

2025



渗沥液处理工艺综合评价 及适应性管控对策研究



报告人：黄格



2025. 03. 09



目录 CONTENTS

01 >> 研究背景与现状

02 >> 工艺评估方法与指标体系

03 >> 关键工艺性能对比分析

04 >> 稳定性综合评价与结论

05 >> 工艺优化与管理对策

06 >> 未来展望

PART 01



研究背景与现状

2025



渗沥液处理现状



渗沥液产生及危害

填埋场渗沥液是垃圾填埋过程中产生的高浓度有机废水，含有大量有毒有害物质，如重金属、有机污染物等。若未经处理直接排放，将严重污染地下水、地表水及周边土壤，对生态环境和人类健康构成巨大威胁。



国内外处理技术发展历程

早期主要采用简单的物理沉淀和化学处理方法，但效果有限。随着膜技术的发展，MBR、NF、RO等工艺逐渐应用于渗沥液处理，提高了处理效率和水质稳定性。



当前处理技术面临的挑战

渗沥液水质复杂且波动大，不同阶段的渗沥液特性差异显著，增加了处理难度。部分工艺存在浓缩液处理难题，导致二次污染风险，同时运行成本较高，限制了其广泛应用。



综合评估与适应性管理必要性



环境影响评估的必要性

垃圾渗沥液若未经妥善处理，将对土壤、水源及生态系统造成长远影响。因此，开展综合评估，识别潜在环境风险，制定适应性管理策略，对于保护环境和公共健康至关重要。



经济效益考量的重要性

在垃圾渗沥液处理过程中，不仅要考虑环境保护，还需兼顾经济成本和资源的有效利用。通过综合评估，选择成本效益比高的处理工艺，实现环境治理与经济发展的双赢。



技术适应性分析的意义

不同地理、气候条件下，垃圾渗沥液的特性存在差异，对处理技术的适应性提出了更高要求。进行技术适应性分析，有助于优化方案设计，提高处理效率和效果。

PART 02

工艺评估方法与指标 体系

2025



技术路线



评估方法选择依据

01

模糊层次分析法（FAHP）的优势

- 能够综合考虑渗沥液运营经验和定量数据，将复杂的多因素决策问题转化为层次结构模型。通过构建权重矩阵，对各因素进行量化分析，有效解决评价指标间相互关联和重要性差异的问题。

02

生命周期评估（LCA）的应用价值

- 全面评估工艺从原材料获取、生产、使用到废弃处理的全过程环境影响，包括能耗、药剂消耗、碳排放等。有助于识别工艺的优势和劣势，为工艺优化和可持续发展提供科学依据。

03

多方法结合的必要性

- 单一评估方法难以全面反映渗沥液处理工艺的综合性能，结合多种方法可从不同角度进行评价，提高结果的准确性和可靠性。

工艺评估技术路线与标准

01

工艺评估技术路线

- 工艺评估技术路线是针对垃圾渗沥液处理工艺的系统化评价方法，它涵盖了从技术选择到实施效果的全过程，确保评估的全面性和科学性。

02

标准化评估准则

- 标准化评估准则为垃圾渗沥液处理工艺提供了统一的衡量标准，通过设定明确的技术参数和操作规范，保障了评估结果的公正性和可比性。

03

综合评价指标体系

- 综合评价指标体系结合环境效益与经济效益，通过多维度的数据收集和分析，对不同处理工艺进行客观评价，以促进最优工艺方案的选择和应用。

评价指标体系



核心评价指标构建



处理效率指标

- ①COD去除率和氨氮去除率是衡量工艺对主要污染物去除能力的关键指标，直接关系到出水水质是否达标。
- ②达标保证率反映了工艺在长期运行过程中稳定达标的能力，是评价工艺可靠性的重要依据。



稳定性指标

- ①集中度 (V_p) 和偏离度 (α) 用于评估工艺在水质波动情况下的稳定性，反映系统对冲击负荷的适应能力。
- ②这些指标能够有效识别工艺在实际运行中可能出现的不稳定因素，为优化工艺运行提供参考。



经济性指标

- ①吨水处理成本是衡量工艺经济性的核心指标，包括药剂费、电费、设备折旧等。
- ②药剂消耗和电耗是影响成本的主要因素，通过优化工艺参数和运行管理，可降低药剂和电耗，提高工艺的经济性。



