

附件三：

# 电子工业污染物排放标准 电子专用材料

（征求意见稿）

## 编 制 说 明

《电子工业污染物排放标准》编制组

二〇〇八年七月

# 目 录

1 前言 .....	1
2 制订本标准的必要性 .....	1
2.1 标准制订背景 .....	1
2.2 标准材料范围的界定 .....	2
2.3 标准编制的必要性 .....	2
2.4 关于恶臭污染物的控制 .....	4
2.5 厂界噪声的控制 .....	4
2.6 关于固体废弃物的控制与管理 .....	4
3 国外相关环境标准要求 .....	4
3.1 美国 .....	4
3.2 欧盟 .....	5
3.3 国外污染物指标的确定 .....	5
4 电子专用材料的主要生产工艺及组成 .....	6
4.1 常用绝缘材料 .....	6
4.2 高纯度材料的制备 .....	6
4.3 陶瓷材料 .....	8
4.4 有机电子材料 .....	8
4.5 传感器材料 .....	9
4.6 信息化学品材料 .....	10
5 电子专用材料生产过程污染产生和排放情况分析 .....	13
5.1 污染状况 .....	14
5.2 排放控制项目的筛选 .....	15
5.3 几个重要污染指标的界定 .....	16
5.4 化学需氧量 (COD <sub>Cr</sub> ) .....	17
5.6 单位产品的基准用水量 .....	19
5.7 相关技术规定和监测要求 .....	19
6 测量方法和评价说明 .....	21
6.1 监测和评价方法 .....	21
6.2 存在的问题和建议 .....	22
7 社会效益分析 .....	23
附 录 A (规范性附录) 废气收集系统的评价方法 .....	24
附 录 B (规范性附录) 废气治理系统的治理效率的测试 .....	25

# 电子工业污染物排放标准 编制说明

## 1 前言

我国的电子工业历经二十多年的改革开放，逐渐成为“世界电子产品制造业的加工厂”。电子产品制造业要从“来料加工型”转为“设计制造型”，有效的控制污染源及排放治理成为发展的瓶颈。为电子信息产品制造业的生产和废物处理制订专门的技术法规和标准，其目的是对电子信息产品制造业全生产过程的环境行为进行有效的规范和管理，减少电子信息产品生产和废弃物处理过程中对环境的污染和破坏。

电子行业污染排放标准是通过标准体系划分后，由国家环保总局标准司确定的系列标准。电子元件生产的污染排放标准是其中一个标准。2006年10月通过开题论证，并开始了污染源的调查工作，在选取了有特点的行业企业后，对不同元件的生产企业进行了系统的监测；并对污染治理技术进行了详细的调研。依据国家相关标准对电子行业电子产品专用材料进行了细化并开展了标准制订工作。电子材料在国民经济中的地位

人类社会发展的历史证明，材料是人类赖以生存和发展、征服自然的基础，同时又是人类社会发展的先导，是人类进步的里程碑。电子材料是指与电子工业有关的、在电子学与微电子学中使用的材料，是制作电子元器件和集成电路的物质基础。电子材料处于材料科学与工程的最前沿，电子材料的优劣直接影响电子产品的质量，与电子工业的经济效益有密切关系。一个国家的电子材料的品种、数量和质量，成了一个衡量该国科学技术、国民经济水平和军事国防力量的重要标志。

## 2 制订本标准的必要性

### 2.1 标准制订背景

改革开放以来，我国电子信息产业在发展中改革，在改革中发展，综合实力实现了历史性跨越。尤其是过去10年，我国电子信息产业增长了10倍，产业规模由数百亿元扩大到数万亿元，主要电子信息产品产销量居世界前列。电子信息产业年均增速在30%左右。2006年电子信息产业依然延续了高速增长的态势，销售收入47500亿元，实现增加值11000亿元，完成投资2068亿元，同比增加41%。电子信息产业已成为国民经济的基础性、支柱性和先导性产业，在推进经济结构调整、改造和提升传统产业、改善人民生活质量等方面发挥了重要的作用。

据报导，2007年全球电子材料(包括硅)的销售值将增长9%。达到约240亿美元。2007年全球电子材料销售增速最快的国家是中国。估计增速将达到64%。销售值将达到12亿美元；增速排名第二的是韩国。销售值将增长20%达到37亿美元；北美地区销售值将增长7%达到50亿美元。而全球

最大的电子材料生产国——日本的销售值将增长 2% 达到 59 亿美元。2006 年全球半导体包装市场份额估计为 147 亿美元。2007 年将增长 13% 达到 166 亿美元。应该说，我国的电子工业与世界发达国家相比，在电子材料特别是电子元器件的研制、开发领域，差距较大。据统计，当今世界集成电路芯片制造业有 40% 在美国、25% 在日本、12% 在韩国，中国只占 1.2%，这种局面与中国的国际地位极不相称。

## 2.2 标准材料范围的界定

标准制订适用于现有电子专用材料生产企业的污染物的排放管理，以及新建、改建和扩建的电子专用材料生产建设项目的环境影响评价、建设项目环境保护设施设计、竣工验收及其投产后的排放管理。

电子专用材料包括电子元件材料、电真空材料、半导体材料、信息化学品材料等，每一类材料中又包括非常多的品种，无法一一列举，本标准仅研究具有代表性的产品。简述如下：

- a) 电子元件材料：包括纸绝缘板、覆铜板、电容器用铝箔材料、聚丙烯膜、压电材料等；
- b) 电真空材料：包括钨制品、钼制品、镍基合金、复合金属电子材料、电子网板、液晶材料等；
- c) 半导体材料：包括半导体单晶、半导体片材、石英制品、塑封材料、引线框架等；
- d) 信息化学品材料：包括荧光粉、消气剂、光刻胶等。

## 2.3 标准编制的必要性

随着我国社会经济和环保事业发展，现行环境保护标准暴露出一些亟需解决的问题。一是现行的污染物排放标准体系不完善，行业针对性不强，综合排放标准难以控制一些行业重点污染物的排放，有的标准使用时间过长、技术依据不够充分，致使宽严尺度不合理，执行困难。二是对一些环境质量标准制定原则和技术依据研究不够，缺乏统一认识，需要更好地协调环境质量现状、环境功能区划、污染防治目标和环境质量标准之间的内在联系。三是有关环境保护标准工作的法律条件发生了较大变化，随着新修订的《大气污染防治法》的实施，超标违法将逐步成为各项环保法规的基本条款，这对环境标准工作提出了更严格的要求。四是随着我国成为世界贸易组织的正式成员，环境保护标准工作需要逐步和国际接轨，强制性的环境质量和污染物排放标准要逐步向环境保护技术法规转变。

我国分别于 1996 年 4 月 12 日发布，1997 年 1 月 1 日实施了《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)；1998 年 1 月 1 日实施了《污水综合排放标准》(GB8978-1996)，但这两个标准只是综合的排放标准，其中没有有关电子信息产品制造业的专门规定。随着现代电子信息产品制造业的飞速发展，新的污染物也随之产生，特别在固体废弃物方面缺乏控制方法，亟需标准进行规范、控制。因此，对电子信息产品制造业制定专门的排放标准是非常必要的。

从我国环境排放标准制订总体思路的转变来看，将逐渐淡化综合大气和污水排放标准的作用，而将根据各行业不同的污染排放特点制订符合行业特性的排放标准；同时，为便于标准的实施，行业排放标准将综合水、气、固废等方面成为一个标准。截至 2004 年 12 月底，我国已经制订了 32 个污染物排放标准，涉及近 20 个行业，但尚无一个是针对电子专用材料行业的。

《电子信息产品制造业污染物排放标准——电子专用材料》是电子信息产品制造业污染物排放标准体系中的一项，其涉及产品范围、生产工艺技术以及生产制造企业较多，是行业标准中不可缺少的重要内容。

以前，人们误认为电子产品及电子专用材料制造是一个“洁净”的行业，但随着 ISO14000 系列环境管理标准的推行，电子产品制造业在生产过程中产生的水、空气污染等成为研究的热点，电子材料、元器件制造带来的重金属污染问题已经成为国际经济贸易的技术壁垒。特别是欧盟双指令（《WEEE》、《RoHS》）实施后，对电子专用材料的环保、功能都带来束缚。

目前，对电子专用材料的废水排放管理依据现行的《污水综合排放标准》(GB8978-1996)。综合排放标准在过去比较粗放型的环境管理条件下是适用的，也为我国的环境保护管理和污染控制工作发挥了应有的作用。但随着新时期环境管理要求的提高，执法力度的加强，特别是随着电子专用材料制造的发展，新工艺、新技术不断涌现，生产中污染控制因子发生变化，因此在执行综合排放标准时，也暴露出不少问题，如：

