



城市污泥处理处置政策与技术的发展瓶颈

清华大学

王凯军

第二部分 技术发展方向问题

广东环保厅：明年全省基本实现污泥无害化处置

时间：2014-09-03 来源：新民网 作者：

笔者2日从广东省环保厅对省政协的提案答复中获悉，在广东21个地级市中，有12个市编制了污泥处理处置专项规划（方案），仍有近一半的地市尚未完成污泥集中处理处置规划的编制工作。

约一半污泥采用填埋处理

广东省环保厅透露，“十一五”以来，广东省污水处理能力显著提高，截止2013年底，广东省共建成城镇生活污水处理厂415座，日处理污水能力达2200.2万吨，约产生污泥306万吨（含水率60%—80%）。目前，在全省21个地级市中，有12个市编制了污泥处理处置专项规划（方案），或将污泥处理处置设施建设纳入辖区“十二五”环保规划。11个地级市建成了污泥集中处理处置设施，已建成的污泥集中处理处置项目21个，污泥处理能力达261.9万吨/年，交给持严控废物处理许可证单位无害化处理的量约占81%。

污泥处理技术与政策十年探索

1、我国的污泥处理处置政策法规建设



住建、环保和科技
部



《城市污水处理及污染防治技术政策》和
《城镇污水处理厂污染物排放标准》

污泥处理处置及
污染防治技术政
策（试行）

污泥处理处置
污染防治最佳
