

CPCA

PCB · ESG

案例合集

(一)

中国电子电路行业协会

2024年1月

电子电路行业 ESG 思考

ESG 是 Environmental（环境）、Social（社会）、和 Governance（治理）的缩写，是一种关注企业环境、社会、公司治理绩效而非传统财务绩效的投资理念和企业评价标准。

ESG 工作的开展，不仅仅是做表面文章，ESG 可以系统地、相对全面地评价企业可持续发展的能力，是一家企业竞争力的一种体现，用好 ESG 有助于提升企业核心竞争力。

当下，企业的股东利益最大化不再是唯一目标，企业的环境影响、社会影响同等重要。美国在商业圆桌会议上，甚至强调企业将更看重履行对社会的责任。评价一家企业除了财务指标以外，出现了其他维度的衡量标准，ESG 应运而生，2004 年 ESG 概念正式提出后，ESG 的投资以及信息披露框架逐步完善，ESG 的管理理念也越来越广泛地被大众所接受。

社会、经济、资源、环境的协调发展、可持续发展是当今国际社会讨论的核心议题。企业年报总结的是过去，ESG 谋划的是企业的未来，是企业如何“持续发展”的问题。在 ESG 体系中，企业对多个利益相关者承担责任，包括股东、客户、供应商、员工、政府部门、社区以及自然环境等等，企业通过 ESG 体系与利益相关者更好地合作，协调关系，可以实现社会价值最大化，也可以提高企业的竞争能力。

用好 ESG 评价体系，可优化管理，创造更大价值，甚至可能创新出新的商业模式。

ESG 是企业的“第二张财报”，通过 ESG 的各项指标，可以为企业在政策、转型等方面进行探索，防范风险，未雨绸缪，ESG 是企业经营理念和行为的深刻变革，与商业价值并不矛盾。

ESG 执行得好，可以创造更大的价值，比如成本节约、政策支持，获得较高的投资回报率与资产增长，获得更低的融资成本、提升企业的品牌价值，增强企业的韧性，公司应对不确定性能力增强、员工的工作态度与积极性获得更高提升等等。

最重要的是，通过梳理 ESG 指标，可以在产品和技术创新方面寻求突破，以及带来新的商业模式；可以重新审视企业的相关利益方，与各相关方共创价值，在解决问题的同时创造新的增长机遇。

那 ESG 怎么做呢？简单可以分为五项，分别是明确内外利益相关方、ESG 应该是识别及筛选、明确优先级排序、资源支撑与落地执行和**执行评估与反馈**。中国电子电路行业协会是一家电子信息行业类非营利性社会组织，是国家一级协会，“政府”、“企业”、“行业”、“社会”和“协会”是协会的直接利益相关方。在日常工作中，通过监测行业运营情况、撰写政策发展建议、专项研报等**支撑政府决策**；服务会员企业以搭建交流沟通平台，助力企业申报专精特新小巨人、申报中国优秀奖、推进智能制造等，**赋能企业**；**维护行业利益**，特别是近几年，国际贸易摩擦增加，国际间的公平贸易工作尤为重要，在国际

竞争中如何维护行业利益成为新课题，另外同行间的有序竞争，倡导行业良性发展，都是维护行业利益；**回报社会，服务社会。**

ESG 议题识别及筛选是个难题，从目前协会开展的工作来讲，在摸索前行，也在尝试做以下识别与筛选。

作为一家非营利性机构，协会的 ESG 研究领域致力于推动电子电路的高质量可持续发展，提升中国电子电路行业企业在国际上的竞争力，对行业协会自身来讲，要提升更高影响力与更大话语权。

E 环境

电子电路行业的环保问题一直是行业发展的痛点之一，污染和能耗情况是 E 环境中重要的模块，可量化的指标有：1) 排放与治理：统筹摸清污染来源、排放物种类、现有治理技术能力；2) 资源与能耗使用情况：统筹摸清全行业碳排放的来源、关键制程耗电与耗能量；3) 打造绿色产业：绿色园区数量、绿色企业数量、绿色产品设计、绿色供应链建设；4) 安全：摸清安全事故多发点、环境与安全培训；5) 标准制订：废水、废气、废液、固体废弃物相关国标、行标制订；双碳标准制订等。

S 社会

目前全国电子电路行业共有 62 万名左右的从业者，每年创造的营收 5000 多亿元，是国民经济的重要来源之一，社会影响大，行业的用工问题、追求更大价值再创造等是社会模块重要的议题，可量化的指标有：1) 行业人才培养；2) 行业用工情况统计；3) 梯度培养行业人才，包括工程师、操作工、技工等，以及前瞻性规划未来所需

人才的培养、教师培养；4) 在岗员工技能提升；行业技能大赛；劳工准则：完善合规的劳资关系；5) 关爱青少年：行业知识科普、助力山区学校建设等。

G 管理

在全球多元化竞争格局下，中国企业如何更具竞争力，从行业宏观管理角度可以量化的指标有：关注最前沿技术：1) 加强与国际同行交流、研发投入情况、专利情况、技术论文征集；2) 关注公平贸易：合规管理指引、反垄断反倾销调查；3) 关注制造业顶层设计：智能制造成熟度；4) 数据安全和治理等。

2023年CPCA环保分会积极开展工作，不仅开辟了线上ESG专题直播，还从环保治理的视角在行业内征集了相关优秀案例并汇编成册，希望同行分享的宝贵经验能引发大家思考，并共同推进电子电路行业向绿色、低碳、可持续发展。同时，希望大家能从E（环境）的角度出发，再进一步从S（社会）和G（治理）的维度思考，增强各自企业更强的核心竞争能力，进而一起锻造更强的中国电子电路行业。

洪芳 秘书长

中国电子电路行业协会

2024年1月3日

目 录

ESG-001 印制电路行业综合应用节能探究	1
ESG-002 线路板工厂二流体白雾专项	7
ESG-003 活性炭吸附浓缩+CO VOCs 有机废气净化装置	10
ESG-004 助“双碳”绘蓝天 坚持与环境共生	14
ESG-005 专业水处理运维助力电子电路行业	20
ESG-006 蚀刻液/微蚀液零排放在线循环再生提铜系统	24
ESG-007 ESG 治理经验龙南鼎泰电子	31
ESG-008 印制线路板企业废气治理工艺、收集和规范化排污口设置浅谈	41
ESG-009 ESG 实践案例“一元破氰技术”消除 PCB 电/沉金含氰污染	48
ESG-010 电子电路行业 ESG 治理经验和优秀案例	53
ESG-011 深南电路 ESG 治理介绍	57
ESG-012 推行清洁生产，助力绿色发展	66
ESG-013 关于“覆铜板行业 ESG 治理”案例分享	72
ESG-014 四会富仕电子科技股份有限公司废水提标地表水 III 类情况说明	81
ESG-015 PCB 工厂生产能耗降低是 ESG 治理的有效途径之一	88
ESG-016 水解厌氧工艺在显示器件和 PCB 电子废水处理中的应用	95
ESG-017 天津普林强化 ESG 管理，助推企业高质量发展	100
ESG-018 立足 ESG 治理理念，追求废气治理创新	104
ESG-019 探究硫酸亚铁与重捕剂对线路板废水铜离子的去除效果	112
ESG-020 关于洗涤机在 PCB 行业中的应用	118
ESG-021 关于 EC 风机在空调系统的节能研究	125

ESG-001

印制电路板行业综合应用节能探究

Research on comprehensive application of energy saving in printed circuit industry

许校彬

(惠州市特创电子科技股份有限公司, 广东 惠州 516369)

0 引言

在当今全球范围内，企业在经营过程中承担着越来越重要的社会和环境责任。在这种背景下，环境、社会和公司治理（ESG）的实践已经成为企业可持续发展的关键要素，为企业走向成功和未来奠定了坚实的基础。在各个行业中，印制电路板产业作为现代电子产业的重要组成部分，其在可持续发展和 ESG 治理方面的实践与经验显得尤为重要。

印制电路板行业具有广泛的应用，从消费电子到工业自动化，都离不开印制电路板的支持。然而，伴随着产业的迅猛发展，环境污染、资源浪费和社会问题逐渐凸显，迫使该行业必须重新审视其经营模式和治理机制。在这个时代，仅仅关注利润是不够的，更需要将 ESG 治理融入到企业的 DNA 中，实现经济、社会和环境的平衡发展。

本论文探讨了在印制电路行业中综合应用多种节能方案的有效性以及对可持续发展的影响。通过引入回流焊时间控制管理、岗位送风空调人体感应器、金回收水洗再次利用、高压高速离心节能风机以及智能节水装置及系统等策略，电子电路生产中的能源消耗得以减少，环境效益得到改善。本文通过案例分析和理论论证，验证了综合应用节能方案对印制电路行业的积极影响。

1 项目一：回流焊时间控制管理

1.1 回流焊高效管理

为了满足生产和品质的需求，个别大型 PCB 工厂生产中，回流焊线一直保持 24 小时不间断的加热状态。然而，这种方式存在着大量不必要的能源浪费。通过回流焊的使用时间进行优化，每班开启回流焊两次，每次持续 1.5 小时。针对批量板可以另行开启回流焊外，其余时间回流焊停机。通过这种方式，可以在满足生产需求的前提下，避免 24 小时不间断的能源消耗，实现能源的有效利用。

预计实施提案后，每天将通过优化回流焊（80kw）加热时间，节约大量电能。根据初步估算，每天只开6小时可将减少约1500度的电能消耗。印制电路板回流焊过程除了焊膏挥发产生的废气外，还可能产生其他废气。这些废气的产生取决于焊接过程中使用的材料、设备以及工艺参数等因素。在回流焊过程中，印刷油墨中的挥发性成分也可能产生废气。为此，回流焊设备的排放口一般会安装烟气净化设备，如活性炭过滤器、湿式废气处理装置等，可以有效地过滤和吸附废气中的有害物质，减少排放的污染物。同时，设计和优化回流焊设备的通风系统，确保废气能够迅速排出并稀释，防止在工作区内积聚。良好的通风系统可以有效地控制废气扩散，降低污染风险。

因此，强化回流焊时间管理，不仅节约了回流焊线耗电，同时，降低了烟气净化设备和通风系统运作时间及耗电。公司体量不同，管理方面有所差异，但都需要将时间管理配合操作指引实施文件进行管理，以保证操作与文件一致性。通过合理的回流焊时间安排，可以在满足生产需求的同时，避免能源的不必要消耗，有助于降低企业的负担。

1.2 优化后节能状况

表1 回流焊管理优化后的节能情况

项目	优化前	优化后
降低回流焊耗电量	约2000°	约500°
工作方式	24小时常开	现在要求每班开2次回流焊，中午和下午（上半夜和下半夜）各1.5小时，批量板过IR除外，其余时间回流焊不加热状态。
节约率	/	75%

表1数据表明，回流焊管理优化后节能效果明显，较优化前节约耗电75%，依照80kw额定功率计算，每日节约耗电约1500°。

2 岗位送风空调人体感应器

2.1 送风空调人体感应装置

面对企业车间岗位送风空调的能耗浪费问题，当前绝大多数企业存在空调在运行时，即使风口处无人，仍持续送风的情况，从而导致能源资源的不必要浪费。为了解决这一课题，应考虑在每个出风口处新增人体感应器，并将控制系统从手动模式切换至自动模式。在有人靠近出风口时，感应器将自动启动空调并打开相应的出风口；人离开风口后，感应器将延迟1分钟后自动关闭空调及风口。

具体措施包括在每个出风口点安装人体感应器，并根据实际需求调整感应距离。此外，需对 PLC 控制程序进行适度调整，以实现自动控制模式的切换。感应器的工作逻辑也需要进行编程优化，以确保空调与风口在有人存在时启动并运行，在人离开后经过一定时间自动关闭。通过这些步骤的实施，将实现空调的智能化运行，避免了不必要的用电和冰水损耗，从而有效降低了企业的运营成本。

2.2 优化后节能状况

表 2 岗位送风人体感应器安装后的节能情况

项目	优化前	优化后
岗位送风空调人体感应器	24小时常开	约8小时
工作方式	每天开机造成用电浪费及冰水损耗	改造后可以达到节约用电及减小中央冰水机负荷。
节约率	/	67%

装置主要降低中央系统类的岗位送风空调，无人时间段常开造成的浪费。每月节约电费近 20000-30000 元，节约冰水消耗 60%以上。

3 金回收水洗再次利用

3.1 金缸回收水洗补充金缸液位，减少金带出

在当今现代工业生产领域，高效的资源管理与最大限度地利用有限资源已成为一项至关重要的挑战。在这一背景下，沉金金缸液位管理作为生产过程中的关键环节之一，不仅紧扣生产效率，更直接关系到贵金属等宝贵资源的浪费状况。在印制电路行业中，尤其在高温条件下和金带出等因素的影响下，金缸液位的减少问题日益凸显。同时，回收水洗中的金资源也未能得到充分的有效利用。在这一背景下，优化金缸液位管理策略、引入创新的资源利用方法，以减少金的带出浪费，实现资源的高效利用和可持续发展，具有重要的意义和前景。

在印制电路行业中，金等贵金属作为有限资源日益珍贵，其高价值使得减少资源浪费变得尤为重要。当前的回收水洗方案在金缸液位管理中存在一定的浪费问题，而引入金回收水洗作为金缸液位损耗的补充液，成为一种节约资源的举措，为资源利用和环保问题提供了解决方案。这一方法不仅可以减少金资源的带出浪费，还能够实现废物资源的回收再利用，在经济效益与环保可持续之间取得平衡。

通过实施方式的变革，即定期更换金回收周期、引入金回收水洗作为金缸液位的补充液，预计实现了每两天更换一次金回收水洗的方案。这一措施将通过降低金的带出浪费，从而提高资源利用效率，实现节约经济效益，推动公司的可持续发展。

3.2 优化后节能状况

在高温条件下，金缸液位受到影响而减少。当前文件规定了在进行水洗操作时必须使用DI水，然而，回收缸中的金水定期排放导致了大量金资源的浪费。为了改善这一问题，我们计划采取以下措施：将金回收水洗用作金缸液位的损耗补充液。通过这种方式，我们能够充分利用回收水洗中的金，有效减少了带出金的浪费，实现资源的最大化利用，每月可节约成本约 20 万元。

4 高压高速离心节能风机

4.1 高速离心节能风机介绍

目前印制电路板行业普遍采用传统环形高压鼓风机，存在较高的能耗水平。然而，近年来风机企业在技术方面取得突破，高效鼓风机的使用效果逐渐被认可。新一代高效鼓风机通过气流控制、叶轮设计等方面的创新，为行业的能源管理提供了新的可能性。

4.2 优化后节能状况

高效鼓风机工作原理是将压缩空气引导入环型腔，经过节流装置并经由节流和环形喷嘴，提高气流速度，产生高速气流。该高速气流在科恩达侧壁的作用下产生流动，形成低压区域，使周围大量空气被迫随高压气流流向另一侧。离开环型腔的气流形成均匀强大的气流，可有效清除或处理材料如水、污物等。经过测试，高压高速离心节能风机可以在不同应用场景下实现 50-200%的节能效率，电费节约达 40-80%。（原理如，图 1）

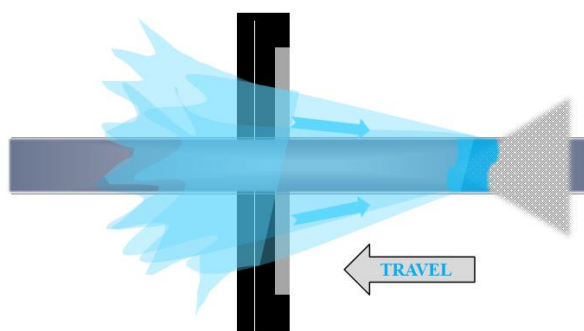


图 1 高压高速离心风机原理

基于电费平均峰谷计费 0.7 元/小时/度，以单线全年节约用电计算，可达 87360-90496 元。考虑到印制电路板厂通常拥有多台传统风机，一年节约可高达 270 万元。提案实施后，

将带来显著的经济效益，同时也符合能源节约和环保的理念，为公司的可持续发展做出了重要贡献。

对比项目	环形高压鼓风机	A类高速离心风机	B类高速离心风机
单台功率	5.5KW	5.5KW	1.2KW
使用数量(台)	4台	1台	4台
运行时总消耗功率	25KW	5.5KW	4.8KW
每小时消耗电费	17.5元	3.85元	3.36元
每日消耗(20小时)	350元	77元	67.2元
每月消耗电费(28天)	9800元	2156元	2016元
每月消耗电费(320天)	112000元	24640元	21504元
旧风机回收	/	不可回收	回收
安装费	/	需要安装费	无需安装费
效果对比	高速离心风机每年可节省电费总额：87360-90496元		

图2 传统风机、高速离心风机效果对比

5 智能节水装置及系统

5.1 节水装置介绍

传统工业生产线用水管理面临人工操作不便、用水量统计耗时、化验流程耗时、观察与维修不便、缺乏数据逻辑与控制等问题，这限制了用水的高效利用与节约。提出了智能控水节水系统，该系统基于物联网技术，通过自动化调节和数据分析，实现自动控制与实时监测。系统的三大功能模块分别为（数据采集、智能调节和精准控制，以达到智能化用水管理的目的。

装置及系统具备安装简便、自动调节功能、实时水质监测、方便的观察与维修以及数据逻辑与精细控制等特点，为传统用水管理的问题提供了全面的解决方案。通过数据分析，预计使用智能控水节水系统每月可节约用水 35%，从而降低用水成本。此外，系统也能降低管理成本，提高管理效率。

智能控水节水系统在工业用水领域具有巨大潜力。通过数据智能化、自动化控制和精细调节，该系统能够显著提高用水效率，降低用水浪费，为企业的可持续发展创造更多机会。未来，更多的企业将受益于该系统，通过技术的应用提升用水管理水平，实现资源的更加有效利用。

5.2 优化后节能状况

表 3 智能节水装置及其系统的节能情况

项目	优化前	优化后
智能节水装置及系统	平均流量： 5.21 L/Min	平均流量： 3.39 L/Min
工作方式	水平线水洗无法有效监控、统计、预警管理用水	利用智能控水终端，通过物联网技术采集原始数据
节约率	/	35%

尽管我们能够监控流量，但却缺乏对水质的监控，而产品的质量与水质之间存在密切关联。为了解决这些问题，我们需要全面整合监控系统，以实现对流量的有效监测，从而提升生产过程的可控性和产品质量的稳定性。通过节水装置适时调整用水，每月节水率可达 35%。

6 结语

在当今日益关注环境和社会责任的背景下，企业的可持续发展和环境、社会、公司治理（ESG）的实践变得至关重要。印制电路板产业作为电子产业的重要组成部分，其在可持续发展和 ESG 治理方面的实践显得尤为关键。本文通过探讨多种节能方案在印制电路板行业的应用，以及这些方案对可持续发展的影响，呼应了企业应对社会和环境挑战的责任。

通过对回流焊时间的优化管理、引入岗位送风空调人体感应器、金回收水洗再次利用、高压高速离心节能风机以及智能节水装置及系统的实施，印制电路板行业的能源消耗得以降低，环境效益得到改善。优化回流焊时间管理可以显著减少能源浪费，同时对排放的废气进行净化和控制，降低环境污染风险。岗位送风空调人体感应器的引入使空调系统运行更加智能化，有效降低了能源消耗。金回收水洗的再次利用减少了贵金属资源的浪费，实现了资源的高效利用。高压高速离心节能风机的应用提升了能源利用效率，降低了电费支出。智能节水装置及系统的使用在用水管理方面取得了显著的效果，实现了用水的智能化和节约化。

综上所述，本研究通过综合应用多种节能方案，以及对这些方案在印制电路板行业中的实际应用，验证了其在提高能源利用效率、降低环境负担和实现可持续发展方面的积极影响。这些方案不仅带来经济效益，更符合环保理念，为企业的可持续发展做出了重要贡献。未来，随着科技的不断进步，这些节能方案还将继续得到完善和拓展，为印制电路板产业的绿色发展提供更多可能性。通过科技创新与实践探索，印制电路板产业将在可持续发展和 ESG 治理领域取得更加显著的成就。

ESG-002

线路板工厂二流体白雾专项

Special Project for Two Fluid White Mist in PCB Factory

梁程

(深圳市柏志兴环保科技有限公司, 广东 深圳 518110)

0 引言

深圳市柏志兴环保科技有限公司成立于 2007 年，是一家专业研发、设计、制造环保设备的国家 级高新技术企业，深圳市高新技术企业，集设备研 发，设计，生产，施工、安装调试、运营管理、售 后服务为一体，主营产品有废气处理设备(含各类 酸碱处理设备及 VOCs 设备)、防爆型中央集尘 处理设备，水处理设备，无人机环保设备，节能环 保设备(含各种溶剂类及金属类回收设备，污泥减 量设备)等，产品广泛应用于线路板行业、电镀行 业及电子制造、家私、涂料、石油化工、食品 ， 垃 圾除臭业，污水业，造纸业等行业。

在真空腔室内，通过加热系统将硅片加热到一定温度，使硅片表面形成一层热蒸气。然后掩模下降，将图案印在热蒸气上，热蒸气在掩模的压制下形成一层薄膜。然后，利用反应气体在热蒸气薄膜上发生化学反应，生成蚀刻产物，最后用真空抽气系统将蚀刻产物抽出真空腔室，完成蚀刻过程。同时产生大量的盐酸雾废气需要处理，普通的酸碱洗涤塔不能有效的处理好盐酸雾气体，因此需要采用特殊湿式静电除烟设施！

为此深圳市柏志兴环保科技有限公司投入大量资金和人力开发出新型二流体湿式静电除烟设备。

1 二流体项目概况

目前行业现有蚀刻线废气净化系统设计安装时间久远，早年的设计排放指标已不能满足现今严格的排放要求，具体表现在：排气筒出现冒白烟现象，需改造。

造成该现象的主要是酸性蚀刻线使用盐酸雾和氧化剂及中和过程产生的细小盐类颗粒物造成。

2 新增湿式静电除烟器选型

湿式静电除雾除尘器由高压静电装置和电除雾器本体组成，其工作原理与静电除尘器一样，只是沉淀极采用管束结构，每个沉淀极管对应 1 根阴极电晕线。工作时利用高压静电装置对架设在湿式静电除雾除尘器内的电晕线施加负的高压电，从而在电晕线和沉淀极管之间形成不均匀的高压静电场并且两个电极是同轴布置的，沉淀极管内各点的电场强度与该点和电晕线之间的距离成反比。在电场力的作用下，整个沉淀极管内部都形成电晕区，在电晕区内，高浓度的负离子(电子)从电晕电极源源不断地向沉淀极管做定向运动从而形成电晕电流。当含有水雾及其他污染物的烟气进入沉淀极管时，由于离子的碰撞和扩散，水雾



和污染物荷电，然后在电场力的作用下迅速抵达沉淀极管的内壁并同时释放出电荷，在沉淀极管内壁形成液膜，液膜在重力作用下流到静电除雾器下部的集液槽中集中处理，从而达到捕集烟气中雾滴和其它污染物的目的。湿式静电除雾除尘器的除尘除雾过程可概括为以下四个阶段:气体的电离、尘雾等粒子的荷电、荷电尘雾粒子的沉集、集尘的清理。与静电除尘器相比，湿式静电除雾除尘器具有以下 4 项优点:

(1) 由于粉尘与水相互交融形成的雾滴具有良好的导电性，因此，能够收集静电除尘器不能收集的黏性、高比电阻的粉尘。

(2) 没有振打装置而采用单管单冲装置，不存在二次飞扬问题，也不存在传动装置容易出故障的问题。

(3) 能提供几倍于静电除尘器的电晕功率，具有很高的除雾除尘效率，尤其对于细小的粉尘颗粒、雾滴、气溶胶、金属颗粒、酸雾等具有很强的捕集能力。电极之间的电场 E_x 为半径方向，其值为

$$E_x = U / (X \cdot \ln(R/r))$$

式中:

U:施加在电极间的电压; R:外部电极的半径; r:内部电极的半径;

X:空间任一点离轴线的距离。

(4) 在采用微机控制电源和新型放电电极的情况下, 烟气中的粉尘颗粒、雾滴、气溶胶、金属颗粒、酸雾等在电场的驱进速度可以达到 0.1m/s 以上, 有的高达 0.19m/s。特别值得注意的是宽极距的湿式静电除雾除尘器, 在提高除尘除雾效率, 降低除尘除雾成本方面有很大的优势, 同时也是解决电晕闭塞的方法之一, 是目前湿式静电除雾除尘器发展的一个新趋势。

总之, 湿式静电除雾除尘器特点是除雾除尘效率高, 最高可达到 99.99%, 能捕集 1 μ m 左右的粒子, 且压力损失小, 一般为 0.2~0.5kPa, 运行稳定。由于湿式静电除雾除尘器里有液体介质存在且温度在露点以下, 因此选材时必须考虑介质的耐高温耐腐蚀性。

设备性能保证值:

湿式静电除雾除尘器的主要保证值如下, 但不限于此: 保证在设计烟气流速下湿式静电除雾除尘器总压力损失不大于 500Pa(带气体分布装置时)。湿式静电除雾除尘器压力降应在线监测, 湿式静电除雾除尘器系统所有设备引起的压力降均应包括在内。湿式静电除雾除尘器采用在线冲洗方式。

在 60%到 100%工况下, 保证湿式静电除雾除尘器除雾除尘效率大于 90%。

湿式静电除雾除尘器冲洗水耗量不大于 0.025m³/(管·min), 间断冲洗。

湿式静电除雾除尘器应该在喷淋塔等前处理装置没有停机清洁的情况下能连续运行 16000 小时。

整体设备质保期为通过验收后 1 年, 大修周期不低于 5 年。设计使用寿命为 30 年。在整个质保期内, 非人为因素造成的设备损坏, 应有供方及时免费更换。

3 预期效果

1、处理后烟囱无明显白烟;

2、排放口达标, 满足《大气污染物综合排放标准 (DB324041—2021)》氯化氢污染物排放标准 $\leq 10\text{mg}/\text{m}^3$; 硫酸雾 $\leq 5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

4 案例应用

深圳松岗某线路板公司在生产过程中使用的盐酸, 氧化剂等物质会产生大量盐酸雾废气。

某线路板厂采用湿式静电除烟废气, 除雾除尘效率高, 最高可达到 99.99%, 能捕集 1 μ m 左右的粒子, 且压力损失小, 一般为 0.2~0.5kPa, 运行稳定。该案例证明, 湿式静电除烟工艺在盐酸, 氧化剂等物质会产生大量盐酸雾废气处理中性能稳定, 处理效果优异。

ESG-003

活性炭吸附浓缩+CO VOCs 有机废气净化装置

Activated carbon adsorption concentration+CO VOCs organic waste gas purification device

梁程

(深圳市柏志兴环保科技有限公司, 广东 深圳 518110)

0 引言

深圳市柏志兴环保科技有限公司成立于 2007 年, 是一家专业研发、设计、制造环保设备的国家 级高新技术企业, 深圳市高新技术企业, 集设备研 发, 设计, 生产, 施工、安装调试、运营管理、售 后服务为一体, 主营产品有废气处理设备(含各类 酸碱处理设备及 VOCs 设备)、防爆型中央集尘 处理设备, 水处理设备, 无人环 保设备, 节能环保设备(含各种溶剂类及金属类回收设备, 污泥减 量设备)等, 产品广泛应用于线路板行业、电镀行 业及电子制造、家私、涂料、石油化工、食品 , 垃 圾除臭业, 污水业, 造纸业等行业。

深圳市柏志兴环保科技有限公司处理(VOCs)系统选择采用“干式过滤+活性炭吸附+脱附催化燃烧工艺”来处理该有机废气, 该技术具有高效节能, 是目前国内 VOCs 治理常用主流技术之一。

1 VOCs 的来源

一般线路板厂或电子厂的有机废气来源于: 甲醛、VOCs

1.1 甲醛主要来自于沉铜工序: VOCs 主要来自于内层涂布、阻焊、文字和喷锡, 绿油, 烤箱, 丝印, 网板, 曝光等工序。

1.2 废气主要成分:苯类、酮类、非甲烷总烃、臭气。

如果废气没有经过收集处理, 弥漫在空气中, 会对周围环境造成污染, 给其工作人员、周边居民以及企业形象造成不好影响。

1.3 处理工艺

针对低浓度、低温度的有机混合气体, 此类废气采用蜂窝活性炭吸附浓缩净化处理, 处理后的废气直接达标排放, 同时, 活性炭吸附饱和后采用热空气脱附再生, 脱附出来的高浓度有机废气进入催化氧化设备(CO\CTO)进行催化氧化处理, 此废气处理方式吸附净化效率相对较高。

采用公司成熟的“喷淋塔+活性炭吸附+CO 催化氧化设备”, 其优点为安全、可靠、处理效率高, 同时, 不会产生二次污染, 由于采取了喷淋保护也不会像其它处理方式如活性炭吸

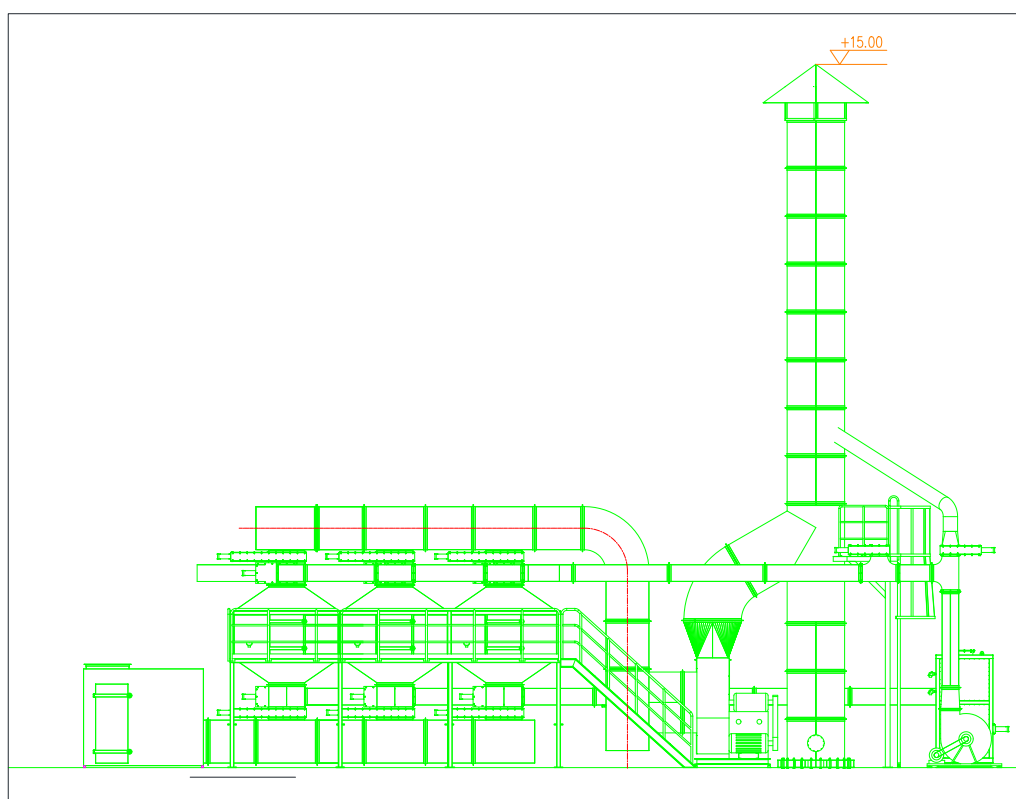
附装置易发生自燃现象等，做到真正的节能、安全、环保。同时，蜂窝活性炭使用寿命 10000h，使用成本低，维护成本低。

1.4 催化燃烧设备说明

活性炭吸附装置设置 4 台活性炭吸附床对废气进行浓缩处理（工作方式 3 吸 1 备），吸附去除效率 90%~95%，吸附后的气体可直接达标排放。

脱附采用热空气对饱和活性炭箱单独脱附解析；脱附后的高浓度气体采用 CO（处理废气量 2000m³/h）工艺进一步处理达标排放，脱附利用 CO 炉高温烟气加热脱附气体至脱附温度，用于活性炭脱附，以节省能耗，单箱脱附周期≈72 小时。

设备工艺流程图：



2 主要技术原理说明

(1) 活性炭工作原理：

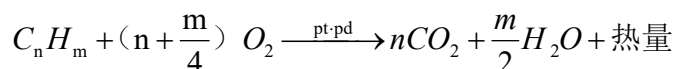
含有机物的废气经风机的作用，经活性炭吸附层，利用活性炭多微孔比表面积大的吸附能力强将有机物质吸附在活性炭微孔内，洁净气被排出；经一段时间后，活性炭达到饱和状态时，停止吸附，此时有机物已经被浓缩在活性炭内。再利用催化燃烧对饱和活性炭进行脱附再生，重新投入使用。

待处理的有机混合废气经引风机作用，先经过预处理过滤装置去除废气中的粉尘及杂质部分，否则直接吸附会堵塞活性炭的微缩孔，从而影响吸附效果甚至失效，经过初步过滤后

“相对纯净的有机废气”进入吸附装置进行吸附净化处理，有机物质被活性炭特有的作用力截留在其内部，洁净气体通过烟囱排放到大气中，经过一段时间吸附后，活性炭达到饱和状态，按照 PLC 自动控制程序将饱和的活性炭床与脱附后待用的活性炭床进行交替切换。CO 自动升温将热空气通过风机送入活性炭床使碳层升温将有机物从活性炭中“蒸”出，脱附出来的废气属于高浓度、小风量、高温度的有机废气。

预处理采用喷淋塔+干式过滤处理后直接进入活性炭吸附。干式过滤采用多级净化处理。

(2) 电催化氧化 ECO\CTO 工作原理：VOC-CO 型有机气体催化净化装置，是利用催化剂使有害气体中的可燃组分在较低的温度下氧化分解的净化方法。对于 C_nH_m 和有机溶剂蒸汽氧化分解生成 CO_2 和 H_2O 并释放出大量热量。其反应方程式为：



该装置主体结构由净化装置主机、引风机、控制系统三大部分组成。其装置包括：阻火除尘器、热交换器、预热器、催化燃烧室。

3 案例运用

案例：某线路板厂溶剂废气处理

线路板厂在生产过程中使用的油墨、溶剂等物质会产生大量有机废气。某线路板厂采用催化燃烧工艺处理溶剂废气，将废气中的有机物在催化剂的作用下氧化分解为无害的 CO_2 和 H_2O 。经过处理，有机溶剂废气中的污染物浓度降低了 98% 以上，达到了环保排放标准。该案例证明，催化燃烧工艺在印刷厂溶剂废气处理中具有显著优势。

4 优势与局限

优势：

- (1) 处理效率高：催化燃烧工艺具有较高的有机废气处理效率，可实现污染物浓度的大幅度降低。
- (2) 无二次污染：催化燃烧工艺将有机物分解为无害的 CO_2 和 H_2O ，不会产生二次污染。
- (3) 能源利用率高：催化燃烧工艺降低有机物的活化能，减少了能源消耗，具有较高的能源利用率。
- (4) 设备简单，运行稳定：催化燃烧设备结构简单，易于安装和维护，运行稳定可靠。

局限：

- (1) 对于含氯代烃类等难氧化、难燃烧的有机物处理效果较差，催化剂易失活。
- (2) 催化剂的选择和使用寿命对处理效果有较大影响，需要针对不同废气成分选择合适的催化剂。
- (3) 对于高浓度有机废气，可能需要预处理，以降低废气浓度，避免催化剂失活。

5 结论

催化燃烧工艺作为一种高效、环保的有机废气处理技术，在汽车制造厂喷漆车间、印刷厂溶剂，线路板行业废气等领域具有较好的应用效果。然而，在处理含氯代烃类等难氧化、难燃烧的有机物时，催化燃烧工艺存在局限性。因此，在实际应用中，需要根据废气的成分、浓度等因素，选择合适的催化剂和预处理方法，以实现高效、环保的有机废气处理。

ESG-004

助“双碳”绘蓝天 坚持与环境共生

Help "double carbon" drawing blue sky adhere to symbiosis with the environment

江茂、陈业全

(生益电子股份有限公司, 广东 东莞 523127)

0 引言

生益电子股份有限公司成立于 1985 年, 是专业制作高精度、高密度、高品质印制电路板的国家高新技术企业。2021 年 2 月 25 日生益电子在科创板上市(股票代码: 688183), 是国内首家“A 拆 A”企业。生益电子总部位于广东省东莞市, 现拥有东莞东城、江西吉安两大制造厂区, 依托成熟的运营管理和健全的质量体系, 秉承“质量第一、客户满意、改革创新、担当共赢”的经营理念, 生益电子以全员参与的品质文化、高精尖的人才团队、雄厚的工艺技术研发能力、客户至上的服务精神, 成为 PCB 领域的先锋。公司 ESG 管理理念: 在 30 多年的发展历程中, 生益电子形成了自己独特的社会责任理念与企业文化, 公司坚守三个“第一”的底线, 不断实施与推进三方共享, 以行动坚守实业报国的初心使命担当。

1 环境管理方面

在环境管理方面, 2022 年温室气体排放量 175638.15tCO₂e, 其中范围一排放量 4482.70tCO₂e, 范围二排放量 171155.45tCO₂e。