- 1) 现有所依据的综合排放标准没有全面体现出电子工业污染物专用材料行业的特点，特别是对该行业特殊的污染因子，如氰络合物，其环境管理要求反映不了真正的技术水平。
- 2) 现有的综合排放标准偏重环境污染防治方面的技术要求，但由于标准包含行业太多，细化内容不够，不能充分体现标准在技术措施、评判、管理、监督、实施等方面的要求，使标准可操作性不强，而难以得到有效的实施。
- 3) 以往标准的制定，特别是污染控制指标的选择和标准限值的确定主要是满足末端控制的环境管理需求，而当今我国的环境保护正在由末端控制向过程控制转移，由浓度控制逐步向总量控制转变，现有的大的综合排放标准已不能满足新的历史条件下环境管理的需要。
- 4) 在过去制定标准的过程中，注意了对现有企业和新改扩建企业的环境管理要求，但对企业经历一定发展时期后，在将来时段的污染物排放缺乏预告性和导向性。
- 5) 现有的综合排放标准没有全面考虑环境敏感区生态环境的特异性，而将其与一般地区一概而论，其结果必将对敏感区的生态健康造成不良影响。制定新的排放标准，有利于对电子工业污染物电子专用材料行业产生的污染进行控制和管理。

根据《“十一五”期间全国主要污染物排放总量控制计划》的要求：计划到2010年，全国主要污染物

排放总量比2005年减少10%，具体是：化学需氧量由1414万吨减少到1273万吨。因此，到2010年，冲洗行业的水污染物排放量也必须在2005年的基础上削减10%以上，而控制水污染物的排放浓度和最高允许废水排放量是实现这一目标的重要保证。

#### 2.4 关于恶臭污染物的控制

电子专用材料行业生产过程中产生的恶臭气体不多，只能按GB 14554《恶臭污染物排放标准》执行。本标准不作规定。

#### 2.5 厂界噪声的控制

电子工业污染物-电子专用材料行业厂界噪声的控制与管理执行《工业企业厂界噪声标准》(GB12348)。本标准不作规定。

#### 2.6 关于固体废弃物的控制与管理

电子专用材料生产过程中产生的固体废弃物主要有：废酸、废碱、废蚀刻液、废电镀液、焊接废料产生的废渣以及污水处理中产生的含有重金属的污泥等。需要参照《国家危险废物名录》或者按照《危险废物鉴别标准》(GB5085)进行鉴别，列入《国家危险废物名录》的或高于鉴别标准的属于危险废物，列入国家危险废物管理范围；低于鉴别标准的，不列入危险废物管理。本标准不作规定。

### 3 国外相关环境标准要求

#### 3.1 美国

(1) 规定具体管制的污染物范围。

由于废气的产生同具体的工艺和配方有关，难以明确具体的污染物。《清洁空气法》提出有害空气污染物(HAP)清单(共188种)。对列入清单的物质实行总体控制。

(2) 针对不同生产工艺流程进行归类，按类别制定标准。

由于废气的产生同具体的工艺有关，对各种产生废气的生产工艺进行分析，并对产生空气污染物的类似工艺进行归类。美国开始列出了177种(后来调整为166种)生产工艺类别，并提出各种工艺的排放系数，制订出一系列排放标准。

(3) 明确规定适合范围，主要源(重点源)和面源区别对待。

提出主要源的概念，即指每种污染物(HAP)年排放量超过10吨或年总排放量超过25吨的污染源，小于该标准的称为面源。

(4) 制定标准的准则

废气排放标准为优先考虑技术因素，即“最可行控制技术”标准(MACT, Maximum Available Control

Technology )，其次是污染风险因素。对人体健康的评价十分困难，目前基本上还不能有效的实施。

#### (5) 标准的指标体系的评价注重物料平衡方法

由于各种原料配方的变化，标准难以规定某一具体污染因子的具体排放指标。同时，由于废气主要是挥发性有机物质，其生产过程中总量基本不变，所以标准采用物料平衡方法作为主要方法来评估。同时，记录和报告成为实施物料平衡法的基础材料。

#### (6) 规定了记录和报告制度。

由于废气的产生和排放方式多种多样（包括污染物种类、排放位置），无法用单一污染因子的限值来规定，所以规定了记录和报告制度。包括达标的计划（或称“实施方案”）、首次符合性报告、年度报告等。对记录和报告都有具体的规定。

(7) 在具体排放指标难以确定或评估的时候，标准也往往规定设计要求、设备要求以及对操作和维护的要求。

#### (8) 注重成本和效益分析和均衡。

(2) 规定了治理设施（包括收集系统）运行要求。

(3) 规定了生产操作中的具体操作规范。

(4) 规定了记录和报告的具体要求。

### 3.2 欧盟

欧盟在《关于在特定活动和设施中使用有机溶剂的挥发性有机化合物的排放限值》（1999/13/EC）规定了不同种类污染物的排放限值。其中要求排放浓度限值：

三致物质（包含的类别有：致癌、致突变、生殖毒性，以及可能致癌、可能导致遗传突变、可能吸入致癌、可能损害生育、可能危害胎儿）VOCs 如果排放速率大于等于 10 g/h，则排放总浓度限值为 2 mg/m<sup>3</sup>。

含卤化物 VOCs 如果排放速率大于等于 100 g/h，则排放总浓度限值为 20 mg/m<sup>3</sup>。

### 3.3 国外污染物指标的确定

有机污染物来源主要有溶剂、树脂、粘结剂、增塑剂、石油类及其它含有机物的原材料，主要为有机溶剂、塑料增塑剂、稳定剂等。有机物种类可以随着树脂和物料配方而不同，并且原则上配方时可以变化。难以确定某种单一的污染物指标，但均可视为挥发性有机化合物。

有机污染物不同于常规污染物，其对人体健康危害的特点是长期性、不确定性以及可能的三致性（致癌、致畸、致突变）和生殖毒性。不同种类挥发性有机物的危害性不同。另外挥发性有机物也是造成光化学烟雾的一个重要原因。

国外的污染物指标选择有几种：1、采用单一的挥发性有机物指标，或直接用非甲烷有机物来评价（美国）；2、采用挥发性有机物指标，并加上最常用的 DMF 指标；。

## 4 电子专用材料的主要生产工艺及组成

### 4.1 常用绝缘材料

#### 4.1.1 油类及蜡状物质

电子工业中所用的绝缘油和蜡状介质是液态、半液态或固态的有机化合物，它们主要是用作电子元件的浸渍、灌注和涂覆材料。

液态绝缘材料有三类：矿物油、合成油和植物油。

#### 4.1.2 树脂和塑料

树脂是某些复杂的高分子的有机化合物的通称。低温时树脂大都是无定形的玻璃状物质，或多或少地有某些脆性。包括天然树脂和合成树脂两大类。天然树脂包括植物性松香、动物性虫胶和矿物性的琥珀等；合成的树脂分为热塑性和热固性树脂

表 1 光电子功能材料

功能	器件
发光 显示	各种激光器、发光二极管、非线性光学发光器件、阴极射线管、等离子显示器、液晶显示器等
光电 变换	光电管、光电倍增管、受光二极管、光导器件、摄像器件、光传感阵列等
光控制	电光学与音响光学器件、光放大、耦合、分支、滤波、隔离、开关、集成光路等。
光传输	光纤及其外部器件等
光记录	感光材料、光存储材料等

### 4.2 高纯度材料的制备

#### 4.2.1 硅单晶

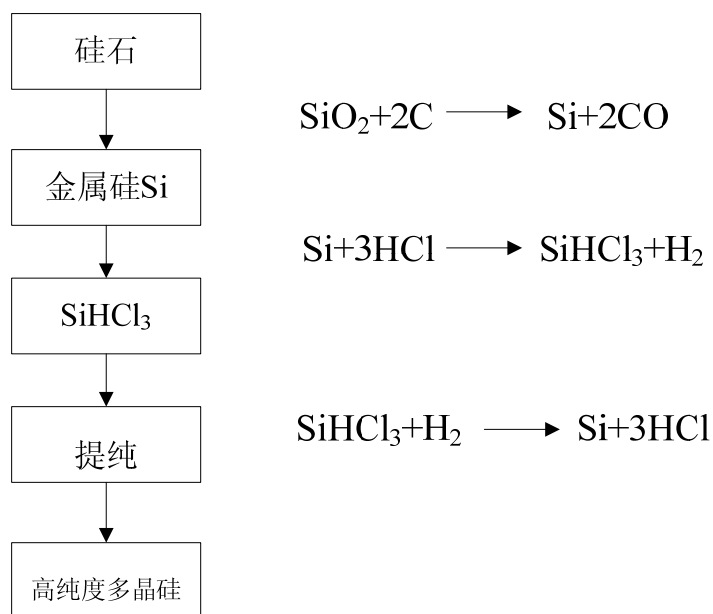


图 1 高纯度多晶硅制备流程

#### 4.2.3 薄膜制备技术

在各种半导体器件的制造工序中，晶片表面必须覆盖多层各种金属膜或绝缘膜。薄膜的种类大致可分为导电薄膜和介质薄膜两类。制备方法主要有真空中形成的方法和高压下形成的方法。

