

附件

《炼焦化学工业废气治理工程技术规范
(征求意见稿)》
编制说明

《炼焦化学工业废气治理工程技术规范》编制组

二〇二二年一月

项目名称：炼焦化学工业废气治理工程技术规范

项目统一编号：2015-52

承担单位：中钢集团天澄环保科技股份有限公司

中冶焦耐（大连）工程技术有限公司

编制组主要成员：马晓辉、尹华、李宁、孙刚森、李钧、郝鹏、全立明、董明、

项丽君、郑亚杰

生态环境部环境标准研究所技术管理负责人：姚芝茂

科技与财务司投资处项目管理人：张钦、吕奔

目 录

1. 任务来源.....	1
2. 标准制定必要性.....	1
3. 主要工作过程.....	2
4. 国内外相关标准研究.....	3
5. 焦化废气排放和治理工程现状调研.....	6
6. 主要技术内容及说明.....	10
7. 标准实施的环境效益与经济技术分析.....	17
8. 标准实施建议.....	17

1. 任务来源

原环境保护部《关于开展 2015 年度国家环境保护标准项目实施工作的通知》（环办函〔2015〕329 号）下达计划《焦化废气治理工程技术规范》，项目编号 2015-52。

本标准主要起草单位：中钢集团天澄环保科技股份有限公司、中冶焦耐（大连）工程技术有限公司。

说明：在编写过程中，经专家讨论会意见确定，并报告主管部门，本标准名称变更为《炼焦化学工业废气治理工程技术规范》。

2. 标准制定必要性

2.1 国家法律、法规及技术政策相协调的需求

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国大气污染防治法》、《焦化行业规范条件》、《炼焦化学工业污染物排放标准》、《清洁生产标准炼焦行业》等法律和法规性文件，依法指导和规范焦化废气治理的环境评价编制、可研报告编制、清洁生产文件编制、工程设计、工程建设、运行管理及环境保护管理等各个环节，实现环保科学制法和执法，需要配套相应的技术规范。因此制定本技术规范是落实国家法律法规和相关标准的重要需求。

2.2 国家及环保主管部门的相关要求

为控制焦化行业污染排放，国家颁布的相关标准政策均提出了具体要求。

《清洁生产标准炼焦行业》（HJ/T 126-2003）中将炼焦行业清洁生产指标分为生产工艺与装备要求、资源能源利用指标、产品指标、污染物产生指标（末端处理前）、废物回收利用指标和环境管理要求等六类，对颗粒物、SO₂、苯并（a）芘、焦炉废气污染物无组织泄露等均有严格要求；

《炼焦化学工业污染物排放标准》（GB 16171-2012）对各污染物排放点浓度限值进行了更加详细的分类，而且大幅收紧了污染物排放的浓度限值，并对新建企业和环境容量小、生态环境脆弱等需要采取特别保护措施的地点提出了更加严格的排放浓度限值；

《焦化行业规范条件》中规定焦化生产企业应满足《产业结构调整指导目录（2019 年本）》及地方相关政策要求，要按照环保要求配套脱硫或脱硫脱硝装置。《焦化行业“十三五”发展规划纲要》（中国炼焦行业协会）指出焦化生产企业要完善环境污染治理设施，保证环保设施全面正常稳定运行。

因此制定本技术规范是环保管理和企业执行国家政策和标准的需求。

2.3 行业发展带来的主要环境问题

焦炭作为一种重要的工业品，主要是用作钢铁及有色金属等冶炼的燃料。我国焦化企业存在着布局不合理，生产分散，无序竞争，集中度低等问题。由于受到新环保标准及《焦化行业规范条件》的约束，多数焦化企业采用了较先进的污染治理措施。但仍有一些企业不能满足新标准的要求，导致产焦区环境污染严重。因此，制定《炼焦化学工业废气治理工程技术规范》是控制废气中污染物排放的有效手段之一。

2.4 推动新技术发展的需要

为遏制焦化行业低水平重复建设和盲目发展，促进产业结构升级，国家发改委等部门颁布了一系列政策，从工艺与装备、能源消耗、资源利用、环境监督与管理等方面制定技术经济指标。本技术规范的制定，结合焦炭生产特点，符合国家新技术政策，从污染防治角度，对焦化行业生产和废气治理新工艺的应用具有显著的促进作用，可推动新技术新工艺的进步与发展。

3. 主要工作过程

3.1 工作程序与方法

根据原环境保护部下达的《炼焦化学工业废气治理工程技术规范》（项目编号2015-52）编制任务，2015年5月，中钢集团天澄环保科技股份有限公司成立了《炼焦化学工业废气治理工程技术规范》编制专题组，开始了《技术规范》的编制工作，主要起草单位为中钢集团天澄环保科技股份有限公司和中冶焦耐（大连）工程技术有限公司。

编制组首先进行资料收集和现场调研。通过网络、期刊和书籍等渠道收集、整理和分析国内外有关焦化行业废气污染物排放标准、技术规范、生产工艺与污染控制技术，以及相关产业的政策、法律、法规和要求等。现场调研主要包括水钢焦化厂、太钢焦化厂、柳钢焦化厂、新钢焦化厂、莱钢焦化厂、邯宝焦化厂等几十家企业，重点考察了焦化生产中各类废气的来源、组成、受控污染物、治理技术、工艺流程、实际运行状况和处理效果等。通过对上述调研材料归纳整理和分析，完成了《炼焦化学工业废气治理工程技术规范》开题报告和规范初稿。