可行技术指南

城镇污水厂污泥
处理处置技术规
范（征求意见稿）

城镇污水处理厂
污泥处理处置技
术指南（试行）

2000-2002

2009

2010

2006

2008

2011

清华大学、水网
发布《清华水业
技术绿皮书》

《污泥处理处置
技术政策》分别
征求意见稿

一系列泥用标准：园林
绿化、单独焚烧、土地
改良、农业、制砖等

加强城镇污水厂
污泥污染防治工
作的通知



住建部、环保部

住建部、技术监督局

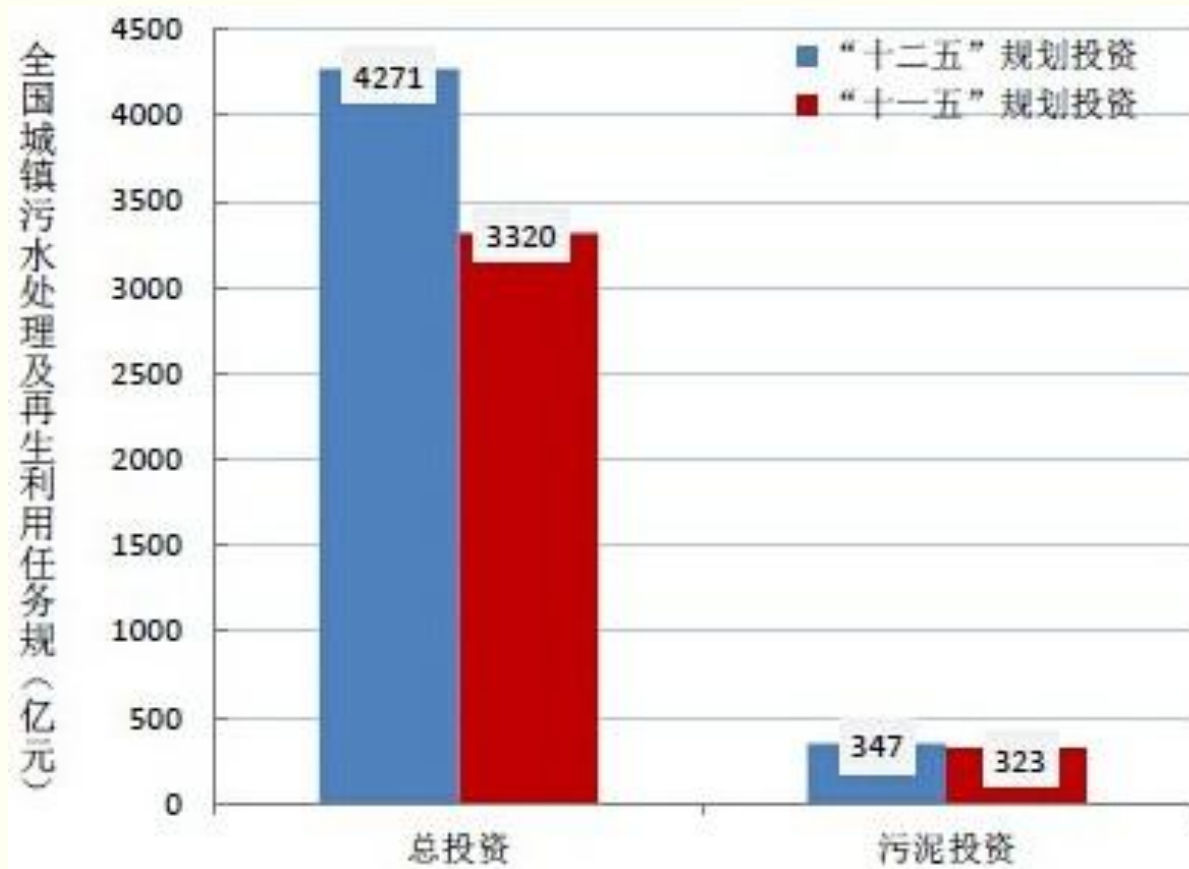


第一部分 污泥处理处置市场分析

第一部分 污泥处理处置市场分析

清华大学
环境学院

1、污泥处理处置市场份额

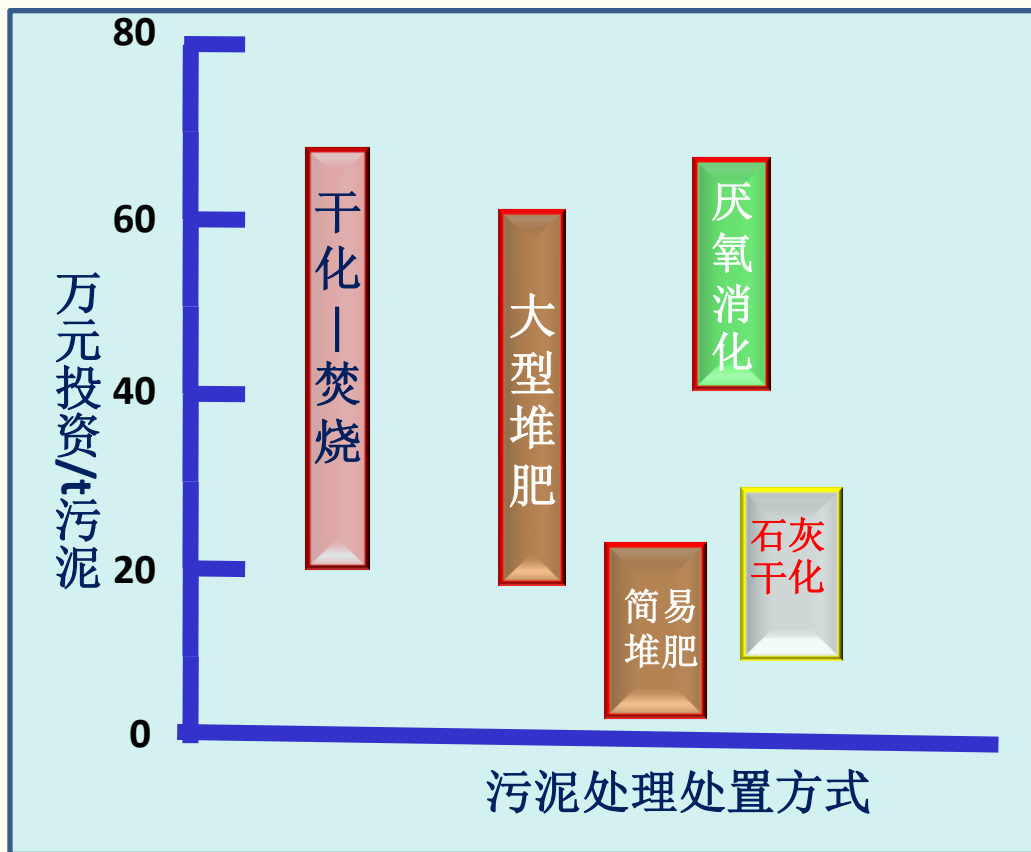


五年总投资350亿，对中央财政性资金不是难点

第一部分 污泥处理处置市场分析

清华大学
环境学院

1、污泥市场投资总量低，市场容量有限



1、干化---焚烧：包括石洞口、北京清河、深圳南山、绍兴、杭州、温州等十余个项目；2、大型污泥堆肥：秦皇岛、郑州、唐山、长春、哈尔滨等十余个项目的统计；3、石灰干化：包括方庄、廊坊、河北正定等项目；4、厌氧消化：大连夏家河、上海白龙港、小红门

