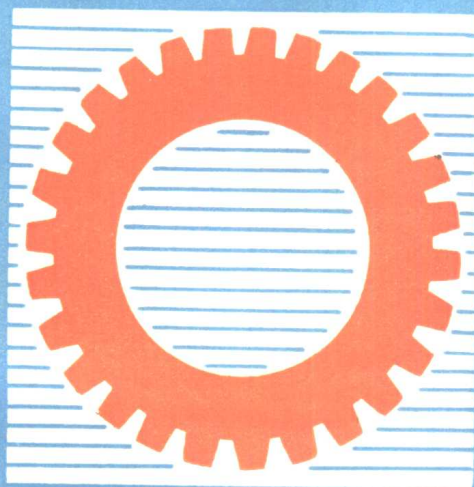


三氯乙炔

在清洗汽車零件上的应用

天津市汽车运输四场 编



人民交通出版社

三 氯 乙 烯

在清洗汽车零件上的应用

天津市汽车运输四场 编

人 民 交 通 出 版 社

1980年·北京

三 氯 乙 烯
在清洗汽车零件上的应用
天津市汽车运输四场 编

人民交通出版社出版
(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 006 号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本: 787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张: 6.5 字数: 141千

1980年9月 第1版

1980年9月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—4,700册 定价: 0.53元

内 容 提 要

本书比较系统地介绍了用三氯乙烯清洗汽车零件的工艺过程和注意事项，其主要内容有：三氯乙烯在清洗汽车零件上的应用、清洗装置的设计及计算、三氯乙烯的稳定剂、溶剂的蒸馏回收和安全生产以及超声波清洗简介等，可供汽车保修企业的工人和技术人员工作参考。

前 言

三氯乙烯具有较强的脱脂能力，六十年代以来，我们用它来清洗汽车零件的油污，经过反复试验，颇有成效。至今，已应用十余年，在生产中发挥了一定的作用。

多年来，在各兄弟单位的共同努力下，这项清洗工艺从实践到理论都有了发展和提高，证明三氯乙烯是一种良好的工业清洗剂。用它清洗金属部件以及非金属件（与它不起作用的）表面一切粘附的油污，具有速度快、质量好、成本低、操作安全等优点。

为了更好地交流经验，进一步发展我国的清洗工艺，以适应工农业发展的需要，我们收集了一些国内使用三氯乙烯清洗工艺的典型经验并选择、参考了部分国外有关化学溶剂清洗的技术资料，编写成册。

本书由黄维思同志执笔编写，在编写过程中曾得到广州电器科学研究所、吉林电石厂、锦西化工厂、天津电器厂等兄弟单位的支持和帮助，最后经黄维智工程师审校后定稿，在此表示衷心感谢。

由于我们的水平有限，书中难免会有缺点和错误，希广大读者提出宝贵意见，以便修订提高。

目 录

一、概 述	1
三氯乙烯的物理性质和化学性质	1
三氯乙烯在国民经济中的用途	6
产品规格及质量检验	9
三氯乙烯的生产原理和方法	14
三氯乙烯对人体的影响	20
二、三氯乙烯在清洗汽车零件上的应用	24
清洗原理和方法	24
清洗范围和应用实例	31
清洗效果和经济价值	37
三、三氯乙烯清洗设备的设计及计算	44
清洗槽的设计	45
热源与热平衡的计算	46
冷却管的安装及计算	55
通风装置及计算	59
附 件	75
其它清洗装置介绍	80
四、溶剂的蒸馏回收	89
水蒸汽蒸馏法的基本原理	89
蒸馏器的设计及计算	91
利用清洗槽蒸馏方法	105
蒸馏馏程及成品收率计算	106

五、腐蚀与防腐蚀	108
三氯乙烯对设备的腐蚀.....	108
防腐蚀方法.....	115
六、三氯乙烯稳定剂	124
选择稳定剂的一般原则.....	124
化学稳定剂.....	125
植物稳定剂.....	130
稳定性能的试验.....	139
七、安全生产与劳动保护	143
工艺操作规程.....	144
安全生产技术.....	150
劳动防护措施.....	161
八、氯化烃溶剂的清洗作用及其应用	164
溶剂冷清洗.....	164
溶剂热清洗.....	171
九、氯化烃乳液的清洗作用及其应用	179
氯化烃乳液在清洗工艺上的应用.....	180
三氯乙烯乳液在干燥工艺上的应用——电镀零件的快速干燥.....	185
三氯乙烯乳液在清洗磨光工件上的应用.....	190
十、超声波清洗简介	195
清洗原理.....	196
清洗装置与工艺技术.....	196

