

DB4403

深圳市地方标准

DB4403/T 623—2025

电镀工艺作业人群职业健康保护指南

Guidelines for occupational health protection of workers in
electroplating process

2025-05-13 发布

2025-06-01 实施

深圳市市场监督管理局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 基本要求 2

5 职业病危害识别与分析 3

6 职业病危害控制 4

7 职业健康管理 7

8 作业人群职业健康保护 8

附录 A（资料性） 电镀工艺职业病危害因素识别 11

附录 B（资料性） 开放式电镀槽局部排风设施设计参考 13

附录 C（资料性） 电镀工艺急救箱参考配置 19

参考文献 20

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由深圳市卫生健康委员会提出并归口。

本文件起草单位：深圳市职业病防治院、深圳市龙岗区卫生监督所、深圳市龙岗区坪地公共卫生服务中心、深南电路股份有限公司。

本文件主要起草人：李天正、张乃兴、于碧鲲、钟小欢、周伟、张永成、郑亦峰、孙飞、管有志、曾宏。

电镀工艺作业人群职业健康保护指南

1 范围

本文件规定了电镀工艺作业人群职业健康保护的基本要求，职业病危害识别、分析与控制，职业健康管理，作业人群职业健康保护等内容。

本文件适用于指导存在电镀工艺的用人单位及电镀工艺作业人群的职业健康保护工作。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 2626 呼吸防护 自吸过滤式防颗粒物呼吸器
- GB 2890 呼吸防护 自吸过滤式防毒面具
- GB 5083 生产设备安全卫生设计总则
- GB 39800.1 个体防护装备配备规范 第1部分 总则
- GB 50019 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
- GB 50187 工业企业总平面设计规范
- GB/T 12801 生产过程安全卫生要求总则
- GB/T 16251 工作系统设计的人类工效学原则
- GB/T 16758 排风罩的分类及技术条件
- GB/T 18664 呼吸防护用品的选择、使用与维护
- GB/T 23466 护听器的选择指南
- GB/T 38144（所有部分） 眼面部防护 应急喷淋和洗眼设备
- 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 第1部分：化学有害因素
- GBZ 2.2 工作场所有害因素职业接触限值 第2部分：物理因素
- GBZ 158 工作场所职业病危害警示标识
- GBZ 188 职业健康监护技术规范
- GBZ/T 194 工作场所防止职业中毒卫生工程防护措施规范
- GBZ/T 203 高毒物品作业岗位职业病危害告知规范
- GBZ/T 204 高毒物品作业岗位职业病危害信息指南
- GBZ/T 223 工作场所有毒气体检测报警装置设置规范
- GBZ/T 224 职业卫生名词术语
- GBZ/T 225 用人单位职业病防治指南
- GBZ/T 229（所有部分） 工作场所职业病危害作业分级
- GBZ/T 298 工作场所化学有害因素职业健康风险评估技术导则
- WS 721 电镀工艺防尘防毒技术规范

3 术语和定义

GBZ/T 224 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电镀 electroplate

在含有金属盐的电解质溶液中,根据电化学的基本原理,以被镀覆金属作为阳极(或用不溶性阳极),欲镀覆金属的工件作为阴极,借助直流电源,在工件表面形成均匀、致密、结合良好的单质金属或合金沉积层的过程。

[来源: WS 721—2015, 3.1]

3.2

职业健康保护 occupational health protection

用人单位采取综合预防措施,倡导健康工作方式,树立健康意识,加强劳动过程防护,改善工作场所环境,加强职业健康管理,提升应急处置能力,控制职业病危害因素,预防职业病,减少工作相关疾病的发生,保障劳动者职业健康的行动。

[来源: GBZ/T 296—2017, 2.5, 有修改]

3.3

健康素养 health literacy

个人获取和理解基本健康信息和服务,并运用这些信息和服务做出正确决策,以维护和促进自身健康的能力。

[来源: GBZ/T 296—2017, 2.1]

3.4

健康行为 health behavior

个体或群体所采取的以改善和保持健康状态,或预防疾病与伤害为目的的行为。

[来源: GBZ/T 296—2017, 5.7]

4 基本要求

4.1 按照 GBZ 2.1 中职业病危害控制的要求,采取多种措施实现职业病危害的有效控制。职业病危害控制优先原则如下:

- a) 消除替代原则;
- b) 工程控制原则;
- c) 管理控制原则;
- d) 个体防护原则。

4.2 强化职业病危害源头治理和前期预防,优先选用无氰电镀工艺,逐步淘汰职业病危害严重的工艺、技术、材料和设备。

4.3 遵循 GBZ/T 225 的要求,定期开展职业病防治工作评估,实施“计划—执行—检查—改进”的管控路径,建立职业病危害防治能力提升机制。

4.4 电镀车间总平面布置符合 GBZ 1、GB 50187 的要求。

4.5 电镀车间、工艺过程、设备设施、原辅料等方面的设计符合 GBZ 1、GB 5083、GB/T 12801、GBZ/T 194、WS 721 的要求。

4.6 电镀车间建筑卫生学和辅助用室的设计符合 GBZ 1 的要求。

4.7 使用劳务派遣的用人单位，将劳务派遣工与本单位劳动者进行统一管理。

4.8 职业病危害防控全过程的文字、图纸、影像等文件、材料，按年度进行案卷归档。内容包括但不限于：

- 职业病防治计划和实施方案；
- 职业卫生管理制度；
- 生产工艺及设备资料；
- 职业病防护设施和应急救援设施资料；
- 职业病危害告知资料；
- 检测与评价资料；
- 职业病防护用品管理资料；
- 职业健康宣传培训资料；
- 职业健康监护资料；
- 职业病诊断资料；
- 职业病防治工作评估资料。

5 职业病危害识别与分析

5.1 职业病危害识别

5.1.1 生产工艺过程中存在的职业病危害因素

5.1.1.1 镀前处理主要工序及存在的职业病危害因素如下：

- a) 表面修整：电镀前对工件的表面进行磨光、抛光等处理，存在其他粉尘（金属氧化物、塑料粉尘等）、噪声、手传振动等危害；
- b) 脱脂/除油：化学除油和电解除油多使用碱性溶液，存在氢氧化钠、碳酸钠、磷酸三钠、焦磷酸钠、硅酸钠等危害；溶剂脱脂/除油使用有机溶剂，存在苯、甲苯、二甲苯、丙酮、二氯甲烷、四氯化碳、三氯乙烯、三氯乙烷等危害；
- c) 粗化：利用粗化液使塑料表面微观粗糙，提高镀层接触面，存在铬酸酐、硫酸等危害；
- d) 酸洗/浸蚀：利用酸溶液去除金属表面上的氧化物和锈蚀物，存在硫酸、盐酸、磷酸、硝酸、铬酸、氢氟酸、高温等危害。

