

普通高等教育“十五”国家级规划教材

(高职高专教育)

# 汽车检测技术

张建俊 编著

高等教育出版社

## 内容提要

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育)。全书共分6章,以在用汽车不解体检测技术应用能力的培养为主线,分别介绍了汽车检测技术基础理论知识、发动机检测技术、底盘检测技术、电控系统检测技术、整车检测技术和汽车检测站6方面的内容,其中包括对现代汽车检测设备的检测原理、基本结构、工作原理和使用方法的介绍,并贯彻了国家和行业标准中的技术要求、检测方法和诊断参数标准。

本教材既有较强的实践性,又有较强的综合性,并根据高职高专教育的特点,在基础理论与基本知识、检测原理与检测方法、检测设备的应用等内容上加强了针对性和实用性,突出了新设备、新技术和应用技术,力求把传授知识和培养能力有机地结合起来,特别注重了对学生分析问题和解决问题能力的培养。

本教材可作为高职高专教育汽车检测与维修及其相近专业教材,亦可作为汽车检测与维修专业和汽车运用技术、汽车运用与管理、汽车电子与电器等相近专业本科教材以及汽车制造、汽车运输、汽车维修、汽车检测站工程技术人员的参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

汽车检测技术/张建俊编著. —北京:高等教育出版社, 2003.12  
ISBN 7-04-013167-6

.汽... .张... .汽车-检测-高等学校:  
技术学校-教材 .U472.9

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第099581号

出版发行 高等教育出版社  
社 址 北京市西城区德外大街4号  
邮政编码 100011  
总 机 010-82028899

经 销 新华书店北京发行所  
印 刷

开 本 787×1092 1/16  
印 张 21  
字 数 510 000

购书热线 010-64054588  
免费咨询 800-810-0598  
网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>

版 次 年 月第1版  
印 次 年 月第 次印刷  
定 价 26.30元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

策划编辑 赵 亮  
责任编辑 李京平  
封面设计 于 涛  
责任绘图 朱 静  
版式设计 张 岚  
责任校对 存 怡  
责任印制

## 出版说明

为加强高职高专教育的教材建设工作,2000年教育部高等教育司颁发了《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》(教高司[2000]19号),提出了“力争经过5年的努力,编写、出版500本左右高职高专教育规划教材”的目标,并将高职高专教育规划教材的建设工作分为两步实施:先用2至3年时间,在继承原有教材建设成果的基础上,充分汲取近年来高职高专院校在探索培养高等技术应用性专门人才和教材建设方面取得的成功经验,解决好高职高专教育教材的有无问题;然后,再用2至3年的时间,在实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,推出一批特色鲜明的高质量的高职高专教育教材。根据这一精神,有关院校和出版社从2000年秋季开始,积极组织编写和出版了一批“教育部高职高专规划教材”。这些高职高专规划教材是依据1999年教育部组织制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》(草案)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(草案)编写的,随着这些教材的陆续出版,基本上解决了高职高专教材的有无问题,完成了教育部高职高专规划教材建设工作的第一步。

2002年教育部确定了普通高等教育“十五”国家级教材规划选题,将高职高专教育规划教材纳入其中。“十五”国家级规划教材的建设将以“实施精品战略,抓好重点规划”为指导方针,重点抓好公共基础课、专业基础课和专业主干课教材的建设,特别要注意选择一部分原来基础较好的优秀教材进行修订使其逐步形成精品教材;同时还要扩大教材品种,实现教材系列配套,并处理好教材的统一性与多样化、基本教材与辅助教材、文字教材与软件教材的关系,在此基础上形成特色鲜明、一纲多本、优化配套的高职高专教育教材体系。

普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育)适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

2002年11月30日

# 前 言

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育)。本教材编写大纲曾广泛征求了有关高等院校的意见,可作为高职高专教育汽车检测与维修专业教材,亦可作为本专业和相近专业(如汽车运用技术专业、汽车运用与管理专业、汽车电子与电器专业等)本科师生和汽车制造、汽车运输、汽车维修、汽车检测站工程技术人员的参考书。

本书共分6章,以在用汽车不解体检测技术应用能力的培养为主线,分别介绍了汽车检测诊断技术基础理论知识、发动机检测技术、底盘检测技术、电控系统检测技术、整车检测技术和汽车检测站6方面的内容,其中包括对现代汽车检测设备的检测原理、基本结构、工作原理和使用方法的介绍,贯彻了国家和行业标准中的技术要求、检测方法和诊断参数标准,并在每章之前提出了学习目标,在每章之后列出了本章小结、复习题和思考题。

本教材在编写中加强了针对性和实用性,突出了新设备、新技术和应用技术,力求把传授专业知识和培养专业技术应用能力有机地结合起来,特别注重了对学生分析问题和解决实际问题能力的培养。

本教材有较强的实践性和综合性,内容丰富,使用本教材的院校,在教学过程中可根据具体情况自行取舍教学内容。

本教材由山东交通学院汽车系张建俊高级实验师编著。

本教材由北京理工大学刘昭度教授审阅,对全书给予了充分肯定并提出了建设性意见,深表诚挚谢意。

本教材在编写过程中,参阅了许多国内公开出版、发表的文献和生产厂家提供的检测设备使用说明书,在此一并致谢。

由于时间仓促和编者水平所限,本教材难免有不当甚至谬误之处,恳请使用本教材的师生和读者批评指正。

编 者  
2003年6月

# 目 录

第1章 概述 .....	1	2.2.2 曲轴箱漏气量检测 .....	38
学习目标 .....	1	2.2.3 气缸漏气量或气缸漏气率检测 .....	41
1.1 汽车检测技术发展概况 .....	2	2.2.4 进气管真空度检测 .....	43
1.1.1 国外发展概况 .....	2	2.2.5 气缸组技术状况窥视 .....	46
1.1.2 国内发展概况 .....	2	2.3 汽油机点火波形观测 .....	50
1.1.3 我国有关规定 .....	3	2.3.1 示波器概述 .....	50
1.2 汽车检测诊断技术基础理论 .....	4	2.3.2 点火波形观测方法 .....	52
1.2.1 诊断参数 .....	4	2.4 柴油机供油压力波形和针阀升程 波形观测 .....	63
1.2.2 诊断标准 .....	8	2.4.1 柴油机示波器功能 .....	64
1.2.3 诊断周期 .....	12	2.4.2 供油压力波形和针阀升程波形 介绍 .....	64
1.3 汽车检测设备基础知识 .....	14	2.4.3 波形观测方法 .....	66
1.3.1 检测设备的基本组成 .....	14	2.5 汽油机点火正时和柴油机供油 正时检测 .....	68
1.3.2 智能化检测设备简介 .....	15	2.5.1 汽油机点火正时检测 .....	68
1.3.3 检测设备的测量误差与精度简介 .....	18	2.5.2 柴油机供油正时检测 .....	73
1.3.4 检测设备的使用维护与故障处理 .....	20	2.6 发动机综合性能检测 .....	75
1.4 汽车维修企业应配备的检测 设备 .....	21	2.6.1 主要检测项目 .....	76
1.4.1 一类汽车维修企业应配备的检测 设备 .....	21	2.6.2 发动机综合性能检测仪 .....	76
1.4.2 二类汽车维修企业应配备的检测 设备 .....	23	本章小结 .....	82
1.4.3 三类汽车维修业户应配备的检测 设备 .....	24	复习题和思考题 .....	85
本章小结 .....	24	第3章 底盘检测技术 .....	87
复习题和思考题 .....	25	学习目标 .....	87
第2章 发动机检测技术 .....	27	3.1 传动系游动角度检测 .....	87
学习目标 .....	27	3.1.1 概述 .....	87
2.1 发动机功率检测 .....	28	3.1.2 传动系游动角度检测方法 .....	88
2.1.1 稳态测功和动态测功 .....	28	3.2 车轮定位检测 .....	90
2.1.2 无负荷测功原理 .....	29	3.2.1 检测方法分类 .....	91
2.1.3 无负荷测功仪及测功方法 .....	30	3.2.2 气泡水准车轮定位仪及使用方法 .....	92
2.1.4 诊断参数标准 .....	33	3.2.3 四轮定位仪及使用方法 .....	100
2.1.5 单缸功率的检测和单缸转速降 .....	33	3.3 转向参数检测 .....	104
2.2 气缸密封性检测 .....	34	3.3.1 用简易转向盘自由转动量检测仪检 测转向盘自由转动量 .....	104
2.2.1 气缸压缩压力检测 .....	35	3.3.2 用转向参数测量仪检测转向盘自由 转动量和转向力 .....	105

## 目 录

3.3.3 诊断参数标准 .....	106	4.4 OBD - 随车诊断系统 .....	181
3.4 车轮平衡度检测 .....	106	4.4.1 OBD - 随车诊断系统的目标 .....	182
3.4.1 概述 .....	106	4.4.2 OBD - 随车诊断系统诊断代 码的组成与结构 .....	183
3.4.2 车轮不平衡检测原理 .....	108	4.4.3 OBD - 随车诊断系统诊断代 码的显示方法 .....	184
3.4.3 离车式车轮动平衡机及使用 方法 .....	110	4.5 电控自动变速器系统检测诊断 故障的程序和方法 .....	185
3.4.4 就车式车轮动平衡机及使用 方法 .....	111	4.5.1 倾听用户意见 .....	185
3.5 悬架装置和转向系间隙检测 .....	114	4.5.2 进行外观检查 .....	185
3.5.1 悬架装置和转向系间隙检测 仪基本结构和工作原理 .....	114	4.5.3 用故障诊断系统检测诊断故障 .....	186
3.5.2 悬架装置与转向系间隙检测 仪使用方法 .....	116	4.5.4 用传统方法检查、试验、诊断 故障 .....	188
3.6 悬架装置工作性能检测 .....	116	4.6 防抱死制动系统检测诊断的 程序和方法 .....	197
3.6.1 检测方法简介 .....	117	4.6.1 故障诊断系统使用方法 .....	197
3.6.2 共振式悬架装置检测台结构 与工作原理 .....	119	4.6.2 根据诊断代码检测诊断故障 .....	201
3.6.3 诊断参数标准 .....	119	本章小结 .....	202
本章小结 .....	120	复习题和思考题 .....	205
复习题和思考题 .....	122	第5章 整车检测技术 .....	207
第4章 电控系统检测技术 .....	123	学习目标 .....	207
学习目标 .....	123	5.1 汽车动力性检测 .....	207
4.1 电控系统的专用工具和检测 设备 .....	123	5.1.1 底盘测功试验台类型、结构与 工作原理 .....	207
4.1.1 专用工具和检测设备简介 .....	123	5.1.2 底盘测功试验台测功方法 .....	213
4.1.2 万用表 .....	128	5.1.3 计算机机械传动效率评价传动系 技术状况 .....	214
4.1.3 解码器 .....	132	5.2 燃料经济性检测 .....	215
4.2 电控燃油喷射系统检测诊断的 程序和方法 .....	138	5.2.1 车用油耗计及使用方法 .....	216
4.2.1 电控汽油喷射发动机检修注意 事项 .....	138	5.2.2 汽车燃料消耗量试验方法 .....	221
4.2.2 用故障诊断系统检测诊断故障 的程序和方法 .....	140	5.3 汽车车轮侧滑量检测 .....	222
4.2.3 用传统方法检查诊断故障的程 序和方法 .....	149	5.3.1 侧滑试验台检测原理 .....	223
4.3 电控燃油喷射系统主要电子 器件的检测方法 .....	153	5.3.2 侧滑试验台结构与工作原理 .....	223
4.3.1 电子控制器(ECU)的检测方法 .....	154	5.3.3 侧滑试验台使用方法 .....	227
4.3.2 主要传感器的检测方法 .....	160	5.3.4 诊断参数标准 .....	228
4.3.3 主要执行器的检测方法 .....	173	5.3.5 检测后轴技术状况 .....	228
		5.4 汽车制动性检测 .....	229
		5.4.1 制动距离检测 .....	229
		5.4.2 制动减速度检测 .....	232
		5.4.3 制动力检测 .....	234

## 目 录

5.4.4	诊断参数标准 .....	241	原理 .....	277	
5.4.5	其他类型制动试验台简介 .....	244	5.8.4	自由加速烟度检测方法 .....	281
5.5	汽车车速表指示误差检测 .....	247	5.8.5	自由加速排气可见污染物试验 方法 .....	282
5.5.1	车速表误差的形成与测量原理 .....	247	5.8.6	诊断参数标准 .....	283
5.5.2	车速表试验台结构与工作原理 .....	248	5.9	汽车噪声检测 .....	283
5.5.3	车速表试验台使用方法 .....	250	5.9.1	概述 .....	284
5.5.4	诊断参数标准 .....	251	5.9.2	声级计结构与工作原理 .....	284
5.6	汽车前照灯检测 .....	251	5.9.3	汽车噪声检测方法 .....	286
5.6.1	汽车灯光光学基础知识 .....	251	5.9.4	诊断参数标准 .....	289
5.6.2	用屏幕法检测前照灯光束照射 位置 .....	253	本章小结 .....	290	
5.6.3	前照灯检测仪的检测原理、结 构和工作原理 .....	254	复习题和思考题 .....	293	
5.6.4	用前照灯检测仪检测发光强度 和光轴偏斜量 .....	260	第6章 汽车检测站 .....	295	
5.6.5	诊断参数标准 .....	263	学习目标 .....	295	
5.7	汽油车排放污染物检测 .....	263	6.1	汽车检测站概述 .....	295
5.7.1	概述 .....	263	6.1.1	检测站任务 .....	295
5.7.2	不分光红外线分析法的检测 原理 .....	265	6.1.2	检测站类型 .....	296
5.7.3	不分光红外线气体分析仪的 结构与工作原理 .....	265	6.1.3	检测站组成和工位布置 .....	297
5.7.4	汽油车怠速污染物检测方法 .....	268	6.1.4	各工位设备和检测项目 .....	300
5.7.5	汽油车加速模拟工况试验方法 .....	271	6.2	汽车检测站检测工艺 .....	307
5.7.6	诊断参数标准 .....	275	6.2.1	检测工艺路线 .....	308
5.8	柴油车自由加速烟度和可见 污染物检测 .....	277	6.2.2	检测工艺流程 .....	309
5.8.1	概述 .....	277	6.3	汽车检测线的微机控制系统 .....	317
5.8.2	滤纸式烟度计检测烟度的基本 原理 .....	277	6.3.1	微机控制系统的功能和要求 .....	317
5.8.3	滤纸式烟度计的结构与工作 原理 .....	277	6.3.2	微机控制系统的组成 .....	318
			6.3.3	微机控制系统的控制方式 .....	318
			6.3.4	微机控制系统的使用方法 .....	319
			本章小结 .....	321	
			复习题和思考题 .....	323	
			参考文献 .....	325	

## 第 4 章 电控系统检测技术

### 学习目标

1. 了解电控系统专用工具和检测设备的类型、作用、使用方法和使用注意事项 ,OBD - 随车诊断系统要求达到的目标、诊断代码的组成与结构。
2. 理解随车故障诊断系统(包括微机系统、传感器、执行器)自诊断工作原理。
3. 掌握电控汽油喷射发动机检修注意事项 ,电控燃油喷射系统、电控自动变速器系统和防抱死制动系统检测诊断的程序和方法 电控燃油喷射系统主要电子器件的检测方法。

自 1886 年发明汽车 100 余年来 ,尽管汽车的动力性、经济性、排放净化性、操纵稳定性、安全性、舒适性和车身造型等方面一直在改进和完善 ,但仍然满足不了人们越来越高的要求 ,特别是对节约能源和减少排放污染的要求。因此 ,化油器式汽油发动机在经历了百年多的发展之后 ,不得不逐渐让位给电控汽油喷射发动机。

现代汽车是一个集机、电、液、气于一体的产品 ,设计、制造中能及时、广泛地采用全世界最先进的技术和工艺 特别是电子技术和微机技术等先进技术的发展与应用 ,汽车上的电控系统愈来愈多。现在的汽车电控系统中 除了发动机电控燃油喷射 EFI(Electronic Fuel Injection)系统外 ,还相继出现了电控自动变速器 ECT(Electronic Controlled Transmission)系统、防抱死制动系统 ABS (Anti - Lock Brake System)、安全气囊系统 SRS(Supplemental Restraint System)、牵引力控制系统 TRC (Traction Control System)、巡航控制系统 CCS(CRUISE CONTROL SYSTEM)、悬架控制系统 TEMS 和空调 A/C(AIR CONDITIONING)系统等 ,使汽车的使用性能愈来愈完善 ,但结构也愈来愈复杂 ,因而对检测诊断、维护修理的要求也愈来愈高。

### 4.1 电控系统的专用工具和检测设备

从事汽车电控系统的检修人员 除应拥有一些常用工具和检测设备外 还必须配备一些与检测电控系统有关的专用工具和检测设备 才能有效、快速、准确地完成汽车电控系统的检测工作。这些专用工具和检测设备是 跨接线、测试灯、手持式真空泵、压力表、真空表、喷油器清洗器、万用表、解码器、发光二极管、示波器、扫描仪、专用诊断仪和发动机综合性能检测仪等。其中 测试灯、手持式真空泵、压力表、真空表、万用表、发动机综合性能检测仪 ,即使是化油器式发动机 ,也是必不可少的专用工具和检测设备。

#### 4.1.1 专用工具和检测设备简介

##### (1) 跨接线

跨接线也称为维修专用线,能起旁通电路的作用,是专用维修工具 SST(Special Service Tools)之一。简单的跨接线一般是一段多股导线,两端分别接有鳄鱼夹或不同形式的插头,如图 4-1 所示。检修人员一般要备有多种形式的跨接线,以用作多种部位的测量。跨接线的使用方法和注意事项举例说明如下:

1) 对于有故障的电器设备,首先应将跨接线连接在该电器设备接线点“-”与车身搭铁之间。如果此时故障消失,说明其搭铁线路断路。

2) 如果故障未消除,再将跨接线连接在该电器设备接线点“+”与蓄电池正极之间。如果故障消失,说明其电源线路断路或短路。

3) 用跨接线连接电源和电器设备之前,必须先确认电器设备的使用电压是否为 12 V。如果电器设备的电压低于 12 V,将不能连接。

4) 跨接线不能将电器设备接线点“+”直接与搭铁线之间连接。

## (2) 测试灯

测试灯分不带电源测试灯(12 V 测试灯)和自带电源测试灯两种,如图 4-2 所示。

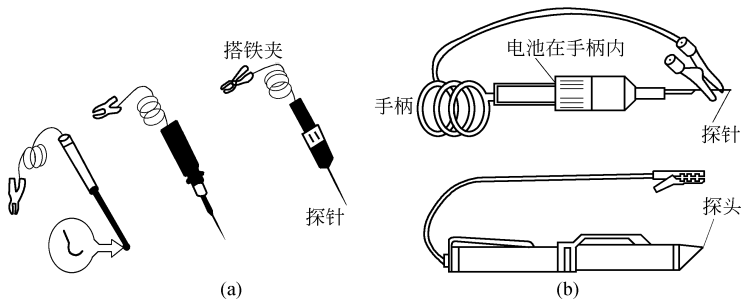


图 4-1 跨接线图

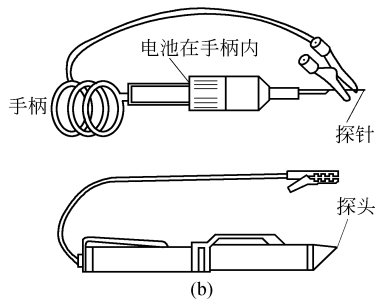
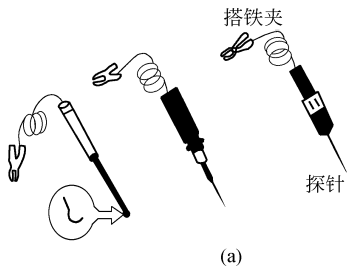


图 4-2 测试灯

(a) 不带电源测试灯(12 V 测试灯); (b) 自带电源测试灯

1) 不带电源测试灯(12 V 测试灯) 该种测试灯以汽车电源作为电源,由 12 V 测试灯、导线和各种不同的端头组成,主要用来检查系统内电源电路是否给电器部件供电,举例如下:

将 12 V 测试灯一端搭铁,另一端接电器部件电源接头。如灯亮,说明该电器部件电源电路无故障。

如果灯不亮,再将 12 V 测试灯接电源的一端去接电源方向的第二个接点。如果灯亮,说明故障在第一接点和第二接点之间,电路出现断路故障。

如果灯仍不亮,则去接第三个接点、第四个接点……愈来愈接近电源,直至灯亮为止,且断路发生在最后被测接头与前一个被测接头之间。

2) 自带电源测试灯 该种测试灯以其手柄内装有的两节干电池作为电源,其余同于 12 V 测试灯,也是用于检查线路断路与短路故障。

**检查断路** 断开电器的电源电路,将自带电源测试灯的一端连接在电路首端,将另一端一个一个地分别连接其他各接点。如果灯亮,说明测点与电路首端导通;如果灯不亮,则断路发生在测点与前一接点之间。

**检查短路** 断开电器的电源电路,将自带电源测试灯一端搭铁,将另一端连接电器部件电路。如果灯亮,表示有短路故障。可一步一步地采取将电路接头脱开、开关打开或拆除部件等办法,直至使电源测试灯熄灭,则短路出现在最后开路与前一开路部件之间。

需要指出的是,如无特殊说明,不可用 12 V 测试灯和自带电源测试灯检测电子控制器 ECU (Electronic Control Unit) 系统。

### (3) 手持式真空泵

手持式真空泵一般由吸气筒、真空表和软管等组成,如图 4-3 所示。该种真空泵主要用于检测诊断真空控制系统的故障,可实现不解体检测,即不需要从车上拆卸真空部件,就车进行即可。使用中通过推拉真空泵的手柄,供给真空部件负压,就可测得真空部件的密封性和真空控制阀一类的部件打开、关闭时的真空度数值,以判断是否符合要求。

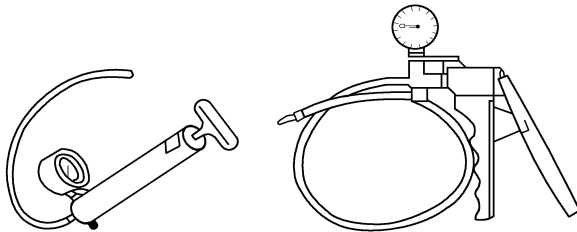


图 4-3 手持式真空泵

### (4) 真空表

真空表由表头和软管组成,主要用于气缸密封性检测。软管的一头固定在表头上,另一头连接在节气门后方的进气管专用接头上。进气管真空度是一项综合性很强的诊断参数。若进气管真空度符合要求,不仅表明气缸密封性符合要求,而且也表明点火正时、配气正时和空燃比等也都符合要求。在气缸密封性检测中,真空表能检测诊断的故障比较多,而且无需拆卸火花塞等机件,在国外被认为是最重要、最实际和最快速的不解体诊断方法之一,现在仍继续使用。真空表的结构和使用方法,参见本书“2.2.4 进气管真空度的检测”。

### (5) 压力表

压力表一般由表头、导管和接头等组成,可用来检测管路、部件内部的液体压力或气体压力。汽车压力表中配备有各种不同量程的表头和接头,以满足发动机和底盘各部检测的需要。其中,气缸压力表可检测气缸压缩终了的压力,以表征气缸密封性;汽油压力表可检测发动机供油系的汽油压力,以检查汽油压力是否符合要求。在电控汽油喷射发动机供油系供油总管上,有些车设有专用的油压检测口,用于与汽油压力表连接;有些车虽没有专用的油压检测口,但可通过冷启动喷油器管路接头或汽油滤清器管路接头,连接汽油压力表进行压力检测。

气缸压力表的有关情况和使用方法见本书“2.2.1 气缸压缩压力检测”。

汽油压力表的使用方法见本章有关内容。

### (6) 喷油器清洗器

喷油器清洗器可对电控汽油喷射发动机的喷油器清洗和喷油量测量,以恢复喷油器喷油量和喷射形状。喷油器清洗器可分为就车式和离车式两种型式。

1) 就车式喷油器清洗器 该种喷油器清洗器内部装有除炭剂和一个电动汽油泵,用于就车(无须将喷油器拆下)清洗喷油器如图4-4a所示。使用该设备时,要将清洗器的油管与发动机供油系供油总管的油压检测口连接,再将供油系油压调节器回油管与清洗器连接,并断开发动机电动汽油泵驱动电路,启动清洗器电动汽油泵,在2000 r/min下运转发动机10 min,即可将全部喷油器清洗干净。

2) 离车式喷油器清洗器 该种喷油器清洗器用于离车(须将喷油器拆下安装到喷油器清洗器上)清洗喷油器。图4-4b所示的超声波喷油器清洗器可在10 min内彻底清洗8个喷油器,并完成喷油量测量等检测项目。

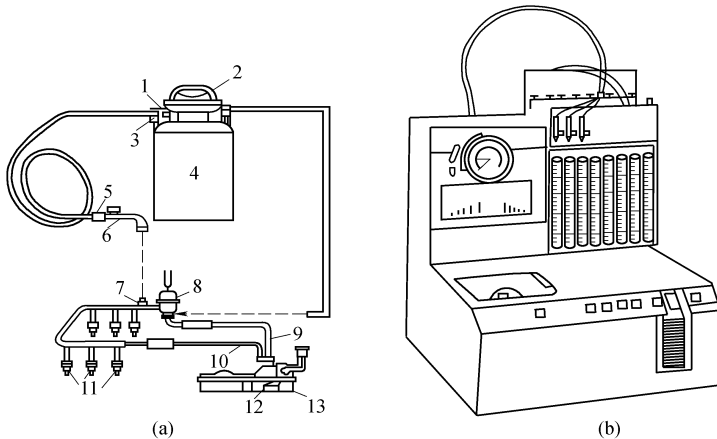


图4-4 喷油器清洗器图

(a) 就车式喷油器清洗器;(b)离车式喷油器清洗器

1—汽油压力表;2—除炭剂电动泵;3—检测阀;4—喷油器清洗器;  
5—滤清器;6—阀;7—油压检测口;8—油压调节器;9—回油管;  
10—供油管;11—喷油器;12—电动汽油泵;13—汽油箱

## (7) 万用表

万用表可用来检测电阻( $\Omega$ )、电流(A)和交、直流电压(V)。汽车检测中常用万用表测量电阻、直流电压和直流电压降,以判断线路的通、断和电器设备的技术状况。万用表通用使用方法和注意事项如下:

### 1) 测量电阻

将万用表开关转至电阻( $\Omega$ )挡的适当挡位(选择量程),校零。

测量两点之间的电阻,读取电阻值。

测量电阻时决不能带电操作,否则易烧坏万用表。

### 2) 测量直流电压

将万用表开关转到直流电压(V)挡的适当挡位(选择量程)。

要注意万用表的“+”、“-”测针应和电路测点的“+”、“-”极一致。

测量两点之间的电压,读取电压值。

适合汽车检测的专用万用表称为汽车万用表。汽车万用表由于具有体积小、价格便宜、操作简单和使用方便等优点,已成为汽车检修人员必备之测试仪表。现代汽车万用表除能检测电阻、电压和电流外,一般还能检测发动机转速(RPM)、点火闭合角( $^{\circ}$ 、%)、点火重叠角( $^{\circ}$ )、温度( $^{\circ}\text{C}$ )、喷油时间(ms)和频率(Hz)等。智能型的汽车万用表,还能进行自动量程切换、平均值显示、峰值捕捉、相对值测量、条形图模拟指针显示和脉冲信号触发电平调整等,测试功能更能满足现代汽车检测的需要。

万用表的有关情况和使用方法见本节“4.1.2 万用表”。

#### (8) 解码器

解码器是在读码器的基础上发展起来的检测仪器。读码器是早期的一种电控系统检测仪器,具有体积小、操作方便和易于携带等优点,但只具有读取诊断代码和清除诊断代码的功能。因此,读取诊断代码后还要从汽车维修手册中查取诊断代码的含义,才能知道诊断代码所代表故障的部位(或所在系统)和要诊断的项目(或要诊断的内容)。解码器除了具有读码、清码功能外,还增加了显示诊断代码所代表故障的部位和要诊断的项目等功能,即具有解码功能,增加了使用的方便性。

#### (9) 发光二极管

发光二极管可用于显示诊断代码和检测脉冲信号(如喷油信号、点火信号、点火反馈信号、步进电机信号等)。汽车电控系统的许多脉冲信号,既可用示波器显示,也可以用发光二极管显示。发光二极管具有体积小、重量轻、工作电压低、响应速度快、分辨能力强和使用寿命长等优点。

#### (10) 示波器

示波器是一种多用途的汽车检测设备,可用来显示点火系波形、电子元器件波形、柴油机供油压力波形和针阀升程波形、发动机异响波形等,用途愈来愈广泛。数字式万用表和解码器等检测设备,一般都只能显示电压峰值、统计值或平均值,且信息的更换比较慢。但是,示波器显示信号的速度比一般电子检测设备快得多,是惟一能即时显示瞬态波形的仪器。

示波器的基本功能是显示电压随时间的变化,除用于观察状态变化外,还可以检测电压、频率和脉冲宽度等项目。

示波器的有关情况和使用方法,见本书“2.3 汽油机点火波形观测”和“2.4 柴油机供油压力波形和针阀升程波形观测”。

#### (11) 扫描仪

扫描仪一般是在解码器的基础上增加了电控系统数据扫描、显示及其他一些功能的检测仪器。它不仅具有读码、解码、清码功能,而且能对电控系统进行动态分析,并能方便地指示出与诊断代码有关的电路或元件的实际运行参数,以便快速诊断出故障原因和部位。

扫描仪除了具有上述诊断功能外,有的还具有对传感器、执行器的测试功能,甚至还有诊断、维修指南功能,比较适合承修厂牌、车型复杂的汽车修理厂。

#### (12) 专用诊断仪

专用诊断仪除具有读码、解码、清码、数据扫描功能外,还具有传感器输入信号和执行器输出信号参数的修正实验,电控系统参数调整、匹配和标定,以及防盗密码的设定等专业功能。它是汽车生产厂家专门配备给其特约维修站的专用诊断仪器,具有专业性强、测试功能完善等优点。

### (13) 发动机综合性能检测仪

发动机综合性能检测仪是发动机检测设备中检测项目最多、功能最全、结构最复杂、技术含量最高和涉及面最广的一种综合性能检测仪器。它不仅适用于化油器式发动机检测,也适用于电控汽油喷射发动机检测(具有读码、解码、清码和读取数据流等功能)。该检测仪以示波器为核心,当配备多种传感器时,能实现对多种电量、非电量参数的检测、分析和判断,在汽车综合性能检测中发挥的作用愈来愈大。

发动机综合性能检测仪的有关情况和使用方法见本书“2.6.2 发动机综合性能检测仪”。

上述检测设备中,真空表、压力表、示波器和发动机综合性能检测仪,在本书第2章中已经介绍,本节仅将万用表、解码器介绍如下。

## 4.1.2 万用表

万用表分为指针式万用表和数字式万用表两种,可作为电阻表、电流表和电压表使用。由于在汽车电控系统的检测中,规定不要使用指针式万用表检测电子控制器 ECU 和各种传感器,更不能使用测试灯测试 ECU 和任何与 ECU 相连接的电气设备,而应该使用高阻抗数字式测试仪表进行测试。因此,数字式万用表在汽车电控系统的检测中获得了广泛应用。

### (1) 数字式万用表

数字式万用表采用数字化测量技术和液晶显示器(LCD)显示,具有测量范围宽、准确度高、分辨力强、测量速率快、输入阻抗高、功耗小、功能全、集成度高、过载能力强、抗干扰能力强和便携等优点。数字式万用表除可以用来检测电阻( $\Omega$ )、电流(A)和交、直流电压(V)外,有些还具有测试脉冲、振幅和频率等功能。

数字式万用表的外形和电路结构,以袖珍数字式万用表为例简介如下。

袖珍数字式万用表是由直流数字电压表扩展而成的,其电路结构如图4-5所示,外形如图4-6所示。直流数字电压表的电路分为模拟部分和数字部分两部分。模拟部分用于模拟信号处理,可将模拟量转换为与之成正比的数字量。数字部分可完成整机逻辑控制、计数与显示功能。被测量通过转换开关和测量电路,由测量电路输出适合数字电压表测量的直流电压。

### (2) 汽车万用表

汽车万用表也是一种数字式万用表,在汽车检测中用途广泛。它除了具有数字式万用表的功能外,还具有一些汽车专用测试功能。汽车万用表一般能测试汽车电压、电流、电阻、转速、频

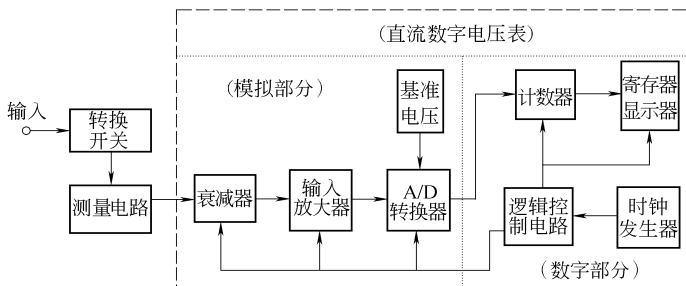


图 4-5 袖珍数字式万用表电路结构图

率、温度、电容、闭合角、占空比和二极管等项目,并具有自动断电、自动量程变换、图形显示、峰值保留和数据锁定等功能。具有图形显示的汽车万用表,也称为图形汽车万用表。它不仅具有一般汽车万用表的所有功能,而且能将信号以图形的方式显示出来。

现在常见的汽车万用表,有 EDA 系列汽车万用表、OTC 系列汽车万用表、VC400 型汽车万用表和 KM300 型汽车万用表等。KM300 型汽车万用表系美国艾克强汽车测试设备制造公司产品,其外形如图 4-7 所示。

汽车万用表的使用方法,以 KM300 型汽车万用表为例,介绍如下。

### 1) 测量直流电压

将汽车万用表“选择开关”旋转到直流电压(DCV)位置。此时汽车万用表进入自动选择量程方式,能自动选择最佳测量量程。也可以按下“量程”(RANGE)按钮,选择手动选择量程方式。每按动“量程”按钮一次,即可选择到下一个高一点的量程。

红色测针的导线插入面板电压/欧姆插孔中,黑色测针的导线插入面板 COM 插孔中。红、黑测针连接到被测电路上,如图 4-8 所示。如前所述,要注意汽车万用表的“+”、“-”测针应和电路测点的“+”、“-”极性一致。

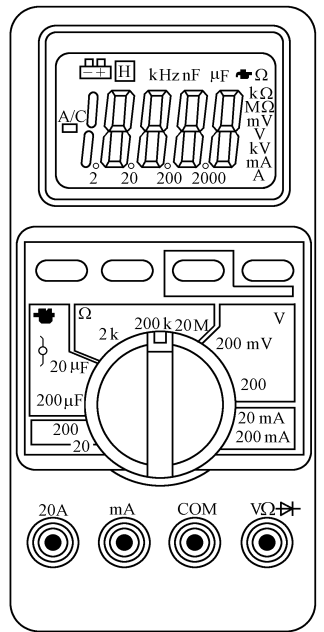


图 4-6 袖珍数字式万用表外形图

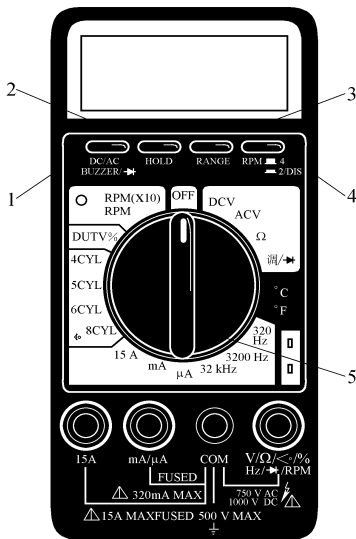


图 4-7 KM300 型汽车万用表

1—“直流/交流”按钮;2—“保持”按钮;3—“量程”选择按钮;4—“转速”选择按钮;5—选择开关

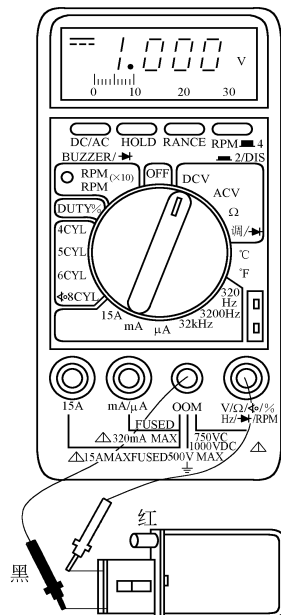


图 4-8 测量直流电压

读取直流电压值。

## 2) 测量直流电流

按下“直流/交流”(DC/AC)按钮,选择直流。

将“选择开关”旋转到15A、mA或 $\mu$ A位置。

红色测针的导线插入面板15A或mA/ $\mu$ A插孔内,如果拿不准所需电流量程,应先从15A开始。黑色测针的导线插入面板的COM插孔内。红、黑测针连接到被测电路上,与电路串联,如图4-9所示。

打开被测电路。

读取直流电流值。

## 3) 测量电阻

将“选择开关”旋转到欧姆( $\Omega$ )位置上,此时汽车万用表进入自动选择量程方式,能自动选择最佳测量量程。也可以按下“量程”(RANGE)按钮,选择手动选择量程方式。每按动“量程”按钮一次,即可选择到下一个高一点的量程。

红色测针的导线插入面板电压/欧姆插孔中,黑色测针的导线插入面板COM插孔中。红、黑测针连接到被测电路上,如图4-10所示。

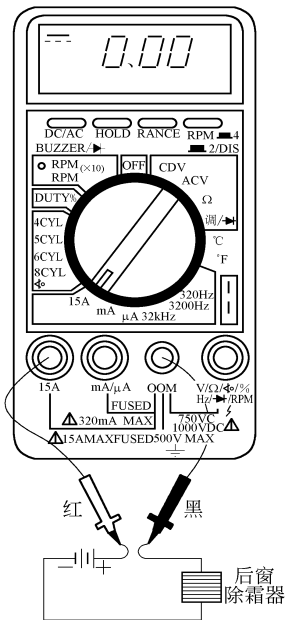


图4-9 测量直流电流

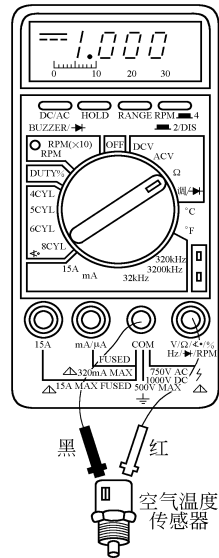


图4-10 测量电阻

读取两点之间的电阻值。

如前所述,测量电阻时决不能带电操作,否则易烧坏汽车万用表。

## 4) 测量温度

将“选择开关”旋转到温度( $^{\circ}$ C或 $^{\circ}$ F)位置上。

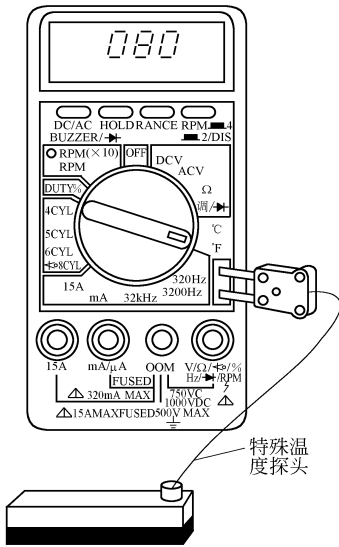


图 4-11 测量温度

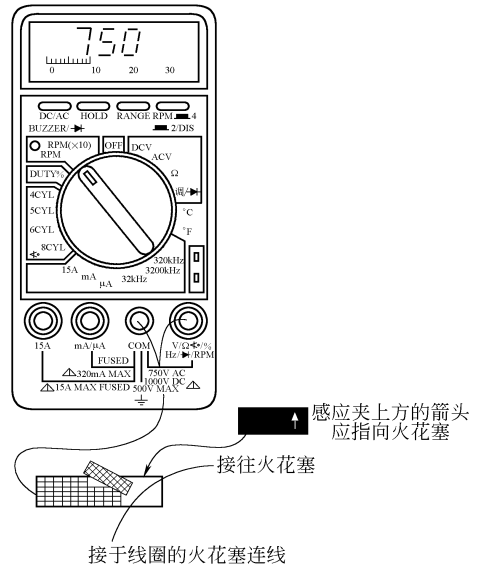


图 4-12 测量转速

将汽车万用表配备的带测针的特殊插头,插接到面板上黄色插孔内,测针与被测温度的部位接触。如图 4-11 所示。

温度稳定后,读取测量值。

#### 5) 测量转速

将“选择开关”旋转到转速(RPM 或 RPM × 10)位置上。

感应夹的红色导线插入面板电压/欧姆插孔内,黑色导线插入 COM 插孔内,感应夹夹在通往火花塞的高压线上,其上方的箭头应指向火花塞,如图 4-12 所示。

按下“转速”选择按钮,根据被测发动机的冲程数和有无分电机,选择“4”或“2/DIS”。

读取发动机转速值。

#### 6) 测量触点闭合角

将“选择开关”旋转到触点闭合角区域中对应缸(4CYL、5CYL、6CYL、8CYL)的位置上。

红色测针的导线插入面板闭合角插孔(与电压/欧姆插孔为同一插孔)中,黑色测针的导线插入面板 COM 插孔中。红、黑测针连接到被测电路上,如图 4-13 所示。

读取触点闭合角度值。

KMB00 型汽车万用表还能进行二极管、频率和占空比等项测试,不再赘述。

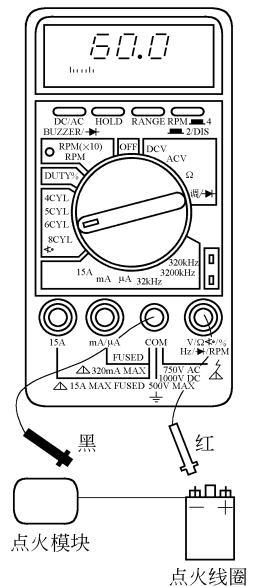


图 4-13 测量触点闭合角

### 4.1.3 解码器

解码器不仅具有读码、清码功能,而且还具有解码功能,使用起来非常方便,是汽车电控系统检测中不可缺少的检测设备之一。

#### (1) 解码器功能

1) 可以方便地直接读取诊断代码,而不必再通过发动机故障报警灯的闪烁读取。

2) 可以方便地直接清除诊断代码,使发动机故障报警灯熄灭,而不必再通过拆卸熔丝或蓄电池负极的比较麻烦的方法达到清除诊断代码的目的。

3) 能与电子控制器 ECU 中的微机直接进行交流,显示数据流。即显示电子控制器 ECU 的工作状况和多种数据输入、输出的瞬时值,使电控系统的工作状况一目了然,为诊断故障提供依据。特别是当不产生诊断代码而又怀疑车辆有故障时,可以通过观察数据流中的参数来判断回路中是否确实有故障。

4) 能在静态或动态下,向电控系统各执行器发出检修作业需要的动作指令,以便检查执行器的工作状况。

5) 行车时或路试中能监测并记录数据流和诊断代码,以便回到汽车修理厂后能够调出,进行分析和判断。

6) 有的还具有示波器功能、万用表功能和打印功能。

7) 有的还能显示系统控制电路图和维修指导,以供诊断时参考。

8) 可以和 PC 机相连,进行资料的更新与升级。

9) 功能强大的专用解码器,还能对车上 ECU 进行某些数据的重新输入和更改。

但是,解码器也有以下不足:

1) 自身不能思考,因而也不会分析、判断故障。

2) 在某些条件下,可能会显示错误的信息,而且也不会从所有被检汽车上都能获取 ECU 中微机的数据信息。

3) 在诊断电控系统未设诊断代码的故障时,或诊断的电控系统无法提供数据或数据无法取出时,解码器无能为力,特别是对于机械系统、真空系统、排气系统、电器系统和液压系统等,还应采取传统的检测诊断方法。

#### (2) 解码器类型

一般地讲,带有数据流功能的解码器,可分为原厂专用型和通用型两大类型。原厂专用型解码器,一般是汽车制造厂为检测诊断本厂生产的汽车而专门设计制造的解码器。世界上一些大的汽车制造商,如通用公司、福特公司、克莱斯勒公司、奔驰公司、宝马公司、奥迪公司、日产公司等,都有专用型解码器,只适用检测诊断本厂生产的汽车,一般配备在汽车特约维修站,以提供良好的售后服务。通用型解码器,一般是检测设备制造厂为适应检测诊断多车型而设计制造的。它往往存储有几十种甚至几百种不同厂牌、不同车型汽车电控系统的检测程序、标准数据和诊断代码等资料,并配备有各种车型的检测接头,可以检测诊断多种车型,因而适用综合性维修企业使用。目前国内维修企业使用最多的通用型解码器,有美国生产的 MT2500 红盒子解码器和 OTC4000 型等解码器,有国产的 431ME 电眼睛、仪表王、修车王、车博士等解码器。美国 OTC 解

码器如图 4 - 14 所示。

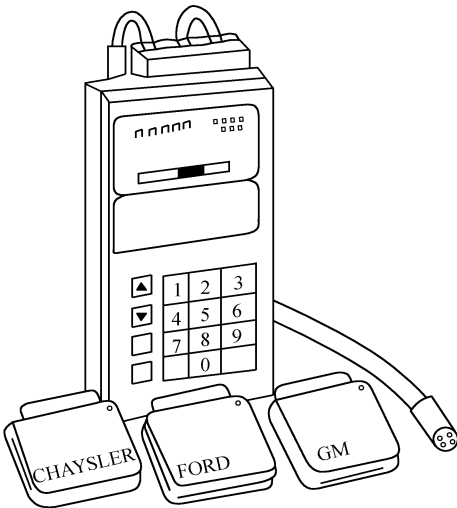


图 4 - 14 美国 OTC 解码器



图 4 - 15 431ME 电眼睛主机

不管是专用型还是通用型解码器,大多都能对全车各部电控系统进行检测诊断和数据流分析。解码器与 ECU 相互交流信息的速度,决定于 ECU 中内置微机的性能,即决定于数据传输的波特率。波特率是每秒钟通过的数字式数据的字节或高、低电压信号的度量单位。波特率愈高,则信息传输速度愈快。它不仅表明了解码器与 ECU 相互交流信息的速度,而且决定了解码器对 ECU 反应的快慢和显示屏数据读数变化的速率。

### (3) 解码器基本结构

以国产 431ME 电眼睛为例介绍解码器的基本结构。431ME 电眼睛是汽车电控系统检测仪,不仅具有解码器功能,即具有读码、解码和清码功能,而且还具有读取在线数据流功能、传感器的模拟和测试功能、OBD - 接口功能、中文显示功能、提示维修方法功能和打印功能等,能对亚洲、欧洲和美洲 2000 余种车型的电控系统(包括发动机系统、自动变速器系统、防抱死制动系统、安全气囊系统和定速巡航系统)进行检测诊断,其功能已超出解码器功能。

431ME 电眼睛,由主机、测试卡、测试主线、测试辅线和测试接头组成,并附带一个传感器模拟/测试仪。431ME 电眼睛主机如图 4 - 15 所示。

1) 主机 由显示屏、操作键、上端两个 9 针(PIN)测试接口、下端一个测试卡插口组成。上端两个 9PIN 测试接口,左侧的接口与测试主线连接,右侧的接口与 PC 机相连。主机的面板上布置有显示屏、方向键、确认键、退出键和 0~9 个数字键,以实现人机对话。

2) 测试卡 共有 12 块测试卡。其中,A01~A05 为亚洲车系测试卡,可测试丰田、三菱、马自达、尼桑、本田、现代、大宇、起亚、五十铃、铃木、大发、富康、夏利等车系;B01~B04 为欧洲车系测

试卡,可测试大众/奥迪、奔驰、宝马、欧宝、富豪、绅宝、标致等车系;C01为美洲车系测试卡,可测试通用、福特、克莱斯勒车系;D01OBD-为OBD- (第二代随车微机诊断系统)数据流测试卡,并具有字典功能;F01为传感器模拟/测试卡,用于模拟和测试传感器。

3) 测试主线 用于连接汽车诊断座和431ME的主机,带有接头。

4) 测试辅线 包括双钳电源线、点烟器线、万用-1线、万用-2线。

5) 测试接头 有15个测试接头,即大众/奥迪4PIN测试接头、宝马20PIN测试接头、奔驰38PIN测试接头、奔驰3PIN测试接头、丰田17PIN测试接头、丰田17F测试接头、尼桑14PIN测试接头、本田3PIN测试接头、马自达17PIN测试接头、三菱/现代12PIN测试接头、福特6+1PIN测试接头、克莱斯勒6PIN测试接头、通用/大宇12PIN测试接头、OBD-16PIN测试接头和传感器测试接头。

6) 传感器模拟/测试仪 有输出、输入、接地三个测试端口,上端的9PIN测试接口与测试主线连接。当进行传感器测试时,用传感器测试线的红线插入输入端,黑线插入接地端。当进行传感器模拟试验时,用传感器测试线的红线插入输出端,黑线插入接地端。

#### (4) 解码器使用方法

仍以国产431ME电眼睛为例,介绍解码器的使用方法。

##### 1) 使用仪器注意事项

测试前应正确选择测试接头。这是因为各车型的诊断插座提供电源的形式不一,有的可能要接外接电源,有的可能不接外接电源。因此,要避免因选择接头不当而烧坏仪器。

测试前应先将测试卡插入仪器主机的测试卡接口,然后再接通电源。

仪器的额定电压为12V,汽车蓄电池电压应在11~14V之间。

关闭汽车所有附属电器设备(如空调、前照灯、音响等)。

发动机节气门应处于关闭状态,即怠速结合点闭合。

点火正时和怠速应在规定范围,发动机水温和变速器油温应达到正常工作温度(水温90~110℃,油温50~80℃)。

接通电源仪器屏幕闪烁后,若程序未运行或出现乱屏现象,可将仪器主机上的9PIN插头拔下再重插一次,即可继续操作。

测试接头和诊断插座应良好接触,以保证信号传输不会中断。

测试结束后,应先切断电源,再从主机上取出测试卡。

##### 2) 开机

选择相应测试卡,将其标签朝上插入主机下部的测试卡插口,并确认到位。为了便于说明431ME电眼睛的使用方法,本节以下内容假定插入的是A01卡(亚洲车系测试卡)选择丰田车系。

将测试主线与主机上端9PIN测试接口相接,另一端的电源线与汽车点烟器或通过双钳线与蓄电池相接,使主机通电。

3) 调显示屏亮度 主机通电后即打开仪器,并响两声,此时立即用[ ]、[ ]键调节显示屏亮度,而在进入菜单后不可再调。

##### 4) 选择测试接头

主机通电后进入亚洲车系诊断系统,如图4-16所示。

按[确认]键后,显示A01卡可测试的车系,如图4-17所示。

CARD A01	Ver6.2
亚洲车系诊断系统	
LAUNCH	431ME

图 4 - 16 显示亚洲车系诊断系统

431ME Select mode
· 丰田/TOYOTA 三菱/MITSUBISHI 马自达/MAZDA

图 4 - 17 A01 卡可测试的车系

选择“丰田/TOYOTA”车系,按[确认]键,屏幕显示出该车系测试接头形式,如图 4 - 18 所示。

用[ ]、[ ]键阅读图中内容,按提示选择适合的测试接头。将选择的测试接头一端与测试主线相连,另一端插入被检车上的诊断插座。

安装完测试卡并选择好测试接头后,就可以进行测试操作了。测试操作通常分为读取系统数据流和测试故障码两大部分。

读取数据流,可以获得汽车有关传感器参数,了解汽车的运行状态。

测试故障码,可以读取汽车故障诊断代码,诊断汽车故障。以下介绍测试故障码操作方法。

#### 5) 测试故障码

在选择测试接头时,若选择“半圆形诊断座”按[确认]键,显示测试功能,如图 4 - 19 所示。可以看出,有测试故障码、重阅已测故障码、查阅故障码、清除故障码、清除 SRS 故障码和打印测试结果 6 项测试功能。

Select diag.con.
1. 半圆形诊断座 2. 长方形诊断座 3. OBD2 诊断座

图 4 - 18 选择测试接头

431ME Select func
• (1) 测试故障码 (2) 重阅已测故障码 (3) 查阅故障码 (4) 清除故障码 (5) 清除 SRS 故障码 (6) 打印测试结果

图 4 - 19 6 项测试功能

选择“测试故障码”功能,按[确认]键,屏幕显示“自动测试所有系统”和“选择系统测试”两项测试操作供选择,如图 4 - 20 所示。

选择“自动测试所有系统”,按[确认]键。此时 431ME 电眼睛自动对被检汽车的发动机系统 ENG、自动变速器系统 AT、防抱死制动系统 ABS、安全气囊系统 SRS 和定速系统 CC 进行检测,并自动显示检测结果。用[ ]、[ ]键和[确认]键可读取各系统的故障诊断代码及内容,用于指导诊断故障。

a. 若选择“ENG 系统”,按[确认]键,则显示出发动机系统的诊断代码,如图 4 - 21 所示。

b. 选择诊断代码“12”,按[确认]键,则显示出诊断代码 12 所代表的故障含义,如图 4 - 22 所示。图中最下一行有“01”、“03”字样。其中,“01”表示第 1 页内容,“03”表示共有 3 页,用[ ]、[ ]键可阅读所有内容。

选择“选择系统测试”,按[确认]键,则显示出可测试的 5 个系统,如图 4 - 23 所示。

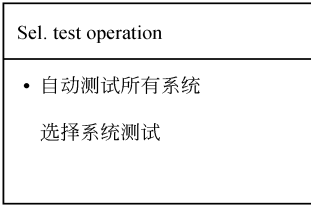


图 4 - 20 两项测试操作供选择

发动机系统..... ENG		
• 12	13	21

图 4 - 21 显示发动机系统诊断代码

转速信号不良（发动机起动两秒内无曲轴转速NE信号或曲轴位置G信号输送到ECU）		
Code: 12	01	03

图 4 - 22 诊断代码 12 的含义

Sel. System
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 发动机系统.....ENG</li> <li>自动变速箱系统 .....AT</li> <li>防抱刹车系统.....ABS</li> <li>防撞气囊系统.....SRS</li> <li>定速系统.....CC</li> </ul>

图 4 - 23 可测试的 5 个系统

a. 选择“发动机系统”,按[确认]键,进入测试状态,如图 4 - 24 所示。此时 431 ME 电眼睛正在对发动机系统进行测试,并显示测试结果。

b. 若选择其他系统,方法同上。

6) 重阅已测故障码 使用重阅已测故障码功能,可重新查阅实测操作时读取的故障诊断码内容及故障分析。

选择“重阅已测故障码”,按[确认]键,屏幕显示出“已测系统列表重阅”和“选择系统重阅”两种操作方法供选择,如图 4 - 25 所示。

Testing System...
正在测试系统: 发动机系统..... ENG
Code:00

图 4 - 24 正在对发动机系统进行测试

Select operation
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 已测系统列表重阅</li> <li>选择系统重阅</li> </ul>

图 4 - 25 两种操作方法供选择

选择“已测系统列表重阅”,按[确认]键,屏幕自动显示已测系统的测试结果,如图 4 - 26 所示。

a. 如果选择“ENG 系统”,按[确认]键,屏幕重新显示出发动机系统已测故障码。

b. 选择其中某一故障码,按[确认]键,屏幕显示出故障码的含义。

选择“选择系统重阅”,按[确认]键,屏幕显示出可选择的 5 个系统,如图 4 - 23 所示。用 [ ]、[ ] 键和[确认]键可阅读各系统故障码及故障码内容。

7) 查阅故障码 使用查阅故障码功能,可查阅电控系统所有故障码内容或查阅读取的故障

码内容及分析。

选择“查阅故障码”按[确认]键,屏幕显示出5个可查阅的系统,如图4-23所示。

在选择某系统后,屏幕显示出“依照故障码顺序查阅”和“输入故障码查阅”两种操作方法供选择,如图4-27所示。用[ ]、[ ]键和[确认]键选择其中的操作方法。

SYSTEM	RESULT
• ENG	Tb.code
AT	Tb.code
SRS	Tb.code
CC	Tb.code

图4-26 已测系统测试结果

Select operation
• 依照故障码顺序查阅 输入故障码查阅

图4-27 两种操作方法供选择

如果选择“依照故障码顺序查阅”方法,按[确认]键,屏幕可能显示出故障码11的内容。如图4-28所示。按[ ]键,可查看下一个顺序号的故障码内容。

如果选择“输入故障码查阅”方法,按[确认]键,屏幕显示出“请输入故障码”,如图4-29所示。按仪器主机上的0~9个数字键,即可将故障码输入,按[ ]键可更改数字,按[确认]键可查出该故障码对应的故障内容和指导修车的内容。

主电脑电源中断	
Code:11	01 01

图4-28 故障码11的内容

Search Code ...
请输入故障码:
0 0

图4-29 请输入故障码

8) 清除故障码 使用清除故障码功能,可自动清除故障码或提示人工清除故障码的方法。清除故障码前,应读取一遍所有故障码。清除故障码后,应再读取一遍所有故障码,检查是否仍有故障存在。

选择“清除故障代码”按[确认]键,屏幕显示清码方法,如图4-30所示。按照屏幕提示方法即可清除故障代码。

对于特别系统故障码的清除有特别的提示。如对丰田汽车安全气囊SRS的故障码清除,就有特别提示。

a. 选择“清除SRS故障码”按[确认]键,屏幕显示清码方法,如图4-31所示。

b. 按[确认]键,屏幕显示“正在清除气囊故障码”。于是,安全气囊SRS的故障码得到清除。

有时人工清除故障码的方法不止一种,需要根据实际情况(如测试的系统、车型等)进行选择 and 试验。

9) 打印测试结果 使用打印测试结果功能,可以通过连接微型打印机将测试结果打印输出。

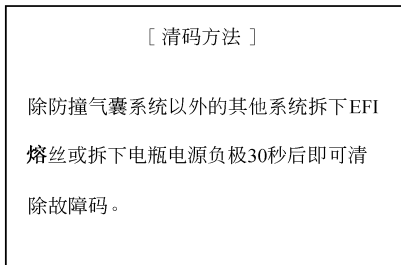


图 4 - 30 清码方法

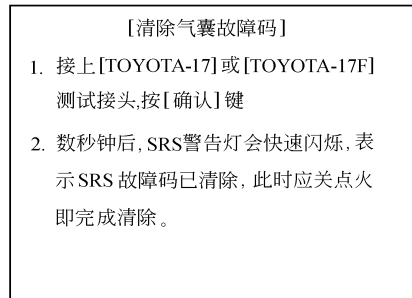


图 4 - 31 清除 SRS 故障码的方法

连接微型打印机,选择“打印测试结果”。按[确认]键,屏幕显示出5个可打印的系统,如图4-23所示。

用[ ]、[ ]键选择要打印的系统,按[确认]键即可打印出测试结果。

## 4.2 电控燃油喷射系统检测诊断的程序和方法

电控燃油喷射系统 EFI 设有随车故障诊断系统(简称为故障诊断系统或故障自诊断系统)。故障诊断系统是由电子控制器 ECU 控制的,能时刻监测电控系统各器件工作情况并将发现的故障以代码的形式存入微机存储器内的一种自诊断系统,具有故障诊断和处理功能。自从 1979 年美国通用汽车公司首次在电控燃油喷射系统中正式使用故障诊断系统以来,美、欧、日等相继采用,给越来越复杂的电控系统的故障诊断带来了方便。电控系统由电子控制器 ECU、传感器和执行器三部分组成。电控系统工作时,电子控制器 ECU 输入、输出信号的电平是在规定范围内变化的。如果某一输入、输出信号超出规定范围,ECU 就判定该路信号出现故障。故障诊断系统检测到故障后,ECU 立即采取三项措施:一是通过一定的显示方式通知汽车驾驶员,告知发动机电控系统出现了故障;二是将故障信息以代码的形式存入微机存储器中,以利检修人员调出故障诊断代码实现快速诊断;三是立即启用应急备用系统,对喷油、点火等按预先编好的程序和设置的参数进行简单控制,以利驾驶员把车开(带故障运行)到汽车修理厂或驻地。

### 4.2.1 电控汽油喷射发动机检修注意事项

#### (1) 一般注意事项

1) EFI 系统结构复杂,技术含量较高,检修时不可大意,在未搞懂搞通结构、工作原理和检修方法之前,千万不要盲目拆卸,以免引起新的故障。

2) 电子控制器 ECU(内部置有微机)一般不易损坏,坏了也不易维修,所以不要随意打开 ECU 盒盖。

3) EFI 系统对高电压很敏感,所以不论发动机是否工作,只要点火开关接通,就不要断开任何 12 V 的电器工作装置,否则会因断开而使有关线圈产生很高的自感电动势,造成 ECU 内置微

机和传感器等严重受损。此时不能断开的部件或部位主要是：蓄电池任一电极接头、各种电磁阀、怠速控制阀、喷油器、点火装置的导线、微机的程控只读存储器(ROM)、ECU的任何导线、鼓风机电动机导线连接器和空调离合器导线等。因此,在拆卸EFI系统各电线接头及线束连接器时,首先要关闭点火开关,并拆下蓄电池负极接线柱上的搭铁线。拆下搭铁线后,微机存储器中的诊断代码被清除。因此,如有必要应在拆下搭铁线之前读取诊断代码。

4) 除非有特殊说明,不要使用指针式欧姆表检测ECU和传感器,更不能使用测试灯测试ECU和任何与ECU相连的电气设备。为防止ECU、传感器等受损,应使用高阻抗数字式测试仪表进行测试。

5) 在车身上使用电焊时,应断开汽车电源。在靠近微机、传感器等处施焊时,更应采取一些必要的防护措施。

6) 安装蓄电池时,注意正、负极不能接反。

7) 清洗发动机或雨天检修时,注意电子线路不可溅水。

8) 对于带有安全气囊SRS的汽车,不论是驾驶员安全气囊,前座乘员安全气囊,还是他们的左右侧安全气囊,如果没有正确、全面的维修资料,就不要去检修它。如果不按正确顺序操作,可能会使SRS系统意外打开,造成事故。带有安全气囊的丰田系列汽车,要求检修工作必须在点火开关转到“LOCK”位置和负极端子电缆从蓄电池上拆下20s以后或更长一些时间才可开始。

9) 用其他车辆蓄电池跨接起动本车或用本车蓄电池跨接起动其他车辆时,必须先断开点火开关,才能安装或拆卸跨接电缆线。

10) 当检修人员进出车厢时,人体的静电放电可能达到10 000 V左右的高电压。因此,在检修ECU控制的数字式仪表或安装、拆卸只读存储器ROM时,检修人员一定要采取搭铁(接触车身)措施。一般做法是检修人员身上带有搭铁金属带,将其一头缠在手腕上,另一头夹在车身上。否则,静电会损害ECU电路。

11) 如果发动机在缺火情况下工作,催化式排气净化转换器可能过热。为此,要特别注意检查蓄电池接头和高压线插接处的连接是否正确可靠。

12) 不能将无线电扬声器等强磁物体靠近ECU,以防损害微机的电路或器件。因此,在汽车上安装大功率移动无线电系统要慎重。

除以上注意事项外,还要按EFI系统的进气系统、燃油系统和电控系统注意以下事项。

### (2) 进气系统注意事项

进气系统的密封性在检修中要特别引起重视。这是因为,ECU主要根据发动机的进气量和转速确定喷油器的喷油量。当进气系统的密封性欠佳时,既影响了发动机的进气量,又影响了发动机的转速,二者都影响了喷油器的喷油量。所以,经常检查进气系统各连接件的密封性,十分重要。

### (3) 燃油系统注意事项

1) 一定要使用清洁的汽油,并且不使用含铅汽油。

2) 检修燃油系统时,应拆下蓄电池搭铁线,以防损坏元器件。

3) 在拆卸汽油管接头时,为防止汽油流失,应在管接头下方放置容器,并注意防火。

4) 安装油管螺母或安装油管接头时,应注意以下两点:

对于连接螺栓型,一定要换用新垫片,并先用手拧上连接螺栓,再施加规定转矩(29 N·m)上紧。

对于连接螺母型,先用少量机油涂抹油管表面,并用手拧上油管螺母,再施加规定转矩(30N·m)上紧。

5) 有些电动汽油泵的控制开关受点火开关和空气流量计油泵开关的双重控制,打开点火开关后,如果空气流量计内没有空气流动,即发动机曲轴未转动时,电动汽油泵并不工作。这一点要特别注意,不要认为是故障。有些电动汽油泵(如大宇系列),打开点火开关,电动汽油泵工作2s,以提高汽油压力,便于起动。

6) 拆装喷油器时,不要重复使用O形密封圈。新换的O形密封圈,可先用锭子油或汽油润滑一下,但千万不能涂抹发动机机油、齿轮油、制动液。安装O形密封圈时要放正,注意不要损伤其表面。

7) 对燃油系统检修后,要检查整个系统密封情况,不得有任何渗漏,检查方法(以丰田系列汽车为例)如下:

连接蓄电池搭铁线,打开点火开关,但不要起动发动机。

使用跨接线,接通检查连接器+B和FP端子。

电动汽油泵工作。当夹住电动汽油泵回油软管时,燃油油管内的汽油压力将达到最大值(392kPa),在此情况下检查整个燃油系统,不得有任何渗漏。

#### (4) 电控系统注意事项

1) 在拆卸电控系统的连接件和接头之前,应将点火开关转到OFF或拆下蓄电池搭铁线。

2) 元件损坏时应随总成一起更换。

3) 电控系统的故障一般较少,常见故障往往是接触不良造成的,所以要注意保持各连接件、接插件和接头的清洁和可靠。

4) 对于一些接插件,打开卡锁和拉出接头时应将力用在接头上,而不能用在导线上。插接时应将接头全部插入,并将卡锁锁好。

5) 用万用表检查线路时,如果遇到防水型接头,要仔细取出防水橡胶套后再进行检测,并将万用表的测针插进线束端的接头里。检测后应重新安装好防水橡胶套。

### 4.2.2 用故障诊断系统检测诊断故障的程序和方法

电控汽油喷射发动机出现故障时,在进行必要的倾听用户意见和外观检查之后,只要显示诊断代码,就应首先按诊断代码的含义和指示的方法进行快速诊断。

#### (1) 故障诊断系统自诊断工作原理

发动机电控系统工作时,电子控制器ECU输入、输出信号的电平是在规定范围内变化的。如果某一输入、输出信号超出规定范围,ECU就判定该路信号出现故障。

1) 微机系统的故障自诊断工作原理 微机系统一般不容易发生故障,但偶尔发生故障会影响控制程序正常运行,使汽车不能正常行驶。为此,在电控系统中设有监视回路,用来监视微机的工作是否正常。在监视回路中还设有监视计时器,用于正常情况下按时对微机复位。当微机系统发生故障时,控制程序不能正常巡回,这时如果监视计时器的定期清除不能按时使微机复位,则微机显示溢出,表明微机系统发生故障并予以显示。在微机系统中还设有应急回路,当该回路收到监视回路发出的异常信号时,立即启用应急备用系统,使汽车保持一定运行能力。

2) 传感器的故障自诊断工作原理 运转中的发动机如果电控系统的传感器出了故障,其输出信号就超出了规定范围。比如,水冷发动机的水温传感器,水温范围设定在 $-30\sim 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。正常工作时,输出的信号电压为 $0.3\sim 4.7\text{ V}$ 。当水温传感器发生故障时,其向ECU输出的信号电压就会小于 $0.3\text{ V}$ (水温高于 $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ )或大于 $4.7\text{ V}$ (水温低于 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ )。ECU接收到的信号电压超出规定范围时,就判定水温传感器信号电路有短路或断路故障。

ECU判断出电控系统产生故障后,立即采取三项措施:其一,输出控制信号,使驾驶室组合仪表上的“发动机报警灯(CHECK ENGINE)”点亮,通知驾驶员电控系统出现故障;其二,将水温传感器的故障信息以代码的形式存入微机存储器,以便检修人员调出诊断代码,快速诊断出故障,及时进行维修;其三,采用预先存储的正常水温(如 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ )对发动机进行控制,使发动机仍能维持运转。

有时,即使水温传感器本身没有故障,但线路开路,故障诊断系统同样会显示水温传感器有故障。因此,在判断故障时,除了检查传感器本身外,还要检查线束、接插件(连接器)和传感器与ECU之间的电路等。

需要指出的是,故障诊断系统对于偶尔出现一次的不正常信号,并不立即判定是故障,只有不正常信号保持一定时间后才被视为故障。

3) 执行器的故障自诊断工作原理 执行器是在ECU不断发出各种指令情况下工作的。如果执行器出现了问题,监视回路把故障信息传输给ECU,ECU会作出故障显示、故障存储,并采取应急措施,确保发动机维持运转或停止运转。例如,当点火器中的功率三极管出现故障时,点火器内的点火监视回路就不能将功率三极管正常工作(不断地导通和截止)的信号反馈到ECU。如果ECU得不到这一反馈信号,就判定点火系发生故障,除了采取故障显示和故障存储的措施外,并立即向喷油器发出停止喷油的指令,使喷油器停止喷油,以防可燃混合气进入三元催化转换器而将其烧毁。

同样需要说明的是,ECU只有6次得不到反馈信号,才判定点火系发生了故障。

#### (2) 故障诊断系统显示故障的方式

故障诊断系统诊断出故障后要要进行显示,由于厂牌、车型和生产厂家的不同,因而显示的方式也不相同。有用发动机报警灯显示的,有用红、绿发光二极管LED显示的,还有用数码管显示的。上述方式显示的诊断代码,有一位数的、两位数的、三位数的,也有四位或五位数的。

用发动机报警灯显示故障的情况如下:

许多汽车的发动机在组合仪表板上设有发动机报警灯,用于故障报警和就车显示诊断代码。发动机起动前点火开关打开时,该灯应点亮。不亮,说明灯或灯的电路有问题。发动机起动后当转速高于 $500\text{ r/min}$ 时,该灯应熄灭,说明发动机无故障;如果该灯继续点亮或在运行中点亮,说明ECU检测到电控系统出现了故障,并以此方式向驾驶员发出报警信号,使驾驶员知道发动机出现了故障。另外,还可通过该灯的闪烁频率和闪烁次数,使检修人员就车读取微机存储器中存储的诊断代码,以便诊断、排除故障。故障排除后,通过消除诊断代码,才能清除存储器中存储的诊断代码。

#### (3) 进入故障诊断系统的方法

由于汽车厂牌、车型和生产厂家的不同,因而进入发动机故障诊断系统的方法也不相同,有以下几种方法:

- 1) 用跨接线进入。用跨接线连接检查连接器有关的插孔,通过驾驶室组合仪表板上发动机报警灯或LED的闪烁,就车读取诊断代码。
- 2) 用按压“诊断按钮开关”法进入,就车读取诊断代码。
- 3) 用转动微机控制装置上的“诊断开关”法进入,就车读取诊断代码。
- 4) 用同时按下空调控制面板上的“OFF”和“WARM”键的方法进入,就车读取诊断代码。
- 5) 用点火开关 ON OFF ON OFF ON 循环一次的方法进入,就车读取诊断代码。
- 6) 用读码器、解码器、扫描仪、电控专用检测仪或发动机综合性能检测仪等仪器进入,用仪器显示诊断代码。

目前,像丰田、日产、三菱、马自达、福特、通用(凯迪拉克除外)、宝马、菲亚特、标致等汽车,是通过跨接线的方法进入,由发动机报警灯显示诊断代码的;奔驰、奥迪、沃尔沃等汽车也是通过跨接线的方法进入,由LED显示诊断代码;凯迪拉克和林肯·大陆等汽车是通过同时按下空调控制面板上的“OFF”和“WARM”键的方法进入的;而克莱斯勒公司的电控汽车是通过点火开关 ON OFF ON OFF ON 循环一次的方法进入的。绝大多数汽车都可通过解码器等专用或通用的上述仪器进入故障诊断系统并解读诊断代码。

#### (4) 故障诊断系统的测试模式

采用上述方法进入故障诊断系统后,诊断故障的测试模式一般有两种:

1) 静态测试模式 即在点火开关打开,发动机处于静止状态下进行检测诊断的一种测试模式,简称 KOEO(Key ON Engine OFF)模式。该种测试模式用于静态下提取存储在存储器中的诊断代码,一般是存储的一些永久性故障(如断路、短路等故障)或存储的一些间歇性故障(如接触不良等故障)。

2) 动态测试模式 为检测在静态状态下难以检测到的故障(一般系指一些难以存储的间歇性故障和偶发性故障),在静态测试模式功能中增加了动态测试模式功能。即在点火开关打开,发动机处于运转状态(包括汽车路试)下进行检测诊断的一种测试模式,简称 KOER(Key ON Engine Run)模式。该种测试模式用于提取动态(可以进行故障征兆模拟试验)下存储在存储器中的诊断代码或进行混合气成分的检测与分析。动态下存储的诊断代码,除了一些永久性故障外,一般是一些偶发性故障和通常情况下难以记录到的间歇性故障。

动态测试模式与静态测试模式相比,往往要再现故障出现的条件和时机,不仅可以提取到静态测试模式能提取到的一切诊断代码,而且可以提取到静态测试模式提取不到的诊断代码,因此具有较高的测试灵敏度。

