

当代汽车修理技师丛书

汽车制动系统

L. 埃克霍恩
(美) D. 克林恩乔克 著
J. 厄尔贾维克



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

机械工业出版社

当代汽车修理技师丛书

汽车制动系统

(美) L. 埃克霍恩 著
D. 克林恩乔克

J. 厄尔贾维克
(丛书顾问)

叶淑贞 管 山 译
江乃谦 张书元
张书元 校



机械工业出版社

著作权合同登记号：图字 01-96-0362

本书分为理论篇、实践篇，共 20 章。理论篇包括汽车制动系统如制动主缸、助力器、盘式制动器、鼓式制动器、驻车制动器以及防抱死制动装置的构造和工作原理。实践篇介绍了制动器维修工具、设备及安全知识，详细阐述了现代汽车不同类型的各种制动器的维修过程和方法。内容丰富实用。

本书可供从事汽车维修的技术人员和技师使用，也可用作专业理论和维修技能培训的教材。

Today's Technician
Automotive Brake Systems

Lane Eichhorn

Drew Corinchock

COPYRIGHT (c) 1996 by Delmar Publishers A Division of
International Thomson Publishing Inc

ALL RIGHTS RESERVED. No Part of this book may be reproduced or
transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical,
including photocopying, recording, on any information storage and
retrieval system, without Permission, in writing, from the
Publisher

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车制动系统 / (美) L. 埃克霍恩 (L. Eichhorn) (美) D. 克林恩乔克
(D. Corinchock) 著；叶淑贞等译. —北京：机械工业出版社，1998. 8
(当代汽车修理技师丛书)

书名原文：Automotive Brake Systems

ISBN 7-111-06001-6

I. 汽… II. ①埃…②克…③叶… III. 汽车-制动装
置-维修 IV. U463.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 22905 号

出版人：马九荣 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑：吴柏青 刘文伯 版式设计：冉晓华 责任校对：张莉娟

封面设计：姚毅 责任印制：王国光

机械工业出版社京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1998 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·32 印张·777 千字

0 001—5 000 册

定价：50.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

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。

美国德尔玛出版公司新近出版的《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，因此我们决定把它介绍给国内读者。

原版丛书共有十种书，我们挑选了其中的6种，即《汽车手动变速器与变速驱动桥》、《汽车自动变速器与变速驱动桥》、《汽车电气与电子系统》、《汽车制动系统》、《汽车供暖与空调系统》和《汽车计算机控制系统》。

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，对原书作了适当的处理，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 (美国汽车维修协会) 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。

序 言

现今和将来的汽车修理技师必须懂得汽车各系统的基本工作原理，并能维修和保养这些系统；还必须了解各系统之间的相互影响。这就是他们不同于以前的汽车机械师之处。针对上述要求，业已制定出有关汽车修理技师的各种规范和要求，其目的就在于确保车辆的有效和安全运行。

由德尔玛出版公司出版的《当代汽车修理技师丛书》颇具特色。其内容包括轿车和轻型载货汽车的所有机械和电子系统；各册书的主题与美国汽车维修协会(ASE)资格认证的八个主要科目相对应。丛书的其他几册书介绍 ASE 常用的修理技能和理论，这些内容均反映了最新的技术发展趋势。

本丛书的每一主题都分为两本书：一本为课堂手册，另一本为车间手册。我们认为，将课程内容分成两部分有利于初入汽车修理行业的读者获得所需的知识。这样做不会因理论学习和实践学习的相互穿插而干扰学习过程。

课堂手册讲述汽车各系统和分系统的工作原理，讨论各汽车制造商采用的不同设计型式，以基本知识和基本原理为主要课程内容。其主要目的是使读者理解各系统及分系统的工作原理，这些是诊断复杂的汽车系统故障所不可缺少的知识。

车间手册中讲述的技能方面的内容用以补充课堂手册中的理论知识。ASE 所规定的各种主要技能在车间手册中均有详解，并且一步一步地列出诊断和修理顺序。许多常用的维修过程采用了系列照片图解的做法；其他一些常见的维修顺序用列表法说明，并附有精心绘制的图，以使读者在形象和概念上掌握这些步骤的最细节部分。车间手册还对实施每个维修步骤的理由，以及何时应作某一特定的维修工作做了说明。