管理复杂度指标

- ①故障率反映了工艺在运行过程中出现故障的频率，影响系统的稳定运行和维护成本。
- ②抗冲击能力表示工艺对突发水质变化和运行条件变化的适应能力，是评价工艺灵活性和可操作性的重要指标。

PART 03

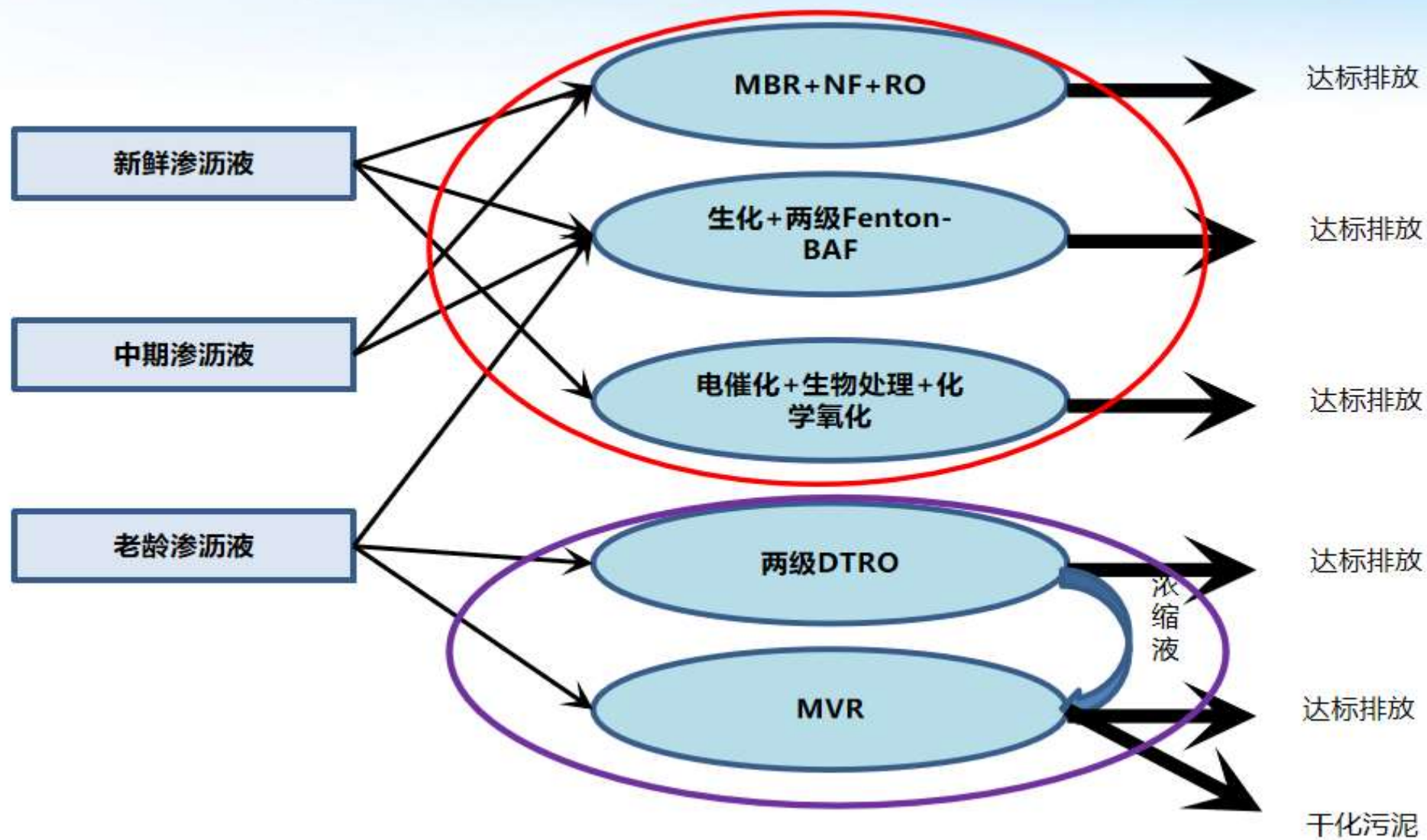


关键工艺性能对比分析

2025



工艺技术路线适应性



主流工艺技术路线的特点

Part 01

两级DTRO工艺特点

MBR（膜生物反应器）结合了生物处理和膜分离技术，能够高效去除有机物和悬浮物，出水水质好。

