

污泥处理行业的深度行业调研

(作者 桑德集团 丁敏 v2017.2.22)

该污泥行业调研有四个目的：一、了解行业要解决的问题或需求；二、了解行业本身所处的发展阶段，来判断介入的时机；三、分析影响该行业的各种因素和程度，来判断投资的价值和风险；四、找到最有价值的企业，寻找投资的切入点。

要点总结：(2017 年看空)

- 污泥是污水处理的副产品，是污水处理的补充环节，重要性和紧迫程度较过去有明显提升。
- 污水处理量与污泥产量严重不匹配，水处理倒逼污泥处理提速
- 很多政策实际没有明确污泥处理费用的付费主体，或未单独对污泥处理征收费用
- 政策支持，务实意愿强，要求 2020 年末城市污泥处理率 90%，县城 70%，建制镇 50%，并明确收费机制
- 2015 年污泥处置率不到 30%，大量污泥去向不明，恶性违法事件频出
- 十三五新增或改造污泥处置规模 6.31 万吨/日，要求城市污泥处理率达 90%，县城 70%，建制镇 50%。预计城镇污水投资约 5829 亿元，其中污泥 5.4%约 316 亿元。2015 年污泥产量 3807 万吨/年，预计 2020 年末污泥产量 4547 万吨/年
- 污泥处理涉及预处理、污泥浓缩脱水、后端处置三个主要环节
- 稳定化、减量化、无害化优先，其次是资源化可能
- 厌氧发酵、好氧发酵以及焚烧为主体的三种技术路线会是未来的主流，其中干化焚烧最有前途
- 污泥产业链太短，依赖于上游污水处理厂，行业非常分散，现有企业普遍偏向，难出大牛股，判断投了就输在了起跑线。
- 部分现有成熟靠前的公司，股东结构复杂（如国资委背景），不容易参与股权投资。
- 关注 1) 有能力同时提供工程建筑和运营的污泥处置解决方案商，最有竞争力；2) 有经验的特殊污泥处置企业（如钢铁+冶金+化工）；3) 关注设备小型化；4) 关注污泥焚烧的副产品飞灰+废气
- 2016 年污泥行业很多好的标的被抄的 PE 倍数很高，平均 15-25 倍，风险较大，目前投的时间点并不合适。

第一章 行业概况

一、什么是污泥

污泥是污水处理的副产物，是在给水和废水处理中，不同处理过程产生的各类沉淀物、漂浮物。不论是活性污泥及其衍生技术，还是膜处理技术，在污水处理过程中都会产生污泥。

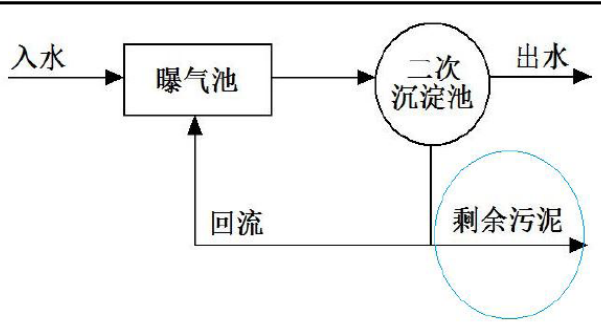
污泥的成分、性质主要取决于处理水的成分、性质和处理工艺。污泥成分复杂，含有病原微生物、寄生虫卵、有毒有害的重金属及大量的难降解物质，如处理不当，容易对环境造成二次污染。同时，污泥中也包含很多丰富的营养物质，经过适当处理可以作为肥料，改良土壤，促进植物生长；经过处理产生的沼气，可以作为能源物质，解决一定的能源问题。

城镇污水处理厂产生的污泥含水率在 75%-99%，污水中接近 1/3 的有机质转化成了污泥；因此，污泥的有机物含量高，容易腐化发臭。另外，由于部分工业废水也排入城镇污水处理厂，导致污泥中含有重金属和其他有毒害难降解的物质，处理难度大幅增加。

污泥产生于污水处理的多个环节



污水处理的污泥产生过程



二、什么是污泥处理

从原则上说，污泥处理是指原泥经过减量、物化和无害化的过程。从流程上说，是对污泥进行浓缩、调治、脱水、稳定、干化或焚烧的加工过程。从结果上说，是指经处理后的污泥或污泥产品在环境中或长期利用中达到长期稳定，并对人体健康和生态环境不产生有害影响的最终消纳方式。

污泥处理属于污水处理的一部分，但是中国目前后者较为完善，设置渗透率高，污泥的专业处理还相当落后。

三、污泥分类

按来源分，大致有生活废水污泥、工业废水污泥和疏浚污泥三类。

按污泥成分及性质分，可分为有机污泥和无机污泥。

按污泥从水中分离过程分，可分为沉淀污泥（包括初次沉淀污泥、剩余污泥和化学污泥）及生物处理污泥（污水在二级处理过程中产生的污泥，包括生物滤池、生物转盘等方法得到的腐殖污泥及活性污泥法得到的消化污泥）。现代污水处理厂污泥大部分是沉淀污泥和生物处理污泥的混合污泥。其中初次沉淀污泥、剩余污泥和腐殖污泥为处

理的主要对象。

按分离过程分类

分类	二级分类	特点
沉淀污泥	初次沉淀污泥	灰色或黑色；含水率 97%以上；易腐臭
	剩余污泥	含水率高；易腐臭；难脱水
	化学污泥	种类性质和混凝剂相关；易脱水
生物污泥	腐殖污泥	有机物含量高；胶状；难脱水
	消化污泥	含水率 95%左右；易脱水

按照污泥处理的不同阶段来分，可分为生物泥、浓缩污泥、消化污泥、脱水干化污泥、干燥污泥及污泥焚烧灰。

按市场领域来分，分为工业和市政污泥。工业污泥的脱水、处理设备，与市政设备的框架外观相仿，但由于工业污泥含有重金属、或腐蚀类物质，需采用特殊的滤布。市政类的污泥，经脱水后可采用填埋、焚烧方式处理。工业污泥经脱水后，大多数采取填埋处理，焚烧的不多，主要是热值较低。

四、污泥特性

污泥特征和表征指标

指标	指标说明
含水率	污泥中所含水分的质量占污泥试样总量的百分比
相对密度	污泥质量与同体积的水质量之比
肥分	污泥中通常含有氮、磷、钾等营养物以及植物生长必须的其他微量元素，也含有腐殖质（土壤改良剂），这些都是污泥肥分的组成成分
燃烧热值	污泥的主要成分是有有机物质，燃烧后可回收热值

■ 有害性（决定处理力度）

中国的污泥**有机物和重金属含量高**。有机物含量高使得污泥极易滋生细菌，并且发生腐臭；重金属含量的超标，将影响污泥的土里利用。不经正规处理处置的污泥随意堆放，对于环境的二次污染的危害甚至大过污水本身的危害。这种环境的倒逼是出台相关支持政策的依据，中国污泥的二次污染已经到了必须面对、抓紧整顿的时候。

备注：有些污泥，毒性太大，其实就是危废。所以一些污泥应该归为危废。

污泥肥分（以干污泥含量计算，单位 %）

污泥类别	有机物	N	P	K	热值
初次沉淀污泥	50—60	2—3	1—3	0.1—0.5	15—18
剩余活性污泥	60—70	3.3—7.7	0.78—4.3	0.22—0.44	8—12
消化污泥	25—30	1.6—3.4	0.6—0.8	—	5—7

140 个城镇污水处理厂污泥内重金属含量（以干污泥含量计算，单位 mg/kg）

	Cd	Cu	Pb	Zn	Cr	Ni	Hg	As
平均值	2.01	219	72.3	1,058	93.1	48.7	2.13	20.2
最大值	999	9,592	1,022	30,098	6,365	6,206	18	269
最小值	0.04	51	3.6	217	20	16.4	0.04	0.78

■ 含水率（决定核心技术）

含水率即污泥中水含量的百分数，相对应的含固率是污泥中固体或干泥含量的百分数。在含水率高、污泥呈流态时，污泥的体积与含固量基本上呈反比关系： $V1/V2 = Ps1 / Ps2 = (100 - Pw2) / (100 - Pw1)$ 。式中： $V1$ 、 $V2$ 分别是含水率为 $Pw1$ （含固率为 $Ps1$ ）、 $Pw2$ （含固率为 $Ps2$ ）时的湿污泥的体积。由此公式，我们很容易推导，当污泥的含水率自 99.5% 降低至 98.5% 时，污泥的体积减缩成原污泥的 30% 左右，再进一步降低到 95%（含固率为 5%）时，污泥的体积减缩成原污泥的 10% 左右。由此可见，含水率的下降对于减量化效果明显，这也决定了处理手段的核心 - 脱水。

如何降低污泥的含水率？通常原始污泥含水率在 98% 以上，经过初级压滤机脱水后，可降到 80%，后续可采用化学药剂调理、压滤机深度脱水、或物理干化等方式，将含水率降至 50% 以下。

■ 污泥比（决定市场空间）

污泥比即污水中污泥产生率，一般用万吨水出多少吨干泥来计算。按照经验值，自然水体中污泥比在万—左右，市政污泥的污泥比是万—万、三之间，工业污泥的污泥比大约在万五。污泥比决定了三个细分行业的市场空间。

其他备注：每吨生活污水的湿污泥产生率为万分之五~万分之八，每吨湿污泥需加入药剂 0.3~0.5 千克

要点总结：

- 污泥是污水处理的副产品，是污水处理的补充环节
- 相比国外污泥，中国污泥有机物和重金属含量高，处理难度更大
- 污泥有害性决定处理力度，含水率决定核心技术，污泥比决定市场空间

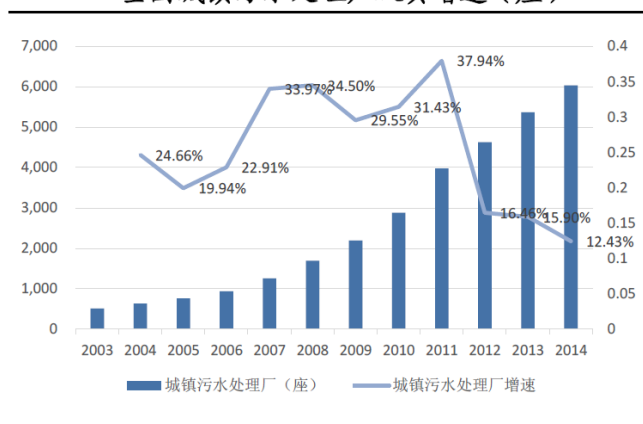
第二章 投资逻辑与国家政策

一、重水轻泥、处理率严重不匹配，水处理倒逼污泥处理提速（供给 vs 需求端）

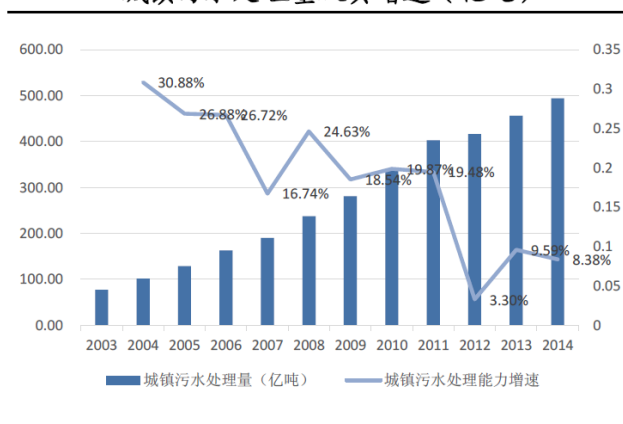
我们在环保水处理领域取得了显著的成效，污水处理的总量和处理率都实现了快速的提升。污泥是污水处理流程中的重要环节之一，工艺路线决定了大部分污染物被转移到污泥当中。如果不严控污泥处理环节，就是污染转移或二次污染。2015 年，我国平均污泥处置率不到 30%（备注：30%是指经过无害化处置的污泥，剩下 70%可能已经被处置了，只是还是有害的，或直接偷排。），国内超 70%的污泥没有安全处置就流入环境，污泥问题已经成为制约污水行业发展的瓶颈，该问题被长期搁置，发展相当滞后。

