

中国主要工业废水排放行业的污染特征与行业治理重点*

Pollution Characteristics of Main Industrial Wastewater Sub-Sectors in China and Control Focuses

於方^{1,2} 张强¹ 过孝民³ (¹北京科技大学土木与环境工程学院, 北京 100083;
²太原重型机械学院机电工程分院, 山西太原 030024; ³国家环境保护总局, 北京 100035)

摘要 工业废水与生活污水是我国水环境污染的两大污染源, 工业废水和生活污水的最大区别就在于工业废水的成分非常复杂, 而且性质也千差万别。而我国长期以来对工业废水的宏观分析只停留为简单的总量统计, 缺乏对不同地区、不同行业的废水排放状况的分析和研究, 因此给制订废水治理规划方案和废水的宏观管理工作带来了一定的困难。本文针对这一问题, 总结了近年来我国工业废水的排放趋势, 并依据 2000 年重点调查工业企业污染数据的分析结果, 从行业类别的角度对重点工业废水排放行业的污染特征进行了分析, 并提出了相应的污染治理重点和措施。文中的分析方法与分析指标的建立也为完善与提高我国废水的宏观统计分析工作提供了探索性的思路。

关键词 工业废水 污染特征 治理措施 统计分析

1 中国工业的废水排放概况

1.1 工业废水仍然是我国水环境污染的重要污染源

从 2001 年环境统计数据^[2]来看, 我国工业废水和污染物的排放量呈逐年下降的趋势, 这说明近年来对工业废水的治理是卓有成效的, 但毋庸置疑的是工业废水仍然是我国水环境污染的重要污染源, 特别是重金属, 其排放总量依然较高且基本全部来自工业废水。

1.2 水污染严重的几个传统行业在国民经济中仍居主要地位

中国的工业长期以来是以劳动力密集性、资源密集性和技术要求较低的行业为主的, 虽然工业结构调整已取得阶段性成果, 但从图 1 的 2000 年中国工业的行业经济结构^[3]和废水排放结构来看, 机械电子、食品、化工、采掘、纺织、电力、金属冶炼等几个传统行业在国民经济结构中仍然占据着主要地位, 而且除机械电子外, 其他几个行业均是废水排放量大户。

2 工业废水的行业特征

2.1 各行业污染物的排放和处理情况

(1) 造纸、化工、钢铁、电力、食品、采掘、纺织等 7 个行业的废水排放量占总量的 4/5。从图 1 可

见, 居工业总产值倒数第四位的造纸业的废水排放量高居首位, 化工、钢铁、电力、食品、采掘、纺织等行业居废水排放量的第 2 到 7 位。造纸、化工、钢铁、电力以及化纤制造业的废水排放量比重显著高于其工业产值比重; 废水排放量比重略高、略低于工业总产值比重或基本持平的行业包括纺织、采掘、食品、医药以及有色冶金; 非金属矿物制品、石油加工和塑料制品业等其他行业的工业产值比重高于其废水排放量比重。

(2) 造纸和食品业的 COD 排放量占 COD 排放总量的 2/3, 有色冶金业的重金属排放量占重金属排放总量的近 1/2。如图 2 所示, 造纸和食品的 COD 排放量高居前 2 位, 占 COD 排放总量的 2/3; 同时造纸业的悬浮物排放量也居于首位, 其次依次为采掘、化工、食品和钢铁; 石油类排放量居前 4 位的依次为钢铁、其他 (主要是机械制造业)、化工和采掘; 化工和造纸的硫化物排放量显著高于其他行业, 两行业之和约占硫化物排放总量的 1/2, 其次依次为采掘、食品等行业; 氰化物排放量居前 3 位的分别为化工、钢铁和采掘业, 其中仅化工就占氰化物排放总量的 42.8%; 挥发酚排放量居首位的是石油加工, 约占总量的 1/3, 造纸、化工、黑色及有色冶金业和采掘业位于其后; 有色冶金业的重金属排放量显著高于其他行业, 占工业总排放量的 44.58%, 位居 2~4 位的分别是化工、钢

