

石油煉制中的 選擇性溶劑

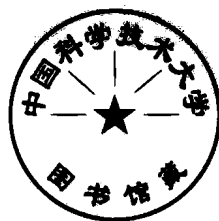
苏联 B·П·古尔維奇等著

石油工業出版社

石油煉制中的 選擇性溶劑

苏联 B·П·古尔維奇等著

溫 乃 言譯



石油工業出版社

內 容 提 要

本書介紹了在石油煉制工業中應用最廣、效果最好的 12 種選擇性溶劑的物理化學性質；介紹了這些溶劑的製造原料、製造方法，在精制油品時它們對各種烴類和雜質的作用；並提出了這些溶劑使用的條件和原則。此外對各種精制流程、主要設備、廢溶劑回收也有詳盡的敘述。作者在寫本書時參考了很多資料，收集了許多表格、數據，這些材料對我們在作設計時是十分可貴的。

本書可供科學研究人員、設計人員、煉油廠的工程技術人員及石油院校煉制系科的師生閱讀。

В. Л. ГУРВИЧ и Н. П. СОСНОВСКИЙ

ИЗБИРАТЕЛЬНЫЕ РАСТВОРИТЕЛИ

В ПЕРЕРАБОТКЕ НЕФТИ

根據蘇聯國立石油燃料科技書籍出版社(ГОСТОПТЕХИЗДАТ)

1953年莫斯科版翻譯

統一書號：15037·264

石油煉制中的選擇性溶劑

溫 乃 言譯

*

石油工業出版社出版(地址：北京八寶坑石油工業部十号楼)

北京市書刊出版登記證出字第083號

北京市印刷一厂排印 新华書店發行

*

850×1168 $\frac{1}{32}$ 開本 * 印張11 $\frac{1}{4}$ * 252千字 * 印1—1,100冊

1957年7月北京第1版第1次印刷

定價(11)2.70元

緒 論

在現代石油煉制的諸过程中，選擇性溶劑的应用按效果來說佔居重要的地位。選擇性溶劑的作用基於最複雜混合物的任何組分在選擇性溶劑中有不同的溶解度，而石油的各種餾分正是這種複雜的混合物。由於溶解度不一樣，各類化合物可能以不同的完備程度互相分開。第一次指出用這種方法把石油餾分分開的可能性的，是著名的俄國化學家 A. M. 布特列洛夫。後來 B. B. 馬爾可夫尼可夫和 M. H. 科諾瓦洛夫也發表了同樣的意見。K. B. 哈里契可夫在 1902 年才第一次在實踐中用溶劑把石油餾分分開，他把這種方法稱之為“冷分餾”。

1911 年第一次以工業規模使用溶劑處理石油產品，即用液體亞硫酸酐來精制煤油，以除去其中的芳香族烴類。但是關於在石油煉制工業中应用選擇性溶劑的科學研究工作，僅在 20 年代才廣泛地展開。潤滑油選擇性溶劑精制和去蠟等各種方法的廣泛应用，則只是在 30 年代開始的。從那時起以後的 20 年中，選擇性溶解技術達到了很大的成就，它的应用範圍也得到了極大擴展。

蘇聯研究者和工藝學者的工作，對制定選擇性溶劑的理論和其实际应用有巨大的貢獻。

在現代化的工廠中，有用選擇性溶劑來精制各種極不相同的石油原料。例如用選擇性溶劑（液體 O_2 、乙二醇等）從芳香化的汽油餾分中提取苯與甲苯。制得質量優良的照明煤油、柴油機燃料和生活用燃料，或者為了制得催化裂化的原料而精制煤油和粗柴油餾分（液體 SO_2 、糠醛）。潤滑油的現代化生產方法——去瀝青、精制和去蠟——是以应用選擇性溶劑（丙烷、糠醛、酚、甲酚、酮類等）為基礎的。固體烴類——石蠟和提純地蠟——在現代化工廠中也純是用選擇性溶劑（酮類、丙烷等）制備出來的。溶

剂被广泛地使用来提出汽油馏分中的硫醇(甲醇和苛性钠溶液, 異丁酸鉀鹽溶液等)及除去工厂气中的硫化氢和其他杂质(乙醇胺溶液, 磷酸三鉀溶液等)^①。

为了寻找石油煉制各方面的选择性溶剂, 曾經提出并試驗了大量不同的化合物, 但是其中絕大多數, 不是不大合适, 就是完全不合乎在实际中广泛应用。

按照已經發表的統計資料来看, 可以列为石油煉制工業中普遍应用的溶剂有:

1) 丙烷、糠醛、酚、甲酚、亞硫酸酐、甲醇, 这些都是在去瀝青、精制和提取过程中用作提取溶剂的;

2) 酮(丁酮、丙酮)、丙烷、亞硫酸酐, 这些都是在去蜡和去油过程中作为沉淀溶剂;

3) 苯和甲苯是添加到前兩类中某些主要选择性溶剂中的輔助溶剂。

前面已經指明, 有广泛实际应用价值的选择性溶剂其数目是比较少的, 这可解釋为这些溶剂必須滿足特殊的要求。

工業用选择性溶剂必須具有的主要性質:

1) 要有高度选择性并同时具有足够的溶解能力; 选择性决定被处理的原料是否可能清楚地分开成为要求質量的产品, 因而决定其产量; 溶解能力决定过程的經濟性, 这是因为設備的大小, 因而也就是設備的造价, 以及更主要的是操作消耗, 都随溶剂与原料的必要比例而定的緣故;

2) 要溶剂和原料在物理-化学性質上有很大的区别; 例如, 溶剂的沸点应与被处理产品的沸点有足够程度的区别; 凝固点应尽可能的低, 特別在去蜡过程中, 应用溶剂时更要这样; 溶剂和被处理产品的密度应有足够的区别;

3) 要有高的溶解临界温度, 以便过程能在較高温度下进行,

^① 虽然这些过程不是仅仅發生溶解的过程, 而且以化学吸收現象为其基础, 但是这些过程, 却是按照与各种选择性精制和提取方法一样的流程, 并在同样設備中进行的循环。

这在許多情况下会促进过程的实现;

4)与被处理原料完全沒有相互間的化学作用,相互間的化学作用会导致溶剂的过度損失和产品的变質;

5)要有足够的熱稳定性和抗氧化安定性;

6)对于設備和机械的腐蝕性要最小;

7)毒性最小;

8)要实用且价格低廉。

上列基本要求的总和,大大地限制了能以純粹形态找到工業上应用的化合物的范围。所以在許多現代化过程中,溶剂是以若干种組分的混合物的形态使用的。适当地选择混合物的組成,就可以使这种混合溶剂具有各种原料加工所必需的溶解能力和选择性,同时,利用混合方法可以增加溶剂的溶解能力,或者相反地,也可以降低,以便改善溶剂的选择性。

在前一种情况下,即需要提高溶解能力时,通常加入具有溶解石油原料成分中任何化合物的能力的苯与甲苯。例如在用酮类二氯乙烷的去蜡过程中和用 SO_2 的选择性精制过程中等等,都要用苯与甲苯混合的方法。提高选择性溶剂溶解能力的另外一个例子,是增加甲酚在与酚的混合物中的濃度。

在第二种情况下,即在需要降低溶剂溶解力时,采用下列各种方法:(a)降低混合物中具有較高溶解力的組分濃度;(6)加水到溶剂中(潤滑油的用酚精制,煤油——粗柴油餾分的糠醛精制,用乙二醇提取苯和甲苯等);(B)使一部分提取液在提取塔下部循环(糠醛精制)。

在許多情况下,混合溶剂法能大大地增加使用混合溶剂过程的灵活性,較之采用單一的溶剂要灵活得多。

要提高选择溶解的精确性,不但可以利用选择混合溶剂組成办法,还可利用外加所謂双溶剂的办法。双溶剂不互相溶解,它們对于原料的作用是相反的。双溶剂各自在系統中不同地点引入到被处理原料的液流中。在选择性溶解过程中,两个溶剂的双溶剂中之一主要地溶解了提余液。这溶剂的大部分与提余液液流一起

从系统中出来，而双溶剂中的另一个溶剂则主要地溶解提取液，大部分溶剂与提取液液流一起从系统中出来。用酚-甲酚混合物和丙烷精制润滑油原料，以及用液体亚硫酸酐和去了芳香烃的煤油从芳构化汽油-里格罗因馏分中提取苯、甲苯和二甲苯等，都是这种用双溶剂处理原料的过程^①。