建议上述两本书同步使用。因为它们各章的编排是对应的。两书不仅章节互相联系，内容亦相互联系。书中所选的实例是经过深思熟虑的，许多插图是专门为本丛书绘制和摄制的，因此，它们是各书不可分割的内容。

版面设计的原则是让读者获得连贯的内容。书中主要内容包括所有“应该了解”的知识实例。书页边的旁注是本丛书的众多特色之一。一些栏目，如新术语的定义，常用行业术语、工具清单和参考内容等，均安排在书页的空边内而不写入正文，这种做法可以避免打断读者的思路。本丛书的各书均以相同的方式编排，并保持相同的特色。

丛书顾问
J. 厄尔贾维克

课堂手册简介

为了强调安全工作的重要性，课堂手册采用一整章的篇幅叙述安全问题，包括了基本安全惯例、安全设备和安全处理有害物及废弃物的方法，包括了材料安全数据文件（MSDS）和美国汽车乘员安全与卫生局（OSHA）规定的内容。本书的其他特色有：

1. 学习目标

这些目标确定了一章的内容，并且规定学生读完本章后应该掌握的知识。

每一标题划分为若干小单元，以利于读者理解和学习。

2. 页旁注释

页旁空边处列出术语和定义，常用行业术语也列于此处，并给出一些零部件的通用术语。这可使读者理解一些专业术语，并在与有经验的技师交流时使用这些行业术语。

3. 注意和警告

本书自始至终给读者提出一些注意事项，以使读者对潜在的有害物或不安全情况保持警惕。给出的警告是提醒读者，如果不遵守操作规程和使用不匹配的零件或工具可能产生的后果。

4. 参阅车间手册

在必要处，均给出了《车间手册》中相应的参考页码。虽然两书同时编排，但《车间手册》一些章节中的内容，可能是课堂手册中所讨论问题的基础。

5. 历史小知识

本丛书的这一特色是让读者了解汽车发展的历史进程。这里，不仅有一些最应该了解的资料，还可激发读者的学习兴趣。

6. 小结

每章都以包括该章重点内容的提要来结束。这样安排的目的是帮助读者复习该章的内容。

7. 应知的术语

在小结后列出了新的术语，其定义可在丛书末的术语汇编中找到。

8. 复习题

每章后设有简答题、ASE 型复习题和选择题。其目的是检查读者对本章学习要求的掌握程度。

车间手册简介

为了强调安全工作的重要性《车间手册》一书也用一整章的篇幅详述安全问题。其他一些重要特色是：

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。

虽然本书不是针对仅仅准备参加资格证书考试的人编写的，但其中的内容确是围绕 ASE 技能要求的。这些技能一般用于普通的维修工序，有的是针对特定车型的专门维修工序，包括进口和国产轿车及轻型载货车的维修过程。

2. 系列照片

许多工序用清晰的系列照片来说明。在学生进行每一特定的修理工作时，这些详尽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和设备类型。

3. 页旁注释

相互参考的页码列在书页旁边。一些部件的常用术语和其他资料也列在书页边上。这有利于读者理解这些术语的含义，并有助于与经验丰富的技师进行交流。

4. 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。

5. 参阅课堂手册

在必要处，给出参阅页码。尽管两书的章节同步编排，但课堂手册中一些章节的内容可能是《车间手册》中讲述问题的基础。

6. 对客户的提示

这一特色强调了修理技师与客户搞好关系应做或应说的一些应提醒客户注意的小事。

7. 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操作工序相近的书页旁。

8. 维修提示

这类维修提示通常是指需要由经验丰富的技师完成的操作。

9. 实例分析

实例分析的重点在于培养正确诊断系统故障的能力。每章的末尾。以一辆有故障的车作为实例，列举了技师解决该故障所用的分析方法。

10. 应知术语

此处列出的术语能在本书末尾的术语汇编中找到。

11. 诊断图表

各章都有对应于 ASE 技能的详细诊断图表，列出《课堂手册》的参考页码，以帮助读者

加深对相应的汽车系统工作原理的理解；也列出了《车间手册》的参考页码，以掌握修理故障所必须的技术细节。

12. ASE 复习题

每章有 ASE 型复习题。这些复习题与本章 ASE 的操作目标要求紧密结合。它们可用于复习该章内容，也可用于准备 ASE 的资格考试。

译 者 序

汽车工业一直都是世界发达国家的主干工业之一。在我国，汽车工业也已成为国民经济的支柱产业之一。汽车成为社会生活中不可分割的一部分。

为适应我国社会经济的迅速发展，促进汽车工业和汽车服务业的有机配合，有必要提高汽车修理从业人员的整体素质和技术水平，《汽车修理技师丛书》就是在这种形势下应运而生的。

