

汽车检修技能提高教程丛书

汽车故障 诊断与检测技术

Diagnosis
& Test

主编 王盛良 / 副主编 陈亮明



第3版



赠 电子 课件



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

汽车检修技能提高教程丛书



汽车故障诊断 与检测技术 第3版

主 编 王盛良

副主编 陈亮明



机械工业出版社

本书系统地介绍了现代汽车发动机、底盘、电气设备及汽车综合性能检测设备的正确使用方法、检测数据的分析处理和检修基本思路,根据汽车各系统的工作流程、工作特征和工作参数从面到线、从线到点进行分析,进而诊断出存在问题的零部件(积木)。另外,本书还介绍了我国汽车强制定期检测的机构、项目以及检测线的检测流程。

本书采用“积木法”的原理进行编写,章节编排合理,内容系统连贯,图文并茂,实际操作内容多,具有较强的实用性。

本书可作为中、高职类汽车专业教材,也可供汽车从业人员、汽车驾驶人员以及汽车运行管理人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车故障诊断与检测技术/王盛良主编. —3版. —北京:机械工业出版社, 2017. 4

(汽车检修技能提高教程丛书)

ISBN 978-7-111-55923-8

I. ①汽… II. ①王… III. ①汽车-故障诊断②汽车-故障检测
IV. ①U472.9

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第008732号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:连景岩 杜凡如 责任编辑:连景岩 杜凡如 徐 霆

责任校对:张 征 潘 蕊 封面设计:鞠 杨

责任印制:李 洋

三河市国英印务有限公司印刷

2017年3月第3版第1次印刷

184mm×260mm·18.5印张·446千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-55923-8

定价:49.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88361066

读者购书热线:010-68326294

010-88379203

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

金书网:www.golden-book.com

教育服务网:www.cmpedu.com



丛书序

我国的汽车工业发展为什么远不如高铁工业、工程机械快？在我国汽车产销量均出现井喷式增长的黄金时期，自主品牌汽车为什么没有处于主导地位？与美、日等汽车强国相比，为什么总是形似而神非？这些是值得我们所有汽车行业从业者深思的问题。作为近 30 年我国汽车工业发展的参与者，笔者一直在反思、总结。从 20 世纪 80 年代末至 90 年代中期的手工单台生产，到现在的工业化流水线批量生产；从拥有几千家汽车制造企业和上千个品牌，到现在只剩下几个自主品牌和数十个汽车制造企业；自主品牌的国内市场占有率从 95% 以上，到现在的不足 10%。我们缺技术吗？缺资源吗？缺市场吗？除了上层建筑的问题，面对汽车保有量以每年 10% ~ 20% 的速度递增的庞大市场，作为汽车人，我们还应该思考怎样实现弯道超车。

笔者在编写汽车专业教材时采用了“积木法”，中国的汽车工业要脱颖而出也要走“积木法”路线，这样既能降低研发、生产成本，避免造成资源分散与浪费，又能提高产品品质和市场竞争力。而要走“积木法”路线，就必须以教育为手段，因为汽车上的每一个小“积木”都能成就一番大事业。作为汽车专业人士，作为想进入汽车行业的有志之士，在万众创新、全民创业的大好形势下，成就自我，成就中国汽车产业，已经迎来最好的契机。如何把汽车“积木”变成产业项目，把项目变成特色，把特色变成效果，把效果变成效益。

这是我们要不断思考的问题。在本套教材编写再版时，笔者留下大量空间，供汽车专业的教育者、学习者、读者来补充、完善，也期待与高、中等院校汽车专业老师、学生及汽车从业人士，就专业、就业、创业及汽车企业孵化器等问题开展专题讲座与探讨，解决学与用的问题；与汽车制造企业及汽车售后企业，就项目运营、节能减排、创新发展、特色服务及操作进行面对面的交流，解决提高品牌、企业竞争力的问题。

笔者一直在摸索、一直在努力、一直在开拓，尽管培养了一大批优秀汽车行业从业者，指导了一大批汽车售后企业，也拥有一些投入生产的新项目、新技术、新工艺、新方法，但终归力量有限，中国汽车产业的发展，仍然任重道远，需要大家共同努力。本套教材仍存在许多不足，期待同行与读者批评指正，以惠及更多汽车同仁！

参与本套丛书编写的有王盛良、陈亮明、王正红、冯建源、湛刚华。

王盛良

目 录



丛书序

第1章 汽车故障诊断与检测技术概述	1
1.1 汽车故障诊断与检测技术基础知识	1
1.1.1 汽车故障诊断与检测技术的基本概念	1
1.1.2 汽车故障诊断与检测技术的基本理论	2
1.2 汽车电路检修基础	5
1.3 常用故障诊断与检测设备介绍	7
1.3.1 跨接线	8
1.3.2 测试灯	8
1.3.3 万用表	9
1.3.4 手提式真空泵	11
1.3.5 气缸压力表	11
1.3.6 真空表	12
1.3.7 燃油压力表	12
1.3.8 喷油器清洗仪	13
1.3.9 点火正时灯	13
1.3.10 示波器	14
1.3.11 发动机综合分析仪	15
1.3.12 汽车故障诊断仪	16
练习与思考题	22
第2章 汽车发动机故障诊断与检测	23
2.1 电控燃油喷射发动机故障诊断方法	23
2.1.1 电控燃油喷射发动机故障诊断原则及注意事项	24
2.1.2 电控燃油喷射发动机故障诊断基本方法	25
2.2 进气系统的故障诊断与检测	38
2.2.1 进气系统主要组成部件	38



