

# 《污水处理用亲水性聚氨酯生物载体》

（征求意见稿）

编制说明

《污水处理用亲水性聚氨酯生物载体》 编制组

二〇二六年二月

# 《污水处理用亲水性聚氨酯生物载体》编制说明

## 1. 工作简况

### 1.1 任务来源

随着我国污水处理领域对高效、稳定生物处理技术需求的不断提升，亲水性聚氨酯生物载体因其优异的微生物附着性能、良好的传质效果及长使用寿命，在污水生物处理系统（如 MBBR、生物滤池等）中展现出显著优势，成为提升污水处理效率、降低运行成本的关键材料之一。为规范污水处理用亲水性聚氨酯生物载体的生产、检验与应用，保障产品质量与处理效能，推动行业技术进步，中华环保联合会于 2025 年下达了《污水处理用亲水性聚氨酯生物载体》团体标准（项目编号：T/ACEF XXX-2025）的编制任务。本标准由华北电力大学牵头，联合多家环保龙头企业、科研院所及检测机构共同编制。

### 1.2 协作单位

本标准编写主要由本文件起草单位：中国环境科学研究院、北京融水科技有限公司、沈阳工业大学、东方绿水（北京）环境科技有限公司、北京弘昇达环境科技有限公司、唐山曹妃甸天川环保科技有限公司、交通运输部天津水运工程科学研究所、中国能源建设集团山西省电力勘测设计院有限公司。

## 2. 标准制定必要性、编制依据、编制原则

### 2.1 制定必要性和重要意义

随着全球水资源短缺和水环境污染问题日益严峻，污水处理技术的革新已成为制约社会可持续发展的关键因素。传统活性污泥法在处理高浓度有机废水及难降解污染物时面临效率低、能耗高、污泥产量大等固有缺陷，而生物膜法因其高生物量滞留性、强抗冲击负荷能力及低剩余污泥产率等优势，逐渐成为污水处理领域的研究热点和应用趋势。然而，作为生物膜法核心“部件”的生物填料，其性能优劣直接决定了工艺的处理效能。目前市场上的填料种类繁多，包括聚乙烯、聚丙烯、陶粒、火山岩等多种材质。这些填料由于缺乏亲水性基团、比表面积有

限、生物相容性不足等问题，普遍存在挂膜速度慢、生物膜易脱落、传质效率低等技术瓶颈，严重限制了生物膜工艺的优化与推广。

相较传统生物载体，亲水性聚氨酯生物填料凭借其超高比表面积（ $\geq 5000 \text{ m}^2/\text{m}^3$ ）、优异的生物亲和性（微生物浓度可达  $15\text{--}25 \text{ g/L}$ ，较传统载体提升  $5\text{--}10$  倍）、显著的脱氮除磷效能（脱氮效率提高  $20\%$  以上），以及低碳节能（曝气能耗降低  $30\%$ ）和超长使用寿命（ $>10$  年）等综合优势，展现出巨大的技术潜力。然而，当前国内外尚未建立针对此类新型填料的统一技术标准，导致市场存在性能参数虚标（如比表面积夸大  $50\%$  以上）、适用工况模糊、检测方法不统一等乱象，不仅阻碍了技术创新与产业升级，还可能因选型不当引发污水处理不达标等环境风险。本标准旨在规范污水用亲水性聚氨酯生物载体的生产、应用与质量控制，明确其技术指标、检测方法、性能要求及应用范围，为相关产品提供统一的标准化依据，是应对行业痛点、规范市场发展、推动技术升级、保障水环境治理成效的必然举措，将为污水处理行业的高质量发展提供关键支撑。