本书译自美国德尔玛出版公司新近出版的《当代汽车修理技师丛书》——汽车制动系统。主要论述了汽车制动系统的构造和工作原理，制动器维修工具、设备安全知识，各种类型制动器的维修过程和方法。

本书可供从事汽车维修的技术人员和技师使用，也可用作专业理论和维修技能培训的教材。

本书第1、2章由管山翻译，第7、9、11、12、17章由叶淑贞翻译，第3、4、5、6、8、10章由江乃谦翻译，第13、14、16、18、19、20章由张书元翻译，全书由张书元校。

由于译者水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，欢迎读者批评指正。

目 录

编辑出版说明

序 言

译者序

上篇 理 论 篇

第1章 制动系统基础	1
1.1 引言	1
1.2 制动系统的基本构造及工作	1
1.3 摩擦原理	2
1.4 制动器摩擦材料	4
1.5 制动动力学	6
1.6 液压原理	7
1.7 制动液	9
1.8 真空原理	10
1.9 电气原理	11
1.10 ASE 证书 (全美汽车优质维修 协会证书)	12
1.11 小结	13
1.12 复习题	14
第2章 制动安全措施	16
2.1 引言	16
2.2 个人安全防护	16
2.3 工具和设备的安全	21
2.4 工作场所的安全	27
2.5 危险通报	31
2.6 小结	33
2.7 复习题	33
第3章 制动主缸	35
3.1 引言	35
3.2 制动踏板和推杆	36
3.3 主缸的零件和工作	38
3.4 单活塞主缸	44
3.5 双活塞主缸	45
3.6 前/后轮液压系统和对角分路式 液压系统	49
3.7 异径主缸和快充主缸	50
3.8 快速回缩主缸	52
3.9 小结	54

3.10 复习题	54
第4章 助力器	56
4.1 引言	56
4.2 真空助力器	56
4.3 真空助力器的型式	59
4.4 助力器的真空系统和空气系统	63
4.5 液压助力器	66
4.6 小结	78
4.7 复习题	79
第5章 液压管路和阀	81
5.1 引言	81
5.2 制动管路	82
5.3 故障警告灯开关	86
5.4 计量阀	88
5.5 比例阀	90
5.6 载荷传感比例阀	93
5.7 组合阀	95
5.8 小结	96
5.9 复习题	96
第6章 盘式制动器	99
6.1 引言	99
6.2 基本零件及工作	100
6.3 制动盘、轮毂和轴承	101
6.4 制动摩擦块组件	104
6.5 制动钳的基本零件和工作	106
6.6 盘式制动器的类型	108
6.7 后轮盘式制动器	112
6.8 制动摩擦块磨损指示器	113
6.9 小结	114
6.10 复习题	115
第7章 鼓式制动器	117
7.1 引言	117

7.2	主要零部件和工作原理	118
7.3	制动鼓总成	119
7.4	制动蹄总成	122
7.5	鼓式制动器结构	124
7.6	自动调节器作用原理	128
7.7	小结	131
7.8	复习题	132
第8章	防抱死制动系统(ABS)	134
8.1	引言	134
8.2	压力调节	134
8.3	防抱死制动系统的型式	135
8.4	防抱死制动系统元件	138
8.5	防抱死系统工作	146
8.6	组合式防抱死制动系统	148
8.7	组合式系统工作	150
8.8	分置式防抱死系统	161
8.9	附着力控制(TC)/加速滑转调节(ASR)系统	171
8.10	有附着力控制的防抱死制动系统	173
8.11	小结	182
8.12	复习题	183

第9章	驻车制动器	185
9.1	引言	185
9.2	拉索系统	187
9.3	后鼓式驻车制动器总成	189
9.4	后盘式驻车制动器总成	191
9.5	变速器/传动轴驻车制动器	193
9.6	小结	195
9.7	复习题	195

