



“十四五”职业教育国家规划教材

国家职业教育专业教学资源库配套教材
“互联网+”新形态立体化教材·汽车类专业系列教材

王爱国 总主编

汽车空调 结构原理与检修

葛胜升 龙志军 游志平 主 编

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车空调结构原理与检修 / 葛胜升, 龙志军, 游志平主编. — 北京: 中国科学技术出版社, 2023.11
互联网 + 新形态立体化教材. 汽车类专业系列教材 / 王爱国主编
ISBN 978-7-5236-0349-9
I. ①汽… II. ①葛… ②龙… ③游… III. ①汽车空调—构造—高等教育—教材 ②汽车空调—检修—高等教育—教材 IV. ① U463.850.3 ② U472.41
中国国家版本馆 CIP 数据核字 (2023) 第 219989 号

策划编辑	王晓义
责任编辑	王 颖
封面设计	唐韵文化
正文设计	梧桐影
责任校对	吕传新
责任印制	徐 飞

出 版	中国科学技术出版社
发 行	中国科学技术出版社有限公司发行部
地 址	北京市海淀区中关村南大街 16 号
邮 编	100081
发行电话	010-62173865
传 真	010-62173081
网 址	http://www.cspbooks.com.cn

开 本	787mm × 1092mm 1/16
字 数	352 千字
印 张	17
版 次	2023 年 11 月第 1 版
印 次	2023 年 11 月第 1 次印刷
印 刷	北京荣玉印刷有限公司
书 号	ISBN 978-7-5236-0349-9 / U · 105
定 价	49.80 元

(凡购买本社图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换)

前言 | FOREWORD

我国国民生活水平日益提高，汽车产销量连续十年蝉联全球第一。国内汽车保有量的急剧增长，使得汽车空调维修行业有了良好的市场前景。目前，我国汽车空调维修从业人员操作不规范、安全环保意识较弱、能力水平参差不齐，因此合格的汽车空调维修技术技能型人才相当紧缺。2019年4月，教育部、国家发展改革委等四部门联合印发《关于在院校实施“学历证书+若干职业技能等级证书”制度试点方案》，其中“1+X”证书制度“汽车专业领域”职业技能等级中涵盖了“汽车电子电气与空调舒适系统技术”模块标准。

为贯彻“1+X”证书制度相关精神，及时反映汽车空调领域产业升级的新技术、新工艺、新规范，我们延请国内汽车空调技术及职业教育领域的专家和学者，基于汽车空调维修典型工作任务，优化教学内容，编撰了面向职业院校的新形态一体化教材——《汽车空调结构原理与检修》。从内容体例上，本教材分为“汽车空调系统检查保养”“汽车空调制冷系统部件检修”“汽车空调暖风系统构造与检修”“汽车空调通风系统构造与检修”“汽车空调电气系统检测维修”“汽车空调系统性能诊断分析”六个项目，在博采众长的基础上，力求达成以下目标。

1. 以新形态“互联网+课程”为载体，提供“线上+线下”混合式教学模式

本教材为国家级职业教育“汽车车身维修技术”（专业目录更名为“汽车检测与维修技术”）专业教学资源库配套教材，配套有微课、动画、技能训练操作等视频资源以及全套文本资源包（课程标准、电子课件、试题等），学习者可以登录国家级职业教育专业教学资源库课程平台学习，也可以身处汽车空调检修第一线体验“线上+线下”混合式教学模式，实现移动化、碎片化和终身化学习的目标。

2. 基于典型工作任务，体现职业教育特色

本书重构了汽车空调结构原理与检修课程体系，每个项目按照具体的工作内容分为若干个学习“任务”，强化工学结合、理实一体，实施案例教学、情景教学等行动导向教学。以学生为中心，教师是组织者、引导者。

3. 以能力为本位，对接“1+X”证书制度职业技能等级标准

编者通过参阅“1+X”证书制度“汽车专业领域”职业技能等级“汽车电子电气与空调舒适系统技术”模块标准，有针对性地调整了本课程的任务，其中项目一为初级等级标准，项目二至项目六为中级等级标准，学习者可根据自己需要选择学习。教材将“1+X”评分表直接设计在任务当中，落实“课证融

通”，增加了大量的岗位所需基础知识点（如汽车继电器简易检测装置、冷冻机油的补充和更换等）和新技术发展方向的知识点（如电动汽车压缩机、企业维修信息系统等）。

4. 以课程思政育人为根本，贯彻党的二十大精神

编者深入挖掘课程思政元素，落实课程思政要求，贯彻党的二十大精神，把劳动精神、工匠精神、劳模精神等育人新要求贯穿整个教学过程，做好课程思政的系统设计（如全程贯穿“6S”文化育人和劳动教育，弘扬劳动精神，加强完整人的培养；强化节能环保意识，有机融入习近平新时代中国特色社会主义思想指引下的绿色发展理念；引入劳模精神等案例，激发爱国情怀，融入精益求精的工匠精神），实现润物无声的育人效果，实现了思想政治教育与技术技能培养融合统一，全面推进“三全育人”。

本书内容全面，通俗易懂，所选择的工作任务与企业岗位需求紧密结合，既能满足高职院校汽车专业“理实一体化”教学需要，也可以作为企业培训用书。

由于编者水平和经验有限，书中难免存在不妥和错误之处，敬请广大读者批评指正。此外，编者还为广大一线教师提供了服务于本书的教学资源库，有需要者可致电 13810412048 或发邮件至 2393867076@qq.com。

编 者

2023 年 6 月

目录 | CONTENTS

 项目一 汽车空调系统检查保养	1
任务一 汽车空调系统认知	2
学习目标	2
任务引入	2
任务分析	3
一、汽车空调的发展	3
二、汽车空调的功能	4
三、汽车空调的组成	5
四、汽车空调的分类	6
五、汽车空调制冷原理	7
六、汽车空调制冷系统的组成	8
七、汽车空调的制冷循环过程	10
任务实施	11
任务评价	13
任务拓展	14
中国汽车空调的发展史——爱国情怀	14
思考练习	15
任务二 汽车空调制冷系统专用工具的使用	17
学习目标	17
任务引入	17
任务分析	17
一、温度计	17
二、风速计	18
三、压力表	18
四、连接管	21
五、转换接头	21
六、开启阀	22
七、真空泵与抽真空、打气两用泵	23



八、电子检漏仪	24
九、荧光检漏仪	25
十、力矩扳手	27
十一、维修阀	27
十二、制冷剂鉴别仪	28
十三、专用成套维修工具	32
十四、制冷剂回收加注机	32
十五、简易充注制冷剂工具	38
任务实施	39
任务评价	40
任务拓展	42
汽车空调制冷剂的选用——绿色环保	42
思考练习	42
任务三 汽车空调制冷系统检漏	44
学习目标	44
任务引入	44
任务分析	44
一、确认汽车空调制冷剂是否泄漏	44
二、汽车空调制冷剂检漏方法	47
任务实施	51
任务评价	51
任务拓展	53
张永忠：从木工岗位走出来的汽修“老中医”——大国工匠	53
思考练习	54
任务四 汽车空调制冷系统抽真空和加注制冷剂	56
学习目标	56
任务引入	56
任务分析	57
一、制冷剂和冷冻润滑油	57
二、抽真空的工具、仪表的连接	59
三、抽真空的方法和步骤	60

四、掌握汽车空调加注制冷剂与回收制冷剂的方法	60
任务实施	63
任务评价	64
任务拓展	66
活动策划：坚持生命至上 牢守安全底线	66
思考练习	67

项目二 汽车空调制冷系统部件检修 69

任务一 空调压缩机检测维修 70

学习目标	70
任务引入	70
任务分析	70
一、压缩机的作用	70
二、电磁离合器	71
三、压缩机的分类及工作原理	72
任务实施	76
任务评价	82
任务拓展	85
电动汽车压缩机——绿色环保	85
思考练习	86

任务二 蒸发器和冷凝器检测维修 88

学习目标	88
任务引入	88
任务分析	88
一、冷凝器	88
二、蒸发器	90
任务实施	91
任务评价	93
任务拓展	96
情景故事——“6S”管理，培养“完整人”	96



思考练习	97
------	----

任务三 节流装置检测维修 98

学习目标	98
任务引入	98
任务分析	98
一、膨胀阀的作用	98
二、膨胀阀的结构及工作原理	99
三、节流膨胀管	100
任务实施	101
任务评价	105
任务拓展	107
从节流膨胀装置区分空调制冷系统——品质控制	107
思考练习	108

任务四 储液干燥器检测维修 110

学习目标	110
任务引入	110
任务分析	110
一、储液干燥器	110
二、集液干燥器	114
三、汽车空调储液干燥器和集液干燥器的日常维护	115
任务实施	115
任务评价	117
任务拓展	119
拓展活动：冷冻机油的补充和更换——操作规范	119
思考练习	122

项目三 汽车空调暖风系统构造与检修 123

任务一 汽车空调暖风系统拆装 124

学习目标	124
------	-----

任务引入	124
任务分析	124
一、汽车供暖系统的分类	124
二、水暖式供暖系统的结构及工作原理	125
任务实施	127
任务评价	130
任务拓展	133
冬天汽车开暖风费油吗——高效节能	133
思考练习	134

任务二 汽车空调暖风系统检修 135

学习目标	135
任务引入	135
任务分析	135
一、水暖式空调系统的主要部件	135
二、水暖式供暖系统的优缺点	137
三、大型客车的供暖系统	137
任务实施	141
任务评价	143
任务拓展	145
“汽车医生”精准把脉车辆安全——精益求精	145
思考练习	145

项目四 汽车空调通风系统构造与检修 147

任务一 汽车空调通风系统拆装 148

学习目标	148
任务引入	148
任务分析	148
一、汽车空调的通风方式	148
二、汽车空调的空气调节方式	149
三、汽车空调的配气控制系统的组成	151



四、汽车空调的空气净化系统	152
任务实施	153
任务评价	155
任务拓展	157
发展新能源汽车，走汽车强国之路——绿色发展	157
思考练习	158

任务二 汽车空调通风系统检修 159

学习目标	159
任务引入	159
任务分析	159
一、电控气动控制系统	159
二、全自动控制系统	163
三、微型计算机控制系统	164
任务实施	166
任务评价	167
任务拓展	170
“职业精神”的实践内涵	170
思考练习	171

项目五 汽车空调电气系统检测维修 173

任务一 汽车手动空调电气系统检测维修 174

学习目标	174
任务引入	174
任务分析	174
一、汽车空调电路的种类和特点	174
二、手动空调电路分析	177
三、手动空调电路的常见故障及排除	183
任务实施	184
任务评价	186

任务拓展	188
汽车继电器简易检测装置——创新精神	188
思考练习	189
任务二 汽车自动空调电气系统检测维修	191
学习目标	191
任务引入	191
任务分析	191
一、自动空调控制电路的结构	191
二、自动空调控制电路的原理	192
三、自动空调电子控制系统的主要器件	194
任务实施	201
任务评价	205
任务拓展	207
高级汽车维修技术人员的锐变——勇于奋斗	207
思考练习	208
知识链接	210

项目六 汽车空调系统性能诊断分析 **215**

任务一 汽车空调系统性能的传统诊断分析	216
学习目标	216
任务引入	216
任务分析	216
一、汽车空调系统性能传统检测手段	216
二、汽车空调制冷系统故障及检修思路	222
任务实施	226
任务评价	228
任务拓展	231
汽车空调维修口诀——勤于总结，善于思考	231
思考练习	232

任务二 微型计算机控制的汽车空调系统性能诊断分析 234

学习目标	234
任务引入	234
任务分析	234
一、自诊断系统及故障诊断仪	235
二、微型计算机控制的汽车空调系统的检修思路和方法	246
任务实施	248
任务评价	250
任务拓展	254
企业维修信息系统——精益求精	254
思考练习	254

参考文献

256

项目一

汽车空调系统检查保养

任务一

汽车空调系统认知

学习目标

● 知识目标

1. 掌握汽车空调的发展、功能及其组成。
2. 了解汽车空调的分类。
3. 理解汽车空调制冷原理。
4. 熟悉汽车空调系统各组成的基本结构图。

● 能力目标

1. 能认知汽车空调系统组成。
2. 能认知汽车空调制冷系统、暖风系统、通风和配气系统结构。

● 素质目标

1. 培养爱国情怀。
2. 培养安全操作意识，养成良好的职业习惯。
3. 培养学生团队协作意识、做事追求精益求精的工匠精神。

任务引入

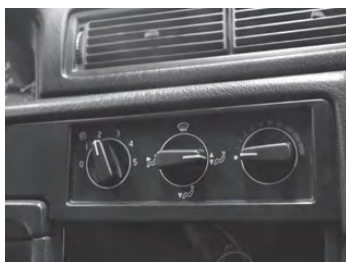
当我们打开汽车引擎盖观察汽车空调时，首先看到的是一些管道和通过这些管道连接起来的部件（如压缩机、冷凝器等），这就是制冷系统部件的一部分（由于安装位置的原因，还有一部分部件我们看不到）。我们要检修汽车空调，首先要熟悉汽车空调制冷系统的完整结构，并理解其作用、原理。本任务就是系统学习这方面的知识和技能。

