

# 生态金融研究动态

第 3 期

2015 年 1 月 21 日

中国人民大学生态金融研究中心

责任主编：郑挺颖

审核：王文

## 中国的污水处理市场有多大？

——生态金融系列讲座第二讲纪要

随着水污染日益加剧，中国水环境质量总体上持续恶化。控制水污染是个庞大系统工程，但污水处理是根本。污水处理的现状如何？还有多远的路要走？未来的市场规模有多大？如何解决巨量投资的难题？2014 年 12 月 19 日，中国人民大学环境学院副院长王洪臣教授在中国人民大学重阳金融研究院发表了题为“中国的污水处理市场有多大？”的演讲，阐述他的“治水”之道。下面是他此次发言的摘编。

业内从来没人研究过“中国的污水处理市场有多大”的问题，我准备试着从以下五个方面讨论一下：一是中国现在的水环境状况；二是美国污水处理可资借

鉴的方面。在这方面，美国走在中国的前面，它的过去就是中国的未来，有很多数据可以借鉴。包括欧洲在内的很多地区都没有参考意义，因为水环境、水资源量都和中国不一样；三是中国污水处理的现状；四是美国离终极目标还有多远？五是通过美国的情况，看中国离终极目标还有多远，从而间接地估算中国的污水处理市场有多大。

## 一、中国现在的水环境状况

“水环境”指三部分：一是地表水环境，包括河流、湖泊。二是近海海域水环境，中国近海海域通常是6万多平方公里；6万平方公里之外的水环境是国际河，由中外双方共同维护。三是地下水环境，虽然看不见，摸不着，但是非常重要，它污染后再修复要比地表水环境难得多。

中国地表水环境，以河流为主。2013年中国十大流域的污染等级总体上是轻度，但各流域之间的差别是非常大的。淮河、海河、辽河，包括松花江、黄河，是中度或者是重度污染。西南诸河、西北诸河以及长江的水资源量比较大，总体质量比较好。总而言之，2013年完整的年度数据看，中国的地表水环境总体上是处于轻度污染。

地表水环境还包括湖泊。多数大型湖泊处于富营养的状态。全国湖泊水体污染最严重的是滇池，其污染程度处于中度，接近重度。西北、西南地区的一些水资源量和径流量不大的小湖泊，质量相对比较好。

在近海的水环境方面，多数大型海湾处于中度或者重度污染的状态。对于总

体的近海的污染状况，高达6万平方公里的近海海域，多达18.6%的海水处于最差，处于劣四类的状态。最好状态的一类海水只占24.6%，总体的污染状况比较严重。

地下水环境最糟糕。根据有关评价，高达43.9%的地下水水质较差，15.7%是极差。极差是六类水，较差是五类水，三类之上的水才可以作为饮用水水源。我国有很高比例的地下水处于很严重的污染状态。

我国的污染状况总体继续恶化，局部有所改善。先从三大水环境来看，地表水环境越来越好；但地下水环境是看不见，摸不着的，有些污染源从地表被赶到了地下；近海海域的问题比较大。

另外，我国水环境管理处于三权分立的状态。地下水真正的管理权归国土资源部；海洋环境的管理权归国家海洋局；环保部只管地表水环境，只有河流和水库，在涉及海湾时还要扯扯皮。海洋局一个总的观念是，没有任何办法去治理海洋，只有环保部门把陆源污染去掉，海洋管理部门才能进一步处理。那么海洋怎么治理？一个小湖泊可以搞生态修复，要搞6万平方公里的海洋生态修复，基本没有可能。这种状况下，我国的海洋污染可能继续恶化。为什么中国渔民总是被韩国人、菲律宾人抓走？因为我国近海的渔业资源已经没有了。如果近海的鱼很多，就没必要冒着被抓走的风险跑那么远。因此，我国的海洋污染形势是极其严峻的。

从这几个方面来看，我国水环境污染，总体继续恶化，局部——也就是地表水有所改善。而且地表水还应该是局部的局部，就是有些流域有所改善，有些流域还处于继续恶化的状态。从污染物的维度来说，这些评价都是基于常规污染物的评价。一些新型污染物目前都没有纳入环境污染状况的评价中，一系列的问题都还没反映出来。

我国的水环境状况很差，一定要有所改善。简单来说，水环境要变好，一定要削减、遏制住污染物往水体排放，包括外源和内源。内源就是水库、湖泊当中存在了很多年、有的是上百年的污染物。清淤工作做得非常不及时。现在要治理太湖，这些年存在的内源怎么办？怎么清？往哪儿清？清出来的淤泥怎么办？所以内源污染是我们面临的一件非常大的事。