2019年7月，生态环境部科技与财务司在北京组织专家进行了开题论证。会议通过了开题报告和规范初稿，明确了规范编制的方向和原则。依据开题论证会审查意见，编制组通过进一步现场调研、内部专家讨论，完成了《炼焦化学工业废气治理工程技术规范（初稿）》和编制说明（初稿）。

2020年10月，生态环境部环境标准研究所在北京组织专家对《炼焦化学工业废气治理工程技术规范（初稿）》和编制说明（初稿）进行了论证。会议通过了《技术规范》的编制内容，专家建议完善后提交征求意见稿。依据专家论证会意见，编制组通过进一步调研和修改完善，形成了《炼焦化学工业废气治理工程技术规范（征求意见稿）》和编制说明

(征求意见稿)。

3.2 技术路线

在对国内外资料广泛调研、以及对具有代表性的焦化企业调研的基础上，编制本技术规范。本技术规范将规范焦化废气治理技术的工程设计、施工、运行、维护、管理等方面的技术要求。编制本技术规范所采用的工作技术路线严格按照《环境工程技术规范制定技术导则》规定程序进行。

4. 国内外相关标准研究

4.1 国外相关标准研究

70~80年代初，西欧、北美对炼焦生产污染物进行了控制。采取的基本控制措施有：装煤采用机械给料、顺序装煤、高压氨水喷射、密封套筒、荒煤气导入相邻炭化室等。推焦时采用地面站除尘或焦侧大棚等。上升管盖采用水封、炉门和装煤孔盖密封。熄焦塔设置捕尘板。焦炉加热采用废气循环或分段加热方式，降低烟道温度，减少NO_x排放，煤气脱除H₂S。

采取如上控制措施后，污染物排放量与无控制阶段相比，约减少了65%，即污染物排放总量由10 kg/t焦降至3.5kg/t焦，这一阶段为控制不完善阶段。

1983年德国制定的标准吨焦排放量即为3.5kg，使排放量减少了65%。1986年德国政府修订标准后，制定了“大气净化法”又减少排污60%，使吨焦排污量降至1.5kg。

德国作为世界炼焦水平最先进的国家，其污染物排放量目标是小于1.0kg/t焦。德国政府规定的装煤、推焦、熄焦及焦处理过程污染物排放限值见表1、表2。

表1 德国政府规定的装煤、推焦污染物排放限值

工艺	尘排放量 g/t焦	尘排放浓度 mg/m ³	备注
装煤	—	25	装煤时煤气直接或经相邻炭化室进入集气管，如不能全部进入集气管，则排放浓度须满足该标准限值
推焦	5	—	推焦采用集尘并除尘措施

表2 德国政府规定的熄焦及焦处理过程污染物排放限值

项目	湿法熄焦			干法熄焦		
	放散源	尘排放量 g/t焦	尘排放浓度 mg/m ³	放散源	尘排放量 g/t焦	尘排放浓度 mg/m ³
焦炭输送	熄焦车	10	—	热焦车	10	—
熄焦	熄焦塔	50	20	除尘装置排气管	20	20

焦炭处理	焦台	1.0	—	终冷装置的除尘排气管	30	—
	除尘装置	10				
	筛焦除尘排气管	65	—	筛焦装置的除尘排气管	65	—

美国于1990年公布了清洁空气法，1992年底，美国国家环保局对焦化厂颁布了排放标准，该标准规定的排放依据是可见排放物，每日观察可及时发现排放物，及时采取补救措施。

总之，国外焦炉第一阶段无控制时期，污染物总排放量约10kg/t焦；第二时期，80年代初制定的技术标准属污染控制不完善时期，总排放量约为3.5kg/t焦；第三个时期，80年代后期至90年代，总排放量约为1.5kg/t焦；90年代后期污染控制水平进一步提高，总排放量控制在1.0kg/t焦以下。

4.2 国内相关标准研究

4.2.1 排放标准研究

我国在2012年6月7日颁布了《炼焦化学工业污染物排放标准》GB16171-2012，该标准从2012年10月1日起实施。标准中明确规定了处于一般地区及特排地区的现有、旧有企业的大气污染物排放标准（表3、表4）。

随后国务院相继出台《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》、《国务院关于印发打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知》。为贯彻落实相关要求，2019年4月28日，国家生态环境部联合国家发展和改革委员会、工业和信息化部、财政部、交通运输部等部委发布了《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》（环大气〔2019〕35号），对焦化生产环节有组织排放控制指标、无组织排放控制措施、大宗物料产品清洁运输等方面提出了明确的要求（表5）。

2019年7月9日，国家生态环境部联合国家发展和改革委员会、工业和信息化部、财政部等部委发布了“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），明确规定焦化行业大气污染治理应参照《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》要求，对焦炉等实施升级改造（表6）。

各地方政府也相继出台更为严格的排放标准要求。从目前来看，现有焦化企业正在加快大气污染物超低排放改造进程，新建焦化企业则均按超低排放标准进行工程项目建设（表7）。

表3 大气污染物排放浓度限值

序号	污染物排放环节	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
1	精煤破碎、焦炭破碎、筛分及转运	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	装煤	50	100	0.3*	-	-	-	-	-	-	-
3	推焦	50	50	-	-	-	-	-	-	-	-
4	焦炉烟囱	30	50 (100)	-	-	-	-	-	500 (200)	-	-
5	干法熄焦	50	100	-	-	-	-	-	-	-	-
6	粗苯管式炉、半焦烘干和氨分解炉等燃用焦炉煤气的设施	30	50	-	-	-	-	-	200	-	-
7	冷鼓、库区焦油各类贮槽	-	-	0.3*	1	-	80	80	-	30	3
8	苯贮槽	-	-	-	-	6	-	80	-	-	-
9	脱硫再生塔									30	3
10	硫铵结晶干燥	80	-	-	-	-	-	-	-	30	-