生益电子严格遵循《中华人民共和国环境保护法》等环境相关的法律法规, 建立完善的 EHS 管理流程, 以及一系列环境类管理流程文件。生益电子及吉安生益电子均已通过 ISO14001 环境管理体系认证, 吉安生益电子获评江西省 2022 年度绿色工厂。

1.1 开展环保培训

2022 年, 公司持续开展环保培训, 加强员工环保意识。我们为新员工开展入职环保基础知识要求培训, 面向职能部门开展环境专业技能培训(如废水废气及固废操作培训), 还在东莞生益和吉安生益开展了环境因素识别和控制、水污染防治及给排水管理、固体废物环境管理要求专题培训、挥发性有机物减排培训和排污许可证证后管理培训等, 采用包括 QCC 培训、集中培训及主体沙龙培训等方式, 先后开展环保培训 12 次, 参加人次超过 6000 人次。

1.2 废弃物排放管理

生益电子制定了《固体废物污染防治管理程序》《大气污染防治管理程序》等文件，配备完善的三废处理设施，对生产过程中产生的排放物、废弃物进行严格管理。我们在生产设备配置依托绿色制造的基础上，不断加大环保设备投入，已验收的用于环境治理的三废处理设施、雨水收集系统、应急处理系统及监控设备超过 1.5 亿元，东城四期配套的环保设施金额建设金额超过 1.2 亿元。工业污水、废气均稳定达标排放。

1.3 环保 4R 生产改善举措

1) Reduce (减量)

- ① 延长沉铜活化缸使用周期，降低活化缸浓度，减少金属原材料使用；
- ② 单面减铜板由双面贴膜改单面贴干膜，减少干膜的浪费和使用；
- ③ 优化层压铜箔参数及铜箔选取规则，节省铜箔用量；
- ④ 优化水平沉铜线生产线参数，节省钯金属用量；
- ⑤ 固定垫板及铝板生产尺寸，减少边角料的产生。

2) Reuse (重复使用)

- ① 重复利用 PCB 垫板；

3) Recycle (回收)

- ① 对废液进行回收循环利用，从源头减少危险废物的产生；
- ② 层压牛皮纸、层压铝片、喷涂油墨、半固化片的包装卷心等进行回收利用。

4) Replace (替代)

- ① 使用铝箔袋装油墨替代桶装油墨，减少固体废弃物；
- ② 使用更为环保的消槽剂替代硝酸；

案例：变废为宝，垫板重复利用减少资源消

PCB 垫板是公司生产的基础材料之一。2022 年，公司开展垫板重复利用项目。针对垫板回收胶带残余，容易受潮弯曲不平整，周转时间要求短等问题一一克服。通过管理和流程改善等措施，2022 年实现垫板回收共计 540,412 块，带来了巨大的环保效益。

1.4 水资源管理

我们制定了《供排水管理程序》，在各个生产运营环节提高水资源利用率。公司通过开展焦点课题、深挖重点工序用水消耗、部分产线用水类别优化、产线用水回用至辅助设施等一系列节水措施，降低生产用水量。同时我们设定节水相关目标，推动水资源管理落到实处。2022 年，多个工厂用水单耗下降 16% 以上。

案例：多措并举提升用水效率

公司围绕水资源回收利用的思路，采取多种方式提升用水效率，包括生产线采取多级逆流水洗替代使用新鲜自来水、将退镀后的水洗回收再利用、采用加压水洗溢流回用水、优化 V 座冷却水的回收利用、将后段水洗流回第一段再次利用以及循环过滤后重新用于磨板水洗、使用反渗透膜工艺处理终端废水，将其回用至生产过程中对水质要求不高的工序等，通过这些措施，工厂在节约用水量的同时，也减少了废水的产生量进行管理使用。

2 节能减排方面

1.1 能效使用管理

公司注重提升能源使用效率，根据产量、产能对各工序用电效率进行管控，制定各工序电耗单耗指标，并实施用电考核，将电耗考核指标落实到各工序流程段。此外，我们通过对高能耗低效率设备进行淘汰置换、生产工艺改善、对能源系统进行升级改造等方式，提升生产过程中的能源使用效率。

1.2 开展节能改造

通过对生产系统多个环节的优化，以及对设备的改造、更换，从而降低电力、热煤油、燃气等能源的消耗，实现节约能源和减少能源浪费的目的：

1) 淘汰替换高耗能设备设施，采用新型节能设备，以技术手段推动企业节能减排；

①使用新型高效磁悬浮离心冻水机替换传统离心式冻水机：原使用冻水机为 2008 年采购的离心式冻水机组，多年运行实测当前 COP 最高 4.2 左右，属于高能耗设备；采购新型节能一级能效磁悬浮冻水机组及变频离心式冻水机组，采用磁悬浮技术，降低机械损耗；制冷运行更加高效、节能。对机组 COP 实测在 7.74 左右；如替换一台变频离心式冻水机每天节省用电量约 15-20%；

②高效空压机替换低能效空压机：空压机组为 14 年安装使用，其满载比功率为 6.66kw/m³.min（其它机组均在 6 以下），属于高能耗设备；高效空压机组代替低效空压机组，采用变频控制调速；使用最优的螺杆线速度及压缩效率，提高产气量，其满载比功率为 5.83kw/m³.min；如高效空压机每天节省用电量约 15%；

2) 通过对设备设施技术改造持续推行各项节能降耗管理措施，不断减少碳排放量：

①高速离心风机替换环形鼓风机，节能效果达到 40%以上：PCB 行业中前期为设备配置的风机大部分是传统的环形高压鼓风机，主要分布在水平线烘干段、垂直线打气、单机设备吸尘等。环形高压鼓风机能耗高、转速慢、出风压力低，环形高压鼓风机转速 2800 转/分钟，

流量：530m³/H。设备烘干段需要大功率风机或多个风机满足生产；且不能根据产品类型调整功率，生产普通产品时能耗高；由于低风速的原因无法提供足够的风速干燥产品。例如水平线烘干段风机，我们可以看到一般有多台环形高压鼓风机组成。高速离心风机转速：13000-28400 转/分钟，流量：1444m³/H；可变频控制调功率，节省用电量 40%-70%，根据不同的设备替换功率大小及节省大小比例不同；如：在水平线烘干段使用 1 台 7.5KW 高速离心风机替代 4 台 4.3kW 环形高压鼓风机；

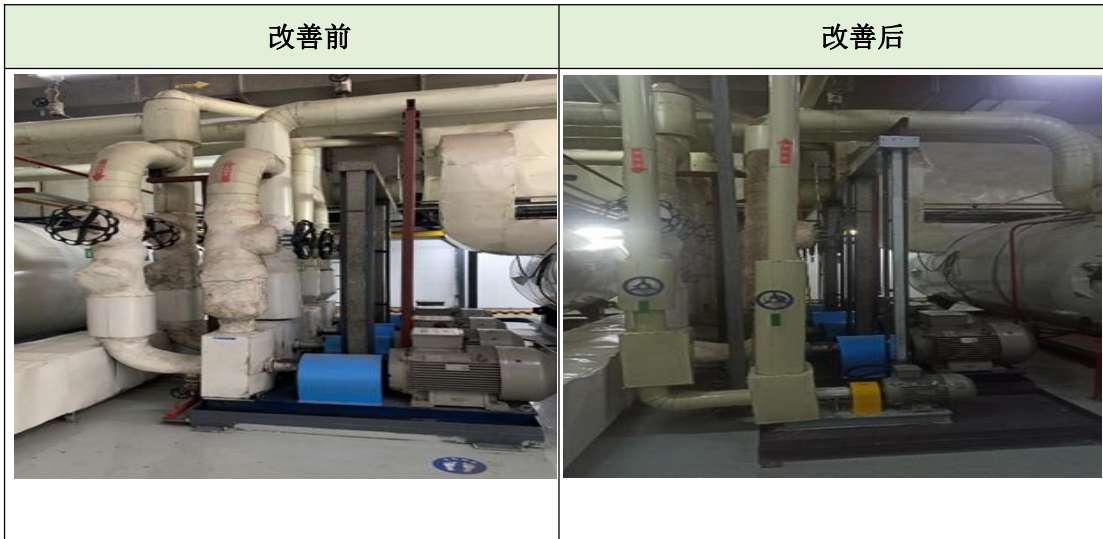


3) 优化生产工艺流程、设备设施工艺参数，降低设备能耗：

① 优化循环泵使用降低能耗，层压热煤油是使用有机热载体锅炉加热，共两台有机热载体锅炉时长期处于一用一备的状态，每台锅炉均配备一用一备两台 55kw 的循环泵。为保障备用锅炉油温，确保启动切换锅炉时不会拉低系统整体油温，备用锅炉 55kw 的循环泵需保持常开，存在着能源浪费现状。我们需要分析考虑如何在保证备用锅炉内导热油温度的前提下，降低循环泵的运行功率。

经过对热煤油及系统分析，在保证备用锅炉内导热油温度只需保证锅炉内的导热油保持流动即可，其压力无需达到锅炉正常运行压力。根据锅炉热煤油存量计算分析，为每台锅炉增加一台 5.5KW 的小循环泵；备用锅炉只需开启 5.5KW 泵即可保持导热油流动确保油温。

改善前，锅炉系统每月日均用电量为 2843 kwh，改善之后使用一个 5.5kw 的循环替换原来 55kw 的循环泵后，锅炉系统每月日均用电量为 2135kwh，平均每日节省用电量 2843-2135=708kWh



4) 加强精益生产管理，提高设备稼动率，加大产出来达到节能的效果：

完善数据管理系统，充分发挥其设备自动化程度高的优势；并使用 SCADA 系统来衡量设备效率、稼动率的统计。推行 TPM 活动，完善设备保养制度；对设备进行自主保全、专业保全等以降低设备故障率，提高设备稼动率。

2.3 使用清洁能源

厂房天面安装使用光伏发电，为屋顶分布式光伏电站，总装机容量约 1.5 兆瓦。2022 年，光伏发电量 168.7 万千瓦时。

2.4 坚持绿色理念

1) 绿色办公

生益电子在公司日常运营中贯彻落实绿色低碳理念，重视提高员工的环保意识和责任意识，从细节做起、从点滴做起，切实将绿色办公理念贯穿到企业的方方面面，推动公司内部逐渐形成绿色文化。

2) 办公设备

选择能源效率高、环保节能的设备，如 LED 照明、低能耗空调和办公设备等。同时，定期检查设备的维护和更新，减少能源浪费和环境污染。

3) 垃圾分类

在办公室设置垃圾分类桶，让员工将废纸、可回收垃圾、有害垃圾分开，减少垃圾的数量和对环境的污染。

4) 节水节电

通过海报、手册普及环保知识，提高全体员工的环保自律意识和绿色发展意识，倡导员工随手关灯、关水龙头等，减少能源资源的消耗。

5) 数字化办公

采用视频方式开展异地会议，尽量减少使用纸质文件，使用云存储等工具，减少文件的印刷和邮寄，降低碳排放量。

6) 绿色出行

鼓励员工尽量减少用车，采取公共交通或者自行车代替驾车上下班，同时提供自行车停放场所和公交优惠卡等。

3 社会责任方面

公益是关注人的事业，发挥着连接人与社会的重要作用。我们不断探索与时代背景和社会发展相契合的公益模式，打造“阳光益行”公益品牌，积极奉献爱心，助力社会繁荣发展；2022年公益投入99.2万元。

与客户共赢：产品品质是企业的生命线。公司严格遵循《中华人民共和国产品质量法》，打造质量红线机制、质量举手机制、停工机制等一系列质量管理机制，将客户质量要求转化为内部举措，做好质量问题预警与质量管理效果评价，持之以恒地坚持超强品质的管理。

与员工共创：保障员工权益，生益电子坚持以人为本的方针，维护员工合法权益，不断完善人才管理机制，为员工提供公平的就业机会和有竞争力的薪酬福利体系，建立开放民主的沟通平台，为员工营造多元包容的工作氛围。

4 公司治理方面

生益电子严格按照《中华人民共和国公司法》《中华人民共和国证券法》《上市公司治理准则》《上市公司章程指引》《上海证券交易所科创板股票上市规则》等法律、行政法规、部门规章的要求，建立规范的公司治理结构和科学的议事规则，制定符合公司发展要求的各项制度，保证公司的高效运营。公司建立了股东大会、董事会、监事会及经理层组成的现代公司治理结构，提高运作效率，各治理层依法行使各自的决策权、执行权和监督权，确保公司内部控制与外部监督之间既相互制约又相互协调，为公司重大决策的有效执行和日常经营的规范运转提供了保障。

5 结束语

2023年，生益电子立足新起点，坚持以“提供客户满意的产品与服务，实现员工、股东、合作伙伴与社会利益的共赢”为使命，秉持“质量第一、客户满意、改革创新、担当共赢”的经营理念，贯彻可持续发展理念，促进经济与环境和谐发展，积极为员工构建幸福职场，与伙伴共促行业进步，与社会共享企业发展成果，携手各利益相关方共同前行，朝着“创一流企业，造百年生益”的目标，一往无前，昂扬奋进！

ESG-005

专业水处理运维助力电子电路行业

Professional Industry Water-treatment Service

Enhance CPCA Members Production

刘树明

(上海天一济环保科技有限公司, 上海 浦东新区 200135)

0 引言

人工智能, 5G 应用, 大模型等新技术新应用的风起云涌为电子电路行业带来了广阔的业务前景的同时也带来了技术上的挑战, 例如对于集成线路板的镀层提出更高的要求, 为了满足更高的要求, 化学镀液中的络合态化合物的应用越来越广泛。

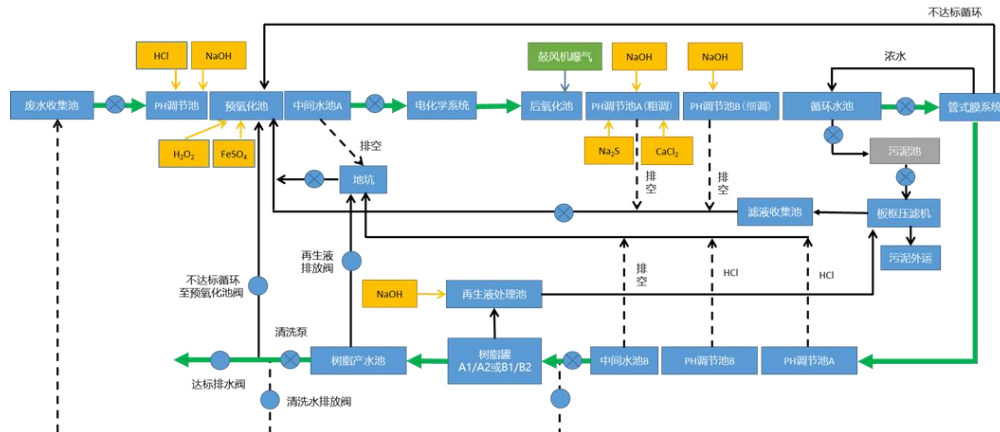
随着“绿水青山就是金山银山”的深入人心, 社会对于废水排放, 尤其是涉重排放的要求越来越高; 前端应用要求应用更多络合态的化合物以达到技术要求, 络合态化合物有助于镀层质量却难以提取分离, 对于满足排放要求构成了巨大的挑战。在这些挑战之上, 产品的多样化又增加了挑战的复杂度。

克服挑战实现达标排放是电子电路企业业务发展的先决条件, 上海天一济环保科技有限公司作为专业的工业水处理运维商在这方面做出了成功的案例。

1 案例背景

1.1 案例介绍

案例客户为行业头部企业, 产品系行业内高端产品, 客户包括英特尔, 苹果等。生产车间有化学镀线共计 22 条, 其中镀铜, 镀镍工艺产生络合态废水, 废液; 废水处理设计工艺如



下:

1.2 案例难点

由于客户生产为市场化拉动式生产，导致来水水质波动大，高低相差数百倍。半年统计

月份	Cu含量最大值 (mg/l)	Cu含量最小值 (mg/l)	相差倍数
2022年9月	1170.00	68.57	17.06
2022年10月	1777.00	3.00	592.33
2022年11月	2420.00	18.00	134.44
2022年12月	2232.00	9.00	248.00
2023年1月	1875.00	9.00	208.33
2023年2月	2027.00	8.00	253.38

月份	Ni含量最大值 (mg/l)	Ni含量最小值 (mg/l)	相差倍数
2022年9月	25.90	0.11	235.45
2022年10月	219.00	1.00	219.00
2022年11月	173.00	1.00	173.00
2022年12月	205.00	1.00	205.00
2023年1月	76.00	1.00	76.00
2023年2月	148.00	1.00	148.00

数据如下表:

1.3 客户痛点

由于络合态铜，络合态镍处理难度高，来水水质波动大导致系统每日都有超标，一旦超标就需要进行回流处理，这不但增加了成本，更加严重的是影响车间的生产排产。

2 上海天一济专业运维解决方案

2.1 基于量化参数的全过程控制方案

针对案例水质波动大，络合态重金属难处理的特点，基于公司丰富的运维经验，结合本

原化验取样点	改进后取样点	监测指标	频次
预氧化池	预氧化池	Cu、Ni	4小时/次
	后氧化池	Cu、Ni	4小时/次
管式膜	管式膜	Cu、Ni	4小时/次
	中间水池B	Cu、Ni	4小时/次
树脂产水池	树脂产水池	Cu、Ni	4小时/次

案例的工艺特点建立如下的过程控制方案:

2.2 目视化异常处置方案

针对过程控制及巡检中发现的异常情况进行归类，编制如下目视化的异常处置方案做到异常的第一时间处置:

名称		PH值 (PH调节池)	ORP值 (预氧化池)	中间水池A	PH调节池AB情况	后氧化池情况	循环水池情况	微滤出水情况	色度情况
加酸	酸不足	PH升高	反应PH升高, ORP降低	/	泥水混合液几乎没有分层	泡沫多且堆积, 矾花浮于表层	矾花不密实, 絮凝差	出水跑泥, 出水携带气泡	/
	酸过量	PH降低	反应PH降低, ORP降低	泥水有明显分离现象, 泡沫多, 不易消散, 颜色为红褐色	/	/	/	/	调酸PH过低, 三价铁离子大量沉淀, 使得废水为红色
硫酸亚铁	硫酸亚铁不足	/	ORP降低	/	泥水混合液几乎没有分层	泡沫多且堆积, 矾花浮于表层	矾花不密实, 絮凝差	出水跑泥, 出水携带气泡	/
	硫酸亚铁过量	/	/	/	/	/	/	/	亚铁轻微过量为黄色, 过量非常多, 会呈现墨绿色
双氧水	双氧水不足	/	反应PH升高, ORP降低	反应PH升高, ORP降低	墨绿色, 泥水分离较好	/	青绿色	青绿色	/
	双氧水过量	/	/	/	/	/	/	/	双氧水过量为黑色, 减少双氧水投加或加大亚铁的投加
加碱	碱不足	/	/	/	调碱PH降低	/	矾花细小	出水浑浊	/
	碱过量	/	/	/	调碱PH升高	/	看不到絮体絮凝	出水不清澈带黄绿色	/

2.3 关键设备的维护保养

设备是实现本案水处理的基础条件, 由于芬顿工艺的氧化性, 设备的维护保养要求高, 基于公司运维经验及本案的设备特性, 通过专业的维护将关键设备完好性进行提升。详细如下:

序号	关键设备名称	数量	原来状态	原来完好率	现状状态	目前完好率
1	地沟泵	1	时好时坏	50.00%	经过维修、更换备件, 现在正常使用	100.00%
2	板框滤液提升泵	1	漏液、压力不足	50.00%	经过维修、更换备件, 现在正常使用	100.00%
3	化学品加药泵	5	2台经常故障、3台时有故障	50.00%	经过修理、更换, 现在正常使用	100.00%
4	电化学泵	2	2台泵经常故障	40.00%	修理、更换, 现在正常使用	100.00%
5	管式膜循环泵	2	2台都漏液	70.00%	经过修理, 现在正常使用	100.00%
6	板框二次增压泵	1	漏液、压力不足	50.00%	经过修理, 现在正常使用	100.00%
7	树脂提升泵	2	1台损坏, 1台漏液	40.00%	经过修理、更换, 现在正常使用	100.00%
8	管式膜系统	2	1套的膜组堵塞不能使用、1套经常堵塞	30.00%	经过更换、疏通, 现在正常使用	100.00%

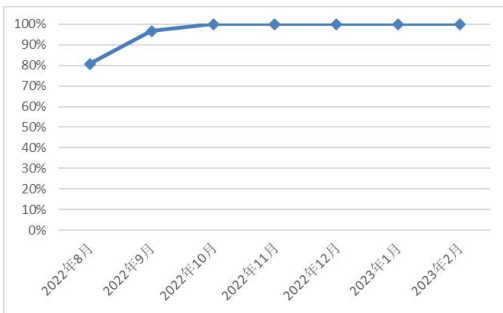
3 上海天一济运维效果

通过上述三个措施实现了问题的及时发现, 针对发现的问题按照问题处理——技术培训——标准化——持续改进这一流程实现运行结果的持续优化。

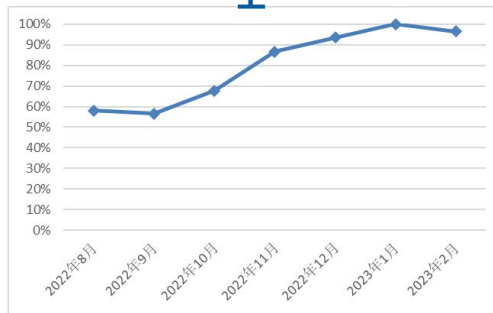


经过半年的持续提升，该案例的过程超标现象大幅度降低，处理水量大幅度提升，满足了保证生产达标排放的客户要求。详细统计如下：

含镍废水实现100%无回流生产



含铜废水无回流生产率提升到95%以上



4 上海天一济运维实现的成本效益

通过大幅降低超标回流保障了生产，节约了重复处理产生的能耗，药剂耗量，降低了危废产量。其中能耗，由于没有单独计量无法给出量化值。

针对污泥的计量，实现了吨水污泥由 9.07 公斤下降到 5.67 公斤；实现 37%的下降。由于污泥和药剂的线性关系，可以类比药剂实现同等的下降。

5 结语

通过本案例展示了上海天一济环保科技有限公司对于电子电路行业中难处理络合态，水质波动大废水的处理，通过专业的水处理技能和经验，可以为电子电话行业企业的正常生产达标排放提供一站式解决方案，实现保障生产的同时实现成本大幅下降。

ESG-006

蚀刻液/微蚀液零排放在线循环再生提铜系统

On-line recycling of copper extraction system with zero discharge of etching solution/micro-etching solution

聂国勇

(长沙利洁环保科技有限公司, 湖南 长沙 410205)

0 引言

PCB 是电子产品的基础部件, 其产业随着电子信息产业的发展而飞速发展。然而, 产量大幅度提升的同时也伴随着环境污染的加剧。PCB 在其制造过程中会产生多种环境污染物, 其中含铜废液和废水是重点, 蚀刻/微蚀液循环再生提铜系统的推出, 解决了蚀刻过程中产生的废液问题。符合国家可持续发展战略, 同时消除了 PCB 企业蚀刻工序生产中产生的废液处理难题, 为企业降本增效的同时, 杜绝了废液对环境的污染。

1 酸性/碱性蚀刻液零排放在线循环再生提铜系统

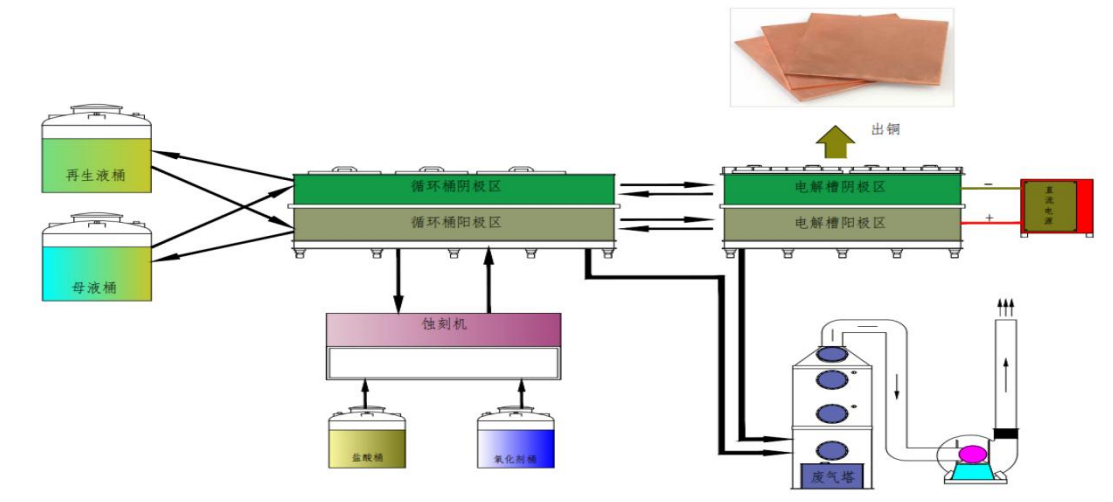
1.1 酸性技术原理及工艺

酸性蚀刻液在线循环再生提铜系统采用“离子膜电解提铜”工艺, 其基本原理是用离子膜将电解槽的阳极区和阴极区分隔成两个独立的区域, 其中, 阳极区为蚀刻液再生区, 阳极通过电化学反应将废蚀刻液中一价铜恢复为有蚀刻功能的二价铜, 并可控制产生其他氧化剂, 从而再生出蚀刻速率更快且性能稳定的蚀刻液; 阴极区为铜回收区, 阴极将溶液中一价和二价铜还原成零价铜, 产出高纯铜板。

酸性蚀刻液控制参数:

名称	项目	控制范围	最佳参数
蚀刻机	铜离子	120~150g/L	130g/L
	氯离子	240~300g/L	260g/L
	酸度	1~3	2
	温度	48~52℃	50℃
电解槽(阴极区)	铜离子	30~60g/L	40g/L
	温度	48~52℃	50℃

酸性蚀刻液在线循环再生提铜系统工艺流程图



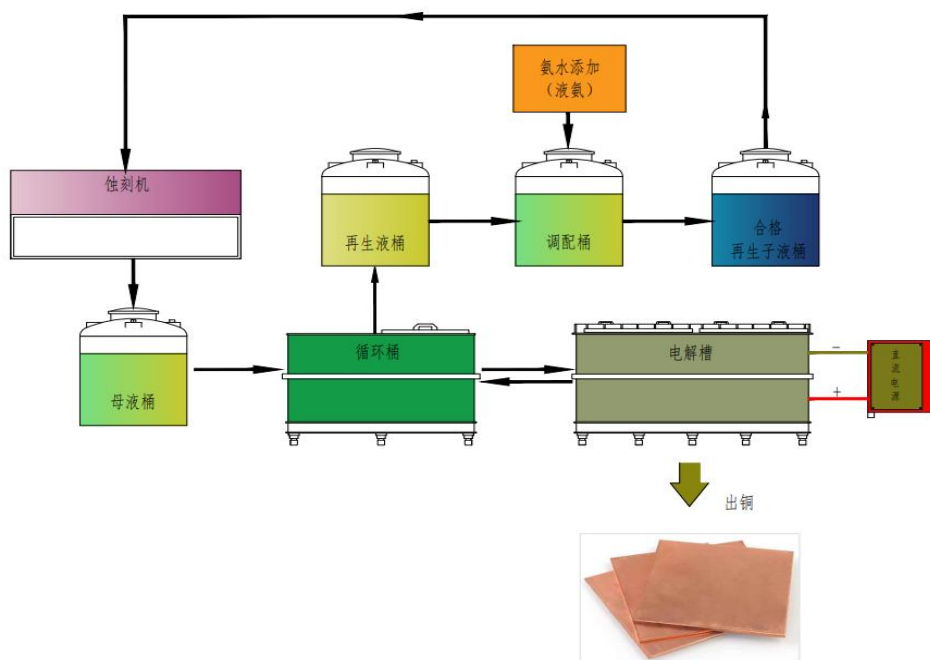
1.2 酸性技术原理及工艺

碱性蚀刻液循环再生提铜系统是将废蚀刻液中的铜通过电沉积的方法分离出来，而其他成分不变，保护了废液中的化学物质不被破坏，实现铜分离回收的同时，又实现了其它对蚀刻有用的组份的全部回用。我司采用独有的氨水浓缩技术，可以做到使用氨水进行补充损失的氨气而蚀刻液体积无膨胀。

碱性蚀刻液控制参数

名称	项目	控制范围	最佳参数
蚀刻机	铜离子	125~150g/L	140g/L
	氯离子	170~210g/L	190g/L
	PH 值	7.5~8.7	8.4
	温度	48~52℃	50℃
电解槽	铜离子	25~60g/L	30g/L
	温度	30~40℃	38℃
子液	氯离子	160~180g/L	170g/L
	碱度	5.2~5.8	5.4

碱性蚀刻液在线循环再生提铜系统工艺流程图



1.3 典型工程案例介绍

工程名称：酸性/碱性蚀刻液零排放在线循环再生提铜系统

业主单位：萍乡市丰达兴线路板制造有限公司

经济效益：

1) 酸性蚀刻液零排放在线循环再生提铜系统于 2021 年 6 月开始运行，年处理蚀刻废液 400 吨，年产铜均约 48 吨。

2) 酸性蚀刻液零排放在线循环再生提铜系统年效益分析

厂家效益分析（提铜系统 VS 卖水）				
序号	名称	上提铜设备收益	客户卖水收益	备注
1	月废液产能（千升）	33.00		
2	铜离子（公斤/千升）	120.00		
3	月出铜吨	4		
4	年出铜量/吨	48	396 千升废液量/年	按 12 个月测算
5	铜价	67,000	67,000	铜价按 67000 元/吨测算
6	折扣	96%	55%	
7	折后价	64,320	36,850	
8	月收入	254,707	145,926	
9	年收入	3,056,486	1,751,112	
10	技术服务费/吨铜	24,290		按 24290 元/吨测算 (运行成本：13000 元/吨铜，收益 22%)

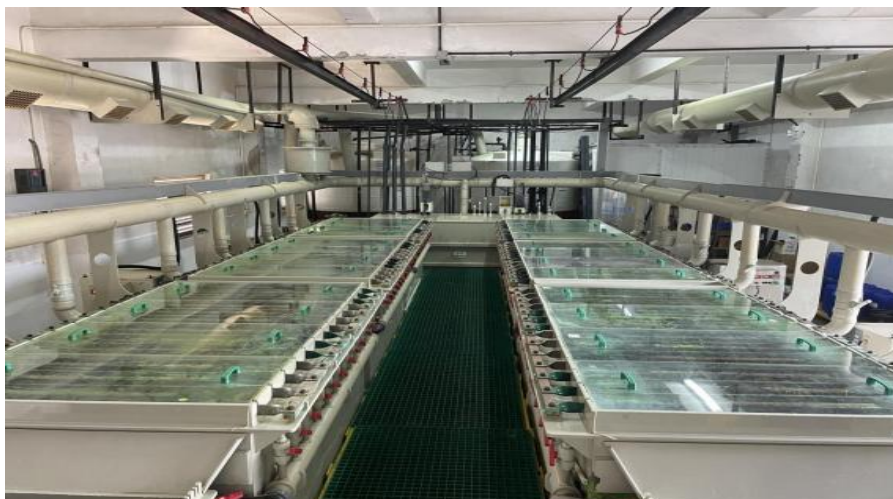
11	支付技术服务费	1,154,280		
12	购买子液成本		396,000	子液价格:1000元/千升
13	年纯收益	1,902,207	1,355,112	
14	上提铜系统后效益增加额	547,095		
15	增加幅度 (%)	40%		

3) 碱性蚀刻液零排放在线循环再生提铜系统于 2021 年 4 月开始运行, 年处理蚀刻废液 600 吨, 月产铜均约 72 吨。

4) 碱性蚀刻液零排放在线循环再生提铜系统年效益分析

厂家效益分析 (提铜系统 VS 卖水)				
序号	名称	上提铜设备收益	客户卖水收益	备注
1	月废液产能 (千升)	50.00		
2	铜离子 (公斤/千升)	120.00		
3	月出铜吨	6		
4	年出铜量/吨	72	600 千升废液量/年	按 12 个月测算
5	铜价	67,000	67,000	铜价按 67000 元/吨测算
6	折扣	96%	55%	算
7	折后价	64,320	36,850	
8	月收入	385,920	221,100	
9	年收入	4,631,040	2,653,200	
10	技术服务费/吨铜	21,950		按 21950 元/吨测算 (运行成本: 10000 元/ 吨铜, 收益 22%)
11	支付技术服务费	1,580,429		
12	购买子液成本		600,000	子液价格: 1000 元/千升
13	年纯收益	3,050,611	2,053,200	
14	上提铜系统后效益增加额	997,411		
15	增加幅度 (%)	49%		

5) 项目设备照片



2 过硫酸钠微蚀液全循环再生系统

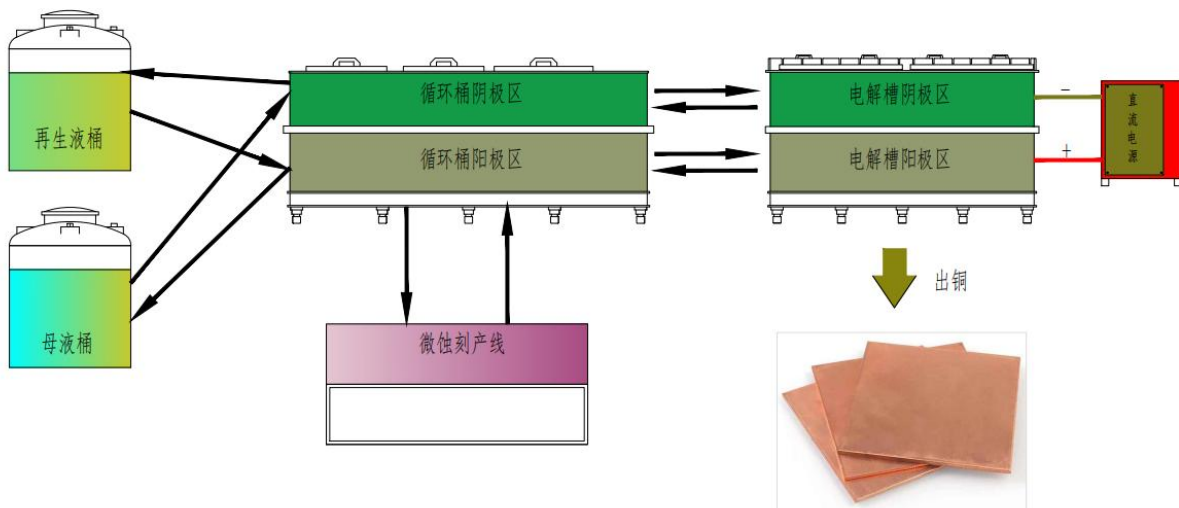
2.1 过硫酸钠体系微蚀液在线循环再生提铜系统技术原理及工艺

用离子膜工艺电解再生。阳极为析氧高电位阳极，阴极为不锈钢板或钛板，用离子膜将阳极液和阴极液隔开，阴极为微蚀废液，阳极为需要再生的微蚀废液。即在阳极再生微蚀液的同时还可以在阴极电沉积回收铜，使微蚀过程中增加的铜得以回收。

过硫酸钠体系微蚀液在线循环再生提铜系统控制参数

名称	项目	控制范围	最佳参数
蚀刻机	铜离子	$\leq 30\text{g/L}$	$\leq 25\text{g/L}$
	过硫酸钠	$80\sim 120\text{g/L}$	100g/L
	硫酸	$2\%\sim 5\%$	3.5%
	温度	$28\sim 35^{\circ}\text{C}$	32°C
电解槽(阴极区)	铜离子	$5\sim 25\text{g/L}$	20g/L
	温度	$28\sim 35^{\circ}\text{C}$	32°C

过硫酸钠体系微蚀液在线循环再生提铜系统技术流程图



2.2 典型工程案例介绍

工程名称：过硫酸钠微蚀液在线循环再生提铜系统

业主单位：长沙牧泰莱电路技术有限公司

经济效益：

1) 过硫酸钠微蚀液在线循环再生提铜系统于 2022 年 10 月开始运行，年处理过硫酸钠微蚀液 80 吨，年产铜均约 2 吨。

2) 过硫酸钠微蚀液在线循环再生提铜系统年效益分析

效益分析			
序号	名称	上提铜设备收益	备注
1	年废液产能（吨）	80.00	
2	年出铜量/吨	2	
3	铜价/吨	67,000	铜价按 67000 元/吨测算
4	技术服务费 /年	134,000	提取出来的铜量当技术服务费
5	购买微蚀液成本 /年	576,000	微蚀液按 7200 元/吨测算
6	厂家节约成本 /年	442,000	

3) 项目设备照片



3 结语

中国 PCB 行业经过 20 多年的高速发展，就规模而言已经进入鼎盛时期，接下来将朝着高技术、高质量、高效率、低成本的方向继续前行。减少污染，降低碳排放量，实现资源利用效率最大化的清洁生产之路将是一个关系到企业生存的持续主题。

公司经过多年发展，具备从项目设计、设备制造、安装及后续运营管理能力，凭借领先的技术，强大的研发能力，为各类环保工程项目提供过优质的售后服务及运营管理，逐渐成为中国环保设备行业的新劲力量，为环保事业添砖加瓦。

