

当代汽车修理技师丛书



汽车发动机计算机

控制系统原理与诊断维修

(美) M. 施纳贝尔 著



- ① 当代汽车维修人员的教科书
- ② 全面反映汽车新结构、新技术
- ③ 编排新颖、理论与操作并重
- ④ 循序渐进，易于掌握



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



本书共分 22 章, 给出了与发动机计算机控制系统有关的基础理论和车载诊断 (OBD) 的历史; 介绍了汽车诊断仪和数字式存储示波器的类型和功能、计算机与输入传感器的结构原理与诊断修理、点火系统及有关输入传感器和输出执行器的结构原理与诊断修理、燃油喷射系统及有关输入传感器和输出传感器的结构原理与诊断修理、排放控制系统的结构原理与诊断修理、车载诊断连续监控器和非连续监控器的监控策略, 以及发动机控制系统的诊断修理、发动机废气分析仪及分析原理和方法; 附录部分给出了常用的 SAE 标准术语及缩写、主要汽车公司的故障码及其含义。

本书图文并茂, 通俗易懂, 所介绍的内容均为当前汽车维修业的热点。本书可作为汽车维修技术人员、高级汽车维修技师的培训教材和自学用书, 也可作为大专院校的汽车专业学生用书。

Thomson Delmar Learning

Advanced Engine Performance

ISBN: 1-4018-7787-7

COPYRIGHT 2006 Thomson Delmar Learning, a part of Thomson Corporation

First Published by Delmar, a division of Thomson Learning.

All Rights Reserved.

本书原版由汤姆森学习出版集团 Delmar 分部出版。版权所有, 侵权必究。

Authorized Simplified Chinese Edition by Thomson Learning and CMP. No part of this book may be reproduced in any form without the express written permission of Thomson Learning and CMP.

本书中文简体版由汤姆森学习出版集团授权机械工业出版社独家出版发行未经汤姆森学习出版集团和机械工业出版社的预先书面许可, 不得以任何方式复制本书的任何部分。

ISBN 978-7-111-20849-5

北京市版权局著作权合同登记号: 01-2006-3126

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车发动机计算机控制系统原理与诊断维修 / (美) 施纳贝尔 (Schnubel, M.) 著; 宋进桂等译. —北京: 机械工业出版社, 2007.2

(当代汽车修理技师丛书)

书名原文: Advanced Engine Performance

ISBN 978-7-111-20849-5

I. 汽... II. ①施...②宋... III. ①汽车—发动机—电子系统: 控制系统—理论②汽车—发动机—电子系统: 控制系统—车辆修理 IV. U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 015634 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: 徐 巍 责任编辑: 徐 巍 刘 焯 版式设计: 冉晓华

责任校对: 李秋荣 封面设计: 陈 沛 责任印制: 杨 曦

北京机工印刷厂印刷

2007 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

210mm × 297mm · 31.5 印张 · 1320 千字

0 001—4 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-20849-5

定价: 68.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379771

封面无防伪标均为盗版

前言

感谢那些讲授汽车技术的人员一直以来对 Today's Technician series (当代汽车修理技师丛书) 的支持。作为汤姆森学习公司的一个分部, 德尔玛分部一向以每三年便会推出一套全新的版本为承诺。我们根据读者们的意见推出了这一新修订版。通过每三年对丛书修订一次, 我们便可以跟上汽车工业的变化和技师资格认证程序的变化, 并满足那些讲授汽车技术的人员需求的不断变化。

由德尔玛分部出版的当代汽车修理技师丛书是涵盖轿车和轻型货车所有机械和电子系统的教材。主要章节内容与 ASE 认证的八个主要知识领域相对应。另外, 还包括维修技能、所有认证领域的通用理论和能够反映最新技术趋势的先进技术或专项技术内容等章节。

每一主题都分为两本书: 课堂手册和车间手册。将内容分为两部分主要是使那些以汽车技师为职业的人有一个成功的开始, 而又不会中断那些以认知和性能学习为目标的学习过程。

课堂手册中包括每个系统和子系统的基本工作原理。书中也讨论了不同厂家在汽车设计上的不同。课堂手册主要是介绍基本结构和理论, 主要目的是使读者理解每个系统和子系统是如何工作的。理解系统的工作原理, 对于诊断汽车上复杂的系统故障是很重要的。

通过课堂手册理解了系统的工作原理后, 才能胜任车间手册中所涉及到的各个技能领域。车间手册中介绍了 ASE 认可的所有高等级的技能。车间手册还包括诊断和修理的具体步骤和指南。并用一个个图示来说明很多通用的维修程序。其他的一些常用维修步骤也以表格和图片形式进行说明, 以便让读者很容易学会维修的详细步骤。车间手册中还包括采用这种维修步骤的原因, 以及何时应采用特殊的维修步骤。

本书的两个手册应一起使用, 因为各章的安排是前后相互对应的。不仅本书中上的章节是有联系的, 各章节的内容也是相互有联系的。本书中的图例都很清楚, 并且是经过精挑细选的。很多图例是专门为这套丛书所画的或所拍的照片, 也就是说艺术是每本手册中很重要的一部分。

页面信息的布局本着尽量不要打断读者阅读时的

信息流原则。书的主要内容包括所有必需的信息和图例。正文中穿插的注释反映了本套丛书的很多特点, 如, 新术语的定义、通用的行话、工具列表和参考之处等都位于穿插的注释处, 在书的正文内容之外, 这样便不会打断读者的思路。

课堂手册这次修订的亮点

本书是一次全面的升级, 本次修订包含了该领域最新的一些技术。为了加强汽车各系统之间的逻辑关系, 书中的章节进行了重组。每一章的内容都是后续章节的基础, 这样使得书中的内容具有连贯性, 而且很容易理解, 同时也提供了一种易于模块化的格式。书中以不同厂家的车型作为例子来比较一些现代技术的相似和不同之处。这一版本中包含当前流行的及全新的系统和诊断策略介绍。包括: 故障诊断的系统方法、现代数字示波器的应用和故障诊断仪的相关内容。对于节气门执行机构控制系统、与最新的排放检测要求相适应的新式磁阻传感器和 OBDII 诊断标准等技术的讲述进行了更新。另外, 对于燃料电池技术和混合动力汽车进行了更多的讨论。还有一个新的特点, 就是课堂手册中增加了“作者提示”。这些注释包括复杂主题的简单解释、故事或例子。这为复杂主题提供了不同的思考方式, 有助于提高学生的理解能力。最后, 书中的图表进行了全面更新, 以提高读者的理解能力并增加视觉兴趣。

车间手册这次修订的亮点

本书是一次全面的升级, 本次修订包含了该领域最新的一些技术。像课堂手册一样, 对章节进行了重组和修订以方便学习, 并向读者提供了关于安全、工具和设备操作、正确的检测和诊断步骤等的基本要求。增强了实操练习, 以加强课堂手册中所学的概念, 而且重构了工作单, 工作单是提供给学生的一个表单, 告诉学生各章所应完成的任务。最后, 还对书中的图表进行了全面更新, 以提高读者的理解能力并增加视觉兴趣。

课堂手册简介

为了强调安全工作习惯的重要性，课堂手册中有一章用来叙述安全问题。这一章中包括常用的安全规范、安全设备以及危险材料和废弃物的安全处理方法。这本书包括了 MSDS（材料安全信息单）和 SOHA（职业安全与健康法）法规的内容。这本书的其他特点还有：