第一部分 污泥处理处置市场分析

清华大学
环境学院

2、政府的态度

Web News Images Maps Videos More ▾ Search tools

About 11,000,000 results (0.34 seconds)

北京供水接近极限水资源成制约城市发展的瓶颈-中国水网
news.h2o-china.com › 新闻 › 综合资讯 › 国内资讯 ▾ Translate this page
Apr 3, 2014 - 北京属于典型的资源型缺水的特大型城市，水资源已成为制约城市可持续发展的主要瓶颈。本市自1999年以来多年干旱，每年形成的水资源量平均 ...

北京供水接近极限水资源成制约城市发展的瓶颈 - 中国经济导报
www.ceh.com.cn › 经济资讯 ▾ Translate this page
Apr 3, 2014 - 北京属于典型的资源型缺水的特大型城市，水资源已成为制约城市可持续发展的主要瓶颈。本市自1999年以来多年干旱，每年形成的水资源量平均 ...

水资源成为制约北京的第一瓶颈|水资源|北京_21世纪网
www.21cbh.com › 宏观 ▾ Translate this page
Mar 13, 2012 - 官厅、密云水库的建设，为北京市的各行业供水提供了基本的工程条件，为保障北京城市发展做出了巨大的贡献。没有这两大水库北京的发展就无法 ...