* 本文为国家环境保护总局与世界银行合作开展的《中国环境污染损失计算》项目的部分内容。

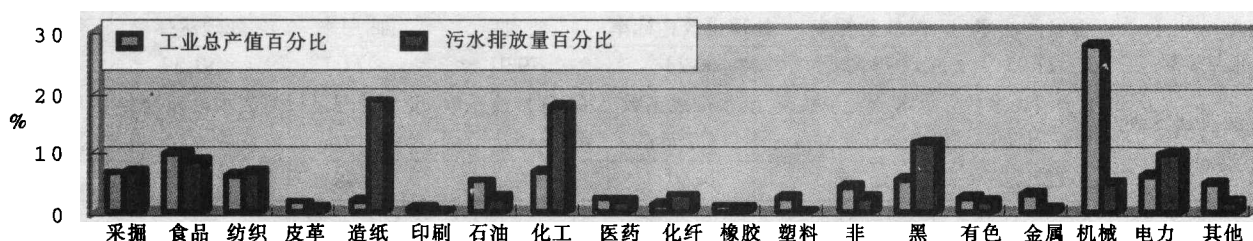


图1 2000年各工业行业的产值比重及废水排放量比重的比较

注：“机械”指机械、电气、电子设备制造业；“非”、“金属”分别指非金属矿物和金属制品业；“黑”、“有色”分别指黑色和有色金属冶炼和压延加工业，文中简称“钢铁”和“有色冶金”；“食品”指食品、饮料及烟草制造业。

铁和采掘业。

值得关注的问题是，有色和黑色冶金业及采掘业所排放的重金属量所占比重和造纸业的COD排放量所占比重同样显著，后者由于其极差的环境经济性、污染物和废水排放绝对量大、地域影响范围较敏感，一直就是环保部门的治理重点，而前者由于总量比后者小，造成水质超标的水域较少，而未得到足够的重视。但是重金属对土壤、农作物和人体造成的危害极大，必须引起足够的重视。

(3) 排放浓度高是一些重污染行业的普遍问题。重点污染行业11项常规监测污染物的平均排放浓度和去除率见表2。从表2的数据看，除Hg、Cd和As的去除率略低外，其他污染物的去除率均在50%左右，Cd、Cr⁶⁺、挥发酚、氰化物、COD、悬浮物和硫化物的平均排放浓度均高于二级排放标准。

表2 主要废水排放行业污染物的平均排放浓度和去除率

污染物	汞	镉	六价铬	铅	砷	挥发酚
去除率/%	20.74	30.06	57.73	56.15	37.49	47.98
排放浓度/(mg/L)	0.0327	0.1689	0.7908	0.6548	0.4606	1.4183

污染物	氰化物	COD	石油类	悬浮物	硫化物
去除率/%	49.64	46.55	48.06	52.23	44.14
排放浓度/(mg/L)	1.5649	354.08	9.0903	241.78	5.5156

从各行业的污染物平均排放浓度（单位mg/L）看：

(1) 有色金属工业所排放的废水最令人堪忧，其氰化物和硫化物的平均排放浓度是最高允许排放浓度二级标准的24和16.5倍，居各行业之首，同时Pb、Cd、Cr⁶⁺等重金属和挥发酚的排放浓度也很高；(2) 制革业的Cd、Cr⁶⁺、挥发酚、COD、SS和硫化物的排放浓度均显著高于二级标准，排在所有行业的第2或3位；(3) 化工业由于其原料、产品复杂多样，生产工艺千差万别，因此该行业所排放的废水中各种污染物都有，而且浓度较高，除Hg、Cd和Pb外，其他污染物排放浓度均高于二级标准；(4) 值得注意的行业是机械电子设备制造业，虽然他们的排放达标率较高，且主要污染物的排放浓度不高，但电气和电子设备制造业的重金属、挥发酚和氰化物等危害较大的污染物的平均排放浓度均高于二级标准；专用设备制造业的Hg和Cd的排放浓度居首位，其中Cd的排放浓度是二级标准的23倍；(5) 由其生产原料和性质所决定，石油加工和炼焦业的挥发酚和石油类排放浓度非常高，特别是挥发酚的排放浓度达到了25.2，是二级标准的50倍；(6) 各行业的COD普遍超标，饮料、制革、医药、造纸、食品加工、化工和石油加工业都显著高于平均水平，其COD平均排放浓度介于1276.1~389.37之间，这些行业所产生的废水中有机物含量高，成分复杂，处理难度大；其次为纺织、食品制造、卫生和

