



高职高专“1+X”模式智能新能源汽车专业系列教材

新能源汽车 电气系统检修

New Energy Vehicles

杨学易 徐旭升 主编

上海景格科技股份有限公司技术支持



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



目 录 CONTENTS

前 言

项目一	新能源汽车起动与充电系统检测维修	1
任务一	电子电路检测维修	2
任务二	新能源汽车起动系统检测维修	15
任务三	混合动力汽车充电系统检测维修	28
任务四	电动汽车充电系统检测维修	36
任务五	充电桩的检测维修	48
项目二	新能源汽车基础电气系统检测维修	67
任务一	前照灯检测维修	68
任务二	仪表灯检测维修	81
任务三	尾灯检测维修	89
任务四	室内灯检测维修	95
任务五	制动灯检测维修	103
任务六	信号灯检测维修	111
任务七	仪表警告灯检测维修	120
任务八	喇叭系统检测维修	126
任务九	刮水器及风窗洗涤器检测维修	134
任务十	车身附属电器检测维修	142
任务十一	汽车传感器检测维修	162
项目三	新能源汽车空调与舒适系统检测维修	173
任务一	空调电气系统检测维修	174
任务二	混合动力汽车暖风系统检测维修	182

任务三	半自动和自动空调通风系统检测维修	188
任务四	电动汽车自动空调系统检测维修	195
任务五	电动空调压缩机检测维修	206
任务六	混合动力汽车空调压缩机检测维修	215
任务七	蒸发器和冷凝器及相关部件检测维修	226
项目四	新能源汽车安全系统检测维修	239
任务一	汽车安全气囊系统检测维修	240
任务二	车辆防碰撞预警系统检测维修	258
任务三	车道保持系统检测维修	265
参考文献	272

任务五 电动空调压缩机检测维修

一辆 2017 款比亚迪 e5 电动汽车，行驶了 55000km。客户李先生反映该车空调不制冷，故障灯没有点亮。你能够根据客户反映的这一现象，初步判断是哪儿出现了故障吗？请学习相关知识，帮助客户分析故障原因，并在此基础上整理出你后面需要做的具体工作，从而有效处理当前故障。

学习目标

- 1) 能够正确叙述电动压缩机的驱动方式。
- 2) 能够正确叙述电动变排量涡旋式压缩机的优点。
- 3) 能够正确叙述电动变排量涡旋式压缩机的结构与工作原理。
- 4) 能够独立完成电动压缩机的拆装检测。

知识储备

一、电动压缩机驱动方式

一般新能源汽车上采用的空调压缩机有两种驱动方式：第一种是压缩机直接由主驱动电机通过传动带驱动，称为非独立驱动；第二种是利用单独的小功率电动机进行驱动，电动机从动力电池取电，可以同轴传动，也可以由传动带传动，称为独立驱动。

1. 非独立驱动方式

非独立驱动压缩机的驱动方式，如图 3-5-1 所示。压缩机通过传动带由整车的主驱动电机进行驱动，结构比较简单，方案容易实现，可直接采用传统的机械式压缩机，排量和功率的选配也与机械式压缩机相同。空调制冷量的控制，是通过电磁离合器的开闭以及压缩机排量的改变来实现的。

对于非独立驱动方式，压缩机由整车驱动电机进行驱动，空调的使用增加了驱动电机的负荷，对整车的动力性影响较大。另外，空调系统制冷量的调节是通过电磁离合器关闭或压缩机排量的改变来实现的，系统结构复杂、体积质量大、效率低、能耗大。因此，一般不推荐采用这种驱动方式。