注：*单位为 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，其他单位为 mg/m^3 ，（）内为热回收焦炉

表4 大气污染物特别排放限值

序号	污染物排放环节	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
1	精煤破碎、焦炭破碎、筛分及转运	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	装煤	30	70	0.3*	-	-	-	-	-	-	-
3	推焦	30	30	-	-	-	-	-	-	-	-
4	焦炉烟囱	15	30	-	-	-	-	-	150	-	-
5	干法熄焦	30	80	-	-	-	-	-	-	-	-
6	粗苯管式炉、半焦烘干和氨分解炉等燃用焦炉煤气的设施	15	30	-	-	-	-	-	150	-	-
7	冷鼓、库区焦油各类贮槽	-	-	0.3*	1	-	50	50	-	10	1
8	苯贮槽	-	-	-	-	6	-	50	-	-	-
9	脱硫再生塔									10	1
10	硫铵结晶干燥	50	-	-	-	-	-	-	-	10	-

注：*单位为 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，其他单位为 mg/m^3

表5 钢铁企业超低排放指标限值

生产工序	生产设施	基准含氧量 (%)	污染物项目		
			颗粒物	二氧化硫	氮氧化物
炼焦	焦炉烟囱	8	10	30	150
	装煤、推焦	-	10		-
	干法熄焦	-	10	50	-

注：表中未做规定的生产设施污染物排放限值按国家、地方排放标准或其他相关规定执行。

表6 重点行业工业炉窑大气污染治理要求

行业	子行业	污染治理措施
钢铁及焦化	焦化	参照《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》要求，对焦炉等实施升级改造。

表7 新建焦化企业大气污染物排放设计值

序号	污染物排放环节	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	基准含氧量 %
1	煤破粉碎	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	焦炭破碎、筛分及转运	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	装煤及炉头烟气	10	70	0.3μg/m ³	-	-	-	-	-	-	-	-
4	推焦	10	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	焦炉烟囱	10	30	-	-	-	-	-	150	-	-	8
6	干熄焦	10	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-

注：未特殊注明的单位均为mg/m³。

4.2.2 行业准入政策

2020年6月颁布的《焦化行业规范条件》中明确规定：

1) 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。

2) 焦化生产企业污染物排放应严格执行国家和地方相关排放标准，做到达标排放。京津冀及周边地区、长三角地区、汾渭平原等重点区域焦化生产企业，二氧化硫、氮氧化物、颗粒物、挥发性有机物全面执行污染物特别排放限值。

3) 按照“减量化、资源化、无害化”原则对固体废物进行处理处置，各类固体废物的贮存、转运、处置应符合国家和地方有关标准规范要求；加强对土壤和地下水环境的保护，有效防控土壤和地下水环境风险。

5. 焦化废气排放和治理工程现状调研

5.1 行业污染排放状况

根据国家统计局和中国炼焦行业协会统计数据，2017年，我国生产焦炭43142万t，约占世界焦炭总产量的68%，其中，常规机焦炉产量近40000万t，热回收焦炉产量约800万t，半焦产量约3700万t，产品中90%以上为冶金焦。我国焦炭产量主要分布在煤炭或矿石资源丰富的几个焦化大省和地区，山西、河北、山东、陕西、江苏、河南和内蒙古焦炭产量共计占比达到全国产量的61%，污染源区域相对集中，对当地环境的污染物排放密集且影响巨大。焦化废气排放环节及污染物种类主要包括：

