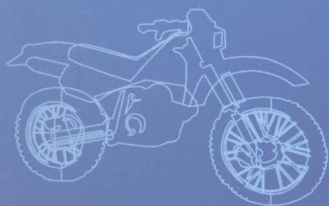
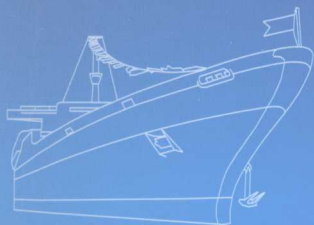


中国内燃机用油料

● 解世文 编著



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

谨以本书献给中国内燃机工业诞生 100 周年

中国内燃机用油料

解世文 编著



天津大学出版社

TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书回顾了内燃机用油料的历史和发展过程,介绍了内燃机用燃油、润滑油、代用燃料和主要添加剂的分类、标准、制造方法、性能、现状、应用范围和生产企业,还介绍了作者近半个世纪的研究成果和体会。

本书可供内燃机与油料专业研发技术人员,以及设计、制作、使用技术人员和相关专业大专院校师生使用,亦可供国家能源开发利用决策人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国内燃机用油料/解世文编著. —天津:天津大学出版社,2008. 12

ISBN 978-7-5618-2786-4

I. 中… II. 解… III. 内燃机—石油产品 IV. TK407.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 149572 号

出版发行 天津大学出版社
出 版 人 杨欢
地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)
电 话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742
网 址 www.tjup.com
印 刷 昌黎太阳红彩色印刷有限责任公司
经 销 全国各地新华书店
开 本 140mm × 203mm
印 张 7.125 彩插 8
字 数 263 千
版 次 2008 年 12 月第 1 版
印 次 2008 年 12 月第 1 次
印 数 1—2 000
定 价 30.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

序

有幸先睹这本《中国内燃机用油料》一书文稿,备感欣喜,开诵之余受益匪浅。

书中回顾了我国在这一领域的百年历史,阐述了解放以来取得的开拓式发展和技术进步,分析了产品现状,包括制造方法、油品性能、执行标准、应用范围、生产单位,提出了这一领域至今在“质”与“量”方面存在的差距,展望了该学科的未来,还特别介绍了作者近半个世纪以来作为项目负责人、学科带头人所取得的科研成果和积累的探索性研究经验。本书观点明确、论据充分,对于我国尚不太景气的油品应用学、油品化学工艺学、油品可靠性研究及油品质量监测与评定技术的发展是个有力的推动,是一本具有突出的学术价值、实用价值和前瞻性的佳作。

我与作者有过多次科研合作,是技术合作的诤友,作者一丝不苟的科研态度、锲而不舍的科研作风、勤奋好学与诲人不倦的责任心,令我敬佩。

在中国内燃机工业诞生 100 周年之际,作者自筹经费、不计酬劳,向业内同仁敬献此书,值得庆幸。有感于作者饕读者之热心和在学术上公益之义举,特序以志。

鞠世仁

2008 年 8 月

前言

值此中国内燃机工业诞生 100 周年,北京奥运中国汽车提前实施国Ⅳ排放限值之际,出版此书供业内人士参考。在本书构思编写中,曾得到中国内燃机资深专家赵士林教授、中国内燃机工业协会秘书长魏安力先生的指导。

内燃机用油料产品包括燃料、润滑油、代用燃料、主要添加剂等,涉及的工业部门及专业领域较多、较宽,产品种类面广、量大。

本书叙述的产品现状包括制造方法、产品性能、产品标准、应用范围、生产企业;产品历程包括产品在各历史时期的特点和差距。本书还简要分析了产品的国际现状和发展方向,并根据中国油料产品的实际情况提出建议。

本书也阐述了作者近半个世纪以来从事内燃机燃烧方式与排放控制,轻、重宽馏分柴油,轻、重宽馏分汽油,代用燃料,生物燃料,专用润滑油,高档润滑油,油品(柴油、汽油、润滑油)用添加剂,以及燃油、润滑油评定台架、评定程序,摩托车、汽车用油品的试车场道路行驶试验评定程序等研发与开拓工作。作者研究的每个阶段都为中国内燃机油料的发展发挥了应有的作用。特别是主持内燃机油料领域国家重点科技攻关几个五年计划的研究工作之后,十种新产品(计有 38 种新型号、新牌号)填补了国家内燃机油料领域的空白。