2. 独立驱动方式

独立驱动压缩机的驱动方式，如图 3-5-2 所示。压缩机由单独的电动机进行驱动，因此空调系统的工作不会受到整车运行状况的影响。电动压缩机的功率是按照

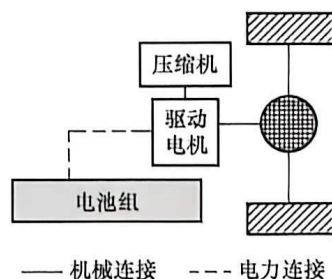


图 3-5-1 非独立驱动压缩机驱动方式

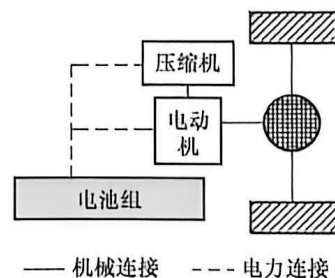


图 3-5-2 独立驱动压缩机驱动方式

常见的制冷负荷工况进行匹配的,从而保证了驱动电动机能够经常工作在高效率区内,空调系统制冷量的控制是通过调节驱动电动机的转速来实现的,可以根据车内制冷负荷需求来决定空调系统的能量输出,降低了能量的消耗。

根据布置形式的不同,独立驱动还包括带传动和同轴传动两种传动方式。由于同轴传动方式的结构紧凑,电动机的内置结构使制冷剂泄漏大大减少,因此该传动方式在国内外得到了普遍应用。

独立驱动方式空调压缩机由单独电动机进行驱动,增加了空调装置布置的灵活性。由于电动汽车留给压缩机的空间位置非常有限,因此更适合选择体积功率比占优势的独立驱动方式。

3. 混合驱动方式

对于混合动力车型来说,为保证车厢内的环境温度舒适性,在发动机模式、电动模式以及混合模式下均需要空调系统正常工作。可以选用全电动压缩机空调方式,也可以选用另外一种方式,即混合驱动压缩机空调方式,该种驱动方式如图 3-5-3 所示。

对于采用发动机与电动机混合驱动的压缩机,可以将电驱动与发动机驱动集成为一个整体,根据汽车行驶工况在发动机驱动模式和电动机驱动模式之间进行切换。在发动机模式下,压缩机由发动机通过传动带驱动。在汽车临时停车或持续减速时切换到电驱动模式,由动力电池提供能量。

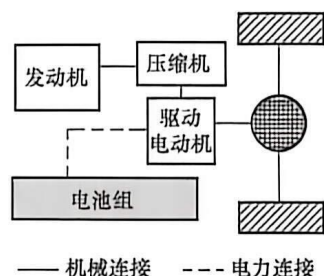


图 3-5-3 混合驱动方式

二、电动变排量涡旋式压缩机的优点

汽车空调压缩机是汽车空调制冷系统的核心,其作用是维持制冷剂在制冷系统中的循环,吸入来自蒸发器的低温低压气态制冷剂,压缩转变为高温高压的气态制冷剂送往冷凝器。压缩机性能的好坏与空调系统的能量消耗、噪声大小和运转可靠性都有直接关系。

新能源汽车对车上辅助设备的能量消耗有严格的要求,因此在新能源汽车上所使用的空调压缩机应具有较高的工作效率,使其在满足使用要求的情况下能量消耗降到最低。目前,新能源汽车普遍使用的是涡旋式压缩机,其原理是利用动、静涡旋片的相对公转运动形成封闭容积的连续变化,实现压缩制冷的目的。涡旋式压缩机具有以下几个优点。

1) 效率高。涡旋式压缩机没有吸、排气阀及余隙容积,气体可以通畅地吸入并能被完全排出,容积效率高。同时,动旋片上的所有点都以很小半径做同步转动,摩擦损失小。同活塞式压缩机相比较,其效率高 10%~15%。

