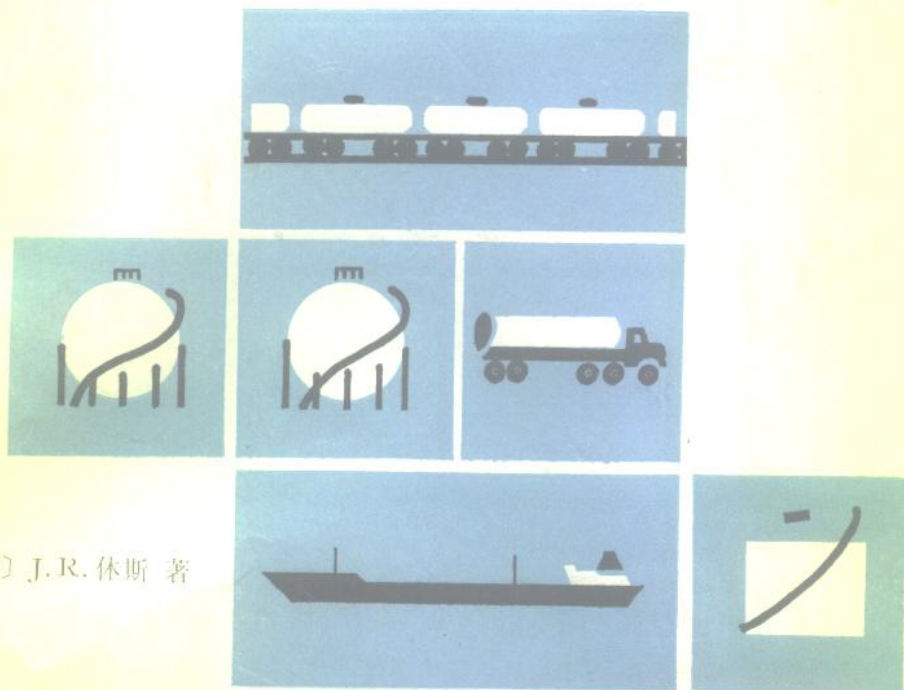




〔英〕J. R. 休斯 著

石油储存和装卸的防火防爆

石油工业出版社

F 29371

石油储存和装卸的防火防爆

〔英〕J.R. 休斯 著

潘光坦 译 胡宗翼 贾遵庚 校

石油工业出版社

内 容 提 要

本书从消防安全的角度通俗系统地介绍了石油产品的储存和装卸操作,以及应采取的必要安全措施。主要内容涉及石油产品的基本性能、燃烧的机理、静电和雷电防护、储存石油产品的劳动保护、散装石油场库的管理、储罐和油桶的清洗与修理、扑灭石油火灾以及液化石油气储运等方面。

该书原文采用再版本,初版中第二部分有关法律方面的内容已删减。中译本对原书名作了改动。

本书可供石油、石化、商业、总后以及有关部门从事石油产品储存和经营人员、设计人员、大专院校有关专业师生阅读参考,亦可作为职工培训的教材。

Storage and Handling of Petroleum Liquids

2nd impression 1978

(Abridged)

Charles Griffin and Company Limited

石油储存和装卸的防火防爆

〔英〕J. R. 休斯 著

潘光坦 译 胡宗翼 贾遵庚 校

*

石油工业出版社出版

(北京安定门内外使馆后街甲36号)

燕华营印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

850×1168毫米 32开本 10¹/₂印张 2插页 273千字 印1—3,000

1987年6月北京第1版 1987年6月北京第1次印刷

书号: 15037·2703 定价: 2.10元

第二版序言

由于著者为本书付出的辛勤劳动和他所做的探索，使该书第一版很快地销售完，我在高兴之余一点都不感到惊奇。

这本书内容丰富，现在又被事实证明已受到广泛的欢迎，这一切都来源于它本身的正确性。

J. R. 休斯先生作为一个石油高度协调组织和世界范围的安全工程师，从他所取得的经验中为本书汇集了大量素材。他的经验是广泛的，从而为读者提供了多方面的有用的知识。在书中他不但告诉读者什么是正确的做法，而且说明了之所以正确的理由和法律依据。对问题这样全面的理解，据我所知，过去是很少人注意到。

