

液货船安全与防污染

主审 沈贵平

主编 蒋永龙 段庆礼 陆祥



凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

液货船安全与防污染

主 审 沈贵平
主 编 蒋永龙 段庆礼 陆祥

凤凰出版传媒集团 江苏科学技术出版社



图书在版编目(CIP)数据

液货船安全与防污染/蒋永龙等主编. —南京:江苏科学技术出版社, 2009. 10

ISBN 978-7-5345-6844-2

I. 液... II. 蒋... III. ① 液货船—海上运输—交通运输安全 ② 液货船—海上运输—污染防治 IV. U698

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009) 第 121700 号

液货船安全与防污染

主 审 沈贵平
主 编 蒋永龙 段庆礼 陆 祥
责任编辑 丁 鹏
责任校对 郝慧华
责任监制 曹叶平

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路 1 号 A 楼, 邮编: 210009)
网 址 <http://www.pspress.cn>
集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市湖南路 1 号 A 楼, 邮编: 210009)
集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>
经 销 江苏省新华发行集团有限公司
照 排 南京奥能制版有限公司
印 刷 江苏苏中印刷有限公司

开 本 787 mm×1 092 mm 1/16
印 张 22.25
字 数 556 000
版 次 2009 年 10 月第 1 版
印 次 2009 年 10 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5345-6844-2
定 价 58.00 元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

内 容 提 要

本书主要是为液货船的安全与防污染操作、安全措施、应急计划的制定和应急反应行动提供指导。全书共分十七章,详细分析了水路散装运输的石油、液体化学品和液化气体的特性和危害性,着重于如何控制在水上运输石油、散装化学品和液化气体对安全与防治污染所产生的危害性。从介绍国际公约和港口国监督检查对液货船的要求开始,具体分析了液货船安全结构和安全操作的要求。本书介绍了液货船人员的安全防护、化学品中毒、灼伤的急救及应急处理和有毒有害液体、气体的检测,重点叙述了液货船防火、洗舱和舱内作业的安全操作和措施,液货船污染海洋与防治的要求,具体的安全操作和防止污染的措施,船舶和码头油污应急计划和应急措施,溢油应急设备和油污清除技术等。

本书编写立足于我国现有的油船、化工品船和液化气体船舶,在介绍液货船安全与防污染知识的基础上,注重对液货船安全与防污染的安全操作、安全措施、应急措施和应急反应方面进行详细的阐述。本书可以作为广大的液货船工作人员、港内防污作业人员和海事管理人员在液货船安全与防污染操作方面的参考用书。

主 审	沈贵平					
主 编	蒋永龙	段庆礼	陆 祥			
编写人员	周建华	孙立新	周双宝	秦德生	吴 娴	
	马晓毅	朱凤琴	刘承勇	陈卫家	刘 毅	
	朱顺兵	高 方	胡 斐	王 全		

序

近年来,随着长江黄金水道的不断开放以及承接东部沿海地区产业转移带来的沿江化工经济的高速发展,长江江苏段危险货物运输量呈逐年递增趋势。据统计,2008年度,长江江苏段危险货物运输量为7524万吨,比2007年增长了247万吨,其中,散装液体化学品、散装油类以及液化气体等液体危险货物运输量约占总量的96%,液体危险货物运输船舶进出港艘次约占总艘次的80%。基于石油化工产业在长江三角洲地区国民经济发展中所扮演的重要角色,可以预见,未来长江江苏段的液体危险货物运输量及进出港的液货船艘次仍会保持增长势头。

液货船运输生产活动是一把“双刃剑”,在促进国民经济发展的同时,也会威胁到港口及水域安全,并可能对水域环境和饮用水源地造成污染。国际社会一直高度关注液货船的运输安全,制定了一系列国际公约、规则、指南,我国也制定了相关法律、法规、规则等来规范液货船运输。但从实际情况看,液货船的安全管理仍然不容乐观,因液货船安全管理不当导致的事故时有发生,给经济社会造成了生命财产损失和环境损害。