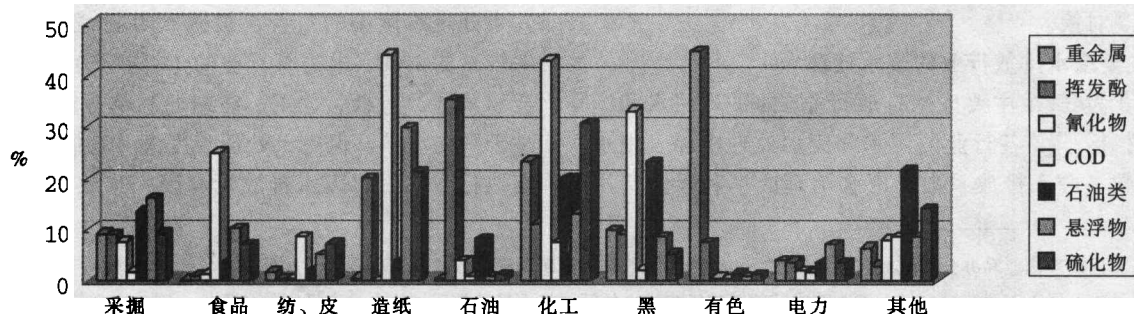


图2 2000年主要废水排放行业的污染物排放结构

表3 重点废水排放行业的平均用水和废水处理绩效指标

用水与废水处理水平/%	重复利用率	排放达标率	处理排放达标率	处理率	回用率	处理达标率	零排放率
	21.95	78.52	60.23	79.91	22.09	91.37	4.94
用水及废水处理绩效	用水消耗系数 / (t/万元)	废水产生系数 / (t/万元)	废水排放系数 / (t/万元)	COD 排放系数 / (kg/万元)	废水处理运行 单价/ (元/t)	废水治理投资 系数/ (元/t)	环保投资 比例/ %
	227.42	115.26	84.50	17.35	5.48	38.92	5.55

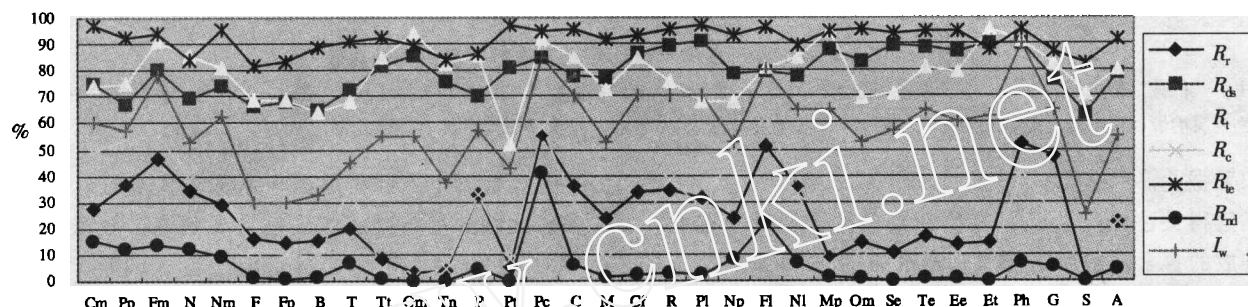


图3 主要废水排放行业的用水和废水处理水平

注：Cm-煤炭采选业；Pp-石油和天然气开采业；Fm-黑色金属矿采选业；N-有色金属矿采选业；Nm-非金属矿采选业；F-食品加工业；Fp-食品制造业；B-饮料制造业；T-烟草加工业；Tt-纺织业；Gm-服装及其他纤维制品制造业；Tn-皮革、毛皮、羽绒及其制品业；P-造纸及纸制品业；Pt-印刷业、记录媒介的复制；Pc-石油加工及炼焦业；C-化学原料及化学制品制造业；M-医药制造业；Cf-化学纤维制造业；R-橡胶制品业；Pl-塑料制品业；Np-非金属矿物制品业；Fl-黑色金属冶炼及压延加工业；Nl-有色金属冶炼及压延加工业；Mp-金属制品业；Om-普通机械制造业；Se-专用设备制造业；Te-交通运输设备制造业；Ee-电气机械及器材制造业；Et-电子及通信设备制造业；Ph-电力、热水的生产和供应业；G-煤气生产和供应业；S-卫生；A-平均；图4和图5同。

钢铁等行业；只有机械和采掘业的COD浓度低于二级标准；(7) SS超标排放的情况也比较严重，非金属矿采选、饮料、皮革、钢铁、造纸、金属矿采选、化工等行业高于平均水平，其他行业可达标排放；(8) 各行业的硫化物排放浓度基本超标；(9) C_{64} 的排放浓度最高的是金属制品业，为3.8926，同时它的氰化物排放浓度也较高。

以上数据表明了中国工业的废水结构和排放特征。通过对数据的初步分析，发现中国工业废水污染负荷的行业特征十分明显，有必要从反映各行业用水和废水处理水平以及用水和废水处理绩效的各指标对各行业的总体废水治理情况进行进一步的比较分析，找出行业之间的差距，提出全面改善中国工业废水治理水平的宏观对策。

