

附件 3

《电子工业水污染防治可行技术指南
(征求意见稿)》
编制说明

《电子工业水污染防治可行技术指南》编制组

2022 年 3 月

目 录

1	项目背景.....	1
1.1	任务来源.....	1
1.2	工作过程.....	1
2	标准制订的必要性.....	2
2.1	实施国家相关政策法规的需要.....	2
2.2	配套实施《电子工业水污染物排放标准》的需要.....	2
2.3	电子工业全过程污染治理的需要.....	3
3	标准制订原则、方法和技术路线.....	3
3.1	编制原则.....	3
3.2	编制方法.....	3
3.3	技术路线.....	4
4	标准主要技术内容.....	5
4.1	适用范围.....	5
4.2	术语和定义.....	5
4.3	污染防治可行技术.....	6
4.4	环境管理措施.....	9

1 项目背景

1.1 任务来源

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国水污染防治法》等法律法规，2020年12月18日，《电子工业水污染物排放标准》（GB 39731-2020）发布，2021年7月1日正式实施。该标准为防治环境污染，改善环境质量，促进电子工业的技术进步和可持续发展发挥重要作用。为给该标准做配套支撑，提供水污染物的污染防治可行技术选择的参考，需对电子工业的废水污染防治可行技术进行梳理、筛选并评估，根据《关于开展2021年度国家生态环境标准项目实施工作的通知》（环办法规函〔2021〕312号）的要求，《电子工业污染防治可行技术指南》已列入生态环境部2021年度国家生态环境标准项目下达计划，项目编号为：2021-114。

标准的承担单位：中国环境科学研究院。参加单位：中国电子工程设计院有限公司、中国电子元件行业协会、中国电子电路行业协会、中国半导体行业协会。

1.2 工作过程

（1）草案编制

2020年11月，《电子工业水污染物排放标准》进入报批阶段，为保证排放标准落地实施，编制组开展电子工业污染防治技术指南相关前期工作。《排污许可证申请与核发技术规范 电子工业》（HJ 1031-2019）于2019年已发布实施，已针对电子工业的废水产排污等进行了梳理和分析，已具备良好的工作基础。

2021年3月至9月，依据前期相关研究资料，结合咨询专家、开展小范围行业调研等形式，起草并修改完善《电子工业污染防治可行技术指南》开题报告、标准草案、标准征求意见稿及编制说明。

（2）开题论证

2021年9月26日，受生态环境部水生态环境司委托，生态环境部环境标准研究所组织召开了标准开题论证会，中国光学光电子行业协会液晶分会、全国频率控制和选择用压电器件标准化技术委员会、上海第二工业大学、信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司、广东新大禹环境科技股份有限公司、北京京东方光电科技有限公司、奥特斯（中国）有限公司、中芯国际集成电路制造（北京）有限公司、无锡华润微电子有限公司、南通海星电子股份有限公司等12家单位代表参加了会议。编制组汇报了《电子工业污染防治可行技术指南》开题论证报告的编制过程与内容。会议通过了标准开题论证，并建议鉴于目前综合毒性指标的污染防治技术尚不成熟，该指标的污染防治技术暂不列入本标准；同时进一步充实完善国外及国际组织发布的相关可行技术的有关内容。编制组根据专家组提出的修改意见完善标准内容，形成了《电子工业污染防治可行技术指南（征求意见稿）》及编制说明。

（3）征求意见稿技术审查会

2021年9月26日，受生态环境部水生态环境司委托，生态环境部环境标准研究所组织召开了标准征求意见稿技术审查会，中国光学光电子行业协会液晶分会、全国频率控制和选择用压电器件标准化技术委员会、上海第二工业大学、信息产业电子第十一设计研究院科技

