

江苏省生态环境厅

苏环函〔2019〕33号

江苏省生态环境厅关于再次征求江苏省 地方环境保护标准半导体行业 污染物排放标准意见的函

各有关单位：

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国大气污染防治法》《中华人民共和国水污染防治法》等法律法规，我厅制定了江苏省地方环境保护标准《半导体行业污染物排放标准（征求意见稿）》，标准草案于2018年1月17日公开征求意见后，在认真研究吸纳各方意见的基础上进行了修改完善。为进一步做好标准编制工作，现将标准二次征求意见稿印送你们，请研究提出书面意见，于2019年3月31日前反馈我厅，逾期视为无意见。

- 附件：1. 有关单位名单
2. 半导体行业污染物排放标准（二次征求意见稿）
3. 《半导体行业污染物排放标准（二次征求意见稿）》

编制说明



(此件公开发布)

(联系人：江苏省环境科学研究院丁娟，通讯地址：南京市江东北路176号，邮编：210036，联系电话：025-58527831，传真：025-86619260，电子邮箱：1416793482@qq.com；江苏省生态环境厅科技标准处项平，通讯地址：南京市江东北路176号，邮编：210036，联系电话：025-86266085)

附件1

有关单位名单

生态环境部办公厅

生态环境部标准研究所

生态环境部南京环境科学研究所

上海市生态环境局

浙江省生态环境厅

安徽省生态环境厅

山东省生态环境厅

省发展和改革委员会

省工业和信息化厅

省市场监督管理局

各市、县（市）生态环境局

各驻市环境监测中心

山东省环境规划研究院

省标准化研究院

南京大学微电子学院

东南大学国家专用集成电路系统工程技术研究中心

南京理工大学

江苏信息职业技术学院

江苏省半导体行业协会
苏州市集成电路行业协会
中国电子科技集团公司第55所
台积电（南京）有限公司
中科芯集成电路股份有限公司（58所）
江苏长电科技股份有限公司
华润微电子有限公司
无锡红光微电子有限公司
江苏东晨电子科技有限公司
SK海力士半导体（中国）有限公司
海太半导体（无锡）有限公司
无锡中微晶园电子有限公司
常州银河世纪微电子股份有限公司
苏州固锝电子股份有限公司
苏州日月新半导体有限公司
和舰科技（苏州）有限公司
苏州晶方半导体科技股份有限公司
通富微电子股份有限公司
南通华达微电子集团有限公司
南通富士通微电子股份有限公司
扬州晶来半导体（集团）有限公司
扬州晶新微电子有限公司

德淮半导体有限公司
江苏时代芯存半导体有限公司
南京白云化工环境监测有限公司
江苏国测检测技术有限公司
江苏新锐环境监测有限公司
苏州华测检测技术有限公司
江苏康达检测技术有限公司
苏州市科星环境检测有限公司
苏州工业园区绿环环境检测技术有限公司
(厅机关各处室(局)、直属单位)

半导体行业污染物排放标准

Emission standard of pollutants for semiconductor industry

(二次征求意见稿)

20□□-□□-□□发布

20□□-□□-□□实施

江苏省环境保护厅
江苏省质量技术监督局 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 水污染物排放控制要求	4
5 大气污染物排放控制要求	5
6 污染物监测要求	7
7 达标判定	10
8 标准的实施与监督	10

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国大气污染防治法》、《中华人民共和国水污染防治法》等法律、法规，防治环境污染，改善环境质量，促进半导体行业生产工艺和污染治理技术的进步，制定本标准。

本标准规定了半导体工业企业或生产设施的水污染物和大气污染物排放限值、监测和监控要求，以及标准实施与监督等相关规定。

本标准未规定的污染物项目仍执行国家或地方相应的污染物排放标准。

本标准首次发布。

本标准实施后，国家新发布的行业标准严于本标准时，应执行国家标准。环境影响评价文件或排污许可证要求严于本标准时，按照批复的环境影响评价文件或排污许可证执行。

本标准由江苏省生态环境厅提出并归口。

本标准起草单位：江苏省环境科学研究院、江苏省环科咨询股份有限公司。

本标准江苏省人民政府于2019年**月**日批准。

本标准自2019年**月**日实施。

半导体行业污染物排放标准

1 范围

本标准规定了半导体企业的水污染物和大气污染物排放标准值。

本标准适用于半导体企业的水污染物排放管理、大气污染物排放管理，以及半导体企业排污许可管理、建设项目环境影响评价、建设项目环境保护设施设计、竣工验收及其投产后的污染控制与管理。

2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件或其中的条款。凡是不注明日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

GB 3095	环境空气质量标准
GB 3838	地表水环境质量标准
GB 13271	锅炉大气污染物排放标准
GB/T 6920	水质 pH 值的测定 玻璃电极法
GB/T 7466	水质 总铬的测定
GB/T 7467	水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法
GB/T 7470	水质 铅的测定 双硫腙分光光度法
GB/T 7471	水质 镉的测定 双硫腙分光光度法
GB/T 7475	水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法
GB/T 7484	水质 氟化物的测定 离子选择电极法
GB/T 7485	水质 总砷的测定 二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法
GB/T 7494	水质 阴离子表面活性剂的测定 亚甲蓝分光光度法
GB/T 11893	水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法
GB/T 11901	水质 悬浮物的测定 重量法
GB/T 11907	水质 银的测定 火焰原子吸收分光光度法
GB/T 11910	水质 镍的测定 丁二酮肟分光光度法
GB/T 11912	水质 镍的测定 火焰原子吸收分光光度法
GB/T 14668	空气质量 氨的测定 纳氏试剂比色法
GB/T 15516	空气质量 甲醛的测定 乙酰丙酮分光光度法
GB/T 16157	固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法
GB/T 16489	水质 硫化物的测定 亚甲基蓝分光光度法
HJ 38	固定污染源废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 气相色谱法
HJ 84	水质 无机阴离子的测定 离子色谱法
HJ 480	环境空气 氟化物的测定 滤膜采样氟离子选择电极法
HJ 481	环境空气 氟化物的测定 石灰滤纸采样氟离子选择电极法
HJ 484	水质 氰化物的测定 容量法和分光光度法
HJ 485	水质 铜的测定 二乙基二硫代氨基甲酸钠分光光度法
HJ 486	水质 铜的测定 2,9-二甲基-1,10-菲罗啉分光光度法
HJ 487	水质 氟化物的测定 茜素磺酸锆目视比色法
HJ 488	水质 氟化物的测定 氟试剂分光光度法
HJ 489	水质 银的测定 3,5-Br ₂ -PADAP 分光光度法

HJ 490	水质	银的测定	镉试剂 2B 分光光度法
HJ 493	水质	采样样品的保存和管理技术规定	
HJ 494	水质	采样技术指导	
HJ 495	水质	采样方案设计技术指导	
HJ 501	水质	总有机碳的测定	燃烧氧化-非分散红外吸收法
HJ 533	环境空气和废气	氨的测定	纳氏试剂分光光度法
HJ 534	环境空气	氨的测定	次氯酸钠-水杨酸分光光度法
HJ 535	水质	氨氮的测定	纳氏试剂分光光度法
HJ 536	水质	氨氮的测定	水杨酸分光光度法
HJ 537	水质	氨氮的测定	蒸馏-中和滴定法
HJ 544	固定污染源废气	硫酸雾的测定	离子色谱法
HJ 548	固定污染源废气	氯化氢的测定	硝酸银容量法
HJ 549	环境空气和废气	氯化氢的测定	离子色谱法
HJ 583	环境空气	苯系物的测定	固体吸附/热脱附-气相色谱法
HJ 584	环境空气	苯系物的测定	活性炭吸附/二硫化碳解吸-气相色谱法
HJ 604	环境空气	总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定	直接进样-气相色谱法
HJ 637	水质	石油类和动植物油类的测定	红外分光光度法
HJ 657	空气和废气颗粒物中铅等金属元素的测定	电感耦合等离子体质谱	
HJ 659	水质	氰化物等的测定	真空检测管-电子比色法
HJ 665	水质	氨氮的测定	连续流动-水杨酸分光光度法
HJ 666	水质	氨氮的测定	连续注射-水杨酸分光光度法
HJ 670	水质	磷酸盐和总磷的测定	连续流动-钼酸铵分光光度法
HJ 671	水质	总磷的测定	流动注射-钼酸铵分光光度法
HJ 692	固定污染源废气	氮氧化物的测定	非分散红外吸收法
HJ 693	固定污染源废气	氮氧化物的测定	定电位电解法
HJ 694	水质	汞、砷、硒、铋和锑的测定	原子荧光法
HJ 700	水质	65 种元素的测定	电感耦合等离子体质谱法
HJ 734	固定污染源废气	挥发性有机物的测定	固相吸附-热脱附/气相色谱-质谱法
HJ 776	水质	32 种元素的测定	电感耦合等离子体发射光谱法
HJ 828	水质	化学需氧量的测定	重铬酸盐法
HJ/T 55	大气污染物无组织排放监测技术导则		
HJ/T 60	水质	硫化物的测定	碘量法
HJ/T 67	大气固定污染源	氟化物的测定	离子选择电极法
HJ/T 75	固定污染源烟气排放连续监测技术规范（试行）		
HJ/T 91	地表水和污水监测技术规范		
HJ/T 195	水质	氨氮的测定	气相分子吸收光谱法
HJ/T 200	水质	硫化物的测定	气相分子吸收光谱法
HJ/T 397	固定源废气监测技术规范		
HJ/T 399	水质	化学需氧量的测定	快速消解分光光度法
			《污染源自动监控管理办法》（国家环境保护总局令 第 28 号）
			《环境监测管理办法》（国家环境保护总局令 第 39 号）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

半导体企业 semiconductor industry

指从事半导体分立器件或集成电路的制造、封装测试的企业。

3.2

废气处理设施 exhaust gas control devices

指处理废气的湿式洗涤塔、焚烧塔、吸收塔、冷凝塔或其他设备，但不包括工艺中设备自带的预处理设备。

3.3

现有企业 existing facility

指本标准实施之日前已建成投产或环境影响评价文件已通过审批的半导体企业或生产设施。

3.4

新建企业 new facility

指本标准实施之日起环境影响评价文件通过审批的新建、改建和扩建的半导体工业建设项目。

3.5

直接排放 direct discharge

指排污单位直接向环境水体排放水污染物的行为。

3.6

间接排放 indirect discharge

排污单位向城镇污水处理厂或集中式工业污水处理厂排放水污染物的行为。

3.7

城镇污水处理厂 municipal wastewater treatment plant

对通过城镇污水收集系统收集的居民生活污水及各种公共设施排水（包括允许排入城镇污水收集系统的初期雨水和工业废水）进行净化处理的污水处理厂。

3.8

集中式工业污水处理厂 centralized industrial wastewater treatment plant

通过工业废水输送管道收集废水，为两家以上工业企业提供废水处理服务并且排水能够达到相关排放标准要求的集中式污水处理设施。

3.9

排水量 effluent volume

企业或生产设施排放到企业法定边界外的废水量。包括与生产有直接或间接关系的各种外排废水（含厂区生活污水、冷却废水、厂区锅炉和电站废水等）。

3.10

单位产品基准排水量 benchmark effluent volume per unit product

用于核定水污染物排放浓度而规定的生产单位产品的污水排放量上限值。

3.11

挥发性有机物 volatile organic compounds, VOCs

参与大气光化学反应的有机化合物，或者根据规定的方法测量或核算确定的有机化合物。

3.12

非甲烷总烃 non-methane hydrocarbon

采用规定的监测方法，检测器有明显响应的除甲烷外的碳氢化合物的总称（以碳计）。本标准使用“非甲烷总烃（NMHC）”作为排气筒和厂界挥发性有机物排放的综合控制指标。

3.13

标准状态 standard condition

指温度为273.15K，压力为101325Pa 时的状态。本标准规定的大气污染物排放浓度限值均以标准状

态下的干气体为基准。

3.14

企业边界 enterprise boundary

指半导体工业企业的法定边界。若无法定边界，则指企业的实际占地边界。

4 水污染物排放控制要求

4.1 本标准将水污染物按其性质及控制方式分为第一类水污染物和第二类水污染物。第一类水污染物在车间或车间处理设施排放口采样，第二类水污染物在企业废水总排放口采样。

4.2 新建企业自2019年**月**日起执行表1规定的水污染物排放限值，现有企业自2021年*月*日起执行表1规定的水污染物排放限值。

4.3 废水进入城镇污水处理厂或经由城镇污水管线排放，其第二类水污染物排放应达到表1中直接排放限值或特别排放限值；废水进入具备处理此类污水特定工艺和能力的集中式工业污水处理厂的企业，其第二类水污染物排放可与集中式工业污水处理厂商定间接排放限值，并签订协议报当地环境保护主管部门备案，未签订协议的企业，其第二类水污染物执行表1中的间接排放限值。

4.4 在国土开发密度高、环境承载能力开始减弱，或水环境容量较小、生态环境脆弱，容易发生严重水环境污染问题而需要采取特别保护措施地区的企业，根据生态环境保护工作要求，执行表1规定的特别排放限值。

执行水污染物特别排放限值的地域范围、时间，由省级环境保护主管部门或设区市人民政府规定。

表1 水污染物排放限值

单位：mg/L

序号	污染物项目	直接排放限值	特别排放限值	间接排放限值	污染物分类
1	总镉（按Cd计）	0.05	0.01	-	第一类污染物
2	总铬（按Cr计）	0.5	0.5	-	
3	六价铬（按Cr ⁶⁺ 计）	0.1	0.1	-	
4	总砷（按As计）	0.2	0.1	-	
5	总铅（按Pb计）	0.2	0.1	-	
6	总镍（按Ni计）	0.5	0.1	-	
7	总银（按Ag计）	0.3	0.1	-	
8	氟化物（按F计）	10	8	15	第二类污染物
9	总铜（按Cu计）	0.3	0.3	0.3	
10	总锌	1.0	1.0	1.0	
11	硫化物（按S计）	1.0	1.0	1.0	
12	总氰化物（按CN计）	0.2	0.2	0.2	
13	pH	6.0~9.0	6.0~9.0	6.0~9.0	
14	悬浮物（SS）	50	20	250	
15	化学需氧量（COD _{Cr} ）	60	50	300	
16	氨氮（NH ₃ -N）	10	8	20	
17	总氮	15	10	35	

序号	污染物项目	直接排放限值	特别排放限值	间接排放限值	污染物分类
18	总磷	1.0	0.5	3.0	
19	石油类	3.0	1.0	5.0	
20	阴离子表面活性剂 (LAS)	1.0	0.5	1.0	
21	总有机碳 (TOC)	20	15	90	

4.5 新建企业自 2019 年*月*日起, 现有企业自 2021 年*月*日起, 执行表 2 规定的单位产品基准排水量。

表 2 单位产品基准排水量

序号	产品规格	单位	单位产品基准排水量	污染物排放监控位置
1	≤6 英寸芯片生产	m ³ /片	3.2	排水量计量位置与污染物排放监控位置一致
2	8 英寸芯片生产	m ³ /片	6.0	
3	12 英寸芯片生产	m ³ /片	11	
4	封装测试	m ³ /千块产品	2.0	
5	分立器件	m ³ /万块产品	3.5	

4.6 水污染物排放限值适用于单位产品实际排水量不高于单位产品基准排水量的情况。若单位产品实际排水量超过单位产品基准排水量, 须按公式 (1) 将实测水污染物浓度换算为水污染物基准水量排放浓度, 并以水污染物基准水量排放浓度作为判定排放是否达标的依据。产品产量和排水量统计周期为一个工作日。

在企业的生产设施同时生产两种以上产品, 可适用不同排放控制要求或不同行业污染物排放标准时, 且生产设施产生的污水混合处理排放的情况下, 应执行排放标准中规定的最严格的浓度限值, 并按公式 (1) 换算水污染物基准水量排放浓度:

$$\rho_{\text{基}} = \frac{Q_{\text{总}}}{\sum Y_i \cdot Q_{i\text{基}}} \cdot \rho_{\text{实}} \quad (1)$$

式中: $\rho_{\text{基}}$ ——水污染物基准排水量排放浓度, mg/L;

$Q_{\text{总}}$ ——排水总量, m³;

Y_i ——某种产品产量, 产品单位见表 3;

$Q_{i\text{基}}$ ——某种产品的单位产品基准排水量, 产品单位见表 3;

$\rho_{\text{实}}$ ——实测水污染物排放浓度, mg/L。

若 $Q_{\text{总}}$ 与 $\sum Y_i Q_{i\text{基}}$ 的比值小于 1, 则以水污染物实测浓度作为判定排放是否达标的依据。

5 大气污染物排放控制要求

5.1 有组织排放控制要求

5.1.1 新建企业自 2019 年*月*日起执行表 3 规定的排放限值。

5.1.2 现有企业自 2021 年*月*日起执行本标准表 3 规定的排放限值。

表 3 大气污染物排放限值

单位：mg/m³

序号	污染物项目	最高允许排放浓度
1	硫酸雾	5.0
2	氯化氢	10
3	氟化物（以 F 计）	1.5
4	氮氧化物 ⁽¹⁾	50
5	氨	10
6	锡及其化合物	1.0
7	砷化氢 ⁽²⁾	1.0
8	磷化氢 ⁽²⁾	1.0
9	异丙醇	40
10	三氯乙烯 ⁽²⁾	1.0
11	苯	1.0
12	甲苯	5.0
13	二甲苯	5.0
14	甲醛	5.0
15	非甲烷总烃	50
16	TVOC	100

注：（1）适用于酸洗、薄膜等工段产生的工艺废气。
（2）待国家污染物监测方法标准发布后实施。

5.2 无组织排放控制要求

5.2.1 企业边界大气污染物任何 1 小时平均浓度执行表 4 规定的限值。

表 4 企业边界大气污染物浓度限值

单位：mg/m³

序号	污染物项目	浓度限值
1	氯化氢	0.2
2	苯	0.4
3	非甲烷总烃	2.0
4	氨	1.0

5.3 其他规定

5.3.1 排气筒高度不应低于 15m，具体高度按批准的环境影响评价文件要求确定。

5.3.2 当排气筒周围半径 200m 范围内有建筑物时，除应执行 5.3.1 规定外，排气筒还应高出最高建筑物 3m 以上。

5.3.3 如果排气筒高度达不到 5.3.1、5.3.2 的任何一项规定时，其大气污染物排放限值应按标准排放限值的 50% 执行。

5.3.4 企业内部设置的锅炉，其大气污染物排放应执行 GB13271。

6 污染物监测要求

6.1 污染物监测的一般要求

6.1.1 企业应按照《环境监测管理办法》等规定，建立企业监测制度，制定监测方案，对污染物排放状况及其对周边环境质量的影响开展自行监测，保存原始监测记录，并公布监测结果。

6.1.2 企业安装污染源排放自动监控设备的要求，按有关法律和《污染源自动监控管理办法》的规定执行。

6.1.3 企业应按照环境监测管理规定和技术规范的要求，设计、建设、维护永久性采样口、采样测试平台和排污口标志。

6.1.4 对企业排放的废水和废气的采样，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。有废水、废气处理设施的，应在该设施后监控。

6.2 水污染物监测要求

6.2.1 水污染物的监测采样按 HJ/T 91、HJ 493、HJ 494、HJ 495 的规定执行。

6.2.2 对企业排放水污染物浓度的测定采用表 5 所列的方法标准。

6.2.3 本标准发布实施后，表 5 所列污染物如有新发布的国家环境监测分析方法标准，其方法适用范围相同的，也适用于本排放标准对应污染物的测定。

表 5 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	pH 值	水质 pH 值的测定 玻璃电极法	GB/T 6920
2	悬浮物(SS)	水质 悬浮物的测定 重量法	GB/T 11901
3	化学需氧量(COD _{Cr})	水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法	HJ828-2017
		水质 化学需氧量的测定 快速消解分光光度法	HJ/T 399
4	总有机碳 (TOC)	水质总有机碳的测定燃烧氧化-非分散红外吸收法	HJ 501
5	总氰化物	水质 氰化物的测定 容量法和分光光度法	HJ 484
		水质 氰化物等的测定 真空检测管-电子比色法	HJ 659
6	石油类	水质 石油类和动植物油的测定 红外光度法	HJ 637
7	氨氮	水质 氨氮的测定 气相分子吸收光谱法	HJ/T 195
		水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法	HJ 535
		水质 氨氮的测定 水杨酸分光光度法	HJ 536
		水质 氨氮的测定 蒸馏-中和滴定法	HJ 537
		水质 氨氮的测定 连续流动-水杨酸分光光度法	HJ 665
		水质 氨氮的测定 连续注射-水杨酸分光光度法	HJ 666
8	总氮	水质 总氮的测定 气相分子吸收光谱法	HJ/T 199
		水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法	HJ 636
		水质 总氮的测定 流动注射-盐酸萘乙二胺分光光度法	HJ 667

