7#油) 误用于 R134a 空调系统, 或将 ND8#、ND9#油误用于 R12 系统, 都将导致压缩机损坏, 并使制冷剂变混浊。

由于 R134a 压缩机油极易受潮, 因此, 使用后必须立即将容器盖紧。

为了避免相互污染, 用于 R12 系统的工具, 不能用于 R134a 系统, 两者必须专用。

3) 按规定容量加注压缩机油 压缩机油被溶于制冷剂中并在整个系统中循环, 当空调系统关闭时, 压缩机油就会滞留在系统的各部件上。维修中, 特别是在更换主要部件时, 如果不给系统补充适量的压缩机油, 则会导致润滑不足, 使压缩机出现异常。为了控制压缩机油的油量, 在维修时, 应将压缩机中的剩余油量先排出, 经计量后再决定需补充加注的油量。压缩机规定加注的油量在压缩机外壳标牌上均注明。加注时可参考表 1-5 所示容量进行。

如果在空调系统中加注过量的压缩机油, 会导致制冷能力下降; 如果系统中压缩机油太少则会损坏压缩机。

4) 正确换用密封圈 R12 空调系统和 R134a 空调系统中各管道接头的 O 形密封圈是不能互换的。如果在维修中错误地将 R12 系统的密封圈用于 R134a

系统中, 则会使密封圈起泡、膨胀, 并导致制冷剂外泄。在维修中, 只要对管道系统的部件进行了拆卸, 就必须更换新的密封圈。更换时应十分注意, 不得损失管道, 并严禁水分进入系统, 否则将导致部件内部腐蚀。更换密封圈时, 应在 O 形密封圈上涂抹少量压缩机油。

表 1-5 压缩机油的加注容量

部 件 名 称	需补加润滑油数量/mL	
压缩机	按换下旧压缩机倒出油量再加上 30	
蒸发器	40~60	
储液干燥器	10~30	
冷凝器	无渗漏油迹	10~30
	有渗漏油迹	40~60
软管	无渗漏油迹	可不加
	有渗漏油迹	60
系统漏气	无渗漏油迹	可不加
	有渗漏油迹	60
更换系统全部管部件		120~150

5) 加注制冷剂 对空调系统灌注制冷剂时, 其注入方法可参考如图 1-2 所示的框图进行。

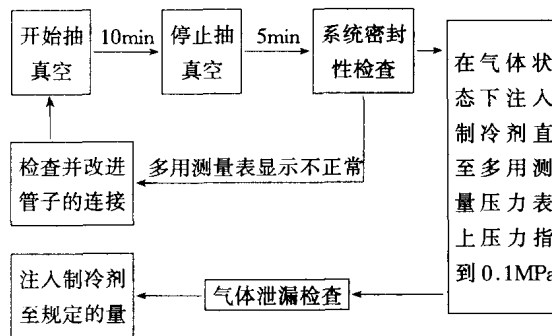


图 1-2 制冷剂的加注方法

注入制冷剂时应注意以下几点:

①抽真空时必须确认高、低压端的快速接头已接通 (A/C) 系统。如果仅有一头接上, 系统另一头与外界相通, 则无法保持真空状态。

②在系统抽完真空后, 应立即关闭多用测量表阀, 然后再关闭真空泵。如果两者关闭顺序颠倒, 会导致管道暂时与外界接通。

③制冷剂注入后, 应按表 1-6 所列状态检查制冷剂注入量。检查时, 高压端压力应在 1.86MPa, 且要通过观察镜检查制冷剂在系统中的流动情况。如

注入量适当,制冷剂在流动中只有极少量的气泡,当逐渐地将发动机由怠速到 1500r/min,气泡完全消失,且制冷剂呈透明状;如果注入过量,则制冷剂流动中完全看不到泡;注入量不足时,制冷剂在流动中会出明显的气泡。

表 1-6 制冷剂注入量检查状态

项 目	状 态
车门	完全打开
温度控制	最大制冷状态
风机转速	高速
循环状态(重复循环/新鲜空气交换)	重复循环
发动机转速/(r/min)	1500
A/C 开关	开

(4) R134a 空调系统故障诊断 对 R134a 空调系统,在发动机预热后,可用多用测量表来检测系统故障。检查是在以下特定条件下进行的:空气入口处的温度为 30~35°C,发动机转速为 1500r/min,风机速度置于“高档”,温度控制置于“最冷”,重复循环/新鲜空气交换置于“重复循环”。

