

1. 空调系统概述

1.1 引言

本维修手册可作为培训技工和安装工关于空调器所需要的基础知识。

当心!

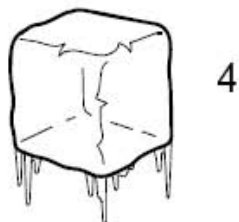
未经授权的工具或材料（如，止漏添加剂）可能对空调器引起损坏或负面的影响。仅能使用被制造商许可的工具和材料。使用未认可的工具或材料会导致质保失效。

1.2 空调器的基础知识

1.2.1 物理基础知识:

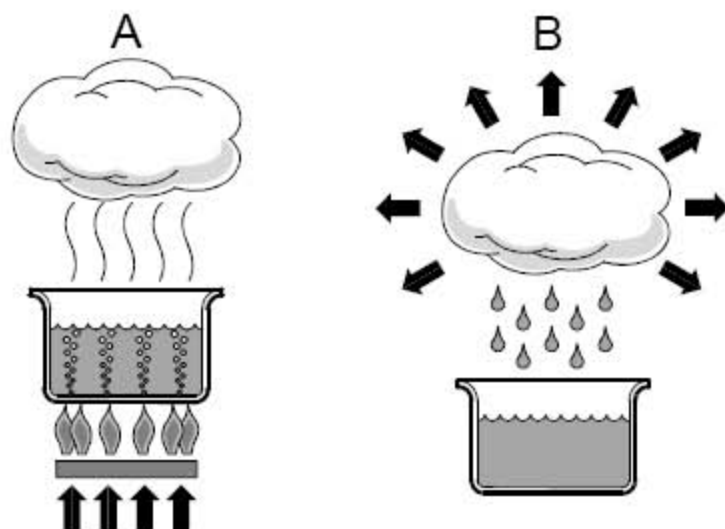
水的4种已知物理状态同样适用于空调制冷剂。

- 1). 气态（不可见的）（下图1所示）
- 2). 汽态（下图2所示）
- 3). 液态（下图3所示）
- 4). 固态（下图4所示）



当水在容器中被加热（吸热），上升的水蒸汽是可见的。如果水蒸汽通过加热进一步的吸收热能，可见的水蒸汽变为不可见的气体。该过程是可逆的。如果热能从气态水中释放，则首先变为蒸汽，然后变为水，最后成为冰。

- 1). 吸热(下图 A所示)
- 2). 散热(下图 B所示)



1.2.2 热能总是从较热的介质传递到较冷的介质

每种介质由大量的运动分子所组成。较热的介质中快速运动的分子将部分能量传递给运动较慢的分子。这导致分子在较热的介质中运动速度变缓，在较冷的介质中加快。这个过程将持续到两种介质中分子运动的速度相同为止。温度相同时，将不发生进一步的热能交换。

1.2.3 气压和沸点

在以下表格中给出的沸点是基于1bar 的大气压力。如果液体所受的压力改变，沸点也将改变。众所周知，比如，气压越低，水的沸点也越低。根据水和制冷剂R134a 的蒸汽压力曲线可以看出，蒸汽在压力恒定的条件下，因温度下降而变为液体（在冷凝器中），或因压力下降，制冷剂由液态变为气态（在蒸发器中）。

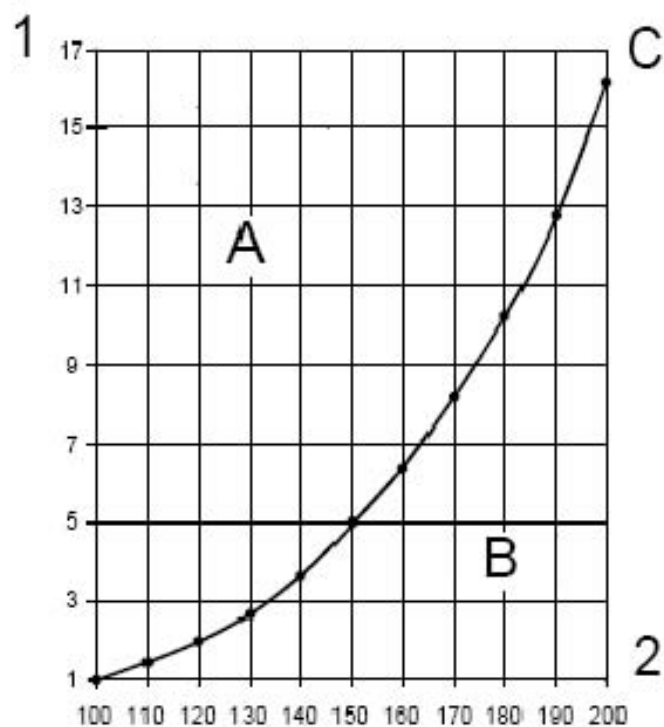
水的蒸汽压力曲线

液态(下图 A所示)