2.2 主要废水排放行业的废水处理水平

表3为32个主要废水排放行业⁽¹⁾的平均用水和废水处理指标⁽²⁾，各行业的用水和废水处理指标、用水消耗系数、废水排放系数、废水治理成本和运转费用

等指标分别见图3、图4和图5。

2.2.1 重复用水率 R_r 、回用率 R_c 和零排放率 R_{nd}

在32个重点污染行业中，石油加工、钢铁、电力、煤气以及采选业的 R_r 和 R_c 较高，达到了40%以上，同时前两个行业的 R_{nd} 明显高于其他行业；而卫生、制革、印刷、纺织和机械等行业的 R_r 和 R_c 较低，在15%以下，它们的 R_{nd} 几乎为0。

2.2.2 排放达标率 R_d

机械、塑料橡胶和电力行业的 R_d 较高，但食品、饮料、造纸、化工以及采掘等废水排放大户的 R_d 却都低于平均水平78.52%。

2.2.3 处理率 R_t 、处理达标率 R_{td}

总体来看，工业废水的这两项指标还是较高的。其中处理难度小的塑料、机械、印刷等行业以及回用率较高的钢铁、电力等行业的 R_t 居于前位；而有色冶金和采选、造纸、化工、纺织、制革等行业的 R_t 虽然高于平均水平，但由于处理难度大，它们的 R_{td} 仍位于其他行业之后；废水排放量和废水排放强度较大的食

(1) 由于其他矿采选业和办公用机械制造业等八个行业的样本数较少且不属于重点废水污染行业，此处未对它们的废水特征进行分析；同时卫生系统虽然不属于工业范畴，但由于医院或其他医疗机构排出的污水如不妥善处理排放也具有极大的危害性，因此本文的所有分析结果均基于31个重点工业污染行业和卫生系统的统计数据。

