

一、清洁生产示范项目名录

序号	企业名称	项目名称	完成时间	所属行业
1	上海裕生特种线材有限公司	漆包线多头机提效改造	2020 年验收	电线电缆制造
2	上海大西洋焊接材料有限责任公司	高速拉拔镀铜工艺优化	2023 年验收	金属制品制造
3	巴斯夫护理化学品（上海）有限公司	磺化装置余热回收改造	2022 年验收	专用化学品制造
4	上海嘉宝莉涂料有限公司	废气系统深度治理改造	2021 年验收	涂料制造
5	上海化学工业区升达废料处理有限公司	超频震波锅炉清焦系统	2022 年验收	危险废物治理
6	上海氯碱化工股份有限公司	高浓度工艺废水深度处理及中水回用	2022 年验收	基础化学原料制造
7	威图电子机械技术（上海）有限公司	喷粉技术优化及粉末回收利用	2022 年验收	电子和电工机械专用设备制造
8	上汽通用汽车有限公司	薄膜替代磷化工艺改造	2019 年验收	汽车制造
9	上海联乐化工科技有限公司	多级冷凝吸附耦合联动废气处理工艺改造	2020 年验收	合成材料制造
10	海隆管道工程技术服务有限公司	焊缝防腐涂层精准控制系统	2019 年验收	石油钻采专用设备制造

二、清洁生产示范项目简介

1、漆包线多头机提效改造

——上海裕生特种线材有限公司



企业概况：

上海裕生特种线材有限公司属于电线电缆制造行业，主要从事电线生产和电缆加工，产品主要为各种规格（0.05-5.00 mm）的漆包线。

清洁生产项目简介：

公司生产工艺主要是拉丝和漆包工艺。漆包机工序包括：涂漆、烘焙、冷却、润滑、收线等。

公司原有 17 台漆包机设备头数少（24-28），生产效率较低。清洁生产方案采用多头机替代老设备，实施漆包线提效改造，同时对原有的废气处理系统进行升级改造。

具体措施：

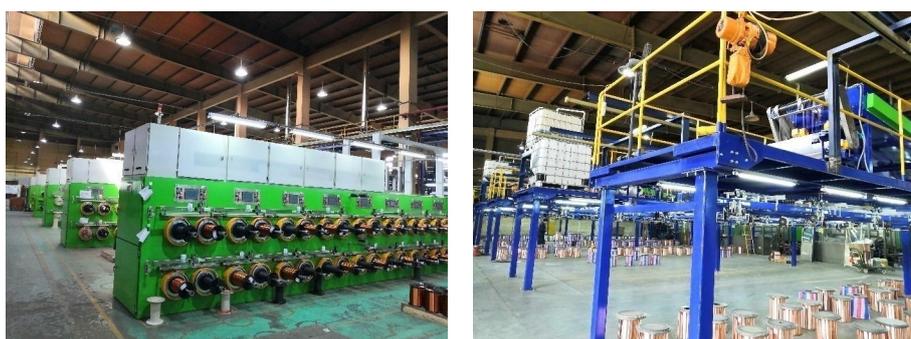
新设备提高设备的头数和 DV 值（直径与速度的乘积），生产效率提高，运行能耗降低，新设备精度更高，提高了产品质量；在生产运行控制中增加了自动换盘，在线针孔检测和在线自动测径等功能，设备使用上位机自动记录烘炉和退火炉温度，自动记录设备耗电量，

解决了线盘绕线不平整的质量问题，避免了人为因素的影响；配备的自动记录系统，对产品质量追溯和设备分析管理提供有力依据；微细线使用自动换盘后可以不再使用盘底双面胶，减少了废品产生；此外，新设备在原有基础上增加了高位槽，利用高度落差及管道输送自动集中供给绝缘漆，减少人工运输过程中产生的跑冒滴漏，同时安装了涂漆房和涂漆罩，在减少废气排放的同时又确保了油漆保温，使得油漆固含量提高了 1%-2%，减少了溶剂的挥发；废气处理工艺在原有二次催化燃烧的基础上又增加了一次催化燃烧，进一步确保了废气稳定达标排放。