第10章	制动系统电气和电子元件	197
10.1	引言	197
10.2	制动灯开关和电路	197
10.3	主缸液位传感器	198
10.4	制动摩擦块磨损传感器	201
10.5	防抱死制动系统电路和诊断接头	201
10.6	防抱死警告指示灯(琥珀色 ABS 灯)	210
10.7	驻车制动指示灯和开关	211
10.8	小结	212
10.9	复习题	212

下篇 实 践 篇

第11章	制动器维修工具和 设备	215
11.1	工具的选择、保管和维护	215
11.2	计量制	216
11.3	普通手工工具	217
11.4	专用工具	225
11.5	动力工具	227
11.6	提升设备	227
11.7	测量工具	229
11.8	电子测试仪器	233
11.9	压力放气装置	235
11.10	清洁设备和密封系统	235
11.11	真空吸尘装置	239
11.12	工厂手册	240
11.13	ASE 型复习题	240
第12章	安全	242
12.1	一氧化碳	242

12.2	空调系统如氟里昂气体	242
12.3	石棉尘防护措施	243
12.4	物料安全数据表与知情权法	247
12.5	有害废料处理	248
12.6	液压	249
12.7	车间安全	250
12.8	火灾危害和预防	252
12.9	意外事故	254
12.10	蓄电池安全	255
12.11	人身安全	256
12.12	工具和设备安全	258
12.13	用清洗设备作业	260
12.14	升举安全	260
12.15	ASE 型复习题	262
第13章	主缸(总泵)维修	263
13.1	制动系统道路试验	263
13.2	主缸液位	264

13.3 为检查制动液泄漏的制动踏板试验	266	第 16 章 盘式制动器维修	339
13.4 制动踏板机械检查	266	16.1 盘式制动系统故障诊断	339
13.5 踏板行程试验	267	16.2 维修注意事项	340
13.6 主缸检查	268	16.3 制动器摩擦衬片检查	340
13.7 主缸试验	269	16.4 准备阶段	341
13.8 卸下主缸(非 ABS)系统	270	16.5 制动摩擦块的更换(前轮)	342
13.9 大修主缸	271	16.6 制动卡钳大修	346
13.10 主缸储液罐的拆卸和更换	275	16.7 制动盘维修	349
13.11 主缸的工作台放气	275	16.8 重新精加工制动盘	353
13.12 真空助力器推杆长度检查	279	16.9 后盘式制动器的检查与更换	358
13.13 安装主缸(非 ABS 系统)	281	16.10 车轮轴承维修(非驱动桥)	364
13.14 系统最终放气	281	16.11 ASE 型式复习题	372
13.15 ASE 型复习题	282	16.12 ASE 故障诊断表	373
13.16 ASE 故障诊断表	283	第 17 章 鼓式制动器	377
第 14 章 助力装置维修	285	17.1 鼓式制动器故障排除	377
14.1 助力系统类型	285	17.2 鼓式制动器(后轴)的拆卸	378
14.2 真空助力系统	286	17.3 鼓式制动器(前轴)的拆卸	382
14.3 真空助力器故障诊断	286	17.4 清洁与检查	383
14.4 制动踏板检查	289	17.5 维修制动鼓	384
14.5 真空助力器试验	290	17.6 制动鼓损坏的形式	385
14.6 真空助力制动器维修	291	17.7 制动鼓表面整修	387
14.7 大修串联膜片助力器	292	17.8 制动鼓安装	389
14.8 重新组装	295	17.9 鼓式制动器摩擦片的维修	389
14.9 单膜片真空助力器大修	298	17.10 制动蹄和摩擦片的调整	397
14.10 辅助真空泵	299	17.11 各零部件的维修	398
14.11 液压助力制动器	303	17.12 ASE 型式复习题	402
14.12 维修液压助力装置	306	17.13 ASE 故障诊断表	403
14.13 冲洗液压助力系统	309	第 18 章 防抱死制动器维修	406
14.14 放气过程	310	18.1 所需的基本维修技能	406
14.15 ASE 型复习题	310	18.2 系统自检	407
14.16 ASE 故障诊断表	311	18.3 诊断及测试	408
第 15 章 液压管路和阀的维修	311	18.4 预诊断的系统目检及试车	409
15.1 制动液	314	18.5 自诊断	410
15.2 污染的制动液问题	315	18.6 克莱斯勒(Chrysler)组合防抱死制动器及附着力控制系统的诊断	421
15.3 冲洗液压系统	315	18.7 降低蓄能器压力	435
15.4 制动管路、接头和软管	316	18.8 用 ABS 扫描仪测试元件	437
15.5 制动管	317	18.9 电磁阀泄漏测试	437
15.6 更换制动软管	323	18.10 元件更换	440
15.7 液压系统放气	325	18.11 泵和马达总成的更换	441
15.8 放气的基本原则	327	18.12 液压组件(阀组)总成更换	444
15.9 液压系统阀的维修	332		
15.10 ASE 型复习题	337		

