

附件一：

HJ-BAT-004

环境保护技术文件

钢铁行业焦化工艺

污染防治最佳可行技术指南（试行）

**Guideline on Best Available Technologies of Pollution Prevention and
Control**

for Coking Process of the Iron and Steel Industry (on Trial)

环境保护部

2010年12月

目 次

前言	I
1 总则	1
1.1 适用范围	1
1.2 术语和定义	1
2 生产工艺及污染物排放	1
2.1 生产工艺及产污环节	1
2.2 污染物排放	2
3 焦化工艺污染防治技术	6
3.1 工艺过程污染预防技术	6
3.2 大气污染治理技术	10
3.3 水污染治理技术	12
3.4 固体废物综合利用及处理处置技术	15
3.5 噪声污染治理技术	16
3.6 焦化工艺污染防治新技术	16
4 焦化工艺污染防治最佳可行技术	17
4.1 焦化工艺污染防治最佳可行技术概述	17
4.2 工艺过程污染预防最佳可行技术	17
4.3 大气污染治理最佳可行技术	20
4.4 水污染治理最佳可行技术	21
4.5 固体废物综合利用及处理处置最佳可行技术	24
4.6 最佳环境管理实践	24
附录：术语及符号	27

前 言

为贯彻执行《中华人民共和国环境保护法》，加快建立环境技术管理体系，确保环境管理目标的技术可达性，增强环境管理决策的科学性，提供环境管理政策制定和实施的技术依据，引导污染防治技术进步和环保产业发展，根据《国家环境技术管理体系建设规划》，环境保护部组织制订污染防治技术政策、污染防治最佳可行技术指南、环境工程技术规范等技术指导文件。

本指南可作为钢铁行业焦化工艺生产项目环境影响评价、工程设计、工程验收以及运营管理等环节的技术依据，是供各级环境保护部门、规划和设计单位以及用户使用的指导性技术文件。

本指南为首次发布，将根据环境管理要求及技术发展情况适时修订。

本指南由环境保护部科技标准司提出。

本指南起草单位：中冶建筑研究总院有限公司、北京市环境保护科学研究院、中钢集团天澄环保科技股份有限公司。

本指南由环境保护部解释。

1 总则

1.1 适用范围

本指南适用于具有焦化工艺的钢铁生产企业，其他具有相近工艺的企业可参照执行。

1.2 术语和定义

1.2.1 最佳可行技术

是针对生产、生活过程中产生的各种环境问题，为减少污染物排放，从整体上实现高水平环境保护所采用的与某一时期技术、经济发展水平和环境管理要求相适应、在公共基础设施和工业部门得到应用、适用于不同应用条件的一项或多项先进、可行的污染防治工艺和技术。

1.2.2 最佳环境管理实践

是指运用行政、经济、技术等手段，为减少生产、生活活动对环境造成的潜在污染和危害，确保实现最佳污染防治效果，从整体上达到高水平环境保护所采用的管理活动。

1.2.3 大型焦炉

是指炭化室高度 6m 及以上、容积 38.5m³ 及以上的顶装焦炉和炭化室高度 5.5m 及以上、捣固煤饼体积 35m³ 及以上的捣固焦炉。

2 生产工艺及污染物排放

2.1 生产工艺及产污环节

钢铁行业焦化工艺是指将配比好的煤粉碎为合格煤粒，装入焦炉炭化室高温干馏生成焦炭，再经熄焦、筛焦得到合格冶金焦，并

对荒煤气进行净化的生产过程。

焦化工艺过程由备煤、炼焦、化产（煤气净化及化学产品回收）三部分组成，所用的原料、辅料和燃料包括煤、化学品（洗油、脱硫剂、硫酸和碱）和煤气。

焦化工艺所用的焦炉主要有顶装焦炉、捣固焦炉和直立式炭化炉。钢铁行业炼焦主要采用顶装焦炉和捣固焦炉，其中顶装焦炉占实际生产焦炉数量的 90%以上。

焦化工艺生产流程及产污环节见图 1。

2.2 污染物排放

焦化工艺产生的污染包括大气污染、水污染、固体废物污染和噪声污染，其中大气污染（颗粒物）和水污染是主要环境问题。

2.2.1 大气污染

焦化工艺产生的大气污染物中含有颗粒物和多种无机、有机污染物。颗粒物主要为煤尘和焦尘，无机类污染物包括硫化氢、氰化氢、氨、二氧化碳等，有机类污染物包括苯类、酚类、多环和杂环芳烃等，多属有毒有害物质，特别是以苯并[a]芘为代表的多环芳烃大多是致癌物质，会对环境和人体健康造成影响。

