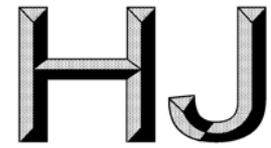


附件 2



中华人民共和国国家环境保护标准

HJ □□□-201□

印制电路板废水治理工程技术规范

Technical specifications for printed circuit board manufacturing
wastewater treatment

(征求意见稿)

201□-□□-□□ 发布

201□-□□-□□ 实施

环 境 保 护 部 发 布

目 录

前 言.....	7
1 适用范围.....	8
2 规范性引用文件.....	8
3 术语和定义.....	10
4 污染物和污染负荷.....	12
5 总体要求.....	14
6 工艺设计.....	16
7 工艺设备和材料.....	27
8 检测与过程控制.....	29
9 配套工程.....	30
10 劳动安全与职业卫生.....	32
11 工程施工与验收.....	32
12 运行与维护.....	35
附录 A（资料性附录）印制电路板各工序产生废水的分类.....	37
附录 B（资料性附录）印制电路板废水推荐处理工艺流程图.....	39

前 言

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》，规范印制电路板废水治理工程的设计、建设与运行，防治环境污染，保护环境和人体健康，制订本标准。

本标准规定了印制电路板废水处理工程设计、施工、验收和运行管理的技术要求。

本标准为指导性标准。

本标准为首次发布。

本标准由环境保护部科技标准司组织制订。

本标准主要起草单位：中国环境保护产业协会、广东新大禹环境工程有限公司、中国印制电路行业协会、浩蓝环保股份有限公司。

本标准环境保护部2000年00月00日批准。

本标准自2000年00月00日起实施。

本标准由环境保护部解释。

印制电路板废水治理工程技术规范

1 适用范围

本标准规定了印制电路板废水治理工程的工艺设计、主要设备、检测和控制、辅助设施、施工与验收、运行与维护的技术要求。

本标准适用于印制电路板废水治理工程的技术方案选择、工程设计、施工、验收、运行等全过程，可作为环境影响评价、环境保护设施设计与施工、验收及运行与管理的技术依据。

2 规范性引用文件

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

- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB 14554 恶臭污染物排放标准
- GB 15603 常用危险化学品贮存通则
- GB 18597 危险废物贮存污染控制标准
- GB 50009 建筑结构荷载规范
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50034 建筑照明设计标准
- GB 50052 供配电系统设计规范
- GB 50053 10KV 及以下变电所设计规范
- GB 50054 低压配电设计规范
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB 50059 35kV-110kV 变电站设计规范
- GB 50093 自动化仪表工程施工及质量验收规范
- GB 50116 火灾自动报警系统设计规范
- GB 50136 电镀废水治理设计规范
- GB 50141 给水排水构筑物施工及验收规范
- GB 50168 电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范
- GB 50169 电气装置安装工程接地装置施工及验收规范

GB 50189 公共建筑节能设计标准

GB 50191 构筑物抗震设计规范

GB 50194 工程施工现场供用电安全规范

GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范

GB 50231 机械设备安装工程施工及验收通用规范

GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工规范

GB 50254 电气装置安装工程低压电器施工及验收规范

GB 50257 电气装置安装工程爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范

GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范

GB 50275 风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范

GB 50334 城市污水处理厂工程质量验收规范

GBJ 22 厂矿道路设计规范

GBJ 141 给水排水构筑物施工及验收规范

GBZ 1 工业企业设计卫生标准

GBZ 2.1 工作场所有害因素职业接触限值 化学有害因素

GBZ 2.2 工作场所有害因素职业接触限值 物理因素

GB/T 5656 离心泵技术条件 (II类)

GB/T 5657 离心泵技术条件 (III类)

GB/T 16907 离心泵技术条件 (I类)

GB/T 19249 反渗透水处理设备

GB/T 19837 城市给排水紫外线消毒设备

HJ 450 清洁生产标准印制电路板制造业

HJ 576 厌氧-缺氧-好氧活性污泥法污水处理工程技术规范

HJ 579 膜分离法污水处理工程技术规范

HJ 2010 膜生物法污水处理工程技术规范

HJ 2524 环境保护产品技术要求 单螺杆泵

HJ/T 15 环境保护产品技术要求 超声波明渠污水流量计

HJ/T 96 pH水质自动分析仪技术要求

HJ/T 101 氨氮水质自动分析仪技术要求

HJ/T 103 总磷水质自动分析仪技术要求

- HJ/T 212 污染源在线自动监控（监测）系统数据传输标准
- HJ/T 242 环境保护产品技术要求 污泥脱水用带式压榨过滤机
- HJ/T 251 环境保护产品技术要求 罗茨鼓风机
- HJ/T 252 环境保护产品技术要求 中、微孔曝气器
- HJ/T 261 环境保护产品技术要求 压力溶气气浮装置
- HJ/T 265 环境保护产品技术要求 刮泥机
- HJ/T 266 环境保护产品技术要求 吸泥机
- HJ/T 278 环境保护产品技术要求 单级高速曝气离心鼓风机
- HJ/T 279 环境保护产品技术要求 推流式搅拌机
- HJ/T 282 环境保护产品技术要求 浅池气浮装置
- HJ/T 283 环境保护产品技术要求 厢式压滤机和板框压滤机
- HJ/T 336 环境保护产品技术要求 潜水排污泵
- HJ/T 353 水污染源在线监测系统安装技术规范
- HJ/T 354 水污染源在线监测系统验收技术规范（试行）
- HJ/T 355 水污染源在线监测系统运行与考核技术规范（试行）
- HJ/T 377 环境保护产品技术要求 化学需氧量(COD_{Cr})水质在线自动监测仪
- HJ/T 493 水质采样 样品的保存和管理技术规定
- HJ/T 494 水质 采样技术指导
- HJ/T 495 水质 采样方案设计技术规定
- 《建设项目（工程）竣工验收办法》（国家计委 1990 年）
- 《建设项目环境保护竣工验收管理办法》（国家环境保护总局 2001 年）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 印制电路板(PCB) printed circuit board

在绝缘基材上，按预定设计形成印制元件、印制线路或两者结合的导电图形的印制电路或印制线路成品板。印制电路板包括刚性板与挠性板，它们又有单面印制电路板、双面印制电路板、多层印制电路板，以及刚挠结合印制电路板和高密度互连印制电路板等。高密度互连印制电路板，简称HDI板。

3.2 印制电路板废水 wastewater of printed circuit board

指印制电路板生产过程中排放的各种废水，包括各生产工艺的清洗水、洗槽水、废气处理喷淋水、刷洗地坪的废水、由于操作或管理不善引起的“跑、冒、滴、漏”产生的废水等。

3.3 含氰废水 cyanide-containing wastewater

指印制电路板生产过程中产生的含有氰化物的废水，来源于氰化镀铜和镀金、银工序的清洗水。

3.4 含镍废水 nickel-containing wastewater

指印制电路板生产过程中产生的含有重金属镍的废水，来源于镀镍生产工序的清洗水。

3.5 高浓度有机废水 high concentrated organic wastewater

指印制电路板生产过程中排放的以有机物为主要污染物的废水，包括显影、剥膜、除胶废液和显影第一级清洗水等。

3.6 低浓度有机废水 low concentrated organic wastewater

指印制电路板生产过程中排放的以有机物为主要污染物的废水，来源于脱膜、显影工序的二级后清洗水，贴膜、氧化后、镀锡后以及保养清洗水、废气处理喷淋水等。

3.7 络合铜废水 complex copper wastewater

指印制电路板生产过程中产生的含有络合铜的废水，来源于化学镀铜、棕化等工序的清洗水。

3.8 铜氨废水 copper ammonia wastewater

指印制电路板生产过程中产生的含有铜氨络合物的废水，包括碱性/酸性蚀刻，过硫酸铵（APS）微蚀等生产工序的清洗水。

3.9 含铜废水 copper-containing wastewater

指印制电路板生产过程中电镀工序的清洗水，主要污染物为铜离子。

3.10 磨板废水 grinding plate wastewater

指钢板磨刷线、表面处理、陶瓷磨板线等生产工艺产生的废水。

3.11 综合废水 comprehensive wastewater

指印制电路板生产过程中产生的经过预处理后混合在一起集中处理的各种废水的统称。

3.12 废液 liquid waste

指各类工艺槽使用一定时期后，无法净化回用的槽液；或各类工艺槽生产运行一定时间后，由于有机添加剂的分解或有害金属离子的积累而废弃的槽液。

3.13 废水分流 wastewater separation system

根据废水的水质和处理工艺，用不同管渠系统分别收集和输送各种废水的方式。

4 污染物和污染负荷

4.1 废水来源与分类

依据废水特征分为含氰废水、含镍废水、高浓度有机废水、低浓度有机废水、络合铜废水、铜氨废水、含铜废水、磨板废水。各工序产生的废水见附录A。

4.2 废水水量

4.2.1 车间排水量

4.2.1.1 印刷电路板工程车间排水量应根据环境影响评价文件和实测水量，并考虑一定的余量。无资料时可按如下方法进行估算：

1) 自来水用量法：设计水量=车间（生产线）总用水量×(85%~95%)；

注：车间（生产线）总用水量包括：工艺废水（含氰废水、含镍废水、高浓度有机废水、低浓度有机废水、络合铜废水、铜氨废水、含铜废水、磨板废水、综合废水）、废气洗涤废水、刷洗地坪的废水、由于操作或管理不善引起的“跑、冒、滴、漏”产生的废水等、纯水净化排水及冷却塔废水等。