《北京市总体规划2004-2020》采用生态及水资源承载力等七种方法测算，提出2020年北京市人口规模应控制在1800万人左右

2014年新华社报道：“日前，北京市委常委召开扩大会议，集体学习习近平总书记重要讲话和国务院有关会议精神时。认识到：北京发展方向将是：

以水定城

以水定地

以水定人

以水定产

第一部分 污泥处理处置市场分析

清华大学
环境学院



北京市建成大约250万吨污水处理**投资80亿**。

2013年开始，北京市从一级B标准提标改造至**地表水类IV类标准，投资约50亿**

第一部分 污泥处理处置市场分析

清华大学
环境学院



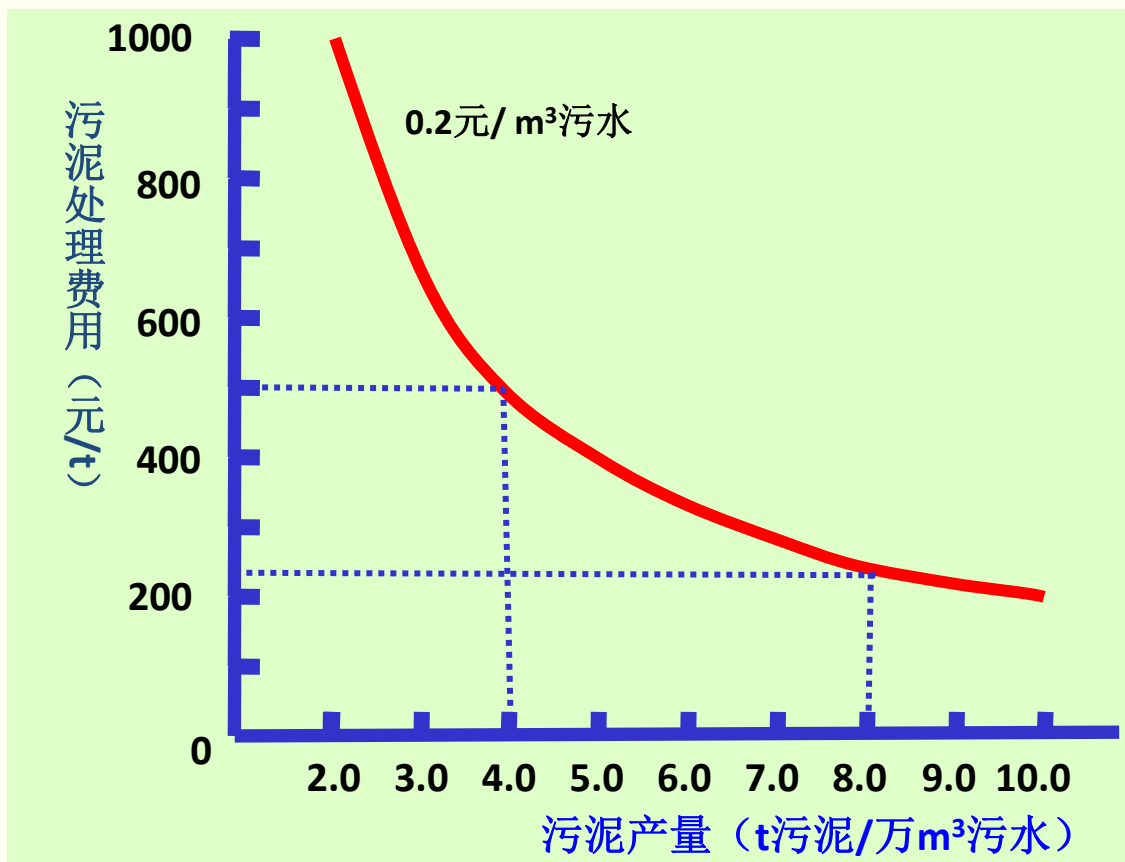
京承高速公路全线贯通全长**209.1公里**

京承高速公路是北京近十年来设计、施工难度最大的项目。每公里造价近1亿元，其中北京段长132.4公里。

第一部分 污泥处理处置市场分析

清华大学
环境学院

3、污泥处理处置费用处于相对合理区间



1、中高浓度生活污水：污泥产量在4-8t/万m³，增加污泥处理费收费0.2元/m³污水计，则可收取污泥处理费250-500元/t污泥(80%)；

3、污泥处理处置费用处于相对合理区间

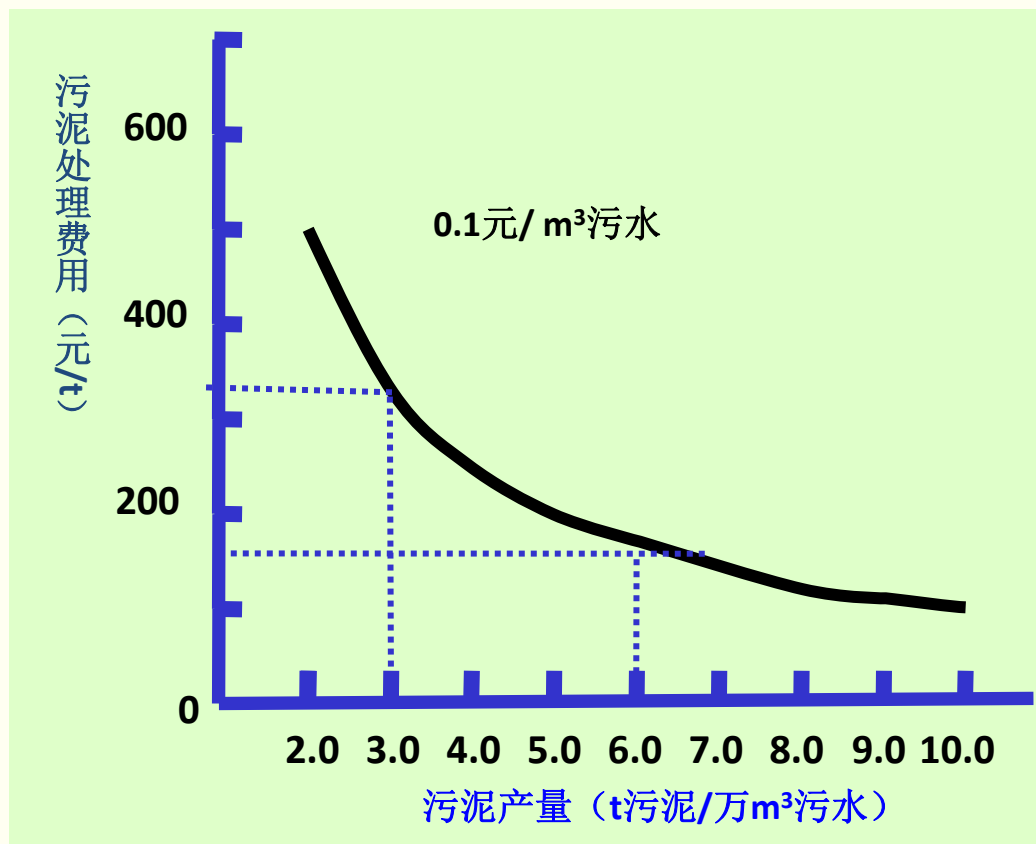
《省人民政府关于推进环境保护工作的若干政策措施》（苏政发[2006]92号）规定从污水处理费中提取一定比例的资金,专项用于污泥处置。