一、概 述

三氯乙烯是氯化烃化合物中重要产品之一。由于它不易燃、沸点低、溶脂力强，所以是一种优越的工业溶剂。它广泛应用于金属的除油清洗、羊毛的脱脂、织物的干洗等方面。同时，脂肪、树脂、油类、沥青、橡胶、硝化纤维等都可用它作溶剂。

随着工业的飞跃发展，三氯乙烯在国民经济中的用途日益广泛。目前，国内主要生产单位是锦西化工厂和吉林电石厂。生产的主要方法是将乙炔与氯气在液相中氯化成四氯乙烯，再用石灰乳皂化脱去盐酸而成。

三氯乙烯的物理性质和化学性质

1. 物理性质

三氯乙烯是在常温下为无色、透明，具有芳香味的微碱性液体。它易挥发、不易燃、溶脂力强、易溶于有机溶剂而难溶于水，具有一般氯化烃化合物的性质（见表1）。

三氯乙烯与乙醚、乙醇等大多数有机溶剂可以自由溶解。它与水、甲醇、乙醇、二氯乙烷、醋酸等形成共沸物（见表2）。

三氯乙烯易溶于有机溶剂，但难溶于水。它的蒸气在水中的溶解系数为3(20°C)、1.6(37°C)；在全血中的溶解系数为18~20(20°C)、7.8~10(37°C)；在血浆中的溶解系数为16~20(20°C)。在红血球及血浆间的分配系数约为16。其

三氯乙烯的物理常数

表 1

分子式		C_2HCl_3
结构式		$\begin{array}{c} \text{Cl} \quad \text{Cl} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{Cl} \end{array}$
分子量		131.4
比重	$d_{20/4}^{\circ}\text{C}$	1.464
沸点	$^{\circ}\text{C}$	86.9
正常沸腾范围	$^{\circ}\text{C}$	0.5(5%干点)
凝固点	$^{\circ}\text{C}$	-86.4
闪点	$^{\circ}\text{C}$	无
蒸发速率	(以乙醚为100)	28
蒸气密度	(沸点, 760毫米汞柱)克/升	4.45
蒸发潜热	(20°C) 卡/克	57.2
蒸气压	(20°C) 毫米汞柱	57.8
比热	(20°C 时液态) 卡/克 $\cdot^{\circ}\text{C}$	0.225
生成热	(18°C 时液态) 千卡/克分子	1
临界温度	$^{\circ}\text{C}$	271
临界压力	大气压	49.5
表面张力	(25°C 时液态) 达因/厘米 ²	29
	(30°C 时气态)	9
介电常数	(16°C 时液态)	3.42
比电阻	欧姆/厘米	3×10^{10}
膨胀系数	($0 \sim 40^{\circ}\text{C}$ 平均值)	1.17×10^{-3}
粘度	(20°C 时液态) 厘泊	0.58
折光率	n_D^{20}	1.478
溶解度	(25°C 时, 克三氯乙烯/克水)	0.11/100
	(25°C 时, 克水/克三氯乙烯)	0.032/100
空气中扩散度	(25°C 时, 1大气压)厘米 ² /秒	0.073
导热系数	(20°C 时, 液态) 千卡/米 $\cdot^{\circ}\text{C}$	0.107~0.121
	(沸点时, 气态)	7.18×10^{-3}
相对溶脂能力	(20°C 时)	为汽油 4 倍
	(50°C 时)	为汽油 7 倍
贝壳松脂丁醇值		130
水蒸汽蒸馏时, 溶剂与水之共沸点	$^{\circ}\text{C}$	73
水蒸汽蒸馏时, 溶剂与水之重量比		13:1

三氯乙烯的二元共沸物

表 2

第 二 成 分	沸 点 $^{\circ}\text{C}$	共 沸 点 $^{\circ}\text{C}$	三氯乙烯重量%
水	100	73	93
甲 醇	64.65	60.2	64
乙 醇	78.4	70.9	74
醋 酸	118.1	80.5	96.2
二氯乙烷	83.5	82.9	18

三氯乙烯蒸气压力

表 3

温 度 $^{\circ}\text{C}$	蒸气压 毫米汞柱	空 气 中 的 饱 和 量	
		容 积 %	毫克/公斤
0	20	2.6	150
10	36	4.7	270
20	57.8	7.6	420
30	92	12.1	640
40	147	19.3	930
50	212	27.9	1,390
60	306	40.2	1,940
86.9	760	100	4,450

