

附件 3

# 《合成树脂工业污染物排放标准》 (征求意见稿) 编制说明

《合成树脂工业污染物排放标准》编制组  
二〇一四年九月

# 目 录

1	项目背景	32
1.1	任务来源	32
1.2	工作过程	32
2	合成树脂工业概况	33
2.1	我国合成树脂工业概况	33
2.2	国外合成树脂工业概况	47
3	标准制订的必要性分析	48
3.1	国家及环保主管部门的相关要求	48
3.2	国家相关产业政策及行业发展规划中的环保要求	49
3.3	合成树脂工业发展带来的主要环境问题	49
3.4	合成树脂发展方向	53
3.5	合成树脂废气和废水排放标准	54
4	合成树脂工业产排污情况及污染控制技术分析	56
4.1	合成树脂生产工艺及废气、废水污染物	56
4.2	合成树脂工业产污、排污情况	75
4.3	污染防治技术分析	76
5	排放有毒有害污染物的环境影响分析	80
5.1	行业排放有害污染物识别	80
5.2	主要有害污染物环境影响分析	84
6	标准的主要技术内容	92
6.1	主题内容和适用范围	92
6.2	规范性引用文件	92
6.3	术语和定义	93
6.4	污染物排放控制要求	93
6.5	监测要求	107
7	主要国家相关标准研究	107
7.1	废气标准	107
7.2	废水标准	110
8	实施本标准的环境效益及经济技术分析	113
8.1	实施本标准的环境效益	113
8.2	实施本标准的技术经济分析	114
8.3	达标分析	115
8.4	标准控制水平分析	115

# 1 项目背景

## 1.1 任务来源

### 1、任务来源

环境保护部《关于开展 2013 年度国家环境保护标准项目实施工作的通知》（环办函[2013]154 号）下达了《合成树脂工业污染物排放标准》编制任务，原定标准项目名称《树脂行业大气污染物排放标准》。2014 年 2 月 17 日环境保护部科技标准司主持召开“石油和化学工业污染物排放标准体系研讨会”，明确该标准适用范围为人工合成树脂（不适用于天然树脂），同时决定增加废水污染物排放标准的内容，据此，标准名称调整为《合成树脂工业污染物排放标准》。

### 2、承担单位

根据环办函[2013]154 号文的规定，中国环境科学研究院为实施 2013 年度国家环境保护标准项目（含《合成树脂工业污染物排放标准》）的主承担单位。

根据中国环境科学研究院与中国石油和化工勘察设计协会环境保护设计专业委员会签订的工作协议，《合成树脂工业污染物排放标准》编制任务由中国环境科学研究院委托中国石油和化工勘察设计协会环境保护设计专业委员会牵头承担，中国天辰工程有限公司、中蓝连海设计研究院等单位参与编制。

## 1.2 工作过程

### 1.2.1 成立编制组

《合成树脂工业污染物排放标准》编制任务正式下达后，中国石油和化工勘察设计协会环境保护设计专业委员会立即会同中国天辰工程有限公司、中蓝连海设计研究院以及国内其他具有合成树脂工艺研发和工程设计经验的科研设计单位，选调有经验的技术人员组成了《合成树脂工业污染物排放标准》编制组。

### 1.2.2 开题报告

2013 年 6 月 4 日~5 日编制组在江苏省苏州市召开了第一次工作会议，编制组各位成员就我国合成树脂工业的现状以及废气、废水产生和污染防治等问题进行了广泛的讨论，对《合成树脂工业污染物排放标准》开题报告的编写工作进行了具体的安排和落实。会后，编制组对合成树脂生产企业进行调研，在调研的基础上编制完成了《合成树脂工业污染物排放标准》开题报告。

2014 年 2 月 28 日，环境保护部科技标准司召开开题论证会，组织相关专家对《合成树脂工业污染物排放标准开题报告》进行论证，与会专家听取了编制组对《合成树脂工业污染

物排放标准开题报告》主要内容的介绍，经质询、讨论，认为：开题报告内容较全面，思路清晰，可以作为合成树脂工业污染物排放标准的编制依据。

### 1.2.3 编制工作

2013年6月~2014年9月编制组开展以下工作，完成了标准征求意见稿的编制。

1、筛选并确定合成树脂工业排放标准的各项控制因子和监测方法。

2、确定支撑标准的防治及控制污染的技术依据。

3、对合成树脂生产企业进行调研。共计调研36家合成树脂企业，基本涵盖了聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、ABS树脂（丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物）、酚醛树脂、环氧树脂、聚氨酯树脂、不饱和聚酯树脂、氨基树脂、聚酯树脂（PET）、丙烯酸酯树脂、醇酸树脂、氟树脂、有机硅树脂、聚酰胺、聚碳酸酯、聚甲醛、聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）、聚苯醚、聚酰亚胺、聚苯硫醚、聚砜、聚醚砜、聚醚醚酮等25种不同类型的合成树脂企业，每种类型合成树脂企业的调研数为1~2家。

4、根据污染物对环境和人体健康的影响、污染防治和控制技术以及运行成本等因素，确定污染控制指标，提出排放浓度限值，并形成征求意见稿（初稿）。

5、2014年9月5日，环境保护部科技标准司召开专家研讨会，组织相关专家对《合成树脂工业污染物排放标准》（征求意见稿初稿）进行研讨，与会专家听取了编制组对《合成树脂工业污染物排放标准》（征求意见稿初稿）主要内容的介绍，经讨论，提出修改意见。会后，编制组根据专家意见进行了修改，形成《合成树脂工业污染物排放标准》（征求意见稿）。

## 2 合成树脂工业概况

### 2.1 我国合成树脂工业概况

#### 2.1.1 合成树脂概述

##### 2.1.1.1 合成树脂定义

合成树脂是由人工合成的一类高分子聚合物，是由低分子原料——单体（如乙烯、丙烯、氯乙烯、苯乙烯等）通过聚合反应结合成大分子而制得的；合成树脂为粘稠液体或加热可软化的固体，受热时通常有熔融或软化的温度区间，在外力作用下可呈塑性流动状态。

##### 2.1.1.2 合成树脂应用领域

合成树脂最重要的应用领域是生产塑料制品，此外合成树脂也是生产合成纤维、涂料、胶粘剂、绝缘材料等化工产品的基础原料。

当今社会中，合成树脂已经渗入到工农业生产和人民生活的各个方面，成为国民经济不可或缺的基础材料；此外，作为基础材料合成树脂几乎应用于所有的战略性新兴产业，如航

天、军工、新能源、核发电、功能性膜材料、高端装备制造、液晶高分子材料、医用高分子材料等领域。

合成树脂已经成为当今社会继金属、木材、水泥之后的第四大类材料。

#### 2.1.1.3 合成树脂种类

合成树脂种类极为繁多，通常采用下述方法对其进行分类：

1、按主链结构区分，有碳链、杂链和非碳链三类合成树脂。

1) 碳链合成树脂是由许多以碳链（由若干个相连的碳原子构成）为基本骨架的单体连接而成的多聚体，如聚乙烯、聚丙烯等。

2) 杂链合成树脂的主链中除碳原子外尚有氮、氧、硫等，大部分工程塑料都是杂链合成树脂，如聚酰胺、聚甲醛等。

3) 非碳链合成树脂的主链不含碳原子，如有机硅树脂的主链是由硅原子和氧原子相间排列而成。

2、按合成反应的特征区分，有加聚型和缩聚型两类合成树脂。

1) 加聚型合成树脂是由单体间相互反应而生成的一种高分子化合物，其特点是反应中不产生副产物，例如烯烃类单体经加成而聚合为聚乙烯、聚丙烯等合成树脂。

2) 缩聚型合成树脂是具有两个或两个以上官能团的单体相互反应而生成的一种高分子化合物，反应中同时产生简单分子的物质（如  $H_2O$ 、 $HX$ 、醇等），因此缩聚反应具有缩合出低分子和聚合成高分子的双重作用，反应产物称为缩聚物，例如聚酯、酚醛树脂等。

3、按实际应用功能区分，依据合成树脂受热后的行为可以将合成树脂划分为热塑性和热固性两大类合成树脂，这是实际应用较多的一种合成树脂分类方法。

1) 热塑型合成树脂是线型结构，受热时分子链间发生相对滑动，加热后融化，其性能类似于玻璃，可以反复加工，多次使用，如聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯等。

2) 热固型合成树脂是网状结构，受热时网状分子的滑动受到限制，其性能类似于陶瓷，不能反复加工，如环氧树脂、酚醛树脂、不饱和聚酯树脂等。

#### 2.1.1.4 合成树脂产品

在合成树脂的商品市场上，通常将合成树脂分为通用热塑型、热固型、专用型、高性能型以及其它类型：

1、通用热塑型合成树脂，其特征是产量大，成本低，一般用于生产通用的消费品或耐用商品，代表性品种有聚乙烯（PE）、聚丙烯（PP）、聚氯乙烯（PVC）、聚苯乙烯（PS）、ABS树脂（丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物）等，均属于热塑性合成树脂。通用热塑型合成树

脂的产量很大，据统计全球通用热塑型合成树脂的产量占全球合成树脂总产量的 70%以上。

通用热塑型合成树脂是以聚烯烃为特征的热塑性合成树脂，2010 年我国聚烯烃的产量为 3650 万吨，其中：聚乙烯树脂产量为 985.8 万吨、聚丙烯树脂的产量为 916.8 万吨、聚氯乙烯树脂的产量为 1130.1 万吨、聚苯乙烯树脂的产量为 376 万吨、ABS 树脂的产量为 200 万吨。目前，我国除了聚乙烯树脂产量居全球第二外，聚丙烯、聚苯乙烯、聚氯乙烯和 ABS 等 4 种聚烯烃树脂的产量均居全球第一。

2、热固性合成树脂，是在加热、加压下或者在固化剂、紫外光作用下发生化学反应，最终交联固化为不溶、不熔的一类合成树脂。热固性合成树脂大多具有良好的绝缘性、耐热性和机械性，且生产方法较为简单，价格相对低廉，在合成树脂中占有重要的地位。

常见的热固性合成树脂工业产品有酚醛树脂（PF）、环氧树脂（EP）、聚氨酯树脂（PU）、不饱和聚酯树脂（UP）、氨基树脂等，热固性合成树脂是生产增强塑料、泡沫塑料、电工用模塑料、电子封装材料、浇铸制品、复合材料、胶粘剂、涂料的主要原料。

目前我国酚醛树脂、环氧树脂、不饱和聚酯树脂的产量和消费量均居全球第一。

聚氨酯树脂是我国近年来发展最快、最好的热固性合成树脂品种，其应用已经渗入到国民经济的各个部门，2010 年我国聚氨酯树脂的产量为 450 多万吨，跃居全球第一，同时，聚氨酸的主要生产原料——异氰酸酯、聚醚多元醇、聚酯多元醇等均已实现国产化。

3、专用型合成树脂，是为专门用途而生产的合成树脂产品，其特征是产量较小，但生产成本较高，典型品种有工程塑料和特种工程塑料，其中：

1) 工程塑料，可以替金属并可用于机械、电子、汽车等领域的合成树脂，代表性品种有聚酰胺（PA）、聚碳酸酯（PC）、聚甲醛（POM）、聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）、聚苯醚（PPO）等。

随着我国国民经济的快速发展，工程塑料消费也在快速发展，目前我国工程塑料消费量仅次于美国，为全球第二大工程塑料消费国。我国工程塑料产量仅次于美国、德国、日本，为全球第四大工程塑料生产国。我国工程塑料生产企业已经掌握了大多数工程塑料的生产技术，其中部分工程塑料（如聚酰胺、聚甲醛等）的生产装置水平和产品技术指标已有较高的水准，具有一定的市场竞争力。

2010 年我国工程塑料的生产能力为 130 万吨，实际产量为 90 万吨，占国内工程塑料需求量的 40%。预计“十三五”期间我国五大工程塑料（聚酰胺、聚碳酸酯、聚甲醛、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚苯醚）生产能力将达 260 万吨，生产量将达 200 万吨，届时工程塑料的自给率将进一步提高，预计将达国内工程塑料需求量的 50%。

2) 特种工程塑料, 也称第三代塑料, 是国防和军工现代化急需的高性能新材料, 目前我国投入了很大的人力和物力进行特种工程塑料的开发研究, 代表性品种有聚酰亚胺 (PI)、聚苯硫醚 (PPS)、聚砜 (PSU)、聚醚砜 (PES)、聚醚醚酮 (PEEK) 等。

2010 年我国特种工程塑料消费量为 11.5 万吨, 预计 2015 年将达到 20 万吨, 目前我国特种工程塑料自给率很低, 预计“十三五”期间我国特种工程塑料将有很大的发展, 自给率将进一步提高。

4、高性能合成树脂, 主要品种有氟树脂和有机硅树脂。

1) 氟树脂是分子结构中含有氟原子的一类热塑性树脂, 大部分氟树脂都是聚乙烯的含氟相似物, 氟树脂具有优异的耐高低温性能、介电性能、化学稳定性、耐候性、不燃性、不粘性和低的摩擦系数等特性, 是尖端科学技术和国防工业不可缺少的重要材料。氟树脂的主要品种有聚四氟乙烯 (PTFE)、聚三氟氯乙烯 (PCTFE)、聚偏氟乙烯 (PVDF)、乙烯-四氟乙烯共聚物 (ETFE)、乙烯-三氟氯乙烯共聚物 (ECTFE)、聚氟乙烯 (PVF) 等。

我国有丰富的氟资源和氟树脂的广阔市场, 目前我国氟树脂生产和应用正处于快速发展的阶段。

2) 有机硅树脂也称聚硅氧烷树脂, 是主链由硅、氧原子交替组成且硅原子上带有有机基团支链的热固性树脂, 是一类高性能特殊材料, 具有良好的耐高低温性、耐候性、防潮、绝缘、介电性、生理惰性、透气性、表面疏水性及较低的表面张力和玻璃化温度。有机硅树脂是近年来发展较快、应用较广的新型材料之一, 一直受到广泛关注, 目前我国有机硅树脂生产正处于快速发展的阶段。

5、其它合成树脂工业产品:

1) 聚酯树脂 (PET) 是一类在其主链上含有酯基官能团的聚合物, 主要用作纤维、饮料瓶、薄膜、玻璃纤维的生产原料。

2) 丙烯酸酯树脂, 丙烯酸酯类和甲基丙烯酸酯类及其它烯属单体共聚制成的树脂, 通过选用不同的树脂结构、不同的配方、生产工艺及溶剂组成, 可制成不同类型、不同性能和不同应用场合的丙烯酸树脂, 丙烯酸树脂根据结构和成膜机理的差异又可分为热塑性丙烯酸树脂和热固性丙烯酸树脂。

我国丙烯酸树脂工业发展迅速, 产量持续增长, 目前我国丙烯酸树脂的品种已经相对完善, 但是与国外先进同行相比, 生产规模、工艺控制及部分特殊性能要求的产品还存在一定差距, 特别是在工艺控制与质量稳定性方面差距较大。因此, 进一步提高产品质量的稳定性, 特别是产品质量力求达到国外厂家的水平, 是丙烯酸树脂发展的当务之急。

3) 醇酸树脂是由多元醇、邻苯二甲酸酐和脂肪酸或油（甘油三脂肪酸酯）缩合聚合而成的油改性聚酯树脂，按脂肪酸（或油）分子中双键的数目及结构，可分为干性、半干性和非干性三类。干性醇酸树脂可在空气中固化；非干性醇酸树脂则要与氨基树脂混合，经加热才能固化；半干性醇酸树脂的固化性能处于干性和不干性醇酸树脂固化性能之间。

醇酸树脂固化成膜后，有光泽和韧性，附着力强，并具有良好的耐磨性、耐候性和绝缘性等，主要用作涂料、油漆，广泛应用于金属防护、家具、车辆、建筑等方面，也可用作漆包线的绝缘层，制成油墨可大量应用于印刷工业。

#### 2.1.1.5 合成树脂生产原料

合成树脂生产原料的来源十分丰富，早期以煤焦油产品和电石（碳化钙）为主要原料，现今大多以石油和天然气的下游产品为主要原料，如乙烯、丙烯、甲醛、氯乙烯、苯乙烯、环氧氯丙烷等。

#### 2.1.1.6 合成树脂生产方法简述

合成树脂为高分子化合物，由低分子的原料——单体（如乙烯、丙烯、氯乙烯等）通过聚合反应（加聚反应和缩聚反应）而生产，合成树脂工业生产上常用的聚合方式有：

##### 1、本体聚合

本体聚合是单体在引发剂或热、光、辐射的作用下，不加其它介质进行的聚合过程。本体聚合类合成树脂的特点是产品纯洁，不需要复杂的分离、提纯，操作较简单，生产设备利用率高，可以直接生产管材、板材等质品，故又称块状聚合。本体聚合类合成树脂的缺点是物料粘度随着聚合反应的进行而不断增加，混合和传热困难，反应器温度不易控制。

本体聚合法是生产聚甲基丙烯酸甲酯、聚苯乙烯、低密度聚乙烯、聚丙烯、聚酯和聚酰胺等合成树脂的常用方法。

##### 2、悬浮聚合

悬浮聚合是指单体在机械搅拌（或振荡）和分散剂的作用下，单体分散成液滴，通常悬浮于水中进行的聚合过程，故又称珠状聚合。悬浮聚合的特点是反应器内有大量水，物料粘度低，容易传热和控制；聚合后只需经过简单的分离、洗涤、干燥等工序，即可得到树脂产品，可直接用于成型加工；产品较纯净、均匀。悬浮聚合的缺点是反应器的生产能力和产品的纯度不及本体聚合法，而且不能采用连续法进行生产。

悬浮聚合法在合成树脂工业中的应用很广，聚氯乙烯和聚苯乙烯树脂主要采用悬浮聚合法进行生产，悬浮聚合反应器日趋大型化。

##### 3、乳液聚合

乳液聚合是指借助乳化剂的作用，在机械搅拌或振荡作用下，单体在水中形成乳液而进行的聚合。乳液聚合产物为胶乳，可以直接使用，也可以把胶乳破坏，经洗涤、干燥处理制得粉状或针状聚合物。乳液聚合的优点是在较高的反应速度下进行，获得较高分子量的聚合物，且物料的粘度低，易于传热和混合，生产过程易于控制，残留单体易于除去。乳液聚合的缺点是聚合过程中加入的乳化剂等影响产品性能。乳液聚合也可制得固体聚合物，但是需增加凝聚、分离、洗涤等生产过程。

乳液聚合反应器的生产能力低于本体聚合法。

#### 4、溶液聚合

溶液聚合是单体溶于适当溶剂中进行的聚合反应，形成的聚合物可溶于溶剂，属于典型的溶液聚合，产品可做涂料或胶粘剂。溶液聚合物也可不溶于溶剂，称为沉淀聚合或淤浆聚合，若需生产固体聚合物，还需经过沉淀、过滤、洗涤、干燥方能制成固体成品。在溶液聚合中，生产操作和反应温度都易于控制，但均需回收溶剂。工业生产中溶液聚合可采用连续法和间歇法，大规模工业化生产常采用连续法，如聚丙烯生产。

### 2.1.2 我国合成树脂现状

#### 2.1.2.1 我国合成树脂生产规模

##### 1、我国合成树脂产量和表观消费量

进入 21 世纪以来（2000 年后）我国合成树脂工业进入高速发展时期，迄今为止我国已经成为全球合成树脂生产和消费大国。统计资料显示，2011 年我国合成树脂生产能力达到了 5500 万吨，实际产量达到了 4800 万吨，表观消费量达到 7405.6 万吨；2013 年我国合成树脂实际产量达到 5837 万吨。

根据上述数据以及 2011 年全球合成树脂产量和消费量数据，可以看到：

- 1) 我国已经成为全球第二大合成树脂生产国，合成树脂产量仅次于美国；
- 2) 我国合成树脂表观消费量居全球之首，已经成为全球第一大合成树脂消费国。

##### 2、我国合成树脂工业总产值

随着我国经济的高速发展，对合成树脂的需求量不断增加，合成树脂的应用领域不断扩大，在国家经济活动中的地位不断提高，其标志是合成树脂工业总产值在我国 GDP 所占比例逐年提高。

根据国家统计局的数据：

- 1) 2004 年我国合成树脂工业总产值为 2250 亿元，占全国 GDP 比例为 0.91%；
- 2) 2007 年我国合成树脂工业总产值为 2750 亿元，占全国 GDP 比例为 1.11%；

3) 2012 年我国合成树脂工业总产值为 6300 亿元，占全国 GDP 比例为 1.21%。

今后随着我国经济持续高速发展，对合成树脂的需求量势必持续增加，合成树脂的应用领域势必持续扩大，在全国的经济地位势必持续提高，合成树脂工业总产值在我国 GDP 所占比例必将进一步提高。

#### 2.1.2.2 我国主要合成树脂产品

经过 50 多年的努力，我国合成树脂工业已经形成了树脂合成、改性合金化、助剂、模具与装备、加工应用等配套完整的工业体系，成功开发了聚丙烯、聚苯乙烯、聚酯、己内酰胺合成技术，并在高性能聚合物、催化剂、装备国产化等方面取得了一批具有自主知识产权的创新成果，形成了长三角、珠三角、环渤海等地区的合成树脂生产企业集群，以及江苏、浙江、广东等合成树脂生产大省，具备了生产多种类型合成树脂产品的能力。

我国主要合成树脂产品的生产和消费情况见表 1 和表 2。

表 1 我国主要合成树脂生产情况一览表

编号	合成树脂名称	产量 (万吨/年)	占总产量的比例 (%)
1	聚乙烯树脂 (PE)	985.8	22.6
2	聚丙烯树脂 (PP)	906.8	20.7
3	聚氯乙烯树脂 (PVC)	1130.1	25.9
4	聚苯乙烯 (PS)	376	8.6
5	ABS 树脂	200	4.5
6	工程塑料	90	1.9
7	特种工程塑料	2.1	0.04
8	环氧树脂	60	1.3
9	酚醛树脂	78	1.8
10	其它合成树脂	348.8	8.0

注：表中数据以我国 2010 年合成树脂统计资料为依据。

表 2 我国主要合成树脂消费情况一览表

编号	合成树脂名称	占消费总量的比例 (%)
1	聚乙烯树脂 (PE)	35
2	聚丙烯树脂 (PP)	20
3	聚氯乙烯树脂 (PVC)	16

4	聚苯乙烯 (PS)	7
5	ABS 树脂	5
6	其它合成树脂	17

注：表中数据以我国近 5 年的合成树脂消费统计资料为依据。

### 2.1.2.3 各类合成树脂简况

#### 1、聚乙烯树脂 (PE)

聚乙烯树脂 (PE) 是通用热塑型合成树脂中产量最大的品种，主要的消费领域是聚乙烯薄膜和包装袋，目前我国聚乙烯树脂产量位居全球第二，聚乙烯树脂消费量也位居全球第二。我国还是全球最大的聚乙烯树脂进口国，进口聚乙烯树脂凭借其较高的性能和成本优势占据了我国聚乙烯树脂市场的很大比例，随着国内聚乙烯树脂产能的扩大和“十二五”期间烯烃原料的多元化，预计我国聚乙烯树脂的自给率将大幅提高，对外依存度将逐渐降低。

乙烯是生产各种聚乙烯树脂的主要单体，这是一种重要的有机化工原料，它的产量标志着一个国家有机化工工业的发展水平，当今世界乙烯产量的 60% 以上都用于生产聚乙烯树脂。醋酸乙烯酯、丙烯、丁烯、己烯也是聚乙烯树脂生产原料，但是用量很小。

聚乙烯树脂依据聚合方法、分子量高低、链结构的不同，分为高密度聚乙烯 (HDPE)、低密度聚乙烯 (LDPE) 及线性低密度聚乙烯 (LLDPE)：

1) 高密度聚乙烯俗称低压聚乙烯，与 LDPE 及 LLDPE 相较，有较高的耐温、耐油性、耐蒸汽渗透性以及抗环境应力开裂性，此外电绝缘性和抗冲击性及耐寒性能很好，主要应用于吹塑、注塑等领域。

2) 低密度聚乙烯俗称高压聚乙烯，因密度较低，材质最软，主要用于制造塑胶袋、农业用膜等。

3) 线型低密度聚乙烯是乙烯与少量高级  $\alpha$ -烯烃在催化剂存在下聚合而形成的共聚物，其外观与 LDPE 相似，透明性较差些，表面光泽好，具有低温韧性、高模量、抗弯曲和耐应力开裂性，低温下抗冲击强度较佳等优点。

#### 2、聚丙烯树脂 (PP)

聚丙烯 (PP) 是一种半结晶的热塑性塑料，具有较高的耐冲击性，机械性质强韧，抗多种有机溶剂和酸碱腐蚀，在工业界有广泛的应用。

根据支链原子的位置，聚丙烯树脂可以分为无规立构、等规立构、间规立构，通常为 90% 以上的等规立构和少量无规立构的混合体。

### 3、聚苯乙烯树（PS）

聚苯乙烯树脂（PS）是由苯乙烯单体经自由基加聚反应合成的聚合物，是一种无色透明的热塑性塑料，具有高于 100℃ 的玻璃转化温度，常被用来制作各种需要承受开水温度的一次性容器以及一次性泡沫饭盒等。2010 年我国聚苯乙烯树脂的产量为 376 万吨，居全球第一。聚苯乙烯树脂品种有普通聚苯乙烯、发泡聚苯乙烯（EPS）、高抗冲聚苯乙烯（HIPS）以及间规聚苯乙烯（SPS）。

普通聚苯乙烯树脂为无毒、无臭、无色的透明颗粒，似玻璃状脆性材料，其制品具有极高的透明度，透光率可达 90% 以上，电绝缘性能好，易着色，加工流动性好，刚性好以及耐化学腐蚀性好等。普通聚苯乙烯的不足之处在于性脆，冲击强度低，易出现应力开裂，耐热性差及不耐沸水等。

### 4、聚氯乙烯树脂（PVC）

聚氯乙烯（PVC）是由氯乙烯在引发剂作用下聚合而成的热塑性树脂，是氯乙烯的均聚物。聚氯乙烯为微黄色半透明状，有光泽，透明度胜于聚乙烯、聚丙烯，差于聚苯乙烯，随助剂用量不同，分为软、硬聚氯乙烯，软制品柔而韧，手感粘，硬制品的硬度高于低密度聚乙烯，而低于聚丙烯。聚氯乙烯常见制品有板材、管材、鞋底、玩具、门窗、电线外皮、文具、包装盒等。