序号	污染物项目	方法标准名称	方法标准编号
		水质 总氮的测定 流动注射-盐酸萘乙二胺分光光度法	HJ 668
9	总磷	水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法	GB/T 11893
		水质 磷酸盐和总磷的测定 连续流动-钼酸铵分光光度法	HJ 670
		水质 总磷的测定 流动注射-钼酸铵分光光度法	HJ 671
10	硫化物	水质 硫化物的测定 亚甲基蓝分光光度法	GB/T 16489
		水质 硫化物的测定 碘量法	HJ/T 60
		水质 硫化物的测定 气相分子吸收光谱法	HJ/T 200
11	氟化物	水质 氟化物的测定 离子选择电极法	GB/T 7484
		水质 氟化物的测定 茜素磺酸锆目视比色法	HJ 487
		水质 氟化物的测定 氟试剂分光光度法	HJ 488
		水质 无机阴离子的测定 离子色谱法	HJ/T 84
12	阴离子表面活性剂 (LAS)	水质 阴离子表面活性剂的测定 亚甲蓝分光光度法	GB/T 7494
13	总铜	水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法	GB/T 7475
		水质 铜的测定 二乙基二硫代氨基甲酸钠分光光度法	HJ 485
		水质 铜的测定 2,9-二甲基-1,10-菲罗啉分光光度法	HJ 486
		水质 32种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法	HJ776
		水质 65种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法	HJ 700
14	总锌	水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法	GB/T 7475
		水质 65种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法	HJ 700
15	总镉	水质 镉的测定 双硫脲分光光度法	GB/T 7471
		水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法	GB/T 7475
		水质 32种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法	HJ776
		水质 65种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法	HJ 700
16	总铬	水质 总铬的测定	GB/T 7466
		水质 32种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法	HJ776
		水质 65种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法	HJ 700
17	六价铬	水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法	GB/T 7467
		水质 65种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法	HJ 700
18	总砷	水质 总砷的测定 二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法	GB/T 7485
		水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法	HJ 694
		水质 32种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法	HJ776
		水质 65种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法	HJ 700
19	总铅	水质 铅的测定 双硫脲分光光度法	GB/T 7470
		水质 32种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法	HJ776
		水质 65种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法	HJ 700
20	总镍	水质 镍的测定 火焰原子吸收分光光度法	GB/T 11912

序号	污染物项目	方法标准名称	方法标准编号
		水质 镍的测定 丁二酮肟分光光度法	GB/T 11910
		水质 32种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法	HJ776
		水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法	HJ 700
21	总银	水质 银的测定 火焰原子吸收分光光度法	GB/T 11907
		水质 银的测定 3,5-Br ₂ -PADAP分光光度法	HJ 489
		水质 银的测定 镉试剂2B分光光度法	HJ 490
		水质 32种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法	HJ776
		水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法	HJ 700

6.3 大气污染物监测要求

6.3.1 排气筒中大气污染物的监测采样按GB/T 16157、HJ/T 397 或HJ/T 75 规定执行；大气污染物无组织排放的监测按HJ/T 55 规定执行。

6.3.2 对企业排放大气污染物浓度的测定采用表6所列的方法标准。

6.3.3 本标准发布后,表7所列污染物如有新发布的国家环境监测分析方法标准,其方法适用范围相同的,也适用于本排放标准对应污染物的测定”。

表 6 大气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	硫酸雾	固定污染源废气 硫酸雾的测定 离子色谱法	HJ 544
2	氯化氢	固定污染源废气 氯化氢的测定 硝酸银容量法	HJ 548
		环境空气和废气 氯化氢的测定 离子色谱法	HJ 549
3	氟化物	大气固定污染源 氟化物的测定 离子选择电极法	HJ/T 67
		环境空气 氟化物的测定 滤膜采样氟离子选择电极法	HJ 480
		环境空气 氟化物的测定 石灰滤纸采样氟离子选择电极法	HJ 481
4	氮氧化物	固定污染源废气氮氧化物的测定非分散红外吸收	HJ 692
		固定污染源废气氮氧化物的测定定电位电解	HJ 693
5	氨	空气质量 氨的测定 纳氏试剂比色法	GB/T 14668
		环境空气和废气 氨的测定 纳氏试剂分光光度法	HJ 533
		环境空气 氨的测定 次氯酸钠-水杨酸分光光度法	HJ 534
6	锡及其化合物	空气和废气 颗粒物中铅等金属元素的测定 电感耦合等离子体质谱法	HJ 657
7	异丙醇	固定污染源废气 挥发性有机物的测定 固相吸附-热脱附/气相色谱-质谱法	HJ 734
8	苯、甲苯、二甲苯	环境空气 苯系物的测定 固体吸附/热脱附-气相色谱法	HJ 583
		环境空气 苯系物的测定 活性炭吸附/二硫化碳解吸-气相色谱法	HJ 584
		固定污染源废气挥发性有机物的采样 气袋法	HJ 732
		固定污染源废气 挥发性有机物的测定 固相吸附-热脱附/气相色谱-质谱法	HJ734

序号	污染物项目	方法标准名称	方法标准编号
9	甲醛	空气质量 甲醛的测定 乙酰丙酮分光光度法	GB/T 15516
10	非甲烷总烃	固定污染源废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 气相色谱法	HJ 38
		环境空气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 直接进样-气相色谱法	HJ604

7 达标判定

7.1 采用手工监测时，按照相关监测技术规范要求获取的监测结果超过本标准排放浓度限值的，判定为排放超标。各级生态环境部门在对企业进行监督性检查时，可以现场即时采样或监测的结果，作为判定排污行为是否符合排放标准以及实施相关环境保护管理措施的依据。

7.2 企业按照法律法规及标准规范要求与生态环境部门联网的自动监测有效数据，以小时均值作为达标考核的依据。

7.3 特殊工况下的达标判定按国家有关规定执行。

8 标准的实施与监督

8.1 本标准由县级以上人民政府环境保护行政主管部门负责监督实施。

8.2 在任何情况下，企业均应遵守本标准的污染物排放控制要求，采取必要措施保证污染防治设施正常运行。各级环保部门在对设施进行监督性检查时，可以现场即时采样或监测获得的结果作为判定排污行为是否符合排放标准及实施相关环境保护管理措施的依据。

附件 3

《半导体行业污染物排放标准》（二次征求意见稿）

编制说明

《半导体行业污染物排放标准》

编制组

二〇一九年二月

目 录

1 项目背景	1
1.1 任务来源	1
1.2 工作过程	1
2 行业概况	2
3 标准制修订的必要性分析	4
3.1 国家、省及环保主管部门的相关要求	4
3.2 国家、省相关产业政策及行业发展规划中的环保要求	5
3.3 行业发展带来的主要环境问题	5
3.4 现行环保标准存在的主要问题	6
4 行业产排污情况及污染控制技术分析	6
4.1 行业主要生产工艺及产污分析	6
4.2 行业排污现状	6
4.3 清洁生产技术分析	6
4.4 污染控制技术分析	7
5 行业排放有毒有害污染物环境影响分析	11
5.1 铅	11
5.2 镉	11
5.3 铬	11
5.4 砷	12
5.5 镍	12
5.6 铜	12
5.7 氟化物	12
5.8 硫酸雾	12
5.9 苯系物	12
5.10 砷化氢	13
5.11 磷化氢	13
6 标准主要技术内容	13
6.1 标准的适用范围	13
6.2 标准框架结构	14
6.3 污染物项目的选择	14
6.4 污染物排放限值的确定及制定依据	15
7 主要国家、地区、国际组织和其他省份相关标准研究	23
8 实施本标准的环境效益及经济技术分析	26
8.1 实施本标准的环境效益分析	26
8.2 实施本标准的经济技术分析	26
9 标准征求意见情况	31

《江苏省半导体行业污染物排放标准》编制说明

1 项目背景

1.1 任务来源

半导体产业是高新技术的核心，是构成计算机、消费电子以及通讯等各类信息技术产品的基本元素，半导体产业作为国民经济和社会发展的战略性、基础性产业，在推动经济发展、社会进步和保障国家安全等方面日益发挥重要的核心基础作用。自 2000 年以来，江苏省半导体产业延续了快速发展的势头，克服了全球金融危机和半导体产业硅周期的双重影响，产业整体实力显著提升。特别是 2007 年以来，江苏省集成电路销售额占到全国同业总收入的 42% 左右，位居全国第一位。涌现出一大批集成电路设计、晶圆制造、封装测试和支撑行业的全国领军企业；聚集了一大批国际著名大公司落户江苏地区；基本形成了沿江两岸的“硅走廊带”和苏南的“硅谷”基地。未来几年，在全球半导体产业持续增长与国内内需市场继续保持旺盛的双重拉动下，江苏省半导体产业将继续保持较快的增长速度。

半导体行业作为高新技术产业往往被人误解为“清洁”产业，但事实上，半导体生产过程中使用了大量有机和无机物，包括许多有毒有害物质，对环境危害较为严重，如不加以控制，将会产生较大的环境污染。一些半导体产业发达的国家和地区，如美国、德国和台湾等都针对半导体行业制订了相应的排放标准，但我国尚未颁布半导体行业的排放标准。江苏省半导体行业仍在执行国家大气和水污染物综合排放标准或者参照执行其他地方标准，标准的缺失，给日常监管带来诸多不便。而紧邻江苏、半导体行业同样发达的上海早于 2006 年就颁布了《半导体行业污染物排放标准》（DB31/ 374-2006），对于督促企业采用国际先进生产技术和治理措施，推行清洁生产技术，提高污染控制水平，起到了积极作用。

江苏省环境保护厅于 2015 年正式下达了《江苏省半导体行业污染物排放标准》制定任务，项目编号为 2015064，项目承担单位为江苏省环科咨询股份有限公司。

1.2 工作过程

接受任务后，江苏省环科咨询股份有限公司成立了标准编制组。

2015 年 3 月，编制组对上海市地方环境标准的制定和实施情况进行调研，并与编制单位就挥发性有机污染物的特征因子和限值确定进行了深入讨论。

2015 年 9 月，江苏省环保厅科技处下发《关于开展半导体和印刷线路板行业企业调查的通知》，编制组收集了江苏省半导体行业代表企业例行监测排放数据、环境影响评价报告及相应的竣工验收报告等资料。

2015 年 12 月 30 日，江苏省环保厅科技处组织召开专家讨论会，编制组对标准相关技术内容进行了详细汇报，经认真讨论，专家一致认为，标准编制比较规范，数据资料收集丰富，现场调研充分，技术路线可行，编制思路清晰，编制内容较全面，该标准的制定填补了江苏省半导体行业标准的空白，有利于完善江苏省环境标准体系，提升江苏省半导体行业清洁生产技术和污染控制水平。会后，编制组根据专家意见对标准进行修改、完善，并再次请相关专家进行函审。根据专家函审意见，修改形成《江苏省半导体行业污染物排放标准》及编制说明（征求意见稿）。

2018年1月—4月,《江苏省半导体行业污染物排放标准》公开征求环保部、相邻省市环保主管部门、行业主管部门、江苏省环保厅各相关处室及下属环保局、重点企业和检测机构建议或意见,共收到28家单位的63条有效意见,其中采纳56条,未采纳7条,标准编制组根据反馈意见对《江苏省半导体行业污染物排放标准》(征求意见稿)及编制说明修改形成《江苏省半导体行业污染物排放标准》(送审稿)及编制说明。

2018年11月12日,编制组充分对接《国家电子行业污染物排放标准》(二次征求意见稿),修改形成《江苏省半导体行业污染物排放标准》(二次征求意见稿)及编制说明,召开专家咨询会,会后根据专家意见修改形成《江苏省半导体行业污染物排放标准》(二次征求意见稿)及编制说明。

2 行业概况

江苏省地处长江三角洲腹地,是我国集成电路产业起步早、基础好、发展快的地区之一,在我国集成电路产业中拥有举足轻重的地位。江苏省半导体产业起步于上世纪六十年代初期,从最初生产的二极管、三极管,到七十年代初试产集成电路,到后来全省多地创办半导体企业,但总体而言,当时半导体产业发展速度缓慢。改革开放后,尤其上世纪九十年代以来,江苏省半导体产业得到迅速发展,形成了多个国家级和省级研发基地。进入二十一世纪,在国务院18号文件《鼓励软件产业和集成电路产业发展的若干政策》的指导下,江苏省半导体产业得到更加高速发展,外资企业纷纷入驻,逐步形成了苏、锡、常、宁、通、扬的“夹江硅谷带”,目前已逐步向苏中、苏北城市扩展。



图 2-1 江苏省半导体企业分布图

半导体产业包括集成电路产业和分立器件产业两大部分。

江苏省集成电路产业主要集中在苏南及沿江走廊带,即苏州、无锡、常州、南京、南通、扬州、泰州等城市,现已向苏北扩展,形成苏南、苏中、苏北阶梯式布局。江苏省集成电路

产业以苏南地区最为密集，苏州市集成电路产业占到全省同业的 33.6%、无锡市集成电路产业占到全省的 54.4%，两市共占到全省同业的 88%，南京市占 2.6%，常州市占 1.8%，苏中地区的南通市和扬州市分别占到 6.3%和 1.2%。

江苏省集成电路产业规模持续扩大，江苏省半导体行业协会公布的数据显示，2017 年江苏省集成电路产业销售总收入为 1687.68 亿元，同比增长 17.82%，占全国集成电路市场比重达到 31.2%。

从产业链看，江苏省已形成涵盖 EDA、设计、制造、封装、设备、材料等较为完整的集成电路产业链，汇集了众多知名集成电路企业，现有企业近 380 家左右。

集成电路设计企业近 220 家（其中：苏州市 98 家，无锡市近 100 家），拥有华润矽科、无锡友达、展讯、晶门科技、东微半导体、奇景光电等众多知名企业，设计业上游 EDA 企业如 Cadence、华大九天等也均在江苏南京落户。

集成电路晶圆制造企业 16 家，拥有华虹半导体、SK 海力士、华润微电子、台积电、紫光存储、和舰科技、江苏时代芯存、扬杰科技等企业，其中华虹半导体、紫光集团等承担的项目均为国内集成电路发展的重大项目，拥有巨大的群聚效应。

集成电路（含分立器件）封测企业近 100 家，拥有全球排名第 3、国内排名第 1 的封测大厂江苏长电，以及全球排名第 7、国内排名第 3 的封测厂商通富微电，还包括苏州固锝、晶方科技、矽品（苏州）、英飞凌（无锡）等知名封测厂商，连全国排名第二的华天科技也在昆山设立了子公司。

集成电路支撑企业有 50 余家。材料领域，江苏省拥有瑞红电子、江苏鑫华、康强电子、雅克科技、中环领先、南大光电、中鹏新材料等知名企业。设备领域，国际半导体设备大厂阿斯麦分别无锡、南京均建有分公司，还有华晶设备、吉姆西半导体等设备厂商。

至 2010 年，江苏省集成电路晶圆生产线有：12 英寸生产线 2 条，8 英寸生产线 3 条，6 英寸生产线 5 条，5 英寸生产线 5 条，4 英寸生产线 10 条，3 英寸生产线 6 条，另有在建（筹建）8 英寸生产线 2 条，6 英寸生产线 1 条。12 英寸、8 英寸、6 英寸、5 英寸生产线大部分为集成电路生产线，6 英寸线 1 条及部分 5 英寸线及 4 英寸线以分立器件晶圆线为主。江苏省集成电路产业有个别企业进入到 10-20nm 水平，少部分企业进入到 65-90nm 水平，部分企业进入 110nm 水平，大部分企业还处在 180-250-350nm 的水平。江苏省集成电路晶圆制造技术以 45nm-65nm-90nm 技术为主。

江苏省还是全国半导体分立器件的大省之一，从事分立器件产业的企业有近 70 家，主要集中在无锡市、苏州市、常州市、南通市、扬州市、南京市和泰州市。江苏省半导体分立器件产业发展态势良好，销售收入从 2002 年的 15.2 亿元，提高到 2011 年的 124.4 亿元，增长了 8.2 倍，其复合增长率为 26.3%；占全国分立器件市场比重从 2005 年的 6.1%提高到 2011 年的 10%。江苏省分立器件产品也正在向低耗环保产品发展，如 Si、GaAs 微波功率器件、功率 MOS 器件、MOSFET、IGBT、FRD、光电子器件、变容管、肖特基二极管、LED 等。

江苏省集成电路市场年增速在 16.6%左右，市场发展的主要驱动力仍然主要来自手机、PC、液晶电视、平板电脑以及其它产量较大的电子产品。随着节能电子、医疗电子、安防电子以及各个行业的信息化建设的持续深入，应用于这些行业的集成电路产品所占的市场比重将会越来越多。整体来看，平稳增长将是未来几年江苏省集成电路市场的发展趋势。

在产品升级和电子整机需求继续扩大的带动下，分立器件销售额和销量将呈现持续稳定增长的势头。江苏分立器件市场产品结构升级将有所加快，因此销售额将保持增长势头。

在全球半导体产业持续增长与国内内需市场继续保持旺盛的双重拉动下，江苏省集成电路产业将继续保持较快的增长速度。

3 标准制修订的必要性分析

3.1 国家、省及环保主管部门的相关要求

2007 年国家环境保护总局制定了《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），意见中指出：应根据行业生产工艺和产品的特点，科学、合理地设置行业型排放标准体系。行业型排放标准体系设置应反映行业的实际情况，适应环境监督执法和管理工作的需要。

2010 年国家环境保护部等部门发布《关于推进大气污染联防联控工作改善区域空气质量的指导意见》（国办发[2010]33 号），意见中指出：应开展挥发性有机物污染防治。从事喷漆、石化、制鞋、印刷、电子、服装干洗等排放挥发性有机污染物的生产作业，应当按照有关技术规范进行污染治理。

2011 年国务院发布《国家环境保护“十二五”规划》（国发[2011]42 号）提出：到 2015 年，主要污染物排放总量显著减少，大力推行清洁生产和发展循环经济。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和清洁生产评价指标，鼓励各地制定更加严格的污染物排放标准。加强挥发性有机污染物和有毒废气控制。加强石化行业生产、输送和存储过程挥发性有机污染物排放控制。开展挥发性有机污染物和有毒废气监测，完善重点行业污染物排放标准。

2012 年国家发布《重点区域大气污染防治“十二五”规划》（环发[2012]130 号），规划中指出：为实现 2020 年全面建设小康社会对大气环境质量的要求，应紧紧抓住“十二五”经济社会发展的转型期和解决重大环境问题的战略机遇期，在重点区域率先推进大气污染联防联控工作。从系统整体角度出发，制定并实施区域大气污染防治对策，以改善大气环境质量为目的，严格环境准入，推进能源清洁利用，加快淘汰落后产能，实施多污染物协同控制，大幅削减污染物排放量，形成环境优化经济发展的“倒逼传导机制”，促进经济发展方式转变，推动区域经济与环境的协调发展。

针对石化、有机化工、合成材料、化学药品原药制造、塑料产品制造、装备制造涂装、通信设备计算机及其他电子设备制造、包装印刷等重点行业，开展挥发性有机物排放调查工作，制定分行业挥发性有机物排放系数，编制重点行业排放清单。完善重点行业挥发性有机物排放控制要求和政策体系，尽快制定相关行业挥发性有机物排放标准。

2013 年国家环境保护部制定《挥发性有机物（VOCs）污染防治技术政策》（环保部公告 2013 年第 31 号），政策中提出：在工业生产中应采用清洁生产技术，实施源头控制和末端治理相结合的综合防治措施；根据技术经济可行性，严格生产过程中 VOCs 排放的污染控制要求，鼓励对资源和能源的回收利用。应采取针对性措施，限制生产在使用和消费过程中释放 VOCs 的产品；鼓励在生产和生活中使用低 VOCs 含量的产品，减少 VOCs 的无控制排放。

2013 年国务院发布《大气污染防治行动计划》（国发[2013]37 号），在行动计划中确定了十项具体措施，其中包括加大综合治理力度，减少污染物排放；加快企业技术改造，提高科技创新能力；健全法律法规体系，严格依法监督管理等。

2015 年国务院发布《水污染防治行动计划》（国发[2015]17 号），计划中提出要狠抓工业污染防治；全面排查装备水平低、环保设施差的小型工业企业；完善标准体系；健全重点行业水污染物特别排放限值、污染防治技术政策和清洁生产评价指标体系等。