18.13	蓄能器/压力开关的拆卸	445	19.9	后拉索更换	468
18.14	电子控制器更换	446	19.10	变速器或传动轴驻车制动器	469
18.15	继电器维修	447	19.11	ASE 型复习题	471
18.16	车轮速度传感器维修	448	19.12	ASE 故障诊断表	472
18.17	制动踏板开关	449	第 20 章 制动系统电气和电子		
18.18	防抱死制动系统放气	450	元件维修	473	
18.19	ABS 系统的压力放气 和手动放气	451	20.1	基本电气原理	473
18.20	ASE 型复习题	455	20.2	电气故障排除程序	475
18.21	ASE 故障诊断表	456	20.3	制动系统警告灯电路	476
第 19 章 驻车制动器维修	457		20.4	驻车制动开关测试	480
19.1	系统说明	457	20.5	制动液位开关测试	480
19.2	工作原理	459	20.6	测试组合阀警告灯电路	481
19.3	驻车制动器效率检查	461	20.7	制动灯	482
19.4	调整驻车制动器杆系	463	20.8	制动灯制动开关测试	483
19.5	真空解除驻车制动试验	464	20.9	更换中央高置制动灯 (CHMSL)	484
19.6	驻车制动控制装置维修	466	20.10	电路布线保养和维修	490
19.7	解除手柄和拉索总成的维修	466	20.11	修理连接器端子	495
19.8	前驻车制动拉索和导管的更换	467	20.12	ASE 型复习题	497

上篇 理 论 篇

第 1 章 制动系统基础

在学完本章后应能：

- | | |
|------------------------------------|--------------------------------|
| (1) 叙述制动系统基本构造及工作。 | (9) 列举制动液的最重要性能指标。 |
| (2) 解释动摩擦和静摩擦在制动系统中的重要性。 | (10) 解释和识别通常评定制动液的方法。 |
| (3) 叙述在制动系统中的压力、表面面积、摩擦材料对产生摩擦的作用。 | (11) 了解怎样使用真空和大气压力之压差来产生力。 |
| (4) 说明如何确定不同材料的摩擦系数。 | (12) 说出电路中常用电工的术语及其定义。 |
| (5) 说明制动系统散热的重要性。 | (13) 解释如何利用欧姆定律确定电路中电流，电压和电阻值。 |
| (6) 叙述当今用于制动系统中的三种基本摩擦材料。 | (14) 描述全美汽车维修协会(ASE)确认发证的要求。 |
| (7) 解释液压系统如何传递力和运动。 | |
| (8) 描述运用帕斯卡定律如何提高液压系统输出的力。 | |

1.1 引言

制动系统是汽车最重要系统之一，是为使高速行驶的汽车减速或停车而设计的。如果此系统不能正常工作，车上的驾驶员和乘客将受到车祸的伤害。维修制动系统零件的技师必须是技术熟练的专家，他们的工作是拯救生命。在这一章中，将从制动系统的基本概念开始制动系统的学习。

1.2 制动系统的基本构造及工作

汽车制动系统是一套用来使四个车轮减速或停止的零件（见图 1-1）。当驾驶员踩下制动踏板时，制动动作开始。踏板装在顶端带销轴的杆件上。踏板的运动促使推杆移动，移向主缸或离开主缸。

主缸安装在发动机室的隔板上，主缸是一个由驾驶员通过踏板操作的液压泵。

当踏板被踩下，主缸迫使有压力的制动液通过液压管路到四个车轮的每个制动器。这些液压管路由钢管和软管组成。它们将压力液从主缸传递到车轮制动器。

盘式制动器多数用于汽车的前轮，有不少车辆四个车轮都用盘式制动器。制动盘装在轮毂上，与车轮及轮胎一起转动。当驾驶员进行制动时，主缸的液体压力传递到盘式制动器。该压力推动摩擦衬片靠到制动盘上，阻止制动盘转动。