新设备改造后，生产线实现集中布置，优化了物流走向、缩短管理半径、提高质量稳定性，减少废弃物数量。

项目综合效益：

项目投资 1585.33 万元。实施后，年节电 47.3 万度，节能量 136.224 吨标煤，减少二氧化碳排放 340.56 吨。通过油漆输送方式改善、管路的管理等，减少了油漆的使用，此外减少了 VOCs 排放约 0.45 吨。每班减少操作人员 11 人，两班共减少操作人员 22 人，另外减少 2 名质检人员，取得经济效益合计 325.85 万元。



漆包线多头机改造实施效果图

2、高速拉拔镀铜工艺优化

——上海大西洋焊接材料有限责任公司



企业概况:

上海大西洋焊接材料有限责任公司是以自动化焊接材料为主的研发和生产销售基地。公司属于金属制品制造业，主要生产焊丝、焊条，广泛应用于碳钢、低合金钢、不锈钢等钢种的焊接。

清洁生产项目简介:

企业原有的焊丝的生产流程为：除锈—粗拉—细拉—放线—除脂—水洗—酸洗—水洗—镀铜—水洗—烘干—收线，改造后的焊丝高速镀铜线工艺流程为：放线—高速拉拔—机械清洁—除脂—高压水洗—高速镀铜—水洗—定径抛光—收线。

具体改造内容：**CO₂气保实心焊丝镀铜线**，采用 11 套独立永磁直驱高速镀铜生产线及其配套设施进行升级，替代原有 21 台细拉丝设备及 36 条化学镀铜线；**埋弧焊丝镀铜线**，采用 3 套独立永磁直驱高速镀铜生产线及其配套设施进行升级，替代原有细拉及 12 条镀铜线。

高速拉拔镀铜工艺具有以下优势：

(1) 提升了生产效率

采用 CO₂ 气保实心焊丝高速拉拔镀铜生产，速度达到 20~25 米/秒，其生产效率显著高于传统展开式镀铜生产模式。

(2) 实现了节能降耗

传统生产工艺在能源及化工成本方面均处于高位，引入高速镀铜工艺，可以有效降低单位产品能耗；高速镀铜工艺速度快，焊丝无需在镀槽往复，槽体结构简单，维护成本低，且极大减少因轮子破损或积铜造成丝外表损伤，产品外表质量更有保障；镀铜前处理通过机械清洁替代酸洗，减少前处理过程中重金属的产生和排放；镀铜后无需烘干，生产更加环保，有效的降低原料及能源消耗。

(3) 加强了质量管控

传统生产工艺流程复杂，需要经过粗拉、细拉、化镀、分卷、包装等多个工序，物流转运复杂，极易在转运及换线生产过程中造成产品错混，引发质量问题。实施高速镀铜项目后将整合除锈、粗拉、细拉等前道工序，减少中间工序及物流转运，实现“一个流”同步生产，具有明显低耗、环保、高效等优势。

(4) 改善现场环境

针对传统制造工艺存在噪音大、粉尘多、酸雾弥漫等不利因素，有效降低噪音，减少粉尘等的排放，改善员工工作环境。

项目综合效益:

项目投资 1253.45 万元。实施后，镀铜线槽液取消了燃气蒸汽锅炉蒸汽加热，改为电加热，降低了加热温度，减少了燃气用量，年节电 102.19 万 kWh，节约燃气 54.81 万 m³，节水 32037t，减少废水排放 28833t，减排颗粒物 126.72kg、氮氧化物 142.56kg、二氧化硫 19.8kg，同时，减少前处理过程中重金属的产生和排放，减少铬排放 0.0021 吨，减少镍排放 0.0034 吨。节约能资源及人工成本，合计经济效益 634.28 万元。



高速拉拔镀铜线实施效果图

3、磺化装置余热回收改造

——巴斯夫护理化学品（上海）有限公司



企业概况：

巴斯夫护理化学品（上海）有限公司主要从事生产和销售天然或合成油脂化学品、聚合物及其衍生物、混合物和深加工产品，属于专用化学品制造行业，产品包括表面活性剂、酯类化学品、酰胺类化学品、调配化学品。

清洁生产项目简介：

公司磺化车间生产烷基苯磺酸（盐）和醇醚硫酸（铵）盐。将硫磺与干燥的工艺空气燃烧制得 SO_2 ，再经催化转化为 SO_3 ， SO_3 与有机物原料（脂肪醇醚、脂肪醇、烷基苯等）一起送入磺化反应器，经磺化制得有机酸脂，进入中和罐添加氢氧化钠进行中和，最后进入调整罐加入少量添加剂进行调整后，得到产品。