基于国家对环境保护的总体规划和行动计划，半导体行业应制订有针对性的污染物排放标准。

3.2 国家、省相关产业政策及行业发展规划中的环保要求

我国对半导体产业的发展一直是鼓励的。2000年6月，为鼓励集成电路产业发展，国务院出台了《鼓励软件产业和集成电路产业发展的若干政策》（国发[2000]18号文件）；2005年4月，为鼓励集成电路企业加强研究与开发，国家设立了集成电路产业研究与开发专项资金，制定《集成电路产业研究与开发专项资金管理暂行办法》（132号文件）；2011年2月，国务院颁布了《进一步鼓励软件产业和集成电路产业发展的若干政策》，进一步明确集成电路产业的重要地位，即“软件产业和集成电路产业是国家战略性新兴产业，是国民经济和社会信息化的重要基础”；2013年8月，国务院发布《国务院关于促进信息消费扩大内需的若干意见》，指出国家、地方和社会资金要支持集成电路产业发展；2013年国务院发布的《“十二五”国家战略性新兴产业发展规划》指出必须站在战略和全局的高度，大力培育发展战略战略性新兴产业，七大战略性新兴产业中，信息技术产业、新能源产业中的光伏产业和智能电网、节能环保产业中的绿色LED照明等都依赖于半导体集成电路产业的发展。

2013年国家发展和改革委员会第21号令发布了《产业结构调整指导目录（2011年本）（2013年修正）》第28条明确提出信息产业中的半导体制造业是国家鼓励发展的优先产业。

江苏省历来十分重视半导体产业的发展，多次出台了相关的扶持政策，省政府关于印发《江苏省鼓励软件产业和集成电路产业发展的若干政策》的通知（苏政发[2001]59号），江苏省财政厅、江苏省信息产业厅关于印发《江苏省软件和集成电路业专项经费使用管理办法（试行）的通知》（苏财建（2001）64号），省政府关于印发《江苏省电子信息产业调整和振兴规划纲要》的通知（苏政发[2009]76号），《江苏省产学研联合创新资金管理办法（试行）》（苏政办发[2008]134号）等，从政策、资金、税收和人才等要素上予以扶持、引导和帮助，使江苏省半导体产业得到了快速的发展。

2006年，信息产业部联合国家发展改革委等七部委颁布了《电子信息产品污染控制管理办法》（信息产业部令[第39号]）（以下简称《管理办法》），《管理办法》规定电子信息产品设计者在设计电子信息产品时，应当符合电子信息产品有毒、有害物质或元素控制国家标准或行业标准，在满足工艺要求的前提下，采用无毒、无害或低毒、低害、易于降解、便于回收利用的方案。电子信息产品生产者在生产或制造电子信息产品时，应当符合电子信息产品有毒、有害物质或元素控制国家标准或行业标准，采用资源利用率高、易回收处理、有利于环保的材料、技术和工艺。信息产业部发布了《管理办法》配套的三个重要行业标准：《电子信息产品中有毒有害物质限量要求》（SJ/T11363-1006）、《电子信息产品污染控制标识要求》（SJ/T11364-1006）、《电子信息产品中有毒有害物质的检测方法》（SJ/T11365-1006）。

3.3 行业发展带来的主要环境问题

在半导体产品的制造过程中，通常都是高能耗、高水耗、高频率产生和排放有毒有害污染物的过程，包括水污染物、大气污染物和固体废弃物等。因此，半导体产品的制造虽然是在洁净、封闭的厂房内进行，但其生产过程中依然存在潜在的环境污染问题。本标准主要针对水污染物、大气污染物制定排放标准，固体废弃物、噪声、恶臭等污染有适用的相应标准。因此，本标准着重对水污染物、大气污染物的排放进行分析。

1、水污染物方面

目前，半导体行业产生的废水主要有酸性废水、碱性废水、含氟废水、有机废水等，主要污染物有 pH、悬浮物、COD_{Cr}、NH₃-N、氰化物、氟化物、总砷、总铅、总镍、六价铬、总铬、总镉、总银、总铜、总锌等，其中，COD_{Cr}和 NH₃-N 为国家重点控制的水污染物总

量指标,六价铬、总铬、总砷、总铅、总镍、总镉和总银为《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)中的第一类水污染物,有毒有害物质对人体及自然的危害详见第五章。

2、大气污染物方面

半导体产品制造过程中会排放酸性废气、碱性废气、含氟废气、有机废气、有毒废气等,主要污染物有硫酸雾、氯化氢、氟化氢、异丙醇、氨、苯、甲苯、二甲苯、挥发性有机物(VOCs)等,其中有毒有害物质对人体及自然的危害详见第五章。

3.4 现行环保标准存在的主要问题

目前,我国尚无专门针对半导体行业制定的国家污染物排放标准。半导体行业废水排放执行《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)中“一切排污单位”或“其他排污单位”的项目和限值;废气排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)和《恶臭污染物排放标准》(GB 14554-93)等现行国家综合性排放标准。上述标准在我国宏观环境保护管理中发挥了积极作用,但由于其综合性较强,存在对本行业环境问题针对性不强的问题。同时,由于标准制定时间较早,排放限值也偏于宽松,与当前的污染防治技术水平相脱节,已不能满足当前行业的环保要求。

半导体行业作为高新技术产业往往被人误解为是“清洁”的产业,但事实上,半导体生产过程中使用了大量品种繁多的有机物和无机物,并有许多有毒有害物,对环境危害较为严重。如不加以控制,将会产生较大的环境污染。一些半导体产业发达的国家和地区,如美国、德国和台湾等都针对半导体行业制订了相应的排放标准。在大力发展半导体行业的同时,如果忽视其对环境产生的影响,势必将破坏环境质量。

因此,尽快制订半导体行业的污染物排放标准,对于行业的发展和环境保护具有重要意义。利用行业排污标准来管理约束企业的行为,不仅可以防止重蹈“先污染,后治理”的覆辙,有效地保护环境,而且可以督促企业采用国际先进生产技术和治理措施,推行清洁生产技术,提高污染控制水平,达到环境保护和经济发展相互协调、共同发展的目的。

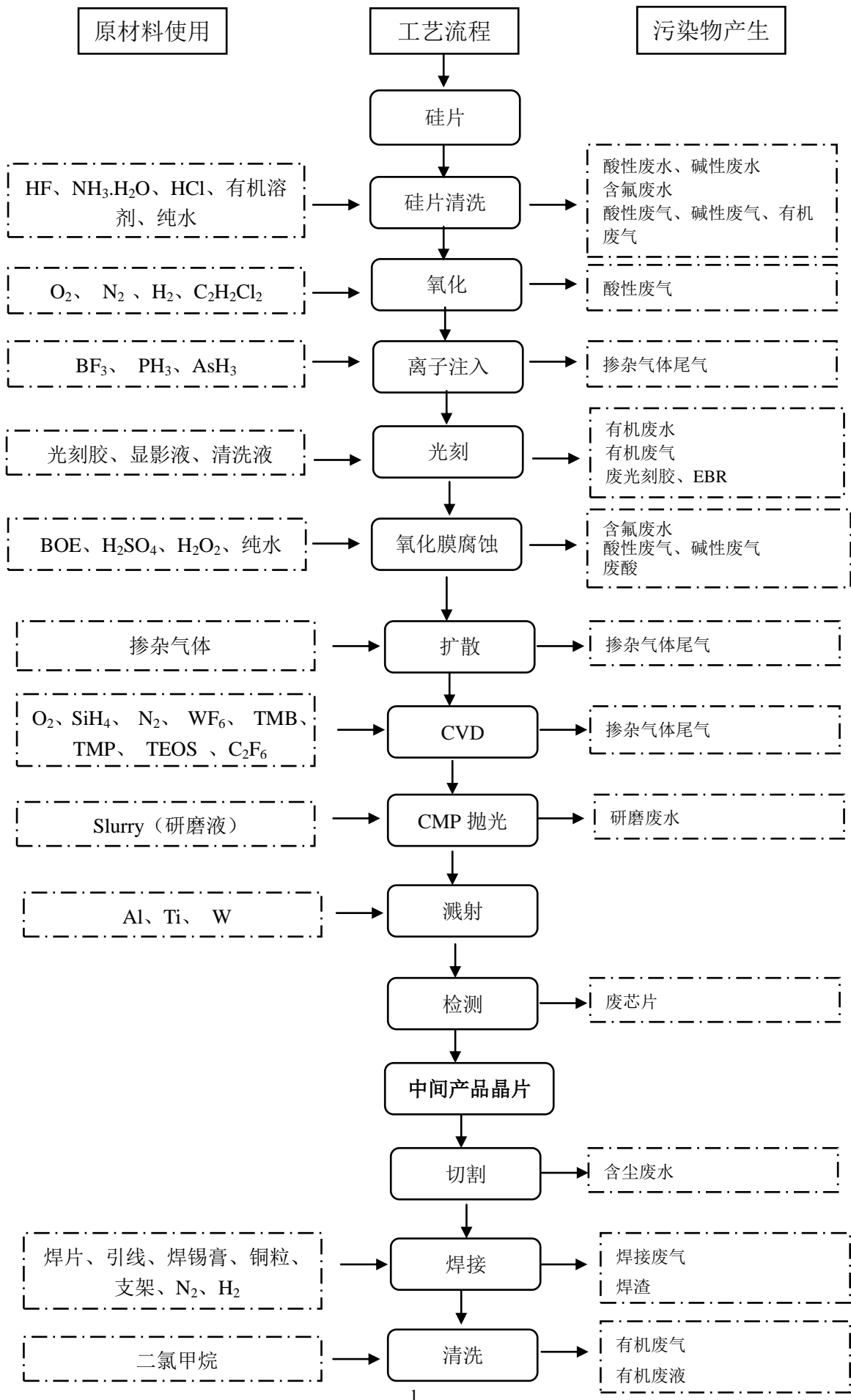
4 行业产排污情况及污染控制技术分析

4.1 行业主要生产工艺及产污分析

半导体器件生产主要包括分立器件、集成电路及其封装工艺。

4.1.1 分立器件

以最常见的二极管为例,完整的分立器件生产流程从原材料硅片开始,中间产品是晶圆片,主要工艺有:氧化、光刻、N型外延、基区扩散、发射区扩散、Al金属化、CVD钝化层、切割、焊接、塑封成型、电镀、检验包装等步骤,从硅片到晶圆片的生产工艺与集成电路相似。



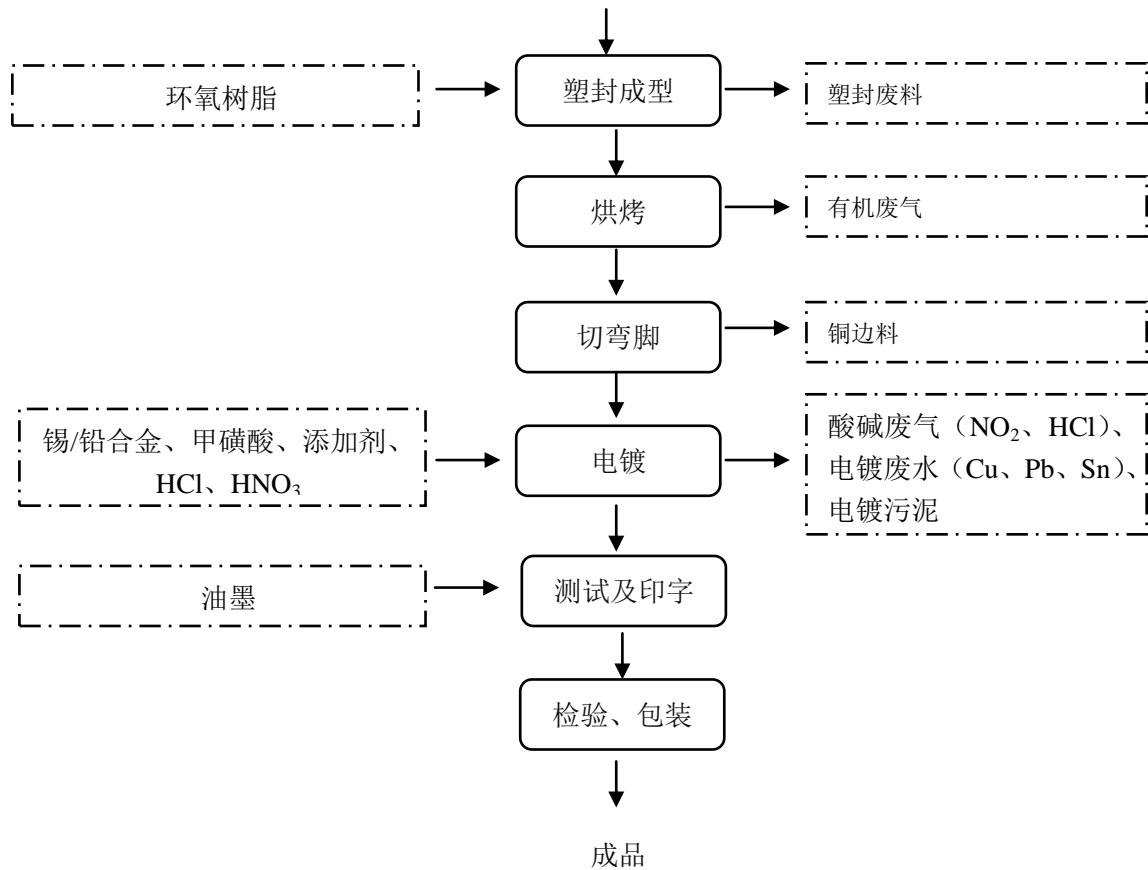


图 4-1 分立器件制造工艺主要生产工序、材料消耗与污染物排放示意图

部分分立器件制造企业使用原材料为外购晶圆片,生产工艺流程为晶圆片经切割、焊接、清洗、塑封成型、烘烤、切弯脚、电镀、检验包装等,与集成电路的封装工艺类似。

4.1.2 集成电路

集成电路制造可大致分为各独立的“单元”,如晶片制造、氧化、掺杂、显影、刻蚀、薄膜等。各单元中又可再分为不同的“操作步骤”,如清洗、光阻涂布、曝光、显影、离子植入、光阻去除、溅镀、化学气相沉积等。上述单元依功能设计不同,视需要重复操作。工艺流程见图 4-2。

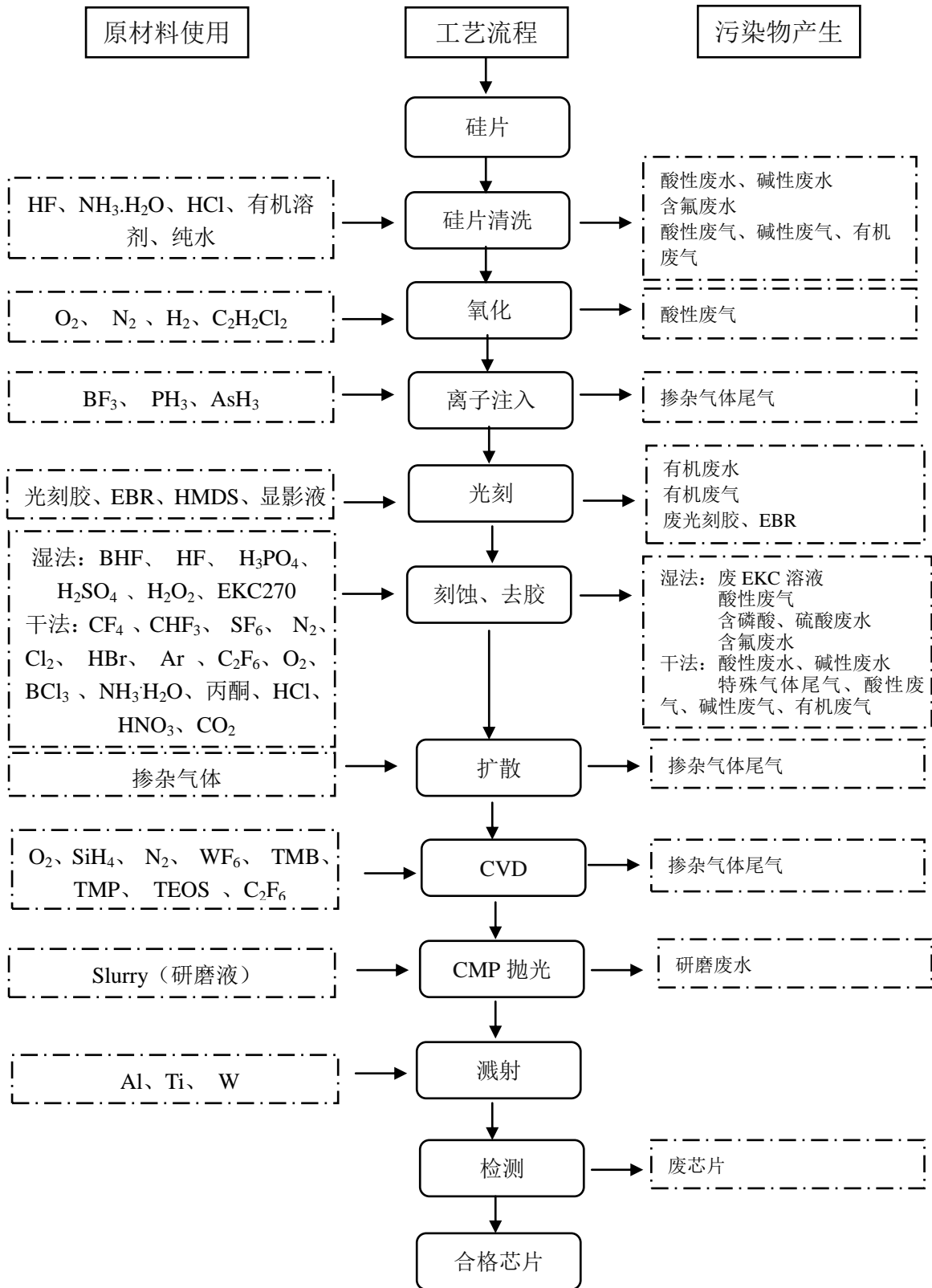


图 4-2 集成电路制造工艺主要生产工序、材料消耗与污染物排放示意图

4.1.3 封装

封装指从晶片上切割单个芯片到最后包装的一系列步骤。晶片在制造工艺后进入封装工艺，流程见图 4-3。

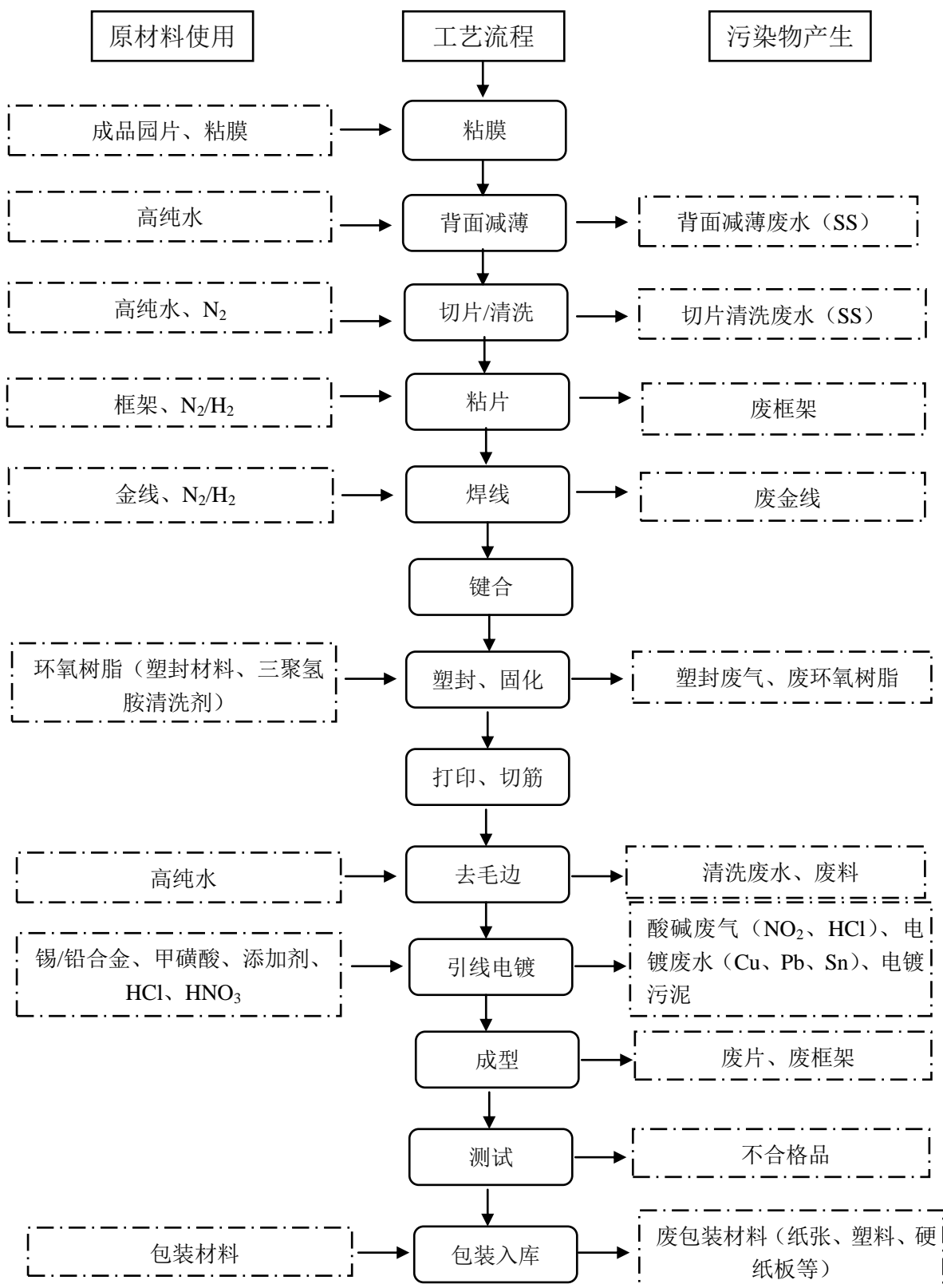


图 4-3 封装主要生产工序、材料消耗与污染物排放示意图

4.1.4 主要产排污染物

(1) 废水产生

半导体制造及封装测试的各个工艺步骤都有大量的废水产生，主要以酸碱废水、含氟废水、有机废水为主。

含氟废水是半导体制造业产生的主要污染废水。氢氟酸由于其氧化性和腐蚀性成为氧化和刻蚀工艺中使用到的主要溶剂，工艺中含氟废水主要来自芯片制造过程中的湿法腐蚀等工序，在对硅片及相关器皿的清洗过程中也多次用到氢氟酸。所有这些过程是在专用的蚀刻槽或清洗设备中完成，因此含氟废水可以做到独立排放。按浓度可将其分为高浓度含氟废水和低浓度含氟废水，一般高浓度的含氟废水出水浓度可达 1000mg/L-1200mg/L。大多数企业对这部分废水进行回收利用。

