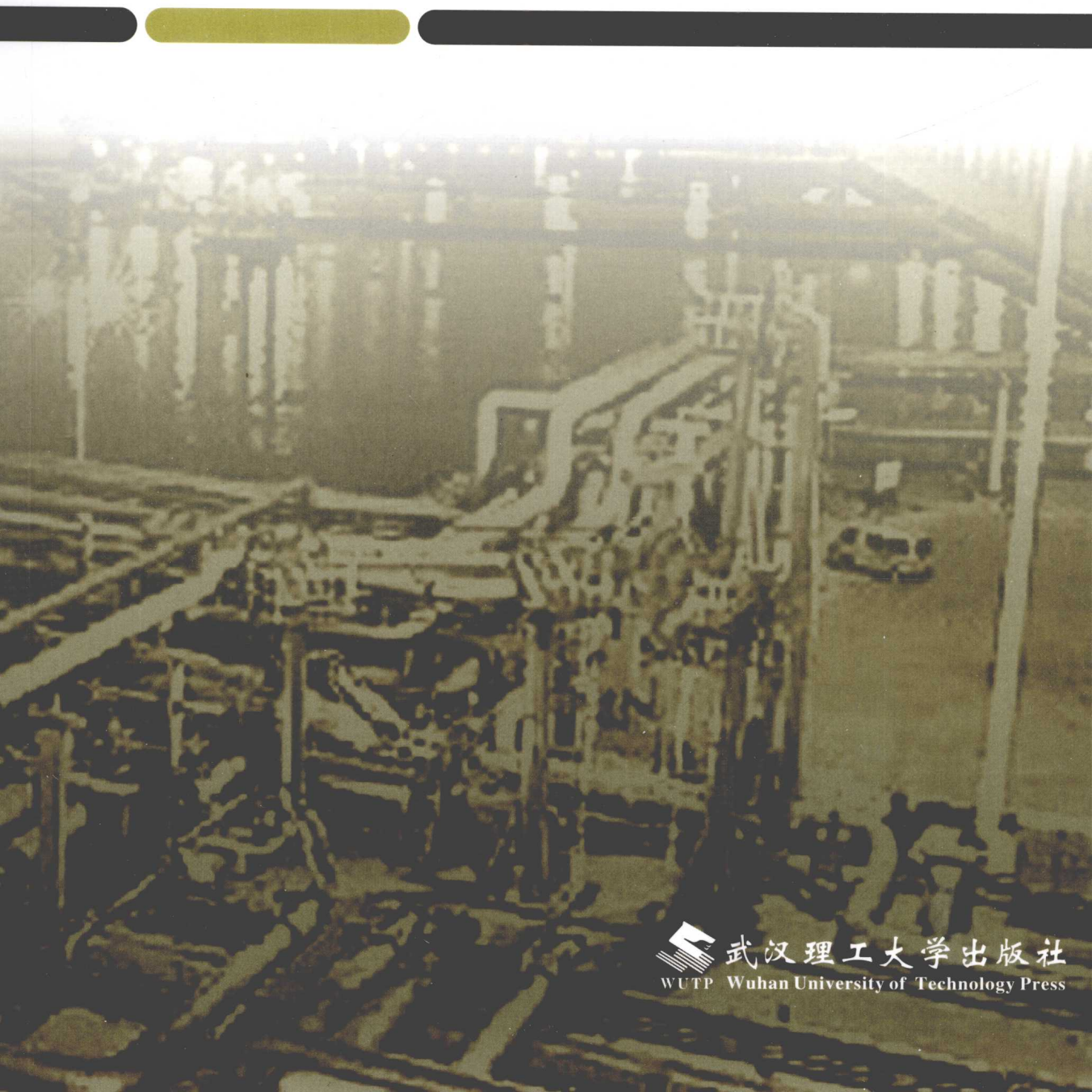


液体石化品装储

主编 徐跃宗 范世东

主审 梅东圣



武汉理工大学出版社

WUTP Wuhan University of Technology Press

液体石化品装储

主 编 徐跃宗 范世东
主 审 梅东圣

武汉理工大学出版社

武 汉

内 容 提 要

本书是从事液体石化品装储作业人员的技术培训教材,着重介绍了液体石油化工产品概述、装储工艺、装储典型设备设施、装储安全与环保、油品计量及损耗等基础知识,以及操作使用和维护要求、计量知识、工艺常识等方面的内容。

本书可作为液体石化品装储企业员工培训教材和油气储运专业学生实习教材,也可供从事石油储运工作的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

液体石化品装储/徐跃宗,范世东主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2010.6

ISBN 978-7-5629-3120-1

I. ①液… II. ①徐… ②范… III. ①石油产品—石油与天然气储运—技术培训—教材
IV. ①TE8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 016658 号

出版发行:武汉理工大学出版社

武汉市洪山区珞狮路 122 号 邮政编码:430070

<http://www.techbook.com.cn> 理工图书网

经 销 者:各地新华书店

印 刷 者:武汉中远印务有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:17.25

字 数:442 千字

版 次:2010 年 6 月第 1 版

印 次:2010 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1—3000 册

定 价:32.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

本社购书热线电话:(027)87397097 87394412

E-mail:quswwutp@163.com wutp2005@126.com

前 言

为了提高液体石化品装储企业员工的管理水平和技术技能,保证油气储运专业学生在液体石化品装储企业实习的需要,武汉理工大学和南京港股份有限公司联合组织编写了《液体石化品装储》一书。

本书共分5章,依次为液体石油化工产品概述、装储工艺、装储典型设备设施、装储安全与环保、油品计量及损耗等内容,基本涵盖了液体石化品装储从业人员应掌握的基本知识和技能。