鉴于此,南京海事局组织相关方面专家及有丰富经验的现场执法人员,结合液货船安全管理中的实例,在查阅大量资料和仔细分析第一手数据的基础上,编制成了这本《液货船安全与防污染》培训教材。本教材详细地介绍了液货船的安全与防污染知识,对国内外相关法律法规、国际公约进行了系统的阐述,并全面分析了安全与应急措施的制定与实施,能够为液货船工作及管理人员提供专业的指导,同时,该教材中穿插的鲜活的案例分析同样能够为海事管理及相关管理人员提供有益的借鉴。液货船的安全与防污染工作是一项庞大而又复杂的系统工程,希望有政府相关部门、造船业、航运和港口及石化企业等进行多部门、跨学科、跨领域的协作,推动在液货船安全与防污染领域做更深入、更广泛的研究。

孙明斌

前 言

为了加强对液货船的管理,提高从业人员的整体业务技能,南京海事局组织人员编写了本书。

近年来,水上石油及石化产品运输量与日俱增,但对液货船的安全管理形势却不容乐观,安全与污染事故时有发生,尤其是国内航行的低标准船和内河液货船。为了尽快缩小国内航行的液货船安全管理与世界先进管理水平的差距,更好地适应现代液货船的发展,编写人员查阅了一系列国际公约、规则、指南及我国制定的相关法律、法规和规则,使得本书内容丰富,覆盖面广。

本书立足于我国现有的油船、散装化学品船和液化气船,对液货船基本知识进行了简明的介绍,着重阐述了国际公约、港口国监督及船旗国监督检查对液货船的要求,注重对液货船安全与防污染的安全操作、安全措施、应急措施和应急反应方面进行详细的阐述。本书采用现代液货船常见的典型设备和公认的概念和理论,结合编写人员长期在液货船工作经验以及现场对液货船安全检查的经验,力求使本书形成完整的液货船安全与防污染操作标准,具有对实际工作的指导意义。

本书由南京海事局沈贵平局长、周建华副局长负责策划和组织领导工作,由沈贵平局长任主审,由南京海事局蒋永龙副局长、段庆礼高级工程师、陆祥高级工程师任主编。具体分工如下:蒋永龙第一章、第三章,蒋永龙、吴娴第二章,段庆礼第四章、第五章,段庆礼、马晓毅第六章,周建华第七章,陆祥、高方第八章,孙立新第九章,周双宝第十章,秦德生、陆祥、陈卫家、刘毅、朱凤琴第十一章,吴娴、朱凤琴、胡斐、刘承勇第十二章,高方、王全、刘承勇、朱顺兵第十三章,朱凤琴、胡斐、刘承勇、陈卫家、刘毅、王全第十四章,陆祥第十五章,陆祥、秦德生第十六章,马晓毅、高方、朱顺兵、刘承勇、胡斐、陈卫家、刘毅第十七章。

本书编写过程中,江苏海事局危防处韩光民处长、中国船级社南京分社邱大军总工程师、上海海事大学韩厚德教授、武汉理工大学甘自平教授、南京大学庄伟教授、南京师范大学化学与环境科学学院杨小弟教授、南京工业大学杨祝红教授等专家领导给予了关心、支持、指导和帮助,使编写工作得以顺利完成。在此,一并表示衷心的感谢。

由于液货船所涉及的知识、理论和实用技术非常广泛,限于编者学识疏浅,编写时间有限,在编写过程中难免存在一些错误,书中错误之处,敬请专家和航运界的前辈、同行们不吝指正,以便今后继续完善该书的建设,共同为液货船安全运输和防污染提供指导。

编 者
2009年3月

目 录

第一章 石油及石油产品的特性和危害性	1
第一节 原油的分类和理化特性.....	1
第二节 石油产品的特性.....	3
第三节 石油产品的危害性.....	5
第四节 货油危害的控制	11
第五节 有关术语和概念	12
第二章 散装液体化学品的特性和危害性	15
第一节 化学物质的组成和常用名词	15
第二节 散装化学品的物理性质	19
第三节 散装化学品的化学性质	28
第四节 散装化学品对健康与环境的危害	33
第五节 散装化学品反应危害性	38
第六节 散装化学品货物燃烧爆炸危害性	40
第七节 对散装运输化学品船舶的要求	42
第三章 散装液化气体的特性和危害性	47
第一节 散装液化气体的特性	47
第二节 散装液化气体的危害性	51
第三节 液化气体运输船舶	55
第四节 安全防护与货物安全操作	59
第四章 国际公约对液货船的要求	68
第一节 73 /78 国际防止船舶造成污染公约(MARPOL 73 /78).....	68
第二节 1974 年国际海上人命安全公约(SOLAS 74 公约)	78
第三节 STCW 78/95 公约	87
第四节 防污底系统公约、燃油公约和压载水管理公约.....	88
第五节 IBC 规则和 IGC 规则	92
第五章 液货船港口国监督检查	107
第一节 港口国监督概述.....	107
第二节 全球主要的港口国监督组织.....	112
第三节 港口国监督检查(PSC)的注意事项和应对措施	122
第六章 我国对液货船的安全检查	128