5.1.1.2 电镀工序产生的危害取决于镀层材料和电镀液，存在的职业病危害因素如下：

- 金属化合物：锌、铜、镍、铬、镉、金、银等化合物；
- 酸：硫酸、盐酸、硝酸、磷酸、氢氟酸、醋酸、硼酸、铬酸等；
- 碱：氢氧化钠、氢氧化钾、氨水等；
- 添加剂：硫酸钠、碳酸钠、碳酸钾、磷酸三钠、硫酸铝、丙酸醇、三乙醇胺、过氧化氢、硫脲、聚乙二醇等；
- 氰化电镀含有氰化氢、氰化物（氰化钠、氰化钾、氰化亚铜、氰化锌、氰化银、氰化银钾、氰化金钾等）。

5.1.1.3 镀后处理主要工序及存在的职业病危害因素如下：

- a) 钝化：使用强氧化剂或电化学方法在金属表面形成一层钝化薄膜，存在硫酸、硝酸、重铬酸钾、高锰酸钾等危害；
- b) 抛光：使用抛光膏对工件进行布轮抛光，使得表面光泽、平整，存在金属氧化物粉尘（氧化钙、氧化镁、氧化铁、氧化铝、氧化铬等）、手传振动等危害；
- c) 烘干：存在高温危害。

5.1.1.4 电镀工艺流程及职业病危害因素识别见附录 A。

5.1.2 劳动过程中存在的职业病危害因素

5.1.2.1 上料、下料岗位涉及搬举、搬运、推拽重物等高强度负荷作业，长期处于此类高强度作业状态，易引发或加重全身多部位肌肉骨骼损伤，尤其是肩背部与腰部。

5.1.2.2 电镀过程中作业人员持续处于站立作业姿势，可能导致下肢小肌肉或肌群的疲劳或损伤。

5.1.3 生产环境中存在的职业病危害因素

5.1.3.1 多数电镀工艺有温度要求，同时工件出入电镀液等过程会产生大量水雾、酸雾，导致电镀车间呈现高温高湿环境。

5.1.3.2 电镀区域若未与其他作业区域隔离，可导致电镀过程中产生的职业病危害因素影响相邻岗位作业人员。

5.2 职业病危害分析

5.2.1 工作场所职业病危害因素的浓度和强度符合 GBZ 2.1 和 GBZ 2.2 的要求。

5.2.2 按照 GBZ/T 229、GBZ/T 298 的要求，开展工作场所职业病危害作业分级和化学有害因素职业健康风险评估。

5.2.3 实施由专人负责的职业病危害因素日常监测，对氰化氢等职业病危害因素进行动态分析。

5.2.4 委托职业卫生技术服务机构开展工作场所职业病危害因素定期检测和/或现状评价。

6 职业病危害控制

6.1 消除和替代

6.1.1 使用无害替代有害、低毒替代高毒的工艺、技术和材料，如：

- 无氰电镀替代氰化电镀；
- 优先采用三价铬或无铬钝化工艺；
- 优先选用不含苯、三氯乙烯、正己烷的清洗剂；
- 使用有机溶剂进行工件脱脂时，优先采用水基溶液脱脂及低温脱脂工艺；
- 使用无氟、无磷、低毒、低浓度、低能耗和少用络合剂的清洁生产工艺；
- 挂具和工件退镀尽量采用电解法退镀。

6.1.2 优先采用机械化、连续化、密闭化和自动控制设备，不宜使用开放式电镀工艺。

6.1.3 如采用干法喷砂清理工件表面，选用密闭式喷砂工艺。

6.1.4 选用噪声强度较低的设备，从源头控制噪声危害。

6.2 物料储存、配置与输送

6.2.1 电镀化学品储存在阴凉、干燥和通风良好的地方，不宜露天存放；做好电镀化学品容器的标识，注明化学品种类、编号及存放日期。

6.2.2 电镀化学品按不同类别、性质、危险程度、灭火方法等隔离储存；化学性质相抵触或不相容的电镀化学品隔开存放；氰化物或含氰电镀液的存放场所远离酸性物质。

6.2.3 电镀化学品存放堆垛设置防潮设施，堆垛底距地面大于 0.15 m，堆垛高度不超过 3 m。

6.2.4 电镀化学品储存于密闭容器，并在通风良好的条件下进行称量、溶液配制和分装处理。

6.2.5 电镀化学品的添加宜采用自动送料系统。

- 6.2.6 电镀化学品宜缓慢加入电镀槽，固体化学品在槽外溶解后缓慢添加，并进行充分搅拌。
- 6.2.7 调整电镀液氢离子浓度指数（pH 值）时，不直接添加浓酸、浓碱，使用溶剂稀释后再行添加；稀释时将浓酸、浓碱向溶剂中添加，不将溶剂加入浓酸、浓碱中。
- 6.2.8 氰化物等剧毒品的保管领取、称量和配置采用双人制度，凭审批手续按量领取。领用的氰化物宜全部加入电镀液中，不宜在操作现场存放。
- 6.2.9 使用专用器具盛装及运送氰化物，并在显著位置标注剧毒标记。器具使用完毕后，做消毒处理，并用水洗净。

6.3 职业病防护设施

- 6.3.1 生产车间合理设计全面通风及气流组织，有效降低电镀作业区域空气中有害物质的浓度。
- 6.3.2 存在高温的电镀车间纵轴宜与当地夏季主导风向相垂直，当受条件限制时，其夹角不小于 45°。
- 6.3.3 空调车间新风系统符合 GB 50019 和 GBZ 1 的要求，将新风直接送至作业岗位。车间最小新风量取下列三项中的较大值：
- 人员所需新风量不小于 30 m³/h；
 - 补偿排风和保持室内正压所需风量之和；
 - 满足稀释化学毒物的通风换气次数要求。
- 6.3.4 放散粉尘、化学毒物的装置及工序，根据生产特点和有害物质特性设置局部排风设施：
- a) 开放式电镀槽宜设置局部排风设施，并定期检查通风系统运行是否正常。开放式电镀槽局部排风设施设计参见附录 B；
 - b) 机械抛光与打磨等工序宜设置接受式排风设施；
 - c) 局部排风设施的设置和控制风速符合 GB/T 16758、GBZ/T 194 和 WS/T 757 的要求，包括但不限于：
 - 1) 通风柜开口面的控制风速不低于 1.0 m/s（粉尘）、0.5 m/s（有毒气体）；
 - 2) 侧吸式、下吸式排风罩的控制风速不低于 1.0 m/s（粉尘）、0.5 m/s（有毒气体）；上吸式排风罩的控制风速不低于 1.2 m/s（粉尘）、0.5 m/s（有毒气体）；接受式排风罩的控制风速不低于 5.0 m/s（粉尘、有毒气体）；
 - 3) 排风罩的形状宜有利于有害物质的控制，罩口边长不小于尘（毒）化区的长度，罩口与连接管面积比不宜超过 16:1，排风罩扩张角不宜超过 60°；
 - 4) 条件允许的情况下，外部排风罩加设法兰边；
 - 5) 排风口宜设在人的呼吸带下方，减少上吸式诱导气流，避免作业人员吸入污染气流；
 - 6) 密闭罩拆卸方便，并设置必要的观察窗、操作门或检修门。缝隙、孔洞面积尽可能小，检修门避开气压较高的部位；
 - 7) 排风罩、风机等采用耐腐蚀材料或材料表面进行耐腐蚀处理；
 - 8) 管道采用耐腐蚀、抗裂材料，避免过度振动和方向的急剧变化。
- 6.3.5 含氰化物工序的局部排风设施单独设置，含铬工序的局部排风设施单独设置。
- 6.3.6 电镀槽地面宜设置栅格地板，并加设坡度积液槽，收集泄漏的电镀液，并及时清理。
- 6.3.7 电镀槽液面宜低于镀槽上缘 20 cm，或在槽缘设置隔板，以减少镀液溢出，给予逸出的酸雾沉降空间。

