

电镀废水 治理手册

涂锦葆 主编

机械工业出版社

电镀废水治理手册

涂锦葆 主编

310063
机械工业出版社

本手册是电镀废水治理工具书。主要为治理电镀废水服务。以国内现有治理技术和经验为主，同时吸取部分国外先进技术。内容包括基本原理、处理流程、设计技术条件和参数、计算公式和例题、使用实例以及操作注意事项等。

本手册共分十章，即电镀废水来源、性质、危害和综合防治；改进电镀工艺减少污染物排放的措施；镀件清洗方法；化学处理法；离子交换处理法；电解处理法；其他处理方法；电镀污泥的浓缩和脱水；电镀废液净化和电镀废水处理站的设计。并在附录中收集了设计、运行中常用的物理、化学等方面的有关技术数据以及常用树脂、药剂等产品情况。

本手册可供从事电镀废水治理的工程设计人员、电镀工艺人员、电镀废水处理操作和管理人员以及环境保护技术、管理等人员参考。

电镀废水治理手册

涂锦葆 主编

*

责任编辑：常燕宾 版式设计：张伟行

封面设计：田淑文 责任校对：熊天荣

责任印制：王国光

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092^{1/16}·印张 20·字数 488千字

1989年12月北京第一版·1989年12月北京第一次印刷

印数 0,001—2,210·定价 14.40元

*

ISBN 7-111-01492-8/TQ·15

前 言

为适应四个现代化需要和防治电镀废水的污染，同时为更好贯彻和执行《电镀废水治理规范》，特组织编写了《电镀废水治理手册》，供有关人员参考用。

本手册主要以国内现有电镀废水治理技术和经验为主，同时吸收了部分国外先进技术。《手册》侧重于治理技术，给水排水方面有关的技术尚需参照《给水排水手册》，与之配合使用。本手册以实用为主，也适当编入了一些试验研究实例，并附有使用实例，部分章、节还附有计算实例。

本手册由原机械工业部设计研究总院组织编制，由原机械工业部第七设计研究院涂锦葆主编，参加编制单位有原机械工业部第二设计研究院、航空工业部第四规划设计研究院、原兵器工业部第五设计研究院、中国船舶工业总公司第九设计研究院、轻工部上海轻工设计院和上海机电设计研究院等。

参加手册编写人员有：肖立人、陈士洪、胡冠民、刘有新、经守谦、周赓武、谭孝良、赵肇一、樊振江、涂锦葆、戴鼎康。

主编：涂锦葆 副主编：胡冠民

编写分工：第三章由陈士洪、赵肇一、涂锦葆编写，第四章第一、三节由胡冠民编写，第二、四、五节由经守谦、涂锦葆编写，第五章第二节由肖立人编写、第三节由周赓武编写、第四节由樊振江编写，第六章第一节由谭孝良、刘有新编写、第三节由经守谦编写，第八章由戴鼎康、涂锦葆编写，其余各章、节均由涂锦葆编写。由原机械工业部第二设计研究院高级工程师金咸翔审阅。在编写过程中得到了各方面的大力支持和协助，特此致谢。

由于我们编写水平有限，本手册在形式、内容等各方面，存在不足和错误之处，热忱希望读者在使用中进一步审查验证，给予指正。

编者

目 录

第一章 电镀废水的来源、性质、危害和综合防治	1
第一节 电镀废水的来源和性质	1
第二节 电镀废水的危害	3
第三节 电镀废水的综合防治	6
第二章 减少镀件附着液的带出量及加温槽的蒸发量和对电镀用水水质要求	13
第一节 减少镀件附着液的带出量	13
第二节 加温槽的蒸发量	25
第三节 电镀用水水质要求	29
第三章 镀件的清洗方法	33
第一节 清洗方法的分类和流程	33
第二节 水清洗方法的计算	38
第三节 清洗工艺流程的选择和实例	52
第四节 清洗槽的设计	65
第五节 滚镀的清洗	69
第四章 化学处理法	71
第一节 含氟废水	71
第二节 含铬废水	82
第三节 含锌废水	99
第四节 酸、碱废水	108
第五节 电镀混合废水	115
第五章 离子交换处理法	127
第一节 离子交换树脂和离子交换法在电镀废水处理上的应用	127
第二节 镀铬和钝化废水	135
第三节 镀镍废水	158
第四节 镀铜废水	170
第五节 镀锌废水	183
第六节 镀金废水	189
第六章 电解处理法	192
第一节 含铬废水	192
第二节 镀银废水	210
第三节 含铜废水	222
第七章 其他电镀废水的处理方法	231
第一节 活性炭处理法	231
第二节 反渗透处理法	234
第三节 不溶性淀粉黄原酸脂处理法	237
第八章 电镀污泥的浓缩和脱水	241

第一节	电镀污泥的特性和改性	241
第二节	电镀污泥的浓缩	245
第三节	电镀污泥的脱水	248
第九章	电镀废液净化处理	266
第一节	离子交换法	266
第二节	隔膜电解法	272
第三节	化学处理法	279
第十章	电镀废水处理站设计	287
附录 1	水的主要物理、化学性质	292
附录 2	一些难溶物质的溶度积	292
附录 3	常用化合物水溶液的密度	294
附录 4	一些物质的标准电极电位	300
附录 5	一些元素的电化当量	302
附录 6	一些络合离子的不稳定常数 ($K_{不稳}$)	302
附录 7	常用国产离子交换树脂型号性能表	304
附录 8	常用化学品材料	306
参考资料	310

第一章 电镀废水的来源、性质、危害和综合防治

电镀是工业上通用性强使用面广的行业之一，几乎所有工业部门都有电镀加工，由于其跨行跨业分散在各个工业部门，缺乏统一的协调和规划，因此，造成我国目前的电镀厂点的多、小、分散和布局不合理等问题。同时电镀工艺也比较落后，技术力量薄弱，由于电镀是辅助工艺，所以长期以来在管理上得不到重视，装备也得不到更新，相应地电镀对各工业城市的污染也日益严重，尤其近年来电镀点向市郊和农村扩散，给治理和控制污染带来了更多的困难。

