

中国水环境质量总体显著改善将是长期过程

陈健鹏 高世楫 李佐军 国务院发展研究中心资源与环境政策研究所

中国水污染物排放趋势为：主要流域水质已逐步进入“稳中向好”的阶段；湖泊水质不容乐观，富营养化问题仍然突出，水库水质总体趋于稳定，呈向好发展态势；地下水污染状况堪忧，且仍呈恶化态势；近岸海域海水水质基本维持稳定。未来中国水污染防治形势为：用水总量和废水排放量仍呈现上升的态势；农业源污染物快速增加，污染控制难度加大；水污染从单一污染向复合型污染转变的态势加剧；非常规水污染物产生量持续上升，控制难度增大。

本报告利用1981年以来的环境统计数据、相关部门公报数据及相关研究，从主要水污染物排放趋势、水环境质量两个维度对中国水污染形势进行了全面分析与展望。

主要水污染物排放趋势分析

（一）废水排放量呈持续增长趋势

数据显示，自1981年以来，废水排放总量呈增长的态势；2000年之后，呈快速增长的态势。全国废水排放量从2000年的415.2亿吨增长到2012年的684.8亿吨。其中，工业废水排放总量总体呈下降态势，而生活源废水一直呈上升态势。1999年生活源废水排放量首次超过工业源，随后一直维持此态势。根据2012年数据测算，生活源废水占废水总量的67.6%，工业源废水占32.4%。从目前的数据来看，生活源废水仍处于上升态势，工业源废水已处于下降态势。

（二）用水效率显著提升，但与国际相比仍有差距

数据显示，2000年以来，中国用水效率显著提高。单位GDP用水量从2000年的554立方米/万元下降至2012年的130立方米/万元。单位工业增加值用水量从2000年的285立方米/万元提高到2011年的82立方米/万元。工业用水重复利用率从2001年的69.6%提高到2012年的89%。人均用水量呈小幅上升趋势，从2000年的人均435.5立方米提高到2012年的453.9立方米。尽管用水效率有了较大的提升，但与发达国家相比，仍有较大差距，全国农田灌溉水有效利用系数为0.51，与发达国家的0.8相比，中国灌区效率落后于世界先进水平30—50年。

（三）废水中化学需氧量排放已进入下降通道

数据显示，1998年以来，中国化学需氧量（COD）排放总量呈下降的态势，随后在2000年之后逐步上升，2006年之后呈下降的态势。2011年调整统计口径后，仍然呈下降的态势。从1999年以后，生活源COD超过工业源排放，且差距呈扩大的态势。根据2012年数据测算，在COD排放总量中，农业源占47.6%，生活源占37.6%，工业源占14%。在工业源中，排放量位于前4位的行业依次为造纸和纸制品业（20.5%），农副产品加工业（16.8%），化学原料及化学品制造业（10.7%），纺织业（9.1%）。2011年之后环境统计中公布的数据显示，工业、农业、生活源的COD排放均呈下降态势。通过简单趋势外推分析，预判COD排放总量呈下降态势。

（四）废水中氨氮排放量进入下降通道

统计数据显示，从2006年以来，废水中氨氮排放量出现转折，随后呈下降的态势。其中，工业源氨氮排放呈下降态势，而生活源排放基本稳定。根据2012年数据测算，在废水氨氮的构成中，工业源占10%，农业源占31.8%，生活源占57%。在工业源中，排放量位于前4位的行业依次为化学原料及化学品制造业（34.7%），造纸和纸制品业（8.5%），农副食品加工业（8.0%），纺织业（8.0%）。2011年调整统计范围之后，工业、农业、生活源氨氮排放及排放总量仍然呈下降的态势。简单趋势外推分析，氨氮排放量呈下降态势。

