

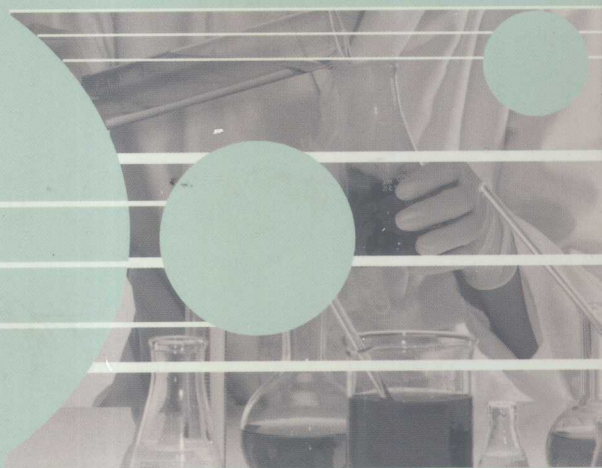
职业技能鉴定培训用书
——分析化验系列

油品分析

刘德生 主编



化学工业出版社



号 930 字 页 张 (京)

职业技能鉴定培训用书——分析化验系列

油 品 分 析

刘德生 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

刘德生 主编

陈君 编

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

油品分析/刘德生主编. —北京:化学工业出版社,
2004.11

职业技能鉴定培训用书——分析化验系列
ISBN 7-5025-6287-7

I. 油… II. 刘… III. 石油产品-分析-职业技能
鉴定-自学参考资料 IV. TE626

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 113955 号

职业技能鉴定培训用书——分析化验系列

油品分析

刘德生 主编

责任编辑:王秀鸾 陈 丽

责任校对:凌亚男

封面设计:蒋艳君

*

化学工业出版社出版发行

(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

北京兴顺印刷厂印刷

北京兴顺印刷厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 13 $\frac{3}{4}$ 字数 371 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6287-7/TQ·2108

定 价: 32.00 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

前 言

石油和石油产品是国民经济的战略物资，关系到国家的安全，关系到各行各业的生存与发展，关系到人民生活的方方面面；安全生产、运输、储存和使用石油及其产品，用统一的石油及其产品的质量标准和试验方法标准来保证石油及其产品的质量，至关重要。本书以产品的质量标准和试验方法标准，作为分析化验工系列之一的油品分析工（石油产品分析）的职业技能鉴定培训教材，是本书的特点。

本书收集多年来对石油及其产品的质量标准和试验方法，有不少成功和失败的经验，也都写入了本书之中。

本书由原新疆化工学校高级讲师、原新疆油品检测站站长刘德生同志主编，参加编写的有新疆化工学校李庆宝、努尔·买买提、阿比提等老师。

本书由原新疆油品检测站总工程师庄金英高级实验师审阅，MBA 学者刘建方谋化和筛选了全书的内容和结构。

本书得到了新疆化工学校、新疆职业技师培训学院领导和新疆油品检测中心主任的支持和帮助。在此均向他们表示诚挚的谢意。由于编者水平有限，书中不足之处敬请读者提出宝贵意见，将不胜感谢！

刘德生

2004 年 8 月

目 录

绪言	1
第一节 石油产品及其分类	1
一、石油产品的概念	1
二、石油产品的分类	1
第二节 石油产品分析及其标准	2
一、石油产品分析	2
二、石油产品分析标准	2
第三节 石油产品的采样	3
一、石油和液体石油产品取样法 (手工法)	4
二、固体和半固体石油产品的取样法	23
三、石油沥青取样法	27
四、液化石油气采样法	30
思考与练习	34
第一章 燃料油类分析	35
第一节 燃料油质量标准	35
一、车用无铅汽油标准	35
二、航空汽油	36
三、煤油	37
四、喷气燃料	39
五、轻柴油	40
六、军用燃料油标准	44
第二节 燃料油品技术要求的标准分析方法	45
一、石油产品水溶性酸及碱的测定方法	46
二、石油产品水分的测定	49
三、石油和液体石油产品密度测定法 (密度计法)	52
四、石油产品闪点测定法 (闭口杯法)	56