本书由徐跃宗、范世东担任主编,梅东圣担任主审。

全书的具体编写分工如下:第1章由徐跃宗、李咏梅编写,第2章由徐良元、田野编写,第3章由范世东、杨国锋、金吉编写,第4章由邹隆涛、杨国锋、王弢、田野编写,第5章由徐良元、徐跃宗编写,中英文单词术语对照由曾喜喜提供。

本书在编写过程中得到了南京港股份有限公司杨德成、陆瑞峰等同志大力支持和帮助,同时参阅引用了相关文献资料,在此一并致谢。

由于编写水平有限,不足之处在所难免,恳请从事液体石化品装储工作的同行提出宝贵意见,使之日臻完善。

编 者

2010年3月

目 录

1 液体石油化工产品概述	1
1.1 液体石化产品成分及组成	2
1.1.1 石油产品的性状	2
1.1.2 石油产品的元素组成	3
1.1.3 石油产品的化合物组成	3
1.2 液体石化产品理化特性	3
1.2.1 基本理化特性	3
1.2.2 蒸发特性	4
1.2.3 燃烧特性	5
1.2.4 低温特性	5
1.2.5 其他特性	6
1.3 石油及石油产品的储运特性	7
1.3.1 易燃性	7
1.3.2 易爆性	7
1.3.3 易积聚静电荷性	7
1.3.4 易蒸发、易扩散、易流淌性	7
1.3.5 易沸溢性	8
1.3.6 易受热膨胀性	8
1.3.7 毒性	9
1.4 液体石化产品用途及分类	9
1.4.1 液体石化产品用途	9
1.4.2 液体石化产品分类	10
1.4.3 主要石化产品介绍	11
2 装储工艺	13
2.1 油库工艺流程	13
2.1.1 油罐区工艺流程	13
2.1.2 油泵房工艺流程	15
2.1.3 油库工艺流程图的绘制和识读	17
2.1.4 油库工艺流程的应用	20
2.1.5 油库管道工艺安装图的基本内容	20
2.1.6 油库管道工艺安装图的基本画法	20
2.1.7 油库管道工艺安装图的识读	21
2.2 铁路装卸油设施及装卸方法	22
2.2.1 铁路装卸油设施	22
2.2.2 铁路装卸油工艺	28

2.2.3	铁路装卸油操作规程	32
2.2.4	铁路卸油管系气阻的产生与消除	33
2.3	公路发油工艺及操作	36
2.3.1	汽车发油工艺	36
2.3.2	汽车发油台	42
2.3.3	公路发油操作规程	43
2.4	水运装卸油码头设施及装卸工艺	44
2.4.1	装卸油码头	44
2.4.2	油船装卸油作业规程	46
2.4.3	油码头调度方法	47
2.4.4	货物温度控制与扫线作业	49
2.4.5	典型液体石化品码头装储工艺	53
3	装储典型设备设施	57
3.1	储油罐	57
3.1.1	油品储存方式	57
3.1.2	金属油罐	59
3.1.3	拱顶油罐	62
3.1.4	拱顶油罐附件	65
3.1.5	浮顶油罐和内浮顶油罐	73
3.1.6	油罐的加热和保温	80
3.1.7	油罐的使用、维护和修理	85
3.2	输油管道	96
3.2.1	输油管道的用途及典型结构	96
3.2.2	管道水力计算	102
3.2.3	输油管道的使用与维护	106
3.3	油库用泵	109
3.3.1	离心泵	110
3.3.2	自吸泵	124
3.3.3	管道油泵	126
3.3.4	往复泵	128
3.3.5	齿轮泵	132
3.3.6	螺杆泵	136
3.3.7	水环式真空泵	140
3.3.8	油泵的养护与管理	143
3.4	油库用阀	144
3.4.1	阀门的基本知识	144
3.4.2	油库常用阀门的结构特点及用途	148
3.4.3	油库常用阀门的使用与维护	154
3.4.4	油库常用阀门的故障及排除	156
3.4.5	阀门技术要求	163

3.5 输油臂	165
3.5.1 输油臂的用途及典型结构	166
3.5.2 输油臂的工作原理	167
3.5.3 输油臂的使用与维护	168
3.6 自动化系统	172
3.6.1 自动化系统的主要类型	172
3.6.2 自动化系统的主要设备	173
3.6.3 库区(罐区)自动化系统	176
3.6.4 罐装自动化系统	177
4 装储安全与环保	179
4.1 装卸储运防火防爆基础知识	179
4.1.1 液体石化品的危险性分类与等级	179
4.1.2 液体石化品的危险特性	180
4.1.3 液体石化品的燃烧与爆炸原理	182
4.1.4 液体石化品储运危险区域划分	183
4.1.5 电气防爆基础知识	185
4.1.6 装储区域防火防爆的基本措施	186
4.2 防静电雷电危害基础知识	188
4.2.1 静电的产生及放电	188
4.2.2 防止静电危害的控制措施	189
4.2.3 雷电的产生与危害	193
4.2.4 预防雷电危害的基本措施	194
4.3 液体石化产品装储消防基础知识	196
4.3.1 液体石化产品的火灾特点	196
4.3.2 火灾的分类和常见的灭火方法和灭火系统	197
4.3.3 常用消防器材的性能和使用方法	200
4.3.4 易燃液体火灾的常规扑救方法	202
4.4 液体石化品装储过程中的环保对策	205
4.4.1 装储过程中的污染源分析	205
4.4.2 储运系统中的环保防治措施	206
4.4.3 某油港废水处理系统实例	207
4.4.4 废水排放标准	212
4.4.5 水质指标简介	212
5 油品计量及损耗	215
5.1 散装油品人工计量	215
5.1.1 计量基本知识	215
5.1.2 散装油品人工计量器具工作原理及技术要求	220
5.1.3 容积表及其使用	222
5.1.4 散装油品人工计量操作	226
5.1.5 散装油品油量计算	231