有些汽车,如丰田系列汽车,也将静态称为正常状态,将动态称为试验状态。

#### (5) 用故障诊断系统检测诊断故障的程序和方法

大多数电控汽油喷射发动机在组合仪表板上设有发动机报警灯,用于故障报警和显示诊断代码。发动机启动后(转速高于500 r/min)如果该灯熄灭,说明发动机无故障;如果该灯继续点亮或在运行中点亮,说明ECU检测到电控系统出现的故障。此种情况下,检修人员在倾听用户意见和对发动机进行外观检查后,应首先使用故障诊断系统检测诊断故障。检修人员按照一定方法进入故障诊断系统后,可就车读取诊断代码或通过解码器等专用检测仪显示诊断代码,然后在汽车维修手册或解码器等专用检测仪中查阅该诊断代码的全部含义,并按指示的程序和方法,对有关电路进行检查和测量,直至分析、判断出故障的部位和原因,并将其排除。

用故障诊断系统检测诊断故障的具体程序和方法,以丰田凌志 LEXUS LS400 型汽车为例介绍如下。

丰田汽车检测诊断故障的测试模式,是将前述的静态称为正常状态,将前述的动态称为试验状态。

按规定的方法进入故障诊断系统后,只要检测到故障,两种状态都能点亮“CHECK”发动机报警灯,都能读取诊断代码,故障排除后发动机报警灯都能熄灭,但诊断代码都仍然存储在 ECU 的存储器中,都要通过一定的方法才能清除存储的诊断代码。需要提请注意的是,使用试验状态之前,应先记录并清除已存储的诊断代码。

### 1) 正常状态(静态)下检测诊断故障的程序和方法

#### 检查“CHECK”发动机报警灯是否正常

a. 将点火开关转到 ON,发动机不起动,“CHECK”发动机报警灯应点亮。如果不亮,说明灯有问题,应检查组合仪表。

b. 起动发动机,“CHECK”发动机报警灯应熄灭。如果灯继续点亮,说明故障诊断系统已检测出故障或灯本身不正常。

#### 调出诊断代码

a. 将点火开关转到 ON。

b. 用专用维修工具 SST(跨接线,下同)将故障诊断通信连接器 TDCL 或检查连接器的端子 TE1 与 E1 连接,如图 4-32 所示。

c. 从“CHECK”发动机报警灯的闪烁中就车读取诊断代码。正常代码、诊断代码 12 和诊断代码 31 的闪烁形式如图 4-33 所示。当显示两个或更多的诊断代码时,从较小代码开始显示,然后依次逐渐增大代码数。

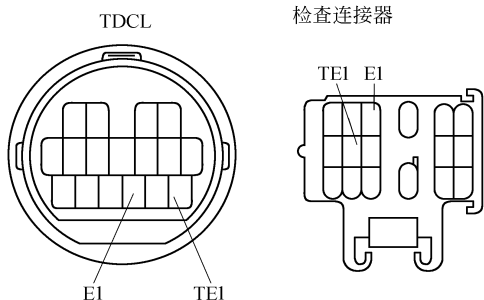


图 4-32 TDCL 与检查连接器

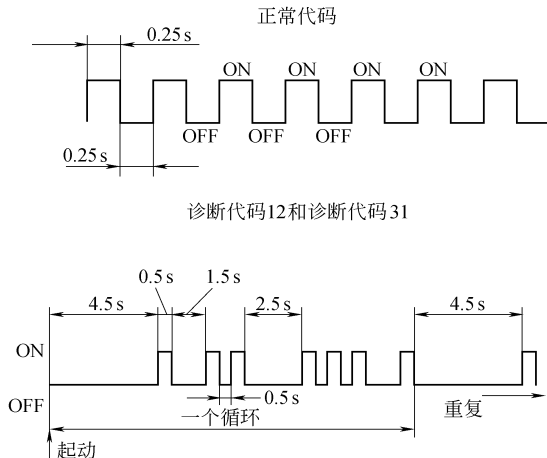


图 4-33 正常代码和诊断代码举例

d. 读取诊断代码,按汽车维修手册的指示,仔细检查电路故障。

e. 完成诊断检查后,脱开 TE1 和 E1 端子,关闭点火开关。

### 2) 试验状态(动态)下检测诊断故障的程序和方法

初始状态

- 蓄电池电压为 11 V 或更高。
- 节气门全关(节气门位置传感器 IDL 触点闭合)。
- 变速器置空挡位置。
- 空调器关闭。

将点火开关转到 OFF。

用 SST 连接 TDCL 或检查连接器 TE2 和 E1 端子,如图 4-34 所示,以启动试验状态。

将点火开关转到 ON,检查“CHECK”发动机报警灯是否闪烁。闪烁,可确认已进入试验状态;不闪,检查 TE2 端子电路。

起动发动机。

在发动机运转中或汽车路试中,再现

用户叙述的故障现象。

再现故障的试验结束后,用 SST 连接 TDCL 或检查连接器的端子 TE1 和 E1,参见图 4-34。




从组合仪表上“CHECK”发动机报警灯的闪烁中就车读取诊断代码。

完成检查后,脱开 TE1、TE2 和 E1 端子,关闭点火开关。

丰田凌志 LEXUS LS400 型汽车发动机

的诊断代码见表 4-1。从“CHECK”发动机报警灯的闪烁中就车读取诊断代码后,应到诊断代码表中查取该诊断代码的全部情况,可得到故障所在的系统和要诊断的主要内容等信息,然后按该车型维修手册指示的诊断流程图和电路检查顺序,对电路进行检查。

表 4-1 丰田凌志发动机诊断代码表

代码	“CHECK”发动机报警灯闪烁次数	系 统	“CHECK”发动机报警灯		诊 断	储存情况
			正常状态	试验状态		
—		正常	—	—	在未发现其他代码时出现本图形	—
12		转速信号	ON	N.A.	在运转发动机后 2 s 以内,“NE”或“G1”和“G2”信号不送至 ECU	
13		转速信号	ON	N.A.	发动机转速高于 1 000 r/min 时,NE 信号不送至 ECU 当 G1 或 G2 信号与 NE 信号的相位偏移超过标准值时 在 G1 和 G2 信号脉冲之间的时间间隔内,12 个 NE 信号脉冲不输入到 ECU	

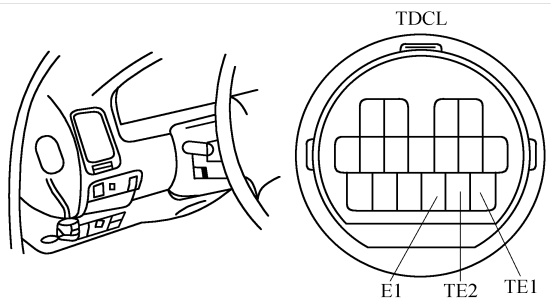


图 4-34 TDCL 的端子



续表

代码	“CHECK”发动机报警灯闪烁次数	系 统	“CHECK”发动机报警灯		诊 断	储存情况
			正常状态	试验状态		
14		1号点火信号	ON	N.A.	“IGF1”信号连续 8~11 次不送至 ECU	
15		2号点火信号	ON	N.A.	“IGF2”信号连续 8~11 次不送至 ECU	
16		ECT 控制信号	ON	N.A.	ECT 控制程序出错	
17		1号凸轮轴位置传感器信号	N.A.	OFF	G1 信号不送至 ECU	
18		2号凸轮轴位置传感器信号	N.A.	OFF	G2 信号不送至 ECU	
21		主氧传感器信号(左列)	OFF	ON	在空燃比反馈修正期间,主氧传感器的输出电压在高空燃比例和低空燃比例在一段时间内持续不超过设定值(OXL1)	
					氧传感器加热体电路(HT1)开路或短路	
22		水温传感器信号	ON	ON	水温传感器电路(THW)开路或短路	
24		进气温度传感器信号	OFF	ON	进气温度传感器电路(THA)开路或短路	
25		空燃比过高	OFF	ON	在空燃比反馈修正期间,主氧传感器的输出电压在某一设定的或更长时间内保持在高空燃比例	
26		空燃比过低				
27		副氧传感器信号(左列)	OFF	ON	副氧传感器电路(OXL2)开路或短路	
28		主氧传感器信号(右列)	OFF	ON	在空燃比反馈修正期间,主氧传感器的输出电压在高空燃比例和低空燃比例在一段时间内持续不超过设定值(OXR1)	
					氧传感器加热体电路(HT2)开路或短路	

续表

代码	“CHECK”发动机报警灯闪烁次数	系 统	“CHECK”发动机报警灯		诊 断	储存情况
			正常状态	试验状态		
29		副氧传感器信号(右列)	OFF	ON	副氧传感器电路(OXR2)开路或短路	
31		空气流量计信号	ON	N.A.	当发动机转速高于预定转速时,“KS”信号不送至 ECU	
35		HAC 传感器信号	ON	ON	HAC 传感器电路开路或短路	
			OFF			
41		节气门位置传感器信号	OFF	ON	节气门位置传感器信号电路(VTA1)开路或短路 IDL1 触点接通 ,VTA1 信号输出超过 1.45 V	
43		起动机信号	N. A.	OFF	“STA”信号不送至 ECU	
47		副节气门位置传感器信号	OFF	ON	副节气门位置传感器信号(VTA2)电路开路或短路 IDL2 触点接通 ,VTA2 信号输出超过 1.45 V	
52		1号爆燃传感器信号	ON	N.A.	1号爆燃传感器信号电路(KNK1)开路或短路	
53		爆燃控制信号	ON	N.A.	爆燃控制程序出错	
55		2号爆燃传感器信号	ON	N.A.	2号爆燃传感器信号电路(KNK2)开路或短路	
51		开关状态信号	N. A.	OFF	在诊断检查试验状态期间,“IDL1”信号、“NSW”信号、“A/C”信号均不送至 ECU	

注：在诊断状态栏中,ON表示进行诊断并检测出故障时“CHECK”发动机报警灯会点亮,OFF表示即使在诊断中检测出故障报警灯也不亮,N.A.表示不进行该项诊断。

在储存情况栏中,标记表示储存在 ECU 存储器中的故障代码是曾经出现过的故障,标记表示即使出现故障,代码也不储存在 ECU 存储器中。因此故障代码的报警灯显示只限于那些时间,即诊断结果按照试验状态顺序的正常结果输出。

仅在海湾合作委员会成员国和一般国家汽车上,在正常状态下,当出现代码为 35 的故障时,“CHECK”发动机报警灯不会点亮。

代码 21 25 26 27 28 和 29 仅用于欧洲和澳大利亚汽车。

代码 47 仅用于装有 TRC(牵引控制)系统的汽车,这一系统仅供欧洲用户选用。

当读取的诊断代码为 12、17、18 时,通过查诊断代码表得知,它们分别属于转速信号、1 号凸轮轴位置传感器信号和 2 号凸轮轴位置传感器信号的故障,都需要诊断为什么“信号不送至 ECU”的故障,因此需要检查这三种信号的电路。

查维修手册电路说明可知,发动机转速传感器(NE 信号)和凸轮轴位置传感器(G1 和 G2 信号),各由一块信号板和一只感应线圈组成。如果只显示诊断代码 17,则要检查 1 号凸轮轴位置传感器电路;如果只显示诊断代码 18,则要检查 2 号凸轮轴位置传感器电路;如果只显示诊断代码 12,则要检查发动机转速传感器、1 号和 2 号凸轮轴位置传感器电路;如果诊断代码 12、17、18 按顺序全部显示,则要首先检查与诊断代码 12 有关的电路。诊断代码 12 的诊断流程图如图 4-35 所示。对于图中的每一步,都要对电子元器件和电路进行深入检查和测量,才能将故障诊断出来。当进行图中第 1 步“检查发动机转速传感器、1 号和 2 号凸轮轴位置传感器”时,应脱开发动机转速传感器的连接器、1 号和 2 号凸轮轴位置传感器的连接器,用欧姆表检测电阻。它们三者的正常电阻值均应为 950 ~ 1 250  $\Omega$ 。

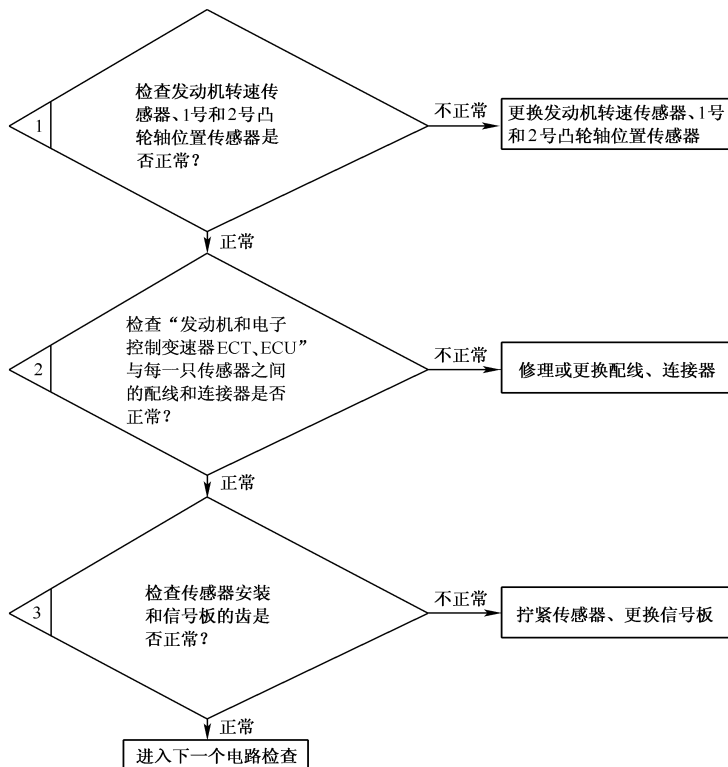


图 4-35 诊断代码 12 的诊断流程图

在故障诊断中,有时在正常状态下可读取到 13、22、24、41、47(查诊断代码表知,诊断代码 13 系转速信号电路,诊断代码 22 系水温传感器信号电路,诊断代码 24 系进气温度传感器信号电路,诊断代码 41 系节气门位置传感器信号电路,诊断代码 47 系副节气门位置传感器信号电路)5 个诊断代码,但经查相应的电路并未显示不正常现象,此时应进行瞬时电路检查。通过瞬时电路

检查,可查出因接触不良而出现瞬时断路或短路的部位。如前所述,试验状态对不正常现象的检测能力比正常状态强,因而可在试验状态下采用故障征兆模拟方法,人为地使故障在瞬态下明显再现,将接触不良的部位检测诊断出来。

丰田凌志 LEXUS LX400 型汽车,在试验状态下采用故障征兆模拟方法,进行瞬时电路检查的程序和方法如下:

1) 记录并清除已存储的诊断代码(清除方法见下述内容)。

2) 设定试验状态

将点火开关转到 OFF,用 SST 连接 TDCL 或检查连接器 TE2 和 E1 端子,如图 4-34 所示,启动试验状态。

将点火开关转到 ON,起动机,“CHECK”发动机报警灯应熄灭。

3) 进行征兆模拟试验 在发动机运转中,采用振动法(轻拍、推、拉等),再现诊断代码所指电路的配线、连接器或端子的工作环境。在征兆模拟试验中,如果“CHECK”发动机报警灯点亮,说明诊断系统已检测到故障,被振动的部位就是因接触不良而出现瞬时断路或短路的部位。

4) 完成征兆模拟试验后,脱开 TE1、TE2 和 E1 端子,关闭点火开关,排除瞬时断路或短路故障。

5) 故障排除后,清除诊断代码。

(6) 故障诊断代码清除方法

发动机电控系统的故障排除以后,必须清除诊断代码,显示装置才不再显示故障信号。就大多数汽车而言,断开通往电控系统的电源线或熔断器即可清除存储在微机存储器内的诊断代码。一般把电控系统的熔断器拔下或把蓄电池负极拆下 10~30 s(视车型不同而定),即可达到目的。

丰田系列汽车清除诊断代码时,将点火开关转到 OFF,从 2 号接线盒 J/B 拆下 EFI 熔丝(20 A)达 10 s 即可,如图 4-36 所示。

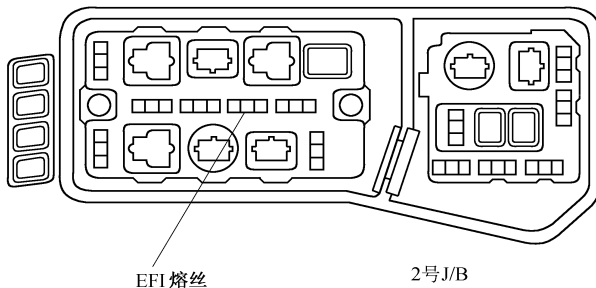


图 4-36 2 号接线盒 J/B

诊断代码清除以后,要重新起动机,必要的话还应进行路试,检查显示装置是否还显示诊断代码。如果还显示原故障诊断代码,说明原故障并未被排除;如果显示新的故障诊断代码,说明还有新的故障需要排除。因此,还须进一步诊断、排除故障,并再一次清除诊断代码和再一次显示诊断代码,直至显示正常代码为止。

需要指出的是,使用拆卸蓄电池负极清除诊断代码的方法,也会将时钟和音响等存储一起清除掉。因此,最好按汽车维修手册指示的方法进行,不可随意拆卸蓄电池负极。如果非要拆卸蓄电池负极清除诊断代码,事先要读取并记录已存储的诊断代码。

### (7) 用解码器等专用检测仪显示诊断代码

前述的读取诊断代码的方法,是从汽车组合仪表上发动机报警灯的闪烁中就车读取诊断代码的,进而在汽车维修手册中查取诊断代码的全部含义和诊断流程,对电路进行深入检测,然后诊断出故障的原因和部位,从而将故障排除。这一过程对于检修人员来说,比较费时费力,影响检测诊断效率。目前国内外发展起来的一些电控系统专用检测仪,包括解码器、示波器、扫描仪、专用诊断仪和发动机综合性能分析仪等,都具有读码、解码、清码等功能,甚至还有对检修的指导功能。因此应充分利用这些检测设备,快速、准确地完成检修任务。

## 4.2.3 用传统方法检查诊断故障的程序和方法

从以上介绍的检测诊断的程序和方法中可以看出,电控汽油喷射发动机装备的故障诊断系统,利用诊断代码检测诊断故障,具有故障部位明确、针对性强、能实现快速诊断等优点,给越来越复杂的电控系统的故障诊断带来了方便。因此,电控燃油喷射系统 EFI 发现故障时,只要显示诊断代码,就应该首先按故障诊断系统检测诊断故障的程序和方法进行快速诊断。但是,故障诊断系统检测并存储故障的能力是有限的,不可能把所有故障(特别是机、液、气方面的故障)都包括在其内。对于那些没有包括在故障诊断系统之内的故障和虽包括在故障诊断系统之内但诊断代码不显示或显示正常代码而故障又确实存在的情况下,则无法再使用故障诊断系统检测诊断故障,而应采取传统的方法,即在询问汽车用户有关问题后,采用外观检查、基本检查、进入故障征兆一览表、进入疑难故障诊断表和采用故障征兆模拟试验、对比试验等传统方法,把故障诊断出来并排除掉。

### (1) 倾听用户意见

首先向汽车用户了解故障的现象、出现的时机和条件、故障发生前的预兆、是突变还是渐变等情况,并询问该车在此之前是否找其他厂家检修过以及检修的具体内容和结果等问题。总之,要注意倾听汽车用户对故障的陈述、意见和要求,以作为诊断的参考性依据之一。

### (2) 进行外观检查

外观检查也称为目视检查,目的在于发现并消除从发动机外部能看得见的故障和存在的问题,主要是检查发动机管、线、接插件的连接状况和老化、变质、烧蚀等情况。必要时可驾车路试,以体验汽车带故障运行的实际状况。

### (3) 进行基本检查

主要是对蓄电池电压、曲轴转动情况、发动机起动情况、怠速运转情况、空气滤清器堵塞情况、进气管与气缸密封性、点火正时、燃油压力、高压线跳火和火花塞技术状况等进行的检查与测量,从而发现故障。

### (4) 使用故障征兆一览表

电控汽油喷射发动机的常见故障,有不能起动、起动困难、怠速运转不好、驾驶性能不良、发动机失速等故障。当发动机出现故障时,如果故障诊断系统不显示诊断代码或显示正常代码,在外观检查和基本检查中也未发现问题,而故障又确实存在,就应查阅该车型维修手册故障征兆一览表,并按表中给定的诊断次序(1、2、3...)诊断并排除故障。汽车维修手册中一般都列有故障征兆一览表,表中列出了故障征兆、怀疑部位和诊断次序。丰田系列汽车发动机的故障征兆一览表如表 4-2 所示,使用该表诊断故障前应首先进行基本检查。从表中第一个故障“发动机转不动”

表 4-2 丰田系列汽车发

怀疑部位 征兆		转速信号电路 (1号)	点火信号电路 (跳火试验)	空燃比过高—过低 主氧传感器 * 1	水温传感器电路	进气温度传感器电路	副氧传感器电路* 1	空气流量计电路	节气门位置传感器 电路	起动器信号电路	爆燃传感器电路	空挡起动开关电路	ECU 电源电路	备用电源电路	喷油器电路	冷起动喷油器电路	ISC 阀电路	燃油系统电路	
不能 起 动	发动机转不动												3						
	起动器转不动发动机																		
	无初始燃烧	9	2										1		6	8		3	
	燃烧不完全		7		9			6							10	11	3	2	
起 动 困 难	发动机盘转缓慢																		
	常温起动困难		10		3	13									11	12	4	6	
	冷态起动困难				1	8				2					10	7	5	9	
	热态起动困难				1	8									10	7	4	9	
怠 速 运 转 不 好	一档怠速不正确				4	5												6	
	发动机怠速转速太高				4	5		10				9	8					6	
	发动机怠速转速太低				1							3			6			2	
	怠速运转不柔和		6	10	3			14						13	15	16	8	9	
	缺火		4		7			10						12	13			8	
驾 驶 性 能 不 良	开始加速时出现减速 现象/加速性差		13	11	9	10		8	7							16	17		12
	回火				4	5		7	6							9			8
	消声器放炮(后燃)		8		2	4		6	5							11	12	7	1
	发动机喘振		13	9	3	4			7							14	15		8
	爆燃										2					4			
发 动 机 失 速	发动机起动后不久就 失速				5	6		8								9		7	3
	在踩下加速器踏板后							1	3										
	在松开加速器踏板后							3											1
	在 A/C 工作时																		1
	从 N 挡位换到 D 挡位 时											1							2
	旋转转向机构时																		
其 他 故 障	起动或停机时																		
	燃油经济性差			18	6	7	19		8			17				13	15	16	12
	发动机过热																		
	发动机过冷																		
	机油消耗过高																		
	机油压力太高																		
	机油压力太低																		
起动器运转不停																			
蓄电池经常放电																			

\* 1:仅欧洲和澳大利亚规格汽车

\* 2:仅适用于海湾合作委员会成员国和一般国家规格汽车。

\* 3:仅指带 TRC 汽车。

\* 4:仅指带防盗系统。



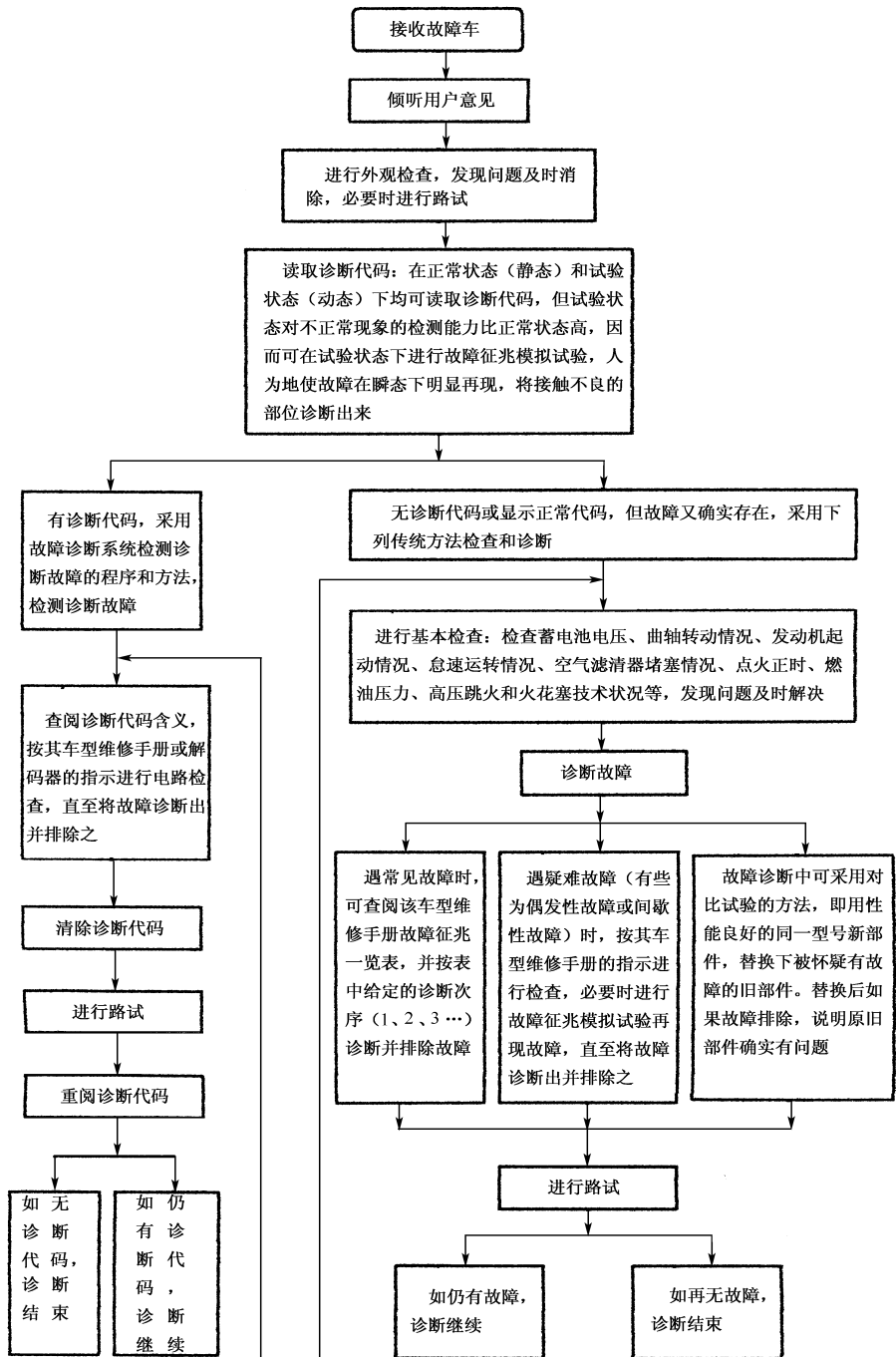


图 4-37 电控燃油喷射系统 EFI 检测诊断的程序和方法框图

的诊断中可以看出,第1步应先检查“起动机继电器”,第2步检查“起动机”,第3步检查“ECU电源电路”,第4步检查“空挡起动开关”,第5步检查“防盗和门锁控制ECU”。只要按其诊断次序到指定的部位去检查,故障总能诊断出并排除之,因而使用故障征兆一览表诊断常见故障是十分有效和实用的。

#### (5) 疑难故障诊断与故障征兆模拟试验

经过以上检查、测试后,一般情况下故障就被诊断出来了。但是,有些故障的征兆不明显,而故障又确实存在,这就成为故障诊断中最难以处理的情况,称之为疑难故障(有些属于偶发性故障或间歇性故障)诊断。对于疑难故障,诊断时可查阅汽车维修手册中的疑难故障诊断表,根据其上的检查要点和顺序进行。必要时可进行故障征兆模拟试验,再现故障出现的环境和条件,进行全面分析、判断,总能把故障诊断出来。故障征兆模拟试验,也适用于用故障诊断系统检测诊断故障的程序和方法(在试验状态下)。

进行故障征兆模拟试验以前,最好能把可能发生故障的线路、连接器、传感器、执行器或相关部件的范围缩小,以缩短试验和诊断的时间。

在汽车静止发动机运转的情况下,进行发动机故障征兆模拟试验,主要有以下四种模拟试验方法。

- 1) 振动法 模拟汽车行驶时的振动,以利于使易松动部位故障再现。
- 2) 加热法 模拟发动机工作时某一部位的温度,以利故障再现。
- 3) 淋水法 模拟雨、雪、雾的高湿度环境,以利故障再现。
- 4) 电负荷满载法 模拟汽车使用全部用电负载时的工作情况,以利故障在用电满负荷或超负荷情况下再现。

必要时可进行路试。

#### (6) 进行对比试验

对比试验是用性能良好的同一型号、规格的新元器件,替换下被怀疑有故障的旧元器件的一种试验。替换后如果故障排除,说明原旧元器件确实有问题。

综上所述,电控燃油喷射系统EFI检测诊断的程序和方法如图4-37框图所示。

## 4.3 电控燃油喷射系统主要电子器件的检测方法

电控燃油喷射系统EFI的电子控制器ECU、传感器和执行器的技术状况,多表现在断路、短路、接触不良和元器件损坏上,可以通过用万用表检测其电压、电阻和通过示波器观测其信号电压波形等方法,找出故障的原因和部位。万用表和示波器的测针必须可靠接触测点,才能保证测量结果正确无误。当使用示波器观测波形时,如无特殊说明,示波器的COM测针应在发动机机体上搭铁或连接蓄电池负极,CH1测针连接在被测电器的输出或输入信号线上。是否使用CH2测针,则应根据具体测试要求而定。

丰田凌志LEXUS LS400型汽车1UZ-FE型发动机电控燃油喷射系统EFI的电路图如图4-38所示,丰田皇冠3.0型汽车2JZ-GE型发动机电控燃油喷射系统EFI的电路图如图4-39所示。

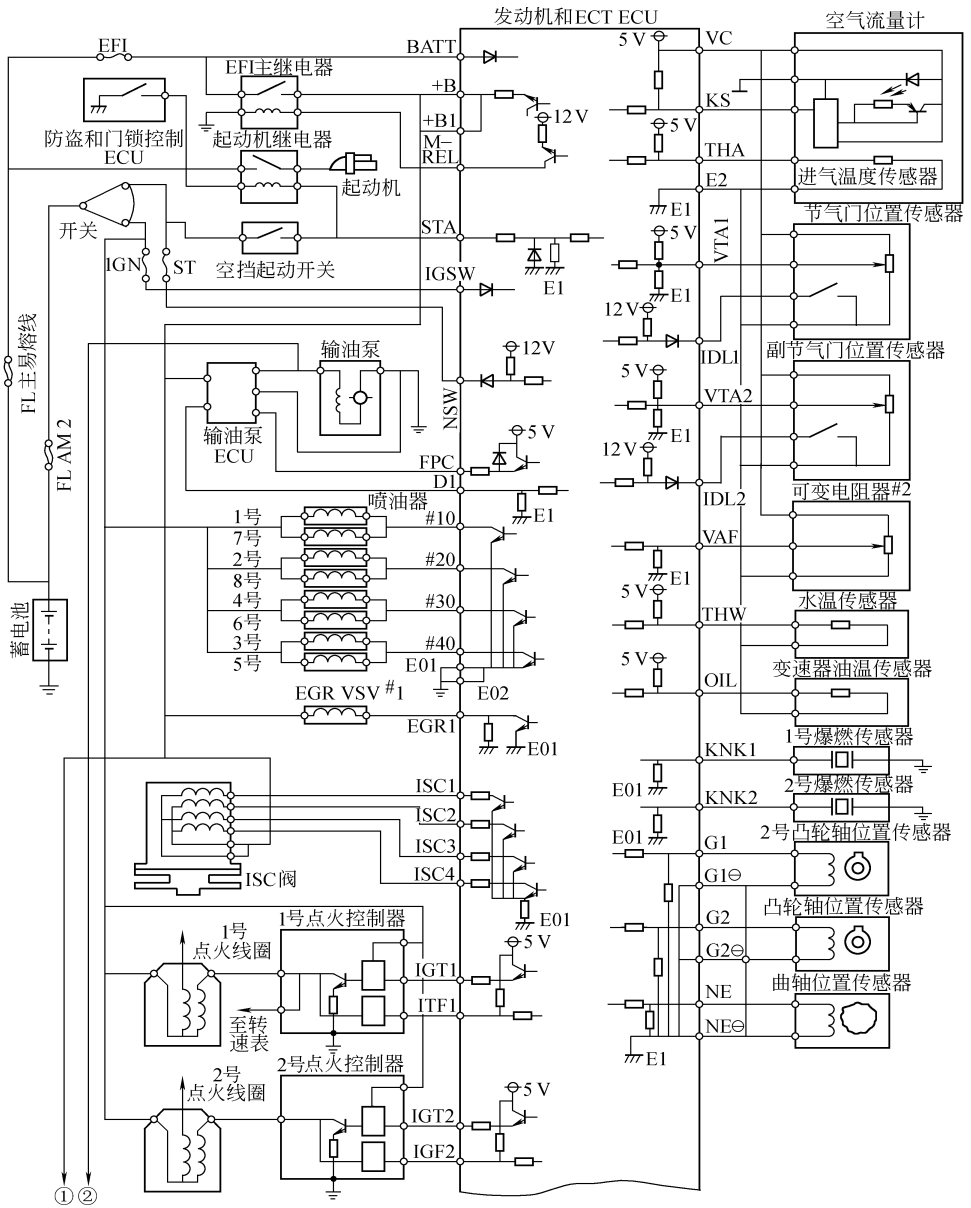


图4-38 丰田凌志 LEXUS LS400 型汽车 1UZ - FE 型发动机 EFI 系统电路图

### 4.3.1 电子控制器(ECU)的检测方法

电子控制器 ECU 是电控系统的核心,主要由输入回路、A/D(模/数)转换器、微机 and 输出回路

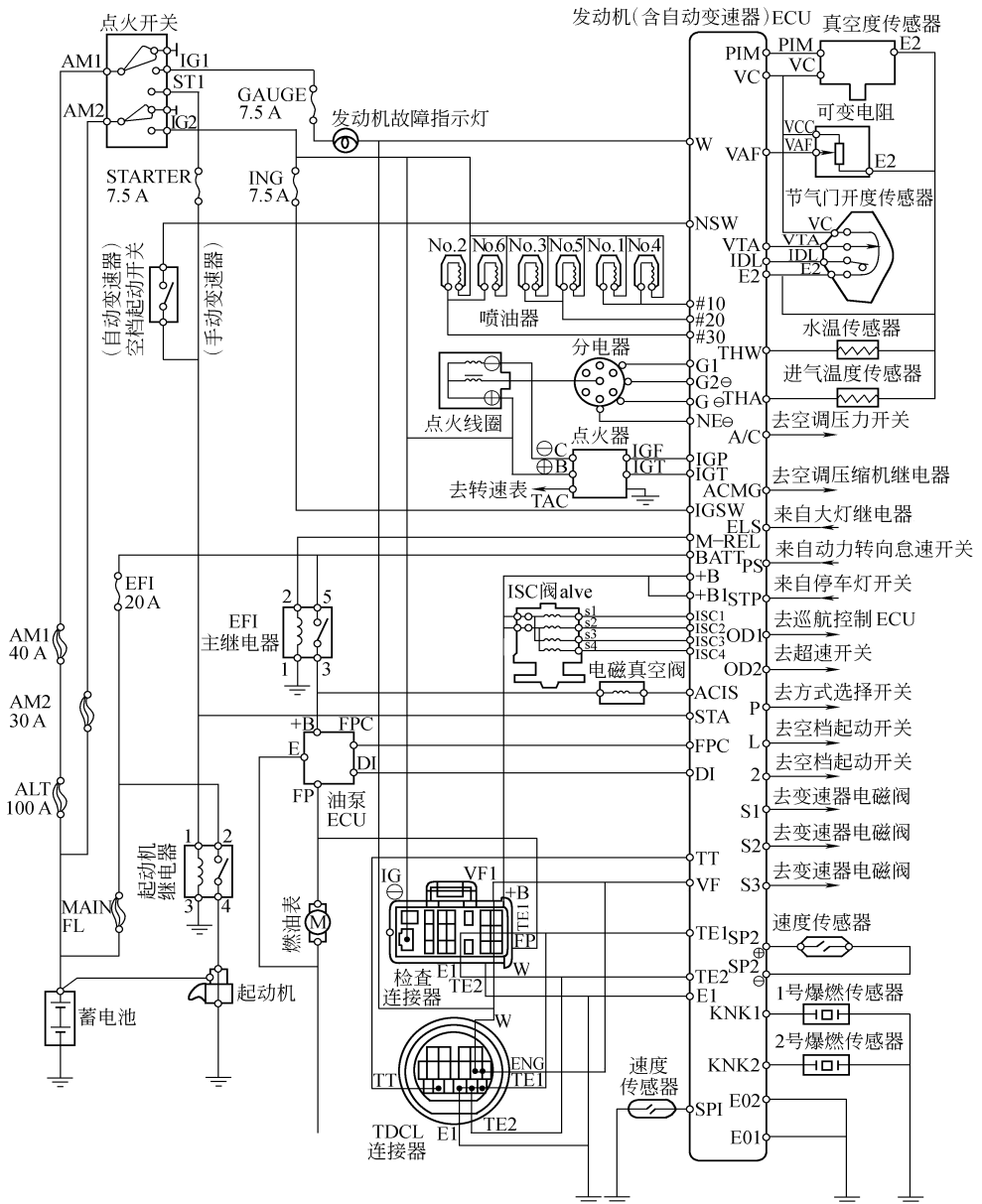


图 4-39 丰田皇冠 3.0 型汽车 2J-GE 型发动机 EFI 系统电路图

等组成,屏蔽安装在一个铝质的方盒内,一般安装在驾驶室组合仪表板下方或发动机仓内。

### (1) 电压测量

点火开关置 ON,蓄电池电压不低于 11 V,用电压表测量 ECU 导线连接器在接插状态下每个接头的电压。丰田凌志 LEXUS LS400 型汽车 1UZ-FE 型发动机 ECU 导线连接器各端子的标准

电压值见表4-3,丰田皇冠3.0型汽车2J-GE型发动机ECU导线连接器各端子的标准电压值见表4-4。

表4-3 1UZ- FE型发动机ECU导线连接器各端子的标准电压值

序号	端子	检测条件		标准电压/V
1	BATT - E1	点火开关置 ON		10~14
2	IGSW - E1			
3	+ B(+ B1) - E1			
4	IDL - E2	点火开关置 ON	节气门开	4~6
5	VC - E2	点火开关置 ON	节气门全关	4~6
6	VTA - E2		节气门全开	0.1~1.0
				3~5
7	KS - 车身接地	点火开关置 ON		4~6
		盘转或运转		2~4
8	VC - 车身接地	点火开关置 ON		4~6
9	THA - E2	点火开关置 ON	进气温度 20℃	1~3
10	THW - E2		冷却水温度 80℃	0.1~1.0
11	10# - E1 20# - E1 30# - E2 40# - E2	点火开关置 ON		10~14
	STA - E1	发动机运转		
12	ISC1 ISC4 - E1 ISC4 ISC4	点火开关置 ON		9~14
13	IGT - E1	怠速		0.7~1.0
14	W - E1	发动机无故障(发动机故障指示灯熄灭)运转		8~14
15	A/C - E1	空调开关位于 ON		0~2
16	TE1 - E1	点火开关置 ON	检查连接器的端子 TE1 与 E1 不连接	4~6
			检查连接器的端子 TE1 与 E1 连接	0~1
17	NSW - E1	点火开关置 ON	换至 P 挡或 N 挡	0~1
			除 P 或 N 挡外任一挡	10~14

表 4-4 2JZ - GE 型发动机 ECU 导线连接器各端子的标准电压值

序号	端子			检测条件	标准电压/V	
1	BATT - E1			点火开关 ON	9~14	
	IGSW - E1					
	M - REL - E1					
	+ B - E1 + B1 - E1					
2	IDL - E2			点火开关 ON	节气门开	9~14
	VC - E2					4.0~5.5
	VTA - E2				节气门全开	0.3~0.8
					节气门开	3.2~4.9
3	PIM - E2			点火开关 ON	3.3~3.9	
	VC - E2				4.0~5.5	
4	10 <sup>#</sup>	-	E01 E02		点火开关 ON	9~14
	20 <sup>#</sup>					
	30 <sup>#</sup>					
5	THA - E2			点火开关 ON		进气温度 20℃
6	THW - E2				冷却水温度 80℃	0.2~1.0
7	STA - E1			起动	6~14	
8	IGT - E1			起动或怠速	脉冲发生	
9	ISC1 ISC2 ISC3 ISC4	-	E1	点火开关 ON	9~14	
10	W - E1					发动机运转正常,发动机故障报警灯熄灭
11	ELS - E1			尾灯和雾灯都接通	9~14	
				尾灯和雾灯都关闭	3或更小	
12	STP - E1			踩下制动踏板,使刹车灯接通	9~14	
				刹车灯关闭	3或更小	
13	ACIS - E1			点火开关 ON	9~14	
14	OD1 - E1 OD2				1.5或更小	

续表

序号	端子	检测条件	标准电压/V	
15	IGF - E1	怠速	脉冲发生	
16	KS - E1			
17	G1 - G G2			
	NE - G			
19	KNK1 - E1 KNK2			
	D1 - E1			
21	FPC - E1	起动发动机,加速到 6 000 r/min	4.5~5.5	
22	VF - E1	暖机后发动机转速保持在 2 500 r/min, 180 s 后回到怠速	1.8~3.2	
23	NSW - E	点火开关 ON	变速杆置于 P 或 N 挡	3 或更小 9~14
			变速杆置于 P 或 N 挡以 外的任何一个挡位	4 或更小
25	TE1 - E1 TE2		检查连接器的 TE1 - E1 不连接	9~14
			检查连接器的 TE1 - E1 连接	1 或更小
26	A/C - E1 ACMG		空调打开	9~14
			空调关闭	1.5 或更小

## (2) 电阻测量

- 1) 欧姆表测针应从导线一侧插进线路端的接头,因此应小心拆卸 ECU 线路接头。
- 2) 测量线路接头每个端子间的电阻值。

丰田凌志 LEXUSLS400 型汽车 1UZ - FE 型发动机 ECU 导线连接器各端子的标准电阻值见表 4 - 5,丰田皇冠 3.0 型汽车 2JZ - GE 型发动机 ECU 导线连接器各端子的标准电阻值见表 4 - 6。

表 4 - 5 1UZ - FE 型发动机 ECU 导线连接器各端子的标准电阻值

序号	端 子	检测条件	标准电阻/
1	- 10 <sup>#</sup> + B(+ B1) - 20 <sup>#</sup> - 30 <sup>#</sup> - 40 <sup>#</sup>		0.05 ~ 1.78
2	+ B(+ B1) - PR		30 ~ 50
3	+ B(+ B1) - EGR		30 ~ 50
4	+ B(+ B1) - HT1 + B(+ B1) - HT2		5.1 ~ 6.3
5	- ISC1 - ISC2 + B(+ B1) - ISC3 - ISC4		10 ~ 30
6	+ B(+ B1) - BK		
7	IDL1 - E2	节气门开	
		节气门全关	0 ~ 2 300
8	THW - E2	水温 80 °C	200 ~ 400
9	THA - E2	进气温度 20 °C	200 ~ 300
10	VTA1 - E2	节气门全开	2 800 ~ 8 000
		节气门全关	200 ~ 800

表 4 - 6 2JZ - GE 型发动机 ECU 导线连接器各端子的标准电阻值

序号	端 子	检测条件	标准电阻/
1	ZDL - E2	节气门开	
		节气门全关	500
2	VTA - E2	节气门全开	2 400 ~ 11 200
		节气门全关	340 ~ 6 300
3	VC - E2		3 100 ~ 7 200
4	THA - E2	进气温度 20 °C	2 000 ~ 3 000
5	THW - E2	水温 80 °C	200 ~ 400
6	G1 - G G2	冷机	125 ~ 190

续表

序号	端子	检测条件	标准电阻/
7	NE - G	冷机	155 ~ 240
8	ISC1 ISC2 + B - ISC3 + B1 ISC4		10 ~ 30
9	10# + B 20# - 30# + B1		13.2 ~ 14.2
10	+ B ACIS - + B1		38.5 ~ 44.5

### 4.3.2 主要传感器的检测方法

#### (1) 空气流量计

空气流量计安装在空气滤清器与节气门之间,用于测量进入气缸的空气流量,并将空气流量变成电信号传输给电子控制器 ECU。常用的空气流量计有叶片式、热线式和卡门旋涡式三种类型。限于篇幅,仅以丰田子弹头 2J - FE 型发动机叶片式空气流量计为例,介绍对空气流量计进行电压、电阻测量的方法,其测量图如图 4 - 40 所示。

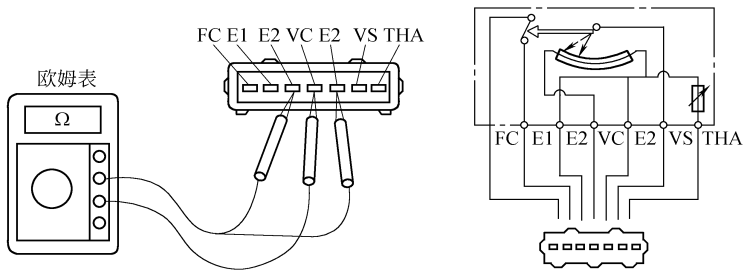


图 4 - 40 2J - FE 型发动机叶片式空气流量计测量图

1) 电压测量 使用电压表测量 ECU 端 VC - E2 端子和 VS - E2 端子,其标准电压值如表 4 - 7 所列。若无电压,说明叶片式空气流量计有故障。

2) 电阻测量 在车上就车检测电阻时,应先脱开叶片式空气流量计的导线连接器,再用电阻表检测叶片式空气流量计上各端子间的电阻值。各端子间的标准电阻值如表 4 - 8 所列。

表 4 - 7 2JZ - FE 型发动机叶片式空气流量计标准电压值

端子	故障	检测条件		标准电压
VC - E2	无电压	点火开关置 ON		4 ~ 6
VS - E2			测量板全关	3.7 ~ 4.3
			测量板全开	0.2 ~ 0.5
		怠速	2.3 ~ 2.8	
		3 000 r/min	0.3 ~ 1.0	

表 4 - 8 2JZ - FE 型发动机叶片式空气流量计(就车检测)标准电阻值

端子	温度/°C	标准电阻值
VS - E2		200 ~ 600
VC - E2		200 ~ 400
THA - E2	- 20	10 ~ 20 k
	0	4 ~ 7 k
	20	2 ~ 3 k
	40	0.9 ~ 1.3 k
	60	0.4 ~ 0.7 k
FC - E1		无穷大

在车下检测电阻时,应先拆下叶片式空气流量计,再用电阻表根据测量板不同开度检测 FC - E1、VS - E2 端子间的电阻值。各端子间的标准电阻值如表 4 - 9 所列。

表 4 - 9 2JZ - FE 型发动机叶片式空气流量计(车下检测)标准电阻值

端子	标准电阻值/	测量板位置
FC - E1	无穷大	全关闭
	0	非关闭
VS - E2	200 ~ 600	全关闭
	20 ~ 1 200	从全关到全开

不管在车上还是在车下检测电阻值,只要电阻值不符合要求,就应更换叶片式空气流量计,并重新连接好导线连接器。

3) 波形观测 利用示波器可以观测到空气流量计输出信号电压(或频率)的变化情况。需要注意的是,叶片式空气流量计输出的信号电压有两种形式:一种形式是输出的信号电压随发动机进气量的增大而增高,多安装在欧洲、亚洲车型上;另一种形式是输出的信号电压随发动机进气量的增大而降低,多安装在丰田车系上,如上述丰田子弹头 2JZ - FE 发动机的叶片式空气流量计就是如此。

把示波器的 COM 测针连接到空气流量计的搭铁线上,把 CH1 测针连接到空气流量计的信号输出线(通往 ECU)上,关闭发动机所有附件,起动发动机,即可观测到空气流量计输出信号电

压(或频率)的变化情况。一般情况下,空气流量计输出信号电压的变化范围,在怠速下是1.0 V左右,节气门全开时最大幅值可达4.0~4.5 V。

在节气门从全闭到全开再到全闭动作过程中,叶片式空气流量计(模拟式)输出信号电压的正常变化(输出的信号电压随发动机进气量的增大而增高)情况如图4-41所示,热线式空气流量计(模拟式)输出信号电压的正常变化情况如图4-42所示,卡门旋涡式空气流量计(数字式)输出信号频率的正常变化情况如图4-43所示。可以看出,随着进气量增加,叶片式空气流量计和热线式空气流量计输出信号电压是逐渐增加的,卡门旋涡式空气流量计输出信号频率也是增加的。如果发动机在加、减速时信号电压或信号频率无变化或变化微小,说明空气流量计或其相关电路有故障。

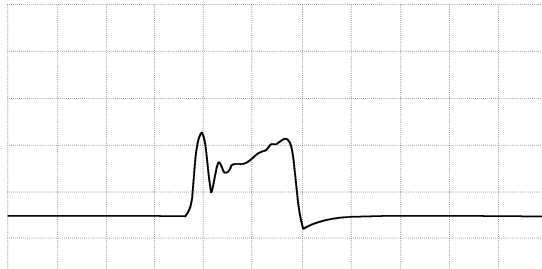


图4-41 叶片式空气流量计输出信号电压变化波形图

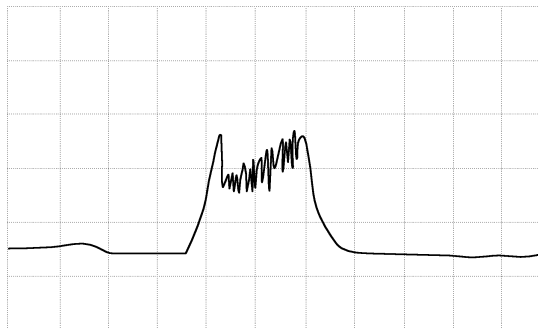


图4-42 热线式空气流量计输出信号电压变化波形图

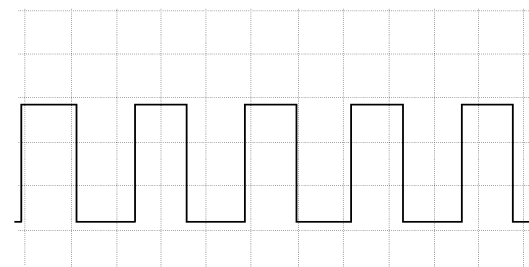


图4-43 卡门旋涡式空气流量计输出信号频率变化波形图

## (2) 进气歧管压力传感器

进气歧管压力传感器安装在进气歧管内,用于测量进入气缸的空气压力,并将空气压力变成

电信号传输给电子控制器 ECU。丰田皇冠 3.0 型汽车 2JZ - GE 型发动机半导体式进气歧管压力传感器的电路图如图 4 - 44 所示,测量图如图 4 - 45 所示。

1) 电源电压测量 点火开关置 ON,用电压表测量进气歧管压力传感器的电源电压,如图 4 - 45a 所示, $V_{cc}$  端子与 E2 端子间的标准电压应为 4.5 ~ 5.5 V。

2) 输出电压测量 点火开关置 ON,拆下进气歧管处的真空软管,用电压表测量进气歧管压力传感器 ECU 端连接器 PIM 与 E2 端子间在大气压力下的输出电压,如图 4 - 45b 所示。然后,用真空泵对进气歧管压力传感器施加 13.3 ~ 66.7 kPa 的真空气度,再测 ECU 端连接器 PIM 与 E2 端子间的电压降。该电压降应符合表 4 - 10 中所列值,否则应更换进气歧管压力传感器。

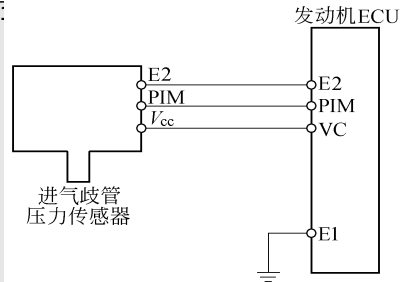


图 4 - 44 2JZ - GE 型发动机半导体式进气歧管压力传感器电路图

表 4 - 10 2JZ - GE 型发动机半导体式进气歧管压力传感器在不同真空度下的电压降

真空度/kPa	13.3	26.7	40.0	53.5	66.7
电压降(PIM - E2 间电压)/V	0.3 ~ 0.5	0.7 ~ 0.9	1.1 ~ 1.3	1.5 ~ 1.7	1.9 ~ 2.1

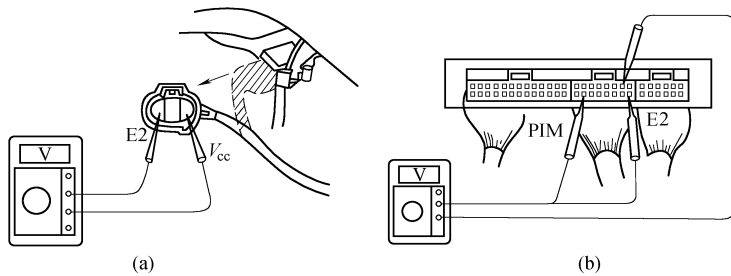


图 4 - 45 2JZ - GE 型发动机半导体式进气歧管压力传感器测量图

(a) 就车检测电源电压 ;(b) 检测输出电压

3) 波形观测 利用示波器可以观测到进气歧管压力传感器输出信号电压或频率的变化情况。进气歧管压力传感器有模拟式和数字式两种形式。

一般情况下,进气歧管压力传感器输出信号电压的变化范围,在怠速下是 1.25 V 左右,节气门全开时最大幅值可达 5.0 V 左右。

在节气门从全闭到全开再到全闭动作过程中,模拟式进气歧管压力传感器输出信号电压的正常变化情况如图 4 - 46 所示,数字式进气歧管压力传感器输出信号频率的正常变化情况如图 4 - 47 所示。可以看出,随着进气量增加,模拟式进气歧管压力传感器输出信号电压是逐渐增大的,数字式进气歧管压力传感器输出信号频率也是增大的。如果发动机在加、减速时信号电压或信号频率无变化或变化微小,说明进气歧管压力传感器或其相关电路有故障。

### (3) 进气温度传感器

进气温度传感器通常安装在空气流量计空气测量部位附近,可检测发动机的进气温度,并转

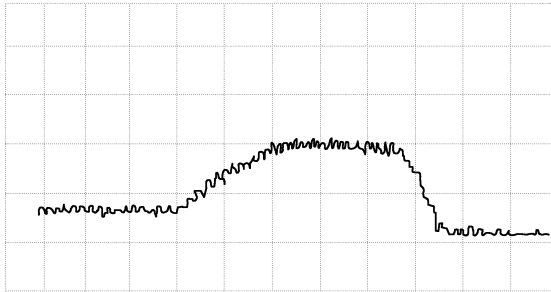


图 4-46 模拟式进气歧管压力传感器输出信号电压变化波形图

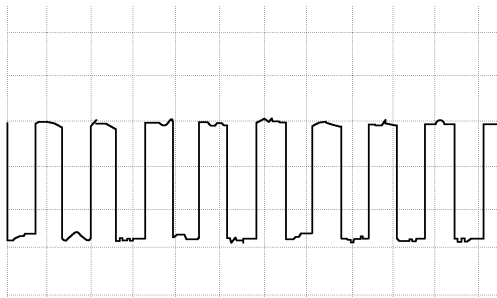


图 4-47 数字式进气歧管压力传感器输出信号频率变化波形图

变成电信号传输给电子控制器 ECU。进气温度传感器由外壳和对温度变化非常敏感的负温度系数热敏电阻构成。热敏电阻的阻值随进气温度升高而降低,随进气温度降低而升高。

1) 电阻测量 脱开进气温度传感器的导线连接器,用欧姆表测量其接头间的电阻值,如图 4-48a 所示,其电阻值应符合图 4-48b 所示图形。如果不符合要求,应更换进气温度传感器。

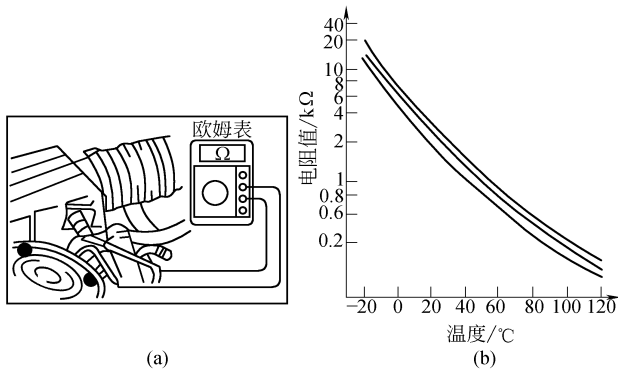


图 4-48 进气温度传感器电阻测量图

(a) 电阻测量图; (b) 电阻特性图

2) 波形观测 利用示波器可以观测到进气温度传感器输出信号电压的变化情况。如果怀疑发动机故障系进气温度传感器输出信号不准确造成的,就应该从发动机未工作之前的冷态(点

火开关置 ON,不起动发动机)开始检测。一般情况下,进气温度传感器输出信号电压的变化范围,从冷态的略小于 5 V 到正常工作的 1~2 V。如果进气温度传感器电路中出现开路,则输出信号电压将保持 5 V 的参考电压;如果进气温度传感器电路中出现短路,则输出信号电压将保持 0 V。因此,如果进气温度传感器波形是一个 0 V 或 5 V 的直流信号,或者波形不随进气温度的变化而变化(信号电压幅值与进气温度成反比),则应检查进气温度传感器及其相关电路。

#### (4) 水温传感器

水温传感器通常安装在节温器附近,可检测发动机冷却水的温度,并转变成电信号传输给电子控制器 ECU。水温传感器由金属外壳和对温度变化非常敏感的负温度系数热敏电阻构成。热敏电阻的阻值随冷却水温度升高而降低,随冷却水温度降低而升高。可以看出,水温传感器的结构和输出特性与进气温度传感器完全相同。

1) 电阻测量 拆下蓄电池负极接头,放出冷却液,脱开水温传感器导线连接器,从发动机上拆下水温传感器,用欧姆表在不同水温条件下测量其电阻值。皇冠 3.0 汽车 2JZ-GE 型发动机水温传感器电阻测量图如图 4-49a 所示,测得的电阻值应在图 4-49b 两条曲线之间。如果电阻值在两条曲线之外,应更换水温传感器。

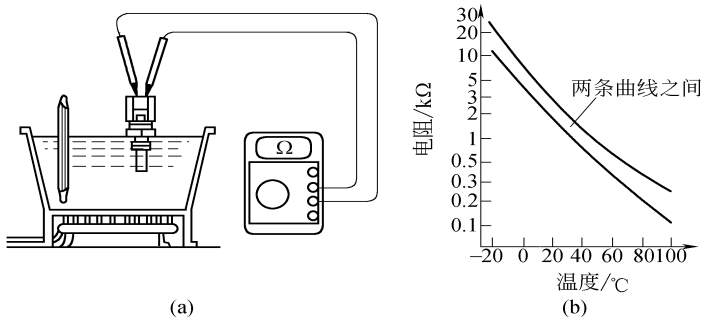


图 4-49 2JZ-GE 型发动机水温传感器电阻测量图

(a) 电阻测量图;(b) 电阻特性图

2) 波形观测 利用示波器可以观测到水温传感器输出信号电压的变化情况。如果怀疑发动机故障系水温传感器输出信号不准确造成的,就应该从发动机未工作之前的冷态(点火开关置 ON,不起动发动机)开始检测。一般情况下,水温传感器输出信号电压的变化范围,从冷态的略小于 5 V 到正常工作的 1~2 V。如果水温传感器电路中出现开路,则输出信号电压将保持 5 V 的参考电压;水温传感器电路中出现短路,则输出信号电压将保持 0 V。因此,如果水温传感器波形是一个 0 V 或 5 V 的直流信号,或者波形不随冷却水温度的变化而变化(信号电压幅值与冷却水温度成反比),则应检查水温传感器及其相关电路。

#### (5) 节气门开度传感器

节气门开度传感器安装在节气门体上,用于检测节气门的开度,并转变成电信号传输给电子控制器 ECU。

1) 电压测量 点火开关置 ON,在节气门开度传感器连接器插接良好的情况下,电子控制器 ECU 连接器上 IDL、VC、VTA 三个端子处应有电压。如无电压,则节气门开度传感器有故障。丰田皇冠 3.0 型汽车 2JZ-GE 型发动机节气门开度传感器的电路图如图 4-50 所示,标准电压值

如表 4 - 11 所列。

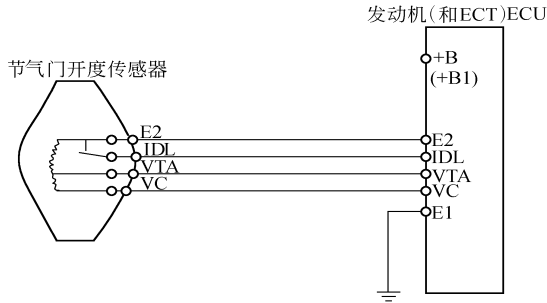


图 4 - 50 2JZ - GE 型发动机节气门开度传感器电路图

表 4 - 11 2JZ - GE 型发动机节气门开度传感器标准电压值

端 子	检 测 条 件		标准电压/V
IDL - E2	点火开关置 ON	节气门开	9 ~ 14
VC - E2			4.0 ~ 5.5
VTA - E2		节气门全开	0.3 ~ 0.8
		节气门开	3.2 ~ 4.9

2) 电阻测量 检查前先脱开节气门开度传感器导线连接器,用塞尺检查节气门止动螺钉与止动杆间的间隙,用欧姆表测量节气门开度传感器导线连接器端子间的电阻值。丰田皇冠 3.0 型汽车 2JZ - GE 型发动机节气门开度传感器的电阻测量图如图 4 - 51 所示,间隙和电阻值应符合表 4 - 12 中的给定值。

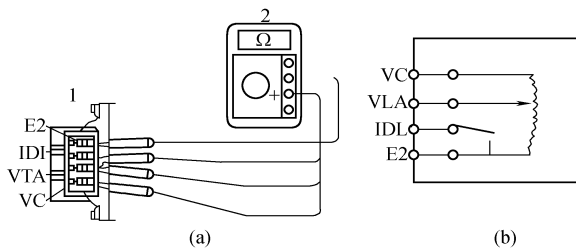


图 4 - 51 2JZ - GE 型发动机节气门开度传感器电阻测量图

(a) 测量方法 ; (b) 内部电路

1—节气门开度传感器导线连接器 ; 2—欧姆表

表 4 - 12 2JZ - GE 型发动机节气门开度传感器各端子间的电阻值

止动螺钉与止动杆间的间隙/mm	端子名称	电阻值/k
0	VTA - E2	0.34 ~ 6.3
0.45	IDL - E2	0.5 或更小
0.55	IDL - E2	无限大
节气门全开	VTA - E2	2.4 ~ 11.2
	VC - E2	3.1 ~ 7.2

3) 波形观测 利用示波器可以观测到节气门开度传感器输出信号电压的变化情况。节气门开度传感器有模拟式、开关式和编码式三种形式。

一般情况下,节气门开度传感器输出信号电压的变化范围,在打开点火开关不起动发动机的情况下,节气门从全关到全开,信号电压幅值在 1.0~5.0 V 之间变化。在发动机运转中,怠速下信号电压一般低于 1.0 V,节气门全开运转时信号电压一般低于 5.0 V,且波形应连续,不应有向下的尖波、大的跌落或断点。要特别注意信号电压达到 2.8 V 左右时的波形,此处是节气门开度传感器滑动触点最易损坏或断裂之处。模拟式节气门开度传感器在发动机怠速运转时测得的波形是一条较为稳定的直流电压波形,如图 4-52 所示,在节气门从全闭到全开再到全闭动作过程中,输出信号电压的正常变化情况如图 4-53 所示,故障波形(波形出现跌落)如图 4-54 所示。从图 4-53 中可以看出,随着节气门逐渐开大,模拟式节气门开度传感器输出信号电压是逐渐增大的。如果发动机在加、减速时信号电压无变化、变化微小或出现异常波形,说明节气门开度传感器或其相关电路有故障。

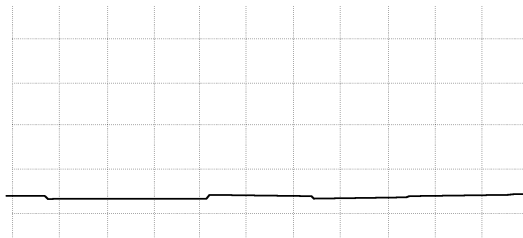


图 4-52 模拟式节气门开度传感器在发动机怠速运转时测得的波形图

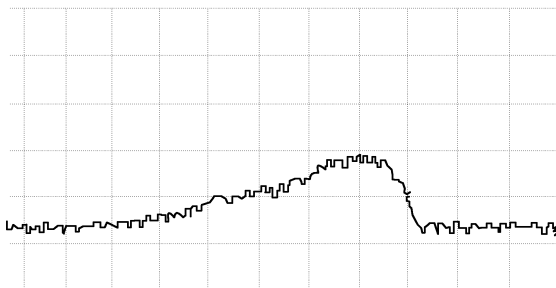


图 4-53 模拟式节气门开度传感器输出信号电压正常变化波形图

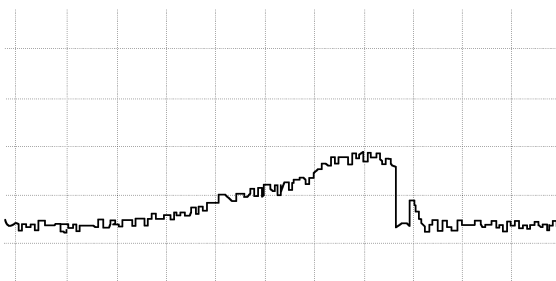


图 4-54 模拟式节气门开度传感器故障波形(波形出现跌落)图

### (6) 曲轴位置传感器

曲轴位置传感器安装在曲轴上、凸轮轴上、分电器内或飞轮壳上,用于检测曲轴转角位置,并转变成电信号传输给电子控制器 ECU,是检测发动机转速、控制点火时刻和喷油时刻等不可缺少的信号源,有磁电式、光电式、霍尔效应式三种形式。

以丰田皇冠 3.0 型汽车 2JZ - GE 型发动机曲轴位置传感器为例,介绍电阻测量和间隙检查方法,其电路图如图 4 - 55 所示。

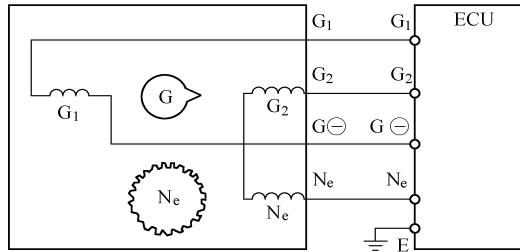


图 4 - 55 2JZ - GE 型发动机曲轴位置传感器电路图

1) 电阻测量 脱开曲轴位置传感器的导线连接器,用欧姆表测量曲轴位置传感器端子间的电阻值。电阻值应符合表 4 - 13 中给定值。如果不符合要求,应更换曲轴位置传感器。

表 4 - 13 曲轴位置传感器端子间的电阻值

端 子	检测条件	电阻值/
G1 - G	冷态	125 ~ 200
	热态	160 ~ 235
G4 - G	冷态	125 ~ 200
	热态	160 ~ 235
Ne - G	冷态	155 ~ 250
	热态	190 ~ 290

2) 间隙检查 用塞尺检查传感线圈凸出部分与信号转子之间的空气间隙,如图 4 - 56 所示。其间隙应为 0.2 ~ 0.4 mm。如果不符合要求,应更换分电器壳体。

3) 波形观测 磁电式曲轴位置传感器 利用永久磁铁、传感线圈和磁阻圆盘(带有缺口和舌片)的磁电感应,输出的是模拟交流电压信号,从示波器上看到的是一个正弦波波形,波形幅值和波形频率均随转速的升高而升高,随转速的降低而降低,正常波形如图 4 - 57 所示。

光电式曲轴位置传感器利用发光二极管、光敏二极管和转盘(带有缺口或孔眼)的光电作用;霍尔效应式曲轴位置传感器利用霍尔半导体元件、永久磁铁和叶轮(带有缺口并周缘向下弯曲)的霍尔效应,二者均输出方波电压脉冲,其正常波形如图 4 - 58 所示。光电式和霍尔效应式曲轴位置传感器,输出波形幅值不变,一般为供电电压值,波形频率随转速的变化而变化。

在波形观测中,波形的连续、稳定和脉冲信号的均匀一致是非常重要的。不论是磁电式、光电式还是霍尔效应式曲轴位置传感器,如果输出的波形为一条直线,波形频率(磁电式曲轴位置传感器还应包括波形幅值)不随转速的变化而变化,则曲轴位置传感器或其电路有故障。如果波

形不正常,应首先检查有关线路是否由于老化、接触不良或连接器损坏等原因造成。检查中可一边晃动、轻拍有关线束或连接器,一边观察示波器显示的波形,将有利于找出问题。如果波形变得非常不均匀,可能系单缸工作不良造成的。如果波形有断开现象,可能系单缸“失火”造成。

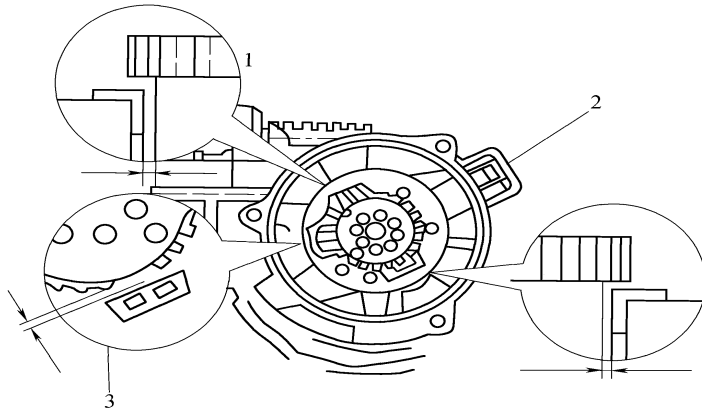


图 4-56 检查传感线圈与信号转子之间的空气间隙

1—G1 传感线圈；2—G2 传感线圈；3—Ne 传感线圈

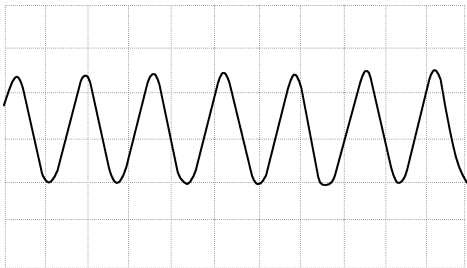


图 4-57 磁电式曲轴位置传感器正常波形图

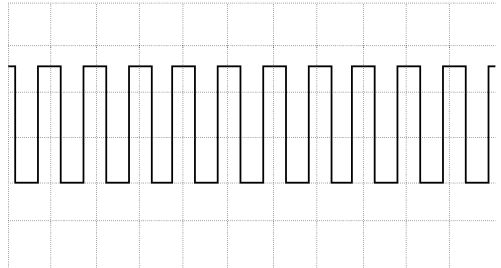


图 4-58 光电式和霍尔效应式曲轴位置传感器正常波形图

#### (7) 凸轮轴位置传感器和发动机转速传感器

凸轮轴位置传感器用于检测凸轮轴转角位置,发动机转速传感器用于检测发动机转速,并分别转变成电信号分别传输给电子控制器 ECU。它们的结构、工作原理和类型均同于曲轴位置传感器。

以丰田凌志 LEXUS LS400 型汽车 1UZ - FE 型发动机凸轮轴位置传感器和发动机转速传感器为例,介绍电阻检查方法,其电路图如图 4-59 所示。

1) 电阻测量 脱开各传感器导线连接器,用欧姆表测量 1 号凸轮轴位置传感器、2 号凸轮轴位置传感器和曲轴位置传感器的电阻值,应为:

冷态(-10~50℃)时均为 835~1 400 ;

热态(50~100℃)时均为 1 060~1 645 。

对于同一机型不同时期生产的发动机,上述数据可能略有差异,使用时应查阅该车型维修手册。

2) 波形观测 凸轮轴位置传感器和发动机转速传感器的波形观测方法,同于曲轴位置传感

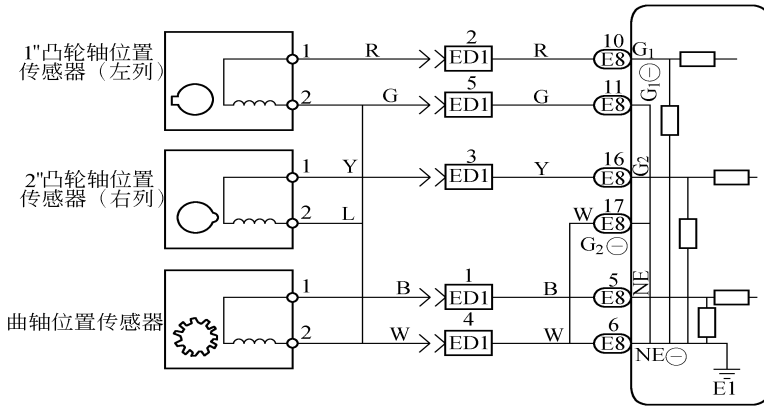


图 4-59 1UZ-FE 型发动机凸轮轴位置传感器和发动机转速传感器电路图

器,不再赘述。

#### (8) 爆震传感器

爆震传感器安装在气缸体或气缸盖上,能检测到发动机爆震界限,并转变成电信号传输给电子控制器 ECU,以实现发动机爆震控制。爆震传感器有磁致伸缩式和压电式两种类型。

丰田系列发动机爆震传感器的电路图如图 4-60 所示。

1) 电阻测量 脱开爆震传感器导线连接器,用欧姆表测量接线端子与外壳间的电阻值。如果电阻值为 0,表明已经导通,应更换爆震传感器。

2) 波形观测 点火开关置 ON,不起动发动机,用扳手敲击发动机缸体或缸盖,从示波器上可以看到爆震传感器输出的类似正弦波的交流电压信号。敲击愈重,波形振幅和频率愈大。汽车路试中当发动机产生爆震时,随着发动机转速、负荷的增加,示波器显示波形的振幅和频率也增加。当爆震传感器检测到一个短暂的爆震信号时,示波器显示的波形如图 4-61 所示,当检测到连续不断的爆震信号时,显示的波形如图 4-62 所示。如果观测中不显示波形,或波形振幅和波形频率不随爆震加大而增加,应检查爆震传感器及相关电路。