按照生产方式的不同，聚氯乙烯树脂可分为高聚合度树脂、交联树脂和通用型树脂，通用型 PVC 树脂是由氯乙烯单体在引发剂的作用下聚合形成的，高聚合度 PVC 树脂是指在氯乙烯单体聚合体系中加入链增长剂聚合而成的树脂，交联 PVC 树脂是在氯乙烯单体聚合体系中加入含有双烯和多烯的交联剂聚合而成的树脂。

### 5、ABS 树脂

ABS 树脂是丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物，是目前产量最大、应用最广泛的共聚型化合物，它将多种合成树脂的性能有机地统一在一起，兼具韧、硬、刚相均衡的优良力学性能，可用于注塑、挤出、真空、吹塑及辊压等成型法加工为塑料，也可用于机械、粘合、涂层、真空蒸着等法进行二次加工。

ABS 树脂综合性能优良，用途十分广泛，主要用作工程材料，也可用于家庭生活用具。ABS 树脂耐油和耐酸、碱、盐及化学试剂等性能良好，具有可电镀性，镀上金属层后有光泽好、比重轻、价格低等优点，可代替某些金属。

### 6、环氧树脂（EP）

环氧树脂是泛指分子中含有两个或两个以上环氧基团的有机化合物，其分子结构是以分

子链中含有活泼的环氧基团为其特征，环氧基团可以位于分子链的末端、中间或成环状结构，由于分子结构中含有活泼的环氧基团，可与多种类型的固化剂发生交联反应而形成不溶、不熔的具有三向网状结构的高聚物。

固化后的环氧树脂具有良好的物理、化学性能，对金属和非金属材料的表面具有优异的粘接强度，介电性能良好，变定收缩率小，制品尺寸稳定性好，硬度高，柔韧性较好，对碱及大部分溶剂稳定，因而广泛应用于国防、国民经济各部门，作浇注、浸渍、层压料、粘接剂、涂料等用途。

我国拥有全球最大的环氧树脂应用市场，市场前景十分广阔。

#### 7、酚醛树脂（PF）

酚醛树脂是世界上最早被发现并最先实现工业化生产的合成树脂品种，由于它原料易得、合成方便，加之固化后的性能可以满足多方面的使用要求，20世纪初酚醛树脂就在工业上得到了应用。20世纪40年代之后，酚醛树脂的合成方法进一步成熟并多元化，出现了许多高性能的酚醛树脂，其综合性能不断提高，应用范围迅速扩展。

酚醛树脂也称为电木，是无色或黄褐色透明物，有颗粒、粉末状，耐弱酸和弱碱，遇强酸发生分解，遇强碱发生腐蚀，不溶于水，溶于丙酮、酒精等有机溶剂中，由苯酚、甲醛或其衍生物缩聚而得，主要用于制造各种塑料、涂料、胶粘剂及合成纤维。

酚醛树脂有热塑型和热固型两种类型，其中：以酸为催化剂（反应介质 $<3$ ），酚与醛的摩尔比大于1时制得的为热塑型酚醛树脂；以碱为催化剂（反应介质 $>7$ ），酚与醛的摩尔比小于1时制得的为热固型酚醛树脂。

#### 8、不饱和聚酯树脂（UP）

不饱和聚酯树脂是由不饱和二元酸与饱和二元醇或者饱和二元酸与饱和二元醇缩聚而成的具有酯键和不饱和双键的线型高分子化合物，再与交联剂（常用的交联剂是苯乙烯）混合，最终制成不饱和聚酯树脂。

不饱和聚酯树脂性能优良，可以在室温下固化，常压下成型，还具有灵活性，特别适合大型和现场制造玻璃钢制品。不饱和聚酯树脂的力学性能指标略低于环氧树脂，但优于酚醛树脂，品种多，适应广泛，价格较低，缺点是固化时收缩率较大，贮存期限较短。

#### 9、聚氨酯树脂（PU）

聚氨酯全称为氨基甲酸酯，是主链上含有重复氨基甲酸酯基团的大分子化合物的统称，是由有机二异氰酸酯或多异氰酸酯与二羟基或多羟基化合物加聚而成，用途很广，可以代替橡胶、塑料、尼龙等，用于机场、酒店、建材、工厂、高级公寓、别墅、园林美化、彩

石艺术、公园等不同领域。

#### 10、氨基树脂

氨基树脂由含有氨基的化合物与甲醛经缩聚而成的树脂的总称，重要的树脂有脲醛树脂（UF）、三聚氰胺甲醛树脂（MF）和聚酰胺多胺环氧氯丙烷（PAE）等，用于制涂料、胶粘剂、塑料或鞣料，还可用于织物、纸张的防缩防皱处理等。

#### 11、热塑性聚酯树脂（PET）

热塑性聚酯树脂（PET）是具有热塑特性的饱和聚酯，即聚对苯二甲酸酯类树脂，广义上还应包含其它线型聚酯树脂，热塑性聚酯树脂产量大、用途广，主要用于生产高性能薄膜和纤维。

#### 12、丙烯酸酯类树脂

丙烯酸及其同系物的酯类的总称，比较重要的品种有丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯、2-甲基丙烯酸甲酯和2-甲基丙烯酸乙酯等，易自聚或和其它单体共聚，是制造胶粘剂、合成树脂、特种橡胶和塑料的单体。

#### 13、醇酸树脂

醇酸树脂是由多元醇、邻苯二甲酸酐和脂肪酸或油（甘油三脂肪酸酯）缩合聚合而成的油改性聚酯树脂，醇酸树脂固化成膜后，有光泽和韧性，附着力强，并具有良好的耐磨性、耐候性和绝缘性等，主要用作涂料、油漆，广泛应用于金属防护、家具、车辆、建筑等方面，也可用作漆包线的绝缘层，制成油墨可大量应用于印刷工业。

#### 14、氟树脂

氟树脂是分子结构中含有氟原子的一类热塑性树脂，具有优异的耐高低温性能、介电性能、化学稳定性、耐候性、不燃性、不粘性和低的摩擦系数等特性，是尖端科学技术和国防工业不可缺少的重要材料。

#### 15、有机硅树脂

有机硅树脂是主链由硅、氧原子交替组成且硅原子上带有有机基团支链的热固性树脂，是一类高性能特殊材料，具有良好的耐高低温性、耐候性、防潮、绝缘、介电性、生理惰性、透气性、表面疏水性及较低的表面张力和玻璃化温度，是近年来发展较快、应用较广的新型材料之一，目前我国有机硅树脂生产正处于快速发展的阶段。

#### 16、聚酰胺（PA，俗称尼龙）

聚酰胺具有良好的综合性能，包括力学性能、耐热性、耐磨损性、耐化学药品性和自润滑性，且摩擦系数低，具有一定的阻燃性，易于加工，适于用玻璃纤维和其它填料填充增强

改性，以提高其性能和扩大其应用范围。

#### 17、聚碳酸酯（PC）

聚碳酸酯是分子链中含有碳酸酯基的高分子聚合物，根据酯基的结构可分为脂肪族、芳香族、脂肪族-芳香族等多种类型，目前芳香族聚碳酸酯已获得了工业化生产，由于聚碳酸酯结构上的特殊性，已成为五大工程塑料中增长速度最快的种类。

#### 18、聚甲醛（POM）

聚甲醛是一种没有侧链，高密度，高结晶性的线性聚合物，具有优异的综合性能，表面光滑，有光泽的硬且致密，淡黄或白色，可在-40~100℃温度范围内长期使用，其耐磨性和自润滑性优于绝大多数工程塑料，具有良好的耐油、耐过氧化物性能。

聚甲醛的拉伸强度好，吸水性小，尺寸稳定，有光泽，性能优于都比尼龙。聚甲醛为高度结晶的树脂，在热塑性树脂中是最坚韧的品种，具有很高的抗热强度、弯曲强度和耐疲劳性强度，且耐磨性和电性能优良。

聚甲醛的缺点是不耐酸、不耐强碱以及不耐太阳光的紫外线辐射。

#### 19、聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）

聚对苯二甲酸丁二醇酯为乳白色半透明到不透明、结晶型热塑性聚酯，具有高耐热性、韧性、耐疲劳性，自润滑、低摩擦系数，主要用于汽车、电子电器、工业机械和聚合物合金等方面。

#### 20、聚苯醚（PPO）

聚苯醚是上世纪 60 年代发展起来的高强度工程塑料，化学名称为聚 2,6-二甲基-1,4-苯醚，是一类耐高温的热塑性树脂，市场上通用的主要为改性的聚苯醚，简称 MPPO，具有优良的综合性能，最大的特点是在长期负荷下具有优良的尺寸稳定性和突出的电绝缘性，使用温度范围广，在电子电气、汽车、机械、化工等领域。

#### 21、聚酰亚胺（PI）

聚酰亚胺是综合性能最佳的有机高分子材料之一，具有耐高温（400℃以上）和高绝缘性，根据重复单元的化学结构，聚酰亚胺可以分为脂肪族、半芳香族和芳香族聚酰亚胺三种。根据热性质，可分为热塑性和热固性聚酰亚胺。

聚酰亚胺应用广泛的应用方面，而且在每一个方面都显示了极为突出的性能，如：薄膜、涂料、复合材料、纤维、泡沫塑料、工程塑料、胶粘剂、分离膜、电-光材料、湿敏材料等应用领域。

#### 22、聚砜（PSE）

聚砜是分子主链中含有羟基-SO<sub>2</sub>-的热塑性树脂，是略带琥珀色非晶型透明或半透明聚合物，力学性能优异，刚性大，耐磨、高强度，热稳定性高，耐水解，尺寸稳定性好，成型收缩率小，无毒，耐辐射，耐燃。PSF 可进行注塑、模压、挤出、热成型、吹塑等成型加工，可制成精密尺寸的制品。

### 23、聚醚醚酮（PEEK）

聚醚醚酮是在主链结构中含有一个酮键和两个醚键的重复单元所构成的高聚物，是特种高分子材料，具有耐高温、耐化学药品腐蚀等物理化学性能，是一类结晶高分子材料，可用作耐高温结构材料和电绝缘材料，也可与玻璃纤维或碳纤维复合制备增强材料。

### 24、聚苯硫醚（PPS）

聚苯硫醚是一种新型高性能热塑性树脂，具有机械强度高、耐高温、耐化学药品性、难燃、热稳定性好、电性能优良等优点，在电子、汽车、机械及化工领域均有广泛应用。

### 25、聚醚砜（PES）

聚醚砜树脂是一种综合性能优异的热塑性高分子材料，具有优良的耐热性能、物理机械性能、绝缘性能等，特别是具有可以在高温下连续使用和温度急剧变化的环境中仍能保持性能稳定等突出优点，在许多领域已经得到广泛应用。

## 2.1.3 我国合成树脂生产企业分布情况

根据国家统计局数据，我国规模以上的合成树脂生产企业为 1668 家，其中重点合成树脂生产企业为 822 家，分布于全国各省（除西藏以外），详见表 3。

表 3 全国各省重点合成树脂生产企业分布一览表

省份	重点合成树脂企业数	省份	重点合成树脂企业数
北京	10	河南	30
天津	18	湖北	23
河北	12	湖南	17
山西	8	广东	122
内蒙古	18	广西	7
辽宁	16	海南	1
吉林	7	重庆	6
黑龙江	6	四川	15
上海	48	贵州	3

江苏	125	云南	3
浙江	113	陕西	3
安徽	55	甘肃	5
福建	30	青海	3
江西	4	宁夏	5
山东	89	新疆	20

由表中数据可以看出，江苏、浙江和广东三省拥有重点合成树脂企业数量均超过 100 家，是我国名副其实的合成树脂生产大省。

#### 2.1.4 我国合成树脂进口情况

近几年我国合成树脂产量呈现出快速增长的势头，但是仍然供不应求，特别是高端合成树脂产品存在很大的缺口，需要大量进口，2010 年我国进口合成树脂 3069.4 万吨，出口合成树脂 294.7 万吨，其中：

- 1) 聚乙烯树脂、聚丙烯树脂和 ABS 树脂的进口量居合成树脂进口量之首，分别为 736 万吨/年、387 万吨/年、217 万吨/年；
- 2) 热固性合成树脂进口量也很大，仅高端环氧树脂每年进口量即达 31 万吨；
- 3) 工程塑料的自给率仅 40%，每年需要进口工程塑料约 100 万吨；
- 4) 特种工程塑料的自给率很低，每年需进口约 120 万吨特种工程塑料；
- 5) 我国氟树脂和有机硅树脂生产尚处于发展阶段，国内自产的氟树脂和有机硅树脂均不能满足国家建设的需要，每年均需进口相当数量的氟树脂和有机硅树脂。

#### 2.1.5 我国合成树脂工业发展方向

进入 21 世纪以来，快速发展成为我国合成树脂工业的鲜明特点，预计 2015 年我国合成树脂年产量将达 6500 万吨，表观消费量将达 1 亿吨，国产合成树脂自给率将达 65%，工程塑料、特种工程塑料和高性能树脂在合成树脂中的比例将进一步增长，合成树脂工业的整体竞争力将大幅度提升。

目前我国合成树脂工业存在的主要问题是：

- 1) 生产技术的创新能力不足，急需提升高端合成树脂的生产能力；
- 2) 合成树脂产品结构急待调整；
- 3) 节能和环保两方面面临着很大的压力，据统计我国合成树脂生产的平均能耗水平高于国外 10~20%，废气、废水排放已经成为合成树脂工业进一步发展的突出制约因素；
- 4) 多数合成树脂企业规模小，且布局分散。

5) 今后我国合成树脂企业的发展方向是;

6) 重视生产技术自主创新, 加快合成树脂产品结构调整, 不断提升高端合成树脂产品的生产能力;

7) 解决合成树脂生产原料的制约问题, 实现原料多样化;

8) 延伸合成树脂产品链, 提高生产企业的经济效益;

9) 着力解决合成树脂生产中的节能和环保两大问题;

10) 加快合成树脂生产企业整合, 扩大合成树脂企业规模, 优化合成树脂企业布局。

## 2.2 国外合成树脂工业概况

### 2.2.1 全球合成树脂概述

1、全球合成树脂产量 (2010 年的数据)

全球合成树脂产量约 2.22 亿吨, 其中: 亚洲约占世界总产量的 34%; 北美约占世界总产量的 31%; 西欧约占世界总产量的 26%。

2、全球合成树脂生产情况

全球五大通用合成树脂 (聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、ABS 树脂) 产量占全球合成树脂总产量的 70% 以上, 其中: 聚乙烯的产量和消费量最大, 其它合成树脂 (聚丙烯、聚氯乙烯、聚酯树脂、聚苯乙烯、聚氨酯、氨基树脂和 ABS 等树脂) 的产量也比较大, 尤其是聚丙烯和 ABS 两类树脂产量的增长速度很快。

3、全球合成树脂消费情况

不同合成树脂在全球不同地区的消费比例不同, 但是呈现出一个有规律的现象, 即:

发达国家消费高端合成树脂的比例相对较大, 而发展中国家消费通用型合成树脂的比例相对较大。

### 2.2.2 全球合成树脂生产和消费现状

目前, 全球合成树脂生产和消费现状呈现以下特点:

1) 全球合成树脂生产中心正在向中东地区转移;

2) 全球合成树脂消费中心正在向亚洲转移;

3) 聚烯烃树脂的生产技术日趋完善, 进一步促进了全球合成树脂工业的发展;

4) 中国作为世界制造业的中心, 对高端合成树脂产品的需求量不断增长。

### 2.2.3 全球合成树脂工业发展趋势

全球合成树脂工业经过数十年的发展和变革, 生产规模之大、数量品种之多以及产品应用之广泛已经形成了一定的定局, 进入 21 世纪以来, 随着合成树脂生产企业对低成本、高效率、专业化、高性能的追求, 全球合成树脂工业在生产规模、产业结构和产品性能等方面

正发生着一些系列的变化，其发展趋势具有以下特点：

#### 1、生产装置大型化

合成树脂生产装置大型化的优越性在于既可节省建设投资，又可降低生产成本，目前全球新建的聚烯烃装置的生产能力大多在 35 万吨 / 年左右，未来的发展趋势是：

只要技术和市场允许，合成树脂生产装置的规模将会继续扩大，以实现越来越大的规模效益，降低每吨产品的建设费用和运营成本。

#### 2、产业结构专业化

产业结构调整不断改变着全球合成树脂的生产格局，跨国公司通过优化兼并、联合重组、转让出卖、购进交换等资产重组和资产经营的手段，使合成树脂产业结构更加专业化。

#### 3、产品高性能化

目前，全球合成树脂工业发展的重点是生产高性能、高技术含量和高附加值的合成树脂产品，即在保持现有生产规模的基础上，向提高产品品质的方向发展，以提高企业的生存能力和竞争能力。

### 3 标准制订的必要性分析

#### 3.1 国家及环保主管部门的相关要求

1、国务院在《国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》“第九章 改造提升制造业”中提出：“十二五”期间“石化行业要积极探索原料多元化发展新途径，重点发展高端石化产品”。我国合成树脂工业今后发展方向符合上述意见的要求，即：

“十二五”期间我国合成树脂工业将实现原料多样化，解决原料制约的问题；同时，重视生产技术自主创新，加快合成树脂产品结构调整，不断提升高端合成树脂产品的生产能力。

合成树脂工业的快速发展必将对合成树脂工业污染物排放提出新的要求。

2、环境保护部在《国家环境保护“十二五”规划》关于“推进主要污染物减排”中提出，“十二五”期间应“提高造纸、印染、化工、冶金、建材、有色、制革等行业污染物排放标准”。合成树脂工业废气的主要污染物是挥发性有机污染物（VOC）、废水的主要污染物是 COD（化学需氧量），二者均是《国家环境保护“十二五”规划》要求减排的主要污染物。根据环办函[2013]154 号文的要求，编制《合成树脂工业污染物排放标准》的主要目的是：整合并完善目前已经颁布实施的与合成树脂生产有关的废气和废水污染物排放标准，进一步提高合成树脂工业污染物排放标准，控制并减少合成树脂工业废气和废水污染物、特别是废气挥发性有机污染物（VOC）和废水 COD 的排放量。

编制《合成树脂工业污染物排放标准》符合《国家环境保护“十二五”规划》关于“提高化工等行业污染物排放标准”的要求。

### **3.2 国家相关产业政策及行业发展规划中的环保要求**

1、国务院在《大气污染防治行动计划》（国发[2013]37号）中要求“推进挥发性有机物污染治理”，合成树脂工业是排放挥发性有机污染物的重点行业，编制《合成树脂工业污染物排放标准》的重要目标之一是控制并减少合成树脂工业大气污染物、特别是挥发性有机污染物（VOC）的排放量，符合《大气污染防治行动计划》关于“推进挥发性有机物污染治理”，的要求。

2、国家发改委、财政部和环境保护部在《重点区域大气污染防治“十二五”规划》（环发2012[130]）中将合成材料和塑料制造列为排放挥发性有机污染物的重点对象，要求尽快制定挥发性有机污染物的标准，大力削减VOCs排放量。

《合成树脂工业污染物排放标准》将为合成树脂工业控制并减少大气污染物、特别是挥发性有机污染物（VOC）的排放规定严格的浓度限值和执法依据，符合《重点区域大气污染防治“十二五”规划》的相关要求。

3、环境保护部在《国家环境保护标准“十二五”发展规划》（环发[2013]22号）中提出污染物排放标准应“以总量控制污染物、重金属、颗粒物（PM<sub>10</sub>和PM<sub>2.5</sub>）、挥发性有机污染物、持久性有机污染物和其它有毒污染物为重点控制对象”，挥发性有机污染物、持久性有机污染物和有毒污染物是合成树脂工业主要的废气和废水污染物质，也是构成《合成树脂工业污染物排放标准》的主要指标，因此编制《合成树脂工业污染物排放标准》符合《国家环境保护标准“十二五”发展规划》关于挥发性有机污染物、持久性有机污染物和有毒污染物为“重点控制对象”的要求。

4、《石油和化学工业“十二五”发展规划》规定，“十二五”期间应将“控制挥发性有机物污染”列为石油和化学工业主要的节能减目标之一，编制《合成树脂工业污染物排放标准》的目的之一是控制并减少合成树脂行业挥发性有机污染物（VOC）的排放量，符合《石油和化学工业“十二五”发展规划》的相关规定。

### **3.3 合成树脂工业发展带来的主要环境问题**

#### **3.3.1 合成树脂生产原料和生产工艺**

##### **3.3.1.1 合成树脂生产原料**

合成树脂生产原料涉及到多种重要的化学品，主要有乙烯、丙烯、苯乙烯、丙烯腈、环氧氯丙烷、光气、酚类、甲醛、环氧氯丙烷、甲苯二异氰酸酯（TDI）、二苯基甲烷二异氰酸

酯(MDI)、多亚甲基多苯基异氰酸酯(PAPI)、氨、四氟乙烯、丙烯酸甲酯、丙烯酸丁酯、丙烯酸、甲基丙烯酸甲酯等。

合成树脂生产还涉及到的多种挥发性有机溶剂，主要有苯、甲苯、乙苯、氯苯、二氯甲烷等。

经识别，上述合成树脂生产原料和溶剂中涉及到多种危险化学品，其中：

1、列入国家《重点监管的危险化学品名录》的危险性化学品有：

丙烯腈、氯乙烯、乙烯、丙烯、苯酚、甲苯二异氰酸酯(TDI)、环氧氯丙烷等，以及溶剂甲苯。

2、列入国家“十二五”重点防控环境危险性化学品名单的有：

双酚A、丙烯腈、苯酚、苯乙烯、甲醛、氯苯、氯乙烯、丙烯酸丁酯、甲基丙烯酸甲酯等，以及以及溶剂甲苯等。

3、列入我国水环境优控制污染物名单的有：

苯酚、丙类腈等，以及溶剂二氯甲烷、甲苯、氯苯。

### 3.3.1.2 合成树脂生产工艺

合成树脂为高分子化合物，由低分子原料——单体通过聚合反应而生产之，聚合工艺是《首批重点监管危险化工工艺目录》中确定的危险化工工艺。

1、聚合工艺危险性特点

聚合是一种或几种小分子化合物变成大分子化合物（也称高分子化合物或聚合物，通常分子量为 $1 \times 10^4 \sim 1 \times 10^7$ ）的反应，涉及聚合反应的工艺过程为聚合工艺，聚合工艺危险性特点是：

1) 聚合原料具有自聚和燃爆的危险性；

2) 如果反应过程中热量不能及时移出，随物料温度上升，发生裂解和暴聚，所产生的热量使裂解和暴聚过程进一步加剧，进而引发反应器爆炸；

3) 部分聚合助剂危险性较大。

2、典型的合成树脂聚合工艺

(1) 聚烯烃生产工艺：

1) 聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯等生产工艺；

2) 聚氯乙烯生产工艺。

(2) 乳液生产工艺：

丙烯酸酯类乳液等生产工艺。

(3) 氟化物聚合工艺:

- 1) 分散法生产聚四氟乙烯工艺;
- 2) 四氟乙烯 (TFE) 和偏氟乙烯 (VDF) 聚合工艺;
- 3) 偏氟乙烯-全氟丙烯共聚生产弹性体工艺。

3、聚合工艺安全控制基本要求

- 1) 反应釜温度和压力报警和联锁;
- 2) 设置紧急冷却系统、紧急切断系统、紧急加入反应终止剂系统;
- 3) 设置搅拌的稳定控制和联锁系统;
- 4) 料仓设置静电消除和可燃气体置换系统, 以及可燃和有毒气体检测报警装置;
- 5) 高压聚合反应釜设置防爆墙和泄爆面等。

### 3.3.1.3 小结

综上所述, 合成树脂工业污染产生和排放具有以下特点:

1、合成树脂生产原料大多是危险化学品, 其中不乏多种列入重点防控的环境危险性化学品, 在合成树脂生产过程中, 上述危险化学品及环境危险性化学品具有转化为废弃物的可能性, 最终以废气、废水 (液)、废渣的形式排出, 因此, 合成树脂工业污染物排放具有“两多”特点, 即排放的污染物种类多, 且危险性废物种类多。

2、聚合工艺是主要的合成树脂生产工艺, 是《首批重点监管危险化工工艺目录》中确定的危险化工工艺, 自聚和燃爆以及裂解和暴聚是其发生危险的主要方式, 因此合成树脂生产过程潜在着由安全事故而引发的突发性环境污染事故的风险。

## 3.3.2 主要环境问题

通过分析合成树脂生产原料和生产方法并结合国内合成树脂企业的实际情况, 确认我国合成树脂企业主要环境问题是生产过程中产生的废气和废水。

### 3.3.2.1 废气

1、废气污染物

合成树脂生产过程中排放的废气污染物主要有:

乙烯、丙烯、苯乙烯、丙烯腈、氯乙烯、光气、苯酚、甲醛、环氧氢丙烷、甲苯二异氰酸酯 (TDI)、二苯基甲烷异氰酸酯 (MDI)、氨、氟化氢、氯化氢、丙烯酸、丙烯酸甲酯、丙烯酸丁酯、甲基丙烯酸甲酯、乙醛、二氧化硫、硫化氢等, 以及苯、甲苯、乙苯、氯苯、二氯甲烷等。

2、合成树脂废气的环境污染问题

### （1）挥发性有机污染物

合成树脂及主要原料大多是以直链脂肪烃为基本骨架的碳氢化合物，包括烷烃、烯烃、芳烃和含氧烃等组分，排入大气则属于挥发性有机污染物，具有较大的光化学活性，是形成光化学烟雾的前体物，可以采用非甲烷总烃指标表示之。

合成树脂行业属化工范畴，其废气的主要污染物是挥发性有机污染物，国家发改委、财政部和环境保护部在《重点区域大气污染防治“十二五”规划》（环发 2012[130]）中已经将合成材料和塑料制造列为排放挥发性有机污染物的重点对象，要求尽快制定挥发性有机污染物的标准，大力削减 VOCs 排放量。