1. 学习目标

这些目标确定了各章的主要内容和学生学完本章后应该学会的知识。

为了使学生更容易学习和理解，每个主题又被分成几个小的主题。

2. 应学会的专业术语的定义

新的术语会放在注释处，并给出定义。

3. 职业行话

这些注释给出了一些部件的常用术语，可以使读者能够会说和理解职业行话，特别是与有经验的技师交谈时使用这些术语。

4. 作者提示

这些注释包括复杂主题的简单解释、故事或例

子。这有助于学生理解一些较复杂的概念。

5. 参阅车间手册

必要时，会给出车间手册中相应的参考页码。车间手册中一些章节所涉及的内容可能是课堂手册中所讨论问题的基础。

6. 历史知识

这一部分使学生能够感受到汽车的发展。这部分内容不仅包含学生乐于知道的信息，而且可以激发学生对相关内容的兴趣。

7. 小结

每章的最后都有一个小结，对本章要点进行总结。这可以帮助读者复习本章的内容。

8. 应学会的专业术语

在小结的旁边是本章出现的新专业术语列表。

9. 复习题

在每章的最后有问答题、填空题和选择题。这些题目可以准确评价学生是否达到了本章开头所设定的学习目标。

车间手册简介

1. 实践操作目标

这些目标确定了各章的内容，也明确了学生学完本章后必须学到的知识。这些目标也与 ASE 资格证书中所提出的必备技能相对应。每项 ASE 技能在该章内列出。

虽然本书不是仅仅针对准备参加资格证书考试的人编写的，但其中的内容是围绕 ASE 技能要求的。这些技能有的用于一般的维修工序，有的是针对特定车型的专门维修工序。

2. 工具清单

在各章开始均列出完成本章学习目标所需的基本工具清单，特殊工具则列于要完成的某一项操作工序相近的书页内。

3. 注意和警告

全书给出许多注意事项，以提高读者对潜在有害物质或不安全因素的警惕。也是警告读者如果不遵守操作规程，或使用不符合要求的零件或工具时会产生什么后果。

4. 照片序列

许多工序用清晰的照片序列来说明。在学生进行每一特定的修理工作时，这些详细的照片可以向他们提供操作步骤，也能使学生熟悉学校没有的设备。

5. 维修技巧

当需要一些技巧或特殊的程序时，书中会有提示。这些技巧通常是那些有经验的技师所常用的。

6. 职业行话

这些注释给出了一些部件的常用术语，可以使读

者能够会说和理解职业行话，特别是与有经验的技师交谈时使用这些术语。

7. 参阅课堂手册

必要时，会给出参考课堂手册中相应的页数。尽管两本书的章节是一致的，课堂手册中相应章节所涉及的内容可能是车间手册中所讨论问题的基础。

8. 客户关注

这部分强调了一些技师为了加强与客户的关系而应当做到或说到的小事情。

9. 工作单

位于每章的最后。工作单是提供给学生的一个表单，告诉学生各章所应完成的任务。工作单中参考了 ASE 任务中的程序。

10. 案例分析

案例分析注重培养学生正确诊断系统的能力。从车间手册的第3章开始，每章的最后都有一个案例分析，案例给出了技师排除一个汽车故障的逻辑步骤。

11. 应学会的专业术语

在案例分析后面是新专业术语的列表。

12. ASE 型的复习题

每章都有 ASE 题型的复习题，这些题反映了各章开头处所列的基于性能的学习目标。这些复习题既可以用来复习本章内容，也可以用来准备 ASE 的认证考试。

13. ASE 实践测试

附录中有一份 50 道题的 ASE 实训考试题，用来考查学生对车间手册中的内容掌握的程度。

译者的话

由于愈来愈严格的汽车排气法规的实施,汽车发动机上采用了复杂的计算机控制系统。维修复杂的计算机控制系统是当前汽车维修业的难点,因此技术人员、高级维修工以及汽车专业的院校师生对此需要有更多的了解。《汽车发动机计算机控制系统原理与诊断维修》一书全面地介绍了汽车发动机的计算机控制系统的结构原理和诊断与修理方法,介绍了汽车发动机电子控制的最新技术。

本书是由美国汤姆森学习公司德尔玛分部 2006 年出版的英文版“Today's Technician-Series”丛书中的《Advanced Engine Performance》翻译而成。本书分两篇、22 章,介绍了与发动机计算机控制系统有关的基础理论和车载诊断(OBD)的历史,介绍了汽车诊断仪、数字式存储示波器和废气分析仪的类型和功能、维修操作工具设备及安全注意事项、计算机与输入传感器的结构原理与诊断修理、点火系统及有关输入传感器和输出执行器的结构原理与诊断修理、燃油喷射系统及有关输入传感器和输出传感器的结构原理与诊断维修、排放控制系统的结构原理与诊断修理、车载诊断连续监控器和非连续监控器的监控策略及其系统的诊断修理、发动机废气分析仪器及分析原理和方法,附录部分给出了常用的 SAE 标准术语及缩写、主要汽车公司的故障码及其含义等。

本书图文并茂,通俗易懂,所介绍的内容均为当前汽车维修业的热点。本书可作为汽车维修技术人员、高级汽车维修技师的培训教材和自学用书,也可作为大专院校高级汽车维修的学习用书。

本书主要翻译人员有:宋进桂、于京诺、杨占鹏、李栋、王亮申、牟春燕、陈燕、梁桂航、顾九春、李永和、王忠英、李春国、郭萍等。

另外,参加部分翻译的有:张涛、张鹏翔、刘志红、吕青青、陈海兰、陈娜、李兆建、史广才、赵宗红、董玉琴、万德凯、张占朋、李希宁、王家进、马会会、夏晓敬、周建勋等。

限于译者水平,书中难免存在错误之处,敬请广大读者批评指正。

译者
2006 年 11 月

编辑出版说明

汽车正日益广泛地深入到社会生活和人们日常生活的各个方面,汽车修理已成为引人注目的迅速发展的行业。

当今时代,机械技术与电子技术的结合使得汽车技术发生了一系列深刻的变化。电子控制自动变速技术、电子控制汽油喷射技术、防抱死制动技术等新技术的普遍应用,使今日汽车的内部结构日趋精巧复杂。这就对汽车维修人员提出了更高的要求,他们不但要掌握一般的修理技术,更要掌握当代汽车尤其是轿车的基本结构、工作原理以及先进的故障诊断技术。美国汤姆森学习公司德尔玛分部出版的 Today's Technician series (当代汽车修理技师丛书)是一套比较好的汽车维修人员自学与培训教材。它全面介绍了各类轿车及轻型载货汽车的结构,包括机械系统和电气电子系统,并配合图片和清晰的立体图详细讲解了汽车各部分的检测和修理步骤以及修复技术。在国内众多的汽车维修图书中,这套丛书无论从内容到形式都是很有特色的。因此,我社曾于 1998 年引进了这套丛书的第 2 版,把它介绍给国内读者。引进后,受到读者欢迎。

由于汽车技术的不断更新,汤姆森学习公司德尔玛分部于 2004 年又推出了更新版。我社决定及时引进新版,以便读者跟上汽车修理技术的最新进展。这本《汽车发动机计算机控制系统原理与诊断维修》是根据《ADVANCED ENGINE PERFORMANCE》译出。

我社已出版的 Today's Technician series (当代汽车修理技师丛书)共 8 种,即《汽车发动机计算机控

制系统原理与诊断维修》、《汽车发动机构造与诊断维修》、《汽车手动变速器与驱动桥》、《汽车自动变速器与驱动桥》、《汽车电气与电子系统》、《汽车制动系统》、《汽车空调原理与维修》和《汽车燃油与排放控制系统结构、诊断与维修》。

