

职业技能培训教程

ZHIYEJINENGPEIXUNJIAOCHENG

油品分析工

YOU PIN FEN XI GONG

中国石油天然气集团公司人事服务中心 编



中国石油大学出版社

CHINA PETROLEUM UNIVERSITY PRESS

职业技能培训教程

油品分析工

中国石油天然气集团公司人事服务中心 编

中国石油大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

油品分析工/中国石油天然气集团公司人事服务中心编.
—东营:中国石油大学出版社,2005.8

ISBN 7-5636-2011-7

I. 油... II. 中... III. 石油产品-分析-技术培训-教材
IV. TE626

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 001139 号

丛 书 名: 职业技能培训教程

书 名: 油品分析工

作 者: 中国石油天然气集团公司人事服务中心

责任编辑: 邵 云(电话 0546-8391282)

出 版 者: 中国石油大学出版社(山东 东营 邮编 257061)

网 址: <http://cbs.hdpu.edu.cn>

电子信箱: sanbian@mail.hdpu.edu.cn

排 版 者: 中国石油大学印刷厂排版中心

印 刷 者: 青岛星球印刷有限公司

发 行 者: 中国石油大学出版社(电话 0546-8392565,8399580)

开 本: 185×260 印张:12 字数:307 千字

版 次: 2005 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

定 价: 28.00 元

职业技能培训教程

编审委员会

主 任：孙祖岭

副主任：刘志华 孙金瑜 徐新福

委 员：向守源 任一村 职丽枫 朱长根 郭向东
李钟磬 史殿华 马 富 关昱华 郭学柱
李爱民 刘文玉 熊术学 齐爱国 刘振勇
王家夫 刘瑞善 丁传峰 乔庆恩 申 泽
刘晓华 何坤琦 阿不都·热西提 郭 建
王阳福 郑兴华 赵忠文 刘孝祖 时万兴
王 成 商桂秋 赵 华 杨诗华 刘怀忠
杨静芬 纪安德 杨明亮 刘绍胜 姚 斌
何 明 范积田 胡友斌 多明轩 李 明
蔡新疆

前 言

为提高石油工人队伍素质,满足职工培训、鉴定需要,中国石油天然气集团公司人事服务中心继组织编写了第一批44个石油天然气特有工种的培训教程与鉴定试题集之后,又组织编写了第二、三批106个工种的职业技能鉴定试题集,并分别由石油工业出版社和中国石油大学出版社出版。根据企业组织工人进行培训和职工学习技术的需要,我们在第二、三批题库的基础上,又组织编写了第二批32个工种的工人培训教材。

本批教材只编写基础理论知识与相关专业知识部分,内容、范围与题库基本一致,不分级别,与已编写出版的第二、三批题库配套使用,便于组织工人进行鉴定前培训。由于在公开印刷发行的习题集中,只选取了题库中的部分试题,因此本批教材对工人学习技术,提高知识技能将起到应有的作用。

本教材由锦西炼化职业技能鉴定中心负责编写,由商群慧主编。其中油品分析部分由金广琴、张季、董娇等编写;附录由马俊贺编写。最后由李桂馨、董娇、金广琴、马俊贺、王承禧对全书各章节内容作了部分增删和定稿。

