

实用汽车诊断技术与设备

郭晓汾 陈凤仁
阎广维 闻阿兴 编

西北工业大学出版社

1989年8月 西安

前 言

众所周知，随着汽车运输事业的发展，汽车的数量猛增，其结构也日趋复杂，单凭检验员耳听、眼看、手摸的直观判断难以解决问题。汽车诊断犹如医学上的诊断一样，它是根据外部“症状”判断内部“病源”的，即汽车在不解体的条件下，确定汽车技术状况，查明故障部位和原因的检查。

本书主要讲述汽车诊断的基础知识；故障分类与形成机理；汽车发动机诊断和汽车底盘诊断。书中不仅涉及到了汽车诊断的基础理论问题，还详细地介绍了汽车发动机和底盘的诊断方法，诊断设备，现行标准和故障排除方法，从而，使读者能掌握较为完整、系统的知识。这对于从事汽车运输企业与汽车检测站的工程技术人员和检验员来说，显然是十分必要的。

本书是根据作者近年来的教学、科研以及收集国内外资料的基础上编写的。主编陈凤仁、郭晓汾。编写者分工如下：陈凤仁（第一章和第四章第一、二、三、四、五、六节）、郭晓汾（第二章和第三章的第一、六、七节）、阎广维（第三章的第二、三、四、五节）、闻阿兴（第四章的第七、八节）。

由于我们的理论水平和实际经验有限，遗误不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

1989年1月

内 容 简 介

本书全面系统地介绍了汽车诊断的理论基础知识以及汽车故障的分类与形成机理,详细地论述了汽车发动机与底盘各总成的诊断项目、诊断法规、诊断设备以及试验与调整方法。是一部具有较高实用价值的工具书。

本书取材新颖,文图并茂,简明实用。可供汽车维修企业、汽车检测站、公安交通管理部门的工程技术人员和工人使用,也可作为大专院校和中等专业学校的教学参考书。

实用汽车诊断技术与设备

编 者 郭晓汾 等

责任编辑 刘彦信 杨彬智

责任校对 潘玉洁 虞润林

西北工业大学出版社出版发行

(西安市友谊西路127号)

陕西省新华书店经销

陕西省西安市第二印刷厂印装

ISBN 7-5612--0199-0/Z·19

开本787×1092毫米 1/16 14.75印张 350千字

1989年8月第1版 1990年6月第2次印刷

印数5101—10100册 定价6.05元

目 录

第一章 汽车诊断基础	1
第一节 汽车诊断概述	1
1 汽车诊断基本概念	1
2 汽车诊断技术发展简史	2
第二节 汽车诊断方法	2
1 树枝图 (F T A) 法原理	2
2 故障概率计算	3
第三节 汽车诊断参数、周期与数据处理	7
1 汽车诊断参数的特性	7
2 汽车技术状况按行驶里程平稳变化时诊断参数标准的确定	10
3 最佳诊断周期的确定	12
4 汽车技术状况不按行驶里程稳定变化时诊断参数标准的确定	13
5 汽车诊断数据的处理	15
第二章 故障的分类与形成机理	20
第一节 故障的分类	20
1 故障的分类	20
2 故障的类型	21
第二节 磨损	23
1 粘着磨损	24
2 磨料磨损	24
3 表面疲劳磨损	24
4 腐蚀磨损	25
第三节 零件的变形	26
1 外载荷	26
2 温度	26
3 内应力	27
第四节 断裂	28
1 零件断裂的分类	28
2 疲劳断裂	28
第五节 零件的蚀损	31
1 腐蚀	31
2 气蚀	31
3 浸蚀	32
第三章 汽车发动机诊断	33

第一节 发动机功率的测量	33
1 发动机测功的必要性与标准	33
2 发动机的有效功率	34
3 无负荷测功的测量原理	35
4 无负荷测功仪电路方框图	37
5 无负荷测功仪的使用方法	42
6 断火试验法的原理和测量方法	43
第二节 曲柄连杆机构和配气机构的诊断	45
1 曲柄连杆机构和配气机构诊断的必要性与标准	45
2 压力的基本概念和单位	46
3 曲柄连杆机构和配气机构的诊断	47
4 曲柄连杆机构和配气机构的检查与调整	53
第三节 汽油机供油系的诊断	57
1 汽油机供油系诊断的必要性与标准	57
2 供油系常见故障的部位与外观特征	57
3 供油系常见故障的诊断	58
4 供油系的检查与调整	60
第四节 柴油机供油系的诊断	67
1 柴油机供油系诊断的必要性与标准	67
2 柴油机喷油系统不拆卸检测技术主要机理	68
3 CFC型柴油发动机测试仪工作原理	70
4 CFC-1型柴油发动机测试仪的使用方法	71
5 供油系常见故障原因及排除方法	77
6 输油泵工作性能的试验	81
7 喷油泵精密偶件的检查与调试	82
8 喷油器的检查与调试	86
9 喷油正时的校准	87
10 供油系装车检验装置及仪表	88
第五节 汽油机点火系的诊断	93
1 汽油机点火系诊断的必要性与标准	93
2 蓄电池点火装置的功能	93
3 QFC-3型发动机测试仪工作原理	96
4 点火系故障诊断	98
5 点火装置的检查与调整	100
6 发动机示波器的使用方法	105
第六节 润滑系的诊断	106
1 润滑系诊断的必要性与标准	106
2 润滑系中的油和油压	107
3 润滑系的诊断	108
4 润滑系的故障与排除	113
第七节 冷却系的诊断	113
1 冷却系诊断的必要性与标准	113

