

国外聚氯乙烯树脂

上海燎原化工厂编

上海科学技术情报研究所

編 者 的 話

在战无不胜的毛泽东思想光辉照耀下和史无前例的无产阶级文化大革命取得了伟大胜利的鼓舞下，战斗在聚氯乙烯工业战线上的广大革命职工，高举毛泽东思想伟大红旗，意气风发，斗志昂扬，以阶级斗争为纲，大搞生产斗争和科学实验。一个聚氯乙烯工业生产发展的新高潮正在兴起。

聚氯乙烯是现今世界上产量最大、发展最快、用途最广的塑料品种之一。目前，我国聚氯乙烯工业已遍地开花。为了配合我国聚氯乙烯工业技术革新和技术革命运动的新高潮和使聚氯乙烯生产技术更快地赶上和超过世界先进水平，了解目前世界各国聚氯乙烯工业的发展以及将来的动态是很必要的。为此，我们查阅了 1966 年到目前为止的有关国外期刊和专利中介绍聚氯乙烯树脂的文献 500 多篇，选择翻译或节译出来，编成“工程塑料译丛”的“聚氯乙烯树脂”专辑，内容主要以树脂改性为主，单体生产路线、单元操作、设备和综述性的文章也有所介绍，本期为第一辑，今后还将陆续出版。

在“聚氯乙烯树脂”译文后还附录了部分有关的聚氯乙烯文献摘要，根据其内容的不同，分成单体、树脂、共聚和其它等四个部分，由于篇幅关系，故仅予以摘要译出。这种文摘摘要将在今后陆续出版的各辑中配合该辑内容分批登载。

为了多快好省地发展我国的聚氯乙烯工业，我们必须坚决贯彻执行毛主席关于“打破洋框框，走自己工业发展道路。”的伟大指示。所以国外期刊、专利所介绍的生产技术仅能作为我们参考之用，而绝不能进行生搬硬套。

毛主席教导我们“中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。”在毛主席和以毛主席为首、林副主席为副的党中央的英明领导下，只要我们努力活学活用毛主席著作，破除迷信、

解放思想、走自力更生的道路。那么，我国的聚氯乙烯工业将和其他工业一样，一定会在不远的将来赶上和超过世界先进水平。

本辑全部稿件系由上海燎原化工厂组织有关同志翻译的。

由于我们活学活用毛泽东思想不够，水平有限，在内容选择译文质量等方面一定存在不少缺点，务必请同志们批评指正，以便今后改进工作。

编 者

1970年7月

目 录

新发展的特种聚氯乙烯	1
聚氯乙烯的交联反应	7
新改进的本体聚氯乙烯制备工艺	24
本体制备氯乙烯聚合物和共聚物的合成工艺	33
本体制备氯乙烯聚合物和共聚物的改进工艺	39
借悬浮氯化法使聚氯乙烯改性	44
用氯乙烯接枝共聚法使聚氯乙烯改性	50
氯乙烯和乙烯共聚物的制备方法	54
聚氯乙烯内增塑作用的探讨	64
聚合条件对聚氯乙烯耐热性的影响	74
在抗氧剂存在下的氯乙烯悬浮聚合	79
氯乙烯的聚合	87
聚氯乙烯聚合用游离基型引发剂的最近动向	101
氯乙烯聚合反应釜的最近动向	115
氯乙烯聚合反应釜的清洗	122

文 摘

1. 单体方面	131
2. 本体、悬浮、乳液、溶液聚合方面	132
3. 共聚、氯化、接枝方面	141
4. 其他方面	153

新发展的特种聚氯乙烯

氯乙烯树脂有三个缺点，即：（1）软化点低；（2）表面硬度差；（3）耐冲击强度差。为了克服这些缺点，正在以改性或者交联等种种方法进行改良的研究。最近2~3年内，出现了许多新产品。耐热氯乙烯，丙烯/氯乙烯共聚物等，就是其中的典型代表。

丙烯/氯乙烯共聚物

丙烯/氯乙烯共聚物和乙烯/氯乙烯共聚物，制法虽各不同，但在用途上却属于同一范畴。因此，如果丙烯/氯乙烯增长，则乙烯/氯乙烯就不会增长。反之亦然。这两种共聚物都是引人注目的。

