

国家社会科学基金(教育学学科)
“十一五”规划课题研究成果

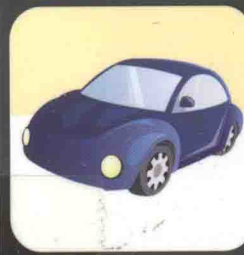
全国高等职业院校汽车类专业规划教材

汽车运行材料

QICHE YUNXING CAILIAO

胡海玲 张丽彩 主 编
王 会 副主编
胡定军 主 审

QICHE YUNXING CAILIAO
QICHE YUNXING CAILIAO
QICHE YUNXING CAILIAO
QICHE YUNXING CAILIAO
QICHE YUNXING CAILIAO
QICHE YUNXING
QICHE YUNXING
QICHE YUNXING
QICHE YUNXING
QICHE YUNXING
QICHE YUNXING CAILIAO
QICHE YUNXING CAILIAO
QICHE YUNXING CAILIAO
QICHE YUNXING CAILIAO
QICHE YUNXING CAILIAO
QICHE YUNXING CAILIAO



00592321



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

全国高等职业院校汽车类专业规划教材

- | | | | |
|---------------|-----|---------------|-----|
| ● 机械制图与识图 | 张自楠 | ● 汽车文化 | 高 寒 |
| ● 汽车机械基础 | 王文丽 | ● 汽车电工电子基础 | 张 军 |
| ● 汽车电工电子应用 | 王玉娟 | ● 汽车构造 | 张春英 |
| ● 汽车概论 | 霍志毅 | ● 汽车专业英语 | 郭 彬 |
| ● 汽车专业英语 | 郭瑞莲 | ● 汽车发动机构造与维修 | 李庆军 |
| ● 发动机电控系统检修 | 尹万建 | ● 汽车底盘构造与检修 | 谢 剑 |
| ● 汽车营销技术 | 刘照军 | ● 发动机电控系统检修 | 岳国强 |
| ● 汽车使用性能及检测 | 丁继斌 | ● 底盘电控系统检修 | 赵 宇 |
| ● 汽车电气设备原理与检修 | 付晓光 | ● 汽车电气设备原理与检修 | 张东升 |
| ● 汽车舒适与安全系统检修 | 于万海 | ● 汽车故障检测与诊断技术 | 刘艳梅 |
| ● 汽车车身修复技术 | 吉庆山 | ● 汽车舒适与安全系统检修 | 李春明 |
| ● 汽车涂表修复技术 | 吉庆山 | ● 汽车营销技术 | 李津津 |
| ● 汽车故障诊断技术 | 邹喜红 | ● 自动变速器检修 | 刘新宇 |
| ● 汽车底盘电控系统检修 | 张红伟 | ● 汽车使用性能与检测 | 周志国 |
| ● 汽车发动机构造与检修 | 张景来 | ● 汽车拆装 | 李友胜 |
| ● 自动变速器检修 | 梅彦利 | ● 汽车养护 | 王 强 |
| ● 汽车车身电器检修 | 曾 鑫 | | |
| ● 车载网络维修技术 | 王 会 | | |
| ● 汽车运行材料 | 胡海玲 | | |
| ● 汽车保险事故查勘 | 骆孟波 | | |

责任编辑: 秦绪好 封面设计: 付 巍 封面制作: 白 雪



中国铁道出版社 教材研究开发中心
地址: 北京市宣武区右安门西街8号
邮编: 100054
网址: <http://www.edusources.net>
读者热线: 400-668-0820

ISBN 978-7-113-13063-3

定价: 16.00 元

ISBN 978-7-113-13063-3



9 787113 130633 >

国家社会科学基金（教育学科）“十一五”规划课题研究成果
全国高等职业院校汽车类专业规划教材

汽车运行材料

胡海玲 张丽彩 主 编

王 会 副主编

胡定军 主 审

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

“汽车运行材料”是全国高等职业院校汽车类专业的技术基础课之一。本书主要介绍了石油、车用汽油、车用柴油、车用替代燃料、发动机润滑油、车辆齿轮油、汽车润滑脂、汽车液力传动油、汽车制动液、汽车发动机冷却液、汽车其他工作液、轮胎等知识内容,系统地讲述了现代汽车运行材料的使用性能、评定指标、标准、规格、选用方法和使用注意事项等。

