



湖南电子科技职业学院  
HUNAN VOCATIONAL COLLEGE OF ELECTRONIC AND TECHNOLOGY

# 毕业设计(方案设计) 说明书

课 题 大众桑塔纳冷却系统的故障分析与维修

学生姓名 王用 学 号 010425142022

专 业 汽车电子技术 班 级 汽电 Z1406

院 (系) 人工智能与软件工程学院

指导教师 刘先智 职 称 讲师

湖南电子科技职业学院教务处 制



# 毕业设计真实性承诺及指导教师声明

## 学生毕业设计真实性承诺

本人郑重声明：所提交的毕业设计是本人在指导教师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果，内容真实可靠，不存在抄袭、造假等学术不端行为。除文中已经注明引用的内容外，本设计不含其他个人或集体已经发表或撰写过的研究成果。对本设计的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。如被发现设计中存在抄袭、造假等学术不端行为，本人愿承担相应的法律责任和一切后果。

学生（签名）： 王用 日期： 2020.06.26

## 指导教师关于学生毕业设计真实性审核的声明

本人郑重声明：已经对学生毕业设计所涉及的内容进行严格审核，确定其成果均由学生在本人指导下取得，对他人毕业设计及成果的引用已经明确注明，不存在抄袭等学术不端行为。

指导教师（签名）： 刘先智 日期： 2020.06.26

注：此声明由指导教师和学生

# 目 录

一、 冷却系统的组成.....	1
1.1 桑塔纳轿车发动机的冷却系统结构.....	1
1.2 桑塔纳轿车发动机的冷却系统功能介绍.....	1
二、 冷却系统工作过程.....	4
三、 冷却系统的维护.....	6
3.1 冷却液作用.....	6
3.2 冷却水泵和节温器维护.....	7
3.3 发动机防冻液更换.....	8
四、 实际故障检测与维修.....	10
4.1 故障分析.....	10
4.2 故障排除与检修.....	10
五、 设计总结.....	12

## 一、冷却系统的组成

如果一台发动机,冷却系统的维修率一直居高不下,往往会引起发动机其他构件损坏,特别是随着车辆行驶里程的增加,冷却系统的工作效率逐渐下降,对发动机的整体工作能力产生较大影响,冷却系统的重要性在于维护发动机常温下工作,犹如人体的皮肤汗腺,如果有一天,人体的汗腺不能正常工作,那么身体内的热量将无法散去,轻则产生中暑,重则休克。

冷却系统的功用是带走引擎因燃烧所产生的热量,使引擎维持在正常的运转温度范围内。引擎依照冷却的方式可分为气冷式引擎及水冷式引擎,气冷式引擎是靠引擎带动风扇及车辆行驶时的气流来冷却引擎;水冷式引擎则是靠冷却水在引擎中循环来冷却引擎。不论采何种方式冷却,正常的冷却系统必须确保引擎在各样行驶环境都不致过热。

### 1.1 桑塔纳轿车发动机的冷却系统结构

桑塔纳轿车发动机的冷却系统属强制循环封闭式冷却系统,其组成如图所示。

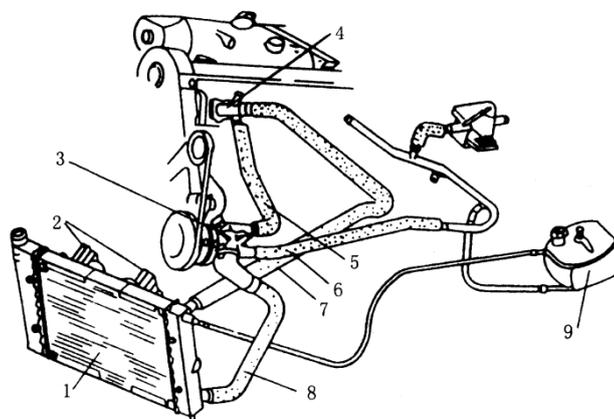


图 1-1 桑塔纳轿车用发动机冷却系统示意图

- 1-散热器 2-风扇 3-水泵 4-机体进水口(进入气缸体、气缸盖水套)  
5-旁通水管 6-暖气回水进水泵水管 7-机体冷却水出口与散热器进水口接管  
8-散热器出水管 9-膨胀小水箱