2) 运转平稳。多腔室连续工作,数个不同相位的工作循环同时进行,气流脉动小,转矩变化均匀。

3) 没有吸、排气阀,运转可靠,寿命长,且特别适应于变速运转。

4) 转动惯量小。涡旋的结构形式使压缩机可以实现高速旋转,最高转速可达 1300r/min 左右,因此,涡旋式压缩机体积小、重量轻。

5) 由于吸气过程几乎连续进行,振动噪声低。

三、电动变排量涡旋式压缩机的结构与工作原理

1. 电动变排量涡旋式压缩机结构

电动变排量压缩机主要包括一对螺旋缠绕的固定涡形管和可变涡形管、无刷电动机、油挡板和电动机轴，如图 3-5-4 所示。固定涡形管安装在壳体上，轴的旋转引起可变涡形管在保持原位置不变时发生转动，这时，由这对涡形管隔开的空间大小发生变化，实现制冷剂的吸入、压缩和排出等功能。将进气管直接放在涡形管上可以直接吸气，从而可以提高进气效率。压缩机中有一个内置油挡板，可以挡住制冷循环过程中与气态制冷剂混合的冷冻机油，使气态制冷剂循环顺畅，从而降低冷冻机油的循环率。

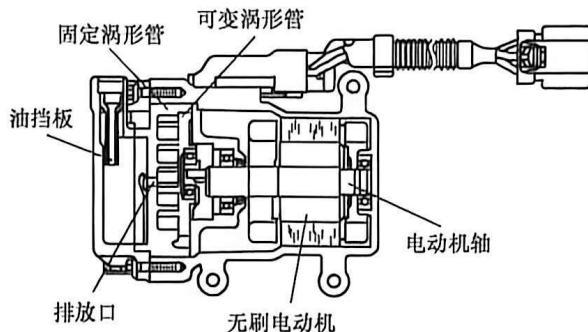


图 3-5-4 电动变排量压缩机结构

2. 电动变排量涡旋式压缩机工作原理

电动变排量涡旋式压缩机工作原理如图 3-5-5 所示，主要包含三个过程，即吸入过程、压缩过程和排放过程。

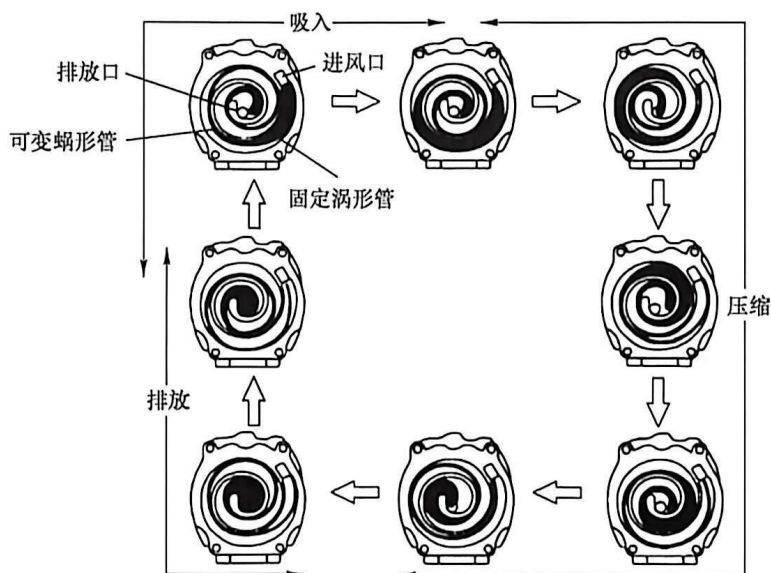


图 3-5-5 电动变排量涡旋式压缩机工作原理

（1）吸入过程

在固定涡形管和可变涡形管间产生的压缩室容量随着可变涡形管的旋转而增大，这时气态制冷剂从进气口吸入。

（2）压缩过程

吸入步骤完成后，随着可变涡形管继续转动，压缩室的容量逐渐减小。这样，吸入的气态制冷剂逐渐压缩并被排到固定涡形管的中心，当可变涡形管旋转约 2 圈后制冷剂的压缩完成。

(3) 排放过程

气态制冷剂压缩完成而压力较高时,通过按压排放阀,气态制冷剂由固定涡形管中心排放口排出。

3. 涡旋压缩机变排量原理

压缩机排量是通过涡旋盘端面的周期性啮合与脱开来改变的。电磁阀处于常闭状态时,活塞上下两侧的压力为出口高压压力,弹簧力确保两个涡旋盘共同加载,此时和标准型压缩机一样工作,容量达到100%。当外部电磁阀打开时,两个涡旋盘稍微脱离,此时压缩机无制冷剂被压缩,从而改变了排量。在一个10s的循环中,如果涡旋盘加载2s、卸载8s,其平均容量就是20%,加载时间占循环周期的比例可以在10%~100%输出排量的范围内任意改变。

