

# 电镀生产中废气污染物的种类及治理技术分析

王海峰 董瑶瑶 杨智盛

浙江仁欣环科院有限责任公司 浙江宁波 315000

**摘要:** 我国的电镀行业属于高水耗、能耗、污染的行业。目前我国电镀行业开展清洁生产正处于起步阶段, 由于缺乏高新清洁生产技术的扶持, 因此在生产工艺中仍然会产生各种废气。为此我国各电镀生产企业需要集合自身行业的实际生产状况, 总结国内外废气污染物治理经验, 制定切实可行的废气治理方案, 从而实现企业节能、降耗、增效的发展目的, 缓解我国能源资源短缺和环境保护问题。

**关键词:** 电镀生产; 废气污染; 废气治理

## Analysis of types and treatment techniques of waste gas pollutants in electroplating production

Haifeng Wang, Yaoyao Dong, Zhisheng Yang

Zhejiang Renxin Academy of Environmental Sciences Co., Ltd. Ningbo, Zhejiang 315000

**Abstract:** China's electroplating industry is an industry with high water consumption, energy consumption and pollution. At present, cleaner production in China's electroplating industry is in its infancy. Due to the lack of support of high-tech cleaner production technology, various waste gases will still be produced in the production process. Therefore, all electroplating production enterprises in China need to gather the actual production conditions of their own industries, summarize the experience of waste gas pollutant treatment at home and abroad, and formulate practical waste gas treatment schemes, so as to achieve the development goals of energy conservation, consumption reduction and efficiency increase, and alleviate the shortage of energy resources and environmental protection problems in China.

**Keywords:** electroplating production; Exhaust gas pollution; Waste gas treatment

改革开放以来我国大部分传统行业都采取的是粗放式发展模式, 这样的发展模式虽然可以为我国各大传统行业带来巨大的经济收益, 但与此同时也加快了各大传统产业对我国自然资源的消耗。传统工业生产给我国带来了一些列环境污染问题, 虽然自20世纪70年代起该问题就引起了我国相关部门的重视, 为此也采取了一些积极的治理污染手段, 但取得的结果却并不理想<sup>[1]</sup>。为此各企业需要在发展中不断寻求探索能够削减有害物质排放、降低生产工艺中的能源消耗问题, 由此实现产业经济收益和环境收益统一的发展目的。

### 1. 电镀生产以及产生污染物分析

#### 1.1 电镀生产特点

**作者简介:** 王海峰 (1988.10), 女, 汉族, 江苏省如皋市, 本科, 中级工程师, 研究方向: 环境影响评价。

电镀生产其实就是将金属和非金属表面的性能进行改进, 这个改进方式一般是通过电沉积法实现的, 通过电沉积法可以将金属表面覆盖层进行工艺改造, 从而达到延长金属寿命的目的。比如对汽车车身和建筑材料进行维护应用, 由此可以加强汽车设备的安全性, 降低建筑材料的损耗率。比如像汽车制动系统和悬挂系统, 通过电镀生产对其进行精密的喷油可以使得其降低对燃料的消耗量。而在电镀生产过程中会消耗大量的电、水、不可再生资源, 因此其对环境造成的污染主要是废水、废气、地下水污染等<sup>[2]</sup>。

#### 1.2 电镀废气污染物特点分析

在电镀的生产过程中其产生的主要污染物有废水污染物、废气污染物等, 其中水污染物则主要是含有重金属离子和酸碱、氰化物等, 废气污染物主要是包括酸碱废气、含氰废气以及粉尘<sup>[3]</sup>, 这些废气的主要来源和种

类如表1所示。

表1 电镀生产废气的产生来源和种类

来源	废气污染物	污染因子
镀前机械处理 (抛光、磨砂)	金属粉尘、 纤维性粉尘	颗粒物
酸洗、出光、 镀铜等	酸性废气	氯化氢、硫酸雾、 氮氧化物
镀铬等	铬酸雾废气	铬酸雾
镀铜等	含氰废气	氰化氢

## 2. 含氰化物废气治理工艺分析

含氰废气主要产生在电镀生产的有氰镀槽、氰化钠退镀工序环节之中。据相关调查数据显示，在全球范围内，我国电镀产业每年排放出的含氰废气居世界前列，比如电镀中有氰镀槽后清洗废水、有氰镀槽废槽液等都含有大量的氰化物。

对于含氰废气目前国内电镀行业常用到的处理工艺技术有很多，详情如下所示。

### 2.1 吸收法

这项废气处理工艺经过多年的发展已经非常成熟了，除了在电镀行业被应用到之外，在其他工业行业中的应用也十分广泛。该工艺的原理是将含氰的废气通入到碱性的溶液里让碱性溶液对氰化物进行充分的吸收并产生反应，该反应后会生成一种新的化学物质—— $CN^-$ ，然后再运用其他处理工艺技术将其转化为不具备毒性的物质，从而来起到治理效果<sup>[5]</sup>。而吸收法可以选择的碱性溶液也很多，对于吸收其的碱性溶液有很多种，根据不同的种类又可以将其划分为解析法、加压水解法以及碱性氯化法。