### 1.2 桑塔纳轿车发动机的冷却系统功能介绍

其冷却系统零分解图如图 1-2 所示,主要由散热器、副水箱、风扇、冷却水

套、水泵、水管和温度调节装置等组成。

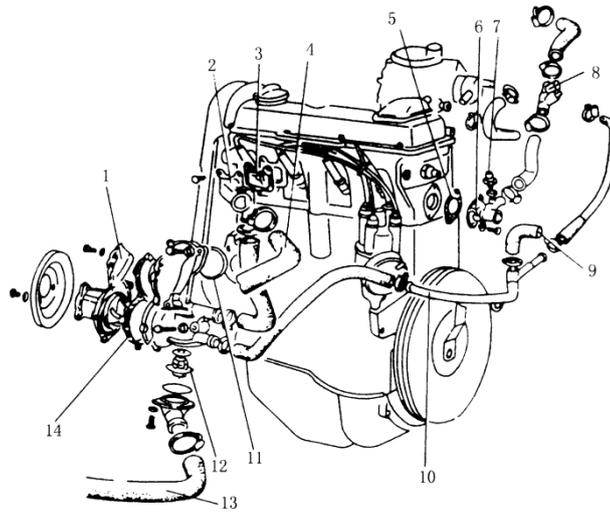


图 1-2 冷却系零件分解图

**散热器：**散热器又称为水箱，其功用是增大散热面积，加速水的冷却。冷却水经过散热器后，其温度可降低  $10-15^{\circ}$ 。为了将散热器传出的热量尽快带走，在散热器后面装有风扇与散热器配合工作。

散热器上水室顶部有加水口，冷却水由此注入整个冷却系并用散热器盖盖住。在上水室和下水室分别装有进水管和出水管，进水管和出水管分别用橡胶软管和气缸盖的出水管和水泵的进水管相连，这样，既便于安装，而且当发动机和散热器之间产生少量位移时不会漏水。在散热器下面一般装有减震垫，防止散热器受振动损坏。在散热器下水室的出水管上还有放水开关，必要时可将散热器内的冷却水放掉。

散热器芯由许多冷却管和散热片组成，对于散热器芯应该有尽可能大的散热面积，采用散热片是为了增加散热器芯的散热面积。

桑塔纳汽车发动机采用闭式水冷系，这种冷却系的散热器盖具有自动阀门发动机热态工作正常时，阀门关闭，将冷却系与大气隔开。防止水蒸汽逸出，使冷却系内的压力稍高于大气压力，从而可增高冷却水的沸点。

加注防锈，防冻液的汽车发动机，为了减少冷却液的损失，保证冷却系的正常工作，采用散热器+贮水箱结构。贮水箱的上方用一根软管通大气，另一根软管与散热器的溢流管相连。当散热器内蒸汽压力升高到某一值时，其盖上的压力

阀打开，冷却液通过压力阀通过溢流管进入贮水箱；当温度下降时，冷却液又从贮水箱通过真空阀流回到散热器内部。这样可以防止冷却水损失。贮水箱内部印 有两条液面高度标记线，贮水箱内的液面高度应位于这两种刻线之间。

副水箱：承接、补充散热器内的冷却液。

风扇：风扇的功用是提高通过散热器心的空气流速，增加散热效果，加速水的冷却。风扇安装在散热器后面，并与水泵同轴。当风扇旋转时，对空气产生吸力，使之沿轴向流动。空气流由前向后通过散热器芯，使流经散热器芯的冷却水加速冷却。

水泵：水泵的功用是对冷却水加压，加速冷却水的循环流动，保证冷却可靠。车用发动机上多采用离心式水泵。离心式水泵具有结构简单，尺寸小，排水量大，维修方便等优点

当叶轮旋转时，水泵中的水被叶轮带动一起旋转，在离心力作用下，水被甩向叶轮边缘，然后经外壳上与叶轮成切线方向的出水管压送到发动机水套内。与此同时，叶轮中心处的压力降低，散热器中的水便经进水管被吸进叶轮中心部分。如此连续的作用，使冷却水在水路中不断地循环。如果水泵因故停止工作时，冷却水仍然能从叶轮叶片之间流过，进行热流循环，不致于很快产生过热。