焦化工艺主要大气污染物及来源见表 1。

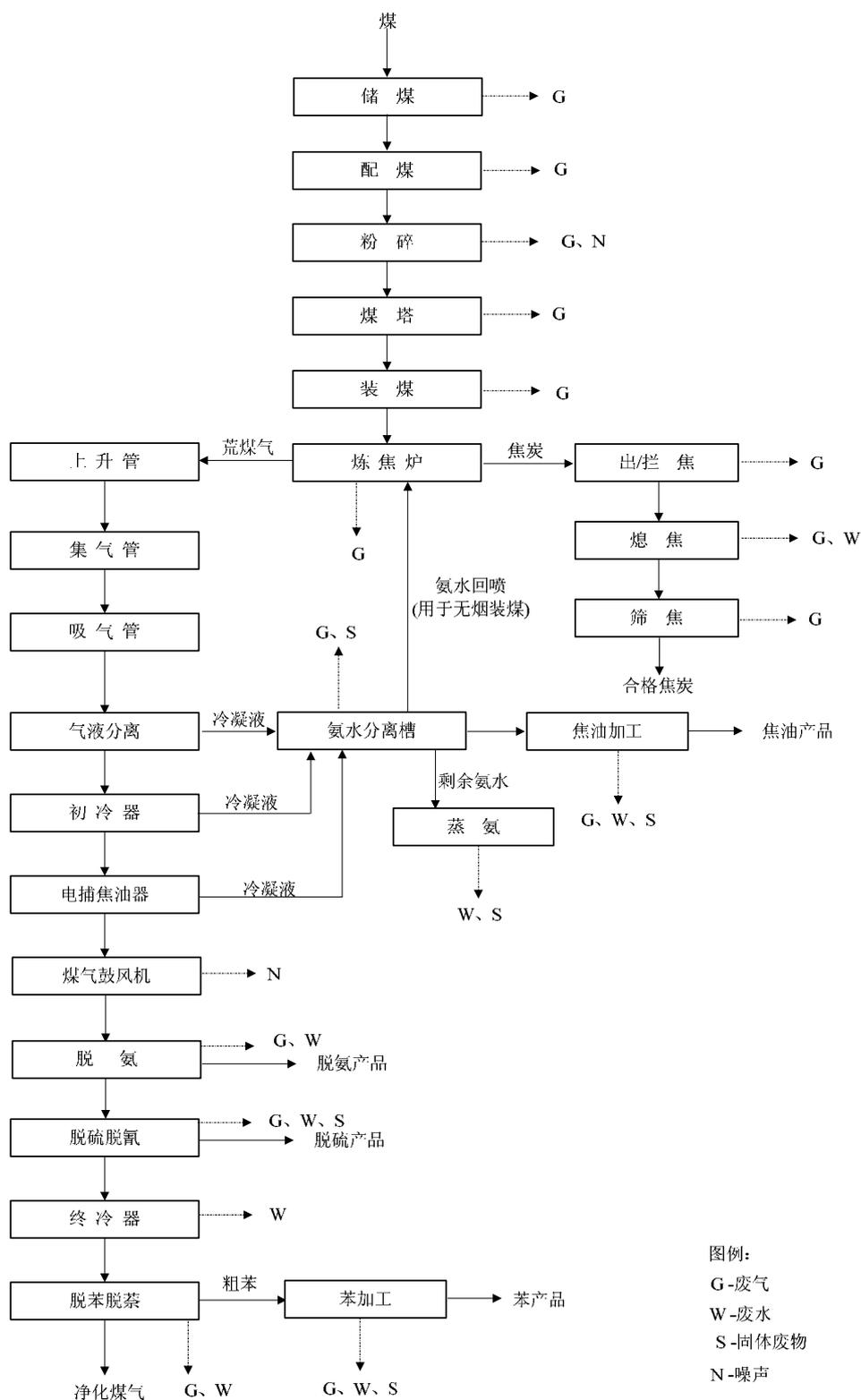


图 1 焦化工艺流程及产污环节

表 1 焦化工艺主要大气污染物及来源

工序	产污节点	主要污染物	源型
备煤工序	精煤堆存、装卸	颗粒物	面源
	精煤破碎、转运	颗粒物	点源
装煤工序	装煤孔、上升管、装煤风机放散管等处逸散	颗粒物、PAH、BSO、H ₂ S、HCN、CO、C _m H _n	点源
炼焦工序	焦炉本体的装煤孔盖、炉门、上升管盖、炉墙等处泄漏	颗粒物、PAH、BSO、SO ₂ 、H ₂ S、NH ₃ 、CO	体源
	焦炉燃烧废气	颗粒物、SO ₂ 、NO _x	点源
推焦运焦工序	炉门、推焦车、拦焦车、熄焦车、上升管、推焦风机放散管等处逸散	颗粒物、SO ₂ 、PAH、H ₂ S、HCN	点源
熄焦工序	湿法熄焦：熄焦塔	颗粒物、PAH、酚、HCN、NH ₃ 、H ₂ S	点源
	干法熄焦：干熄焦槽顶、排焦口、风机放散管	颗粒物、SO ₂	点源
筛贮焦工序	焦炭筛分破碎	颗粒物	点源
	焦炭贮存、小品种焦炭装车	颗粒物	面源
煤气净化工序	煤气冷却装置各种槽类设备的放散管	PAH、NH ₃ 、H ₂ S	点源
	粗苯蒸馏装置各种油槽分离器的放散管	PAH、NH ₃ 、H ₂ S、C _m H _n 等	点源
	精苯加工及焦油加工	苯、C _m H _n 、H ₂ S等	点源
	脱硫再生塔	H ₂ S	点源
	蒸氨系统	NH ₃ 、酚、吡啶盐基	点源
	硫铵干燥系统	颗粒物、NH ₃ 、酚	点源
	管式加热炉	颗粒物、SO ₂ 、NO _x	点源

2.2.2 水污染

焦化废水成分复杂，污染物浓度高，难降解，含有数十种无机和有机污染物，其中无机污染物主要是氨盐、硫氰化物、硫化物、氰化物等；有机污染物除酚类外，还有单环及多环的芳香族化合物、杂环化合物等。

焦化废水主要由以下几类废水组成：

剩余氨水：在炼焦过程中，炼焦煤含有的物理水和解析出的化合水随荒煤气从焦炉引出，经初冷凝器冷却形成冷凝水，称为剩余氨水。剩余氨水经蒸氨工序脱除部分氨后，形成焦化废水。该类废水含有高浓度的氨、酚、氰、硫化物及石油类污染物。

煤气终冷水、蒸汽冷凝分离水：包括煤气终冷的直接冷却水、粗苯和精苯加工的直接蒸汽冷凝分离水。这类废水均含有一定浓度的酚、氰和硫化物，水量不大，但成分复杂。

其他废水：各种槽、釜定期排放的分离水、湿熄焦废水、焦炉上升管水封盖排水、煤气管道水封槽排水及管道冷凝水、洗涤水、车间地坪或设备清洗水等，这些废水多为间断性排水，含酚、氰等污染物。

以上废水全部汇入焦化废水处理站，集中处理后全部回用。

2.2.3 固体废物污染

焦化工艺产生多种固态、半固态及流态的固体废物，主要有焦油渣、酸焦油、洗油再生器残渣、黑萘、吹苯残渣及残液、黄血盐残铁渣、酚和精制残渣、脱硫残渣等，其中焦油渣和各类化产残渣