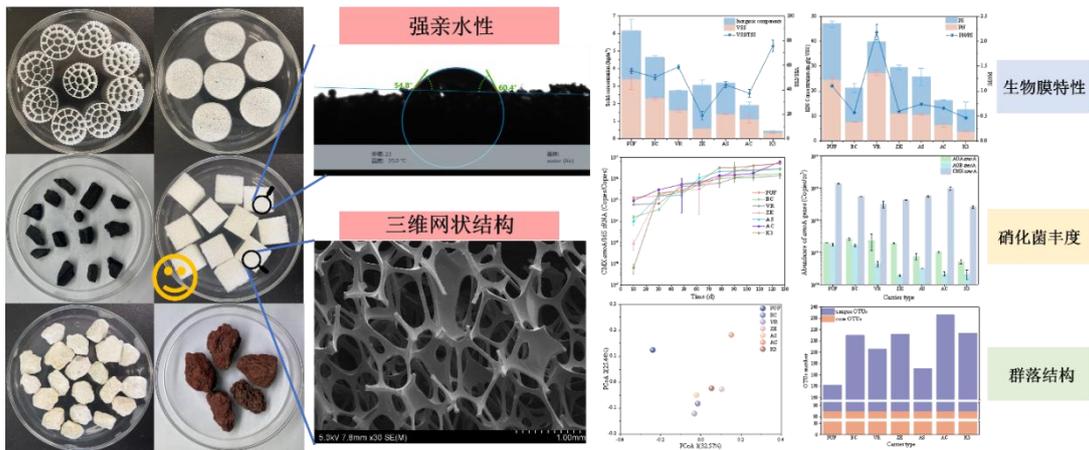


图 1 亲水性聚氨酯填料的物理性质及其生物膜特性

## 2.2 编制依据

### 2.2.1 政策法律依据

- 《中华人民共和国环境保护法》
- 《中华人民共和国水污染防治法》
- 《中华人民共和国水法》
- 《城镇排水与污水处理条例》

## 2.2.2 技术依据

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 6342 泡沫塑料与橡胶 线性尺寸的测定

GB/T 6344 软质泡沫聚合材料 拉伸强度和断裂伸长率的测定

GB/T 6388 运输包装收发货标志

GB/T 6670 软质泡沫聚合材料落球法回弹性能的测定

GB/T 12811 硬质泡沫塑料平均泡孔尺寸试验方法

GB/T 19587 气体吸附BET法测定固态物质比表面积

CJ/T 461 水处理用高密度聚乙烯悬浮载体填料

HG/T 5924 废（污）水处理用生物膜载体

## 2.3 编制原则

### 1) 规范性原则

本标准按照 GB/T1.1-2020 有关规定，确定标准的结构和内在关系，标准条文层次的划分符合 GB/T1.1 的规定。

### 2) 统一性原则

本标准的编写和表达方式在三个方面实现统一：一是标准结构的统一，即标准中的章、条、段、表、图和附录的排列顺序与 GB/T1.1 的要求统一；二是文体的统一，即类似的条款由类似的措辞来表达，相同的条款由相同的措辞来表达；三是术语的统一，即同一个概念使用同一个术语，每一个术语尽可能只有唯一的含义。

### 3) 协调性原则

本标准的协调性主要体现在三个方面：普遍协调：即与标准化原理和方法的协调，与标准化术语的协调，量、单位及符号的协调等。

## 3.主要工作过程

### 3.1 组建编制技术组和研究启动

2025年8月初，在中华环保联合会的组织协助下，由华北电力大学等单位成立了标准编制组，并启动标准编制工作。编制组初步拟定了标准制订的原则、

工作目标、工作内容和技術路线，讨论了在标准过程中可能遇到的问题、标准定位及侧重点，并根据标准编制任务，制定了详细的标准编制计划与任务分工。

### 3.2 查询国内外相关标准和文献资料、编制大纲及草案

8月上旬、中旬，编制组系统检索、查询和收集了国内外与相关的标准、技术规范、学术文献及专利资料，包括《环境保护产品技术要求制订技术导则》（HJ 2521-2012）等。在系统整理和借鉴国内外相关成果的基础上，编制组对各类填料的尺寸、比表面积、填料密度、堆积密度、孔隙率、孔径、压缩回弹率等物理性质，酸失量、碱失量以及紫外损失等化学性质，挂膜后生物量、硝化速率和有机物去除速率等生物性能进行了比较，明确了本标准的技术路线与主体结构。