江苏省物价局、财政厅《关于调整污水处理费有关问题的通知》(苏价工〔2008〕126号)规定太湖污泥处置,并要将污泥处置费用单独列帐,确保污泥处置设施的正常运行。

第一部分 污泥处理处置市场分析

清华大学
环境学院

3、污泥处理处置费用处于相对合理区间

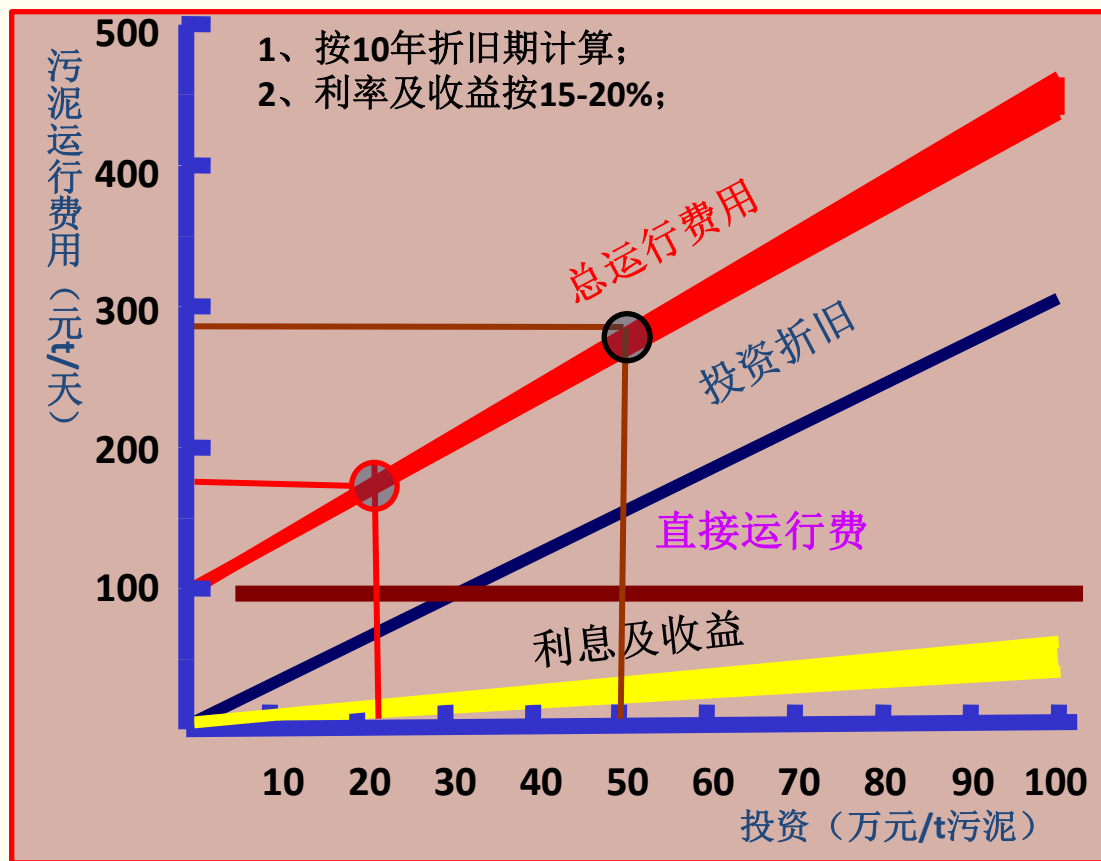


2、低浓度生活污水：污泥产量一般在3-6t/万m³，即使收费为0.1元/m³污水，则覆盖污泥处理费170-330元/t污泥(80%)；

第一部分 污泥处理处置市场分析

清华大学
环境学院

4、污泥干化—焚烧投资和运行费用分析



国外进口设备：投资在50万元/t污泥（80%）左右，经济分析表明运行费用**很难低于300元/t污泥(80%)**，对于外资企业需要本土化，降低成本；

第一部分 污泥处理处置市场分析

清华大学
环境学院

燃煤电厂烟气脱硫取得举世注目成绩



国土安全

能源安全

食品安全

■ ■ ■ ■ ■ ■

环境安全

■ ■ ■ ■ ■ ■

第二部分 技术发展方向问题

第二部分 技术发展方向问题

清华大学
环境学院

国家政策总结：国家、职能部门和技术界的集体缺位，表现为行业管理、技术设计和监管部门在几个历史时期，没有把污泥减量化、稳定化和无害化处理作为城市污水处理厂建设必备环节：