### （2）有毒、有害污染物

合成树脂废气含有多种有毒、有害化学物质，其中不乏毒性很强的化学物质，如：光气、氯乙烯、苯乙烯、环氧氯丙烷、氯苯、甲醛、异氰酸酯类等。

### （3）异味和恶臭

合成树脂废气含有多种具有异味的物质，其中不乏恶臭类物质，如：苯乙烯、丙烯酸酯类、甲基丙烯酸酯类等。

### （4）小结

综上所述，合成树脂工业废气污染物具有以下特点：

- 1) 挥发性有机污染物是合成树脂工业主要的污染物，全行业挥发性有机污染物排放量较大；
- 2) 合成树脂工业废气污染物中的特征污染物较多。

#### 3.3.2.2 废水

废水排放是合成树脂工业又一比较突出的环境问题，其特点是污染物种类多，对环境危害大，且有一定的处理难度。

1、合成树脂废水可以分为两大类型：

（1）具有共性的废水，如设备清洗废水（主要是洗釜废水）、真空泵废水、地面清洗废水、循环冷却废水等。

（2）特殊性废水，具有一定的处理难度，主要有：

- 1) 环氧树脂和聚碳酸酯树脂生产排出的高盐分有机污染物废水；
- 2) 酚醛树脂生产排出的高浓度苯酚和甲醛废水；
- 3) 丙烯酸酯类树脂生产排出的高浓度丙烯酸酯类废水；
- 4) 聚酰胺树脂（尼龙）生产排出的高浓度氨氮废水；

- 5) ABS 树脂生产排出的苯乙烯和丙烯腈废水;
- 6) 氨基树脂生产排出的甲醛废水;
- 7) 悬浮法聚苯乙烯树脂生产排出的苯乙烯废水;
- 8) 聚酯 (PET) 树脂、醇酸树脂、不饱和聚酯树脂等生产过程中排出的高浓度有机污染物废水。

## 2、废水污染物

合成树脂生产过程中排放的废水污染物主要有:

苯乙烯、丙烯腈、环氧氯丙烷、甲苯、甲醛、苯酚、丙烯酸、丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯、丙烯酸丁酯、甲基丙烯酸甲酯等, 以及无机盐、氨氮等。

## 3、环境污染问题

合成树脂生产废水的绝对量不很大, 对环境的污染主要是由特征污染物造成的, 如:

1) 含酚废水如果不经处理直接排放, 对人类、鱼类以及农作物都会带来严重危害, 造成水质有气味, 从而影响饮用水源。

2) 废水中的苯乙烯对地表水和水生生物有严重危害。

3) 废水中的胺类化合物会造成严重的水体富营养化污染。

### 4) 小结

综上所述, 合成树脂工业废水污染物具有以下特点:

1) 废水产生量不很大。

2) 废水对环境的污染主要由特征污染物造成。

3) 含有特征污染物的合成树脂废水具有一定的处理难度。

### 3.3.2.3 结论

合成树脂废气和废水的污染物种类多, 对环境危害大, 且可引发二次环境污染。

长期以来由于缺乏统一的合成树脂工业污染物排放标准, 我国合成树脂工业废气和废水处理、特别是处理特征污染物和控制特征污染物排放始终处于比较盲目的状态, 这是当前合成树脂工业急需解决的问题。

## 3.4 合成树脂发展方向

### 3.4.1 清洁生产工艺

为减少合成树脂工业对环境的污染和冲击, 国内、外合成树脂企业和研究机构研究开发出许多合成树脂清洁生产工艺, 其重点是:

1) 提高单体的聚合率、降低树脂成品中的单体残留量。

2) 尽量不使用有毒有害的化学品为原料、催化剂、发泡剂等, 采用对环境友好的化学品为原料、催化剂、发泡剂等。

3) 改进废气和废水处理方法。

当前, 我国合成树脂工业正在推广应用的清洁生产工艺和“三废”处理工艺主要有:

- 1) 聚氯乙烯生产中控制氯乙烯单体(VCM)残留量方法和工艺;
- 2) 聚氯乙烯无汞生产工艺, 弃用含汞催化剂;
- 3) 聚氨酯和聚苯乙烯发泡材料生产无破坏大气臭氧层物质的工艺, 弃用破坏大气臭氧层物质作为发泡剂;
- 4) 聚碳酸酯生产无光气的方法和工艺;
- 5) 丙烯酸酯树脂生产废气和废水催化焚烧处理方法和工艺;
- 6) 丙烯酸酯树脂生产废水综合利用方法;
- 7) 环氧树脂生产废水蒸发精制工业盐方法;
- 8) 合成树脂工艺废气焚烧处理方法(直接、蓄热、催化等焚烧方法)。

### 3.4.2 发展可降解塑料和生物塑料

发展可降解塑料和生物塑料是解决合成树脂环境污染的一个补充方式, 目前已经出现开发成功一些可降解塑料和生物塑料, 如:

- 1) 由乙烯和二氧化碳共聚制成的光降解树脂;
- 2) 可生物降解的聚乳酸树脂;
- 3) 可生物降解的脂肪族和芳香族共聚树脂。

### 3.4.3 生产装置大型化

合成树脂生产装置大型化, 通过适当扩大生产装置规模而实现“规模化效应”, 达到扩产和节能减排的目的。

目前我国许多种类的合成树脂生产已经采用大型反应釜, 容积高达几十立方米, 甚至达一百立方米以上, 充分发挥了大型反应釜增加产量以及提高原料转化率和节约能源的作用, 目前生产装置大型化已经应用于越来越多种类的合成树脂生产。

### 3.4.4 提高生产装置的密闭化、自动化、连续化水平

提高合成树脂生产装置的密闭化、自动化、连续化水平, 是从生产装置角度提高合成树脂清洁生产水平的重要方法, 目前我国主要合成树脂品种生产过程特别是原料投入、产品卸出以及废气收集和冷却冷凝等环节正不断提高密闭化、自动化、连续化水平, 进而提高合成树脂清洁生产水平。我国现行合成树脂废气、废水排放标准存在的主要问题

## 3.5 合成树脂废气和废水排放标准

### 3.5.1 我国现行适用于合成树脂废气、废水的排放标准

#### 3.5.1.1 废气排放标准

长期以来我国合成树脂废气排放主要执行两项综合性的大气污染物排放标准：《大气污染物综合排放标准》（GB16297—1996）和《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）。

#### 3.5.1.2 废水排放标准

长期以来我国合成树脂废水排放主要执行综合性的废水污染物排放标准，以及一个单项合成树脂——聚氯乙烯树脂排放标准：《污水综合排放标准》（GB8978—1996）和《烧碱、氯乙烯工业水污染物排放标准》（GB15581-95）。

### 3.5.2 现行合成树脂废气、废水排放标准存在的主要问题

据调查，我国现行与合成树脂有关的废气、废水污染物排放标准存在以下问题：

1、现行与合成树脂有关的废气和废水污染物排放标准确定的污染物指标种类偏少，特别是特征污染物指标严重缺失，远不能涵盖我国合成树脂生产废气的污染物种类。

据调查，我国合成树脂废气的污染物种类近 30 种，而现行与合成树脂废气污染物排放标准有关的指标只有 10 项（甲苯、甲醛、乙醛、丙烯腈、甲醇、氯苯类、氯乙烯、光气、非甲烷总烃、苯乙烯等）；

据调查，我国合成树脂废水的污染物种类近 30 种，而现行与合成树脂废水污染物排放标准有关的指标只有 6 项（COD、BOD、挥发酚、氟化物、甲醛、氯乙烯等）。

一些有毒或对环境有严重影响后果的物质无排放标准，如：

1) 异氰酸酯类、丙酮氰醇、环氧氯丙烷等是毒性较强的物质，长期以来由于缺乏排放标准，在环境监管方面一直是空白；

2) 双酚 A、丙烯酸丁酯、甲基丙烯酸甲酯等物质为国家“十二五”重点防控的环境危险性化学品，由于缺乏排放标准，在环境监管方面也是空白。

2、现行与合成树脂有关的废气、废水污染物排放标准提出的污染物排放标准限值基本未考虑当前我国合成树脂工业废气治理技术的现状，也未考虑国内外合成树脂工业废气、废水治理技术的发展现状，严重脱离实际，不能满足现阶段物特别是当前我国防范大气和水环境污染的需要，特别是防范挥发性有机污染物的需要。

3、现行与合成树脂有关的废气、废水污染物排放标准未规定不同合成树脂的单位产品基准废气排放量，不能满足控制合成树脂工业大气污染物排放总量控制的要求。

### 3.5.3 结论

制定一部符合我国合成树脂工业废气和废水污染物产生和排放情况的《合成树脂工业污染物排放标准》，对控制并减少合成树脂工业废气和废水污染物（特别是挥发性有机污染

物)的排放具有重要的意义。

此外,制定一部符合我国国情的《合成树脂工业污染物排放标准》,有利于提高我国合成树脂工业的整体环境保护水平,促进我国合成树脂工业提高污染防治水平和清洁生产水平,对实现合成树脂工业的可持续发展具有重要意义。

## 4 合成树脂工业产排污情况及污染控制技术分析

### 4.1 合成树脂生产工艺及废气、废水污染物

#### 4.1.1 通用热塑型合成树脂

##### 4.1.1.1 聚乙烯树脂

按聚合压力,聚乙烯树脂可以分为高压法、中压法、低压法;按介质可以分为淤浆法、溶液法、气相法。高压法用来生产低密度聚乙烯;低压法就其实施方法来说,有淤浆法、溶液法和气相法,淤浆法主要用于生产高密度聚乙烯,溶液法和气相法不仅可以生产高密度聚乙烯,还可生产中、低密度聚乙烯,也称为线型低密度聚乙烯;中压法仅飞利浦公司至今仍在采用,主要生产高密度聚乙烯。

世界上主要的聚乙烯树脂生产技术共用 11 种,我国聚乙烯树脂生产工艺拥有 8 种。

典型的聚乙烯树脂生产工艺如下:

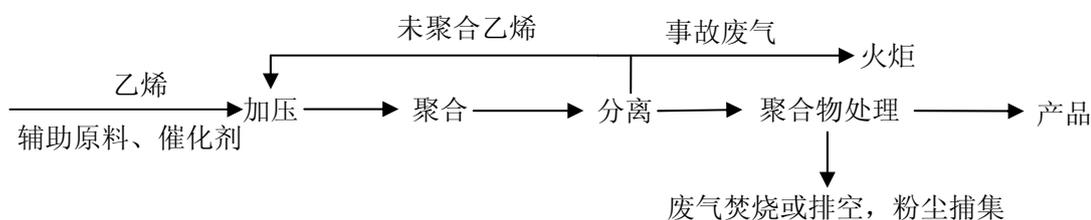


图 1 典型的聚乙烯树脂工艺流程示意图

#### 1、原料

乙烯是生产聚乙烯树脂的主要原料,聚乙烯树脂生产还需少量丙烯、丁烯、己烯、醋酸乙烯酯等辅助原料。

#### 2、主要污染物

未聚合的乙烯,聚乙烯树脂粉尘;聚合中产生的重组分和轻组分废液;无工艺废水。

#### 3、防治污染措施

##### 1) 废气

聚乙烯树脂生产工艺和装置已趋成熟,加压和聚合过程为密闭生产,一般情况下不会有物料泄漏或排出,事故时排出的未聚合乙烯送火炬焚烧。正常生产时未聚合的乙烯以及聚乙

烯树脂粉尘的排出部位是聚合物处理（造粒、挤出、干燥等）设施的排气口，未聚合乙烯直接排空或送焚烧炉焚烧处理，粉尘经捕集系统捕集后排放。

## 2) 废水（液）

由公用设施排出的含油废水和含粉尘废水采用物化和生化方法处理；重组分和轻组分焚烧处理。

### 4.1.1.2 聚丙烯树脂

聚丙烯树脂有 3 种生产方法：

1、淤浆法，丙烯在稀释剂（如己烷）中聚合，这是最早工业化也是迄今生产量最大的聚丙烯树脂生产方法。

2、液相本体法，在 70℃ 和 3MPa 的条件下，液体丙烯自行聚合。

3、气相法，丙烯在气体状态下聚合。

后两种方法不使用稀释剂，流程短，能耗低。

典型的聚丙烯树脂生产工艺如下：

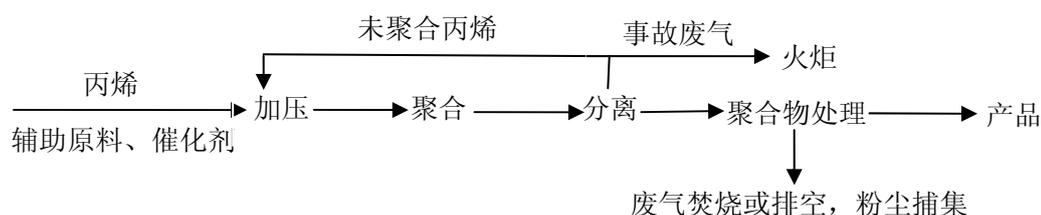


图 2 典型的聚丙烯树脂工艺流程示意图

#### 1、原料

丙烯是生产聚丙烯树脂的主要原料，此外聚丙烯树脂生产还需少量乙烯、氢气、三乙基铝等辅助原料。

#### 2、主要污染物

未聚合的丙烯，聚丙烯树脂粉尘；聚合中产生的重组分和轻组分废液；无工艺废水。

#### 3、防治污染措施

1) 聚丙烯树脂生产工艺和装置已趋成熟，压缩和聚合过程为密闭生产，一般情况下不会有物料泄漏或排出，事故时排出的未聚合丙烯送火炬焚烧。正常生产时未聚合的丙烯以及聚丙烯树脂粉尘的排出部位是聚合物处理（造粒、挤出、干燥等）设施的排气口，未聚合丙烯直接排空或送焚烧炉焚烧处理，粉尘经捕集系统捕集处理后排放。

2) 由公用设施产生的含油废水和含粉尘废水采用物化和生化方法处理；重组分和轻组分废液焚烧处理。

#### 4.1.1.3 聚苯乙烯树脂

聚苯乙烯树脂生产方法有悬浮聚合和本体聚合两种方式，相对于悬浮聚合工艺，本体聚合工艺具有流程简捷、易操作、能耗低、污染少以及产品质量好等优点，经过多年的发展和改进，本体聚合工艺已日趋成熟，目前除少数企业仍采用悬浮聚合工艺，大多数企业都采用本体聚合工艺。聚苯乙烯树脂本体聚合生产工艺如下：

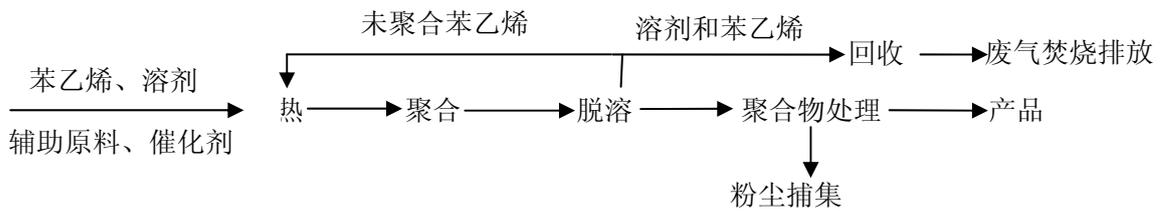


图 3-1 本体聚合法聚苯乙烯树脂工艺流程示意图

聚苯乙烯树脂悬浮聚合生产工艺如下：

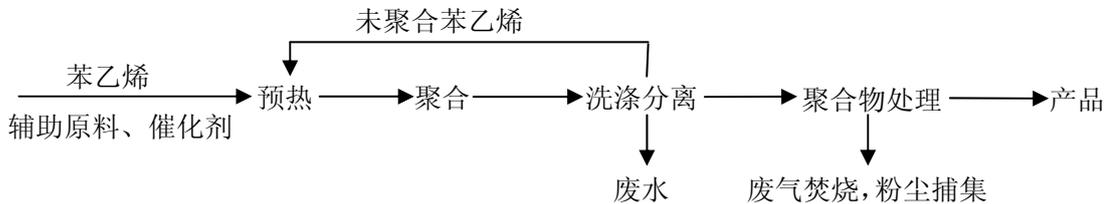


图 3-2 悬浮聚合法聚苯乙烯工艺流程示意图

#### 1、原料

苯乙烯是生产聚苯乙烯树脂的主要原料，此外聚苯乙烯树脂生产还需溶剂（甲苯或乙苯）发泡剂（戊烷）、洗涤液（酸性水）、添加剂（环烷烃、环烯烃、聚硅氧烷、硬脂酸盐、过氧化物）等辅助原料。

悬浮聚合工艺需用水或酸性对聚物理行洗涤。

#### 2、主要污染物

未聚合的苯乙烯，溶剂（甲苯或乙苯）的不凝尾气，聚丙烯树脂粉尘；聚合中产生的重组分和轻组分废液；悬浮聚合法产生工艺废水。

#### 3、防治污染措施

1) 聚苯乙烯树脂生产工艺和装置已趋成熟，预热和聚合过程为密闭生产，一般情况下不会有物料泄漏或排出，未聚合的苯乙烯以及溶剂（甲苯或乙苯）通过冷却冷凝回收，不凝尾气经焚烧处理后排放；聚苯乙烯粉尘排出部位主要由聚合物处理（造粒、挤出、干燥等）设施的排气口排出，经捕集系统处理后排放。

2) 悬浮聚合法产生的工艺废水以及由公用设施产生的含油废水和含粉尘废水均采用物化和生化方法处理；重组分和轻组分残液焚烧处理。

#### 4.1.1.4 ABS 树脂

ABS 树脂与聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯和聚氯乙烯不同，既不是均聚物，也不是共聚物，ABS 树脂是由分散相和连续相构成的聚合物共混物，分散相是接枝了苯乙烯-丙烯腈共聚物的橡胶颗粒（聚丁二烯），连续相是苯乙烯-丙烯腈共聚物（SAN 基体树脂相），因此，ABS 树脂是用橡胶增韧 SAN 所得到的共混物。

有两种主要的 ABS 树脂生产方法：

##### 1、乳液-本体掺混法

生产过程包括橡胶合成（丁二烯聚合）、橡胶接枝、SAN 合成（可以采用乳液聚合、悬浮聚合、本体聚合等方法）、共混，

##### 2、连续本体聚合法

在聚丁二烯胶乳中加入丙烯腈及苯乙烯单体进行接枝共聚。

鉴于乳液-本体掺混法涵盖了 ABS 树脂生产的全部过程，故采用该工艺说明 ABS 树脂生产工艺。

乳液-本体掺混法 ABS 树脂生产工艺如下：

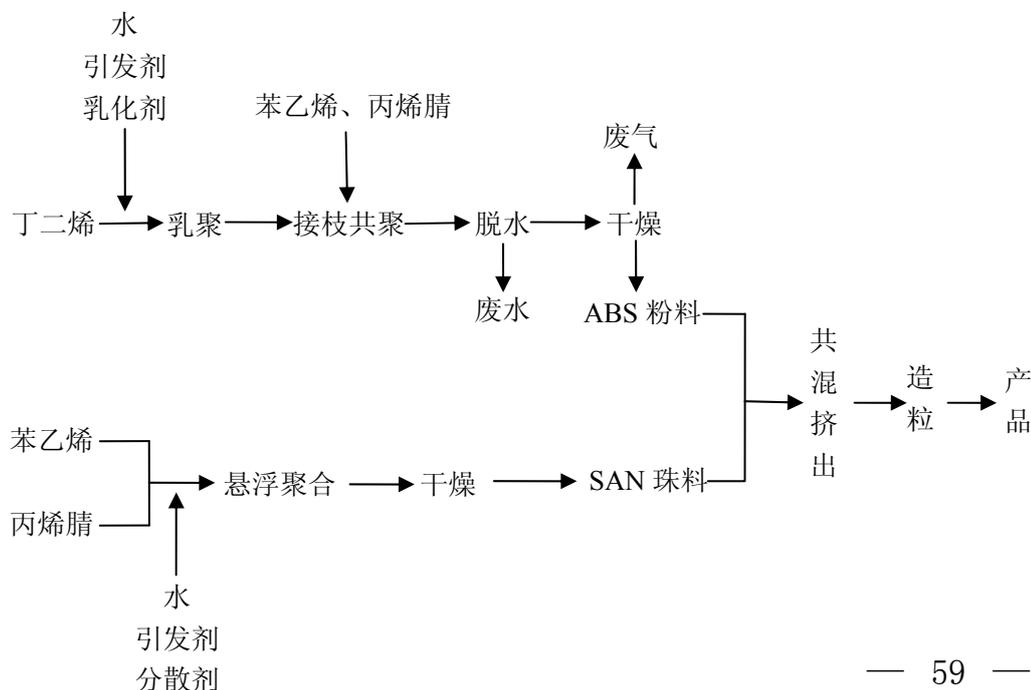


图 4 乳液-本体掺混法 ABS 树脂工艺流程示意图

### 1、原料

ABS 树脂的主要原料为丙烯腈、苯乙烯、丁二烯，辅助原料有丙烯酸酯、顺丁烯二酸酐、N-苯基马来酰胺等。

### 2、主要污染物

未聚合的丙烯腈、苯乙烯、丁二烯，溶剂（甲苯或乙苯）的不凝尾气，ABS 树脂粉尘；聚合中产生的重组分和轻组分废液；工艺废水。

### 3、防治污染措施

1) ABS 树脂生产工艺和装置已趋成熟，各种聚合过程均为密闭生产，一般情况下不会有物料泄漏或排出，未聚合的苯乙烯、丙烯腈，溶剂（甲苯或乙苯）尾气，ABS 树脂粉尘排出部位主要是造粒、挤出、干燥等设施的排气口。未聚合的苯乙烯、丙烯腈和溶剂（甲苯或乙苯）尾气送焚烧炉焚烧处理，粉尘经捕集系统处理后排放。

2) 工艺废水、含油废水和含粉尘废水采用物化和生化方法处理。

## 4.1.2 热固性合成树脂树脂

热固性合成树脂是指在加热、加压下或者在固化剂、紫外光作用下发生化学反应，最终交联固化为不溶、不熔的一类合成树脂。热固性合成树脂大多具有良好的绝缘性、耐热性和机械性，且生产方法较为简单，价格相对低廉，在合成树脂中占有重要的地位。

常见的热固性合成树脂有酚醛树脂、环氧树脂、聚氨酯树脂、不饱和聚酯树脂、氨基树脂等。

### 4.1.2.1 环氧树脂

环氧树脂可以是液体状态，也可以是固体状态。液态环氧树脂是低分子量树脂，在室温下呈粘稠液体状；固态环氧树脂是由液态环氧树脂经常温或加热进行固化，达到最终的使用目的。液体环氧树脂生产工艺主要有：

#### 1、一步法液态环氧树脂生产工艺

该工艺是将双酚 A 和过量的环氧氯丙烷在氢氧化钠作用下进行缩聚，即开环反应和闭环反应在同一反应条件下进行，再回收过量的环氧氯丙烷，经萃取、水洗、过滤、脱除溶剂，最后制得液态环氧树脂产品，该方法是主要的基础环氧树脂生产工艺。

## 2、二步法液态环氧树脂生产工艺

该工艺是将双酚 A 和环氧氯丙烷在催化剂作用下，第一步先通过加成反应，生成二酚基丙烷氯醇醚中间体，第二步再在氢氧化钠存在下进行闭环反应，生成环氧树脂，回收过量的环氧氯丙烷后，再经萃取、水洗、过滤、脱除溶剂，最后制得产品。

## 3、一步法固态环氧树脂生产工艺

该工艺是将双酚 A 和环氧氯丙烷在氢氧化钠作用下进行缩聚，用于制造中等相对分子量的固态环氧树脂，可分为水洗法、溶剂萃取法和溶剂法。

1) 水洗法，先将双酚 A 溶于 10%的氢氧化钠水溶液中，在一定的温度下一次性迅速加入环氧氯丙烷使之反应，反应中需控制反应温度；反应完毕后，静置，除去上层碱水后，用沸水洗涤物料十几次，除去树脂中的残碱和反应生成的盐类，对物料进行脱水，制得成品。

2) 溶剂萃取法，该工艺与水洗法基本相同，只是在除去碱水后，再向物料中加入有机溶剂萃取树脂，经水洗、过滤、脱除溶剂，制得产品。

### 3) 溶剂缩聚法

该工艺是将双酚 A、环氧氯丙烷和有机溶剂（作为反应介质）先投入反应釜中，搅拌，加热溶解；在 50℃~70℃时，滴加氢氧化钠水溶液，使其缩聚；反应到达终点后，再加入大量有机溶剂（作为萃取剂）进行萃取，经水洗、过滤、脱除溶剂，制得产品。

## 4、二步法固态环氧树脂生产工艺

该工艺是将分子质量相对较低的液态 E 型环氧树脂和双酚 A 加热溶解，在高温或催化剂的作用下进行加成反应，不断扩链，最后形成高相对分子质量的固态环氧树脂。

鉴于一步法液态环氧树脂生产工艺基本涵盖了环氧树脂生产的全部环节，且应用广泛，故采用该工艺说明环氧树脂生产工艺。

典型的环氧树脂生产工艺如下：

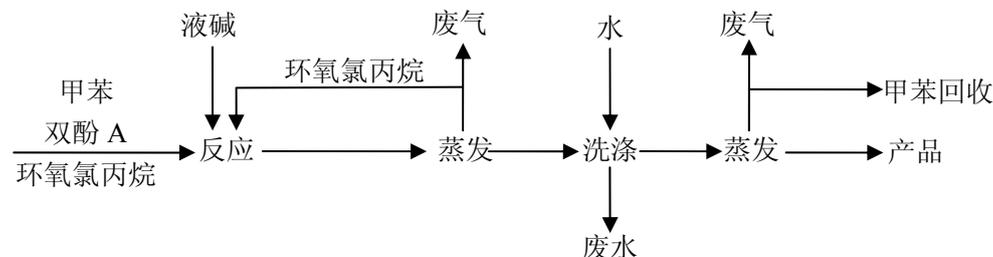


图 5 典型的环氧树脂工艺流程示意图

### 1、原料

环氧树脂的主要原料为双酚 A 和环氧氯丙烷，辅助原料有液碱、甲苯（溶剂）等。

## 2、主要污染物

蒸馏回收环氧氯丙烷和甲苯时的不凝尾气，粗产品洗涤产生的含盐废水。

## 3、防治污染措施

1) 环氧树脂生产工艺和装置已趋成熟，反应过程均为密闭生产，一般情况下不会有物料泄漏或排出，蒸馏回收环氧氯丙烷和甲苯时的不凝尾气由蒸发设施排气口排出，固体环氧树脂后处理工段有粉尘排出。环氧氯丙烷和甲苯不凝尾气主要采用冷却冷凝-活性炭吸附的方法进行处理，粉尘经捕集系统处理后排放。

