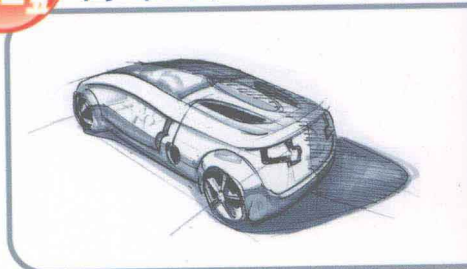


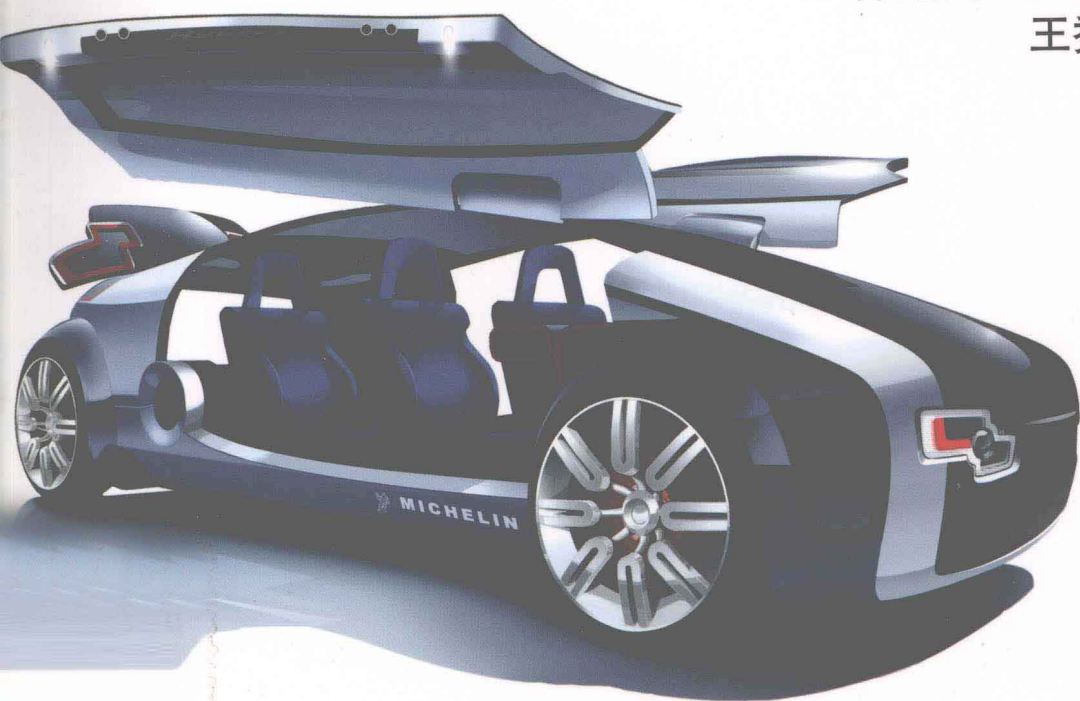


高等职业教育“十一五”规划教材
高职高专汽车类教材系列



汽车故障 诊断与检测技术

蒋国平	刘志忠	主 编
陈建国	严朝勇	副主编
	王秀贞	主 审



 科学出版社
www.sciencep.com



汽车维修与检测技术



汽车故障 诊断与检测技术

主编 王 伟
副主编 王 伟
主 编 王 伟



机械工业出版社

• 高等职业教育“十一五”规划教材

高职高专汽车类教材系列

汽车故障诊断与检测技术

蒋国平 刘志忠 主 编
陈建国 严朝勇 副主编
王秀贞 主 审

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书以汽车故障诊断基本方法为核心,分析故障的定义、分类、诊断参数和故障诊断方法。本书的主要内容包括:汽车故障诊断基础,汽车动力性、经济性、排放性、制动性、操纵稳定性、行驶平顺性和通过性以及汽车安全性的故障诊断和汽车综合性能检测的基本知识。本书力图探索一种“性能、影响因素、诊断参数、诊断设备、诊断方法一体化”的新体系,具有较强的理论性和实践性。

本书适用于高等职业院校汽车检测与维修、汽车运用专业及相关专业的学生和教师,也适用于汽车维修工程技术人员及广大汽车爱好者。

图书在版编目(CIP)数据

汽车故障诊断与检测技术/蒋国平,刘志忠主编. —北京:科学出版社,2007
高等职业教育“十一五”规划教材·高职高专汽车类教材系列
ISBN 978-7-03-019315-5