本书适合作为全国高等职业院校汽车类专业的必备教材、在职培训汽车类专业师生的培训教材,也可供从事车辆工程、汽车运用工程、汽车检测与维修工作的有关人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车运行材料/胡海玲,张丽彩主编. —北京:
中国铁道出版社, 2011.9
国家社会科学基金(教育学科)“十一五”规划课题
研究成果. 全国高等职业院校汽车类专业规划教材
ISBN 978-7-113-13063-3

I. ①汽… II. ①胡… ②张… III. ①汽车—运行材料—高等职业教育—教材 IV. ①U473

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第104645号

书 名: 汽车运行材料
作 者: 胡海玲 张丽彩 主编

策划编辑: 秦绪好 何红艳
责任编辑: 秦绪好
编辑助理: 胡京平
封面设计: 付 巍
责任印制: 李 佳

读者热线: 400-668-0820

封面制作: 白 雪

出版发行: 中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街8号 邮政编码: 100054)

印 刷: 航远印刷有限公司

版 次: 2011年9月第1版 2011年9月第1次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 9.25 字数: 207千

印 数: 1~3 000册

书 号: ISBN 978-7-113-13063-3

定 价: 16.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材研究开发中心批销部联系调换。

国家社会科学基金(教育学科)“十一五”规划课题研究成果 全国高等职业院校汽车类专业规划教材

主 任: 邓泽民

副主任: (按姓氏笔画排序)

尹万建 王世震 李春明 严晓舟

委 员: (按姓氏笔画排序)

丁继斌	于万海	王 会	王 宇
王 强	王文丽	王丽君	付晓光
吉庆山	刘艳梅	刘新宇	刘照军
李友胜	李庆军	李津津	邹喜红
张 军	张东升	张红伟	张自楠
张春英	张贺隆	张景来	周志国
岳国强	赵 宇	胡海玲	骆孟波
秦绪好	高 寒	高吕和	郭 彬
郭瑞莲	梅彦利	梁建玲	曾 鑫
谢 剑	霍志毅		

序

PREFACE

在国家社会科学基金课题“以就业为导向的职业教育教学理论与实践研究”取得理论研究成果的基础上,选取了高等职业教育十个专业大类开展实践研究。高职高专汽车类是其中之一。

本课题研究发现,高等职业教育在专业教育上承担着帮助学生构建起专业理论知识体系、专业技术框架体系和相应职业活动逻辑体系的任务,而这三个体系的构建需要通过专业教材体系和专业教材内部结构得以实现。为此,这套高职高专汽车类专业系列教材的设计,依据不同教材在其构建理论知识、技术方法、职业活动三个体系中的作用,采用了不同的教材内部结构设计和编写体例。

承担专业理论知识体系构建任务的教材,强调了专业理论知识体系的完整与系统,不强调专业理论知识的深度和难度;追求的是学生对专业理论知识整体框架的把握和应用,不追求学生只掌握某些局部内容,而求其深度和难度。

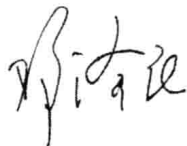
承担专业技术框架体系构建任务的教材,注重让学生了解这种技术的产生与演变过程,培养学生的技术创新意识;注重让学生把握这种技术的整体框架,培养学生对新技术的学习能力;注重让学生在技术应用过程中掌握这种技术的操作,培养学生的技术应用能力;注重让学生区别同种用途的其他技术的特点,培养学生职业活动过程中的技术比较与选择能力。

承担职业活动体系构建任务的教材,依据不同职业活动对所从事人职业特质的要求,分别采用了过程驱动、情景驱动、效果驱动的方式,形成了做学合一的各种教材结构与体例,诸如:项目结构、案例结构等。过程驱动培养所从事人的程序逻辑思维;情景驱动培养所从事人的情景敏感特质;效果驱动培养所从事人的发散思维。

本套教材无论从课程标准的开发、教材体系的建立、教材内容的筛选、教材结构的设计还是到教材素材的选择,都得到了汽车行业专家的大力支持,他们在职业资格标准和各类技术在我国应用广泛程度,提出了十分有益的建议;倾注了国内知名职业教育专家和全国多所高职高专院校汽车类专业一线老师的心血,他们对高职高专汽车类专业培养的人才类型提出了可贵意见,对高职高专汽车类专业教学提供了丰富的素材和鲜活的教学经验。

