汽车冷却液

周建军　李庆年　冷观俊　陈德友　编著

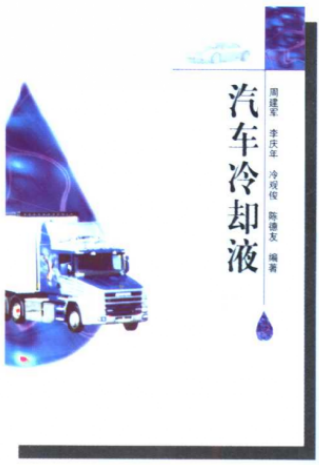
化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

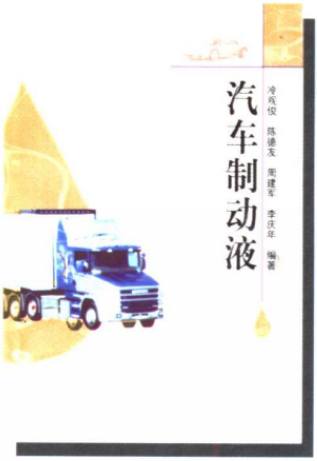
◆ 汽车冷却液 ◆

汽车冷却液有时俗称“防冻液”或“不冻液”。实际上冷却液有着冷却、防垢、防腐蚀和防冻四大功能。那么，为什么冷却液有这些功能？冷却液有哪些类型？是如何配制和检测的？生产和储存要注意什么问题？如何向发动机加注和维护？……周建军和李庆年等科技人员在书中回答了这些问题。

汽车和其他车辆的维护和管理人员、发动机维修技术人员、车辆化学品研究开发和销售人员、驾驶人员阅读本书，当能受益。

制动系统和制动液也是车辆的重要部分。要详细了解制动液的相关知识和信息，可以阅读化学工业出版社出版的《汽车制动液》。





ISBN 7-5025-4394-5

9 787502 543945 >

ISBN 7-5025-4394-5/TQ·1700　定价：20.00元

（京）新登字039号

图书在版编目（CIP）数据

汽车冷却液/周建军，李庆年等编著. —北京：化学工业出版社，2003.5
ISBN 7-5025-4394-5

Ⅰ. 汽… Ⅱ. ①周… ②李… Ⅲ. 汽车-液体冷却-材料 Ⅳ. U473.7

中国版本图书馆CIP数据核字（2003）第027224号

汽车冷却液

周建军 李庆年 冷观俊 陈德友 编著

责任编辑：段志兵
文字编辑：胡 波
责任校对：凌亚男
封面设计：潘 峰

*

化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心 出版发行
（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
北京市管庄永胜印刷厂印刷
三河市前程装订厂装订
开本 850毫米×1168毫米 1/32 印张 8¾ 字数 231千字
2003年5月第1版 2003年5月北京第1次印刷
ISBN 7-5025-4394-5/TQ·1700
定 价：20.00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

内 容 提 要

发动机冷却液具有冷却、防腐蚀、防垢和防冻四大功能，是发动机正常运转不可缺少的散热介质。本书重点介绍了轻负荷发动机和重负荷发动机冷却液，介绍冷却液的组成、类型、性能。对冷却液的回收利用、冷却系统的清洗和维护也作了详细阐述。附录列举了我国冷却液的行业标准。

本书主要供汽车用冷却液的科研、开发和生产人员，汽车用户和管理人员阅读。

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

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

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、ASTMD3306、SAEJ1703、ISO4925、DOT-3、DOT-5 以及 DOT-5.1 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技术资料汇集成书公诸于世，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

2003.3.31

前　言

随着我国社会工业化进程的不断加快，汽车产量和国民的经济收入水平的不断提高，汽车正在逐步走进千家万户。冷却液在使用中有时俗称“防冻液”或“不冻液”，是汽车发动机正常运转不可缺少的散热介质，直接影响汽车的使用寿命。因此，本书力图提供丰富的冷却液技术方面的信息，使无论冷却液的开发、生产、管理人员还是使用者都能从中获益。

本书第一章为概述，对冷却系统功能和结构、冷却液的作用和分类进行了简要的介绍；第二章和第三章分别介绍了轻负荷冷却液和重负荷冷却液；第四章介绍了冷却液的回收利用方法及再生冷却液规范；第五章介绍了冷却液的生产、储存和分析；第六章介绍了冷却液的清洗、加注和维护。

