



汽车制动液

冷观俊 陈德友 周建军 李庆年 编著



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

汽车制动液

冷观俊 陈德友 周建军 李庆年 编著

化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车制动液/冷观俊等编著. —北京: 化学工业出版社, 2003. 7

ISBN 7-5025-4630-8

I. 汽… II. 冷… III. 汽车-制动液 IV. U473. 7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 055171 号

汽车制动液

冷观俊 陈德友 周建军 李庆年 编著

责任编辑: 段志兵

文字编辑: 王清颖

责任校对: 洪雅姝

封面设计: 潘峰

*

化学工业出版社 出版发行

工业装备与信息工程出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京管庄永胜印刷厂印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 12 字数 321 千字

2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4630-8/TQ·1764

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换
京工商广临字朝 (2003—22 号)

序

车用油料主要包括燃料、润滑油（汽油机油、柴油机油、齿轮油）、特种液（发动机冷却液、制动液）、液压油和润滑脂等品种，是汽车工业和国防建设的重要物资。

随着我国汽车工业的发展，车用油料的消耗量逐年上升，对其质量要求也日益严格，如何通过技术创新，提高油料质量，延长换油周期，合理利用资源，减少污染，乃是石油化工领域当务之急及永恒的主题。目前我国石油化工产品基本上采用欧美标准，整体水平与发达国家仍有差距，但是发动机冷却液、制动液等特种液产品的质量水平与发达国家接近，甚至有的已优于国外产品，并占据国内市场主要份额。遗憾的是，国内还没有系统介绍冷却液和制动液技术方面的专著。

《汽车冷却液》和《汽车制动液》两书的出版，旨在补上这一缺憾。

两书由中国人民解放军总后勤部油料研究所李庆年等同志策划。《汽车冷却液》由周建军博士执笔，《汽车制动液》由冷观俊高级工程师执笔。两书除了系统介绍国内外两大品种的发展现状和趋势外，还着重介绍了原理、组成、产品规范、各产品牌号、试验方法、配方体系、生产与使用及回收利用技术等内容，内容详实，是探讨汽车特种液比较完整、实用的专著。

“均衡腐蚀抑制剂体系”的论述及前沿领域的丙二醇型冷却液、重负荷冷却液 SCA 补充剂的介绍，是《汽车冷却液》一书的点睛之笔；如何解决高沸点、低吸水率、低凝固点、抗腐蚀、抗氧化、适应制动系统弹性材料等技术难题，是《汽车制动液》一书的精华所在。除此之外，书中对配方技术中出现复杂的相化学、电化学现象从机理、实验、应用等方面都进行了探讨，从不同角度提出了如

何解决这些复杂而又针对性很强的问题，最终都给读者一个完整的产品配方体系，颇具特色。

作者都是长期从事国防油料科研第一线的科研工作者，多年来，为满足国防事业及我国汽车工业发展的需求，始终站在该领域的世界前沿，在大量的实践基础上，采用新材料、新工艺、新技术，研制出一系列符合 MIL-A-46153B、ASTM D3306、SAE J1703、ISO 4925、DOT3、DOT5 以及 DOT5.1 等国际公认标准的产品，并在国防领域得到广泛应用，积累了丰富的经验。著者将多年潜心研究积累的经验及精心撷取的该领域相关资料汇集成书公之于世，相信两书的出版对油料界的发展必有所裨益，可作为从事油料研究、教学、车辆维修人员的参考书。

癸未年初，蒙化学工业出版社之约，特乐为之序。

陈德友

2003年3月31日

前 言

随着我国经济的快速发展和人民物质文化生活水平的提高，汽车工业已成为国民经济的支柱性产业，轿车进入家庭已成为人们提高生活质量的一种追求和发展趋势。汽车液压制动系统使用的制动液作为保证车辆安全行驶的安全性产品，其重要性越来越受到汽车制造厂家、车辆使用和维修人员的重视和关注。

本书为我国第一部全面、系统介绍汽车制动液知识的专著，编著者力图使该书成为一本汽车制动液方面的“百科全书”，为读者解决在实际工作中遇到的有关制动液方面的问题，提供全方位信息。为此，本书从介绍汽车液压制动系统的结构、工作原理开始，着重阐述了汽车制动液组成、性能要求、汽车制动液标准、国内外汽车制动液发展历程、现状和发展趋势以及汽车制动液产品生产、储存、正确使用和维护等方面的相关内容。希望本书能对汽车工业的发展和制动液产业的技术进步起到一定的推动作用。