这套教材是我国高职高专教育近年来从只注重学生单一职业活动逻辑体系构建,向专业理论知识体系、技术框架体系和职业活动逻辑体系三个体系构建的转变的有益尝试,也是国家社会科学研究基金课题“以就业为导向的职业教育教学理论与实践研究”研究成果的具体应用之一。

如本套教材有不足之处,敬请各位专家、老师和广大同学不吝赐教。希望通过本套教材的出版,为我国高等职业教育和汽车产业的发展做出贡献。



2009年12月

前言

FOREWORD

《汽车运行材料》是在全国高等职业院校汽车类专业人才培养模式的基础上,通过对学生就业岗位需求的分析,从培养学生的知识技能方面入手选取,由简到繁、由浅入深地展开内容。本书以培养学生的实际操作技能为重点,凸现了职业教育的特色。

全书共分12章,包括石油、车用汽油、车用柴油、车用替代燃料、发动机润滑油、车辆齿轮油、汽车润滑脂、汽车液力传动油、汽车制动液、汽车发动机冷却液、汽车其他工作液、轮胎,系统地讲述了现代汽车运行材料的使用性能、评定指标、标准、规格、选用方法和使用注意事项等。

本书计划教学时数为46学时,具体分配参见下表。

章 节	学 时	章 节	学 时
第1章 石油	2	第7章 汽车润滑脂	4
第2章 车用汽油	4	第8章 汽车液力传动油	4
第3章 车用柴油	4	第9章 汽车制动液	4
第4章 车用替代燃料	4	第10章 汽车发动机冷却液	4
第5章 发动机润滑油	4	第11章 汽车其他工作液	4
第6章 车辆齿轮油	4	第12章 轮胎	4

本书由北京市汽车工业高级技工学校的胡海玲、山东交通学院的张丽彩任主编,北京工业职业技术学院的王会担任副主编,同时参与本书编写的人员还有北京市汽车工业高级技工学校的曹伟伟和申红梅。本书由教育部高职高专汽车类专业教学指导委员会委员胡定军副教授担任主审。

本书的编写面向汽车类专业的工作实际,是高等职业院校汽车类专业的必备教材,也是在职培训汽车类专业师生的培训教材,亦可供从事车辆工程、汽车运用工程、汽车检测与维修工作的有关人员阅读参考。

为了编写好适用于全国高等职业院校汽车类专业的教材,本书在编写前进行了广泛的调研,在内容选取方面也广泛听取了有关兄弟院校专业教师和学生的建议。胡定军副教授对本书进行了详细的审阅,并提出了许多宝贵的建议。同时,在编写过程中得到了北京广达汽车维修设备有限公司的弋国鹏同志等企业技术人员的大力帮助和支持,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在某些缺点和不足,在此我们恳切希望广大读者提出宝贵的意见和建议,以便今后修订并逐步完善。

编 者

2011年07月

目录

CONTENTS

第 1 章 石油	1
1.1 石油的组成	1
1.1.1 烃类的组成	1
1.1.2 非烃类的组成	3
1.1.3 烃类在石油馏分中的分布规律	4
1.2 石油产品提炼的方法	5
1.2.1 炼油厂的类型	5
1.2.2 石油产品的提炼方法	5
本章小结	9
思考与练习	10
第 2 章 车用汽油	11
2.1 汽油的使用性能	11
2.2 汽油使用性能的评定指标	12
2.2.1 汽油蒸发性的评定指标	12
2.2.2 汽油抗爆性的评定指标	14
2.2.3 汽油安定性的评定指标	16
2.2.4 汽油耐腐蚀性的评定指标	17
2.2.5 汽油清洁性的评定指标	18
2.3 我国车用汽油的标准和规格	18
2.3.1 GB 17930—2011《车用汽油》标准	19
2.3.2 GB 18351—2010《车用乙醇汽油 E10》标准	21
2.4 车用汽油的选用	22
2.4.1 车用汽油的选择原则	22
2.4.2 车用汽油的使用注意事项	25
2.5 清洁汽油	25
本章小结	26
思考与练习	26
第 3 章 车用柴油	27
3.1 柴油的使用性能	27
3.2 柴油使用性能的评定指标	28
3.2.1 燃烧性的评定指标	28
3.2.2 低温流动性的评定指标	29
3.2.3 雾化和蒸发性的评定指标	30

