

涡轮增压

1. 涡轮增压器的结构及工作原理

车用涡轮增压器由离心式压气机和径流式涡轮机及中间体三部分组成。增压器轴通过两个浮动轴承支承在中间体内。中间体内有润滑和冷却轴承的油道，还有防止机油漏入压气机或涡轮机中的密封装置等，如图1所示。

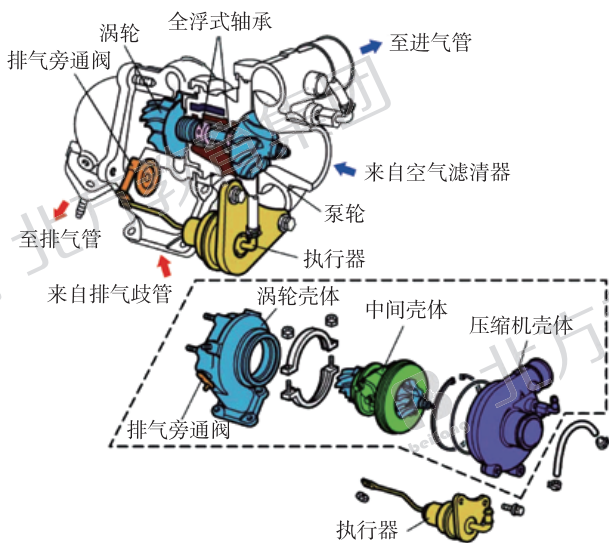


图1 涡轮增压系统内部结构图

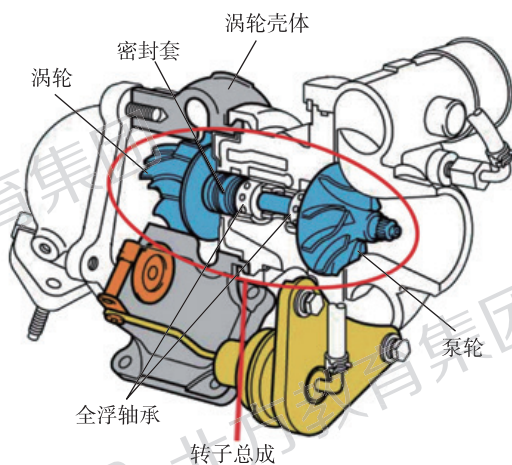


图2 转子总成

(1) 转子（如图2）

涡轮机叶轮、压气机叶轮和密封套等零件安装在增压器轴上，构成涡轮增压器转子。转子以超过100000r/min，最高可达200000r/min的转速旋转，因此，转子的平衡是非常重要的。增压器轴在工作中承受弯曲和扭转交变应力，一般用韧性好、强度高的合金钢制造。

(2) 增压器轴承（如图3）

增压器轴承的结构是车用涡轮增压器可靠性的关键之一。现代车用涡轮增压器都采用浮动轴承。浮动轴承实际上是套在轴上的圆环。圆环与轴以及圆环与轴承座之间都有间隙，形成双层油膜。圆环浮在轴与轴承座之间，一般内层间隙为0.05mm左右，外层间隙大约为0.1mm。轴承壁厚约3mm~4.5mm，用锡铅青铜合金制造，轴承表面镀一层厚度约为0.005mm~0.008mm的铅锡合金或金属钢。在增压器工作时，轴承在轴与轴承座中间转动。增压器工作时产生轴向推力，由设置在压气机一侧的推力轴承承受。为了减少摩擦，在整体式推力轴承两端的止推面上各加工有四个布油槽；在轴承上还加工有进油孔，以保



图3 增压器轴承

证止推面的润滑和冷却。

(3) 涡轮增压器的润滑及冷却 (如图 4)

来自发动机润滑系统主油道的机油, 经增压器中间体上的机油进口进入增压器, 润滑和冷却增压器轴和轴承。然后, 机油经中间体上的机油出口返回发动机油底壳, 在增压器轴上装有油封, 用来防止机油窜入压气机或涡轮机蜗壳内。如果油封损坏, 将导致机油消耗量增加和排气冒蓝烟。