据 1981 年对国内 41 个工业城市的调查统计 5200 多个电镀厂点每年排放的废水量约为 $7 \times 10^7 \text{ m}^3$ 左右，而治理率仅为 23.4%，还有大量废水没有得到应有的治理。

近年来从各方面采取了不少措施，在电镀废水的防治和污染的控制上取得了一定成绩，但仅是开始，与机械工艺专业化协调办公室制定的长远规划要求到 1990 年电镀废水治理率提高到 70% 的要求，差距还很大，要达到这个目标，就必须贯彻国家的环保技术政策，加强管理，从我国的实际情况出发，从电镀工艺改革着手，消除和减少污染，积极开发和推广低浓度、低污染电镀工艺、逆流清洗工艺，发展电镀槽（废）液的净化和回用技术；在废水治理技术上要积极推广组合处理和闭路循环技术，节约用水，回收物资；进一步对电镀废渣、污泥综合利用。

第一节 电镀废水的来源和性质

一、电镀废水的来源

电镀废水主要的来源是在电镀生产过程中的镀件清洗用水、镀液过滤用水、废镀液以及由于操作或管理不善引起的“跑、冒、滴、漏”；另外还有废水处理过程中自用排水的排放以及化验等的排水。

（一）镀件清洗水

镀件清洗水是电镀废水中主要的废水来源之一，几乎要占车间废水排放量的 80% 以上，废水中大部分的污染物质是由镀件表面的附着液在清洗时带入。因此，减少镀件表面附着液的带出和消除生产过程中的“跑、冒、滴、漏”是降低电镀废水量和减少污染的很重要的环节之一。

不同镀种采用不同工艺和清洗方式，废水中污染物质的浓度和废水量是不相同的，例如高浓度槽液与低浓度槽液；手工操作与机械化、自动化生产线；“常流水”清洗与逆流清洗等；这些差异很大。因此，在设计中首先要对电镀工艺的镀种、槽液组成、操作方式、电镀产量、镀件品种、工作班次、各工序间镀槽的技术要求等作详细的了解和分析，在此基础上，结合地区、工厂等具体条件来选用镀件带出液量指标、清洗方式、废水量和排水方式等。在力求满足工艺要求的情况下，达到减少镀件表面附着液的带出量，多回收，降低排水量等目的。

（二）镀液过滤和废镀液

镀液过滤也是产生废水的来源之一，主要是在镀液过滤过程中，滴漏的镀液以及在过滤前后冲洗过滤器、过滤介质、镀槽等的排放水和镀槽残液的排放等，这部分废液的浓度很高，往往会使废水处理设施受到高负荷冲击，尤其是清理镀槽时排出的残液（也称“缸脚”）以及老化报废的镀液、退镀液和受污染严重的废弃槽液等的排放，都会给正常电镀废水的处理带来困难。假如这部分废水直接排放，则环境污染更为严重。因此，这部分废镀液应尽可能收集起来进行净化回收，当电镀厂本身回收有困难时，由地区废品公司统一进行综合利用，从中回收有用物资或统一处置达到无害化后废弃。一般只将少量的滴漏废液和冲洗废水排入电镀废水系统进行处理，至于电镀废液需要排入处理系统时，在排入前应采取措施，如用水稀释或先聚集在贮槽内，以后分期少量排放等办法，避免集中一次性排放而影响废水处理正常进行。

（三）电镀车间的“跑、冒、滴、漏”

电镀车间的“跑、冒、滴、漏”大部分起因于管理不善，如镀槽、管路和地沟（坑）的渗漏；风道积水；打破酸坛事故；车间运输时化学试剂或溶液的洒落等，以及由于不按规程操作引起的意外泄漏等。这部分废水一般与冲刷设备、地坪等冲洗废水一并考虑处理，其量的大小与各单位管理水平和车间的装备有关。

（四）废水处理过程中自用水的排放

这部分废水根据所采用的废水处理方法而异，例如采用离子交换法时就会有废再生液、冲洗树脂等用水的排放；采用蒸发浓缩法时就会有冷却水和冷凝水的排放；当选用过滤装置时就有冲洗水等的排放；污泥脱水过程中会产生污泥脱出水和冲洗滤布、设备等废水的排放，以及在逆流清洗系统和循环水系统中更新水的排放等。这部分废水一般都应经过无害化处理达到排放标准后才能排放。

（五）化验用水

化验用水主要包括电镀工艺分析和废水、废气检测等化验分析用水，其水量不大，但成分较杂，一般排入电镀混合废水系统统一处理后排放。

二、电镀废水的性质和分类

（一）电镀废水的性质

电镀是将镀件浸入镀槽中，经过化学或电化学反应来获得金属保护层的工艺，以及为镀前做准备的预处理工艺。根据各种产品不同的功能要求，其工艺槽液的组分各不相同，一般除了量最大的装饰性防护层外，还有为提高硬度和耐磨性能的电镀，为提高镀件导电性能、导磁性能和反射性能的电镀，以及防止局部渗碳、渗氮的电镀和修复零件尺寸用的修复性电镀等。由于镀件功能要求各异，镀种、镀液组分、操作方式、工艺条件等也种类繁多，相应地带入电镀废水中的污染物质也就变得较为复杂。但废水中主要的污染物为各种金属离子。常用的有铬、铜、镍、锌、锡、铅、铝、金、银、镉、铁等，其次是酸类和碱类物质如硫酸、盐酸、硝酸、磷酸和氢氧化钠、碳酸钠等，有的还用了氰化物。在各种镀液中还添加了各种光亮剂、洗涤剂、表面活性剂，有些电镀液还使用了颜料等，这些物质大部分是有机物质。另外，在镀件基材的预处理过程中清洗下来的油脂、油污、氧化铁皮、尘土等杂质也都被带入了电镀废水中来，因此，电镀废水的成分就更为复杂。其所造成的污染大致为：化学毒物的污染、有机需氧物质的污染、无机固体悬浮物的污染以及酸、碱及热等的污染，另外，还

