



国产轿车快修精修系列丛书

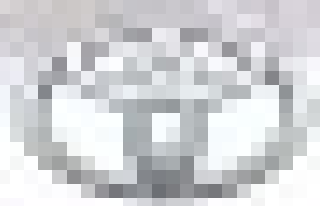
Toyota COROLLA · VIOS

卡罗拉 / 花冠 / 威驰 轿车快修精修手册

栾琪文 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

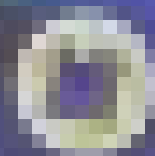


日产汽车故障维修案例解密

卡罗拉 / 花冠 / 威驰

汽车故障检修手册

维修案例解密



机械工业出版社

国产轿车快修精修系列丛书

卡罗拉/花冠/威驰轿车 快修精修手册

栾琪文 主编

图说 (117) 目録

本书为《卡罗拉/花冠/威驰轿车快修精修手册》的配套图册，主要介绍该车型的维修方法和技巧，可作为汽车维修人员、汽车维修爱好者、汽车维修专业院校师生的参考。

图说 (117) 目録

本书为《卡罗拉/花冠/威驰轿车快修精修手册》的配套图册，主要介绍该车型的维修方法和技巧，可作为汽车维修人员、汽车维修爱好者、汽车维修专业院校师生的参考。

图说 (117) 目録

本书为《卡罗拉/花冠/威驰轿车快修精修手册》的配套图册，主要介绍该车型的维修方法和技巧，可作为汽车维修人员、汽车维修爱好者、汽车维修专业院校师生的参考。

图

图说 (117) 目録

本书为《卡罗拉/花冠/威驰轿车快修精修手册》的配套图册，主要介绍该车型的维修方法和技巧，可作为汽车维修人员、汽车维修爱好者、汽车维修专业院校师生的参考。

图说 (117) 目録

本书为《卡罗拉/花冠/威驰轿车快修精修手册》的配套图册，主要介绍该车型的维修方法和技巧，可作为汽车维修人员、汽车维修爱好者、汽车维修专业院校师生的参考。

50.00元

本书为《卡罗拉/花冠/威驰轿车快修精修手册》的配套图册，主要介绍该车型的维修方法和技巧，可作为汽车维修人员、汽车维修爱好者、汽车维修专业院校师生的参考。

本书为《卡罗拉/花冠/威驰轿车快修精修手册》的配套图册，主要介绍该车型的维修方法和技巧，可作为汽车维修人员、汽车维修爱好者、汽车维修专业院校师生的参考。

本书为《卡罗拉/花冠/威驰轿车快修精修手册》的配套图册，主要介绍该车型的维修方法和技巧，可作为汽车维修人员、汽车维修爱好者、汽车维修专业院校师生的参考。

本书为《卡罗拉/花冠/威驰轿车快修精修手册》的配套图册，主要介绍该车型的维修方法和技巧，可作为汽车维修人员、汽车维修爱好者、汽车维修专业院校师生的参考。

本书为《卡罗拉/花冠/威驰轿车快修精修手册》的配套图册，主要介绍该车型的维修方法和技巧，可作为汽车维修人员、汽车维修爱好者、汽车维修专业院校师生的参考。



机械工业出版社

本书系统地介绍了卡罗拉、花冠和威驰轿车发动机、自动变速器、防抱死制动系统（ABS）、电力控制转向系统、安全气囊系统、空调系统、发动机停机系统、多路通信系统、照明系统、驻车辅助系统、防盗系统、智能进入和起动系统以及其他一些电器系统的控制电路、维修要点和故障维修实例等。本书讲解详细、易懂易操作，可以帮助广大汽车维修人员快速准确查明卡罗拉、花冠和威驰轿车的故障原因并排除故障。

本书图文并茂、资料翔实、具有较强的操作性，主要供中级以上专业汽车维修技术人员使用，达到快修、精修的目的，是汽车维修人员必备的工具书。

图书在版编目（CIP）数据

卡罗拉/花冠/威驰轿车快修精修手册/栾琪文主编. —北京：机械工业出版社，2009.9

（国产轿车快修精修系列丛书）

ISBN 978-7-111-28043-9

I. 卡… II. 栾… III. 轿车—车辆修理—技术手册

IV. U469.110.7-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2009）第 143920 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：齐福江 责任编辑：管晓伟

封面设计：王伟光 责任校对：刘志文 责任印制：杨 曦

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2010 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·33.25 印张·824 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-28043-9

定价：69.80 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：(010)88361066

门户网：<http://www.cmpbook.com>

销售一部：(010)68326294

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售二部：(010)88379649

读者服务部：(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

前言

目前市场上推出的新车型越来越多,新车型上安装的先进电控装置也越来越复杂,如何掌握这些先进的技术,成为摆在每一个维修人员面前的难题。维修资料既要简练又要实用,既不能胡子眉毛一把抓,也不能拣芝麻丢西瓜。为此,我们组织了有经验的维修技师和培训专家,结合维修实际编写了本书。

本书具有如下特点:

(1) 手册维修部分分为控制电路和维修要点两部分。控制电路包括电路图、端子图和典型电路检测,资料准确实用。维修要点主要针对电控系统进行介绍,言简意赅,突出重点,并增加了维修经验和技巧、特别提示等实用内容。本书对发动机、自动变速器机械部分的维修要点、难点也作了重点介绍。

