

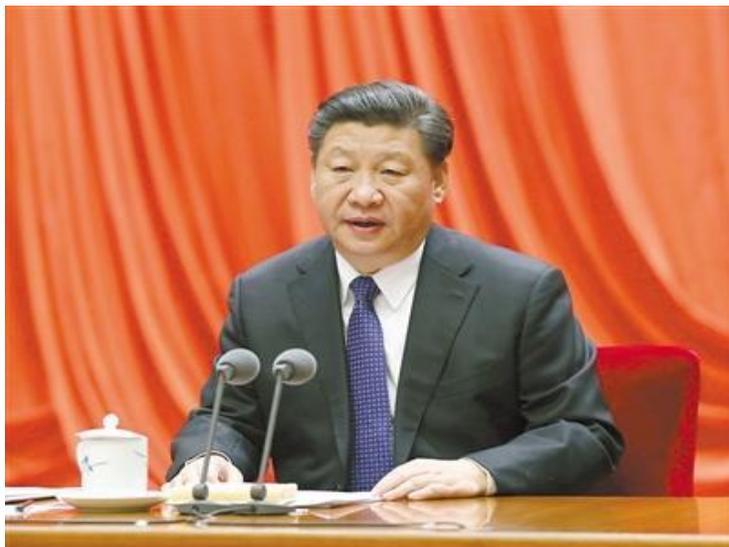
第五届污泥高峰论坛

新兴科技助力污泥处理处置的 绿色发展

2019-1-11 海口

背景—科技创新是引领发展的第一动力

- 党的十九大报告强调要坚定实施**创新驱动**发展战略。**科技创新**是提高社会生产力和综合国力的**战略支撑**，必须摆在国家发展全局的核心位置。
- 《政府工作报告》中特别强调加快建设**创新型国家**，全面引领经济发展，增强经济创新力和竞争力。



目录

一、我国污泥处置现状

二、新兴科技在污泥处置的可行性分析

三、污泥处置创新绿色发展建议

1.1 我国污泥的特点

污泥

污泥是污水处理后的产物，是一种由**有机残片、细菌菌体、无机颗粒、胶体污泥**等组成的极其复杂的非均质体。污泥的主要特性是**含水率高**（可高达99%以上），**有机物含量高**，容易腐化发臭，并且颗粒较细，比重较小，呈胶状液态，是介于液体和固体之间的**浓稠物**。

特点

低有机质(发达国家VSS/SS为60%-70%，我国VSS/SS为30%-50%);

高含砂量(污水处理厂采用圆形沉砂池，脱砂效率低; 施工建设导致泥砂排入污水管网系统等);

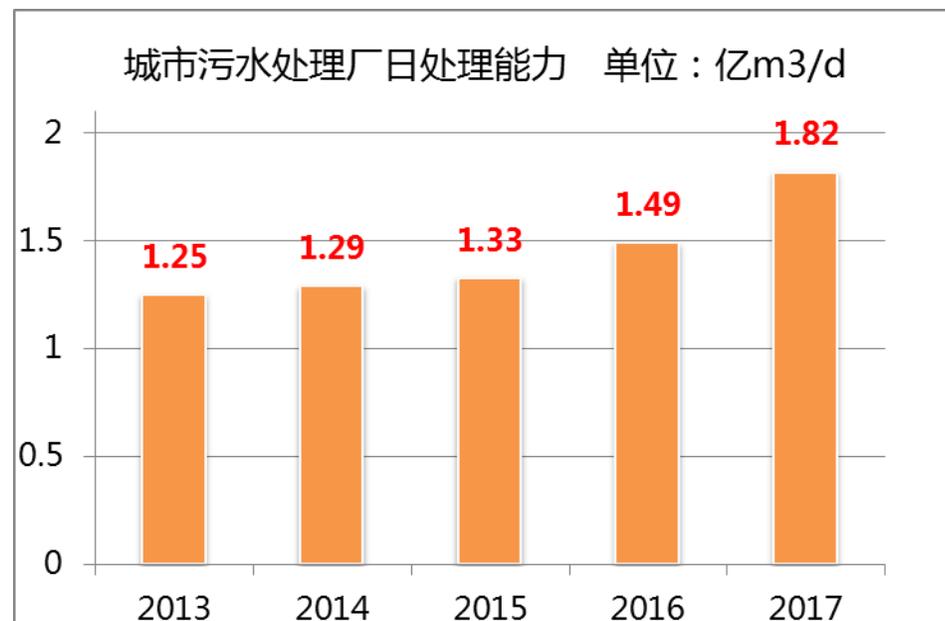
重金属含量高(工业污水源头重金属处理系统不完善)，直接影响污泥土地利用的可能性。



1.2 污泥处置的现状

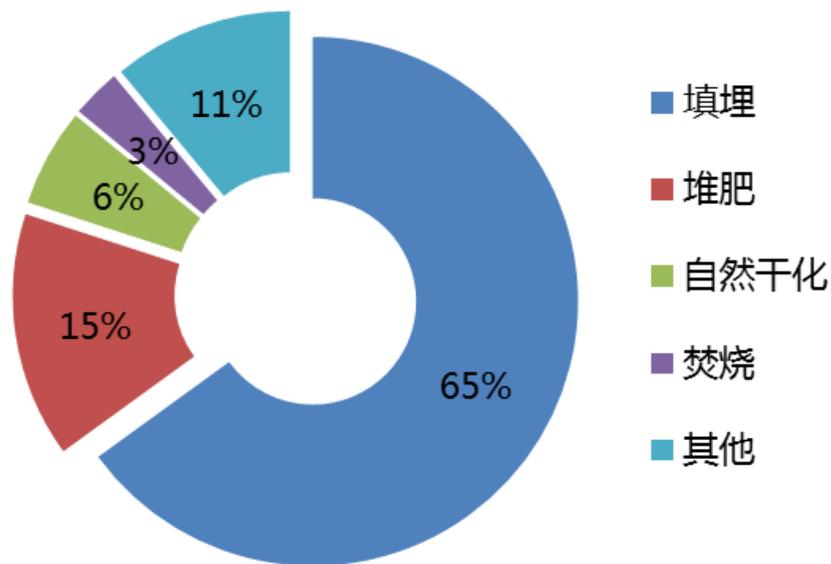
■ 污泥产量大

- 污泥无害化处置率仅不足**45%**。根据住房与城乡建设部数据，截至2017年底，全国城镇累计建成运行污水处理厂**4119座**，污水处理能力达**1.82亿立方米/日**；
- 根据E20研究院发布的报告测算，2017年污泥(80%含水率)产量**4328万吨/年**，日产**11.86万吨**。预计到2020年，我国湿污泥(80%含水率)年产生量可达**5075万吨**。



■ 污泥资源化处理率低

- 目前我国污泥处理方式主要有**填埋**、**堆肥**、**自然干化**、**焚烧**等方式，这四种处理方法的占比分别为**65%**、**15%**、**6%**、**3%**，其他方式占11%;

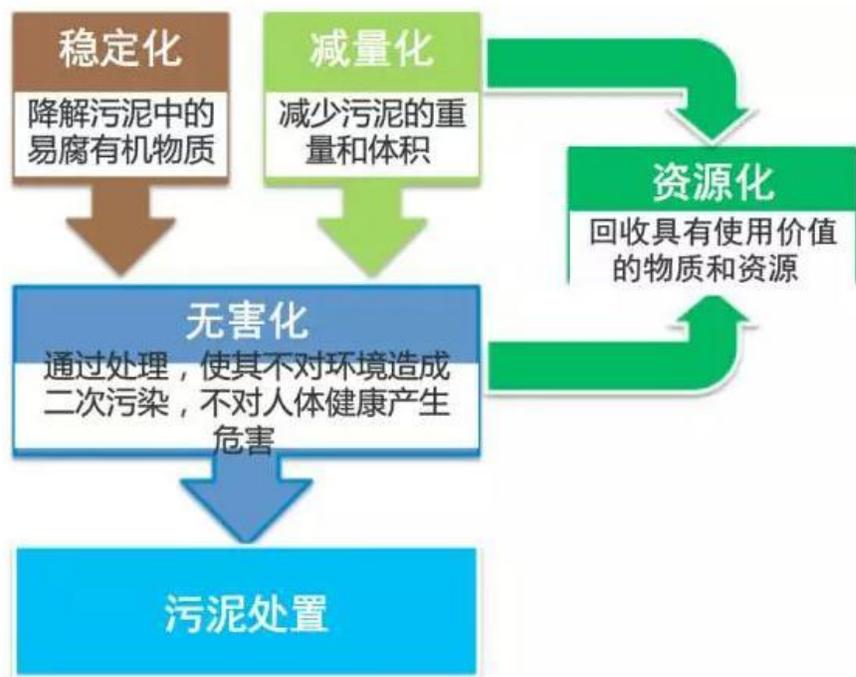


- 污泥处置最常见方法是填埋。但污泥含有的有毒有害物质会以渗滤液和臭气的方式**污染地下水和大气**。**土地资源**也是制约污泥卫生填埋的一个重要因素。



■ 污泥处理技术衔接不畅通，缺少成体系的设备清单

- 污泥处理是指对污泥进行**无害化、稳定化和减量化**的过程。一般包括污泥脱水、干化、热水解、消化和堆肥等；
- 污泥的处置指**污泥最终的消纳**，一般包括卫生填埋、焚烧和土地利用等。