5.1.1 备煤废气

炼焦煤在卸煤、储运、破碎、粉碎、干燥、装煤过程中产生的扬尘，主要污染物为颗粒物。

5.1.2 焦炉废气

a) 顶装焦炉装煤时从装煤孔、平煤口等处逸散的阵发性废气，捣固焦炉装煤时从机侧炉门逸散的阵发性废气，主要污染物包括颗粒物、二氧化硫、苯并(a)芘。

b) 焦炉出焦时，从机侧及焦侧炉门、焦罐（熄焦车）等处逸散的阵发性废气，主要污染物包括颗粒物、二氧化硫。

c) 焦炉生产过程中，煤气燃烧所产生的焦炉烟道废气，主要污染物包括颗粒物、二氧化硫、氮氧化物。

5.1.3 干熄焦废气

干法熄焦过程中由干熄炉装焦口、循环风机放散口、预存室放散口、排焦双岔溜槽、排焦口等处逸散的废气，主要污染物包括颗粒物、二氧化硫。

5.1.4 运焦废气

焦炭在转运、筛分、储存过程中产生的扬尘，主要污染物为颗粒物。

5.1.5 煤气净化废气

a) 煤气冷却装置各槽类设备放散管放散的废气，主要污染物包括氨、硫化氢、氰化氢、烃类、苯并(a)芘、酚类。

b) 粗苯蒸馏装置各油槽分离器放散管放散的废气，主要污染物包括氨、硫化氢、烃类。

c) 精苯加工及焦油加工过程中逸散的废气，主要污染物包括苯、烃类。

d) 脱硫再生塔放散管放散的废气，主要污染物包括硫化氢、氨。

e) 蒸氨装置干燥系统、硫铵干燥系统、提盐工段放散的废气，主要污染物包括颗粒物、氨。

f) 管式加热炉等燃用焦炉煤气设备产生的废气，主要污染物包括颗粒物、二氧化硫、氮氧化物。

g) 煤气净化系统制酸尾气，主要污染物包括二氧化硫、氮氧化物。

5.1.6 焦化废水处理恶臭气体

a) 焦化废水预处理设施（调节池、气浮池、隔油池）散发的废气，主要污染物包括氨、硫化氢、焦油。

b) 焦化废水生化处理设施（厌氧池、缺氧池）散发的废气，主要污染物包括氨、硫化氢。

c) 焦化废水污泥处理设施（污泥浓缩池、污泥脱水间、污泥储存间）散发的废气，主要污染物包括氨、硫化氢、硫醇。

焦炉煤气净化装置在运行过程中，会存在一些设置煤气液封的环节，部分工作介质与

煤气接触后，也会将氨、硫化氢、挥发性有机物等有害物质带入后续处理工艺的过程，这些带有污染物的液体罐，如果任由其放散气直接排入大气，会严重危害周边空气质量。另外，在油库单元的储罐内，也存在挥发性有机物散逸到空气中的情况。由于这些环节大多属于工艺装置的末端，以往未能引起生产管理者足够的重视。许多焦化企业建有相关废气的搜集回收管道，但出于运行维护成本的考虑，并未完全投入运行。

5.2 行业污染治理情况

《炼焦化学工业污染物排放标准》（GB16171-2012）实施以来，特别是生态环境部等五部委联合发布《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》以来，焦化行业废气治理技术得到提升，各项技术日趋成熟完善，焦化作业区整体环境极大改善。现有企业加快了环保升级改造步伐，新建企业完全按照国家超低排放标准及地方环保标准要求去配套建设环保设施，通过源头减排技术及末端治理技术的应用，焦化废气基本上实现达标排放，对国家环境质量的改善发挥了较大作用。

5.2.1 源头减排技术应用现状

目前采用的常规机焦炉源头减排技术包括：炼焦单元的装煤车封闭技术、导烟技术、高压氨水喷射技术、单孔炭化室压力调节技术、焦炉分段（多段）加热技术、废气循环技术、烟气回配技术等。熄焦单元的干法熄焦等污染预防技术；热回收焦炉采用的源头减排技术包括微负压炼焦技术；半焦（兰炭）炭化炉采用的源头减排技术包括双室双闸给料、新型湿法熄焦等污染预防技术；煤气净化单元涉及酚氨回收、压力平衡等污染预防技术等。通过源头减排技术的应用，减少污染物排放50%以上。

5.2.2 末端治理技术应用现状

5.2.2.1 备煤、运焦废气治理

采用袋式除尘工艺技术，实现煤及焦炭转运、破粉碎、筛分、储存等过程中产生的废气达标排放。

5.2.2.2 焦炉废气治理

a) 焦炉装煤废气治理

对于新建大型顶装焦炉，采用全封闭装煤车配套高压氨水喷射技术和单孔炭化室压力调节技术实现无烟装煤操作。

对于现有顶装焦炉，采用“不燃烧法+干式地面站袋式除尘工艺”技术治理装煤烟气，实现颗粒物及苯并芘达标排放。多数企业通过规范生产操作、强化生产管理、控制原料煤含硫量，实现焦炉装煤烟气二氧化硫达标排放，没有设计脱硫装置。

采用“双U型导烟管+高压氨水引射+机侧炉头烟干式地面站袋式除尘工艺”技术治理捣固焦炉装煤烟气，实现颗粒物及苯并芘达标排放。企业通过规范生产操作、强化生产管理，

实现焦炉装煤烟气二氧化硫达标排放，没有设计脱硫装置。

b) 焦炉出焦废气治理

采用“干式地面站袋式除尘工艺”技术治理焦炉拦焦过程中产生的出焦烟气，实现颗粒物达标排放；企业通过规范生产操作、强化生产管理、采用干法熄焦等，实现二氧化硫达标排放，没有设计脱硫装置。

c) 焦炉机侧炉头烟气治理

采用“干式地面站袋式除尘工艺”技术治理焦炉摘炉门、平煤（顶装焦炉）、推焦过程中从机侧炉门逸散的烟尘，实现颗粒物达标排放；企业通过规范生产操作、强化生产管理，实现二氧化硫达标排放，没有设计脱硫装置。

d) 焦炉烟道废气治理

焦炉烟道废气治理技术研究起步较晚，初期采用的焦炉烟道气治理技术包括干法脱硫、半干法脱硫、湿法脱硫、新型催化脱硫等脱硫技术、选择性催化还原法脱硝技术、活性炭（焦）脱硫脱硝一体化技术，采用的工艺流程包括：“中高温SCR脱硝+余热回收+湿法脱硫”、“干法/半干法脱硫+除尘+中低温SCR脱硝”。几年的运行结果表明，由于焦炉窜漏客观存在，导致焦炉烟气中含有焦油、氨、硫化氢等多种荒煤气组分，采用先脱硝工艺时极易导致脱硝催化剂永久性失活。目前焦炉烟道废气治理的主流工艺技术包括“干法/半干法脱硫+除尘+中低温SCR脱硝”工艺技术及活性炭（焦）脱硫脱硝一体化技术。

5.2.2.3 干熄焦废气治理

采用“干式地面站袋式除尘工艺”技术治理干熄炉生产过程中逸散的废气，实现颗粒物达标排放。近两年通过对经过除尘净化的高硫烟气进行钠基干法脱硫或活性炭法脱硫，实现干熄焦废气二氧化硫达标排放。