(2) 文中所用到的各指标的具体涵义和计算公式，见参考文献[3]。

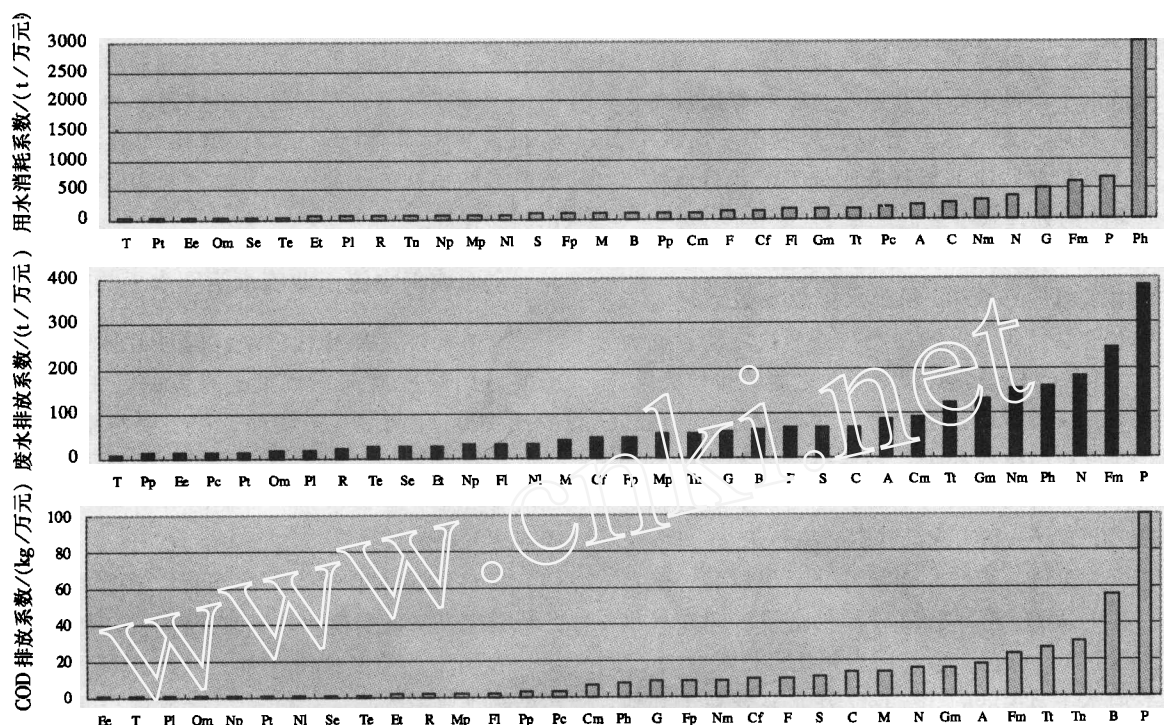


图4 主要废水排放行业的用水消耗系数、废水排放系数及COD排放系数

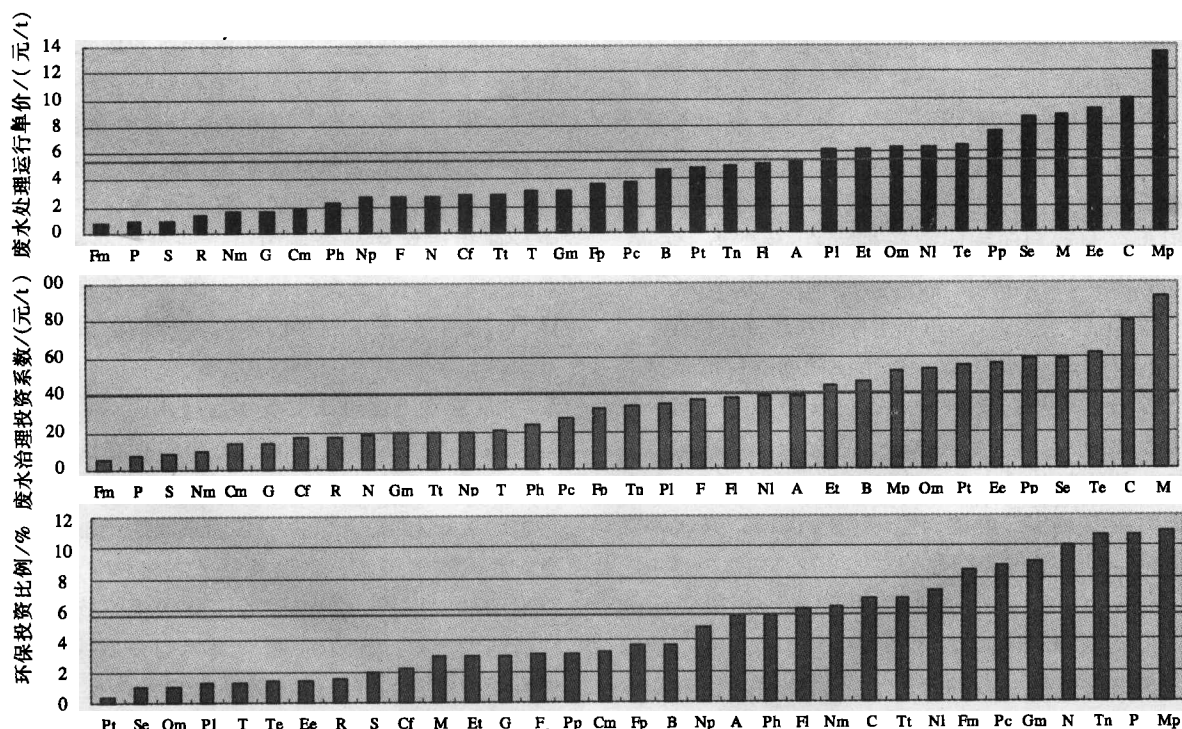


图5 主要废水排放行业的废水处理运行单价、治理投资系数及环保投资比例

品、饮料和医药制造业的处理率也比较低。

2.2.4 废水处理综合指数 I_w

由笔者提出的综合评价各行业的废水处理水平的指标,在所有行业中,电力行业以9分位居首位,其

次依次为石油加工、钢铁和黑色金属矿采选业,上述4行业可认为属于第一集团,废水处理水平较高;化工、化纤、橡胶和塑料制品4行业的 I_w 同为7,有色金属和金属制品等4行业的 I_w 同为6.5,非金属矿采选

和电子通信设备、煤炭采选和电气机械的得分分别为6.25、6.0,属于及格水平;其他行业的废水处理现状属于不及格水平,其中石油开采、造纸和专用设备同列第9位,然后是纺织和服装业,等同于平均水平,制革业、饮料和食品加工与制造业位于工业行业的末位,卫生系统的处理水平最低。

2.3 主要废水排放行业的废水处理绩效

(1) 用水消耗系数 C_w 和废水排放系数 C_d : 这2个指标基本是由行业本身的生产特点所决定的,同时又彼此密切相关。根据各行业两系数之间的排位关系,除电力这个特殊行业外,可以把这些行业分为高消耗低排放、低消耗高排放和消耗排放持平三种类型。如图4所示,属于消耗排放持平的行业居多数,包括造纸、采掘、化工、纺织、食品饮料、有色冶金、医药、机械、电子、塑料、橡胶、金属和非金属制品、烟草等行业,其中从 C_w 看,造纸、黑色金属矿和煤气供应业显著高于其他行业,但与后者相比,造纸业的 C_w 以高于平均水平3.5倍的383.13t/万元显著高于其他行业,采掘、化工、纺织、食品饮料和医药属于该类型的第二梯队,其他几个行业的这两个系数较低,为第三梯队。与煤气供应业高 C_w 相对应的是其 C_d 只有56.54,它的生产用水量、新鲜用水量和废水排放量分别为872.64、118.44和82.87万t,可见重复用水量大是该行业高消耗低排放的原因所在,表现出相同特征的还有石油加工、石油开采、钢铁和化纤制造业。服装、卫生、制革和印刷四个行业的 C_w 分别为156.40、88.09、65.01、21.75 (t/万元), C_d 分别为131.69、67.95、53.56、15.23 (t/万元),相对属于低消耗高排放行业。