NF（纳滤）和RO（反渗透）进一步去除溶解性有机物和盐分，确保出水达标排放。

但该工艺存在膜污染和浓缩液处理问题，增加了运行成本和管理难度。

Part 02

BBR+两级Fenton-BAF工艺特点

BBR（生物转盘反应器）是一种高效的生物处理工艺，具有良好的抗冲击能力和脱氮效果。

两级Fenton（芬顿氧化）和BAF（曝气生物滤池）组合工艺能够有效去除难降解有机物和氨氮，无浓缩液产生。

该工艺对水质波动适应性强，运行成本相对较低，但占地面积较大。

Part 03

MBR+NF+RO工艺特点

两级DTRO（碟管式反渗透）是一种高压反渗透技术，对氨氮和有机物的去除效果稳定，出水水质可靠。

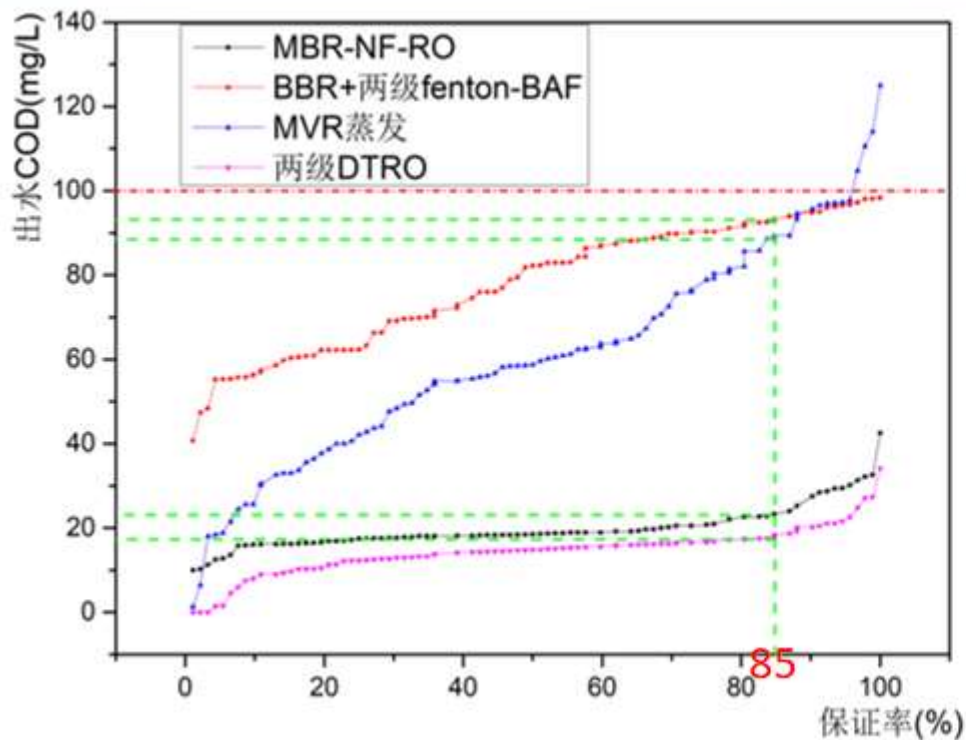
但其水量保证率较低，浓缩液产量大，处理难度高，且设备投资和运行成本较高。

关键性能对比

COD去除效果对比

MBR+NF+RO工艺的COD去除率可达99.3%，BBR+两级Fenton-BAF工艺为99.1%，两级DTRO工艺为98.5%。

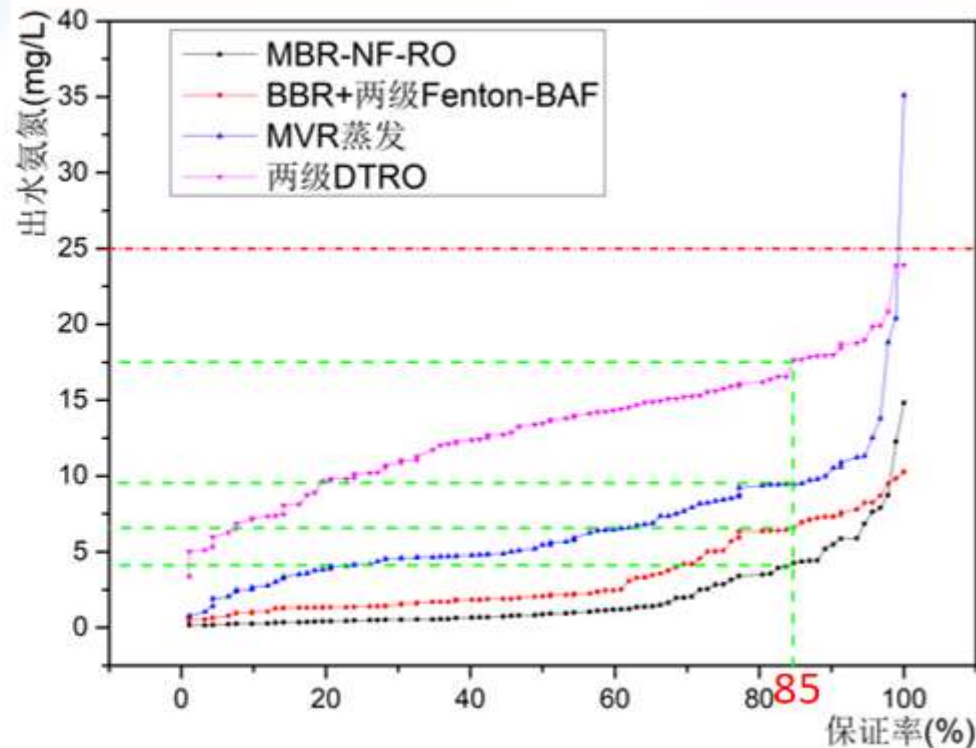
MBR和BBR工艺在生物处理阶段对有机物的降解能力较强，且通过后续工艺进一步去除，保证了较高的COD去除率。