现时要把选择性溶剂作出稍微严格一点而适合于技术目的的分类是非常困难的。例如上面把溶剂大体上按照它们对于各种石油馏分的作用结果，而分为表示工艺功用的三类——提取的、沉淀的和辅助的三类——也是不够严格的；例如，亚硫酸酐和丙烷既可属于第一类，也可属于第二类。企图把溶剂分为去沥青的、去芳香烃的、去蜡的等等，更易引起类别的模糊不清。溶剂的物理性质也不能够提供这些化合物适合于技术目的的合理分类的基础。

因此，选择性溶剂只可以唯一地按照化学性质来分类。以后就按照这样分类法讲述在石油工业中应用最广的 12 种溶剂。对于每种溶剂，将列举有关性质、主要制备方法、试验方法、技术条件和应用方面的资料。

由于这本参考书是供给石油炼制工业中的工作人员应用，因此书中仅把那些相应工业计算所必需的物理-化学数据放进去，并且也只讲到那样必需的精确程度。

书中仅列举文献中发表过的有关这些溶剂的材料，以及整理这些材料所得到的数据。

讲述各工业部门中所用的选择性溶剂的性质、制备方法和应用的各章是 H. П. 索斯诺夫斯基写的。在石油炼制工业中应用这些溶剂的工艺是 B. Л. 古尔维奇写的，而有关硝化苯和二氯乙烷的应用各章是与 B. Т. 白拉兹尼科夫一起写的，液体硫酸酐应用的一章则是与 B. B. 贾敏尼尔一起编著的。

H. X. 马纳科夫和 H. B. 马赫诺维奇在审阅原稿时提出了宝贵的指示，作者们在这里向他们表示谢意。

^① 用固体尿素和液体甲基异丁烷基酮两种选择性试剂提取直馏石蜡也可以算作这种过程。

目 录

緒 論

丙 烷

性 質	1
液态丙烷及其饱和蒸气在平衡状态时的密度和比容 (4)。提高温度和压力时液态丙烷的密度 (4)。丙烷饱和蒸气的绝对压力 (5)。液态丙烷的热容 (6)。丙烷饱和蒸气在常压时的热容 (6)。丙烷的蒸发热 (6)。液态丙烷及其饱和蒸气的热含量 (7)。过热丙烷蒸气的热含量 (7)。平衡常数 (7) 液态丙烷的运动粘度 (10)。丙烷液体及其蒸气的动力粘度 (10)。	
制备方法	10
丙烷的压缩系数 (11)。用精馏法的气体分馏 (12)。用吸收及精馏法的气体分馏 (13)。	
应 用	14
1. 用丙烷去沥青和分馏法 (15)。物料平衡 (19)。工艺流程 (19)。主要设备 (31)。2. 在丙烷溶液中的润滑油酸、碱和吸附剂精制 (33)。3. 丙烷去蜡 (38)。过滤的物料平衡 (43)。工艺流程 (43)。主要设备 (48)。	
文 献	51

苯

性 質	53
液体苯及其饱和蒸气的密度及比容 (54)。苯的饱和蒸气的绝对压力 (55)。液体苯的热容 (55)。苯的蒸发热 (56)。液体苯和饱和蒸气苯的热含量 (56)。在常压下苯—甲苯混合物的沸点 (56)。液体苯的动力粘度和运动粘度 (57)。苯与水的互溶度 (57)。毒性 (58)。	
制备方法	58
煤炭炼焦 (58)。石油原料的高温分解 (59)。技术条件 (59)。试验方法 (60)。	

应 用	60
文 献	61

甲 苯

性 質	62
-----------	----

甲苯液体及其饱和蒸气的密度和比重 (63)。甲苯饱和蒸气的绝对压力 (64)。液体甲苯的热容 (64)。甲苯的蒸发热 (65)。甲苯液体及其饱和蒸气的热含量 (65)。甲苯-水混合物在常压下的沸点 (65)。液体甲苯的动力粘度和运动粘度 (66)。甲苯与水的互溶度 (66)。毒性 (66)。

制备方法	67
------------	----

煤炭炼焦(67)。石油原料的高温分解(67)。自汽油中提取甲苯(67)。烷属烃的催化环化法 (68)。环烷烃的催化去氢法 (68)。技术条件 (68)。试验方法 (70)。