5.2 流量计计量	233
5.2.1 流量计分类、结构及工作原理	234
5.2.2 流量计收发油的计量方法	238
5.2.3 流量计的安装、使用及维护	239
5.3 油品损耗	241
5.3.1 油品损耗的原因	241
5.3.2 油品损耗的类型	241
5.3.3 油品损耗管理简介	246
5.3.4 降低油品损耗措施	247
中英文单词术语对照	251
附录	258
表 1 立式油罐容积表	258
表 2 立式油罐小数表	259
表 3 静压力修正表	259
表 4 卧式油罐容积表	260
表 5 简明铁路罐车容积表	261
表 6 102 [#] 油轮船舱容积表	263
表 7 大庆液货舱容积表	263
表 8 液货舱纵倾修正值表	263
表 9 汽车油罐车容积表(1)	264
表 10 汽车油罐车容积表(2)	264
参考文献	265

1

液体石油

化工产品概述

石油化工产品又称油品,一般是指经过炼油厂加工所获得的各种产品,主要包括各种燃料油(汽油、煤油、柴油等)和润滑油以及液化石油气、石油焦炭、石蜡、沥青等。

以石油和天然气为原料,生产石油产品和石油化工产品的加工工业称为石油化工。石油化工的发展与石油炼制工业、以煤为基本原料生产的化工产品和三大合成材料的发展有关。石油炼制起源于19世纪20年代,20世纪20年代汽车工业飞速发展,带动了汽油生产,为扩大汽油产量,以生产汽油为目的的热裂化工艺开发成功。随后,40年代催化裂化工艺开发成功,加上其他加工工艺的开发,形成了现代石油炼制工艺。为了利用石油炼制副产品的气体,1920年开始以丙烯生产异丙醇,这被认为是第一个石油化工产品。20世纪50年代,在裂化技术基础上开发了以制取乙烯为主要目的的烃类水蒸气高温裂解(简称裂解)技术,裂解工艺的发展为发展石油化工提供了大量原料。

同时,一些原来以煤为基本原料(通过电石、煤焦油)生产的产品陆续改以石油为基本原料,如氯乙烯等。在20世纪30年代,高分子合成材料大量问世。按工业生产时间排序为:1931年为氯丁橡胶和聚氯乙烯,1933年为高压法聚乙烯,1935年为丁腈橡胶和聚苯乙烯,1937年为丁苯橡胶,1939年为尼龙66。第二次世界大战后石油化工技术继续快速发展,1950年开发了腈纶,1953年开发了涤纶,1957年开发了聚丙烯。石油化工高速发展的原因是:有大量廉价的原料供应(20世纪50—60年代,原油每吨约15美元);有可靠的、有发展潜力的生产技术;产品应用广泛,开拓了新的应用领域。原料、技术、应用三个因素的综合,实现了由煤化工向石油化工的转换,完成了化学工业发展史上的一次飞跃。20世纪70年代以后,原油价格飞速上涨,石油化工发展速度下降,新工艺开发趋缓,并向着采用新技术、节能、优化生产操作、综合利用原料、向下游产品延伸等方向发展。一些发展中国家大力兴建石化工业,使发达国家所占比重下降。2007年世界石油产量为36.18亿t,原油生产量基本上呈持续上升态势,其中生产化工产品用油约占总量的15%。

石油化工行业是我国的支柱产业,是生产能源和基础原材料的工业。我国石油生产一直保持持续稳定增长的态势。2007年我国原油产量为1.86657亿t,同比增长1.6%,创历史新高。其中,中石油原油产量同比增加百万吨,约为1.0764亿t;中石化原油产量同比增长2.27%,约为4108万t;中海油全年油气产量达到4046万t,同比增长0.2%;陕西延长石油原油产量、加工量均突破1000万t。原油生产方面,总的趋势是东北老油田产量稳产难度进一步加大,但西部和海上油田产量增长较快,在一定程度上抵消了东部油田的减产。我国原油产量虽然在世界上的排序已跃居第5位,但由于我国人口众多,人均原油产量占有量仅为14桶/人,居世界第8位。目前我国有油田20多处,2007年5月中石油又在渤海湾滩海地区发现储量规模达10亿t的大油田——冀东南堡油田。

我国石油化工资源状况及发展趋势:

(1) 我国石油资源总量比较丰富,但人均占有量严重不足。我国石油可采资源量为 150 亿 t,现已探明的有 65.1 亿 t,有待探明 84.9 亿 t。在世界 103 个产油国中,我国石油可采资源总量和剩余可采储量分别居于第 11 位和第 13 位。我国人均占有石油可采资源 12 t,相当于世界平均水平的 17.6%。

(2) 我国石油储量处于高基值稳定增长时期,但勘探难度越来越大。截至 2007 年底,我国石油储量约为 21.9 亿 t,今后 5 年我国石油储量预计年均增长 9 亿~10 亿 t。目前,我国石油储量呈现高基值稳定增长的特征,年均新增石油可采储量 1.5 亿 t 左右。但我国待探明石油资源 70% 以上主要分布在沙漠、黄土塬、山地等,勘探开发难度加大,技术要求和开发成本越来越高。