2	冷却系的冷却液温度	114
3	冷却系的诊断	114
4	冷却系的故障与排除	118
第四章 汽车底盘诊断		118
第一节 汽车侧滑检验		118
1	侧滑检验的必要性与标准	113
2	前轮定位与车轮侧滑	119
3	侧滑量的测量原理	121
4	侧滑试验台的构造	122
5	侧滑试验台的使用方法	126
6	前轮定位故障的调整	127
7	侧滑试验台的维护与保养	129
第二节 车速表检验		130
1	车速表检验的必要性与标准	130
2	车速表误差的形成	131
3	车速表误差的测量原理	131
4	车速表试验台的构造	132
5	车速表试验台的使用方法	134
6	车速表故障的调整	136
7	车速表试验台的维护与保养	136
第三节 灯光检验		137
1	灯光检验的必要性与标准	137
2	前照灯光学基础知识	137
3	前照灯测量原理	140
4	前照灯检测仪的构造	141
5	前照灯检测仪的使用方法与前照灯故障调整	144
6	前照灯检测仪的维护与保养	151
第四节 汽车噪声检验		152
1	噪声检验的必要性与标准	152
2	声音与听觉	154
3	声音响度的测量方法	155
4	声级计的构造	155
5	声级计的使用方法	157
6	底盘声响诊断	159
7	声级计的维护与保养	162
第五节 排气中CO和HC的检验		163
1	CO和HC检验的必要性与标准	163
2	汽车排气中的有害物	164
3	CO和HC浓度的测量方法	165
4	一氧化碳测量仪和碳氢化物测量仪的构造	168
5	测量仪的使用方法	169

6	排气污染物的调整	171
7	CO、HC检测仪的维护与保养	172
第六节 排气烟度检验		173
1	排气烟度检验的必要性与标准	173
2	黑烟、白烟与蓝烟的形成	176
3	烟度的测量方法	177
4	烟度计的构造	177
5	烟度计的使用方法	179
6	冒烟故障诊断与调整	181
7	烟度计的维护与保养	182
第七节 汽车制动检验		183
1	制动检验的必要性与标准	183
2	汽车制动与制动检测的基础知识	186
3	制动试验台测量原理	18
4	测力式制动试验台构造	19
5	制动试验台使用方法	198
6	制动试验台维护与保养	201
7	制动系的故障与调整	203
第八节 车轮平衡检验		210
1	车轮平衡试验的必要性与标准	21
2	车轮不平衡测量的基础知识	210
3	车轮不平衡测量原理	214
4	车轮平衡仪的结构	216
5	车轮平衡仪的使用方法	218
6	车轮平衡仪的维护与故障排除	224
7	车轮不平衡的主要原因	225
参考文献		227

第一章 汽车诊断基础

汽车诊断主要用于揭示汽车技术状况和寻找故障的起因,为汽车合理使用、保养、维修提供科学依据。本章主要介绍汽车诊断基本概念、技术发展过程、诊断方法、诊断参数、数据处理和汽车诊断的技术手段等内容。

第一节 汽车诊断概述

有关汽车诊断的概念,名词、术语的含意,汽车诊断技术的发展简史等,是本节将要介绍的内容。

1 汽车诊断基本概念

按照现代汉语词典的解释,“诊断”一词的含意是:在检查病人的症状之后,判定病人的病症及其发展情况。由此可见,诊断一词是源于医学的,它是被借用到汽车检验技术中来的。为确定汽车的技术状况或查明故障的原因,其传统的称呼谓之“汽车检验”。“检验”一词的含意是:检查验看。为发现问题的验看,往往需要把汽车或总成进行解体,才能看到故障的所在,这无疑是一种费时费力的工作。医生在检查病人时,不能像对待汽车那样任意的拆卸、解体,主要是通过对病情症状的诊察,来进行病症、病因的判断。汽车的检验,也可以运用必要的仪器、设备,对汽车故障症状进行诊察,从而来判断故障的部位、原因,这种检验也是在汽车不解体的情况下进行的。因此,把它称之为“汽车诊断”。

汽车诊断常用技术术语在“中华人民共和国国家标准GB 5624—85汽车维修术语”中已作了明确规定,主要如下:

- 1) 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 (GB 5624—85—3.5)。
- 2) 汽车检测——确定汽车技术状况或工作能力的检查 (GB 5624—85—3.5.1)。
- 3) 诊断参数——供诊断用的,表征汽车、总成及机构技术状况的参数 (GB 5624—85—3.5.2)。
- 4) 诊断规范——对汽车诊断作业技术要求的规定 (GB 5624—85—3.5.3)。
- 5) 汽车诊断站——从事汽车诊断的企业 (GB 5624—85—4.4.5)。
- 6) 汽车检测站——从事汽车检测的企业 (GB 5624—85—4.4.6)。
- 7) 汽车故障——汽车部分或完全丧失工作能力的现象 (GB 5624—85—2.3)。
- 8) 故障率——使用到某行程的汽车,在该行程后单位行程内发生故障的概率 (GB 5624—85—2.3.7)。
- 9) 故障树——表示故障因果关系的分析图 (GB 5624—85—2.3.9)。
- 10) 汽车技术状况——定量测得的表征某一时刻汽车外观和性能的参数值的总合 (GB 5624—85—2.1)。