2.2.2	进气系统主要传感器的检测	38
2.2.3	怠速控制系统的故障诊断与检测	49
2.2.4	进气控制系统的故障诊断与检测	52
2.2.5	涡轮增压控制系统的故障诊断与检测	56
2.2.6	电控节气门系统的故障诊断与检测	59
2.2.7	进气歧管真空度的检测与诊断	60
2.2.8	故障案例分析	61
2.3	燃油供给系统的故障诊断与检测	63
2.3.1	燃油供给系统的主要组成部件	64
2.3.2	燃油系统压力及燃油压力调节器的检测	64
2.3.3	燃油泵及其控制电路的检测	66
2.3.4	喷油器及其控制电路的检测	69
2.3.5	故障案例分析	72
2.4	电子点火系统的故障诊断与检测	73
2.4.1	普通电子点火系统的故障诊断与检测	73
2.4.2	计算机控制电子点火系统的故障诊断与检测	74
2.4.3	故障案例分析	82
2.5	发动机排放控制系统的故障诊断与检测	83
2.5.1	氧传感器	83
2.5.2	三元催化转化器的检测	84
2.5.3	废气再循环控制系统的检修	86
2.5.4	汽油蒸发排放控制系统检修	88
2.5.5	二次空气喷射系统检修	90
2.5.6	曲轴箱强制通风装置的检修	91
2.5.7	尾气参数与故障分析	91
2.5.8	故障案例分析	92
2.6	发动机冷却系统的故障诊断与排除	94
2.6.1	冷却液温度过高的故障诊断与排除	95
2.6.2	冷却液温度过低的故障诊断与排除	96
2.6.3	冷却液消耗异常的故障诊断与排除	97
2.7	发动机润滑系统的故障诊断与排除	97
2.7.1	机油压力过低的故障诊断与排除	98
2.7.2	机油压力过高的故障诊断与排除	99
2.7.3	发动机机油消耗异常的故障诊断与排除	100
2.7.4	机油变质的故障诊断与排除	100
2.8	发动机异响的故障诊断与排除	101
2.8.1	发动机异响的原因及特性	101
2.8.2	曲轴连杆机构异响的故障诊断与排除	102
2.8.3	配气机构异响的故障诊断与排除	106
2.8.4	汽车异响的仪器诊断法	108



练习与思考题	110
第3章 汽车底盘故障诊断与检测	112
3.1 传动系统故障诊断与排除	112
3.1.1 离合器故障诊断与排除	112
3.1.2 手动变速器的故障诊断与排除	118
3.1.3 电控液力自动变速器的故障诊断与排除	123
3.1.4 万向传动装置的故障诊断与排除	148
3.1.5 驱动桥的故障诊断与排除	151
3.2 行驶系统的故障诊断与排除	154
3.2.1 车轮不平衡的检测	155
3.2.2 汽车行驶系统的故障诊断与排除	159
3.2.3 电控悬架的检测与故障诊断	163
3.2.4 汽车巡航控制系统的故障诊断与排除	171
3.3 转向系统的故障诊断与排除	176
3.3.1 汽车车轮定位检测	176
3.3.2 转向系统常见故障诊断与排除	183
3.3.3 电子控制动力转向系统的检测与故障诊断	186
3.4 制动系统的故障诊断与排除	192
3.4.1 汽车制动系统常见的故障诊断与排除	193
3.4.2 防抱死制动系统的检测与故障诊断	197
3.4.3 驱动防滑/牵引力控制系统的检测与故障诊断	202
练习与思考题	205
第4章 汽车一般电气设备的故障诊断与排除	206
4.1 充电系统的故障诊断与排除	206
4.1.1 充电系统的故障分类	206
4.1.2 充电系统故障诊断与排除的一般程序	207
4.1.3 充电系统常见故障的诊断与排除	208
4.2 起动系统的故障诊断与排除	210
4.2.1 起动系统的就车检查	210
4.2.2 起动系统常见故障的诊断与排除	211
4.2.3 起动机性能试验	213
4.3 汽车照明、信号与仪表系统的故障诊断与排除	215
4.3.1 照明与灯光信号系统的故障诊断与排除	215
4.3.2 电喇叭的故障诊断与排除	219
4.3.3 仪表系统的故障诊断与排除	220
4.4 汽车辅助电气装置的故障诊断与排除	225
4.4.1 安全气囊系统的检测与故障诊断	225
4.4.2 汽车空调系统的检测与故障诊断	230