外源又简单分成点源和面源，面源主要是控制农村的污染、控制农业化肥的污染。这个困难非常大，我国政策好像现在还不是很清晰。美国马里兰州是给农业 80% 的补贴，也就是政府要求农民按照规定的营养物和农业清洁标准生产，验收之后补贴生产成本的 80%。点源是必须做的，点源又分为生活点源和产业点源。产业点源的治理原则非常简单——谁污染谁治理。

今天重点讨论的是生活点源。生活点源没有责任主体。如果说有责任主体，也只能是政府。因此，政府必须承担起治理生活污染的责任。在一个正常的社会，生活点源是一个大的污染项。生活点源的污水处理具体又分城镇污水处理和农村污水处理。它有明确的责任主体，需要政府出面制定收费的政策。金融对生活点源污染是可以做一些工作的，我们以后需要考虑金融来融通一些资金。

## 二、可借鉴美国的污水处理经验

污水处理实际上是一个系统的概念。污水处理系统包括收集管网、污水处理厂和污泥处理设施。对于收集管网，一个重要的概念就是污水收集率。对于污水处理厂，就是污水处理率。还有一个问题必须明确，就是污水处理标准、污染物

削减率。再就是污泥处置设施、处理方式、安全处理率等。只有这些指标都确定了，才能初步地分析未来的市场。

美国污水都来自市政供水，先看美国市政供水的现状。2011 年，美国的市政供水系统有 5 万多个，服务人口 2.99 亿。美国的市政公共供水比例是非常高的，高达 96%，表明美国几乎所有人都享受着政府提供的公共供水服务。美国日均总供水量是 1.67 亿立方米，饮用水以地表水源为主的地区，通常其水环境质量状况是比较好的。

美国的污水由 2 万多个污水收集系统收集到污水处理厂。市政污水管线总长度达 116 万公里。分流制系统 2 万多个，有 20 几个州完全是处于分流制；合流制系统 836 个，包括纽约、芝加哥、费城这些大城市。分流制比较好，污水和雨水全部分开，收集率会比较高。

美国现在共有 14780 座市政集中污水处理厂，总服务人口 2.26 亿，占了全人口的 74%，即污水集中处理率高达 74%。另外 26% 的人口居住的是小别墅，政府要求必须自行处理。美国污水集中处理设计能力合计 1.7 亿立方米 / 日，实际处理量是 1.23 亿立方米 / 日。它的处理程度是什么关系？如果用一级处理、二级处理、深度处理的处理级别来划分的话，美国总体上处于深度处理这样一个程度。

美国 1.4 万多个污水处理厂每年产生 800 万立方米的污泥，这是干重。美国一年产生 4000 万立方米的湿污泥，大约 50% 的湿污泥经过各种处理之后又回到了 1% 的土地上。美国把 50% 的污泥分散开来，实现可持续循环利用。实际上这个分散的、可持续循环利用的成本比任何处理处置方式都要昂贵得多。

800 万立方米污泥，28% 被填埋，15% 被焚烧，36% 直接进行农业循环利用，

11% 达到 A 级状态的可以做花肥及其他产品，10% 用于森林的再生和修复。通过这些渠道，美国把人类聚集到城市的有机物产生出来的 800 万立方米干污泥，通过合理有序的途径又分散到土地当中去。

### 三、中国污水处理现状

2013 年我国除农村之外的镇、县、市，共有自来水厂 2 万座，总供水能力 4.2 亿立方米，年总供水量 767 亿立方米。其中县（指县城）和市有 5111 座自来水厂，总的供水能力是 3.4 亿立方米 / 天，2013 年的年总供水量是 620 亿立方米。我国市政管网的普及率高达 91.7%（其中县城 81.5%），市政管网漏损是 15.5%（其中县城是 13.6%）。

污水收集管网系统。2013 年我国污水收集管网直径为 7.5 毫米，基本是小区的户线，可认为是市政干线，长度为 46.5 万公里。其中有 17 万公里专门排雨水，27.5 万公里专门收集污水。

再来看看我国的污水处理厂情况：城镇污水处理厂有 5300 座，总处理能力是 1.64 亿立方米 / 日，2013 年总处理量 450 亿立方米。污水处理率在城市是 89%，县城是 78%。全国建制镇（指建制镇，不是县城的城关镇）污水处理率为百分之十几。以行政村来统计，上海最高，超过 50% 的村已经有了污水处理，江苏也非常好。