ESG-007

ESG 治理经验龙南鼎泰电子

ESG Governance Experience of Longnan Dingtai Electronics

王敬永、张美良、葛启顺、李钦生

（龙南鼎泰电子科技有限公司，江西 龙南 341706）

0 引言

随着全球化和可持续发展的深入推进，企业和投资者越来越认识到环境保护、社会责任和公司治理（简称 ESG）的重要性。ESG 治理已经成为全球范围内热议的话题，它不仅关乎企业的可持续发展，也关系到整个社会的福祉。

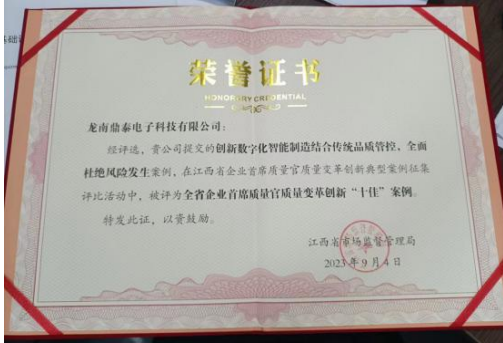
ESG 治理旨在推动企业在运营过程中积极关注环境、社会和治理方面的问题，通过改善企业行为、优化资源配置、降低风险等方式，实现可持续发展目标。这种治理模式强调企业对社会、环境和经济因素的关注，以促进企业长期价值和可持续发展。

本文将探讨 ESG 治理的背景和意义，介绍 ESG 治理的基本概念和主要内容，分析 ESG 治理对企业和社会的影响。通过研究 ESG 治理实践，我们可以了解企业在环境、社会和治理方面的表现及其对可持续发展的贡献。同时，本文还将提出加强 ESG 治理的建议和措施，以推动企业更好地履行社会责任并实现可持续发展目标。

1 企业简介

龙南鼎泰电子科技有限公司，成立于 2018 年 10 月 30 日，属梅州鼎泰集团旗下全资子公司之一（梅州鼎泰集团 2022 年在电子信息产业内资排名第 50 位，连续 6 年年复合增长率在 36% 以上）。公司位于江西省赣州市龙南市东江乡，占地面积 140 亩。主要经营范围为：双面、多层、柔性、高频、HDI 印制电路板、新型电子元器件、电子材料研发、生产、销售等，产品涵盖 5G 通讯、手机、汽车、医疗、军工、智能存储等诸多高端领域。在法人总经理闫红生先生的领导下，该公司电子电路行业 ESG 治理的首席质量官，以及其他部门经理作为实施者和管理者，共同推动了公司的重大变革。在此期间，龙南鼎泰建立了一级能效等级的公司制冷高效能源站，并通过积极推动智能制造项目，实现了生产过程的智能化和高效化。由于这些

卓越的成就，该公司荣获了江西省评为全省企业首席质量官质量变革创新“十佳”案例的荣誉，同时也获得了三级智能制成熟度证书，充分展示了他们在 ESG 治理和智能制造领域的领先地位。



2 落实情况

公司以法人总经理闫红生先生为企业电子电路行业 ESG 治理首席质量官，高度重视推行电子电路行业 ESG 治理机制，落实完善企业 ESG 首席质量官相关制度，品质管控做到全面风险运营管控，把本公司近五年以及行业内所有的品质问题汇总成典型案例，全员的培训学习，落实到各岗位全体员工。把品质风险扼杀在摇篮状态，有效杜绝品质事故发生。公司坚持的理念“可以不要产量不能不要品质”，这也是我们公司生存法则。

闫红生先生担任 ESG 治理首席质量官期间，积极推动智能制造，通过导入卓越绩效模式，成立 QC 质量攻关小组，组织开展质量体系培训及内外部审核，使全员提高质量意识，对质量问题采取一票否决制，同时不断引进、吸收、应用国内外新的管理理念，管理方式和管理办法，严格按照国际标准及国家相关法律法规的要求，持续强化质量管理体系，参照并运用 ISO9001 质量管理体系，分析、评价、改进包含质量提升的经营管理过程，通过实施对标管理，提升增值空间，全面提升经营效益。



图为 ISO9001 体系证书

2.1 大数据库管理

采用 MOM 平台国内最高版本，成立 20 多人团队连续奋战 6 个月，精准把控近千道生产工序、上千台设备，集成平台与设备 PLC 做到软硬件无缝连接，从开料到包装，从高效能源站到废水处理，从设备点检到保养维护，从药水控制到产品追溯。通过大数据库的建立，运用激光、镭射、红外传感等技术和 MOM 软件总成架构平台互联，结合云计算、移动终端、物联网、大数据和人工智能，实现产品全流程追溯、设备无纸化维护、信息自动化运作。此项目荣获国家 5G 智能制造二等奖，获得国家级智能三级成熟度认证证书，被工业和信息化部授予工业互联网网络实训基地。

2.2 打造“三化一稳定”工厂

通过数字互联打造新型产业下的“三化一稳定”智能工厂（管理 IT 化、生产作业自动化、人员专业化和关键岗位人员稳定）。在 MOM 总成运营平台下全面牵引供应商和公司管理整体能力提升；能够机器代人的步骤全部采用机械手操作；建立 PCB 智能大师工作室，为公司持续提供优秀的专业人才；对领班级以上人员自主评定职称，带动管理团队各成员不断学习，逐步提升为初级、中级、高级工程师。

2.3 技术领先

作为上海奉天、视源、华为、三星、格力等国内外知名企业的供应商，以科研项目和柔性引才为抓手，和江西理工打造产学研实训基地，正在申请设立博士后创新实验基地。先后获得市级技术中心、国家级高新技术企业，组建 5G+PCB 技术创新中心等一系列荣誉。公司 2022 年研发投入 3000 万元，同比增 13.16%，70 项关键技术获得国家专利，公司在解码产品、LED、MiniLED、汽车电子等项目上，有显著的成就和领先的技术优势。处于行业领先水准，公司主营的 P1.5 以下 LED 产品合格率在 95%以上，同行业上几家做此类产品的合格率不到 70%。

2.4 前景远大

电子信息产业作为国家 1269 计划的 12 条产业链的第一条，6 大集群的第一个，是全面推进中华民族伟大复兴的新征程中不可缺少的一环，集成电路作为电子信息产品的载体，是最核心的组成部分。公司依托于此朝阳产业，践行“绿水青山就是金山银山”的发展理念，全部使用新标下的一级制冷节能设备，打造高效能源管理站，达到国家能效一级标准，能耗节省超过 20%；并重点投资 7000 万元建造无味化废水处理系统，利用人工智能技术对废水处理全流程底层采集，24 小时在线监控水质情况，公司让山更青、水更绿。

2.5 市场广阔

主要客户为三星、华为、宝马等 10 家世界 500 强企业以及近 20 家行业龙头企业，产品

广泛应用于汽车电子、移动智能终端、军工电子和新能源产品等电子信息新兴领域。2022 年产值为 6.77 亿元，国内总产值为 3360 亿元，占国内总产值由 2020 年的 0.12%提升到 0.2%。公司最近获得海关高级认证(AEO)证书，为海外市场份额增长插上腾飞的翅膀。伴随着公司在汽车电子、新能源、MiniLED 的不断发力，预计在 2025 年内市占比将提升到 0.4%以上，产值突破 14 亿元。

3 案例背景

当前，中国已成为全球最大 PCB 生产国，也是拥有全球最大的集成电路市场，印刷电路板作为电子元器件的基础载体，其科技地位占比甚重。2021 年，我国大陆 PCB 行业产值达到 442 亿美元，随着 PCB 产业转移的深化，我国 PCB 产值规模比重将进一步提升，内地印刷电路板 pcb 将保持持续稳定增长，预计中国大陆印刷电路板行业年产值将达到 320.4 亿美元，年复合增长率预计为 3.4%；而日本、北美和欧洲的印刷电路板 pcb 产业将面临产业衰退的局面，印刷电路板 pcb 年复合增长率分别为-2.5%、0.2%和-1.9%。然而，当前国内电路板行业大部分企业一直面临生产效率低、报废率高、利润微薄等实际问题。因此提高品质管控，提高工厂整体运营势在必行，为提高公司在行业中的综合竞争力，保障企业的可持续发展，公司 ESG 首席质量官闫红生先生带动了全员品质管控，使公司站稳了脚步，在 2022 年全国形势大环境不好的情况下，因为品质的管控成效明显，得到了相关客户的认可，同时订单一直处于爆满状态。

4 环境责任

龙南鼎泰电子科技有限公司成立了低碳试点工作领导小组，以公司 ESG 首席质量官闫红生先生为组长，分管生产技术、安全环保、行政的副总为副组长，相关部门负责人为组员的专项领导小组，并通过参照及运用 ISO14001 环境管理体系，工作小组对公司定期进行全面探讨和分析，并根据公司的生产实际情况制定科学方案，领导带头督促全员参与低碳生产、低碳生活。以下是我司在节能减排、低碳生产中做出的建设。



图为 ISO14001 体系证书

4.1 公共区域使用太阳能

太阳能是一种清洁、无害、永久的能源，我国拥有丰富的太阳能资源，绝大多数地区年平均日辐射量在 4kwh/m² 以上，可利用性较高。公司在公共区域安装节能路灯，节能又环保。提高清洁能源的使用率，实现节能减排，推进功能优化。



4.2 公共区域节水节电

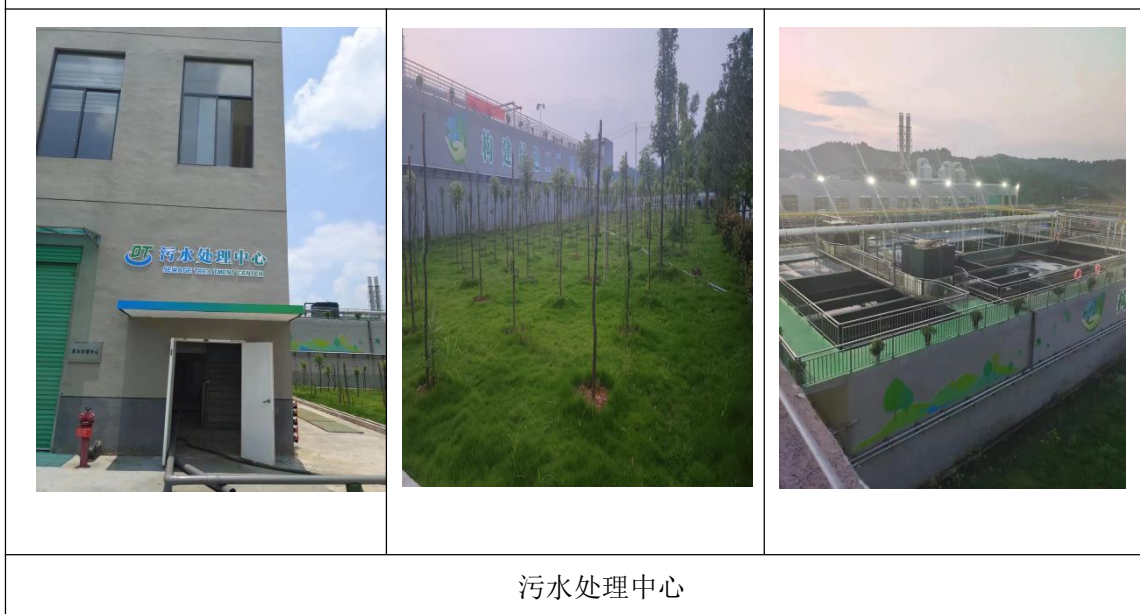
企业大力宣传节约用电，公共区域使用节能灯具，并张贴“请节约用电”的标语。





4.3 提高资源回收利用率

公司设有垃圾分类标识的垃圾桶，同时对员工普及垃圾分类知识，配合环保部门开展垃圾分类管理措施。同时还建有污水处理中心，实现对污水的循环利用。



4.4 建立高效能源站

公司建立高效能源站，确保能源高效利用。高效能源站是指将多种能源进行综合利用的设施，包括太阳能、风能、水能、生物质能等，龙南鼎泰公司的高效能源站由高效制冷机房及热水系统，高效空压机站、配电、照明、废气处理、除尘等及相应的土建结构装饰部分组成。能源站的建设和运营对于节约资源、保护环境、促进可持续发展有重要意义。能源站的设计充分考虑了各种能源的特点和互补性，合理配置各种设备和系统，以达到最佳的综合利用效果。并且还利用智能控制系统，实现能源的自动化管理和优化调度，提高能源的利用率。同时建立了完善的维护和管理体系，定期对设备和系统进行检修和维护，及时发现和解决问题，确保能源站的稳定运行。

<p style="text-align: center;">龙南鼎泰电子科技有限公司 高效能源站投资项目 总承包合同</p> <p>甲方：龙南鼎泰电子科技有限公司 乙方：北京清新环境节能技术有限公司龙南市分公司 签订地点： 签订时间：2021年8月4日</p>	<p>一、工程概况 工程名称：龙南鼎泰电子科技有限公司高效能源站投资项目 工程地点：龙南鼎泰电子科技有限公司厂区内 工程内容： 新建高效制冷机房及热水系统、高效空压机站、配电、照明、废气处理、除尘等及相应的土建结构装饰部分。 建设范围为厂区红线内本项目生产区的生产系统和生产辅助系统工艺、土建结构装饰、设备、设计、供货及施工建设。具体内容详见技术协议书。</p> <p>二、工程承包模式 承包模式：本项目采用BT(建设—转让)模式，包括项目初步设计、施工图设计、施工、供货、安装、调试、技术服务和培训、质保期内的技术指导、转让等全部内容。</p> <p>三、合同工期 实际合同工期：合同生效后，具备施工条件，乙方提出开工的书面申请得到甲方批准之日起总工期四个月。 如果因甲方原因造成项目交付延期，总工期则按甲方影响时间顺延； 如果因环保管控，不可抗拒因素延期，总工期则按影响时间顺延；</p> <p>四、质量标准 工程质量标准：合格，参照行业的相关标准和规范、技术协议和商务合同等。</p>
项目合同书	

	
废气处理	电表



65 度水源热泵



12 度冰水机



除尘机



空压机

5 社会责任

龙南鼎泰电子电路公司，始终关注社会动态，时刻准备着为有需要的地方提供援助。2022年，龙南市遭遇了严重的洪水灾害，给当地人民带来了巨大的损失。鼎泰电子电路公司在 ESG 治理首席质量官闫红生先生的领导下迅速行动起来，决定为龙南市的抗洪救灾工作捐款 20 万元。这笔捐款是鼎泰电子电路公司对龙南市人民的深切关怀和助力。公司希望通过这次捐款，为龙南市抗洪救灾工作提供一份力量，帮助受灾人民渡过难关。

这笔捐款不仅仅是鼎泰电子电路公司对龙南市人民的一次财务援助，更是对社会的一份责任和爱心。这次捐款充分展示了鼎泰电子电路公司的社会责任感和爱心精神，也彰显了企业的力量。在全社会的共同努力下，龙南市很快战胜这次洪水灾害，恢复正常生活秩序。

图为捐赠证书



6 治理责任

闫红生先生担任 ESG 首席质量官期间，推动进行智能工厂开发和建设，采用 5G、MEC 等新型技术改造内网，通过将云计算、物联网、人工智能等信息技术与制造技术相融合，对工厂进行数字化、智能化升级，采用数据采集+数据管理+数据应用的整体系统架构，端管云一体协同，实现企业数据的采集、汇聚、管理及应用，达到降低企业运营成本 8%、提升生产效率 12%、提高产品良品率 3%、降低生产能耗 12%等目标。同时通过导入卓越绩效模式，成立 QC 质量攻关小组，调整完善 PCB 线路板制造技术创新的管理机制，提高市场竞争力，并组织开展质量体系培训及内外部审核，使全员提高质量意识，对质量问题采取一票否决制，让每一道工序验收合格率达到 98.8%以上，提高员工的素质，真正满足技术创新的理念和管理。编制切实可行的工序组织设计、创优，方案和专项方案，能够针对企业现状及实际需求，融合了信息通信技术、先进制造技术，自动化技术、人工智能技术对工厂进行了智能化规划。以建设企业云平台为核心，通过数据采集与监控系统实时采集设备状态、生产完工信息、质量信息等数据。并通过物联网 RFID(无线射频技术)、工业标识体系(二维码、条码)等技术，实现生产过程的可追溯。认真做好技术交底，将质量目标分解、量化管理、重点随时可以实现追溯根源。同时通过内外网分离，生产数据不经过公网，来提高数据安全性。针对工业设备的实时状态数据、生产管理数据等存在的数据结构、采集频率、数据处理要求、存储容量、

数据访问等的不同特点，适应多种数据类型的分布式数据存储层，实现海量高速的数据管理。将总体中控平台与生产工序的各车间的中控平台串联，以达到由宏观至微观感知、管理工厂的效果，解决了企业生产车间数据传输低时延的问题。另外智慧工厂应用开发与部署核心部分能通过权限认证体系、规则引擎、流程引擎等服务模块组合编排实现，同时利用流式计算、机器学习等模块实现实时数据梳理和预警预测分析等业务能力，支持大数据量的实时与离线数据计算需求，通过数据可视化和多终端支持技术，利用设备模板、组态设计、视图设计、报表引擎等工具，封装上层的业务功能，提供设备管理、预警告警、设备监控、报表管理等服务实现服务运维的各类视图，以交互的形式完成使用者对工厂的感知与管理，快速有效的提高生产效率与能源利用率，减少人力物力的资源浪费。

7 经验启示

针对企业现状及实际需求，ESG 首席质量官闫红生先生推动的 5G+工业互联网的电路板智能工厂融合了信息通信技术、先进制造技术、自动化技术、人工智能技术对工厂进行智能化规划，采用的是数据采集与监控系统来实时采集工厂数据，技术易于推广使用。不仅可以无障碍的推广到电路板制造企业，而且也适用于上下游相关电子信息企业，帮助相关企业应用 5G+工业互联网，打造智能工厂，提升品质管控，全面提升竞争力。公司管理水平显著提升，生产成本不断降低，经济效益显著。在设计时也全部使用现有的已经被标准化的技术，以保证技术上的先进性和扩展性，而且使用符合所采用标准(包括国际标准和国内标准)的第三方软件和工具以降低设计的工作量和风险，同时又考虑到了异构协议兼容适配、工业微服务框架、工厂数据管理、工厂开放接口、应用和数据迁移、工厂安全等关键技术标准。通过公司关键绩效指标结果数据的纵向和横向比较，公司在各方面绩效均有较大提升，在卓越程度和相关绩效方面向标杆企业靠近，从 2022 年建立 ESG 首席质量官制度开始，龙南鼎泰电子科技有限公司在 ESG 首席质量官闫红生的带领下，主营业务收入持续增长，逐渐成为我市最具有潜力的新星企业。

ESG-008

印制线路板企业废气治理工艺、收集和规范化排污口设置浅谈 The treatment of exhaust gas and the standardization of gas collection and emission outlet in PCB factory

李园园

(苏州市华扬电子有限公司, 江苏 苏州 215132)

0 引言

随着国家排污指标持续的收紧, 青山绿水理念已深入人心。笔者根据自己从事的行业浅谈下目前线路板行业的对废气治理采用的常用工艺做以对比, 根据企业生产工艺和生产规模的不同和同行进行交流期待能够抛砖引玉和同行们共同交流和学习。

1 印制线路板废气排放种类和常用处置工艺

1.1. 印制线路废气排放的种类和因子:

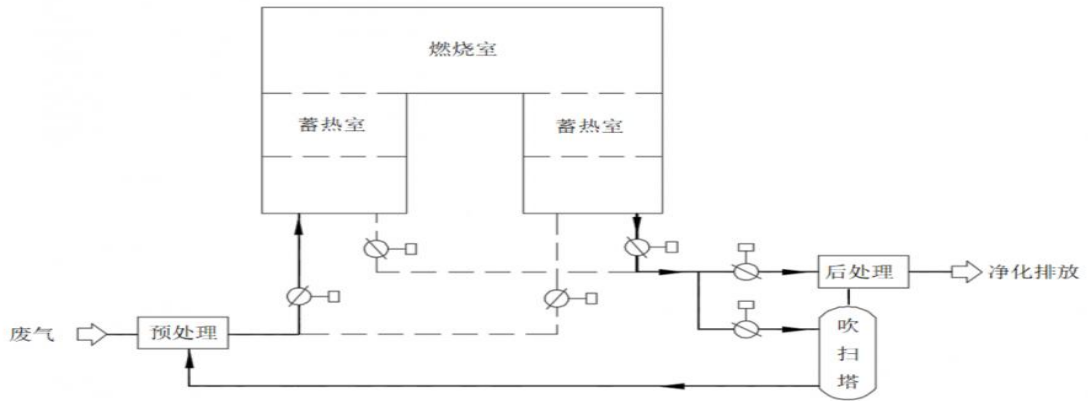
线路板在产业应保证废气排放口数量以及实际排放的污染物种类与证载体现的信息一致。常见排污因子有硫酸雾、氯化氢、氰化氢、氮氧化物、非甲烷总烃等, 其中针对硫酸雾、氯化氢、和氰化氢因子和氮氧化物分别常用的处置方法为碱液和酸液对流。因处置工艺较简单, 处置效率高, 处置效果比较稳定等在此就不做以赘述了。此文针对非甲烷总烃和粉尘的处置收集谈一谈我个人的拙见。

1.2 针对丝网印刷工序涉及 VOCs (非甲烷总烃) 丝网印刷产生的废气, 常见废气治理设施和采取的处置工艺有:

1.2.1. 蓄热燃烧装置 (RTO) :

指将工业有机废气进行燃烧净化处理, 将有机组份转化为无害的 CO₂ 和水, 并利用蓄热体对待处理废气进行换热升温、对净化后排气进行换热降温的装置。蓄热燃烧装置通常由换向设备、蓄热室、燃烧室和控制系统等组成。

蓄热燃烧工艺可以分为固定式蓄热燃烧工艺和旋转式蓄热燃烧工艺。



旋转式蓄热燃烧工艺流程图

进入蓄热燃烧装置的废气中颗粒物浓度应低于 5mg/m³，燃烧室温度应高于 760℃。具体工艺要求参照《蓄热燃烧法工业有机废气治理工程技术规范》（HJ1093-2020）。

1.2.2. 活性炭吸附装置：

进入吸附装置的废气温度应低于 40℃，废气中颗粒物浓度应低于 1mg/m³，在吸附操作周期内，吸附床内的温度应低于 83℃。具体工艺要求参照《吸附法工业有机废气治理工程技术规范》（HJ2026-2013）。

定期更换活性炭，确保治理效率达标，活性炭更换周期可由设备生产商或设计单位提供，如无法提供，也可参照公式 1 进行估算。

$$T = 10^9 \frac{S \times W \times E}{L \times Y \times D} \text{ (公式1)}$$

式中：

S—吸附保持量，取 0.2~0.3；

W—活性炭填装量，吨；

E—动活性与静活性之比，取 0.8~0.9；

L—活性炭吸附设施最大风量，立方米/小时；

Y—活性炭吸附设施进口浓度，毫克/立方米；

D—月工作小时数，小时/月；

T—活性炭更换周期，月。

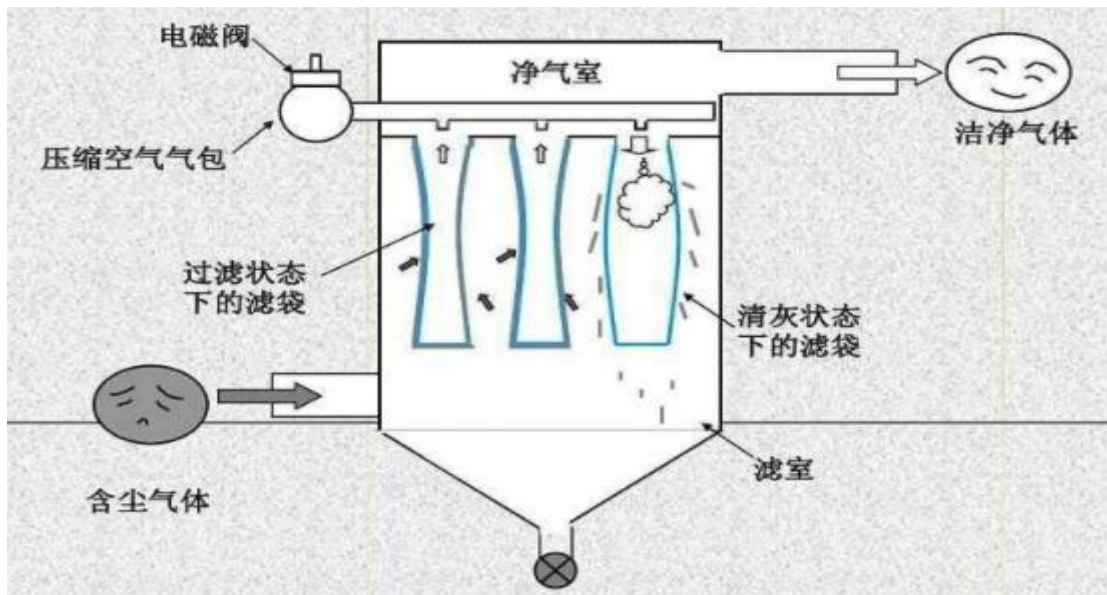
1.2.3. UV 光解催化氧化：

该技术具有处理废气的设备简单、运营和维护成本低等优点。但仅适用于低浓度大风量有机废气，且实际运行过程中，治理效率受温度、湿度、光源、废气停留时间等多种条件影响，简单增加 UV 灯管数量或增加箱体尺寸难以有限提升治理效率。因此，企业应采用多种技术组合工艺（如 UV 光解+活性炭吸附），提高治理效率。在运维过程中重点关注 UV 灯管是否全部正常运行，如有不亮的情况，即使更换灯管，运维过程中注意佩戴防护镜。



UV 光解催化氧化

1.2.4. 针对 PCB 和 FPC 钻孔生产过程中产的的粉尘可以物厂采用的处置工艺：负压布袋除尘。



布袋除尘器工艺流程

负压布袋除尘设施日常运行过程中需注意的问题：

1.2.4.1. 负压布袋的老化问题：

负压布袋的老化主要由于以下原因引起的，须进行原因调查，采取消除措施并更换除尘

滤袋。常见异常有以下集中形态：因异常高温而硬化收缩；因与酸、碱或有机溶剂的蒸气接触反应；与水分发生反应。

1.2.4.2. 滤布不宜挂得过松或过紧：

过松容易积尘，过紧容易拉坏。

1.2.4.3. 更换下来的布袋的注意事项：

先用压缩空气吹净，再检查有无破洞，有破洞修好后留待更换。如被粉尘糊住的布袋，用水冲洗，凉干后留待更换。

1.2.4.4. 除尘布袋的堵塞。

布袋发生堵塞时，使阻力增高，可由压差计的读数增大表现出来。布袋堵塞是引起布袋磨损、穿孔、脱落等现象的主要原因。

1.2.4.5. 除尘布袋的出口连接需注意的事项：

集尘袋（桶）与出尘口连接处应密封，避免无组织排放（见下图）



集尘袋

2 废气收集装置设置要求：

2.1 对可以密闭的污染源，应优先采用密闭的措施，尽可能将其密闭，用较小的排风量达到较好的控制效果。

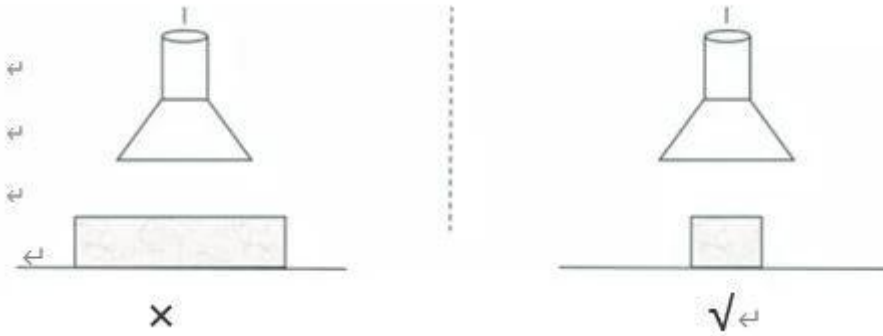
2.2 当不能将污染源全部密闭时可设置外部罩，外部罩的罩口应尽可能靠近污染源，尽可能将污染源包围起来，将污染物的扩散限制在最小范围内，以便防止横向气流干扰，减小排气量。

2.3 集气罩的吸气方向应顺应有害物质发散规律，尽可能与污染气流运动方向一致，充分利用污染气流的初始动能。在保证控制污染的条件下，尽量减少集气罩的开口面积，以减少排风量。

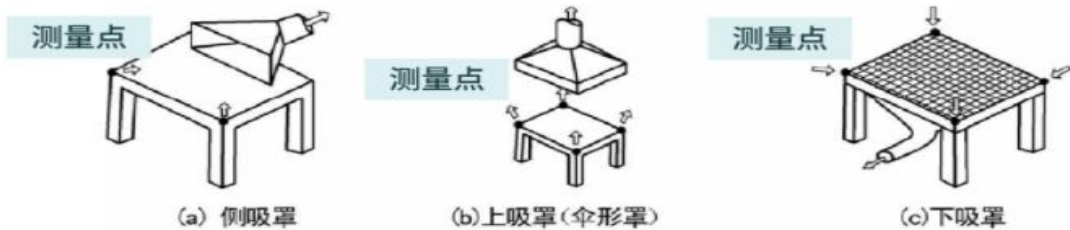
2.4 集气罩应有利于有害气流直接进入罩内，且排气线路不应通过作业人员的呼吸带。

2.5 集气罩应避免布置在存在干扰气流之处。排风罩的设置应方便作业人员操作和设备维修。

2.6 上吸罩的罩口大小不宜小于有害物扩散区的水平投影面积，侧吸罩罩口不宜小于有害物扩散区的侧投影面积，空间条件允许情况下应加装垂帘、挡板。



2.7. 采用外部排风罩的，应按 GB/T16758 规定的方法测量控制风速，测量点应选取在距排风罩开口面最远处的废气无组织排放位置，控制风速不应低于 0.3m/s（行业相关规范有具体规定的，按相关规定执行），达不到要求的通过更换大功率风机、增设烟道风机、增加垂帘等方式及时改造。



2.8. 废气收集系统的输送管道应密闭。废气收集系统应在负压下运行，若处于正压状态，应对输送管道组件的密封点进行泄漏检测。

3 废气排污口规范化设置的通用要求

3.1. 排污口的规范化设置

根据排污许可条例要求：排污单位应当《排污口规范化整治技术要求》（环监[1996]470号）的有关要求对排污口进行立标、建档管理，按照 GB/T16157—1996 等监测标准规范的具体要求进行排污口的规范化设置。

设置规范化的排污口，应包括：监测平台、监测开孔、通往监测平台的通道（应设置 1.1m 高的安全防护栏）、固定的永久性电源等。另排污的规范化设置，应综合考虑自动监测与手动监测的要求。对于治理设施的 VOCs 去除效率监测，应在

处理设施的废气进、出口，分别设置采样位置、采样孔、采样平台等监测条件。其中，为了保证烟气流速、烟气浓度、颗粒物等指标监测结果的代表性、准确性，要特别注意采样位置的规范性。

3.2. 排污口的规范化设置，目前国家的主要技术标准如下

3.2.1. 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法（GB/T16157—1996）；

3.2.2. 固定源废气监测技术规范（HJ/T397—2007）；

3.2.3. 固定污染源废气低浓度颗粒物测定重量法（HJ836—2017）；

3.2.4. 固定污染源烟气（SO₂、NO_x、颗粒物）排放连续监测技术规范（HJ75—2017）；

3.2.5. 排污口规范化整治技术要求（试行）（环监[1996]470号）；

3.2.6. 大气污染物综合排放标准（GB16297-1996）及相应行业排放标准。



废气规范化排污口

4 废气采样口位置要求

4.1 废气采样口综合要求

4.1.1 采样位置应避开对测试人员操作有危险的场所（周围环境也要安全）。

4.1.2. 采样断面的气流流速应在 5m/s 以上。

4.1.3. 采样孔的位置，应优选垂直管段，次选水平管段，且要避开烟道弯头和断面急剧变化部位。

4.1.4. 采样孔具体位置，应尽量保证烟气流速、颗粒物浓度监测结果的准确性、代表性，根据实际情况按 GB/T16157、HJ75、HJ/T397 从严到松的顺序依次选定。

最优：距弯头、阀门、风机等变径处，其下游方向要不小于 6 倍直径，其上游方向要不小于 3 倍直径（GB/T16157）。这也是我们经常说的 “前 3 后 6” “上 3 下 6”。

4.2. 废气采样口开孔注意事项：

以设置的采样点为基准，结合气体走向，来采样点方向为上游，离开采样点方向为下游。



废气规范化采样口

5 结语

综上所述针对线路板生产过程中所产生的废气处置，应根据不同的污染因子采用不同的处置工艺。废气的收集、处置、排放和过程检测（自行监测）是一个系统复杂的系统，需要综合采用化学、物理等多种技术和手段进行处置，方可确保废气处置的有效和达标。不仅需考虑到生产现场的工况情况、废气处置设施的运行状态、设备设施安全运行情况以及废气排放标准等问题，这就要求我们在实践过程中通过比对处置效率和运行性价比，在建立健全设施高质量运行管理的同时，采用最符合各企业的实际情况的处置工艺和设施，才能取得较好的社会和经济效益。

以上观点敬请参考，不足之处敬请批评指正。

ESG-009

ESG 实践案例 “一元破氰技术” 消除 PCB 电/沉金含氰污染

ESG practice cases

To eliminated the cyanide pollution of PCB electric gold wire & sinking gold wire by “One Yuan Breaking-Cyanogen technology ”

王怡璇，黎建平

(深圳市世清环保科技有限公司，广东 深圳 518105)

0 引言

深圳市世清环保科技有限公司（以下简称世清）践行“绿水青山，就是金山银山”的理念，助力 PCB 行业高质量发展转型升级，并依托创新研发能力、技术优势，解决 PCB 行业的关键环保难题。针对 PCB 电镀金和化学沉金制程中的产生的具高生物毒性的含氰废水，推行不调 pH、无投加化学药剂的“一元破氰技术”，消除 PCB 电/沉金含氰污染。

1 “一元破氰技术” 简介

世清“一元破氰技术”，是一种基于电化学氧化法的绿色环保工艺技术。该技术以石墨极板为阴阳极，并负载氧化性的复合填充粒子为第三电极，构建起多活性位点、传质速度快的多维电解体系。无需投加任何化学药剂，仅利用电激发产生出强氧化性的羟基自由基快速将氰化物稳定氧化成无毒的二氧化碳和氮气，全方位完成破氰。

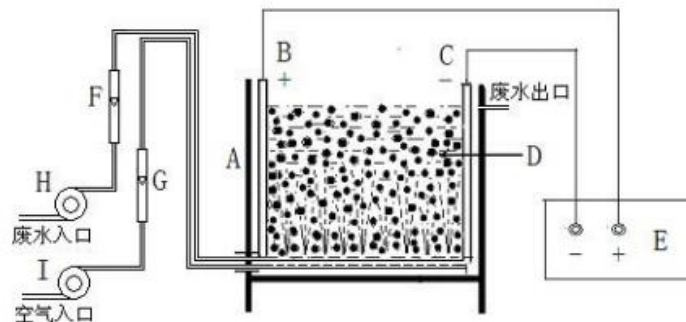
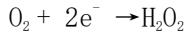


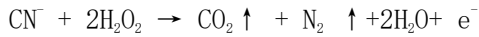
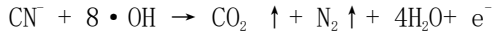
图 1：技术原理示意图

采用世清“一元破氰技术”处理，设备阴阳极间发生如下反应，生成强氧化性物质：

1) $\cdot\text{OH}$ 生成：



废水中的氰化物会在强氧化性物质作用下，分别在阴阳电极以及粒子电极间发生直接氧化反应和间接氧化反应：



2 “一元破氰技术”的绿色实践

江苏某电子股份有限公司，坐落于江苏盐城，是一家致力于 HDI 线路板、软板、软硬结合板、集成电路载板、类载板、封装基板等生产制造的中国电子电路行业百强企业，致力打造成高质量制造示范企业，将 ESG 理念融入企业经营发展的每一个环节，推动绿色低碳循环经济，切实履行社会责任，实现公司社会价值与商业价值的同步增长。

2022 年初，针对其电金线和沉金线在生产过程中所产生的含氰废水，进行技术综合性研判，为适配企业绿色发展，推行全方位工厂智能化与无害化管理，选用世清环保“一元破氰技术”来解决含氰污染问题。

根据企业资料，电金线每月排放含氰废水约 600m³，镀金线每月排放含氰废水约 750m³。水质情况：pH：7-8，CN⁻：10-100mg/L。企业要求处理出水氰化物浓度需低于 0.05mg/L 的国家排放标准。

将该公司电金线含氰废水和沉金线含氰废水单独收集，废水收集池设置液位控制器自动控制提升泵的启停，含氰废水经泵提升至一元破氰设备进行电化学氧化破氰反应，一元破氰设备反应停留时间设置 48min，处理完成出水经收集后汇入至综合废水池与其他废水深度处理。