有色、泡沫、油类等污染。但主要的污染是重金属离子、酸、碱和部分有机物的污染。

近年来由于电镀工艺的不断改进和各厂点都有自己习惯的镀液配方，因此，在设计中应按工厂实际情况或电镀工艺所提出的技术条件和参数进行电镀废水的成分分析和计算。

(二) 电镀废水的分类

电镀废水一般按废水所含某种主要污染物分类。如含氰废水、含铬废水、含酸废水等；当废水中含有一种以上的主要污染物时，如氰化镀镉，既有氰化物又有镉，一般仍按其中一种污染物分类；当同一镀种有几种工艺方法时，也有按不同电镀工艺再分成小类，如把含铜废水再分成焦磷酸镀铜废水，硫酸铜镀铜废水等；当几种不同镀种废水都含同一种主要污染物时，如镀铬、钝化废水混合在一起时就统称含铬废水，分质建立系统时，则分别为镀铬废水、钝化废水；一般将不同镀种和不同主要污染物的废水混合在一起时的废水统称为电镀混合废水。

第二节 电镀废水的危害

电镀废水污染环境主要有两个途径，一个是量少浓度高的电镀废液的排放，一个是量大浓度相对较低的电镀废水的排放。电镀废液若不经处理直接排放，往往会造成极为严重的污染，电镀废水虽浓度低但两者造成环境污染的后果是相同的，而前者过去未被引起重视。

由于电镀厂点布点散而面广，与其他工业相比，废水量相对虽少，但污染扩散面相对较大，它所造成的污染有不易控制的困难。

过去对电镀废水污染环境的后果认识不足，或因管理不善控制不严等原因，曾发生过一些情况，如某些地区镉污染土壤而引起植物中镉的蓄积；含氰废水未经处理排入河、湖中，造成渔业减产甚至鱼类大批死亡；饮用水中发现某些重金属离子的超标而不能饮用；以及由于未经处理任意排放的废镀液而造成农用牲畜的死亡事故等。被电镀废水污染了的水体、土壤、地下水等，短期内很难净化，因此，应引以为戒，必须对电镀废水严格管理，妥善处理。

现将电镀废水中所含某些主要污染物质的危害和对环境的影响简述如下：

一、氰化物

氰化物是剧毒物质，人的口服致死量氰化钾为 120mg、氰化钠为 100mg；少量氰化物经消化道长期进入人体，会引起慢性中毒，经动物实验所得的阈下浓度为 0.005mg/[kg(体重)]；长期饮用含氰 0.14mg/L 的水会出现头痛、头晕、心悸等症状。

对鱼类和其他水生物危害为（以游离氰 CN^- 计）：浓度 0.04~0.1mg/L 就能使鱼类致死；氰化物在水中的毒性与水的 pH 值、溶解氧及其他金属的存在等有关，此外，含氰废水作为农灌用水时会使农作物减产。

《工业企业设计卫生标准》(TJ36—79) 和《生活饮用水卫生标准》(GB5749—85) 分别规定地面水和生活饮用水中氰化物（以 CN^- 计）的最高容许浓度为 0.05mg/L；《工业“三废”排放试行标准》(GBJ4—73) 规定在工厂排出口废水含氰及其化合物最高容许排放浓度为 0.5mg/L（以 CN^- 计）。

二、六价铬和三价铬

铬酐是电镀行业中用量很大的一种化工原料，主要用于镀铬、钝化、阳极化和退镀等

4

工艺上，在废水中随 pH 值不同，它以 CrO_4^{2-} 和 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 两种六价铬形式存在；一般经化学还原处理后，以氢氧化铬沉淀而进入污泥，少部分三价铬盐类存在于废水中，在工艺槽中也有部分六价铬离子被电化学还原成三价铬离子，并随带出液进入清洗水中。

铬是人类和动物所必须的一种微量元素，躯体缺铬可引起动脉粥样硬化症；铬对植物生长有刺激作用，可提高产量。但如含铬量过多，对人和动、植物都有危害。

一般认为六价铬的毒性强，比三价铬毒性约高 100 倍，可在人、鱼和植物体内蓄积。三价铬对鱼类的毒性比六价铬高，经动物试验表明，三价铬可透过胎盘对胎儿的生长起抑制和致畸作用。六价铬是强致突变物质。

据试验，水中含铬在 1mg/L 时，可刺激作物生长， $1\sim 10\text{mg/L}$ 时会使作物生长缓慢，到 100mg/L 时几乎完全使作物停止生长，濒于死亡。废水中含有铬化合物时，会降低废水生物处理的效率。

《工业企业设计卫生标准》规定地面水中六价铬最高允许浓度为 0.05mg/L 、三价铬为 0.5mg/L ；《生活饮用水卫生标准》规定六价铬浓度不得超过 0.05mg/L ；《工业“三废”排放试行标准》规定，在车间或车间处理设备排出口处，含六价铬的废水最高容许浓度为 0.5mg/L ，并不得用稀释方法代替必要的处理。

三、镉和镉化合物

镀镉层具有许多优良性能，因此，在宇航、船舶、仪表等部门广为应用；但镉及其化合物有毒，近年来在努力寻找其他镀合金层代镀镉层，并已取得较大进展。对镀镉所排出的含镉废水一定要严格控制认真处理，严防镉及其化合物扩散，镉一旦排入环境中，它造成的污染很难消除。