第一节	船舶证书及有关文件、资料的检查	128
第二节	船员证书	134
第三节	油船的防火结构	137
第四节	液货船的消防系统及设备	145
第五节	液货船机舱与电气部分	153
第六节	液货船防污染设施	157
第七节	液货泵、泵舱和管系	161
第七章	人员安全防护	169
第一节	人员中毒	169
第二节	预防中毒的操作程序	170
第三节	救 援	170
第四节	石油产品中毒的诊断	171
第五节	人员安全防护设备	171
第六节	液货船其他专用安全设备	180
第八章	检测仪表和报警	182
第一节	气体检测装置	182
第二节	油位测量装置	187
第三节	报警装置	190
第九章	液货船静电知识	192
第一节	静电危险性原理	192
第二节	货油产生静电的知识	193
第三节	非货油物质产生静电	194
第四节	测量设备操作时产生静电	194
第五节	静电放电形式及其引燃能量	195
第六节	接地与阴极防护	197
第十章	液货船的火灾控制	198
第一节	液货船灭火应考虑的因素	198
第二节	灭火系统的设备	201
第三节	惰性气体系统使用管理	207
第四节	入舱作业的防火要求	208
第五节	火灾的应急行动	213
第十一章	液货船安全措施	215
第一节	液货船上一般注意事项	215
第二节	火种的防范	216
第三节	石油毒性的防范	218
第四节	石油气扩散的防范	218

第五节	液货船静电的防范	218
第六节	安全进入封闭舱室的预防措施	220
第七节	液货船应急措施	221
第八节	液货船的应急反应	223
第九节	暴露危害、着装、保护和求生	233
第十节	集合和应急演练	241
第十二章	化学品物质中毒、灼伤的急救及化学事故的应急处理	243
第一节	化学品物质中毒、灼伤的急救	243
第二节	船上化学事故的应急处理	247
第十三章	液货船洗舱	250
第一节	概 述	250
第二节	洗舱用化学剂和液货舱涂层	251
第三节	液货舱清洗过程	253
第四节	洗舱时化学剂的使用方法	254
第五节	原油洗舱	255
第六节	洗舱作业的安全防范措施及注意事项	259
第七节	原油洗舱的安全措施	261
第八节	洗舱作业的实施操作	264
第十四章	舱内作业和修理工作	268
第一节	入舱条件	268
第二节	进入未经除气的封闭舱室	269
第三节	进入泵舱	270
第四节	散装化学品船入舱作业	270
第五节	修理工作要求和外来修理人员的要求	273
第十五章	液货船污染海洋与防止	274
第一节	油船污染海洋的途径	274
第二节	油船污染海洋的预防	276
第三节	油船溢油的处理	281
第四节	控制有毒液体物质污染	287
第五节	海洋空气污染与防止	293
第六节	避免搁浅和碰撞的措施	295
第七节	海上航行时的防污染措施	296
第八节	机舱处所防污染管理规定	299
第十六章	船舶和码头油污应急计划及应急措施	301
第一节	石油污染源	301
第二节	意外溢油问题	302

第三节	船上油污应急计划·····	303
第四节	近岸设施油污应急计划基本要素·····	305
第五节	码头油污应急计划的构成·····	306
第六节	码头应急方案·····	307
第十七章	溢油应急设备 ·····	314
第一节	围油栏的使用·····	314
第二节	溢油回收设备的使用·····	321
第三节	溢油分散剂的使用·····	327
第四节	吸油材料的应用·····	331
第五节	岸线清除技术简介·····	334
第六节	清除物的处理和净化流程或去向·····	339
主要参考文献 ·····		345