丙烯/氯乙烯共聚物的特点是：

1. 与直链氯乙烯相比，它的热流动性好，能在比直链氯乙烯低5~15°C的低温条件下成型；
2. 即使采用热稳定性差的无毒配方，也容易进行各种成型；
3. 透明性好，耐热性很少降低。

它在低温加工方面，特别有前途。唯一最大缺点是抗冲击强度差。

自从去年吹塑用丙烯/氯乙烯共聚物在美国发表之后，日本所有氯乙烯厂都开始研制。起初，日本仿照美国进行了吹塑瓶的生产，但由于抗冲击强度差，最近已转向吹塑异形挤压制品的生产。据说生产的都是电视或立体摄影机之类的异形挤压品。目前这种材料尚处于开发阶段，还难以确立其用途。

对于乙烯/氯乙烯，各公司也在尽力研究，但尚无成果，据说，有些公司已对工业化生产绝了念头。由于这种制品对温度的依赖性很强，看来大规模生产是不适合的。

高聚合度氯乙烯

聚合度在 2,500 以上的,一般叫做高聚合度氯乙烯。与直链氯乙烯相比,它的加工性较差,但它具有优良的耐热性、耐寒性和机械强度。耐热氯乙烯电线、软质制品等,一般用于热变形温度高的地方。现在大部分用于耐热电线方面。

高聚合度氯乙烯的软化点,比直链氯乙烯约高 10°C 。用于耐热电线时,如使用耐热性增塑剂(例如偏苯三酸酯的同系物),则它的软化点将比使用邻苯二甲酸二辛酯要提高 $5\sim 10^{\circ}\text{C}$ 。

目前,这种材料用于特殊薄膜、特殊皮革等方面的数量极少。这方面的发展,由于受到制造条件的限制,看来还需要相当的时间。

用悬浮聚合法制造糊状树脂

随着压延加工、涂装加工、浸渍成型、旋转成型等加工技术的发展,对氯乙烯糊状树脂的需要量日益增长。

日本钟渊化学公司用悬浮聚合法制造了四种糊状树脂(PSH, PSL, PB, PM)。它们的特点是:

1. 颗粒直径比一般市售糊状树脂大;
2. 可以得到低粘度的塑料溶胶;
3. 塑料溶胶的粘度,随时间的变化性小;
4. 具有热稳定性和均匀的塑化性。

此外,它们还具有透明性、水份吸附少、粘着力强等特点。

乙烯基丙炔酸/氯乙烯共聚物

日本铁兴公司生产的粘合剂、涂料用“リューロンQ”氯乙烯系树脂,是通过石油直接氧化而产生的一种低级脂肪酸,属丙炔酸的一种衍生物。它是由乙炔和丙炔酸制成乙烯基丙炔酸单体,再将氯乙烯加到这

个单体中使之共聚而得。丙烯酸聚合物在欧洲用作室内涂料。它与氯乙烯的共聚物在世界上也才处于发展阶段。

在粘合剂、涂料用氯乙烯树脂方面使用得最多的是氯乙烯/醋酸乙烯共聚物。由于它在耐药品性、耐气候性等方面有缺点，主要在室内应用。リエーロンQ系是一种比醋酸乙烯的碳原子数差一的低级脂肪酸。它具有氯乙烯树脂所具有的那些耐药品性、耐水性、耐盐水性、耐碱性、耐酸性、耐久性、难燃性等等特性。与普通的氯乙烯系树脂相比，它还具有如下新特点：

1. 树脂本身具有优良的溶解性能，可用以制作稳定性好的溶液；
2. 可以多量使用价格便宜的芳香族系溶剂；
3. 能够单独提高树脂的浓度；
4. 不需要使用增塑剂；
5. 涂膜的耐气候性优良。