11) 汽车维修——汽车维修和修理的泛称 (GB 5624—85—1.1)。

2 汽车诊断技术发展简史

随着社会的发展和技术的进步,汽车诊断技术经历了三个阶段的演变过程。

早期的汽车诊断,主要是依靠有一定技术和经验的工匠,凭耳听、手摸的方法来了解汽车的技术状况,再根据已掌握的实践经验进行汽车故障的判断。这种原始的诊断方式十分简陋,完全依靠检查者的感觉(视、听、触觉等)和经验进行。虽然不需要设备的投资和昂贵的仪器费用,但需要检验者本身要具有丰富的经验和高度的技术。尽管如此,诊断中也难免发生失误,因而这是一种费时、费力、准确度不高的诊断方法。

后来,随着科学技术的进步,一些简单的测试仪表(如转速表、气压表、真空表、电压表和电流表等)被应用到汽车诊断工作。从而使汽车诊断从“耳听、手摸”的定性阶段,逐渐转变为“仪表测量”的定量阶段。

到了近代,汽车专用诊断设备的问世与电子技术的进步,为汽车诊断提供了方便。特别是晶体管的应用,使电子技术向小型化、密集化迈出了一大步,同时电子计算机的成就,也对汽车诊断技术产生重大影响。在上述技术背景条件下,汽车诊断设备由单一发展为配套,由单功能发展为多功能,由手工操纵发展为自动控制。

时至今日,汽车诊断技术的发展,已经历过如下三个阶段:

- 人工检验阶段;
- 运用简单仪器、仪表进行检测阶段;
- 利用专门设备进行综合诊断阶段。

目前已研制出来并投入使用的汽车诊断设备中,用于发动机诊断的主要有:示波器、废气分析仪、油耗计、点火正时仪、转速表、气缸压力表、真空表、气体流量计、测功仪和铁谱仪等;用于底盘诊断的主要有:制动试验台、侧滑试验台、前轮定位仪、车速表试验台、灯光检验仪、底盘测功仪、声级计和车轮动平衡机等。

在科学技术高速发展的今天,人类越来越重视自身安全的保障和自然界的生态平衡。因此,今后汽车诊断技术的发展将集中在汽车安全性能的检测与汽车排放物污染度的测定等方面。其测试设备将向多功能综合式和自动化方向发展;测试仪表将向更加精密和小型化发展,并能随车装设,在工作过程中进行显示。

第二节 汽车诊断方法

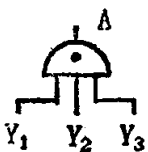
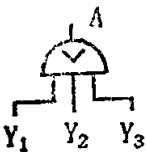
汽车诊断是识别汽车技术状况的科学。诊断的目的是为了提高汽车运行可靠性和充分发挥汽车的潜力。要做好汽车诊断,不仅需要先进的设备、完善的手段,而且还需要有科学的诊断方法。下面介绍常用的故障“树枝图”分析法。

1 树枝图(FTA)法原理

用于故障分析的树枝图英文称:“Fault Tree Analysis”,简称为“FTA”,亦可称为“故障树”。它是把故障作为一种事件,按其故障原因进行逻辑分析,绘出树枝样图形,故名为“树枝图”。

在树枝图中，为表明事件与原因之间的因果、逻辑关系，常使用一些符号表示，表1-1所示即是树枝图常用符号示例。其中矩形表示事件（或故障）事项，菱形表示暂不继续追索原因的事项；圆形表示基本故障事项，不必再进一步查找原因；屋形表示偶然发生的非故障性事项；“与”、“或”逻辑关系符号含意如表中所列。

表1-1 树枝图符号示例

	表示故障事件。
	暂时不继续分析原因的故障事项。
	分析到再也找不出原因的故障基本事项。
	偶然发生的事件，非故障性事项。
	“与”逻辑关系，即 Y_1 、 Y_2 、 Y_3 全部发生，才引起A事件发生。
	“或”逻辑关系，即 Y_1 、 Y_2 、 Y_3 之一发生，就会引起A事件发生。

绘制故障分析树枝图时，首先把分析目标（即故障事件）扼要的写在矩形框内，置于树枝图的最上端，称为“顶事件”，并用“T”字表示（如图1-1中的“汽车突然移动事件”），作为树枝图的第一级；在顶事件下面，通过分析写出引起顶事件直接原因的中间事件，用“A”表示，作为树枝图的第二级；以下继续分析，还可列出第三、第四级……，直到列出最基本原因的初始事件为止，并用“X”表示。