(2) 技术通报来自生产厂家的技术信息,对故障排除具有实际指导意义。

(3) 故障案例来自实车维修实践,选编的故障案例突出了典型故障和疑难故障。每一个故障详细记录了故障现象、分析过程和排除方法,维修人员可据此举一反三、触类旁通。

(4) 新技术、新结构介绍全面、资料详细,包括电控动力转向系统、多路通信系统、驻车辅助系统、气体放电前照灯等。

本书由栾琪文主编,参加编写的人员还有姚美红、赵万胜、崔树春、刘建霞、林红旗、刘立志、贺鸿、姜世清、王伟丽、陈涛、杨大好、麻常选、刘建功、毕云鹏、孙振萍、刘梅、栾明明、杨萍萍等。

由于作者水平有限,书中定有不当之处,恳请广大读者批评指正。

编者

目 录

前言

第一篇 卡罗拉轿车

第一章 概述	1	第二节 自动变速器的维修要点	51
第一节 发动机	1	一、电控元件位置图	51
一、发动机概况	1	二、故障码表	51
二、缸体	2	三、常见故障及排除	53
三、气门机构	3	第四章 ABS 制动系统	57
四、进排气系统	5	第一节 ABS 的控制电路	57
五、燃油系统	5	一、电路图	57
六、点火系统	5	二、端子图及端子检测	57
七、充电系统	6	第二节 ABS 的维修要点	62
八、发动机控制系统	6	一、电控元件位置图	62
第二节 底盘	8	二、故障码表	62
一、手动变速器	8	三、常见故障及排除	64
二、自动变速器	8	第五章 车辆稳定性控制系统	66
三、制动系统	9	第一节 车辆稳定性控制系统的控制	
四、EPS (电动助力转向)	11	电路	66
第三节 电器系统	14	一、电路图	66
一、多功能显示	14	二、端子图及端子检测	66
二、SRS 系统	15	第二节 车辆稳定性控制系统的维	
三、MPX (多路通信) 系统	15	修要点	68
四、智能进入和起动系统	16	一、故障码表	68
第二章 发动机	17	二、数据流和动态测试	70
第一节 发动机控制电路	17	三、常见故障及排除	74
一、发动机控制电路电路图	17	第六章 电控动力转向系统	76
二、端子图及端子检测	17	第一节 电控动力转向系统的控制	
第二节 发动机电控系统的维修要点 ..	27	电路	76
一、发动机电控系统电控元件位置图	27	一、电路图	76
二、故障码诊断	27	二、端子图及端子检测	76
三、数据流和动态测试	36	第二节 电控动力转向系统的维修	
四、常见故障及排除	45	要点	78
第三章 自动变速器	47	一、电控元件位置图	78
第一节 自动变速器控制电路	47	二、故障码表	79
一、电路图	47	三、常见故障及排除	80
二、端子图及端子检测	47		

第七章 巡航控制系统	82	第二节 安全气囊系统的维修要点	119
第一节 巡航控制系统的控制电路	82	一、故障码表	119
一、电路图	82	二、数据流	121
二、端子图及端子检测	82	三、常见故障及排除	121
第二节 巡航控制系统的维修要点	83	第十一章 防盗系统	123
一、电控元件位置图	83	第一节 防盗系统的控制电路	123
二、故障码表	84	一、电路图	123
三、数据流和动态测试	85	二、端子图及端子检测	123
四、常见故障及排除	85	第二节 防盗系统的维修要点	129
第八章 空调系统	88	一、电控元件位置图	129
第一节 空调系统的控制电路	88	二、故障码表	132
一、电路图	88	三、数据流和动态测试	132
二、端子图及端子检测	88	四、常见故障及排除	134
第二节 空调系统的维修要点	93	第十二章 安全带警告系统	136
一、电控元件位置图	93	第一节 安全带警告系统的控制	
二、故障码表	93	电路	136
三、数据流	96	一、电路图	136
四、动态检测	97	二、端子图及端子检测	136
五、常见故障及排除	98	第二节 安全带警告系统的维修要点	138
第九章 发动机停机系统	101	一、驾驶员侧安全带警告灯故障维修	
第一节 发动机停机系统的控制电路	101	要点	138
一、电路图	101	二、前排乘客侧安全带警告灯故障维修	
二、端子图及端子检测	101	要点	142
第二节 发动机停机系统的维修要点	109	第十三章 转向锁系统	148
一、电控元件位置图	109	第一节 转向锁系统的控制电路	148
二、故障码表	109	一、电路图	148
三、数据流和动态测试	112	二、端子图及端子检测	148
四、常见故障及排除	114	第二节 转向锁系统的维修要点	150
第十章 安全气囊系统	116	一、电控元件位置图	150
第一节 安全气囊系统的控制电路	116	二、故障码表	150
一、电路图	116	三、数据流和动态测试	151
二、端子图及端子检测	116	四、常见故障及排除	151

第二篇 花冠轿车

第十四章 1ZZ-FE 发动机	153	二、故障码读取与清除	163
第一节 发动机控制电路	153	三、故障码诊断流程	165
一、电路图	153	四、常见故障及排除	172
二、端子图及端子检测	153	五、维修数据	173
三、控制电路检测	154	第十五章 A245E 和 A246E 自动	
第二节 发动机维修要点	163	变速器	175
一、电控元件位置图	163	第一节 自动变速器的结构和控制	