表 2 集成电路用典型导电薄膜的种类、制法及用途

材料	制法	用途
Al	电阻加热法	栅极
	电子束蒸发法	布线
	溅射法	干腐蚀的选择腐蚀掩膜
	离子镀涂法	
AlSi	溅射法	
	喷射法	布线
	2 源电子束蒸发法	
AlCuSi	溅射法	
	喷射法	布线
AuMo	3 层电子束蒸发法	
	溅射法	布线
	Au 电镀法	Mo 为 Au 的扩散阻挡层

---

	电子束蒸发法	
	Ti (溅射法或电子束蒸发法)	
AuPtTi	Au 电镀法	布线电极
	Pt (溅射法或电子束蒸发法)	
	溅射法 (Au、Cu、Cr)	
AuCuCr	Au 电镀法	布线
	电子束蒸发法 (Cu、Cr)	
	溅射法	栅极
Mo	CVD 法	布线
	电子束蒸发法	Au 的扩散阻挡层
		栅极
Mo 硅化物	溅射法	布线

---

### 4.3 陶瓷材料

从广义来说，陶瓷为全部非金属无机固体材料的总称，包括单晶、玻璃、烧结体和粉末等。有以下三个特点：1. 具有由晶粒、晶界、空隙、填隙物质的几何分布构成的组织；2. 由于离子键合性的化合物较多，作为带电粒子，除了电子、空穴之外还必须考虑阳、阴离子；3. 耐热性良好，可用于广泛的温度范围。

#### 4.3.1 陶瓷磁性体

陶瓷磁性材料在磁化机理方法主要利用铁磁性、亚铁磁性。作为材料大多数是称为铁氧体的铁氧化物。这些材料为尖晶石系、磁铅石系、石榴石系等。

#### 4.3.2 陶瓷介质、压电体

介质用作为电容器材料。温度补偿用的电容器用的电容器，其温度系数大致保持一定。合成这种材料的有  $MgTiO_3$ 、 $CaTiO_3$ 、 $SiTiO_3$ 、 $TiO_2$  稀土类氧化物等。

#### 4.3.3 陶瓷导体

利用陶瓷电性质的元件有热敏电阻器。常用的采用 Mn-Ni-Co 系氧化物的烧结体。

### 4.4 有机电子材料

有机电子材料的特点是：可将有机分子中的各种原子或原子团置换为其它原子，取得的分子结构具有多样性；从纤维形成能或薄膜形成能方面来看，成型加工性良好；耐久性、耐热性不够，可靠性也低等。

#### 4.4.1 高分子材料

主要作为封装材料、涂层材料、印刷电路板等。主要有环氧树脂、硅酮树脂，也用酚醛树脂、聚酯树脂、亚胺树脂、氧化钽树脂等等。

#### 4.4.2 抗蚀剂材料

抗蚀剂是在大规模集成电路生产技术中起重要作用的有机材料。在需要的特性方面，灵敏度和析像清晰度高，密接性和线性良好。常用的有聚甲基丙烯酸酯（PMMA）和聚砜系高分子。

#### 4.4.3 液晶

作为向列型液晶材料有 P-氧化偶氮苯甲醚（PAA）、P-甲氧苄叉、P-J 替苯胺（MBBA）等。

#### 4.4.4 光电子材料

有机材料对光具有传播、导向作用的无源波导和含有激光活性物质等并产生功能的有源波导。材料包括苯代乙撑-丙烯晴 PMMA 等。

### 4.5 传感器材料

传感器是利用某种变换功能将被测物理量变换为可测定量的器件。有温度传感器、光传感器、磁传感器、压力传感器、气体和温度传感器等。

表 3 常用传感器的变换功能与材料

对象	变换效应	材料	备注
温度	热电动势	Pt-ptRh, 铬镍合金,	热电偶
	电阻温度效应	Cu-康铜, W-Re 等,	电阻温度计
	Pn 结温度特性	Mn, Ni, Co, Cu 等氧化物	热敏电阻
	透射系数、反射、颜色	液晶	
光	光电动势效应	Si, Ge, GaAs, InSb, CdS 等	
	光导效应	Si, Se, CdS, PbS, PbSe 等	激光功率计
	光电子发射效应	Si (Cs), GaAs, Ag-O-Cs 等	红外光检测器
	光子牵制效应	Ge	红外线检测
	热电动势	InSb, Bi <sub>2</sub> Te <sub>3</sub> , Ni, 康铜	
压力	约瑟夫逊效应		
	应变电阻效应	Ni-Cr-Al, Si, CaAs, CdS 等	
	Pn 结压力特性	Si, GaAs, GaSb	应变计
	压电效应	水晶, ZnO, CdS, BaTiO <sub>3</sub> 等	
湿度	由于表面吸附气体而引起	LiCl, 炭膜, Se 蒸发膜, 多孔质,	温度计

电导率变化	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 镍铁氧体等
由于吸附而引起介电常数变化	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 醋酸丁酸纤维素
微波损耗	

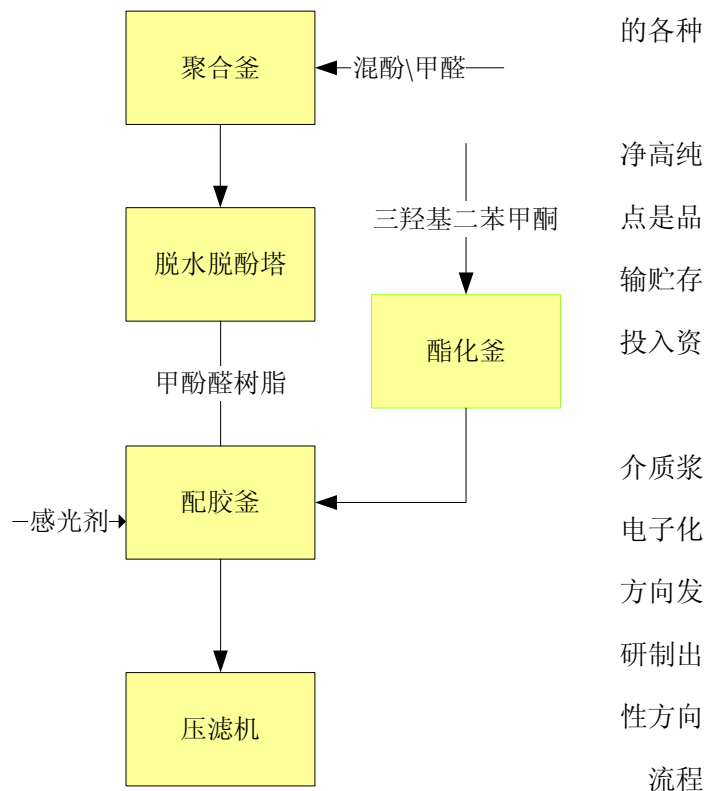
#### 4.6 信息化学品材料

通常指为电子、信息产业配套的化工原料。主要包括集成电路（IC）和分立器件、光电子器件、印刷电路板、液晶、电阻、电容、显像管、电视机、计算机、收录机、激光唱盘、移动电话、传真机等的电子元器件、零部件和整机生产与组装用化工原料。

常见的有：光刻胶、特种电子气体、超化学试剂、封装材料和电子浆料等。其特种繁多，质量要求严，对环境、包装、运的洁净要求苛刻，产品更新换代快，开发金大。

电子浆料主要包括电阻浆料、导体浆料、料三大类。由于电子信息产业的高速发展，学品在未来的几年内会向多功能和多用途展。更多高性能、高可靠性的金属浆料将来；导体浆料向低成本、普通金属和多元发展。