感谢抚顺石化公司鉴定中心、辽阳石化公司鉴定中心、吉林石化公司鉴定中心、兰州石化公司鉴定中心、大连石化公司鉴定中心对本教材编写的大力支持。

由于水平有限,时间仓促,难免有点金成石之错,恳请读者批评指正。

作 者

2005年10月

目 录

工人技术等级标准(油品分析工)	(1)
-----------------------	-----

第一部分 油品分析

第一章 石油炼制基础知识	(9)
第一节 石油及其产品的化学组成	(9)
第二节 主要石油加工方法	(22)
第二章 原油评价简介	(39)
第一节 原油评价的内容及方法	(39)
第二节 原油性质	(45)
第三章 常用石油分析方法	(47)
第一节 石油产品馏程测定法	(47)
第二节 石油产品凝点测定法	(50)
第三节 石油产品酸度(值)测定法	(52)
第四节 轻质石油产品碘值和不饱和烃含量测定法(碘-乙醇法)	(55)
第五节 石油产品密度测定法(密度计法、比重瓶法)	(57)
第六节 石油产品运动粘度测定法	(61)
第七节 石油产品残炭测定法	(63)
第八节 石油产品铜片腐蚀试验法	(65)
第九节 石油产品水分测定法	(67)
第十节 石油产品闪点测定法(开口、闭口)	(70)
第十一节 石油产品蒸气压测定法(雷德法)	(74)
第十二节 石油产品和添加剂机械杂质测定法(重量法)	(76)
第十三节 喷气燃料冰点测定法 轻质石油产品浊点和结晶点测定法	(78)
第十四节 馏分燃料冷滤点测定法	(80)
第十五节 苯结晶点测定法	(83)
第十六节 苯类产品馏程测定法	(84)
第十七节 石油沥青针入度测定法	(86)
第十八节 石油沥青软化点测定法	(87)
第十九节 石油沥青延度测定法	(89)
第二十节 石蜡熔点(冷却曲线)测定法	(91)
第二十一节 石油蜡含油量测定法	(93)

第二十二节	石油产品灰分测定法	(95)
第二十三节	石油焦炭分测定法	(97)
第二十四节	石油焦挥发分测定法	(99)
第二十五节	催化剂微型反应活性指数测定法	(100)
第二十六节	发动机燃料实际胶质测定法	(102)
第二十七节	石油产品硫含量测定法(燃灯、管式炉、硫醇硫、库仑硫)	(104)
第二十八节	液态石油烃中痕量氮测定法(氧化燃烧法和化学发光法)	(113)
第二十九节	液化石油气组成测定法(色谱法)	(116)
第三十节	轻质油中微量铜和铅测定法(原子吸收光谱法)	(119)
第三十一节	车用汽油和航空汽油中苯及甲苯含量测定法(气相色谱法)	(122)
第三十二节	容器内可燃气体分析法(气相色谱法)	(124)
第三十三节	催化剂可燃炭含量测定法(红外法)	(129)
第三十四节	催化剂及原料油中微量铁、镍、铜、钒的测定法	(132)
第三十五节	石油产品包装、储运及交货验收规则	(140)

第二部分 附 录

第一节	分析检验应用数学入门	(143)
第二节	原子结构	(158)
第三节	分子结构	(165)
第四节	科技论文写作	(177)
参考文献		(184)

工人技术等级标准

初级油品分析工

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
一、准备工作	(一) 劳动保护准备	1. 能够正确准备个人劳动保护用品 2. 能够对仪器、设备、化学试剂等辅助材料进行安全检查	1. 掌握关于安全生产工作的各项规章制度 2. 实验室及相关安全常识 3. 熟悉所用水、电、气、化学试剂、原材料、仪器、设备、器具及所在工作环境的安全、环保知识 4. 掌握消防器的灭火原理、使用知识 5. 懂得简单事故的处理知识
	(二) 准备玻璃仪器等用品	1. 能正确识别、选用玻璃仪器和其他用品 2. 能正确选择洗涤液,按操作程序进行常用玻璃仪器的洗涤和干燥 3. 能进行简单的玻璃棒、管的截断和弯曲等基本操作 4. 能进行橡皮塞的配备钻孔,按示意图安装简单的实验装置,并能检查装置的气密性 5. 能正确选用玻璃量器(如滴定管、移液管、容量瓶等),并能检查其密合性(试漏),能正确给酸式滴定管涂油,赶出滴定管中的气泡	1. 常用玻璃仪器和其他用品的名称和用途 2. 玻璃仪器工操作知识 3. 橡皮塞、橡胶管和乳胶管的规格和选用知识;检验装置气密性的检查方法;打孔器的使用方法 4. 玻璃仪器的洗涤常识 5. 常用玻璃量器的名称、规格和用途;玻璃量器密合性的检查方法
	(三) 准备实验用水、溶液	1. 能正确使用实验用水 2. 能正确识别和选用检验所需的常用试剂 3. 能按规程配制一般溶液、缓冲溶液、指示剂,能正确稀释和转移溶液	1. 实验室用水使用知识 2. 化学试剂的分类和包装方法 3. 常用溶液浓度表示方法及配制注意事项
	(四) 准备仪器、设备	1. 能正确使用天平(包括分析天平和托盘天平)、pH计(附磁力搅拌器)、标准筛、温度计、密度计、压力表、秒表等计量器具 2. 能正确使用电炉、干燥箱、马弗炉(高温炉)、水浴、离心机、真空泵、电动振荡器等检验辅助设备	1. 天平、pH计等计量器具的结构、计量性能和使用规则 2. 化验室辅助设备的名称、规格、性能、操作方法、使用注意事项
二、采样	(一) 准备采样	能检查简单采样工具和容器是否符合要求,准备好样品标签和记录表格	1. 采样的重要意义和基本原则 2. 固体产品、液体产品、气体产品的采样方法 3. 固体样品的制样方法 4. 样品保存的一般规定
	(二) 实施采样	能在规定的部位按采样操作方法进行采样,填好样品标签和采样记录	
	(三) 保存样品	能使用规定的容器,在一定环境下保存样品至规定日期	
	(四) 制备固体样品	能正确制备组成不均匀的固体样品,包括粉碎、混合、缩分	