2013 年统计的污泥处理量是 600 万吨干重，按 80% 的含水率折算成湿重是 3000 万吨，污泥处理处置率不超过 20%。总而言之，中国的污泥处理处置没有实

质性的展开。

再来看看世界上发达国家的污泥处置情况。最先进的国家将污泥循环到土地上，通常是做农肥。但那被认为是最落后、最省钱的一种。实际上，安全地回到农业需要投入更多。北欧、美国、南欧等发达地区，都将污泥处置成农肥。而德国等稍微差一点的经济发达国家依靠焚烧。再差一点的国家将污泥进行填埋，比如中国，以及一些与中国经济发展水平差不多的国家。欧洲已经禁止固废填埋，只要固体废弃物中含有机物，就严禁填埋，认为填埋的影响非常恶劣。再差一点的国家是乱扔乱倒，学术词语叫无序弃置。再差点国家连污泥都没有，因为污水遍地横流。再差一点的国家，像非洲的一些发展中国家，连污水管道都没有。人类历史最发达的程度是可持续地循环起来，人类自然农业把它循环起来，所以，中国的污泥处理设施还没有实质性开始。

#### 四、美国离终极目标还有多远？

美国的环境保护已经做得非常好了，但还剩下很少的一点环境问题。据美国自己的评价，美国的水环境问题仍然非常大。

美国国家环境保护署(EPA) 2013年的地表水水体水质评价称 美国 1/5 的河流、61% 的湖泊、71% 的河口水体处于受损的状态。即在美国 900 多万平方公里的土地上，有 60% ~ 70% 的水体环境处于受损的状况。实际是以无机营养物过多为主的一些水华，影响动植物生态系统的平衡。

美国有不到 10 万平方公里的近海海域，存在严重的缺氧区。什么叫缺氧区？

当溶解氧在水体中的比例低于 2% 时，动物就不再存在了，各种各样的鱼类都将灭绝。1960 年，美国东西海岸还基本没有缺氧区，到了 20 世纪 80 年代就开始比较多了，到了 2008 年，以东海岸为主，西海岸也比较严重，近海海域缺氧区的问题非常突出。墨西哥湾的北岸存在一个严重的缺氧区，面积达 1.8 万多平方公里，因为缺氧一条鱼都没有。切萨皮克湾存在一个红色的缺氧区。其 BOD、COD 等各项水质指标都是达标、合格的，但从生态角度来看，是处于高度缺氧的。2007 年，切萨皮克湾发生过很严重的一次缺氧，由于气温的突然变化，导致一系列复杂的物理化学变化，使这一片水域缺氧更加严重，海湾里的大鱼突然因为缺氧而死亡。

美国海洋环境更严重的问题是，它很久以前就关注到这个事儿上，但治理工作没有取得效果。2000 年进行了系统的监测和研究；2001 年做出了一个缺氧区治理的行动计划，就开始从陆源、面源、点源开始削减；2008 年进行第一阶段的治理评价显示，墨西哥湾北岸 1.8 万平方公里的缺氧区基本上一点变化都没有。为了治理缺氧区，美国联邦政府 2010 年制定行动计划，进一步减少污染物的排放，进一步削减无机营养物向水体排放，对于污水处理厂就是进一步的脱氮处理。实施切萨皮克湾的整个污染防治计划，在 6 万平方公里流域统一削减水污染物；在 6 万平方公里加上 420 万平方公里的范围内进行大气污染排放的控制，控制通过大气沉降到切萨皮克湾的污染物，从海陆空治理。

现在新一轮的研究仍然认定生活污水、市政污水是美国最重要的污染来源之一。这些生活污染源来自什么地方？2013 年的数据显示，高达 7% 的污水未经处理，直接流到河里。也就是说美国花了上万亿美元建设了排水污水处理系统，但每年还有 32 亿立方米污水直接排放到水环境中。雨水会对城市进行冲刷，所有

污染物一并冲刷到水体中，有些地方雨水管网建设容量不够，溢流至污水管网，对水生态造成伤害。集中式污水处理厂出水污染物仍然比较多，标准很低。对于分散式污水处理设施的出水，例如单独住别墅、独门独户的 26% 的总人口，以化粪池为单位的处理设施建设标准比较低，管理水平差，这些污染源是导致美国水环境仍然很差的一个重要原因。这些生活源还需要进一步治理。