任务分析

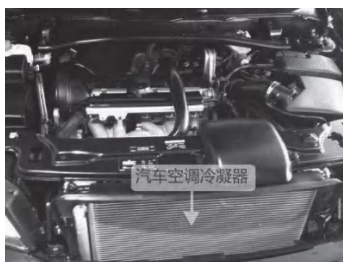


一、汽车空调的发展

1886年由德国人卡尔·本茨发明了第一台汽车，但第一台汽车空调装置在20世纪20年代才出现。汽车空调技术是随着汽车的普及而发展起来的，分为五个阶段，如图1-1所示。



单一取暖型



单一冷气型



冷暖一体化



自动控制的汽车空调



微型计算机控制的汽车空调

图 1-1 汽车空调的发展

1. 第一阶段：单一取暖

1925年首先在美国出现利用汽车冷却水通过加热器加热取暖，到1927年发展为具有加热器、风机和空气滤清器的供热系统。该系统在欧洲1948年才出现，而日本则从1954年才开始使用。目前，寒冷的北欧，汽车空调仍是单一的供热系统。

2. 第二阶段：单一冷气

1932年，美国通用汽车帕克公司（Packard）在轿车上安装机械制冷降温的空调器，而欧洲和日本1957年才出现加装这种单一冷气的轿车。目前，在热带和亚热带地区，汽车空调仍然使用单一制冷系统。

3. 第三阶段：冷暖一体化

冷、暖空调共用一个鼓风机和一套统一的操纵机构，具有制冷、除湿、通风、过滤、除霜等功能。1954年美国通用公司先在纳什（Nash）轿车上安装使用冷暖一体化空调，目前仍大量用于中、低档汽车上，如桑塔纳2000、奥迪100等。

4. 第四阶段：自动控制的汽车空调

只需预先设定温度便能自动在设定的温度范围内运行，机器根据传感器检测车的内外温度，自动指挥空调器各部件工作。1964年美国通用汽车公司研制成功自动控制汽车空调并用在凯迪拉克（Cadillac）轿车上，主要用在中高级轿车和高级大客车上，如皇冠3.0、奔驰380等。

5. 第五阶段：微型计算机控制的汽车空调

由微型计算机按照车的内外环境所需，通过微调化，实现汽车运行与空调运行的相关统一。提高制冷效果，节约燃料。1973年，通用与五十铃联合研制微型计算机控制的汽车空调，1997年安装到各自的汽车上，主要用在豪华汽车上，如林肯、别克、雷克萨斯等。

二、汽车空调的功能

1. 人体对空气环境的要求

（1）温度

在夏季，人体感到最舒适的温度是20~28℃。超过29℃，人体就会觉得燥热，温度越高，越觉得头昏脑涨，精神集中不起来，思维迟钝，容易造成交通事故。超过40℃，即为有害温度，会对人体健康造成损害。

在冬季，人体感到最舒适的温度是16~18℃。低于12℃，人体就会感到“冷”。温度越低，越觉得手脚动作僵硬，不能灵活操作机件。当温度降到0℃时，会导致冻伤。另外，由于血液循环的缘故，人体面部需求的温度比足部低，即要求“头凉足暖”，温差为2~5℃。

（2）湿度

湿度的指标用相对湿度来表示。人体感觉最舒适的相对湿度，夏季为50%~60%，冬季则为40%~50%。在这种湿度环境中，人会觉得心情舒畅。湿度过低（干燥），人的皮肤会痒，这是因为皮肤表面和衣服摩擦产生静电的缘故；湿度过高（潮湿），人会觉得憋闷，这是由于人体皮肤的水分蒸发不出来，干扰了正常的新陈代谢过程。

（3）风速

人在微微流动的空气中比在静止的空气中要舒适，这是因为流动的空气能促进人体散热。一般情况下，空气流速应在0.3m/s以下为好。

（4）洁净度

为防止缺氧，产生疲劳、恶心和头痛，车内每位乘客所需新鲜空气量应为10m³/h以上，二氧化碳浓度应保持在0.1%以下。空气净化装置能清除进入车内的灰尘、异味和微粒等。

2. 汽车空调的功能

汽车空调的功能主要包括以下几个方面。

①温度调节：人体感觉最舒适的温度在冬季为 16~18℃，在夏季为 20~28℃。

②湿度调节：空气的湿度是指空气中水蒸气的含量，一般用百分数表示。人体感觉到最舒适的空气湿度在夏季为 50%~60%，在冬季为 40%~50%。

③空气流动速度调节：空气流动速度和方向对人体舒适性影响很大。

④空气洁净度调节：汽车门窗长时间关闭，车内充满了人呼出的二氧化碳及身体排出的各种异味，影响了空气洁净与乘坐舒适性，必须将这些气味除去。

综上所述，汽车空调通过对车厢内空气的温度、湿度、风速和清洁度等进行调节，使驾乘人员感到舒适，减轻驾驶员的疲劳感，同时预防或去除风窗玻璃上的雾、霜和冰雪，保证驾驶员的视野，提高行车的安全性。

三、汽车空调的组成

汽车空调系统主要由制冷装置、暖风装置、通风装置、空气净化装置和控制装置等部分组成，如图 1-2 所示。

1. 制冷装置

对车内或吸进来的新鲜空气进行冷却或除湿。

2. 暖风装置

加热车内或吸进来的新鲜空气，使车内升温、除霜、除雾。大多数轿车采用发动机冷却液的余热作为取暖的热源。

3. 通风装置

把车外的新鲜空气吸进车内进行换气并通风。同时，通风对防止车窗起雾也起到良好的作用。

4. 空气净化装置

除去车内存在的灰尘与气味，使空气净化。

5. 控制装置

对制冷装置和暖风装置的温度与压力进行控制，同时对车内空气的温度、风量、流向进行控制，保证空调系统的正常工作。

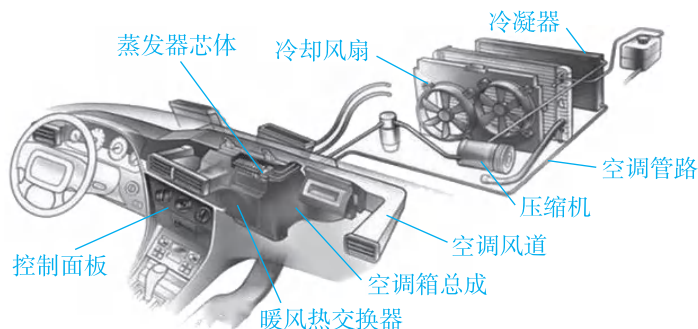


图 1-2 汽车空调系统的组成

四、汽车空调的分类

汽车空调的常用分类详见表 1-1。

表 1-1 汽车空调的常用分类

分类方法	分类结果	说明
按驱动方式分类	非独立式汽车空调系统	空调制冷压缩机由汽车本身的发动机驱动。汽车发动机的工况对制冷能力的影响较大，发动机低转速时容易出现制冷量不足，而在高转速时制冷量过剩（并且消耗功率较大，影响发动机动力性能）。这种类型的汽车空调系统一般多用于制冷量相对较小的轿车、商务车等乘用车
	独立式汽车空调系统	专用一台发动机（副发动机）驱动压缩机，制冷量大，工作稳定，但成本高，体积及重量大，多用于大、中型客车。 独立式空调能单独运行，与主发动机动力部分不会发生冲突
按结构形式分类	整体式空调	将副发动机、压缩机、冷凝器、蒸发器通过皮带、管道连接成一个整体，安装在一个专门的机架上，构成一个独立的总成，由副发动机带动，通过送风管道将冷风送入车内
	分体式空调	将压缩机、冷凝器、蒸发器以及独立式空调副发动机部分或全部分开布置，用管道连成一个完整的制冷系统
	分散式空调	将压缩机、冷凝器、蒸发器等各部件分散安装在汽车各个部位，并用管道相连接。轿车、中小型客车及货车都采用这种形式
按控制方式分类	手动式空调	通过控制板上的功能键对温度、风速、风向进行控制
	全自动调节式空调	利用计算比较电路，通过传感器检测到的信号及设置的信号控制调节机构工作，自动调节温度、风量等
	微机控制的全自动调节空调	以微机为控制中心，实现对车内空气环境进行全方位、多功能的自动控制 and 调节
按空调性能分类	冷暖分开型	将制冷、供暖、通风系统各自安装，独立控制，互不干涉。这类空调占用空间较多，主要用于早期的汽车空调
	冷暖一体型	制冷、供暖、通风系统共用鼓风机和通道，在同一控制板上进行控制，在结构形式上是一体的，但制冷和采暖的功能仍然是分开的，不能同时工作
	全功能型	集制冷、除湿、采暖、通风、净化功能于一体，能自动调节空气的相对湿度
按送风方式分类	直吹式	冷气或暖气直接从空调器送风面板吹出。其结构简单，阻力损失小，但送风均匀性差。常用于一般低档轿车、中小型客车及货车
	风道式	用风机将空调器处理后的空气经过塑料风道，再由车厢顶部和座位下的各出风口、风阀送到车内。该方式送风均匀，但结构较复杂，风道阻力增加，风机的功耗增大，主要用于大型客车

续表

分类方法	分类结果	说明
按温度可调节区域分类	单区空调系统	通过温度调节使整个车内保持一个合适温度
	双区空调系统	通过两个温度面板单独控制驾驶员侧和副驾驶侧的温度
	四区空调系统	对左前、右前、左后、右后四个区域进行单独的温度调节。一般只有自动空调可以进行分区温度调节



五、汽车空调制冷原理

1. 制冷基本原理

(1) 物态变化

自然界中，物质的状态通常可分为固态、液态、气态。这三种状态在一定的条件下可相互转化并同时伴随着热量转移（产生吸热和放热现象），如图 1-3 所示。

(2) 汽车空调制冷原理

汽车空调的制冷系统内部充注了一种叫作制冷剂（也叫冷媒）的物质，空调器做制冷运行时，使低温低压的液态制冷剂在蒸发器中蒸发（汽化），吸收周围空间的热量，使周围空间温度下降，冷空气被鼓风机沿各风道送到车内，从而实现了车内的制冷。同时，气态制冷剂在冷凝器中液化放热，通过散热风扇将热量排出车外。

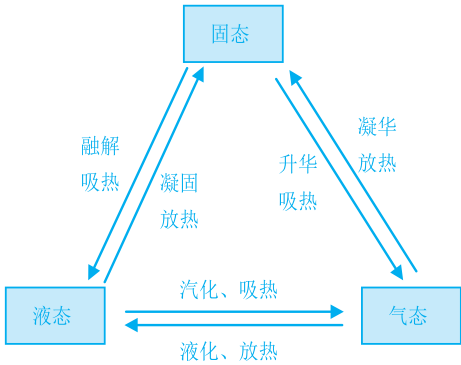


图 1-3 物态变化及相关能量转移

2. 制冷的相关概念

(1) 饱和温度和饱和压力

汽化有蒸发和沸腾两种形式。蒸发是在液体表面进行的汽化现象，可以在任何温度和压强下发生。沸腾是在液体内部和表面同时发生的剧烈汽化，沸腾时的温度叫饱和温度或沸点，此时液体表面的压强在制冷领域被俗称为饱和压力。当压强固定时，一种液体只有一个固定的饱和温度（例如，水在一个大气压下，饱和温度是 100℃），压强增大，饱和温度升高，反之减小。同一压强下，不同成分液体的饱和温度不同。

(2) 蒸发温度和蒸发压力

在制冷领域,往往把沸腾称为蒸发,把内部发生了蒸发现象的容器叫蒸发器,把饱和温度(沸点)、饱和压力(沸腾时的压力)称为蒸发温度和蒸发压力。制冷系统可以通过调节蒸发压力来调节蒸发温度。

(3) 临界温度和临界压力

使气体液化有降低温度和增大压力两种方法。当气体的温度高于某一定值时,无论压力增大到什么程度,都不能使气体液化,这个定值称为临界温度。在临界温度下,使气体液化所需的最小压力称为临界压力。所以,要使气体液化,气体的温度必须低于临界温度。

(4) 制冷常用的压力单位

制冷领域一般都将压强称为压力。常用的压力单位有兆帕(MPa)、千克/厘米²(kg/cm²)、巴(bar)、磅/英寸²(psi)、标准大气压(ATM),维修空调的压力表刻度盘上也有多种单位的刻度线,所以,需要知道这些单位的换算关系:

$$1\text{bar}=1\text{ATM}=1\text{kg/cm}^2=0.1\text{MPa}=14.70\text{psi}$$

$$1\text{MPa}=1000\text{kPa}(\text{千帕})=10\text{kg/cm}^2$$

0.1MPa 或 1kg/cm² 相当于 10 米水柱的压力。

(5) 冷凝和冷凝器

在制冷领域,把气体液化(冷凝放热)的过程叫冷凝,把内部发生了冷凝现象的容器叫冷凝器。

(6) 节流及节流元件

由于蒸发压力越小,蒸发温度也就越低,所以需要把从冷凝器出来的中温高压液态制冷剂减压后送入蒸发器,获得所需的蒸发温度。该减压过程是通过节流来实现的。所谓节流,就是一定压力的流体在管道内流动时,若管道的某处内径突然明显变小,流体通过后,出现压力减小的现象。

实现节流作用的元件叫节流元件,其作用是节流降压、调节流量,防止液击和异常过热发生。汽车空调的节流元件一般有膨胀阀和节流管。

(7) 显热和潜热

物体吸收或放出热量,温度也随之升高或降低,但状态不变,这种方式传递的热量叫显热。显热可以用温度计测量出来,例如,把 0℃ 的水加热到 100℃,水吸收的热就是显热。