我国在污泥处理处置的研究聚焦污泥处理或处置单元的**单个技术**，注重单个技术的开发研究而忽略该技术在整個污泥处理处置过程的功能作用，技术单元之间的**协调衔接不畅通**，导致整个污泥处理处置**效率的降低**。

1.3 我国高度重视污泥处置问题

- 我国高度重视生态文明建设和环境保护，“十九大”报告明确指出：“**建设生态文明是中华民族永续发展的千年大计**”；
- 作为确保生态环境安全的关键环节，**污泥无害化和资源化处置**问题备受关注；
- 近年来我国相继颁布的“水十条”、“土十条”、海绵城市建设、城市黑臭水体指南和“十三五”规划中，都对**污泥处置的设施建设和处置目标**提出了具体要求。



“十三五”主要目标及建设任务（节选）

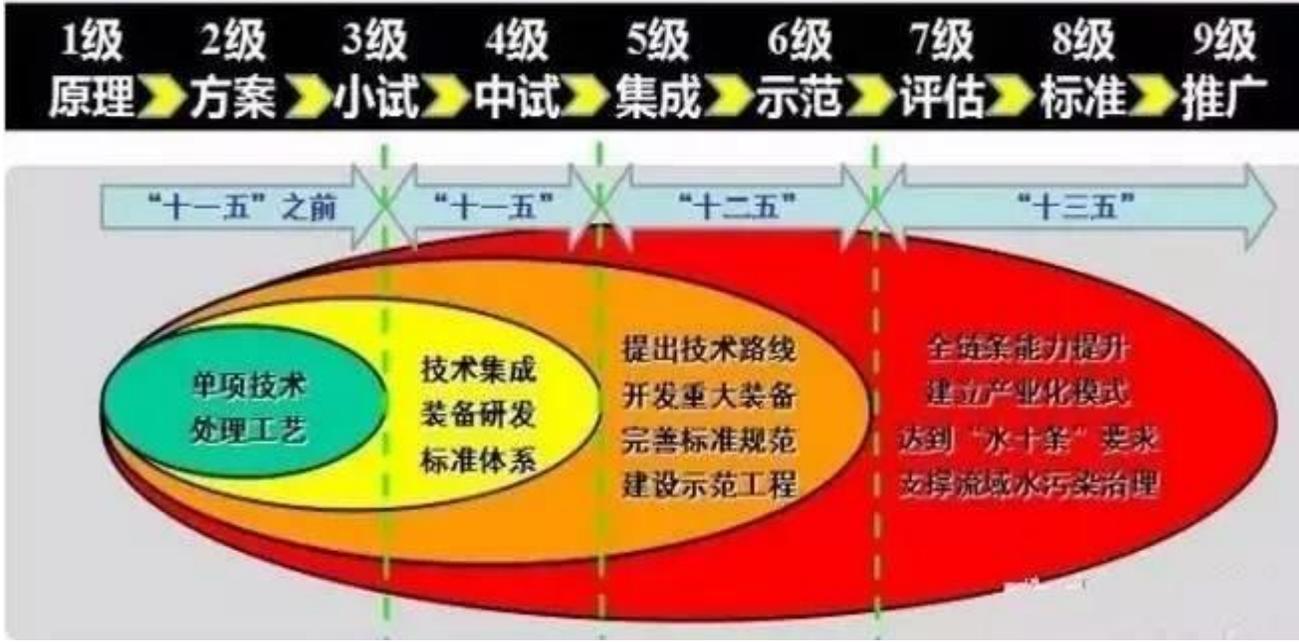
指标	污泥无害化处置率（%）			新增或改造污泥无害化处理处置设施能力（万吨/日）	
	2015年	2020年	“十三五”新增		
城市	53%	75% (其中：地级及以上城市 90%)	22%	4.56	共计 6.01
县城	24.3%	力争达到 60%	35.7%	0.92	
重点镇	/	提高 5 个百分点	5%	0.53 (建制镇)	

我国关于污泥处置的政策

国家开始重视污泥的处理处置，并在“十二五”期间做了大量工作，包括突破三类关键技术与重大装备：污泥生物稳定化和资源化成套技术、污泥脱水干化技术与装备产业化应用、污泥(协同)热化学处理技术。形成4条主流技术路线：**厌氧消化+土地利用、好氧发酵+土地利用、干化焚烧+灰渣填埋或建材利用、深度脱水+应急填埋。**

2011年，住建部和发改委出台的《城镇污水处理厂污泥处理处置技术指南（试行）》，提出安全环保、循环利用、因地制宜等基本原则。

2012年5月，国务院发布《“十二五”全国城镇污水处理及再生利用设施建设规划》，提出污泥无害化处理处置目标。



□ 2015年发布的“**水十条**”大力推进了污泥处理处置，规定：

- 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；
- 现有污泥处理处置应于**2017年前**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；
- 污泥处理处置费用纳入污水处理价格。

□ 2016年5月发布的“**土十条**”，提出：

- 鼓励将处理达标后的污泥用于园林绿化。
- 在控制农业污染部分，严禁将污泥直接用作肥料。

□ “**十三五**”规划出台，将更重视建设资源节约型社会以及生态环境总体质量改善，废气、污水、污泥的处置将是今后国内环保处理的三个主攻方向，污泥市场未来将会获得政府更多政策和资金支持。

1.4 污泥处置面临的瓶颈问题



- 面对污泥量的快速增长和民众与日俱增的环境质量诉求，提高污泥处置能力，保证环境质量显得尤为**紧迫、重要**；
- 新兴科技是引领污泥处理处置技术革新的重要动力，重视科技的发展和进步，因地制宜，推动我国污泥处置的全面改善。