（五）废水中重金属排放呈下降态势

统计数据显示,自 1981 年以来,全国废水中重金属排放总量及汞、镉、铅、六价铬、砷等排放总量呈下降态势。根据 2012 年的数据,重金属(汞、镉、六价铬、总铬、铅、砷)排放量位于前 4 位的行业依次是金属制品业,有色金属冶炼和压延加工业,皮革、毛皮及其制品和鞋业,化学原料和化学品制造业,占重点调查工业排放量的 73.7%。考虑相关行业发展前景以及污染处理水平的提高,通过简单趋势外推,预判废水重金属排放将延续下降的态势。

(六) 氰化物、石油类、挥发酚排放量总体呈下降的态势

统计数据显示,自 1981 年以来,中国废水中氰化物、石油类、挥发酚排放量总体呈下降的态势。根据 2012 年数据,废水中氰化物排放量位于前 4 位的行业依次为化学原料和化学品制造业,石油加工、炼焦和核燃料加工业,金属制品业,黑色金属冶炼和压延加工业,4 个行业占调查工业企业排放量的 90.7%。废水中石油类排放位于前 4 位的行业依次是黑色金属冶炼和压延加工业,煤炭开采和洗选业,化学原料和化学制品业,石油加工、炼焦和核燃料加工业,占 54.3%。2012 年挥发酚排放量最大的行业为石油加工、炼焦和核燃料加工业,占比为 83.4%;其次为化学原料和化学制品制造业,占比为 6.1%。考虑相关行业发展前景以及污染处理水平的提高,通过简单趋势外推,预判废水氰化物、石油类、挥发酚排放呈下降的态势。

(七) 废水中总氮、总磷的排放居高不下,仍呈上升趋势

总氮、总磷是表征湖泊富营养化程度的重要指标,也是中国重点湖泊的主要指标。2007 年,废水中总氮(TN)排放量为 472.89 万吨,总磷(TP) 42.32 万吨。从 2011 年开始公布废水中总氮、总磷的排放量,数据显示 2011 年至 2012 年,总氮排放总量呈上升趋势,从 447 万吨增长到 451 万吨。总磷基本保持稳定,2011 年为 55 万吨,2012 年为 49 万吨。考虑至少到 2020 年,化肥、牲畜养殖量仍处于增长态势,且农业面源污染治理难度大,因此预判总氮、总磷排放量呈上升态势或处于高位。

水环境质量变动趋势

(一) 主要流域水质已逐步进入“稳中向好”的阶段

20 世纪 80 年代初,中国主要流域水质总体状况由基本清洁向局部恶化转变。20 世纪 80 年代末至 90 年代初,中国主要流域水环境质量总体上由局部恶化向全面恶化的趋势发展。2000 年以后,中国主要流域水污染恶化的态势初步得到遏制,特别是“十一五”以来,主要流域水质已逐步进入“稳中向好”的阶段。

监测指标显示,按评价河长统计来看,1998 年以来,全国流域(按评价河长统计)中,Ⅰ类水质占比基本保持稳定,维持在 5%—6%之间;Ⅱ类水质比率不断提高,从 24.4%提高到 39.7%;Ⅲ类水质比率从 33%下降到 21.8%;Ⅳ类水质比率基本保持稳定;劣Ⅴ类水质的比率呈下降态势。总体而言,1998—2012 年,在评价的河流中,Ⅰ类及优于Ⅱ类水质的流域占比大体稳定在 60%左右。

按照监测断面来看,根据国家地表水监测网监测情况,2007 年以来,全国流域(按监测断面)中,Ⅰ类水质占比呈下降态势;Ⅱ类水质比率不断提高,从 25.1%提高到 37.8%;Ⅲ类水质比率提高;Ⅳ类水质比率下降;Ⅴ类水质比率基本保持稳定;劣Ⅴ类水质的比率呈下降态势。2007—2013 年,监测断面优于Ⅰ类的比重从 49.9%提高到 71.9%,而劣Ⅴ类水质的比重从 23.6%下降至 9%。2012 年十大流域国控断面有 31.1%被污染和严重污染。