第一章 石油及石油产品的特性和危害性

由油船运输的货油(Cargo Oil)泛指所有的油类货物,包括原油(Crude Oil)、石油产品(Petroleum Products),以散装、桶装和密封容器盛装的油类货物。

第一节 原油的分类和理化特性

一、原油的分类

原油主要是由碳、氢两种元素组成的石油,原油的主要成分是烃(hydrocarbon),其烃类构成形式大体上可分为以下几类:烷烃、环烷烃、烯烃和芳香烃。此外,石油中还含有少量硫、氧、氮以及微量的磷、氯、碘、铁等元素。根据原油所含成分可分为:

- ① 稳定原油(Stable Crude Oil)。
- ② 调和原油(Enriched Crude Oil)。
- ③ 含硫原油(Sour Crude Oil)。

通常根据原油蒸馏后所剩残余物的性质而对原油进行分类,而残剩物与原油精炼法有直接关系,所以用此种分类方法较为方便,依此分类,可将原油分为下列三种:

1. 石蜡基原油

其残剩物以固体石蜡为主,不含或含少量的柏油。此种原油的烃类主要含石蜡烃,质地轻,含挥发性轻物质较多,而固体残剩物较少,可作为生产石蜡和优质机油的基础油。这种油的汽油产量较多。

2. 环烷基原油

此种原油色较浓且重质油分也多,其蒸馏之残剩物多为柏油,故又称柏油基原油。此类原油黏性很高,以致在精炼时费用较高。

3. 中间基原油

此种原油性质介于石蜡基原油与环烷基原油之间,系石蜡烃和环烷烃含量都较高的原油,通常也称之为混合基原油。目前此种原油产品最多,含硫量居中。

一般原油中芳香烃含量不多,也有少数地区生产出含较多芳香烃的原油,因此也有人称其为芳香烃基原油。

二、原油的物理性质

1. 色泽

原油的色泽依产地和成分不同,一般有黄褐色、棕褐色、深棕色和黑色(如大庆原油呈黑

色,玉门原油呈褐色,东海原油则和煤油相近),通常颜色愈深则相对密度愈大,同时含低沸点成分就愈少;反之亦然。

2. 气味

原油具有浓烈的气味,浓度很低时有令人不快的臭蛋气味。此种臭味主要来自于原油中所含的硫化物,主要是硫醇。此外尚有少数不饱和烃类和若干氮化合物也能产生出类似的臭味。通常含硫量愈高,臭味愈浓。

3. 溶解性

原油甚难溶于水中,但却能溶于普通的有机溶剂中(如苯、酒精等),而且原油能“包溶”水,出现“析水”现象。

4. 密度

一般情况下,原油比水轻,相对于水的相对密度通常为 0.75~0.95。

5. 黏度

通常情况下,原油的温度一定时,密度越大,黏度越大;密度一定时,温度愈高,黏度愈小。

6. 膨胀系数

原油的膨胀系数随密度的升高而降低,当温度在 20℃~78℃(68°F~173°F)时(密度<0.905 g/cm³ 的原油),其膨胀系数范围为 0.072%~0.076%。

7. 比热

比热系单位质量的物质使其温度升高 1℃所需要的热量。所以,比热大的原油在改善输送性能时所需之热量是较多的。

8. 闪点

原油加热至某一温度时,其所产生的蒸气足以与空气混合,如引入火花和火焰,会发生闪光燃烧,但迅即熄灭,此时的温度便是原油的闪点。依据实验的方法不同,可分为开杯闪点和闭杯闪点。通常原油的闪点跨度较大,一般在-12℃~110℃(10°F~230°F)。这不同于石油产品油料,其闪点一般保持在某一较固定的数值上。

9. 着火点

原油加热到闪点之后,再继续加热,使其所产生的油气与空气混合之后,一经点燃便不再熄灭,达到此情况的最低温度称为原油的着火点。原油的着火点通常在 2℃~154℃(36°F~310°F)。

10. 含盐量

原油中含有大量的盐分,最高达到 1 000 ppm(10⁻⁶,全书同,以下不再标注),主要为钠、钙、镁等氯化物的混合物,一般而言,原油含盐量在 0.02%~0.055%。