(3) 石油储量增长潜力可观。我国现有的石油可采储量,主要分布在几大盆地。我国大片国土还没有做过石油资源储量评估,近海海域勘探工作远远不够。国家已经批准中石油、中石化、中海油进驻到我国海域进行勘探开发。国家还成立了海洋工程公司,随着海上勘探工作的开展和工作量的加大,预计在海上会有重大发现。在外交和军事力量支持下,逐步开发利用这些地区的石油资源,对我国有非常重要的意义。此外我国有大量的油砂、油页岩等非常规石油资源有待开发利用。我国油页岩的地质资源可生产油页岩 150 亿 t 左右。在全国 20 个省、市、自治区都分布有油砂,大量油砂的含油率在 6%~20%,按照平均 10% 来计算,油砂中的石油可采资源也在 100 亿 t 以上。随着油价升高,这些开采成本高的储量也将纳入到我们的开采领域。

综合分析我国资源情况和勘探潜力,预计在未来 15~20 年,我国年均新增石油可采储量仍可保持在 1.4 亿~1.8 亿 t,大体保持目前的储量增长水平。从全球和我国历次油气评价结果来看,随着科技进步、勘探投入的增加和勘探认识的深化,我国石油可采资源量将不断增长。

(4) 石油供需矛盾将更加严峻。通过对美、日等 14 个国家近 30 年来人均 GDP 与石油消费的关联分析,各个国家的石油消费变化情况主要受本国工业化程度、能源结构、产业结构变化等多种因素影响,当一个国家基本完成工业化,进入经济发展的成熟期以后,石油消费的快速增长势头才能逐渐减缓,这是世界的普遍规律。按照我国的战略部署,我国将在 21 世纪中叶完成工业化,基本实现现代化。因此,石油消费预计要到 2040 年以后才可能进入平稳增长或稳定阶段。这样,未来我国石油产量高峰和需求高峰将存在一个错位。产量高峰出现在 2010—2020 年,预计达到 1.8 亿~2.0 亿 t,消费高峰要到 2040 年前后到来。

到 2020 年,我国石油消费量最少也要 4.5 亿 t,据国际能源机构(IEA)分析,届时中国石油需求将有 80% 依赖进口,成为世界第一大油品进口国。石油供需矛盾在 2020 年后还将更加严峻。

考虑到 2030 年乃至 2040 年石油消费还要持续增长,国内的产量不可能大幅增长,甚至还有可能下降,对外石油资源的依存度将进一步提高。国际能源机构曾经预测,到 2030 年以后,中国原油产量仅为 1 亿 t,对国外石油资源的依存度将达到 87%。

1.1 液体石化产品成分及组成

1.1.1 石油产品的性状

石油是一种黏稠的、油状的可燃性液体矿物,是古代动、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形成的。早在公元初年,我国劳动人民就已经

发现了石油并加以利用。经过勘探、开采,未经炼制的石油叫做原油,在常温下,原油大都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,并且有特殊的气味;原油经过炼制后的成品叫做石油产品。一般情况下,石油比水轻。石油的性质因产地不同而不同,石油的密度大部分为 $0.77 \sim 0.96 \text{ g/cm}^3$,黏度范围很宽,凝点差别很大($-60 \sim 30 \text{ }^\circ\text{C}$),沸点范围为常温至 $500 \text{ }^\circ\text{C}$ 以上,可溶于多种有机溶剂,不溶于水,但可与水形成乳状液。

1.1.2 石油产品的元素组成

世界上各种石油的性质虽然差别甚远,但其化学组成元素均主要是碳($83\% \sim 87\%$)、氢($11\% \sim 14\%$),其余为硫($0.06\% \sim 0.8\%$)、氮($0.02\% \sim 1.7\%$)、氧($0.08\% \sim 1.82\%$)及微量金属元素(铁、镍、铜、铅、钒、砷、镁、磷、钾、硅、钙、锰等)。

1.1.3 石油产品的化合物组成

石油的主要组成部分是由碳和氢化合形成的烃类构成,约占 $95\% \sim 99\%$,含硫、氧、氮的化合物对石油产品有害,在石油加工中应尽量除去。石油中碳氢两种元素所组成的化合物,成分很复杂,并且随产地不同而不同。按其结构又分为烷烃(包括直链和支链烷烃)、环烷烃(多数是烷基环戊烷、烷基环己烷)和芳香烃(多数是烷基苯),一般石油中不含有烯烃。通常把以烷烃为主的石油称为石蜡基石油;以环烷烃、芳香烃为主的称环烷基石油;介于二者之间的称中间基石油。石油中含硫的化合物主要有硫醇(RSH)、硫醚(RSR)、二硫化物(RSSR)和噻吩等。在石油的某些加工产物中还含有硫化氢(H_2S)。石油中含氧化合物主要有环烷酸和酚类(以苯酚为主),此外还含有少量脂肪酸。环烷酸是指含有 $11 \sim 30$ 个碳原子的羧酸,分子中含有一个或多个骈合脂环,羧基可以在脂环上或在侧链上。如:在炼油生产中常把环烷酸和酚叫做石油酸。石油中含氮化合物主要有吡啶、吡咯、喹啉和胺类(RNH_2)等。因吡咯在空气中易氧化,颜色逐渐变深,汽油久存颜色变深与这有关。

我国石油的主要特点是含蜡较多,凝点高,硫含量低,镍、氮含量中等,钒含量极少。除个别油田外,石油中汽油馏分较少,渣油占 $1/3$ 。组成不同的石油,加工方法有所差别,产品的性能也不同,应当物尽其用。大庆石油的主要特点是含蜡量高,凝固点高,硫含量低,属低硫石蜡基原油。