图：2015 底，全国城镇污水处理厂 6000-7000 座，污水处理能力 2.17 亿立方米/日。设市城市和县城污水处理率分别达 92%和 85%。

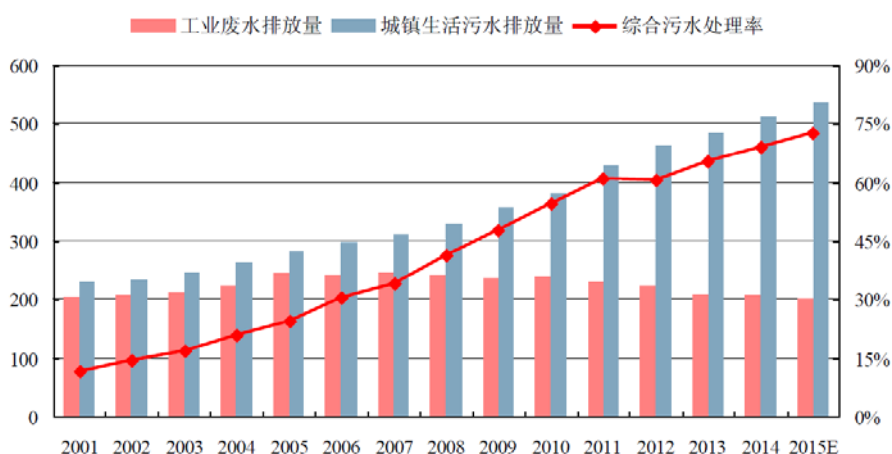
全国城镇污水处理厂及其增速（座）



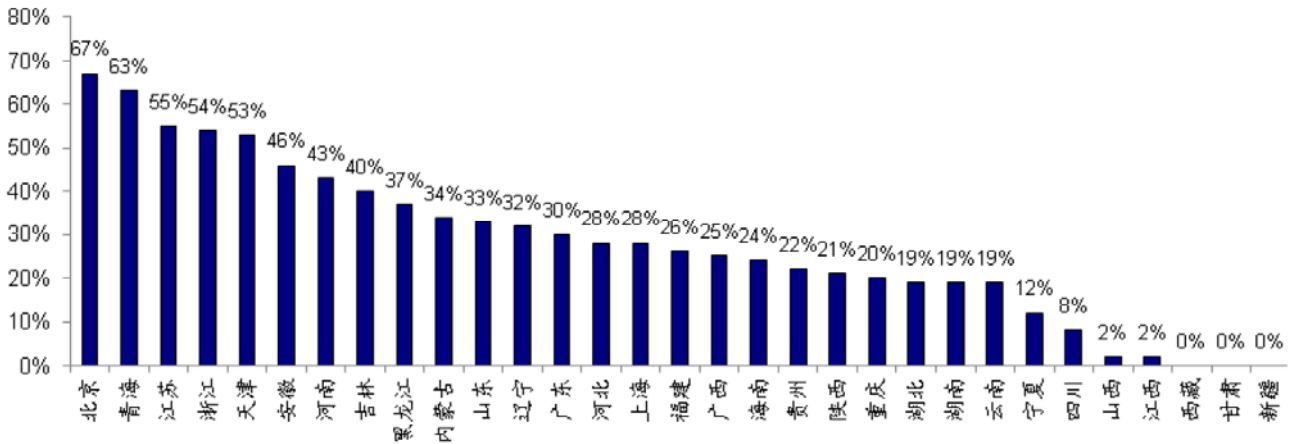
城镇污水处理量及其增速（亿吨）



中国污水排放量构成和年处理污水量（单位：亿吨）

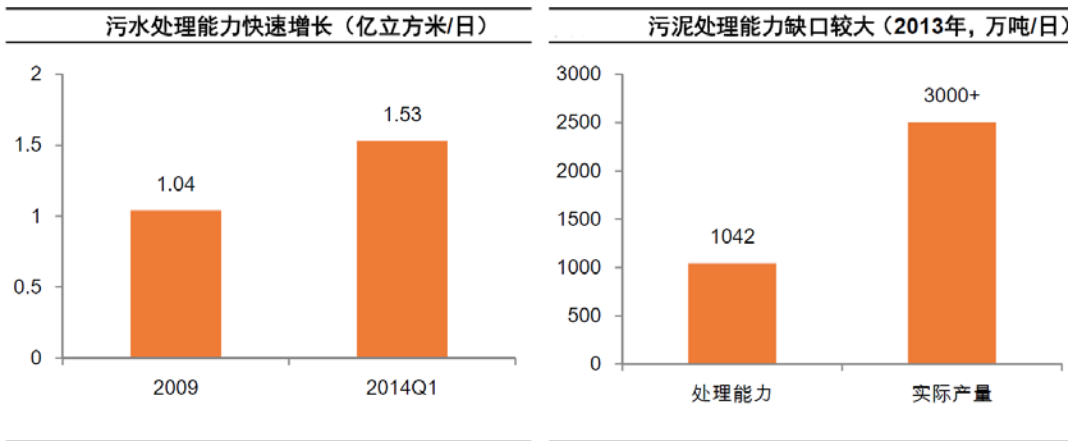


2015年全国湿污泥无害化处理率



资料来源：E20，海通证券研究所

图：2013年污泥处理能力1042万吨/日，估计缺口比例超过50%。（数据太老，但有一定参考意义）



E20 数据



数据来源：住建部《中国城市建设统计年鉴》，《中国城乡建设统计年鉴》，E20 研究院数据库。

图 63 城镇干污泥产生量、处置量及处置率 (2006-2015)



二、行业政策

■ 政策务实意愿强烈

环保行业其核心推动力就是政府意志，倒逼污水处理厂加强污泥治理，是行业启动的最重要标志。污泥行业目前还没有单独的规划，比较重要两个规划是《“十二五”全国城镇污水处理及再生利用设施建设规划》、《国务院关于印发节能减排“十二五”规划的通知》和《“十三五”全国城镇污水处理及再生利用设施建设规划（征求意见稿）》。《通知》将污泥处置率规划由 80%下降至了 70%。这个不仅不是政策支持力度的倒推，规划更加务实，反而是国家强烈治理污泥诟病的意志反应。

名称	发布机构	主要内容	发布时间
城镇污水处理厂污泥处理处置及污染防治技术政策（试行）	住建部、环保部、科技部	地方人民政府是污泥处理处置设施规划和建设的责任主体；污泥处理处置设施运营单位负责污泥的安全处理处置。地方人民政府应优先采购符合国家相关标准的污泥衍生产品。国家鼓励采用节能减排的污泥处理处置技术；鼓励充分利用社会资源处理处置污泥；鼓励污泥处理处置技术创新和科技进步；鼓励研发适合我国国情和地区特点的污泥处理处置新技术、新工艺和新设备。 地方人民政府应进一步提高污水处理费的征收力度和管理水平，污水处理费应包括污泥处理处置运营成本；通过污水处理费、财政补贴等途径落实污泥处理处置费用，确保污泥处理处置设施正常稳定运营。各级政府应加大对污泥处理处置设施建设的资金投入，对于列入国家鼓励发展的污泥处理处置技术和设备，按规定给予财政和税收优惠；建立多元化投资和运营机制，鼓励通过特许经营等多种方式，引导社会资金参与污泥处理处置设施建设和运营 意义：明确了污泥处理处置的技术路线，而且规定在安全、环保和经济的前提下实现污泥的处理处置和综合利用。在该技术政策中，明确了污泥处理处置的保障措施，给我国城市污水处理厂污泥处理处置指明了方向。	2009.02
关于加强城镇污水处理厂污泥污染防治工作的通知	环保部	污水处理厂新建、改建和扩建时，污泥处理设施应当与污水处理设施同时规划、同时建设、同时投入运行；不具备污泥处理能力的现有污水处理厂，应当在该通知发布之日起 2 年内建成并运行污泥处理设施。污泥产生、运输、贮存、处理处理的全过程应当遵守国家和地方相关污染控制标准及技术规范；污水处理厂以贮存（即不处理处置）为目的将污泥运出厂界的，必须将污泥脱水至含水率 50%以下。	2010.11
《城镇污水处理厂污泥处理处置技术指南（试行）》	发改委、住建部	从国内外发展趋势、污泥处理技术、污泥处置方法、中国的技术路线、规划建设与管理等方面对城镇污水处理厂污泥处理处置进行技术指导。	2011.03

《“十二五”全国城镇污水处理及再生利用设施建设规划》	国务院办公厅	目标：到 2015 年，直辖市、省会城市和计划单列市污泥无害化处理处置率达 80%，其他设市城市达到 70%，县城及重点镇达到 30%。新建污泥处理处置规模 518 万吨（干泥）/年。“十二五”期间，全国城镇污水处理及再生利用设施建设规划投资近 4300 亿元。其中，污泥处理处置设施建设投资 347 亿元。	2012.05
《全国地下水污染防治规划（2011-2020）》	国务院	未经稳定化且含水率超过 60%城镇污水厂污泥不得进入生活垃圾填埋场	2012.08
《国务院关于印发节能减排“十二五”规划的通知》	国务院	以城镇污水处理设施及配套管网建设、现有设施升级改造、污泥处理处置设施建设为重点，提升脱氮除磷能力。到 2015 年，城市污水处理率和污泥无害化处置率分别达到 85%和 70%	
《国务院关于加强城市基础设施建设的意见》	国务院	围绕重点领域，促进城市基础设施水平全面提升，按照“无害化、资源化”要求，加强污泥处理处置设施建设，城市污泥无害化处置率达到 70%左右	2013.09
《水污染防治行动计划》	国务院	推进污泥处理处置。污水处理设施产生的污泥应进行稳定化、无害化和资源化处理处置，禁止处理处置不达标的污泥进入耕地。非法污泥堆放点一律予以取缔。现有污泥处理处置设施应于 2017 年底前基本完成达标改造，地级及以上城市污泥无害化处理处置率应于 2020 年底前达到 90%以上。（住房城乡建设部牵头，发展改革委、工业和信息化部、环境保护部、农业部等参与）	2015.04
《“十三五”全国城镇污水处理及再生利用设施建设规划（征求意见稿）》	发改委	完善收费政策。修订城镇污水处理费、排污费、水资源费征收管理办法，合理提高征收标准，做到应收尽收。城镇污水处理收费标准不应低于污水处理和污泥处理处置成本。	
《关于加强城镇污水处理设施污泥处理处置减排核查核算工作的通知》		要求到 2020 年，城市污水处理率达到 95%，县城达到 90%，建制镇达到 70%；城市污泥无害化处理率达到 90%，县城达到 70%，建制镇达到 50%，较“十二五”目标分别提升 20%、40%、20%。文件目标“十三五”期间，新增污水处理设施能力 4890 万立方米/日，新增或改造污泥无害化处理处置规模 6.31 万吨/日，整治 1992 个城市黑臭水体，总长度 5904 公里。	2016.11
		将污泥处理处置与减排任务捆绑，如无法核实污泥去向，将扣除污染物减排量	2016

■ 现有补贴不足，“水十条”或带来转机

在污水处理费用中征收污泥处理费用是大势所趋，但从当前情况来看，处置费用的征需存在较大阻力。我国现行收取的污水处理费用较低，尚无法保证污水厂的正常运行，而推行在污水处理费中加入污泥处理、处置费，又将在一定程度上加重被征收者的经济负担。因此，在未来较长一段时间内，**补贴将是污泥处理处置资金的主要来源。**

目前国内已经有部分城市对污泥处理处置给予补贴，由于处理方案不同等因素造成标准不一，**污泥处理产业很难自己盈利，运转严重依靠政府补贴。**同时，补贴覆盖范围明显不足。

“水十条”或许会将为污泥处理处置补贴政策的明确带来契机。《水污染防治行动计划》预计总投资可能超过 2 万亿。除了为水处理改造、运营带来巨大市场以外，“水十条”或将在污泥处理处置方面给予更多的倾斜。技术层面上，极有可能改变过去以填埋为主的处置路线；经济层面上，或将要求针对污泥处理处置的补贴在全国范围推广，同时明确补贴标准。