6.4 工作场所管理

- 6.4.1 电镀过程中严格控制工艺温度和电流密度，减少液体挥发和气体析出带出的酸雾。
- 6.4.2 氰化电镀工艺独立布置，并与其他车间有效分隔。
- 6.4.3 氰化电镀工艺作业前，先打开风机通风 15 min 以上；作业结束时，先停止作业，后关闭风机；

若风机出现故障立即停止操作。

6.4.4 掉入槽内的工件使用专用工具取出，避免用手直接捞出。如落入镀槽的铁制工件宜用磁铁取出，非铁质工件宜用带有长柄的撮铲或夹具取出。

6.4.5 工件进出溶液的速度要缓慢。若采用人工放置，特别是带有深盲孔的工件，使工件有一定倾斜角度，并缓慢操作。

6.4.6 定期添加抑雾剂，确保其浓度始终保持在有效水平，抑制铬酸雾等逸出。

6.4.7 工件表面的酸性物质清洗干净后再放入含氰镀槽；氰化电镀的工件、工具，在专用的水洗槽内用清水洗净。

6.4.8 氰化电镀工艺使用过的工具及仪器，宜用 5%绿矾（ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ）溶液消毒；作业人员下班后宜用 1%绿矾溶液洗消；地面宜用 20%次氯酸钠或 5%绿矾溶液进行洗消。

6.4.9 氰化电镀采用的阳极棒宜采用冲洗方式；清洗阳极棒和阴极棒的时候，将其从槽上取下后再行清洗，不宜直接洗擦。

6.4.10 作业人员不在生产车间内饮水、进食；作业人员有外伤时，不继续工作；伤口未愈的人员，不接触氰化物、铬酸酐等剧毒品。

6.4.11 电镀车间和电镀液配制间设置盥洗与冲洗设施。

6.4.12 电镀车间和剧毒品仓库外设置更衣室及专用工作服室，作业人员班后将接触工作环境的部位清洗干净。

6.5 应急救援

6.5.1 建立、健全职业病危害事故应急救援机制，明确职业病危害事故应急救援机构或组织。

6.5.2 电镀车间、电镀液配制间、化学品仓库等场所，配备必要的应急救援设施，包括但不限于：

- 喷淋和洗眼设施；
- 氰化氢等监测报警装置；
- 气体防护柜及其个人使用的职业病防护用品；
- 急救箱及其急救药品；
- 转运病人的担架和装置；
- 急救处理设施、应急救援通讯设备。

6.5.3 电镀车间、电镀液配制间、化学品仓库等场所设置事故通风装置，事故通风宜由经常使用的通风系统和事故通风系统共同保证。事故通风下的换气次数 ≥ 12 次/h。

6.5.4 电镀车间、电镀液配制间、化学品仓库等场所喷淋和洗眼设施设置符合 GB/T 38144 的要求，技术要求包括但不限于：

- 使用范围内宜有高度可视且明显的警示标志，照明条件良好；
- 保证作业人员 10 s 内能够到达，覆盖半径一般为 15 m；
- 覆盖范围内无障碍物；
- 连续供水或存水量保证连续冲水 15 min。

6.5.5 电镀车间、电镀液配制间、化学品仓库等场所设置急救箱，配备高温中暑、化学灼伤及中毒处置药品，急救箱配置参见附录 C。

6.5.6 储存和使用氰化物的场所按照 GBZ/T 223 的要求设置氰化氢报警器，可设预报、警报、高报三级报警值，至少设定警报值和高报值两级。预报值宜设置为 0.5 mg/m^3 ，警报值宜设置为 1 mg/m^3 ，高报值宜综合考虑氰化电镀场所实际情况后设定，可设置为 2 mg/m^3 。

6.5.7 定期组织、开展针对高温中暑和急性化学中毒等职业病危害事故的应急救援演练。

6.6 设施维护

6.6.1 建立职业病防护设施与应急救援设施台账，记录职业危害防护设施与应急救援设施的配置、使用、维护和检修等基本信息。设施台账的内容包括但不限于：

- 设备设施名称、型号、生产厂家；
- 主要技术参数；
- 安装部位、安装日期；
- 使用目的、防护效果评价；
- 使用、维护和检修记录；
- 使用人、责任人。

6.6.2 对职业病防护设施与应急救援设施进行经常性的维护、检修和保养，定期检测其性能和效果，确保其处于正常状态。检查的内容包括但不限于：

- 局部排风罩、管道、风机、净化设施运行情况，核查控制风速、风量和风压等指标；
- 喷淋与洗眼设施、报警装置、事故排风系统等应急救援设施运行情况；
- 急救装备、急救药品是否齐全有效；
- 化学品的储存、输送管道是否存在锈蚀、泄漏。

7 职业健康管理

7.1 职业病危害告知

7.1.1 在产生或存在职业病危害因素的工作场所、作业岗位、设备、材料（产品）包装和贮存场所设置相应的警示标识和中文警示说明。对产生严重职业病危害的作业岗位，在醒目位置设置职业病危害告知卡。职业病危害警示标识和告知卡符合 GBZ 158、GBZ/T 203 和 GBZ/T 204 的要求。

7.1.2 在办公区域、工作场所入口处的醒目位置设置公告栏，公布有关职业病防治的规章制度、操作规程、职业病危害事故应急救援措施和工作场所职业病危害因素检测结果。

7.1.3 与劳动者订立劳动合同时，将工作过程中可能产生的职业病危害及其后果、职业病防护措施和待遇等如实告知劳动者，并在劳动合同中写明，或以合同附件形式签署职业病危害告知书。