本书曾得到中国石化集团资深专家鞠世仁教授的审阅,还得到中国石油集团知名专家杨俊杰教授、中国环境科学研究院知名专家袁盈教授、解放军内燃机排放专家张春

润教授、解放军内燃机燃烧与油料专家居荫诚博士、中国石化集团李涛先生,以及内燃机界老专家罗明铮、顾宏中、魏励勇等教授的指导和帮助,在此一并表示衷心的感谢。

本书的出版得到天津内燃机研究所刘欣教授、张宝欢教授,内燃机燃烧学国家重点实验室燃烧化学专家吕刚博士及有关协作集团公司的资助,在此致以深切谢意。

本书主要供技术研发人员参考,故文中专用缩略语、量纲单位不做注解。

由于时间紧迫,知识有限,存在错误、不足之处敬请各位专家、学者不吝指教,不胜感谢!

编著者

2008年8月

目 录

第1章 概述	(1)
1.1 中国制造业与炼油业的早期开拓	(1)
1.2 内燃机用油料涉及的技术与工业领域	(2)
1.2.1 油料涉及的领域	(2)
1.2.2 油料涉及的内容	(2)
第2章 历史回顾	(4)
2.1 汽车、内燃机与油料状况	(4)
2.1.1 汽车制造与油料状况	(4)
2.1.2 内燃机制造与油料状况	(4)
2.1.3 解放后的迅速崛起	(5)
2.2 石油开采、炼制与油料状况	(7)
2.2.1 解放前后的变化	(7)
2.2.2 中国原油特点	(9)
2.2.3 炼油业的发展	(10)
2.3 技术变革时油料质量的提升	(13)
2.3.1 化油器改为汽油喷射及电控 PFI 喷射	(13)
2.3.2 高压共轨式柴油喷射新型柴油机的出现	(14)
2.3.3 高功率密度(高升功率)汽油机和柴油机的发展	(16)
2.3.4 内燃机代用燃料的应用与推广	(17)
2.3.5 国Ⅲ、国Ⅳ、国Ⅴ排放限值的实施	(19)
第3章 内燃机用燃油	(30)
3.1 产品历程	(30)
3.1.1 汽油	(30)
3.1.2 柴油	(42)
3.1.3 燃料油	(50)
3.2 简要分析	(54)
3.2.1 汽油	(54)
3.2.2 柴油	(56)

3.2.3 燃料油	(57)
3.3 产品现状	(58)
3.3.1 汽油产品	(58)
3.3.2 柴油产品	(60)
3.3.3 船用燃料油产品	(64)
第4章 内燃机用润滑油	(74)
4.1 产品历程	(74)
4.2 简要分析	(80)
4.3 车用内燃机润滑油(含大、中型拖拉机和工程机械用润滑油)	(81)
4.3.1 车用汽油机油的技术要求与分类、历程	(81)
4.3.2 车用柴油机油的技术要求与分类、历程	(84)
4.3.3 车用汽油机油的主要产品和产地	(86)
4.3.4 车用柴油机油的主要产品和产地	(94)
4.4 摩托车、通用汽油机(2T、4T)用润滑油	(101)
4.4.1 产品历程	(101)
4.4.2 简要分析	(112)
4.4.3 产品现状	(113)
4.5 船舶柴油机用润滑油	(123)
4.5.1 产品历程	(123)
4.5.2 简要分析	(127)
4.5.3 产品现状	(128)
4.6 铁路机车柴油机用润滑油	(136)
4.6.1 产品历程	(136)
4.6.2 简要分析	(138)
4.6.3 产品现状	(141)
4.7 兵器车辆、船艇、天然气与石油勘探、采掘等重载移动式 柴油机油	(148)
4.7.1 产品历程	(148)
4.7.2 简要分析	(151)
4.7.3 产品现状	(153)
4.8 气体燃料发动机(汽油机、柴油机)用润滑油	(155)
4.8.1 产品历程	(155)
4.8.2 简要分析	(157)