本书可供汽车生产、使用单位，石油化工产品生产、使用等部门科研、工程、管理技术人员、技术工人以及车辆驾驶人员阅读，也可供有关院校相关专业师生参考。

本书在编写过程中得到了中国人民解放军总后勤部油料研究所有关首长的高度重视和支持，在此表示衷心感谢！

由于作者水平有限，虽尽全力，但错误和不妥之处在所难免，恳请读者批评指正，以便改正。

冷观俊

2003年5月于北京

内 容 提 要

汽车制动液是汽车用特种液之一。这是我国有关汽车制动液的第一本专著，系统地介绍了汽车制动系统的工作原理，汽车制动液的性能、标准、要求、技术现状与发展趋势、生产储运、及正确使用与维护等内容，对读者对汽车制动系统的工作原理和汽车制动液的性能要求的全面了解，以及强化读者对正确使用制动液重要性的认识大有益处。同时本书还注意结合实用的汽车品牌、车型进行介绍，并列出了常用的规范标准，实用性较强。

本书由长期从事国防油料科研的第一线科研工作者编写，集作者多年经验及该领域先进技术资料为一体，是探讨汽车制动液比较完整、实用的专著。

本书适用于汽车司机，汽车修理、养护人员，汽车油品研制、生产、检测和销售人员。

目 录

第 1 章 绪论	1
第 2 章 汽车制动系统	4
2.1 制动系统的基本组成	5
2.2 摩擦原理与制动动力学	9
2.2.1 摩擦原理	9
2.2.2 制动动力学	9
2.3 液压传动与气压传动	10
2.3.1 传动方式比较	11
2.3.2 液压传动与气压传动的特点	11
2.3.3 液压传动及气压传动在汽车制动系统中的应用	14
2.4 制动系统的分类及结构特点	15
2.5 制动器	18
2.5.1 行车制动器	18
2.5.2 驻车制动器	31
2.6 制动传动机构	33
2.6.1 液压式简单传动机构	33
2.6.2 全液压动力传动机构	34
2.6.3 制动主缸	35
2.6.4 制动轮缸	42
2.7 伺服制动系统	42
2.7.1 真空助力器	43
2.7.2 液压助力器	45
2.8 制动系统常见故障及维修	46
第 3 章 汽车制动液概述	49
3.1 汽车制动液的作用	49
3.2 汽车制动液的性能要求	51
3.3 汽车制动液的分类	52

3.3.1	蓖麻油醇型制动液	52
3.3.2	矿物油型制动液	53
3.3.3	合成制动液	54
3.4	汽车制动液的组成	63
3.4.1	醇型制动液的组成	63
3.4.2	矿物油型制动液的组成	63
3.4.3	合成制动液的组成	63
第4章 汽车制动液的性能		74
4.1	汽车制动液的高温性能	75
4.1.1	制动液在使用过程中的热负荷	75
4.1.2	制动液的高温性能指标	80
4.1.3	提高制动液高温性能的方法	101
4.2	汽车制动液的低温性能	109
4.2.1	制动液的低温性能指标	109
4.2.2	制动液标准对低温性能指标的要求	115
4.2.3	制动液低温性能对车辆制动性能的影响	116
4.2.4	改进制动液低温性能的方法	119
4.3	汽车制动液的金属防护性能	122
4.3.1	金属腐蚀的基本概念	123
4.3.2	防止金属腐蚀的基本方法	124
4.3.3	制动系统使用的金属材料	130
4.3.4	制动液标准对金属防腐性的要求	130
4.3.5	制动液金属防腐性能的测试方法	133
4.3.6	提高制动液金属防腐性能的方法	139
4.4	汽车制动液的橡胶相容性能	140
4.4.1	制动系统中使用的密封材料及性能	140
4.4.2	对制动液橡胶适应性能的要求	141
4.4.3	国内外制动液橡胶适应性能对比	146
4.4.4	提高制动液橡胶适应性能的方法	147
4.5	汽车制动液的抗氧化性	149
4.6	汽车制动液行程模拟试验	153
4.7	汽车制动液的其他性能指标	154
4.7.1	颜色和外观	154