由于汽油机增压器的热负荷大, 因此在增压器中间体的涡轮机侧设置冷却水套, 并用软管与发动机的冷却系统相通。冷却液自中间体上的冷却液进口流入中间体内的冷却水套, 从冷却液出口流回发动机冷却系统。冷却液在中间体的冷却水套中不断循环, 使增压器轴和轴承得到冷却。有些涡轮增压器在中间体内不设置冷却水套, 只靠机油及空气对其进行冷却。当发动机在大负荷或高转速工作之后, 如果立即停机, 机油可能由于轴承温度太高而在轴承内燃烧。因此, 这类涡轮增压发动机应该在停机之前, 至少在怠速下运转 1min。

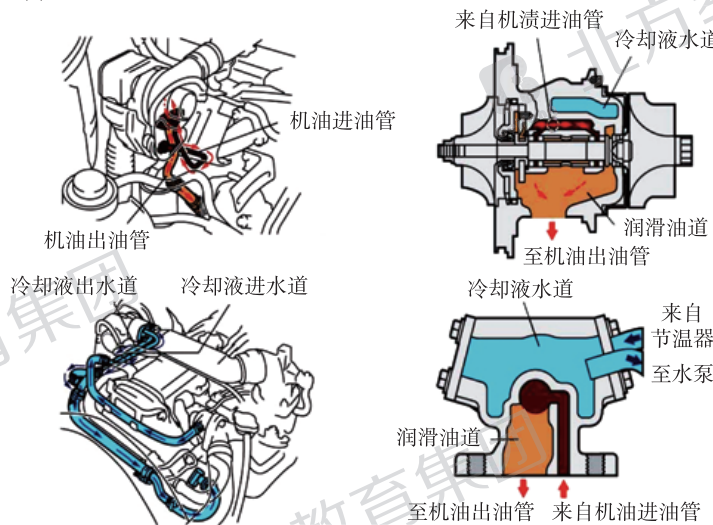


图 4 涡轮增压器的润滑及冷却

2. 增压压力的调节

在汽车涡轮增压系统中设置进、排气旁通阀, 是调节增压压力最简单、成本最低而又十分有效的方法。排气旁通阀的工作原理。控制膜盒中的膜片将膜盒分为上、下两个室, 上室为空气室经连通管与压气机出口相通, 下室为膜片弹簧室, 膜片弹簧作用在膜片上, 膜片通过连动杆与排气旁通阀连接。当压气机出口压力, 也就是增压压力低于限定值时, 膜片在膜片弹簧的作用下上移, 并带动连动杆将排气旁通阀关闭; 当增压压力超过限定值时, 增压压力克服膜片弹簧力, 推动膜片下移, 并带动连动杆将排气旁通阀打开, 使部分排气不经过涡轮机直接排放到大气中, 从而达到控制增压压力及涡轮机转速的目的, 如图 5 所示。

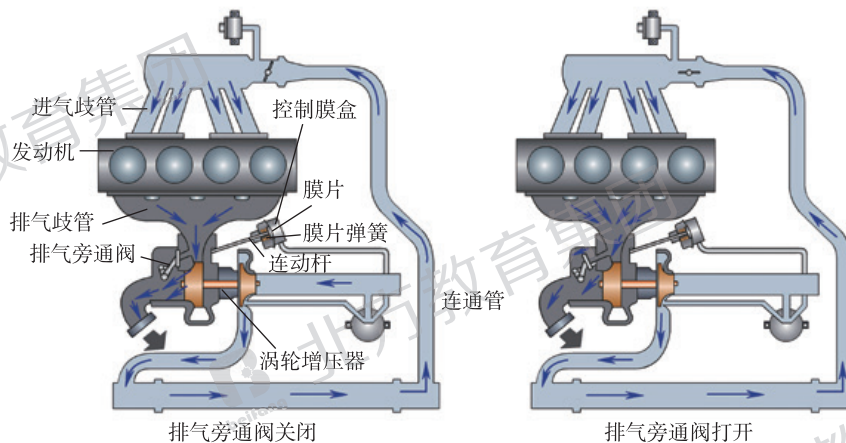


图 5 排气旁通阀工作原理示意图

在有些发动机上，排气旁通阀的开闭由电控单元控制的电磁阀操纵。电控单元根据发动机的工况，由预存的增压压力脉谱图确定目标增压压力，并与增压压力传感器检测到的实际增压压力进行比较，然后根据其差值来改变控制电磁阀开闭的脉冲信号占空比，以此改变电磁阀的开启时间，进而改变排气旁通阀的开度，控制排气旁通量。但是排气旁通阀开启之后，排气能量的利用率下降，致使在高速大负荷时发动机的燃油经济性变差，如图 6 所示。