1.2 液体石化产品理化特性

石油是一种复杂的混合物,其理化特性是组成它的各种化合物性质的综合表现。在石油生产储运过程中,理化特性是石油产品质量控制和保证的重要指标。

1.2.1 基本理化特性

1.2.1.1 外观与性状

外观与性状是对石油产品外观和状态的直观描述。

1.2.1.2 密度与相对密度

(1) 密度

密度是指单位体积物质在真空中所具有的质量,通常用 ρ 表示,单位为 g/cm^3 或 kg/m^3 。一定质量的物质的体积随温度变化而变化,所以密度应标明温度,通常用 ρ_t 表示温度为 $t^\circ\text{C}$ 时

油品的密度。我国规定 20 °C 时的密度为标准密度,用 r_{20} 表示。

(2) 相对密度

石油产品的相对密度是其密度与规定温度下参考物质(水)密度的比值。通常以 4 °C 水为基准,油品在 t °C 时相对密度表示为 d_4^t 。我国规定 20 °C 油品密度与 4 °C 水的密度之比为标准相对密度,用 d_4^{20} 表示。

因为水在 4 °C 时的密度为 1 g/cm³,所以 d_4^t 与 r_t (以 g/cm³ 为单位)数值相等,但二者的物理意义不同,并且密度有单位、有量纲,而相对密度无单位、无量纲。

由密度可初步确定油品品种。通常情况下:汽油 $\rho = (0.7 \sim 0.76)$ g/cm³,航空煤油 $\rho = (0.77 \sim 0.84)$ g/cm³,柴油 $\rho = (0.81 \sim 0.88)$ g/cm³,重油 $\rho = (0.91 \sim 0.97)$ g/cm³,润滑油 $\rho = (0.87 \sim 0.89)$ g/cm³ 等。

1.2.1.3 黏度

黏度是评价油品流动性能的指标,在油品输送过程中,黏度对流量和压力降影响很大,是衡量润滑油、柴油、燃料油等重质油品的重要性质指标。

黏度是在某一温度下,液体受外力作用移动时,液体分子间产生内摩擦力的性质,称为黏度。黏度是润滑油最重要的质量指标,随着黏度的增大,会降低发动机的功率,增大燃料消耗。若黏度过大,会造成启动困难;若黏度过小,会降低油膜的支撑能力,使摩擦面之间不能保持连续的润滑层,增加磨损。

1.2.1.4 苯胺点

苯胺点是衡量轻质石油产品溶解性能的指标,在石油工业中常用苯胺作溶剂,测定油品在苯胺中的溶解度,当石油产品与等体积的苯胺混合,加热至两者能互相溶解成为单一液相的最低温度,称为石油产品的苯胺点。

各种油品中各种烃类的苯胺点是不同的。各种烃类的苯胺点高低顺序是:芳香烃 < 环烷烃 < 烷烃;对于同一烃类,其苯胺点均随分子量和沸点的增加而增加。根据各主要烃类的苯胺点有显著差别这一特点,在测得油品苯胺点的高低后,可大致判断油品中含某种烃类的多少。通常,油品中芳香烃含量越低,苯胺点就越高。此外根据苯胺点的值,还可以计算柴油指数和十六烷指数。

1.2.2 蒸发特性

石油产品的绝大部分是作液体燃料使用的,蒸发性能是液体油料的重要特性之一,它对油料的储存、输送和使用均有重要影响;同时也是生产、科研和设计的主要物性参数。油料的蒸发性能也称汽化性能,通常通过沸点、沸程、馏程、蒸气压等指标体现。

1.2.2.1 沸点、沸程和馏程

(1) 沸点

对于纯物质,其沸点为在一定大气压下,其饱和蒸气压与外界压力相等时,液体表面和内部同时出现汽化现象的液体温度。在外压一定时,由纯化合物构成的石化产品的沸点是一个恒定值。

(2) 沸程

对于由沸点不等的混合物所组成的石油产品来说,需要用某一温度范围——沸程来表示其蒸发特性。沸程是指在规定的条件下所测得的从初馏点到终馏点表示试油蒸发特性的温度范围。其中初馏点是在蒸馏开始后,第一滴馏出物从冷凝管末端落下时的蒸馏温度;终馏点(干

点)是指在蒸馏末期,最大回收体积所对应的馏出温度。在外压一定时,混合物的沸程是一个温度由低到高的温度范围。

(3) 馏程

馏程指在专门蒸馏仪器中,在规定条件下,所测得试油的馏出温度与馏出体积之间的馏分组成关系。常以一定蒸馏温度下馏出物的体积百分数或馏出物达到一定体积百分数时读出的蒸馏温度来表示。即使沸程相同的两种油品,馏分组成也不一定相同。

1.2.2.2 饱和蒸气压

在某一温度下,液体同其液面上的蒸气呈平衡状态时产生的压力称为饱和蒸气压,简称蒸气压,用 kPa 表示。只要温度一定,蒸气压为常数。

饱和蒸气压是油品的一个重要性质,它的大小取决于物质的本性和温度。饱和蒸气压越大,表示该物质越容易挥发。

1.2.3 燃烧特性

油品是易燃物,有些还是易爆物,因此掌握油品的燃烧性能对石油产品的加工、储存、运输和应用的安全有着极其重要的意义。

1.2.3.1 爆炸极限

油品发生爆炸是在瞬间完成的可产生巨大冲击波的气体燃烧,其必要条件是油气浓度在一定范围内,这一浓度范围称为爆炸界限。在爆炸界限范围内,油蒸气在空气中的最低体积分数称为爆炸下限,最高体积分数称为爆炸上限。低于下限时因油气不够而不会爆炸;高于上限时因空气不足也不能发生爆炸。