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
三、检验与试验	(一) 油品分析	1. 在检验与试验前能按规程要求对油品进行必要的预处理,如脱水、过滤等操作 2. 能按照规程对简单的油品性能如闪点、密度、粘度、凝固点、馏程、胶质等进行检验与试验,包括称量、干燥、恒重	油品分析操作规程
	(二) 容量分析	1. 能正确进行酸碱滴定分析的基本操作。使用酸式滴定管和碱式滴定管进行连滴、一滴、半滴操作;能对不同类型的滴定管和装有不同颜色溶液的滴定管正确读数 2. 能按照规程进行酸碱滴定,如油品酸度、酸值测定,碱液浓度测定等	1. 滴定分析操作规程 2. 使用标准溶液的一般要求
	(三) 仪器分析	1. 能正确配制用于测定样品 pH 值的各种缓冲溶液 2. 能用 pH 计测定各种样品溶液的 pH 值	pH 计的操作方法
	(四) 记录原始数据	能正确记录及检验原始数据,填写试验记录表格	原始记录填写要求
四、检验与试验后工作	(一) 清洗检验用器皿	1. 能针对盛装不同种类残渣、残液的器皿采用适宜的清洗方法 2. 能正确存放玻璃仪器和其他器皿	玻璃仪器的洗涤知识
	(二) 进行数据处理	能根据检验结果有效数字位数的要求,正确进行数据的修约和运算	有效数字及数字修约规则
五、维护设备	(一) 保养、维护仪器设备	能正确保养、维护所用仪器设备	一般仪器设备的维护、保养知识
	(二) 发现仪器设备故障	能及时发现所用仪器设备出现的一般故障	简单仪器设备的结构及常见故障现象
六、安全检验与试验	(一) 实验室安全	能执行实验室各项安全守则,正确使用消防器材,安全使用各种电器	实验室的安全知识
	(二) 检验人员安全防护	1. 能正确使用通风橱 2. 不乱排放废液、废渣、废气 3. 能正确使用防护用品	实验室人员的安全防护知识

中级油品分析工

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
一、准备工作	(一) 明确检验方案	1. 能读懂较复杂的检验规程和方法 2. 能读懂较复杂的试验装置示意图	1. 油品分析和化学分析的方法原理 2. 一般仪器分析的方法原理 3. 测定结果的计算方法和依据