应当指出的是,爆震传感器的可靠性和耐久性都比较强,除非机械损坏,一般不会失效。

#### (9) 氧传感器

氧传感器安装在发动机排气管内,能检测出排气中的氧气含量,并转变成电信号传输给电子控制器 ECU,以便把混合气的空燃比控制在理论空燃比(14.7:1)附近很窄范围内,使三元催化转换器达到最佳净化效果,形成 EFI 系统闭环控制。氧传感器有氧化锆氧传感器和二氧化钛氧传感器两种类型。根据它们是否需要加热,又有加热型和非加热型之分。

氧传感器的电路图如图 4-63 所示。

1) 外观检查 从排气管上拆下氧传感器,观察端部的颜色,可以判断其技术状况的变化及

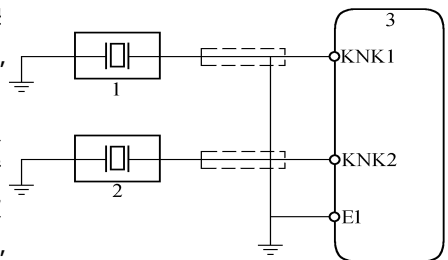


图 4-60 爆震传感器电路图

1—1号爆震传感器;2—2号爆震传感器;  
3—发动机 ECU

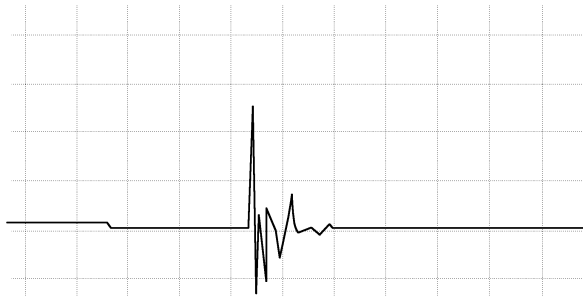


图 4 - 61 爆震传感器检测到一个短暂的爆震信号时的波形

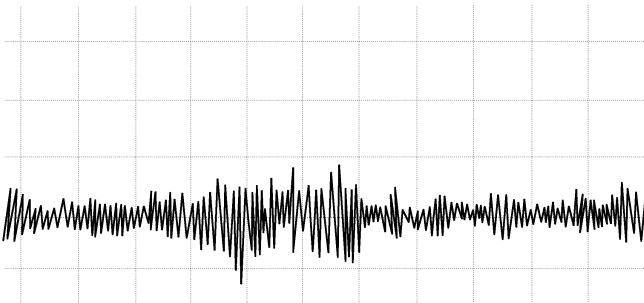


图 4 - 62 爆震传感器检测到连续不断的爆震信号时的波形

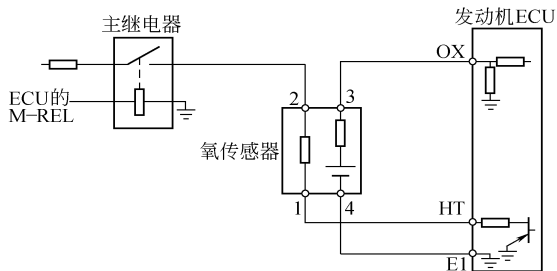


图 4 - 63 氧传感器电路图

变化的原因,方法如下。

当端部为淡灰色时,氧传感器技术状况正常。

当端部为黑色时,系由积炭造成,在清除积炭并排除气缸上机油和混合气过浓等原因后,可继续使用。

当端部为棕色时,系由铅污染(铅“中毒”)造成,应更换氧传感器并应避免使用含铅汽油。

当端部为白色时,系由硅(维修中使用硅密封胶或燃油、润滑油中的硅化合物燃烧后生成的二氧化硅)污染造成,应更换氧传感器并应避免使用硅密封胶。

处在排气气流中的氧传感器 如果在使用中被积炭、铅、硅等污染而无法与氧气接触,将使其逐渐失效。

2) 电阻测量 脱开氧传感器的导线连接器,用欧姆表测量氧传感器的端子 1 与 2 之间的电

阻值。该电阻值一般在暖机后约为 300 k $\Omega$  ,在常温下应为无穷大 ,具体数据应查阅汽车维修手册。如果电阻值不符合要求 ,应更换氧传感器。

### 3) 电压测量 氧传感器的输出电压测量 ,按下列方法进行。

装回氧传感器的导线连接器。

起动发动机在 2 500 r/min 下运转 2 ~ 3 min ,使氧传感器达到工作温度。氧传感器端部温度只有达到 300 $^{\circ}\text{C}$  以上时才能输出电压信号 ,在 800 $^{\circ}\text{C}$  左右时对混合气的变化反应最快。

保持发动机在 2 500 r/min 下稳定运转 ,用电压表测量氧传感器端子 3 与 4 的输出电压 ,电压值应为 0.45 V 左右。如果在改变节气门开度过程中输出电压无变化(氧传感器输出电压的变化范围为 0.1 ~ 0.9 V) ,表明氧传感器工作不良。氧传感器输出电压随可燃混合气混合比变化的关系如图 4 - 64 所示 ,用示波器可观测到这一波形。

试验中如果拔掉一根发动机真空管使混合气变稀 ,氧传感器输出电压应降低至 0.3 ~ 0.1 V ;如果堵住空气滤清器的进气口使混合气变浓 ,氧传感器输出电压应增大至 0.8 ~ 0.9 V。若输出电压不能随之快速变化或输出电压变化在 10 s 内小于 8 次(电压表指针在 10 s 内的波动次数)时 ,表明氧传感器有故障 ,必须更换。

如果电压表读数持续偏高 ,可能系混合气浓或氧传感器被积炭、铅或硅污染造成 ;如果电压表读数持续偏低 ,可能系混合气稀、氧传感器故障或氧传感器与电子控制器 ECU 之间导线电阻过大等原因造成 ;如果电压表读数持续为一个中间值 ,可能系 ECU 回路不通或氧传感器损坏造成。

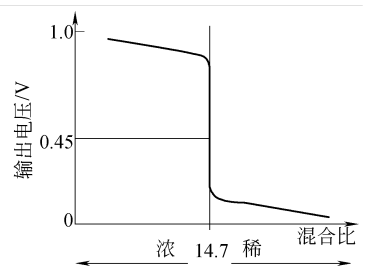


图 4 - 64 氧传感器输出电压随混合气混合比变化的波形图

4) 波形观测 利用示波器可以观测到氧传感器输出信号电压的变化情况。如上所述 ,在发动机正常工作温度下 ,氧传感器输出电压随可燃混合气混合比变化的范围为 0.1 ~ 0.9 V。当输出电压大于 0.45 V 时表示混合气变浓 ,小于 0.45 V 时表示混合气变稀。电子控制器 ECU 根据氧传感器输出电压的变化 ,及时加浓或稀释混合气 ,所以总能把混合气的空燃比控制在理论空燃比(14.7 : 1)附近很窄范围内。因此氧传感器输出电压必须快速地反映混合气混合比的变化 ,才能满足燃油闭环控制系统的要求。由于氧传感器工作在排气气流这种十分恶劣的环境中 ,因而使用寿命逐渐衰减 ,对混合气混合比的反应时间逐渐变长 ,输出的信号电压逐渐变低。氧传感器在临近失效时 ,输出的信号电压将不再变化或根本不输出信号电压 ,此时故障诊断系统产生一个诊断代码。

在发动机高转速下 ,热氧传感器的输出波形如图 4 - 65 所示。如果氧传感器输出电压不能快速地反映混合气混合比的变化 ,已经失效 ,必须更换。

从 20 世纪 80 年代开始 ,有些车型分别在三元催化转换器前、后各装一个氧传感器。电子控制器 ECU 根据前氧传感器输出的信号电压控制混合气混合比 ,根据后氧传感器输出的信号电压监控三元催化转换器的工作状态 ,并进一步提高对空燃比的控制精度。

技术状况良好的氧传感器输出的电信号 ,通过 ECU 的作用 ,可使混合气的混合比总是符合要求的 ,因而三元催化转换器也总是处于效率最佳的排气净化状态。所以 ,氧传感器的检测结果已成为一项重要的综合性评价参数。

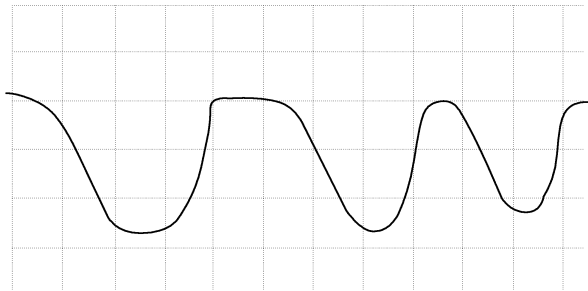


图 4 - 65 氧传感器输出波形图

### 4.3.3 主要执行器的检测方法

#### (1) 怠速控制阀

怠速控制阀 (ISCV) 安装在节气门体上, 在电子控制器 ECU 作用下, 能自动控制怠速运转时进入发动机的空气量, 实现对怠速转速的控制, 保证怠速时能够稳定地运转。电子控制器 ECU 通过发动机转速传感器监测怠速转速, 并根据自动变速器空挡开关、空调压缩机电磁离合器开关、蓄电池充电指示灯、动力转向压力开关等传输来的信号, 不断将实际怠速与预置的目标怠速进行对比, 根据对比出的转速差值, 指令怠速控制阀调节旁空气通道的空气通过量进行怠速补偿, 使怠速转速保持在目标怠速上。

怠速控制阀大致分为两种: 一种为控制节气门全关闭位置的节气门直动式, 另一种为控制节气门旁空气通道空气通过量的旁通空气式。旁通空气式应用普遍。旁通空气式怠速控制阀可分为步进电机式、旋转滑阀式、占空比控制式和开关控制式多种型式, 其共同特点是控制旁空气通道的空气通过量。

本节仅以皇冠 3.0 型汽车 2J - GE 型发动机步进电机式怠速控制阀为例, 介绍怠速控制阀的电阻测量、开闭情况检查和电源电压测量, 其电路图如图 4 - 66 所示, 测量图如图 4 - 67 所示。

1) 电阻测量 用欧姆表测量 ISCV 阀上各端子间的电阻值 (图 4 - 67a)。其 B1 - S1、B1 - S3, B4 - S2、B4 - S4 端子间的标准电阻值, 均应为 10 ~ 30  $\Omega$ 。

2) 开闭情况检查 在把 B1、B2 端子与蓄电池正极连接的情况下, 如果把 S1、S2、S3、S4 端子按顺序与蓄电池负极连接 (搭铁), ISCV 阀应逐渐关闭 (图 4 - 67b); 如果把 S4、S3、S2、S1 端子按顺序与蓄电池负极连接 (搭铁), ISCV 阀应逐渐开启 (图 4 - 67c)。

3) 电源电压测量 如果在确认 ISCV 阀单体正常的情况下怠速控制仍有故障, 须检查使 ISCV 阀动作的电源电压。具体方法是:

点火开关置 ON, 测量 ISCV 阀的接线端 B1、B2 与接地间的电压, 电压值应为 12 V。

如果电源电压正常, 再在发动机停机后的几秒钟内检查 ECU 对 ISCV 阀的控制信号。可用数字万用表脉冲信号 (Hz) 挡检查 ECU 的 ISC1 ~ ISC4 与机壳接地间是否有脉冲信号发生。也可采用示波器观测 ECU 的 ISCV 信号输出是否正常。若输出信号不正常或无信号输出, 则检查

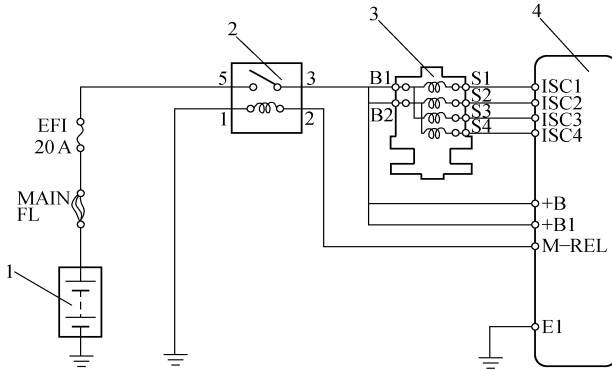


图 4 - 66 2Z - GE 型发动机步进电动机式怠速控制阀电路图

1—蓄电池；2—EFI 主继电器；3—ISCV 阀；4—发动机 ECU

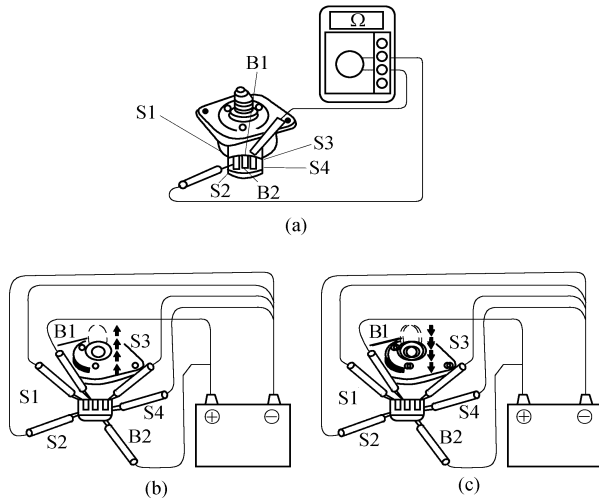


图 4 - 67 2Z - GE 型发动机步进电动机式怠速控制阀测量图

(a) 电阻测量；(b) 关闭情况检查；(c) 开启情况检查

有关传感器及其连线。如果有关传感器及其连线也无问题，则故障在 ECU 内部。

4) 波形观测 利用示波器可以观测到电子控制器 ECU 输出到怠速控制阀的控制信号是否正常。起动发动机怠速运转，连续打开并关闭发动机各用电附属装置，如果装备有自动变速器，还可以在 P 挡和 N 挡之间来回切换，以改变怠速时发动机的负荷。当发动机负荷发生变化时，ECU 应当发出怠速控制指令，怠速控制阀亦应调节旁空气通道的空气通过量，使怠速转速相应变化。如果从示波器上看到控制信号波形，即 ECU 发出了控制信号，而发动机怠速不变化，则怠速控制阀有故障。步进电机式怠速控制阀的控制信号波形如图 4 - 68 所示。

步进电机式怠速控制阀，由于是通过控制步进电机的正反旋转方向和旋转量，来带动阀杆和阀芯的往复运动，使旁空气通道的流通截面发生变化，即怠速进气量发生变化，来达到控制怠

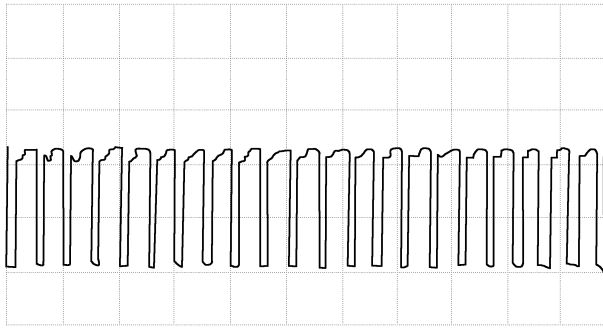


图 4 - 68 步进电机式怠速控制阀的控制信号波形图

速转速目的的。因此,除了应注意检查步进电机式怠速控制阀的电器部分(定子、转子及其电路)外,其机械部分的技术状况也不容忽视。要注意检查阀芯与阀座的密封性,进给丝杠轴向移动的灵活性,有无脏污、堵塞、犯卡现象等。

当发动机出现怠速不稳定时,可能系怠速控制阀技术状况不良造成,但也可能系发动机转速传感器、节气门位置传感器或喷油器等技术状况不良造成的,因此应注意综合检测、分析、判断。

## (2) 电动燃油泵

电控燃油喷射系统 EFI 使用的电动燃油泵安装在燃油箱内或燃油箱外,能把燃油从燃油箱中吸出,加压后输往喷油器。电动燃油泵按结构不同可分为滚柱式、旋涡式和次摆线式三种形式。一般常用的电动燃油泵,在外加电压为 12 V,排出油压为 250 kPa 情况下,排出流量为 100 L/h,消耗电流在 5 A 以下。其中,排出流量随电压的变化而变化。

以丰田凌志 LEXUS LS400 型汽车 1UZ - FE 型发动机和皇冠 3.0 型汽车 2JZ - GE 型发动机的电动燃油泵为例。该两种发动机的共同特点是,除了装备发动机电子控制器 ECU 外,还专门设置了电动燃油泵电子控制器 ECU。这种电动燃油泵电子控制器 ECU 对泵油量的控制,是通过控制电动燃油泵不同的电源电压,进而控制电动燃油泵的转速来达到控制泵油量的。

皇冠 3.0 型汽车 2JZ - GE 型发动机电动燃油泵电路图如图 4 - 69 所示。

### 1) 工作情况检查

用跨接线连接检查连接器的 + B 和 FP 端子。

点火开关置 ON,但不起动发动机。

用手捏住电动燃油泵进油软管,应能感到有压力脉动,并且听到汽油的回流声。

点火开关置 OFF。

取下跨接线。

经检查,如果软管无油压,再检查 EFI 主继电器易熔丝、EFI 熔断器、EFI 主继电器、电动燃油泵 ECU、电动燃油泵、发动机 ECU 和各线束连接器等有无问题。

### 2) 燃油压力检查

蓄电池电压应不低于 11 V。

拆下蓄电池负极接头。

拆下输油管与总输油管的连接螺栓,安装燃油压力表,螺栓扭矩为 42 N·m。

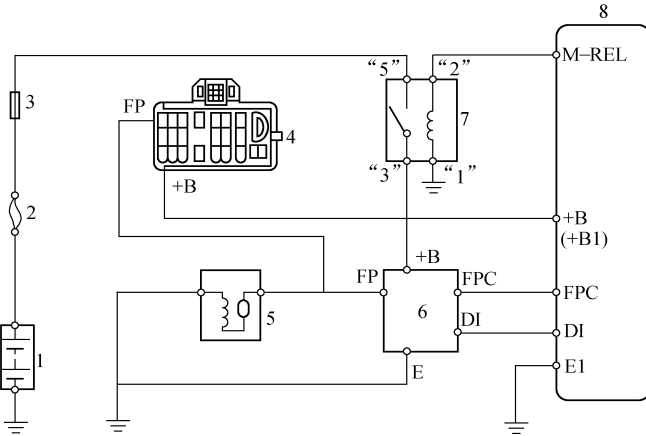


图 4-69 2.2Z - GE 型发动机电动燃油泵电路图

1—蓄电池；2—易熔丝；3—EFI熔断器；4—检查连接器；5—电动燃油泵；

6—电动燃油泵 ECU；7—EFI主继电器；8—发动机 ECU

用跨接线连接检查连接器的 +B 和 FP 端子。

安装蓄电池的负极接头。

点火开关置 ON。

读取燃油压力值。其标准油压应为 265 ~ 304 kPa。如果油压过高，应更换汽油压力调节器；如果油压过低，可检查各部件、软管及接头有无渗漏现象及检查电动燃油泵、燃油滤清器、燃油压力调节器等有无问题。

点火开关置 OFF，拆下跨接线。

起动发动机运转，读取燃油压力值。怠速时标准燃油压力应为 196 ~ 235 kPa。拆下燃油压力调节器上的真空软管，塞住管口。此种情况下，怠速时标准燃油压力应为 265 ~ 304 kPa。若压力不符合要求，则应检查真空软管和燃油压力调节器。

**璩** 发动机熄火，检查燃油压力表的剩余压力 5 min 内应不低于 147 kPa。否则，应检查电动燃油泵、燃油压力调节器和喷油器。

**璩** 点火开关置 OFF，拆下蓄电池负极接头，再拆下燃油压力表，用两个新密封垫圈和接头螺栓，把输油管安装在总输油管上。

**璩** 装蓄电池负极接头。

### 3) 电动燃油泵 ECU 的检查

拆下蓄电池负极接头，脱开电动燃油泵 ECU 的导线连接器。

用欧姆表检测电动燃油泵 ECU 导线连接器上 E 和 DI 端子的

接地电阻，如图 4-70 所示。检查接地电阻时应该导通。如果不导通，应检查导线线路。

安装蓄电池负极接头，连接电动燃油泵 ECU 导线连接器，用电压表测量各种测量条件下电动燃油泵 ECU 导线连接器上 +B、FP、FPC 各端子的接地电压。电压值应符合表 4-14 中的给定值。如果不符合要求，应检查导线线路或更换电动燃油泵 ECU。

### 4) 电动燃油泵车下检查

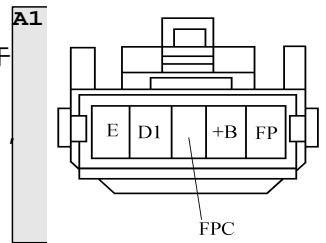


图 4-70 电动燃油泵 ECU 导线连接器

脱开电动燃油泵导线连接器 把电动燃油泵从车上拆下。

用欧姆表测量电动燃油泵两个接线端子之间的电阻(即泵内电机线圈的电阻)。其电阻值在 20 ℃ 时应为 0.2 ~ 0.3 。如果不符合要求 ,应更换电动燃油泵。

表 4 - 14 电动燃油泵 ECU 各端子的电压值

检查项目	连接端子	测量条件	标准电压/V
是否导通	E - 接地		导通
是否导通	D1 - 接地		导通
电压	FP - 接地	突然加速	12 ~ 14
		怠速	8 ~ 10
电压	+ B - 接地	点火开关置 ON	9 ~ 14
电压	FPC - 接地	突然加速到 6 000 r/min 或更高	4 ~ 6
		怠速	2.5

将电动燃油泵与蓄电池连接(注意极性),并远离蓄电池。为防止烧坏电机线圈,每次接通时间不超过 10 s。若泵内电机不转动,则应更换有关组件。

5) 电动燃油泵密封性检查 电动燃油泵经过维护、修理之后,应进行密封性检查,方法如下:

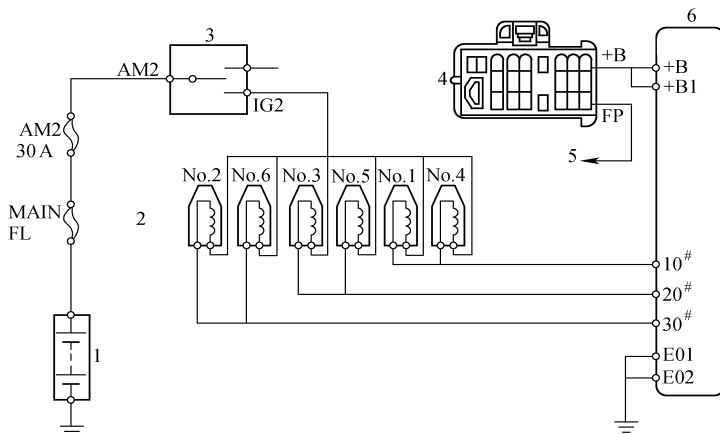


图 4 - 71 喷油器和检查连接器的电路图

1—蓄电池;2—喷油器;3—点火开关;4—检查连接器;

5—接电动燃油泵;6—发动机 ECU

用跨接线把检查连接器的 + B 与 FP 端子连接起来。

点火开关置 ON,但不起动发动机。

用钳子夹住回油软管,汽油管内的汽油达到最大压力,检查电动燃油泵各部是否有漏油之处。

### (3) 喷油器

电控燃油喷射系统 EFI 使用的喷油器是电磁式的,通过绝缘垫圈安装在进气管、进气歧管或气缸盖上,与进气道(或气缸)相通,与输油管道相连,能根据电子控制器 ECU 的喷射控制信号喷射汽油。喷油器喷射的汽油应具有良好的雾化性和一定的喷雾形状,以保证发动机具有良好的

动力性、燃油经济性和排放净化性。

喷油器的分类方法比较多,不同的分类方法可以分出不同的类型。最常见的分类方法是把喷油器分为饱和开关型、峰值保持型和 PNP 型三种类型。

喷油器和检查连接器的电路图如图 4-71 所示。

### 1) 工作情况检查

在发动机起动或正常运转时,把听诊器按在喷油器上,逐缸听诊喷油器是否有喷油声、喷油频率与发动机转速是否一致等。也可用手捏住喷油器,通过感觉到的振动来判断其是否工作。如果听诊不到声音或感觉不到喷油器是在工作,则应检查导线连接及接头情况、喷油器电磁线圈的电阻和 ECU 发来的喷油控制信号等项目。

### 2) 电阻测量

脱开喷油器导线接头,用欧姆表测量接头之间的电阻。在 20 °C 时电阻值应为 13.4 ~ 14.2 。如果电阻值不符合要求,应更换喷油器。

测量之后连接好喷油器导线接头。

3) 喷油量测量 用带流量测定功能的专用喷油器清洗器进行测量。标准喷油量为 (50 ~ 70 cm<sup>3</sup>)/15 s,各喷油器喷油量之差不大于 9 cm<sup>3</sup>,且喷油器不得有滴漏现象。

4) 观测喷油波形 用示波器可以观测到喷油器的喷油波形(电压随时间变化的波形),其标准波形如图 4-72 所示。图中 a 为饱和开关型喷油器标准喷油波形,该种喷油器多适用于多点燃油喷射系统,一般安装在进气门附近;图中 b 为峰值保持型喷油器标准喷油波形,该种喷油器多适用于单点燃油喷射系统,一般安装在节气门体上。

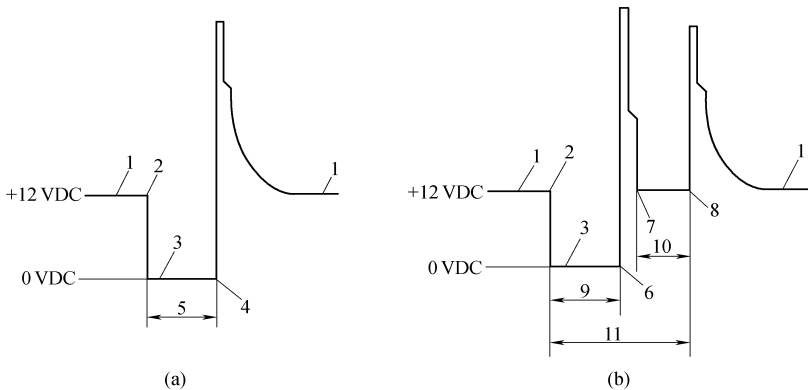


图 4-72 喷油器标准喷油波形

(a) 饱和开关型喷油器标准喷油波形;(b) 峰值保持型喷油器标准喷油波形

- 1—喷油器关闭;2—喷油器开始喷油;3—喷油器喷油;4—喷油结束,喷油器线圈产生自感脉冲;  
5—喷油时间;6—基本喷油量结束,喷油器线圈产生自感脉冲;7—喷油器开始加浓补偿量喷油;  
8—喷油器加浓补偿量喷油结束,喷油器线圈产生自感脉冲;9—基本喷油时间;10—加浓  
补偿量喷油时间;11—总喷油时间

标准喷油波形上各段的含义

- 1——喷油器未喷油时的波形,电压为直流 12 V。  
2——ECU 的喷油信号到达,喷油器控制回路搭铁,喷油器开始喷油。

3——喷油器喷油。由于喷油器控制回路搭铁(电压降至 0 V) 喷油器线圈流入 4 A 电流,产生最大磁吸力使喷油器针阀全开向外喷油。该段波形成为喷油波形上的喷油区,对应的时间为喷油时间,如图 4 - 72a 所示。图 4 - 72b 中该段为基本喷油量,对应的时间为基本喷油时间,一般为 0.8 ~ 1.1 ms。

4——ECU 停止喷油信号到达,喷油器控制回路电流切断,喷油结束,喷油器线圈因内部电场消失而产生自感脉冲,幅值约为 35 V。

5——喷油时间。当燃油控制系统能正确控制混合气浓度时,喷油时间将根据发动机的工况和氧传感器的输出电压发生变化。通常情况下,怠速下的喷油时间一般为 1 ~ 6 ms,起动时或大负荷时的喷油时间一般为 6 ~ 35 ms。

6——峰值保持型喷油器基本喷油量结束,喷油器控制回路的电流由 4 A 立即转换到一个带限流电阻的电路,使电流减小到 1 A 但仍维持喷油器针阀在开启中,以便转入加浓补偿量喷油。由于电流的减小,引起喷油器内线圈电场的减小,故产生自感脉冲,幅值约为 35 V。

7——峰值保持型喷油器在加速、大负荷等工况和大气修正时开始加浓补偿量喷油。

8——ECU 停止喷油信号到达,加浓补偿量喷油结束,喷油器线圈产生自感脉冲,幅值约为 30 V。从开始加浓补偿量喷油到加浓补偿量喷油结束,对应的时间为加浓补偿量喷油时间,为 1.2 ~ 2.5 ms。

9——基本喷油时间。

10——加浓补偿量喷油时间。

11——总喷油时间。峰值保持型喷油器的总喷油时间应从图 4 - 72b 中的 2 开始算起,至 8 结束,包括其中间产生的自感脉冲对应的时间段。中间产生的自感脉冲并不影响喷油器的针阀处于开启中,且自感脉冲对应的时间正是电脑运算增加或减少喷油时间的时间段。峰值保持型喷油器总喷油时间在怠速、起动或大负荷时的长度,同于饱和开关型喷油器的喷油时间长度。

#### 观测喷油波形

a. 起动发动机,在 2 500 r/min 下运转 2 ~ 3 min,直至发动机达到正常工作温度,并使燃油控制系统进入闭环状态。检查氧传感器,技术状况应正常。

b. 关闭空调系统和其他用电设备,变速杆挂 P 挡或 N 挡,操作节气门缓慢改变发动机转速,如果燃油控制系统工作正常,被测波形上喷油时间(对于峰值保持型喷油器应为加浓补偿量喷油时间,下同)应该有相应的变化。当发动机转速增加时,喷油时间增加;反之,喷油时间减少。

c. 当把丙烷喷入进气管或适当遮盖空气滤清器使混合气变浓时,如果燃油控制系统工作正常,被测波形上喷油时间应缩短,以试图使变浓的混合气变稀。

d. 当按下某一真空软管使混合气变稀时,如果燃油控制系统工作正常,被测波形上喷油时间应延长,以试图使变稀的混合气变浓。

e. 发动机在 2 500 r/min 下稳定运转,可以看到各喷油器波形上喷油时间在稍宽与稍窄之间来回变换,变换时间在 0.25 ~ 0.5 ms 之间,说明喷油器工作正常,同时也说明燃油控制系统能使混合气在正常浓、稀之间转换。

如果喷油波形未按上述变化,则可能系喷油器及电路有故障、氧传感器有故障或燃油控制系统在开环下运行。

可以看出,观测并分析喷油波形,不仅可以观测出喷油器的技术状况,而且可以分析、判断出

燃油控制系统的工作是否正常。

实测多点燃油喷射系统正常喷油波形如图 4 - 73 所示 ,实测单点燃油喷射系统正常喷油波形如图 4 - 74 所示。饱和开关型和峰值保持型喷油器工作时 ,ECU 提供的喷油信号是向已供电的喷油器提供搭铁,而 PNP 型喷油器工作时 ECU 提供的喷油信号是向已搭铁的喷油器供电。因而 ,PNP 型喷油器喷油波形是倒置的 ,且很像一个倒置的饱和开关型喷油器喷油波形。

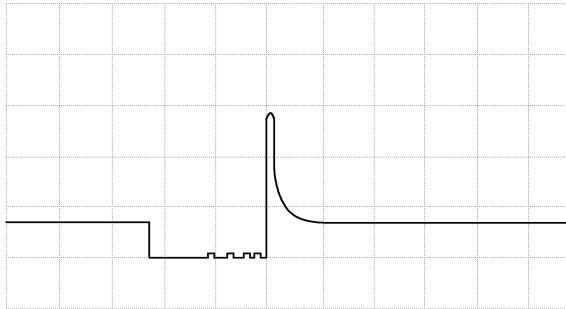


图 4 - 73 实测多点燃油喷射系统正常喷油波形图

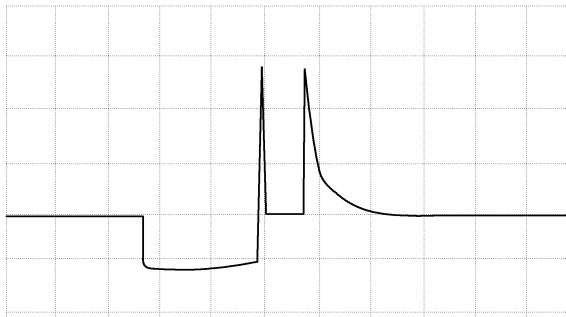


图 4 - 74 实测单点燃油喷射系统正常喷油波形图

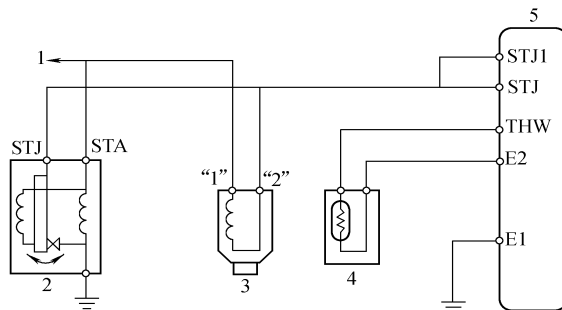


图 4 - 75 1UZ - FE 型发动机冷起动喷油器电路图

1—起动机继电器 ; 2—温度时间开关 ; 3—冷起动喷油器 ;  
4—水温传感器 ; 5—发动机 ECU

#### (4) 冷起动喷油器

冷起动喷油器也是一种电磁式喷油器 ,安装在进气管中节气门的后部 ,进行辅助喷射以改善

发动机的低温起动性能和加快暖机过程。它与一般喷油器的主要区别,一是仅用于冷起动时,因而要求工作电压较低;二是要求喷雾颗粒化,喷雾锥角较大。

以丰田凌志 LEXUS LS400 型汽车 1UZ - FE 型发动机冷起动喷油器为例,其电路图如图 4 - 75 所示。

1) 冷起动喷油器电阻测量 脱开冷起动喷油器的导线连接器,用欧姆表测量冷起动喷油器“1”与“2”端子间的电阻值。该标准电阻值 20 °C 时应为 2 ~ 4  $\Omega$ 。如果不符合要求,应更换冷起动喷油器。更换后连接好导线连接器。

2) 温度时间开关电阻测量 脱开温度时间开关导线连接器,用欧姆表测量温度时间开关各端子间的电阻值,其电阻值应符合表 4 - 15 的给定值。如果不符合要求,应更换温度时间开关。

表 4 - 15 温度时间开关各端子间的电阻值

端 子	标准电阻值/ $\Omega$	冷却液温度/ $^{\circ}\text{C}$
STA - STT	25 ~ 45	15 以下
	65 ~ 85	30 以下
STA - 接地	25 ~ 85	

## 4.4 OBD - 随车诊断系统

为了限制汽车排放,提高燃料的燃烧性能,减少大气污染、光化学烟雾和燃料消耗量,世界上许多国家相继制定了一些法律和法规,采取了愈来愈严厉的限制,汽车厂商也纷纷研制新的技术。1979 年美国通用汽车公司首次在电控燃油喷射系统中使用了随车诊断系统,1985 年美国加州空气资源协会(CARB)开始对汽车提出了应能监测排放系统性能及指示器件失灵的要求,即对汽车增设随车诊断系统提出了要求。

当时要求汽车增设随车诊断系统的目的是:在车辆的排放系统有故障时提示车主注意,并使维修技术人员快速地找到故障来源,以减少汽车废气对大气的污染。可以看出,当时增设随车诊断系统的主要目的是为了监测排放系统,减少废气对大气的污染,并希望为故障诊断带来方便。

1993 年以前的随车诊断系统为第一代随车诊断系统,各厂家采用不同的诊断座、不同的诊断代码和不同的诊断功能,因而在检测诊断中还是感到不方便。OBD - I 是随车诊断系统第二代(ON BOARD DIAGNOSTICS - I)的缩写。它是由美国汽车工程师学会(SAE)制定的,经由美国联邦环保局(EPA)及美国加州空气资源协会(CARB)登记的一套汽车标准。美国加州要求销售到该地区的车辆,不论欧、美、日等国均必须符合该标准。1990 年的美国联邦大气污染防治法要求,迟至 1996 年度,在美国出售的所有汽车都要符合 OBD - I 的要求。该标准要求各汽车厂家提供统一的诊断模式,统一的诊断座,统一的诊断代码,只要一台诊断仪器就可检测诊断所有车种。

在 OBD - I 标准公布后,世界各汽车生产厂家纷纷采用,逐渐形成了国际标准。1994 年约有 10% 的汽车生产厂家采用了这一标准,1995 年约有 50%,而 1996 年几乎全部厂家都在考虑采用这一标准。OBD - I 标准要求对汽车排放和电器元件提供更为精确的监控,覆盖范围要更广,

因而对汽车设计、制造、检测、维修产生了巨大影响。为此,了解、掌握和使用 OBD - 国际标准,将大大简化汽车检测诊断、维护修理工作。

#### 4.4.1 OBD - 随车诊断系统的目标

OBD - 随车诊断系统要求达到:

- 1) 统一诊断座。OBD - 诊断座如图 4 - 76 所示。
- 2) 统一诊断座位置。
- 3) 解码器和车辆之间采用标准通讯规则。
- 4) 统一诊断代码含义。
- 5) 具有行车记录器功能。
- 6) 监控排放控制系统。
- 7) 解码器能够读码、记录数值、清码等。
- 8) 标准的技术缩写术语,定义系统的工作元件。

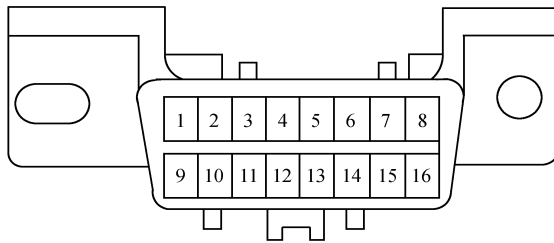


图 4 - 76 OBD - 诊断座

美国汽车工程师学会(SAE)还制定了一条类似国际标准 ISO1941 的通讯标准 J1850,建立了用于车辆传送信息到解码器的标准。除此之外,SAE 还制定了解码器软件标准 J1979。

从图 4 - 76 中可以看出,OBD - 诊断座统一为 16 针(pin)。各针的功能见表 4 - 16。

表 4 - 16 OBD - 诊断座各针作用表

针 的 序 号	针 的 功 能
1	汽车生产厂家自行设定
2	BUS+ 线,SAE J1850
3	汽车生产厂家自行设定
4	底盘搭铁
5	信号搭铁
6	汽车生产厂家自行设定
7	K 线 ISO9141
8	汽车生产厂家自行设定
9	汽车生产厂家自行设定
10	BUS- 线 SAR J1850

续表

针 的 序 号	针 的 功 能
11	汽车生产厂家自行设定
12	汽车生产厂家自行设定
13	汽车生产厂家自行设定
14	汽车生产厂家自行设定
15	L 线 ,ISO9141
16	蓄电池正极

从表 4 - 16 中可以看出 ,在 OBD - 诊断座 16 针中 ,其中 7 个是 OBD - 标准定义的 ,其余 9 个待用 ,可由汽车生产厂家自行设定。

#### 4.4.2 OBD - 随车诊断系统诊断代码的组成与结构

OBD - 随车诊断系统诊断代码由 1 位字母和 4 位数字组成 ,结构如下。

1) 第 1 位为英文字母 ,表示诊断代码的系统划分 (SYSTEM DESIGNATION) ,分配的字母有 4 个 ,划分如下 :

- B—车身系统 ;
- C—底盘系统 ;
- P—动力系统 ;
- U—未定义。

2) 第 2 位为数字 ,表示诊断代码类型 (CODE TYPE) ,共计 4 个数字 ,类型如下 :

- 0—美国汽车工程师学会 (SAE) 定义的 (通用) 诊断代码 ;
- 1—汽车生产厂家定义的 (扩展) 诊断代码 ;
- 2、3—随系统划分 B、C、P、U 的不同而不同。在 P 系统中 ,2 或 3 由 SAE 留作将来使用 ;在 B 或 C 系统中 ,2 为汽车生产厂家保留 ,3 由 SAE 保留。

3) 第 3 位为数字 ,表示故障的系统识别 (SYSTEM IDENTIFICATION) ,共计 10 个数字 ,识别如下 :

- 1—燃油或进气系统故障 ;
- 2—燃油或进气系统故障 ;
- 3—点火系统故障 ;
- 4—排放控制系统故障 ;
- 5—速度控制系统故障 ;
- 6—电脑或输出电路故障 ;
- 7—变速器控制系统故障 ;
- 8—变速器控制系统故障 ;
- 9—SAE 未定义 ;
- 10—SAE 未定义。

4) 第 4、5 位为数字 ,两位数字组合在一起使用 ,表示对具体故障的代码界定 (CODE DEFINITION)。SAE 把不同传感器、执行器和电路分配了不同区段的两位数代码 ,以便使诊断代码表示

的故障更为具体。在区段内,两位数中最小数字表示通用故障,即通用故障码,较大数字表示扩展故障,即扩展故障码。扩展故障码较通用故障码提供了更为具体的故障信息:如电压高或低、信号超出范围、响应太慢等,使诊断代码提供的故障信息更为具体,诊断的针对性更强。例如,美国通用(GM)汽车 OBD - 诊断代码“P0116 发动机水温传感器电压信号不良”、“P0117 发动机水温传感器电压信号太高”与“P0118 发动机水温传感器电压信号太低”就说明了这一问题:P0116 是通用故障码,只表明水温传感器电压信号不良;P0117 与 P0118 是扩展故障码,P0117 进一步表明水温传感器电压信号太高,P0118 进一步表明水温传感器电压信号太低。所以,扩展故障码比通用故障码更具体,针对性更强些。

OBD - 随车诊断系统规定的诊断代码的组成与结构,对于任何厂牌、车型都是适用的,其中某车型的部分诊断代码如表 4 - 17 所列。

表 4 - 17 OBD - 随车诊断系统某车型的部分诊断代码表

诊断代码	诊断代码含义	诊断代码	诊断代码含义
P0100	空气流量计线路故障	P0500	车速信号始终收不到
P0101	怠速时空气流量计电压不良	P0505	怠速(步进电机)控制不良
P0102	空气流量计信号太低	P0750	换挡电磁阀 A 不良
P0201	第一缸喷油器线路不良	P0751	换挡电磁阀 A 卡在全开位置
P0202	第二缸喷油器线路不良	P0753	换挡电磁阀 A 短路或断路
P0301	第一缸有间歇性不点火	P0755	换挡电磁阀 B 不良
P0325	前爆震传感器信号不良	P0756	换挡电磁阀 B 卡在全开位置
P0400	EGR 阀控制系统不良	P0758	换挡电磁阀 B 短路或断路
P0421	三元催化转换器不良	P0770	变矩器离合器电磁阀不良

#### 4.4.3 OBD - 随车诊断系统诊断代码的显示方法

OBD - 随车诊断系统诊断代码的显示(读取)方法,既可以使用解码器等专用检测仪器显示,也可采用如下方法就车显示。

1) 通用(GM)车系 跨接 OBD - 诊断座第 5、6 孔,由仪表板“发动机报警灯”显示诊断代码。

2) 福特(FORD)车系 跨接 OBD - 诊断座第 5、13 孔,由仪表板“发动机报警灯”显示诊断代码。

3) 克莱斯勒(CHRYSLER)车系 将点火开关置 ON,等待 5 ~ 10 s 后,由仪表板“发动机报警灯”显示诊断代码。

4) 沃尔沃(VOLVO)车系 按图 4 - 77 所示跨接 LED 灯,将 A 搭铁 1 s 后脱开即可显示 1 个诊断代码,搭铁 5 s 后可清除该诊断代码。

5) 丰田(TOYOTA)车系 跨接 OBD - 诊断座第 5、6 孔,由仪表板“发动机报警灯”显示诊断代码。

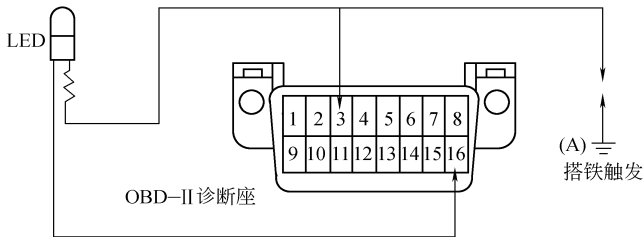


图 4 - 77 沃尔沃车系诊断代码显示方法

6) 三菱 (MITSUBISHI) 车系 可显示以下系统的诊断代码：

跨接 OBD - 诊断座第 5、1 孔 ,由仪表板“发动机报警灯”显示发动机电控系统诊断代码。用 LED 灯跨接 OBD - 诊断座第 4、6 孔 ,由 LED 灯显示变速器电控系统诊断代码 ,用 LED 灯跨接 OBD - 诊断座第 8、4 孔 ,由 LED 灯显示 ABS 电控系统诊断代码。

## 4.5 电控自动变速器系统检测诊断故障的程序和方法

采用自动变速器 ,实现自动换挡 ,是提高车辆使用性能和降低驾驶员劳动强度的有效措施之一。进入 20 世纪 70 年代后期 ,以微机为控制核心的电控自动变速器 (ECT) 系统得到迅速发展。至 20 世纪 90 年代末期 ,美国已有 98% 的汽车装用了电控自动变速器系统 ,欧洲和日本也达到了 80% 的普及率 ,逐渐淘汰了液控自动变速器等其他类型的自动变速器。

电控自动变速器系统一般由液力变矩器、行星齿轮变速器、液压机构、电控系统、冷却系统、工作液、壳体和手动操纵机构等组成。

可以看出 ,电控自动变速器系统结构比较复杂 ,包括了机械部分、液压部分和电控部分 ,而且各国厂商的产品也千差万别 ,一旦出现故障检修难度较大。但是 ,它们的基本工作原理都是一样的 ,因此检测诊断的程序和方法也是有规律可循的。电控自动变速器系统检测诊断的程序和方法 ,以丰田系列汽车自动变速器 ECT 为例 ,介绍如下。

### 4.5.1 倾听用户意见

首先向汽车用户了解电控自动变速器系统 (以下简称为自动变速器) 故障的现象、出现的时机和条件等情况 ,并询问该车在此之前是否找其他厂家检修过以及检修的具体内容等问题。总之 ,要注意倾听汽车用户对故障的陈述、意见和要求 ,以作为诊断的参考性依据之一。

### 4.5.2 进行外观检查

根据自动变速器的故障现象进行外观检查 ,目的在于发现并消除从自动变速器外部能看得见的故障和存在的问题。主要是检查自动变速器是否存在漏油现象、发动机怠速情况、电控系统

接插件是否松动或脱开、节气门拉索和变速杆等的联动装置是否松动或脱开等现象。必要时可驾车路试,以体验汽车的运行状况。

### 4.5.3 用故障诊断系统检测诊断故障

自动变速器的电控系统设有故障诊断系统。如果电控系统发生了故障,自动变速器电子控制器 ECU(有些车型的自动变速器与发动机共用一个 ECU)将故障以诊断代码的形式存储在存储器中,超速挡关断(O/D - OFF)指示灯(在组合仪表板上)闪烁,以告知驾驶员自动变速器出现故障。就车读取诊断代码的程序和方法如下。

#### (1) O/D - OFF 指示灯检查

1) 将点火开关转到 ON。

2) 检查当超速挡(O/D)开关键处于关闭时 O/D - OFF 指示灯是否亮(应只亮不闪);当 O/D 开关键处于打开时,O/D - OFF 指示灯是否熄灭(应熄灭)。O/D 开关键如图 4 - 78 所示。

#### (2) 读取诊断代码

1) 将点火开关转到 ON,但不起动发动机。

2) 将 O/D 开关键置于 ON。如果仅此时 O/D - OFF 指示灯闪烁,说明电子控制器 ECU 中存储有诊断代码。

3) 用专用维修工具 SST(跨接线)连接故障诊断通信连接器 TDCL 或检查连接器的端子 TE1 和 E1,如图 4 - 79 所示。

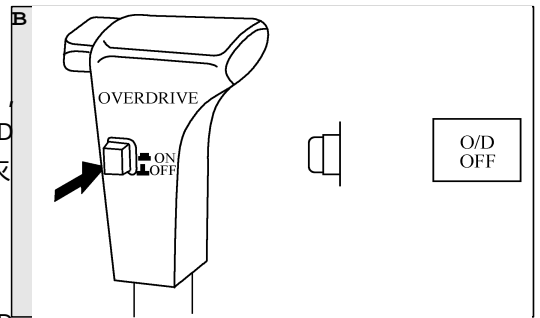


图 4 - 78 超速挡开关键

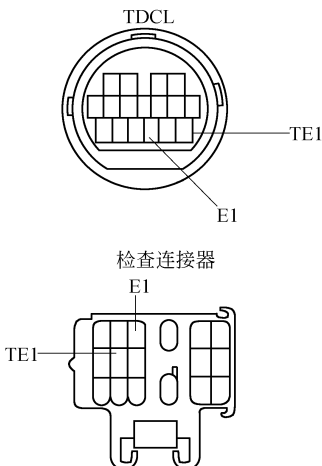


图 4 - 79 TDCL 和检查连接器端子

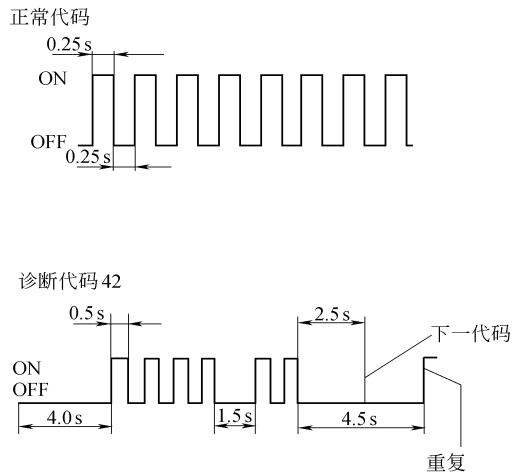


图 4 - 80 正常代码与诊断代码 42 的闪烁

4) 由 O/D - OFF 指示灯不同的闪烁方式(闪烁时间、闪烁频率和时间间隔等),来显示 ECT 电控系统的技术状况。如果电控系统工作正常,指示灯闪 2 次/s;如果电控系统有故障,则显示诊断代码。正常代码和诊断代码 42 的闪烁如图 4 - 80 所示。当存储器中存储两个以上诊断代码时,首先显示较低数码的诊断代码。

### (3) 查阅诊断代码含义,进行电路检查

如果通过 O/D - OFF 指示灯的闪烁读出了诊断代码,说明 ECT 电控系统发生了故障。此时,应根据被检车型在其维修手册中查出诊断代码代表的故障、故障部位和检查方法,然后进行故障诊断,主要是对电路进行检查。也可以通过解码器或其他专用检测仪读取自动变速器的诊断代码,并获得检修的指示内容。丰田系列汽车 ECT 电控系统诊断代码见表 4 - 18。电路检查中,要严格按维修手册中的方法、步骤进行,举例如下。

表 4 - 18 丰田系列汽车 ECT 电控系统诊断代码表

诊断代码	诊断内容	故障部位
42	1 号车速传感器故障	1 号车速传感器 1 号车速传感器配线或连接器 ECU
46	4 号电磁阀开路或短路	4 号电磁阀 4 号电磁阀配线或连接器 ECU
61	2 号车速传感器信号故障	2 号车速传感器 2 号车速传感器配线或连接器 ECU
62	1 号电磁阀开路或短路	1 号或 2 号电磁阀 1 号或 2 号电磁阀配线或连接器 ECU
63	2 号电磁阀开路或短路	
64	3 号电磁阀开路或短路	3 号电磁阀 3 号电磁阀配线或连接器 ECU
67	O/D 直接挡转速传感器信号故障	O/D 直接挡离合器转速传感器 O/D 直接挡转速传感器配线或连接器 O/D 配线或连接器 ECU
68	自动跳合开关短路	自动跳合开关 自动跳合开关配线或连接器 ECU

对于丰田系列汽车,如果读取的诊断代码为 42,通过查其车型维修手册知,故障为 1 号车速传感器故障,需要检查 1 号车速传感器电路。故障部位为: 1 号车速传感器; 1 号车速传感器配线或连接器; ECU。

由于 1 号车速传感器是 2 号车速传感器故障时的备用传感器,所以当车辆在除 N 挡以外的任何挡位行驶时,2 号车速传感器都有信号输出,而 1 号车速传感器无信号输出。诊断代码 42 可

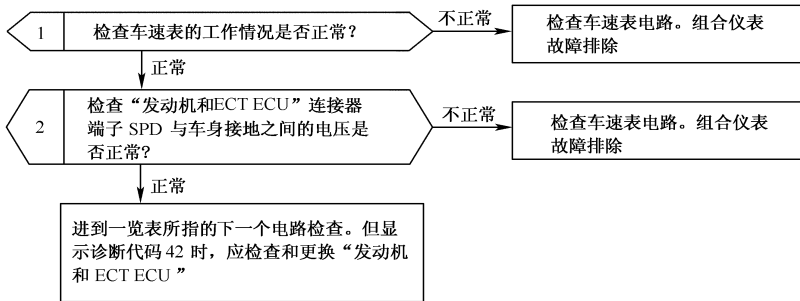


图 4 - 81 诊断代码 42 的诊断流程图

按图 4 - 81 所示诊断流程图进行检查和判断。在具体操作中执行流程图中的每一步时,都要对电路进行仔细检查和测量,直至诊断并排除故障。

#### (4) 清除诊断代码

故障诊断并排除以后,在点火开关关断的情况下,拆下电控汽油喷射系统 EFI 的熔丝 10 s 以上,将 ECU 存储器中的诊断代码清除掉。接通熔丝后还要再检查一下,应能输出正常代码。

### 4.5.4 用传统方法检查、试验、诊断故障

如果超速挡关断(O/D - OFF)指示灯不闪烁或读码时显示正常代码,但自动变速器的故障又确实存在,可采用以下传统方法进行检查、试验和诊断。

#### (1) 基本检查

1) 发动机怠速检查 变速杆置于 N 挡,关闭空调,检查发动机怠速值是否符合原厂规定。发动机怠速一般为 750 r/min 左右。如怠速过低,当从 N 挡或 P 挡换至 R、D、2、L 挡时,会引起车身振动或发动机熄火;如怠速过高,则会产生换挡冲击。并且,当换至行驶挡起步时,车辆自行“爬行”过于明显。

2) 节气门全开检查 将加速踏板踩到底,检查节气门能否全开。若节气门不能全开,则会产生发动机加速不良、全负荷时输出功率不足和不能达到最高车速等故障。

3) 节气门阀拉索检查 该拉索过松过紧均不行,必须符合原厂规定。如丰田系列汽车规定,当节气门全开时,拉索标记距拉索罩套口的距离为 0 ~ 1 mm,如图 4 - 82 所示。若拉索调整过紧,则使加速踏板控制液压过高,引起换挡点升高而造成换挡冲击;若拉索调整过松,则使加速踏板控制液压过低,引起换挡点降低而造成功率消耗。

4) 变速杆检查 将变速杆换至 P、R、N、D、2、L 各挡位,检查挡位是否正确和挡位开关指示灯的指示是否正确。否则,应对其传动机构进行仔细调整。

5) 液位检查 该项检查必须在自动变速器升温后和发动机怠速运转的情况下进行。先将变速杆从 P 挡换至 R、N、D、2、L 各挡,再从 L 挡换至 2、D、N、R、P 各挡,在每个挡位下都应停留数秒钟,以使各挡位充分排气充油。然后拔出变速器油标尺并擦拭干净,将油标尺重新全部插入套管,再拔出油标尺检查液位。如果液位在油标尺“HOT”上下标记范围之内(如图 4 - 83 所示),则符合要求;如果液位低于“HOT”下限,则须加油。

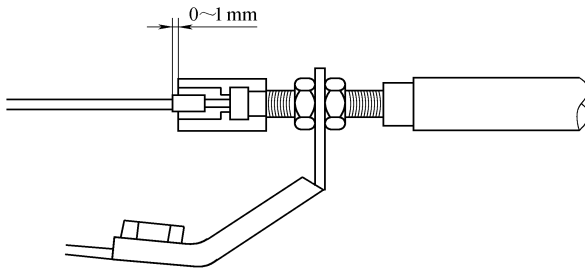


图 4 - 82 拉索标记距拉索罩套口的距离

自动变速器液位对自动变速器的工作性能影响很大。如果液位低于规定范围,就会出现自动变速器的离合器和制动器打滑,汽车加速性能变差,换挡时冲击过度,行星齿轮和其他旋转零件润滑不足等问题。如果液位高于规定范围,就会出现油液从加油管或通风管溢出,控制阀阀体内的排泄孔堵塞,阻碍自动变速器的离合器和制动器平顺脱开,换挡不平稳等问题。

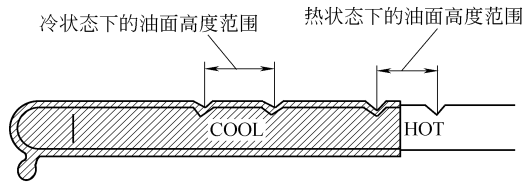


图 4 - 83 液位检查

6) 油质检查 自动变速器油液品质发生变化,如颜色变黑、有焦糊味、黏度变大或变小等,则应更换,否则会影响自动变速器的正常工作。检查时,拔出自动变速器油尺,观察油的颜色,嗅嗅油的气味,用手指捻试一下油的黏度,凭经验做出判断。油液品质变化与可能形成的原因如表 4 - 19 所列。

表 4 - 19 油液品质变化与可能形成的原因

油液品质	可能形成的原因
油液清洁且呈红色	品质正常
油液呈深红色或褐色	未及时更换油液 长期重载行驶、某部件打滑或损坏等原因造成油液温度太高
油液中有金属颗粒	离合器片、制动器片或单向离合器磨损严重
油尺上黏附有胶质油膏	油温过高
油液有焦糊味	油面过低、油温过高、油液冷却器或管路堵塞

7) 空挡起动开关检查 检查发动机是否仅能在变速杆处于 N 挡或 P 挡时才能起动,而在其他挡位时不能起动。如果在其他挡位能起动,则发动机一起动汽车就开始行驶,因此是不允许的。

8) 超速挡控制开关检查 将自动变速器运转至正常工作温度,发动机熄火,打开点火开关,连续接通并断开超速挡开关,察听变速器内的电磁阀应有操作声。有操作声说明 3 挡与超速挡之间能够进行相互变换。汽车路试中,当车速达到超速挡起作用车速以后,接通超速挡开关,在同一发动机转速下车速应有明显升高。

## (2) 失速试验

自动变速器失速,是指变矩器涡轮在负荷太大而停止转动时泵轮的转速。该试验通过挂挡和制动使涡轮不转,测试泵轮(即发动机)转速,以便分析故障原因。

1) 试验目的 在试验条件下通过测试在D挡和R挡时的发动机最大转速,检查发动机与自动变速器的综合性能。主要是测试发动机输出功率是否正常,液力变矩器导轮单向离合器是否良好,行星齿轮系统的离合器和制动器是否打滑等项目。

### 2) 试验方法

在行车制动器和驻车制动器性能良好,自动变速器液位正常的情况下,将自动变速器油液温度升至正常工作温度(50~80℃,下同)。

汽车停于平坦的场地上,用三角木抵住前后车轮,拉紧驻车制动器,发动机在怠速下运转,左脚用力踩住制动踏板,将变速杆置于D挡,右脚把加速踏板迅速踩到底,使节气门全开,时间不超过5s,然后迅速抬起加速踏板。

当发动机转速上升至稳定值时,读取此时的发动机转速值。该转速称为“失速转速”,一般应为2000r/min左右(因车型而异,具体数值须查维修手册)。

按以上方法,将变速杆置于R挡,进行同样的试验。

### 3) 试验结果分析

如果D挡和R挡失速相同,且都低于规定值,可能系发动机功率不足或变矩器导轮单向离合器工作不正常造成的。如果失速低于规定转速值600r/min以上,则变矩器可能损坏。

如果D挡失速转速高于规定值,可能系线路油压太低,前进离合器打滑,2号单向离合器工作不良或O/D单向离合器工作不良造成的。

如果R挡失速转速高于规定值,可能系线路油压太低,直接离合器打滑,第一挡及倒挡离合器打滑或O/D单向离合器工作不良造成的。

### (3) 液压试验

1) 试验目的 测试自动变速器液压控制系统中的油液压力,用以判断泵、阀的技术状况、密封性能和节气门阀拉索的调整状况。

2) 试验准备 为了液压试验方便,一般在自动变速器壳体的有关位置设有数个测量不同油路液压的测压孔,用于安装液压表,平时用方头螺塞堵住,其具体位置可从该车型维修手册中查到。液压试验前应查到这些测压孔,如果查不到,可采用以下方法找到。

用举升器将汽车升起,发动机怠速运转,分别将各个侧压孔螺塞旋松,观察当变速杆处于不同挡位时是否有压力油液流出,依此判断各油路具体位置。

变速杆位于R、D、2、L各挡位时都有压力油流出,为主油路侧压孔。

变速杆位于D、2、L各挡位时都有压力油流出,为前进挡油路侧压孔。

变速杆位于R挡位时有压力油流出,为倒挡油路侧压孔。

变速杆位于D、2、L各挡位时,并且在驱动轮转动后才有压力油流出,为调速器油路侧压孔。

### 3) 试验方法

#### 主油路液压试验

i 自动变速器预热至正常工作温度,找到自动变速器壳体上的主油路侧压孔,连接液压表。当进行前进挡(D、2、L挡)主油路液压试验时,也可以将液压表连接在前进挡油路测压孔上,当进

行倒挡(R 挡)主油路液压试验时,也可以将液压表连接在倒挡油路测压孔上。

ii 拉紧驻车制动器,用三角木塞住四轮,左脚用力踩下制动踏板,变速杆推入 D 挡,测量发动机怠速工况下前进挡的主油路油液压力。

iii 在上述状态下,右脚将加速踏板踩到底,在发动机达到失速转速时读取油液最大压力值,该油液压力值即为失速工况下的前进挡主油路油液压力。注意读取油液压力值后要立即抬起加速踏板。

将变速杆分别推入 2、L 挡,重复上述试验,可测得各个前进挡在怠速工况下和失速工况下的主油路油液压力。

iv 在 R 挡重复上述试验,可测得倒挡在怠速工况下和失速工况下的主油路油液压力。

v 测出的主油路液压值应与规定值对照。如果未达到规定值,应检查节气门阀拉索的调整状况,视需要重新调整并重复做主油路液压试验。

不同车型自动变速器的主油路液压规定值不完全相同,应查阅维修手册。几种常见车型自动变速器主油路液压规定值见表 4 - 20。

vi 结果分析

a. 在任何范围油液压力均高于规定值,可能系节气门阀拉索调整不当、节气门阀失效或调压阀失效等造成的。

b. 在任何范围油液压力均低于规定值,可能系节气门阀拉索调整不当、节气门阀失效、调压阀失效、液压泵效能不佳或 O/D 直接离合器损坏等造成的。

c. 只在 D 挡位置油液压力低,可能系 D 挡油路泄漏或前进离合器故障等造成的。

d. 只在 R 挡位置油液压力低,可能系 R 挡油路泄漏、直接离合器故障或一倒挡制动器故障等造成的。

调速器液压试验

i 用举升器将汽车升起。

ii 在自动变速器壳体调速器测压孔上接上液压表。

iii 起动发动机,变速杆置前进挡位置,松开驻车制动器,缓慢踩下加速踏板,使驱动轮转动。

iv 读取不同车速下的调速器油液压力。

v 试验结果分析 将测试结果与规定值比较,如果调速器油液压力太低,可能系主油路压力太低、调速器油路漏油或调速器工作不正常等原因造成的。

(4) 时滞试验

发动机怠速运转,移动变速杆从 N 挡换入前进挡或倒挡时,在换入挡位前会感觉到有一定时间的迟滞或延时,称为自动变速器换挡时滞时间。

1) 试验目的 测出时滞时间,用时滞时间的长短检查主油路液压和 O/D 单向离合器、前进离合器、直接离合器和一倒挡制动器的工作情况是否正常。

2) 试验方法

变速器预热到正常工作温度,发动机怠速运转,变速杆置 N 挡位置,拉紧驻车制动器。

变速杆从 N 挡换入 D 挡,用秒表测量从移动变速杆起到有振动感时止的时间。试验进行 3 次,时滞时间取 3 次试验的平均值。

表 4-20 常见车型自动变速器主油路液压规定值

车 型	自动变速器型号	发动机型号	变速杆位置	主油路液压/kPa	
				怠速工况	失速工况
丰田 HIACE	A45DL	1RZ、2RZ	D	354 ~ 402	1 030 ~ 1 196
			R	500 ~ 569	1 424 ~ 1 785
		2L、3L	D	344 ~ 431	1 098 ~ 1 294
			R	451 ~ 657	1 471 ~ 1 863
		2RZ - E	D	441 ~ 500	990 ~ 1 167
			R	667 ~ 745	1 471 ~ 1 863
丰田 PREVIA	A46DE	2JZ - FE	D	364 ~ 402	1 040 ~ 1 304
			R	500 ~ 559	1 404 ~ 1 863
丰田 CROWN	A340E	2JZ - GE	D	364 ~ 422	904 ~ 1 147
			R	500 ~ 598	1 236 ~ 1 589
	A42DL	1G - FE	D	354 ~ 402	1 030 ~ 1 196
			R	500 ~ 569	1 424 ~ 1 785
丰田 CORONA	A240E	4A - FE	D	374 ~ 422	904 ~ 1 050
			R	550 ~ 707	1 414 ~ 1 648
	A241E	3S - FE	D	374 ~ 422	904 ~ 1 050
			R	638 ~ 795	1 560 ~ 1 893
	A241L	2C	D	374 ~ 422	824 ~ 971
			R	647 ~ 794	1 424 ~ 1 755
丰田 CAMRY	A540E	3VZ - FE	D	354 ~ 412	994 ~ 1 040
			R	574 ~ 745	1 608 ~ 1 873
凌志 LS400	A341E、A342E	1UZ - FE	D	384 ~ 441	1 206 ~ 1 363
			R	579 ~ 657	1 638 ~ 1 863
尼桑	L4N71B	VG30E、VG30S	D	314 ~ 373	1 157 ~ 1 275
			R	549 ~ 686	2 187 ~ 2 373
		LD28	D	384 ~ 481	1 020 ~ 1 196
			R	726 ~ 824	1 924 ~ 2 079
宝马	ZF4HP22/EH	325e、524td、528e 系列	D	588 ~ 735	
			R	1 078 ~ 1 274	
		535I、635csi、735I 系列	D	588 ~ 735	
			R	1 470 ~ 1 666	

按上述同样方法,在间隔 1 min 后测量从 N 挡换入 R 挡的时滞时间。

3) 结果分析 自动变速器从 N 挡换入 D 挡的时滞时间一般应小于 1.0~1.2 s,如丰田系列汽车该时滞时间要求小于 1.2 s;从 N 挡换入 R 挡的时滞时间一般应小于 1.2~1.5 s,如丰田系列汽车该时滞时间要求小于 1.5 s。

如果 N 挡至 D 挡时滞时间大于规定值,可能系主油路油液压力太低、前进离合器摩擦片磨损或 O/D 单向离合器工作不良造成的。

如果 N 挡至 R 挡时滞时间大于规定值,可能系倒挡主油路油液压力太低、倒挡离合器或制动器磨损严重造成的。

#### (5) 道路试验

自动变速器的道路试验不仅在其维修前进行,而且在其维修后也应进行,以检查是否恢复了工作性能。

1) 试验目的 用于检查换挡点(升挡和降挡的转速)、换挡冲击和换挡执行元件是否有打滑、振动和噪声等现象。

2) 试验方法 自动变速器应预热至正常工作温度。

D 挡试验 变速杆置 D 挡位置,打开 O/D 开关,踩下加速踏板使节气门全开,进行以下试验:

i 升挡试验 在汽车加速过程中,自动变速器应能自动按 1 挡至 2 挡、2 挡至 3 挡、3 挡至 O/D 挡的规律升挡,升挡点应与该车型自动换挡表(因车型而异,须查维修手册)相吻合。路试中,当自动变速器升挡时,发动机会有的短时的转速下降,车身也会有轻微的振动,因而试车员应能感觉到汽车是否顺利地由 1 挡升至 2 挡、2 挡升至 3 挡、3 挡升至 O/D 挡。当试车员感觉到汽车升挡时,及时记下升挡车速。

自动变速器如果有模式选择开关,应在 NORMAL(标准)模式和 PWR(动力)模式下各进行一次升挡试验。需要注意的是,当发动机冷却水温度低于 60℃ 时,不会出现 O/D 升挡及锁定动作。

分析方法:

a. 如无 1 挡至 2 挡升挡,可能系 2 号电磁阀卡住或 1 挡至 2 挡换挡阀卡住。  
b. 如无 2 挡至 3 挡升挡,可能系 1 号电磁阀卡住或 2 挡至 3 挡换挡阀卡住。  
c. 如无 3 挡至 O/D 升挡,可能系 3 挡至 O/D 挡换挡阀卡住。  
d. 如换挡点不正常,可能系节气门阀、1 挡至 2 挡换挡阀、2 挡至 3 挡换挡阀或 3 挡至 O/D 挡换挡阀等发生故障。

e. 如锁定不正常,可能系锁定电磁阀卡住或锁定继电器阀卡住。

ii 检查振动及打滑情况 用与上述同样的试验方法检查 1 挡至 2 挡、2 挡至 3 挡和 3 挡至 O/D 挡升挡时的振动及打滑情况。如振动太大,可能系主油路油液压力太高、蓄压器故障或单向阀故障造成的。

iii 检查不正常噪声和振动 在 D 挡位置以 O/D 挡或锁定状态下行车,以检查不正常噪声和振动。检查中要非常仔细,因为传动轴、差速器和变矩器不平衡也会引起振动和噪声,要注意区别。

iv 降挡试验 在 D 挡位置以 O/D 挡、3 挡、2 挡行车,检查降挡车速是否与自动换挡表所示

O/D挡至3挡、3挡至2挡、2挡至1挡降挡点一致。如降挡车速有异常,可能系节气门阀拉索调整不当或相关挡换挡阀有故障。

检查降挡时是否有反常振动及打滑现象。

v 检查锁定机构 在D挡位置以O/D挡稳定行驶,车速在75 km/h左右,使变矩器锁止离合器啮合,踩下加速踏板,发动机转速应无突然改变,而是与车速同步上升。如发动机转速猛增,说明锁止离合器未锁定,可能系锁止离合器的控制系统有故障。

2挡试验 变速杆置2挡位置,将加速踏板稳定在节气门全开位置,在路试中检查下列内容:

i 能否自动地从1挡升至2挡,升挡点是否与自动换挡表相符合。试验中注意2挡位置无O/D升挡及锁定动作。

ii 在2挡位置以2挡行车,松开加速踏板检查发动机制动效果。如无制动效果,可能系2挡制动器有故障。

iii 检查有无不正常振动和噪声。

L挡试验 变速杆置L挡位置,路试中不应出现1挡至2挡升挡现象。松开加速踏板应有良好的发动机制动效果,否则为一倒挡制动器失效。加、减速行驶时,应无不正常振动和噪声。

R挡试验 变速杆置于R挡位置,节气门全开行驶,应能迅速倒车,不应有倒车打滑现象。

P挡试验 将车停于一斜坡(大于5°)上,变速杆置于P挡位置,放松驻车制动器,检查停车锁爪是否可以将在原处。

强制低挡试验 使汽车在D挡位下中速行驶,迅速踩下加速踏板,此时自动变速器应自动降低一个挡位,并有明显的增扭效果,抬起加速踏板后又能自动回到原来的高挡位,说明自动变速器强制低挡功能正常。

i 如果迅速踩下加速踏板后未自动降低一个挡位,说明自动变速器强制低挡功能失效。

ii 如果迅速踩下加速踏板后能自动降低一个挡位,但发动机转速异常升高,抬起加速踏板升挡时出现换挡冲击,说明换挡执行元件磨损严重(打滑)。

#### (6) 手动换挡试验

1) 试验目的 确定变速器是电路故障、机械故障还是液压故障。

2) 试验方法

首先脱开自动变速器上所有换挡电磁阀的线束连接器,使ECU控制换挡的作用消失。

将变速杆按顺序置入L挡、2挡、D挡,并预先打开O/D挡,进行道路试验。

观察发动机转速与汽车车速之间的对应关系。厂牌、车型不同时,发动机转速与汽车车速之间的对应关系也不同,具体情况应查维修手册。当发动机转速为2000 r/min时,各挡位对应的车速可参考表4-21。

表4-21 发动机转速与汽车车速之间的对应关系

变速杆挡位	发动机转速/(r/min)	汽车车速/(km/h)
1挡	2 000	18 ~ 22
2挡	2 000	34 ~ 38
3挡	2 000	50 ~ 55
超速挡	2 000	70 ~ 75

