



中国环保产业的技术现状与需求

中国节能环保集团公司

邹结富

2017年12月5日





环保产业定义与范围

环保产业：国际上有广义、狭义两种理解。广义包括生产中的清洁技术、节能技术，以及产品的回收、安全处置与再利用等。狭义是终端控制，即在环境污染控制与减排、污染清理以及废物处理等方面提供产品和服务。产业形态包括：

环保技术和装备

直接用于防治环境污染、保护生态环境的技术和设备、环境监测专用仪器仪表等。

环保产品

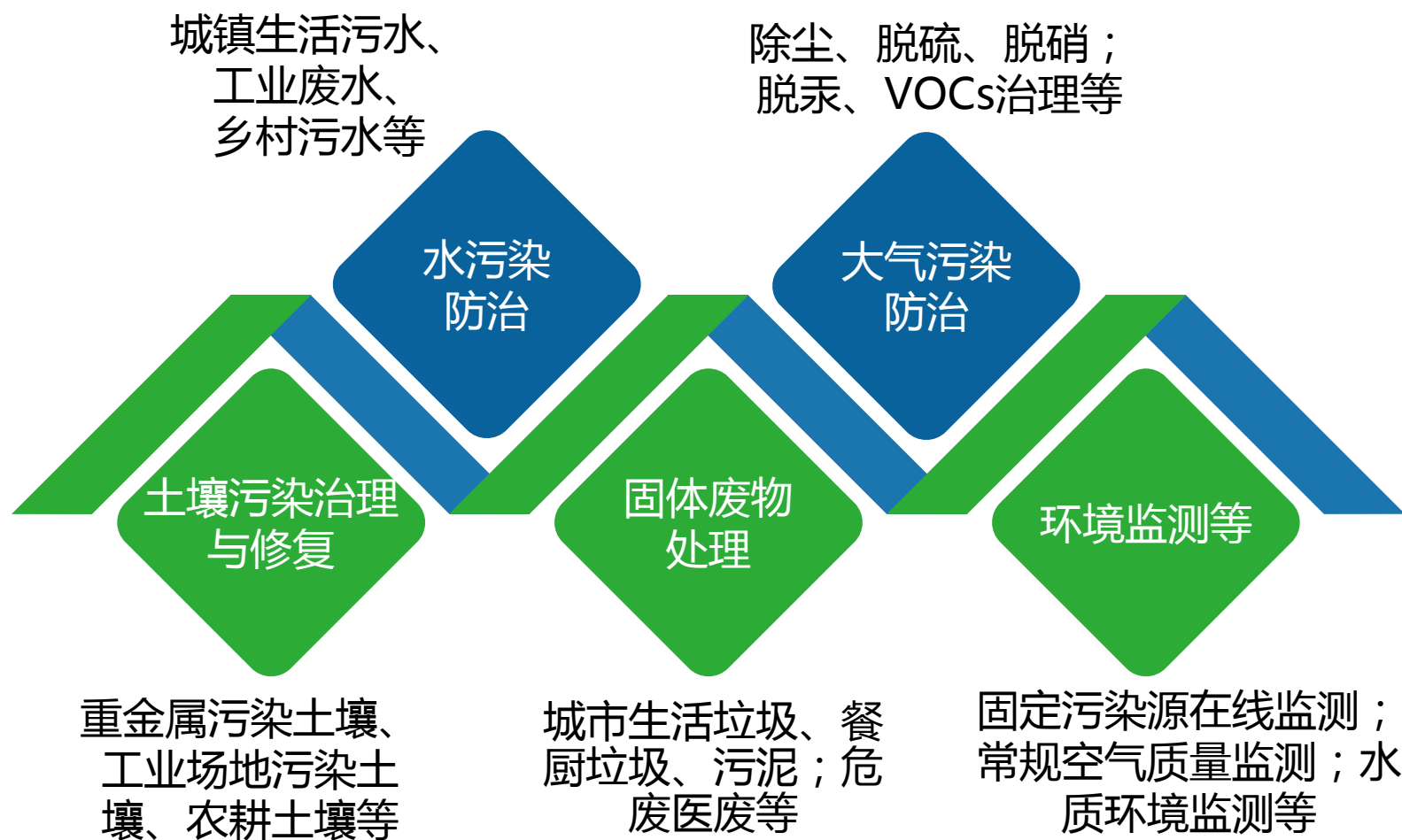
用于防治环境污染、保护生态环境的有关材料、药剂等。

环保服务

为环境保护提供的
相关服务活动。



环保产业五大重点领域





工业废水处理技术现状

工业废水处理整体工艺流程一般可分为预处理、生化处理、深度处理三个环节。

预处理 1

➤ 资源回收类预处理技术

- 吹脱、汽提和萃取工艺广泛应用。
- 液膜分离、多效蒸发技术工程推广阶段。

➤ 常规预处理技术

- 沉淀、破乳、隔油、混凝沉淀、气浮、过滤等技术成熟。在设备精细化和工艺条件优化控制方面有待提高。

➤ 强化预处理技术

- 水解酸化，较为成熟。
- 铁碳微电解、芬顿氧化法、催化湿式氧化技术，工程推广阶段。



工业废水处理技术现状

生化处理

2

➤ 厌氧生物处理工艺

- 以上流式厌氧污泥床UASB为代表的第二代厌氧生物反应器，国内广泛工程化应用。但部分工程运行时存在跑泥、堵塞等问题。
- 以内循环式反应器IC、升流式厌氧流化床UFB、厌氧膨胀颗粒污泥床EGSB等为代表的第三代新型高效厌氧生物反应器，处于工程推广阶段。

➤ 好氧生物处理工艺

- A²O工艺、CASS工艺等广泛应用。
- 膜生物反应器MBR、移动床生物膜技术MBBR近年来工程示范案例较多；生物强化技术在难降解工业废水处理领域，处于工程推广阶段。