图 1 紫外正型光刻胶的生产



##### 4.6.1 几种主要原材料生产工艺流程

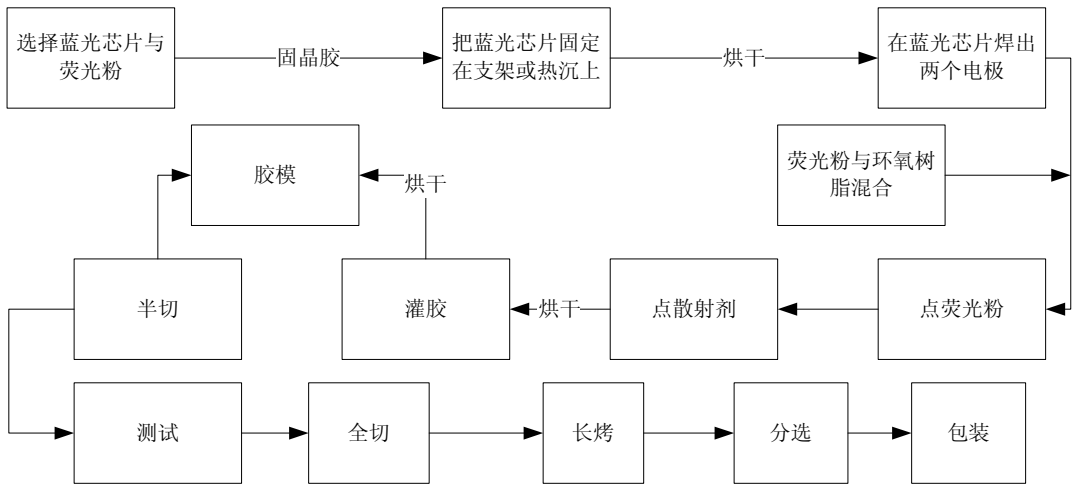


图 2 在

LED 蓝光芯片上涂覆荧光粉制作白光 LED 的工艺流程

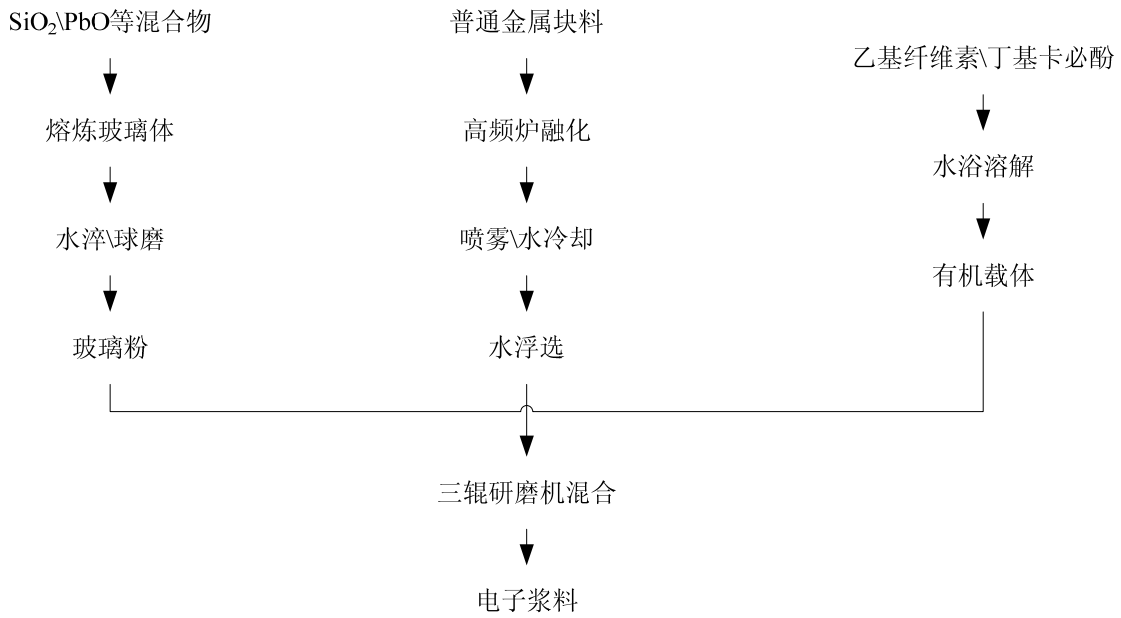


图 3

普通金属膜电阻浆料生产工艺

钛酸钡主要用于制造高介电陶瓷、迭层瓷电容器以及正温度系数热敏等电子元器件。制造方法有固相法、碳酸盐沉淀法、氢氧化钡水热法、草酸沉淀法等。

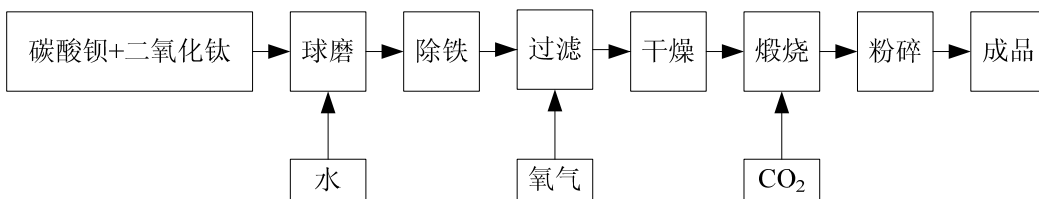


图 4 固相法生产钛酸钡工艺流程

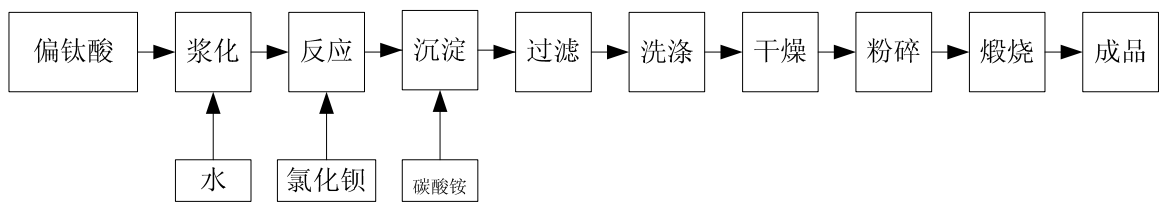


图 5

碳酸盐沉淀法生产钛酸钡工艺流程

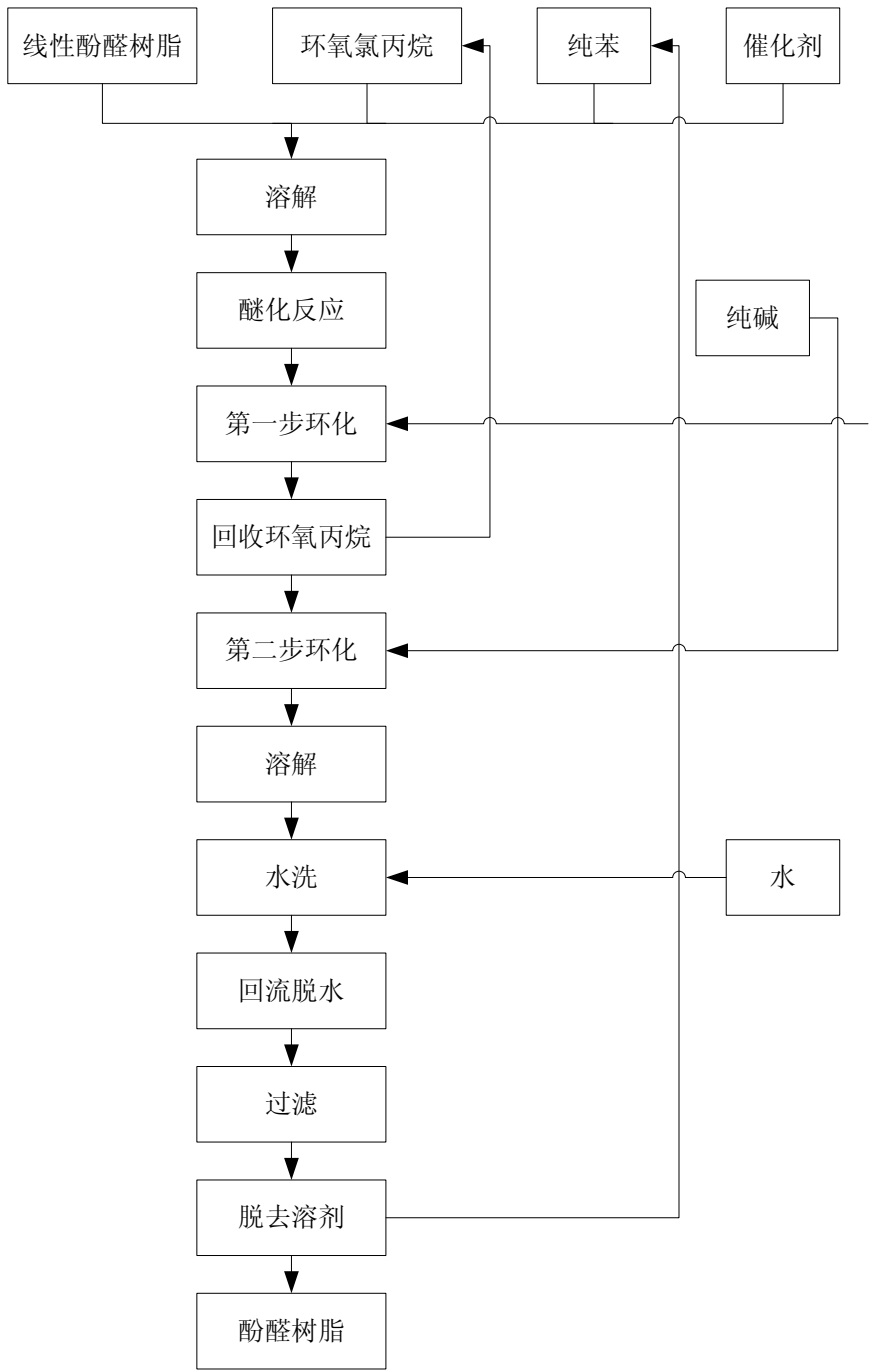


图 6 线型酚醛树脂的环氧化反应工艺过程

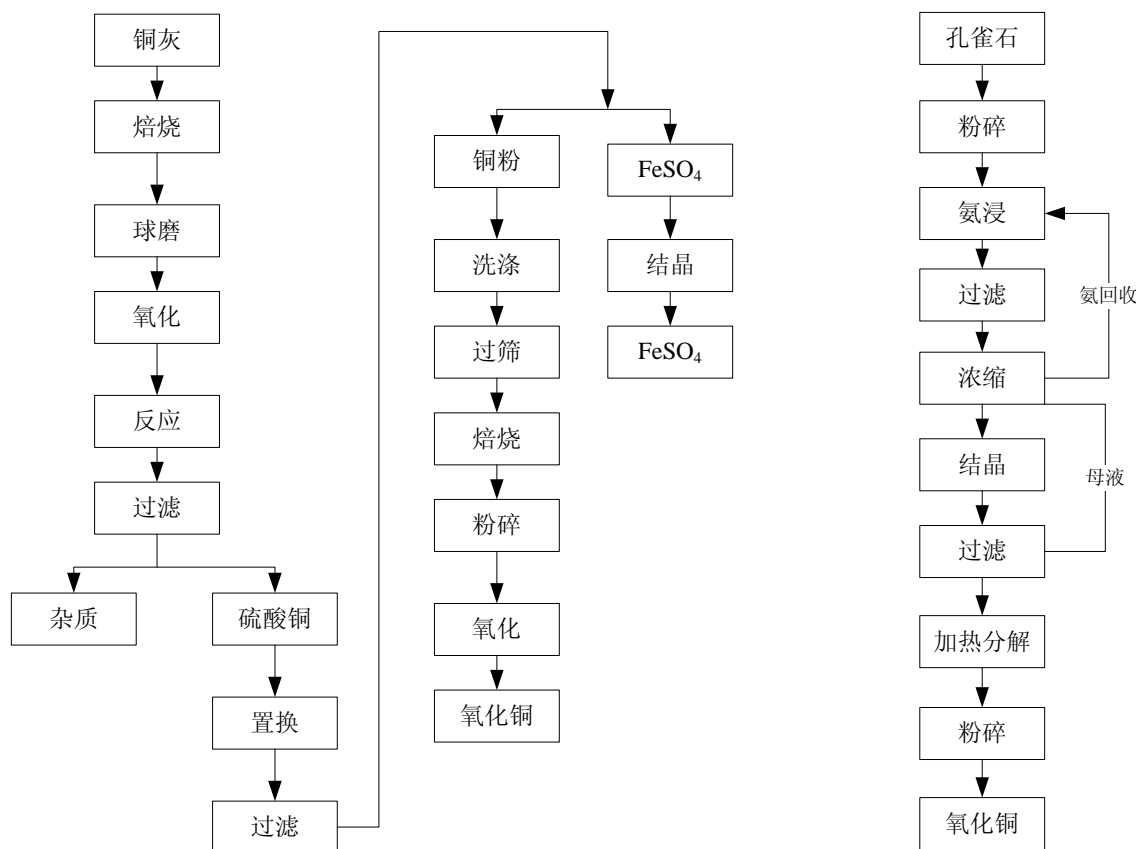


图 7 氧化铜生产常见工艺流程

#### 4.6.2 液晶

液晶是处于固态和液态之间的中间状态，故被称为介晶态物质。它具有液态的流动物质，又具有晶体的光学各向异性。小分子液晶的组成主要有苯叉类、联苯类、芳香酯类、内桂酸酯类、二苯乙烯类、二苯乙炔类、环辛烷类等。从结构上说，高分子液晶与单体液晶都具有同样的刚性分子结构和晶体结构，不同点在于单体液晶在外力作用下可以自由旋转，而高分子液晶要受到相连接的聚合物骨架的一定束缚。一般都是经过有机化合物的加成、缩聚、接枝等反应制得。主要用于图形显示、信息贮存和光导等方面。

#### 4.6.3 粘合剂

粘合剂是电子工业中常用的一类高分子材料。它在电子元件生产中起重要作用，是元件构成中不可分割的部分。常见的有：陶瓷成型粘合剂、导电粘合剂、导磁粘合剂、导热粘合剂、密封粘合剂等。

### 5 电子专用材料生产过程污染产生和排放情况分析

现在人们几乎每天都在和电子产品打交道，享受着电视机、电冰箱、电脑、手机等高科技产品为

我们生活带来的方便和舒适，而这些产品都是由通用和专用电子材料制成的，这些电子材料在生产和废弃时会造成环境污染，如生产过程中电镀废水的排放、含有铅汞等重金属的废水和废气的排放、废弃电子产品对各种环境介质的污染。

## 5.1 污染状况

### 5.1.1 电子专用材料工艺

表 4 电子专用材料生产的典型工艺：

项目	工艺