表 4-22 丰田系列自动变速器电控系统故障诊断表

故障部位 征 兆		1号 2号电磁线圈电路	3号电磁线圈电路	4号电磁线圈电路	1号车速传感器电路	2号车速传感器电路	O/D直接挡离合器电路	主节气门位置传感器电路	空挡启动开关电路	自动跳合开关电路	停车灯开关电路	模式选择开关电路	O/D开关	OFF指示灯电路	O/D解除信号电路	水温传感器电路	发动机和ECT的ECU	见就车诊断表	见分解诊断表
车辆不能在任何前进挡或倒挡行驶																		1	2
车辆不能在特定的一个挡位或几个挡位行驶																		1	2
无上行换挡	1挡 2挡	1			3	3	2										6	4	5
	2挡 3挡	1			3	3	2									6	7	4	5
	3挡 O/D挡	2			4	4	3	5					1	6	7	10	8	9	
无下行换挡	O/D挡 3挡	3			4	4	3		5				1				7	6	
	3挡 2挡	2			3	3	1		4								6	5	
	2挡 1挡	2			3	3	1		4								7	5	6
无锁定			1		4	4	2	5			3					6	9	7	8
无锁定解除			2		4	4	1				3						7	5	6
换挡位置太高或太低					4	4	1	2				3					5		
在L挡位上行至2挡;在L挡位上行至3挡									1									2	
O/D开关在OFF位置,但由3挡上行至O/D挡														1				2	
发动机未暖机,但由3挡上行至O/D挡															1	2	5	3	4
接合不柔和	N挡 D挡			2			1	3									6	4	5
	锁定		2			3	1										6	4	5
	任何挡位			2		3	4	1									7	5	6
滑移或打颤	前进挡和倒挡																	1	2
	特定挡位																	1	2
无发动机制动																		1	2
加速不良		1															3		2
无自动跳合		3					2		1								5	4	
无模式选择												1					2		
起动后或停车时振动大或发动机失速			2								1						4		3



如果各挡位均符合发动机转速与车速的对应关系,说明自动变速器机械部分和液压部分正常,否则,说明自动变速器机械部分或液压部分有故障。

试验结束后,连接电磁阀线束连接器,清除诊断代码。

#### (7) 故障诊断

自动变速器的故障诊断,以丰田汽车为例,可按表 4 - 22、表 4 - 23 进行。诊断故障过程中,应按表中给出的该故障诊断顺序(1、2、3、4...) ,采取逐项排除的方法进行,直至将故障诊断出并排除之。

## 4.6 防抱死制动系统检测诊断的程序和方法

汽车防抱死制动系统 ABS(Anti Lock Brake System)是提高汽车行驶安全性的重要装置。它能使汽车紧急制动时,防止车轮抱死以获取最大制动力,并保持行驶方向的稳定性和转向时良好的操纵性。

以日本丰田凌志 LEXUS LS400 型汽车的 ABS 为例介绍以下内容。

LEXUS LS400 型汽车的 ABS 是由防抱死制动系统电子控制器(ABS ECU)、ABS 执行器、车速传感器和 ABS 报警灯等组成的。其中,ABS 执行器主要由 ABS 主继电器、泵马达继电器和三位电磁阀等组成。汽车紧急制动时,ABS ECU 能计算车轮的旋转速度并换算成车速,然后判断路面和轮胎的状况,使 ABS 执行器动作,把最适宜的制动液压力供给每个车轮制动器,避免车轮抱死,使车轮与地面的滑移率保持在最佳范围(10% ~ 30%)之内,以达到最大制动效能。

ABS 装备有故障诊断系统。如果 ABS 中任一信号系统出现故障,驾驶室组合仪表上的 ABS 报警灯点亮,告知驾驶员出现故障。同时,ABS ECU 把故障以代码形式存储起来,以利检修人员读出诊断代码,检测、分析、判断并排除故障。

### 4.6.1 故障诊断系统使用方法

#### (1) 检查 ABS 报警灯

点火开关置 ON 位置时,此灯亮 3 s 时间为正常。ABS 报警灯的位置如图 4 - 84 所示。

#### (2) 读取诊断代码

1) 点火开关置 ON 位置,脱开维修用连接器接头,如图 4 - 85 所示。

2) 用专用维修工具 SST(跨接线)连接故障诊断通信连接器 TDCL 或检查连接器的端子 TC 和 E1,如图 4 - 86 所示。

3) 读取诊断代码 通过观察 ABS 报警灯不同的闪烁方式(闪烁时间、闪烁频率、时间间隔等),读取正常代码或故障诊断代码。正常代码、诊断代码 11 与 21 如图 4 - 87 所示。如果有两个或更多故障出现,则数字最小的诊断代码首先显示。

4) ABS 诊断代码见表 4 - 24。

5) 读取诊断代码完毕,脱开端子 TC 和 E1,关闭点火开关。

#### (3) 检查车速传感器

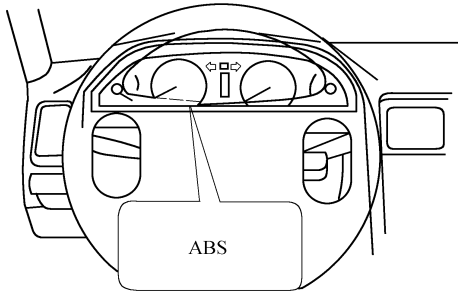


图 4-84 ABS 报警灯位置

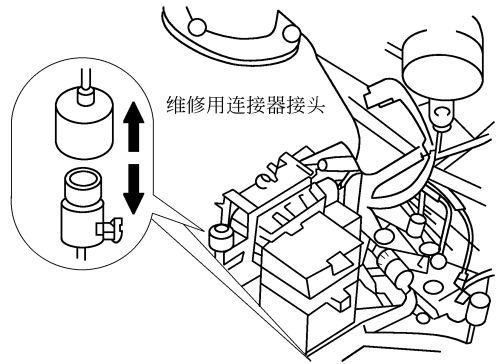


图 4-85 脱开维修用连接器接头

- 1) 点火开关置 OFF 位置, 踩下驻车制动踏板, 用 SST 连接检查连接器的端子 TS 和 E1、TC 和 E1。注意不要踩行车制动踏板。
- 2) 起动发动机, 检查 ABS 报警灯, 应该闪烁。

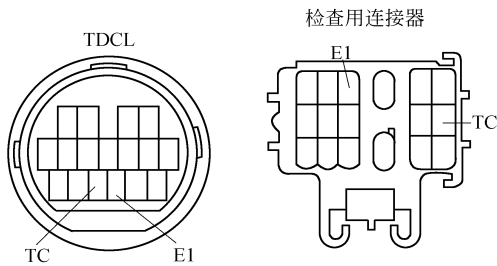


图 4-86 故障诊断通信连接器 TDCL 和检查连接器

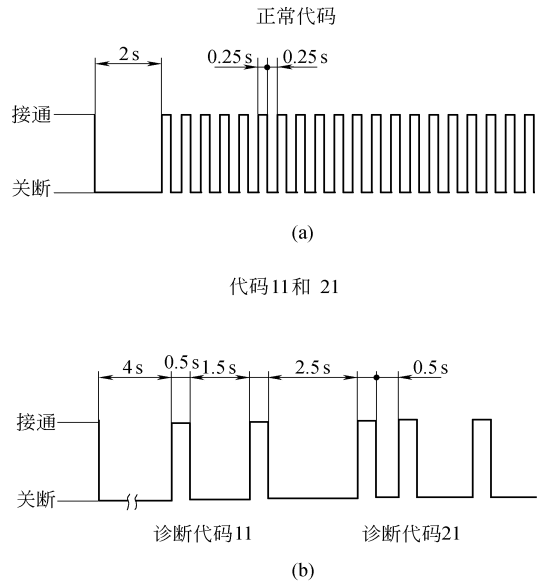


图 4-87 ABS 报警灯闪烁方式举例




(a) 正常代码 ; (b) 诊断代码 11 与 21

- 3) 放开驻车制动器, 驾驶车辆向前行驶, 检查当车辆达到表 4-25 所列速度时, ABS 报警灯是否闪烁或者持续点亮。
- 4) 停车, 读取 ABS 报警灯闪烁次数。正常情况下, ABS 报警灯将以每隔 0.125 s 的频率亮和灭(接通和关断)。

表 4 - 24 ABS 系统诊断代码表

诊断代码	ABS 报警灯闪烁方式	
11	接通 关断 	ABS 电磁继电器 电路开路
12	接通 关断 	ABS 电磁继电器 电路短路
13	接通 关断 	泵 马达继电器 电路开路
14	接通 关断 	泵 马达继电器 电路短路
21	接通 关断 	前右轮三位电磁阀 电路开路或短路
22	接通 关断 	前左轮三位电磁阀 电路开路或短路
23	接通 关断 	后右轮三位电磁阀 电路 (或后轮电磁阀电路) 开路或短路
24	接通 关断 	后左轮三位电磁阀 电路开路或短路
31	接通 关断 	前右轮车速传感器信号出错
32	接通 关断 	前左轮车速传感器信号出错
33	接通 关断 	后右轮车速传感器信号出错
34	接通 关断 	后左轮车速传感器信号出错
35	接通 关断 	前左或后右车速传感器电路开路
36	接通 关断 	前右或后左车速传感器电路开路
37	接通 关断 	前车速传感器转子故障
41	接通 关断 	蓄电池电压过低或异常高

续表

诊断代码	ABS 报警灯闪烁方式	
43	接通 关断 	TRC 控制系统失灵
51	接通 关断 	泵马达闭锁
常通	接通 关断 	ECU 失灵

仅指带牵引控制系统 TRC 的汽车。

仅指不带牵引控制系统 TRC 的汽车。

表 4 - 25 不同车速下 ABS 报警灯状态

车速/(km/h)	ABS 报警灯状态	车速/(km/h)	ABS 报警灯状态
0 ~ 3	闪烁(正常) 持续亮(不正常)	56 ~ 109	闪烁(正常) 持续亮(不正常)
4 ~ 6	熄灭 1 s 后持续亮	110 ~ 130(参考)	熄灭 1 s 后持续亮
7 ~ 44	闪烁(正常) 持续亮(不正常)	131 或更高 (参考)	闪烁(正常) 持续亮(不正常)
45 ~ 55	闪烁 熄灭 1 s 后持续亮		

如果有两个或两个以上的故障同时出现,则数字小的诊断代码首先显示。ABS 车速传感器检查功能的诊断代码见表 4 - 26。

#### 5) 车速传感器检查完毕后,断开检查连接器的端子 TS 和 E1、TC 和 E1。

表 4 - 26 ABS 车速传感器检查功能的诊断代码表

诊断代码	诊断内容	故障部位
71	前右车速传感器输出电压低	前右车速传感器 传感器安装方法
72	前左车速传感器输出电压低	前左车速传感器 传感器安装方法
73	后右车速传感器输出电压低	后右车速传感器 传感器安装方法
74	后左车速传感器输出电压低	后左车速传感器 传感器安装方法

续表

诊断代码	诊断内容	故障部位
75	前右车速传感器输出电压不正常变化	前右车速传感器转子
76	前左车速传感器输出电压不正常变化	前左车速传感器转子
77	后右车速传感器输出电压不正常变化	后右车速传感器转子
78	后左车速传感器输出电压不正常变化	后左车速传感器转子

### 4.6.2 根据诊断代码检测诊断故障

通过 ABS 报警灯的闪烁就车读取诊断代码后,要根据车型在其维修手册中查出诊断代码代表的故障现象、故障部位和检查方法,然后对故障进行检测诊断,主要是对电路进行检查。也可以通过解码器或其他专用检测仪读取诊断代码,并获得检修的指示内容。电路检查中,要严格按照维修手册给出的程序和方法进行,举例如下。

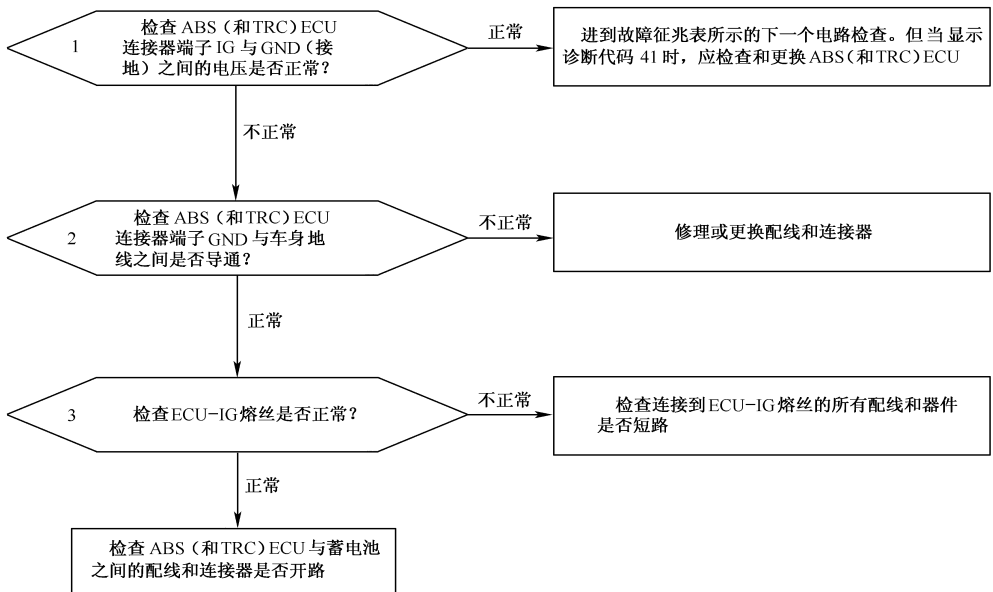


图 4 - 88 诊断代码 41 的故障诊断流程图

如果诊断代码为 41,通过查其维修手册得知,故障为蓄电池电压过低(一段时间内低至 9.5 V 或更低)或异常高(一段时间内高达 17 V 或更高),需要查 IG(点火)电源电路。该电源电路是 ECU 的电源,也是 CPU 和 ABS 执行器的电源。通过查维修手册还得知故障部位为: 蓄电池; 充电电路; 蓄电池与 ECU、ECU 与车身地线之间的配线或连接器; ECU。

故障诊断开始时,首先检查蓄电池电压。如电压不在 10 ~ 14 V 之间,应检查并修理充电系统。然后,按图 4 - 88 所示诊断流程图进行检查和判断。在具体操作中,应按流程图中的每一步

对电路进行仔细检查和测量,直至诊断出故障并排除之。

故障排除后,ECU 内的诊断代码应被消除。丰田系列汽车,在满足以下 4 条的情况下,3 s 内踩制动踏板 8 次,即可消除 ABS 的诊断代码。

- 1) 汽车静止。
- 2) 点火开关置 ON 位置。
- 3) 将检查连接器上的短路插销取出(如图 4 - 89 所示)。
- 4) 连接检查连接器或 TDCL 上的 TC 和 E1 端子。

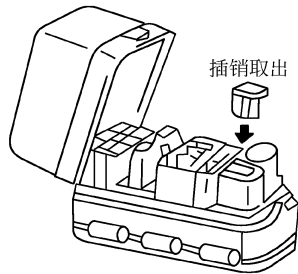


图 4 - 89 取出检查连接器上的短路插销

## 本章小结

1. 电控系统的专用工具和检测设备包括跨接线、测试灯、手持式真空泵、压力表、真空表、喷油器清洗器、万用表、解码器、发光二极管、示波器、扫描仪、专用诊断仪和发动机综合性能检测仪等。

2. 万用表可用来检测电阻(Ω)、电流(A)和交(直)流电压(V)。汽车检测中常用万用表测量电阻、直流电压和直流电压降,以判断线路是否通、断和电器设备的技术状况。数字式万用表在汽车电控系统中获得了广泛应用。汽车万用表一般能测试汽车电压、电流、电阻、转速、频率、温度、电容、闭合角、占空比和二极管等项目,并具有自动断电、自动量程变换、图形显示、峰值保留和数据锁定等功能。

3. 解码器是在读码器基础上发展起来的检测设备,除了具有读码、清码功能外,还增加了显示诊断代码所代表故障的部位(或所在系统)和要诊断的项目(或要诊断的内容)的功能,即具有解码功能,增加了使用的方便性。

4. 电控燃油喷射系统 EFI 设有随车故障诊断系统。故障诊断系统是由电子控制器 ECU 控制的,能时刻监测电控系统各器件工作情况并将发现的故障以代码的形式存入微机存储器内的一种自诊断系统,具有故障诊断和处理功能。电控系统工作时,电子控制器 ECU 输入、输出信号的电平是在规定范围内变化的。如果某一输入、输出信号超出规定范围,ECU 就判定该路信号出现故障。故障诊断系统检测到故障后,ECU 立即采取三项措施:一是通过一定的显示方式通知汽车驾驶员,告知发动机电控系统出现了故障;二是将故障信息以代码的形式存入微机存储器中,以利检修人员调出故障诊断代码实现快速诊断;三是立即启用应急备用系统,对喷油、点火等按预先编好的程序和设置的参数进行简单控制,以利驾驶员把车开(带故障运行)到汽车修理厂或驻地。

5. 电控汽油喷射发动机出现故障时,在进行必要的倾听用户意见和外观检查之后,只要显示诊断代码,就应首先按诊断代码的含义和指示的方法进行快速诊断。

6. 许多汽车的发动机在组合仪表板上设有发动机报警灯,用于故障报警和就车显示诊断代码。

7. 用跨接线连接检查连接器有关的插孔,通过驾驶室组合仪表板上发动机报警灯或 LED 的闪烁,可以就车读取诊断代码。

8. 静态测试模式 即在点火开关打开,发动机处于静止状态下进行检测诊断的一种测试模

式,简称 KOEO 模式。该种测试模式用于静态下提取存储在存储器中的诊断代码,一般是存储的一些永久性故障(如断路、短路等故障)或存储的一些间歇性故障(如接触不良等故障)。

9. 动态测试模式 为检测在静态状态下难以检测到的故障(一般系指一些难以存储的间歇性故障和偶发性故障),在静态测试模式功能中增加了动态测试模式功能。即在点火开关打开,发动机处于运转状态(包括汽车路试)下进行检测诊断的一种测试模式,简称 KOER 模式。该种测试模式用于提取动态(可以进行故障征兆模拟试验)下存储在存储器中的诊断代码或进行混合气成分的检测与分析。动态下存储的诊断代码,除了一些永久性故障外,一般是一些偶发性故障和通常情况下难以记录到的间歇性故障。

10. 发动机启动后(转速高于 500 r/min),如果发动机报警灯熄灭,说明发动机无故障;如果发动机报警灯继续点亮或在运行中点亮,说明 ECU 检测到电控系统出现的故障。此种情况下,检修人员在倾听用户意见和对发动机进行外观检查后,应首先使用故障诊断系统检测诊断故障。检修人员按照一定方法进入故障诊断系统后,可就车读取诊断代码或通过解码器等专用检测设备显示诊断代码,然后在汽车维修手册或解码器等专用检测设备中查阅该诊断代码的全部含义,并按指示的程序和方法,对有关电路进行检查和测量,直至分析、判断出故障的部位和原因,并将其排除。

11. 发动机电控系统的故障排除以后,必然清除诊断代码,显示装置才不再显示故障信号。就大多数汽车而言,断开通往电控系统的电源线或熔断器即可清除存储在微机存储器内的诊断代码。一般把电控系统的熔断器拔下或把蓄电池负极拆下 10~30 s(视车型不同而定),即可达到目的。

12. 目前国内外发展起来的一些电控系统专用检测仪,包括解码器、示波器、扫描仪、专用诊断仪和发动机综合性能分析仪等,都具有读码、解码、清码等功能,甚至还有对检修的指导功能。

13. 故障诊断系统检测并存储故障的能力是有限的,不可能把所有故障(特别是机、液、气方面的故障)都包括在其内。对于那些没有包括在故障诊断系统之内的故障和虽包括在内但诊断代码不显示或显示正常代码而故障又确实存在的情况下,则无法再使用故障诊断系统检测诊断故障,而应采取传统的方法,即在问询汽车用户有关问题后,采用外观检查、基本检查、进入故障征兆一览表、进入疑难故障诊断表和采用故障征兆模拟试验、对比试验等传统方法,把故障诊断出来并排除掉。

14. 在采取传统方法诊断发动机故障中,通过外观检查和基本检查未发展问题,而故障又确实存在的,可查阅该车型维修手册故障征兆一览表,并按表中给定的诊断次序(1、2、3...)诊断并排除故障。汽车维修手册中一般都列有故障征兆一览表,表中列出了故障征兆、怀疑部位和诊断次序。

15. 在采取传统方法诊断发动机故障中,有些故障的征兆不明显,而故障又确实存在,这是故障诊断中最难以处理的情况,称之为疑难故障(有些属于偶发性故障或间歇性故障)诊断。对于疑难故障,诊断时可查阅汽车维修手册中的疑难故障诊断表,根据其上的检查要点和顺序进行。必要时可进行故障征兆模拟试验,再现故障出现的环境和条件,进行全面分析、判断,总能把故障诊断出来。

16. 故障征兆模拟试验包括振动法、加热法、淋水法、电负荷满载法。

17. 对比试验是用性能良好的同一型号、规格的新元器件,替换下被怀疑有故障的旧元器件

的一种试验。替换后如果故障排除,说明原旧元器件确实有问题。

18. 电控燃油喷射系统 EFI 的电子控制器 ECU、传感器和执行器的技术状况,多表现在断路、短路、接触不良和元器件损坏上,可以通过万用表检测其电压、电阻和通过示波器观测其信号电压波形等方法,找出故障的原因和部位。

19. 电子控制器 ECU 是电控系统的核心,主要由输入回路、A/D(模/数)转换器、微机和输出回路等组成,屏蔽安装在一个铝质的方盒内,一般安装在驾驶室组合仪表板下方或发动机仓内。

20. 主要传感器的检测,包括空气流量计、进气歧管压力传感器、进气温度传感器、水温传感器、节气门开度传感器、曲轴位置传感器、凸轮轴位置传感器和发动机转速传感器、爆震传感器、氧传感器的检测。

21. 主要执行器的检测包括怠速控制阀、电动燃油泵、喷油器、冷起动喷油器的检测。

22. OBD - 是随车诊断系统第二代(OBD - II)的缩写。它是由美国汽车工程师学会(SAE)制定的,经由美国联邦环保局(EPA)及美国加州空气资源协会(CARB)登记的一套汽车标准。美国加州要求销售到该地区的车辆,不论欧、美、日等国均必须符合该标准。1990年的美国联邦大气污染防治法要求,迟至1996年,在美国出售的所有汽车都要符合 OBD - II 的要求。该标准要求各汽车厂家提供统一的诊断模式、统一的诊断座、统一的诊断代码,只要一台诊断仪器就可检测诊断所有车种。

23. OBD - II 随车诊断系统要求达到:统一诊断座;统一诊断座位置;解码器和车辆之间采用标准通讯规则;统一诊断代码含义;具有行车记录器功能;监控排放控制系统;解码器能够读码、记录数值、清码等;标准的技术缩写术语,定义系统的工作元件。

24. OBD - II 随车诊断系统诊断代码由1位字母和4位数字组成。第1位为英文字母,表示诊断代码的系统划分;第2位为数字,表示诊断代码类型;第3位为数字,表示故障的系统识别;第4、5位为数字,两位数字组合在一起使用,表示对具体故障的代码界定。

25. 自动变速器的电控系统设有故障诊断系统。如果电控系统发生了故障,自动变速器电子控制器 ECU(有些车型的自动变速器与发动机共用一个 ECU)将故障以诊断代码的形式存储在存储器中,超速挡关断(O/D - OFF)指示灯(在组合仪表板上)闪烁,以告知驾驶员自动变速器出现故障。

26. 如果超速挡关断(O/D - OFF)指示灯不闪烁或读码时显示正常代码,但自动变速器的故障又确实存在,可采用传统方法进行检查、试验和诊断。

27. 自动变速器的基本检查包括发动机怠速检查、节气门全开检查、节气门阀拉索检查、变速杆检查、液位检查、油质检查、空挡起动开关检查和超速挡控制开关检查。

28. 自动变速器的失速试验。自动变速器失速,是指变矩器涡轮在负荷太大而停止转动时泵轮的转速。该试验通过挂挡和制动使涡轮不转,测试泵轮(即发动机)转速,以便分析故障原因。该试验的目的,是在试验条件下通过测试在 D 挡和 R 挡时的发动机最大转速,检查发动机与自动变速器的综合性能。主要是测试发动机输出功率是否正常,液力变矩器导轮单向离合器是否良好,行星齿轮系统的离合器和制动器是否打滑等项目。

29. 自动变速器的液压试验,是测试自动变速器液压控制系统中的油液压力,用以判断泵、阀的技术状况、密封性能和节气门阀拉索的调整状况。

30. 自动变速器的时滞试验。发动机怠速运转,移动变速杆从 N 挡换入前进挡或倒挡时,在

换入挡位前会感觉到有一定时间的迟滞或延时,称为自动变速器换挡时滞时间。该项试验目的在于测出时滞时间,用时滞时间的长短检查主油路液压和 O/D 单向离合器、前进离合器、直接离合器和一倒挡制动器的工作情况是否正常。

31. 自动变速器的道路试验,不仅在其维修前进行,而且在其维修后也应进行,以检查是否恢复了工作性能。试验的目的在于检查换挡点(升挡和降挡的转速)、换挡冲击和换挡执行元件是否有打滑、振动和噪声等现象。

32. 自动变速器的手动换挡试验目的是确定变速器是电路故障、机械故障还是液压故障。

33. 用传统方法诊断自动变速器的故障,可按车型维修手册中的诊断表进行。故障诊断过程中,应按表中给出的故障诊断顺序(1、2、3、4...)采取逐项排除的方法进行,直至将故障诊断出并排除之。

34. 防抱死制动系统 ABS 装备有故障诊断系统。如果 ABS 中任一信号系统出现故障,驾驶室组合仪表上的 ABS 报警灯点亮,告知驾驶员出现故障。同时 ABS ECU 把故障以代码形式存储起来,以利检修人员读出诊断代码,检测、分析、判断并排除故障。通过 ABS 报警灯的闪烁就车读取诊断代码后,要根据车型在其维修手册中查出诊断代码代表的故障现象、故障部位和检查方法,然后对故障进行检测诊断,主要是对电路进行检查。也可以通过解码器或其他专用检测仪读取诊断代码,并获得检修的指示内容。电路检查中,要严格按照维修手册给出的程序和方法进行。

## 复习题和思考题

1. 电控系统的专用工具和检测设备有哪些?它们的作用、使用方法和使用注意事项是什么?
2. 说出解码器的功能、类型和使用方法。
3. 电控汽油喷射发动机检修注意事项有哪些?
4. 发动机故障诊断系统自诊断工作原理是什么?
5. 发动机故障诊断系统显示故障的方式是怎样的?
6. 进入发动机故障诊断系统的方法是什么?
7. 说出发动机故障诊断系统的测试模式。
8. 用故障诊断系统检测诊断发动机故障的程序和方法是什么?
9. 以丰田凌志汽车为例,说明在试验状态下采用故障征兆模拟方法进行瞬时电路检查的程序和方法。
10. 如何清除发动机故障诊断代码?
11. 用传统方法检查诊断发动机故障的程序和方法是什么?
12. 发动机外观检查、基本检查的检查项目有哪些?
13. 如何使用发动机故障征兆一览表?
14. 故障征兆模拟试验有哪些模拟试验方法?
15. 什么是对比试验?
16. EFI 系统电子控制器 ECU 的检测方法是什么?
17. EFI 系统主要传感器的检测方法和波形分析方法是什么?
18. EFI 系统主要传感器的检测方法和波形分析方法是什么?
19. OBD - 随车诊断系统要求达到的目标是什么?
20. 说明 OBD - 随车诊断系统诊断代码的组成与结构。

21. 自动变速器外观检查的项目有哪些？
22. 用故障诊断系统检测诊断自动变速器故障的程序和方法是什么？
23. 说明自动变速器基本检查的项目和方法。
24. 自动变速器失速试验的项目、目的和方法是什么？
25. 自动变速器液压试验的项目、目的和方法是什么？
26. 自动变速器时滞试验的项目、目的和方法是什么？
27. 自动变速器道路试验的项目、目的和方法是什么？
28. 自动变速器手动换挡试验的项目、目的和方法是什么？
29. 说明防抱死制动系统检测诊断的程序和方法。
30. 如何消除丰田系列汽车 ABS 系统诊断代码？

## 第5章 整车检测技术

### 学习目标

1. 了解整车各检测设备的组成与基本结构。
2. 理解整车检测中各检测原理和各检测设备的工作原理。
3. 掌握整车各检测方法和各检测设备的使用方法。

汽车整车的技术状况关系到车辆行驶的动力性、经济性、排气净化性、安全性、操纵稳定性、行驶平顺性和乘坐舒适性等使用性能,因此,是汽车检测的重点内容。

汽车整车技术状况的变化,主要表现在故障增多、性能降低和损耗增加上。用以评价整车技术状况的诊断参数如表1-1所列。在诸多诊断参数中,要特别选出那些与汽车的动力性、经济性、排气净化性、安全性和操纵稳定性等有关的参数进行检测、分析与判断,以便确定整车的技术状况。

汽车整车诊断参数的检测,既可以整车在道路试验中进行,也可以整车在室内的滚筒(转鼓)式试验台上进行。当汽车整车在室内的滚筒式试验台上进行试验时,滚筒式试验台是以筒的表面代替路面,试验时通过加载装置给滚筒施加负荷,以模拟行驶阻力,使汽车尽可能在接近实际行驶工况下进行各项检测与试验。因此,汽车的动力性、燃料经济性、加速性、滑行性、制动性和车速表指示误差等,均可以在滚筒式试验台上测定。

对汽车整车技术状况和性能进行检测时,应使用整车检测设备。

### 5.1 汽车动力性检测

在室内检测在用汽车动力性时,采用驱动车轮输出功率或驱动力作为诊断参数,须在底盘测功试验台上进行。驱动车轮输出功率的检测,即通常所说的底盘测功。底盘测功的目的,一是为了获得驱动车轮的输出功率或驱动力,以便评价汽车的动力性;二是用获得的驱动车轮输出功率与发动机飞轮输出功率进行对比,求出传动效率,以便判定底盘传动系的技术状况。

底盘测功在滚筒式试验台上进行,该试验台通常称为底盘测功试验台或底盘测功机。

#### 5.1.1 底盘测功试验台类型、结构与工作原理

##### (1) 类型

按照不同的分类方法,底盘测功试验台可以分出不同的类型。按测功装置中测功器形式不同,底盘测功试验台可以分为水力式、电力式和电涡流式三种;按测功装置中测功器冷却方式不同,底盘测功试验台可以分为风冷式、水冷式和油冷式三种;按滚筒装置承载能力不同,底盘测功

试验台又可以分为小型式、中型式、大型式和特大型式四种,对应的承载质量如表5-1所列。

表5-1 底盘测功试验台形式与承载质量对应表

底盘测功试验台形式	小型	中型	大型	特大型
承载质量 $M/t$	$M < 3$	$3 < M < 6$	$6 < M < 10$	$M > 10$

## (2) 结构与工作原理

滚筒式底盘测功试验台一般由框架、滚筒装置、举升装置、测功装置、测速装置、控制与指示装置和辅助装置等组成。

1) 框架与滚筒装置 底盘测功试验台的滚筒相当于连续移动的路面,被测车辆的车轮在其上滚动。该种试验台有单滚筒和双滚筒之分,如图5-1所示。

单滚筒试验台 支承两边驱动车轮的滚筒各为单个的试验台,称为单滚筒试验台。单滚筒试验台的滚筒直径一般较大,多在1500~2500mm之间。滚筒直径愈大,车轮在滚筒上就愈像在平路上滚动,使轮胎与滚筒的滑转率小、滚动阻力小,因而测试精度较高。但加大滚筒直径会受到制造、安装、占地和费用等多方面的限制,因此滚筒直径不易过大。

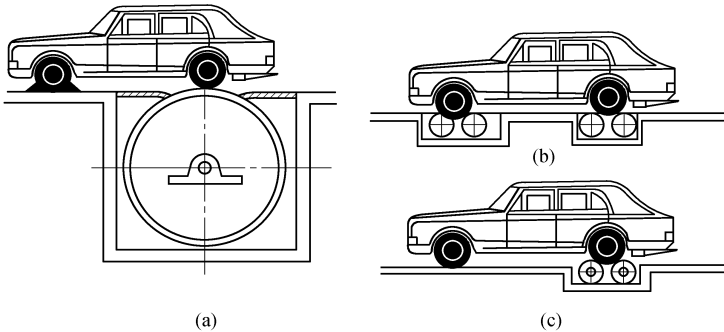


图5-1 滚筒式底盘测功试验台

1—单轮单滚筒式;2—二轮双滚筒式;3—单轮双滚筒式

单滚筒试验台对车轮在滚筒上的安放、定位要求严格,而车轮中心与滚筒中心在垂直平面内的对中又比较困难,故使用不方便。所以,这种试验台仅适用于汽车制造厂、科研院所和大专院校科研性试验,不适用于汽车维修企业、汽车综合性能检测站等生产性试验。

双滚筒试验台 支承汽车两边驱动车轮的滚筒各为两个的试验台称为双滚筒试验台。双滚筒试验台的滚筒直径要比单滚筒小得多,一般在185~400mm之间。滚筒直径往往随试验台的最大试验车速而定,当最大试验车速高时,直径也大些。由于滚筒直径相对比较小,轮胎与滚筒的接触与在道路上不一样,致使滑转率增大,滚动阻力增大,滚动损失增加,故测试精度较低。据有关资料介绍,在较高试验车速下,轮胎的滚动损失常达到传递功的15%~20%,因此滚筒直径不易太小。当滚筒直径太小时,长时间在较高试验车速下运转会使轮胎温度升高,致使胎面达到临界温度而可能导致早期损坏。因此,最大试验车速达160km/h时,滚筒直径不应小于300mm;试验车速达200km/h时,滚筒直径不应小于350mm。近来滚筒直径已有变大的趋势,有

高达 530 mm。行业标准 JT/T 445—2001 《汽车底盘测功机通用技术条件》建议采用 370 mm。

双滚筒试验台具有车轮在滚筒上的安放、定位方便和制造成本低等优点,因而适用于汽车维修企业和汽车综合性能检测站等生产单位,尤其是单轮双滚筒式得到了广泛应用。

双滚筒试验台的滚筒多采用钢质材料制成,采用空心结构。按其表面形状不同,又有光滑式、滚花式、沟槽式和涂覆层式多种形式。目前,光滑式滚筒和涂覆层式滚筒应用最多,滚花式和沟槽式应用较少。光滑式滚筒表面的摩擦因数较低,而涂覆层式滚筒是在光滑式滚筒表面上涂覆摩擦因数与道路实际情况接近一致的材料制成的,是比较理想的一种形式。

单滚筒试验台的滚筒多采用硬质木料或钢板制成,也是采用空心结构。

双滚筒式底盘测功试验台还有主、副滚筒之分。与测功器相连的滚筒为主滚筒,左右两个主滚筒之间装有联轴器,左右两边的副滚筒处于自由状态。

不管哪种类型的滚筒,均要经过动平衡试验,并通过滚动轴承安装在框架上,可以高速旋转而不振动。框架是底盘测功试验台机械部分的基础,由型钢焊接而成,坐落地坑内。

国产 DCG-10C 型汽车底盘测功试验台,是一种采用美国 INTEL 公司生产的单片微机作为系统的控制核心,适用于轴质量不大于 10 t,驱动车轮输出功率不大于 150 kW 的滚筒式试验台,其机械部分的结构如图 5-2 所示。

2) 举升装置 为了方便汽车进出底盘测功试验台,在主、副滚筒之间设有举升装置。举升装置由举升器和举升平板组成。举升器有气动、液动和电动三种形式,以气动最为多见。气动举升器又有气缸式和气囊式之分。气囊式结构简单、制造容易、成本低廉,已开始 in 底盘测功试验台上应用。

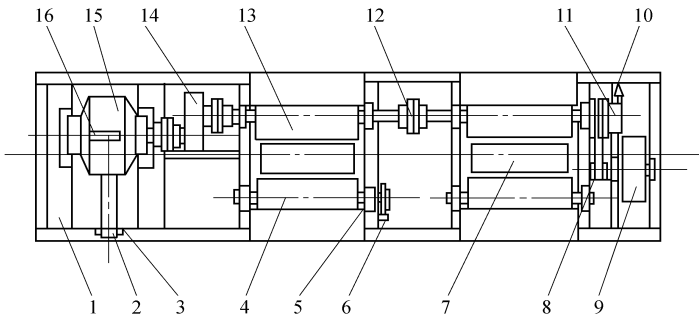


图 5-2 DCG-10C 型底盘测功试验台机械部分结构图

- 1—框架;2—测力杠杆;3—压力传感器;4—副滚筒;5—轴承座;6—速度传感器;  
7—举升装置;8—传动带轮;9—飞轮;10—电刷;11—离合器;12—联轴器;  
13—主滚筒;14—齿轮箱;15—电涡流测功器;16—冷却水入口

3) 测功装置 测功装置能测量发动机经传动系传至驱动车轮的功率。测功装置也是加载装置,对于滚筒式底盘测功试验台是十分必要的。这是因为汽车在滚筒式底盘测功试验台上试验时,试验台应模拟车辆在道路上行驶所受的各种阻力,因此需要对滚筒加载,以使车辆的受力情况如同在实际道路上行驶一样。

测功装置由测功器和测力装置组成。

测功器 滚筒式底盘测功试验台常用的测功器有水力测功器、电力测功器和电涡流测功

器三种。不论哪种测功器,它们都是由转子和定子两大部分组成的,并且转子与主滚筒相连,而定子是可以摆动的。

汽车综合性能检测站和汽车维修企业使用的滚筒式底盘测功试验台,多采用电涡流测功器。电涡流测功器具有测量精度高、振动小、结构简单和易于调控等优点,并具有宽广的转速范围和功率范围。

电涡流测功器的定子,其内部沿圆周布置有励磁线圈和涡流环,转子在励磁线圈和涡流环内转动。转子的外圆上加工或镶有与圆柱齿轮相仿、均匀分布的齿与槽,齿顶与涡流环留有一定空气隙。

当励磁线圈通以直流电时,在其周围形成磁场,磁场产生的磁力线通过转子、空气隙、涡流环和定子形成闭合磁路。由于转子外圆上的齿与槽是均布的,因而转子周围的空气隙大小相间地均布,通过的磁力线也疏密相间。当转子旋转时,这些疏密相间的磁力线也同步旋转。由于通过涡流环上任一点的磁力线是呈周期性变化的,因而在涡流环任一点上感生了涡电流。该涡电流与产生它的磁场相互作用而产生了转子的制动力矩,因而测功器吸收了驱动车轮的输出功率,同时也对滚筒加载。

只要变更励磁电流,就可以方便地控制测功器产生的制动力矩,因而能比较容易、经济地实现对测功器的控制。

测功器在工作中吸收的功率转化为热量,因而涡流环的温度较高,需采用风冷或水冷的方式将热量散到大气中去。

**测力装置** 该装置能测出驱动车轮产生的驱动力。驱动车轮对滚筒施加的驱动力所形成的转矩,由测功器定子与转子间的制动作用而传给可摆动的定子,定子则通过一定长度的测力杠杆(图5-2中之2)传给测力装置,然后由指示装置显示出来。指示装置的显示值,即为驱动车轮的驱动力。

测力装置有机械式、液压式和电测式三种形式,目前应用较多的是电测式。电测式测力装置一般在测力杠杆外端安装测力传感器,将测力杠杆传来的力变成电信号,经处理后送到指示装置显示出来。

DCG-10C型汽车底盘测功试验台在测力杠杆下安装有压力传感器(图5-2中之3)。该传感器产生的电信号送往单片微机处理后,即可显示出驱动车轮的驱动力。

4) **测速装置** 底盘测功试验台在进行测功、加速、等速、滑行和燃料经济性等试验时,都需要测得试验车速,因此必须配备测速装置。测速装置多为电测式,一般由速度传感器、中间处理装置和指示装置等组成。常见的速度传感器有磁电式、光电式和测速发电机等形式,它们安装在副滚筒一端,随滚筒一起转动,能把滚筒的转速转变为电信号。与测速发电机配套的指示装置是一电压计,电压计的刻度盘以km/h标定。

DCG-10C型汽车底盘测功试验台的速度传感器(图5-2中之6)为光电码盘式。该速度传感器输出的脉冲信号送入单片微机处理后,在指示装置上以单位为km/h的车速显示出来。

5) **控制与指示装置** 底盘测功试验台的控制装置和指示装置往往制成一体,形成柜式结构,安置在底盘测功试验台机械部分左前方易于操作和观察的地方。如果测力装置为电测式,指示装置能直接指示驱动车轮的输出功率。特别是微机控制的底盘测功试验台,测力杠杆下测力传感器输出的电信号送入微机处理后,可在指示装置上直接显示kW数。

测力装置为机械式和液压式的底盘测功试验台,其指示装置仅能指示驱动车轮的驱动力。此时,驱动车轮的输出功率应根据测得的驱动力和对应的试验车速按下式计算

$$P_k = \frac{F_v}{3600} \quad (5-1)$$

式中  $P_k$ ——驱动车轮的输出功率, kW;

$F$ ——驱动车轮的驱动力, N;

$v$ ——试验车速, km/h。

DCG-10C型汽车底盘测功试验台电气部分的原理框图如图5-3所示,控制指示柜面板图如图5-4所示。可以看出,控制指示柜面板上有多个按键、显示窗、旋钮和功能灯、单位灯、报警灯、指示灯和发光管等,用来控制试验过程,指示试验结果。国外同类试验台,如Sun公司的RAM型底盘测功试验台(图5-5),其控制指示柜面板上的装置要简单得多。它的控制部分主要依靠一个遥控盒,可以方便地控制整个试验过程,不用时挂在柜的一侧。其指示装置主要是两个大型的指针式仪表,一个指示试验车速,一个指示输出功率,十分醒目,原车驾驶员坐在车内也能清楚地看到。有些进口试验台在指示车速的表头上还能指示发动机转速(有转速传感器与发动机相连),在指示功率的表头上还能指示驱动力,即一表两用。试验中,通过遥控盒上转换开关的不同位置,即可显示发动机转速值、试验车速值、驱动车轮输出功率值和驱动力值。还有些进口试验台的指示装置,既装备有双表盘指针式仪表,又装备有数码式显示窗,还配备有微机显示器。这种情况下,一般双表盘指示车速和功率,显示窗指示发动机转速和驱动力,微机显示器显示“功率-车速”曲线或“驱动力-车速”曲线。

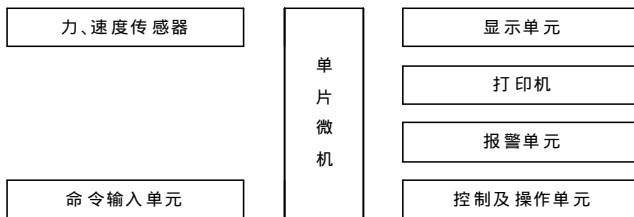


图 5-3 电气原理框图

底盘测功试验台一般都装备有打印机,可打印出测试数据和曲线。

6) 飞轮装置 有的滚筒式底盘测功试验台上还装有飞轮装置。飞轮由滚动轴承支承在滚筒式底盘测功试验台的框架上,通过离合器与主滚筒相连。带有飞轮的底盘测功试验台称为惯性式底盘测功试验台,能模拟汽车的旋转惯量,进行加速性能和滑行性能等性能试验。飞轮的质量一般按照被测汽车的质量选取。日本弥荣 CDM-600 型底盘测功试验台飞轮质量与汽车质量的关系见表 5-2。

表 5-2 日本弥荣 CDM-600 型底盘测功试验台飞轮质量与汽车质量的关系 kg

汽车质量	飞轮质量	汽车质量	飞轮质量
< 800	不配置飞轮	1 400 ~ 2 100	1 200
800 ~ 1 400	700	> 2 100	700 + 1 200

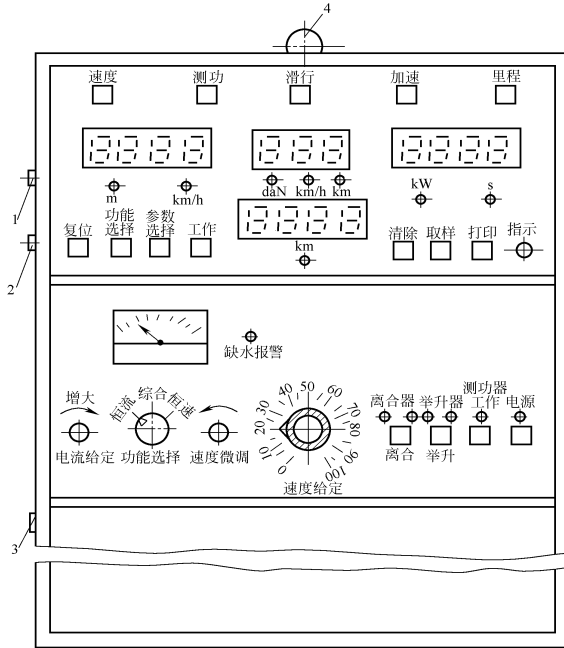


图 5 - 4 控制指示柜面板图

1—取样盒插座；2—打印机数据线插座；3—打印机  
电源线插座；4—报警灯

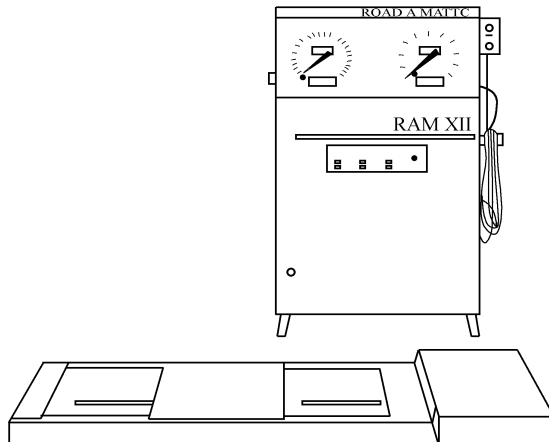


图 5 - 5 RAM 型底盘测功试验台

7) 辅助装置 滚筒式底盘测功试验台的辅助装置,包括汽车的纵向约束装置和冷风装置等。

**纵向约束装置** 汽车在滚筒式底盘测功试验台上试验时,为防止汽车前后位移,应设置必要的纵向约束装置。双滚筒试验台一般不设置纵向约束装置,必要时在从动车轮前后加装三角木就可以保证试验顺利进行。对于单滚筒试验台,由于要保证驱动车轮在滚筒上运转时能稳定地置于准确位置,只有三角木是绝对不够的,还必须在汽车前后设置能拉紧汽车的钢质索链。三角木和钢质索链均称为纵向约束装置。

**冷风装置** 汽车在滚筒式底盘测功试验台上模拟道路行驶时,虽然驱动车轮在滚筒上滚动,但汽车并不发生位移,因而缺少迎面风,致使发动机冷却系的散热强度相对不足。特别是当长时间处于大负荷、全负荷试验工况时,发动机易过热,必须在汽车前面对散热器设置移动式冷风机,以加强冷却。长时间试验也提高了轮胎胎面的工作温度,为延长轮胎的使用寿命,在驱动桥两侧面,对着驱动轮处亦应设置移动式冷风机,以加强轮胎散热。

国产 GCD - 10C 型和美国 CLAYTON 型底盘测功试验台的主要参数见表 5 - 3。

表 5 - 3 底盘测功试验台主要参数

参数项目	型号	国产 GCD - 10C 型	美国 CLAYTON 型
允许轴载质量/t		10	
最大吸收功率/kW		160	186.373
最高试验车速/km/h		120	160
基本转动惯量/kg			908
滚筒直径/mm			217.678
滚筒长度/mm			838.2 990.6

### 5.1.2 底盘测功试验台测功方法

#### (1) 试验条件和准备工作

##### 1) 环境状态

环境温度 0 ~ 40 °C ;

环境湿度 < 85 % ;

大气压力 80 ~ 110 kPa。

准备好温度计、湿度计和气压计。

##### 2) 试验台准备 用被检车辆带动底盘测功试验台滚筒运转,使试验台预热至正常热状态。

3) 车辆准备 汽车开上底盘测功试验台以前,必须通过路试运行至正常工作温度,然后调试验发动机供油系、点火系至最佳工作状态,检查并紧固传动系、车轮的连接情况,检查轮胎气压并使之达到汽车制造厂的规定值。

## (2) 确定测功项目

对汽车进行底盘测功前,首先根据测试目的或应车主要求,确定测功项目。一般有几项:

- 1) 发动机额定功率下驱动车轮的输出功率或驱动力。
- 2) 发动机最大转矩转速下驱动车轮的驱动力或输出功率。
- 3) 发动机全负荷选定车速下驱动车轮的输出功率或驱动力。
- 4) 发动机部分负荷选定车速下驱动车轮的输出功率或驱动力。

## (3) 测功方法

车辆准备好后,开到底盘测功试验台上。试验台如系单轮双滚筒式,则应将被测驱动轮置于两滚筒之间,放下举升器平板,并视需要用三角木对车辆从动轮进行纵向约束。

检测发动机额定功率和最大转矩转速下驱动车轮的输出功率或驱动力时,将变速器挂入选定挡位,松开驻车制动,踩下加速踏板,同时调节测功器制动力矩对滚筒加载,使发动机在节气门全开情况下以额定转速运转。待发动机在额定转速下稳定运转后,读取并打印驱动车轮的输出功率(或驱动力)值、试验车速值。在节气门全开情况下继续对滚筒加载,至发动机转速降至最大转矩转速稳定运转时,读取并打印驱动车轮的驱动力(或输出功率)值、试验车速值。

如需测出驱动车轮在变速器不同挡位下的输出功率或驱动力,则要依次挂入每一挡按上述方法进行检测。当发动机发出额定功率,挂直接挡,可测得驱动车轮的额定输出功率;当发动机发出最大转矩,挂 1 挡,可测得驱动车轮的最大驱动力。

发动机全负荷选定车速下驱动车轮输出功率或驱动力的检测,是在踩下加速踏板的同时调节测功器制动力矩对滚筒加载,使发动机在节气门全开情况下以选定的试验车速稳定运转进行的。发动机部分负荷选定车速下驱动车轮输出功率或驱动力的检测与此相同,只不过发动机是在选定的部分负荷下工作的。

当使用 DCG - 10C 型汽车底盘测功试验台测功时,将“速度给定”旋钮(图 5 - 4,下同)打到选定的速度刻线上,“功能选择”旋钮打到“恒速”上,在逐渐增大节气门到所需位置的同时,控制装置能自动调控励磁电流,使汽车在选定的车速下恒速测功。如果手动调控励磁电流,须将“功能选择”旋钮打到“恒流”上,然后手动旋转“电流给定”旋钮即可增大或减小励磁电流,并在旋钮给定位置上供给恒定的励磁电流。

如果测出被检汽车驱动车轮输出功率偏低,可能系发动机功率偏低或传动系功率损失太大造成的。

### 5.1.3 计算机传动效率评价传动系技术状况

从底盘测功试验台上测出的驱动车轮输出功率,要与发动机飞轮输出的功率进行对比,按下式计算出机械传动效率  $\eta_m$ 。

$$\eta_m = \frac{P_k}{P_e} \quad (5 - 2)$$

式中  $P_k$  ——驱动车轮的输出功率;

$P_e$ ——发动机飞轮的输出功率。

汽车传动系的机械传动效率正常值如表 5 - 4 所示。当被检汽车的机械传动效率低于表中值时,说明消耗于离合器、变速器、分动器、万向传动装置、主减速器、差速器和轮毂轴承等处的功率增加。损耗的功率主要集中在各运动件的摩擦损耗和搅油损耗上。因此,通过正确的调整和合理的润滑,机械传动效率会得到提高。值得指出的是,新车和大修车的机械传动效率并不是最高,只有传动系完全走合后,由于配合情况变好,摩擦力减小,才使得机械传动效率达到最高。此后,随着车辆继续使用,由于磨损逐渐增大,配合情况逐渐恶化,造成摩擦损失不断增加,因而机械传动效率也就降低。所以,定期对车辆底盘测功,计算机械传动效率,能为评价底盘传动系技术状况提供重要依据。

表 5 - 4 汽车传动系机械传动效率

汽车类型		机械传动效率 $\eta_m$
轿 车		0.90 ~ 0.92
载货汽车和公共汽车	单级主减速器	0.90
	双级主减速器	0.84
4 × 4 越野汽车		0.85
6 × 4 越野汽车		0.80

滚筒式底盘测功试验台,除能检测驱动车轮的输出功率或驱动力外,还能检测车速表指示误差、模拟道路等速行驶、上坡行驶和测量燃料消耗量等。如果试验台属于惯性式,且飞轮的转动惯量能等效(通过更换不同质量的飞轮实现)试验汽车加速行驶时的惯性力(即加速阻力),则还可模拟加速行驶、减速行驶,测试滑行距离和测量多工况燃料消耗量等;有些惯性式底盘测功试验台,在测得驱动车轮输出功率后,立即踩下离合器踏板,利用底盘测功试验台对汽车反拖,可测得传动系消耗功率。这种底盘测功试验台,如果将测得的同一转速下的驱动车轮输出功率、传动系消耗功率和底盘测功试验台摩擦功率相加,就可求得这一转速下的发动机有效功率。

除上述测试项目外,凡需要汽车在运行中进行的检测或诊断项目,只要配备所需的检测设备或诊断设备,均可在滚筒式底盘测功试验台上进行检测。例如,检测各种行驶工况下的废气成分或烟度,检测点火提前角或供油提前角,诊断各总成或系统的噪声与异响(包括经验诊断法),观测汽油机点火波形或柴油机高压供油波形,检测各总成工作温度和各电器设备的工作情况等,均可以在滚筒式底盘测功试验台上进行。

## 5.2 燃料经济性检测

汽车燃料经济性用汽车燃料消耗量评价。汽车燃料消耗量除了与燃料供给系的技术状况有直接关系外,还与曲柄连杆机构、配气机构、点火系、润滑系、冷却系、传动系、行驶系、转向系和制动系等有关,是一个综合性评价参数。用油耗计测量汽车燃料消耗量在使用中的变化,不仅可以诊断燃料供给系的技术状况,而且可以诊断发动机及整车的技术状况。国外一些汽车运输企业,把油耗计作为诊断汽车是否需要维修的有效工具。油耗计是测量汽车燃料消耗量的仪器,也称

为燃料流量计。

测量汽车燃料消耗量时,可以采用测定其容积、质量、流量、流速和压力等方法,其中容积法和质量法较为常用,特别是容积法应用得更为广泛。发动机台架试验时采用容积法和质量法的基本做法,是测定发动机消耗一定体积燃料或消耗一定质量燃料所经过的时间,然后由燃料消耗量和经过时间计算单位时间的燃料消耗量。汽车道路试验或整车在底盘测功试验台上测量燃料消耗量时,则是测定汽车通过一定路程时消耗的燃料量和通过时间,然后由燃料量、路程和时间,计算试验车速下汽车单位里程燃料消耗量(L/km)、百公里燃料消耗量(L/100km)、百吨公里燃料消耗量(L/100t·km)或每升燃料行驶的里程(km/L)。

### 5.2.1 车用油耗计及使用方法

就车测定燃料消耗量时,须采用车用油耗计。车用油耗计具有体积小、重量轻、使用方便、不易损坏、能以蓄电池为电源和可装在车内与里程计等并用等优点,因而能固定安装在汽车等机动车辆上,随车辆道路试验、长期使用或在底盘测功试验台上,考核其整车燃料消耗量。

#### (1) 车用油耗计

车用油耗计一般由传感器和计量显示仪表组成,二者采用电缆线连接。车用油耗计的类型有多种,常用的有容积式和质量式。限于篇幅,本书仅介绍应用更为广泛的容积式车用油耗计。容积式车用油耗计如按传感器结构分类,可分为膜片式、量管式和活塞式三种。膜片式车用油耗计,有单油室式和双油室式之分;量管式车用油耗计,有单量管式和双量管式之分;活塞式车用油耗计,有单活塞式和四活塞式之分。在上述容积式车用油耗计类型中,以采用膜片式、单活塞式和四活塞式传感器为多见。容积式车用油耗计如按计量显示仪表分,可分为电磁计数器式和有运算功能的数字显示式两种。目前,后者已发展成微机控制的智能化仪表。在常见的容积式车用油耗计中,采用膜片式传感器的和单活塞式传感器的,多以电磁计数器作为计量显示仪表;采用四活塞式传感器的,多以具有运算功能的数字显示式作为计量显示仪表。

1) 膜片式车用油耗计 该种车用油耗计的传感器,是通过油室内膜片的变形来测量燃油消耗量的。当油室内膜片变形使其容积由最大变到最小时,造成的容积差就是油室的排油量。油室的排油量是一个定值,由电磁计数器记录排油次数,因而可测得流经的燃油量。膜片式车用油耗计具有结构简单、密封性好、对燃油清洁性要求不高等优点。但是,使用中膜片不可避免地产生塑性变形,致使计量精度发生变化,因而需要经常校正。

国产 GD-30 型车用油耗计由传感器和电磁计数器两部分组成,如图 5-6 所示。其传感器为容积膜片式,适用于汽、柴油发动机。当燃油流经传感器时,传感器能发出与流经的燃油体积成正比的脉冲信号,并将脉冲信号输送到电磁计数器,经放大器放大后,驱动计数器进行记录,然后由数码管显示燃料消耗量。

2) 单活塞式车用油耗计 该种车用油耗计的传感器,是通过活塞在液压缸内移动一次,排出固定体积的燃油,计数器记录排油次数,实现对流经的燃油消耗量进行测量的目的。由于使用中活塞及其缸的尺寸变化速度极慢,所以计量准确,测试精度较高。但是,传感器结构相对复杂,加工精度和装配精度要求较高,且对燃油的清洁度要求也较高。

3) 四活塞式车用油耗计 该种车用油耗计的传感器由流量测量机构和信号转换机构组成,

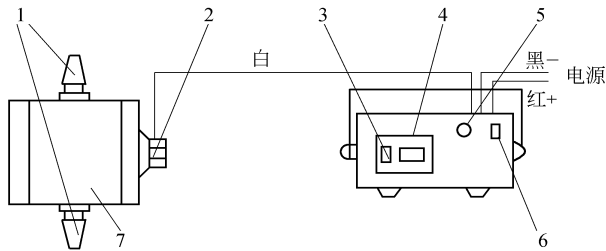


图 5-6 GD-30 型车用油耗计

1—进油口；2—磁敏开关；3—复零按钮；

4—计数器；5—电源指示灯；6—电源开关；7—传感器

简图如图 5-7 所示。

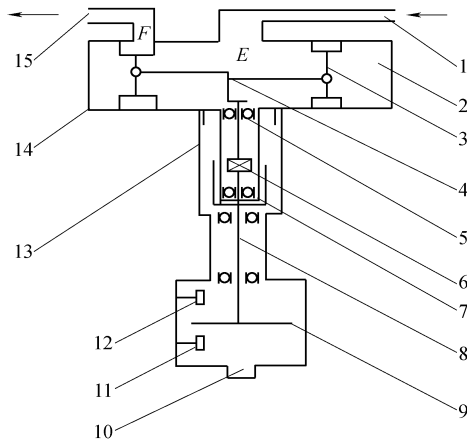


图 5-7 四活塞式车用油耗计传感器简图

1—进油道；2—油缸；3—活塞；4—曲轴；5—曲轴轴承；

6—主动磁铁；7—从动磁铁；8—转轴；9—光栅板；

10—电缆线插座；11—光敏管；12—发光二极管；13—下壳

体；14—上壳体；15—出油道

流量测量机构主要由活塞、液压缸、连杆、曲轴、上壳体、上盖和进出油道组成。四个活塞及其缸呈十字形向心布置，活塞装在液压缸内，通过各自的连杆与曲轴连接。曲轴通过轴承支撑在上壳体内。在上壳体及上盖内开有进、出油道。当燃油在泵油压力作用下经进油道进入  $E$  腔并通过上壳体内的油道来到活塞顶部时，可迫使活塞、连杆推动曲轴转动，并将对面活塞顶部的燃油通过上壳体内的油道经由上盖  $F$  油道排出。可以看出，当四个活塞及其液压缸各完成一次进、排油时，曲轴旋转一周。

信号转换机构装在曲轴的另一端，由主动磁铁、从动磁铁、转轴、光栅板、发光二极管、光敏

管、电缆插座和下壳体等组成。从图中可以看出,主动磁铁装在曲轴上,从动磁铁装在转轴上,转轴通过轴承支承在下壳体内,转轴的下端固装有光栅板。在光栅板的上、下方装有发光二极管和光敏管。当曲轴转动时,由于一对永久磁铁的吸引作用,转轴及其上的光栅板也随之转动,通过发光二极管和光敏管的光电作用,能把曲轴的转动变成光电脉冲信号。每个光电脉冲信号代表一定体积的燃油量,通过专用电缆线把脉冲信号送入计量显示仪表,经过计算、处理后,即可显示出流经的燃油量。国产 LCH - 1 型流量传感器就是一种四活塞式结构的,如图 5 - 8 所示,其输出的光电信号为 0.2 mL/脉冲。

四活塞式车用油耗计传感器具有结构紧凑、布置对称、工作平稳、计量精度高等优点,在国内外获得了广泛应用,特别适用于需精确计量燃油量的检测和试验。但是,也有结构相对复杂、加工精度和装配精度要求高、生产成本高和对燃油的清洁性要求高等缺点。

四活塞式车用油耗计的计量显示仪表,多采用有运算功能的数字显示型仪表。由于微机的发展,该种仪表已发展成微机控制的、功能全、重量轻、检测参数多、工作可靠、使用方便的智能化仪表。如国产 SLJ - 3 型流量计,就是以微机为控制核心,能测定各种类型发动机油耗的累计流量、瞬时流量、道路行驶流量和累计时间等参数,并具有定时间、定容积、定质量等功能,能对数据进行运算、处理、存储、显示和打印。其外形如图 5 - 9 所示。还有些智能化仪表,如国产 ZH214 型汽车综合参数测试仪,不仅包括油耗计功能,还能测试试验车速、累计里程、燃油温度等,并能按国家标准的规定自动完成等速燃料消耗量试验、多工况燃料消耗量试验和手动完成百公里燃料消耗量试验等测试任务。该种仪器不仅功能全,检测参数多,而且测试中无须在试验路段上插设标杆,使用非常方便。

## (2) 车用油耗计使用方法

### 1) 安装方法及注意事项

将油耗计传感器串接在燃料系供油管路上:

化油器式汽油机应串接在汽油泵与化油器之间,如图 5 - 10 所示;柴油机应串接在柴油滤清器与喷油泵之间,从高压回油管和低压回油管流回的燃油应接在油耗计传感器与喷油泵之间,以免重复计量,如图 5 - 11 所示;电控燃油喷射发动机应串接在燃油滤清器与燃油分配管之间,从燃油压力调节器经回油管流回燃油箱的燃油应改接在油耗计传感器与燃油分配管之间,避免重复计量,如图 5 - 12 所示。串接好的传感器应放置平稳或吊挂牢固。

传感器的进出油管最好为透明塑料管,以便观察燃油中是否有气体。供油管路中有气体会导致测量误差。当发现管路不断产生气泡时,应仔细检查并消除不密封部位。汽油蒸气会形成气阻,因此油耗计传感器和供油管路等应远离热源。

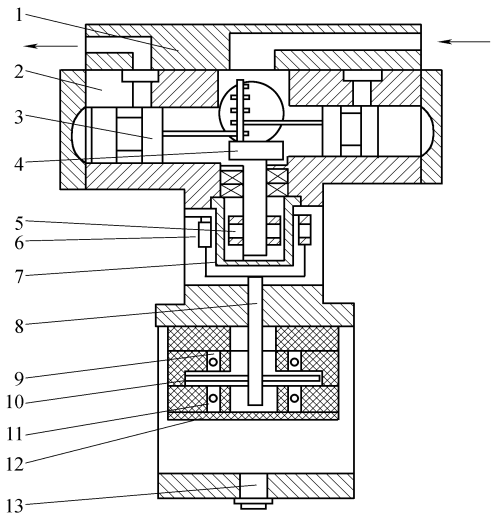


图 5 - 8 LCH - 1 型流量传感器结构图

- 1—缸盖;2—缸体;3—活塞及连杆;4—曲轴;  
5—主动磁铁;6—从动磁铁;7—密封罩;8—从动轴;  
9—发光二极管;10—光栅;11—光敏管;  
12—线路板;13—插座

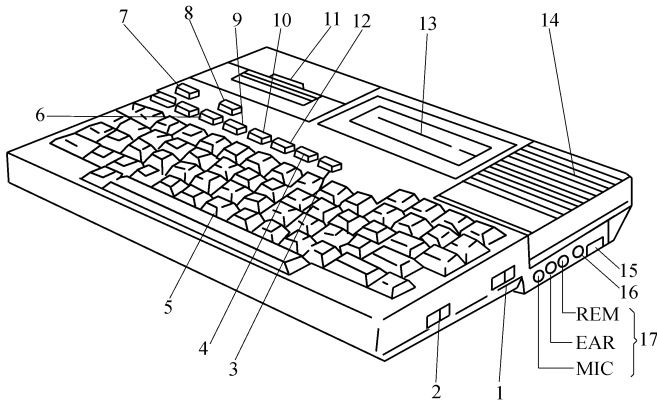


图 5-9 SLJ-3型流量计外形图

1—屏幕图像对比度调节钮；2—电源开关；3—运行/功能键；  
4—打印键；5—键盘；6—复位键；7—打印机开关；8—手  
工供纸按钮；9—开始键；10—停止键；11—打印机；12—连  
存键；13—LED显示器；14—微型磁带机；15—复零键；16—条  
形码接口；17—音频接口



图 5-10 油耗计传感器和气体分离器在汽油机上的安装位置

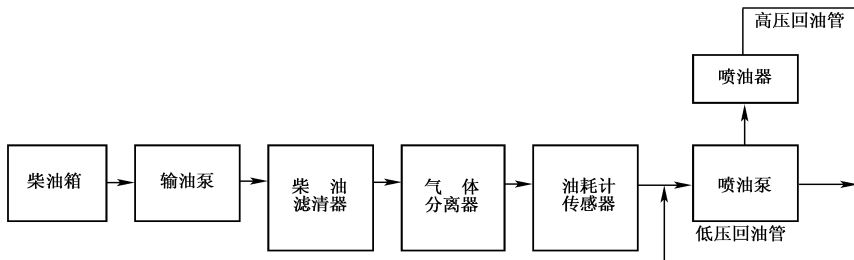


图 5-11 油耗计传感器和气体分离器在柴油机上的安装位置

测量开始前应将供油管路中的气体排净。测量中若发现油耗计传感器出油管有气泡,应宣布数据作废,重新测量。比较妥当的办法是在油耗计传感器进口处串接气体分离器,以保证测量精度。气体分离器的简图如图 5-13 所示。当混有气体的燃油进入气体分离器浮子室时,气体会迫使浮子室内的油平面下降,使针阀打开,气体排入大气,从出油管进入传感器的燃油便没有气体了,使测量精度提高。气体分离器在燃料系中的安装位置见图 5-10、图 5-11 和图 5-12。

为了减少活塞式油耗计传感器的磨损,防止活塞卡阻,被测燃油在密闭容器内应经 24h 以上沉淀,并应在油耗计传感器入口处安装纸质燃油滤清器,以保证燃油的清洁性。

油耗计传感器串接到供油管路后,传输信号的电缆线应插入油耗计传感器的插座上,另一端插入计量显示仪表输入插座上。

油耗计的电源线必须夹紧在蓄电池极桩上,不要随意就近接在电路某部位上,以免供电

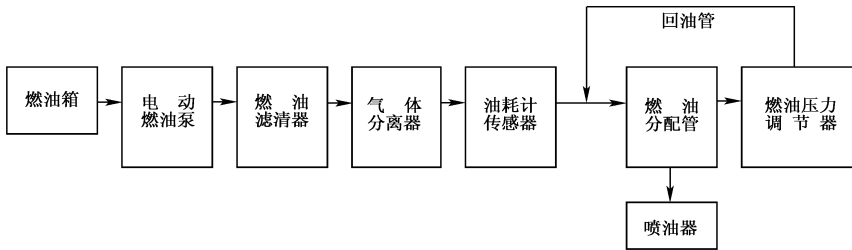


图 5-12 油耗计传感器和气体分离器在电控燃油喷射发动机上的安装位置

电压发生较大变化,影响油耗计正常工作。

## 2) 使用方法

以 ZHZ14 型汽车综合参数测试仪为例。

**仪器自校** 接通电源,开机或按下“自校”键后仪器自动进入自检状态,可对面板、拨码盘、测温系统、测量系统、打印机等进行检查,并按给定的方法由操作人员判断仪器是否有故障,显示的参数是否正确和能否正常工作等。仪器内部还有一部分功能是靠自身程序自动检定的,无需操作人员判断。当仪器发现自身出错时将停机显示错误信息“Err x”供操作人员处理。

错误信息如下:

- Err1:微机系统出错;
- Err2:测温 A/D 转换器输入超量程;
- Err3:测温 A/D 转换器输入欠量程;
- Err4:A/D 转换器电路故障。

仪器处于以上某一状态时已停止工作,只有按下“自校”键或重新开机方可重新进入工作状态。若仪器连续出现某种错误状态则需停机修理。

**测量** 按下“启动”键,仪器将自检数据清零,进入正常测量状态。此时,按国家标准 GB 12545—1990《汽车燃料消耗量试验方法》规定的试验方法,在道路条件下进行直接挡全油门加速燃料消耗量试验、等速燃料消耗量试验、多工况燃料消耗量试验、限定条件下的平均使用燃料消耗量试验。通过按键,仪器可显示累计路程、累计油耗量、瞬时油耗量、累计时间、试验车速和燃油温度等参数。按下“打印”键,可打印出测量结果。

该仪器还设置了专用试验功能,可自动完成国家标准规定的等速燃料消耗量试验和多工况燃料消耗量试验,手动完成百公里燃料消耗量试验等,能省去标杆和指示人员。测量中采用哪种方式,可通过按键选择。

**测量结束** 从汽车上拆下油耗计,将传感器内的油液排净,并注入经过加热蒸发过水分的润滑油妥善保管。

以上以 ZHZ14 型汽车综合参数测试仪为例介绍了车用油耗计的使用方法。当使用的车用油耗计不同时,操作方法也不相同。重要的是要读懂车用油耗计的使用说明书,严格按使用说明

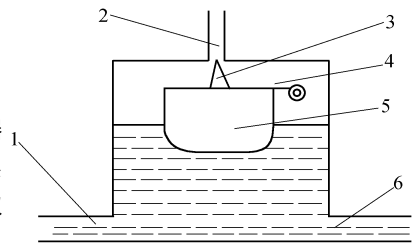


图 5-13 气体分离器简图

- 1—进油管; 2—排气管; 3—针阀;
- 4—浮子室; 5—浮子; 6—出油管

书介绍的方法操作。

**定期标定油耗计系数** 车用油耗计使用一段时间后,由于油耗计传感器技术状况变化,测量精度下降,因此需要定期重新标定油耗计系数。标定时按仪器使用说明书介绍的方法进行。通常的作法是先测定油耗计传感器的实际输油量,再与计量显示仪表的指示量相比较,求出新的标定系数,则仪器的指示误差通过确定新的标定系数而得到校正。

### 5.2.2 汽车燃料消耗量试验方法

汽车燃料消耗量试验方法分道路试验方法和台架试验方法两种。

#### (1) 道路试验方法

国家标准 GB 12545—1990《汽车燃料消耗量试验方法》有以下规定。

##### 1) 试验条件

**试验车辆载荷**

除有特殊规定外,轿车为规定乘员数的一半(取整数);城市客车为总质量的65%;其他车辆为满载,乘员质量及其装载要求按国家标准 GB/T 12534《汽车道路试验方法通则》的规定。

**试验仪器**

车速测定仪器和燃料流量计 精度为0.5%;

计时器 最小读数为0.1s。

**试验的一般规定**

- a. 试验车辆必须清洁,关闭车窗和驾驶室通风口,只允许开动为驱动车辆所必须的设备。
- b. 由恒温器控制的空气流必须处于正常调整状态。

试验车辆必须按规定进行磨合,其他试验条件、试验车辆准备按 GB 12534 的规定。

##### 2) 试验项目

直接挡全油门加速燃料消耗量试验;

等速燃料消耗量试验;

多工况燃料消耗量试验;

限定条件下的平均使用燃料消耗量试验。

##### 3) 试验方法

具体试验方法按 GB 12545—1990《汽车燃料消耗量试验方法》的规定进行,本书不再赘述。

#### (2) 台架试验方法

台架试验方法是整车在滚筒式底盘测功试验台上模拟道路试验条件进行汽车燃料消耗量试验的一种方法。

##### 1) 试验条件

试验车辆载荷、试验仪器、试验的一般规定、试验车辆磨合和其他试验条件等,同于道路试验方法。

##### 2) 试验准备

试验车辆应预热至正常工作温度,轮胎气压应符合汽车制造厂之规定。

滚筒式底盘测功试验台应预热至正常工作温度,油耗计和气体分离器的安装位置应正

确, 供油系气体应排除干净。

3) 试验方法 仅将等速燃料消耗量的试验方法介绍如下。

汽车开上滚筒式底盘测功试验台, 落下举升器平板, 逐挡加速至常用挡位(直接挡或超速挡), 同时给滚筒加载, 使车辆模拟道路行驶, 直至达到规定的试验车速。

待规定的试验车速稳定后, 测量等速通过 500 m 行程的时间(s)和燃料消耗量(ml)。同一试验车速连续测量 2 次, 等速燃料消耗量取算术平均值。

试验车速从 20 km/h(最小稳定车速高于 20 km/h 时, 从 30 km/h)开始, 以车速的 10 km/h 的整数倍均匀选取车速, 直至最高车速的 90%, 至少测定 5 个试验车速。