工业废水处理技术现状

深度处理

3

- 混凝沉淀、气浮、砂滤池等，进一步去除水中的SS、磷及部分有机物，工程广泛应用。
- 臭氧高级氧化技术，降解生化出水中残留的难降解有机物，脱色效果好，可用于出水把关，亦可与生化工艺（如曝气生物滤池BAF）连用。在化工、焦化等行业应用较多。
- 芬顿高级氧化技术，氧化降解生化难降解有机物，兼具絮凝作用。在造纸、印染等行业应用较多。
- 双膜工艺(UF+RO)，去除分子量较大有机物、总金属、脱盐，产水一般用于工业水循环冷凝水系统补水，或进一步处理后作为工艺用水。工程示范阶段，案例较多。



工业废水处理技术



技术需求

总体上看，通过技术引进、自主研发，已形成从预处理到深度处理，包括物化、生化、化学技术，涵盖常规工艺、国际先进工艺的一整套工业废水处理技术。

实际应用中仍存在设备、材料技术水平偏低、工艺运行不稳定、自动化和精细化管理程度低、治理成本偏高等问题。

- ◆ **高级氧化类技术。** 高效长效低成本催化剂、传质优良高效反应器、提高羟基自由基产生效率的强化条件等技术。
- ◆ **厌氧生物技术。** 多级多相高效厌氧技术、工程化厌氧氨氧化技术。
- ◆ **好氧生物技术。** 针对特定种类污染物的高效降解菌及生物强化技术、工程化好氧颗粒污泥技术。
- ◆ **膜处理工艺。** 抗污堵性能优良的膜材料及制造技术、系统优化运行。
- ◆ **新型高效节能蒸发技术。**



市政污水处理技术现状

技术现状

➤ 一级处理

- 格栅、沉砂池、初沉池。

➤ 二级处理

- 传统活性污泥法及其变型工艺最为广泛应用，如氧化沟、SBR、CASS、A²/O、A/O等。
- 新型再生回用水厂采用膜生物反应器MBR工艺。
- 中小规模（如县级）污水处理厂部分采用了曝气生物滤池BAF、生物接触氧化法等生物膜处理工艺。
- 村镇级示范项目采用较为分散的一体化污水处理工艺、生态处理工艺等。