应 用	70
-----------	----

文 献	70
-----------	----

甲 醇

性 質	72
-----------	----

甲醇液体及其饱和蒸气的密度和比重 (73)。甲醇水溶液的密度 (74)。甲醇饱和蒸气的绝对压力 (74)。在常压时甲醇水溶液的沸点 (75)。甲醇的热容 (75)。甲醇饱和蒸气的热容 (75)。甲醇水溶液的热容 (75)。甲醇的蒸发热 (76)。甲醇液体及其饱和蒸气的热含量 (76)。甲醇的动力粘度和运动粘度 (76)。在常压 760 毫米水银柱时, 甲醇-水系统的液相和气相的平衡组成 (77)。在常压 760 毫米水银柱时, 沸点不能分的(恒沸的)混合物 (78)。毒性 (73)。

制备方法	78
------------	----

木材干馏产品的加工 (78)。由一氧化碳和氢气合成甲醇 (79)。技术条件 (80)。试验方法 (80)。

应 用	82
-----------	----

用甲醇精制汽油 (82)。工艺流程 (84)。

文 献	85
-----------	----

酚

性 質	87
液体酚的密度和比容 (88)。酚的熔点决定于其中水的含量 (88)。酚饱和和蒸气的绝对压力 (89)。酚的热容 (89)。酚的蒸发热 (89)。液体酚及其他饱和和蒸气的热含量 (90)。液体酚的动力粘度和运动粘度 (90)。酚与水的互溶度 (90)。毒性 (91)。	
制备方法	91
苯的磺化法 (92)。氯化苯的碱性水解法 (92)。氯化苯的气相催化水解法 (94)。技术条件 (96)。试验方法 (96)。	
应 用	96
酚选择性精制 (98)。物料平衡 (102)。工艺流程 (102)。主要设备 (107)。	
文 献	114

甲 酚

性 質	116
液体三甲酚的密度和比容 (118)。甲酚在各种不同温度时的密度 (118)。三甲酚饱和和蒸气的绝对压力 (118)。甲酚饱和和蒸气的压力视温度的情况低于常压 (119)。甲酚饱和和蒸气的压力视温度的情况高于常压 (119)。三甲酚的热容 (120)。三甲酚的蒸发热 (120)。甲酚在不同温度时的蒸发潜热 (121)。液体三甲酚及其他饱和和蒸气的热含量 (121)。液体三甲酚的动力粘度和运动粘度 (121)。甲酚与水的互溶度 (124)。毒性 (124)。	
制备方法	124
煤、泥煤和頁岩等焦油的蒸馏 (124)。技术条件 (126)。试验方法 (126)。	
应 用	126
甲酚选择性精制 (127)。精制条件对产品质量与产量的影响 (129)。物料平衡 (131)。工艺流程 (135)。主要设备 (142)。	
文 献	147

糠 醛

性 質	149
液体糠醛的密度与比容 (151)。糠醛饱和和蒸气的绝对压力 (151)。液	

体糠醛的热容(152)。糠醛的蒸发潜热(152)。糠醛液体及其饱和蒸气的热含量(152)。糠醛-水系统液相与气相的平衡组成(153)。糠醛与水的互溶度(155)。毒性(155)。

制备方法 156

戊酤脱水法(156)。技术条件(157)。试验方法(157)。

应用 159

糠醛选择性精制(159)。1. 润滑油精制(160)。精制条件对产品产量与质量的影响(161)。物料平衡(171)。工艺流程(171)。主要设备(178)。2. 煤油-粗柴油馏分的精制(185)。工艺流程(190)。

文献 194

丙 酮

性质 197

丙酮的密度与比容(199)。丙酮饱和蒸气的绝对压力(199)。液体丙酮的热容(200)。丙酮饱和蒸气的热容(200)。丙酮的蒸发热(200)。丙酮液体及其饱和蒸气的热含量(200)。丙酮-水系统的液相和气相平衡组成(201)。丙酮的动力粘度及运动粘度(201)。毒性(202)。

制备方法 202

木材干馏产品的加工(202)。生物化学法(203)。自丙烯制备丙酮(203)。自丙烷制备丙酮(204)。自醋酸制备丙酮(204)。自乙炔制备丙酮(204)。自乙醇制备丙酮(204)。技术条件(205)。试验方法(205)。

应用 205

文献 207

丁 酮

性质 208

液体丁酮的密度和比容(209)。丁酮饱和蒸气的绝对压力(210)。丁酮的热容(210)。丁酮的蒸发热(211)。液体丁酮及其饱和蒸气的热含量(211)。丁酮的动力粘度及运动粘度(211)。丁酮-水系统液相和气相的平衡组成(212)。丁酮与水的互溶度(212)。毒性(212)。