因此，它可以用作一般氯乙烯所不能使用的室外涂料用。

室外涂料一向使用丙烯酸树脂系、环氧树脂系等。相比之下，リエーロンQ系的价格比丙烯酸系、环氧系要低，且具有同样的耐气候性，因此，它有可能取代丙烯酸系和环氧系。

耐热氯乙烯树脂

多年来，一些国家在研制一种具有与硬质氯乙烯同样的耐老化性、耐化学药品性，在滚开水中也不会变形的塑料，同时在研究如何提高氯乙烯树脂的耐热性，以扩大其用途。目前，美国、英国、日本等都已试制了一些耐热氯乙烯树脂产品，正在试销。

日本用耐热氯乙烯树脂制造的商品有：工业用薄板、管子、接头等。

乙烯醋酸乙烯/氯乙烯共聚物

这种共聚物是将氯乙烯加到乙烯醋酸乙烯共聚物中，使之进行接枝聚合而得。它是一年前西德帕利艾鲁公司研制的产品。日本将西德的技术

术引进后，正在进行研制。

这种接枝共聚物的制造方法是：

(1)把水、表面活性剂等添加剂装入聚合反应釜里，然后将乙烯醋酸乙酯共聚树脂按定量加入到反应釜里；

(2)将氯乙烯单体按定量加入到反应釜里，加热到预定温度，在搅拌下把乙烯醋酸乙酯共聚树脂加入到氯乙烯单体中，使之溶解；

(3)加入催化剂，使氯乙烯单体与乙烯醋酸乙酯共聚树脂在预定温度和搅拌条件下进行接枝聚合。

这种产品尚无确定的用途范围，目前主要用作室外建筑材料。

用这种技术所制造的硬质、半硬质和软质接枝共聚物，具有如下特性：

1. 硬质和半硬质接枝共聚物：具有优良的耐冲击性、耐气候性和耐热性，适用于工业、建材用的管子、薄片、板材、窗框、密封垫、棱边、机壳、零件等。

2. 软质接枝共聚物：不用增塑剂的软质氯乙烯，具有优良的非迁移性、非污染性、耐气候性、加工性、弹性和耐热性，适用于皮革、薄片、重袋用薄膜、皮带、填料、电线材料等。

丙烯酸酯系共聚物

日本生产的丙烯酸酯系共聚物只有“アロンTA”一种。“アロンTA”有透明性A型和半透明性B型两种，此外还有硬质、半硬质和软质各种品种。它的特性如下：

1. 软质“アロンTA”：有TA-3,500A，3,000B，4,000B和5,000B四个品种。这些品种全都是不用增塑剂的制品。这些产品没有一般软质氯乙烯制品所具有的那种由于增塑剂的迁移、渗出而使柔软性和机械强度劣化以及由于毒性或涂料对其他塑料所引起的事故等缺陷，因而可以制得具有乾触特色的高级薄片制品。

TA-3,500A和3,000B具有适中的柔软性；TA-4,000B和5,000B则最富有柔软性。

2. 硬质、半硬质“アロンTA”：硬质 TA-500，加工性良好，能制成透明品。将它与氯乙烯树脂掺合，可改善其加工性能。

半硬质品有 TA-1,000A 和 2,000B 两个品种，可与氯乙烯树脂掺合。添加 5~15 份，可制得无毒、表现良好的冲击薄膜。

玻璃纤维增强氯乙烯

最近，日本旭玻璃公司发表了用氯乙烯单体和玻璃纤维结合制成的新型薄板（通称 FR-PVC）的制造方法。据报导，美国也已用氯乙烯和玻璃纤维结合的方法制成了薄板。此外，美国还制成了用玻璃纤维同丙烯腈-乙烯及聚丙烯结合的薄板（商品名：Azdel）。

目前发表的有氯乙烯（玻璃纤维 36% 增强）、聚丙烯（玻璃纤维 44% 增强）和苯乙烯-丙烯腈共聚树脂（玻璃纤维 42% 增强）三种，可以用同金属加工相同的方法进行加工。这些材料有希望用作汽车内外用的材料和机罩下部用的材料。这种薄板材料有几种厚度规格，除上述三种外，大多用热塑性塑料制造。