#### ①解析法

该处理方法是选用的 $Na_2CO_3$ 溶液，该碱性溶液可以充分吸收掉废气中的HCN物质，吸收后工作人员可以在反应液内加入Fe，这时Fe就会与 $CN^-$ 产生化学反应，最终生成另外一种化学物质 $Na_4Fe(CN)_6$ ，解析法是电镀行业治理废气所使用的最早的一种方法<sup>[6]</sup>。但由于该方法吸收的含氰废气不够彻底，因此最终处理后的气体仍然难以达到国家相关排放标准，且经过该方法后吸收液之中还会残留大量的杂质，这些杂质还会有造成二次污染的风险，因此在现阶段并不推荐此方法。

#### ②碱性氯化法

该方法运用的也非常普遍，主要适用于处理一些本身浓度较低的含氰废气。使用该工艺需要经过两项处理步骤，第一个步骤是先向废气中加入碱性物质来调节废气的pH值，然后让含氰废气可以进行了氯化反应，这时含有剧毒性质的氰化物就会通过发生化学反应生成一种毒性较低的物质——氰酸盐。第二个步骤就是在第一

步骤产生的化学物质中加入酸性溶液进行pH值调节，待废气的pH值达到了7.5~8的时候加入氯使其发生二次氧化反应，将第一步骤所产生的氰酸盐充分分解为碳酸盐和铵盐，而碳酸盐和铵盐都不具有毒性<sup>[7]</sup>。

#### ③加压水解法

该工艺需要在，密闭的容器中进行。将废气进行加热、加压处理后让废气中的氰化物能够发生水解反应，其在水解后会生成甲酸盐和氨，这些物质都属于微毒，经过该工艺的处理废气中的氰化物会在反应容器里以游离的状态存在。

### 2.2 吸附法

吸附法主要是利用吸附功能的吸附剂（主要有活性炭、树脂、硅胶、活性碳纤维等）将废气中的HCN充分吸收，由此可起到降低废气中HCN浓度的效果。且利用吸附法对含氰废气进行处理后可以将吸附的HCN进行回收并将其投入到后续的电镀生产过程中，可以起到循环使用的效果，不仅可以有效治理废气还能够起到节约成本的效果。

电镀企业日常使用较多的含氰废气处理方式：采用湿法吸收，吸收剂可用硫酸亚铁或氯系氧化剂如次氯酸钠，将吸收液以喷淋方式投加到立式喷淋洗涤塔中做喷淋吸收，从而达到废气净化效果，针对氧化破氰工艺，废气处理设施氧化还原电位ORP采用自动化控制设备，可实现实时控制、调节，确保废气稳定达标排放。

## 3. 电镀铬雾治理工艺分析

在电镀生产过程中会产生一种有害物质——铬酸雾，其属于分散相气溶胶，主要的组成为铬酸。铬雾（ $CrO_3$ ）具有强氧化性，且极易溶于水，能够直接与水反应产生铬酸。如果其直接排放到大气之中，就会与大气中的臭氧发生非暗影形成过氧化物，如果直接与有机物发生碰撞和摩擦还会直接燃烧，若其遇到酒精和苯则会直接发生爆炸。电镀生产中电镀铬是不可或缺的一项工艺，可以保护金属表面使其能够不产生锈迹，但在生产过程中也会产生铬雾，铬雾不仅会污染环境还会危害人体健康。长期受到铬雾的侵害，人体会产生皮炎和湿疹，严重者还会出现鼻中隔穿孔。电镀铬雾的治理方法如下所示。

### 3.1 碱液喷淋处理工艺

镀铬过程中产生铬酸雾废气，针对铬酸雾可采取碱液喷淋塔的方式进行处理，铬酸雾可直接通过风机进入填料式喷淋塔，进入喷淋塔之后气体会由下至上高速移动，并与配备碱液的洗涤液充分接触，铬酸雾废气与氢氧化钠洗涤液进行气液两相充分接触吸收中和反应，铬酸雾废气经过净化后，高空排放。洗涤液在塔底经水泵增压后在塔顶喷淋而下，最后回流至塔底循环使用。

### 3.2 排雾装置处理工艺

排雾处理工艺是通过镀铬槽安装侧吸来收集铬雾,在镀铬槽的吸风口内充入空气使得整个槽面形成负压,然后其周围的空气会因此而产生高压,此时吸风口的高压空气会与镀铬槽内的液体形成空气连同形态,然后将铬雾朝着吸风口的方向进行挤压。最后将铬雾排除到室外,但利用该工艺处理铬雾具有一定的局限性。