属于危险废物。

2.2.4 噪声污染

焦化工艺中产生的噪声分为机械噪声和空气动力性噪声，主要噪声源包括煤粉碎机、除尘风机、鼓风机、通风机组、干熄焦循环风机和干熄焦锅炉的放散阀等。在采取控制措施前，安全阀排气装置间歇噪声达到 120 dB(A)，其他噪声源强通常为 85~110dB(A)。

3 焦化工艺污染防治技术

3.1 工艺过程污染预防技术

3.1.1 储配煤工序污染预防技术

3.1.1.1 大型筒仓贮煤技术

大型筒仓贮煤技术是以大型筒仓封闭贮存煤炭的方式控制煤堆扬尘，筒仓内设有喷水装置，洒水抑尘并防止煤自燃。

该技术可消除露天贮存煤堆风扬尘，减少装卸作业扬尘。

该技术适用于焦化工艺储煤工序。

3.1.1.2 风动选择粉碎技术

风动选择粉碎技术是用沸腾床风选器对炼焦用煤进行气力分级预处理，从流化床上层分离出成品煤直接装炉；从下层分离出密度大、颗粒大的煤经粉碎后装炉。

该技术可提高焦炉弱粘结性煤的用量和装炉煤堆比重，相同产量下可减少炼焦炉数和废气排放量。

该技术适用于焦煤资源不丰富地区的焦化工艺配煤工序。

3.1.1.3 入炉煤调湿技术 (CMC)

入炉煤调湿技术是通过加热干燥，将入炉煤料水分控制在适宜水平。目前主要有导热油煤调湿工艺、烟道气煤调湿工艺、蒸汽煤调湿工艺。

该技术可分别减少剩余氨水、蒸氨用蒸汽及焦炉加热用煤气量约 30%；但调湿后的煤在输送、装煤过程中的扬尘量增大，需采取加大除尘系统风量、进行密闭等措施。

该技术适用于焦化工艺配煤工序。

3.1.1.4 气流分级分离调湿技术

气流分级分离调湿技术是集风选破碎和煤调湿于一体的技术。

该技术可增加焦炉弱粘结性煤用量，减少煤料水分，提高装炉煤堆比重，减少废气和废水排放。

该技术适用于焦煤资源不丰富地区的焦化工艺配煤工序。

3.1.1.5 配型煤炼焦技术

配型煤炼焦技术是将部分煤在装焦炉前配入粘结剂压成型块，然后与散状煤按比例混合后装炉。

该技术在不降低焦炭强度的情况下，通过多配低灰、低硫弱粘煤的方式降低焦炭的灰分和硫分，减少二氧化硫和粉尘的排放。

该技术适用于焦煤资源不丰富地区的焦化工艺配煤工序。

3.1.2 炼焦工序污染预防技术

3.1.2.1 大型焦炉炼焦技术

大型焦炉炼焦技术是利用炭化室高度 6m 及以上、容积 38.5m³ 及以上顶装焦炉的炼焦技术。

该技术可单独调节加热温度和升温速度，使整个焦饼温度更趋均匀，保证焦炭质量，装煤密度提高约 10%。由于炭化室容积大，炉孔数减少，排放源减少，污染物泄漏和排放量也相应减少；同时高质量冶金焦配合大高炉炼铁可减少工序能耗，并满足高质量铁水生产的要求。

该技术适用于焦化工艺炼焦工序。

3.1.2.2 捣固炼焦技术

捣固炼焦技术是在装煤推焦车的煤箱内用捣固机将已配好的煤捣实后，从焦炉机侧推入炭化室内进行高温干馏的炼焦技术。目前多采用多锤连续捣固技术。

采用该技术，可配入较多的高挥发分煤及弱粘结性煤，煤饼的堆积密度提高；相同生产规模下，可减少炭化室孔数或容积，减少出焦次数，改善操作环境，减少废气无组织排放。

该技术适用于焦煤资源不丰富地区的焦化工艺炼焦工序。

3.1.3 熄焦工序污染预防技术

3.1.3.1 干法熄焦技术

干法熄焦技术是利用惰性气体将焦炭冷却，并回收焦炭显热。

该技术可节约用水，减少湿法熄焦过程中排放的含酚、氢氰酸、硫化氢、氨气的废气和废水；可回收约 80% 的红焦显热生产蒸汽，间接减少燃煤废气排放。

该技术适用于焦化工艺原有湿熄焦改造和新建焦炉配套熄焦。

3.1.3.2 低水分熄焦技术

低水分熄焦技术是在专门设计的熄焦车内通过喷嘴、凹槽或孔

口喷水，水流迅速通过焦炭层将焦炭冷却。残余的水通过底板快速流出熄焦车，在熄焦系统内循环使用。

该技术配套用于高炭化室焦炉熄焦，可一次处理单炭化室产出的全部焦炭；与常规湿法熄焦技术相比，可减少 20%~40%耗水量，但投资略高；与干熄焦技术相比，投资低，但会产生废气和废水。

该技术适用于焦化工艺原有的熄焦塔改造，并作为干熄焦备用熄焦技术。

3.1.3.3 常规湿法熄焦技术

常规湿法熄焦技术是直接通过熄焦塔顶喷洒水将焦炭冷却，熄焦废水在系统内循环使用。

该技术工艺简单、投资省、占地小，但耗水量大，红焦显热没有利用，不利于节能，目前国内钢铁生产企业新建和技改焦炉仅将其用作备用熄焦技术。

3.1.4 煤气净化工序污染防治技术

3.1.4.1 真空碳酸盐法焦炉煤气脱硫脱氰技术

真空碳酸盐法焦炉煤气脱硫脱氰技术是以碳酸钠或碳酸钾溶液为碱源，脱除煤气中的氢氰酸、硫化氢，然后将反应后的溶液送到再生塔内解析出氢氰酸、硫化氢等酸性气体。碳酸盐溶液循环利用，酸性气体可生产硫磺或硫酸产品。