磺化装置 SO_2 催化转化系统的换热风目前通过换热器由空气冷却，冷却后的热风通过烟囱排向大气，温度约 300°C ，余热未进行回用，造成能源浪费。通过余热锅炉将高温空气生成蒸汽热水，回用于工艺流程，是工业余热最直接、效率较高的经济方法。本技术设备对余热的利用不改变余热能量的形式，只是通过换热设备将余热能量直接传递给自身工艺的耗能流程，降低一次能源消耗，节能效果显著。

利用流程是空气吸收 SO₂/SO₃ 转化塔内热量后，进入余热锅炉蒸发器、余热锅炉省煤器、给水预加热器、给水加热器，分别与热水和冷除氧水换热后，通过烟囱排放。除盐水进入除氧器除氧后，经锅炉给水泵 A/B 变频输送依次进过给水预加热器、给水加热器、省煤器后进入汽包，汽包中的水自流经过蒸发器受热汽化产生水蒸气形成自循环。汽包蒸汽出口管道通过调节阀控制汽包的压力，产生 1.2MPaG 的低压蒸汽，供厂内各车间使用。

项目综合效益:

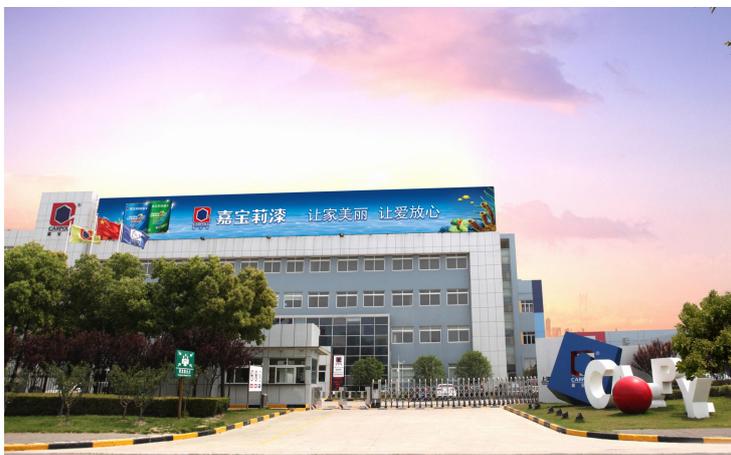
项目投资 330 万元。实施后，通过余热锅炉将热风携带余热回收用于生产蒸汽，补充全厂的蒸汽需求，不仅解决了烟气温度过高的问题，还大大减少了蒸汽的消耗。根据流量计显示，年产蒸汽量 4082 吨，折合标煤 408.2 吨。



余热回收改造实施效果图

4、废气系统深度治理改造

——上海嘉宝莉涂料有限公司



企业概况：

上海嘉宝莉涂料有限公司主要经营各类家具漆、装修漆、建筑涂料的生产和销售，及工业涂料、固化剂、稀释剂、中间树脂产品生产和加工，属于涂料制造行业。

清洁生产项目简介：

公司生产废气主要来自加料和反应生产过程的反应釜、兑稀釜等的排空废气，以及粒状产品包装时的含尘废气。其中，树脂车间、制漆车间、色漆车间排放的有机废气处理工艺为沸石转轮+催化氧化（RCO）；固化剂车间有机废气处理工艺为活性炭过滤；污水站废气主要处理工艺为活性炭吸附。由于废气产生来源多，组分复杂，原有的系统不能满足高浓度废气的处理。

本轮清洁生产方案是开展废气系统深度治理改造：结合废气的来源和特点，在原有处理系统的基础上，新增滤筒除尘、沸石转轮+蓄热氧化燃烧（RTO）、生物法一体机废气处理系统进行优化，确保各环节废气的有效收集和治理。

“沸石转轮+蓄热氧化燃烧（RTO）”工艺，利用沸石比表面积

大和不同温度条件下分子间作用力不同的原理，低温条件下，大风量的有机废气通过沸石分子筛转轮，VOC分子吸附其表面，经过沸石转轮的废气可直接排放；吸附有大量VOC的沸石转轮部分进入高温脱附区，利用小风量的高温废气将沸石转轮上的VOC分子脱附出来，形成高浓度废气，送入后端的废气氧化系统（RTO）热氧化处理，净化后的废气达标后可直接排放。