(2) COD排放系数 C_{od} : 该指标列前5位的依次为造纸、饮料、制革、纺织和黑色金属矿,同时也只有这5个行业的 C_{od} 高于平均水平,可见它们的污染效益比明显比其他行业差,其中造纸业以99.5kg/万元高居首位。污染效益比最好的行业是电气机械,其次为烟草、塑料、普通机械等行业。

(3) 废水处理运行单价 P_w 和废水治理投资系数 C_i : 医药、化工行业以92.73和79.25元/t,居 C_i 的前两位,其次为机械、石油开采、金属制品、饮料和电子行业,而废水、污染物排放强度较大的金属冶炼、食品、石油加工、造纸的 C_i 均低于平均水平,其中废水、污染物排放强度最大的造纸业的 C_i 只有平均水平的1/5。废水处理设施的运行成本也表现出类似的趋势,废水污染强度较大的行业中只有金属制品(主要是电镀业)、化工、医药等少数几个行业较高,而制

革、食品、纺织、造纸等水污染大户均列后几位。

(4) 环保投资比例 R_d : 金属制品业最高;和上述两指标形成鲜明对照的是,虽然制革和造纸两行业的 C_i 和 P_w 相对其他行业较低,但其 R_d 还是较高的;而前两指标相对较高的医药、机械、印刷业的环保投资比例却较低。

3 全面改善中国工业废水治理水平的宏观对策

总体来讲,90年代以来我国对工业污染控制方面所实施的管理措施和政策是有效的,工业总产值在1991--2000年间翻了一番多,而主要污染物的排放总量几乎没有增加,废水排污水平已明显下降。但从上述对各类型企业废水排放特征的分析来看,工业废水的治理和排放情况还远不令人满意,问题主要表现为:(1)经济结构不合理,“高消耗、高能耗、高污染”的粗放型经济发展模式尚未改变;(2)与发达国家相比,我国工业重复用水率低,用水消耗系数和废水、污染物排放系数高;(3)废水排放量和废水排放强度大行业的污水处理率和排放达标率偏低,说明现行的排污收费等经济政策未能对治污起到应有的激励作用;(4)污染物排放强度大的传统产业的废水治理投资系数低,这是由于这些行业以老企业居多,长期以来环保资金投入严重不足、历史欠账太多造成的;(5)上述各项工业废水治理指标是不同类型的加权平均值,分析表明,小型乡镇、私营、集体工业企业是造成这些指标落后的重要因素。此类企业绝对数量多,地域分布广,对面源污染的贡献不容忽视,分析结果显示对他们的突击性水污染防治行动的成果未能巩固下来。

3.1 从宏观上促进工业废水治理水平

结合我国工业废水治理工作中存在的问题和先进国家的管理经验,笔者认为,首先应采取已获得广泛共识的宏观对策:(1)结合国家实施产业结构调整战略,转变发展模式,走循环经济之路;(2)以科技创新推动环境保护,加快重点污染行业的技术升级,鼓励清洁生产审计;(3)强化环境与发展综合决策,建立科学而完善的环境经济激励和监管体系;(4)开放环保市场,多方筹措环保资金等。

3.2 从政策上来引导企业合理排污治污

应重点从政策上来引导企业合理排污治污,调动企业自身的主观能动性,改善我国工业废水治理现状。

3.2.1 节水优先,有效削减排污量

结合各行业不同类型的实际情况,制订强制

性的滚动式目标年重复用水率、零排放率、污水处理率和排放达标率。笔者此次对 32 个重点行业不同规模、所有制、隶属关系和行政区域企业各项指标的分析计算结果可以为目标的制订提供科学而可靠的依据。

3.2.2 运用环境标准和技术政策推动环境技术进步

环境标准的制订要有超前意识,运用环境标准和环境保护技术政策推动环境技术进步,促进企业开展科技攻关,提高环境治理的技术含量,引导工业技术改造。

3.2.3 以经济政策促进清洁生产的实施

制订合理的排污收费标准和环境经济政策,体现实行清洁生产的好处,利用经济杠杆引导企业,特别是私营企业,尽快从重效益、轻环保的粗放式发展道路转向注重技术创新、减少污染排放的健康发展道路上来。对环境资源输出行业和资源集中地区实行一定的低税收政策,并对污染产品附加环境资源治理和补偿资金,使之有能力治理污染、改善业已恶化的生存环境。