根据通过的行程和时间, 计算出实际试验车速; 根据通过的行程和燃料消耗量, 计算出等速百公里燃料消耗量。

以实际试验车速为横轴, 燃料消耗量为纵轴, 绘制等速燃料消耗量散点图, 根据散点图绘制等速燃料消耗量特性曲线, 并分析、判断燃料供给系、发动机及整车的技术状况。

(3) 试验数据的校正

不管是道路试验还是台架试验, 每一实际试验车速燃料消耗量的测量值均应按公式校正到标准状态下的数值。标准状态是指: 气温 20 °C, 气压 100 kPa, 汽油密度 0.742 g/mL, 柴油密度 0.830 g/mL。校正公式为

$$Q_0 = \frac{\bar{Q}}{C_1 \cdot C_2 \cdot C_3} \quad (5-3)$$

式中  $Q_0$ ——校正后的燃料消耗量 L/100 km;

$\bar{Q}$ ——实测燃料消耗量的均值 L/100 km;

$C_1$ ——环境温度校正系数,  $C_1 = 1 + 0.0025(20 - T)$ ;

$C_2$ ——大气压力的校正系数,  $C_2 = 1 + 0.0021(P - 100)$ ;

$C_3$ ——燃料密度的校正系数,  $C_3 = 1 + 0.8(0.742 - G_1)$ (汽油机),

$C_3 = 1 + 0.8(0.830 - G_2)$ (柴油机);

$T$ ——试验时的环境温度 °C;

$P$ ——试验时的大气压力 kPa;

$G_1$ ——试验用的汽油平均密度 g/mL;

$G_2$ ——试验用的柴油平均密度 g/mL。

### 5.3 汽车车轮侧滑量检测

检测前轮侧滑量的目的是为了确知前轮前束与前轮外倾的配合是否恰当。当二者配合恰到好处时, 汽车前轮保持稳定的直线行驶状态。有些汽车(如上海桑塔纳等)的后轮也有前束和外倾, 因此也应进行后轮侧滑量检测。然而, 相当一部分汽车的后轮是没有车轮定位的。当检查这部分汽车的后轮侧滑量时, 可以确知后轴是否弯曲变形和轮毂轴承是否松旷。

车轮侧滑量检测, 须采用侧滑试验台。

侧滑试验台是测量汽车车轮横向滑动量并判断是否合格的一种检测设备, 有滑板式和滚筒

式之分。其中,滑板式侧滑试验台(以下简称为侧滑试验台)在我国获得了广泛应用。

### 5.3.1 侧滑试验台检测原理

为了减少前轮纵向旋转平面接地点至主销中心线延长线与地面交点的距离,并为了前轴在承受较大载荷后前轮不致产生内倾,因而在前轮定位中出现了前轮外倾这一角度。但是,前轮外倾后,在两前轮滚动中出现了向外张开滚动的趋势。虽然在刚性前梁或车架的约束下,前轮并不能真正向外分开滚动,但两前轮分别给地面向内的侧向力和轮胎在地面上的滑磨是实际存在的。此时,若使这样的汽车前轮在两块互不刚性连接然而可以左右自由滑动的滑动板上前进通过时,则可以看到两块滑动板向内靠拢。滑动板向内的靠拢量,即为该前轮的侧滑量。

前轮前束是为纠正前轮外倾出现后致使前轮向外张开滚动这一不足而出现的。当前束值恰到好处时,即给已经外倾的前轮一个合适的方向修正量时,前轮就会保持稳定地直线行驶。此时,即使汽车前轮再通过同样的滑动板,滑动板也不会左、右移动。当然,若前轮前束值太大,则两前轮滚动中又有向内靠拢的趋势。刚性前梁和车架虽不允许两前轮真正向内靠拢,但两前轮分别给地面一个向外的力并在地面上滑磨也是实际存在的。此时,若汽车的前轮通过上述同样的滑动板,则两滑动板分别向外滑动。滑动板的滑动量,即为该前轮的侧滑量。

侧滑试验台就是利用上述滑动板在侧向力作用下能够横向滑动的原理来测量前轮侧滑量的。可以看出,检测中若滑动板向外移动,表明前轮前束太大或前轮负外倾太大;若滑动板向内移动,表明前轮外倾太大或前轮负前束太大;若滑动板不移动,表明前轮没有侧滑量,则前束与外倾的配合恰到好处。

可以想象,前轮外倾(或负外倾)对滑动板的作用,不管车辆前进还是后退,其侧滑量相等且侧滑方向一致;前轮前束(或负前束)对滑动板的作用,在车辆前进和后退时,虽侧滑量相等但侧滑方向相反。后轮也有外倾和前束的汽车,具有同样特点。

需要指出的是,汽车驱动形式不同,前轮前束的大小也略有不同。对于从动前轴来说,前轮前束还要克服在前轮滚动阻力矩作用下,因前轴转向杆系存在间隙和弹性变形所造成的前轮前端绕主销向外张开滚动的趋势,因而这种车辆的前轮前束值都比较大,以给前轮一个恰到好处的方向修正量。然而,对于驱动前轴,特别是对于单前轴驱动的车辆来说,则无须采用较大的前束值。这是因为在前轮牵引力矩的作用下,由于杆系存在间隙和弹性变形,前轮前端发生了绕主销向内的靠拢滚动。因此,这种车辆的前束值都较小,有的甚至为负前束。

### 5.3.2 侧滑试验台结构与工作原理

滑板式侧滑试验台按滑动板数不同,可分为单板式和双板式两种。它们一般均由测量装置、指示装置和报警装置等组成。以下介绍双板式侧滑试验台的结构与工作原理。

#### (1) 测量装置

测量装置由框架、左右两块滑动板、曲柄机构、回位装置、滚轮装置、导向装置、锁止装置、位移传感器及信号传递装置等组成。该装置能把车轮侧滑量测出并传递给指示装置。

滑动板的长度一般有 500 mm、800 mm 和 1 000 mm 三种。滑动板的上表面制有“T”形纹或

“十”形纹,以增加与轮胎之间的附着力。滑动板的下部装有滚轮装置和导向装置,两滑动板之间连接有曲柄机构、回位装置和锁止装置。在侧向力作用下,两滑动板只能在左右方向上作等量位移,并且要向内均向内,要向外均向外,在前后方向上不能滑动。

当车轮正前束(IN)大时,滑动板向外侧滑动;当车轮负前束(OUT)大时,滑动板向内侧滑动;当侧向力消失时,在回位装置作用下两滑动板回到零点位置;当关闭锁止装置时,两滑动板被锁止,不再左右滑动。

按滑动板位移量传递给指示装置方式的不同,测量装置可分为机械式和电气式两种形式。

1) 机械式测量装置 该种测量装置是把滑动板与指示装置机械地连接在一起,通过连杆和L型杠杆等零件,把滑动板位移量直接传递给指示装置的一种结构形式,如图5-14所示。具有机械式测量装置的侧滑试验台一般也称为机械式侧滑试验台,其指示装置设立在测量装置的一端,二者必须靠得很近,现在已逐渐不用。

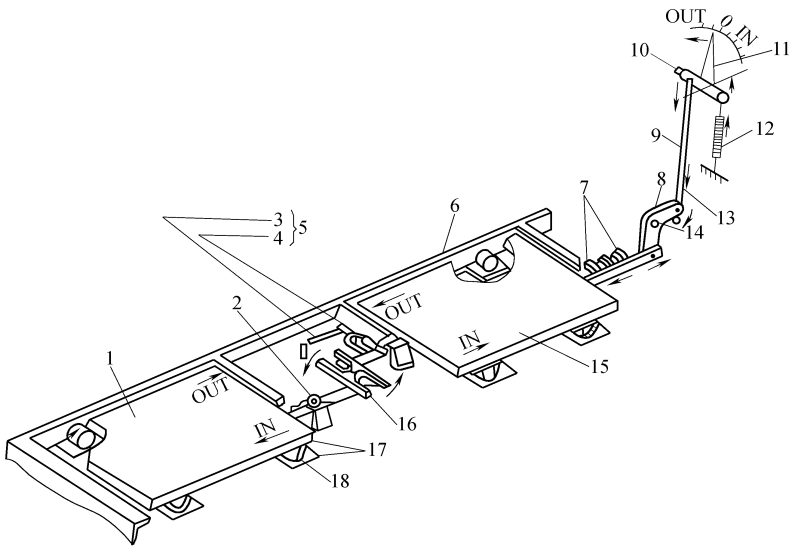


图 5-14 侧滑试验台机械式测量装置

- 1—左滑动板;2—导向滚轮;3—回位弹簧;4—摆臂;5—回位装置;  
6—框架;7—限位开关;8—L形杠杆;9—连杆;10—刻度放大倍数调整器;  
11—指示机构;12—调整弹簧;13—零位调整装置;14—支点;  
15—右滑动板;16—双销叉式曲柄;17—轨道;18—滚轮

2) 电气式测量装置 该种测量装置是把滑动板的位移量通过位移传感器变成电信号,再经过放大与处理而传输给指示装置的一种结构形式。位移传感器有自整角电机式、电位计式和差动变压器式等多种形式。

以自整角电机作为位移传感器的测量装置如图5-15所示。测量装置上的自整角电机7通过齿轮齿条机构、杠杆和连杆等与滑动板连接在一起。指示装置中也装备有同一规格的自整角电机9。当滑动板位移时,自整角电机7回转一定角度并产生电信号传输给自整角电机9,自整

角电机 9 接到电信号后回转同一角度并通过指针指示出滑动板位移量的大小和方向。

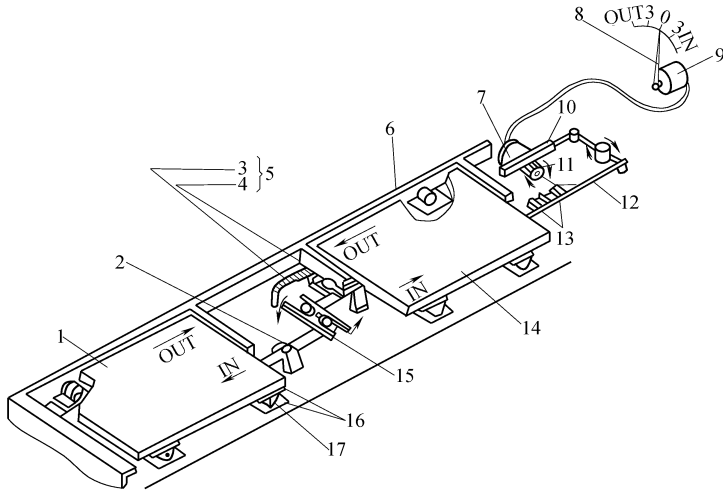


图 5-15 侧滑试验台电气式测量装置

- 1—左滑动板；2—导向滚轮；3—回位弹簧；4—摆臂；5—回位装置；  
6—框架；7—产生电信号的自整角电机；8—指针；9—接受电信号的  
自整角电机；10—齿条；11—齿轮；12—连杆；13—限位开关；  
14—右滑动板；15—双销叉式曲柄；16—轨道；17—滚轮

以电位计作为位移传感器的测量装置如图 5-16 所示。可以看出,当滑动板位移时能变为电位计触点在电阻线圈上的移动,致使电路阻值发生变化,进而使电路电压发生变化。把这一变化传输给指示装置(电压表)就可将滑动板位移量的大小和方向指示出来。

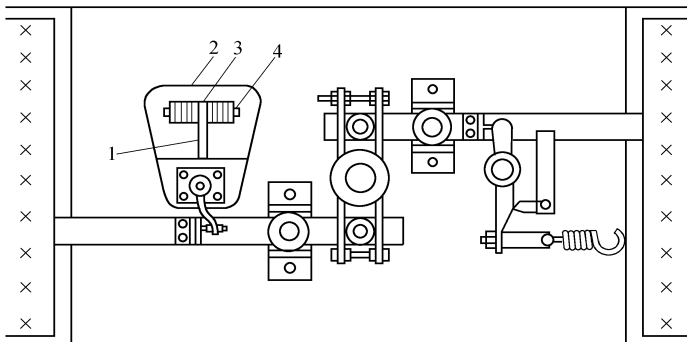


图 5-16 侧滑试验台电位计式测量装置

- 1—滑动片；2—电位计；3—触点；4—线圈

以差动变压器为位移传感器的测量装置如图 5-17 所示。当滑动板位移时,通过触头带动差动变压器线圈内的铁心移动,使电路电压发生变化。将这一变化传输给指示装置(电压表),就可将滑动板位移量的大小和方向指示出来。

### (2) 指示装置

指示装置也分为机械式和电气式两种形式,有的用指针式指示,有的用数码管式指示。电气式指示装置(指针式)如图5-18所示。指示装置能把测量装置传递来的滑动板侧滑量,按汽车每行驶1 km侧滑1 m定为一格刻度。车轮正前束(IN)和车轮负前束(OUT)都分别刻有10格的刻度。因此,当滑动板长度为1 000 mm、侧滑1 mm时,指示装置指示1格刻度,代表汽车每行驶1 km侧滑1 m。同样,当滑动板长度为800 mm侧滑0.8 mm和当滑动板长度为500 mm侧滑0.5 mm时,指示装置也都能指示一格刻度。这样,检测人员从指示装置上就可获得车轮侧滑量的具体数值,并根据指针偏向IN或OUT的方向确定出侧滑方向。

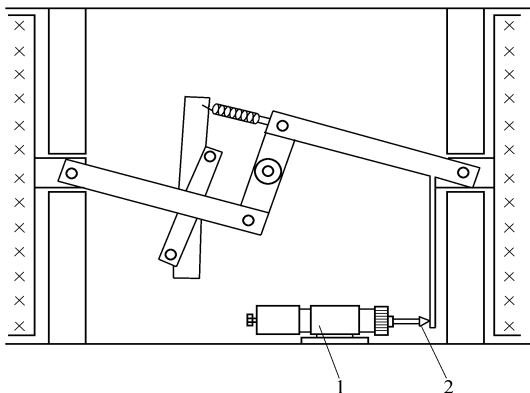


图 5-17 侧滑试验台差动变压器式测量装置

1—差动变压器;2—触头

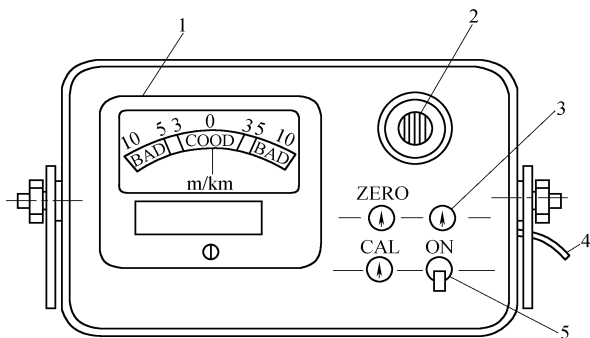


图 5-18 侧滑试验台指针式指示装置

1—指针式表头;2—报警用蜂鸣器或信号灯;3—电源指示灯;  
4—导线;5—电源开关

指示装置的刻度盘上除用数字和符号标明侧滑量和侧滑方向外,有的还用颜色和文字划为三个区域。即,侧滑量0~3 mm范围内为绿色,表示为良好(GOOD)区域;侧滑量3~5 mm为黄色,表示为可用区域;侧滑量5 mm以上为红色,表示为不良(BAD)区域。

### (3) 报警装置

在检测车轮侧滑量时,为便于快速表示检测结果是否合格,当车轮侧滑量超过规定值(5格刻度)后,侧滑试验台的报警装置能根据测量装置的限位开关发出的信号,用蜂鸣器或信号灯报警,因而无须再读取指示仪表上的具体数值,为检测工作节约了时间。

近年来国内各厂家生产的侧滑试验台的电气式指示装置,多以单片机进行数据采集和处理,因而具有操作方便、运行可靠、抗干扰性强等优点,同时还能对检测结果进行分析、判断、存储、打印和数字显示等。国产CH-10A型侧滑试验台电气部分的原理框图如图5-19所示,指示装置面板图如图5-20所示。该种侧滑试验台,当滑动板侧滑时,滑动量通过位移传感器转变成电信号,经过放大与信号处理后成为0-5 V的模拟量,再经A/D转变成数字量,输入微机运算

处理 然后由数码管显示出检测结果或由打印机打印出检测结果。

国产 CH - 10A 和 CH - 10Z 型侧滑试验台的主要参数见表 5 - 5。

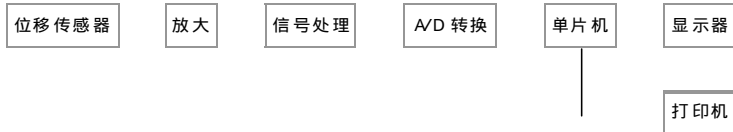


图 5 - 19 侧滑试验台电气部分原理框图

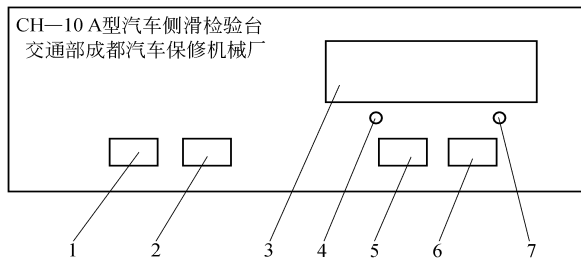


图 5 - 20 侧滑试验台数字式指示装置面板图

1—电源接通键；2—电源断开键；3—数码显示器；  
4—电源指示灯；5—打印键；6—复位键；7—报警灯

表 5 - 5 国产 CH - 10 型侧滑试验台的主要参数

参数项目	型号	CH - 10A 型	CH - 10Z 型
允许最大轴载质量/t		10	10
轮距范围/mm		860 ~ 2 225	860 ~ 2 225
滑板尺寸(长 × 宽)/mm		500 × 1 000	1 000 × 1 000
外形尺寸(长 × 宽 × 高)/mm		2 930 × 606 × 163	2 930 × 1 106 × 168
净质量/kg		800	1 200

### 5.3.3 侧滑试验台使用方法

#### (1) 检测前的准备工作

- 1) 轮胎气压应符合汽车制造厂之规定。
- 2) 轮胎上粘有油污、泥土、水或花纹沟槽内嵌有石子时，应清理干净。
- 3) 检查侧滑试验台导线连接情况，在导线连接良好的情况下打开电源开关，察看指针式仪

表的指针是否在机械零点上,并视必要进行调整;或察看数码管是否亮度正常并都在零位上。

4) 检查报警装置在规定值时能否发出报警信号,并视需要进行调整或修理。

5) 检查侧滑试验台上表面及其周围的清洁情况,如有油污、泥土、砂石及水等应予清除。

6) 打开侧滑试验台的锁止装置,检查滑动板能否在外力作用下左右滑动自如,外力消失后回到原始位置,且指示装置指在零点。

#### (2) 检测方法

1) 汽车以3~5 km/h的速度垂直侧滑板驶向侧滑试验台,使前轮(或后轮)平稳通过滑动板。

2) 当前轮(或后轮)完全通过滑动板后,从指示装置上观察侧滑方向并读取、打印最大侧滑量。

3) 检测结束后,切断电源并锁止滑动板。

#### (3) 使用注意事项

1) 不能让超过试验台允许轴荷的车辆通过侧滑试验台。

2) 不能使车辆在侧滑试验台上转向或制动。

3) 保持侧滑试验台内、外及周围环境清洁。

4) 其他注意事项见侧滑试验台使用说明书。

### 5.3.4 诊断参数标准

按国家标准 GB 7258—1997《机动车运行安全技术条件》的规定,用侧滑试验台检测前轮侧滑量,其值不超过5 m/km。

### 5.3.5 检测后轴技术状况

对于后轮没有车轮定位的汽车,可用侧滑试验台按下列方法检测后轴是否弯曲变形和轮毂轴承是否松旷。

1) 使汽车后轮从侧滑试验台滑动板上前进和后退驶过,如两次侧滑量读数均为零,表明后轴无任何弯曲变形。

2) 如两次侧滑量读数不为零,且前进和后退驶过侧滑板后,侧滑量读数相等而侧滑方向相反,表明后轴在水平平面内发生弯曲。

若前进时滑动板向外滑动,后退时又向内滑动,说明后轴端部在水平平面内向前弯曲;

若前进时滑动板向内滑动,后退时又向外滑动,说明后轴端部在水平平面内向后弯曲。

3) 如两次侧滑量读数不为零,且前进和后退驶过侧滑板后,侧滑量读数相等而侧滑方向相同,表明后轴在垂直平面内发生弯曲。

若滑动板向外滑动,说明后轴端部在垂直平面内向上弯曲;

若滑动板向内滑动,说明后轴端部在垂直平面内向下弯曲。

4) 后轮多次驶过侧滑试验台滑动板,每次读数不相等,说明轮毂轴承松旷。

对于后轮有定位的汽车,仍可按上述方法检测后轴是否变形和轮毂轴承是否松旷,只是在检测结果中减去定位值,剩余值即为后轴弯曲变形造成的。

## 5.4 汽车制动性检测

根据国家标准 GB 7258—1997《机动车运行安全技术条件》的规定,机动车可以通过路试或台试用制动距离、制动减速度或制动力检测制动性能。

### 5.4.1 制动距离检测

当路试中用制动距离检测制动性能时,须采用五轮仪进行。

#### (1) 五轮仪结构与工作原理

在路试中检测汽车整车性能时,经常要使用五轮仪,可以测出车辆行驶的距离、时间和速度。当五轮仪用于检测汽车制动性能时,能测出制动初速度、制动距离和制动时间等参数。

五轮仪主要有机械式、电子式和微机式三种类型。

五轮仪一般由传感器和记录仪两部分组成,并附带一个脚踏开关。传感器部分与记录仪部分由导线(信号线)连接。脚踏开关带有触点的一端套在制动踏板上,另一端插接在记录仪上。

1) 传感器部分 该部分的作用是把汽车行驶的距离变成电信号。它一般由充气车轮、传感器、支架、减振器和连接装置等组成,如图 5-21 所示。充气车轮为轮胎式,安装在支架上,支架通过连接装置固定在汽车的侧面或尾部的车身上。在其减振器压簧的作用下,充气车轮紧贴地面,并随汽车的行驶而滚动。对于四轮汽车来说,安装上去的充气车轮就像汽车的第五轮一样,故称为五轮仪。当充气车轮在路面上滚动一周时,汽车行驶了充气车轮周长的距离。在充气车轮中心处安装有传感器,可以把轮子在路面上滚动的距离变成电信号。

常用的传感器有光电式和磁电式等形式。

光电式传感器是在轮子的中心一侧固定有圆形的光孔板,其上沿圆周均布有若干小孔,在小孔的两侧分别装有光源和光敏管。光源和光敏管固定在支架上。当轮子转动时,光孔板随之转动。每转过一个小孔,光源的光线穿过小孔照射光敏管一次,光敏管就产生一个电脉冲信号,并通过导线送入记录仪。国产 PT5-3 型五轮仪使用的光孔板加工有 155 个小孔,轮子旋转一周传感器发出 155 个电信号。

磁电式传感器也是安装在轮子的中心,由永磁环、线圈、内齿环、外齿盘和车轴等组成,并形成闭合磁回路。内齿环沿圆周加工有内齿,与充气车轮固装在一起。外齿盘沿圆周加工有外齿,与车轴固装在一起,车轴固装在支架上,工作中不转动。当轮子旋转时,内齿环围绕外齿盘转动,二者之间的间隙发生变化,于是闭合磁路的磁阻发生变化,通过线圈的磁通量发生变化,线圈两端则输出类似正弦波的电信号。国产 WLY-5 型微机五轮仪使用的外齿盘上加工有 176 个齿,当轮子旋转一周时,传感器发出 176 个电信号。轮子周长为 1760 mm,随轮胎充气压力的变化而变化。

2) 记录仪部分 该部分的作用是把传感器部分送来的电信号和内部产生的时间信号,进行控制、计数并计算出车速,然后指示出来。电子式记录仪,如 PT5-3 型五轮仪的记录仪,是由测距、测时、测速、音响和稳压等部分组成的,整机各元件均安装在一个金属盒子内,其面板图如图

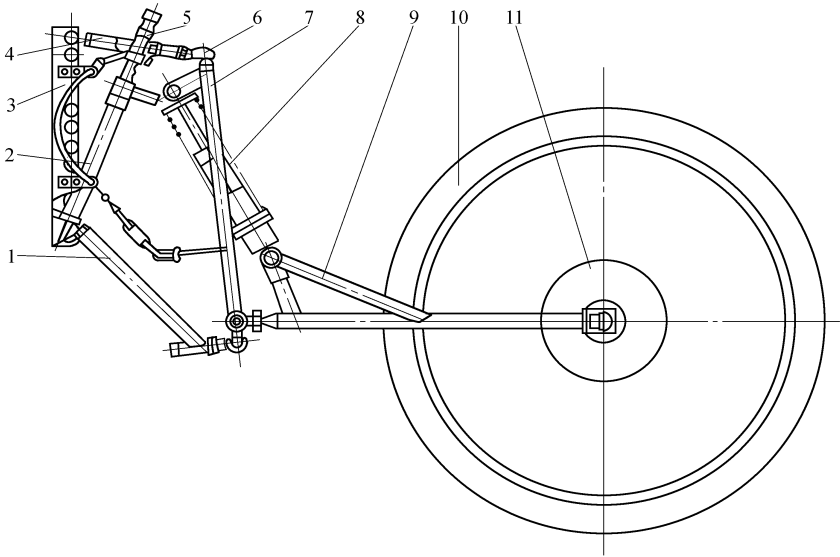


图 5-21 五轮仪的传感器部分

1—下臂；2—调节机构；3—固定板；4—上臂；5—手把；

6—活节头；7—立架；8—减振器；9—支架；10—充气车轮；11—传感器

5-22所示。从传感器部分送来的电信号，经整形电路整形成矩形脉冲后通过控制器。其中一路送入测距电路进行测距计数，再经数据选择器及译码器由荧光数码管直接显示汽车行驶距离；另一路送入车速计数电路，通过时标电路以0.36s瞬时车速值通过寄存器、译码器，由另一组数码管直接显示汽车行驶速度。测时则是把从石英谐振器经分频电路取出的1kHz频率，通过控制器送入测时计数器进行以毫秒为单位的测时计数，并通过数据选择器、译码器由荧光数码管直接显示汽车行驶时间。制动系反应时间的检测是通过一个传感器——附有磁钢的摆锤完成的。当车辆制动时，从驾驶员的脚踏上制动踏板（脚踏开关的触点闭合）时开始时间计数，到车辆刚出现减速度，摆锤因惯性作用向前摆动时，干簧管受摆锤磁钢影响闭合后送出闭合信号，数码管立即停止时间显示，因而测出了制动系的反应时间。

套在制动踏板上的脚踏开关，当驾驶员踩制动踏板时闭合，通过导线输入记录仪作为测量制动距离、制动系反应时间和制动全过程时间等的开始信号。

微机式记录仪，如WLY-5型微机五轮仪，是以MCS-51系列的8031单片微机为核心的智能仪器，除能完成距离、速度和时间等参数的测量和数据处理外，还能存储全部数据并能打印试验结果。该种记录仪的面板图如图5-23所示。

## (2) 五轮仪使用方法

- 1) 如果五轮仪自备电源，使用前应按使用说明书的要求，充电至规定电压。
- 2) 汽车应运行至正常热状态。
- 3) 将传感器部分固定在汽车侧面或尾部的车身上，以不影响其轮子左右摆动为准，并用打气筒对轮子充气至适当程度。
- 4) 将记录仪放置在驾驶室内或车厢内，正面朝上，水平放置，其前端要对准汽车前进方向，

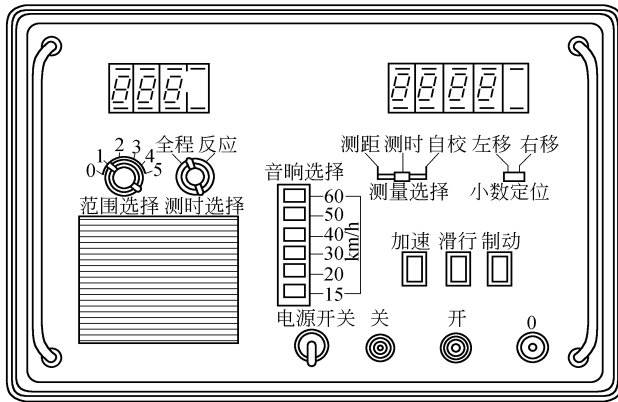


图 5-22 PT5-3 型五轮仪记录仪面板图

并紧靠在固定部位,以防制动时撞击。

5) 用信号线把充气车轮上的传感器与记录仪连接起来。脚踏开关一端通过导线插接在记录仪上,另一端套在制动踏板上。用汽车蓄电池作电源的五轮仪,还应把电源线一端插接在记录仪上,另一端夹持在蓄电池正、负极上。

6) 打开记录仪电源开关,按使用说明书的要求检查与自校。如要求预热,应预热至规定时间。

7) 微机控制的五轮仪,使用前应首先进入初始化程序。一般地说,该种类型的五轮仪在电源开关打开后可自动进入初始化程序或通过键入的方法进入初始化程序。

8) 凡要求置入五轮修正系数的五轮仪,均应按照使用说明书上的方法置入。如 WLY-5 型微机五轮仪,只要把传感器部分的充气车轮转 10 圈的距离(在路面上的实测值)键入记录仪即可。

9) 检测制动距离前,须将与制动有关的旋钮、开关或按键打到规定位置,并预选(按下对应的键或键入选择的值)制动初速度。

10) 检测制动距离时,按国家标准的有关规定,应在符合要求的道路条件和气候条件下,汽车空载或满载加速行驶,驾驶员根据记录仪上指示的瞬时车速或音响的提示,至预选制动初速度时,用力踩下制动踏板直至汽车停止。制动时的踏板力(可安装踏板力计)或制动气压应符合规定要求。

11) 读取并打印检测结果 可读取并打印测得的制动初速度、制动距离、制动系反应时间和制动全过程时间等检测结果。有的五轮仪还能读取制动减速度或打印“速度—时间”曲线和“减速度—时间”曲线等。以上检测结果是实际试验结果。实际试验结果中的制动初速度不一定正

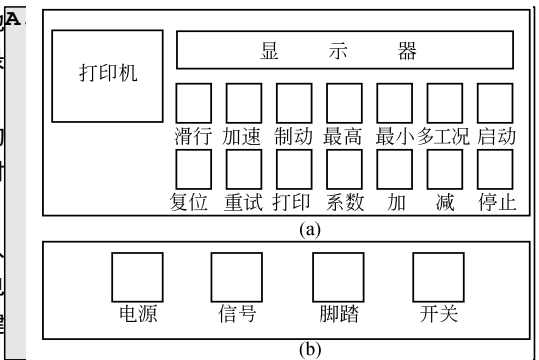


图 5-23 WLY-5 型微机五轮仪记录仪面板图

(a) 上面板; (b) 后面板

好等于预选制动初速度,可能大于或小于预选制动初速度。有些微机式五轮仪可以将实际试验结果修正到预选制动初速度下的试验结果,以便直接与诊断参数标准对照。

12) 按下记录仪“重试”或“复位”键,仪器复原,可重新进行制动试验。微机式五轮仪在打印结束后一般能自动回到初始化程序。

13) 检测制动性能应在同一路段正反两个方向上进行,测得的制动距离及其他参数取平均值。汽车倒车时,应将传感器部分的充气车轮转向 180°或专人提离地面。

14) 路试结束后,关闭记录仪电源,拆卸电源线、信号线和脚踏开关,并从车身上拆下传感器部分。

用五轮仪检测汽车制动性能,可以测得在规定制动初速度下,从开始踩着制动踏板到车辆完全停止所走过的制动距离和制动时间,比仅仅由在路面上测量车轮拖、压印长度决定制动性能的原始方法前进了一大步,但使用费时费力。

#### 5.4.2 制动减速度检测

制动减速度亦是评价制动性能的重要诊断参数之一。制动减速度按测试、取值和计算方法的不同,可分为制动稳定减速度、平均减速度和充分发出的平均减速度三种。

##### (1) 检测制动稳定减速度

检测制动稳定减速度,须采用制动减速度仪。

制动减速度仪(以下简称为减速度仪)也称为制动仪,以检测制动稳定减速度和制动时间为主,用于整车道路试验。该种仪器小巧轻便,便于携带,不用五轮作传感器,并且对制动初速度和路面不平度要求也不高,因而使用较为方便。

1) 减速度仪的结构与工作原理 国产减速度仪已多为微机式智能化仪器,一般由仪器部分和传感器部分两部分组成,并附带一个脚踏开关。仪器部分和传感器部分既可以制成整体式,装在一个壳体内;也可以制成分体式,二者用导线相连接。国产 QTZ 型微机减速度仪(也称为制动特性测试仪)为整体式,主要由电源、A/D 转换器、8080A 单板机、LED 显示器和滑块式传感器等组成,其框图如图 5-24 所示,外形如图 5-25 所示。汽车制动时,由于惯性作用,滑块式传感器产生随制动减速度变化的电压信号,经 A/D 转换器将这一模拟信号转变成微机能接受的数字信号后,输入到 8080A 单板机中存储及数据处理,测量结果由 LED 显示器显示。

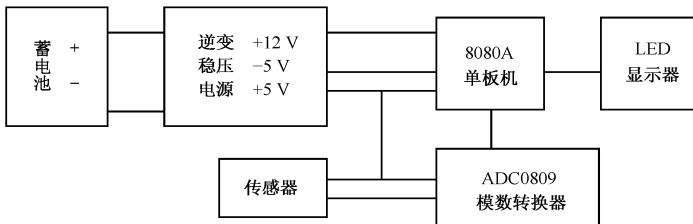


图 5-24 QTZ 型微机减速度仪框图

国产 SZY-2 型微机减速度仪是分体式,由仪器部分和滑块式传感器部分组成。其仪器部分是由低功耗的 CPU 配用只读存储器组成的十分小型的单板机、LCD 液晶显示器和电源等组成

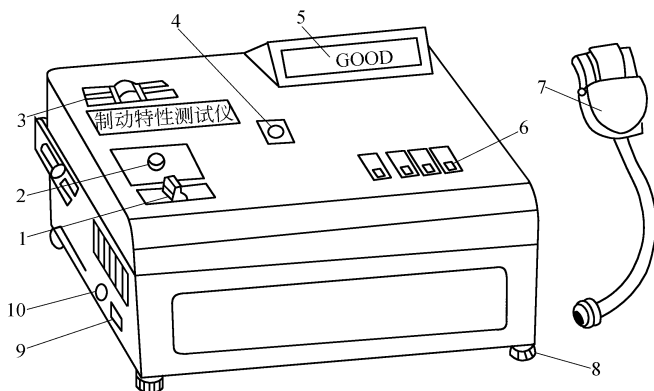


图 5-25 QTZ 型微机减速度仪外形图

- 1—电源开关；2—踏板开关插座；3—蓄电池表头；4—水平泡  
5—LED 显示器；6—操作键；7—踏板开关；8—可调支脚；  
9—充电；10—熔丝

的，并装有电源开关、复位按钮和制动初速度选择开关等，为手持式。当汽车制动时，脚踏开关闭合，由滑块式传感器向微机发出制动时间  $t$  和制动减速度  $j$  的启动讯号，仪器进入响应测量，开始计  $t$  和  $j$ ，并在测得  $t$  和  $j$  的基础上按制动距离公式执行距离运算程序，计算出制动距离。

制动过程结束后，由 LCD 液晶显示器循环显示制动距离  $S$ 、制动减速度  $j$  和制动时间  $t$  的测量值，直至按下“复位”按钮，显示停止。

制动减速度仪的传感器，常见的有滑块式和摆锤式两种。滑块式传感器由阻尼杆、光电转换机构、齿条、弹簧和滑块机构等组成，如图 5-26 所示。汽车制动时，在惯性力作用下，滑块克服弹簧的拉力发生位移，位移量与汽车减速度的大小成正比。为尽量减少弹簧、滑块组合产生的简谐振动，由阻尼杆产生适当的阻尼作用。光电转换机构由发光管、光敏管、定光栅和动光栅组成。当滑块发生位移时，与滑块固定一体的齿条通过与之啮合的齿轮使动光栅转动，光敏管接收到时通时断的光信号并变成电脉冲信号，经整形后通过导线送到微机。滑块的移动速度愈快，光电转换机构输出的电脉冲信号愈多。1 个电脉冲信号代表制动减速度  $0.1 \text{ m/s}^2$ 。

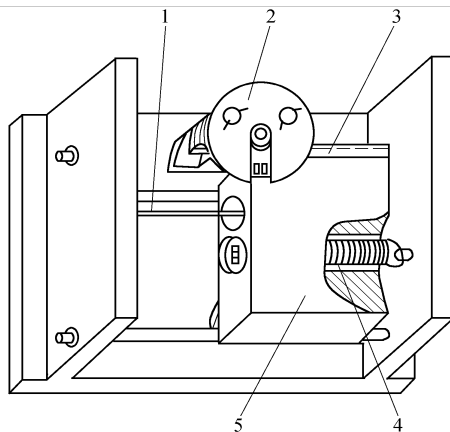


图 5-26 滑块式传感器

- 1—阻尼杆；2—光电转换机构；3—齿条；  
4—弹簧；5—滑块机构

## 2) 减速度仪使用方法

如果减速度仪自备电源，使用前应按仪器使用说明书的要求充电至规定电压。

汽车应运行至正常热状态。

将减速度仪或分体式的传感器部分放置在驾驶室或车厢地板上，正面朝上，调整支腿使

之保持水平状态 其前端对准汽车前进方向并紧靠在固定部位 ,严禁放置在软性座椅上。

脚踏开关一端通过导线插接在制动减速度仪上或分体式的传感器上 ,另一端套在制动踏板板上。分体式减速度仪还应当用信号线把传感器部分与仪器部分连接起来。

打开减速度仪电源开关 按仪器使用说明书的要求检查与自校。如要求预热 ,应预热至规定时间。

如需要车型选择 ,应按被检车的座位数或吨位数按下相应选择键。

检测制动稳定减速度前应预选(按下对应的键或键入选择的值)制动初速度。

制动稳定减速度检测 ,应在符合要求的道路条件和气候条件下 汽车空载或满载加速行驶 ,至预选制动初速度时用力踩下制动踏板直至车辆停止。制动时的踏板力(可安装踏板力计)或制动气压应符合规定要求。

读取并打印检测结果 制动过程结束后可读取并打印制动稳定减速度、制动距离、制动系反应时间、制动全过程时间和制动系协调时间等检测结果。

瓏 按下“复位”键 ,显示器清零 ,减速度仪进入下一次测量的初始状态。

瓏 制动性能检测应在同一路段正反两个方向上进行 ,制动稳定减速度及其他参数取平均值。

瓏 检测结束后 ,关闭减速度仪电源 ,拆卸脚踏开关等。

## (2) 检测充分发出的平均减速度

用制动减速度仪检测制动稳定减速度评价汽车的制动性能 ,我国在 1997 年以前曾经采用过 ,目前国外仍有些国家继续采用。但是 ,当使用滑块式或摆锤式制动减速度仪检测制动稳定减速度时 ,存在一定问题。即当汽车制动时 ,车头下沉 ,车身前倾 ,由于上述减速度传感器的关系 ,制动减速度仪的测量精度受到影响。特别是紧急制动时 影响尤其明显。

鉴于这一原因 ,修订后的 GB 7258—1997《机动车运行安全技术条件》对于路试检验制动性能 ,不再使用制动稳定减速度 ,而是采用充分发出的平均减速度  $FMDD$  这一评价指标。充分发出的平均减速度  $FMDD$ (Mean Fully Development Deceleration 国外也称为  $MFDD$ )是一个较为稳定的平均值 ,且不受车辆制动时车身倾角的影响 ,因而能较准确地反映汽车制动时的实际状况。

充分发出的平均减速度  $FMDD$

$$FMDD = \frac{V_0 - V_e}{25.92(S_e - S_0)} \quad (5 - 4)$$

式中  $FMDD$ ——充分发出的平均减速度  $m/s^2$  ;

$V_0$ ——制动初速度  $km/h$  ;

$V_0$ —— $0.8 V_0$  车辆的速度  $km/h$  ;

$V_e$ —— $0.1 V_0$  车辆的速度  $km/h$  ;

$S_0$ ——在速度  $V_0$  和  $V_0$  之间车辆驶过的距离  $m$  ;

$S_e$ ——在速度  $V_0$  和  $V_e$  之间车辆驶过的距离  $m$ 。

充分发出的平均减速度  $FMDD$  ,应在测得实际制动初速度  $V_0$ 、制动距离  $S_0$ 、 $S_e$  后用上述公式计算确定。

### 5.4.3 制动力检测

用五轮仪和制动减速度仪检测汽车制动性能时 ,须在道路试验中进行。路试法虽然实际、直

观、简便,且不需要大型设备和厂房,但也存在下列问题:

路试法只能测出整车的制动性能,而对于各轮制动性能的差异虽能从拖、压印作出定性分析,但无法获得定量数据。

对于制动性能不合格的车辆,不易诊断故障发生的具体部位。

制动距离的长短和制动减速度的大小,往往因驾驶员操作方法、路面状况和车马行人状况而异(专用试车场除外),重复性差。

除道路条件外,路试还将受到气候条件等的限制,且有发生事故的危险性。

路试法消耗燃料,磨损轮胎,且对全车各部机件都有不良影响。

如果是不带任何仪器的原始路试法,则存在的问题更多。特别是随着汽车行驶速度的提高和道路行车密度的增大,如果不具备专用试车道路而在一般公路上进行制动试验的话,不仅是不允许的,而且试车难度和危险性也是可想而知的。为此,室内台架试验法在国内外越来越多地被采用。台试法所使用的制动检测设备称为制动试验台,它虽然固定在室内,但可以近似地模拟实际制动过程。由于试验台检测制动性能具有迅速、经济、安全、不受外界自然条件限制,以及试验重复性好和能定量地指示出各轮的制动力或制动距离等优点,因而已成为检车的主要方法,在国内外获得了广泛应用。

#### (1) 制动试验台的类型

制动试验台按不同的分类方法,可以分出不同的类型。常见的分类方法有:按试验台测量原理不同,可分为反力式和惯性式两类;按试验台支承车轮形式不同,可分为滚筒式和平板式两类;按试验台检测参数不同,可分为测制动力式、测制动距离式和多功能综合式三类;按试验台测量装置至指示装置传递信号方式不同,可分为机械式、液压式和电气式三类;按试验台同时能测车轴数不同,又可分为单轴式、双轴式和多轴式三类。

上述类型中,反力式滚筒制动试验台(测制动力式)获得了广泛应用。特别是单轴反力式滚筒制动试验台应用最为普遍,国内外汽车检测站和维修企业所用制动检测设备多为这种形式。例如,前苏联在20世纪90年代有90%的制动检测设备为反力式滚筒制动试验台;在日本,反力式滚筒试验台是被运输大臣批准的制动检测设备;我国目前生产和使用的制动试验台绝大多数也为反力式滚筒制动试验台。

惯性式滚筒制动试验台应用较少,惯性平板式制动试验台在国内有所应用;多功能综合式试验台不仅能检测车辆的制动性能,还具有车速表指示误差检测和底盘测功等功能,并能模拟道路行驶,进行加速性能、等速性能、滑行性能和燃料经济性等性能的试验。

#### (2) 反力式滚筒制动试验台的结构与工作原理

1) 结构 单轴反力式滚筒制动试验台的结构简图如图5-27所示。它由框架、驱动装置、滚筒装置、测量装置、举升装置、指示与控制装置等组成。为使制动试验台能同时检测车轴两端左、右车轮的制动力,除框架、指示与控制装置外,其他装置是分别独立设置的。

驱动装置 该装置由电动机、减速器和链传动等组成。电动机的转动通过减速器内的蜗轮蜗杆传动和一对圆柱齿轮传动后传递给主动滚筒,主动滚筒又通过链传动把动力传递给从动滚筒。减速器与主动滚筒共用一轴,减速器壳体处于浮动状态。

滚筒装置 该装置由四个滚筒等组成。每对滚筒独立设置,有主动滚筒和从动滚筒之分。每个滚筒的两端分别用滚动轴承支承,被测车轮置于两滚筒之间。为使滚筒与轮胎的附着

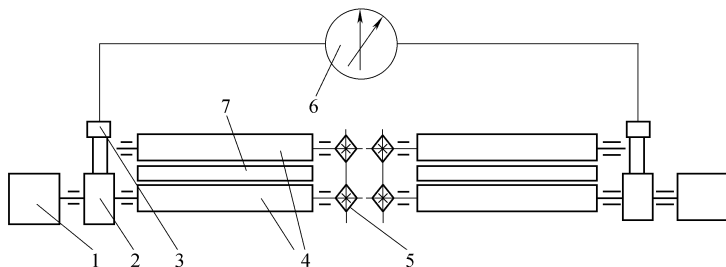


图 5-27 单轴反力式滚筒制动试验台简图

- 1—电动机；2—减速器；3—测量装置；4—滚筒装置；5—链传动；  
6—指示与控制装置；7—举升装置

系数能够与路面相接近,在滚筒圆周表面上沿轴线方向开有间隔均匀、有一定深度的若干沟槽,附着系数可达 0.6~0.7。这种带沟槽的滚筒当车轮抱死时,有剥伤轮胎和附着系数仍显不足的缺点。因此,国产反力式滚筒制动试验台中,已愈来愈多地出现在圆周表面覆盖一定厚度粘砂、烤砂或其他材料以代替沟槽的滚筒。这种带有涂覆层的滚筒的表面几乎与道路表面一致,模拟性好,附着系数高(干态可达 0.9,湿态不低于 0.8),是比较理想的滚筒表面。

**测量装置** 该装置主要由测力杠杆、测力传感器和测力弹簧等组成。测力杠杆一端与传感器连接,另一端与减速器连接。连接的方式一般有两种:一种是测力杠杆直接固定在减速器壳体上,另一种是测力杠杆通过轴承松套在框架的支承轴上,其尾端作用有固定在减速器壳体上的带有刃口的传力臂,如图 5-28 所示。当浮动的减速器壳体前端向下移动时,第一种连接方式的

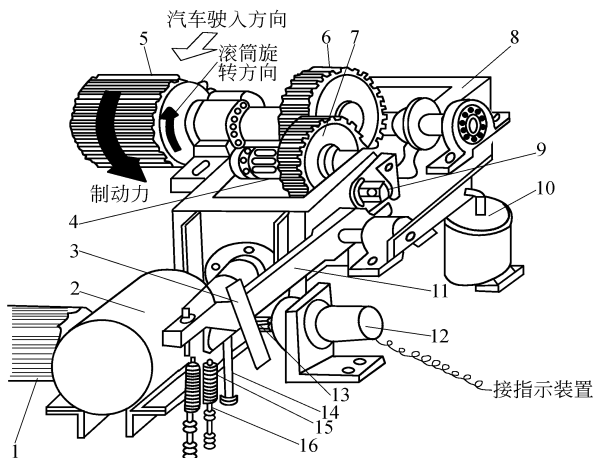


图 5-28 反力式滚筒制动试验台的驱动装置与测量装置

- 1、5—滚筒；2—电动机；3—齿条；4—二级减速主动齿轮；6—二级减速从动齿轮；7—蜗轮；  
8—减速器壳体；9—传力臂刃口；10—缓冲器；11—测力杠杆；12—自整角电机；13—小齿轮；  
14—限位杆；15—测力弹簧 A；16—测力弹簧 B

测力杠杆其前端也向下移动,第二种连接方式的测力杠杆,通过传力臂刃口的作用使其前端向上

移动并拉伸测力弹簧 A 和测力弹簧 B。测力弹簧 A 与测力弹簧 B 在不同的测量范围内起作用。如国产 ZD - 6000 型制动试验台,制动力在 0 ~ 4 000 N 范围内弹簧 A 起作用,制动力在 4 000 ~ 20 000 N 范围内弹簧 A 与弹簧 B 共同起作用。

安装在测力杠杆前端的测力传感器,有自整角电机式(图 5 - 28 中之 12)、电位计式、差动变压器式或电阻应变片式等多种类型,能把测力杠杆的位移或力变成反映制动力大小的电信号,送入到指示与控制装置中去。

以上所述的驱动装置、滚筒装置和测量装置,直接或间接安装在框架上。

**举升装置** 为了便于汽车出入试验台,在两滚筒之间设有举升装置。举升装置一般由举升器、举升平板和控制开关等组成。每个举升平板下一般设置 1 ~ 2 个举升器。常见的试验台举升器主要有三种类型,即气压式、液压式和电动机械式。气压式举升器有气缸式和气囊式之分,均以压缩空气为动力,以驱动气缸中的活塞上移或使气囊向上变形完成举升工作。液压式举升器为气缸式,以油液为动力,驱动气缸中的活塞上移完成举升工作。电动机械式由电动机通过减速器带动丝母转动,迫使丝杠向上运动完成举升工作。

国产 FZ - 10B 型汽车制动试验台的上述各装置如图 5 - 29 所示。有些反力式滚筒制动试验台,在两滚筒之间出现了一根直径比较小的第三滚筒,其上带有转速传感器。这种第三滚筒当车轮制动抱死时,其上的转速传感器送出的电信号,可使滚筒立即自动停止转动,防止轮胎剥伤,延长其使用寿命。

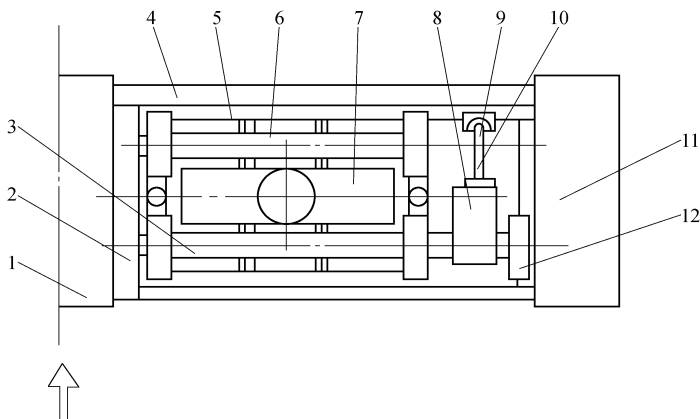
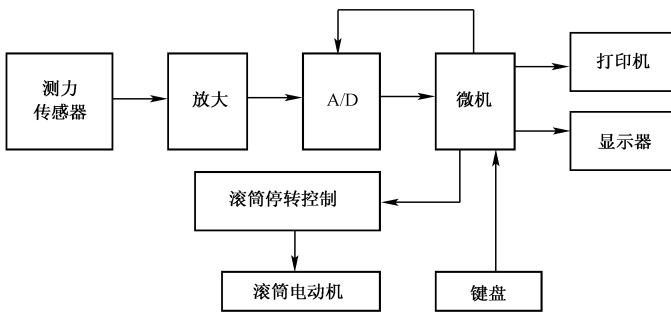
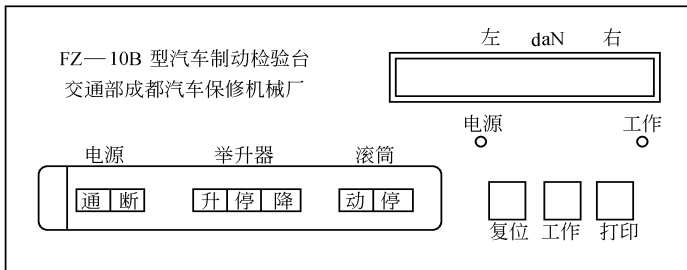


图 5 - 29 FZ - 10B 型汽车制动试验台机械部分

- 1—中央盖板;2—链传动;3—主动滚筒;4—地基边缘;5—框架;  
6—从动滚筒;7—举升器;8—减速箱;9—测力传感器;10—测力  
杠杆;11—侧盖板;12—轴承座

**指示与控制装置** 控制装置有电子式与微机式之分。电子式的控制装置多配以指针式指示仪表,微机式控制装置多配以数字式显示器,也有配置指针式指示仪表的。国产反力式滚筒制动试验台多为微机式,其指示与控制装置主要由放大器、A/D 转换器、微机、数字式显示器和打印机等组成。国产 FZ - 10B 型汽车制动试验台指示与控制装置的面板如图 5 - 30 所示,微机控

制框图如图 5-31 所示。从图中可以看出,测力传感器送来的电信号,经直流放大后,送往 A/D 转换器转换成数字信号,经微机采集、存储和处理后,由数码管显示或打印机打印出检测结果。制动过程中,当左、右车轮制动力之和大于 50 daN 时,微机即开始采集数据,采集时间为 3 s。3 s 后微机发出指令使电动机停转,以防止轮胎剥伤。左、右车轮的制动力由数码管显示,单位为 daN(10N)。当用打印机打印检测结果时,还可以把左右轮的最大制动力、制动力和、制动力差、拖滞力和制动力变化过程曲线,即制动力—时间曲线等一并打印出来。



制动试验台使用的指针式仪表有两种形式:一种是一轴单针式,如图 5-32 所示;另一种是一轴双针式,如图 5-33 所示。一轴单针式有两个刻度盘,两个指针,分别指示左、右轮的制动力。一轴双针式只有一个左、右轮制动力共用的刻度盘,两个表针分别指示左、右轮的制动力。一轴双针式的两个表针也是套在各自的轴上,只不过一个是空心轴,另一个是实心轴,二者套装在一起而已。

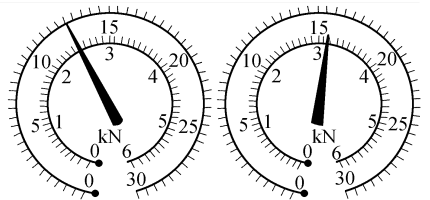


图 5-32 一轴单针式指针仪表

指示装置中,不管是显示器指示,还是指针式指示,现在都向大屏幕、大数码管或大指针、大刻度盘方向发展,以使检测员、车上驾驶员在较远距离也可清晰易读。

2) 工作原理 汽车开上反力式滚筒制动试验台,使被检车轴左右车轮处于每对滚筒之间,放下举升器,启动电动机,通过减速器、链传动使主、从动滚筒带动车轮低速旋转,然后用力踩下制动踏板。此时,车轮制动器产生的摩擦力矩作用在滚筒上,与滚筒的转动方向相反,因而产生一反作用力矩。减速器壳体在这一反作用力矩作用下,其前端发生绕其输出轴向下的偏转,迫使测力杠杆前端向下或向上位移,通过测力传感器转换成反映制动力大小的电信号,由微机采集、处理后,指令电动机停转,并由指示装置指示或由打印机打印检测到的制动力数值。

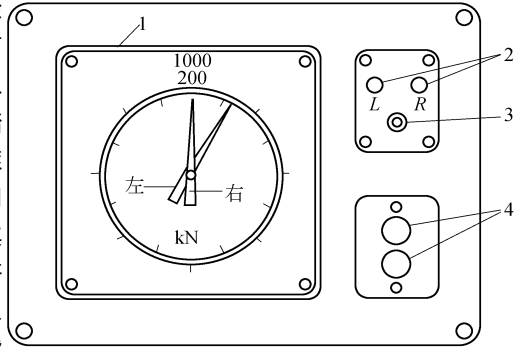


图 5-33 一轴双针式指针仪表

1—指示仪表;2—量程转换指示灯;3—仪表电源开关与控制灯;4—电动机电源开关

国产反力式滚筒制动试验台的主要参数见表 5-6。

需要指出的是,制动力的诊断参数标准是以轴制动力占轴荷的百分比为依据的,因此必须在测得轴荷和轴制动力后才能评价轴制动性能。所以,反力式滚筒制动试验台需要配备轴重计或轮重仪。有些反力式滚筒制动试验台本身带有内藏式轴重测量装置(称为复合式制动试验台),可不必再单独设置轴重计或轮重仪。

表 5-6 制动试验台主要参数

型号 参数项目	FZ - 10B	FZ - 10C	FZ - 10D	SXFB - 1	ZD - 6000	ZD - 10
指示方式	数码显示	数码显示		数码显示	指针显示	数码显示
测试精度/%	± 5		± 5	< 5		2
容许最大轴载质量/t	10	10	10	7	6	10
可测最大制动力/N	30 000	30 000	30 000	21 000	20 000	35 000
滚筒直径/mm	120	240	190	120	105	195
滚筒转速/(r/min)			7	8 225	7	
滚筒表面	开槽	粘砂	粘砂			
电动机功率/kW	2 × 2.2		2 × 2.2	2 × 1.5	2 × 1.5	2 × 1.1
举升器形式	气缸式		气囊式			
举升器气压/MPa	1.0		0.9			
外形尺寸 (长 × 宽 × 高)/mm	4 500 × 940 × 680		3 750 × 900 × 650		1 690 × 810 × 380	

另外,在反力式滚筒制动试验台上检测多轴汽车并装轴(如三轴汽车的中轴和后轴)的制动力,而其中任一轴的传动关系又不能单独脱开时,无须在试验台前后布置自由滚筒。届时,按多轴汽车并装轴检测程序进行检测,只要一組滚筒的驱动电机正转,而另一組滚筒的驱动电机反转,测完制动后两电机再反过方向重测一次,每一次只采集车轮正转时的制动力数据,即可完成该轴制动力的检测,而相邻另一并装车轴在地面上的车轮不转动。这一检测方法,不仅节省了制动试验台前、后两套自由滚筒,而且减少了占地,因而大大降低了资金投入。

### (3) 反力式滚筒制动试验台使用方法

1) 将反力式滚筒制动试验台(以下简称制动试验台)指示与控制装置上的电源开关打开,按使用说明书的要求预热至规定时间。

2) 如果指示装置为指针式仪表,检查指针是否在机械零点上,否则应调整之。

3) 检查制动试验台滚筒上是否粘有泥、水、砂、石等杂物,否则应清除之。

4) 核实汽车各轴轴荷,不得超过制动试验台允许之载荷。

5) 检查汽车轮胎是否粘有泥、水、砂、石等杂物,否则应清除之。

6) 检查汽车轮胎气压是否符合汽车制造厂之规定,否则应充气至规定气压。

7) 检查制动试验台举升器是否在升起位置,否则应升起举升器。

8) 汽车被测车轴在轴重计或轮重仪上检测完轴荷后,应尽可能顺垂直于滚筒的方向驶入制动试验台。先前轴,再后轴,使车轮处于两滚筒之间。

9) 汽车停稳后变速杆置于空挡位置,行车制动器和驻车制动器处于完全放松状态,能测制动时间的试验台还应把脚踏开关套在制动踏板上。

10) 降下举升器,至举升器平板与轮胎完全脱离为止。

11) 如系带有内藏式轴重测量装置的制动试验台,此时已将轴荷测量出。

12) 起动电动机,使滚筒带动车轮转动,先测出制动拖滞力。

13) 用力踩下制动踏板,检测轴制动力。一般在 $1.5 \sim 3.0$  s后或带有第三滚筒的发出信号后,制动试验台滚筒自动停转。

14) 读取并打印检测结果。

15) 升起举升器,开出已测车轴,开入下一车轴,按上述同样方法检测轴荷和制动力。

16) 当与驻车制动器相关的车轴在制动试验台上时,检测完行车制动性能后应重新启动电动机,在行车制动器完全放松的情况下用力拉紧驻车制动器操纵杆,检测驻车制动性能。

17) 所有车轴的行车制动性能及驻车制动性能检测完毕后,升起举升器,汽车开出制动试验台。

18) 切断制动试验台电源。

反力式滚筒制动试验台具有测试条件稳定,试验车速低,所需电机功率小,结构简单,占地少和能适应多车型检测等优点。不少反力式滚筒制动试验台除了能测得各车轮的制动力外,还可测得制动系协调时间、制动全过程时间和制动完全释放时间。配备打印机、笔录仪或示波器的制动试验台,还可以描绘出制动力随制动时间变化的全过程曲线,为分析、判断制动系技术状况提供了一种既直观又全面的依据。典型图例如图5-34所示。尽管如此,反力式滚筒制动试验台也有如下不足:

1) 在行车制动性能检测中,该种制动试验台仅能测得汽车静止时各车轮的制动力,缺少制

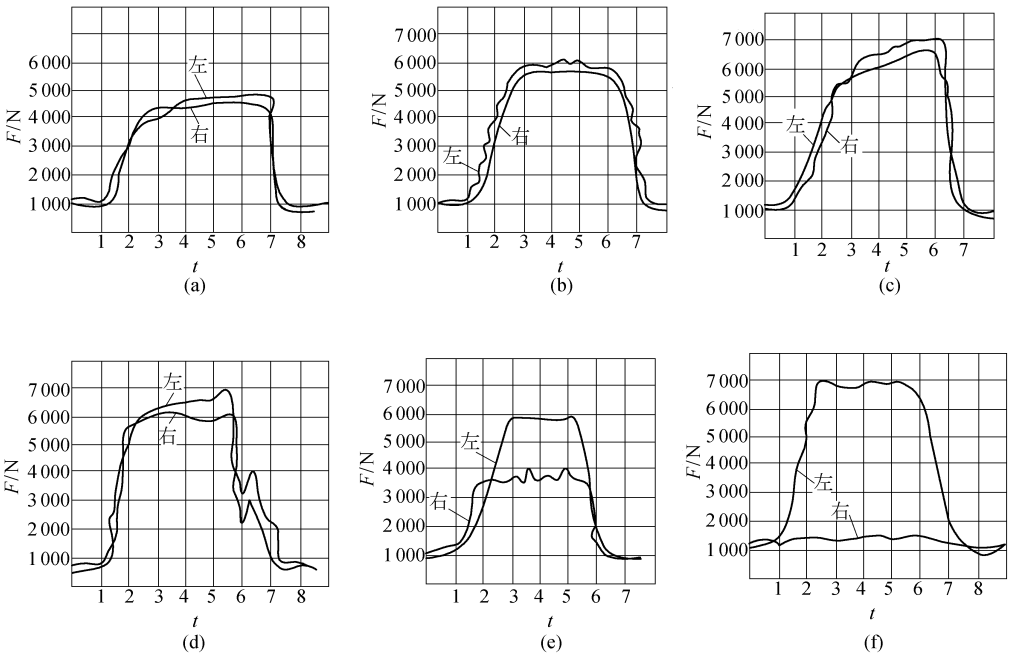


图 5-34 制动力 - 制动时间曲线典型图例

(a)制动力不足;(b)左轮制动鼓不圆;(c)制动力增长缓慢;(d)制动力完全释放时间太长;

(e)左轮制动力增长缓慢,右轮制动力不足;(f)右轮无制动力

动时整车重量前移,与实际情况有较大差异。

2) 该种制动试验台滚筒的直径太小,与轮胎接触面积太小,与路试情况差异较大。

3) 主、从动滚筒之间的距离多为不可调式,当不同直径车轮的汽车检测制动力时,较大车轮和较小车轮在滚筒上的附着情况有很大的不同,因此检测结果受到严重影响。

#### 5.4.4 诊断参数标准

国家标准 GB 7258—1997《机动车运行安全技术条件》对机动车制动性能检验有以下规定。

##### (1) 路试检验制动性能

机动车行车制动性能和应急制动性能检验应在平坦、坚实、清洁、干燥且轮胎与地面间的附着系数不小于 0.7 的水泥或沥青路面上进行。检验时发动机应脱开。

##### 1) 行车制动性能检验

用制动距离检验行车制动性能。机动车在规定的初速度下的制动距离和制动稳定性,应符合表 5-7 的要求。对空载检验制动距离有质疑时,可用表 5-7 满载检验的制动性能要求进行检验。

制动距离是指机动车在规定的初速度下急踩制动时,从脚接触制动踏板(或手触动制动手柄)时起至车辆停住时止车辆驶过的距离。

表 5 - 7 制动距离和制动稳定性要求

车辆类型	制动初速度 /(km/h)	满载检验制动 距离要求/m	空载检验制动 距离要求/m	制动稳定性要求 车辆任何部位不得超 出的试车道宽度/m
座位数 9 的 载客汽车	50	20	19	2.5
其他总质量 4.5 t 的汽车	50	22	21	2.5 <sup>注</sup>
其他汽车、汽车 列车及无轨电车	30	10	9	3.0
四轮农用运输车	30	9	8	2.5
三轮农用运输车	20	5	4.5	2.3

注 :对总质量大于 3.5 t 并小于等于 4.5 t 的汽车试车道宽度为 3 m。

用充分发出的平均减速度检验行车制动性能。汽车、汽车列车和无轨电车在规定的初速度下急踩制动时充分发出的平均减速度和制动稳定性应符合表 5 - 8 的要求。单车制动协调时间应不大于 0.6 s, 列车制动协调时间应不大于 0.8 s。对空载检验制动性能有质疑时,可用表 5 - 8 中满载检验的制动性能要求进行检验。

制动协调时间是指在急踩制动时,从踏板开始动作至车辆减速度(或制动力)达到表 5 - 8 规定的车辆充分发出的平均减速度(或表 5 - 10 规定的制动力)75%时所需的时间。

表 5 - 8 制动减速度和制动稳定性要求

车辆类型	制动初速度 /(km/h)	满载检验充分发 出的平均减速度 /(m/s <sup>2</sup> )	空载检验充分发 出的平均减速度 /(m/s <sup>2</sup> )	制动稳定性要求 车辆任何部位不得超出 的试车道宽度/m
座位数 9 的 载客汽车	50	5.9	6.2	2.5
其他总质量 4.5 t 的汽车	50	5.4	5.8	2.5 <sup>注</sup>
其他汽车、汽车 列车及无轨电车	30	5.0	5.4	3.0

注 :对总质量大于 3.5 t 并小于等于 4.5 t 的汽车试车道宽度为 3 m。

进行制动性能检验时的制动踏板力或制动气压应符合以下要求

#### a. 满载检验时

气压制动系 :气压表的指示气压 额定工作气压 ;

液压制动系 :踏板力 ,座位数 9 的载客汽车 500 N ;

其他车辆 700 N。

### b. 空载检验时

气压制动系 气压表的指示气压 600 kPa ;

液压制动系 踏板力 ,座位数 9 的载客汽车 400 N ;

其他车辆 450N。

汽车、汽车列车和无轨电铁路试行车制动性能检验 ,若符合用制动距离检验或用充分发出的平均减速度检验之一即为合格。

2) 应急制动性能检验 汽车在空载和满载状态下 ,按表 5 - 9 所列初速度进行应急制动性能检验 ,测量从应急制动操纵始点至车辆停住时的制动距离。应急制动中的制动距离应符合表 5 - 9 的要求。

表 5 - 9 应急制动性能要求

车辆类型	制动初速度 /(km/h)	制动距离 /m	充分发出的 平均减速度 /(m/s <sup>2</sup> )	允许操纵力 不大于/N	
				手操纵	脚操纵
座位数 9 的载客汽车	50	38	2.9	400	500
其他载客汽车	30	18	2.5	600	700
其他汽车	30	20	2.2	600	700

3) 驻车制动性能检验 在空载状态下 驻车制动装置应能保证车辆在坡度为 20% (总质量为整备质量的 1.2 倍以下的车辆为 15 %)、轮胎与路面间的附着系数不小于 0.7 的坡道上正、反两个方向保持固定不动 ,其时间不少于 5 min。检验时施加于操纵装置上的力 :

手操纵时 ,座位数小于或等于 9 的载客汽车应不大于 400 N ,其他车辆应不大于 600 N ;

脚操纵时 ,座位数小于或等于 9 的载客汽车应不大于 500 N ,其他车辆应不大于 700 N。

### (2) 台试检验制动性能

#### 1) 行车制动性能检验

汽车、汽车列车、无轨电车和农用运输车在制动试验台上测出的制动力应符合表 5 - 10 的要求。对空载检验制动力有质疑时 ,可用表中规定的满载检验制动力要求进行检验。

检验时制动踏板力或制动气压按本节路试检验制动性能同一条款的规定。

表 5 - 10 台试检测制动力要求

%

车辆类型	制动力总和与整车重量的百分比		轴制动力与轴荷的百分比	
	空载	满载	前轴	后轴
汽车、汽车列车、无轨电车和 四轮农用运输车	60	50	60	—
三轮农用运输车	—	—	—	60

注：空载和满载状态下测试均应满足此要求。

**制动力平衡要求** 在制动力增长全过程中,左右轮制动力差与该轴左右轮中制动力大者之比,对前轴不得大于 20%,对后轴不得大于 24%。

**制动协调时间** 汽车和无轨电车的单车制动协调时间应不大于 0.6 s,汽车列车的制动协调时间应不大于 0.8 s。

**汽车和无轨电车车轮阻滞力要求** 进行制动力检测时,车辆各轮的拖滞力均不得大于该轴轴荷的 5%。

#### 2) 驻车制动性能检验

当采用制动试验台检验车辆驻车制动的制动力时,车辆空载,乘坐一名驾驶员,使用驻车制动装置,驻车制动力的总和应不小于该车在测试状态下整车重量的 20%;对总质量为整备质量 1.2 倍以下的车辆此值为 15%。

3) 当车辆经台试检验后对其制动性能有质疑时,可用前述路试检验制动性能的规定(制动距离、充分发出的平均减速度)进行复检,并以满载路试的检验结果为准。

#### (3) 制动完全释放时间

机动车制动完全释放时间(从松开制动踏板到制动消除所需要的时间)对单车不得大于 0.8 s。

### 5.4.5 其他类型制动试验台简介

#### (1) 惯性式滚筒制动试验台

惯性式滚筒制动试验台,用旋转飞轮的转动惯量模拟车辆在路上行驶时的动能,使车辆在试验台上再现道路行驶状况。惯性式滚筒制动试验台的滚筒,可由电动机或车辆的驱动轮驱动,并能进行高速试验,因而测试结果与实际工况更为接近。

该种试验台的主要检测参数是各轮的制动距离,同时还可测得制动时间或制动减速度。如果采用运算电路,则可获得整车制动距离或制动减速度。

1) 单轴惯性式滚筒制动试验台 该种制动试验台的结构简图如图 5-35 所示。它有两对滚筒可同时检测一根轴上的两个车轮。图中电动机 1 通过联轴器 2、5 与滚筒 4、7 相连。滚筒 4、7 又通过链传动与滚筒 11、13 相连,因而四只滚筒可获得相同的制动初速度。在滚筒 7 的外端安装有平衡飞轮 8,用以平衡滚筒 4 外端的电动机转子和联轴器的惯性力矩。在滚筒 11 和 13 的外端也各安装一个飞轮,这样左、右每对滚筒的惯性力矩是一致的。滚筒 11 和 13 的内端还安装有测速传感器 12。

检测时,车辆驶上单轴惯性式滚筒制动试验台,被检车轮置于两滚筒之间,发动机熄火,变速杆置于空挡位置。然后启动电动机,通过滚筒的转动使车轮达到制动初速度。制动前要先关掉电动机电源,并断开联轴器 5,再按规定的踏板力或制动气压踩下制动踏板。当车轮制动后,滚筒及飞轮(包括电动机转子和联轴器 2)在惯性力矩作用下继续转动,其转动的圈数与滚筒周长的乘积即相当于车轮的制动距离。在规定的制动初速度下,制动距离的大小取决于被测车轮制动器和整个制动系的技术状况。滚筒的制动初速度、制动减速度和依靠惯性力矩转动的圈数,由测速传感器 12 发出电信号,用计数器记录。

2) 双轴惯性式滚筒制动试验台 该种制动试验台结构简图如图 5-36 所示,它可以同时检



惯性式滚筒制动试验台,由于采用高速模拟试验,比较接近道路行驶条件,因而试验方法更为先进些。而且,这种试验台可发展为能进行加速、等速、滑行、测功、测油耗等试验的多功能台架,以便对整车的技术状况作出综合性检验。但是,由于试验台旋转部分要具有被检车辆各轴的转动惯量,因而有设备结构复杂、电机功率大、占地亦大和不适应多车型检测等缺点,因此在使用上受到限制。

用惯性式滚筒制动试验台测得的制动距离,与路试检验行车制动性能一样,应符合表5-7的要求。

## (2) 惯性式平板制动试验台

由于惯性式平板制动试验台具有结构简单、测试方便,不需要模拟转动惯量,测试精度不受车轮直径大小的影响,测试过程更接近实际制动过程等优点,因此在检测设备出现的早期就有所应用。由于当时工业技术水平不高,这种试验台的测试精度差、重复性不好等问题解决不了,后来被逐渐淘汰。但是近年来由于电子技术和微机技术的发展,新一代惯性式平板制动试验台与老产品相比,已有了质的飞跃,加之人们逐渐认识到反力式滚筒制动试验台的不足,因而越来越看重惯性式平板制动试验台。所以,这种制动试验台大有卷土重来之势。有些惯性式平板制动试验台不仅能检测制动性能,而且能检测轴重、侧滑和悬架的技术状况等,因而又称为平板式检测设备或平板式底盘检测设备。

意大利威迈格平板式检测设备是由测试平板、数据处理系统和踏板力计等组成的,如图5-37所示。测试平板一共有6块。其中4块为制动、悬架、轴重测试用,一块为侧滑测试用,还有一块为空板,不起任何测试作用。仅就图中承担制动、悬架、轴重测试的平板1(共计4块)而言,每块平板都设有沿汽车行驶方向能测得汽车轮胎作用于平板上的水平力传感器和沿垂直方向测得轮胎作用于平板上的垂直力传感器。