生物法一体机处理工艺是采用生物滴滤加生物过滤工艺路线，生物滴滤段采用连续喷淋的方式，废气中污染物在填料表面经过气液传质进入喷淋液中，填料表面附着生物膜，喷淋液在喷淋过程中废气中的有机物经过吸附和溶解两个方式被微生物利用。

具体实施方案：

（1）色漆车间按照油漆的种类及对转轮的影响情况分为直接进RTO处理和经收集汇总后进转轮浓缩后，再进新建RTO处理；

（2）制漆车间按照废气浓度的不同，中低浓度废气（包括灌装口收集的点排风及大缸平台的全排通风），经收集汇总后送原转轮+RCO系统；高浓度废气（家具漆大缸平台反应釜收集的点排风），经收集汇总后送新建转轮+RTO系统；

（3）树脂车间、固化剂车间按废气风量分为低浓度废气和高浓度废气，低浓度废气经收集汇总后送原转轮+RCO系统；高浓度废气经收集汇总后，经稀释至1/4LEL更安全的浓度后，进入新建RTO；

（4）树脂罐区和溶剂罐区储罐呼吸阀排放的高浓度废气原已分别汇至树脂车间和固化剂车间，与树脂车间、固化剂车间高浓度废气一起，经稀释至1/4LEL更安全的浓度后，进入新建RTO；

(5) 危废房废气主要为低浓度废气，多为易挥发性组分，直接进入新建转轮系统处理；

(6) 污水站废气主要为硫化氢类等含硫废气，采用生物法处理，进新建生物法一体机处理。

项目综合效益：

项目投资 1128.17 万元。实施后，确保了废气的有效收集治理，年减少非甲烷总烃排放 2.055 吨；减少颗粒物排放 3.096 吨；减少废活性炭产生 18 吨。



RTO 装置实施效果图

5、超频震波锅炉清焦系统

——上海化学工业区升达废料处理有限公司



企业概况：

上海化学工业区升达废料处理有限公司由上海化学工业区发展有限公司、上海化学工业区投资有限公司和中法水务投资有限公司共同投资组建，是亚洲地区最大的商业化危险废物焚烧厂之一。

清洁生产项目简介：

公司生产流程，包括危险废料的收集、运输、卸车、储存、预处理、焚烧、热回收、炉渣和飞灰的处理处置、烟气处理、废水处理等。

300#和400#焚烧线的废热锅炉长期运行后，锅炉内炉管表面会大量积聚烟气内的粉尘，锅炉炉管温度不能降到正常范围内，造成锅炉换热效率降低，减少蒸汽产量，同时锅炉出口温度也会升高，导致后续设备损坏。原来需要专业人员进行清灰，过程复杂，清理时间比较长，需要停炉1-3天。

清洁生产方案是引入超频震波锅炉清焦系统（SPG），该系统是瑞士研发生产制造，全球独家专利的锅炉智能在线自动清焦系统，是针对垃圾焚烧锅炉、燃煤电厂锅炉和余热利用锅炉的炉壁炉管因结焦而引发的尾气排放温度不达标、热交换及处理能力下降和易爆管等问

题，专门研发生产制造的，使结焦问题得到有效控制，以减少意外停炉，增加蒸汽产量，延长锅炉运行时间，对日益加大的垃圾处理难度提供解决路径。该系统的组成主要包括冲击脉冲发生器、调压装置、控制柜、阀组盘和悬挂装置，安装在锅炉的外墙，通过燃烧天然气和氧气的混合物，产生压力波即冲击脉冲，冲击脉冲通过阀门和释放喷嘴导入锅炉内，带动炉内相应的烟气短期震动，声波作用到沉积物上并有效清除附着在炉壁表面的污垢，从而延长锅炉的运行周期，提高蒸汽的产量。

项目改造后，通过对2台废热锅炉安装爆破清焦系统，设置时间定期自动进行清理，不需要停炉，且可保证锅炉换热效率一直处于比较高的范围内，提高蒸汽产生量。同时，自动清灰方式可减少清灰过程中向环境中无组织排放的飞灰粉尘量，避免对土壤地下水的污染隐患。

项目综合效益:

项目投资 339.8 万元。实施后，300#和 400#焚烧线的蒸汽产率分别提高了 1.9t/h 和 0.25t/h，扣除清焦系统运行时使用的天然气量，年节能量约 1576.56 吨标煤，减排 CO₂ 量为 3941.4 吨，同时减少了粉尘的排放。



