

SZHB-SJZY-01

深圳市电镀行业生产废水治理工程

设计指引

2007-XX-XX 发布

2007-XX-XX 实施

深圳市环境保护局 发布

前 言

电镀是利用电化学的方法对金属和非金属表面进行装饰、防护及获得某些新性能的一种工艺方法，电镀行业是通用性强、应用面广的工业行业之一。目前我市有几百家电镀厂，每天排放大量生产废水，废水中含有重金属、酸、碱及氰化物等污染物，若得不到妥善处理，将对环境造成严重污染。

为保护我市的自然生态环境，提高电镀废水达标排放率，规范我市电镀废水治理工程设计，由深圳市环境工程咨询服务中心负责编写该电镀废水治理工程设计指引。

本设计指引的主要内容为：废水来源、水质及分类；废水处理工艺设计；构筑物、设备及材料；仪表及自动控制；污泥处理；废水回用；废水处理站综合设计等内容。设计指引中对废水处理工艺的选取是根据深圳市电镀废水处理的现状，选定使用面广，技术先进、成熟、可靠，具有代表性的处理工艺作为本指引推荐的示范工艺。设计单位选用的其它处理工艺必须是经过工程实践证明或通过有关技术主管部门鉴定，确为行之有效的处理工艺。

本设计指引主要为电镀废水处理工程设计人员提供设计指引，也可供环境管理人员和污染防治单位参考。

本设计指引的适用范围为深圳市，由深圳市环境保护局负责管理和解释，深圳市环境工程咨询服务中心负责具体技术内容的解释。

本设计指引的编写由于时间仓促，参编人员水平有限，取材尚有局限性，设计指引中不足之处，恳请批评指正。在实施过程中如有修改与补充的意见或建议，请将相关资料寄送主编单位深圳市环境工程咨询服务中心（邮编 518001，深圳市红桂路红桂一街 50 号环保大院 5 栋 201 房），以供修订时参考。

编写单位：深圳市环境工程咨询服务中心

编写参加人：温致平 曾贤桂 王 石

谢立靖 刘 青 陈志强 贺黎君

目 录

1	总 则	1
2	废水来源、水质及分类	2
2.1	电镀主要功能	2
2.2	电镀废水的来源	2
2.3	电镀废水的水质	2
2.4	电镀废水的分类	2
3	工艺设计	4
3.1	前处理废水处理工艺设计	4
3.2	含氰废水处理工艺设计	5
3.3	含六价铬废水处理工艺设计	5
3.4	焦铜废水处理工艺设计	6
3.5	化学镀镍废水处理工艺设计	7
3.6	化学镀铜废水处理工艺设计	8
3.7	综合废水处理工艺设计	9
4	回用水处理	10
4.1	一般规定	10
4.2	典型的回用水处理系统工艺流程	11
4.3	工艺控制参数及设备配置	11
5	构筑物及设备配置	12
5.1	一般规定	12
5.2	构筑物设计参数及设备配置	13
6	仪表及自动控制	16
6.1	常用仪表	16
6.2	废水处理站的电气设计	17
6.3	自动控制设计	18
7	污泥处理	20
7.1	一般规定	20
7.2	污泥浓缩	20
7.3	机械脱水	21
8	综合设计	22

8.1 平面布置	22
8.2 高程布置	22
8.3 结构设计	22
8.4 管道设计	23
8.5 防腐措施	23
8.6 安全生产	24
8.7 化验室配置	25
主要参考文献	27

1 总 则

1.1 为贯彻科学发展观，使我市的电镀废水处理工程设计符合国家和地方的法律、法规、规范及标准的要求，达到防治污染、保护环境、提高人民健康水平的目的，特制订本设计指引。

1.2 本设计指引适用于新建、扩建或改建的电镀废水处理工程。

1.3 在选择废水处理工艺时，应贯彻分质分类处理原则，并综合考虑电镀生产工艺、废水排放条件（水质、水量、排放方式和排放标准等）、回用率以及现场环境等因素，经全面经济技术比较后确定。

1.4 工程设计应在不断总结科研和工程实践经验的基础上，积极采用经鉴定的、行之有效的新技术、新工艺、新材料和新设备。

1.5 设计时应最大限度地采用机械化、自动化设备，以降低劳动强度，提高废水处理效率和处理设施运行的稳定性。

1.6 构筑物和设备等均应根据其接触介质的性质、浓度和环境要求等具体情况，采用可靠的防腐、防渗、防漏措施。

1.7 对于改扩建工程，应充分利用原有设施，加以适当改造，以节省工程投资。

1.8 设计时应充分考虑循环经济、清洁生产、以废治废、废水回收利用以及污泥的合理处理。

1.9 应采用性能稳定、高效节能设备，以保证工程质量，降低处理成本。

1.10 应充分考虑二次污染防治及风险防范措施。

1.11 除按本设计指引提出的要求进行设计外，尚须符合国家和地方现有的其它相关技术标准和规范。

2 废水来源、水质及分类

2.1 电镀主要功能

电镀的主要功能包括提供装饰性保护层、提高镀件表面硬度和耐磨性、提高镀件的导电性、导磁性以及反射性等、防止镀件表面局部渗碳、渗氮及修复零件尺寸等。

2.2 电镀废水的来源

电镀废水主要来源于镀件清洗、地面冲洗、吊挂具和极板冲洗等，电镀废液主要来源于废弃槽液更换。

镀件清洗废水是电镀废水中最主要的废水来源之一，占生产废水总排放量的80%以上，各种污染物由镀件表面附着的槽液带入镀件清洗废水中。

车间地面冲洗、挂具冲洗、化验分析等过程中均产生少量废水，应全部收集后排入废水处理站。

2.3 电镀废水的水质

电镀工艺种类繁多、工艺复杂，不同企业的电镀废水水质相差较大，但共同特征是均含重金属离子、酸、碱等污染物。常见的重金属离子污染物包括铬、铜、镍、锌、金、银以及铅等，常见的酸、碱类污染物包括硫酸、盐酸、硝酸、磷酸、氢氧化钠、碳酸钠等，此外废水中还含有一定量的有机物、氨氮等。

2.4 电镀废水的分类

根据深圳市电镀企业的实际情况，按照电镀废水分质分类处理的原则，将电镀车间排出的废水分为前处理废水、含氰废水、含六价铬废水、焦铜废水、化学镀镍废水、化学镀铜废水、综合废水及电镀废液。