3.2.4 安定性的评定指标	31
3.2.5 腐蚀性的评定指标	32
3.2.6 清洁性的评定指标	33
3.3 我国车用柴油的标准和规格	33
3.4 车用柴油的选用	35
3.4.1 车用柴油的选择原则	35
3.4.2 车用柴油的使用注意事项	36
本章小结	37
思考与练习	37
第 4 章 车用替代燃料	38
4.1 车用替代燃料概述	38
4.1.1 发展车用替代燃料的必然性	38
4.1.2 车用替代燃料应具备的条件	38
4.2 电能	39
4.3 醇类燃料	40
4.4 乳化燃料	41
4.5 氢气	41
4.6 天然气	42
4.7 液化石油气	44
4.8 空气	45
本章小结	46
思考与练习	46
第 5 章 发动机润滑油	47
5.1 发动机润滑油的作用和使用性能	47
5.1.1 发动机润滑油的作用	47
5.1.2 发动机润滑油的使用性能	47
5.2 发动机润滑油使用性能的评定	50
5.2.1 评定指标	50
5.2.2 评定试验	53
5.3 发动机润滑油的分类	53
5.3.1 国外发动机润滑油的分类	53
5.3.2 我国发动机润滑油的分类	55
5.4 我国发动机润滑油的规格	57
5.4.1 汽油机润滑油的规格	58
5.4.2 柴油机润滑油的规格	58
5.4.3 汽油机/柴油机通用油的规格	58
5.5 发动机润滑油的选用	58
5.5.1 发动机润滑油黏度等级选用的一般原则	58
5.5.2 发动机润滑油质量等级选用的一般原则	59

5.6 发动机润滑油的检查与更换	59
5.6.1 发动机润滑油的检查	59
5.6.2 发动机润滑油的更换	60
5.7 发动机润滑油的使用注意事项	62
本章小结	63
思考与练习	63
第 6 章 车辆齿轮油	65
6.1 车辆齿轮油的使用性能	65
6.2 车辆齿轮油使用性能的评定	66
6.2.1 极压抗磨性的评定	66
6.2.2 低温操作性的评定	67
6.2.3 热氧化安定性的评定	67
6.2.4 防锈性的评定	67
6.3 车辆齿轮油的分类	67
6.3.1 国外车辆齿轮油的分类	67
6.3.2 国内车辆齿轮油的分类	69
6.4 我国车辆齿轮油的规格	69
6.4.1 普通车辆齿轮油 (GL-3)	69
6.4.2 中负荷车辆齿轮油 (GL-4)	70
6.4.3 重负荷车辆齿轮油 (GL-5)	71
6.5 车辆齿轮油的选用和更换	72
6.5.1 车辆齿轮油的选用	72
6.5.2 车辆齿轮油的更换	73
6.5.3 车辆齿轮油的使用注意事项	73
本章小结	74
思考与练习	75
第 7 章 汽车润滑脂	76
7.1 润滑脂的组成和特点	76
7.1.1 润滑脂的组成	76
7.1.2 润滑脂的特点	77
7.2 润滑脂的使用性能	77
7.3 润滑脂使用性能的评定	78
7.4 润滑脂的分类标准	79
7.4.1 GB 7631.8—1990 标准适用范围	80
7.4.2 GB 7631.8—1990 标准规定	80
7.5 汽车润滑脂的规格及应用	81
7.5.1 钙基润滑脂	81
7.5.2 复合钙基润滑脂	82
7.5.3 石墨钙基润滑脂	83