4.4.3 多路传输系统的故障诊断与排除	237
练习与思考题	240
第5章 汽车主要技术性能的检测	241
5.1 汽车底盘输出功率的检测	241
5.1.1 底盘测功机的基本结构与工作原理	241
5.1.2 底盘测功机的使用方法	245
5.2 汽车排气污染物的检测	246
5.2.1 汽油机排气污染物排放的检测	246
5.2.2 柴油车自由加速烟度的检测	250
5.3 汽车噪声检测	252
5.4 车轮侧滑量检测	254
5.4.1 侧滑试验台的检测原理	254
5.4.2 侧滑试验台的结构与工作原理	255
5.4.3 侧滑试验台的使用方法	256
5.5 汽车车速表的检测	257
5.5.1 车速表误差的形成与测量原理	257
5.5.2 车速表试验台	258
5.5.3 车速表的检测方法 & 诊断参数标准	259
5.6 汽车制动性能检测	260
5.6.1 汽车制动性能的路试检测	261
5.6.2 制动性能的台架检测	263
5.7 前照灯性能的检测	267
5.7.1 汽车灯光光学基础	267
5.7.2 屏幕法检测前照灯光束照射位置	268
5.7.3 使用前照灯检测仪检测前照灯性能	270
练习与思考题	273
第6章 汽车检测站	275
6.1 汽车检测站综述	275
6.1.1 检测站的任务	275
6.1.2 检测站的类型	276
6.2 汽车安全环保检测站	276
6.2.1 检测内容与设备	276
6.2.2 检测流程	278
6.3 汽车综合性能检测站	280
6.3.1 对检测站的要求	280
6.3.2 检测站设备的布置	282
练习与思考题	284
参考文献	285



第1章

汽车故障诊断与检测技术概述

基本思路:

汽车故障诊断与检测技术是根据汽车各系统工作流程和工作特征(“四条线”)的不同,选用合适的检测设备、检测工具和检测方法对其进行相关参数的测量,与标准参数比较,从而判断系统或零部件是否工作正常,找出确实有问题的“积木”后进行更换。这就是现代汽车的修理,也就是说现代汽车修理技术的重点是汽车检测和故障的诊断。本章学习和研究的重点是对不同的“线”所需相关检测设备和检测工具的正确使用,以及检测数据的分析和处理。

▶▶▶ 1.1 汽车故障诊断与检测技术基础知识

汽车检测诊断是确定汽车技术状况、寻找故障原因的技术手段,通过对汽车的检测与诊断,可以在不解体情况下判断汽车的技术状况,为合理使用汽车及维护、修理工作提供科学可靠的依据。

👉 1.1.1 汽车故障诊断与检测技术的基本概念

1. 汽车故障

汽车故障是指汽车部分或完全丧失工作能力的现象,其实质是汽车零件本身或零件之间的配合状态发生了异常变化。

汽车在使用过程中出现故障,其原因既有内在方面的,也有外在方面的。内在方面主要包括设计制造、材料选择、自然老化等;外在方面主要包括工作条件、使用维护以及正确操作等。

汽车故障按丧失工作能力的程度分为局部故障和完全故障。局部故障是指汽车部分丧失了工作能力,降低了使用性能的故障;完全故障是指汽车完全丧失了工作能力,不能行驶的故障。

汽车故障按造成后果又可分为轻微故障、一般故障、严重故障和致命故障。轻微故障一



般不会导致汽车不能行驶或性能下降,不需要更换零件,用随车工具作适当调整即可排除,如点火、喷油正时不正确等。一般故障是指汽车运行中能及时排除的故障或不能排除的局部故障,一般故障会导致汽车停驶或性能下降,但一般不会导致主要部件和总成的严重损坏,可更换零件或用随车工具在短时间内排除,如供油不畅、传感器损坏等。严重故障是指汽车运行中无法完全排除的故障,此类故障可能导致零件的严重损坏,必须停车,且不能用更换零件或用随车工具在短时间内排除,如发动机拉缸、抱轴等。致命故障是指造成汽车重大损坏的故障,可能引起车毁人亡的恶性重大事故,如柴油机飞车、制动系统失效等。

2. 汽车故障诊断

汽车故障诊断是指在不解体(或仅拆下个别小件)的情况下,确定汽车的技术状况、查明故障部位及故障原因的汽车应用技术。

汽车技术状况的诊断是通过检查、测量、分析、判断等一系列活动完成的,其基本方法主要分为两种。

(1) 直观诊断法 直观诊断法又称人工经验诊断法,是指诊断人员凭丰富的实践经验和一定的理论知识,在汽车不解体或局部解体情况下,依靠直观的感觉印象,借助简单工具,采用眼观、耳听、手摸和鼻闻等手段,进行检查、试验、分析,确定汽车的技术状况,查明故障原因和故障部位的诊断方法。这种诊断方法不需要专用仪器设备,投资少、见效快,但诊断速度慢、准确性差,不能进行定量分析,需要诊断人员有较高的技术水平。

(2) 现代仪器设备诊断法 现代仪器设备诊断法是在人工经验诊断法的基础上发展起来的一种诊断方法,是指在汽车不解体情况下,利用测试仪器、检测设备和检验工具,检测整车、总成或机构的参数、曲线和波形,为分析、判断汽车技术状况提供定量依据的诊断方法。

现代仪器设备诊断法具有检测速度快、准确性高、能定量分析、可实现快速诊断等优点,而且采用微机控制的现代电子仪器设备能自动分析、判断、存储并打印出汽车各项性能参数。其缺点是投资大、操作人员需要有较高的文化素质、检测成本高等。