J. R. 休斯先生从使本书对读者有尽可能多的帮助这种意义出发，希望从广泛的领域中提供建议和具有关键性的见解，为此他自始至终不遗余力地进行工作。

正如第一版所证实的那样，这本书的价值不仅在于它的内容丰富，而且在于著者把这些内容清晰地做了系统的叙述。以上这些是任何这类书籍所不可缺少的特色。

C. T. 萨顿

第二版前言(摘录)

作为著者,我很高兴看到本书第一版受到广泛的欢迎。但书中所接触到的都是正在不断进行研究探索的问题,现在已能看到,在出版第二版时有对该书作一些修订和补充的必要。

对书中前面一些章节,已作了修改和说明,可以相信,在未来的一定时间内,这些仍将成为可靠的指导材料。

本书把简要的技术原理、实际应用以及英国现行的有关法律结构(此部分应感谢已故的H·孔茨爵士的工作)结合在一起。书中提到如果能把安全要求在国际上一致起来,将会是大有好处的。在这方面列举了国际油轮终点站安全集团(International Oil Tanker Terminal Safety Group)和欧洲危险品运输条约(European Agreement for the Carriage of Dangerous Goods)作为参考。相信这本书中涉及的基本原则,只要在有关政府法规和规范指导下加以应用,不管在什么地方都是有帮助的。

由于英国正在向米制过渡,书中采用了米制和英制两种单位。

最后应该指出,书中提到的一些规范和其它出版物的负责政府单位,可能改变名称或职责范围,一并请予注意。

J. R. 休斯

1969年11月

目 录

绪言.....	(1)
石油的种类.....	(1)
第一章 可燃环境.....	(8)
第一节 石油的可燃性.....	(8)
一、蒸发和蒸气压.....	(8)
二、可燃极限.....	(12)
三、闪点.....	(17)
四、根据可燃性划分石油的等级.....	(21)
五、石油的燃烧.....	(27)
第二节 可燃大气的出现和它的范围.....	(31)
一、“危险区”的分类.....	(31)
二、影响蒸气漂移的因素.....	(42)
三、石油以液体状态排出.....	(45)
第三节 可燃大气的检测.....	(47)
一、仪表.....	(47)
二、连续监测有可燃蒸气存在的大气.....	(50)
三、实际应用中的某些考虑.....	(52)
第二章 火源.....	(56)
第一节 电气设备.....	(56)
概述.....	(56)
一、本质安全的设备.....	(57)
二、电气设备的防爆外壳.....	(58)
三、批准使用的电气设备.....	(59)
四、无火花的电气设备.....	(60)
五、气体密封.....	(61)
第二节 杂散电流.....	(63)
概述.....	(63)

一、向铁路供电的高压电网产生的杂散电流.....	(63)
二、电焊机产生的杂散电流.....	(63)
三、在采用阴极保护的构筑物和管线附近的杂散电流.....	(64)
第三节 静电	(66)
概述	(66)
一、静电荷产生的机理.....	(67)
二、静电放电的机理.....	(74)
三、静电引燃可燃石油大气.....	(77)
第四节 雷电	(77)
第五节 非电的引燃火源.....	(80)
概述	(80)
一、吸烟	(81)
二、内燃机.....	(81)
三、易发生自燃的材料.....	(82)
四、摩擦引燃.....	(83)

第三章 石油经营操作中有关保证职工健康的基本原则

.....	(90)
第一节 对人生理上的影响.....	(90)
概述	(90)
一、有害物质的影响.....	(90)
二、临界极限值 (T.L.V.)	(92)
第二节 石油烃类对健康的危害.....	(92)
一、蒸气的毒性.....	(92)
二、皮肤同石油液体接触的影响.....	(97)
三、原油中的硫化氢 (H_2S)	(98)
第三节 在石油的炼制和利用中,遇到的对健康的危害.....	(106)
一、石油添加剂	(106)
二、在石油炼制过程中使用的化学品	(111)
三、钒中毒	(111)
四、大气中缺氧	(112)
第四节 人身保护措施	(114)
概述	(114)
一、呼吸设备	(115)