超频震波锅炉清焦系统实施效果图

6、高浓度工艺废水深度处理及中水回用

——上海氯碱化工股份有限公司

企业概况：

上海氯碱化工股份有限公司主要制造和销售烧碱、氯和氯制品、聚氯乙烯树脂和制品，属于基础化学原料制造行业。

清洁生产项目简介：

聚氯乙烯树脂（PVC）生产工艺：原料氯乙烯（VCM）及助剂在聚合釜内聚合成乳浆，出料经汽提塔除去大部分残留氯乙烯，后经离心干燥除去水分，再经喷雾干燥并粉碎后制成粉末状成品。生产过程产生的废水包括离心母液水、涂釜水、汽提废水、设备清洗水及地面清洗水，通过沉淀、pH调节和生化处理，达标排放后送至中法水务公司，废水未进行回用。

清洁生产方案是新建一套废水生化及深度处理设施，采用生化处理（厌氧+生物好氧）与深度处理（臭氧氧化+活性炭吸附过滤）相结合的处理工艺，产生的中水回用于脱盐水制备，降低新鲜水消耗，提高水资源利用效率。

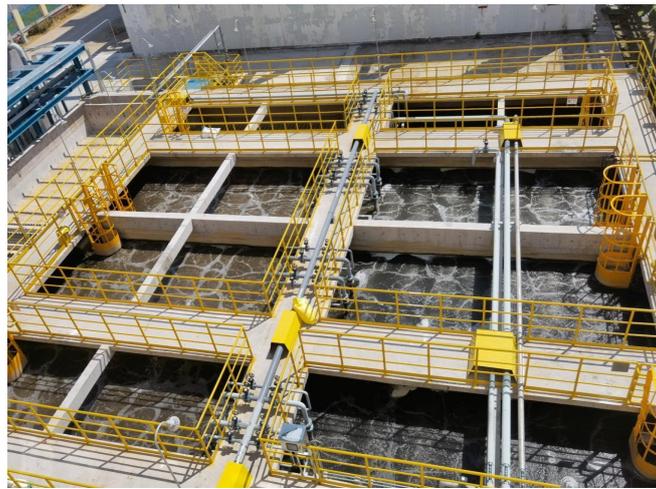
生化处理工艺：废水在缺氧的条件下，水中大部分大分子有机物分子链断裂成为易于生化反应的小分子有机物，之后送入接触氧化池。在微孔曝气的条件下，与附着生物菌群的填料接触，通过耗氧生化反应，削减主要水质污染物 COD 及 BOD₅ 等，此时废水 COD 降至 40mg/L 以下。生化后水经精密过滤送到深度处理系统。

深度处理工艺：包括臭氧氧化和活性炭吸附两个重要阶段。臭氧发生器产生 O₃，进入含有废水的反应器中，对剩余 COD 继续分解氧化为水和 CO₂。然后由泵送到活性炭过滤器中进行剩余有机物和杂质吸附，此时废水 COD 降至 10mg/L 以下。出水通过管道输入中水池，定期通过输入脱盐水制备系统。

经该套装置处理后，污水中 COD、SS、VCM 的去除效率达到 92%-96%，可稳定达到减少废水排放量及新鲜水耗。

项目综合效益：

项目投资 1774.8 万元。实施后，树脂产生的废水均回用至脱盐水装置用于制备脱盐水，实现年减少废水排放量约 22 万吨，减少 COD 排放约 2.2 吨。



废水深度处理及中水回用方案实施效果图

7、喷粉技术优化及粉末回收利用

——威图电子机械技术（上海）有限公司



企业概况：

威图电子机械技术（上海）有限公司属于电子和电工机械专用设备制造行业，主要生产加工电子专用设备、数据通信和接入网通信等网络控制设备、智能化冷却系统及工业机柜系统。

清洁生产项目简介：

公司主要生产工艺：冲压钣金、焊接、脱脂、电泳涂装、塑粉喷涂、烘干、组装。

粉末喷涂是公司生产过程一道重要的工序，喷涂过程在常温下进行，主要污染物为颗粒物。在粉末喷涂过程中，有至少 20%的粉末未能喷涂于工件上，喷粉效率低，造成原料的浪费。产生的粉尘通过二级过滤除尘回收系统处理后，经 17m 排气筒高空排放，除尘效果不佳。