➤ 三级处理

- 混凝、过滤、消毒等。



市政污水处理技术需求

1

小型化、自动化城镇污水处理装置

- 结合物联网技术，采用全自动、免维护的先进设备，满足“小型化、多功能、模块化、自动化、高效率”的工艺组合与技术集成。

2

污水处理厂提标改造技术

- 优化传统污水处理工艺，提升除磷脱氮能力，如同步硝化反硝化技术，低碳源条件下强化反硝化技术。
- 低能耗膜生物反应器（MBR）等技术升级改造，提升出水品质，进行再生利用。



市政污水处理技术需求

3

污水处理节能降耗技术

- 污水提升、曝气和污泥脱水环节节电技术。
- 提高曝气系统效率的精确曝气技术、微纳米曝气技术。

4

可持续理念下污水处理技术新变革

- 以水资源可持续循环利用、提高能源自给率、物质合理循环为目的，对污水处理工艺流程进行彻底的改革。
- 工艺路线包括：主流工艺与厌氧氨氧化、污泥与餐厨垃圾协同厌氧、短程硝化反硝化、高效膜处理、氮磷资源回收等技术结合。



大气污染防治技术

烟气除尘

技术现状

A

- **电除尘。**低温电除尘、低低温电除尘、湿式电除尘技术、移动电极式电除尘、机电多复式双区电除尘、烟气调质等技术已在多个项目上应用。粉尘凝聚技术已经成熟。高效电源及节能优化控制技术也得以应用。
- **袋除尘。**在各种条件下（高温、高湿、高含尘、高腐蚀、高负压或高正压等）均实现稳定运行，粉尘排放浓度普遍稳定在 $30\text{mg}/\text{Nm}^3$ 以下。

技术需求

B

- ◆ **袋式除尘器：**主机气流模拟与整体结构优化；PM2.5细颗粒高效凝并技术；清灰技术；针对PM2.5的高效精细过滤材料、耐高温、高耐腐过滤材料。
- ◆ **协同解决除尘、脱硫、脱硝的关键技术，**实现烟气多污染物的同时高效治理。



大气污染防治技术

脱硫脱硝及其他

技术现状

A

脱硫技术

- 石灰石-石膏湿法脱硫工艺技术，应用最广、市场份额最大
- 电石渣、造纸白泥、钢渣等废弃钙基吸收法
- 海水吸收、氨法、双碱法、镁法、氧化法等
- 半干法、喷雾干燥、循环硫化床烟气脱硫

脱硝技术

- 低氮燃烧技术
- 选择性催化还原法 (SCR)
- 选择性非催化还原法 (SNCR)
- 臭氧氧化法脱硝技术

技术需求

B

- ◆ 钢铁冶金、水泥、工业窑炉、工业锅炉等燃煤烟气高效、低成本的脱硫脱硝工程适用技术。
- ◆ 资源回收型脱硫工艺技术，脱硫石膏高附加值利用技术，废弃脱硝催化剂再生与回收技术。
- ◆ 低温催化剂、活性炭烟气脱硫脱硝技术、烟气脱汞等重金属治理技术、二氧化碳回收等技术工艺。
- ◆ 燃气锅炉脱硝分子筛类催化剂技术。
- ◆ 超低排放技术。



挥发性有机物 (VOCs)



