

流域水污染物排放标准实施评估

——以蟒沁河流域为例

郭 雷, 胡婵娟, 张 砾, 高红莉, 胡军周, 李洪涛
(河南省科学院地理研究所, 河南 郑州 450052)

摘 要: 以蟒沁河流域为例开展流域水污染物排放标准实施情况评估, 通过收集标准实施以来 2012~2017 年流域断面数据、污水处理技术工艺及成本、产业结构、环境管理措施等资料及数据, 研究分析了流域排污特征以及标准的执行情况、实施效果、保障情况等。结果表明, 标准实施后大幅促进了流域污染物减排, 改善了流域水环境质量, 但由于污染源结构的变化以及水环境管理需要, 结合流域所在黄河流域生态保护与高质量发展要求, 建议开展标准修订工作。

关键词: 标准评估; 流域; 水污染物; 蟒沁河

中图分类号: X605

文献标志码: A

DOI: 10.16803/j.cnki.issn.1004-6216.2021.04.002

Assessment on implementation of water pollutants discharge standard in watersheds ——A case study of Mangqin River Basin

GUO Lei, HU Chanjuan, ZHANG Luo, GAO Hongli, HU Junzhou, LI Hongtao
(Institute of Geographical Sciences, Henan Academy of Sciences, Zhengzhou 450052, China)

Abstract: The Mangqin River Basin was selected as an example to carry out the assessment of the implementation of the water pollutants discharge standard in watersheds. Based on the section data of the river basin, the technology and cost for the municipal wastewater treatment, the industrial structure, environmental management measures and other information from 2012 to 2017 after the implementation of the standard, this paper studied and analyzed the pollution discharge characteristics, the implementation effect of the standard, the guarantee situation and so on. The results showed that the implementation of the standard greatly promoted the reduction of pollutants discharge and improved the water environment quality of the river basin. However, considering the changes of the structure of pollution sources and the requirements of the water environment management as well as the ecological protection and the high-quality development of the Yellow River basin, it was suggested to carry out the revision of the standard.

Keywords: standard assessment; watershed; water pollutants; Mangqin River

CLC number: X605

污染物排放标准是国家进行环境管理的重要手段之一, 水污染物排放标准在控制点源水污染物的排放以及保护水质方面具有重要的作用^[1-2]。总体而言, 中国的水污染物排放标准可以分为国家和地方两级^[3], 制订地方水污染物排放标准成为解决区域性和流域性水环境污染问题的有效手段。根

据标准的适用范围、适用对象、地域特性等因素, 地方水污染物排放标准可以分为综合型、行业型、流域型和特定污染物型 4 种类型^[4]。与综合性排放标准、行业排放标准相比, 流域水污染物排放标准因其可结合流域实际情况与河流水质直接挂钩的优势^[5], 制定区域流域排放标准成为各地改善区域

收稿日期: 2020-09-10

基金项目: 国家自然科学基金项目(41801103); 河南省科学院重大科研聚焦专项(210101007); 河南省科学院科技开放合作项目(210901007); 河南省科学院基本科研费项目(200601074); 河南省科学院 2020 年基础科研项目(200601014)

作者简介: 郭 雷, (1983-), 博士、副研究员。研究方向: 环境保护和管理。E-mail: guoleicau@126.com

通信作者: 胡婵娟, (1981-), 博士、副研究员。研究方向: 自然地理学。

引用格式: 郭 雷, 胡婵娟, 张 砾, 等. 流域水污染物排放标准实施评估——以蟒沁河流域为例[J]. 环境保护科学, 2021, 47(4): 10-16.