电路	175	一、安全气囊系统	252
一、电路图	175	二、故障码读取与清除	253
二、端子图及端子检测	175	三、故障码诊断流程	255
三、控制电路检测	179	四、SRS 插接器	266
第二节 自动变速器的维修要点	180	五、常见故障及排除	268
一、电控元件位置图	180	第十八章 空调系统	269
二、故障码读取与清除	180	第一节 空调系统的控制电路	269
三、故障码诊断流程	182	一、电路图	269
四、常见故障及排除	183	二、端子图及端子检测	269
五、换挡锁止系统检测	186	三、控制电路检测	275
六、维修数据	187	第二节 空调系统的维修要点	282
第三节 自动变速器机械部分维修		一、电控元件位置图	282
要点	188	二、故障码读取与清除	283
一、拆装和检测	188	三、故障码诊断流程	284
二、油泵总成拆装和检测	216	四、常见故障及排除	288
三、前进档离合器总成拆装和检测	218	第十九章 发动机停机系统	290
四、直接离合器总成拆装和检测	220	第一节 发动机停机系统的控制	
五、第二档滑行制动活塞总成拆装和		电路	290
检测	222	一、电路图	290
六、准超速档离合器活塞总成拆装和		二、端子图和端子检测	290
检测	223	三、控制电路检测	290
七、第二档制动活塞总成拆装	225	第二节 发动机停机系统的维修	
八、前行星齿轮总成拆装和检测	226	要点	292
九、单向离合器总成拆装和检测	227	一、电控元件位置图	292
十、中间轴总成拆装	227	二、故障码读取与清除	292
十一、副轴总成拆装和检测	228	三、故障码诊断流程	292
十二、变速器阀体总成拆装和检测	231	四、钥匙注册	293
十三、前差速器总成拆装和检测	232	五、常见故障及排除	296
十四、维修数据	234	第二十章 其他电器系统	297
第十六章 ABS 控制系统	237	第一节 电气系统	297
第一节 ABS 控制电路	237	一、电控元件位置图	297
一、ABS 控制电路图	237	二、控制电路检测	297
二、端子图及端子检测	237	三、部件检查	302
三、控制电路检测	237	四、ECU 端子电压	304
第二节 ABS 的维修要点	241	五、常见故障及排除	306
一、电控元件位置图	241	第二节 电动车窗	306
二、故障码读取与清除	241	一、电控元件位置图	306
三、故障码诊断流程	244	二、部件检查	307
四、常见故障及排除	248	三、常见故障及排除	307
第十七章 安全气囊系统	249	第三节 电动门锁	308
第一节 安全气囊系统的控制电路	249	一、电控元件位置图	308
一、电路图	249	二、部件检查	308
二、控制电路检测	249	三、常见故障及排除	309
第二节 安全气囊系统的维修要点	252		

第四节 无线门锁	310
一、电控元件位置图	310
二、部件检查	310
三、常见故障及排除	312
第五节 电动后视镜	313
一、电控元件位置图	313
二、检查电动后视镜开关(带卷收型) ...	314
三、常见故障及排除	314

第六节 电动天窗	315
一、电控元件位置图	315
二、部件检查	315
三、常见故障及排除	317
四、维修数据	317
第七节 全车电路图	317
一、继电器和熔丝位置图	317
二、部件位置和插接器图	322

第三篇 威驰轿车

第二十一章 5A-FE 和 8A-FE

发动机

第一节 发动机的控制电路	331
一、电路图	331
二、端子图及端子检测	331
三、控制电路检测	336
第二节 发动机的维修要点	344
一、电控元件位置图	344
二、故障码读取与清除	345
三、故障码诊断流程	347
四、数据流	366
五、电控元件的检修	367
六、常见故障及排除	369

第二十二章 U540E 自动变速器

第一节 控制电路	371
一、电路图	371
二、端子图及端子检测	371
三、控制电路检测	372
第二节 自动变速器的维修要点	377
一、电控元件位置图	377
二、故障码读取与清除	377
三、故障码诊断流程	381
四、自动变速器试验	386
五、常见故障及排除	388

第三节 机械部分维修要点	391
一、结构	391
二、解体组装步骤	393
三、主要总成件的检修	406

第二十三章 ABS 控制系统

第一节 控制电路	411
一、电路图	411

二、端子图及端子检测	411
三、控制电路检测	413
第二节 ABS 的维修要点	416
一、电控元件位置图	416
二、故障码读取与清除	417
三、故障码诊断流程	418
四、数据流	423
五、常见故障及排除	424

第二十四章 安全气囊系统

第一节 安全气囊系统控制电路	426
一、电路图	426
二、端子图及端子检测	426
三、控制电路检测	426
第二节 安全气囊系统的维修要点	430
一、电控元件位置图	430
二、故障码读取与清除	430
三、故障码诊断流程	433
四、常见故障及排除	454

第二十五章 空调系统

第一节 空调系统的控制电路图	455
第二节 空调系统的维修要点	456
一、主要零件检修	456
二、常见故障及排除	458

第二十六章 防盗系统

第一节 防盗系统的控制电路	460
一、电路图	460
二、端子图及端子检测	460
三、控制电路检测	460
第二节 防盗系统的维修要点	470
一、电控元件位置图	470
二、丰田汽车安全系统(TVSS)的	

车上检测	470
三、常见故障及排除	472
第二十七章 其他电器系统	473
第一节 组合仪表的检修	473
一、组合仪表端子及端子检测	473
二、控制电路检测	480
三、常见故障及排除	489
第二节 刮水器的检修	489
一、喷洗器电动机	489
二、风窗玻璃刮水器开关总成	489
三、风窗玻璃刮水器电动机总成	490
第三节 电动门锁控制系统的检修	491
一、部件位置	491
二、检测门锁控制继电器总成 (ECU 端子)	491
三、控制电路检测	492