怎么治理？从收集来看，需要进一步把污水收集到污水处理厂，美国提出永久排水系统的建设。永久排水系统必须具备三大功能，一是快速排除雨污水，不能导致淹泡；二是把污水完全收集上来；三是处理雨水，因为大气污染控制不了，任何大气污染物都将被雨水冲刷到水体中。

为了实现这三个功能，美国提出永久排水系统建设方案。这个方案前面要采取绿色对策，后面要采取灰色对策。绿色对策是指通过提高绿色率，增大雨水下渗量，降低径流量的对策，也就是多绿化，雨水通过绿化迅速渗到地下。灰色对策是通过地下隧道或水库，节流、注流、调蓄雨污水的一个对策，雨污混合不要直接进环境，先在水库存着。芝加哥投资 74 亿美元，正在建设美国最大、标准最高，也是全世界最先进的绿色对策工程。因为芝加哥这个城市没有别的水源，只能喝伊利湖的水，下游没有水，没有排污的渠道，所以也只能往伊利湖里排。芝加哥政府下决心将问题彻底解决掉，所以投入巨大，同时芝加哥、华盛顿、纽约、底特律等几个大城市都在建设类似的城市基础设施。

总而言之，美国做了一个总体规划，建设未来永久性排水系统。包括绿色传统的基础设施，加上分流制排水系统，再加上灰色基础设施，构成了美国的永久控制计划。计划到 2030 年完成，总投入 1050 亿美元，其中 400 亿美元资助各个

城市做绿色基础设施，买水桶发给老百姓，铺设生态道路，做雨改。650 亿美元用于灰色对策，建水库，建深隧。

此外，美国推动污水处理厂进行提标改造。有机物的标准是双 10%，无机营养物的标准分别是 5、15 和 0.5。这个标准基本就是中国现在的一级 A。美国的改造按照这个基本标准往两个方向展开，一是针对受损的水体进行修复，往那个方向提标改造；二是污水再生利用，解决水资源的短缺。

基于解决水体修复，美国用了五到六年的时间，绘制出一张图来，所谓数字化营养物标准，分门别类地对各个地区每个小流域每条支流标出氮和磷的最高浓度。这张图清楚地说明了每个地方应该控制氮还是磷，分别控制到什么程度。对占美国 85% 的国土面积，都要进行脱氮除磷的提标改造。

另一个方向是以再生利用为主的污水处理厂的改造。污水处理完了之后可以有多种用途。美国的污水再生利用主要集中在南加州和佛罗里达州的一部分。污水的深度处理已经在南加州做得非常好了，美国的技术界提出新的污水再生利用计划，从马桶到水龙头，实现一个理论上的突破。这都要求污水处理厂的出水标准越来越高，所以美国一直在进行提标改造。

美国做了一个投资概算，预计在 2028 年解决水体被损害，解决污水循环利用，解决污水的直接排放，总投资 2981 亿美元。美国污水处理行业还做了一个很超前的事儿，制定了一个面向 2050 年应对气候变化的计划。因为未来气候变暖，极端天气事件越来越多，大暴雨也越来越多，需要加大绿色基础设施，也要加大灰色基础设施，来防止更多的污水溢流到环境。这一系列的工程建设要投入 150 亿 ~ 250 亿美元。

## 五、中国的污水处理市场有多大？

中国城市和县城还需要新增多少污水处理能力？国家发改委组织编制“十三五”发展规划，将污水处理、排水管网、污泥处理处置列入国民经济发展的专项规划。现在顶层设计还没有，也没人做专门研究，只好做一些猜测。

仅考虑城市和县城，其需要的新增污水处理能力决定了“十三五”建设污水处理厂的规模。我国一共 13 亿人口，城镇化率为 50%，可以说一半人口在城市，大约 6 亿人。就按 6 亿人算，供水 620 亿立方米，实际统计的污水产生量为 500 亿立方米。而美国年供水量 460 亿，产生污水 450 亿立方米。把中美两国的相关数据加以对比，可以发现其中的基本逻辑关系不对。美国包含了 96% 的用水人口，没有自备水源，而且水质比较好，地下水不会往里渗；而中国自备水源数量很大，不纳入供水统计数据中，但是政府必须为其提供污水处理服务。然而，中国的污水产生量反而比供水量小，逻辑上说不通。

现在，全国每年处理 500 亿立方米水，实际污水产生量肯定不止 500 亿立方米。按最保守的方式估算，实际污水量为 700 亿立方米，污水处理负荷率控制按照 0.7 计算，中国城市和县城最保守的总污水处理能力是 2.74 亿立方米 / 天。现在已经建成 1.64 亿立方米，最保守的情况下还需要建 1.1 亿立方米 / 天处理规模的污水处理厂。这至少需要 3500 亿元投资，需要财政给钱，要列入“十三五”规划当中。