处理工艺流程如下图：

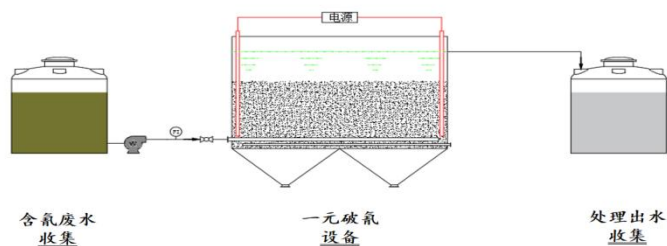


图 2：处理工艺流程图

该项目于 2022 年 8 月完工，现场安装情况如下图所示，占地面积约 4 平，排布紧凑、线边直接处理，没有外排泄漏风险，且自动化程度高，无需专员监控运作。



图 3：现场安装图

项目经调试运行，分别在处理出水收集池设置氰化物浓度检测位点，对一元破氰设备处理效果进行监测，结果如下图所示。

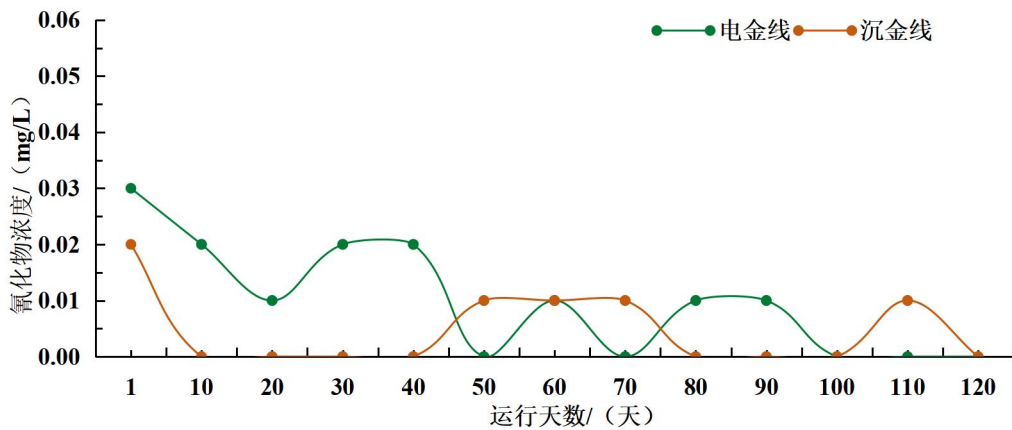


图 4：处理出水收集池氰化物浓度记录图

由图 4 可知，通过对设备处理出水连续监测 120 天，处理出水氰化物浓度持续小于 0.05mg/L，且有 90% 以上的时间能够达到总氰化物未检出，完全满足企业氰化物出水管控指标。推广至全国，充分能够符合《电子工业水污染物排放标准》（GB 39731-2020）对于企业废水总排口的总氰化物直接排放限值 0.5mg/L 的标准要求。

3 “一元破氰技术” 绿色效益

常规氯氧化二级破氰技术，虽现是国内外处理含氰废水最常见的方法，但反观该技术也存在高能耗、低效益、引入二次污染等的绿色劣势。如：

- 1) 硫酸回调 pH，氰化氢中毒隐患大

去除氰化物需控制碱性条件，因为酸性会使氰化物转化成急性致毒物质——氰化氢。但

氯氧化二级破氰技术的二级反应过程中，需投加的硫酸回调 pH，人为操作失误或仪器仪表的故障均可能存在氰化氢中毒风险。

2) 不完全氧化，产生刺激性气体——氯化氰

氯氧化二级破氰技术的一级反应过程中氰化物的不完全氧化会逸出的刺激性气体氯化氰，直接导致现场操作空间环境差，严重的时候会起引起操作者呼吸系统中毒。

3) 投加氯氧化剂，属危化品

氯氧化二级破氰技术所使用的含氯氧化剂，属于危险化学品。

4) 过量加药，残留余氯腐蚀设备

氯氧化二级破氰技术，是一种化学氧化法，在使用过程中为保证达到处理要求，需按理论值 5-8 倍进行加药，残存的余氯，随出水腐蚀后端处理设备，加快设备老化。

另外，常规氯氧化二级破氰技术运行所需的资源、能源消耗也远远高于世清“一元破氰技术”。如表 1 所示，常规氯氧化二级破氰技术处理，包括运行能耗、药剂和污泥处置等，运行费用为 28.31 元/m³（不含设备折旧）。而采用世清“一元破氰技术”，无需添加药剂和不产生污泥，设备仅耗电量约 1.74 度/m³，则运行费用为 1.39 元/m³（不含设备折旧）。预计每年可节省成本 95%。

表 1：运行成本比较表

序号	项目	常规氯氧化二级破氰技术				世清“一元破氰技术”				
		用量	单位	单价 (元)	金额 (元)	用量	单位	单价	金额 (元)	
1	能耗	10	Kw·h	0.8	8	1.74	Kw·h	0.8	1.39	
2	药剂	漂水（10%）	8.6	kg/m ³	0.977	8.4	/	kg/m ³	0.977	0
3		液碱（30%）	3.3	kg/m ³	1.15	3.8	/	kg/m ³	1.15	0
4		硫酸（98%）	0.13	kg/m ³	0.87	0.11	/	kg/m ³	0.87	0
5	污泥处置	10	kg/m ³	800	8	/	kg/m ³	800	0	
6	运行费用小计	28.31 元/吨水				1.39 元/吨水				
7	总费用 (按 1350m ³ /月 水量计算)	45.86 万元/年				2.25 万元/年				

通过对比常规氯氧化二级破氰技术可见，世清“一元破氰技术”具有明显的绿色优势。

4 “一元破氰技术” 绿色亮点

1、世清“一元破氰技术”，不投加化学药品，无污泥，清洁无二次污染，连续监测排放总氰化物能稳定达标，是一项**减污**的技术。

2、世清“一元破氰技术”，电激发产生的强氧化性的羟基自由基可使废水中其他有机络

合物氧化分解成小分子，可进一步降低末端处理费用，是一项**减碳**的技术。

3、世清“一元破氰技术”，无需预处理，仅用低压直流电控制氰化物降解，吨水运行成本低达1元钱，预计每年可为企业降本95%，是一项**减负**的技术。

4、世清“一元破氰技术”，不用调节pH，可规避人为操作失误或仪表故障导致的氰化氢安全风险，具有良好的环境效益和社会效益，是一项**减压**的技术。

5 “一元破氰技术”绿色展望

我国正处于全面建设可持续发展社会的攻坚阶段，在“3060双碳目标”下，需加速对工业绿色升级来保障人民的绿水青山。世清“一元破氰技术”所依托高效廉价的电化学氧化技术在PCB行业含氰废水处理中具有广阔的发展潜力。

现阶段，世清将尝试开发多种绿色氧化工艺的组合联用实现协同效应，以达成“一元破氰技术”节能增效的绿色升级。其中，臭氧也是一种强氧化剂，反应后的产物是氧气，绿色无害。且经研究发现，电化学氧化技术协同臭氧氧化工艺可使O₃产生更多的羟基自由基及其他自由基参与到破氰反应过程中，提升单一反应的处理效率。该项技术世清已申请发明专利，后续将对反应器结构优化后逐步推入市场。

另外，提升传质效果、优化电子转移也能直接影响到“一元破氰技术”处理效率，也是“一元破氰技术”能效利用率升级的关键，利用电场将氰化物高效分离与定向转化，进而实现资源化与能源化也将是世清研究氰化物污染控制技术的重要方向。

ESG-010

电子电路行业 ESG 治理经验和优秀案例

ESG governance experience and excellent cases in the electronic circuit industry

徐丽文

(广东新大禹环境科技股份有限公司, 广东 广州 510700)

0 引言

广东新大禹环境科技股份有限公司（以下简称“新大禹环境”）成立于 1997 年，是国内领先的工业废水治理（重点涵盖线路板、电镀、印染三大领域）、村镇水环境治理、资源化利用及智能环保设备制造综合解决方案服务提供商。

新大禹环境专注废水治理领域近三十年，依托技术研发与不断创新，在废水处理及回用工艺研发应用中，形成了一套成熟、稳定工艺。特别在新形势下，重金属废水提标领域，有先进的治理技术和丰富的管理经验。

1 案例介绍

1.1 项目名称

珠海崇达电路技术有限公司废水处理站及附属工程机电安装

1.2 项目概况

珠海崇达电路技术有限公司是深圳崇达电路技术股份有限公司的全资子公司，位于珠海高栏港经济区三虎大道南侧，占地面积 26 万平方米。设计年产电路板 640 万平方米/年，产品类型包括多层电路板、柔性电路板和高密度互连电路板（HDI 板）。

珠海崇达电路技术有限公司的废水处理和回用工程由广东新大禹环境科技股份有限公司总承包。该项目建设废水处理站总处理能力为 14000m³/d, 中水回用水量为 6000m³/d。其中一期工程废水处理能力为 6000 m³/d, 中水回用水量为 2000 m³/d, 排放 4000 m³/d

废水处理主体工艺（综合废水）采用“两级物化沉淀+A30 生化处理”工艺，一类污染物废水采用“高级氧化+碱性混凝沉淀”处理工艺。中水回用采用“超滤+反渗透”工艺。目前，该项目整体运行稳定，执行广东省《电镀水污染物排放标准》（DB44/1597-2015）中表 2 珠

三角排放限值（其中 COD、SS、氨氮、总磷等污染物执行排放限值的 200%，总铜、总氰化物执行排放限值的 100%）。

2 项目规模

总设计规模 14000m³/d, 中水回用水量 6000m³/d。一期工程废水处理能力为 6000 m³/d, 中水回用水量为 2000 m³/d。生产废水分为一般清洗废水、有机废水、络合废水、含镍废水、含氰废水、含银废水、高铜废水等。

3 环境责任 (E)

生产废水采取“废水分类收集、分类预处理+废水深度处理回用+末端综合处理达标排放”的废水处理技术，其中，一般清洗废水经分类收集、预处理后作为中水回用系统的原水，经中水回用处理系统深度处理后回用到生产工序用水。有机废水和高铜废水经单独收集、酸析预处理后再与络合废水混合预处理，然后汇同经预处理后的浓水、含镍废水、含氰废水、含银废水一并排入综合处理达标后排入南水水质净化厂进一步处理达标后排入黄茅海。

含银废水、含镍废水等一类污染物排放，均在车间设置预处理，采用“高级氧化+碱性混凝沉淀+树脂离子交换”处理工艺。按规范在预处理设置单独排放口，汇入综合废水处理系统进行深度处理。

主体工艺（综合废水）采用“两级物化沉淀+A30 生化处理”工艺，综合废水排放口处按规范设置生产废水总排放口。

其中生化处理工艺“A30”是在传统 A20 工艺基础上增加了水解酸化单元，该水解酸化单元与后续的 A20 单元在污泥与污水回流方面相对独立，水解酸化单元将工业废水中大分子有机物降解为小分子有机物，提高了废水的可生化性，为后续脱氮反应提供充足的碳源，减少后续除磷脱氮的碳源投加；生化系统厌氧段微生物可将前段物化系统中药剂难以去除的螯合铜或者络合铜的化学物质去除，使废水中的螯合铜或者络合铜最终形成铜的沉淀物得以去除。后续的缺氧、好氧的微生物对铜也有吸附富集作用，使用生物除铜技术，使前端物化处理系统的药剂投加量较常规工艺降低了 30%~40%。同时该工艺可以提高线路板废水的可生化性、对 COD、BOD、氨氮、磷等有良好的去除效果。脱氮、除磷较常规工艺提升了 30%~50%，经该工艺处理后，出水的各主要污染物指标均能达到国家排放标准。

该项目在全过程管理与风险控制技术、源头清洁生产的基础上，实现了废水分类收集、分质处理、分级回用，在水处理设备节能、污泥的资源化等方面也开展了集成应用，实现减污、降碳、协同增效。

- 污水处理系统采用人工智能控制系统：中央控制系统智能监测各类废水，废水处理及回用水设施的过程运行状况管控，智能控制点对点精准加药，最大限度的节约药剂投加量；
- 采用中水回用方案，推动生产节水管理；
- 废水依托产品及污染物特性分类处理，并依废水特性设计不同的处理系统，分别收集、处理及回收；
- 各类系统在确保处理功能及有效回收水资源、重金属资源的同时，并具备省土地、降能耗的特点；
- 采用高效处理设备、多段式处理、立体化布置处理系统、智能中控系统设计；
- 废水排放口均安装水质/水量在线监测装置，与当地环保机关 24h 联线，确保废水 COD、pH 等污染因子达标排放。



珠海崇达全厂效果图

4 社会责任（G）

4.1 节能环保培训

企业为保证环保运营安全，已制定相关环保管理规范做到管理有据可循、并定期进行环保教育训练加强员工环保意识。

企业建立线上乐享学习平台，提供线上课程供员工工余时间碎片化学习，培训内容涵盖产品业务、体系、关务、信息安全、税务等方面。

4.2 绿色办公

企业倡导绿色办公理念，大量应用各种节能办公设备设施、如光伏节能、节能空调、定时控制、感应开关、全自动感应水开关、室内分区域设置开关、LED照明灯具全厂普及等等。通过技术手段，用实际行动践行节能减耗的绿色办公文化。

4.3 产品安全

企业为保证供应商运送化学品符合企业内部标准，保证企业环保运营安全，环保课每半年会组织一次针对药水商的环保安全知识培训。

5 治理责任（G）

珠海崇达电路技术有限公司严格遵守国家及地方环境保护的法律法规，严格执行相应的排放标准。建立了专职的环境管理机构和完善的环境管理制度，并设置专职人员负责环保工作，建立污染治理设施管理制度、固体废物分类管理制度、污水处理应急预案等制度文件规范污染物的处理和管理。在日常的生活中建立了污染物处理设施的运行维护记录，保证污染物的达标排放。

6 结语

广东新大禹环境科技股份有限公司 成立于 1997 年，是国内领先的工业园区废水治理、环保设备制造及资源化解方案服务提供商着力将自身打造成为行业一流的水环境综合治理服务商；目前也向着更为多元化的领域发展。

ESG-011

深南电路 ESG 治理介绍

Introduction to ESG Governance in SCC

聂宇

(深南电路股份有限公司，广东 深圳 518100)

0 引言

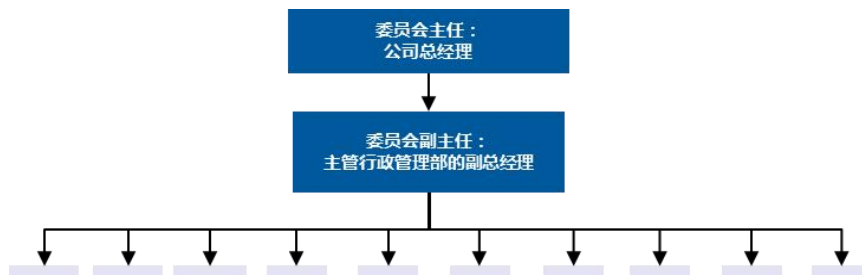
深南电路通过 ESG 治理，增强企业应对危机的能力，使企业提前发现生产过程导致的负面环境影响，减少未来因为环境违规受到监管部门高额处罚；更快建设产品质量控制、供应链管理监督体系，降低未来出现产品质量安全问题和顾客投诉的可能性。ESG 带来的不仅仅是企业责任，责任的量化、显化同样是一种企业竞争力的体现。相对高质量发展的企业一定程度上可以通过 ESG 反映出来，ESG 也将成为优秀企业的新标志。

1 环境责任 (E)

1.1 环境政策及目标

深南电路积极履行环境责任，为承接国家及政府的“碳达峰、碳中和”目标，在 2022 年成立了“碳排放推进管理委员会”。

关于成立深南电路股份有限公司碳排放推进管理委员会的通知



碳排放推进管理委员会组织机构图

并在 2023 发布《“碳达峰、碳中和”工作方案》，详细制定了“十四五”及“十五五”的双碳目标，明确了实现碳中和的工作路线，从节能减排、双碳治理、绿色技术及创新等多方面综合进行。

1.2 环境管理

1.2.1 能源管理系统

可实现电力系统、空压系统、冻水系统、余热回收系统、供水系统、水蓄冷控制系统在线实时监控，可做到远程操作，抄表及数据分析等功能，通过在线自动控制及算法控制设备启停搭配，仅在冷冻水系统中就可减少能耗约 20%，减少碳排放每年 14000tCO₂e。



源管理系统界面

冷冻水控制系统界面

1.2.2 生产线 BI 系统

公司能源管理系统联动，能源精细化管理至车间、生产线，利用数字化技术实现能源数据自动采集和分析，通过大数据分析技术，精准计算各项能耗指标，指导现场异常消耗预警处理与优化节能对策，实现企业能耗精细化管理。目前已做到能源数据自动采集率>90%，能源管理指标达标率>95%。



能耗异常手机推送界面

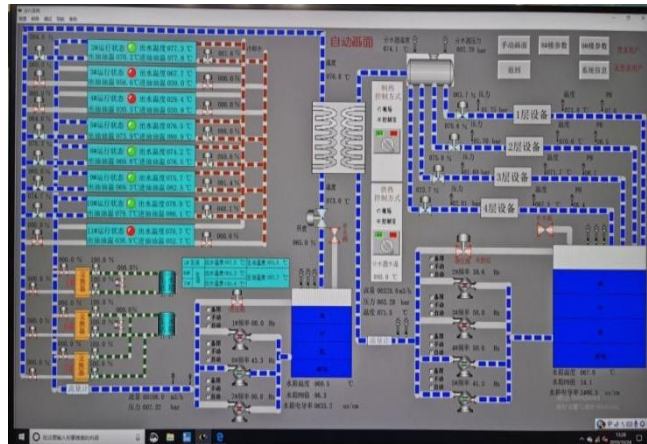


涂布烘箱设备节电控制界面

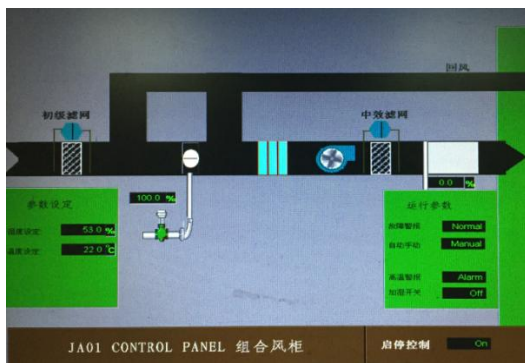
1.2.3 生产设备及辅助设施节能改造

深南电路每年投资约 200-500 万元用于设备与设施的节能改造。已实施的项目包含但不限于生产设备端的废气高温热回收、电机及风机变频改造、更换高效风机、中央除湿机代替转轮除湿系统、层压机层压机增加隔热图层、空调二次回风代替电加热、鼓风机节能改造、

空压余热回收、增加冷凝器清洗装置（改善小温差）、空气能热泵代替电加热、节能灯具改造等，在持续的节能改造项目进行下，近5年公司单位产值能耗年均下降2.8%。



空压余热回收系统界面



空调二次回风系统界面

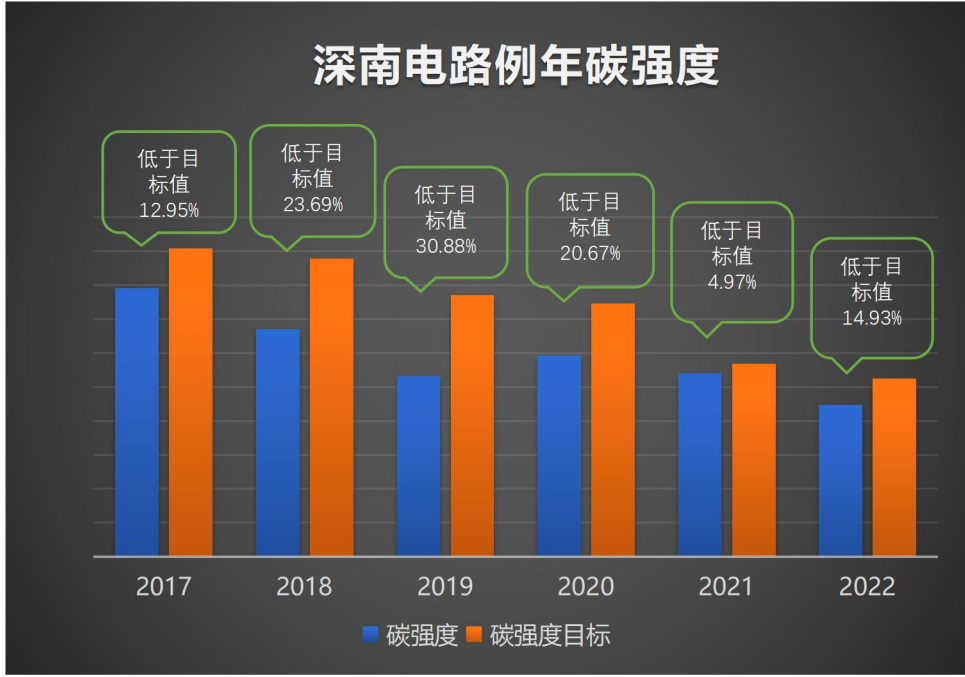


空气能热泵现场图片

1.2.4 双碳治理

在碳排放管理推进委员会的带领下，将政府发布的“工业领域碳达峰实施方案”中的总体目标分解至公司乃至各业务部门，并将减排目标责任到人，每年根据目标完成情况对各业务部门实施奖惩。

深南电路根据深圳市生态环境局的要求每年进行以 ISO14064 为标准进行碳排放核查。深南电路每年碳排放强度均低于深圳市生态环境局下达目标，截止目前，公司碳排放余额已超过 33 万吨。在 2021 年，深南电路获得深圳市工信局促进工业“碳达峰”工作试点示范项目的扶持。



深南电路例年碳强度与目标值对比

深南电路同样关注产品碳足迹，在 2022 至 2023 年，深南电路挑选 4 款具有代表性的产品核算产品碳足迹，并邀请第三方做评估认证，得到客户认可，在 2023 年，深南电路荣获首届西门子中国零碳先锋奖——运营先锋卓越奖。



产品碳足迹核查报告



西门子全球执行副总裁及西门子中国及亚洲/澳大利亚地区
供应管理负责人为深南电路颁奖

2 社会责任（S）

2.1 “让爱陪伴成长 知识筑梦青春”线上航空科普夏令营陪伴孩子们筑梦

深南电路在广东省航空航天学会的指导下，举办了线上航空科普夏令营，让青少年们在老师的带领下，轻松学习航空知识，一起探索航空的奥妙，提升动手和实践能力。

2.2 “深南电路杯”航空模型大赛走进深高校园

“高鹏展翅 园梦启航”2022 第十八届深南电路杯航空模型大赛在深圳市高级中学高中园举行。来自深圳市教育局、科学技术协会的多位嘉宾及 800 余名师生出席活动。



放飞仪式



模拟飞行让青少年们感受飞行的乐趣



青少年正在成为这项科技体育活动的主要参与者

2.3 员工福利

深南电路合同签订率 100%，在各用工环节未发生违反员工基本权益的事件。2022 年通过员工健康计划为员工提供健康体检 10,420 人次，职业健康体检 3,603 人次，享受婚假员工 296 人次，享受产假及陪护假员工 219 人次，此外，全年人均带薪休假天数为 6.2 天，切实保障了员工利益。

2.4 职工代表大会保障职工权益

为了加强企业的民主管理，维护职工合法权益，发展和谐劳动关系，落实广大职工的知情权、表达权、参与权、监督权等民主管理权利，深南电路股份有限公司第一届第五次职工代表大会于 2022 年 5 月 30 日在深圳龙岗制造基地召开，无锡、南通连线参与，三地共计 155 名职工代表出席会议。会议审议并立案了 3 项职工提案，表决通过了 6 项行政管理、人力资源相关的制度，有助于进一步深化和谐劳动关系。



第一届第五次职工代表大会上职工代表针对议案投票

2.5 关爱员工，传递深南温度

深南电路上打造员工心理关爱平台“幸福加油站”，持续关心员工的身心健康，线下针对基层管理者开展心理健康问题识别及应对培训，帮助管理者自我识别并识别员工的心理异常，及时做好应对。



基层管理者心理健康问题识别及应对培训

2.6 鼓励员工创新、成长

员工是企业的宝贵财富，是企业实现可持续发展的重要力量，员工自身的成长、发展同样有助于公司保持创新活力和积极向上的企业风貌。深南电路自 2009 年启动“微创新”活动，鼓励全体员工通过创新施展才华，积极参与到公司运营中。



微创新颁奖

3 治理责任（G）

深南电路根据《公司法》《证券法》及《深圳证券交易所股票上市规则》《上市公司自律监管指引第 1 号—主板上市公司规范运作》等现行法律、法规、规章的要求，建立了较为完善的公司法人治理结构，设立了股东大会、董事会及其下属各专门委员会（包括审计委员会，战略委员会，薪酬与考核委员会，提名委员会等）、监事会，并制定了相应的议事规则及工作管理制度。

3.1 规范信息披露，保护投资者利益

公司全年接待投资者超 2,200 人次，线上及外出参加策略会 21 次。公司投资者互动关系平台共计回答投资者问题 154 条，回复率 100%；积极举办业绩说明会（浏览量达 3,240 人次）、参加投资者网上集体接待日等活动，帮助中小投资者了解公司、走近公司；积极开展投资者教育宣传工作，设立投资者保护宣传专栏，转载发布投教宣传内容 17 篇；参与证监局、投服中心等单位组织的《股东来了》投资者权益知识竞赛活动，向公司员工及投资者普及投资权益知识，组织报名 3400 余人，累计参与答题 29 万余次，获得深圳投资者服务中心颁发的“优秀组织奖”。通过线下、线上双重渠道，成功搭建起公司与投资者及社会公众之间公平、有效的沟通桥梁，合规有效地向资本市场传递公司价值，获得投资者关注、理解与支持。

3.2 依法合规经营

深南电路秉持合规创造价值、依法合规经营的理念构建以支撑业务合规发展的合规管理体系。通过借鉴、对标最佳实践，参考国内外的相关指引，以业务流程为导向，在充分识别、评估合规风险的基础上将合规管理融入制度、融入岗位，建立全员合规责任制，明确管理人员和各岗位员工的合规责任并督促有效落实。



邀请龙岗法院到公司进行合规培训

3.3 强化风险管理

深南电路按《深南电路股份有限公司全面风险管理制度》的要求，开展年度风险识别与评估工作，结合年度经营规划，组织各业务、各职能部门及子公司开展本领域的年度风险辨识并制定应对方案，输出《年度重大风险事项清单》。

3.4 开展全面审计，持续整改追踪

深南电路制定《深南电路股份有限公司内部审计制度》《深南电路股份有限公司内部审计工作手册》《深南电路股份有限公司审计整改管理暂行办法》等制度文件，严格按照审计相关要求开展审计工作，并结合年度内部控制自我评价工作，监督检查关键控制点的权限管理和审批程序的有效性，截至2022年12月，已按审计计划开展审计项目，并通过流程按期对整改情况进行检查，年度审计发现问题整改率达成92.98%。

3.5 遵守商业道德准则，坚守诚信

深南电路坚持并承诺以最高标准的法律和道德准则在全球开展业务。深南电路要求所有员工遵守公平竞争的原则，履行职责时凭借合理的商业判断（而非个人利益或好处）识别并避免利益冲突，对贿赂和腐败行为持“零容忍”的态度，持续强化反腐败和反商业贿赂管理体系的建设，制定《深南电路股份有限公司商业道德准则》等制度，不断向合作伙伴申明廉洁诚信合作原则，签署廉洁合作协议，并提供投诉渠道，鼓励知情者举报违规行为。



开展商业道德培训

6 结语

从内部和外部两方面来看，企业纳入 ESG 评价体系，有助于企业的风险管理，更容易吸引投资，实现企业的可持续发展；提高品牌形象，获得新时代年轻人的好感，避免在财富转移过程中落伍；对地球有益，促进碳中和目标的达成，长期回报巨大。

ESG-012

推行清洁生产，助力绿色发展

Promoting clean production and supporting green development

陈刚

（深南电路股份有限公司，广东 深圳 518100）

0 引言

印制电路板作为一种基础的电子元器件广泛应用于各种电子及相关产品。从2000年开始，中国印制电路板产业始终保持较高的增长速度，产值占全球的比重不断增加，总体产值在2006年超过日本成为全球第一。近年来，从国家到地方，伴随着污染防治攻坚战部署的各项工作推进，污染治理力度之大、制度出台频度之密、监管执法尺度之严、环境质量改善速度之快前所未有，推动生态环境保护发生历史性、转折性、全局性变化，企业绿色发展是将来企业进步的必然趋势。

深南电路始终自觉践行社会道德准则，积极加强生态环境保护，大力发展循环经济，持续开展节能减排和绿色管理等清洁生产专项工作。基于管理创新的精益先进理念，结合公司在环保处理技术方面的经验积累，积极突围，攻坚克难，将管理创新和技术创新有机融合，在棕化废液自行处理、无机酸回收利用、电解法处理高浓度含氮废水方面取得了阶段性成果，既实现了污染因子有效降解，又做到了资源回收利用。

1 棕化废液减量化、资源化

印制电路板的制造过程中，一般采用棕化处理技术促进铜箔表面与聚合物树脂这一无机/有机界面的粘结。棕化过程的实质是铜在酸性条件下氧化为氧化亚铜（ Cu_2O ），氧化亚铜形成的表面薄膜完整致密，与聚合物树脂的结合异常牢固，保证PCB多层板的导电性能良好。

常见的棕化工艺为酸洗→碱洗→预浸→棕化；棕化反应是一个蚀铜反应，随着棕化反应的进行，棕化液中的铜离子不断累积导致棕化失效，当棕化液的铜离子达到限定标准后需通过溢流的方法不断补充新液，确保棕化效果，并同时产生大量棕化废液。

棕化废液的主要成分是高浓度的硫酸、双氧水、铜微蚀剂、稳定剂与大量的铜离子等多种复杂的化合物及反应后的产物，由于棕化废液污染物浓度相比废水中的浓度要高出几百上

千倍，因此不能直接排入废水系统进行处理，通常采用单独收集、委外处置的方式，企业不仅要付费给第三方单位，而且其中有价值的金属铜也不能得到有效的回收，结合以上痛点，我们介绍一种化学反应工艺来处理棕化废液，其分为预处理以及深度处理两部分。

1.1 预处理工艺



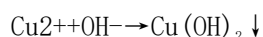
图1 棕化废液预处理工艺流程图

包括反应、pH 调节、絮凝、沉淀、压滤五个阶段，每个阶段运行原理、控制参数如下：

(1) 反应：在废液中投加硫酸亚铁， Fe^{2+} 进入水中后被氧化为 Fe^{3+} ，利用 Fe^{3+} 将废液中络合态铜离子置换成为游离态铜离子。主要发生如下反应：



(2) pH 调节：在废液中投加碱，将 pH 调节到 9，使废液中游离的铜离子生成 $Cu(OH)_2$ 沉淀。主要发生如下反应：



(3) 絮凝：在废液中投加絮凝剂聚丙烯酰胺（PAM），利用 PAM 的絮凝作用，将废液中生成的沉降速度慢的小颗粒 $Cu(OH)_2$ 沉淀絮凝成沉降速度快的大颗粒。

(4) 沉淀：经过絮凝处理后的废液进入沉淀池，絮状 $Cu(OH)_2$ 沉淀在池底，进入后续污泥处理阶段。

(5) 压滤：采用压滤机将沉淀池底的污泥脱水处理后，实现固液分离，原废液中大部分铜离子以 $Cu(OH)_2$ 的形式进入污泥中而去除，沉淀池上清液和压滤机滤液合并后进入二级芬顿氧化。

1.2 深度处理工艺（二级芬顿氧化）

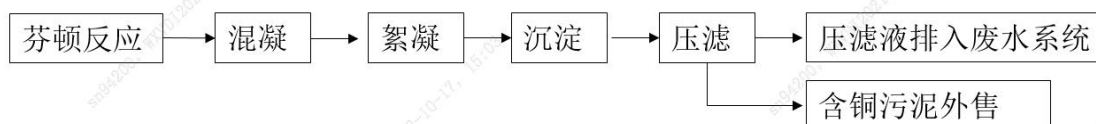
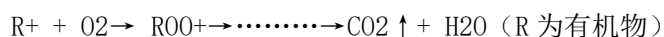
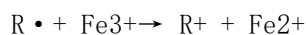


图2 棕化废液深度处理工艺流程图

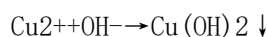
二级芬顿氧化是采用芬顿氧化的工艺，一方面去除废液中大部分有机物，另一方面，将废液中大分子有机物分解为小分子有机物，提高废液可生化性，包括 pH 调节、芬顿反应两个阶段，每个阶段运行原理、控制参数如下：

(1) pH 调节：在废液中投加酸，将 pH 调节到 3，提供芬顿反应所需酸性反应条件。

(2) 芬顿反应：在废液中投加硫酸亚铁和双氧水，利用芬顿反应去除废液中大部分有机物，同时将废液中大分子有机物分解为小分子有机物，提高废液可生化性，有利于后续深度处理。主要发生如下反应：



(3) pH 调节：在废液中投加碱，将 pH 调节到 9，使废液中剩余的游离铜离子生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀，进一步去除废液中残余的铜离子。主要发生如下反应：



(4) 絮凝：在废液中投加絮凝剂聚丙烯酰胺（PAM），利用 PAM 的絮凝作用，将废液中生成的沉降速度慢的小颗粒 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀絮凝成沉降速度快的大颗粒。

(5) 沉淀：经过絮凝处理后的废液进入沉淀池，絮状 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀在池底，进入压滤机脱水处理，实现固液分离，原废液中大部分铜离子以 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 的形式进入污泥中而去除，沉淀池上清液和压滤机滤液合并后与有机废水混合进行深度处理。

如下表所示，通过棕化废液减量化、资源化处理工艺，由原来 1 吨棕化废液转化成 0.014 吨含铜污泥，减量 98.6%，综合处置成本由 2000 元/吨下降至 341 元/吨，不仅减少了危废产生量，而且降低了处理成本，供行业内同行参考。

表 1 棕化废液资源化、减量化收益统计表

维度	委外处理	减量化、资源化处理
委外处理成本（吨/元）	2000	0
自行处理药剂成本（吨/元）	0	467
污泥产生量（吨/吨）	0	0.014
处理 1 吨棕化废液污泥外售收益（吨/元）	0	126
危废产生量（吨）	1	0.014
处理成本合计（吨/元）	2000	341

2 无机酸回收利用

印刷电路板生产中会使用硫酸清洗板面产生废酸，其主要成分是 3%-5% 的硫酸。目前行业内废酸的主要工艺是酸碱中和调节 pH，但是简单的酸碱中和工艺会消耗大量的碱液，给企业的环保支出造成严重影响。无机酸具有 COD、总氮、总磷低的特点，集中收集后用于废水处理过程代替硫酸使用，通过“以废治废”不仅减少废酸的处理量，而且减少硫酸等物料的消耗，降低废水处理成本。

印制电路板生产产生的去膜显影废水 COD 含量高，酸化-凝聚法是目前处理线路板去膜显影废水的最常用处理工艺，先将废水由泵打入酸析池，酸析池内设有 pH 自动控制仪表，由 PH 仪表控制加酸量，酸析池内 PH 控制在 2-3，去膜显影废水中的感光膜在酸性的条件下会析出成浓胶状凝聚物，其比重较水轻，易于分离，经酸化除渣后的废水进入中和反应池再使用液碱进行调整，同时在此条件加入混凝剂，废水在搅拌作用下发生混凝反应形成大量的矾花凝体，经沉淀分离后，上清液出水较好，该工艺处理线路板油墨废水，COD 去除率可达 60% 以上。

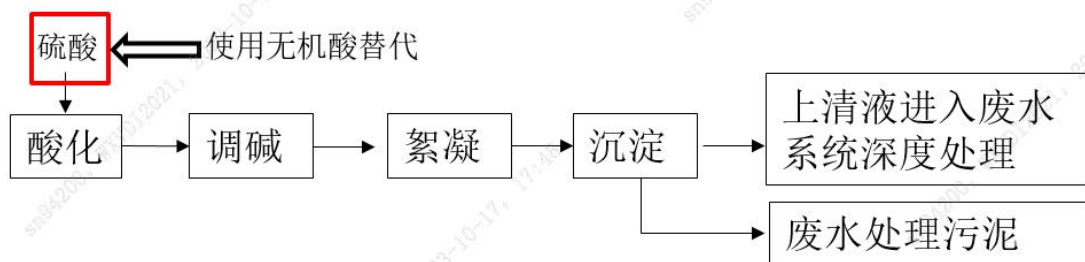


图 3 无机酸替代硫酸处理去膜显影废水工艺流程图

使用无机酸替代硫酸最主要的指标是去膜显影废水 COD 的去除率，通过统计两周的数据进行对比，如图 4 所示，使用硫酸的工艺 COD 去除率为 61%~65%，使用无机酸的工艺 COD 去除率为 61%~67%，因此使用无机酸在处理去膜显影废水的工艺上可行。将低浓度无价酸废液引入去膜显影废水的酸析处理工段，可以有效减少废水处理的硫酸使用量，同时减少了废酸中和与废水酸析中和的碱液重复利用，废水的处理成本相比明显降低，是减少环保支出成本的一项重要措施。