(二) 湖泊水质不容乐观,水库水质总体趋于稳定,湖泊(水库)富营养化问题突出

1. 湖泊水质呈恶化态势,富营养化问题突出。自 20 世纪 70 年代末至今,中国湖泊由贫—中营养状态为主逐步向富营养状态转变,富营养化湖泊的数量和面积呈现逐年增加的趋势,水质不断恶化。《中国水资源公报》显示,2005—2011 年水质优于Ⅰ类的比重保持稳定,2012 年呈下降态势。与 2011 年湖泊水质评价比较分析表明(同比 103 个湖泊),水质为Ⅰ—Ⅱ类湖泊个数比例下降了 12.7 个百分点。2012 年,全国湖泊主要污染指标为总磷、化学需氧量、高锰酸钾指数。2012 年,湖泊营养状况评价结果显示,大部分湖泊处于富营养状态。中营养湖泊有 38 个,占评

价湖泊总数的 33.9%，富营养湖泊有 73 个，占评价湖泊总数的 65.2%。

2. 水库水质总体趋于稳定，呈向好发展态势。1998—2012 年的《中国水资源公报》显示，达到或优于Ⅲ类水质的水库比重稳中提高。

水库的富营养化形势依然严峻。2011 年，在进行营养状况评价的 455 座水库中，中营养水库 324 座，富营养水库 131 座。在富营养水库中，处于轻度富营养状态的水库 110 座，占富营养水库总数的 84.0%；中度富营养水库 20 座，占富营养水库总数的 15.3%；重度富营养水库 1 座，占富营养水库总数的 0.7%。主要污染项目是总磷、总氮、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量。

3. 水源地水质情况逐步好转。2007—2012 年全国环保重点城市达标取水量比率从 76.5% 提高到 95.3%。从 2009—2012 年，全国试点村庄监测饮用水源地水质监测表明，水质达标率从 42.7% 提高到 77.2%。

城市集中式饮用水源地情况尚可。2013 年全国有 309 个地级及以上城市的 835 个集中式引用水源地统计取水情况，全年取水总量为 306.7 亿吨，其中，达标取水量为 298.4 亿吨，达标率为 97.3%。

（三）地下水污染状况堪忧，且仍呈恶化态势

地下水水质污染状况严峻。根据《中国国土资源公报》、《中国环境状况公报》显示，2010—2013 年，水质呈较差—极差的比例呈提高的态势，从 55% 提高到 59%。2013 年，地下水环境质量的监测点总数为 4778 个，其中国家级监测点 800 个。水质良好的监测点比例为 10.4%，良好的监测点比例为 26.9%，较好的监测点比例为 3.1%，较差的监测点比例为 43.9%，极差的监测点比例为 15.7%。《2012 年中国国土资源公报》显示，地下水主要超标组分为铁、锰、氧化物、“三氮”（亚硝酸盐氮、硝酸盐氮和铵氮）、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物等，个别监测点存在重（类）金属项目超标现象。

而根据《中国水资源公报》显示，2012 年，北京、辽宁、吉林、河南、黑龙江、上海、江苏、安徽、海南、广东 10 个省市采用《地下水质量标准》（GB/T14848-93），对所辖区域的 1040 眼监测井的水质监测资料进行了地下水水质分类评价。评价结果显示：水质适用于各种用途的Ⅰ类监测井占评价监测井总数的 3.4%；适合集中式生活饮用水水源及工农业用水的Ⅱ类监测井占 20.6%；适合除饮用外其他用途的Ⅲ类监测井占 76.0%。主要污染项目是总硬度、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮等。

