



国内外炼焦行业水污染排放标准比较

王 帆,马佳莹,周雪飞,张亚雷,褚华强

(同济大学环境科学与工程学院,上海 200092)

[摘要] 炼焦行业是水污染物排放的主要行业之一,国家和地方已开始高度关注其水污染排放标准。为了解我国炼焦行业废水排放的标准体系,围绕污染物控制和管理水平改善目标,系统研究了美国、欧盟、日本等国家与我国炼焦行业废水的污染物排放标准,从排放标准的建立体系、排放限值等方面进行了对比分析。结果表明,国外相关标准的执行有很强的法律支撑;日本地方政府在标准实施中具有很强的能动性;美国及欧盟将排放限值与处理技术相结合,且排放要求更加严格。结合我国现行标准体系提出了以下几点建议:提高相关废水处理技术,积极推进最佳可行技术(Best Available Technology, BAT)体系建设,及时更新排放标准和加强相关标准法律效力,以期为焦化废水排放和污染物控制提供依据,为我国炼焦行业减排方案制定和废水排放标准的修订与实施工作提供参考。

[关键词] 炼焦行业;污染物排放标准;污染物排放限值;水污染

[中图分类号] X784 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-829X(2022)05-0019-07

Comparison of Chinese and foreign water pollution discharge standards of coking industry

WANG Fan, MA Jiaying, ZHOU Xuefei, ZHANG Yalei, CHU Huaqiang

(School of Environmental Science & Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: Coking industry is one of the main industries of water pollutant emission, and the state and local governments have begun to pay close attention to water pollution discharge standards. In order to understand the discharge standard system of coking wastewater in China and improve the level of pollutant control and management, the discharge standards of coking wastewater in the United States, the European Union, Japan and China were systematically studied. Furthermore, the establishment system and limit value were comparatively analyzed. The analysis results showed that the implementation of relevant foreign standards possessed strong legal support; Japanese local governments had a strong initiative in standard implementation; the United States and the European Union combined emission limits with treatment technologies, and the emission requirements were more stringent. Combining with China's current standard system, some suggestions on improving relevant wastewater technology, actively promoting the construction of BAT (Best Available Technology) system, timely updating the discharge standards, and strengthening the legal effects of relevant standards were put forwarded. It provides basis for coking wastewater discharge and pollutant control, and to offer reference for the formulation of emission reduction plan and the revision and implementation of wastewater discharge standards in China's coking industry.

Key words: coking industry; pollutant discharge standard; pollutant discharge limit; water pollution

近年来,水环境污染引起社会的广泛关注,污染物控制和管理水平对环境保护至关重要。污染物排放标准是国家环境管理与执法的重要依据^[1],起直接控制污染源排放的作用。污染物排放标准由各国根据自身国情和污染物处理技术制定,且排放控

制要求随着经济和技术水平的发展逐步提高。

炼焦行业废水具有化学成分复杂、水质多变和无机、有机污染物含量高等特点,是一种典型的高浓度难降解工业废水^[2],其处理过程需按照固定的标准体系才可以保证污水处理质量。我国现有的炼焦

行业废水处理标准对于废水中某些特殊污染物的认识不足且缺少标准化处置体系,因此目前较难依靠废水处理标准的实践提升焦化废水的处理水平和效率。本研究梳理对比了美国、欧盟、日本等国家与我国炼焦行业废水的污染物排放标准,系统阐述了废水排放标准的建立体系、限值分析等。并结合我国炼焦行业现行标准体系和污染物管理水平提出了建议,以期对焦化行业废水排放标准的修订和实施工作提供参考。

1 炼焦行业水污染排放标准体系

1.1 美国炼焦行业水污染物排放标准概述

美国环保署于1974年颁布了《钢铁(I & S)废水指南和标准》(40CFR第420部分),建立BPT(Best Practicable Control Technology Currently Available)、BAT(Best Available Technology)、NSPS(New Source Performance Standards)和PSNS(Pretreatment Standards for New Sources),用于综合钢铁行业的基本炼钢业务,并于1976年、1982年、1984年、2002年和2005年修订了该法规。该条例涵盖从事钢铁制造、成型和精加工(包括焦炭制造)的全部设施。I & S法规将钢铁行业分成13个子类别,炼焦行业为A子部分。