### 3.3 编制开题论证报告及标准草案

8月中旬，编制组基于前期研究基础，针对当前污水处理用亲水性聚氨酯生物载体市场存在的性能参数虚标、适用工况界定模糊、检测方法缺乏统一性等突出问题，对同类产品的外观要求、尺寸规格、核心性能指标等关键内容开展了试验，同时对这些参数进行了对比（表1）。同时开展了对污水处理中所用的亲水性聚氨酯填料市场所售填料（表2）调研。总的来看，**亲水性聚氨酯海绵填料的物化性能以及污染物去除率要远远优于其他市售填料**。最后，编制组编制了开题论证报告及标准草案，明确了标准的技术内容、框架结构及核心参数要求。

表1 亲水性聚氨酯海绵填料和其它类型市售填料对比

对比指标	亲水性聚氨酯海绵填料	其它市售填料
比表面积	$\geq 5000 \text{ m}^2/\text{m}^3$	$> 500 \text{ m}^2/\text{m}^3$
膨胀体积	原体积 2.2 倍	不膨胀
挂膜时间	$< 7$ 天	15-20 天
出水水质	地表 IV 类水	一级 A 标准
总氮去除率	$> 80\%$	52%~75%
氨氮去除率	$> 95\%$	$> 90\%$
COD 去除率	$> 90\%$	88%

表 2 市场同类亲水性聚氨酯海绵填料参数对比

项目	单位	课题组开发的 PU 载体	高亲水 PU 块状载体	亲水 PU 悬浮填料	高弹性 PU 立方体	复合孔 PU 载体	本标准范围
尺寸	mm	20×20×20	20×20×20	10×10×10	30×30×30	10×10×10	10, 20, 30 mm (偏差≤10%)
比表面积	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	20 000	8 000	6 000	9 000	12 000	≥5000
填料密度	kg/m <sup>3</sup>	1060	1200	1100	1150	1100	1000±200
堆积密度	kg/m <sup>3</sup>	15	12	13	12	12	13±3
空隙率	%	96	95	95	96	95	≥95%
孔径	mm	0.2-0.8	0.8-1.2	1.0-1.5	0.8-1.0	0.5-0.8	0.2- 2
压缩回弹率	%	≥98	≥96	≥95	≥96	≥95	≥90
拉伸强度	kPa	260	180	150	200	170	≥150
亲水性	°	≤60	≤30	≤45	≤35	≤40	≤60
酸失量	%	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1
碱失量	%	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1
紫外损失	%	≤3	≤3	≤3	≤3	≤3	≤3
挂膜后生物量	kg/m <sup>3</sup>	24	20	15	22	18	≥15
硝化速率	kg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N/(m <sup>3</sup> ·d)	1.0	0.8	0.6	0.9	0.7	≥0.6
有机物去除速率	kg COD <sub>Cr</sub> /(m <sup>3</sup> ·d)	7.6	6.5	5	7.5	6	≥3.0

### 3.4 召开专家指导审查会

2025年8月下旬，邀请行业内相关专家进行了标准方向、内容和规划等方面的审查，并提出了标准草案相关修改意见。编制组根据意见进行了完善修改。

### 3.5 召开立项评审会

2025年8月29日，中华环保联合会组织召开了本项目立项评审会。专家委员会听取了编制汇报，经质询和讨论，通过了本项目的立项审查，并提出以下主要修改意见：

- (1) 建议标准名称修改为：《污水处理用亲水性聚氨酯生物载体》；
- (2) 在必要性论证时，补充说明与现有标准的差异及互补性；
- (3) 在编制说明中补充城镇污水、工业废水及农村污水处理的成功案例；
- (4) 按照产品标准的要求修改适用范围与章节内容；

(5) 按照 GB/T1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》要求起草标准。

### 3.6 标准初稿撰写

9月-11月，从产品型号、技术要求（包括外观和形状、物理性能、化学性能以及生物性能）、试验方法、检验规则、标志、包装、运输与贮存等几个方面进行了撰写。形成了《污水处理用亲水性聚氨酯生物载体》初稿撰写。

## 4.国内外相关标准研究

本标准编制严格遵循国家环境保护标准体系。依据生态环境部发布的《环境保护产品技术要求制订技术导则》（HJ 2521-2012）规定了材料类产品编写框架，系统规范原料、制造工艺、结构特性、理化性能、使用性能及试验方法等核心参数。同时，与工信部《废(污)水处理用生物膜载体》（HG/T 5924-2021）标准保持技术兼容性，在满足其通用要求的前提下，本标准聚焦“亲水性聚氨酯”单一材质，指标更专、限值更严。