二、恢复正常呼吸的急救措施	(124)
三、呼吸设备的维护和维修	(125)
四、保护服装	(127)
第四章 石油液体的散装储存	(135)
第一节 储罐和容器	(135)
一、公称容量大约在12000英加仑范围内的储罐	(135)
二、公称容量在12000英加仑以上的储罐	(140)
第二节 石油储存库的平面布置	(166)
概述	(166)
一、商业和炼油的储存油库与分配性油库	(166)
二、带包装的石油的储存	(172)
第五章 石油码头上的安全实践	(180)
概述	(180)
第一节 可燃气体	(180)
一、装、卸挥发性石油过程中产生的可燃蒸气混合物	(180)
二、装过挥发性油品的油舱，在装压舱水和清洗时产生的可燃蒸气混合物	(184)
三、由于事故漏油或错误操作形成的可燃气体	(189)
第二节 火源	(197)
一、在船附近的岸上和水面上的引燃火源	(198)
二、船上的引燃火源	(201)
第六章 散装油库的操作管理	(211)
概述	(211)
第一节 散装储罐的管理	(211)
一、“A”级和“B”级石油的储存	(211)
二、“C”级石油的储存	(224)
第二节 公路和铁路罐车装油台上的操作	(228)
概述	(228)
一、灌装方法	(228)
二、关于“A”级和“B”级石油产品的预防措施	(229)
三、关于“C”级石油产品的预防措施	(239)
四、罐车内部的引燃事故报告	(240)

第三节	灌装桶、听	(341)
第七章	罐和桶的清洗与检修	(242)
第一节	散装储罐	(242)
概述	.....	(242)
一、原油罐(立式、圆柱形)	.....	(243)
二、含铅汽油罐(立式、圆柱形)	.....	(249)
三、“A”级石油产品(除含铅汽油外)的储罐(立式、圆柱形)	.....	(257)
四、“B”级和“C”级石油产品储罐(立式、圆柱形)	.....	(257)
五、卧式圆筒形储罐	.....	(259)
六、公路和铁路罐车	.....	(260)
第二节	油桶和类似容器的清洗和检修	(260)
概述	.....	(260)
一、除气的方法	.....	(261)
二、不推荐使用的除气方法	.....	(262)
三、另一种安全工序	.....	(263)
第八章	石油火灾的扑救	(264)
第一节	扑灭石油火灾的原则	(264)
第二节	灭火剂和设备	(264)
一、水	.....	(264)
二、泡沫	.....	(268)
三、干式化学药品	.....	(282)
四、汽化液	.....	(285)
五、二氧化碳	.....	(285)
六、“轻水”	.....	(286)
第三节	石油站库内的消防设施	(286)
一、油库	.....	(287)
二、石油站	.....	(287)
第九章	液化石油气	(290)
概述	.....	(290)
第一节	“液化石油气”(LPG)和“液化天然气”(LNG)的含义	(290)
第二节	LPG的来源	(291)

第三节	LPG的商业品位	(291)
第四节	LPG的储存	(292)
一、	地面储存	(292)
二、	地下储存	(310)
第五节	输转方法	(311)
概述	.....	(311)
一、	输转工艺	(311)
二、	确保正确操作须知	(315)
第六节	移动式容器设备	(316)
一、	容器的类型	(316)
二、	轻便容器的灌装	(317)
第七节	LPG容器漏泄事故的应急措施	(321)
一、	便携式容器	(322)
二、	固定式压力容器	(323)
三、	公路罐车	(323)

绪 言

石油的种类

按法律〔石油(统称)法案, 1928年〕上的规定〔1〕, 石油包括“原油、由石油或由煤、页岩、泥煤及其它含沥青的物质生产的油, 以及其它的石油产品”。

简明牛津字典将“从岩石内、或从地表水中发现的、用来照明和作机械动力的矿物油”定义为石油。从两个定义来看, 虽然石油似乎是液体, 但石油这个名词, 也可包括从油层中找到的天然气。

1. 原油和它的产品

在天然状态下找到的原油通常是棕绿色至黑色的液体, 比重($60^{\circ}\text{F}/60^{\circ}\text{F}$)($15.6^{\circ}\text{C}/15.6^{\circ}\text{C}$)大部分在0.80至0.95之间。原油

表1 组成原油的三种主要烃类所含的一些低沸点化合物

化 合 物	分 子 式	正常状态	常压下的沸点	
			$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$
石蜡族烃				
甲 烷	CH_4	气体	-259	-162.0
乙 烷	CH_3CH_3	气体	-128	-89.0
丙 烷	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$	气体	-44	-42.2
丁 烷	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	气体	31	-0.6
戊 烷	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	液体	97	36.1
环烷族烃				
环戊烷	C_5H_{10}	液体	121	49.4
环己烷	C_6H_{12}	液体	176	80.0
芳香族烃				
苯	C_6H_6	液体	176	80.0
甲 苯	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$	液体	232	111.1
邻二甲苯	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$	液体	291	143.9