蒸气可能达到的最高浓度为350~370毫克/升(20°C)。三氯乙烯蒸气压力见表3, 在低温条件下的几种物理常数见表4。

2. 化学性质

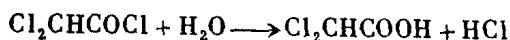
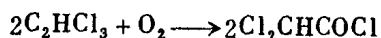
三氯乙烯在常温下尚为稳定。纯的三氯乙烯在 120°C 以

在低温条件下，三氯乙烯的几种物理常数 表 4

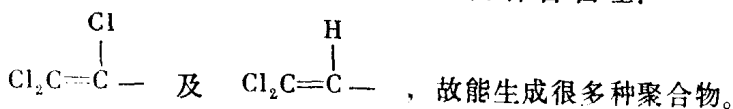
温 度, °C	粘 度, 厘泊	比 热, 卡/克·°C	比 重 d ₄ ²⁵ °C
0	0.71	0.215	1.495
-20	0.90	0.209	1.526
-30	1.02	0.206	1.545
-40	1.36	0.204	1.559
-60	1.68	0.198	1.591
-70	2.10	0.196	1.606
-80	2.95	0.194	1.624

下，对一般金属（铝、镁除外）无腐蚀作用。如三氯乙烯长期暴露在日光或空气中时，受到氧、水蒸汽、二氧化碳、光等作用，则逐渐分解出盐酸(HCl)、光气(COCl₂)、一氧化碳(CO)、二氯乙炔(C₂Cl₂)等化合物。

1) 受氧的作用 纯净的三氯乙烯分解较慢。含有水的三氯乙烯，在不接触空气和金属的条件下，25°C时，每日水解量为0.01毫克/升；当与氧气或空气接触时，即使是无水的三氯乙烯也分解较快。其化学反应方程式如下：



当紫外线照射三氯乙烯与氧气的混合体时，将进一步加速三氯乙烯的分解。其分解产物很复杂，有光气、一氧化碳、蚁酸(HCOOH)、盐酸、氯气(Cl₂)、二氯醋酸(Cl₂CHCOOH)等。因为它还能生成两种自由基：



三氯乙烯与90%的硫酸作用，在190°C的温度下，被氧

化为一氯醋酸 (ClCH_2COOH)。在氮气保护下,三氯乙烯在 120°C 以下为稳定的化合物。

2) 受热反应 将三氯乙烯加热至 120°C 时,会产生剧毒的光气^①。加热至 700°C 时,则分解出各种氯化物:当每升空气中三氯乙烯不超过12毫克时,三氯乙烯将裂化生成二氧化碳及盐酸;若超过20毫克,则生成一氧化碳及氯气。三氯乙烯与火焰、开放电器等接触,则生成光气等有害气体。

经过实验,三氯乙烯与火焰接触时,每一克三氯乙烯可生成29毫克光气;在紫外线中,每一克三氯乙烯可生成220毫克光气。

三氯乙烯在常温下,无可燃性和爆炸性。但在炽热的条件下,如落在赤热的电炉上,也会发生缓慢的燃烧。

与纯氧混合时,如三氯乙烯蒸气占10~65%时,则有爆炸的可能。

3) 与碱的反应 当三氯乙烯与纯净的苛性钠和苛性钾共热时,由于所生成的二氯乙炔的自然氧化,可能引起爆炸。 130°C 时,将三氯乙烯蒸气通过固体氢氧化钾,生成二氯乙炔,生成量为65%;反应时,开始生成火焰,随后激烈爆炸。

4) 某些金属对三氯乙烯的作用 当溶剂中存在氧化铝(Al_2O_3)时,由于它的接触作用,三氯乙烯会聚合形成高

① 光气——(碳酰氯)分子式为 COCl_2 , 分子量为98.93。具有腐烂干草气味的无色气体,光气气体比重为3.41;冷却时,光气浓缩为液体,其沸点为 8.2°C ,比重为1.392。光气易溶于冰醋酸、甲苯、三氯乙烷及其它有机溶剂中。它易于水解,当温度高于 200°C 时,光气即分解为氯气和一氧化碳。