水环境质量的主要手段之一。文献 [6] 统计,截至 2019 年底,全国已有 60 多项流域型水污染物排放标准,从国际上看,环境标准的有效期限一般为 5 年,而我国现行流域水污染物排放标准,多数都超过了 5 年,急需对现行标准开展评估工作,以确定标准是否需要修订^[7-8],是否适应目前流域管理需要。目前,我国与流域水污染物排放标准评估相关的主要是环境保护部 2016 年 10 月印发的《国家污染物排放标准实施评估工作指南》(环办科技〔2016〕94 号),该指南主要用于指导国家污染物排放标准实施评估工作,地方污染物排放标准实施评估工作可参照执行,指南对标准评估的工作过程、工作内容、评估重点等进行了规定,为流域水污染物排放标准评估提供了指导^[9]。孙宁^[10]通过研究建立了污染物排放标准评估指标,评估内容包括,提出污染物排放标准与国家标准管理体系的一致性、标准实施保障体系有效性、标准实施的效果、效益、效率等 5 个方面。本文借鉴以上研究,围绕流域水污染物排放标准定位、作用、内容等因素,构建包括评估基础分析、标准执行情况、标准实施效果、实施保障情况、实施效益和环境形势在内的流域水污染物排放标准评估体系,以蟒沁河流域为例开展流域标准评估,以期为后续其它流域标准评估提供借鉴。

1 流域背景

蟒沁河水系属于河南省辖黄河流域,主要包括蟒河和沁河两大水系,是黄河重要支流,涉及济源市和焦作市的孟州市、温县、沁阳市、武陟县等地区,是河南省经济较发达的地区之一。流域属暖温带大陆性季风气候,年平均气温 10~14.4℃,1 月份气温最低,平均为 -0.2℃,极端最低气温达 -20℃;7 月份气温最高,平均为 27.4℃,极端最高气温达 43℃。蟒河的多年平均天然径流量为 0.923 亿 m³,沁河多年平均径流量 8.270 亿 m³。蟒沁河流域经济水平整体较高,工业比重大,2011 年流域 GDP 增长率为 14.3%,高于全省平均水平(11.9%)。流域人均生产总值为 4.85 万元,远高于全省人均生产总值(2.87 万元)水平,处于全省领先水平。流域三次产业结构为 7:71:22,与全省三次产业结构 13:55:32 相比,第二产业比重高于全

省平均水平。2017 年蟒沁河流域 GDP 总量是 2011 年的 1.9 倍,年均增长 11.2%,三次产业结构为 5:61:34,与 2011 年相比,第一产业和第二产业比重下降,第三产业比重提高;与全省三次产业结构 11:48:42 相比,仍以工业为主。工业的发展给人们带来物质财富的同时,也对河流造成了污染。为了治理水体,控制污染排放,河南省 2012 年 12 月发布了《蟒沁河流域水污染物排放标准:DB41/776—2012》,2013 年 3 月 1 日实施。在该标准实施的近几年,环保地位、环保制度、经济发展模式和环保技术等都发生了较大变化,新出台了一系列行业标准,实施了一系列环保措施,需对该地方标准实施的可达性、实施效果和存在问题等实施情况进行客观、综合的评估,以便对流域标准及实施体系进行修正和改进,进一步完善蟒沁河流域标准,发挥流域标准在污染物减排、产业结构优化和经济发展方式转变等方面的促进作用,满足流域水体治理的要求。

2 研究方法数据来源

为开展本项目研究,2018 年项目组采用问卷调查、现场座谈相结合的调查方法,对相关环境管理部门、焦作市及济源市境内流域标准重点控制的排污企业和直接向环境排放的污水处理系统等进行调查,调研了解流域标准实施后蟒沁河流域的水环境质量、重点污染源治理技术发展、城镇污水处理厂等变化情况。

数据年份选择 2012 年标准制定年作为背景值,2017 年作为对比值进行评估,数据来源主要来自于 2012~2017 年流域孟州市、温县、沁阳市、武陟县相关环保部门环境数据;相关环境监测站沁河济源五龙口断面、沁河沁阳伏背、沁河温县西王贺、沁河武陟渠首、济河沁阳西宜作、蟒河济源曲阳湖、蟒河济源南官庄、蟒河孟州白墙水库和蟒河温县汜水滩流域断面监测数据;重点企业在线监测数据等,标准的背景值及现状值均采用环保部门环境数据和环境监测站断面监测数据,保证数据的可比性。