本书的编写力图体现三个特点：一是新颖，介绍了国外一些产品和工艺的最新发展动态，如丙二醇型冷却液、纳米冷却液以及冷却液的回收利用工艺等；二是实用，既有各种类型冷却液的典型配方及相关的测试方法，也有冷却液的生产及冷却系统的维护方面的内容，所以本书既适合于从事冷却液开发的科研工作人员，也适合于冷却液的生产、管理和使用人员；三是全面，既介绍了各种类型冷却液的发展过程、各种典型配方的使用性能，也介绍了冷却液的回收利用工艺，并对生产和使用过程中的相关注意事项进行了充分的论述。另外，本书力求简洁，尽量避免内容的重复。

本书在编写过程中参考了美国材料与试验协会（ASTM）和美国汽车工程协会（SAE）的年会论文和 ASTM 规范及测试方法；本书初稿完成后，中国人民解放军总装备部医学工程研究所张康征高级工程师进行了认真的审阅，提出了许多中肯的意见，在此表示

感谢。尽管编者尽心尽力，但由于水平所限，书中难免存在遗漏和谬误之处，恳请读者批评指正。

编著者

2003 年 3 月于北京

目　录

第一章　概述 …… 1
第一节　冷却系统的功能和结构 …… 1
一、冷却系统的功能 …… 1
二、冷却系统的结构 …… 1
第二节　冷却液的作用 …… 5
一、冷却作用 …… 5
二、防腐作用 …… 6
三、防垢作用 …… 6
四、防冻作用 …… 7
五、“防冻液”名称的不足和危害 …… 7
第三节　冷却液的组成 …… 8
一、水 …… 8
二、防冻剂 …… 8
三、添加剂 …… 9
第四节　冷却液的分类 …… 11
一、按照基础液类型分类 …… 11
二、按照缓蚀剂组成分类 …… 12
三、按照使用寿命分类 …… 12
四、按照使用的发动机负荷分类 …… 13
第二章　轻负荷发动机冷却液 …… 14
第一节　乙二醇型冷却液 …… 14
一、乙二醇型冷却液的发展 …… 14
二、乙二醇的特性 …… 17
三、常用的缓蚀剂及作用 …… 20
四、缓蚀剂的复配 …… 30
第二节　丙二醇型冷却液 …… 38
一、丙二醇的特性 …… 38

二、丙二醇与乙二醇型冷却液的对比 …… 40
三、丙二醇型冷却液的现状 …… 44
第三节 轻负荷发动机冷却液的性能测试方法 …… 51
一、石化标准 …… 52
二、其他方法和标准 …… 58
第四节 汽车公司对轻负荷冷却液的性能要求及轻负荷冷却液规范 …… 75
一、汽车公司对轻负荷冷却液性能的要求 …… 76
二、轻负荷冷却液规范 …… 79
第三章 重负荷发动机冷却液 …… 93
第一节 重负荷发动机冷却液的发展现状 …… 93
一、重负荷发动机冷却系统中经常出现的问题 …… 93
二、重负荷发动机冷却液的发展过程 …… 95
三、冷却液补充添加剂的发展 …… 99
四、有机酸型重负荷发动机冷却液 …… 102
五、丙二醇型重负荷发动机冷却液 …… 104
第二节 重负荷发动机冷却液的性能测试方法 …… 105
一、SCA 与冷却液的相容性 …… 106
二、泡沫倾向性能 …… 110
三、气穴腐蚀性能 …… 111
四、发动机功率计试验 …… 124
第三节 重负荷发动机冷却液产品规范 …… 129
一、需要预加补充添加剂的重负荷发动机冷却液 …… 130
二、补充添加剂规范 …… 134
三、全配方重负荷发动机冷却液 …… 138
第四章 冷却液的回收利用 …… 142
第一节 废冷却液的组成 …… 142
第二节 回收利用工艺及再生冷却液的性能 …… 144
第三节 再生冷却液规范 …… 152
第五章 冷却液的生产、储存和分析 …… 164
第一节 冷却液的生产 …… 164
第二节 冷却液的储存 …… 165
第三节 冷却液的分析 …… 166
一、常规分析 …… 167

二、仪器分析 …… 170
第六章 冷却系统的清洗、加注和维护 …… 176
第一节 冷却系统的清洗 …… 176
一、冷却系统的污垢 …… 176
二、冷却系统的清洗 …… 177
第二节 冷却系统的加注和维护 …… 180
一、冷却系统的加注 …… 180
二、冷却系统的维护 …… 181
三、冷却液的现场快速分析 …… 184
参考文献 …… 188
附录 发动机冷却液技术要求、使用技术条件和产品性能测试行业标准 …… 196