四、电动门锁零部件的检修	494
第四节 无线门锁控制系统	495
一、无线门锁控制系统部件位置	495
二、检测 TVSS ECU (ECU 端子)	495
三、电路检测 (仅无线控制功能不 工作的检测)	496
四、常见故障及排除	498
第五节 电动车窗控制系统	498
一、电路图	498
二、主要电气元件的检修	498
第六节 继电器盒与熔断器	502
一、继电器位置	502
二、仪表板 J/B	504
三、熔丝和继电器盒	508
四、零件位置	509
五、线束插接器位置、接地点位置	512

第四篇 故障实例和技术通报

第二十八章 发动机故障实例和 技术通报	516
第一节 发动机故障实例	516
一、花冠轿车发动机无法起动	516
二、威驰轿车怠速过高	516
第二节 发动机技术通报	516
一、威驰轿车蓄电池亏电	516
二、花冠 V 形棱纹传动带张紧轮 异响	516
第二十九章 底盘故障实例和技术 通报	518
第一节 底盘故障实例	518
一、威驰轿车行驶时右前部异响	518
二、花冠轿车左前内球笼防尘套处 漏油	518
三、威驰轿车油底壳渗自动变速器油	518
第二节 底盘技术通报	518
一、花冠轿车半轴防尘罩渗油	518
二、花冠轿车手动变速器挂 3 档时 变速器异响	518
三、花冠轿车转向助力泵漏液	518

第三十章 电气故障实例和技术 通报	520
第一节 电气故障实例	520
一、威驰轿车空调不制冷	520
二、花冠轿车里程表读数不对	520
三、花冠轿车天窗漏水	520
四、花冠轿车右后门打不开	520
五、花冠轿车右车门扬声器有杂音	520
六、花冠轿车遥控失效	520
七、花冠轿车左电子眼探头失效	520
八、花冠轿车空调不制冷	520
九、花冠轿车更换点火锁芯后钥匙 无法注册	520
十、花冠轿车后门锁故障	521
十一、花冠轿车后视镜角度不能调整	521
第二节 电气系统技术通报	521
一、威驰轿车 TVSS ECU 工作不良	521
二、花冠轿车玻璃升降器动作时异响	521
三、花冠轿车 CD 音响不读碟故障	521
四、关于座椅安全带无法从收缩器中 拉出的服务提示	522
五、空调鼓风机连杆断裂的检查结果	522

第一篇 卡罗拉轿车

第一章 概 述

第一节 发 动 机

一、发动机概况

卡罗拉 (COROLLA) 轿车是花冠轿车的升级产品。发动机有 1ZR-FE 和 2ZR-FE 两种型号。

1ZR-FE 发动机参数见表 1-1-1。

2ZR-FE 发动机是一款新开发的机型, 采用直列 4 缸、1.8L、DOHC16 气门、双 VVT-i (智能可变气门正时)、DIS (直接点火) 和 ETSC-i (智能电控节气门)、正时链条。2ZR-FE 发动机参数见表 1-1-2。

表 1-1-1 1ZR-FE 发动机参数

项 目			1ZR-FE
气缸数及排列方式			4 缸，直列
气门机构			16 气门 DOHC，正时链，双 VVT-i
排量/cm ³			1598
缸径×行程/（mm×mm）			80.5×78.5
压缩比			10.2
最大功率/ [kW/（r/min）]			91/6000
最大扭矩/ [N·m/（r/min）]			157/5200
气门正时	进气	开	1°~56°BTDC
		闭	65°~10°ABDC
	排气	开	51°~11°BBDC
		闭	3°~43° ATDC
机油容量/L			4.7
点火顺序			1-3-4-2
排放			欧 IV，冷车排放

表 1-1-2 2ZR-FE 发动机参数

项 目		2ZR-FE
气缸数及排列方式		4 缸, 直列
气门机构		16 气门 DOHC, 正时链, 双 VVT-i
排量/cm ³		1.798L

(续)

项 目			2ZR-FE
缸径×行程/（mm×mm）			80.5×88.3
压缩比			10.0
最大功率/ [kW/（r/min）]			100/6000
最大扭矩/ [N·m/（r/min）]			175/4400
气门正时	进气	开	1°～56°BTDC
		闭	65°～10°ABDC
	排气	开	51°～11°BBDC
		闭	3°～43°ATDC
机油容量/L			4.7
点火顺序			1-3-4-2
排放			欧 IV，冷车排放