（四）近岸海域海水水质基本维持稳定

20 世纪 80 年代以来，中国海洋环境呈恶化的态势，90 年代近岸海域的污染问题已经相当严重，2000 年以后，近岸海域污染恶化的态势初步得到遏制，特别是“十一五”以来，近岸海域海水水质基本保持稳定。以近岸各类海水水质比重为考察对象，可以发现，2007 年以来，中国近岸海域海水水质基本保持稳定，其中Ⅰ类和Ⅱ类水域面积比重稳定为 60%—70%。从污染物类型来看，影响中国近岸水质的主要污染指标依然是无机氮和活性磷酸盐，部分近岸海域化学需氧量、石油类、铅、生化需氧量和非离子氨超标。

中国水污染物排放和水环境趋势展望

（一）中长期用水总量和废水排放量仍呈上升态势

当前，中国城市化仍处于快速发展的阶段。2012 年，中国城市化率达 51.27%。综合相关研究，到 2020 年中国城市化率会以每年 0.8—1 个百分点稳定提高。随着城市化水平提高，人均用水量不断提高，且趋于稳定。考虑到中国人口峰值在 2030 年左右，毫无疑问，随着人口的增加，中国用水总量和废水排放量呈增长的态势。参考有关研究，并通过简单趋势外推分析，预判至少到 2030 年全国用水总量及废水排放量将保持增长态势。

（二）农业源污染物快速增加，污染控制难度加大

从 20 世纪 80 年代初开始，中国大力推广化肥的施用，化肥总消费量从 1980 年的 1269.4 万

吨快速增长到 2012 年的 5838.8 万吨。据第一次全国污染源普查，农村的污染排放已经占到了全国的一半左右，其中 COD 占到了 43%，总氮占到了 57%，总磷占到了 67%。研究表明，中国氮肥的利用率为 30%—40%，磷肥的利用率为 10%—15%，钾肥的利用率为 40%—60%。化肥的大量使用，特别是氮肥用量过高，使部分化肥随降雨、灌溉和地表径流进入河、湖、库、塘，造成了水体富营养化。根据相关预测，中国化肥使用量的峰值大约在 2020 年左右，与此同时，中长期畜禽粪便的排放呈增长的态势。这意味着从目前到 2020 年左右，农业面源污染仍处于恶化状态，由此造成的水污染将呈恶化的态势。

（三）水污染从单一污染向复合型污染转变的态势加剧

“十一五”以来，水污染向复合型污染转变的态势进一步加剧，表现在以下几个方面，第一，水污染从流域污染问题逐步演变为河流、湖泊，地表、地下污染蔓延。第二，点源与面源、生活与工业污染叠加，已经形成点源与面源污染共存、生活污染和工业排放叠加、各种新旧污染与二次污染形成复合污染的态势。第三，从污染物种类来看，从一般常规污染物，如 COD、氨氮等发展到包括持久性有机污染物（POPs）、重金属、总氮（TN）、总磷（TP）等污染物同时并重。其中，饮用水污染类型已由 20 世纪 60 年代的微生物为主，70 年代的重金属污染为主，转为以有机物污染为主。

（四）非常规水污染物产生量持续上升，控制难度增大

重金属、持久性有机污染物（POPs）等水污染物产生量持续上升，在部分流域、部分地区污染问题突出。此外，相关研究表明（蒋洪强，2011），至少到 2020 年，城镇污泥产生量将持续增长，在 2020 年将高达 5450 万吨。目前城镇污泥无害化处理率只有 20%左右，70%左右的污泥被随意处理（孔祥娟，2012），因此，中长期污泥处理形势将十分严峻。

（五）水污染形势十分复杂，水环境质量总体显著改善是一个长期过程

尽管数据显示，多种水污染物排放已跨越峰值，根据预测，到 2020 年左右水污染物排放峰值将全面到来。但是，考虑到水环境受累积效应、自净能力等多种因素影响，当前至 2020 年左右这一阶段多数水环境质量指标会逐步“向好”，但也是水环境质量状态最为复杂的时期，主要流域、湖泊、水库、地下水、近岸海域等不同领域的水质趋势不同。但是，总体上，考虑水污染物减排趋势，并综合相关研究以及国际经验，预判中国水环境质量的显著改善是一个长期过程。