一、我国污泥处置现状

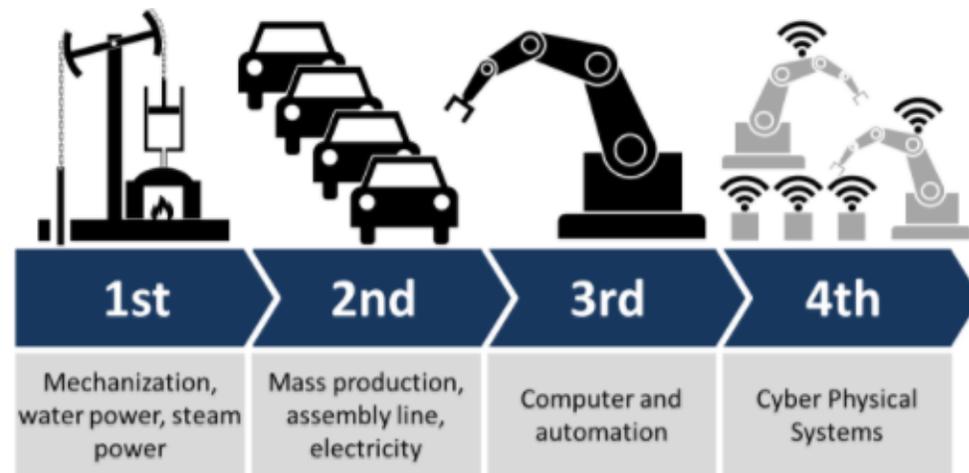
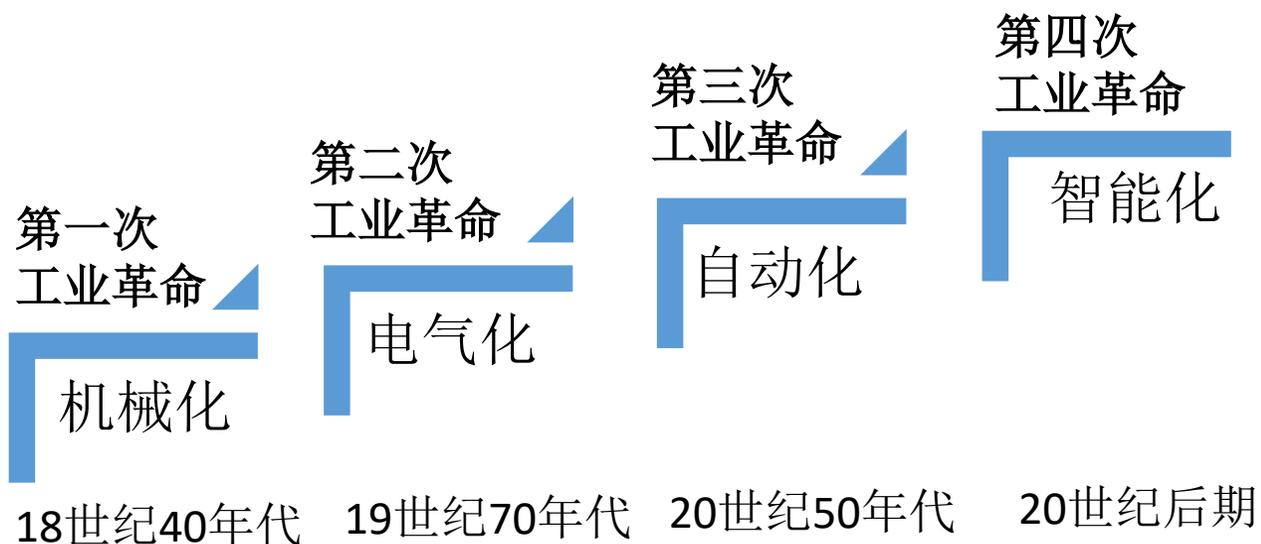
二、新兴科技在污泥处置的可行性分析

三、污泥处置创新绿色发展建议

2.1 新兴科技概述

□ 未来新兴科技—新一代工业革命

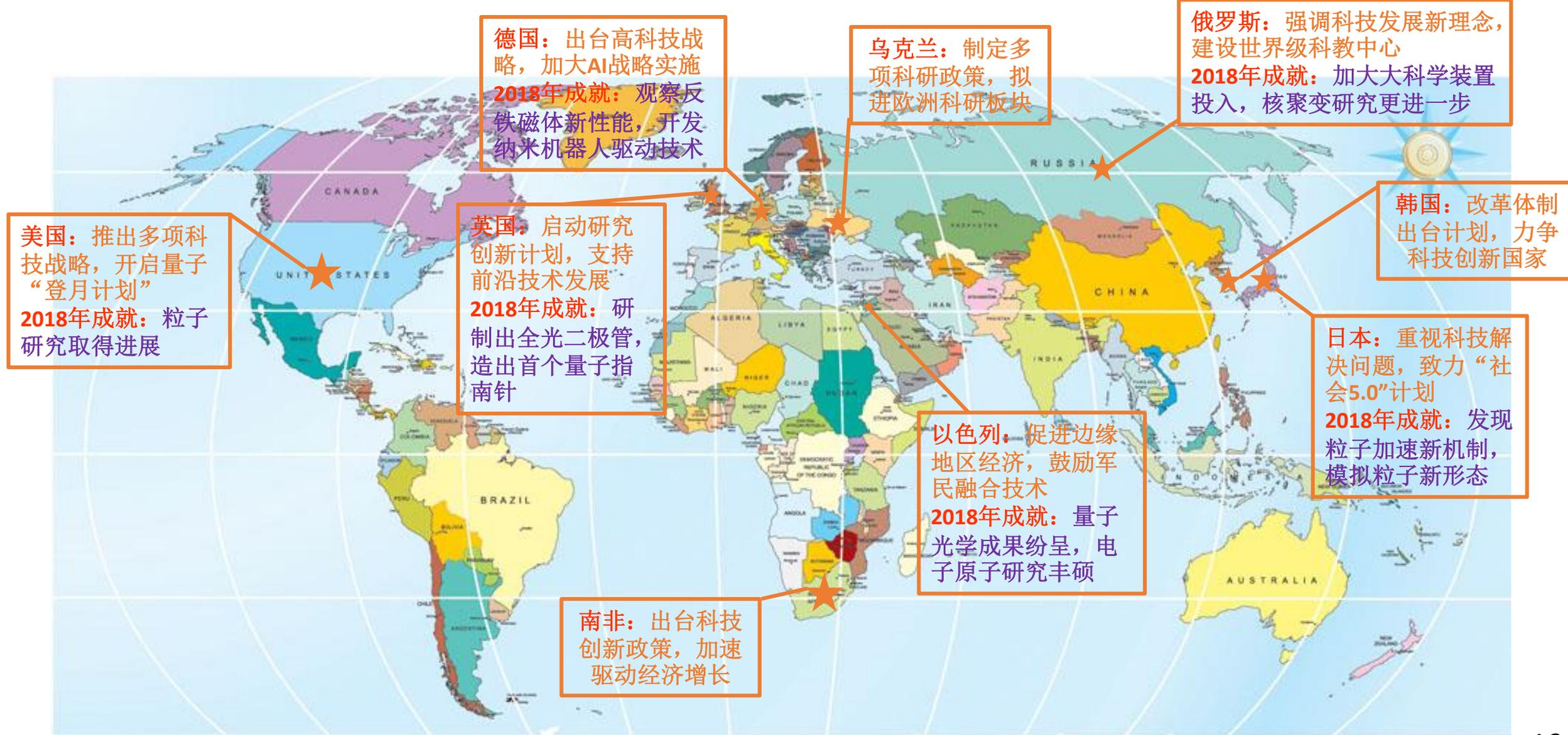
- 第一次工业革命使用水和蒸汽动力来机械化生产。第二次利用电力来创造大规模生产。第三次使用电子和信息技术自动化生产。
- 第四次工业革命，是以**人工智能**，清洁能源，**机器人技术**，量子信息技术，虚拟现实以及生物技术为主的全新技术革命。



□ 未来新兴科技特点

- (1) 全球科技创新呈现学科**交叉融合**与**群体跃进**，**新兴学科**不断涌现，前沿领域不断延伸。
- (2) **绿色、健康、智能**成为引领科技创新的新方向和新领域，更加重视**生态环境的保护与修复**。
- (3) **国际合作与交流**日益广泛，科技与经济、社会、教育、文化的关系日益紧密。
- (4) 以**信息、生命、纳米材料等**科技为基础的系统集成创新，以**机器人**科技为代表的智能产业蓬勃兴起，成为现时代科技创新的一个重要标志。

世界其他大国也都在积极强化**创新部署**，推动国家科技进步。



□ 我国科技发展现状

创新驱动发展步入新时代

- 2006年，《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》公布。
- 2016年，《国家创新驱动发展战略纲要》明确提出“**三步走**”目标：到2020年进入**创新型国家**行列；到2030年跻身创新型国家前列；到2050年成为世界科技创新强国。



主流学科已接近世界前列，重大科技成果不断涌现

- 《2016研究前沿》报告指出，在国际180个热点前沿和新兴前沿中，中国表现卓越的研究前沿有**30个**，位列世界第二；在**化学、材料科学**领域比较集中，在物理、生物、工程、数学、计算机等领域分布均匀。
- 十八大以来，载人航天、探月、大飞机、蛟龙、超算等重大科技成果相继问世。**机器人、人工智能**应用，以及互联网、**大数据**应用等方面都取得了很重大的成就。