《环境保护产品技术要求 悬浮填料》（HJ/T 246-2006）规定了填料的适用范围、物理性能、机械性能、化学稳定性等。本标准所规范的亲水性聚氨酯填料，

是一种具备悬浮式应用特性的新型生物载体。在现有 HJ/T 246-2006 标准体系基础上，本标准针对亲水性聚氨酯的独特性能，通过优化与拓展相关技术要求，系统规定了亲水性聚氨酯生物载体的性能参数与应用规范，为其工程选型及产业化应用奠定科学基础。

团体标准《基于改性玄武岩纤维填料的生物处理技术规范-生物巢法》（T/CI 256-2023）规定了新型玄武岩纤维填料在污水处理中的适用范围、填料性能（纤维直径 $\leq 20\ \mu\text{m}$ ）、比表面积、生物亲和性、挂膜方法（采用“生物巢”培养技术，挂膜时间 $\leq 7$ 天）。本标准与其互补，亲水性聚氨酯生物载体因其独特的亲水性和生物相容性，在某些特定场景下可能比玄武岩纤维填料更具优势。例如，它能够更好地促进微生物的附着和生长，提高生物膜的稳定性和活性，从而提升污水处理效率和质量。团体标准《污水处理用生物填料应用技术规程》（T/CECS 536-2018）规定了生物填料的适用范围、填料分类（悬挂式、悬浮式、固定床式等）、悬挂间距（ $\geq 80\ \text{mm}$ ），填料填充比（30%~60%）。本标准在亲水性聚氨酯载体方面进行了细化，且对生物亲和性、生物膜活性等关键性能进行了指标量化。基于本单位现有研究成果、已公开专利及市场工程应用调研，本标准通过填补亲水性聚氨酯载体性能空白、引入亲水性-生物活性等关联指标，不仅对污水处理用亲水性聚氨酯生物载体填料进行了规范细化与内容补充，更构建了完整的技术支撑体系，旨在优化其在污水处理过程中的应用效能。

## 5.同类工程现状调研

编制组在亲水性聚氨酯生物载体方面具有多年研究经验，该填料在工业废水、农村污水以及养殖废水处理等方面的工程应用介绍如下。

表 3 污水处理用亲水性聚氨酯生物载体实际工程案例

序号	项目名称	污水类别	处理规模
1	天津新河污水处理厂提标改造工程	城镇污水	8000m <sup>3</sup> /d
2	深圳市茅洲河支流沙井河黑臭水体治理项目	城镇污水	20m <sup>3</sup> /h
3	沧州旭阳化工有限公司污水处理项目	工业废水	400m <sup>3</sup> /h
4	山东方明化工股份有限公司污水处理项目	工业废水	150m <sup>3</sup> /h

5	内蒙古大唐国际克什克腾旗煤制天然气有限责任公司污水处理项目	工业废水	30m <sup>3</sup> /h
6	阜新市阜蒙县重点村落农村污水治理及资源化利用项目	农村污水	15m <sup>3</sup> /h
7	卜蜂水产海水养殖尾水处理应用项目	养殖废水	2000m <sup>3</sup> /h

### 5.1 天津新河污水处理厂提标改造工程

一般来说，在所有使用生化技术处理污水阶段，亲水聚氨酯的使用都具有重要的意义和价值。通过超高比表面积、优异的生物亲和性、显著的脱氮除磷效能，以及低碳节能和超长使用寿命等综合优势，展现出巨大的技术潜力。



图 2 城镇生活污水处理典型工艺路线

天津新河污水处理厂提标改造工程要求出水由一级 A 标准提高到天津市地方标准（DB12 / 599-2015）A 标准（准四类），为了保证出水 COD、TP、SS 等指标能够稳定达标排放，在原有 A2O 工艺基础上增加“复合反硝化滤池 CDNF + 复合高效曝气生物滤池 CBAF + 高效沉淀池”，形成两级脱氮、除碳和深度处理组合工艺。其中 CDNF 和 CBAF 中填料采用亲水性聚氨酯海绵填料。提标改造后出水水质如下表所示。