2.4.1 前处理废水

前处理废水包括镀前准备过程中的脱脂、除油等工序产生的清洗废水，主要污染物为有机物、悬浮物、石油类、磷酸盐以及表面活性剂等。

2.4.2 含氰废水

含氰废水来源于氰化镀铜、碱性氰化物镀金、中性和酸性镀金、氰化物镀银、氰化镀铜锡合金、仿金电镀等含氰电镀工序，废水中主要污染物为氰化物、重金属离子（以络合态存在）等。

2.4.3 含六价铬废水

含六价铬废水主要来源于镀铬、镀黑铬以及钝化等工序，废水中主要污染物为六价铬、总铬等。

2.4.4 焦铜废水

焦铜废水主要来源于焦磷酸盐镀铜、焦磷酸盐镀铜锡合金等电镀工序，废水中主要污染物为铜离子（以络合态存在）、磷酸盐、氨氮及有机物等。

2.4.5 化学镀镍废水

典型的化学镀镍工艺以次磷酸盐为还原剂，废水中主要污染物为镍离子（以络合态存在）、磷酸盐（包括次磷酸盐、亚磷酸盐）及有机物。

2.4.6 化学镀铜废水

典型的化学镀铜工艺以甲醛为还原剂，废水主要污染物为铜离子（以络合态存在）、有机物。

2.4.7 综合废水

除上述六种废水外，其它各类电镀废水统称为综合废水。综合废水中主要污染物为酸、碱、游离重金属离子、有机物等。

2.4.8 电镀废液

电镀废液中含有高浓度的酸、碱、重金属等，电镀废液应委托有资质的危险废物处理单位进行处理处置或综合利用。

3 工艺设计

3.1 前处理废水处理工艺设计

3.1.1 工艺选择

由于待镀工件材质、表面状态、污染物质和生产工艺不同，所产生的前处理废水污染物种类和浓度差别较大，所以应根据车间前处理工艺和拟镀工件的实际情况进行分析，确定合理的前处理废水处理工艺。

3.1.1.1 若前处理废水中 COD_{Cr} 浓度低于 250mg/L，则该废水可以直接排入综合废水处理系统合并处理。

3.1.1.2 若前处理废水中 COD_{Cr} 浓度高于 800mg/L，应设计生化处理系统。除前处理废水外，电镀车间其它工序产生的含有较高浓度 COD_{Cr} 废水（如经预处理后的化学镀镍废水、化学镀铜废水、焦铜废水等）也应一并纳入该生化处理系统。

3.1.1.3 若前处理废水中 COD_{Cr} 浓度介于 250mg/L~800mg/L，则需根据前处理废水占总废水量的百分比，及混凝沉淀或气浮的 COD_{Cr} 去除率，确定是否增加生化处理工艺。

3.1.1.4 若前处理废水中石油类含量大于 50mg/L，需隔油预处理；若废水中的石油类以乳化油形式存在，则需进行破乳预处理，破乳可采用酸化破乳、混凝剂破乳或电解破乳。

3.1.2 前处理废水典型处理工艺流程

水量较大，石油类和 COD 浓度较高的前处理废水一般采用图 3.1.2 所示的处理工艺流程，该工艺选用水解酸化+接触氧化的生化处理工艺，但也根据实际情况选用其它生化处理工艺。

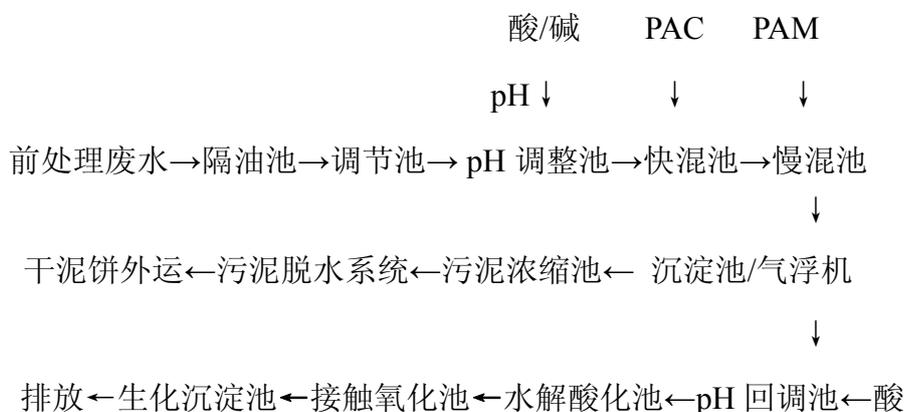


图 3.1.2 前处理废水典型处理工艺流程

3.1.3 主要工艺控制参数

3.1.3.1 pH 调整池内控制 pH 值 10-10.5。

3.1.3.2 pH 回调池内控制 pH 值 7.0-8.0。

3.1.3.3 水解酸化池内控制溶解氧小于 0.3mg/L。

3.1.3.4 接触氧化池内控制溶解氧在 2.0-4.0mg/L 之间。

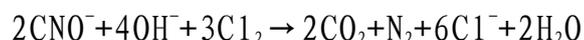
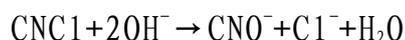
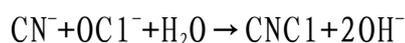
3.2 含氰废水处理工艺设计

3.2.1 工艺选择

含氰废水的处理方法包括碱性氯化法、臭氧氧化法、离子交换法、电解法等，根据深圳电镀企业的实际情况，一般采用两级碱性氯化法处理工艺。该处理方法具有稳定、可靠，易于实现自动控制的特点，碱性氯化法所采用的氧化剂一般为漂白水、漂白粉等。

3.2.2 反应机理

两级碱性氯化法破氰反应的化学方程式如下：



3.2.3 工艺流程图

水量较大的含氰废水一般采用连续处理方式，工艺流程见图 3.2.3。若水量较少，则可采用间歇式的氧化破氰方式。



含氰废水→调节池→一级氧化池→中间水池→二级氧化池→综合废水调节池

图 3.2.3 含氰废水典型处理工艺流程

3.2.4 主要工艺控制参数

3.2.4.1 一级氧化池内控制 pH 值为 10-11、ORP 值为 300-350mV。

3.2.4.2 二级氧化池内控制 pH 值为 7-8，ORP 值为 600-650mV。

3.3 含六价铬废水处理工艺设计

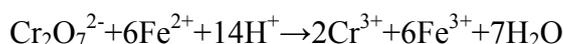
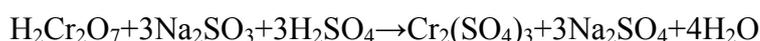
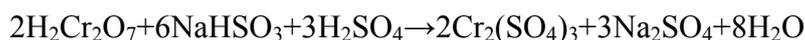
3.3.1 工艺选择

