

附件 3

《炼焦化学工业大气污染物排放标准 (征求意见稿)》编制说明

《炼焦化学工业大气污染物排放标准》编制组

二〇二一年八月

目 录

1	项目背景.....	1
1.1	任务来源.....	1
1.2	工作过程.....	1
2	行业概况.....	2
2.1	行业在我国的发展概况.....	2
2.2	行业在全球的发展概况.....	2
3	标准修订的必要性分析.....	3
3.1	国家及生态环境主管部门的相关要求.....	3
3.2	国家相关产业政策及行业发展规划中的生态环境要求.....	4
3.3	行业发展带来的主要环境问题.....	5
3.4	行业清洁生产工艺和污染防治技术的最新进展.....	5
3.5	现行标准存在的主要问题.....	5
4	行业产排污情况及污染控制技术分析.....	6
4.1	生产工艺及产排污节点.....	6
4.2	污染防治技术分析.....	8
5	标准主要技术内容及确定依据.....	10
5.1	标准适用范围.....	10
5.2	标准结构框架.....	10
5.3	术语和定义.....	11
5.4	污染物项目的选择.....	11
5.5	有组织排放控制要求.....	11
5.6	无组织排放控制要求.....	15
5.7	企业边界污染物监控要求.....	16
5.8	污染物监测要求.....	16
6	实施本标准的成本效益分析.....	17
6.1	实施本标准的环境效益.....	17
6.2	实施本标准的成本分析.....	18

《炼焦化学工业大气污染物排放标准》编制说明

1 项目背景

1.1 任务来源

为进一步加强炼焦化学工业大气污染物排放控制和管理，促进技术进步和可持续发展，生态环境部2020年4月下达了《炼焦化学工业大气污染物排放标准》（修订GB 16171-2012）制修订工作任务。项目由生态环境部环境工程评估中心承担，中国环境科学研究院、中国环境监测总站、中国炼焦行业协会、山西省生态环境监测和应急保障中心、陕西省环境调查评估中心参加。

1.2 工作过程

2020年4月底，生态环境部环境工程评估中心接受任务后，成立编制组，召开启动会，明确主要任务。

2020年5月~6月，编制组对行业发展现状开展系统资料调研。期间，生态环境部大气环境司两次组织召开会议，就重点问题开展讨论，进一步明确具体要求。

2020年7月~8月，编制组对不同地区代表性企业进行现场调研。同时，通过发函的方式调研了典型企业排放管理现状并对现行标准征求了修订意见。

2020年8月底，组织召开专家咨询会，会议提出，标准修订应严格按照大气部分重点加强挥发性有机物（VOCs）等的管控思路开展工作。

2020年9月底，组织召开专家咨询会，论证现场监测研究方案。

2020年10月~2021年1月，通过资料收集、现场踏勘、典型企业监测、文献调研等方式，对行业挥发性有机物排放及其他相关内容开展研究工作。

2021年2月初，生态环境部大气环境司组织召开研讨会，会议认为标准修订工作已具备开题条件，要求尽快完成开题论证报告并召开开题论证会。

2021年3月初，组织召开开题论证会，通过开题论证，建议实施过程中进一步完善选取企业的代表性，并重点关注调整内容的环境管理需求和数据支撑。

2021年3月~4月，编制组进一步选取代表性企业开展针对性监测调研工作。

2021年5月初，生态环境部大气环境司组织召开会议，听取阶段性工作进展，要求尽

快完善标准文本和编制说明并召开专家咨询会。

2021年6月，组织召开征求意见稿技术审查会，审查通过《炼焦化学工业大气污染物排放标准》（征求意见稿）。

2 行业概况

2.1 行业在我国的发展概况

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%。

2.2 行业在全球的发展概况

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1千万吨以上的包括亚洲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 标准修订的必要性分析

3.1 国家及生态环境主管部门的相关要求

3.1.1 国家相关要求

2021年3月，中共中央发布的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》要求：持续改善环境质量，深入打好污染防治攻坚战，推进细颗粒物（PM_{2.5}）和臭氧（O₃）协同控制，地级及以上城市PM_{2.5}浓度下降10%，有效遏制O₃浓度增长趋势，加快挥发性有机物排放综合整治，氮氧化物和挥发性有机物排放总量分别下降10%以上。

2018年6月，国务院发布的《关于印发打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知》（国发〔2018〕22号）提出：开展焦化行业无组织排放排查，建立管理台账，对物料（含废渣）运输、装卸储存转移和工艺过程等无组织排放实施深度治理。

3.1.2 国家生态环境主管部门的相关要求

2019年7月，生态环境部联合4部委印发的《关于印发〈工业炉窑大气污染综合治理方案〉的通知》（环大气〔2019〕56号）提出，重点区域钢铁、水泥、焦化、石化、化工、有色等行业，二氧化硫、氮氧化物、颗粒物、挥发性有机物排放全面执行大气污染物特别排放限值；推进具备条件的焦化企业实施干熄焦改造，在保证安全生产前提下，重点区域城市建成区内焦炉实施炉体加罩封闭，并对废气进行收集处理；焦化行业严格按照排污许可管理规定安装和运行自动监控设施。

2019年4月，生态环境部联合5部委印发的《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》（环大气〔2019〕35号）提出，钢铁联合企业焦化工序也开展超低排放改造，包含大气污染物有组织排放、无组织排放以及运输过程满足要求。

2019年2月，生态环境部印发《2019年全国大气污染防治工作要点》(环办大气〔2019〕16号)，要求“加大落后产能淘汰和过剩产能压减力度；加快制修订重点行业排放标准；鼓励各地制定实施更加严格的地方大气污染物排放标准；深入开展工业企业提标改造；加快推进重点行业挥发性有机物(VOCs)治理。”