光气是一种剧毒化合物。吸入肺组织深部,经水解产生盐酸,刺激肺泡壁和毛细血管,引起炎症或糜烂,表现为肺水肿、肺炎或肺脓疡。车间空气中光气的最高允许浓度为0.5毫克/米³(参见GBJ3-73《工业企业设计卫生标准》)。

分子碳化氢的氯化物。用氧化铝作触媒，三氯乙烯在 50°C 时，可与盐酸进行加成反应而生成四氯乙烷 ($\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_4$)。

假如三氯乙烯溶剂中，积聚了一些铝的屑末，由于铝与三氯乙烯的反应，使三氯乙烯分解出盐酸而迅速变质。

在有脂肪酸、树脂酸存在的条件下，三氯乙烯也分解而产生盐酸。

三氯乙烯在国民经济中的用途

三氯乙烯在国民经济中的用途主要有以下几方面：

1. 用于金属的除油清洗

三氯乙烯可用于机械维修和车辆保养中的除油清洗；用于精密配件装配前的检验清洗；用于金属配件加工或表面处理前后的除油清洗。除此之外，还应用于新机件的除蜡起封以及其它非多孔性材料（如玻璃制品）的清洗等。

选择三氯乙烯作为金属清洗剂，是因为它具备以下独特而优良的性能：

1) 三氯乙烯具有极强的溶脂能力。其贝壳松脂丁醇值为 130。它的相对溶脂能力，在常温下为汽油的四倍； 50°C 时为汽油的七倍。

2) 不易燃烧。三氯乙烯在常温下无可燃性和可爆性，比起其它易燃的有机溶剂如汽油、乙醇等要优越得多。

3) 蒸气密度大（在沸点时，一个大气压下为 4.45 克/升）。在使用过程中，蒸气可以保持一层水平的界面，便于掌握和控制，不致因为随意扩散而造成污染和浪费。

4) 蒸发潜热低（57.2 卡/克）。在使用过程中，蒸气可以在金属表面大量冷凝，起到良好的清洗作用。同时，脱脂

操作及溶剂回收所需要的热量和冷却能量都很低，便于操作。

5)沸点低 (86.9°C)。热源容易选择，如电加热，天然气加热，水蒸汽加热都可以。同时，三氯乙烯的沸程较小，便于从混有杂质的溶液中进行蒸馏再生。

6)具有低的表面张力。使溶剂容易渗透到洗件各部分，如孔眼、裂缝、深槽等处。

7)毒性较小。对神经有麻醉作用，长时期吸入低浓度蒸气对人体无害，是一种比较安全的工业溶剂。

8)清洗范围广泛。由于在温度 120°C 以下三氯乙烯对一般金属的腐蚀作用极小；在三氯乙烯中添加适宜的稳定剂以后，对各种金属（包括铝、镁等活泼金属）均无腐蚀作用，并且三氯乙烯的比电阻大，适宜清洗电动机、发动机等电气设备，所以三氯乙烯清洗的范围非常广泛。

由于三氯乙烯具备以上优点，所以是一种优越的金属清洗剂，应用在金属的除油清洗工艺上。

2. 作为干燥剂

三氯乙烯可用来干燥带水的金属以及不与它作用的非多孔性物料。其方法是：将水湿的物件浸入沸腾的三氯乙烯溶剂中，再从液面取出，物件表面即可得到快速干燥。此法多用于电镀后零件的快速干燥。经过三氯乙烯快速干燥的镀层，可以消除水印，但必须在三氯乙烯溶剂中添加特殊的表面活性剂，才能消除洗件上的盐迹，保持物件表面的光洁度。

3. 用于涂料的配制

三氯乙烯可用于涂料的配制，如以适量的树脂溶解于三氯乙烯溶剂中，此涂料溶液即可用通常方法喷涂在金属表面上，形成树脂薄膜。由于涂层可达到快速干燥，所以既可造

成优良的表面光洁度，又可减少灰尘的聚集。此外，配制涂料脱膜剂也用到三氯乙烯。用这种涂料脱膜剂除去不完善的涂层，比起用火焰或氢氧化钠溶液来处理涂层要简便有效得多。

4. 用在纺织物的脱脂和干洗

织物在漂白或染色前，用三氯乙烯除去蜡和油脂，可增强织物的吸收性能，达到均匀着色，没有斑点和条纹痕迹。用三氯乙烯对棉织品、毛织品进行干洗，不但质量好，效率高，而且对织物没有损害作用，既节约了大量的肥皂和洗涤剂，又克服了碱液和肥皂污液排除的困难。用三氯乙烯洗涤粗羊毛，还可以回收极有价值的羊毛脂。