为了适应我国读者的阅读习惯,结合我国的具体情况,在翻译出版过程中,对原书做了适当的处理,主要是:

(1) 原书均按课堂手册和车间手册两本书出版。为方便读者使用,分别处理为上篇——理论篇、下篇——实践篇而合为一本书。

(2) 原书中有关专业术语定义、所用工具清单、有关参考信息等页旁注释,选择其中实用价值大的纳入到相应的正文中。

(3) 原书中的 ASE 维修技能诊断表中所列的课堂手册和车间手册参考页码以及页旁注释中的参考页码,本书均改为上篇和下篇中相应的章节号。

(4) 原书书末的词汇表因实用价值不大,均未采用。

最后需要说明的一点是译名的定名问题。由于汽车技术的快速发展,产生了大量新的技术词汇和新的零部件,而国内汽车行业对此还没有统一的标准定名,这就给翻译造成很大的困难。对这类名词术语,专家译者尽量根据行业习惯和自身的理解给出译名。其中难免有不甚贴切甚至不妥当之处,欢迎读者批评指正。

目 录

前言

课堂手册简介

车间手册简介

译者的话

编辑出版说明

上篇 理 论 篇

第1章 排放与发动机控制系统概述 1	名词术语	38
1.1 概述	复习题	39
1.2 内燃机排放物的形成及其附带产物	第4章 车载诊断仪和数字式存储示波器	41
1.3 本章小结	4.1 概述	41
名词术语	4.2 车载诊断仪	41
复习题	4.3 诊断仪的功能	43
第2章 基础理论	4.4 数字式存储示波器	44
2.1 概述	4.5 电压信号的类型	47
2.2 电学基础	4.6 方便的数字式存储示波器	48
2.3 电子学概要	4.7 OBDII和诊断仪数据	49
2.4 牛顿运动定律	4.8 OBDII术语	50
2.5 功与力	4.9 监控器	52
2.6 能量	4.10 燃油系统监控器	53
2.7 能量转换	4.11 本章小结	56
2.8 液体和气体的特性	名词术语	56
2.9 压力和可压缩性	复习题	57
2.10 液体流动	第5章 计算机与输入传感器	59
2.11 大气压力	5.1 概述	59
2.12 真空度	5.2 电压信号	59
2.13 文丘里管原理	5.3 输入处理	61
2.14 本章小结	5.4 微处理器	62
名词术语	5.5 计算机存储器的类型	63
复习题	5.6 自适应策略	65
第3章 车载诊断系统的历史	5.7 汽车计算机的编程	65
3.1 概述	5.8 合理性测试	67
3.2 第一代车载诊断系统	5.9 诊断执行/任务管理器	67
3.3 第一代车载诊断系统的不足	5.10 数据总线网络	68
3.4 第二代车载诊断系统	5.11 控制器区域网络	68
3.5 第二代车载诊断系统工作原理	5.12 速度密度方式	70
3.6 本章小结	5.13 信息处理	70

5.14 输入传感器	72	7.4 燃油泵电路	111
5.15 故障码和排放故障的诊断基本步骤	79	7.5 节气门体燃油喷射系统	115
5.16 本章小结	79	7.6 典型的双节气门体燃油喷射系统	118
名词术语	80	7.7 典型的单节气门体燃油喷射系统	119
复习题	80	7.8 进气道燃油喷射系统的术语	123
第6章 点火系统及有关输入传感器和输出执行器的诊断	82	7.9 进气道燃油喷射系统的结构	123
6.1 概述	82	7.10 中央多点燃油喷射系统	128
6.2 霍尔效应开关	84	7.11 中央多点燃油喷射系统的进气系统	130
6.3 电子点火系统的组成部件	84	7.12 电子控制连续喷射系统	130
6.4 电子点火系统的工作原理	86	7.13 典型的顺序燃油喷射系统	131
6.5 低数据传输率 EI 系统的主要部件	86	7.14 典型的多点燃油喷射系统	133
6.6 低数据传输率 EI 系统的工作原理	87	7.15 恒定控制继电器模块	135
6.7 高数据传输率 EI 系统的主要部件	89	7.16 典型的亚洲车系顺序燃油喷射系统	136
6.8 高数据传输率 EI 系统的工作原理	90	7.17 燃油控制系统监控器	139
6.9 凸轮轴位置传感器装在分电器孔中的 EI 系统	91	7.18 本章小结	139
6.10 凸轮轴位置传感器在正时齿轮罩内的 EI 系统	92	名词术语	140
6.11 凸轮轴位置传感器位于正时齿轮罩内或分电器孔内的 EI 系统的工作原理	93	复习题	140
6.12 采用双式曲轴位置传感器的 EI 系统	93	第8章 排放控制系统	142
6.13 采用双式曲轴位置传感器的 EI 系统的工作原理	93	8.1 概述	142
6.14 快速起动 EI 系统	94	8.2 汽车污染物和催化转化器	142
6.15 装有 A 和 B 两个曲轴位置传感器的快速起动 EI 系统	95	8.3 三元催化转化器	143
6.16 装有曲轴磁阻轮的 EI 系统	98	8.4 曲轴箱强制通风系统	145
6.17 点火线圈直接与火花塞相连的 EI 系统	99	8.5 废气再循环系统	147
6.18 独立点火系统	100	8.6 EGR 阀控制系统	151
6.19 点火电路	102	8.7 废气再循环系统监控器	152
6.20 电磁式传感器线圈	103	8.8 二次空气喷射系统	152
6.21 分电器式点火系统的工作原理	104	8.9 脉冲式二次空气喷射系统的结构和工作原理	153
6.22 用计算机控制点火提前角的分电器式点火系统	105	8.10 二次空气喷射系统结构与原理	154
6.23 本章小结	107	8.11 蒸发排放控制系统	155
名词术语	108	8.12 采用电子燃油喷射的点火正时控制系统——爆燃传感器及爆燃传感器模块	160
复习题	108	8.13 新配方汽油	161
第7章 燃油喷射系统及有关输入传感器/输出传感器	110	8.14 本章小结	161
7.1 概述	110	名词术语	161
7.2 输入传感器	110	复习题	161
7.3 速度密度系统	110	第9章 车载诊断连续监控器的监控策略	163
		9.1 概述	163
		9.2 缺火探测监控器	163
		9.3 缺火监控器的组成	164
		9.4 燃油系统监控器	166