2018年1月，原环境保护部发布的《关于京津冀大气污染传输通道城市执行大气污染物特别排放限值的公告》(公告2018年第9号)要求，京津冀大气污染传输通道城市(“2+26”城市)，新建项目自2018年3月1日起，执行大气污染物特别排放限值；现有企业自2019年10月1日起，执行二氧化硫、氮氧化物、颗粒物和挥发性有机物特别排放限值。

3.2 国家相关产业政策及行业发展规划中的生态环境要求

3.2.1 产业结构调整指导目录(2019年本)

2019年10月，国家发展改革委修订发布的《产业结构调整指导目录(2019年本)》(发改令 第29号)中规定，鼓励类：焦炉加热精准控制、焦炉烟气脱硫脱硝副产物资源化利用、脱硫废液资源化利用、焦化废水深度处理回用、荒煤气和循环氨水等余热回收等技术研发和应用；焦炉烟气喷雾干燥半干法(SDA法)脱硫技术+选择性催化还原技术(SCR)脱硝技术装备。限制类：钢铁联合企业未同步配套建设干熄焦、装煤、推焦除尘装置的炼焦项目；独立焦化企业未同步配套建设装煤、推焦除尘装置的炼焦项目；顶装焦炉炭化室高度<6.0米、捣固焦炉炭化室高度<5.5米，100万吨/年以下焦化项目；热回收焦炉捣固煤饼体积<35立方米，企业生产能力<100万吨/年(铸造焦<60万吨/年)焦化项目；半焦炉单炉生产能力<10万吨/年，企业生产能力<100万吨/年焦化项目。淘汰类：土法炼焦(含改良焦炉)；单炉产能7.5万吨/年以下或无煤气、焦油回收利用和污水处理达不到焦化行业规范条件的半焦(兰炭)生产装置；炭化室高度小于4.3米焦炉(3.8米及以上捣固焦炉除外)；未配套干熄焦装置的钢铁企业焦炉；企业生产能力<40万吨/年热回收焦炉；未同步配套建设热能回收装置的焦炉。

3.2.2 焦化行业规范条件(2020年)

2020年6月，工业和信息化部发布的《焦化行业规范条件》(2020年)规定：焦化生产企业应同步配套煤(焦)储存、煤粉碎(筛分)、装煤、推焦、(干)熄焦、筛焦、焦转运、硫铵干燥等抑尘、除尘设施。干熄焦、焦炉烟囱等产生二氧化硫、氮氧化物的污染源，

要按照环保要求配套脱硫或脱硫脱硝装置。焦化生产企业逸散挥发性有机物和恶臭的装置应同步建设尾气净化处理设施。焦化生产企业主要污染源须按照生态环境主管部门相关规定设置污染物排放在线监测、监控装置，并与生态环境主管部门联网。

3.3 行业发展带来的主要环境问题

炼焦化学工业生产过程中产生的废气主要包括焦炉烟囱废气、干熄焦废气、装煤废气、推焦废气、以及物料储存、输送过程中产生的无组织废气、管道阀门跑冒滴漏挥发气体、废水处理设施恶臭气体等，带来了一些生态环境问题。

一是挥发性有机物产污量较大，如处理不当会对区域大气环境造成显著影响。据研究统计，除热回收焦炉外，行业不同炉型挥发性有机物产污系数大约为 2.6 千克/吨焦~2.9 千克/吨焦。

二是部分污染物为有毒有害物质，对人体具有较大危害。炼焦化学工业排放的特征污染物包括苯、苯并[a]芘、多环芳烃等特征污染物均为有毒有害物质。

三是部分污染物具有恶臭气味，影响企业周围人们的生活。炼焦化学工业煤气净化、废水处理设施等工艺单元排放的大气污染物中，含有硫化氢、氨等恶臭气体。

3.4 行业清洁生产工艺和污染防治技术的最新进展

近年来行业清洁生产工艺及污染治理工艺有了长足的发展，《炼焦化学工业污染防治可行技术指南》（HJ 2306-2018）对行业污染防治可行技术进行了推荐，颗粒物排放水平最低可控制在小于 10 mg/m³，二氧化硫排放水平最低可控制在小于 30 mg/m³，氮氧化物排放水平最低可控制在小于 150 mg/m³。

3.5 现行标准存在的主要问题

生态环境部对 GB 16171-2012 的实施情况评估认为，GB 16171-2012 有力地推动了行业污染防治技术进步，促进了行业绿色高质量发展；其规定的适用范围基本可满足我国对炼焦化学工业的环境管理要求；全国 80%以上的产能执行大气污染物特别排放限值或更严格的地方标准；有组织和无组织排放达标情况良好，现有限值设定基本合理。同时，随着行业的发展，GB 16171-2012 在大气污染控制方面存在以下不足：

有组织排放控制要求方面，一是未规定焦炉烟囱废气基准含氧量，无法控制烟气稀释

排放。二是未规定焦炉烟囱废气非甲烷总烃和氨的控制要求。焦炉炉墙串漏会导致焦炉烟囱排放有机废气，主要组分为乙烯等烯烃、烷烃类，需新增非甲烷总烃增限值进行管控；焦炉烟囱废气脱硫脱硝设施氨逃逸问题凸显，目前尚未管控。三是无组织废气收集处理后新增有组织排放口缺乏管控，例如废水处理站废气等。

无组织排放控制要求方面，GB 16171-2012 未针对废气无组织排放源头和过程提出控制措施要求，无法完全满足当前环境管理要求，应对废气源头、收集与输送等提出控制要求，实现废气的全过程控制。