制备方法 213

木材干馏产品的加工法(213)。自丁烯制备丁酮(213)。自丁烷制备丁

酮法(213)。技术条件(213)。試驗方法(215)。

应 用..... 215

1. 潤滑油去蜡 (215)。影响去蜡 过程的主要因素 (220)。物料平衡 (222)。工艺流程 (224)。主要設備及器械 (234)。2. 固体萘的去油 (238)。物料平衡(241)。工艺流程(244)。主要設備(248)。

文 献..... 248

二氯乙烷

性 質..... 249

液体二氯乙烷的密度和比容 (251)。二氯乙烷 飽和 蒸气的 絕对 压力 (251)。二氯乙烷飽和蒸气的热容(252)。液体二氯乙烷的热容(252)。二氯乙烷的蒸發热(252)。二氯乙烷液体及其飽和蒸气的热含量(253)。二氯乙烷的动力粘度和运动粘度(253)。二氯乙烷与水的互溶度(253)。毒性(254)。

制备方法 254

氯化乙烯法(254)。技术条件(255)。試驗方法(256)。

应 用..... 256

潤滑油去蜡 (257)。物料平衡 (258)。工艺流程 (259)。主要設備 (264)。

文 献..... 264

硝 基 苯

性 質..... 266

硝基苯的密度和比容(267)。硝基苯飽和蒸气的絕对压力(267)。液体硝基苯的热容(268)。硝基苯液体及其飽和蒸气的热含量(269)。硝基苯的动力粘度及其运动粘度(269)。硝基苯的蒸發热(269)。硝基苯与水的互溶度(270)。毒性(270)。

制备方法 270

苯的硝化法(270)。技术条件(271)。試驗方法(271)。

应 用..... 272

潤滑油的硝基苯精制(272)。物料平衡(273)。工艺流程(276)。

文 献..... 280

亞硫酸酐

性 質.....	281
亞硫酸酐液体及飽和蒸气的密度和比容(283)。亞硫酸酐飽和蒸气的絕對压力(283)。液体亞硫酸酐的热容(284)。亞硫酸酐的蒸發热(284)。亞硫酸酐液体及飽和蒸气的热含量(284)。液体亞硫酸酐的热傳导(285)。液体亞硫酸酐的动力粘度和运动粘度(285)。常压时 SO_2 在水中的溶解度(285)。常压时 SO_2 在硫酸水溶液中的溶解度(286)。常压时 SO_2 在醇液中的溶解度(286)。常压时 SO_2 在有机物質中的溶解度(286)。亞硫酸酐-水系統的液相和气相的平衡組成(288)。毒性(287)。	
制 备 方 法	287
循环法(290)。酸碱法(290)。深度冷却法(291)。技术条件(292)。試驗方法(292)。	
应 用	293
石油产品的液体亞硫酸酐精制(293)。1. 液体亞硫酸酐提取法和精制法(294)。物料平衡(300)。工艺流程(300)。主要設備(309)。2. 用双溶剂从汽油馏分中提取苯、甲苯和二甲苯(313)。3. 潤滑油的精制及去蜡(315)。	
文 献	316
附 录	318

丙烷($\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_3$)

性 質

丙烷是直鏈結構的飽和烴，具有公式 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 的形式。

液体丙烷对于原油內的主要化合物的溶解力和选择性，可用下列数据說明之。

(a) 固体烴类(石蜡和地蜡)在低温时不易溶于液体丙烷中；如果將溶液冷却到 $-40 \sim -45^\circ$ 时，固体烴类几乎可以完全分离出来。固体烴类的溶解度随着温度的升高而增大；在温度 $20-40^\circ$ 时，具有低熔点和中等熔点的烴类都处在溶解的状态。具有最高熔点的石蜡，特别是地蜡仍然有一部分是不溶解的。

从圖 1 的圖表上可以看出，石蜡在液体丙烷中的溶解度如何决定于温度的情形，該圖指出熔点为 50.5° 的石蜡在各种不同温度时的溶解度[26]。

(6) 潤滑油原料中的石蜡基液体烴类在很大的温度範圍內——从負 40 —負 45° 直到接近于丙烷的临界温度，都易溶于丙烷。这样才可以將丙烷使用于潤滑油原料的各种精制过程中，而取得溶液中最有价值的部分，即具有环少而鏈長的液体烴类。