2) 产能估算方法：单面板按(0.14~0.30) t/m²；双面板按(0.42~1.32) t/m²；多层板按[(0.42+0.29n)~(1.3+0.49n)] t/m²；高密度互连板（HDI 板）按[(0.52+0.49n)~(1.3+0.79n)]

t/m²; n 为增加的层数。

4.2.1.2 印刷电路板车间各类废水水量比例可参考表 1 确定。

表1 印制电路板废水水量比例表

序号	废水种类	来源	比例(%)
1	含氰废水	挠性板含氰废水较多	0.1~2.0
2	含镍废水	镀镍清洗水	0.1~2.0
3	高浓度有机废水	显影、剥膜、除胶废液和显影首级清洗水	3~6
4	低浓度有机废水	脱膜、显影工序的二级后清洗水；贴膜、氧化后、镀锡后以及保养清洗水、废气处理喷淋水等	8~12
5	络合铜废水	化学镀铜等清洗水，含 EDTA 等络合物	3~8
6	铜氨废水	碱性、酸性蚀刻清洗水，过硫酸铵（APS）体系下微蚀清洗水	1~5
7	含铜废水	电镀铜工艺的清洗水	20~35
8	磨板废水	钢板磨刷线、表面处理、陶瓷磨板线等生产工艺产生的废水	15~30

4.2.2 设计水量

4.2.2.1 设计水量应根据车间排水量，并结合近、远期规模合理取值。

4.2.2.2 应编制污水处理站水量平衡图(包括回用水系统产生的浓液、污泥脱水产生的滤液、污水厂地面清洗水、设备清洗水等)，根据污水处理站水量平衡图合理确定各处理单元的设计水量。

4.2.2.3 设计时应考虑初期雨水和应急事故排水量。

4.3 废水水质

4.3.1 印制电路板废水处理工程的设计水质可参考环境影响评价文件和同类型企业（园区）类比数据，并考虑一定的设计余量。无水质数据的，可参考表2中主要污染物浓度范围。

表2 印制电路板废水水质表

(单位: mg/L, pH 除外)

序号	废水种类	主要污染物	pH	COD	Cu	Ni	CN	NH ₃ -N
1	含氰废水	氰化物	8~10	<80	<0.5	<0.5	<100	<20
2	含镍废水	离子态镍、络合态镍	2~5	<80	<0.5	<50	<0.2	<20

3	高浓度有机废水	有机物、酸碱	>10	5000~15000	2~10	<0.5	<0.2	<20
4	低浓度有机废水	有机物, 少量重金属铜, 锡等	<10	200~600	2~10	<0.5	<0.2	<20
5	络合铜废水	络合铜、有机物等	10	200~300	150~250	<0.5	<0.2	<20
6	铜氨废水	氨氮、络合铜	8~10	200~300	150~250	<0.5	<0.5	60~200
7	含铜废水	离子态铜、酸碱	3~5	80~300	20~35	<0.5	<0.2	<20
8	磨板废水	悬浮物	5~7	<30	<3	<0.5	<0.2	<5

5 总体要求

5.1 一般规定

5.1.1 印制电路板企业应推行清洁生产, 提高清洗效率, 减少废水产生量。有回收价值的废水, 宜采用线上回收; 废水经处理达标后宜回用。

5.1.2 新建印制电路板企业(或生产线)的废水处理工程应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

5.1.3 印制电路板废水处理工程建设项目应符合国家基本建设程序以及国家有关强制性标准和规范的规定。

5.1.4 废水处理, 需回用的应满足回用工序的用水水质要求。废水排放应符合国家和地方排放标准规定, 同时满足环境影响评价批复文件要求。

5.1.5 应配套建设二次污染的预防和治理措施, 保证固废、恶臭、噪声等污染物排放满足GB 14554和GB 12348等相关环保标准的要求。

5.1.6 应建设标准化排放口, 并按照HJ/T 353、HJ/T 355和HJ/T 212的要求安装在线监测系统。

5.1.7 废液和废水处理产生的含重金属的污泥应按规定送交有资质的单位回收处理或处置。废液和污泥在企业内的临时贮存应符合GB 18597的规定。

5.2 清洁生产

5.2.1 印制电路板企业应根据HJ 450的要求选用衔接的生产工艺和装备, 源头减少废水和污染物排放量。

5.2.2 减少排污量的措施包括：

- 1) 优先选用自动的、可减少工作母液损失和减少清洗水用量的节水型生产线和设备；
- 2) 充分循环使用水，如磨刷废水经过滤后循环使用，酸性废气喷淋用水循环使用等；
- 3) 生产过程应尽量延长工艺槽液的使用寿命，减少废液排放量；
- 4) 采用逆流漂洗；
- 5) 对用水进行计量，严格控制用水量，如在每条生产线上的主供水管安装水表等。

5.2.3 减少物耗和做好废物料回收的措施有：

- 1) 回收铜粉、边角料、锡铅渣等固态废物料；
- 2) 回收用硫酸、双氧水或只用硫酸进行的微蚀、酸洗、浸酸、水平黑(棕)化等生产线或工艺环节中产生的硫酸铜；
- 3) 改进挂具，减少因挂具退镀带来的物料消耗和污染物产生；
- 4) 加强生产废水回用，提高工业用水重复使用率。

5.3 建设规模

印制电路板废水治理工程的建设规模应按企业或园区最大生产能力确定，并留有一定余量，余量根据建设规模按车间排水量的10%~20%设计；分期建设的应满足企业总体规划的要求，并考虑近远期结合。

5.4 工程构成

5.4.1 印制电路板废水治理工程包括：主体工程、配套工程、主要设备材料及生产管理与服务设施。

5.4.2 主体工程包括：废水预处理、废水综合处理和污泥处理。主要构（建）筑物包括：废水收集池、调节池、物化反应池、生化反应池、沉淀池、污泥浓缩池、深度处理池、标准排放口等。

5.4.3 配套工程包括：供配电、给排水、道路、消防，检测与控制等。

5.4.4 主要设备材料包括污水泵、鼓风机、搅拌机、污泥脱水机等。

5.4.5 生产管理及服务设施包括办公用房、控制室、分析化验室、值班室等。

5.5 工程选址与总体布置

5.3.1 废水处理工程选址应符合规划要求并具有良好的工程地质条件，宜靠近生产车间，尽量位于企业厂（园）区的主导风向的下风向，并使得处理后的废水有良好的排放条件。

5.3.2 废水处理站平面布置应根据各处理单元的功能和处理流程要求，合理分区，如：综合办公区、预处理区、物化处理区、生化处理区、化学药品存储及配置区、污泥处理区等。

5.3.3 废水处理站大门宜设置二个：办公区大门和用于污泥、药剂等物料运输的生产大门。道路设置宜方便运行管理和物流运输，并满足消防要求。主要道路宽度一般6 m，次要道路3-4m。

5.3.4 废水处理站工艺设备宜按处理流程和废水性质分类布置，设备、装置排列整齐，便于操作和维修。

5.3.5 构（建）筑物及设施的间距应紧凑、合理，并满足施工、安装的要求；各处理单元和相关管道宜按工艺流程布置顺畅，减少相互交叉。高程布置上，给水管应在其它废水管线之上，防止废水污染市政给水。

5.3.6 废水处理站的耗材、药剂、污泥等物料应设置存放区，应根据物料性质分类存放，并采取相应的防腐、防渗、防雨、防震等措施。

6 工艺设计

6.1 一般规定

6.1.1 应优先采用处理效率高、节约能源、投资省的处理工艺，确保废水处理工程稳定、可靠、安全运行。

6.1.2 废水应根据污染物种类以及浓度进行分类收集和分质处理。各类废水采用管道收集后进入废水站各相应调节池。废水收集管道应明管铺设，并标示清晰。

6.1.3 进入治理设施的废水进水浓度，应满足设计进水要求，达不到要求的应进行预处理。

6.1.4 磨板废水污染物浓度较低，常采用铜粉回收机在线回用至磨板生产线，亦可进入含铜废水系统处理。

6.1.5 生化处理工艺的选用应充分考虑印制电路板废水中重金属、低碳氮比、气温等对微生物的抑制作用。

6.1.6 印制电路板企业厂区及污水处理站内的初期雨水含有大量有机物、重金属等污染物，不得直接排入自然水体。废水处理站应设置初期雨水收集池，初期雨水收集后进入废水处理系统处理后达标排放。