树枝图中，每下一级事件都是上一级事件的直接原因，而上一级事件是下一级事件引起的结果。上、下级之间有因果关系，同一级的诸事件与上一级之间有“或”、“与”关系。

树枝图分析法简便、直观，可以一目了然的看出事件的原因与形成过程，能发现潜在的问题，有利于防患未然和预报故障。

2 故障概率计算

汽车故障的发生常有随机性，属于偶然事件，如若建立树枝图，并用它来分析故障，则

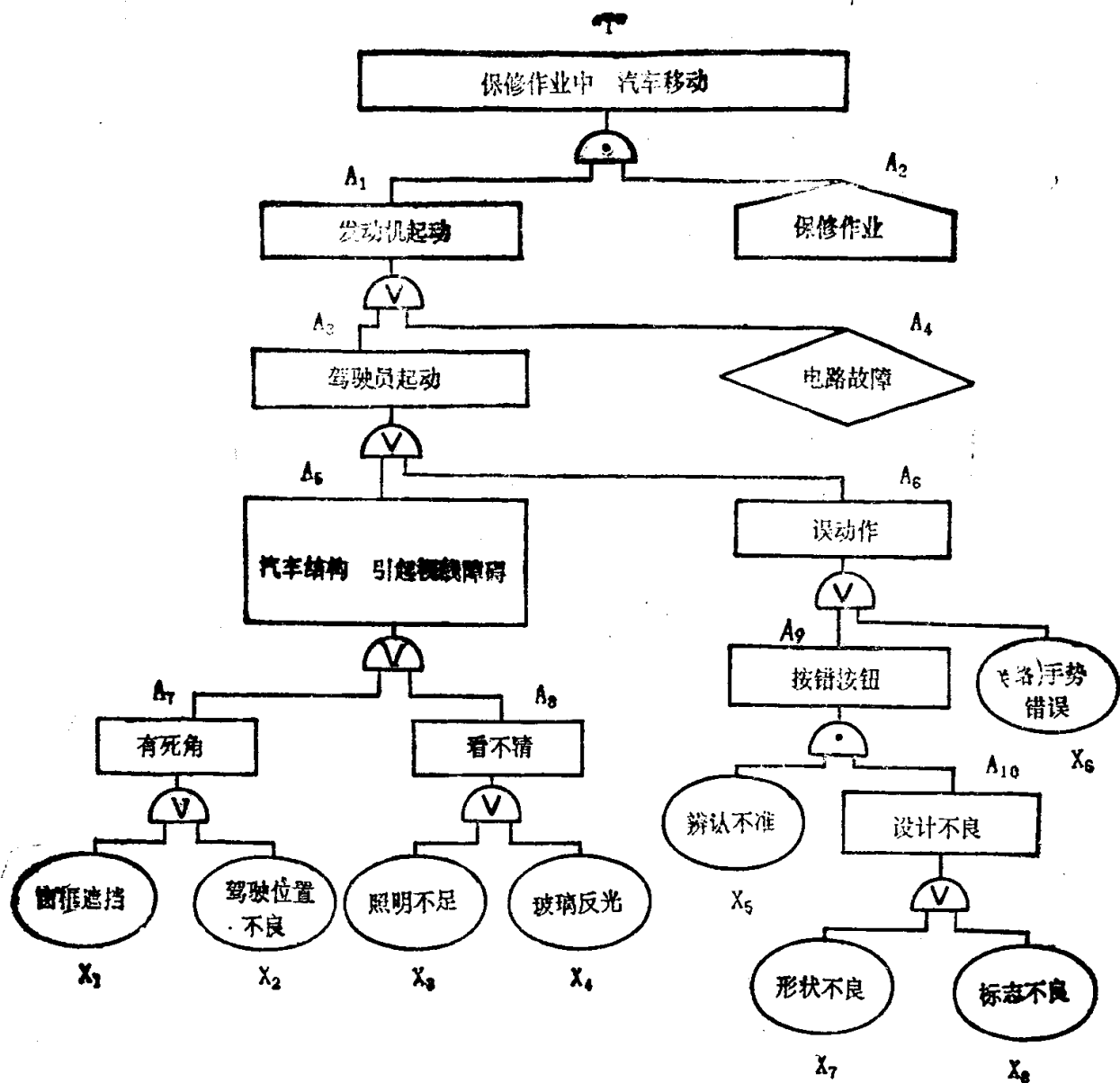


图 1-1 汽车突然移动事件分析

表1-2

树枝图中常用的逻辑运算、集运算和逻辑关系

逻辑运算	集运算	简要说明	逻辑关系与相当的逻辑电路
$A+B$ $(A \cup B)$ 阴影部分		$A+B$ 集合既包括 A 集合成员，又包括 B 集合成员。	$A+B$ 并联开关电路
$A \cdot B$ $(A \cap B)$ 阴影部分		$A \cdot B$ 集合包括 A 集合与 B 集合共有的成员。	$A \cdot B$ 串联开关电路

能帮助弄清故障发生的机理，除可进行定性分析外，还可以根据树枝图中影响故障发生因素的出现概率，定量地预测出故障发生的可能性（即故障发生的概率）。

为计算故障发生的概率，需用逻辑代数（即布尔代数）把故障中的逻辑关系列成算式进行运算。逻辑代数是研究集合的一种逻辑运算方法，所谓集合就是指具有某种属性的事物的全体，在树枝图分析中，每一个基本事件的发生都可构成一个集合。树枝图分析法的实质就是研究这些集合如何组成新集合，并分析它们之间的逻辑关系。下面用图表将树枝图定量分析中常用的逻辑代数知识简要列出（表1-2、1-3）。

表1-3 树枝图中常用逻辑运算的基本性质

名 称	公 式	说 明
加法重叠律 (逻辑和)	$A + A + \cdots A = A$	所有A集合的成员都具有A集合的属性，所以得到的仍是A成员的集合。
乘法重叠律 (逻辑积)	$A \cdot A \cdots A = A$	所有A集合的成员都具有公共的属性，所以仍是A集合。
吸 收 律	$A + A \cdot B = A$ $A (A + B) = A$	因为A·B集合包含在A集合之内，所以A集合与A·B集合的逻辑和仍为A集合，这是简化逻辑运算的重要公式。