含六价铬废水的处理方法包括化学还原法、离子交换法、电解法等，根据深圳电镀企业的实际情况，一般采用化学还原法处理工艺。

3.3.2 反应机理

在酸性条件下还原剂将六价铬还原成三价铬，还原剂可采用硫酸亚铁、亚硫酸钠、亚硫酸氢钠等。

六价铬的还原反应方程式如下：



3.3.3 工艺流程图

水量较大一般采用连续处理方式，工艺流程见图 3.3.3。若水量较少，则可采用间歇式还原方式。

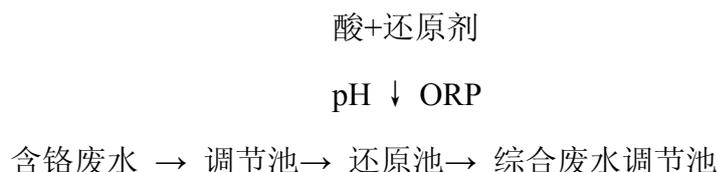


图 3.3.3 含六价铬废水典型处理工艺流程

3.3.4 主要工艺控制参数

还原池内控制 pH 值为 2-3，ORP 值为 250-300mV。

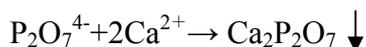
3.4 焦铜废水处理工艺设计

3.4.1 工艺选择

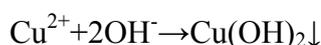
焦铜废水的处理方法包括钙盐沉淀法、硫化物沉淀法、酸性水解法等，根据深圳电镀企业的实际情况，一般采用钙盐沉淀法处理工艺。

3.4.2 反应机理

焦铜废水的破络反应方程式如下：



焦铜废水的化学混凝反应方程式如下：



3.4.3 工艺流程图

水量较大的焦铜废水一般采用图 3.4.3 所示的处理工艺流程，本工艺流程选用水解酸化+接触氧化的生化处理工艺，但也可根据实际情况选用其它生化处理工艺。水量较小的焦铜废水可经物化预处理后并入综合废水处理系统。

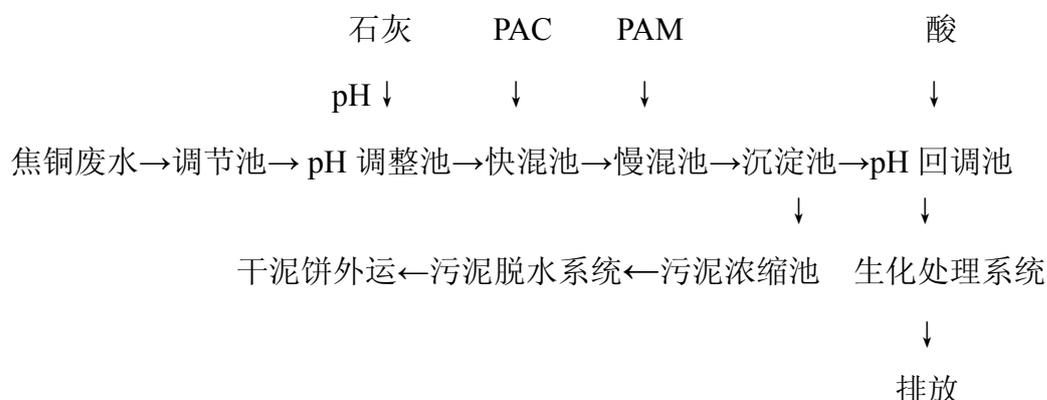


图 3.4.3 焦铜废水典型处理工艺流程

3.4.4 主要工艺控制参数

3.4.4.1 pH 调整池内控制 pH 值 10-11。

3.4.4.2 pH 回调池内控制 pH 值 7.0-8.5。

3.5 化学镀镍废水处理工艺设计

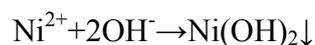
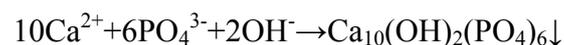
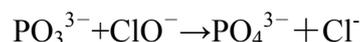
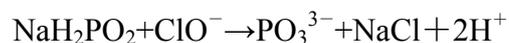
3.5.1 工艺选择