4.8.3	产品现状	(158)
4.9	含醇燃料发动机(汽油机、柴油机)用润滑油	(161)
4.9.1	产品历程	(161)
4.9.2	简要分析	(163)
4.9.3	产品现状	(164)
4.10	通用农业机械动力装置及低档农用柴油机油	(165)
4.10.1	国家标准的变化历程	(165)
4.10.2	国家标准及产品现状	(166)
第5章	内燃机代用燃料	(168)
5.1	产品历程	(168)
5.1.1	代用燃料概况	(168)
5.1.2	中国早期的代用燃料	(169)
5.1.3	20世纪70年代后中国代用燃料的发展	(171)
5.2	产品简要分析	(177)
5.2.1	中国的代用燃料	(177)
5.2.2	中国的油页岩	(177)
5.2.3	含醇汽油	(177)
5.2.4	含酯或植物油柴油	(178)
5.2.5	气体燃料发动机	(178)
5.3	产品现状	(179)
5.3.1	气体燃料	(179)
5.3.2	液体燃料	(184)
5.3.3	清洁型代用燃料	(194)
第6章	内燃机油料用主要添加剂	(195)
6.1	国际内燃机油料用主要添加剂产品历程	(195)
6.1.1	19世纪末的添加剂	(195)
6.1.2	20世纪初期的添加剂	(195)
6.1.3	20世纪50年代的添加剂	(196)
6.1.4	20世纪60年代的添加剂	(196)
6.1.5	20世纪70年代的添加剂	(196)
6.1.6	20世纪80年代的添加剂	(196)
6.1.7	20世纪90年代的添加剂	(196)
6.2	中国内燃机油料用主要添加剂产品历程	(197)

6.2.1 20 世纪 70 年代的添加剂	(197)
6.2.2 20 世纪 80 年代的添加剂	(197)
6.2.3 燃油、润滑油添加剂	(197)
6.3 简要分析	(200)
6.3.1 油品复合添加剂	(200)
6.3.2 油品单剂的发展	(200)
6.4 部分产品现状	(201)
6.4.1 汽油添加剂	(201)
6.4.2 柴油添加剂	(205)
6.4.3 润滑油添加剂	(207)
参考文献	(213)

第1章 概述

1886年德国人 Daimler 发明了汽油机,按奥托(Otto)循环工作;1893年德国人 Diesel 发明了柴油机,按狄赛尔(Diesel)循环工作。这两项发明激发了爱国学者和企业家开拓中国的制造业和炼油业的决心。但中国的内燃机制造业及内燃机用油料产业,在1905年以前基本上是一片空白。

1.1 中国制造业与炼油业的早期开拓

内燃机及其相关的动力设备与内燃机用油料相互依存、共同发展。没有油料就没有内燃机;没有先进的油料就不能生产先进的内燃机。先进的油料包括:先进的石油采掘及炼制设备,先进的炼制工艺和高效催化剂,先进的石油产品添加剂,精制、清洁的成品油及代用燃料等。

1905年中国着手建设陕北延长石油官厂。

1906年中国第一艘军舰(宁绍号,排水量3 074 t)问世。

1907年用钻机打出中国在延长的第一口油井,建立了中国第一个浅油层石油矿及中国第一个炼油房,生产中国石油,炼制灯用煤油、锅炉用轻质油、机械油、石蜡等,日产量约1.5 t。

1908年中国第一台内燃机(煤气机)由广州均和安机器厂仿制成功。

1910年中国第一艘柴油机船舶由求新造船厂制成。

1912年中国第一架航空汽油机飞机由广东飞行器公司制成。

1913年中国第一台烧球式柴油机由广州协同和机器厂制成。

1919年中国第一架水上飞机(甲型1号)由马尾船政局飞机工程处制成。

1924年中国第一台重型柴油机(5种规格、低速重柴油机)在上

海新祥机器厂制成。

1928 年中国第一辆 48.5 kW 汽车由沈阳辽宁迫击炮厂制成。

中国早期的内燃机及其相关的动力装备主要靠引进、组装,靠手工与简易机床,单件试制与试做,聘用外国技师生产。中国早期的内燃机用油料不能自给,主要靠进口。

1.2 内燃机用油料涉及的技术与工业领域

1.2.1 油料涉及的领域

内燃机用油料涉及的技术领域包括柴油机、汽油机、气体燃料发动机、代用燃料发动机的设计、制造、应用,天然气、矿物油、油页岩的勘探、采掘,石油炼制设备和石油炼制工艺,有机化工合成技术,高分子化工合成技术,生物技术,纳米技术,主要添加剂(燃料、润滑油、代用燃料用)的制造技术等。