五、石油产品蒸气压测定法 (雷德法)	59
六、石油产品馏程测定法	65
七、汽油氧化安定性测定法 (诱导期法)	72
八、车用汽油和航空燃料实际胶质测定法 (喷射蒸发法) ...	76
九、液体石油产品烃类测定法 (荧光批示剂吸收法)	82
十、汽油铅含量测定法 (原子吸收光谱法)	89
十一、汽油辛烷值测定法 (马达法) 和汽油辛烷值测定 法 (研究法)	92
十二、石油产品赛波特颜色测定法	107
十三、石油产品硫含量测定法	111
十四、馏分燃料油中硫醇硫测定法 (电位法)	116
十五、石油产品运动黏度测定法和动力黏度计算法	123
十六、石油产品恩氏黏度测定法	130
十七、石油产品凝点测定	137
十八、石油倾点测定法 (GB/T 3535—91)	140
十九、喷气燃料冰点测定法	144
二十、煤油烟点测定法	148
二十一、石油产品铜片腐蚀试验法	151
二十二、石油产品和添加剂机械杂质测定法 (重量法) ...	159
二十三、石油产品残碳测定法 (康氏法)	163
二十四、喷气燃料辉光值测定法	168
二十五、石油产品灰分测定法	174
思考与练习	176
实验	177
第二章 天然气、液化石油气和溶剂油类分析	178
第一节 天然气、液化石油气和溶剂油类质量标准	178
一、天然气质量标准	178
二、液化石油气	178
三、溶剂油类理化指标、标准	179

第二节 天然气、液化石油气、溶剂油技术要求的分析	
方法	181
一、液化石油气蒸气压测定法 (LPG 法)	181
二、石油烃类溴指数测定法 (电位法)	186
三、烃类溶剂贝壳松脂丁醇值测定法	191
四、液化石油气蒸气压和相对密度及辛烷值计算法	194
五、液化石油气密度或相对密度测定法 (压力密度法)	199
六、液化石油气组成测定法 (色谱法)	204
七、液化石油气铜片腐蚀试验法	209
八、液化石油气总硫含量测定法	212
九、液化石油气挥发性测定法	219
十、液态烃类电导率测定法 (精密静电计法)	223
思考与练习	228
实验	228
第三章 润滑油和润滑脂类分析	229
第一节 润滑油类质量标准	229
一、汽油机油理化性能指标	229
二、柴油机油理化指标	229
三、航空喷气机润滑油	242
第二节 润滑脂类质量标准	243
一、钙基润滑脂	243
二、通用锂基润滑脂	243
三、膨润土润滑脂	244
第三节 绝缘油、液压油合成油脂质量标准	245
一、超高压变压器油	245
二、矿物油型和合成烃型液压油	245
三、合成制动液 (HXY2, HZY3, HZY4)	250
第四节 润滑油、润滑脂类 (绝缘油类、液压油类、合成油脂类、真空油脂类、防锈油脂类) 质量技术指标的标准分析方法	253

一、石油产品闪点和燃点测定法（克利夫兰开口杯法）	253
二、润滑油泡沫特性测定法	257
三、润滑油抗乳化性能测定法	262
四、发动机油边界泵送温度测定法	266
五、石油产品苯胺点的测定	274
六、发动机油表观黏度测定法（冷启动模拟机法）	277
七、车用液体润滑剂低温黏度测定法（勃罗克费尔黏度 计法）	283
八、润滑油承载能力测定法（四球法）	289
九、润滑脂和石油脂锥入度测定法	298
十、润滑脂防腐蚀性试验法	307
十一、润滑脂和润滑油蒸发损失测定法	311
十二、润滑脂滴点测定法	314
十三、原油和燃料油中沉淀物测定法	316
十四、添加剂和含添加剂润滑油硫酸盐灰分测定法	320
十五、润滑油现场检验法	323
附录 A 水分工作曲线图	330
附录 B 内燃机油斑点图谱（参考件）	331
思考与练习	332
实验	332
第四章 石油蜡、石油沥青、石油焦类分析	333
第一节 石油蜡、石油沥青、石油焦类标准	333
一、石油蜡标准	333
二、凡士林标准	334
三、白油标准	334
四、石油沥青标准	335
五、石油焦标准延迟石油焦（生焦）	336
第二节 石油蜡、石油沥青、石油焦质量技术指标分析检验 标准	336
一、石蜡熔点测定法	336
二、石油蜡含油量测定法	338