污染物监测要求方面，GB 16171-2012 发布实施后，部分污染物测定方法已不适合目前排放标准，如《固定污染源排气中二氧化硫的测定 碘量法》的检出限为 $100 \text{ mg/m}^3 \sim 6000 \text{ mg/m}^3$ ，不适合目前排放标准；《固定污染源废气 苯可溶物的测定 索氏提取-重量法》（HJ 690-2014）已发布，需补充；《固定污染源排气中二氧化硫的测定 定电位电解法》（HJ/T 57-2000）已更新为《固定污染源废气 二氧化硫的测定 定电位电解法》（HJ 57-2017）。GB 16171-2012 规定的炉顶采样点位操作性不强，需调整。

4 行业产排污情况及污染控制技术分析

4.1 生产工艺及产排污节点

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，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。

常规焦炉炭化室、燃烧室分设，炼焦煤隔绝空气间接加热干馏成焦炭和荒煤气，并设有煤气净化、化学产品回收利用的生产装置，包括备煤、炼焦、熄焦、焦处理、煤气净化等生产单元。炼焦煤从火（汽）车受煤设施送至煤场（或筒仓），经破（粉）碎、配煤后，通过顶装或侧装方式装入焦炉炭化室，经高温干馏得到焦炭和焦炉煤气；焦炭经熄焦、整粒、筛分后送至焦场（或焦槽）；荒煤气经净化后回收焦炉煤气、焦油、粗苯等化学产品。

热回收焦炉与常规焦炉相比，具有如下特点：一是不具备煤气净化单元，产生的煤气全部燃烧，燃烧废气余热用于发电；二是在焦炉后设置引风机，通过控制风门，使炭化室处于微负压状态。

半焦（兰炭）炭化炉与常规焦炉相比，半焦（兰炭）炭化炉对原料煤进行中低温干馏；

内热式炭化炉煤气与煤料直接接触，并与燃烧后烟气混合供后续用户使用，煤气产量较高、热值较低；炭化炉煤气净化单元仅回收焦油，不回收粗苯等化学产品。

常规焦炉、热回收焦炉、半焦（兰炭）炭化炉三种工艺产污节点见表 4-1。

表 4-1 焦化企业主要排放源

工艺单元	装置	排放源	主要污染因子	排放方式	生产工艺
备煤单元	煤场	煤场	颗粒物	无组织	常规焦炉、热回收焦炉、半焦（兰炭）炭化炉
	破碎机、通廊、转运站	破碎、筛分、转运	颗粒物	有组织/无组织	
	车辆	运输	颗粒物	无组织	
炼焦单元	焦炉	焦炉烟囱	颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、非甲烷总烃、氨（氨法脱硫脱硝设施）	有组织	常规焦炉、热回收焦炉
	焦炉	炉体	颗粒物、挥发性有机物等	无组织	
	焦炉	装煤/机侧炉门废气（炉头烟）	颗粒物、二氧化硫、苯并[a]芘	有组织/无组织	
	焦炉	推焦	颗粒物、二氧化硫	有组织/无组织	半焦（兰炭）炭化炉
	炭化炉	装煤	颗粒物、二氧化硫、苯并[a]芘等	无组织	
	炭化炉	出焦	颗粒物、二氧化硫	无组织	
熄焦单元	干熄炉	装入装置、预存室放散口、循环风机放散口、排出装置	颗粒物、二氧化硫	有组织/无组织	常规焦炉、热回收焦炉
	湿法熄焦塔	湿法熄焦塔	颗粒物等	无组织	
焦处理单元	焦场	焦场	颗粒物	无组织	常规焦炉、热回收焦炉、半焦（兰炭）炭化炉
	通廊、转运站	筛分、转运	颗粒物	有组织/无组织	
	车辆	运输	颗粒物	无组织	
煤气净化单元	冷鼓、库区	冷鼓、库区焦油各类贮槽	苯并[a]芘、氰化氢、酚类、非甲	有组织/无组织	常规焦炉、半焦（兰炭）炭化炉

工艺单元	装置	排放源	主要污染因子	排放方式	生产工艺
			烷总烃、氨、硫化氢		
	脱硫及配套装置	脱硫再生装置	氨、硫化氢	有组织	常规焦炉、半焦（炭化）炉
	硫铵装置	硫铵结晶干燥	颗粒物、氨	有组织	常规焦炉
	粗苯蒸馏装置	管式炉	颗粒物、二氧化硫、氮氧化物	有组织	常规焦炉
		苯贮槽	苯、非甲烷总烃	有组织/无组织	
	装卸车设施	装卸车设施	挥发性有机物	无组织	常规焦炉、半焦（兰炭）炭化炉
	设备和管线组件	动静密封点	挥发性有机物	无组织	常规焦炉、半焦（兰炭）炭化炉
废水处理	生产废水处理设施	调节池、气浮池、隔油池等	氨、硫化氢、非甲烷总烃	有组织/无组织	常规焦炉、半焦（兰炭）炭化炉

4.2 污染防治技术分析

4.2.1 污染防治可行技术

污染防治可行技术主要包括：装煤车封闭技术、推焦车封闭技术、高压氨水喷射技术、导烟技术、单孔炭化室压力调节技术、压力平衡技术、双室双闸给料技术、上升管余热利用技术、微负压炼焦技术、烟气再循环技术、焦炉分段加热技术、袋式除尘技术、旋风除尘与水洗联合技术、半干法脱硫技术、干法脱硫技术、湿法脱硫技术、SCR、活性炭（焦）脱硫脱硝一体化技术等。

