

# 炼焦化学工业环境健康风险管控 技术指南

## 编制说明

标准编制组

2023 年 1 月

## 目 录

目 录	I
1 工作概况	1
1.1 任务来源	1
1.2 工作过程	1
2 标准编制的必要性分析	2
3 炼焦化学工业发展概况	2
3.1 全球炼焦化学工业发展概况	2
3.2 我国炼焦化学工业发展概况	2
4 国内外相关研究进展	3
4.1 炼焦化学工业环境污染研究现状	3
4.2 相关法规标准研究情况	4
5 主要技术内容说明	5
5.1 层次框架	5
5.2 技术要点	6
5.2.1 适用范围	6
5.2.2 规范性引用文件	6
5.2.3 术语和定义	6
5.2.4 炼焦化学工业污染源调查	7
5.2.5 炼焦化学工业环境外暴露调查	12
5.2.6 炼焦化学工业风险评估	13
5.2.7 炼焦化学工业环境健康风险分级	13
5.2.8 炼焦化学工业风险管控	13
5.2.9 炼焦化学工业风险管控效果评估	14
6 对实施本标准的建议	14

## 1 工作概况

### 1.1 任务来源

为贯彻落实《中华人民共和国环境保护法》、《中共中央 国务院关于全面加强生态环境保护 坚决打好污染防治攻坚战的意见》，建立健全有毒有害化学物质环境风险管理制度的工作要求，加强生态环境风险管理，切实保障广大人民群众的环境与健康安全，推动保障公众健康理念融入生态环境管理，项目组编制了《炼焦化学工业环境健康风险管控技术指南》。本标准作为国家环境健康风险评估标准体系之一，主要针对焦化区有毒有害污染物环境健康问题突出及风险管控难度大等问题建立了炼焦化学工业环境健康风险管控技术，对所涉及风险源与暴露受体识别、环境外暴露调查、风险评估、风险分级管控技术环节进行了要求，为实施炼焦化学工业环境与健康风险管理提供技术支撑。

本标准由生态环境部华南环境科学研究所牵头起草，中国环境科学学会归口，2022 年申请立项，列入 2022 年中国环境科学学会第三批团体标准立项项目。本标准将为实施炼焦化学工业环境与健康风险管理提供技术支撑，有利于提高炼焦化学工业环境与健康风险分级管控的标准化和规范化。

### 1.2 工作过程

本标准是“专项调查”多年实际工作的凝练和探索，编制工作分以下几个阶段开展。

2017 年—2019 年：依托“全国重点地区环境与健康专项调查”和“环境与健康风险哨点监测”等项目，系统开展国内外相关文献调研，针对标准的总体定位、适用范围、编制思路、技术需求等问题召开研讨会，明确了拟开展的主要工作和拟解决的关键问题，在此基础上，制定了《炼焦化学工业环境健康风险管控技术指南》（草案）。

2022 年 3 月—2022 年 7 月：成立《炼焦化学工业环境健康风险管控技术指南》（以下简称“指南”）编制组，启动标准制定。编制组召开开题论证会，明确《指南》的编制原则、方法、技术路线和主要技术内容，形成《指南》（草案）及其编制说明，并向中国环境科学学会提交立项申请书。

2022 年 7 月 18 日中国环境科学学会在北京召开《炼焦化学工业环境健康风险管控技术指南》等团体标准立项论证会，经专家组质询论证，一致认为通过立项评审。

## 2 标准编制的必要性分析

焦炭是钢铁生产中重要的生产原料，我国是全球最大的焦炭生产国。2019年我国焦炭总产量约为4.7亿吨/年，占全球焦炭总量的68%。焦化工业大气污染物排放具有总量大、污染环节复杂、毒害污染物种类多特点，环保监管难度大，环境健康问题突出。

2018年以来，生态环境部持续开展重点区域大气监督帮扶工作，通过大气污染物特别排放限值改造、限制类焦化企业关停退出等措施，使得焦化区大气环境质量得到改善，多环芳烃、苯系物污染呈下降趋势。但2020年环境空气中苯并[a]芘、萘浓度仍为9.7和745.2纳克/立方米，是可接受致癌风险限值的5倍和25倍，健康风险处于较高水平，焦化区毒害污染物的环境健康问题依然突出。

为改善焦化区生态环境质量，保护人体健康，亟需建立炼焦化学工业环境健康风险评估与风险管控技术，从源头控制焦化工业毒害污染物产生及排放，精准发力推进重点行业的环境健康风险监测和管控工作。