2) 粗产品洗涤产生的含盐废水为高浓度有机废水，采用蒸发析盐的方法进行处理，处理后的蒸发冷凝水再与其它废水混合，采用物化和生化方法进行处理。

### 4.1.2.2 酚醛树脂

酚醛树脂可以是液体状（溶剂型或水性酚醛），也可以是固体状（粉末或片状固体），其生产工艺主要由合成与脱水干燥两个步骤组成，合成与脱水干燥可以在同一个反应釜中进行，此谓单设备法，也可以在两个不同的反应釜中进行，此谓双设备法。

用单设备法可以使缩聚和脱水干燥两个过程连续进行，既可以用于生产热塑性酚醛树脂，也可以用于生产热固性酚醛树脂，单设备法具有设备简单、操作简便的优点，但设备利用率较低。用双设备法生产酚醛树脂是先在一个或两个设备内进行酚与醛的缩聚，然后再将反应后的混合物放入一分离器中进行冷却分层，分出上层的水溶液，树脂的脱水干燥在另一个设备中进行，该方法的优点是每一阶段的操作都能在最合适的设备中进行，该方法大多用于热塑性树脂的生产。经缩聚生成的酚醛树脂，若脱水后不经干燥直接置入溶剂中，即成为液体状的酚醛树脂。

典型的酚醛树脂生产工艺如下：

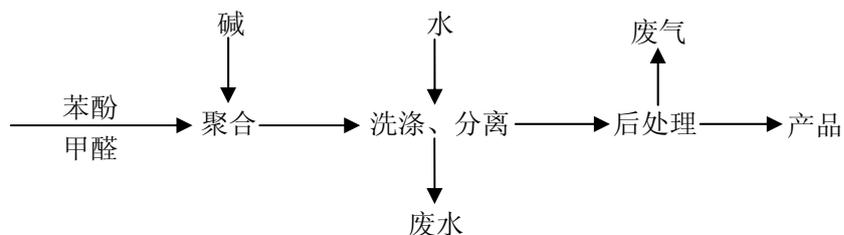


图 6 典型的酚醛树脂工艺流程示意图

## 1、原料

酚醛树脂的主要原料为苯酚（含酚类物质）和甲醛（含醛类物质），辅助原料有碱和酸。

## 2、主要污染物

未聚合的苯酚和甲醛以气体形式排出成为废气，未聚合的苯酚和甲醛的洗涤和分离废液即成为工艺废水。

## 3、防治污染措施

1) 苯酚和甲醛在反应釜中首先进行加聚反应，生成多种羟甲基酚，羟甲基酚再进行缩聚，生成苯酚，缩聚过程有水生成；原料甲醛有水带入反应釜；产品洗涤也产生废水。因此，酚醛树脂生产过程有工艺废水排出，该废水带有苯酚、甲醛及其聚合物，未作处理前其平均苯酚浓度约为 300g/L、平均甲醛浓度约为 50g/L，目前普遍采用延时缩合技术处理之，即根据废水中酚类和醛类物质的具体组成情况，通过调整工艺条件（催化剂、反应温度、反应时间等）而生产新的酚醛树脂，延时缩合处理后的废水再采取生化的方法进行处理。

萃取—生化法是可供选用的又一种酚醛树脂废水处理方法，即采用苯酚萃取剂对废水进行萃取处理，大幅度降低废水中的苯酚含量后再对萃取处理后的废水进行生化处理。

2) 酚醛树脂反应器为密闭反应釜，一般情况下不会有物料泄漏或排出，生产中釜内部分物料需蒸发回流，蒸发回流的不凝尾气含苯酚和甲醛，目前大多采取水或碱液洗涤的方法进行处理。

### 4.1.2.3 不饱和聚酯树脂

不饱和聚酯树脂合成过程是典型的缩聚反应，其生产工艺如下：

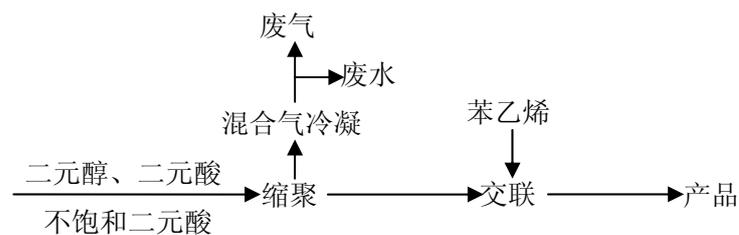


图 7 典型的不饱和聚酯树脂工艺流程示意图

## 1、原料

不饱和聚酯树脂的主要原料有不饱和二元酸（如顺丁烯二酸、反丁烯二酸）、饱和二元酸（如苯酐、间苯二酸、对苯二酸）、二元醇（如乙二醇、1,2-丙二醇）等。

## 2、主要污染物

未聚合的二元醇、二元酸和不饱和二元酸以气体形式排出成为废气，冷凝液为工艺废水。

### 3、防治污染措施

1) 不饱和聚酯树脂是由不饱和二元酸与饱和二元醇或者饱和二元酸与饱和二元醇缩聚而成，缩聚过程有水生成，因此，不饱和聚酯树脂生产过程有工艺废水排出，该废水带有不饱和二元酸、饱和二元酸、二元醇（如乙二醇、1,2-丙二醇）等，浓度很高，一般采用物化-生化组合技术处理之，处理效果普遍不很理想，目前正逐渐采用焚烧炉焚烧的方法处理不饱和聚酯树脂生产废水。

2) 不饱和聚酯树脂反应器为密闭反应釜，一般情况下不会有物料泄漏或排出，生产中釜内废水抽出时带有废气，污染物浓度很高，一般采用活性炭吸附的方法处理，处理效果普遍不很理想，目前正逐渐采用焚烧炉焚烧的方法处理不饱和聚酯树脂废气。

#### 4.1.2.4 聚氨酯树脂

聚氨酯种类很多，有聚氨酯泡沫塑料、聚氨酯弹性体、聚氨酯涂料、聚氨酯胶粘剂及密封胶、聚氨酯革（人造革）、聚氨酯防水材料和铺地材料，基本原料相似，但是生产方法有一定区别，鉴于聚氨酯弹性体生产工艺在聚氨酯生产工艺中有一定代表性，现以聚氨酯弹性体树脂生产工艺为典型工艺，说明聚氨酯生产方法：

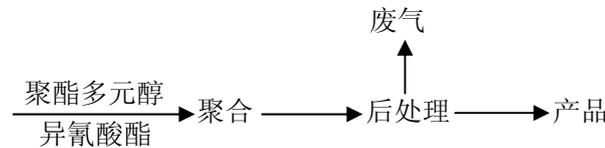


图 8 典型的聚氨酯树脂工艺流程示意图

#### 1、原料

聚氨酯树脂的主要原料有聚酯多元醇、聚醚多元醇、聚烯烃多元醇、异氰酸酯（TDI、MDI、PAPI 等）。

#### 2、主要污染物

未聚合的聚酯多元醇、聚醚多元醇、聚烯烃多元醇、异氰酸酯等废气。

#### 3、防治污染措施

聚氨酯树脂生产原料中的异氰酸酯，如甲苯二异氰酸酯（TDI）、二苯基甲烷二异氰酸酯（MDI）均是毒性较强的有毒化学品，聚氨酯树脂反应器为密闭反应釜，一般情况下不会有物料泄漏或排出，但是需注意聚合物后处理时排出异氰酸酯，必须采取有效的收集、处理措施，防止异氰酸酯类物质扩散对环境造成有害影响。

#### 4.1.2.5 氨基树脂

氨基树脂合成过程是典型的缩聚反应，其生产工艺如下：

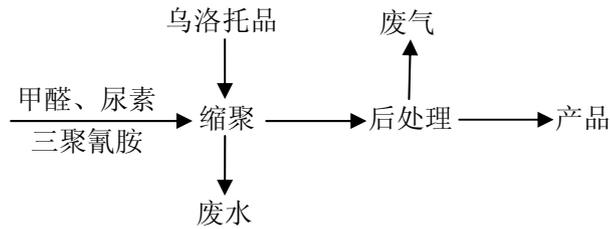


图 9 典型的氨基树脂工艺流程示意图

### 1、原料

氨基树脂的主要原料有甲醛、尿素、三聚氰氨、苯代三聚氰氨等，辅助原料有甲醇、乙醇、丁醇等。

### 2、主要污染物

未聚合的甲醛、尿素、三聚氰氨、苯代三聚氰氨等以废气形式排出；或者进入废水，成为废水污染物。

### 3、防治污染措施

1) 氨基树脂由甲醛与氨基化合物缩聚而成，缩聚过程有水生成，因此，氨基树脂生产过程有工艺废水排出，该废水含有甲醛和氨基化合物，浓度较高，普遍采用物化-生化组合技术处理。

2) 氨基树脂反应器为密闭反应釜，一般情况下不会有物料泄漏或排出，聚合物后处理时有废气排出，普遍采用活性炭吸附的方法处理。

## 4.1.3 专用性树脂

### 4.1.3.1 氟树脂

氟树脂的主要品种有聚四氟乙烯(PTFE)、聚三氟氯乙烯(PCTFE)、聚偏氟乙烯(PVDF)、乙烯-四氟乙烯共聚物(ETFE)、乙烯-三氟氯乙烯共聚物(ECTFE)、聚氟乙烯(PVFO)等，现以聚四氟乙烯为典型产品说明氟树脂生产方法：



图 10 典型的氟树脂工艺流程示意图

### 1、原料

氟树脂的主要原料有四氟乙烯、六氟丙烯、三氟氯乙烯、偏氟乙烯，辅助原料有乙烯、丙烯等。

### 2、主要污染物

未聚合的氟树脂单体以废气形式排出；或者进入废水，成为废水污染物。

### 3、防治污染措施

#### 1) 废气

氟树脂聚合过程为密闭生产，一般情况下不会有物料泄漏或排出，未聚合的单体以及氟树脂粉尘的排出部位主要是聚合物后处理（造粒、挤出、干燥等）设施的排气口；未聚合的氟树脂单体送焚烧炉焚烧处理，粉尘经捕集系统捕集处理后排放。

#### 2) 废水

氟树脂工艺废水通常采用焚烧的方法处理。

### 4.1.3.2 有机硅树脂

有机硅行业普遍采用有机氯硅烷水解-缩聚的方法生产有机硅树脂，该方法简单易行且较为经济。有机氯硅烷水解-缩聚生产工艺如下：

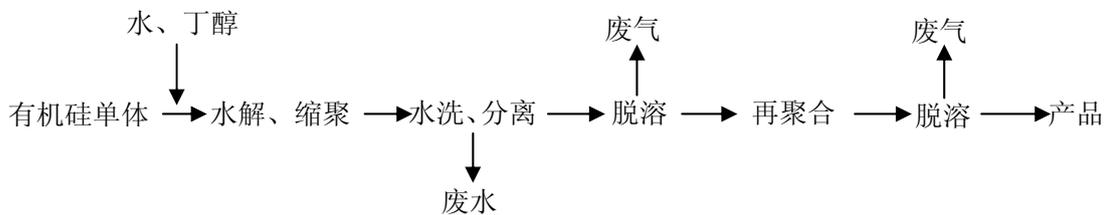


图 11 典型的有机硅树脂工艺流程示意图

### 1、原料

有机硅树脂的主要原料为有机硅单体，常用的单体有甲基三氯硅烷、苯基三氯硅烷、二甲基二氯硅烷、二苯基二氯硅烷、苯基甲基二氯硅烷等，辅助原料有甲苯、丁醇等。

### 2、主要污染物

未聚合的有机硅树脂单体以废气形式排出；或者进入废水，成为废水污染物。

### 3、防治污染措施

#### 1) 废气

有机硅树脂聚合过程为密闭生产，一般情况下不会有物料泄漏或排出，废气排出部位主

要是脱溶设施排气口，废气污染物主要是氯化氢和甲苯，通常采用碱液洗涤和活性炭吸附的方法进行处理。

## 2) 废水

有机硅树脂工艺废水主要污染组分为未聚合的有机硅单体，通常采用焚烧的方法处理。

### 4.1.4 工程塑料

工程塑料可以代替金属用于制造装备、仪器仪表以及耐用消费品的零部件，主要的品种有聚酰胺、聚碳酸酯、聚甲醛、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚苯醚等。

#### 4.1.4.1 聚酰胺树脂

聚酰胺俗称尼龙，现以尼龙 6 为例说明聚酰胺生产方法。尼龙 6 生产应从环己烷、苯酚、苯等开始，历经环己酮、环己酮与羟胺肟化为环己酮肟、环己酮肟重排，制得己内酰胺，己内酰胺经水解、缩聚生产尼龙 6。

下述尼龙 6 生产工艺以己内酰胺为起始原料：

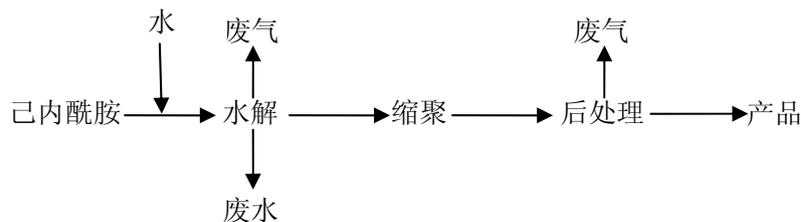


图 12 尼龙 6 工艺流程示意图

#### 1、原料

聚酰胺的主要原料为己内酰胺，辅助原料为水。

#### 2、主要污染物

未聚合的己内酰胺以废气形式排出；或者进入废水，成为废水污染物。

#### 3、防治污染措施

##### 1) 废气

尼龙 6 生产过程中废气排出部位主要是水解和聚合物后处理设施排气口，废气污染物主要是含氮化合物，一般采用酸性水洗涤的方法处理。

##### 2) 废水

尼龙 6 工艺废水来自水解使用的引发水，主要污染组分为未聚合的单体和低聚物，采用物化和生化组合的方法处理。

#### 4.1.4.2 聚碳酸酯树脂

聚碳酸酯树脂的生产方法有界面光气法和酯交换熔融法：

1、界面光气法以双酚 A、NaOH 溶液、光气为原料，以二氯甲烷为溶剂，通过缩聚反应生产聚碳酸酯，界面光气法工艺成熟、产品质量较高，但是需使用剧毒物质光气以及二氯甲烷，且副产 NaCl，安全和环保的压力较大。

2、酯交换熔融法又分为传统型（光气法）和非光气法，其中：

1) 传统酯交换熔融法以苯酚和光气为原料，经界面光气化反应制备碳酸二苯酯，碳酸二苯酯再在催化剂、添加剂等作用下与双酚 A 进行熔融酯交换反应生成低分子聚碳酸酯，低分子聚碳酸酯进一步缩聚，生成高分子低分子聚碳酸酯产品。

2) 非光气酯交换熔融法以双酚 A 和碳酸二苯酯为原料，在催化剂作用下双酚 A 和碳酸二苯酯发生熔融缩聚反应，最终生成聚碳酸酯，再加入各种助剂，最终制成聚碳酸酯 PC 颗粒产品。

下述聚碳酸酯树脂生产工艺为界面光气法：

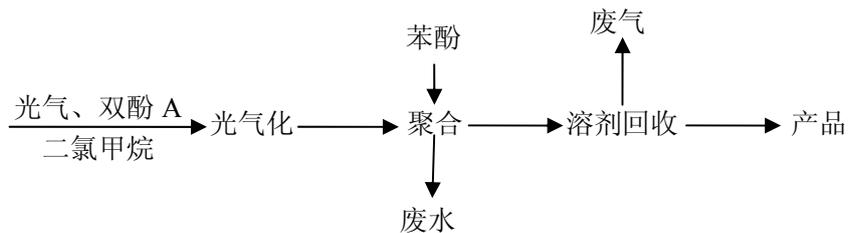


图 13 聚碳酸酯树脂工艺流程示意图

#### 1、原料

聚碳酸酯树脂的主要原料有光气、双酚 A、苯酚等，辅助原料有液碱、氯苯、二氯甲烷。

#### 2、主要污染物

未聚合的光气以及有机溶剂以废气形式排出；或者进入废水，成为废水污染物。

#### 3、防治污染措施

##### 1) 废气

光气化工段有光气排放，溶剂回收工段有不凝尾气（氯苯和二氯甲烷）排出。光气处理可选用深冷法、溶剂吸收法、碱法和催化水解法进行处理；氯苯和二氯甲烷不凝尾气可采取活性炭吸附的方法进行处理。

##### 2) 废水

聚合废水为高盐分废水，采取蒸发析盐与生化处理相结合的方法进行处理。

#### 4.1.4.3 聚甲醛树脂

聚甲醛树脂合成过程是聚合反应，包括均聚和共聚两种工艺，以下为共聚生产工艺：

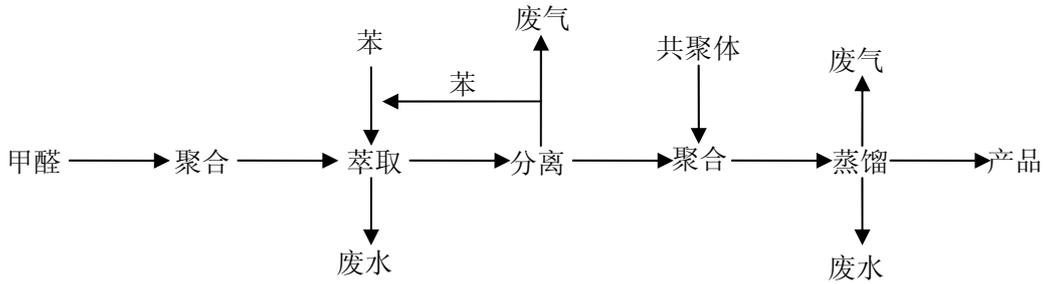


图 14 聚甲醛树脂工艺流程示意图

### 1、原料

聚碳酸酯树脂的主要原料有甲醛等，辅助原料有苯。

### 2、主要污染物

未聚合的甲醛以及溶剂（甲苯）以废气形式排出，萃取和蒸馏工段有废水排出。

### 3、防治污染措施

#### 1) 废气

溶剂苯回收工段有不凝尾气（苯）排出，蒸馏工段有甲醛排出，均采用焚烧的方法进行处理。

#### 2) 废水

萃取和蒸馏废水为高浓度甲醛废水，采取焚烧的方法进行处理。

#### 4.1.4.4 聚对苯二甲酸丁二醇酯树脂

聚对苯二甲酸丁二醇酯树脂生产方法是酯化反应，生产工艺如下：

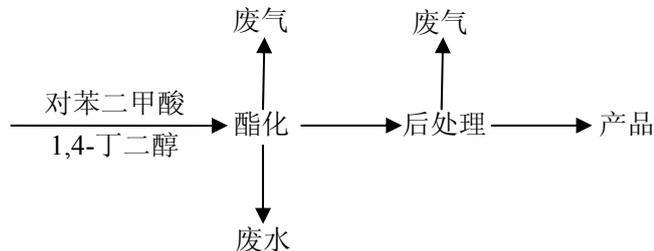


图 15 聚对苯二甲酸丁二醇酯树脂工艺流程示意图

### 1、原料

聚对苯二甲酸丁二醇酯树脂生产的主要原料有对苯二甲酸和 1,4-丁二醇等。

### 2、主要污染物

酯化产生的废水，主要污染组分是 1,4-丁二醇转化的四氢呋喃；未聚合的对苯二甲酸和 1,4-丁二醇以废气形式排出。

### 3、防治污染措施

#### 1) 废气

酯化工段有废气（1,4-丁二醇及由其转变的四氢呋喃）排出，聚合物后处理工段有粉尘（聚合物粉尘）排出，均采用焚烧的方法进行处理。

#### 2) 废水

酯化废水为高浓度有机污染物废水，采取焚烧的方法进行处理。

#### 4.1.4.5 聚苯醚树脂

聚苯醚由 2,6-二甲基苯酚在铜盐（如氯化亚铜）和胺的联合催化作用下，在空气或纯氧中进行氧化偶合聚合而成。

典型的聚苯醚树脂生产工艺如下：



图 16 聚苯醚树脂工艺流程示意图

#### 1、原料

聚苯醚树脂生产的主要原料为 2,6-二甲基苯酚，辅助原料为铜盐和胺。

#### 2、主要污染物

未聚合的 2,6-二甲基苯酚及辅助原料以废气形式排出。

#### 3、防治污染措施

未聚合的 2,6-二甲基苯酚，可采用焚烧的方法进行处理。

### 4.1.5 特种工程塑料

特种工程塑料的代表性品种有聚酰亚胺、聚醚醚酮、聚砜、聚苯硫醚、聚醚砜等。

#### 4.1.5.1 聚酰亚胺树脂

聚酰亚胺是指主链上含有酰亚胺环（ $-\text{CO}-\text{NH}-\text{CO}-$ ）的一类聚合物，以含有酞酰亚胺结构的聚合物最为重要。缩聚型芳香族聚酰亚胺是由芳香族二元胺和芳香族二酐、芳香族四羧酸或芳香族四羧酸二烷酯反应而制得。