电磁阀通电管路关闭时,压缩机处于负载状态,涡旋式压缩机像常规涡旋式压缩机一样工作,传递全部容量和制冷剂蒸气流量。电磁阀断电管路打开时,压缩机处于卸载状态,此时无制冷剂蒸气流量通过压缩机。

实训演练

实训工具与准备:

- 1) 工具:制冷剂回收加注一体机、常用工具车、绝缘工具车、自封袋、绝缘胶带、绝缘手套、万用表、208 接线盒、制冷剂泄漏检测仪。
- 2) 设备:空调系统控制联动台架。
- 3) 资料及耗材:《新能源汽车电气系统检修》教材、抹布等。



电动空调压缩机检测维修

一、比亚迪 e5 汽车制冷系统泄漏检测

- 1) 打开制冷剂泄漏检测仪开关。
- 2) 按下电池测试键,检查制冷剂泄漏检测仪电量是否充足,若电量不足则需更换新的电池,以免影响测试结果。
- 3) 按下制冷剂泄漏检测仪灵敏度调节按键,调节制冷剂泄漏检测仪灵敏度。
- 4) 将检测仪探头置于压缩机管路插头上,检测制冷剂是否有泄漏,若检测仪发出高频的“滴滴”警报声,则说明存在泄漏,需更换新的密封圈或空调管路。
- 5) 使用同样的方法检测冷凝器管路接口上方有无制冷剂泄漏,若有则需更换新的密封圈或空调管路。
- 6) 使用同样的方法检测冷凝器翼片上方有无制冷剂泄漏,若有则需更换新的空调冷

凝器。

7) 使用同样的方法检测各空调压力传感器上方有无制冷剂泄漏, 若有则需更换新的空调管路或空调压力传感器。

8) 使用同样的方法检测膨胀阀上方有无制冷剂泄漏, 若有则需更换新的空调管路或膨胀阀。

9) 取下空调管路制冷剂高压加注口盖, 将检测仪探头置于制冷剂加注口上方, 检测制冷剂是否有泄漏, 若检测仪发出高频的“滴滴”警报声, 则说明存在泄漏, 需更换新的空调管路或制冷剂高压加注口。

10) 安装空调管路制冷剂高压加注口盖。

11) 使用同样的方法检测空调管路制冷剂低压加注口上方有无制冷剂泄漏, 若有则需更换新的空调管路或制冷剂低压加注口。

12) 检测完毕, 关闭制冷剂泄漏检测仪开关。

二、比亚迪 e5 汽车制冷系统压力检测

1) 将制冷剂回收加注一体机高低压管路连接至空调管路上。

2) 接通制冷剂回收加注一体机电源, 打开电源开关。

3) 打开制冷剂回收加注一体机高低压开关。

4) 检查空调管路压力是否正常。若测量值与标准值不符, 则说明空调系统存在故障, 需要进行检修。

5) 关闭制冷剂回收加注一体机上的高低压开关。

6) 拔下制冷剂回收加注一体机电源。

7) 断开制冷剂回收加注一体机高低压管路。

三、比亚迪 e5 汽车压缩机电路检测

比亚迪 e5 汽车压缩机控制电路如图 3-5-6 所示。根据电路图可知, BA17 为空调压缩机低压线束插接器, 1 号接线端子为供电线束, 2 号接线端子为搭铁线束, 4 号接线端子为 CAN-H 通信线束, 5 号接线端子为 CAN-L 通信线束。

1. 压缩机供电线束检测

1) 断开空调压缩机低压线束插接器 BA17。

2) 按下车辆起动开关至 ON 位置。

3) 取出万用表, 校表确认万用表是否正常可用。

4) 将万用表调至直流电压档。

5) 将万用表红表笔连接压缩机低压线束插接器 BA17 的 1 号接线端子, 黑表笔连接车身搭铁。

6) 待万用表数值稳定后读取万用表数值, 标准值为 $11 \sim 14\text{V}$ 。若测量值与标准值不符, 则说明压缩机供电线束存在故障, 需要进行检修。