5.2.2.4 煤气净化废气治理

现有的焦炉煤气净化工艺设计，从污染物源头治理的理念出发，对所有与煤气有接触的工艺介质中间罐、液封槽等设备，均采用密闭设计，严禁在正常运行时混入空气，通过引入合适流量的氮气作为载体，利用煤气鼓风机前的吸力，将含氧量合格的废气及时送回焦炉煤气中，减少了后续处理的成本。

对于苯储罐等潜在挥发性有机物的释放源，采用内浮顶的设备结构，设置保冷隔热材料，监控罐体温度等手段，尽量降低液体表面的挥发物产生。再通过氮气作为载体，将内浮顶上方产生的挥发性有机物引回焦炉煤气中。

上述工艺措施是减少煤气净化装置大气污染物产生的关键，必须引导相关企业及时、完整地将相关处理设施落实到位，并建立健全相关的生产管控制度，在保证净化主工艺安全稳定的前提下投入运行。

对于在上述情况已经妥善实施的前提下，工艺中的安全阀、呼吸阀、呼吸人孔等处的大气污染物排放，可通过末端治理技术来解决。

末端治理技术主要分为回收技术和销毁技术，以及2种技术的组合：

回收技术主要是吸附、吸收、冷凝和膜分离技术，基本思路是通过物理方法，对排放的VOCs进行吸收、过滤、分离或富集，然后进行提纯等处理，再资源化循环利用。

销毁技术包括燃烧（直接燃烧和催化氧化）、光催化氧化、生物氧化、低温等离子体及其集成的技术，主要是由化学或生化等反应，用热、光、电、催化剂和微生物把排放的VOCs分解转化为其它无毒无害的物质。

5.2.2.5 焦化废水处理恶臭气体防治

焦化废水处理区域的预处理设施、生化处理设施、及污泥脱水设施在运行过程中会产生并散发出恶臭气体，这些恶臭气体主要成份是硫化氢、氨、焦油、硫醇等挥发性物质，其分子在空气中扩散，对机械设备会产生腐蚀作用，若被吸入人体后，会将引起极不愉快的气味感觉。通过集气罩收集废气，进行统一处理。

通过化学洗涤塔，喷入化学药剂将气体中的部分污染物质去除，转化为无害物质，前处理完的气体进入生物除臭装置，通过湿润、多孔和充满活性微生物的滤层，利用微生物细胞对废气物质的吸附、吸收和降解功能，将恶臭物质吸附后分解成CO₂、H₂O等简单无机物，最后通过活性炭吸附装置深度处理，除去恶臭的废气满足排放标准后引入排气筒高空排放。

6. 主要技术内容及说明

6.1 工艺设计

1) 条文 6.1.7~6.1.10

备煤、运焦生产过程中产生的污染物为煤粉、焦粉，均属于可燃性粉尘，焦炉生产过程中产生的污染物除煤粉、焦粉以外，还含有许多可燃气体组分。从2019年6月1日开始实施的《粉尘防爆安全规程》（GB 15577-2018）中，对粉尘爆炸危险场所的工程及工艺设计、存储、设备运行与维护提出了具体的要求。本次工程技术规范中特别列出其中的三条，就是为了避免按以往的工程设计惯例进行设计而出现违反国标的情况发生，同时也是为了提醒工程设计人员要及时查阅国家相关安全规程。

2) 条文 6.1.14、6.1.15

粉尘沉降在除尘管道内，会导致除尘系统运行效果不良。所以在除尘管道设计时，必须根据GB 50019，结合粉尘特性，确定除尘管道内烟气流速，同时除尘管道负荷应考虑一部分管道积尘量。

6.2 备煤烟气治理

1) 条文 6.2.1

根据生态环境部等五部委联合印发的《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》（环

大气〔2019〕35号）文件的要求，编写此条款。

2)条文 6.2.2

即将修订出版的《焦化安全规程》中，明确提出火车翻车机室应配置除尘系统。

3)条文 6.2.3

炼焦煤经过调湿以后，其含湿量一般小于8%，煤在转运、贮存过程中会产生大量的烟尘，需要设置除尘系统进行污染物治理。

煤在破碎、粉碎过程中产生的烟尘具有烟尘量大、露点温度较高等特点，需要设置除尘系统进行污染物治理，并对除尘器进行整体保温。对于冬季采暖地区，宜对灰斗采取伴热措施。

6.3 焦炉烟气治理

1)条文 6.3.1.1.2

应优先采取源头减排措施，减少焦炉装煤生产过程中产生的污染物。

2)条文 6.3.1.1.3、6.3.1.1.4

装煤操作产生的烟尘中含有焦油、粉尘、苯并芘等污染物分。通过布袋预喷涂技术，可以吸附、滤除装煤烟气中焦油等粘性组分，防止粘性组分粘附滤袋表面影响除尘效果，同时可以吸附、滤除苯并芘等致癌物质，使装煤烟气中的粉尘、苯并芘等污染物得到有效治理并达标排放。

由于装煤烟气中含有煤粉等可燃性粉尘及多种可燃性气体组分，所以对装煤干式除尘地面站设计明确了安全相关要求。

3)条文6.3.1.1.5

装煤烟气具有周期性阵发的特点，只有在装煤期间出现高温高硫烟气，其余时间系统吸入的均为室外空气。现场调研及标定结果表明，焦炉装煤烟气中的SO₂含量不仅取决于炼焦煤中的硫分含量，同时与生产操作密切相关。焦化企业通过规范生产操作、强化生产管理、采用低硫分煤炼焦等措施，完全可以实现装煤烟气中SO₂小时均值达标排放（小时均值小于70mg/Nm³）。

