第一章　桑塔纳系列轿车简介

一、桑塔纳系列轿车的发展概况

桑塔纳(SANTANA)系列轿车包括桑塔纳 LX、GX、桑塔纳 2000 GLs、桑塔纳 2000 GLi、桑塔纳 2000 GSi(时代超人)等型轿车。桑塔纳 LX 型轿车是德国大众(VOLKSWAGEN)汽车有限公司于 1981 年开始生产的新型汽车。

1983 年下半年，原上海汽车厂开始与德国大众汽车有限公司一起组装桑塔纳轿车，为了适应中国国情,从 1984 年 6 月上旬(即自 1801 辆汽车) 开始，对汽车内外装饰作了局部改进。

1984 年 10 月 10 日,中国汽车工业总公司、上海汽车工业总公司、中国银行上海信托咨询公司与德国大众汽车有限公司在北京签订合资经营合同。

1985 年 3 月 21 日在上海正式成立上海大众汽车有限公司，同年 9 月 1 日开始正式生产上海桑塔纳中级轿车。1985 年至 1997 年的生产量如表 1－1 所示。

表 1－1　上海桑塔纳轿车年产量统计表　　(单位 辆)

年　份	产　量	年　份	产　量
1985	3 350	1991	35 000
1986	8 031	1992	69 600
1987	10 470	1993	100 000
1988	15 549	1994	115 000
1989	15 688	1997	230 443
1990	18 537		

上海大众汽车有限公司在对该型轿车逐步实现国产化的同时，根据我国道路条件、气候特点和用户需要,对上海桑塔纳轿车进行过许多改进,第一期技术改造工程于 1990 年 4 月完成，批量改进 39 次,涉及零部件数量达 1 100 多件,占零部件总数的 35.72%。通过中德合资双方的共同努力，在一汽、二汽尚未批量生产轿车之前，上海桑塔纳轿车率先占领了国内的中级轿车市场，目前仍占据着我国轿车市场的半壁江山。

1993 年秋，上海大众汽车有限公司推出了豪华型桑塔纳轿车，使该型轿车的面貌为之一新。

1995 年 4 月 30 日，上海大众汽车有限公司正式开始批量生产采用电子控制燃油喷射式发动机的上海桑塔纳 2000 GLi 型轿车，把桑塔纳轿车技术乃至国产轿车技术提高到了一个新的水平。

1997 年,上海大众公司又推出了桑塔纳 2000 GSi 型‘时代超人’轿车,该型轿车装备了具有 90 年代国际先进水平的 AJRI.8 L ZVQSEA 827 NF 型多点燃油喷射式发动机、MK20 型防抱死制动系统、三元催化转化器、液压操纵离合器、电动座椅、电子防盗器、无氟空调器、GD 收放机等等。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

桑塔纳轿车的外形尺寸如图 1－1 所示，透视图如图 1－2 所示，旅行轿车的外形如图 1－3 所示，豪华型轿车的透视图如图 1－4 所示。

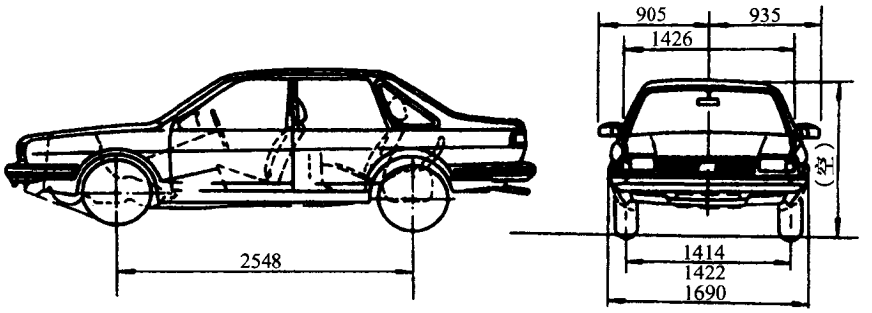


图 1－1　桑塔纳轿车外形尺寸

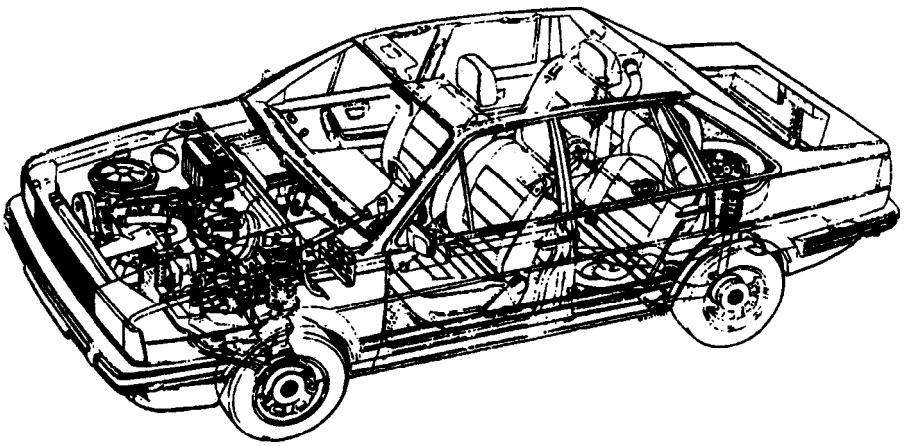


图 1－2　桑塔纳轿车透视图

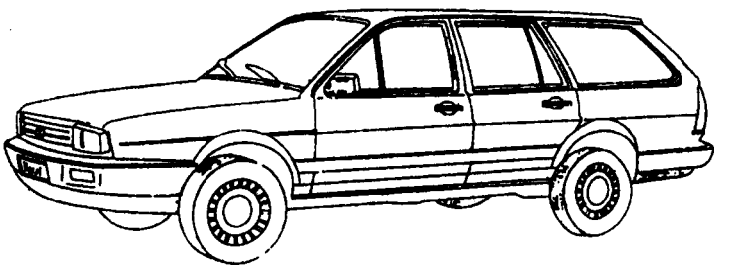


图 1－3　桑塔纳旅行轿车外形

德国大众汽车有限公司桑塔纳轿车的品种很多，1982 年以前配装排量为 1.6 L(升)的 YP 型汽油发动机；1983 年 8 月开始配装排量为 1.8 L 的 JV 型汽油发动机。国内 1983 年首批进口组装的桑塔纳轿车，其发动机全部配装 YP 型 1.6 L(德国 1.6 L 的发动机除了 YP 型之外，