旭玻璃公司制造的是一种宽 93 厘米、厚 1.5~1.8 毫米的环状薄板，其中均匀地分布着 20~30% 玻璃纤维。它具有用纤维长 2 吋的玻璃纤维增强的多孔质结构。它的物性比普通的硬质氯乙烯有很大提高。即：（1）抗张与弯曲强度约为 20 倍，比 FRP 薄板还好；（2）耐冲击性

表 1 Azdel 薄板的物性（恒温）

	PP P-100	SAN A-200	PVC V-300
弯曲强度(磅/吋 ²)	26,900	32,400	31,300
弯曲模数(磅/吋 ² ×10 ³)	1,030	1,300	1,260
抗张强度(磅/吋 ²)	16,500	18,400	19,100
热变形温度(264 磅/吋 ² , °F)	327	255	221
耐冲击性(落球法, 吋)	16	36	—
热膨胀系数(吋/吋/°F×10 ⁻⁵)	1.5	1.3	1.61

表 2 FR-PVC 的物理性能

	ASTM	FR-PVC*		一般硬质
		A 级	B 级	PVC
比 重	D792	1.63	1.56	1.40
抗张强度(73°F)(磅/吋 ²)	D638	19,500	19,200	9,390
抗张模数(")(")	D638	869,000	898,000	376,000
弯曲强度(")(")	D790	27,200	26,200	15,900
弯曲模数(")(")	D790	1,110,000	984,000	528,000
悬臂梁式冲击值(呎-磅/吋, 缺口)				
½吋×½吋棒(73°F)		13.8	9.2	0.6
½吋×½吋棒(-58°F)		16.6	12.8	
线膨胀系数(°C ⁻¹)	D696	1.9×10 ⁻⁵		5.2×10 ⁻⁵
热变形温度(264 磅/吋 ² , °C)	D648	120.5	108.3	58.5
洛氏硬度(M)	D785	95		70
吸水率(24小时, 73°F)(%)	D570	0.04	0.07	0.02
体积电阻率(欧姆-厘米)	D257	1.7×10 ¹⁴		8.4×10 ¹⁴

* 玻璃纤维含量: 28%(重量)。

表 3 Thermo-Camp VF 系的物性

	ASTM	VF-1003	VF-1005	VF-1007
比 重	D792	1.45	1.53	1.62
抗张强度(磅/吋 ²) 73°F	D638	14,000	16,000	18,000
120°F	D638	10,500	11,500	13,000
140°F	D638	7,500	8,300	9,000
抗张伸长(%) 140°F	D638	3~4	2~3	2~3
耐冲击性(悬臂梁式, 缺口, ¼吋×½吋棒, 呎-磅/吋)	D256	0.8	1.1	1.6
洛氏硬度	D785	M80, R118	M84, R119	M88, R119
热变形温度(66磅/吋 ² , °F)	D648	190	195	200
(264磅/吋 ² , °F)	D648	155	160	165
线膨胀系数(吋/吋/°F)	D696	1.8×10 ⁻⁵	1.5×10 ⁻⁵	1.1×10 ⁻⁵

(下转第23页)

聚氯乙烯的交联反应

聚氯乙烯(以下简称 PVC)的发展比较迅速,价格便宜,物理性能方面也能保持平衡,而且还可以按增塑剂用量的不同,制成硬质、半硬质或软质的各种制品。

PVC 的改性方法有五种:

- (1)在 PVC 主链中导入异种单体——共聚反应;
- (2)在 PVC 侧链上导入异种单体,或在异种高聚物侧链上导入氯乙烯链——接枝反应,高分子反应;
- (3)在 PVC 相内混炼导入异种高分子相——高聚物混炼;
- (4)改变 PVC 主链内链节的排列,或改变 PVC 链间的排列——改变聚合的方法(低温聚合等);
- (5)PVC 主链的结合——交联反应。

本文拟就交联反应进行探讨。

关于高分子主链间的交联,最熟知的便是橡胶的加硫反应。再就是性质不同的热固性树脂的高度交联,生成带三度空间的网状结构化合物,这个反应也是早就知道了的。而对于原先作为热塑性树脂使用的树脂的交联技术,则是今后有待解决的一个问题。目前典型的工业化范例有聚乙烯,而作为制品改性方法之一的 PVC 的交联反应也是颇有希望的。因而本文准备介绍有关 PVC 的交联反应。