半导体行业中对芯片的清洗要求很高，在集成电路制造过程中几乎每道工序都要对芯片进行清洗。目前，在集成电路制造过程中，硫酸和双氧水是使用最多的清洗液。同时，还会用到硝酸、盐酸和氨水等酸碱试剂。制造工艺的酸碱废水主要来自芯片制造过程中的清洗工序。在封装工艺中，芯片在电镀和化学分析过程中采用酸碱溶液处理，处理后需要用纯水洗涤，产生酸碱洗涤废水。此外，在纯水站中也会用到氢氧化钠和盐酸等酸碱试剂对阴阳离子树脂进行再生处理，产生酸碱再生废水。酸碱废水洗涤过程中也会产生洗涤尾水。在集成电路制造企业中，酸碱废水呈现水量特别大的现象。

有机废水，由于生产工艺的不同，有机溶剂的使用量对于半导体行业而言具有很大的差距。但是作为清洗剂，有机溶剂仍然广泛使用在制造封装的各个环节上。部分溶剂则成为有机废水排放。

半导体生产过程的刻蚀等工序会大量使用氨水、氟化铵及用高纯水清洗，由此产生高浓度的含氨废水排放。

在半导体封装过程中需要使用电镀工艺。芯片在电镀后要进行清洗，该过程中会产生电镀清洗废水。由于电镀中使用到一些金属，因此电镀清洗废水中会存在金属离子的排放，如铅、锡、镍、锌、铬等。

(2) 废气产生

由于半导体工艺对操作室清洁度要求极高，通常使用风机抽取工艺过程中挥发的各类废气，因此半导体行业废气排放具有排气量大、排放浓度小的特点。废气排放也以挥发为主。表 4-2 给出了不同生产工艺排放的废气组成。这些废气排放主要可以分为四类：酸性气体、碱性气体、有机废气和有毒气体。

表 4-2 生产废气排放源及组成表

废气来源	组成
外延工序	SiH ₄ 、SiHCl ₃ 、SiH ₂ Cl ₂ 、SiCl ₄ 、AsH ₃ 、B ₂ H ₆ 、PH ₃ 、HCl、H ₂
清洗工序	H ₂ SO ₄ 、H ₂ O ₂ 、HNO ₃ 、HCl、HF、H ₃ PO ₄ 、NH ₄ F、NH ₄ OH 等
光刻工序	异丙醇、醋酸丁酯、甲苯、Cl ₂ 、BCl ₃ 、C ₂ F ₆ 、C ₃ F ₈ 、CF ₄ 、SF ₆ 、HF、HCl、NO、C ₃ H ₈ 、HBr、H ₂ S 等
化学机械抛光	NH ₄ OH、NH ₄ Cl、NH ₃ 、KOH、有机酸盐
化学气相沉淀	SiH ₄ 、SiH ₂ Cl ₂ 、SiCl ₄ 、SiF ₄ 、CF ₄ 、B ₂ H ₆ 、PH ₃ 、NF ₃ 、HCl、HF、NH ₃
扩散、离子注入	BF ₃ 、AsH ₃ 、PH ₃ 、H ₂ 、SiH ₄ 、SiH ₂ Cl ₂ 、BBr ₃ 、BCl ₃ 、B ₂ H ₆
金属化工序	SiH ₄ 、BCl ₃ 、AlCl ₃ 、TiCl ₄ 、WF ₆ 、TiF ₄ 、SiF ₄ 、AlF ₃ 、BF ₃ 、SF ₆ 等

酸碱废气主要来自于扩散、CVD、CMP 及刻蚀等工序，这些工序使用酸碱清洗液对晶片进行清洗。目前，在半导体制造工艺中使用最为普遍的清洗溶剂为过氧化氢和硫酸的混合剂。这些工序中产生的废气包括硫酸、氢氟酸、盐酸、硝酸及磷酸等酸性气体，碱性气体主要为氨气。

有机废气主要来源于光刻、显影、刻蚀及扩散等工序，在这些工序中要用有机溶液（如异丙醇）对晶片表面进行清洗，其挥发产生的废气是有机废气的来源之一；同时，在光刻、

刻蚀等过程中使用的光阻剂（光刻胶）中含有易挥发的有机溶剂，如醋酸丁酯等，在晶片处理过程中挥发到大气中，是有机废气产生的又一来源。

有毒废气主要来源于晶体外延、干法刻蚀及 CVD 等工序中，在这些工序中要使用到多种高纯特殊气体对晶片进行处理，如硅烷（SiH₄）、磷烷（PH₃）、四氟化碳（CF₄）、硼烷、三氯化硼等，部分特殊气体具有毒害性、窒息性及腐蚀性。因此，在这些过程中产生有毒废气。

同时，在半导体制造的干蚀刻、化学气相沉积后的清洗过程中，需要大量使用全氟化物（PFCs）气体，如 NF₃、C₂F₆、CF₄、C₃F₈、CHF₃、SF₆ 等，这些全氟化合物由于在红外光区有很强的吸收，而且在大气中长期停留，一般认为是造成全球温室效应主要来源。

与半导体制造工艺相比，半导体封装工艺产生的废气较为简单，主要是酸性气体、环氧树脂及粉尘。酸性废气主要产生于电镀等工艺；烘烤废气则产生于晶粒粘贴、封胶后烘烤过程；划片机在晶片切割过程中，产生含微量矽尘的废气。

4.2 行业排污现状

根据 2015 年江苏省环境统计数据显示，2015 年全省工业废水排放量为 40.7 亿吨，工业废水中 COD_{Cr} 排放量为 17.53 万吨、氨氮排放量为 1.21 万吨、石油类排放量为 1155.3 吨，挥发酚排放量为 44.63 吨，氰化物排放量 11.65 吨。工业废水中重金属砷、铅、镉、汞、总铬、六价铬排放量分别为 0.3 吨、1.17 吨、0.019 吨、0.0025 吨、9.65 吨、3.55 吨。

半导体行业废水排放情况见表 4-3，由表可见，半导体行业废水中 COD_{Cr}、氨氮、氰化物、砷、铅占比分别为 0.67%、0.51%、6.87%、5%、0.51%，废水中有毒有害污染物在工业废水中占比较高。

表 4-3 2015 年半导体行业废水污染物排放情况（单位：吨）

项目	废水	COD _{Cr}	氨氮	石油类	挥发酚	氰化物	砷	铅	镉	汞	总铬	六价铬
全省工业	4073340874	175345.9	12106.5	1155.3	44.63	11.65	0.30	1.17	0.019	0.0025	9.65	3.55
半导体行业	28815743	1174.7	61.22	1.80	0	0.80	0.015	0.006	0	0	0	0
占比 (%)	0.71	0.67	0.51	0.16	0	6.87	5	0.51	0	0	0	0

2015 年全省废气污染物中二氧化硫排放量为 76.38 万吨、氮氧化物排放量为 83.99 万吨、烟（粉）尘排放量为 65.79 万吨、砷排放量为 0.00016 吨、铅排放量为 4.53 吨、镉排放量为 0.0093 吨、汞排放量为 0.0016 吨、总铬排放量为 0.80 吨、六价铬排放量为 0.0058 吨。半导体行业废水排放情况见表 4-4，由表可见，半导体行业废气中二氧化硫、氮氧化物、烟（粉）尘排放量占比分别为 0.00034%、0.0073%、0.0002%，占工业废气污染物排放总量的比率很小。

表 4-4 2015 年半导体行业废气污染物排放情况（单位：吨）

项目	二氧化硫	氮氧化物	烟（粉）尘	砷	铅	镉	汞	总铬	六价铬
全省工业	763789.4	839898.3	657879.9	0.00016	4.53	0.0093	0.0016	0.80	0.0058
半导体行业	2.56	61.07	1.31	0	0	0	0	0	0
占比 (%)	0.00034	0.0073	0.0002	0	0	0	0	0	0

4.3 清洁生产技术分析

半导体器件清洁生产技术可以从原料、工艺和过程控制等方面提高。

(1) 改进原料和能源。首先，应严格材料的纯度，减少杂质和粒子的引入。半导体器件生产中，硅单晶中存在着各种杂质，当一些杂质的含量超过它的掺杂浓度时，在制造过程的各种温度影响下，它们的状态和完整性会不断发生变化，各种点缺陷会进入或离开点阵，呈选择性分布或聚集成团，在外应力作用下形成新的缺陷或发生缺陷增值。应控制对器件影响大的碱金属及重金属等金属杂质元素含量及 C、O 等非金属杂质元素的浓度。其次，对进厂元器件或半成品投入生产前进行各种温度、检漏、振动、高压电冲击等试验。产品或中间生产过程的半成品要按规定及时送检和计量，如利用测试结构对影响成品率的缺陷进行检测和查找，可准确判定影响成品率的有效缺陷，及时采取措施从而提高成品率。再者，严格辅助材料的纯度。如超纯水水质、超纯气体、化学试剂等纯度的及时监测。能源的清洁生产可采用的技术相对较多，例如选用 LiBr 冷机等高效节能设备，调整动力系统参数，如针对排放量最大的酸排气，在确定全部工艺机台排气量的基础上，合理的调整排气管路所需求的流速等参数，使整个管路系统处于最佳的状态，从而达到减少排气和节能的目的。

(2) 优化生产工艺。在电子产品生产工艺中，应选择合适的清洗方式，严格控制水质。超声清洗对于清除不溶性或难溶性焊剂残渣最有效；喷淋清洗适用耐压 30 伏以上的元器件；免清洗技术适用于生产批量大且元器件相同的产品；回收清洗法采用多级浸洗或多级逆流清洗，多用于电镀。产品生产过程中多数需用超纯水清洗工序，而且清洗次数多，被加工件与水直接频繁接触，纯水对器件的成品率极其重要，并随集成度的提高和清洗次数的增多而更加重要。据美国提出的水质指标说明，集成度每提高一代，杂质都要减少 1/2~1/10。水质要求中，降低 COD 是当前和今后的最大难点。因为半导体行业的工艺比较成熟，工艺的清洁生产改进难度较大。由于工艺改进牵涉的面比较多，因此现阶段不会有很大的突破性的工艺的变化。目前，更多的在开展一些局部的工艺改进，包括：1) PFCs 气体的替代和减量，如使用温室效应低的 PFCs 气体代替温室效应高的气体，如改进工艺流程，减少工艺中 PFCs 气体的用量等；2) 多片清洗改进为单片清洗以减少清洗工艺中化学清洗剂的用量。

(3) 严格过程控制。半导体产品精度高，对生产过程和生产环境要求高，企业应尽可能对过程严格控制。为提高成品率，过程控制方面主要采取以下措施：①实现制造工艺自动化，以人工操作为主的操作模式会造成企业在物流操作方面的高出错率。多数电子产品都具有复杂的性能，精度要求高，实现自动化可实现精确加工和批量生产，避免人为因素的影响。②超净工艺环境因素，大概有 5% 以下的成品率损失是由人和环境造成的。超净工艺环境因素主要包括空气洁净度、高纯水、压缩空气、CO₂、N₂、温度、湿度等。洁净厂房的洁净级别常以单位体积的空气中最大允许的颗粒数即粒子计数浓度来衡量。③加强检测，在生产过程中废品产生量大的工位选择适当的关键点进行检测。

4.4 污染控制技术分析

从半导体行业的产污分析可以看到，无论是废气还是废水，整个行业的污染物排放集中在一些特定的因子上，具有一致性。针对这些性质不同的排放因子，使用到的污染控制技术也不尽相同。但值得一提的是，所有使用的处理方式在整个行业具有普遍性，都是相当成熟的控制技术。

4.4.1 废水处理

(1) 酸碱废水

对于酸碱废水处理前的 pH 值一般在 3-11 范围内，时间间歇性强。在排放水体或进行生物处理或化学处理之前，必须进行中和，使废水 pH 值达到 6.5~8.5。但对于工业废水中酸碱

物质浓度高达 3%~5%的废水，应首先考虑其回收。而低浓度的酸碱废水无回收价值，一般进行中和处理。对于酸性废水一般通过酸碱废水相互中和、投药中和与过滤中和等三种方法。对于碱性废水，一般有酸碱废水相互中和、加酸中和与烟道气中和等三种方法。酸性废水的中和利用企业本身产生的酸碱废水混合中和，节省了中和剂的使用，相对处理设备较为简单，易于管理。但是要求酸碱当量平衡，否则仍需加入中和剂进行调解。投药中和法的适应性强且适用于酸性废水中金属离子较多时，投药中和的同时也可去除金属离子。该方法的中和效果好，出水 pH 值可保证达到预定值。存在的问题是管理复杂，产生污泥量大，并且处理费用较高。

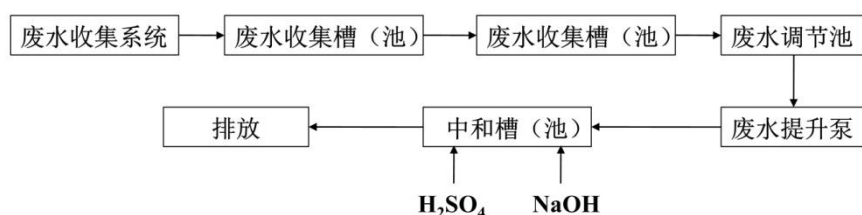
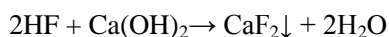


图 4-3 酸碱废水常用处理工艺流程

(2)含氟废水

含氟废水的治理技术主要为化学沉淀法，即投加化学药品形成氟化物沉淀或氟化物被吸附于所形成的沉淀物中而共沉淀，然后分离固体沉淀物即可除去氟化物。在半导体行业中，通常使用一级或二级沉淀，投加 $Ca(OH)_2$ 或 $Ca(OH)_2$ 和 $CaCl_2$ 的混合物产生难溶于水的 CaF_2 沉淀。石灰沉淀的化学反应为：



在钙的化学计量浓度下，氟化钙的理论最大溶解度约为 8mg/L。因此，氟化钙浓度超过此溶解度极限后即产生沉淀物，但其形成的速率较慢。若与石灰接触时间达 24 小时，则氟化物浓度可降至理论极限浓度 8mg/L。石灰沉淀的缺陷是沉淀物的沉降特性较差，若加过量石灰，可进一步降低氟化物浓度，但相应的化学药剂费用增加，同时出水中钙浓度、pH 值和污泥量也将增高。通常，企业会使用 $Ca(OH)_2$ 和 $CaCl_2$ 的混合物用于沉淀处理。加入氯化钙可增加可溶性钙的浓度，但不改变 pH 值。

沉淀后的含氟污泥经过处理可以用于制砖等。

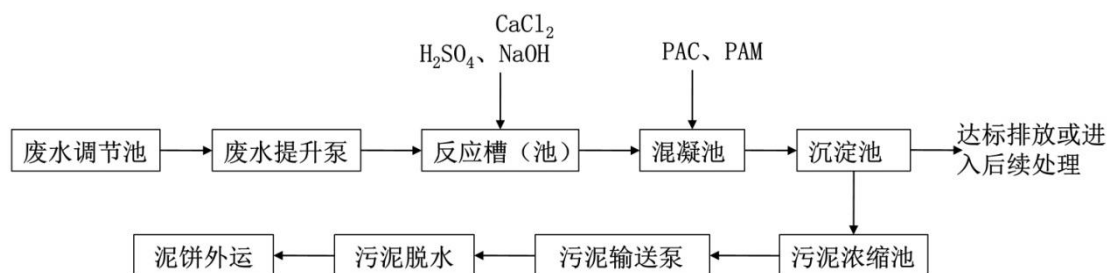


图 4-4 含氟废水常用处理工艺流程

(3)有机废水

依靠物理法、化学法很难处理有机废水，通常采用生化法处理，工艺流程如下：

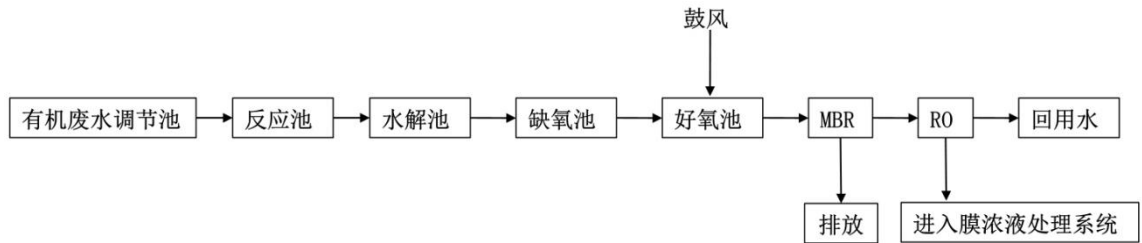


图 4-5 有机废水常用处理工艺流程

(4)金属废水

金属废水的处理主要用化学沉淀法，废水中含有危害性很大的一些重金属和某些类金属（如砷）。其处理需要以下四个过程：

pH 值的调节及沉淀：去除排放废水中的金属离子，将 pH 值调节到 11 或 12 时，大多数金属离子如铜，可以转换成不可溶的金属氢氧化物。不溶解的金属沉淀可以从溶液中去掉。

凝结反应：pH 值调节后，在溶液中加入负离子聚合物形成金属氢氧化物凝结。凝结后废水分层。

沉淀：通过沉淀，将废水中的沉淀物从废水中分离出来。

中和：在排放前在金属废水中加入酸进行中和。

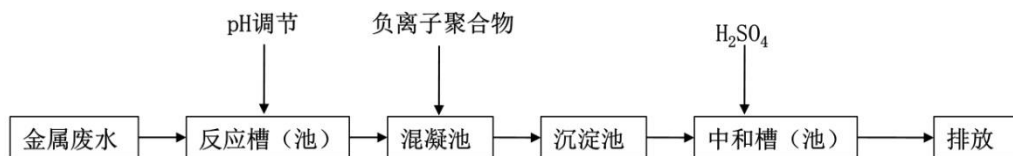


图 4-6 金属废水常用处理工艺流程

4.4.2 废气处理

(1)酸性气体处理

目前，半导体行业中对酸性气体的处理一般都采用湿式洗涤塔技术。使用 5-10% 的氢氧化钠或水作为吸收剂，通过吸收剂与废气接触发生物理（溶解）或化学（中和）反应，去除废气中的酸性物质。

湿式洗涤塔可处理废气中的粒状物，同时也可去除废气中所含的气态污染物。其基本原理是利用气体与液体间的接触，把气体中的污染物传送到液体中，然后再将清洁的气体与被污染的液体分离，达到清洁气体的目的。气流中的粒状污染物与水或洗涤液接触后，液滴或液膜扩散附着在排气中的粒子上，或者增湿于粒子，使粒子凝集变大，借重力、惯性力、热力及静电力等作用，达到分离去除的目的；气态污染物则借紊流、分子扩散等质量传送，以及化学反应等现象传送入液体，达到与进流气体分离的目的。

湿式洗涤塔的优点在于：a) 湿式法处理废气时包含冷却、增湿、集尘及吸收等作用，不但能去除气流中夹带的粒状物，同时也可吸收去除气态的空气污染物；b) 对某些气态污染物而言，利用湿式吸收处理，可以生产或回收有用的化学物质；c) 对于污染物的突增负荷，可调整水量，继续维持高效率操作。当然，该处理技术也存在自身的缺点：a) 此法将空气污染转换为水污染问题，所使用的吸收液可再利用或者需处理后才能排放，必须增加固液分离设备；b) 具有腐蚀性气体或吸收液，常使材料选择及保养工作，较干式法更为严格；c) 不易润湿的粒状物，以及不希望水湿的有价回收物质等，不适用湿式处理法；d) 用