实际上,上述两种方法往往同时综合使用,称为综合诊断法。

3. 汽车检测

汽车检测是指为确定汽车技术状况或工作能力所进行的检查和测量。

按汽车检测的目的可分为安全环保检测和综合性能检测两大类。

(1) 安全环保检测 安全环保检测是指对汽车安全运行和环境保护方面所进行的定期和不定期检测。目的是在汽车不解体情况下建立安全和公害监控体系,确保车辆具有符合要求的外观容貌和良好的安全性能,限制汽车的环境污染程度,使其在安全、高效和低污染工况下运行。

(2) 综合性能检测 综合性能检测是指对汽车实行定期和不定期综合性能方面的检测。目的是在汽车不解体情况下,对运行车辆确定其工作能力和技术状况,查明故障或隐患部位及原因,对维修车辆实行质量监督,建立质量监控体系,确保车辆具有良好的安全性、可靠性、动力性、经济性、排气净化性和噪声污染性,以创造更大的经济效益和社会效益。



1.1.2 汽车故障诊断与检测技术的基本理论

汽车故障诊断与检测是确定汽车技术状况的应用性技术,不仅要求完善的检测、分析、判断的手段和方法,而且要求有正确的理论指导。为此,必须选择合适的诊断参数,确定合理的诊断参数标准和最佳诊断周期。诊断参数、诊断参数标准、最佳诊断周期是从事汽车故



障诊断与检测工作必须掌握的基础理论知识。

1. 诊断参数

汽车诊断参数是指供诊断用的，表征汽车、总成及机构技术状况的量，它包括工作过程参数、伴随过程参数和几何尺寸参数。

工作过程参数是汽车、总成和机构在工作过程中输出的一些可供测量的物理量和化学量，如发动机功率、汽车燃油消耗量、汽车制动距离等。它提供的信息较广，是深入诊断的基础。汽车不工作时，工作过程参数无法测得。

伴随过程参数是伴随工作过程输出的一些可测量，如振动、噪声、异响、过热等。该参数可提供诊断对象的局部信息，常用于复杂系统的深入诊断。

几何尺寸参数可提供总成、机构中配合零件之间或独立零件的技术状况，如配合间隙、自由行程、圆度、圆柱度、端面圆跳动、径向圆跳动等。它提供的信息有限，但能表征诊断对象的具体状态。汽车常用的诊断参数见表 1-1。

表 1-1 汽车常用的诊断参数

诊 断 对 象	诊 断 参 数	诊 断 对 象	诊 断 参 数
汽车整体	最高车速/(km/h) 最大爬坡度 (%) 0—100km/h 加速时间/s 驱动轮输出功率/kW 驱动轮驱动力/N 汽车燃油消耗量/(L/100km, L/(100t·km)) 侧倾稳定角/(°)	柴油机 供油系统	各缸喷油器喷油量/mL 各缸喷油器喷油不均匀度 (%) 供油提前角/(°) 喷油提前角/(°)
		冷却系统	冷却液温度/℃ 冷却液液面高度 风扇传动带张力/kN 风扇离合器结合、断开时的温度/℃
发动机总成	额定转速/(r/min) 怠速转速/(r/min) 发动机功率/kW 发动机燃油消耗量/(L/h) 单缸断火转速平均下降值/(r/min) 废气成分 (体积分数) (%)	润滑系统	机油压力/kPa 机油液面高度 机油温度/℃ 理化性能指标变化量 介电常数变化量 金属微粒的含量, 质量分数 (%) 机油消耗量/kg
曲轴连杆机构	气缸压力/MPa 气缸漏气量/kPa 曲轴箱窜气量/(L/min) 进气管真空度/kPa	点火系统	蓄电池电压/V 初级电路电压/V 各缸点火电压/kV 各缸短路点火电压/kV 各缸断路点火电压/kV 点火提前角/(°) 闭合角/(°)
配气机构	气门间隙/mm 配气相位/(°)		
汽油机 供油系统	空燃比 汽油泵出口关闭压力/kPa 供油系供油压力/kPa 喷油器喷油压力/kPa 喷油器喷油量/mL 喷油器喷油不均匀度 (%)	传动系统	传动系统游动角度/(°) 传动系统机械传动效率 传动系统功率损失/kW 总成工作温度/℃
柴油机 供油系统	输油泵输油压力/kPa 喷油泵高压油管最高压力/kPa 喷油泵高压油管残余压力/kPa 喷油器针阀开启压力/kPa 喷油器针阀关闭压力/kPa 喷油器针阀升程/mm	制动系统	制动距离/m 制动时间/s 制动力/N 制动协调时间/s 制动减速度/(m/s ²)



(续)

诊断对象	诊断参数	诊断对象	诊断参数
转向系统	车轮侧滑量/(m/km) 车轮前束/mm 车轮外倾角/(°) 主销后倾角/(°) 主销内倾角/(°) 转向盘最大自由转动量/(°) 转向盘外缘最大切向力/N	行驶系统	车轮静不平衡量/g·mm 车轮动不平衡量/g·mm 车轮端面圆跳动量/mm 车轮径向圆跳动量/mm
		其他	前照灯发光强度/cd 前照灯光束照射位置/mm 车速表允许误差(%) 喇叭声级/dB 车内噪声级(A声级)/dB