7) 关闭车辆电源开关, 断开低压蓄电池负极, 并将万用表调至电阻测试档。

8) 将万用表红表笔连接压缩机低压线束插接器 BA17 的 1 号接线端子, 黑表笔连接压

缩机供电熔丝一端。

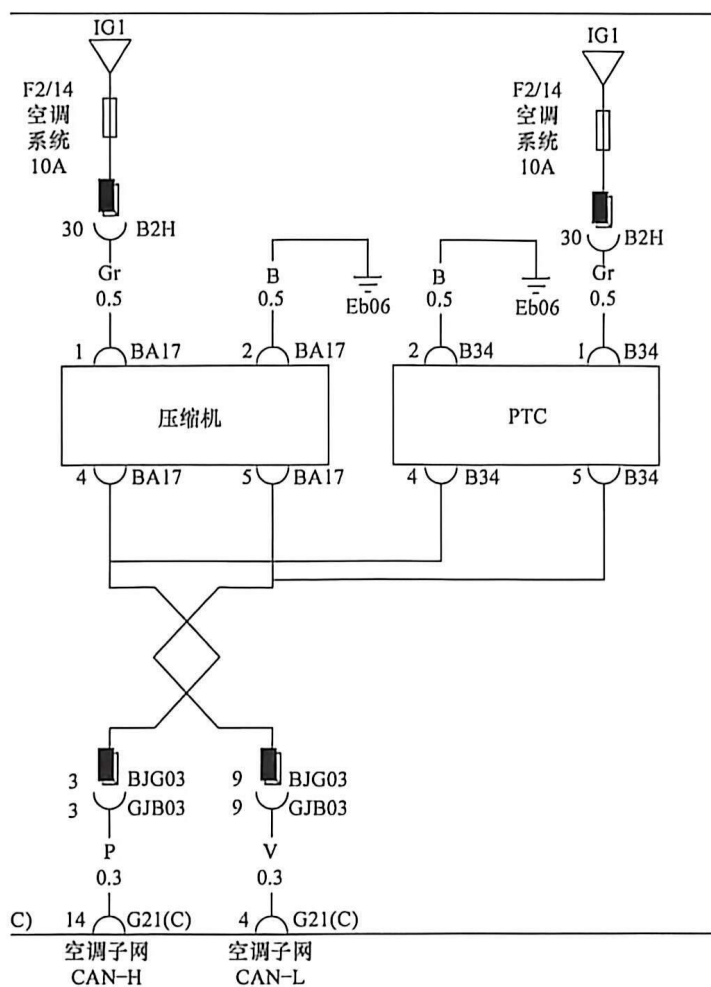


图 3-5-6 压缩机控制电路图

9) 待万用表数值稳定后读取万用表数值，标准值为小于 1Ω 。若测量值与标准值不符，则说明压缩机供电线路存在断路故障，需对压缩机供电线束进行维修或更换。

2. CAN 通信线束检测

- 1) 按下车辆起动开关至 ON 位置。
- 2) 将万用表调至直流电压档。
- 3) 红表笔连接压缩机低压线束插接器 BA17 的 4 号接线端子，黑表笔连接车身搭铁。
- 4) 待万用表数值稳定后读取万用表数值，标准值为 $2.5 \sim 3.5\text{V}$ 。若测量值与标准值不符，则说明 CAN-H 通信线束故障，需要进行检修。
- 5) 关闭车辆电源开关，断开低压蓄电池负极。
- 6) 断开空调控制器线束插接器 G21 (C)。
- 7) 将万用表调至电阻档，红表笔连接压缩机低压线束插接器 BA17 的 4 号接线端子，黑表笔连接空调控制器线束插接器 G21 (C) 的 14 号接线端子。
- 8) 待万用表数值稳定后读取万用表数值，标准值为小于 0.5Ω 。若测量值与标准值不