内燃机用油料涉及的工业领域包括机械制造业,汽车及摩托车工业,石油、天然气工业,石油化工工业,化学合成工业,机车工业,造船工业,生物汽油、生物柴油制造业,通用及农用机械制造业,兵器车辆与船艇工业等。

具体涉及内燃机燃烧方式与排放控制;轻、重宽馏分汽油,轻、重宽馏分柴油;代用燃料,生物降解油料,内燃机专用润滑油,内燃机高档润滑油,燃油、润滑油、代用燃料主要添加剂;汽车、摩托车油品试车场道路行驶试验评定程序的创建,以及燃油、润滑油、代用燃料评定装备及评定方法的建立和试验研究工作。包含作者的工作成果及亲身体会,特别是主持内燃机油料领域国家重点科技攻关几个五年计划的研究工作之后,十种新产品(38 种新型号、新牌号)填补了中国内燃机用油料领域的空白,每个阶段都为中国内燃机用油料的发展发挥了应有的作用。

1.2.2 油料涉及的内容

内燃机用油料涉及汽油、柴油、燃料油、润滑油、代用燃料和添加

剂。润滑油部分包括:汽车,机车,船舶,摩托车,兵器用重载车辆,气体燃料发动机,含醇燃料发动机,通用发动机、农用动力机械的润滑油等。代用燃料包括气体燃料、液体燃料、人造燃料、化工合成燃料等。

阐述的每种产品包括以下内容:

- ①产品历程,包括该产品的发展过程和各历史阶段的特点;
- ②简要分析,包括国内产品现状、水平,国际油品现状与发展趋势,中国内燃机用油料产品需主要解决的问题等;
- ③产品现状,包括产品制造方法、产品性能、产品标准、应用范围、生产企业。

第2章 历史回顾

2.1 汽车、内燃机与油料状况

2.1.1 汽车制造与油料状况

新中国成立时(1949年),由于微薄的民族工业受到连年战乱的破坏和洋货倾销的影响,基本上没有国产油料,汽车及机械动力所用油料基本上是进口产品。

1902年,袁世凯从香港购进一辆德国奔驰牌汽车,至1930年,中国还没有汽车制造业。

1928年,张学良聘请美国技师在中国老专家张世刚的带领下,用三百余名汽车修理工试制一台四轮1.8 t、47.8 kW“民生”牌载重汽车,于1931年5月试制成功。

1932年,山西汽车修理厂试制出“山西”牌汽车,载重量达2.0 t。

1936年,湖南长沙机械厂试制出“衡阳牌”25座长途客车,共计生产了4辆,是中国最早自行生产的客车。

1936年,上海企业家研制成“中华牌”载重3.0 t六轮货车1辆。

1937年,山西汽车修理厂生产出发生炉煤气汽车1辆。

1937年,中国汽车制造商会与德国奔驰汽车公司合作组装“中国牌”CKD汽车,是中国第一辆组装汽车。

2.1.2 内燃机制造与油料状况

内燃机用油料除玉门油矿能够少量供给矿物油制品外,煤气及其他代用燃料能够自行生产,其他全部是由国外进口。

1908年,广州均和安机器厂仿制出中国第一台内燃机(煤气机,5.8 kW,单缸卧式)。

1910年,上海求新机器制造厂仿制出中国第一台双燃料发动机(煤气与煤油双燃料,18.4 kW)。

1913年—1918年,广州协同和机器厂仿制出中国第一台烧球式柴油机(29.4 kW)。

1929年,上海新中工程公司仿制成中国第一台双缸柴油机(26.4 kW)。

1950年,上海吴淞机器厂生产4 kW、2 900 r/min 供通讯发电用小汽油机。

1952年,天津机器厂与中央重工业局设计室仿制出4146型大功率4缸柴油机,用于空气压缩机和履带式拖拉机。

1952年,上海新中动力机器厂仿制出147 kW、500 r/min 大功率柴油机,用于机械动力配套及发电。

解放前中国自造汽车和自造内燃机全部是用抄仿、组拼、组装、试制与简易机床等人工办法生产,全部是手工作业。

2.1.3 解放后的迅速崛起

解放后,通过实现第一个、第二个五年计划,迅速建立了中国的制造业,建立了汽车和内燃机的工业化生产基地和石油工业、石油产品炼制业基地。

1956年中国汽车工业基地建成,在苏联专家撤离条件下自主批量生产卡车及发动机,解放牌汽车成批下线。

20世纪七八十年代,中国的制造业规模 and 水平不断提高,孕育着大发展的工业基础。至90年代,中国的摩托车工业迅猛崛起,各种排量、型号、系列的摩托车产量日益增长。截至2007年,年产量达1 236.7万辆,远销国内外,产、销量连续数年稳居世界第一。