目 录

9.5 综合部件监控器	168	10.9 本章小结	195
9.6 驾驶循环	171	名词术语	195
9.7 本章小结	171	复习题	196
名词术语	171	第 11 章 故障诊断与五气体废气分析	198
复习题	172	11.1 概述	198
第 10 章 车载诊断非连续监控器的监控策略 ..	174	11.2 五气体废气分析	198
10.1 概述	174	11.3 废气分析涉及的气体	200
10.2 蒸发排放控制系统监控器	174	11.4 稀释校正系数	205
10.3 催化剂效率监控器	180	11.5 五气体废气分析仪的组合读数	205
10.4 加热型氧传感器监控器	182	11.6 Tier 2 美国联邦排放标准	206
10.5 节温器监控器	186	11.7 使用废气分析仪诊断故障	206
10.6 废气再循环系统监控器	186	11.8 本章小结	208
10.7 二次空气喷射系统监控器	191	名词术语	208
10.8 曲轴箱强制通风监控器	194	复习题	209
下篇 实 践 篇			
第 12 章 车间操作与安全	211	ASE 型复习题	232
12.1 职业安全与健康法	211	第 13 章 专用工具及其使用方法	233
12.2 车间危险因素	211	13.1 计量体系	233
12.3 汽车维修车间的安全	212	13.2 电控和燃油系统诊断设备	234
12.4 车间安全设备	215	13.3 点火系统检测设备	238
12.5 危险废料的处理	217	13.4 诊断仪	241
12.6 人身安全	218	13.5 废气分析仪	242
12.7 提起和搬运重物	220	13.6 发动机分析仪	243
12.8 手动工具安全	220	名词术语	245
12.9 动力工具安全	220	ASE 型复习题	245
12.10 压缩空气设备安全	221	第 14 章 车载诊断系统和排放系统的检测	246
12.11 液压压力机和举升设备	221	14.1 诊断程序和步骤	246
12.12 液压千斤顶和螺旋千斤顶的安全	223	14.2 OBD II 故障码	247
12.13 清洗设备安全和环境保护	224	14.3 故障指示灯点亮	248
12.14 安全训练项目	225	14.4 有 OBD II 故障码但通过排放检测	248
12.15 使用工具、安全操作和使用检测 设备指导	225	14.5 诊断动力传动系统机械故障	250
12.16 车间布局	226	案例分析	253
12.17 车间规章制度	227	名词术语	253
12.18 车辆操作	227	ASE 型复习题	253
12.19 车间内部管理	228	ASE 型竞赛题	254
12.20 空气质量	228	工作单 (1~6)	255
12.21 雇主和雇员的义务	229	第 15 章 车载诊断系统诊断仪	268
12.22 工作职责	230	15.1 诊断仪使用注意事项	268
12.23 美国汽车维修技术鉴定协会证书	230	15.2 OBD II 汽车诊断仪初始进入	268
12.24 思考一些能提高理论水平的问题	230	15.3 OBD II 诊断	270
12.25 遵守正确的车间行为准则	231	15.4 OBD II 参考数据	277
案例分析	231	15.5 检测电控燃油喷射系统的数字存储式 示波器	278
名词术语	231	15.6 部件重复故障诊断	284

15.7 多个部件发生故障的诊断	285	17.16 分电器盖和分火头的检查	344
15.8 OBDⅡ之前的诊断仪诊断	286	17.17 点火模块的拆卸和更换	344
15.9 怠速空气控制电动机的诊断与维 修	297	17.18 分电器的维修	344
15.10 维修动力控制模块(通用汽车公司 OBDⅡ之前的车型)	299	17.19 分电器和电控点火系统维修指导 案例分析	349
15.11 诊断仪、数字式示波器和 OBDⅡ 诊断指导	300	名词术语	350
案例分析	300	ASE 型复习题	350
名词术语	300	工作单(13~17)	352
ASE 型复习题	301	第 18 章 燃油系统及其输入传感器/输出执行器 的诊断	362
工作单(7)	303	18.1 节气门体燃油喷射系统、多点燃油 喷射系统和顺序燃油喷射系统的诊断与 维修	362
第 16 章 输入传感器诊断与维修	305	18.2 喷油器的诊断与维修	367
16.1 计算机电源线路和搭铁线路 的诊断	305	18.3 燃油总管、喷油器和燃油压力调节器 的拆卸与更换	369
16.2 输入传感器诊断与维修	305	18.4 冷起动喷油器的诊断与维修	371
16.3 输入传感器诊断指导	318	18.5 最低怠速调整和节气门位置传感器 调整	372
案例分析	319	18.6 节气门体喷射系统最低怠速调整	372
名词术语	319	18.7 节气门体的维修	373
ASE 型复习题	319	18.8 断油转速检查	375
工作单(8~12)	321	18.9 节气门体喷射系统、多点燃油喷射系统 和顺序燃油喷射系统的常规 诊断	375
第 17 章 点火系统及其输入传感器/输出执行器 的诊断	330	18.10 特殊故障的诊断与处理	376
17.1 点火系统诊断	330	18.11 燃料中的乙醇含量的检测	378
17.2 火花塞的维修	331	18.12 OBDⅡ系统之前的节气门体喷射系统、 多点燃油喷射系统和顺序燃油喷 射系统的闪烁故障码诊断	379
17.3 初级点火电路引起的无起动点火故障 的诊断	332	18.13 节气门体喷射系统、多点燃油 喷射系统、顺序燃油喷射系统维修 指导	384
17.4 次级点火电路引起的无起动点火故障 的诊断	333	案例分析	384
17.5 点火线圈的检测与试验	333	名词术语	384
17.6 检测次级点火线圈	334	ASE 型复习题	384
17.7 点火次级波形	334	ASE 型竞赛题	385
17.8 电控点火系统的诊断与维修	335	工作单(18~20)	386
17.9 低数据传输率和高数据传输率电控点火 系统诊断与维修	336	第 19 章 排放控制和蒸发排放控制系统的诊断 与维修	391
17.10 通用汽车公司电控点火系统的诊断 与维修	338	19.1 查阅维修资料	391
17.11 具有电磁传感器的电控点火系统的 故障诊断	341	19.2 排放控制系统的初步检查	391
17.12 发动机熄火故障诊断	341	19.3 催化转化器的诊断与维修	391
17.13 计算机控制点火系统的诊断 与维修	341	19.4 曲轴箱强制通风系统的诊断	
17.14 点火模块检测	343		
17.15 传感器感应线圈的调整和检测	343		

与维修	392	ASE 型竞赛题	421
19.5 废气再循环系统的诊断	393	工作单 (22~27)	422
19.6 EGR 真空调节器的检测	397	第 21 章 车载非连续诊断监控系统	434
19.7 排气温度传感器的诊断	399	21.1 诊断程序的主要步骤	434
19.8 EGR 压力转换器的诊断	399	21.2 运行循环行程	434
19.9 与排放系统有关的特殊故障的诊断 与处理	399	21.3 废气再循环系统监控器	434
19.10 催化转化器、曲轴箱强制通风和废 气再循环系统诊断与维修指导	400	21.4 蒸发排放控制系统监控器	436
19.11 脉冲式二次空气喷射系统的诊断	401	21.5 催化剂效率监控器	446
19.12 二次空气喷射系统的诊断 与维修	401	21.6 诊断模式 6	447
19.13 蒸发排放控制系统的诊断 与维修	402	案例分析	449
19.14 蒸发排放控制系统热真空阀 诊断	403	ASE 型复习题	449
19.15 爆燃传感器和爆燃传感器模块 (电子点火控制模块) 的诊断	403	ASE 型竞赛题	450
19.16 真空操纵减速阀的诊断	404	工作单 (28~29)	451
19.17 重复出现的故障的诊断	405	第 22 章 I/M 检测不合格的诊断与五气体 废气分析	454
19.18 多个部件发生故障的诊断	405	22.1 概述	454
案例分析	405	22.2 诊断程序的主要步骤	454
名词术语	405	22.3 各种工作条件下的废气排放物	454
ASE 型复习题	405	22.4 催化转化器后面的排放	456
ASE 型竞赛题	406	22.5 废气分析仪检测	457
工作单 (21)	407	22.6 I/M240 排放检测	461
第 20 章 车载连续诊断监控系统	409	22.7 排放控制系统维修、诊断和车辆排放 检测指南	464
20.1 诊断程序的主要步骤	409	案例分析	464
20.2 故障指示灯状态检测	409	名词术语	465
20.3 OBDII 综合运行检测	410	ASE 型复习题	465
20.4 缺火故障的诊断步骤	410	ASE 型竞赛题	465
20.5 冻结数据帧数据	412	工作单 (30~32)	467
20.6 部件综合监控器	412	附录	473
20.7 诊断模式 7	414	附录 A OBD II 缩写和术语 (SAE 标准 J1930)	473
20.8 主监控器的主要运行循环	414	附录 B 通用汽车公司 OBD II 故障码	475
案例分析	419	附录 C 戴姆勒·克莱斯勒 P1 OBD II 故障码	484
名词术语	420	附录 D 汽车排放控制系统发展的 里程碑	485
ASE 型复习题	420	附录 E ASE 实训考试题	485
		附录 F 米制单位与英制单位转换	489