7.2 职业健康培训

7.2.1 主要负责人和职业健康管理人员在任职后3个月内接受职业健康培训，初次培训不少于16学时，之后每年接受一次继续教育，继续教育不少于8学时。培训内容包括但不限于：

- 职业卫生相关法律、法规、规章和国家职业卫生标准；
- 职业病危害预防和控制的基本知识；
- 职业卫生管理相关知识。

7.2.2 电镀作业人群接受上岗前和在岗期间职业健康培训，上岗前培训不少于8学时，之后每年接受一次在岗培训，在岗培训不少于4学时。培训内容包括但不限于：

- 职业病危害预防和控制的基本知识；
- 职业卫生管理制度和岗位操作规程；
- 所从事岗位的主要职业病危害因素和防范措施；
- 个人使用的职业病防护用品的使用和维护；
- 劳动者职业健康保护权利与义务。

7.2.3 电镀作业人群接受职业健康保护知识培训，培训内容包括但不限于：

- 劳动者健康素养、健康行为及行为干预；
- 化学中毒、高温中暑及应急救援方法；

- 工作相关疾病的防治知识；
- 慢性病防治知识（高血压、冠心病、糖尿病等）；
- 传染病防治知识（肝炎、结核、艾滋病等）；
- 人类工效学知识；
- 职业紧张与心理卫生知识。

7.2.4 采用新工艺、新技术、新材料和新设备，或者转岗导致劳动者接触职业病危害因素发生变化时，劳动者重新进行职业健康培训。

7.3 个人使用的职业病防护用品

7.3.1 按照 GB 39800.1、GB/T 18664、GB 2626、GB 2890 和 GB/T 23466 的要求，为劳动者配备符合要求的职业病防护用品，制定职业病防护用品配备与发放计划，并指导劳动者正确佩戴及使用。

7.3.2 接触砂轮磨尘、其他粉尘的作业人员配备过滤效率达到 90%（KN90）及以上防颗粒物口罩。

7.3.3 接触化学毒物的作业人员正确佩戴个人使用的职业病防护用品，选用要求包括但不限于：

- 在可能产生有毒气体的场所，穿戴防护服、防护镜或防毒面具等；
- 在配制、调整、运输和使用酸碱溶液的场所，穿戴耐酸碱防化围裙、耐酸碱手套和护目镜等；
- 在设备维护、清洗阳极板时，佩戴耐酸碱手套和护目镜等；
- 接触可经皮肤吸收的化学毒物时，穿戴化学防护服、防化学品手套等；
- 接触强酸时，佩戴耐酸手套、耐酸防护服、耐酸鞋、护目镜及防毒面具等；
- 在清洗电镀槽时，佩戴防毒面具，并开启局部排风设施；
- 定期开展呼吸防护用品适合性检验，确保防护效果有效。

7.3.4 按照 GB/T 23466 的要求，为接触噪声的作业人员配备适宜的护听器，确保其实际暴露的噪声强度等效声级至少保持在 85 dB(A) 以下，若在 75 dB(A) 至 80 dB(A) 之间，效果最佳。选用要求如下：

- 劳动者暴露于工作场所 8h 等效声级 ($L_{EX, 8h}$) 为 85 dB~95 dB 的，选用护听器 SNR（单值评定量）为 17 dB~34 dB 的耳塞或耳罩；
- 劳动者暴露于工作场所 $L_{EX, 8h} \geq 95$ dB 的，选用护听器 SNR ≥ 34 dB 的耳塞、耳罩或者复合防护。耳塞和耳罩组合使用时的声衰减值，可取二者中较高的声衰减值增加 5 dB 估算。

7.3.5 接触高温的烘干岗位作业人员配备防热伤害手套；接触手传振动的抛光、打磨岗位作业人员配备防振动手套。

7.3.6 定期开展个人使用的职业病防护用品佩戴及使用培训，建立发放登记制度，并及时更换破损或失效的个人使用的职业病防护用品。

7.4 职业健康监护

7.4.1 组织接触不同职业病危害因素的劳动者开展职业健康检查（上岗前、在岗期间、离岗时和应急健康检查），职业健康检查项目与周期符合 GBZ 188 的要求，检查结果以书面形式告知劳动者。

7.4.2 根据职业健康检查结果，采取如下相应措施：

- 对职业禁忌的劳动者，调离或者暂时脱离原工作岗位；
- 对需要复查的劳动者，按照职业健康检查机构的要求安排复查和医学观察；
- 对疑似职业病病人，按照职业健康检查机构的建议安排其进行医学观察或者职业病诊断。

7.4.3 为劳动者建立职业健康监护档案，并按照规定的期限妥善保存。职业健康监护档案包括劳动者的职业史、职业病危害接触史、职业健康检查结果和职业病诊疗等有关个人健康资料。

8 作业人群职业健康保护

8.1 劳动者职业健康素养与行为

- 8.1.1 劳动者接受职业健康培训，学习和掌握相关的职业健康知识，提高职业健康素养，遵守职业病防治法律、法规、规章以及用人单位制定的各项职业卫生管理制度和岗位操作规程。
- 8.1.2 劳动者了解工作场所职业病危害警示标识和告知卡，知悉工作岗位存在的职业病危害因素、对人体的健康损害及相应的防护措施。
- 8.1.3 劳动者知悉岗位配备的职业病防护设施，作业时确保通风、除尘、排毒等防护设施开启，并始终保持在防护设施的有效控制范围内进行作业。
- 8.1.4 劳动者掌握与接触职业病危害因素相适宜的个人使用的职业病防护用品的性能、正确佩戴和维护方法。作业时始终确保正确使用和佩戴个人使用的职业病防护用品。
- 8.1.5 劳动者积极参加应急救援演练，熟悉应急救援设施及物品的设置与存放位置，并能正确使用。
- 8.1.6 配合卫生健康行政部门、疾病预防控制主管部门以及用人单位提供的职业卫生技术服务，如职业健康知识宣传和普及、职业健康体检、职业健康培训、职业病危害因素检测。
- 8.1.7 自觉参加用人单位组织的职业健康检查。
- 8.1.8 劳动者积极参与用人单位职业卫生工作的民主管理。发现职业病危害事故隐患时，及时报告；对违反职业病防治法律、法规以及危及生命健康的行为提出批评、检举和控告；有权拒绝违章指挥和强令进行没有职业病防护措施的作业。
- 8.1.9 电镀工艺作业人员健康行为，包括但不限于：
- 接触粉尘、化学毒物的作业人员，作业时宜位于机械通风或自然通风的上风侧；
 - 接触高温的作业人员，作业时宜位于热源的上风侧或局部送风设施的送风范围内；
 - 设置柜式排风罩（含通风柜）的岗位，作业人员和作业设备的连线方向宜与排风罩吸气方向保持一定角度（30°～90°），避免在作业人员胸前形成涡流；
 - 进入存在粉尘、化学毒物工作场所的劳动者，宜佩戴呼吸防护用品，减少在危害发生源、通风不良区、污染源下风向等区域的停留时间；
 - 进入噪声工作场所的劳动者，宜佩戴护耳器，减少在高噪声设备区域的停留时间；
 - 存在职业病危害的工作场所不进食或饮水；
 - 不穿工作服进入就餐等非作业场所，不将工作服带回家中；
 - 保持皮肤清洁，不使用有机溶剂清洁皮肤；
 - 不使用压缩空气清洁身体及清扫粉尘；
 - 积极参加体育锻炼，少抽烟，少饮酒，健康膳食，坚持积极向上的工作和生活态度。