美国环保署于1982年5月27日在40CFR第420部分颁布了《钢铁点源类别的废水限制指南和预处理标准》(47FR23258),并于1984年5月17日修订了这些法规(49FR21024)。这些法规为炼焦、热端和精加工操作建立了限制和标准。2002年美国环保署修订了钢铁制造废水指南中部分内容,对A子部分(炼焦)、B子部分(烧结)和D子部分(炼钢)的污水排放限制指南和标准进行修订,并针对新增的M子部分(其他操作)颁布了新的污水排放限制准则和标准。本次修订还删除了有关过时操作的规定:蜂巢式焦炉、锰铁高炉和平底炉炼钢。2005年美国环保署恢复了允许在国家污染排放消除系统(National Pollutant Discharge Elimination System, NPDES)许可证中使用替代油脂限制的规定,并更正了NSPS生效日期中的错误^[3]。

1.2 欧盟相关标准体系概述

1996年9月欧盟通过了综合污染预防与控制指令(Integrated Pollution Prevention and Control, IPPC指令)96/61/EC^[4]。IPPC指令先后进行了4次修改,欧盟于2008年1月将96/61/EC指令及4个修订指令

编纂成完整的2008/1/EC指令^[5]。2010年11月,欧盟将现有的7个工业排放指令进行整合,将2008/1/EC指令升级为欧盟工业排放指令2010/75/EU(Directive on Industrial Emissions, IED)^[6]。IED指令强调了BAT在环境管理中的重要性,规定了钢铁工业的污染物排放标准。钢铁行业BAT文件涵盖指令2010/75/EU附件I中指定的以下内容:活动1.3焦炭生产活动;活动2.1金属矿石(包括硫化矿石)的焙烧和烧结;活动2.2生铁或钢(一次或二次熔融)的生产。欧盟委员会公布BAT参考文件BREFs(Best Available Technique Reference documents),BREFs包括污染物排放限值、相关技术参数及监测要求等内容,是欧盟制定许可证条件以及排放限值的基础。根据欧盟规定,各成员国在参照BAT文件基础上,结合各国污染控制实践情况和法律规范,制定适合本国应用及发展的排放标准。

1.3 日本水污染物排放标准体系概述

日本主要依赖行政指导对污染物排放进行控制,由国家制定排放标准。日本水污染排放标准分为国家统一排放标准、追加排放标准、地方排放标准和总量控制标准4种^[7]。针对炼焦化学工业废水排放,日本没有制定单独排放标准,而是应用国家统一排放标准及一些特殊规定。根据日本《水污染防治法》规定,水污染物排放标准分为健康项目和生活环境项目^[8]。国家统一排放标准在应用中不区分行业而实行统一的限值,对处理技术受限的行业则采用暂行行业排放标准,随着技术的提高逐渐转为执行统一排放标准。若在某些公共水域中实施统一排放标准不足以保护人类生活环境和健康,为维护水域环境质量,督道府县可依法制定更加严格的追加排放标准。对于某些工业集中、严重污染的水域督道府县可制定总量控制标准,总量控制标准规定了特定水域中降低污染负荷的目标负荷和实现时间。

1.4 中国炼焦行业水污染排放标准概述

国家环境保护局于1992年颁布并实施《钢铁工业水污染物排放标准》(GB 13456—1992)^[9]。2012年国家颁布《炼焦化学工业污染物排放标准》(GB 16171—2012),于同年10月1日开始实施。该标准以2012年10月1日和2015年1月1日为两个时间节点,对现有企业水污染排放浓度限值及单位产品基准排水量做出不同时间段的规定;新建企业从2012

年10月1日起即执行现有企业第二时间段的标准。同时,对条件较特殊、生态环境敏感的特殊区域,应用水污染物特别排放限值。随着技术发展,为了加强对炼焦化学工业企业水污染物排放管理,2019年8月1日生态环境部决定修改《炼焦化学工业污染物排放标准》(GB 16171—2012),并发布修改单(征求意见稿)。2018年12月29日我国制订发布《炼焦化学工业污染防治可行技术指南》(HJ 2306—2018)中介绍了废水污染防治可行技术,根据适用条件不同介绍3种技术并说明了对应的污染物排放水平。

