

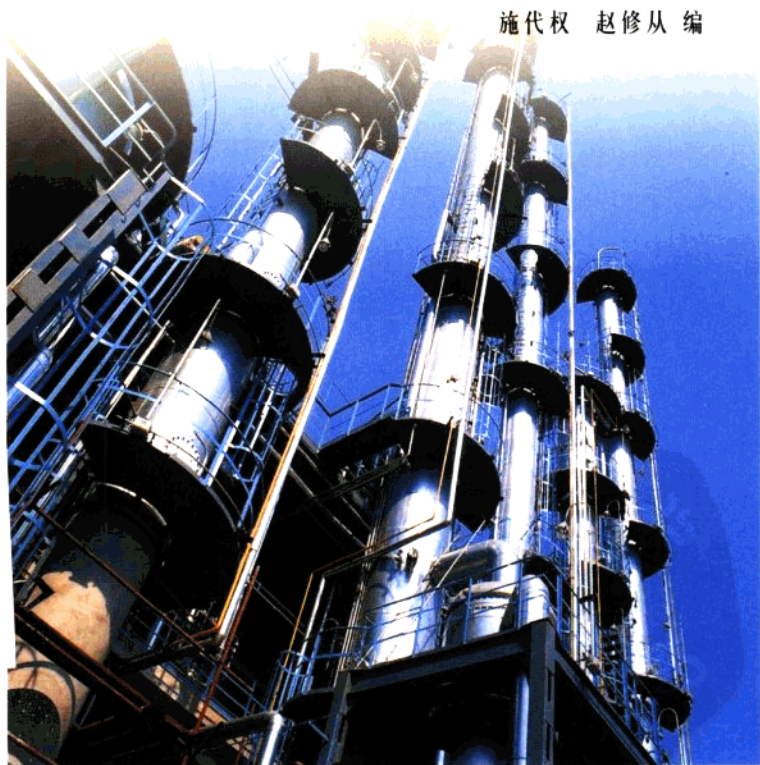
石油石化安全生产科普读物

石油化工

安全

生产知识

施代权 赵修从 编



中国石化出版社

石油石化安全生产科普读物

石油化工安全生产知识

施代权 赵修从 编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书简要地介绍了石油化工的基本概况、产品特点、有关的安全要求,重点阐述了炼厂、化工厂生产过程中的安全知识及事故案例。本书语言通俗易懂,内容广泛、简单明了,能使读者从中初步了解炼油化工的安全知识,并予以掌握和运用。

本书可供石化企业的职工和家属以及初接触炼油化工的其他人员学习、参考。

图书在版编目(CIP)数据

石油化工安全生产知识/施代权编.
—北京:中国石化出版社,2001
(石油化工安全生产科普读物)
ISBN 7-80164-121-3

I.石… II.施… III.石油化学工业-安全生产-普及读物 IV.TE687-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 056120 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271859

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

海丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

787×1092 毫米 32 开本 7.125 印张 159 千字 印 1—5000

2001 年 9 月第 1 版 2001 年 9 月第 1 次印刷

定价:11.00 元

进入 21 世纪的社会，人们对安全生产及安全与健康的重视程度更加提高，从广泛的社会角度来关心安全生产问题。

石油和石油化工安全生产所涉及的行业和职业范围广，生产环境条件苛刻，过程连续性强，原料及产品多为易燃易爆、有毒有害有腐蚀的物质，生产技术复杂，设备种类繁多，稍有不慎，容易发生事故。事故的发生，受到损失和影响的不仅是企业和劳动者，社会及家属也不同程度地受到伤害，这种伤害不仅表现在经济上和肉体上，更表现在心理上。因此，作为劳动者，要具备基本素质就是安全素质。只有在保障自身安全，不侵害他人安全，同时也不被他人伤害的前提下，才能创造效益，才谈的上自身的进步和企业的发展。企业劳动者必须学习和掌握安全知识，这是当今社会合格劳动者的前提条件。

安全生产是企业永恒的主题，是企业的生命线，是企业赖以生存和发展的基础和保障，任何

企业与劳动者都必须把安全生产作为头等大事。石油化工企业的每个职工的每项工作都同安全生产有着直接或间接的关系，虽然处在不同的工作岗位，职责不同，但任何岗位和个人都有预防事故、防止伤害的问题。谁不认识或忽视这一点，就会犯大的错误，扮演害人、害己、害企业的悲剧角色。因此，强化每个人的安全意识，接受职业安全知识与技能培训就显得格外重要，只有通过教育培训和学习，才能获得相关工厂企业及工种岗位的安全生产技能和知识，辨别什么是正确的，什么是错误的，怎样做危险的，怎样做是安全的。