4.7.2	密度	155
4.7.3	pH 值	157
4.7.4	水分	157
第 5 章	汽车制动液标准	160
5.1	我国汽车制动液标准	161
5.1.1	醇型制动液标准	161
5.1.2	矿物油型制动液标准	163
5.1.3	合成制动液标准	163
5.2	美国汽车制动液标准	174
5.2.1	SAE 制动液标准	174
5.2.2	DOT 制动液标准	179
5.2.3	SAE 与 DOT 制动液标准比较	184
5.2.4	美军制动液标准	186
5.3	日本汽车制动液标准	188
5.4	汽车制动液国际标准	192
第 6 章	汽车制动液现状与发展趋势	197
6.1	我国汽车制动液现状	197
6.1.1	我国合成制动液的发展过程	197
6.1.2	我国合成制动液技术现状	201
6.1.3	我国合成制动液产品现状	205
6.1.4	合成制动液国家质量抽查情况	210
6.2	我国合成制动液的发展趋势	212
6.3	国外汽车制动液现状	213
6.3.1	国外制动液产品现状	213
6.3.2	不同 DOT 级别制动液优缺点对比	216
6.4	国外汽车制动液发展趋势	219
第 7 章	汽车制动液的生产、储存和正确使用	221
7.1	汽车制动液的生产	221
7.1.1	制动液产品的生产条件及管理要求	221
7.1.2	制动液产品生产的技术条件	222
7.1.3	制动液产品的生产方法	223
7.2	制动液产品的储存	225
7.3	制动液产品的正确使用和维护	227

7.3.1 制动液产品的正确选用	227
7.3.2 制动液在使用过程中的质量变化	227
7.3.3 制动液的正确使用与维护	232
附录 1 有关汽车制动液标准	236
附录 2 有关“机动车制动液生产许可证”的资料	352
参考文献	367

第 1 章 绪 论

近 20 年来，经过改革开放，我国经济取得了举世瞩目的成就。汽车工业，特别是轿车工业也得到了迅速发展。目前已形成一汽大众汽车有限公司、东风雪铁龙汽车公司、上海大众汽车有限公司、南京菲亚特汽车公司、上海通用汽车有限公司、天津丰田汽车公司、广州本田汽车公司、重庆长安汽车（集团）公司等大型汽车生产基地。我国汽车工业已快速成为国民经济的支柱产业。

汽车主要由发动机、底盘、车身和电气设备四大部分组成。

发动机是汽车的动力装置，主要有汽油发动机和柴油发动机两类。其作用是将燃油燃烧后产生的热能转变成为机械能，通过底盘的传动系统驱动汽车行驶。发动机由机体与曲柄连杆机构、配气机构、燃油供给系统、燃烧系统、冷却系统、润滑系统和启动系统组成。

底盘通过接受发动机输出的动力，使汽车产生运动，并保证汽车能正常行驶。底盘由传动系统、行驶系统、转向系统和制动系统组成。

车身用以安置驾驶员、乘客或货物。轿车和大部分客车是整体车身，货车一般由驾驶室和货箱两部分组成。

电气设备由电源和用电设备组成。电源为蓄电池和发电机；用电设备有发动机点火系统、启动系统、照明装置、空调、音响及其他用电仪表等。

汽车制动系统虽然只是汽车底盘的一个分系统，但因其关系到车辆、驾驶员及人民生命财产安全，作用十分重要。

根据传递制动能量的介质不同，汽车制动系统分气压制动和液压制动两种方式。与气压制动相比，液压制动具有更多优点：如液压制动系统结构紧凑，体积小，制动力矩大而均匀，刹车迅速、灵

敏，能耗低，还可延长轮胎使用寿命等，因此，液压制动系统不仅普遍应用于小轿车、小客车，在中等吨位载重车上也得到了应用。

液压制动装置自从 1922 年开始在小客车上使用以后，到 20 世纪 30 年代后期就成为轿车工业的标准配置而得到广泛使用。目前，随着汽车工业发展和技术进步，液压制动系统的结构和性能也得到不断改进与完善。

众所周知，保证各种车辆制动系统正常、可靠地工作是汽车安全行驶的基本条件，为此，除了要求制动系统所使用的机械零部件设计、布局合理、工作可靠外，根据不同车辆技术性能指标要求，正确使用相应级别的合成制动液也是非常重要的。

全国公路交通事故统计数据表明，我国公路交通事故数量呈逐年增加趋势，由此造成的伤、亡人数和直接经济损失也不断增加，1994~2000 年全国公路交通事故统计数据见表 1-1。