3.2.4 建立完善公正的环境评估系统

公正的环境评估应按企业、行政区划对所有工业企业和各行政区域的排污治污情况打分,并实行废水排放信息公开制度,通过企业和区域间的良性竞争促进工业企业减少污染物的排放量。

3.2.5 建立环境决策技术支持系统为科学决策提供依据

高效合理环境决策技术支持系统的建立,离不开对工业废水基础数据的监测和收集,但在笔者对原始数据进行分析计算的过程中,发现有关工业废水基础数据的监测和收集工作本身就很薄弱,而由于填报不规范及其他人为错误又给分析工作带来了的很大不便。因此,建议逐步建立正规的环境统计系统,实现各工业主管部门、水利、城建部门与企业内部监测站的数据信息共享,严把数据质量关,提高数据分析的可信度。同时文中采用的分析方法与建立的分析指标系统为工业废水环境决策技术支持系统的建立提供了探索性的思路。

3.3 加强重点废水污染行业的监管

3.3.1 继续加大传统水污染行业的治理力度

必须继续加大对造纸、制革、纺织印染、食品加工和制造业等的传统水污染行业的治理力度。对造纸、制革这两个废效比和环保投资比例都较高、但回用率较低的行业,还需要积极地从改进生产技术和加工工艺、提高化学药品、纤维等有用物质的回收率和实现封闭用水等根本途径来解决问题^[5]。特别是造纸业,分

析结果表明不同规模企业之间的差距主要在用水、排水和治理系数上,废水处理水平相差并不大,而且它的大型企业的个数虽然仅占 5.67%,但废水和 COD 排放量却占总量的 40%。可见,解决造纸业环境污染问题的关键在完全无污染制浆造纸新工艺的开发。

(2) 加强大中型化工、石油加工及炼焦业企业的技术改造和污染治理工作,以大带小,全面减轻化工和石化行业造成的环境污染。与上述几个行业不同,化工和石化行业的小型业企业虽然也不少,但无论从工业总产值还是污染物排放量的贡献看,都是国有大中型企业占绝对主导地位。解决这些问题,一要靠企业自身挖掘潜力,提高管理水平,积极推进清洁生产工艺的研究、开发和推广;二要坚决关停一部分环境经济效益严重失衡的企业;三要加强化工和石化环保的基础科研工作。该行业的生产特点决定了其污染的普遍性和复杂性,许多特有的污染物,如染料生产中高浓度有色废水、焦石化生产废水中的高酚、氰和硫化物废水等都是目前尚未克服的治理技术难点^[6],当然应优先考虑那些有可能解决的技术问题。

(3) 加强对金属矿采选和冶炼业重金属废水以及电镀废水的治理。从污染物的平均排放浓度来看,这几个行业的重金属、挥发酚和氰化物的排放强度是令人震惊的,其中金属矿采选和冶炼两行业的重金属、挥发酚和氰化物的排放量分别占排放总量的 67.66%、24.85%和 41.02%。对此类废水,首先要制订并实施严格的排放标准,对因技术经济等原因不能回收利用或经回收利用后仍有高浓度金属残余物的废水必须进行无害化处理;同时还得切实加大治理力度,改进工艺,提高矿产资源的综合利用率。

(4) 卫生系统(主要是医院)的废水治理状况亟待改善。医院污水如不消毒处理排入水体,可能引起水源污染和传染病的爆发流行,同时来自诊疗和化验室的污水中还往往含有“三致”污染物,直接排入将对环境和人体产生长远影响^[7]。但从分析结果来看,该行业的废水排放达标率只有 63.27%,废水治理综合指数为 2.5,都位于各工业行业之后,废水排放基本处于无序失控状态,环保部门应加强对卫生系统环保工作的监测和管理。

3.4 有针对性地对小型乡镇或集体企业污染治理进行整改

针对小型乡镇或集体企业普遍存在废水和 COD 排放强度高、治理投资系数和运行处理费用高、废水治理水平和重复用水率低的问题,提出(下转第 53 页)

3 效益分析

3.1 经济效益

初步核算每平方米 SMC 轻质墙板生产成本为:

32.9 元 (原料) + 6.00 元 (工资) + 0.7 元 (水电费) + 1 元 (设备折旧) + 1.70 元 (低值易耗品及管理费) + 2.4 元 (税金) + 4.5 元 (销售费用) = 49.2 元

如墙板售价按 60 元/m² 计算, 若年产 100 万 m², 则销售收入为 6000 万元, 年生产成本为 4920 万元, 年销售利润达 6000-4920=1080 (万元), 经济效益可观。