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

第一章 概 述

第一节 冷却系统的功能和结构

一、冷却系统的功能

在内燃机工作过程中，汽车零部件受燃烧气体的影响不断吸收热量。在给定的工作条件下，这些热量必须以与吸热过程相同的速度扩散到大气中去，达到相对的热平衡，维持发动机一定的工作温度。热量散发主要是通过冷却系统进行的，因此冷却系统是发动机正常工作运转的一个不可缺少的部分，它主要有以下功能：

（1）将发动机温度控制在许可的极限内；

（2）将传动装置、变矩器、离合器、液压制动器的温度控制在许可的范围内；

（3）散发空调系统、其他附件及分系统产生的热量；

（4）在寒冷的气候条件下，给人员供暖；

（5）控制排出的烟雾。

二、冷却系统的结构

发动机冷却系统有水冷和风冷两种冷却方式，汽车一般采用水冷冷却。典型的车辆发动机冷却系统由散热器、散热器软管、冷却水节温器、冷却水泵、冷却风扇以及风扇皮带组成。冷却液依靠皮带驱动冷却水泵循环，流经油冷器、曲轴箱冷却水套（在水套中，冷却水围绕汽缸壁流动），然后进入汽缸盖，带走这些地方多余的热量。冷却水经过汽缸盖后，汇集在集水管，然后经过进气歧管水套，对进入发动机的气体进行预热，保持一定的进气温度。从进气歧管出来的冷却液最终流入带旁通结构的节温器壳体，由节温器控制流入散热器的冷却水流量。安装在冷却水泵轴上的风扇可提高向散热器的冷却气流。冷却水在发动机冷却水套中的循环见图 1-1[1]。

下面对冷却系统中的一些主要部件进行专门介绍。

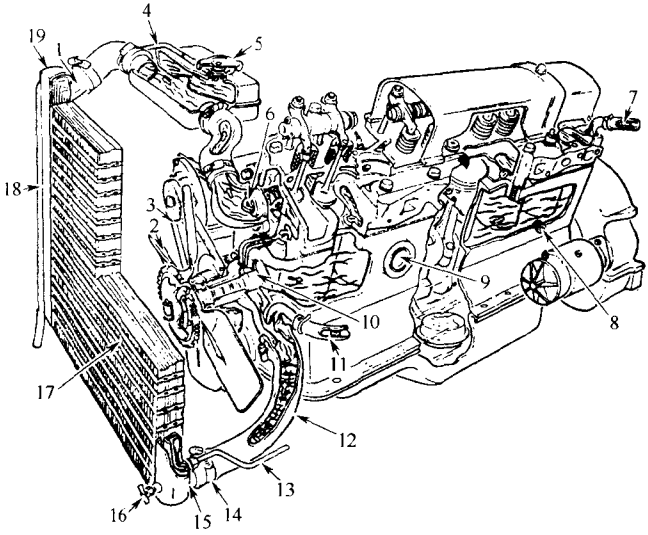
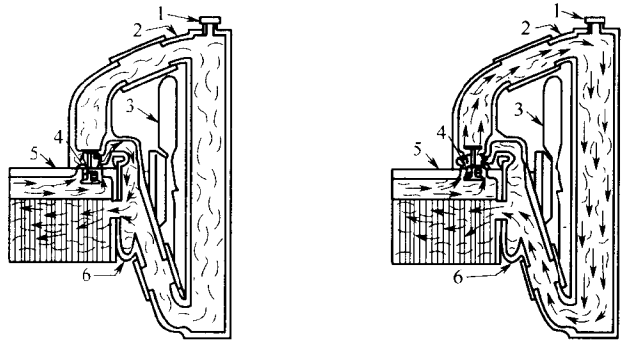


图 1-1　冷却系统的结构

1—入水口；2—风扇；3—驱动皮带；4—散热器溢流水箱；5—溢流水箱压力盖；6—节温器；7—加温器管路；8—发动机体放水塞；9—芯孔塞；10—冷却水泵；11—加温器管路；12—散热器软管；13—油冷器管路；14—软管卡箍；15—出水口；16—散热器放水阀；17—散热器芯体；18—溢流管；19—散热器水箱