部分国内城市污泥处理补贴情况

城市	补贴情况
上海	石洞口项目，采用干化焚烧方案，补贴约 280 元/吨。
北京	干化、水泥窑协同处置方案，补贴约 260 元/吨。
河北	堆肥技术，补贴约 150 元/吨。
杭州	对于实现无害化处置目标的项目，市级财政按项目总投资额的 20% 给予补助，区级财政补助 20%，市级财政最高奖补金额为 500 万元；对于实现资源化处置目标的项目，市级财政按项目总投资额 30% 给予补助，区级财政补助 30%，市级财政最高奖补金额为 800 万元。每消纳处置 1 吨污泥，市本级及主城区项目由市级财政给予 20 元/吨的奖励；两区、五县项目由市级财政给予 10 元/吨的奖励。
苏州	每年通过市财政补贴形式购买 5000 吨污泥，经处理后用于园林绿化和土壤改良。
重庆	明确主城区按照“干化+填埋+资源化”、远郊区县城市按照“资源化+填埋”的思路推进污泥处置。垃圾处理场根据污泥含水率不同（60%至 80%之间），以每吨 60 至 80 元的价格向污水处理厂收取污泥处理费；污水处理厂所付污泥处理费全部由市财政补助。
广州	现有的补贴水平为每吨 300 元。

■ 付费机制阻碍治理效果

虽然有众多条文规定污水处理费应包含污泥处理成本，但目前将污泥处理费纳入污水费用的地方仅为北京市、江苏省太湖地区、常州市、广州市，且占比较低。

表 5 污泥处理处置费与污水处理费占比

地区		污水处理费 (元/吨)	污泥处理处置费 (元/吨)	污泥处理处置 费占比
江苏太湖地区	无锡市	1.3	0.2	15.4%
	苏州市	1.35	0.2	14.8%
江苏省常州市		1.35	0.2	14.8%
无锡			0.2	
广州市		0.9	0.04	4.4%

数据来源：E20 研究院。

要点总结：

- 2015 年污泥处置率不到 30%，其余未真正无害化处理或去向不明
- 污水处理量与污泥产量严重不匹配，水处理倒逼污泥处理提速
- 政策支持，务实意愿强，要求城市污泥处理率 90%，县城 70%，建制镇 50%，并明确收费机制
- 付费机制阻碍治理效果，一般水价都不包含污泥处理费用

第三章 技术线路介绍

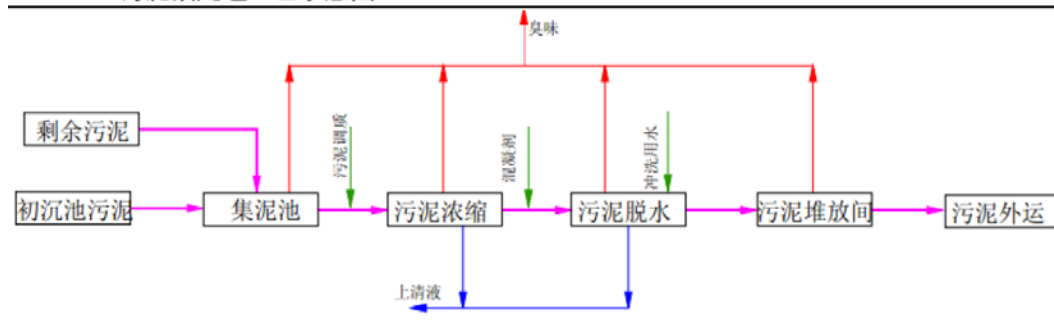
一、基本线路

总体上看，污泥处理处置方案需要经过预处理、污泥浓缩脱水、后端处置三个主要环节。其中，污泥预处理和脱水是可以说是各类后端处置方案都必须经过的处理过程，而后端处置方案则需要根据多方面因素进行综合考量。

1、污泥预处理

污泥预处理工艺主要有收集、调理、浓缩、脱水及相关辅助设施管理。污泥处理技术主要有消化、发酵。

污泥预处理工艺示意图



2、污泥浓缩脱水

污泥处理的核心即减量化，根据我们对污泥含水率的认识可得到一个结论，减量化的核心即脱水。

污泥脱水是整个污泥处理工艺的重要环节，其目的是降低污泥含水率、减少污泥体积，为污泥的最终处置创造条件。为使污泥液相和固相分离，必须克服它们之间的结合力，有目的采用不同的外界措施可以取得不同的脱水效果。污泥脱水与干化包括自然脱水、机械脱水和热处理干化，目前我国污泥机械浓缩常用的技术包括带式污泥浓缩脱水、板框压滤脱水、离心脱水等。常用的脱水方法还有干化脱水技术，超声波脱水技术，絮凝脱水技术等。

目前常见的机械脱水方法脱水率大约在 60-80%之间。而随着 60%可与生活垃圾填埋的指标出台，深度脱水需求也愈发强烈，而最为常见的深度脱水方式是使用隔膜压滤机。

中国污泥出厂指标

常见脱水方法

含水率	用途	脱水方法	脱水装置	脱水后含水率
< 80%	• 可出厂	自然干化	晒砂场	70-80%
		机械脱水	滚压带式压滤机	< 82%
< 60%	• 和生活垃圾混埋	机械脱水	离心机	75-80%
		机械脱水	真空转鼓	60-80%
< 40%	• 园林绿化 • 烧制成砖	机械脱水	板框/带式压滤机	65-75%
		干燥法	干燥设备	10-40%
		焚烧法	焚烧炉	0-10%

3、后端处置

污泥经过预处理和脱水后，要进行后端处置，常见污泥的处置方法包括卫生填埋、污泥好氧堆、土地利用、污泥焚烧及用于建筑物材料等。（实际技术路线很多，这里仅列举）

污泥处理处置主要工艺路线比较

工艺路线	处理方式	技术思路	技术优势	技术劣势	运行成本 (元/吨)	占地 面积	最终出路	建设周期	二次污染
好氧堆肥	处理处置	利用好氧菌对污泥进行吸收、氧化、分解。	1、成本居中、操作简单；2、有机物回归土壤利用肥力；3、可适应小型污水厂需求，可分散安排。	1、减量不明显；2、占地大、周边恶臭污染扰民；3、含重金属的工业污泥不能土地利用。	80-120	大	土地改良、园林绿化	1-2 年	蚊、蝇、臭气污染严重
全程热干化	处理处置	通过加热的方式，破坏污泥中的细胞质或胶体物质，改善污泥脱水性能。	1、相对彻底地实现了污泥的减量化、无害化；2、如周边有热源可实现循环利用降低成本。	1、成本高昂；2、热源受限；3、运营维护复杂。	300-350	较小	土地改良、园林绿化、环保材料、焚烧混烧	8-12 个月	无二次污染
高压板框压滤	处理方式，后接卫生填埋、焚烧或混烧	利用高压和加添加剂破壁（石灰、絮凝剂、强碱）对污泥进行压滤。	1、可实现污泥的稳定化；2、占地面积小，可适应小型污水厂需求，分散处理后再安排集中处置；3、操作简单效果稳定。	1、建设和运行成本较高；2、添加剂增加干物质，石灰或絮凝剂导致增量。	70-80	较小	填埋、焚烧混烧	4-6 个月	加入石灰、絮凝剂或酸碱对土壤产生污染
传统厌氧消化	处理方式，后可接部分处置方式	利用厌氧菌作用将污泥中的有机物转化为沼气。	1、可回收污泥中的能源，高热值污泥可获得售气收入；2、消化后污泥脱水容易。	1、要求污泥有机物含量高；2、厌氧消化后的污泥仍然需要进行脱水处理和处置；3、运营管理复杂。	90-120	大	沼气利用，沼渣填埋或用于土地园林	1-2 年	无二次污染
焚烧	处置方式，前段需接干化	将污泥半程干化后直接焚烧。	1、减量化最彻底；2、在污泥热值高的前提下，可利用焚烧余热配合其他热源对已部分干化的污泥做进一步干化满足焚烧要求。	1、成本较高；2、尾气和飞灰为危险废物妥善处置；3、需要半程干化预处理；4、运营维护复杂。	300-500	较大	发电、建筑材料、填埋	8-12 个月	飞灰、二噁英、尾气等

二、主要后端处置方案（常规方案）

国内外现有的后端处置手段主要包括**卫生填埋**、**焚烧**、**土地利用**、**建筑利用**等。

■ 卫生填埋（没前途）

卫生填埋方法简单、易行、成本低，污泥又不需要高度脱水，适应性强，是最便利的污泥处置方案。

但填埋也存在很多问题，面临的阻力愈发增大。一、会形成填埋渗滤液。渗滤液是一种被严重污染的液体，如果填埋场选址或运行不当会污染地下水环境。二、有机物含量高的污泥会形成甲烷气体，散发恶臭，若不采取适当措施会引起爆炸和燃烧，影响垃圾填埋场的稳定性，延长封场的时间。三、脱水后的污泥较为黏稠，无法堆积，会影响垃圾填埋场的机械作业，导致缩短垃圾填埋场的使用寿命。四、污泥很容易堵塞垃圾填埋场的渗沥管道，影响其排水系统的正常运行。

近年来多个城市的垃圾填埋场面临提前满填封场，因此填埋场拒绝接收污泥的案例屡见不鲜。而这些污泥往往被不当弃置，带来巨大的二次污染风险。综合各方面因素考虑，填埋的处置方式将**逐渐被摒弃**。

■ 焚烧（是趋势 + 贵）

焚烧是使污泥中的可燃成分在高温下充分燃烧，最终成为稳定的灰渣。焚烧法具有减容、减重率高，处理速度快，无害化较彻底，余热可用于发电或供热等优点。湿污泥干化后再直接焚烧应用得较为普遍，没有经过干化的污泥直接进行焚烧不仅十分困难，而且在能耗上也是极不经济的。以**焚烧为核心的污泥处理方法是最彻底**的污泥处理方法，它能使有机物全部碳化，杀死病原体，可最大限度地减少污泥体积；但是其缺点在于处理设施投资大，处理**费用高**。

近年来，焚烧法采用了合适的预处理工艺和先进的焚烧方法，满足了越来越严格的环境要求。污泥热干化及焚烧技术在欧美国家得到了成功应用，使得污泥干化和焚烧技术在国外发达国家广泛推广开来，目前已经成为最主要的处置方式。在国内，虽然污泥处理处置普遍程度低，焚烧处置案例也相对较少，但最近几年明显迎来了较快发展。

备注：焚烧除了在能耗或运行成本上，每家会有点不同，其他都差不多。

■ 土地利用（没前途）

污泥直接土地利用因投资少、能耗低、运行费用低、有机部分可转化成土壤改良剂成分等优点，被认为是最有发展潜力的一种处置方式。土地利用将经处理后的污泥或污泥产品用于土地作为肥料或土壤改良材料。土地利用在发达国家取得了良好的效果，主要是与农业实现了紧密联系。

污泥用于严重扰动的土地（如矿场土地、森林采伐场、垃圾填埋场、地表严重破坏区等需要复垦的土地）的修复与重建，减少了污泥对人类生活的潜在威胁，既处置了污泥又恢复了生态环境。

但在国内，**污泥土地利用的道路异常艰难**，由于以前工业污水和生活污水长期混同处理，出于对污泥中重金属风险的考虑，污泥制成的“有机肥”被农业部禁止进入农田，只能用作绿化土、填埋土、路基土等。

■ 建筑利用（没前途）

建材利用是指通过将污泥固化，制作特殊用途的材料，包括煅烧陶粒或砖、水泥基交通降噪材料、垃圾填埋场覆土材料、吸附材料和建筑材料等。建材化曾经以低成本方式在国内出现，但由于在实际应用中发生普遍的品质低

劣和二次污染现象，也已不被行业所普遍认可。从发达国家的成功案例可以发现，建材化如果想做到足够的安全，成本并不具备优势。利用污泥和陶土烧制陶粒和环保砖。目前有部分省市，例如广州需要申请相关牌照才可进行陶粒和环保砖的生产。