工程股份有限公司、广东新大禹环境科技股份有限公司、北京京东方光电科技有限公司、奥特斯（中国）有限公司、中芯国际集成电路制造（北京）有限公司、无锡华润微电子有限公司、南通海星电子股份有限公司等 12 家单位代表参加了会议。编制组汇报了《电子工业污染防治可行技术指南（征求意见稿）》的编制过程与内容。会议通过了标准征求意见稿技术审查，并建议进一步补充、修改、调整、完善该技术指南的针对性和适用性，更好地体现减污降碳和分类指导的作用，同时建议标准名称修改为《电子工业水污染防治可行技术指南》。编制组根据专家组提出的修改意见完善标准内容，待公开征求意见。

2 标准制订的必要性

2.1 实施国家相关法律法规的需要

《中华人民共和国环境保护法》要求企业应当优先使用清洁能源，采用资源利用率高、污染物排放量少的工艺和设备，采用废物综合利用技术和污染物无害化处理技术，以减少污染物的产生。电子工业是国民经济的重要基础，在生产过程会使用各种有机试剂及金属试剂，外排废水中含有对人体、鱼类等生态环境产生较大危害的重金属、氰化物等。

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。

2019 年国家生态环境部联合国家卫生健康委发布《有毒有害水污染物名录（第一批）》（生态环境部、国家卫生健康委员会公告 2019 年第 28 号），共 10 项水污染物被列入名录。电子工业废水含有的镉及镉化合物、六价铬化合物、铅及铅化合物、砷及砷化合物列入其中。

2016 年至 2021 年，国家陆续出台了《控制污染物排放许可制实施方案》《固定污染源排污许可分类管理名录（2019 年版）》《排污许可管理办法（试行）》《排污许可管理条例》等排污许可相关文件，对完善污染物排放许可制度，实施企事业单位排污许可证管理做出部署。到 2020 年底，我国已基本完成覆盖所有固定污染源的排污许可证核发工作，基本建立法律体系完备、技术体系科学、管理体系高效的控制污染物排放许可制，对固定污染源实施全过程和多污染物协同控制，实现系统化、科学化、法治化、精细化、信息化的“一证式”管理发挥了重要作用。

2.2 配套实施《电子工业水污染物排放标准》的需要

2020 年 12 月 18 日，《电子工业水污染物排放标准》（GB 39731-2020）发布，并于 2021 年 7 月 1 日正式实施。该标准针对电子工业 6 个子行业产生的水污染物提出了排放管控要求。因电子工业子行业众多，产品众多，工艺复杂，产生的重金属等有害物质多，因此，治理难度较大，且存在技术分散，企业难以选择的情况。废水中的污染物要满足排放标准的要求，必须采取可行的污染治理技术。因此，为更好地实施该排放标准，本指南的编制就显得尤为必要，标准将系统梳理分析电子工业采用的污染防治可行技术，为电子工业企业选择达标技术提供支持。

2.3 电子工业全过程污染治理的需要

在《国民经济行业分类》（GB/T 4754-2017）中，电子工业属于 39 计算机、通信和其他电子设备制造业。该行业废水产生量较大，特征污染物为重金属、氰化物等，对人体、鱼类的生态环境危害较大。过去该行业的污染治理主要集中在末端治理，缺乏全过程的污染防治方法和技术指导，因此，本标准从全过程污染防治的角度，将针对电子工业，提供从源头减排、过程减排、直至末端的治理达标等均适合的可行技术，为该行业的废水污染防治提供支持。

3 标准制订原则、方法和技术路线

3.1 编制原则

（1）政策相符原则

本标准的编制依据国家相关法律法规、标准、技术规范、产业政策、行业发展规划等政策性文件。所确定的污染防治可行技术需确保污染物排放达到国家电子工业行业水污染物排放标准要求。

（2）综合防治原则

本标准考虑水污染物全过程的污染控制。污染防控措施既包括生产过程技术装备，也包括末端处理技术。

（3）全面覆盖原则

本标准关注的指标覆盖《电子工业水污染物排放标准》中的所有污染物，确保达到相应的排放标准要求。

（4）因地制宜、分类指导原则

坚持清洁生产和循环经济的科学理念，结合环境效益分析、经济分析、技术分析，针对不同原辅材料、生产工艺、产品、地域差异等确定电子工业水污染防治可行技术路线，使标准具有较强的因地制宜、分类指导的功能和可操作性。

