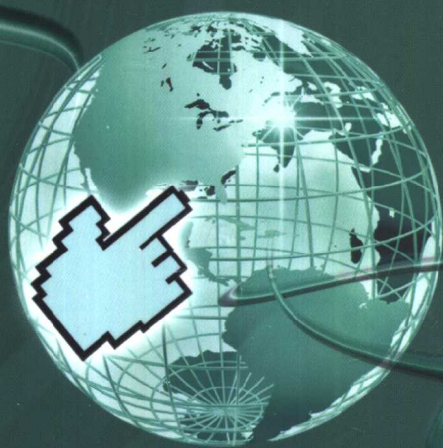


石油储运与 安全管理

白世贞 主编



化学工业出版社

石油储运与安全管理

白世贞 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

石油储运与安全管理/白世贞主编;—北京: 化学
工业出版社, 2004. 4
ISBN 7-5025-5440-8

I. 石… II. 白… III. 石油与天然气储运-安全
管理 IV. TE88

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 027165 号

石油储运与安全管理

白世贞 主编

责任编辑: 梁虹 胡全胜

文字编辑: 麻雪丽

责任校对: 郑捷

封面设计: 潘峰

*

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

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市海波装订厂装订

开本 720 毫米×1000 毫米 1/16 印张 20½ 字数 322 千字

2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5440-8/X·438

定 价: 40.00 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

本书比较详细地介绍了石油产品测试方法、储运容器、油库设计与配套设施、液化石油气输转及设备、加油站设计与安全等内容。最后又对石油及其加工产品在人身安全、消防、环境保护等方面的内容做了阐述。

本书突出安全的重要性，从石油及其产品的输送、储藏、相关设备设施等几方面强化安全设计和安全管理理念。适合从事石油储运、加工及使用各环节的技术人员及管理人员使用。

前 言

建国以来，我国的石油化工行业飞速发展，并迅速成为一大支柱产业。然而，油气属易燃易爆物质，易挥发、易产生静电，是含有一定毒性的产品，稍有不慎，就容易发生事故，造成人员的伤亡和国家财产的损失。因此，在其生产和经营过程中，对安全生产和经营操作的要求很高。另外，从企业的发展和社会稳定来看，安全生产也是石油化工企业的生命线和生存、发展的基本保障，是企业永恒的主题。

本书从对石油产品的基本知识介绍开始，介绍了石油产品的储运容器及附件、油库设计与配套设施及设备，并部分涉及了液化石油气的输转作业及设备，在此基础上分析了加油站安全技术，从油品储运、消防、人身保护、环境保护等方面阐述了石油及其加工产品的安全管理。

本书共分八章，由白世贞主编，参加编写的人员有刘伟琦、陈化飞、郑小京。

由于时间仓促，书中难免有不足之处，热忱欢迎各位专家、读者不吝指教。

编者

2004 年 1 月

目 录

第一章 石油概论	1
第一节 石油的成分及性质	1
一、石油的成分	1
二、石油的性质	3
第二节 石油产品的分类及液化石油气的质量要求	5
一、石油产品的分类	5
二、液化石油气的质量要求	6
第三节 石油产品标准要求及测试方法	7
一、诱导期	7
二、碘值	7
三、酸值和酸度	7
四、十六烷值	7
五、实际胶质	8
六、密度与相对密度	8
七、饱和蒸气压	8
八、燃灯试验	8
九、烟点	9
十、芳香烃含量	9
十一、馏程	9
十二、黏度	10
十三、黏度指数	10
十四、闪点	10
十五、凝点	11
十六、倾点	11
十七、冷滤点	11
十八、水分	11

十九、机械杂质	11
二十、腐蚀试验	12
二十一、水溶性酸或碱	12
二十二、辛烷值	12
二十三、残炭	13
二十四、胶体安定性	13
二十五、破乳化值	13
二十六、氧化安定性	14
二十七、硫含量	14
二十八、清净性	14
二十九、水解安定性	14
三十、四球法	15
三十一、介电强度	15
三十二、介质损耗角	15
三十三、液相锈蚀试验	16
三十四、灰分	16
三十五、空气释放值	16
三十六、剪切安定性	16
三十七、成沟点	17
三十八、密封适应性指数	17
三十九、OK 值（最大合用值）	17
四十、滴点	17
四十一、锥入度	18
四十二、游离酸和游离碱	18
四十三、起泡性试验	18
四十四、机械安定性	19
第二章 储运容器及附件	20
第一节 油罐及其附件	20
一、油罐	20
二、油罐的附件	30
第二节 机械呼吸阀	33
一、机械呼吸阀的工作原理	33