6.1.7 印制电路板企业应考虑应急事故排水设置应急事故排水，宜设置独立的应急事故水池或印制电路板企业的应急事故池统筹考虑，其容积宜按不小于12h总停留时间计。

6.2 工艺路线选择

印制电路板废水宜采用图 1 所示的基本工艺流程，推荐工艺流程总图见附录 B。

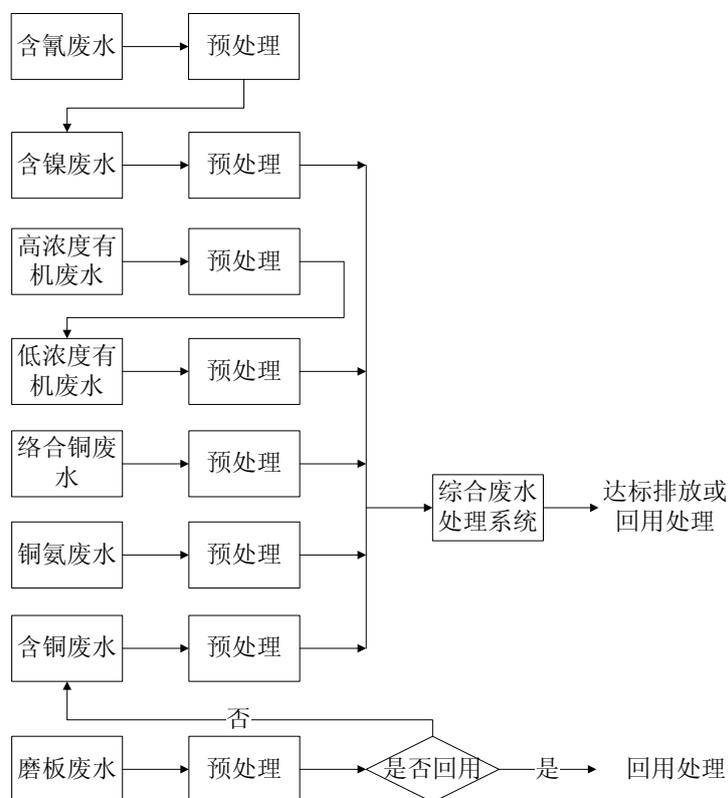


图 1 印制电路板废水工艺路线图

6.3 收集、调节系统

6.3.1 印制电路板废水分类一般应遵循以下原则：

- 1) 含镍废水应单独分流（总镍属第一类污染物）；
- 2) 含氰废水应单独分流，并须避免含铁、镍离子废水混入；
- 3) 含铜废水、铜氨废水与络合铜废水宜分流后分别处理；
- 4) 显影脱膜(退膜、去膜)废液，应单独分流，一般有机物废水根据实际需要并核算排放浓度后确定分流去向；
- 5) 废液应单独分流收集；
- 6) 废水分流还需结合排污企业（园区）自身状况，按当地环保要求，环评批复等因素综合考虑；

6.3.2 废水收集管道应符合地形变化趋势，顺坡排水，线路短捷，减少管道埋深和管道迂回往返，确保良好的水力条件。

6.3.3 收集系统宜建立水质、水量在线监测系统和事故自动切换系统。

6.3.4 各类废水调节池容积应根据废水排放规律、水质水量变化、生产班次、后续处理工艺等综合考虑后确定。在无准确数据时，可按调节时间4~8小时进行设计，水量较小时采用较长时间，水量较大时可采用较短的时间。

6.3.5 调节池宜采用敞开式设计，并设置水力、机械或气动搅拌装置；如采用封闭式，应设置2个以上通风检修口，并对角布置；调节池底应设集水坑，倾向坑的坡度不应小于0.3%。

6.3.6 废水站内产生的消防废水应收集后进入消防水收集池或应急事故池暂存，然后进入废水处理系统处理。

6.4 预处理

6.4.1 含氰废水

6.4.1.1 含氰废水可采用碱性氯化法和双氧水氧化法。

6.4.1.2 当废水中CN<100mg/l时宜采用碱性氯化法，其工艺流程如下：

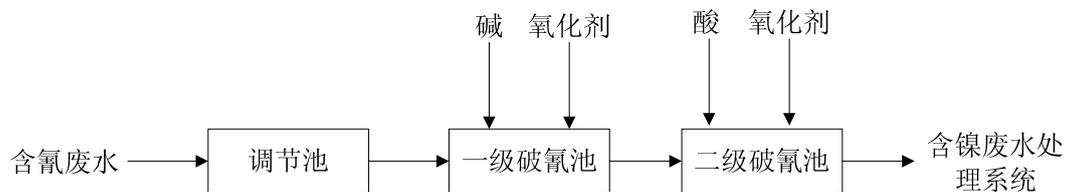


图2 碱性氯化法处理含氰废水的工艺流程图

6.4.1.3 碱性氯化法的技术参数与要求如下：

- 1) 一级破氰pH值控制在10~11，ORP值(+250)~(+300) mV，反应时间30~60min；
- 2) 二级破氰pH值控制在7~8，ORP值(+600)~(+650) mV，反应时间30~60min；
- 3) 反应池宜采用机械搅拌，机械搅拌速度梯度宜按(500~1000)s⁻¹设计；反应池宜设置排空管，接入调节池或事故池；

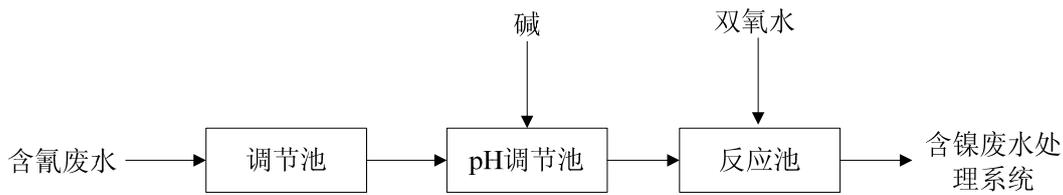


图3 双氧水氧化法处理含氰废水的工艺流程图

6.4.1.4 双氧水氧化法的技术参数与要求如下：

- 1) 反应pH值应控制在9~11；
- 2) 双氧水投加量宜按氰离子与双氧水的质量比计算确定，其质量比宜为1：5；
- 3) 对游离氰根，去除率达97%时，接触时间不宜少于15min；去除率达99%时，接触时间不宜少于20min。

6.4.2 含镍废水

6.4.2.1 含镍废水可采用化学沉淀处理法，离子交换法和反渗透法。

6.4.2.2 当含镍废水中混有其它金属类污染物和有机污染物时，应采用化学沉淀法，工艺流程如下：

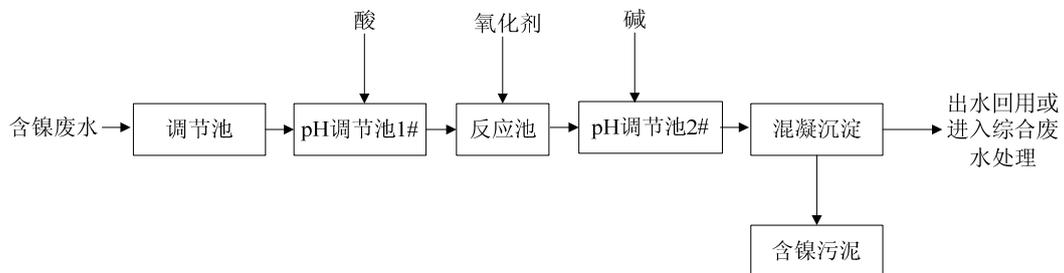


图4 化学沉淀法处理含镍废水的工艺流程图

6.4.2.3 化学沉淀处理法的技术参数与要求如下：

- 1) pH调整池1#pH值控制在2~3；
- 2) 氧化剂可选择芬顿试剂或次氯酸钠，反应时间不宜少于60min，宜采用机械搅拌；氧化反应ORP值控制在600~650mv；
- 3) pH调整池2#pH值控制在10~11；
- 4) 混凝反应宜采用机械搅拌方式，平均速度梯度宜为 $(30\sim60)\text{s}^{-1}$ ，混凝时间宜为10~30min；

- 5) 沉淀池的设计参数应根据废水处理试验数据或参照类似废水处理的沉淀池运行资料确定。当没有试验条件和缺乏有关资料时，其设计参数可参考表3（本表适用于印制电路板废水处理所有化学沉淀法）。