采用的评估体系:评估基础分析、标准执行情况、标准实施效果、实施保障情况、实施效益和环境形势在内的流域水污染物排放标准,见表 1。

表 1 流域水污染物排放标准评估体系

名称	评估体系	主要内容
流域水污染物排放标准评估	评估基础分析	流域社会经济发展; 流域排污行业及水污染物特征分析。
	标准执行情况	主要是在3方面与现有标准体系、标准限值等进行对比。流域标准与行业国家最新标准对比; 流域标准与行业地方标准对比; 流域与其他流域标准对比。
	标准实施效果	流域行业排水去向及达标情况分析; 断面水质达标情况分析; 典型企业实地检测数据分析; 标准达标技术可行性分析。
	标准实施保障情况	分析标准实施期间环境管理制度, 环境执法能力以及相关规划专项方案等保障作用。
	实施效益	标准实施产生的环境效益、产业效益和社会效益。
	环境形势分析	综合考虑国家层面环境管理的最新方向, 流域所面临的发展战略等, 分析对流域标准的要求。
	评估结论	结合以上内容, 得出评估结论, 是否需要修订, 是部分修改还是全面修订以及修订的建议。

3 结果分析

3.1 排污行业及水污染物特征

通过评估, 标准实施后, 流域污染源结构、行业特征和排污量等都发生了较大变化, 基本实现了标准制定时预定的促进污染物减排、优化蟒沁河环境管理、解决蟒沁河流域结构性污染问题等的目标。

(1) 蟒沁河流域的工业和生活污水化学需氧量排放总量占比由标准实施前的 59.08%、40.92% 转变为标准实施后的 22.8%、77.2%; 2017 年工业源化学需氧量、氨氮排放量较 2011 年分别下降 83.6%、87.0%。工业和生活废水氨氮排放总量占比由标准实施前的 37.52%、62.48% 调整为标准实施后的 7.83%、92.17%, 见图 1。

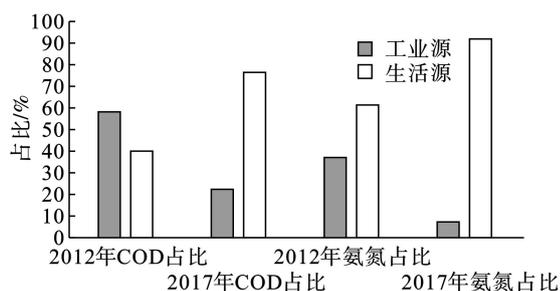


图 1 污染源结构占比

(2) 企业排水方式发生较大变化, 从分散排水改变为经集中式污水处理厂排入流域占主导。标准实施后, 流域水污染物集中治理率显著提高, 流域污水处理厂从 5 座增加到 9 座, 流域中企业产生废水量超过 70% 进入集中式污水处理厂, 经企业处理后直接排入环境的不到 30%。流域 85% 以上的废水、化学需氧量和氨氮都是经集中式污水处理厂排放, 企业直排占比下降到 15% 以下。

(3) 流域排污主导行业依然是制革及毛皮加工

业、食品及农副产品加工业、化工行业、造纸和纸制品业 4 大行业, 依据 COD、氨氮排放量排序分别是制革及毛皮加工业、食品及农副产品加工业、化工行业和造纸和纸制品业。4 个行业废水量、COD、氨氮排放量分别占流域涉水企业总排放量的 85.17%、89.17%、91.29%。

3.2 流域标准执行情况评估

通过与近几年相关行业、地方污染物排放标准以及其他地区流域污染物排放标准对比分析得出如下结果。

(1) 从蟒沁河流域排放标准实施以来, 国家和地方共新发布了 11 项行业标准, 其中国家行业标准 9 项, 主要涉及制革及毛皮加工工业, 电池工业, 柠檬酸工业, 合成氨工业, 锡、锑和汞工业, 再生铜、铝、铅和锌工业等。地方行业标准 2 项, 分别是合成氨工业和化工行业, 见表 2。

表 2 蟒沁河流域水污染排放标准实施后新发布标准

序号	标准名称
1	《制革及毛皮加工工业水污染物排放标准》 GB30486—2013
2	《电池工业污染物排放标准》GB30484—2013
3	《合成氨工业水污染物排放标准》GB13458—2013
4	《柠檬酸工业水污染物排放标准》GB19430—2013
5	《锡、锑、汞工业水污染物排放标准》 GB30770—2014
6	《再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准》 GB31574—2015
7	《无机化学工业污染物排放标准》GB31573—2015
8	《石油炼制工业污染物排放标准》GB31570—2015
9	《石油化学工业污染物排放标准》GB31571—2015
10	《化工行业水污染物间接排放标准》 DB41/1135—2016
11	《合成氨工业水污染物排放标准》DB41/538—2017