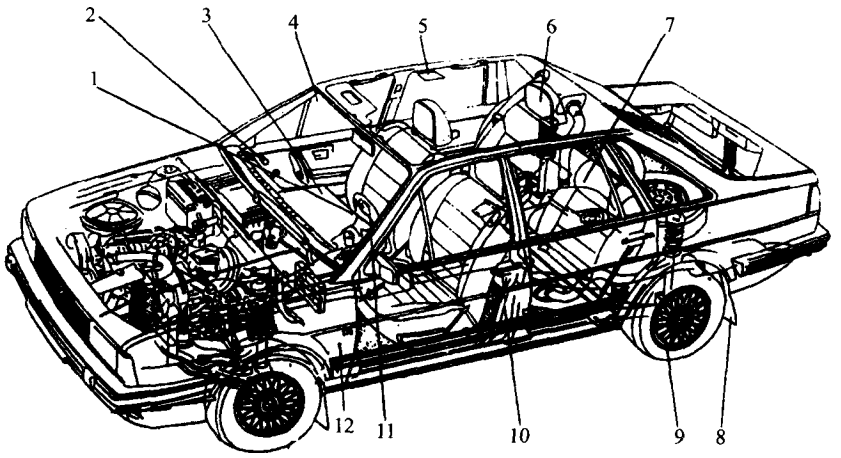


图 1－4　豪华型桑塔纳轿车透视图

1—副仪表盘 2— 车门玻璃电动升降器 3—四声道收放机 4—绿色隔热玻璃；5—后座阅读灯 6— 后座头枕 7—豪华座椅套 8—挡泥板 9—轻金属压铸车轮；10—车门集中控制闭锁装置 11—四辐条转向盘 12—前侧装饰板

还有其他型号,国内仅组装 1.6 L的 YP型一种发动机),自 1985年8月起换用 JV型1.8 L发动机。1985年 8月至1985 年12 月,JV 型发动机采用有触点点火系统,1985 年 12月以后,JV型发动机采用霍尔式电子点火系统。对于配装 YP型发动机的轿车以及采用有触点点火系统的 JV 型发动机轿车，由于其行驶里程基本上都已达到或超过国家规定的汽车报废里程，故其有关内容本书不再介绍。

二、桑塔纳系列轿车整车结构简介

1.整车结构特点

桑塔纳系列轿车为四门五座中级轿车，驱动型式为前轮驱动，变速器与离合器合为一体，结构紧凑,传动安全。前桥为麦克弗逊式独立悬架,并有横向稳定杆,用以减少车身侧倾 后桥为纵向摆臂式半独立悬架，兼有独立悬架与非独立悬架之优点。轮胎为子午线无内胎式结构。

桑塔纳系列轿车制动系统采用交叉式双管路液压制动系统，当其中一条管路失效时，剩余制动力仍能保持正常制动力的 50％。前、后轮制动力分配比例为 4.14:1,能确保高速制动时后轮不致抱死。此外，前轮主销偏移距离取为负值，有利于提高制动状态下汽车的稳定性。

桑塔纳系列轿车车身采用全钢整体式四门安全车身，前后两部分为碰撞变形部，车身内饰采用塑料件或木质纤维成型件，全车塑料件占整车质量的 7％。

豪华型桑塔纳轿车采用了前窗隔热绿玻璃、轻金属压铸车轮、宽幅轮胎、车门集中控制闭锁装置、四声道收放机、豪华后座头枕和高级座椅面料等等。

桑塔纳 2000 GLs/GLi/GSi 型轿车外形美观新颖，整车总体尺寸略有加大，特别是前后轮轴距加长 108 mm后,不仅改善了桑塔纳 LX 型轿车后座进出不便的状况，而且提高了乘坐舒

适性和整车稳定性。

2.整车基本参数

桑塔纳系列轿车基本参数如表 1－2所示。

表 1－2　桑塔纳系列轿车基本参数

参数名称	LX 型	2000 GLs 型	2000 GLi 型	2000 GSi 型
总　长/mm	4 545	4 680	4 680	4 680
总　宽/mm	1 695	1 700	1 700	1 700
总高(空车)/mm	1 400	1 423	1 423	1 423
轴　距/mm	2 550	2 656	2 656	2 656
前轮距/mm	1 414	1 414	1 414	1 414
后轮距/mm	1 422	1 422	1 422	1 422
最小离地间隙/mm	138	138	138	138
最小转弯半径/mm	5 145	5 500	5 500	5 500
接近角/(°)	17	–	–	–
离去角/(°)	18	–	–	–
整备质量(不含驾驶员)/kg	1 030	1 120	–	–
前　桥	620			
后　桥	410			
整车总质量/kg	1 460	1 540	1 540	1 560
前　桥	<800	<810	<820	<820
后　桥	<770	<810	<810	<810