## 3 炼焦化学工业发展概况

### 3.1 全球炼焦化学工业发展概况

炼焦化学工业是重要的煤炭能源转换产业，其产品焦炭主要供应钢铁工业，焦炉煤气、煤焦油、粗苯等是重要气体燃料和化工原料。2019年，全球焦炭产量6.83亿吨，产量千万吨以上的包括亚洲5.64亿吨、俄罗斯及独联体4.13千万吨、欧洲3.73千万吨、北美1.57千万吨、拉丁美洲1.39千万吨。以主要国家来看，产量1千万吨以上的国家包括中国4.71亿吨、日本3.27千万吨、印度3.03千万吨、俄罗斯2.68千万吨、韩国1.77千万吨、乌克兰1.23千万吨、美国1.18千万吨。2013年~2019年，中国焦炭产量均居全球首位，占比接近70%。

### 3.2 我国炼焦化学工业发展概况

炼焦化学工业作为我国的重点工业行业，2013年~2019年，中国焦炭产量均居全球首位，占比接近70%。截至2020年底，全国焦炭产能约6.34亿吨，其中常规焦炉产能5.44亿吨，半焦（兰炭）产能7618万吨，热回收焦炉产能1441万吨。2019年全国焦炭产量4.71亿吨，2020年与之持平。其中钢铁联合企业焦炭产量为11414万吨（占焦炭产量的24%），其他独立焦化企业焦炭

产量 35712 万吨（占焦炭产量的 76%）。按炉型分类，常规焦炉产量 4.18 亿吨（占焦炭产量的 88.7%），热回收焦炉产量 800 万吨（占焦炭产量的 1.7%），半焦（兰炭）产量 4500 万吨（占焦炭产量的 9.6%）。我国的焦炭产能主要分布在山西、河北、山东、陕西、内蒙古等省份，其中山西省焦炭产能约 1.33 亿吨，河北省焦炭产能约 8601 万吨，山东、陕西、内蒙古等省区产能约 5000 万吨。常规焦炉主要集中在山西、河北、山东、内蒙古、辽宁、河南等省区，6 省区产能约占全国产能 59%；半焦（兰炭）炭化炉主要集中在陕西、内蒙古、宁夏及新疆等省区，其中陕西省占全国半焦（兰炭）产能 62.6%；热回收焦炉主要集中在山西、山东等省区，其中山西省占全国热回收焦炉产能 63.2%。目前，全国焦化企业共 557 家，其中重点地区（京津冀及周边地区、长三角地区、汾渭平原）249 家，非重点地区 308 家。我国炼焦企业的常规焦炉基本上是 2003 年以后建成投产的，占总产能的 80%左右。“十二五”期间，我国加大了淘汰落后焦炭产能力度，全国共淘汰落后产能 8016 万吨（土焦全部淘汰）；新建常规焦炉 175 座，其中炭化室高度大于 6 米的顶装焦炉和大于 5.5 米捣固焦炉 166 座，产能 10542 万吨。“十三五”期间，进一步加大了淘汰力度，部分省市出台淘汰炭化室高 4.3 米焦炉政策。截至 2019 年底，我国正在运行的炭化室高 7.63 米及以上焦炉 20 余座，7 米及以上顶装焦炉 50 余座，6.25 米及以上捣固焦炉 20 余座，4.3 米及以下焦炉 700 余座并且产能占比 36.7%。

## 4 国内外相关研究进展

### 4.1 炼焦化学工业环境污染研究现状

炼焦化学工业是重污染工业行业，与其他行业相比，排放的 VOCs、SVOCs 成分复杂。同时煤焦化过程污染源多、无组织排放严重等特点，对区域环境和人类健康影响较大。此外，焦化厂排放 VOCs、SVOCs 具有一定的地域性特征，焦化厂主要集中在中国北方地区（如山西和河北等区域）焦炭产量相当大，是炼焦化学工业 VOCs、SVOCs 排放的主要生产区域。

备煤生产环节一般包括煤的装卸、分选、干燥、破碎和运输等。煤料经粉碎后运到煤塔，然后用加煤车从炉顶装煤炼焦。装煤过程中会产生煤尘、烟尘、硫氧化物和苯并（a）芘等污染物，以无组织形式排放，其排放量约占烟尘总排放量的 40%~60%。装煤时产生的荒煤气中，颗粒物中含有近 40 种多环芳烃。

焦炉生产环节主要为煤气在焦炉燃烧室中燃烧，提供热量，废气经烟道由烟囱排出。废气中主要有二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、苯并（a）芘、氰化物和挥发酚等。炼焦配煤在炭化室内经高温干馏成为焦炭，再由推焦、熄焦工序及后续的破碎筛分成为产品。熄焦工序主要分湿法熄焦和干法熄焦。湿法熄焦即向炽热的红炭直接淋水，同时产生废水和废气。干法熄焦则利用冷的惰性气体通过换热将红焦冷却，只产生废气。相比于湿法熄焦，干法熄焦产生的污染较轻。熄焦废气中主要污染因子为苯并（a）芘、硫化氢、二氧化硫、氨气和苯类，而熄焦废水中则含有焦尘悬浮物、挥发酚及氰化物等。