天宫二号



国产大飞机



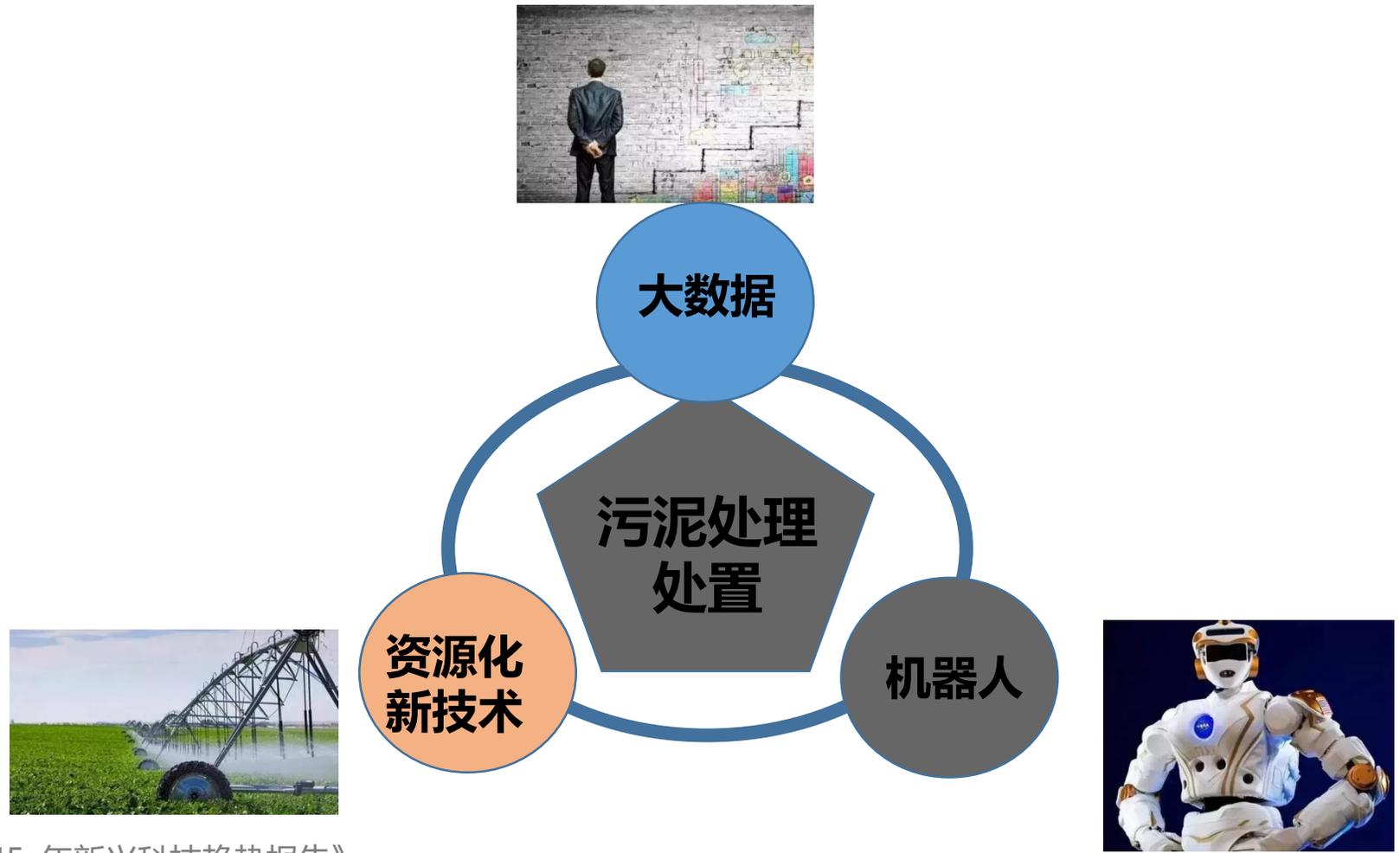
天河超算



机器人

2.2 未来科技在污泥处理处置的应用概况

未来大数据计算、机器人、资源化新技术等未来科技将共同推进污泥处理处置技术的绿色发展。

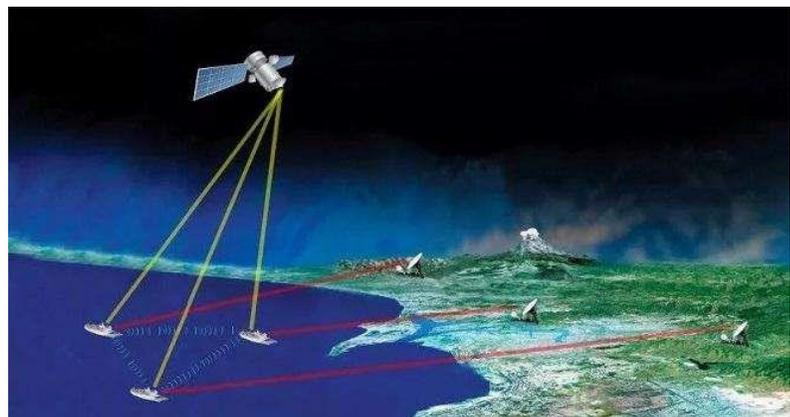
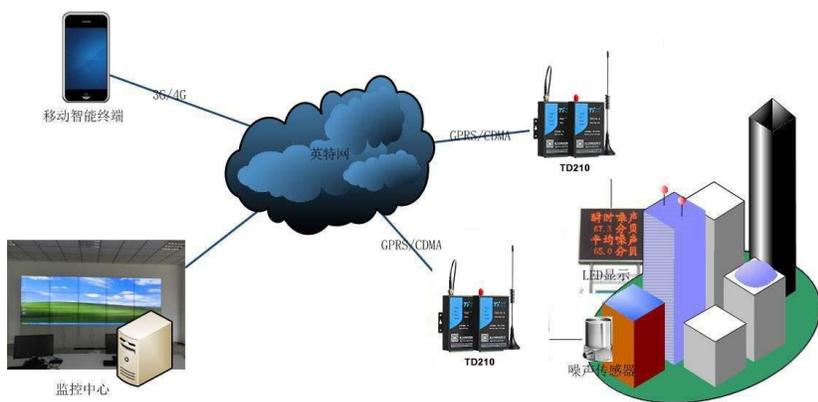


资料来源：《2016-2045c年新兴科技趋势报告》

大数据信息科技

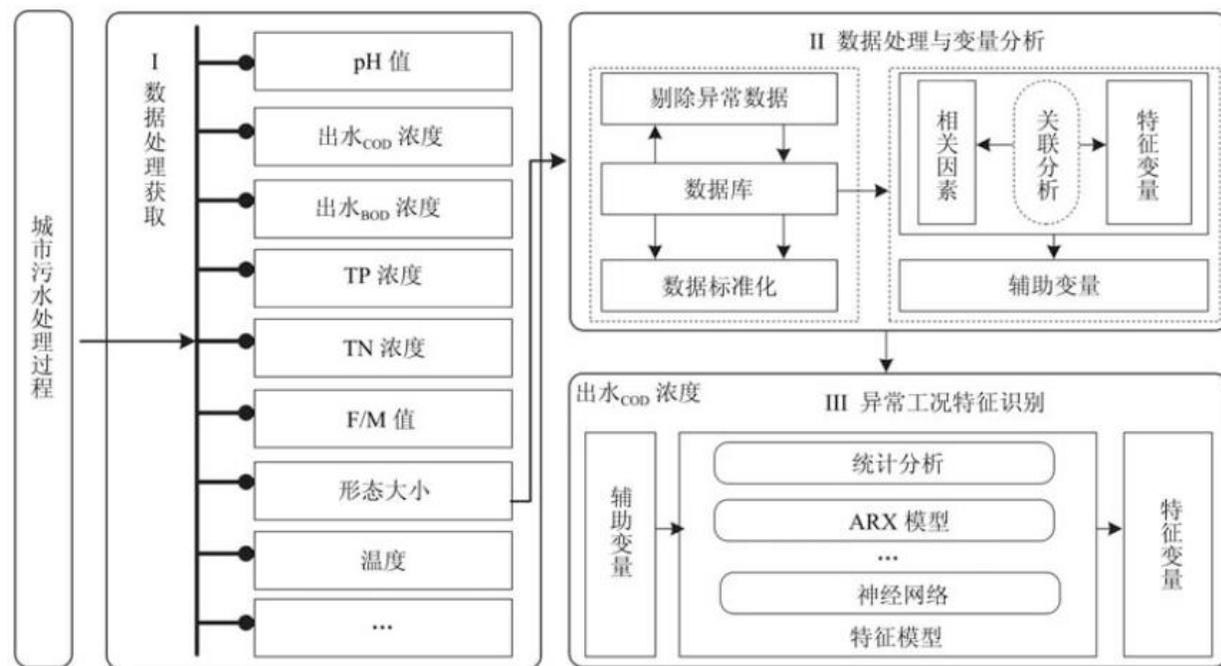
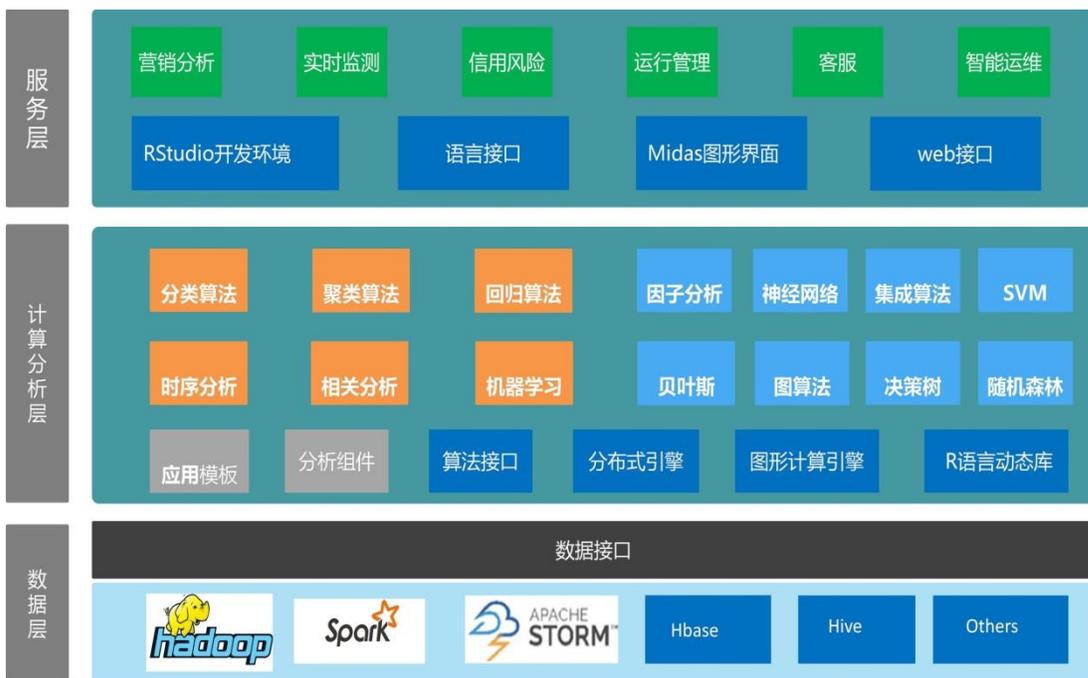
➤ 国家高度重视大数据在环保领域的应用