三、原油的化学性质

1. 氧化

常温下,原油能和空气中的氧气起缓慢的氧化作用,促使其成分中的不饱和烃形成不稳定的过氧化物,进而发生聚合作用,使原油本质发生变化,出现黏度和沥青质增加等现象。

2. 燃烧

具有可燃性是原油的共性,原油燃烧的快慢与其成分中含挥发性烃类量的多少有关。一般而言,石蜡基原油比中间基原油易燃烧,中间基原油比环烷基原油易燃烧。

3. 微量物质处理

硫酸能溶去原油中氧、氮、硫等化合物,以及不饱和烃,从而大大改善原油的颜色、气味和稳定性。

氢氧化钠溶液除能中和原油中的酚、脂肪酸和其他有机酸等酸性物质外,还能和原油中的硫化物、硫醇、过氧化物起反应,达到除去原油中部分杂质的目的。

第二节 石油产品的特性

一、石油产品的特性

1. 挥发性

石油是易挥发性产品,其挥发性受温度和压力影响,闪点越低,挥发性越强(此外还与液面大小、风速、容器大小等因素有关)。

石油按其挥发性可分为:

① 易挥发性石油:我国通常用闪点(flash point)以闭杯法试验在 60°C (140°F) 以下的石油,如原油、煤油、汽油等。

② 不易挥发性石油:我国通常用闪点以闭杯法试验在 60°C (140°F) 以上的石油,如燃料油、重柴油等。

2. 可燃可爆性

由于石油气闪点低,所以易于燃烧。石油蒸发的油气与空气混合后,遇火即可燃烧。但油气在空气中浓度过高或过低,均不能持续燃烧。石油的燃烧是燃烧石油气,并非是燃烧石油液体。若在封闭空间油气燃烧,气体膨胀、压力升高,便会发生爆炸。石油的易燃性能与闪点关系密切,闪点越低越易燃(一级、二级石油都是极易燃烧的物品)。

3. 扩散性

通常油气比空气略重,无气流的情况下不会扩散,但在气流的作用下便产生了扩散性,在 5 m/s 的风速下,油气可密集扩散很远的距离,若在 10 m/s 的风速下油气可迅速扩散。

4. 膨胀性

石油仍有热胀冷缩的特性,其膨胀系数比水要大得多,所以装货时货舱要有“空档”。

5. 流动性

石油的流动性与其黏度和凝点有关。黏度越小则流动性越好,温度越高流动性亦越好。

6. 毒性

石油及其蒸气均具有毒性和对人体的危害性。通常对人体的毒害途径是:通过呼吸道吸入、皮肤接触、口中误吞入,以前两种为主。

7. 易生静电性

静电危险三要素:电荷分离、电荷积蓄、静电放电。油船作业中,会产生静电,并引起火灾和爆炸,通常表现在:

① 油液在管路中流动摩擦而引起带电现象。

② 油液中掺入水分而引起静电。

③ 油液泼溅在其他物体上而引起静电。

④ 高速喷射时引起静电。

8. 石油蒸气及其压力现象

石油具有蒸发和凝结的特性,石油很容易挥发,但不易凝聚,油液挥发成蒸气后,油气又回到油面渗入油液内凝结,在油船运输过程中,这种蒸发和凝结不断交替出现从而维持一种饱和平衡状态,这种状态受石油的温度、挥发性能、空档大小等因素的影响。

二、石油产品的种类

气体类油品:天然气、石油液化气、丁烷等。

燃料类油品:汽油、石脑油、柴油、燃料油等。

润滑油、脂:机械润滑油脂、工业用润滑油、油脂。

柏油类油品:铺路柏油、涂料柏油、防水柏油等。

溶剂类油品:通用溶剂、稀释剂、清洁剂。

石油化学品:苯、二甲苯等。

其他产品:如轻油(Gas Oil)、清油(Clean Oil)、黑油(Black Oil)。

1. 汽油

汽油是供车辆作为动力的燃料,是一种不溶于水,相对密度在 0.65~0.80 的油状透明液体。闪点以不同的馏化过程、不同的辛烷值含量而不同,一般在 -50°C ~ 30°C ,可燃下限为 1.0%,可燃上限为 6.0%。