3.2 编制方法

（1）文献调研

通过查找相关文献资料，并充分利用国家排污许可管理信息平台网络资源，进行文献汇总与摘编。通过电子工业企业及电子工业污水集中处理设施现场调研，掌握电子工业产排污节点、污染物种类、污染防控技术、工程投资、设施运行、原辅材料消耗等信息，获取第一手资料。

（2）监测分析

根据研究需要，监测污染治理设施投资、运行经济指标，根据适用的监测方法对污染物排放指标进行监测，通过采样分析等手段获取污染防控技术和治理技术的指标数据。

（3）专家咨询

针对电子工业目前污染防控和污染治理存在的问题，以及电子工业生产工艺技术和治理技术发展趋势邀请专家咨询研讨。

(4) 统计分析

对调研和监测分析所得的污染物产排污数据等进行统计分析,获取能够真实反应行业现状的数据。

(5) 系统评价

构建对行业全面系统的调研结果,对污染防治技术的经济性、技术成熟度、推广应用成本等进行综合评估,保证推荐技术的经济可行。

3.3 技术路线

主要研究路线为:充分发挥编制组多年来对电子工业行业数据、资料和技术的积累优势,通过文献调研、行业主管部门资料查询、国家排污许可管理信息平台查询等方式获得电子工业相关的政策、文件、标准、技术,确定初筛电子工业企业清单,提出初筛技术清单,通过专家研讨、综合分析确定备选技术清单;赴典型电子工业企业调研,召开专家咨询会,必要时进行数据监测,获取技术评估所需基础数据;开展技术综合分析评估确定可行技术清单与案例,形成可行技术指南及编制说明。按《国家生态环境标准制修订工作规则》(国环法规(2020)4号)要求,征求相关电子工业企业和部门意见,根据反馈意见对指南进行修订报批。技术路线详见图1。