物体的温度不变但状态发生变化时,吸收或放出的热称为潜热。潜热用温度计测量不出来,例如,100℃ 的水变成 100℃ 的水蒸气,吸收的热就是潜热,它无法直接测量。



六、汽车空调制冷系统的组成

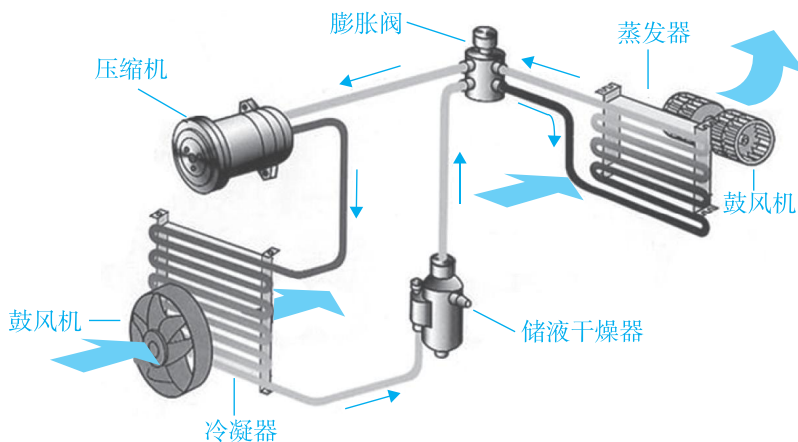
根据节流的方式,可将制冷系统分为采用膨胀阀节流的制冷系统和采用节流膨胀管(简称节流管)节流的制冷系统。

1. 采用膨胀阀节流的制冷系统

采用膨胀阀节流的制冷系统由压缩机、冷凝器、储液干燥器、膨胀阀、蒸发器、鼓风机、风道等组成。各部件由下列三种管道连接制冷系统。

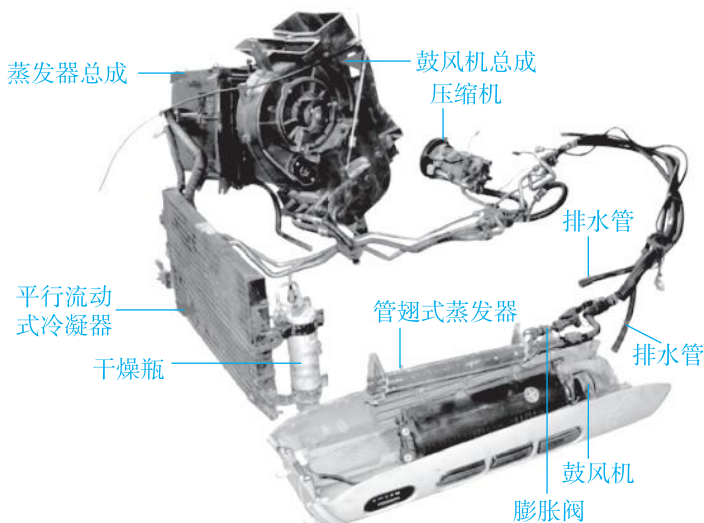
- ①高压管道：用于连接压缩机排气管和冷凝器。
- ②液体管路：用于连接冷凝器和蒸发器。
- ③回气管路：用于连接蒸发器和压缩机吸气管。

各部件由专用管道连接成一个密闭的整体，内部充有一定质量的制冷剂（注意：制冷剂是人工合成的一种比较容易发生液态与气态之间相互转换的物质，专用于制冷工程）。各部件的连接关系如图 1-4 所示（建议将结构示意图和结构实物图结合起来阅读）。



(a) 结构示意图

（注意：图中细箭头方向为制冷工作时制冷剂的流向，粗箭头方向为制冷工作时空气的流向）



(b) 结构实物图

图 1-4 采用膨胀阀的制冷系统的基本组成

2. 采用节流管节流的制冷系统

采用节流管节流的制冷系统采用节流管代替膨胀阀。由于节流器件不同，所以需要集液干燥器代替储液干燥器。集液干燥器的结构和在空调系统中的安装位置与储液干燥器不同，如图 1-5 所示。

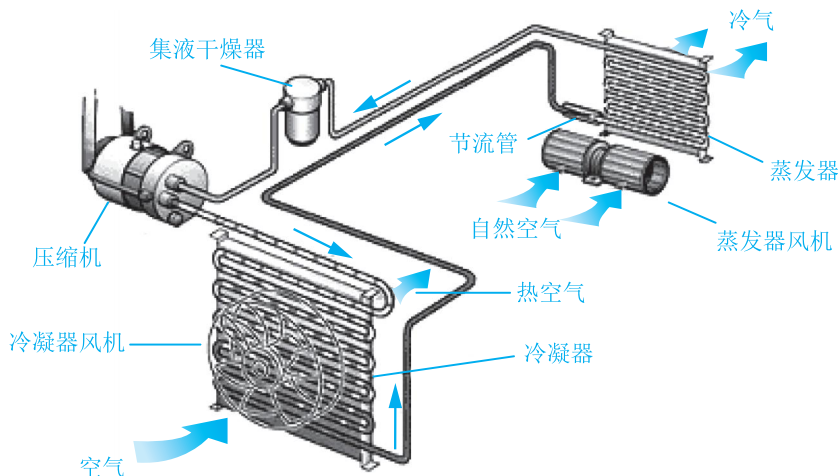


图 1-5 采用节流管的空调系统的基本组成
(较细箭头为制冷时制冷剂的流向, 较粗箭头为制冷运行时空气的流向)

七、汽车空调的制冷循环过程

对于采用膨胀阀节流的制冷系统，汽车空调制冷运行时，制冷剂在制冷系统内依次流过各器件，并周期性地循环流动，实现制冷。制冷系统各部件的连接关系以及制冷剂循环流动过程的状态变化和特点如图 1-6 所示。

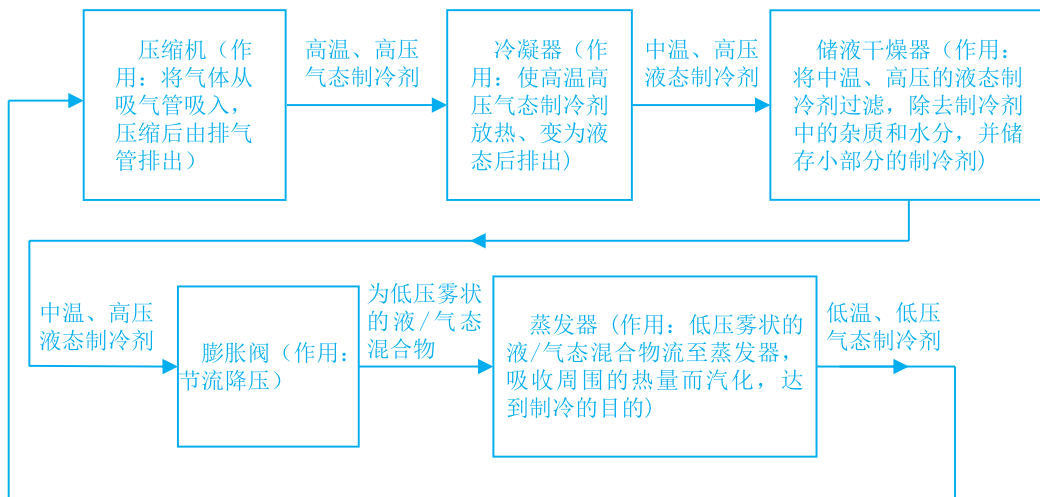


图 1-6 采用膨胀阀节流的制冷运行时制冷剂的循环流动与状态循环变化示意图

对于采用节流管节流的制冷系统，其制冷循环过程如图 1-7 所示。

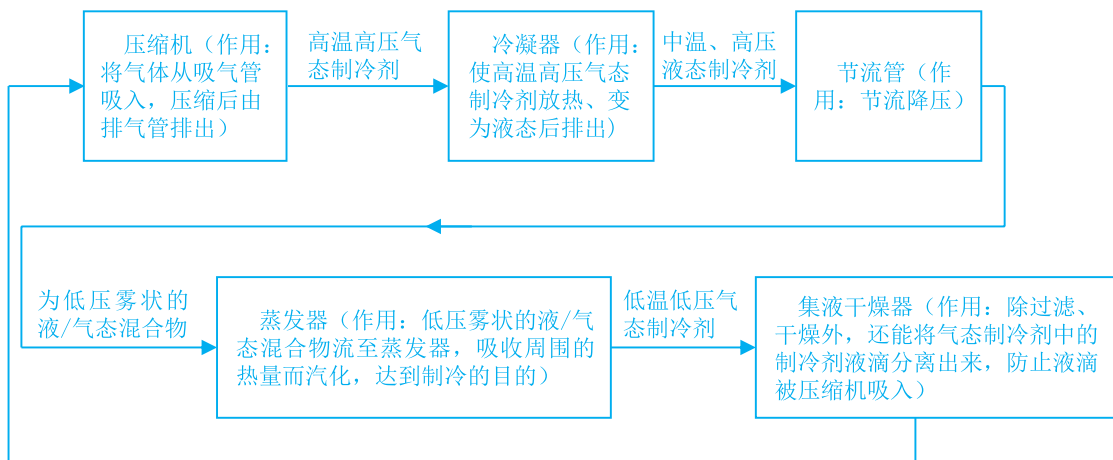


图 1-7 采用节流管制冷运行时制冷剂的循环流动与状态循环变化示意图

任务实施

一、认知制冷系统

结合实际汽车空调台架或实车，认知汽车空调制冷系统的压缩机、冷凝器、储液干燥器、膨胀阀、蒸发器等组成，并能够说明汽车空调制冷系统的工作原理（制冷循环），即压缩、冷凝、膨胀、蒸发四个过程完成一个循环，如图 1-8 所示。

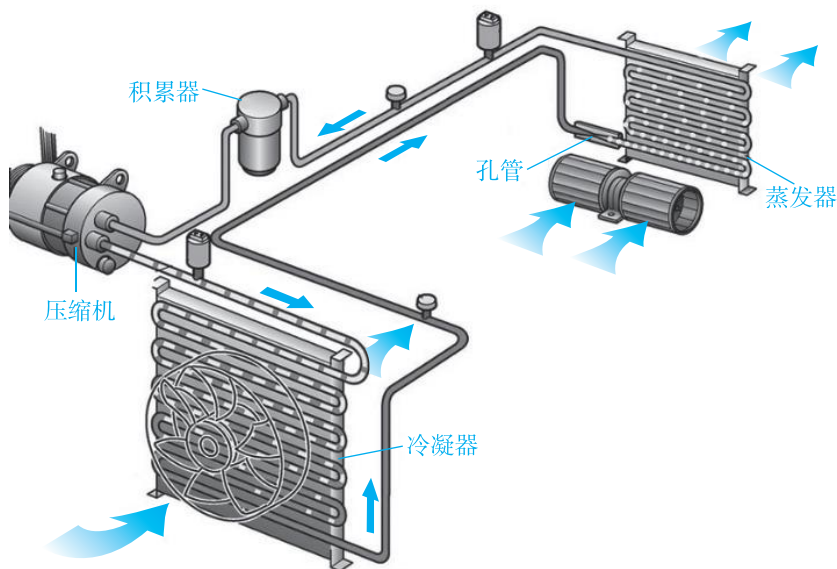


图 1-8 汽车空调制冷系统示意图

二、认知暖风系统

结合实际汽车空调台架或实车，认知汽车空调暖风系统的水阀、加热器软管、加热器芯和鼓风机等组成。并能够说明汽车空调暖风系统的工作原理，如图 1-9 所示。

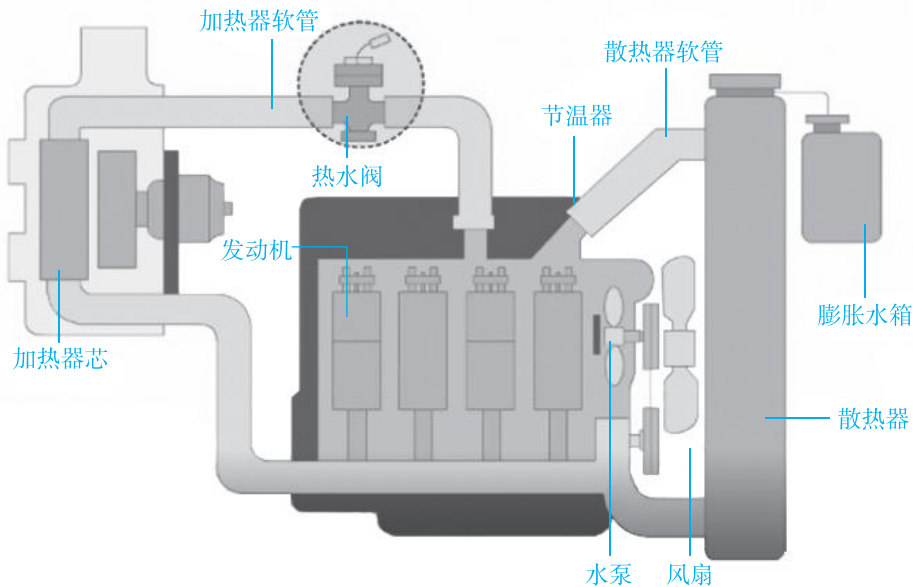


图 1-9 汽车空调暖风系统示意图

三、认知通风和配气系统

结合实际汽车空调台架或实车，认知汽车空调通风和配气系统，并能够说明汽车空调通风和配气系统的工作原理，如图 1-10 所示。

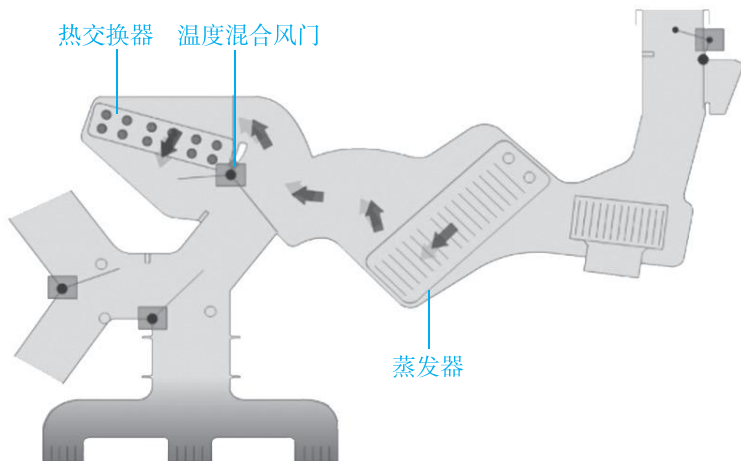


图 1-10 汽车空调通风与配气系统示意图

任务评价

汽车运用与维修“1+X”证书制度职业技能等级标准
 “汽车电子电气与空调舒适系统技术”模块（初级）——工作任务“空调系统检查保养”
 “制冷系统检查保养”子任务考核评价表（1）——汽车空调系统认知