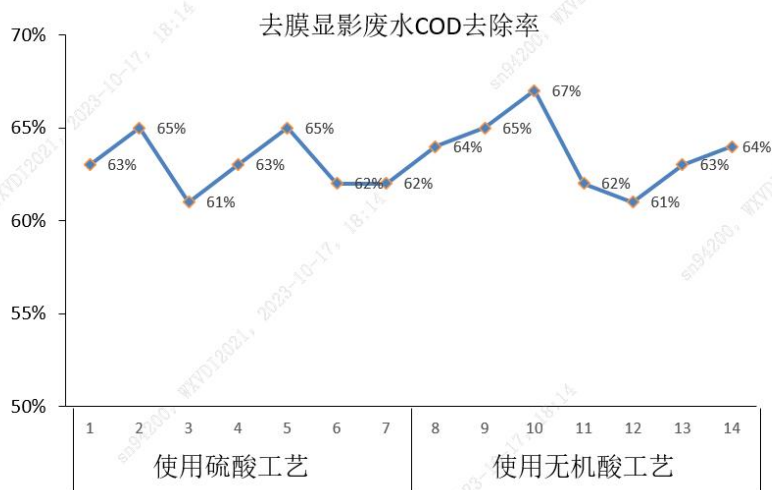


图4 分别使用硫酸和无机酸去膜显影废水 COD 去除率统计图

3 电解法处理高浓度含氮废水

氨气是电路板企业常见的一种气态污染物，来源于储药区及碱性蚀刻段，具有刺激性气味，目前以酸液喷淋吸收的方式为主。常规的处理工艺采用溢流的方式来吸收了氨气转化为含氮废水进入废水处理系统，氨氮浓度在 30~40mg/L。随着废水氨氮、总氮标准排放标准的日益趋严，企业的关注点不仅是末端治理，更重要的是从源头减少污染因子。

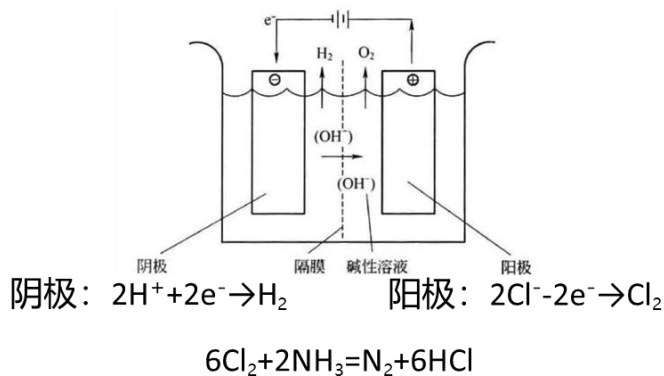


图5 氨氮电解的反应原理图

深南电路采用关闭溢流水洗使用氨氮电解机处理高浓度含氮吸收液，从源头减少含氮污染物，有效地去除污染因子。当废气塔中的喷淋液关闭溢流补水后，氨氮浓度会持续增加，定期使用氨氮电解机进行处理，此时废水中的氨氮浓度在 2000mg/L 以上，处理后的废水再返回至喷淋塔，做到了含氮废水零排放。氨氮电解机的原理如图 5 所示，利用具有催化活性的电极对水中的氨氮进行氧化， Cl^- 在阳极发生氧化反应生产具有氧化性的次氯酸，次氯酸与高浓度的氨氮反应生成 N_2 ，根据现场使用测试结果显示，氨氮电解机的氨氮去除率可达 80% 以上，考虑到减少自来水溢流和废水处理成本（以 30L/min 溢流计算），全年收益约 19.3（元

/年），具体请可以参考下表。

两种工艺处理喷淋塔含氮废水收益对比		
维度	溢流补水工艺	电解处理工艺
溢流自来水费用（元/年）	78840	0
硫酸或盐酸药剂费用（元/年）	50000	25000
电费（元/年）	0	29000
废水处理费（元/年）	118260	0
合计（元/年）	247100	54000
节约费用（元/年）	193100	

4 结语

近年来，在危险废物减量、污染因子减排、废物循环利用等方面遇到诸多困难与挑战，既有管理上的，也有技术上的，过程中有虽然有争执，但最后都是齐心协力勇于直面挑战，克难攻坚，达成最终目标。

虽然过程比较艰辛，但取得的成果是值得欣慰和惊喜的，不仅在财务层面取得良好经济收益，而且在技术突破、引领行业进步及客户层面的反馈上也取得了积极的效果。

但我们也清醒地意识到，这并不是终点，只是企业绿色发展管理的一个阶段，未来需要我们结合公司环境、社会、治理绩效的框架体系和可持续发展的目标上不断探索、进步，为电子行业绿色低碳和可持续发展贡献深南力量。

ESG-013

关于“覆铜板行业 ESG 治理”案例分享

Case sharing on "ESG governance in the copper clad laminate industry"

陈祖强

(浙江华正新材料股份有限公司, 浙江 杭州 311100)

1 企业基本情况

浙江华正新材料股份有限公司（以下简称“华正新材”）成立于 2003 年，是华立集团的控股成员企业，位于浙江省杭州市余杭区，是国内最早从事研发生产环氧树脂覆铜板的企业之一。

2017 年 1 月 3 日，华正新材（股票代码：603186）正式在上海证券交易所 A 股上市，是余杭区第一家主板 A 股上市公司。公司主要从事覆铜板（包括粘结片）、复合材料（包括功能性复合材料和交通物流用复合材料）和锂电池软包用铝塑膜等产品的设计、研发、生产及销售，产品广泛应用于 5G 通讯、数据交换、新能源汽车、智慧家电、医疗设备、轨道交通、绿色物流等领域。

杭州华正新材料有限公司成立于 2015 年 11 月 20 日，注册资本 62600 万元，位于浙江省杭州市临安区青山湖街道龙跃街 88 号，是浙江华正新材料股份有限公司的全资子公司，是浙江省首批雄鹰培育企业（华立集团）在杭的重点成员企业，主要从事高频、高速及高多层覆铜箔基板、复合材料、电子绝缘材料等高端电子基材的研发、生产和销售。

作为中国电子电路百强企业，中国印制电路行业协会常务理事成员，展望未来，华正新材将继续本着“专业、专注、服务、创新”的企业经营理念，以股东、顾客、员工、社会、供方等利益相关方为核心，以覆铜板为产业基础致力于产品的升级和转型，成为高端电子基材料和特种复合材料等新材料应用领域总体解决方案的提供商。

杭州华正建成自动化产线、数字化回流线，在行业内领先应用金属表面视觉检测、高速上胶等，实现生产全流程的高水平自动化。打造国内领先的覆铜板行业智能制造标杆企业，推动传统制造行业数字化转型升级。先后于 2019 年入选省级智能工厂，2021 年被认定为省级绿色工厂、杭州市“未来工厂”，2022 年入选国家智能制造优秀场景、浙江省无废工厂、

浙江省“未来工厂”试点等荣誉称号。同时公司目前已通过质量、环境、职业健康管理体系、能源管理体系认证。



2 ESG 治理情况

2.1 环境责任（E）：

2.1.1 节能减排、减污降碳（省级减污降碳标杆申报项目）：

2022 年杭州华正建设有 15 条上胶线，配备废气处理设施焚烧炉 5 台，2023 年通过焚烧炉改造升级，数量上由原 5 台改为 4 台，同时对焚烧炉处理能力进行升级，由原转塔式焚烧炉升级为直燃式。

项目内容：①**废气预热：**上胶机产生废气灌入废气预热器进行预热，将其温度从 150° C 上升至 550° C，最后进入燃烧室中，燃烧器打火点燃废气。当废气浓度可维持自燃时，燃烧机关闭，天然气、电能用量被能源采集分析管理系统自动生成报表，方便节能。②**余热回收供给热量需求单元：**充分燃烧后的清洁气体，排入余热回收系统，系统具备自动监测功能，三组炉膛温度监控，防止温度感应器异常系统误判，燃烧后的废气进入各个换热器，将余热依次传导给新风、导热油、热水，供给热量需求单元，热源利用高，有效的节能降低碳排放。③**废气排出：**其余气体被总排风机经由烟囱排出，系统实时监控废气各阶段浓度数据，确保废气燃烧处理完全。

项目优势：①可对上胶、调胶生产过程中产生的恒定的有组织废气进行稳定可靠的处理，因为避免了 VOC 混合气体的压力、流量等较大变动，使处理过程更可控，确保排放达标；②. T0 炉减少了各类动作元件，设备故障率低，避免了因设备故障发生超标排放的风险；无需频繁维修与更换蓄热陶瓷，无其他副产品及新污染源产生；③. T0 炉中的导热油换热器始终在稳定的受热状态下工作，接入工厂导热油系统，可以使导热油系统中的锅炉减小出力，间接的减小了燃气锅炉烟气排放总量。

项目价值 ①**在用电方面：**改造后焚烧炉风机由 9 台减少至 6 台运行，高频热媒油泵由 2 台减少至 1 台运行，装机总功率由 804 KW 减少至 549 KW，年节省用电量约 60 万度（年减排温室气体约 236 吨）。②**在天然气方面：**改造后年天然气可节省约 98.6 万 m³（年减排温室气体约 549 吨）。在环境方面，末端废气处理设备进行技改，配有 4 套先进直燃 T0 焚烧炉，利用辅助燃料燃烧所发生热量，把可燃的有害气体的温度提高到反应温度，从而发生氧化分解。极大地提高了废气处理效率，废气处理率可达 99.6%，非甲烷总烃排放浓度降至 30 mg/m³ 以下，远低于环保法规标准的 120 mg/m³。③**在社会责任方面，**直燃炉的高处理率大大的减少了污染物的排放，减轻对大气的污染，改善人类生活环境质量，促进科技创新并激发绿色发展。



（环保设施图片）

2.1.2 三废治理、绿色创新（省级绿色工厂、无废工厂申报项目）

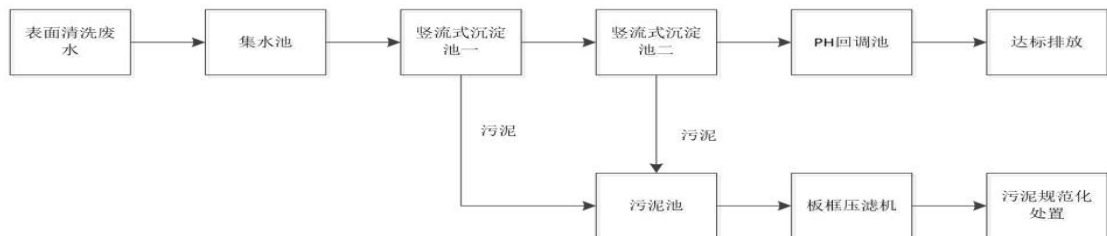
杭州华正新材料有限公司秉承绿色发展理念，按照用地集约化、原料无害化、生产洁净化、能源低碳化、废物资源化等绿色低碳工厂创建要求，对能耗较大、造成资源浪费的设施进行了技术改造。在三废治理方面：

1、废水治理

杭州华正实行雨污分流、清污分流的排水体制。清洗废水、初期雨水、生活污水处理后达到《污水综合排放标准》（GB8978-

1996）中三级标准，纳管进入临安市青山污水有限公司。公司生产废水水质简单，污染因子主要为COD_{Cr}和SS，其中COD_{Cr}浓度低于100mg/L、SS浓度低于400mg/L。经混凝沉淀池处理后满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的三级标准及污水处理厂纳管标准。定期委托有资质的第三方机构对排放废水进行监测，经厂区预处理后的废水水质能够达标排放，满足临安市环境保护局环评批复文件、环保“三同时”验收意见要求。

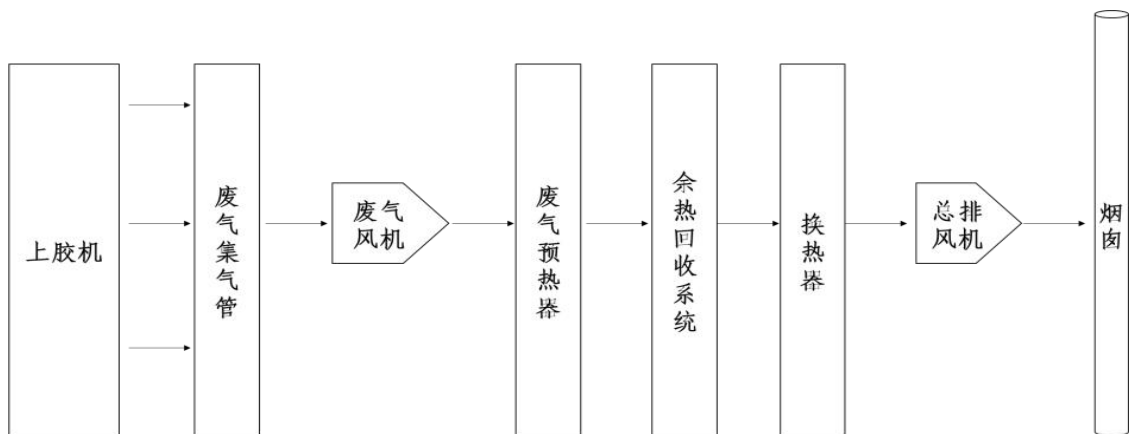
纯水机反渗透技术分离纯水，反复使用。利用纯水机的反渗透原理分离出纯水和浓水，其中纯水作为工业水再次进入循环冷却系统，浓水用于卫生间冲洗厕所等生活用水。通过以上厂区绿色技改项目，每年节约用水6.3万吨，减少有害气体排放量99.5%以上，据测算通过余热回收及节约用水实现经济效益225万元。



（污水处理工艺流程图）

2、废气治理

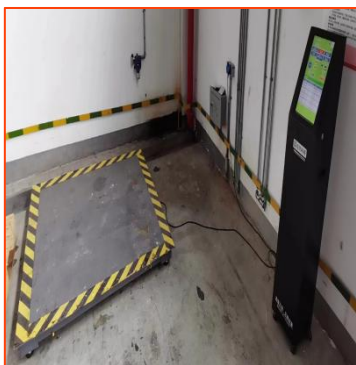
公司废气主要为涂布上胶、烘干、熟化过程有机废气。高温蓄热式废气焚烧炉是一种用于处理中低浓度挥发性有机废气的节能型环保装置，焚烧时采用天然气助燃，溶剂挥发气在废气焚烧炉里通过高温反应后分解成CO₂和H₂O。



(废气处理工艺流程图)

3、废物治理

杭州华正危险废物通过自动信息化管理手段，安装危险废物监控系统，实现废物从产生到处置装车的全流程监控(产废处(台账、录像)、入库处(电子称，自动出危废标签，数据上传省危废平台系统、录像)、出库(联单、录像))如图示。



(危废数字化平台)



(自动称重打印危废标签)



(危废数字化台账)

2.2 社会责任 (S) :

华正新材按照相关要求，每年编制社会责任报告，并在公告栏进行发布，接受社会监督。公司已经建立了比较完善的社会责任管理体系，体系盖了经济责任、产品责任、环境责任、社会公益、供应链责任和商业道德等各个方面。公司社会责任报告一般包含在当年的年度报告中。在此报告内，主要介绍了公司在促进社会和经济可持续发展、促进节能减排与环境保护等领域所开展的工作情况，包括对利益相关方，如股东、员工、客户及相关合作伙伴做出承担相应社会、经济责任的承诺；对产品的品牌提升，售后服务做出相关规定；同时公司注重人才培育和人才保护，制定安全管理政策及手册，以在生产过程中指导员工，并且根据员工的职级和职责以及业务需求，投入培训资源并设计强制性培训计划。报告中还涉及了环境

保护及社会责任等内容，公司采用不同的措施以管理其对环境和自然资源的影响，致力于推广绿色办公室文化；公司设立员工义工团队，参与各种义工活动，向弱势社群传播爱心和关怀。



(近三年社会责任报告对外发布情况)

2.3 治理责任 (G) :

华正新材秉承“合规经营，行稳致远”方针，坚实推进稳健治理工作，严格遵守相关法律法规治理的要求，不断完善与公司战略发展相匹配的治理体系与结构，并发挥党建固本强基的有力作用，以社会管理体系为指引，加强合规管治与风险防范，夯实公司稳健、高质量发展的基石。



华正治理架构

杭州华正已经通过环境管理体系、质量管理体系和职业健康安全管理体系认证，能源管理体系认证，同时为了确保安环管理工作顺利开展进行，并建立健全了相应的环境保护法规标准及安卫环管理的相关制度。

2.3.1 环境管理体系

公司严格按照 GBT24001-2016/ISO14001:2015 环境管理体系要求建立了环境管理体系，制定并逐步完善了环境方针、目标和指标等管理方面的内容，通过自行组织制定、实施、实现、评审和保持环境方针提供所需的组织机构、规划活动、机构职责、惯例、程序、过程和资源。公司通过了环境管理体系认证，获得了获得上海恩可埃认证有限公司出具的环境管理体系认证证书。



(ISO 14001 环境管理体系证书)

2.3.2 职业健康管理体系

在职业健康安全管理体系运行方面，公司已建立职业健康手册，严格按照 GB/T45001-2020/ISO45001:2018 要求建立职业健康安全管理体系，找出存在于企业产品、服务、活动、工作环境中的危险源，针对不可接受的危险源和风险制定并执行适宜的控制计划。公司严格按照 GB/T45001-2020/ISO45001:2018 要求。公司于 2020 年 7 月通过了职业健康安全管理体系认证，获得上海恩可埃认证有限公司出具的职业健康安全管理体系认证证书。



（ISO 45001 职业健康安全管理体系证书）

2.3.3 能源管理体系

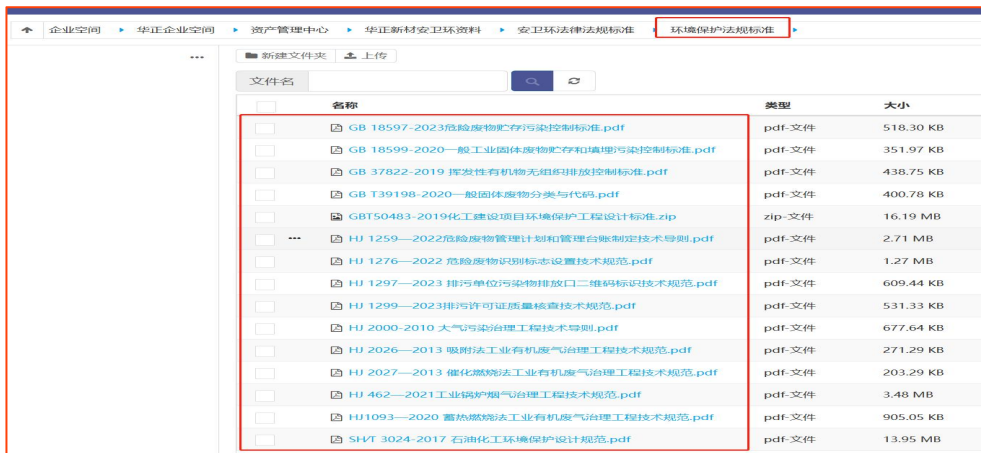
为进一步提高能源管理水平，公司开展了能源管理体系的建设工作，明确了能源方针、能源目标、过程和程序以及实现能源绩效目标，在整合现有《能源管理程序文件》、《记录控制程序》、《设备、设施配置与控制程序》等管理体系程序文件基础上，针对能源管理体系工作特点新配套制定了《能源绩效参数、基准控制程序》、《能源目标、指标、管理实施方案控制程序》、《能源监视、测量与分析控制程序》等程序文件，经过近一年实施以来，公司各项能源管理程序实施到位，能满足 GB/T 23331-2020/ISO50001:2018 能源管理体系的要求。目前，企业能源管理体系已完成体系建设，于 2023 年 7 月授权证书。



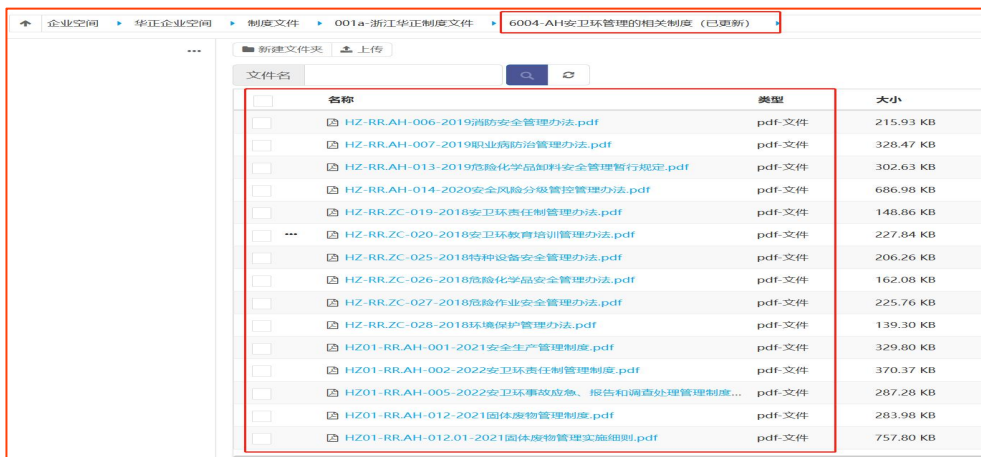
(ISO 50001 能源管理体系证书)

2.3.4 安卫环管理制度

为了保护和改善环境，防治污染和其他公害，保障公众健康，同时确保公司安环管理工作合法合规顺利进行，特建立健全了相应的环境保护法规标准及安卫环管理的相关制度。



(华正 环境保护法规标准相关制度)



(华正 安环环管理相关制度)

ESG-014

四会富仕电子科技有限公司废水提标地表水 III 类情况说明

Sihui Fushi Electronic Technology Co., Ltd

Description of Wastewater Upgrading Surface Water

Class III

张宝林，刘天明

（四会富仕电子科技有限公司，广东 四会 526200）

0 引言

为响应政府以及中国环境保护法的要求，废水处理达到地表水III类，我司参照《电子工业水污染防治可行技术指南》（征求意见稿）的原则进行治理：

a) 推行清洁生产，采取技术指南提出的水污染预防措施，提高物料利用率、清洗效率，减少废水污染物和废水产生量。如取消电镀退镀硝酸使用，减少总氮产生，磨板废水线上回用。

b) 根据废水处理的难度、以废治废的原则对废水的成分进行分析、分类，从源头进行控制，并单独收集、单独处理，高有机，高氨氮废水单独收集预处理后进入生化。

c) 合理设计废水储存设施，确保废水处理设施事故及检修期间生产废水不外排，废水站设计建造时预留20%的处理空间，保障在车间大保养时均匀稳定接纳保养废水，消除保养对生化系统的负荷冲击，确保稳定达标。

e) 在末端治理上选择最优工艺，并根据环保要求自行提标改造，在原来的工艺过程中增加了二级A/O、MBR和深度高级氧化系统，并且使用了葡萄糖、亚铁、聚合氯化铝等药剂，辅助进行污水中总氮、总磷的去除，同时通过定期更换生化污泥，去除富集在活性污泥里的总磷，总氮，重金属。

外排废水逐步满足地表III类水的标准要求。调试运行结果如下：

四会富仕电子科技有限公司废水总排放口数据（单位：mg/L）

日期 项目	05-01	05-02	05-03	05-04	05-05	05-06	05-07	05-08	05-09	05-10	地表水 III类	评价
COD	9.569	8.8	8.8	12.312	17.456	7.788	10.404	10.842	14.881	17.865	20	达标
总磷	0.112	0.115	0.098	0.114	0.114	0.174	0.101	0.151	0.165	0.173	0.2	达标

氨氮	0.067	0.069	0.069	0.168	0.037	0.037	0.044	0.044	0.066	0.043	1	达标
铜	0.015	0.013	0.013	0.07	0.106	0.033	0.057	0.044	0.061	0.036	0.2	达标
日期 项目	05-11	05-12	05-13	05-14	05-15	05-16	05-17	05-18	05-19	05-20	地表水 III类	评价
COD	17.865	20.797	15.658	13.342	12.908	11.796	11.458	9.641	9.397	7.931	20	达标
总磷	0.114	0.176	0.099	0.147	0.135	0.154	0.184	0.141	0.131	0.142	0.2	达标
氨氮	0.043	0.039	0.039	0.057	0.061	0.064	0.065	0.03	0.038	0.048	1	达标
铜	0.025	0.019	0.019	0.023	0.012	0.007	0.015	0.007	0.012	0.016	0.2	达标

日期 项目	05-21	05-22	05-23	05-24	05-25	05-26	05-27	05-28	05-29	05-30	地表水 III类	评价
COD	9.32	8.41	8.83	16.01	14.74	15.95	16.44	15.6	14.79	16.31	20	达标
总磷	0.111	0.104	0.097	0.141	0.093	0.142	0.135	0.084	0.075	0.117	0.2	达标
氨氮	0.023	0.034	0.047	0.058	0.067	0.044	0.059	0.08	0.142	0.114	1	达标
铜	0.021	0.017	0.023	0.041	0.058	0.009	0.039	0.011	0.034	0.081	0.2	达标

富仕电子废水总排口各月份平均数据（单位：mg/L）

日期 项目	2021/12	2022/1	2022/2	2022/3	2022/4	地表水III类	评价
COD	12.5	11.13	9.667	11.837	11.03	20	达标
总磷	0.117	0.114	0.157	0.143	0.142	0.2	达标
氨氮	0.082	0.06	0.074	0.075	0.061	1	达标
铜	0.044	0.061	0.066	0.039	0.014	0.3	达标

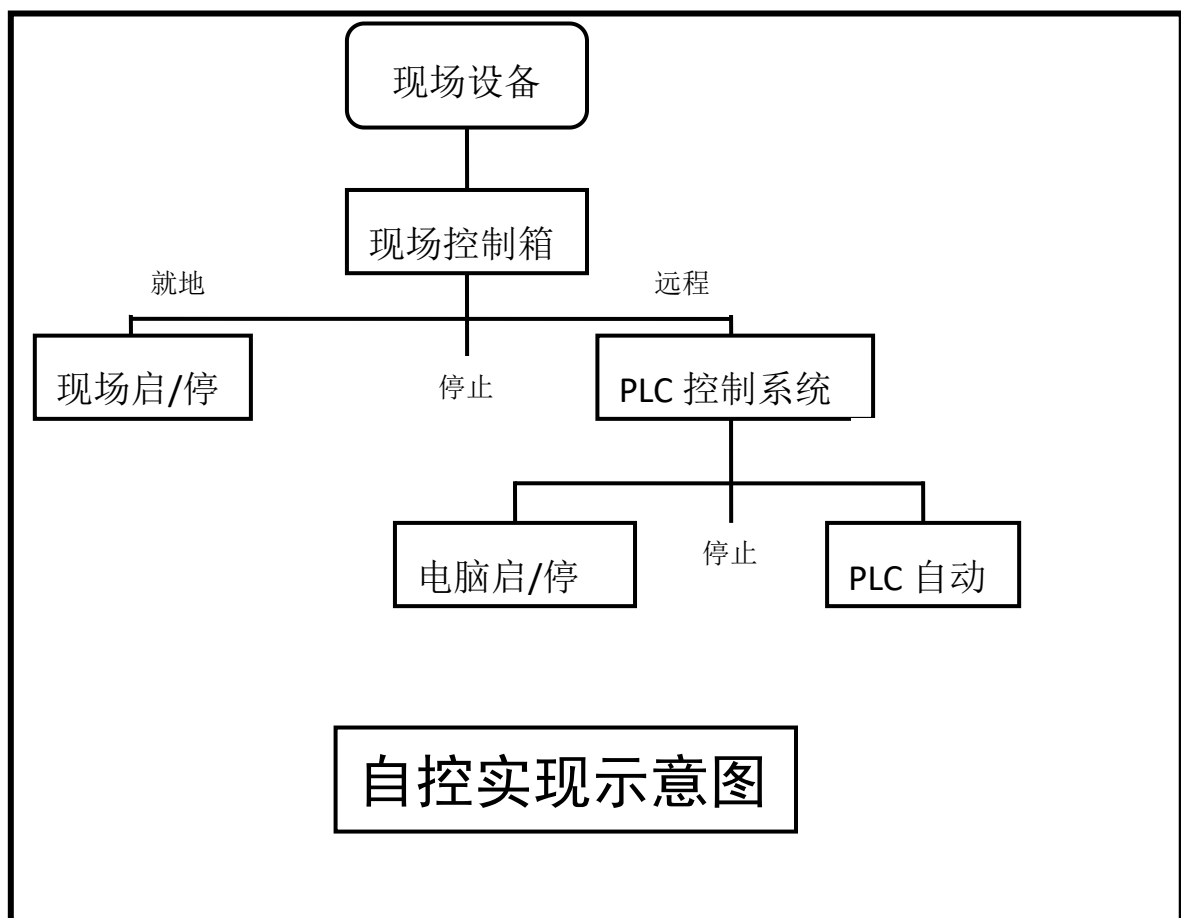
COD 低于 18mg/L，去除率在 93%左右，氨氮低于 0.1mg/L，综合去除率在 99%左右；总磷 0.11 mg/L 之间，综合去除率在 90%左右；总铜低于 0.1 mg/L，综合去除率在 99%左右。6 个月各项指标均稳定达到地表水III类标准，总铜达到指定标准。5 月 12 日的 COD 数值为 20.797>20，原因是标液异常，重新校准后测得数据为 16.7 mg/L。

1 中央控制系统简介

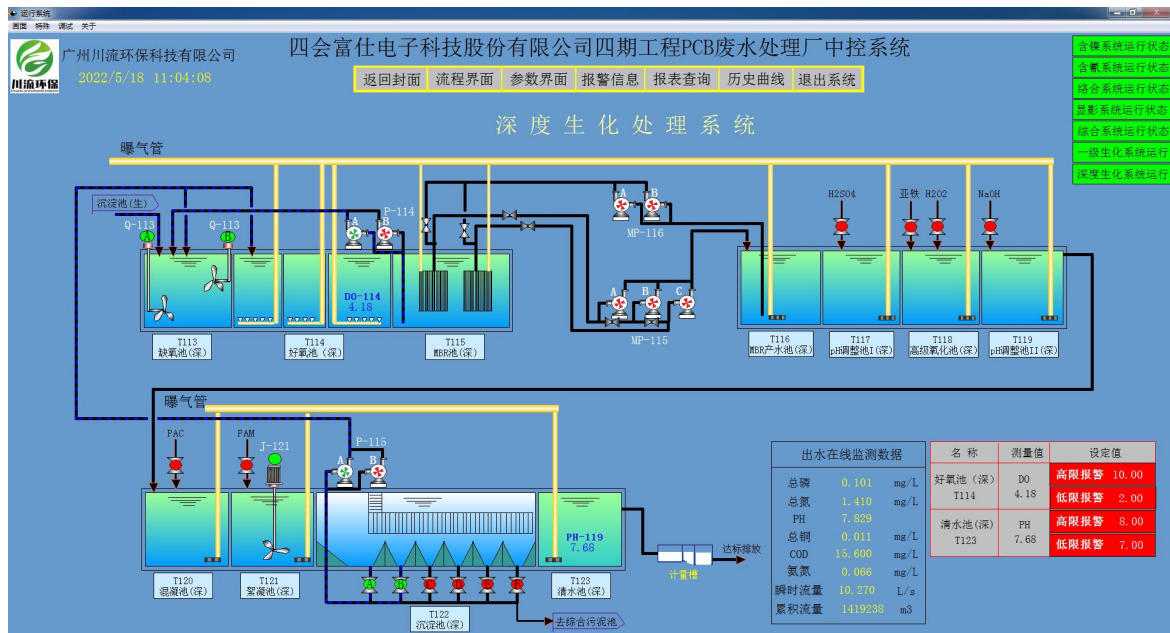
该系统根据工艺要求，整个装置以开关量调节为主，模拟量调节为辅，控制对象主要是通过现场液位计、时间设定等对提升泵、搅拌机和加药泵等设备进行自动控制。

整个系统自控由监控电脑和 PLC 实现。PLC 采集各系统流程的工艺参数数据，送往中控室集中处理，构成集散型控制系统，同时完成电气和仪表部分的自动控制。上位监控采用一台工控机作组态界面，负责监控各工段设备的状态、并对采集来的数据进行分析、处理，实现自动监控。

整个自控系统设计实现示意图如下：



2 综合处理系统图画面



根据需要，系统设计了多个画面以方便观察和控制，不同的画面上，反映的是本站水处理的主要过程，在这里可以很直观地了解整个工艺流程信息。画面上有设备的运行状态、各仪表的测量值显示等。

3 具体改造及设计调试技术参数

3.1 车间原材料选型及车间产废削减

3.1.1 取消硝酸使用，减少总氮污染物的产生。

3.1.2 线上回用磨板废水，酸性蚀刻液电解提铜循环回用，微蚀电解提铜，减少重金属废水产生。

3.1.3 合理利用车间保养所排废酸、废碱等可利用车间排水处理废水，以达以废治废的目的，有效降低成本。

3.2 废水治理的提标改造工艺线路设计

3.2.1 重金属

含铜废水采用电解回收铜的预处理+二级破络除铜+化学混凝沉淀+生化破络，多方法联合，确保络合物被彻底破坏，重金属稳定达标。

排放标准 0.3mg/L

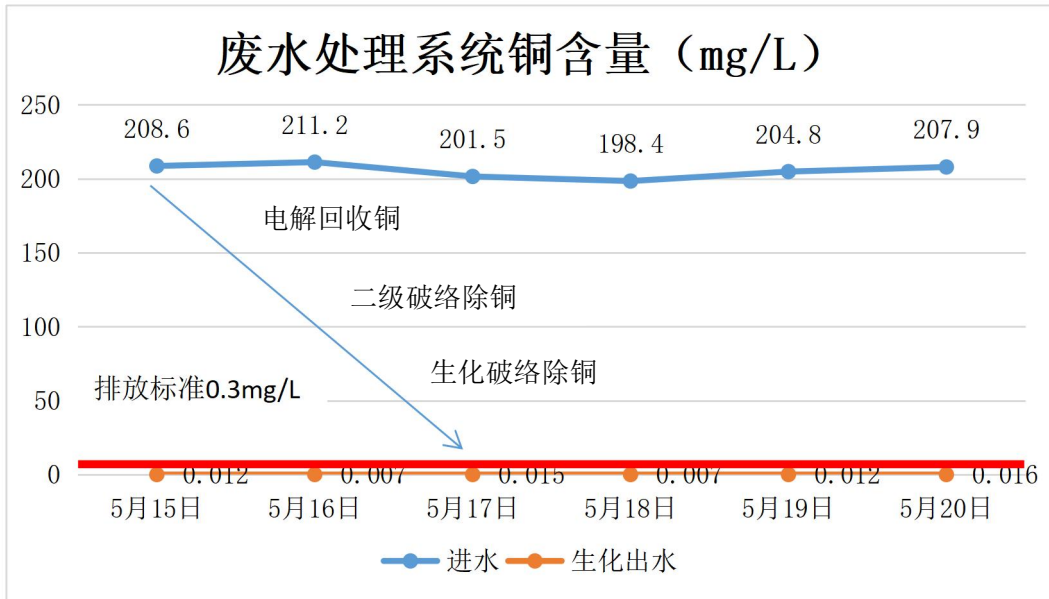


图 1 总铜的去除效果

3.2.2 总磷/总镍污染因子

含镍含磷废水采用高级氧化预处理+化学沉淀预处理+二级生化深度处理。

3.2.3 有机物

高浓度油墨废水采用改良型酸析预处理+后续二级生化深度处理。

低浓度有机废水采用生化系统采用厌氧水解酸化+两级 AO+MBR+深度高级氧化技术。MBR 工艺与 AO 工艺结合，能够最大程度的降低废水中的 COD。

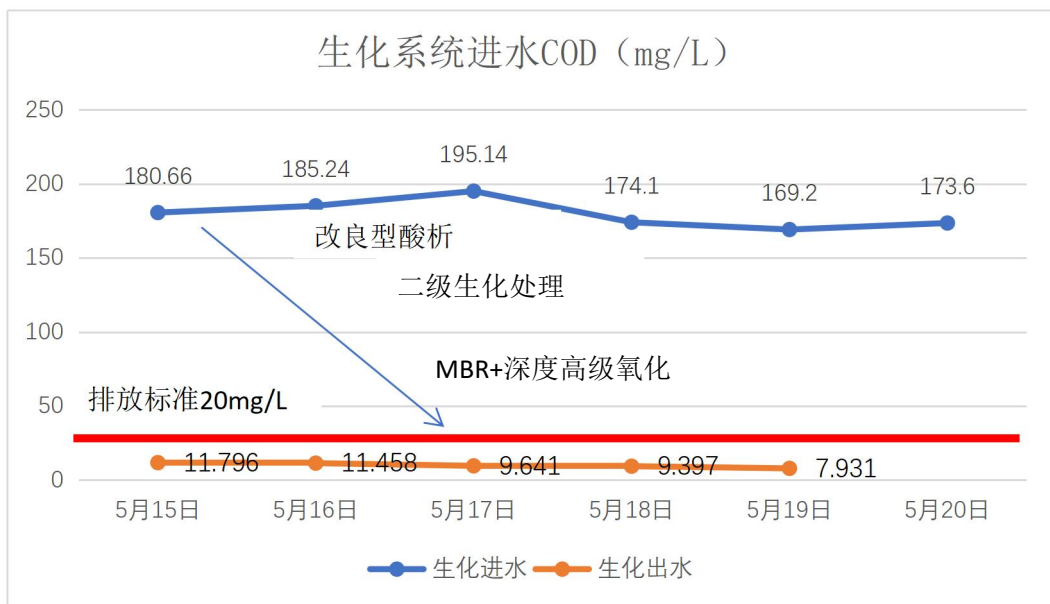


图 2 COD 的去除效果

3.2.4 氨氮/总氮/总磷

生化主体工艺采用厌氧水解酸化+两级 A0+MBR+深度高级氧化系统。在提高硝化和反硝化效率的同时能达到同步除磷的效果。废水中的磷同时也设置了末端化学除磷工艺，加上定期更换生化污泥确保全因子达标。