2. 诊断参数标准

诊断参数标准是对诊断参数限值的统一规定,利用诊断参数量测量值对诊断对象的技术状况进行评价的依据。根据来源可把诊断参数标准分为三类。

(1) 国家标准 指由国家机关制定和颁布的可用于诊断的技术标准。这类标准主要涉及汽车行驶安全性和对环境的影响,如 GB 7258—2012《机动车运行安全技术条件》和 GB 18285—2005《点燃式发动机汽车排气污染物限值及测量方法(双怠速及简易工况)》等。这些标准可反映汽车或汽车某机构的工作能力,因此广泛应用于汽车检测与诊断中。例如:制动距离可反映汽车制动系统的技术状况;排气中 CO 和 HC 含量大小除反映汽车对环境的影响外,还可综合反映燃油供给系统、点火系统技术状况和燃烧情况。

(2) 制造厂推荐标准 指由汽车制造厂通过技术文件对汽车某些参数所规定的标准,一般主要涉及汽车的结构参数,如气门间隙、分电器触点间隙、车轮定位角、点火提前角等。这类标准一般在设计阶段确定,并在样车或样机的台架或运行试验中修订,与汽车的使用可靠性、使用寿命和经济性有关。

(3) 企业标准 指汽车运输企业根据车辆的实际情况所制定的标准。这类标准因汽车使用条件不同而不同。例如:在市区与公路、平原与山区不同道路条件下,汽车使用油耗相差很大,不能采用统一的油耗标准;汽车在矿区使用较在公路上使用,润滑油的污染速度要快得多,应采用不同的润滑油换油周期。

汽车各项诊断参数的标准,一般都应包括诊断参数的初始标准 P_i 、诊断参数的极限标准 P_n 和诊断参数的许用标准 P_d 。

1) 诊断参数的初始标准 P_i 相当于无技术故障的新车诊断参数的大小。对于汽车的某些机构或系统(如点火系统、供油系统等)来说, P_i 是按最大经济性原则来确定的。这一标准可在汽车运用过程中一直使用,例如,对某种型号汽车来说,它的点火系统最佳点火提前角在使用中应一直保持在 $3^\circ \sim 8^\circ$ 范围内,因为这项标准能确保汽车获得最大的动力性和最好的经济性。

2) 诊断参数的极限标准 P_n 指汽车失去工作能力或技术性能将变坏,以及行驶安全性得不到保证时所对应的诊断参数值。诊断参数的测试值超出其极限标准值时,汽车将不能再使用。在汽车使用过程中,通过逐次诊断,并把诊断结果与诊断参数极限值比较,可预测汽车的使用寿命。诊断参数的极限标准值,由国家机关技术部门制定(如汽车修理标准)。



3) 诊断参数的许用标准 P_d 是汽车保养工作中定期诊断的主要标准。在许用标准内汽车无需进行保修工作。如果在汽车运用过程中,发现诊断参数值超出了许用标准,即使汽车还有工作能力,也不能再等到原来的保修间隔里程才进行保修了,要适当提前安排保养或修理,否则汽车的技术经济性能将下降,故障率将升高。

诊断参数标准的初始值、极限值和许用值,可能是单一的数值,也可能是数值范围。它们三者之间的关系及诊断参数随行驶里程的变化关系如图 1-1 所示。

3. 诊断周期

诊断周期是指汽车诊断的间隔期,以使用时间或行驶里程表示。

诊断周期的确定,是根据技术与经济相结合的原则,保证车辆的完好率最高,同时消耗的费用最少,从而获得最佳的诊断周期。

根据《道路运输车辆技术管理规定》(中华人民共和国交通运输部令 2016 年第 1 号)第三条:道路运输车辆技术管理应当坚持分类管理、预防为主、安全高效、节能环保的原则。第四条:道路运输经营者是道路运输车辆技术管理的责任主体,负责对道路运输车辆实行择优选配、正确使用、周期维护、视情修理、定期检测和适时更新,保证投入道路运输经营的车辆符合技术要求。第十五条至十八条对车辆的维护与修理有明确要求,第十九条至二十四条对车辆的检测诊断有详细的规定和要求。

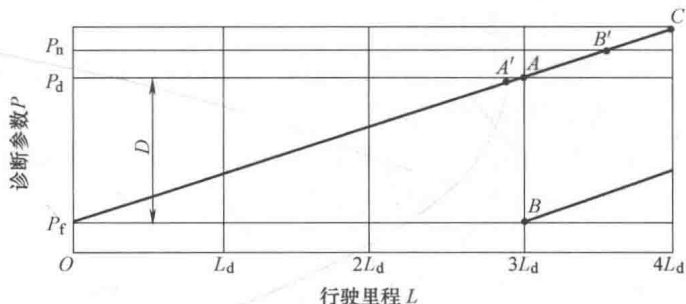


图 1-1 诊断参数随行驶里程的变化情况

D —诊断参数 P 的允许变化范围 L_d —诊断周期 $P_f C$ —诊断参数 P 随行驶里程 L 的变化 A — P 变化至与 P_d 相交,继续行驶可能发生故障