4.2.2 行业污染控制技术应用现状

根据排污许可信息平台、企业资料调研，梳理了截至 2020 年底全国炼焦化学工业企业有组织排放源和无组织排放源主要污染控制技术应用现状。

（1）物料储存与运输

煤、焦料场：措施主要包括密闭料仓、封闭、半封闭料场（仓、库、棚）、防风抑尘网等。重点地区基本上全部采用密闭料仓或封闭料场；非重点地区有 22%的企业使用防风抑尘网。

破碎、筛分、转运：95%以上的企业采用袋式除尘器（覆膜）或滤筒除尘器，普通袋式除尘器效率通常在 99%以上，颗粒物排放浓度可以达到 $10 \text{ mg/m}^3 \sim 30 \text{ mg/m}^3$ ，采用覆膜

袋式除尘器或滤筒除尘器，颗粒物排放浓度可以达到 10 mg/m^3 以下。

物料输送：措施主要包括密闭或封闭输送，或汽车等其他方式。重点地区企业基本可以做到块状或粘湿物料采用管状带式输送机、皮带通廊、封闭皮带等方式密闭或封闭输送，粉状物料采用管状带式输送机、气力输送设备、罐车等方式密闭输送；非重点地区采用非密闭、非封闭方式的情况较多。

（2）炼焦单元

焦炉烟囱：以焦炉煤气为燃料的焦炉烟气温度较高（ $200^\circ\text{C}\sim 320^\circ\text{C}$ ），二氧化硫初始浓度一般约 $50 \text{ mg/m}^3\sim 300 \text{ mg/m}^3$ ，氮氧化物初始浓度约 $400 \text{ mg/m}^3\sim 1500 \text{ mg/m}^3$ ；以高炉煤气或混合煤气为燃料的焦炉烟气温度较低（ $180^\circ\text{C}\sim 240^\circ\text{C}$ ），二氧化硫初始浓度约 $50 \text{ mg/m}^3\sim 100 \text{ mg/m}^3$ ，氮氧化物初始浓度约 $300 \text{ mg/m}^3\sim 600 \text{ mg/m}^3$ 。目前废气脱硫采用的技术包括湿法、干法、半干法、活性炭（焦）一体化等，其中干法最多，采用的企业比例为 39%，湿法、半干法以及活性炭（焦）一体化均比较常见。废气脱硝采用的技术包括 SCR、活性炭（焦）一体化、催化氧化等，其中 SCR 最多，采用的企业比例为 84%。半干法脱硫技术、干法脱硫技术、湿法脱硫技术、SCR、活性炭（焦）脱硫脱硝一体化技术均属于 HJ 2306-2018 规定的可行技术，可以保证二氧化硫排放浓度不大于 30 mg/m^3 ，氮氧化物排放浓度不大于 150 mg/m^3 。

装煤：常规焦炉和热回收焦炉的措施包括单孔炭化室压力调节、密闭导烟或配备除尘系统等；半焦（兰炭）炭化炉的措施包括炉顶装煤场所封闭、配套废气处理措施，或采用双室双闸给料器等。

出焦：常规焦炉和热回收焦炉的措施主要是地面除尘站；半焦（兰炭）炭化炉的措施主要是对半焦烘干废气或出焦废气进行收集和处理。

熄焦：干法熄焦的措施主要是对干熄炉装入装置、预存室放散口、循环风机放散口、排出装置等产污点废气收集处理；湿法熄焦的措施主要是熄焦塔设置捕尘板、折流板、木格栅等。

（3）煤气净化单元

管式炉、半焦烘干等燃用煤气的设施：管式炉措施主要包括采用低氮燃烧技术、采用净化后的煤气；半焦烘干废气一般封闭收集后处理。

硫铵结晶干燥：主要措施为旋风除尘与水洗联合技术。硫铵干燥尾气设有两级除尘，

先经干式旋风除尘器除去尾气中夹带的大部分颗粒物，再由尾气引风机抽送至洗净塔，经循环水对尾气进行连续循环喷洒，以进一步除去尾气中夹带的残留颗粒物，最后经捕雾器除去尾气中夹带的液滴后达标排入大气。

脱硫再生装置：脱硫再生尾气的处理通常采用酸洗+水洗、碱洗+酸洗+水洗等工艺去除氨及硫化氢。脱硫再生尾气设有三级洗涤，先经碱洗，除去尾气中的酸性物质；再经酸洗，除去尾气中的碱性物质；最后经水洗，以进一步除去尾气中夹带的残留物质后排入大气。

各类有机贮槽：末端措施主要是综合洗涤，或再通过活性炭吸附等，可部分除去放散气中夹带的污染物。近年来许多企业都在进行技术改造，采用压力平衡技术回煤气负压管道或引入燃烧系统，较洗净塔末端治理效果明显。目前全国 70%的企业采用洗净塔，20%的企业采用压力平衡技术，10%的企业引入燃烧系统。

（4）生产废水处理设施

根据排污许可信息平台，目前全国已完成生产废水处理设施加盖改造的企业，80%以上位于重点区域。废气处理后排放或引入燃烧系统。收集后的处理工艺主要包括：①酸洗+碱洗+水洗+低温等离子，约 27%的企业采用，净化效率一般 50%左右；②酸洗+碱洗+水洗+光催化氧化，约 22%的企业采用，净化效率一般 50%左右；③酸洗+碱洗+水洗+活性炭吸附，约 19%的企业采用，净化效率一般 80%以上；④酸洗+碱洗+水洗+生物滤池，约 15%的企业采用，净化效率一般 50%左右；⑤其他工艺，约 18%的企业采用。