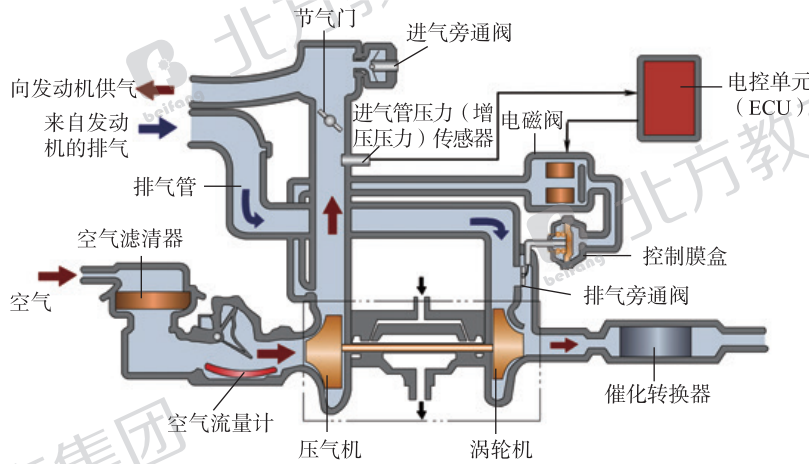


图 6 电控排气旁通阀的涡轮增压系统

在大排量重型车用涡轮增压发动机上多采用涡轮机喷管出口截面可变的涡轮增压器，简称变截面涡轮增压器。在这种涡轮增压器中，通过改变喷管出口截面积来调节增压压力。当发动机低速运行时，缩小喷管出口截面积，使喷管出口的排气流速增大，涡轮机转速随之升高，增压压力和供气量都相应增加；当发动机高速工作时，增大喷管出口截面积，使喷管出口的排气流速减小，涡轮机的转速相对降低，这样增压器将不会超速，增压压力也不致于过高。

在有叶径流式涡轮机中，可以采用转动喷管叶片的方法来改变喷管出口截面积。喷管叶片与齿轮相连，齿轮与齿圈啮合，当执行机构往复移动时，齿圈或向左或向右转动，带动与其啮合的齿轮转动，并使喷管叶片随之转动，从而使喷管出口截面积发生改变，如图 7 所示。

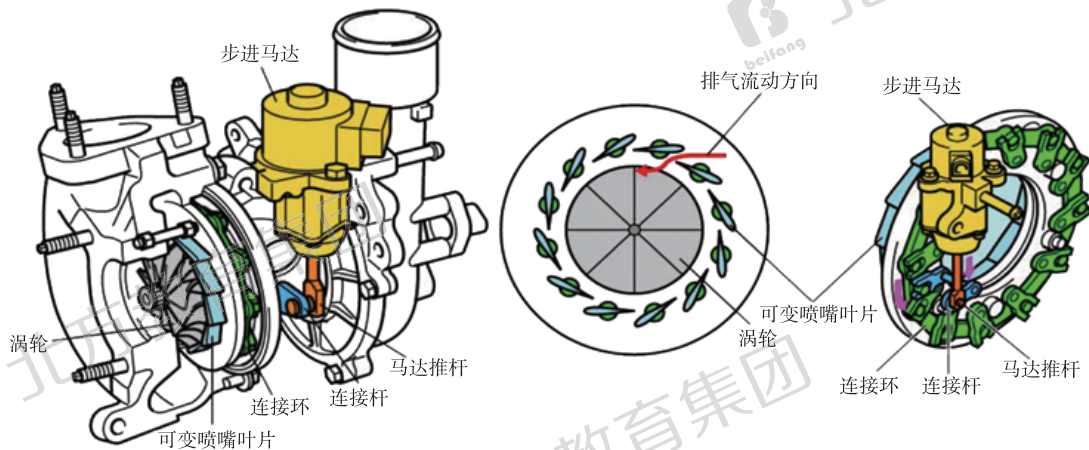


图 7 变截面涡轮增压器

3. 增压后的空气冷却

中冷器是增压系统的一部分。当空气被高比例压缩后会产生很高的热量，从而使空气膨胀密度降低，而同时也会使发动机温度过高造成损坏。为了得到更高的容积效率，需要在注入汽缸之前对高温空气进行冷却。这就需要加装一个散热器，原理类似于水箱散热器，将高温高压空气分散到许多细小的管