8.2 人类工效学及职业心理学指导

- 8.2.1 按照 GB/T 16251 的要求，开展人类工效学工作系统设计，内容包括工作组织设计，工作任务设计，作业设计，工作环境设计，工作设备、工作空间的设计等。
- 8.2.2 合理设置工作时间，避免长时间夜班作业，优化工作系统和劳动者的效能，提高电镀作业人员的身心健康、生活质量和人身安全。
- 8.2.3 电镀作业人员宜定期接受人类工效学培训，控制工作过程中失误、不安全的行为，建立良好的工作姿势和行为，减少事故的发生。
- 8.2.4 电镀作业人员宜避免高强度或频繁的手部操作，减少人工提举和搬运重物，减少工作相关肌肉骨骼疾患。
- 8.2.5 电镀作业人员宜定期接受肌肉骨骼疾患康复理疗培训及指导，解决各类肩、颈、腰损伤的问题，提高健康和生活质量。
- 8.2.6 制定心理健康促进计划，组织开展电镀作业人员心理健康培训，解决工作过程中产生的职业紧

张、歧视、职业倦怠、抑郁、焦虑、骚扰等问题，减少工作事故、心理障碍、各种疾患的产生，提高作业人群身心健康，引导劳动者树立正确的价值观和生活态度。

附 录 A
(资料性)
电镀工艺流程及职业病危害因素识别

A.1 主要工艺流程

A.1.1 电镀工艺过程一般分为镀前处理、电镀和镀后处理三个工段，根据产品和镀层的不同各工段的工序有所不同。各工段主要工序如下：

- a) 镀前处理：表面修整（磨光、抛光、喷砂）、脱脂/除油、粗化、酸洗/浸蚀、水洗等；
- b) 电镀：单金属电镀（镀锌、镀铜、镀镍、镀铬、镀镉、镀银）、合金电镀（镀铜锡合金、镀铜锌合金以及镀金合金）、水洗等；
- c) 镀后处理：钝化、抛光、水洗、烘干等。

A.1.2 基本工艺流程见图A.1。

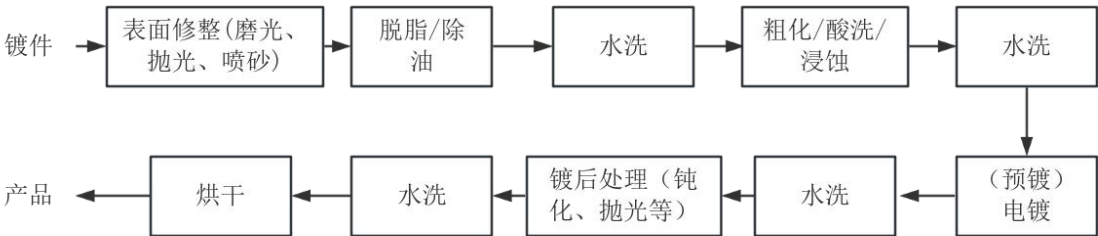


图 A.1 电镀工艺流程图

A.2 生产过程职业病危害因素识别

按照 GBZ 2.1 和 GBZ 2.2，对生产过程中存在的职业病危害因素进行识别，各工序存在的职业病危害因素见表 A.1。

表 A.1 电镀工艺生产过程中存在的职业病危害因素

工段	工序	职业病危害因素 ^a
镀前处理	表面修整	其他粉尘（金属氧化物、塑料粉尘等）、噪声、手传振动
	化学/电解除油	氢氧化钠、碳酸钠、磷酸三钠、焦磷酸钠、硅酸钠
	溶剂脱脂/除油	苯、甲苯、二甲苯、丙酮、二氯甲烷、四氯化碳、三氯乙烯、三氯乙烷
	粗化	铬酸酐、硫酸
	酸洗/浸蚀	硫酸、盐酸、磷酸、硝酸、铬酸、氢氟酸、高温
电镀	（氰化）镀锌	（氰化钠、氰化氢）、氢氧化钠、氧化锌、碳酸钠、三乙醇胺、氯化锌、氧化铵、氨三乙酸、硫脲、聚乙二醇、硫酸锌、硫酸钠、硫酸铝、硼酸、铬酸酐、硝酸、硫酸、磷酸、氢氟酸、盐酸、过氧化氢
	（氰化）镀铜	（氰化物、氰化氢）、硫酸铜、硫酸、氨水
	镀镍	硫酸镍、氯化镍、硼酸、氨基磺酸镍、甲醛、醋酸
	镀铬	铬酸酐、硫酸、氟化物、硼酸、氧化镁
	（氰化）镀镉	（氰化镉、氰化钠、氰化氢）、氯化镉、氯化钾、硫酸镉、碳酸钠

表 A.1 电镀工艺生产过程中存在的职业病危害因素（续）

工段	岗位（工种）	职业病危害因素
电镀	（氰化）镀铜锡合金	（氰化亚铜、氰化氢）、锡酸钠、氢氧化钠、三乙醇胺、酒石酸钾钠、醋酸铅、焦磷酸铋、碱式硫酸铋
	（氰化）镀铜锌合金	（氰化亚铜、氰化锌、氰化钠、氰化氢）、氢氧化钠、硫氰化钾、碳酸钠
	镀银	氰化银、氰化钾、氰化氢、碳酸钾、氢氧化钾
	镀金合金	氰化金钾、氰化银钾、氰化铜钾、氰化镍钾、氰化镉钾、氰化钾、氰化氢、磷酸盐
镀后处理	钝化	硫酸、硝酸、重铬酸钾、高锰酸钾
	抛光	金属氧化物粉尘（氧化钙、氧化镁、氧化铁、氧化铝、氧化铬）、手传振动
	烘干	高温
^a 电镀工艺在生产过程中存在的职业病危害因素主要由生产工艺及使用的原辅料确定，鉴于用人单位在生产工艺和原辅材料上存在差异，存在的职业病危害因素也不尽相同，结合实际情况进行综合识别。		

附录 B
(资料性)
开放式电镀槽局部排风设施设计参考

B.1 排风罩选择及分类

B.1.1 开放式电镀工艺需劳动者在槽边作业，为避免有害物质通过作业人员呼吸带，宜选择槽边排风罩（见图 B.1），能较好地控制电镀过程散发的危害因素，同时不影响工艺操作，有害气体不经过人的呼吸带。