5 标准主要技术内容及确定依据

5.1 标准适用范围

根据《国民经济行业分类》（GB/T 4754-2017），本标准适用行业类别为 C2521，炼焦炉型包括常规焦炉、热回收焦炉、半焦（兰炭）炭化炉。适用范围包括现有和新建炼焦化学工业企业或生产设施，同时适用于钢铁、电石等工业企业炼焦化学生产设施，不包括焦化企业配套的焦炉煤气制甲醇、煤焦油加工、苯精制等产业链延伸环节，与 GB 16171-2012、《焦化行业规范条件》（2020 年）、《固定污染源排污许可分类管理名录（2019 版）》、《排污许可证申请与核发技术规范 炼焦化学工业》（HJ 854-2017）等相关规定一致。

5.2 标准结构框架

本标准的主要章节设置包括：前言，适用范围，规范性引用文件，术语和定义，有组织排放控制要求，无组织排放控制要求，企业边界污染物监控要求，污染物监测要求，实施与监督。

标准发布后，现有企业需要对污染防治设施进行改造升级，以满足新的污染物排放控制要求，改造过程需要一定的时间和资金保障，因此，按照现有企业和新建企业分阶段实施本标准。

5.3 术语和定义

本标准对炼焦化学工业、常规焦炉、热回收焦炉、半焦（兰炭）炭化炉、标准状态、现有企业、新建企业、排气筒高度、企业边界、封闭、密闭、挥发性有机物、非甲烷总烃、无组织排放、VOCs 物料、气相平衡系统进行了定义，来源于 GB 16171-2012、《焦化行业规范条件》（2020 年）、《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822-2019）等相关文件标准。

5.4 污染物项目的选择

根据对行业生产工艺及产排污分析，生产过程中产生的主要污染物包括颗粒物、二氧化硫、苯并[a]芘、氰化氢、苯、酚类、非甲烷总烃、氮氧化物、氨、硫化氢、苯可溶物等，本标准对上述 11 项污染物进行控制，与 GB 16171-2012 一致。其中，在焦炉烟囱环节新增了非甲烷总烃和氨污染物项目；在厂界新增了非甲烷总烃污染物项目，减少了颗粒物、二氧化硫、氮氧化物污染物项目；新增了“生产废水处理设施”排放源并将氨、硫化氢和非甲烷总烃作为污染物项目。

5.5 有组织排放控制要求

5.5.1 调整现有有组织排放环节名称

（1）调整“粗苯管式炉、半焦烘干和氨分解炉等燃用焦炉煤气的设施”为“管式炉、半焦烘干等燃用煤气的设施”

氨分解是将氨气在催化剂作用下，于还原气氛中把氨分解为氮气和氢气。近年来，为杜绝能源浪费，氨分解炉产生的高温尾气经废热锅炉回收余热并降温后进入气液分离器前的负压煤气管道，工艺过程无废气有组织排放，因此删除该排放环节。

管式炉除用于粗苯工序外还用于蒸氨等其他工序，污染物产生方式及过程相似。目前

全国约有 14 家焦化企业在其他工序使用管式炉，均燃用净化后的煤气，按照标准中粗苯管式炉的要求进行管理。因此将排放环节“粗苯管式炉”扩大为“管式炉”，“燃用焦炉煤气”扩大为“燃用煤气”。

(2) 调整“脱硫再生塔”为“脱硫再生装置”

目前湿式氧化法脱硫工艺脱硫液再生方法有高塔式再生、槽式再生等形式，因此将“脱硫再生塔”修改为“脱硫再生装置”。

(3) 调整“精煤破碎、焦炭破碎、筛分及转运”为“精煤破碎、焦炭破碎、筛分、转运及其他需要通风的生产设施”

焦化企业存在大量颗粒物无组织排放转换为有组织的排放口，例如原料煤、焦炭、焦粉和其他物料的加工处理（包括称量、破碎、筛分、混合、输送、转运等）过程废气收集，焦炉整体或局部加罩后设置排气筒，固废回用设施或车间废气收集等，产生的颗粒物一般通过收集和通风到除尘器进行治理。产生的颗粒物可采用（覆膜）袋式除尘技术或滤筒除尘技术治理，颗粒物排放浓度可以控制在 $10 \text{ mg/m}^3 \sim 15 \text{ mg/m}^3$ 以下。

5.5.2 调整有组织排放限值

(1) 颗粒物、二氧化硫、氮氧化物等调整为 GB 16171-2012 特别排放限值

2018~2019 年在线监测数据显示，全国焦炉烟囱废气颗粒物、二氧化硫、氮氧化物排放浓度数据达标率在 95% 以上，其余各排放环节监督性监测数据显示，2019 年达标率均在 93% 以上，有组织排放达标情况良好。

GB 16171-2012 中表 6 规定了大气污染物特别排放限值。对于颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、非甲烷总烃四项因子，目前全国约 80% 的产能已执行特别排放限值，HJ 2306-2018 中已有明确（先进）可行技术支撑；对于苯并[a]芘、氰化氢、苯三项因子，特别排放限值与新建企业限值一致；对于酚类、氨、硫化氢三项因子，全国近 20% 的产能已执行特别排放限值，通过多级洗涤可以达标排放，根据 2020 年监督性监测数据，酚类浓度分布 $0 \sim 31.3 \text{ mg/m}^3$ ，氨浓度分布 $0.06 \text{ mg/m}^3 \sim 9.68 \text{ mg/m}^3$ ，硫化氢浓度分布 $0 \sim 0.16 \text{ mg/m}^3$ 。

本次修订不再设置“现有（新建）企业大气污染物排放浓度限值表”和“大气污染物特别排放限值表”，统一为“大气污染物排放限值表”，颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、苯并[a]芘、氰化氢、苯、酚类排放限值调整为 GB 16171-2012 表 6 大气污染物特别排放限值。