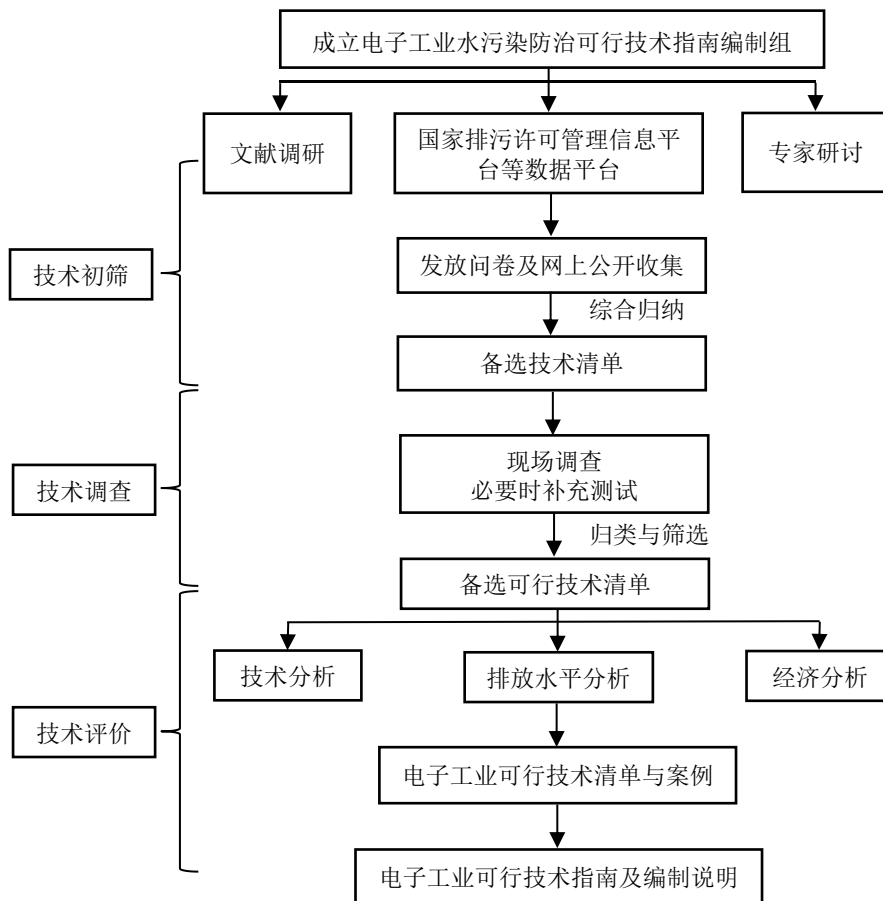


图1 标准编制技术路线图

(1) 技术初筛阶段

以《电子工业水污染物排放标准》(GB 39731-2020)和《排污许可证申请与核发技术规

范《电子工业》(HJ 1031-2019)等相关资料为基础,环评报告数据为补充,辅以文献资料,梳理形成备选技术清单,统计汇总国家排污许可管理信息平台等数据平台已发证的电子工业排污单位废水污染治理设施、治理工艺,对初步筛选出的备选技术清单进一步优化和初步分类。

(2) 技术调查阶段

选取典型电子工业企业调研,对其实际采取的污染物处理技术进行实地调查,了解和掌握工艺原理、技术参数、处理效率、污染物控制水平、经济技术可行性等。

(3) 技术评价阶段

在备选可行技术清单基础上,编制组通过对各项技术关键环节的信息分析,从排放水平、污染防治技术性能、经济指标、运行管理和环境效益等方面,按照技术的特征与原理对备选可行技术进行分析和归类,结合可行技术工程案例和专家咨询会意见,最终确定形成可行技术清单。

4 标准主要技术内容

4.1 适用范围

按照 2017 版国民经济分类,电子工业属于 C39“计算机、通信和其他电子设备制造业”。

按照生态环境部 2019 年印发的《固定污染源排污许可分类管理名录(2019 年版)》(部令第 45 号),本标准适用的行业类别包括计算机制造 C391,电子器件制造 C397,电子元件及电子专用材料制造 C398,其他电子设备制造 C399。电子工业类别中给出的其他类别,包括通信设备制造 C392、广播电视设备制造 C393、雷达及配套设备制造 C394、非专业视听设备制造 C395、智能消费设备制造 C396 等不适用于本标准。

根据《排污许可证申请与核发技术规范 电子工业》(HJ 1031-2019),标准适用的电子工业是指计算机制造、电子器件制造、电子元件及电子专用材料制造和其他电子设备制造,其中电子器件制造包括了电子真空器件、半导体分立器件、集成电路、显示器件、半导体照明器件、光电子器件以及其他电子器件。

从上述文件和标准中关于电子工业的范围来看,所有类别均与《电子工业水污染物排放标准》(GB 39731-2020)中的 6 类是一致的。因此,本标准关于电子工业的类别采用《电子工业水污染物排放标准》(GB 39731-2020)中的表述,分为 6 类,即:电子专用材料、电子元件、印制电路板、半导体器件、显示器件及光电子器件、电子终端产品。这样关于污染防治可行技术的梳理和确定也与相关排放标准紧密衔接,确保电子工业企业排放的污染物满足排放标准的相关要求。

4.2 术语和定义

本标准的术语和定义直接参考和引用了《电子工业水污染物排放标准》(GB 39731-2020)、《污染防治可行技术指南编制导则》(HJ 2300-2018)中的相关术语和定义。