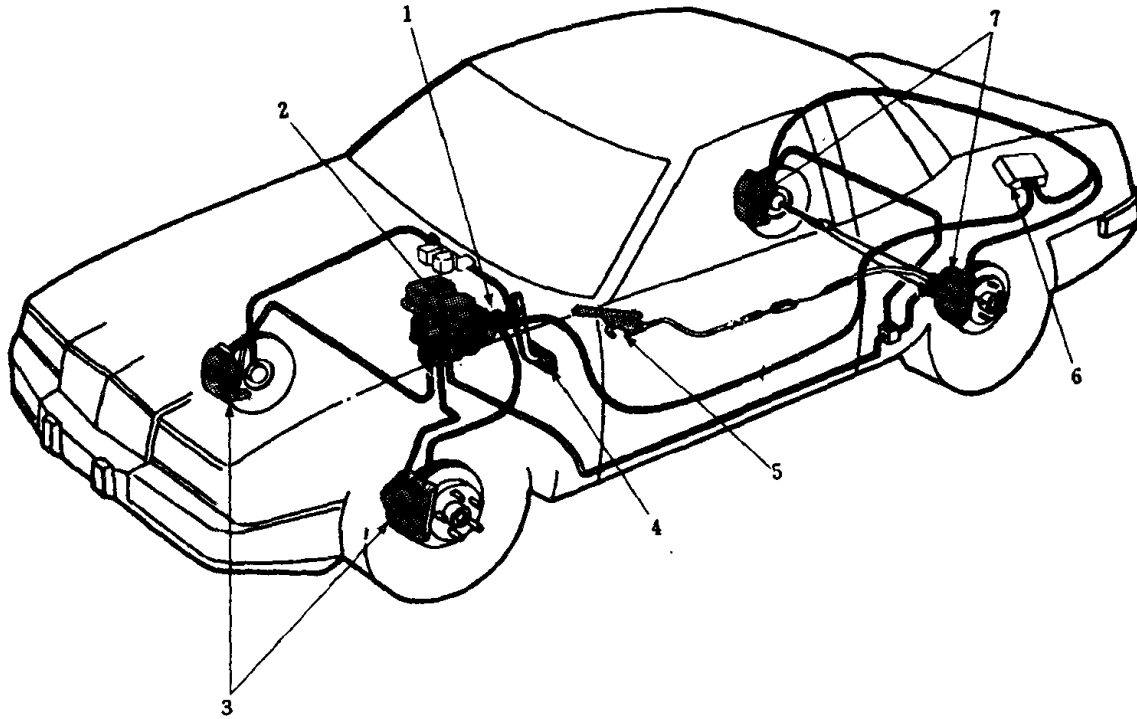


图 1-1 汽车制动系统的基本部件

1—液压助力制动器 2—主缸和防抱死装置 3—前盘式制动器 4—制动踏板 5—驻车制动杆 6—防抱死计算机 7—后盘式制动器

很多汽车都采用助力制动系统减少驾驶员在制动停车时必须加到踏板上的力。助力制动器一般有两种型式。最常见的型式是利用进气歧管的真空，作用在膜片上提供助力。另一种型式是采用泵产生液压力提供助力。

驻车制动器总成用来进行机械制动，防止停放的车辆溜车，在液压制动完全失效时实现停车。绝大部分驻车制动器用来制动两个后车轮。有些前轮驱动的车辆装有前轮驻车制动器。因为在紧急停车中绝大部分的制动功需要用在车辆的前部。驻车制动器一般用手柄或脚踏板操作。当运用驻车制动器时，驻车制动钢索机械地拉紧施加制动的杆件。驻车制动器由机械控制，不是由液压控制。

每当以很强的压力进行制动时，车轮可能完全停止转动。这叫做“车轮抱死”。这并不能帮助车辆停下来，而是轮胎损失了一些与路面的摩擦接触，在路面上滑移。轮胎滑移时，车辆不再是控制下的停车，驾驶员处在危险之中。有经验的驾驶员知道，防止车轮抱死的对策是迅速上、下泵动制动踏板。这样间歇地对制动器提供液压力，使驾驶员在紧急制动时能控制住车辆。