数据由各力传感器采集。各力传感器中产生的模拟信号通过各自的放大器进入数据采集板,再由微机进行处理、显示和打印。

踏板力计能测得制动时作用在制动踏板上的力,其形式有有线式、无线式和红外线式,可以根据要求选用。

被测汽车以5~10 km/h的速度开上测试平板,驾驶员根据指示信号及时踩下装有踏板力计的制动踏板,使车辆在制动、悬架、轴重测试平板上制动并停住。与此同时,数据处理系统采集制动过程中的全部数据,进行分析、处理,并在微机显示屏上以图形、符号和数字显示,由打印机打印输出。

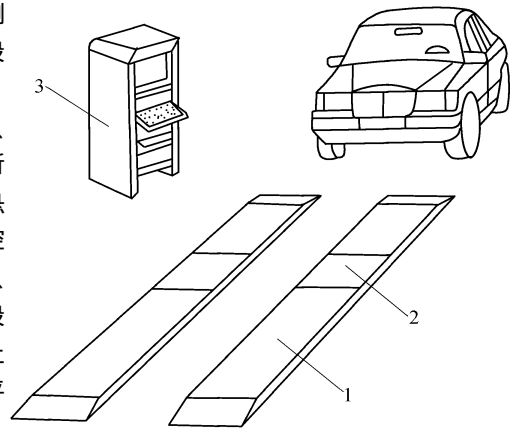


图5-37 平板式检测设备

1—制动、悬架、轴重测试平板;2—侧滑测试平板;3—数据处理系统

## 5.5 汽车车速表指示误差检测

汽车行驶速度与行车安全有着直接关系。汽车行驶速度高,可以缩短运输时间、提高运输效率。但是,行驶速度过高往往使车辆失去操纵稳定性,使行车制动距离大大增加。因此,行驶速度对交通安全有很大影响。为了保证行车安全,特别是在限速路段和限速车道上行驶时,驾驶员必须按照车速表的指示值,根据车辆、行人和道路状况,准确地控制车速。为此,车速表一定要准确可靠。如果车速表指示误差太大,驾驶员就难以正确控制车速,且极易因判断失误而造成交通事故。为确保车速表的指示精度,必须适时对车速表进行检测、校正。

车速表的检测方法有道路试验法和室内台架试验法两种。道路试验法是汽车以不同车速等速通过某一预定长度试验路段,测出通过该路段的时间,然后计算出实际车速,并与车速表指示值相对照,即可求出不同车速下车速表的指示误差。室内台架试验法是在滚筒式车速表试验台上进行的。本节介绍室内台架试验法。

### 5.5.1 车速表误差的形成与测量原理

#### (1) 车速表误差的形成

车速表有磁感应式和电子式等类型,往往与里程表组合在一起。磁感应式车速表是利用蜗轮蜗杆和软轴的传动作为传感器,利用电磁互感作用并通过指针的摆动来指示汽车行驶速度的。机件在使用过程中发生自然磨损、磁性元件的磁性发生变化和轮胎滚动半径发生变化等原因,都会造成车速表指示误差增大。不管是磁感应式车速表还是电子式车速表,在本身技术状况正常的情况下,轮胎滚动半径的变化是造成车速表误差的主要原因。轮胎滚动半径的变化主要是由于轮胎磨损、气压不足或气压过高等原因造成的。

汽车行驶速度用下式计算

$$V = 0.377 \frac{m}{i_g i_d} \quad (5-5)$$

式中  $V$ ——汽车行驶速度,km/h;

$r$ ——车轮滚动半径, m;

$n$ ——发动机转速, r/min;

$i_g$ ——变速器传动比;

$i_d$ ——主减速器传动比。

由上式可以看出,汽车实际行驶速度与车轮滚动半径成正比关系。因此,即使车速表的技术状况正常,车速表的指示值也会因车轮滚动半径的变化,与实际车速形成误差。

#### (2) 车速表误差测量原理

为了在室内测得车速表的指示误差,须采用滚筒式车速表试验台对车速表进行检测。用滚筒式车速表试验台(以下简称为车速表试验台)检测车速表的指示误差,是把与车速表有传动关系的车轮置于试验台滚筒上旋转,以滚筒的表面作为连续移动的路面,模拟汽车在路试中的行驶

状态进行车速表误差测量。车速表误差的测量原理如图5-38所示。测量时将汽车上与车速表有传动关系的车轮(视车速表型式而定,多数情况下A.t是驱动车轮)置于车速表试验台的滚筒上,由车轮驱动滚筒旋转或由滚筒驱动车轮旋转。车速表试验台滚筒的端部装有速度传感器,能发出与车速变化成正比的电信号。

滚筒表面的线速度、滚筒的圆周长度和滚筒转速之间的关系,可用下式表示

$$V = Ln \times 60 \times 10^{-6} \quad (5-6)$$

式中  $V$ ——滚筒表面的线速度, km/h;

$L$ ——滚筒的圆周长度, mm;

$n$ ——滚筒的转速, r/min。

由于滚筒表面的线速度就是车轮的线速度,因此上述计算值即为汽车的实际车速值,由车速表试验台上的速度指示仪表显示,也称为试验台指示值。

车轮带动滚筒或滚筒带动车轮转动的同时,汽车驾驶室的车速表也在显示车速值,称为车速表指示值。将车速表指示值与实际车速值(试验台指示值,下同)相比较,即可获得车速表指示误差。可用下式表示

$$\text{车速表指示误差} = \frac{\text{车速表指示值} - \text{实际车速值}}{\text{实际车速值}} \times 100\% \quad (5-7)$$

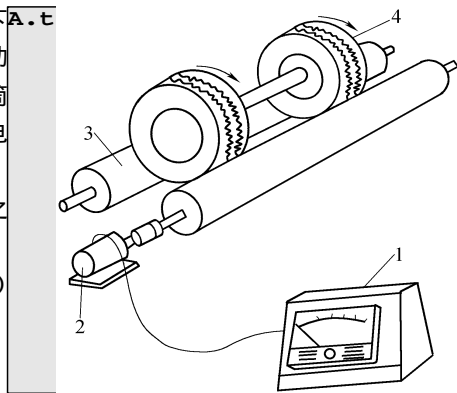


图 5-38 车速表误差的测量原理图

1—实际车速的指示仪表;2—速度传感器;

3—车速表试验台滚筒;4—驱动车轮

## 5.5.2 车速表试验台结构与工作原理

常见的车速表试验台有三种类型:无驱动装置的标准型,它依靠被测车轮带动滚筒旋转;有驱动装置的驱动型,它由电动机驱动滚筒旋转;与制动试验台、底盘测功试验台等组合在一起的综合型。

### (1) 标准型车速表试验台

标准型车速表试验台由速度测量装置、速度指示装置和速度报警装置等组成,如图5-39所示。

1) 速度测量装置 该装置主要由框架、滚筒装置、举升器和速度传感器等组成。滚筒为4个,直径一般为185 mm或更大,通过滚动轴承安装在框架上。试验时,为防止汽车驱动轴差速器行星齿轮自转,车速表试验台的两个前滚筒用联轴器连接在一起。为使汽车进、出车速表试验台方便,在前后滚筒之间设有举升器。举升器与滚筒装置联动。当举升器升起使车轮进、出试验台时,滚筒因自身制动装置的制动作用而不会转动。速度传感器有测速发电机式、差动变压器式、磁电式和光电等多种形式。它安装在滚筒的一端,将对应于滚筒转速发出的电信号送至速度指示装置。

2) 速度指示装置 该装置按照速度传感器发出的电信号进行工作,能把以滚筒圆周长度与滚筒转速算出的线速度,以 km/h 为单位在仪表上指示。

3) 速度报警装置 该装置是在测量中为提示汽车实际车速已达到检测车速(40 km/h,下同)而设置的。在车速表试验台的速度指示装置上,一般都设有报警灯或蜂鸣器作为报警装置。试验中,当汽车实际速度达到检测车速时,报警灯亮或蜂鸣器响,提示检测员立即读取驾驶室车速表的指示值,以便与实际车速对照,判断车速表指示值是否在合格范围之内。

### (2) 驱动型车速表试验台

多数汽车的车速表转速信号,取自变速器或分动器的输出端,即取自汽车的驱动系统。但是,也有一些汽车的车速表转速信号取自汽车从动系统的车轮。驱动型车速表试验台就是为适应后一种汽车而设置的,如图 5-40 所示。需要指出的是,该种车速表试验台在滚筒与电动机之间装有离合器。当离合器处于分离状态时,驱动型车速表试验台也可以作为标准型车速表试验台使用。

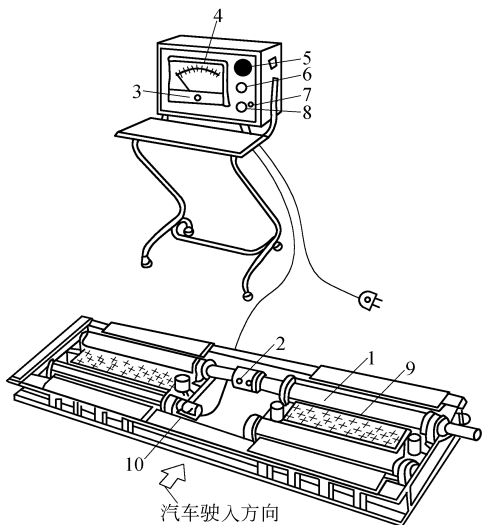


图 5-39 标准型车速表试验台

- 1—滚筒;2—联轴器;3—零点校正螺钉;  
4—速度指示仪表;5—蜂鸣器;6—报警灯;  
7—电源灯;8—电源开关;9—举升器  
10—速度传感器(测速发电机式)

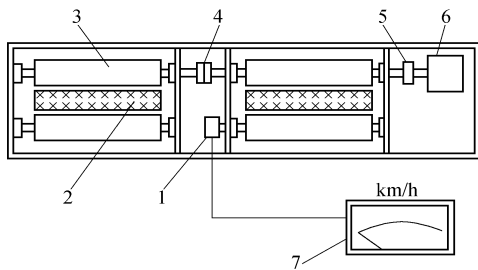


图 5-40 驱动型车速表试验台

- 1—测速发电机;2—举升器;3—滚筒;4—联轴器;  
5—离合器;6—电动机;7—速度指示仪表

车速表试验台的主要参数如表 5-11 所示。

表 5-11 车速表试验台主要参数

参数项目	型号	SB-10B 型	SB-3B 型
允许最大轴载质量/t		10	3
最高试验车速/(km/h)		120	120
滚筒尺寸(直径×长度)/mm		185×1 000	185×850
滚筒轴间距/mm		457	420

续表

参数项目	型号	SB - 10B 型	SB - 3B 型
	举升器形式		气囊式
举升器工作行程/mm		110	90
举升器空气压力/MPa		0.6 ~ 1.0	0.6 ~ 0.8
外形尺寸(长 × 宽 × 高)/mm		3 260 × 840 × 635	2 920 × 750 × 590
净质量/kg		800	800

### 5.5.3 车速表试验台使用方法

测量车速表指示误差之前,应认真阅读车速表试验台的使用说明书,按规定的方法正确使用。车速表试验台使用方法如下。

#### (1) 车速表试验台的准备

1) 在车速表试验台滚筒处于静止状态下,检查指示仪表的指针是否在机械零点上。若指针不在零点上,可用零点调整螺钉调整之。若指示仪表为数码管式,数码管应亮度正常,且均处于零位。

2) 检查车速表试验台滚筒上是否沾有油、水、泥、砂等杂物。若有,应清除干净。

3) 检查车速表试验台举升器的升、降动作是否自如。若动作阻滞或有泄漏部位,应予修理。

4) 检查车速表试验台导线的连接情况。若有接触不良或断路,应予修理或更换。对于经常使用的车速表试验台,不一定每次使用前都要全面进行上述检查。

#### (2) 被检车辆的准备

1) 检查轮胎气压,应符合汽车制造厂之规定。

2) 轮胎上沾有油、水、泥、砂或花纹内嵌有小石子时,应清除干净。

#### (3) 检测方法

1) 接通车速表试验台电源。

2) 升起滚筒间的举升器。

3) 将汽车开上车速表试验台,使与车速表有传动关系的车轮停于两滚筒之间。

4) 降下举升器,至轮胎与举升器平板脱离为止。

5) 对于标准型车速表试验台,应:

汽车挂入最高挡,松开驻车制动器,踩下加速踏板,使驱动车轮带动滚筒平稳地加速运转。

当驾驶室内车速表指示值稳定达到检测车速时,读取试验台指示值(实际车速);或当试验台指示值稳定达到检测车速时,读取驾驶室内车速表的指示值。

6) 对于驱动型车速表试验台,应:

接合车速表试验台离合器,使滚筒与电动机连接在一起。

将汽车变速器挂入空挡,松开驻车制动器,起动电动机,通过滚筒带动车轮旋转。

当车速表指示值稳定达到检测车速时,读取试验台指示值;或当试验台指示值稳定达到检测车速时,读取车速表指示值。

7) 读取数据后,轻轻踩下汽车制动踏板,使滚筒和车轮停止转动。对于驱动型车速表试验台,必须先关断电动机电源,再踩制动踏板。

8) 升起举升器,汽车开出试验台。

9) 关断试验台电源,测量工作结束。

### 5.5.4 诊断参数标准

根据国标 GB 7258—1997《机动车运行安全技术条件》的规定,车速表允许误差范围为 +20% ~ -5%。即当实际车速为 40 km/h 时,车速表指示值在 38 ~ 48 km/h 范围内为合格;或当车速表指示值为 40 km/h 时,实际车速在 32 ~ 42 km/h 范围内为合格。后者计算方法如下。

设实际车速为  $X$ ,当车速表指示值(40 km/h)比实际车速多指示 20% 时,则有

$$\begin{aligned} X &= 40 \text{ km/h} - 0.20 X \text{ km/h} \\ &= 32 \text{ km/h} \end{aligned}$$

反之,当车速表指示值(40 km/h)比实际车速少指示 5% 时,则有

$$\begin{aligned} X &= 40 \text{ km/h} + 0.05 X \text{ km/h} \\ &= 42 \text{ km/h} \end{aligned}$$

可以看出,当车速表指示值为 40 km/h 时,实际车速在 32 ~ 42 km/h 范围内为合格。

## 5.6 汽车前照灯检测

汽车前照灯即汽车大灯,是保证汽车在夜间或在能见度较低的情况下安全行车并保持较高速度的照明装置。前照灯的技术状况主要是指发光强度的变化和光束照射位置是否偏斜。当发光强度不足或光束照射位置偏斜时,汽车驾驶员不易辨清前方的障碍物或给对方来车驾驶员造成眩目,因而导致交通事故。所以,应定期对前照灯的发光强度和光束照射位置进行检测、校正。

前照灯的技术状况,可用屏幕检测法和前照灯检测仪检测。

### 5.6.1 汽车灯光光学基础知识

#### (1) 光的物理单位

在光的物理量中,与前照灯检测有密切关系的是发光强度和照度。

1) 发光强度 表示光源在一定方向范围内发出的可见光辐射强弱的物理量,单位为坎德拉,简称“坎”,用符号  $cd$  表示。

2) 照度 是物体单位面积上所得到的光通量。它表示不发光物体被光源照明的程度,为受光面明亮度的物理量,单位为勒克斯,用符号  $lx$  表示。照度可用下式表示

$$E = \frac{I}{S} \quad (5-8)$$

式中  $E$ ——照度；  
 ——照射到物体上的光通量；  
 $S$ ——被照明物体的面积。

(2) 发光强度与照度的关系

在光源发光强度不变的情况下,物体离开光源越远,被照明的程度越差。在不计光源大小,即把光源看作点光源的情况下,照度与离开光源距离的平方成反比,可用下式表示

$$\text{照度} = \frac{\text{发光强度}}{\text{离开光源距离的平方}} \tag{5 - 9}$$

其关系如图 5 - 41 所示。

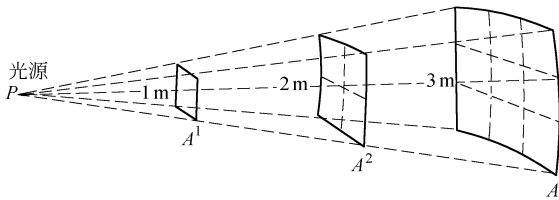


图 5 - 41 发光强度与照度的关系图

(3) 前照灯的特性

前照灯的特性可分为配光特性、全光束和照射方向三部分,其特性参数的特征如图 5 - 42 的等照度曲线所示。

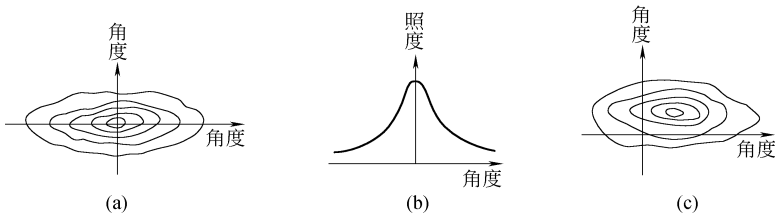


图 5 - 42 等照度曲线图

(a) 配光特性；(b) 全光束；(c) 照射方向

1) 配光特性 把用等照度曲线表示的明亮度分布特征称为配光特性,亦称为光形分布特征。对称式配光特性,其等照度曲线应左右对称,不偏向一边,上下的扩展也不太宽,如图 5 - 42a 所示。非对称式配光特性,其光形的分布是不对称的,如图 5 - 43 所示。非对称式配光特性有两种形式:一种是在配光屏幕上明暗截止线(眼睛感觉到的明暗陡变的分界线)水平部分在  $V - V'$  线的左半边,右半边为与水平线成  $15^\circ$  角的斜线,如图 5 - 43a 所示。另一种是明暗截止线的左半边平行且低于  $h - h$  水平线 25 cm,而右半边先为一与水平线成  $45^\circ$  角的斜线,至与  $h - h$  水平线相交时,又转折为与  $h - h$  线重合的水平线,如图 5 - 43b 所示。

2) 全光束 光束用明亮度分布纵断面的配光特性曲线来表示,该断面的积分值(该曲线的旋转体积)即为全光束。可以认为,全光束是光源发出的光的总量,参见图 5 - 42b。

3) 照射方向 一般情况下,可把前照灯光束最亮之处看做是光轴。光轴中心对水平、垂直坐标轴交点的偏离,表示光轴的照射方向,亦即表示光束的照射方向,参见图 5 - 42c。

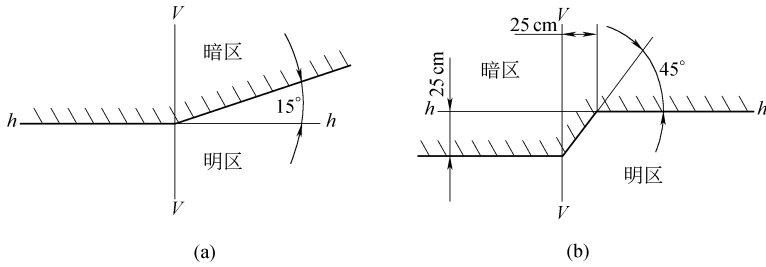


图 5-43 非对称式配光示意图

$V-V$ —汽车纵向中心垂直平面在屏幕上的投影线；  
 $h-h$ —汽车前照灯基准中心高度的水平线

## 5.6.2 用屏幕法检测前照灯光束照射位置

### (1) 检测条件

汽车空载停放在水平硬场地上,允许乘坐 1 名驾驶员,轮胎气压应符合汽车制造厂的规定。在距汽车前照灯 10 m 处设一专用屏幕。专用屏幕应垂直地面,如图 5-44 所示。

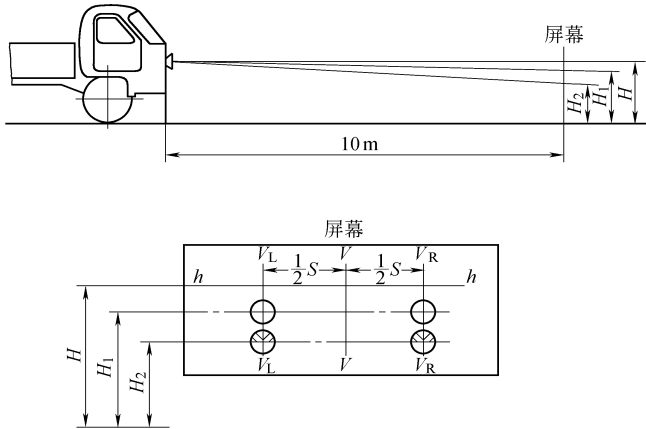


图 5-44 用屏幕法检测前照灯光束照射位置

### (2) 屏幕画法

屏幕上画有三条垂直线和三条水平线。中间垂直线  $V-V$  与被检车辆的纵向中心垂面对正,两侧的垂直线  $V_L-V_L$  和  $V_R-V_R$  分别为被检车辆左右前照灯基准中心的垂直线。三条水平线中的  $h-h$  线与被检车辆前照灯的基准中心等高,距地面高度为  $H(\text{mm})$ ;中间水平线与被检车辆前照灯远光光束的中心等高,距地面高度为  $H_1(\text{mm})$ ,  $H_1$  为  $(0.85 \sim 0.90)H$ ;下边水平线与被检车辆前照灯近光光束的中心等高,距地面高度为  $H_2(\text{mm})$ ,  $H_2$  为  $(0.60 \sim 0.80)H$ 。  $H$  为被检车辆前照灯基准中心距地面的高度,其值视被检车型而定。

### (3) 检测方法

检测时,先遮盖住一边的前照灯,然后打开前照灯的近光开关,未被遮盖的前照灯的近光明暗截止线转角或光束中心应落在图中下边水平线与  $V_L - V_L$  或  $V_R - V_R$  线的交点位置上。否则,为光束照射位置偏斜。其偏斜方向和偏斜量可在屏幕上直接测量。用同样方法,检测另一边前照灯近光光束照射位置。

由于交通法规规定“车辆夜间行驶交会时使用近光灯”,所以近光光束照射位置正确与否,直接关系到车辆夜间的行车安全。因此,在检测双光束前照灯时,应以检测近光光束为主。

对于远光单光束前照灯,则要检测远光光束的照射位置,检测方法同前。其光束中心应落在中间水平线与  $V_L - V_L$  或  $V_R - V_R$  线的交点位置上。

用屏幕法检测前照灯,其方法简单易行,有一定的实用价值,但这种方法只能检测出光束的偏斜方向和偏斜量,不能检测发光强度。而且,为适应不同车型的检测,需经常更换屏幕,检测效率低。同时,需要占用较大场地。

### 5.6.3 前照灯检测仪的检测原理、结构和工作原理

前照灯检测仪是按一定测量距离放在被检车辆前照灯的对面,用来检测前照灯发光强度与光轴偏斜量的专用检测设备。

#### (1) 前照灯检测仪检测原理

各种型号前照灯检测仪的检测原理基本相同,都是采用能把吸收的光能转变成电流的硅光电池或硒光电池作为传感器,按照前照灯光轴照射光电池产生电流的大小和比例,来测量前照灯发光强度和光轴偏斜量的。

前照灯检测仪上使用的光电池主要是硒光电池,其结构及工作原理如图 5-45 所示。当硒光电池受光照射时,光使金属薄膜和非结晶硒的左右部产生电动势,其左部带负电,右部带正电,因此若在金属薄膜和铁底板上装上引线,并将其用导线与电流表连接起来,光电流就会流过电流表,使电流表指针偏转。

1) 发光强度检测原理 检测前照灯发光强度的电路由光度计、可变电阻和光电池等组成,如图 5-46 所示。按规定的距离使前照灯照射光电池,光电池便按接受光强度的大小产生相应的电流使光度计指针摆动,指示出前照灯的发光强度。

2) 光轴偏斜量检测原理 检测前照灯光轴偏斜量的电路如图 5-47 所示。电路中有四块硒光电池,即  $B_U$ 、 $B_D$ 、 $B_L$  和  $B_R$ 。在

$B_U$  和  $B_D$  之间接有上下偏斜指示计,在  $B_L$  和  $B_R$  之间接有左右偏斜指示计。当前照灯光束照射光电池时,如果光束照射方向偏斜,将分别使光电池  $B_U$  和  $B_D$ 、 $B_L$  和  $B_R$  的受光面不一致,因而产生的电流大小也不一致。光电池  $B_U$  和  $B_D$ 、 $B_L$  和  $B_R$  产生的电流差值分别使上下偏斜指示计及左右偏斜指示计的指针摆动,从而指示出光轴的偏斜方向和偏斜量。图 5-48 所示为光轴无偏斜时的情况,这时上下偏斜指示计的指针和左右偏斜指示计的指针均垂直向下,即处于零位。

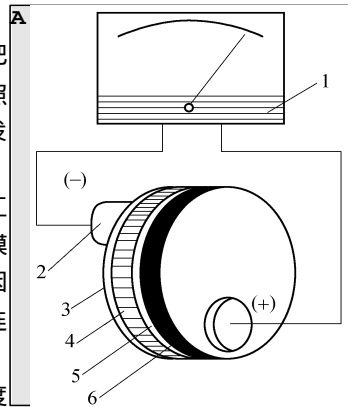


图 5-45 硒光电池结构与工作原理图

- 1—电流表;2—引线;  
3—金属薄膜 4—非结晶硒;  
5—结晶硒;6—铁底板

图 5 - 49所示为光轴有偏斜时的情况。这时上下偏斜指示计的指针向“下”方向偏斜,左右偏斜指示计的指针向“左”方向偏斜。

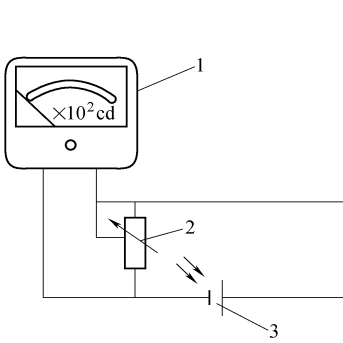


图 5 - 46 发光强度检测原理图

1—光度计；2—可变电阻；3—光电池

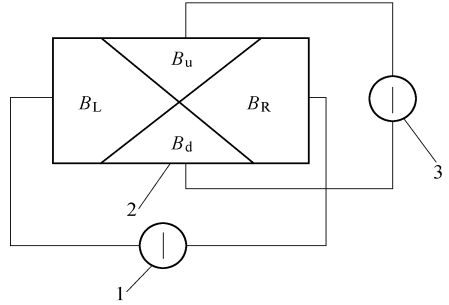


图 5 - 47 光轴偏斜量检测原理图

1—左右偏斜指示计；2—光电池；

3—上下偏斜指示计

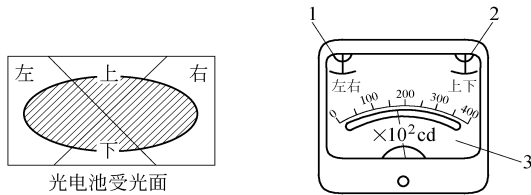


图 5 - 48 光轴无偏斜时的情况

1—左右偏斜指示计；2—上下偏斜指示计；3—光度计

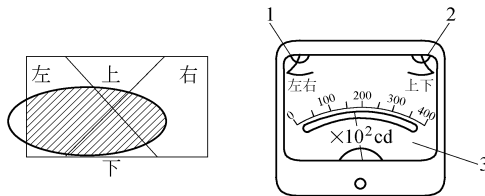


图 5 - 49 光轴有偏斜时的情况

1—左右偏斜指示计；2—上下偏斜指示计；3—光度计

## (2) 前照灯检测仪的结构和工作原理

按照前照灯检测仪的结构特征与测量方法不同,可将前照灯检测仪分为聚光式、屏幕式、投影式和自动追踪光轴式四种类型。这些不同类型的前照灯检测仪均由接受前照灯光束的受光器、使受光器与汽车前照灯对正的照准器、车辆摆正找准器、指示发光强度的光度计、指示光轴偏斜方向和偏斜量的偏斜指示计、支柱、底座和导轨等组成。

1) 聚光式前照灯检测仪 该检测仪是用受光器的聚光透镜把前照灯的散射光束聚合起来,根据其射对光电池的照射强度来检测前照灯发光强度和光轴偏斜量的,其构造如图 5 - 50 所示。检测时,检测仪放在距前照灯前方 1 m 处。

根据检测方法不同,聚光式前照灯检测仪的使用又可分为移动反射镜检测法、移动光电池检

测法和移动透镜检测法三种形式。

**移动反射镜检测法** 该法利用聚光透镜将前照灯的散射光束聚合并经反射镜反射后,照射到光电池上,如图5-51所示。若转动光轴刻度盘,则反射镜的安装角度将随之变化,照射到光电池上光束的位置也随之变化,从而使光轴偏斜指示计的指针产生移动。此时若转动光轴刻度盘使光轴偏斜指示计指示为零,就可从光轴刻度盘上读取光轴的偏斜量。同时,可从光度计的指示中读取发光强度值。

**移动光电池检测法** 若转动上下光轴刻度盘和左右光轴刻度盘,则光电池随之移动,光电池的受光面位置将随之变化,从而使光轴偏斜指示计的指针产生移动。检测时转动光轴刻度盘,使光轴偏斜指示计指示为零。这时,从光轴刻度盘上即可读出光轴的偏斜量,同时从光度计的指示中读取发光强度值,如图5-52所示。

**移动透镜检测法** 如图5-53所示,聚光透镜和光电池用特殊的连接器连接成一个可活动的整体,光轴检测杠杆与其联动。若移动光轴检测杠杆,则光轴偏斜指示计的指针即产生移动。检测时,移动光轴检测杠杆,使光轴偏斜指示计指示为零。根据与杠杆联动的指针指示值,即可得出光轴偏斜量,同时可从光度计的指示值中读取发光强度值。

2) **屏幕式前照灯检测仪** 该检测仪是把前照灯的光束照射到屏幕上来检测发光强度和光轴偏斜量的。检测时,检测仪放在前照灯前方3m的距离处,其构造如图5-54所示。在固定屏幕上装有可以左右移动的活动屏幕,在活动屏幕上装有能上下移动的内部

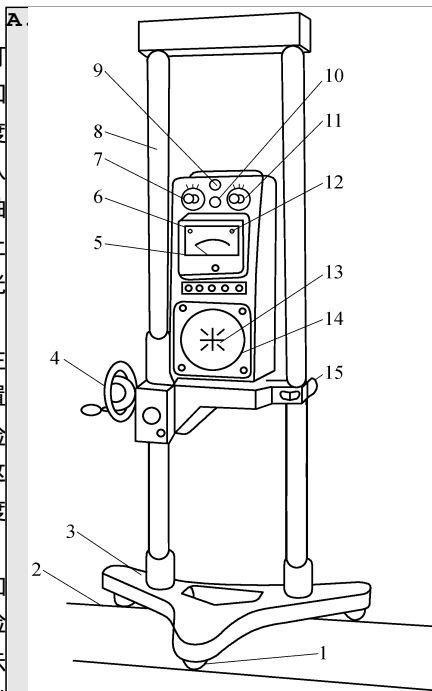


图5-50 聚光式前照灯检测仪

- 1—车轮;2—导轨;3—底座;4—升降手轮;  
5—光度计;6—左右偏斜指示计;7—光轴刻度盘(左右);8—支柱;9—汽车摆正找准器;  
10—光度·光轴变换开关;11—光轴刻度盘(上下);12—上下偏斜指示计;13—前照灯照准器;14—聚光透镜;15—角度调整螺钉

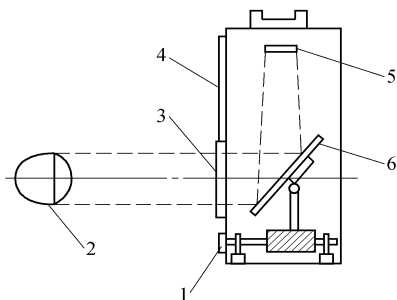


图5-51 移动反射镜检测法

- 1—光轴刻度盘;2—前照灯;3—聚光透镜;  
4—光轴偏斜指示计;5—光电池;6—反射镜

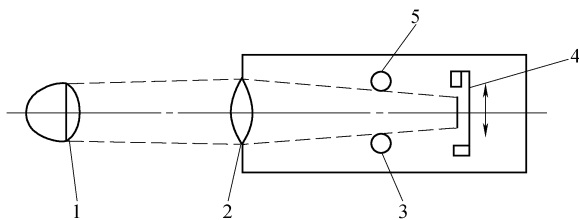


图5-52 移动光电池检测法

- 1—前照灯;2—聚光透镜;3—左右光轴刻度盘;  
4—光电池;5—上下光轴刻度盘

带有光电池的受光器。检测时 移动活动屏幕和受光器 ,根据光度计指示值为最大值时的位置找到主光轴的投射位置 ,然后由固定屏幕和活动屏幕上的光轴刻度尺读取光轴偏斜量 ,同时从光度计的指示中读取发光强度值。

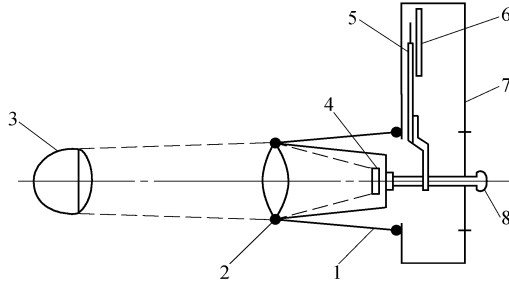


图 5 - 53 移动透镜检测法

1—连接器；2—聚光透镜；3—前照灯；4—光电池；  
5—指针；6—光轴刻度盘；7—外壳；8—光轴检测杆

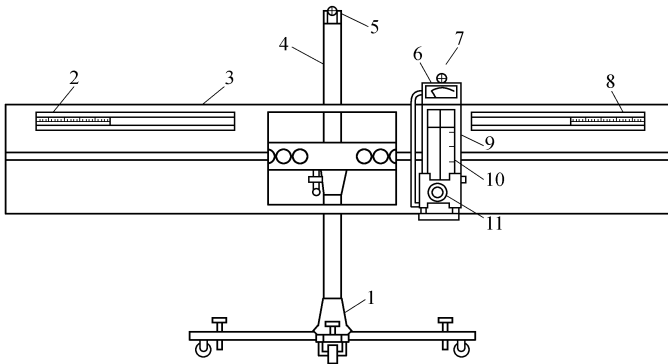


图 5 - 54 屏幕式前照灯检测仪

1—底座；2、8—光轴刻度尺（左右）；3—固定屏幕；4—支柱；  
5—车辆摆正找准器；6—光度计；7—对正前照灯对准器；9—活  
动屏幕；10—光轴刻度尺（上下）；11—受光器

3) 投影式前照灯检测仪 该检测仪是将前照灯光束的影像映射到投影屏上来检测发光强度和光轴偏斜量的。检测时 检测仪放在前照灯前方 3 m 的检测距离处。投影式前照灯检测仪的构造如图 5 - 55 所示。在聚光透镜的上下和左右方向装有四个光电池。前照灯光束的影像通过聚光透镜、光度计的光电池和反射镜后 ,映射到投影屏上 ,如图 5 - 56 所示。检测时 ,通过上下、左右移动受光器使光轴偏斜指示计指示为零 ,即上与下、左与右光电池的受光量相等 ,从而找到被测前照灯主光轴的方向 ,然后根据投影屏上前照灯光束影像的位置 ,即可得出主光轴的偏斜量 ,同时可从光度计的指示中读取发光强度。

根据检测仪结构的不同 投影式前照灯检测仪光轴偏斜量的检测方法 ,又有投影屏刻度检测法和光轴刻度盘检测法两种。

投影屏刻度检测法 在投影屏上刻有表示光轴偏斜量的刻度线 根据前照灯影像中心在

投影屏上所处的位置,即可直接读出光轴的偏斜量,如图 5-57 所示。

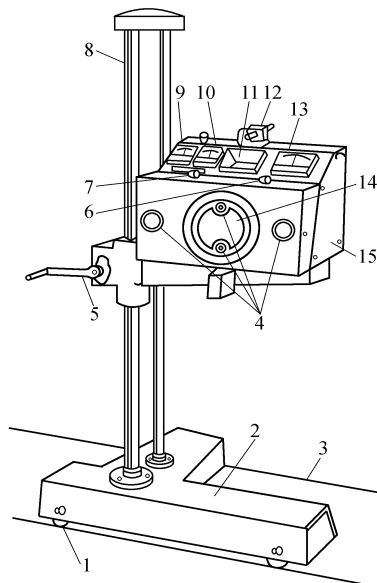


图 5-55 投影式前照灯检测仪

- 1—车轮 ;2—底座 ;3—导轨 ;4—光电池 ;
- 5—上下移动手柄 ;6—光轴刻度盘(上下) ;
- 7—光轴刻度盘(左右) ;8—支柱 ;9—左右偏斜指示计 ;10—上下偏斜指示计 ;11—投影屏 ;12—车辆摆正找准器 ;13—光度计 ;
- 14—聚光透镜 ;15—受光器

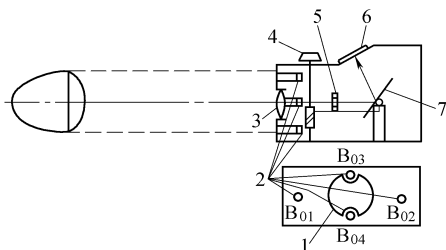


图 5-56 光束影像映射原理图

- 1、3—聚光透镜 ;2—光电池 ;4—光轴刻度盘 ;
- 5—光度计光电池 ;6—投影屏 ;7—反射镜

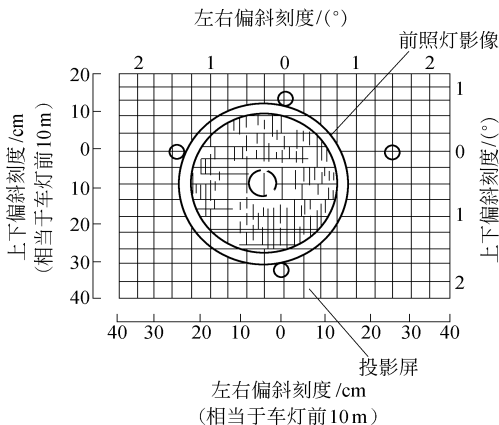


图 5-57 投影屏刻度检测法

光轴刻度盘检测法 转动上下与左右光轴刻度盘,使前照灯光束影像中心与投影屏坐标原点重合,然后从光轴刻度盘上读取光轴偏斜量,如图 5-58 所示。

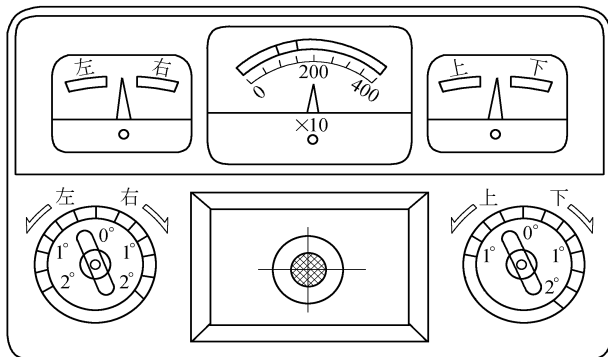


图 5-58 光轴刻度盘检测法

4) 自动追踪光轴式前照灯检测仪 该检测仪是采用使受光器自动追踪光轴的方法来检测

发光强度和光轴偏斜量的。检测时,检测仪距前照灯有 3m 的距离。该检测仪的构造如图 5 - 59 所示。在受光器的面板上装有聚光透镜 聚光透镜的上下和左右装有四个光电池,受光器的内部也装有四个光电池,形成主、副受光器,如图 5 - 60 和图 5 - 61 所示。另外,还有由两组光电池电流差所控制的能使受光器沿垂直方向和水平方向移动的驱动与传动装置。

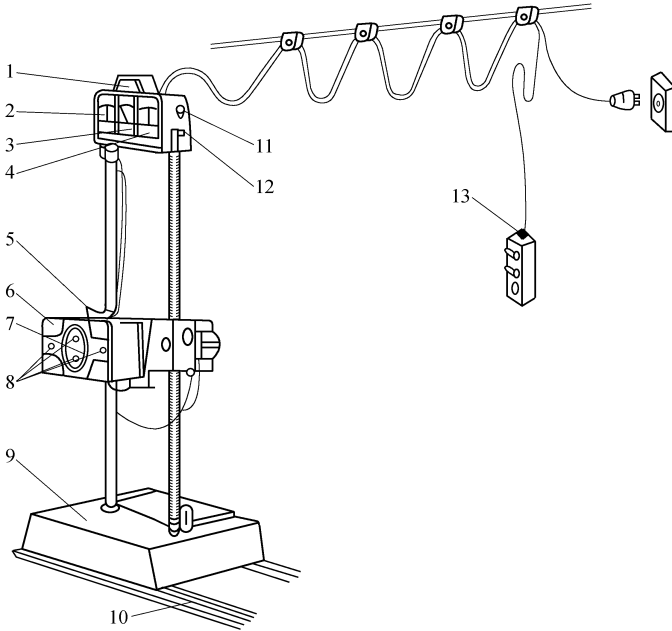


图 5 - 59 自动追踪光轴式前照灯检测仪

- 1—在用显示器；2—左右偏斜指示计；3—光度计；4—上下偏斜指示计；  
5—车辆摆正找准器；6—受光器；7—聚光透镜；8—光电池；9—控制箱；  
10—导轨；11—电源开关；12—熔丝；13—控制盒

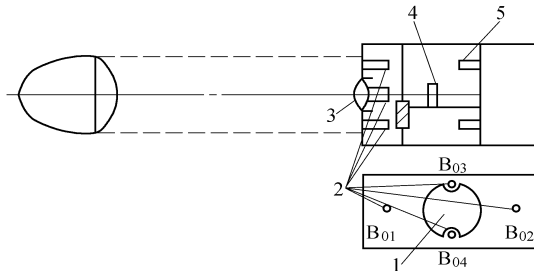


图 5 - 60 自动追踪光轴式前照灯检测仪受光器结构简图

- 1,3—聚光透镜；2—主受光器光电池；4—中央光电池；5—副受光器光电池

检测时,要使前照灯的光束照射到检测仪的受光器上。此时,若前照灯光束照射方向偏斜,则主、副受光器的上下光电池或左右光电池的受光量不等,它们分别产生的电流便失去平衡。由其电流的差值控制受光器上下移动的电动机运转或使控制箱左右移动的电动机运转,并通过钢

丝绳牵动受光器上下移动或驱动控制箱在轨道上左右移动,直至受光器上下、左右光电池受光量相等为止,这就是所谓的自动追踪光轴。在追踪光轴时,受光器的位移方向和位移量由光轴偏斜指示计指示,此即前照灯光束的偏斜方向和偏斜量;发光强度由光度计指示。

国产前照灯检测仪的参数见表 5-12。

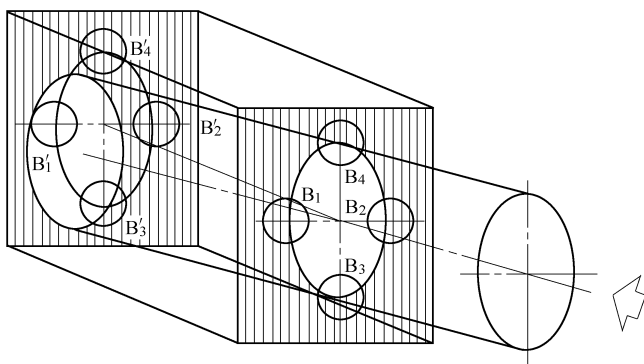


图 5-61 主、副受光器光电池示意图

表 5-12 国产前照灯检测仪参数

型号	QD-3 型	QD-4H 型	FD-2 型
检测距离/m	1	3	1
发光强度测量范围/cd	$0 \sim 80 \times 10^3$	$0 \sim 80 \times 10^3$	$0 \sim 40 \times 10^3$ $0 \sim 80 \times 10^3$
光轴偏斜测量范围/(mm/10m)			
向上	0~250	400	200
向下	0~400	400	400
向左	0~400	400	400
向右	0~400	400	400
测量高度范围/mm	500~1300		
电源/V	AC220		DC6
轨道尺寸(轨距×轨长)/mm	480×4500		轨长 4500
净质量/kg		110	60

#### 5.6.4 用前照灯检测仪检测发光强度和光轴偏斜量

##### (1) 检测仪的准备

1) 在前照灯检测仪不受光的情况下,检查光度计和光轴偏斜量指示计的指针是否对准机械零点。若指针失准,可用零点调整螺钉调整之。

2) 检查聚光透镜和反射镜的镜面上有无污物。若有,可用柔软的布料或镜头纸等擦拭

干净。

3) 检查导轨是否沾有泥土等杂物。若有,应扫除干净。

(2) 车辆的准备

- 1) 清除前照灯上的污垢。
- 2) 轮胎气压应符合汽车制造厂之规定。
- 3) 前照灯开关和变光器应处于良好状态。
- 4) 汽车蓄电池和充电系统应处于良好状态。

(3) 检测方法 由于前照灯检测仪的厂牌、形式不同,其检测发光强度和光轴偏斜量的具体方法也不完全相同。因此,仅将通用的使用方法介绍如下。

1) 将被检汽车尽可能与前照灯检测仪的轨道保持垂直方向驶近检测仪,直至前照灯与检测仪受光器之间达到规定的检测距离(3 m、1 m、0.5 m 或 0.3 m)。

- 2) 用车辆摆正找准器使检测仪与被检汽车对正。
- 3) 开亮前照灯(远光),用前照灯照准器使检测仪与被检前照灯对正。
- 4) 提高发动机转速,使电源系统处于充电状态。
- 5) 检测发光强度和光轴偏斜量。

对于聚光式前照灯检测仪,可将“光度·光轴”转换开关旋至光轴一侧,然后转动上下光轴刻度盘和左右光轴刻度盘,使上下偏斜指示计和左右偏斜指示计指示为零。此时,上下光轴刻度盘和左右光轴刻度盘的指示值即为光轴偏斜量,如图 5-62 所示。将“光度·光轴”转换开关旋至光度一侧,光度计的指示值即为发光强度值。

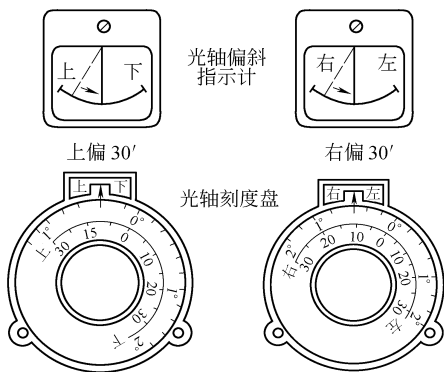


图 5-62 聚光式前照灯检测仪  
对光轴偏斜量的检测

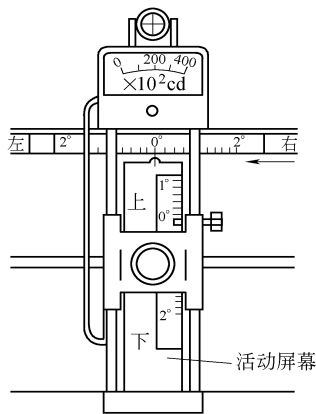


图 5-63 屏幕式前照灯  
检测仪零点对准

对于屏幕式前照灯检测仪,要使固定屏幕上左右光轴刻度尺的零点与活动屏幕上的基准指针对正,并使受光器指针与活动屏幕上的零点对正,如图 5-63 所示。然后,左右和上下移动受光器,使光度计的指示值达到最大。此时,根据受光器指针所指活动屏幕上的上下刻度值和活动屏幕基准指针所指固定屏幕上的左右刻度值,即可得出光轴偏斜量;根据光度计上的指示值即可得出发光强度值,如图 5-64 所示。

对于投影式前照灯检测仪,由于有投影屏刻度检测法和光轴刻度盘检测法之分,检测方法不完全一致。投影屏刻度检测法,要求先使光轴偏斜量指示计的指示为零,然后根据投影屏上前照灯影像中心所在的刻度值读取光轴偏斜量,再根据光度计的指示值读取发光强度值,如图5-65所示。光轴刻度盘检测法则要求转动光轴刻度盘,使投影屏上的坐标原点与前照灯影像中心重合,读取此时光轴刻度盘上的指示值即为光轴偏斜量,再根据光度计上的指示值读取发光强度值,如图5-66所示。

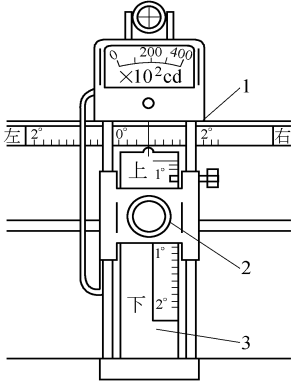


图 5-64 屏幕式前照灯检测仪检测结果显示图

1—固定屏幕;2—受光器;3—活动屏幕

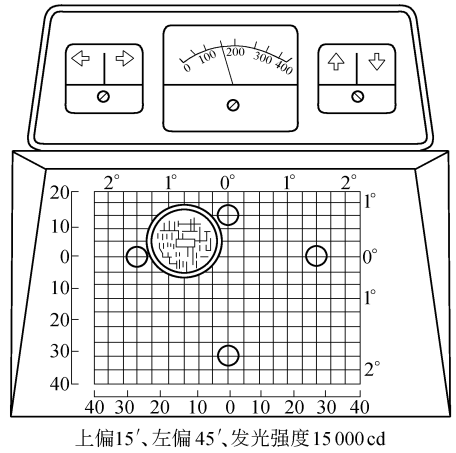


图 5-65 投影屏刻度检测法检测结果显示图

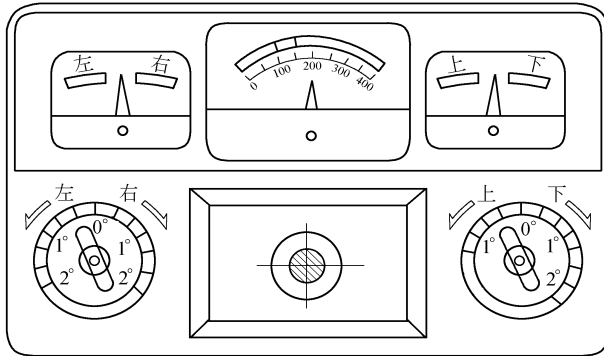


图 5-66 光轴刻度盘检测法检测结果显示图

对于自动追踪光轴式前照灯检测仪,只要按下控制盒上的测量开关,受光器立即追踪前照灯光轴,根据光轴偏斜指示计和光度计上的指示值,即可获得光轴偏斜量和发光强度值。

6) 检测完一只前照灯后用同样的方法检测另一只前照灯。

7) 检测结束,前照灯检测仪沿轨道或沿地面退回护栏内,汽车驶出。

### 5.6.5 诊断参数标准

根据国家标准 GB 7258—1997《机动车运行安全技术条件》的规定,前照灯光束照射位置和发光强度应符合以下要求。

#### (1) 前照灯光束照射位置要求

1) 机动车(运输用拖拉机除外)在检验前照灯的近光光束照射位置时,前照灯在距离屏幕 10 m 处,光束明暗截止线转角或中心的高度应为  $(0.6 \sim 0.8) H$ ,其水平方向位置向左向右偏均不得超过 100 mm。

2) 四灯制前照灯其远光单光束灯的调整,要求在屏幕上光束中心离地高度为  $(0.85 \sim 0.90) H$ ,水平位置要求左灯向左偏不得大于 100 mm,向右偏不得大于 170 mm;右灯向左或向右偏均不得大于 170 mm。

3) 运输用拖拉机装用的前照灯近光光束的调整,要求在屏幕上光束中心的离地高度应为  $(0.5 \sim 0.7) H$ ;水平位置要求,允许向右偏移不大于 350 mm,不允许向左偏移。

4) 机动车装用远光和近光双光束灯时以调整近光光束为主。对于只能调整远光单光束的灯,调整远光单光束。

#### (2) 发光强度要求

机动车每只前照灯的远光光束发光强度应达到表 5 - 13 的要求。测试时,其电源系统应处于充电状态。

表 5 - 13 前照灯远光光束发光强度要求

cd

	新注册车			再用车		
	一灯制	二灯制	四灯制	一灯制	二灯制	四灯制
汽车、无轨电车	—	15 000	12 000	—	12 000	10 000
四轮农用运输车	—	10 000	8 000	—	8 000	6 000
三轮农用运输车	8 000	6 000	—	6 000	5 000	—

采用四灯制的机动车,其中两只对称的灯达到两灯制的要求时视为合格。

## 5.7 汽油车排放污染物检测

汽车排放的污染物,是一致公认的城市公害之一。它污染了人类的生存环境,影响了人民的身体健康,已发展成为严重的社会问题。因此,监督并检测排气污染物浓度,已成为汽车检测项目中极为重要的组成部分。

### 5.7.1 概述

在一些大城市中,大气污染早已发展成为世界性的问题。二次世界大战以前,工业比较集中

的一些大城市的空气污染,主要来自工业及生活用煤所排放的炭烟和二氧化硫等。随后,由于各种机动车辆剧增,车辆排放气体对大气严重污染才逐渐被人们认识到。世界上的一些大城市,包括洛杉矶、圣保罗、斯德哥尔摩、悉尼和东京等,都曾严重地遭受到车辆排放气体的污染。为此,美、日、德、加拿大等许多国家对车辆排放制定了严格的法规。其中,美、欧、日的排放限制最为严格,这也许是由于他们的城市一度污染最为严重的缘故。

我国于1979年颁布了环境保护法,1983年发布并于1984年实施了汽车污染物排放标准和测量方法的国家标准。其后,又相继制定了几项国家排放标准,并于1993年对上述排放标准进行了修订,从规范了诊断参数限值和测量方法。1999年3月10日发布并于2000年1月1日实施的国家标准GB 14761—1999《汽车排放污染物限值及测试方法》,等效采用了联合国欧洲经济委员会(ECE)1995年7月2日生效的ECE R83/02《按发动机对燃料的要求类别就污染排放物对车辆认证的规则》的全部技术内容,采用了国际通用的试验方法,在控制力度上达到了欧洲90年代初的水平。2000年12月28日发布并于2001年7月1日实施的国家标准GB 18285—2000《在用汽车排气污染物限值及测试方法》,是我国在用汽车排气污染物限值及测试方法的最新国家标准。该国家标准中的加速模拟工况试验限值及试验方法,是参照美国国家环保局标准EPA-AA-RSPD-IM-95-2《加速模拟工况试验规程、排放标准、质量控制要求及设备技术要求 技术导则》(1996年7月)制定的,使我国治理在用汽车排气污染走上了更为严格的道路。

汽车排气中的污染物,主要是一氧化碳(CO)、碳氢化合物(HC)、氮氧化物( $\text{NO}_x$ )、二氧化硫( $\text{SO}_2$ )、炭烟和其他一些有害物质。如果燃用含铅汽油,排气中的污染物还包括铅化合物。据20世纪有关资料介绍,一辆汽车在行驶过程中,平均每天约排出CO为3 kg,HC为0.2~0.4 kg, $\text{NO}_x$ 为0.05~0.15 kg。当然,由于发动机类型、排量、燃料、技术状况、温度状况、运行工况、运行时间、气候和道路条件的不同,上述数据会有很大的不同。排气对城市的污染还与城市的大小、车辆的多少、街道的宽窄、建筑物的高低和是否通风等因素有关。像日本东京这样的大城市,1970年时CO、HC和 $\text{NO}_x$ 的日排放量分别达到4 200 t、700 t和420 t,而美国的洛杉矶,1968年时上述三种污染物的日排放量就已分别达到4 200 t、1 000 t和433 t,可见车辆污染物排放量是相当惊人的。当众多的车辆低速行驶或边行边停在狭窄而又不通风的街道上时,其污染情况是相当严重的。

上述这些污染物中,CO、HC、 $\text{NO}_x$ 、铅化物和炭烟等主要来自车辆尾气的排放,少部分来自曲轴箱泄漏。其中,HC还来自于油箱和整个供油系的蒸发与滴漏。

国家标准GB 18285—2000《在用汽车排气污染物限值及测试方法》中规定,装配点燃式发动机的车辆,在检测中要进行怠速试验、双怠速试验和加速模拟工况(ASM)试验。又规定,按国家标准GB 14761—1999《汽车排放污染物限值及测试方法》通过B类认证(燃用优质无铅汽油的车辆),设计乘员数不超过6人,且最大总质量不超过2 500 kg的 $M_1$ 类车辆和按该标准通过B类认证,设计乘员数超过6人,或最大总质量超过2 500 kg但不超过3 500 kg的M类车辆和 $N_1$ 类车辆,进行双怠速试验或加速模拟工况(ASM)试验;除上述规定的其他M、N类装配点燃式发动机的车辆进行怠速试验。

国家标准GB 18285—2000《在用汽车排气污染物限值及测试方法》中规定,怠速试验按国家标准GB/T 3845—1993《汽油车排气污染物的测量 怠速法》的规定进行,双怠速试验按国家标准

GB/T 3845—1993《汽油车排气污染物的测量 怠速法》附录 C 的规定进行,加速模拟工况 ASM 试验按附录 A(GB 18285—2000 标准的附录)进行试验。国家标准 GB/T 3845—1993《汽油车排气污染物的测量 怠速法》还规定,各排气组分均应采用不分光红外线吸收型(NDIR)监测仪。

### 5.7.2 不分光红外线分析法的检测原理

汽车排气中的 CO、HC、NO 和 CO<sub>2</sub> 等气体,都分别具有吸收一定波长范围红外线的性质,如图 5-67 所示。而且,红外线被吸收的程度与排气浓度之间有一个大致一定的关系。不分光红外线分析法就是利用这一原理,即根据检测红外线被汽车排气吸收一定波长范围红外线后能量的变化,来检测排气中各种污染物的含量。在各种气体混杂在一起的情况下,这种检测方法具有测量值不受影响的特点。

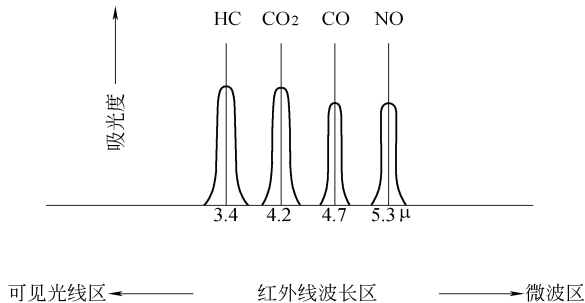


图 5-67 四种气体吸收红外线的情况

利用不分光红外线分析法制成的分析仪(或称为监测仪、测量仪等),既可以制成单独检测 CO 或单独检测 HC 等含量的单项分析仪,也可以制成能测量 CO 和 HC 这两种气体或多种气体含量的综合分析仪。不论哪种形式的分析仪,在检测 HC 含量时,由于排气中 HC 成分非常复杂,因此要把各种 HC 成分的含量换算成正己烷( $n-C_6H_{14}$ )的含量作为 HC 含量的测量值。

### 5.7.3 不分光红外线气体分析仪的结构与工作原理

不分光红外线 CO 和 HC 气体分析仪,是一种能够从汽车排气管中采集气样,对其中 CO 和 HC 含量连续进行分析的仪器,外形图如图 5-68 和图 5-69 所示。它由排气取样装置、排气分析装置、含量指示装置和校准装置等组成。汽车排气在分析仪内的流动路线如图 5-70 所示。

#### (1) 排气取样装置

排气取样装置由取样探头、滤清器、导管、水分离器和泵等组成。它通过取样探头、导管和泵从车辆排气管里采集排气,再用滤清器和水分离器把排气中的炭渣、灰尘和水分等除掉,只把排气送入分析装置。为了使取样探头具有耐热性和防止导管吸附 HC 气体,它们是用特殊材料制成的。

#### (2) 排气分析装置

排气分析装置由红外线光源、气样室、旋转扇轮(截光器)、测量室和传感器等组成。该装置

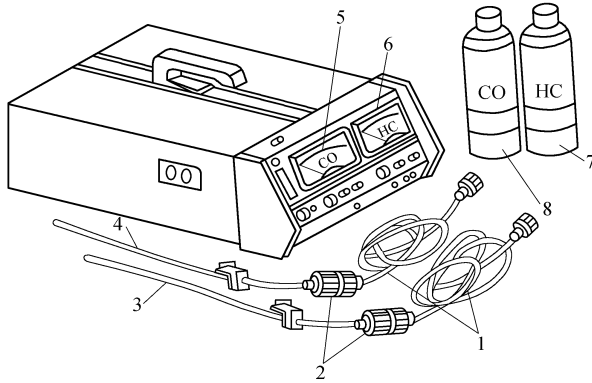


图 5-68 MEXA - 324F 型汽车排气分析仪

1—导管；2—滤清器；3—低含量取样探头；4—高含量取样探头；  
5—CO 指示仪表；6—HC 指示仪表；7—标准 HC 气样瓶；8—标准 CO 气样瓶

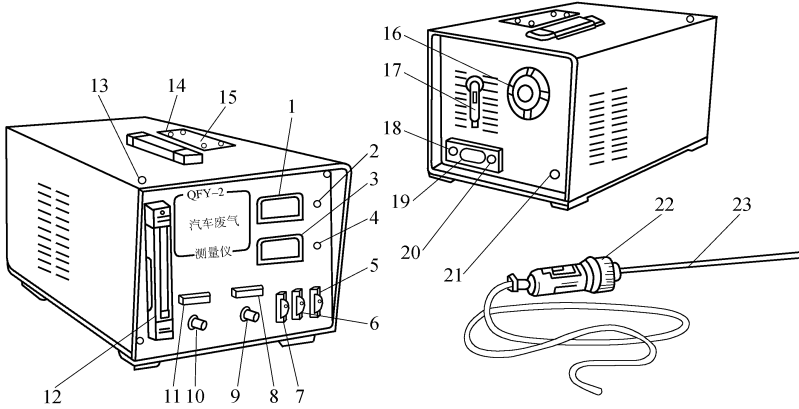


图 5-69 QFY - 2 型汽车排气分析仪

(a) 分析仪前视图；(b) 分析仪后视图

1—CO 显示器；2—CO 定标旋钮；3—HC 显示器；4—HC 定标旋钮；  
5—电源开关；6—风扇开关；7—取样泵开关；8—CO 量程切换开关；  
9—CO 调零旋钮；10—HC 调零旋钮；11—HC 量程切换开关；12—流量  
计；13—标准气样入口；14—拉手；15—上盖板；16—过滤器；  
17—水分离器；18—熔丝座；19—电源线插座；20—进气口；21—出  
气口；22—前置过滤器；23—取样管

按照不分光红外线分析法,从来自取样装置的混有多种成分的排气中,分析 CO 和 HC 的含量,并将含量转变成电信号输送给含量指示装置。按传感器形式不同,排气分析装置可分为电容微音器式和半导体式等不同形式,按功能不同,又可分为 CO、HC 等单项式和 CO、HC 等综合式两种形式。

1) 电容微音器式分析装置 该分析装置如图 5-71 所示。从两个红外线光源发出的红外线,分别通过标准气样室和测量气样室后到达测量室。在标准气样室内充有不吸收红外线的  $N_2$

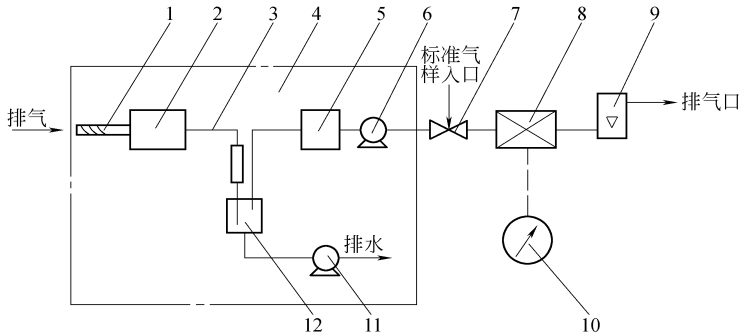


图 5-70 排气在分析仪内的流动路线

1—取样探头；2、5—滤清器；3—导管；4—排气取样装置；6、11—泵；  
7—换向阀；8—排气分析装置；9—流量计；10—浓度指示装置；12—水分离器

气,在测量气样室内充有被测量的发动机排气。测量室由两个分室组成,二者之间留有通道,并在通道上装有金属膜式电容微音器以作为传感器。为了能够从排气中选择需要测量的成分,在测量室的两个分室内,充入适当含量的与被测气体相同的气体。即在测量 CO 浓度分析装置里的测量室内要充入 CO 气体,在测量 HC 含量分析装置里的测量室内要充入正己烷气体。

旋转扇轮也称为截光器,能连续地导通、截止两个红外线光源,从而形成射线脉冲。当红外线通过旋转扇轮断续地到达测量室时,由于通过测量气样室被所测气体按浓度大小吸收掉一部分一定波长范围的红外线,而通过标准气样室的红外线完全没有被吸收,因此在测量室的两个分室内,因红外线能量的差别出现了温度差别,温度差别又导致了测量室内压力差别,致使金属膜片弯曲变形。排气中被测气体含量越大,金属膜片弯曲变形也越大。膜片弯曲变形致使电容微音器输出电压改变,该电压信号经放大器放大后送往含量指示装置。

2) 半导体式分析装置 该分析装置如图 5-72 所示。从两个红外线光源发出的红外线,分别通过标准气样室和测量气样室后用聚光管聚光,然后输送到测量室。同样,在标准气样室里充有不吸收红外线的  $N_2$  气,在测量气样室里充有被测量的发动机排气。传感器采用的是一种能按照红外线能量强度的变化改变电信号大小的半导体元件。由于该半导体元件本身不具有对被测气体吸收一定波长范围红外线的选择性,因此在半导体元件前面放置了一片光学滤色片,仅让被测气体吸收的一定波长范围内的红外线通过。红外线穿过旋转扇轮后,断续地通过标准气样室和测量气样室,经过聚光管和光学滤色片后到达半导体传感器。通过标准气样室的红外线由于未被吸收,因此能量保持不变;而通过测量气样室的红外

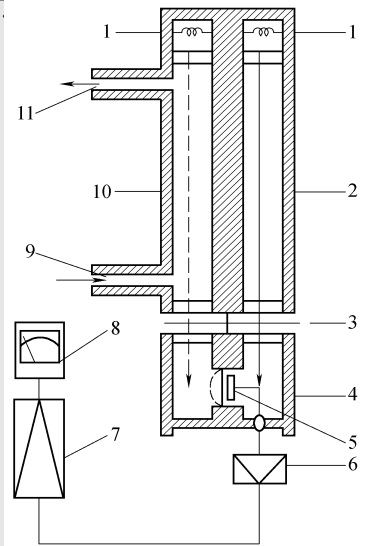


图 5-71 电容微音器式分析装置

1、12—红外线光源；2—标准气样室；  
3—旋转扇轮；4—测量室；5—电容微音器；6—前置放大器；7—主放大器；  
8—指示仪表；9—排气入口；10—测量气样室；11—排气出口

线,由于被所测气体吸收掉一部分一定波长范围的红外线,因此分别通过两气样室的红外线的能量形成差异后到达传感器。半导体传感器能把红外线能量差异转变成电信号差异,经放大器放大后输送给含量指示装置。

### (3) 含量指示装置

CO 和 HC 综合式气体分析仪的含量指示装置主要由 CO 指示装置和 HC 指示装置组成,有指针式仪表和数字式显示器两种类型。从排气分析装置送来的电信号,在 CO 指示仪表上,CO 的体积分数以百分数(%)表示;在 HC 指示仪表上:以前 HC 的体积分数曾以正己烷当量的百万分数( $10^{-6}$ )表示;现在 HC 等气体的体积分数也应以正己烷当量的百分数(%)表示。指针式仪表的指示,可利用零点调整旋钮、标准调整旋钮和读数转换开关等进行控制。

气体分析仪内的滤清器脏污时,对测量值有影响,因此要经常观察流量计的指示情况,发现指针进入红区应及时更换滤清器滤芯。

### (4) 校准装置

校准装置是一种为了保持分析仪的指示精度,使之能准确指示测量值的装置。在此装置中,往往既设有加入标准气样进行校准的装置,也设有用机械方式简易校准的装置。

1) 标准气样校准装置 是把标准气样从分析仪上单设的一个专用注入口直接送到排气分析装置,再通过比较标准气样浓度值和仪表指示值的方法来进行校准的装置。

2) 简易校准装置 通常是用遮光板把排气分析装置中通过测量气样室的红外线遮挡住一部分,用减少一定量红外线能量的方法进行简单校准的装置。

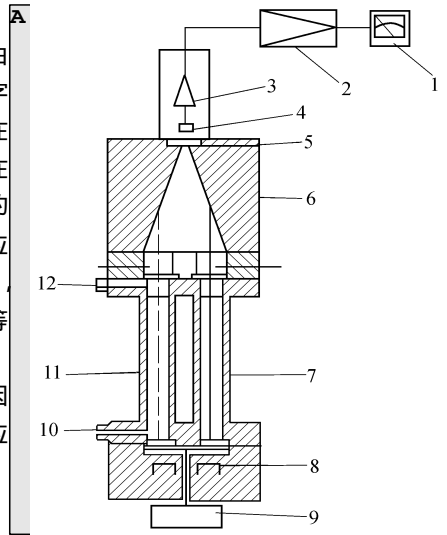


图 5-72 半导体式分析装置

1—前置放大器;2—主放大器;3—指示仪表;  
4—半导体传感器;5—光学滤色片;6—聚光管;  
7—标准气样室;8、10—红外线光源;  
9—旋转扇轮;11—排气入口;12—测量气样室;13—排气出口

## 5.7.4 汽油车怠速污染物检测方法

国家标准 GB 18285—2000《在用汽车排气污染物限值及测试方法》中规定,怠速试验按国家标准 GB/T 3845—1993《汽油车排气污染物的测量 怠速法》的规定进行,双怠速试验按国家标准 GB/T 3845—1993《汽油车排气污染物的测量 怠速法》附录 C 的规定进行。以下内容包括怠速试验和双怠速试验。

按照国家标准 GB/T 3845—1993《汽油车排气污染物的测量 怠速法》的规定,汽油车怠速污染物的检测应在怠速工况下,采用不分光红外线吸收型监测仪,按规定程序检测 CO 和 HC 的浓度值。怠速工况是指发动机运转,离合器处于接合位置,油门踏板与手油门处于松开位置,变速器处于空挡位置,采用化油器供油系统的阻风门处于全开位置。

### (1) 仪器准备

按仪器使用说明书要求做好以下各项准备工作。

1) 接通电源,对不分光红外线气体分析仪(以下简称气体分析仪)预热 30 min 以上。

2) 仪器校准

用标准气样校准 先让气体分析仪吸入清洁空气,用零点调整旋钮把仪表指针调整到零点,然后把仪器附带的标准气样从标准气样注入口(图 5-73 中 12)灌入,再用标准调整旋钮把仪表指针调到标准指示值。在灌注标准气样时,要关掉气体分析仪上的泵开关。

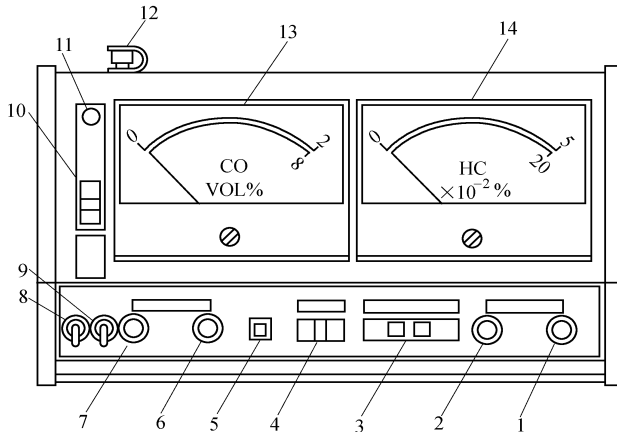


图 5-73 MEXA-324F 型汽车排气分析仪面板图

- 1—HC 标准调整旋钮 ;2—HC 零点调整旋钮 ;3—HC 读数转换开关 ;4—CO 读数转换开关 ;  
5—简易校准开关 ;6—CO 标准调整旋钮 ;7—CO 零点调整旋钮 ;8—电源开关 ;9—泵开关 ;  
10—流量计 ;11—电源指示灯 ;12—标准气样注入口 ;13—CO 指示仪表 ;14—HC 指示仪表

CO 和 HC 两种气体的标准指示值是多大呢?对于 CO 气体分析仪,可把标准气样瓶上标明的 CO 浓度值作为校准的标准值;对于 HC 气体分析仪,由于是用丙烷作为标准气样,因而要按下式求出正己烷的换算值,再用正己烷的换算值作为校准的标准值。

校准的标准值(即正己烷换算值) = 标准气样(丙烷)含量 × 换算系数

式中,标准气样(丙烷)含量即标准气样瓶上标明的含量值;换算系数是气体分析仪的给出值(标注在仪器壳体一侧),一般为 0.472~0.578。

简易校准 先接通简易校准开关(图 5-74 中 3),对于有校准位置刻度线的仪器,可用标准调整旋钮(图 5-74 中 1、2)把仪表指针调整到正对校准刻度线位置。对于没有校准刻度线的仪器,要在标准气样校正后立即操纵简易校准开关进行简易校准,此时要用标准调整旋钮把仪表指针调整到与标准气样校准后的指示值重合。应记住这一指示位置,以便今后简易校准时使用。

3) 把取样探头和取样导管安装到气体分析仪上,检查取样探头和导管内是否有残留 HC。如果管内壁吸附残留 HC 较多,仪表指针大大超过零点以上时,要用压缩空气吹洗或用布条等物清洁取样探头和导管内壁。