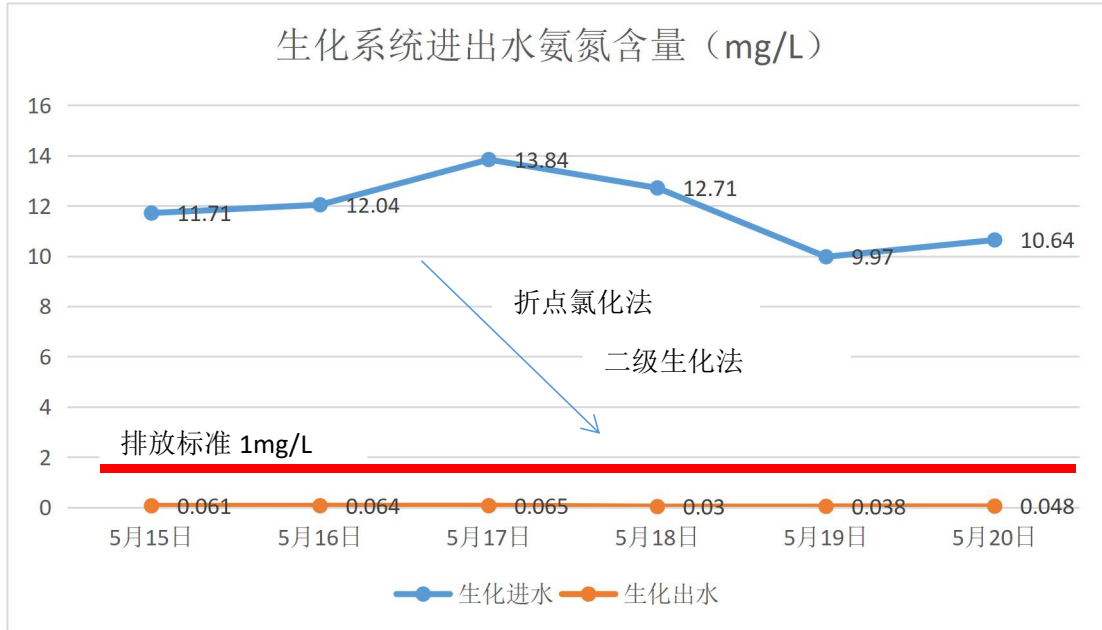


图 3 氨氮的去除效果

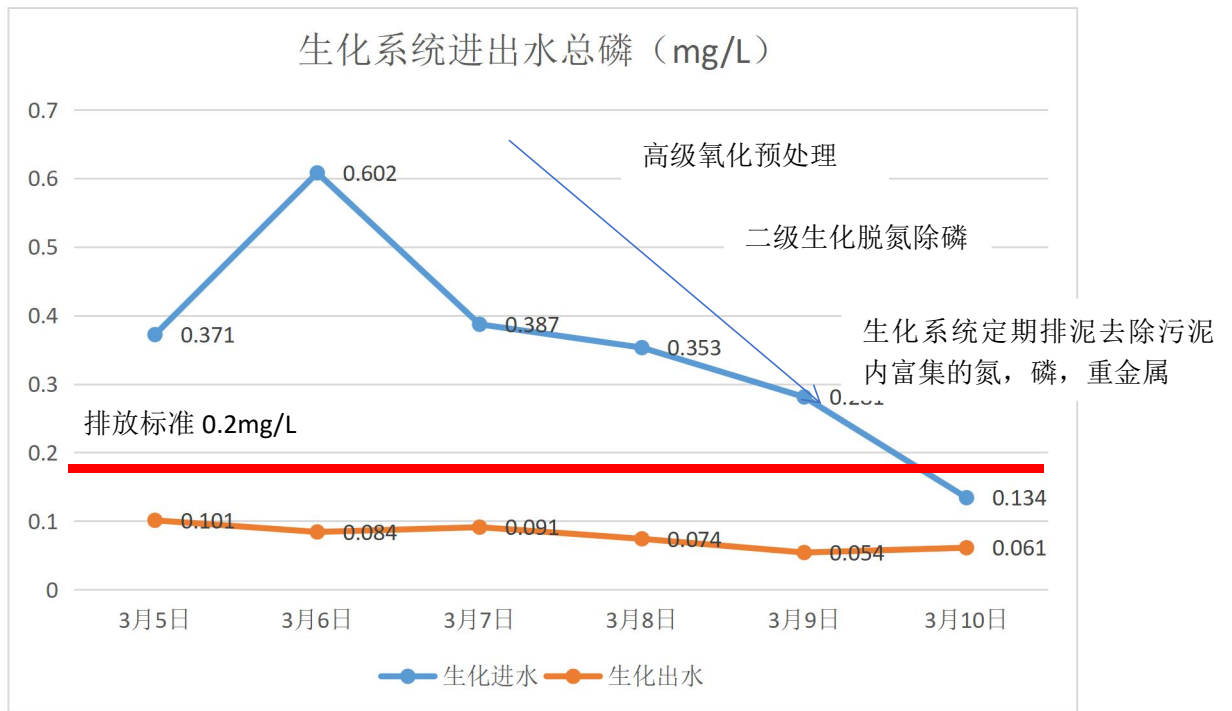


图 4 总磷的去除效果

3.2.5 保障系统

末端深度高级氧化系统+中央控制系统。

中央控制系统通过对各个阶段的数据实施在线监控，分析控制每个阶段的去除效果，异常情况报警和中控报警联动，确保第一时间采取应对措施。

末端深度高级氧化系统作为应急情况下 COD 稳定达标最后一道保障，确保异常状态下排水达标。

4 提标改造工程效果分析

4.1 环保效益

项目经过调整改造后，COD、氨氮、总磷等各类污染物的含量均明显降低，并且达到了III类水标准，同时在提标改造中充分做到以废治废，提标后 1 吨水处理成本由 17 元增加至 20 元。

4.2 社会效益

本次改造以较低的成本投入，取得了理想效果，为工业污水处理厂工艺改造提供了经验借鉴。通过严格控制污水排放标准，有利于城镇水质的极大改善，对地方经济可持续发展有积极帮助。

ESG-015

PCB 工厂生产能耗降低是 ESG 治理的有效途径之一 Reducing energy consumption in the process of PCB factory production is one of the effective ways in the ESG

黄俊东

(珠江智能科技有限公司, 广西 南宁 530000)

0 引言

在 PCB 行业制造车间里离不开洁净环境, 长三角地区技术指标为温度 $22^{\circ}\text{C} \pm 2$ 、湿度 $55\% \pm 5$, 维持这样的空间环境要求就需要中央空调系统持续进行温/湿度和新风量调节, 每天运行时长 24 小时, 全年 365 天工作, 为工厂带来生产效益的同时也带来了较高的生产能耗, 据统计结果显示中央空调能耗占到 PCB 工厂总能耗的 $1/4$ 或 $1/3$ 。

近年来 PCB 行业流行的成本控制方法: 规模效应, 通过资金杠杆扩大厂房、增加设备和员工数量来提高企业市场竞争力, 和企业盈利能力, 在 2023 年之前对于制造企业来说这个做法是正确的, 但是进入 2023 年后全球经济倒退, 原来的规模化反而可能变成了沉重的成本包袱。

在订单量、利润大不如前到环境下, 如果能通过 AI 算法技术应用, 合理降低中央空调系统的生产能耗, 既能帮助 PCB 企业降本增效, 又能满足 ESG 评价。

1 开源重要, 节流同等重要

对制造企业来说, 盈利主要来自两方向: 开源和节流,

开源: 是制造企业最为重视的盈利方法, 可是在 2023 年受到比较大的挑战。

节流: 是在企业内部进行精细管理, 靠提升效率从而达到降低成本的目的, 但在 PCB 企业一般都是关注生产车间以内的精细管理, 却忽略对中央空调这个大型能耗系统的精细管理。

这样的说法大概率会引起 PCB 企业的不满, 不论是在建厂之初或是生产后, 都对中央空调系统进行了大量资金投入, 何来忽略了中央空调系统精细管理?

2 人力管理极限的 3 个原因

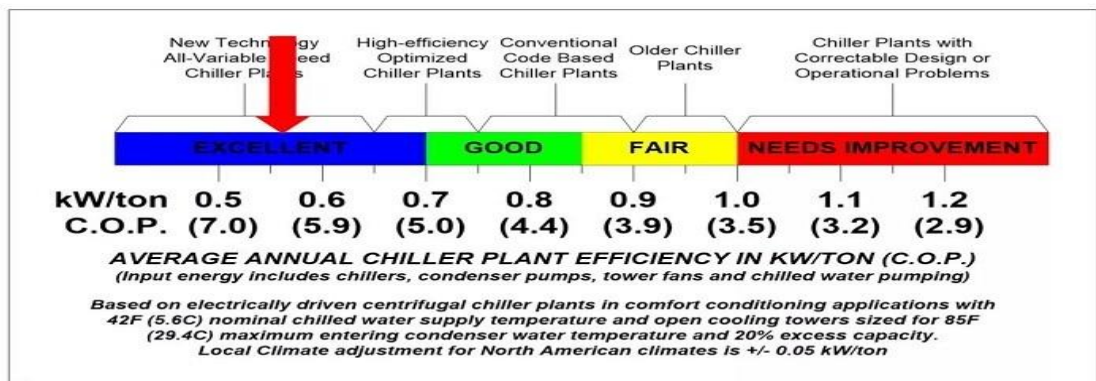
2.1 中央空调系统和车间内的成套设备不一样，它是一套在现场进行组装的硬件设备集成，空调主机、水泵、冷却塔、空调末端来自不同的生产厂家，相互之间缺乏整体协调管理。

2.2 中央空调系统可能是 PCB 工厂里最大的硬件设备，厂房的每一个角落几乎都会使用到它，对几万平米、十几万平米甚至更大面积的 PCB 工厂来说，想通过人工进行高效的精细管理显然是无法实现的。

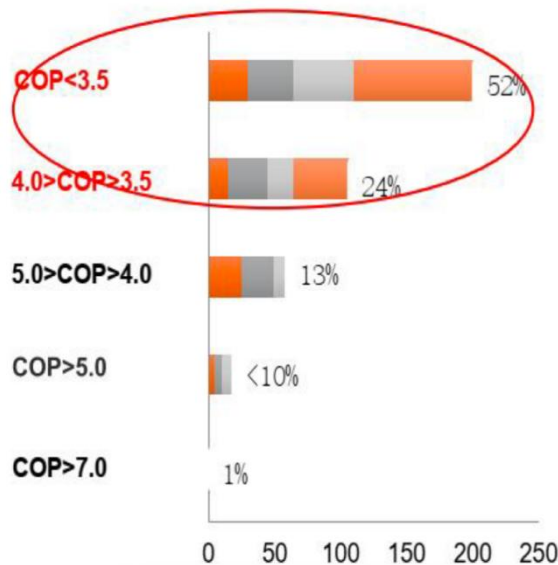
2.3 中央空调是一个动态系统，会受到一年四季外部温度波动的影响，也会受到工厂内部产能波动的影响，而设计院在设计空调方案的时候是按照夏季最高工况、产能满负载的理论条件进行设计，管理人员是无法在波动发生时对中央空调系统进行最优化调节。

3 AI 算法中央空调解决方案的演变过程

根据美国采暖、制冷与空调工程师协会（ASHRAE）对空调机房能效评价标准，空调机房能效分为 4 个级别：杰出、优良、合理、需要改善



珠江智能科技在调研了国内三百多个不同中央空调系统的实际情况后，发现 76%的中央空调系统存在系统能效（SCOP）偏低的情况，有需要改善进行节能改造的必要。



也有不少 PCB 工厂主动进行中央空调的能耗管控，大致可以分为 4 个阶段：

3.1 硬件优化

更换成高效变频离心机、磁悬浮空调、永磁电机、、、、，单一硬件能效提升却不能使系统整体能效提升。

3.2 变频

对冷却水泵、冷冻水泵进行局部变频，目前基本靠人工设定完成管控，水泵频率、流量设置不合理容易引发空调主机能效降低。

3.3 自动化控制

统称 BA 自控，通过 PLC、单片机、DDC 等，对空调系统执行简单性动作管控。

3.4 能源管理平台

将空调主机、水泵、冷却塔、空调末端的相关参数进行采集，能呈现数据的变化情况，但对于系统整体能效提升仍缺少有效解决手段。

这是属于走一步看一步的做法，把数据采集作为节能的必要手段是错误的想法，引发中央空调能耗高的原因早就知道，如果还继续围绕原因诊断上花钱，其实是对解决方案仍然束手无策。

能完成以上 4 个阶段的 PCB 工厂对于中央空调精细管理确实已经做了巨大努力，但是仍然无法对数据价值进行深度挖掘。只是具备了可以管控中央空调系统硬件的物理神经、躯干、手和脚，却没有一个发达的大脑对整个硬件系统进行协调和管控。

由此衍生出中央空调能耗管控的第 5 个阶段：

3.5 运行能耗优化决策 AI 算法

目前 PCB 工厂应用 AI 解决方案主要集中在产品质量检测的视觉识别，对于空调系统能耗优化 AI 算法了解甚少，该技术已经广泛应用于机场、地铁、IDC 数据机房、精密实验室、商业综合体、农业等项目。

AI 视觉识别技术可以从人脸视觉识别场景快速跨入 PCB 产品质量视觉识别，因为视觉数据结构 and 特征比较容易找出规律，而且相对比较固定，所以 AI 视觉识别技术团队容易实现行业切换。

但是 AI 算法团队想切换到中央空调领域就没那么容易，首先需要对中央空调系统设计有深入了解，还要对空调主机、水泵、冷却塔、空调内机的不同硬件类别、型号、参数、特性有长期积累，同时对中央空调的 BA 自控逻辑有深入研究，才能开发出工业级安全、可靠、稳

5 不停产快速实施

有了能耗优化解决方案，PCB 工厂可能会担心如果进行节能改造，每天 24 小时生产的工厂会不会需要进行停机、停产施工影响正常生产。

珠江智能科技是采用 AI 算法软件对中央空调硬件系统进行节能改造，旧改项目实现流程化、标准化、模块化、轻量化，节能改造对中央空调系统的正常工作几乎没有影响，在获取硬件设备、BA 自控系统通讯协议后，可在 14 个工作日内完成安装、调试，7 个工作日后即可进行节能对比测试。

6 节能验证方法

采用交叉对比法，在室、内外环境条件大致相同情况下，日交叉测试，第一天（24 小时）空调原运行模式用电量，第二天（24 小时）使用 AI 控制模式运行用电量，时间挑选测试一周，在保障室内温/湿度需求不变的情况下，观察系统能效（SCOP）、电量发生什么变化。

取节能量平均值，算出节能率、节能量，得出每天节能金额，根据实际使用天数，算出全年节能金额。

AI 优化节能控制的节能率=（测试期间非 AI 优化控制日能耗平均值-测试期间非 AI 优化控制日能耗平均值）/非 AI 优化控制日能耗平均值 x100%

7 新建项目技术服务

珠江智能科技除了可以对已运行项目进行节能改造服务，还可以对新建项目进行产品全生命周期最高性价比评测，提供包括但不限于：可行性研究报告、设计优化、设备选型优化、系统能效（SCOP）研判、自控 BA 系统优化等服务，为 PCB 企业提供中央空调最优解决方案。

8 免费节能诊断服务

珠江智能科技有自建的中央空调能耗仿真模型，可以免费为 PCB 企业提供中央空调诊断服务，不需要到工厂现场进行长期蹲点采集数据，只需 PCB 企业根据珠江智能科技提供的中央空调能耗调查表格式，如实的填写相关参数，就可以将相关参数导入模型进行仿真分析，7 个工作日内把保守节能率反馈给 PCB 企业，由 PCB 企业自行考虑节能改造能给企业带来什么样的价值。

9 相关政策参考

9.1 CCER 重启

全称为中国核证自愿减排量，是指根据国家发展改革部门《温室气体自愿减排交易管理

暂行办法》的规定，经其备案并在国家登记系统登记的自愿减排项目减排量。

生态环境部于 2023 年 9 月 15 日审议并通过《温室气体自愿减排交易管理暂行办法》并指出，建设全国温室气体自愿减排交易市场是利用市场机制降碳增汇、调动全社会力量共同参与温室气体减排行动的重大制度创新，是稳步推进碳达峰碳中和的重要举措。

我国自 2017 年 3 月暂停了对自愿减排交易项目申请受理以来，暂停签发已超过 6 年。当前存量 CCER 已逐渐难以满足全国碳排放权交易市场的需求，本次《管理办法》获得原则通过后，初步认为自愿减排交易市场有望于年内迎来重启。

国内碳资产主要包括碳排放配额（EA）和国家核证自愿减排量（CCER）两种，CCER 将在交易、流通、抵质押融资等领域迎来广阔前景。

上海环境能源交易所在碳金融产品创新、碳普惠体系建设、碳市场能力建设、碳管理体系推广中取得了有效成果。自愿减排市场重启可以为非控排但有碳中和战略需求的企业提供机会。

9.2 金融支持

中国央行于 2021 年 11 月 8 日宣布，通过碳减排支持工具向金融机构提供低成本资金，引导金融机构中自主决策、自担风险的前提下，向碳减排重点领域内的各类企业一视同仁提供碳减排贷款，人民银行按照碳减排贷款本金的 60%提供资金支持，利率为 1.75%，提供最长 3 年的低成本资金支持。

上海农商银行于 2023 年 8 月 31 日落地国内首笔 CCER 未来收益权质押贷款，加上 2022 年 10 月落地国内首笔碳排放配额（SHEA）质押融资业务，标志着该行实现了碳金融服务方面的全覆盖闭环。

碳市场是低成本、高效率地促进碳中和的工具，为一种金融手段，需要约束机制与激励措施，进而形成 2 类市场，即强制碳市场以及自愿碳市场。当前背景下，碳市场+ESG 投资将共同驱动实现双碳目标。有利于支持林业碳汇、可再生能源、甲烷减排、节能增效等项目发展，激励更广泛的行业、企业参与温室气体减排行动，推动实现碳达峰、碳中和目标。

9.3 双碳指导政策

2022 年 6 月 23 日，工业和信息化部等六部门发布印发《工业能效提升计划》到 2025 年，规模以上工业单位增加值能耗比 2020 年下降 13.5%，钢铁、石化、机械、造纸、纺织、电子八大行业为重点工业行业能效全面提升单位。

工信部节能与综合利用司表示，我国工业能源消费量占全社会能源消费总量的 65%左右，提升工业用能效率，有助于减少化石能源使用，从源头减少二氧化碳排放。

10 AI 算法中央空调节能案例

10.1 武汉东湖实验室

项目温度控制要求： $24^{\circ}\text{C}\pm 1$ ，湿度控制要求 $50\%\pm 5$ ，和 PCB 行业基本一致，总制冷量 8228KW，取得 20%节能率；

10.2 上海浦东机场 T3 航站楼

项目总制冷量 8055KW，取得 15%节能率；

10.3 青岛地铁海尔站、万年泉站

项目制冷量分别为 2265KW 和 1586KW，在过度季节均取得 42%节能率，并以此改造方案对 6 号线全部站点进行节能改造；

中央空调节能 AI 算法作为一个通用型技术解决方案，在医院、星级酒店、商业综合体、IDC 数据机房等均有项目案例，在此不一一赘述，有需要进一步了解的话，欢迎通过协会进行交流。

11 结语

节能改造原则上来说，是 PCB 企业没有多花一分钱的情况下完成了技改，因为支付给改造方的服务费是从原来的能耗中节省出来，把本该支付给供电局的部分电费转移支付成改造费用；

PCB 企业自主投资回报周期能在 2~3 年内回收的都算是不错的解决方案，之后就是稳定的长期节能收益，大中型 PCB 企业通过节能改造每年增加上百万元甚至几百万元左右的盈利，同时还可以把节约的电量折算成碳排放量，从容面对企业 ESG 评价，是一举两得的解决方案，何乐而不为呢？

预祝中国的 PCB 企业能在 3060 双碳政策+ESG 评价的助力下，把握住电子产业市场大变革带来的发展机遇，占领更多的 PCB 国际市场份额。

ESG-016

水解厌氧工艺在显示器件和 PCB 电子废水处理中的应用

Application of Hydrolysis Anaerobic Process in Display device & PCB Electronic Wastewater Treatment

张海军

(世源科技工程有限公司, 北京 海淀区 100142)

0 引言

随着技术的不断进步和人们对高品质电子产品的追求, 电子行业的市场需求也在不断增加。移动通信、智能家居、人工智能等领域的快速发展, 为电子行业带来了更多机会。电子行业作为现代高科技产业的重要组成部分, 具备巨大的发展潜力。随着行业的发展以及《电子工业水污染物排放标准》的发布, 行业发展引发的环保思考越来越受到地方及国家的重视。

本文简单分析显示器件 (TFT-LCD) 和 PCB 废水的来源和组成, 通过分析来水水质, 针对电子废水的水质特性, 从设计的角度, 将水解厌氧工艺的过程机理和应用实例进行了阐述, 同时该工艺针对电子废水污染物的降解机理和案例进行了实践论证, 具有提高废水可生化性, 提高后续处理的效率的作用。

1 废水种类和来源

面对国际广阔的液晶面板和电路板的市场需求, 外资技术的引进, 显示器件 (TFT-LCD) 生产线以及电路板 (PCB) 生产线近几年在国内广泛建设。为降低生产过程中伴随产生的废水对周围环境的影响, 合理的废水处理工艺技术, 有效的去除废水中的污染物, 也成为电子废水处理过程中所面临的问题。

选择合适的废水处理工艺, 需要对电子废水的介质进行一定了解。按照废水中主要污染物组成的不同, 显示器件和 PCB 电子废水主要分为四种类型: 酸碱废水 (简称 AWW 或 ACW)、有机废水 (简称 OWW 或 OTW)、含氟废水 (简称 FWW 或 HFW) 和重金属废水。

1) 酸碱废水主要是 RO 浓缩废水、酸碱再生废水和循环冷却系统排水。主要污染物为酸碱、盐类、阻垢剂等。

项 目	pH 值	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	T-N	T-P
-----	------	-------------------	------------------	----	-----	-----

		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
AWW 废水	最大值	1.9-12.6	<53	<5.7	<60	<15	<4.6
	平均值	7.70	<25	<2.7	<10	<10	<2.4

2) 含氟废水主要是废气洗涤塔、阵列湿法刻蚀工序等排放的废水，主要污染物为磷酸盐、硝酸盐、氟化物等。TFT-LCD 生产工艺的不同，生产过程中所投加的化学品种类和用量也会有区别。如果磷酸盐量较大，通常会单独收集处理含磷废水（简称 PWW）。

项 目		pH 值	COD _{Cr} mg/L	BOD ₅ mg/L	SS mg/L	T-N mg/L	T-P mg/L	F- mg/L	氨氮 mg/L	铜 mg/L
FWW 废水	最大值	1.4-2.7	<1160	<500	<20	<170	<750	<70	<40	<15
	平均值	2.20	<570	<240	<11	<130	<520	<60	-	<11

3) 有机废水主要是阵列清洗工序、阵列光刻工序、阵列剥离工序、成盒工程、彩膜显影工序、彩膜清洗工序等排放的废水，主要污染物为 RGB 染料、LGL、TMAH、PGMEA、5-氨基四唑、线型酚醛树脂、乙二醇乙醚、四甘醇、1-氨基-2-丙醇、乙醇、异丙醇、丙酮、1-甲基吡咯烷酮、甲酰胺、N-甲基氨、环丁砜、季铵盐、乙酸丁酯、乙二醇甲醚丙酸酯等。

项 目		pH 值	COD _{Cr} mg/L	BOD ₅ mg/L	SS mg/L	T-N mg/L	T-P mg/L	氨氮 mg/L
OWW 废水	最大值	1.4-10.5	<3810	<3000	<35	<120	<35	<100
	平均值	6.10	<2470	<1850	<10	<50	<20	-

4) 重金属的废水是在线路板制造过程中使用的一些材料和工艺会产生。例如，使用含有铜、锡、铅等金属的蚀刻液和焊膏会导致废水中含有重金属物质，如铜离子、铅离子等。

由于产品生产步骤和工艺步骤的不同，生产过程工艺设备投加的化学药品种类和药剂剂量也会不同，从而导致不同产品工艺排放的废水水质也会存在差异，上述废水组分是以某显示器件产品及配套 PCB 产品工艺进行的简单分析。

2 水解厌氧生化处理工艺的选择

不同地区电子废水的排放标准，不同地区有着不同的要求。通常情况下，酸碱废水经 pH 调整后即可达标排放；含氟和有机废水先经物化处理，再经生化处理后达标排放。

根据对废水的水质成分分析：

1) 电子废水的成分复杂，构成废水中 COD 成分中有大量有机氮、有机硫、光阻液高分子等难生物降解物质，以及季铵盐、TMAH 等对微生物有强烈抑制作用或优良杀菌的物质，这加大了废水的处理难度。在废水处理工艺选择中应考虑废水的冲击负荷和改善废水的水质结构，将难生物降解、有毒性的 COD 转化为易生物降解和无毒性、低毒性的 COD。

2) 由于废水中 TMAH 的存在, 其稳定结构影响了 BOD_5/COD_{Cr} 的比值, 造成该废水非常容易进行生化处理的假象。随着对该废水的生化降解的进行, 该废水的 COD_{Cr} 会有一定程度的升高, 在工程中应引起足够的重视。

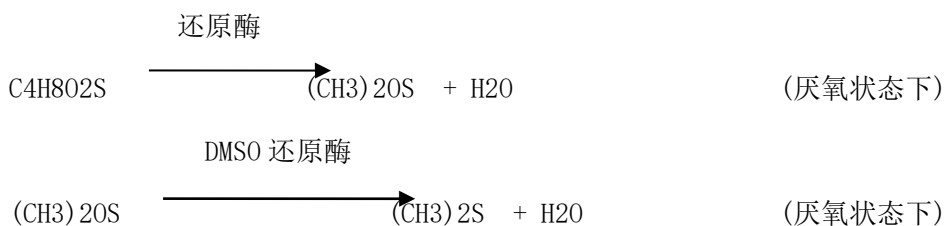
鉴于上述原因, 该废水中的总氮大部分为有机氮, 需要在厌氧环境下进行分解释放成氨氮; 而且大部分难生化降解的有机物需要在厌氧环境下进行初步分解。废水处理设施出水中的剩余 COD (即 COD 的去除率), 取决于原废水的可生化性, 它与废水的组成有关。COD 在一级处理过程中去除的量一般要高于 BOD_5 去除量, 因此, 对于成分复杂的电子废水, 可以通过物化处理和厌氧生化预处理提高其可生化性。

目前厌氧生物处理工艺既有 UASB、EGSB、UFB、IC、EC、ABR 等高效厌氧反应器, 也有一般效率的水解厌氧池、厌氧接触池。对于该种电子废水, 其成分上接近于化工废水, 成分复杂, 又含有大量对微生物有抑制作用的物质 (如有机硫化物、具有良好杀菌性能的季铵盐、具有强烈微生物抑制作用的 TMAH 等), 采用高效厌氧反应器虽然效率高, 但运行的稳定性不容易保证 (运行操作要求较高水平), 建议不采用如此复杂的技术。而采用耐毒性能力强、运行性能稳定、安全性能高、对水质有改善作用的水解厌氧池作为厌氧生物处理工艺。

3 水解厌氧工艺的机理

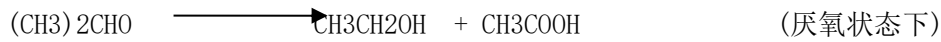
该工艺出现于 20 世纪 80 年代, 这种工艺摒弃了厌氧消化过程中对环境条件要求严格, 且降解速度较慢的甲烷发酵阶段, 将系统控制在缺氧状态下的水解酸化阶段。原理是通过水解菌、产酸菌释放的酶促使水中难以生物降解的大分子物质发生生物催化反应, 具体表现为断链和水溶。微生物则利用水溶性底物完成胞内生化反应, 同时排出各种有机酸。因此水解酸化过程废水中易降解有机物质减少较少, 而一些难降解大分子物质被转化为易于降解的小分子物质 (如: 有机酸)。从而使废水的可生化性和降解速度大幅度提高, 后续的好氧生物处理可在较短的水里停留时间内达到较高的 COD 去除率。

废水中有机硫化物的生物降解过程与机理如下:



废水中有机氮化物的生物降解过程与机理如下:

醇胺脱氨



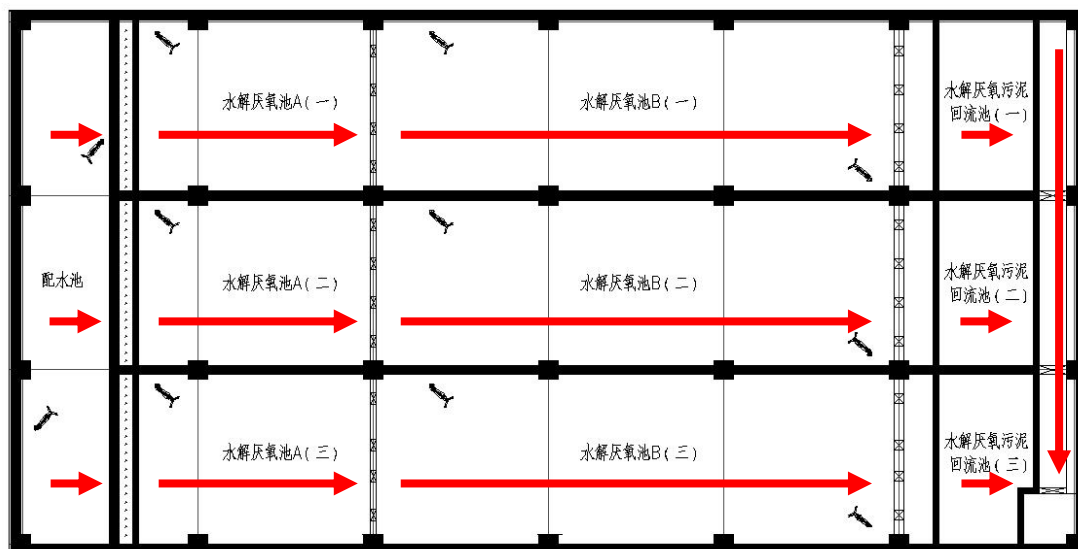
4 水解厌氧工艺应用实例

以下为我国南方城市，某显示器件及配套 PCB 产品电子废水处理工程中，水解厌氧工艺应用的实例：

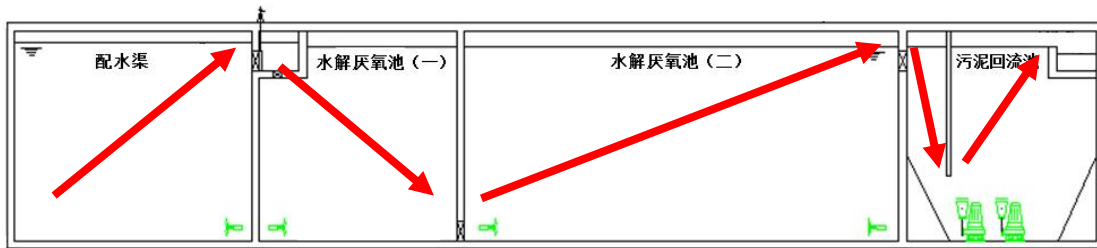
1) 设计参数

内容	设计参数
处理工艺	物化处理+水解厌氧+AO+MBR
设计规模	17200m ³ /d
容积负荷	0.2kgBOD/m ³ .d
水池尺寸	40.0m×9.0m×6.5m(3组)
有效水深	6.0m
有效容积	6480m ³
停留时间	9.0h
备注	1、泥水混合动力采用水下搅拌机； 2、为提高废水处理效率，水解厌氧段设有单独的污泥回流系统； 3、通过好氧剩余活性污泥回流保证池中的生物浓度；

2) 水解厌氧池平面布置：



3) 水解厌氧池剖面示意图



4) 水解厌氧段进出水水质:

项 目	PH	COD _{Cr} mg/L	BOD ₅ mg/L	T-N mg/L	T-P mg/L	氨氮 mg/L
水解池进水	6-9	<1565	<650	<80	<2.3	<40
水解池出水	6-8	<1487	<585	<72	<2.1	<70
去除率(%)		5%	10%	10%	10%	-

5) 实例分析

通过上述实例可看出：通过水解厌氧工艺将有机氮转化成氨氮，为后续氨氮和总氮的高效去除提供条件；水解厌氧工艺对于 BOD₅ 和 COD_{Cr} 都有一定的去除效果，可降低后续生化段 BOD₅ 和 COD_{Cr} 去除的负荷。

5 结语

通过水解厌氧工艺将有机氮转化成氨氮，为后续氨氮和总氮的高效去除提供条件；通过水解酶和酸化酶的作用，将废水中有机污染物中的环状结构和长链分子进行开环、断链，提高废水的可生化性，提高后续处理的效率；好氧池剩余活性污泥可全部或部分排入水解厌氧池，通过吸附作用进一步去除废水中的部分有机污染物，然后通过厌沉池去除出系统（通过剩余活性污泥外排）；通过水解厌氧工艺，电子废水高 BOD 假象被消除。

ESG-017

天津普林强化 ESG 管理，助推企业高质量发展 TPC strengthens ESG management to boost high-quality development of enterprises

束海峰

（天津普林电路股份有限公司，天津 300308）

0 引言

ESG治理已经成为全球企业界的共识，越来越多的上市公司将ESG（环境、社会和治理）纳入战略规划和日常运营中，以提升品牌形象、吸引投资者、降低风险和创造竞争优势。

随着全球对可持续发展和社会责任的日益关注，ESG已成为企业发展的重要考量。我们深知，作为上市公司，我们不仅要追求经济效益，更要积极履行社会责任，关注环境保护，加强公司治理。本报告旨在向各位详细介绍我们在ESG领域的实践、成果及未来规划，展现我们对可持续发展的承诺和行动。

我们坚信，ESG不仅是企业社会责任的体现，更是企业长期发展的驱动力。通过持续努力，我们将不断提升ESG表现，为股东、员工、客户和社会创造更多价值。

1 ESG 与企业发展

1.1 ESG 的重要性

ESG已经成为全球范围内的重要投资理念之一，对于上市公司而言，积极关注和改善ESG表现是实现长期可持续发展的关键之一。ESG与全球性挑战如气候变化、环境破坏、生物多样性丧失和社会问题等密切相关。这些挑战是企业个体和社会整体发展的核心议题，而ESG的倡导是经济价值与社会价值的内在性的统一要求，对社会可持续发展至关重要。同时，ESG是促进绿色转型的主要动力。在政策端落实并运用ESG理念，与当前经济绿色转型的目标相契合，将有效助力传统产业结构调整 and 碳排放工作的开展，促进碳中和目标的达成。越来越多的投资者和利益相关者开始认识到，公司的长期成功不仅取决于其财务表现，还与其在环境、社会和治理方面的表现密切相关。

1.2 ESG 对天津普林的影响

ESG对PCB企业的影响是全方位的，涉及到企业的环境、社会和治理方面。PCB企业需要积

极响应ESG的要求，加强内部管理，优化生产流程，提高环保和社会责任意识，从而获得更好的社会声誉和投资者信任，实现可持续发展。

环境方面：ESG评价体系鼓励企业积极采取环境管理措施，包括污染防治、能源消耗管理、温室气体排放控制等。对于PCB企业而言，这意味着需要采用更环保的生产方式和原材料，优化生产流程以减少能源消耗和废弃物排放，从而降低对环境的影响。

社会方面：ESG强调企业的社会责任，要求企业关注员工福利、安全生产、供应链管理等方面。对于PCB企业而言，需要关注员工健康和安全生产，提供良好的工作环境和培训机会，同时确保供应链的可持续性和合规性。

治理方面：ESG要求企业建立良好的治理结构和机制，包括董事会多样性、反腐败、内部控制等方面。对于PCB企业而言，需要建立健全的公司治理机制，提高透明度和问责制，加强与股东和利益相关者的沟通和合作。

天津普林不断引进和总结生产经营中质量管控的先进经验，应用先进的技术手段和管理模式持续提升产品质量和服务。天津普林以“为客户创造价值，为股东创造效益，为员工创造机会”为经营宗旨，公司在关注自身发展的同时，积极践行社会责任，不断探索经济效益、社会效益、环境效益的协调发展。

2 天津普林 ESG 实践

2.1 完善公司治理结构，筑牢发展基石

天津普林成立以来，历经了不同时代的经济情势转变，以及公司本身体制的转变，但公司仍然建制健全治理结构，积极开发业务，并为打造行业一流的印制板生产企业而努力，努力追求更好的价值，为股东、客户、员工及社会创造美好和谐的未来。天津普林一直坚信，良好的公司治理并无快捷或固定模式，唯有依靠专业的经营团队，才能持续提升营运绩效及创造共同价值。