评分项	得分条件	评分标准	配分	得分
情意面 (作业安全) (职业操守)	1. 能进行工位 7S 操作（3 分） ☐ 1.1 整理、整顿（0.5 分） ☐ 1.2 清理、清洁（1 分） ☐ 1.3 素养、节约（0.5 分） ☐ 1.4 安全（1 分） 2. 能进行设备和工具安全检查（3 分） ☐ 2.1 检查作业所需要的工具设备是否完备，有无损坏（0.5 分） ☐ 2.2 检查作业环境是否配备灭火器（0.5 分） ☐ 2.3 检查多歧管压力表是否符合作业要求（1 分） ☐ 2.4 检查多功能万用表的挡位及按键功能是否正常（1 分） 3. 能进行车辆安全防护操作（3 分） ☐ 3.1 正确安装车辆绝缘翼子板布和格栅垫（1 分） ☐ 3.2 正确安装车内四件套（1 分） ☐ 3.3 正确安装后车轮挡块（1 分） 4. 能进行工具清洁校准存放操作（3 分） ☐ 4.1 使用工具前对工具量具进行校准（1 分） ☐ 4.2 使用工具后对工具量具进行清洁（1 分） ☐ 4.3 作业完成后对工具进行复位（1 分） 5. 能进行作业过程规范操作（3 分） ☐ 5.1 作业过程做到工具不落地（2 分） ☐ 5.2 作业过程做到零件不落地（1 分）	依据得分条件进行评分，未按要求完成在□内打×并扣除对应分数	15	
技能面 (应用技能) (操作技能)	☐ 1. 描述压缩机的组成及工作原理（5 分） ☐ 2. 描述冷凝器的组成及工作原理（5 分） ☐ 3. 描述蒸发器的组成及工作原理（5 分） ☐ 4. 描述储液干燥器的组成及工作原理（5 分） ☐ 5. 描述膨胀阀的组成及工作原理（5 分）	依据得分条件进行评分，未按要求完成在□内打×并扣除对应分数	25	
作业面 (保养作业) (拆装作业)	能够在车上或实训台架上找到相应的元件（30 分） ☐ 1. 在车上或实训台架上找到压缩机（5 分） ☐ 2. 在车上或实训台架上找到冷凝器（5 分） ☐ 3. 在车上或实训台架上找到蒸发器（5 分） ☐ 4. 在车上或实训台架上找到储液干燥器（5 分） ☐ 5. 在车上或实训台架上找到膨胀阀（5 分） ☐ 6. 在车上或实训台架上找到高低压连接管（5 分）	依据得分条件进行评分，未按要求完成在□内打×并扣除对应分数	30	

续表

评分项	得分条件	评分标准	配分	得分
信息面 (信息录入) (资料应用)	☐ 1. 能正确使用维修手册查询资料 (6 分) ☐ 2. 能在规定时间内查询所需资料 (1 分) ☐ 3. 能正确记录所查询资料章节页码 (1 分) ☐ 4. 能正确记录所需维修信息 (2 分)	依据得分条件进行评分, 未按要求完成在□内打×并扣除对应分数	10	
工具及设备的使用能力 (岗位所需工具设备的使用能力)	☐ 1. 能正确选用维修工具 (1 分) ☐ 2. 能正确使用维修工具拆装 (2 分) ☐ 3. 能正确使用多功能万用表 (2 分)	依据得分条件进行评分, 未按要求完成在□内打×并扣除对应分数	5	
分析面 (原理分析)	☐ 1. 能分析空调制冷的工作原理 (5 分) ☐ 2. 能分析汽车空调的制冷循环过程 (5 分)	依据得分条件进行评分, 未按要求完成在□内打×并扣除对应分数	10	
表单填写与报告的撰写能力 (电子工单) (纸质工单)	☐ 1. 字迹清晰 (1 分) ☐ 2. 语句通顺 (1 分) ☐ 3. 无错别字 (1 分) ☐ 4. 无涂改 (1 分) ☐ 5. 无抄袭 (1 分)	依据得分条件进行评分, 未按要求完成在□内打×并扣除对应分数	5	

任务拓展

中国汽车空调的发展史——爱国情怀

汽车空调技术是随着汽车的普及和高新技术的应用而发展起来的。汽车空调技术的发展经历了由低级到高级, 由单一功能到多功能的五个阶段。1925 年首先在美国出现了利用汽车冷却水通过加热取暖的方法。1939 年, 由美国通用汽车帕克公司首先在轿车上安装由机械制冷的空调器。1954 年, 通用汽车公司首先在纳什牌轿车上安装了冷暖一体化的空调器。1973 年美国通用公司和日本五十铃汽车公司一起联合研究由微型计算机控制的汽车空调系统。

随着中国汽车市场的蓬勃发展, 汽车空调行业也面临着一个快速发展的机遇。在市场需求快速增长的背后, 中国汽车空调市场正在进入新的发展阶段, 市场竞争进一步深化, 表现出一系列新的特点和发展要求。20 世纪 70 年代, 我国最早的汽车空调装置使用在长春一汽红旗轿车上。1976 年, 由原上海内燃机油泵厂 (今上海汽车空调机厂) 制造的汽车空调, 配套使用在上海牌轿车 SH760A 中。国内汽车空调厂家跟随国外技术发展, 从 20 世纪 90 年代开始, 国内汽车空调产业开始快速稳步发展。努力开发效率高、重量轻、体积小的蒸发器, 发展结构紧凑、体积小、重量轻、效率高、工作可靠的变排量压缩机。同时关注发展燃料电池车, 国内汽车空调行业正朝着更环保的方向发展。



思考练习

一、选择题

1. 图 1-11 中 1~7 为制冷部件的标号。下列说法中正确的是（ ）。

- A. 标号 5 的器件为蒸发器
- B. 标号 3 的器件为蒸发器
- C. 标号 2 的器件为储液干燥器
- D. 标号 4 的器件为膨胀阀

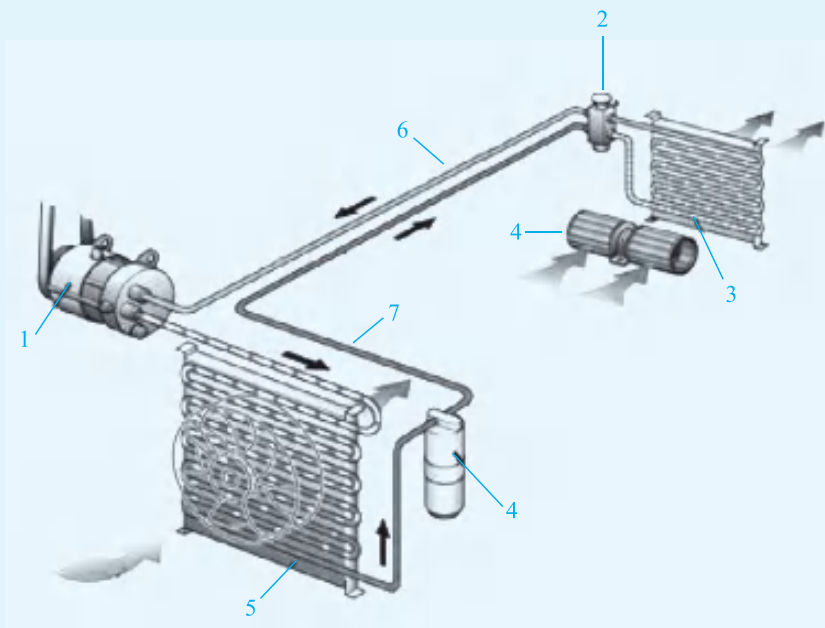


图 1-11 汽车空调的构造示意图

2. 整个汽车空调系统分为高压和低压两个部分，制冷剂在制冷系统中进行制冷循环，每一循环可分为四个工作过程，这四个工作过程的工作顺序是（ ）。

- A. 压缩、冷凝、膨胀、蒸发
- B. 压缩、膨胀、蒸发、冷凝
- C. 蒸发、冷凝、压缩、膨胀
- D. 蒸发、压缩、膨胀、冷凝

3. 制冷系统中，由压缩机排气口到冷凝器入口这一段管路，温度可达（ ）。

- A. 40~50℃
- B. 70~80℃
- C. 5~10℃
- D. 0~3℃

4. () 的作用是把来自压缩机的高温高压气体通过管壁和翅片将其中的热量传递给周围的空气, 从而使高温高压的气态制冷剂冷凝成高温中压的液体。

- A. 冷凝器
- B. 蒸发器
- C. 电磁离合器
- D. 储液干燥器

5. 在制冷系统中, 制冷剂 () 被压缩机吸入, 压缩成高压、高温蒸气, 然后再经排气管进入冷凝器。

- A. 液体通过吸气管
- B. 液体通过排气管
- C. 气体通过吸气管
- D. 气体通过排气管

二、填空题

1. 汽车空调系统按驱动方式可分为_____式汽车空调系统和_____式汽车空调系统, 按控制方式可分为_____和_____。

2. 在冷凝器内, 制冷剂从_____变成_____高温高压的液态。

3. 汽车空调制冷系统主要由_____, _____、_____, _____、_____和_____等组成。

三、简答题

简述汽车空调制冷循环过程, 并说明各过程有什么特点。

任务二

汽车空调制冷系统专用工具的使用

学习目标

● 知识目标

1. 熟悉歧管压力表和三通压力表的实物外形、基本结构和特点, 以及各管口的作用、刻度尺的识读。
2. 熟悉开启阀、真空泵、连接管、检漏仪、制冷剂鉴别仪、回收加注机等制冷维修专用工具的实物外形、关键部位、基本结构、特点和作用。

● 能力目标

1. 能正确使用压力表、连接管、开启阀、真空泵、检漏仪、制冷剂鉴别仪、回收加注机等专用工具。
2. 能正确维护汽车空调制冷系统专用工具。

● 素质目标

1. 培养绿色环保意识。
2. 培养安全操作意识、6S 理念。
3. 培养团队合作意识。

任务引入

检查制冷剂是否泄漏, 并排除泄漏故障, 必须使用一些专用工具。正确地使用这些工具是保证空调维修质量的关键之一。通过完成本任务, 可以认识这些工具, 并掌握其基本使用方法。