冷却强度调节装置等冷却强度调节装置，是根据发动机不同工况和不同使用条件，改变冷却系的散热能力，即改变冷却强度，从而保证发动机经常在最有利温度状态下工作。改变冷却强度通常有两种调节方式，一种是改变通过散热器的空气流量；另一种是改变冷却液的循环流量和循环范围。

## 二、冷却系统工作过程

冷却系统的功用是带走引擎因燃烧所产生的热量，使引擎维持在正常的运转温度范围内。引擎依照冷却的方式可分为气冷式引擎及水冷式引擎，气冷式引擎是靠引擎带动风扇及车辆行驶时的气流来冷却引擎；水冷式引擎则是靠冷却水在引擎中循环来冷却引擎。不论采何种方式冷却，正常的冷却系统必须确保引擎在各样行驶环境都不致过热。

冷却系统的循环主要包括主循环车内取暖循环

主循环中包括了两种工作循环，即“冷车循环”和“正常循环”。冷车着车后，发动机在渐渐升温，冷却液的温度还无法打开系统中的节温器，此时的冷却液只是经过水泵在发动机内进行“冷车循环”，目的是使发动机尽快地达到正常工作温度。随着发动机的温度，冷却液温度升到了节温器的开启温度(通常这温度在80℃后)，冷却循环开始了“正常循环”。这时候的冷却液从发动机出来，经过车前端的散热器，散热后，再经水泵进入发动机。

车内取暖循环时冷却液经过车内的采暖装置，将冷却液的热量送入车内，然后回到发动机。有一点不同的是：取暖循环不受节温器的控制，只要打开暖气，这循环就开始进行，不管冷却液是冷的、还是热的。

冷却强度可通过节温器和温控风扇调节。节温器调节冷却液的冷却能力，温控风扇调节流经散热器的冷却空气量。

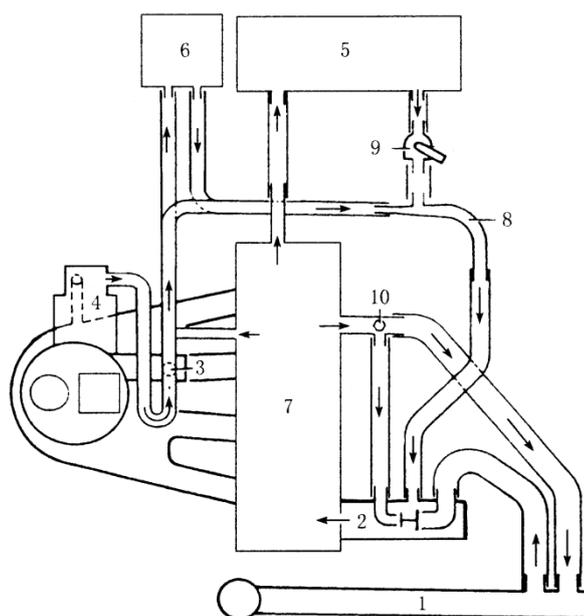


图 3-1 冷却液循环过程

1-散热器 2-冷却液泵和节温器 3-膨胀材料元件 4-自动阻风门（化油器） 5-暖气用热交换器 6-ATF 散热器（仅用于自动变速器型车） 7-机体（气缸体/气缸盖） 8-冷却液管路 9-暖气阀门 10-三通热敏开关

冷却液轴向进入水泵后，经叶轮径向直接流进机体水套，然后流入气缸盖水套。此后，冷却液分两路循环。一路大循环：冷却液流经散热器冷却后，进入装在机体水泵进口处的节温器流向水泵进口；随着发动机的温度，冷却液温度升到了节温器的开启温度（通常这温度在 80℃后），冷却循环开始了“正常循环”。这时候的冷却液从发动机出来，经过车前端的散热器，散热后，再经水泵进入发动机。

另一路小循环：冷却液直接进入节温器后的水泵进口，不经散热器冷却。当冷却液的温度低于 85℃时，进行小循环；当冷却液温度高于 85℃时，部分冷却液进行大循环；当冷却液温度达到 105℃时，全部冷却液参加大循环。冷却循环过程如图 3-1 所示。