荒煤气净化过程需经历脱硫、洗氨和洗苯等生产环节。其中硫铵工段油水分离、粗苯工段油水分离等都会产生焦化废水。同时化学品回收如脱硫工段再生硫磺等也会产生相应的废弃物。该生产环节产生的焦化废水，成份复杂，毒性较大，处理较难。焦化废水中包含的污染因子有 PAHs、挥发酚、苯类、有机氮类、氰化物和杂环化合物等。

煤焦化过程大气排放物较为复杂，其中 VOCs 排放具有来源广，种类多、毒性大等特点。实际生产过程中，焦化厂区 VOCs 的排放源按排放方式不同可分为有组织排放源和无组织排放源，按焦化厂工业区不同区段划分为炼焦区域排放源、化产区域排放源和污水处理区域排放源。有组织排放源主要是各生产环节废气排放口，炼焦区域 VOCs 主要来自炉体排放的烟气和焦炉烟囱烟气。焦化厂无组织排放的 VOCs 具有广泛来源，其中炼焦区域 VOCs 来源于推焦熄焦等过程泄露的废气，化产区域则主要来自于不同焦油加工（冷鼓工段）、化产回收工段（脱硫工段、硫铵工段和粗苯工段等）和焦油/粗苯储罐工段中的众多槽体泄露的废气，污水处理区域则主要来自于焦化废水的表面蒸发废气。近年来由于化产回收和污水处理过程中逸散的废气通过加盖负压收集，使得大部分无组织废气通过收集后经过废气排放口排放，厂区内无组织泄露得到显著控制。

#### 4.2 相关法规标准研究情况

炼焦化学工业作为重点监管单位总数较多、已有调查监测发现土壤污染较重的行业，引起广泛重视。2020 年 6 月，工业和信息化部发布了《炼焦化学工业规范条件》（2020 年），为促进炼焦化学工业高质量发展，引导和规范焦化企业生产经营提供支撑。国家和生态环境部也发布了系列标准，对行业污染物

排放、行业最佳可行技术、自行监测技术、清洁生产、排污许可、废水和废气治理工程等进行了规范。如《炼焦化学工业污染物排放标准》(GB 16171-2012)、《排污许可证申请与核发技术规范 炼焦化学工业》(HJ 854-2017)等排放监管类文件；《焦化废水治理工程技术规范》(HJ 2022-2012)、《炼焦化学工业污染防治可行技术指南》(HJ 2306-2018)等行业污染防治技术规范；在炼焦化学工业环境健康风险评估与管控技术方面，目前我国部分省份进行探索，如江苏省生态环境厅组织制定了《环境健康风险评估技术导则》，但目前尚无以保护人群健康为目标的炼焦化学工业环境健康风险评估与管控技术。

目前我国在炼焦化学工业环境健康风险评估与管控方面，已具有一定的技术积累，如生态环境部组织制定了《环境污染物人群暴露评估技术指南（HJ 875-2017）》和《环境健康风险评估技术指南 总纲（HJ1111-2020）》，国家卫生健康委员会组织制定并发布了《大气污染人群健康风险评估技术规范》（WS/T 666）；此外生态环境部华南环境科学研究所也组织制定了《区域环境污染健康风险评估技术导则（T/CSSES 36-2021）》《多环芳烃环境健康风险评估技术规范（TCSSES 40-2021）》等系列团体标准并已正式发布，这些标准中的模型、方法可为《炼焦化学工业环境健康风险管控技术指南》提供技术支持。

## 5 主要技术内容说明

### 5.1 层次框架

技术规范由 10 部分组成，包括：

- (1) 范围
- (2) 规范性引用文件
- (3) 术语和定义
- (4) 工程程序
- (5) 炼焦化学工业污染源调查
- (6) 炼焦化学工业环境外暴露调查
- (7) 炼焦化学工业环境健康风险评估
- (8) 炼焦化学工业风险管控分级
- (9) 炼焦化学工业风险管控
- (10) 炼焦化学工业风险管控

## (11) 报告编制

### 5.2 技术要点

#### 5.2.1 适用范围

本文件规定了炼焦化学工业环境健康风险管控的程序、内容、方法及技术要求。本文件适用于炼焦化学工业企业及其周边区域的大气、水、土壤等环境介质中单一或多种化学污染物对人体的慢性暴露的健康风险评估与风险管控。本文件不适用于噪声、微生物、铅等环境污染开展的环境健康风险评估与风险管控，以及化学性污染物急性暴露的健康风险评估与风险管控。