化学镀镍废水一般采用酸性氧化+钙盐沉淀法的二级预处理工艺。

3.5.2 反应机理

第一级在酸性条件下通过氧化剂将次、亚磷酸盐氧化成正磷酸盐，第二级加入石灰，在碱性条件下正磷酸盐生成磷酸钙沉淀物，重金属镍离子形成氢氧化镍的沉淀物得到去除。

氧化剂采用浓度为 10%以上的漂水，其反应方程式如下：



3.5.3 工艺流程图

水量较大的化学镀镍废水一般采用图 3.5.3 所示的处理工艺流程，本工艺流程选用水解酸化+接触氧化的生化处理工艺，但也可根据实际情况选用其它生化

处理工艺。水量较小的化学镀镍废水可物化预处理后并入综合废水处理系统。

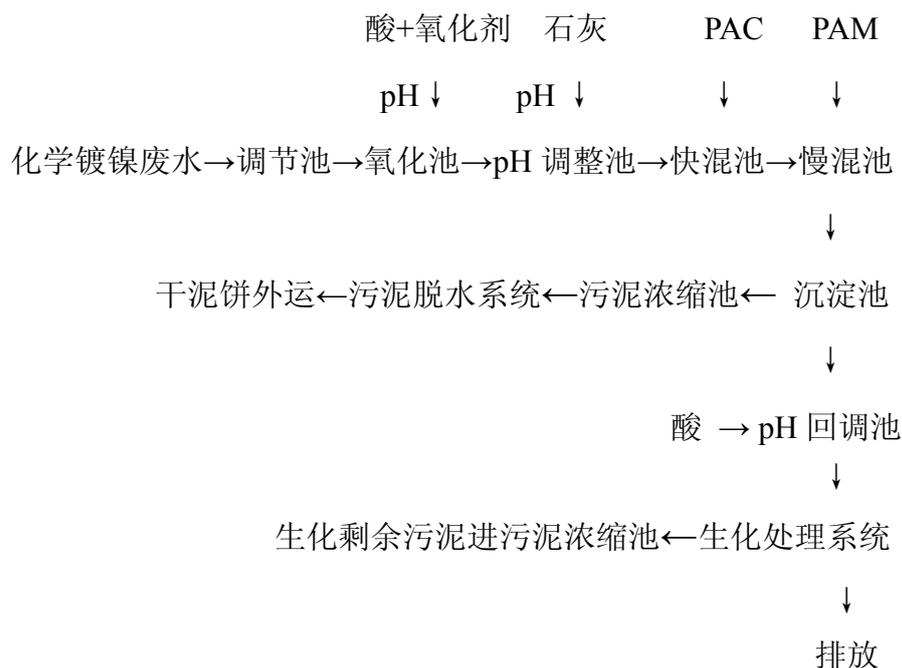


图 3.5.3 化学镀镍废水典型处理工艺流程

3.5.4 主要工艺控制参数

3.5.4.1 氧化池内控制 pH 值 2-3、ORP 值 450-500mV。

3.5.4.2 pH 调整池内控制 pH 值 10-11。

3.5.4.3 pH 回调池内控制 pH 值 7.0-8.5。

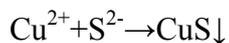
3.6 化学镀铜废水处理工艺设计

3.6.1 工艺选择

化学镀铜废水一般采用硫化物沉淀法。

3.6.2 反应机理

化学镀铜废水反应的化学方程式如下：



3.6.3 工艺流程图

水量较大的化学镀铜废水一般采用图 3.6.3 所示的处理工艺流程，本工艺流程选用水解酸化+接触氧化的生化处理工艺，但也可根据实际情况选用其它生化处理工艺。水量较小的化学镀铜废水可经物化预处理后并入综合废水处理系统。

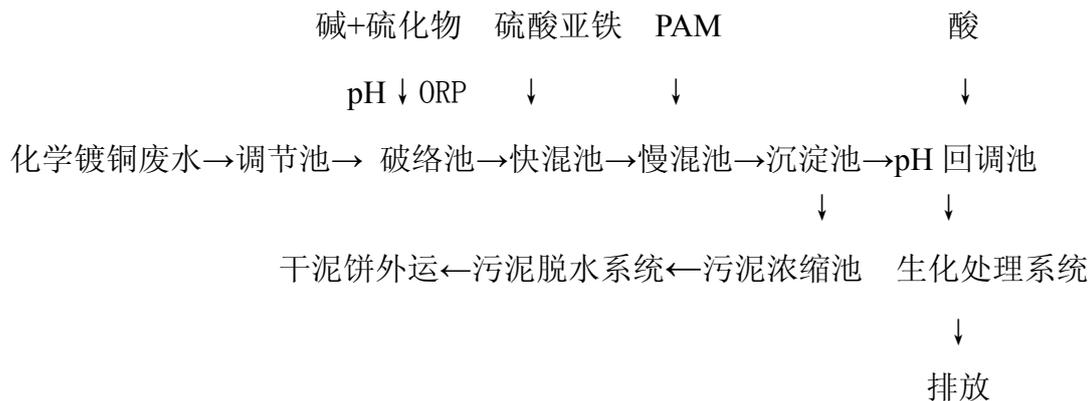


图 3.6.3 化学镀铜废水典型处理工艺流程

3.6.4 主要工艺控制参数

3.6.4.1 pH 调整池内控制 pH 值 10-10.5，ORP 值控制 100-150mV。

3.6.4.2 pH 回调池内控制 pH 值 7.0-8.5。

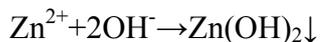
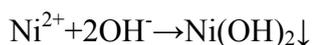
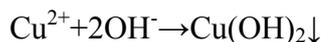
3.7 综合废水处理工艺设计

3.7.1 工艺选择

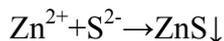
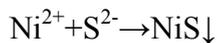
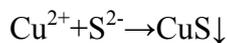
综合废水可采用氢氧化物沉淀法、硫化物沉淀法、膜处理法、离子交换法等处理工艺，一般采用氢氧化物沉淀法或硫化物沉淀法。

3.7.2 反应机理

氢氧化物沉淀法的主要反应化学方程式如下：



硫化物沉淀法的主要化学反应方程式如下：



3.7.3 工艺流程图

综合废水一般采用图 3.7.3 所示的处理工艺流程，该工艺流程选用氢氧化物沉淀法，但也可根据实际情况选用其它的处理工艺。综合废水经处理达标后可进入回用水处理系统（或排放），回用水处理系统产生的浓水可经独立处理系统处理后达标排放，也可将浓水排入生化处理系统或综合废水调节池作进一步处理。