1.2.3.2 闪点、燃点与自燃点

(1) 闪点

油蒸气与空气的混合气体在一定的浓度范围内遇到明火时,发生短暂闪火(爆炸)的最低温度称为石油产品的闪点(℃)。根据石油产品性质和使用的条件不同以及测定闪点的条件不同,方法也不同,大致分两种,即闭口闪点和开口闪点。通常,开口闪点要比闭口闪点高20~30℃,这是因为开口闪点在测定时,有一部分油蒸气挥发了。

闪点对油品在生产和使用上有重要意义:①根据油品闪点可判断其馏分组成的轻重。一般的规律是:油品蒸气压愈高,馏分组成愈轻,则油品的闪点愈低;反之,馏分组成愈重,油品闪点愈高。②根据油品闪点可鉴定油品发生火灾的危险性。闪点愈低,燃料愈易燃,火灾危险性愈大。

(2) 燃点

在闪点后继续提高油温,油品可继续闪火,持续时间越来越长,当达到某一温度时,引火后所形成的火焰至少5s不熄灭,此时的油温即为燃点,其单位为℃。

(3) 自燃点

将油品在密闭容器中预先加热至某一温度后与空气接触,则不需要点火即能自动着火燃烧的最低温度即为自燃点,其单位为℃。

油品越轻,闪点、燃点越低,但自燃点越高;油品越重,闪点、燃点越高,但自燃点越低。

1.2.4 低温特性

油品的低温性是指油品在低温下能否维持正常流动、顺利输送的能力。油品在低温下易失去流动性的原因有两个方面:一是构造凝固,即因温度降低,蜡逐渐结晶析出,蜡晶体互相连

接形成网状骨架,将液体状态的油品包在其中,使石油失去流动性;二是黏温凝固,即因温度降低黏度增加,最后因黏度过高而失去流动性。

为了评价油品的低温使用性能,就出现了浊点、结晶点、冰点、倾点、凝点等指标。这些指标之所以名目繁多,一则是因为用途不同,二则是因为国家(或地区)采取了不同的试验方法和标准。

1.2.4.1 浊点、结晶点、冰点

(1) 浊点

在试验条件下,把试油冷却到出现混浊时的最高油温叫浊点,单位为 $^{\circ}\text{C}$ 。此时油品中出现许多肉眼看不见的微小颗粒。

(2) 结晶点

在浊点之后,继续冷却试油,直至出现肉眼可辨的结晶时的最高温度,单位为 $^{\circ}\text{C}$ 。

(3) 冰点

在结晶点之后,加热试油使原来形成的结晶消失的最低温度,单位为 $^{\circ}\text{C}$ 。

轻质油品在低温下能呈现浑浊和析出结晶的原因,主要是油品中存有能结晶的固态烃类;其次,跟油品中存有的微量溶解水有关。

1.2.4.2 凝点和倾点

(1) 凝点

凝点,指在规定的试验条件下,将试油冷却到不能继续流动时的最高温度,单位为 $^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 倾点

倾点,指在规定条件下,将试油冷却到能够继续流动时的最低温度,又称流动极限,单位为 $^{\circ}\text{C}$ 。

纯净物质的凝点是一个恒定值,含有杂质的物质其凝点降低。对于石油产品,凝点除了与杂质(并非机械杂质)的物质含量有关外,更主要的是与馏分的轻重,特别是与其化学组成有关,一般来说,馏分轻,则凝点低,馏分越重,则凝点越高。但是,在重质油品中,含蜡量的高低实际上对凝点高低起着决定性作用,含蜡越多,凝点越高。

1.2.5 其他特性

1.2.5.1 腐蚀性

石油产品在储存过程中,对所接触的机械设备、金属材料及橡胶制品等的腐蚀、溶胀作用,称为油品的腐蚀性。由于机械设备多为金属材料制品,因此,油品的腐蚀主要是指对金属的腐蚀。对设备材料引起腐蚀的物质主要有:活性含硫化合物(如 H_2S 、 S 、 RSH 等)、有机酸性物质(如 RCOOH)以及无机酸、碱性物质。腐蚀作用不但会使机械设备受到损坏,影响其使用寿命,而且由于金属腐蚀生成物多数是不溶于油品的固体杂质,所以会影响油品的清洁度和安定性,从而对储存、运输和使用带来一系列的危害。

1.2.5.2 电性质

纯净的石油是非极性介质,呈电中性,不带电、不导电,电阻很大,是很好的绝缘体。但石油产品不可避免地含有某些杂质,杂质含量的多少以及杂质分子极性强弱影响着油品导电性的大小。

1.2.5.3 残碳

加热石油,在不通空气的条件下经蒸发、分解、缩合后所剩余的焦黑色残留物称为残碳,以质量百分数表示。

1.3 石油及石油产品的储运特性

1.3.1 易燃性

燃烧是伴随着发光、发热的快速氧化反应。油品的组成主要是碳氢化合物及其衍生物,是可燃性有机物质。其中许多油品的闪点较低,同燃点很接近,不需要很高温,甚至在常温下蒸发速度也很快。由于油品在储存、收发作业中,不可能是全封闭的,导致油蒸气大量积聚和飘移,存在于有大量助燃物的空气中,氧气供给充分且难以控制,只要有足够的点燃能量,很容易发生燃烧。

油品的燃烧速度很快,尤其是轻质油品,如汽油的燃烧线速度最大可达 5 mm/min ,水平传播速度也很大,即使在封闭的储油罐内,火焰水平传播速度也可达 $2 \sim 4 \text{ m/s}$,因此油品一旦发生燃烧,氧气供给难以控制,很容易造成更大的危险。