该技术脱硫脱氰效果较好，工艺流程简单，投资较低，硫产品质量好，产生废液少；但由于脱硫装置位于煤气净化末端，煤气净化系统前段设备和管道要耐腐蚀。

该技术适用于焦化工艺大型焦炉煤气净化工序。

3.1.4.2 萨尔费班法焦炉煤气脱硫脱氰技术

萨尔费班法焦炉煤气脱硫脱氰技术是以单乙醇胺水溶液为碱源脱除煤气中的氢氰酸和硫化氢。

该技术脱硫脱氰效率较高，不需要催化剂，脱硫液不需氧化再生，无副产物；但单乙醇胺价格高、消耗量大，工艺控制复杂，脱硫成本比较高。

该技术适用于焦化工艺大型焦炉煤气净化工序。

3.1.4.3 HPF法焦炉煤气脱硫脱氰技术

HPF法焦炉煤气脱硫脱氰技术是以煤气中的氨为碱源，以HPF(对苯二酚、酞菁化合物及硫酸亚铁)为复合催化剂脱除煤气中的氢氰酸和硫化氢的湿式液相催化氧化脱硫脱氰技术。

该技术脱硫脱氰效率高，投资和运行费用低；但处理煤气量较小，硫磺产品质量低，熔硫操作环境差，产生脱硫废液且处理难度大。

该技术适用于焦化工艺煤气净化工序，大型焦炉需多套设备并联使用。

3.2 大气污染治理技术

焦化生产大气污染治理技术主要针对颗粒物，吸附在颗粒物上的多环芳烃等有害污染物可随颗粒物一并脱除。

3.2.1 挡风抑尘网技术

挡风抑尘网技术是通过大幅度降低风速减少露天堆放煤炭产生的煤尘。

该技术适用于焦化工艺储煤工序。

3.2.2 大型地面站干式净化除尘技术

大型地面站干式净化除尘技术是在地面设立大型除尘一体化装置，在各工序产尘点设集气罩，将废气通过集尘管送入地面站，采用大型脉冲袋式除尘器净化。

该技术运行可靠、稳定，除尘效果好；但对制造、安装、运行和维护要求较高。

该技术适用于大型钢铁企业焦化工艺装煤、出焦、干熄焦、筛贮焦等工序。

3.2.3 夏尔客侧吸管集气技术

夏尔客侧吸管集气技术是指装煤时装煤车伸缩筒与装煤孔气密相联，集气系统在装煤口上安装射流增压侧吸管，将炉体内溢出的荒煤气导入相邻的处于成焦后期的炭化室，装煤过程中无废气外排。

该技术净化效率高、不造成二次污染，具有结构简单、不用建地面站、投资低、运行费用低、集气与装煤连锁等特点；但装煤设备投资高。

3.2.4 除雾+折流格子挡板除尘技术

除雾+折流格子挡板除尘技术是通过在熄焦塔或熄焦车顶部设置捕雾装置（除雾器）和木栅式（或百叶窗式）折流格子挡板除尘装置净化含尘废气。

该技术净化效率大于 80%，外排废气含尘浓度低于 $70\text{mg}/\text{m}^3$ 。

该技术适用于钢铁企业焦化工艺湿法熄焦工序。

3.3 水污染治理技术

3.3.1 预处理技术

焦化废水通常采用重力除油法、混凝沉淀法、气浮除油法等预处理技术。

重力除油法是利用油、悬浮固体和水的密度差，依靠重力将油、悬浮固体与水分离。

混凝沉淀法是向废水中投加混凝剂和破乳剂，使部分乳化油破乳并形成絮状体，将重质焦油和悬浮物与水分离。

气浮除油法是投加化学药剂将废水中部分乳化油破乳，通过微小气泡携油上浮出，并在水体表面形成含油泡沫层，然后通过撇油器将油去除。

采用上述预处理技术，可将焦化废水中的石油类污染物从 100 ~ 200mg/L 降低到 10 ~ 50mg/L，可减轻后续生化处理的难度和负荷。

3.3.2 生化法处理技术

3.3.2.1 普通活性污泥法处理技术

预处理后的废水与二次沉淀池回流污泥共同进入曝气池，通过曝气作用在池内充分混合，混合液推流前进，流动过程中利用活性污泥中的微生物对有机物进行吸附、絮凝和降解。

当进水 COD 低于 2000mg/L 时，COD 的去除率 70% ~ 85%，出水 COD 300 ~ 500mg/L。

该技术可有效去除废水中的酚、氰；但出水 COD 偏高，占地面积大，对氨氮、COD 及有毒有害有机物的去除率不高，系统抗冲击负

荷能力差，运行效果不稳定。

3.3.2.2 A/O（缺氧/好氧）生化处理技术

预处理后的废水依次进入缺氧池和好氧池，利用活性污泥中的微生物降解废水中的有机污染物。通常好氧池采用活性污泥工艺，缺氧池采用生物膜工艺。

当进水 COD 低于 2000mg/L 时，酚、氰处理去除率大于 99%，COD 去除率 85%~90%，出水 COD 200~300mg/L。

该技术可有效去除酚、氰；但缺氧池抗冲击负荷能力差，出水 COD 浓度偏高。

3.3.2.3 A²/O（厌氧-缺氧/好氧）生化处理技术

A²/O 工艺是在 A/O 工艺中缺氧池前增加一个厌氧池，利用厌氧微生物先将复杂的多环芳烃类有机物降解为小分子，提高焦化废水的可生物降解性，利于后续生化处理。

当进水 COD 低于 2000mg/L、氨氮低于 150mg/L 时，酚、氰去除率大于 99.8%，氨氮去除率大于 95%，COD 去除率大于 90%，出水 COD 100~200mg/L，氨氮 5~10mg/L。