三、石蜡针入度测定法	342
四、石蜡中稠环芳烃试验法	346
五、白色油紫外吸光度测定法	357
六、石油沥青软化点测定法	359
七、石油沥青延度测定法	361
八、石油沥青脆点测定法	364
九、石油焦挥发分测定法	367
思考与练习	368
实验	369
第五章 石油产品添加剂类分析	370
第一节 石油添加剂分类标准	370
一、清净剂和分散剂技术要求	376
二、抗氧抗腐剂技术要求	377
三、石油黏度指数改进剂技术要求	379
四、石油降凝剂技术要求	380
第二节 石油添加剂类质量技术要求分析方法标准	380
一、石油产品碱值测定法（高氯酸滴定法）	380
二、添加剂中有效组分的测定方法	390
三、含添加剂润滑油的钙、钡、锌含量测定法（络合 滴定法）	392
四、添加剂和含添加剂润滑油水分测定法（电量法）	399
五、抗氧抗腐添加剂热分解温度测定法（毛细管法）	403
思考与练习	404
实验	404
附录一 石油产品试验方法精密度数据确定法	405
一、应用范围	405
二、引用标准	405
三、有关定义	405
四、统计实验设计	408
附录二 油品分析高级工考核要求	424
文献及参考书目	426

绪 言

第一节 石油产品及其分类

一、石油产品的概念

石油产品是以原油为原料，经过物理的或物理化学的或化学的方法制得的产品。由于生产的方法不同，得到的石油产品成千上万。总的分为炼厂气（液化石油气）、燃料油（汽油、煤油、柴油等）、润滑油、石蜡、石油焦、乙烯、丙烯等。由于品种繁多，石油产品就要有一个统一的，或众所公认的分类方法，以便认识和使用石油产品。

二、石油产品的分类

众多的石油产品，按其性质特征和使用条件，总体可分为6大类：按中华人民共和国国家标准（GB/T 498—87）石油产品及润滑剂的总分类

类别

各类别的含义

F(Fuels)

燃料

S(Solvents and raw materials for the chemical industry)

溶剂和化工原料

L(Lubricants, industrial Oils and related products)

润滑剂和有关产品

W(waxes)

蜡

B(Bitumen)

沥青

C(coke)

焦

6大类石油产品中，各类产品还包含了不同的石油产品，按国家标准规定又分不同的组别，可参考（GB/T 7631—89）、（GB/T 1262.1—90）等标准来学习。如，石油燃料可分为4组，即气体燃料组（G）、液化气燃料组（L）、馏分燃料组（D）和残渣燃料组（R）。

每种特定的石油产品的详细分类，将根据燃料的用途、类型、性能等因素来确定。

第二节 石油产品分析及其标准

一、石油产品分析

石油产品分析（简称为油品分析）是用化学的或物理的或物理化学的或化学物理的试验方法，分析检测石油产品质量的理化性质和石油产品使用性能的科学试验。石油产品分析大多是条件性的试验或分析方法，因此制定一个适用于公众的、大家一致同意的、以科学技术和经验的综合成果为基础的技术规范或文件，作为共同遵守的准则和依据，是十分必要的，这就是油品分析的试验和方法的标准。只有这样，才能够统一油品分析的试验和方法，才有可比性，才能够被公众所公认，并在有争议、需要公断时，有法律的约束力。

二、石油产品分析标准

石油产品分析标准包括两个方面，其一是石油产品的质量标

准，其二是石油产品分析的方法标准。石油产品质量标准是以石油及其产品的技术要求和使用要求为主的主要指标制定的标准。石油分析的方法标准是在条件性试验的前提下选定的测试方法标准。