1．节温器

在整个发动机运转过程中，冷却系统温度主要是通过节温器控制。由节温器控制发动机冷却液的温度保持恒定，不因发动机速度、负荷、冷却水流速、环境温度与压力、系统工作压力而变化。节温器主要由阀、动力促动元件和回位弹簧三个零件组成，其工作原理为：在冷却水由冷变热的过程中，节温器关闭；为了防止局部过热，在节温器内通过冷却水旁通孔或出水孔，使冷却水流经过发动机循环；当达到一定的温度时，节温器打开，旁通孔关闭，冷却水通过散热器进行散热，如图 1-2[2]所示。



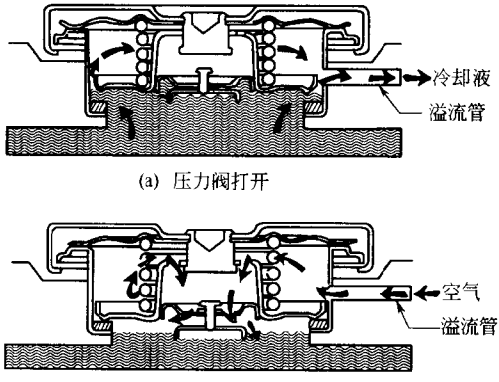
(a) 冷的发动机：阀由节温器控制关闭，使冷却液通过发动机但不通过散热器循环　(b) 热的发动机：阀由节温器控制打开，使冷却液通过发动机和散热器循环

图 1-2　节温器工作原理

1—散热器加水盖；2—散热器；3—风扇；4—节温器；5—发动机；6—冷却水泵

2．散热器盖

散热器盖有压力盖和普通盖两种，普通盖用于不加压型冷却系统，起密封和加水口的作用。压力盖是冷却系统加压的基本元件，使冷却液在蒸汽压力高于大气压时不发生沸腾，同时还具有压力调节的作用使系统处于恒定的压力，其工作原理见图 1-3[2]。正常工



(a) 压力阀打开

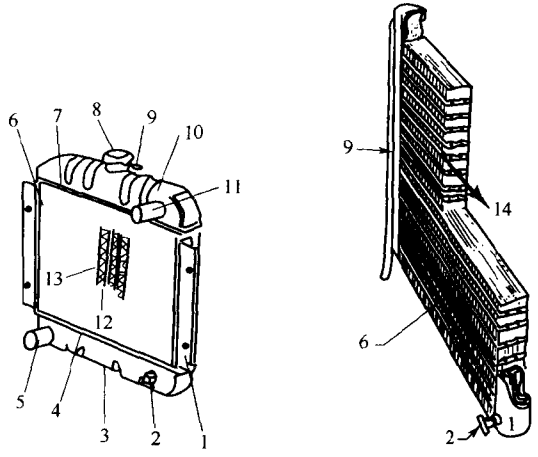
(b) 真空阀打开

图 1-3　散热器压力盖工作原理

作状态下，溢流管关闭，压力盖可防止冷却液的溢流损失，同时系统内保持一定的压力，使冷却液的沸点升高，发动机能够在较高的温度下工作而不使冷却液沸腾。当冷却系统的压力超过压力盖的额定压力时，阀打开使蒸汽与冷却液溢流，直到压力下降到低于压力盖的额定压力值以下为止。在发动机冷却下来后，冷却系统内的压力下降，如果低于大气压，真空阀打开空气或冷却液经溢流管进入系统。当内、外压力相等时，真空阀关闭，真空阀的自动调节作用能够防止冷却系统内的软管及其他无支撑薄壁零件破裂。现在很多冷却系统中同时使用两种散热器盖，一个放在散热器上，另一个放在溢流水箱上，具体的安装与冷却系统的设计有关。

3．散热器

汽车的散热器主要有直流型和横流型两种，构造如图 1-4[2]所示。直流型散热器由散热器芯、上下水室、加水口、进出水口、侧板和溢流管等组成。由发动机汽缸盖上的出水口流出的温度较高的



(a) 直流型散热器　　(b) 横流型散热器

图 1-4　直流型散热器和横流型散热器

1—侧板；2—放水开关；3—下水室；4—下主片；5—出水管；6—芯子；7—上主片；8—加水口；9—溢流管；10—上水室；11—进水管；12—散热带；13—水管；14—冷却水流