在用树枝图进行定量分析时，如果发现同一个树枝图中，有两处（或两处以上）的同一基本事件时，则须化简后再运算，下面用图1-2进行说明。

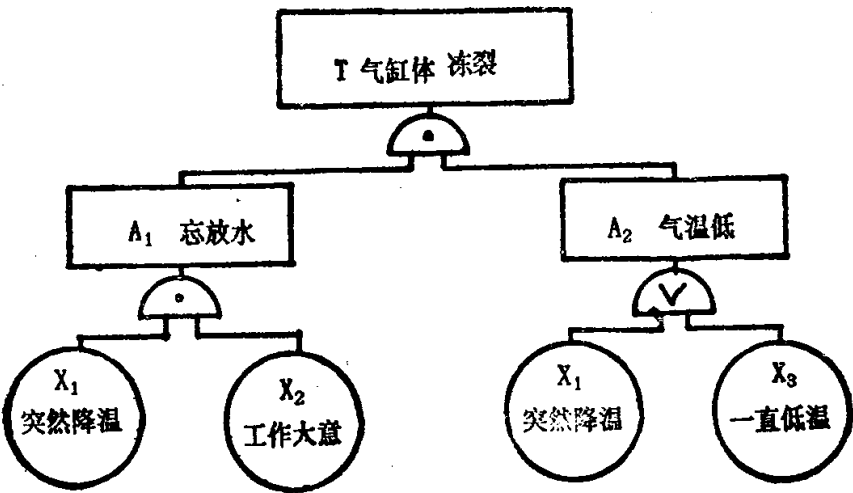


图 1-2 气缸体冻裂故障分析树枝图

根据图1-2的逻辑关系，可列出T的关系式如下。

$$T = A_1 \cdot A_2$$

$$\because A_1 = X_1 \cdot X_2; \quad A_2 = X_1 + X_3$$

$$\therefore T = X_1 \cdot X_2 \cdot (X_1 + X_3)$$

$$= X_1 \cdot X_2 \cdot X_1 + X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$$

$$\because A \cdot A = A \text{ (参看表1-3)}$$

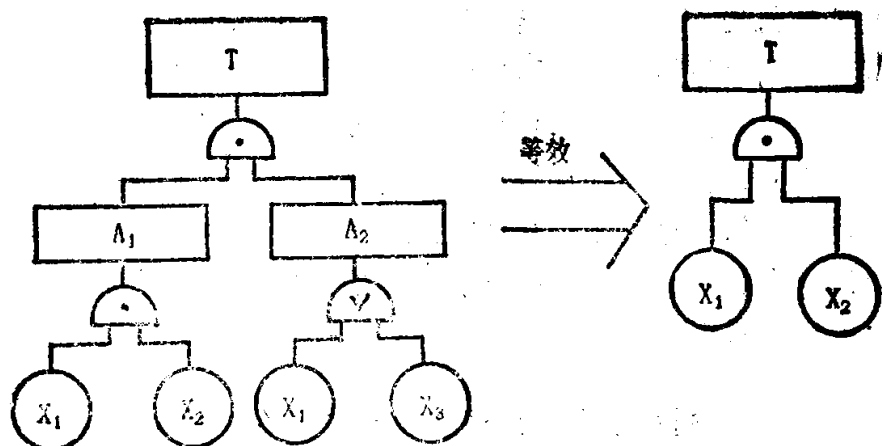


图 1-3 树枝图简化

$\therefore T = X_1 \cdot X_2 + X_1$
 $\quad \cdot X_2 \cdot X_3$
 令: $X_1 \cdot X_2 = B_1$
 $X_3 = B_2$
 则: $T = B_1 + B_1 \cdot B_2$
 又: $A + A \cdot B = A$ (参
 看表1-3)
 $\therefore T = B_1$
 原令 $X_1 \cdot X_2 = B_1$
 故 $T = X_1 \cdot X_2$

从以上逻辑关系可以看出, 图1-2中T事故发生的必要条件是 X_1 、 X_2 同时发生。从图中还可以看出, 如果 X_1 发生, 不论 X_3 是否发生, A_2 都将必然发生。因此, 图1-2可简化成图1-3。

用逻辑代数的基本运算法则, 可以把树枝图中含有两个以上同一事件的情况加以化简, 图1-4所示是 n 种化简的形式。

在用树枝图分析故障的过程中, 故障最基本原因的初始事件, 大多是独立事件 (即一个基本事件的发生与否, 和其它基本事件无关)。假如初始事件 X_1 、 X_2 、 X_3 、 $\dots$ 、 X_n 所发生的概率分别为 P_1 、 P_2 、 P_3 、 $\dots$ 、 P_n , 则顶事件 (分析目标) 发生的概率可按下法计算。