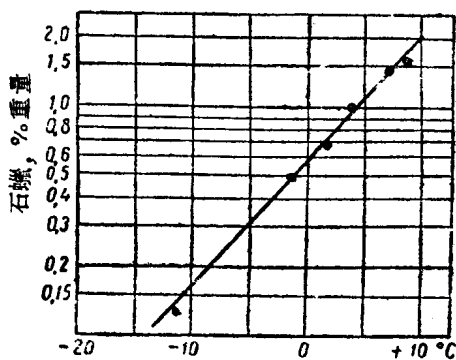


圖 1 石蜡在液体丙烷中的溶解度

潤滑油原料的烴类在丙烷中的溶解度，是随着它們的分子量的增加而減少和随着操作温度的增高而加强的。丙烷的溶解力在高于 $40-45^\circ$ 以上的温度範圍內是随着温度的增高而減小的，这

是它的特別的地方(與其他溶劑比較起來), 因此它不僅可以用於潤滑油原料的精制(參看後面), 並可用於其分餾。在高压釜內, 利用逐漸提高溶于丙烷中的潤滑油溶液的溫度, 和逐漸自低層溶液分出餾液的方法, 而達到潤滑油間歇式分餾的例子見表 1 [12]。潤滑油原料的較輕部分留在溶液中。

溶于丙烷液中的潤滑油原料在高压釜內間歇操作的分餾 表 1

餾 分	密 度	100°時的粘度		粘度指數	殘炭值 %	產量佔 原料的 %
		厘 沱	°E			
原 料	0.8950	31.1	4.45	100	1.69	100.00
餾分 1 和 2	—	—	—	—	—	3.68
餾分 3	0.9024	47.0	6.55	102	2.48	10.24
餾分 4	0.9018	42.9	6.02	102	2.47	12.84
餾分 5	0.9007	42.3	5.94	101	2.51	9.52
餾分 6 和 7	0.9001	38.6	5.44	100	2.31	8.05
餾分 8	0.8950	29.2	4.20	99	1.55	12.30
餾分 9 和 10	0.8939	29.2	4.20	99	1.45	6.37
殘 余 物	0.8899	23.0	3.40	97	1.19	37.00

(B) 高分子多環烴類溶于丙烷的情形, 比環少而具有長側鏈的烴類更要壞些。它們的溶解度隨着加工溫度的升高而降低; 由於這種提高溫度的緣故, 才可能將潤滑油原料中最有價值的部分, 從瀝青膠質物質和低指數的多環烴類等更完全地分開。

在同樣的加工條件下, 潤滑油餾分在丙烷中的溶解度, 是隨着餾分的粘度比重常數的增加而降低的[29]。

(r) 瀝青-膠質物質很少溶于丙烷。瀝青在實際上並不溶于丙烷。中性樹脂質不易溶于丙烷, 只在溫度 40—50° 以下時有些微溶。溫度增高時, 它們的溶解度隨而變成很小。

丙烷在膠質中的溶解度也不大。基於瀝青-膠質物質在丙烷中的溶解度很小的理由, 故丙烷才可用作去瀝青和去樹脂質的溶劑。

工業丙烷中含有乙烷, 會降低膠質和其他高分子化合物的溶

解度；丁烷則反而能增加混合物的溶解力。

按照它的化学性質来講，丙烷对于加成反应的表現是不活潑。在常温下，酸类，甚至连强酸对于丙烷都不起什么作用；加热时，濃硝酸和其他强氧化剂等才能將丙烷破坏而产生二氧化碳气、水蒸汽和氮气；鹵素——氯和溴——与丙烷在冷时即起作用而生成取代产物。用硝化丙烷法制得的硝基丙烷，主要是用作溶剂。丙烷在高温分解时，与去氫作用的同时，还生成丙烯以及其他烴类。