氨氮去除效果对比

两级DTRO工艺的氨氮去除率最高，可达98%以上，MBR+NF+RO工艺为95%以上，BBR+两级Fenton-BAF工艺为90%以上。

DTRO工艺通过高压反渗透作用，能够有效截留氨氮等小分子污染物，确保出水氨氮达标。



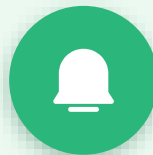
关键性能对比



水量保证率对比

MBR+NF+RO工艺的水量保证率为85%，BBR+两级Fenton-BAF工艺为80%，两级DTRO工艺仅为6.5%。

MBR和BBR工艺在生物处理阶段对水质的稳定性和水量的保证能力较强，而两级DTRO工艺由于高压反渗透作用，浓缩液产量大，导致水量保证率较低。

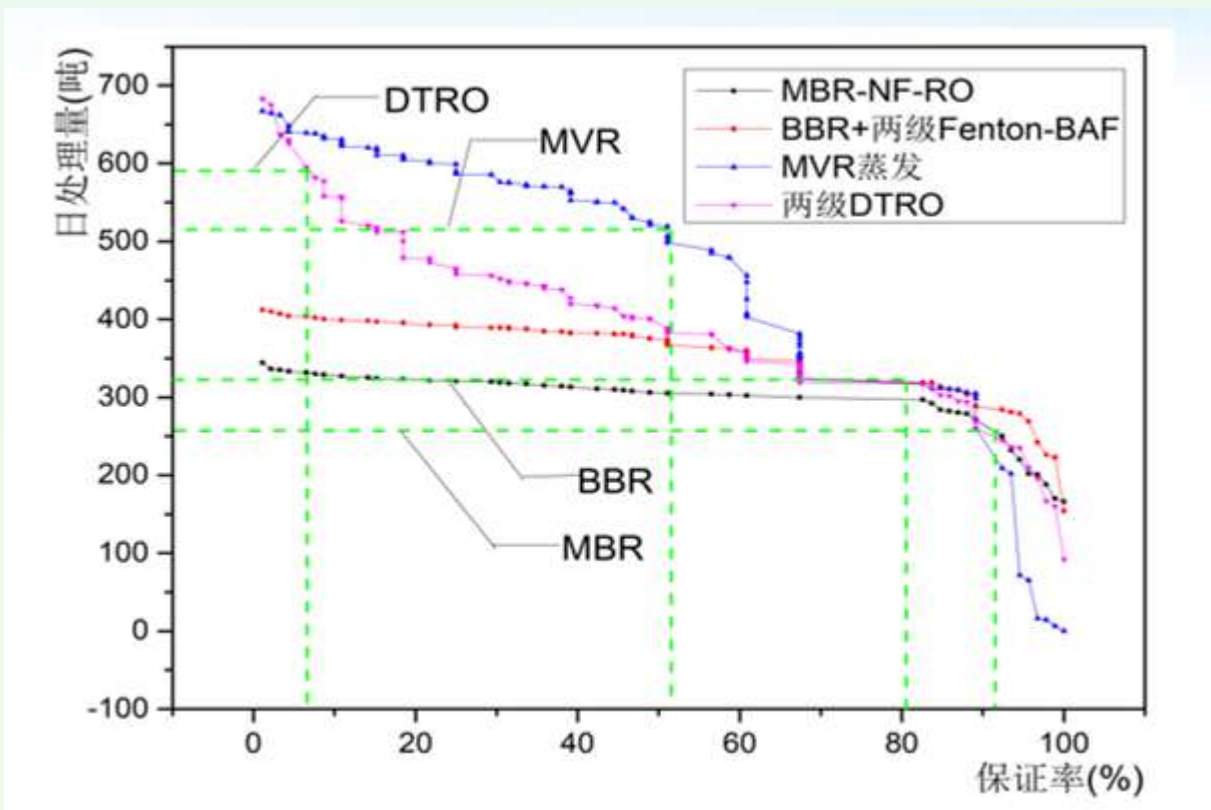


吨水成本对比

BBR+两级Fenton—BAF工艺的吨水成本最低，为18—22元；其次是MBR+NF+RO工艺，吨水成本为25—30元；

两级DTRO工艺最高，吨水成本为35—40元。

BBR工艺无浓缩液处理，且碳源需求低，运行成本相对较低；而两级DTRO工艺设备投资大，能耗高，导致成本较高。



分析结论

- MBR工艺和两级DTRO工艺对COD的去除更加有效，通常远低于排放标准。这是由于两种工艺均有膜作为处理环节，而膜的过滤结构，可有效去除渗沥液中的有机物。
- BBR工艺和MBR工艺的出水COD更加稳定。这是由于两种处理工艺均具有生物处理段，且处理工艺流程较长，对于水质的波动具有一定的抗冲击能力，且具有足够的时间进行调整。
- 两级DTRO工艺对于氨氮处理效果更加稳定。这是由于生物法去除效果受影响因素多（如：曝气量、污泥性状、有机物量、回流量等），容易存在波动，但可以确保氨氮水质远低于排放标准。
- BBR工艺和MBR工艺在处理水量方面更加理想。两种工艺均能保证80%以上的概率使日处理能力达到设计规模的85%。