3.技术改进项目

上海大众汽车有限公司在引进桑塔纳轿车谈判初期，就已着手该型轿车在我国适应性的验证工作,在生产过程中,又结合我国具体情况,不断地进行改进,主要项目有：

(1)发动机压缩比从 10 降低到 8.5，以适应我国低标号汽油的现状；

(2)冷却液冰点由 －25 ℃ 降低到 －35 ℃,以适应我国严寒地区使用；

(3)增设进气管电预热器，以提高冷启动性能；

(4)离合器从动盘直径由 199 mm 增大到 210 mm 等速万向节球笼直径由 90 mm 增大到 100 mm，以适应我国的道路条件；

(5)悬架系统和减振器采用加强型；离地间隙提高 30 mm ,以适应我国的道路条件；

(6)更改空调压缩机，同时改进空调系统有关部件，以增大制冷量和提高使用寿命；

(7)增加后座头枕，减薄后座靠背，以增加后座空间和提高乘坐舒适性；

(8)后门开启角度增大 11°,增大后座圆角,以便乘员进出；

(9)增设前座椅安全带和灭火器，以满足我国有关法规要求；

(10）采用黄色雾灯和低声级喇叭；右侧车外增设后视镜。

三、桑塔纳系列轿车整车性能参数

桑塔纳系列轿车整车性能参数如表 1－3所示。

表 1－3　桑塔纳系列轿车整车主要性能参数

参数名称		LX型	2000 GLs型	2000 GLi型	2000 GSi型
发动机型号		JV型	化油器式	AFE	AJR
发动机排量/L		1.781	1.781	1.781	1.781
缸径×行程/(mm×mm)		81×86.4	81×86.4	81×86.4	81×86.4
压缩比		8.5	8.5	9.0	9.3
最大功率 kW/(r·min^{-1})		66/5 000	66/5 000	72/5 200	74/5 200
最大扭矩 N·m/(r·min^{-1})		142/3 500	145/3 300	150/3 100	155/3 800
最高车速(厂家提供,km/h)		161	—	172	175
120 km等速油耗(L/100 km)		10.2	9.4	≤8.8	≤8.8
怠速排放(g/Test)	CO	<1.5%	<67	<67	<1.0%
	HC+NO	HC<10^{-3}	<20.5	<20.5	HC<10^{-3}

四、桑塔纳系列轿车电器设备维护制度

桑塔纳轿车电器系统由电源系统和用电系统组成。电源系统由蓄电池、整体式交流发电机组成，通常又称为充电系统。用电系统包括电磁控制式启动系统、霍尔式电子点火系统、仪表系统、照明系统、信号系统、辅助电器系统和空调系统等等。在桑塔纳 2000 GLi 和桑塔纳 2000 GSi时代超人)型轿车上,还包括发动机电子控制系统。在桑塔纳 2000 GSi 型轿车上,还包括自动变速控制系统、防抱死制动控制系统 ABS，目前可以选装辅助防护安全气囊 SRS 系统。

(一)汽车维护制度

根据 1990 年 10月 1 日施行的中华人民共和国交通部第 13 号令《汽车运输业车辆技术管理规定》，车辆维护分为日常维护、一级维护和二级维护。汽车维护的原则是：预防为主，定期

需要全本请访问 www.ertongbook.com

检测，强制维护。汽车维护的主要作业范围如下：

1. 日常维护

日常维护由驾驶员负责执行。其作业的中心内容是清洁、补给和安全检视。

2. 一级维护

一级维护由专业维修人员执行。其作业的中心内容除日常维护作业外，以清洁、润滑、紧固为主，并检查有关制动、操作等安全部件。

3. 二级维护

二级维护由专业维修人员执行。其作业的中心内容除一级维护作业外，以检查、调整为主，并拆检轮胎、进行轮胎换位。

（二）桑塔纳系列轿车电气与电控装置的维护制度

中国道路运输协会汽车维修分会信息编辑部根据交通部 1995 年 2 月 25 日发布、1995 年 7 月 1 日实施的行业标准 JT/T 201－95《汽车维护工艺规范》和桑塔纳轿车原厂使用说明书要求，于 1997 年主编了桑塔纳 LX 系列和桑塔纳 2000 系列轿车《汽车维护规范》。该规范规定桑塔纳 LX 系列和桑塔纳 2000 系列轿车电气与电控装置的维护制度如下：

1. 桑塔纳系列轿车电气与电控装置的日常维护

桑塔纳 LX 系列和桑塔纳 2000 系列轿车的日常维护由驾驶员在出车前、行车中、收车后执行。电气与电控装置的维护作业内容是对照明和信号等装置的状态进行检视，并调整至正常状态。

2. 桑塔纳系列轿车电气与电控装置的一级维护

桑塔纳 LX 系列和桑塔纳 2000 系列轿车一级维护的间隔里程为 6 000～7 500 km，或时间间隔 30～45 天；一级维护的工艺流程如图 1－5 所示，其中电气与电控装置的作业项目与技术要求如表 1－4 所示。

桑塔纳 LX 系列和桑塔纳 2000 系列轿车电气与电控装置一级维护竣工检验的技术要求如下：

(1) 蓄电池极柱清洁、安装牢靠；

(2) 蓄电池电解液液面高度符合技术要求；

(3) 全车无漏油、漏气、漏水、漏电现象；

(4) 照明装置、信号装置和仪表装置齐全有效。

桑塔纳 LX 系列和桑塔纳 2000 系列轿车一级维护的质量保证期规定：质量保证里程为 300 km，或从出厂之日起时间间隔 2 天。

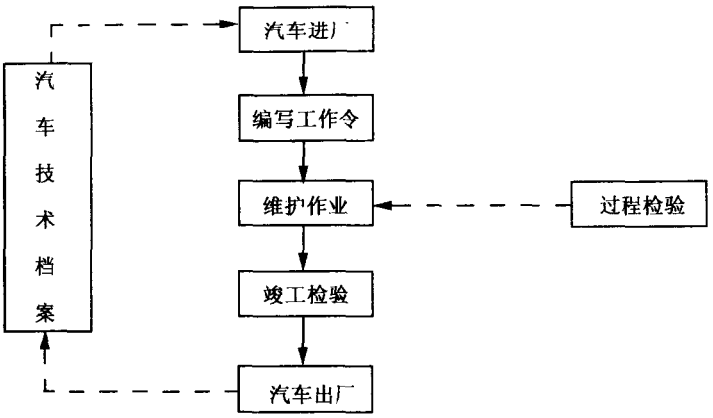


图 1－5　桑塔纳系列轿车一级维护工艺流程

表 1－4　桑塔纳系列轿车电气与电控装置一级维护的作业项目与技术要求

序号	维护部位	作业项目	技术要求
1	传动带	1. 检查传动带的外观 2. 调整传动带的挠度	1. 传动带表明无裂纹、油污和过量磨损 2. 用拇指以 100 N 力压下传动带，各部挠度应为：交流发电机处 5 mm；水泵处 10 mm；转向助力泵处 5 mm
2	蓄电池	检查电解液液面、清洁极柱	1. 液面高度保持在上、下液面线之间 2. 蓄电池正、负极柱无腐蚀 3. 蓄电池安装牢固、可靠
3	起动机、发电机、刮水器	检查	工作正常，无异常噪声
4	仪表、照明与信号装置	检查	各部零件齐全、完好，工作正常
5	电控系统	1. 检视故障指示灯 2. 用故障诊断仪检测 3. 清除故障代码	无故障代码显示