该技术可有效去除酚、氰及有机污染物；但占地面积大，工艺流程长，运行费用较高。

3.3.2.4 A/O²（缺氧/好氧-好氧）生化处理技术

A/O² 又称为短流程硝化-反硝化工艺，其中 A 段为缺氧反硝化段，第一个 O 段为亚硝化段，第二个 O 段为硝化段。

当进水 COD 低于 2000mg/L、氨氮低于 150mg/L 时，酚、氰去除

率大于 99.5%，氨氮去除率大于 95%，COD 去除率大于 90%，出水 COD 100~200mg/L、氨氮 5~10mg/L。

该技术可强化系统抗冲击负荷能力，有效去除酚、氰及有机污染物；但占地面积大，工艺流程长，运行费用较高。

3.3.2.5 O-A/O（初曝-缺氧/好氧）生化处理技术

O-A/O 工艺由两个独立的生化处理系统组成，第一个生化系统由初曝池（O）+初沉池构成，第二个生化系统由缺氧池（A）+好氧池（O）+二沉池构成。

当进水 COD 低于 4500mg/L、氨氮低于 650mg/L、挥发酚低于 1000mg/L、氰化物低于 70 mg/L、BOD₅/COD 为 0.1~0.3 的情况下，出水 COD 100~200mg/L、氨氮 5~10mg/L。

该技术可实现短程硝化-反硝化、短程硝化-厌氧氨氧化，降解有机污染物能力强，抗毒害物质和系统抗冲击负荷能力强，产泥量少。

3.3.2.6 其他生化辅助处理技术

固定化细胞技术：通过化学或物理手段，将筛选分离出的适宜于降解特定废水的高效菌种固定化，使其保持活性，以便反复利用。

生物酶技术：在曝气池投加生物酶来提高活性污泥的活性和污泥浓度，从而提高现有装置的处理能力。

粉状活性炭技术：利用粉状活性炭的吸附作用固定高效菌，形成大的絮体，延长有机物在处理系统的停留时间，强化处理效果。

以上几种方法运行成本低，工艺简单，操作方便，可作为生化处理技术的辅助措施，多用于焦化废水现有生化处理工艺的改进。

3.3.3 深度处理技术

焦化废水深度处理技术是指采用物化法将生化法处理后的出水进一步处理，降低废水中的污染物浓度，通常采用混凝沉淀法、吸附过滤法等。

混凝沉淀法是向废水中投加混凝剂和絮凝剂，与废水中污染物形成大颗粒絮状体，经沉淀与水分离。

吸附过滤法是采用活性炭、褐煤、木屑等多孔物质将废水中的有机物和悬浮物吸附脱除。

采用上述深度处理技术，可进一步去除焦化废水中的悬浮物和有机污染物。

3.4 固体废物综合利用及处理处置技术

焦化工艺产生的各类固体废物均进行回收利用：

除尘系统回收的煤尘经集中收集后返回备煤系统再次利用；

除尘系统回收的焦尘经集中收集、加湿后回用于烧结配料工序；

煤气净化系统的机械化氨水澄清槽、焦油氨水分离器、焦油超级离心机产生的焦油渣以及硫酸铵生产过程中产生的酸焦油，粗苯蒸馏装置再生器产生的残渣，蒸氨工段、焦油加工及苯精制过程中产生的各类残渣（包括沥青渣、吹苯残渣、酚和吡啶精制残渣等），其主要成分各种烃类和颗粒物，可以全部收集后用于配煤或直接制成型煤；

焦炉煤气脱硫工段产生的脱硫废液配入煤中进行炼焦；

焦化废水处理站生化处理污泥经压缩脱水形成泥饼后掺入原料煤中回用。

3.5 噪声污染治理技术

噪声污染主要从声源、传播途径和受体防护三个方面进行防治。尽可能选用低噪声设备，采用消声、隔振、减振等措施从声源上控制噪声；采用隔声、吸声、绿化等措施在传播途径上降噪。