石油产品分析标准，按技术等级可分为 5 大类。

国际标准（International standard）由国际标准化组织正式通过的标准，或在某些情况下由国际标准化机构正式通过的技术规格，如（ISO）标准。

地区标准 按世界地理位置，由附近的几个国家和地区成立的标准化组织制定并通过的标准。如欧洲标准化组织（CEN）制定的欧洲标准（EN）。

国家标准 由国家标准化主管机构批准、发布，在全国范围内统一的标准。如中华人民共和国国家标准（GB），美国标准（ANSI），英国标准（BS），前苏联标准（TOCT），日本标准（JIS）等。

行业标准 在全国某个行业范围内统一的标准。如石化标准（SH），英国学会标准（IP），美国材料试验协会标准（ASTM），原化工部标准（HG）等。

企业标准 各企业对未发布国家标准和行业标准的产品，就其有关质量、规格、检验方法等所做出的，并经有关部门审批的技术标准（技术规定），如 Q/(BLT-2) 标准等。

在使用标准时，还要注意两类标准。

强制性标准 具有法律属性，在一定范围内通过法律、行政法规等强制手段加以实施的标准，如全国必须统一的基础标准、对国计民生有重大影响的产品标准、通用的试验方法标准、检验方法标准，具体如 GB 9052.1—1998 油气田液化石油气标准。当加入 WTO 后，强制性标准将逐渐取消。

推荐性标准 又称自愿性标准，或非强制性标准，是指在生产、交换、使用等方面，通过经济手段或市场调查而自愿采用的一类标准，任何单位有权决定是否采用，违反这些方面的标准，不构成经济或法律方面的责任。但推荐性标准一经接受并使用或各方面商定同意纳入商品经济合同之中，就成为共同遵守的技术依据，具有法律上的约束性，彼此必须严格贯彻执行。推荐性标准用标准代号/T 表示，如 GB/T 256—91 汽油诱导期测定法。

鉴于油品分析的特殊性，一切石油及其产品，都必须按制定的质量标准和使用性能的试验标准来检定，这也就是石油产品分析与其他分析的不同点。试验方法的标准化，为我们解决了评定石油产品质量可能产生的争论或误会，一切以标准说话，一切以标准作为依据。本课程也特别强调学员要建立“标准”意识，学习“标准”、贯彻标准，为油品分析课的学习打下良好的基础。

第三节 石油产品的采样

石油产品的采样，是石油产品分析的基础性工作，采样的重要性不亚于石油产品分析本身，如果采样不正确，不能代表整批物料，即使所得分析检验结果十分准确，那也会对整批物料得出错误的结论，后果是难以估计的。

采样是指按一定的方法，从一定数量的整批物料中采集少量有代表性试样的一种行为、过程或技术。石油产品种类很多，按其物

理特征就有气体、液体、固体及汽液、汽固等多种状态，因此油品分析的采样就显得十分复杂，下面按国家标准分类分别介绍。

一、石油和液体石油产品取样法（手工法）

本方法适用于采取固定油罐、油罐车、小容器、油船盛装的和管线输送的石油或液体石油产品的试样。

应用本方法从在油罐中贮存或运输的石油或液体石油产品中采取试样时，其罐内的压力应为常压或接近常压，并且，这种石油或液体石油产品当其温度在接近环境温度或不超过 100°C 时，应是液态的。