I. 汽… II. ①蒋… ②刘… III. ①汽车-故障诊断-高等学校:技术学校-教材
②汽车-故障检测-高等学校:技术学校-教材 IV. U472.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 125659 号

责任编辑:彭明兰 张雪梅/责任校对:赵燕

责任印制:吕春珉/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007年8月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2007年8月第一次印刷 印张:16 1/2

印数:1—3 000 字数:380 000

定 价:22.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

高等职业教育“十一五”规划教材

高职高专汽车类教材系列

编 委 会

主任委员 李振格

委 员 (按拼音排序)

杜艳霞	高 维	葛 云	蒋国平
李祥峰	李雪早	李玉柱	梁仁建
林 平	娄 云	罗新闻	倪 红
王凤军	吴东平	熊永森	杨 平
曾 鑫	张钊锋	周长庚	邹小明

前 言

随着汽车保有量的大幅度上升,全国汽车维修行业每年需要新增近 30 万从业人员。根据教育部等六部门《关于实施职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》和教育部办公厅、交通部办公厅、中国汽车工业协会、中国汽车维修行业协会《关于确定职业院校开展汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训工作的通知》的精神,我们组织开发和编写了汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训教材,建立了具有明显特色的教材体系。

本书共分九章,以汽车故障诊断基本方法为核心,分别介绍了汽车故障诊断基础、汽车动力性、汽车经济性、汽车排放性、汽车制动性、汽车操纵稳定性、汽车行驶平顺性和通过性、汽车安全性的故障诊断以及汽车综合性能检测的基本知识,具有较强的理论性和实践性。

本书第 1 章由河北交通职业技术学院刘志忠编写,第 2、3 章由河北交通职业技术学院陈建国编写,第 4 章由河北交通职业技术学院骆孟波编写,第 5 章由广东省道路运输车辆综合性能检测中心站严朝勇编写,第 6、7 章由广东交通职业技术学院蒋国平编写,第 8 章由广东交通职业技术学院李国杰编写,第 9 章由河南交通职业技术学院陈纪民编写。

限于编者阅历和水平,书中难免有不足之处,希望读者批评指正。

目 录

前言

第 1 章 汽车故障诊断基础	1
1.1 汽车故障及诊断流程	2
1.1.1 汽车故障的定义和分类	2
1.1.2 汽车故障的基本原因	3
1.1.3 汽车故障诊断一般流程	4
1.2 汽车诊断参数	7
1.2.1 汽车诊断参数	7
1.2.2 诊断参数选择的方法与原则	7
1.2.3 汽车诊断参数的分类	8
1.2.4 诊断标准	9
1.2.5 诊断信息的获取	10
1.3 电控系统诊断法	11
1.3.1 概述	11
1.3.2 故障码诊断法	12
1.3.3 数据流诊断法	13
1.4 汽车诊断的系统特征与分析	17
1.4.1 汽车诊断的系统特征	17
1.4.2 系统分析在自动变速器诊断中的应用(手动档试验法)	17
1.4.3 系统分析法在发动机故障诊断中的应用(断缸试验方法)	19
1.4.4 系统分析法在电控系统故障诊断中的应用(信号隔离法)	20
思考题	22
第 2 章 汽车动力性、经济性、排放性与诊断参数	23
2.1 汽车动力性指标与影响因素	24
2.1.1 汽车的动力性指标	24
2.1.2 影响汽车的动力性指标的主要因素	25
2.2 汽车动力性诊断参数	29

2.3	汽车的燃料经济性、性能指标与影响因素	30
2.3.1	汽车燃料经济性评价指标	30
2.3.2	影响汽车燃料经济性的主要因素	31
2.4	汽车燃料经济性诊断参数	33
2.5	汽车的排放性、性能指标与影响因素	33
2.5.1	汽车的排放性	33
2.5.2	汽车的排放性指标	34
2.5.3	影响汽车排放的主要因素	35
2.6	汽车排放性诊断参数	37
	思考题	38
第3章	汽车动力性、经济性、排放性故障诊断设备	39
3.1	汽车底盘测功机	40
3.1.1	基本结构与原理	40
3.1.2	检测功能与使用维护	50
3.1.3	第五轮仪	53
3.2	发动机分析仪	55
3.2.1	基本结构与原理	55
3.2.2	检测功能	59
3.3	无负荷测功	60
3.3.1	无负荷测功的基本原理	60
3.3.2	检测功能及使用方法	61
3.4	气缸密封性检测仪	62
3.4.1	气缸压力	62
3.4.2	气缸漏气检测仪器	63
3.4.3	曲轴箱漏气检测仪器	64
3.5	进气管真空表	65
3.5.1	进气管真空度的压力表检测	65
3.5.2	进气歧管真空度波形测试	66
	思考题	67
第4章	汽车动力性、经济性、排放性故障诊断	68
4.1	发动机的动力性、经济性、排放性故障诊断	69
4.1.1	启动性故障诊断	69
4.1.2	发动机怠速故障诊断	80
4.1.3	加速性故障诊断	85
4.1.4	经济性故障诊断	88
4.1.5	排放性故障诊断	90