道里，而管道外有常温高速流过空气或冷却水，从而达到降温目的。由于这个散热器位于发动机和涡轮增压器之间，所以又称作中央冷却器，简称中冷器，如图 8 所示。

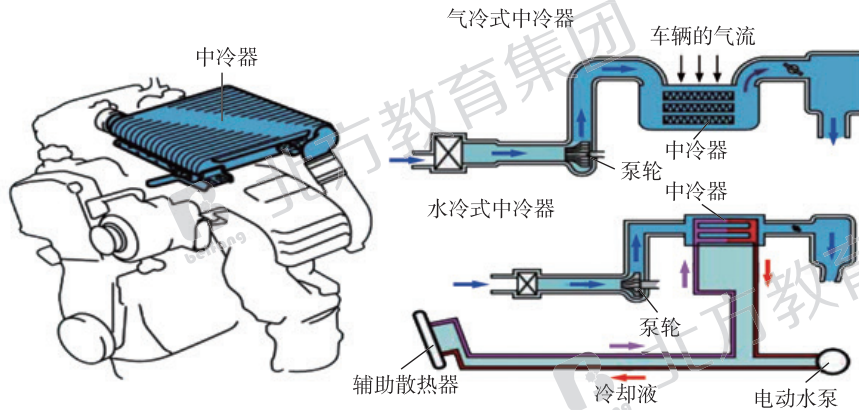


图 8 中冷器

4. 超速切断控制

超速切断控制如图 9 所示，在汽车高速行驶时，如遇减速时节气门关闭时，如果继续增压，就会在泵轮产生很大的背压，迫使泵轮快速减速。当节气门再次打开时，涡轮增压机转速必须重新增加。此进气循环控制系统防止增压延迟。

空气循环阀是机械作动，气动控制弹簧膜片阀。它由增压空气循环阀 N249 控制。N249 控制与真空罐相连，它不受进气歧管压力影响，当 N249 控制有故障，由节气门后方的发动机真空控制。

当节气门关闭时，空气循环阀完全短路了增压气路。真空反作用在阀的弹簧上。阀打开，泵轮泵气就形成一个回路。泵轮不会减速。

当节气门重新打开时，进气歧管真空度下降。弹簧力将循环阀关闭。此时增压回路不再短路。立即可能全增压过程。

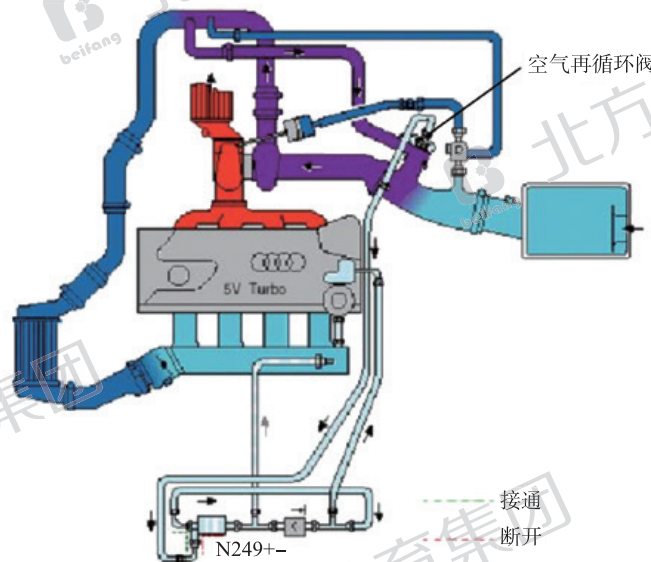


图 9 超速切断控制