气态(下图 B所示)

水的蒸汽压力曲线(下图 C所示)

- 1). 液体所受压力（绝对压力），单位：bar
- 2). 温度，单位：℃



制冷剂R134a 的蒸汽压力曲线

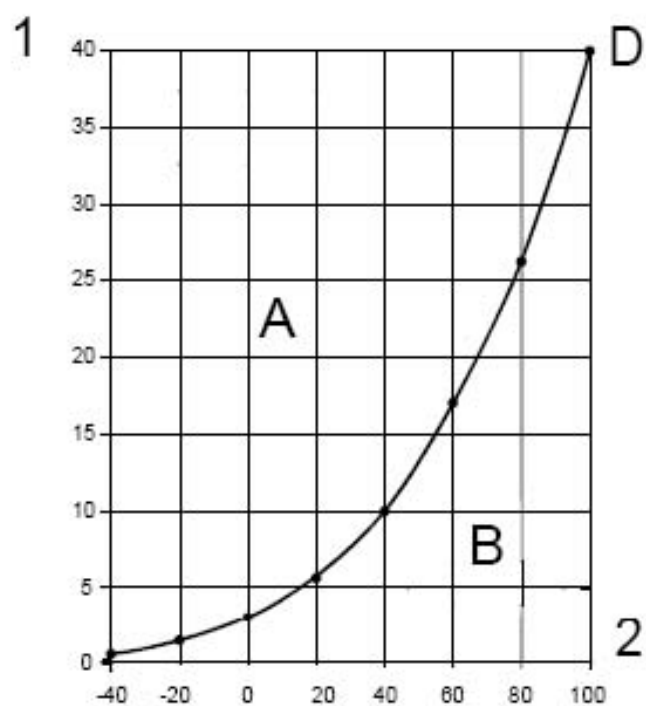
液态(下图 A所示)

气态(下图 B所示)

制冷剂R134a 的蒸汽压力曲线(下图D所示)

1). 液体所受压力(绝对压力), 单位: bar

2). 温度, 单位: °C



1.3 制冷剂R134a 的蒸汽压力表

为制冷工程师提供的各种制冷剂的蒸汽压力表均发表在相关文献上。当已知容器的温度时，从该表可以读出容器中制冷剂所受的蒸汽压力。

由于对每种制冷剂的蒸汽压力特性表的了解，能通过测量压力和温度来判断当前所用制冷剂的类型。

提示

绝对压力意味着0bar 相当于绝对真空。正常外界压力（正压力）对应于1bar 的绝对压力。在大多数的压力计上，0bar 的读数对应1bar 的绝对压力（这可以从位于0 刻度下的-1bar 标识看出）。

温度，单位：℃	R134a 的压力，单位：bar（正压力）
-45	-0.61
-40	-0.49
-35	-0.34
-30	-0.16
-25	0.06
-20	0.32
-15	0.63
-10	1.00
-5	1.43
0	1.92
5	2.49
10	3.13
15	3.90
20	4.70
25	5.63
30	6.70
35	7.83
40	9.10
45	10.54
50	12.11
55	13.83
60	15.72
65	17.79
70	20.05
75	22.52
80	25.21
85	28.14
90	31.34

1.4 制冷剂R134a

汽车空调器利用蒸发和冷凝原理来进行工作。系统采用了一种被称为制冷剂的低沸点液体。现在所用的制冷剂是四氟乙烷R134a，其在1bar 的蒸汽压力下沸点为-26.5° C。

1.4.1 制冷剂R134a 的物理数据

化学分子式	CH ₂ F - CF ₃ 或 CF ₃ - CH ₂ F
化学名称	四氟乙烷
在1bar气压下的沸点	-26.5° C
冰点	-101.6 C
临界温度	100.6° C
临界压力	40.56bar (绝对压力)