《石油化工安全生产科普读物》的出版为石油和石油化工职工安全教育创造了条件。作者以通俗易懂的语言、深入浅出抓住读者，推动石油和石油化工安全知识的普及，将会对企业的安全生产、人身安全发挥重要作用。

由于安全知识涉及面广，技术性强，加之，时间仓促，水平有限，不妥之处在所难免。敬请广大读者提出宝贵意见。

目 录

1	一、石油化工的基本概念
1	(一) 石油是怎样变成石化产品的?
8	(二) 石油化工原料和产品的特点
21	(三) 炼厂、化工厂安全的重要性和要求是什么?
28	二、个人防护
34	三、防火防爆
34	(一) 防火防爆
57	(二) 严禁烟火
59	(三) 安全用火
69	(四) 火灾扑救
82	四、安全生产
82	(一) 进入设备作业
87	(二) 破土作业
88	(三) 高处作业
91	(四) 起重安全
96	(五) 负压作业
97	(六) 紧急停车

99	五、安全检修
121	六、电气安全
147	七、雷电、静电防护
147	(一) 雷电防护
153	(二) 静电防护
168	八、压力容器
190	九、职业卫生



石油 化工基本概念

(一) 石油是怎样变成石化产品的？

在当今世界上,石化产品无所不在、无处不有。石化产品包括石油产品和石油化工产品,这些产品都是以石油为原料的石油化学工业生产出来的。从石化产品的性能上看,石油化学工业既是能源工业,又是原材料工业。它为工业、农业、交通运输和国防建设提供了油品和化工原材料,直接关系到整个国民经济的发展,成为国民经济的基础工业。不仅如此,它还为人民的衣、食、住、行、用等各个方面提供了多种多样的日用品,大大地繁荣了市场,丰富了人们的生活。

当你走进商场,那琳琅满目、色泽斑斓的合成纤维与棉、

麻、毛、丝混纺的织物以及各种合成纤维织的新产品，总令你流连忘返。当你在餐桌上品尝各种美味佳肴时，你可曾想到塑料薄膜、保鲜品、添加剂、调味品等都要利用石化产品——合成氨、合成树脂、有机化工原料来进行生产和化学加工。你要装修住房吗？轻巧、美观的塑料制品、涂料也许是你最佳的选择。假日和双休日你可以出去观光旅游，潇潇洒洒地回归大自然，但你要知道，没有汽油、煤油、柴油、润滑油等油品，汽车、火车、轮船、飞机等现代化交通工具就如同废铁。

黑乎乎的石油一下子变成多种多样的石化产品，到底是通过什么方法来实现的呢？

首先，我们来了解一下这种变化的过程，它是由石油本身的性质和其组成的化学成分决定的。

石油是从地底下开采出来的一种油状液体，通常呈暗褐色或黑色，有一种特殊的刺鼻气味，能燃烧，比水轻，不溶于水。在常压下，石油没有一定的沸点，不像水一样有恒定的沸点(100 摄氏度)，它开始沸腾后，如继续加热，会继续沸腾，随着沸腾时间的增加，它的温度也在不断地升高。在常温下(25 摄氏度)，石油是较黏的液体，在低温下成为半固体或固体。

石油的化学成分比较复杂，不同开采地的石油组成和性质也不尽相同。烃(碳氢化合物的简称)类混合物占石油成分的 97% ~ 99%，其余的成分是含氧、含硫、含氮的化合物，只占石油成分的 1% ~ 2%。通常按含硫量的高低，又将石

油分为高硫油(含硫 $> 1\%$, 如中东原油)、中硫油(含硫 $0.5\% \sim 1\%$, 如胜利原油)、低硫油(含硫 $< 0.5\%$, 如大庆原油)。

石油中的烃类, 按其分子结构可分为三大类:

1. 烷烃类 它的分子式的通式是 C_nH_{2n+2} , 其中的“ n ”表示分子式中碳原子的个数, “ $2n + 2$ ”则为氢原子的个数。在一般情况下, 分子中含 $1 \sim 4$ 个碳原子的烷烃为气态, 如甲烷(CH_4)、乙烷(C_2H_6); 含 $5 \sim 15$ 个碳原子的烷烃为液态, 如汽油组分为 $5 \sim 10$ 个碳原子, 煤油、柴油组分为 $10 \sim 15$ 个碳原子; 含 16 个碳原子以上的烷烃为固态, 如石蜡。

2. 环烷烃类 它的分子式的通式是 C_nH_{2n} , 这类化合物分子中的碳原子互相连接成环形结构, 以五环和六环为最多, 如环戊烷、环己烷。

3. 芳香烃类 这类烃的化合物因有强烈的芳香气味, 又被称为“芳烃”, 它的分子式通式是 C_nH_{2n-6} , 如苯、甲苯、二甲苯等。在大多数情况下, 它在石油中的含量很少。

同时, 石油中也含有一些不饱和烃, 如烯烃类, 但数量极少。

根据石油中所含主要成分的多少, 还可把石油分成三大类: 第一类, 烷基石油, 又称石蜡基石油, 含芳香烃较少; 第二类, 环烷基石油, 又称沥青基石油, 含环烷烃、芳香烃较多; 第三类, 混合基石油, 其环烷烃、芳香烃的含量介于前两类之间。

其次, 再来了解一下石油炼制及化工原材料加工的简要

过程。

石油的组成成分主要是烃类(碳氢化合物),它能在空气和氧存在的环境中燃烧,生成二氧化碳和水,并放出大量的热量,这是它能成为极其重要燃料的原因。但从油井中开采出来的石油,很少直接利用,如仅仅作作为燃料,则是极大的浪费。只有通过炼油厂炼制和化工厂加工,才能进一步生产更多有用的产品和化工原料。

石油的炼制

经过脱盐、脱水后的原油(即从地下开采出来未经加工的石油),被输送到炼制燃料用油的炼油装置(主要有蒸馏、催化、裂化和焦化装置)生产燃料油。常减压蒸馏装置利用原油各馏分沸点的不同,通过蒸馏的方法使原油分馏出汽油、煤油、柴油后,以减压蒸馏所得的馏出油作为催化裂化的原料油,减压蒸馏塔底得到的渣油作为延迟焦化的原料油,常压渣油或减压渣油和蜡油按一定比例混合作为重油催化裂化的原料。

另外,炼油厂除生产燃料油之外,还生产润滑油、沥青等产品。它是常压渣油通过减压蒸馏后,再经溶剂脱蜡、溶剂精制、白土精制生产各种润滑油料,并经丙烷脱沥青分离出沥青。

石油通过炼制,除得到燃料油、润滑油和沥青等产品外,更重要的是通过裂化、焦化过程,使大分子烃变成小分子的烷烃、烯烃,以及通过重整抽出芳烃,从而生产出更多的基本化工原料,制造出品种繁多的有机合成产品。

石油的化工利用

石油是碳氢化合物所组成，它是有机化工原料的主要来源。然而，将石油变成有机化工的原料，尚需要一定的措施和手段。

炼油过程中可以得到不少的化工原料，但这些原料满足不了日益扩大的需要。因此，以石油产品(凝析油、石脑油、轻柴油等)、天然气、石油气或原油为原料，进行裂解、分离来制取烯烃、炔烃和芳烃。裂解的方法有很多种，根据供热方式的区分可分为四种：管式炉裂解、热载体裂解、浸没燃烧裂解、催化裂解。裂解所得气体产物的分离方法大致有三种：深冷分离法、吸附法、溶剂吸收(萃取)法。

成千上万种的有机化合物绝大部分都是由三烯(乙烯、丙烯、丁烯)、三苯(苯、甲苯、二甲苯)、一炔(乙炔)、一萘(萘)来制造的，通常将它们列为一级基本有机化工原料。从一级有机化工原料出发生产出二、三级基本有机化工原料，其中包括含醇、酮、酸、胺等类几十种重要的有机化合物，这些基本有机化工原料是石油化工产品的基础。然后，再进一步生产出合成纤维、树脂、塑料、橡胶、化肥、农药、染料、涂料、医药、炸药、洗涤剂等产品。