冷却液经过上面的进水管进入上水室，在经过散热器芯得到冷却后流入下水室，由出水管流出被吸入水泵。在散热器中冷却液的流向是沿水管自上而下流动，所以是直流型散热器。横流型散热器的水室设在散热器的左右两边，冷却液从右到左流动，其优点是可以降低发动机罩的高度，扩大视野。

第二节　冷却液的作用

发动机冷却液与润滑油一样，是使发动机正常工作、运转必不可少的组成部分。冷却液是冷却系统中的传热介质，具有冷却、防腐、防垢以及防冻等作用。

一、冷却作用

冷却是冷却液的基本作用。发动机工作时，由于燃料的燃烧以及运动部件之间的摩擦产生大量的热量，使零件受热，特别是直接与燃烧气体接触的部位温度更高。据资料报道，燃气燃烧过程中的热效率只有30%～40%，剩余的热量其中40%左右通过润滑油带走，60%的热量要通过冷却系统散发到周围空间。发动机的温度取决于具体的发动机结构和发动机工作条件。水冷发动机的温度可用发动机冷却水的出口温度来表示，一般为85～95℃。水冷发动机的温度值应在冷却条件许可的这个温度范围之内，过冷与过热现象都应避免。

发动机过热不但会减少充气量、降低充气系数，引起“爆震”，造成发动机扭矩和功率损失，而且还会由于零件受热膨胀，正常的配合间隙被破坏，引起轴承和其他运动部件的损坏。过热也会使润滑油脂的黏度减小，甚至发生氧化变质或烧焦，生成漆膜的倾向加大。当发动机发生了过热却没有完全冷却的条件下，就立即添加冷却液时还会使汽缸盖和汽缸体变形或断裂。过热使冷却水沸腾，如果车辆在冷却液沸腾的条件下工作，那么蒸汽压力会迫使大量冷却水经散热器溢流管流出系统之外，随着沸腾程度的加剧，造成更多的冷却液流失，直至冷却循环停止，冷却系统完全破坏。因此，如果一台发动机在冷却液沸腾的条件下工作，即使只是很短的时间也

会造成发动机损坏甚至瘫痪。

发动机过冷现象比过热现象少，但过冷对发动机同样很危险。过冷会使吸入汽缸的空气温度太低，使燃料蒸发和燃烧困难，造成柴油机工作粗暴、功率下降、排冒黑烟及燃料消耗增加；另一方面润滑油黏度增大，造成润滑不良，加剧零件的磨损，增大功率消耗。由于燃烧后生成物中的水蒸气易冷凝成水，与酸性气体形成酸类，破坏润滑，会加重对零件（特别是汽缸壁）的侵蚀作用。因温度过低而未蒸发的燃料对摩擦表面（汽缸壁、活塞、活塞环等）上的油膜冲刷以及对润滑油的稀释，也会加重零件的磨损。

二、防腐作用

冷却系统中散热器、水泵、缸体及缸盖、分水管等部件是由钢、铸铁、黄铜、紫铜、铝、焊锡等金属组成，由于不同的金属的电极电位不同，在电解质的作用下容易发生电化学腐蚀；同时冷却液中的二元醇类物质分解后形成的酸性产物、燃料燃烧后形成的酸性废气也可能渗透到冷却系统中，促进冷却系统腐蚀。冷却系统腐蚀会使散热器水箱的上下水室、喷油嘴隔套、冷却管道、接头以及水箱排管发生故障，同时腐蚀产物堵塞管道，引起发动机过热甚至瘫痪；若腐蚀穿孔，冷却液渗入燃烧室或曲轴箱会产生严重的破坏，因为当冷却液或水与机油混合时，产生油污和胶质，削弱润滑，使得阀、液压阀推杆和活塞环黏结。因而冷却液中都加入了一定量的防腐蚀添加剂，防止冷却系统产生腐蚀。

三、防垢作用

冷却系统中的水垢来源于水中的钙、镁等阳离子，这些碱土金属阳离子在热负荷条件下，容易与水中的阴离子（如硫酸根离子、磷酸根离子、硅酸根离子、碳酸根离子等）反应生成水垢。水垢能磨损水泵密封件并覆盖在汽缸体水套外壁，使金属绝热而导致导热率减小，散热效率下降。发动机工作过程中，由于缸盖频繁的受到燃气的热负荷冲击，结垢严重的情况下，还会使缸盖高温区温度剧增，温度梯度增大，引起缸盖开裂。冷却液中的某些防腐蚀添加剂具有一定的硬水软化作用，同时为了减少水垢的生成，冷却液在生

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com