发动机的主要改进有：VVT-i 传感器采用 MRE 型（磁阻元件）；曲轴偏置 8mm；采用了机油喷嘴来

冷却活塞。其主要改进如图 1-1-1 所示。

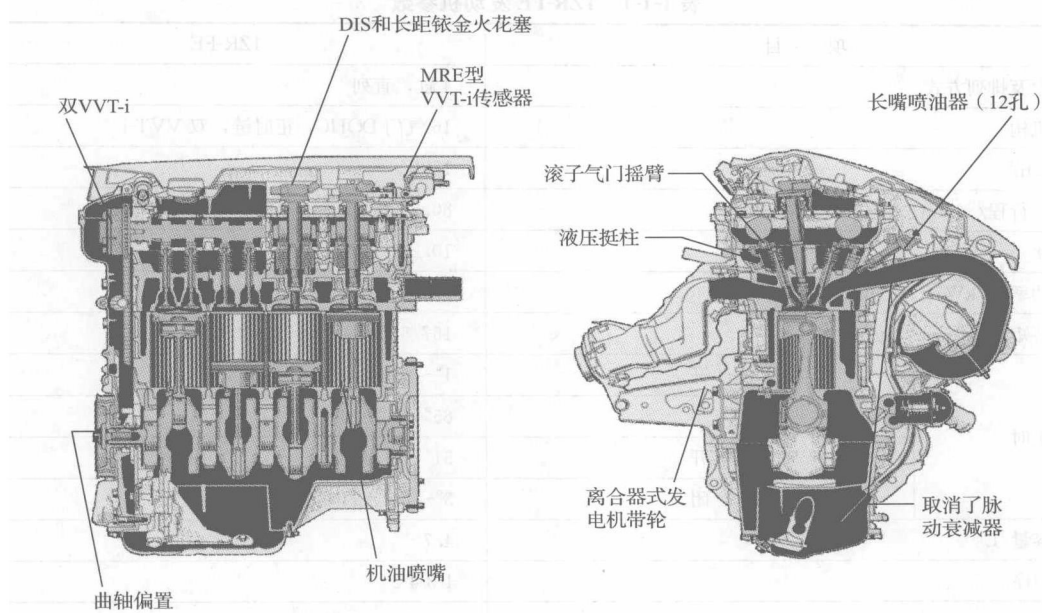


图 1-1-1 发动机主要改进项目

二、缸体

1. 活塞的结构

活塞的结构见图 1-1-2。

2. 活塞销

活塞销采用全浮式。

3. 曲轴上轴瓦

如图 1-1-3 所示，曲轴上轴瓦改变了油槽的形状以减少泻油的流量，从而减少机油泵的负荷容量，上下轴瓦都没有定位棘爪。

4. 主轴瓦和连杆轴瓦的安装

轴瓦的安装如图 1-1-4 所示，必须将轴瓦定位在中央并进行测量确认。

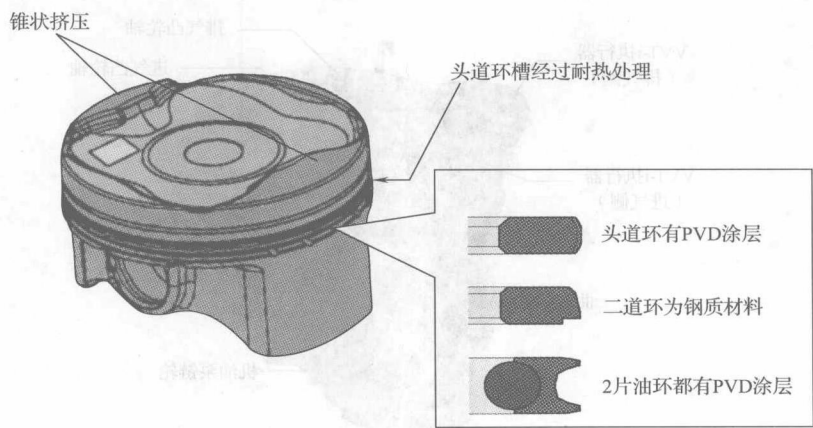


图 1-1-2 活塞的结构

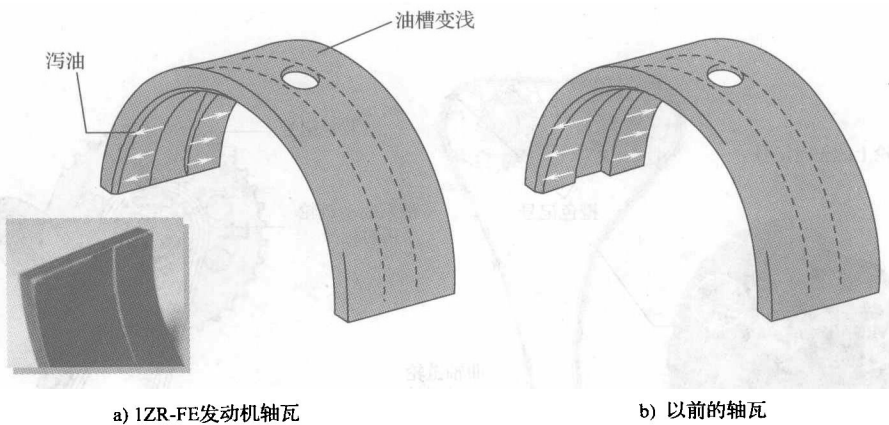
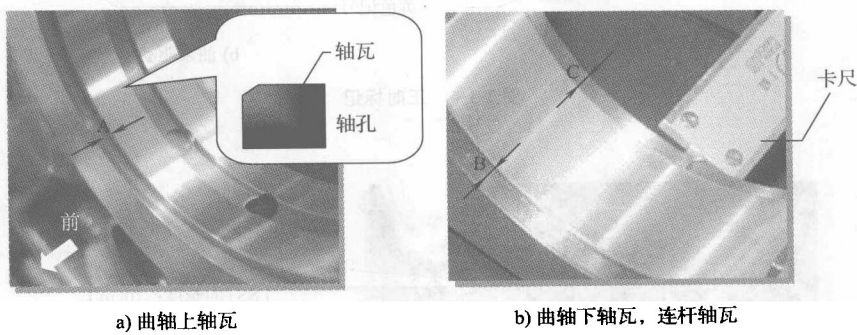