4.1.6 发动机异响及磨损故障诊断	91
4.2 传动系统故障诊断	97
4.2.1 离合器常见故障诊断与排除	97
4.2.2 手动变速器故障诊断	99
4.2.3 自动变速器故障诊断	101
4.2.4 驱动桥故障诊断	110
4.2.5 传动轴故障诊断	110
4.2.6 传动系异响综合诊断	111
思考题	112
第 5 章 汽车制动性能故障诊断	114
5.1 汽车制动过程	115
5.1.1 路面制动	115
5.1.2 路面附着系数	117
5.1.3 汽车制动时的受力	120
5.2 汽车制动性的评价指标	123
5.2.1 汽车制动效能	123
5.2.2 制动效能的恒定性	128
5.2.3 制动时的方向稳定性	131
5.3 汽车制动性能的检测方法	136
5.3.1 路试检测法	136
5.3.2 台试检测法	137
5.4 汽车制动性能的诊断设备	138
5.4.1 制动试验台的类型	138
5.4.2 单轴反力式滚筒制动试验台	138
5.4.3 惯性式滚筒制动试验台简介	144
5.4.4 平板式制动试验台	145
5.5 汽车制动性能的故障诊断	146
5.5.1 制动失效的故障诊断	146
5.5.2 制动无力的故障诊断	147
5.5.3 制动跑偏的故障诊断	148
5.5.4 ABS 系统的故障诊断	148
思考题	150
第 6 章 汽车操纵稳定性故障诊断	151
6.1 汽车操纵稳定性及评价方法	152
6.1.1 汽车操纵稳定性的含义	152
6.1.2 汽车操纵稳定性的评价方法	152



6.2	汽车的稳态转向特性	153
6.2.1	线性二自由度汽车模型的运动微分方程	153
6.2.2	汽车的稳态响应	154
6.2.3	稳态响应的三种类型	155
6.2.4	三个表征汽车稳态响应的参数	156
6.2.5	稳态转向特性试验	157
6.3	汽车操纵稳定性故障诊断设备	158
6.3.1	车轮动平衡检测设备	158
6.3.2	四轮定位仪	165
6.3.3	转向盘自由行程和转向阻力的检测	175
6.4	汽车操纵稳定性故障诊断	176
6.4.1	汽车前轮摆振的故障诊断	176
6.4.2	汽车转向沉重的故障诊断	179
6.4.3	汽车回正不足的故障诊断	181
	思考题	182
第7章	汽车行驶平顺性与通过性故障诊断	184
7.1	汽车行驶平顺性的故障诊断	185
7.1.1	汽车行驶平顺性的评价方法	185
7.1.2	影响汽车行驶平顺性的结构因素	186
7.1.3	汽车行驶平顺性试验和数据处理	189
7.2	汽车的通过性	192
7.2.1	汽车通过性试验的评价指标及几何参数	193
7.2.2	汽车通过性试验的主要内容	195
7.2.3	影响汽车通过性的主要因素	195
7.3	汽车电子控制悬架系统的故障诊断	197
7.3.1	电控悬架诊断基础	197
7.3.2	凌志 LS400 轿车电控悬架故障诊断	202
7.3.3	电控悬架系统常见故障诊断	207
	思考题	209
第8章	汽车安全性故障诊断	210
8.1	乘客约束系统(安全带)的故障诊断	211
8.1.1	座椅安全带控制系统工作原理	211
8.1.2	座椅安全带控制系统的故障诊断	212
8.2	乘客辅助约束系统(安全气囊)的故障诊断	218
8.2.1	汽车安全气囊的概述	218
8.2.2	汽车安全气囊的使用和故障诊断方法	220