当逻辑关系为“与”联接时,

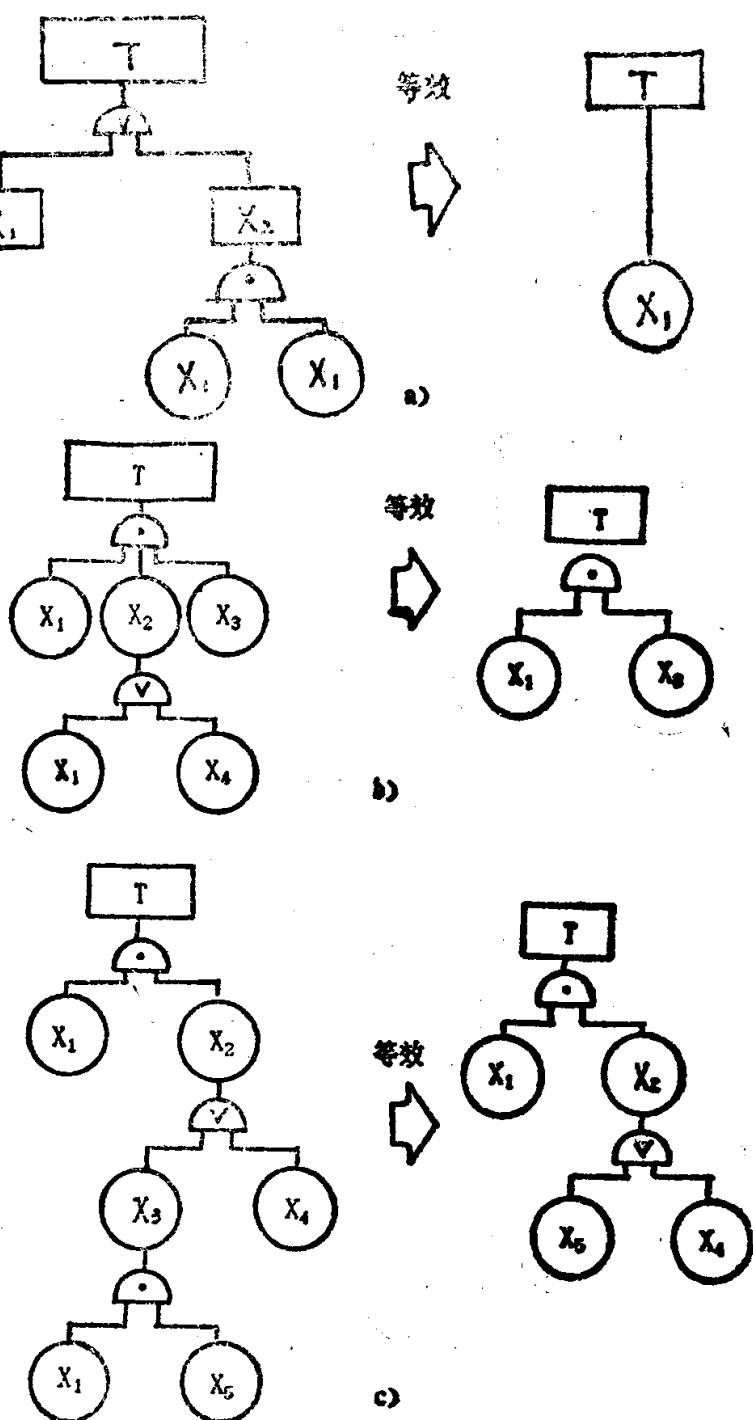


图 1-4 树枝图简化

将用 n 个独立事件逻辑积的概率公式计算,

$$P(T) = P(X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdots X_n) = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdots P_n \\ = \prod_{i=1}^n P_i$$

当逻辑关系为“或”联接时, 将用 n 个独立事件逻辑和的概率公式计算,

$$P(T) = P(X_1 + X_2 + X_3 \cdots + X_n) \\ = 1 - (1 - P_1) \cdot (1 - P_2) \cdot (1 - P_3) \cdots (1 - P_n) \\ = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i)$$

根据上式, 用树枝图中影响故障发生因素的出现概率, 即可定量算出故障发生的概率。

第三节 汽车诊断参数、周期与数据处理

汽车在使用过程中, 其技术状况将随着使用里程的延长 (或行驶时间的增加) 而逐渐变化。其总的变化趋势是: 汽车技术状况逐渐变坏, 致使动力性下降、经济性变差、可靠性降低、安全性不良和公害严重。然而, 汽车技术状况变化的速度是根据汽车结构强度、使用条件 (道路、载荷、气候、车速)、驾驶技术和汽车保修情况的不同而有所差别的。因此, 对于汽车使用者来说, 要重视汽车技术状况变化的研究, 掌握变化症状, 摸索变化规律、探究变化原因, 以便适时的实施保、修, 维护汽车技术状况完好。为达到此目的, 必须要选择合适的汽车技术状况诊断参数, 恰当的规定出诊断参数的标准和合理的确定汽车的最佳诊断周期。

1 汽车诊断参数的特性

根据“中华人民共和国国家标准 GB 5624—85《汽车维修术语》”的规定, 汽车诊断参数的定义是——“供诊断用的, 表征汽车、总成及机构技术状况的参数”。

汽车诊断参数可以是汽车的工作过程参数或伴随过程参数。所谓工作过程参数, 是汽车工作时输出的一些可供测量的物理量或化学量, 例如: 发动机的功率、汽车制动距离等。这些诊断参数所提供的信息比较广, 能显示诊断对象的功能质量。而伴随过程参数, 所能提供的诊断对象信息范围比较窄, 如发热、声响、振动等, 可供诊断复杂系统中局部的技术状况。

能够表征汽车技术状况的参数是很多的, 要从大量的可供汽车诊断使用的参数中, 选出有价值的和有适用性的诊断参数, 需考虑如下要求, 即诊断参数应具有的特性。

1) 诊断参数应具有灵敏性

所谓诊断参数的灵敏性, 是指诊断参数能显示出汽车技术状况的微小变化。也就是说汽车诊断参数相对于技术状况的变化率, 可称为诊断参数的灵敏度 K_s , 它可用下式表示 (参看图 1-5)。

$$K_s = \frac{dy}{dx}$$

式中: K_s ——诊断参数的灵敏度;
 ds ——诊断参数 S 相对于 dx 的增量;
 dx ——汽车技术状况参数的微小增量。

图中: S_1 ——诊断参数稳定性的变化趋势;
 S_2 ——诊断参数灵敏性的变化趋势;
 S_3 ——诊断参数非单值性的变化趋势;
 $\bar{S}$ ——诊断参数稳定性 S_1 的数学期望;
 $\Delta S/\Delta X$ ——诊断参数灵敏性 S_2 的变化率;
 X_s ——汽车开始工作时的技术状况参数 (如结构参数: 间隙);
 X_L ——汽车工作到使用极限时的技术状况参数 S_0 (如结构参数: 间隙);
 A ——诊断参数非单值性 S_3 在 $X_s \sim X_L$ 范围内的极值;
 $X_s \sim X_L$ ——汽车诊断参数的变化范围。