B' — P 变化至与 P_n 相交,继续行驶可能发生损坏 C —发生损坏

A' — P 变化至 A' 后可继续行驶,至最近的一个诊断周期采取维修措施

AB —采取维修措施后, P 降至开始标准 P_f , 汽车技术状况恢复

1.2 汽车电路检修基础

随着电子技术的发展,汽车电控系统的控制功能越来越多,汽车电路也越来越复杂。读懂汽车电路图,不仅可以了解各电控系统元件的工作原理及它们之间的连接关系,而且对汽车故障诊断和检修也十分重要。在对汽车进行故障诊断或检修时,利用汽车电路图可迅速找出电控系统元件的安装位置,以便对故障相关线路进行检查,并可避免检修过程中将线路连接错误。因此,正确识读汽车电路图、分析并找出其特点和规律,是进行汽车电路故障诊断与排除以及全面检修的基础。

1. 汽车电路检修的一般程序

检修电路故障的关键是分析、判断故障原因。汽车电路检修的一般程序如下:

1) 验证车主(用户)反映的情况。在详细了解故障现象和故障发生经过的基础上,作必要的验证。在动手拆、测之前,尽可能缩小故障产生的范围。

2) 分析电路原理图,弄清电路的工作原理,对问题所在作出推断。对相关线路进行检查,如果相关线路工作正常,说明共同部分没问题,故障原因仅限于有问题的这一线路中;如果相关的几条线路同时出现故障,原因多半在熔断器或搭铁线上。



3) 重点检查问题集中的线路或部件,通过测试,验证前面作出的推断。测试时,先对该线路中最有可能出现故障的部位加以测试,且先测试最容易测试的部位。问题一经查明,便可着手进行必要的修理。

4) 测试最后,再对线路进行一次检验,验证电路是否恢复正常。

2. 汽车电路检修基本方法

(1) 断路的检查 如图 1-2 所示的配线若有断路故障时,可用“检查导通”或“检查电压”的方法来确定断路的位置。

1) 检查导通的方法

① 脱开插接器 A 和 C,测量它们之间的电阻值,如图 1-3 所示。若插接器 A 端子 1 与插接器 C 端子 1 之间电阻值为 ∞ ,则它们之间不导通断路;插接器 A 端子 2 与插接器 C 的端子 2 之间电阻值为零,则它们之间导通无断路,从而检查出在插接器 A 的端子 1 与插接器 C 的端子 1 之间有断路。

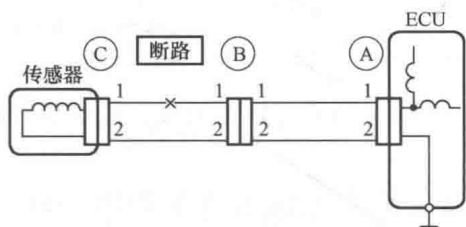


图 1-2 断路的检查方法

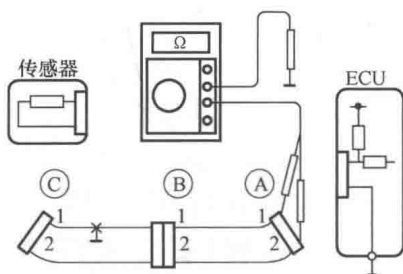


图 1-3 检查配线是否导通

② 脱开插接器 B 测量插接器 A 与 B、B 与 C 之间的电阻。若插接器 A 的端子 1 与插接器 B 的端子 1 之间的电阻为零,导通无断路;而插接器 B 的端子 1 与插接器 C 的端子 1 之间的电阻为 ∞ ,则在插接器 B 的端子 1 与插接器 C 的端子 1 之间有断路。

2) 检查电压方法。在 ECU 插接器端子加有电压的电路中,可用检查导通电压的方法来检查断路故障。如图 1-4 所示,在各插接器接通的情况下,当 ECU 输出端子电压为 5V 时,依次测量插接器 A 的端子 1、插接器 B 的端子 1 和插接器 C 的端子 1 与车身之间的电压。若插接器 A 的端子 1 与车身之间为 5V,插接器 B 的端子 1 与车身之间为 5V,插接器 C 的端子 1 与车身之间为 0V,则可判定在 B 的端子 1 与 C 的端子 1 之间配线有断路故障。

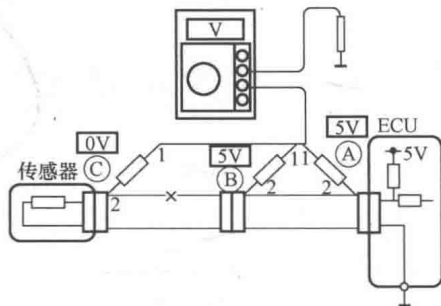


图 1-4 检测电压

(2) 短路的检查 如图 1-5 所示,如果配线有短路搭铁,可通过检查与车身或搭铁线是否导通来判断短路的部位。

1) 脱开插接器 C 和 A,测量插接器 A 的端子 1 和 2 与车身之间电阻,如图 1-5 所示。若插接器 A 的端子 1 与车身搭铁线之间导通,插接器 A 的端子 2 与车身搭铁线之间不导通,则可判断在插接器 A 的端子 1 与插接器 C 的端子 1 的配线与车身之间有短路搭铁故障。