镉及其化合物对人体不是必要元素，对鱼类、植物等均有危害，环境受到镉污染后，可在生物体内富集，通过食物链进入人体，引起慢性中毒。

镉在体内形成镉硫蛋白，通过血液到达全身，并有选择性地蓄积于肾脏、肝脏中。镉使骨骼生长代谢受阻碍，从而造成骨骼疏松、萎缩、变形等；慢性镉中毒主要影响肾脏，还能引起贫血。镉可使温血动物和人的染色体发生畸变。镉在人体中的生物半衰期很长，达 $10\sim 25$ 年，所以会在体内积累。

《工业企业设计卫生标准》和《生活饮用水卫生标准》分别规定，地面水和生活饮用水中镉最高容许浓度为 0.1mg/L ；《工业“三废”排放试行标准》规定，在车间或车间处理设备排出口废水中，镉及其化合物最高容许排放浓度为 0.1mg/L （以 Cd 计）。并不得用稀释方法代替必要的处理。

四、铅和铅化合物

电镀行业中镀铅工艺不多，一般电镀废水中，铅来自铅阳极以及各种金属中溶解出来的铅杂质离子，但在刷洗铅阳极时，废水中含铅浓度较高，应严格处理。

铅及其化合物对人体是有害元素，水体内铅会引起鱼类、水生物等中毒甚至死亡，污染土壤后，铅会在土壤中积累而富集于作物中造成危害。铅经饮用水或食物进入人体消化道后，有 $5\sim 10\%$ 被人体吸收，当过量后蓄积在骨骼中的铅会引起内源性中毒，铅主要损害骨骼造血系统和神经系统，引起贫血和出现运动及感觉的障碍，经常接触铅的人，当血铅到 $60\sim 30\mu\text{g}/100\text{mL}$ 时，就会出现头痛、疲乏、记忆衰退、失眠、食欲不振等症状。

铅在水中的溶解度很小，但溶于铵盐。

《工业企业设计卫生标准》规定地面水中铅最高容许浓度为 0.1mg/L ；《生活饮用水卫生标准》规定生活饮用水中铅最高容许浓度为 0.05mg/L ；《工业“三废”排放试行标准》规定：在车间或车间处理设备排出口废水中，含铅及其化合物最高容许排放浓度为 0.1mg/L （以Pb计）。并不得用稀释方法代替必要的处理。

五、汞和汞化合物

汞和汞化合物只有在镀银前汞齐化时使用，由于汞有毒，目前已逐步被预镀银等其他工艺代替，但有一部分工厂仍在使用。含汞废水必须在排放前严格处理。

《工业企业设计卫生标准》和《生活饮用水卫生标准》分别规定，地面水和生活饮用水中汞最高容许浓度为 0.001mg/L ；《工业“三废”排放试行标准》规定，在车间或车间处理设备排出口废水中，含汞及其化合物最高容许排放浓度为 0.05mg/L （以Hg计）。并不得用稀释方法代替必要的处理。

六、镍和镍化合物

镍在电镀行业中使用量较多，镀液中主要使用硫酸镍或氯化镍等镍盐，镍及其化合物有毒，废水中镍可在土壤中富集。若含镍量高于 0.5mg/L 对亚麻生长不利，浓度达到 $15.9\sim 29.4\text{mg/L}$ 可使糖用甜菜、番茄、马铃薯等生长减慢，镍对水稻产生毒性的临界浓度为 20mg/L 。

《工业企业设计卫生标准》规定，地面水中镍的最高容许浓度为 0.5mg/L ；《渔业水质标准》（试行）（TJ35—79）规定不超过 0.1mg/L 。

七、铜和铜化合物

铜在电镀行业中使用量较多，镀液中主要以硫酸铜、焦磷酸铜、氰化亚铜等铜盐配入，以及铜阳极清洗也会将铜及其化合物带入废水。

铜是生命所必需的微量元素之一，但过量的铜对人体和动、植物都有害。水中含铜量达 0.01mg/L 时，对水体自净有明显抑制作用；超过 3mg/L 会产生异味，超过 15mg/L 就无法饮用，含铜废水用于灌溉农田，铜可在土壤中富集并被作物吸收，也会造成水稻和大麦生长不良，并会污染粮食籽粒。铜对水生生物的毒性很大。

《工业企业设计卫生标准》规定，铜最高容许浓度为 0.1mg/L ；《渔业水质标准》规定为 0.01mg/L ；《生活饮用水卫生标准》和《农田灌溉用水水质标准》（试行）（TJ24—79）分别规定，饮用水和农田灌溉用水中铜的最高容许浓度为 1.0mg/L ；《工业“三废”排放试行标准》规定，在工厂排出口处废水的含铜及其化合物最高容许排放浓度为 1.0mg/L （以Cu计）。

八、锌和锌化合物

锌在电镀行业中是使用量最多的金属之一，镀液中以氧化锌、氯化锌、硫酸锌等锌盐配入，以及锌阳极清洗也会将锌及其化合物带入废水。

锌对鱼类和其他水生生物的毒性比对人和温血动物大许多倍。锌在土壤中的富集会导致在植物体内的富集，这种富集不仅对植物，而对食用这种食物的人和动物都有危害。用含锌废水灌溉农田，对小麦生长影响较大，会造成小麦出苗不齐，分蘖少，植株矮小，叶片萎黄。过量的锌还会使土壤失去活性，细菌数减少，土壤中的微生物作用减弱。

《工业企业设计卫生标准》和《生活饮用水卫生标准》分别规定，地面水和饮用水中锌的最高容许浓度均为 1.0mg/L ；渔业用水也为 0.1mg/L ；农田灌溉用水为 3.0mg/L ；《工

业“三废”排放试行标准》规定，在工厂排出口废水的含锌及其化合物最高容许排放浓度为5mg/L（以Zn计）。

九、酸、碱及其盐类

酸、碱在电镀行业中用量很大，大多用于镀前预处理，主要为硫酸、盐酸、硝酸和磷酸等酸类及氢氧化钠、碳酸钠等碱类；另外，废水处理时也投加酸、碱和部分盐类等物质，因此，废水中含盐量也较高。