土地利用、建材利用等可能在部分地区的个别项目上取得良好的效果，但大范围推广阻力较大。



处置方案	优点	缺点
土地利用	可充分利用有机物	存在重金属污染风险，应用受限制
填埋	工艺简单	影响填埋场机械作业，潜在风险大
建材利用	成本低，应用广	产品品质低劣，有二次污染风险
焚烧	减量最充分，余热发电提高综合利用效率	成本较高，需处理焚烧产生的飞灰

三、后端处置方案的考量因素

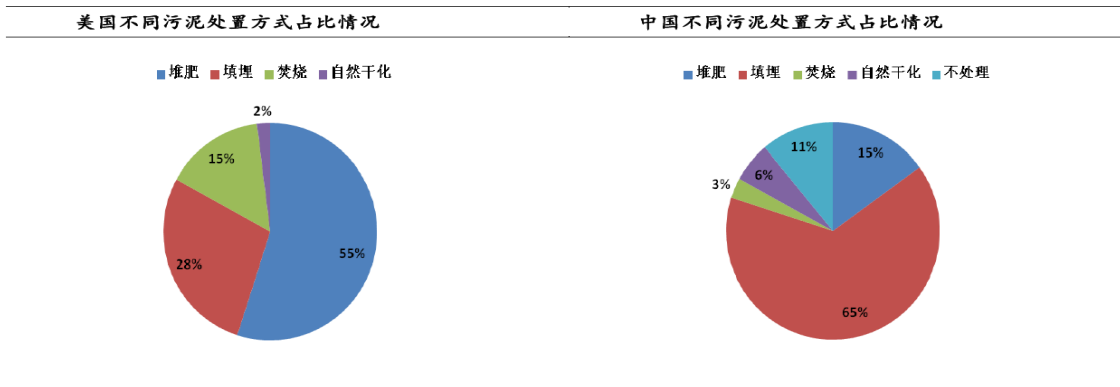
对于中国的污泥处理处置技术路线选择，至少有几个重要的因素需要考量。

- **稳定化、减量化、无害化优先，重视资源化可能。** 难题是如何在**低成本**前提下完成，将湿污泥脱水至含水率 60% 甚至 50% 以下，并保证处理后污泥的安全稳定。

■ **成本管理**能力都将成为重大制约因素。

■ **运输条件、项目用地等限制**。在污泥处理环节的技术路线选择中，污水处理厂规模、设施占地会直接限制配套污泥设施的技术路线选择，而从一个城市统筹考虑，污水处理厂的分布情况、运输条件等方面都成为选择污泥处置路线必须要考虑在内的因素。

在 2010 年，从中美处置方法看，美国 55%的污泥是用作土地利用，而中国目前还是以填埋为主。但是随着技术手段的进步，以及填埋场地的稀缺，未来综合利用一定也将是我国污泥处置的方向。2010 年数据如下，数据太老，仅作参考。



2016 年数据，污泥的处理工艺主要有：干化焚烧（39%）、填埋或资源化（24%）、厌氧消化（21%）、好氧堆肥（14%）、其他（2%）。说明在过去 5 年，干化焚烧从不足 3%猛增到 39%。

四、“干化+焚烧”或理想方案

从总体上衡量，“干化+焚烧”是现阶段国内污泥处理的理想方案，其重要环节主要是在于污泥脱水与焚烧设施的选择。相应地，建议关注脱水设备与项目总包运营。随着国内外对污泥焚烧技术的研究，各种新型的污泥焚烧工艺与设备在实际工程中也得到应用，如污泥流化床焚烧工艺、与生活垃圾混合焚烧、利用现有工业用炉焚烧污泥、火电厂混合焚烧发电工艺、喷雾干燥+回转式焚烧炉等。国内热电厂、水泥窑、砖窑数量众多，为污泥焚烧提供了多种途径，可根据实际需要进行选择。

国内至少在以下几个方面具备大力发展污泥焚烧处置的先决条件：一、国内固废处理能力面临较大缺口，对污泥的减量化提出更高要求；二、国内热电厂、水泥窑、砖窑数量众多，污泥经过预处理和初步的脱水浓缩后可运送至上述各类设施进行焚烧，只需要进行一定的工艺和设备改造，无需重建焚烧设施，减少了投资规模和资金压力；三、近年来国内垃圾焚烧行业快速发展，在二噁英、飞灰控制等方面积累了大量经验可供污泥焚烧借鉴，处理效果在重要指标上基本达到欧盟标准，二次污染风险大幅降低；四、现有和预期的补贴政策可显著改善项目盈利能力。

结合国内污泥处理处置行业面临的各类条件可以判断：填埋的处置方式将逐渐被摒弃；土地利用、建材利用等可能在部分地区的个别项目上取得良好的效果，但大范围推广阻力较大；从总体上衡量，“干化+焚烧”是现阶段国内污泥处理处置的理想方案。

五、其他技术线路介绍

污泥处理行业已形成了几条较为清晰的技术路线，包括“厌氧消化+土地利用”、“干化+焚烧+灰渣填埋或建材利用”、“工业窑炉协同焚烧”以及“脱水填埋”等多套处理技术工艺。

■ 厌氧消化+土地利用——正逐步克服水土不服（由于成分复杂，局限性很大）

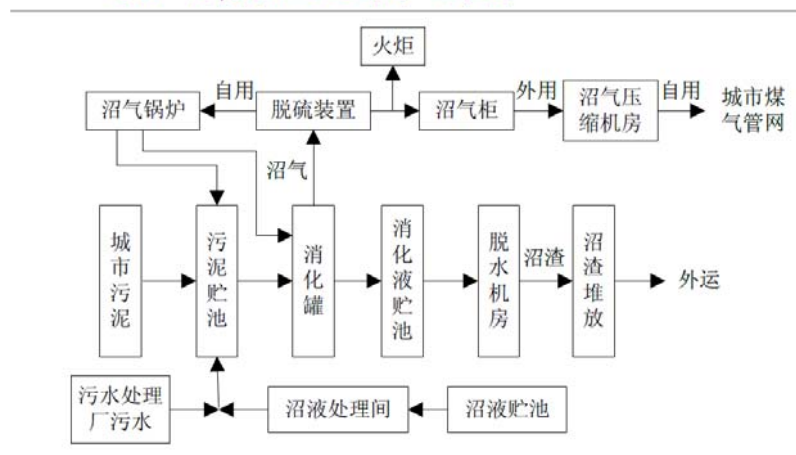
厌氧消化是目前国际上应用最为广泛的污泥稳定化和资源化方法，其稳定化效果好，能耗低，消化过程中产生沼气可实现能源回收利用，不需要大量物料及土地资源消耗。欧美 50%以上的污泥采用厌氧消化处理，产生的沼气转化为电能可满足污水厂所需电力的 33%~100%。

但污泥厌氧消化在我国存在**明显水土不服**。在我国建设的约 50 座污泥厌氧消化设施中，可以稳定运营的只有 20 余座。主要原因是由我国污泥泥质差、处理厂运行管理水平低。我国污泥含砂量较高、有机物含量较低、污泥可生化性差，消化设备运行的稳定性和产沼气率等指标普遍未达到国外标准。此外，我国缺乏沼气利用的激励机制，设备的投资费用高，系统运行较为复杂不易掌握。

不过，在不断研发和改进下，该技术已逐渐完善，采用碱解处理、热处理、超声波处理、微波处理等方法对污泥进行预处理，从而提高污泥水解速率，改善污泥厌氧消化性能。并通过项目经验的积累，企业也逐步掌握了较为全面的操作技能。因此，污泥厌氧消化技术在我国应用的瓶颈正不断被突破，未来将会得到进一步发展，我们认为这会是未来的一个主流方向。

备注：厌氧消化可以消灭有机物有害菌，有一定减量作用。可能会有部分沼气被利用，但价值很小。土地本身实际肯定会有危害，顶多用在市政园林。

污泥“厌氧消化+土地利用”流程图



资料来源：同济大学环境学院，光大证券研究所整理

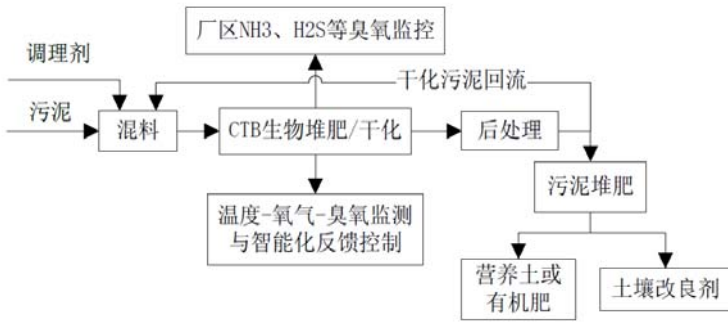
■ 好氧发酵+土地利用——走出认识误区

污泥好氧发酵技术具有稳定和灭菌的双重作用，污泥经发酵后转化为腐殖质，可限制性农用、园林绿化或改良土壤，从而实现污泥中有机质及营养元素的高效利用，设备投资少、运行管理方便。

但长期以来人们对污泥好氧发酵技术存在占地面积大、发酵产品存在重金属污染等片面的认识，限制了其在我国的推广。然而，污泥好氧发酵工程可采用高效、快速、稳定、集约化的设计、运营模式，可实现占地面积的大幅缩小；此外，研究表明我国城市生活污水污泥的重金属超标比例约 5%，污染风险较小，不应该成为限制污泥发酵产品土地利用的主要障碍。因此，在《城镇污水处理厂污泥处理技术指南（试行）》中，“好氧发酵+土地利用”也被列为推荐技术路线。该技术在相对欠发达地区，应用前景较大。

备注：厌氧消化可以消灭有机物有害菌，有一定减量作用，本身不产生沼气。土地本身实际肯定会有危害，可以堆肥，顶多用在市政园林。

污泥“好氧发酵+土地利用”流程



资料来源：同济大学环境学院，光大证券研究所整理

■ 干化+焚烧+灰渣填埋或建材利用——迎来阶段性增长

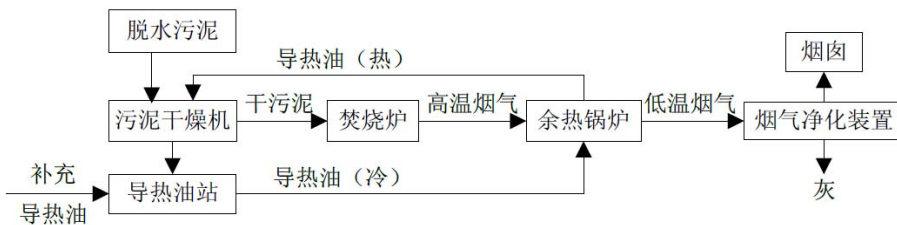
干化焚烧可实现污泥较高级别的减量化、稳定化，当污泥中有毒有害物质含量很高且短期不可降低时尤为适用。日本受制于有限的土地资源，广泛采用污泥焚烧技术。

干化焚烧技术首先使用污泥干燥剂将污泥含水率从 80%脱水到 40%左右，成为干泥。干质污泥的热值可达 2500-3500kcal/kg，具有能量利用价值，与一定量的辅助燃料进行混烧，实现能源回收。不过干化焚烧工艺的设备投资较大，焚烧产生的烟气污染严重，还需建立完善的烟气处理系统，这也加大了污泥的处理费用。因此干化焚烧工艺一般适用于用地紧张且经济发达的地区。

随着对碳减排和污泥生物质资源认识的不断加深，干化焚烧工艺在国外的应用范围开始减少。然而现阶段，在我国污泥厌氧消化和好氧发酵技术还未成熟的情况下，**污泥干化焚烧在一定时期内可能会出现增长的态势，尤其是工业窑炉协同焚烧的方式。**