#### 5.2.2 规范性引用文件

本标准主要引用了以下 16 个规范性文件，具体引用内容如下：

编号	文件号	规范性引用文件	引用内容
1	GB 16171	炼焦化学工业污染物排放标准	术语及定义
2	GB/T 27921	风险管理 风险评估技术	不确定性分析
3	HJ 2.2	环境影响评价技术导则 大气环境	迁移扩散模型
4	HJ 2.3	环境影响评价技术导则 地表水环境	迁移扩散模型
5	HJ 169	建设项目环境风险评价技术导则	人群暴露敏感程度等级的划分方法
6	HJ 610	环境影响评价技术导则 地下水环境	迁移扩散模型
7	HJ 854	排污许可证申请与核发技术规范 炼焦化学工业	术语及定义
8	HJ 878	排污单位自行监测技术指南 钢铁工业及炼焦化学工业	
9	HJ 875	环境污染物人群暴露评估技术指南	暴露评估方法
10	HJ 964	环境影响评价技术导则 土壤环境	迁移扩散模型
11	HJ 1111	生态环境健康风险评估技术指南 总纲	不确定性分析
12	HJ 2306	炼焦化学工业污染防治可行技术指南	风险管控技术
13	T/CSES 36	区域环境污染健康风险评估技术导则	险评估方法
14	T/CSES 38	重金属环境健康风险评估技术规范	风险评估方法
15	T/CSES 40	多环芳烃环境健康风险评估技术规范	险评估方法
16	T/CSES 53	环境健康风险监测技术规范	环境暴露调查
17	T/CSES xx	区域环境健康风险分级技术指南	风险分级方法
18	环办〔2011〕79号	焦化行业现场环境监察指南（试行）	环境现场检查方法

#### 5.2.3 术语和定义

标准主要对以下术语进行了定义，其定义的依据主要来自于国家相应标准以及高等教育出版社或人民卫生出版社等出版发行的经典教科书。

“炼焦化学工业”、“常规机焦炉”、“半焦(兰炭)炭化炉”、“热回收焦炉” 改自《炼焦化学工业污染物排放标准》GB 16171 界定的术语和定义。



## 5.2.4 炼焦化学工业污染源调查

### (1) 炼焦化学工业污染源资料

炼焦化学工业污染源资料主要包括炼焦化学工业企业基本信息、生产信息、环境管理信息、产排污及污染防治设施情况等资料如表 1，焦化企业产排污类别与解释参照 HJ 854。

表 1 炼焦化学工业企业的资料收集清单

信息	资料项目
基本信息	炼焦化学工业企业名称、运营管理单位、生产运行状况； 企业总平面布置图及面积、重点设施设备分布图、雨污管线分布图。
生产信息	炼焦炉型、主要生产单元、主要工艺、生产设施名称、设施参数； 产品名称及生产能力及计量单位； 主要原辅材料及原料煤硫分、挥发分； 主要燃料及其灰分、硫分、挥发分、热值。
环境管理信息	环境影响评价文件及批复、建设项目竣工验收报告、环境影响后评价报告、清洁生产报告、排污许可证、突发环境事件风险评估报告、应急预案等； 废气、废水收集、处理及排放，固体废物产生、贮存、利用和处理处置等情况； 土壤和地下水环境调查监测数据、历史污染记录、历年突发环境事件情况。
产排污及污染防治设施情况	废气产污环节、污染物种类、排放形式及污染治理设施和运行情况； 废水类别、特征污染物及污染治理设施和运行情况； 固体废物的产生与处置情况。

此外，考虑到相邻企业可能的影响，当调查企业与相邻企业存在相互污染的可能时，须调查相邻企业的相关记录和资料。

### (2) 风险源识别

炼焦化学工业主要生产工艺分为常规焦炉、热回收焦炉、半焦（兰炭）炭化炉三类，工艺流程及产污环节分别见图 1、图 2、图 3，常规焦炉根据装煤方式分为顶装和捣固侧装两种类型；热回收焦炉包括卧式和立式，主要是焦炉结构不同；半焦（兰炭）炭化炉包括内热式和外热式，目前国内主要是内热式。不同炉型的对应的工艺、潜在特征污染物情况等存在差异。参考《排污许可证申请与核发技术规范 炼焦化学工业》（HJ 854-2017）、《炼焦化学工业污染防治可行技术指南》（HJ 2306-2018）、《炼焦化学工业企业土壤污染隐患排查技术指南》等资料，本文件对炼焦化学工业三种炉型的重点工艺对应的原辅材料、产品、废水、废气、废渣中的潜在特征污染物进行梳理，并列表 2、表 3、表 4，为划