酸、碱废水有很强的腐蚀性，如不进行处理，直接排放时，会腐蚀管道和地下构筑物，进入水体后会改变水体的pH值，干扰水体的自净能力，并影响水生物的生长和渔业生产，pH值为5或9时，大部分鱼迁移，低于5时，对一般鱼类有危害甚至造成死亡。作为灌溉用水排入农田后会改变土壤性质，危及农作物。

酸、碱和盐类等物质进入水体后，会使淡水资源的水体矿化度增高，影响各种用途的水质。电镀废水若采用化学法处理后，废水中的氯化物、硫化物等含量增高，据有关资料介绍，当硫酸钠浓度为100mg/L或氯化钠浓度为500~1000mg/L时可使鱼类致死，硫酸钠浓度为710mg/L时就会危害植物，浓度为4000mg/L或氯化钠浓度为700mg/L时，均对植物有致死作用。

《工业企业设计卫生标准》和《生活饮用水卫生标准》分别规定，地面水和饮用水的pH值为6.5~8.5；《渔业水质标准》（试行）规定，淡水pH值为6.5~8.5，海水pH值为7.0~8.5；《农田灌溉用水水质标准》（试行）规定，pH值为5.5~8.5，非盐碱土农田含盐量不超过1500mg/L；氯化物（以Cl计）：非盐碱土农田不超过300mg/L；《工业“三废”排放试行标准》规定，在工厂排出口处废水pH值为6.0~9.0。

十、电镀工艺中使用的添加剂、光亮剂等

电镀工艺中使用的添加剂、光亮剂、洗涤剂种类繁多，绝大部分为有机物，其中很大一部分是络合剂和表面活性剂等，过去对这部分药剂的危害性研究和重视不够，虽然对有些添加剂如LE、DPE等做过一些毒理试验和评价工作，但大部分药剂均未进行毒理试验，因之还需加强这方面的研究。虽然这部分药剂的使用量相对比重金属、酸、碱等为少，但其毒性和危害情况却不可忽视。

十一、其他

电镀废水中还含有油类物质、苯胺类物质、氟的无机化合物、硫化物等，这部分物质的含量虽不大，但往往由于管理不善等原因也会超标而污染环境，因此，在设计中也要加以注意。

《工业“三废”排放试行标准》规定，在工厂排出口处废水中，石油类最高容许浓度为10mg/L；苯胺类为3mg/L；氟的无机化合物（以F计）为10mg/L；硫化物为1mg/L。另外，对化学需氧量（重铬酸钾法）规定最高容许浓度为100mg/L。

第三节 电镀废水的综合防治

综合防治是综合运用各种措施防治电镀废水对环境的污染。电镀废水的防治原则是加强管理，以防为主，综合防治。在治理技术上要将无害化处理和综合利用结合起来，通过系统分析，寻求比较经济合理的处理方案。首先是从改革电镀工艺着手，以减少或消除污染物的

产生；另外，很重要的一点是提高和加强科学管理水平，研究和推广资源能源的综合利用和闭路循环技术，使废弃物资源化和无害化，实现环境效益、社会效益和经济效益的统一，达到有效控制电镀废水对环境的污染。

一、从改革电镀工艺着手减少或消除污染

（一）调整工业布局，发展专业化协作

从全局出发，对新建电镀点要合理布局，发展电镀的专业协作；对老的电镀点要进行调整、合并、改造，撤消分散的电镀厂点，以利控制电镀对环境的污染。从目前已调整、改造后的电镀厂点来看，不但控制了污染的扩散，同时对提高劳动生产率、设备利用率，保证电镀产品的质量以及使电镀工艺实现机械化、自动化，便于科学管理等都取得了较好的效果。

（二）大力开发和推广低浓度、低污染电镀工艺

二十多年来国内开发和推广了不少低浓度或低污染的电镀工艺，如低铬镀铬、低铬钝化、低氰电镀以及以镀合金层代镀镉层等，都能积极地降低或消除了污染物质的排放量和废水量。取得了很大的成效。

（三）改进镀件清洗工艺，减少镀件带出液量和清洗水量

近年来推广的逆流清洗是在保证镀件清洗质量的前提下节约用水的方法之一，尤其采用逆流喷淋清洗，其节水量更多。因此，在电镀行业中，应逐步以此来取代过去水量浪费很大的“常流水”清洗方法。

另外，也要从电镀操作上采取措施，来减少镀件的带出液量或尽可能多回收带出液。

（四）开发和研究电镀液的净化和回收技术

目前国内大部分工厂的镀液净化一般采用间歇式净化过滤，这样在过滤周期中废镀液损失较多，以镀锌液为例，每过滤一次其损失量约为1~5%，当管理不当时损失量更大。这部分废镀液若随意废弃，会给环境带来严重污染，因此，最好采用连续式净化过滤的方法，尤其在批量较大的镀槽上采用时，对稳定镀液质量，延长镀液老化周期，减少废镀液的排放量以及对产品质量的提高等都是一个重要的措施。

对废镀液、退镀液等的净化和回收利用或无害化处理的技术，目前还未引起足够的重视，要加强这方面的开发和研究工作。

二、加强科学管理、提高管理水平达到以管促治的目的

企业也要把防治电镀废水对环境的污染纳入工厂管理范围，用提高原料和资源的利用率来控制环境的污染，电镀废水的综合防治中科学管理是很重要的环节之一。

（一）制定必要的控制污染等的指标、标准和规定，是搞好环境管理的基本条件。

根据国家和地方规定的环境要求，结合工厂具体条件和发展规划，制定电镀污染物的排放指标、镀件清洗用水定额、清洗水水质标准等规定，和实现这些指标、定额等的技术措施，并纳入工厂生产计划管理，定期检查和考核，以控制电镀废水对环境的污染。