4)条文 6.3.2.3

焦炉拦焦过程中产生的出焦烟气中，含有焦粉等可燃性粉尘及多种可燃气体组分，所以对出焦干式除尘地面站设计明确了安全相关要求。

焦炉出焦烟尘周期性阵发，具有烟气量大、高温高硫阵发出现时间较短等特点。现场调研及现场标定结果表明：出焦烟气中的含硫量主要取决于炼焦煤中的硫分含量、焦炭成熟度、是否干法熄焦等。焦化企业通过规范焦炉生产操作、强化生产管理、采用低硫分煤炼焦、保证焦炭成熟度、采用干法熄焦等措施，完全可以实现焦炉拦焦烟气二氧化硫小时均值达标排放（小时均值小于30mg/Nm³）。

5)条文6.3.3.2

捣固焦炉装煤时从机侧炉门逸散的烟气中含有大量絮状粘性组分，需要通过焦炭等颗粒层吸附滤除粘性组分，同时吸附苯并芘等有害物，防止粘性物粘结除尘器布袋影响除尘系统正常运行。

顶装焦炉平煤时产生的烟气中含有焦油等粘性组分，通过采用布袋预喷涂技术，可以确保除尘系统正常运行，同时可以确保烟气中的苯并芘达标排放。

6)条文6.3.3.3

焦炉机侧炉门逸散烟气中含有煤粉、焦粉等可燃性粉尘及多种可燃性气体组分，所以对机侧炉头烟干式除尘地面站设计明确了安全相关要求。

现场调研及标定结果表明，通过规范焦炉生产操作、强化生产管理、采用低硫分煤炼焦、保证焦炭成熟度等措施，完全可以实现焦炉炉头烟气二氧化硫小时均值达标排放。

7)条文6.3.4.3~6.3.4.4

焦炉烟道废气具有低温（180~300℃）、高氮（400~1400mg/Nm³）、含硫（60~300mg/Nm³）、含水（6~20%）、杂质组分复杂多变等排放特征，且由于焦炉窜漏的影响，焦炉烟道废气中还含有焦油、NH₃、苯系物、游离碳等荒煤气组分。另外，焦炉烟囱作为炼焦生产工艺的组成部分，提供燃烧系统空气吸入及烟气排出的动力，焦炉烟囱必须始终处于热备状态。经过脱硫脱硝除尘的焦炉烟道废气必须回送焦炉烟囱排放，且排气温度应高于130℃。在选择焦炉烟道废气治理工艺及流程时，必须考虑上述影响因素。

从2015年投运焦化行业首套焦炉烟道废气脱硫脱硝装置至今，多种脱硫脱硝工艺及流程均有运行实践。经过四年多的现场运行实践表明，如果采用先脱硝后脱硫工艺流程，在焦炉烟道废气温度区域，烟气复杂组分反应生成的无机盐、有机盐会析出，裹挟焦油、游离碳等组分凝结在脱硝催化剂表面，会使脱硝催化剂永久性失活，所以建议采用“先脱硫、除尘后脱硝”的焦炉烟道废气治理工艺流程。

8)条文6.3.4.5

每一种脱硫脱硝工艺都有其技术优势，也有其局限性，应根据焦炉烟气参数及排放指标，综合考虑副产物处置方案，选择合理的脱硫脱硝工艺技术。

钠基半干法脱硫工艺可实现高效低温降脱硫，可用于先脱硫后脱硝工艺流程，但其脱硫产生的钠盐脱硫灰需要处置；

钙基半干法脱硫工艺产生的钙基脱硫灰易于处置，但其脱硫后烟气温度为90℃~120℃，无法满足焦炉烟囱热备需要，同时如果此脱硫工艺用于先脱硫后脱硝工艺流程，也需要对脱硫后烟气进行温升，增加一次投资及运行成本；

钠基干法脱硫工艺可实现高效低温降脱硫，是先脱硫后脱硝工艺的最佳选择，但脱硫产生的钠盐脱硫灰需要处置；

湿法脱硫后的烟气温度接近烟气露点温度，无法满足焦炉烟囱热备需要，需要对脱硫

后烟气进行温升，增加一次投资及运行成本；

活性炭（焦）法脱硫脱硝一体化工艺脱硫副产物可结合煤气净化工艺进行无害化、资源化处理，但其除尘效率、脱硝效率偏低；

9)条文6.3.4.7

焦炉必须每天24小时、每年365天连续稳定生产，所以原则上焦炉烟道废气脱硫脱硝系统应与焦炉同步运行。

焦炉分烟道吸力稳定是焦炉安全生产的重要前提。实施焦炉烟道废气脱硫脱硝工艺之前，焦炉安全生产所需要的稳定吸力都是由焦炉烟囱提供的。实施焦炉烟道气脱硫脱硝系统必须设计安全可靠的自动调节措施，以确保脱硫脱硝系统运行过程中焦炉分烟道吸力稳定，以确保焦炉安全生产。

焦炉总烟道均设置有电动总烟道闸板阀。脱硫脱硝系统正常工作时，总烟道闸板处于关闭状态，焦炉烟道废气经过脱硫脱硝以后回送至焦炉烟囱达标排放。当脱硫脱硝系统通风机出现故障无法正常运行时，必须联锁开启总烟道闸板阀。为防止总烟道闸板长期在高温区处于关闭状态导致闸板变形、闸板在滑道内行程不畅，应每个月都对总烟道都对闸板阀进行一次启、落操作，同时检查阀门工作是否正常、与脱硫脱硝系统安全联锁是否有效，防止非常状态下出现焦炉生产安全事故。要求焦炉烟道气净化系统每月至少95%以上时段小时均值排放浓度满足排放标准要求，是依据《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》（环大气〔2019〕35号）中相关要求，也是基于焦炉安全生产的考虑。