原材料清洗	碱去油、电化学去油、有机溶剂清洗、超声波清洗等；
焊接工艺	电弧焊、气焊、点焊、电阻焊、激光焊接、超声波焊接等；
切削工艺	车、铣、刨、磨、钻等；
冷冲压工艺	剪切、冲裁、弯曲、拉伸等；
电镀工艺	电镀铜、镍、金、银等；
其他加工工艺	涂胶、贴膜、曝光、显影、坚膜、弱腐蚀、蚀刻、去膜、抗氧化处理、水洗、水簸、脱水、干燥、筛粉、混合等。

### 5.1.2 污染物产生及排放

- 1) 切削加工 在平面磨床上干磨及砂轮机上抛光金属零件时产生钡铝粉、铬镍粉；高速切削时产生油烟；
- 2) 电、气焊及等离子切割时产生金属蒸汽；
- 3) 对激光打孔、激光切割、外型加工时产生的粉尘；
- 4) 印制板生产设备如数控钻床、开槽机、倒角机等加工时产生的胶木粉尘；蚀刻机、去膜机、显影机产生的：酸碱蒸汽；黑化设备产生的碱性废气；
- 5) 涂胶和贴膜设备产生的含感光胶废气；
- 6) 清洗时产生的酸碱废水；
- 7) 采用有机溶剂清洗时产生四氯化碳等有机物废水；
- 8) 电镀废水：氰化物、氯化物、铬酸、重金属（铜、镍、锌、银等）、酸碱及其它化学物质；
- 9) 覆铜板用树脂制造过程中将产生甲醇、丙酮废气；
- 10) 荧光粉着色干燥设备产生的异丙醇废气；
- 11) 荧光粉烧成设备产生的二氧化硫废气；

12) 荧光粉配料、过筛、混合等干法生产过程中产生的硫化锌粉尘；

13) 覆铜板制造过程中产生的含酚废水；

14) 覆铜板浸胶设备产生的含甲醇、丙酮及甲醛的废气；

15) 氮化炉产生的氨废气；

16) 半导体单晶制备中抛光设备产生的氯气；

17) 半导体单晶制备中腐蚀设备产生的氨气；

18) 生产过程中产生的废气主要为挥发性有机物废气，原材料中树脂内所含的挥发性有机物、有机稀释剂、有机清洗剂等除了少量残留在产品中外，都排放到空气、废水和固体废物中。废气排放情况还包括：

19) 树脂、溶剂及其它挥发性有机物在配料、运输、存放时挥发有机物；

20) 涂覆或含浸等加工以及从传输过程中挥发有机物；

21) 在烘箱加热时挥发有机物；

22) 后处理过程中挥发有机物；

23) 电子化学品、电子浆料在抽取以及回收处理时挥发；

24) 在使用溶剂清洗有关设备时挥发有机物；

25) 废水处理、固体废物处理及其它处理时挥发有机物。

26) 配料、研磨等处理过程中产生粉尘；

废气污染物同具体工艺、配方组成有关。对于一定工艺，配方往往可以更改，所以其产生的具体污染物也并不固定。之所以现行的排放标准多数高于国家一级标准是因为企业可以通过改变生产工艺可达到排放要求。