任务分析

一、温度计

(1) 实物

如图 1-12 所示。

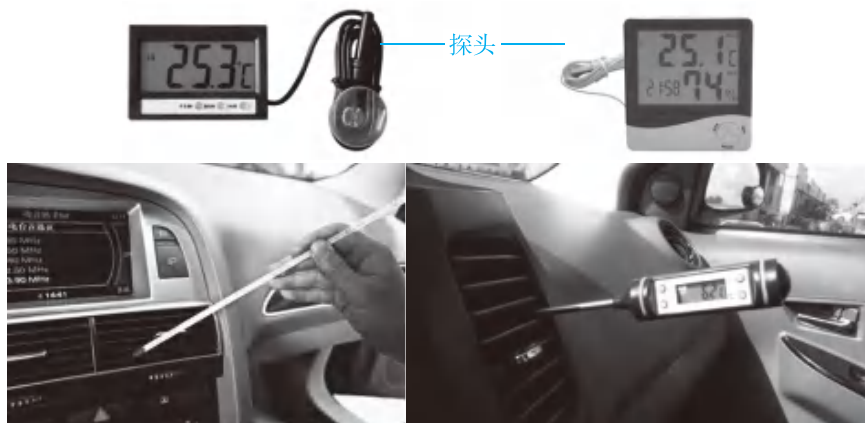


图 1-12 温度计及用温度计测量汽车出风口温度（各种温度计都可以测量）

（2）功能

用于检测空调热交换器进、出风温差和车厢内的温度等。

（3）使用方法

将探头置于待测温处（如出风口），就会在显示屏上以数字形式显示被测温度。

常用的 TIF3310 温度计配有双重 K 型热电偶探头，可同时测量并显示环境温度和空调系统出风口温度，即时显示温度差，如图 1-13 所示。

二、风速计

TIF3220 风速计（图 1-14）用于测量空调出风口的风速，从而为诊断通风管路是否堵塞、鼓风机工作是否正常等提供参考依据。



图 1-13 TIF3310 温度计

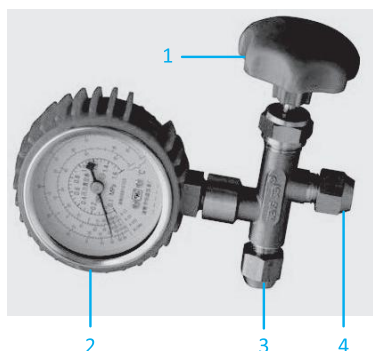


图 1-14 TIF3220 风速计

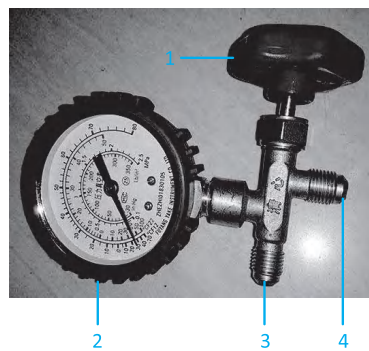
三、压力表

1. 三通压力表

三通压力表分低压表和高压表两类，如图 1-15 所示。



(a) 低压表



(b) 高压表

1—手柄；2—压力表（低压表带真空度检测，高压表不带）；
3—该管口在使用中连接制冷系统；4—在使用中，该管口应连接充气设备或抽真空设备

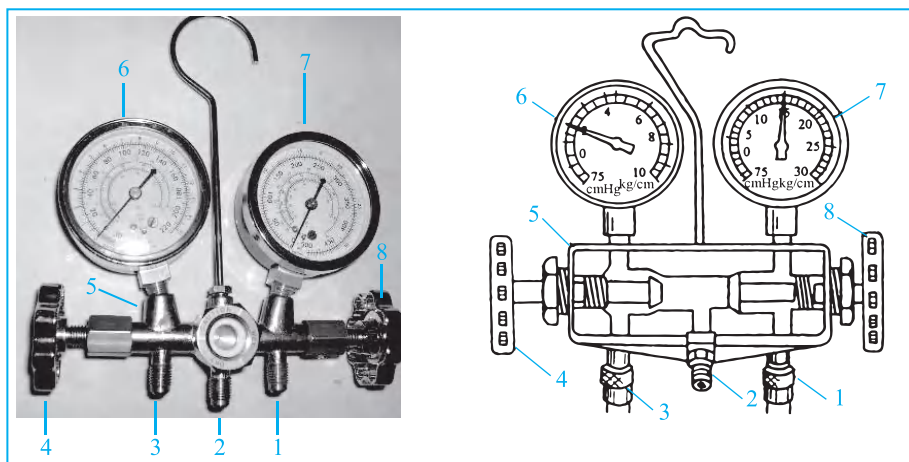
图 1-15 三通压力表

三通压力表的特点为：手柄顺时针旋紧（关闭）时，管口 3 与压力表能通气，管口 4 与压力表不能通气。手柄逆时针打开时，管口 1、管口 2 和压力表三者之间能通气（所以该阀叫三通阀）。

2. 歧管压力表（复合压力表）

(1) 认识歧管压力表

使用歧管压力表，要熟悉其关键部位的特点和功能，如图 1-16 所示。



1—高压阀接口，接空调高压部分；2—测系统压力、抽真空、充注制冷剂接口；
3—低压阀接口，接空调低压部分；4—低压阀手柄；5—阀体；6—低压表（LO）；
7—高压表（HI）；8—高压阀手柄

图 1-16 歧管压力表

(2) 歧管压力表的特点

① 低压表量程为：-0.1~0.9MPa；高压表量程为：0~3.4MPa。

②低压手柄顺时针旋到底即关闭时，低压表与管口 3 之间能通气，低压表与管口 2 之间不通气。低压手柄逆时针转动即开启时，低压表、管口 3 与管口 2 三者之间能通气。

高压手柄顺时针转到底关闭时，高压表与管口 1 之间能通气，高压表与管口 2 之间不能通气。逆时针转动即开启时，高压表、管口 1 与管口 2 三者间能通气。

(3) 歧管压力表的使用

高压阀 (HI) 和低压阀 (LO) 同时关闭，可对高、低压侧压力进行检测。

高压阀和低压手动阀同时打开，全部管道连通。此时接上真空泵则可对系统进行抽真空。

高压阀关闭，而低压手动阀打开，则可由低压侧充注气态制冷剂。

高压阀打开，而低压手动阀关闭，则可由高压侧充注液态制冷剂，也可排出制冷剂，使系统放空。

(4) 使用歧管压力表的注意事项

①对压力表，在阀门关闭、开启这两个状态各管口的连通关系要搞清楚。这是正确使用压力表的关键。

②表中气体的绝对压力为表压力（表指示的压力）与大气压之和。本书后续章节所述的压力即指表压力。

③使用新型环保制冷剂的空调器的维修专用工具与使用 R22 制冷剂的空调器的维修专用工具相比，结构、外形、工作原理和使用方法是基本一样的。但大小尺寸、管口直径有所不同，制造材料也有所不同，在后续项目中结合具体应用进行介绍。

④压力表有多条刻度线，每条刻度线对应着不同的压力单位，也对应着该压力表能够使用的各种制冷剂的类型。所以应根据使用的制冷剂类型选定相应的压力单位和刻度线。R22 一般选 MPa 或 kg/cm^2 为单位，R410a 一般选 psi 为单位，其换算关系为： $1\text{bar}=1\text{ATM}=1\text{kg}/\text{cm}^2=0.1\text{MPa}=14.7\text{psi}$ 。现以图 1-17 所示的低压表为例介绍刻度盘的结构。

图 1-17 中，标示①的两条刻度线为压力刻度线，单位为 kg/cm^2 和 psi，标示②的三条刻线从内到外依次为 R22、R12、R502 这三种制冷剂在不同压力时对应的温度刻度线。维修中通过该表可看出 R22、R12、R502 中的任一种制冷剂的压力和该压力下的温度。

⑤压力表软管与接头连接时只允许用手拧紧，不准用工具拧紧。

⑥检修完毕后，软管应与接头连起来收好。

⑦使用时要排净管内空气。

⑧ R12 和 R134a 不可以使用同一个歧管压力表（两种制冷剂接头尺寸也不相同）。

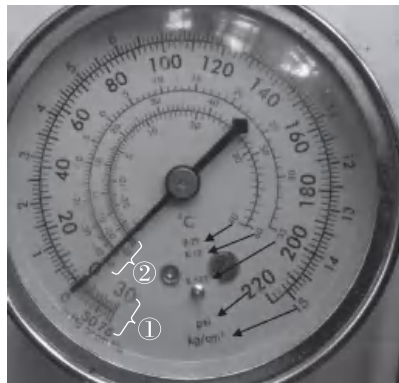


图 1-17 空调维修用压力表刻度盘 (示例)

四、连接管

连接管的实物、特点和作用见表 1-2。

表 1-2 连接管的实物、特点和作用

名称	两端均不带顶针的连接管	一端带顶针，另一端不带顶针的连接管
图示		
作用	用于连接三通真空压力表、制冷剂钢瓶或真空泵的公制接头	带顶针端与空调器的维修工艺口（英制螺纹）相连接，顶针可顶开工艺口内的气门销，使制冷系统管道与外界连接管之间能通气；不带顶针端可连接三通压力表、制冷剂钢瓶、真空泵等

五、转换接头

1. 转换接头的实物

转换接头的实物如图 1-18 所示。



(a) 用于连接不同管径的螺纹



较粗的为低压部分转接头，较细的为高压部分转接头

(b) 带截止阀的快速接头



这一端用来与汽车空调制冷管路上设置的工艺口（充注口）相连接

这一端通过连接管与歧管压力表相连接

(c) 不带截止阀的快速接头

图 1-18 充注制冷剂的接头

2. 转换接头的作用

配合连接管使用，可以给不同类型的空调器充注制冷剂。

3. 转换接头的使用方法

一端接在连接管上，另一端接在空调器的维修工艺口上。例如，快速接头的使用方法如图 1-19 所示。用拇指和食指捏住铜环，使铜环沿箭头方向滑动到止点位置 [图 1-19 (a)]，稳住，不松开。然后将接口套入空调的维修工艺口 [图 1-19 (b)] 上，松手即可 [图 1-19 (c)]。快速接头接口内的顶针会把维修工艺口内的阀销顶开。

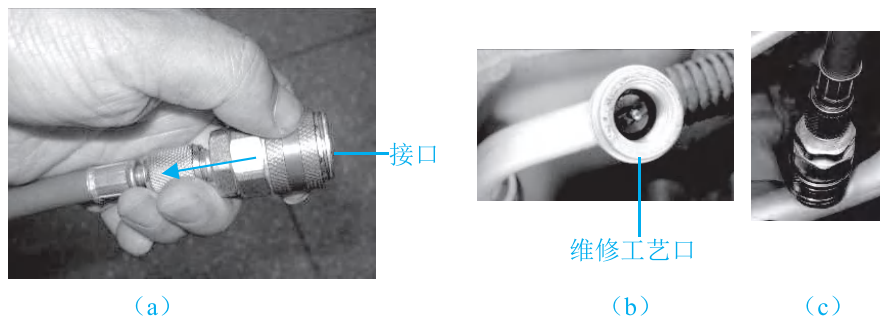


图 1-19 快速接头的使用方法

六、开启阀

开启阀是开启小容量听装制冷剂罐（400g 左右）的专用工具，它利用蝶形手柄前部的针阀刺破制冷剂罐，通过螺纹接头把制冷剂引入歧管压力表，其结构示意图如图 1-20 所示。

万能开启阀可用于开启各种类型的听装制冷剂，如图 1-21 所示。

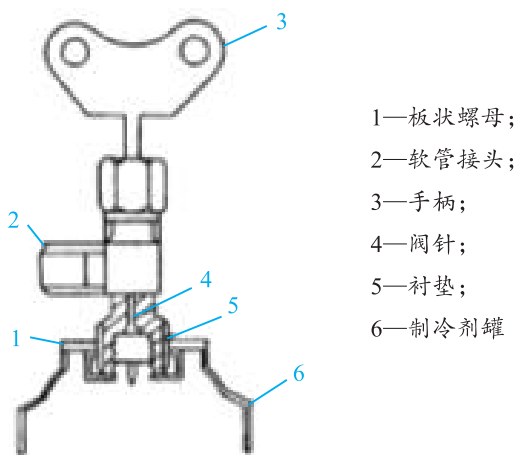


图 1-20 开启阀结构示意图

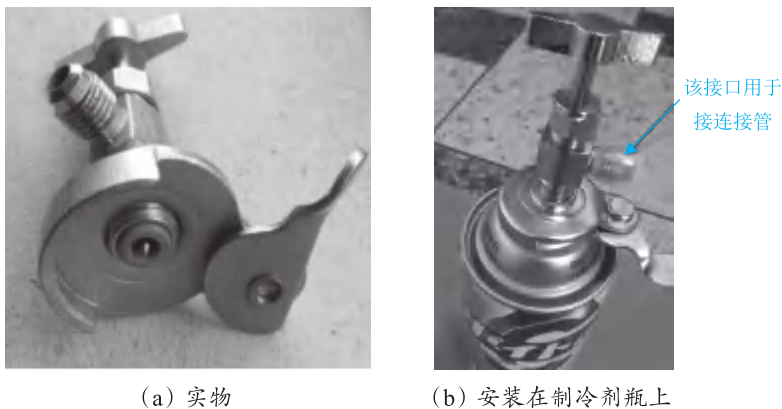


图 1-21 万能开启阀

常用的 R22、R134a 开启阀的实物、用法和作用见表 1-3。

表 1-3 开启阀的实物、特点和作用

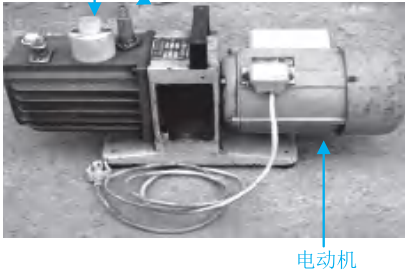
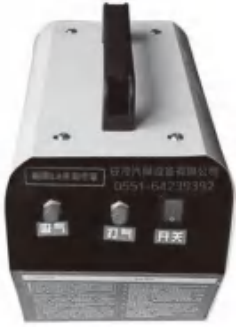
名称	听装 R22 制冷剂的开启阀	听装 R134a 制冷剂的开启阀
图示	用尖刺刺破瓶体后可从这里放出制冷剂	
用法	①逆时针转动手柄，使转动杆的尖刺端退回皮垫内 ②开启阀套在制冷剂瓶体上并适当旋紧（只要在使用中无漏气的声音即可。旋得太紧，容易损坏开启阀内的密封皮垫） ③顺时针转动手柄，转动杆的尖刺端就会刺破瓶体；逆时针转动手柄，可放出瓶中的制冷剂	与听装 R12 制冷剂的开启方法相同
作用	开启听装 R12、听装 R22 制冷剂	开启听装 R134a 制冷剂