图 1-1-3 轴瓦的改进



$0.5\text{mm} < A < 1.0\text{mm}$
 $B - C \leq 0.7\text{mm}$

图 1-1-4 将轴瓦定位在中央并测量

三、气门机构

气门机构采用了两条正时链，如图 1-1-5 所示，一条驱动进排气凸轮轴，另一条驱动机油泵。凸轮轴链间距为 8mm，机油泵链间距为 7mm。

正时链需要依靠链条和链轮上的记号对正时，如图 1-1-6 所示。

凸轮轴使用 SST（专用器工具），通过扭力扳手来紧固 VVT-i 螺栓，如图 1-1-7 所示。

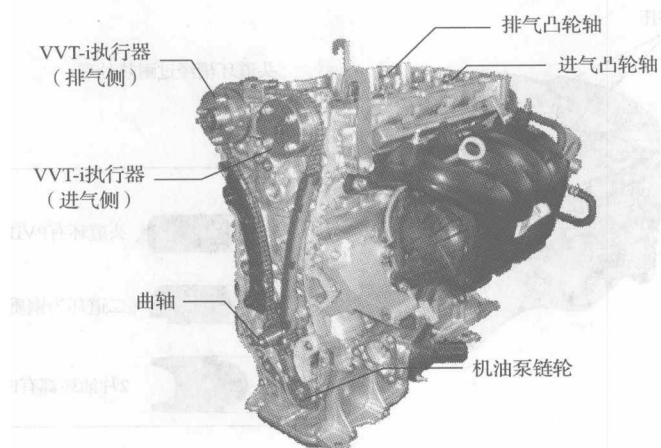


图 1-1-5 正时链结构

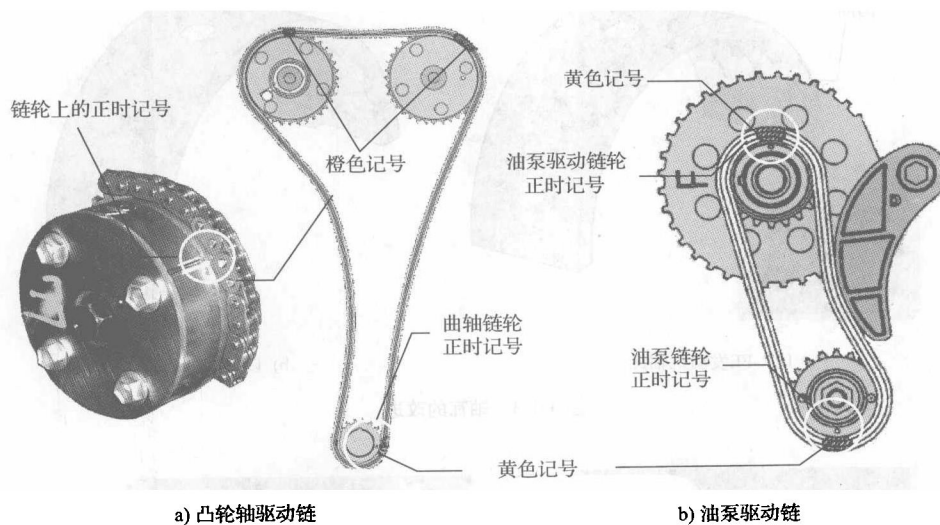


图 1-1-6 正时标记

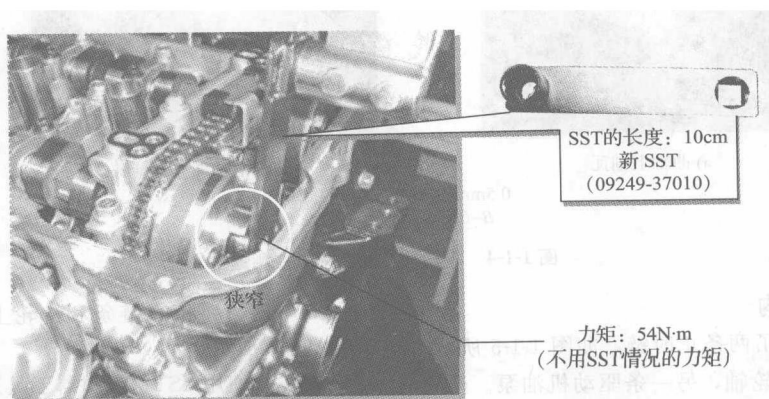


图 1-1-7 通过扭力扳手来紧固 VVT-i 螺栓

由于空间狭窄，用通用工具无法紧固螺栓。如果使用 SST，必须计算扭力扳手的读取力矩，公式如下：

$$T' = T \times L_2 / (L_1 + L_2)$$

式中 T' ——扭力扳手的读取力矩 (N·m)；
 T ——标准力矩 (N·m)；
 L_1 ——SST 的长度 (cm)；

L_2 ——扭力扳手的长度 (cm)。

四、进排气系统

集成有三元催化转化器的主消声器（图 1-1-8）位于车辆中部，这样可以增加行李箱的容量和前部地板的平整度。