仪器经过上述检查和校准后,即可投入使用。

(2) 车辆或发动机准备

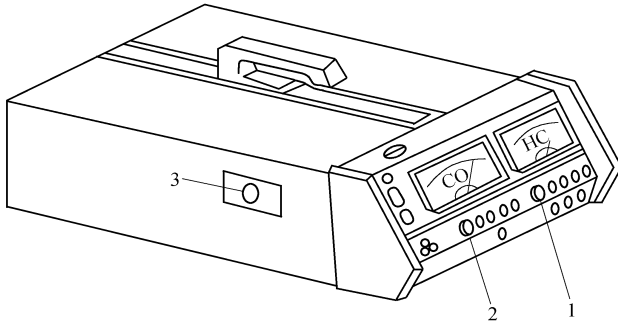


图5-74 标准调整旋钮和简易校准开关位置

1—HC标准调整旋钮；2—CO标准调整旋钮；3—简易校准开关

- 1) 进气系统应装有空气滤清器,排气系统应装有排气消声器,并不得有泄漏。
- 2) 汽油应符合国家标准 GB 484《车用汽油》的规定。
- 3) 测量时发动机冷却水和润滑油温度应达到汽车使用说明书所规定的热状态。
- 4) 自1995年7月1日起新生产的汽油发动机应具有怠速螺钉限制装置。点火提前角在其可调整范围内都应达到排放标准要求。

### (3) 怠速测量程序

- 1) 必要时在发动机上安装转速计、点火正时仪、冷却水和润滑油测温计等测量仪器。
- 2) 发动机由怠速工况加速至0.7额定转速,维持60s后降至怠速状态。
- 3) 发动机降至怠速状态后,将气体分析仪取样探头插入排气管中,深度为400mm,并固定于排气管上。
- 4) 先把气体分析仪指示仪表的读数转换开关打到最高量程挡位,再一边观看指示仪表,一边用读数转换开关选择适于排气含量的量程挡位。
- 5) 发动机在怠速状态,维持15s后开始读数,读取30s内的怠速污染物最高值和最低值,其平均值即为测量结果。
- 6) 若为多排气管时,取各排气管测量结果的算术平均值。
- 7) 测量工作结束后,把取样探头从排气管里抽出来,让它吸入新鲜空气5min,待气体分析仪指针回到零点后,再关闭电源。

### (4) 双怠速测量程序

- 1) 必要时在发动机上安装转速计、点火正时仪、冷却水和润滑油测温计等测量仪器。
- 2) 发动机由怠速工况加速至0.7额定转速,维持60s后降至高怠速(即0.5额定转速)。
- 3) 发动机降至高怠速状态后,将气体分析仪取样探头插入排气管中,深度为400mm,并固定于排气管上。
- 4) 先把气体分析仪指示仪表的读数转换开关打到最高量程挡位,再一边观看指示仪表,一边用读数转换开关选择适于排气含量的量程挡位。
- 5) 发动机在高怠速状态维持15s后开始读数,读取30s内的高怠速污染物最高值和最低值,取平均值即为高怠速排放测量结果。
- 6) 发动机从高怠速状态降至怠速状态,在怠速状态维持15s后开始读数,读取30s内的怠

速污染物最高值和最低值,其平均值即为怠速排放测量结果。

7) 若为多排气管时,取各排气管测量结果的算术平均值。

8) 测量工作结束后,把取样探头从排气管里抽出来,让它吸入新鲜空气 5 min,待仪器指针回到零点后再关闭电源。

(5) 注意事项

1) 汽油车怠速污染物的检测,一定要把发动机怠速转速和温度控制在规定范围之内。

2) 取样探头、导管分为低含量用和高含量用两种,两者要分别使用。

3) 检测时导管不要发生弯折现象。

4) 多部车辆连续检测时,一定要把取样探头从排气管里抽出并待仪表指针回到零点后,再进行下一部车的测量。

5) 不要在有油或有有机溶剂的地方进行检测。

6) 要注意检测地点的室内通风换气,以防人员中毒。

7) 检测结束后,要立即把取样探头从排气管里抽出来。

8) 取样探头不用时要垂直吊挂,不要平放,以防管内的积水腐蚀取样探头。

9) 气体分析仪不要放置在湿度大、温度变化大、振动大或倾斜的地方。

10) 气体分析仪要定时维护,以确保使用精度。

11) 校准用的标准气样是有毒的,要注意保管。

### 5.7.5 汽油车加速模拟工况试验方法

加速模拟工况 ASM 试验,按国家标准 GB 18285—2000《在用汽车排气污染物限值及测试方法》的附录 A(标准的附录)进行试验。

加速模拟工况 ASM(Acceleration Simulation Mode)是指车辆预热到规定的热状态后,加速至规定车速,根据车辆规定车速时的加速负荷,通过底盘测功试验台对车辆加载,车辆保持等速运转即为加速模拟工况。

(1) 在底盘测功试验台上的试验运转循环

在底盘测功试验台上的试验运转循环由 ASM5025 和 ASM2540 两个工况组成,如图 5-75 和表 5-14 所示。

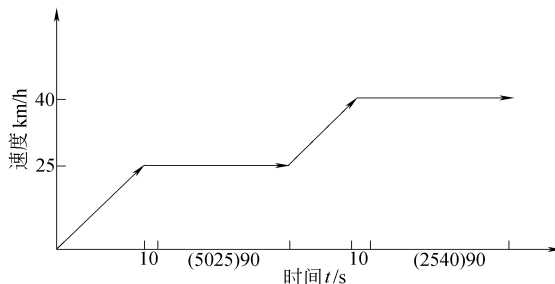


图 5-75 加速模拟工况 ASM 试验运转循环

表 5-14 加速模拟工况 ASM 试验运转循环表

工况	运转次序	速度/(km/h)	操作时间 /s	测试时间 /s
5025	1	0 25	3.5 ~ 8.5	—
	2	25	10	
	3	25	90	90
2540	4	25 40	2.3 ~ 5.6	—
	5	40	10	
	6	40	90	90

ASM5025 工况 经预热后的车辆加速至 25.0 km/h,测功试验台以车辆速度为 25.0 km/h、加速度为  $1.475 \text{ m/s}^2$  时的输出功率的 50% 作为设定功率对车辆加载。车辆以  $25.0 \text{ km/h} \pm 1.5 \text{ km/h}$  的速度持续运转 10 s,工况计时器开始计时 ( $t=0 \text{ s}$ ) ,持续运行 90 s ( $t=90 \text{ s}$ ) 即为 ASM5025 工况。

ASM2540 工况 ASM5025 工况试验结束后车辆立即加速至 40.0 km/h,测功试验台以车辆速度为 40.0 km/h、加速度为  $1.475 \text{ m/s}^2$  时的输出功率的 25% 作为设定功率对车辆加载。车辆以  $40.0 \text{ km/h} \pm 1.5 \text{ km/h}$  的速度持续运转 10 s,工况计时器开始计时 ( $t=0 \text{ s}$ ) ,持续运行 90 s ( $t=90 \text{ s}$ ) 即为 ASM2540 工况。

复检试验 第一次试验如果不合格,可进行复检试验。连续进行 ASM5025 工况和 ASM2540 工况试验,每个工况测试时间延长至 145 s ( $t=145 \text{ s}$ ) ,两工况重复测试时间为 290 s ( $t=290 \text{ s}$ )。

## (2) 车辆和燃料

### 1) 试验车辆

车辆的机械状况应良好,无影响安全和引起试验偏差的机械故障。

车辆进、排气系统不得有任何泄漏。

车辆的发动机、变速器和冷却系统等应无液体渗漏。

轮胎表面磨损应符合有关标准的规定。驱动轮轮胎压力应符合生产厂的规定。

2) 燃料 应使用无铅汽油或压缩天然气、液化石油气。无铅汽油应符合 GB 17930 的规定;压缩天然气应符合 SY/T 7546 的规定,液化石油气应符合 SY 7548 的规定。

### (3) 试验设备技术要求

试验设备有底盘测功试验台、排气分析仪、湿度计、温度计、气压计、计时器、自动检测控制系统和显示装置。

试验设备应符合国家相关标准和计量检定规程的规定,具体要求见国家标准 GB 18285—2000《在用汽车排气污染物限值及测试方法》的附录 A(标准的附录)。

### (4) 试验准备

#### 1) 车辆准备

如需要,可在发动机上安装冷却水和润滑油测温计等测试仪器。

应关闭空调、暖风等附属装置。装备牵引力控制装置的车辆应关闭牵引力控制装置。

车辆预热:进行试验前,车辆各总成的热状态应符合汽车技术条件的规定,并保持稳定。在试验前车辆的等候时间超过 20 min 或在试验前熄火 5 min,应选择以下任一种方法预热车辆:

- 车辆在无负荷状态使发动机以 2 500 r/min 转速运转 4 min;
- 车辆在底盘测功试验台上按 ASM5025 工况运行 60 s。

变速器的使用 安装自动变速器的车辆应使用前进挡进行试验。安装手动变速器的车辆应使用二挡,如果二挡所能达到的最高车速低于 45 km/h 可使用三挡。

车辆驱动轮应位于滚筒上,必须确保车辆横向稳定。驱动轮胎应干燥防滑。

车辆应限位良好。对前轮驱动车辆,试验前应使驻车制动起作用。

在试验工况计时过程中,车辆不允许制动。如果车辆制动,工况起始计时就应重新置零 ( $t=0$  s)。

## 2) 设备准备与设置

排气分析仪预热 应在通电后 30 min 内达到稳定。在 5 min 内未经调整,零位及 HC、CO、NO 和 CO<sub>2</sub> 的量距读数应稳定在允许误差范围内。

在每次开始试验前 2 min 以内,分析仪器应完成自动调零、环境空气测定和 HC 残留量的检查。

预热底盘测功试验台 底盘测功试验台停机或转速小于 25 km/h 超过 30 min,应在试验前自动预热。

载荷设定 在进行每个工况试验前,底盘测功试验台应根据输入的车辆参数及试验工况按以下要求自动设定对车辆的加载载荷。设定的底盘测功试验台加载功率应稳定,不应有影响车辆正常运行的波动。设定底盘测功试验台对车辆的加载功率时应考虑到车轮与滚筒表面的摩擦损失功率和底盘测功试验台内部损失功率,并按下列公式进行功率设定

$$P_1 = P_t - P_c - P_f$$

$$P = P_1 + P_c \quad (5 - 10)$$

式中  $P$ ——设定功率值,根据基准质量和试验工况确定 kW;

$P_1$ ——底盘测功试验台的指示功率, kW;

$P_t$ ——车辆规定工况的输出功率, kW;

$P_f$ ——底盘测功试验台滚筒与轮胎表面摩擦损失功率, kW;

$P_c$ ——底盘测功试验台内部损失功率, kW。

基准质量是指车辆的整备质量加上 100 kg。

3) 在试验循环开始前应记录环境温度、相对湿度和大气压力。

4) CO 与 CO<sub>2</sub> 浓度之和小于 6% 或发动机在任何时间熄火,应终止试验,排放测量无效。

## (5) 试验程序

1) 车辆驱动轮位于底盘测功试验台滚筒上,将分析仪取样探头插入排气管中,深度为 400 mm,并固定于排气管上。对独立工作的多排气管应同时取样。

2) ASM5025 工况 车辆经预热后,加速至 25 km/h,底盘测功试验台根据试验工况要求加载,车辆保持 25 km/h ± 1.5 km/h 等速,维持 10 s 后开始计时 ( $t=0$  s)。当底盘测功试验台转速和

扭矩偏差超过设定值的时间大于 5 s, 试验应重新开始。25 s ( $t=25$  s) 后分析仪器开始测量, 每秒钟测量一次, 并根据稀释修正系数及湿度修正系数计算 10 s 内的排放平均值。运行 90 s ( $t=90$  s) 该试验工况结束。底盘测功试验台在试验车速  $25 \text{ km/h} \pm 1.5 \text{ km/h}$  的允许误差范围内, 加载扭矩应随车速的变化做相应的调整, 保证加载功率不随车速改变。扭矩允许误差为该工况设定扭矩的  $\pm 5\%$ 。

在 25 s 至 90 s 的测量过程, 任意 10 s 内第一秒至第十秒的车速变化相对于第一秒小于  $\pm 0.5 \text{ km/h}$  测试结果有效。任意 10 s 内的十次排放平均值经修正后如满足限值的要求, 则试验结束; 否则应进行下一工况 (ASM2540) 试验。

3) ASM2540 工况 车辆从  $25 \text{ km/h}$  直接加速至  $40 \text{ km/h}$ , 底盘测功试验台根据试验工况要求加载, 车辆保持  $40 \text{ km/h} \pm 1.5 \text{ km/h}$  等速, 维持 10 s 后开始计时 ( $t=0$  s)。当底盘测功试验台转速和扭矩偏差超过设定值的时间大于 5 s, 试验应重新开始。25 s ( $t=25$  s) 后分析仪器开始测量, 每秒钟测量一次, 并根据稀释修正系数及湿度修正系数计算 10 s 内的排放平均值。运行 90 s ( $t=90$  s) 该试验工况结束。底盘测功试验台在试验车速  $40 \text{ km/h} \pm 1.5 \text{ km/h}$  的允许误差范围内, 加载扭矩应随车速的变化做相应的调整, 保持加载功率不随车速改变。扭矩允许误差为该工况设定扭矩的  $\pm 5\%$ 。

在 25 s 至 90 s 的测量过程, 任意 10 s 内第一秒至第十秒的车速变化相对于第一秒小于  $\pm 0.5 \text{ km/h}$  测试结果有效。任意 10 s 内的十次排放平均值经修正后如满足限值的要求, 则试验结束; 否则应进行复检试验。

4) 复检试验 按照上述 ASM5025 工况和 ASM2540 工况的试验程序及试验结果判定方法连续进行 ASM5025 和 ASM2540 工况试验, 工况时间延长至 145 s ( $t=145$  s), 总试验时间为 290 s。

如两个工况测试结果经修正后均满足要求, 则测试结果合格; 否则测试结果不合格。

#### (6) 排气污染物测量值的计算

排放测试结果应进行稀释校正及湿度校正, 计算 10 次有效测试的算术平均值。

##### 1) 测量结果计算, 公式如下

$$C_{\text{HC}} = \frac{\sum_{i=1}^{10} C_{\text{HC}}(i) \cdot DF(i)}{10} \quad (5-11)$$

$$C_{\text{CO}} = \frac{\sum_{i=1}^{10} C_{\text{CO}}(i) \cdot DF(i)}{10} \quad (5-12)$$

$$C_{\text{NO}} = \frac{\sum_{i=1}^{10} C_{\text{NO}}(i) \cdot DF(i) \cdot k_{\text{H}}(i)}{10} \quad (5-13)$$

式中  $C_{\text{HC}}$  —— HC 排放平均浓度, %;

$C_{\text{CO}}$  —— CO 排放平均浓度, %;

$C_{\text{NO}}$  —— NO 排放平均浓度, %;

$C_{\text{HC}}(i)$  —— 第  $i$  秒 HC 测量浓度, %;

$C_{\text{CO}}(i)$  —— 第  $i$  秒 CO 测量浓度, %;

$C_{\text{NO}}(i)$ ——第  $i$  秒 NO 测量浓度, % ;

$DF(i)$ ——第  $i$  秒稀释系数 ;

$k_H(i)$ ——第  $i$  秒湿度校正系数。

2) 稀释校正 ASM 排放试验的 CO、HC、NO 测量值应乘以稀释系数 ( $DF$ ) 予以校正。当稀释系数计算值大于 3.0 时, 取稀释系数等于 3.0。稀释系数计算公式如下

$$DF = \frac{C_{\text{CO}_2\text{修}}}{C_{\text{CO}_2\text{测}}} \quad (5 - 14)$$

$$C_{\text{CO}_2\text{修}} = \frac{X}{a + 1.88X} \times 100$$

$$X = \frac{C_{\text{CO}_2\text{修}}}{C_{\text{CO}_2\text{测}} + C_{\text{CO测}}}$$

式中  $DF$ ——稀释系数 ;

$C_{\text{CO}_2\text{修}}$ ——CO<sub>2</sub> 排放浓度测量修正值, % ;

$C_{\text{CO}_2\text{测}}$ ——CO<sub>2</sub> 排放浓度测量值, % ;

$C_{\text{CO测}}$ ——CO 排放浓度测量值, % ;

$a$ ——燃料计算系数, 根据燃料种类选取下列值 :

汽油为 4.644 ; 压缩天然气为 6.64 ; 液化石油气为 5.39。

3) NO 测量值应同时乘以相对湿度校正系数  $k_H$  予以修正。湿度校正系数计算公式如下

$$k_H = \frac{1}{1 - 0.0047(H - 75)} \quad (5 - 15)$$

$$H = \frac{43.478 \times R_g \cdot P_d}{P_g - (P_d \cdot R_g/100)}$$

式中  $k_H$ ——湿度校正系数 ;

$H$ ——绝对湿度 g 水/kg 干空气 ;

$R_g$ ——环境空气的相对湿度, % ;

$P_d$ ——环境温度下饱和蒸气压, kPa ; 如果温度大于 30 °C, 应用 30 °C 饱和蒸气压代替 ;

$P_g$ ——大气压力, kPa。

### 5.7.6 诊断参数标准

按照国家标准 GB 18285—2000《在用汽车排气污染物限值及测试方法》的规定, 装配点燃式发动机的车辆排放污染物限值如下。

1) 装配点燃式发动机的车辆进行双怠速试验排气污染物限值见表 5 - 15 所列。从表中可以看出, 高怠速排放测量值应低于怠速排放测量值。

2) 装配点燃式发动机的车辆加速模拟工况试验排气污染限值见表 5 - 16 所列。

3) 装配点燃式发动机的车辆怠速试验排气污染物限值见表 5 - 17 所列。

表5-15 装配点燃式发动机的车辆双怠速试验排气污染物限值表

车辆类型	怠速		高怠速	
	CO/%	HC/ $\times 10^{-4}$ %	CO/%	HC/ $\times 10^{-4}$ %
2001年1月1日以后上牌照的M <sub>1</sub> 类车辆	0.8	150	0.3	100
2001年1月1日以后上牌照的N <sub>1</sub> 类车辆	1.0	200	0.5	150

注：HC容积浓度按正己烷当量。

M<sub>1</sub>指车辆设计乘员数(含驾驶员)不超过6人,且车辆的最大总质量不超过2500kg。

N<sub>1</sub>还包括设计上乘员数(含驾驶员)超过6人或车辆的最大总质量超过2500kg但不超过3500kg的M类车辆。

表5-16 装配点燃式发动机的车辆加速模拟工况试验排气污染限值表

车辆类型	基准质量 kg	ASM5025			ASM2540		
		HC/ $\times 10^{-4}$ %	CO/ %	NO/ $\times 10^{-4}$ %	HC/ $\times 10^{-4}$ %	CO/ %	NO/ $\times 10^{-4}$ %
2001年1月1日以后上牌照的M <sub>1</sub> 类车辆	<1050	260	2.2	2500	260	2.4	2300
	<1250	230	1.8	2200	230	2.2	2050
	<1470	190	1.5	1800	190	1.8	1650
	<1700	170	1.3	1550	170	1.5	1400
	<1930	150	1.1	1350	150	1.3	1250
	<2150	130	1.0	1200	130	1.2	1100
	<2500	120	0.9	1050	120	1.1	1000
2002年1月1日以后上牌照的N <sub>1</sub> 类车辆	<1050	260	2.2	2500	260	2.4	2300
	<1250	230	1.8	2200	230	2.2	2050
	<1470	250	2.3	2700	250	3.2	2600
	<1700	190	2.0	2350	190	2.7	2200
	<1930	220	2.1	2800	220	2.9	2600
	<2150	200	1.9	2500	200	2.6	2300
	<2500	180	1.7	2250	180	2.4	2050
<3500	160	1.5	2000	160	2.1	1800	

注：HC容积浓度按正己烷当量。

M<sub>1</sub>指车辆设计乘员数(含驾驶员)不超过6人,且车辆的最大总质量不超过2500kg。

N<sub>1</sub>还包括设计上乘员数(含驾驶员)超过6人或车辆的最大总质量超过2500kg但不超过3500kg的M类车辆。

表 5 - 17 装配点燃式发动机的车辆怠速试验排气污染物限值表

车辆类型	轻型车		重型车	
	CO/%	HC/ $\times 10^{-4}$ %	CO/%	HC/ $\times 10^{-4}$ % <sup>注</sup>
1995 年 7 月 1 日以前生产的在用汽车	4.5	1 200	5.0	2 000
1995 年 7 月 1 日起生产的在用汽车	4.5	900	4.5	1 200

注：HC 容积浓度按正己烷当量

## 5.8 柴油车自由加速烟度和可见污染物检测

柴油车排气管排出的可见污染物表现在排气烟色上。排气烟色主要有黑烟、蓝烟和白烟三种。黑烟的发暗程度用排气烟度表示，排气烟度用烟度计检测。烟度计可分为滤纸式、透光式、重量式等多种形式。

### 5.8.1 概述

根据国家标准 GB 18285—2000《在用汽车排气污染物限值及测试方法》的规定，对于装配压燃式发动机的车辆，按照国家标准 GB 14761—1999《汽车排放污染物限值及测试方法》通过 C 类认证的车辆进行自由加速排气可见污染物试验，除通过 C 类认证的其他装配压燃式发动机的车辆进行自由加速烟度试验。又规定，自由加速排气可见污染物试验按国家标准 GB 18285—2000《在用汽车排气污染物限值及测试方法》附录 B 进行，自由加速烟度试验按国家标准 GB/T 3846—1993《柴油车自由加速烟度的测量 滤纸烟度法》规定进行，采用滤纸式烟度计。

自由加速滤纸式烟度的定义是：在自由加速工况下，从发动机排气管抽取规定长度的排气柱所含的炭烟，使规定面积的清洁滤纸染黑的程度，称为自由加速滤纸式烟度。

自由加速工况是指：柴油发动机于怠速工况（发动机运转，离合器处于接合位置，油门踏板与手油门处于松开位置，变速器处于空挡位置，具有排气制动装置的发动机，蹀形阀处于全开位置），将油门踏板迅速踏到底，维持 4 s 后松开。

### 5.8.2 滤纸式烟度计检测烟度的基本原理

滤纸式烟度计是用一个活塞式抽气泵，从柴油机排气管中抽取一定容积的排气，使它通过一张一定面积白色滤纸，排气中的炭烟存留在滤纸上，使其染黑。用检测装置测定滤纸的染黑度，该染黑度即代表柴油车的排气烟度，如图 5 - 76 所示。

### 5.8.3 滤纸式烟度计的结构与工作原理

滤纸式烟度计是世界上应用最广泛的烟度计之一，有手动、半自动和全自动三种类型。滤纸

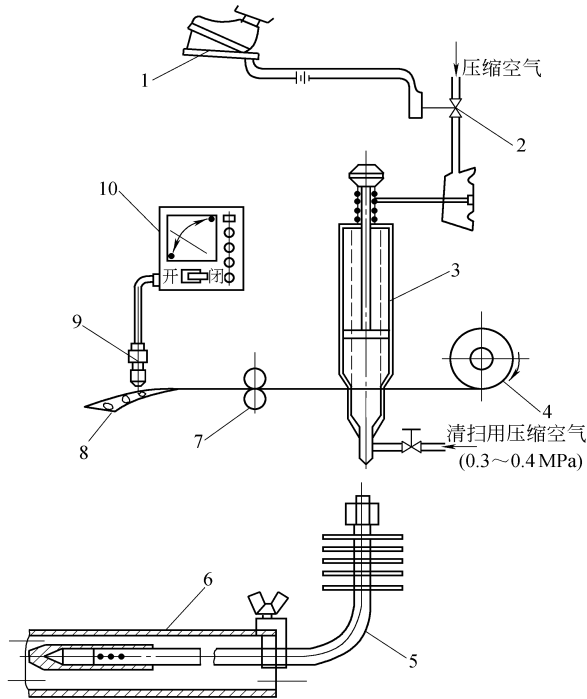


图 5-76 滤纸式烟度计示意图

1—脚踏开关；2—电磁阀；3—抽气泵；4—滤纸卷；5—取样探头；6—排气管；  
7—进给机构；8—染黑的滤纸；9—光电传感器；10—指示电表

式烟度计由排气取样装置、染黑度检测与指示装置和控制装置等组成，一般还配备有微型打印机。国产 FQD-201 型半自动排气烟度计外形如图 5-77 所示。

### (1) 取样装置

取样装置由取样探头、活塞式抽气泵、取样软管和清洗机构等组成。取样探头分台架试验用和整车试验用两种形式。整车试验用取样探头带有散热片，其上装有夹具以便固定在排气管上。取样探头在活塞式抽气泵的作用下抽取排气，其结构形状应能保证在取样时不受排气动压的影响，如图 5-78 所示。

活塞式抽气泵由泵筒、活塞、活塞杆、手柄、回位弹簧、锁止装置、电磁阀和滤纸夹持机构等组成。活塞式抽气泵在使用前，须先压下抽气泵手柄，直至克服回位弹簧的张力使活塞到达泵筒最下端，并由锁止机构锁止，完成复位过程，以准备下一次抽取排气。当需要取样时，或在自由加速工况开始的同时通过捏压橡皮球向抽气泵锁止机构充气（手动式），或通过套在加速踏板上的脚踏开关，在自由加速工况开始的同时操纵电磁阀向抽气泵锁止机构充入压缩空气（半自动式和全自动式），使抽气泵锁止机构取消对活塞的锁止作用，于是活塞在回位弹簧张力作用下迅速而又均匀地回到泵筒的最上端，完成取样过程。此时，若滤纸式烟度计为波许（BOSCH）式，则抽气泵活塞移动全程的抽气量为  $330 \text{ mL} \pm 15 \text{ mL}$ ，抽气时间为  $1.4 \text{ s} \pm 0.2 \text{ s}$ ，且在  $1 \text{ min}$  时间内外界空气的渗入量不大于  $15 \text{ mL}$ 。

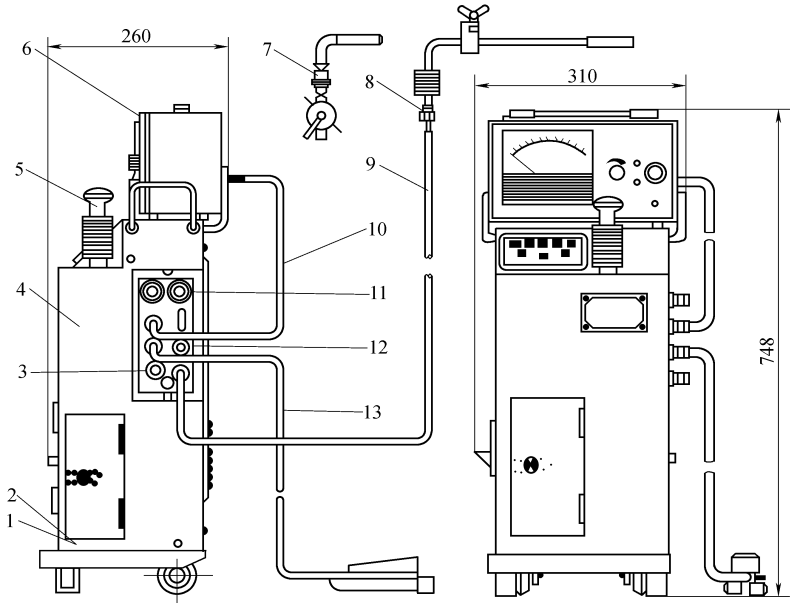


图 5-77 FQD-201 型半自动排气烟度计外形图

- 1—螺钉；2—垫圈；3—扫气管；4—机壳罩；5—抽气泵；6—指示装置；  
7—三通阀；8—取样探头；9—取样软管；10—光电检测装置连接线；  
11—连接直流电源线；12—连接主电源线；13—脚踏开关连接线

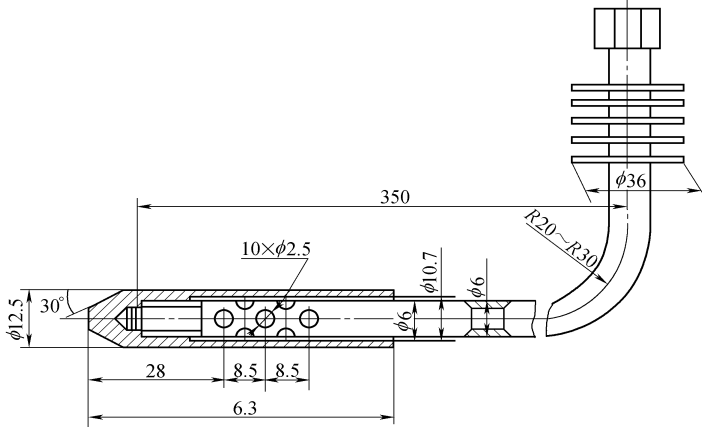


图 5-78 取样探头结构图

活塞式抽气泵下端装有滤纸夹持机构。当活塞式抽气泵每次完成复位过程后,通过手动或自动实现对滤纸的夹紧和密封,使取样过程中的排气经滤纸进入泵筒内,炭烟存留在滤纸上并将其染黑,并能保证滤纸的有效工作面直径为  $\phi 32 \text{ mm}$ 。一旦完成抽气过程,滤纸夹持机构松开,染黑的滤纸位移至光电检测装置下的试样台上。

取样软管把取样探头和活塞式抽气泵连接在一起,由于泵的抽气量与软管的容积有关,所以国家标准 GB/T 3846—1993《柴油车自由加速烟度的测量 滤纸烟度法》规定,取样软管长度为 5.0 m,内径为  $\phi 5.0_{-0.2}$  mm,取样系统局部内径不得小于  $\phi 4$  mm。

压缩空气清洗机构能在排气取样之前,用压缩空气吹洗取样探头和取样软管内的残留排气炭粒。清洗用压缩空气的压力为 0.3~0.4 MPa。

(2) 检测与指示装置

检测与指示装置由光电传感器、指示电表或数字式显示器、滤纸和标准烟样等组成。光电传感器由光源(白炽灯泡)、光电元件(环形硒光电池)和电位器等组成,其工作原理如图 5-79 所示。电源接通后白炽灯泡发亮,其光亮通过带有中心孔的环形硒光电池照射到滤纸上。当滤纸的染黑度不同时,反射给环形硒光电池感光面的光线强度也不同,因而环形硒光电池产生的光电流强度也就不同。线路中一般配备有电阻  $R_1$  和  $R_2$  作为白炽灯泡电流的粗调和细调,以便获得适度的光强,使光源和硒光电池的灵敏度相匹配。

指示电表是一个微安表,是滤纸染黑度亦即排气烟度的指示装置。当环形硒光电池送来的电流强度不同时,指示电表指针的位置也不相同。指示表头以  $0 \sim 10 R_b$  单位表示。其中,0 是全白滤纸的  $R_b$  单位,10 是全黑滤纸的  $R_b$  单位,从  $0 \sim 10$  均匀分布(波许式)。国产 FQD-201 型半自动排气烟度计指示装置面板图如图 5-80 所示。

由微机控制的排气烟度计,其指示装置一般采用数字式显示器。如国产 FQD-201B 型半自动数字式排气烟度计采用了 MCS-48 系列单片微机作为仪器机芯,显示器由两位 LED 数码管组成,配备有微型打印机。

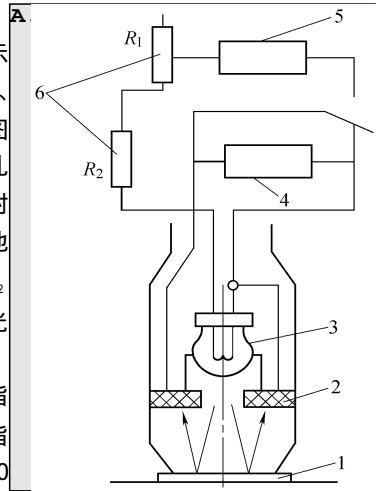


图 5-79 光电传感器原理图  
1—滤纸;2—光电元件;3—光源;  
4—指示电表;5—电源;6—电阻

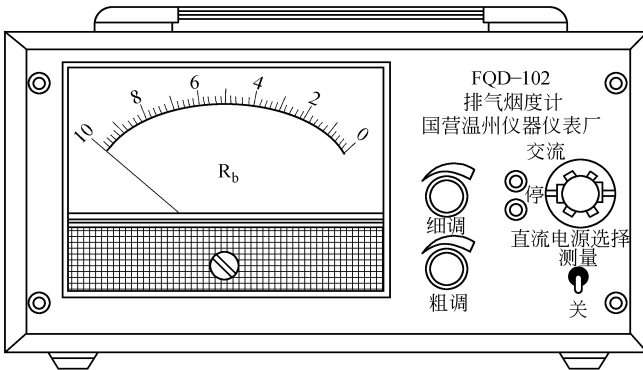


图 5-80 指示装置面板图

检测装置还应备有供标定或校准用的标准烟样和符合规定的滤纸。标准烟样也称为烟度

卡应在明度计上标定,精确度为0.5%。当标准烟样用于标定烟度计时,按量程均匀分布不得少于6张;当用于校准烟度计时,每台烟度计3张,标定值选在 $R_0.5$ 左右。当烟度计指示电表需要校准时,只要把标准烟样放在光电传感器下,用调节旋钮把指示电表的指针调整到标准烟样所代表的染黑度数值即可达到目的。这可使指示电表保持指示精度,以得出准确的测量结果。

烟度卡必须定期标定,在有效期内使用。

滤纸有带状和圆片状两种。带状滤纸在进给机构的作用下能实现连续传送,适用于半自动式和全自动式烟度计。圆片状滤纸,仅适用于手动式烟度计。对滤纸总的要求是:反射因数为 $(92 \pm 3)\%$ ,当量孔径为 $45 \mu\text{m}$ ,透气度为 $3\,000 \text{ mL}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ (滤纸前后压差为 $1.96 \sim 3.90 \text{ kPa}$ ),厚度为 $0.18 \sim 0.20 \text{ mm}$ 。

### (3) 控制装置

半自动和全自动滤纸式烟度计的控制装置,包括用脚操纵的抽气泵脚踏开关和滤纸进给机构。控制用压缩空气的压力为 $0.4 \sim 0.6 \text{ MPa}$ 。

## 5.8.4 自由加速烟度检测方法

按照国家标准 GB/T 3846—1993《柴油车自由加速烟度的测量 滤纸烟度法》的规定,柴油车自由加速烟度的检测应在自由加速工况下,采用滤纸式烟度计按测量规程进行。以下以 FQD-201 型排气烟度计为例介绍柴油车自由加速烟度的检测方法。

### (1) 仪器准备

#### 1) 仪器校准

未接通电源时,先检查指示电表指针是否在机械零点上,否则用零点调整螺钉使指针与“10”的刻度重合。

接通电源,仪器进行预热,然后打开测量开关,在光电传感器下垫上10张洁白滤纸,调节粗调电位器和细调电位器,使表头指针与“0”的刻度重合。

在10张洁白滤纸上放上标准烟样,光电传感器对准标准烟样中心垂直放置在其上。此时,表头指针应指在标准烟样所代表的染黑度数值上,否则应调节仪器后面板上的小型电位器。

2) 检查取样装置和控制装置中各部机件的工作情况,特别要检查脚踏开关与活塞抽气泵动作是否同步。

3) 检查控制用压缩空气和清洗用压缩空气的压力是否符合要求。

4) 检查滤纸进给机构的工作情况是否正常。

5) 检查滤纸是否合格,应洁白无污。

### (2) 车辆准备

1) 进气系统应装有空气滤清器,排气系统应装有消声器并且不得有泄漏。

2) 柴油应符合 GB 10327 的规定,不得使用燃油添加剂。

3) 测量时发动机的冷却水和润滑油温度应达到汽车使用说明书所规定的热状态。

4) 自1975年7月1日起新生产柴油车装用的柴油机,应保证起动加浓装置在非起动工况不再起作用。

### (3) 测量程序

- 1) 用压力为 0.3~0.4 MPa 的压缩空气清洗取样管路。
- 2) 把活塞式抽气泵置于待抽气位置,将洁白的滤纸置于待取样位置,并夹紧。
- 3) 将取样探头固定于排气管内,插入深度为 300 mm,并使其轴线与排气管轴线平行。
- 4) 将脚踏开关引入汽车驾驶室内,但暂不固定在油门踏板上。

5) 按图 5-81 所示测量规程进行自由加速烟度检测。先由怠速工况将油门踏板踩到底,维持 4 s 迅即松开,然后怠速运转 16 s,共计 20 s。在怠速运转 16 s 的时间内,要用压缩空气清洗机构对取样软管和取样探头吹洗数秒钟。上述操作重复三次,以熟悉加速方法并把排气管内的炭渣等积存物吹掉。然后,把脚踏开关固定在油门踏板上,进行实测。

实测时,将油门踏板与脚踏开关一并迅速踩到底,至 4 s 时立刻松开,维持怠速运转 16 s,共计 20 s。在 20 s 时间内应完成排气取样、滤纸染黑、走纸、抽气泵复位、检测并指示烟度、清洗等工作。

从第 1 次开始加速至第 2 次开始加速为一个循环,每个循环共计 20 s 时间。实测中需操作 4 个循环,取后 3 个循环烟度读数的算术平均值作为所测烟度值。当汽车发动机出现黑烟冒出排气管的时间与抽气泵开始抽气的时间不同步现象时,应取最大烟度值作为所测烟度值。

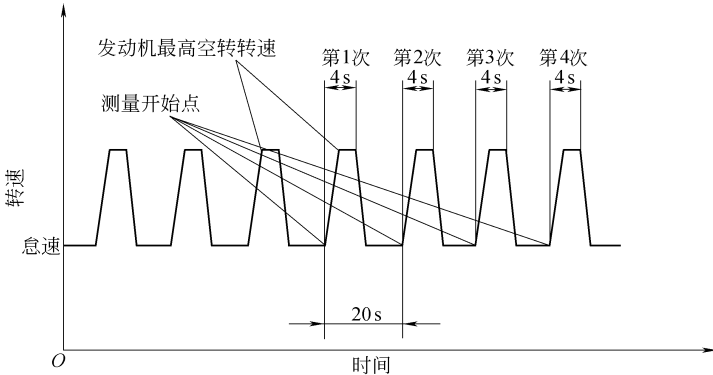


图 5-81 自由加速烟度测量规程

- 6) 在被染黑的滤纸上记下试验序号、试验工况和试验日期等,以便保存。
- 7) 检测结束,及时关闭电源和气源。

#### (4) 注意事项

- 1) 取样软管的内径和长度有规定,不能随意用其他型号的管子代替。
- 2) 指示装置不用时,应把测量开关打到关的位置,以免在移动或运输时损坏指示电表。
- 3) 指示装置应避开有振动和湿度大的地方。
- 4) 滤纸和校准用标准烟样,不要放置在阳光下暴晒或灰尘多的地方。
- 5) 标准烟样必须定期检定,在有效期内使用。

### 5.8.5 自由加速排气可见污染物试验方法

装配压燃式发动机的车辆自由加速排气可见污染物试验,按国家标准 GB 18285—2000《在用

汽车排气污染物限值及测试方法》附录 B 进行。

(1) 车辆和燃料

1) 车辆

车辆进气系统应装配空气滤清器,排气系统应装配消声器并且不得有泄漏。

测量时发动机的冷却水和润滑油温度,应达到汽车使用说明书所规定的热状态。

试验前车辆不应长时间怠速运转。

2) 燃料 应使用柴油,不得加消烟添加剂。

(2) 试验仪器

应使用取样式不透光度仪,技术要求应符合 GB 3847—1999 附录 G、附录 H 的有关规定。

(3) 试验程序

1) 车辆在发动机怠速下,按 GB 3847—1999 附录 H 的要求插入不透光度仪取样探头。

2) 迅速但不猛烈地踏下油门踏板,使喷油泵供给最大油量。在发动机达到调速器允许的最大转速前,保持此位置。一旦达到最大转速,立即松开油门踏板,使发动机恢复至怠速,不透光度仪恢复到相应状态。

3) 重复上述操作过程至少 6 次,记录不透光度仪的最大读数值。如果读数值连续 4 次均在  $0.25 \text{ m}^{-1}$  的宽带内,并且没有连续下降趋势,则记录值有效。

(4) 计算 4 次测量结果的算术平均值。

### 5.8.6 诊断参数标准

按照国家标准 GB 18285—2000《在用汽车排气污染物限值及测试方法》的规定,装配压燃式发动机的车辆自由加速试验排气污染物限值如下。

1) 装配压燃式发动机的车辆自由加速试验排气可见污染物限值如表 5 - 18 所列。

表 5 - 18 装配压燃式发动机的车辆自由加速试验排气可见污染物限值表

车 辆 类 型	光吸收系数/ $\text{m}^{-1}$
2001 年 1 月 1 日以后上牌照的在用车	2.5
2001 年 1 月 1 日以后上牌照的装配废气涡轮增压器的在用车	3.0

2) 装配压燃式发动机的车辆自由加速试验烟度排放限值如表 5 - 19 所列。

表 5 - 19 装配压燃式发动机的车辆自由加速试验烟度排放限值表

车 辆 类 型	烟度值/ $R_b$
1995 年 7 月 1 日以前生产的在用车	4.7
1995 年 7 月 1 日起生产的在用车	4.0

## 5.9 汽车噪声检测

人们实际上生活在声音的世界里,各种各样的声音通过传播媒介送入人的耳朵内。在我们

听到的各种声音中,既有动人、悦耳的乐声,也有嘈杂的噪声。所谓噪声,是泛指人们不欢迎的,不需要的和令人烦躁、不安、讨厌的干扰声。在示波器上,它们往往是一些不规则的或随机的声信号。即使是乐器或歌唱发出的乐声,当人们工作、学习或休息时,也应视之为噪声。因此,车辆噪声也是检测项目之一。

### 5.9.1 概述

噪声的种类很多,如果根据噪声源分类,可分为交通噪声、工业噪声和生活噪声三种类型。在交通噪声中,又可以分为道路交通噪声、铁路交通噪声、海河航运交通噪声和航空交通噪声等多种。道路交通噪声还可以分为车辆噪声和道路噪声两种。

随着机动车辆向快速和大功率方面发展,道路交通噪声已成为一些大城市的主要噪声源。特别是车辆产生的噪声,占交通噪声的80%左右。车辆噪声的噪声源主要包括:发动机的机械噪声、排气噪声和冷却风扇噪声等;底盘的机械噪声、制动噪声和轮胎噪声等;车身振动噪声,货物撞击噪声,喇叭噪声和倒车时的报警声等。在这些噪声源中,所发出的噪声程度绝大多数都与车辆的使用情况有关。当车辆加速行驶、减速制动、超速、超载和路面不平时,噪声明显增加。

车辆噪声一般为中等强度的噪声,一般为60~90 dB。如公共汽车的噪声为80 dB左右,摩托车的噪声比一般汽车高10 dB左右。由于车辆噪声为游走性的,影响范围大,干扰时间长,受害人员多,因而社会影响大。

据有关资料介绍,噪声会使人的听力减弱、视觉功能下降、神经衰弱、血压变化和胃肠道出现消化功能障碍,甚至影响人的睡眠、谈话、学习、工作和情绪等。总之,噪声不仅能引起人体的生理改变和损伤,而且能导致对心理、生活和工作的不利影响。并且,随着工业和交通运输业的发展,这种影响会越来越严重。如美国整个环境噪声的响度每10年约增加一倍,俄国一些大城市的环境噪声在20世纪末最后10年提高了8~12 dB。其实,我国不少城市的噪声,特别是车辆噪声,从20世纪70年代就到了非治理不可的程度。为此,我国于1979年公布了《机动车辆允许噪声》的国家标准,把控制车辆噪声纳入了环境保护的范畴。

### 5.9.2 声级计结构与工作原理

国家标准 GB 1495—1979 和 GB 1496—1979 分别规定了《机动车辆允许噪声》与《机动车辆噪声测量方法》。在测量方法中,规定使用的仪器是精密声级计或普通声级计。声级计是一种能把工业噪声、生活噪声或交通噪声等,按人耳听觉特性近似地测定其噪声级的仪器,其面板图如图 5-82 所示。噪声级是指用声级计测得的并经过听感修正的声压级(dB)或响度级(phon)。

根据声级计在标准条件下测量 1 000 Hz 纯音所表现出的精度,20 世纪 60 年代国际上把声级计分为两类:一类叫精密声级计,另一类叫普通声级计。我国采用这种分类法。20 世纪 70 年代以来,有些国家推行四类分类法,即分为 0 型、1 型、2 型和 3 型。它们的测量精度分别为  $\pm 0.4$  dB、 $\pm 0.7$  dB、 $\pm 1.0$  dB 和  $\pm 1.5$  dB。根据声级计所用电源不同,还可将声级计分为交流式声级计和用于干电池的直流式声级计两类,后者也可以称为便携式声级计。便携式声级计具有体积小、重量轻和现场使用方便等优点。

声级计一般由传声器、放大器、衰减器、计权网络、检波器、指示表头和电源等组成,其框图如图 5-83 所示。

### (1) 传声器

传声器是把声压信号转变为电信号的装置,也称为话筒,是声级计的传感器。常见的传声器有晶体式、驻极体式、动圈式和电容式等多种形式。

动圈式传声器由振动膜片、可动线圈、永久磁铁和变压器等组成。振动膜片受到声波压力以后开始振动,并带着和它装在一起的可动线圈在磁场内振动,以产生感应电流。该电流根据振动膜片受到声波压力的大小而变化。声压越大,产生的电流就越大;声压越小,产生的电流也越小。

电容式传声器主要由金属膜片和靠得很近的金属电极组成,实质上是一个平板电容,其示意图如图 5-84 所示。金属膜片与金属电极构成了平板电容的两个极板。当膜片受到声压作用时,膜片发生变形,使两个极板之间的距离发生变化,电容量也发生变化,从而产生交变电压,其波形在传声器线性范围内与声压级波形成比例,实现了将声压信号转变为电压信号的作用。

电容式传声器是声学测量中比较理想的传声器,具有动态范围大、频率响应平直、灵敏度高和在一般测量环境中稳定性好等优点,因而应用广泛。由于电容式传声器输出阻抗很高,因此需要通过前置放大器进行阻抗变换。前置放大器装在声级计内部靠近安装电容式传声器的部位。

### (2) 放大器和衰减器

目前流行的许多国产与进口的声级计,在放大线路中都采用两级放大器,即输入放大器和输出放大器,其作用是将微弱的电信号放大。输入衰减器和输出衰减器是用来改变输入信号的衰减量和输出信号衰减量的,以便使表头指针指在适当的位置上。衰减器每一挡的衰减量为 10 dB。输入放大器使用的衰减器调节范围为测量低端(如 0~70 dB),输出放大器使用的衰减器调节范围为测量高端(如 70~120 dB)。输入和输出两个衰减器的刻度盘常做成不同颜色,以黑色刻度盘与透明刻度盘配对为多。由于许多声级计的高、低端以 70 dB 为界限,故在旋转时要防止超过界限,以免损坏装置。

### (3) 计权网络

为了模拟人耳听觉在不同频率有不同的灵敏性,在声级计内设有一种能够模拟人耳的听觉特性,把电信号修正为与听感近似值的网络,这种网络叫作计权网络。通过计权网络测得的声压

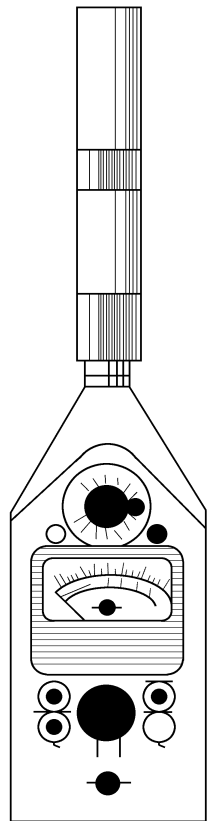


图 5-82 声级计  
面板图

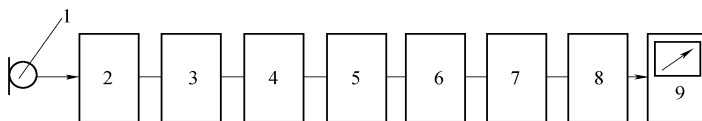


图 5-83 声级计的组成框图

1—传声器;2—前置放大器;3—输入衰减器;4—输入放大器;5—计权网络;  
6—输出衰减器;7—输出放大器;8—检波器;9—指示表头

级,已不再是客观物理量的声压级(叫线性声压级),而是经过听感修正的声压级,叫作计权声级或噪声级。

计权网络一般有 A、B、C 三种。A 计权声级是模拟人耳对 55 dB 以下低强度噪声的频率特性,B 计权声级是模拟 55~85 dB 的中等强度噪声的频率特性,C 计权声级是模拟高强度噪声的频率特性。三者的主要差别是对噪声低频成分的衰减程度:A 衰减最多,B 次之,C 最少。A 计权声级由于其特性曲线接近于人耳的听感特性,因此是目前世界上噪声测量中应用最广泛的一种计权声级,B、C 计权声级应用较少。

从声级计上得出的噪声级读数,必须注明采用的是何种计权网络。

#### (4) 检波器和指示表头

为了使经过放大的信号通过表头显示出来,声级计还需要有检波器,以便把迅速变化的电压信号转变成变化较慢的直流电压信号。这个直流电压的大小要正比于输入信号的大小。根据测量的需要,检波器有峰值检波器、平均值检波器和均方根值检波器之分。峰值检波器能给出一定时间间隔中的最大值,平均值检波器能在一定时间间隔中测量其绝对平均值。除了像枪炮声那样的脉冲声需要测量它的峰值外,在大多数的噪声测量中均采用均方根值检波器。

均方根值检波器能对交流信号进行平方、平均和开方,得出电压的均方根值,最后将均方根电压信号输送到指示表头。指示表头是一只电表,只要对其刻度进行一定的标定,就可从表头上直接读出噪声级的 dB 值。声级计表头阻尼一般都有“快”和“慢”两个挡。“快”挡的平均时间为 0.27 s,很接近于人耳听觉器官的生理平均时间。“慢”挡的平均时间为 1.05 s。当对稳态噪声进行测量或需要记录声级变化过程时,使用“快”挡比较合适;在被测噪声的波动比较大时,使用“慢”挡比较合适。

为适应测量现场的需要,声级计一般都备有三脚支架,以便根据需要将声级计固定在三脚支架上。

声级计面板上一般还备有一些插孔。这些插孔如果与便携式倍频带滤波器相连,可组成小型现场使用的简易频谱分析系统;如果与录音机组合,则可把现场噪声录制在磁带上储存下来,待以后再进行更详细的研究;如果与示波器组合,则可观察到声压变化的波形,并可存储波形或用照相机、摄像机把波形摄制下来;还可以把分析仪、记录仪等仪器与声级计组合、配套使用,这要根据测试条件和测试要求而定。

### 5.9.3 汽车噪声检测方法

国家标准 GB 1496—1979《机动车辆噪声测量方法》适用于各种类型的汽车、摩托车、轮式拖拉机机动车辆的车外和车内噪声测量。标准规定使用的测量仪器有精密声级计或普通声级计和发动机转速表,声级计误差不超过  $\pm 2$  dB,并要求在测量前后,仪器应按规定进行校准。

#### (1) 声级计的检查与校准

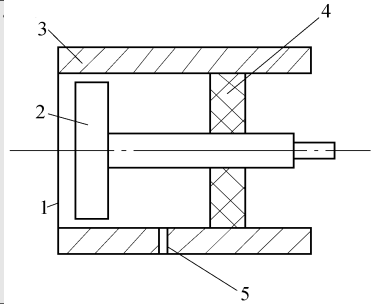


图 5-84 电容式传声器结构示意图

1—金属膜片;2—电极;3—壳体;

4—绝缘体;5—平衡孔

1) 在未接通电源时,先检查声级计仪表指针是否在机械零点上。若不在零点,可用零点调整螺钉使指针与零点重合。

2) 检查电池容量,把声级计功能开关对准“电池”衰减器任意,此时声级计仪表指针应达到额定红线或规定区域,否则读数不准。打开后盖便可更换电池。

3) 打开电源开关,预热仪器 10 min。

4) 对声级计进行校准。每次测量前或使用一段时间后,必须对声级计的电路和传声器进行校准。声级计上一般都配有电路校准的“参考”位置,可校验放大器的工作是否正常。如不正常,应调节微调电位器。电路校准后,再利用已知灵敏度的标准传声器对声级计上的传声器进行对比较准。常用的标准传声器有声级校准器和活塞式发声器,它们的内部都有一个可发出恒定速率、恒定声级的机械装置,因而很容易对比出被检传声器的灵敏度。声级校准器产生的声压级为 94 dB,频率为 1 000 Hz;活塞式发声器产生的声压级为 124 dB,频率为 250 Hz。

图 5 - 82 所示声级计最上端安装的圆柱体,即为活塞式发声器。

5) 将声级计的功能开关对准“线性”、“快”挡。如果此时在室内,由于一般办公室内的环境噪声为 40 ~ 60 dB,因此声级计上应有相应的示值。变换衰减器刻度盘,表头示值应相应变化 10 dB 左右。

6) 检查计权网络。接以上步骤,将“线性”位置依次变为“C”、“B”、“A”计权网络。由于室内环境噪声多为低频成分,故经频率计权后的噪声级示值将低于线性值,而且应依次递减。

7) 考查“快”、“慢”挡。将声级计衰减器刻度盘调至高 dB 值处(例如 90 dB),操作人员断续发出声响,并注意观察“快”挡时的指针摆动能否跟上发音速度,“慢”挡时的指针摆动是否明显迟缓。这是“快”、“慢”两挡所要求的表头阻尼程度的基本特征。

8) 经过上述检查和校准后,声级计便可投入使用。在不知道被测声级多大时,必须把衰减器刻度盘预先放在最大衰减位置上(即 120 dB 处),然后在实测中再逐步旋至被测声级所需要的衰减挡。

## (2) 车外噪声测量方法

### 1) 测量条件

测量场地应平坦而空旷,在测试中心以 25 m 为半径的范围内,不应有大的反射物,如建筑物、围墙等。

测试场地跑道应有 20 m 以上平直、干燥的沥青路面或混凝土路面,路面坡度不超过 0.5%。

本底噪声(包括风噪声)应比所测车辆噪声至少低 10 dB,并保证测量不被偶然的其他声源所干扰。本底噪声是指测量对象噪声不存在时,周围环境的噪声。

为避免风噪声干扰,可采用防风罩,但应注意防风罩对声级计灵敏度的影响。

声级计附近除测量者外,不应有其他人员,如不可缺少时,则必须在测量者背后。测量人员的身体离声级计也应尽量远些,以免影响测量的准确性。

被测车辆不载重。测量时发动机应处于正常使用温度。车辆带有其他辅助设备亦是噪声源,测量时是否开动,应按正常使用情况而定。

### 2) 测量场地及测点位置

测量场地示意图如图 5 - 85 所示。

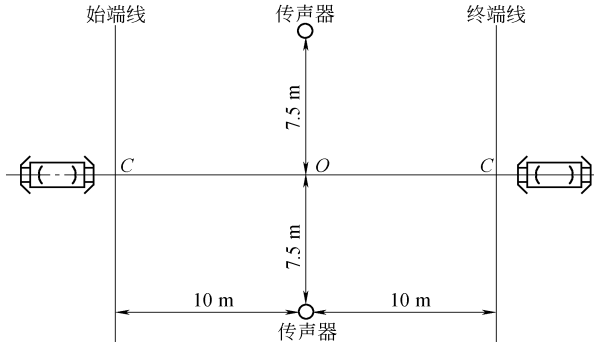


图 5 - 85 测量场地示意图

声级计传声器位于 20 m 跑道中心点  $O$  两侧,各距中心 7.5 m,距地面高度 1.2 m,用三脚支架固定。传声器平行于路面,其轴线垂直于车辆行驶方向。

### 3) 加速行驶车外噪声测量方法

车辆须按下列规定条件稳定地到达始端线。

行驶挡位:前进挡位为 4 挡以上的车辆用第 3 挡,前进挡位为 4 挡或 4 挡以下的用第 2 挡。

发动机转速为其标定转速的  $3/4$ 。如果此时车速超过了 50 km/h,那么车辆应以 50 km/h 的车速稳定地到达始端线。

对于自动换挡的车辆,使用在试验区间加速最快的挡位。

辅助变速装置不应使用。

在无转速表时,可以控制车速进入测量区:以所定挡位相当于  $3/4$  标定转速的车速稳定地到达始端线。

从车辆前端到达始端线开始,立即将油门踏板踩到底或节气门全开,直线加速行驶。当车辆后端到达终端线时,立即停止加速,车辆后端不包括拖车以及和拖车连接的部分。

本测量要求被测车辆在后半区域发动机达到标定转速。如果车辆达不到这个要求,可延长  $OC$  距离为 15 m。如仍达不到这个要求,车辆使用挡位要降低一档。如果车辆在后半区域超过标定转速,可适当降低到达始端线的转速。

声级计用“A”计权网络、“快”挡进行测量,读取车辆驶过时的声级计表头最大读数。

同样的测量往返进行一次。车辆同侧两次测量结果之差,不应大于 2 dB,并把测量结果记入规定的表格中。取每侧二次声级平均值中的最大值作为被测车辆的最大噪声级。若只用一个声级计测量,同样的测量应进行四次,即每侧测量两次。

### 4) 匀速行驶车外噪声测量方法

车辆用常用挡位,油门踏板保持稳定,以 50 km/h 的车速匀速通过测量区域。

声级计用“A”计权网络、“快”挡进行测量,读取车辆驶过时声级计表头的最大读数。

同样的测量往返进行一次,车辆同侧两次测量结果之差,不应大于 2 dB,并把测量结果记入规定的表格中。若只用一个声级计测量,同样的测量应进行四次,即每侧测量两次。

## (3) 车内噪声测量方法

### 1) 测量条件

测量跑道应有足够试验需要的长度,应是平直、干燥的沥青路面或混凝土路面。

测量时风速(指相对于地面)应不大于 3 m/s。

测量时车辆门窗应关闭。车内带有其他辅助设备是噪声源,测量时是否开动,应按正常使用情况而定。

车内本底噪声比所测车内噪声至少低 10 dB,并保证测量不被偶然的其它声源所干扰。

车内除驾驶员和测量人员外,不应有其他人员。

### 2) 测点位置

车内噪声测量通常在人耳附近布置测点,传声器朝车辆前进方向。

驾驶室内噪声测点的位置如图 5 - 86 所示。

载客车室内噪声测点可选在车厢中部及最后一排座的中间位置,传声器高度参考图 5 - 86。

### 3) 测量方法

车辆以常用挡位、50 km/h 以上的不同车速匀速行驶,分别进行测量。

用声级计“慢”挡测量“A”、“C”计权声级,分别读取表头指针最大读数的平均值,测量结果记入规定的表格中。

做车内噪声频谱分析时,应包括中心频率为 31.5 Hz、63 Hz、125 Hz、250 Hz、500 Hz、1 000 Hz、2 000 Hz、4 000 Hz、8 000 Hz 的倍频带。

### (4) 驾驶员耳旁噪声的测量方法

1) 车辆应处于静止状态且变速器置于空挡,发动机应处于额定转速状态。

2) 测点位置如图 5 - 86 所示。

3) 声级计应置于“A”计权、“快”挡。

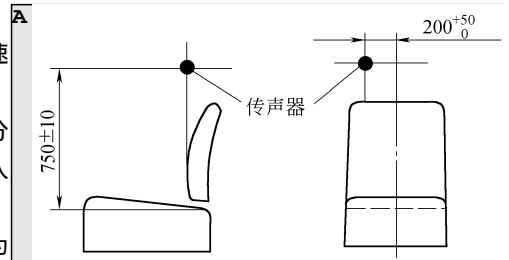


图 5 - 86 驾驶室内噪声测点位置

## 5.9.4 诊断参数标准

1) 车外最大允许噪声级 汽车加速行驶时,车外最大允许噪声级应符合表 5 - 20 的规定。表中所列各类机动车辆的变型车或改装车(消防车除外)的加速行驶车外最大允许噪声级,应符合其基本型车辆的噪声规定。

表 5 - 20 车外最大允许噪声级

dB(A)

车辆种类		车外最大允许噪声级不大于	
		1985 年 1 月 1 日以前生产的产品	1985 年 1 月 1 日起生产的产品
载货汽车	8 t 载质量 < 15 t	92	89
	3.5 t 载质量 < 8 t	90	86
	载质量 < 3.5 t	89	84

续表

车辆种类		车外最大允许噪声级不大于	
		1985 年 1 月 1 日以前生产的产品	1985 年 1 月 1 日起生产的产品
轻型越野车		89	84
公共汽车	4 t < 总质量 < 11 t	89	86
	总质量 4 t	88	83
轿车		84	82
摩托车		90	84
轮式拖拉机(44 kW 以下)		91	86

2) 车内最大允许噪声级 客车车内最大允许噪声级不大于 82 dBA。

3) 汽车驾驶员耳旁噪声级 耳旁噪声级应不大于 90 dBA。

4) 机动车喇叭声级 喇叭声级在距车前 2 m、离地高 1.2 m 处测量时,其值应为 90 ~ 115 dBA。

国家标准 GB 7258—1997《机动车运行安全技术条件》仅对客车车内噪声级、汽车驾驶员耳旁噪声级和机动车喇叭声级提出了上述要求。

## 本章小结

1. 汽车整车诊断参数的检测,既可以整车在道路试验中进行,也可以整车在室内的滚筒(转鼓)式试验台上进行。当汽车整车在室内的滚筒式试验台上进行试验时,滚筒式试验台是以筒的表面代替路面,试验时通过加载装置给滚筒施加负荷,以模拟行驶阻力,使汽车尽可能在接近实际行驶工况下进行各项检测与试验。因此,汽车的动力性、燃料经济性、加速性、滑行性、制动性和车速表指示误差等,均可以在滚筒式试验台上测定。

2. 在室内检测汽车动力性时,采用驱动车轮输出功率或驱动力作为诊断参数,须在底盘测功试验台上进行。驱动车轮输出功率的检测,即通常所说的底盘测功。底盘测功的目的,一是为了获得驱动车轮的输出功率或驱动力,以便评价汽车的动力性;二是用获得的驱动车轮输出功率与发动机飞轮输出功率进行对比,求出传动效率,以便判定底盘传动系的技术状况。滚筒式底盘测功试验台,一般由框架、滚筒装置、举升装置、测功装置、测速装置、控制与指示装置和辅助装置等组成。

3. 汽车燃料经济性用汽车燃料消耗量评价,是一个综合性评价参数。用油耗计测量汽车燃料消耗量在使用中的变化,不仅可以诊断燃料供给系的技术状况,而且可以诊断发动机及整车的技术状况。油耗计是测量汽车燃料消耗量的仪器,也称为燃料流量计。

汽车道路试验或整车在底盘测功试验台上测量燃料消耗量时,则是测定汽车通过一定路程时消耗的燃料量和通过时间,然后由燃料量、路程和时间,计算试验车速下汽车单位里程燃料消耗量(L/km)、百公里燃料消耗量(L/100 km)、百吨公里燃料消耗量(L/100 t·km)或每升燃料行驶的里程(km/L)。

汽车燃料消耗量试验方法分道路试验方法和台架试验方法两种。台架试验方法,是整车在滚筒式底盘测功试验台上模拟道路试验条件进行汽车燃料消耗量试验的一种方法。

4. 检测前轮侧滑量的目的是为了确知前轮前束与前轮外倾的配合是否恰当。当二者配合恰到好处时,汽车前轮保持稳定的直线行驶状态。有些汽车的后轮也有前束和外倾,因此也应进行后轮侧滑量检测。然而,相当一部分汽车的后轮是没有车轮定位的。当检查这部分汽车的后轮侧滑量时,可以确知后轴是否弯曲变形和轮毂轴承是否松旷。

车轮侧滑量的检测,须采用侧滑试验台。侧滑试验台是测量汽车车轮横向滑动量并判断是否合格的一种检测设备,有滑板式和滚筒式之分。其中,滑板式侧滑试验台在我国获得了广泛应用。滑板式侧滑试验台按滑动板数不同,可分为单板式和双板式两种。它们一般均由测量装置、指示装置和报警装置等组成。

5. 根据国家标准 GB 7258—1997《机动车运行安全技术条件》的规定,机动车可以通过路试或台试用制动距离、制动减速度或制动力检测制动性能。

当路试中用制动距离检测制动性能时,须采用五轮仪进行。五轮仪能测出制动初速度、制动距离和制动时间等参数。

制动减速度亦是评价制动性能的重要诊断参数之一。制动减速度按测试、取值和计算方法的不同,可分为制动稳定减速度、平均减速度和充分发出的平均减速度三种。制动减速度仪也称为制动仪,以检测制动稳定减速度和制动时间为主,用于整车道路试验。修订后的 GB 7258—1997《机动车运行安全技术条件》对于路试检验制动性能,不再使用制动稳定减速度,而是采用充分发出的平均减速度 *FMDD* 这一评价指标。充分发出的平均减速度 *FMDD* 是一个较为稳定的平均值,且不受车辆制动时车身倾角的影响,因而能较准确地反映汽车制动时的实际状况。

台试法所使用的制动检测设备称为制动试验台,它虽然固定在室内,但可以近似地模拟实际制动过程。由于试验台检测制动性能具有迅速、经济、安全、不受外界自然条件限制,以及试验重复性好和能定量指示出各轮的制动力或制动距离等优点,因而已成为检车的主要方法,在国内外获得了广泛应用。

6. 车速表的检测方法有道路试验法和室内台架试验法两种。室内台架试验法是在滚筒式车速表试验台上进行的。用滚筒式车速表试验台(简称为车速表试验台)检测车速表的指示误差,是把与车速表有传动关系的车轮置于试验台滚筒上旋转,以滚筒的表面作为连续移动的路面,模拟汽车在路试中的行驶状态,进行车速表误差测量。常见的车速表试验台有三种类型:无驱动装置的标准型,它依靠被测车轮带动滚筒旋转;有驱动装置的驱动型,它由电动机驱动滚筒旋转;与制动试验台、底盘测功试验台等组合在一起的综合型。标准型车速表试验台由速度测量装置、速度指示装置和速度报警装置等组成。

7. 汽车前照灯即汽车大灯,是保证汽车在夜间或在能见度较低的情况下安全行车并保持较高车速的照明装置。前照灯的技术状况,可用屏幕检测法和前照灯检测仪检测。

按照前照灯检测仪的结构特征与测量方法不同,可将前照灯检测仪分为聚光式、屏幕式、投影式和自动追踪光轴式四种类型。这些不同类型的前照灯检测仪均由接受前照灯光束的受光器、使受光器与汽车前照灯对正的照准器、车辆摆正找准器、指示发光强度的光度计、指示光轴偏斜方向和偏斜量的偏斜指示计、支柱、底座和导轨等组成。

各种型号前照灯检测仪的检测原理基本相同,都是采用能把吸收的光能转变成电流的硅光

电池或硒光电池作为传感器 按照前照灯光轴照射光电池产生电流的大小和比例,来测量前照灯发光强度和光轴偏斜量的。

8. 汽车排气中的污染物,主要是一氧化碳(CO)、碳氢化合物(HC)、氮氧化物( $\text{NO}_x$ )、二氧化硫( $\text{SO}_2$ )、炭烟和其他一些有害物质。如果燃用含铅汽油,排气中的污染物还包括铅化合物。

汽车排气中的CO、HC、NO和 $\text{CO}_2$ 等气体,都分别具有吸收一定波长范围红外线的性质。而且,红外线被吸收的程度与排气浓度之间有一个大致一定的关系。不分光红外线分析法就是利用这一原理,即根据检测红外线被汽车排气吸收一定波长范围红外线后能量的变化,来检测排气中各种污染物的含量。在各种气体混杂的情况下,这种检测方法具有测量值不受影响的特点。

不分光红外线CO和HC气体分析仪,是一种能够从汽车排气管中采集气样,对其中CO和HC含量连续进行分析的仪器。它由排气取样装置、排气分析装置、含量指示装置和校准装置等组成。

按照国家标准GB/T 3845—1993《汽油车排气污染物的测量 怠速法》的规定,汽油车怠速污染物的检测应在怠速工况下,采用不分光红外线吸收型监测仪,按规定程序检测CO和HC的浓度值。怠速工况是指发动机运转,离合器处于接合位置,油门踏板与手油门处于松开位置,变速器处于空挡位置,采用化油器供油系统的阻风门处于全开位置。

9. 柴油车排气管排出的可见污染物表现在排气烟色上。排气烟色主要有黑烟、蓝烟和白烟三种。黑烟的发暗程度用排气烟度表示,排气烟度用烟度计检测。烟度计分为滤纸式、透光式、重量式等多种形式。

自由加速滤纸式烟度的定义是:在自由加速工况下,从发动机排气管抽取规定长度的排气柱所含的炭烟,使规定面积的清洁滤纸染黑的程度,称为自由加速滤纸式烟度。

自由加速工况是指:柴油发动机于怠速工况(发动机运转,离合器处于接合位置;油门踏板与手油门处于松开位置;变速器处于空挡位置;具有排气制动装置的发动机,蹀形阀处于全开位置),将油门踏板迅速踏到底,维持4s后松开。

滤纸式烟度计是用一个活塞式抽气泵,从柴油机排气管中抽取一定容积的排气,使它通过一张一定面积白色滤纸,排气中的炭烟存留在滤纸上,使其染黑。用检测装置测定滤纸的染黑度,该染黑度即代表柴油车的排气烟度。滤纸式烟度计是世界上应用最广泛的烟度计之一,有手动、半自动和全自动三种类型。滤纸式烟度计由排气取样装置、染黑度检测与指示装置和控制装置等组成。

按照国家标准GB/T 3846—1993《柴油车自由加速烟度的测量 滤纸烟度法》的规定,柴油车自由加速烟度的检测应在自由加速工况下,采用滤纸式烟度计按测量规程进行。

10. 国家标准GB 1495—1979和GB 1496—1979分别规定了《机动车辆允许噪声》与《机动车辆噪声测量方法》。在测量方法中,规定使用的仪器是精密声级计或普通声级计。声级计是一种能把工业噪声、生活噪声或交通噪声等,按人耳听觉特性近似地测定其噪声级的仪器。噪声级是指用声级计测得的并经过听感修正的声压级(dB)或响度级(phon)。

声级计一般由传声器、放大器、衰减器、计权网络、检波器、指示表头和电源等组成。

为了模拟人耳听觉在不同频率有不同的灵敏性,声级计具有一种能够模拟人耳的听觉特性,把电信号修正为与听感近似值的网络,这种网络叫作计权网络。通过计权网络测得的声压级,已不再是客观物理量的声压级(叫线性声压级),而是经过听感修正的声压级,叫做计权声级或噪

声级。

计权网络一般有 A、B、C 三种。A 计权声级是模拟人耳对 55 dB 以下低强度噪声的频率特性，B 计权声级是模拟 55 ~ 85 dB 的中等强度噪声的频率特性，C 计权声级是模拟高强度噪声的频率特性。三者的主要差别是对噪声低频成分的衰减程度：A 衰减最多，B 次之，C 最少。A 计权声级由于其特性曲线接近于人耳的听感特性，因此是目前世界上噪声测量中应用最广泛的一种计权声级，B、C 应用较少。

## 复习题和思考题

1. 用以评价整车技术状况的诊断参数主要有哪些？
2. 底盘测功的目的是什么？
3. 说说底盘测功试验台的类型、基本结构与工作原理。
4. 底盘测功试验台的测功方法是什么？
5. 根据机械传动效率如何评价传动系技术状况？
6. 为什么说汽车燃料消耗量是一个综合性评价参数？
7. 简述车用油耗计的类型和基本结构。
8. 车用油耗计的安装方法及注意事项是什么？
9. 简述等速燃料消耗量的台架试验方法。
10. 检测前轮侧滑量的目的是什么？
11. 侧滑试验台的检测原理是什么？
12. 简述侧滑试验台的基本结构、工作原理和使用(检测)方法。
13. 前轮侧滑量的诊断参数标准是什么？
14. 用侧滑试验台如何检测后轴是否弯曲变形和轮毂轴承是否松旷？
15. 五轮仪使用方法是什么？
16. 我国为何不再使用制动稳定减速度而是采用充分发出的平均减速度 *FMDD* 评价制动性能？
17. 制动性能路试法存在哪些问题？
18. 制动试验台的类型有哪些？
19. 简述反力式滚筒制动试验台的基本结构、工作原理和使用(检测)方法。
20. 反力式滚筒制动试验台的优点和不足有哪些？
21. 制动性能的诊断参数标准是什么？
22. 车速表误差的测量原理是什么？
23. 简述车速表试验台的基本结构、工作原理和使用(检测)方法。
24. 车速表误差的诊断参数标准是什么？
25. 用屏幕法检测前照灯光束照射位置的检测条件、屏幕画法和检测方法是什么？
26. 简述前照灯检测仪的检测原理、基本结构和工作原理。
27. 如何用前照灯检测仪检测发光强度和光轴偏斜量？
28. 前照灯检测的诊断参数标准是什么？
29. 汽车排气污染物的主要成分是什么？
30. 不分光红外线分析法的检测原理是什么？
31. 不分光红外线气体分析仪的基本结构与工作原理是什么？
32. 用什么方法检测汽油车怠速污染物？

33. 汽油车排放污染物诊断参数标准是什么？
34. 自由加速滤纸式烟度是怎样定义的？
35. 滤纸式烟度计检测烟度的基本原理是什么？
36. 简述滤纸式烟度计的基本结构与工作原理。
37. 柴油车自由加速烟度的检测方法是什么？
38. 柴油车排放污染物诊断参数标准是什么？
39. 简述声级计基本结构与工作原理？
40. 汽车噪声的检测方法是什么？
41. 汽车噪声的诊断参数标准是什么？