七、真空泵与抽真空、打气两用泵

真空泵用于给制冷系统抽真空。真空泵与抽真空、打气两用泵的实物、特点和作用见表 1-4。

表 1-4 真空泵与抽真空、打气两用泵的实物、特点和作用

名称	单功能真空泵	抽真空、打气两用泵
图示		
特点	所用电动机一般为单相电容运转式电机，性能好，但起动力矩较小，所以不宜带重负荷起动	
功能	用于对制冷管道系统抽真空，效果很好	吸气管可用来抽真空，它的排气管可以方便地对系统充入（短时充入）干燥空气进行试漏、检漏

八、电子检漏仪

电子检漏仪的优点是轻便、使用方便、灵敏度高（如工作中常采用 TIFXP-1A 电子式检漏仪可测量泄漏的精度达 3g/年）、可精确测量泄漏的位置，并可测量蒸发器等难以用肉眼观察的位置。

1. 电子检漏仪实物

检漏仪实物（示例）如图 1-22 所示。



(a) TIFXP-1A 电子式检漏仪

(b) 通用冷媒检漏仪 [适应于普通冷媒（如 R22）和环保新冷媒（如 R134a、R407c、R404a、R410 等）]

图 1-22 检漏仪

2. 电子检漏仪的功能

电子检漏仪的作用是检测制冷剂是否泄漏。现阶段新型无氟制冷剂已大量使用。传统氟利昂制冷剂和新型无氟制冷剂各有相应的电子检漏仪，它们的结构、外形基本相同，但传感器不同，所以不能交换使用。

3. 电子检漏仪的使用方法

以 TIFXP-1A 电子式检漏仪为例，其面板如图 1-23 所示。

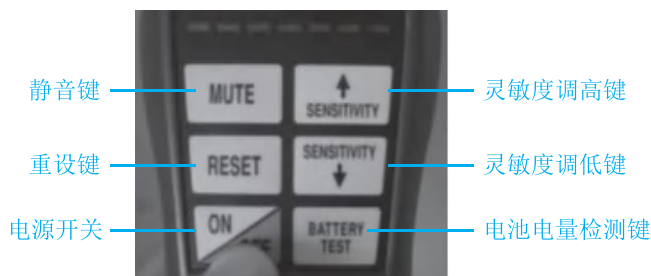


图 1-23 TIFXP-1A 电子式检漏仪面板按键的功能

使用方法如下。

- ①按电源键，开机。
- ②调节灵敏度，使第一个 LED 灯点亮，仪器发出低频滴滴声。
- ③探头指向被检区域，不要接触被检测的部位。
- ④若点亮的 LED 灯增多，声音频率增高，则说明有泄漏。
- ⑤当仪器报警时，按重设键，此后只有检测到更高浓度的制冷剂含量时，才会报警。可重复此步骤，直到找到泄漏源。

4. 电子检漏仪使用注意事项

使用前要检查探头，要确认无灰尘或油脂。如果探头脏污，可浸入酒精等温和清洗剂内几秒钟，然后用压缩空气或毛巾擦干净。如果在洁净空气中出现报警或不稳定，则需要更换探头（先关闭电源）。

5. 电子检漏仪的种类

电子检漏仪分为 R12 电子检漏仪、R134a 电子检漏仪和多功能电子检漏仪等。检测 R12 泄漏的电子检漏仪对检测 R134a 是无效的，检测 R134a 泄漏情况要使用一种专门适用于它的检漏仪，或使用可检测 R12 及 R134a 的多功能电子检漏仪。



九、荧光检漏仪

1. 认识荧光检漏仪

将一种荧光剂加入制冷系统中，若系统某处有泄漏，制冷剂泄漏时，会将荧光剂带出来。当用紫外线照射时，会发出黄色或黄绿色光。

注意

对于不同的制冷剂，需采用不同荧光剂。工作中常采用的荧光检漏仪（Bobinair）如图 1-24 所示。



图 1-24 荧光检漏仪

2. 荧光检漏仪的使用方法

①连接射灯。将射灯的正极（红色线夹）、负极（黑色线夹）分别与汽车电瓶的正、负极相连，如图 1-25 所示。



图 1-25 将射灯与电瓶相连

②戴上滤光镜。

③查找漏点。用射灯发出的紫外线光照射待检漏的部位。有制冷剂泄漏的部位及附近显现黄绿色，如图 1-26 所示。（注意：可在空调系统运行的情况下进行检漏，效果会明显一些）



(a) 没有照射时的状态



(b) 照射时显现漏点

图 1-26 荧光检漏

十、力矩扳手

1. 力矩扳手的功能

可以保证用恰当的力矩紧固喇叭口活接头，使螺母既能旋紧，又不至于用力过大造成接头损坏（出现裂纹），导致制冷剂泄漏。

2. 力矩扳手的使用方法

根据铜管的尺寸、喇叭口螺母的大小来进行选择。在扳紧过程中，当听到“咔哒”声后，螺母的紧度就合适了。

十一、维修阀

1. 气门阀

气门阀为阀芯型检修阀，即施拉德尔阀。它有两个位置：开启和关闭，如图 1-27 所示。

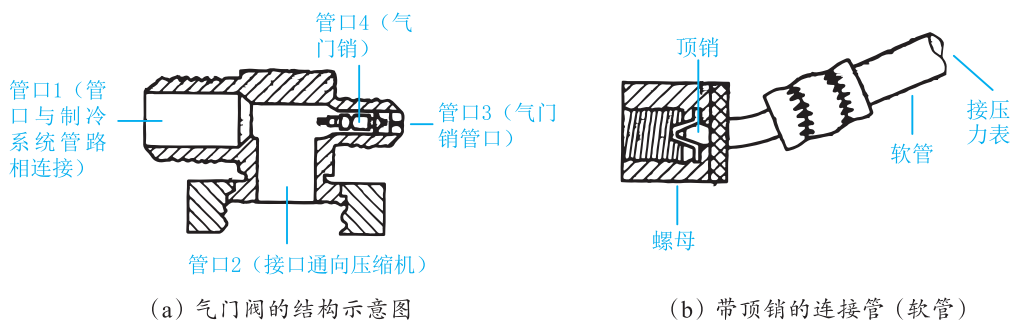


图 1-27 气门阀与带顶销的连接管

气门阀通常处于关闭位置。用带顶销的连接管的螺母在气门销外螺纹上旋紧，顶销可顶动气门销，使管口 1、2、3 之间处于互通状态。

用带有顶销（顶针）的连接管的螺母在气门销的外螺纹上旋紧，顶销可顶开气门销。

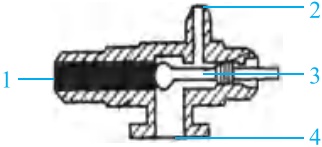
注意

当检测管与该阀连接时，只有注入软管的一端连接在歧管压力表上以后，另一端才能连接到气门阀上。当连接好后，软管的另一端不能从歧管压力表上拆除，否则会引起制冷剂喷出。

2. 检修阀

检修阀（三通阀）可安装在制冷系统的高压侧和低压侧（与压缩机的吸气口和排气口相连接，便于检修）。标有英文字母“S”的为低压侧检修阀，标有字母“O”的为高压侧检修阀。其结构和特点详见表 1-5。

表 1-5 检修阀（三通阀）的特点

状态	图示	说明
前位		将调节杆顺时针旋到底时，检修阀即处于前位，此时管口 1 和管口 4 隔断。将压缩机与制冷系统隔离，以便对它进行检修或更换
后位		将调节杆逆时针旋到底时检修阀即处于后位，此时管口 1 和管口 4 是相通的，但和管口 2 不相通。此位置是检修阀的正常工作位置，制冷剂能通过压缩机进行正常的循环
中位		从后位顺时针（或从前位逆时针）旋转调节 1~2 圈，检修阀即处于此（三通）位置。该位置主要用于对制冷系统进行检修作业。如充注制冷剂，抽真空，又可用歧管压力计来判断故障等

注意

在打开检修阀管口 2 外接的压力表接口或要从检修阀上拆除连接软管时，一定要将检修阀置于后位，否则制冷剂会喷出。

十二、制冷剂鉴别仪

1. 认识制冷剂鉴别仪

制冷剂鉴别仪用于检验制冷剂的类型、纯度、非凝性气体以及其他杂质。工作中常采用 Robinair16910 型制冷剂鉴别仪，如图 1-28 所示。制冷剂鉴别仪可以鉴别五种成分：R134a、R12、R22、HC、AIR（空气），纯度以百分比显示，精度为 0.1%。



图 1-28 制冷剂鉴别仪

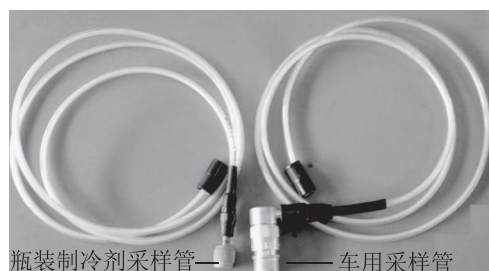
2. 制冷剂鉴别仪的使用方法

(1) 仪器准备工作

①检查仪器的采样口、空气进气口、净化排放口是否脏污、堵塞等。根据需求选择一根 R12 或 R134a 采样管。检查采样管是否有裂纹、磨损痕迹、脏堵或污染。把采样管安装到仪器的样品入口处，如图 1-29 所示。



(a) 采样口



(b) 采样管

空气进气口（在系统标定过程，新鲜空气从进气口进入仪器中，用于对测量元件进行标定）



(c) 新鲜空气进气口



净化排放口

(d) 净化排放口

图 1-29 检查管口

管子的一端可直接与仪器相连，另一端（为快速接头）可连接汽车空调低压系统或通过转换接头与制冷剂罐相连接。根据需求选择一根 R12 或 R134a 采样管。

②检查过滤器。过滤器不能有红点，若有红点，说明有污染，必须进行更换，以避免仪器失效，如图 1-30 所示。

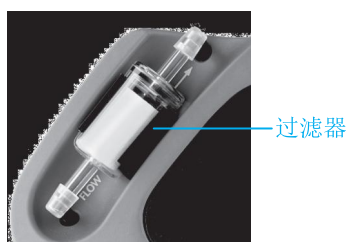


图 1-30 检查过滤器

③检查仪器顶部的进气口和仪器底部的样品出口，以确保没有堵塞。

④检查空调系统或制冷剂罐上的样品出口处，确保出口处样品为气态，出口不允许有液态样品或冷冻油流出来。

（2）制冷剂鉴别仪使用方法

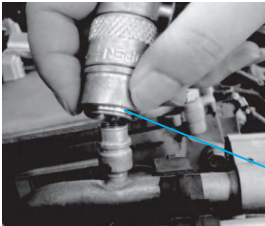
将仪器的电源接头连接到车载电源或市电电源上。通过夹子用车载电源供电（10~14V）或通过 220V/50Hz 电源适配器与市电连接，转换为 12V 直流电，然后与仪器相连。

制冷剂鉴别仪的使用方法见表 1-6。

表 1-6 制冷剂鉴别仪的使用方法

步骤	图示	说明
①给仪器通电，开机	 注意：错误的海拔高度输入将导致仪器的检测错误	预热约 2min。在预热过程设定海拔高度 按住 A、B 键直到显示屏出现“USAGE ELEVATION, 400 FEET”（出厂设置，海拔 400ft，相当于是 120m） 使用 A 键和 B 键，调节海拔高度，每按一次 A 键，升高 100ft，每按一次 B 键，降低 100ft 设定后，当海拔高度变化在 152m（500ft）的范围内仪器可自动调节，所以初次使用时必须输入当地的海拔高度。正常的气压变化不会影响仪器的运行。一般情况下只需输入一次海拔高度，只有当仪器在另一个海拔高度的地方使用时才需要重新输入海拔高度 不要再按 A 和 B 按钮，保持仪器处于待机状态约 20s，设置会自动保存到仪器的内存中
②系统标定		仪器将会通过进气口吸入环境空气约 1min，用于校正测试元件并排除残余的制冷剂气体 注意：为了准确校正，吸入的环境空气必须是洁净的