(2)经与新发布的11项行业标准对比,本标准第二类污染物排放限值与后颁布的行业标准、地方标准均持平或加严;但总铅、总砷、总镉等第一类污染物限值与《再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准:GB31574—2015》相比较宽松,与其他后颁布的行业标准、地方标准相比,均持平或加严。

(3)从流域标准设置体系上看,本流域标准与山东、天津、陕西和河北等流域标准相比,未依据流域水污染特点及保护要求、排入水体类别或者污水类别进行分级设置,流域精细管理有待进一步提高。

3.3 流域标准实施效果评估

通过对比分析蟒沁河流域排放标准实施后流域断面水质改善、排污单位达标以及流域标准的适用性分析,评价本标准的实施效果,结果如以下5点。

(1)流域标准实施以来,蟒沁河流域断面水质明显改善。沁河断面水质稳定Ⅲ类;蟒河断面水质虽有所好转,但整体水质状况依然不容乐观,蟒河济源南官庄劣Ⅴ类水质、温县汜水滩Ⅴ类水质,仍然不能满足水环境功能区划目标,蟒河济源南官庄主要超标因子为总氮、总磷、化学需氧量和氨氮,蟒河温县汜水滩主要超标因子为总氮和总磷。

(2)蟒沁河流域主导行业与标准实施前一致,只是主导行业排污量占比发生变化,主导行业按污染物排放量排序由2011年的食品及农副产品加工业>造纸和纸制品业>制革及毛皮加工业>化工行业改变成制革及毛皮加工业>食品及农副产品加工业>

化工行业>造纸和纸制品业,标准内排污因子制定适合流域。

(3)工业企业污水处理达标在技术经济上是可行的。为达到流域排放标准,4大主导行业企业主要在现有工艺上增加前处理以及深度处理工艺,具体如下。

食品及农副产品加工业废水属于有机废水,一般可生化性较好。2011年,流域内食品及农副产品加工业废水一般采用生化和物化两级处理,根据水质特性,物化处理单元有前置和后置两种形式,部分采用深度处理,生化处理工艺主要为厌氧(UASB)、厌氧好氧活性污泥法(A/O)、氧化沟、生物接触氧化法和序批式活性污泥法,物化处理工艺主要为气浮、混凝沉淀等,处理后化学需氧量、五日生化需氧量的去除效率在95%以上,总氮、氨氮去除率可以达到70%,出水化学需氧量浓度可以达到100 mg/L以下,氨氮15 mg/L以下,可以满足该行业所执行《污水综合排放标准:GB8978—1996》一级标准或行业排放标准,但满足流域排放标准,需要进一步降低污染物排放浓度,进行污水处理设施技术改造或增加深度处理。标准实施以后,流域内食品及农副产品加工企业原来的处理工艺进行改造,增加预处理,增设厌氧处理单元,对好氧处理工艺进行结构改造或参数调整,在生化处理后增加混凝沉淀或曝气生物滤池单元进行深度处理,见图2。深度处理对化学需氧量、五日生化需氧量的去除效率可以达到30%~50%,对总氮、氨氮去除率可以达到20%~40%,对总磷也有一定的除去效果。