PVC 交联上的问题

橡胶和热固性树脂,就其结构来说,容易发生交联,然而欲使原来是热塑性树脂的高分子发生交联,却并不那么容易。特别是 PVC,它与其他热塑性树脂都不同,而有其独特的种种性质,因此交联时必须格外注意。

PVC 交联时，估计可以有下列两个最大问题：

- (1) 极容易分解且伴有激烈的着色反应；
- (2) 分解温度和加工温度接近。

如所周知，对前者来说 PVC 受热或因化学反应而极容易分解。通常因分解作用在 PVC 主链中形成聚烯烃型结构，这就是所谓 PVC 着色的原因。这种着色即或是些微的分解也会产生，因此，在实用上，这种分解即使没有造成物性的任何降低，也足会影响到制品的外观以及加工机械的寿命。所以应该绝对防止。下面所记述的交联反应，很多都伴随着 PVC 的分解。此时即使发生交联，也多半是没有实用意义的。所以说，发生 PVC 交联的绝对必要的条件是不起着色反应。关于交联 PVC 实用与否，首先必须根据这一点来加以判断。还应该指出，目前对于 PVC 分解和着色的机理，很多地方还是不明白的，分解和着色之间的关系也十分模糊。譬如曾有报导说：添加稳定剂能抑制着色作用，然而却不能控制分解。可是在实际上，在不降低物性的前提下，只要不着色，一般性的分解是没有什么妨碍的。因此，对于既有分解又有着色的交联反应，就应当把着色问题放在重点考虑。

下面谈及分解温度和加工温度的关系。对于 PVC 来说，其熔融温度将近 200°C ，而其分解温度在加了稳定剂之后也不过 220°C 左右。

正因为二者之间温度相差很小，所以要进行交联是极其困难的。橡胶或聚乙烯之类在较低温度下成型的材料是不存在降解问题的。可是对 PVC 来说，当成型时有交联剂存在时，则发生降解的可能性颇大。

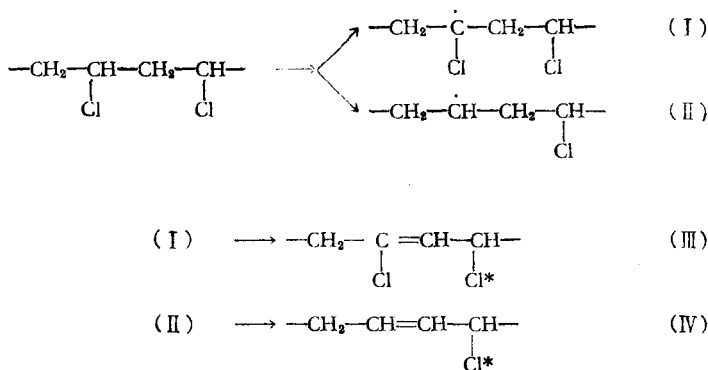
为了解决这个问题，曾提出过种种解决的办法。但不管怎样，要是不解决降解问题，PVC 交联看来还是无法付诸实用的。所以在考虑 PVC 交联反应时，也必须始终考虑这个降解问题。

PVC 的交联方法

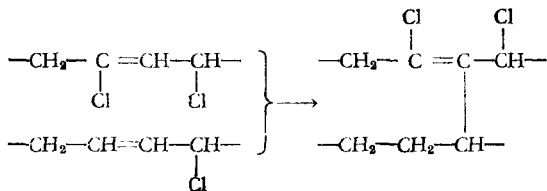
实际上，PVC 的交联就是要解决上述两个大问题。而在未考虑之前，先来探讨一下有关 PVC 的交联反应机理以及迄今有关交联方面所提出的种种方法。