1.4.2 临界点

临界点（临界温度和临界压力）是指超过这点后液态和气态之间没有分界面。高于临界点，物体总是呈现气态。温度低于临界点时，在压力容器内所有类型的制冷剂，同时存在液态和气态，所以在液体上方将有一层气垫。只要压力容器内液体周围存在气体，则压力直接取决于外界温度。

提示

不同类型的制冷剂决不能混用。各种空调系统只能使用规定的制冷剂。

1.4.3 制冷剂R134a 的环保特性

- 1). R134a 是一种氟化碳氢化合物(FHC)，并且不含任何氯。
- 2). R134a 在大气层的持久性比制冷剂R12 更短。
- 3). R134a 不破坏臭氧层，减少臭氧量的可能性为零。
- 4). R134a 的全球变暖潜能值（GWP）为1300（二氧化碳的全球变暖潜力值为1）。
- 5). R134a 对于温室效应的影响比制冷剂R12 小10 倍。

1.5 制冷剂R134a 的特性

1.5.1 商品名称

提示

- 1). 其他国家可能使用其它的商品名称。
- 2). 在许多可选的制冷剂中,只有这种可以用在车辆上。Frigen或Freon 是商品名称。它们也是不得用于车辆上的制冷剂。

1.5.2 颜色

就像水,制冷剂在汽态和液态下是无色的。在气态下是不可见的。仅在液态和气态之间的分界面上是可见的。(在加注容器的指示管内的液面,从观察窗口可以看到气泡。)制冷剂R134a 可能在观察窗口内呈现出颜色(乳白色)。浑浊是由部分溶化的制冷剂油引起的,并不意味着故障。

1.5.3 蒸汽压力

在一个未完全注满的封闭容器中,液态制冷剂将一定量的表层液体蒸发形成蒸汽,使汽态和液态之间达到平衡。该平衡状态是在压力下产生的,通常称为蒸汽压力。蒸汽压力取决于温度。

1.5.4 R134a 的物理特征

- 1). 因为R134a 的蒸汽压力曲线和其它制冷剂部分相似,所以无法仅用压力将其明确区分。
- 2). 采用R134a 的空调压缩机需要用特殊的合成制冷剂油来润滑,如PAG 油(聚烷基乙二醇油)。

1.5.5 对金属的影响

在纯净的状态下,制冷剂R134a 具有很高的化学稳定性,不会腐蚀铁和铝。但是当制冷剂内含有杂质(如氯化物)时,会导致某些金属和塑料被腐蚀。这将导致空调压缩机的活塞出现堵塞,泄漏和沉淀物。

1.5.6 临界温度和临界压力

当气压在39.5bar 的正值压力(对应于101 °C的温度)以下时,制冷剂R134a 在化学特性上是稳定的,但是,超过该温度时制冷剂会分解。

1.5.7 水含量

- 1). 只有很少量的水可溶于液态制冷剂内。相反，制冷剂蒸汽可以和水蒸汽以任意比例混合。
- 2). 在制冷剂循环回路中，任何水份都以水滴的形式存在。在收集器或储液罐内的干燥剂、干燥剂袋或干燥剂滤芯可以储存或吸收大约7 克的水份，饱和后无法储存或吸收更多的水份。如果在回路中有更多的水份，这些水份会流到膨胀阀或节流管处，并结成冰。空调系统将停止制冷。
- 3). 在高温高压的条件下，水份与其它杂质形成酸，从而损坏空调器。

1.5.8 易燃性

制冷剂是不可燃的。相反，它会抑制燃烧或者说有灭火作用。当制冷剂暴露在明火或炙热的表面上时将会分解。紫外线也能分解制冷剂(电弧焊发射出的紫外线)。分解而产生的生成物是有毒的，必须避免吸入。但是，那些化合物所导致的粘膜不适，足以及时发出被吸入的警告。

1.5.9 加注系数

在容器内，必须留给液体和蒸汽足够的空间。随着温度的升高，液体会膨胀。而蒸汽占有的空间将变小。最后，在容器中将只有液体。此后，小幅的温度上升就会导致在容器中产生高压，这是因为没有足够的空间让液体继续膨胀。由此产生的压力将足以撑破容器。为预防容器被过度加注，在压缩气体条例中规定了容器内每一升容积允许加注多少千克制冷剂。内部容积乘以这个加注系数得到允许的加注量。在汽车上使用的制冷剂的加注系数是1.15kg/l。