（二）认真执行环境法规和标准

工厂应建立环境检测机构，配备必要的检测技术力量和装备，制订检测制度，对电镀废水治理质量进行测定、调查和监督，并建立治理档案。使电镀废水的治理达到国家或地方规定的排放标准。

（三）抓好技术管理，使治理措施得以执行，处理设备正常运行

制定减少污染的工艺技术措施和废水处理措施及设备维修规程等规章制度，保证防止污

染技术措施的执行和电镀废水处理设施正常运转。新建项目要执行“三同时”方针。

在设计中，要为电镀废水综合防治的管理创造必要的物质条件。

三、电镀废水的治理

电镀废水治理是无害化处理和综合利用相结合的治理。治理技术应积极推广、研究，开发一水多用、循环使用等闭路循环的处理流程；实现废弃物无害化、资源化，以取得环境、社会和经济效益的统一。

(一) 电镀废水的无害化处理

电镀废水的无害化处理，一般是指处理后废水能达到排放标准而排放。而另一种含义是处理到某种程度后，虽未达到排放标准，但当重复利用或循环利用时，能满足工艺要求的处理。但最终的排放，仍必须达到排放标准。

设计废水处理系统时，一般是按不同镀种的废水分质设计成分流系统。过去传统的做法一般分为含氰废水、含铬废水和含酸、碱等废水（包括除氰、铬以外的其他镀种废水和冲刷地坪等废水在内）三个系统。图 1-3-1 为以往传统的电镀废水处理流程。

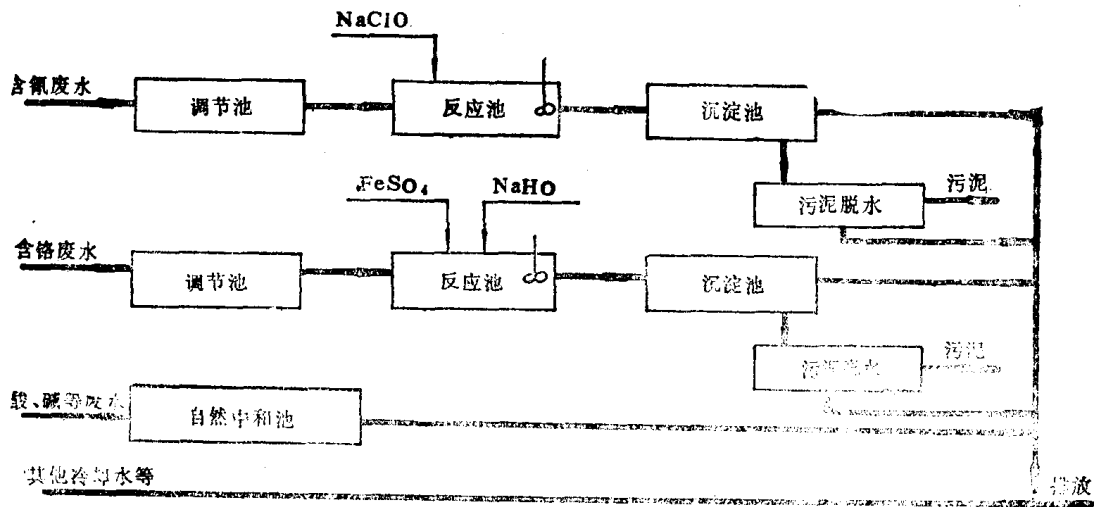


图 1-3-1 以往传统的电镀废水处理流程

以往传统的电镀废水处理流程，一般采用间歇式化学处理法，这种流程的主要缺点是水和物资都未利用；另外，含酸、碱系统内镀种较多，采用自然中和法达不到排放标准。近年来一般做法是把废水中能回收水和物资的镀种分质建立处理系统，将其余镀种的废水和酸、碱废水混合在一起进行无害化处理后排放。对水量不大，镀种不多，废水中的物质回收价值不高的小型电镀车间，一般采用图 1-3-2 流程。为了防止电镀污泥的二次污染，把它制作成铁氧体污泥；对酸、碱废水也有分建处理系统。为调节废水 pH 值时投加酸、碱和监测工作开始采用自动控制。