7.5.4 钠基润滑脂	83
7.5.5 钙钠基润滑脂	84
7.5.6 通用锂基润滑脂	84
7.5.7 汽车通用锂基润滑脂	85
7.5.8 极压复合锂基润滑脂	86
7.5.9 工业凡士林	86
7.6 润滑脂的选用	87
7.6.1 润滑脂的选择原则	87
7.6.2 润滑脂的更换	88
7.6.3 润滑脂的加注	88
7.6.4 润滑脂的使用注意事项	88
本章小结	89
思考与练习	89
第 8 章 汽车液力传动油	91
8.1 汽车液力传动油的作用和使用特性	91
8.2 汽车液力传动油的分类和规格	93
8.2.1 国外液力传动油的分类和规格	93
8.2.2 国内液力传动油的分类和规格	93
8.3 汽车液力传动油的选用和更换	94
8.3.1 液力传动油的选择	94
8.3.2 液力传动油的检查	95
8.3.3 液力传动油的更换	95
8.3.4 液力传动油的使用注意事项	96
本章小结	97
思考与练习	97
第 9 章 汽车制动液	98
9.1 汽车制动液的使用性能和评定指标	98
9.2 制动液的标准和规格	100
9.2.1 国外汽车制动液的标准和规格	100
9.2.2 国内汽车制动液的标准和规格	101
9.3 制动液的分类和特点	103
9.4 制动液的选用和更换	104
9.4.1 制动液的选择	104
9.4.2 制动液的更换	104
9.4.3 制动液的使用注意事项	105
本章小结	105
思考与练习	105
第 10 章 汽车发动机冷却液	107
10.1 冷却液的使用性能	107

10.2 冷却液的分类和特点	108
10.3 冷却液的标准和规格	109
10.3.1 国外发动机冷却液的标准和规格	109
10.3.2 国内发动机冷却液的标准和规格	109
10.4 冷却液的选用	111
10.4.1 冷却液的选择	111
10.4.2 冷却液的使用注意事项	111
本章小结	112
思考与练习	112
第 11 章 汽车其他工作液	113
11.1 汽车风窗玻璃洗涤液	113
11.1.1 风窗玻璃洗涤液的使用性能	113
11.1.2 风窗玻璃洗涤液的标准	113
11.2 汽车减振器油	113
11.2.1 汽车减振器油的使用性能	114
11.2.2 汽车减振器油的分类和规格	114
11.2.3 汽车减振器油的选用	114
11.3 汽车空调制冷剂	115
11.3.1 汽车空调制冷剂的使用性能	115
11.3.2 汽车空调制冷剂的种类和特点	115
11.3.3 汽车空调制冷剂的使用	116
本章小结	116
思考与练习	117
第 12 章 轮胎	118
12.1 汽车轮胎的类型和结构特点	118
12.2 我国汽车轮胎的标准和规格	121
12.2.1 基本术语	122
12.2.2 轿车轮胎的标准和规格	124
12.2.3 载重汽车轮胎的标准和规格	124
12.3 汽车轮胎的合理使用	126
12.3.1 轮胎的损坏	127
12.3.2 轮胎的使用	128
本章小结	131
思考与练习	131
参考文献	133

第1章

石 油

学习目标

- ☑ 了解石油的烃类和非烃类化合物以及烃类在石油馏分中的分布规律
- ☑ 了解石油产品提炼的几种基本方法

石油又称原油，是从地下深处开采的棕黑色可燃黏稠液体。例如，汽油、柴油、煤油、润滑油、沥青、塑料、纤维等都是从石油中提炼出来的。由于目前汽车用燃料仍以汽油或柴油为主，所以石油在我国国民经济中占有极其重要的地位。

1.1 石油的组成

石油是一种具有特殊气味的、有色的可燃性油质液体，是以碳氢化合物为主要成分的矿产品。石油的性质因产地而异，密度一般为 $0.8 \sim 0.98 \text{ g/cm}^3$ ，极个别低至 0.7 g/cm^3 或高达 1.06 g/cm^3 ；凝固点的差别很大，为 $-60 \sim 30 \text{ }^\circ\text{C}$ ；沸点范围为常温到 $500 \text{ }^\circ\text{C}$ 以上。

石油的性质之所以存在差异主要是因为组成石油的化学成分不完全相同。它不是由单一的元素或简单的化合物组成的物质，而是由多种元素组成的化合物的混合物。组成石油的化学元素主要是碳（占 $83\% \sim 87\%$ ）、氢（占 $11\% \sim 14\%$ ），其余为硫（占 $0.06\% \sim 0.8\%$ ）、氮（占 $0.02\% \sim 1.7\%$ ）、氧（占 $0.08\% \sim 1.82\%$ ）及微量金属元素（镍、钒、铁等）。