- ✓ 大数据是以容量大、类型多、存取速度快、应用价值高为主要特征的数据集合，从中发现新知识、创造新价值、提升新能力的新一代**信息技术**和**服务业态**。
- ✓ **习近平**明确提出，要推进全国生态环境监测数据联网共享，开展生态环境大数据分析。**李**
克强也强调要在环保等重点领域引入大数据监管，主动查究违法违规行为。



➤ 大数据促进污水处理厂管理现代化

通过**物联网、大数据、云计算**等信息技术，可以实现水处理过程信息的**自动采集、传输、评价分析和决策**，还能实现远程**自动化监测和控制**，实现水处理技术的精细化管理，形成“智慧水务”，进而对污泥的产量和处置实现科学的管理，实现源头控制。

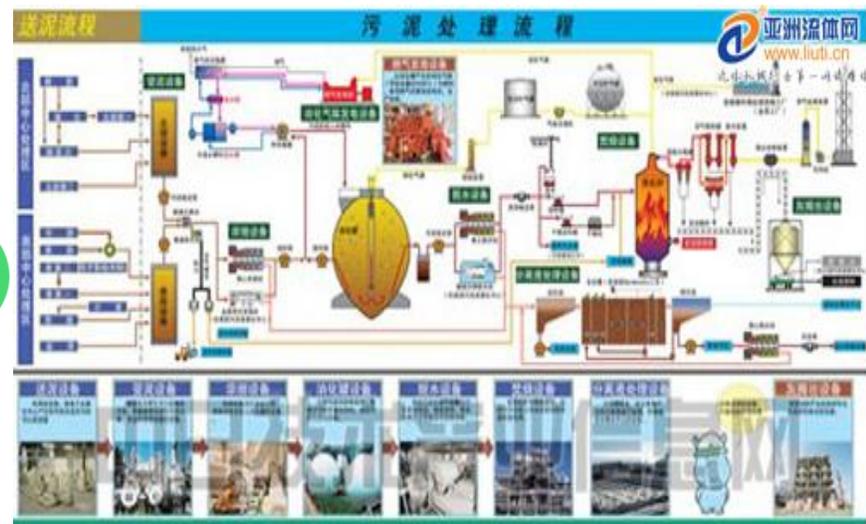


➤ 探索污泥处理处置一体化工艺

- 国家对环境治理的重视程度不断增加，污泥工艺设备**自动化、智能化**是行业发展的一个必然需求，需要探索**能够多数同行掌握和独立运行**，并且**能够做到长期稳定运行**一体化工艺；
- 大数据平台可以协助相关部门实现对我国不同地区污泥的**产量、性质、主要处理工艺和无害化处理率等指标**的全方面监管，助力推进适合我国国情的一体化**新工艺的研发**。



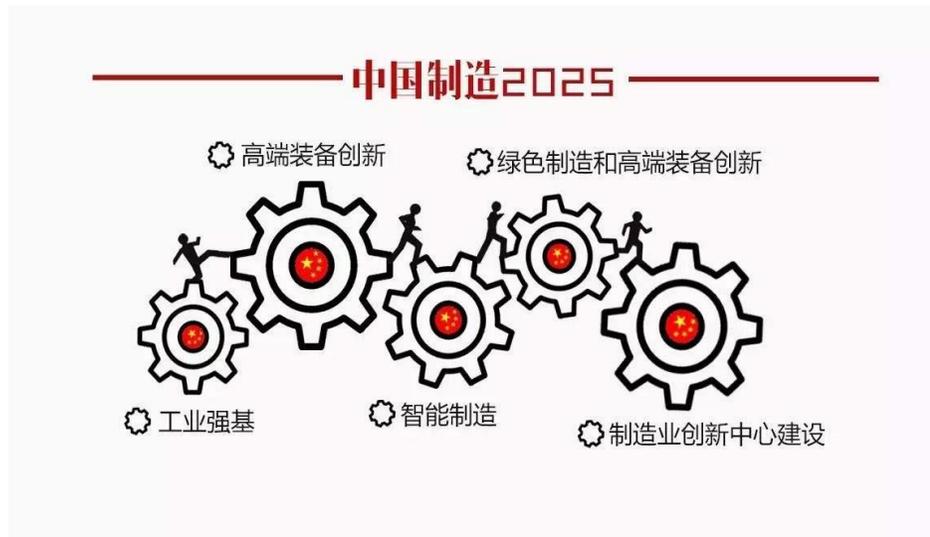
大数据综合信息系统



日本横滨的一体化污泥处置工艺
(实现零排放、全资源化)

智能机器人科技

- 习近平提出，我们不仅要把我国机器人水平提高上去，而且要尽可能多地占领市场。李克强也指出，机器人是衡量现代科技和高端制造业水平的重要标志，也是抢占智能社会发展先机的**战略领域**；
- 2017年中国机器人本体+系统集成超过1200亿元，同比增长25.4%；中国机器人市场规模在2012-2017年平均增速**31.1%**，同期全球机器人市场规模平均增速**17%**；
- 如何利用**智能机器人**技术来推进污泥处理处置能力的提升？

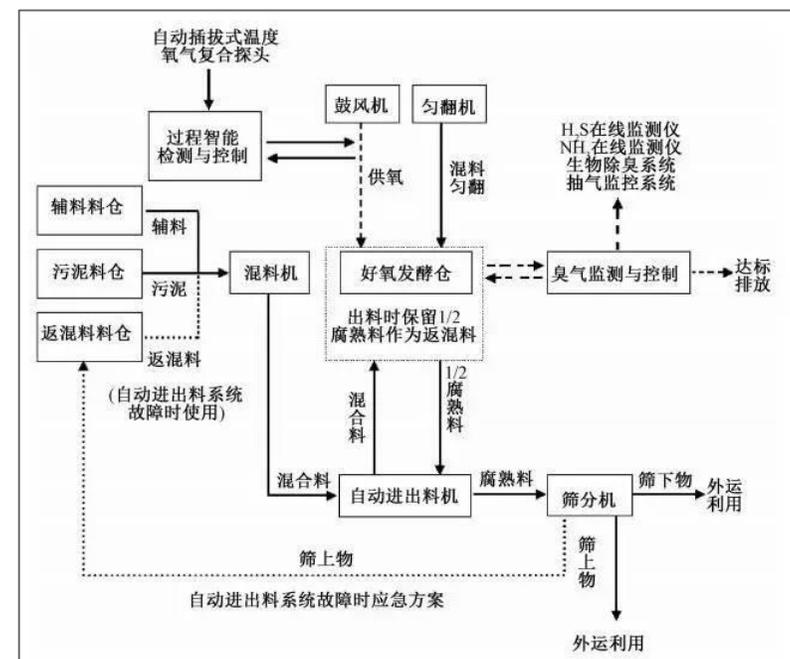


● 中国机器人细分市场规模及增长率



➤ 机器人助推污泥资源化新技术的应用

- 机器人能够在复杂、高位环境下作业，可以**降低人们劳作强度**，提高污泥的资源化**效率**，促进污泥处理处置技术向智能化、机械化方向发展。
- 武汉汉西污水处理厂采用CTB智能控制高温好氧发酵技术进行污泥无害化、减量化和资源化处理，利用**自动进出料机器人**替代传统的**装载车上料模式**，实现**全自动进出料、智能化好氧发酵**。