通风机应采取安全、可靠的调速措施，以适应焦炉生产负荷的变化。

通风机底部设排水设施用于排出脱硫脱硝系统预热过程中产生的冷凝水。

10)条文6.3.4.9

采用中低温钒系SCR脱硝催化剂进行脱硝时，宜设热风炉补热系统，用于焦炉烟道废气温度无法满足SCR脱硝最低温度要求时进行补热，同时用于对催化剂进行起活操作及原位热解再生操作。

焦化企业煤气净化工序中有剩余氨水，浓度一般为5~14%，含有焦油、H₂S等杂质，对脱硝催化性能产生一定的影响，不建议作为脱硝还原剂使用。

11)条文6.3.4.10

活性炭（焦）脱硫反应为放热反应，工程应用实践表明，当烟气温度超过135℃时，反应热容易积聚，活性炭（焦）容易出现升温情况，系统运行存在安全隐患。建议进入吸收塔的烟气温度不要超过135℃，如有超温，应对烟气进行降温预处理。

活性炭（焦）通过冲撞、遮挡以及扩散捕捉功能捕集烟气中的粉尘颗粒，除尘效率偏低，为了实现粉尘排放浓度小于10mg/Nm³的目标，建议烟气入口含尘浓度小于50mg/Nm³。

6.4 干熄焦废气治理

1) 条文 6.4.2~6.4.5

干法熄焦过程中产生烟尘的尘源包括：干熄炉顶部装焦口、干熄炉顶部预存室放散口、循环风机放散口、双岔溜槽放散口、底部排焦胶带机落料点、振动给料器排气口等。其中，含有SO₂组分的烟气包括干熄炉顶部装焦口周期性阵发烟气、循环风机放散口及双岔溜槽放散口连续排放烟气。现场标定结果表明，循环风机放散口及双岔溜槽放散口连续排放烟气中SO₂含量较高，而干熄炉顶部装焦口烟气中虽然含有SO₂，但在保证焦炭成熟度、规范干熄炉生产操作的情况下，其SO₂小时排放均值低于国家超低排放标准要求。根据现场标定结果，结合现场调研情况，提出设置两个除尘地面站，高硫烟气除尘地面站用于处理循环风机放散口及双岔溜槽放散口烟气，低硫烟气除尘地面站用于处理干熄炉顶部装焦口、干熄炉顶部预存室放散口、底部排焦胶带机落料点、振动给料器排气口等部分烟气。经过除尘处理的高硫烟气必须经过脱硫净化处理。

为确保干熄炉安全、连续、稳定、正常生产，当高硫烟尘除尘地面站出现事故或干熄焦锅炉出现爆管等事故时，干熄焦高硫烟尘应回送低硫烟尘除尘地面站进行净化处理后加以排放。

2) 条文6.4.6

由于干熄焦烟气中含有焦粉等可燃性粉尘及多种可燃性气体组分，所以对干熄焦干式除尘地面站设计明确了安全相关要求。

6.5 运焦废气治理

1) 条文6.5.2

焦粉属于可燃性粉尘，除尘系统的划分应严格遵守（GB 15577-2018）《粉尘防爆安全规程》的规定。

2) 条文6.5.4

湿法熄焦转运及贮存除尘系统建议采用布袋除尘工艺，以满足国家粉尘超低排放标准要求。采用布袋除尘工艺时，应对烟气采取防结露措施，如给烟气加热等。除尘风机底部应设排水设施，用于排出系统运行初期产生的冷凝水。

6.6 煤气净化尾气治理系统

1) 条文 6.6.1

由于焦炉煤气净化装置内各工艺单元的放散气、尾气中含有苯并[a]芘、氰化氢、硫化氢、氨、苯、二氧化硫、氮氧化物等多种有毒有害物质，若存在无组织排放，会严重危害相关作业人员的健康，污染大气环境，必须采用相对应的净化措施，确保无害化排放。

2) 条文 6.6.2

本项内容结合了焦炉煤气净化工艺自身的特点，借鉴了石油化工有限公司储运罐区罐顶油气连通的相关设计原则。由于目前国内尚无专门针对VOCs收集系统安全设计的相关国家标

准或相关行业标准，必须通过补充足量的氮气将全系统惰性化，并根据实际情况设置VOCs放散气的在线含氧量检测，确保不形成爆炸性气体环境。

3) 条文 6.6.3

以HPF脱硫为代表的湿式氧化法脱硫，如果后续选择了熔硫工艺，其人工放硫过程操作环境相对恶劣，设置负压收集罩可减少逸散气体，搜集到的气体可送入再生塔尾气净化部分进行处理。

4) 条文 6.6.4

制取硫铵、硫氰酸铵等盐类的工艺过程，在干燥、包装环节极易出现粉尘污染，所以要求相关工艺设备必须密闭，并对关键步骤采取有效的粉尘收集措施。

5) 条文 6.6.6

如果后续工艺对焦炉煤气的品质没有特殊要求，氨分解炉、克劳斯炉所产生的尾气在降温后兑入荒煤气中，是简化流程的合理工艺路线；如果对净化后的焦炉煤气有热值或含氮量等特殊需求，可对上述工艺的尾气进行独立净化处理。对于焦炉煤气脱硫废液制酸尾气的排放指标，应参照GB 26132-2010《硫酸工业污染物排放标准》，在制硫酸原料组成相似的条件下进行约束限制。