在上述特定条件下,读出多用测量表所示的压力值。当系统正常时,低压端的压力值为 0.15~0.25MPa,高压端的压力值为 1.37~1.57MPa。

如果制冷系统中有水分,则制冷剂低压端压力有时为真空,有时为正常值,而高压端压力有时偏高,有时正常,表现出间歇性制冷的状态,且最终会出现不制冷。这是由于水分在膨胀阀处结冰,导致循环暂时中止,待冰溶化后又恢复正常。排除故障的方法,通常是更换干燥器或通过不停地对系统抽气以消除系统中的水分,然后再注入适量的新制冷剂。

如果系统出现制冷效果不良,则需观察多用测量表上的压力值,此时,高、低压端的压力都偏低(低压为 0.05~0.1MPa,高压为 0.7~1.0MPa);当从观察镜上观察时,制冷剂流动中可见到连续的气泡。导致这种故障的原因,通常是系统中某处发生气体泄漏或制冷剂不足。排除此类故障常用泄漏检查仪检查气体泄漏,如有泄漏应予以排除;若因制冷剂不足则应加入适量的制冷剂。当与测量表连接时,如果压力值接近于零,则应在检查及维修之后,将系统置于真空状态。

如果制冷剂循环不良,制冷效果不佳,且多用测量表高、低压端的压力都偏低(低压端压力为零或真空,高压端的压力为 0.5~0.6MPa),各连接部位的

管子有结霜现象,这大多是接受器中有污垢,阻碍了制冷剂的正常流动。排除的方法是更换接受器。

如果系统的制冷剂不循环、不制冷,且多用测量表低压端压力为零或真空,高压端压力为 0.5~0.6MPa 或极低,膨胀阀或接受器/干燥器前后的管子上结霜,这通常是因制冷剂中有水分或污垢,阻碍制冷剂正常流动,或是膨胀阀热敏管处有气体泄漏,因而阻碍制冷剂流动。排除此故障时,可检查热敏管和蒸发器压力调节器,或通过吹气清除膨胀阀中的污垢;如无效,则应更换膨胀阀和接受器,然后,抽去空气再注入适量的制冷剂,如果气体从热敏管处泄漏,则必须更换膨胀阀。

如果制冷系统制冷不足,当用多用测量表检查时,高、低压端的压力都太高,且在发动机转速下降至怠速时,从观察镜中完全见不到气泡,即是系统中的制冷剂过量,或冷凝器不能充分制冷。排除此故障时,可先清洗冷凝器和检查风扇电动机运转情况,再检查制冷剂量。

如果系统制冷效果不佳,当用多用测量表检查时,高、低压端的压力都太高,触摸低压管道时有发热感,从观察镜中可观察到制冷剂流动时有明显气泡,这表明空气进入制冷系统。排除此故障时,应先检查压缩机油是否不清洁或数量不足;如果确认空气已进入系统,则应抽出空气并注入新制冷剂。

如果系统制冷不良,当用多用测量表检查时,高、低压端压力均太高(低压为 0.3~0.4MPa,高压为 1.95~2.45MPa)且在低压端的管道连接处有大量结霜或结露,这大多是因膨胀阀有故障或热敏管安装不当所致。排除此故障时,应先检查热敏管安装情况;如果该管正常,再检查膨胀阀;如该阀损坏,则应更换。

如果制冷系统不制冷,当用多用测量表检查时,其低压端压力太高(0.4~0.6MPa),而高压端压力过低(0.7~1.0MPa),这表明系统中压缩机内部有泄漏。需修理或更换压缩机。

三、润滑油(冷冻机油)

制冷设备作用的润滑油一般也称为冷冻机油。

润滑油是保证压缩机正常运转的必要条件,保证压缩机正常可靠工作和延长使用寿命。

1. 冷冻机油的作用

(1) 润滑作用 压缩机是高速运动的机器,轴承、活塞、活塞环、连杆曲轴等零件表面需要润滑,以减少阻力和磨损、延长使用寿命、降低功耗、提高制冷系数。

(2) 密封作用 汽车使用的压缩机，都为半封闭式，在压缩机输入轴承需油封来密封，防止制冷剂泄漏，有润滑油，油封才起密封作用。同时，活塞环上的润滑油，不仅起减摩作用，而且起密封的作用。