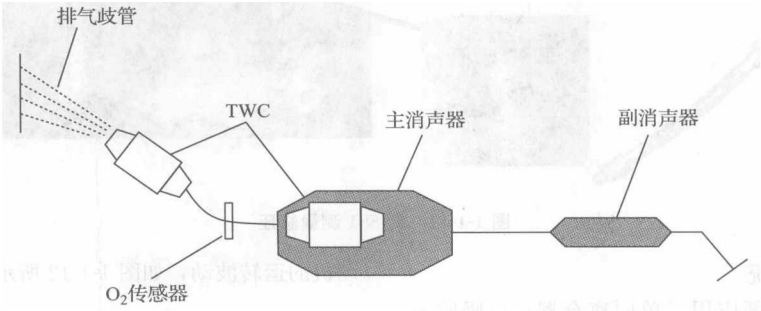


图 1-1-8 主消声器

五、燃油系统

输油管具有脉动衰减功能，如图 1-1-9 所示。

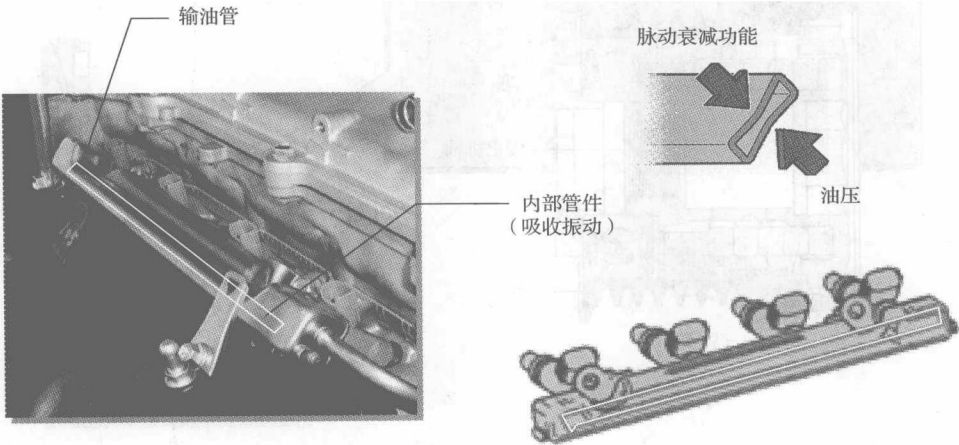


图 1-1-9 具有脉动衰减功能的输油管

六、点火系统

火花塞是细型的长距火花塞，长距火花塞能够改善缸盖的冷却性能，型号为 SC20HR11，如图 1-1-10 所示。

拆装火花塞需要使用新火花塞套筒，也需采用新的 SST 来测量缸压，如图 1-1-11 所示。缸压标准值大于 1.4MPa。



图 1-1-10 新型火花塞

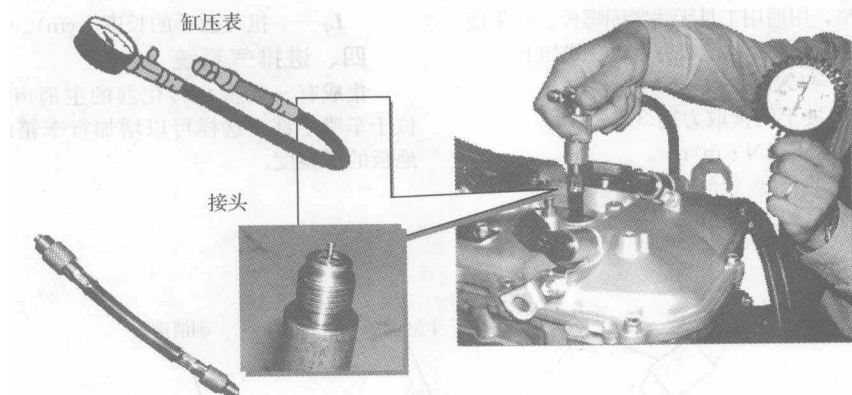


图 1-1-11 新 SST 测量缸压

七、充电系统

发电机带轮内部应用了单向离合器，以吸收发

动机的运转波动，如图 1-1-12 所示。

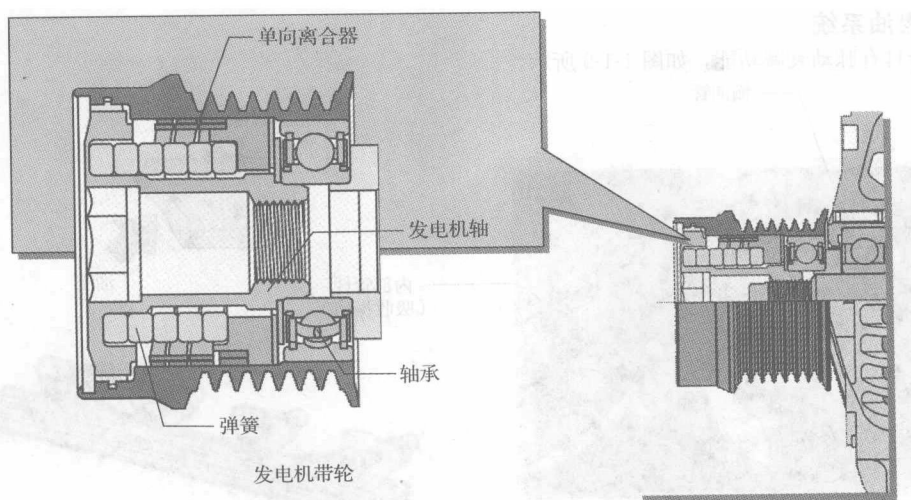


图 1-1-12 发电机结构

八、发动机控制系统

1. 双 VVT-i

进排气凸轮轴都采用了 VVT-i，进排气凸轮轴共采用了 2 个 MRE 型 VVT 传感器，如图 1-1-13 所示。

进气控制有 4 个叶片，控制角度 ($55^\circ \pm 2^\circ$) CA，排气控制有 4 个叶片，控制角度 ($40^\circ \pm 2^\circ$) CA。发动机停止，辅助弹簧会将叶片转至提前侧，并通过锁止销锁定。