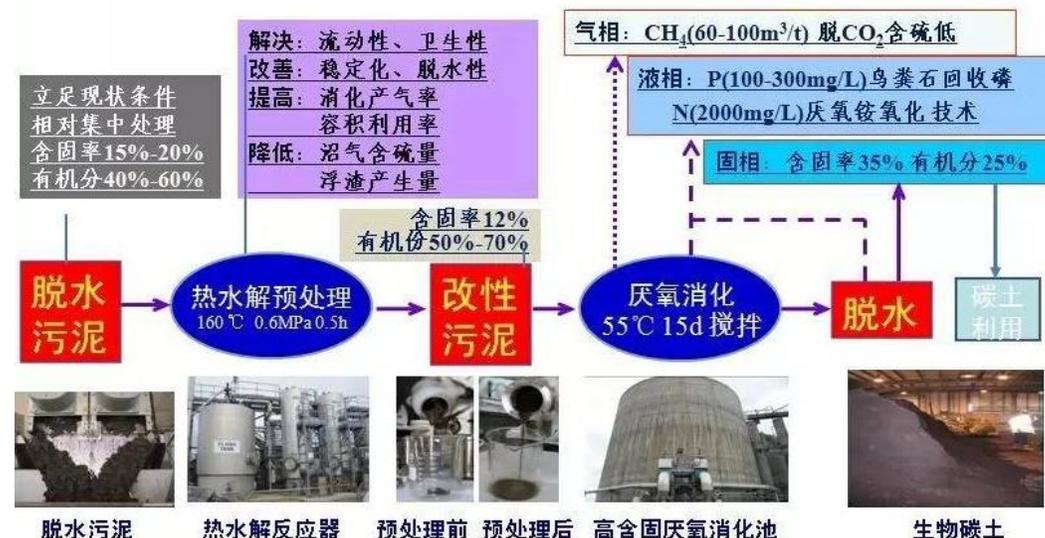
资源化新技术

高级厌氧消化技术

高级厌氧消化是指相对于传统中温厌氧消化能够显著提高挥发性固体负荷降解率（VSR）的厌氧消化技术。目前，高级厌氧消化技术主要有高温消化、两相消化、延时消化、协同消化以及热水解+消化等技术形式。

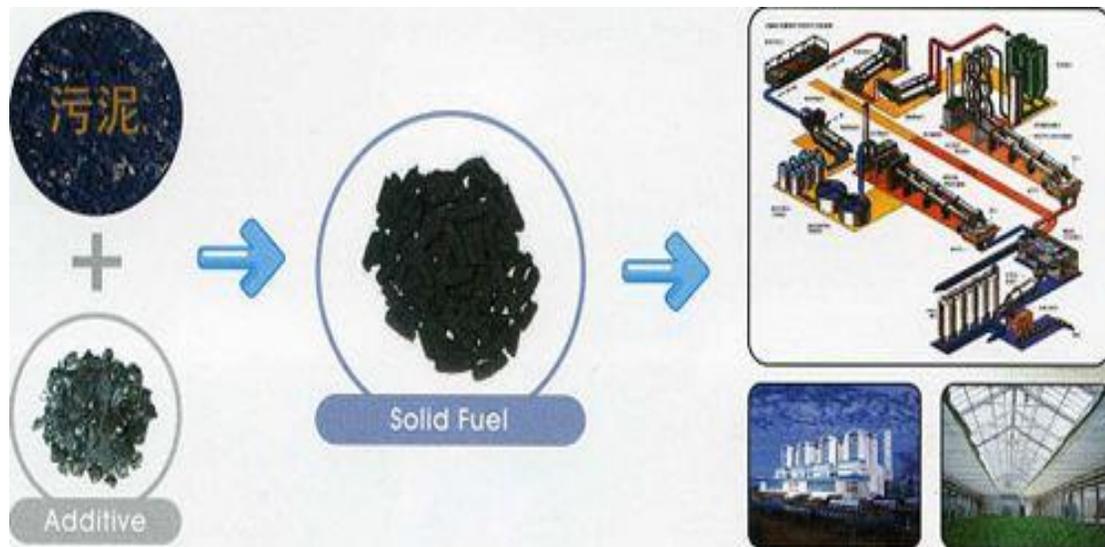
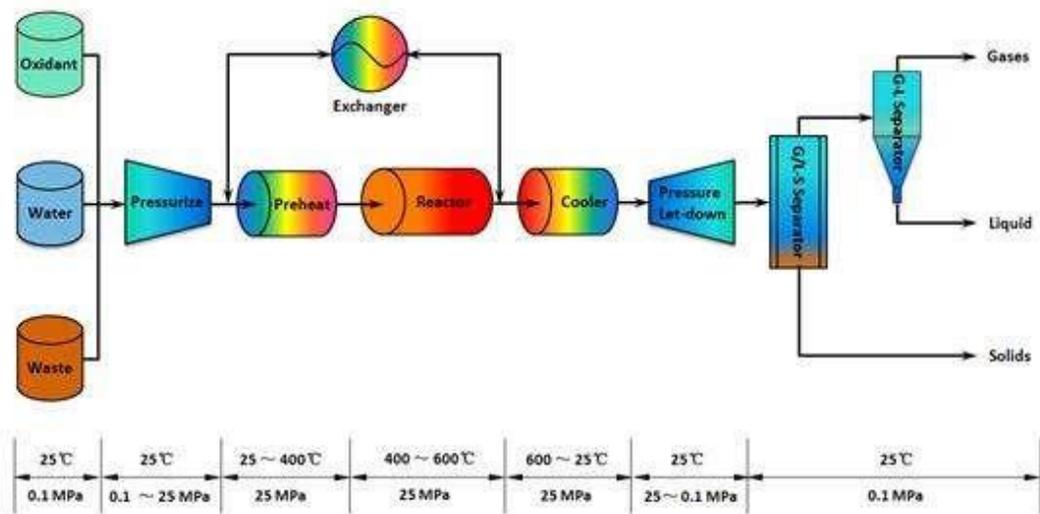
污泥/有机质高效协同厌氧消化技术

该技术就是讲城市有机质和污泥集中起来进行厌氧消化，是比较可行的资源回收利用方式。能够显著提高餐厨厌氧系统的稳定性，降低抑制物浓度，提升缓冲度，负荷提高4-5倍，容积产气率提高3-5倍。



■ 污泥高温碳化技术

➤ **污泥碳化**就是在600-900°C时对污泥进行高温融化，在600°C时变成生物碳土，到900°C时已经气化。焚烧技术毕竟有一些污染物的产生，碳化技术和焚烧技术相比，有较大的发展空间。德国和日本目前都已经有了污泥高温碳化技术的示范工程。



■ 污泥亚/超临界水反应技术

➤ **污泥亚/超临界水反应技术**就是在高温高压的情况下对污泥进行处理，也就是污泥在200个大气压下停留10-20分钟，所有的有机物碳化释放，剩下的就是无机物。

- ◆ 污泥处理处置与资源化利用应遵循“安全环保、循环利用、节能降耗、因地制宜、稳妥可靠”的基本原则，新兴技术是污泥资源化技术突破的重要支撑；
- ◆ 国外发达国家污泥处理处置已日趋朝着**信息化、高效化和生态化**发展，我国可以立足自己国情借鉴国外**先进技术**，进而使得我国污泥处置更为**高效、绿色**。