2) 脱开插接器 B, 分别测量插接器 A 和 C 的端子 1 与车身搭铁之间的电阻。若插接器 A 的端子 1 与车身之间为不导通, 插接器 C 的端子 1 与车身之间导通, 则可以判断出插接器 B 的端子 1 与插接器 C 端子 1 的配线与车身之间有短路搭铁故障。

3. 汽车电路检修注意事项

1) 拆卸蓄电池时, 总是最先拆下负极 (-) 电缆; 装配蓄电池时, 总是最后连接负极 (-) 电缆。拆下或装上蓄电池电缆时, 应确保点火开关或其他开关都已断开, 否则会导致半导体元器件的损坏。

2) 不允许使用电阻表及万用表的 $R \times 100$ 以下低阻电阻档检测小功率晶体管, 以免电流过载损坏它们。更换晶体管时, 应首选接入基极, 拆卸时, 则应最后拆卸基极。对于金属氧化物半导体管 (MOS), 则应当心静电击穿, 焊接时, 应从电源上拔下烙铁插头。

3) 拆卸和安装元器件时, 应切断电源。如无特殊说明, 元器件引脚距焊点应在 10mm 以上, 以免烙铁烫坏元器件, 且宜使用恒温或功率小于 75W 的电烙铁。

4) 更换烧坏的熔断器时, 应使用相同规格的熔断器, 使用比规定容量大的熔断器会导致电器损坏或产生火灾。

5) 靠近振动部件 (如发动机) 的线束部分应用卡子固定, 将松弛部分拉紧, 以免由于振动造成线束与其他部件接触磨损。

6) 与尖锐边缘磨碰的线束部分应用胶带缠起来, 以免损坏。安装固定零件时, 应确保线束不要被夹住或被破坏。安装时, 应确保插接器接插牢固。

7) 进行保养时, 若温度超过 80°C (如进行焊接时), 应先拆下对温度敏感的零件 (如继电器和 ECU)。

此外, 现代汽车的许多电子电路, 出于性能要求和技术保护等多种原因, 往往采用不可拆卸的封装方式, 如厚膜封装调节器、固封电子电路等, 当电路故障可能涉及它们内部时, 往往难以判断。在这种情况下, 一般先从其外围逐一检查排除, 最后确定它们是否损坏。有些进口汽车上的电子电路, 虽然可以拆卸, 但往往缺少同型号分立元器件代替, 这就涉及用国产元器件或其他进口元器件替代的可行性问题, 切忌盲目代用。

总之, 现代汽车电路 (特别是电子电路) 的检修, 除要求检修人员具有一定的实际经验外, 还要求具有一定的电工、电子学基础和分析电路原理及使用仪表工具的能力。

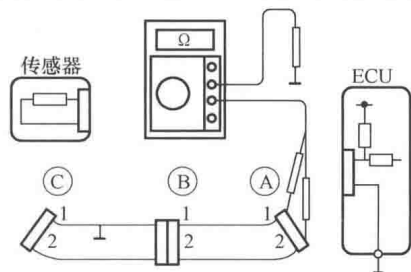


图 1-5 检测有无短路

▶▶▶ 1.3 常用故障诊断与检测设备介绍

在汽车发展的早期, 人们主要是依靠有经验的维修人员发现汽车的故障并作有针对性的修理, 即过去人们常讲的“看”、“闻”、“摸”方式。随着现代科学技术的进步, 特别是计算机技术的进步, 汽车检测技术也飞速发展, 目前人们能依靠各种先进的仪器设备, 对汽车进行不解体检测, 而且安全、迅速、可靠。在检查及诊断汽车故障时, 常借助一些工具及仪器、仪表, 在使用这些工具及仪器、仪表之前, 必须仔细阅读有关的使用说明书, 详细了解



其结构性能及使用注意事项,以便做到测量准确、诊断无误。

1.3.1 跨接线

跨接线是一段专用导线,不同形式的跨接线主要是其长短和两端接头不同,如图 1-6 所示。跨接线两端的接头一般是不同形式的接头或鳄鱼夹,以适用不同位置的跨接,其作用主要是用于电路故障诊断。当电器部件不工作时,可将跨接线跨接在被查部件搭铁端子与车身搭铁之间,若此时部件工作,说明其搭铁线路断路;同理,将跨接线跨接在蓄电池正极与被测部件的电源端子之间,若此时部件工作,说明部件电源电路有故障(短路或断路);如部件仍不工作,说明部件本身有故障,应予以更换。

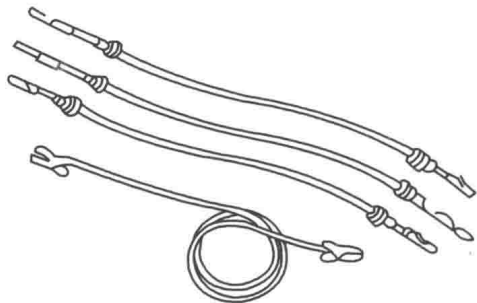


图 1-6 跨接线

此外,在调取某些车系故障码时,也需使用专用跨接线跨接在诊断座的相应端子上。使用跨接线检测时应注意:

- 1) 用跨接线将蓄电池正极跨接到被测部件的电源端子之前,必须先确认被测部件的规定电源电压值。若将 12V 电源直接加在被测部件上,可能导致其损坏。
- 2) 不要用跨接线将被测元件电源端子直接搭铁,以免导致电源短路。

1.3.2 测试灯

测试灯实际上是带导线的电笔,又称测试笔,其主要作用是用来检查系统电源电路是否给电器部件供电,检查电器部件是否短路或断路。测试灯带有显示电路通、断的指示灯,对电路进行检测,根据指示灯的亮度还可判断被测电路的电压高低。测试灯可分为无电源测试灯和自带电源测试灯两种类型。

1. 无电源测试灯

无电源测试灯如图 1-7 所示。检查时,可先将测试灯的搭铁夹搭铁,再用探针触接电源端子,若灯不亮,说明被测电路有断路故障,可沿电流的流向继续依次选择测点进行检查,直到灯亮为止,此时,可判定电路的断路在最后两个测点之间。若怀疑某电路短路,可将测试灯跨接在熔断处,然后依次断开被测线路中的线束插接器,直到测试灯熄灭为止,断路故障即发生在最后两个断开的线束插接器之间。

2. 自带电源测试灯

自带电源测试灯在手柄内加装两节 1.5V 干电池,主要用于检测电路断路故障,如图 1-8 所示。检查时,将自带电源测试灯跨接在被测线路的两端,若灯不亮,说明被测线路有断路故障。然后依次选择适当测点移动探针(或探头)缩小测试范围,直到灯亮为止,则断路点在最后两个测点之间。

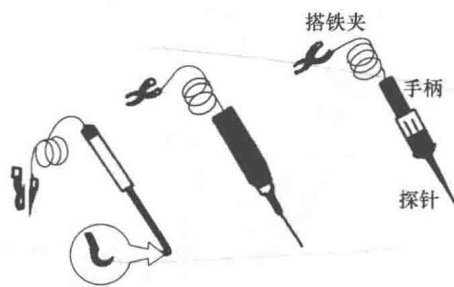


图 1-7 无电源测试灯

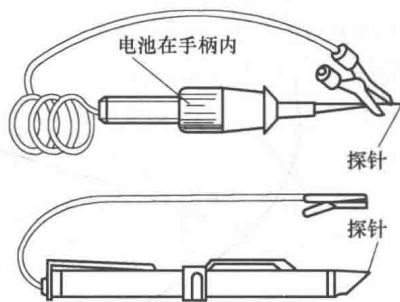


图 1-8 自带电源测试灯

1.3.3 万用表

万用表主要用来测量电阻、电压、电流等参数，以此判断电路的通断和电气元器件的技术状况。万用表可分为指针式万用表和数字式万用表两种。在汽车电控系统中，大多数电路都具有高电阻、低电压、低电流特征，因此在实际的故障诊断与检测过程中，除维修手册有特别规定外，必须使用高阻抗数字式万用表进行测试。

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，具有测量准确度高、测量范围广、测量速率快、输入阻抗高、抗干扰能力强、容易读数等优点，在汽车故障诊断与检测中应用广泛。数字式万用表除可以用来检测电阻（ Ω ）、交直流电压（V）和电流（A）外，有些还具有测试脉冲、频率和振幅等功能。

常用的数字式万用表有袖珍式和盒式两种，两者的结构原理及用途基本相同。本书以袖珍数字式万用表为例，其外形如图 1-9 所示。

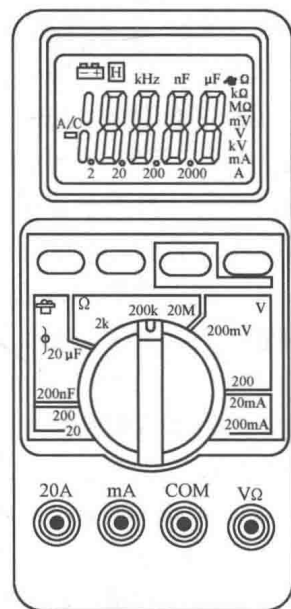


图 1-9 袖珍数字式万用表

使用数字式万用表应注意以下事项：

- 1) 根据被测量对象性质和数值大小选择合适的档位和量程，将测量导线插入相应的座孔中。如测量喷油器电阻，即使高阻喷油器电阻值也不超过 20Ω ，所以将万用表档位开关拧到电阻 Ω 的 $2k$ 量程，并将黑色测量导线插接到 COM 插孔，将红色导线插入到 $V\Omega$ （电压电阻）插孔，再将红色和黑色测量导线测针连接到喷油器两端子上，显示屏则显示喷油器电阻值。
- 2) 选择量程时最好从低到高逐级进行选择，以便获得准确的测量数据。
- 3) 使用数字万用表时，严禁在电控元器件或电路处于通电状态时测量其电阻，以免外部电流流入数字万用表而将其损坏。