3.6 焦化工艺污染防治新技术

3.6.1 焦炉煤气冷凝净化技术

焦炉煤气冷凝净化技术是用分阶段冷凝冷却和除尘替代传统焦炉煤气净化工艺中用氨水喷淋荒煤气降温。

该技术可减少废水排放量，降低废水处理和后续煤气净化难度，回收利用余热，还可通过深度冷凝来分离纯化焦炉煤气中的硫化氢、氰化物等杂质。

3.6.2 膜分离法废水处理技术

膜分离法是利用天然或人工合成膜，以浓度差、压力差及电位差等为推动力，对二组分以上的溶质和溶剂进行分离提纯和富集的方法。常见的膜分离法包括微滤、超滤和反渗透。

该技术分离效率高，出水水质好，易于实现自动化；但膜的清洗难度大，投资和运行费用较高。

采用超滤-反渗透膜法处理后的焦化废水出水可作为间接冷却循环水补充水。

3.6.3 催化氧化法废水处理技术

催化氧化技术是在一定温度、压力和催化剂的作用下，将焦化废水中的有机污染物氧化，转化为氮气和二氧化碳，催化剂主要采

用过渡金属及其氧化物。

该技术处理效率高，氧化速度快，但处理量小。

4 焦化工艺污染防治最佳可行技术

4.1 焦化工艺污染防治最佳可行技术概述

按整体性原则，从设计时段的源头污染预防到生产时段的污染防治，依据生产工序的产污节点和技术经济适宜性，确定最佳可行技术组合。

钢铁行业焦化工艺污染防治最佳可行技术组合见图 2。

4.2 工艺过程污染预防最佳可行技术

焦化工艺过程污染预防最佳可行技术及主要技术指标见表 2。

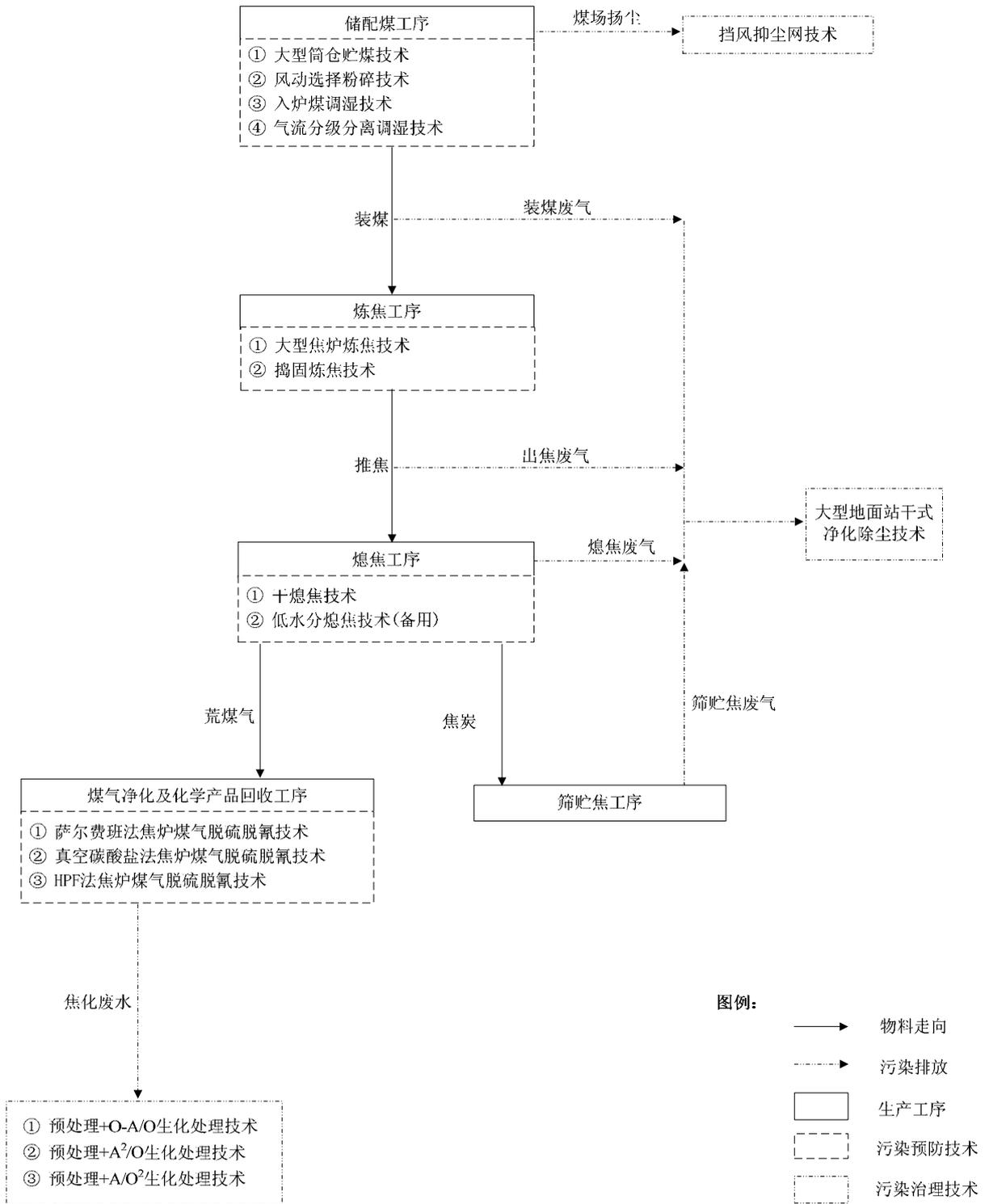


图 2 钢铁行业焦化工艺污染防治最佳可行技术组合

表 2 工艺过程污染预防最佳可行技术及主要技术指标

工序	最佳可行技术	主要技术指标	技术适用性
储配煤	大型筒仓贮煤技术	—	焦化工艺储煤工序
	风动选择粉碎技术	焦炭抗碎强度 M_{40} 提高 1.0%~0.5%，耐磨强度 M_{10} 改善 0.5%~0.8%，焦炉生产能力平均提高 1.8%。	焦煤资源不丰富地区的焦化工艺配煤工序
	入炉煤调湿技术	将入炉煤水分控制在 6%以内时，焦炉生产能力可提高 7%~11%，焦炭反应后强度可提高 1%~3%。	焦化工艺配煤工序
	气流分级分离调湿技术	同风动选择粉碎技术和入炉煤调湿技术	焦煤资源不丰富地区的焦化工艺配煤工序
炼焦	大型焦炉炼焦技术	炭化室高度 6m 及以上、容积 38.5m ³ 及以上，装煤密度可提高约 10%。	焦化工艺炼焦工序
	捣固炼焦技术	装煤密度可由 0.74t/m ³ 提高到 1.05~1.15t/m ³ ，焦炭的抗碎强度 M_{40} 可提高 2%~4%，耐磨强度 M_{10} 可改善 3%~5%。	焦煤资源不丰富地区的焦化工艺炼焦工序
熄焦	干法熄焦技术	与常规湿法熄焦相比，干熄后的焦炭 M_{40} 和 M_{10} 可分别提高 3%~8%和 0.3%~0.8%。	焦化工艺原有湿熄焦工序改造和新建大型焦炉配套熄焦
	低水分熄焦技术	焦炭水分可减少 20%~40%，水分可控制在 2%~4%。	焦化工艺原有的熄焦塔改造，并作为干熄焦备用熄焦技术。
煤气净化	真空碳酸盐法焦炉煤气脱硫脱氰技术	净化后煤气中 H_2S 和 HCN 浓度可分别降至 300mg/m ³ 和 150 mg/m ³ 以下，使用 K_2CO_3+NaOH 碱源可进一步提高脱硫效率。	焦化工艺大型焦炉煤气净化工序，但煤气净化系统前段设备和管道要耐腐蚀。
	萨尔费班法焦炉煤气脱硫脱氰技术	净化后煤气中 H_2S 和 HCN 浓度可分别降至 200mg/m ³ 和 100 mg/m ³ 以下，投加 $NaOH$ 碱源可进一步提高脱硫效率。	焦化工艺大型焦炉煤气净化工序
	HPF 法焦炉煤气脱硫脱氰技术	净化后煤气中 H_2S 和 HCN 浓度可分别降至 50mg/m ³ 和 300 mg/m ³ 以下	焦化工艺焦炉煤气净化工序，大型焦炉需多套设备并联使用。