表3 沉淀池设计参数表

池型	表面负荷 $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$	沉淀时间 H	固体通量 $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$
平流式	0.5~1.0	1.5~2.0	40~60
竖流式	0.5~1.0	1.5~2.0	40~60
辐流式	0.6~1.2	1.0~1.5	50~70
斜管式	1.2~2.0	1.0~1.5	50~70

- 6) 含镍废水化学沉淀后可将镍处理到0.5mg/L以下，应进入综合废水继续处理其它污染物。

6.4.2.4 当含镍废水污染物成分较单一，主要以溶解态镍为主，或要求车间在线回收镍时，可采用离子交换法，其工艺流程如下：

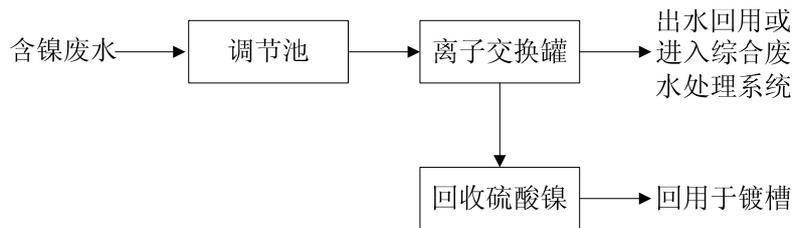


图5 离子交换法处理含镍废水的工艺流程图

6.4.2.5 离子交换法的技术参数与要求如下：

- 1) 进水镍离子浓度不宜大于200mg/L；
- 2) 阳离子交换剂宜采用钠型凝胶型强酸阳离子交换树脂、大孔型弱酸阳离子交换树脂或凝胶型弱酸阳离子交换树脂；阴离子树脂宜选用弱碱性阴离子树脂；
- 3) 设计、运行控制技术条件和参数，应符合GB 50136中的相关规定和要求。
- 4) 含镍废水离子交换后可将镍处理到0.1mg/L以下，可作为回用水源或进入综合废水继续处理其它污染物；交换再生液可用于回收镍。

6.4.2.6 当含镍废水中只有溶解态金属类（或者经预处理后只有溶解态金属类污染物），或要求车间在线回收镍时，可采用反渗透法。其工艺流程如下：

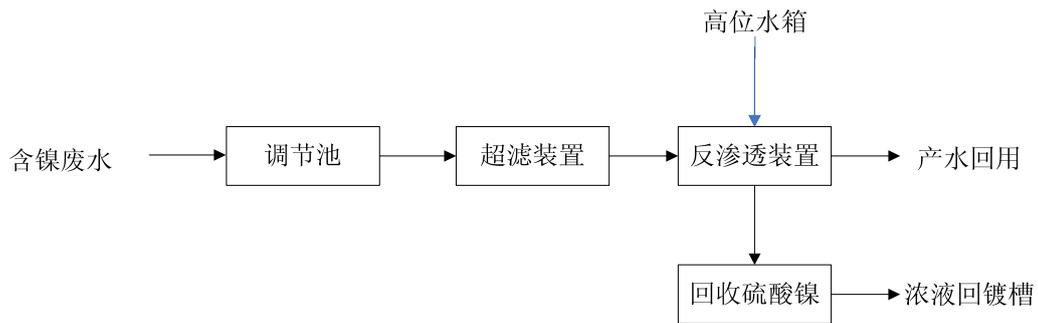


图6 反渗透法处理含镍废水的工艺流程图

6.4.2.7 反渗透法的技术参数与要求如下：

- 1) 反渗透处理对进水要求较高，一般要求进水中不得含有碳酸钙、氧化剂及油类污染物，余氯小于0.1mg/L，铁、锰小于0.05mg/L；
- 2) 反渗透处理设备的设计使用应参照膜厂家提供的技术资料 and GB/T 19249；
- 3) 含镍废水反渗透法后可将镍处理到0.1mg/L以下，可直接回用于生产线；反渗透浓水可用于回收镍。

6.4.3 高浓度有机废水

6.4.3.1 高浓度有机废水中的显影、退膜液可在酸性条件下析出固体，可通过固液分离去除大部分有机物和部分重金属，工艺流程如下：

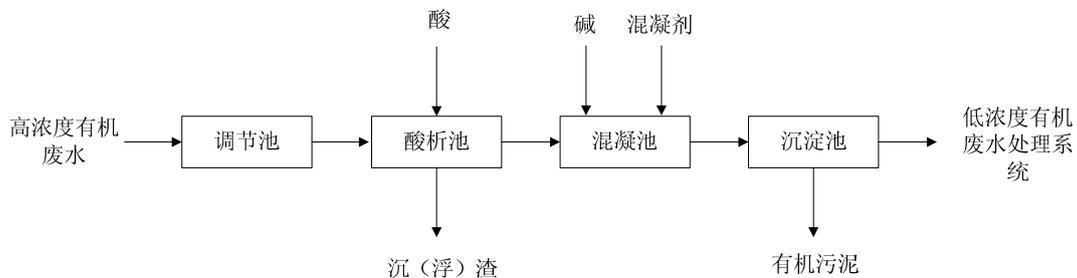


图7 高浓度有机废水处理的工艺流程图

6.4.3.2 高浓度有机废水处理的技术参数与要求如下：

- 1) 酸析阶段pH值宜控制在2~4，混凝阶段pH值宜控制在5~7；
- 2) 酸析反应宜采用机械搅拌，搅拌机转速100~300rpm；
- 3) 为减少酸析后固体结块堵塞管道及水池的现象，可在酸析池中投加改良剂，常用改良剂有粉末活性炭，聚合氯化铝铁等，投加量宜根据实验确定；
- 4) 高浓度有机废水酸析处理对有机物的去除可达80%以上，但仍达不到排放要求，需要进入低浓度有机废水继续处理。

6.4.4 低浓度有机废水

6.4.4.1 低浓度有机废水可采用微电解或Fenton试剂氧化去除有机物，采用化学沉淀法去除重金属，处理工艺流程如下：

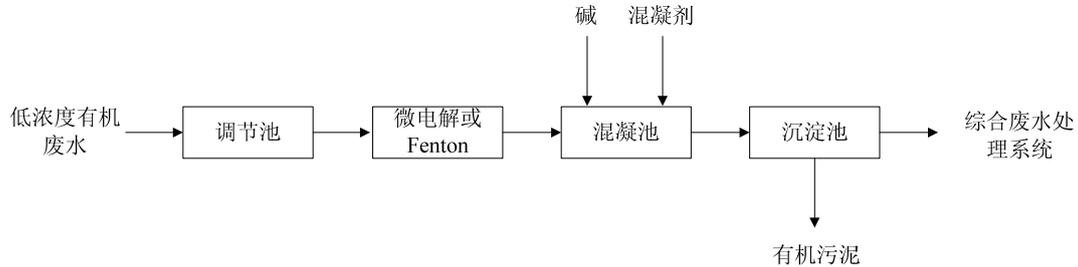


图8 低浓度有机废水处理的工艺流程图

6.4.4.2 低浓度有机废水处理的技术参数与要求如下：

- 1) 采用Fenton氧化作为前处理时，pH宜控制在2~4，Fenton试剂投加量宜根据实验确定，无实验数据时可按COD与Fenton试剂（1~3）：1投加，反应时间1~2h；
- 2) 为减少残留的H₂O₂对后续沉淀影响，可在Fenton氧化后采用还原剂中和；
- 3) 采用铁-碳微电解作为预处理时，pH值宜控制在3~5，空气搅拌气量不小于（3~5）m³/m²·h，填料接触时间不小于30min；
- 4) 为减少铁-碳微电解填料板结，填料在反应池中应分层堆放，每层单独设置空气搅拌系统；
- 5) 混凝阶段pH值宜控制在8~9；
- 6) 低浓度有机废水经过预处理后COD去除率可达50%~80%，铜可处理至1mg/L以下，出水可进入综合废水系统继续处理其它污染物。

6.4.5 络合铜废水

6.4.5.1 络合铜废水的处理宜采用物理化学法处理，可先破络释放Cu²⁺，再化学沉淀法除铜，其工艺流程如下：

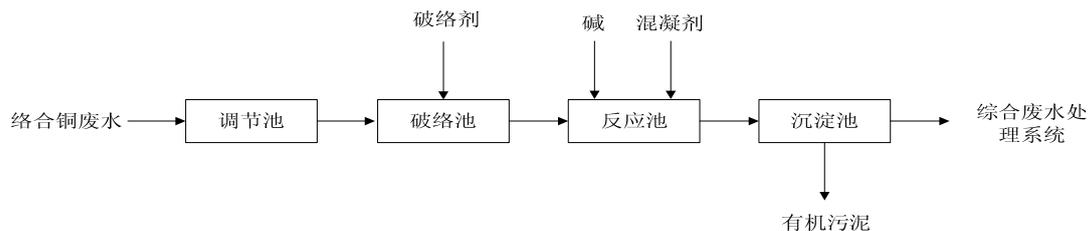


图9 物理化学法处理络合铜废水工艺流程图

6.4.5.2 络合铜废水处理的技术参数与要求如下：

- 1) 常用破络剂有：铁盐、硫化物、Fenton试剂、重捕剂；
- 2) 铁盐屏蔽法破络阶段pH值控制在2~4，化学氧化和硫化物沉淀法pH值控制在8~9；
- 3) 铁盐屏蔽法和硫化物沉淀法可将络合铜废水中总铜处理至0.5mg/L以下，可进入综合废水继续处理其它污染物。