合成纤维、合成树脂与塑料、合成橡胶，被人们统称为三大合成材料。下面我们就来看一看它们是通过什么方法生产出来的。

合成纤维是以石油、天然气和煤作为原料，通过有机合成方法制得合成纤维单体，经聚合、抽丝制成合成纤维。目

前，生产的主要品种有聚酰胺(即尼龙或锦纶)、聚酯(涤纶)、聚乙烯醇缩甲醛(维纶)、聚丙烯腈(腈纶)、聚丙烯(丙纶)。如锦纶单体己内酰胺生产，就经过了苯加氢、环己烷氧化、环己酮肟胺肟化、环己酮肟重排中和、己内酰胺溶液萃取、精制、蒸发、蒸馏、结片等过程。

合成树脂和塑料是把有机原料用化学的方法人工合成出来的一种具有类似天然树脂的新型材料。在合成树脂中加入适量的添加剂，就成为塑料。塑料经过吹塑、挤出、压延、注射等方法加工成型，即可做成各种各样的塑料制品。合成树脂的种类繁多，按加工性能可分为热塑性树脂和热固性树脂，象聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯等几种主要品种都是热塑性树脂；象酚醛树脂、环氧树脂、氨基树脂、有机玻璃(聚甲基丙烯酸甲酯)等品种，都属于热固性树脂。如果按用途来分，又可分为通用塑料和工程塑料，通用塑料主要有聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯和聚苯乙烯及其系列产品；工程塑料主要有聚碳酸酯、聚酰胺、聚甲醛、氟塑料、聚砜和离子交换树脂等。如聚氯乙烯单体制备，过去用电石与水反应生成乙炔，再与氯化氢反应生成氯乙烯；现大都以乙烯与氯气反应生成二氯乙烷，二氯乙烷裂解得到氯乙烯。氯乙烯在一定量的分散剂溶液和引发剂的参与下进行聚合反应，反应产物经碱洗、过滤、干燥即为聚氯乙烯树脂。

合成橡胶则是利用不同的化学原料聚合制得不同品种的新型材料。生产合成橡胶的主要单体有：丁二烯、异戊二烯、苯乙烯、异丁烯、丙烯腈、丙烯、乙烯等。这些单体经

过均聚或共聚生成具有弹性的高聚物，如：丁苯橡胶就是丁二烯和苯乙烯的共聚物；顺丁橡胶就是丁二烯的聚合物；异戊橡胶就是异戊二烯的聚合物；丁基橡胶就是异丁烯与少量异戊二烯的共聚物；丁腈橡胶就是丁二烯与丙烯腈的共聚物；乙丙橡胶就是乙烯与丙烯的共聚物。在国际上，合成橡胶有丁苯橡胶、顺丁橡胶、异戊橡胶、乙丙橡胶、丁腈橡胶、氯丁橡胶、丁基橡胶等七大品种；此外，还有热塑性橡胶、粉末橡胶、液体橡胶以及各类特种合成橡胶约上百个品种。

化肥的品种也很多，但主要的品种有氮、磷、钾肥，其他还有营养元素肥料和复合肥料等。其中氮肥的生产过程包含氨的合成和氨的加工两个部分。合成氨的生产根据使用原料的不同，有不同的工艺路线，如有采用焦炭或无烟块煤的固体原料路线，采用石脑油、重油、轻油的液体原料路线，和采用天然气、油田气的气体原料路线。通过造气、净化、脱硫、变换、压缩、合成、冷冻等过程，变成液氨。氨又通过氨的加工反应途径制成诸如硫酸铵、硝酸铵、碳酸氢铵、尿素等成品氮肥。如尿素就是以液氨和二氧化碳为原料，在高温高压下进一步合成氨基甲酸胺，经脱水、造粒而变成颗粒状商品尿素。

综上所述，石油变成石化产品，不仅需要内因，而且还得依靠外因。内因就是石油本身的性质和它的化学成分，而外因则是石油炼制和化工加工的措施和手段。这就是我们从中得出的“石油怎样变成石化产品的”真正原因。