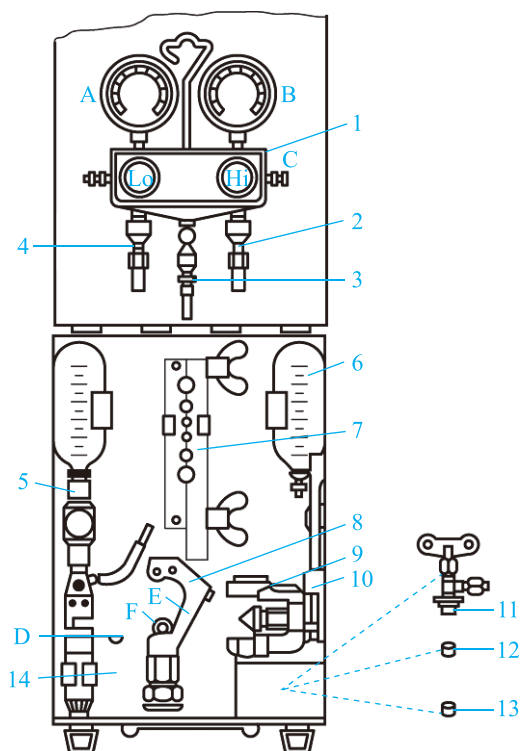
续表

步骤	图示	说明
③连接管路	  快速接头	当仪器屏上出现“Connect Hose to Vehicle, Press A”时，将制冷剂采样管的快速接头接在压缩机低压阀上或待检验的制冷剂瓶口上，另一端接至制冷剂鉴别仪的采样口，打开阀门，放出制冷剂 注意调节压力，使制冷剂鉴别仪上的压力表示值在 5~25psi 范围内，然后关闭阀门 注意：本仪器的检测只需少量制冷剂。制冷剂过多或有液态制冷剂会缩短过滤器的使用寿命
④检验样品		按 A 键，制冷剂样品立即流向制冷剂鉴别仪，进行检验 仪器对样品的分析过程需要大约 1min 的时间 当分析完成后，拆下采样管
⑤得出结果	 	显示结果分析： PASS：制冷剂纯度达 98% 或更高。通过检验，可以回收 FAIL：样品被测定为 R12 或 R134a 的混合物，无论是 R12 还是 R134a 的纯度都没有达到 98%，或者混合物太多。同时还将显示 R12、R134a 和空气的百分比含量 FAIL CONTAMINATED：说明测定的样品有未知制冷剂，在这种模式下，不能显示制冷剂或空气混合物的含量 NO REFRIGERANT-CHKHOSE CONN：空气含量达到 90% 以上，或无制冷剂

分析结果将保留在仪器的显示屏上，直到使用者按下 A 键。按下 A 键后要根据显示屏的提示进行操作。如果接着需要对另一个样品进行检测，直接从步骤③开始操作。

十三、专用成套维修工具

专用成套维修工具是把汽车制冷系统维修时需要的专用工具组装在一个工具箱内。专用成套维修工具中包括歧管压力表组、漏气检测仪、制冷剂罐注入阀、制冷剂管割刀、管夹、扩口工具等。这些专用工具组装在工具箱内，便于携带和保管，特别适用于制冷系统的快修工作，如图 1-31 所示。



1—歧管压力表组（包括 A~C）；2—注入软管（红色）；3—注入软管（绿色）；4—注入软管（蓝色）；
5—漏气检测仪；6—储气瓶；7—管夹；8—制冷剂管割刀；9—扩口工具；10—检修阀扳手；
11—制冷剂罐注入阀；12—注入软管衬垫；13—检修阀衬垫；14—工具箱；A—低压表；B—高压表；
C—压力表座；D—反应板；E—铰刀；F—刀片。

图 1-31 专用成套制冷维修工具

十四、制冷剂回收加注机

1. 认识制冷剂回收加注机

在汽车空调系统的维修中常常要对系统抽真空或加注、回收制冷剂。为了提高维修质量，规范、简化操作程序，防止制冷剂的排空，在规范的维修站中都配有制冷剂回收加注机。有 R12 制冷专用和 R12 与 R134a 共用两类。工作中常采用 Robinair(AC350ZZ) 型回收加注机，如图 1-32 所示。



图 1-32 Robinair (AC350ZZ) 型回收加注机

2. 制冷剂回收加注机的使用方法

(1) 制冷剂的回收

①开机。打开电源开关。显示工作罐制冷剂净重。将回收前的制冷剂净重数值记录在作业数据表中，如图 1-33 所示。注意：罐中制冷剂的总质量一般不宜超过罐体上的标称储存量的 80%。

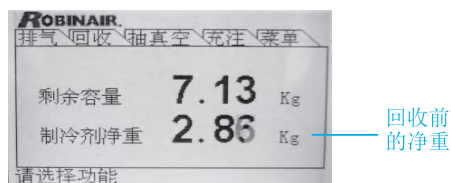


图 1-33 开机后显示储液罐内制冷剂净重和剩余储存能力

②自检漏。按“菜单”键→按数字键输入密码“1234”→按“确认”键进入菜单内容→选择“自检漏”菜单→按“确认”键→根据屏幕提示“不连接红蓝歧管，然后打开高低压阀”→按“确认”键，系统进入自检漏，显示的状态如图 1-34 所示。此时注意观察低压表，其指针应指在负压（ -90kPa ）下，如始终不在负压下，说明回收机或管路

有泄漏，需排除故障后再使用。抽真空完成后，设备自动进入 3min 的保压状态。保压过程中，注意观察高、低压压力表的读数。如果指针不回升，说明系统没有泄漏，可以进行回收操作。保压过程显示屏的显示如图 1-35 所示。



图 1-34 自检漏

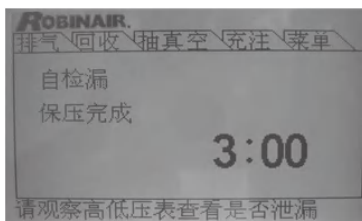
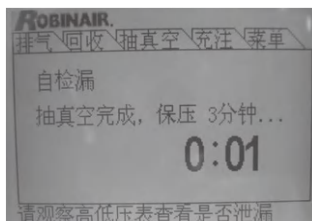


图 1-35 保压过程显示屏的显示

③启动汽车空调（设置风速最大，外循环）运行 3~5min 后，按下回收加注机的回收键，进入回收程序，如图 1-36 所示。

④设置回收量。按“数据库”键，根据车型、生产年代，在数据库查出该车辆充注的制冷剂种类和质量，以及冷冻油的质量。通过数字键来设置回收量，如图 1-37 所示。

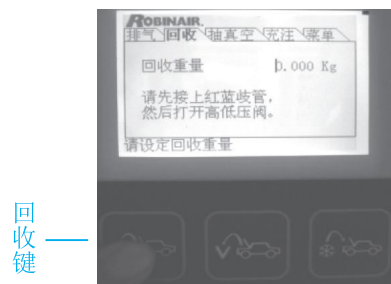
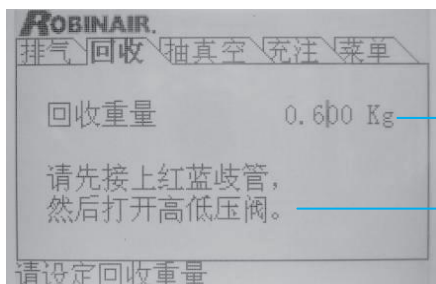


图 1-36 按回收键，进入回收程序



根据数据库数值
设置回收量。也
可直接回收，通
过压力表来判断
回收是否完成

根据提示连接
管路

图 1-37 设置回收量

⑤连接管路。将高、低压快速接头连接至制冷系统的维修阀口，如图 1-38 所示。注意：拧开高、低压开关时，速度应慢一些，防止冷冻机油被制冷剂带出。



图 1-38 连接管路

⑥打开仪器上的高、低压阀。按“确定”键，设备启动清理管路功能，如图 1-39 所示。



图 1-39 启动清理管路功能

1min 后，设备自动启动回收功能，在回收过程中，已回收量会在显示屏上显示出来，如图 1-40 所示。观察压力表指针（图 1-41），当压力到达负压时，回收机内的压缩机已在抽真空，应马上按“取消”键，停止回收，防止损坏回收机内的压缩机。

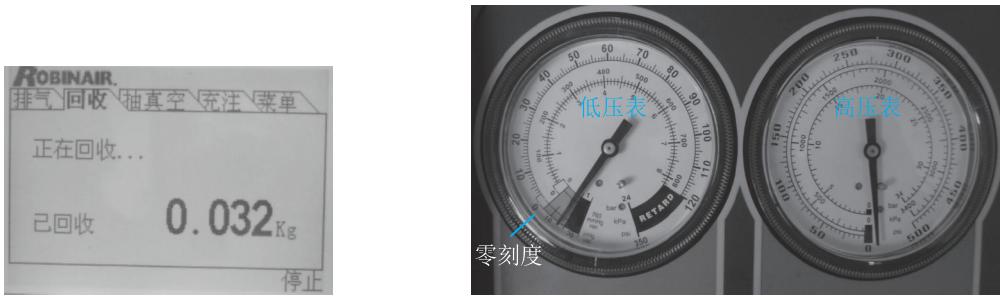


图 1-40 显示回收过程的回收量

图 1-41 观察压力表

⑦回收结束后，警示灯闪三次，蜂鸣器同时发三声“滴”，显示回收的制冷剂量，仪器准备排除空调内的废油，如图 1-42 所示。排油瓶表面有刻度，查看排油瓶内的废油液面并记录，如图 1-43 所示。

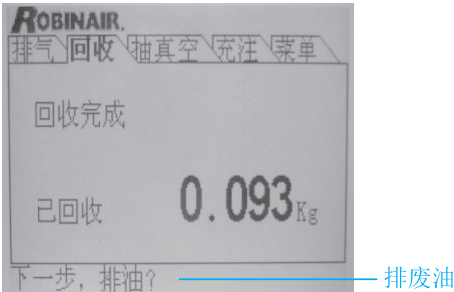


图 1-42 准备排除设备内废油

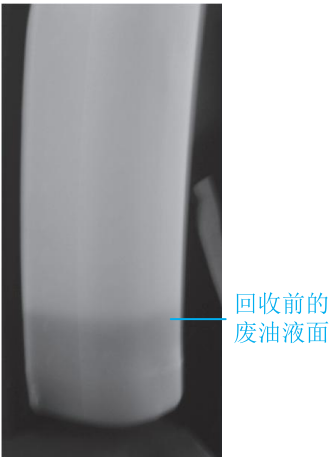


图 1-43 查看收油前的废油液面

排油过程显示的内容如图 1-44 所示。等待一段时间，废油内无气泡后，查看排油瓶液面。记录、计算排油量（冷冻油的回收量为回收后的液面对应体积与回收前的液面对应体积的差值）。

⑧查看回收结束后工作罐重量并记录。回收结束，会显示制冷剂净重，如图 1-45 所示。制冷剂回收量为回收后的净重与回收前的净重的差值。

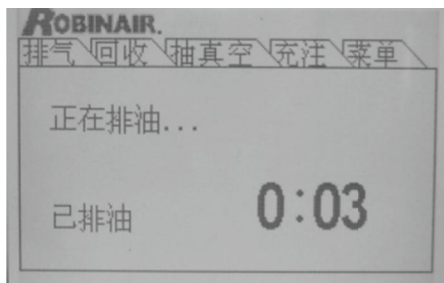


图 1-44 排油过程

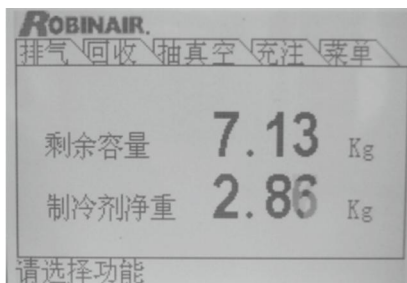


图 1-45 回收结束，显示制冷剂净重

（2）制冷剂的净化

当单一制冷剂纯度低于 96% 时，需要进行净化作业。其操作方法如下。

①按“菜单”键，按数字键输入密码“1234”，按“确认”键进入菜单。

②选择制冷剂自循环，按“确认”键。

③通过数字键，设定净化时间（一般可设 10min）。注意：时间的长短与制冷剂的纯度有关，纯度越低时间应越长。

④按“确认”键，设备将罐内制冷剂自动进行净化处理。

⑤净化完成后，设备自动停止。

（3）抽真空

第一次抽真空，可在排油后，按“确认”键，设定抽真空时间，打开高、低压阀进行双管抽空。第二次抽真空，是在注油后进行，需要关闭高压阀，打开低压阀，进行单管抽空。抽真空的具体操作方法如下：

①抽真空前，检查压力表示值，制冷装置中的压力应低于 70kPa。如超过该压力，应重新进行回收操作，直到压力达到要求。按下“抽真空”键，按数字键选择抽真空时间，一般不少于 15min，以充分排除制冷装置中的空气和水分。

②打开高、低压阀，开始抽真空，应抽真空至系统真空度低于 -90kPa。抽真空的同时，仪器也可以同时进行工作罐中制冷剂的净化。

③抽真空时间到后，设备自动停止真空泵工作。

④警示灯闪三次，蜂鸣器同时发三声“滴”。

⑤按“确认”键对空调系统进行 3min 的保压检漏，保压过程的显示界面如图 1-46 所示。保压结束后，要注意观察高、低压表的表针有无回升；若没有回升，则说明制冷系统的密闭性合格。

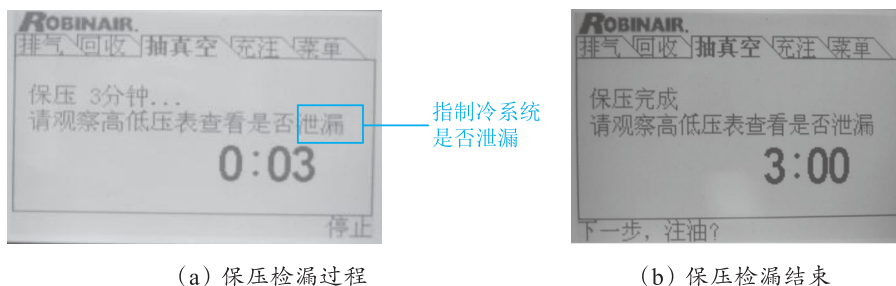


图 1-46 保压检漏的显示界面

(4) 加注冷冻油

保压结束后，按下“确认”键，进行冷冻机油的加注。

①计算注油量：注油量比排出量多 20mL。采用单管加注，关闭低压快速接头（防止冷冻机油进入压缩机），打开高压阀。

②加注时要关注注油瓶，防止注油过多。按“确认”键，暂停。按“取消”键，可结束注油，显示界面如图 1-47 所示。注油结束，按“取消”键，退回初始界面，可进行第二次抽真空。（注意：加完油后观察压力表，如果有少量空气进入系统，则压力会有所回升，需要再次抽真空，按“确认”键，进入充注制冷剂的环节）