表 1-1 1994~2000 年全国公路交通事故统计

年份	事故次数，次	死亡人数，人	受伤人数，人	直接经济损失，万元	万车死亡率	10 万人口死亡率
1994	253537	66362	148817	133383	24.26	5.54
1995	271843	71494	159308	152267	22.48	5.90
1996	287685	73655	174447	171769	20.41	6.02
1997	304217	73861	190128	184616	17.50	5.97
1998	346129	78067	222721	192951	17.30	6.25
1999	412860	83529	286080	212402	15.45	6.82
2000	616971	93853	418721	266890	15.60	7.27

从表中可以看出：虽然每万车辆造成的死亡率呈下降趋势，但每 10 万人口死亡率却呈上升趋势。在这些事故中，由于制动系统故障造成的交通事故也时有发生。2000 年由于制动系统故障（制动失效或制动不良）造成的交通事故及损失情况见表 1-2。

2001 年 2 月，随着我国国家出入境检验检疫局发布《关于禁止进口日产三菱帕杰罗 V31、V33 两款越野车》的禁令后，由上述两种车型制动系统设计不当，致使车辆行驶中固定在后车轴上的制动油管和固定在车身上的制动感载阀碰撞和摩擦，导致制动油管破

损穿孔、制动液外漏造成制动失效的交通事故的报道不断见诸报纸、电视等新闻媒体。为此，确保车辆制动系统刹车灵敏、可靠，再一次成为人们关注的重要问题。

表 1-2 2000 年由于制动系统故障造成的交通事故及损失情况

故障原因	事故次数，次	死亡人数，人	受伤人数，人	直接经济损失，元
制动失效	4663	1023	4256	38645167
制动不良	7633	2656	5447	39413006

不难看出，影响汽车制动系统能否正常、可靠工作的因素有：

- ① 制动器和制动传动装置设计是否合理；
- ② 制动系统所使用的零部件质量是否可靠；
- ③ 制动系统所使用的汽车制动液质量是否满足使用要求。

汽车经生产厂家检验合格出厂后，在正常使用过程中，制动系统零部件质量状况及所使用的制动液质量水平是决定汽车制动性能的关键因素。

为了便于读者从机械和油品两个方面全面了解汽车制动系统的工作原理及对汽车制动液的性能要求，并强化对正确使用汽车制动液重要性的认识，本书将从汽车液压制动系统的构成、工作原理，汽车制动液性能、标准要求、技术现状与发展趋势，制动液生产、储存及正确使用等方面介绍相关知识与信息，以期减少我国因制动系统故障而导致的车辆事故的发生，保障国家和人民生命财产安全。

第 2 章 汽车制动系统

道路交通条件的改善，尤其是高速公路的快速发展，以及车辆发动机设计和制造技术的进步，加快了现代社会人们生活节奏。为了提高工作效率，在可能的情况下，尽量提高车辆行驶速度已成为人们追求的目标之一。但是，要达到这一目标还必须有一个首要条件，即车辆制动必须灵敏、可靠，从而最大限度地避免发生车祸，保障人民的生命、财产安全。

在汽车行驶过程中，为了降低车速，可以通过减小油门开度，将变速器退回空挡或使发动机熄火，切断驱动轮上的动力供应等方法，使汽车在车内外各种阻力的作用下逐渐减速直至停车。由于这些减速或停车方法，停车前所滑行的距离过长，难以进行人工控制，故不能满足使用要求。特别是汽车在下长坡时，由于重力作用，汽车将自行加速到危险程度，根本不可能实现减速。因此，汽车上必须设置制动系统，以保证汽车在必要时迅速地强制减速、停车，下坡时车速稳定以及停歇时不致溜滑。以上这些作用统称制动或刹车。

汽车制动系统通常包括行车制动、驻车制动、紧急制动和辅助制动等几套装置。一般汽车至少装有两套各自独立工作的制动系统，它们是行车制动装置和驻车制动（手制动）装置。行车制动装置用于行车过程中，驾驶员可根据需要控制这套系统强制汽车减速或停车。驻车制动系统主要是保证汽车能可靠停放，还可用于坡道起步和紧急情况辅助制动。行车制动装置为脚制动器，是装在车轮上的制动装置；停车制动器为手制动器，它是装在传动轴上的装置。此外，在矿用汽车及大型载重车上都装有辅助制动装置。

汽车制动系统必须确保汽车具有良好的制动性能。通常，评价汽车制动性能的指标有以下三项。

直，上缘开裂。果皮较厚，外表面红棕色，多数有皱纹，内表皮淡棕色，有光泽，内含种子1粒。种子扁卵形，长7毫米，宽4毫米，厚2毫米，种皮棕色或灰棕色，光亮，一端有种脐。