(2) 调整氨、硫化氢排放限值

由于污染物种类繁多，行业排放情况复杂，排放标准不可能涵盖所有的污染物及排放行业，因此欧洲一些国家（如德国、英国、荷兰等）建立了污染物排放分级控制标准，即按污染物的健康毒性（如致癌性、感官刺激性）或其他环境危害（臭氧生成潜势、温室效应）大小，实施分类分级控制，这样既提高了污染物排放标准的制订和实施效率，保证了监控体系的严密，又极大地适应了环境管理需求的不断变化。

本次修订参考国外无机大气污染物依据毒性分级控制思路，同时兼顾了行业之间协调性，氨和硫化氢限值设定与农药制造工业大气污染物排放标准（GB 39727-2020）、制药工业大气污染物排放标准（GB 37823-2019）等一致，确定两项因子排放限值分别为 20 mg/m³ 和 5.0 mg/m³。

5.5.3 增加焦炉烟囱废气基准含氧量浓度折算要求

通过 2019 年全国典型企业在线监测数据对焦炉烟囱废气含氧量分布情况进行了统计分析，624647 个样本中，含氧量为 0~6% 的占比为 9.4%，6%~8% 的占比为 25.4%，8%~10% 的占比为 22.1%，10%~12% 的占比为 18.8%，其他为 12% 以上。焦炉烟囱烟气含氧量与焦炉加热空气过剩系数及焦炉、烟道严密性有关，《现代焦化生产技术手册》（冶金工业出版社）焦炉设计参数，焦炉烟囱的空气过剩系数一般为 1.2~1.4，对应的含氧量约为 3.5%~6.0%。结合我国焦炉废气含氧量情况，《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》及河北、河南、山东、陕西等地方相关标准中的含氧量要求，本次修订将焦炉烟囱废气基准含氧量定为 8%。

从首钢京唐、山西太钢、安阳钢铁等含焦化工序钢铁企业超低排放改造情况来看，采用“SCR 脱硝+氨法脱硫”、“干法（SDS）脱硫+SCR 脱硝”、“活性炭（焦）一体化脱硫脱硝”等现有可行技术，可以保证在设定基准含氧量 8% 时焦炉烟囱废气稳定达标排放。

5.5.4 增加焦炉烟囱非甲烷总烃、氨限值要求

焦炉炉墙串漏会导致焦炉烟囱排放有机废气，本标准设定了非甲烷总烃限值。编制组实测、调研了 23 座焦炉的非甲烷总烃排放浓度，炭化室高度涵盖 4.3 m~7.63 m，其中顶装焦炉 8 座，捣固焦炉 11 座，热回收焦炉 4 座。获得了有效样本数（小时均值）68 个，排放浓度为 0.21 mg/m³~165 mg/m³，平均值 19.6 mg/m³，按 8% 基准含氧量折算后浓度为 0.19 mg/m³~261.59 mg/m³，平均值 28.2 mg/m³，90% 的样本 ≤ 79.5 mg/m³，80% 的样本 ≤ 53.6 mg/m³，考虑到目前其他类型蓄热室工业炉窑尚未设定烟囱非甲烷总烃排放限值，且

目前行业尚无针对性末端治理设施，仅通过源头控制，因此设定焦炉烟囱非甲烷总烃排放浓度限值为 80 mg/m^3 。某独立焦化企业，4.3 m 捣固焦炉，以焦炉煤气为燃料，2007 年投产，通过干粉正压密封、砖缝灌浆、陶瓷焊补、焦炉揭顶维修等源头控制措施对炉墙串漏进行修缮，经现场检测，在生产负荷 90% 以上时，焦炉烟囱非甲烷总烃排放浓度可以稳定在 80 mg/m^3 （按 8% 基准含氧量折算后）以下。

为加强焦炉烟囱废气脱硫脱硝设施氨逃逸管控，本标准设定了氨限值。编制组实测、调研了 10 座代表性焦炉的烟囱脱硫脱硝设施氨逃逸浓度，从脱硫脱硝工艺来看，“SCR 脱硝+氨法脱硫” 6 座，“活性炭（焦）一体化脱硫脱硝” 2 座，“半干法脱硫+SCR 脱硝” 1 座，“干法脱硫+SCR 脱硝” 1 座；从炉型来看，涵盖了炭化室高度 4.3 m~7.63 m 国内主流类型，其中 4.3 m 焦炉 2 座，7.63 m 焦炉 3 座，其余为 5.5 m~7 m 焦炉，顶装焦炉 6 座，捣固焦炉 4 座；从地理位置来看，6 座位于“2+26”和汾渭平原，1 座位于上海市，3 座位于其他地区。实测过程中记录了生产负荷、喷氨量等工况参数，经氨平衡分析，获得有效样本数（小时均值）50 个，按 8% 基准含氧量折算后，最小值为未检出，最大值为 96.9 mg/m^3 。其中，浓度在 8 mg/m^3 及以下的样本数占比 81.3%，浓度在 10 mg/m^3 及以下的样本数占比 87.5%，为强化企业对脱硫脱硝设施管理，本标准设定焦炉烟囱氨排放浓度限值为 8 mg/m^3 。某企业为 6 m 捣固焦炉，以高炉煤气和焦炉煤气为燃料，采用“SCR 脱硝+氨法脱硫”工艺，经现场监测，通过加强对脱硫脱硝设施喷氨量的管控，在生产负荷 80% 以上、确保二氧化硫、氮氧化物达标排放的前提下，氨排放浓度可稳定在 8 mg/m^3 以下（按 8% 基准含氧量折算后）。