水量大，增加操作成本。此外，经处理后的排气，由于受到冷却，以致降低浮力，减少上升高度，必要时须除湿、再加热后方排出。一般在设计洗涤塔时必须考虑下列几个部分：a) 尺寸；b) 喷嘴的选择及液体的分布；c) 对热气体的预先饱和装置；d) 建造材料；e) 检测仪器等。湿式洗涤塔的处理效率取决于污染物的溶解能力、使用的吸收剂的类型、洗涤塔的物理构造和媒介接触面。据美国 EPA 调查报告，湿式洗涤塔的处理效率可达 90% 以上。

(2)碱性气体处理

与处理酸性气体一样，半导体行业中也使用湿式洗涤塔处理工艺产生的碱性气体，通常用 H_2SO_4 或水作为吸收剂。其原理与用湿式洗涤塔处理酸性气体一致。

(3)有机废气处理

半导体行业中使用的清洗剂、显影剂、光刻胶、蚀刻液等溶剂中含有大量有机物成分。在工艺过程中，这些有机溶剂大部分通过挥发成为废气排放。目前，针对这种气体排放，一般采用吸附、焚烧或两者相结合的处理方法。

吸附是利用多孔性固体吸附剂处理混合气体，使其中所含的一种或多种组分吸附于固体表面上，达到分离的目的。吸附剂选择性高，能分开其他过程难以分开的混合物，有效地清除（或回收）浓度很低的有害物质，净化效率高，设备简单，操作方便，且能实现自动控制。但固体吸附剂的吸附容量小，需要大量的吸附剂，设备庞大，且吸附后吸附剂需要再生处理，是吸附处理的主要缺点。半导体生产场所挥发出来的有机废气通过局部排风罩收集，经管道送至吸附净化系统。一般采用活性炭作为吸附剂。因为活性炭是非极性吸附剂，对废气中水蒸气的灵敏度不高，且价格便宜。

焚烧的方法也广泛用于半导体行业处理各种有机废气，通过热氧化将有机物转化为 CO_2 和水。同时，焚烧对处理稳定流量和浓度的废气也是一种很好的方法。在热氧化中，有机废气流经过加热，气相中的有机物被氧化。为节省燃料使用，通常还使用热交换器，回收焚烧产生的热量对进口气体进行预热。对于处理大流量、低浓度的气体，通常都要采用这种方法。由于半导体行业废气焚烧会产生 SiO_2 ，且 SiO_2 会使催化剂钝化，因此半导体行业中很少采用接触氧化的方法。

一些半导体生产厂也使用旋转浓缩系统富集有机废气，如沸石浓缩转轮。因为半导体工艺过程中有机废气具有排放流量大（通常大于 $11039 \text{ m}^3/\text{小时}$ ）和浓度低（通常小于 25 ppmv ）的特点，使用其它的处理技术难以达到令人满意的处理效率。沸石浓缩转轮使用内带吸收物质的旋转轮，其中的吸收物质部分暴露于废气流中。转轮吸收废气中的挥发性污染物，并使用蒸汽或热将其脱附。脱附的气流中富集了较高浓度的挥发物，这种低流量、高浓度的气流能很好地被氧化。旋转浓缩系统用于半导体行业的一个缺点是它对甲醇亲和力较差，去除率仅为 40-60%。

(4)有毒气体

半导体行业中通常会使用到硅烷、磷烷、砷烷等无机物，这些物质在使用过程中也会挥发成为废气排放。这些废气所含的物质往往毒性很大，且易燃。通常，对这种特殊气体要求进行处理“源头处理”（POU），即在使用这种气体的设备处装有控制系统，以去除这些物质，避免其进入主要排气管。一般而言，现在的工艺设备都自带这种 POU 控制系统（特别是当 POU 系统出现问题时，工艺设备也会停止工作）。使用 POU 控制系统的最大优点是可以在这些特殊气体进入真空泵前对它进行处理，从而大大减少了暴露于有害物质的可能。

有毒气体经过 POU 处理后，一般会进入湿式洗涤塔进行再处理，从而保证最终排放不对环境和人体造成危害。

5 行业排放有毒有害污染物环境影响分析

早期人们一直对于半导体行业存在清洁、环保的印象，事实上，半导体行业生产过程中使用了大量有机、无机物和许多有毒有害物，可能排放的有毒有害污染物有镉、铬和六价铬、砷、铅、镍、银等，均为《污水综合排放标准》中的“第一类污染物”，废气中也含有各种有机废气，对环境危害较为严重。如不加以控制，将会产生较大的环境污染。按照《重金属污染综合防治“十二五”规划》，第一类重点防控对象有：铅、汞、镉、铬和金属砷等，第二类重点防控对象有：铊、锰、铋、镍、锌、锡、铜、钼等，其中铅、镉、铬及六价铬、砷、镍、银、铜也为半导体行业的特征污染物。

5.1 铅

铅及其化合物都有毒性，因铅化合物在液体中的溶解度、铅化合物颗粒的大小、化合物的形态不同而毒性不同。铅对人体很多系统都有毒性作用，主要经呼吸道侵入人体或污染食物及水之后再经消化系统侵入人体。侵入人体的铅蓄积于骨髓、肝、脾、大脑及骨骼中，以后慢慢释放，进入血液，积存在软组织中，产生毒性作用。慢性中毒的症状是在齿龈边缘与齿龈中间出现蓝灰色或黑色的连续点（铅线）。急性铅中毒突出的症状是腹绞痛、肝炎、高血压、周围神经炎、中毒性脑炎及贫血，慢性中毒常见的症状是神经衰弱症。铅中毒引起血液系统的症状，主要是贫血和铅溶。

5.2 镉

镉类化合物毒性很大，与其他金属（如铜、锌）的协同作用可增加其毒性，对水生物、微生物、农作物都有毒害作用。镉是很强的积累性毒物，玉米、蔬菜、小麦等对其具有富集性，人体组织也对其具有积聚作用。镉进入人体后，主要累积于肝、肾等器官，引起骨节变形、神经痛、分泌失调等症状。水体中镉浓度为0.01mg/L~0.02mg/L时，对鱼类产生毒性影响；浓度为0.1mg/L时，可破坏水体自净能力。众所周知的“骨痛病”首先发生在日本的富山省通川流域，这是一种典型的镉公害病。原因是镉慢性中毒，导致镉代替了骨骼中的钙而使骨质变软，患者长期卧床，营养不良，最后发生并发性肾功能衰竭和感染等并发症而死亡。镉及其化合物经食物、水和空气进入人体后产生毒害作用。早期表现为咽痛、咳嗽、胸闷、气短、头晕、恶心、全身酸痛、无力、发热等，严重时可出现中毒性肺水肿或化学性肺炎，中毒者高度呼吸困难，咯大量泡沫血色痰，因急性呼吸衰竭而危及生命。

5.3 铬

铬类化合物可以通过消化道、呼吸道、皮肤和粘膜侵入人体，主要积聚在肝、肾、内分泌系统和肺部。毒理作用是影响体内物质氧化、还原和水解过程，与核酸、核蛋白结合影响组织中的磷含量。铬类化合物具有致癌作用。铬类化合物以蒸汽和粉尘的方式进入人体组织中，代谢和被清除的速度缓慢，会引起鼻中隔穿孔、肠胃疾患、白血球下降、类似哮喘的肺部病变。皮肤接触铬化合物可引起愈合极慢的“铬疮”。水中的铬可在鱼的骨骼中积累，此时 Cr^{3+} 比 Cr^{6+} 的毒性还大，浓度为3.0mg/L即对淡水鱼有致死作用，浓度为0.01mg/L可使一些水生生物致死，使水体的自净作用受到抑制。

5.4 砷

砷外观为银灰色发亮的块状固体，质硬而脆，不溶于水、碱液、多数有机溶剂，溶于硝酸、热碱液，常态下性质稳定。元素形态的砷，因其不溶于水，因此几乎没有毒性。有毒性的主要是砷的化合物，如三氧化二砷即砒霜。砷进入人体内被吸收后，破坏细胞的氧化还原能力，影响细胞正常代谢，引起组织损害和机体障碍，可直接引起中毒死亡。常人服入三氧化二砷0.01g~0.05g，即可中毒，出现中毒症状；服入0.06g~0.2g，即可致死；在含砷化氢为1mg/m³的空气中，呼吸5~10分钟，可发生致命性中毒。

5.5 镍

镍是人体必须微量元素之一。镍及其化合物虽然毒性较低，但误服镍盐量较大时，则可产生急性胃肠道刺激现象，发生呕吐、腹泻。镍进入人体后主要存在于脊髓、脑、肺和心脏。金属镍粉及镍化合物有可能在动物身上引起肿瘤，导致肺部逐渐硬化。镍及其化合物对人体皮肤粘膜和呼吸道有刺激作用，可引起皮炎和气管炎，甚至发生肺炎。通过动物实验和人群观察已证明：镍具有累积作用，在肾、脾、肝中积存最多，可诱发鼻咽癌和肺癌。

5.6 铜

铜为人体内多种重要酶系的组成成分，能够促进铁的吸收和利用，能够维持中枢神经系统的功能。缺铜时人体内各种血管与骨骼的脆性增加、脑组织萎缩，还可以引起白癜风及少白头等黑色素丢失症。但过多的铜进入人体内可导致恶心、呕吐、上腹疼痛、急性溶血和肾小管变形等中毒现象。可溶性铜盐都有毒，主要因为铜离子能使蛋白质变性，失去生理活性。

5.7 氟化物

在氟化物中，氟化氢的水溶物——氢氟酸毒性最大。长期饮用含氟高于1.5mg/L的水会引起氟中毒。氟化物对人体的危害，主要是骨骼受损害，临床表现为上、下肢长骨疼痛，严重者发生骨质疏松、骨质增殖或变形，并发生原发性骨折；其次，氟化物能损害皮肤，使皮肤发痒、疼痛、引发湿疹及各种皮炎，此外，对生殖系统、中枢神经有损害。

5.8 硫酸雾

硫酸雾对人体的危害可分为急性中毒和慢性损害两个方面。硫酸雾对人体的长期影响表现为鼻粘膜萎缩伴有嗅觉减退或消失，慢性支气管炎和牙齿酸蚀症等。长期接触高浓度硫酸雾的工人，可发生支气管扩张、肺气肿、肺硬化，出现胸痛、胸闷、气喘等症状。

5.9 苯系物

苯及衍生物的总称，其中，苯、甲苯、乙苯、二甲苯四类为其中的代表性物质。苯系物对区域特别是城市大气环境具有严重的负面影响。由于多数苯系物（如苯、甲苯等）具有较强的挥发性，在常温条件下很容易挥发到气体当中形成挥发性有机气体，会造成 VOCs 气体

污染。苯系物在大气中光化学反应活性较高，对大气中光氧化剂（如臭氧和过氧乙酰基硝酸酯等）和二次有机气溶胶的形成有相当作用。许多苯系物对生物体具有毒性，对人类健康能够产生直接危害，具有神经毒性（引起神经衰弱、头痛、失眠、眩晕、下肢疲惫等症状）和遗传毒性（破坏 DNA），长期接触可以导致人体患上贫血症和白血病。

5.10 砷化氢

砷化氢（化学式： AsH_3 ），又称砷化三氢、砷烷、胂。是最简单的砷化合物，无色、剧毒、可燃气体。为强烈溶血毒物，红细胞溶解后的产物可堵塞肾小管，引起急性肾功衰竭。长期在低浓度环境中作业主要表现为头痛、乏力、恶心、呕吐，较重者可有多发性神经炎，常伴有贫血。

5.11 磷化氢

磷化氢（化学式： PH_3 ），又名磷，磷化氢是一种无色、剧毒、易燃的储存于钢瓶内的液化压缩气体。其存储压力为其蒸汽压 522psig（70°F），该气体比空气重并有类似臭鱼的味道。如果遇到含有其它磷的氢化物如乙磷化氢，会引起自燃。吸入磷化氢会对心脏、呼吸系统、肾、肠胃、神经系统和肝脏造成影响。进入磷化氢浓度超标的区域要配戴自给式呼吸器（SCBA）和全身防火服。进入含有可燃气体区域的人员要意识到极严重的火灾和爆炸危险。重复暴露在低浓度磷化氢中的症状包括支气管炎、厌食、神经系统问题，以及类似于急性中毒的症状如：黄疸、肝脏及心脏功能紊乱、肾发炎。慢性暴露还会造成骨骼的变化。

6 标准主要技术内容

6.1 标准的适用范围

分立器件和集成电路是半导体产业的两大分支。根据我国《国民经济行业分类》（GB/T 4754-2017），397 为“电子器件制造”行业，其中 3972 为“半导体分立器件制造”，3973 为“集成电路制造”，在《电子信息产业行业分类标准》中，“J 电子器件工业行业”中 J4052 为“半导体分立器件制造”、J4053 为“集成电路制造”，“半导体分立器件制造”包括半导体二极管、半导体三极管、特种器件、电力半导体器件等，“集成电路制造”指单片集成电路、混合式集成电路和组装好的模压组件、微型组件或类似组件的制造。考虑到工艺的相近性，本标准的适用范围为所有半导体制造及封装测试企业，包括分立器件和集成电路的制造和封装。

表6-1 标准适用范围和行业分类

本标准适用范围	国民经济行业分类	电子信息产业行业分类
<ul style="list-style-type: none"> ● 分立器件的制造和封装 ● 集成电路的制造和封装 	<ul style="list-style-type: none"> ● 3972半导体分立器件制造 ● 3973集成电路制造 	<ul style="list-style-type: none"> ● J4052半导体分立器件制造 ● J4053为集成电路制造

6.2 标准框架结构

本标准的主要章节为：适用范围、规范性引用文件、术语和定义、污染物排放控制要求、污染物监测要求和实施与监督。其中污染物排放控制要求是标准的主体部分，提出了废水和废气的控制要求。本标准对现有企业给予一定的整改期，整改期间仍执行现行排放标准，整改后现有企业执行本标准的排放限值。本标准规定的限值均以日均值（24小时平均值）计。

建议新建企业执行本标准中水和大气污染物排放浓度限值。考虑到现有企业整改需一定时间，建议现有企业于2021年7月1日前水污染物排放执行《污水综合排放标准》（GB 8978-1996），大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）；自2021年7月1日起执行本标准中水和大气污染物排放浓度限值。

在国土开发密度高、环境承载能力开始减弱，或水环境容量较小、生态环境脆弱，容易发生严重水环境污染问题而需要采取特别保护措施地区的企业，根据生态环境保护工作要求，执行水污染物特别排放限值。执行水污染物特别排放限值的地域范围、时间，由省级环境保护主管部门或设区市人民政府规定。

根据江苏省环保厅《关于执行大气污染物特别排放限值的通告》（2018年7月20日），江苏省13个设区市全部行政区域全面执行大气污染物特别排放限值，因此本标准中的大气部分标准值不分级。

6.3 污染物项目的选择

本标准中排放因子的选择遵循如下原则：

- 属于行业特征污染因子；
- 排放量大、需要进行控制；
- 毒性大、危害严重；
- 有测试手段或监测技术支持；
- 有污染控制技术。

本标准废水排放部分根据污染物对人体及生物的危害程度、在水中降解的难易程度设置两类污染物。一类污染物为对人体及生物危害较大的重金属和类金属物质。根据半导体行业，特别是封装工艺中多使用电镀的实际工艺情况，本标准选取铅、镍、银、铬、镉作为一类控制因子。同时，由于半导体行业生产工艺中会使用砷化物，且砷的毒性较大，也将其列为一类污染物。二类污染物排放因子主要是常规因子及毒性较小的行业特征因子。其中常规因子包括：pH值、总悬浮物（SS）、化学需氧量（COD_{Cr}）、氨氮（NH₃-N）、总氮、总磷、石油类等。此外，第二类污染物中还选择了几项半导体行业中主要的特征排放因子，包括氟化物、总铜、硫化物和氰化物等。HF作为半导体行业，特别是集成电路制造业中普遍使用的氧化剂、清洗剂，用量很大。同时，由于行业中还使用到了其他含氟的化合物，由此产生的氟化物污染不容忽视，是半导体行业最主要的特征污染物。其次由于半导体生产技术的进步和行业发展的要求，较为先进的铜工艺正在逐渐成为集成电路制造业的主流，随之而来的铜排放势必对环境造成一定的影响，因此将总铜作为二类污染物纳入本标准。硫化物、氰化物的选择则是针对半导体生产过程中涉及到电镀工艺，而该类污染物的毒性相对较小，因此作为二类污染物进行控制。LAS是综合排放标准中普遍控制的目标污染物，在半导体行业中，主要产生于各种清洗工序，LAS很难通过其他污染物的协同处理来进行削减，必须单独控制。总有机碳（TOC）是水中有机物所含碳总量，为加强废水中有机污染物的控制，设定此项标准。

半导体行业主要排放废气为酸性废气、碱性废气、有机废气和有毒废气。其中酸性废气包括 H_2SO_4 、 HCl 、 HF 、 NO_x 等。由于半导体制造中广泛用到以上酸性物质，其排放量也相对较大，因此选为酸性废气的排放因子。碱性气体排放因子为 NH_3 。有机废气的排放因子选择非甲烷总烃。半导体行业中使用到大量易挥发的有机物，在工艺过程中经排风机成为有机气体排放。这部分废气除烃类有机物外，还包括芳香族、酮类、醛类等有机物。本标准采用非甲烷总烃和TVOC同时作为考量有机物的排放因子。除以上无机和有机气体外，半导体行业中还普遍使用到了 AsH_3 、 PH_3 等气体，这些气体具有较高的毒性，对人体健康危害很大，本标准将其作为控制因子。

半导体行业用到的有机溶剂种类较多，且成分比较复杂，其中包括脂肪族、芬芳族、醛类、酮类、酯类、醚类、氯代烃类等。参考美国 EPA 提供的 TTO（有毒有机物）的概念，半导体行业中使用到的有毒有机物应有以下 29 种。

表6-2 半导体行业适用的有机物清单

1,2,4-三氯苯	1,2-二苯基联氨	四氯乙烯
1,3-二氯苯	邻苯二甲酸丁苄酯	三氯乙烯
乙苯	2,4,6-三氯苯酚	2,4-二氯苯酚
二氯甲烷	1,2-二氯乙烷	五氯酚
2-硝基苯酚	二氯溴甲烷	蒽
邻苯二甲酸二辛酯	1,2-二氯苯	异苯乙酮
甲苯	1,4-二氯苯	1,1-二氯乙烯
2-氯（苯）酚	1,1,1-三氯乙烷	四氯化碳
4-硝基[苯]酚	萘	1,1,2-三氯乙烷
邻苯二甲酸（二）正丁酯	苯酚	

这些污染物种类多，在监测上可能存在一定困难，作为排放因子全部纳入本标准会降低标准的实际可操作性，不利于标准的实施，因此选取非甲烷总烃和 TVOC 作为 VOCs 控制因子，同时将半导体行业使用量较大、且毒性较强的三氯乙烯、苯、甲苯、二甲苯、甲醛作为单独控制因子。

6.4 污染物排放限值的确定及制定依据

6.4.1 水污染物排放限值的确定及制定依据

6.4.1.1 水污染物排放限值的确定原则

本标准设置第一类污染物设置排放限值和特别排放限值，第二类污染物设置排放限值、特别排放限值和间接排放限值。

a) 直接排放限值

本标准第一类污染物和第二类污染物直接排放限值均等于或略严于国家电子工业水污染物排放标准（二次征求意见稿）体系中直接排放限值要求。

b) 特别排放限值

本标准第一类污染物和二类污染物的特别排放限值国家电子工业水污染物排放标准体系基本保持一致。

c) 间接排放限值

间接排放限值的确定原则：①对公共污水处理系统难以消除的第一类污染物，采用与直

接排放统一的限值,并在车间或生产设施排放口监控。②对于行业特征性较强氟化物、总铜、总锌、硫化物和总氰化物五类污染物,虽然属于第二类污染物,但公共污水处理系统也较难消除,其间接排放限值等于或略大于直接排放限值。③其他第二类污染物的排放限值与国家国家电子工业水污染物排放标准体系中特别排放限值中的间接排放保持一致。

6.4.1.2 水污染物排放限值制定依据

a) pH

酸、碱是工业生产的基础原料,在半导体制造及电镀工艺中的酸洗、碱洗过程都会产生一定量的酸性、碱性废水,如果不经过处理就排入水体对自然环境会造成不同程度的污染和危害。

根据实验结果表明pH值6.5-9.0对淡水鱼类的生存起到保护作用,对人体的极限值为5.0-9.0。本标准中pH值的选取沿用GB 8978-1996中的标准值6-9。

b) 氟化物

半导体行业生产排放的工业废水中含有大量氟化物,是最主要的特征排放因子。目前在半导体行业中较为常用的是石灰加氯化钙沉淀法,氯化钙的加入可以在不改变pH值的同时增加钙离子的浓度,经该方法处理后的氟化物浓度为12mg/L。沉淀法的处理效率较高,技术成熟,但要求加药量较大,会产生大量的污泥,一方面提高了污染治理的成本,另一方面将会导致污染转移。根据资料显示,氟化物去除率达到98%时化学计量比的钙用量约为140%,而此后的氟化物增加1%的去除率,便需要增加进20%计量比的钙。