2. 航空用油

航空用油主要是煤油型,闪点 0°C ~ 23°C (32°F ~ 74°F),另一种是煤油与汽油调剂而成的混合型,闪点 -18°C ~ 23°C 。

煤油(Kerosene)的相对密度为 0.80 左右,闪点 43°C (110°F)左右,白色透明液体。

3. 柴油

柴油大多用作柴油机和锅炉的燃料。柴油可分为轻柴油和重柴油两种,再按其凝点上限编制出各种牌号。例如,10 号轻柴油表示其凝点不高于 10°C ,30 号重柴油表示其凝点不高于 30°C 。

轻柴油闪点在 60°C 以上,重柴油闪点在 65°C 以上。柴油的相对密度为 0.80~0.85。车用轻柴油的相对密度为 0.75~0.79,某些重柴油的相对密度可达 0.90。

4. 重油(燃料油)

重油是重质燃料油的统称,一般是指相对密度为 0.940~0.995 的燃油,包括锅炉用油、燃料油、C 种燃料油、中间燃料油等。这种燃料油、中间燃料油、色油闪点均在 66°C (150°F)以上,故其燃烧较困难,常温下挥发性差、黏度高。重油通常是原油经蒸馏或精炼过程,馏去汽油、煤油和柴油后,所残剩于蒸馏塔底部的重质可燃油分,并添加各种添加剂,以改善燃烧等方面的特性。

5. 沥青类油品

沥青类油品包括铺路沥青、涂料沥青、防水沥青和液态沥青等。

第三节 石油产品的危害性

一、爆炸和燃烧的危害

石油气能够起火燃烧,需在一定条件下才能发生。它与其他可燃物质一样,均应具备燃烧的三个条件。

1. 石油气燃烧的三要素

① 可燃物:油船上的石油产品挥发出的石油气或烃气。

② 助燃物:氧气或油船及石油产品周围的空气。

③ 温度:是指点燃石油气的火焰、火花或静电火花、热加工作业等。在油船上控制燃烧的主要措施是控制具有点火能量的火焰、火花或静电火花。

石油的燃烧不是燃烧其石油液体,而是燃烧石油挥发的气体(烃气)。烃气与适量的空气混合燃烧,可促使石油液体的温度不断提高,由于温度提高而促使石油蒸发加剧,不断地向石油液面以上提供石油气,石油气与空气混合,形成可燃混合气,致使燃烧不断地延续下去。若要阻止燃烧,除去燃烧三个条件中任何一个即可。

若要点燃石油气,则点火的火焰、火花和静电火花必须具有足够的能量或热量。然而,当石油或石油气处于较高的温度状态,其点火的火焰、火花或静电火花的能量虽然很小,也可能被点燃。所以在油船上控制燃烧的主要措施是控制具有点火能量的火焰、火花或静电火花。

2. 油船的爆炸

(1) 油船爆炸的一般机理

如果可燃油气被点燃,火焰就很快扩展到整个混合气,将出现迅速膨胀,导致压力局部升高。在敞开的场所,膨胀的气体很容易消散。但是在封闭的空间里,膨胀的气体被限制住,致使压力继续升高,直至油舱的围壁崩裂,导致爆炸。

在油船爆炸时,燃烧仅是化学变化,爆炸则是由于舱内压力升高而引起的一种物理变化。如果舱内可燃气燃烧导致的膨胀气体压力迅速升高,排气管或已破裂之处也应付不了这种膨胀,就会使油舱剧烈爆炸,同时伴随着强烈的火焰、气体冲击波和飞溅的破坏物。