PART 04

稳定性综合评价与结论

2025



综合评价方法

权重分配原则

根据各指标在渗沥液处理工艺中的重要性，结合运营经验和实际运行数据，合理分配权重。

处理效率权重最高，为35%，其次是稳定性（30%）、经济性（25%）和管理复杂度（10%）。

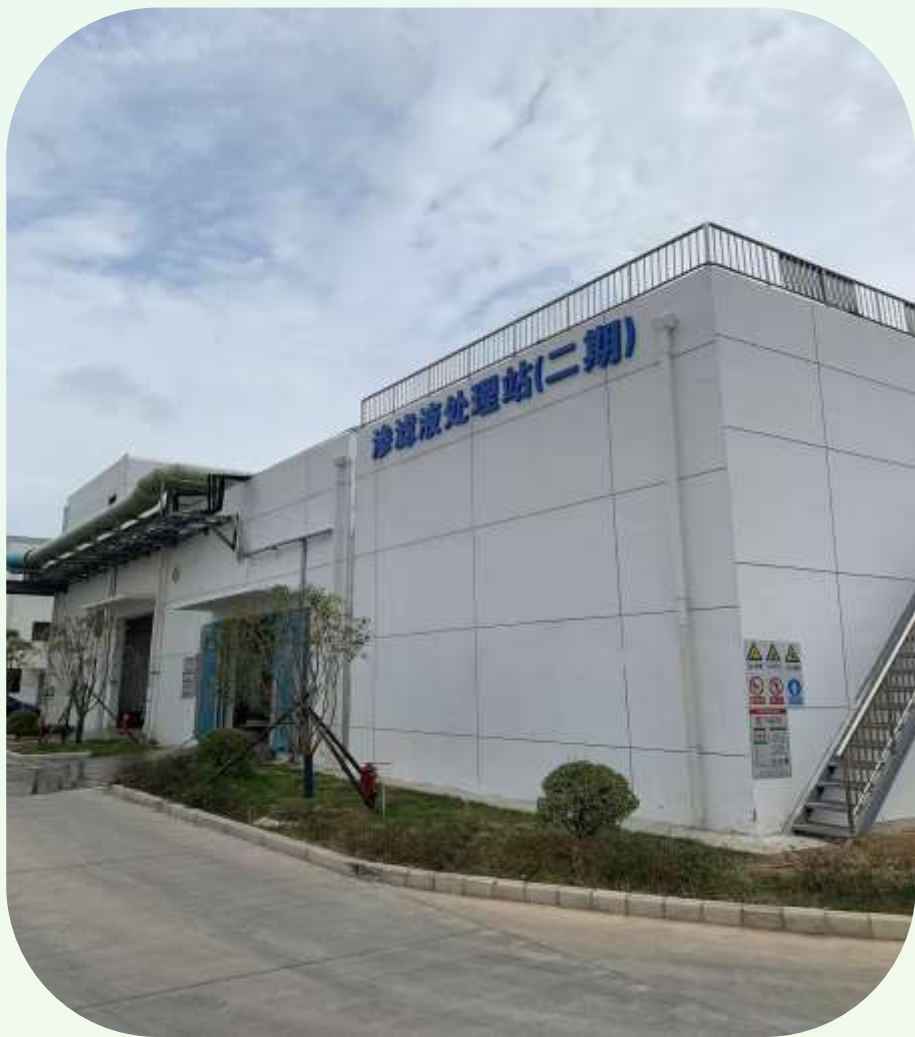
综合得分计算

采用加权求和的方法，将各指标得分乘以相应的权重，得到各工艺的综合得分。

MBR工艺综合得分为0.9134，BBR工艺为0.5715，两级DTRO工艺为0.4821。



评价结论



工艺稳定性排序

MBR工艺稳定性最高，BBR工艺次之，两级DTRO工艺稳定性最低。

MBR工艺成熟度高，案例丰富，能够有效应对水质波动；BBR工艺作为新兴技术，具有较大的发展潜力；两级DTRO工艺由于水量保证率低，稳定性受限。

推荐场景分析

当 $BOD_5/TN \geq 7$ 时，优先选择MBR+两级Fenton—BAF工艺，碳源充足，能够保证良好的脱氮效果。

当 $BOD_5/TN < 7$ 时，采用BBR+两级Fenton—BAF工艺，该工艺对低碳氮比的渗沥液具有较好的适应性，运行成本低。

PART 05

工艺优化与管控对策

2025



工艺优化措施

01

BBR工艺改进

- ①增设转盘进水管与均质池分格，提高配水均匀性，确保生物处理效果稳定。
- ②延长曝气池停留时间至10天，强化脱氮过程，提高氨氮去除率。
- ③生物段接种BAF池污泥，增强菌群活性，提高系统对难降解有机物的降解能力。