## 第 6 章 汽车检测站

### 学习目标

1. 了解检测站的任务、类型、组成和工位布置,微机控制系统的功能、要求、组成和控制方式。
2. 理解不同的汽车(燃料、轴制、驱动形式、驻车制动器安装位置等)有不同的检测程序。
3. 掌握检测线各工位检测设备和检测项目,检测工艺路线和检测工艺流程,微机控制系统的使用方法。

随着汽车制造业和交通运输业的迅速发展,汽车已成为现今社会不可缺少的交通运输工具,其保有量越来越大。如何用现代、科学、快速、定量和准确的手段,检测并诊断汽车的技术状况,使汽车更好地发挥其动力性、经济性、排气净化性、操纵稳定、安全性、舒适性和可靠性等使用性能,是人类一直追求的目标。汽车检测站在这种情况下应运而生,并逐渐发展、壮大、成熟。它不仅可代表政府车管机关或行业对汽车技术状况进行检测和监督,而且已成为汽车制造企业、汽车运输企业、汽车维修企业中不可缺少的重要组成部分。

### 6.1 汽车检测站概述

汽车检测站是综合运用现代检测技术,对汽车实施不解体检测诊断的机构。它具有现代的检测设备和检测方法,能在室内检测出车辆的各种性能参数,并能诊断出各种故障,为全面、准确评价汽车的使用性能和技术状况提供可靠依据。

#### 6.1.1 检测站任务

按中华人民共和国交通部令第 29 号《汽车运输业车辆综合性能检测站管理办法》的规定,汽车检测站的主要任务如下:

- 1) 对在用运输车辆的技术状况进行检测诊断。
- 2) 对汽车维修行业的维修车辆进行质量检测。
- 3) 接受委托,对车辆改装、改造、报废及其有关新工艺、新技术、新产品、科研成果等项目进行检测,提供检测结果。
- 4) 接受公安、环保、商检、计量和保险等部门的委托,为其进行有关项目的检测,提供检测结果。

## 6.1.2 检测站类型

按不同的分类方法,汽车检测站可以分为不同的类型。

### (1) 按服务功能分类

按服务功能检测站可分为安全检测站、维修检测站和综合检测站三种类型。

安全检测站是国家的执法机构,不是营利性企业。它按照国家规定的车检法规,定期检测车辆中与安全和环保有关的项目,以保证汽车安全行驶,并将污染降低到允许的限度。这种检测站对检测结果往往只显示“合格”、“不合格”两种,而不作具体数据显示和故障分析,因而检测速度快,检测效率高。如果自动化程度比较高,其年度检车量可达数万辆次。检测合格的车辆凭检测结果报告单办理年审签证,在有效期内准予车辆行驶。这种检测站一般由车辆管理机关直接建立,或由车辆管理机关认可的汽车运输企业、汽车维修企业等企业单位或事业单位建立,也可多方联合建立。

维修检测站主要是从车辆使用和维修的角度,担负车辆维修前、后的技术状况检测。它能检测出车辆的主要使用性能,并能进行故障分析与诊断。它一般由汽车运输企业或汽车维修企业建立。

综合检测站既能担负交通运输管理部门的综合性能检测和车辆管理部门的安全环保检测,又能担负车辆使用、维修企业的技术状况诊断,还能承接科研或教学方面的性能试验和参数测试。这种检测站检测设备多,自动化程度高,数据处理迅速准确,因而功能齐全,检测项目广且深度大,可为合理制定诊断参数标准、诊断周期以及为科研、教学、设计、制造和维修等部门或单位提供可靠依据,并能担负对检测设备的精度测试等工作。

### (2) 按规模大小分类

按规模检测站可分为大、中、小三种类型。其中,大型检测站检测线多,自动化程度高,年检能力大,且能检测多种车型。大型综合检测站可成为一定地区范围内的检测中心。

中型检测站至少要有两条检测线,目前国内地市级及以下的城市建成或正在筹建的检测站多为这种类型。

小型检测站主要指那些服务对象单一的检测站。如规模不大的安全检测站和维修检测站就属于这种类型,它不能担负更多的检测任务。这种检测站设有一条或两条作用相同的检测线。如果是一条检测线时,它往往能兼顾大、小型汽车的检测,如果是两条检测线时,其中一条线往往是专检小型汽车,而另一条线则大小型汽车兼顾。这种规模的检测站,在国外较为常见。

有些检测站虽然服务对象单一,但站内设置的检测线较多,因而不应再称为小型检测站。如国外把拥有四条安全环保检测线的检测站视为中型检测站。

### (3) 按自动化程度分类

按检测线的自动化程度检测站可分为手动式、半自动式和全自动式三种类型。

手动式检测站的各检测设备,由人工手动控制检测过程,从各单机配备的指示装置上读数,笔录检测结果或由单机配备的打印机打印检测结果,因而占用人员多、检测效率低、读数误差大,多适用于维修检测站。

全自动式检测站利用微机控制系统将检测线上各检测设备连接起来,除车辆上部和下部的

外观检查工位仍需人工检查外,能自动控制其他所有工位上的检测过程,使设备的起动与运转、数据采集、分析判断、存储、显示和集中打印报表等全过程实现自动化。检测长可坐在主控制室内通过闭路电视观察各工位的检测情况,并通过检测程序向各工位受检车辆的驾驶员和检测员发出各种操作指令。每一项检测结果均能在主控制室内的微机显示器和各工位上的检验程序指示器上同时显示,因而检测长、各工位检测员和驾驶员均能随时了解每一项检测结果。

由于全自动式检测站自动化程度高,检测效率高,能避免人为的判断错误,因而获得广泛应用,目前国内外的安全检测站几乎全部为这种形式。

半自动式检测站的自动化程度或范围介于手动式和全自动式检测站之间,一般是在原手动式检测站的基础上将部分检测设备(如侧滑试验台、制动试验台、车速表试验台等)与微机联网以实现自动控制,而另一部分检测设备(如烟度计、废气分析仪、前照灯检测仪、声级计等)仍然手动操作。当微机联网的检测设备因故不能进行自动控制时,各检测设备仍可手动使用。

#### (4) 按站内检测线数分类

按站内检测线数检测站可分为单线检测站、双线检测站、三线检测站等多种类型。总之,站内有几条检测线,就可以称为几线检测站。例如,日本某陆运事务所的检测站有8条检测线,可称为八线检测站。

#### (5) 按所有制分类

按所有制检测站可分为全民所有(国家经营)检测站、集体所有(集体经营)检测站和个体所有(私人经营)检测站三种类型。例如,日本就有国家车检场和民间车检场之分,我国也早已出现集体所有制企业建立的检测站。

#### (6) 综合检测站按职能分类

如果按职能分类,综合检测站可分为A级站、B级站和C级站三种类型,其职能如下。

**A级站** 能全面承担检测站的任务,即能检测车辆的制动、侧滑、灯光、转向、前轮定位、车速、车轮动平衡、底盘输出功率、燃料消耗、发动机功率和点火系状况以及异响、磨损、变形、裂纹、噪声、废气排放等状况。

**B级站** 能承担在用车辆技术状况和车辆维修质量的检测,即能检测车辆的制动、侧滑、灯光、转向、车轮动平衡、燃料消耗、发动机功率和点火系状况以及异响、变形、噪声、废气排放等状况。

**C级站** 能承担在用车辆技术状况的检测,即能检测车辆的制动、侧滑、灯光、转向、车轮动平衡、燃料消耗、发动机功率以及异响、噪声、废气排放等状况。

### 6.1.3 检测站组成和工位布置

#### (1) 检测站组成

检测站主要由一条至数条检测线组成。对于独立而完整的检测站,除检测线外,还应包括停车场、清洗站、泵气站、维修车间、办公区和生活区等设施。

1) **安全检测站** 一般由一条至数条安全环保检测线组成。例如,从20世纪80年代始,日本陆运事务所的国家车检场,即使较小规模也有两条安全环保检测线。其中,一条为大、小型汽车通用自动检测线,另一条为小型汽车(轴质量500 kg或以下)的专用自动检测线。除此以外,还

配备一条新规检测线,以对新车登录、检测之用。日本中等规模的国家车检场,一般设有四条安全环保检测线,如东京沼津车检场就是如此。四条自动检测线中,一条为大、小型汽车通用检测线,其余三条为小型汽车专用检测线。另外,还配备一条新规检测线和一条柴油车排烟检测线。

2) 维修检测站 一般由一条至数条综合检测线组成。

3) 综合检测站 一般由安全环保检测线和综合检测线组成,可以各为一条,也可以各为数条。国内交通系统建成的检测站大多属于综合检测站,一般由一条安全环保检测线和一条综合检测线组成,如图6-1所示。

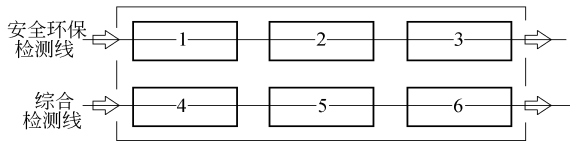


图 6-1 双线综合检测站平面布置示意图

1—外观检查工位;2—侧滑制动车速表工位;3—灯光尾气工位;

4—外观检查及车轮定位工位;5—制动工位;6—底盘测功工位

## (2) 检测线组成和工位布置

不管是安全环保检测线,还是综合检测线,它们都由多个检测工位组成,布置形式多为直线通道式,检测工位则是按一定顺序分布在直线通道上。

1) 安全环保检测线 手动式和半自动式的安全环保检测线,一般由外观检查(人工检查)工位、侧滑制动车速表工位和灯光尾气(废气,下同)工位三个工位组成。其中,外观检查工位带有地沟。全自动式安全环保检测线既可以由上述三工位组成,也可以由四工位或五工位组成。五工位一般是汽车资料输入及安全装置检查工位、侧滑制动车速表工位、灯光尾气工位、车底检查工位(带有地沟)、综合判定及主控制室工位,如图6-2和图6-3所示。

对于安全环保检测线,不管是三工位、四工位,还是五工位,也不管工位顺序如何编排,其检测项目是固定的,因而均布置成直线通道式,以利于进行流水作业。

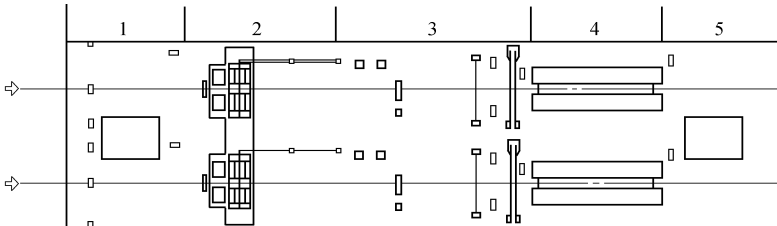


图 6-2 日本五工位全自动式安全环保检测线平面布置图

1—汽车资料输入及安全装置检查工位;2—侧滑制动车速表工位;3—灯光

尾气工位;4—车底检查工位;5—综合判定及主控制室工位

2) 综合检测线 如前所述,综合检测站分为A、B、C三种类型,职能各不一样,因而站内综合检测线的职能也不一样。A级综合检测站(以下简称A级站)能全面承担检测站的任务,是职能最全的检测站。A级站在国内一般设置两条检测线,一条为安全环保检测线,主要承担车管部

门对车辆进行年审的任务;另一条为综合检测线,主要承担对车辆技术状况的检测诊断。A级站的综合检测线一般有两种类型:一种是全能综合检测线,另一种是一般综合检测线。全能综合检测线设有包括安全环保检测线主要检测设备在内的比较齐全的工位,而一般综合检测线设置的工位不包括安全环保检测线的主要检测设备。

图6-1所示综合检测线即为全能综合检测线。它由外观检查及车轮定位工位、制动工位和底盘测功工位组成,能对车辆技术状况进行全面检测诊断,必要时也能对车辆进行安全环保检测。这种检测线的检测设备多,检测项目齐全,与安全环保检测线互不干扰,因而检测效率相对较高,但建站费用也高。

图6-8所示的综合检测线是一种接近全能的综合检测线。它由发动机测试及车轮平衡工位、底盘测功工位、车轮定位及车底检查工位组成,除制动性能不能检测外,安全环保检测线上的其他检测项目均能在该线上检测。

A级站的一般综合检测线主要由底盘测功工位组成,能承担除安全环保检测项目以外项目的检测诊断,必要时车辆须开到安全环保检测线上才能完成有关项目的检测,国内已建成的综合检测站有相当多是属于这种类型的。与全能综合检测线相比,一般综合检测线设备少,建站费用低,但检测效率也低。

综合检测线上各工位的车辆,由于检测诊断项目不一,检测诊断深度不同,很难在相同的时间内检测诊断完毕。很有可能前边工位的车辆工作量大,而后边工位的车辆工作量小,但后边车辆又无法逾越前边车辆,因而影响了工作效率。当综合检测线采用直线通道式布置,而又允许在线上进行检测故障和调试作业时,将不可避免地遇到工位之间相互等待的问题。在这种情况下,也可以将综合检测线的各工位横向布置成尽头式、穿过式或其他形式,以适合实际生产的需要,提高检测效率。

B级综合检测站和C级综合检测站的综合检测线不包括底盘测功工位。

#### 6.1.4 各工位设备和检测项目

##### (1) 安全环保检测线

以五工位全自动式安全环保检测线为例,主要设备中不包括软件。

1) 汽车资料输入及安全装置检查工位 本工位除将汽车资料输入登录微机并发送给检测线主控制微机外,还进行汽车上部的灯光和安全装置等项目的外观检查(Lamps and Safety Device Inspection),可简称为L工位。

主要设备

- a. 进线指示灯。
- b. 汽车资料登录微机、键盘及显示器。
- c. 工位测控微机。
- d. 检验程序指示器。
- e. 轮胎自动充气机。
- f. 轮胎花纹测量器。
- g. 检测手锤。

h. 不合格项目输入键盘。

i. 电视摄像机。

j. 光电开关。

**检查项目** 由检查人员人工检查汽车上部的灯光、安全装置、防护装置、操纵装置、工作仪表和车身等是否装备齐全、工作正常、连接可靠和符合规定。检查的重点是灯光和安全装置。具体检查项目如表 6 - 1 所列。

表 6 - 1 车上部外观检查项目

序号	检查项目	序号	检查项目
1	远光灯	16	离合器、变速器
2	近光灯	17	制动踏板自由行程
3	制动灯	18	驻车制动操纵杆
4	倒车灯	19	转向器自由转动量
5	牌照灯	20	油箱、油箱盖
6	示宽灯、辅助灯、标志灯	21	挡泥板
7	室内灯	22	防护网及连接装置
8	车厢、座位	23	电器导线
9	车门、车窗	24	起动机
10	车身、漆面	25	发电机、蓄电池
11	后视镜、下视镜、侧视镜	26	灭火器
12	挡风玻璃	27	仪表、仪表灯
13	刮雨器	28	机油低压报警器
14	喇叭	29	半轴螺栓
15	轮胎、轮胎螺栓	30	座椅安全带

2) 侧滑制动车速表工位 本工位由侧滑检测(Alignment Inspection)、轴重检测(weight Inspection)、制动检测(Brake Test)和车速表检测(Speedometer Test)组成,简称 ABS 工位。

**主要设备**

a. 工位测控微机。

b. 侧滑试验台。

c. 轴重计或轮重仪(与反力式滚筒制动试验台配套使用。如反力式滚筒制动试验台本身配备轴重测量装置或采用惯性式平板制动试验台,则不必再配备轴重计或轮重仪)。

d. 制动试验台。

e. 车速表试验台及车速检测申报开关(或遥控器)。

f. 检验程序指示器。

g. 光电开关。

h. 反光镜。

#### 检测项目

a. 检测前轮侧滑量。

b. 检测各轴轴重。

c. 检测各轮制动拖滞力和行车制动力。

d. 检测驻车制动力。

e. 检测车速表指示误差。

3) 灯光、尾气工位 本工位主要由前照灯检测(Head Light Test)、排气检测(Exhaust Gas Test)、烟度检测(Diesel Smoke Test)和喇叭声级检测>Noise Test)组成,简称HX工位。

#### 主要设备

a. 工位测控微机。

b. 前照灯检测仪。

c. 排气分析仪。

d. 烟度计。

e. 声级计。

f. 检验程序指示器。

g. 停车位置指示器。

h. 光电开关。

i. 反光镜。

#### 检测项目

a. 检测前照灯发光强度和光轴偏斜量。

b. 检测汽油车怠速排放污染物或柴油车自由加速烟度。

c. 检测喇叭声级。

4) 车底检查工位 车底检查(Pit Inspection)工位,可简称为P工位。

#### 主要设备

a. 工位测控微机。

b. 检验程序指示器。

c. 地沟内举升平台。

d. 检测手锤。

e. 不合格项目输入键盘。

f. 对讲话筒及扬声器。

g. 光电开关。

h. 车辆到位报警灯或报警器。

i. 地沟内电视摄像机。

检测项目 本工位是车辆底部的外观检查,由检测人员在地沟内人工检查底盘各装置及发动机的连接是否牢固可靠,有无弯扭断裂、松旷及漏油、漏水、漏气、漏电等现象,具体检查项目如表6-2所列。

表 6-2 车底检查项目

序号	检查项目	序号	检查项目
1	发动机及其连接	16	油路、气路、电路
2	车架	17	储气筒
3	前梁	18	传动轴、万向节、伸缩节
4	转向器的转向轴及其万向节	19	中间支承
5	转向器支架	20	离合器及操纵机构
6	转向垂臂	21	变速器
7	转向器	22	主传动器
8	转向主销及其轴承	23	避震器
9	纵横拉杆	24	钢板弹簧夹及 U 形螺栓
10	前悬挂连接	25	排气管及消声器
11	前吊耳销子	26	制动系拉杆、驻车制动器
12	后悬挂连接	27	后桥壳
13	后吊耳销子	28	缓冲器、保险杠、牵引钩
14	各部杆系	29	漏油、漏水、漏气、漏电
15	各种软管	30	油箱、蓄电池等的固定

## 5) 综合判定及主控制室工位

## 主要设备

- a. 主控制微机、键盘及显示器。
- b. 打印机。
- c. 监察电视(电视摄像机显示器)。
- d. 控制台及主控制键盘。
- e. 稳压电源。
- f. 不间断电源。

检测项目 汽车到达本工位时检测项目已全部检测完毕,主控制微机对各工位检测结果进行综合判定后,由打印机集中打印检测结果报告单,并由检测长交给被检车汽车驾驶员。

全自动式安全环保检测线的主要设备及其作用如表 6-3 所列。除表中所列主要设备外,还可以选购内部电话或对讲设备、空调机和设备校准装置等。表列设备中,侧滑试验台、轴重计或轮重仪、制动试验台、车速表试验台、前照灯检测仪、排气分析仪、烟度计、声级计和检测手锤为检测设备。

## (2) 综合检测线

表6-3 全自动式安全环保检测线主要设备一览表

序号	设备名称	用途
1	进线指示灯	控制进线车辆,绿灯进,红灯停
2	汽车资料登录微机	登录汽车资料,并发送给主控制微机
3	工位测控微机	担负工位检测过程控制、数据采集与处理等工作
4	检验程序指示器	指示工位检测程序,下达操作指令,显示检测结果,引导车辆前进
5	轮胎自动充气机	按设定的轮胎气压自动充气
6	轮胎花纹测量器	测量轮胎花纹深度
7	检测手锤	检查各连接件、车架等是否松动或开裂
8	不合格项目输入键盘	将车上、车下外观检查中的不合格项目报告主控制微机
9	摄像机及监察电视	供主控制室的检测长监察地沟及整个检测线的工作情况
10	侧滑试验台	检测转向轮侧滑量
11	轴重计或轮重仪	检测各轴轴重
12	制动试验台	检测各轮拖滞力、制动力和驻车制动力
13	车速表试验台	检测车速表指示误差
14	车速表检测申报开关或遥控器	当试验车速达40 km/h时按下此开关或遥控器,微机采集此时的实际车速数据
15	光电开关	当车轮遮挡光电开关时,光电开关产生的信号输入微机,报告车辆到位,微机安排检测开始
16	反光镜	供驾驶员观察车轮到达试验台或停车线的位置
17	前照灯检测仪	检测前照灯发光强度和光轴偏斜量
18	排气分析仪	检测汽油车排气中的CO和HC浓度
19	烟度计	检测柴油车排气中的自由加速烟度
20	声级计	检测喇叭声级
21	停车位置指示器	指引汽车在灯光尾气工位停车线上准确停车
22	地沟内举升平台	使地沟内的检测人员在高度上处于最有利的工作位置
23	对讲话筒及扬声器	用于地沟上下的通话联系
24	地沟内报警灯或报警器	报告车辆到达车底检查工位
25	主控制微机	安排检测程序,对照检测标准,综合判定并存储、打印检测结果
26	打印机	打印检测结果报告单
27	控制台	主控制微机、键盘、显示器、打印机、监察电视等均安放在控制台上,是全线的控制中心
28	主控制键盘	当微机系统出现故障不能使用时,可通过主控制键盘对各工位实施控制,以不间断检测工作
29	稳压电源和不间断电源	稳定电压,不间断供电

以图 6 - 1 全能综合检测线为例介绍综合检测线。

1) 外观检查及车轮定位工位 该工位包括车上、车底外观检查和前轮定位检测。

#### 主要设备

- a. 轮胎自动充气机。
- b. 轮胎花纹测量器。
- c. 检测手锤。
- d. 地沟内举升平台。
- e. 地沟上举升器。
- f. 就车式车轮平衡机。
- g. 声发射探伤仪。
- h. 侧滑试验台。
- i. 四轮定位仪或车轮定位检测仪。
- j. 转向盘自由转动量检测仪。
- k. 转向盘转向力检测仪。
- l. 传动系游动角度检测仪。
- m. 底盘间隙检测仪(也称为悬架和转向系间隙检测仪)。

#### 检测项目

- a. 车上、车底外观检查项目同于全自动式安全环保检测线。
- b. 就车检测车轮不平衡量并平衡之。
- c. 对转向节枢轴等安全机件进行探伤。
- d. 检测前轮侧滑量。
- e. 检测前轮最大转向角、主销后倾角、主销内倾角 ,并视需要检测前轮前束值和前轮外倾值。
- f. 检测后轮前束值和后轮外倾角。
- g. 检测转向盘自由转动量。
- h. 检测转向盘转向力。
- i. 检测传动系游动角度。
- j. 检测悬架、转向系和轮毂轴承的间隙。

2) 制动工位

#### 主要设备

a. 轴重计或轮重仪(与反力式滚筒制动试验台配套使用。如反力式滚筒制动试验台本身配备轴重测量装置或采用惯性式平板制动试验台,则不必再配备轴重计或轮重仪)。

b. 制动试验台。

#### 检测项目

- a. 检测各轮轮重。
- b. 检测各轮制动拖滞力和行车制动力,按制动曲线分析制动过程。
- c. 检测驻车制动力。

3) 底盘测功工位 本工位能模拟汽车道路行驶,因而可组织较多的检测设备同时或交叉地

对汽车发动机、底盘、电气设备和车身等进行动态综合检测。配备的检测设备越多,能检测的项目也越多。

#### 主要设备

- a. 底盘测功试验台。
- b. 发动机综合性能分析仪(汽、柴油机合一或分开)。
- c. 电控系统专用检测仪。
- d. 电器综合测试仪。
- e. 气缸压力测试仪或气缸压力表。
- f. 气缸漏气量(率)测试仪。
- g. 真空表或真空测试仪。
- h. 油耗计。
- i. 五气体分析仪。
- j. 烟度计。
- k. 声级计。
- l. 机油清净性分析仪。
- m. 发动机无负荷加速测功仪。
- n. 发动机异响分析仪。
- o. 传动系异响分析仪。
- p. 温度计或温度仪。

#### 检测项目

a. 检测驱动车轮的输出功率或驱动力,模拟车辆各种行驶速度行驶,进行加速性能、等速性能和滑行性能等性能试验,检测百公里耗油量和经济车速等。

b. 对点火系、供油系、冷却系、润滑系、传动系、行驶系、电气设备、车身等的技术状况进行检测、分析和判断。

c. 对装配点燃式发动机的车辆,根据不同类型,进行怠速试验、双怠速试验和加速模拟工况试验。根据怠速或其他工况排放的 $\text{CO}$ 、 $\text{HC}$ 、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{CO}_2$ 和 $\text{O}_2$ 浓度,分析空燃比、燃烧状况、气缸密封性状况和污染等状况。

d. 对装配压燃式发动机的车辆,根据不同类型,进行自由加速排气可见污染物试验、自由加速烟度试验,分析空燃比、燃烧状况、气缸密封性状况和污染等状况。

e. 检测、分析并判断发动机和传动系异响。

f. 检测各总成温度和发动机排气温度的。

当该工位上的有些项目检测时间过长时,也可在前面的工位上提前进行。例如,机油清净性分析完全可以在第一工位上对机油取样,接着到机油清净性分析仪上进行分析,以平衡与其他项目的检测进度。

在综合检测线上,允许对车辆进行必要的调试。如调试时间太长,应出线在维修(或调试)车间内进行调试。

当在综合检测线上进行安全环保检测时,应按安全环保检测线规定的项目进行。

全能综合检测线的主要设备及其作用如表6-4所列。

表 6-4 全能综合检测线主要设备一览表

序号	设备名称	作 用
30	地沟上举升器	举起车辆,使车轮离地
31	就车式车轮平衡机	就车检测车轮不平衡量,并通过配重使车轮平衡
32	声发射探伤仪	在不解体情况下探测零件的裂纹和损伤
33	四轮定位仪或车轮定位检测仪	检测车轮前束值、车轮外倾值和主销后倾值、主销内倾值及前轮最大转向角度值
34	转向盘自由转动量检测仪	检测转向盘自由转动量
35	转向盘转向力检测仪	检测转向盘转动力
36	传动系游动角度检测仪	检测传动系自由转动量
37	底盘间隙检测仪	检测轮毂轴承、转向主销、纵横拉杆和钢板弹簧销等处的间隙
38	发动机综合性能分析仪	对汽、柴油发动机的功率、气缸压力、点火定时、供油定时、点火系技术状况、供油系技术状况、电控系统和异响等进行检测、分析和判断
39	电控系统专用检测仪	包括读码器、解码器、扫描器、专用诊断仪、示波器、分析仪、信号模拟器等 用于对汽车电控系统的检测诊断
40	电器综合测试仪	检测电器设备的技术状况
41	气缸压力测试仪或气缸压力表	检测气缸的压缩压力
42	气缸漏气量(率)测试仪	检测气缸的漏气量或漏气率
43	真空表或真空测试仪	检测进气管真空度,用于评价气缸密封性
44	油耗计	检测燃油消耗量
45	五气体分析仪	检测排气中的 CO、HC、NO <sub>x</sub> 、CO <sub>2</sub> 和 O <sub>2</sub>
46	机油清净性分析仪	分析机油的清净性程度
47	发动机无负荷测功仪	对发动机进行无负荷加速测功
48	发动机异响分析仪	诊断发动机异响
49	传动系异响分析仪	诊断传动系异响
50	温度计或温度仪	检测各总成温度和发动机排气温度

## 6.2 汽车检测站检测工艺

汽车进入检测站后,在站内、线内只有按照规定的检测工艺路线和检测工艺流程流动,才能完成整个检测过程。

## 6.2.1 检测工艺路线

### (1) 检测站工艺路线

对于一个独立而完整的检测站,汽车进站后的工艺路线流程如图6-4所示。

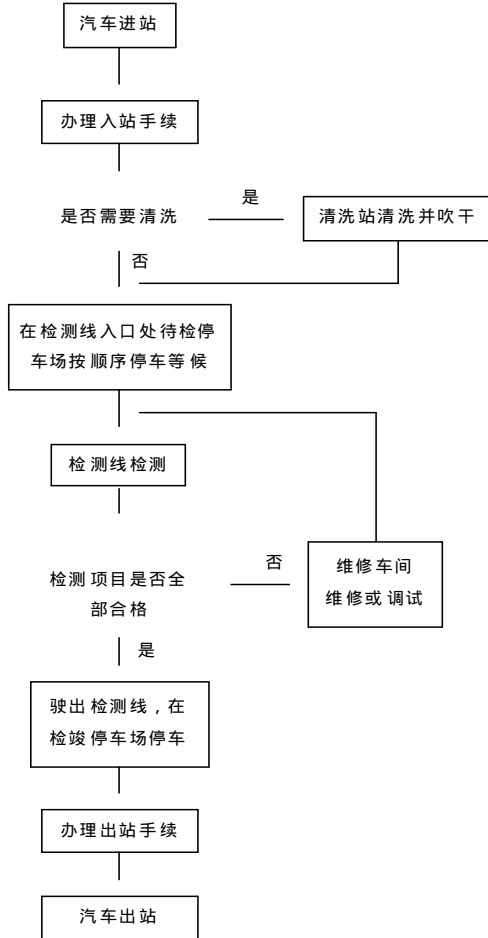


图 6-4 检测站工艺路线流程图

### (2) 检测线工艺路线

检测线的工位布置是固定的,进线检测的汽车按工位顺序流水作业。

#### 1) 安全环保检测线

手动式 以图6-1所示的安全环保检测线为例,其工艺路线流程如图6-5所示。

全自动式 以图6-2所示的安全环保检测线为例,其工艺路线流程如图6-6所示。

#### 2) 综合检测线 以图6-1所示的全能综合检测线为例,其工艺路线流程如图6-7所示。

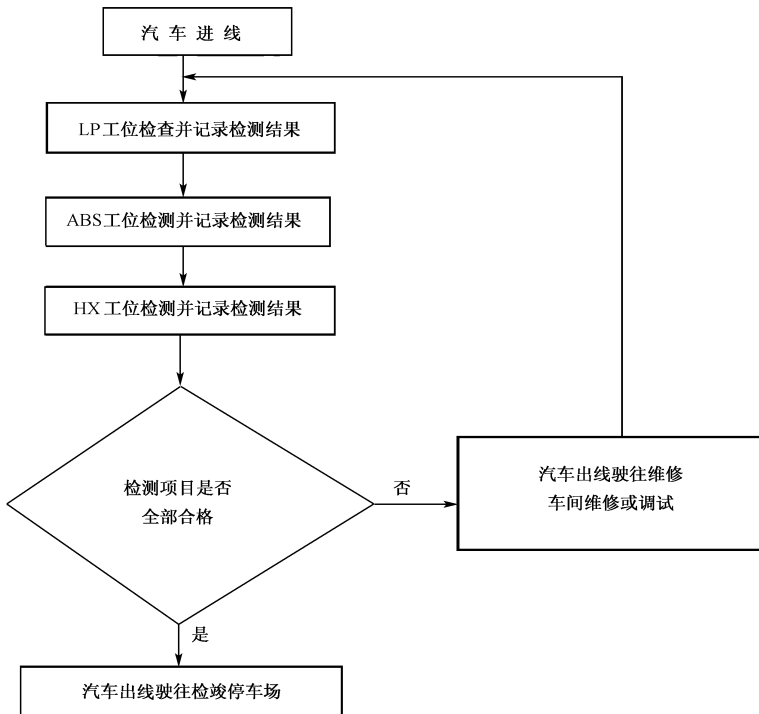


图 6 - 5 手动式安全环保检测线工艺路线流程图

以上所介绍的安全环保检测线与全能综合检测线的工艺路线,均为全工位检测工艺路线。经维修、调试后复检的车辆,只需检测不合格项目,因而往往在有关的工位上就有关项目再检测一次,其他工位仅仅流过而已,无需再全面检测一遍。在综合检测线上,并不一定所有的车辆都执行全工位检测工艺路线。若根据车辆状况或应车主要求只进行单工位或双工位检测时,仅制定单工位或双工位检测工艺路线即可,不必制定全工位检测工艺路线。

### 6.2.2 检测工艺程序

以图 6 - 2 五工位全自动式安全环保检测线的全工位检测为例,并参见图 6 - 8 的安全环保检测线。

#### (1) 汽车资料输入及 L 检查工位

1) 汽车资料输入 汽车资料登录微机一般放置在进线控制室或检测线入口处的左侧,由登录员操作。经过清洗并已吹干的汽车,在检测线入口处等候进线。此时的汽车驾驶员在国外多为原车驾驶员,在国内多为站内的引车员。如系原车驾驶员,在等候期间要读懂挂于门前的入站规则。进线指示灯红色为等待,绿色(或蓝色)为开进。当绿色指示灯亮时,汽车进入检测线停在第一工位上,由登录员根据行车执照和报检单,向登录微机输入牌照号码、厂牌车型、车主单位或车主姓名、发动机号码、底盘号码、灯制、驱动形式、车辆状况(新车、在用车)、检验类型(初检、复

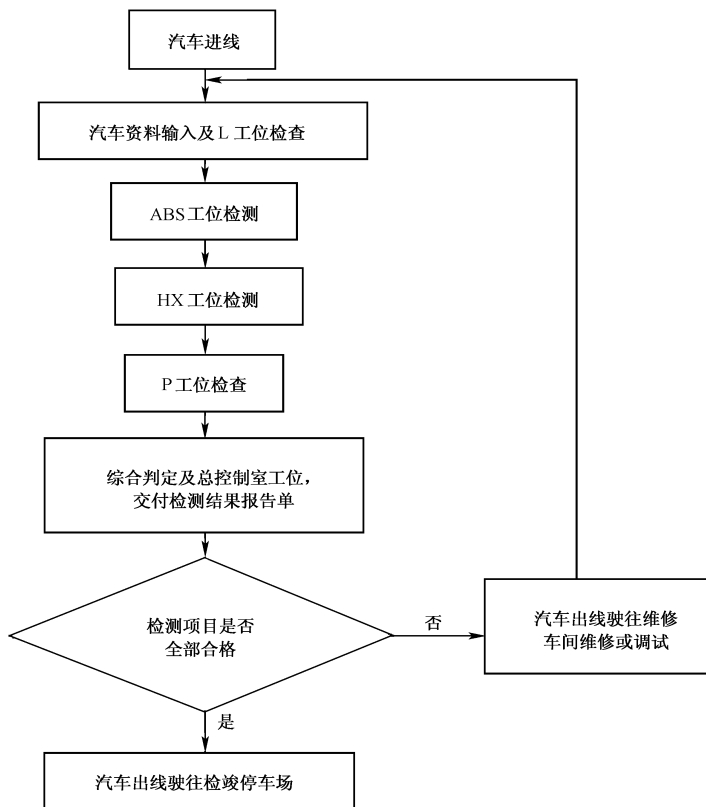


图 6-6 全自动式安全环保检测线工艺路线流程图

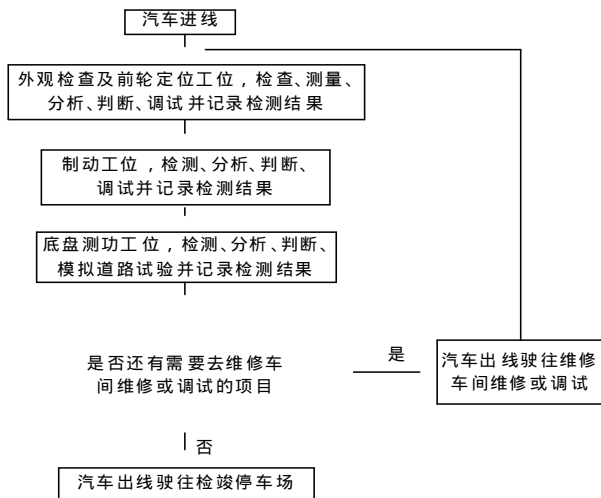


图 6-7 全能综合检测线工艺路线流程图

检)、燃料种类(汽油、柴油)和检测项目(全部检测、某项检测)等资料,并发往主控制微机,由主控制微机安排检测程序。此时,进线指示灯由绿色转为红色。当汽车在本工位检查完毕驶往下一工位并遮挡下一工位光电开关时,进线指示灯又由红色转为绿色。

国内的检测线有不少是在汽车进线前就已经将有关资料输入登录微机的。此后,当第一工位空位时,登录员及时将输入的资料发往主控制微机,由主控制微机安排检测程序。此时,绿色指示灯亮,允许被登录的汽车进入检测线。当进线汽车遮挡第一工位光电开关时,通知主控制微机车辆到达第一工位,进线指示灯转为红色。

2) L 工位检查 汽车在本工位停稳后,由检查人员按规定项目进行车上部外观检查。此时,驾驶员要始终注视前上方的工位检验程序指示器(图 6-8 之 3),并按该指示器的指示操作有关机件,以配合检查人员的检查。工位检验程序指示器有灯箱式、彩色显示器式和电子灯阵式三种形式,为了便于说明问题,本教材采用灯箱式。L 工位检验程序指示器面板图如图 6-9 所示。

前照灯	变光灯	前副灯
车宽标志灯	制动灯	倒车灯
转向灯	停车灯	报警灯
刮雨器	喇叭	非常信号装置
安全装置		○ ×
前 进		

图 6-9 L 工位检验程序指示器面板图

侧滑试验台			○	×
前制动	放开	踏下	○	×
中间制动			○	×
后制动			○	×
驻车制动	拉紧	松开	○	×
车速表试验台	40 km/h 按下申报开关			
	踩制动踏板		○	×
前 进			再检一次	

图 6-10 ABS 工位检验程序指示器面板图

在本工位检查中,若有不合格项目,可通过不合格项目输入键盘报告主控制微机,并在检查完毕后及时按下该键盘上的“检查结束”键,否则主控制微机将一直等待。主控制微机判定检查结果时,只要有一项不合格,即判定安全装置检查不合格,并将检查结果分别在主控制室的主控制微机显示器上和本工位检验程序指示器上同时显示。当显示“○”时为合格,显示“×”时为不合格。

如果下一工位空闲,则本工位检验程序指示器显示“前进”二字,驾驶员将汽车开入下一工位。于是本工位又空位,等待下一辆汽车进入。

## (2) ABS 工位

1) 侧滑量检测 汽车沿地面标线,以 3~5 km/h 的车速匀速通过侧滑试验台。通过时汽车应垂直于侧滑板,不可转动转向盘。当汽车前轮切断侧滑试验台入口光电开关时,光电开关输出的电信号通知微机,微机开始采集车轮侧滑量数据。当汽车前轮切断侧滑试验台出口光电开关时,数据采集结束,并以此期间侧滑板的最大位移量作为侧滑数据,并经主控制微机判断是否合格,然后将检测结果在主控制微机显示器和本工位检验程序指示器(图 28 之 9)上同时显示。本工位检验程序指示器面板图如图 6-10 所示,当“侧滑试验台”栏内显示“○”时为合格,显示“×”时为不合格。

2) 制动力检测 以反力式滚筒制动试验台(以下简称为制动试验台)为例。当制动试验台前设有轴重计或轮重仪时,汽车被检车轴应先称重然后再驶上制动试验台测制动力。称重时被

检车轴驶上轴重计或轮重仪并遮挡光电开关 报告微机车辆到位 ,车轴重力通过压力传感器变成电信号供微机采集。然后 ,该车轴驶上制动试验台测制动力。

若制动试验台本身带有轴重测量装置 ,则在其前面不再设有轴重计或轮重仪。汽车检测前轮侧滑量后 ,其前轴直接开到制动试验台上 ,先称重后测制动力 ,其工艺程序如下所述。

汽车左右车轮驶入制动试验台两滚筒之间并遮挡光电开关 ,微机确认车辆到位 ,安排称重和制动检测 ,步骤如下 :

降下制动试验台举升器。

测量轴重。

起动制动试验台电动机。

在制动踏板放松的情况下 ,采集左、右车轮的制动拖滞力。

用力踩下制动踏板 ,采集左、右车轮的最大制动力 ,至滚筒停转时采集结束。

拉紧驻车制动器 ,采集左、右车轮最大制动力 (只有与驻车制动器相连的车轴才进行此项检测)。

主控制微机判定检测结果 ,并分别在主控制微机显示器和工位检验程序指示器 (图 6 - 10)有关栏目内同时显示。同样 ,显示“ ”为合格 ,显示“ × ”为不合格。

检测结果不合格时 ,微机安排“再检一次”。

升起制动试验台举升器 ,该轴驶出 ,另一轴驶入 ,按同样程序检测。

主控制微机将采集到的数据按下列式子计算 ,然后与国家标准对照 ,判定制动是否合格。

$$\text{轮拖滞力与轴荷的百分比} = \frac{\text{轮拖滞力}}{\text{轴荷}} \times 100\%$$

$$\text{轴制动力与轴荷的百分比} = \frac{\text{左轮制动力} + \text{右轮制动力}}{\text{轴荷}} \times 100\%$$

$$\text{全车制动力总和与整车重量的百分比} = \frac{\text{全车制动力总和}}{\text{整车重量}} \times 100\%$$

检测中 ,汽车驾驶员要始终注视前上方的检验程序指示器 ,并按其上的指令操作。

检测多轴汽车并装轴 (如三轴汽车的中轴和后轴)的制动力 ,而其中任一轴的传动关系又不能单独脱开时 ,可采用使制动试验台左右两组滚筒旋转方向不同的方法进行 ,并且只采集车轮正转时的制动数据。即制动试验台带动右轮正转左轮反转时 ,只采集右轮制动时的数据 ,带动右轮反转左轮正转时 ,只采集左轮制动时的数据。可以看出 ,两次测试中左、右车轮旋转方向不同 ,由于驱动桥差速器行星齿轮的自转作用 ,另一在制动试验台之外的驱动桥并不驱动 ,无须在制动试验台前后设置自由滚筒。因此 ,用该法检测多轴汽车并装轴的制动力时 ,可免去制动试验台前后两组共计 8 个自由滚筒 ,不仅节省了设备购置费 ,而且减少了设备占地面积 ,使检测线造价大大降低。

3) 车速表指示误差检测 把与车速表传感器相连的车轴开上车速表试验台 ,车轮遮挡光电开关 ,微机确认车辆到位 ,落下举升器。驾驶员把垂吊在汽车左侧的车速检测申报开关或遥控器持于手中 ,变速杆置于最高档位 ,按照检验程序指示器的指令 ,匀顺地将汽车加速至 40 km/h (驾驶室内车速表指示值) ,待指针稳定后按下车速检测申报开关或遥控器。微机采集此时的实际车速数据 (车速表试验台测量值) ,并传输给主控制微机判定检测结果 ,如不合格 ,则安排“再检一次”。检测结果在主控制微机显示器和工位检验程序指示器有关栏目内同时显示。同样 ,显示

“ ”为合格,显示“×”为不合格。

按下车速检测申报开关后,即可踩下汽车制动踏板使车轮与滚筒迅速减速。当工位检验程序指示器显示“前进”指令时,汽车开往下一工位。

4) 本工位检测程序说明 在本工位检测的汽车,由于其轴制、驱动形式和驻车制动器安装位置不同,因而它们的检测程序也不一样:

四轮汽车(后驱动、后驻车)

侧滑 前制动 后制动 驻车制动 车速表

四轮汽车(前驱动、前驻车)

侧滑 前制动 驻车制动 车速表 后制动

四轮汽车(前驱动、后驻车)

侧滑 前制动 车速表 后制动 驻车制动

六轮汽车(前双轴、后单轴、后驱动、后驻车)

侧滑 前制动 中间制动 后制动 驻车制动 车速表

六轮汽车(前单轴、中单轴、后单轴、中驱动、中驻车)

侧滑 前制动 中间制动 驻车制动 车速表 后制动

六轮汽车(前单轴、中后并装双轴、中后驱动、中后驻车)

侧滑 前制动 中间制动 驻车制动 后制动 车速表

最后一种汽车的车速表检测,必须在制动试验台与车速表试验台之间装备一组自由滚筒,否则该项不能检测。

上述常见类型的汽车与对应程序非常重要,如果进线时汽车资料输入错误,则会导致检测程序混乱。

当本工位检验程序指示器显示“前进”二字时,汽车开入下一工位。

### (3) HX 工位

1) 前照灯检测 汽车沿地面标线缓慢驶入本工位。注意汽车应与前照灯检测仪的导轨保持垂直,并按引导指示器的指令在停车线上停车。这种引导指示器与两组光电开关(入口光电开关和出口光电开关)相互配合,引导汽车“前进”、“停车”和“后退”。当汽车还未到达停车线时,引导指示器亮出“前进”二字,指引汽车前进;当汽车前照灯遮挡入口光电开关时,引导指示器立即亮出“停车”二字,指令汽车停车。此时,汽车停在停车线上,前照灯与前照灯检测仪受光器的距离符合检测要求。如果汽车未及时停住,越过了停车线并遮挡了出口光电开关,则引导指示器亮出“后退”二字,指引汽车后退,直至出口光电开关又导通,引导指示器又显示“停车”二字,汽车立即停车即会符合检测要求。

汽车停在停车线上,微机确认车辆到位,安排检测程序。本工位检验程序指示器(图6-8之10)指令驾驶员打开远光灯(电源系统应处于充电状态),前照灯检测仪从护栏内自动驶出,分别对右前灯和前左灯进行发光强度和光轴照射方向的检测。当前照灯发光强度不够或无明显光轴时,前照灯检测仪无法自动跟踪光轴,此时需要主控制室人工操作主控制键盘上的辅助控制键,辅助前照灯检测仪的受光器进入光轴投射区,以便实施跟踪。HX 工位检验程序指示器的面板图如图6-11所示。

前照灯检测仪跟踪到前照灯光轴后,进行数据采集,并传输给主控制微机分析判断,检测结

果在主控制微机显示器和工位检验程序指示器上,发光强度以“ ”(合格)或“×”(不合格)的方式同时显示,光轴照射方向以上、下、左、右光的方式显示。

前右灯的检测结果一经显示,前照灯检测仪便自动移至前左灯,以同样的方法检测发光强度和光轴照射方向,显示检测结果后自动驶回护栏内。

左、右前照灯中有一项不合格,前照灯的综合判定即为不合格。

2) 排气或烟度检测 汽车在前照灯检测停车线上停车后,微机确认车辆到位,安排尾气检测程序。

如果是汽油车,由本工位检验程序指示器指令检测员或汽车驾驶员(须下车)将排气分析仪探头插入怠速运转的汽车排气管中,抽取气样。排气分析仪将分析出的CO和HC浓度转变成电信号供微机采集。主控制微机判定后分别在主控制微机显示器和工位检验程序指示器上同时显示检测结果。未采集到数据时,检测结果不显示。因此,车辆到位后根据指令应及时将排气分析仪探头插入排气管规定深度,以免错过采集时机。

	上		开远光灯		上	插入探头			
						检查中			
左	光	右	检查中	左	光	右	取出探头		
							CO	○	×
○	下	×	前进	○	下	×	HC	○	×
							按喇叭	○	×

图 6-11 HX 工位检验程序指示器面板图

插入探头 安置踏板开关			
第一次自由加速		踏 加 速 踏 板	抬 加 速 踏 板
第二次自由加速			
第三次自由加速			
第四次自由加速			
取出探头拆下踏板开关			
烟度检测		○	×

图 6-12 烟度检验程序指示器面板图

如果是柴油车,根据图 6-12 所示的检验程序指示器指令,检测员或汽车驾驶员将烟度计探头插入怠速运转的柴油车排气管规定深度,先做三次自由加速的预动作,以熟悉加速方法并把排气管内的炭渣等积存物吹掉,然后在加速踏板上安置踏板开关,再按指令和操作规程进行四次自由加速。烟度计自动完成抽气取样、烟度检测和清洗等动作,并将烟度转变成电信号供微机采集。微机以后三次采集的数据的平均值作为自由加速烟度检测值,判定后分别在主控制微机显示器上和烟度检验程序指示器上同时显示检测结果。同样,以“ ”(合格)或“×”(不合格)的方式显示。在烟度检测操作过程中,加速运转和怠速运转的时间由微机通过烟度检验程序指示器上指令显示的时间间隔进行控制,只要严格、及时地按指令操作,即可保证操作规程顺利执行。

3) 喇叭声级检测 汽车在前照灯检测停车线上停车后,微机确认车辆到位,安排喇叭声级检测程序。将声级计连同其支架移至汽车正前方并对正汽车,且声级计应平行于地面,其传声器距汽车 2 m,距地面 1.2 m。驾驶员按工位检验程序指示器的指令按下喇叭 3~5 s,声级计测量此时的声级并将其电信号输入微机供采集数据。微机判定后在主控制微机显示器和工位检验程序指示器上同时显示检测结果。同样,显示“ ”为合格,显示“×”为不合格。

本工位的前照灯检测、排气或烟度检测和喇叭声级检测,既可安排同步进行,也可安排按一定顺序进行。一般情况下,前照灯检测与尾气检测可同步进行,喇叭检测则安排在这之前或之后进行。

当本工位检验程序指示器显示“前进”二字时,汽车开入下一工位。

#### (4) P 工位

汽车沿地面标线驶入本工位。当汽车遮挡本工位入口光电开关时,通知微机车辆到位,同时地沟内报警灯闪烁或报警器响,通知地沟内检查人员车辆到达本工位。汽车停在地沟上,由检查人员按规定项目进行车辆底部人工检查。此时,驾驶员要始终注视前上方的工位检验程序指示器(图 6-8 之 14),并按其上的指令操纵有关机件,以配合检查员的检查。

P 工位检验程序指示器的面板图如图 6-13 所示,其上指令由检查人员手持有线按钮盒或红外遥控器控制。除此之外,检查人员还可通过地沟内的话筒和地沟上的扬声器通知驾驶员与其配合,以完成检验程序指示器指令之外的检查项目。检查中,若有不合格项目,可通过不合格项目输入键盘报告主控制微机,并在检测完毕后及时按下该键盘上的“检查结束”键,通知微机车底检查结束,否则主控制微机将一直处于等待状态。主控制微机判定检查结果时,只要有一项不合格,即判定车底检查不合格。同样,检查结果在主控制室微机显示器和工位检验程序指示器上同时显示。显示“ ”为合格,显示“×”为不合格。

检 查 中		
发动机熄火		
转动转向盘		
踩制动踏板		
拉驻车制动器		
踩离合器踏板		
车底检查	○	×
前	进	

图 6-13 P 工位检验程序指示器面板图

地沟内的检查人员,可随时通过脚踏开关调节地沟内举升平台的高度,以使两手处于最有利的操作位置。

当本工位检验程序指示器显示“前进”二字时,将车开入下一工位。

#### (5) 综合判定及主控制室工位

汽车进入本工位,主控制微机根据该车在前四个工位的检查结果进行综合判定。在 L 检查、ABS 检测、HX 检测和 P 检查各检测项目中,只有各项均合格,整车检测的总评价才判为合格;只要有一项不合格,则总评价判为不合格。

主控制微机将汽车资料、检测项目、检测结果及整车检测总评价等进行存储并发往打印机,由打印机在先期印刷成一定格式的打印纸上自动打印出检测结果报告单。在检测结果报告单上,各检测项目的检测结果和整车总评价,在对应的栏目内,合格以“ ”打印,不合格以“×”打印。驾驶员拿到检测结果报告单后,立即将汽车驶出检测线,全线检测结束。

上述全自动式五工位安全环保检测线可同时检测 5 辆汽车,检测节奏为 4 min/辆左右。如果采用同样功能的双线系统(图 6-2),配备 5 名检测员,每日实际工作 7 h,可日检测 200 余辆次汽车,全年可检测 5 万余辆次汽车,工作效率极高。由于自动化程度高,各工位检验程序指示器又十分醒目,因而原车驾驶员在读懂入站规则后,可驾车进入检测线,不一定非要配备专职引车员。

对于手动式控制的安全环保检测线,各工位上的检测设备均要配备自身的指示装置。当汽车流经每一检测设备时,由检测人员手动操作,目视读数,大脑判定和笔录检测结果,工作效率远不如全自动检测线,且检测结果有可能出现人为因素等差错。

对于综合检测线,由于汽车技术状况不同,检测目的不同,因而检测、诊断、调试的项目和深度也就不同。有的少至几项,有的多达几十项,不像安全环保检测线那样服务对象单纯,检测项目统一。所以,综合检测线很难实现微机自动控制,多为手动操作各检测设备,检测程序也要视

具体情况而定。如果综合检测线非要实现微机自动控制,只能是固定检测项目,平衡各工位的检测工作量,牺牲故障诊断、线上调试、科研试验和新产品试验等。

检测线上主要检测设备的结构、工作原理和使用方法见前面各章节中的有关介绍。

## 6.3 汽车检测线的微机控制系统

全自动检测线与手动检测线的最大区别在于增加了一套微机控制系统。

### 6.3.1 微机控制系统的功能和要求

#### (1) 功能

1) 能输入、传输、存储、查询、打印汽车资料。

2) 除车上、车底外观检查,汽车资料输入,插入与取出排气分析仪(或烟度计)探头,以及移动声级计等工作仍须人工操作外,其余各检测项目均能由微机实现全自动控制。即,检测设备的运行自动控制,数据的采集、处理、判定、显示、打印、存储、统计等,均能自动进行。

3) 检测结果既能在主控制室的微机显示器上以数据、图表、曲线等方式进行动态显示,同时又能在工位检验程序指示器上合格以“ ”、不合格以“×”或直接用文字显示,并能集中打印检测结果报告单。

4) 主控制室能对全线实行监控和调度。

5) 具有指令汽车驾驶员(或汽车引车员)操作的检验程序指示器(灯箱、彩色显示器或电子灯阵)。

6) 具有丰富的软件功能。

#### (2) 要求

1) 可靠性要高 要求微机控制系统的平均无故障时间能达到数千小时以上,并设有自检和自诊断系统,以便故障出现后有利于实现快速诊断。

2) 适应性要强 检测线内的工作环境比较恶劣,表现为电源电压波动、各用电设备相互干扰、汽车运转造成振动与噪声、排气污染、尘埃污染以及温度和湿度不易控制等,因而微机控制系统应有较强的环境适应性,在恶劣环境中仍能正常工作。另外,汽车种类繁多,检测线类型设计不一,微机控制系统还应能满足多种类型汽车的检测诊断,并能根据用户要求装配成不同工位安排、不同检测诊断项目、不同检测诊断工艺、不同规模和不同档次的系统。

3) 使用方便性要好 微机控制系统应能满足人机对话方便,操作简单易学,显示直观明了,能汉字显示,数据易存、易查,组线灵活以及维修、管理方便等要求。

4) 经济性要好 在不影响功能的前提下,微机控制系统要尽量降低造价,提高检测效率,缩短汽车在线时间,并尽量使用国产器材。

5) 在实时响应、系统配套、系统扩充、系统通信和软件支持等方面,微机控制系统应有较强的功能。

6) 除微机控制系统对全线的自动控制外,尚应在主控制室内的主控制键盘上,设置自动/手

动开关和一套手动操作键盘,以便必要时对前照灯检测仪辅助操作和当无法实现全自动检测时对全线检测设备实施手动操作。

国产 CAISM 全自动检测系统的主控键盘面板图如图 6-14 所示。其上的大灯仪操作键区和设备操作键区,均为手动操作键盘。

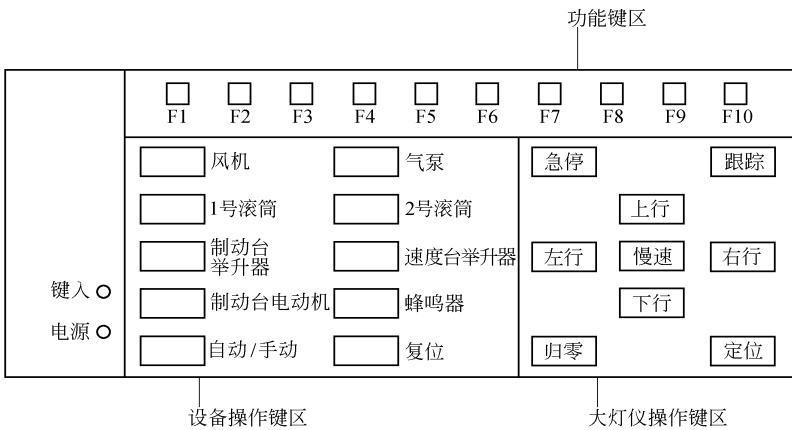


图 6-14 国产 CAISM 全自动检测系统的主控键盘面板图

### 6.3.2 微机控制系统的组成

微机控制系统由硬件部分和软件部分组成。硬件部分由微机设备和辅助设备组成。其中,微机设备由主控制微机、工位测控微机、汽车资料登录微机和打印机等组成;辅助设备由控制台及主控制键盘、稳压电源、不间断电源、监察摄像机及其显示器、工位检验程序指示器、光电开关、停车位置指示器、报警灯或报警器、不合格项目输入键盘、车速申报开关或遥控器、进线指示灯、工作台与座椅等组成。

主控制微机、工位测控微机和汽车资料登录微机一般以 PC 机为主。

软件部分中除检测程序外,一般还包括数据库管理、设备标定程序、检测诊断标准修正程序和系统自检、自诊断与维护等程序。其中,数据库管理能将已经检测过的全部车辆的数据存档,并能按照检测序号、牌照号码或检测日期等进行查询、检索、统计和打印。

### 6.3.3 微机控制系统的控制方式

微机控制系统有集中式、接力式和分级分布式等控制方式。

#### (1) 集中式

集中式控制方式由主控制微机单独完成测控工作。除汽车资料输入由登录微机完成并发往主控制微机外,各工位的检测信号经放大后也都直接送往主控制微机,因而全线的数据采集、处理、判定、显示、打印、存储、统计和检测过程控制等全部工作均由主控制微机完成,其框图如图 6-15 所示。这种方式的优点是结构简单,价格低廉;缺点是主控制微机负担重,可靠性差,发生

故障后易造成全线停止工作。

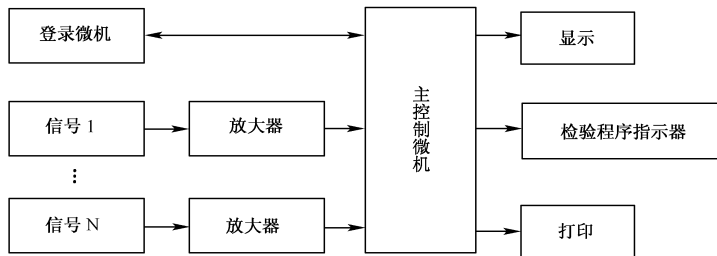


图 6 - 15 集中式控制方式框图

### (2) 接力式

接力式控制方式由各工位测控微机完成测控工作。工位测控微机分布在各工位上,因而也可以称为分布式控制方式,其框图如图 6 - 16 所示。各工位检测信号经放大后送入工位测控微机处理、判定,然后在检验程序指示器显示,并按顺序传送至末级工位测控微机。全线检测数据和检测结果由末级工位测控微机显示并打印出检测结果报告单。这种方式的优点是结构简单,价格也较低廉,可靠性也较好,缺点是功能稍差,对较高级别的自动控制和较复杂的检测对象适应性差。

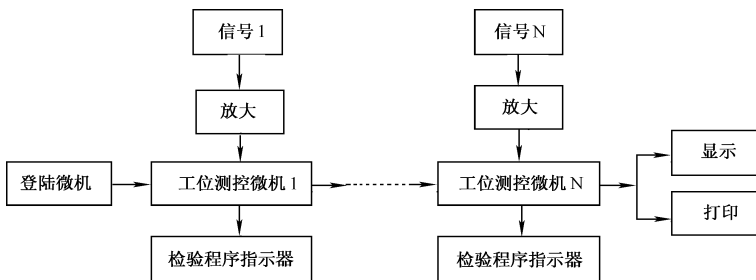


图 6 - 16 接力式控制方式框图

### (3) 分级分布式

分级分布式控制方式是应用较为广泛的一种控制方式。图 6 - 17 为二级分布式控制方式。其第一级为测控现场控制级,由各工位上的测控微机完成测控工作,主要担负检测设备运行控制、数据采集和通信等任务;第二级为管理级,由主控制微机完成测控工作,具有安排检测程序,担负全线调度,综合判定检测结果,存储并集中打印检测结果报告单和管理数据库等功能。

## 6.3.4 微机控制系统的使用方法

以国产 CAISM 全自动汽车检测系统为例介绍微机控制系统的使用方法。

### (1) 启动微机控制系统

- 1) 按下控制台各部分的电源开关,使微机控制系统接通电源。
- 2) 启动辅助设备(包括泵气站等)并打开各检测设备的电源开关。

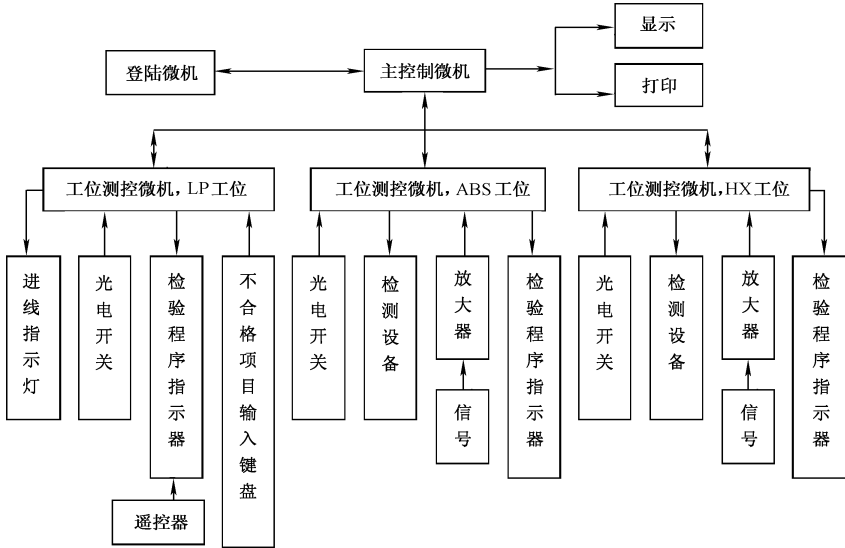


图 6-17 二级分布式控制方式框图

3) 主控制微机自检。

4) 工位测控微机自检。

5) 装入 DOS 系统,进入 CAISM 引导程序,屏幕显示系统菜单。系统菜单及其功能如表 6-5 所列。

6) 利用光标键或直接键入[B],选择菜单 B,按回车键,即可启动汽车检测程序。此时主控制微机将程序模块和数据模块装入工位测控微机,并建立与登陆终端的通信链路,然后微机显示器屏幕进入检车界面。从该界面中可观察到检车时所有项目的检测数据、示值范围和动态检测曲线。在界面的左上角还能显示出检车日期、总检车台次和当日检车台次。

表 6-5 CAISM 系统菜单及其功能

符号	菜单名称	功 能
A	使用说明	介绍 CAISM 系统功能及其操作
B	汽车检测	CAISM 系统汽车检测程序
C	自检测试	用系统自检测试程序完成对系统数据通道、键盘、光电开关及部分控制逻辑等的测试
D	标准设定	对诊断参数标准进行修改
E	设备标定	用系统标定程序完成对检测系统所有项目通道的标定
F	报告打印	对已检车辆的数据记录、检索等打印报告
G	报表统计	对已检车辆的合格率、不合格率、复检率进行统计
H	数据备份	对标定数据、车辆数据等进行备份
I	操作系统	退到 DOS 操作系统

检测系统启动后,检测线上的自由滚筒(如果有的话)抱死,制动试验台和车速表试验台的举升器升起,主控制室控制台的状态面板上“电源”灯亮,第一工位、第二工位和第三工位上的“空

位”灯均亮，“检车”灯闪烁，等待汽车进线。

### (2) 启动登录微机

1) 将登录启动盘(CAISM 系统专用)插入登录微机软盘驱动器中，按下登录微机电源开关，电源指示灯亮。

2) 登录微机进行自检。

3) 自检后屏幕等待输入显示方式选择，键入任意字符后，登录微机开始引导，并完成与主控制微机的通信握手，进入登录工作状态。

4) 将即将进线待检的汽车资料按规定的登录项目输入登录微机。

5) 当第一工位空闲时，键入[ALT] - [F1]，即可将登录的资料发往主控制微机。主控制微机安排检测程序，并使进线指示灯的绿灯亮，待检汽车驶入检测线，停在第一工位上检测。

### (3) 检测工艺程序

CAISM 检测系统设计为三个工位，即 LP 工位、ABS 工位和 HX 工位。这些工位上的检测工艺程序与本章前述的“检测工艺程序”内容相同，不再赘述。

## 本章小结

1. 汽车检测站是综合运用现代检测技术，对汽车实施不解体检测诊断的机构。它具有现代的检测设备和检测方法，能在室内检测出车辆的各种性能参数，并能诊断出各种故障，为全面、准确评价汽车的使用性能和技术状况提供可靠依据。

2. 汽车检测站的主要任务是：对在用运输车辆的技术状况进行检测诊断；对汽车维修行业的维修车辆进行质量检测；接受委托，对车辆改装、改造、报废及其有关新工艺、新技术、新产品、科研成果等项目进行检测，提供检测结果；接受公安、环保、商检、计量和保险等部门的委托，为其进行有关项目的检测，提供检测结果。

3. 检测站主要由一条至数条检测线组成。对于独立而完整的检测站，除检测线外，还应包括停车场、清洗站、泵气站、维修车间、办公区和生活区等设施。

安全检测站一般由一条至数条安全环保检测线组成；维修检测站一般由一条至数条综合检测线组成；综合检测站一般由安全环保检测线和综合检测线组成，可以各为一条，也可以各为数条。

4. 不管是安全环保检测线，还是综合检测线，它们都由多个检测工位组成，布置形式多为直线通道式，检测工位则是按一定顺序分布在直线通道上。

安全环保检测线，不管是三工位、四工位，还是五工位，也不管工位顺序如何编排，其检测项目是固定的，因而均布置成直线通道式，以利于进行流水作业。

综合检测线，由于综合检测站分为 A、B、C 三种类型，职能各不一样，因而站内综合检测线的职能也不一样。综合检测线上各工位的车辆，由于检测诊断项目不一，检测诊断深度不同，很难在相同的时间内检测诊断完毕。当综合检测线采用直线通道式布置，而又允许在线上进行检测故障和调试作业时，将不可避免地遇到工位之间相互等待的问题。在这种情况下，也可以将综合检测线的各工位横向布置成尽头式、穿过式或其他形式，以适合实际生产的需要，提高检测效率。

5. 安全环保全自动检测线各工位检测设备和检测项目

**汽车资料输入及安全装置检查工位** 除将汽车资料输入登录微机并发送给检测线主控制微机外,还进行汽车上部的灯光和安全装置等项目的外观检查,简称为L工位。本工位应配备检测手锤,由检查人员检查汽车上部的灯光、安全装置、防护装置、操纵装置、工作仪表和车身等是否装备齐全、工作正常、连接可靠和符合规定。检查的重点是灯光和安全装置。

**侧滑制动车速表工位** 由侧滑检测、轴重检测、制动检测和车速表检测组成,简称为ABS工位。本工位应配备侧滑试验台、轴重计或轮重仪、制动试验台、车速表试验台及车速检测申报开关(或遥控器),检测前轮侧滑量、各轴轴重、各轮制动拖滞力和行车制动力、驻车制动力和车速表指示误差。

**灯光尾气工位** 由前照灯检测、排气检测、烟度检测和喇叭声级检测组成,简称为HX工位。本工位应配备前照灯检测仪、排气分析仪、烟度计和声级计,主要检测前照灯发光强度和光轴偏斜量、汽油车怠速排放污染物或柴油车自由加速烟度和喇叭声级。

**车底检查工位** 对车辆底部进行外观检查,简称为P工位。本工位应配备检测手锤,由检查人员在地沟内检查底盘各装置及发动机的连接是否牢固可靠,有无弯扭断裂、松旷及漏油、漏水、漏气、漏电等现象。

**综合判定及主控制室工位** 汽车到达本工位时检测项目已全部检测完毕,主控制微机对各工位检测结果进行综合判定后,由打印机集中打印检测结果报告单,并由检测长交给被检车汽车驾驶员,全线检测结束。

#### 6. 综合检测线底盘测功工位检测设备和检测项目

底盘测功工位是综合检测线的关键工位,应配备底盘测功试验台。该工位能模拟汽车道路行驶,因而可组织较多的检测设备同时或交叉地对汽车发动机、底盘、电气设备和车身等进行动态综合检测。配备的检测设备越多,能检测的项目也越多。主要检测项目如下:

1) 检测驱动车轮的输出功率或驱动力,模拟车辆各种行驶速度行驶,进行加速性能、等速性能和滑行性能等性能试验,检测百公里耗油量和经济车速等。

2) 对点火系、供油系、冷却系、润滑系、传动系、行驶系、电气设备、车身等的技术状况进行检测、分析和判断。

3) 对装配点燃式发动机的车辆,根据不同类型,进行怠速试验、双怠速试验和加速模拟工况试验。根据怠速或其他工况排放的CO、HC、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub>和O<sub>2</sub>浓度,分析空燃比、燃烧状况、气缸密封性状况和污染等状况。

4) 对装配压燃式发动机的车辆,根据不同类型,进行自由加速排气可见污染物试验、自由加速烟度试验,分析空燃比、燃烧状况、气缸密封性状况和污染等状况。

5) 检测、分析并判断发动机和传动系异响。

6) 检测各总成温度和发动机排气温度。

7. 汽车进入检测站后,在站内、线内只有按照规定的检测工艺路线和检测工艺流程流动,才能完成整个检测过程。

8. 在ABS工位检测中,由于汽车的轴制、驱动形式和驻车制动器安装位置不同,因而它们的检测程序也不一样。

四轮汽车(后驱动、后驻车)

侧滑 前制动 后制动 驻车制动 车速表

四轮汽车(前驱动、前驻车)

侧滑 前制动 驻车制动 车速表 后制动

四轮汽车(前驱动、后驻车)

侧滑 前制动 车速表 后制动 驻车制动

六轮汽车(前双轴、后单轴、后驱动、后驻车)

侧滑 前制动 中间制动 后制动 驻车制动 车速表

六轮汽车(前单轴、中单轴、后单轴、中驱动、中驻车)

侧滑 前制动 中间制动 驻车制动 车速表 后制动

六轮汽车(前单轴、中后并装双轴、中后驱动、中后驻车)

侧滑 前制动 中间制动 驻车制动 后制动 车速表

最后一种汽车的车速表检测 必须在制动试验台与车速表试验台之间装备一组自由滚筒,否则该项不能检测。

上述常见类型的汽车与对应的检测程序非常重要,如果进线时汽车资料输入错误,则会导致检测程序混乱。

#### 9. 微机控制系统的组成

微机控制系统由硬件部分和软件部分组成。硬件部分由微机设备和辅助设备组成。其中,微机设备由主控制微机、工位测控微机、汽车资料登录微机和打印机等组成;辅助设备由控制台及主控制键盘、稳压电源、不间断电源、监察摄像机及其显示器、工位检验程序指示器、光电开关、停车位置指示器、报警灯或报警器、不合格项目输入键盘、车速申报开关或遥控器、进线指示灯、工作台与座椅等组成。

软件部分中除检测程序外,一般还包括数据库管理、设备标定程序、检测诊断标准修正程序和系统自检、自诊断与维护等程序。其中,数据库管理能将已经检测过的全部车辆的数据存档,并能按照检测序号、牌照号码或检测日期等进行查询、检索、统计和打印。

#### 10. 微机控制系统的控制方式

集中式控制方式由主控制微机单独完成测控工作。

接力式控制方式由各工位测控微机完成测控工作。

分级分布式控制方式是应用较为广泛的一种控制方式。二级分布式控制方式中,第一级为测控现场控制级,由分布在各工位上的测控微机完成测控工作,主要担负检测设备运行控制、数据采集和通信等任务;第二级为管理级,由主控微机完成测控工作,具有安排检测程序,担负全线调度,综合判定检测结果,存储并集中打印检测结果报告单和管理数据库等功能。

## 复习题和思考题

1. 检测站的任务是什么?
2. 检测站的类型有哪些?
3. 检测站是怎样组成的?
4. 检测线组成和工位布置是怎样的?
5. 安全环保检测线各工位检测设备和检测项目有哪些?

6. 综合检测线底盘测功工位配备的检测设备和检测项目有哪些？
7. 说出检测站检测工艺路线和检测线检测工艺路线。
8. 叙述汽车检测工艺程序。
9. 为什么说不同的汽车(燃料、轴制、驱动形式、驻车制动器安装位置等)有不同的检测程序？
10. 微机控制系统的功能和要求是什么？
11. 微机控制系统的组成是什么？
12. 微机控制系统的控制方式是什么？
13. 微机控制系统的使用方法是什么？

## 参考文献

- 1 张建俊主编. 汽车诊断与检测技术. 北京:人民交通出版社,2003
- 2 张建俊主编. 汽车检测设备应用技术. 北京:机械工业出版社,2002
- 3 日本汽车机械工具协会编. 汽车检验设备. 陈风仁译. 北京:人民交通出版社,1985
- 4 张阳德主编. 内镜学. 北京:人民卫生出版社,2001
- 5 马强骏,张德明,李占牢编著. 机动车安全检测自动控制系统. 西安:西北工业大学出版社,1990
- 6 陆华忠,云皓,肖超胜编. 丰田汽车维修手册 发动机电子控制系统. 长春:吉林科学技术出版社,1996
- 7 肖超胜,陆华忠,云皓编. 丰田汽车维修手册 底盘新技术新结构. 长春:吉林科学技术出版社,1996
- 8 李东江,宋良玉编著. 发动机电控汽油喷射系统及其维修技术. 北京:机械工业出版社,2000
- 9 珠海欧亚汽车技术有限公司编. 进口汽车检测诊断设备原理与使用. 沈阳:辽宁科学技术出版社,2000