5.5.5 增加“生产废水处理设施”控制要求

本标准明确了生产废水处理设施废气收集处理后污染物排放浓度限值。

编制组实测、调研了 35 家企业，采用的技术主要包括酸洗+碱洗+水洗+低温等离子、酸洗+碱洗+水洗+光催化氧化、酸洗+碱洗+水洗+活性炭吸附、酸洗+碱洗+水洗+生物滤池等，对排放浓度样本进行分析，非甲烷总烃 0.4 mg/m^3 ~ 66.8 mg/m^3 ，氨 0.37 mg/m^3 ~ 29.7 mg/m^3 ，硫化氢 0.0088 mg/m^3 ~ 2.68 mg/m^3 。本标准设定排放限值为非甲烷总烃 50 mg/m^3 、氨 20 mg/m^3 、硫化氢 5.0 mg/m^3 。

企业 A 对生产废水处理站预处理设施池体加盖，废气收集后采用“酸洗+碱洗+水洗+生物滤池”工艺处理，经检测，排放废气量 $8442 \text{ m}^3/\text{h}$ ，非甲烷总烃排放浓度 2.52 mg/m^3 ，

氨排放浓度 2.15 mg/m^3 ，硫化氢未检出。企业 B 对生产废水处理站预处理设施和生化设施各池体加盖，废气收集后采用“酸洗+碱洗+水洗+活性炭吸附”工艺处理，经检测，排放废气量 $35073 \text{ m}^3/\text{h} \sim 38373 \text{ m}^3/\text{h}$ ，非甲烷总烃排放浓度 $4.33 \text{ mg/m}^3 \sim 4.82 \text{ mg/m}^3$ ，氨排放浓度 $1.30 \text{ mg/m}^3 \sim 1.67 \text{ mg/m}^3$ ，硫化氢排放浓度 $0.12 \text{ mg/m}^3 \sim 0.16 \text{ mg/m}^3$ 。

5.5.6 其他修改

(1) 挥发性有机物燃烧（焚烧、氧化）装置废气排放控制要求

对挥发性有机物燃烧（焚烧、氧化）装置废气排放提出了排放限值、基准含氧量等控制要求，与《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822-2019）等相关标准保持一致。

(2) 排气筒高度以及与周围建筑物的相对高度关系

GB 16171-2012 规定，排气筒周围半径 200 m 范围内有建筑物时，排气筒高度还应高出最高建筑物 3 m 以上。据调研了解，受附近建筑物高度的影响，部分焦化企业或炼焦生产设施在执行该项要求时存在困难，钢焦联合企业或位于集中工业园区的企业尤为明显。因此，将该规定调整为“排放氰化氢的排气筒高度不低于 25 m，其他排气筒高度不低于 15 m，具体高度以及与周围建筑物的相对高度关系应根据环境影响评价文件确定。”

(3) 合并排气筒排放废气的有关要求

当执行不同排放控制要求的废气合并排气筒排放时，应在废气混合前进行监测，并执行相应的排放控制要求；若可选择的监控位置只能对混合后的废气进行监测，则应按各排放控制要求中最严格的规定执行。

5.6 无组织排放控制要求

5.6.1 无组织排放控制措施

根据全国焦化企业无组织措施应用现状，结合相关标准规范、行业政策要求，针对“物料储存与运输”、“装煤、推（出）焦与熄焦”、“焦炉炉体”、“煤气净化”、“敞开液面”等排放环节提出无组织排放控制措施。对于煤、焦料场，重点地区基本上采用密闭料仓或封闭料场，非重点地区 22%的企业使用防风抑尘网；对于机侧炉门废气，全国约 45 家企业设置独立排气筒，80%位于重点区域。据此对重点地区提出“无组织排放特别控制要求”，一是规定煤场、焦场应采用密闭或封闭料场（仓、库、棚），二是增加了机侧炉门废气收集净化处理的要求。分析了现有企业排污许可管理信息、新建项目环境影响评价，本标准

提出的无组织措施具有良好适应性，可以满足当前环境管理需求。

5.6.2 无组织排放监控要求

本标准规定了焦炉炉顶颗粒物、苯并[a]芘、硫化氢、氨、苯可溶物大气污染物浓度限值，与 GB 16171-2012 一致。

5.6.3 无组织转换为有组织排口限值的确定

无组织排放特别控制要求提出了“焦炉机侧炉门应设置集气罩，对废气进行收集处理，处理后的废气污染物排放浓度执行表 1 中装煤的控制要求。”限值设定依据如下：

2018 年起，我国开始出现对机侧炉门废气收集处理的设计，其产生源与装煤废气相似，不同炉型收集处理方式不同。对于捣固焦炉，机侧炉门废气和装煤废气一般共用一套除尘系统和排气筒，执行装煤废气排放限值；对于顶装焦炉，需要单独设置一套除尘系统和排气筒，收集处理平煤、摘炉门、清扫炉门等过程烟气，目前全国约 45 家企业设置独立排气筒，地方管理部门要求执行装煤废气排放限值。编制组实测并调研了 23 个机侧炉门废气排放浓度样本，颗粒物 $0.242\text{ mg/m}^3\sim 10\text{ mg/m}^3$ 、二氧化硫 $0.015\text{ mg/m}^3\sim 23.63\text{ mg/m}^3$ 、苯并[a]芘 $0.017\text{ ug/m}^3\sim 0.23\text{ ug/m}^3$ 。上述排放浓度能够达到装煤环节的限值要求。

5.7 企业边界污染物监控要求

5.7.1 删除厂界颗粒物、二氧化硫、氮氧化物浓度限值

根据《中华人民共和国大气污染防治法》第七十八条，补充了条款“企业应对排放的有毒有害大气污染物进行管控，采取有效措施防范环境风险。”删除了厂界三项常规污染物颗粒物、二氧化硫、氮氧化物浓度限值。