清洁生产方案是通过对接粉房进行升级改造，优化喷粉技术，提高生产效率，回收利用粉末，减少粉尘排放。具体改造如下：

（1）采用 HDLV（高密度低流量传输技术）泵替代文丘里泵。
HDLV 粉泵：将高密度的粉末加载在低流量的传输空气中，大幅度减少了传输中的粉末损耗和粉管磨损，喷枪喷幅很柔和，过喷很少，因

此上粉率高，同时也延长了易损件的寿命。供粉效率是普通文丘里粉泵的三倍，带有自清洁功能，可对自身吸粉部分和输粉部分进行吹洗，大大缩短了换色时间，提高生产效率。

(2) 旋风系统由单旋风改为多旋风，粉尘的分离效果更高，粉末回收利用率更高。多旋风粉末回收系统：分为吸入段、分离段、过滤段和排出段四部分。结构上的多级和设置上的分离，保证了混合物进入以后得到迅速和彻底的分离。独有的多旋风分离筒和特种材料制成的过滤芯保证了分离的效率高、效果好。各段相互配合而又彼此分离，尤其关键的是旋风分离筒、滤芯、反吹脉冲气系统协调工作，既保证了回收和分离的高质量，同时又保证了喷涂室工作的正常进行，大大提高粉末回收效率，提高喷涂质量，可减少废粉产生量约 25%。

(3) 过滤装置由板式过滤改为筒式过滤装置，粉尘处置效率由 98% 提高至 99.9%。筒式滤芯为聚酯长纤维滤材，具有耐磨损、耐酸、耐碱、不吸水性等特点，生产技术成熟、稳定，是目前的典型材料。

(4) 供粉中心由原来的敞开式改为封闭式，减少粉尘逸散，提高粉末利用率。

(5) 集尘器安装防爆温度及粉尘浓度传感器，用于监控除尘器风机仓温度及粉尘浓度。

项目综合效益：

项目投资 118.98 万元。实施后，年节约塑粉用量 5.76 吨，节电 3.94 万 kWh，节约能耗及原料成本合计 18.33 万元。



喷粉技术优化及粉末回收利用实施效果图

8、薄膜替代磷化工艺改造

——上汽通用汽车有限公司

企业概况：

上汽通用汽车有限公司拥有别克、雪佛兰、凯迪拉克三大品牌、二十多个系列的产品阵容，覆盖了从高端豪华车到经济型轿车各梯度市场，以及高性能豪华轿车、MPV、SUV、混合动力和电动车等细分市场。

清洁生产项目简介：

公司主要生产工艺包括冲压、车身、油漆、总装和动力总成 5 个过程。磷化层是汽车油漆中的最底层，对整车防腐性和耐久性有至关重要的作用。传统磷化前处理是三元锌系磷化，原料中含有磷、镍、锰等有毒有害离子，产生危险废弃物磷化渣；反应需要在加热（45℃）中进行，能耗较高；同时，为了保证磷化膜的致密性，需要在磷化前后增加表调工艺和钝化工艺，整个工艺路线较长，设备复杂，能耗高，废水、危险废物处理费用昂贵。

清洁生产方案是将传统磷化前处理升级为薄膜前处理，主要有以下优点：

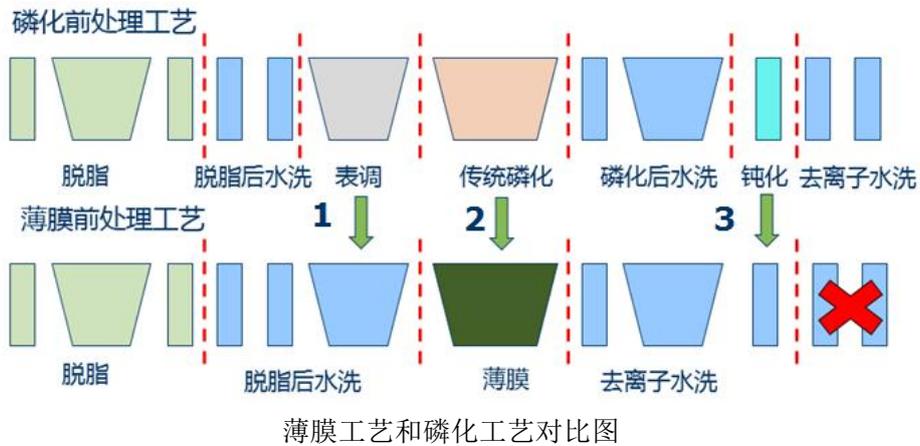
（1）低污染：废水中有毒有害重金属离子大大减少，不产生危险废弃物磷化渣，是国家《涂装行业清洁生产评价指标体系》推荐使用的环境友好型的工艺；