公司不断完善法人治理结构，注重维护投资者尤其是中小投资者的合法权益。公司严格按照法律法规及公司章程的相关规定，保障三会的规范运作，切实维护公司和全体股东的利益。按规范履行信息披露义务，确保信息披露的真实、准确、完整、及时、公平。借助电话及网络平台回答投资者咨询，加强投资者关系建设与维护。

2.2 以人为本，积极践行社会责任

公司严格按照《劳动法》《劳动合同法》等法律法规的要求，依法保障员工的合法权益。公司坚持以人为本，注重人才培养，对新员工入职进行企业文化及安全生产培训，不定期开

展专业技能培训。公司制定了富有竞争力的薪酬体系以及完善的绩效考核体系，不断改善员工的工作环境和工作条件，为员工提供各项福利以及社会保障，激励员工立足本职，创新业绩，助力员工发展与价值实现。同时，公司心系困难员工，多次为困难员工发起募捐倡议，积极践行企业责任。

公司始终坚持品质第一、安全为先，坚持以客户为中心，坚持全员精益改善，致力于与供应商、客户建立诚信合作、互利共赢的合作关系，谋求共同发展。

2.3 以人为本，积极践行社会责任

公司坚持可持续发展战略，认真贯彻安全生产和环境保护有关法律法规、规章和规范性文件要求，全面落实安全生产责任制和污染治理措施，扎实开展安全生产、环境保护各项工作。

公司在生产过程中注重节水节能，由于节水方面的出色表现，公司于2021年12月被天津市水务局、天津市工业和信息化局联合评定的“节水型企业”；于2022年6月被天津市滨海新区水务局评为2021年水资源管理工作中突出单位和个人。

公司牢固树立以人为本的思想，不断增强职工的安全生产意识，先后获得津港保税区安全生产监管先进单位、中环电子信息集团有限公司安全生产先进单位、天津市青年安全生产示范岗、安全生产标准化二级企业等荣誉。

公司专业从事印制电路板制造30余年，始终坚持“多品种、中小批量、高品质、高可靠”的定位，严格把控产品质量，先后获得质量管理小组活动先进单位、优秀质量管理小组、质量管理优秀企业、中环杯改进改善成果三等奖、天津市推行全面质量管理三十三周年优秀企业、质量攻关优秀成果、天津市年度推进群众性质量管理小组活动先进企业等荣誉。

公司采取了投放板机改造、字符烤箱改造、集尘机改造、电机升级改造、压缩空气系统改造、替换老旧冷水机组和空压机等多项节能技术改造，减少不可再生能源利用量。公司还采取光伏发电系统利用可再生能源，充分利用天然气锅炉余压余热。

公司设有多个回收处理工艺，使用回收料、可回收材料替代原生材料、不可回收材料，保证资源最大化利用。其中包括蚀刻废液电解提取铜板工艺、废褪锡液进行沉淀过滤再次调配重复使用、含金废液点解回收金板、废定影液电解回收银板、钻头管理工艺将可修复的钻头送入密闭的喷砂机进行喷砂、打磨、检查上套环，再次进行重复利用。

公司注重环境保护工作，为保证污染物排放达标，公司天然气锅炉进行了超低氮改造；产废气的生产设备安装有废气净化设施，根据车间的平面布局，将同种性质的废气引入同一套处理系统合并处理，共设计20套废气处理系统。

公司投入大量资金对生产中产生的废水、废气进行治理，保障污染物达标排放。厂区内新建设废水处理站，污水处理站采用“分类收集-分质处理”的技术路线，主要处理单元包括含镍废水处理系统、显影废水处理系统、酸性废水处理系统、络合废水处理系统、有机废水处理系统、磨板废水处理系统、一般清洗废水处理系统、氨氮废水处理系统、含银废水处理系统、含锡废水处理系统、污泥处理系统、废液处理系统等，废水经处理达标后排放。

公司一贯秉承着高度社会责任感，致力于构建节能、安全、环保的绿色制造型企业，至上而下贯彻绿色管理方针。为了公司的长远发展，抢抓机遇，促进公司全面发展，在今后，公司将结合行业和公司发展规划，使公司的管理水平、业务发展、队伍建设、社会效益、经济效益、环境责任等跃上一个新的台阶，建成符合国家相关要求，有利于公司长远发展的“绿色工厂”。

3 结语

作为一家积极履行社会责任的上市公司，我们深知 ESG 治理的重要性和意义。通过加强 ESG 管理，我们不仅可以提高公司的可持续发展能力，还可以为投资者、员工、客户和社会创造更多的价值。

在未来的发展中，我们将继续加强 ESG 治理，积极应对各种挑战，努力实现经济效益、社会效益和环境效益的共赢。感谢各位对我们 ESG 工作的关注和支持，我们将继续努力，为构建可持续发展的美好未来贡献力量。

ESG-018

立足 ESG 治理理念，追求废气治理创新

Based on the concept of ESG governance, we pursue innovation in waste gas treatment

刘英豪

(广东迈途环保设备有限公司，广东 东莞 523846)

0 引言

随着经济的迅速发展，我国已步入高质量发展阶段，致力于开展绿色技术创新活动，构建以市场为导向的绿色技术创新体系，是实现“经济-社会-生态”系统协调发展的根本动力。企业作为经济发展的主体，是落实绿色技术创新活动的主力军。而 ESG 是体现企业环境、社会、治理绩效的投资理念和企业评价标准，内嵌于企业可持续发展战略，对于引导企业积极开展绿色创新活动具有重要影响。

ESG 源自三个重要的概念：环境（Environment）、社会（Social）以及公司治理（Governance），是一种衡量企业可持续发展水平的国际标准，并且是责任投资理念的延伸和升华。与传统投资理念和企业评价标准不同，ESG 特别注重其对环境、社会和治理的影响。

迈途环保作为一家专业致力于工业废气治理、粉尘治理的集技术研发、规划设计、设备生产、安装施工、产品营销和售后服务于一体的综合性环保项目承接和环保设备制造公司，一直深耕 ESG 理念，时刻肩负着环境、社会和公司治理的责任，并将每一个客户的环保废气治理项目打造成行业标杆，成就更多更优秀的拥有 ESG 治理理念的企业，助力众多企业落实绿色技术创新。

自公司成立以来，迈途环保承接行业内多个中大型废气治理项目，且在行业内受到一致好评。现针对相关代表性案例进行具体说明。

1 项目案例一：珠海某半导体有限公司酸碱废气、有机废气的治理

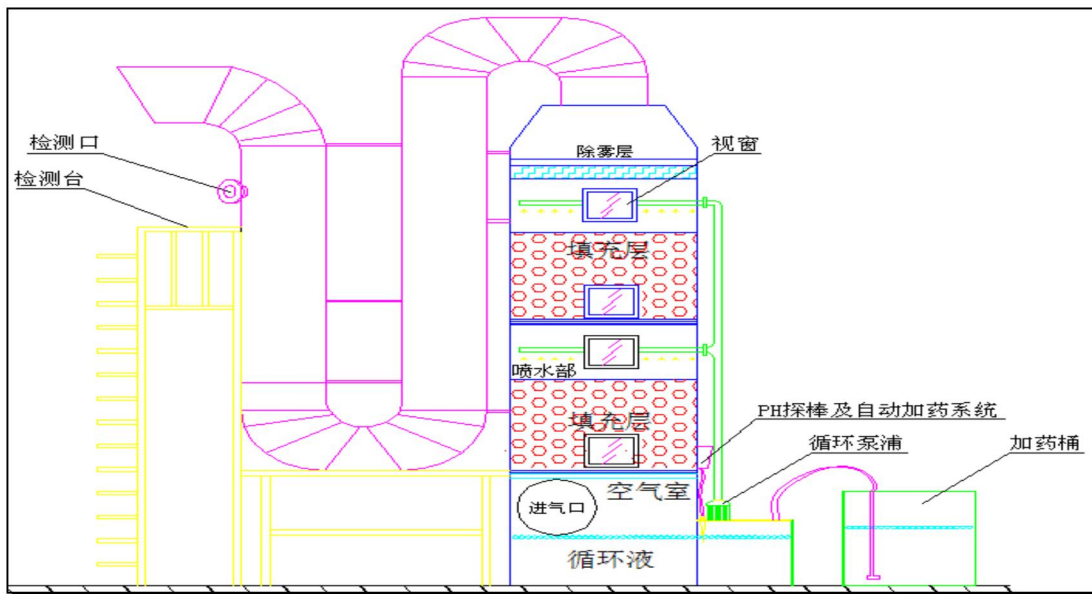
珠海某半导体有限公司主要有酸性废气、含氰废气、碱性废气、有机废气和热气等废气需要进行处理。根据本项目中废气的性质、特点，结合处理效果以及成本等各因素影响，设计废气处理工艺为：酸碱废气采用湿式喷淋塔加药中和处理；酸性含氰废气采用二级喷淋塔处理排放（一级塔加次氯酸钠、二级塔加碱中和处理）；有机废气（VOCs）采用喷

淋塔（封装载板）/射流塔（军品 PCB 板）+干式过滤器+活性炭吸附脱附+CO 催化燃烧
+风机处理后达标排放。

1.1 酸性废气的治理

1.1.1 工作原理：

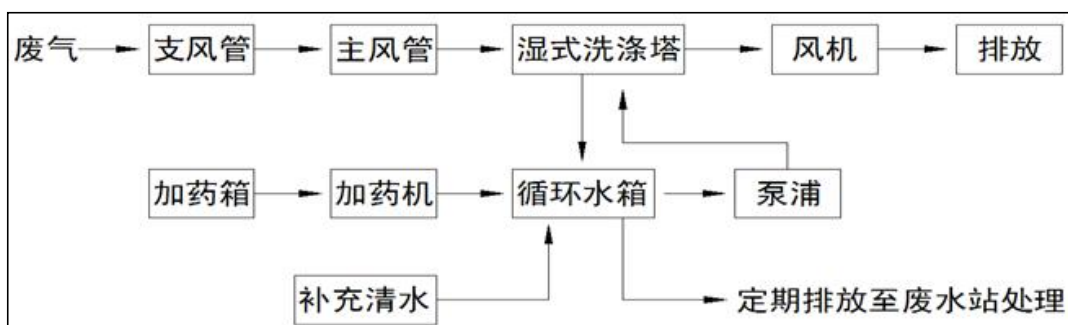
湿式喷淋塔主要是将液体与气体同方向或反方向导入填充床内、利用填充物增加接触的面积，以去除气体中的微粒或吸收有害的气体。其在处理废气时，具有包含冷却、降温及吸收等作用，不但能去除气流中夹带的粒状物，同时也可吸收去除气态的空气污染物，而且其设备费用较低，所占空间较小构造较简单，故障率也较少。



1.1.2 工艺优点及优势：

- (1) 设备运行稳定可靠，故障率低，维护保养简便，运行费用低。
- (2) 自动化程度高，杜绝人工操作失误的可能性，安全可靠。
- (3) 湿式处理方式，包含冷却、除尘及吸收等作用，不但能去除气流中夹带的粒状物，同时也可吸收去除气态的空气污染物，这是其他干式处理法所不及。
- (4) 安全可靠，采购优质抗 UV 耐腐蚀阻燃 PPS 板，设报警器及自动停机等全方位保护措施。

1.1.3 工艺流程图：

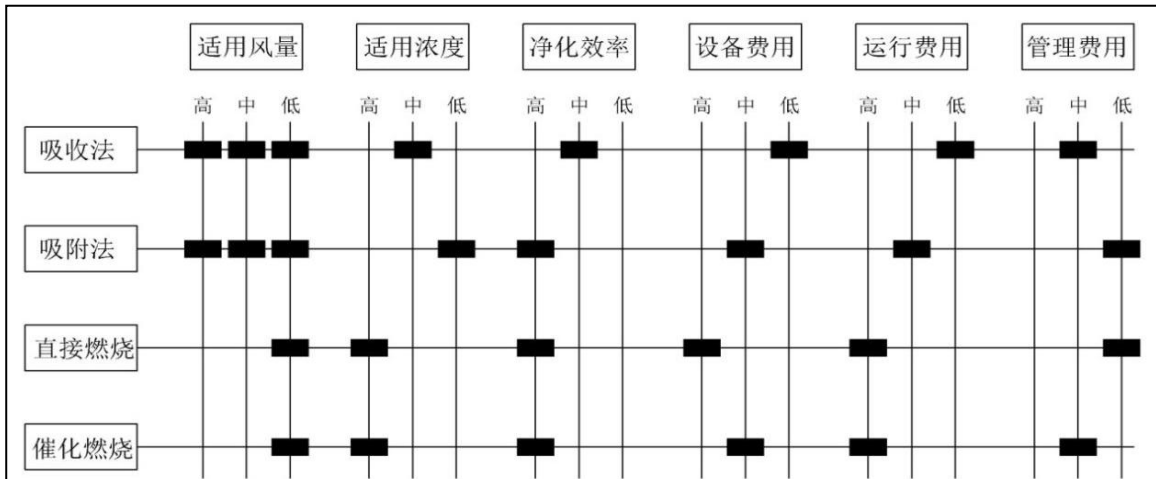


1.1.4 案例项目实图：珠海某半导体（封装基板）



1.2 有机废气（VOCs）的治理

有机废气的治理方法较常用的有燃烧法、吸附法和吸收法（水洗、药液洗涤）。各种方法的适用性与经济性比较示意图：



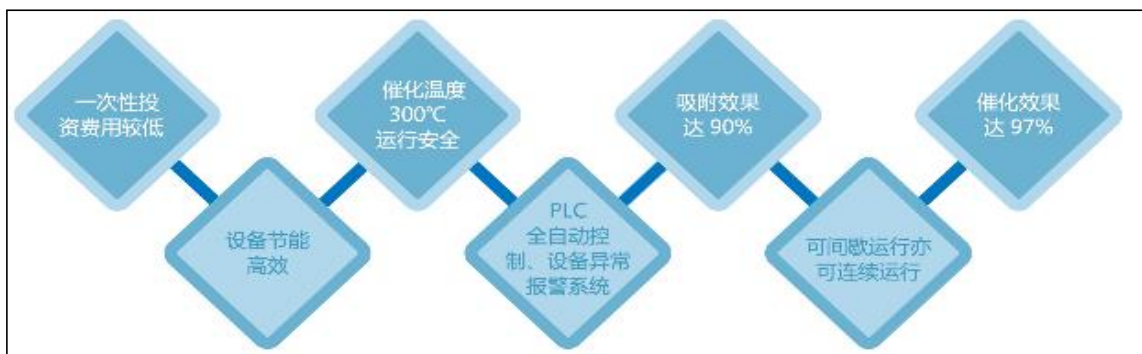
对此，结合客户及我公司对此类废气治理经验建议，对 PCB 行业内的有机废气“大流量、低浓度”的特点进行了针对性研究，最终选择射流塔/喷淋塔+前置干式过滤器+活性炭吸附浓缩/脱附+CO 工艺的处理工艺。

1.2.1 工作原理：

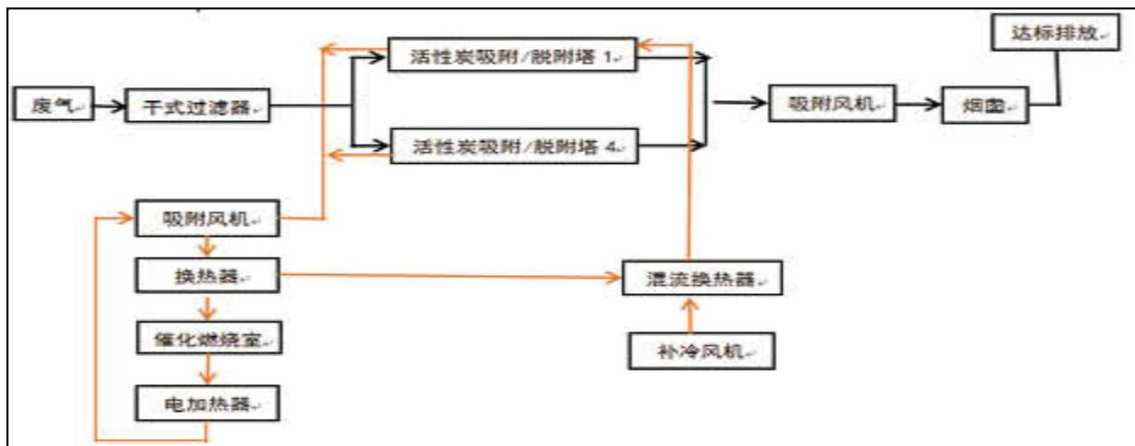
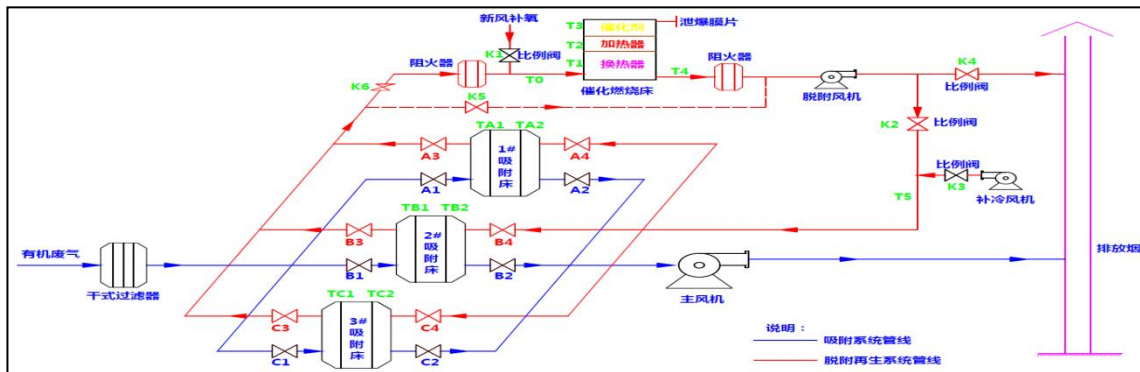
未经处理的 VOCs 有机废气经洗涤塔后进入干式过滤装置，干式过滤通过物理过滤形式去除粒径 $>5\ \mu\text{m}$ 的颗粒物，经预处理的有机废气进入活性炭吸附装置，通过控制活性炭吸附装置的流速及停留时间使有机物在活性炭微孔中发生极性物理吸附，吸附后的废气经引风机作用达标排放至排气筒。当蜂窝状活性炭吸附饱和时，启动催化燃烧系统。系统内循环至脱附温度后进入碳层进行脱附，脱附后的有机物进入催化炉进行加热和催化燃烧（无焰），催化燃烧后的气体达标排放至排气筒。

1.2.2 工艺特点与优势：

- (1) 设备运行稳定可靠，故障率低，维护保养简便，运行费用低，活性炭寿命能达 1 年。
- (2) 自动化程度高，杜绝人工操作失误的可能性，安全可靠。
- (3) 脱附—催化氧化系统结构精巧，热效率高，能量损失少，实现了脱附吸热与氧化放热的热平衡，催化氧化过程基本不用外加电能。
- (4) 催化氧化效率高、净化彻底。起始氧化温度低，催化剂使用寿命长。
- (5) 安全可靠，设阻火器、泄爆口、报警器及自动停机等多方位保护措施。
- (6) 一体化、模块化设计生产，占地小，安装快，可用于净化处理连续或间歇生产产生的有机废气。

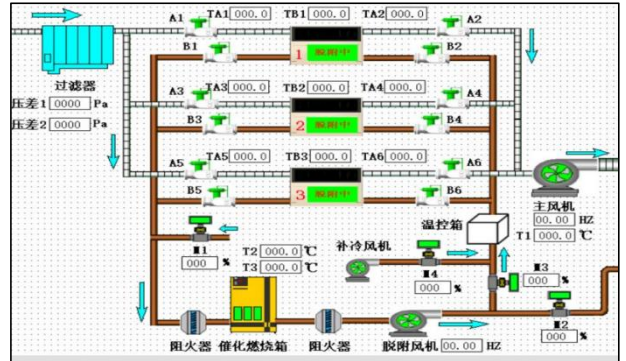
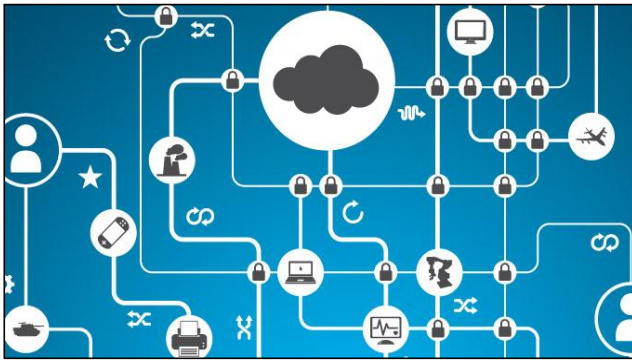


1.2.3 活性炭吸附脱附+CO 催化燃烧处理工艺流程图：



1.2.4 电气控制系统：

控制系统对系统中的风机、预热器、温度、电动阀门进行控制。当系统温度达到预定的催化温度时，系统自动停止预热器的加热，当温度不够时，系统又重新启动预热器，使催化温度维持在一个适当的范围；当催化床的温度过高时，开启补冷风阀，向催化床系统内补充新鲜空气，可有效地控制催化床的温度，防止催化床的温度过高。此外，系统中还有防火阀，可有效地防止火焰回串。当活性炭吸附床脱附时温度过高时，自动启用补冷风机降低系统温度，温度超过报警值，自动开启火灾应急自动喷淋系统，确保系统安全，整个系统采用 PLC 自动控制，可实现手机 APP 远程控制、排障、查看运行数据、连接云端互联网系统。



1.2.5 案例项目实图：珠海某半导体（封装基板）



1.2.6 此系统具有以下安全性能：

- (1) 废气处理系统与室内生产系统可通过防火阀进行隔离，确保安全生产；
- (2) C0 装置的前端脱附管道设置 1 个冷凝水排水口，保证脱附过程的冷凝水能够及时排出；
- (3) C0 装置进出口均设有阻火器，可阻止火焰通过，有效防止高温气流进入吸附单元，实现催化燃烧系统与吸附系统的隔离，确保系统安全可靠运行；

(4) 补冷风口采用进过滤的全新风和高效混合装置，利用催化燃烧装置内部的换热器和催化燃烧后的尾气实现加热，有效防止催化尾气混合不均产生的局部超温和高温气体与颗粒进

入吸附单元，再生过程的安全可靠；设置补冷风机，确保再生床内温度不超温；

(5) CO 装置为膜片泄压孔式，当设备运行发生意外事故时，可及时裂开泄压，防止意外事故发生；

(6) 设置补稀风阀，实现稀释燃烧；当再生废气浓度过高时，比例调节稀释风阀，实现废气浓度的稀释，确保进入催化燃烧装置的废气浓度低于 25%LEL，可确保催化燃烧过程的高效、安全运行，装置内所有阀件均采用气动控制，在实现快速切换的同时有效降低安全风险；

(7) 吸附箱和 CO 装置分别设置超温自动声光报警、断电和压降报警装置；8. 高温设备及管道采取隔热保温措施，确保管道、设备表面温度低于 60℃ 。

项目经过调试正常运行后，对进出口的废气指标进行检测，处理后的废气排放执行 GB16297-1996《大气污染物综合排放标准》中的新污染源大气污染物排放限值。

2 项目案例二：南通某电路含尘废气的治理

针对含尘废气主要以我司承接的南通某电路有限公司集尘项目为例进行介绍。该公司中央集尘设备系统工程主要采用 PE 烧结过滤除尘工艺，整个方案其中包含：11 套中央集尘设备及 1 套备用设备，备用设备风机与其它主设备风机利用阀门并联，保障整个集尘系统在其中任何一套风机维护或保养维修的状态下，都不影响集尘系统所配带的生产设备的正常运行，保障生产设备不需要停机，并且采用的都是变频+PID+PLC 电控系统，在集尘压力保障的前提下，生产设备所开机的数量多与少会使集尘设备电控自动变频而起到重要的节能效果。

2.2.1 工作原理

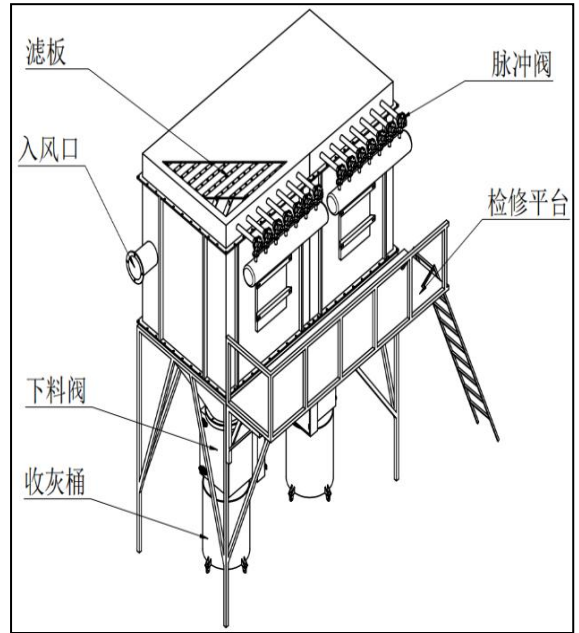
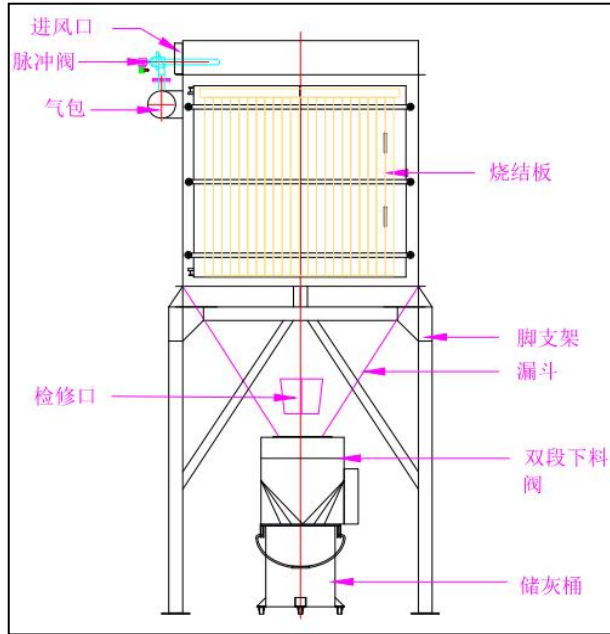
烧结板除尘器是一种干式除尘装置，又称塑烧板除尘器，它适用于捕集细小、干燥、非纤维性粉尘，其基本工作原理为含尘气流通过尘气入口处的导流板进入中部箱体的尘气室，通过烧结板净化后的气体经风机排出。随着被阻留在烧结板表面涂层上粉尘的增加，定时或定差压工作方式的清灰控制系统将自动开启快开式脉冲阀，通过压缩空气来有效清除烧结板表面的粉尘，被喷落的粉尘在重力的作用下落入灰斗后排出。

滤材采用原装德国和日本进口的 PE 烧结滤片，利用纤维织物的过滤作用对含尘气体进行过滤，当含尘气体进入 PE 滤片除尘器，颗粒大、比重大的粉尘，由于重力的作用沉降下来，落入灰斗，含有较细小粉尘的气体在通过滤料时，粉尘被阻留，使气体得到净化。其作为高性能除尘器的典型代表，在高端除尘领域发挥着不可替代的作用。

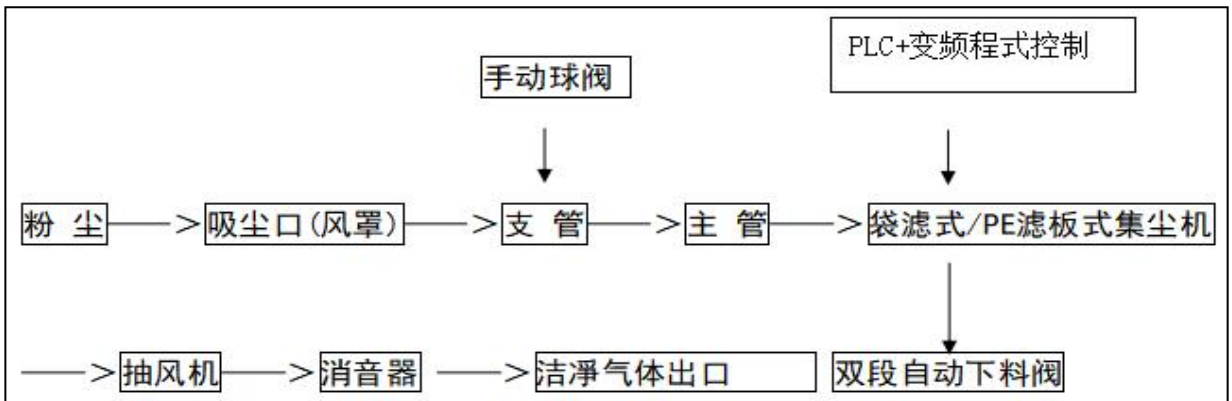
烧结板除尘器的基本结构分为三个部分：上部为喷吹系统的气包和电磁阀；中部由特殊设计的加强板做成的尘气室，烧结板安装在尘气室中；下部为下料阀和支撑结构，可以根据

客户的需要

来选配各种排放设备。



2.2.2 工艺流程图



2.2.3 工艺的优点和优势

使用此种工艺，主要具备以下优点：

- (1) 有效过滤粉尘粒径 $\geq 0.1\mu\text{m}$ ，排放浓度可达到远小于 $1\text{mg}/\text{Nm}^3$ ；
- (2) 可适应高的入口粉尘浓度，设备运行阻力和过滤效率稳定；
- (3) 设备重量轻，体积小，仅为传统布袋除尘器体积的 $1/3$ ；
- (4) 过滤元件采用无骨架的刚性结构，耐压、耐冲击，清灰压缩空气耗量低；
- (5) 先进的清灰控制和独特的反吹结构，工作寿命长，使用可靠；
- (6) 特殊的设备结构设计，维护保养极为方便；
- (7) 有不锈钢型、抗静电型、防爆型等可供选择。

2.2.4 案例项目实图：



通过项目运行调试，最终有效的去除 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上的粉尘；净化值 $<1\text{mg}/\text{m}^3$ ；高浓度粉尘情况下，除尘效率高达 99.999%，完全满足客户需求。

能否使系统达到设计要求并满足使用效果，并不仅仅全靠设计的合理性来判断，同时科学的运行管理和严格的施工过程质量控制也是整个项目过程中必不可少的环节，为此我司在项目承接前期也会根据项目特点及业主要求制定一套施工保障方案与规划，已保证整个工程施工安全及产品安全。

3 结语

迈途环保在为客户提供保障的同时，在公司内部也在不断加强建设，力争构建一套科学且有效的公司管理及运行机制体系。目前公司共 8 个部门职能部门，各部门各司其职，职能分工明确。在总经理的领导下，公司内部不断加强控制体系及管理体系建设，为公司持续健康发展提供重要保障。

迈途环保将积极践行绿色发展理念，对于保护环境、建设生态文明的态度保持高度重视，公司治理方面也将不断构建更加科学有效的管理模式，对于废气治理技术也将不断突破尝试更新高效节能的处理方案及设备，通过技术创新确保自然与生态能够更加和谐的共处，深入贯彻“共建 ESG 生态 共促可持续发展”理念。

探究硫酸亚铁与重捕剂对线路板废水铜离子的去除效果

The removal effect of ferrous sulfate and recatching agent on copper ions in circuit board wastewater

郝明奎

(吉安生益电子有限公司, 江西 吉安 343000)

0 引言

随着电子行业的迅速发展,作为电子行业基础的印刷电路板其产量正以每年 10%-20%的速度在递增,成为电子行业中的重要产业之一。然而印刷电路板生产过程中有多种含重金属污染物的废水以及高浓度的有机废水排出,如不加以处理,势必对环境造成极大危害。由于这些废水成分复杂,pH 值变化大,人工处理很困难,处理后的水质达标率低,尤其在大型生产工厂中,人工处理的缺点十分明显。印刷电路板生产过程中的废水因某些金属含量高,虽具有较高的回收利用价值,但利用电解氧化法、活性炭吸附法等传统方法处理后出水的重金属离子、氟含量等不能稳定达标,不仅对水资源环境造成不利影响,而且对资源造成日益严重的浪费。

线路板废水中含有络合剂,与重金属离子具有良好的络合性,导致对重金属废水采用混凝法、沉淀法处理无法保持持续稳定的达标排放。在含铜废水中,铜离子和有机物络合形成络合物,该络合物在中性或者碱性条件下无法形成铜的沉淀,导致铜离子无法从水溶液中去除。

本论文采用混凝剂硫酸亚铁、重捕剂以及 pH 调整剂液碱的方法,调节含铜废水的 pH 值在最佳点,在加入适当的絮凝剂 PAC、PAM 后,使之铜离子生成氢氧化物沉淀去除,并且通过改变硫酸亚铁以及重捕剂的投加量,探究去除铜离子的效果。

1 实验部分

1.1 研究内容

本实验旨在研究铜离子在不同含量的硫酸亚铁和重捕剂下体系中得到去除效果,结合仪器检测结果和对比实验深入探究硫酸亚铁和重捕剂的最适用量。其主要内容如下:

(1) 通过改变硫酸亚铁和重捕剂的含量,探究硫酸亚铁和重捕剂对去除铜离子效果的影

响比重。

(2) 对比不同硫酸亚铁的投加量去除铜离子的效果，确定最佳硫酸亚铁投加量范围。

(3) 对比不同重捕剂的投加量去除铜离子的效果，确定最佳重捕剂投加量范围。

实验仪器：原子吸收分光光度计

实验药剂：硫酸亚铁；重捕剂；PAC；PAM；NaOH

1.2 不同投加量亚铁和重捕剂对铜离子的去除效果

(1) 实验内容

本次进行了改变硫酸亚铁和重捕剂的含量，探究硫酸亚铁和重捕剂对去除铜离子效果的影响比重。

(2) 实验步骤

取 5 份 500ml 的综合废水原水，调节 pH 至 3.0，加入不同量的硫酸亚铁（浓度为 10%），搅拌 15-20 min，然后改变重捕剂的投加量（浓度为 1%），pH 调为 10.5，搅拌 15-20 min，加入 0.32% 的 PAC（浓度为 10%）以及 0.2% 的 PAM（浓度为 0.1%），慢速搅拌 5 min，静置沉淀 30 min。最后过滤取上清液测铜离子含量。

(3) 分析测试

铜离子采用原子吸收分光光度计测试铜的含量。

(4) 铜离子去除率

铜离子去除率 = $(C_0 - C_t) / C_0 \times 100\%$

C_0 ：原液铜离子浓度，mg/L； C_t ：反应后铜离子浓度，mg/L

(5) 分析讨论

如表 1，对比 1、4、5 号小试，在其他反应条件相同的情况下，随着亚铁的投加量增加，铜离子的去除率增加，当亚铁（浓度为 10%）溶液投加量为 0.74% 时处理效果较好，铜离子 < 0.3 mg/L；对比 2、3 号小试，在其他反应条件相同的情况下，增加重捕剂投加量，对铜离子去除效果不佳。结果表明，硫酸亚铁的含量增加能够促进铜离子的去除，而增加重捕剂的含量对铜离子的去除没有促进作用。

表 1 依次改变亚铁和重捕剂投加量对铜离子的去除效果

序号	1	2	3	4	5
pH	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Fe ²⁺ (10%)	0.34%	0.54%	0.54%	0.74%	0.94%
重捕剂 (1%)	0.046%	0.026%	0.066%	0.046%	0.046%
pH	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
PAC (10%)	0.32%	0.32%	0.32%	0.32%	0.32%

PAM (0.1%)	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%
Cu ²⁺	0.81 mg/L	0.36 mg/L	0.47 mg/L	0.15 mg/L	0.12 mg/L
Cu ²⁺ 去除率	89.75%	95.44%	94.05%	98.10%	98.48%

1.3 探究亚铁含量的合理范围

(1) 实验内容

根据第一次小试的结果，为进一步探究亚铁含量的合理范围，我们补充了只改变亚铁投加量的小试，将亚铁的投加量做了更加细致的划分。

(2) 实验步骤

取7份500 ml的综合废水原水，调节pH为3.0，加入不同量的亚铁（浓度10%）溶液，搅拌15-20 min，pH调为10.5，加入0.046%的重捕剂（浓度1%），搅拌15-20 min，随后加入0.32%的PAC（浓度10%）以及0.2%的PAM（浓度0.1%），慢速搅拌5 min，静置沉淀30 min。最后过滤取上清液测铜离子含量。

(3) 分析测试

铜离子采用原子吸收分光光度计测试铜的含量。

(4) 铜离子去除率

铜离子去除率 = $(C_0 - C_t) / C_0 \times 100\%$

C₀: 原液铜离子浓度, mg/L; C_t: 反应后铜离子浓度, mg/L

(5) 分析讨论

对应投加不同量的亚铁，铜离子去除率如下表2。

表2 不同投加量硫酸亚铁对铜离子的去除效果

序号	1	2	3	4	5	6	7
pH	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Fe ²⁺ (10%)	0.1%	0.2%	0.3%	0.4%	0.5%	0.6%	0.7%
pH	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
重捕剂 (1%)	0.046%	0.046%	0.046%	0.046%	0.046%	0.046%	0.046%
PAC (10%)	0.32%	0.32%	0.32%	0.32%	0.32%	0.32%	0.32%
PAM (0.1%)	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%
Cu ²⁺	1.28 mg/L	1.07 mg/L	1.03 mg/L	0.74 mg/L	0.52 mg/L	0.28 mg/L	0.23 mg/L