符, 则说明 CAN-H 通信线路存在断路故障, 需对 CAN-H 通信线路进行维修或更换。

9) 以同样方法检测 CAN-L 通信线束。

3. 压缩机搭铁线束检测

1) 关闭车辆电源开关。

2) 断开低压蓄电池负极。

3) 将万用表调至电阻档。

4) 红表笔连接压缩机低压线束插接器 BA17 的 2 号接线端子, 黑表笔连接车身搭铁。

5) 待万用表数值稳定后读取万用表数值, 标准值为小于 0.5Ω 。若测量值与标准值不符, 则说明压缩机搭铁线束存在断路故障, 需对搭铁线束进行维修或更换。

四、比亚迪 e5 汽车压缩机拆装

1. 空调系统制冷剂回收

1) 将制冷剂回收加注一体机高低压管路连接至空调管路上。

2) 接通制冷剂回收加注一体机电源, 打开电源开关。

3) 打开制冷剂回收加注一体机高低压开关。

4) 排出空调管路中的空气。

5) 按下制冷剂回收按钮, 调整回收质量至 500g。

6) 按下开始按钮, 回收空调管路中的制冷剂。

7) 空调制冷剂回收结束后, 按下暂停按钮, 停止制冷剂回收。

8) 单击下一步进行压缩机排油。

9) 排油结束后关闭制冷剂回收加注一体机高低压开关, 关闭电源开关。

10) 拔下制冷剂回收加注一体机电源。

11) 断开制冷剂回收加注一体机高低压管路。

2. 压缩机拆卸

1) 拔下高压电控总成侧压缩机高压线缆插接器。

2) 使用 10mm 套筒、棘轮扳手组合工具, 拆卸空调高压管路固定螺栓。

3) 断开空调高压管路与压缩机的连接。

4) 取下空调高压管路插头上的密封圈。

5) 使用自封袋包裹空调管路插头, 以免灰尘和杂质进入空调管路。

6) 取下压缩机管路接口上的密封圈。

7) 使用绝缘胶带封住压缩机管路接口, 以免灰尘和杂质进入空调管路。

8) 以同样方法拆卸空调低压管路。

9) 使用 13mm 呆扳手配合 10mm 呆扳手, 拆卸空调压缩机 2 个固定螺栓和螺母, 并用手取下。

10) 取下空调压缩机, 并妥善放置。

3. 压缩机安装

1) 将压缩机孔位对齐, 并用手旋入 2 个固定螺栓和螺母。

- 2) 用手安装空调压缩机 2 个固定螺栓和螺母。
- 3) 使用 13mm 呆扳手配合 10mm 呆扳手, 紧固空调压缩机 2 个固定螺栓和螺母。
- 4) 取下压缩机管路接口上的绝缘胶带。
- 5) 安装新的密封圈至压缩机管路接口上。
- 6) 取下空调管路上的自封袋。
- 7) 安装新的密封圈至空调高压管路插头上。
- 8) 将空调高压管路连接至压缩机上, 并用手旋入固定螺栓。
- 9) 使用 10mm 套筒、棘轮扳手组合工具, 安装空调高压管路固定螺栓。
- 10) 以同样方法安装空调低压管路。
- 11) 安装高压电控总成侧压缩机高压线缆插接器。

4. 空调系统制冷剂加注

- 1) 将制冷剂回收加注一体机高低压管路连接至空调管路上。
- 2) 接通制冷剂回收加注一体机电源, 打开电源开关。
- 3) 打开制冷剂回收加注一体机上的高低压管路开关。
- 4) 按下抽真空按钮, 设置抽真空时间为 5min, 按下开始按钮。
- 5) 等待抽真空结束。
- 6) 按下开始按钮, 进行 3min 保压测试, 若 3min 后压力值下降, 则说明制冷系统存在泄漏, 需对制冷系统进行检修。
- 7) 保压完成后进行自动注油。
- 8) 注油后, 按下制冷剂加注按钮, 调整加注质量至 500g。
- 9) 按下开始按钮, 加注空调制冷剂。
- 10) 空调制冷剂加注结束后, 按下暂停按钮, 停止制冷剂加注。
- 11) 关闭制冷剂回收加注一体机高低压开关, 关闭电源开关。
- 12) 拔下制冷剂回收加注一体机电源。
- 13) 断开制冷剂回收加注一体机高低压管路。