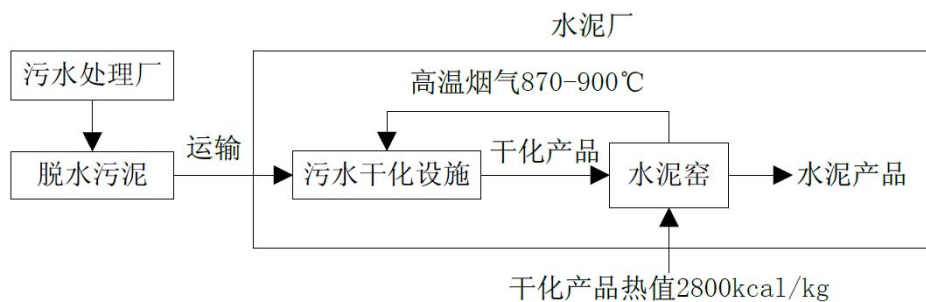
备注：实际建材利用非常有限，顶多水泥协同窑，局限性很大。

污泥“干化+焚烧”流程



资料来源：同济大学环境学院，光大证券研究所整理

污泥“水泥窑协同焚烧”流程



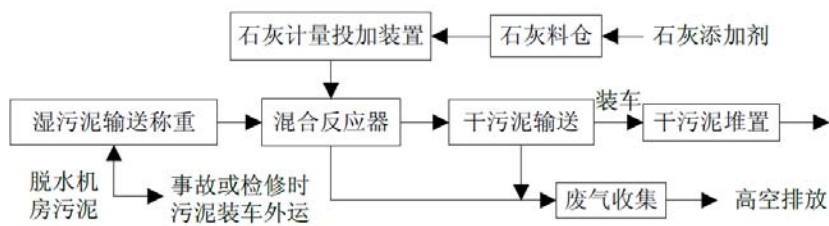
资料来源：同济大学环境学院，光大证券研究所整理

■ 深度脱水+填埋——目前的主流，但没有未来

在我国应用最为广泛的深度脱水是用氧化钙等无机药剂调理为核心，这种技术虽然可实现污泥的体积减量，但也伴随着污泥干质的大幅增加，且影响污泥品质，不利于后续处理。因此，部分企业开始对深度调理新方式进行探索，如电渗析脱水、低温真空脱水等。

虽然‘深度脱水+填埋’是我国目前污泥处理的重要方式，但随着对其弊端的深入了解，选用的态度越来越谨慎。我国长江三角洲地区的部分垃圾填埋场已经拒收污水处理厂的剩余污泥；美国、欧盟等地区的污泥填埋比例也大幅度下降，欧盟对进入填埋场的污泥力学性能做了规定，并要求有机质比例小于5%。鉴于此，未来深度脱水+填埋的应用范围将进一步缩水，可能主要作为应急处理方式。

污泥“深度脱水+填埋”流程



资料来源：同济大学环境学院，光大证券研究所整理

总的来说，我国目前污泥处理技术路线已基本形成，从建造投入、运营效果、资源再利用的角度来看，以厌氧发酵、好氧发酵以及焚烧为主体的三种技术路线会是未来的主流。技术路线的逐渐成熟，对行业的推动作用明显。

短期来看，深度脱水+填埋依然是很多城市的首选，但会逐渐减少，被取代；焚烧方法在本阶段优势明显，但烟气治理趋严以及其带来的运行费用较高的问题是主要障碍，不过该技术依然会是短期内发展最快的技术手段；长期来看，厌氧消化会是主流，具有运行费用低，资源回收率高等优点。好氧发酵的优势在于其成本低，会得到经济欠发达地区的青睐。

典型污泥处理处置方案的综合分析评价

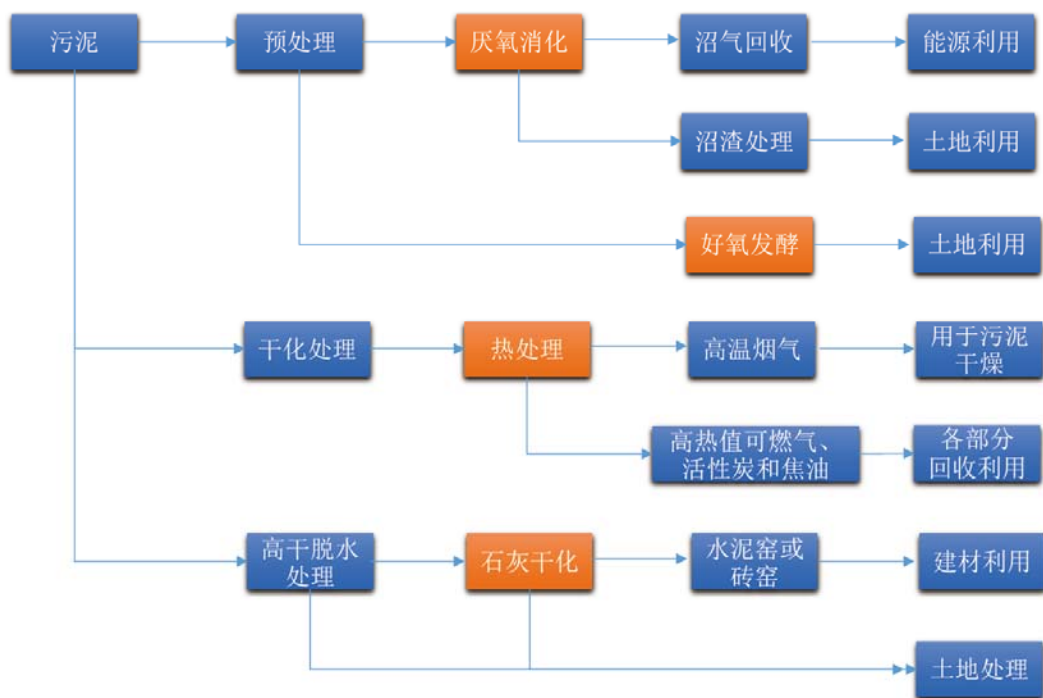
典型处理处置方案		厌氧消化+土地利用	好氧发酵+土地利用	机械干化+焚烧	工业窑炉协同焚烧	石灰稳定+填埋	深度脱水+填埋
最佳适用的污泥种类		生活污水污泥	生活污水污泥	生活污水及工业废水混合污泥	生活污水及工业废水混合污泥	生活污水及工业废水混合污泥	生活污水及工业废水混合污泥
环境安全重金属属性评价	污染因子	恶臭、病原微生物	恶臭、病原微生物	恶臭、烟气	恶臭、烟气	恶臭、重金属	恶臭、重金属
	安全性	总体安全	总体安全	总体安全	总体安全	总体安全	总体安全
资源循环利用评价	循环要素	有机质、氮磷钾、能量	有机质、氮磷钾	无机质	无机质	无	无
	资源循环利用效率评价	高	较高	低	低	无	无

能耗物耗评价	能耗评价	低	较低	高	高	低	低
	物耗评价	低	较高	高	高	高	高
技术经济评价	建设费用	较高	较低	较高	较低	较低	低
	占地	较少	较多	较少	少	多	多
	运行费用	较低	较低	高	高	较低	低
碳排放		负碳排放	低水平碳排放	中等水平碳排放	中等水平碳排放	中等水平碳排放	高水平碳排放

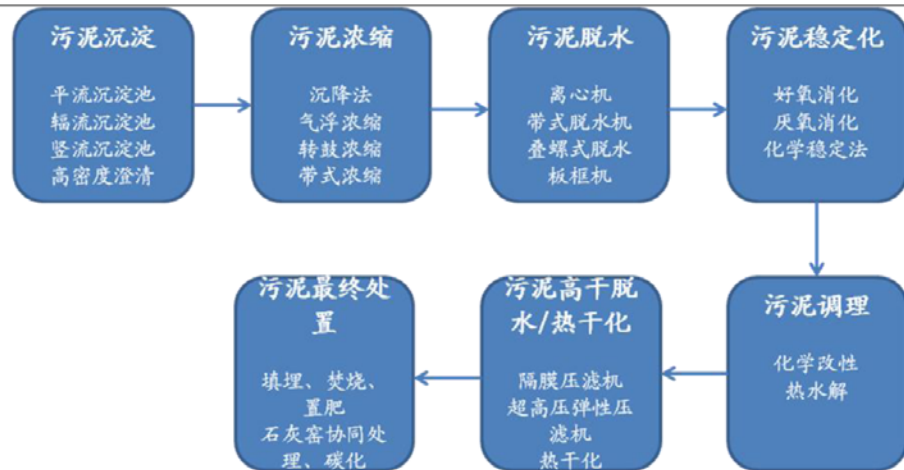
资料来源：《城镇污水处理厂污泥处理处置技术指南（试行）》，光大证券研究所整理

其他版本和图示，仅供综合比较和参考

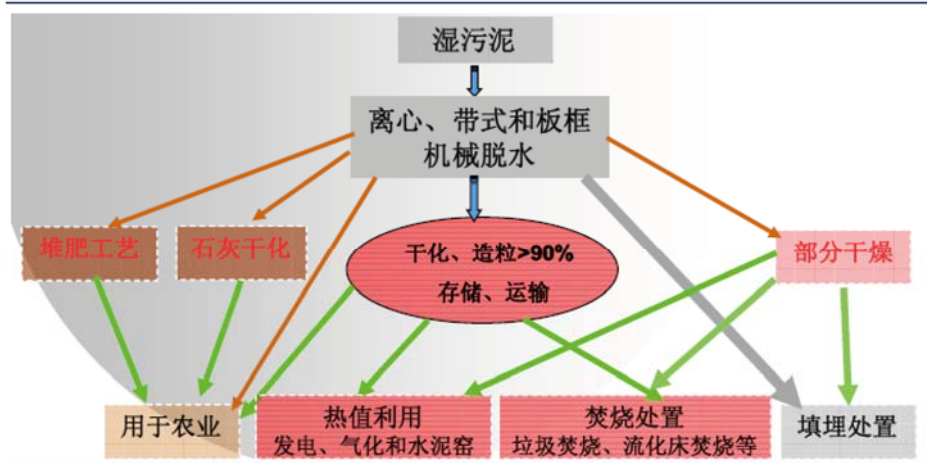
污泥处置不同技术路线图



污泥处置流程图



资料来源：同臣环保，海通证券研究所



资料来源：《市政污水、污泥处理处置技术与市场发展趋势》，申万研究

不同技术路线比较

技术路线	技术优势	存在问题	典型示范项目		
			设计污泥处置量	投资规模	运行成本
厌氧消化技术	可稳定污泥，产生可再生能源，实现污泥中有机质及营养元素的高效利用，提高污泥的脱水性能	对除臭要求高	-	-	-
好氧发酵	反应效率高，节省占地，高效除臭并可实现人与污泥彻底分离，节省除臭投资和运行费用60%以上	-	-	-	-
污泥干化焚烧	更合理经济得处理和综合利用	烟气二次污染，投资和运行成本高，操作水平要求高	64tDS/d	8000 万元	280 元/t
污泥干化/半干化	有机质含量较高的城镇污泥，尽可能提取污泥中的有用物质并进行高值利用		102tDS/d	1.3 亿	全干化 175 元/t
热处理			12tDS/d	650 万元	94.64 元/t

资料来源：《市政污水、污泥处理处置技术与市场发展趋势》，申万研究

六、总结

借鉴国际经验，未来污泥处理处置的技术发展主要有四条路径：1) 沼气能源回收和土地利用为主的厌氧消化技术路线；2) 土地利用为主的好氧发酵技术路线；3) 污泥干化-焚烧技术路线；4) 建材利用为主的污泥高干脱水处理技术路线。

要点总结：

- 污泥处理涉及预处理、污泥浓缩脱水、后端处置三个主要环节
- 稳定化、减量化、无害化优先，其次是资源化可能
- 因地制宜，干化&焚烧或是理想方案，
- 厌氧发酵、好氧发酵以及焚烧为主体的三种技术路线会是未来的主流（其中，干化焚烧最有前途）
- 并关注脱水设备与项目总包运营公司