主要是由不同分子量和不同分子结构的许许多多的碳氢混合物组成，主要的碳氢混合物又可分成三种类型(见表1)。

通过对原油的分析发现，典型的原油大约含有85%(重量百分数)的碳，13%(重量百分数)的氢。象氧、氮和硫等其它元素，可能是与碳和氢相化合，还有象钒、镍等少量的多种金属，是以复杂的有机金属化合物的形式出现在原油中。

从实用的观点来看，将原油看作是由多种馏分组成(馏分的沸点具有平稳、连续分等级的特点)，比将原油看作是由单个化合物组成的混合物，要更好一些。用分馏的处理方法，通常要经过三个阶段的分馏加工(图1)，才能将原油分离成组成它的部分。

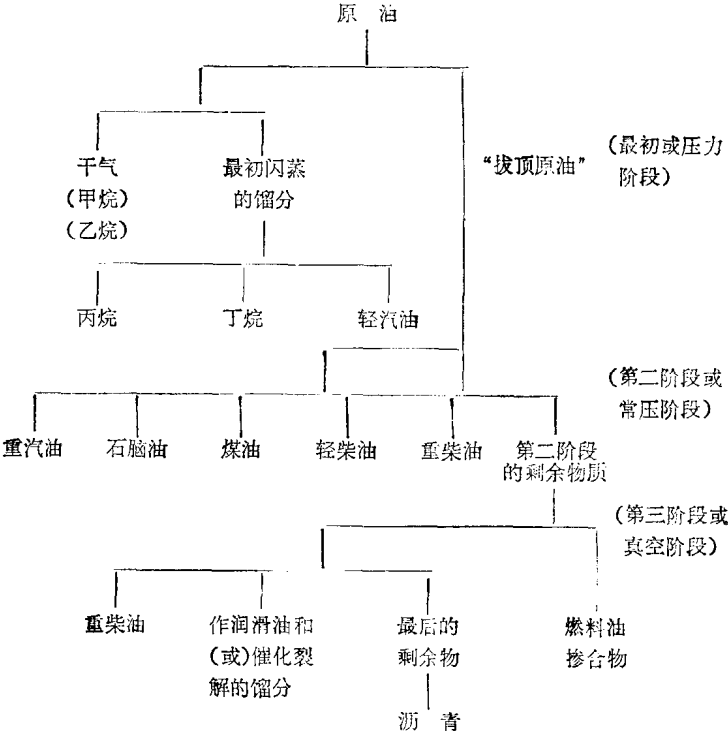


图1 原油的蒸馏

第一阶段，是在约50磅力/英寸²(3.5公斤力/厘米²)^①的压力条件下，将预热的原油进行闪蒸蒸发，使最轻的馏分分离出来。这些馏分是甲烷气体和乙烷气体，以及最初闪蒸的馏分。进一步蒸馏(“稳定”)，就可得到丙烷气体、乙烷气体，以及称之为稳定的轻汽油产品，这种汽油的沸点大约在30~80°C(80°F~176°F)的范围内。稳定的轻汽油可用来掺和车用汽油和航空透平汽油。

在第二阶段，将第一阶段蒸馏过的“拔顶”原油用管式加热炉加热，然后，在常压条件下输送到主分馏塔内。在分馏塔内(装备有许多分馏塔盘)将按照原油的沸点范围，分离成或“切割”成不同的馏分。

沸点在80°C至140°C(176°F至284°F)之间的馏分，是适合作车用汽油掺和物的重汽油，也可用催化重整的方法提高它的质量。下一种馏分是石脑油，沸点在140°C至180°C(284°F至356°F)之间，它可部分地用来加工成溶剂，不过，更经常地是用作催化重整的原料，加工成高级汽油。煤油的沸点范围大致在180°C至250°C(356°F至482°F)之间。粗煤油要用溶剂提取的方法进一步精炼，以便改进它的灯用燃烧特性。柴油是从250°C至340°C(482°F至644°F)沸点范围内提取出来的馏分。剩余的常压重油，按体积计算，可能相当于进料原油的50%左右。这些剩余常压重油经常直接作为燃料油的主要成分，但是，在真空条件下进行的蒸馏第三阶段中，也可以对重油作进一步的加工。在这个最终的加工阶段，不是生产重柴油和一定范围的粗润滑油馏分(通常含有石蜡)，就是生产单一的，但较宽广的含石蜡的馏分，或者是作催化裂解原料生产长沸程的重柴油。真空蒸馏最后剩下的渣油，不是作重质燃料油的成分，就是用作生产沥青或道路沥青的基本材料。