二、选择机械呼吸阀的依据	34
三、机械呼吸阀的压力试验	34
四、机械呼吸阀冻结的原因	35
五、机械呼吸阀阀盘质量的计算	35
第三节 液压式安全阀	35
一、液压式安全阀的工作原理及工作过程	35
二、计算液压安全阀的内隔壁浸入深度	36
第四节 其他储运容器	37
一、架设卧式油罐	37
二、球形罐	40
第五节 石油储运过程的安全要求	40
一、汽车进出油库(站)要戴防火罩的原因	40
二、防范油罐汽车事故的发生的方法	40
三、铁路机车(蒸汽机车)进入油库时的安全事项	42
四、清罐作业时严禁参加的人员	42
五、油罐清洗作业时容易发生火灾的原因	42
六、清洗油罐应注意和做好的防火安全措施	43
第三章 油库设计与配套设施及设备	45
第一节 油库设计概论	45
一、油库安全管理的基本概念	45
二、油库安全管理的特点	49
三、油库安全生产方针	51
四、油库安全管理的现状及发展趋势	52
第二节 油库设计标准	57
一、油库安全工作评价标准	57
二、油库安全度评估标准	60
第三节 油库常用配套设施及设备	63
一、油库铁路专用线	63
二、阀门	64
三、油泵	66
四、油泵房	69
五、离心泵	71

六、旋涡泵	74
七、管道泵	75
八、齿轮泵	75
九、罗茨泵	76
十、往复泵	76
十一、螺杆泵	77
十二、自吸泵	77
十三、流量计	78
十四、密封件	83
十五、压力容器	86
十六、内燃机	102
十七、空气压缩机	103
十八、风机	104
十九、锅炉	105
第四节 油库安全管理体制	107
一、油库安全管理体制确立的原则	107
二、油库安全管理的组织形式	108
三、油库安全管理责任制	109
四、油库各类人员安全管理职责	110
第四章 液化石油气输转作业及设备	113
第一节 液化石油气输转作业	113
一、管道运输	113
二、瓶装运输	113
三、槽船运输	113
四、汽车罐车运输	114
五、铁路罐车运输	114
第二节 液化石油气汽车罐车的基本结构	114
一、液化石油气汽车罐车的类型及特点	114
二、液化石油气汽车罐车的基本要求	116
三、液化石油气汽车罐车的基本结构	117
第三节 汽车罐车的安全使用及管理	119
一、罐车的登记和发证	120

二、对使用和管理人员的要求	120
三、建立健全各项制度	120
四、罐车的装卸作业	121
五、罐车的运输及停放	122
六、罐车的定期检验	122
第五章 加油站安全技术	128
第一节 加油站安全概述	128
一、安全技术与管理的有关概念	128
二、现代安全管理	131
三、事故预防措施	134
四、加油站安全生产的基本要求	137
五、加油站安全现状及发展趋势	139
第二节 加油站建设安全要求	143
一、站址选择的安全要求	143
二、平面布置的安全要求	147
三、加油站工艺设施安全要求	149
四、建构筑物的防火防爆	155
五、加油站建设的安全监督	161
六、施工安全管理	164
第三节 设备安全使用与管理	168
一、加油机的安装与调试安全	168
二、税控加油机机械部分的使用与维护安全	174
三、税控加油机电子部分使用与维护安全	181
四、加油站储运设备安全技术与管理	188
五、水上加油站工艺设备及安全要求	192
第四节 IC 卡应用安全技术与管理	194
一、IC 卡安全概述	194
二、IC 卡在加油站应用中的安全问题	198
三、IC 卡加油机的安全使用	201
四、IC 卡及其网络系统功能的安全管理	203
第六章 油品安全技术	207
第一节 防静电技术	207

一、静电的产生及危害	207
二、防止静电危害的基本措施	209
第二节 防火防爆技术	213
一、燃烧	213
二、爆炸	218
三、防爆防火的基本方法	222
第三节 防雷技术	235
一、雷电产生的原因和种类	235
二、雷电的危害性	235
三、防雷的基本措施	237
四、防雷装置的检查	238
第四节 防毒、防腐技术	239
一、管道防腐技术	239
二、防毒技术	245
第七章 消防	256
第一节 消防工作概述	256
一、消防工作的目的	256
二、消防工作的方针	256
三、火灾的发展过程和特点	257
四、灭火的基本原则	258
五、消防工作的意义	258
第二节 灭火剂	259
一、水	259
二、泡沫灭火剂	263
三、二氧化碳灭火剂	268
四、干粉灭火剂	268
五、轻金属火灾灭火剂	269
六、烟雾灭火剂	270
第三节 基本的灭火方法	271
一、冷却灭火法	271
二、隔离灭火法	271
三、窒息灭火法	272