表 4 天津新河污水处理厂提标改造后实际出水情况

指标 (mg/L)	一级 A	准四类	实际运行
COD <sub>Cr</sub>	50	30	≤25
BOD <sub>5</sub>	10	6	≤5

悬浮物	10	5	≤5
氨氮	5 (8)	1.5 (3)	≤0.5
总氮	15	10	≤5
总磷	0.5	0.3	≤0.2



反硝化生物滤池



曝气生物滤池

图3 天津新河污水处理厂提标改造后现场照片

## 5.2 深圳市茅洲河支流沙井河黑臭水体治理

### 5.2.1 项目概况

2018年，中电建生态环境集团有限公司在深圳市茅洲河支流沙井河畔开展了黑臭水体治理技术中试实验。黑臭水体成因复杂，本质上是水体生态系统崩溃的结果：大量外源污染物直排入河，远超水体自净能力，导致有机物在降解过程中剧烈消耗溶解氧，使水体转为厌氧或缺氧状态。基于黑臭水体的水质状况，设计了处理量为20m<sup>3</sup>/d的中试装置，包括调节池、过滤器、一级生物接触氧化和二级生物接触氧化，配合亲水性聚氨酯生物载体及高效脱氮除磷功能微生物的使用，经过两级处理，COD和氨氮浓度平均出水浓度为21.9 mg/L和2.5 mg/L，总体去除率可达到71.9%和87.5%。此外，中电建生态环境集团有限公司还采用固定化微生物技术设计了处理量50 t/d的多级接触氧化一体化装置，采用亲水聚氨酯基填料作为微生物载体，以高效去除茅洲河疏浚底泥余水中的氨氮和总氮等。

### 5.2.2 工程运行

稳定运行后，装置出水氨氮在0.13-4.06 mg/L，平均去除率达到91.21%；平均出水总氮浓度为6.16mg/L，去除率达到59.00%，出水水质可满足地表准四类

水标准；微生物群落分析表明固定化微生物技术促进了系统中硝化细菌和反硝化细菌的富集，增强了系统的抗冲击负荷能力。该技术的成功应用对疏浚底泥余水处理工程项目奠定了良好的理论和数据支撑。



图 4 深圳茅洲河疏浚底泥余水处理工艺央视报道截图

### 5.3 沧州旭阳化工有限公司污水处理项目

由于沧州旭阳化工有限公司主营业务为合成材料制造与销售、化工产品生产预销售等，因此在这个过程中会产生大量的氨胎化污水和生产工艺污水。一般来说，这两者污水混合后，形成一种成分复杂、处理难度较高的综合废水。这种混合污水通常同时含有氨胎化过程产生的高浓度有机氮、氨氮及可能存在的氰化物等有毒物质，以及生产工艺环节引入的各种难降解有机物、特定重金属离子和人工合成化学品。其水质特性表现为污染物种类多样、浓度波动大、可生化性可能较差，且不同污染物间可能存在协同抑制效应，对后续的生化处理系统构成挑战，必须针对性的强化生物处理，才能实现有效净化和达标排放。

为了对该污水进行高效脱氮除碳并实现达标外排或回用，沧州旭阳化工对原有污水处理设施进行升级和扩建，采用“亲水生物载体高效脱氮除碳技术”和“工业废水高级氧化深度净化技术”，工程投资总额 4480 万元，新建 400m<sup>3</sup>/h 处理规模的亲水生物填料脱氮除碳和臭氧催化氧化处理工艺。结果表明，工艺处理出水 COD 和 TN 指标分别为≤50mg/L 和≤15mg/L，剩余污泥减量约 85%，节约处理电耗约 35%，处理后水质指标达到国家行业排放标准。



图 5 沧州旭阳化工有限公司污水处理项目

## 5.4 山东方明化工股份有限公司污水处理项目

### 5.4.1 项目概况

山东方明化工股份有限公司主要产生己内酰胺综合利用污水。己内酰胺综合利用污水主要来源于其生产过程中的聚合、萃取、精制等环节，以及旨在回收有价值副产品的综合利用单元。这种污水成分极为复杂，其特征是含有高浓度的有机氮（以己内酰胺单体及其低聚物为主）和氨氮，同时富含环己酮、环己醇、环己烷等难降解有机物，导致其 COD 和 TN 指标均非常高，可生化性较差。为了污水高效脱氮除碳实现达标排放，公司采用“亲水生物载体高效脱氮除碳技术”，工程投资总额 1945 万元，新建一套 150m<sup>3</sup>/h 污水生物脱氮除碳工艺。