第一阶段：污水处理发展初期。我国污水处理厂建设初期：天津纪庄子、北京高碑店、杭州四堡等一大批大型污水处理厂采用了正确的技术路线；

第二阶段：污水处理起步期。从90年代中期开始政府引导下将填埋场作为污泥处理、处置的灵丹妙药；

第三阶段：污水处理超常规发展期。从上世纪末、本世纪初技术界彻底否定了厌氧稳定的处理工艺，采用了延时曝气(氧化沟)具有稳定污泥功能或不具备污泥稳定功能(SBR)工艺的好氧污泥稳定方法。

第四阶段：污水处理成熟期。目前在政府的引导下(技术界整体失语)采用生污泥直接高干脱水的技术路线；

第二部分 技术发展方向问题

清华大学
环境学院



中华人民共和国环境保护部

Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China

政府信息公开

最牛政府公函

环境保护部办公厅文件

环办[2010]157 号

关于加强城镇污水处理厂污泥污染防治工作的通知

.....

二、加快污泥处理设施建设。……污水处理厂新建、改建和扩建时，污泥处理设施（污泥稳定化和脱水设施）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，**应当在本通知发布之日起2年内建成并运行污泥处理设施。**

三、加强污泥环境风险防范。……**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。**……

.....

目前将政策解读为对所有污水厂的要求，导致全国各地新建高干脱水设施。将临时性措施理解为永久性措施。



第二部分 技术发展方向问题

清华大学
环境学院



2.6 脱水污泥直接填埋（过渡阶段方案）

深度脱水→填埋；

脱水→添加粉煤灰改性处理→填埋。

该方案占用土地量大，且导致大量碳排放。.....该方案可作为阶段性、应急或备用的过渡阶段处置方案。



工艺	类别	前处理	碳排放(kgC/tDS)
厌氧消化	二级厌氧消化，带沼气发电系统	浓缩	-46.9
脱水	板框压滤	浓缩	199.5
	离心	浓缩	36.9
	带式压滤	浓缩	22.9
焚烧/熔融	熔融	浓缩+脱水	47.5
	流化炉	浓缩+脱水	82.8
	流化沸腾炉	浓缩+脱水	154.9