目录

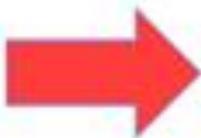
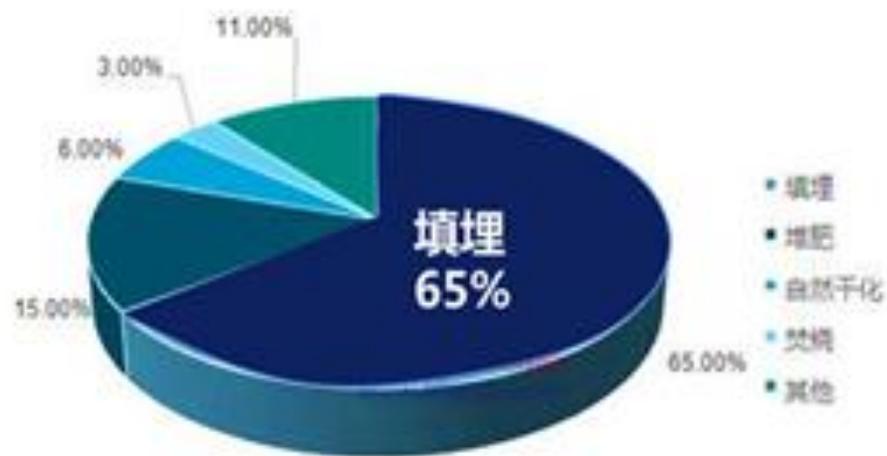
一、我国污泥处置现状

二、新兴科技在污泥处置的可行性分析

三、污泥处置创新绿色发展建议

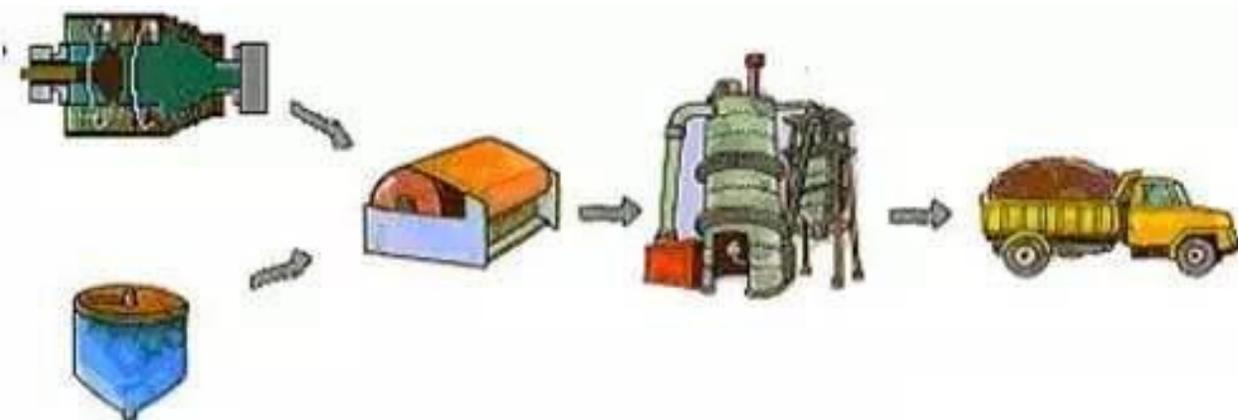
3.1 污泥处置刻不容缓

- 污泥中病原体微生物、难降解有毒有机物和重金属等，如果不经处理或处理不当，**严重污染水体与土壤**。此外污泥**易腐败变质**，易于**释放恶臭气体**，同时污泥转运、堆积或填埋会占用大量的**人力和土地资源**；
- 实现污泥的**前端源头控制**和**后端无害化资源化处置**，刻不容缓！



□ 以服务生态文明为导向

- 环境保护事关人民群众切身利益，事关全面建成小康社会，污泥作为污水生物处理过程中的**副产物**，其能否得到有效处置**关乎污水处理的成效**；
- 在建设美丽中国的大背景下，应将服务生态文明建设的污泥处理处置总体布局作为污泥处理处置行业革新的导向，全面落实“水十条”中“**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**”。



□ 推广污泥源头控制技术-清洁生产

- 与污泥末端治理相比，**污泥源头控制技术**更为环保的污泥减量方式，也是**清洁生产**在污泥治理的一个具体应用；
- 若把污水处理看做一个生产过程，运用“清洁生产”的原则，可从**源头**减少污水处理设施剩余污泥的排放量。

清洁生产

节能
减少物质和能源的消耗



减排
减少有害物质的排放

可回收利用
产品或零部件可分类
回收、再利用

工业

- ✓ 提倡绿色制造技术，通过清洁生产、循环经济等措施，提高工业用水的重复利用率，通过生产技术更新和改进，从源头减少工业废水的产生量，进而减少污泥产生量。

市政

- ✓ 将清洁生产的理念应用到市政污水厂处理工艺的设计和运营过程中，尽可能减少处理药剂的使用量。

重视污泥生物处理

➤ 高浓度的有机废水优先选择产泥率低、污泥脱水性能好的**厌氧消化工艺**，绝大部分有机质转化为**生物质气**、**降低固废产率**，源头上降低**剩余**污泥的产生量，并降低污泥后续处理的难度。

污泥中物质回收利用

作为污水除磷脱氮的补充碳源	总氮和磷去除率平均提高约30%(Xiang Li et al., 2011)
产甲烷	1g COD~0.35m ³ 甲烷, 即12530kJ/g COD (Daigger, 2009)
产氢	最大能达到0.271H ₂ /g COD (Praseritsan et al., 2008)
制PHA	转换效率高达36.9% mgC/mgC (Takabatake et al., 2002; Yan et al. 2006)
微生物燃料电池 (MFC)	理论上1kg COD能转化成4kWh电能 (Halim, 2012)
生物柴油	美国污水厂每年可产生大约1.4*10 ⁶ m ³ 的生物柴油, 相当于全美柴油需求量的1% (Dufreche et al., 2007)
热解/水热制生物炭土	碳减排12% (Woolf et al., 2010)
提取蛋白	蛋白最大化回收80-90% (Chishtii et al., 1992; Hwang et al., 2008)
制氮肥	干污泥中N含量3-4%多为有机氮(US, EPA). 若污水中的氮全部利用, 可占氮肥产量的30% (WERF, 2011).
制磷肥	美国: 干污泥中含P2-3%, 1t干污泥含的P价值7美元(Jordan, 2011). 日本: 将污水中的磷(每年5万吨)回收可解决磷矿进口的20%.



美国 → 16000座污水处理厂年产710万吨污泥, 约60%经厌氧消化或好氧发酵处理后用做农田肥料, 17%填埋, 20%焚烧, 3%用于矿山恢复的覆盖。



德国 → 每年产生的污泥为(干重)220万吨, 大于5000吨污水厂均有厌氧消化处理, 污水厂电耗40-60%由沼气提供。40%的污泥采用土地利用处置方式。



英法 → 英国和法国每年产生的污泥为120万吨和85万吨, 大多数污水厂有厌氧稳定处理, 回收生质能, 污泥处置采用土地利用的比例为60%。

□ 开发污泥资源化利用技术

- 在2014年纪念活性污泥诞生一百周年时，多为污泥处置方面的学者认为：资源化是污水处理未来发展的方向，**污泥的资源化利用是未来需要突破的重要环节**；
- 现有较为常用的污泥资源化技术有：**污泥发酵技术、污泥制备复合材料技术、污泥制备生物柴油技术、磷回收技术**等。

减量化

稳定化

无害化

资源化

- 污泥堆肥
- 制作饲料
- 污泥建材化利用
- 提取营养物质
-



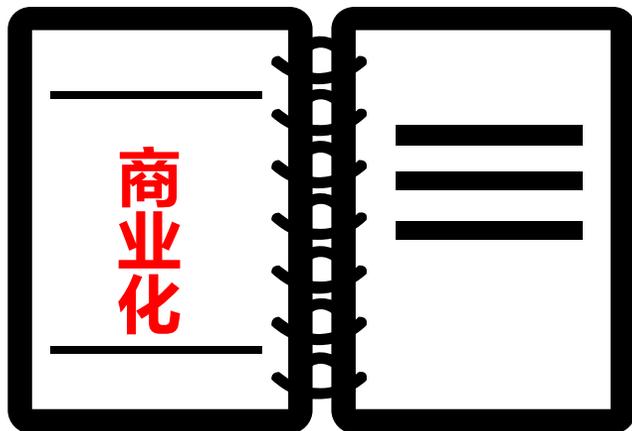
将污泥900°C进行碳化制备生物炭



分为水解回收磷和焚烧灰回收磷

□ 实现污泥处理处置终端产物的商业化

- 以解决污泥处理处置**终端产物产品/商品化**的问题为出发点，在传统污泥处理处置要求无害化、减量化、资源化和稳定化的基础上，加入“**产品化**”；
- 只有做到处理处置后污泥处的产品化，才能有效的引入市场资本，可以降低对政府补贴的过度依赖，**激活市场潜力**，实现我国污泥处理处置的**可持续发展**。