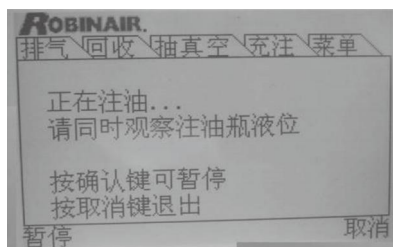


图 1-47 加注冷冻油的过程

(5) 充注制冷剂

①在图 1-48 所示的界面按“确认”键，则进入制冷剂充注界面，接着设置充注量，如图 1-49 所示。

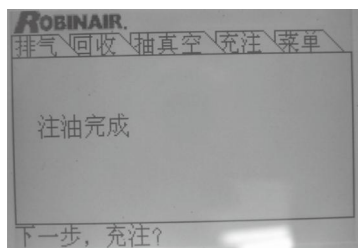


图 1-48 加注冷冻油的过程

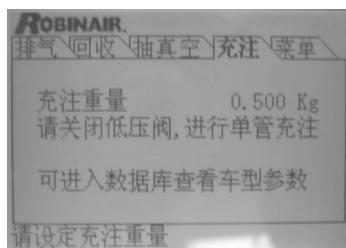


图 1-49 充注制冷剂界面

检查工作罐中的制冷剂净重，当净重不足 3kg 时，应补充制冷剂。（注意：净重不足 3kg 但净重达到加注量的 3 倍以上时，也可满足加注要求，但速度较慢）

②关闭低压阀进行单管加注，这样可防止液态制冷剂进入压缩机。打开高压阀。

③按“确认”键进行制冷剂充注。

④充注完成时，警示灯闪三次，蜂鸣器同时发三声“滴”，根据界面显示（图 1-50），高压快速接头逆时针旋转关闭（图 1-51），将加注管与制冷系统断开。按“确定”键对管路清理。

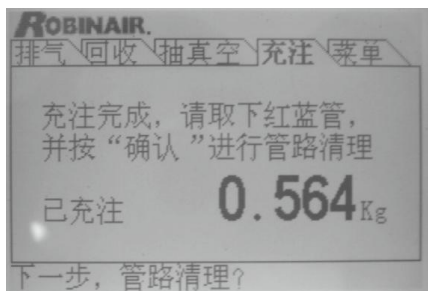


图 1-50 充注完成的显示

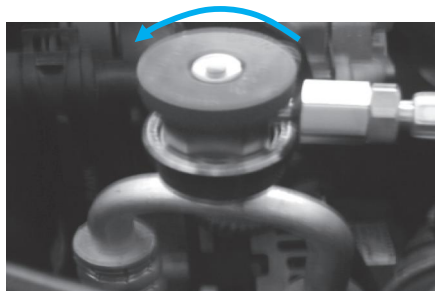


图 1-51 关闭高压快速接头

⑤完成管路清理后，警示灯闪三次，蜂鸣器同时发三声“滴”，按“确认”键退出。关闭控制面板上的高、低压阀门。从车上取下高、低压软管。

十五、简易充注制冷剂工具

简易充注制冷剂的工具包含开启阀、压力表、快速接头及连接管道，如图 1-52 所示。可用于给汽车空调从低压端定量加注或补充制冷剂，也可以用于测量制冷系统的压力，使用方便、快捷。



图 1-52 汽车空调简易充注工具

任务实施

汽车空调制冷系统专用工具的使用步骤见表 1-7。

表 1-7 汽车空调制冷系统专用工具的使用步骤

步骤	实训要求	记录
准备工作	①工具设备准备 ②车辆或实训台	工具设备清单： 车辆 VIN 或实训台型号：
电子检漏仪的使用方法	①按电源键，开机 ②调节灵敏度 ③探头指向被检区域 ④观察记录得出结果 ⑤清洁、关机	记录泄漏处： 显示结果分析：
制冷剂鉴别仪的使用方法	①给仪器通电，开机 ②系统标定 ③连接管路 ④检验样品 ⑤得出结果	设定海拔高度： 显示结果分析：
制冷剂回收加注机的使用方法	①开机 ②自检漏 ③启动汽车空调 ④设置回收量 ⑤连接管路 ⑥打开仪器上的高、低压阀 ⑦回收制冷剂、排油 ⑧抽真空保压 ⑨加注冷冻油、制冷剂 ⑩清洗管路、关机	制冷剂 回收前：_____ 回收后：_____ 冷冻油 回收前：_____ 回收后：_____
清洁复位	①车辆或实训台复位 ②工具设备清洁复位 ③场地清洁	

任务评价

汽车运用与维修“1+X”证书制度职业技能等级标准
“汽车电子电气与空调舒适系统技术”模块（初级）——工作任务“空调系统检查保养”
“制冷系统检查保养”子任务考核评价表（2）——汽车空调制冷系统专用工具的使用

评分项	得分条件	评分标准	配分	得分
情意面 (作业安全) (职业操守)	1. 能进行工位 7S 操作（3 分） ☐ 1.1 整理、整顿（0.5 分） ☐ 1.2 清理、清洁（1 分） ☐ 1.3 素养、节约（0.5 分） ☐ 1.4 安全（1 分） 2. 能进行设备和工具安全检查（3 分） ☐ 2.1 检查作业所需要的工具设备是否完备，有无损坏（0.5 分） ☐ 2.2 检查作业环境是否配备灭火器（0.5 分） ☐ 2.3 检查多歧管压力表是否符合作业要求（1 分） ☐ 2.4 检查多功能万用表的挡位及按键功能是否正常（1 分） 3. 能进行车辆安全防护操作（3 分） ☐ 3.1 正确安装车辆绝缘翼子板布和格栅垫（1 分） ☐ 3.2 正确安装车内四件套（1 分） ☐ 3.3 正确安装后车轮挡块（1 分） 4. 能进行工具清洁校准存放操作（3 分） ☐ 4.1 使用工具前对工具量具进行校准（1 分） ☐ 4.2 使用工具后对工具量具进行清洁（1 分） ☐ 4.3 作业完成后对工具进行复位（1 分） 5. 能进行作业过程规范操作（3 分） ☐ 5.1 作业过程做到工具不落地（2 分） ☐ 5.2 作业过程做到零件不落地（1 分）	依据得分条件进行评分，未按要求完成在□内打×并扣除对应分数	15	
技能面 (应用技能) (操作技能)	☐ 1. 能正确使用温度计（2 分） ☐ 2. 能正确使用风速计（2 分） ☐ 3. 能正确使用压力表（2 分） ☐ 4. 能正确使用连接管（2 分） ☐ 5. 能正确使用转换接头（2 分） ☐ 6. 能正确使用开启阀（2 分） ☐ 7. 能正确使用真空泵（2 分） ☐ 8. 能正确使用电子检漏仪（2 分） ☐ 9. 能正确使用荧光检漏仪（2 分） ☐ 10. 能正确使用力矩扳手（2 分） ☐ 11. 能正确使用维修阀（2 分） ☐ 12. 能正确使用制冷剂鉴别仪（2 分） ☐ 13. 能正确使用制冷剂回收加注机（2 分） ☐ 14. 能正确使用汽车空调诊断仪（2 分）	依据得分条件进行评分，未按要求完成在□内打×并扣除对应分数	28	

续表

评分项	得分条件	评分标准	配分	得分
作业面 (保养作业) (拆装作业)	1. 制冷剂鉴别仪的使用 (6 分) ☐ 1.1 仪器通电, 开机 (1 分) ☐ 1.2 系统标定 (2 分) ☐ 1.3 连接管路 (2 分) ☐ 1.4 得出结果 (1 分) 2. 制冷剂回收加注机的使用 (16 分) ☐ 2.1 启动设备 (1 分) ☐ 2.2 进行排气 (2 分) ☐ 2.3 选择管路连接方式 (1 分) ☐ 2.4 记录管路连接结果 (1 分) ☐ 2.5 按正确方法操作制冷剂回收加注机 (1 分) ☐ 2.6 完成制冷剂回收 (2 分) ☐ 2.7 记录回收结果 (1 分) ☐ 2.8 设定抽真空时间 (1 分) ☐ 2.9 完成抽真空过程 (2 分) ☐ 2.10 记录抽真空结果 (1 分) ☐ 2.11 记录排出油量 (1 分) ☐ 2.12 通过抽真空的方式进行制冷剂回收 (2 分)	依据得分条件进行评分, 未按要求完成在□内打×并扣除对应分数	22	
信息面 (信息录入) (资料应用)	☐ 1. 能正确使用维修手册查询资料 (6 分) ☐ 2. 能正确使用用户手册查询资料 (1 分) ☐ 3. 能在规定时间内查询所需资料 (1 分) ☐ 4. 能正确记录所查询资料章节及页码 (1 分) ☐ 5. 能正确记录所需维修信息 (1 分)	依据得分条件进行评分, 未按要求完成在□内打×并扣除对应分数	10	
工具及设备的使用能力 (岗位所需工具设备的使用能力)	☐ 1. 能正确使用电子检漏仪 (2 分) ☐ 2. 能正确使用真空泵 (2 分) ☐ 3. 能正确使用空调压力表 (2 分) ☐ 4. 能正确使用制冷剂鉴别仪 (3 分) ☐ 5. 能正确使用制冷剂回收加注机 (6 分)	依据得分条件进行评分, 未按要求完成在□内打×并扣除对应分数	15	
分析面 (诊断分析) (检测分析)	☐ 1. 能判读空调管路密封性是否良好 (3 分) ☐ 2. 能判定压缩机机油加注量 (2 分)	依据得分条件进行评分, 未按要求完成在□内打×并扣除对应分数	5	
表单填写与报告的撰写能力 (电子工单) (纸质工单)	☐ 1. 字迹清晰 (1 分) ☐ 2. 语句通顺 (1 分) ☐ 3. 无错别字 (1 分) ☐ 4. 无涂改 (1 分) ☐ 5. 无抄袭 (1 分)	依据得分条件进行评分, 未按要求完成在□内打×并扣除对应分数	5	

 任务拓展

汽车空调制冷剂的选用——绿色环保

汽车空调制冷剂 R12 制冷剂是一种有机物，化学式为 CCl_2F_2 ，为无色无臭气体，具有不溶于水，溶于醇、醚的性质。

R12 制冷剂主要用途是用作制冷剂、气溶杀虫药发射剂，是一种对心脏毒作用强烈而又迅速的物质，能引起动物心律不齐、室性心动过速、心动过缓、房室传导阻滞、急性心力衰竭、血压降低等心血管系统的改变，国外有大量吸入引起致命性心律失常、虚脱、心脏骤停而死亡的病例报道。另外，R12 对环境产生温室效应，使天气变暖，所以被淘汰。

R134a 属于 HFC 类物质 [非 ODS (Ozone-depleting Substances) 物质]，因此完全不破坏臭氧层，是当前世界绝大多数国家认可并推荐使用的环保制冷剂，也是主流的环保制冷剂，广泛用于新制冷空调设备上的初装和维修过程中的再添加。

 思考练习

一、选择题

1. R12 与 R134a 制冷系统，可以互换使用的是（ ）。
 - A. 冷冻机油
 - B. 干燥剂
 - C. 风机
 - D. 制冷剂
2. 关于压力表，下列说法中正确的是（ ）。
 - A. 三通低压压力表和高压压力表都可用于给制冷系统抽真空
 - B. 低压压力表和高压压力表都带有负压检测功能
 - C. R134a 系统和 R12 系统使用的压力表是完全相同的
 - D. 高压压力表的耐压更强
3. 关于制冷工具，下列说法中错误的是（ ）。
 - A. 真空泵用于给制冷系统抽真空
 - B. 快速接头容易产生泄漏，所以检修汽车空调时，要尽量少用
 - C. 检修制冷系统时，必须用专用的连接管将压力表等器材和制冷系统的维修工艺口连接起来
 - D. 汽车空调维修成套专用工具使用方便、准确可靠

4. 歧管压力表的低压表还包括一个（ ）。
- A. 低压表
 - B. 真空表的功能
 - C. 高压表
 - D. 低压手动阀
5. 关于歧管压力表，下列说明中正确的是（ ）。
- A. 歧管压力表专用于对制冷系统抽真空
 - B. 歧管压力表专用于对制冷系统充注制冷剂
 - C. 歧管压力表可同时测量制冷系统低压侧和高压侧的压力
 - D. 一种歧管压力表可用于制冷剂不同的制冷系统

二、填空题

1. 冷冻机油的作用有_____、_____、_____、_____。
2. 电子检漏仪的作用是_____。使用电子检漏仪的方法是_____。
3. 三通低压压力表和高压压力表的区别是_____。
4. 听装制冷剂应采用_____来开启。
5. 汽车空调常用的制冷剂有_____。

三、简答题

1. 维修汽车空调需要哪些常用的专用工具？
2. 怎样保养汽车空调的维修专用工具？