### 5.1.3 其它废气

#### (1) 锅炉废气

电子专用材料如电工陶瓷生产需大量的热量，可采用普通蒸汽锅炉供热，但普遍使用有机载体加热炉。有机载体加热炉燃烧产生的废气同普通蒸汽锅炉，但同时还存在少量的载体渗漏挥发。

#### (2) 冷却塔蒸发的挥发性有机物

当冷却塔采用精馏回收水作为冷却水，则其中的硫酸、氟化物会排放到大气中。

## 5.2 排放控制项目的筛选

在国内外文献调研和实地考察的基础上，对电子专用材料生产行业污染的基本特征进行全面的分析后，筛选出本行业污染物排放的控制项目。常规的控制项目有：pH、COD<sub>Cr</sub>、氨氮、TOC；有害的控制项目是总铬、六价铬和总氰化物等；特征控制项目是挥发酚及石油类。由于本行业废水中有机污染物大多难以被微生物代谢利用，因而BOD 相对于COD 而言含量较低，且BOD 监测方法较复杂、耗时较

长，且条件要求比较苛刻，所以本标准即以COD 来表征有机污染物的含量，而将不具行业代表性的BOD 指标排除在控制项目之外。此外，根据《加强国家污染物排放标准制修订工作的指导意见》（国家环境保护总局公告2007 年第17 号）对水污染物排放标准需增加基准排水量指标的要求，本标准设置了单位产品基准排水量指标。综上所述，本标准控制项目的分类如表5 所示。

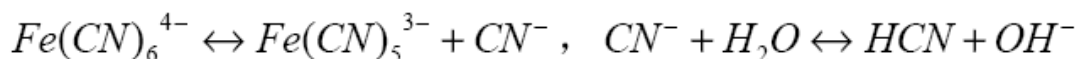
表5 主要控制项目

项目	数目	具体因子
有害控制区项目	8	氰化物、总铬、六价铬、总铅、总锌、总砷、总铜、总镍等
特征控制项目	2	挥发酚和石油类
常规控制项目	4	pH、COD <sub>Cr</sub> 、氨氮、TOC
新增项目	1	单位产品基准排水量

### 5.3 几个重要污染指标的界定

#### 5.3.1 总氰化物

总氰化物主要包括铁氰化物和亚铁氰化物，存在于加工废水中。由于存在还原剂的作用，大多数铁氰化物被还原为亚铁氰化物（即 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ ）。铁氰化物和亚铁氰化物为强络合物，十分稳定，不能被高锰酸钾、双氧水等氧化剂所氧化。但在氧和阳光的作用下，低毒性的亚铁氰化物缓慢地转化为游离氰化物，毒性增强，其化学过程可表示为：



调查发现，目前，氰化物的去除主要采用硫酸亚铁沉淀法和离子交换树脂法，去除率均可达到95%。

标准值的确定

表6 国内外氰化物排放要求的标准值

（单位：mg/L）

项目	标准值
我国污水综合排放标准	0.5（一级）、0.5（二级）、1.0（三级）
城镇污水处理厂污染物排放标准	0.5
日本	1.0
比利时	2.0
法国	0.1
德国	0.2
荷兰	0.5
西班牙	1.0
污水排城市下水道水质标准	0.5
城市污水处理厂污染物排放标准	0.5
我国饮用水标准	0.05

从调查情况来看，目前70%的排水中总氰化物(以CN<sup>-</sup>计)能达到0.5 mg/L，40-50%的排水中总氰化物(以CN<sup>-</sup>计)能达到0.2mg/L。从国内外相关标准来看，德国执行的标准最严格，多数发达国家现行的标准为0.2-0.5 mg/L，我国的现行的一级和二级总氰化物排放标准已达0.5 mg/L。综合上述国内总氰化物的处理能力和国际相关标准，本着现有和新建要分别达到国内和国际先进标准的原则，本标准将一般地区电子工业污染物排放标准电子专用材料总氰化物的最高允许排放限值定为0.5mg/L(现有)和0.2mg/L(新建)。

#### 5.4 化学需氧量（CODCr）

##### （1）现行处理技术对COD 的处理情况

电子专用材料行业废水处理的方法主要是化学氧化法(O<sub>3</sub>氧化)和生物处理技术的发展与应用，对处理高浓度有机废水是非常行之有效的方法。厌氧生化处理方法对高浓度废液中COD去除率达90%以上。好氧生化处理方法低浓度废液中COD去除率达80%以上。化学氧化法就是采用强氧化剂(如O<sub>3</sub>、NaClO、KMnO<sub>4</sub>等)降低废水的COD值。化学氧化法对显影剂去除率能达到90%以上，对COD的去除率达80%以上。

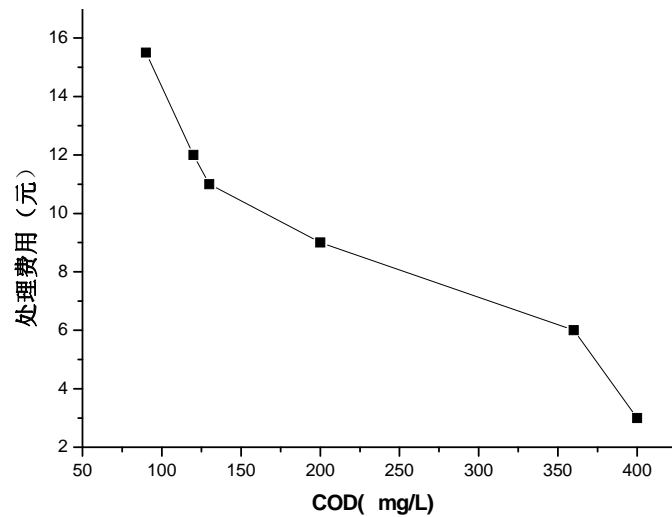


图8 总出水口COD与处理费用的关系

通过现场取样进行实验室规模实验得知：处理废水出水COD与处理费用之间的呈线性增长关系，出水COD越低处理费用越高，处理费用占整个环保费用的比例也增加。

表 7国内外COD 的排放标准

项目	COD <sub>Cr</sub> (mg/L)
比利时	300
日本	160
法国	150
德国	400
英国	500
西班牙	150
污水排城市下水道水质标准	150
我国综合排放标准	100
上海	100

#### (4) 标准值的确定

根据GB8978-1996，我国目前对于现有企业执行的标准即达到150mg/L（二级标准）和100mg/L（一级标准），该控制水平已等于或低于德国、英国、日本等发达国家的限值。本标准采取从严的原则，综合考虑COD与费用之间的关系，将排放限值定为100mg/L(包括现有和新建)。

## 5.5 氨氮

氨氮是水体富营养化的一个重要因素，氨氮在标准中是控制水体中含氮有机污染和保护水生生态系统的的项目。电子行业中的氨氮主要是树脂及其他材料中的添加剂或稳定剂。

氨氮处理方法有四种：生物降解、离子交换、化学沉淀、吹气脱氮对于氨氮的处理没有设置专门的处

理设施，主要是采用臭氧法和生化法进行降解。对氨氮浓度监测数据进行百分位分析，得到60%、70%位分别为37mg/L、

目前国内外对氨氮的规定如表8 所示。

表8 国内外氨氮的排放标准

国家	氨氮排放标准 (mg/L)		
	一级	二级	三级
我国污水综合排放标准	15	25	-
城镇污水处理厂污染物排放标准	5 (8) / (15)	25 (30)	-
日本 (保护人体健康)	100		
日本 (保护生活环境)	120		
美国2002年饮用水标准	30		
上海	15	15	20

#### ◆ 标准值的确定

氨氮指标主要是为了保护水生生物和水源地。我国现行的氨氮排放标准为15 mg/L (一级) 和50 mg/L (二级)，且上海市现行的一级、二级氨氮排放标准均为15 mg/L，此控制水平已显著低于美国、日本等发达国家的限定值，具有国际先进水平。本着发展的原则，本标准将电子专用材料行业氨氮的最高允许排放限值定为25mg/L (现有) 和10mg/L (新建)。

### 5.6 单位产品的基准用水量

电子专用材料涉及的产品种类较多，工艺复杂多样，分门别类的计算基准水量较繁琐。为了节约水资源，防止不法企业对无水进行稀释排放的行为，本标准规定单位产品的基准排水量为0.22m<sup>3</sup>/t。

### 5.7 相关技术规定和监测要求

#### 5.7.1 相关技术规定

电子专用材料生产行业生产过程产生的危险废物，按《国家危险废物名录》(GB 5085) 进行识别，按《危险废物鉴别标准》(GB 5085.1-3) 进行鉴定和合理处置。在对危险废物进行处置时，应遵循以下规定：