技术现状

A



技术需求

B

➤ 回收技术

• 吸附技术、吸收技术、冷凝（及蒸汽平衡）技术和膜分离技术。

➤ 销毁技术

• 高温焚烧、催化燃烧、生物净化、低温等离子体破坏和光催化氧化等技术。

➤ 组合技术

• 冷凝 + 吸附、吸附浓缩 + 冷凝回收或焚烧的组合工艺。

◆ 低浓度有机废气治理。

分子筛吸附净化技术、蓄热式燃烧技术、吸附浓缩-催化燃烧技术。

◆ 针对特定有机污染物的生物净化技术。
生物菌剂和填料的开发。

◆ 有机废气净化材料。

吸附材料、催化材料、过滤材料。



土壤污染治理与修复技术

修复途径

一是改变污染物在土壤中的存在状态，降低其在环境中的迁移性和生物可利用性。

二是利用焚烧加热、生物或其他工程技术方法从土壤中去除污染物。

➤ 工程修复技术。

排土、换土、去表土、客土和深耕翻土等。

➤ 物理-化学技术。

热处理技术、固化-稳定化技术、淋洗技术、氧化还原技术、电动力学修复技术、土壤性能改良技术等。

➤ 生物技术。

植物修复技术、微生物修复技术、生物联合修复技术等。



土壤污染治理与修复技术现状与需求

技术现状

- 已开发重金属污染土壤植物阻断、植物富集、化学钝化、富集与耕作套用等技术，实现工程化应用，部分技术处于国际领先地位。
- 对常温解吸、热脱附、气相抽提、淋洗修复、化学氧化、生物化学还原、强化微生物修复、固化稳定化、植物修复、原位注入修复技术国内企业已不同程度掌握。

技术需求

- ◆ 开发微生物土壤修复技术，降低土壤修复成本。
- ◆ 石油、煤化工等污染土壤修复技术。
- ◆ 低成本污染农田修复技术，可重复使用的农田污染修复大中型机具与装备。
- ◆ 土壤修复效果评估技术，评判污染土壤的修复效果。



固废处理技术现状与需求

城市生活垃圾

技术现状

A

技术需求

B

- **卫生填埋**：比例逐渐减少。
- **焚烧**：主流技术。机械炉排炉、流化床、气化、熔融、等离子体气化焚烧技术。
- **渗滤液处理技术**：生化+膜法。

- ◆ **清洁垃圾处理技术**。更高效清洁的焚烧技术，资源回收利用率更高、更清洁环保的技术，如高效清洁气化技术和分选技术。
- ◆ **高效烟气净化技术**。高效烟气处理及催化剂技术，一体化烟气脱硫脱硝脱汞技术。
- ◆ **渗滤液非膜法处理技术**。全生化法处理或生化+物化法高效处理工艺。
- ◆ **渗滤液浓液处理技术**。多效蒸发或物料膜技术



固废处理技术现状与需求

餐厨垃圾处理



- **堆肥。** 好氧发酵、蚯蚓堆肥。
- **能源化技术。** 产生沼气和生物柴油。
- **生产饲料。** 固态发酵、干燥热处理、真空蒸煮。

- ◆ 餐厨垃圾预处理技术和高效厌氧系统。
- ◆ 沼液和沼渣利用技术。
- ◆ 小型餐厨垃圾分布式处理系统。



固废处理技术现状与需求

污泥处理

技术现状

A

处理方式：填埋、干化焚烧、热水解、厌氧消化、堆肥。

➤ **污泥稳定化无害化技术。** 厌氧消化、热水解+厌氧消化、热干化、干化焚烧、污泥低温热解、污泥等离子法处理、污泥超声波处理等。

➤ **污泥深度脱水技术。** 污泥改性和压滤机工艺，使脱水后污泥含水率低于60%。

技术需求

B

- ◆ 污泥源头减量技术。
- ◆ 污泥经厌氧消化产沼气或好氧发酵处理后进行土壤改良、园林绿化等土地利用。
- ◆ 高效低能耗脱水技术设备。
- ◆ 污泥除臭灭菌技术和重金属稳定化等技术。
- ◆ 污泥微生物蛋白提取技术、污泥亚临界水解制肥技术、污泥热解制油技术等污泥资源化利用技术。



危险废物处理处置技术

无害化处置 技术

技术现状

资源化利用 技术

- 固态危废，采用压实、破碎、分选等技术处理。
- 液态废物，采用沉降、气浮、离心、过滤、混凝、化学沉淀、酸碱中和、蒸馏等技术处理。
- 含可燃成分较多的危险废物，采用焚烧、热解等技术。焚烧后残渣、飞灰进行稳定化/固化、填埋处理。