一般来说，蒸馏产品既不能按市场所要求的比例生产，也不

① 1公斤力/厘米²=9.80665×10⁴帕(1kgf/cm²=9.80665×10⁴Pa)。

能满足适合市场需要的质量，所以，蒸馏产品要用各种炼制方法进一步加工。有些炼制方法(象热裂化和催化裂化)是改变产品的沸程范围，例如，减少重质馏分生产出更多的轻馏分。催化重整是另一种加工方法，这种方法能改变已知沸程产品的分子结构，以便生产出更加符合使用目的的产品，比如说车用汽油。然而，象加氢精制和自动加氢精制的目的，则是为了消除或减少有害组分硫化物的含量。表 2 中给出的烯烃，在原油中是找不到的，它们是在热裂化和催化裂化过程中形成的。

表2 烯烃族中化合物的样品

化 合 物	分 子 式	正常状态	常压下的沸点	
			°F	°C
乙 烯	$\text{CH}_2 : \text{CH}_2$	气体	-155	-104
丙 烯	$\text{CH}_3\text{CH} : \text{CH}_2$	气体	-54	-47.8
丁 烯-1	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH} : \text{CH}_2$	气体	21	-6.1
丁二烯-1,3	$\text{CH}_2\text{CHCH} : \text{CH}_2$	气体	24	-4.4

因此，用分离、转化和炼制的加工方法对原油进行加工，可以生产很多石油产品。有些石油产品可作为正在快速发展的石油化工的原料，具有新的重大价值。遗憾的是，石油产品的定义还没有普遍承认，但是，一本由英国石油学会出版的《石油术语 词汇表》〔2〕，对解释工业上使用的术语，是很有用的资料，可供读者参考。

2. 煤和煤焦油产品

一般来说，可以根据固定碳和挥发性烃的含量对煤进行分类。例如，含沥青的具有代表性的是烟煤，它含有62%左右的固定碳和31%左右的挥发性物质；含沥青的短焰煤，可能含有77%的固定碳，18%的挥发性物质。无烟煤是一种硬质的、密实的和引火困难的煤，它可能含有高达93%的固定碳，只有5%左右的挥发性物质。其余部分是硫、灰分和水分。

煤焦化是将烟煤放入干馏釜中，隔绝空气进行加热，把各种

各样的气体和液体产品蒸馏出来，在釜中留下的物质就是焦碳。将蒸馏出来的气体(煤气)提纯和冷却后，储存在气柜中。这种气体含有氢、一氧化碳、二氧化碳、以及乙炔、乙烯等烃类气体和一些氮气。煤气进行提纯和冷却处理时，可得到煤焦油和气体的溶液。气体的溶液含有氨、各种各样的氨盐和硫化物等等。

大家都知道，煤焦油是粘的、黑色的、油状液体，比重大约是1.1到1.2。粗煤焦油的收率与煤的特性、焦化厂的类型和操作条件有关，每焦化一吨煤大约能得到9至22英加仑(41至100升)的煤焦油。

煤焦油通常含有丰富的芳香烃，蒸馏时可以得到多种产品(参看图2)，从苯、甲苯、二甲苯、煤焦油石脑油馏分到各种等级的木馏油到重蒺油，以及焦油沥青渣油等。将木馏油和残渣焦油沥青混合，可以得到一个系列的煤焦油燃料^[30](CTF)。这种液体燃料从CTF50(在32°F(0°C)以下馏出油完全是液体)到CTF400(半软化的沥青)。