四、抑制灭火法	272
第四节 灭火器	273
一、酸碱灭火器	273
二、泡沫灭火器	274
三、干粉灭火器	277
四、二氧化碳灭火器	280
第五节 常见的初起火灾扑救	281
一、生产装置初期火灾的扑救	281
二、储罐初起火灾的扑救	283
三、汽车初起火灾的扑救方法	284
四、人身起火的扑救方法	284
第八章 环境保护和人身保护	286
第一节 石油污染	286
一、环境因素对安全生产的影响	286
二、造成石油公害的原因	288
三、石油污染的代价和严重危害	289
四、防止和清除石油对海洋的污染措施	289
五、长输油气管道穿越水域时应做好环境的保护工作	290
六、油罐区的污染源主要来源	290
七、防止或降低油罐区的污染源程度的措施	291
八、石油污染土壤后的处理方法	292
九、石油污染是造成环境污染的主要因素之一	293
第二节 环境保护	293
一、环境与环境问题	293
二、环境质量评价	298
三、环境保护法律、法规体系	301
四、环境保护监督管理体制	305
第三节 人身保护措施及要求	308
一、控制职业危害的措施	308
二、职业危害的个人防护	310
三、发放个人防护用品注意事项	311
附录 油库安全工作评价结论表	313
参考文献	315

第一章 石油概论

石油化工是中国国民经济重要的能源和原材料工业，也是资金和技术密集型工业，发展石化工业需要投入巨额资金。石油化工产品与生产建设、人民生活密切相关，广泛应用于飞机、船舶、汽车等交通运输业、制造业、建筑业以及农业，而且成为国防工业和尖端科学技术必不可少的原料。石油化工工业主要包括炼油、石油化工、化纤和化肥四大行业，目前已经发展成为国民经济的支柱产业之一，因而占有重要位置。

以石油、油田气或天然气作为原料，采取不同工艺，经过化工过程制取油品、化工原料，化工中间体和化工产品的工业，称为石油化工工业。

鉴于石油化工生产的重要位置以及其所潜在的危险因素，因此，实现石油化工的安全生产至关重要。

第一节 石油的成分及性质

古代动物、植物的遗体，由于地壳的运动被压在地层深处，在缺氧、高温和高压的条件下，逐渐变成石油。经过勘探、开采未经炼制前的石油称为原油。在常温下，原油呈流体或半流体状态，颜色多是黑色或深棕色，少数为暗绿色、赤褐或黄色，并有特殊的气味。原油经过炼制后的成品称为石油产品。

一、石油的成分

石油的主要成分是由碳和氢两种元素（约占组成石油的元素的96%~99%）组成的碳氢化合物。碳氢化合物简称烃，它是石油加工和利用的主要对象。石油中还含有硫、氮、氧等元素，其含量约占1%~3%。它们与碳、氢形成的硫化物、氮化物、氧化物和胶质、沥青质等非烃化合物的含量常达10%~20%，这些非烃类化合物大都对原油加工和产品质量带来不利影响，在炼制过程中应尽可能将它们除去。另外，石油中还含有微量的氯、碘、砷、磷、钾、钠、铁、镍等元素，它们也是以化合物的形式

存在。其中的砷会使铂重整的催化剂中毒，铁、镍、钒会使催化裂化的催化剂中毒，故在这类物质加工时，对原料要有所选择或进行预处理。

石油中的烃类按其结构不同，可分为烷烃、环烷烃、芳香烃和不饱和烃等类。不同烃类对各种石油产品性质的影响各不相同。

1. 烷烃

烷烃在常温下其化学稳定性比较好，但不如芳香烃。在一定的高温条件下，烷烃容易分解并生成醇、醛、酮、醚、羧酸等一系列氧化产物。烷烃的密度最小，黏温性能最好，是燃料和润滑油的良好成分。正构烷烃的自燃点最低，在柴油机中其燃烧迟缓期短，故柴油含正构烷烃多，则燃烧性能好，柴油机工作平稳；但在汽油机中易生成过氧化物，引起混合气的爆燃，故汽油含正构烷烃多，汽油机易发生爆震。高分子正构烷烃是蜡的主要成分，故在柴油和润滑油中含量不宜过多，以免使产品的凝点高，低温流动性不好。异构烷烃的自燃点高，在汽油中抗爆性强，是高辛烷值汽油的理想成分，但不是柴油的理想成分。而煤油中含烷烃较多时，点灯时火焰稳定，润滑油中含烷烃较多时，黏温性能良好。烷烃又分正构体和异构体两类。