### 三、冷却系统的维护

使发动发动机冷却系统的维修率很高，就会引起发动机其他部件的损坏，机汽车发动机的冷却系统是保持发动机正常工作的重要部件，如果的整体工作能力受到影响，因此，汽车发动机冷却系统的维护与保养就显得尤为重要，那么，怎样才能使汽车发动机的冷却系统保持良好的状态呢？专家告诉我们，正确堆护发动机的冷却系统，首先应了解常用的水冷式发动机的主要部件：

#### 3.1 冷却液作用

冷却液指清洁的软水，不是什么水都可以当作冷却液的，越娇贵的车对水质的要求越高。比如，清澈的泉水，虽然清澈，看起来也干净，但泉水中含有大量的矿物质，如果加入发动机的冷却系统中，就会产生大量的水垢，影响冷却系统正常作用的发挥，可见，冷却液水质的好坏是相当重要的，国际上普遍使用的乙二醇型冷却液是在软化水中按比例添加防冻剂乙二醇，配以适量的金属缓蚀剂、阻垢剂等添加剂进行科学调和，达到冬季防冻、夏季防沸、且能防腐蚀、防水垢等作用。

1、防冻。用乙二醇配制的冷却液最低可在 $-70^{\circ}\text{C}$ 环境下使用。市场上销售的冷却液，乙二醇浓度一般保持在 33~50%之间，也就是冰点在 $-20^{\circ}\text{C}$ ~ $-45^{\circ}\text{C}$ 之间，往往根据不同地域的实际需要合理选择，以满足使用要求。

2、防沸。加到水中的乙二醇会改变冷却液的沸点。乙二醇浓度越高，冷却液的沸点也就越高， $-20^{\circ}\text{C}$ 时冷却液的沸点为  $104.5^{\circ}\text{C}$ ，而 $-50^{\circ}\text{C}$ 时沸点达到  $108.5^{\circ}\text{C}$ 。如果冷却系统采用压力盖，冷却液的实际沸点会更高，即使在炎热的夏天，也能有效的防止冷却液“开锅”。

3、防腐。冷却液最主要的功能是防腐蚀。腐蚀是一种化学、电化学和浸蚀作用，逐步破坏冷却系统内的金属表面，严重时可使冷却系统的壁穿孔，引起冷却液漏失，导致发动机损坏。使用去离子水及适当的添加剂能防止各种腐蚀的出现。

4、防锈。锈蚀是由于冷却系统内的氧化作用造成的。热量和湿气使锈蚀的过程加速。锈蚀留下的残余物会阻塞冷却系统，加速磨损和降低热传导的效率。冷却液中的添加剂有助于防止冷却系统通道内锈蚀的出现。

5、防垢。水源中所含的各种杂质，其中包括金属离子、无机盐等，决定了结垢和沉淀的形成，会大大地降低冷却系统的导热效率，在许多情况下会对发动机造成严重损害。冷却液所使用的去离子水，可以避免结垢和沉淀的形成，从而保护发动机。

### 3.2 冷却水泵和节温器维护

冷却液在冷却系统中的流动，主要依靠冷却水泵的动力；节温器能感知发动机的工作温度，低温时，它封住水套中的水，令其在水套内流动，当达到一定温度时再打开，让水经过散热水箱，发挥散热作用。这里值得说明的是，切勿将节温器摘掉，否则会导致发动机过冷而难以启动。正确维护发动机的冷却系统，应了解经常出现的几种冷却系维护：