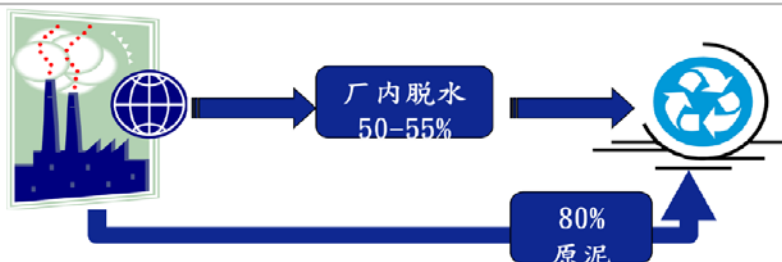
第四章 产业链和价值链分布

一、盈利模式（BOT 为主+厂内脱水，或 EPC）

从盈利模式上看，和污水处理类似，污泥处理处置一般是分为 BOT 和 BOO 两类模式。从处置过程来看，原先较为常见的是将污水厂 80%含水率污泥直接运至处置工厂，进行下一步处置；目前越来越多的企业选择在厂内将 80%的含水率污泥进一步脱水至 50-55%，再外运进行下一步处置。后者的好处明显，即节约了运输费用，对于污水企业来讲节约了成本，对污泥处置企业讲提高了毛利率。

备注：污水厂与政府签订的的水价，有些会包含污泥处理费，有些不会包含。

中国污泥处置盈利模式



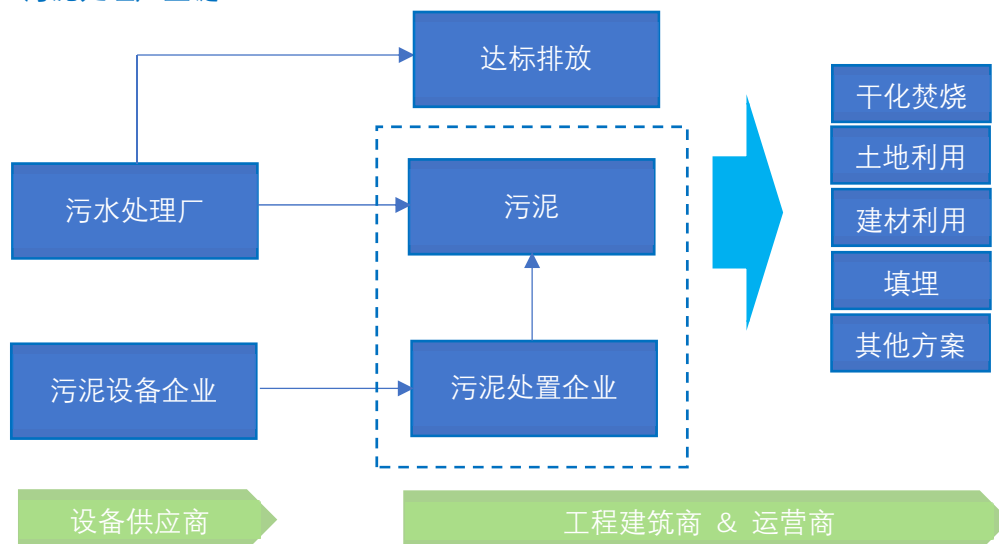
二、产业链

污泥处理的产业链非常短，污泥来自污水处理，经一定脱水后，交由其他第三方企业进行处理，仅此而已。曾有文章写到“污泥处理处置必须构建一条从处理到处置的完整产业链”，这句话侧面说明污泥目前还没有完整的产业链，或根本不可行。其中，能同时提供工程建筑和运营的污泥处置解决方案商最有竞争力，是我们应该看的企业。

产业链主要涉及：

产业链	内容
设备供应商	污泥处置专用设备主要包括脱水、干化设备、厌氧消化设备，例如压滤机、烘干机、厌氧消化系统等
工程建筑商	工程建筑商负责污泥处置工程建筑
运营商	运营商负责污泥处置

图：污泥处理产业链



三、价值链

数据未知，再调研，多半在工程&运营环节。

要点总结：

- 污泥产业链太短，依赖于上游污水处理厂，行业非常分散，不容易出大牛股
- 关注有能力同时提供工程建筑和运营的污泥处置解决方案商，最有竞争力。

第五章 行业发展历程

一、西方的方法和阶段

西方国家的大规模现代化污泥处理是从六十年代末开始的，根据时间划分可以分为三个阶段。

阶段	方法
第一阶段	最为简单的处理方式，污泥经脱水减量化后运往农业区或林地进行土地应用，并产生了一定的污染。
第二阶段	在新建污水处理设施的同时建设了污泥无害化处理设施，改变了原来直接把生污泥应用于农田的状态。这一时期污泥无害化处理的主要技术和设施是污泥的中温厌氧消化和机械脱水。
第三阶段	开发出了更高水平的污泥无害化和资源化处置的技术及设施，主要有机械堆肥、热裂解、热干化、焚烧、制成建材等，呈现出多元化的污泥处理和处置方法，

二、各国标准

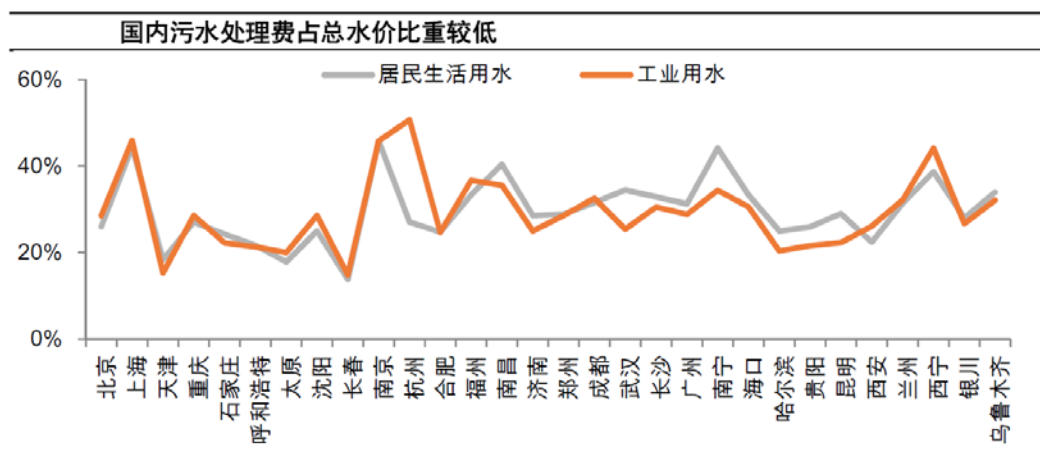
国家	标准
欧盟	1986 年制定欧盟污泥农用标准指导原则，以规范污泥处置的相关标准。1986 年，欧共体通过了“欧洲议会环境保护、特别是污泥农用土地保护准则”；1992 年欧盟通过了“欧共体城市废水处理法令”，禁止其成员国向海洋投弃污泥。1999 年欧盟还颁布了欧盟填埋指导原则。这些文件的实施在很大程度上影响了欧盟污泥处理处置的走向，污泥土地利用在欧洲的比例逐年增加，而焚烧相对经济比较发达的欧盟来说也逐渐增加，比例也有增加的趋势。由于相关的环保政策以及填埋场地的减少和土地资源的短缺，污泥填埋在欧盟逐渐减少。
美国	美国对污泥管理制定了管理政策和规范。1989 年初美国环保局提出了生活污水厂污泥处理和利用法则，该法则包括四种处置方法：土地利用、填地、场地表面处理、焚烧。1991 年 12 月 31 日起，美国全面禁止了污泥海洋投弃。1993 年，美国环保局公布了卷 503 污水污泥规则。1996 年国家污水污泥调查表明，自美国环保局执行卷 503 污泥规则以来，污泥金属含量降低，污水污泥质量的改善非常显著，所有金属的平均浓度低于优质污泥限制，为其 63%-94%。同时污泥循环利用的比例在逐年增加，而由于受到环保政策的影响，污泥填埋的比例正逐步下降，美国许多地区已经禁止污泥土地填埋。
日本	没有制订单独的污泥处置法规，对污泥施用的限制存在于土壤、地下水、填埋、肥料等的相关规定中。例如，在土壤和地下水的相关法规中，在污泥重金属和有机物方面，规定了 27 种监测项目，达到有效控制污泥污染和综合利用的目的。
中国	相比之下，我国有关污水处理的研究起步很晚。20 世纪 90 年代初期，我国的污泥处理技术处在初级阶段，少数污水厂能够通过机械脱水对污泥进行简单的处理，从而将污泥的含水率由原来的 97%-99% 缩减到 75%-80%，但是仍然存在处理后污泥的储存及再处理问题。近 20 年来，我国的污泥处理技术有了较大的进步，但研究不够深入，尚未形成统一的评价标准，在技术方案的选择上缺乏参考。 目前我国污泥标准包括《农用污泥中污染物控制标准》、《城镇污水处理厂污染物排放标准》、《城镇污水处理厂污泥泥质》、《城镇污水处理厂污泥处置分类》等，规定城镇污水处理厂的污泥必须进行稳定化处理，常用的污泥稳定工艺有厌氧消化、好氧消化、污泥堆肥、碱法稳定和干化等，各工艺都有其优缺点和适用范围，工艺的选择存在争议。总体上看，我国的污泥由于标准不完善，处理处置处于一种无序的摸索阶段，大量污泥随意堆放、填埋，造成地表水和地下水污染。

三、相关政策缺失，资金承压

污泥处理本应是与污水处理紧密连接的重要环节，但由于国内环保投入偏颇，使得污泥处理为污水处理厂带来了“额外”的成本。同我国征收的污水处理费用相比，目前征收的污水处理费用无法解决污泥的处理、处置费用问题。

《中华人民共和国水污染防治法》规定，城市污水集中处理设施按照国家规定向排污者提供污水处理的有偿服务，收取污水处理费。污水处理费成本主要包括污水处理厂的生产成本、管网维护成本、泵站提升成本、管理费用及折旧，而污水处理厂污水处理费应是其运行实际消耗的生产要素成本总和，但没有明确污泥处理处置费用。按实际情况，污泥是污水处理的副产物，污水处理应该包括污泥的处理处置。

污泥处理处置费用的保障措施目的在于确保污泥处理处置能够长期、稳定地正常运行，缓解我国污泥处理处置给社会造成的环境压力。目前，我国污水处理费征收已经比较普遍，但并未单独对污泥处理征收费用。同时，污水处理的收费水平低于发达国家。全国主要城市的居民用水和工业用水价格中，污水处理费占总水价的比重平均在 30% 左右，而在发达国家这一比重约为 50%。对于污水处理厂来说，污水处理的收费甚至不能保证污水处理设施的正常运行，可用于污泥处理的投入就更加捉襟见肘。



四、违法事件

由于我国城镇污水处理厂污泥处理处置能力不足、手段落后，大量污泥没有得到规范化的处理处置，直接给水体、土壤和大气带来“二次污染”，不仅降低了污水处理设施的有效处理能力，而且对生态环境构成严重威胁，同时也造成资源的极大浪费，近年来不断有违法倾倒污泥导致环境污染的事件被报出。近年来污泥乱排污染事件盘点。

事件	概况
北京“污泥第一案”	北京商人何涛经营的公司承包了北京排水集团几家污水处理厂的污泥处置业务，2006年10月至2007年7月在永定镇上岸村等地的砂石坑内倾倒污泥，总量约6000吨，造成空气、土壤污染，地下水受到严重威胁，污染损失达上亿元。主犯何涛以重大环境污染事故罪被判处有期徒刑三年六个月，并处罚金人民币3万元。
海宁制革污泥违法倾倒	2010年9月至10月，海宁蒙努集团有限公司等4家公司将制革生产过程中产生的5000余吨污泥委托嘉兴市绿谊环保服务有限公司处理。绿谊公司将污泥倾倒在附近的池塘内，对饮用水源造成了严重污染。环保部门要求绿谊公司限期清除上述污泥，并作出罚款5万元的行政处罚。
佛山印染污泥违法倾倒	2011年11月，佛山市高明荷城富湾杜村江寨村的一片空地上发现退满了10多亩的黑色污泥，周围的河涌受到污染。经有关机构监测分析，该污泥确定为印染污泥，倾倒面积约9200平方米，重达6万多吨。
苏州吴中区污泥非法倾倒	2012年4月，李斌等四人将江苏省苏州市吴中区城区污水处理厂的污泥用船运输至上海青浦区附近河道，并倾倒在青浦区练塘镇长河村西泾港东侧堤岸旁的涵养林内。上海市青浦区人民法院以污染环境罪判处李斌有期徒刑3年6个月并处罚金10万元。