6.4.6 铜氨废水

6.4.6.1 铜氨废水可采用折点加氯法，选择性离子交换法和磷酸铵镁脱氮法。

6.4.6.2 若废水水量、氨氮稳定，随时间变化不大时可采用折点加氯法，其工艺流程如下：

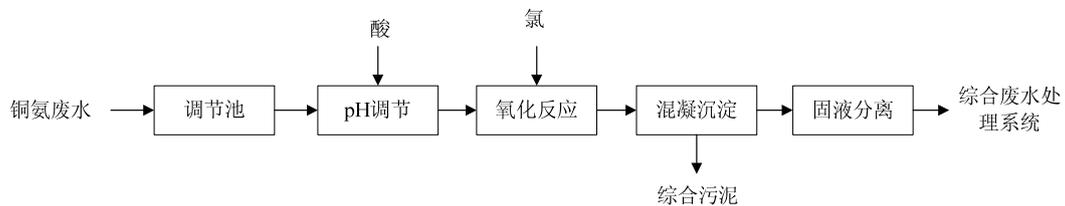


图10 折点加氯法处理铜氨废水的工艺流程图

6.4.6.3 折点加氯法的技术参数与要求如下：

- 1) 进水氨氮浓度不宜大于50mg/L；
- 2) 氧化反应阶段pH值宜控制在5~7左右，氧化剂采用次氯酸钠(NaClO)，反应时间30~60min；
- 3) 有效氯投加量宜根据实验确定，无实验数据时可按氯与 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 质量比为(7~8):1投加；
- 4) 混凝阶段pH值宜控制在8~9；
- 5) 折点加氯法对废水中 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 去除率为80%以上，出水可进入综合废水系统继续处理其它污染物。

6.4.6.4 当废水中有多种金属离子或有机物时宜采用磷酸铵镁脱氮法，其工艺流程如下：

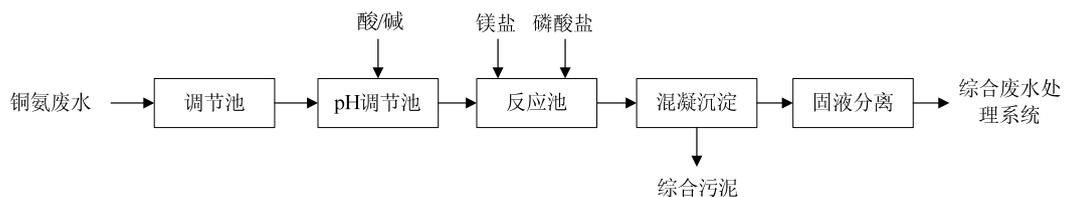


图11 磷酸铵镁脱氮法处理铜氨废水的工艺流程图

6.4.6.5 磷酸铵镁脱氮法的技术参数与要求如下：

- 1) 反应pH宜控制在9.5~10.5；
- 2) 反应时间宜大于30min；
- 3) 镁盐宜采用 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 或 $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ，磷酸盐宜采用 $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ ；
- 4) N:P:Mg对氨氮处理效果影响较大，应通过实验确定，无实验数据时可按 $n(Mg^{2+}) : n(PO_4^{3-}) : n(NH_4^+) = 1.3:1.2:1$ 投加；
- 5) 磷酸铵镁脱氮法废水中 NH_4^+-N 去除率为80%以上，出水可进入综合废水系统继续处理其它污染物。

6.4.7 含铜废水

6.4.7.1 含铜废水处理的工艺流程如下：

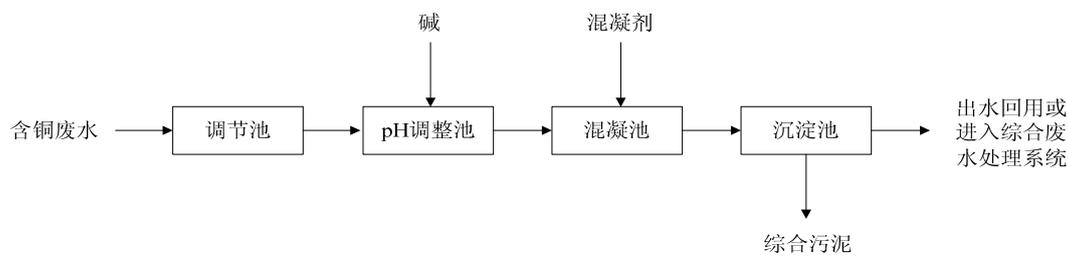


图12 含铜废水处理的工艺流程图

6.4.7.2 含铜废水处理的技术参数与要求如下：

- 1) 反应pH值宜控制在8~9；
- 2) 反应时间应在10-15min；
- 3) 铜可降至0.5mg/L以下，出水可进入综合废水系统继续处理其它污染物或者作为末端回用水水源进行回用。

6.5 综合废水

6.5.1 经预处理后的综合废水pH达到7~9，总铜和总镍浓度小于0.5mg/L，总氰浓度小于0.5mg/L，宜采用生化处理工艺，主要包括厌氧、缺氧和好氧单元。

6.5.2 厌氧单元的技术参数与要求如下：

- 1) 厌氧池宜采用UASB形式，平均上升流速不小于2m/h；
- 2) 厌氧池停留时间不宜小于16h；
- 3) 厌氧池进水铜浓度不得大于2mg/L。
- 4) 厌氧池排泥周期和排泥量应考虑重金属富集浓度和除磷效果。

6.5.3 缺氧单元的技术参数与要求如下：

- 1) 缺氧池底部应设置潜水搅拌机，防止污泥沉降；
- 2) 混合液回流比宜为100%~200%；

6.5.4 好氧单元的技术参数与要求如下：

- 1) 好氧池停留时间不宜小于10h；
- 2) 好氧系统宜采用活性污泥法，方便检修及排泥，防止重金属富集；
- 3) 特殊地区执行较为严格的排放标准时，宜选用MBR膜生物反应器。

6.5.5 生化法处理工艺参数可参考HJ 576；MBR膜生物反应器工艺参数可参考HJ 2010。

6.6 废水回用

6.6.1 废水回用分为线上回用和末端回用两种。对较清洁的废水，或有一定回收价值的废水建议采用线上回用，其它类废水根据企业用水情况进行末端回用。

6.6.2 沉金、沉银宜在线离子交换或膜技术回用至原生产线；磨板废水成份简单，可采用铜粉过滤后回用至磨板工序，亦可进入含铜废水处理后再作为回用水源；含氰、含镍、含铜废水预处理后可作为末端回用水源。有机废水和络合铜废水不宜作为回用水源。

6.6.3 回用水工艺宜采用预处理+双膜（超滤膜和反渗透膜）组合工艺，膜处理工艺设计应符合HJ 579的规定；成分单一、电导率较低的废水可采用离子交换工艺。

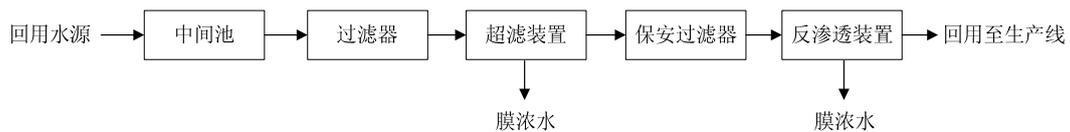


图13 末端回用水处理工艺流程图

6.6.4 超滤系统浓水可进入低浓度有机废水处理系统进行处理，亦可单独收集处理；反渗透浓水单独处理的工艺流程如下：

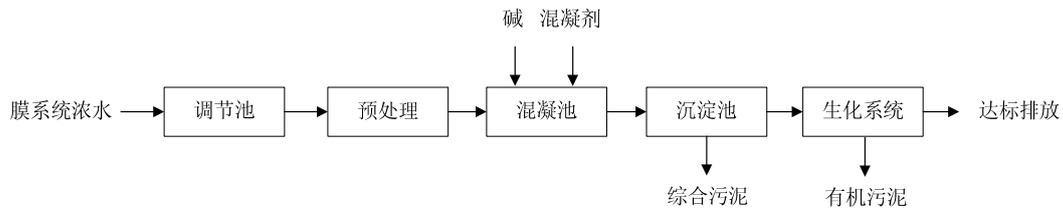


图14 膜系统浓水处理的工艺流程图

6.6.5 反渗透浓水预处理可参照低浓度有机废水，生化系统可参照综合废水；反渗透浓水处理后可达标排放。

6.7 废气

6.7.1 应从源头有效控制恶臭污染源，优化工艺单元设计，减少废水收集及处理系统臭气的产生和散发，并定期清理调节池、水解池、污泥池等工艺单元中的浮渣，及时处置工艺过程中产生的污泥等污染物。