(二) 石油化工原料和产品的特点

1. 石油化工原料和产品的一般特点

每一种物质都有自己的特点，这些特点是由它本身的物理性质、物理变化、化学性质、化学变化所决定的。同样，石油化工原料和产品也不例外。

易燃烧

石油化工产品的燃烧特性主要用闪点、燃点和自燃点来衡量。对于易燃液体，由于燃点和闪点很接近，因此在评定这类液体的火灾危险性时，闪点就已经包含了燃点的因素。

闪点指的是，易燃或可燃液体表面挥发的蒸气与空气形成的混合物与火源接触时，能发生闪燃(短暂的、一闪即灭的燃烧)而不能引起液体持续燃烧时的最低温度。闪点越低，着火的危险性就越大；反之，着火的危险性就越小。但是，当闪点较高的产品被加热(或储存容器附近有火源)时，其受热着火的危险性仍然存在。

我们知道，在闪点温度时，不产生稳定的燃烧，如果把液体加热至温度高过闪点，由于气化速度加快，当有火源时，液体就能燃烧并持续燃烧，这时液体的最低温度就叫做燃点。易燃液体的燃点仅比闪点高1~5摄氏度，所以燃点对于它们无实际意义，易燃液体主要考虑它的闪点和闪燃。

而自燃点指的是，可燃物质即使不与火源直接接触，亦能自行着火并继续燃烧所需要的最低温度。对于石油产品来讲，油质愈轻，自燃点愈高；油质愈重，自燃点愈低。另外，自燃点可随着压力的增减而变化，受压愈大，自燃点愈

低；受压愈小，自燃点愈高。如汽油在 98 千帕的压力下，自燃点是 480 摄氏度，而压力在 980 千帕时，自燃点就降到了 310 摄氏度。对于可燃物来讲，自燃点愈低，危险性愈大。

易爆炸

当石油化工产品的蒸气和空气混合达到一定的浓度范围时，遇火即能发生爆炸。爆炸的危险性取决于该物质的爆炸下限和爆炸范围。物质的爆炸下限越低或爆炸范围越宽，爆炸的危险性就越大。如汽油的爆炸极限在 0.76% ~ 6.9% 之间，丙烷、丁烷的爆炸极限分别为 2.1% ~ 9.5%、1.5% ~ 8.5%，氢气、乙炔的爆炸极限为 4.0% ~ 75%、2.5% ~ 82%。就爆炸下限高低而论，汽油、丁烷的爆炸危险性大；就爆炸极限宽度而论，氢气和乙炔的爆炸危险性要大。

在石油化工产品的着火过程中，容器内气体空间的油蒸气浓度是随着燃烧状况而不断变化的。因此，燃烧和爆炸也往往相互转变，交替进行。

易蒸发

石油化工产品，尤其是轻质产品，具有易蒸发的特性。汽油即使在较低的气温下都能蒸发，1 千克汽油大约可以蒸发出 0.4 立方米的汽油蒸气。煤油、柴油在常温下蒸发得慢一些，润滑油的蒸发量就更小。凡是密度小的产品，如苯、石脑油、溶剂油、石油醚、乙醚、甲醇、乙醇、戊烷、己烷等，其蒸发速度就相对快些，闪点也较低，因此，火灾危险性就大些。

石油化工产品有两种蒸发状况，一种是静止蒸发，另一种是流动蒸发。静止蒸发指的是储存在比较严密的容器中的油，在空气不太流通的情况下，液面发生的蒸发现象。流动蒸发指的是油品在输送或灌装时，油品或周围的空气处在流动的情况下，或两者都处在流动的情况下所发生的蒸发现象。这些蒸发出来的蒸气，因相对密度较大(对空气而言)，一般都在 1.59 ~ 4 之间(如丙烷、丁烷、丙烯、丁烯等)，所以不易扩散，于是就在储存场所或作业场地的低洼处，如地沟、阴井、电缆沟等处积聚，这就大大增加了火灾危险因素。

石油化工产品的蒸发速度与很多因素有关：如

(1) 温度：温度越高蒸发越快，温度越低蒸发越慢。

(2) 蒸发面积：液体暴露的表面积大，蒸发量也大；反之，蒸发量就小。

(3) 蒸发表面空气流动速度：空气流动速度越快，蒸发就越快；反之，蒸发就越慢。

(4) 液面承受的压力：压力大，蒸发慢；压力小，蒸发快。

(5) 密度：液体密度小，蒸发快；密度大，蒸发慢。

凡是蒸发速度较快的产品，其蒸气在空气中的浓度容易达到爆炸下限，从而形成爆炸性混合物。

易产生静电

石油化工产品中存在杂质是很自然的，要想得到纯净物是很难的，除了技术上的原因外，从经济上看也很不划算。