1、由于冷却液水质不好，水箱中经常会出现锈污和水垢，它们积聚在水箱通道结合处、弯角处，阻碍水流畅通，造成散热不良，如果出现这种情况，应及时清洗干净，日常加水时，尽量加清洁软水，如果用除垢防锈液，养护效果会更好，这里给您推荐驰耐普的 S-510 冷却系快速除垢剂，它可以迅速溶解冷却系统中形成的水垢、油泥和锈皮，恢复冷却系统的功能，使冷却液循环顺畅，防止过热、开锅而引发的发动机损坏及动力不足；另外，驰耐普的 S-520 冷却系防锈润滑剂也是一款不错的产品，它能防止冷却系统锈蚀和腐蚀，有效抑制水垢生成，润滑水泵、节温器，消除水泵异响，保护铜、铝、锡和其它金属部件，延长水箱寿命，防止水箱开锅，使发动机在正常温度下工作。维护时清除冷却系水垢措施：可采用 2%苛性钠水溶液加入冷却系统，使汽车行驶一天后全部放出，再用清水冲洗；然后再加入同样苛性钠溶液，使用一天后放净，最后用清水冲净即可。也可在冷却系统中加满清水后，从膨胀箱的加水口加入 1kg 苏打，让汽车行驶一天放净后，使发动机低速运行，并不断从加水口加入清水，即可彻底清除水垢。

2、漏水，只要是流体，都有泄漏的可能，汽缸水套中的水一旦发生泄漏，水温表的水温就会急剧上升，出现这种情况，您一定要及时采取必要的措施，以免发生不必要的麻烦，这里给您介绍驰耐普的 S-530 冷却系止漏剂，它对于冷却系统的修复和保护作用等同于“99 超强修复剂”和“S-201”，对于发动机的修复和保护，对于阻止水箱、散热器、水泵、节温器等部件的渗漏是独到的，它可与任何冷却液相融使用，并可减缓冷却系统杂质的产生。

总的来讲，冷却系统还有很多故障，不能一一列举。一般情况下，各位车主应遵循这样一个原则，车辆每行驶 1000 千米，就应查看一下发动机的工作情况。另外，汽车刚停车时，不可立即打开水箱盖，以免出现烫伤的情况。

### 3.3 发动机防冻液更换

在正常情况下，汽车行驶 3 0000~4 0000km 就需要更换防冻液。更换防冻液的方法如下：

(1)拧下水

箱盖，打开水箱放水阀，放出防冻液。

(2)将一根连接于自来水管的橡胶管插入水箱加水口，打开自来水龙头，使自来水连续不断地流经发动机冷却系统。在冲洗操作时，要使发动机怠速运转，保持上述操作，直至水箱放出清水为止。

(3)关上自来水龙头，待冷却系统的水放尽后，再关上水箱放水阀。

(4)从水箱加水口加入防冻液，使防冻液充满水箱。拧开储液罐盖，加入防冻液，并达到“Max”刻度线，注意不要超过“Max”刻度线。

(5)盖上水箱盖和储液罐盖，并拧紧。

(6)起动发动机，怠速运转 2~3 min，拧开水箱盖。这时冷却系统由于排除了部分空气，防冻液面将降低，这时应再补充防冻液，使防冻液达到“Max”刻度线为止。

(7)盖好水箱盖。

除了选好防冻液，在防冻液的使用过程中，广大车主还需要注意以下的方面：

注意一：尽量使用同一品牌的防冻液。

不同品牌的防冻液其生产配方会有所差异，如果混合使用，多种添加剂之间很可能发生化学反应，造成添加剂失效；

注意二：防冻液的有效期多为两年（个别产品会长一些），添加时应确认该产品在有效期之内；

注意三：必须定期更换，一般为两年或每行驶 4 万公里更换一次，出租车应该更换得勤一些。

更换时应放净旧液，将冷却系统清洗干净后，再换上新液；

注意四：避免兑水使用。[4]

传统的无机型防冻液不可以兑水使用，那样会生成沉淀，严重影响防冻液的正常功能。有机型防冻液则可以兑水使用，但水不能兑得太多。另外，由于防冻液是由母液和软水组成，而母液种类很多如四醇。乙醇、乙二醇、丙三醇等，软水即不含或少量含有钙、镁离子，如蒸馏水、未受污染的雨水、雪水等。冬季在使用防冻液时，需提高防冻液中线液的加注比例。但最好不要超过 60%，毕竟母液的增加会降低发动机的冷却效果。

## 四、实际故障检测与维修

一辆上海大众桑塔纳 2000 乘用车，怠速一切正常，加大油门使发动机转速升到 2500r/min 左右也未见异常。但在行驶过程中，只要车速升至 100km/h，不到半分钟的时间，冷却液温度立即升高，冷却液温度报警灯开始闪烁。