4.3 污染防治可行技术

根据《污染防治可行技术指南编制导则》（HJ 2300-2018）的要求，污染防治可行技术通过技术初筛、技术调查和技术评估工作程序确定。根据电子工业产能和电子工业企业数量在全国的分布，在全面掌握我国电子工业污染防治技术现状的基础上，标准编制组针对6个子行业，共计调研了北京、浙江、上海、山东、广东、江苏、河北等共107家电子终端、电子元件、电子专用材料、半导体器件、显示器件及光电子器件和印制电路板生产企业。根据要求，列入本标准的每一项污染防治可行技术都有3个以上的稳定运行达标案例，每个案例都有详细的技术调查数据支持。

4.3.1 含金属废水污染防治可行技术

电子工业因生产过程中含有电镀等工序，因此废水中含有镍、镉、铬等第一类污染物较为常见，需在车间排放口进行管控。不含第一类污染物的废水在总排放口进行管控。该废水又分为络合废水和非络合废水两种。其废水污染防治可行技术见表1。

表1 含金属废水污染防治可行技术

废水类型	可行技术	
	预防技术	治理技术
非络合废水	①清洗废水回用技术 ②非金属树脂材料替代技术	①化学沉淀处理法 ②离子交换处理法 ③吸附处理法 ④化学沉淀处理法+芬顿氧化法 ⑤化学沉淀处理法+吸附处理法 ⑥化学沉淀处理法+膜分离处理法 ⑦离子交换处理法+膜分离处理法 ⑧化学沉淀处理法+吸附处理法+膜分离处理法
络合废水		①化学沉淀处理法 ②化学沉淀处理法+芬顿氧化法 ③化学沉淀处理法+电解处理法 ④化学沉淀处理法+重捕剂处理法 ⑤折点氯化处理法 ⑥磷酸铵镁脱氮法（MAP）

污染预防技术：清洗废水回用技术适用于电子工业清洗工序产生的清洗废水回用处理。该技术可提高水重复利用率，可减少废水产生量约30%以上。非金属树脂材料替代技术适用于显示器件及光电子器件生产的彩色滤光片制备，该技术可杜绝铬带来的污染问题。

污染治理技术：表中列出的技术均为去除金属离子的常用处理技术。折点氯化处理法和磷酸铵镁脱氮法（MAP）为专门处理铜氨废水的技术。离子交换处理法、吸附处理法、膜分离处理法可处理非络合金属废水。电解处理法、重捕剂处理法可处理络合金属废水。化学沉淀处理法则可同时去除络合废水和非络合废水中的金属。

4.3.2 含氰废水污染防治可行技术

含氰废水主要来自于电镀工序后的清洗水，需在总排放口进行管控。其废水污染防治可行技术见表2。

表2 含氰废水污染防治可行技术

预防技术	治理技术
—	①碱性氯化法 ②电解处理法 ③离子交换吸附处理法 ④碱性氯化法+离子交换吸附处理法 ⑤电解处理法+离子交换吸附处理法

污染治理技术：碱性氯化法适用于处理含无机氰化物或氰合金属基配合物（铁氰配合物除外）的含氰废水。电解处理法适用于处理含无机氰化物或氰合金属基配合物的高浓度含氰废水，适用总氰化物浓度为500 mg/L~40000 mg/L，铜含量不大于20000 mg/L。离子交换吸附处理法适用于处理中、低浓度含氰废水。以及这3种技术的组合技术：碱性氯化法+离子交换吸附处理法、电解处理法+离子交换吸附处理法。

4.3.3 含氟废水污染防治可行技术

氢氟酸是半导体氧化和刻蚀工艺，以及对硅片及相关器皿的清洗中常用的主要溶剂，因此含氟废水也是一类重要的废水类型，需在总排放口进行管控。其废水污染防治可行技术见表3。