1.5.10 探测泄漏

外部损伤能在制冷剂循环回路中导致泄漏。因为轻微泄漏仅包含少量的制冷剂，泄漏的检测应使用电子检漏仪或通过向制冷剂循环回路中加入检漏添加剂。电子检漏仪能探测到制冷剂每年损失少于5 克的泄漏等级。（电子检漏仪应该明确具体使用的制冷剂混合物。例如，一个用于制冷剂R12 的检漏仪不能用于制冷剂R134a，因为制冷剂R134a 没有氯原子，这会导致检漏仪警报。）

1.6 制冷剂油

制冷剂油可与制冷剂混合（大约20-40%，取决于空调压缩机的类型和制冷剂的量）。它在制冷剂循环回路中持续循环，并润滑运动部件。特殊合成的制冷剂油，如聚烷基乙二醇油(PAG) 被用于采用R134a 的空调系统。这是必须的，因为普通矿物油是不溶于R134a 的。此外，普通矿物油和R134a 的混合物受到压力和高温的作

用在制冷剂循环回路中循环，可能导致R134a 空调器被侵蚀，或者破坏空调压缩机内的润滑油膜。未经允许使用的制冷剂油会导致空调系统故障，所以仅能使用许可的制冷剂油。适用于制冷剂R134a 的制冷剂油种类：PAG

提示

- 1). 由于制冷剂油的吸湿性（容易吸收水份），不要将制冷剂油存储在露天的环境中。
- 2). 总是将制冷剂油容器密封。
- 3). 不要使用已使用过的制冷剂油。
- 4). 脂类机油仅适用于较大型的系统（不适用于车载空调系统）。

1.6.1 制冷剂油的特性

最重要的特性是与制冷剂的互溶性强，良好的润滑性，无酸性和水分非常少。基于那些理由，仅可使用特定的机油。适用于制冷剂R134a 的PAG 机油，具有很强的吸湿性并与其它机油互不相溶。所以，为了防止湿气进入，应将打开的容器立即重新密封。制冷剂油会因受湿气和酸的影响而老化、颜色变暗和呈粉稠状并对金属有腐蚀性。

提示

- 1). 对于采用制冷剂R134a 的循环回路，对于空调压缩机仅可使用此被许可的制冷剂油。
- 2). 制冷剂油因其化学特性不允许与发动机机油或变速箱机油一起进行废弃处理。

1.7 舒适性

对于专注和安全驾驶的基本需求就是乘客舱内的舒适氛围。特别是当乘客舱炎热和潮湿时，仅能通过使用空调来获得舒适感。当然，开窗，开天窗或增加空气流通能帮助舒适度，但是这些在车内都具有某些缺点，如额外的噪音，气流，废气，未过滤的花粉进入（对于过敏患者不宜）。一个结合设计周密的暖风装置和通风系统的良好调节的空调系统，通过控制温度，湿度，和风的强度，可创造一个健康和舒适的感觉，而不用考虑到外部的各种条件。不管车辆是否处于行驶状态，都必须可用。

空调器的其它主要优点是：

- 1). 净化直接进入车内的空气。（灰尘和花粉等被湿润的蒸发器叶片清洗出，并随冷凝水排出）。
- 2). 在中等尺寸的车内温度（例如，短距离行驶后，阴凉处的外部温度为30° C 且车辆在阳光下暴晒）。

	带空调系统	不带空调系统
头部空间	23° C	42° C
胸部空间	24° C	40° C
脚部空间	30° C	35° C

1.7.1 环保特性

自从大约1992 年开始，新制造车辆的空调系统成功地转换到制冷剂R134a。此制冷剂不包含氟，因此不破坏臭氧层。一直到大约1992 年为止，空调系统都加注制冷剂R12。因为它所含有的氟原子，这个CFC 对臭氧层有很大的破坏力，另外，加剧温室效应。使用对臭氧层有破坏作用的制冷剂R12 的旧空调系统可以被改装。为保护环境，不要释放制冷剂到大气中。