由于镀铬的面比较宽,一般的槽面宽度可达1.5m左右,因此就算在其旁边安装了侧吸的排污装置,但其也并不能够与液面形成负压,另外也不能够防止铬雾在反应过程中溅射到空气之中。当一些不规则的气体经过槽面后,那么槽面内的负压就会遭受破坏,然后铬雾也会随着溅射到空气之中。

### 3.3 铬雾回收器

电镀厂可以通过回收铬雾来进一步解决铬雾对大气造成的污染问题,为此我国很多技术人员也设计出了各种类型的铬雾回收器具。根据这些回收器的类型和功能,可以将其划分为淋浴式、挡板式、离心式、螺旋式、网格式、填料式等等。这些回收器经过长期的使用、测试以及比较后,目前国内外公认网格式的回收器对铬雾的回收效果是最好的,其回收率高达99%。另外通过网格式回收器所排放出的空气,其所含有的铬酸浓度完全满足国家对铬雾的排放标准。其他铬雾回收器因为阻力大且回收率不高等特点,因此并不能够达到理想的净化效果。目前电镀厂现有的回收器由于普遍存在电镀车间废气处理设施的风量不够大的问题,因此想要提高治理铬雾的效果还需要各大电镀厂重新合理设计铬雾回收器,回收的铬酸可回用至生产。

### 3.4 铬雾抑制技术

铬雾抑制技术工艺最大的特点就是可以在电镀生产中的各产污节点中抑制产生铬酸雾,并且将这些铬酸雾充分投放到槽液之中,让这些废气收集后充分回用,同时使用该项技术可以帮助电镀企业节约使用各种原料。将有害的铬酸雾废气直接变为原料使用。根据不同电镀工艺要求可以选择不同类型的抑制雾,常用到的抑制技术有固体悬浮物阻挡抑制雾法和抑雾剂抑制法。

首先是固体悬浮物阻挡抑雾法,所谓固体悬浮物其实就是玻璃球、塑料模块、塑料球等物品。这些物质可以悬浮在槽液的表面,此时在槽液中两极所产生气泡会随着上升然后阻挡这些铬酸雾逸出。另外由于这些悬浮物并不能够形成一层致密的覆盖层,当电极产生的气泡开始上升到各种悬浮物的间隙之中后,那么就难以阻挡铬雾了,尤其是很多电镀工程使用槽的使用周期较长,

很多悬浮物经常会被撞开,抑雾的效果就更差了。

其次是抑雾剂抑制法,该方法主要是运用抑雾剂来处理铬雾,这些抑雾剂中一般都含有活性成分。这些活性成分不仅可以改变槽内的张力,还能够改变其性能。当其开始进行电解时,其会分解出气体,这些气体能够对整个槽液起到搅拌作用,同时也可以防止铬雾逸出。该治理方式相较于阻挡法来说只需要使用到抑雾剂,因此不会占用较大的空间,可以帮助电镀厂节约日常运行成本和维修费用。但其也存在一定局限性,就是经常会出现铬酸雾废气无法达标排放的情况,其根本原因在于活性剂过多。本文推荐各大电镀工程使用FC-80或者是F-53的抑雾剂,这两种抑雾剂均属于氟烷基醚磺酸钾类化学物质,能够经过发泡后产生很多小排摸,且能够随着槽液的电解、电流增大而增大,因此可以有效地阻挡气体逸出,并且电镀槽断电后其就不会再产生铬酸雾废气了,泡沫也会随着消失,这相当于将所有在反应时产生的有害物质完全隔绝在槽内,由此便不会产生二次污染问题。

电镀企业日常使用较多的铬酸雾废气处理方式:采用铬酸雾回收+碱液喷淋方式,废气净化的同时,回收的碱液可作为原料回用,废气处理设施配备喷淋液PH值自动化控制设备,可实现实时控制、调节,确保废气稳定达标排放。

## 4. 结语

电镀生产会产生各种废气,各类废气污染物不经处理直排到大气中不仅会对大气造成危害,长时间在这样的环境下工作人体也极易产生职业病,严重者甚至会死亡。因此各大电镀工程都需要思考如何加强电镀生产过程中产生的各类废气的收集处理,以此降低电镀生产过程中各类废气对周边环境及工作人员的影响。

### 参考文献:

- [1]潘宏忠.电镀项目进入专业规范电镀工业园的环境影响评价要点[J].节能与环保, 2021(07): 47-49.
- [2]王静宇,丛明辉.环境影响评价中电镀废气污染源强核算方法及典型污染防治措施分析[J].中国资源综合利用, 2020, 38(01): 150-152.
- [3]王海艳,张田龙.基于化学反应法的电镀行业废气自动处理系统的研究[J].河北省科学院学报, 2019, 36(01): 37-41.
- [4]张亚甜,梁阔,朱林,刘聪,张雷.电镀工艺废气治理综述[J].现代工业经济和信息化, 2018, 8(14): 45-47.
- [5]崔萍.关于电镀行业竣工环保验收监测中部分问题的分析[J].环境与可持续发展, 2018, 43(04): 90-91.