5. 用于医疗

纯的三氯乙烯可作药用麻醉剂。以三氯乙烯制成的四氯乙烯可用作治疗钩虫病、吸血虫病的药剂。

6. 可作为有机化合物的原料

三氯乙烯水解制成的一氯醋酸可作农药的原料，六氯乙烷可作为含氟塑料的原料。三氯乙烯还可制成氯代甲基丙烯酸酯类，作为有机玻璃用的单体。

7. 其它用途

三氯乙烯对油类、树脂、脂肪、硫磺、硬脂酸、蜡、沥青、橡胶、硝化纤维以及某些植物碱等具有高度的溶解作用。所以，它可作为这些物质的溶剂，可作为油漆和假漆的良好稀释剂，亦可用它制靛蓝及其它染料、香料等。此外，可用它从种子、鱼骨、羊毛、皮革和废料中提取油脂和脂肪。由于三氯乙烯的凝固点为 -87.1°C ，在此温度以上容易循环。所以，可利用三氯乙烯在低温条件下的性质（参见表4），作为低温导热介质和防冻剂以保存蛋类等。

产品规格及质量检验

现以吉林电石厂的产品为例，说明三氯乙烯的规格（见表5）和质量检验方法。

产品规格（企业标准）

表 5

项 目	指 标 名 称	一 级 品	二 级 品
1	外 观	透明液体，颜色不深于铂/钴60号标准色度	
2	比 重 $d_{20/20^{\circ}\text{C}}$	1.465~1.468	1.463~1.470
3	压力760毫米汞柱，馏出体积95%，沸程温度 $^{\circ}\text{C}$	86~89	85~91
4	不挥发残渣 $\% \leq$	0.005	0.01
5	水抽取液反应	中性或微碱性	中性或微碱性
6	水份含量 $\% \leq$	0 $^{\circ}\text{C}$ 时，不浑浊	0 $^{\circ}\text{C}$ 时不浑浊
7	乙炔含量 $\%$	无	无

合格的三氯乙烯产品质量应符合企业标准的质量要求。
检验方法如下：

1. 外观色度的测定

〔所需试剂和溶液〕

- （1）氯铂酸钾（ K_2PtCl_6 ），二级；
- （2）氯化钴（ $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ），二级；
- （3）0.1N 盐酸标准溶液；6N 盐酸标准溶液。

（4）色度标准液的制备——准确称取 1.245 克氯铂酸钾和 1.000 克氯化钴，溶于 200 毫升的 6N 盐酸标准液中，并稀释至 1000 毫升。此溶液为 500 号色度标准。取 12 毫升的 500 号色度标准液，用 0.1N 盐酸稀释至 100 毫升，即为 60 号色度

标准液。

〔测定方法〕

在颜色相同的两支50毫升比色管中，分别注入50毫升试样溶液及50毫升60号色度标准液。在白色背景下，沿轴线方向用目测法进行比较：试样的颜色及透明度不深于标准液的色度和透明度者为合格品。

2. 比重测定

采用韦氏天平进行测定：将韦氏天平按 GB612—65 安装好。将浮锤挂在小钩上，如果两个指针没有相互对正，则旋转调整螺钉，使两个指针对正为止。

在玻璃筒中注入预先调整好的 $20 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 的样品，置于 20°C 的恒温水浴中。调节游码，使梁上游码都放在刻度上。如果在同一刻度上需要放两个游码，则将小的游码挂在大游码的脚钩上。待天平秤保持平衡，记录记数 ($d_{20/20^{\circ}\text{C}}$)，即为 20°C 时，测得的样品比重（准确至0.001）。

3. 沸程的测定

〔所需仪器〕

(1) 支管蒸馏瓶 容量100毫升(详细规格见 GB615—65)。

(2) 温度计 $50 \sim 100^{\circ}\text{C}$ ，全长 < 300 毫米，分度值为 0.1°C 的温度计一支； 100°C ，分度值为 1°C 的温度计一支。

(3) 冷凝管 直形，全长 600 ± 10 毫米。冷凝部分长 400 ± 10 毫米。

(4) 量筒 容量100毫升，分度值为1毫升。

(5) 蒸馏瓶金属外罩 高150毫米， $\phi 100$ 毫米。

(6) 热源金属外罩 高140毫米， $\phi 100$ 毫米。

〔准备工作〕