分生产区内不同生产单元，为风险源识别提供基础。参照《焦化行业现场环境监察指南（试行）》（环办〔2011〕79号）相关要求，开展炼焦化学工业企业现场环境检查，可结合便携式检测设备或走航车(如便携式 XRF、FID、PID、UV-DOAS、OP-FTIR、GC-MS 等)现场快速测定，识别炼焦化学工业企业风险源。

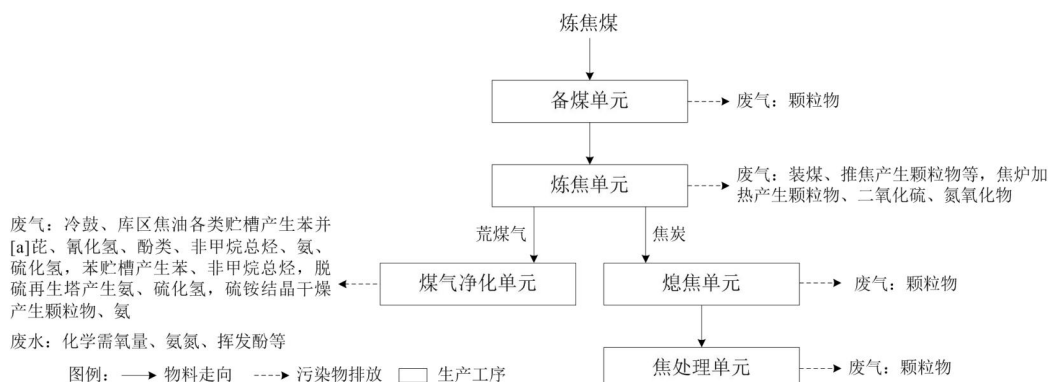


图 1 常规机焦炉生产工艺流程及产污环节

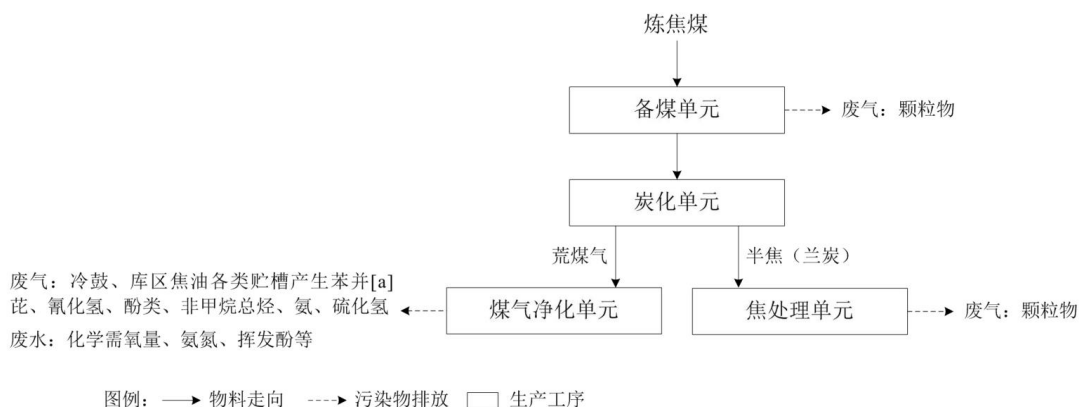


图 2 半焦（兰炭）炭化炉生产工艺流程及产污环节

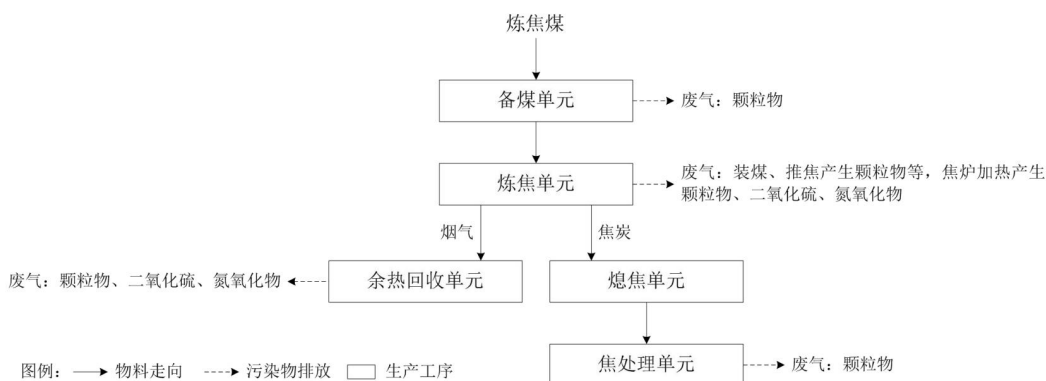


图 3 热回收焦炉生产工艺流程及产污环节

表 2 机焦炉企业重点场所或者重点设施设备

主要单元	重点场所或者重点设施设备	涉及有毒有害物质的物料	重点关注有毒有害物质	
备煤单元	煤场排水池/沉淀池	喷淋水、车辆冲洗水等	汞、砷、铅、多环芳烃等	
	废渣配煤区	脱硫废液、再生渣、焦油渣、焦油、剩余污泥、蒸氨残渣等	多环芳烃、苯系物、苯酚、汞、砷、铅、钒、钴等	
	配煤车间	原料煤等	汞、砷、铅、多环芳烃等	
炼焦单元	焦炉装置区	焦炉烟囱废气、焦炉炉体无组织废气等	汞、砷、铅、多环芳烃等	
熄焦单元	熄焦水池、粉焦沉淀池	湿熄焦废水等	多环芳烃、苯酚等	
	焦粉仓	焦粉等	多环芳烃、酚类等	
焦炭处理单元	焦炭贮存系统(贮焦场、焦仓等)	焦炭等	汞、砷、铅等	
煤气净化单元	冷鼓系统	循环氨水槽、剩余氨水槽、焦油槽、冷凝液循环槽、废液收集槽、水封槽等	煤气冷凝液、氨水、焦油等	多环芳烃、苯系物、苯酚、苯胺等