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
一、准备工作	(二) 仪器、设备、材料准备	1. 能完成一般常用仪器、设备、器具(如分光光度计、电量法微量水分测定仪、阿贝尔折光仪等)的选用、安装、调试工作 2. 能完成实验用辅助材料的准备工作	1. 掌握洗液的配制、使用知识 2. 一般常用仪器的工作原理、结构和用途 3. 能进行标准溶液配制、稀释等的计算、换算
	(三) 准备实验用水、溶液	1. 能正确选择实验用水规格 2. 能根据不同分析检验的需要选用各种试剂和标准物质 3. 能按标准和规范配制和标定标准溶液、标准比对溶液	1. 实验用水规格及储存方法 2. 各类化学试剂的特点及用途;标准滴定溶液的制备方法;标准比对溶液的制备方法
	(四) 检验实验用水	能按标准或规范要求检验实验用水的质量,包括电导率、pH值范围、可氧化物、吸光度、蒸发残渣等	实验室用水规格及检验方法
二、采样	(一) 准备采样	1. 能读懂一些较复杂的采样器具的结构,检查其是否符合要求 2. 采样前,了解被采样品的状态	石油产品采样知识及采样安全规定
	(二) 实施采样	1. 能对一些采样难度较大的产品(不均匀物料、易挥发物质、危险品等)进行采样 2. 能对所采样品按要求进行组合,待检验用	
三、检验与试验	(一) 油品分析	1. 能看懂仪器、设备、器具的组装图 2. 能按照规程对较复杂的油品性能进行检验。如“管式炉定硫”、“饱和蒸气压”、“减压馏程”等	1. 油品检验操作规程 2. 石油产品检验基本知识
	(二) 容量分析	能按操作规程用氧化还原滴定法、沉淀滴定法、络合滴定法对石油产品的性能、组成进行检测	1. 分析化学知识 2. 相关标准方法 3. 石油产品检验基本知识
	(三) 仪器分析	能按照操作规程用电位滴定仪、分光光度计、阿贝尔折光仪、电量法微量水分测定仪、电导率测定仪等仪器对石油产品的性能或组成进行检测	1. 仪器分析知识 2. 相关标准方法 3. 石油产品检验基本知识
	(四) 进行对照试验	1. 能将标准试样(或管理试样、人工合成试样)与被测试样进行对照试验 2. 能按其他标准方法(如仲裁法)与所用试验方法作对照试验	消除系统误差的方法
四、检验与试验后工作	(一) 进行数据处理	1. 能由对照试验结果计算出校正系数,并据此校正测定结果,消除系统误差 2. 能正确处理检验结果中出现的可疑值。当查不出可疑值出现的原因时,能采用Q值检验法和格鲁布斯法判断可疑数值的取舍	实验结果的数据处理知识

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
四、检验与试验后工作	(二) 校核原始记录	能校核其他检验人员的检验原始记录,验证其检验方法是否正确,数据运算是否正确	对原始记录的要求
	(三) 填写检验报告	能正确填写检验报告,做到内容完整、表述准确、字迹(或打印)清晰、判定无误	对检验报告的要求
	(四) 分析检验误差产生的原因	能分析一般检验误差产生的原因	检验误差产生的一般原因
五、修理仪器设备	排除仪器设备故障	能够排除所用仪器设备的简单故障	常用仪器设备的工作原理、结构和常见故障及其排除方法
六、安全检验与试验	安全事故的处理	能对突发的安全事故果断采取适当措施,进行人员急救和事故处理	化验室安全知识

高级油品分析工

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
一、准备工作	(一) 准备实验用溶液	能制备仪器分析用的标准溶液	标准溶液的制备方法
	(二) 准备仪器、设备	1. 能按标准要求,在分析前进行仪器设备准备,如制备气相色谱分析用的填充柱(包括柱管和载体的预处理、载体的涂渍、色谱柱的装填和老化等);选用符合原子吸收分光光度法分析要求的空心阴极灯,并能正确评价阴极灯的优劣,包括发光强度、发光稳定性、测定灵敏度与线性、灯的使用寿命等指标 2. 能熟练操作与分析仪器配套使用的计算机、色谱工作站或数据处理机 3. 能熟练操作与仪器分析配套使用的辅助设备,如高压气体钢瓶、减压阀、气路管线、净化器、稳压器、温度控制器等	1. 常用分析仪器的工作原理、结构、用途、使用说明和注意事项 2. 色谱柱的制备方法 3. 计算机操作应用的一般知识
	(三) 设计检验记录表格	能根据不同类型检验项目的需要设计相应的原始记录表格	不同类型检验项目原始记录的设计要求
二、检验与试验	(一) 仪器分析	1. 能按操作规程进行仪器分析操作,如气相色谱仪、液相色谱仪、原子吸收测定仪、微库仑测定仪、辛烷值测定仪、十六烷值测定仪、实沸点蒸馏测定仪等 2. 能根据不同的检验项目选择适当的仪器分析条件,合理地调整仪器参数,选择适当浓度的标样等	1. 所用仪器使用说明书 2. 仪器的检测原理 3. 干扰因素的消除 4. 相关标准方法