1.3.2 易爆性

物质发生变化的速度急剧增加,在极短时间内释放出大量的能量,温度及压力急剧增加的物理化学过程称爆炸。

石油产品的蒸气中存在一定数量的氢分子,含有氢分子的油蒸气与空气组成的混合气体的比例达到一定值时,碰到很小能量的引爆源,也会发生爆炸。

许多油品的爆炸浓度下限很低,尤其是轻质油品,油蒸气易积聚、飘移,波及范围大,浓度在爆炸极限范围内的可能性很大,只要有足够能量的引爆源存在,便可发生爆炸。

油品的易燃性也决定了燃烧与爆炸的转变过程。当空气中的油蒸气浓度在爆炸极限范围内时,与火源接触,即可发生爆炸。如果油蒸气能够不断地补充,就创造了继续燃烧的条件,即爆炸转为燃烧。容器内油蒸气浓度高出爆炸极限的上限时,遇有火源,则先燃烧。当油蒸气稀释到爆炸极限范围内时,便转为爆炸,即燃烧转为爆炸。

由于油蒸气所需的引爆能量小(引爆能量仅为 0.2 mJ),因而油库中的各类引爆源,如明火、散热设备的表面高温、电气设备点火源等,均具有足够的能量来引爆油蒸气混合物。

油品的易爆性还表现在爆炸温度极限越接近于环境温度,越容易发生爆炸。冬天室外储存汽油,发生爆炸的危险性比夏天还大,因为夏天在室外储存汽油因气温高,在一定时间内,汽油蒸气的浓度容易处于饱和状态,往往先燃烧,而不是爆炸。

1.3.3 易积聚静电荷性

两种不同物体,包括固体、液体、粉尘和气体,经过摩擦、接触后脱离等相互运动的机械工作,会产生电荷,其中一物体带正电荷,另一物体带负电荷,这就是易积聚静电荷性。

电荷的产生和积聚与物体的导电性能有关。当物体的电阻率小于 $10^8 \Omega \cdot \text{m}$ 时为导电体,因其电阻率小,产生的静电很快消散,不容易积聚,不致引起静电危害。电阻率在 $10^8 \sim 10^{10} \Omega \cdot \text{m}$ 之间的物体,产生的静电积聚不严重,称为静电亚导体。当电阻率大于 $10^{10} \Omega \cdot \text{m}$ 时为静电非导体,易产生积聚静电荷,消散较慢。

油品的电导率一般都较低,即电阻率偏大,大多数都高于 $10^{10} \Omega \cdot \text{m}$,属静电非导体。

静电荷的产生和积聚容易引起放电闪火,而油蒸气的点燃能又低,很容易酿成火灾爆炸事故。

1.3.4 易蒸发、易扩散、易流淌性

石油产品主要由烷烃和环烷烃组成,大致是碳原子数 4 个以下为气体, $5 \sim 12$ 个为汽油,

9~16 个为煤油,15~25 个为柴油,20~27 个为润滑油。碳原子数 16 个以下为轻质馏分,烃类分子很容易离开液体,挥发到气体中,这就叫挥发或蒸发。蒸发量与速度和液体的温度(特别是表层温度)、液面压力、气体空间、蒸发面积、接触空气的流速,以及本身的密度有关。1 kg 汽油大约能蒸发成 0.4 m³ 的汽油蒸气,煤油和柴油虽然蒸发较慢,但比水蒸发快得多。

油蒸气的密度,甲烷为 0.7 kg/m³,乙烷为 1.375 kg/m³,丙烷为 2.005 kg/m³,而空气为 1.29 kg/m³。虽然除甲烷外都比空气大,但油蒸气同空气混合后的混合气体密度同空气接近,尤其是轻质油品蒸气同空气的混合物,受风影响扩散范围广。无风时,油蒸气也可沿地面飘散出 50 m 以外,并沿地面和水面飘移,积聚在坑洼地带,所以油库中各建筑物之间一定要有安全距离,并考虑风向和风力大小,以防火灾及灾情扩大。

液体都有流动扩散的特性,油品的流动扩散能力主要取决于油品的黏度。低黏度的轻质油品,密度小于水,其流动扩散性很强。重质油品的黏度虽高,但温度升高,黏度降低,其流动扩散性也增强。所以储存油品的设备由于穿孔、破损,常发生漏油事故。

蒸发出的油蒸气比空气重,能贴地面、水面流动飘散,还能存积在坑洼处同空气混合后形成爆炸气体。油品这种易蒸发、易扩散、易积聚的特性,往往是引起火灾爆炸或扩大灾害范围的根源。储罐、管道、集油井、污水井、下水道易积聚油蒸气,动火作业需现场测爆,要高度重视。

1.3.5 易沸溢性

重质油品一般不易燃烧,一旦燃烧不易扑灭。重质或含有水分的油品(如原油)着火燃烧时容易产生突溢、爆喷现象,使燃烧的油品大量外溢,甚至形成火柱,可高达 70~80 m,喷射距离可达 120 m,不仅容易造成人员伤亡,扑救困难,而且由于火焰辐射热量高,容易造成油罐间的火灾蔓延。油中的水滴遇到如此高的温度必然汽化,体积膨胀,形成泡沫状,以很大的压力升腾到油面,并把着火油品带到上面,向周围喷溅,这种火灾破坏性极大,波及面也宽。