上篇 理论篇

第1章 排放与发动机控制系统概述

本章要点:

- 一氧化碳 (CO) 是怎样形成的。
- 一氧化碳 (CO) 对健康的危害。
- 二氧化碳 (CO₂) 是怎样形成的。
- 碳氢化合物 (HC) 是怎样形成的。
- 氮氧化合物 (NO_x) 是怎样形成的。
- 氧 (O₂) 与内燃机和排放的关系。
- 二氧化硫 (SO₂) 是怎样形成的。
- 微粒是怎样形成的。
- 掌握内燃机的燃烧过程。
- 掌握术语理论空燃比和 λ 值。
- 美国目前使用的几种不同的排放检查与维护 (I/M) 制度。

1.1 概述

自 20 世纪 70 年代初以来,在轿车和轻型货车的设计和维修中,汽车排放控制系统越来越受到重视。美国政府 1990 年制定的《清洁大气法修正案》,对所有销往美国的新型乘用车,提出了在排放系统和发动机性能控制系统方面增加一项新内容,即对排放系统及子系统增加标准车载诊断功能。这些新要求的实质是要提高美国和世界的空气质量。



历史知识

自 1963 年开始,《清洁大气法》在美国获准成为法律。

1.2 内燃机排放物的形成及其附带产物

为了掌握先进的发动机性能控制系统和排放控制系统,你必须了解为什么制定排放法规,这些法规准备解决什么问题。此外,你还必须完全弄清我们担心的排放物是什么,它们是怎样形成的。测取刚离开发动机的废气排放值和最后从排气尾管排出的废气排放值,能使技师了解燃烧过程所出现的异常情况,以及发动机性能控制传感器和排放控制传感器是否在正常工作。理论上,完全(理想)燃烧的产物是二氧化碳 (CO₂) 和水 (H₂O)。但必须认识到,这种情况在内燃

机中不会发生。



历史知识

1970 年,美国环境保护局 (EPA) 成立。

美国环保局 (EPA) 按照《清洁大气法》对美国全国范围内的 6 种主要的空气污染物和 188 种有毒的空气污染物排放量进行测定和控制。6 种主要污染物是:一氧化碳 (CO)、二氧化氮 (NO₂)、臭氧 (O₃)、微粒 (PM)、二氧化硫 (SO₂) 和铅 (Pb)。在 188 种有毒的空气污染物中其中包括碳氢化合物 (HC) 和二氧化碳 (CO₂) 这两种汽车排放物。按照检查与维护 (I/M) 制度和美国联邦试验程序 (FTP),需要对这两种排放物进行检测。第 3 章将对 FTP 进行详细讨论。

自 20 世纪 70 年代初以来,这些主要的空气污染物的总排放量已经下降了 48% (图 1-1)。虽排放值降低,但是美国国民生产总值却增加了 164%,能源消耗增加 42%,汽车行驶里程增加了 155%。

1970 年与 2002 年排放比较

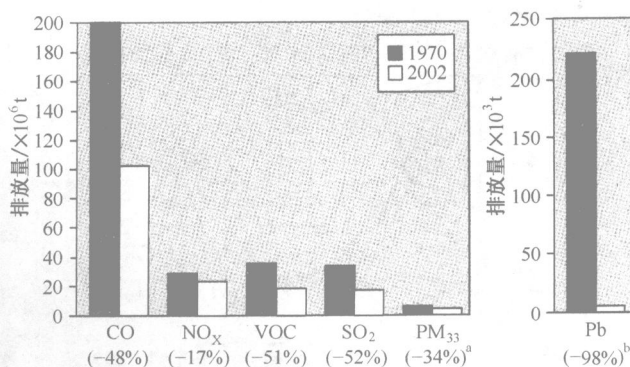


图 1-1 1970 年与 2002 年的 6 种主要污染物的排放值比较

a) 按照 1985 年排放测定值计算。1985 年之前的排放测定值是不确定的

b) 铅排放值是以 2001 年数据为基准计算的。

2002 年的铅排放值未确定

尽管已经取得了巨大进步,但为了进一步改善空气质量,仍然有许多工作要做,而运输业将起到重要的作用。每年,美国要将 1.6 亿吨污染物排放到大气中。此外,美国有 1.46 亿人口居住在乡村,由于乡村空气中的主要污染物的含量提高,2002 年在美国全年进行的数次检测证明,乡村的空气质量被认为对健康是有害的。为了解决这些问题,自 2004

年开始，更加严格的“Tier 2”排放法规分步实施，轿车和总质量小于等于 10000 lb 的轻型货车分别到 2008 和 2009 年达到最终控制目标。这个问题将在第 12 章中进一步讨论。因此，在运输业转为使用零排放汽车之前，我们将提高技术水平，努力寻找降低轿车排放的空气污染物水平的方法。

下面介绍轿车排放的主要的空气污染物是怎样形成的，以及它们对健康和环境会带来什么影响。

1.2.1 碳氢化合物 (HC)

碳氢化合物属于有机化合物。它们是由通过化学方法结合在一起的氢原子和碳原子所组成。在修理车间里，测量碳氢化合物使用百万分之一 (ppm) 为单位。百万分之一可计量试样中一个特定的分子占总分子数的比例。例如，300 ppm HC 是指试样中每一百万个分子，就有 300 个碳氢化合物分子。在燃烧后，废气流中的碳氢化合物的含量应低于 90 ppm。排气中的碳氢化合物是未燃尽的燃料滞留在燃烧室内所导致的。令人讨厌的 HC 的形成还有发动机设计和火焰猝熄方面的原因。当燃油蒸气在较冷的气缸壁上冷凝，引起燃油液化的时候，燃烧室内便会发生火焰猝熄现象 (图 1-2)，这样在全部燃油着火之前火焰便熄灭，从而妨碍了燃烧过程的继续进行。在燃烧过程中未燃的 HC 留在燃烧室内，并在排气行程中进入排气流。HC 排放值过高的原因还有：发动机缺火、混合气过浓或过稀，或者存在机械故障等。燃烧室内的积炭呈多孔性海绵状结构，因此能在进气行程中吸收燃油蒸气，而在排气行程中又将其释放出来，这点与火焰猝熄过程类似。碳氢化合物是形成光化学烟雾的主要成因之一。当碳氢化合物、氮氧化合物和不流动的空气与阳光发生作用时，便可形成光化学烟雾。