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
二、检验与试验	(二) 解决检验技术问题	能解决检验过程中遇到的一般技术问题,并能验证其方法的合理性	相关的检验技术
三、检验与试验后工作	(一) 审定检验报告	能对其他检验人员制作的检验报告按管理规定进行审核,内容包括: 1. 填写内容是否与原始记录相符 2. 检验依据是否适用 3. 环境条件是否满足要求 4. 结论判定是否正确	对检验报告的要求
	(二) 分析产生不合格品的原因	能协助企业主管部门分析产生不合格品的一般原因	所检验产品的简单加工工艺
四、修理仪器设备	(一) 安装、调试、验收仪器设备	1. 能读懂一般仪器设备的说明书 2. 能按规程进行安装、调试,并能验证其技术参数是否达到规定要求	一般仪器设备的工作原理及结构组成
	(二) 排除仪器设备故障	1. 能对需定期检修的仪器设备进行简单的检修,查出其故障,并能排除常见故障 2. 能正确更换仪器设备的易耗件	分析仪器的故障检修方法
五、技术管理与创新	(一) 参与编写仪器操作规程	能协助技术人员编写一般检验仪器设备的操作规程	一般仪器设备的使用方法及注意事项
	(二) 参与编写检验操作规程	能协助技术人员编写有关产品或原材料检验操作规程	GB/T 1.1 标准化工作导则第一部分:标准的结构和编写规则
	(三) 参与改进检验装置	能根据检验方法的需要改进试验装置,提高检验效率和检验结果的准确度	试验装置的结构及各部件的作用
六、培训与指导	传授技艺	1. 能向初、中级油品分析工传授与其工作内容相关的专业知识 2. 能较系统地示范油品检验、容量分析、仪器分析等实际操作的技术、技巧	传授技艺、技能的基本方法

油品分析技师

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
一、检验与试验	(一) 解决检验技术难题	能解决检验过程中遇到的技术难题	1. 油品分析 2. 化学分析 3. 仪器分析 4. 各种产品的生产工艺
	(二) 开展新检验项目	能根据本单位发展的需要,开展新产品、新项目的检验	

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
二、修验仪器设备	(一) 安装、调试、验收仪器设备	能将较复杂的仪器设备按说明书的要求进行安装、调试,并能验证其技术参数是否达到规定标准	较为复杂的常用仪器设备的工作原理及结构组成
	(二) 排除仪器设备故障	1. 能读懂较为复杂的仪器设备的结构示意图和工作原理图 2. 能根据结构示意图或工作原理图,查出较为复杂的仪器设备产生的故障原因,并能排除其一般故障	较为复杂的分析仪器设备的故障检修方法
三、技术管理与创新	(一) 组合检验装置	能根据检验方法的需要,组合检验新项目所需的装置	化验室的电器设备、玻璃仪器及其他器皿和用品的用途
	(二) 技术管理及革新能力	能独立编写一般的检验标准方法	GB/T 1.1 标准化工作导则第一部分:标准的结构和编写规则
四、培训与指导	传授技艺	1. 能向初、中、高级油品分析工传授与其工作内容相关的专业知识(包括安全环保)和常用的数据处理知识 2. 能较系统地指导油品分析、容量分析、仪器分析等实际操作	1. 技能培训的基本要求 2. 检验中油品分析、容量分析、仪器分析的重点、难点和操作技能的要点
五、实验室管理	(一) 制定购置计划	1. 能根据检验需要和单位的条件制定仪器设备购置的近期计划和长远规划 2. 能根据各个检验项目对化学试剂、标准物质的要求及检验批次的多少,估计其使用量,制定其购置计划	1. 各种仪器设备的用途、价格 2. 各种化学试剂和标准物质的规格、等级及用途
	(二) 检验质量管理	1. 能准确分析影响检验质量的原因,并制定有效的解决办法 2. 能制定并执行检验质量管理体系	检验质量管理基础知识
	(三) 仪器及试剂管理	1. 能定期安排实验室仪器的周期检定 2. 能针对实验室的仪器设备、化学试剂和标准物质的具体情况,制定并实施管理措施	计量检定有关知识
	(四) 参与企业的质量管理	能根据质量管理和质量认证的要求,参与编制相关的程序文件和作业指导书	GB/T 1900—ISO 9000 标准知识

油品分析高级技师

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
一、检验与试验	(一) 解决检验技术难题	能处理并解决较高难度的检验技术问题	国内外石油化工行业检验技术发展动态
	(二) 引进检验新技术	能将当今国内外石油化工行业的检验新技术、新方法引进到本单位的检验工作中,并取得应用成效	