3. 桑塔纳系列轿车电气与电控装置的二级维护

桑塔纳 LX 系列和桑塔纳 2000 系列轿车二级维护的间隔里程为 12 000～15 000 km，或时间间隔 60～90 天；二级维护的工艺流程如图 1－6 所示，其中电气与电控装置在二级维护前的检测诊断项目和技术要求如表 1－5 所示。确定附加项目的依据如表 1－6 所示。基本作业项目与技术要求如表 1－7 所示。基本作业项目的主要检验内容与技术要求如表 1－8 所示，竣工检验项目与技术要求如表 1－9 所示。在二级维护前进行技术评定的依据如下：

(1) 向驾驶员询问汽车使用状况，包括发动机动力性，转向、制动性能，各部异响，轮胎磨损情况，燃油、润滑油消耗情况，车辆损坏情况；

(2) 查阅车辆技术档案，包括车辆运行记录、维修记录、检测记录、总成修理记录和维护周期内规律性的小修情况；

(3) 根据对汽车进行检测和检查的结果，结合上述情况对车辆进行综合技术评定。

桑塔纳 LX 系列和桑塔纳 2000 系列轿车二级维护的质量保证期规定：质量保证里程为

1 500 km,或从出厂之日起时间间隔 10天。

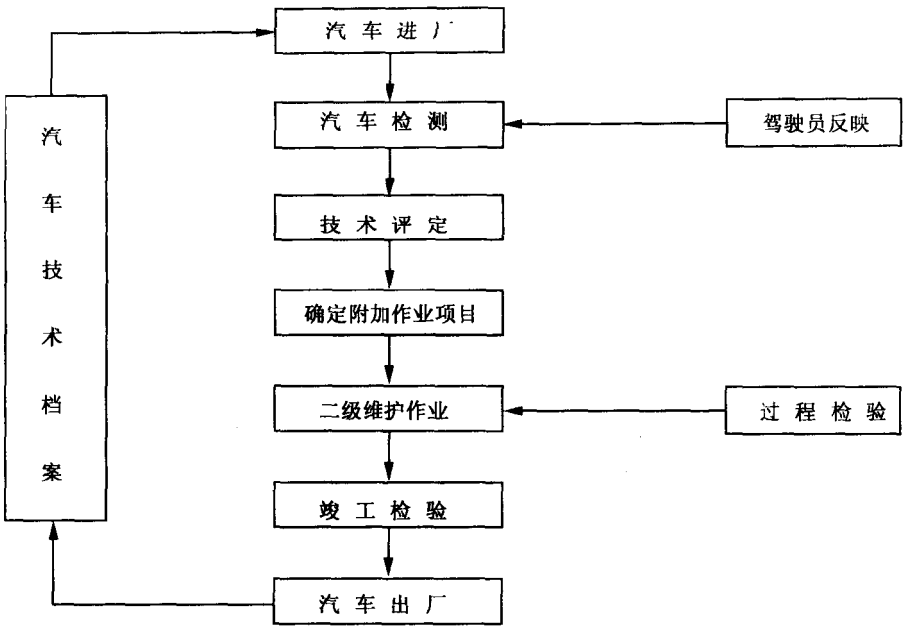


图 1-6 桑塔纳系列轿车二级维护工艺流程

表 1-5 桑塔纳系列轿车电气与电控装置二级维护前的检测诊断项目和技术要求

序号	检测项目	检测方法及检测仪器	技术要求	备注
1	点火提前角	发动机综合检测仪或电气检测仪、VAG1367 检测仪(桑塔纳专用)	在1个大气压力、使用 90 号汽油、配气相位正确的情况下,怠速时的点火提前角化油器式发动机为 6°±1°;电喷发动机 AFE 为 12°±1°、AJR 为 12°±4.5°	点火提前角可随海拔高度、环境温度、汽油辛烷值和汽车技术状况适当调整
2	点火高压	发动机综合检测仪或电气检测仪	1.霍尔式点火系统:30 kV;各缸电压差值<2 k V 2.点火电压波形正常	点火高压反映火花塞电极间隙大小、点火线圈性能和高压线端子接触情况
3	导通角(闭合角)	发动机综合检测仪或电气检测仪	霍尔式点火系统 19°±3° 3 500r/min 极限值 62°±3°	
4	供油压力	压力表	供油压力:280~320 kPa	电喷发动机
5	启动电流 启动电压	发动机综合检测仪或电气检测仪、VAG1948 检测仪(桑塔纳专用)	蓄电池负载电流 110 A,连续放电 5 s时,蓄电池端电压不低于 9.6 V	
6	电控系统	电脑故障诊断仪检测(解码器)	无故障代码显示	

表 1-6　桑塔纳系列轿车电气与电控装置二级维护附加项目确定的依据

序号	项目	检测结果	相关故障	附加作业项目
1	点火系统	1. 导通角、点火提前角失准 2. 点火高压过低、波形失常 3. 电喷发动机故障指示灯显示故障信号	1. 霍尔传感器气隙失准 2. 点火系统零部件性能降低 3. 电控系统工作不良，指示灯闪 2 次：水温信号不良；闪 4 次：爆震信号不良；闪 5 次：发动机电脑或插头接触不良	检修分电器 检修霍尔传感器 视情况更换故障部件
2	动力性	1. 发动机功率低于原厂额定功率的 80% 2. 电喷发动机供油压力低于 280 kPa	1. 点火系统故障 2. 油路堵塞或供油系统零部件故障	检修、调整或更换有关零部件
3	冷却系	发动机过热	点火正时调整不当	校正点火正时
4	燃烧效果	废气排放： CO 含量＞1.5% HC 含量＞1.0^{-3}	1. 供油系统压力过高（大于 320 kPa） 2. 喷油器工作不良	检修或更换喷油器、燃油泵
5	电器设备	启动困难、蓄电池负载电流大于 110 A，启动时蓄电池端电压低于 9.6 V	1. 蓄电池存电不足 2. 起动机故障 3. 启动线路接触不良 4. 发动机曲轴转动阻力矩过大	1. 蓄电池充电或更换 2. 检修起动机及启动线路 3. 视情况检修发动机相关部件