6.7.2 对产生的臭气应进行收集和处理，并符合下列技术要求：

- 1) 采取密闭、局部隔离及负压抽吸等措施，集中收集工艺过程（调节池、水解池、污泥池、污泥脱水机等）中产生的臭气；
- 2) 污水泵房、污泥脱水间、加药间等应设置臭气收集设施，并确保排放废气符合现行国家标准的要求。

6.7.3 集中收集的臭气宜采用生物滤池等工艺处理，并符合下列技术要求：

- 1) 填料孔隙率40~80%；
- 2) 填料有机质含量25~55%；
- 3) 填料厚度1.0~1.5m；
- 4) 反应温度15~35℃；
- 5) 湿度50~65%；
- 6) 液体投配率0.7~1.4m³/m³·d；
- 7) 臭气停留时间30~90s。

6.8 污泥

6.8.1 印制电路板废水处理过程中产生的污泥属于危险废弃物，应分类收集脱水后交由具备危险废弃物处理处置经营许可的单位妥善处置；污泥收集、处理、贮存、运输、转移、处置均应遵循国家危险废弃物相关管理规定。

6.8.2 印制电路板废水产生的污泥根据性质和处理方式可分为：含镍污泥、油墨污泥、有机污泥和综合污泥，各类宜单独收集、单独脱水压滤、单独处置；含镍污泥为含镍废水处理产生的污泥，油墨污泥为高浓度有机废水产生的污泥，有机污泥为综合、低浓度有机、络合铜废水处理产生的污泥，其余为综合污泥。

6.8.3 污泥脱水方式与脱水后的含水率应根据污泥处置要求确定，一般情况下，含水率在60~80%较为经济合理，可采用带式压滤机、板框压滤机，离心脱水机脱水；当要求含水率低于60%时，宜选用高压隔膜板框压滤机。

6.8.4 污泥脱水产生的滤液应返回相应的废水调节池重新处理。

6.9 噪声

6.9.1 废水处理站应采用低噪设备，降低噪声源强；定期对所有机电设备进行维护，防止设备异常产生噪声。

6.9.2 对废水站内的高噪声设备鼓风机、空压机、离心泵、隔膜泵、螺杆泵等采取隔声降噪措施。如：将设备置于室内，基础采用减振处理，管道采用柔性连接，风机进出口设置消声器等。鼓风/空压机房采用消声吸声装置，门窗采用隔声效果好的塑钢门窗或双层隔声门窗。

6.10 加药系统

6.10.1 化学药品的贮存、使用应符合GB 15603，《作业场所安全使用化学品公约》，《工作场所安全使用化学品公约》等国家法律法规文件。

6.10.2 化学药品溶解配制与贮存区域应独立设置，药剂溶解宜采用机械搅拌，不宜采用鼓风曝气搅拌。

6.10.3 药剂投加系统有计量泵定量投加和高位药桶重力投加两种方式，印制电路板废水处理工程加药点较多，宜采用能耗和投资较低的高位药桶重力投加方式。

7 工艺设备和材料

7.1 一般规定

7.1.1 设备和材料选择应考虑下列因素：

- 1) 设备和材料应考虑印制电路板废水酸碱腐蚀性等因素。
- 2) 设备形式的选择应充分考虑节能、环保、安全可靠及使用寿命等因素。

7.1.2 所选设备应满足防火、防爆、防潮及防尘等安全需要。

7.2 选型要求

7.2.1 印制电路板废水处理工程的关键设备和材料包括污水泵、污泥泵、鼓风机、曝气机械、

自动加药装置、刮吸泥机、脱水机、消毒装置等。

7.2.2 水泵选择应以高效节能、不宜堵塞、经久耐用、便于维修为原则。水泵的选型应根据其所输送介质的特性及水泵的用途来确定。

7.2.3 水泵流量的调节范围应能满足废水处理中水量变化的要求；水泵的工作压力应能满足最不利点处所需水压的要求；所选水泵应能经常保持在高效区内运行。

7.2.4 水泵宜设置适量的备用泵，备用泵宜按1用1备或2用1备配置。

7.2.5 鼓风机应选用低噪声、高效低耗产品，出口风压应稳定，宜选用罗茨鼓风机。

7.2.6 鼓风机的供气量、供气压力及所配电机功率应满足废水处理系统生物反应需氧要求、物化池空气搅拌、调节池空气搅拌的要求；生化供氧、物化搅拌的鼓风机宜分开配置。

7.2.7 鼓风机应设置备用，备用鼓风机的数量为：当工作鼓风机台数在4台以下时设1台；工作鼓风机台数在4台或4台以上时应设2台。

7.2.8 空气管道、风道内的空气流速应按以下要求选取：送风主干管、支干管为10~15m/s，送风支管为4~5m/s。

7.2.9 加药装置应实现自动化运行控制。

7.3 性能要求

7.3.1 设备和材料应选用满足工艺、符合下列标准要求的產品：

- 1) 潜水排污泥泵应符合HJ/T 336的规定；
- 2) 离心泵应符合GB/T 16907、GB/T 5656、GB/T 5657的规定；
- 3) 单螺杆泵应符合HJ 2524的规定；
- 4) 单机高速曝气离心鼓风机应符合HJ/T 278的规定，罗茨风机应符合HJ/T 251的规定；
- 5) 鼓风式中、微孔曝气器应符合HJ/T 252的规定；
- 6) 潜水推流搅拌机应符合HJ/T 279的规定；
- 7) 刮泥机应符合HJ/T 265的规定，吸泥机应符合HJ/T 266的规定；
- 8) 气浮装置应符合HJ/T 261的规定和HJ/T 282的规定；
- 9) 污泥脱水用厢式压滤机和板框压滤机应符合HJ/T 283的规定，带式压滤机应符合HJ/T 242的规定；
- 10) 紫外线消毒设备应符合GB/T 19837的规定。

7.3.2 液下部分鼓风空气布气管道采用UPVC管，支架采用ABS支架，鼓风空气送风管道应

采用钢管，并进行防腐处理。

7.4 防腐要求

7.4.1 构筑物防腐：与印制电路板废水、污泥和药剂等直接接触的构筑物，均应采用有效的防腐措施。构筑物一般可采用环氧树脂、乙烯基+玻璃纤维布、防腐涂料、内衬PVC板等多种防腐形式。调节池、中和前的废水反应池、配药池、事故池等水池宜采用五布七油的环氧树脂+玻璃纤维布防腐方式。沉淀池、污泥池等宜采用三布五油的环氧树脂+玻璃纤维布防腐方式。

7.4.2 成套设备宜优先采用PP、PE或玻璃钢等防腐材质制作。钢制设备防腐可采用工程塑料衬里、衬胶或防腐层，防腐层材质优先次序：内衬聚丙烯(PP)或聚乙烯(PE)膜、环氧乙烯基酯树脂玻璃钢、高等级防腐涂料、环氧玻璃钢。与腐蚀性介质接触的设备，如提升泵、加药泵、污泥泵、压滤机、气浮机等，均应选用耐腐蚀材料制作。搅拌机轴及浆叶一般选用SUS304或SUS316材料制作。

7.4.3 管道、阀门宜采用UPVC、ABS、PE或HDPE等工程塑料管道。

7.4.4 工程辅助设施楼梯、平台、管道支架等宜优先采用混凝土结构、玻璃钢格栅、塑料件、玻璃钢件，应尽量避免钢制防腐漆的做法。

7.4.5 废水处理站的地面宜采用环氧砂浆自流坪。

8 检测与过程控制

8.1 检测

8.1.1 在调节池等由动力提升的池体及容器中宜设液位控制仪，并有高 / 低位接点输出。

8.1.2 pH 值调节点宜设置 pH 计。

8.1.3 ORP 值调节点宜设置氧化还原电位仪（ORP 计）。

8.1.4 废水处理站应设置必要的流量计，用于物料的计量。

- 1) 废水一级提升宜设置计量装置；
- 2) 各化学药剂应在各投加点设置计量装置；
- 3) 废水总排放口应设置计量装置。

8.1.5 检测指标包括：各类废水量、pH 值、总铜、总氰、总镍、氨氮、总氮、总磷、

COD_{Cr}、SS 等。水质采样及水质样品的保存及管理应符合 HJ/T 493、HJ/T 494、HJ/T 495 的规定。

8.1.6 应在含氰废水处理单元安装游离氰在线检测仪；在含镍废水处理单元安装总镍在线监测系统；在总排放口设置 pH、总铜、COD_{Cr}、氨氮和总氮在线检测仪。废水外排口设置的在线检测系统应符合《污染源自动监控管理办法》、HJ/T 15、HJ/T 96、HJ/T 101、HJ/T 103、HJ/T 212、HJ/T 353、HJ/T 354、HJ/T 355、HJ/T 377 等的规定。