1987年5月5日,中国台湾地区根据《水污染防治法》制定发布放流水排放标准,至今对该标准进行了18次检讨修正。台湾地区放流水排放标准主要分为事业、污水下水道系统及建筑物污水处理设施放流水标准^[10],并根据不同行业差异分别制定水质项目及排放限值。标准主要包括适用范围、管制方式等共6项内容。当地管理部门可根据管辖范围内特殊环境或者特殊水体,对排放总量(浓度)、管制项目(方式)等内容进行扩充或限制,但需上级部门进一步核定。若由于事业或污水下水道系统密集,其水质无法达到放流水标准,则采用废(污)水排放总量管制方式。炼焦相关程序属于化工业分支,污水排放适用化工业放流水水质项目及限值。

2 炼焦行业水污染排放标准限值分析

2.1 美国焦化行业废水排放标准限值

美国针对不同情况,制定了不同的炼焦制造排放标准,因为技术要求、应用对象等不同,各标准中对污染物排放要求也存在一定差异和联系。美国关于炼焦制造的排放标准有BPT、BAT、NSPS、PSES(Pretreatment Standards for Existing Sources)、PSNS和BCT(Best Conventional Technology)。

2.1.1 BPT限值

BPT限值基于“现有最佳工厂的平均性能水平”,要求减少污染物,并考虑现有污染者的财务能力。BPT标准将炼焦企业分为商业焦炭厂和钢铁焦化厂,污染物排放限值见表1,这些限值代表了通过应用当前最佳可行控制技术能获得的废水削减程度。BPT在现有企业的可负担的基础上制定排污要求,污染物排放限值较宽松。

2.1.2 BAT限值

BAT污水排放限制指南,表示通过应用经济上

表1 BPT标准排放限值

Table 1 BPT standard emission limits

污染物	钢铁联合焦化企业		独立焦化企业	
	单日最高限值	连续30 d的每日平均值	单日最高限值	连续30 d的每日平均值
TSS	253	131	270	140
O & G	32.7	10.9	34.9	11.6
氨氮	274	91.2	29.2	97.3
氰化物	65.7	21.9	70.1	23.4
苯酚	4.51	1.50	4.81	1.60

注:O&G(作为HEM)指以正己烷可萃取材料计量的总可回收油脂。所有污染物单位均为mg/L。

可行的最佳技术可以实现的污水削减程度,且其排放限值主要是针对有毒污染物和非常规污染物(表2)。对比表1、表2可以看出,相比于BPT,BAT对炼焦企业的氨氮、氰化物和苯酚设定了更严格的排放要求,并增加了对苯并(a)芘和萘的限值要求。

表2 BAT标准排放限值

Table 2 BAT standard emission limits

污染物	单日最高限值	月平均最高限值
氨氮	2.93	2.02
苯并(a)芘	0.011 0	0.006 12
氰化物	2.97	2.08
萘	0.011 1	0.006 16
苯酚	0.038 1	0.023 8

注:所有污染物单位均为mg/L。

2.1.3 NSPS限值

对于新增焦化企业,美国环保局颁布NSPS。1992年11月18日至2002年11月18日新建焦化企业,须继续达到经修订的《联邦规章》第40标题第420.14节规定的标准^[11]。对于有毒和非常规污染物,该标准应一直适用到40CFR122.29(d)(1)中规定的适用时间期满。2002年11月18日以后开始建造的焦化企业必须满足表3排放限值。NSPS是经证实的最佳可行示范技术(Best Available Demonstration Technology, BATD)所能达到的最大削减,且NSPS标准与BAT中对氨氮、氰化物、苯酚、苯并(a)芘和萘的限值要求相同。

2.1.4 PSES和PSNS限值

对于间接排放的焦化企业,即处理后的污水排入公共污水处理厂(POTWs)的企业,美国环保局制定了PSES和PSNS,具体限值见表4,其中氨气的预处理标准不适用于排放至具有硝化能力的POTW的排放源。对比表3、表4可知,相比于现有污染源预

表3 NSPS标准排放限值

Table 3 NSPS standard emission limits		
污染物	单日最高限值	月平均最高限值
氨氮	2.93	2.02
苯并(a)芘	0.011 0	0.006 12
氰化物	2.97	2.08
萘	0.011 1	0.006 16
O & G(作为 HEM)	6.76	3.7
pH	6.0~9.0	6.0~9.0
苯酚	0.038 1	0.023 8
TSS	34.3	14.0