半导体企业通常对含氟废水设有专门的收集和处理系统,经沉淀处理后的含氟废水浓度通常大于10mg/L,但与其它废水混合后,最终排放浓度能达到10mg/L以下。编制组取得了部分半导体企业氟化物处理实际情况,企业废水排放口处氟化物排放的范围在0.79~18.8mg/L之间。不同国家和地区对氟化物制订了不同的排放标准。

表6-3 国内外相关标准对氟化物限值的规定比较

标准	美国	台湾	日本	GB 8978-96
氟化物(mg/L)	17.4 (30天平均值)	15	8 (海域 15)	10

本标准综合企业实际排放情况和国内外各排放标准后,直接排放采用GB 8978-96 二级排放标准10mg/L,特别排放限值标准为8mg/L。

c) COD_{Cr}

编制组对不同企业进行了调查,企业废水排放口处COD_{Cr}的范围在13.2~318mg/L之间。

本标准规定:COD_{Cr}的直接排放浓度限值为60mg/L,特别排放限值为50mg/L,间接排放浓度限值为300mg/L。

COD_{Cr}去除一般采用物化与生化相结合的方法,如生物接触氧化法、SBR法、MBR法等可以达到本标准规定的限值。

d) 悬浮物(SS)

编制组对不同企业进行了调查,企业废水排放口处悬浮物(SS)的范围在4~160mg/L之间。

悬浮物在条件适宜时可以沉淀。在处理废水时常用简单的沉淀方法从废水中除去悬浮颗粒。美国EPA制定的行业标准在BAT技术下悬浮物浓度日最大值为60mg/L,30天平均值24mg/L。

水中悬浮物治理技术非常成熟,有“混凝→反应→沉淀→过滤法”、“气浮法、离心分离法”等。本行业大都采用“混凝→反应→沉淀→过滤法”。

本标准综合企业实际排放情况和国内外各排放标准后规定:悬浮物的直接排放浓度限值为50mg/L,特别排放限值为20mg/L,间接排放浓度限值为250mg/L。

e) 硫化物

由于在半导体行业中使用的电镀工艺会存在硫化物的排放，本标准将其纳入控制因子。企业废水排放口处硫化物排放的范围在0.01mg/L~2.0mg/L 之间。德国标准和上海标准DB31/374-2006标准值均为1mg/L，DB31/374-2006规定特殊保护水域标准为0.5，本标准参照上海标准DB31/374-2006，直接排放浓度限值为1mg/L，特别排放限值为1mg/L，间接排放浓度限值为1mg/L。

采用化学沉淀法、生化氧化法可以达到本标准规定的限值。

f) 氨氮 (NH₃-N) 与总氮

半导体行业使用氨水作为清洗剂，废水中氨氮是主要的氮存在形态。总氮主要包括氨氮、硝酸盐氮、有机氮等，硝酸盐氮主要来自硝酸，有机氮主要来自有机试剂。

编制组对不同企业进行了调查，企业废水排放口处氨氮 (NH₃-N) 的范围在1.16~42.3mg/L 之间。

半导体器件行业在生产过程中会使用氨水作为清洗剂，总进口浓度较高，会产生高浓度的含氮废水，一般存在这种问题的企业，会增加针对含氮废水处理的工艺，如吹脱法等，然后再进入企业的污水治理设施。

考虑到氨氮是这个行业的特征污染物，对直接排放浓度标准限值定为10mg/L，特别排放限值为8mg/L。间接排放考虑有后端污水处理厂，以不影响污水处理厂处理工艺考虑，参考一般污水处理厂设计进水要求，制定氨氮的间接排放限值为20mg/L。总氮的标准限值为氨氮限值的1.5倍。

g) 总磷

编制组对不同企业进行了调查，企业废水排放口处总磷的范围在0.02~4.63mg/L 之间。

综合企业实际排放情况和国内外各排放标准，本标准规定总磷直接排放浓度限值为1.0 mg/L，特别排放限值为0.5 mg/L，间接排放限值为3.0mg/L。

含磷废水的处理方法很多，工程应用较多的有化学沉淀法、生物脱磷法等。化学沉淀法中可以根据原水水质情况，投加铁盐、铝盐、石灰等，通过混凝、沉淀，进而除去磷，一般出水磷含量达到0.5mg/L 以下；生物脱磷以A/O、A²/O、SBR 等为主，处理效果良好，一般出水磷含量可达1.0mg/L 以下。

h) 总氰化物 (按CN-计)

由于氰化物具有剧毒，各国标准中都有较严格的要求。目前，仍有部分分立器件企业使用含氰电镀，而含氰电镀已被列入国家淘汰工艺设备名单。上海标准DB31/374-2006采用德国的标准值0.2mg/L，本标准参照上海标准DB31/374-2006标准值，规定总氰化物 (按CN-计) 直接排放浓度限值和特别排放限值为0.2mg/L，间接排放限值为0.2 mg/L。

i) 总铜 (按Cu计)

编制组对不同企业进行了调查，企业废水排放口处总铜 (按Cu计) 的范围在0.004~0.271mg/L 之间。

铜工艺由于其性能佳、成本低等各方面的优势，成为下一代集成电路发展的方向。综合企业实际排放情况和国内外各排放标准，本标准规定总铜的直接排放浓度限值、特别排放限值和间接排放浓度限值均为0.3mg/L。

含铜废水通常采用混凝沉淀法、离子交换法等进行处理可以达到本标准规定的限值。

j) 石油类

半导体行业石油类污染物主要来自清洗工段，编制组对不同企业进行了调查，企业废水排放口处总锌的范围在ND~0.73mg/L 之间。

台湾晶元制造及半导体制造业放流水标准 (环署水字第1010090478号令，2011年) 规定石油类排放浓度限值为10mg/L。

结合企业实际排放情况，参照相关行业标准，本标准规定石油类的直接排放浓度限值为

3.0 mg/L，特别排放限值为1.0 mg/L，间接排放浓度限值为5.0 mg/L。

采用混凝沉淀、气浮法等技术处理后能够达到本标准要求。

k) 总有机碳 (TOC)

总有机碳 (TOC) 为水体中溶解性和悬浮性有机物含碳的总量，用来评价水体有机物污染程度，比BOD₅或COD更能直接表示有机物的总量。对于一种稳定排放的废水，TOC浓度和COD浓度具有良好的线性关系。

上海市《半导体行业污染物排放标准》(DB31/374-2006) 规定TOC特殊排放限值为18 mg/L，一级排放限值为20 mg/L，二级排放限值为30 mg/L。

本标准参照上海标准，TOC排放浓度限值按COD排放浓度限值的30%左右规定：直接排放浓度限值为20 mg/L，特别排放限值为15 mg/L，间接排放浓度限值为90 mg/L。

l) 阴离子表面活性剂 (LAS)

阴离子表面活性剂 (LAS) 主要来自清洗工段和废水絮凝沉淀，是综合排放标准中普遍控制的目标污染物。LAS很难通过其他污染物的协同处理进行削减，因此需要单独控制。

台湾晶元制造及半导体制造业放流水标准 (环署水字第1010090478号令，2011年) 规定LAS排放浓度限值为10mg/L。

结合相关行业排放标准，参照国家电子行业污染物排放标准，本标准规定：直接排放浓度限值为1.0 mg/L，特别排放限值为0.5 mg/L，间接排放浓度限值为1.0 mg/L。

采用混凝沉淀、吸附法、催化氧化法等可以达到标准规定限制。

m) 一类污染物

半导体行业，特别是封装工艺中多会用到电镀工艺，由此产生各种金属离子排放。本标准中选取排放较为集中的镉、铬、六价铬、砷、铅、镍和银作为控制因子。表6-4中将本标准中各排放因子的标准值与国内外各排放标准进行了对比，同时给出了企业提供的部分数据。

表6-4 国内外相关标准及部分企业监测数据 (单位: mg/L)

污染因子	本标准		企业监测数据	德国行业标准	上海标准DB31/374-2006	
	排放限值	特别排放限值			A标准	B标准
总镉 (按Cd计)	0.05	0.01	ND	-	0.01	0.1
总铬 (按Cr计)	0.5	0.5	-	0.5	0.5	0.15
六价铬 (按Cr ⁶⁺ 计)	0.1	0.1	-	0.1	0.1	0.05
总砷 (按As计)	0.2	0.1	ND~0.008	-	0.2(砷化镓工艺0.3)	0.05
总铅 (按Pb计)	0.2	0.1	ND~0.116	0.5	0.1	1.0
总镍 (按Ni计)	0.5	0.1	ND	0.5	0.1	0.5
总银 (按Ag计)	0.3	0.1	-	0.1	0.1	0.1

注：表格中“-”表示未检测，“ND”表示未检出。

6.4.2 大气污染物排放限值的确定及制定依据

a) 硫酸雾

编制组对不同企业进行了调查，硫酸雾的监测值范围在 ND~7.52 mg/m³ 之间。

德国《废气排放法》(1986年2月27日) 规定的表面处理废气中硫酸雾的排放浓度限值为 350mg/m³。

我国台湾地区的《光电制造业空气污染管制及排放标准》中规定硫酸雾的最高允许排放

浓度为 $200\text{mg}/\text{m}^3$ 。

我国《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)规定硫酸雾的最高允许排放浓度为 $45\text{mg}/\text{m}^3$ 。

我国《电镀污染物排放标准》(GB 21900-2008)中规定硫酸雾的排放限值为 $30\text{mg}/\text{m}^3$ (车间或生产设施排气筒)。

北京市地方排放标准《大气污染物综合排放标准》(DB 11/501-2007)中规定,硫酸雾 I 时段最高允许排放浓度为 $45\text{mg}/\text{m}^3$, II 时段最高允许排放浓度为 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

上海市地方标准《半导体行业污染物排放标准》(DB 31/374-2006)中规定,最高允许排放浓度为 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 。

广东省地方排放标准《大气污染物排放限值》(DB 44/27-2001)中规定,第二时段硫酸雾最高允许排放浓度限值为 $35\text{mg}/\text{m}^3$ 。

综合企业实际排放情况和国内外各排放标准,本标准规定硫酸雾的最高允许排放浓度为 $5.0\text{mg}/\text{m}^3$ 。

硫酸雾一般通过洗涤塔进行处理可以达到本标准中规定的限值。

b) 氯化氢

编制组对不同企业进行了调查,氯化氢的监测值范围在 $0.07\sim 15.1\text{mg}/\text{m}^3$ 之间。

美国《清洁空气法》(CAA)中,针对固定污染源,将氯化氢归类为酸性气体,执行“新污染源执行标准(NSPS)”,在达标区主要源采用最佳可行控制技术(BACT),小源采用合理可得控制技术(RACT);在未达标区,新污染源一律执行最低可达排放率技术(LAER),现有污染源一般采用合理可得控制技术。

《德国空气质量控制技术指南》中,将氯化氢归为气态无机物 III 类,规定排放速率限值为 $150\text{g}/\text{h}$,排放浓度限值为 $30\text{mg}/\text{m}^3$;

德国《废气排放法》(1986 年 2 月 27 日)规定的表面处理废气中氯化氢的排放浓度限值为 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 。

世界银行集团《污染预防与削减手册 1998》中,世行集团的电子工业废气排放标准对氯化氢规定的最大值为 $10\text{mg}/\text{Nm}^3$ (不得稀释排放;在工厂或装置的正常操作中,至少有 95% 的时间不超过所有的最大值,按照年操作小时的百分比计算)。

根据《日本大气污染防治法》(1968 年 6 月 10 日法律第 97 号、2006 年 2 月 10 日法律第 5 号)和《日本大气污染防治法施行令》(1968 年 11 月 30 日政令第 329 号、2006 年 8 月 11 日政令第 269 号),在“有害物质排放标准”中规定氯化氢的限值为 $30\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

我国台湾地区的《光电制造业空气污染管制及排放标准》中规定氯化氢的排放浓度为 $130\text{mg}/\text{m}^3$ 。

我国《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)表 2 规定了氯化氢的最高允许排放浓度为 $100\text{mg}/\text{m}^3$ 。

我国《电镀污染物排放标准》(GB 21900-2008)中规定氯化氢的排放限值为 $30\text{mg}/\text{m}^3$ (车间或生产设施排气筒)。

北京市地方排放标准《大气污染物综合排放标准》(DB 11/501-2007)中规定,氯化氢 I 时段最高允许排放浓度为 $100\text{mg}/\text{m}^3$, II 时段最高允许排放浓度为 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 。

广东省地方排放标准《大气污染物排放限值》(DB 44/27-2001)中规定,第二时段氯化氢最高允许排放浓度限值为 $100\text{mg}/\text{m}^3$ 。

上海市地方标准《半导体行业污染物排放标准》(DB 31/374-2006)中规定,氯化氢最高允许排放浓度为 $15\text{mg}/\text{m}^3$ 。

综合企业实际排放情况和国内外各排放标准,本标准规定氯化氢的最高允许排放浓度限值 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 。

氟化氢一般通过洗涤塔进行处理可以达到本标准中规定的限值。

c) 氟化氢

编制组对不同企业进行了调查，氟化氢的监测值范围在 $0.02\sim 3.68\text{mg}/\text{m}^3$ 之间。

美国《清洁空气法》(CAA)中，针对固定污染源，将氟化物归类为酸性气体，执行“新污染源执行标准(NSPS)”，在达标区主要源采用最佳可行控制技术(BACT)，小源采用合理可得控制技术(RACT)；在未达标区，新污染源一律执行最低可达排放率技术(LAER)，现有污染源一般采用合理可得控制技术。在美国国家环境空气质量标准中，没有对氟化物做出规定。

《德国空气质量控制技术指南》中，将氟化氢归为气态无机物II类，规定排放速率限值为 $15\text{g}/\text{h}$ ，排放浓度限值为 $3\text{mg}/\text{m}^3$ ；德国《废气排放法》(1986年2月27日)规定的表面处理废气中氟化氢的排放浓度限值为 $3\text{mg}/\text{m}^3$ 。

世界银行集团《污染预防与削减手册1998》中，世界银行的电子制作业废气排放标准中氟化氢的现值为 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

法国1985年9月发布的第26号令中，规定了电镀行业废气排放应执行的最低限值，其中氟化氢为 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

根据《日本大气污染防治法》(1968年6月10日法律第97号、2006年2月10日法律第5号)和《日本大气污染防治法施行令》(1968年11月30日政令第329号、2006年8月11日政令第269号)，在“有害物质排放标准”中规定氟、氟化氢、氟化硅的限值为 $3.0\text{mg}/\text{Nm}^3$ (铝电解槽排放口)和 $1.0\text{mg}/\text{Nm}^3$ (铝电解槽车间天窗处)。

我国台湾地区的《光电制造业空气污染管制及排放标准》中规定氟化氢的排放浓度为 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 。

我国《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)中规定了氟化氢的最高允许排放浓度为 $9.0\text{mg}/\text{m}^3$ 。

我国《电镀污染物排放标准》(GB 21900-2008)中规定氟化物的排放限值为 $7\text{mg}/\text{m}^3$ (车间或生产设施排气筒)。

北京市地方排放标准《大气污染物综合排放标准》(DB 11/501-2007)中规定，氟化物I时段为 $9.0\text{mg}/\text{m}^3$ ，II时段为 $5.0\text{mg}/\text{m}^3$ 。

广东省地方排放标准《大气污染物排放限值》(DB 44/27-2001)中规定，第二时段氟化物最高允许排放浓度限值为 $9.0\text{mg}/\text{m}^3$ 。

上海市地方标准《半导体行业污染物排放标准》(DB 31/374-2006)中规定氟化氢的最高允许排放浓度为 $1.5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

综合企业实际排放情况和国内外各排放标准，本标准规定氟化物的最高允许排放浓度为 $1.5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

氟化物主要来自于刻蚀、氧化工艺以及其他用含氟物质较多的工艺，主要污染物为HF，还含有氟碳化合物和产生的SiF等物质。一般通过洗涤塔进行处理可以达到本标准规定的限值，为保证治理效果，可增加高温热解、吸附等处理工艺，采用高温热解可以使各种有机氟废物分解生成HF，提高后续处理效率。

d) 氮氧化物

半导体行业涉及 NO_x 的主要是清洗工段用到硝酸以及二氧化硅薄膜工序用到高纯度的笑气(N_2O)，另外焚烧法处理有机废气会排放 NO_x 。二氧化硅沉积工序用到笑气(N_2O)和硅烷，绝大多数气体参与了反应，排放的尾气中含有微量硅烷和笑气，可采用燃烧法处理，笑气在高温下分解成氮气和氧气。

《电镀污染物排放标准》(GB21900-2008)规定 NO_x 排放限值为 $200\text{mg}/\text{m}^3$ ，《轧钢工业大气污染物排放标准》(GB28665-2012)规定 NO_x 排放限值为 $150\text{mg}/\text{m}^3$ (酸洗机组)。

我省半导体企业实际监测值在 0.06~3.51 mg/m³ 之间。

根据其他行业排放标准和 NO_x 控制技术，结合企业实际排放情况，规定本标准 NO_x 排放限值为 50 mg/m³。

焚烧法处理有机废气时高温下空气中的氮和氧气发生反应生成氮氧化物，尾气中氮氧化物浓度在 400 mg/m³ 以上，执行相应的锅炉或焚烧炉标准。

e) 氨气

半导体行业中有些企业在生产过程中会使用到 NH₄OH 等碱性试剂，同样这些试剂使用后大部分作为废水排放，另有一小部分经挥发成为废气排放，主要是 NH₃ 排放。从半导体行业处理 NH₃ 实际情况来看，几乎所有企业均使用湿式洗涤塔作为处理设备。因此，认为湿式洗涤塔是处理 NH₃ 的最佳实用技术。

编制组对不同企业进行了调查，氨气的监测值范围在 ND~66.4mg/m³ 之间。

《德国空气质量控制技术指南》中，将氨归为气态无机物 III 类，规定排放速率限值为 150g/h，排放浓度限值为 30mg/m³。

北京市地方标准《大气污染物综合排放标准》(DB 11/501-2007) 中规定，第 II 时段的最高允许排放浓度为 30mg/m³。

综合企业实际排放情况和国内外各排放标准，本标准规定氨气的最高允许排放浓度限值为 10mg/m³。

f) 砷化氢

砷化氢主要来源于半导体行业扩散、离子注入工序，是半导体行业的特征污染物。目前国家尚未发布标准监测方法。半导体企业针对砷化氢设有专门的尾气处理设备 (POU)，通过吸附处理。

德国和荷兰规定排放限值为 1.0 mg/m³。

本标准参照国际水平规定砷化氢排放限值为 1.0 mg/m³。

砷化氢暂时没有国家污染物监测方法，待国家污染物监测方法标准发布后实施。

g) 磷化氢

磷化氢要来源于半导体行业扩散、离子注入工序，是半导体行业的特征污染物。国家尚未发布标准监测方法。半导体企业针对磷化氢设有专门的尾气处理设备 (POU)，通过热氧化和淋洗两级处理。

德国和荷兰规定排放限值为 1.0 mg/m³。

本标准参照国际水平规定磷化氢排放限值为 1.0 mg/m³。

磷化氢暂时没有国家污染物监测方法，待国家污染物监测方法标准发布后实施。

h) 挥发性有机物

目前我国国内使用的《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996) 中没有直接将挥发性有机物列为控制指标，只对苯、甲醛等单个有机物进行排放限值的规定。考虑到半导体行业制造工艺中涉及的挥发性物质种类较多，在监测上可能存在一定困难，作为排放因子全部纳入本标准会降低标准的实际可操作性，不利于标准的实施，因此除选取异丙醇、三氯乙烯、苯、甲苯、二甲苯、甲醛、二氯甲烷等单独作为控制因子外，本标准还以非甲烷总烃和 TVOC 作为总体控制指标。

① 非甲烷总烃和TVOC

由于目前尚未发布适合的挥发性有机物的监测方法，因此目前企业均将非甲烷总烃作为挥发性有机物的表征因子。编制组对不同企业进行了调查，以非甲烷总烃为因子测得的挥发性有机物的监测值范围在 ND~43.7mg/m³ 之间。

美国《清洁空气法》(CAA) 中，针对工业源挥发性有机化合物，要求必须应用最大限度可达控制技术 (MACT)，建立和实施更为严格的排放控制标准即 MACT 标准，大幅

度削减95%~98%的排放量，MACT 标准既适用于新源也适用于现有污染源。

世界银行集团《污染预防与削减手册1998》中，世行集团的电子工业废气排放标准对挥发性有机物规定的最大值为 $20\text{mg}/\text{Nm}^3$ （不得稀释排放；在工厂或装置的正常操作中，至少有95%的时间不超过所有的最大值，按照年操作小时的百分比计算）。