1.1.1 烃类的组成

由碳和氢化合形成的碳氢化合物，通常称为烃。烃类是石油的主要组成部分，占 $95\% \sim 99\%$ 。不同产地的石油中，各种烃类的结构和所占比例相差悬殊，但大多属于烷烃、环烷烃、芳香烃三类，极少数含有烯烃。

1. 烷烃

烷烃即饱和烃，是只有碳-碳单键的链烃，分子里的碳原子之间除以单键结合成链状外，其余化合价全部为氢原子所饱和，其通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 。以烷烃为主的石油称为石蜡基石油。

烷烃按结构可分为正构烷烃和异构烷烃两类。正构烷烃分子中的主碳链上没有碳支链，异构烷烃分子中的主碳链上则有碳支链。相同碳原子数的正构烷烃与异构烷烃相比，正构烷烃的

碳链长, 结构稳定性差, 易生成过氧化物、醇或醛等氧化物, 发火性能好, 是压燃式发动机燃料的良好成分; 而异构烷烃的结构紧密, 不易被氧化生成过氧化物, 发火性能差, 不易发生爆燃, 是点燃式发动机燃料的良好成分。

随着分子中碳原子数的增多, 烷烃的物理性质也发生着变化。常温常压下, 它们的状态由气态、液态到固态, 且无论是气体还是液体, 均为无色。在常温下, $C_1 \sim C_4$ 的正构烷烃为气态; $C_5 \sim C_{15}$ 的正构烷烃为液态, 主要存在于汽油和煤油中, 其沸点随着分子量的增加而上升, 在蒸馏石油时, $C_5 \sim C_{10}$ 的烷烃多进入 $200\text{ }^\circ\text{C}$ 以下的汽油馏分的组成中, 而 $C_{11} \sim C_{15}$ 的烷烃则进入 $200 \sim 350\text{ }^\circ\text{C}$ 的煤油馏分的组成中; C_{16} 以上的正构烷烃为固态, 是石蜡的主要成分。

2. 环烷烃

环烷烃是指分子结构中含有一个或者多个环的饱和烃类化合物, 其单环烷烃的分子通式为 C_nH_{2n} 。石油产品中常见的环烷烃是环戊烷、环己烷及它们的烷基取代衍生物。以环烷烃、芳香烃为主的石油称环烷基石油。

环烷烃的发热量很高, 其物理和化学性质相对比较稳定, 不易氧化, 凝固点低, 抗爆性介于正构烃和异构烃之间, 是燃料油和润滑油的理想成分。

柴油组分中, 环烷烃的十六烷值居中。

3. 芳香烃

芳香烃简称“芳烃”, 通常指分子中含有苯环结构的碳氢化合物。芳香烃最简单的分子结构是苯 (C_6H_6)。

芳香烃的稳定性非常强, 自燃温度高达 $600\text{ }^\circ\text{C}$, 其辛烷值也很高 (如苯的 MON 可达 108), 具有良好的抗爆性。

芳香烃的自燃点很高, 十六烷值低, 在柴油机中的燃烧性很差, 不是柴油的理想成分。同时, 由于芳香烃的碳氢比大, 不易完全燃烧, 发热量低, 易积炭, 易污染氧传感器, 加上由于燃烧温度过高产生的大量氮氧化合物对环境的影响, 所以西方发达国家已制定了各种各样的限制措施, 禁止使用含有芳香烃的油品。

4. 烯烃

烯烃是指分子结构中含有碳-碳双键 (烯键) 的不饱和烃类化合物。按含双键数目的多少可分为单烯烃、二烯烃和多烯烃。单烯烃的分子通式为 C_nH_{2n} , 二烯烃的分子通式为 $C_nH_{2n-2} (n \geq 2)$ 。常温下 $C_2 \sim C_4$ 的烯烃为气体; $C_5 \sim C_{18}$ 为液体; C_{19} 以上为固体。