嘉兴化工污泥非法堆积	2012 年 4 月至 6 月，嘉兴大桥镇化工园区内的 2 家制革厂和 4 家印染企业违法处置污泥。这 6 家企业委托嘉兴鑫程再生资源有限公司的皮包公司，将污泥运送到东方码头。两三千吨化工废料非法堆积在大桥镇平湖塘东方码头整整两个月，渗漏到平湖塘内的污泥已经污染了河水。2012 年 8 月 5 日晚非法堆积污泥的肇事者杨旻被公安机关刑事拘留。
南京污泥违法倾倒	2013 年 3 月 19 日至 20 日，南京昶华再生资源回收利用有限公司将约 120 吨污泥倾倒在南京江宁区风坡茶场附近荒山上，引发投诉。后经官方调查，南京江心洲污水厂进行污泥直排已近一年，累计违规填埋污泥达 33583.44 吨。
温州中金岭南倾倒化学污泥	2014 年 7 月 15 日，温州市中金岭南科技环保有限公司偷倒化学污泥入瓯江，公司被罚 200 万董事长被判 5 年半。

从上述案例中不难发现，多数案例具有一个共同点：排污企业将污泥处理外包给第三方，而承包者基本上不具备污泥处理能力，为了获取收益，铤而走险采取偷排方法，最终造成严重的环境危害。

国内大部分地区没有足够满足相关标准的填埋场进行卫生填埋，也没有干化焚烧等污泥处理处置工业和专业处理机构，巨量污泥去向不明。

要点总结：

- 政策没有明确污泥处理费用的付费主体，或未单独对污泥处理征收费用
- 污水处理费占总水价比重太低约 30%（发达国家是 50%），用于处理污泥费用更紧张
- 大量污泥去向不明，恶性违法事件频出

第六章 市场和未来趋势分析

一、政策和数据趋势解读

■ 回顾十二五规划要求（2010-2015）

基于《十二五规划》，预计到 2015 年，全国污泥产量将超过 3500 万吨，并保持约 8%左右的年化增速。期间新增污泥处理和处置设施 518 万吨（干泥）/年，折合投资 347 亿元，实际至少达 500 亿元。清大环境学院预测，2015 年全国全年城镇污水处理厂污泥产量达 3359 万吨，即日产 9.2 万吨。

《十二五规划》要求省会城市和计划单列市污泥处置率 80%，其他城市 70%，县城 30%。2010 年实际城镇污泥处理率不到 20%。

在国外，污水处理厂污泥处理设施的投资一般占污水处理设施投资的 40%-50%，而我国是 20%-45%。《十二五规划》显示十二五新增污水处理投资约 4300 亿元，其中污泥投资 347 亿元，占比 8%，与国际相差甚远。

《十二五规划》提出的污水处理的多数目标可以顺利完成，但污泥处理和处置设施建设进度不达预期，极有可能成为十二五水处理规划中唯一无法完成预定目标的环节。

■ 当前十三五规划要求（2016-2020）

《十三五规划》要求到 2020 年，城市污水处理率达到 95%，县城达到 90%，建制镇达到 70%；城市污泥无害化处理率达到 90%，县城达到 70%，建制镇达到 50%，较“十二五”目标分别提升 20%、40%、20%。2015 年底，实际城镇污泥处理率不到 30%。

《十三五规划》要求期间，新增污水处理设施能力 4890 万立方米/日，新增或改造污泥处置规模 6.31 万吨/日，其中设市城市 4.57 万吨/日，县城 0.89 万吨/日，建制镇 0.84 万吨/日。预计“十三五”城镇污水处理设施建设共投资约 5829 亿元，其中污泥 5.4%约 316 亿元。

《十三五规划》首提水费支付需覆盖污泥处置成本，重水轻泥的现象将在“十三五”期间得到改善。污泥处置的滞后，归根结底是支付方模糊导致。意见稿中首次提出了收费标准“补偿污水处理和污泥无害化处置的成本和合理盈利”，解决污泥处理费痛点，将有效的推进污泥处理处置的实质性发展。

■ 十二五与十三五的比较

城镇污水处理市场近乎饱和，总投资或低于“十二五”。

(1) 十二五期间我国污水处理设施由 2010 年 1.25 亿立方米/日增至 2015 年的 2.17 亿立方米/日；

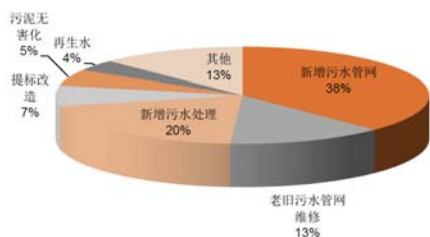
(2) 目标处理率从十二五城市污水处理率 85%、县城污水处理率 70%，升级到十三五设市城市和县城污水处理率分别达到 92%和 85%)。

(3) 十二五规划投资 1040 亿元，实际投资近 3000 亿元，远超规划预期，直接导致“十二五”末期城镇污水处理市场几乎饱和。“十三五”期间城镇污水处理市场投资主要以提标改造与管网建设为主，总投资或将低于“十二五”。

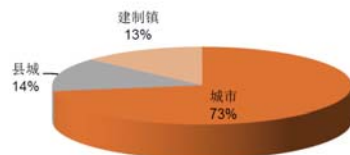
重要数据汇总

内容	2010 年 实际	2015 年 实际	2020 年 预测/要求	回顾十二五规划要求 (2010-2015)	当前十三五规划要求 (2016-2020)
城镇污水处理设施 数量	约 2800	约 6500	无数据	无数据	无数据
城镇污水处理量	1.25 亿吨/日	2.17 亿吨/日	2.45 亿吨/日 (要求)		新增污水处理量 4890 吨/日 总投资 100%约 5829 亿元
污水处理率		城 91.9% 县 85.2% 备注：超额完成目标	城市 95% 县城达到 90% 建制镇 70% (要求)	城 85% 县 70%	城市 95% 县城达到 90% 建制镇 70% 备注：，较十二五大幅增加 20%、40% 和 20%；
污泥产量 (需求量)		券商数据 3359 万吨/年 即 9.2 万吨/日	券商数据 3989 万吨/年 即 10.93 万吨/日 (要求)	518 万吨(干泥)/年, 折合投资 347 亿元, 实际至少达 500 亿元	新增/改造 6.31 万吨/日, 其中 设市城市 4.57 万吨/日 县城 0.89 万吨/日 建制镇 0.84 万吨/日。 折合总投资的 5.4%约 316 亿元
污泥实际处理率 (券商)	20%	E20 数据 2015 年底产量 3807 万吨/年, 无害化处理 率 31-36%	E20 数据 4547 万吨/年 (要求)	省会城市/设市城市 80% 其他城市 70% 县城 30% (实际无法达标)	收费标准要补偿污水处理和污泥无 害化处置的成本和盈利 城市 90% 县城 70% 建制县 50%
		另一数据： 2015 年底产量 4065 万吨/年, 实际无害化 处理能力 1662 万 吨, 无害化处理率 40.89%。			

“十三五”期间城镇污水处理总投资 6828 亿元，管网占比过半

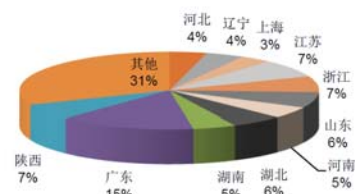


污泥处理市场主要集中在城市

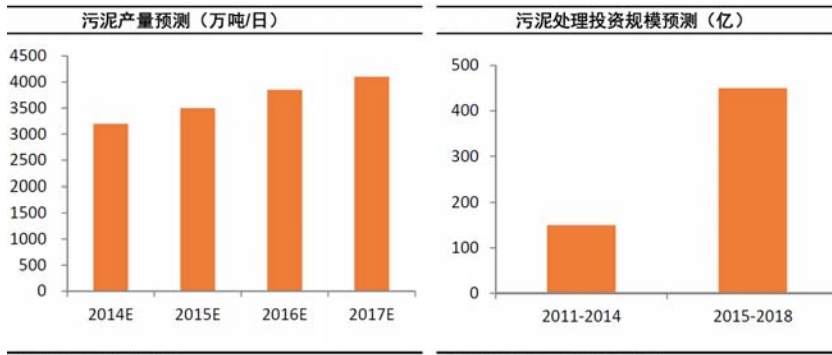


资料来源：政府官网、平安证券研究所

广东、江苏、浙江、陕西污泥处理市场巨大



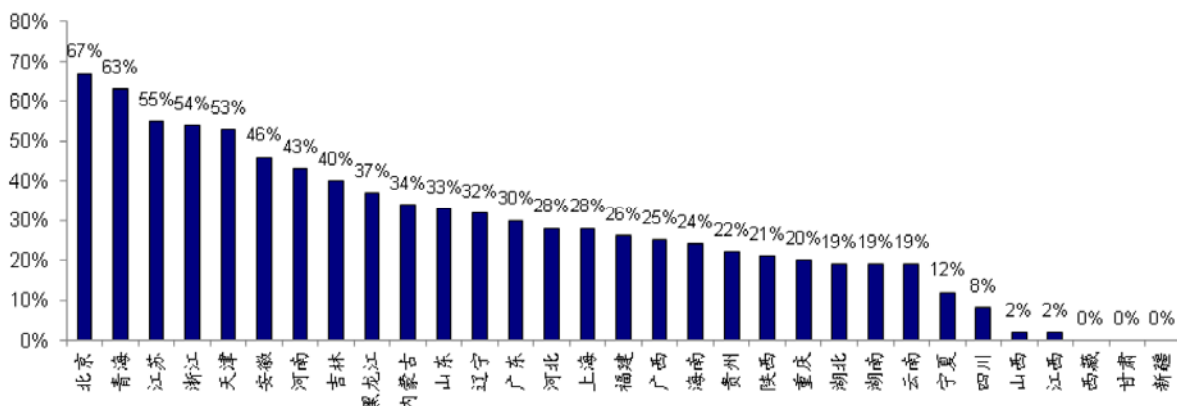
资料来源：政府官网、平安证券研究所



2015 年基础数据

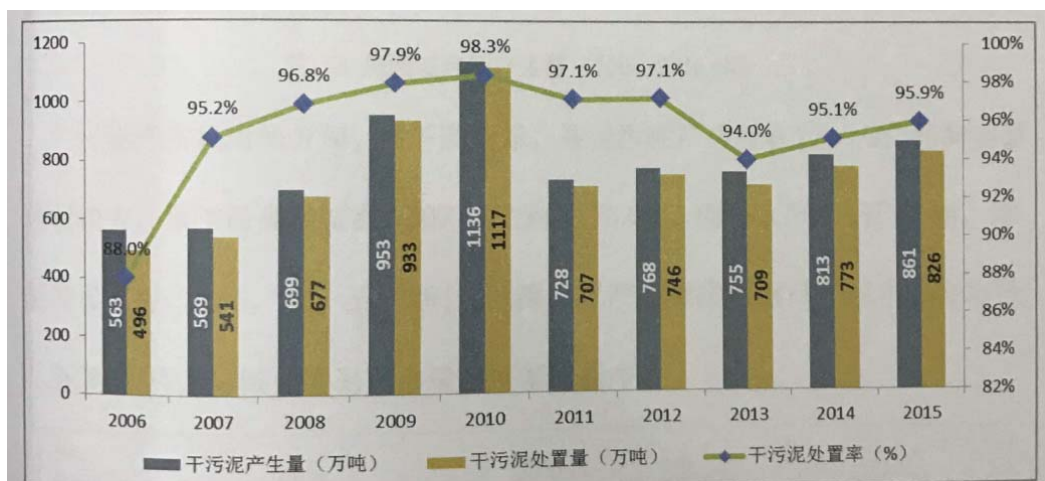
2015 年新建污泥无害化处理能力 520 万吨/年, 同比增长 41%。全国湿污泥平均无害化处理率 32%, 北京 (67%)、青海 (63%)、江苏 (55%) 位列前三, 西藏 (0%)、甘肃 (0%)、新疆 (0%) 位列后三。

2015 年全国湿污泥无害化处理率



资料来源: E20, 海通证券研究所

E20 数据



数据来源: 住建部《中国城市建设统计年鉴》, 《中国城乡建设统计年鉴》, E20 研究院数据库。

图 63 城镇干污泥产生量、处置量及处置率 (2006-2015)