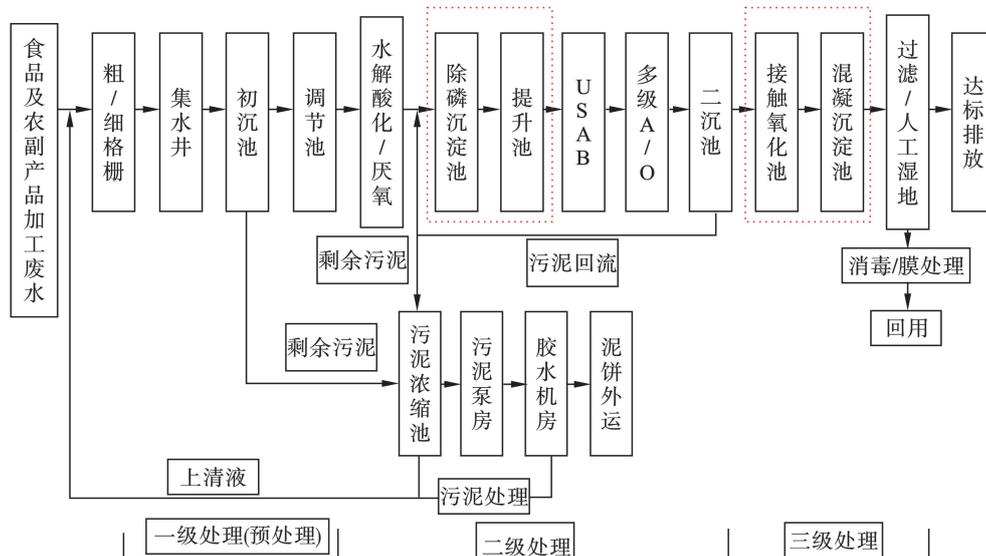


图2 流域食品及农副产品加工废水典型处理工艺流程(虚线框为达标新增工序)

2011 年, 流域造纸行业企业废水大部分采用物化+生化二级污水处理工艺, 部分企业进行了深度处理, 该行业执行《制浆造纸工业水污染物排放标准: GB3544—200》, 制浆和造纸联合企业化学需氧量要求控制在 90 mg/L 以下, 造纸企业化学需氧量要求控制在 80 mg/L 以下, 氨氮控制在 8 mg/L 以

下, 大部分企业废水排放化学需氧量浓度在 60~90 mg/L 左右, 氨氮在 5 mg/L 左右, 可以满足现行排放标准要求, 但是不能满足流域排放标准要求。标准实施以后, 流域造纸行业企业为了满足流域排放标准要求, 进一步降低污染物排放浓度, 进行了技术改造, 增加深度处理工艺, 见图 3。

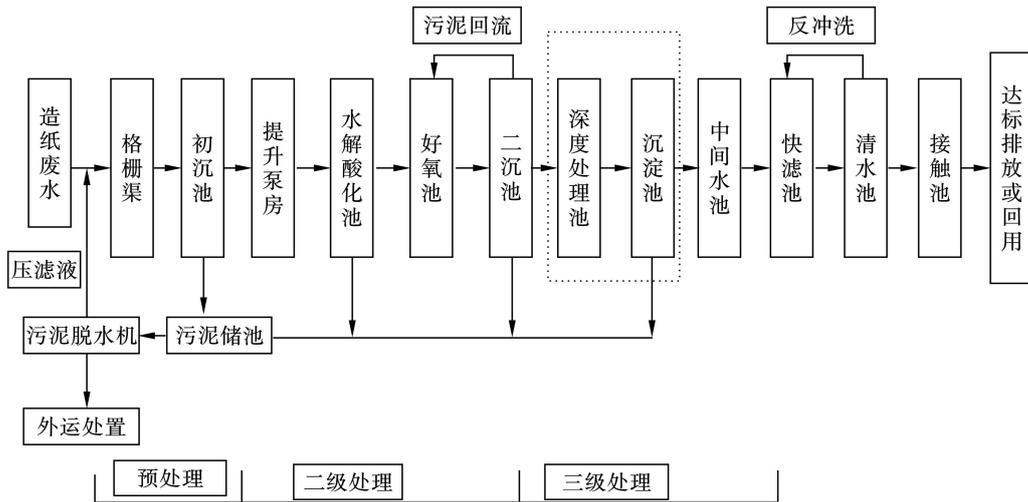


图 3 流域造纸行业废水处理典型工艺流程 (虚线框为达标新增工序)