石油中一般不含烯烃, 但在石油的催化裂化加工过程中, 大分子的烷烃和环烷烃受热分解, 生成烯烃和二烯烃, 可通过精制石油产品过程去掉。

由于烯烃分子中含有碳-碳双键, 故其化学性质很活跃, 在一定条件下容易被氧化生成高分子黏稠物, 如在发动机燃烧室或三元催化转化器的高温环境中容易产生积炭。汽油中的烯烃可以提高汽油的辛烷值, 增强抗爆性, 但过量的烯烃使得汽油在储存时容易氧化生胶, 同时汽油中含有的烯烃越多, 排放的废气中 NO_x 的含量越高, 对环境的危害越大。柴油中含有的烯烃使得柴油的低温流动性增强, 但是烯烃的自燃点高, 发火性差, 长时间储存易氧化。所以, 为了进一步提高燃油性能, 降低排放物对环境的影响, 现在的汽油都向低烃组成 (降低芳香烃、烯烃) 方向发展。在 2004 年世界燃料委员会颁布的《世界燃料规范》新版本中, 对 II、III 和 IV 类无铅汽油规格提出了体积分数小于 20%、20%、10% 的烯烃质量标准, 我国在 1999 年颁布

的《车用无铅汽油标准》中提出了烯烃含量小于 35% 的质量标准。自 2005 年 12 月北京执行国 III 标准后, 汽油中烯烃的含量减少到 18%, 但仍高于欧美国家。

1.1.2 非烃类的组成

除了上述所说的烃类化合物外, 石油中还含有一些非烃化合物, 主要包括含硫化合物、含氧化合物, 含氮化合物、胶状和沥青状物质等。在石油中, 这些化合物对石油的加工和石油产品的使用性能造成很大的影响, 这些非烃类化合物在石油的炼制过程中将被尽可能地除去。

1. 含硫化合物

不同产地的石油含硫量相差很大, 含硫量大于 2% 的石油称为高硫石油, 含硫量小于 0.5% 的石油称为低硫石油, 含硫量在 0.5% ~ 2% 之间的石油称为含硫石油。我国的石油基本上属于低硫和含硫石油的范畴。

石油中的硫化合物主要有硫化氢 (H_2S)、硫醇 (RSH)、硫醚 (RSR')、二硫化物 ($RSSR'$)、环硫醚、噻吩及其同系物等。

硫化氢 (H_2S) 被空气氧化生成元素硫, 在一定的温度下, 硫与石油烃类作用又可生成硫化氢和其他硫化物。

硫醇 (RSH) 主要集中在低沸点的馏分中, 随着沸点的上升, 硫醇含量显著下降, 大于 300 °C 的馏分几乎不含硫醇。目前, 已从石油的汽油馏分中分馏出多种硫醇。硫醇不溶于水, 有强烈的臭味, 乙硫醇 (C_2H_5SH) 在空气中的浓度达到五百亿分之一时, 即可闻到臭味。硫醇是弱酸, 其酸性比相应的羟基化合物强, 比乙酸弱, 与氯化汞反应生成不溶性的汞盐, 也容易被各种氧化剂氧化成二硫化物。元素硫、硫化氢和低分子硫醇都能与金属反应引起腐蚀, 通常把它们统称为活性硫化物。

硫醚 (RSR') 是石油加工中含量很大的硫化物。硫醚不溶于水, 有刺激性气味, 常为中性液体。硫醚的热稳定性较高, 不与金属发生作用, 但在高温下会分解成活性硫化物。硫醚主要分布在中沸点馏分中, 煤油、柴油馏分中含量较多。

硫醚 (RSR') 中的 R 可以是烷基或者环烷基, 当 R 是环烷基时, 也可称为环硫醚。其热稳定较高, 不与金属作用, 但与重金属盐反应生成络合物。

二硫化物 ($RSSR'$) 在石油中含量较少且多集中于高沸点馏分中, 显中性, 不与金属发生反应, 但其热安定性较差, 受热可分解出活性硫化物。

噻吩及其同系物是芳香烃的杂环化合物, 热稳定性较高, 是石油加工中主要的含硫化合物。噻吩的物理化学性质与芳香烃较接近, 没有刺激的气味, 由于其热稳定性较高, 故在热分解产物中噻吩的含量较高。