在摩托车先进制造业的基础上,汽车制造业迅速发展,汽车工业已成为中国工业的龙头,也带动着相关领域的创新、发展,至今全国已形成以下六大汽车工业基地:

①京、津、东三省基地(一汽、天汽、奥迪、奔驰、宝马、大众、丰

田、现代等)；

②湖北基地(二汽、武汉—襄樊—十堰延伸一千多公里的汽车零部件产业带)；

③长江三角洲基地(上汽、大众、别克、依维可等)；

④珠江三角洲基地(广汽、本田、标致、丰田、日产等)；

⑤重庆基地(长安、力帆、马自达、福特、铃木等)；

⑥安徽基地(江淮等)。

截至2007年汽车年产量888万辆,预计2008年可达1000万辆,产、销量居世界第三位并远销国外。

中国的汽车(含摩托车)、发动机制造业走过20世纪50年代的抄、仿阶段,60年代的自主改进、提高阶段,70年代的产品研发阶段,80年代的国外先进技术、先进产品引进生产及消化吸收阶段和90年代自主产权的新产品开发生产阶段。我国已成为汽车制造业的世界大国,并努力使国外新产品国产化,以避免被外国人把中国当成价廉的加工厂。

自1904年—1945年,国内汽车、内燃机及机械动力所用国外进口油品约2800万吨,绝大部分油品是美孚公司的飞马牌以及荷兰公司的壳牌。这些油品从国际救援通道和香港、上海等地输入。

解放前夕中国只有两个产油地。自1907年—1949年,中国第一油田延长油田共生产原油0.68万吨,大部分用作当地的灯用煤油、枪械机械油、灯用石蜡等;中国第一个工业化油田——玉门油田自1939年—1949年共生产了近50万吨原油,其制品大部分自产、自销及附近地区使用。就全国而言,汽车、内燃机、机械动力所用石油产品尚未自给。中国石油、石油产品炼制的生产基地解放后才迅速崛起。内燃机用油料主要靠国外进口的时代一直延续到1959年。

2.2 石油开采、炼制与油料状况

2.2.1 解放前后的变化

解放前夕中国基本上没有石油及其炼制造业。解放前夕年产量达到 12.2 万吨,累积四十多年的产量只有 52 万吨,其中玉门油田及炼油厂的产量占 95%。玉门油田开始生产石油的时间为 1939 年,当时是土法炼制,全人工操作,年生产量仅 70 吨,玉门油田状况如图 2-1a ~ 图 2-1d 所示。

1907 年建成的中国第一口钻机钻井及炼油房,即陕北延长油田,其状况如图 2-2a ~ 图 2-2c 所示。

1294 年编写的《大元一统志》中记载“在延长县南迎河有凿开一石油井,其油可燃,兼治六畜疥癣”。

中国人在世界上第一个使用“石油”这一名词,第一个人工挖掘油井。这油井比 1823 年俄国第一个斧式蒸馏炼油厂早 527 年,比 1860 年美国第一个石油分馏装置早 596 年。

1907 年用钻机打出的第一个油井日产原油 1.5 t,当年自办的石油官厂主要生产灯用煤油、炉用煤油及机械油、石蜡等,主要供当地使用。20 世纪 30 年代,产品主要用于照明、军事及动力。至 2007 年,延长油矿的石油产量、石油炼制量、销售量均已超过 1 000 万吨/年。

1938 年玉门油田在延长油田的支援下迅速发展,至解放前夕,原油总产量累积达 50 万吨,1959 年最高年产量达到 150 万吨。玉门原油供大连、上海炼油厂炼制,以供应当时国内极少量的汽车、内燃机及机械动力装备。

大庆油田 1959 年发现并开掘第一口自喷油井,1960 年又得到玉门油田钻井队及各地的援助,1963 年进入石油大开发阶段,至 1975 年年产量达到 5 000 万吨,成为国际著名的大油田。大庆油田 27 年间一直维持 5 000 万吨/年的产量,油田状况如图 2-3a ~ 图 2-3d 所示。在这期间,全国发现并新建油田如图 2-4 所示。此间先后发