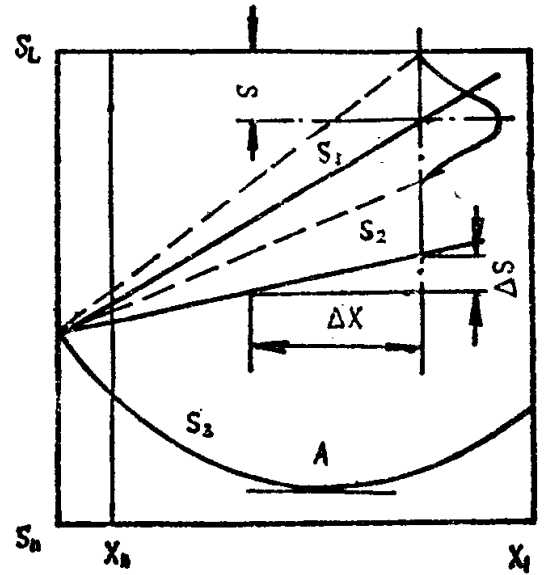


图 1-5 诊断参数的评价

选用灵敏度高的诊断参数来诊断汽车的技术状况时, 可以提高诊断的可靠性。例如: 气缸磨损后, 作为结构参数的气缸间隙增加了, 从而可导致发动机的诊断参数发生变化, 即功率下降或气缸漏气率增加。虽然功率和漏气率都可以作为发动机的诊断参数, 但是漏气率的变化要比功率变化明显。因此, 为了诊断气缸磨损量, 选用气缸漏气率作为诊断参数是灵敏的, 可获得较高的诊断可靠性。

2) 诊断参数应具有单值性

在汽车技术状况参数 (如结构参数: 间隙) 从开始 X_s 变到终了 X_L 的范围内, 诊断参数的变化应与技术状况参数的变化有一一对应关系, 但诊断参数不应有极值, 即 $ds/dx \neq 0$ 。在上述范围内, 诊断参数不应由上升变为下降, 或由下降变为上升。否则对应于同一水平的诊断参数值, 会出现两种技术状况 (参看图 1-5、 S_3), 使得汽车的技术状况无法判断。

3) 诊断参数应具有稳定性

诊断参数具有稳定性才能在诊断中多次测量的结果保持一致性, 即通常所说的重复性好。诊断参数的稳定性越好, 其测量值的离散性 (即方差) 越小, 因此诊断参数稳定性的良否可用均方差来衡量, 即:

$$\sigma_s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [S(x) - \bar{S}(x)]^2}{n-1}}$$

式中: $\sigma_s(x)$ ——在汽车技术状况为 X 状态下诊断参数测量值的均方差;
 $S(x)$ ——在汽车技术状况为 X 状态下诊断参数的测量值;
 $\bar{S}(x)$ ——上述测量值的平均值;
 n ——测量次数。

4) 诊断参数应具有信息性

• • •

在汽车诊断中，诊断结论是依据测量结果得出的。因此，诊断结论的可靠性，将取决于诊断参数的信息性。如图 1-6 所示，若显示无故障诊断参数的分布函数为 $f_1(S)$ ；而显示有故障诊断参数的分布函数为 $f_2(S)$ 。则 $f_1(S)$ 与 $f_2(S)$ 分布曲线重叠区域越小，诊断结论的差错可能性越小，也就是说诊断参数的信息性越强。从图 1-6 中诊断参数信息性比较来看，a 所示的诊断参数 S 信息性最好，c 所示的诊断参数 S'' 信息性最差，b 所示的诊断参数 S' 信息性较小。

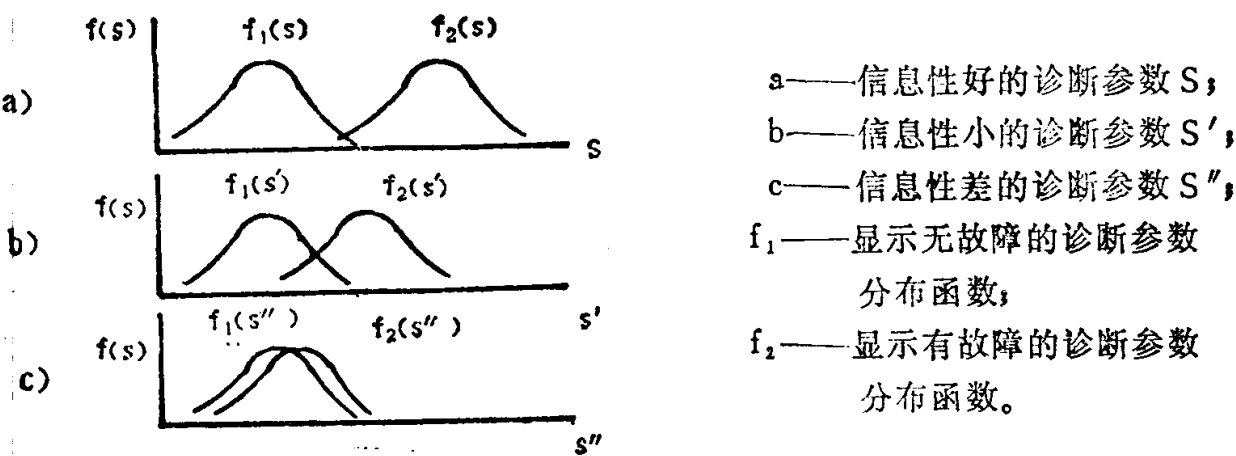


图 1-6 诊断参数信息性比较

以上只是对诊断参数信息性的定性描述，如果要对诊断参数信息性进行定量衡量，则必须根据具体情况算出曲线分布重合区域的大小，从而得出诊断失误概率。

显示无故障诊断参数 S_1 的平均值与显示有故障诊断参数 S_2 的平均值之差越大，以及这两种诊断参数的离散性越小，则诊断失误的概率也就越小（即诊断参数信息性越好）。因此，诊断参数信息性的大小可用下式表示：