1. PVC 的交联反应机理

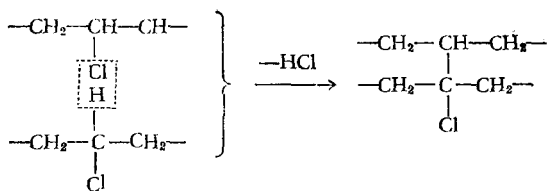
PVC 的分解和交联过程, 从其机理上看可以认为既有游离基型反应又有离子型的反应。基于游离基型的反应机理, PVC 首先生成聚合物游离基(I)或(II), 继而由两个相同的高聚物游离基结合发生交联。但由于(I)或(II)很不稳定, 所以在发生上述交联的时候, 便有脱氯化氢的反应发生。



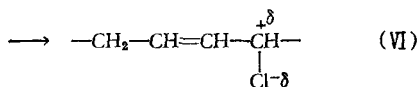
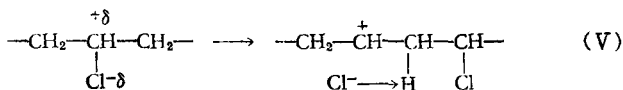
其中 Cl^* 系芳基型, 再继续脱氯化氢分解。而同时还可能发生一定数量的下述交联反应:



所以, 根据游离基型的反应机理, PVC 会同时发生交联和分解以及断链的反应。此外, 如按下列方式交联, 则不会发生分解, 但似乎不致发生这种方式的交联。



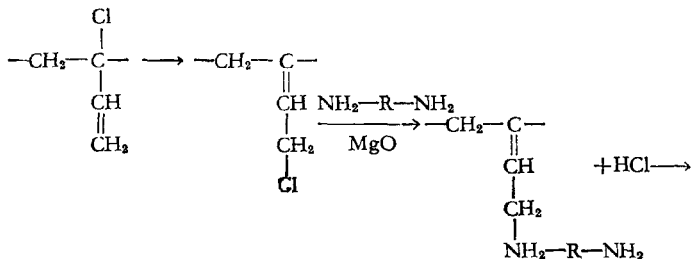
另一方面，因为碳-氯键的极化作用，故在亲核试剂存在下，PVC 的反应也可以按离子型方式进行。

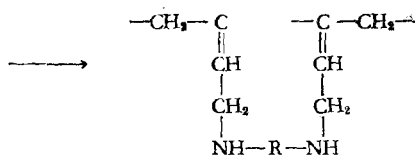


其中，(VI)按离子型方式继续脱氯化氢分解，(V)则与二胺型双官能亲核试剂发生交联。前者还可发生游离基型的交联反应。因此，聚氯乙烯若按离子型方式进行反应，也同样伴有交联和分解。

与 PVC 结构相似的氯丁胶 $\left(\text{---CH}_2\text{---C}(\text{Cl})=\text{CH---CH}_2\text{---} \right)_n$ 的加硫是

自古以来一直被采用的交联反应，也许可以为 PVC 的这种复杂方式的交联提供某些借鉴。对于氯丁胶来说，只要求有 2% 左右的 1, 2 加成，就容易同二胺和 MgO 或 ZnO 进行加硫。其游离基反应的机理可表示如下：





至于离子型方式的加硫也同样没有分解的可能性，而只是起纯粹的交联反应。

2. 游离基方式的交联

2-1 PVC 的单独交联

早就知道，PVC 加热时，会同时发生脱氯化氢反应和交联反应，于是得到一种凝胶状的不溶物。

这种凝胶状的不溶物虽然极容易交联，但由于既要使 PVC 分解而又要使之交联，致使着色、交联很难控制，而且反应速度也慢。所以很难说有实用价值。为了解决这两个问题，试验加入各种游离基引发剂。其中有代表性的方法是采用过氧化物。

有人在 120°C~150°C 温度下，采用过氧化二碳酸二环己酯 (DCP) 引发交联，对生成物中胶凝物含量作了研究。

下面拟就 PVC 交联时采用各种过氧化物所得的结果来予以探讨。

表 1 采用各种过氧化物的 PVC 交联结果

过氧化物	用 量	着 色	永久变形率 (%)	回 弹 率 (%)	不溶物含量
无	—	○	45.8	19.4	0
1	2.5	××	47.6	20.9	0
2	1.0	×××	16.1	61.9	38.0
3	2.0	△	48.5	18.4	0
4	2.0	○	55.9	14.8	0
5	2.0	×	50.5	19.9	0
6	0.5	××××	30.4	36.7	16.3
7	2.0	××	39.5	26.3	0