数据来源：E20 研究院数据库。



数据来源：E20 研究院数据库。

图 67 全国城镇湿污泥产生量预测（2016-2020 年）

■ 处理价格

目前污泥处理处置市场呈现出多种技术路线并存态势，技术路线不同其运营成本相差较大。其中

1. 污泥厌氧消化+沼气利用+土地利用整体技术路线的运行成本在 80-120 元/吨；
2. 污泥好氧发酵+土地利用整体技术路线的运行成本在 100-120 元/吨；
3. 脱水、干化后建材利用的运行成本为 250-500 元/吨；
4. 污泥干化焚烧的运行成本为 200-300 元/吨。

按上述数据，吨湿污泥的纯运营成本应在 80-500 元之间，按行业均值 290 元计算，各年的污泥运营成本如下表：

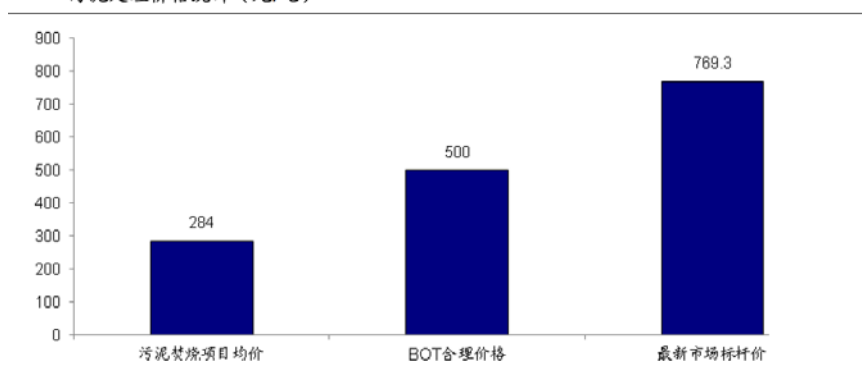
表 6 城镇污泥运营市场规模预测（2016-2020 年）

年份	城镇污泥运营市场规模（亿元）
2016E	114
2017E	118
2018E	123
2019E	127
2020E	132

数据来源：E20 研究院数据库。

E20 测算较为合理的污泥焚烧 BOT 价格为 500 元/吨，这个价格才健康。最新行业标杆价为 769.3 元/吨（兴蓉环境）。

污泥处理价格统计（元/吨）



资料来源：E20，海通证券研究所

二、技术和资源化利用趋势（太遥远，经济可行性存疑）

■ 设备小型化

某行业专家提出，污泥处置设备的设备小型化很重要。

■ 碳回收

主要为甲烷路线，1 吨污泥（80%含水率）产生 280-290 立方米沼气。目标为由“去除有机污染”转化为“保护有机碳源”，工艺上强化一级分离：固液分离和碳氮分离，产出高碳低氮污泥，消化做甲烷、酸化做碳源。未来的难点是通过厌氧氨氧化处理低碳高氮水。同时注意污水处理环节前后端碳源的平衡。

■ 氮循环

主要为蛋白路线，通过对传统活性污泥法改变，由“微生物的分解”转变为“微生物的合成”，氨氮转化为有机氮，微生物产物为优质蛋白，可应用于发泡混凝土、泡沫灭火器等。

■ 磷回收

由于磷不可再生，其回收和循环最先受到重视。现在的工艺是加料后沉淀，始终残留自系统中，会对管道形成

阻塞、腐蚀等。芝加哥的一个项目做到了 85%的磷回收，出售磷酸铵 4000 元/吨。目前德国、瑞士、荷兰已经出台了相关的污水处理规范和标准回收磷，国内已经开始受到关注。

三、产业整合趋势

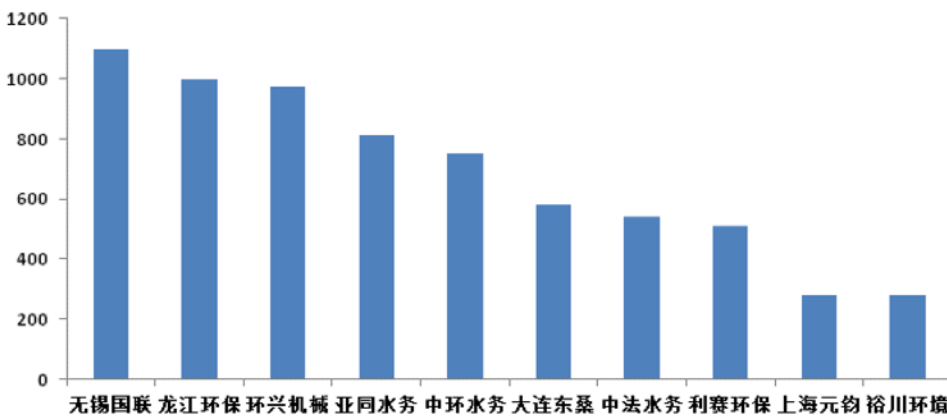
竞争加剧+布局上游产业链

目前，中国专业污泥处理处置企业小而多，市场参与者众多。从下图可知，我国最大企业-无锡国联的处理能力仅占总处理能力 1%左右。并且我们可以发现一般情况下污泥处理处置企业都依托一个水务集团。而这正是未来污泥企业的发展趋势 - 向上游污水治理布局。

污泥行业由于仍然缺乏行业规范以及收费制度，大部分污水治理企业并没有向下游污泥处置延伸的主动性，大部分水厂 BOT 合同中并不包含污泥处理处置，这块市场都交由专业处理污泥企业进行处置。但这并不代表污水治理企业没有污泥处理的能力，可以预计，一旦行业形成规范、收费制度建立，污水企业向下游延伸将不存在太大壁垒。但是反过来现在的污泥企业如果不尽快向上游延伸，掌握污泥源头供给，那么其市场占有率将很难扩张甚至维持。

2015 年券商数据

中国污泥处理处置企业产能排名情况



要点总结：

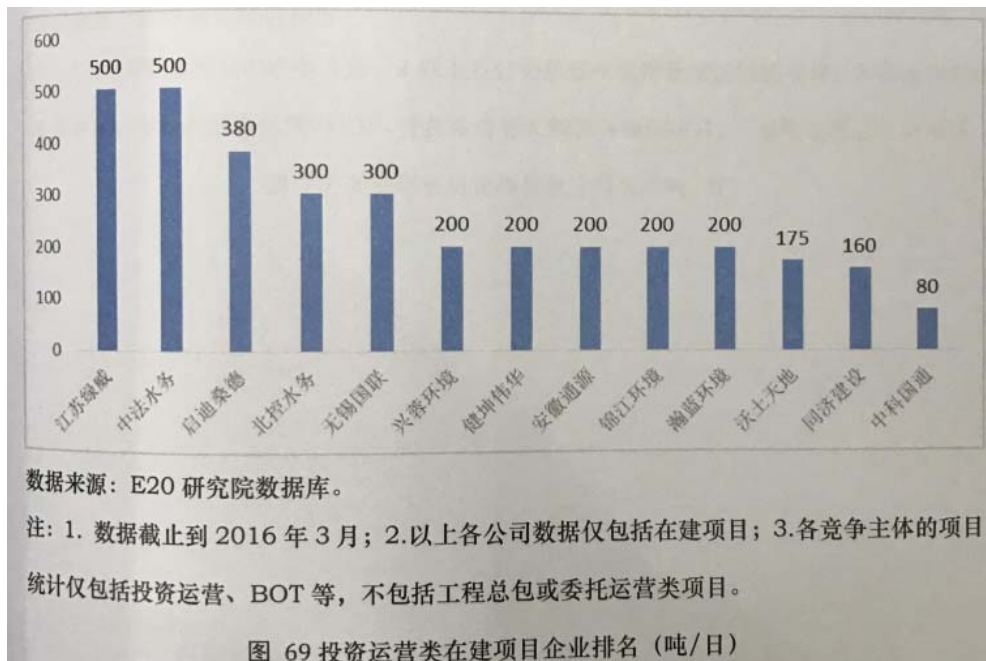
- 十二五期间，2015 年全国污泥产量 3359 万吨，即日产 9.2 万吨。污泥实际处理率 30%。2010-2015 年新增 518 万吨/年，折合投资 347 亿元。要求省会城市和计划单列市污泥处置率 80%，其他城市 70%，县城 30%（实际很可能不达标）。
- 十三五新增或改造污泥处置规模 6.31 万吨/日，要求城市污泥处理率达 90%，县城 70%，建制镇 50%。预计城镇污水投资约 5829 亿元，其中污泥 5.4%约 316 亿元。预计 2020 年末污泥产量 3989 万吨/年，即 10.93 万吨/日
- 我国污水污泥的产业现状表现为重水轻泥、欠债严重，污泥处理率地域性差异大。
- 《十三五规划》还要求进一步完善城镇污水处理收费政策，收费标准要补偿污水处理和污泥无害化处置的成本并合理盈利”

第七章 行业的竞争格局

投资运营是一个企业资本实力的体现，E2O 研究院针对当前市政污泥领 雜资运营类项目进行统计分析，各企业污泥无害化处理处置规模如下图所示，创业环保、无锡国联、浙江环兴分别以 1220 吨/日、910 吨/日和 900 吨/日位居前三位。江苏绿威、旺能环保、龙江环保、北控水务、锦江环境、中 环保水务和中法水务的污泥无害化处理处置规模也已超过 500 吨/日。

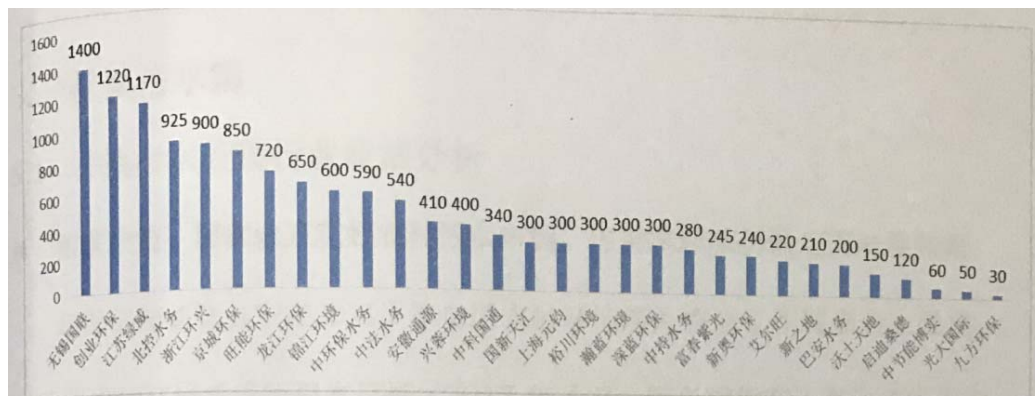


在建项目一定程度上可以反映出污泥处理处置市场未来竞争格局的变化趋势，通过对市场化项目进行不完全统计，江苏绿威和中法水务的污泥 投资运营类在建项目均达到 500 吨/日，位居榜首。启迪桑德、无锡国联、北控水务的在建项目亦较高，进入前五名的行列。值得一提的是这五家企业处理工艺均有所不同：江苏绿威的在建项目处理工艺为污泥焚烧发电，中法水务为污泥干化项目，启迪桑德主要为电渗透污泥干化，北控水务为高压板框工艺，无锡国联为深度脱水焚烧。这也体现了对于污泥企业而言，企业特有的技术将是其强有力的竞争力。



长期服务协议 (BOT、BOO、委托运营等签订长期服务协议的商业模式) 是企业营运能力的展示。已运营的具有长期服务协议的项目如下图所示。其中，无锡国联以 1400 吨/日的规模位于榜单首位，其次为创业环保和江苏绿

威。



数据来源：E2O 研究院数据库。

注：1. 数据截止到 2016 年 3 月；2. 以上各公司数据仅包括正常运行的项目；3. 各竞争主体的项目统计仅包括投资运营、BOT、委托运营等长期服务协议项目，不包括工程总包类项目。

图 70 长期服务协议项目企业排名（吨/日）

第八章 重点公司

保密, 已删除