表 1-7　桑塔纳系列轿车电气与电控装置二级维护基本作业项目与技术要求

序号	维护部件	作业项目	技术要求
1	燃油泵	检查工作情况	1. 发动机工作时，应能听到燃油泵转动声和回油管回油的声音 2. 燃油泵工作 15 s，停止 10 min 后，油路油压不低于 255 kPa
2	电控系统	1. 检查传感器 2. 检查并视情况清洗或更换喷油器 3. 视情况不解体清洗油道 4. 检查燃油系统工作情况 5. 调整怠速	1. 传感器清洁、连接可靠（氧传感器每 8 万公里更换） 2. 喷油器清洁、喷雾良好、无滴油现象 3. 油道清洁、油路畅通 4. 系统不漏油、油压为 280～320 kPa 5. 热机时点火正时准确，PVC 阀管取下并堵住时调整怠速，怠速标准值为（800±50）r/min

续表

序号	维护部件	作业项目	技术要求
3	传动带	1.检视传动带外观 2.调整传动带挠度	1.传动带表面无裂纹、油污和过量磨损 2.用拇指以 100 N 力压下传动带，各部挠度应为：交流发电机处 5 mm；水泵处 10 mm；转向助力泵处 5 mm
4	冷却风扇	检查风扇及电机工作情况	1.风扇运转平衡、无异响 2.风扇控制开关工作灵敏、准确，各挡工作温度：低挡为 93 °C～98 °C；高挡为 105 °C（当空调开关开启时，冷却风扇立即开始工作，不受温控开关控制）
5.	电子点火系统	1.检查点火器工作情况 2.检查霍尔传感器转子及其配合情况 3.检查霍尔传感器工作情况，必要时调整气隙 4.检查、调整点火正时	1.点火器开关工作状态正常 2.转子叶轮无变形，与轴配合不松旷 3.霍尔传感器信号正常，导通角规定值 19°±3°（怠速时），极限值 62°±3°（3 500 r/min 时）；气隙 0.2～0.4 mm 4.点火正时：怠速时点火提前角化油器式发动机为上止点前 6°±1°；电喷发动机 AFE 为 12°±1°、AJR12°±4.5°
6	火花塞	1.检查、清洁或更换火花塞 2.调整电极间隙	1.电极表面清洁，电极间隙：JV 型发动机为 0.6～0.7 mm；AFE 型发动机为 0.7～0.9 mm；AJR 型发动机为 0.9～1.1 mm 2.火花塞更换周期：非长效型 15 000 km；长效型 30 000 km
7	蓄电池	1.清洁表面与极柱 2.检查通气孔是否畅通 3.检查电解液液面高度，必要时添加蒸馏水 4.检测必要时调整电解液密度 5.检测蓄电池负载电压	1.蓄电池表面与极柱清洁、支架完好、安装牢固；极柱无腐蚀、极柱与电缆端子连接可靠；通气孔畅通 2.液面高度保持在上、下液面线之间；液面降低时，一般情况下只需添加蒸馏水 3.电解液密度当环境温度为 27 °C 时、充足电时为 1.28 g/cm^3 4.蓄电池负载电流 110 A，连续放电 5 s 时，其端电压不得低于 9.6 V，否则更换蓄电池
8	整体式交流发电机	1.检查发动机运转情况 2.紧固固定螺栓 3.检测电刷高度与磨损情况 4.检测调节器的调节电压 5.每 45 000 km 解体维护	1.发电机连接可靠、运转平衡、无异常噪声 2.电刷标准高度为 13 mm，磨损极限为 5 mm，电刷架无变形、弹簧活动自如；调节电压为 14 V±0.25V 3.发电机空载转速≤1 500 r/min；输出电压 13.5 V，转速6 000 r/min 时，输出电流≥90 A
9	起动机	1.检查外观、紧固连接情况 2.检查启动时齿轮啮合情况 3.检查起动机工作情况	1.起动机壳体无破损、裂纹，固定牢固 2.电磁开关工作可靠、齿轮啮合无异响 3.起动机运转有力、离合器不打滑
10	刮水器	1.检查刮水器连接情况 2.检查刮水系统工作情况	1.刮水器杠杆机构连接可靠，刮水片无裂纹、破损、摆角正确到位、刮水功能正常（摆刮 3 次即可将风窗上的脏物刮洗干净） 2.刮水电机运转无异响、刮水片在各个挡位都摆刮自如

续表

序号	维护部件	作业项目	技术要求
11	照明系统	1. 检查照明装置装备情况 2. 检查、调整前照灯光束	1. 照明设备装备齐全、完好、工作正常 2. 前照灯光束应当符合 GB 7454《机动车前照灯使用和光束调整技术规定》要求
12	仪表与信号系统	1. 检查各种仪表与信号装置的工作情况 2. 检查、调整喇叭音量与音调	1. 各种指示灯指示正确、照明灯夜间显示清晰 2. 各种仪表与信号装置装备齐全、功能正常 3. 距离车前 2 m，离地高 1.2 m 监听时，喇叭声级为 90～115 dB(A)
13	空调系统	检查空调系统工作与密封情况	1. 制冷系统密封良好，制冷效果良好 2. 暖气装置工作正常
14	电控系统	1. 检视故障指示灯 2. 用故障诊断仪检测系统功能、清除故障代码	无故障代码显示
15	全车线路	检查	线路齐全、连接牢固、无漏电现象

表 1-8　桑塔纳系列轿车电气与电控装置二级维护基本作业项目的主要检验内容与技术要求

序号	检验项目	检验方法	技术要求
1	电控系统供油压力	检查	拔下燃油分配管上的供油软管并连接压力表，检测系统供油压力应为 280～320 kPa
2	传动带挠度	检视	1. 用拇指以 100 N 力压下传动带，各部挠度应为：交流发电机处 5 mm；水泵处 10 mm；转向助力泵处 5 mm 2. 用拇指和食指捏住正时带转动，应能刚好扭转 90°
3	点火正时	检查	怠速时点火提前角(上止点前角度)： 化油器式发动机为 6°±1° 电喷发动机 AFE 为 12°±1° 电喷发动机 AJR 为 12°±4.5°
4	蓄电池	检测	1. 电解液密度当环境温度为 27 ℃时，充足电时为 1.28 g/cm^3 2. 蓄电池负载电流 110 A，连续放电 5 s 时，其端电压不得低于 9.6 V，否则更换蓄电池
5	整体式交流发电机	检测	1. 电刷标准高度为 13 mm，磨损极限为 5 mm 电刷架无变形、弹簧活动自如；调节电压为 14 V±0.25 V 2. 发电机空载转速≤1 500 r/min；输出电压 13.5 V，转速 6 000 r/min 时，输出电流≥90 A