3.2 统筹规划，推动污泥处理处置绿色发展

□ 完善制定污泥全流程处理处置技术标准

➤ **完善标准框架体系**：虽然颁布部分污泥处理处置标准规范初具规模，但系统性不强，远未形成标准规范体系。需要研究并建立污泥处理处置过程中的**基础标准、通用标准和产品标准**3个层次的标准，并建立**标准框架体系**。

- ✓ 制定适合**蔬菜和粮食等食物链作物肥料、非食物链作物污泥肥料**标准；
- ✓ 制定污泥**混合填埋、园林绿化、制砖、水泥熟料生产、单独焚烧、土地改良、农用及林地用泥**泥质标准；
- ✓ 制定污泥处理处置设施的**检验标准、设计规程和运行操作规程**等行业标准规范；
- 。 。 。



项目	最高容许含量 (mg/kg)	
	土壤pH<6.5	土壤pH>6.5
镉	5	20
汞	5	15
铅	300	1000
铬	600	1000
砷	75	75
硼	150	150
矿物质	3000	3000
苯并芘	3	3
铜	250	500
锌	500	1000
镍	100	200

农用污泥污染物的限值

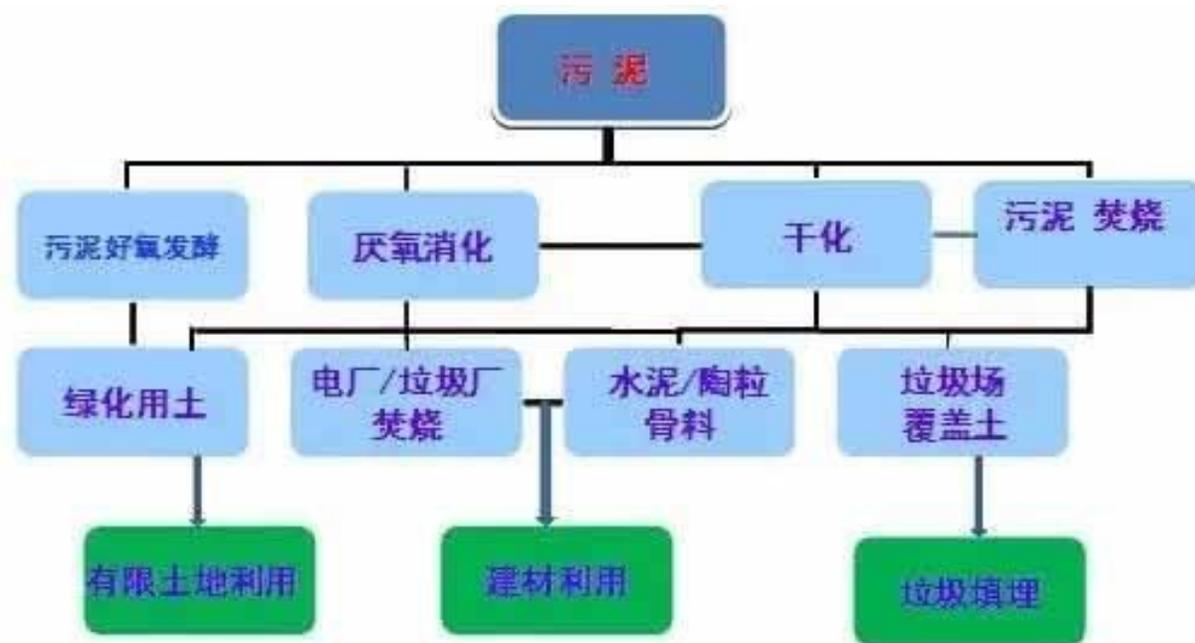
□ 加强财税支持，鼓励污泥资源化处置

- 启动中央财政污泥处理处置资源化利用**试点**，整市/县推进污泥处理处置工作。鼓励地方政府利用中央财政补贴资金，对污泥资源化处理处置企业实行**补贴**；
- 落实污泥协同焚烧、单独焚烧发电**上网标杆电价**和上网电量全额**保障性收购政策**，降低单机发电功率门槛。



□ 增强科技及装备支撑，全面提升技术及装备水平

- 依托国家重大科技研发计划，加强污泥处理处置**基础性技术研究**，鼓励地方采用低碳技术处理城镇污水厂污泥；
- 重点支持工业园区污泥的协同处置成套技术，完善污泥从**“预处理-处理-脱水-干化-综合利用”**为一体的全流程优化处理处置。



□ 完善污泥处理处置产业布局

打造污泥处置示范工程/园区

- 开展城镇污水厂污泥处理处置技术应用示范工程和资源化利用产业基地建设，带动市场需求，促进先进适用技术推广应用和装备国产化。

延长产业链条，完善产业结构

- 引进国际先进污泥处理技术，结合我国国情，积极扶持具有核心竞争力的企业，同时政府建立规范、有序的产业环境，完善污泥处理处置产业的结构。

□ 积极拓展现代化建设的融资渠道

- 鼓励包括**外资在内的民间资本**进入我国污泥处理处置市场，通过**合资、参股**等形式参与我国污泥市场，促进本土公司与国外先进污泥处理处置企业**合作**；
- 推动污泥处理处置企业通过参与一带一路项目、亚洲开发银行等国际组织合作、加快我国污泥产业的**国际化发展**。



西安市污水处理厂污泥集中处置采用PPP项目，**引入了社会资金对污泥进行处理处置**。该项目不仅采用先进的污泥处理处置工艺，而且成立了项目公司，激活了社会资本减轻了市级财政资金压力，此外同时也将为今后政府与社会资本合作类似项目提供经验。

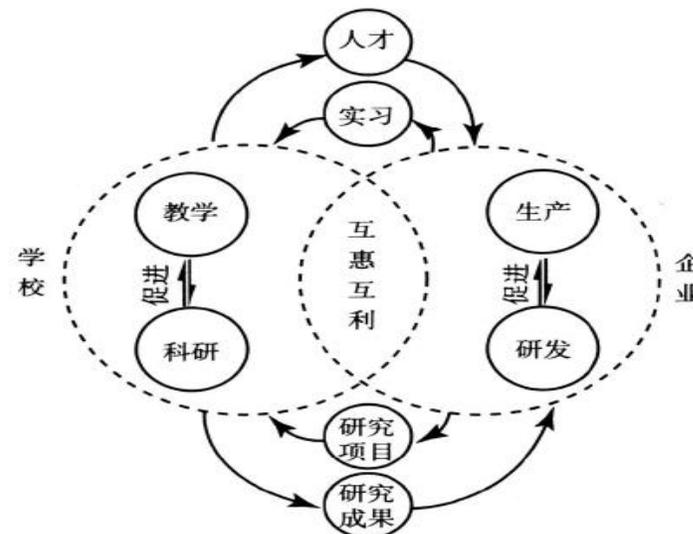
□ 加强创新人才培养

- 十八大以来，我国不断完善**人才政策**，进一步深化**人才发展体系**和**激励机制**改革，营造有利于人才**潜心研究、创业创新**的良好环境，提供更跟多的平台和机会。



□ 推动产学研结合

- 推动企业与具有污泥处理处置自主知识产权的高校、科研院所合作，使**新技术和专利**能够转化为**生产力和竞争力**，促进我国污泥产业的发展；
- 污泥处置企业通过“工程总承包+托管运营”等商业模式，委托其他具有专业工程经验企业进行**托管运营**，**降低建设和运营风险成本**。



结 语

- 实现污泥的妥善处理，对于**改善环境质量，保障环境安全**具有极其重要的现实意义；
- 我国污泥处置产业已经步入**黄金发展时期**，必将助推环保产业的创新发展；
- 今后结合新兴科技，从**源头控制技术、无害化处置技术、资源化利用技术**等方面进一步突破，实现污泥的高效处置。



谢谢大家!
Thank you!