2011 年, 流域内的制革及毛皮加工企业的含铬废水一般采用“碱沉淀”处理技术, 综合废水一般采用“水解酸化+厌氧好氧活性污泥法(A/O)两级串联+絮凝沉淀”的处理技术, 部分制革及毛皮加工企业在末端处理工艺上综合废水采取“厌氧+两级好氧+气浮”工艺, 该行业所执行《污水综合排放标准: GB8978—1996》一级标准化学需氧量排放要求控制在 100 mg/L 以下, 氨氮控制在 15 mg/L 以下, 企业化学需氧量排放浓度为 100 mg/L 左右, 氨氮排放浓度为 10 mg/L 左右。标准实施以后, 流域各级政府和相关管理机构一方面鼓励制革及毛皮加工行业相关企业向皮毛专业园区集中, 并建设南庄镇皮毛园区日处理 3 万 t 园区综合污水处理厂, 收纳一些不具备污水处理设施提标升级的企业废水集中处理。截至 2018 年底拆除了 135 家毛皮企业涉水工段, 中信环境(孟州)有限公司污水处理厂二期扩建工程竣工, 完成了中信环境水务等 14 家废水重点排污单位总氮自动监控设施建设。另一方面要求企业对废水处理工艺进行改造, 见图 4, 积极推进孟州市南庄皮毛专业园区无铬鞣制清洁生产工艺改造及污染治理项目、隆丰污水处理厂升级工程等项目建设。

2011 年, 流域氯碱企业基本都采取节水技术, 对处理后的废水进行循环回用, 工业用水循

环利用率较高, 末端处理采用高级氧化法或双膜法污水处理工艺, 后再用厌氧好氧活性污泥法(A/O)工艺进行处理。蟒沁河流域内氮肥企业规模较大的 1 家企业, 采取节水技术, 工业用水重复利用率达 95%, 其他两家氮肥企业生产规模较小, 工业用水重复利用率不高, 单位产品废水产生量较大, 废水末端治理采用 A/O 工艺处理废水。流域内企业执行《污水综合排放标准: GB8978—1996》一级标准或行业排放标准, 化学需氧量排放要求控制在 100 mg/L 以下, 氨氮控制在 15 mg/L 以下。流域标准实施以后, 流域河南联创化工有限公司、济源市方升化学有限公司等化工企业采取“格栅+沉淀+水解酸化”、“冷凝水回用, 螯合树脂塔酸碱分离回用, 母液处理回用”等工艺来处理工业废水, 见图 5, 处理后中水回用循环水, 在降低运行成本的同时, 化学需氧量排放浓度达到 50 mg/L 以下、氨氮可以达到 5 mg/L 以下, 新增环保投资 1 600~1 700 万元, 占企业工业产值的 0.61%~3.72%

(4) 通过技术改造, 食品及农 副产品加工行业新增环保投资占企业工业总产值的比例约 2.5%~2.8%、造纸行业约 0.79%~9.12%、制革及毛皮为 0.62%~6.0%、化工行业为 0.48%~3.72%; 废水治理设施年运行费用占其工业总产值的比例约

0.001%~7.94%，平均为 0.91%；其中食品及农副产品加工行业的比例约 0.001%~6.39%、造纸行业约 0.009%~7.94%、制革及毛皮为 0.24%~6.0%、化工行业为 0.001%~2.4%，见表 3。