第二部分 技术发展方向问题

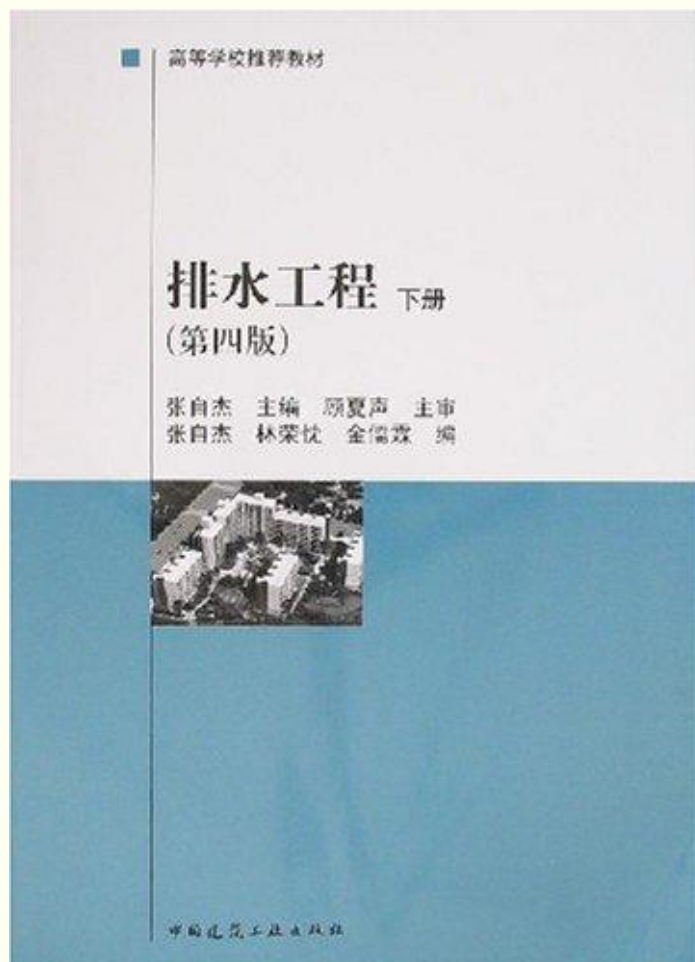
清华大学
环境学院

在污水处理高速发展期，中国污水处理界错误选择了欧美低负荷、高投资、高能耗的延时曝气工艺的技术路线，影响至今无法消除。

对于污泥技术路线的选择，中国污泥处理界正面临重大的历史抉择。选择高干脱水工艺将阻碍污泥处理技术发展，导致在污泥处理市场出现劣币驱逐良币现象。

第二部分 技术发展方向问题

清华大学
环境学院



室外排水设计规范

GB50014-2006

Code for design of outdoor
wastewater engineering

2006-01-18 发布

2006-06-01 实施

中华人民共和国建设部公告

第二部分 技术发展方向问题

污泥处理的必要性:

污水处理过程产生的污泥中，含有大量有害、有毒物质与有用物质，需要及时的处理处置，以达到使**污泥减量、稳定、无害化及综合利用的目的**：

- 使污水处理厂能够正常运行，确保污水处理效果
- 使有害、有毒物质得到妥善处理或利用
- 使容易腐化发臭的有机物得到稳定处理
- 使有用物质能够得到综合利用，变害为利

污泥处理方案大致分为以下几种：

- ① 生污泥 → 浓缩 → **消化** → 自然干化 → 最终处置
- ② 生污泥 → 浓缩 → 自然干化 → **堆肥** → 最终处置
- ③ 生污泥 → 浓缩 → **消化** → 机械脱水 → 最终处置
- ④ 生污泥 → 浓缩 → 机械脱水 → **干燥焚烧** → 最终处置
- ⑤ 生污泥 → **湿污泥地** → 最终处置
- ⑥ 生污泥 → 浓缩 → **消化** → 最终处置

第二部分 技术发展方向问题

清华大学
环境学院

《室外排水设计规范GB50014-2006》

7 污泥处理和处置

7.1 一般规定

7.1.1 城镇污水污泥，应根据地区经济条件和环境条件进行减量化、稳定化和无害化处理，并逐步提高资源化程度。

7.1.2 污泥的处置方式包括作肥料、作建材、作燃料和填埋等，污泥的处理流程应根据污泥的最终处置方式选定。

《室外排水设计规范GB50014—2006条文说明》

城镇污水污泥的**减量化处理**包括使污泥的**体积减少和污泥的质量减少**，前者如采用污泥浓缩、脱水、干化等技术，后者如采用污泥消化、污泥焚烧等技术。

城镇污水污泥的**稳定化处理**是指使污泥得到稳定（不易腐败），以利于对污泥作进一步处理和利用。可以达到或部分达到减轻污泥重量，减少污泥体积，产生沼气、回收资源，改善污泥脱水性能，减少致病菌数量，降低污泥臭味等目的。实现污泥稳定可采用厌氧消化、好氧消化、污泥堆肥、加碱稳定、加热干化、焚烧等技术。

城镇污水污泥的**无害化处理**是指**减少污泥中的致病菌数量和寄生虫卵数量**，降低污泥臭味，广义的无害化处理还包括污泥稳定。

污泥处置**应逐步提高污泥的资源化程度**，变废为宝，例如用作肥料、燃料和建材等，做到污泥处理和处置的可持续发展。

第二部分 技术发展方向问题

清华大学
环境学院

Number of anaerobic digestion plants in Germany in 2014

• digester for biowaste	300
• sludge digester at wastewater treatment plants	1.300
• digester in agriculture sector	7.900

	<u>9.500</u>

污泥处理的准确定位：污泥处理是污水处理厂污泥减量化、无害化和稳定化的有效、必备的环节。其次，才考虑能源回收和资源化的技术。

第二部分 技术发展方向问题

清华大学
环境学院



第三部分 技术标准问题分析

1、污水处理厂污泥处理标准

4.3.1 城镇污水处理厂污泥应进行稳定化处理，稳定化处理后应达到表5 的规定

表5 污泥稳定化控制指标

稳定化方法	控制项目	控制指标
厌氧消化	有机物降解率（%）	>40
好氧消化	有机物降解率（%）	>40
好氧堆肥	含水率（%）	<65
	有机物降解率（%）	>50
	蠕虫卵死亡率（%）	>95
	粪大肠菌群菌值	>0.01

第三部分 技术标准问题分析

清华大学
环境学院

2、污泥产量缺乏计量手段

- ❖ 全国污染源调查：《污水处理厂污泥产生系数使用手册》，统一按80%含水率折算，没有计量装置，按车吨位计量
- ❖ 无法知道确切的污泥的产量，无法精确控制污水厂运行情况