图 1-3-2 仅举化学法处理为例。能使废水无害化处理后达到排放标准的方法很多，采用何种方法合适，应根据具体情况和条件，经技术经济比较后确定。

(二) 电镀废水处理的资源化

资源化就是能从处理后的电镀废水中回收一部分物资（也包括水资源），或者使处理后产生的废弃物得到综合利用，节约能源。

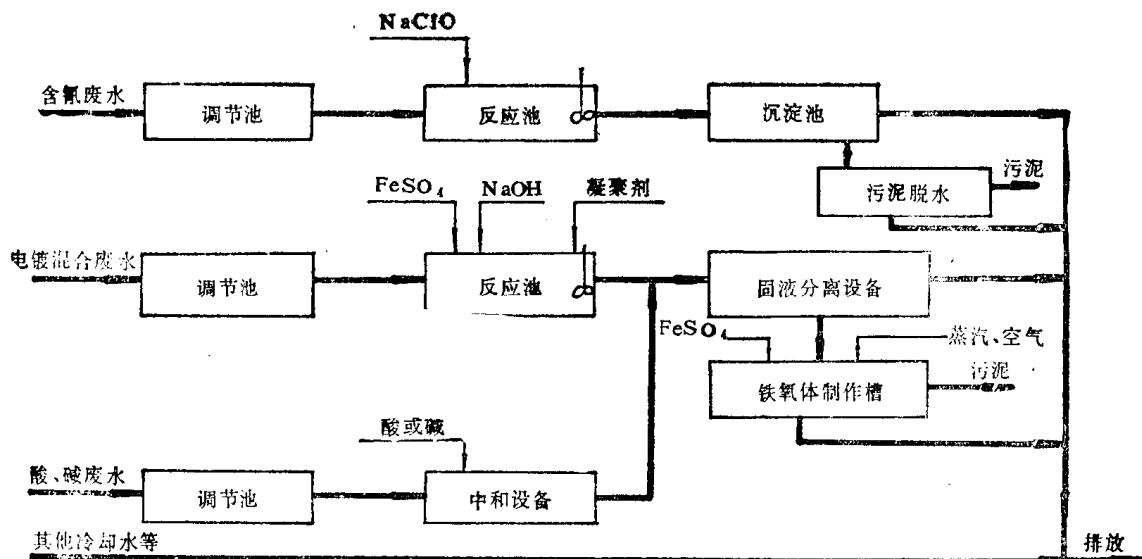


图1-3-2 电镀废水无害化处理流程

电镀废水处理资源化的主要途径，一般有以下几个方面：

1. 提高水的重复利用率，逐步向闭路循环流程发展

要提高水的重复利用率，首先要了解电镀工艺用水的目的、水质、水量等的要求，在此基础上按质和量来考虑一水多用或循环使用等设计方案。

一般认为经处理后水的水质较好并较为稳定时，可循环使用，如离子交换法处理后的废水；另一种是处理后的水质较差，但能满足较低要求镀种使用时，可将处理后的水复用一次或几次后，再经无害化处理后排放；也有将无害化处理后的水掺入部分自来水（或其他净水），使其含盐量降低后回用一部分排放一部分；也有将自来水按清洗产品对水质要求的高低，从高到低逐级使用后，再经无害化处理后排放。一水多用或循环使用涉及的因素较多，要经技术经济比较后再确定设计方案。同时设计中也要考虑水利用过程中的添补和更换新水的水量。

目前有一部分电镀厂点经采用各种节水和水的重复利用等措施后，可使水的重复利用率

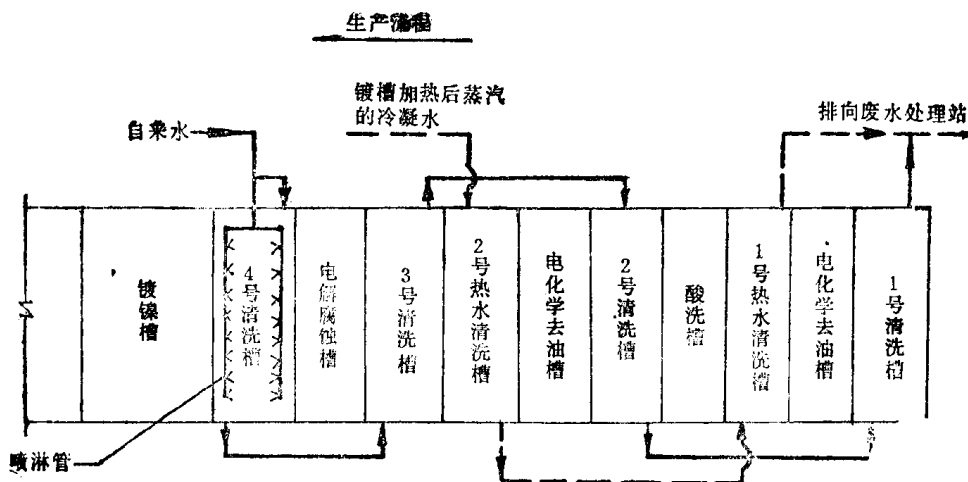


图1-3-3 一水多用流程

达到60%以上,但大部分电镀厂点水的重复利用率还是比较低的。

图1-3-3中自来水经4次复用,热水用镀槽加热后蒸汽的冷凝水复用2次后排向废水处理站。在4号清洗槽上加装喷淋装置是当使镀件在清洗槽时经清水喷淋后进入镀槽,以保证清洗质量。经4号清洗槽后的清洗水供应给3号清洗槽复用时是带酸性的水,而经3号清洗槽后供应给2号清洗槽复用时是带碱性的水,这样由镀件带入工艺槽的酸、碱量就相应减少,对工艺槽节约酸、碱原料是有利的,同时镀件也易于洗净,但设计中应注意清洗槽不宜串联过多,否则清洗水中含杂质过多会影响镀件的清洗质量。

图1-3-4是采用几种处理方法组合的处理流程,由于各种处理方法最后或多或少都有自用水或废液排出,将它与一部分电镀废水混合后用化学法处理,处理后排放一部分,同时补充一部分自来水,以此降低处理后水中的含盐量再回用,以提高水的重复利用率;与此同时也从一部分废水中回收了部分物资。

2. 从废水中回收部分物资,同时开展废弃物的综合利用途径。

从废水中回收的物资,一般有两种用途,一种是一部分物质直接返回用于电镀处理;另一种经再加工后用于其他工业领域。

(1) 直接回用于电镀处理如含铬、含镍等废水,采用离子交换法处理时的再生洗脱液,但回收液的纯度和浓度有时达不到槽液要求,需要经过进一步加工,如为提高浓度而增设浓缩装置,为去除某些杂质时需要采用过滤、电解等净化装置等。另外,回收液的量能否与镀件的带出液量和生产过程中的消耗量等平衡,在设计时要根据实际调查、测定数据后进行核算。

另外,一部分酸、碱废液或酸洗钢件的废酸,可直接作为处理电镀废水时的中和剂或还原剂等使用。

对含金、银等贵金属的废水,一般直接回收金属,有时对含铜废水也用直接回收金属铜的办法。回收的金属虽不能直接用于电镀,但其经济效益较高。

(2) 经再加工后用于其他工业领域方面的废弃物主要是指浓度较高的废镀液、退镀液和废水处理分离出来的电镀污泥等。

这部分废弃物要每个电镀厂点在各自厂点内自行加工后综合利用是很难办到的,尤其是小厂点,不论技术、设备、人力、经济等各方面均无法实现,结果大部分厂点只能把它排放,这样不但污染环境,也浪费了物资。如电镀污泥的综合利用,虽经长时间的试验研究,但绝大部分的综合利用方法或污泥处置技术,形成生产规模付之实现的极少,其主要原因之一是分散在各厂点内搞,结果成本高、能耗大、经济效益差。