【商品规格】 均为统货。

【选购识别】 以个大、色红、油多、香浓者为佳。近年来，市场上曾发现过的易混淆品种有以下几种，应注意鉴别：



图4 八角茴香

1. 木兰科植物红茴香 *Illicium henryi* 的干燥果实。由7~8个蓇葖果集成聚合果。果呈鸟喙状，扁平瘦小，果皮较薄，先端较尖，略向腹面弯曲，长1.5厘米左右，宽0.4~0.7厘米。具特异香气，味先酸后甜。有毒。

2. 木兰科植物短柱八角 *I. brevistylm* 的干燥成熟果实。常由10~13个蓇葖果聚成聚合果。蓇葖果呈小艇形，先端有一较长的向后弯曲的钩尖头。气微，味微苦辣，麻舌。有毒。

3. 木兰科植物野八角 *I. majus* 的干燥成熟果实。常由20~24个果集成聚合果。蓇葖果呈不规则广圆锥形，先端长尖，略弯曲，呈长鸟喙状。微具特异香气，味淡，麻舌。毒性大。

4. 木兰科植物莽草 *I. lanceolatum* 的干燥成熟果实。常由8~13个蓇葖果集成聚合果。蓇葖果呈小艇形，先端有一较长而向后弯曲的钩尖头（较小），果皮较薄。有特异芳香气，味淡，久尝麻舌。毒性大。

【贮藏保管】 干透，密封包装，置干燥处。

【成分】 八角茴香（北京）可食部为100%，每百克含能量808千焦，水分13.1克，蛋白质3.8克，脂肪2.9克，膳食纤维39.3克，碳水化合物38克，维生素B₁0.12毫克，维生素B₂0.13毫克，尼克酸0.9毫克，钾380毫克，钠20.9毫克，钙45毫克，镁68毫克，铁6.3毫克，锰9.61毫克，锌0.64毫克，铜0.61毫克，磷116毫克。挥发油主成分是茴香脑含量80%~90%，此外尚含槲皮素-3-0-鼠李糖甙、槲皮素-3-0-葡萄糖甙、槲皮素-3-0-半乳糖甙、槲皮素、山柰酚、山柰酚-3-0-葡萄糖甙、山柰酚-3-0-半乳糖甙、甲基胡椒酚、茴香醛、茴香酸、茴香酮、蒎烯、水芹烯、柠檬烯、茴蒿油素、黄樟醚等。

【功能】 性味辛甘温。具有温阳、散寒、理气的功能。治中寒

一同旋转；在固定不旋转的制动底板上，有两个支承销，支承着两个弧形制动蹄的下端；制动蹄的外圆面上又装有非金属摩擦片；制动底板上还装有液压制动轮缸，即刹车分泵，通过油管与装在车架上的液压制动主缸，即刹车总泵相连通；主缸中的活塞可由驾驶员通过制动踏板来操纵。

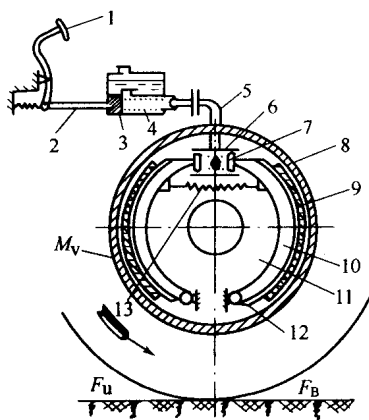


图 2-2 汽车制动系统的工作原理

- 1—制动踏板；2—推杆；3—主缸活塞；4—制动主缸；
5—油管；6—制动轮缸；7—轮缸活塞；8—制动鼓；
9—摩擦片；10—制动蹄；11—制动底板；
12—支承销；13—制动蹄体回位弹簧

制动系统不工作时，制动鼓的内圆面与制动蹄摩擦片的外圆面之间保持着一定的间隙，从而使车轮和制动鼓可以自由旋转。

要使行驶中的汽车减速，驾驶员应踩下制动踏板，通过推杆和主缸活塞，使主缸内的制动液在一定压力下流入制动轮缸中，并通过两个轮缸活塞推动两制动蹄绕支承销转动，从而使上端向两边分开而以其摩擦片压紧在制动鼓的内圆面上。这样，不旋转的制动蹄就对旋转着的制动鼓产生一个摩擦力矩 M_r ，其方向与车轮旋转方向相反。制动鼓将该力矩传到车轮后，由于车轮与地面间有附着力作用，车轮即对路面作用一个向前的周缘力 P_o ，同时路面也对车