典型的聚酰亚胺树脂生产流程如下：

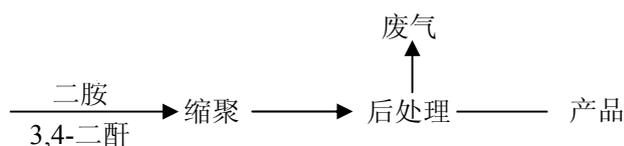


图 17 典型的聚酰亚胺树脂工艺流程示意图

### 1、原料

聚酰亚胺树脂生产的主要原料为芳香族二元胺和芳香族二酐、芳香族四羧酸或芳香族四羧酸二烷酯。

### 2、主要污染物

未聚合的芳香族二元胺和芳香族二酐等原料以废气形式排出。

### 3、防治污染措施

聚酰亚胺树脂废气污染物主要是未聚合的芳香族二元胺和芳香族二酐、芳香族四羧酸或芳香族四羧酸二烷酯，可采用焚烧的方法进行处理。

#### 4.1.5.2 聚砒

聚砒是双酚 A 二钠盐（双酚 A 与液碱反应生成）与 4,4-二氯二苯砒进行脱盐反应，生成聚砒树脂，典型的聚砒树脂生产流程如下：

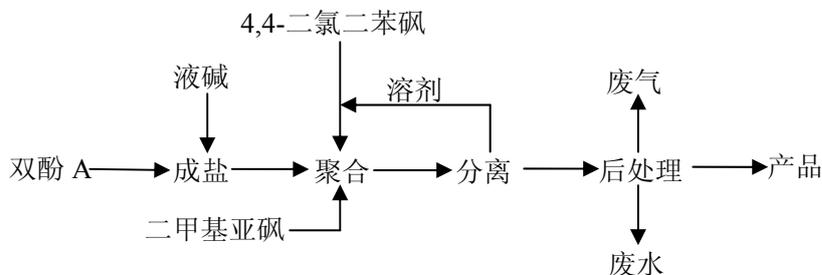


图 18 典型的聚砒树脂工艺流程示意图

### 1、原料

聚砒树脂生产的主要原料为双酚 A、4,4-二氯二苯砒，辅助原料有液碱、二甲基亚砒。

### 2、主要污染物

未聚合的 4,4-二氯二苯砒和溶剂以废气形式排出，粗品后处理有含盐废水排出。

### 3、防治污染措施

1) 聚砒树脂废气污染物主要是未聚合的 4,4-二氯二苯砒和未回收的溶剂二甲基亚砒，可采用活性炭吸附或焚烧的方法进行处理。

2) 聚砜树脂废水为含盐废水，可采用蒸发析盐的方法进行处理，蒸发冷凝液再采用生化法进行处理。

#### 4.1.5.3 聚醚醚酮

聚醚醚酮是 4,4-二氟二苯酮与对苯二酚在溶剂二苯砜中聚合，生成聚醚醚酮，典型的聚醚醚酮树脂生产流程如下：

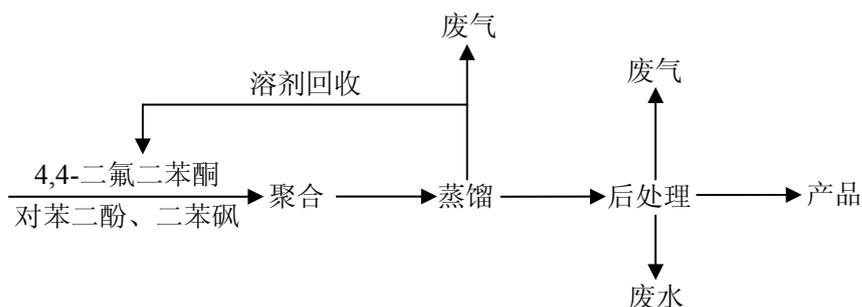


图 19 典型的聚醚醚酮树脂工艺流程示意图

##### 1、原料

聚醚醚酮树脂生产的主要原料为 4,4-二氟二苯酮、对苯二酚，辅助原料有二苯砜。

##### 2、主要污染物

未聚合的 4,4-二氟二苯酮和溶剂以废气形式排出，粗品后处理有废水排出。

##### 3、防治污染措施

聚醚醚酮树脂废气和废水污染物主要是未聚合的原料，可采用焚烧的方法进行处理。

#### 4.1.5.4 聚苯硫醚

聚苯硫醚是分子主链中带有苯硫基的热塑性树脂，以下是对二氯苯和硫化钠在极性溶剂 N-甲基吡咯烷酮中缩聚而生成聚苯硫醚的生产工艺：

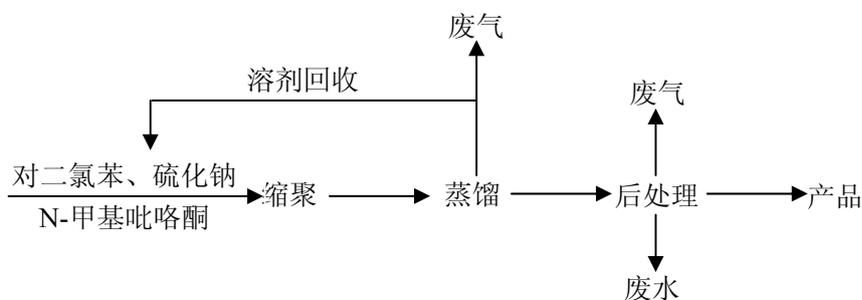


图 20 聚苯硫醚树脂工艺流程示意图

##### 1、原料

聚苯硫醚树脂生产的主要原料为对二氯苯和硫化钠，辅助原料有 N-甲基吡咯烷酮。

## 2、主要污染物

未聚合的二氯苯和硫化钠（转化为硫化氢）以废气形式排出，粗品后处理有废水排出。

## 3、防治污染措施

聚苯硫醚树脂废气、废水污染物主要是未聚合的原料，可采用焚烧的方法进行处理。

### 4.1.5.5 聚醚砜

聚醚砜是 4,4-二氯二苯砜与 4,4-二羟基二苯砜在溶剂环丁砜中聚合，生成聚醚砜，典型的聚醚砜树脂生产流程如下：

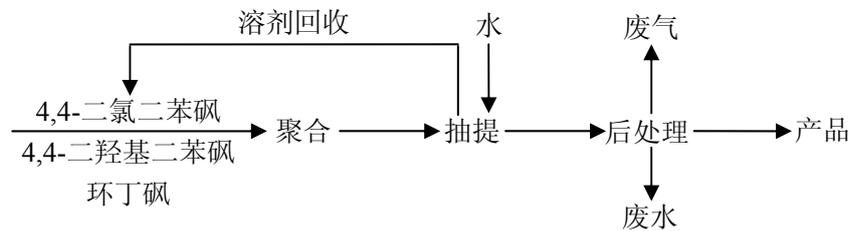


图 21 聚醚砜树脂工艺流程示意图

## 1、原料

聚醚砜树脂生产的主要原料为 4,4-二氯二苯砜与 4,4-二羟基二苯砜，辅助原料有环丁砜。

## 2、主要污染物

未聚合的 4,4-二氯二苯砜与 4,4-二羟基二苯砜以废气形式排出，粗品后处理有废水排出。

## 3、防治污染措施

聚醚砜树脂废气、废水污染物主要是未聚合的原料，可采用焚烧的方法进行处理。

### 4.1.6 其它合成树脂

#### 4.1.6.1 热塑性聚酯树脂（PET）

热塑性聚酯树脂生产方法是酯化反应，生产工艺如下：

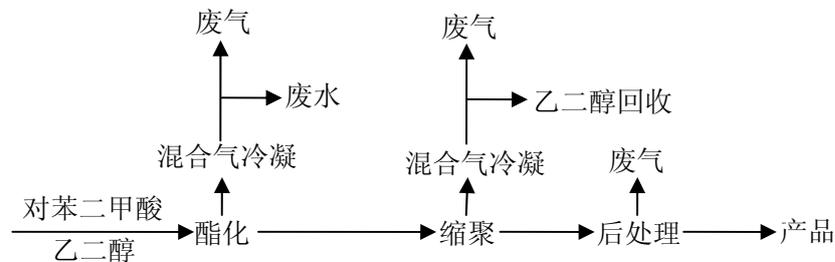


图 22 热塑性聚酯树脂工艺流程示意图

### 1、原料

热塑性聚酯树脂生产的主要原料有对苯二甲酸和乙二醇。

### 2、主要污染物

酯化产生的废水，主要污染组分是乙二醇转化的乙醛；未聚合的对苯二甲酸和乙二醇以废气形式排出。

### 3、防治污染措施

#### 1) 废气

酯化工段有废气（乙二醇及其转变的乙醛）排出，聚合物后处理工段有粉尘（聚合物粉尘）排出，均采用焚烧的方法进行处理。

#### 2) 废水

酯化废水为高浓度有机污染物废水，采取生化或焚烧的方法进行处理。

#### 4.1.6.2 丙烯酸酯类树脂

丙烯酸酯类树脂的生产方法是聚合，生产工艺如下：

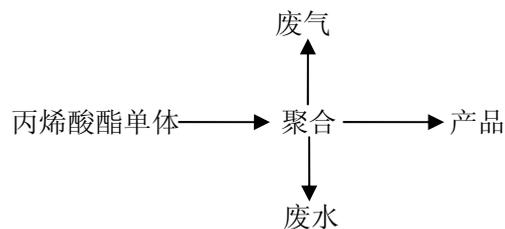


图 23 丙烯酸酯类树脂工艺流程示意图

### 1、原料

丙烯酸酯类树脂生产的主要原料有丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯、丙烯酸丁酯、甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸等。

### 2、主要污染物

未聚合的丙烯酸酯单体以废气形式排出，或进入废水并排出。

### 3、防治污染措施

1) 丙烯酸酯类树脂废气污染物主要是异味，需采用密闭的生产设备进行防范。

2) 丙烯酸酯类树脂生产废水主要为洗釜废水，废水的污染物种类多，浓度高，有一定处理难度，可采用物化和生化相结合的方法进行处理。

#### 4.1.6.3 醇酸树脂

醇酸树脂生产方法是聚合反应，生产工艺如下：

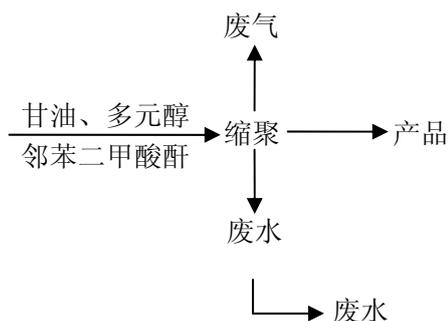


图 24 醇酸树脂工艺流程示意图

### 1、原料

醇酸树脂生产的主要原料有多元醇、邻苯二甲酸酐、甘油等。

### 2、主要污染物

未聚合的多元醇、邻苯二甲酸酐、甘油等以废气形式排出，或进入废水并排出。

### 3、防治污染措施

1) 醇酸树脂废气污染物主要是未聚合的多元醇、邻苯二甲酸酐和脂肪酸或油，可采取冷却冷凝和活性炭吸附相结合的方法处理。

2、醇酸树脂生产废水污染物主要有未聚合的多元醇、邻苯二甲酸酐和脂肪酸或油，浓度较高，有一定的处理难度，可采用物化和生化相结合的方法进行处理。

## 4.2 合成树脂工业产污、排污情况

### 4.2.1 合成树脂废水、废气排放环节

#### 4.2.1.1 废水排放环节

合成树脂生产废水的排放环节主要有：

- 1、原料带入水和聚合生成水，在生产过程中与物料共同排出反应釜；
- 2、产品洗涤废水，由洗涤器排出；
- 3、工艺废气洗涤废水，由废气洗涤器排出；
- 4、设备清洗废水，主要是洗釜废水；
- 5、真空泵废水；
- 6、循环冷却系统排出的废水。

#### 4.2.1.2 废气排放环节

合成树脂生产废气的排放环节主要有：

- 1、原料投加及投料孔（处）若密闭性不好，或原料投加过程的自动化水平不高，则原

料投加过程将会发生逸漏，逸漏出来的物质作无组织挥发、扩散。

2、聚合反应过程中未参与反应的原料和有机溶剂将以废气形式排出反应釜，若废气的冷却冷凝效果不好、或者废气收集不严密、或者后续处理不彻底，则未参与反应的原料（包括过量加入的原料）以及有机溶剂将从废气排放口处排出，作有组织挥发、扩散。

3、产品及中间产品卸放时，若密闭性不好，或卸放过程自动化水平不高，则产品及中间产品卸放过程中将会发生逸漏，逸漏出来的物质作无组织挥发、扩散。

4、原料和有机溶剂储存过程中发生泄漏，以及原料和溶剂储罐发生大、小呼吸排气，作无组织挥发、扩散。

## 4.2.2 污染物排放量估算

### 4.2.2.1 废水污染排放量估算

目前我国合成树脂废水污染物排放量尚无准确的统计数据，本次《合成树脂工业污染物排放标准》编制过程的调研数据显示：

我国大多数合成树脂企业均建有废水处理设施，但是已建废水处理设施的特征污染物处理效率普遍不十分理想，以环氧树脂和酚醛树脂为例，废水水量及主要污染物排放情况如下：

1、环氧树脂行业全年产生的生产废水约为 180 万 m<sup>3</sup>，COD 总量约为 2.7 万吨。

2、酚醛树脂行业全年产生的生产废水约为 52 万 m<sup>3</sup>，其中：苯酚总量约为 15 万吨，甲醛总量约为 2.5 万吨，折算成 COD 的总量约为 35 万吨。

### 4.2.2.2 废气污染排放量估算

目前我国合成树脂废气污染物排放量尚无准确的统计数据，本次《合成树脂工业污染物排放标准》编制过程的调研数据显示：

我国合成树脂废气处理尚处于起步阶段，相当数量的合成树脂生产企业的废气处理设施是空白，已建废气处理设施的处理效率普遍不太理想，目前我国每吨合成树脂废气污染物（以非甲烷总烃计）的实际排放量约为 3~5 公斤，2013 年我国合成树脂实际产量为 5837 万吨，据此测算，我国合成树脂生产企业年排放非甲烷总烃为 18~29 万吨。

此外，我国合成树脂生产企业每年排放的特征废气污染物的数量也是十分可观的。

## 4.2.3 结论

综上所述，我国合成树脂工业是排放挥发性有机物废气（以非甲烷总烃计）的重要行业，同时也是排放特征性挥发性有机物废气和特征性水污染物的重要行业。

## 4.3 污染防治技术分析

### 4.3.1 国外常用的合成树脂废气处理方法

1、据调研，国外合成树脂废气处理主要针对有机污染物，其中研究较多且广泛应用的

处理方法有热破坏法、冷凝法、吸收法、吸附法等。

### 1) 热破坏法

热破坏法可以分为直接焚烧和催化焚烧两种方法，其中：

直接焚烧是有机污染物在气流中直接焚烧的方法，在确保适当温度和停留时间的条件下，有机污染物的焚毁率可以达到 99%；在大多数情况下，有机污染物因浓度较低，必须在辅助燃料的助燃下方可进行焚烧处理。

催化焚烧是有机污染物在气流中通过催化剂的作用而焚烧的方法，由于催化剂的存在，焚烧所需的温度更低、停留时间更短。目前国外催化焚烧技术仍然处于研究开发的活跃期，其重点是探索高效率、高活性的催化剂和载体。

### 2) 冷凝法

利用物质在不同温度下具有不同饱和蒸汽压的性质，通过降低系统温度或提高系统压力的方法，使处于蒸汽状态下的污染物冷凝为液体并从废气中分离出来。冷凝过程可以在恒定温度的条件下通过提高压力的方法予以实现，也可以在恒定压力的条件下通过降低温度的方法予以实现，一般多采用后者。

冷凝法常常用于回收有价值的物质，为提高回收物质的纯净度，所需的冷凝温度往往很低，势必增加冷凝回收的难度和费用，因此冷凝法常常与其它废气处理方法联合应用。

### 3) 吸收法

吸收法是利用吸收液与有机废气的相似相溶原理，对有机废气进行吸收处理，为强化吸收效果，实际应用中常常采用液体石油类物质、表面活性剂和水组成的混合溶液作为吸收液。

### 4) 吸附法

吸附法的应用广泛，具有能耗低、工艺成熟、去除率高、净化彻底、易于推广的优点，具有很好的环境和经济效益。缺点是设备庞大，流程复杂，当废气中含有胶粒物质或其它杂质时吸附剂易中毒。

常用的吸附剂有活性炭、氧化铝、硅胶、人工沸石等，其中活性炭是广泛使用和吸附剂，有颗粒状和纤维状两种类型，经氧化铁或氢氧化钠或臭氧处理过的活性炭往往具有更好的吸附性能。

2、近些年来国外针对废气有机污染物形成了一些新的处理方法，主要有生物膜法、等离子体分解法、变压吸附分离法等。

### 1) 生物膜法

生物膜法是一种生物氧化分解的方法，即：附着在多孔、潮湿介质上的活性微生物以废

气中的有机污染物为其生命活动的能源和养分，将有机污染物转化为简单的无机物（ $H_2O$ 、 $CO_2$ ）以及细胞组成物质，其工艺形式有：生物过滤床、生物滴滤床、生物洗涤塔。

## 2) 等离子体分解法

等离子体是固态、液态、气态之外的物质第四态，其原理是当外加电压达到气体的放电电压时，气体被击穿，产生包括电子、各种离子、原子和自由基在内的混合物，放电过程中虽然电子温度很高，但重粒子温度很低，整个体系呈现低温状态，所以称为低温等离子体。当低温等离子体中的高能电子、自由基等活性粒子和废气中的污染物发生作用时，污染物分子将在极短的时间内被分解，并发生后续的各种反应最终达到降解废气污染物的目的。

低温等离子体分解法是目前已经进入实用阶段的等离子体分解法，国外低温等离子体处理废气技术正处于研究开发的活跃期，其重点是探索高能电子及自由基等活性粒子激活、电离、裂解废气中的各组成份，使之发生分解、氧化等一系列复杂化学反应基理。

低温等离子体技术节能、环保，适用范围广，尤其适合处理合成树脂各生产环节产生的恶臭和异味，对二恶英也有良好的分解效果，是一项具有极强市场竞争力的合成树脂废气处理技术。

## 3) 变压吸附分离法

该方法是利用废气组分在固体吸附材料上的吸附特性的差异，通过周期性的压力变化实现废气组分的分离与净化，通常选用吸附容量大、吸附选择性强的沸石分子筛作为吸附剂，在常温及一下压力条件下可将废气的某种组分吸附在吸附剂上，与未被吸附的其它废气组分得以分离，再通过降压操作将吸附在吸附剂上的废气组分释放出来，使吸附剂得以再生。

变压吸附分离法是近十几年来在工业上新崛起的气体分离技术，具有能耗低、投资少、流程简单、自动化程度高、回收物纯度高、无环境污染等优点，是各种气体分离与回收的较理想的方法，具有极强的市场竞争力，必将在有机废气处理上得到广泛的应用。

### 4.3.2 国内合成树脂废气处理技术

#### 4.3.2.1 国内合成树脂废气处理技术现状

国内合成树脂废气处理对象与国外相同，都是以有机污染物为主要处理对象。

国内合成树脂废气处理技术与国外情况基本相似，但是具有自身的特点：

1、冷凝法、吸收法和吸附法等技术是国内合成树脂废气处理的主流技术。

2、热破坏法的应用范围正日趋扩大，以直接焚烧法的改进技术——蓄热式焚烧法为主要应用方式，催化焚烧法正处于逐步推广的阶段。

3、以冷凝法、吸收法、吸附法和热破坏法为基础的组合技术的应用正日益广泛。

4、生物膜法、等离子体分解法、变压吸附分离法等新的处理方法已有成功的工业化应用实例。

#### 4.3.2.2 国内合成树脂废气处理存在的问题

据调研，国内合成树脂废气处理存在以下问题：

1、冷凝法、吸收法和吸附法等技术虽然是国内合成树脂废气处理的主流技术，但是很多企业的实际应用方法相当粗糙：

2、热破坏法需要完善，蓄热式和催化式焚烧设施缺乏标准化的制造规范，相关的在线检测和安全设施急需配套。

3、各种废气处理组合技术需要进一步规范。

4、生物膜法、等离子体分解法、变压吸附分离法等新的废气处理方法需要进一步推广应用。

#### 4.3.3 国外合成树脂废水处理方法

国外针对不同合成树脂生产废水的特点采取不同的废水处理方法，主要有：

1、物理处理法，通过物理作用，以分离、回收废水中不溶解的呈悬浮状态污染物质（包括油膜和油珠），常用的有重力分离法、离心分离法、过滤法等。

2、化学处理法，向污水中投加某种化学物质，利用化学反应来分离、回收污水中的污染物质，常用的有化学沉淀法、混凝法、中和法、氧化还原（包括电解）法等。

3、物理化学法，利用物理化学作用去除废水中的污染物质，主要有吸附法、离子交换法、膜分离法、萃取法等。

4、生物处理法，通过微生物的代谢作用，使废水中呈溶液、胶体以及微细悬浮状态的有机性污染物质转化为稳定、无害的物质，可分为好氧生物处理法和厌氧生物处理法。

#### 4.3.4 国内合成树脂废水处理技术

国内合成树脂废水处理方法与国外情况基本相同，不同之处在于：

1、生物处理法是国内合成树脂废水的主要处理技术；

2、以蒸发和焚烧为代表性的物理、化学和物理化学处理法，在国内合成树脂废水处理正日益受到重视，工程化案例日益增多。

#### 4.3.5 适用技术

##### 4.3.3.1 合成树脂废气处理适用技术

1、冷凝法、吸收法和吸附法等技术是合成树脂废气处理的常用技术和基础技术。

2、热破坏技术，特别是蓄热式焚烧技术和催化焚烧法技术已经成熟，是现阶段大力推广的合成树脂废气处理技术。

3、组合技术作为大风量、低污染物废气以及具有一定处理难度废气的首选处理技术。

4、积极跟踪低温等离子体分解法和变压吸附分离法等废气处理技术进展，在合成树脂废气处理中慎重采用低温等离子体分解法和变压吸附分离法等废气处理技术。

#### 4.3.3.2 合成树脂废水处理适用技术

1、生物处理技术是合成树脂废水的通用处理技术。

2、蒸发和焚烧技术是合成树脂首选的废水处理技术和预处理技术，其中蒸发的处理对象主要是高盐分废水，焚烧的处理对象主要是含难生物降解物质的废水。

## 5 排放有毒有害污染物的环境影响分析

### 5.1 行业排放有害污染物识别

#### 5.1.1 废水物污染物识别

废水污染物识别遵循以下原则：

- 1) 属于行业特征污染物；
- 2) 浓度高或排放量大的污染物；
- 3) 毒性大、水环境危害严重的有毒、有害污染物；
- 4) pH、COD、BOD<sub>5</sub>、SS、氨氮、总氮、总磷为合成树脂废水污染物综合指标；
- 5) 总汞、烷基汞、总镉、总铬、六价铬、总砷、总镍、总铅为合成树脂废水重金属污染物指标；
- 6) 不产生工艺废水的合成树脂，不作废水特征污染物识别。

废水特征污染物识别结果见表 4。

表 4 合成树脂工业废水污染指标识别结果一览表

序号	合成树脂类型	主要原料及污染物	污染指标确定
1	聚乙烯树脂	乙烯、醋酸乙烯酯、丙烯、丁烯、己烯	综合指标
2	聚丙烯树脂	丙烯、乙烯、氢气、三乙基铝	综合指标
3	聚苯乙烯树脂	苯乙烯、甲苯、乙苯、戊烷、环烷烃、环烯烃、聚硅氧烷、过氧化物	综合指标、苯乙烯、甲苯、乙苯
4	ABS 树脂	丙烯腈、苯乙烯、丁二烯、丙烯酸酯、顺丁烯二酸酐、N-苯基马来亚胺	综合指标、丙烯腈、苯乙烯
5	环氧树脂	双酚 A、环氧氯丙烷、甲苯、氢氧化钠	综合指标、甲苯、环氧氯丙烷
6	酚醛树脂	苯酚、甲基苯酚、甲醛、氢氧化钠、	综合指标、挥发酚、苯酚、甲醛
7	不饱和聚酯树脂	二元酸、不饱和二元酸、二元醇、苯乙烯	综合指标、苯乙烯
8	聚氨酯树脂	聚醚多元醇、聚酯多元醇、甲苯二异氰酸酯(TDI)、二苯基甲烷二异氰酸酯(MDI)、	综合指标

		多亚甲基多苯基异氰酸酯(PAPI)	
9	氨基树脂	尿素、三聚氰胺、己二酸、二乙烯三胺、环氧丙烷、甲醛	综合指标、氨、甲醛
10	氟树脂	四氟乙烯、六氟丙烯、三氟氯乙烯、六氟环氧丙烷、偏氟乙烯、氟乙烯	综合指标、氟化物
11	有机硅树脂	甲基三氯硅烷、苯基三氯硅烷、二甲基二氯硅烷、二苯基二氯硅烷、苯基甲基二氯硅烷、甲苯、丁醇	综合指标、甲苯
15	聚酰胺树脂	己内酰胺	综合指标
16	聚碳酸酯树脂	双酚A、光气、二氯甲烷、氯苯	综合指标、二氯甲烷、氯苯
17	聚甲醛树脂	甲醛、苯、戊环、对苯二甲酸	综合指标、甲醛、苯
18	聚对苯二甲酸丁二醇酯树脂	对苯二甲酸、1,4-丁二醇	综合指标、四氢呋喃
19	聚苯醚树脂	2,6-二甲基苯酚	综合指标
20	聚酰亚胺树脂	二胺、3,4-二酐	综合指标
21	聚砜树脂	双酚A、4,4'-二氯二苯砜、环丁砜、甲苯	综合指标、甲苯
22	聚醚醚酮树脂	对苯二酚、二苯砜、4,4'-二氟二苯酮	综合指标
23	聚苯硫醚树脂	对二氯苯、硫化钠、N-甲基吡咯烷酮	综合指标
24	聚醚砜树脂	4,4'-二氯二苯砜、4,4'-二羟基二苯砜、环丁砜	综合指标
12	热塑性聚酯树脂	对苯二甲酸二甲酯、对苯二甲酸、间苯二甲酸、乙二醇	综合指标、乙醛
14	丙烯酸树脂	丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯、丙烯酸丁酯、甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸	综合指标、氰化物、丙烯酸
13	醇酸树脂	多元醇、邻苯二甲酸酐、甘油	综合指标

说明：

- 1) 环氧树脂和聚碳酸酯树脂生产排出的高盐分有机污染物废水。
- 2) 酚醛树脂生产排出的高浓度苯酚和甲醛废水。
- 3) 丙烯酸酯类树脂生产排出的高浓度丙烯酸酯类废水，聚甲基丙烯酸甲酯生产中的中间产物丙酮氰醇会产生氢氰酸，为此废水污染物中列氰化物。
- 4) 聚酰胺树脂生产排出的高浓度的氨氮废水。
- 5) ABS树脂生产排出的苯乙烯和丙烯腈废水。
- 6) 氨基树脂生产排出的甲醛废水；
- 7) 悬浮法聚苯乙烯树脂生产排出的苯乙烯废水，含有甲苯或乙苯。
- 8) 热塑性聚酯树脂（PET）生产过程中排出的高浓度有机污染物废水，废水中含乙醛

(由乙二醇转变)。

9) 聚对苯二甲酸丁二醇酯树脂 (PBT) 生产过程中排出的高浓度有机污染物废水, 废水中含四氢呋喃 (由 1,4-丁二醇转变)。

10) 醇酸树脂、不饱和聚酯树脂等生产过程中排出的高浓度有机污染物废水。

11) 氟树脂生产过程中排出含氟化物的废水。

12) 有机硅树脂生产过程中排出含甲苯的废水。

13) 总汞、烷基汞、总镉、总铬、六价铬、总砷、总镍、总铅为催化剂造成的合成树脂废水重金属污染物指标。

### 5.1.2 废气污染物识别

废气污染物识别遵循以下原则:

- 1) 属于行业特征污染物;
- 2) 浓度高或排放量大的污染物;
- 3) 毒性大的有毒污染物;
- 4) 对大气环境危害严重的有害污染物;
- 5) 挥发性有机污染物;
- 6) 具有异味和恶臭的污染物;
- 7) 破坏臭氧层物质。

废气污染指标识别结果见表 5。

表 5 合成树脂工业大气污染指标识别结果一览表

序号	合成树脂类型	主要原料及污染物	污染指标确定
1	聚乙烯树脂	乙烯、醋酸乙烯酯、丙烯、丁烯、己烯	非甲烷总烃、颗粒物
2	聚丙烯树脂	丙烯、乙烯、氢气、三乙基铝	非甲烷总烃、颗粒物
3	聚苯乙烯树脂	苯乙烯、甲苯、乙苯、戊烷、环烷烃、环烯烃、聚硅氧烷、过氧化物	非甲烷总烃、颗粒物、苯乙烯、甲苯、乙苯
4	ABS 树脂	丙烯腈、苯乙烯、丁二烯、丙烯酸酯、顺丁烯二酸酐、N-苯基马来亚胺	非甲烷总烃、颗粒物、丙烯腈、苯乙烯
5	环氧树脂	双酚 A、环氧氯丙烷、甲苯、氢氧化钠	非甲烷总烃、颗粒物 甲苯、环氧氯丙烷
6	酚醛树脂	苯酚、甲基苯酚、甲醛、氢氧化钠、	非甲烷总烃、颗粒物、酚类、甲醛
7	不饱和聚酯树脂	二元酸、不饱和二元酸、二元醇、苯乙烯	非甲烷总烃、颗粒物、苯乙烯
8	聚氨酯树脂	聚醚多元醇、聚酯多元醇、甲苯二异氰酸酯 (TDI)、二苯基甲烷二异氰酸酯 (MDI)、异佛尔酮二异氰酸酯 (PIDI)、多亚甲基	非甲烷总烃、颗粒物、甲苯二异氰酸酯 (TDI)、二苯基甲烷二异氰酸酯 (MDI)、异佛尔酮二异氰酸酯 (PIDI)