8.1.7 根据需要对水池水位及水质指标超标、设备故障等配置声光报警系统。

8.2 过程控制

8.2.1 印制线路板废水治理工程可按集散控制系统的设计原则进行设计和部署，配备中央控制系统、在线监测系统。根据站区大小及功能分布情况设置功能子站，实现多级控制。

8.2.2 自动控制系统应根据设备数量和监控点多少配备一定数量的配电柜和控制柜。控制分自动和手动互切换双回路控制系统，并具有自动保护和故障报警功能。

8.2.3 污水泵采用液位联动控制装置。

8.2.4 加药系统宜采用pH在线仪和ORP在线仪监测数据进行自动控制。

8.2.5 排泥系统、砂滤塔系统、离子塔系统等的控制宜采用定时周期进行自动控制。

9 配套工程

9.1 构筑物

9.1.1 废水处理站构筑物防震应符合GB 50191的有关规定。

9.1.2 构筑物应具有良好的抗压性能、抗渗性能、抗腐蚀性能。寒冷地区应考虑抗冻性能，生物反应池还应考虑水池保温性能。

9.1.3 构筑物应符合现行国家GBJ 141和GB 50204的规定。

9.2 建筑与结构

9.2.1 处理构筑物的结构荷载设计和抗震设计应分别符合GB 50009和GB 50191的有关规定，并采取防腐蚀、防渗漏措施。

9.2.2 在进行结构设计时应充分考虑池体的抗浮，施工过程中应计算池体的抗浮稳定性及各

施工阶段的池体自重与水的浮力之比，检查池体能否满足抗浮要求。

9.2.3 各类水池宜采用钢筋砼结构，满足设备安装对土建施工的要求。

9.2.4 在软弱地基上施工，应采取适当的地基处理措施。

9.3 供配电系统

9.3.1 废水处理站供电宜按二级负荷设计。

9.3.2 变电站的设计应符合GB 50059和GB 50053的规定。

9.3.3 低压配电设计应符合 GB 50054 的规定。

9.3.4 供配电系统应符合GB 50052的规定。

9.3.5 建设工程施工现场供用电安全应符合GB 50194的规定。

9.3.6 建筑物防雷设计应符合GB 50057的规定。

9.3.7 建筑物照明设计应符合GB 50034的规定。

9.3.8 建筑节能设计应符合GB 50189的规定。

9.4 给排水和消防

9.4.1 废水处理站应设置厂区污水管、雨水管。厂区污水管用于接纳厂区污水和各单元的清洗废水和放空废水，厂区污水管应接入相应废水调节池，经过处理后达标排放。雨水管接入废水处理站设置的初期雨水收集池，进入综合废水系统处理后达标排放。

9.4.2 市政给水管不得与废水处理站非给水管物理连接。

9.4.3 废水处理站消防设计应符合GB 50016、GB 50116的有关规定，并配置消防器材。

9.5 采暖、通风与保温

9.5.1 地下构筑物应有通风设施。

9.5.2 在寒冷地区，处理构筑物和管线应有防冻措施。当采暖时，处理构筑物室内温度可按5℃设计；加药间、化验室和操作室等的室内温度可按15℃设计。

9.5.3 配药间、污泥脱水间应设置通风设施。

9.6 道路与绿化

9.6.1 废水处理设施与企业生产区和生活区宜由道路和绿化隔开。

9.6.2 道路设计应符合GBJ 22的规定。

9.6.3 绿化宜由印制电路板企业统筹规划建设。

10 劳动安全与职业卫生

10.1 劳动安全

10.1.1 高架处理构筑物应设置栏杆、防滑梯、照明和避雷针等安全设施。各构筑物应设有便于行走的操作平台、走道板、安全护栏和扶手，栏杆高度和强度应符合国家有关劳动安全规定。

10.1.2 所有正常不带电的电气设备的金属外壳均应采取接地或接零保护；钢结构、排气管、排风管和铁栏杆等金属物应采用等电位联接。

10.1.3 各种机械设备裸露的传动部分应设置防护罩，不能设置防护罩的应设置防护栏杆，周围应保持一定的操作活动空间。

10.1.4 地下构筑物应有清理、维修工作时的安全措施。主要通道处应设置安全应急灯。在设备安装和检修时应有相应的保护设施。

10.1.5 存放有害化学物质的构筑物应有良好的通风设施和阻隔防护设施。有害或危险化学品的贮存应符合国家相关规定的要求。

10.1.6 废水处理站危险部位应有安全警示标志，并配置必要的消防、安全、报警与简单救护等设施。

10.1.7 人员进入封闭或半封闭的水处理构筑物检修时，应先进行不小于1h的强制通风，经检测确定符合安全条件时，人员方可进入。

10.2 职业卫生

10.2.1 职业卫生符合GBZ 1、GBZ 2.1和GBZ 2.2的规定。

10.2.2 职业病防护设备、防护用品应确保处于正常工作状态，不得擅自拆除或停止使用。

10.2.3 具有有害气体、易燃气体、异味、粉尘和环境潮湿的场所，应有良好的通风设施。

11 工程施工与验收

11.1 一般规定

11.1.1 设计单位、施工单位应具备相应的工程设计资质或施工资质。

11.1.2 施工单位应按照设计图纸、技术文件、设备图纸等组织施工。施工过程中，应做好材料设备、隐蔽工程和分项工程等中间环节的质量验收；隐蔽工程应经过中间验收合格后，方可进行下一道工序施工。

11.1.3 施工中所使用的设备、材料、器件等应符合现行国家标准和设计要求，并取得供货商的产品合格证书。不得使用不合格产品。设备安装应符合GB 50231的规定。

11.1.4 管道工程的施工和验收应符合 GB 50268 的规定；混凝土结构工程的施工和验收应符合GB 50204的规定；构筑物的施工和验收应符合GB 50141的规定。

11.1.5 施工单位除应遵守相关的技术规范外，还应遵守国家有关部门颁布的劳动安全及卫生、消防等国家强制性标准。

11.1.6 印制电路板废水处理设施、构（建）筑物等应根据其接触介质的性质，采取防腐、防漏、防渗、防震等措施。

11.2 工程施工

11.2.1 土建施工

11.2.1.1 在土建施工前，应认真了解设计图纸和设备安装对土建的要求，了解预留预埋件的位置和做法。

11.2.1.2 施工过程中，池体不得出现裂缝和渗漏。出现渗漏时，应会同设计等有关方面确定整改方案。

11.2.1.3 模板、钢筋、砼分项工程应严格执行GB 50204规定。

11.2.2 设备安装与试车

11.2.2.1 设备基础应符合设备说明书和技术文件要求。混凝土基础应平整坚实，并有隔振措施。预埋件水平度及平整度应符合GB 50231规定。地脚螺栓应按照原机出厂说明书的要求预埋，位置应准确，安装应稳定。安装好的机械应严格符合外型尺寸的公称允许偏差。

11.2.2.2 设备安装完成后应根据需要进行手动盘车、无负荷试车和有负荷试车，重要设备首次启动应有制造商代表在场。

11.2.2.3 各种机电设备安装后应进行试车。试车应符合GB 50231的规定。

11.2.2.4 压力管道、阀门安装后应进行试压试验，外观检查应24h无漏水现象。空气管道应做气密性试验，24h压力降不超过允许值为合格。

11.3 工程验收

11.3.1 印制电路板废水处理工程分二阶段进行验收，第一阶段为建设项目竣工验收，第二阶段为建设项目竣工环境保护验收。

11.3.2 工程验收应按《建设项目（工程）竣工验收办法》相关专项验收规范和本标准的有关

规定进行组织。

11.3.3 工程验收应依据：主管部门的批准文件、经批准的设计文件和设计变更文件、工程合同、设备供货合同和合同附件、设备技术文件和技术说明书、专项设备施工验收及其他文件。

11.3.4 工程相关专业验收的程序和内容应符合GB 50093、GB 50168、GB 50169、GB 50204、GB 50231、GB 50236、GB 50254、GB 50257、GB 50268、GB 50275、GB 50334和GBJ 141等标准的相关规定。