通常将能与金属起反应的硫化物称为活性硫化物; 不能直接与金属起反应的硫化物称为非活性硫化物, 如硫醚、二硫化物等, 但它们受热分解后产生的硫化氢等仍对金属设备有腐蚀作用, 并且含硫物质散发到大气中, 对环境和人体都将造成伤害, 故应尽量去除石油产品中的硫化物。

2. 含氧化合物

石油馏分中氧化物的含量很小, 均以有机化合物的状态存在, 原油中含有环烷酸、脂肪酸、酯、醚和酚等。石油中含氧化合物可分为酸性氧化物和中性氧化物两类。环烷酸、脂肪酸和酚类都属于酸性氧化物。醛、酮等属于中性氧化物, 在石油中的含量极少, 约为千分之几。



酸性氧化物中, 环烷酸约占石油酸性氧化物的 90%。它的物理性质因分子大小而异, 分子量范围为 180~350。分子量较小的环烷酸呈液体状, 黏度不太高, 颜色浅且有特殊气味; 分子量较大的环烷酸呈黏稠状, 一般为暗褐色。环烷酸几乎不溶于水, 但溶于烃类溶剂。它的化学性质接近与脂肪酸, 是典型的一元羧酸。在中和时, 环烷酸很容易生成各种盐类, 其中含有碱金属的盐类能溶解于水。由于环烷酸能与金属发生反应, 引起腐蚀, 所以在石油产品的炼制过程中, 一般可用碱洗法除去。

3. 含氮化合物

石油中含氮量一般在万分之几到千分之几之间, 我国大部分原油的含氮量低于 0.5%。含氮化合物分为碱性和非碱性两类。其中, 碱性氮化物含量较多, 如吡啶、喹啉、异喹啉和吲啉的同系物; 非碱性氧化物含量较少, 如吡咯、吡啶和咪唑及它们的同系物, 另外还有金属的卟啉化合物。

含氮化合物的量是随石油馏分沸点的升高而增多的。它的性质很不稳定, 长期储存易氧化生成有色胶质, 颜色变深, 质量下降, 影响到石油产品的使用性能。若燃料中的含氮量较高, 燃烧时有难闻的臭味。所以, 在石油产品的精制加工过程中, 应尽可能地清除氮化物。

4. 胶质和沥青质

胶质或沥青质指的是胶状或沥青状的物质。它们是多元多环化合物的混合物, 是石油中结构最复杂、分子量最大的物质, 含有的元素有 C、H、S、O、N 等。胶质和沥青质是石油中非烃类化合物的主要组成部分, 轻质石油中的含量为 5%~10%, 重质石油中的含量为 40%~50%。

胶质是树脂状黏稠物质, 通常为褐色的黏稠且流动性很差的液体或者无定型炭, 受热时熔融, 着色能力强, 汽油中只要加入少量胶质, 汽油将被染成草黄色。沥青是原油蒸馏后的残渣, 根据提炼程度的不同, 在常温下成液体、半固体或固体。石油产品中存在胶质和沥青质将使得它的颜色变深, 氧化安定性下降, 黏温性变差, 影响到石油产品的使用性能。所以, 在石油产品的精制加工过程中, 应尽可能地清除胶质和沥青质。

1.1.3 烃类在石油馏分中的分布规律

馏分指原油蒸馏时分离出的具有一定馏程(沸点范围)的组分, 可分为轻馏分和重馏分油。轻馏分油一般指终馏点在 250℃以下的馏出物, 如航空汽油、汽油、溶剂油、石脑油(naphtha)和航空煤油等; 重馏分油指石油沸点较高的馏出物, 如 350~500℃的润滑油馏分。这些都属于是原油直馏馏分。

由石油中分馏出来的各种油类组分的温度范围如表 1-1 所示。

表 1-1 石油馏分的划分

沸点范围(℃)	馏 分 名 称
初馏点~200 ℃	汽油馏分(distillate)、轻油、石脑油、低沸点馏分
200~350 ℃	煤、柴油馏分、中间馏分、常压瓦斯油(AGO)
350~500 ℃	减压馏分、高沸点馏分、润滑油馏分、减压瓦斯油(VGO)
≥500 ℃	减压渣油(VR)
≥350 ℃	常压渣油、常压重油(AR)

备注: AGO, atmospheric gas oil; VGO, vacuum gas oil; VR, vacuum residue; AR, atmospheric residue.