注:所有污染物单位均为 mg/L。

处理排放标准,新污染源预处理排放标准更加严格,且 PSNS 与 NSPS 排放限值保持统一。

表4 PSES/PSNS标准排放限值

Table 4 PSES/PSNS standard emission limits				
污染物	现有企业预处理标准 (PSES)		新建企业预处理标准 (PSNS)	
	单日最高限值	月平均最高限值	单日最高限值	月平均最高限值
氨氮	33.3	20.0	2.93	2.02
氰化物	7.24	5.06	2.97	2.08
萘	0.047 2	0.039 2	0.011 1	0.006 16
苯并(a)芘	—	—	0.011 0	0.006 12

注:所有污染物单位均为 mg/L。

2.1.5 BCT 限值

BCT(Best Conventional Technology)污水排放限值,代表通过应用最佳常规技术可获得的污水削减程度。BCT 和 BPT 采用相同的方式,将企业分为商业焦炭厂和钢铁焦化厂。对于常规污染物排放限值与 BPT 中要求相同,具体限值见表 5。

表5 BCT标准排放限值

Table 5 BCT standard emission limits				
污染物	钢铁联合焦化企业		独立焦化企业	
	单日最高限值	连续 30 d 的每日平均值	单日最高限值	连续 30 d 的每日平均值
TSS	253	131	270	140
O & G	32.7	10.9	34.9	11.6

注:所有污染物单位均为 mg/L。

2.2 欧盟相关标准限值

在欧盟钢铁行业 BAT 文件的第 9 章第 4 节焦炉厂的 BAT 结论中,列出某些具体污染物的排放限值(见表 6),包括 7 种污染物项目,该限值是基于一合格随机样品或 24 h 复合样品,仅涉及单个焦炉水处理厂的 BAT 相关排放水平。通常情况下,焦化废水经

过采用预硝化/硝化和硝化的先进生物废水处理厂处理后,废水中的氨氮、硝酸盐和亚硝酸盐的总量低于 35 mg/L。

表6 欧盟-焦化废水排放限值

Table 6 EU-coking wastewater discharge limits		mg/L
污染物项目	限值	
COD	220	
BOD ₅	20	
易释放硫化物	0.1	
硫氰酸盐	4	
易释放的氰化物	0.1	
酚	0.5	
多环芳烃	0.05	
氨氮+硝酸盐氮+亚硝酸盐	15~50	

2.3 日本相关标准限值

日本未对炼焦化工工业单独颁布污染排放标准,而是采取国家统一排放标准,执行过程中不区分行业,应用相同的限值。标准中针对某些污染物项目,根据不同排放区域设置不同限值,海域以外的排污要求严格于海域,具体数值见表 7。对不适宜实行统一有害物质排放标准的企事业单位和地方,各级政府可制定地方排放标准加以限制^[12]。对于某些环境敏感区域,污水排在适用统一排放标准的同时也要满足总量控制标准要求。

2.4 中国相关标准限值

根据现行标准 GB 16171—2012 要求,自 2012 年 10 月 1 日至 2014 年底,现有企业执行现有企业水污染物排放限值。而新建企业需从 2012 年 10 月 1 日起执行新建企业水污染物排放限值,对于某些生态环境敏感区应用特别排放限值。具体排放限值要求见表 8。

由表 8 可知,我国排放标准根据不同污水排放方式设置不同的限值,对于不经处理直接向环境排放的污水要求更加严格。目前,我国炼焦行业废水处理主要采用生化与深度处理相结合的方式,废水中的氰类化合物和酚类化合物经生化处理后可有效削减,符合排放限值要求,而废水中的 TN、COD 和 BOD₅等则需经深度处理才能够达到限值要求^[13]。

我国发布的 GB 16171—2012 修改单中提出调整多环芳烃、苯并(a)芘的排放要求,并增加对萘排放控制要求。具体修改内容见表 9,对于新增修改的污染物项目限值不区分直接排放与间接排放,应