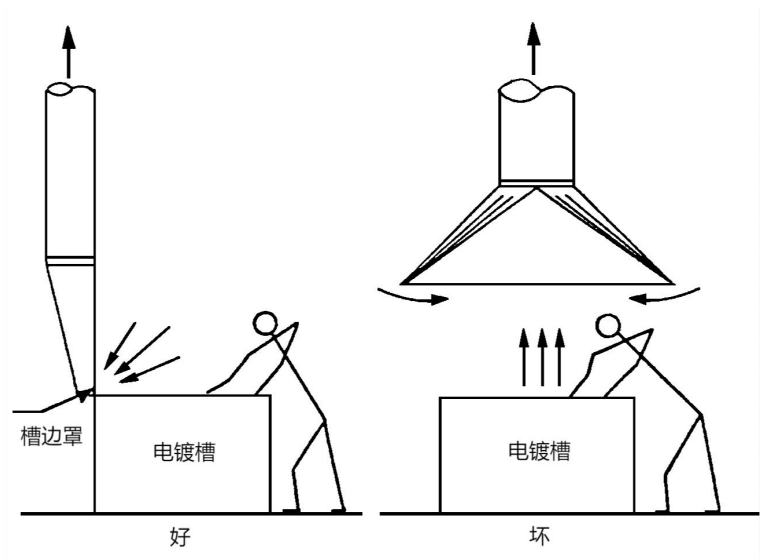


图 B.1 开放式电镀槽排风罩比较

B.1.2 根据布置方式不同，槽边排风罩可分为单侧式、双侧式和周边式，见图 B.2。

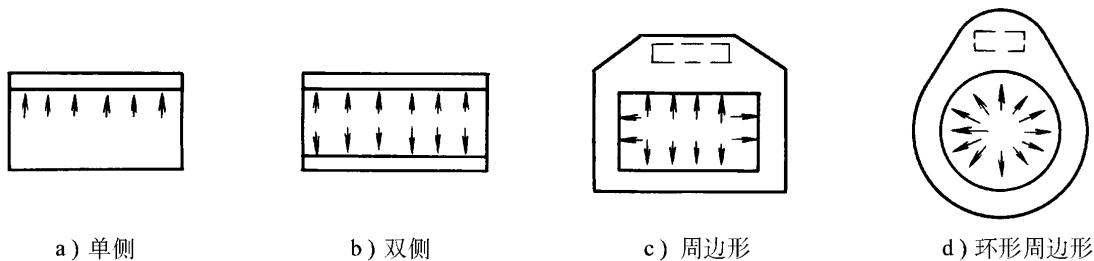


图 B.2 按照布置方式分类的槽边罩

B.1.3 根据罩口形式不同，槽边排风罩的罩口有平口式和条缝式两种形式（见图 B.3）。条缝式槽边罩依据截面高度（E）分为高截面条缝式槽边罩（ $E \geq 250\text{ mm}$ ）和低截面条缝式槽边罩（ $E < 250\text{ mm}$ ）。条缝式槽边罩具备排风量相对较小，出口风速大的特点，在不影响操作的前提下，宜选用条缝式槽边罩。

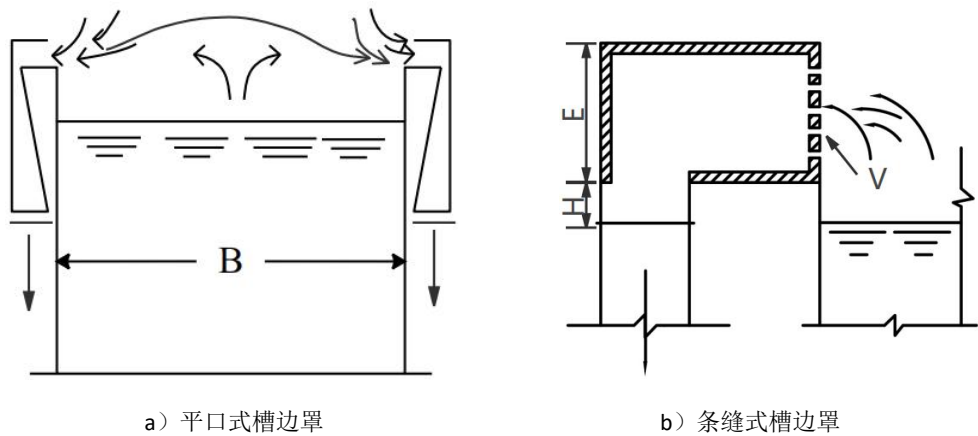


图 B.3 按照罩口形式分类的槽边罩

B.1.4 槽宽 $B \leq 700 \text{ mm}$ 时宜采用单侧槽边罩, $B > 700 \text{ mm}$ 时宜采用双侧排风 (见图 B.4), $B > 1200 \text{ mm}$ 时宜采用吹吸式排风罩。

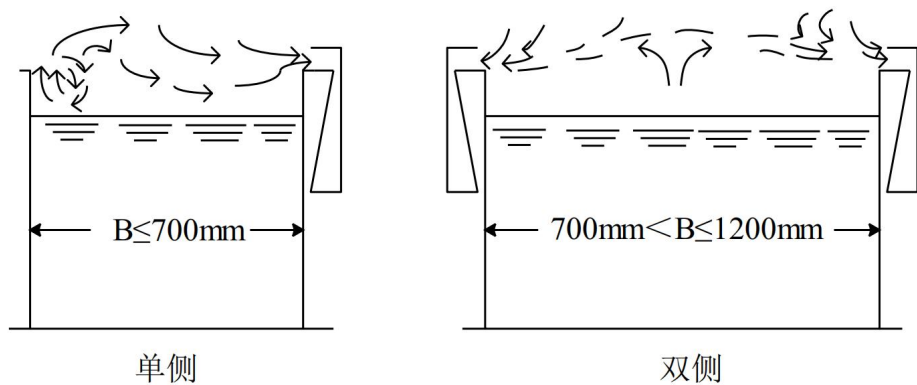


图 B.4 槽边罩的选用

B.2 槽边排风罩设计要点

B.2.1 对整体平口式槽边排风罩, 可通过提高条缝口风速 (10 m/s 以上) 以增大条缝口的压力损失, 使气流分布均匀。

B.2.2 对条缝式排风罩, 可通过减少条缝口面积 (f) 和罩横断面积 (F_1) 之比, 使速度分布均匀。 $f/F_1 \leq 0.3$ 时可近似认为是均匀的, 可采用等高条缝口。当 $f/F_1 > 0.3$ 时, 采用楔形条缝口。