我国台湾地区的“半导体制造业空气污染管制及排放标准”（行政院环署空字第09100669403J 号令修正发布）和“光电材料及组件制造业空气污染管制及排放标准”（行政院环署空字第0950000717 号令订定发布）中，对半导体行业挥发性有机物排放限值规定处理效率大于90%，排放量小于 $0.6\text{kg}/\text{h}$ 。

我国《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）中规定了非甲烷总烃的最高允许排放浓度为 $120\text{mg}/\text{m}^3$ 。

北京市地方排放标准《大气污染物综合排放标准》（DB 11/501-2007）中“半导体及电子产品制造”规定，非甲烷总烃 I 时段最高允许排放浓度为 $50\text{mg}/\text{m}^3$ ，II 时段最高允许排放浓度为 $20\text{mg}/\text{m}^3$ 。

广东省地方排放标准《大气污染物排放限值》（DB 44/27-2001）中规定，第一时段非甲烷总烃最高允许排放浓度限值为 $150\text{mg}/\text{m}^3$ ，第二时段非甲烷总烃最高允许排放浓度限值为 $120\text{mg}/\text{m}^3$ 。

上海市地方标准《半导体行业污染物排放标准》（DB 31/374-2006）中规定挥发性有机物，最高允许排放浓度物为 $100\text{mg}/\text{m}^3$ 。

综合企业实际排放情况和国内外各排放标准，本标准规定非甲烷总烃的最高允许排放浓度为 $50\text{mg}/\text{m}^3$ ，TVOC的最高允许排放浓度为 $100\text{mg}/\text{m}^3$ 。

挥发性有机物可采用催化焚烧、沸石转轮浓缩+焚烧、活性炭吸附等方式处理可以达到本标准规定的限值。

② VOCs 单项控制指标

挥发性有机物单项控制指标参考《电子工业污染物排放标准》（二次征求意见稿）指标体系。

三氯乙烯是第一类有机溶剂，被国际癌症研究协会确定为2A类致癌物，我国《石油化学工业污染物排放标准》（GB31571-2015）规定三氯乙烯排放限值为 $1\text{mg}/\text{m}^3$ ，德国大气污染物排放标准规定三氯乙烯排放限值为 $1\text{mg}/\text{m}^3$ ，本标准参照国内外相关污染物排放标准，与《电子工业污染物排放标准》（二次征求意见稿）一致，规定三氯乙烯排放限值为 $1\text{mg}/\text{m}^3$ 。三氯乙烯暂时没有国家污染物监测方法，待国家污染物监测方法标准发布后实施。

苯是第一类有机溶剂，被国际癌症研究协会确定为I类致癌物，目前已很少使用苯作为溶剂。《北京市大气污染物综合排放标准》（DB11/501-2008）排放限值为 $1.0\text{mg}/\text{m}^3$ （半导体及电子产品制造），《石油化学工业污染物排放标准》（GB31571-2015）特别排放限值为 $1.0\text{mg}/\text{m}^3$ ，德国大气污染物排放标准规定苯排放限值为 $4\text{mg}/\text{m}^3$ ，本标准参照国内外相关污染物排放标准，与《电子工业污染物排放标准》（二次征求意见稿）一致，规定苯排放限值为 $1\text{mg}/\text{m}^3$ 。

甲醛是I类致癌物，且具有较强的臭氧生产活性。《石油化学工业污染物排放标准》

（GB31571-2015）和《合成树脂工业污染物排放标准》（GB31572-2015）排放限值均为 $5.0\text{mg}/\text{m}^3$ ，我国《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）和《北京市大气污染物综合排放标准》（DB11/501-2008）分别规定为25和 $20\text{mg}/\text{m}^3$ ，德国大气污染物排放标准规定甲醛排放限值为 $20\text{mg}/\text{m}^3$ ，本标准参照国内外相关污染物排放标准，与《电子工业污染物排放标准》（二次征求意见稿）一致，规定苯排放限值为 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

甲苯和二甲苯为二类有机溶剂，甲苯具有一定的光化学活性，二甲苯的光化学活性较高，是重要的臭氧前体物之一。《石油化学工业污染物排放标准》（GB31571-2015）规定甲苯

和二甲苯的排放限值分别为15和20 mg/m³，《北京市大气污染物综合排放标准》

(DB11/501-2008)规定排放限值均为30 mg/m³(半导体及电子产品制造)，《合成树脂工业污染物排放标准》(GB31572-2015)规定甲苯排放限值为15 mg/m³，《电子工业污染物排放标准》(二次征求意见稿)规定甲苯和二甲苯的排放限值分别为15和20 mg/m³，《北京市电子工业大气污染物排放标准》规定甲苯和二甲苯的特别排放限值均为5.0mg/m³，本标准参照国内外相关污染物排放标准，考虑到半导体行业废气排放风量较大的特点，规定甲苯和二甲苯的特别排放限值均为5.0mg/m³。

6.4.3 厂界大气污染物排放控制

本标准企业边界大气污染物规定了氯化氢、氨气、苯、非甲烷总烃作为管控因子。编制组对典型企业进行了调查，氯化氢的监测值范围在ND~0.068mg/m³之间，氨气的监测值范围在ND~0.65mg/m³之间，非甲烷总烃的监测值范围在0.586~1.36mg/m³之间。

综合参考《大气综合排放标准》(GB16297-1996)及《恶臭污染物排放标准》(GB 14554-93)，并结合本行业大气污染物治理及排放特点，确定氯化氢、氨气、苯、非甲烷总烃企业边界大气污染物浓度限值分别为0.2mg/m³、1.0mg/m³、0.4 mg/m³、2.0mg/m³。

7 主要国家、地区、国际组织和其他省份相关标准研究

(一) 美国半导体行业污染物排放标准

1. 美国半导体行业大气排放标准

根据美国1990年修订的《清洁空气法》(Clean Air Act, CAA)第112款要求，美国环保局(EPA)应对有害大气物(HAP)的主要污染源制定国家有害大气物排放标准(NESHAP)。NESHAP适用于新源和现源排放的HAP，基于最佳控制技术(MACT)制定。MACT指进行最低程度控制的技术。

美国半导体行业有害大气物排放标准适用于半导体制造行业，包括硅晶棒生长、半导体晶圆制造、半导体测试和封装。适用的工业分类为美国工业分类标准(SIC)3674或NAICS 334413。EPA于2002年5月8日发布了该标准的草稿，听取公众意见，并于2003年5月22日发布了最终稿。

标准认为晶体生长、半导体芯片制造、半导体测试和封装过程及在半导体制造点的研究与开发中置于工艺中的通风口和储存罐是HAP的排放源。其中超过90%的HAP排放来自于通风口。氯化氢(HCl)、氟化氢(HF)、乙二醇醚、甲醇和二甲苯的排放占HAP总排放的90%以上，因此认为它们是主要的HAP排放物。

标准对新源和现源的排放要求一致。标准要求对工艺中通过通风口排放的有机HAP削减其总量的98%，或者将其排放控制在20ppmv或以下；对工艺中通过通风口排放的无机HAP削减其总量的95%，或者将其排放控制在0.42ppmv或以下；对体积大于等于1500升储存罐排放的无机HAP削减其总量的95%，或者将其排放控制在0.42ppmv或以下。此外，若企业安装了污染处理设备，而HAP的进口浓度小于等于20ppmv时，企业可提供设计评估(design evaluation)证明可达到标准要求的削减率。

现源自2003年5月22日起三年内需达到该标准；新源和在建源自建成之日或2003年5月22日起达到该标准。

2. 美国半导体行业水排放标准

美国水环境标准的制定与实施完全按照《联邦水污染控制法》的要求进行。采用以水质标准和污染物排放标准相互配合的管理方法。其核心是EPA制定的以技术为基础的排放标准，主要由州政府实施。美国水排放限制准则是以技术为依据的，它根据不同工业行业的工艺技术、污染物产生量水平、处理技术等因素确定各种污染物排放限值，目前EPA已制定了54个行业的出水限值准则和标准。

环保法规40CFR的第I章环境保护第N子章为出水限值准则和标准。其中第469分部是有关电子行业的水排放标准，即“电和电子部件点源类（Electrical and Electronic Components Source Category）”。它分为四个子分部：子分部A——半导体类；子分部B——电子晶体类；子分部C——阴极射线管类；子分部D——发光物类，对这四种产品生产过程中产生的废水排放分别制定了排放限值和标准。

子分部A是针对半导体行业制定的排放标准（详见表7-1），适用于除阴极溅镀，蒸镀和电镀以外半导体工艺中产生的废水。主要控制因子为：总有毒有机物（Total Toxic Organics, TTO）、氟化物和pH。子分部B则针对电子晶体类产品生产的排放标准（详见表7-2），控制因子增加了砷和总悬浮物。在控制手段上，按最佳实用技术（BPT）、最佳可得技术（BAT）、现源预处理标准（PSES）、新源实施标准（NSPS）、新源预处理标准（PSNS）和常规污染物最佳控制技术（BCT）分别制定了标准。

表7-1 美国电子行业水排放标准自分部A——半导体行业

控制技术 标准	TTO(mg/l)		总氟化物(mg/l)		pH	
	日最大 值	连续30天的日 平均值	日最大 值	连续30天的日 平均值	日最大 值	连续30天的日 平均值
BPT	1.37	不适用	--	--	6~9	6~9
BAT	1.37	不适用	32	17.4	6~9	6~9
PSES	1.37	不适用	--	--	--	--
NSPS	1.37	不适用	32	17.4	6~9	6~9
PSNS	1.37	不适用	--	--	--	--
BCT	--	--	--	--	6~9	6~9

表7-2 美国电子行业水排放标准自分部B——电子晶体行业

控制技术 标准	TTO(mg/l)		总氟化物 (mg/l)		砷(mg/l)		TSS(mg/l)		pH	
	日最大 值	连续30 天的日 平均值	日最大 值	连续30 天的日 平均值	日最大 值	连续30 天的日 平均值	日最大 值	连续30 天的日 平均值	日最大 值	连续30 天的日 平均值
BPT	1.37	不适用	32	17.4	2.09	0.83	61	23	6~9	6~9
BAT	1.37	不适用	32	17.4	2.09	0.83	--	--	--	--
PSES	1.37	不适用	--	--	2.09	0.83	--	--	--	--
NSPS	1.37	不适用	32	17.4	2.09	0.83	61	23	6~9	6~9
PSNS	1.37	不适用	--	--	2.09	0.83	--	--	--	--
BCT	--	--	--	--	--	--	61	23	6~9	6~9

（二）德国半导体元件生产废水排放标准

德国废水排放法令由德国联邦环境、自然保护与核安全部颁布。该法令针对排入接纳水体点源的废水排放。其附录中给出了共46个不同点源（行业）的废水排放标准。其中第54项为针对半导体部件生产制定的排放标准。适用范围是半导体部件和太阳能电池生产过程产生的废水，包括预处理、中间处理和后期处理，但不适用于来自间接冷却系统或工艺用水处理系统（包括使用膜技术生产超滤水）产生的废水。该标准分别对排放点、废水混合前以及

废水产生点分别制定了标准。主要控制因子有：可吸附有机卤素（AOX）、砷、苯及其衍生物以及铅、铬、铜、镍、银、锡、硫化物、氰化物和氯等。针对不同性质的废水有不同的控制因子。表 7-3 是生产废水与其他水混合前要求达到的标准。

表7-3 废水与其他水混合前标准

	合格随机样本（Qualified random sample）或两小时混合样本（mg/l）	随机样本（mg/l）
可吸附有机卤素（AOX）	-	0.5
砷	0.2	-
苯及其衍生物	0.05	-

此外，该标准另行规定了电镀废水应达到的排放标准，如表 7-4 所示。

表 7-4 电镀过程废水标准

污染物	随机样本（mg/l）
铅	0.5
总铬	0.5
六价铬	0.1
铜	0.5
镍	0.5
银	0.1
锡	2
硫化物	1
挥发性氰化物	0.2
游离氯	0.5

（三）台湾半导体制造业空气污染管制及排放标准

台湾于1999年1月6日发布了《半导体制造业空气污染管制及排放标准》，并于同年4月和2002年10月进行了两次修正。标准共有10条，自发布之日起施行。

该标准适用于半导体制造业，即指从事集成电路晶圆制造、晶圆封装、光罩制造、导线架制造等作业者。但对一些原料年用量较小的生产者，不适用该标准。

标准主要涉及的污染因子为挥发性有机物 VOC（以甲烷计）、三氯乙烯、硝酸/盐酸/磷酸/氢氟酸和硫酸。以削减率制定了排放标准，同时也给出总排放量的标准，两者供选择。详见表 7-5。

表 7-5 台湾半导体行业大气排放标准

空气污染物	排放标准
挥发性有机物	排放削减率应大于90%或工厂总排放量应小于0.6kg/hr（以甲烷为计算基准）。
三氯乙烯	排放削减率应大于90%或工厂总排放量应小于0.02kg/hr。
硝酸、盐酸、磷酸及氢氟酸	各污染物排放削减率应大于95%或各污染物工厂总排放量应小于0.6kg/hr。
硫酸	排放削减率应大于95%或工厂总排放量应小于0.1kg/hr。

(四) 上海市半导体行业污染物排放标准

上海市于 2006 年发布了上海市《半导体行业污染物排放标准》(DB31/374-2006),并于 2007 年 2 月 1 日起实施。本标准适用于半导体企业,指从事半导体分立器件或集成电路的制造、封装测试的企业。本标准不按时间段划分,标准适用于现源和新源。标准废气部分综合采用了浓度、工厂总排放量和削减率的控制方式。废水排放标准值的形式采用最高允许排放浓度,对基本控制一类污染物制订了最高允许排放浓度瞬时值,为最大值监管方式;对于第二类污染物则采用平均值和瞬时值同时管制的方式。

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分析

本标准实施前,国家和江苏省没有出台半导体行业污染物排放标准,我省半导体企业废气污染物排放一般执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297—1996)、《恶臭污染物排放标准》(GB14554—93),或参照前苏联等国标准,废水污染物排放一般执行《污水综合排放标准》(GB8978—1996)、《电镀污染物排放标准》(GB21900—2008)等。本标准设计大气和水污染物限值均严于目前执行的标准,硫酸雾排放浓度由《大气污染物综合排放标准》规定的 45 mg/m^3 控制到 5.0 mg/m^3 ,氯化氢由 100 mg/m^3 控制到 10 mg/m^3 ,氟化氢由 9 mg/m^3 控制到 1.5 mg/m^3 ,非甲烷总烃由 120 mg/m^3 控制到 50 mg/m^3 ,氨气无组织排放监控浓度限值由《恶臭污染物排放标准》规定的 1.5 mg/m^3 控制到 1.0 mg/m^3 ;废水排放标准中, COD_{Cr} 排放浓度由《污水综合排放标准》二级标准规定的 150 mg/L 控制到 60 mg/m^3 ,氨氮由 25 mg/m^3 控制到 10 mg/m^3 。

企业为了能满足本标准要求,需要在环保设施等方面加大投资,优化酸碱废气和有机废气处置设施,大幅降低酸碱废气和有机废气排放量。标准实施后,将大大减少污染物排放,有效减少半导体行业对环境的影响。

8.2 实施本标准的经济技术分析

8.2.1 技术可行性分析

我省的半导体企业可以分为分立器件制造、晶圆(集成电路)制造、集成电路封装测试。部分分立器件制造企业包含晶圆制造工艺,但多数分立器件制造企业使用原材料为外购晶圆片,生产工艺与集成电路的封装工艺类似。这三类企业中分立器件和集成电路封装测试企业的原辅材料使用量少,污染物排放量的浓度比较低,处理设施只要正常运行可以达到标准要求的。晶圆制造企业生产过程中使用的化学物质种类和数量多,废水和废气污染物比较复杂,是环境管理工作中需要特别关注的半导体企业。编制组调研了省内 13 家含晶圆制造的半导体企业的污染物排放监测数据,其产能超过全省晶圆制造产能的 80%。调研发现,早期建设的一些晶圆制造企业,废水没有做到分质处理、废气采用简单的活性炭吸附处理,达到本标准具有一定的难度,近年来新建或改扩建的晶圆制造项目对生产废水采用了严格的分质处理,对有机废气采用了焚烧法处理方式,有机废气污染物排放浓度低,能够达到本标准要求。

(1) 废水达标的技术可行性分析

表 8-1 典型企业废水达标可行性分析

企业	所属区域	类型	废水处理方式	污染物	直接排放限值	特别排放限值	间接排放限值
A	太湖流域	晶圆制造	含氟废水、酸性废水混合处理，含氨废水、有机废水分质处理后接管	COD	—	—	能达标（标准 300）
				氨氮	—	—	能达标（标准 20）
				氟化物	—	—	进一步分类收集，加强管理（标准 15）
B	太湖流域	分立器件制造（含晶圆制造）	含氟废水处理回用，含氟废水预处理后接入酸碱废水处理系统，含镍银废水处发后部分回用。	COD	—	—	能达标（标准 300）
				氨氮	—	—	能达标（标准 20）
				氟化物	—	—	能达标（标准 15）
				总镍	—	能达标（标准 0.1）	—
C	非太湖流域	晶圆制造	含氟废水、洗涤废水、含铜废水、研磨废水、酸碱废水、含氨废水、含氟氨废水、含氮磷废水等分别收集、处理。	COD	—	—	能达标（标准 300）
				氨氮	—	—	能达标（标准 40）
				氟化物	—	—	能达标（标准 20）
D	太湖流域	集成电路封装测试	研磨废水经沉淀、含锡废水经过加碱沉淀后与其他生产废水一起进入酸碱废水处理系统处理	COD	—	—	能达标（标准 300）
				氨氮	—	—	能达标（标准 20）
				总镍	—	—	能达标（标准 0.1）

从主要水污染物达标的可行性分析可知：

①大部分企业特别是分立器件制造和集成电路封装测试企业能达到间接排放限值。

②太湖流域近年来新建的或者技改扩建的晶圆制造企业由于《太湖流域管理条例》对水污染防治的要求，废水处理一般采用分类收集、分质处理后回用的方式，能够达到本标准要求。

③部分老企业含氟废水、含氨废水等没有做到完全分类收集，与其他废水混合处理，可能存在超标风险，企业需优化废水处理设计，或加强废水处理设施的运行管理。

（1）废气达标的技术可行性分析

表 8-2 典型企业废气达标可行性分析

企业	类型	废气处理方式	污染物	达标分析
A	集成电路封装测试	有机废气（异丙醇及非甲烷总烃与焊接产生的锡及其化合物）用活性炭吸附；酸性废气（氯化氢、硫酸雾、氟化物）用洗涤塔碱液吸收	硫酸雾	能达标（标准 5.0）
			氯化氢	能达标（标准 10）
			氟化物	能达标（标准 1.5）
			异丙醇	能达标（标准 40）
			非甲烷总烃	能达标（标准 50）
B	晶圆制造	酸性废气、碱性废气用洗涤塔吸收，有机废气采用活性炭吸附	硫酸雾	能达标（标准 5.0）
			氯化氢	能达标（标准 10）
			氟化物	存在超标风险（标准 1.5）
			氮氧化物	能达标（标准 50）
			氨气	存在超标风险（标准 10）
			异丙醇	存在超标风险（标准 40）
非甲烷总烃	存在超标风险（标准 50）			
C	晶圆制造	酸性废气进入酸性废气洗涤塔集中处理，碱性废气经进碱性废气洗涤塔集中处理，有机废气采用蜂窝分子筛转轮吸附+高温燃烧处理系统	硫酸雾	能达标（标准 5.0）
			氯化氢	能达标（标准 10）
			氟化物	能达标（标准 1.5）
			氮氧化物	能达标（标准 50）
			氨气	能达标（标准 10）
			异丙醇	能达标（标准 40）
			非甲烷总烃	能达标（标准 50）
			TVOC	能达标（标准 100）

从主要大气污染物达标的可行性分析可知：

①分立器件制造和集成电路封装测试企业能达到排放限值。

②近年来新建的或者技改扩建的晶圆制造企业由于挥发性有机污染物总量控制等原因对有机废气采用了焚烧法处理方式，有机废气污染物排放浓度低，能够达到本标准要求。

③部分老企业在建厂时挥发性有机物管控要求不严格，对有机废气均采用了活性炭吸附的处理方式，处理效果受废气中污染物浓度、活性炭吸附性能等多因素影响，从监测数据看，有机废气监测值变化区间大，其最大值已超过标准限值，标准实施后，存在超标可能，企业需要根据实际情况进行废气处理设施工艺改造，或者加强废气处理设施的运行维护，加强废气排放浓度的自检，增加活性炭更换频次。