表3 含氟废水污染防治可行技术

预防技术	治理技术
—	化学沉淀法

污染治理技术：在电子工业中应用最广泛的是化学沉淀法。该技术是向废水中投加过量的CaCl₂，钙离子与废水中F⁻生成CaF₂沉淀，因此也称为钙盐法。

4.3.4 有机废水污染防治可行技术

电子工业大量使用有机溶剂作为清洗剂，因此有机废水是很重要的一类废水，需在总排放口进行管控。其废水污染防治可行技术见表4。

表4 有机废水污染防治可行技术

预防技术	治理技术
①清洗废水回用技术 ②环保型退镀液替代技术 ③清洗废水回用技术+环保型退镀液替代技术	①絮凝沉淀法 ②生化处理法 ③酸析法 ④酸析法+芬顿氧化法 ⑤上述四种技术的组合技术

污染预防技术：清洗废水回用技术适用于电子工业清洗工序产生的清洗废水回用处理。该技术可提高水重复利用率，可减少废水产生量约30%以上。环保型退镀液替代技术适用于印制电路板生产的电镀工序。该技术可减少总氮的排放量。以及这2种技术的组合技术。

污染治理技术：絮凝沉淀法适用于处理显示器件及光电子器件生产的彩膜废水。酸析法处理印制电路板产生的高浓度有机废水。酸析法+芬顿氧化法适用于处理显示器件及光电子器件产生的ITO（氧化铟锡）触摸屏油墨废水和印制电路板产生的低浓度有机废水。生化处理法为常规的有机物处理技术。

4.3.5 其他生产废水污染防治可行技术

其他生产废水包括酸碱废水、含氨废水和含磷废水，电子工业企业有的将其并入有机废水一起处理，也有的单独进行处理，需在总排放口进行管控。其废水污染防治可行技术见表5。

表5 其他生产废水污染防治可行技术

废水类型		可行技术	
		预防技术	治理技术
其他生产废水	酸碱废水	清洗废水回用技术	中和调节法
	含氨废水		吹脱法
	含磷废水		①絮凝沉淀法 ②生化处理法

污染预防技术：清洗废水回用技术适用于电子工业清洗工序产生的清洗废水回用处理。该技术可提高水重复利用率，可减少废水产生量约30%以上。

污染治理技术：中和调节法、吹脱法、絮凝沉淀法和生化处理法均为酸碱废水、含氨废水和含磷废水这三类废水的常规处理技术。

4.3.6 生活污水污染防治可行技术

电子工业产生的生活污水一般处理后有3个排放去向：（1）直接排放；（2）排向城镇污水处理厂；（3）排入厂区内的污水处理站。依据排放去向不同，可采取不同的处理技术。其废水污染防治可行技术见表6。

表6 生活污水污染防治可行技术

预防技术	治理技术
—	隔油池+化粪池+缺氧-好氧活性污泥法
	①化粪池 ②隔油池+化粪池

污染治理技术：化粪池、隔油池为生活污水常用的预处理技术。直接排放时，需在预处理技术的基础上增加缺氧-好氧活性污泥法（A/O）。

4.3.7 综合废水污染防治可行技术

电子工业企业的各类废水单独处理后，统一进入厂区内的污水处理站，需在总排放口进行管控。其废水污染防治可行技术见表7。

表7 综合废水污染防治可行技术

预防技术	治理技术
—	①中和调节法 ②厌氧-缺氧-好氧活性污泥法

污染治理技术：如综合废水的进水水质已满足排放标准要求，仅需在此处采用中和调节法进行pH值调节；如不满足，则需采用生化法如厌氧-缺氧-好氧活性污泥法（A²/O）进一步处理至达标后再排放。

4.3.8 电子工业污水集中处理设施的污染防治可行技术

当电子工业企业废水排向电子工业污水集中处理设施、其他污水集中处理设施执行协商排放限值时，可签订具有法律效力的书面合同对污染物限值进行约定，参考4.3.1-4.3.7中的废水治理可行技术组合。

4.4 环境管理措施

环境管理措施是实现污染物有效管控而采取的管理方法措施。结合电子工业特点和发展水平，按照国家和地方有关要求，为有效管控水污染物的排放，本部分的内容从环境管理制度、污染治理设施管理、电子工业污水集中处理设施等方面提出了具体明确的要求。