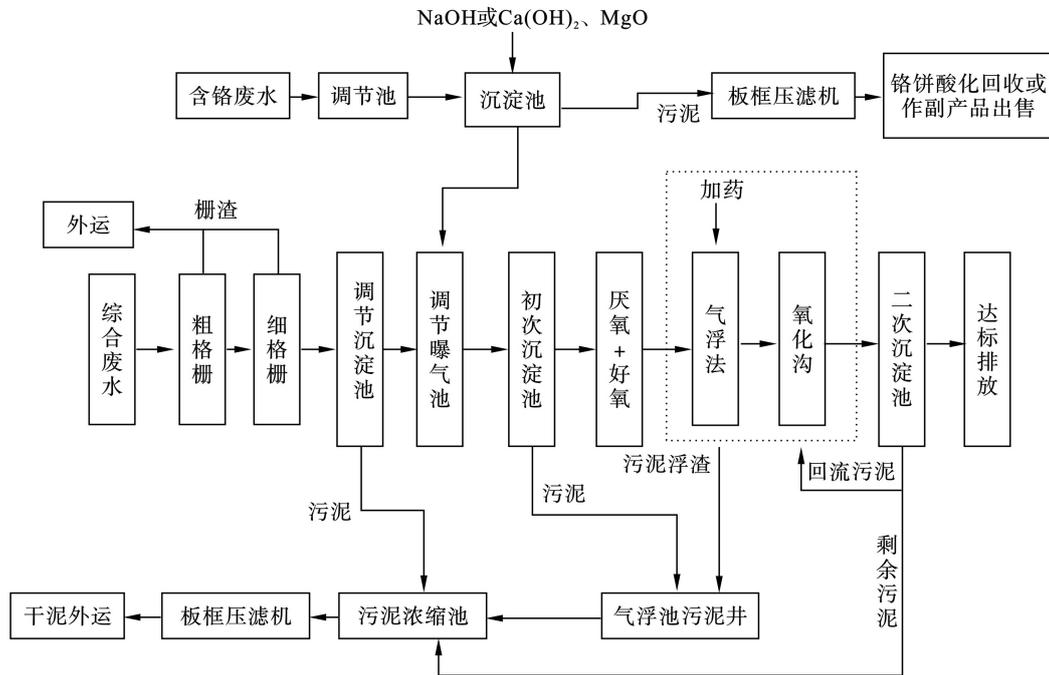


图 4 流域制革行业废水典型处理工艺流程图（虚线框为达标新增工序）

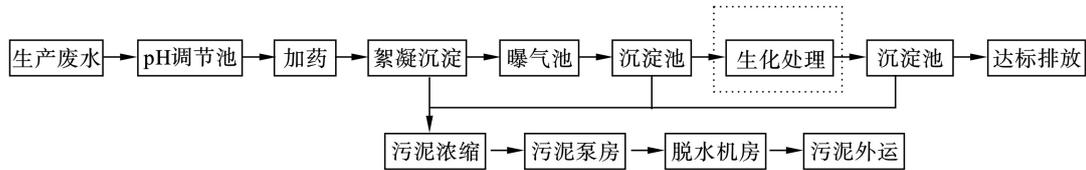


图 5 流域化工行业废水处理工艺流程（虚线框为达标新增工序）

表 3 标准实施以后主导行业企业环保投资经济效益分析

行业	企业新增环保投资占工业总产值比例	企业废水治理设施年运行费用占工业总产值的比例
食品及农副产品加工	2.5%~2.8%	0.001%~6.39%
造纸	0.79%~9.12%	0.009%~7.94%
制革及毛皮加工	0.62%~6.0%	0.24%~6.0%
化工	0.48%~3.72%	0.001%~2.4%

(5)蟒沁河流域 9 家污水处理厂可以达到一级 A 标准,设计处理废水能力达到 33.5 万 t/d,新增环保投资约 1.03 亿元,运行费用增加,从最少增加 0.06 元/t 到最多增加 1.1 元/t,平均增加费用为 0.5 元/t。

3.4 实施效益评估

通过从环境效益、产业效益、社会效益 3 方面对标准实施进行分析,蟒沁河流域污染物排放标准的实施从污染物减排、水质提升、引导产业发展的实施从污染物减排、水质提升、引导产业发展、强化水环境管理等方面产生了良好的环境、产业和

社会效益,帮助流域内的企业完成落后产能淘汰并达到水质目标要求,但近年来,河南省对蟒沁河水水质要求不断提高,蟒河部分断面尚未达到《河南省污染防治攻坚战三年行动计划(2018-2020)》中的要求,面临新时期对蟒沁河更严格的水质要求时,需要对蟒沁河的水质改善更为系统、全面的规划。

3.5 实施保障情况评估

通过对环境管理制度、地方规划与专项行动、环境监测和监管、信息公开等方面的梳理与分析,《蟒沁河流域水污染物排放标准》作为行政管理的支撑,对其他环境管理制度起到了指南针的支撑作用;其自身作为一种环境管理制度,成为相关规划、行动的重要组成部分;废水处理技术的升级、排污费等经济手段和信息公开的进一步加强保障了《蟒沁河流域水污染物排放标准》的实施。