现今许多新型车辆装备了防抱死制动系统（ABS）。防抱死制动系统做的工作与有经验驾驶员做的相同，只是更快、更精确些。它感受到某车轮快要抱死或滑移时，迅速中断到该车轮制动器去的制动压力。在车轮处的速度传感器监测车轮速度，并将信息传递给车上计算机。于是，计算机控制防抱死制动装置，输送给即将抱死的车轮的液压力发生脉动。

1.3 摩擦原理

所有的汽车制动系统都利用摩擦进行制动。车轮制动器利用摩擦制动车轮。轮胎与路面

间的摩擦力使汽车停车。对于制动系统来说摩擦是如此重要，对摩擦的基本原理必须有很好的理解。

摩擦是两接触表面相互滑动产生的力。没有摩擦力，就不能走路。脚与地板之间的摩擦力使你向前跨步、行走。

1.3.1 动摩擦和静摩擦

制动控制车辆的两种基本摩擦型式如图 1-2。第一种型式称为动摩擦，第二种型式称为静摩擦。

对行驶的汽车进行制动时，将摩擦部件（制动蹄或摩擦衬片）压到车辆的转动部件（制动盘或制动鼓）上。摩擦使转动部件减速和停止。转动部件的动量称为动能，使转动部件停止转动的摩擦称为动摩擦。

动摩擦将动能变为热，通过搓手可更好地了解动摩擦。如果搓得很快，手掌就感到发热。将一木块压靠在另一物体表面上快速搓动，同样也能感到发热（图 1-3）。

制动时，由于动摩擦，制动部件和轮胎都发热。例如，以 95km/h 行驶的汽车紧急停车时，制动摩擦材料的温度很容易升高到超过 230°C 以上。

静摩擦使汽车一旦停止后保持原地不动。制动元件之间的摩擦、轮胎及路面之间的摩擦都阻止车辆运动。为了车辆行驶，制动元件必须松开。发动机的功率必须大到足以克服轮胎与路面之间的静摩擦力，车辆才能起步。

1.3.2 摩擦力和压力

在制动系统中，摩擦力大小的一个重要因素是摩擦材料施加在转动的制动零件上的压力的大小。加在两个摩擦表面上压力越大，夹得越紧，则它们之间的相互运动就越困难。要证明这一点，搓你的双手就能知道。你的双手推压得越紧，搓动它们就越困难些。

盘式制动系统的基本摩擦如图 1-4。制动盘装到车轮上，与车轮一起转动。摩擦块压靠在制动盘的摩擦表面上，（或者制动盘的侧面。摩擦力使制动盘减速并停止转动，从而将转动车轮制动住。