(3) 冷却作用 运动的摩擦表面，产生高温，需要用冷冻油来冷却。冷冻油冷却不足，会引起压缩机温度过热，排气压力过高，降低制冷效率，甚至烧坏压缩机。

2. 冷冻机油的选用

选择冷冻机油时，要充分考虑空调压缩机内部润滑油的工作状态，如吸、排气温度等。在实际选用时，对于汽车空调使用的冷冻油，一般用国产冷冻油 18 号或 25 号，进口冷冻油一般使用 SUNISO3 ~ 5GS。其性能分别见表 1-7 和表 1-8。

表 1-7 国产冷冻油

牌号	13 号	18 号	25 号	30 号
技术参数				
运动粘度 50℃/ (m ² /s)	(11.5~14.5) × 10 ⁻⁶	>18 × 10 ⁻⁶	>25.4 × 10 ⁻⁶	<30 × 10 ⁻⁶
凝固点/℃	< -40	< -40	< -40	< -40
开口闪点/℃	<160	<160	<170	<180
酸值/[mg/(KOH/g)]	<0.14	<0.03	<0.02	<0.01
灰分(%)	<0.012			
机械杂质(%)	无	无	无	无
水分(%)	无	无	无	无

表 1-8 SUNISO 冷冻油

序号	SUNISO3GS	SUNISO4GS	SUNISO5GS
技术参数			
粘度(SUS/37.8℃)	150~160	280~300	510~520
粘度(SUS/98.9℃)	40~42	44~47	51~54
相对密度(15℃/4℃)	0.9155	0.9213	0.9278
引火点/℃	172	181	196
发火点/℃	188	200	
流动点/℃	-45	-37.8	-30
絮状凝固点/℃	-56.7	-51.1	-45.6
含硫量(%)	0.05	0.06	0.07
含水量(%)	0.002 以下	0.002 以下	0.002 以下
绝缘耐压/kV	45	45	45

3. 使用冷冻油注意事项

(1) 不同牌号冷冻油不能混合使用，否则会引起

变质。

(2) 冷冻油极易吸水，所以使用后的冷冻油瓶应该马上拧紧。

(3) 不能使用变质的冷冻油。

冷冻油变质的原因是多方面的，归结起来有如下几方面：

1) 混入水分，并在氧气作用下，会生成一种油酸性质的酸性物质，腐蚀金属零部件。这种油酸物质是絮状物质。

2) 高温氧化。当压缩温度过高时，油被氧化分解而炭化变黑。

3) 不同牌号的油混合使用时，由于不同牌号的冷冻油所加的抗氧化剂不同而产生化学反应，引起变质，破坏了各自的冷冻油。

变质油的简单检查方法是：将冷冻油滴一点到吸水性好的白纸上，过一段时间后，若油滴中央部分有黑色斑点，则说明这种油已经变质，不能使用，必须经过重新提炼后方能使用。没有变质的油（没有黑色斑点），重新使用时，必须通过过滤及用分子筛吸水后方可。

(4) 冷冻油是不制冷的，还会妨碍热交换器的换热效果，所以，只允许加到规定的用量，绝不允许过量使用，以免降低制冷量。

4. 冷冻润滑油质量检查

冷冻润滑油的质量，可以通过化学和物理分析检验质量好坏。在使用过程中，还可以从外观的颜色、气味直观地判断出质量好坏。常用的方法有滴纸法和对比法。

(1) 滴纸法 将待查的冷冻润滑油取出一滴，滴在一张干净的白纸上，片刻后观察油滴的颜色，若其颜色很浅，且分布均匀，则表明油内无杂质，可以使用。

(2) 对比法 取干净标准的冷冻润滑油放入一试管内作为标准油，再把需待查的油取出并放入同样大小的试管内进行比较，若被检查油的颜色为浅黄色或桔黄色，则还可使用；若已变成红褐色的混浊液，则不能继续使用。

上述两种方法可观察到冷冻润滑油中是否混入了较多的水分和杂质，但不能确切地掌握润滑油变质的程度和原因。因此，要准确判断润滑油的质量，必须对它进行定性和定量分析，定期抽样化验分析。

5. 与 R134a 匹配的冷冻润滑油

制冷剂 R12 以矿物油作为润滑剂，但矿物油与 R134a 不相溶，目前能与 R134a 相溶的润滑油只有聚羟基乙二醇（PAG）和聚脂油（ESTER）两类。