(1) 企业对产生的危险废物必须按照国家有关规定申报登记，对危险废物的容器和包装物以及收集、贮存的设施、场所，必须设置危险废物识别标志。

(2) 若企业对危险废物自行进行处理,则危险废物的贮存应执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597);危险废物的焚烧应执行《危险废物焚烧污染控制标准》(GB18484);危险废物的填埋应执行《危险废物填埋污染控制标准》(GB18598)。

(3) 若企业自身没有能力处理而转移至其他单位进行处理时,则接收单位必须具有危险废物经营许可证。危险废物的转移,必须按照国家有关规定填写危险废物转移联单,并向危险废物移出地和接受地的县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门报告。运输危险废物,必须采取防止污染环境的措施,并遵守国家有关危险货物运输管理的规定。

### 5.7.2 监测要求

(1) 对企业废水采样应根据监测污染物的种类,在规定的污染物排放监控位置进行。在污染物排放监控位置须设置永久性排污口标志。

(2) 新(改、扩)建电子专用材料行业应按照《污染源自动监控管理办法》的规定,安装污染物排放自动监控设备,并与监控中心联网。

(3) 废水采样频率根据生产周期确定:生产周期在8小时以内的,每2小时采集一次;生产周期大于8小时的,每4小时采集一次。

(4) 企业的感光材料冲洗量和排水量的核定,以法定报表为依据。根据企业实际正常生产天数,计算出产品的日均产量和单位产品的排水量。

#### (5) 污染物浓度测定方法

对企业排放水污染物浓度的测定采用表9所列的方法标准。

表 9 水污染物浓度测定方法标准

序号	污染物项目	方法标准名称	方法标准编号
1	化学需氧量(COD <sub>Cr</sub> )	水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法	GB11914-89
2	氨氮	水质 铵的测定 纳氏试剂比色法	GB7478-87
3	PH	水质 PH值的测定 玻璃电极法	GB6920-86
4	总锌、铜、镍等	水质 火焰原子吸收分光光度法	GB11907-89
5	总氰化物	水质 总氰化物的测定方法 硝酸盐滴定	GB7486-87

通过对比可以发现,本标准相对于国内现行《污水综合排放标准》主要有以下几方面的特点:

#### 1) 增设了针对环境敏感区的排放标准

由于环境敏感区生态结构脆弱,一方面易受外界干扰且干扰后自我恢复能力差,另一方面却又对整个区域生态环境影响深远,因而这类地区往往成为热点环境问题的高发区。本标准首次全面考虑

了环境敏感区的特殊性，对其受影响范围内的现源和新源的各项指标都提出了等效于或高于国际先进标准的要求。这对于解决当前棘手的敏感区环境污染问题，保护区域生态健康都具有重大的实际意义。

## 2) 排放控制要求不再与环境功能区直接挂钩

根据《加强国家污染物排放标准制修订工作的指导意见》（国家环保总局2007年第17号公告）的要求，本标准的排放控制要求主要应根据技术经济可行性确定，不再延续现行《污水综合排放标准》中对不同功能区执行不同级别标准的方法。

## 3) 现有、新建的各项控制要求分别等效于、高于现行一级标准

本标准本着高水平、严要求的原则，将现源的各项指标值严格控制在现行一级标准的水平，对新源的要求则在此基础上进一步提高。这使现有企业籍此了解到目前以及未来某一时段的环境准入要求以及现有污染源的退出要求，从而督促现有企业积极推进清洁生产技术及末端污水处理工艺的革新，推动整个行业在环境效益、社会效益以及经济效益方面的提高。

## 6 测量方法和评价说明

### 6.1 监测和评价方法

标准提出了企业日常监测（可用于排污申报）、监督性监测和建设项目竣工环境保护验收监测的具体监测采样频次，并提出了具体的评价方法。有一些问题在以往的工作中经常遇到但还没有明确的规定。

#### 6.1.1 空气污染物监测方法

空气污染物的控制指标比较复杂，同时有关固定污染源有组织排放排气中的有机物监测在国内还不普及，国内也没有完全适用的监测方法标准。本标准专门规定了以下几个附录。

##### 6.1.1.1 附录 A：废气收集系统的评价方法

附录 A 规定了废气收集系统的两种评价方法，并规定了对产生废气设施的收集条件进行评价的方法。

废气收集系统的符合性主要通过对设计参数进行评价，对于存在疑义或管理部门要求监督检查等情况也可以采用实测的方法。实测结果与设计参数不同的，以实测结果为准。

##### 6.1.1.2 有组织排放挥发性有机物监测方法

本行业主要大气污染物为有机废气，即挥发性有机物。挥发性有机物的具体组成随着树脂和原材料配方而不同。监测时应首先分析挥发性有机物的组成类别、浓度范围，并列出的预期的污染物清单

对于气态挥发性有机物监测，有 4 种可以选择的方法。

监测方法一等效于美国 EPA method 18。本法规定了多种采样方法，可根据情况选用一种方法采

样，并用气相色谱定性并定量分析各种废气中的气态 VOC。

监测方法二等效于美国 EPA method 25。本方法采用火焰离子化检测器（FID）测定排气中非甲烷气态挥发性有机物，适合于排气 VOC 浓度不低于 30 mg/m<sup>3</sup> 的废气。该方法不能确定气体中 VOC 的具体成分。

监测方法三等效于美国 EPA method 25A。本方法采用现场直接采样并经火焰离子化分析仪测定气态挥发性有机物的总浓度。适合于排气 VOC 浓度可能低于 30 mg/m<sup>3</sup> 的废气。该方法不能确定气体中 VOC 的具体成分。

监测方法四参考我国现有的一些方法，采用一种或多种方法分别测定多种有机物，VOC 结果为各种有机物之和。该方法一般适用于排气中的有机物成分已知的情况，并且所用的方法能够测定所有的有机物。

### 6.1.2 水质污染物测量和评价方法

采样分析法除 DMF 外，均采用现有的国家标准。DMF 分析参考了气体的分析方法，但不影响分析。

本标准详细的规定了有关监测的具体要求：包括采样位置、采样方式、采样频次。并详细规定了评估判断的方法。明确了目前标准实施中存在的一些具体问题的处理方法。

## 6.2 存在的问题和建议

### 6.2.1 存在的一些问题

#### （1）关于技术指标体系

由于当前电子专用材料行业的资料并不充分，考察时间较短，对标准的指标体系可能有待进一步的改进。

#### （2）测试数据来源

目前的数据来源并不十分广泛和充分，绝大部分企业还没有相关的数据，由于国内在有机物监测方面开展的范围有限，测试数据很少。新的工艺、新配方不断的出现，污染类型和情况也有变化，同时对污染的治理技术和治理状况也在变化。应关注行业的变化动态，及时掌握相关的信息。

目前对废气治理也不全面。同时由于企业的设施现状、治理情况还不规范，测试结果也不能很好地进行比较。

许多企业的数据的准确性存在疑义，测试结果往往明显低于常识或理论分析值。

#### （3）关于管理要求

本标准提出了一些管理要求，控制有机物的排放同企业内部管理关系较大，规范的管理可以有效的控制和减少污染物的排放。但是管理要求难以形成准确的规定，只能提出原则性的要求。如何实施管理要求也是对环境管理部门和管理人员的一种新的挑战。今后修订应收集各地环保部门收到的各类报告。

#### (4) 关于记录、报告的规定

记录和报告也可以认为是管理的一部分，美国的标准提出了明确的要求。台湾也对记录提出要求。

原计划准备规定记录的内容、形式及保存的要求，融合了环境管理的各项过程，作为实施规范化管理的基础，也是对单位产品排放量、敏感点浓度等污染控制指标进行评估的基础条件。

但考虑到以前标准均没有规范的先例，企业、管理人员在执行上可能不习惯。所以，标准仅提出要求企业对治理设施的运行进行记录。对于选择采用单位产品排放量的企业，也必须作相关的记录。

也存在许多企业并没有如实记录和申报各类情况。

另外，对监测方法进行研究和筛选，确认所有规范的监测方法，并探讨确认优先方法的可能性。

### 6.2.2 管理实施及建议

(1) 对新污染源企业审批应严格按本标准的要求实施，特别是对敏感点环境浓度的环评预测结果，必须着重审核把关，防止出现新的环境污染问题。

(2) 对现有污染源企业的治理必须掌握进度，标准实施前的一段时间包括准备、治理设施设计、实施、调试运行、监测以及编制报告等。不能等到执行日期到了才开始实施治理，同时还要考虑由于众多企业同时实施治理，还可能出现环境治理设施的建设能力暂时不足的问题。

(3) 对环境管理（环境监察、审批）人员进行培训。使其了解标准的具体要求，不仅有技术指标，也有管理和操作的要求。环境管理人员对标准的各项要求应能够熟练掌握，并均能够进行有效的监督管理。