2. VVT 传感器

VVT 传感器输出数字信号，如图 1-1-14 所示。

VVT 传感器材料电阻随磁力线方向变化而变化，如图 1-1-15 所示。

3. 双 VVT-i 气门正时

双 VVT-i 气门正时如图 1-1-16 所示。

双 VVT-i 气门正时有如下几种工况：

1) 怠速、轻载、低温和起工况。此工况可减小气门重叠角，减少废气进入进气侧，作用是使气体稳定燃烧，提高燃油经济性，保证发动机运转平稳。如图 1-1-17 所示。

2) 中等负荷工况。此工况增大气门重叠角，增大内部 EGR 率，减少泵气损失，改善排放控制和燃油经济性。如图 1-1-18 所示。

3) 中低转速、大负荷工况。此工况进气门提前关闭，提高充气效率（减少废气进入进气侧）排气门延迟打开，充分利用燃烧压力，改善发动机输出转矩和功率。如图 1-1-19 所示。

4) 高速、重载。此工况为提高发动机功率。如图 1-1-20 所示。

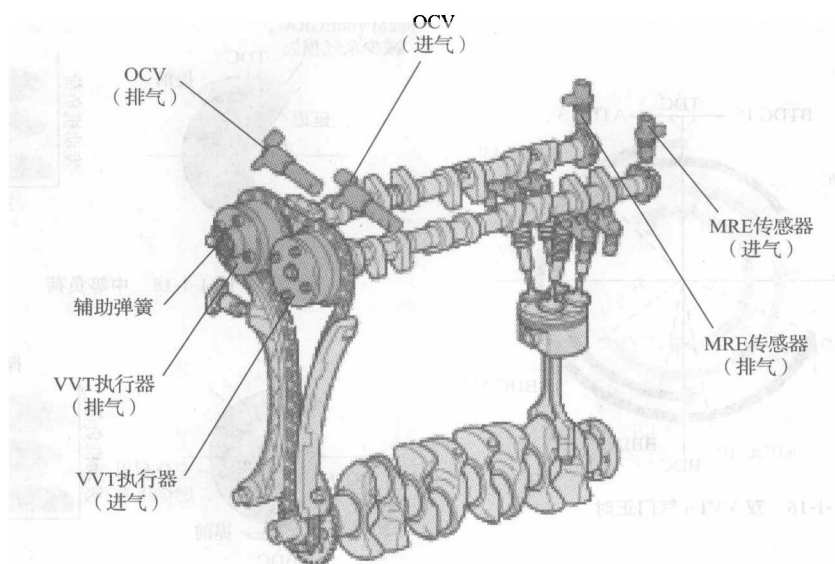


图 1-1-13 双 VVT-i 系统

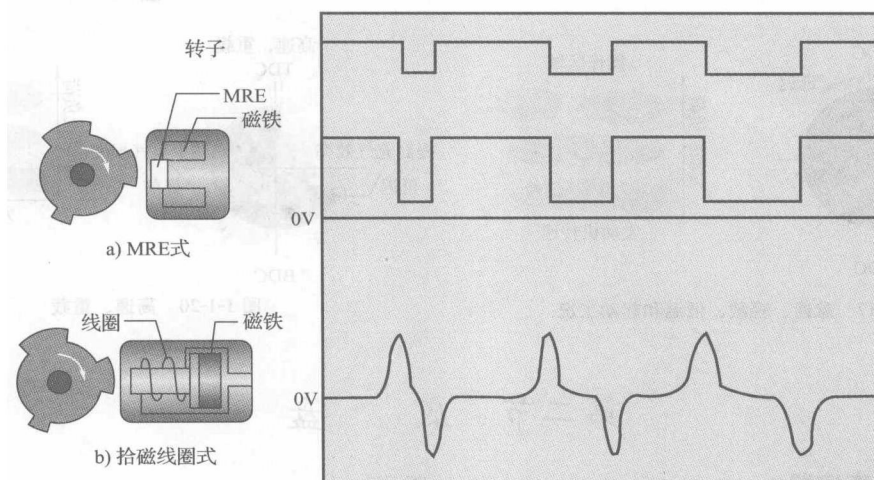


图 1-1-14 VVT 传感器输出数字信号

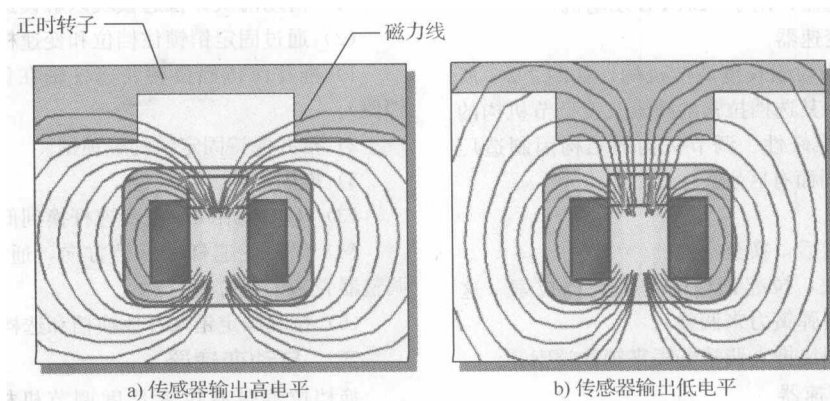


图 1-1-15 电阻随磁力线方向变化