02

MBR工艺优化

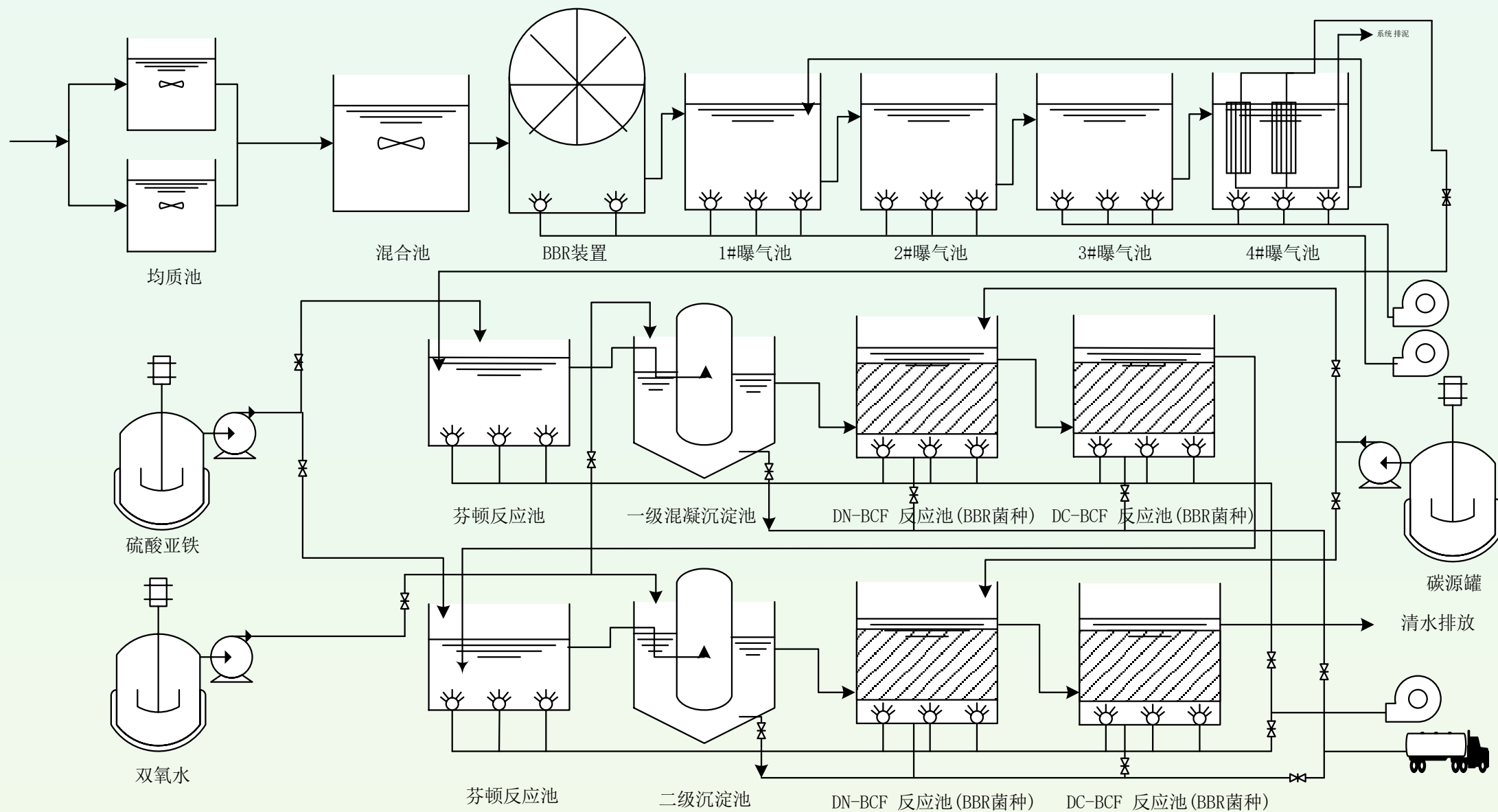
- ①定期清洗膜组件，采用物理清洗和化学清洗相结合的方法，降低膜污染，延长膜使用寿命。
- ②优化曝气系统，根据水质和水量变化自动调节曝气量，提高氧气利用率，降低能耗。
- ③增设预处理和后处理单元，如混凝沉淀、活性炭吸附等，进一步提高出水水质。

03

两级DTRO工艺优化

- ①采用新型膜材料和膜组件，提高膜的通量和抗污染能力，降低浓缩液产量。
- ②优化系统运行参数，如压力、流量等，提高水量保证率，降低能耗。
- ③探索浓缩液减量化和资源化利用技术，减少二次污染风险。