在制动系统中采用机械杠杆，液压力和不同的助力装置产生制动压力把摩擦块推压到制动盘上的压力越大，得到的摩擦力也越大。摩擦力越大，制动作用也越大（热量也大）。

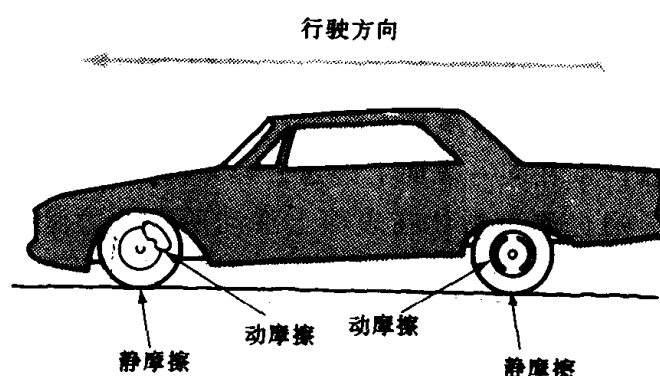


图 1-2 制动时的摩擦力

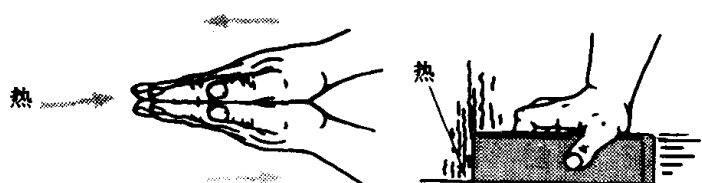


图 1-3 摩擦生热

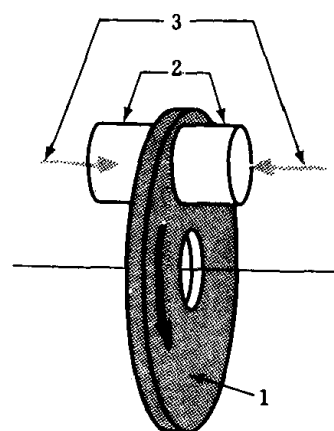


图 1-4 加在摩擦块上压力越大，摩擦力也越大

1—制动盘 2—摩擦块 3—压力

1.3.3 摩擦力和摩擦表面积

另一个影响摩擦力大小的重要因素是互相接触的摩擦面积的大小。两只手比一只手能更快地停住一根转动的轴。两个大些的制动件比小的有更大的摩擦接触面积（图 1-5）。大些的制动件比小的使汽车停得快些。这就是为什么大汽车要用大些的制动部件，比小汽车的制动件大。

1.3.4 摩擦系数

尽管施加的压力和接触面积相同，在一种表面上移动某些材料比另一种费力些。不同材料有不同的摩擦性能，或者说摩擦系数不同。一块冰从一表面上滑过去比一张沙纸在同一表面上滑过去容易得多。

通过测出物体在表面上滑动所需的力除以物体本身的重力，就能计算出摩擦系数。例如，用 100lbf 拉动一个 100lbf 重金属块在混凝土表面移动，但只要 2lbf 就可拉动 100lbf 冰块。得出混凝土对金属块的摩擦系数为 1.0，而对冰块的摩擦系数为 0.02。

如果摩擦材料的摩擦系数太大，汽车制动器就会抱得很紧，引起车轮抱死和滑移。如果摩擦系数太低，要停住汽车需要加到制动踏板上的压力将过大。

汽车工程师为达到最好的制动性能仔细地确定特殊车型需要的摩擦系数。为摩擦块和制动盘（或制动蹄和制动鼓）选取的摩擦材料目的是得到最佳的高、低温制动性能。最好的摩擦材料应当是温度变化很大时，摩擦系数变化很小。如果选取的材料摩擦系数随着温度升、降而增减，则制动器就会刹车不灵或抱死。制动技师在更换制动器零件时必须很细心，使用经批准的替换件，确保制动性能令人满意。

摩擦系数表征两个接触物体相向移动的特性。

1.3.5 散热

刹车时汽车的质量和速度决定需要多少摩擦能来使车辆停下来。如前所述，热是摩擦的必然结果。需要停住汽车的摩擦能越大，刹车时产生的热量也越多。

摩擦产生的热必须移走，否则会损坏制动系统的零件。热量通过摩擦材料和制动器零件的金属从摩擦表面移走、释放到周围空气中，称为散热。

连续地刹车所积累的热量，能使制动摩擦块或制动蹄的摩擦系数降低，使制动器的性能衰退。热量使摩擦材料像上过釉一样，制动盘或制动鼓的金属表面变得更硬。因此，要停车驾驶员需要施加更大的踏板力。

制动系统要提供最好的散热条件，经常使部件通风，使最大气流在热的表面周围流过。摩擦面的大小设计时要考虑到散热问题，制动摩擦接触面积越大，散热情况越好。

制动器性能衰退发生在制动器的制动能力逐渐消失的时候。

1.4 制动器摩擦材料

盘式制动系统内摩擦材料粘结或铆接到金属底板上（图 1-6），称为制动器摩擦块。在鼓式制动系统内摩擦材料也粘结或铆接在金属蹄（图 1-7）上。称为制动蹄。

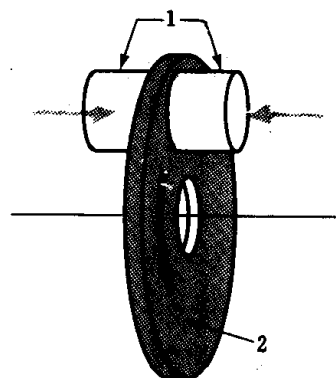


图 1-5 摩擦接触面积越大，制动越好
1—摩擦块 2—制动盘