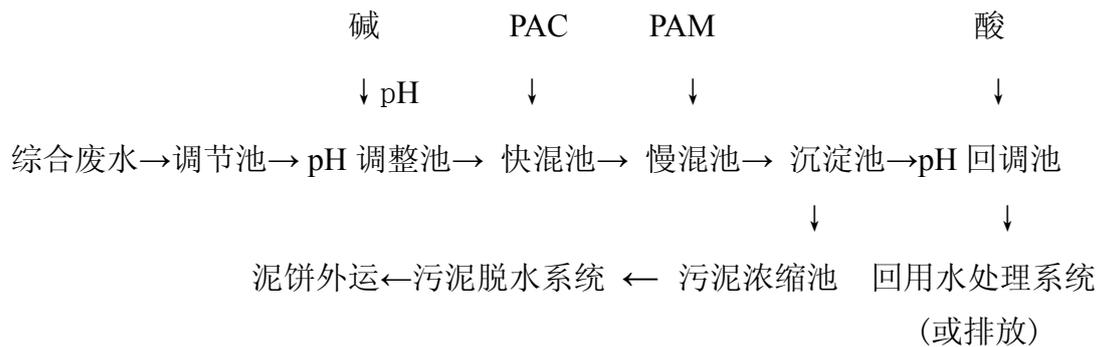


图 3.7.3 综合废水典型处理工艺流程

3.7.4 主要工艺控制参数

3.7.4.1 pH 调整池内控制 pH 值 10-10.5。

3.7.4.2 pH 回调池内控制 pH 值 7.0-8.0。

4 回用水处理

4.1 一般规定

4.1.1 为发展循环经济，节约生产用水，降低生产成本，减少排污量，应设计回用水处理系统，并达到一定的回用率。

4.1.2 电镀企业应优先考虑采用槽边回用处理工艺，槽边回用处理工艺包括膜法、离子交换法等。

4.1.3 一般可将处理达标后的综合废水作为回用水处理系统的水源。

4.1.4 回用水处理系统的主要工艺过程包括多介质过滤、超滤、反渗透等，应综合考虑进水水质、回用水水质要求、回用率以及经济技术指标等因素确定合理的工艺组合。

4.1.5 回用水处理系统产生的淡水需回用于生产线，浓水可经独立处理系统处理后达标排放，也可将浓水排入生化处理系统或综合废水调节池作进一步处理。

4.2 典型的回用水处理系统工艺流程

电镀废水回用处理一般采用图 4.2 所示的工艺流程。

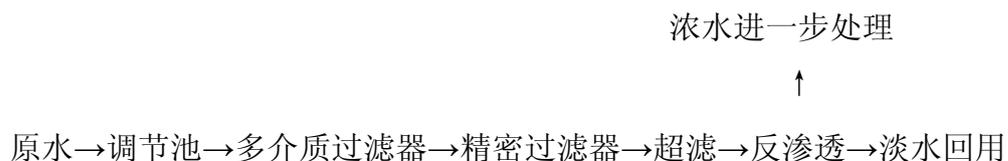


图 4.2 典型的回用水处理工艺流程

4.3 工艺控制参数及设备配置

4.3.1 调节池

用于贮存原水，设计停留时间一般取 4-8 小时，调节池内配置液位控制仪，过滤泵等设备。

4.3.2 多介质过滤器

多介质过滤器的主要作用是去除废水中的微细颗粒、部分有机物和胶体物质，以降低废水的浊度。

常用的过滤介质包括石英砂、无烟煤、活性炭、纤维球等。

多介质过滤器的设计滤速一般采用 4.8-24m/h 之间。

多介质过滤器主体材料为碳钢、玻璃钢或不锈钢。

4.3.3 精密过滤器

精密过滤器主要用于去除水中极微细的颗粒，进一步降低水的浊度。

精密过滤器的设计滤速一般采用 40m/h 以上，其过滤精度一般为 5 μ m。

过滤介质包括 PP 纤维滤芯、线绕滤芯等。

过滤器主体常采用不锈钢材料。

4.3.4 超滤

超滤是介于微滤和纳滤之间的一种膜过程，用以除去分子量在 500 以上、 10^6 以下的分子，包括高分子有机物、大分子化合物、胶体、病毒等。

超滤是一种高压状态下的筛分截留过程，需配置高压输送泵，应根据进水水质确定合适的膜组件和操作模型。

超滤装置一般由高压泵、压力外壳、设备框架、清洗装置、电控系统等组成。

4.3.5 反渗透

反渗透是最精密的液体膜分离技术，它能截留所有溶解性盐及分子量大于 100 的有机物，但允许水分子透过。利用反渗透技术可以有效地去除水中的溶解盐、胶体、细菌、病毒、细菌内毒素和大部分有机物等杂质。

电镀废水回用处理系统所选用的反渗透膜必须具有耐酸碱、抗氧化、耐污染的特点，反渗透装置一般由高压泵、压力外壳、设备框架、清洗装置、电控系统等设备组成。

5 构筑物及设备配置

5.1 一般规定

5.1.1 废水处理站构筑物设计参数应根据废水处理工艺要求进行设计。

5.1.2 处理构筑物的设计流量应按提升泵的最大设计流量计算确定。

5.1.3 电镀废水处理站的构筑物一般采用钢混结构，池体内壁进行防腐处理，池体外壁作装饰处理。

5.1.4 废水处理站的设备首先应满足工艺设计参数的要求，所选用的设备必须是性量稳定、质量可靠的国内优秀品牌产品，也可选用国外同类名牌产品。

5.2 构筑物设计参数及设备配置

5.2.1 隔油池

5.2.1.1 设计参数

电镀废水处理站的石油类污染物较少，一般采用普通平流隔油池，普通平流隔油池的设计参数如下：

池深：1.5-2.0m

池内流速：2-5mm/s

停留时间：1.5-2.0h

5.2.1.2 主要配置设备

隔油池上部设集油管或刮油机，废油回收交废物处理站，进水端一般采用穿孔墙进水，出水采用溢流堰。

5.2.2 调节池

5.2.2.1 设计参数

池深：一般为3.0-5.0m

停留时间：8-10h

调节池有效容积计算时应一并考虑滤池反冲洗水、污泥浓缩池上清液、脱水机滤液收集所需的容积。

5.2.2.2 主要配置设备

应根据调节池内废水水质的差异，优化设置机械、水力或空气搅拌装置。

安装提升泵和液位计等水泵控制装置。

若废水中悬浮物较多，应设沉淀物和浮渣清理装置。

5.2.3 破络池、pH调整池、快混池和慢混池

5.2.3.1 设计参数

池深：一般为1.5-3.0m

停留时间：每格反应池的停留时间一般不少于 15 min

5.2.3.2 主要设备配置

主要配置加药泵、机械搅拌机，破络池和 pH 调整池配置 pH/ORP 自动控制仪表。

5.2.4 氧化池

5.2.4.1 设计参数

含氰废水的氧化池一般分成三格，分别为一级氧化池、中间水池和二级氧化池，对于化学镀镍废水的氧化池可分成两格。

氧化池设计参数如下：

有效水深：一般采用 1.5-2.5m

停留时间：含氰废水处理一级氧化池和二级氧化池停留时间一般不少于 30 min，中间水池停留时间为 10-20 min；化学镀镍废水氧化处理停留时间一般不少于 2 小时。

5.2.4.2 主要设备配置

氧化池内主要配置加药泵、机械搅拌机、pH/ORP 自动控制仪表。

5.2.5 还原池

5.2.5.1 设计参数

有效水深：一般采用 1.5-2.5m

停留时间：一般不少于 30min

5.2.5.2 主要设备配置

还原池内主要配置加药泵、机械搅拌机、pH/ORP 自动控制仪表。

5.2.6 沉淀池

5.2.6.1 斜管沉淀池的设计参数

水力表面负荷：0.3-0.5m³/m².h

总高度：4-5m

斜管高度：1.0m

污泥斗高度：1.0-1.5m

斜管倾角：60°

斜管高度：1000mm

出水堰负荷：2-5m³/m.h

5.2.6.2 斜管沉淀池一般采用升流式异向流结构，污泥斗倾角小于 60° ，池内主要配置斜管、排泥泵，斜管冲洗装置等。

5.2.6.3 辐流沉淀池的设计参数

水力表面负荷： $0.25-0.35\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$

总高度：5.0-6.0m

有效高度：3.0-4.0m

污泥斗高度：1.0-1.5m

斜管倾角： 60°

出水堰负荷： $2-5\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{h}$

5.2.6.4 辐流沉淀池一般用于较大型的废水处理站，可采用中心进水周边出水、周边进水中心出水等形式，主要配置进水装置、出水装置、刮泥机、排泥泵等。

5.2.6.5 竖流沉淀池的设计参数

水力表面负荷： $0.2-0.3\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$

直径：4.0-8.0m，不宜大于 8.0m

中心管内流速：10-15mm/s

总高度：5.0-6.0m

有效高度：3.0-4.0m

污泥斗高度：1.0-1.5m

出水堰负荷： $2-5\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{h}$

5.2.6.6 竖流沉淀池可采用圆形或正方形结构，主要配置中心进水管、喇叭口、反射板、排泥泵等。

5.2.7 污泥浓缩池

5.2.7.1 连续式重力污泥浓缩池的设计参数

有效水深：4.0-5.0m

污泥固体负荷： $30-60\text{kg}/\text{m}^2\cdot\text{d}$

5.2.7.2 连续式重力污泥浓缩池一般采用辐流式结构，池内主要配置刮泥机、进水装置、出水堰、排泥泵等。

5.2.7.3 间歇式重力污泥浓缩池的设计参数

有效池深：3.0-3.5(m)