		多苯基异氰酸酯(PAPI)	多亚甲基多苯基异氰酸酯(PAPI)
9	氨基树脂	尿素、三聚氰胺、己二酸、二乙烯三胺、环氧氯丙烷、甲醛	非甲烷总烃、颗粒物、氨、甲醛、环氧氯丙烷
10	氟树脂	四氟乙烯、六氟丙烯、三氟氯乙烯、六氟环氧丙烷、偏氟乙烯、氟乙烯	非甲烷总烃、颗粒物、氟化氢
11	有机硅树脂	甲基三氯硅烷、苯基三氯硅烷、二甲基二氯硅烷、二苯基二氯硅烷、苯基甲基二氯硅烷、甲苯、丁醇	颗粒物、氯化氢、甲苯
15	聚酰胺树脂	己内酰胺	非甲烷总烃、颗粒物、氨
16	聚碳酸酯树脂	双酚A、光气、二氯甲烷、氯苯	非甲烷总烃、颗粒物、光气、二氯甲烷、氯苯
17	聚甲醛树脂	甲醛、苯、戊环、对苯二甲酸	非甲烷总烃、颗粒物、甲醛、苯
18	聚对苯二甲酸丁二醇酯树脂	对苯二甲酸、1,4-丁二醇	非甲烷总烃、颗粒物、四氢呋喃
19	聚苯醚树脂	2,6-二甲基苯酚	非甲烷总烃、颗粒物
20	聚酰亚胺树脂	二胺、3,4-二酐	非甲烷总烃、颗粒物、氨
21	聚砜树脂	双酚A、4,4'-二氯二苯砜、环丁砜、甲苯	非甲烷总烃、颗粒物、二氧化硫、甲苯
22	聚醚醚酮树脂	对苯二酚、二苯砜、4,4'-二氟二苯酮	非甲烷总烃、颗粒物、二氧化硫
23	聚苯硫醚树脂	对二氯苯、硫化钠、N-甲基吡咯烷酮	非甲烷总烃、颗粒物、硫化氢
24	聚醚砜树脂	4,4'-二氯二苯砜、4,4'-二羟基二苯砜、环丁砜	非甲烷总烃、颗粒物、二氧化硫
12	热塑性聚酯树脂	对苯二甲酸二甲酯、对苯二甲酸、间苯二甲酸、乙二醇	非甲烷总烃、颗粒物、乙醛
14	丙烯酸树脂	丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯、丙烯酸丁酯、甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸	非甲烷总烃、颗粒物、丙烯酸甲酯、丙烯酸丁酯、甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸
13	醇酸树脂	多元醇、邻苯二甲酸酐、甘油	非甲烷总烃、颗粒物

说明:

(1) 非甲烷总烃

本标准采用非甲烷总烃表示挥发性有机污染物的浓度。

在本标准中,非甲烷总烃指标作为合成树脂挥发性有机污染物的综合性指标,表4中除有机硅树脂外,其它23类合成树脂均采用非甲烷总烃作为指示其挥发性有机污染物浓度的指标。有机硅树脂主链由硅原子和氧原子相间排列而成,不含碳原子,故不采用非甲烷总烃指标表示其挥发性有机污染物浓度,采用氯化氢间接表示其废气污染总量。

(2) 颗粒物

多数合成树脂在聚合物后处理阶段都生产均会产生颗粒物，颗粒物是合成树脂生产常见的污染物，它不同于普通颗粒物，大多是合成树脂自身破碎后的颗粒物，是多种化学元素的结合体，其对环境和人体的污染影响较普通粉尘更为严重，据此，本标准将颗粒物列为合成树脂废气的又一个综合性指标。表 4 中 24 类合成树脂均采用颗粒物作为又一个综合性指标。

### (3) 特征废气污染物

本标准确定苯乙烯、丙烯腈、光气、酚类、甲醛、环氧氯丙烷、甲苯二异氰酸酯 (TDI)、二苯基甲烷二异氰酸酯 (MDI)、异佛尔酮二异氰酸酯 (PIDI)、多亚甲基多苯基异氰酸酯 (PAPI)、氨、二氧化硫、硫化氢、氟化氢、四氢呋喃、丙烯酸甲酯、丙烯酸丁酯、丙烯酸、氯化氢、甲基丙烯酸甲酯、乙醛、苯、甲苯、乙苯、氯苯、二氯甲烷等 26 种物质为特征废气污染物。

### (4) 乙烯和丙烯

乙烯和丙烯为低毒物质，且与非甲烷总烃监测方法高度响应，故以非甲烷总烃代替之。

### (5) 臭气浓度

鉴于合成树脂生产原料涉及到多种恶臭类物质，本标准确定臭气浓度为企业边界废气污染物浓度指标之一。

## 5.2 主要有害污染物环境影响分析

### 5.2.1 苯酚

#### 1、理化性质

芳烃类有机化合物，无色针状晶体，具有特殊气味，凝固点 40.9℃，沸点 182.2℃，闪点 79℃，相对分子质量 94.11；溶于水，溶于乙醇、乙醚等水溶液及碱的水溶液中，但不溶于脂肪烃溶剂中。

#### 2、燃烧爆炸性

可燃。

#### 3、毒性毒理

能使蛋白质变形、沉淀，对皮肤和粘膜有强烈的腐蚀作用，人体吸收后会透入细胞、破坏组织，引起中毒死亡。长期饮用酚污染的水，会引起头昏、贫血以及各种神经系统病症，高浓度含酚废水灌溉农田会引起农作物枯死或减产。

#### 4、环境危害和影响分析

含酚废水如果不经处理直接排放，对人类、鱼类以及农作物都会带来严重危害。

苯酚能使人的神经、肝、肾受到损害，在加氯水体中酚含量即使在 0.01mg/L 以下，也

会导致氯酚恶臭，造成水质有气味，从而影响饮用水源。水体中含酚达 0.1mg/L~0.2mg/L 时，鱼肉会有酚味，浓度更高时会引起鱼类大量死亡。

### 5.2.2 甲醛

#### 1、理化性质

室温下是无色气体，凝固点-118℃，液化点-19℃；低温或常温下易聚合，温度大于 100℃ 时，不聚合；易溶于水、醇等，不溶于丙酮、氯仿和苯。

#### 2、毒性毒理

甲醛溶液具有特殊的刺激性，能刺激眼睛和呼吸道粘膜，与皮肤接触会引起皮炎。

#### 3、环境危害和影响分析

甲醛是原浆毒物，能与蛋白质结合，吸入高浓度甲醛后，会出现呼吸道的严重刺激和水肿、眼刺痛、头痛，也可发生支气管哮喘。皮肤直接接触甲醛，可引起皮炎、色斑、坏死。经常吸入少量甲醛，能引起慢性中毒，出现粘膜充血、皮肤刺激症、过敏性皮炎、指甲角化和脆弱、甲床指端疼痛等。全身症状有头痛、乏力、胃纳差、心悸、失眠、体重减轻以及植物神经紊乱等。

甲醛为较高毒性的物质，在我国有毒化学品优先控制名单上甲醛高居第二位。甲醛已经被世界卫生组织确定为致癌和致畸形物质，是公认的变态反应源，也是潜在的强致突变物之一。

空气中甲醛浓度达到 0.06mg/m<sup>3</sup>~0.07mg/m<sup>3</sup>时，儿童就会发生轻微气喘。当室内空气中甲醛含量为 0.1mg/m<sup>3</sup>时，就有异味和不适感；达到 0.5mg/m<sup>3</sup>时，可刺激眼睛，引起流泪；达到 0.6mg/m<sup>3</sup>时，可引起咽喉不适或疼痛；浓度更高时，可引起恶心呕吐，咳嗽胸闷，气喘甚至肺水肿；达到 30mg/m<sup>3</sup>时，会立即致人死亡。

### 5.2.3 甲苯

#### 1、理化性质

无色澄清液体。有苯样气味。有强折光性。能与乙醇、乙醚、丙酮、氯仿、二硫化碳和冰乙酸混溶，极微溶于水。相对密度 0.866。凝固点-95℃。沸点 110.6℃。折光率 1.4967。闪点（闭杯） 4.4℃。易燃。蒸气能与空气形成爆炸性混合物，爆炸极限 1.2%~7.0%（体积）。低毒，半数致死量（大鼠，经口）5000mg/kg。高浓度气体有麻醉性。有刺激性。

#### 2、毒性毒理

急性毒性：LD<sub>50</sub>: 5000 mg/kg(大鼠经口)；12124 mg/kg(兔经皮)；LC<sub>50</sub>: 20003mg/m<sup>3</sup>, 8 小时(小鼠吸入)

刺激性：人经眼：300ppm，引起刺激。家兔经皮：500mg，中度刺激。

亚急性和慢性毒性：大鼠、豚鼠吸入 390mg/m<sup>3</sup>，8 小时/天，90~127 天，引起造血系统和实质性脏器改变。

致突变性：微核试验：小鼠经口 200mg/kg。细胞遗传学分析：大鼠吸入 5400μg/m<sup>3</sup>，16 周(间歇)。

生殖毒性：大鼠吸入最低中毒浓度(TCL0)：1.5g/m<sup>3</sup>，24 小时(孕 1~18 天用药)，致胚胎毒性和肌肉发育异常。小鼠吸入最低中毒浓度(TCL0)：500mg/m<sup>3</sup>，24 小时(孕 6~13 天用药)，致胚胎毒性。

### 3、环境危害和影响分析

对皮肤、粘膜有刺激性，对中枢神经系统有麻醉作用。急性中毒：短时间内吸入较高浓度本品可出现眼及上呼吸道明显的刺激症状、眼结膜及咽部充血、头晕、头痛、恶心、呕吐、胸闷、四肢无力、步态蹒跚、意识模糊。重症者可有躁动、抽搐、昏迷。慢性中毒：长期接触可发生神经衰弱综合征，肝肿大，女工月经异常等。皮肤干燥、皸裂、皮炎。对环境有严重危害，对空气、水环境及水源可造成污染。本品易燃，具刺激性。

该物质对环境有严重危害，对空气、水环境及水源可造成污染，对鱼类和哺乳动物应给予特别注意。可被生物和微生物氧化降解。

## 5.2.4 环氧氯丙烷

### 1、理化性质

无色液体，有似氯仿气味，易挥发，不稳定。能与乙醇、乙醚、氯仿、三氯乙烯和四氯化碳等混溶，不溶于水，不能与石油烃混溶。相对密度 (d<sub>20</sub><sup>4</sup>) 1.1812，熔点-25.6℃，沸点 117.9℃，折光率 (n<sub>25</sub><sup>D</sup>)1.43585，闪点 (开杯)40℃，易燃，中等毒，半数致死量 (大鼠，经口) 90~210mg/kg。有麻醉性。动物实验证明有潜在致癌作用。

### 2、毒性毒理

毒性：属中等毒类。

急性毒性：LD<sub>50</sub>：90mg/kg (大鼠经口)；238mg/kg (小鼠经口)；1500mg/kg (兔经皮)；LC<sub>50</sub>：500ppm，4 小时 (大鼠吸入)；人吸入 20ppm，最小中毒浓度 (对眼刺激)；人经口 50mg/kg，最小致死剂量。

亚急性和慢性毒性：大鼠吸入 60mg/m<sup>3</sup>×7 小时/日×5 日/周×91 日，肾明显增大和尿棕色素增加。

致突变性：基因突变，小鼠淋巴肉瘤细胞阳性。

致畸性：体外细胞遗传损伤，啮齿动物骨髓细胞染色体畸变阳性。

致癌性：小鼠皮下最小中毒剂量 720mg/kg（78 周，间断）致肿瘤阳性。

### 3、环境危害和影响分析

侵入途径：吸入、食入、经皮吸收。

健康危害：蒸气对呼吸道有强烈刺激性。反复和长时间吸入可引起肺、肝和肾损害。高浓度吸入致中枢神经系统抑制可致死。蒸气对眼有强烈刺激性，液体可致眼灼伤。皮肤直接接触液体可致灼伤。口服引起肝、肾损害，可致死。慢性中毒：长期少量吸入可出现神经衰弱综合征和周围神经病变。

危险特性：其蒸气与空气形成爆炸性混合物，遇明火、高温能引起分解爆炸和燃烧。若遇高热可发生剧烈分解，引起容器破裂或爆炸事故。

燃烧（分解）产物：一氧化碳、二氧化碳、氯化氢。

## 5.2.5 乙烯

### 1、理化性质

无色气体，略具烃类特有的臭味。熔点(°C)：-169.4，沸点(°C)：-103.9，相对密度(水=1)：0.61，溶解性：不溶于水，微溶于乙醇、酮、苯，溶于醚。主要用途：用于制聚乙烯、聚氯乙烯、醋酸等。

### 2、环境危害和影响分析

健康危害：具有较强的麻醉作用。急性中毒：吸入高浓度乙烯可立即引起意识丧失，无明显的兴奋期，但吸入新鲜空气后，可很快苏醒。对眼及呼吸道粘膜有轻微刺激性。液态乙烯可致皮肤冻伤。慢性影响：长期接触，可引起头昏、全身不适、乏力、思维不集中。个别人有胃肠道功能紊乱。

环境危害：对环境有危害，对水体、土壤和大气可造成污染。

燃爆危险：本品易燃。

## 5.2.6 丙烯

### 1、理化性质

无色、有烃类气味的气体。熔点(°C)：-191.2，沸点(°C)：-47.7，相对密度(水=1)：0.5，闪点(°C)：-108，溶解性：溶于水、乙醇。主要用途：用于制丙烯腈、环氧丙烷、丙酮等。

### 3、环境危害和影响分析

本品为单纯窒息剂及轻度麻醉剂。急性中毒：人吸入丙烯可引起意识丧失，当浓度为15%时，需30分钟；24%时，需3分钟；35%~40%时，需20秒钟；40%以上时，仅需6秒钟，并引起呕吐。慢性影响：长期接触可引起头昏、乏力、全身不适、思维不集中。个别别人胃肠道功能发生紊乱。

本品易燃。

该物质对环境有危害，对鱼类和水体要给予特别注意。还应特别注意对地表水、土壤、大气和饮用水的污染。

## 5.2.7 异氰酸酯

### 1、理化性质

常见的异氰酸酯包括三种：甲苯二异氰酸酯（TDI）、二苯基甲烷二异氰酸酯（MDI）以及多亚甲基多苯基异氰酸酯（PAPI）。

异氰酸酯基团（NCO）是活泼的基团，易与水、羟基、氨基等反应，与水等反应产生的产物水解后，可产生苯胺类化合物。异氰酸酯反应时会放热，与水反应有气体（CO<sub>2</sub>）产生，如果将大量异氰酸酯与活性氢原料在一起反应，可产生大量反应热，引起温度急剧升高，甚至有烧伤的危险和冲料危险。

### 2、毒性毒理

TDI 毒理数据：

LD<sub>50</sub>: 4130 mg/kg(大鼠经口)；

LC<sub>50</sub>: 14m L/m<sup>3</sup>, 4 小时(大鼠吸入)

MDI 毒理数据：

LD<sub>50</sub>: 31690 mg/kg(大鼠经口)；

LC<sub>50</sub>: 178mg/m<sup>3</sup>, 4 小时(大鼠吸入)

IPDI 毒理数据：

LD<sub>50</sub>: 1060 mg/kg(大鼠经口)；

LC<sub>50</sub>: 123mg/m<sup>3</sup>, 4 小时(大鼠吸入)

环境危害和影响分析

吸入对呼吸道有强烈刺激性，可引起肺水肿。对眼和皮肤有刺激性，可引起灼伤。口服刺激和灼伤口腔和消化道。TDI 是异氰酸酯中毒性较大的一种，急性吸入毒性较高，经口毒性较低。TDI 对眼、呼吸道黏膜及皮肤有刺激性。MDI 的蒸汽压比 TDI 低得多，挥发性毒性比 TDI 弱，但加热熔化的 MDI 有一定的挥发毒性和刺激性。

## 5.2.8 苯乙烯

### 1、理化性质

无色透明油状液体。熔点(°C): -30.6, 沸点(°C): 146, 相对密度(水=1): 0.91, 溶解性: 不溶于水, 溶于醇、醚等大多数有机溶剂。主要用途: 用于制聚苯乙烯、合成橡胶、离子交换树脂等。

### 2、毒性毒理

急性毒性: LD<sub>50</sub>: 5000 mg/kg(大鼠经口); LC<sub>50</sub>: 24000mg/m<sup>3</sup>, 4 小时(大鼠吸入)。刺激性: 家兔经眼: 100mg, 重度刺激。家兔经皮开放性刺激试验: 500mg, 轻度刺激。

### 3、环境危害和影响分析

对眼和上呼吸道粘膜有刺激和麻醉作用。急性中毒: 高浓度时, 立即引起眼及上呼吸道粘膜的刺激, 出现眼痛、流泪、流涕、喷嚏、咽痛、咳嗽等, 继之头痛、头晕、恶心、呕吐、全身乏力等; 严重者可有眩晕、步态蹒跚。眼部受苯乙烯液体污染时, 可致灼伤。慢性影响: 常见神经衰弱综合征, 有头痛、乏力、恶心、食欲减退、腹胀、忧郁、健忘、指颤等。对呼吸道有刺激作用, 长期接触有时引起阻塞性肺部病变。皮肤粗糙、皲裂和增厚。

本品易燃, 为可疑致癌物, 具刺激性。

该物质对环境有严重危害, 应特别注意对地表水、土壤、大气和饮用水的污染, 对水生生物应给予特别注意。由于其挥发性强, 在大气中易被光解, 也可被生物降解和化学降解, 即能被特异的菌丛所破坏, 亦能被空气中的氧所氧化成苯甲醚、甲醛及少量苯乙醇。

## 5.2.9 丙烯腈

### 1、理化性质

无色液体, 有桃仁气味。熔点(°C): -83.6, 沸点(°C): 77.3, 相对密度(水=1): 0.81, 溶解性: 微溶于水, 易溶于多数有机溶剂。主要用途: 用于制造聚丙烯腈、丁腈橡胶、染料、合成树脂、医药等。

### 2、毒性毒理

急性毒性: LD<sub>50</sub>: 78 mg/kg(大鼠经口); 250 mg/kg(兔经皮)。刺激性: 家兔经眼: 20mg, 重度刺激。家兔经皮: 500mg, 轻度刺激。

### 3、环境危害和影响分析

本品在体内析出氰根, 抑制呼吸酶; 对呼吸中枢有直接麻醉作用。急性中毒表现与氢氰酸相似。急性中毒: 以中枢神经系统症状为主, 伴有上呼吸道和眼部刺激症状。轻度中毒有头晕、头痛、乏力、上腹部不适、恶心、呕吐、胸闷、手足麻木、意识蒙眬及口唇紫绀等。

眼结膜及鼻、咽部充血。重者除上述症状加重外，出现四肢阵发性强直抽搐、昏迷。液体污染皮肤，可致皮炎，局部出现红斑、丘疹或水疱。慢性中毒：尚无定论。长期接触，部分工人出现神衰综合征，低血压等。对肝脏影响未肯定。

对环境有严重危害，对水体可造成污染。

本品易燃，高毒，为可疑致癌物。

### 5.2.10 二氯甲烷

#### 1、理化性质

无色透明液体，有芳香气味。熔点(°C)：-96.7，沸点(°C)：39.8，相对密度(水=1)：1.33，溶解性：微溶于水，溶于乙醇、乙醚。主要用途：用作树脂及塑料工业的溶剂。

#### 2、毒性毒理

急性毒性：LD<sub>50</sub>：1600~2000 mg/kg(大鼠经口)；LC<sub>50</sub>：88000mg/m<sup>3</sup>，1/2 小时(大鼠吸入)。刺激性：家兔经眼：162mg，中度刺激。家兔经皮：810mg/24 小时，重度刺激。

#### 3、环境危害和影响分析

本品有麻醉作用，主要损害中枢神经和呼吸系统。急性中毒：轻者可有眩晕、头痛、呕吐以及眼和上呼吸道粘膜刺激症状；较重者则出现易激动、步态不稳、共济失调、嗜睡，可引起化学性支气管炎。重者昏迷，可有肺水肿。血中碳氧血红蛋白含量增高。慢性影响：长期接触主要有头痛、乏力、眩晕、食欲减退、动作迟钝、嗜睡等。对皮肤有脱脂作用，引起干燥、脱屑和皲裂等。

本品可燃，有毒，具刺激性。

该物质对环境可能有危害，在地下水中有蓄积作用。对水生生物应给予特别注意。还应注意对大气的污染。

### 5.2.11 丙烯酸酯

#### 1、理化性质

常见的丙烯酸酯包括：丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯、丙烯酸丁酯。

丙烯酸甲酯为无色透明液体，有类似大蒜的气味。熔点(°C)：-75，沸点(°C)：80，相对密度(水=1)：0.95，溶解性：微溶于水。主要用途：用于聚丙烯腈纤维的第二单体，胶黏剂。

丙烯酸乙酯为无色液体，有辛辣的刺激气味。熔点(°C)：小于-72，沸点(°C)：99.8，相对密度(水=1)：0.94，溶解性：溶于水、乙醇。主要用途：有机合成中间体及聚合物的制造。

丙烯酸丁酯为无色液体。熔点(°C)：-64.6，沸点(°C)：145.7，相对密度(水=1)：0.89，溶解性：不溶于水，可混溶于乙醇、乙醚。主要用途：用作有机合成中间体、粘合剂、乳化

剂。

## 2、毒性毒理

丙烯酸甲酯毒理数据：LD50：277mg/kg(大鼠经口)；LC50：4752mg/m<sup>3</sup>，4 小时(大鼠吸入)。家兔经皮开放性刺激实验：10g/kg，引起刺激。家兔经眼：150mg，引起刺激。

丙烯酸乙酯毒理数据：LD50：800mg/kg(大鼠经口)；LC50：8916mg/m<sup>3</sup>，4 小时(大鼠吸入)。家兔经皮开放性刺激实验：10mg，24 小时轻度刺激。家兔经眼：45mg，轻度刺激。

丙烯酸丁酯毒理数据：LD50：900mg/kg(大鼠经口)；LC50：14305mg/m<sup>3</sup>，4 小时(大鼠吸入)。家兔经皮开放性刺激实验：10mg（24 小时）轻度刺激。家兔经眼：50mg，轻度刺激。

## 3、环境危害和影响分析

高浓度丙烯酸甲酯接触，引起流涎、眼及呼吸道的刺激症状，严重者口唇发白、呼吸困难、痉挛，因肺水肿而死。长期接触可致皮肤损害，亦可致肺、肝、肾病变。该物质对环境可能有危害，对水体应给予提别关注。

丙烯酸乙酯对呼吸道有刺激性，高浓度吸入引起肺水肿。有麻醉作用。眼直接接触可致灼伤。对皮肤有明显的刺激和致敏作用。口服强烈刺激口腔及消化道，可出现头晕、呼吸困难、神经过敏。该物质对环境可能有危害，对水体应给予提别关注。

丙烯酸丁酯吸入、口服或经皮肤吸收对身体有害。其蒸气或雾对眼睛、黏膜和呼吸道有刺激作用。该物质对环境可能有危害，对水体应给予提别关注。

### 5.2.12 光气

#### 1、理化性质

纯品为无色有特殊气味的气体，低温时为黄绿色液体。熔点(°C)：-118，沸点(°C)：8.3，相对密度(水=1)：1.37，溶解性：微溶于水，溶于芳烃、苯、四氯化碳、氯仿、乙酸等多数有机溶剂。

#### 2、毒性毒理

急性毒性：LD50：无数据；LC50：1400mg/m<sup>3</sup>，1/2 小时(大鼠吸入)。亚急性和慢性毒性：动物吸入 0.0008mg/L，5 小时（5 天），40%出现肺气肿。

#### 3、环境危害和影响分析

吸入，主要损害呼吸道，导致化学性支气管炎、肺炎、肺水肿。急性中毒：轻度中毒，患者有流泪、畏光、咽部不适、咳嗽胸闷等；中度中毒，除上述症状加重外，患者出现轻度呼吸困难；重度中毒出现肺水肿或成人呼吸窘迫综合症，患者剧烈咳嗽、咳出大量泡沫痰、

呼吸窘迫、明显紫绀。该物质对环境有危害，应特别注意对空气、水环境及水源的污染。

## 6 标准的主要技术内容

《合成树脂工业污染物排放标准》共计有 6 个章节，其中：

第 1 章为主题内容和适用范围，规定了本标准的主题内容和适用范围；

第 2 章为规范性引用文件，给出了本标准所引用的文件；

第 3 章为术语和定义，对本标准中的术语和定义进行了说明或解释；

第 4 章为污染物排放控制要求，规定了合成树脂废气和废水污染物排放的各项指标值；

第 5 章为污染物监测要求，规定了合成树脂废气和废水污染物排放浓度的测定方法；

第 6 章为标准实施和监督，规定了本标准的实施和监督办法。

### 6.1 主题内容和适用范围

#### 6.1.1 主题内容

本标准规定了合成树脂生产企业或生产设施废气和废水污染物的排放限值、监测、监控要求以及标准实施与监督等相关规定，并对 24 类主要合成树脂生产企业或生产设施规定了大气和水污染物控制排放总量；同时，规定了标准执行中的各种要求，将污染防控和管理方法编入标准条文之中。

聚氯乙烯生产企业或生产设施的水污染物排放控制仍然执行《烧碱、聚氯乙烯工业水污染物排放标准》（GB 15581-96）中的相关规定。

#### 6.1.2 适用范围

本标准适用于以低分子原料——单体为主要原料，采用聚合反应结合成大分子的方式生产合成树脂的企业，或者以普通合成树脂为原料，采用改性等方法生产新的合成树脂产品的企业。

本标准适用于合成树脂生产企业或生产设施废气和废水污染物排放管理，也适用于合成树脂建设项目环境影响评价、设计、竣工环境保护验收以及建成后的污染物排放管理。

本标准批准颁布实施后，合成树脂生产废气不再执行《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996），废水不再执行《综合污水排放标准》（GB 8978-1996）和《烧碱、氯乙烯工业水污染物排放标准》（GB15581-95）。

本标准适用 24 类合成树脂生产企业或生产设施的水和大气污染物排放限值、监测和监督管理要求。

### 6.2 规范性引用文件

给出了本标准规范性引用的各个文件的名称。

### 6.3 术语和定义

根据合成树脂工业的生产特点和污染物排放特点，本标准定义了 15 个术语和定义。

### 6.4 污染物排放控制要求

#### 6.4.1 水和大气污染物排放标准执行时间

1、现有合成树脂企业水污染物排放浓度在 2017 年 7 月 1 日前仍然执行现行标准，2017 年 7 月 1 日后执行表 1 中规定的新建企业水污染物排放浓度限值。

自 2017 年 7 月 1 日起，新建合成树脂企业水污染物排放浓度执行新建企业水污染物排放浓度限值。

2、自 2017 年 7 月 1 日起，现有和新建合成树脂企业单位产品水污染物基准排放量执行合成树脂单位产品新建企业废水污染物基准排放量限值。

3、2017 年 7 月 1 日前现有合成树脂企业大气污染物最高允许排放浓度仍然执行现行标准，2017 年 7 月 1 日后执行新建企业大气污染物最高允许排放浓度。