1.8 空调器的工作原理

- 1). 乘客舱内的温度是由车窗进入的辐射热量和由金属部件传导的热量决定的。为了在炎热的天气下给乘客营造舒适的温度，必须排出现有的部分热量。
- 2). 因为热量向温度较冷的方向扩散，所以可在乘客舱内安装一个产生低温的装置。该装置内的制冷剂不断蒸发。吸收经过蒸发器的空气热量。
- 3). 通过空调压缩机将吸收了热量的制冷剂抽出。通过空调压缩机的过程，制冷剂的热含量和温度都升高。现在制冷剂的温度比环境温度要高出很多。
- 4). 高温制冷剂随同所含热量一起流向冷凝器。在那里，因为制冷剂和外界空气之间有温度差，所以制冷剂通过冷凝器将热量释放到周围空气中。
- 5). 因此，制冷剂是热能传送载体。因为它能够被再次使用，所以将其重新流回蒸发器。
- 6). 所有空调系统的基本原理就是一个制冷剂的循环回路。但是，空调器的结构各有不同。

1.9 安全概述

- 1). 遵循VBG20，联邦雇主责任保险联盟的规定。
- 2). 遵守工作场所的具体说明。
- 3). 空调系统的制冷剂/ 制冷剂油必须储存在与制冷剂相关的工作场所。

1.9.1 产品特性

- 1). 汽车空调系统使用的制冷剂属于新一代的制冷剂，以无氟、部分氟化的碳氢化合物为基础的制冷剂（H-CF，R134a）。
- 2). 鉴于它们的物理性能，这些制冷剂在压力下能被液化。它们受到压力容器条例的限制，且仅能注入准许的和被认可的增压气体容器。

3). 必须坚持遵守安全和正确使用的具体条件。

1.9.2 制冷剂的处理

- 1). 如果装有制冷剂的容器被打开，内含物可能以液态或汽态溢出。容器压力越大，流出的制冷剂就越多。
- 2). 压力的大小取决于两个因素：
 - A). 容器中制冷剂的类型。“这是因为，沸点越低，压力越高。”
 - B). 温度的高低。“这是因为，温度越高，压力也越高。”

1.9.3 佩戴防护眼镜

佩戴防护眼镜。这会避免制冷剂进入眼睛以及在某些情况下由于受制冷剂的霜冻而导致严重的伤害。

1.9.4 佩戴防护手套和围裙

制冷剂对油脂的溶解性很好。因此，接触皮肤时会破坏皮肤表面的油脂保护层。没有油脂保护的皮肤易受到寒冷和细菌的侵犯。

1.9.5 绝不要让液态制冷剂接触皮肤

制冷剂会吸收蒸发器周围的热量而蒸发。它在皮肤上也是如此，并且可以达到非常低的温度，从而造成局部冻伤（在正常大气压力下，R134a 的沸点在 -26.5°C ）

1.9.6 不要吸入制冷剂蒸汽

提示

以高浓度溢出的制冷剂蒸汽能与空气混合并排斥呼吸所需要的氧气。

1.9.7 禁止吸烟

点燃的香烟能使制冷剂分解。由此产生的物质是有毒的，绝不能被人体吸入。

1.9.8 在制冷系统上的焊接和钎焊

- 1). 在车辆上（接近空调系统的附件）进行焊接和钎焊前，排空制冷剂，然后通过压缩空气和氮气清洗系统。
- 2). 制冷剂分解后的生成物在热的作用下不仅是有毒的，而且具有强烈的腐蚀性，所

以管路和系统部件可能被侵蚀。这主要归因于氟化氢。

1.9.9 刺激性气味

当产生刺激性气味时，则已经产生了前面提到的分解物。在任何情况下，应该避免吸入这些物质，否则，支气管，肺部，和其他器官可能受到伤害。

1.9.10 急救措施

- 1). 如果发生接触眼睛或角膜的情况，立刻用大量的清水冲洗并去看眼科医生。
- 2). 万一接触了皮肤，立刻脱掉被沾湿的衣服并用大量的水清洗受影响的皮肤。
- 3). 如果吸入了高浓度的制冷剂蒸汽，立即将伤者抬到通风处，并及时就医。如果患者呼吸有问题，需要实施供氧。如果患者呼吸受限或停止，应将他的头部后仰并实施急救。