近年来上海等地搞试点,已组织起来由某几个专业单位地区性集中进行电镀污泥的综合利用或从废镀液中回收物资,它们已初见成效。为推广这种办法,就要在电镀厂点内为这部分废弃物做好脱水、包装、运输等工作。为此,设计中要考虑设置必要的废液贮存容器和槽车等设施;对废渣、电镀污泥等要设置脱水、包装和运输等设施 and 废弃物的堆放场地。

厂外集中处置电镀废弃物的办法,国内刚刚开始,还缺乏经验,因此,设计中若需要开展这种综合利用办法时,尚需根据各地具体条件进行必要的调查研究和组织工作。图1-3-5为厂内处理、厂外处置电镀废弃物综合利用的流程。

(三) 电镀处理设备的成套、系列化

由于国内电镀厂点的特征是厂小点多,技术力量薄弱,要各厂点自行加工制造处理设备

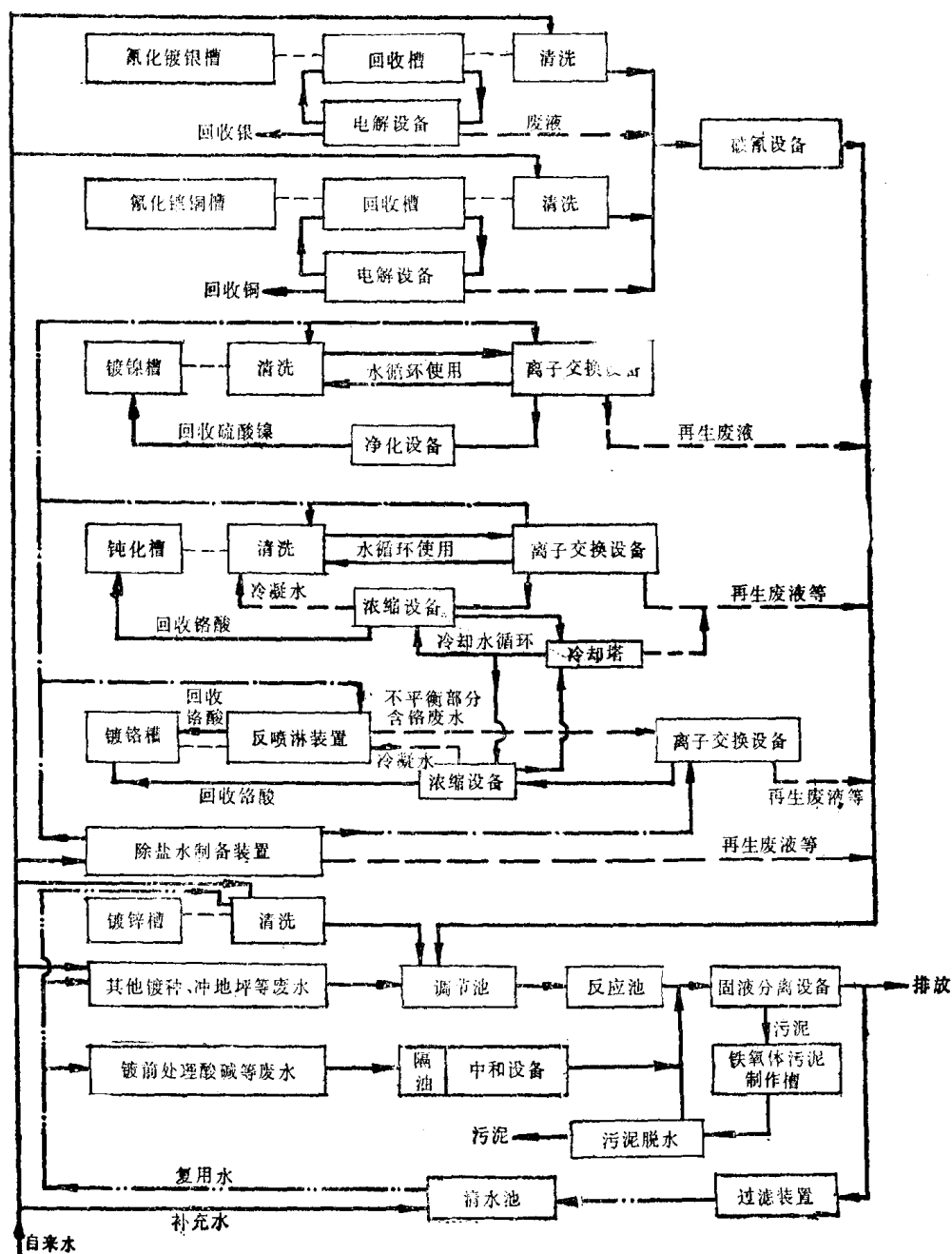


图1-3-4 水循环使用及回收部分物资的处理流程

亦有较大困难，即使制造也往往不能保质保量，且成本高、周期长。随着工业发展，国内目前已开始向处理设备商品化发展，这样既保证处理设备的质量又能降低成本，加快上马周期，并为推广新工艺、新技术、新材料创造了有利的条件。

由于这项工作刚刚开始，在产品开发的组织和管理上还需加强，尤其是产品的质量和品种目前在需求上差距较大，还没有成套系列产品。为此，在设计处理设备时，要注意从一机多用来增大生产处理设备的批量，降低成本，另外，要借用如化工等行业的同类型或类似设备填补空白，加快设计和制造进度，在设计中要加强研究工作，提高机械化、自动化程度来满足广大小厂点的需要，提供成本低、效率高、占地少、能耗小、操作维修方便的电镀废水处理成套系列产品。