		冷鼓装置区(煤气初冷器、电捕焦油器、焦油氨水分离装置等)	焦油、氨水、焦油渣等	多环芳烃、苯系物、苯酚、苯胺等
		焦油渣收集车	焦油渣等	多环芳烃、苯系物、苯酚、苯胺等
	脱硫系统	废液收集池	脱硫废液、煤气冷凝液等	钒、钴、苯酚等
		脱硫装置区(包括硫泡沫槽、脱硫塔、再生塔、反应槽等)	脱硫催化剂、硫泡沫、脱硫液等	钒、钴、苯酚等
		提盐装置区(包括脱硫废液压滤机、滤液罐、母液槽、结晶釜等)	脱硫废液等	钒、钴、苯酚等
		制酸装置区(焚烧炉、转化器、干燥塔)	脱硫废液等	钒、钴、苯酚等
		硫磺/石膏堆置区域	硫磺/石膏及附着盐类等	钒、钴、苯酚等
	脱氨系统	废液收集池	酸焦油、煤气冷凝液、硫酸等	苯酚、多环芳烃、苯系物等
		满流槽、母液槽、蒸氨废水罐、蒸氨残渣收集槽、酸焦油槽	蒸氨废水、残渣、酸焦油等	苯酚、多环芳烃、苯系物等
	煤气净系	脱硫铵装置区(包括饱和器、硫铵干燥器等)	酸焦油、煤气冷凝液、硫酸、硫铵母液等	苯酚、多环芳烃、苯系物等
		蒸氨装置区(包括蒸氨塔等)	蒸氨废水、残渣等	苯酚、多环芳烃、苯

主要单元	重点场所或者重点设施设备	涉及有毒有害物质的物料	重点关注有毒有害物质
化统 单元 脱苯系统	废液收集池	粗苯、洗油、贫油、富油、洗油再生渣等	苯系物、多环芳烃、苯酚等
	粗苯贮槽、贫油槽、富油槽、再生渣槽等	粗苯、洗油、贫油、富油、洗油再生渣等	多环芳烃、苯酚等
	地下放空槽	粗苯、粗苯分离水等	多环芳烃、苯酚等
	脱苯装置区(包括终冷塔、洗苯塔、脱苯塔、管式炉、再生器等)	粗苯、终冷排污水等	苯系物、多环芳烃、苯酚等
酚氰 废水 处理 站	集水池、隔油池、调节池、厌氧池、好氧池	酚氰废水等	苯酚、多环芳烃、苯系物等
	污泥脱水间	剩余污泥、压滤废水	苯酚、多环芳烃、苯系物等
	剩余污泥堆存区	生化污泥等	苯酚、多环芳烃、苯系物等