3.2 社会效益

如按年产 100 万 m² SMC 板计算: (1) 在为本单位创造经济效益的同时, 每年可上缴税金 240 万元, 解决 300 人劳动就业问题, 每年可以提供工人工资 600 万元, 增加了农民收入, 实现了社会稳定。(2) 与使用其它墙体材料 (红砖、空心砌块) 相比, 可以给建设单位节省建筑工程总造价的 15%。若建 30 亿 m² 的楼房工程, 可节省 4.5 亿元工程造价。(3) 推进技术进步, 促进技术转化。目前, 已有省内外数家单位来厂洽谈技术转让事宜, 社会效益十分显著。

3.3 环境效益

如以年产 SMC 轻质墙板 (厚为 100mm) 100 万 m² 计算: (1) 每年可利用农作物秸秆 13kg/m² × 100 万 m² = 13000t, 不但找到农村秸秆资源的回用途, 而且

从根本上消除了因焚烧秸秆所带来的环境污染和生态破坏问题, 减轻了环境管理的压力。(2) 13000t 秸秆可以增加收益 (0.36 元/kg 收购秸秆) 468 万元。(3) 替代粘土红砖 2.76 亿块, 若按吨煤万块计算, 每年可节约土地 (取土 1m 深) 67hm², 可节省标准煤 27600t。保护了耕地, 节约了资源, 促进生态环境的改善。(4) 生产过程清洁化。该项目生产过程中无 “三废” 产生, 资源得到充分利用, 环境效益十分明显。

4 结论

(1) 利用稻麦秸秆生产 SMC 轻质墙板是建筑材料的创新, 也是循环经济理论指导下, 在农业-建筑业之间探索可持续发展路径的一次有益尝试, 是循环经济 “3R” 原则的具体实践。对农业固体废弃物的综合利用, 实现农民增收、农业增效, 促进农业-建筑业间物质良性循环, 维护生态平衡, 实现农业可持续发展有着重要的意义。

(2) 带来了农村稻麦秸秆资源综合利用的——场变革。对于改变农作物秸秆大量过剩、资源浪费, 以及焚烧秸秆造成的环境污染和生态破坏等现状, 有着现实的指导作用。

(3) 替代粘土砖, 对于推进墙体材料的改革, 压缩和禁止粘土砖生产, 节约耕地和能源, 起到一定的推动作用。□

(上接第 43 页) 以下整改措施: (1) 应尽快在同一行业中小型企业已相对集中的地区, 如广西南丹铅锌矿采选厂、广东东莞织造印染小企业、广东南海铝业加工企业等地区, 建立集中式废水收集与治理设施, 体现经济和环境效益的规模效应。(2) 各地方规划、财政和环保部门应通力协作, 推动农村或乡镇工业企业的工业园区发展模式, 充分发挥地方的资源、技术和资金优势, 所有工业企业的兴建都要实施 “三同时”。(3) 应继续优化这类企业的产业结构, 推进产权重组, 同时从政策和技术上支持、引导有条件的小型企业抓住战略性经济结构调整的良好机遇, 进行二次创业。(4) 积极研制并推广和此类企业废水特点相适应的实用废水治理技术。(5) 对布局分散、废效比高的小企业要摒弃地方保护主义, 能合并或兼并的予以支持, 该取缔的坚决关闭; 最后, 给予地方环保部门足够的资金支持和充足的人力资源, 避免诸如 “许多地方环保局都主要依靠其收取的排污费来维持部门自身的正常运行, 让企业继续污染并支付排污费”^[8] 情况的延

续, 防止 “十五小” 企业关停并转成果的付之东流。

参考文献

- 1 国家统计局《98 中国环境统计》专题组. 98 中国环境统计. 北京: 中国统计出版社, 1999, 8
- 2 中国统计年鉴 2000, <http://www.stats.gov.cn/ndsj/zgnj/mulu.html>
- 3 国家环境保护总局规划与财务司, 中国环境监测总站. 中国环境统计年报 2001. 国家环境保护总局, 2002, 8, 3
- 4 於方, 过孝民, 张强. 中国有色金属工业的废水污染特征分析. 有色金属, 2003, 55 (3)
- 5 《三废治理与利用》编委会. 三废治理与利用. 北京: 冶金工业出版社, 1995, 2, 144~158
- 6 中国化工防治污染技术协会. 化工废水处理技术. 北京: 化学工业出版社, 2000, 4, 1~2
- 7 马世豪, 凌波. 医院污水污物处理. 北京: 化学工业出版社, 2001, 5, 2
- 8 World Bank. China: Air, Land, and Water—environmental priorities for a new millennium. The World Bank, Washington, DC. 2001, 100 □