(2) 火焰传播速度和爆炸力

火焰通过可燃混合气体的传播速度叫火焰速度。火焰速度在可燃上限和下限时均为零,当油气在空气中的浓度近似为 7% 时,火焰速度达到 3 m/s 最大值。

(3) 爆炸的预兆

油船爆炸一般没有什么预兆,但根据经验可从以下两点估计是否可能发生爆炸。

① 如果从油舱开口冒出来的火焰呈橙黄色并伴随着黑烟,这表示舱内油气处于过浓状态,火焰将不会倒回入舱,因而不大可能立即发生爆炸。

② 如果从油舱开口冒出来的是燃烧着并带有劈啪声的蓝红色火焰,且几乎没有黑焰,这表明油舱内处于可燃状态,火焰可能倒回入舱,即将发生爆炸。

3. 燃烧极限

除非空气中所含的烃气浓度在所谓可燃范围内,否则烃气和空气的混合气体是不会燃烧

的,这个可燃范围分为上限和下限。

① 可燃(爆炸)下限(LFL/LEL):是指烃气浓度已低到不足以维护和蔓延燃烧的程度。一般为烃气体积比的1%左右。

② 可燃(爆炸)上限(UFL/UEL):是指烃气浓度已经高到致使空气严重不足,达不到再能维持和蔓延燃烧的浓度,一般为烃气体积比的10%左右。

③ 可燃(爆炸)范围:烃气浓度体积比在可燃(爆炸)下限和可燃(爆炸)上限之间。不同烃气的可燃极限不同,可燃(爆炸)范围也就不同。例如,丙烷为2.2%~9.5%,丁烷为1.9%~8.5%,戊烷为1.5%~7.8%。

4. 惰性气体对可燃性的影响

将惰性气体充入油舱中的烃气/空气混合气中时,可提高以烃气浓度表示的可燃下限值,也可降低以烃气浓度表示的可燃上限值,使得下限值和上限值较为接近。这种效应如图1-1所示,但图示只能被看做是对该原理解释。

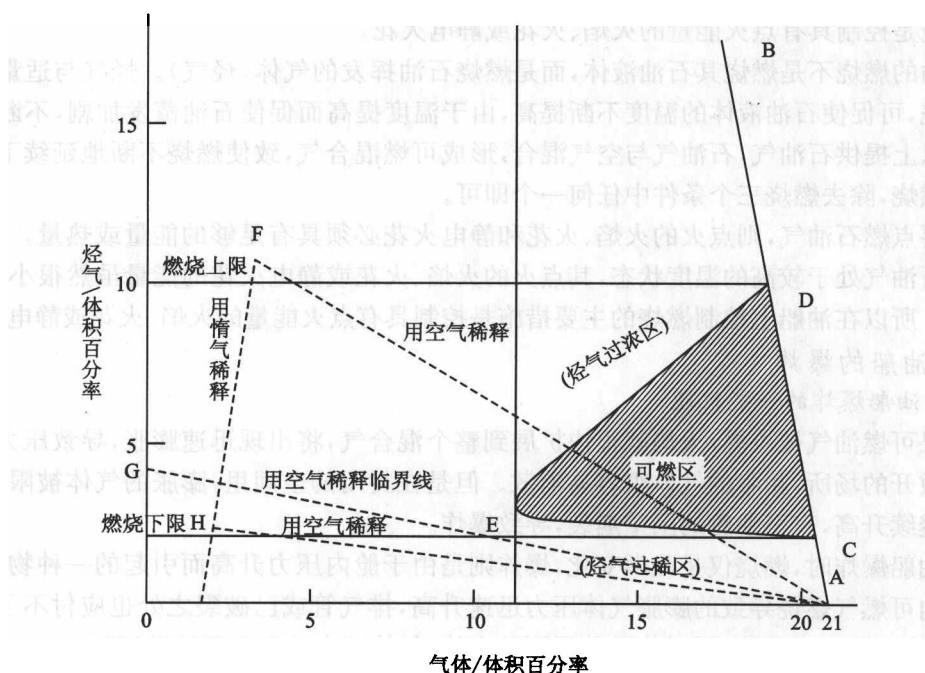


图 1-1 可燃混合气体组成

二、石油气的扩散危害

① 在许多货油的装卸、洗舱、压载等作业过程中,从舱口或排气孔排出的油气,会使其周围的空气变成可燃混合气,一旦遇到火源,会发生燃烧爆炸的危害。

② 货油的装卸作业、原油洗舱及残渣的挥发、货油呈半满或全满状态都会导致货油油气的散发,散发出的油气不仅会导致燃烧爆炸,而且会污染大气,给人类的生存环境及健康带来危害。

③ 油气散发是在油舱内形成的,因而经惰化处理的油舱舱气对烃气的散发、扩散或排放无影响。