3. 页岩

页岩可称之为含粘土的泥质岩石，它成薄片状，通常是易碎

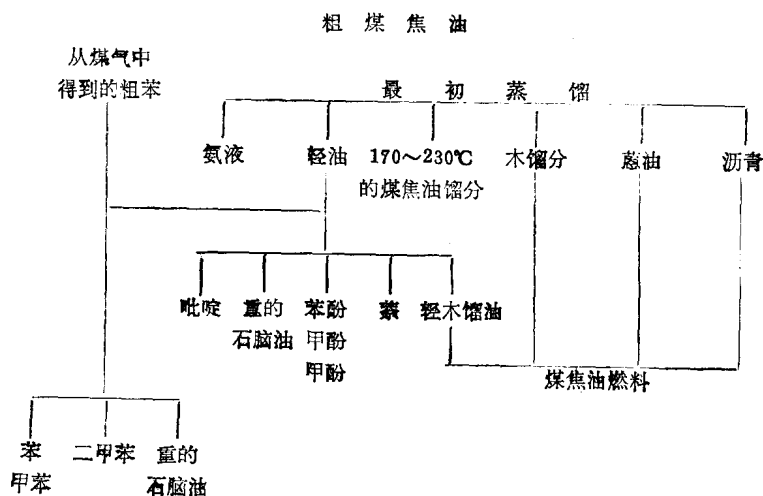


图2 煤焦油蒸馏

的、不均匀的，几乎是平行地埋藏在地下，常常覆盖在煤层上。对油母页岩进行分解蒸馏时，可以得到页岩油和氨。对页岩油（比重在0.860至0.890之间）进行分馏，就可生产出车用汽油、溶剂汽油、煤油、粗汽油、石蜡和其它产品。

4. 泥煤

被水分解的、通过化学变化而部分碳化的植物物质称之为泥煤，它常常形成大规模的泥炭地或泥炭沼，“泥煤”就是用从这些地方挖出来或开采出来泥炭加工而成的。将泥煤进行分解蒸馏，可生产出气体，粗汽油、木馏油、石蜡、氨、醋酸和甲醇。

5. 沥青

沥青是黑色至深褐色的固体状或半固体状的有机物质，加热时会逐渐变成液体。通常得到的沥青是石油真空蒸馏后的渣滓，沥青也可能是天然的沉积物，或者是与矿物质结合在一起、天然存在的石油沥青化合物。在美国，沥青被称之为石油沥青，但是，在英国，专用名词石油沥青一般是指沥青和矿物质的混合物，即道路石油沥青。上述混合物可能是天然存在，例如，特立尼达(Trinidad)湖的石油沥青，是一种含有某些矿物质的沥青；岩沥青是一种被沥青浸渍的石灰石，将沥青和矿物质混合也可加工出上述沥青。被称为“稀释”沥青的，就是用沥青和煤油或其它挥发性溶液加工成的。“氧化”沥青主要是将高温的空气通过被加热的液体沥青，形成的一种半固体或固体状态的氧化产品，结果增加了沥青的软化点，改进了其它的物理性质。

6. “其它的石油产品”

由于石油工业有了大的发展，因此，利用合适的加工，几乎可将复杂的石油馏分转化成任何一种类型的烃类衍生物。许多化工产品可用石油为原料生产出来，以前，这些产品都是用其它原料来生产。下面列举出以石油为原料生产出来的一小部分产品，例如乙醇、乙醚、氯乙烷、乙醛、三聚乙醛、醋酸乙酯、丙酮、正丙醇、异丙醇、环氧乙烷和二氯化乙烯等。

上述化合物看上去都包括在石油(统称)法案规定的用语“其

它石油产品”中。但是很清楚，在石油法案起草规定时，不论是规定的编制者，还是英国议会，都没有意识到，象丙酮和乙醇这样一些化学的化合物，将用石油作原料进行大规模的生产。在那时，乙醇是用糖浆发酵来制作，丙酮是用玉米发酵来制作，因此，它们不受石油法案中条款的约束；但是，如果它们是用石油作原料生产出来的，并被看作是“石油的其它产品”，那就要受石油法案中的条款的约束。

于是就出现了这样的情况，同样一种物质，如果是用石油为原料制作的，理应受石油法案的约束，如果是用发酵加工制作的，则不在石油法案的范围。用检验样品的方法，判定个别物质是以石油为原料制作的，还是用发酵加工制作的，大概是一个有某些困难的问题。如果希望把这些物质纳入石油法案的控制下，则随时可在石油法案的19节中加上一个条款来实现（参看第二部分）。

参 考 文 献

- 〔1〕 *Petroleum(Consolidation)Act, 1928*, H. M. Stationery Office, High Holborn, London, W.C.2.
- 〔2〕 *A Glossary of Petroleum Terms*, 3rd edn, Institute of Petroleum, 61 New Cavendish Street, London, W.1.
- 〔3〕 *Coal Tar Fuels*, Association of Tar Distillers, 9 Harley Street, London, W.1.