应用本方法采取的试样，适用于检验该批石油或液体石油产品的质量、污染物和它的均匀程度，也适用于油量计算。

本方法主要用于采取贮存的或流动的均匀石油和液体石油产品的代表性试样。如果被取样液体为在组分、沉淀物和水分上有显著差别的不均匀液体时，则所采取的试样没有代表性。

本方法所叙述的在罐内油品不均匀时的取样方法是用于确定油品的不均匀程度和估计油品的质量和数量。

管线取样通常是在下列情况下应用：

① 当罐内石油或液体石油产品明显地不均匀时，包括由于密度不同而有两相存在时；

② 要检验的石油或液体石油产品是通过管线输送的；

③ 为了监视在线调和系统的执行情况，以及测定用在线调和系统生产的一批产品的性质时。

在特殊操作中，经常需要使用油罐和管线两种取样方法。

管线取样可以是手工的也可以是自动的，如果流经管线的石油或石油产品不均匀的话，宜使用自动管线取样法。

本方法不包括特殊产品的取样和有关试验方法中所需的那些取样注意事项，这些细节是各单项标准的内容，应包括在有关产品标准的试验方法之中。

1. 常用术语

(1) 用以测定平均性质的试样 用以测定平均性质的试样

分为：

上部样 在石油或液体石油产品的顶液面下其深度的 $1/6$ 处所采取的试样。

中部样 在石油或液体石油产品的顶液面下其深度的 $1/2$ 处所采取的试样。

下部样 在石油或液体石油产品的顶液面下其深度的 $5/6$ 处所采取的试样。

代表性试样 从油罐或其他容器中，或者是通过管线交付的一批石油或液体石油产品中所采取的试样，使用标准试验方法测定其特性，在试验室的重复性范围内，所采取试样的物理、物理-化学特性相同于被取样油品的体积平均特性的试样。

组合样 按等比例合并若干个点样，所获得的代表整个油品的试样。组合样常见的类型是由按下述的任何一种情况合并试样而得到的。

① 按等比例合并上部样、中部样和下部样；

② 按等比例合并上部样、中部样和出口液面样；

③ 对于非均匀油品，在多于 3 个液面上采取的一系列点样，按其所代表的油品数量的比例掺和而成；

④ 从几个油罐或油船的几个油舱中采取的单个试样，以每个试样所代表的总数量成比例地掺和而成；

⑤ 在规定的時間间隔从管道内流动的油品中采取的一系列相等体积的点样。

间歇样 由在泵送操作的整个期间内所取得的一系列试样合并而成的管线样。

(2) 用以测定某一点性质的试样

点样 从油罐中规定位置采取的试样，或者在泵送期间按规定的时间从管线中采取的试样，它只代表石油或液体石油产品本身的这段时间或局部的性质。

顶部样 在石油或液体石油产品的顶液面下 150mm 处所采取的点样。

底部样 从油罐底部或者从管线中的最低点处的石油或液体石油产品中采取的点样。

排放样 从排放活栓或排放阀门采取的试样。

出口液面样 从油罐内抽出石油或液体石油产品的最低液面处取得的点样。

罐侧样 从适当的罐侧取样线采取的点样。

表面样 从罐内顶液面处采取的点样。

(3) **试样容器** 用于贮存和运送试样的容器。

(4) **试样收集器** 通常是一个连接到取样连接管或管线取样器的容器，用于收集试样。卸开时，可以作为一个试样容器使用。

(5) **取样装置** 可携带的或固定的用于采取试样的设备。

(6) **等流样** 在石油或液体石油产品通过取样口的线速度与管线中的线速度相等，并与管线中整个流体流向取样器的方向一致时，从管线取样器采取的试样。

(7) **流量比例样** 输送石油或液体石油产品期间，在其通过取样器的流速与管线中的流速成比例下的任一瞬间从管线中采取的试样。

(8) **时间比例样** 输送石油或液体石油产品期间，定期从管线中采取的多个相等增量合并而成的试样。

(9) **湍流** 任一点的质点运动，其大小和方向都迅速变化的液流是湍流。当雷诺数 (Re) 超过 2000 时，在管线中就出现湍流。

2. 取样原则

用于试验的试样，必须对被取样油品具有代表性。要保证做到这一点，有许多必须注意的事项。它们取决于石油和液体石油产品的特性，被取样的油罐和管线以及对试样要进行试验的性质。

为了从一个内含物是静止的油罐中采取代表性试样，通常采取上部样、中部样和下部样，并按规定方法混合，以制备一个单一的组合试样。必要时，也可以取 3 次以上试样，以获得代表性的组合样。