4.3 大气污染治理最佳可行技术

4.3.1 挡风抑尘网技术

4.3.1.1 污染物削减和排放

露天料场使用多孔板波纹式组合防风网墙，风速大于 4m/s 时，可使料场内风速降低 60%以上，在周边 300 ~ 3000m 范围内抑制粉尘达 85%以上，减少了物料损失和粉尘排放。

4.3.1.2 技术经济适用性

以年储运 200 万 t 煤计算，每年可减少煤尘逸散 1000t 以上，减少相应的经济损失。

该技术适用于焦化工艺露天煤场的扬尘治理，尤其适用于风速较大、空气干燥的北方地区。

4.3.2 大型地面站干式净化除尘技术

4.3.2.1 最佳可行工艺参数

采用大型脉冲袋式除尘器，使用耐高温的针刺毡或复合滤料；烟气进入布袋前应经过预喷涂处理，气布比 0.8 ~ 1.2m³/min，主除尘干管风速 8 ~ 16m/s，支除尘管风速 6 ~ 10m/s，除尘系统阻力小于 3000Pa，系统运行稳定在 120℃ 以下，系统漏风率小于 3%。

4.3.2.2 污染物削减和排放

废气捕集率大于 95%，除尘效率大于 99.5%，外排废气含尘浓度低于 30mg/m³。

4.3.2.3 二次污染及防治措施

袋式除尘器收集的粉尘经卸灰后外运，可用于焦化配煤或烧结配料。

4.3.2.4 技术经济适用性

大型地面站干式净化除尘装置具有综合投资低、除尘效果好的特点；但对制造、安装、运行和维护要求较高，可用于大型焦炉、新建焦炉的装煤、出焦、干熄焦、筛贮焦工序含尘废气的治理。

4.4 水污染治理最佳可行技术

4.4.1 预处理+0-A/0生化处理技术

4.4.1.1 最佳可行工艺参数

A 段采用生物膜法，第一个 0 段采用初曝+生物膜法，第二个 0 段采用接触氧化法。

初曝池温度 20~30℃，pH 6.5~8.5，DO 2~4mg/L；缺氧池温度 20~30℃，pH 7~8.5，DO 低于 0.5mg/L；好氧池温度 20~30℃，pH 6.5~8.5，DO 2~4mg/L。

4.4.1.2 污染物削减和排放

当进水 COD 低于 4500mg/L、氨氮低于 650mg/L、挥发酚低于 1000mg/L、氰化物低于 70 mg/L 时，酚、氰去除率大于 99.8%，出水 COD 100~200mg/L、氨氮 5~10mg /L。

4.4.1.3 二次污染及防治措施

废水处理产生的污泥为危险废物，压滤后全部回用于焦化配煤工序。

处理出水用于焦化湿熄焦、高炉和转炉冲渣、原料场洒水抑尘。

废水处理过程中产生少量的低浓度氨、硫化氢等恶臭气体，通过设置与办公生活区合理的距离减少对人群的影响。

4.4.1.4 技术经济适用性

该技术处理效率高，耐冲击负荷能力强，产泥量比常规工艺少70%~90%，适用于焦化工艺废水处理，尤其是缺乏水资源的地区。

4.4.2 预处理+A²/O生化处理技术

4.4.2.1 最佳可行工艺参数

第一个A段采用水解酸化法，第二个A段采用生物膜法，O段采用活性污泥法。

厌氧/缺氧/好氧水力停留时间分别为10~15h、10~15h、18~30h；好氧段温度20~30℃，pH 6.5~8.5，DO 2~4mg/L，污泥回流比3~6；缺氧段温度15~35℃，pH 7~8.5，DO 低于0.5mg/L，混合液回流比0.4~1；厌氧段温度35~38℃，pH 6.5~7.2。

4.4.2.2 污染物削减和排放

当进水COD低于2000mg/L、氨氮低于150mg/L时，酚、氰去除率大于99.8%，氨氮去除率大于95%，COD去除率大于90%，出水COD 100~200mg/L、氨氮5~10mg/L。

4.4.2.3 二次污染及防治措施

同4.4.1.3。

4.4.2.4 技术经济适用性

该技术适用于焦化工艺废水处理。

4.4.3 预处理+A/O²生化处理技术

4.4.3.1 最佳可行工艺参数

A段采用生物膜法，第一个O段采用普通活性污泥法，第二个O段采用生物膜法。

缺氧/好氧/好氧水力停留时间分别为 10~15 h、18~30 h、15~25h；好氧段温度 20~30℃，pH 6.5~8.5，DO 2~4mg/L，污泥回流比 3~6；缺氧段温度 15~35℃，pH 7.5~8.2，DO 低于 0.5mg/L，混合液回流比 0.4~1。

4.4.3.2 污染物削减和排放

当进水 COD 低于 2000mg/L、氨氮低于 150mg/L 时，酚、氰处理率大于 99.8%，氨氮去除率大于 95%，COD 去除率大于 90%，出水 COD 100~200mg/L、氨氮 5~10mg/L。