11.3.5 工程竣工验收后进行印制电路板废水处理工程试运行。试运行期间应对处理污水量、污泥产量、污泥处理量、药剂耗用量、生产用电量、自来水耗量等应有记录，对进出水水质和活性污泥等均应有足够的分析数据，至少包括：各处理系统单元进出水pH值、水量、主要污染物浓度，如总镍、总铜、氰化物、COD、BOD、氨氮、总磷、MLSS、SVI、SV等。

11.3.6 印制电路板废水处理工程竣工环境保护验收应按《建设项目环境保护竣工验收管理办法》的规定进行。

11.3.7 结合试运行，应对印制电路板废水处理工程进行性能评估，作为环境保护竣工验收的技术参考资料，评估内容至少应包括：

- 1) 耗电量测试，分别测量各主要设备单体运行和设施系统运行的电能消耗；
- 2) 水泵运行试验，测试水泵的提升流量与扬程；
- 3) 风机运行试验，测试风机的测试单台风机运行和全部风机连动运行的供气量、风压、噪声等参数，包括启动和运行时的参数；
- 4) 其它主要设备运行试验，如测试曝气设备充氧能力或氧利用率，刮（排）泥机械的运行稳定性、保护装置的效果、刮（排）泥效果等；
- 5) 满负荷运行测试，向处理系统通入最大流量的废水，考察各工艺单元、构筑物 and 设备的运行工况；
- 6) 活性污泥测试，引种、培育并驯化活性污泥，调整各反应器的运行工况和运行参数，检测各项参数，观察反应池污泥性状，直至污泥运行正常；
- 7) 剩余污泥量测试，测定剩余污泥产生量和污泥脱水效率等工艺参数；
- 8) 水质检测，在工艺要求的各个重要部位，按照规定频次、指标和测试方法进行水质检测，分析污染物去除效果；
- 9) 物化处理性能测试，工艺流程有物化处理单元的应按有关规定测试其运行参数；
- 10) 出水指标达标的环境监测，处理出水符合达标验收要求。

- 11) 计算全厂技术经济指标：化学需氧量（COD_{Cr}）去除总量、化学需氧量（COD_{Cr}）去除单位能耗（度电/kg COD_{Cr}）污水处理成本(元/kg COD_{Cr})。

12 运行与维护

12.1 一般规定

12.1.1 印制电路板废水处理站应建立操作规程、运行记录、水质检测、设备检修、人员上岗培训、应急预案、安全注意事项等处理设施运行与维护的相关制度，适时监控运行效果，加强处理设施的运行、维护与管理。

12.1.2 应配备专职人员负责废水处理设施的操作、运行和维护。废水处理设备设施每年进行一次检修，其日常维护与保养应纳入企业正常的设备维护管理工作。

12.1.3 企业不得擅自停止印制电路板废水治理设施的正常运行。

12.1.4 印制电路板废水处理站的运行记录和水质检测报告作为原始记录，应妥善保存，不得丢失或撕毁。

12.2 人员与运行管理

12.2.1 废水处理站的运行人员应经过岗位技能培训，熟悉废水处理的整体工艺、相关技术条件和设施、运行操作的基本要求，能够合理处置运行过程中出现的各种故障与技术问题。

12.2.2 废水处理站的运行人员应严格按照操作规程要求，运行和维护废水处理设施，并如实填写相关记录。

12.2.3 运行记录的内容应包括：水泵及相关处理设备/设施的启动-停止时间、处理水量、水温、pH值；电器设备的电流、电压、检测仪器的适时检测数据；投加药剂名称、调配浓度、投加量、投加时间、投加点位；处理设施运行状况与处理后出水情况等。

12.2.4 应根据处理工艺特点与污染物特性，制定生产事故、废水污染物负荷突变、恶劣天气等突发情况下的应急预案，配备相应的物资，并进行应急演练。

12.3 水质监测

12.3.1 水质监控点应符合以下要求：当对废水处理系统的整体效率进行监控时，水质监控点应设在废水处理设施的总进水口和总排水口，其中镍等第一类污染物的采样点应设置在车间排放口或专门处理第一类污染物的处理设施的排放口。当对处理设施各单元的处理效率进行监控时，监控点应设在处理单元的进水口和单元的排水口。

12.3.2 运行期间，每天均应根据设施的运行状况，对处理水质进行检测，并建立水质检测报告制度。检测项目、采样点、采样频率、采用的监测分析方法应按照GB21900所规定的要求进行。已安装在线监测系统的，也应定期取样，进行人工检测，比对数据。

12.4 维护保养

12.4.1 废水治理工程应在满足设计工况的条件下运行，并根据工艺要求，定期对各类工艺、电气、自控设备主建（构）筑物进行检查和维护。

12.4.2 废水治理设施的维护保养应纳入全厂的维护保养计划中，使废水治理设施的计划检修时间与工艺设施同步。

12.4.3 泵类、曝气装置、加药装置等宜储备核心部件和易损部件。

12.5 应急措施

12.5.1 印制电路板废水治理工程的运营管理部门应编制事故应急预案(包括环保应急预案)。应急预案包括：应急预警、应急响应、应急指挥、应急处理等方面的内容。企业应制定相应的人力、设备、通讯等应急处理的必备条件。

12.5.2 废水治理设施发生异常情况或重大事故，应及时分析，启动应急预案，并按规定向有关部门报告。

附录 A

（资料性附录）

印制电路板各工序产生废水的分类

序号	工段	工序	废水种类
1	内层线路制作	裁边、磨边	—
2		刷磨/水洗	磨板废水
3		脱脂/水洗	低浓度有机废水
4		微蚀/水洗	络合铜废水
5		酸洗/水洗	含铜废水
6		烘干	—
7		贴膜/压膜	—
8		曝光显影/水洗	高浓度有机废水、低浓度有机废水
9		酸性蚀刻/水洗	铜氨废水
10		去膜/水洗	高浓度有机废水、低浓度有机废水
11		烘干	—
12		脱脂/水洗	低浓度有机废水
13		微蚀/水洗	络合铜废水
14		黑（棕）化/水洗	络合铜废水
15		铆合、叠合	—
16		热压合	—
17		冷压合	—
18		裁切、钻孔	—
19	电镀	刷磨/水洗	磨板废水
20		膨松/水洗	络合铜废水
21		除胶渣/水洗	高浓度有机废水、低浓度有机废水
22		整孔/水洗	络合铜废水
23		微蚀/水洗	络合铜废水
24		活化/水洗	络合铜废水
25		解胶/水洗	高浓度有机废水、低浓度有机废水
26		化学铜/水洗	络合铜废水
27		一次镀铜/水洗	含铜废水
28		外层线路制作	酸洗/水洗
29	烘干		—
30	贴膜/压膜		—
31	曝光显影/水洗		高浓度有机废水、低浓度有机废水
32	烘干		—
33	酸性蚀铜/水洗		络合铜废水
34	去膜/水洗		—
35	烘干		—

36		脱脂/水洗	高浓度有机废水、低浓度有机废水	
37		微蚀/水洗	络合铜废水	
38		预浸酸/水洗	络合	
39		二次镀铜/水洗	含铜废水	
40		预浸酸/水洗	含铜废水	
41		镀锡/水洗	含铜废水	
42		去膜/水洗	高浓度有机废水、低浓度有机废水	
43		碱性蚀铜/水洗	铜氨废水	
44		剥锡/水洗	铜氨废水	
45		烘干	—	
46		表面加工成型	酸洗/水洗	含铜废水
47			刷磨/水洗	磨板废水
48			烘干	—
49			涂阻焊剂	—
50			烘烤	—
51	曝光显影/水洗		高浓度有机废水、低浓度有机废水	
52	烘干		—	
53	微蚀/水洗		络合铜废水	
54	酸洗/水洗		含铜废水	
55	烘干		—	
56	涂（泡）阻焊剂		—	
57	浸锡		含铜废水	
58	刷磨/水洗		磨板废水	
59	压胶带		—	
60	微蚀/水洗		络合铜废水	
61	酸洗/水洗		络合铜废水	
62	电镀焊/水洗		络合铜废水	
63	电镀金/水洗		含氰废水	
64	活化/水洗		络合铜废水	
65	化学镍/水洗		含镍废水	
66	化学金/水洗		含氰废水	
67	化学银/水洗		含氰废水	
68	吹干		—	
69	撕胶/水洗		高浓度有机废水、低浓度有机废水	
70	吹干		—	
71	微蚀/水洗		络合铜废水	
72	烘干		—	
73	文字印刷/烘烤		—	
74	成型/水洗		络合铜废水	
75	烘干		—	

附录 B

(资料性附录)

印制电路板废水推荐处理工艺流程图

PCB 废水推荐处理工艺流程图