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
二、技术管理与创新	(一) 检索标准文献	能根据标准目录和标准化期刊检索标准文献,获得最新标准信息	标准化基础知识
	(二) 数理统计的应用	能运用数理统计方法判断标准曲线的线性关系和检测结果的精密度	数理统计的应用知识
三、培训与指导	(一) 专业培训	1. 能系统讲授石油及石化产品检验的基本知识,并能指导学员的实际操作 2. 能制定检验培训班教学计划 3. 能合理安排教学内容,选择适当的教学方式	技能培训的方法
四、实验室规划设计	(一) 确定规划方案	能根据本单位的需要,规划实验室的规模和功能,并做到留有发展空间	实验室规划一般要求
	(二) 实验室设计	能提出各类实验室用房(油品分析、容量分析、精密仪器室、钢瓶室、贮藏室和办公室等)合理布局的设计要求	实验室布局要求
	(三) 实验室配套设施设计	能做到实验室的电源、水源、燃气源(可无)设计安全合理;实验室的照明、通风、排水、排气、实验台设计符合检验要求;钢瓶室、贮藏室设施设计符合贮存要求	实验室设施要求
五、技术交流	参与技术交流与合作	能胜任下列工作之一: 1. 能参与本地区石油及石油化工检验技术人员的培训、技术交流、实验室间对比检验的工作 2. 能协助地方产品质量监督部门制定有关产品的监督检查检验细则,编写监督检查的质量分析报告;能组织召开有关产品的质量分析会议	本地区石油及石油化工企业的检验能力、实验室和检验人员的状况
六、制定标准	参与技术发展规划和标准制定	能胜任下列工作之一: 1. 能根据国内外石油及石油化工检验技术的发展动态,适时提出行业发展规划的建议 2. 能参与国家标准、行业标准的制定和修订,能提出可得到各方代表广泛认可的建议或新条款 3. 能主持完成企业标准的制定工作	1. 国内外石油及石油化工检验技术动态 2. 制定标准的相关要求
七、技术总结	技术探讨和经验总结	能完成下列工作之一: 1. 能系统全面地总结石油及石油化工检验的实践经验 2. 能正确总结检验仪器、设备的维护和检修经验与规律 3. 能撰写石油及石油化工检验专题项目的研究报告 4. 能撰写检验技术诀窍的总结报告	1. 技术报告和技术总结写作的有关知识 2. 石油及石油化工检验的现状和发展趋势

第一部分 油品分析

第一章 石油炼制基础知识

第一节 石油及其产品的化学组成

一、石油的化学组成

石油是天然存在于地下的,主要由多种烃(可以含有如硫、氮、氧等非金属元素)组成的复杂混合物。石油通常是淡黄色到黑色的流动或半流动的粘稠液体,相对密度一般小于1。直接从油井开采出来的石油称为原油。

(一) 原油的元素组成

原油主要由碳氢两种元素组成,其中碳占83%~87%,氢占11%~14%,这两种元素一般占原油的95%~99%。

碳、氢元素的质量比(C/H)一般在5.9~8.5之间,氢碳原子比(H/C)一般在1.5~2.0之间。在原油中H/C原子比大,表示原油轻。轻馏分H/C原子比大,重馏分H/C原子比小。重油轻质化,就是通过加氢和脱碳以提高油品的H/C原子比。

除了碳和氢以外,原油中还含有硫、氮、氧等元素,这三种元素占原油的0.3%~7%,一般小于5%,以化合物的形式存在于原油中,其含量一般随沸点的升高而增加。这些元素的存在对石油加工过程和产品质量有重大影响。例如在加工过程中,含硫原油腐蚀设备;柴油中含硫超标,燃烧产物污染环境等等。

除碳、氢、硫、氮、氧外,原油中含有的微量金属元素和非金属元素超过40种,我国原油中测出了34种元素。这些元素包括3种类型:第一类为过渡元素,例如V、Ni、Fe、Cr、Mo、Mn、Cu、Ti等;第二类为碱金属和碱土金属,例如Na、K、Ca、Ba、Mg等;第三类为其他元素,例如Al、Si等。原油中微量元素的含量一般也随沸点的升高而增加,主要集中在渣油中。原油中的微量金属元素一部分以无机盐水溶性盐类的形式存在于原油乳化的水相里,在原油电脱盐的工艺过程中被脱除。另一些金属元素以油溶性有机金属化合物的形式存在,大多数存在于减压渣油中。