自 2017 年 7 月 1 日起，新建合成树脂企业执行新建企业大气污染物最高允许排放浓度。

#### 6.4.2 废气和废水污染物确定

##### 6.4.2.1 废水污染物确定

pH、COD、BOD<sub>5</sub>、SS、氨氮、总氮、总磷为合成树脂废水污染物综合指标。

苯乙烯、丙烯腈、挥发酚、苯酚、甲醛、环氧氯丙烷、氟化物、四氢呋喃、丙烯酸、乙醛、氰化物、苯、甲苯、乙苯、氯苯、二氯甲烷等 16 种物质为特征废水污染物指标。

总汞、烷基汞、总镉、总铬、六价铬、总砷、总镍、总铅为合成树脂废水重金属污染物指标。

##### 6.4.2.2 废气污染物确定

非甲烷总烃和颗粒物为合成树脂综合性废气污染物指标。

苯乙烯、丙烯腈、光气、酚类、甲醛、环氧氯丙烷、甲苯二异氰酸酯（TDI）、二苯基甲烷二异氰酸酯(MDI)、异佛尔酮二异氰酸酯（PIDI）、多亚甲基多苯基异氰酸酯(PAPI)、氨、二氧化硫、硫化氢、氟化氢、四氢呋喃、丙烯酸甲酯、丙烯酸丁酯、丙烯酸、氯化氢、甲基丙烯酸甲酯、乙醛、苯、甲苯、乙苯、氯苯、二氯甲烷等 26 种物质为特征废气污染物指标。

### 6.4.3 水污染物排放标准限值制定

#### 6.4.3.1 水污染物排放限值制定原则

废水污染物排放限值制定遵循以下原则：

a) 确认各类合成树脂主体生产工艺的先进性，以先进的或适度先进的生产工艺下的水污染物产生水平作为制定某种合成树脂水污染物排放限值的依据。

b) 整合现有与合成树脂废水排放有关标准的数据。

c) 制定单位合成树脂的基准废水排放量。

#### 6.4.3.2 水污染物排放限值类别

按照新建企业和特别排放限值企业以及直接排放和间接排放等类别，分别确定水污染物的排放浓度和单位合成树脂的基准废水排放量。

#### 6.4.3.3 特征水污染物排放限值确定

排放限值确定依据为污染控制技术（见表 6）以及国内已有的相关标准。

1、水污染排放限值的确定相关标准：

A：污水综合排放标准（GB8978-1996）；

B：城镇污水处理厂污染物排放标准（GB18918-2002）；

C：污水排入城镇下水道水质标准（CJ343-2010）；

D：工业企业设计卫生标准（TJ36-79）；

E：生活饮用水水源水质标准（CJ3020-93）；

F：生活饮用水卫生标准；

G：地表水环境质量标准（GB3838-2002）。

2、各个特征水污染物排放限值确定

（1）苯乙烯

a) 相关标准

D：0.3 mg/L； F：0.02 mg/L； G：0.02 mg/L。

b) 限值确定

新建企业直接排放浓度为 0.3 mg/L，间接排放浓度为 0.6 mg/L（以生化处理效率 50%计）；

特别限值企业直接排放浓度为 0.1 mg/L，间接排放浓度为 0.2 mg/L（生化处理效率 50%计）。

（2）丙烯腈

a) 相关标准

A：一级 2 mg/L，二级 5 mg/L，三级 5 mg/L； B：2 mg/L； D：2 mg/L； F：0.1 mg/L；

G：0.1 mg/L。

b) 限值确定

新建企业直接排放浓度为 5 mg/L，间接排放浓度为 5 mg/L（以生化处理效率 0 计）；

特别限值企业直接排放浓度为 2 mg/L，间接排放浓度为 2 mg/L（以生化处理效率 0 计）。

(3) 环氧氯丙烷

a) 相关标准

F: 0.0004 mg/L; G: 0.02 mg/L。

b) 限值确定

新建企业直接排放浓度为 0.02 mg/L, 间接排放浓度为 0.02 mg/L (以生化处理效率 0 计); 特别限值企业直接排放浓度为 0.02 mg/L, 间接排放浓度为 0.02 mg/L (以生化处理效率 0 计)。

(4) 挥发酚

a) 相关标准

A: 一级 0.5 mg/L, 二级 0.5, 三级 2; B: 0.5 mg/L; C: 一级 1 mg/L, 二级 1 mg/L, 三级 0.5 mg/L; D: 0.01 mg/L; E: 一级 0.002 mg/L, 二级 0.004 mg/L; F: 0.002 mg/L; G: I 级 0.002 mg/L, II 级 0.002 mg/L, III 级 0.005 mg/L, IV 级 0.01 mg/L, V 级 0.1 mg/L。

b) 限值确定

新建企业直接排放浓度为 0.5 mg/L, 间接排放浓度为 2 mg/L (以生化处理效率 75%计); 特别限值企业直接排放浓度为 0.5 mg/L, 间接排放浓度为 2 mg/L (以生化处理效率 75%)。

(5) 苯酚

a) 相关标准

A: 一级 0.3 mg/L, 二级 0.4 mg/L, 三级 1.0 mg/L; B: 0.3 mg/L。

b) 限值确定

新建企业直接排放浓度为 0.3 mg/L, 间接排放浓度为 1 mg/L (以生化处理效率 65%计); 特别限值企业直接排放浓度为 0.3 mg/L, 间接排放浓度为 1 mg/L (以生化处理效率 65%)。

(6) 甲醛

a) 相关标准

A: 一级 1 mg/L, 二级 2 mg/L, 三级 5 mg/L; B: 1 mg/L; C: 一级 5 mg/L, 二级 5 mg/L, 三级 2 mg/L; D: 0.5 mg/L; F: 0.9 mg/L; G: 0.9 mg/L。

b) 限值确定

新建企业直接排放浓度为 2 mg/L, 间接排放浓度为 5 mg/L (以生化处理效率 60%计); 特别限值企业直接排放浓度为 1 mg/L, 间接排放浓度为 4 mg/L (以生化处理效率 75%)。

(7) 氟化物

a) 相关标准

A: 一级 10 mg/L, 二级: 10 mg/L, 三级: 20 mg/L; C: 20 mg/L; D : 1 mg/L; E : 1 mg/L; F: 1 mg/L; G: I 级 1 mg/L, II 级 1 mg/L, III 级 1 mg/L, IV 级 1.5 mg/L, V 级 1.5 mg/L。

b) 限值确定

新建企业直接排放浓度为 10, 间接排放浓度为 10 (以生化处理效率 0 计);

特别限值企业直接排放浓度为 8, 间接排放浓度为 8 (以生化处理效率 0 计)。

(8) 乙醛

a) 相关标准

D: 0.05 mg/L; G: 0.05 mg/L。

b) 限值确定

新建企业直接排放浓度为 0.05 mg/L, 间接排放浓度为 0.05 mg/L (以生化处理效率 0 计);

特别限值企业直接排放浓度为 0.05 mg/L, 间接排放浓度为 0.05 mg/L (以生化处理效率 0 计)。

(9) 氰化物 (mg/L)

a) 相关标准

A: 一级 0.5 mg/L, 二级 0.5 mg/L, 三级 1.0 mg/L; B: 0.5 mg/L; C: 0.5 mg/L; D: 0.05 mg/L, E: 0.5 mg/L; F: 0.05 mg/L; G: I 级 0.005 mg/L, II 级 0.05 mg/L, III 级 0.2 mg/L; IV 级 0.2 mg/L, V 级 0.2 mg/L。

b) 限值确定

新建企业直接排放浓度为 0.5 mg/L, 间接排放浓度为 1 mg/L (以生化处理效率 50% 计);

特别限值企业直接排放浓度为 0.05 mg/L, 间接排放浓度为 0.5 mg/L (以生化处理效率 90%)。

(10) 丙烯酸

a) 相关标准

F: 0.5 mg/L。

b) 限值确定

新建企业直接排放浓度为 0.5 mg/L, 间接排放浓度为 0.5 mg/L (以生化处理效率 0 计);

特别限值企业直接排放浓度为 0.5 mg/L, 间接排放浓度为 0.5 mg/L (以生化处理效率 0 计)。

(11) 苯

a) 相关标准

A: 一级 0.1 mg/L, 二级 0.2 mg/L, 三级 0.5 mg/L; B: 0.1 mg/L; C: 一级 2.5 mg/L, 二级 2.5 mg/L, 三级 1 mg/L; D: 2.5 mg/L; F: 0.01 mg/L; G: 0.01 mg/L。

b) 限值确定

新建企业直接排放浓度为 0.2 mg/L, 间接排放浓度为 0.2 mg/L (以生化处理效率 0 计); 特别限值企业直接排放浓度为 0.1 mg/L, 间接排放浓度为 0.1 mg/L (以生化处理效率 0 计)。

(12) 甲苯

a) 相关标准

A: 一级 0.5 mg/L, 二级 0.5 mg/L, 三级 1.0 mg/L; B: 0.1 mg/L; F: 0.7 mg/L; G: 0.7 mg/L。

b) 限值确定

新建企业直接排放浓度为 0.2 mg/L, 间接排放浓度为 0.2 mg/L (以生化处理效率 0 计); 特别限值企业直接排放浓度为 0.1 mg/L, 间接排放浓度为 0.1 mg/L (以生化处理效率 0 计)。

(13) 乙苯

a) 相关标准

A: 一级 0.4 mg/L, 二级 0.6 mg/L, 三级 1.0 mg/L; B: 0.4 mg/L; F: 0.3 mg/L; G: 0.3 mg/L。

b) 限值确定

新建企业直接排放浓度为 0.6 mg/L, 间接排放浓度为 0.6 mg/L (以生化处理效率 0 计); 特别限值企业直接排放浓度为 0.4 mg/L, 间接排放浓度为 0.4 mg/L (以生化处理效率 0 计)。

(14) 氯苯

a) 相关标准

A: 一级 0.2 mg/L, 二级 0.4 mg/L, 三级 1.0 mg/L; B: 0.3 mg/L; D: 0.02 mg/L; F: 0.3 mg/L; G: 0.3 mg/L。

b) 限值确定

新建企业直接排放浓度为 0.4 mg/L, 间接排放浓度为 0.4 mg/L (以生化处理效率 0 计);

特别限值企业直接排放浓度为 0.2 mg/L，间接排放浓度为 0.2 mg/L（以生化处理效率 0 计）。

(15) 二氯甲烷

a) 相关标准

F: 0.02 mg/L; G: 0.02 mg/L。

b) 限值确定

新建企业直接排放浓度为 0.1，间接排放浓度为 0.1（以生化处理效率 0 计）；

特别限值企业直接排放浓度为 0.08，间接排放浓度为 0.08（以生化处理效率 0 计）。

(16) 四氢呋喃

a) 相关标准

MLC<sub>w</sub>（水体中化学物质最大允许浓度）：0.5 mg/L。

b) 限值确定

新建企业直接排放浓度为 0.5 mg/L，间接排放浓度为 0.5 mg/L（以生化处理效率 0 计）；

特别限值企业直接排放浓度为 0.5 mg/L，间接排放浓度为 0.5 mg/L（以生化处理效率 0 计）。

6.4.3.4 综合指标和重金属指标

整合《污水综合排放标准》（GB8978-1996）而确定。

6.4.3.5 水污染物排放限值的支持性技术

不产生工艺废水的合成树脂废水处理可采用生化或物化-生化组合技术，产生工艺废水的合成树脂废水处理需采用适用技术作为其水污染物排放限值的支持性技术，见表 6。

表 6 合成树脂废水污染物适用处理技术一览表

序号	合成树脂种类	现有企业	新建企业	执行特别排放限值企业
1	环氧树脂	蒸发	蒸发	蒸发-焚烧
2	酚醛树脂	延时缩合-生化	延时缩合-生化；焚烧	焚烧
3	不饱和聚酯树脂	物化-生化	焚烧	焚烧
4	丙烯酸树脂	物化-生化	物化-生化	物化-生化
5	醇酸树脂	冷凝+吸附	冷凝+吸附；焚烧	焚烧
6	氟树脂	焚烧	焚烧	焚烧
7	有机硅树脂	焚烧	焚烧	焚烧
8	聚酰胺树脂	物化-生化	物化-生化	物化-生化

序号	合成树脂种类	现有企业	新建企业	执行特别排放限值企业
9	ABS 树脂	物化-生化	物化-生化	物化-生化；焚烧
10	悬浮法 聚苯乙烯树脂	物化-生化	物化-生化；焚烧	物化-生化；焚烧
11	氨基树脂	物化-生化	物化-生化	物化-生化
12	热塑性聚酯树脂	物化-生化	物化-生化；焚烧	物化-生化；焚烧
13	聚对苯二甲酸丁 二醇酯树脂	物化-生化	物化-生化；焚烧	物化-生化；焚烧
14	聚碳酸酯树脂	蒸发	蒸发	蒸发-焚烧

## 6.4.4 大气污染物排放限值制定

### 6.5.4.1 大气污染物排放限值制定原则

大气污染物排放限值制定遵循以下原则：

a) 确认各类合成树脂主体生产工艺的先进性，以先进的或适度先进的生产工艺的大气污染物产生水平作为制定某种合成树脂大气污染物排放限值的依据。

b) 整合现有与合成树脂废气排放有关标准的数据。

c) 制定单位合成树脂单产品非甲烷总烃排放量。

### 6.5.3.2 大气污染物排放限值类别

按照新建企业和特别排放限值企业大气污染物的最高允许排放浓度，以及企业边界大气污染物任何 1 小时平均浓度等类别，分别确定其限值。

### 6.5.3.3 特征大气污染物排放限值确定

排放限值确定依据为污染控制技术（见表 7）以及国内外已有的相关标准。

1、大气污染排放限值确定的相关标准。

A: MAC 值（中国）；

B: MAC 值（前苏联）；

C: 北京大气污染综合排放标准（DB11/501-2007）；

D: 北京炼油与石油化学工业大气污染物排放标准（DB11/447-2007）；

E: 大气污染物综合排放标准（GB16297-1996）；

F: 恶臭污染物排放标准（GB14554-93）；

G: 环境空气质量标准（GB3095-2012）。

## 2、大气污染物排放限值

### (1) 苯乙烯

#### a) 相关标准

A: 40 mg/m<sup>3</sup>; B: 5 mg/m<sup>3</sup>; C: 80 mg/m<sup>3</sup>; D: 80 mg/m<sup>3</sup>; F: 5 mg/m<sup>3</sup>。

#### b) 限值确定

新建企业排放浓度为 20 mg/m<sup>3</sup>(以 MAC 值为基准),特别限值排放浓度为 15 mg/m<sup>3</sup>(以 MAC 值为基准),企业边界大气污染物任何 1 小时平均浓度 3 mg/m<sup>3</sup>(以 MAC 值为基准)。

### (2) 丙烯腈 (mg/m<sup>3</sup>)

#### a) 相关标准

A: 2 mg/m<sup>3</sup>; B: 0.5 mg/m<sup>3</sup>; C: 5 mg/m<sup>3</sup>; D: 5 mg/m<sup>3</sup>; E: 22 mg/m<sup>3</sup>。

#### b) 限值确定

新建企业排放浓度为 5 (以 DB11/501-2007 值为基准),特别限值排放浓度为 4 (以 DB11/501-2007 值为基准),企业边界大气污染物任何 1 小时平均浓度 0.6 (以 MAC 值为基准)。

### (3) 环氧氯丙烷

#### a) 相关标准

C: 20 mg/m<sup>3</sup>; D: 20 mg/m<sup>3</sup>。

#### b) 限值确定

新建企业排放浓度为 20 mg/m<sup>3</sup>(以 DB11/501-2007 值为基准),特别限值排放浓度为 20 mg/m<sup>3</sup>(以 DB11/501-2007 值为基准),企业边界大气污染物任何 1 小时平均浓度 1 mg/m<sup>3</sup>(以 DB11/501-2007 值为基准)。

### (4) 酚类

#### a) 相关标准

A: 5 mg/m<sup>3</sup>, C: 20 mg/m<sup>3</sup>, D: 20 mg/m<sup>3</sup>, E: 100 mg/m<sup>3</sup>。

#### b) 限值确定

新建企业排放浓度为 20 mg/m<sup>3</sup>(以 MAC 值为基准),特别限值排放浓度为 15 mg/m<sup>3</sup>(以 MAC 值为基准),企业边界大气污染物任何 1 小时平均浓度 0.08 mg/m<sup>3</sup>(以 MAC 值为基准)。

### (5) 甲醛

#### a) 相关标准

A: 3 mg/m<sup>3</sup>; B: 0.5 mg/m<sup>3</sup>; C: 20 mg/m<sup>3</sup>; D: 20 mg/m<sup>3</sup>; E: 25 mg/m<sup>3</sup>, 边界 0.2 mg/m<sup>3</sup>。

b) 限值确定

新建企业排放浓度为 20 mg/m<sup>3</sup> (以 GB16297-1996 值为基准), 特别限值排放浓度为 15 mg/m<sup>3</sup> (以 GB16297-1996 值为基准), 企业边界大气污染物任何 1 小时平均浓度 0.2 mg/m<sup>3</sup> (以 GB16297-1996 值为基准)。

(6) 甲苯二异氰酸酯

a) 相关标准

C: 20 mg/m<sup>3</sup>; D: 20 mg/m<sup>3</sup>。

b) 限值确定

新建企业排放浓度为 2 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准), 特别限值排放浓度为 1 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准), 企业边界大气污染物任何 1 小时平均浓度 0.04 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准)。

(7) 二苯基甲烷二异氰酸酯

a) 相关标准

C: 20 mg/m<sup>3</sup>; D: 20 mg/m<sup>3</sup>。

b) 限值确定

新建企业排放浓度为 2 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准), 特别限值排放浓度为 1 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准), 企业边界大气污染物任何 1 小时平均浓度 0.04 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准)。

(8) 异氟尔酮二异氰酸酯

a) 相关标准

C: 20 mg/m<sup>3</sup>; D: 20 mg/m<sup>3</sup>。

b) 限值确定

新建企业排放浓度为 2 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准), 特别限值排放浓度为 1 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准), 企业边界大气污染物任何 1 小时平均浓度 0.04 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准)。

(9) 多亚甲基多苯基异氰酸酯

a) 相关标准

C: 20 mg/m<sup>3</sup>; D: 20 mg/m<sup>3</sup>。

b) 限值确定

新建企业排放浓度为 2 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准), 特别限值排放浓度为 1 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准), 企业边界大气污染物任何 1 小时平均浓度 0.04 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准)。

(10) 氨

a) 相关标准

A: 30 mg/m<sup>3</sup>; B: 20 mg/m<sup>3</sup>; C: 30 mg/m<sup>3</sup>; D: 30 mg/m<sup>3</sup>; F: 1.5 mg/m<sup>3</sup>。

b) 限值确定

新建企业排放浓度为 30 mg/m<sup>3</sup> (以 DB11/501-2007 值为基准), 特别限值排放浓度为 20 mg/m<sup>3</sup> (以 DB11/501-2007 值为基准), 企业边界大气污染物任何 1 小时平均浓度 1.5 mg/m<sup>3</sup> (以 GB14554-93 值为基准)。

(11) 氟化氢

a) 相关标准

A: 1 mg/m<sup>3</sup>; B: 0.5 mg/m<sup>3</sup>; C: 20 mg/m<sup>3</sup>; D: 20 mg/m<sup>3</sup>。

b) 限值确定

新建企业排放浓度为 10 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准), 特别限值排放浓度为 5 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准), 企业边界大气污染物任何 1 小时平均浓度 0.2 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准)。

(12) 氯化氢

a) 相关标准

A: 7.5 mg/m<sup>3</sup>; C: 30 mg/m<sup>3</sup>; D: 30 mg/m<sup>3</sup>; E: 100 mg/m<sup>3</sup>, 边界 0.2 mg/m<sup>3</sup>。

b) 限值确定

新建企业排放浓度为 15 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准), 特别限值排放浓度为 7.5 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准), 企业边界大气污染物任何 1 小时平均浓度 0.2 mg/m<sup>3</sup> (以 GB16297-1996 值为基准)。

(13) 光气

a) 相关标准

A: 0.5 mg/m<sup>3</sup>; B: 0.5 mg/m<sup>3</sup>; C: 1 mg/m<sup>3</sup>; D: 1 mg/m<sup>3</sup>; E: 3 mg/m<sup>3</sup>, 边界 0.08 mg/m<sup>3</sup>。

b) 限值确定

新建企业排放浓度为 2 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准), 特别限值排放浓度为 1 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准), 企业边界大气污染物任何 1 小时平均浓度 0.08 mg/m<sup>3</sup> (以 GB16297-1996 值为基准)。

(14) 四氢呋喃

a) 相关标准

A: 300 mg/m<sup>3</sup>; B: 100 mg/m<sup>3</sup>; C: 80 mg/m<sup>3</sup>; D: 80 mg/m<sup>3</sup>。

b) 限值确定

新建企业排放浓度为  $40 \text{ mg/m}^3$  (以 DB11/501-2007 值为基准), 特别限值排放浓度为  $20 \text{ mg/m}^3$  (以 DB11/501-2007 值为基准), 企业边界大气污染物任何 1 小时平均浓度  $4 \text{ mg/m}^3$  (以 DB11/501-2007 值为基准)。

(15) 二氧化硫

a) 相关标准

A:  $15 \text{ mg/m}^3$ ; B:  $10 \text{ mg/m}^3$ ; C:  $200 \text{ mg/m}^3$ ; D:  $200 \text{ mg/m}^3$ ; E:  $550 \text{ mg/m}^3$ , 边界  $0.4 \text{ mg/m}^3$ ; G:  $0.5 \text{ mg/m}^3$ 。

b) 限值确定

新建企业排放浓度为  $60 \text{ mg/m}^3$  (以 MAC 值为基准), 特别限值排放浓度为  $30 \text{ mg/m}^3$  (以 MAC 值为基准), 企业边界大气污染物任何 1 小时平均浓度  $0.4 \text{ mg/m}^3$  (以 GB3095-2012 值为基准)。

(16) 硫化氢

a) 相关标准

A:  $10 \text{ mg/m}^3$ ; B:  $10 \text{ mg/m}^3$ ; C:  $5 \text{ mg/m}^3$ ; D:  $5 \text{ mg/m}^3$ ; F:  $0.06 \text{ mg/m}^3$ 。

b) 限值确定

新建企业排放浓度为  $5 \text{ mg/m}^3$  (以 DB11/501-2007 值为基准), 特别限值排放浓度为  $5$  (以 DB11-501/2007 值为基准), 企业边界大气污染物任何 1 小时平均浓度  $0.06 \text{ mg/m}^3$  (以 GB14554-93 值为基准)。

(17) 乙醛

a) 相关标准

A:  $45 \text{ mg/m}^3$ ; B:  $5 \text{ mg/m}^3$ ; C:  $20 \text{ mg/m}^3$ ; D:  $20 \text{ mg/m}^3$ ; E:  $125 \text{ mg/m}^3$ , 边界  $0.04 \text{ mg/m}^3$ 。

b) 限值确定

新建企业排放浓度为  $20 \text{ mg/m}^3$  (以 DB11/501-2007 值为基准), 特别限值排放浓度为  $10 \text{ mg/m}^3$  (以 DB11/501-2007 值为基准), 企业边界大气污染物任何 1 小时平均浓度  $0.04 \text{ mg/m}^3$  (以 GB16297-1996 值为基准)。

(18) 丙烯酸

a) 相关标准

A:  $6 \text{ mg/m}^3$ ; B:  $5 \text{ mg/m}^3$ ; C:  $20 \text{ mg/m}^3$ ; D:  $20 \text{ mg/m}^3$ 。

b) 限值确定

新建企业排放浓度为  $15 \text{ mg/m}^3$  (以 DB11/501-2007 值为基准), 特别限值排放浓度为  $10$

mg/m<sup>3</sup> (以 DB11/501-2007 值为基准), 企业边界大气污染物任何 1 小时平均浓度 1 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准)。

(19) 丙烯酸甲酯

a) 相关标准

A: 20 mg/m<sup>3</sup>; B: 5 mg/m<sup>3</sup>; C: 80 mg/m<sup>3</sup>; D: 80 mg/m<sup>3</sup>。

b) 限值确定

新建企业排放浓度为 20 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准), 特别限值排放浓度为 10 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准), 企业边界大气污染物任何 1 小时平均浓度 1 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准)。

(20) 丙烯酸丁酯

a) 相关标准

B: 10 mg/m<sup>3</sup>; C: 80 mg/m<sup>3</sup>; D: 80 mg/m<sup>3</sup>。

b) 限值确定

新建企业排放浓度为 20 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准), 特别限值排放浓度为 10 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准), 企业边界大气污染物任何 1 小时平均浓度 1 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准)。

(21) 甲基丙烯酸甲酯 (mg/m<sup>3</sup>)

a) 相关标准

A: 30 mg/m<sup>3</sup>; B: 10 mg/m<sup>3</sup>; C: 80 mg/m<sup>3</sup>; D: 80 mg/m<sup>3</sup>。

b) 限值确定

新建企业排放浓度为 20 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准), 特别限值排放浓度为 10 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准), 企业边界大气污染物任何 1 小时平均浓度 1 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准)。

(22) 苯

a) 相关标准

A: 40 mg/m<sup>3</sup>; B: 15 mg/m<sup>3</sup>; C: 8 mg/m<sup>3</sup>; D: 8 mg/m<sup>3</sup>; E: 12 mg/m<sup>3</sup>, 边界 0.4 mg/m<sup>3</sup>。

b) 限值确定

新建企业排放浓度为 12 mg/m<sup>3</sup> (以 GB16297-1996 值为基准), 特别限值排放浓度为 8 (以 DB11/501-2007 值为基准), 企业边界大气污染物任何 1 小时平均浓度 0.4 (以 GB16297-1996 值为基准)。

(23) 甲苯

a) 相关标准

A: 100 mg/m<sup>3</sup>; B: 50 mg/m<sup>3</sup>; C: 25 mg/m<sup>3</sup>; D: 25 mg/m<sup>3</sup>; E: 40 mg/m<sup>3</sup>, 边界 2.4 mg/m<sup>3</sup>。

b) 限值确定

新建企业排放浓度为 25 mg/m<sup>3</sup> (以 DB11/501-2007 值为基准), 特别限值排放浓度为 15 mg/m<sup>3</sup> (以 DB11/501-2007 值为基准), 企业边界大气污染物任何 1 小时平均浓度 2.4 mg/m<sup>3</sup> (以 GB16297-1996 值为基准)。