8.3 凌志 LS400 型轿车安全气囊系统的故障诊断与检测	221
8.3.1 自诊断系统	221
8.3.2 SRS 系统主要元件的检测	223
8.3.3 SRS 系统的故障诊断与检测	224
8.4 倒车雷达的工作原理及故障诊断	228
8.4.1 倒车雷达的工作原理	228
8.4.2 倒车雷达的故障诊断实例	230
思考题	231
第9章 汽车综合性能检测	232
9.1 概述	233
9.1.1 汽车综合性能检测的目的	233
9.1.2 汽车故障诊断与检测的类型、方法及特点	234
9.1.3 汽车故障诊断与检测技术发展概况	234
9.2 汽车检测站	237
9.2.1 汽车检测站的任务	237
9.2.2 汽车检测站的类型	237
9.2.3 汽车检测站的组成和工位布置	239
9.2.4 各工位设备与检测项目	240
9.3 汽车检测工艺	243
9.3.1 检测站工艺路线	243
9.3.2 检测线工艺路线	243
9.3.3 检测工艺程序	246
思考题	251
参考文献	252

☆ 知识点

1. 汽车故障及诊断流程
2. 汽车诊断参数、选择原则、参数标准
3. 电控系统自诊断
4. 数据流诊断分析
5. 汽车诊断的系统分析

★ 要求

掌握：

1. 汽车故障诊断的基本流程
2. 汽车诊断参数选择的原则
3. 电控系统故障点的检测方法
4. 故障码的分析方法
5. 数据流诊断法
6. 系统分析在汽车诊断中的典型应用

了解：

1. 汽车故障类型
2. 汽车故障的基本原因

1.1 汽车故障及诊断流程

1.1.1 汽车故障的定义和分类

1. 汽车故障的定义

《汽车维修术语》(GB/T5624—2005)中对汽车诊断的常用术语作了如下规定:

汽车诊断:在不解体(或仅卸下个别小件)的条件下,确定汽车技术状况、查明故障部位及原因的检查。

汽车检测:确定汽车技术状况和工作能力的检查。

汽车故障:汽车部分或完全丧失工作能力的现象。

汽车技术状况:定量测得表征某一时刻汽车外观和性能参数值的总和。

在机械故障诊断中,还经常出现“监测”一词。所谓监测,是对机器技术状况进行定期的或连续的检测。

我们将汽车故障诊断学定义如下:汽车故障诊断学是研究汽车故障机理,汽车诊断理论、方法和检测诊断技术的一门学科,它包括汽车故障物理、诊断数学和检测诊断技术三方面的内容。

故障机理又称失效理论,研究机器元件、部件失效机理,即失去功能的物理、化学过程和失效模式。

检测诊断技术是诊断理论与方法的一种工程实现,包括检测仪器的研制、无损检测技术、寿命估计与预报技术和诊断系统等。

诊断数学是研究诊断信息的选择、采集、处理和判断的数学原理与方法。

汽车故障诊断技术是以计算机技术、人工智能技术为手段,以汽车故障为主要研究内容的一门综合应用学科。

2. 汽车故障的类型

汽车故障按故障性质、状态的不同可分为如下几种类型:

1) 按工作状态分,可分为间歇性故障和永久性故障。间歇性故障有时发生,有时消失。永久性故障是故障出现后,如果不经人工排除,它将一直存在。

2) 按故障程度分,有局部功能故障和整体功能故障。局部功能故障是指汽车某一部分存在故障,这一部分功能不能实现,而其他部分功能仍完好。整体功能故障虽然可能是某一部分出现了故障,但整个汽车的功能不能实现。

3) 按故障形成速度分,有急剧性故障和渐变性故障。急剧性故障是故障一经发生后,工作状况急剧恶化,不停机修理就不能正常运行。渐变性故障发展较缓慢,故障出现后,一般可以继续行驶一段时间后再修理。

与急剧性故障相类似的一种故障叫突发性故障。在故障发生的前一刻没有明显的症状,故障发生往往导致汽车功能丧失,甚至引起人身、车辆安全。

4) 按故障产生的后果分,有危险性故障和非危险性故障。突发性故障和急剧性故障属于危险性故障,常引起汽车损坏,乃至车辆、人身安全,是汽车故障诊断与预防的重点。渐变性故障属非危险性故障,故障发生后一般可以修复。