（2）低能耗：薄膜前后不需要相应的表调、钝化工艺，工艺线路缩短，薄膜反应无需加热，设备减少，能耗降低；

（3）低处理费用：废水废弃物处置成本大大降低。

同时，由于薄膜工艺的特殊性，需要在进电泳前保证全干或全湿，国外传统改造薄膜后需风机进行全干处理，能耗高、噪音大，最新的技术是使用普通喷淋进行保湿处理，存在水资源浪费。对此，公司通

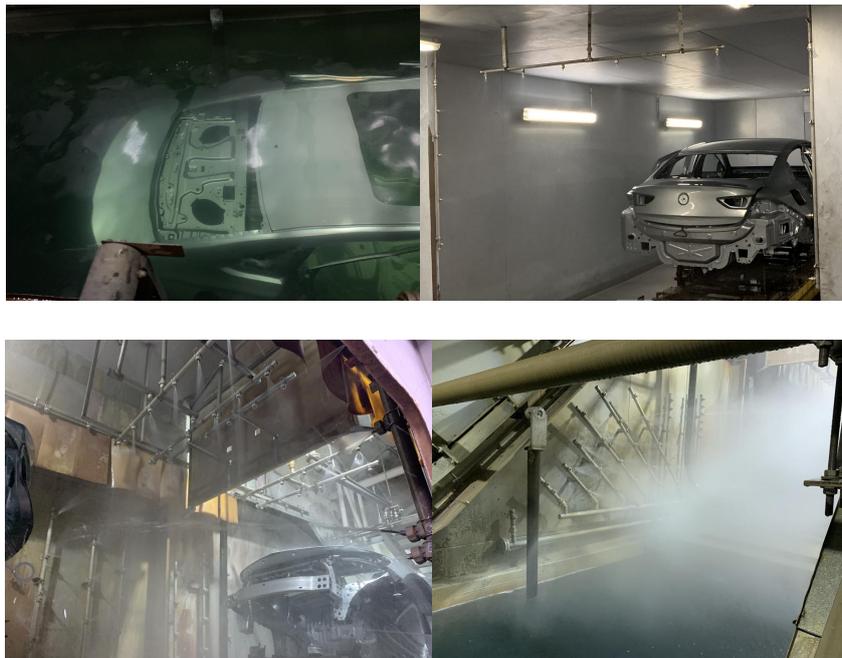
过技术革新，业内首创使用雾化加湿喷淋，节约能资源消耗，降低噪音。



项目综合效益：

项目投资 300 万元。实施后，新工艺不再涉及磷化、钝化工艺，从源头上消除一类污染物的排放，每年减少一类重金属镍排放 746.28 千克，减少磷酸盐排放 6345 千克，减少磷化渣产生 19428 千克。

此外，取消了表调、磷化水洗等工艺后，减少热交换器、泵等的使用，降低能源的消耗，可实现经济效益 116.6 万元。



薄膜替代磷化工艺改造实施效果图

9、多级冷凝吸附耦合联动废气处理工艺改造

——上海联乐化工科技有限公司

企业概况:

上海联乐化工科技有限公司属于合成材料制造行业，主要生产超高分子量聚乙烯（UHMWPE）树脂，广泛应用到纺织、造纸、食品加工、化工、包装、建筑、医疗等领域。

清洁生产项目简介:

超高分子量聚乙烯是由乙烯在催化剂的作用下聚合而成的粘均分子量大于 150 万的热塑性工程塑料。生产工艺包括：预处理、聚合、过滤、汽提干燥、气力输送、破碎、包装等。

公司原采用大分子树脂吸附反应釜尾气，排放不能稳定达标，且大分子树脂消耗很大，产生大量的固废。针对反应釜中尾气的特性，清洁生产方案采用过滤-多级冷凝-吸附耦合工艺系统，实现尾气中溶剂的绿色化回收，确保有机废气达标排放。