3.6 流域面临环境形势

(1)2019 年 9 月 18 日,习近平总书记在郑州主持召开黄河流域生态保护和高质量发展座谈会时

指出黄河流域生态保护和高质量发展,同京津冀协同发展、长江经济带发展、粤港澳大湾区建设、长三角一体化发展一样,是重大国家战略。

(2)大众对环境质量的要求越来越高,对环境质量的期盼有可能在一定程度上超越目前经济发展阶段和资源环境禀赋。

(3)环保目标由“主要污染物排放总量显著减少”转为“生态环境质量总体改善”。

(4)产业转型升级力度不断加快,产业转型升级、转变经济增长方式已经逐渐形成共识,经济发展由过去靠资源投入,以牺牲环境为代价换取经济增长转变为依靠创新驱动,靠改革和创新发展经济。蟒沁河流域污染物排放标准是在“十二五”初期制定的,而目前,《河南省污染攻坚三年行动计划》中提出,到 2020 年全省地表水质量达到或优于Ⅲ类水质断面总体比例力争达到 70%;确保完成国家水质考核目标。黄河流域生态保护和高质量发展战略的提出更是对流域产业质量、水环境质量都提出更高要求,因此,针对上级部门对河流的 19 项考核指标,标准需对这些指标限值进一步研究确定。

4 结论

(1)标准实施大幅减少了污染物排放量,改善了流域水环境质量。但是经过 5 年的执行后,流域污染源占比、流域河流水质和流域管理需求等都发生较大变化,需对流域标准进行修订。

(2)标准污染因子适应流域现有行业,排污限值等设置上与近几年新发布的流域涉及的国家行业标准和地方行业标准相比,除总铅、总砷、总镉等第一类污染物限值与《再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准:GB 31574—2015》相比较宽松外,基本处于一致,部分甚至加严,在排污因子、排污限值等方面是适应流域的。

(3)黄河流域生态保护与高质量发展战略等对流域产业、水质都提出了更高要求,由于蟒河季节

性河流、枯水期流量较少且是流域主要污染物受纳水体的特点,蟒河水水质依然不容乐观,应对蟒河超标断面区域以及流域重点污染源(如城镇污水处理厂等)进行重点控制,提高污染物排放控制要求。

(4)参照现行流域水污染物排放标准体系,优化标准指标体系,以水环境控制为目标,统筹流域污染物排放标准与国家行业污染物排放标准,与地表水环境监测考核指标充分衔接,保留地表水质评价指标和总氮指标,取消行业最高允许排水量以及其余指标,将这些指标作为行业特征指标,执行国家或河南省地方行业污染物排放标准,形成地方流域标准控制常规因子、国家或地方(河南省)行业标准控制特征因子的指标体系,使得指标体系更加精简,标准定位更加明确。

参考文献

- [1] 冉丹,李燕群,张丹,等.论中国水污染物排放标准的现状及特点[J].环境科学与管理,2012,32(12):38-42.
- [2] 周羽化,武学芳.中国水污染物排放标准 40 余年发展与思考[J].环境污染与防治,2016,38(9):99-104,110.
- [3] 裴晓菲.我国环境标准体系的现状、问题与对策[J].环境保护,2016,44(14):16-19.
- [4] 卢延娜,雷晶,马占云,等.地方水污染物排放标准发展现状及制订研究[J].环境保护,2016,44(7):57-59.
- [5] 鲁东霞.双洎河流域水污染物排放标准的定位研究[J].河南科学,2012,30(9):1311-1314.
- [6] 李义松,刘金雁.论中国水污染物排放标准体系与完善建议[J].环境保护,2016(21):48-51.
- [7] 宋国君,韩允垒,何雅琪,等.中国污染物排放标准实施评估[J].环境工程技术学报,2011,1(3):275-280.
- [8] 孟冲,李小朋,李薇,等.浅谈实施环境标准评估的重要性[C]//环境安全与生态学基准/标准国家研讨会,中国环境科学学会环境标准与基准专业委员会 2013 年学术讨论会、中国毒理学学会环境与生态毒理学专业委员会第三届学术研讨会会议论文集(二)南京,2013:396-401.
- [9] 环境保护部.关于印发《国家污染物排放标准实施评估工作指南(试行)》的通知(环办科技[2016]94号)[EB/OL].2016.
http://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgt/201610/t20161011_365325.htm.
- [10] 孙宁,卢然,赵云皓,等.污染物排放标准评估方法研究[J].中国人口·资源与环境,2014,24(5):179-182.