此外，还有另一个计算方法，就是按照人均每天产生污染物的量来算。按照人口当量，一个正常的成人，生活一天就会排一个 PE 的污染物当量。美国人个头大，吃的东西热量多，排得多；中国人吃得也越来越好。世界上公认的 PE 是

60 克，由各个国家核算自身的数据。

以 60 克的污染物当量，按照美国 2.26 亿人口算，450 亿立方米污水中的 BOD 浓度应为 300 毫克每升，而美国实际的 BOD 污染浓度为 280 毫克每升。统计非常准。说明美国的统计数据从物料平衡角度是经得住考验的。

中国按照 6 亿 ~ 8 亿人口算，污水排放量按 500 亿立方米算，BOD 浓度应该在 720 毫克 / 升 ~ 960 毫克 / 升。但中国全国污水 BOD 平均浓度只有 150 毫克 / 升。若按照 BOD 平均浓度 300 毫克 / 升推算，中国年产污水量是 1200 亿立方米，是现在排污量的 2 ~ 3 倍。

比较一下中美污水管网数据。美国用 116 万公里的管网来收集 450 亿立方米污水，而中国就用 29.5 万公里的管网收来 500 亿立方米污水。中国的污水管网收集效率非常高，用很少的管网和美国收来的污水一样多。问题出在什么地方呢？美国平均进水浓度 250 毫克 / 升，450 亿立方米收集了 1125 万吨 BOD，折合人均 BOD 是 50 毫克到 60 毫克，非常准。中国的人均 BOD 浓度是 150 毫克 / 升。这样算起来中国人一人一天只排 9 到 12.5 克，美国一个人生活一天排污量 60 克或 50 克。最后的结论一定是中国的污水大量进入地下水和河水。西方的下水道有很多设施，而中国的下水道几乎没有设施。因此，一条河就是一个下水道。

未来中国也应该按照美国那样去建设绿色基础设施。如果不做，意味着永远不可能使水环境变好。未来绿色基础设施和灰色基础设施的建设投资，所需资金肯定不止 5000 亿元人民币。

中国污水的提标改造市场有多大？首先限定标准，国家污水处理排放标准该更严，还是该更宽，现在正在反复争论。但水环境质量要变好就一定要提高标准。

北京市地方标准除总氮指标外，已经接近美国现在的标准。如果全国都执行北京市的地方标准，则全国需要投入 3000 亿元进行提标改造。

中国的污泥处理问题不需要太多的钱，五六千亿元就可以解决。问题是中国农村的污水处理怎么办？最难的一个问题是何时处理，因为要城镇化。如果城镇化，现在给农村建设施干嘛？过几年城镇化就搬走了。建设施的话，建一个 10 年生命周期还是 3 年的？还是建个临时的？

但要建完以后，那些人就要永远留在农村。如果五六亿农民留 4 亿人，就需要 2000 亿到 4000 亿元人民币。为什么这个波动范围极其之大？原因是简易的工艺和复杂的工艺差别比较大。

另外，还有污水处理规模方面的问题。在村级，每立方米污水处理建设投资的单价是城里一个大工厂的数十倍，所以，这笔钱不好估。如果 4 亿人在农村一定是两三千亿元投资级的。

中国的路还非常远，单单在水污染控制领域，污水处理能力还离得非常之远。要建污水处理设施，提标改造，要新建污水管网，要搞绿色灰色基础设施，要做村镇污水处理设施和农村污水处理设施。结合美国的规划目标和中国的国情，大概总投资量在 1.5 万亿 ~ 2 万亿元。但即将发布的国家“水十条”，整个水污染处理的投资也就这个数。这笔钱要解决中国水环境问题根本是不可能的，连生活污染这块都需要非常多的资金来投入。





请将领导同志的批示反馈给编辑部（电话：010-62516305）

责任编辑：郑挺颖、曹明弟 审核：王文

---

分送：中央相关机构  
各省、市、自治区负责同志  
各金融机构负责同志

---

中国人民大学重阳金融研究院 中国人民大生态金融研究中心

官方网站：[rdcy-sf.ruc.edu.cn](http://rdcy-sf.ruc.edu.cn)

新浪微博：@人大重阳、@生态金融

邮箱：[rdcy-info@ruc.edu.cn](mailto:rdcy-info@ruc.edu.cn)

公众微信号：rdcy2013、ecofinance2014