(1) 采用吸收塔去除尾气中的大部分颗粒。反应釜尾气经过水洗塔将尾气中颗粒物除去，进入过滤缓冲罐中，在过滤缓冲罐设有滤网除去剩余的微量固体颗粒，在缓冲罐设有温度传感器和压力传感器，其中压力传感器和缓冲罐后端罗茨变频风机联锁，罗茨变频风机起稳定缓冲罐内压力平稳性的作用，此外，在缓冲罐上设有安全泄放阀，保证缓冲罐压力维持常压或微负压，不至于反应釜尾气无法排放影响超高分子量聚乙烯聚合反应；

(2) 采用多级冷凝系统回收溶剂，分为预冷凝系统和多级低温冷凝，预冷系统采用循环水冷凝，将尾气温度降低同时回收尾气中的大部分溶剂，对于尾气中难于常温回收的微量溶剂则采用逐级降温式操作，通过-10℃、-25℃、-75℃逐级减少尾气中 VOCs 的含量，降低

后续吸附工艺的负荷；同时为防止多级冷凝系统因结霜而发生堵塞，三级低温冷凝系统采用双通道模式，可实现智能切换；

(3) 采用三级串联吸附工艺，将尾气中未能回收的多组分有机组分吸附。共设置 4 个活性炭吸附罐，其中 3 个活性炭储罐串联吸附，另外一个活性炭吸附罐采用蒸汽和压缩空气进行脱附，系统自动检测活性炭储罐内活性炭吸附量，并实现每个储罐自动吸附-脱附的智能化切换，经过三级串联吸附后尾气中 VOCs 含量低于 $70\text{mg}/\text{m}^3$ 。

项目综合效益：

项目投资 565 万元。实施后，确保了废气达标排放，每年回收溶剂的量为 134.1 吨，再次回用于反应工段。按照溶剂市场价 1 万元/吨计，实现经济效益 134.1 万元。



多级冷凝吸附耦合联动废气处理工艺改造实施效果图

10、焊缝防腐涂层精准控制系统

——海隆管道工程技术服务有限公司



企业概况：

海隆管道工程技术服务有限公司主要从事石油输送管道内外涂敷、防腐保温处理等，属于石油钻采专用设备制造行业。

清洁生产项目简介：

公司主要生产工艺为喷砂、喷粉、聚乙烯/聚丙烯涂敷、管内喷漆等。分为外涂和内涂。

公司外涂产品在涂聚乙烯/聚丙烯产品过程中客户提供的管道中间有一条凸起的焊缝，原涂敷技术采用均匀涂敷，压辊给力均匀，在焊缝处涂敷的涂层容易受到压辊的影响而减薄，由于焊缝是焊接钢管最凸出的部位，最容易受力，因此提高焊缝的防腐厚度对提高钢管整体的抗破坏能力至关重要。许多客户不允许焊缝处涂层减薄，也不允许打磨焊缝，而且一般焊缝高度在 2.0-3.0mm 之间，为了保证焊缝涂层的厚度，公司在涂敷处理时需要以焊缝凸面作为基准计量涂层厚度，导致原料消耗量增加，增加生产成本。

清洁生产方案是在原有涂敷系统上定制一套针对焊缝防腐涂层的精准控制系统，根据焊缝的位置和形状自动调节聚乙烯/聚丙烯挤出量，在确保涂敷效果的基础上，减少聚乙烯/聚丙烯的消耗量。

防腐涂层精准控制系统，包括焊缝识别装置、蓄料仓、液压伺服系统以及控制系统。在非焊缝位置，蓄料仓蓄料，当检测到焊缝，液压伺服缸带动蓄料仓活塞快速推出一定距离，临时增加模头挤出量，从而提高后续涂层一段区域的厚度，经过时间匹配包络焊缝，实现焊缝处的局部增厚。当伺服缸按照需要的设定距离后就开始均匀回退，使得蓄料仓开始回吸蓄料，并在下次焊缝到达之前蓄料仓回吸到满足再次补偿的条件。经供应商提供资料显示，补偿后焊缝处的涂层平均厚度与非焊缝区域平均厚度相差近 0.1mm，可以减少非焊缝区域焊缝高度的涂层厚度，从而减少管道上聚乙烯/聚丙烯的消耗量。

项目综合效益：

项目投资 27.38 万元。实施后，年节约聚乙烯/聚丙烯原料 564.27 吨，节省原料费用 507.84 万元。



焊缝防腐涂层精准控制装置实施效果图