浓缩停留时间：一般采用 12-24 小时

5.2.7.4 间歇式重力污泥浓缩池主要配置污泥斗和排泥泵，污泥斗倾角小于 60°。

5.2.8 pH 回调池

5.2.8.1 设计参数

有效水深：一般采用 1.5-2.5(m)

停留时间：一般分成两格，每格停留时间一般不少于 8 分钟。

5.2.8.2 主要设备配置

pH 回调池内主要配置搅拌机、加药泵以及 pH 控制仪表。

5.2.9 水解酸化池

5.2.9.1 设计参数

有效水深：一般采用 5.0-6.0m

容积负荷：0.8-1.2KgCOD/m³.d

填料高度：3.0-3.5m

5.2.9.2 主要设备配置

水解酸化池内主要配置生物填料、支架以及搅拌装置等。

5.2.10 接触氧化池

5.2.10.1 设计参数

有效水深：一般采用 5.0-6.0m

容积负荷：0.8-1.2KgCOD/m³.d

填料高度：3.0-3.5m

5.2.10.2 主要设备配置

接触氧化池内主要配置生物填料、支架、曝气装置、鼓风机等。

5.2.11 排放堰

5.2.11.1 设计参数

有效水深：一般采用 0.5-0.8m

结构尺寸按照标准规范进行设计。

5.2.11.2 主要设备配置

排放堰内主要配置超声波流量计、pH 在线监测仪表、COD 在线监测仪表。

6 仪表及自动控制

6.1 常用仪表

电镀废水处理站常用控制仪表有温度、压力、液位、流量等热工量仪表和 pH 值、ORP 值、COD_{Cr}、溶解氧、电导率等分量仪表。

自动控制系统中常用的在线监测控制仪表有流量计、pH 仪、ORP 仪、溶解氧仪、电导率仪、液位计等，在线监测控制仪表均由测量元件、中间传送部分和显示部分组成。

6.1.1 流量测量仪表

用于测量废水进、出水流量以及污泥回流等的流量，电镀废水处理过程中常用的流量计有转子流量计、差压式流量计、超声波流量计、电磁流量计等。

6.1.2 温度测量仪表

温度测量仪表有双金属温度计、热电阻以及热电偶等。PT100 热电阻温度计较常用。

6.1.3 液位测量仪表

用于测量水位高度、控制设备的运行。液位测量仪表包括玻璃液位计、浮标液位计、差压液位计、沉入式液位计和超声液位计等。

6.1.4 溶解氧仪

溶解氧仪是监控生物处理单元废水中溶解氧浓度的仪表，常用于控制鼓风机的运行。

6.1.5 pH 仪

用于测量废水 pH 值，控制酸、碱加药泵的运行。pH 仪常用工业酸度计、工业酸度发送器等。

6.1.6 ORP 仪

用于测量废水 ORP 值，控制氧化剂、还原剂加药泵的运行。

6.1.7 电导仪

电导仪常用于测量废水、纯水的电导率，一般采用极间电阻式或磁感应式。

6.1.8 压力表

常用于过滤器、鼓风机、压滤机等设备管路压力测量，控制泵、风机的运行。压力表常采用弹簧式压力表、压力压差变送器、电接点压力表、电远传压力表。

6.2 废水处理站的电气设计

6.2.1 设计内容

主要设计内容包括动力系统、照明系统和接地系统。

6.2.2 线路敷设

所有从中央控制室电控柜引出的电缆均采用桥架敷设，从桥架引至各用电设备的线路穿 PVC 管沿墙（地）或池壁明敷或暗敷，不得交叉、打扭，必须固定牢靠。

保护管与设备接线盒之间采用金属软管连接。

动力和信号电缆应分开敷设，保持安全距离，防止电磁干扰。

6.2.3 接地设计

对所有正常非带电设备的金属外壳、电控柜等均应做好可靠接地，接地电阻不大于 4 欧姆。

6.2.5 照明设计

废水处理站的照明设计应按照工业企业照明设计标准执行，应对照明的供电、分布、强度以及照明所用光源进行选择。

6.3 自动控制设计

废水处理站的自动化控制宜采用集散型现场总线控制系统。PLC 控制系统由 CPU、存储器、输入输出接口、通讯接口、编程器和电源六部分组成，分为中央控制系统和现场控制系统，可实际人机对话，实现对废水处理过程中的主要工艺参数的数据显示、数据处理、数据存储、报警、打印以及手动/自动转换。

所有控制系统的工作状态及各电机设备的工作、故障状态均可在中央控制柜的工艺流程模拟显示图上进行显示，通过中央控制柜可以对各设备实现手动—自动控制切换，对备用设备在工作设备故障时可自动投入运行。

该系统在操作终端 CRT 上可显示工艺流程图、工艺参数、电气参数、设备运行状态。

PLC 控制系统的主要控制方式如下：

6.3.1 污水提升泵的自动控制

通过液位仪控制提升泵的运行。

6.3.2 搅拌机的自动控制

搅拌机与提升泵联动。

6.3.3 加药泵的自动控制

酸碱、氧化剂、还原剂药剂加药泵由 pH 仪及 OPR 仪自动控制，其它药剂加药泵与提升泵联动。

各加药箱应安装液位计，实现低液位报警。

6.3.4 鼓风机的自动控制系统

曝气池内安装 DO 仪，由 DO 值和 PLC 主机控制鼓风机的运行。

7 污泥处理

7.1 一般规定

7.1.1 电镀废水处理过程产生的污泥含有重金属等污染物，应采用浓缩和机械脱水的方法进行减量化，干污泥应委托有资质的废物处理站外运进行处理。

7.1.2 污泥浓缩包括重力浓缩、气浮浓缩以及离心浓缩等，应根据污泥的性质、来源、最终处理方法来确定合适的污泥浓缩方式。

7.1.3 污泥脱水设备包括厢式压滤机、带式压滤机、离心脱水机等类型，应根据污泥的性质、污泥量以及设备生产能力选用适当的脱水设备。

7.1.4 污泥浓缩及脱水过程中产生的所有废水应返回废水调节池。

7.1.5 脱水后的干污泥应妥善包装，暂存污泥堆放场，污泥堆放场应采取防雨、防渗、防腐等措施。

7.2 污泥浓缩

污泥浓缩是降低污泥含水率的一种方式，浓缩后污泥含水率降为 95%-98%，减少污泥体积，降低运输费用和后续处理费用。

污泥浓缩建议采用重力浓缩法或离心浓缩法。

7.2.1 重力浓缩法

重力浓缩池运行时应注意入流污泥要混合均匀，防止因混合不均匀导致池中出现异重流扰动污泥层，降低浓缩效果。

重力浓缩池分为连续式和间歇式两种，应根据污泥量进行选用。

重力式污泥浓缩池的设计应符合以下要求：

I 连续式污泥浓缩池的污泥固体负荷宜采用 $30-60\text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。