2. 环烷烃

环烷烃的化学稳定性良好，与烷烃近似但不如芳香烃，密度较大，自燃点较高，辛烷值居中；它的燃烧性较好、凝点低，润滑性好。因此也是汽油、煤油和润滑油的良好成分。环烷烃分为单环环烷烃和多环环烷烃，润滑油含单环环烷烃多则黏温性能好，含多环环烷烃多则黏温性能差。

3. 芳香烃

芳香烃的化学稳定性良好，密度最大，自燃点最高，辛烷值最高；它对有机物的溶解力强，毒性也较大。故芳香烃是汽油的良好成分，而对柴油则是不良成分；煤油中须有适量的芳香烃才能保证照明亮度，但如含量过大，点灯时易冒黑烟；橡胶溶剂油和油漆溶剂油中也需有适量芳香烃以保证有良好的溶解能力。其毒性较大含量要适当的控制；润滑油中含有多环芳香烃会使其黏温性能显著变坏，故应尽量除去。

4. 不饱和烃

不饱和烃在原油中含量极少，主要是在二次加工过程中产生的。热裂化产品中含有较多不饱和烃，它的化学稳定性最差，易氧化生成胶质，但辛烷值较高，凝点较低。故有时将热裂化馏分掺入汽油以提高其辛烷值，

掺入柴油以降低其凝点。因其稳定性差，这类掺和产品均不宜长期储存，掺有热裂化馏分的汽油还应加入抗氧防胶剂。

各种烃类对石油产品某些性质的影响归纳于表 1-1。

表 1-1 各种烃类对石油产品性质的影响

烃 类		密度	自燃值	辛烷值	十六 烷值	化学稳定性	黏度	黏温性能		低温性能	备 注
烷 烃	正构	小	低	低	高	好	小	最好(液体)		差(高分子)	润滑油 理想组分为 液体烷烃、环 烷烃、少环长 侧链的环烷烃 和芳香烃 非理想组分 为多环芳香 烃、短侧链的 环烷烃或芳香 烃、固体烃、不 饱和烃
	异构		高	高	低	差(分支多)				好	
环 烷 烃	少环	中	中	中	好	大	好	多环环 烷烃和芳 香烃当其 侧链长度 增加和侧 链数目增 加时，黏 温性能有 所改善	好		
	多环				差(多侧链)		差				
芳 香 烃	少环	大	高	高	低	好	大	好	中		
	多环					差(长侧链)		差			
不 饱 和 烃	烯烃	稍大于 烷烃	高	高	低	坏	—	—		好	
	二烯烃	小于环 烷烃				最坏					

石油中的非烃化合物虽含量不多，但它们对炼制过程和产品质量都有极大的危害。对炼油设备有腐蚀，使汽油的感铅性降低，影响汽油的抗爆性；氧化物对金属有腐蚀作用；氮化物在空气中易氧化，颜色变深，汽油的变色与氮化物有关；胶质、沥青质是含有氧、硫、氮的高分子非烃化合物，石油中此类化合物含量越大，则颜色越深。

综上所述，石油是由各种烃类和非烃类化合物所组成的复杂混合物。根据石油中的硫含量和主要烃类成分的不同，大体上可分为低硫或含硫的石蜡基石油、环烷基石油和中间基石油三类。石蜡基石油含烷烃较多；环烷基石油含环烷烃、芳香烃较多；中间基石油介于二者之间。

二、石油的性质

目前已开采的原油以低硫石蜡基居多，大庆等地原油均属此类。其中大庆原油，硫含量低，凝点高，含蜡量高，能生产出优质的煤油、柴油、溶剂油、润滑油和商品石蜡，直溜汽油馏分的感铅性好，每千克汽油加入

1. 3g 四乙基铅后，辛烷值可提高 20 个单位以上；有的原油与大庆原油性质十分相似，其润滑油馏分具有凝点高、含蜡量高、脱蜡后黏度指数高（一般高于 80）的特点；有的原油含胶质、沥青质较多，残炭较高，故黏度比大庆原油大，其高沸点馏分中既含有大量石蜡，又含有较多环状烃，这是和大庆原油的不同点，可以生产出质量较好的煤油、柴油和油漆溶剂油；有的原油的特点是含蜡量和凝点都很高、轻质馏分较少，是生产石蜡、地蜡的良好原料。

胜利原油胶质含量高（29%）、含蜡量高（约 15%~21%），相对密度较大（0.91 左右），属含硫中间基。汽油馏分的感铅性好，富有环烷烃和芳香烃，重整的良好原料。柴油馏分可生产轻柴油和专用柴油，由于硫含量、氮含量及酸度较高，故需适当精制。润滑油馏分的脱蜡油经适度精制可生产车用机油、变压器油及机械油等，如经深度精制，可制取柴油机油。