主要常数

表 2

分子量.....	44.06
折射率 $n_D^{+42.06}$	1.33970[4]
液体在 -42.06° 时的密度，克/公分 ³	0.582[4]
蒸汽的密度(与空气比).....	1.52
在常压下的沸点， $^\circ\text{C}$	$-42.06[2]$
熔点， $^\circ\text{C}$	$-187.6[2]$
临界温度， $^\circ\text{C}$	$96.8[2]$
临界压力(绝对压力).....	$42.01[2]$
临界密度，克/公分 ³	$0.2240[5]$
液态丙烷在 -55.2° 时的热容，仟卡/公斤 $^\circ\text{C}$	$0.5236[1]$
丙烷飽和蒸汽在 0° 时的热容，仟卡/公斤 $^\circ\text{C}$	$0.370[3]$
在 -42.06° 时的蒸發潜热，仟卡/公斤.....	$100.4[5]$
燃烧热，仟卡/公斤：	
液态丙烷在 25° 时的燃烧热.....	$11956 \pm 3[3]$
气态丙烷在 25° 时的燃烧热.....	$12040 \pm 3[3]$
液态丙烷的粘度：	
在 20° 时的动力粘度，厘泊(克/公分秒 10^{-2})	$0.12[7,8]$
在 20° 时的运动粘度，厘泊(公分 ² /秒 10^{-2}).....	$0.24[7,8]$
蒸汽在空气中的着火范围，%(体积).....	$2.4-9.5[5]$

在提高温度和压力(绝对压力)时，液态丙烷的密度(克/公分³)如圖 2 所示。

液态丙烷及其饱和蒸气在平衡状态时的密度和比容[5,2]

表 3

°C	液 体		蒸 汽		°C	液 体		蒸 汽	
	克/公分 ³	公分 ³ /克	克/公分 ³	公分 ³ /克		克/公分 ³	公分 ³ /克	克/公分 ³	公分 ³ /克
-60	0.604	1.655	0.00115	906	4	0.522	1.908	0.0117	86
-57	0.600	1.667	0.00127	805	7	0.518	1.922	0.0126	79
-54	0.597	1.675	0.00132	706	10	0.514	1.941	0.0136	73.7
-51	0.594	1.685	0.00178	618	13	0.510	1.950	0.0145	69
-48	0.591	1.690	0.00184	542	16	0.506	1.958	0.0153	63
-45	0.587	1.705	0.00207	484	18	0.503	1.980	0.0170	59
-43	0.584	1.718	0.00233	429	20	0.500	2.000	0.0182	54.7
-40	0.581	1.728	0.00261	382	30	0.485	2.058	0.0200	50
-37	0.577	1.735	0.00290	344	35	0.478	2.089	0.0247	40.5
-34	0.574	1.745	0.00326	308	40	0.471	2.121	0.0290	34.8
-32	0.567	1.755	0.00359	278	45	0.463	2.157	0.0340	29.4
-29	0.564	1.763	0.00410	249	50	0.454	2.201	0.0395	25.1
-26	0.560	1.780	0.00440	224	55	0.444	2.240	0.0458	21.8
-23	0.557	1.785	0.00490	204	60	0.434	2.320	0.0520	19.2
-21	0.554	1.795	0.00540	185	65	0.422	2.369	0.0580	17.3
-18	0.551	1.810	0.00590	169	70	0.408	2.450	0.0655	15.2
-15	0.548	1.820	0.00640	154	75	0.392	2.550	0.0725	13.7
-12	0.544	1.831	0.00710	142	80	0.376	2.660	0.0832	12.0
-9	0.541	1.844	0.00770	129	85	0.356	2.805	0.0980	10.2
-7	0.538	1.855	0.00840	118	90	0.332	3.012	0.1180	8.5
-4	0.535	1.870	0.00920	108	95	0.293	3.413	0.1580	6.3
-1	0.529	1.880	0.01000	100	96.81	0.224	4.464	0.2240	4.46

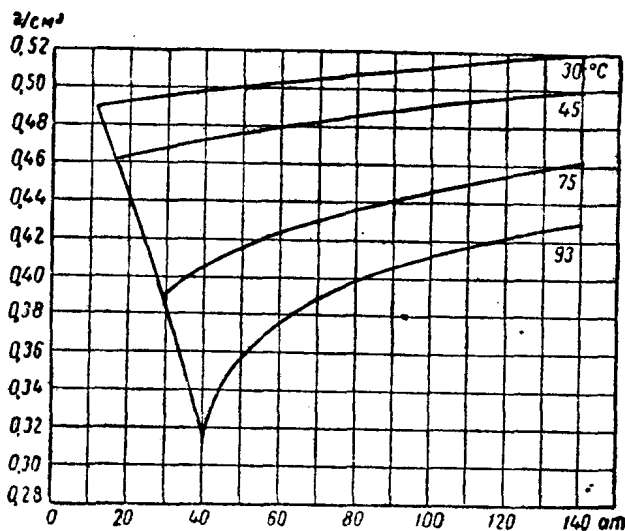


圖 2 提高温度和压力时液态丙烷的密度