$$I(S) \approx \left| \frac{S_1 - S_2}{\sigma_1 - \sigma_2} \right|$$

式中： $I(S)$ ——诊断参数 S 的信息性；

S_1 ——显示无故障诊断参数；

S_2 ——显示有故障诊断参数；

σ_1 —— S_1 的均方差；

σ_2 —— S_2 的均方差。

诊断参数的信息性越好，即 $I(S)$ 值越大，诊断结果越可靠。

5) 诊断参数应具有使用方便性

在汽车诊断中，要经常使用诊断参数对汽车技术状况进行测量。如果测量费时、费力或难于实现测量，则再好的参数，人们也会弃之不用的。

6) 诊断参数应具有经济性

为实现某种诊断参数的测量，如果每次费用很高，则汽车诊断的费用势必增加，汽车诊断的目的之一，就是要通过诊断来查明汽车技术状况，据情采取保修措施，以便提高使用经济性。如若诊断费用很高，则这种诊断参数也是不可取的。

还应说明的是，所有汽车诊断参数都是就一定测量范围而言的，否则测量将失去意义，汽车技术状况也无从估计。例如：在测量发动机功率时应规定出节气门的开度或发动机的转

速，在测量汽车制动距离时应规定出初速度和载荷等条件。因为汽车的状态参数是诊断参数的多变函数，为了确定状态参数与具体诊断参数之间的函数关系，其它变量必须固定不变。

2 汽车技术状况按行驶里程平稳变化时诊断参数标准的确定

诊断的目的是为了对汽车技术状况进行评价，而诊断的结论是依靠诊断参数的测量结果。因此，为使诊断的结果能有一个定量的结论，必须建立汽车诊断参数的标准。

汽车诊断参数的标准可以分为如下三类：

第一类，国家标准，是由国家机关颁发的技术文件所确定的标准，如“中华人民共和国机动车安全运行技术条件”、“机动车允许噪声”等。这些标准主要用于汽车行驶安全性的检验。如制动标准用于检验汽车自身的安全性；排气污染和噪声标准是检验汽车对社会公众生活安全的影响。一般来说，这类标准可反映汽车或机构系统的工作能力，如制动距离可反映制动系统的工作情况；排气中CO、HC的含量可综合反映供给系及燃烧的工作情况，使用这些参数进行诊断时，只能从严、不可放宽，以保证国家标准的严肃性。

第二类，是汽车制造厂的推荐标准（推荐值）。这类标准主要是一些结构参数的标准，如气门间隙、断电器触点间隙、转向轴车轮定位角度等。这些结构参数标准一般在设计阶段确定，并在样品的台架试验中进行修订，然后在技术文件中规定下来。这些标准和汽车的可靠性、寿命与经济性的优化指标有关。

第三类，是介于上述两类标准之间的中间标准。因为汽车某些零部件的技术状况，虽然对汽车行驶安全性没有什么重大影响，但对使用经济性有密切关系，如发动机功率下降、燃料超耗、零件寿命缩短和保修次数增加等，为此要制订一些控制这方面使用情况的标准，这类标准在汽车诊断中广为使用。这类标准的特点是，对于不同的使用条件不能使用统一的标准，如市区与公路、平原与山区，汽车工作条件不同，其油耗标准就不能统一规定。

汽车各项诊断参数的标准都应包括有：诊断参数的初始标准 S_0 、诊断参数的极限标准 S_L 和诊断参数的许用标准 S_C 。

诊断参数的初始标准 S_0 ，相当于无故障新车时的诊断参数的大小。对于汽车某些机构或系统（如点火系、供给系等）来说， S_0 是按最大经济性原则来确定的。这一标准可在汽车工作过程中一直使用，例如对某种型号的汽车，其点火系的最佳点火提前安装角一直应保持在 $3^\circ \sim 8^\circ$ 的范围内，因为这一标准能确保汽车获得最大的动力性和最佳的经济性。

诊断参数的极限标准 S_L ，是指汽车技术状况低于这一标准后，其技术经济性将变坏，或不能继续使用。在汽车使用过程中，通过逐次诊断，把诊断结果与诊断参数极限标准进行比较，从而可以预测汽车的使用寿命。

诊断参数的许用标准 S_C ，是汽车保养工作定期诊断的主要标准。许用标准也即磨损极限标准，当诊断结果超过了许用标准时，则汽车就需要进行保养或修理了。汽车在使用过程中，如果发现诊断参数偏离了许用标准，即使汽车还有工作能力，但也不能再等到原来的保修间隔里程时才进行保修，要适当提前安排汽车保修工作，否则汽车的经济性将下降，故障率会随之升高。

图1-7所示是汽车工作过程中，诊断参数的实际值变化情况。诊断参数的许用标准值 S_C 比磨损极限标准 S_L 减少 ΔS ，以便保证在保养间隔里程内汽车能继续工作。

参看图1-7可以确定出诊断参数的最佳许用标准值 S_C 。由于诊断参数的初始标准 S_0 是由技