5.7.2 增加厂界非甲烷总烃浓度限值要求

炼焦化学企业厂界有机废气组分受厂区生产装置分布影响较大，非甲烷总烃也是特征污染物，本次修订增加非甲烷总烃限值。为此，编制组对代表性企业的厂界非甲烷总烃开展了走航监测，并调研了厂界非甲烷总烃有效样本数（小时均值）59 个，来源于 14 家企业，其中常规焦炉 7 家，半焦炉 7 家，浓度均在 2.0 mg/m^3 以下。综合监测数据和地方相关标准，本次非甲烷总烃限值定为 2.0 mg/m^3 。

5.8 污染物监测要求

5.8.1 焦炉炉顶无组织监测点位的调整

GB 16171-2012 规定“常规焦炉和热回收焦炉炉顶无组织排放的采样点设在炉顶装煤塔与焦炉炉端机侧和焦侧两侧的 1/3 处、2/3 处各设一个测点”，“半焦炭化炉在单炉炉顶设置一个测点”，对于常规焦炉和热回收焦炉，炉顶有装煤车（顶装焦）或导烟车（捣固焦）需要进行作业，部分装煤车或导烟车两侧过道空地较小，按标准要求布设监测点位会影响装煤车或导烟车正常工作。对于半焦炉，近年来装备规模不断提升，2~8 台炭化炉为一组，并且炉顶设有统一的装煤场所，每台炭化炉上方污染物浓度基本均匀。因此，将采样位置调整到“每座焦炉第一孔和最末孔炭化室上方机侧、焦侧，不影响炉顶车辆通行的位置，设置 4 个测点”，“半焦炉在每组或单炉炉顶设置一个测点”。

5.8.2 大气污染物浓度测定方法标准的更新

补充、更新了苯可溶物、颗粒物、二氧化硫、氮氧化物等污染物的测定方法。新增条款：“本标准实施后国家发布的污染物监测方法标准，如适用性满足要求，同样适用于本标准相应污染物的测定。”引用文件均去掉了发布年份，新增条款“凡是未注明日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准”。

6 实施本标准的成本效益分析

6.1 实施本标准的环境效益

较 GB 16171-2012，本标准对颗粒物、挥发性有机物、氨等大气污染物的有组织排放限值或无组织排放措施提出了新的控制要求，对颗粒物、挥发性有机物、氨等污染物排放量削减起到一定的积极促进作用，有利于我国焦化企业及周边区域的环境改善，具有较好的环境效益。相关污染物环境效益如下。

本标准规定了焦炉烟囱氨排放限值，根据监测结果，以及目前企业焦炉烟囱脱硫脱硝设施工艺技术采用情况，估算全国焦炉烟囱氨排放量约为 2.2 万吨/年~3.5 万吨/年，标准实施后约减排 0.55 万吨/年~0.87 万吨/年，削减比例约 25%。

本标准规定了焦炉烟囱和生产废水处理设施非甲烷总烃排放限值，同时对挥发性有机物物料储存、转移和输送、泄漏、敞开液面等环节无组织排放提出了控制措施，估算挥发性有机物排放量可削减 30%~50%。

本标准规定了无组织排放措施中规定了物料储存、运输、工艺过程的相关颗粒物收集

治理要求，可进一步削减颗粒物无组织排放量。

6.2 实施本标准的成本分析

本标准实施后将增加企业环保设施投入，同时对企业环境管理、环保设施运行维护投入亦提出了相应的要求。

本标准规定了物料储存与运输无组织控制措施，料场的密闭、封闭、半封闭改造，投资成本约为 10 元/吨焦~70 元/吨焦，运行成本约为 1 元/吨焦~1.5 元/吨焦，需改造企业主要为非重点地区目前仍采用防风抑尘网的 60 余家企业。

本标准规定了煤气净化单元挥发性有机物物料储存、转移和输送、泄漏等环节无组织控制措施，需采用气相平衡系统或其他收集处理方式，投资成本约 10 元/吨焦~15 元/吨焦，运行成本约为 5 元/吨焦~8 元/吨焦，需改造企业主要为非重点地区 300 余家企业。

本标准规定了重点地区焦炉机侧炉门废气应收集处理，投资成本约为 8 元/吨焦~12 元/吨焦，运行成本约为 1 元/吨焦~2 元/吨焦，需改造企业主要为重点地区少数企业。

本标准规定了生产废水处理站部分池体加盖，并配备废气处理设施，投资成本约 2 元/吨焦~5 元/吨焦，运行成本约为 1 元/吨焦~2 元/吨焦，需改造企业主要为非重点地区 300 余家企业。

此外，还规定了焦炉烟囱非甲烷总烃、氨的限值，焦炉炉体的无组织控制措施，企业需加强对焦炉等主体设施和脱硫脱硝等环保设施的维护管理，注重源头控制和过程管理，确保污染物达标排放。

以 100 万吨焦化企业为例，本标准实施后，新增环保投资约 3000 万元~5000 万元，占总投资约 7%~12%，新增环保年运行成本约 800 万元~1300 万元，占总运行成本约 0.5%~1%。

从全行业来看，2018 年以来，焦炭价格和利润逐步走高，目前均处于高位，平均价格 1600 元/吨~2800 元/吨，平均利润 100 元/吨~800 元/吨。本标准实施后，全国焦化企业共需新增投资约 50 亿元~100 亿元，占全行业工业总产值 1%左右；年运行成本新增约 2.5 亿元~4.2 亿元。