表7 日本有害物质统一排放标准

Table 7 Unified emission standard of hazardous substances in Japan

生活环境项目		允许限值	健康项目		允许限值	健康项目		允许限值
pH	海域以外 5.8~8.6;海域 5.0~9.0		氨、铵化合物、硝酸氮及亚硝酸氮		100	砷及其化合物		0.1
SS	20(日平均 150)		苯		0.1	烷基汞		检不出
COD	160(日平均 120)		氰化物		1	多氯联苯		0.003
总氮	120(日平均 60)		氟及其化合物	海域以外 8;海域 15		硼及其化合物	海域以外 10;海域 230	
总磷	16(日平均 8)		三氯乙烯		0.3	四氯化碳		0.02
石油类	5		二氯甲烷		0.2	1,1-二氯乙烯		0.2
酚类	5		1,2-二氯乙烷		0.04	1,1,1-三氯乙烷		3
BOD	160(日平均 120)		顺式-1,2-二氯乙烯		0.4	1,3-二氯化丙烯		0.02
动植物油	30		1,1,2-三氯乙烯		0.06	西玛津		0.03
总铜	3		福美双		0.06	镉及其化合物		0.1
总锌	2		杀草丹		0.2	四氯乙烯		0.1
溶解铁	10		硒及其化合物		0.1	有机磷农药		1
溶解性锰	10		总汞		0.005			
总铬	2		六价铬化合物		0.5			
大肠杆菌群数	日平均 3 000		铅及其化合物		0.1			

注:除 pH 为无量纲量和大肠杆菌群数单位为 mL⁻¹外,其余项目单位均为 mg/L。

表8 GB 16171—2012 中水污染物排放限值

Table 8 Water pollutant emission limits in GB 16171—2012

污染物项目	现有企业		新建企业		特别排放限值	
	直接排放	间接排放	直接排放	间接排放	直接排放	间接排放
pH	6~9	6~9	6~9	6~9	6~9	6~9
悬浮物	70	70	50	70	25	50
COD	100	150	80	150	40	80
氨氮	15	25	15	25	5.0	10
总氮	25	30	20	30	10	20
总磷	30	50	20	50	10	25
石油类	1.5	3.0	1.0	3.0	0.5	1.0
挥发酚	5.0	5.0	2.5	2.5	1.0	1.0
硫化物	0.50	0.50	0.30	0.50	0.10	0.10
苯	1.0	1.0	0.50	0.50	0.20	0.20
氰化物	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
氟化物	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
多环芳烃	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
苯并(a)芘	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03

注:除 pH 为无量纲量和苯并(a)芘单位为 μg/L 外,其余项目单位均为 mg/L。

用同一限值;根据废水采取的不同处理方式,设定不同限值。

表9 GB 16171—2012 中水污染物排放限值新增修改

Table 9 Addition and modification of water pollutant emission limits in GB 16171—2012

污染物项目	排放限值	
	单独处理	与生活污水混合处理
多环芳烃/(mg·L ⁻¹)	0.05	0.04
苯并(a)芘/(μg·L ⁻¹)	0.03	0.02
萘/(μg·L ⁻¹)	6	5

中国台湾地区焦化污水排放适用化工业放流水水质项目及限值。总共包含 54 个水质项目,部分项目限值见表 10。其中水温根据是否直接排入海洋设有不同限值;部分水质项目根据工程建造时间及每日排水量大小设定不同限值;对于氨氮,排入自来水水质水量保护区内的废水需 < 10 mg/L,对于排入区外者,根据是否为高含氮化工业设置不同限值,放流水标准中将炼焦化工业归为高含氮化工业,排放应满足 < 150 mg/L,从 2018 年 12 月 31 日起排污满足 < 60 mg/L。

表10 化工业放流水水质项目及限值

Table 10 Discharge limits of water pollutants in chemical industry

水质项目	限值	水质项目	限值
pH	6.0~9.0	总汞	0.005
氟盐	15	银	0.5
硝酸盐氮	50	硫化物	1.0
正磷酸盐(以三价磷酸根计算)	4.0	甲醛	3.0
酚类	1.0	多氯联苯	0.000 05
阴离子界面活性剂	10	BOD	30
氰化物	1.0	COD	100
油脂(正己烷抽出物)	10	悬浮固体	30
溶解性铁	10	苯	0.05
溶解性锰	10	硝基苯	0.4
甲基汞	0.000 000 2	三氯乙烯	0.3
钼	0.6		