挥发性有机化合物 (VOC) 来源于燃油蒸发排放。它们

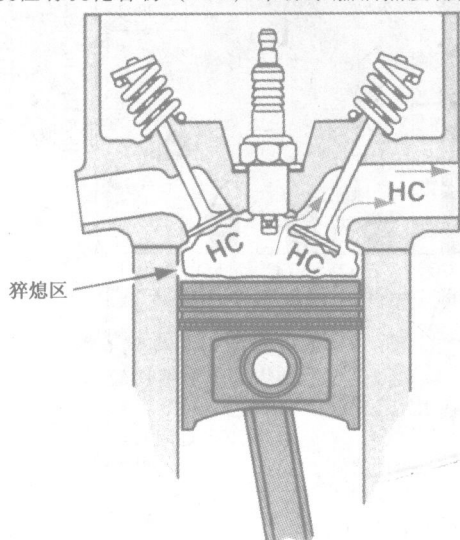


图 1-2 在燃烧构成中，当燃油蒸气接触到冷的燃烧室内壁时，燃油蒸气便被“猝熄”，从而使推进的火焰前锋熄灭，后面留下的 HC 排放物在排气行程中排出气缸

包括：苯、乙醛、甲醛、甲苯、二甲苯和 1-3-丁二烯。挥发性有机化合物与阳光作用形成烟雾和其他的空气污染物。研究已经证明，来自汽车的 HC 排放中有 20% 的来自燃油箱和老式汽车的化油器。今天的严格的排气法规要求汽车制造者安装燃油蒸发排放控制系统，从而在这些蒸气进入大气之前，就将它们收集起来。

1.2.2 一氧化碳 (CO)

一氧化碳是一种无色、无味、有毒的气体，它是烃类燃料不完全燃烧的产物。一个一氧化碳分子是由结合在一起的一个碳原子和一个氧原子组成。一氧化碳是燃烧过程中碳氢化合物的不完全燃烧产物之一。内燃机发生不完全燃烧的常见原因是空燃比不正确。空燃比不正确会导致燃烧不完全，因而一氧化碳排放值增加。空燃比过小 (混合气过浓，即相对于混合气中碳氢化合物的数量来说，氧含量不足) 的情况常常发生在高海拔地区的起动初期阶段 (今天，大多数汽车均能按照海拔的不同进行调节)。空燃比过小的原因也可能是进气歧管流动不畅，或者是供油量不正确。燃烧过程所产生的 CO 的数量与空燃比成正比例，因此，在混合气过浓时，混合气中缺少可用的氧，碳氢化合物中的碳只能部分氧化，所以 CO 值会增加 (图 1-3)。在理论空燃比的空燃比时，CO 接近最低值，一般为 0.5% (质量分数，后同)，而 CO 的允许范围为 0.2% ~ 1.5%。空燃比在 14.7:1 时，会有足够的氧使所有的 HC 分子氧化成 CO_2 和 H_2O 。CO 排放值过高表明混合气过浓，原因可能是进气氧含量过低 (进气不畅) 或者是进入燃烧室的燃油过多。在这两种情况下，都会出现缺氧环境，从而使燃油中的碳原子只能与一个氧原子结合而形成 CO 分子。当混合气变稀到空燃比为比 14.7:1 的理论空燃比更稀时，CO 的形成量便达到了最低值 (图 1-4)，而在混合气变浓时，CO 数量会急剧增加。CO 排放值使用废气分析仪

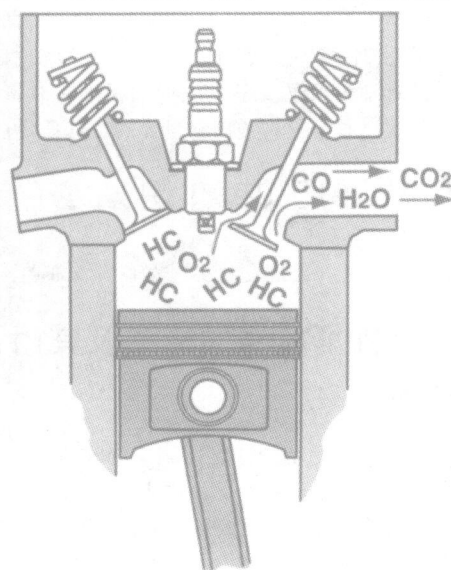


图 1-3 燃烧过程所产生的 CO 的数量与空燃比成正比例，并在混合气过浓时 CO 值会增加

进行测量, 并使用排放取样的百分数来表示, 或者在 FTP 测试中用克/英里 (g/mile) 来表示。CO 排放值越低表明燃烧越完全。

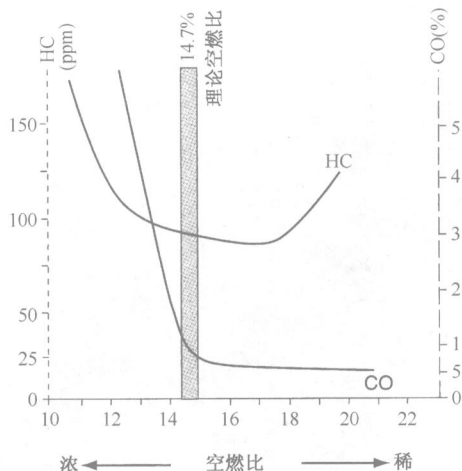


图 1-4 当混合气变稀到空燃比为比 14.7:1 的理论空燃比更稀时, CO 的形成量便达到了最低值; 而在混合气变浓时, CO 数量会急剧增加

一氧化碳被公认为是一种有害健康的危险物, 因而它的形成量受到美国环保局 (EPA) 的控制。EPA 是一个专门负责制定和推行环保法规的美国联邦政府机构。一氧化碳通过肺脏进入人体。当将含有高浓度 CO 的空气吸入肺脏时, CO 就会被转变成碳氧血红蛋白, 这是一种抑制血液向人体组织和器官输送氧的能力的化合物。这就是为什么许多人甚至在移到新鲜空气区域之后还会死亡的原因。一氧化碳中毒的人员应立即接受医疗, 这是最重要的。有心脏病或呼吸系统疾病的人以及婴儿对一氧化碳中毒特别敏感, 即使接触低浓度 CO 也可能会感到胸痛。这就是有心脏病和呼吸系统疾病的人, 特别在夏季的几个月中, 必须非常留意发布的空气质量警报的原因。CO 排放值的增加还能影响一个健康人的身体运动的能力, 损害视觉并影响手的灵巧性。我们说限制汽车的 CO 排放量和在车间作业时连接合适的排气通风设备非常重要, 原因就在这里。汽修人员一定要切记是在通风良好的区域进行作业, 对汽车排气系统泄漏处应予以及时修理。

作者提示: 略微提高车库门的做法并不能为运转的车辆提供适当的车库通风。实际上, 如果外界的气温低于车库建筑物的温度, 当冷空气进入的时候, 不会有废气跑出去。

在美国, CO 的最大排放源是运输业。运输业产生的 CO 占 CO 总排放量的三分之二。在城市地区, 由于机动车而产生的 CO 排放比例甚至还要高, 可能达到 CO 总排放量的 90% 以上。

美国联邦《清洁大气法》(CAA) 赋予各州和地方政府控制来自固定排放源 (工业企业) 的 CO 排放的职责, 而美国 EPA 则负责控制来自移动排放源的排放物和空气污染物。

EPA 标准对降低机动车排放值产生了直接的影响。在 20 世纪 70 年代初, EPA 法规促使汽车制造商改进了发动机的设计。到 1975 年, 大部分汽车制造厂家为它们的新车型安装了能将 CO 转变成 CO₂ 的催化转化器。这使从排气尾管排出的 CO 的排放量降低将近 80%。与 20 世纪 60 年代生产的汽车相比, 今天的汽车的排放降低了 90%。那么, 今天我们为什么还要关心排放值的问题? 因为今天的驾驶员每天会驱车行驶更长的里程, 今天也比过去生产更多的汽车。值得高兴的是, 因为今天的排放法规的要求越来越严格, 虽然我们的驾驶习惯已经改变, 美国公路上的轿车数量也已经增加, 但是大气中的 CO 含量已经下降 (图 1-5)。

