**辽宁省水利科技成果登记表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 成果名称 | 新型水合物法复杂污水净化机理及技术 | | | | |
| 成果持有人姓名 | 张伦祥、董宏生、原晖、侯鹏飞、凌铮、赵凯、滕昱、孙灵杰、赵云、孙大明 | 联系人 | | | 原晖 |
| 成果持有人单位 | 辽宁省大连水文局、大连理工大学 | 联系方式 | | | 13654256067 |
| 知识产权情况 | 申请专利6项  无知识产权纠纷 | 专利号 | | | ZL201610813889.4  ZL201610417180.2  ZL201610826046.8  ZL201410606200.1  ZL201710549306.6  ZL201921627203.8 |
| 关键词 | 水合物法、复杂污水、低能耗、高普适性 | 成果估价 | | | （万元） |
| 合作方式 | 1.技术转让 2.技术研发 3技术入股 4.技术咨询服务 5.其它 选择序号\_\_\_\_\_\_2\_\_\_\_\_\_ | | | | |
| 成果所属专业 | 水污染治理 | | 应用行业 | 水利、环境 | |
| 成果简介 | **一、主要内容**  本研究以探索新型水合物法处理实验室废水净化机制与处理技术为目标，研究水合物笼形结构稳定机制，解析具有高驱动力的水合物混合客体分子特性，揭示其生成水合物的热动力学机制；揭示水合物对污染物杂质分子的排他机理，提出基于水合物法的含有机物污染物、重金属离子等的污水处理传质分配系数控制方程，构建水合物生成过程的污染物浓度梯度分布理论；阐释水合物分离净化水的内在控制机制，提出低能耗高适用性的新型水合物法复杂污水体系净化方法，实现实验室废水中复杂污染物的同步快速去除和持续稳定的清洁水提取，成功应用于辽宁省大连水文局实验室废水、辽宁省本溪水文局实验室废水及广州一博环保科技有限公司科研项目废水处理，实现最大废水处理量100t/天，累计节省成本23.25万元/年，为未来我国解决水污染、减缓水资源短缺提供有效途径与理论方法支撑。  **二、创新性和先进性**  针对工业生产过程中产生的高浓度的有机、无机污水，传统的处理方法处理难度大，处理工艺繁琐，处理经济成本高。如较高的浓度使得细胞无法在污水中生存繁殖，重金属离子的存在还会导致细胞的死亡，过高的浓度还会使得膜法处理过程中的堵塞以及化学法中药剂的添加量的增大，常规方法无法低成本有效处理高浓度有机废水和重金属离子废水。  本技术围绕多污染源复杂污水处理这一国家重大需求，瞄准水合物法水分离净化机制的国际科学前沿，提出新型水合物法复杂污水净化研究思路，利用水合物生成排他效应，在全浓度范围内实现复杂污水体系中多类型污染物（无机物、有机物等）的快速同步去除。研究含多类型污染物复杂污水体系中的水合物生成相平衡，探明低压、近室温（～20℃）条件下具有高驱动力的多元水合物客体分子特性，建立水蒸气-水合物多元客体分子新型水合物相平衡体系；构建气-液-固三相界面水合物成核-生长模型，探究水蒸发-冷凝-水合物生成-水合物分解速率间的耦合关系；揭示水合物笼形结构对多类型污染物的排他效应机理，分析有机物对水合物成核生长的影响作用；调控水合物生成分解界面的亲疏水性、粗糙度、非均质性等关键参数，最终阐明水合物法处理多污染源复杂污水的内在控制机制；揭示系统结构、组分、温度、压力等关键参数的调控机理，提出新型水合物法复杂污水净化理论与方法；实现多类型污染物的同步快速去除和持续稳定的清洁水提取。  为了实现水合物法复杂污水废水处理，本技术建立了国际首套针对水合物污水处理的装置和工艺流程，包括了水合物相变生成、固液分离、水合物相变分解和检测分析，分析了污染物浓度、离子种类和水合物剂量对离子去除特性的影响机制，较高的初始污染物浓度会抑制水合物生成，从而使得水合物生成前沿前进速度变慢，从而使得随着铜离子浓度增加，去除效率先增加然后逐渐平缓，富集因子和产水量均成下降趋势；在同一条件下，去除效率和离子半径及电荷等污染物自身性质无关，水合物生成过程仅仅吸附水分子，对其他杂质分子具有无选择性的排他效应，可以广泛应用于含各无机污染物和有机污染物。提出了基于水合物法的含重金属污水处理传质分配系数控制方程，构建了水合物生成过程的污染物浓度梯度分布理论，揭示了客体分子配比、初始浓度等多因素对净化效率、产水量和重金属离子富集因子的作用机制。  通过本技术的实施，构建新型水合物法复杂污水体系清洁水提取理论体系及技术方法，推动水合物相平衡理论、水合物成核生长动力学模型、复杂体系污水处理技术等的发展，产出具有重要学术价值和应用前景的研究成果，本技术对于解决水污染减缓全球水资源短缺具有重要意义。相关研究成果发表在国外知名期刊上，并实际应用于高浓度印染废水的处理，取得了良好的效果。 | | | | |
| 研究团队 |  | | | | |
| 备 注 |  | | | | |