(注) 1. 2,5-二甲基-2,5-二叔丁基过乙炔

2. 过氧化叔丁苯甲酰

3. 过氧化环己烷
4. 过氧化甲乙酮
5. 叔丁基过氧化氢
6. 二异丙苯过氧化物
7. 过乙酸叔丁酯

试料	ビニカ37L(氯乙烯高分子商品)(聚合度为 1050 PVC)	100
	三盐基型稳定剂(三盐基型硫酸铅)	5
配方	硬脂酸钙	2
	过氧化物	上表所列

试料加工条件 辊轧条件 150°C×5 分钟

压制条件 190°C×20 分钟

着色 压制后以内眼观察。

永久变形率 采用平行板塑性计, 在 190°C 温度下荷重为 16 公斤/厘米² 时保持 5 分钟, 然后除重在常温下放置 1 昼夜测定之。

回弹率 在上述条件下, 测定荷重时的变形量, 再根据永久变形率计算。

不溶物含量 把压制出的试料浸在四氢呋喃中 1 小时的不溶解物含量。

由表 1 可以看出, 不管采用哪种过氧化物制品都必定伴有剧烈的着色反应发生, 甚至有些未曾发生交联的制品也同样如此。

表 2 所列举的系加增塑剂时的情况。这种既不起着色反应也不发生任何交联的现象, 可以说是由于增塑剂造成“稀释效果”的影响所致。

在通常加工条件下, 这种只加入过氧化物的 PVC 很难发生交联。即使发生交联也必定伴有激烈的着色产生。为此可以采用加交联剂的方法解决。这种交联剂除了可以减少过氧化物的用量外, 还能提高交联的效率。

作为交联剂用的物质, 一般采用含两个以上双键的单体, 诸如邻苯二甲酸二烯丙酯(DAP), 三异氰酸三丙烯酯(TAC), 二甲基丙烯酸乙二醇酯(EDMA)等。使用这些交联剂的例子有糊状树脂的交联, 对此本文也将予以讨论。现在所要论述的是宜作悬浮聚合树脂加工的 PVC 的交联。

在 TAC 和过氧化物存在下, 采用含碳黑的 PVC 交联的结果列于表 3。

表 2

DOP	过氧化叔丁苯甲酰	着 色	永久变形率 (%)	回 弹 率 (%)	不溶物含量 (%)
—	—	○	24.9	52.1	0
—	1.0	×××	2.1	92.6	38.0
25	—	○	59.7	17.1	0
25	1.0	○	59.8	16.5	0
50	—	○	77.0	6.1	0
50	1.0	○	77.5	7.1	0

(注)	ビニカ37L(氯乙烯高分子商品)(聚合度为 1050PVC)		100
	邻苯二甲酸二辛酯(DOP)		0~50
	二盐基型稳定剂		5
	硬脂酸钙		2
	过氧化叔丁苯甲酰		0~1.0

輥轧条件 150°C×5 分钟

压制条件 190°C×20 分钟

测试条件 平行板试验温度为 175°C, 其他条件同表 1。

表 3

	1	2	3	4	5	6	7	8
PVC	100	100	100	100	100	100	100	100
DOP	50	50	50	50	50	50	50	50
锡型稳定剂	5	5	5	5	5	5	5	5
氯化镁	8	8	8	8	8	8	8	8
碳 黑	—	20	40	20	20	40	20	40
三异氰酸三丙烯酯	—	—	—	—	15	15	30	30
二异丙苯过氧化物	—	—	—	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
抗张强度	20°C	204	187	202	193	205	239	232
	100°C	26	30	37	32	50	70	60
变形率 ⁽¹⁾	80°C	33	19	10	15	8	4	3
	100°C	67	33	17	29	11	7	6
	120°C	—	77	50	72	37	14	12
		完全溶解			235	155	149	100
DMF 膨润率 ⁽²⁾					52	55	56	58
不溶物含量(%)								

(注) (1) 500克/毫米², 荷重 10 分钟。(2) 在 90°C 下, 浸渍 4 小时。