例如,对于汽车电控系统,故障是指电控系统全部或局部丧失控制功能,控制功能发生偏差的现象。汽车电控系统故障按控制系统分为发动机控制系统故障、自动变速器控制系统故障、ABS/ASR 控制系统故障、SRS 控制系统故障、悬架控制系统故障等;按故障能否重现分为偶然性故障和重复性故障;按汽车计算机自诊断有无指示分为自诊断故障和无自诊断故障;按故障现象数分为单一故障和多重故障;按汽车电控系统的组成为传感信号故障、执行器故障和计算机故障;按故障特征分为温度特征故障、工况特征(车速、转速、油门开度、里程等)故障、时间特征故障、环境(天气、季节等)特征故障、行驶与操纵特征(车身振动、转向、制动等)故障等。

故障分类的方法很多,上述故障的分类是相互交叉的。随着故障的发展,一种类型故障可以转化为另一种类型故障。

1.1.2 汽车故障的基本原因

汽车各部件产生故障主要是某些零件失效引起的。引发汽车零件失效的因素很多,可分为工作条件(包括零件的受力状况和工作环境)、设计制造(设计不合理、选材不当、制造工艺不当等)以及使用维修等三个方面。

零件的受力状态包括载荷的类型、载荷的性质以及载荷在零件中的应力状态。零件的负荷若超过其允许承受的能力时,则导致零件失效。在实际工作中,汽车零件往往不是承受一种载荷的作用,而是同时承受几种类型载荷的复合作用。如曲柄连杆机构在承受气体压力过程中,各零件还承受扭转、压缩、弯曲载荷及其复合应力的作用。

绝大多数的汽车零件是在动态应力下工作的。由于汽车的起步、停车以及速度经常变化,汽车零件承受着冲击、交变应力,从而加速零件磨损。

汽车零件工作在不同的介质和不同的工作温度,可能引起零件腐蚀磨损、磨料磨损、热应力引起热变形、热疲劳等失效。某些工作介质引起汽车零件材料脆化、高分子材料老化等。

设计不合理是汽车零件失效的主要原因之一。例如轴的台阶处过渡圆角过小,会造成应力集中。这些应力可能成为汽车零件破坏的起源。花键、键槽、油孔、销钉孔等,设

计时如果没有充分考虑到这些形状对截面削弱而造成的应力集中,将会引起零件早期疲劳损坏。材料选择不当及制造工艺过程中因操作不当而产生裂纹、高残余内应力、表面质量不良等达不到规定的机械性能都将可能成为零件失效的原因。某些紧配合零件装配精度不够,导致相配合零件之间的滑移和变形,将会产生微动磨损,加速零件的失效。

汽车在使用过程中的超载、润滑不良、滤清效果不好、违反操作规程,汽车维修和保养不当等,都会引起汽车零件的早期损坏。

1.1.3 汽车故障诊断一般流程

汽车故障诊断的一般流程为:确认故障→分析故障原因→制定诊断方案→检测故障点→确诊故障点→排除故障→确认故障排除。

1. 确认故障

确认故障就是区分是电控系统故障、非电控系统故障还是综合故障,确认故障类型和特征,获取与故障有关的信息。例如,电控系统确认故障的方法有自诊断法和诊断参数法。自诊断故障确认法的步骤:

- 1) 检测汽车计算机控制系统自诊断功能是否正常。
- 2) 记录汽车计算机内存储的故障信息。
- 3) 清除计算机内存储的故障信息。
- 4) 在故障发生时的运行状态下试车,直至出现故障。
- 5) 再次清除汽车计算机内存储的故障信息。
- 6) 对比、分析故障信息。

诊断参数故障确认法就是测量汽车计算机各控制系统与故障有关的诊断参数,与标准数据对比后确认故障。

2. 分析故障原因

故障原因的分析方法有理论分析法和故障信息分析法,根据汽车电控系统的故障码和数据流可进行故障信息分析。

3. 检测故障点

检测故障点的基本原则为:

- 1) 实时性原则——应在故障发生的工况、环境下进行数据监测。
- 2) 数据化原则——使用与所测数据类型、精度相适应的测量仪器进行有关检测,检测结果应为数值、波形等形式。

汽车电控系统故障点的检测方法如下。

(1) 电控系统传感器的检测方法

1) 检测传感器信号。首先应保证传感器有关的环境条件,如检测进气压力传感器时要保证作用于传感器的真空是正常变化的。

在传感器工作时,从电脑插接器的对应引脚处检测其信号波形或者由诊断仪读取数据流,分析是否正常。如果信号波形或数据流正常,那么传感器及有关电路均正常。

2) 检测传感器。将传感器与电控系统隔离,供给传感器所需的工作电压,模拟传感器的工作条件变化,检测其信号输出。如果输出信号正常,那么传感器就是正常的;反之,传感器损坏。