表 3 半焦炉企业重点场所或者重点设施设备

主要单元	重点场所或者重点设施设备	涉及有毒有害物质的物料	重点关注有毒有害物质	
备煤单元	配煤车间、筛分室	兰炭、喷淋水、洗精煤粉尘等	汞、砷、铅、多环芳烃等	
炭化单元	炭化装置区(炭化炉、炉底排焦装置等)	原料煤、兰炭、烟尘等	汞、砷、铅、多环芳烃等	
半焦处理单元	贮焦场、焦仓	兰炭等	汞、砷、铅、多环芳烃等	
煤气净化单元	冷鼓系统	储罐类(循环氨水槽、焦油槽、水封槽、冷凝液循环槽、废液收集槽等)	煤气冷凝液、氨水、焦油等	多环芳烃、苯系物、苯酚、苯胺等
		冷鼓装置区(煤气初冷器、电捕焦油器、焦油氨水分离装置等)	焦油、氨水、焦油渣等	多环芳烃、苯系物、苯酚、苯胺等
		焦油渣收集车	焦油渣等	多环芳烃、苯系物、苯酚、苯胺等
	脱硫系统	废液收集池	脱硫废液、煤气冷凝液等	钒、钴、苯酚等
		脱硫装置区(包括硫泡沫槽、脱硫塔、再生塔、反应槽等)	硫泡沫、脱硫液等	钒、钴、苯酚等
		硫磺/硫膏堆置区域	硫磺/硫膏及附着盐类	钒、钴等
	脱氨系统	储罐类(满流槽、母液槽、蒸氨废水罐、蒸氨残渣槽)	蒸氨废水、残渣等	苯酚、多环芳烃、苯系物等

主要单元		重点场所或者重点设施设备	涉及有毒有害物质的物料	重点关注有毒有害物质
煤气净化单元	脱氨系统	硫铵装置区(包括饱和器、硫铵干燥器等)	酸焦油、煤气冷凝液、硫酸、硫铵母液等	苯酚、多环芳烃、苯系物等
		蒸氨装置区(包括蒸氨塔等)	蒸氨废水、残渣等	苯酚、多环芳烃、苯系物等
酚氰废水处理站		池体类(集水池、隔油池、调节池、厌氧池、好氧池)	酚氰废水等	苯酚、多环芳烃、苯系物等
		污泥脱水间	剩余污泥、压滤废水等	苯酚、多环芳烃、苯系物等
		剩余污泥堆存区	生化污泥等	苯酚、多环芳烃、苯系物等
公用及辅助单元	储罐系统	物料储罐(焦油储槽)	焦油等	多环芳烃、苯系物、苯酚、苯胺等
		地下卸车槽及事故槽	焦油等	多环芳烃、苯系物、苯酚、苯胺等
	废水排水系统	废水管线	酚氰废水等	多环芳烃、苯系物、苯酚等
		初期雨水池	初期雨水等	多环芳烃、苯系物、苯酚等
公用及辅助单元	废水排水系统	雨水/污水检查井	初期雨水、泄漏的有毒有害物质等	多环芳烃、苯系物、苯酚等
		雨水排水沟/管	初期雨水等	多环芳烃、苯系物、苯酚等
	应急收集设施	各单元事故池	焦油、氨水等	多环芳烃、苯系物、苯酚、苯胺等
	煤气管道冷凝液收集系统	冷凝液收集罐	煤气冷凝液等	多环芳烃、苯系物、苯酚等
	装卸平台	装卸平台	焦油等	多环芳烃、苯系物、苯酚、苯胺等
	危废贮存系统	危废贮存间	废催化剂、废机油等	多环芳烃、苯系物、钒、钴等

表 4 热回收焦炉企业重点场所或者重点设施设备

主要单元	重点场所或者重点设施设备	涉及有毒有害物质的物料	重点关注有毒有害物质
备煤单元	煤场排水池/沉淀池	喷淋水、初期雨水、车辆冲洗水等	汞、砷、铅、多环芳烃等
	配煤车间	原料煤等	汞、砷、铅、多环芳烃等
炼焦单元	焦炉装置区	焦炉烟囱废气、焦炉炉体无组织废气等	汞、砷、铅、多环芳烃等

熄焦单元	熄焦水池、粉焦沉淀池	湿熄焦废水等	多环芳烃、苯酚等
	焦粉仓	焦粉等	多环芳烃、苯酚等
焦炭处理单元	焦炭贮存系统(贮焦场、焦仓等)	焦炭等	汞、砷、铅等

### (3) 关注污染物确定

基于炼焦化学工业企业原辅材料、产品及废水、废气、固废的成分分析，参考《炼焦化学工业污染物排放标准》(GB 16171-2012)、《排污许可证申请与核发技术规范 炼焦化学工业》(HJ 854-2017)、《炼焦化学工业企业土壤污染隐患排查技术指南》中污染物排放相关内容，结合文献查阅与项目组已有研究成果，明确提出炼焦化学工业涉及的污染物包括多环芳烃(苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[a]蒽、萘等)、苯系物(苯、甲苯、乙苯等)、酚类(苯酚等)、苯胺类(苯胺等)、金属元素(汞、铅、钒、钴、砷等)等，应重点关注。

#### 5.2.5 炼焦化学工业环境外暴露调查

##### (1) 确定暴露区域

暴露区域确定主要受污染物的扩散影响范围决定，参考《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2)、《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3)、《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610)、《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ 964)，并根据炼焦化学工业企业的具体情况、企业内外的污染源分布、水文地质条件以及污染物的迁移和转化等因素。根据环境污染物的可能分布情况及潜在暴露程度，划定暴露区域。