(二) 原油的烃类和非烃类组成

原油中的烃类主要由烷烃、环烷烃和芳香烃组成。在不同原油中各种烃类含量差别很大,同一种烃在各种原油中的含量和结构也不尽相同。各种烃在原油中的分布见图1-1-1。

1. 烷烃

原油中的烷烃有正构烷烃和异构烷烃,通式为 C_nH_{2n+2} 。

(1) 正构烷烃

从 C_1 ~ C_4 的烷烃在室温(20℃)是气态, C_5 ~ C_{16} 的正构烷烃是液态, C_{17} 以上的正构烷烃是固态。正构烷烃是原油的主要组成部分;石蜡的主要成分是十六正构烷烃,液体石蜡的正构

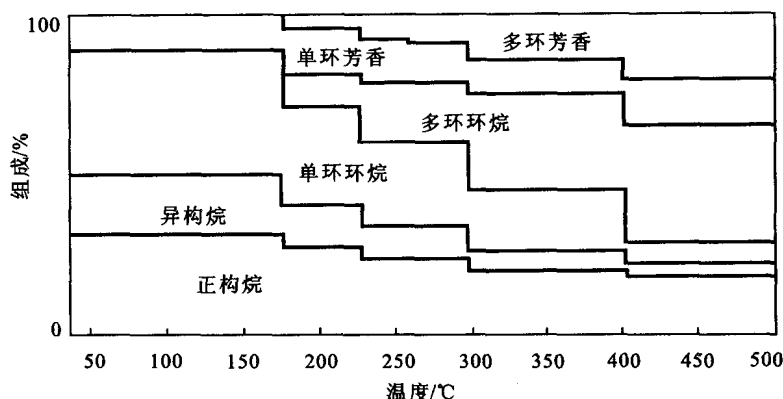


图 1-1-1 在石油整个沸点范围中各种烃类的分布

烷烃含量在 90% 或 95% 以上；正构烷烃含量高的柴油，十六烷值较高。正构烷烃的熔点较高，对油品的低温性能有较大影响。

(2) 异构烷烃

多数原油的异构烷烃中带有 2 个或 3 个甲基的含量最多，而带有 4 个甲基及其他高分支的异构烷烃的含量最少。汽油辛烷值的标准燃料是异辛烷和正庚烷，规定异辛烷的辛烷值为 100，可见异构烷烃是汽油的理想组分。异构烷烃也是航空煤油和柴油的理想组分。

2. 环烷烃

石油中的环烷烃主要为含五碳环的环戊烷系和含六碳环的环己烷系。除了单环烷烃外，还有双环和多环烷烃。在双环烷烃中两个环可能都是五碳环或六碳环；也可能一个是五碳环，而另一个是六碳环。

在催化剂作用下， $C_6 \sim C_8$ 的环烷烃易脱氢生成芳香烃，是催化重整的原料。环烷烃是航空煤油的理想组分。

少环长侧链的环烷烃是润滑油的理想组分之一，多环短侧链的环烷烃是润滑油的非理想组分。

3. 芳香烃

在原油中，单环芳香烃含量高于双环芳香烃，双环含量又高于多环芳香烃。一个分子中含有环烷环和芳香环可称为环烷芳香“混烃”。芳香环的侧链可以是烷基也可以是环烷基。

芳香烃的辛烷值虽然较高，但是由于环境保护方面的要求，汽油中限制芳香烃含量，特别是苯的含量。

煤油要求控制单环芳香烃含量，尽可能除去双环芳香烃。

少环长侧链的芳香烃是润滑油的理想组分之一，多环短侧链芳烃是润滑油的非理想组分。

石油中含硫、氮、氧等杂元素的有机化合物，称为非烃化合物。

石油中的非烃化合物的存在，对石油加工过程及石油产品的使用性能有很大影响。石油加工中大部分精制过程、催化剂中毒问题、环境污染问题、石油产品的贮存及使用问题与非烃化合物密切相关。

石油中的非烃化合物主要包括含硫化物、含氮化合物、含氧化合物以及胶状和沥青状物质。

1. 含硫化合物

硫在石油中的存在形态有：元素硫、硫化氢、硫醇、硫醚、二硫化物、噻吩等类型的有机化合