## 7 社会效益分析

随着经济效益、环境效益的逐步实现，新标准的实施也将带来一系列丰厚的社会效益并能很好的与国际接轨，提高出口创汇。

### (1) 提升本行业的社会信誉，构建和谐的产销关系

本标准的实施将从根本上削减电子专用材料行业的污染物，为区域环境质量的提高提供了不可或缺的支撑。在此基础上，生态环境得到进一步改善，从而建立起对本行业的信任，进而在企业和消费者之间构建起和谐的产销关系，提高企业的品牌效益并能很好的从源头上杜绝电子废弃物所带来的环境隐患。

### (2) 推动相关污染物削减技术的研究和改进

本标准对各项污染物指标要求的进一步提高，使得相关污染物处理技术的提高成为必需。而企业对技术的需求将极大地推动相关污染物处理技术的科学研究。

### (3) 带动清洁生产、循环经济在社会各个行业的发展

随着本标准在本行业的全面实施，行业水污染物排放水平的显著降低将提高本行业在清洁生产、循环经济方面的社会影响力，从而带动社会其它行业都朝着节水、节能、清洁、高效的新型绿色企业的目标迈进。

## 附录A（规范性附录）废气收集系统的评价方法

### A.1 概述

本附录规定了废气收集系统的两种评价方法和设施收集条件的评价方法。

废气收集系统的符合性主要通过设计参数进行评价，对于存在疑义或管理部门要求监督检查等情况也可以采用实测的方法。实测结果同设计参数不同的，以实测结果为准。

### A.2 生产废气收集系统的设计评价

A.2.1 生产废气的收集系统应按照规定设计施工和调试。<sup>1)</sup>

A.2.2 新建生产线废气收集系统的设计必须要有完整的设计说明书和必要的计算过程。

现有生产线的废气收集系统必须按设计方法重新进行计算和评估。

对现有废气收集系统的改造按新建生产线的方法进行设计和计算评估。局部改造应考虑对整体设计指标的符合性。

按原设计要求修复废气收集系统不必进行评估。

A.2.3 废气收集系统的设计或评估结论必须提供以下材料。

- a) 设计文件（应列出必要的计算依据）；
- b) 竣工验收文件；
- c) 设计单位出具的关于是否符合本标准的有关评价结论。

注：设计单位一般应具备工程设计、环境工程（废气）、工业设计等专业的资质。

### A.3 生产废气收集系统的测量

A.3.1 测量时，相连的整个收集系统必须全部启动。所有的生产设施和收集装置应处于正常工作状态。

#### A.3.2 控制风速的直接测量

A.3.2.1 按照《排风罩的分类及技术条件》（GB/T 16758-1997）附录A的方法测定。

A.3.2.2 可以采用热球风速仪或其它微风风速仪测量风速，风速仪的最小测量值不得大于0.1m/s。

A.3.2.3 半密闭罩的控制风速测点在排风罩的开口面的中央位置。

如适用，密闭罩的控制风速测点在排风罩的开口面的中央位置。

敞开型排风罩的测点分别在各个方向距排风罩开口面最远的作业位置（或延伸的边缘）周围 5cm 范围内，在风速最大的位置测量。

A.3.2.4 测量时应注意不要受外部通风的干扰，必要时应关闭有影响的排风机、窗户等。

A.3.2.5 如测量数值不稳定，可取1min的平均值。

A.3.3 可以采用间接方式测量控制风速，即测定通风分量，并于相应的设计参数对照或再计算控制风速值。

---

1) 可参考以下资料：

- a) 茅清希：工业通风，同济大学出版社，1998年3月；
- b) 魏先勋：环境工程设计手册，湖南科学技术出版社，2002年7月。

## A.4 收集条件的评价

### A.4.1 监控位置散逸的VOC浓度

A.4.1.1 可采用监测的方法测定散逸的VOC浓度。

#### A.4.1.2 监控位置

散发 VOC 的物料处于敞开的方式时, 监控位置应选择离物料表面 10cm 的位置。散发 VOC 的物料处于半封闭的方式时, 监控位置应选择离开口面内侧 10cm 的位置, 如该位置离物料表面小于 10cm 或者开口面宽度小于 10cm, 则选择开口面。

监控点的分布在监测位置表面要有代表性, 并应包括 VOC 预期浓度最大的位置, 至少 2 个点。

A.4.1.3 监测时, 生产设施应在生产预期在该处排放浓度最大的产品, 并且连续正常生产。

A.4.1.4 监测时不得使用加强通风的设施。VOC浓度为最大的2个测点的平均值。

### A.4.2 散逸的VOC速率

A.4.2.1 可以通过监控位置散逸的VOC浓度和散逸面积的方法计算散逸的VOC速率。

#### A.4.2.1.1 散逸面积测量

对于敞开的方式, 测量离物料表面 10cm 的包络面面积。对于封闭或半封闭的方式, 测量开口面面积。

A.4.2.1.2 散逸的VOC速率可按公式A.1计算。

$$G = 3.6VCS \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

G: ——散逸的 VOC 速率, g/h;

V: ——设定的气流散逸速度, 敞开式的设为 0.6m/s, 封闭半封闭式的设为 0.4m/s;

C: ——按 A.4.1 测定的散逸的 VOC 浓度, mg/m<sup>3</sup>;

S: ——按 A.4.2.1.1 测定的散逸散逸面积, m<sup>2</sup>。

A.4.2.2 散逸的VOC速率也可以按物料衡算的方法确定, 并以生产设施应在生产预期在该处排放浓度最大的产品时的状态为准。

## 附录A（规范性附录）废气治理系统的治理效率的测试

本附录规定了废气治理系统的削减效率和总治理效率的测试方法。

### A.5 治理装置VOC削减效率的测定

A.5.1 测试期间生产设施应在生产典型的产品, 生产工况连续稳定。

A.5.2 治理装置应运行在规定的状态, 并确定日常运行时必须保持的主要技术参数值或技术要求。

A.5.3 同时在治理装置的进出口管路上测定VOC的浓度和流量。每个位置至少采集5个样品, 采样代表时间应不少于4 h。

A.5.4 按本标准的监测分析方法测定, 进出口采用的方法必须相同。

A.5.5 监测应同时监控或记录生产设施和废气治理装置的主要的操作参数。

A.5.6 治理装置削减效率按公式C.1计算。

$$\eta_2 = \left(1 - \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m C_{VOC,2i} Q_{2i}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_{VOC,1i} Q_{1i}}\right) \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

$\eta_2$ : ——治理装置对 VOC 的削减效率, %;

$C_{VOC,2i}$ : ——治理装置出口测定的第 i 个样品的 VOC 浓度, mg/m<sup>3</sup>;

- Q<sub>2i</sub>: ——治理装置出口第 i 次测定的气体流量, m<sup>3</sup>/h;
- C<sub>VOC, 1i</sub>: ——治理装置进口测定的第 i 个样品的 VOC 浓度, mg/m<sup>3</sup>;
- Q<sub>2i</sub>: ——治理装置进口第 i 次测定的气体流量, m<sup>3</sup>/h;
- m, n: ——测定次数。

如果管路系统中的气体流量稳定, 并且管路漏风可忽略, 公式 B. 1 个简化为公式 B. 2:

$$\eta_2 = \left(1 - \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m C_{VOC, 2i}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_{VOC, 1i}}\right) \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (B. 2)$$

## A. 6 废气治理系统的总治理效率测试

A. 6. 1 废气治理系统对VOC的总治理效率可按以下规定的方法测试或确定, 也可按其它规定的方法进行测试或确定, 采用其它方法应经国家环保总局批准或者其他管理部门确认。

A. 6. 2 治理系统的总治理效率可以通过收集装置的收集效率和治理装置的削减效率来确定, 具体按公式C. 3计算。

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \quad \dots\dots\dots (B. 3)$$

式中:

- η: ——治理系统对 VOC 的总治理效率, %;
- η<sub>1</sub>: ——通向治理装置的收集系统对 VOC 的收集效率, %;
- η<sub>2</sub>: ——治理装置的对 VOC 的削减效率, %。

A. 6. 3 回收型治理系统的总治理效率也可以通过VOC气体的产生量和回收的VOC的总量计算而得出, 具体按公式C. 4计算。

$$\eta = \frac{R}{G} \quad \dots\dots\dots (B. 4)$$

式中:

- η: ——回收型治理系统对 VOC 的总治理效率, %;
- R: ——治理系统回收的 VOC 的总量, kg;
- G: ——VOC 气体的产生量, kg。

### A. 6. 4 废气收集效率的确定

通向治理装置的收集系统的收集效率可以按国家有关技术规定测定; 也可以按照美国 EPA method 204 系列方法测定。