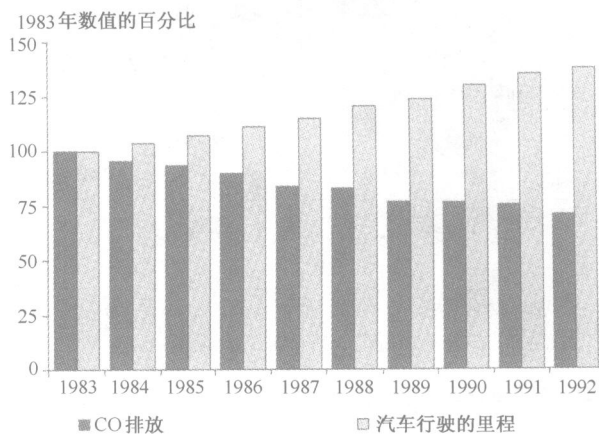


图 1-5 因为今天的排放法规的要求

越来越严格, 使大气中的 CO 含量已经下降

即使在汽车上使用今天的排放控制系统, 在寒冷气候的冬季数月当中, 排放值也会急剧增加。部分原因是, 冷态时需要更多的燃料才能起动, 汽车的工作效率降低。另外, 为了正常工作, 催化转化器和氧传感器需要达到工作温度。直到 1994 年, 汽车还只需在 75°F (23.9°C) 环境温度下检测 CO 排放。

然而, 美国政府 1990 年制定的《清洁大气法修正案》认识到冷空气对排放值得影响, 因而对这一点进行了修改, 要求 1994 年开始生产的轿车和轻型货车在 20°F (-6.7°C) 温度下还要满足 CO 排放标准。此项《清洁大气法修正案》还强化并扩展了检查与维护 (I/M) 制度的要求。由美国各州执行的日常检查与维护 (I/M) 制度用来鉴别正在排放高浓度一氧化碳和其他受控制的污染物的有故障的车辆。此外, 更严格的 OBD II 法规于 1996 年实施, 在排放控制系统发生故障时这有助于警告驾驶员 (这方面的问题将在第 3 章中作进一步讨论)。

为降低机动车 CO 排放, EPA 采用的另一种方法在有些地区的冬季要求采用加氧燃料。这些加到汽油中的含氧化合物对空燃比产生稀化效应, 从而也就改善了燃烧过程。所用的最常见的氧添加剂是乙醇或者是乙醇的衍生物。1990 年的 CAA 要求, 在那些一氧化碳含量高的大城市地区 (表 1-1), 在冬季的几个月里应使用加氧汽油。

表 1-1 “冬季加氧燃料计划”的参与城市

城市名(州)	城市名(州)
阿尔伯克基 (NM)	莫德斯托 (CA)
巴尔的摩 (MD)	纽约 - 新泽西 - 长岛 (NY-NJ-CT)
芝加哥 (CA)	费城-威尔明顿-特伦顿 (PA-NJ-DE-MD)
科罗拉多·斯普林斯 (CO)	菲尼克斯 (AZ)
丹佛·博尔德 (CO)	波特兰-温哥华 (OR-WA)
埃尔帕索 (TX)	普罗沃-奥斯姆 (UT)
柯林斯堡-拉夫兰 (CO)	罗利-达勒姆 (NC)
弗类似诺 (CA)	里诺 (NV)
格兰茨帕斯 (OR)	萨克拉门托 (CA)
格林斯伯勒-温斯顿塞勒姆-海波因特 (NC)	盐湖城 (UT)
克拉斯马斯县 (OR)	圣迭戈 (CA)
拉斯韦加斯 (NV)	旧金山-奥克兰-圣阿塞 (CA)
洛杉矶-阿纳海姆-里弗赛德 (CA)	西雅图-塔科马 (WA)
梅德福 (OR)	斯波坎 (WA)
明尼阿波利斯-圣保罗 (MN-WI)	斯托克顿 (CA)
米苏拉 (MT)	华盛顿 (DC-MD-VA)

注：1990 年《清洁大气法》要求，在机动车是 CO 主要排放源的，且 CO 未达标的地区必须采用加氧燃料。

1.2.3 氮氧化物 (NO_x)

氮氧化物 (NO_x) (也叫氮的氧化物) 是一个描述含有氮原子和不同数目的氧原子的一组具有高度活性的气体的术语。一氧化氮 (NO) 和二氧化氮 (NO_2) 是两种常见的氮氧化物。二氧化氮 (NO_2) 是一种红棕色的不可燃烧的气体，在高浓度时具有极强的毒性，因而可能会引起严重的肺病，并具有后效应特征 (接触所引起的伤害有可能不会立即表现出来)。 NO_2 与空气反应，形成有毒的有机氮和硝酸 (硝酸就是 NO_2 与水蒸气混合形成亚硝酸后，进一步氧化形成的)，硝酸是一种具有极强腐蚀性的化学物质，也是生成地表臭氧和酸雨的一种主要因素。

NO_x 的主要排放源来自机动车 (占人造 NO_x 排放的 90%)， NO_x 形成是燃烧温度过高造成的。当燃烧室的温度

上升到高于 2500°F (1371.1°C) 时， NO_x 就开始形成。在这些情况下，燃烧室内的氧和氮 (大气中含有 78% 的氮、21% 的氧和 1% 的其他惰性气体) 通过化学的方法结合，从而形成新的化合物，这种混合物被称为氮的氧化物 [主要包括一氧化氮 (NO) 和二氧化氮 (NO_2)]，常常统称为 NO_x (图 1-6)。机内燃烧温度升高的原因有混合气过稀、燃烧室内有积炭、发动机冷却系统有故障、排气再循环系统有故障，或者是点火正时系统有故障。 NO_x 排放值的测量使用气体分析仪，以百万分之一 (ppm)，或者以克/英里 (g/mile) 为单位。

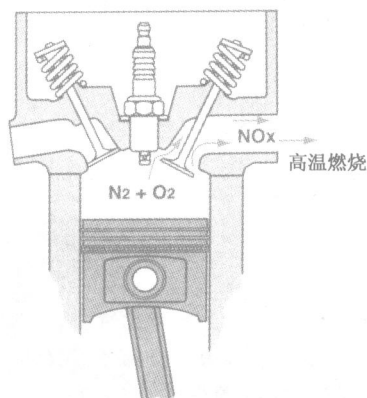


图 1-6 NO_x 的形成是由燃烧温度过高 [高于 2500°F (1371.1°C)] 所引起

NO_2 和 NO_x 会导致很多环境问题，如酸雨、地表臭氧、烟雾 (光化学烟雾的形成物) 和有害微粒。有呼吸疾病的人或小孩短时间 (少于 3h) 处在 NO_2 的环境中，就会因为限制气道的反应速度和肺功能而引起呼吸窘迫。在另外的一些健康的人中，长期处于 NO_2 的环境中，会引起不可恢复的肺脏伤害，并且很容易感染呼吸道感染病。

在过去的 20 年来，在 EPA 一直追踪的 6 种主要污染物中，地表臭氧 (O_3) 的降低所取得的进展最小。地表臭氧并非直接来自机动车，但是，它的确是在大气中形成的，是在有阳光和高温的条件下，挥发性有机化合物 (VOC) 与 NO 之间化学反应的结果。正如 EPA 的 1983~2002 年空气质量 (NO_2) 报告和 1983~2002 年空气质量 (NO_x) 报告所证实的那样，在过去的 20 年间， NO_x 和 NO_2 的排放值均已降低 (图 1-7 和图 1-8)，尽管这样，仍然有许多事情要做。这就是