- ◆ 废电路板资源化利用技术。金属与非金属湿法分离技术；废电路板金属绿色浸出技术；熔池熔炼技术。
- ◆ 废润滑油资源化利用技术。再生工艺流程3类：①再净化②再精制③再炼制。
- ◆ 废包装桶资源化利用技术。干法处理和湿法处理。
- ◆ 危险废物衍生燃料综合利用技术。



危险废物处理处置技术

无害化处置
技术

技术需求

资源化利用
技术

- **废乳化液和高盐废水处理。** 高效、经济的废乳化液和高盐废水处理技术。
- **高浓度砷渣无害化处理技术。** 目前技术固化处理后浸出率高，对环境危害极大。开发高浓度砷渣的无害化处理技术迫在眉睫。
- **二噁英和重金属控制技术。** 有效控制焚烧过程中二噁英和重金属产生的技术。
- ◆ **重金属废渣资源化利用技术。** 尾矿、富矿渣中重贵金属无氰、无王水的资源化利用技术。
- ◆ **油泥资源化、无害化处理技术。**



环境监测技术现状与需求

技术现状

- **固定污染源监测技术。**核心为预处理单元和分析仪单元。目前常规量程的分析仪技术核心已突破，可满足绝大部分市场的需求，如激光透射/散射、简单红外非分散吸收、气体相关轮法、紫外吸收/差分检测技术。超低量程或痕量级检测仪表关键技术还在突破中。
- **空气质量监测技术。**
- **水质环境监测技术。**多采用化学方法，使用硫酸、催化剂、掩蔽剂等试剂，存在安全隐患，对环境造成二次污染。

技术需求

- ◆ 低浓度、低温高湿度环境下的烟尘、烟气、PM2.5监测技术、扬尘监测。
- ◆ VOCs在线测量及快速识别技术。
- ◆ 有毒有害（氨、硫化氢、氟化氢、汞、二噁英等）物质及区域特征污染物（氨气、硫化氢、氟化氢、氯化氢）的连续监测技术。
- ◆ 土壤与地下水污染监测、重金属监测。
- ◆ 污染物遥测技术、环境灾害应急监测。
- ◆ 基于互联网+大数据的环境监测技术。



总体认识

➤ 中国环保技术整体水平与国际先进水平还有一定差距。

发达国家环境问题的发生早于中国，环保技术开发与应用也早于中国。长期以来，引进与消化吸收国际先进环保技术是中国解决环境问题的主要技术路径。自主创新的环保技术，近些年来发展较快。目前，中国的环保技术水平与国际先进水平相比，整体还有几年到十几年的差距。

➤ 中国环保技术的创新需求十分强劲。

随着国家绿色发展理念的确立，环保要求与环保标准不断提高，环保产业的竞争日益加剧，环境治理已由单一目标治理往综合目标治理要求转变，为客户创造价值已成为众多环保企业的追求，因此，符合中国特点的环保技术创新需求十分强劲。

➤ 建立绿色技术银行对推进环保技术的应用与发展意义重大。

目前，国内也有众多的环保技术协会与技术联盟，也有诸如环保医院、环保产业集群、环保技术交易市场等机构，但运作的情况大都没有想象的如意。绿色技术银行按照技术信息及评价、技术开发及转化、金融支持及保障等新思路，创新体制机制，实施闭环管理，深信其对推进环保技术的应用与发展，将发挥积极与卓有成效的作用。

谢谢

THANKS

- 城市水务，为人民提供生命之水
- 可再生能源，奉献绿色电力
- 新型节能环保建筑材料，节能节地环保利废
- 节能减排技术服务，共同发展循环经济



中国节能
CHINA ENERGY CONSERVATION AND
ENVIRONMENTAL PROTECTION GROUP

聚合点滴 创生无限
Going Green, Investing Green