### 4.1 故障分析

一般情况下，冷却液温度高的可能原因有以下几方面：水泵工作不良、节温器失效、水箱脏污、水道堵塞、温控开关失灵、电子风扇工作不良以及冷却液不足等。但通过逐项检查均未发现异常。进行路试，当车速提升到 100km/h，冷却液温度报警灯亮起时，立即将车靠边熄火，打开引擎盖检查，发现贮液罐内冷却液减少了，水管以及各连接处均未见有渗漏痕迹，由此判断，冷却系统可能存在内漏，即水道与气缸燃烧室窜通。

用升降机将车轮悬空，在挂档运转的情况下进行尾气检测，当车速加至 110km/h 时，尾气分析仪显示 HC 值明显偏高，并随着油门加大而上升。于是用断油法逐缸检测，当拨下第四缸喷油器接头时，HC 值恢复到正常值，显然第四缸工作不良，拆下第四缸火花塞，火花塞呈铁锈色，说明燃烧室内已进水。拆下气缸盖，发现气缸盖上第四缸燃烧室与邻近的水道之间有一宽约 1.5mm 的不太明显的凹痕，于是将气缸盖表面加工处理，更换了气缸垫，装复后试车，故障排除。

小结：在维修时候，注意理论的贯通，水温升高，应从多方面考虑问题。在日常保养的时候，应该仔细检查车辆存在的问题，避免发生危害行车安全的事故。

车型：上海大众桑塔纳 2000

故障现象：换水箱后水温表显示温度很高，风扇不转，水不循环，水箱一半热一半凉。

### 4.2 故障排除与检修

该车冷却系统在没有排气的情况下，冷却系统内还存在部分空气，特别是水箱内部存在空气时，在冷车状态下加注冷却液，该车就很难一次性加满冷却液，况且在冷车状态下节温器是处于关闭状态的，加注冷却液时，看到付水壶已经满了，进入水箱的冷却液却很少，所以在着车数分钟后就出现气缸盖水道内的冷却液温度很高，水箱进水管一侧是热的，而水箱出水管另一侧却是凉的。

桑塔纳 2000 的冷却系统风扇热敏开关安装在水箱的出水口处，用来调节发动机冷却液的温度。当水箱的出水温度为 92 度 至 97 度 时，热敏开关接通风扇电动机的低速档开关，风扇开始运转，保证有足够的风量通过水箱；当水箱的出水温度为 99 度 至 105 度 时，热敏开关接通风扇电动机的高速档开关，风扇以更高的速度运转。当冷却液的温度降到 91 度 至 98 度 时，风扇电动机开始恢复低速档，而冷却液降至 84 度 至 91 度 时，风扇电动机停止运转。

水箱出水管另一侧却是凉的，满足不了冷却系统风扇热敏开关闭合的基本条件，所以“风扇不转”。

## 五、设计总结

汽车冷却系统对汽车来说是至关重要的,发动机就如同人类的心脏,如果不好好保护就会受到威胁,现在随着科技发展,冷却系统故障现象越来越难以辨认,虽然单纯的冷却系统不会站主导位置了,但一旦出现故障也会为我们的出行带来不小的麻烦,间接的为我们的学习、生活带来麻烦.故汽车发动机冷却系故障是一个不可忽视的问题.

如果一台发动机,冷却系统的维修率一直居高不下,往往会引起发动机其他构件损坏,特别是随着车辆行驶里程的增加,冷却系统的工作效率逐渐下降,对发动机的整体工作能力产生较大影响,冷却系统的重要性在于维护发动机常温下工作,犹如人体的皮肤汗腺,如果有一天,人体的汗腺不能正常工作,那么身体内的热量将无法散去,轻则产生中暑,重则休克。

冷却系统的功用是带走引擎因燃烧所产生的热量,使引擎维持在正常的运转温度范围内。引擎依照冷却的方式可分为气冷式引擎及水冷式引擎,气冷式引擎是靠引擎带动风扇及车辆行驶时的气流来冷却引擎;水冷式引擎则是靠冷却水在引擎中循环来冷却引擎。不论采何种方式冷却,正常的冷却系统必须确保引擎在各样行驶环境都不致过热。