注:除 pH 外,其余项目单位均为 mg/L。

3 启示与借鉴

3.1 国内外排放标准制定的流程和体系

《钢铁(I & S)废水指南和标准》自1974年颁布以来经历了5次修改,美国环保局根据实际情况的变化,及时更改标准,调整标准限值,利于焦化行业污染治理。从对美国相关标准的研究可以看出,美国针对不同处理过程适用不同的排放标准,科学性更强。我国《炼焦化学工业污染物排放标准》(GB 16171—2012)只根据新建企业、现有企业和特殊环境保护地区区分了废水排放标准,没有考虑其与处理工艺的关系。在标准更新和改进过程中,可以参考美国相关标准的制定。

目前我国已开展BAT的编制工作,对典型行业污染防治BAT进行筛选和评估,以供企业在污水处理实践过程中参照,使企业在选择污染防治技术上更加合理化。但由于行业及企业技术水平存在较大差异,BAT筛选与评估过程复杂程度高^[14];基础数据不足导致BAT筛选与评估的科学性与可靠性较差;受经济水平限制,一些中小企业不能负担一些先进的处理技术,对比一些发达国家,BAT筛选技术水平相对落后。BAT制定可借鉴欧盟经验,为发挥BAT对我国污染防治的技术支撑作用,需建立与BAT实施相配套的相关政策和法律法规。基于行业和环境等问题建立技术信息交流平台,建立BAT技术专家工作组和环境技术验证评估机制,保证BAT筛选和评估的全面性、科学性和连续性,促进创新技术发展。

3.2 国内外排放标准的限值差异

根据各个国家相关排放标准限值对比分析可知,美国与欧盟关于焦化废水排放标准限值较中国严格,我国仍需提高污水处理技术,以达到更高标准。我国在修订相关标准时可进行参考。

日本相关排放限值较中国宽松,但从有害物质控制指标看日本水污染排放标准是由国家制定统一的排放标准,控制指标最完整。我国台湾地区采用化工行业整体标准,涉及到的有害物质控制指标也较为全面,且针对具体行业特征进行细分,标准制定具有很强的科学性。

考虑炼焦行业废水特性的变化及相关处理技术的提高,应定期统计相关数据,及时更新行业特征污染控制项目的限值,关注新兴污染。强化与其他相关应用标准对接,建立协调高效标准体系,避免标准限值应用的冲突。

3.3 国内外排放标准的具体实施方式

有效的法律制度是日本标准得以实施的保障,日本水污染物排放标准主要由国家采取行政指导得以实施,各级地方政府对标准实施过程具有重要作用。在实施污染物控制标准过程中,各级地方政府根据当地环境的需要制定并实施更严格的地方标准,保证了标准实施的灵活性。

我国《炼焦化学工业污染物排放标准》(GB 16171—2012)中说明地方可根据情况设定更加严格的标准,据调查河北、山西、河南等地颁布了更加严格的地方污染排放标准,但对于焦化废水排放标准各地并没有涉及。我国台湾地区各区执行情况较好,各地区根据区域情况,积极调整相关标准以更好地进行环境保护。我国各地政府应根据地区、流域的水污染特征,在广泛调研的基础上制定更加严格的标准。

4 结论

(1)从标准体系看,我国应强化相关标准的法律效力,对标准体系结构再次梳理、整合和补充,以避免标准重叠。同时在标准制(修)订过程中,应将处理工艺作为考虑因素,细化标准应用类型。

(2)标准制定应当以BAT为基础,积极推进BAT体系建设,加强相关政策和法律法规的建立,加强技术交流,充分发挥专家作用。保证技术可行性和经济可行性,加强标准实施过程中的技术支持。

(3)对比各国相关标准水污染控制指标,日本水污染物排放标准是由国家制定统一的排放标准,控制指标最完整;我国炼焦行业水污染物排放限值低于美国和欧盟,严格于日本部分限值。我国应提高相关废水处理技术,定期统计相关数据,及时更新排放标准。