II 间歇污泥浓缩池的浓缩时间不宜小于 12 小时。

III 间歇式污泥浓缩池应在不同高度设置上清液排出口。

IV 大型电镀废水处理站宜采用竖流式或辐流式的污泥浓缩池。

7.2.2 离心浓缩法

离心浓缩法在机内停留时间较短，工作效率高、占地面积小，但运行费用和机械维修费用高，主要用于处理难以浓缩的轻质污泥。

离心浓缩机可采用间歇式离心机、圆筒型或圆锥型的连续式离心机。

7.3 机械脱水

7.3.1 一般规定

7.3.1.1 应按照污泥的脱水性能和脱水要求，经经济技术比较后选用合适的污泥脱水机类型。

7.3.1.2 污泥进入脱水机前的含水率一般小于 98%。

7.3.1.3 污泥脱水间的布置应考虑污泥的转运和储存。

7.3.1.4 污泥脱水间应设通风设施，每小时换气次数不应小于 6 次。

7.3.2 电镀污泥机械脱水一般采用带式压滤机、厢式压滤机和离心脱水机，其泥饼产率和泥饼含水率应根据试验资料或类似运行经验确定，脱水后泥饼含水率介于 70-80%之间。

7.3.3 带式压滤机能连续生产、处理能力大、电耗少，能连续作业，自动程度高，操作管理简便，但泥饼含水率较高，需加药调理、冲洗水消耗量较大。

带式压滤机的设计，应符合以下要求：

I 污泥脱水负荷应根据试验资料或类似运行经验确定。

II 应按照带式压滤机的要求配置合适的空气压缩机，至少应有一台备用。

III 应配置滤带冲洗泵，冲洗压力宜采用 0.4-0.6MPa，其流量可按 $5.5-11\text{m}^3/\text{m}$ 带宽·h 计算，并至少应有一台备用。

7.3.4 厢式压滤机构造简单，适用于各种性质的污泥，泥饼含水率较低，但需要设置高压污泥泵，滤布易损坏，且只能间歇运行，劳动强度大。大型电镀废水处理站应采用可自动拉板的液压式厢式压滤机，减轻劳动强度。

厢式压滤机的设计，应符合以下要求：

I 过滤压力一般采用 0.4-0.6MPa。

II 设计过滤周期介于 4-8 小时之间。

III 厢式压滤机均应配置合适的污泥注入泵，建议采用进口气动隔膜泵或螺杆泵，至少应有一台备用。

IV 厢式压滤机的滤布应定期进行清洗。

8 综合设计

8.1 平面布置

废水处理站的平面布置包括生产构筑物、辅助性建筑物、各种管道以及道路绿化等各项平面设计，在进行平面布置之前，应根据选用的废水处理工艺和各构筑物、建筑物的平面尺寸，绘制平面布置图。

平面布置的基本原则：

I 构筑物的布置除按照工艺流程和进出水方向顺捷布置外，还应考虑与周围环境的协调，做好建筑物和构筑物的功能分区。

II 要求布局紧凑，节省用地，并充分利用地形，降低工程造价。

III 构筑物之间的间距应根据管道敷设、基础施工、运行管理和道路需要全面考虑。

IV 污泥处理区应和污水处理区宜分开设置，方便污泥的储存和转运。

V 废水处理站周围宜设置围墙，围墙高度不宜小于 2m。

VI 平面布置应考虑绿化设计。

8.2 高程布置

高程布置是通过计算各处理构筑物和管道的沿程水头损失，确定各构筑物以及管道的标高，并绘制高程图。高程布置的主要任务是尽可能使废水或污泥在各构筑物之间实现重力流，以减少提升次数，降低运行费用。

高程布置的一般原则：

I 高程布置应综合考虑提升泵扬程、进水管标高、废水处理站地形、排水水体特征等因素。

II 在计算水头损失时，应考虑最大流量，并留有一定的余地。

III 在计算并留有余量的情况下，力求缩小全程水头损失及提升泵的全扬程。

IV 尽可能避免处理构筑物之间跌水等浪费水头的现象，充分利用地形高差，实现自流。

V 排放口出水应能自流入排放水体。

8.3 结构设计

废水处理站各构筑物的结构设计关系到废水处理站的正常、安全运行，结构设计过程中应按照国家标准和相应的行业标准，根据工艺设计图，结合具体的工

程地质、水文地质、荷载情况等因素确定各构筑物的结构型式、结构尺寸及构造措施。

8.3.1 废水处理站各构筑物的结构设计应由专业人员负责完成，并出具详细的施工图。

8.3.2 各构筑物一般应采用钢筋混凝土结构，特殊情况（如排放口）可采用砖混结构。

8.3.3 在构筑物建施工之前，应根据工程地质、地基土质、荷载情况等因素选用适当的基础处理方式，使各构筑物沉降尽量趋于一致。

8.3.4 在地下或半地下式的构筑物施工过程中，若发现地下水位较高或地面积水较多，应采取适当的抗浮措施，避免水池整体浮起而失稳。

8.4 管道设计

废水处理站各构筑物以及设备之间需通过相应的管道进行连接，管道是输送废水、药剂以及污泥等介质的必备器材。在管道设计过程中应按照国家标准和相应的行业标准，根据工艺设计的要求，综合考虑其输送的介质特性（pH、温度、流量、压力）、应用环境以及连接方式等因素，经过水力计算来确定管道的型材、管径、管线长度以及敷设方式，并绘制管道布置图。

8.4.1 废水处理站常用的管道包括废水管、药剂管、污泥管、空气管、电线电缆套管等，不同管道应选用不同的材质，并标明介质种类和流向。

8.4.2 电镀废水一般腐蚀性强，废水、药剂以及污泥的输送管道应采用耐腐蚀强的UPVC、ABS、PE、不锈钢等管道。空气输送管可采用钢管。

8.4.3 管道可采用桥架敷设、地面敷设以及埋地敷设三种方式，电镀废水处理站一般应采用桥架敷设和地面敷设，各管道应按照管道布置图的要求规范排列，固定牢固，预留一定的检修距离，并尽量避免交叉。