BBR工艺优化图



关键技术优化创新

01

物理化学法优化

通过调整物理化学处理过程中的关键参数，如pH值、混凝剂种类和剂量，可以显著提高垃圾渗沥液的处理效率，减少二次污染的风险。

02

生物处理技术革新

利用微生物的代谢作用，将有机污染物转化为无害物质，通过引入高效菌种和优化生物反应器设计，提升了生物处理工艺的稳定性 and 处理效能。

03

膜分离技术突破

结合先进的膜材料和操作条件优化，膜分离技术在去除细小悬浮物和溶解性污染物方面展现出高效率，为垃圾渗沥液的深度净化提供新的解决方案。

智能化控制策略

01

动态调控模型构建

- ① 建立基于水质和水量实时监测数据的动态调控模型，实现曝气量、药剂投加量、泵阀开度等参数的自动调节。
- ② 通过模型预测水质变化趋势，提前调整工艺运行参数，提高系统的稳定性和适应性。

02

智能监控系统应用

- ① 配备先进的水质监测设备和自动化控制系统，实时监测渗沥液的水质、水量、处理设备的运行状态等参数。
- ② 将监测数据传输至控制中心，通过数据分析和处理，实现远程监控和故障诊断，提高管理效率和运行稳定性。

03

人工智能技术融合

- ① 利用人工智能算法，如机器学习、神经网络等，对大量历史数据和实时数据进行分析 and 挖掘，建立工艺运行模型。
- ② 通过模型预测和优化控制，实现渗沥液处理工艺的智能化运行，提高处理效率和水质稳定性。



浓缩液处理对策



蒸发工艺优化

采用高效的蒸发技术和设备，提高产水率，降低浓缩液的含盐量，减少二次污染风险。
耦合干化技术，对蒸发产生的结晶盐进行干化处理，减少化学污泥量，降低处理成本。



浓缩液回流利用

填埋场 将浓缩液回流至填埋场或前端处理单元，利用填埋场的生物降解作用或前端处理工艺对浓缩液中的污染物进行进一步降解。
焚烧厂回喷至炉膛，进行蒸发处理。



浓缩液资源化利用

探索浓缩液中资源的回收利用技术，如重金属回收、盐类提取等，实现浓缩液的资源化利用。
通过资源化利用，降低浓缩液处理成本，提高渗沥液处理的经济性和可持续性。

PART 06



未来展望

2025



渗沥液研究方向与技术突破点

01

渗沥液处理技术革新



随着科技的发展，渗沥液处理方法应该逐渐向高效、低耗、环保方向转变。未来的研究可以聚焦于开发新型生物处理工艺和优化现有物理化学方法，以实现垃圾渗沥液的高效净化。

02

适应性管理策略深化



针对不同地区和不同类型垃圾渗沥液的特点，适应性管理策略的研究将成为未来工作的重点之一。这包括根据地理位置、气候条件以及社会经济状况制定更加精细化的渗沥液处理方案。

03

全生命周期管理模式
探索



为了更有效地控制和管理垃圾渗沥液问题，全生命周期管理模式的应用显得尤为重要。该模式涵盖了从源头减量到末端处置的全过程，旨在通过科学规划和管理减少垃圾渗沥液对环境的污染并提高资源利用率。

政策驱动与低碳工艺推广

01

响应双碳目标

在渗沥液处理过程中，积极推广低碳工艺，如BBR工艺，减少能耗和药剂消耗，降低碳排放。

通过优化工艺参数和运行管理，提高工艺的能源利用效率，实现渗沥液处理的低碳化发展。

02

政策支持与引导

政府出台相关政策，鼓励企业采用先进的渗沥液处理技术和工艺，对低碳工艺给予政策支持和资金补贴。

加强对渗沥液处理行业的监管，合理制定排放标准，推动行业技术升级和可持续发展。

数字化升级与智慧管理



利用物联网、大数据、云计算等技术，构建渗沥液处理智慧平台，实现渗沥液处理过程的实时监测、数据分析、智能决策和远程控制。

通过智慧平台，提高渗沥液处理的管理水平和运行效率，降低管理成本和运行风险，实现智慧化运行。

构建渗沥液处理智慧平台



深入研究AI技术在渗沥液处理中的应用，如水质预测、故障诊断、工艺优化等，提高渗沥液处理的智能化水平。通过AI技术的应用，实现渗沥液处理的精准调控和高效运行，推动渗沥液处理行业向智能化、数字化方向发展。

AI技术在渗沥液处理中的应用

2025 

谢谢聆听！



报告人：黄格



2025. 03. 09