辽河原油的硫含量低，轻质馏分多，属于低硫中间-石蜡基，是一种质量较好的原油。其汽油馏分辛烷值高达 62。渣油经氧化后可制石油建筑沥青。

有的原油硫含量低，属低硫环烷-中间基含蜡量较高。汽油馏分感铅性好，环烷烃和芳香烃含量高，故也是重整的良好原料。柴油馏分的凝点及硫含量均较低，酸度较大，产品需要碱洗。减压渣油经氧化后可生产石油建筑沥青。

有的原油硫含量高，胶质含量高，属含硫石蜡基。其直馏汽油收率较高，感铅性也好。柴油馏分的硫含量高（0.59%~0.83%）、十六烷值高（63~65），酸度大、闪点高（86~112℃），经过精制后，可生产轻柴油和专用柴油。润滑油馏分黏度指数在 90 以上，是生产内燃机油的良好原料。

有的低凝原油硫含量低、含蜡量低、属低硫中间基。适于生产一些特殊性能的低凝产品，同时还可提取环烷酸，是很宝贵的资源。

中国原油的一般性质见表 1-2。

表 1-2 中国原油的一般性质

性 质	大庆	长庆	任丘	中原	南阳	二连	大港	辽河	江汉	胜利	新疆	灌输油
API 度	33.1	35	28.2	35.9	33	25.9	30.4	28.7	29.7	25.4	33.4	27.6
密度(20℃)/ kg·m ⁻³	855.4	845.6	882.1	841	856.2	894.9	869.7	879.3	874	898	853.8	885.2
黏度(50℃)/ mm ² ·s ⁻¹	20.19	6.7	43.38	10.1	24.6	83.6	10.83	17.44	21.9	74.20	18.8	34.05

续表

性 质	大庆	长庆	任丘	中原	南阳	二连	大港	辽河	江汉	胜利	新疆	灌输油
凝点/℃	30	17	34	32	39	26	23	21	26	27	12	27
沥青质/%	0	0	0	0	1.85	0	0	0	1.11	0.4		0
胶质/%	8.9	5.7	25.7	8	12.6	20.6	9.7	11.9	22	18.6	10.6	15.2
蜡含量/%	26.2	10.2	22.8	21.4	26.7	16.6	11.6	16.8	10.7	14.6	7.2	15.6
残炭含量/%	2.9	2.3	6.7	3.6	3.1	6.8	2.9	3.9	4.33	6.3	2.6	5.4
S 含量/%	0.1	0.08	0.29	0.45	0.15	0.16	0.13	0.18	1.83	0.73	0.05	0.69
N 含量/%	0.16	0.1	0.28	0.15	0.3	0.44	0.24	0.32	0.3	0.44	0.13	0.36
Ni 含量/%	3.1	1.8	1.8	2.5	8.9	45.8	7	29.2	12	30	5.6	12.4
V 含量/%	0.4	0.4	0.73	1.1	0.1	0.43	0.1	0.7	0.4	1.8	0.1	1.5
原油类别	低硫- 石蜡基	低硫中间- 石蜡基	低硫- 石蜡基	低硫- 石蜡基	低硫- 石蜡基	低硫- 中间基	低硫- 中间基	低硫中间- 石蜡基	含硫- 石蜡基	含硫- 中间基	低硫- 中间基	含硫- 中间基

第二节 石油产品的分类及液化石油气的质量要求

一、石油产品的分类

根据国际标准 ISO/DIS 8681—1985, 我国制订了 GB 498—87 石油产品及润滑剂的总分类及 GB 7631.1—87 润滑剂和有关产品 (L 类) 的分类等几个国家标准。今后的石油产品将逐步按照各自分类标准进行生产。

石油产品及润滑剂的总分类见表 1-3。

表 1-3 石油产品及润滑剂的总分类

类 别	类 别 含 义	类 别	类 别 含 义
F	燃料	W	蜡
S	溶剂和化工产品	B	沥青
L	润滑油和有关产品	C	焦炭

润滑剂和有关产品 (L 类) 的分类见表 1-4。GB 7631.1—87 根据润滑剂的应用领域 (场合) 把产品分成 19 个组, 还将对每个组进行细致的分类, 但是由于 ISO (国际标准化组织) 对每一组尚未全部提出具体分类草案, 加上中国对其中有一些组做的工作也不多, 故将已经公布了正式标准的几个组的分类列入表 1-4, 其他的还处于研制阶段。