(4)对于标准的执行,各地政府应根据当地情况在标准实施中制定更加严格的符合当地情况的相关

标准,发挥积极作用。针对各流域现况,结合环境可承载性以及经济可行性,推进高效流域水环境质量管理体系的建立。

参考文献

- [1] 李贵宝,谭红武,朱瑶.中国水环境污染物排放标准的现状[J].中国标准化,2002(9):49-50.
LI Guibao, TAN Hongwu, ZHU Yao. Current situation of water environmental pollutant discharge standards in China [J]. China Standardization, 2002(9): 49-50.
- [2] ZHU Shuang, WU Haizhen, WU Chao, et al. Structure and function of microbial community involved in a novel full-scale prefix coking wastewater treatment O/H/O system [J]. Water Research, 2019, 164: 114963.
- [3] EPA U. Iron and Steel Manufacturing Effluent Guidelines [EB/OL]. [2020-04-24] (2021-04-14). <https://www.epa.gov/eg/iron-and-steel-manufacturing-effluent-guidelines>.
- [4] EU. Council Directive 91/676 of EEC 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources [EB/OL]. [1991-12-12] (2021-04-14). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A31991L00676&qid=1618978208767>.
- [5] EU. Directive 2008/1/EC of the European Parliament and of the Council of 15 January 2008 concerning integrated pollution prevention and control [EB/OL]. [2008-01-15] (2021-04-14). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32008L0001&qid=1618978939835>.
- [6] EU. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control) [EB/OL]. [2010-11-24] (2021-04-14). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32010L0075&qid=1618979504125>.
- [7] 刘霞.试论部分国家水污染防治与管理的经验[C]//水污染防治立法和循环经济立法研究——2005年全国环境资源法学研讨会论文集(第一册).江西赣州:中国法学会环境资源法学研究会,2005:139-142.
LIU Xia. On the Experience of Water Pollution Prevention and Control and Management in Some Countries [C]//Research on Water Pollution Prevention and Control Legislation and Circular Economy Legislation——Proceedings of the 2005 National Symposium on Environmental and Resources Law (Volume 1). Ganzhou, Jiangxi: Society of Environmental Resources Law, China Law Society, 2005: 139-142.
- [8] 高娟,李贵宝,华路,等.日本水环境标准及其对我国的启示[J].中国水利,2005(11):41-43.
GAO Juan, LI Guibao, HUA Luo, et al. Water environment standard in Japan and inspiration to our country [J]. China Water Resources, 2005(11): 41-43.
- [9] 李冰晶,全纪龙,马卫东,等.炼焦行业新旧污染物排放标准的差异分析[J].环境污染与防治,2013,35(5):105-109.
LI Bingjing, TONG Jilong, MA Weidong, et al. Analysis and discussion about the differences between the old and new pollutant emission standards of coking industry [J]. Environmental Pollution & Control, 2013, 35(5): 105-109.
- [10] 付融冰.台湾重金属污染防治制度研究[J].环境污染与防治,2014,36(6):84-89.
FU Rongbing. Taiwan heavy metal pollution prevention [J]. Environmental Pollution & Control, 2014, 36(6): 84-89.
- [11] EPA U. The Iron and Steel (I&S) Effluent Guidelines and Standards (40 CFR Part 420) [EB/OL]. [2021-06-16] (2021-04-14). <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/40/part-420>.
- [12] 杨波,尚秀莉.日本环境保护立法及污染物排放标准的启示[J].环境污染与防治,2010,32(6):94-97.
YANG Bo, SHANG Xiuli. Enlightenment of environmental protection legislation and pollutant discharge standards in Japan [J]. Environmental Pollution & Control, 2010, 32(6): 94-97.
- [13] 许东海.焦化厂区水污染治理技改工程[J].科技致富向导,2011(14):151.
XU Donghai. Technical transformation project of water pollution control in coking plant area [J]. Guide of Sci-tech Magazine, 2011(14): 151.
- [14] 王之晖,宋乾武,冯昊,等.欧盟最佳可行技术(BAT)实施经验及其启示[J].环境工程技术学报,2013,3(3):266-271.
WANG Zhihui, SONG Qianwu, FENG Hao, et al. The implementation experience and its enlightenment of best available techniques (BAT) in European union [J]. Journal of Environmental Engineering Technology, 2013, 3(3): 266-271.

[作者简介] 王帆(1997—),硕士研究生。电话13121280022, E-mail: fanbbie@163.com。通讯作者:褚华强,博士,教授, E-mail: chuhuaqiang@tongji.edu.cn。

[收稿日期] 2022-03-11(修改稿)