需要全本请访问 www.ertongbook.com

表 1-9　桑塔纳系列轿车电气与电控装置二级维护竣工检验项目与技术要求

序号	检验项目	检验方法	技　术　要　求
1	电控系统	检视	无故障代码显示
2	电路	检视	电器装置可靠、电路连接可靠、无漏电现象
3	密封	检视	全车无油、水、气泄漏，密封良好
4	照明、仪表、信号、后视镜、辅助设备	检查	设备装备齐全、完好、有效； 工作情况符合有关规定
5	废气排放	检查	海拔 1 000 m 以下，怠速工况废气排放值：CO 含量≤1.5%，HC 含量≤$1\ 0^{-3}$，氧含量（暂定值）8 %～15 %
6	车外噪声等级	检测	符合 GB 1495 的规定

第二章　蓄　电　池

一、蓄电池的结构与原理

蓄电池是一种可逆的低压直流电源。既能将化学能转换为电能，也能将电能转换为化学能。蓄电池分为碱性蓄电池和酸性蓄电池两大类。碱性蓄电池的电解液为化学纯净的氢氧化钠 NaOH 溶液或氢氧化钾 KOH 溶液。酸性蓄电池的电解液为化学纯净的硫酸 H_2SO_4 溶液。桑塔纳系列轿车采用的是启动型铅酸蓄电池。为叙述方便，本书将"启动型铅酸蓄电池"简称为"蓄电池"。

汽车用蓄电池按其结构，可分为橡胶槽蓄电池和塑料槽蓄电池两类。桑塔纳系列轿车采用的是塑料槽式蓄电池；按其性能可分为湿荷电蓄电池（极板在加注电解液后，需要通过充电才能使用的蓄电池）、干荷电蓄电池(极板在干燥状态下就处于充电状态，能在较长时间内保存制造过程中所得电量，加足电解液就可使用的蓄电池)和免维护蓄电池(在有效使用期内，无需添加蒸馏水等维护作业的蓄电池）三类。桑塔纳系列轿车采用的有干荷电蓄电池和免维护（Mintenance-Free)蓄电池两种，目前普遍采用免维护蓄电池，简称 MF 蓄电池，由于其极板采用铅－钙－低锑(含锑量 1.8%以下)合金棚架，因此国内汽车技术界人士将其称为少维护蓄电池。

(一)蓄电池的功用

桑塔纳轿车装备有蓄电池和整体式交流发电机两个直流电源，整车用电设备均与两个直流电源并联连接。其中，蓄电池的功用如下：

(1)发动机启动时，向起动机和点火系统供电；

(2)发动机低速运转、发电机电压较低或不发电时，向用电设备供电，同时还向交流发电机磁场绕组供电；

(3)发动机中高速动转、发电机正常供电时，将发电机剩余电能转换为化学能储存起来；

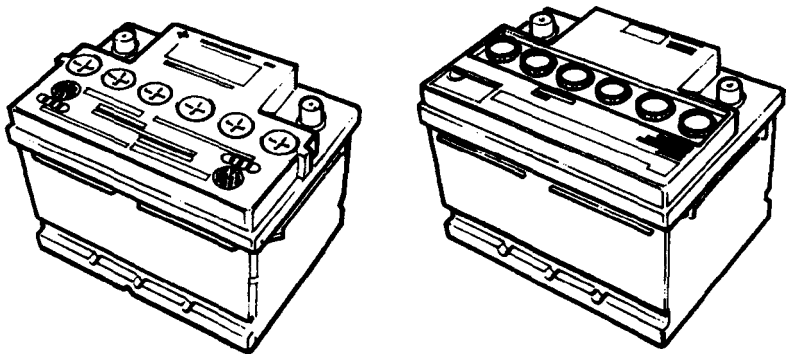
(4)发电机过载时，协助发电机向用电设备供电；

(5）稳定系统电压、保护电子设备。因为蓄电池相当于一只大容量电容器，所以不仅能够保持汽车电系的电压稳定，而且还能吸收电路中出现的瞬时过电压，防止电子设备击穿损坏。

在上述功用中，启动发动机是蓄电池最主要的功用。启动发动机时，蓄电池在短时（5～10 s)内要向起动机连续供给 200～300 A 强大电流。根据这一工作特点，对汽车用蓄电池的主要要求是：容量大、内阻小，以保证蓄电池具有足够的启动能力。如果蓄电池容量不足或内阻过大，就不能供给强大电流，发动机就不能启动。

（二）蓄电池的结构

桑塔纳轿车配用蓄电池的外形如图 2－1 所示。图 2－1(a)所示为带有中心排气孔（设在电池盖的边缘上）的蓄电池，这种蓄电池在使用中可以不加盖板固定；图 2－1(b)所示为带通气螺塞（没有中心排气孔）的蓄电池，这种蓄电池在使用中必须加盖板固定，防止雨水灌入蓄电池或电解液溢出腐蚀周围零部件。



(a)　　(b)

图 2－1　上海桑塔纳轿车用蓄电池的外形

(a)带中心排气孔；(b)不带中心排气孔

上海桑塔纳系列轿车采用的是符合德国标准（DIN 标准）的 554 15 型干荷电蓄电池和 554 15MF 型免维护蓄电池，技术规格如表 2－1 所示。该车用蓄电池由 6 个单格电池串联而成，每个单格电池的电压约为 2 V，串联成 12 V 以供用电设备使用。蓄电池的内部结构如图 2－2 所示，主要由极板、隔板、电解液和壳体四部分组成。