通常做法是从一个油罐中取 3 次试样。当罐内的石油或液体石

油产品经初步地按上部样、中部样和下部样或上部样、中部样和出口液面样检查是明显地均相，而油罐的横截面又均匀一致时，一个油罐的代表性试样通常是由等量的合并从油罐的顶液面到罐底的油面高度的 $1/6$ 、 $1/2$ 和 $5/6$ 液面处所采取的试样组合而成（对于原油和重质油等，应先放出底部游离水）。如果通过试验发现油罐的内含物不均匀时，则必须从多于 3 个液面处采取试样，并制备用于分析的组合样。如果掺和会削弱试样的代表性的话，则应单独地分析每个试样，并计算与组合样对应的组分。

对于卧式油罐，代表性试样通常是由等量合并并在罐内所盛油品体积的 $1/6$ 、 $1/2$ 和 $5/6$ 液面处所采取的试样组合而成。

对于火车油罐车和汽车油罐车，可以在罐内油品深度 $1/2$ 液面处采取试样作为代表性试样。

当通过管线交付的一批石油或液体石油产品已知是均相时，例如，当已知罐中被泵送的石油或液体石油产品是均相时，代表性试样可以由等量合并若干个在泵送期间每隔一定时间从管线中采取的试样而得到。

为了从正在管线中泵送的一批石油或液体石油产品中得到代表性试样，应使用自动取样装置采取试样。如没有自动取样装置时，则应在泵送的整个期间内，间断地或连续地取样。应该通过一个合适的取样器，最好是从湍流面以等流方式，在输入组分的最后注入点的下游足够距离的地方取样，以保证所有的组分能充分地混合。

本方法也包括通过采取适当点样来检验管线或容器中石油或液体石油产品的不均匀性、两相及存在污染的操作方法。

3. 设备

(1) 容器 试样容器是用于贮存和运送试样的接受器，应该有合适的帽、塞子、盖或阀。其容量通常在 $0.25 \sim 5\text{L}$ 之间，但当需要进行特殊试验，或试样量增加，或者是需要划分成小样等情况时，可以使用更大的容器。

使用的容器必须不渗漏油品，并且能耐溶剂。必须具有足够的

强度，能承受可能产生的正常的内部压力，并应足够坚固，能承受正常的处置。

① 玻璃瓶。玻璃瓶应有软木塞、玻璃塞或是配有耐油垫片的塑料或金属螺旋帽。挥发性液体不应使用软木塞。如果油品对光敏感，则试样瓶应该是深色的。

玻璃瓶和塞子应清洁、干燥。清洗方法取决于瓶子的状态、以前装过的物质、试样的性质以及要做的试验。

雷德蒸气压大于 $1.8 \times 10^5 \text{ Pa}$ (1350mmHg) 的试样不应使用玻璃瓶。如果试样的蒸气压在 $1.0 \sim 1.8 \times 10^5 \text{ Pa}$ (750~1350mmHg) 之间，试样在废弃以前，瓶子应用一个金属盒子加以保护。

② 油听。用镀锌铁皮制成，并应有冲压的接缝或焊缝，焊缝应用松香焊剂在油听的外表面焊接。油听可以用带有耐油垫片的螺旋帽封闭，垫片使用一次后就应更换。不能使用软木塞。油听和盖应清洁、干燥。清洗方法取决于油听的状态、以前装过的物质、试样的性质和需要进行的试验。使用前应对油听进行检查，如有渗漏或生锈应予舍弃。

③ 塑料瓶。用未着色的最小密度为 0.950 g/cm^3 的直链聚乙烯制成，其最小壁厚为 0.7mm。可在不影响油品被测性质时使用。

(2) 加重的取样器 加重的取样器应有适当的容量（例如 0.5~1L）和在被取样的石油或液体石油产品中迅速下沉的质量。取样器应配有不打火花材料制成的绳或链，以便能在油罐中任何一个需要的液面装满试样。加重用的金属应配置在取样器外部或者装在不透油的假底中，因为，如果加重用的金属装在内部的话，金属的不规则表面可能保留能污染试样的物质。合适的取样器见图 0-1。

应当注意的是采取做氧化安定性试验或铜能影响试验结果的试样时，不能使用铜质取样器，而应使用取样笼直接把试样取在玻璃瓶内。

(3) 取样笼 这是一个金属的或塑料的支座或笼子，有合适的结构以容纳相应的容器。装配好的设备应具有能在被取样的石油或