(24) 乙苯

a) 相关标准

A: 50 mg/m<sup>3</sup>; B: 50 mg/m<sup>3</sup>; C: 80 mg/m<sup>3</sup>; D: 80 mg/m<sup>3</sup>。

b) 限值确定

新建企业排放浓度为 10 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准), 特别限值排放浓度为 5 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准), 企业边界大气污染物任何 1 小时平均浓度 0.5 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准)。

(25) 氯苯

a) 相关标准

A: 50 mg/m<sup>3</sup>; B: 50 mg/m<sup>3</sup>; C: 40 mg/m<sup>3</sup>; D: 40 mg/m<sup>3</sup>; E: 60 mg/m<sup>3</sup>, 边界 0.4 mg/m<sup>3</sup>。

b) 限值确定

新建企业排放浓度为 5 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准), 特别限值排放浓度为 2.5 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准), 企业边界大气污染物任何 1 小时平均浓度 0.4 mg/m<sup>3</sup> (以 GB16297-1996 值为基准)。

(26) 二氯甲烷

a) 相关标准

A: 200 mg/m<sup>3</sup>; B: 50 mg/m<sup>3</sup>; C: 80 mg/m<sup>3</sup>; D: 80 mg/m<sup>3</sup>。

b) 限值确定

新建企业排放浓度为 10 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准), 特别限值排放浓度为 5 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准), 企业边界大气污染物任何 1 小时平均浓度 0.5 mg/m<sup>3</sup> (以 MAC 值为基准)。

6.5.3.4 综合指标

整合《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 而确定。

6.5.3.5 大气污染物排放限值支持性技术

采用合成树脂废气处理的适用技术作为其大气污染物排放限值的支持性技术, 见表 7。

表 7 合成树脂废气处理适用技术一览表

序号	合成树脂种类	现有企业	新建企业	执行特别排放限值企业

序号	合成树脂种类	现有企业	新建企业	执行特别排放限值企业
1	聚乙烯树脂	焚烧	焚烧	焚烧
2	聚丙烯树脂	焚烧	焚烧	焚烧
3	聚苯乙烯树脂	冷凝+吸附；冷凝+焚烧	冷凝+吸附；冷凝+焚烧	冷凝+吸附；冷凝+焚烧
4	ABS树脂	吸附；焚烧	吸附；焚烧	吸附；焚烧
5	环氧树脂	吸附	吸附	吸附
6	酚醛树脂	吸收+吸附；焚烧	吸收+吸附；焚烧	吸收+吸附；焚烧
7	聚氨酯树脂	焚烧	焚烧	焚烧
8	不饱和聚酯	吸收+吸附	吸收+吸附；焚烧	焚烧
9	聚酯	冷凝+吸附	冷凝+吸附；焚烧	焚烧
10	丙烯酸树脂	冷凝+吸附	冷凝+吸附；焚烧	焚烧
11	醇酸树脂	冷凝+吸附	冷凝+吸附；焚烧	焚烧
12	脲醛树脂	吸收+吸附	吸收+吸附	吸收+吸附；焚烧
13	氟树脂	焚烧	焚烧	焚烧
14	有机硅树脂	焚烧	焚烧	焚烧
15	聚酰胺树脂	焚烧	焚烧	焚烧
16	聚碳酸酯	焚烧	焚烧	焚烧
17	聚甲醛	吸附；焚烧	焚烧	焚烧
18	聚对苯二甲酸 丁二醇酯树脂	吸附；焚烧	焚烧	焚烧
19	聚苯醚	吸附；焚烧	焚烧	焚烧
20	聚酰亚胺树脂	吸附；焚烧	焚烧	焚烧
21	聚醚醚酮	吸附；焚烧	焚烧	焚烧
22	聚砜	吸附；焚烧	焚烧	焚烧
23	聚苯硫醚	吸附；焚烧	焚烧	焚烧
24	聚醚砜	吸附；焚烧	焚烧	焚烧

#### 6.5.4.6 标准执行中的各种要求

1、废气收集系统，废气收集系统需满足以下要求：

- 1) 生产设施应采用密闭式的装置，并具有与废气收集系统有效连接的部件或设施。
- 2) 根据生产工艺、操作方式以及废气性质、处理和处置方法，设置不同的废气收集系统，对废气进行分质收集，各个废气收集系统均应实现压力损失平衡以及较高的收集效率。
- 3) 废气收集系统应综合考虑防火、防爆、防腐蚀、耐高温、防结露、防堵塞等问题。

2、冷却冷凝、活性炭吸附、焚烧、洗涤是广泛使用的合成树脂生产废气处理方法，为确保合成树脂生产废气处理效率，要求在线测定冷却冷凝器排出的不凝尾气的温度、活性炭吸附器进气口和出气口的气压差、废气焚烧炉的燃烧效率以及洗涤液水质。

1) 冷却冷凝器排出不凝尾气的温度应低于尾气中污染物的液化温度，若尾气中有数种污染物，则不凝尾气的温度应低于尾气中液化温度最低污染物的温度。

2) 活性炭吸附器进气口和出气口的气压差应满足预先设定限值的要求。

3) 废气焚烧炉运行时的焚烧效率应大于 99.9%，焚烧效率指焚烧炉烟道排出气体中二氧化碳浓度与二氧化碳和一氧化碳浓度之和的百分比。

4) 废气洗涤装置运行时，洗涤液水质的 pH 和 COD 应满足预先设定限值的要求。

3、处理、处置后的废气由排气筒排放，排气筒的高度应根据合成树脂企业所在地区的地形、大气扩散条件以及环境容量而确定，但是最低高度不得低于 15m，排气筒周围半径 200m 范围内有其它建筑物时，排气筒高度应高出最高建筑物 3m 以上。

4、挥发性有机物储罐必须采取控制废气排放的措施。

5、物料输送（转移）、装卸必须采取控制措施。

6、物料投加、分离、抽真空、干燥必须采取控制措施。

## 6.5 监测要求

根据我国现行的水污染物和大气污染物样品采集和分析化验的有关技术规定和规范，结合合成树脂生产过程中废水和废气污染物产生和排放特点，确定合成树脂废水和废气样品采集和分析（测定）的技术标准。

## 7 主要国家相关标准研究

### 7.1 废气标准

#### 7.1.1 美国

美国国家大气污染物排放标准是将常规污染物与有害污染物区别对待，其中：常规污染物包括已经制定国家空气质量的颗粒物、一氧化碳、臭氧、二氧化硫、氮氧化物、铅等，以及尚未制定国家空气质量的污染物，如城市废物焚烧炉排放的大气污染物；有害大气污染物是指不适用空气质量标准、能够引起或预测能够引起死亡率增加或者是能使严重的、无法治愈的、致人伤残的疾病增加的污染物。

对于新的大气污染源，其排放标准由美国环保局制定；对于现有大气污染源，其排放标准由各州制定。但是，有害大气污染物则不论新源或现源全都由美国环保局制定，体现了新源污染物排放标准严于现源污染物排放标准的思路。

美国国家大气污染物排放标准(不论是常规污染物排放标准,还是有害污染物排放标准)都是针对各行业或各类污染物的特点而制定的,是以技术为依据的,标准文本非常详细,每一项排放标准不仅规定了标准值,而且规定了标准的适用对象、适用条件、污染源自我监测与报告等要求,从而保证了标准的针对性、科学性和可行性。

美国国家大气污染物排放标准的实施受到联邦与州两级政府的监督,主要由州政府监督实施,但是美国环保局保留直接实施该标准的权力,若美国环保局认为州政府未能有效实施国家排放标准时,将对州政府提出警告,必要时将越过州政府直接对污染源采取行动。这种双重执行机制有力地保证了排放标准的实施。

虽然美国国家大气污染物排放标准由美国环保局负责制定和实施,但是各州政府也发挥了很大作用,而且各州可以制定严于国家大气排放标准的地方标准,事实上美国很多州都制定了本州的大气污染物排放标准,并由州政府组织制定详细的达标计划予以监督实施。

40CFR 是美国的环境保护法规文件,其中 40CFR63 是混合涂料生产的有毒有害气体排放标准,属于美国国家大气污染物排放标准体系中的行业大气污染物排放标准,该标准规定了适用于生产特种有机化合物、油漆、涂料、胶粘剂、油墨、炸药、聚合体和树脂、杀虫剂中间体等有害大气污染物排放标准,因此合成树脂大气污染物排放适用于该标准。

据查,该标准包括了对储罐、工艺设备、废水收集和输送系统以及输送系统及辅助设备等排放的废气污染物限值,主要的废气污染物确定为甲苯、甲醇、二甲苯、氯化氢、二氯甲烷等,具体规定如下:

A、工艺设备:

①对容积大于等于  $0.94\text{m}^3$  (250 加仑) 的固定式和便携式容器,均要求加盖。

②对现源的固定式设备除了要求加盖密封外,还必须在未控制的基线上削减有机污染物 75% 以上。

③新源的固定式和便携式容器除了加盖外,要求削减有机污染物 95% 以上。

④为选择方案,可以在有特定限制温度使用冷凝器。

B、储存罐:

①  $\alpha$ ) 现源: 储存罐容积大于或等于  $75\text{m}^3$  (20000 加仑), 储存物的蒸汽压大于或等于 13.1Kpa (1.9 磅平方吋);

$\beta$ ) 新源: 储存罐容积大于或等于  $75\text{m}^3$  (20000 加仑) 但小于  $94\text{m}^3$  (25000 加仑), 储存物的蒸汽压大于或等于 10.3KPa, 或储存罐容积大于  $94\text{m}^3$  (25000 加仑), 储存物的蒸汽压为 0.7KPa。

②对现 / 新源要求削减有机污染物 90%以上, 或使用浮顶罐或水汽平衡装置。

C、废水处理系统:

①对现源, 若特定的有机污染物浓度大于等于 4000ppmW, 则要求将废水引入有所控制的水管, 以削减有机污染物。

②对新源, 若特定有机污染物的浓度大于等于 2000ppmW, 则要求将废水引入有所控制的水管, 以削减有机污染物。

D、输送操作:

若输送的物质中含有至少 1140 万升 / 年 (300 万加仑 / 年), 且污染物分压大于等于 10.3kPa, 则要求控制 75%污染物的排放。可采用的措施包括将水汽回送至工艺中, 或在特定温度限制下使用冷凝器。

E、设备泄漏:

启动泄漏检查和修理计划。

F、对热交换系统等, 建议起草减少排放和月泄漏检查的计划。

G、清洗用水同样被认为是工艺用水, 因此同其它工艺用水一样, 遵守在通风孔, 储存罐、设备泄漏及废水系统中的标准。

### 7.1.2 欧盟

欧盟 1999 / 13 / EC 是一条针对 VOC 的指令 (也称 VOC 指令), 其中: 挥发性有机污染物排放限值以浓度值表示, 无组织排放限值以占溶剂使用量的百分比计, 其中与合成树脂大气污染物有关的具体规定如下:

挥发性有机溶剂消耗量 5~15t/a, 其 VOC 排放浓度限值为 100mg/l, 无组织排放限值占溶剂使用量的 25% (新源和现源相同);

挥发性有机溶剂消耗量 >15t/a, 其 VOC 排放浓度限值为 75mg/l, 无组织排放限值占溶剂使用量的 20% (新源和现源相同)。

### 7.1.3 日本

日本《大气污染防治法》采用三种方法对大气污染物排放进行控制, 一是浓度控制法, 通过控制污染物的排放口浓度, 减少大气污染物排放量; 二是 K 值控制法, 通过调整大气污染物排放高度 (烟囱或排气筒) 和排放量, 降低地面大气污染物浓度; 三是总量控制法, 根据环境科学基本理论计算出某区域允许的大气污染物排放总量, 并将其合理地分配给区域内每一个排放源, 每个排放源只允许排在总量控制下分得的大气污染物排放量。

日本《大气污染防治法》将固定源的大气污染物分为五类, 即烟气、挥发性有机污染物

(VOC)、粉尘、特定物质(28种)、有害大气污染物(234种,其中优先污染物22种),并规定了工厂和作业场所(固定源)排放大气污染物的控制要求。

经查,与合成树脂大气污染物有关的是挥发性有机污染物(VOC),其对应的生产设施的大气污染物控制标准是 $214\sim 32143\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

#### 7.1.4 台湾地区

我国台湾地区的台塑化学等几家大公司在世界合成树脂行业中拥有有一席之地,经查,台湾地区并未制定专门的合成树脂废气污染物排放标准,与合成树脂废气污染物排放标准有关的是《挥发性有机物空气污染管制及排放标准》,该标准规定:

化工企业空气氧化和蒸发两单元的挥发性有机物排放应满足以下要求:削减率达95%,或者排放浓度 $\leq 100\text{ppm}$ ;

化工企业其它生产单元的挥发性有机物排放必须满足以下要求:削减率达95%,或者排放浓度 $\leq 150\text{ppm}$ 。

#### 7.1.5 世界银行

世界银行在《污染预防和削减手册 1998》中规定了许多行业的废气排放浓度指南,虽然不具有强制性,但却具有很好的指导意义。

合成树脂大气污染物排放标准可以参照《污染预防和削减手册 1998》中有关石油化工企业废气排放规定,即总VOC排放量应减少到其产生量的0.6%以下(VOC削减率 $\geq 99.4\%$ )。

### 7.2 废水标准

#### 7.2.1 美国

美国《联邦水污染控制法》是美国水环境标准制定与实施的法律依据,其核心是以废水处理技术为基础制定废水排放标准和以水质需要为基础制定污染物排放总量限制标准。基于废水处理技术的排放标准有两类,一类是国家废水排放限制导则,另一类则是基于案例研究的最佳专业判断方法(针对国家废水排放限制导则未作相应规定的对象)。

美国国家环保局将水污染物分为三大类,即有毒污染物、常规污染物(如pH、BOD、SS等)和非常规污染物(如色度、热、非毒性无机化合物等),并以最佳实用技术(BPT)、常规污染物最佳控制技术(BCT)、最佳可获得技术(BAT)、新建企业实施标准(NSPS)、现有企业预处理标准(PSES)和新建企业预处理标准(PSNS)等为基础分别制定了不同工业行业的废水排放标准和限值。美国国家环保局在制定国家工业污染源废水排放限制导则时根据不同工业的生产工艺、污染物种类和数量、废水排放特性等因素,以不同废水处理技术水平为依据制定排放标准和限值,截止2005年2月,已经制定了55个工业行业的废水排放标准和限值。

从整体上看，美国对水污染的控制既考虑了技术因素、又考虑了水质因素，既对污染物进行分类、又对行业进行分类，不同因素互为补充，使废水排放标准具有很好的可操作性、规范性和科学性。

40CFR 是美国的环境保护法规文件，其中 40CFR414 是“有机化学品、塑料以及合成纤维加工业”的污染物排放标准，经查，40CFR414 中与合成树脂废水污染物指标有关的数据见表 8。

表 8 40CFR414 与合成树脂水污染物指标有关的数据 (mg/L)

废水类型	BOD <sub>5</sub>		TSS		pH	
	BAT	NSPS	BAT	NSPS	BAT	NSPS
热固性合成树脂废水	163 (61)	163 (61)	216 (67)	216 (67)	6.0~9.0	6.0~9.0

注：表中 BAT 是以最佳可获得技术为基础的废水排放标准，NSPS 是以新建企业实施标准为基础的废水排放标准；表中括号外数据为日均浓度限值，括号内数据为月均浓度限值。

又查，美国国家环保局以最佳实用技术（BPT）为基础制定的废水排放标准中酚类物质浓度为 0.1mg/L。

### 7.2.2 欧盟

欧盟是一个超国家组织，既有国际组织的特性，又有联邦国家的特性，各成员国有义务实施欧盟颁布的条例、指令、决定等法律法规，其中指令是欧盟特有的一种法律形式，欧盟环境法体系中关于环境标准和污染控制方面的政策法规都是以指令的形式发布的。欧盟环境指令只规定所要达到的环境目标，成员国可以自主选择达到指令所规定动作的环境目标的手段和方法，欧盟允许成员因在一个期限内（一般是 5~10 年）对指令参照执行或转为本国立法而执行，但是必须保证真正达到环境指令规定动的目标。

1996 年 9 月欧盟执委会提出了污染综合防治指令（简称 IPPC 指令），2000 年 12 月欧洲议会和欧盟执委会共同颁布了建立共同体水政策行动框架的指令（简称水框架指令）。欧盟各成员国依据 IPPC 指令和水框架指令，以最佳可获得技术（BAT）为基础，采用反演法（即将污染物排放限值与环境质量标准相结合的方法）制定本国的废水污染物排放标准。

废水污染物排放标准以 BAT 为基础体现了经济和技术上的可行性，以环境质量为基础则体现了“环境优先”的原则，二者均衡则保证了经济与环境的协调发展，以实现对环境高水平整体性保护。

欧盟综合污染防治局于 2006 年 8 月正式发布了《精细有机化学品制造业的 BAT 参考文件》，该文件中与合成树脂废水污染物指标有关的数据见表 9。

表 9 欧盟精细有机化学品制造业 BAT 指标中与合成树脂废水有关指标 (mg/L)

指标	COD	无机氮	总磷	TSS
标准值	12~250	2~20	0.2~1.5	10~20

爱尔兰参照欧盟综合污染防治局的上述标准制定了本国 BAT 技术的有机化学行业废水排放标准, 见表 10。

表 10 爱尔兰 BAT 技术的有机化学废水指标与合成树脂废水有关的标准 (mg/L)

指标	pH	COD	BOD <sub>5</sub>	总氮	总磷	苯酚	TSS
标准值	6.0~9.0	30~250	20	5~25	2.0	5	10~35

英国政府对排入非养鱼河道的废水作了如下规定: 酚类浓度 $\leq 1.0\text{mg/L}$ 、氨氮 $\leq 10.0\text{mg/L}$ 。

德国政府对排入城市下水道的废水作了如下规定: 游离酚浓度 $\leq 0.5\text{mg/L}$ 。

### 7.2.3 日本

日本《水污染防治法》规定废水排放标准的指标分为两类, 一类是有害物质类项目 27 项 (镉及其化合物、铅及其化合物、砷及其化合物、氟及其化合物、硒及其化合物、硼及其化合物、总汞、六价铬、有机磷农药、苯、氰化物以及氨、铵化合物、硝酸铵、亚硝酸铵等 27 类物质), 另一类是生活环境类项目 15 项 (包括 pH、BOD、COD、总氮、总磷、SS、酚类等 15 种物质); 同时, 不分行业实行统一的国家废水排放标准 (包括有害物质类项目 27 项和生活环境类项目 15 项), 对于处理技术暂时不能达到国家水排放标准的指标, 实行较为宽松的行业废水排放标准, 但是此类标准属于暂时性的废水排放标准, 必须逐步转为执行统一的国家废水排放标准。

为维护当地水域的水质质量, 日本的都道府县可以制定严于国家标准的“追加排水标准”, 但是需报日本环境厅备案。

对不适合执行统一的国家废水排放标准的企事业单位, 日本的都道府县乃至市町村均可制定适用的地方水域水质保护的废水排放标准, 且不需报日本环境厅备案。

各水域的污染物总量控制标准由都道府县制定, 日本环境厅可以根据某水域水质达标的需要, 制定该水域污染物削减的总量控制方针并以总理府令的形式发布, 都道府县再据此制定该水域的污染物总量削减计划, 并对主要污染物制定相应的总量控制标准。

日本统一的国家废水排放标准中与合成树脂废水排放指标有关的浓度限值见表 11。

表 11 日本国家废水排放标准中与合成树脂废水有关的指标 (mg/L)

指标	pH	COD	BOD <sub>5</sub>	总氮	总磷	苯酚
标准值	5.8~8.6	160 (120)	160 (120)	120 (60)	10 (8)	5

注：表中括号外数据为一次浓度限值，括号内数据为日均浓度限值。

#### 7.2.4 世界银行

世界银行制定的《污染预防和削减手册 1998》于 1998 年 7 月生效，该手册规定了许多行业的废水排放浓度的指南，虽然不具有强制性，但却具有很好的指导意义。合成树脂废水排放标准可以参照《污染预防和削减手册 1998》中有关石油化工企业废水排放浓度限值，见表 12。

表 12 《污染预防和削减手册 1998》中与合成树脂废水有关的指标 (mg/L)

指标	COD	BOD	酚类	pH
标准值	150	30	0.5	6.0~9.0

## 8 实施本标准的环境效益及经济技术分析

### 8.1 实施本标准的环境效益

通过严格执行本标准，将促进我国合成树脂工业推行清洁生产，加快技术改造，提高水和大气污染防治的水平，提高原料、能源和水资源的利用率，减少物料流失，削减水和大气污染物排放量。

通过严格执行本标准，将促进我国合成树脂工业废水和废气处理水平上一个新台阶，并将取得显著的“减排”效果，经测算：

#### 1、水污染物减排量

2013 年我国合成树脂年生产量已达 5837 万吨，估算废水产生量约为 8800 万 m<sup>3</sup>，实施本标准后，全国现有合成树脂废水 COD 排放浓度将由 100mg/l 降至高 80mg/l，则 COD 排放削减量为 1760t；若执行特别排放限值（我国大多数合成树脂生产企业位于执行特别限值的地区），COD 排放削减量将达 3000t 以上。

实施本标准后，合成树脂生产企业每年减排的特征废水污染物的数量也是十分可观的。

#### 2、大气污染物减排量

目前我国每吨合成树脂废气污染物（以非甲烷总烃计）的实际排放量约为 3~5 公斤，2013 年我国合成树脂实际产量为 5837 万吨，据此测算，我国合成树脂生产企业年排放非甲烷总烃为 18~29 万吨。实施本标准后，全国现有合成树脂废气非甲烷总烃排放浓度将

由 120mg/l 降至 80mg/l，则非甲烷总烃排放削减量为 2334t；若执行特别排放限值（我国大多数合成树脂生产企业位于执行特别限值的地区），非甲烷总烃排放削减量将达 4000t 以上。

实施本标准后，合成树脂生产企业每年减排的特征废气污染物的数量也是十分可观的。

## 8.2 实施本标准的技术经济分析

### 8.2.1 实施废水排放标准的技术经济分析

#### 1、现有合成树脂企业达到新建合成树脂企业水污染物排放浓度标准

由于现有合成树脂企业建成多年，生产工艺和设备均不是当前最先进的，为达到新建合成树脂企业水污染物排放浓度标准，需提高生产工艺和设备的先进性，达到提高原料转化率、减少污染排放的目的。

现有合成树脂企业提高生产工艺和设备的先进性的改造，属于企业正常的技改内容，所需资金列为企业技改资金范畴。

现有合成树脂企业完善废水处置设施，提高废水处理效率，属于企业环保技改内容，所需资金列为企业环保资金范畴。

#### 2、新建合成树脂企业达到新建合成树脂企业水污染物排放浓度标准

新建合成树脂企业生产工艺和设备一般都具有当前最先进或相当先进的水平，能够满足废水源头处理的要求。

新建合成树脂企业大多拥有完善的废水处置设施，能够满足废水处理的要求。

#### 3、现有和新建合成树脂企业水污染物达到特别浓度限值的要求

现有和新建合成树脂企业水污染物达到特别浓度限值的要求，必须在达到新建合成树脂企业水污染物排放浓度标准的前提下，在生产工艺和设备以及废水处理设施上进一步提高水平，方可满足水污染物达到特别浓度限值的要求。

### 8.2.2 实施废气排放标准的技术经济分析

#### 1、现有合成树脂企业达到新建合成树脂企业大气污染物排放浓度标准

由于现有合成树脂企业建成多年，生产工艺和设备均不是当前最先进的，为达到新建合成树脂企业大气污染物排放浓度标准，需提高生产工艺和设备的先进性，达到提高原料转化率、减少废气污染排放的目的。

现有合成树脂企业提高生产工艺和设备的先进性的改造，属于企业正常的技改内容，所需资金列为企业技改资金范畴。

现有合成树脂企业完善废气收集设施和废气处置设施，提高废气处理效率，属于企业环

保技改内容，所需资金列为企业环保资金范畴。

## 2、新建合成树脂企业达到新建合成树脂企业大气污染物排放浓度标准

新建合成树脂企业生产工艺和设备一般都具有当前最先进或相当先进的水平，能够满足在生产过程中控制并减少废气污染物产生的要求。

新建合成树脂企业大多拥有完善的废气处理设施，能够满足废气污染物处理的要求。

## 3、现有和新建合成树脂企业在气污染物达到特别浓度限值的要求

现有和新建合成树脂企业大气污染物达到特别浓度限值的要求，必须在达到新建合成树脂企业大气污染物排放浓度标准的前提下，在生产工艺和设备以及废气收集和处理设施上进一步提高水平，方可满足大气污染物达到特别浓度限值的要求。

## 8.3 达标分析

### 8.3.1 废水排放达标分析

合成树脂非工艺废水处理达标的难度不大，合成树脂工艺废水（如环氧树脂、酚醛树脂、聚酰胺树脂等工艺废水）处理难很大，必须采用有针对性的综合处理技术方可实现达标排放。

重点关注：

对合成树脂废水进行分质收集、分别处理，是实现达标排放浓度和总量控制的重要手段，应下大气力做好这方面的工作。

### 8.3.2 废气排放达标分析

应用焚烧炉焚烧处理技术是实现合成树脂废气达标排放的重要技术和关键技术，目前我国已经掌握了有机废气焚烧处理技术，并能制造生产多种不同类型的有机废气焚烧炉，成功的工程实例很多，因此，合成树脂废气达标排放是有技术支持的。

重点关注：

由于生产工艺和安全生产的需要，合成树脂废气收集和输送的引风机的风量差异很大，大风量可以稀释废气污染物浓度，因此大气污染物最高允许排放浓度必须和单位合成树脂大气污染物排放控制总量共同应用，才能对合成树脂废气污染物排放起到有效的控制作用。

对合成树脂废气进行分质收集、分别处理，是实现排放浓度和总量控制的重要手段，应大力做好这方面的工作。

## 8.4 标准控制水平分析

本标准制定的合成树脂废气和废水污染物排放标准具有较好的先进性，其中：

现有企业的废气和废水污染物排放标准为目前国内现有合成树脂企业通过努力能够达到的先进水平。

新建企业的废气和废水污染物排放标准为国内现有合成树脂企业通过技术改造和加强生产管理能够达到的更先进的水平,接近国际先进水平,个别指标达到了国际先进水平。

废气和废水污染物特别排放限值达到了国际先进水平,部分指标超过了国际先进水