表 2－1　桑塔纳系列轿车蓄电池技术规格

型号	单格电池极板片数	额定电压/V	20 h 率容量/A·h	冷启动电流/I_S(A)	外形尺寸/mm				最大质量	
					长(L)	宽(W)	槽高(H)	总高(TH)	干态(kg)	湿态(kg)
554 15	13	12	54	265	293	175	175	175	12.5	17.5
554 15MF	13	12	54	265	293	175	175	175	12.5	17.5
注：表中的冷启动电流 I_S 是指－18 ℃时的启动电流。										

1．极板

极板由栅架与活性物质组成，是蓄电池的核心部件。在蓄电池充放电过程中，电能与化学能的相互转换，依靠极板上的活性物质与电解液中的硫酸产生化学反应来实现。

极板上的工作物质称为活性物质。其主要成分是铅粉，由铅块放入球磨机研磨而成。

栅架由铅－钙－低锑合金浇铸而成。加锑的目的是改善浇铸性能、提高机械强度。由于锑会加速氢的析出而加速电解液中水的消耗，还易从正极板栅架中解析出来而引起蓄电池自放电和栅架溃烂，缩短蓄电池的使用寿命，因此采用了铅－钙－低锑合金栅架。为了减小栅架上各

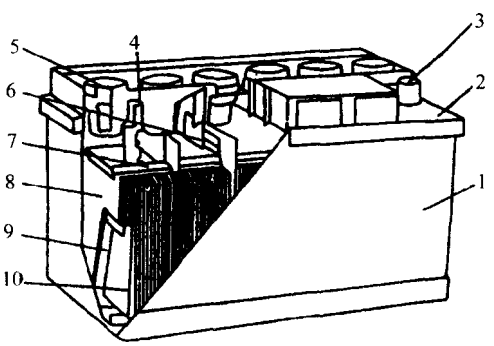


图 2－2　上海桑塔纳轿车用蓄电池的结构

1—塑料电池槽；2—塑料电池盖；3—正极柱；4—负极柱；5—加液孔螺塞；6—穿臂连条；7—汇流条；8—负极板；9—隔板；10—正极板

导电条的电流密度,以减小蓄电池内阻,还将棚架设计成放射形结构,如图 2－3 所示。

极板分为正极板和负极板两种。将铅粉与稀硫酸混合成膏状涂在栅架上即得生极板。生极板经热风干燥，再放入稀硫酸中进行化成（在生产工艺中，对极板充电称为“化成”，充电时间一般为 18～20 h 便得正极板和负极板。正极板上的活性物质为二氧化铅(PbO_2)，呈深棕色，负极板上的活性物质为海绵状纯铅(Pb)，呈深灰色。

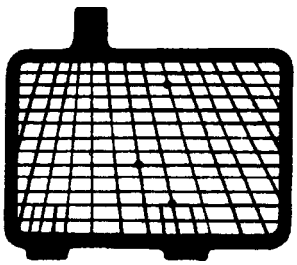


图 2－3 放射形栅架

将一片正极板和一片负极板浸入电解液中，便可得到 2 V 左右的电压。为了增大蓄电池的容量,将多片正、负极板分别并联,用汇流条焊接起来便分别组成正、负极板组。汇流条上铸有极柱；各片极板之间留有空隙。安装时，各片正负极板相互嵌合，中间插入隔板后装入电池槽内便形成单格电池。

在每个单格电池中，负极板总比正极板多一片。桑塔纳轿车用 554 15 型和 554 15MF 型蓄电池每个单格电池有 13 片极板,其中正极板 6 片,负极板 7 片。因为正极板上的化学反应比负极板剧烈，所以正极板夹在负极板之间，可使其两侧放电均匀，防止活性物质体积变化不一致而造成极板拱曲。

2. 隔板

隔板的作用是防止相邻正、负极板彼此接触而短路。为了减小蓄电池内阻和尺寸，正、负极板应尽可能靠近。

隔板应具有多孔性，以便电解液渗透，还应具有良好的耐酸性和抗氧化性。隔板材料有木质、微孔橡胶和微孔塑料等。木质隔板价格便宜，但耐酸性能差，已很少使用。微孔橡胶隔板性能好、寿命长,但生产工艺复杂、成本较高,故未能推广使用。微孔塑料隔板孔径小、孔率高、成本低,554 15 型蓄电池采用了这种隔板。安装隔板时，带槽一面应面向正极板，且沟槽必须与壳体底部垂直。因为正极板在充、放电过程中化学反应剧烈、沟槽能使电解液上下流通，也能使气泡沿槽上升，还能使脱落的活性物质沿槽下沉。部分 554 15MF 型蓄电池采用了袋式聚氯乙烯隔板,将正极板装在隔板袋内,既能防止正、负极板短路,又能防止活性物质脱落而降低蓄电池的输出容量。

3. 电解液

电解液由纯硫酸与蒸馏水按一定比例配制而成。其相对密度随使用地区温度不同而进行选配,一般为 1.24～1.30 g/cm^3。

电解液的纯度是影响蓄电池电气性能和使用寿命的重要因素。因此蓄电池用电解液必须符合专业标准 ZBK84 003－89《铅酸蓄电池用电解液》规定,所用硫酸必须符合国标 GB4554－84《蓄电池用硫酸》规定,所用蒸馏水必须符合专业标准 ZBK84 004－89《铅酸蓄电池用水》规定。因为工业用硫酸和普通水中铜、铁等杂质较多,会加速自放电,所以不能用于蓄电池。

4. 壳体

蓄电池壳体由电池槽和盖组成。壳体的功用是盛装电解液和极板组。蓄电池壳体按其结

构组成分为橡胶壳体和塑料壳体两种。桑塔纳轿车用 554 15 型和 554 15MF 型蓄电池均采用塑料壳体，由塑料槽和塑料盖组成。塑料壳体不仅耐酸、耐热、耐振动冲击，而且壳壁薄（厚约 2 mm，硬橡胶壳体一般为 5 mm)、质量轻、且易于热封合，生产效率高。

电池槽由隔壁分成 6 个互不相通的单格，底部制有凸起的筋条，以便放置极板组。筋条与极板底缘组成的空间可以积存极板脱落的活性物质，防止正、负极板短路。554 15MF 型免维护蓄电池采用袋式隔板，脱落的活性物质存积在袋内，所以不必设置筋条。