3) 检测连接线路。传感器与电脑之间的连接线一般有三种:信号线,电源正极线和负极线。

通常,传感器的工作电源由电脑供给,电源正极线和负极线均连接电脑,应注意检测导线是否导通、是否对地绝缘、是否对其他导线绝缘。电脑供给传感器的工作电源是将12V电压经内部电压转换电路输出的。若电脑供给传感器的工作电源不正常,则可能与电脑、电脑的电源电路、电脑的搭铁电路等有关。

传感器的信号线直接与电脑相连,可在电脑的端口检测信号是否正常,以判断信号线是否正常。

(2) 汽车电控系统执行器的检测方法

电控系统执行器检测的一般方法:

1) 检查执行器是否动作。利用电控系统诊断仪的执行器测试功能,驱动执行器,分析其动作。如果执行器不动作,那么故障点可能在执行器、执行器与电脑的连接线,也可能在电脑内部。如果执行器动作良好,那么执行器控制是正常的。

2) 检查执行器。检查执行器的电气参数是否正常,检查执行器的内部结构及动作是否正常。

3) 检查执行器的连接线。首先检查执行器的工作电源是否正常。

执行器的控制信号线直接与电脑相连,应注意检测导线是否导通、是否对地绝缘、是否对其他导线绝缘。可在电脑的端口检测信号是否正常,以判断电脑输出的控制信号是否正常。

(3) 汽车电脑的检测方法

汽车电脑的故障分为可修复故障和不可修复故障,又可分为软件故障和硬件故障。

一些公司的汽车电脑程序可重新输入,从而排除其软件故障。

对于汽车电脑的硬件故障,有如下几种诊断方法:

1) 电路检测法。观察电路板、电器元件有无烧损、裂纹、变形、松动、腐蚀、水浸等故障。用数字表检测印刷线的导通、元件的参数是否正常。

对于电路板上的集成电路,检测其工作是否正常比较困难。一般需首先测绘局部甚

至全部的电路图,分析其工作原理,通过在线测试工作电压和输入信号正常时,有无正确的输出信号;若无输出信号,则该集成电路已损坏。

如烧坏的元件属于电源电路,则可根据原理电路分析该件烧坏的原因,排除故障后更换同型号或性能相同的新元件,然后将电源输入引脚接 12V 电源,根据原理电路用电压表测量相关点的电压(注意稳压块输出电压)。

2) 信号检测法。给汽车电脑加上工作电压,输入正确的传感器信号,检测其有无正确的输出控制信号;若无正确的输出控制信号或输出控制信号不正确,则为电脑损坏。

3) 自诊断检测法。将某个受电脑自诊断监测的传感器或执行器进行电气隔离,若电脑不能诊断出对应的故障信息,则为电脑损坏。

须特别注意,电脑的自诊断功能正常但其他电路如输出电路、输入电路等不一定正常。

4. 确诊故障点

对于系统的某个故障,其故障点可能由一个逐步形成也可能有多个。对于已检测到的一个或多个故障点,有必要对其进行确诊,即确认这个或这几个故障点是否为故障现象的全部原因。

(1) 确诊故障点的意义

1) 确诊故障点是提高故障诊断准确率和维修效率的重要保证。

2) 确诊故障点可以提高系统故障的一次性修复率,从而增强客户的满意度和信任度。

(2) 确诊故障点的步骤

1) 使故障点的工作参数达到标准值。

2) 使系统在原故障环境及工况下工作。

3) 检测系统工作是否正常,原故障现象是否消失,有无新的故障现象。如果系统工作正常,原故障现象消失,并且没有出现新的故障现象,那么,可确认已检测到的故障点就是全部的故障原因。相反,原故障现象没有消失,或者系统工作不正常,或者出现了新的故障现象,则已检测到的故障点不是全部的故障原因,应该返回前面诊断流程,重新进行分析、检测。

(3) 确诊故障点的方法

确诊故障点的方法关键是怎样使故障点的工作参数达到标准值。

1) 代换法。用功能正常或工作参数符合标准的零件、总成等代换故障点,如用正常传感器、执行器、电脑、导线等代换相应的故障元件。

2) 模拟数据法。隔离故障零件、电路、总成、系统,用与之对应的信号输入原系统或总成,观察原系统、总成工作是否正常;若正常,则被隔离的零件、电路、总成、系统即为故