4.4.3.3 二次污染及防治措施

同 4.4.1.3。

4.4.3.4 技术经济适用性

该技术适用于焦化工艺废水处理。

4.4.4 焦化工艺水污染治理最佳可行技术及主要技术指标

焦化工艺水污染治理最佳可行技术及主要技术指标见表 3。

表 3 焦化工艺水污染治理最佳可行技术及主要技术指标

最佳可行技术	主要技术指标	技术适用性
预处理+O-A/O（初曝+生物膜法好氧-生物膜法缺氧-接触氧化法好氧）生化处理技术	进水 COD≤4500mg/L、NH ₃ -N≤650mg/L、挥发酚≤1000 mg/L、氰化物≤70 mg/L 时，出水酚、氰去除率>99.8%、COD 100~200mg/L、NH ₃ -N 5~10mg/L。	焦化工艺废水处理，尤其是当地水资源缺乏的企业
预处理+A ² /O（水解酸化厌氧-生物膜缺氧-活性污泥好氧）生化处理技术	进水 COD≤2000mg/L、NH ₃ -N≤150mg/L 时，酚、氰去除率>99.8%，NH ₃ -N 去除率>95%，COD 去除率>90%，出水 COD 100~200mg/L、NH ₃ -N 5~10mg/L。	焦化工艺废水处理
预处理+A/O ² （生物膜缺氧-活性污泥好氧-接触氧化法好氧）生化处理技术	进水 COD≤2000mg/L、NH ₃ -N≤150mg/L 时，酚、氰去除率>99.8%，NH ₃ -N 去除率>95%，COD 去除率>90%，出水 COD 100~200mg/L、NH ₃ -N 5~10mg/L。	焦化工艺废水处理

4.5 固体废物综合利用及处理处置最佳可行技术

焦化工艺固体废物综合利用及处理处置最佳可行技术及主要技术指标见表 4。

表 4 焦化工艺固体废物综合利用及处理处置最佳可行技术及主要技术指标

最佳可行技术	主要技术指标	技术适用性
返回备煤系统利用	——	焦化工艺煤尘的处理
加湿调节后返烧结配料工序利用	——	焦化工艺焦尘的处理
返配煤工序利用或制作型煤	当掺入量 $\leq 4\%$ 时,不影响焦炭冷强度,且焦炭冷强度随掺入比例增大而提高;当掺入量为 4%时,焦炭冷强度可超过 45%;继续提高掺入比例将影响焦炭质量。	焦化工艺化产工序各类化产残渣的处理
压缩、脱水制泥饼后返备煤系统利用	——	焦化工艺废水处理污泥的利用

4.6 最佳环境管理实践

4.6.1 一般管理要求

- 建立健全各项数据记录和生产管理制度;
- 加强操作运行管理,建立并执行岗位操作规程,制定应急预案,定期对员工进行技术培训和应急演练;
- 加强生产设备的使用、维护和维修管理,保证设备正常运行;
- 按要求设置污染源标志,重视污染物的检测和计量管理工作,定期进行全厂物料平衡测试。

4.6.2 大气污染防治最佳环境管理实践

- 采用先进的焦炉机械、加强焦炉密封、煤气净化各类设备及管

道的封闭设计；装煤、出焦、干熄焦、筛焦除尘设备安装密闭罩，减少污染物泄漏；干熄焦在倒运过程中加强密封措施；

- 各转运站、卸料点、运煤通廊封闭设计；分布的散状抽风点设手动调节阀便于调节风量，必要时设阻力平衡器；系统投运时进行全系统风量平衡和调试工作，采用全自动控制，使各抽风点处于合理风量范围；

- 定期检查除尘器的漏风率、阻力、过滤风速、除尘效率和运行噪声等；袋式除尘器定期清灰，及时检查滤袋破损情况并更换滤袋；

- 输送含湿度大、易结露的废气时，采取保温措施使其温度保持在露点温度以上；输送高温气体的管道考虑热胀冷缩的补偿措施；

- 煤气排送系统的废气送入装有填料的水洗净化塔吸收，洗涤水送入废水处理系统；脱硫系统克劳斯炉尾气送至初冷工段前循环利用；含硫酸铵粉尘的热废气用旋风除尘器或用水洗涤净化；苯蒸馏工段的含苯废气引入脱苯管式炉予以焚烧或引至煤气净化系统；

- 各类贮槽顶压入氮气，使贮槽内形成负压，可阻止废气逸散；含污染物的氮气引入煤气系统不外排；贮槽的排气管上设活性炭吸附器；

- 焦油、精苯加工过程中分馏装置产生的有机废气和改质沥青产生的沥青烟用排气洗涤塔采用循环洗油洗涤的方法处理；酚盐分解产生的酚类气体经氢氧化钠洗涤后排放；

- 采用吸引压送罐车密闭输送技术回收煤尘和焦尘，避免在输送过程中泄漏飞扬。

4.6.3 水污染防治最佳环境管理实践

●贯彻“节约与开源并重、节流优先、治污为本”的用水原则，全面推广“分质用水、串级用水、循环用水、一水多用、废水回用”的节水技术，提高水的重复利用率；

●在焦化生产工艺中，其它排水与含酚、氰的焦化废水分开处理，减少废水处理难度和成本；

●建立污泥培养池，驯化培养微生物，强化焦化废水的治理效果；

●对废水管线和处理设施进行防渗处理，防止有害污染物进入地下水；生产区和污水处理区初期雨水进行收集并治理；

●处理后的焦化废水优先用于原料场抑尘、钢渣水淬、烧结混料、烧结石灰消化或湿法熄焦，废水不外排。

4.6.4 固体废物综合利用及处理处置最佳环境管理实践

●控制送配煤利用的污泥、各类化产残渣比例及其含水量，减少配煤水分波动，避免影响生产设备的正常运行和产品质量；

●各类化产残渣按照危险废物管理要求运输、贮存和处置，并建立健全管理制度。

4.6.5 噪声防治最佳环境管理实践

●焦化生产中采用低噪声设备或采用隔声、减震措施，控制噪声源强；

●对于干熄焦焦炉的安全阀排气装置及各类风机等噪声源，采用消声器等方式降低噪声。

附录:

术 语 及 符 号

1. PAH- Polynuclear Aromatic Hydrocarbons 多环芳烃
2. BSO- Benzene Soluble Organics 苯可溶物
3. CMC- Coal Moisture Control 入炉煤调湿