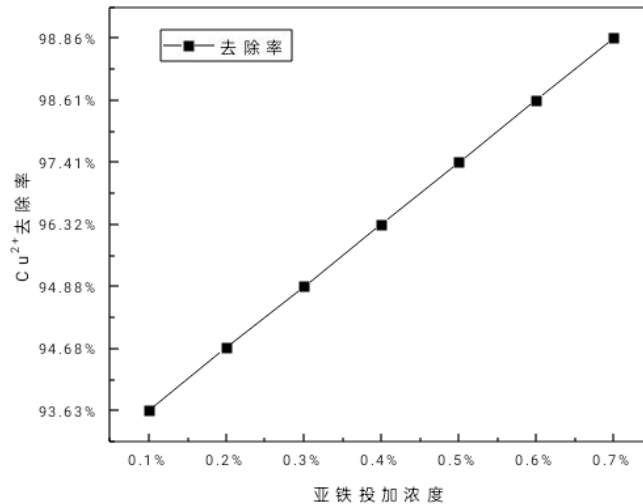


图1 不同亚铁投加量下铜离子的去除率

根据表2及图1可知,对比1-7号小试,在其他反应条件相同的情况下,随着亚铁的投加量增加,铜离子的去除率随之增加,当亚铁(浓度为10%)溶液投加量为0.6%时铜离子的去除率相对于其他几号小试提高明显,铜离子 < 0.3 mg/L;基于排放标准,同时也要考虑到运营的成本问题,当亚铁(浓度为10%)溶液投加量为0.2%时已较好,符合一级沉淀池的去除效果,再增加亚铁加药量去除效果虽然能够提高,但是运营成本会提高,考虑到现场加药情况,一级反应池亚铁(10%)加药量在0.2%-0.3%为宜。

1.4 探究不同重捕剂投加量对铜离子的去除效果

(1) 实验内容

根据前两次小试的结果,为进一步确定重捕剂含量对铜离子去除效果的影响,我们再补充了只改变重捕剂投加量的小试,在确定亚铁的投加量为0.2%的基础上,对重捕剂的投加量做了更加细致的划分。

(2) 实验步骤

取5份500ml的综合废水原水,调节pH至3.0,加入相同量的亚铁0.2%(浓度为10%),搅拌15-20min,pH调为10.5,加入不同量的重捕剂(浓度1%),搅拌15-20min,随后加入0.32%的PAC(浓度10%)以及0.2%的PAM(浓度0.1%),慢速搅拌5min,静置沉淀30min。最后过滤取上清液测铜离子含量。

(3) 分析测试

铜离子采用原子吸收分光光度计测试铜的含量。

(4) 铜离子去除率

$$\text{铜离子去除率} = (C_0 - C_t) / C_0 \times 100\%$$

C0: 原液铜离子浓度, mg/L; Ct: 反应后铜离子浓度, mg/L

(5) 分析讨论

表 3 不同含量重捕剂对铜离子的去除效果

序号	1	2	3	4	5
pH	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Fe ²⁺ (10%)	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%
重捕剂 (1%)	0.045%	0.055%	0.065%	0.075%	0.085%
pH	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
PAC (10%)	0.32%	0.32%	0.32%	0.32%	0.32%
PAM (0.1%)	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%
Cu ²⁺	1.13 mg/L	1.05 mg/L	0.97 mg/L	1.07 mg/L	1.03 mg/L

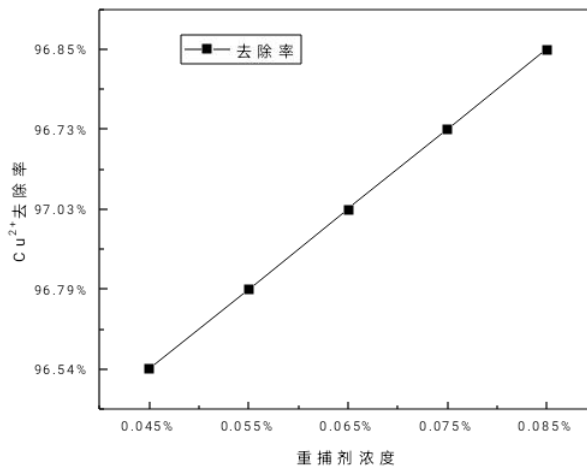


图 2 不同重捕剂投加量下铜离子的去除率

根据表 3 和图 2 可知, 对比 1-5 号小试, 在其他反应条件相同的情况下, 随着重捕剂的投加量增加, 铜离子的去除率变化不大, 可见在当前处理条件下, 当亚铁 (浓度为 10%) 溶液投加量为 0.2%、重捕剂 (浓度 1%) 投加量为 0.045% 时处理效果较好, 基本达到这两种药剂的极限; 以 1 号小试为基准, 2-5 号小试再次投加重捕剂为 0.055%、0.065%、0.075%、0.085% 时, 铜去除率变化较小, 根据现场调研, 重捕剂过量也会导致水质变浑, 影响出水效果, 故重捕剂控制在 0.045% 为最佳方案。

2 结果与讨论

本文探讨了在固定 pH、PAM、PAC 的参数情况下, 不同投加量的硫酸亚铁和重捕剂对铜离子去除率的影响:

实验结果表明, 随着亚铁的投加量增加, 铜离子的去除率增加, 当亚铁 (浓度为 10%) 溶液投加量为 0.6% 时处理效果较好, 铜离子 < 0.3 mg/L; 当亚铁 (浓度为 10%) 溶液投加量为 0.2% 时已较好, 继续增加亚铁加药量去除效果已不明显。考虑到现场加药情况, 减少运营

成本的情况下，反应池一级亚铁（10%）加药量在 0.2%-0.3%为宜。

随着重捕剂的投加量增加，对铜离子的去除促进效果不大，可见在当前处理条件下，当亚铁（浓度为 10%）溶液投加量为 0.2%、重捕剂（浓度 1%）投加量为 0.045%时的处理条件已能够较好去除铜离子，且基本达到这两种药剂的极限。

当一座污水处理能力为 1000m³/d 的污水厂，硫酸亚铁（浓度为 10%）溶液投加量分别为 0.6%与 0.2%时，污水处理药剂费用差异为：

表 4 不同亚铁添加量药剂成本差异

硫酸亚铁投加量	废水处理量 (m ³ /d)	硫酸亚铁浓度	硫酸亚铁单价 (元/KG)	硫酸亚铁投加费用 (元)
0.6%	1000	10%	0.65	390
0.2%	1000	10%	0.65	130

由此可见，通过硫酸亚铁添加量调整，每天可节省硫酸亚铁费用：390-130=260 元，每月可节省：260*30=7800 元，可产生较好的经济效益，同时减少硫酸亚铁的投加量可减少污泥的产生量，提高污泥含铜量，对副产物收益的提高具有正向作用。

ESG-020

关于洗衣机在 PCB 行业中的应用

Application of washing machines in the PCB industry

贺军

(吉安生益电子有限公司, 江西 吉安 343100)

0 引言

在 PCB 制作的过程中, 烘烤工艺及其重要的一个制作环节, 通过高温的烘箱对涂覆油墨的半成品进行加热固化, 伴随着高温烘烤, 油墨中的有机分子挥发, 随着温度的逐渐降低, 预冷后由气态凝结成固态, 粘附在抽风管道内, 形成絮状易燃物, 在达到燃点后会迅速燃烧, 同时火借抽风系统的风势, 迅速向废气塔扩散形成火灾。因而, 如何减少 VOCs 废气管道中的絮状物, 现实意义显著。

1 VOCs 废气的产生

VOCs (Volatile organic compounds) 即挥发性有机化合物, 是指温度为 293.15K (即 20°C)、蒸汽压大于或等于 0.01kPa 时, 可挥发性有机化合物的总称, 但不包括甲烷。VOCs 是一类常见的大气污染物, 来源主要为化学溶剂、石油产品、汽车尾气和燃烧废气。而化学溶剂则与每个人的生活密切相关, 无论是纺织品、鞋类、油漆、室内装饰还是电子电器等设备, 都可能产生挥发性的有机物质。电子产品在使用中常常会有部分带有化学溶剂或油漆的零组件处于高温, 在此加温状态下容易逸散出苯等挥发性有机物质的异味。随着现代电子设备制造行业的飞速发展, 电子元件需求巨大, 废气主要污染物 VOCs 随之产生。

2 VOCs 废气的特点

PCB 行业对油墨、稀释剂等有机溶剂使用量较大, 而这些有机溶剂中 VOCs 含量较高, 水基油墨、高固份油墨目前使用比例仍旧较少, 导致该行业成为 VOCs 排放量较大的污染源之一。

根据我司提供的油墨、稀释剂等物质的化学品安全技术说明 (MSDS), 企业使用的油墨、稀释剂、硬化剂等有机溶剂多达十几种, 其中 VOCs 物质种类非常多, 如: 丙烯酸酯、二乙二醇乙醚醋酸酯、二丙二醇甲醚、乙酸-1-甲氧基-2-丙基酯、1-甲氧基-2-丙醇、2-甲氧基-1-丙醇、萘等, 以酯类、醚类、醇类 VOCs 物质为主, 这些物质的嗅阈值较低, 往往产生较大“异味”, 影响周边居民正常生活。

3 VOCs 废气的处理工艺

VOCs 废气在车间通过抽风管道进入水喷淋塔，去除部分有机物，然后经过除雾器进入活性炭吸附塔，活性炭多孔结构提供较大的表面积，活性炭吸附一定量的有机物后定期催化燃烧，使有机物转化成二氧化碳和水，废气达标排放。

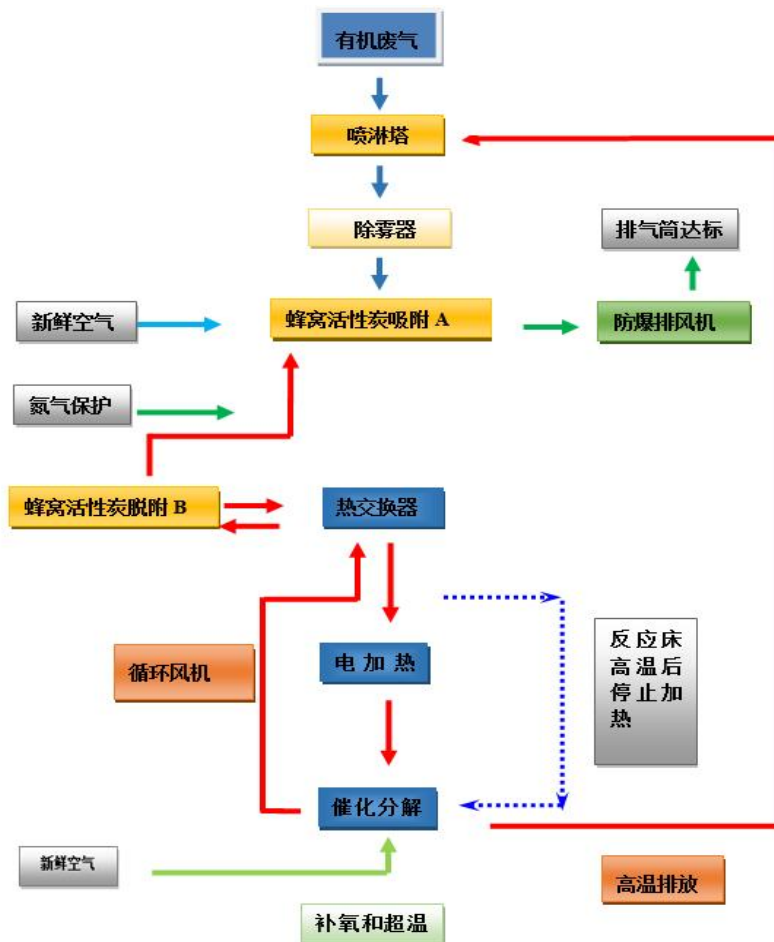


图 1 某 PCB 工厂 VOCs 废气处理流程

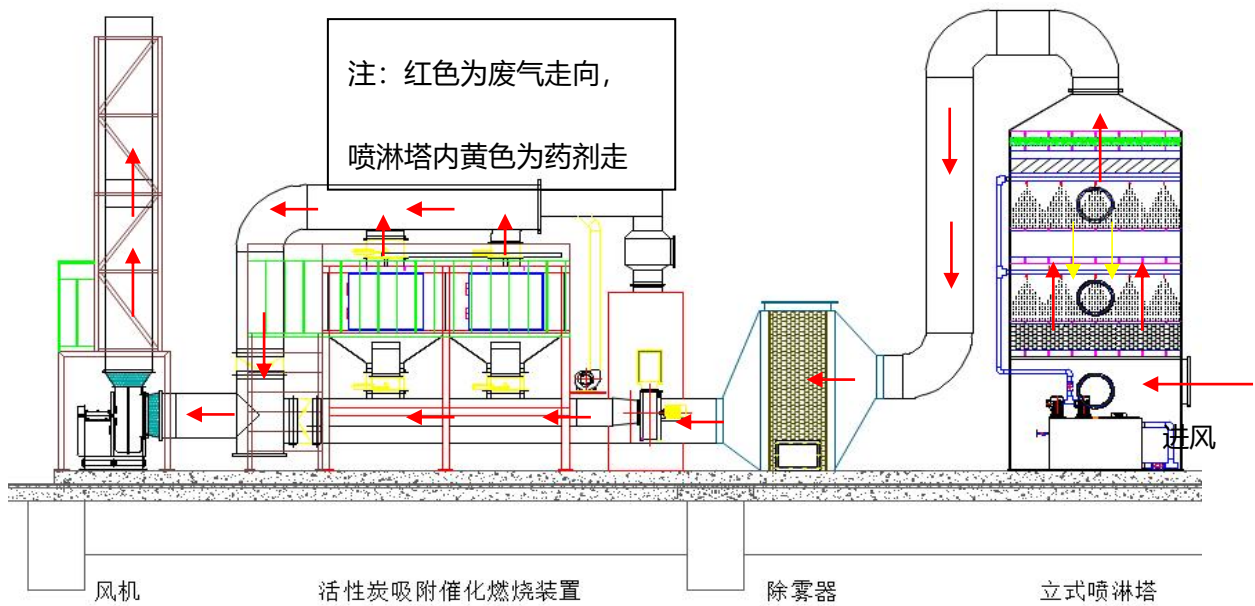


图 2 催化燃烧系统

4 处理系统存在的问题

由于生产设备产生的有机废气源头均在车间，产生的废气靠抽风管道输送到楼顶的处理设施，因此中间存在较长的管网。PCB 行业油墨印刷过程中本身不使用固体物质，在调墨、印刷、涂布等过程中不产生颗粒物。但在烘干过程中，烘干温度达 145~160℃，油墨中的高沸点物质挥发出来，在管道输送过程中遇冷会形成针絮状的颗粒物，该絮状颗粒物粒径较小，排放量大，比重轻，非常容易燃烧。其外观形态如图 3 所示。

由于生产设备产生的有机废气源头均在车间，产生的废气靠抽风管道输送到楼顶的处理设施，因此中间存在较长的管网，管网的内壁会逐渐形成易燃的絮状物，如图2所示，遇到明火或者静电，及易被点燃，形成火灾。



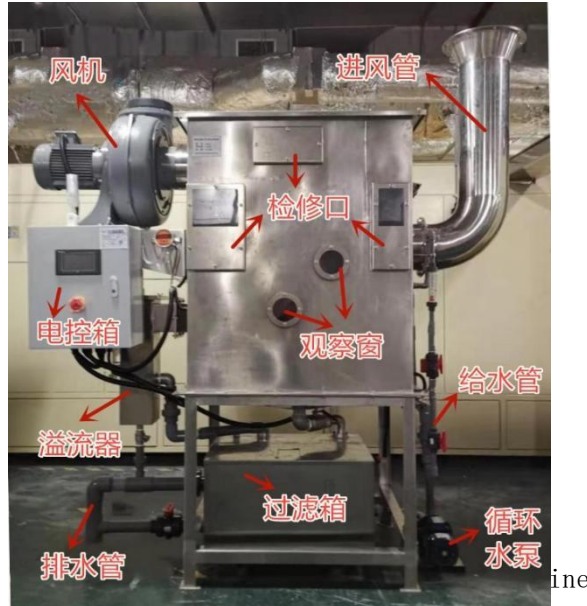
图 3 絮状物



图 4 管道内残留

5 改善思路

要使管道内粘附的絮状物减少，则最好的方式就是在设备排出来的时候进行有效的拦截，从而降低絮状物的凝结速度，并且阻止火势扩散到天面是设计的思路。通过市面上寻找，有一款除尘设备非常适用于该场景。



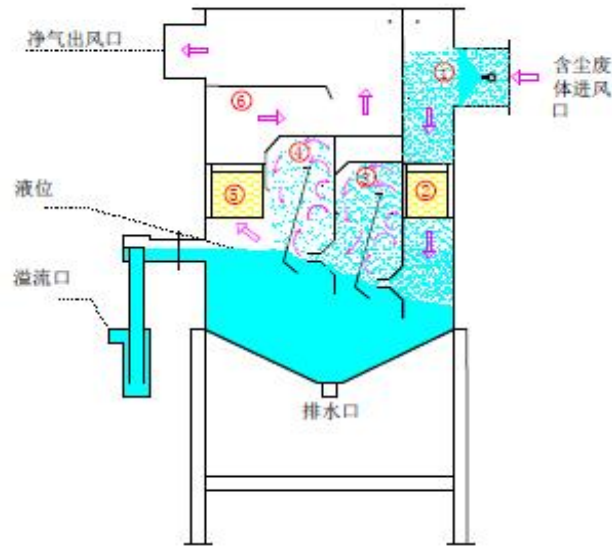
5.1 洗涤机的原理

该设备由进风预冷却段、自激式洗涤段、水气分离段、水泵循环洗涤段、过滤系统五部分组成。高温气体经过该设备处理后实现降温及洗涤除尘，用于 PCB 工厂阻焊、字符烘箱排出的高温废气清洗、降温和除尘，具有减少风管内絮状物，降低管道火灾隐患，以及防止管道油渍高温熔化后回流烘箱内部等功能

主要的原理如下：

在高压风机动力下，废气吸入处理机内，在①喷淋被降温并与②预过滤器撞击，大颗粒粉尘被捕获进入液体中；细小颗粒粉尘在③和④双级自激旋涡洗涤室内气液相充分混合并相互冲击，被液（水）体捕获，细小粉尘颗粒被分离清除；净化的气体经过⑤后过滤器和⑥挡

水板后被进一步净化和水气分离，净气由出风口排出，含尘液体通过溢流口或排水口排出。



说明：

- ① 喷管
- ② 预过滤
- ③ 第一级自激旋涡洗涤室
- ④ 第二级自激旋涡洗涤室
- ⑤ 后过滤
- ⑥ 挡水板

图 6 洗涤机原理图

5.2 应用场景

通过在设备的旁边安装洗涤机（具体多少台可以根据不同设备场景自行搭配），设备产生的高温有机气体立即遇冷，再凝结成固体块状物，通过过滤捞走，大大的降低了管道内的絮状物产生。同时低 VOC 含量的冷气体通过原有的管道排放至天面处理设施进行处理。

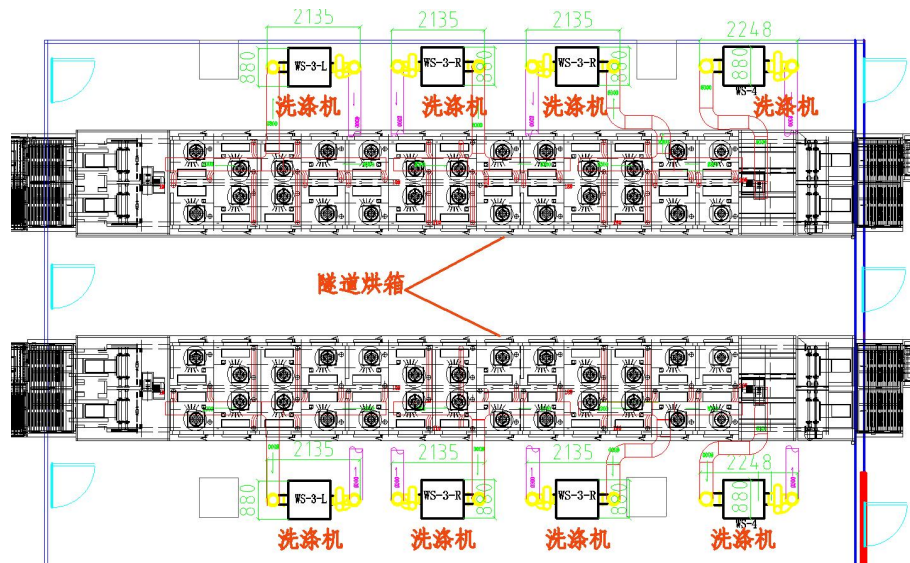


图 7 现场安装图

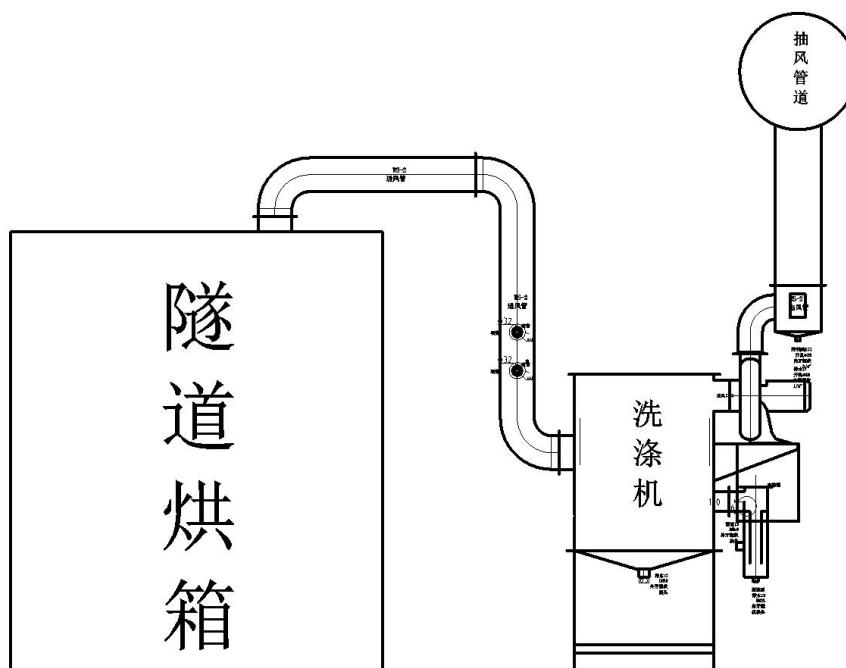


图 8 现场侧面图

6 效果分析

A. 有效的降低废气管道中絮状易燃物。以阻焊后烘为例子，原本一个月清洗一次的管道清洗可以延长到 2 年以上。

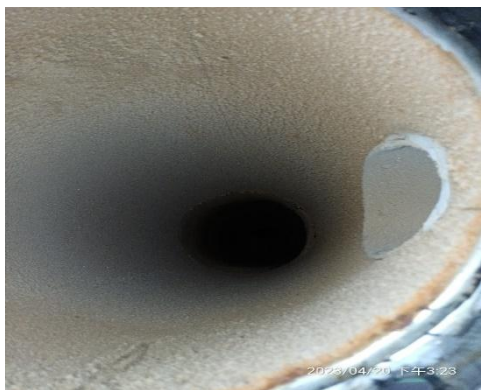


图 9 未使用洗涤机



图 10 使用洗涤机后

B. 减少絮状物质对活性炭的堵塞，节省设备停机催化燃烧活性炭的时间。

C. 及时烘箱着火后，通过不断滚动的水浪，能够阻止火势蔓延至抽风系统中，减少大面积火灾的风险。

7 结语

综上所述，通过在生产设备的废气抽风管道中加入预处理的洗涤机，不仅能降低抽风管

道内絮状易燃物的堆积速度。同时由于洗涤机内循环水的物理隔离，即使设备发生火灾，也不会使火势蔓延到天面，影响其他区域。因此增加洗涤机的作用能大大降低 PCB 行业在后烘、塞孔和回流焊等区域的火灾安全风险，具有非常显示的意义。

ESG-021

关于 EC 风机在空调系统的节能研究

Research on Energy Conservation of EC Fans in Air Conditioning Systems

陈勇坚 赵汝垣 胡大红 李焕坤

(珠海方正科技高密电子有限公司, 广东 珠海 510310)

0 引言

随着传统风机因高耗能、低效率、维护成本高等缺点, 而且夏季到来伴随着高温、高热天气, 对制造行业岗位送风, 无尘车间温湿度要求的提升。传统空调系统风机需提高运行频率, 相比新型 EC 风机耗能低, 效率高, 且满足风压风量的情况。EC 风机相比传统风机无疑是一个更好的替代。而且传统风机技术是内转子技术。内转子技术是电动机的外圈是定子, 内圈是转子, 电动机的轴内嵌在转子中心, 电动机随着转子转动而带动风叶叶片转动, 传统风机内转子技术制造过程简单, 制造成本相对较低。但是效率低, 噪声大, 耗能高和使用寿命短。后续改进的外转子技术, 外转子技术把定子放在内圈, 外传作为转子, 风机通过焊接或注胶工艺固定在外圈转子上面。虽然效率相比内转子技术各方面提高不少, 但是效率还不够。最后 EC 风机是直驱式高效离心, 具有节能、计算机集中控制, 运行稳定, 噪音低等优点。能耗可以下降 30%-50%, 是一种比较理想的节能风机。

1 空调系统运行覆盖范围

空调系统在我们日常生活当中运用极为广泛, 特别是在 PCB 制造行业, 不管是在生产线的岗位送风, 还是无尘车间的温湿度管控要求, 中央空调风柜都占据核心地位。厂内传统空调系统由表冷器; 冷、热水阀; 传统 AC 风机; 中央系统控制器; 入风和送风阀; 管道和连接器等。



图 1 无尘车间



图 2 空调送风口



图 3 空调控制面板

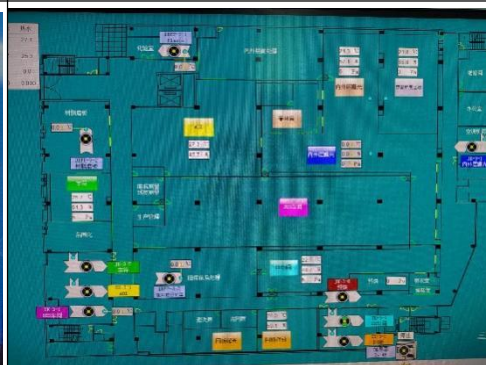


图 4 空调覆盖区域

2 传统风机现状

电机通过皮带轮传动控制风机时能耗损失较大导致传动效率较低，且故障率较高，后期需持续维护，经常更换皮带、皮带轮和轴承，定期清洗皮带积尘，否则会导致效率持续降低、电机和轴承故障，进一步增加了维护成本；空气处理机组空调箱内仅安装一台大风机而不是多台小风机，形成单点故障时具有较高的风险，修复耗时较长；风机能耗较大

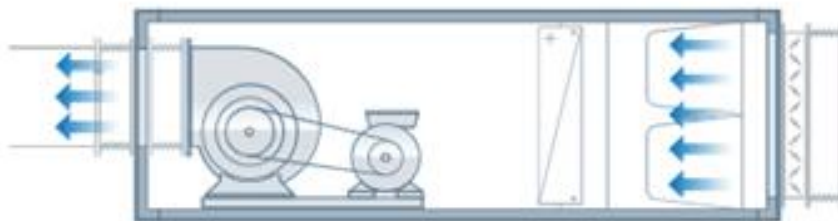


图 5 传统风机示意图

3 EC 风机与传统风机的对比

目前市场与工厂内部对通风和空调技术领域主要有三方面的需求：能效、与负荷相适应的控制能力和满足多种客户需求的灵活性^[1]，所以对标我们 PCB 行业需求能运用到的无尘房温

湿度管控、水平线，办公区域的岗位空调送风等各方面是否满足有重要的作用。

现阶段我们的传统风机常选用交流电机作为风机驱动装置，在大型三相交流异步电机全负荷运行效果，在效率上能满足我们的需求。但单相或小型三相电机的效率为 20%~70%，不能很好地满足实际需求。同时，交流电机需要使用变频器来控制转速，从而造成功率损失，并且还需要进行额外过滤，以保护敏感的电机轴承。采用变频器驱动达到部分负荷的异步电机常常会产生噪声，从而使电机发出嗡鸣声^[2]。

EC 风机是使用 EC 电机的离心风机，EC 电机是内置智能控制模块的直流无刷维护专用电机，有 RS485 输出接口、0~10V 传感器输出接口、4-20mA 速度调节开关输出接口、报警装置输出接口和主从信号输出接口。无刷直流电机由永磁转子、多极绕组定子、位置传感器等组成，即位置传感器根据转子位置的变化顺序对定子线的位置进行检测，根据定子绕组的位置，产生一定的位置信号，经过处理控制电源开关电路。定子绕组的工作电压由位置传感器输出控制的电子开关电路提供。因此，EC 电机拥有完整的驱动电子设备，易于控制，效率高达 90%。在某些负载条件下，EC 电机可以安静高效地工作。另外，换气和空调业界一般需要的风扇的控制、设定、监视可以通过综合的电机电子设备进行软件操作和无线接入。所以，EC 风机与传统工业风机相比，有以下优势：

(1) EC 风机可实现零电流启动，无冲击电流产生，保证系统安全，同时可实现软启动功能。

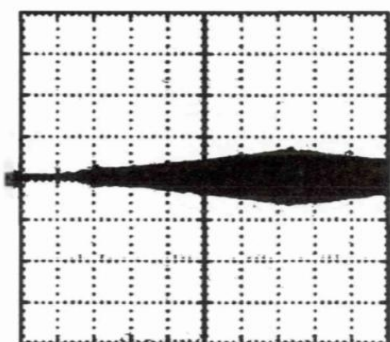


图 6 EC 风机启动电流

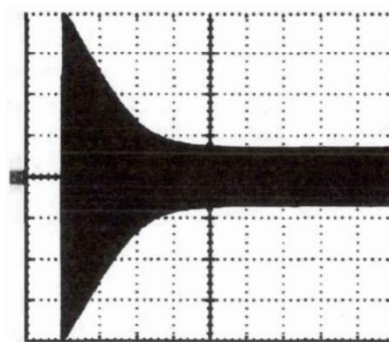


图 7 传统风机启动电流

(2) 风机电机一体化，无需皮带传动，无需更换轴承和皮带，长达 5 万小时轴承免维护，结构设计紧凑，易于拆装。

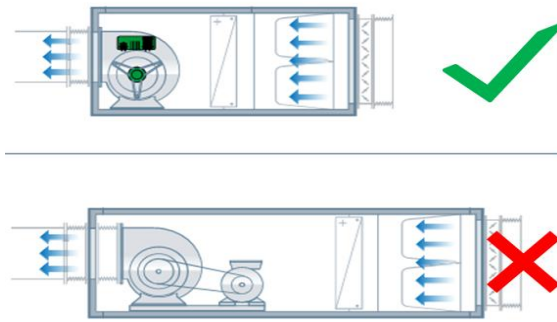


图 8 EC 风机与传统风机对比图

- (3) 多台风机同步运行，保证气流均匀，显著降低噪音。
- (4) EC 风机性能、输入功率、效率更具有高效性，稳定性。

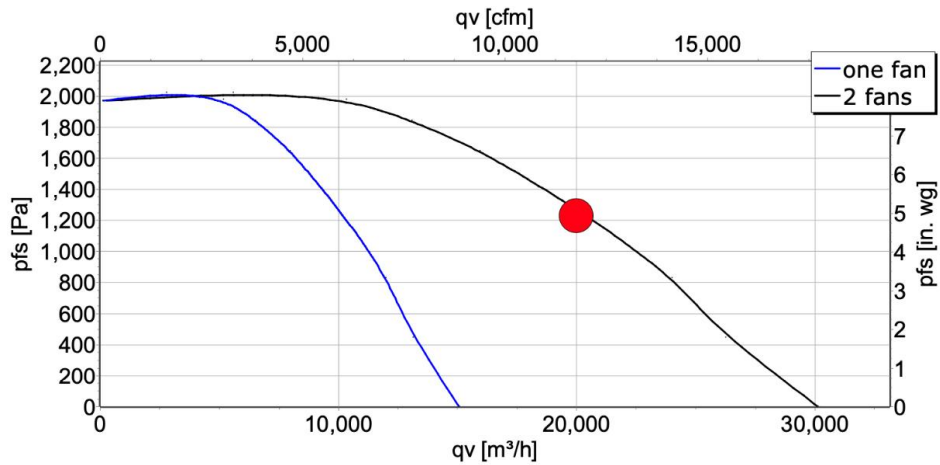


图 9 EC 风机性能曲线

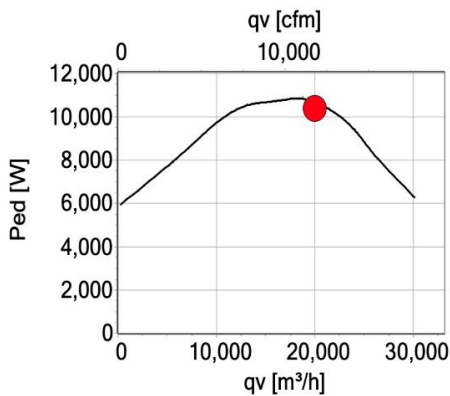


图 10 EC 风机输入功率曲线

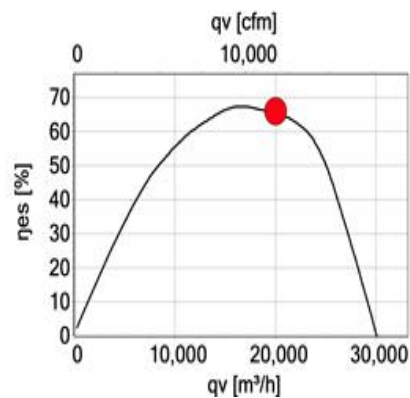


图 11 EC 风机效率曲线

4 EC 风机的运用

根据本公司千级无尘车间风量风速、温湿度管控、室压、层流密度、风柜内部过滤网、风柜内部噪音及振动，都与风机息息相关。对于如此大体量的空间的风量风压，对 EC 风机提

出更高要求，例如 60000m³/h 无尘车间，则需求 3 台 20000m³/h 规格的 EC 风机才能满足要求，EC 风机提供一个稳定的送风量，在风柜与无尘室连接的风管，在车间测量风速在 0.3m/s-0.4m/s 之间，室压在 12Pa-15Pa 之间。EC 风机的控制并入中央空调中控系统，根据设定的温度为 22 ±2℃，湿度为 55±5%，可以自行调控温湿度在设定范围之内。在公司内的办公区域，生产线上的岗位送风、电房、机房都能达到一个恒温的效果。可以根据每个区域要求不同，实现独立调节，精准输出，满足现场生产人员需求。每组空调风柜供给独立区域送风，在对传统风机改造时，对应风量，风压，层流，温湿度光控更加准确，针对性强，而且一对一送风，对应空调风柜更加便捷。

5 节省成本

以上面相同体量的 20000m³/h 的风机。传统风机额定功率为 15KW，按一年 8640H 计算，一台传统风机一年耗能量：15*8640=129600 KWH。

FanGrid data			Input		
Type (mld=176459)		K3G450PB2401	Redundant fans		0
Number of fans		2	Max. FanGrid width	mm	2200
Energy consumption	kWh	41518	Max. FanGrid height	mm	1680
Phase / Voltage	Ph/V	3~ 380-480	with backward flow		no
Speed factor	%	99			

Nominal fan data			Ambient conditions		
Voltage	VAC	400	ρ _{calculated to}	kg/m ³	1.200
Frequency	Hz	50/60	ρ _{measured at}	kg/m ³	1.172
Speed	1/min	2600	Available installation space		
Power input	W	5250	Width per fan	mm	1100
Current draw	A	8	Height per fan	mm	1680
Minimal temperature	°C	-25	Fan size	mm	480.5
Maximal temperature	°C	50	Correction factor		1

Operating points of FanGrid												
OP	q _v [m ³ /h]	p _{rs} [Pa]	t [h]	η _{act} [%]	η _{ad} [%]	P _{el} [W]	n [1/min]	SFP	U _{ctr} [V]	p _d [Pa]	I [A]	E [kWh]
1	20000	1227	4000	66	71	10380	2584	1.868	9.8	96.7	15.9	41518
p.a.			4000									41518

图 12 EC 风机运行数据（由德国 EBM 选型软件直接导出）

由图 12 看出，EC 风机额定功率为 10.38KW，同理，满足 20000m³/h 风量的 EC 风机一年耗能：10.38*8640=89683 KWH。

年节量：129600-89683=39917KWH，年节率：30.8%。

6 结论

(1) EC 风机在节能、效率、性能等各方面相比传统风机更加具有优势。

(2) 运用范围广，不管是在电子行业、工业通风、农业、空调系统、环境监测、岗位送风等等。

(3) 在节能降耗方面，EC 风机约 30%节能量，在公司成本和落实国家推行的节能减排的政策具有深远意义。

中国电子电路行业协会

CHINA PRINTED CIRCUIT ASSOCIATION

Add: 上海闵行区都会路2338号95号楼CPCA总部大厦3楼

Tel: 86-021-54179011、54179012

Fax: 86-021-54179002

Web: www.cPCA.org.cn