B.2.3 当槽长 $L \geq 1500 \text{ mm}$ 时, 可沿槽长度方向分设 2~3 个排风罩。

B.2.4 当罩口尺寸较大时, 可把一个大吸气罩分隔成若干个小吸气罩, 或在罩内设挡板、气流分布板等, 以保证罩口气流均匀分布。

B.2.5 设置排风罩的电镀槽尽量靠墙布置, 以减小吸气范围, 降低风量要求。

B.2.6 尽量降低排风罩口至液面高度 (H), 宜大于 200 mm 。

B.3 条缝式槽边排风罩计算

B.3.1 控制风速

单侧式槽边罩控制点为对侧电镀槽边缘, 双侧式槽边罩控制点为电镀槽中间, 控制点风速 (V_x)

为 0.25 m/s~0.5 m/s，具体见表 B.1。

表 B.1 槽边排风罩控制点吸入风速 V_x

镀槽类型	溶液中主要有害物	溶液温度 (°C)	电流密度 (A/cm ²)	V_x (m/s)
镀铬	H ₂ SO ₄ 、CrO ₃	55~58	20~35	0.5
镀耐磨铬	H ₂ SO ₄ 、CrO ₃	68~75	35~70	0.5
镀铬	H ₂ SO ₄ 、CrO ₃	40~50	10~20	0.4
电化学抛光	H ₃ PO ₄ 、H ₂ SO ₄ 、CrO ₃	70~90	15~20	0.4
电化学腐蚀	H ₂ SO ₄ 、KCN	15~25	8~10	0.4
氰化镀锌	ZnO、NaCH、NaOH	40~70	5~20	0.4
氰化镀铜	CuCN、NaOH、NaCN	55	2~4	0.4
镍层电化学抛光	H ₂ SO ₄ 、CrO ₃ 、C ₃ H ₅ (OH) ₃	40~45	15~20	0.4
铝件电抛光	H ₃ PO ₄ 、C ₃ H ₅ (OH) ₃	85~90	30	0.4
电化学去油	NaOH、Na ₂ CO ₃ 、Na ₃ PO ₄ 、Na ₂ SiO ₃	80	3~8	0.35
阳极腐蚀	H ₂ SO ₄	15~25	3~5	0.35
电化学抛光	H ₃ PO ₄	18~20	1.5~2	0.35
镀镉	NaCH、NaOH、Na ₂ SO ₄	15~25	1.5~4	0.35
氰化镀锌	ZnO、NaCN、NaOH	15~30	2~5	0.35
镀铜锡合金	NaCN、CuCN、NaOH、Na ₂ SnO ₃	65~70	2~2.5	0.35
镀镍	NiSO ₄ 、NaCl、COH ₅ (SO ₃ Na) ₂	50	3~4	0.35
镀锡(碱)	Na ₂ SnO ₃ 、NaOH、CH ₃ COONa、H ₂ O ₂	65~75	1.5~2	0.35
镀锡(滚)	Na ₂ SnO ₃ 、NaOH、CH ₃ COONa	70~80	1~4	0.35
镀锡(酸)	SnO ₄ 、NaOH、H ₂ SO ₄ 、C ₆ H ₆ OH	65~75	0.5~2	0.35
氰化电化学浸蚀	KCN	15~25	3~5	0.35
镀金	K ₄ Fe(CN)、Na ₂ CO ₃ 、H(AuCl) ₄	70	4~6	0.35
铝件电抛光	Na ₃ PO ₄	—	20~25	0.35
钢件电化学氧化	NaOH	80~90	5~10	0.35
退铬	NaOH	室温	5~10	0.35
酸性镀铜	CuCO ₃ 、H ₂ SO ₄	18~25	1~2	0.3
氰化镀黄铜	CuCN、NaCN、Na ₂ SO ₃ 、Zn(CN) ₂	20~30	0.3~0.5	0.3
氰化镀黄铜	CuCN、NaCN、NaOH、Na ₂ CO ₃ 、Zn(CN) ₂	15~25	1~1.5	0.3
镀镍	NiSO ₄ 、Na ₂ SO ₄ 、NaCl、MgSO ₄	15~25	0.5~1	0.3
镀锡铅合金	Pb、Sn、H ₃ BO ₄ 、HBF ₄	15~25	1~1.2	0.3
电解纯化	Na ₂ CO ₃ 、K ₂ CrO ₄ 、H ₂ CO ₃	20	1~6	0.3
铝阳极氧化	H ₂ SO ₄	15~25	0.8~2.5	0.3
铝件阳极绝缘氧化	C ₂ H ₄ O	20~45	1~5	0.3
退铜	H ₂ SO ₄ 、CrO ₃	20	3~8	0.3
退镍	H ₂ SO ₄ 、C ₃ H ₅ (OH) ₃	20	3~8	0.3

表 B.1 槽边排风罩控制点吸入风速 V_x (续)

镀槽类型	溶液中主要有害物	溶液温度 (°C)	电流密度 (A/cm ²)	V_x (m/s)
化学去油	NaOH、Na ₂ CO ₃ 、Na ₄ PO ₄	—	—	0.3
黑镍	NiSO ₄ 、(NH ₄) ₂ SO ₄ 、ZnSO ₄	15~25	0.2~0.3	0.25
镀银	KCN、AgCl	20	0.5~1	0.25
预镀银	KCN、K ₂ CO ₃	15~25	1~2	0.25
镀银后黑化	Na ₂ S、Na ₂ SO ₃ 、(CH ₃) ₂ CO	15~25	0.08~0.1	0.25
镀铍	BeSO ₄ 、(NH ₄) ₂ Mo ₇ O ₂	15~25	0.005~0.02	0.25
镀金	KCN	20	0.1~0.2	0.25
镀钯	Pa、NH ₄ Cl、NH ₄ OH、NH ₃	20	0.25~0.5	0.25
铝件铬酐阳极氧化	CrO ₃	15~25	0.01~0.02	0.25
退银	AgCl、KCN、Na ₂ CO ₃	20~30	0.3~0.1	0.25
退锡	NaOH	60~75	1	0.25
热水槽	水蒸气	>50	—	0.25

B.3.2 排风量

高截面单侧槽边罩排风量按式 (B.1) 计算:

$$L = 2V_x AB \left(\frac{B}{A} \right)^{0.2} \dots\dots\dots (B.1)$$

低截面单侧槽边罩排风量按式 (B.2) 计算:

$$L = 3V_x AB \left(\frac{B}{A} \right)^{0.2} \dots\dots\dots (B.2)$$

高截面双侧槽边罩排风量按式 (B.3) 计算:

$$L = 2V_x AB \left(\frac{B}{2A} \right)^{0.2} \dots\dots\dots (B.3)$$

低截面双侧槽边罩排风量按式 (B.4) 计算:

$$L = 3V_x AB \left(\frac{B}{2A} \right)^{0.2} \dots\dots\dots (B.4)$$

高截面周边型槽边罩排风量按式 (B.5) 计算:

$$L = 1.57V_x D^2 \dots\dots\dots (B.5)$$

低截面周边型槽边罩排风量按式 (B.6) 计算:

$$L = 2.36V_x D^2 \dots\dots\dots (B.6)$$

式 (B.1) ~ (B.6) 中:

L ——排风罩风量, m³/s;

- V_x ——控制点风速，m/s；
- A ——槽长，m；
- B ——槽宽，m；
- D ——槽体直径，m。

B.3.3 阻力

条缝式槽边罩阻力按式（B.7）计算：

$$\Delta P = \xi \frac{V_0^2}{2} \rho$$

.....（B.7）

式中：

- ΔP ——排风罩阻力，m³/s；
- ξ ——局部阻力系数， $\xi=2.34$ ；
- V_0 ——条缝式槽边罩口平均风速，m/s。
- ρ ——空气密度，kg/m³。

B.4 吹吸式排风罩设计及计算

B.4.1 吹吸式排风罩组成

电镀槽吹吸式排风罩（见图 B.5）由条缝式吹风罩和吸气罩组成，具有风量小、污染控制效果好、抗干扰能力强、不影响工艺操作等特点。

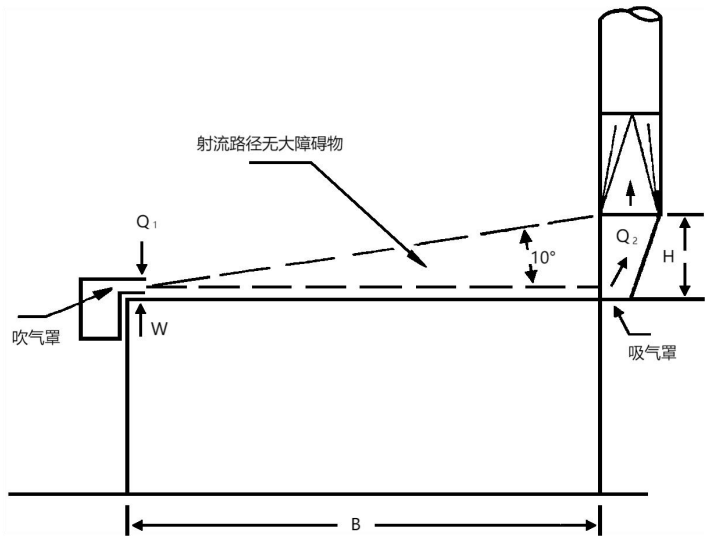


图 B.5 吹吸式排风罩

B.4.2 吸气罩

吸气罩风量（ Q_2 ）按照电镀槽大小、槽液温度、扰动气流、搅拌强度等干扰因素综合确定，可根据电镀槽面积确定，每平方米电镀槽吸气罩风量需达到 1800~2700 m³/h。射流夹角为 10°，吸气罩口高度按式（B.8）计算：

$$H = B \times \tan 10 = 0.18B$$

.....（B.8）

式中：

H ——吸气罩高度，m；
 \tan ——正切函数；
 B ——槽宽，m。

B.4.3 吹气罩

吹气罩风量按式（B.9）计算：

$$Q_1 = \frac{1}{B \times E} Q_2 \dots\dots\dots (B.9)$$

式中：
 Q_1 ——吹气罩风量，m³/s；
 B ——槽宽，m；
 E ——卷吸系数，按照槽宽 B 确定，见表 B.2。

表 B.2 卷吸系数 E

槽宽 B (m)	系数 E
0~2.4	6.7
2.4~4.9	4.7
4.9~7.3	3.3
>7.3	2.3

吹气罩高度按式（B.10）计算：

$$W = Q_1 / V_0 \dots\dots\dots (B.10)$$

式中：
 W ——吹气罩高度，m；
 Q_1 ——吹气罩风量，m³/s；
 V_0 ——吹气罩口风速，宜控制在 5~10 m/s。

附录 C
(资料性)
电镀工艺急救箱参考配置

C.1 电镀工艺急救箱参考配置

电镀工艺急救箱参考配置，见表 C.1。

表 C.1 电镀工艺急救箱参考配置清单

药品名称	储存数量	用途	备注
医用酒精	1 瓶	消毒伤口	—
新洁尔灭酊	1 瓶	消毒伤口	—
过氧化氢溶液	1 瓶	消毒伤口	—
0.9%的生理盐水	1 瓶	消毒伤口	—
2%碳酸氢钠	1 瓶	处置酸灼伤	—
2%醋酸或 3%硼酸	1 瓶	处置碱灼伤	—
脱脂棉花、棉签	2 包、5 包	清洗伤口	—
脱脂棉签	5 包	清洗伤口	—
中号胶布	2 卷	粘贴绷带	—
绷带	2 卷	包扎伤口	—
剪刀	1 个	急救	—
镊子	1 个	急救	—
医用手套、口罩	按实际需要	防止施救者被感染	—
创可贴	8 个	止血护创	—
伤湿止痛膏	2 个	瘀伤、扭伤	—
冰袋	1 个	瘀伤、肌肉拉伤或关节扭伤	—
止血带	2 个	止血	—
眼药膏	2 支	处理眼睛	有效期内
洗眼液	2 支	处理眼睛	有效期内
防暑降温药品	5 盒	夏季防暑降温	有效期内
体温计	2 支	测体温	—
急救、呼吸气囊	1 个	人工呼吸	—
雾化吸入器	1 个	应急处置	—
急救毯	1 个	急救	—
手电筒	2 个	急救	—
依地酸二钠钙	按实际需求	铅、锰、镉、镍、铬等中毒	特异性解毒剂
亚硝酸钠—硫代硫酸钠	按实际需求	氰化物中毒	特异性解毒剂
亚硝酸异戊酯	按实际需求	氰化物中毒	特异性解毒剂

参 考 文 献

- [1] GBZ/T 296—2017 职业健康促进名词术语
 - [2] 中华人民共和国全国人民代表大会常务委员会. 中华人民共和国职业病防治法: 中华人民共和国主席令第二十四号. 2018 年
 - [3] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 工作场所职业卫生管理规定: 国家卫生健康委员会令第五号. 2020 年
 - [4] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 国家卫生健康委办公厅关于进一步加强用人单位职业健康培训工作的通知: 国卫办职健函〔2022〕441 号. 2022 年
 - [5] 中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所. 中国劳动者职业健康素养—基本知识和技能 (2022 年版) [EB/OL]. [2022-03-07]. https://niohp.chinacdc.cn/sndt/202203/t20220307_257538.htm
 - [6] 孙一坚, 沈恒根. 工业通风 (第四版) [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010
 - [7] Guidelines for the Safe use of chemicals in Electroplating and related industries[M]. New Zealand: Occupational Safety and Health Service of the Department of Labour, 1996
-