6.7 工艺设备

1) 条文 7.2.1

焦炉装煤、出焦、机侧炉头烟、干熄焦烟气中会出现夹带火星颗粒的情况，除尘器必须采用阻火型结构，且需要连续排灰。

煤、焦粉尘属于可燃性粉尘，焦炉装煤、出焦、机侧炉头烟、干熄焦烟气中还含有可燃气体组分，需要为除尘器设置泄爆装置。

目前焦化行业都在致力于超低排放改造，新建焦化厂除尘系统颗粒物排放浓度均小于 $10\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，除尘器过滤风速应 $\leq 0.8\text{m}/\text{min}$ 。

焦化行业烟气温度较高部位为焦炉烟道废气，可采用的耐高温滤料为PTFE滤料，其最高工作温度为 250°C 。

2) 条文 7.2.2

焦炉出焦、干熄焦烟气均属于周期性阵发烟尘，冷却分离阻火器宜采用蓄热式或管式结构，在不进行出焦、干熄炉装焦操作时，采用非常阀通入的烟气对蓄热板或冷却管进行冷却。

3) 条文 7.2.4

现场运行实验研究表明，焦炭颗粒层的粒径宜取 $10\sim 20\text{mm}$ 。细颗粒粉太多，增加设备运行阻力，且容易黏结成块，颗粒太大，降低吸附效果。

设备运行时应定期移动焦炭颗粒层，保持设备运行阻力小于 2000Pa ，防止焦炭颗粒层

吸附的焦油黏结在设备表面，使焦炭结块、设备运行瘫痪。

4) 条文7.2.7~7.2.9

焦炉除尘系统烟气转换装置漏风率大会影响焦炉除尘系统的有效风量，所以对烟气转换装置提出了漏风率的限制要求。

5) 条文7.3.1

焦炉烟道废气温度较低，多数焦化企业都采用中低温脱硝催化剂进行脱硝，对脱硝反应器气流分布及温度分布的要求更高。

6) 条文7.3.3

氨空混合气内氨与空气的混合比例应符合GB536的防爆规定，一般氨气浓度（体积百分比）不大于5%。

氨空混合气的温度应与脱硝烟气温度相当，防止喷氨过程中出现烟气温降，影响脱硝效率。

7) 条文7.4.2

焦炉负荷降低时，焦炉烟道废气量也会随之降低。为确保吸收塔流化烟气流稳定，需要设计洁净烟气再循环系统，在焦炉低负荷生产时循环补充一部分烟气流。

8) 条文7.4.3

碳酸氢钠脱硫剂在研磨过程中极易出现分解。由于分解后的脱硫剂中含有水分，极易粘结设备及管道，导致脱硫剂制备及喷射系统无法正常工作，所以在研磨过程中脱硫剂的温度应控制在65℃以下。

经过研磨后的脱硫剂粒度小、比表面积大、黏结性较强，为防止研磨后的细粉相互吸附粘结，建议脱硫剂研磨后直接压送至脱硫系统，不要设中间贮存仓。

工程实践表明，脱硫剂输送管路越长、弯管数量越多、弯管曲率半径越小，就越容易出现输送管路堵塞的情况。建议输送距离总和不要超过85m，90°弯管数量不要超过5个，弯管曲率半径必须大于1m。

9) 条文7.5.1

活性炭（焦）着火点为430℃左右，如果活性炭（焦）床层气流分布不均或存在积料死角，容易出现活性炭（焦）氧化升温的情况，如果不能及时发现问题，极易引发活性炭（焦）着火事故。必须在吸附塔活性炭（焦）层及烟气侧设置必要的温度传感器，吸附塔设置充氮保护设施，活性炭（焦）进出口设置具有锁气功能的卸料阀，烟气进出口设置密闭电动阀，在阀门关闭状态下的漏风率小于0.1%。当活性炭（焦）温度传感器测得活性炭（焦）温度持续升高时，应关闭烟气进出口阀，向吸收塔内充氮，防止火灾事故的发生。

10) 条文7.5.2

活性炭（焦）再生温度较高，一般控制在350℃~450℃，接近活性炭（焦）着火点温度。为了确保再生塔安全运行，活性炭（焦）再生过程中必须隔绝氧气。再生塔进出口口

应设置具有双层锁气功能及氮气密封系统的密闭卸料器，再生塔内设置充氮保护系统，再生塔管程与壳程之间泄漏率为零，确保再生塔安全稳定运行，避免火灾发生。

7. 标准实施的环境效益与经济技术分析

焦化行业排放废气的污染物源较多，各污染物源排放的废气性质各异，相应的废气治理技术也不同。其中主要的污染物有颗粒物、SO_x、NO_x、H₂S、VOCs等。随着国家相关排放标准的日益严格，目前迫切需要整理和规范成熟、经济的废气治理技术。本规范的实施可促进焦化行业环保技术水平的提高，为废气治理达标排放提供坚实的技术支持，通过从源头减排控制到废气末端处理，可实现污染物达标排放和总量控制目标。本规范的实施也将促进焦化企业清洁生产，以减少污染物排放为目标，有利于保护生态环境和人们的身体健康，同时对有用资源回收利用，达到节约资源的目的。

8. 标准实施建议

本标准作为我国环境技术管理体系中的一部分，在编制过程中，有关条款直接引用了现有国家标准或行业标准的内容，尽量避免重复，力求简化。内容上力求突出焦化废气处理工程特有的技术要求，层次上尽量体现与各标准之间的衔接。因本标准为首次制定，实施一段时间后，根据反馈的问题和技术进步情况，进行修订完善、更新标准的内容。