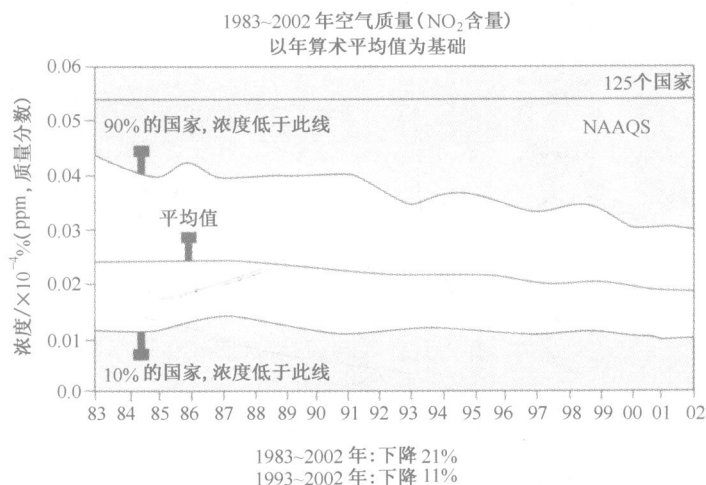


图 1-7 1983~2002 年空气质量 (NO_2 含量)

EPA Tier 2 排放法规的修正版, 要求大幅度降低运输业所产生的 NO_x 排放允许值的原因之一。

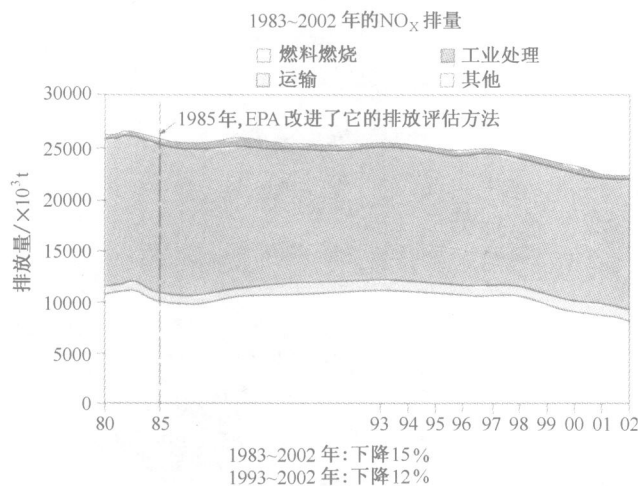


图 1-8 1983~2002 年空气质量 (NO_x) 含量

1.2.4 氧 (O_2)

我们吸入的空气约含有 21% 的氧。一个氧分子含有两个氧原子 (O_2)。为了帮助燃烧, 也需要氧。虽然氧不是限制的排放气体, 但是在确定燃烧室内所发生的情况和催化转化器的效率时, 氧是一个重要的诊断助手。由于气缸内缺氧、二次空气喷射系统运行、催化转化器有故障或者排气系统有泄漏, 排气系统中就会出现过多的氧。

氧含量一般用废气分析仪进行测量, 用占气样的质量百分比来表示。经过适当控制的废气排放物和燃油供给系统的排气氧含量水平约为 1%~2%。

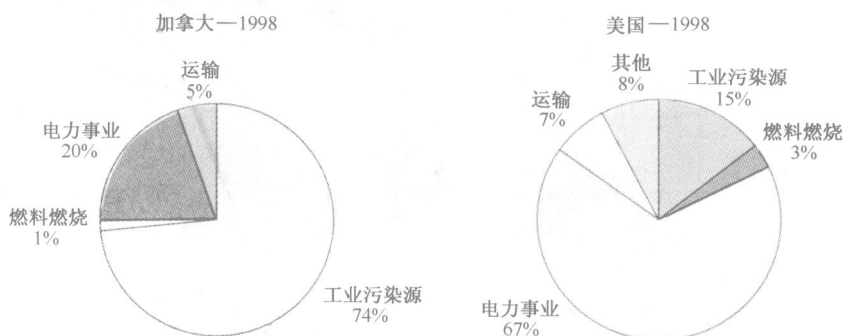


图 1-9 美国和加拿大的 SO_2 排放

1.2.7 微粒

微粒 (P/M) 是一种细微的固体空气污染物, 可以是固态的或者是雾状液体物质, 一般叫做炭烟和烟雾。内燃机能使悬浮的炭微粒、冷凝的水蒸气和可溶解的碳氢化合物形成 P/M, 这种微粒有可能对呼吸和健康造成严重危害。

汽车排放物中的微粒 (P/M) 的形成原因可能是汽油机中混合气过浓而导致炭颗粒的形成 (黑烟)。柴油是高含碳量燃料, 并往往会产生高浓度的微粒。

1.2.5 二氧化碳 (CO_2)

二氧化碳 (CO_2) 由结合在一起的一个碳原子和两个氧原子组成。尽管二氧化碳 (CO_2) 是化石燃料燃烧必然的产物, 但人们越来越担心人为形成的二氧化碳排放的增加。有些科学家认为空气中二氧化碳 (CO_2) 含量的增加是全球变暖的原因。

在内燃机中, CO_2 是燃烧效率高低的标志。一般情况下, CO_2 排放值越高, 发动机运转效率越高, 具体数值为 13% (质量分数) 和更高。如果在排放检测期间, 其他的气体排放值都勉强合格, 那么, 在排放检测期间, CO_2 就特别重要。废气流中 (催化转化器之前) 的 CO_2 和 O_2 是反映发动机是否高效率运转的最好的标志。

1.2.6 二氧化硫 (SO_2)

二氧化硫 (SO_2) 是一种闻起来具有燃烧火柴气味的无色气体。它是一种酸性氧化物, 与水反应形成亚硫酸。处于高浓度的二氧化硫 (SO_2) 环境中有可能引起呼吸系统疾病和心血管病。慢性哮喘、心脏病和肺病患者对二氧化硫 (SO_2) 最敏感。此外, 二氧化硫 (SO_2) 还能损坏作物和树木。尽管因为二氧化碳和天然硫溶解于水中, 使雨水本来就呈酸性, EPA 担心的是因为含硫矿物燃料 (石油和煤) 燃烧而形成的二氧化硫 (SO_2) 污染源, 因为这些二氧化硫 (SO_2) 会与氮氧化合物结合而形成硫酸和硝酸, 并且, 最后会形成酸雨。酸雨已经引起了湖泊和河流的酸性化, 并加速了建筑物和桥梁的腐蚀。

美国和加拿大的二氧化硫 (SO_2) 排放源包括电力公司、运输业、使用矿物燃料的一般工业 (图 1-9)。联邦 Tier 2 排放法规从 2004 年分阶段实施, 该法规也严格限制了燃料和燃油中的硫含量, 企图减轻二氧化硫 (SO_2) 污染。

1.2.8 燃烧过程

大气是由 78.1% 的氮 (质量分数, 后同)、20.9% 的氧、0.9% 的氩气以及总共占 0.1% 的二氧化碳、甲烷和稀有 (惰性) 气体组成的 (图 1-10)。燃用汽油的内燃机在进气行程中从大气中吸入空气, 并从供油系统吸入汽油 (碳氢化合物)。在作功行程的燃烧过程中, 汽油中存储的能量释放出来 (图 1-11)。在释放的总能量中, 只有大约 20% 的能量用来推动汽车前进。其他的 80% 因加热冷却系统和排气系统,