五、整理清洁

按照 7S 管理标准, 整理工具、场地和设备。

任务练习

一、选择题

1. 电动变排量涡旋式压缩机优点有 ()。
 - A. 效率高、运转平稳、转动惯量小
 - B. 没有吸、排气阀, 运转可靠, 寿命长, 且特别适应于变速运转
 - C. 由于吸气过程几乎连续进行, 振动噪声低
 - D. 以上都是

2. 涡旋式压缩机没有 ()。

A. 排气阀及余隙容积	B. 吸、排气阀及余隙容积
C. 吸气阀及余隙容积	D. 吸、排气阀
3. 动旋片上的所有点都以很小半径做同步转动, 摩擦损失 ()。

A. 大	B. 不变	C. 小	D. 不确定
------	-------	------	--------
4. 同活塞式压缩机相比较, 其效率高 ()。

A. 10% ~ 15%	B. 11% ~ 15%	C. 12% ~ 15%	D. 13% ~ 15%
--------------	--------------	--------------	--------------

二、判断题

1. 在固定涡形管和可变涡形管间产生的压缩室的容量随着可变涡形管的旋转而增大, 这时气态制冷剂从进气口吸入。 ()
2. 吸入步骤完成后, 随着可变涡形管继续转动, 压缩室的容量逐渐增大。 ()
3. 当可变涡形管旋转约 3 圈后, 制冷剂的压缩完成。 ()
4. 气态制冷剂压缩完成而压力较高时, 通过按压排放阀, 气态制冷剂由固定涡形管中心排放口排出。 ()
5. 压缩机排量是通过涡旋盘端面的周期性啮合与脱开来改变的。 ()
6. 电磁阀通电管路关闭时, 压缩机处于负载状态, 涡旋压缩机像常规涡旋压缩机一样工作, 传递全部容量和制冷剂蒸气流量。 ()
7. 电磁阀处于常开状态时, 活塞上下两侧的压力为出口高压压力。 ()
8. 电动变频涡旋式压缩机工作原理主要包含三个过程, 即吸入过程、压缩过程和排放过程。 ()
9. 压缩机中有一个内置油挡板, 可以挡住制冷循环过程中与气态制冷剂混合的冷冻机油, 使气态制冷剂循环顺畅, 从而降低机油的循环率。 ()
10. 电动变排量压缩机主要包括一对螺旋缠绕的固定涡形管和可变涡形管、无刷电动机、油挡板和电动机轴。 ()

三、简答题

简述空调压缩机的拆卸步骤。



高职高专“1+X”模式智能新能源汽车专业系列教材

书 名	主 编	书 号
新能源汽车电力电子技术	胡敏艺 王亚华	
新能源汽车动力驱动电机电池系统检修	徐旭升 胡敏艺	72612
新能源汽车电气系统检修	杨学易 徐旭升	72718
新能源汽车底盘系统检修	敖 亚 祝倩倩	71854
新能源汽车使用与维护	祝倩倩 蒋光辉	71206
新能源汽车网关控制与娱乐系统检修	欧阳全胜 杨学易	69205
新能源汽车综合故障诊断	艾政华 王亚华	72767

下载地址:

需要配套资源的教师可登录机械工业出版社教育服务网
www.cmpedu.com 免费注册后下载, 或联系机工小编
索取(微信:13683016884/电话:010-88379674)



机工教育微信服务号



机工小编



策划编辑电话: 010-88379160

策划编辑◎ 齐福江 / 封面设计◎ 严娅萍

ISBN 978-7-111-72718-7



9 787111 727187 >

定价: 69.90元