2、污泥产量缺乏计量手段

三个主要的误差来源：

- 1、**80%含水率与83%的含水率，体积相差17.6%，干物质相差15%**
- 2、**车吨位计量，每车吨位误差10-20%；**
- 3、**总量按车次计算：每天拉几车，误差20%以上。**

累计误差： $\Sigma 45-55\%$

2、污泥产量缺乏计量手段

三个测不准：

- 1、消化池污泥稳定化程度测不准，由于污泥浓度测不准；
- 2、污泥好氧堆肥稳定化程度测不准，由于辅料计量不准；
- 3、好氧延时曝气污泥稳定化程度测不准，由于没有参照系。

第三部分 技术标准问题分析

清华大学
环境学院

1) 厌氧消化没有准确的计量公式

GB17981-2001的4.3.1 中规定污水处理厂污泥采用厌氧消化进行稳定化处理，稳定化程度应该达到40%

美国503法案中规定污泥厌氧消化的稳定化程度要38%



1、稳定化率(VSS%)按美国《水污染控制协会》推荐污泥消化公式:

$$VSS(\%) = 100\% (VSS_{\text{进}} - VSS_{\text{出}}) / (VSS_{\text{进}} - VSS_{\text{进}} \times VSS_{\text{出}})$$

2、气体重量计算公式

$$VSS(\%) = 100(\text{气体产物重量} / \text{VS进料的重量})$$

方法一计算的VSS去除率，似乎与产量数据最不相符，这种差异是由于VSS测定方法和取样缺乏精确性所致，同时，没有考虑细胞的增值部分

第三部分 技术标准问题分析

清华大学
环境学院

厌氧消化稳定化程度计量

- 方法1：通过监测和记录厌氧消化池每天的进泥量（ V_i , m^3 ）、排泥量（ V_e , m^3 ），同时在实验室中测定进、出泥含水率（ H_i 和 H_e ）和干污泥固体（含水率为0%）中挥发性有机物的含量百分比（ f_1 , f_2 ），并以周或旬为单位取均值。采用公式（C.1）计算原污泥中挥发性有机物的降解率：

$$\eta = \frac{V_i \times (1 - H_i) \times f_1 - V_e \times (1 - H_e) \times f_2}{V_i \times (1 - H_i) \times f_1} \times 100\%$$

- 方法2：通过监测进泥量(W)、挥发性有机物含量(f_1)、沼气产量(Q)和沼气中甲烷含量(k)，通过系数(0.35)折算出进泥中挥发性有机物去除率进行计量，其计算公式如下：

$$\eta = \frac{q \times k}{0.35 \times (W \times f_1)} \times 100\%$$

控制指标

沼气产量

事实上，这仅仅是运行上的控制监测，而不是环境标准，污泥稳定与否的环境标准，是独立的指标

第四部分 技术瓶颈简要分析

清华大学
环境学院

3) 好氧延时曝气(30天)稳定化程度没有参比系统



第三部分 技术标准问题分析

清华大学
环境学院

➤ **问题：**非好氧稳定化工艺污泥龄的参照系是几天的污泥龄(10d?或12d，还是15d)?为什么？

➤ **方法：**定期监测好氧系统污泥产量(W)，并计算相同工艺条件下(进、出水COD、SS和X等参数)非好氧消化工艺(污泥龄为10d?)的理论污泥产生量(W₁₀)，根据上述数据计算污泥稳定化程度。

$$\eta = \left(\frac{W - V_a \cdot (1 - H_1)}{W \cdot f_v} \right) \times 100\%$$

控制指标

污泥龄！！

第四部分 技术瓶颈简要分析

清华大学
环境学院

2) 好氧发酵稳定化程度

- 问题：除了污泥处理前后重量计量问题之外，同时，还有另外一个问题，添加料的计量问题：



2) 好氧发酵稳定化程度

- 方法：通过采用重量法称量堆肥前后不含添加物的污泥量(V_1 和 V_2)，并取样测定堆肥前后污泥含水率（分别为 H_1 和 H_2 ）和挥发性有机物含量百分比（分别为 f_1 和 f_2 ）进行计量。其计算公式如下：

$$\eta = \left[\frac{V_1(1-H_1)f_1 - V_2(1-H_2)f_2}{V_1(1-H_1)f_1} \right] \times 100\%$$



谢谢!