1.9.11 处理压力容器

- 1). 固定容器防止翻到！固定直立的容器防止翻倒，固定横放的容器防止翻滚。
- 2). 不要扔掷压力容器！这将导致容器严重变形从而爆裂。制冷剂立刻汽化，产生爆炸力。飞散的缸体破片能导致严重的伤害。瓶头阀在不正确的运输中会关闭。为保护容器的阀门，钢瓶仅能在安装上保护罩后才能被运输。
- 3). 不要将钢瓶放在散热器附近！加热器附近会产生较高的温度。但是，较高的温度也意味着较高的压力，这可能超过容器的额定压力。

1.9.12 加热不得超过50° C

为避免发生危险，压力容器条例规定：对容器进行加热不得超过50° C。

1.9.13 不要不加控制的加热

在任何情况下不要用明火加热。局部的过度加热会导致容器材料的结构改变，从而降低容器的最大压力限定。另外，局部过热会导致制冷剂发生分解的危险。

1.9.14 密封空容器

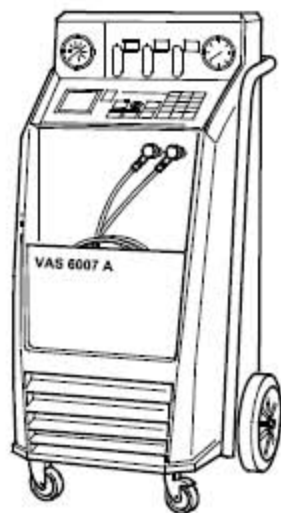
在任何情况下，空的制冷剂容器都应该被密封，用以防止湿气渗入。湿气会导致钢制的容器生锈。削弱容器壁。另外，特别是从容器进入制冷系统的铁锈会导致故障。

1.9.15 使用抽吸和加注设备的安全说明

- 1). 在将加注设备连接到空调系统前，必须确认所有存在的截流阀都已经关闭。
- 2). 在断开连接空调系统的加注设备前，确认工序已经完成，以防止制冷剂泄漏到大气中。
- 3). 把干净的制冷剂从加注设备注入外部增压气体容器后，关闭在钢瓶上的截流阀和加注系统。
- 4). 不要把加注系统暴露在湿气中，或在潮湿的环境中使用。
- 5). 在实施维修工作和操作加注系统前，断开电源。
- 6). 为避免火灾危险，避免使用延长电缆。如果，仍然需要使用延长电缆，使用横截面至少是2.5mm²的延长电缆。
- 7). 如果发生火灾，拆下外部的容器。
- 8). 如果液体分离器将带入的制冷剂油从空调系统排放到随附的量杯中，确保将其注入到一个可封闭的容器中，由于制冷剂油可能含有少量的制冷剂。制冷剂绝不能释放到环境中。
- 9). 当关闭空调制冷剂充放机后，它必须被固定住以防翻滚。

1.10 关于操作带空调器的车辆和处理制冷剂

空调制冷剂充放机



注意!

- 1). 建议准备一个冲洗瓶，预备用于冲洗眼睛。
- 2). 液态制冷剂进入眼睛，要立即用水彻底冲洗15分钟。然后使用眼药水清洗，即使眼睛不痛也要立即就医。
- 3). 必须告知医生该冻伤是制冷剂R134a引起的。尽管遵守了安全措施，如果制冷剂仍然接触了身体的其他部位，那些区域同样需要立即用冷水彻底冲洗至少15分

钟。

- 4). 仅在拥有良好通风环境的空间内对空调系统的制冷回路进行操作。开启现有的车间排气设备。
- 5). 制冷剂不得储存在地势低的场所(例如, 地下室)或附近的楼梯或窗口处。
- 6). 不要在已加注制冷剂的空调系统部件上使用焊接, 钎焊或软钎焊。如果在车上进行焊接和软焊接时, 也存在空调系统部件变热的危险。在油漆作业时, 在烘干房内或在预热区域的物体温度不得超过80° C。加热会导致系统内产生严重的过压, 导致系统的卸压阀开启。

预防措施:

使用空调制冷剂充放机来排空制冷剂循环回路。

提示

- 1). 空调系统中损坏或泄漏的部件不得使用焊接或钎焊来修复。必须将其更换。
- 2). 制冷剂容器(例如, 空调制冷剂充放机的加注容器)严禁过度加热或暴晒在阳光下。

预防措施:

容器不得完全注满液态制冷剂。若没有足够的膨胀空间(气垫), 温度的剧烈变化会导致容器爆裂, 并产生非常严重的后果。无论如何, 都不能将制冷剂加注到含有空气的系统或容器中。