形成重质油品和含有水分的油品沸溢的原因主要是热辐射、热波作用和水蒸气的影响。当油罐发生火灾时,由于热辐射作用,液面温度不断升高,随着时间的增加,加热层也越厚,先是轻馏分被烧掉,重馏分逐渐下沉,通过热量传递,加热到油品深部,并且重质油品和原油中的水汽化形成气泡,体积膨胀 1 700 倍,以很大的压力急剧冲击液面,形成火柱,造成沸腾突溢性事故。

1.3.6 易受热膨胀性

油品受热后,温度升高,体积膨胀,如汽油,温度变化 1℃,其体积变化 0.12%,一个 5 000 m³ 的油罐,温度升高 1℃,其油品体积将膨胀 6 m³,同时也使蒸气压增高。所以储存汽油的密闭油桶如靠近高热或受日光暴晒,受热膨胀,桶内压力增加,容易造成容器胀破。储存轻质油的储罐必须留有足够的安全容积,长期储存时按 80% 以下控制储存量,重质油储存也需考虑加热造成的体积变化。另一方面,当容器内灌入热油冷却时,又会使油品体积收缩而造成桶内负压,引起容器吸瘪,这种热胀冷缩现象会损坏储油容器,发生漏油现象。在火灾现场附近的油桶受到火焰辐射的高热作用,如不及时冷却,可能因油桶膨胀爆裂,增加火势,扩大火灾面积。

由于油品的热膨胀性,若容器灌装过满,管道输油后不及时排空,又无泄压装置,由于外界温度的上升或下降速度过大,会造成设备胀破、吸瘪等事故。如气温骤降,油罐呼吸阀的真空阀盘因某种原因来不及开启,或向外发油时真空阀来不及开启,或开启不够,而使油罐凹陷、抽瘪的现象时有发生。故储油容器,尤其是各种规格的油桶,不同季节都应规定不同的安全容量,输油管道上应设有泄压装置。

1.3.7 毒性

毒性是指某些物质接触或侵入生物机体后,发生生物化学变化,破坏生理机能,引起功能障碍、疾病甚至死亡。

石油产品及其蒸气一般都具有毒性,它属于刺激型、麻醉型或腐蚀型的低毒或中等毒性的物质,特殊情况下才具有较高毒性。储存这些有毒物品时,要引起高度重视。为改善石油产品的性能,过去常在油品中添加一些含毒性物质,虽然含量较少,但毒性较大,如汽油中添加四乙基铅、溴乙烷、二氯乙烷,机械用油中加入一些添加剂等。油库作业中,人体防护不可能全封闭,不可避免地接触到油品,吸入油蒸气,引起慢性中毒及职业病。因此油库中应加强防毒劳动保护措施,如操作人员必须穿戴适当的防护用品,现场应配备喷淋洗眼设备,常备急救药品等。

总之,油品装卸储存过程中应充分考虑油品的储存特性,设备设施硬件条件必须满足,切忌违章指挥和盲目操作,要制定切实可行的安全操作规程和应急预案,确保装储作业安全。

1.4 液体石化产品用途及分类

1.4.1 液体石化产品用途

石油在世界经济中起着十分重要的作用,它几乎渗透到人类生活的一切领域。早在 100 多年前,石油就以主要能源的姿态出现,广泛地应用于交通运输,那凌空展翅的飞机,破波前进的船舶,快速奔驰的汽车,田间耕作的拖拉机,都离不开石油。长期以来,石油被人们亲切地称为“工业的血液”,石油及其许多产品被广泛地应用于许多工业部门,尤其是许多新兴的石油化学工业,其主要是利用石油作为原料,生产出包括塑料、合成橡胶、合成纤维、合成洗涤剂、醇类、添加剂、化肥、染料、农药、涂料以及医药等许许多多的产品,几乎和现代生活中的一切部门、所有人都有联系。第一次世界大战以后,石油被视为一种重要的战略物资,不仅在国防建设中,而且在现代战争中,亦占有十分重要的地位,也是抑制敌方的重要手段之一。因此,许多国家之间为争夺石油资源而爆发战争,为保护石油资源和石油运输线而开展控制与反控制、封锁与反封锁的斗争;为破坏敌对方的经济,而破坏输油管线、炼油设施和采油井等。采用石油作为化学工业的原料,具有许多优越性,它除了能提供更多、更好的产品外,还可以节省大量农副产品的消耗,可以腾出许多耕地种植粮食,有利于缓解我国人多地少的矛盾。

石油化工产品对我国国民经济的发展亦产生了极其重要的影响:

(1) 石油化工产品是能源的主要供应者。石油炼制生产的汽油、煤油、柴油、重油以及天然气是当前主要能源的主要供应者。我国 2005 年生产的燃料油为 1.7 亿 t。目前,全世界石油和天然气消费量约占总能耗量的 60%;我国因煤炭使用量大,石油的消费量不到 20%。石油化工产品提供的能源主要用作汽车、拖拉机、飞机、轮船、锅炉的燃料,少量用作民用燃料。能源是制约我国国民经济发展的一个重要因素,石油化工约消耗总能源的 8.5%。

(2) 石油化工产品是材料工业的支柱之一,金属、无机非金属材料和高分子合成材料,被称为三大材料。全世界石油化工提供的高分子合成材料目前产量约 1.45 亿 t。除合成材料外,石油化工还提供了绝大多数的有机化工原料,在属于化工领域的范畴内,除化学矿物提供的化工产品外,石油化工生产的原料,在各个部门大显身手。

(3) 农业是我国国民经济的基础产业,石油化工产品促进了农业的发展。石化产品中的氮肥占化肥总量的 80%,农用塑料薄膜的推广使用,加上农药的合理使用以及大量农业机械所需各类燃料,形成了石化工业支援农业的主力军。