蓄电池各相邻单格电池之间均用铅质联条将汇流条串联。554 15 型和 554 15MF 型蓄电池采用穿壁式连接，如图 2－4 所示，连条尺寸很小，并设装在蓄电池内部，连条与汇流条采用点焊工艺焊接。

每个单格电池都有一个加液孔。拆下加液孔盖，可以加注电解液或检测电解液密度。加液孔盖上设有通气孔，该通气小孔必须保持畅通，以便排出化学反应放出的氢气（H_2）和氧气（O_2），防止外壳胀裂或发生事故。

蓄电池盖采用聚丙烯耐酸塑料盖，为整体结构，盖子与聚丙烯耐酸塑料电池槽之间采用热接合工艺粘合。

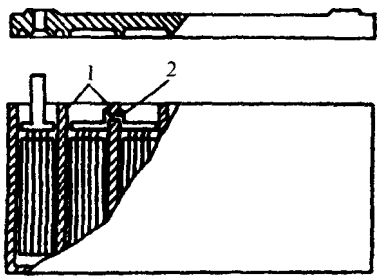


图 2－4　单格电池间的穿壁连接
1—单池隔壁 2—铅质连条

（三）蓄电池的工作原理

蓄电池的工作过程就是化学能与电能的转换过程。放电时将化学能转换为电能供用电设备使用；充电时将电能转换为化学能储存起来。

自 1859 年法国科学家加斯顿·普莱特发明铅蓄电池以来，关于蓄电池化学反应过程有各种不同的理论，一般认为格拉斯顿和特拉普于 1882 年创立的双极硫酸盐化理论（简称双硫化理论）能较确切地说明蓄电池的化学反应过程。

1. 放电过程

将蓄电池的化学能转换成电能的过程称为放电过程。根据双硫化理论，在放电过程中，正极板上的二氧化铅（PbO_2）和负极板上的铅（Pb）将转变成硫酸铅（$PbSO_4$），电解液中硫酸（H_2SO_4）减少、相对密度减小。

当放电尚未开始时，正极板上的活性物质是二氧化铅，负极板上的活性物质是纯铅，电解液是硫酸溶液。由于正、负两极不同物质与电解液发生化学反应，使正极板具有正电位，约为 2.0 V；负极板具有负电位，约为 －0.1 V。正、负极间电动势 E 约为

$$E=2.0-(-0.1)=2.1\ \text{V}$$

当放电电路接通时，如图 2－5(a)所示，在电动势的作用下，电流便从正极流出，经灯丝流回负极。电流流过灯丝使灯丝发热，当电流足够大时，灯丝炽热而使灯泡发出亮光。

在放电过程中，由于正极板上的活性物质不断与电解液发生化学反应，因此二氧化铅和纯铅逐渐转变成硫酸铅，内阻增大，正极电位逐渐降低，负极电位逐渐升高，使正负极间的电位差逐渐降低，电解液中硫酸成分逐渐减少、水分逐渐增多，密度逐渐减小。当电位差降低时，流过灯丝的电流减小，灯丝发热量相应减少，灯泡亮度变弱，直到放电结束灯泡不能发光为止，如图 2－5(b)所示。

理论上，放电过程应进行到活性物质全部转变为硫酸铅为止。但是，由于电解液不能渗透到活性物质内层，因此在使用中，所谓放完电的蓄电池，实际上其活性物质的利用率只有20%～30%. 所以，采用薄型极板和增加孔率，是提高活性物质利用率的有效途径。

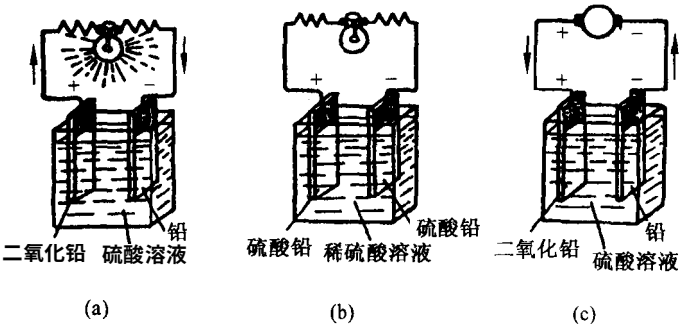


图2－5　蓄电池充放电过程
(a)放电过程；(b)放电结束；(c)充电过程

2. 充电过程

将电能转换成蓄电池化学能的过程称为充电过程。充电电源必须是直流电源，电池正极接电源正极，电池负极接电源负极，如图 2－5(c) 所示。根据双硫化理论，充电时正、负极板上的硫酸铅将分别转变成二氧化铅(PbO_2)和纯铅(Pb)，电解液中硫酸(H_2SO_4)增加、相对密度增大。

将放完电的蓄电池与直流电源接通时，如果电源电压高于蓄电池电动势，充电电流就会按与放电电流相反的方向流过蓄电池。此时蓄电池内部将发生与放电过程相反的化学反应，正、负极板上的硫酸铅分别还原为二氧化铅和纯铅，电解液中硫酸成分逐渐增多、水分逐渐减少，电解液密度逐渐增大。随着化学反应不断进行，充电将一直进行到活性物质完全恢复到放电前的状态为止。

由此可见，充、放电过程是可逆的电化学反应过程，反应方程式为

$$\xrightarrow{\text{放电}}$$

$$PbO_2 + 2H_2SO_4 + Pb \rightleftharpoons PbSO_4 + 2H_2O + PbSO_4$$

正极　电解液　负极　正极　电解液　负极

$$\xleftarrow{\text{充电}}$$

二、蓄电池的容量及使用因素对其的影响

(一)蓄电池的容量

容量是蓄电池对外供电能力的标志。完全充足电的蓄电池在允许放电范围内输出的电量称为蓄电池的容量，单位为安培小时(A·h)。恒流放电时，蓄电池的容量 C 等于放电电流 I_f 与放电时间 t_f 之积，即

$$C = I_f \cdot t_f \qquad (2-1)$$

蓄电池的容量分为理论容量、实际容量、额定容量和储备容量四种。

1. 理论容量

假定活性物质全部参加放电反应，由活性物质质量按法拉第电化当量定量计算所得容量称为理论容量。

需要全本请访问 www.ertongbook.com