预防措施:

在加注制冷剂前, 必须排空系统和容器。

1.11 操作制冷回路的基本说明

注意:

- 1). 遵守工作场所的具体说明。
- 2). 空调系统的制冷剂/ 制冷剂油必须储存在与制冷剂相关的工作场所。
- 3). 工作时, 保持绝对清洁。
- 4). 当处理制冷剂和氮气时, 要穿戴防护服, 防护镜和防护手套。
- 5). 开启可用的车间排气设备。
- 6). 只能使用空调制冷剂充放机来排空制冷回路, 然后才能松开螺纹接头并更换故障的部件。
- 7). 使用密封盖保护单元和软管不被湿气和污物渗入。
- 8). 只能使用适用于制冷剂R134a 的工具和材料。
- 9). 一旦打开制冷剂油容器后, 要重新密封, 防止制冷剂油受潮。
- 10). 使用压缩空气和氮气吹扫制冷剂循环回路
- 11). 使用制冷剂R134a 冲洗制冷剂循环回路

配备不带电磁离合器的空调压缩机的车辆：

提示

- 1). 重新组装制冷剂循环回路后，发动机首次起动。
- 2). 尽可能只在制冷剂循环回路已加注的情况下起动发动机。
- 3). 空调压缩机是由聚乙烯多楔皮带轮或弹性传动联轴节（不安装电磁离合器）永久驱动的。
- 4). 如果空调压缩机停止运转，空调压缩机轴的过载保护将开启。即使在多楔皮带轮上的过载保护器没有鼓起，空调压缩机也可能停止运转。另一个指示物是在聚乙烯多楔皮带轮或过载保护器旁的被刮掉的橡胶材料。
- 5). 为了在制冷剂循环回路排空时压缩机不受损，压缩机装备有“内部供油循环”。这意味着大约40 到50cm³ 的制冷剂油仍然在空调压缩机内。
- 6). 只有在制冷剂循环回路按顺序组装好的情况下才允许起动发动机。例如，制冷剂管路没有连接空调压缩机，并且发动机正在工作，那么压缩机可能大量聚集从内部来的热量并被损坏。
- 7). 如果制冷剂循环回路是空的，并且空调压缩机和发动机一起怠速运转，空调压缩机调节阀 - N280-不能开启。
- 8). 如果在排空制冷剂循环回路时需要起动发动机，那么：
- 9). 制冷剂循环回路必须完全组装完毕。
- 10). 至少达到规定量1/4 的专用制冷剂油在空调压缩机内。
- 11). 发动机转速不能超过2000rpm。
- 12). 发动机运转应<10 分钟。

1.11.1 O 形密封圈

提示

- 1). 只可使用对制冷剂R134a 和相关的制冷剂油具有耐受性的O 形密封圈。O 形密封圈将不再有颜色标识。使用的O 形密封圈为黑色和彩色。
- 2). 检查所用密封圈的內径是否正确。
- 3). 不要重复使用密封圈！
- 4). 安装密封圈前，涂抹少量的制冷剂油（PAG 机油）。
- 5). 用压缩空气和氮气吹扫部件时，务必使用恰当的排气系统（车间排气设备）将部件中排出的混合气彻底吹出。
- 6). 完成维修工作后，拧紧阀门上的密封盖（带密封圈）和维修接头。
- 7). 在操作空调系统前。检查车辆的加注量。
- 8). 不要注满制冷剂循环回路；排出现有制冷剂并重新加注系统。

1.11.2 在重新加注制冷剂后，开启空调系统前

- 1). 在安装新的空调压缩机或加注新的制冷剂油后（如，吹扫制冷回路），起动发动机前，用手转动压缩机皮带轮10 圈。这会避免空调压缩机损坏。

- 2). 在5 缸或10 缸的柴油发动机上，用手在过载保护装置位置转动空调压缩机10 次。然后安装压缩机。这会避免空调压缩机损坏。
- 3). 在关闭空调系统的情况下，起动发动机（空调器电磁离合器- N25- 和空调压缩机调节阀 - N280- 不会开启）。
- 4). 在发动机稳定的运行在怠速状态下，开启空调压缩机，并在最大制冷功率下使发动机怠速运转至少10 分钟。

LAUNCH