8.4.4 不同类型的钢管宜按标准和规范要求刷涂不同颜色。

8.4.5 不同类型的钢管宜按标准和规范要求刷涂不同颜色。

8.5 防腐措施

8.5.1 构筑物

与电镀废水、污泥和药剂等直接接触的构筑物，均需采用有效的防腐措施。构筑物一般可采用环氧树脂+玻璃纤维布、防腐涂料、内衬PVC板等多种防腐形

式，推荐采用三布五油的环氧树脂+玻璃纤维布的防腐方式。

8.5.2 支架

生物填料、斜管、管道的固定支架以及水泵等设备的底座均应采用有效的防腐措施，如玻璃钢防腐、涂防腐材料等。

8.5.3 设备

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，均应选用耐腐蚀的不锈钢、PVC 或其它耐腐蚀材料制作。

搅拌机轴及浆叶一般选用 SUS316 材料制作，在强腐蚀性介质中工作的搅拌机浆叶还需进行玻璃钢等强化防腐。

8.5.4 地面

废水处理站的地面宜采用环氧树脂+玻璃纤维布的防腐方式。

8.6 安全生产

在电镀废水处理过程中，会产生一些不安全、不卫生的因素，影响生产及管理人员的身体健康，产生工伤事故或职业病，妨碍废水处理的正常运行。所以安全生产管理在废水处理过程中十分重要，主要的安全生产管理措施如下：

8.6.1 建立完善的安全生产制度

废水处理站的安全生产制度包括安全生产责任制度、安全生产教育制度、安全生产检查制度以及伤亡事故报告处理制度等。

8.6.2 预防中毒及通风

在废水处理运行过程中会产生一些有害气体，如配药房产生的酸雾，调节池以及反应池产生的挥发性气体等，一般应集中收集后通过废气处理装置净化处理，风机应采用低噪声的玻璃钢风机。一旦有毒气产生应佩戴防毒面具。

鼓风机房、空压机房等构筑物，需强制散热，换气次数 8-12 次/h，可采用机械通风和自然补风相结合的通风方式。

8.6.3 安全用电

电镀废水处理站各电气设备需经常请专业电工进行安装检查，防止漏电，同时操作人员应遵守安全用电操作规程。

8.6.4 防溺水和烫伤

电镀废水处理站的敞口构筑物四周需按照标准和规范要示配置防护栏杆。

对于操作人员易于触碰的高温管道应采取隔热措施，防止烫伤。

8.6.5 防酸碱化学药品腐蚀

在废水处理过程中不能直接接触酸碱等化学药品，需戴塑胶手套及口罩等防护用具，一旦皮肤接触化学药品应按照规程进行紧急处理，建立专门的化学药品仓库及保管制度。

8.6.6 建立事故应急池

废水处理站应按环境影响评价或环境风险评价的要求设置事故应急池。

8.6.7 消防

废水处理站应按相应标准、规范要求设置消防通道和消防器材。

8.6.8 噪声防治

鼓风机、空压机、污泥处理用隔膜泵等高噪声设备应集中布置在专门的设备房内，采用消声、隔声、减振等降噪措施。

8.7 化验室配置

8.7.1 电镀废水检测项目及分析方法

电镀废水处理站常规检测项目及分析方法见表 8.7.1。

表 8.7.1 电镀废水常规检测项目及分析方法

序号	检测项目	测定方法	方法标准编号
1	悬浮物	重量法	GB/T11901-1989
2	PH	玻璃电极法	GB/T6920-1986
3	石油类	红外分光光度法	GB/T16488-1996
4	化学需氧量	快速密闭催化消解法（光度法）	
5	生化需氧量	稀释与接种法	GB/T7488-1987
6	总氰化物	异烟酸-巴比妥酸分光光度法	
7	总铬	高锰酸钾氧化-二苯碳酰二肼分光光度法	GB/T7467-1987
8	六价铬	二苯碳酰二肼分光光度法	GB/T7488-1987
9	磷酸盐(以 P 计)	钼酸铵分光光度法	GB/T11893-1989
10	色度	稀释倍数法	GB/T11903-1989
11	总铜	原子吸收分光光度法	GB/T7475-1987
12	总锌	同上	同上
13	总镉	同上	同上
14	总镍	火焰原子吸收分光光度法	GB/T11912-1989
15	氨氮	纳式试剂比色法	GB/T7479-1987

8.7.2 化验室设备配置

电镀废水处理站化验室主要对废水进行日常检测分析，检测项目需根据废水的污染物种类来确定，常规化验分析所需的仪器设备见表 8.7.2。

表 8.7.2 化验室仪器及设备配置

序号	名 称	规格或参考型号	参考数量
1	分析天平	称量 100g，分度值 0.1mg，DT100	1 台
2	托盘天平	称量 500g，分度值 0.1g	2 台
3	光电分光光度计	721 型	1 台
4	生物显微镜	50-1600 倍	1 台
5	酸度计	PH0-14	1 台
6	溶解氧分析仪	SJG-203	1 台
7	COD 测定仪	化学需氧量快速分析仪	1 台
8	培养箱	LRH-250A	1 台
9	高温电炉	1200℃ 自动控制温度	1 台
10	烘箱	35-200℃ 自动控制温度	1 台
11	恒温水浴	室温-200℃ 自动控制温度	1 台
12	原子吸收分光光度计	WXF-1B	根据需要配置
13	自动电位滴定计	2D-2	1 台
14	玻璃器皿	烧杯、量筒、量杯、滴定管、移液管、试管、漏斗、锥形瓶、酒精灯、坩埚、容量瓶、烧瓶、蒸发皿、玻棒、玻管等	1 批
15	其它物品	六孔电炉、滴定管架、滤纸、温度计、酒精喷灯、管刷、塞子、漏斗架等	1 批

主要参考文献

1. 《室外排水设计规范》(GB50014-2006), 中华人民共和国国家标准
2. 《电镀废水处理技术及工程实例》, 化学工业出版社
3. 《三废处理工程技术手册》(废水卷), 化学工业出版社
4. 《水处理工程师手册》, 唐受印、戴友芝等编, 化学工业出版社
5. 《小城镇污水处理工程规划与设计》, 周鑫根主编, 化学工业出版社
6. 《电镀废水处理设计规范》(GBJ136-90), 中华人民共和国国家标准
7. 《重金属污水化学法处理设计规范》(CECS92: 97), 中国工程建设标准化协会标准
8. 《电镀工艺手册》, 曾华梁等编, 机械工业出版社