##### (2) 确定暴露途径及受体

根据多环芳烃(苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[a]蒽、萘等)、苯系物(苯、甲苯、乙苯等)、酚类(苯酚等)、苯胺类(苯胺等)、金属元素(汞、铅、钒、钴、砷等)等排放特征及污染物特性，炼焦化学工业暴露途径主要包括：

- a) 吸入环境空气/室内空气；
- b) 经口摄入农畜水产品；
- c) 经口饮用地表水/地下水；
- d) 经口摄入土壤/室内积尘；
- e) 皮肤接触土壤/室内积尘；
- f) 皮肤接触地表水。

##### (3) 环境现场调查

通过炼焦化学工业污染源的产排污情况，主要的暴露介质包括环境空气、环境水体、土壤、室内空气、室内积尘、饮用水及农畜水产品。环境现场调查监测点位布设、监测时间与频次按照 T/CSES 53 的相关规定执行。

### 5.2.6 炼焦化学工业风险评估

重金属及多环芳烃的风险评估分别参照 T/CSES 38 、T/CSES 40 的相关要求执行，苯系物、酚类及苯胺类的风险评估参照 HJ 875、T/CSES 36 的相关要求执行。在风险评估过程中所使用之各种参数或暴露模型存在不确定性，因而影响风险评估的不确定性，不确定性主要来源于自剂量-反应评价、暴露模型、暴露参数等方面。常用的不确定性分析方法见表 5。

表5 不确定性定量分析方法

方法	描述
敏感分析法	改变模型中的一个输入变量的值，其他变量固定为常数，分析变量的变化对计算结果的影响，具体可参照 HJ 875。
不确定性传播分析法	调查各参数的不确定性对整个模型计算结果的不确定性的影响。
概率分析法	根据各参数变量的分布函数，随机抽取输入变量的数值，计算分析各种评价结果，如蒙特卡洛法，具体可参照 GB/T 27921。
经典统计方法	根据抽取的样本直接计算置信区间、分位数等。

### 5.2.7 炼焦化学工业环境健康风险分级

炼焦化学工业环境健康风险分级参照《区域环境健康风险分级技术指南》相关要求执行。

### 5.2.8 炼焦化学工业风险管控

#### (1) 环境健康风险分级管控措施

根据炼焦化学工业风险源及关注污染物的识别，针对环境健康风险分级的结果，分区域、分暴露途径设置健康风险管控的建议。根据炼焦化学工业环境健康风险等级，制定相应的环境健康风险分级管控措施：

a) 对于极高风险，需立即对健康风险源采取控制措施，同时对暴露人群进行暴露阻断，并启动跟踪性环境健康风险监测及人群健康损害调查，将极高风险降低至低风险；

b) 对于高风险，需尽快对健康风险源进行风险削减，同时对暴露人群进行暴露阻断，并启动跟踪性环境健康风险监测，将高风险降低至低风险；

c) 对于中风险，建议采取风险源控制或暴露阻断措施，并启动风险管控效果评估监测，将中风险降至低风险；

d) 对于低风险，无需采取风险管控措施。

## **(2) 风险源管控**

①建议焦化企业开展自纠，对风险源如焦炉废气、干熄焦废气、煤气净化废气、焦化废水处理厂装置和工序，参照《炼焦化学工业废气治理工程技术规范》提出污染防治的规定和要求自纠，有条件的进行熄焦工艺升级改造及大气排放污染物超低排放改造，形成一企一策。

②消化道途径风险工程管控建议：

a) 对风险源如焦油池等，按照《炼焦化学工业污染防治可行技术指南》(HJ 2306)提出污染防治的规定和要求执行。

b) 根据环境介质污染情况，采取相对应的土壤修复工程，水体修复工程，农艺调节等措施。

## **(3) 暴露阻断**

对重点关注人群采取必要措施，阻断暴露，管控风险，保障人体健康，如加强个人环境健康素养，改善饮食结构。

## **(4) 受体迁移**

开展炼焦化学工业风险管控后，跟踪性环境健康风险监测及风险管控效果评估监测按照 T/CSES 53 的相关规定执行。

### **5.2.9 炼焦化学工业风险管控效果评估**

开展炼焦化学工业风险管控后，跟踪性环境健康风险监测及风险管控效果评估监测按照 T/CSES 53 的相关规定执行。

## **6 对实施本标准的建议**

本标准作为国家环境健康风险评估标准体系之一，旨在建立炼焦化学工业环境健康风险管控技术方法，为环境与健康调查工作提供技术支撑。本技术规范为现阶段指导性技术规范。建议标准发布实施后，根据标准实施情况适时对本标准进行修订，同步加强相关科学研究。