8.2.2 经济可行性分析

（1）投资估算

废气治理方面，半导体行业酸、碱废气一般采用相应的碱液吸收和酸液吸收进行处理，工艺方法已非常成熟，只要适当优化相关工艺参数，能够满足本标准的要求，需要关注的有机废气的处理。目前处理有机废气的工艺有吸附法、吸收法、直接燃烧法、催化燃烧法、冷凝法等，吸附法采用活性炭直接吸附，净化效果好，但是运营成本会很高；吸收法适合于温度低、中高浓度的废气；直接燃烧法适合于高浓度、小风量废气治理；冷凝法适用于成分相对单一、浓度高、且有一定回收价值的有机废气。对于半导体行业低浓度、大风量、成分复杂的有机废气，吸附法、吸收法、燃烧法、冷凝法均不适用，比较适用的是吸附—催化燃烧法。目前省内一些大型半导体企业已采用沸石转轮浓缩后燃烧，该方法适用于大风量、低

浓度、常温的有机废气处理，净化效率达到90%以上，浓缩比达20:1，运行费用较低，设备处理风量大，占地面积小，不产生二次污染，可持续脱附并处理污染物。根据企业实际运行情况，有机废气进气浓度在200mg/m³以上时，处理效率达到95%；200mg/m³以下时处理后浓度控制在20mg/m³，可保证废气达标排放。

废水治理方面，半导体行业生产工序用到大量氢氟酸、氟化铵等含氟药剂，产生大量的含氟废水，氟化物是废水中最主要的特征排放因子。废水中氟化物的主要去除方法比较成熟的有化学沉淀法和吸附法。化学沉淀法主要使用石灰中和氢氟酸，由于石灰的溶解性较差，沉淀物沉降缓慢，处理后的残余氟离子可能超标，同时产生大量污泥需要处理。含铝类吸附剂也常常与钙盐相结合除氟，主要原理是可以形成更难溶解的含氟化合物。其它除氟方法，例如离子交换法、超滤法和电渗法虽可得到较好的去除效率，但因投资较高，运行成本昂贵，工业化运用较少。从实际应用角度看，石灰絮凝沉淀法是处理半导体行业含氟废水的最佳方案，要达到本标准规定的排放限值，需要对各类废水分别收集，分质预处理，并进一步优化运行参数。

集成电路是一个技术资金密集型产业，其生产线本身的投资巨大。为控制生产过程中产生的废水和废气排放，集成电路制造企业对环保的投入是很大的，往往达到上千万甚至上亿元人民币。现在建设一条12英寸的生产线需要20亿美元—30亿美元。因此，虽然在环保方面投入资金很多，但占企业总投资的比例还是很低的，一般都不超过5%。

集成电路封装测试企业的情况与集成电路制造企业类似。且相对集成电路制造过程而言，集成电路的封装测试工艺本身排放的污染物量非常小，在环保方面的投资金额较集成电路制造企业要小得多。

分立器件企业方面，总投资相对较高，环保投资占总投资的比例较低。

编制组选择省内半导体企业进行调研。表8-1中A企业位于苏州，企业高浓度有机废水采用酸化并投加絮凝药剂，含氟废水采用物化方法处理，含镍废水和含铜废水在碱性条件下沉淀，经预处理的废水混合后采用混凝沉淀处理后接管污水处理厂；有机废气、酸碱排气均采用吸收法处理，含氟废气洗涤后再经氧化破氟处理。企业环保投资约517万美元，占总投资的10.1%。

B企业酸碱废水中和处理，含氟废水采用氟化钙絮凝沉淀，含铜废水加碱沉淀，含氮磷废水预处理后进膜过滤系统处理后浓水蒸发；酸碱废气吸收法处理，有机废气采用沸石转轮浓缩后燃烧处理。企业环保投资2580万美元，占总投资的0.86%。

C企业电镀废水采用混凝+沉淀+砂滤方法处理，芯片研磨和划片产生的废水采用混凝沉淀和过滤处理；有机废气采用活性炭吸附再喷淋洗涤处理，电镀酸性废气采用碱液喷淋洗涤处理。企业环保投资440万美元，占总投资的2.37%。

D企业含氟废水采用化学沉淀处理，酸性废水中和处理，有机废水分别处理后经生化系统处理；含氟废气采用热氧化和水淋处理，酸碱废气采用逆流式循环吸收净化塔处理，有机废气采用热氧化（焚烧）+二次焚烧处理。企业环保投资2270.4万美元，占总投资的1.14%。

同时，由于半导体行业污染处理设备投资巨大，新排放标准限值实施后，预计现有企业不会对污染处理设备进行大规模的替换，但会结合自身运营状况，针对不能达标的项目进行局部的调整，企业环保投资占企业总投资的比例不是很大。

表8-3 半导体企业环保设施投资情况

企业	总投资（万美元）	环保投资（万美元）	环保投资占比（%）
A. 苏州某企业	5100	517	10.1
B. 苏州某企业	300000	2580	0.86
C. 昆山某企业	18600	440	2.37
D. 无锡某企业	200000	2270.4	1.14

(2) 运行费用估算

集成电路制造过程中，由于其排放的污染物量较大，用于废水和废气治理设施的运行费用也较大，年环保运行费用需要几百至上千万。目前，国内大多数集成电路制造企业废水为纳管排放，相对运行费用较低，而废气处理方面的运行费用则较高。企业年运行费用占当年年产值的比例一般在2%以下。相对集成电路制造企业而言，集成电路封装测试及分立器件企业，由于其自身排放污染物的量较小，年环保运行费用约为几十万元。

9 标准征求意见情况

本标准与2018年1月至4月公开征求环保部、相邻省市环保主管部门、行业主管部门、江苏省环保厅各相关处室及下属环保局、重点企业和检测机构建议或意见，共收到28家单位的63条有效意见，其中采纳56条，未采纳7条，详见表9-1。

表9-1 标准第一次征求意见采纳情况说明

序号	部门	反馈意见	采纳情况	备注
	生态环境部			
1	生态环境部 办公厅	①国家环境保护标准《电子工业污染物排放标准》（以下简称国家标准）正第二次公开征求意见。该征求意见稿规定，对半导体企业，总镉、总铅排放限值分别为0.05mg/L、0.2 mg/L，总氰化物间接排放限值为0.4 mg/L，悬浮物特别排放限值（直接排放）、直接排放限值分别为20 mg/L、50 mg/L，化学需氧量特别排放限值（直接排放）、直接排放限值分别为50 mg/L、80 mg/L，氨氮直接排放限值为10 mg/L，总磷间接排放限值为6 mg/L。建议按照地方排放标准不应宽于国家排放标准的原则，做好江苏省《半导体行业污染物排放标准（征求意见稿）》（以下简称《标准》）的表1、表2有关排放限值与拟发布的国家标准的衔接。	采纳	
		②建议在《标准》中增加挥发性有机物（VOCs）无组织排放控制要求。	采纳	
		③建议根据行业生产工艺特点和合理工况水平，补充单位产品基准排水量、排气量以及基准排水量排放浓度换算规定等内容，并与拟发布的国家标准做好衔接。	采纳	
		④建议对“表5 水污染物浓度测定方法标准”和“表6 大气污染物浓度测定方法标准”作进一步查新，补充HJ665、HJ666、HJ604等新制定的监测方法标准，更新《固定污染源废气总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 气相色谱法》（HJ38-2017）等方法，全面覆盖现行最新的监测方法标准。	采纳	
		⑤建议在“5.2 水污染物监测要求”中补充“5.2.3 本标准发布实施后，表5所列污染物	采纳	

		如有新发布的国家环境监测分析方法标准，其方法适用范围相同的，也适用于本排放标准对应污染物的测定”。		
		⑥建议在“5.3 大气污染物监测要求”中补充“5.3.3 本标准发布后，表 6 所列污染物如有新发布的国家环境监测分析方法标准，其方法适用范围相同的，也适用于本排放标准对应污染物的测定”。	采纳	
		⑦建议在编制说明中增加《标准》选择监测方法标准的依据。	采纳	
		⑧建议将“前言”部分第 3 段的“本标准未规定的污染物项目仍执行国家或地方污染物综合排放标准”修改为“本标准未规定的污染物项目仍执行国家或地方相应的污染物排放标准”。	采纳	
		⑨建议“1 范围”第 2 段的“……以及半导体企业建设项目环境影响评价、……”修改为“……以及半导体企业的排污许可管理、建设项目环境影响评价、……”。	采纳	
		⑩建议在“2 规范性引用文件”中，删除 GB8978、GB16297、HJ732、HJ/T76、HJ/T373 等内容，补充 GB3838、GB3095、GB13271、HJ734 等内容，按照《环境保护标准编制出版技术指南》（HJ565-2010）的规定重新排列引用文件的顺序。	采纳	
	相邻省市环保主管部门			
2	上海市环境保护局	①前言中“国家或地方发布的（综合或行业）污染物排放标准中，排放限值严于本标准限值的，按照从严要求的原则，执行更严格的排放控制要求”不符合我国现阶段关于综合排放标准及国家行业标准和地方行业标准不交叉执行的原则，建议予以考虑。	采纳	
		②4.1.3 中表 1 和表 2 均有污染物特别排放限值，建议统一排列在污染物项目的最后一列。	采纳	
		③表 2 中 BOD ₅ 和总磷没有设置间接排放标准，而 COD _{cr} 、氨氮则设置了，上述污染物项目均为常规污染物项目，也是污水处理厂生化处理的主要污染物项目，建议一并设置或补充说明区别设置的理由。	采纳	增加总磷间接排放限值标准
		④4.2.3 中表 3 新建企业的执行时间建议调整为本标准实施之日起；表 4 中缺少执行时间的规定，建议补充。	采纳	

3	浙江省环境保护厅	无意见	/	
4	安徽省环境保护厅	无意见	/	
行业主管部门				
5	江苏省经济和信息化委员会	半导体产业是国家重要的基础性、先导性、战略性产业，也是我省正在大力发展的重点产业。建议我省排放标准不应大幅度严于国家标准，可根据产业发展形势逐步提高。	采纳	
省环保厅各处室及下属环保局、环境监测站				
6	省环保厅第二环境监察专员办公室	建议增加总氮指标	采纳	
7	生态处	集成电路制造过程中，蚀刻、封装均用到硝酸，产生酸性废气，因此，建议大气污染物排放增加硝酸雾的控制指标。	未采纳	本标准已用硫酸雾、氯化氢、氟化物表征酸性气体。
8	水处	无意见	/	
9	大气处	无意见	/	
10	南京市环保局	①“本标准规定了水污染物和大气污染物排放标准值”建议修改为“半导体工业企业或生产设施的水污染物和大气污染物排放限值”。	采纳	
		②规范性引用文件部分建议将文件名没有“T”的统一放前面。	采纳	
		③术语和定义中“本文件”修改为“本标准”。	采纳	
		④4.1.1 标准分级说法欠妥，与内容不符，内容讲企业执行时间的问题，并非标准分级分类。	采纳	
		⑤4.1.2.1.2 中“排放单位”建议改为“企业或排污单位”。	采纳	
		⑥表 2 中是否有必要规定标准限值的瞬时值。	未采纳	
		⑦表 6 中非甲烷总烃方法已更新，另外未列出环境空气标准 HJ604。	采纳	

11	无锡市环保局	无意见		
12	常州市环境保护局	①标准“2 规范性引用文件”和“表 5 水污染物浓度测定方法标准”中，引用了《水质化学需氧量的测定 重铬酸钾法》(GB/T 11914)，该方法已由《水质化学需氧量的测定 重铬酸钾法》(HJ828-2017)替代，于 2017 年 5 月 1 日实施，建议修改。 ②标准“5.2 水污染物监测要求”中建议增加两个监测方法：《水质 32 种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法》(HJ776-2015)和《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》(HJ700-2014)。	采纳	
13	苏州市环保局	无意见	/	
14	连云港市环保局	规范性引用文件中以下 3 个文件已被新方法替代，建议使用新方法。 ①“GB/T 11914 水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法”改为“HJ 828 水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法”。 ②“HJ/T 38 固定污染源排气中非甲烷总烃的测定 气相色谱法”改为“HJ 38 固定污染源排气中非甲烷总烃的测定 气相色谱法”。 ③“HJ/T 84 水质 无机阴离子的测定 离子色谱法”改为“HJ 84 水质 无机阴离子(F、Cl、NO ₂ ⁻ 、Br ⁻ 、PO ₄ ³⁻ 、SO ₃ ²⁻ 、SO ₄ ²⁻)”的测定 离子色谱法	采纳	
15	盐城市环境保护局	无意见	/	
16	扬州市环保局	①3.1 半导体企业，建议对照国民经济代码中有关半导体企业的分类予以明确。	未采纳	定义已明确
		②3.2 中“取水口卫生防护带水域”建议修改说法明确为饮用水源一、二级保护区。	采纳	
		③4.2.2“2018 年 7 月 1 日前仍执行现行标准”建议改为暂不执行本标准。	未采纳	参照国家标准的写法
		④4.2.5“集成电路制造企业宜制定”中的“宜”建议改为应或必须。	采纳	
17	海安县环保局	无意见	/	
18	滨海县环保	无意见	/	

	局			
19	泰州市兴化环保局	无意见	/	
20	江苏省环境监测中心	无意见	/	
21	南通市环境监测中心站	无意见	/	
22	连云港市环境监测中心站	无意见	/	
重点企业				
23	江苏长电科技股份有限公司	表 2 二类污染物最高允许排放限值氟化物和总铜特别排放限值分别为 8mg/L 和 0.2mg/L, 该公司 2017 年建设完成的 30 吨/小时含氟废水处理设施和 300 吨/小时含铜废水处理设施执行《电镀污染物排放标准》(GB21900-2008) 表 3 特别排放限值, 氟化物和总铜排放浓度分别为 10mg/L 和 0.3mg/L, 已是目前最高标准, 半导体行业是国家鼓励发展的行业, 不应设置比其他行业更严格的标准门槛, 建议氟化物和总铜特别排放限值分别设置为 10mg/L 和 0.3mg/L。	采纳	总铜特别排放限值已调整至 0.3 mg/L, 由于《国家电子工业污染物排放标准》(征求意见稿) 氟化物特别排放限值设置为 8mg/L, 因此本标准氟化物特别排放限值设置为 8mg/L, 不再加严。
24	无锡华润微电子公司	①悬浮物的排放标准为 100 mg/L, 而现行标准为 400 mg/L, 下降幅度为 75%, 周边省市的地方标准对此项指标未做限定, 建议标准调整为 150 mg/L。 ②氯化氢、硫酸雾、非甲烷总烃的排放标准为 10mg/m ³ 、7 mg/m ³ 、60 mg/m ³ , 而现行标准分别为 100 mg/m ³ 、45 mg/m ³ 、120 mg/m ³ , 建议适当放宽限值, 氯化氢、硫酸雾、非甲烷总烃的排放标准调整为 25mg/m ³ 、20 mg/m ³ 、100 mg/m ³ 。 ③企业厂界大气污染物浓度限值中非甲烷总烃排放限值为 2.0mg/m ³ , 无组织排放的影响因素复杂, 检测结果差异大, 建议不纳入管控。	未采纳	《国家电子工业污染物排放标准》(征求意见稿) 悬浮物的排放限值和特别排放限值分别为 50 mg/L、20 mg/L, 本标准没有加严。

		④标准提出排气筒高度不得低于 15m，排气筒半径 200m 范围内有建筑物时，排气筒需高出建筑物 3m 以上，因城镇规划建设原因，原有企业无法实现，建议对老旧企业暂不执行此条款规定。		
25	和舰科技（苏州）有限公司	①根据该公司检测数据，由于总排放口有生活污水并入，悬浮物 SS 有超过 100 mg/L 的情况，国家《污水综合排放标准》（GB8978-1996）SS 直接排放限值为 150 mg/L，建议本标准 SS 间接排放限值设定为 150 mg/L。 ②和舰科技坐落于苏州工业园区，周边企业及道路众多，交通繁忙，汽车尾气排放对企业厂界废气检测有干扰，因此建议取消厂界大气污染物排放限值的规定。	未采纳	
26	南京格罗芯诺微电子有 限公司	无意见	/	
社会化监测机构				
27	苏州市华测检测技术有 限公司	①第 4 章节“污染物排放控制要求”表 1 中“总镉、总铬、总铅、总镍、总银”5 个项目和表 2 中“总铜”项目，环保部已颁布了自动化程度更高的检测方法：《水质 32 种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法》（HJ776-2015）、《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》（HJ700-2014），建议将这两种检测方法写入第 2 章“规范性引用文件”和第 5 章“污染物监测要求”表 5“水污染物浓度测定方法标准”中。	采纳	
		②第 5 章“污染物监测要求”表 5“水污染物浓度测定方法标准”中，化学需氧量项目的方法已经有新版，建议更改为《水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法》（HJ828-2017）。	采纳	
		③第 5 章“污染物监测要求”表 6“大气污染物浓度测定方法标准”中，甲苯、二甲苯的测定方法中建议写入《固定污染源废气 挥发性有机物的测定 固相吸附-热脱附/气相色谱-质谱法》（HJ734-2014）、《固定污染源废气挥发性有机物的采样 气袋法》（HJ 732-2014）两个已被广大实验室通用的方法。	采纳	
		④第 5 章“污染物监测要求”表 6“大气污染物浓度测定方法标准”中，二氯甲烷项目测定方法标准编号“HJ734”应该为“HJ732”。	未采纳	HJ 732 为固定污染源废气挥发性有机物的采样

				气袋法
		<p>⑤第5章“污染物监测要求”表6“大气污染物浓度测定方法标准”中，非甲烷总烃的测定方法建议写入《环境空气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 直接进样-气相色谱法》(HJ604-2017)、《固定污染源废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 气相色谱法》(HJ38-2017)，因为《固定污染源排气中非甲烷总烃的测定 气相色谱法》(HJ/T38-1999)更新为《固定污染源废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 气相色谱法》(HJ38-2017)后只适用于有组织排放废气。</p>	采纳	
28	江苏康达检测技术股份有限公司	<p>①规范性引用文件</p> <p>GB/T 7470 水质 铅的测定 双硫脲分光光度法</p> <p>GB/T 7471 水质 镉的测定 双硫脲分光光度法</p> <p>GB/T 7485 水质 总砷的测定 二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法</p> <p>GB/T 11910 水质 镍的测定 丁二酮肟分光光度法</p> <p>以上项目建议用</p> <p>水质铜、锌、铅、镉，GB/T7475，</p> <p>HJ776 水质 32种元素的测定，电感耦合等离子体发射光谱法</p> <p>GB/T 11914 水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法</p> <p>作废，HJ828 替代</p> <p>GB/T 14668 空气质量 氨的测定 纳氏试剂比色法</p> <p>作废 HJ535 替代</p> <p>HJ 485 水质 铜的测定 二乙基二硫代氨基甲酸钠分光光度法</p> <p>HJ 486 水质 铜的测定 2,9-二甲基-1,10-菲啰啉分光光度法</p> <p>HJ 487 水质 氟化物的测定 茜素磺酸锆目视比色法</p> <p>HJ 488 水质 氟化物的测定 氟试剂分光光度法</p> <p>HJ 489 水质 银的测定 3,5-Br₂-PADAP 分光光度法</p> <p>HJ 490 水质 银的测定 镉试剂 2B 分光光度法</p> <p>建议删除，增加以下方法</p>	采纳	其中，“GB/T 14668 空气质量 氨的测定 纳氏试剂比色法作废 HJ535 替代”未采纳，HJ535 是水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法 代替 GB 7479-87

	<p>HJ 536 水质 氨氮的测定 水杨酸分光光度法</p> <p>HJ 537 水质 氨氮的测定 蒸馏-中和滴定法</p> <p>HJ 548 固定污染源废气 氯化氢的测定 硝酸银容量法</p> <p>HJ 659 水质 氰化物等的测定 真空检测管-电子比色法</p> <p>HJ 732 固定污染源废气 挥发性有机物的采样 气袋法（仅是采样方法）</p> <p>HJ/T 38 固定污染源排气中非甲烷总烃的测定 气相色谱法</p> <p>增加</p> <p>HJ604 环境空气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 直接进样-气相色谱法</p> <p>HJ/T 60 水质 硫化物的测定 碘量法</p> <p>HJ/T 195 水质 氨氮的测定 气相分子吸收光谱法</p> <p>HJ/T 200 水质 硫化物的测定 气相分子吸收光谱法</p> <p>HJ/T76 固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检(监)测方法（试行）</p> <p>HJ/T399 水质 化学需氧量的测定，快速消解分光光度法</p>		
	②特殊保护水域：“指《江苏省太湖水污染防治条例》中划定的太湖流域水域；GB3838中Ⅱ类水域；由本省各市人民政府规定的居民集中式生活饮用水取水口卫生防护带水域。”	采纳	
	③4.2.6.4 企业内部设置的锅炉，其大气污染物排放应执行 GB13271（在标准引用中没体现）。	采纳	
	④5.2.1 水污染物的监测采样按 HJ/T 91、HJ/T 493、HJ/T 494、HJ/T 495 的规定执行。	采纳	经核实，原表述无误。