### 5.4.2 工程运行效果

工程以亲水聚氨酯为生物填料，并采用高活性脱氮菌种进行接种，运行结果

表明，工艺出水 COD 和氨氮浓度分别为 150 mg/L 和 10 mg/L，处理后水质指标达到国家行业排放标准，并实现年削减 COD 5800 万吨、过氧化物 5400 万吨、TP 365.8 吨、TN 400.8 吨，去除有机污染物的同时降低了污水的生物毒性。



图 6 山东方明化工股份有限公司污水处理项目运行现场

## 5.5 大唐国际克什克腾旗煤制天然气有限责任公司污水处理项目

### 5.5.1 项目概况

内蒙古大唐国际克什克腾煤制天然气项目是大唐集团公司在内蒙古赤峰市进行煤炭综合开发的大型项目之一，该项目利用周边储量丰富的褐煤和当地的水资源条件，采用碎煤气化、粗煤气变换、低温甲醇洗、甲烷化等国际先进技术，生产天然气及其它副产品，但同时项目也产生了大量的废水需要处理。这些技术使得综合废水呈现出高 COD、高氨氮、高毒性以及高盐分的“四高”特征，特别是含有大量难以被普通微生物降解的杂环芳烃和长链有机物，可生化性较差。因此，这类废水对环境冲击大，处理难度极高，必须依赖包含物化预处理、高效生物脱氮和深度氧化在内的组合工艺方能实现达标回用或排放，对水处理技术提出了严峻挑战。而且，依照相关要求，废水必须经过处理后回用，达到“零排放”，随着近年来产能的提升，现有污水处理系统尤其是深度处理段及后续膜处理系统运行成本较高，只有对深度处理工艺技术升级改造，才能达到低成本、易维护、好检修等要求。经过沟通，针对污水深度处理段的实际问题，开展了现场中试实验研究。基于前期亲水聚氨酯填料以及高效有机物降解和脱氮微生物菌剂，构建了多级接触氧化一体化设备，并在现场连续稳定运行。

## 5.5.2 工程运行

大唐国际克什克腾旗煤制天然气有限责任公司对设备进行了超过 80 天的连续监测，通过对进出水的水质分析，发现在平均日处理量  $30\text{m}^3/\text{d}$ ，水力停留时间 12h，以及氨氮和 COD 平均进水浓度  $77.97\text{ mg/L}$  和  $239.89\text{ mg/L}$  的运行工况下，设备平均氨氮出水浓度  $1.96\text{ mg/L}$ ，平均 COD 出水浓度  $148.06\text{ mg/L}$ ，去除率分别达到 97.48%和 38.82%；同时，设备处理每方水用电量在  $1.46\text{-}3.21\text{ kw}\cdot\text{h}$  之间，平均耗电量  $1.96\pm 0.33\text{ kw}\cdot\text{h}$ ，且无任何化学药剂的添加和消耗，运行成本较低，实现了在低能耗下高效去除氨氮和有机物的运行效果。该中试实验的成功运行，验证了基于亲水聚氨酯填料的多级接触氧化工艺应用在煤化工废水生化尾水深度处理中的可行性，在煤化工废水及类似废水处理中具有巨大的推广价值。



图 7 克什克腾旗煤制天然气有限责任公司污水处理项目现场图

## 5.6 阜新市阜蒙县重点村落农村污水治理及资源化利用

### 5.6.1 项目概况

为深入贯彻落实《中共中央、国务院关于做好 2023 年全面推进乡村振兴重点工作的意见》，阜新市阜蒙县环保局开展了重点村落农村污水治理及资源化利

用项目。农村污水主要由生活污水和部分散养畜禽废水混合构成，其核心特点是排放源高度分散、水量波动巨大且收集困难。由于缺乏完善的排水管网，污水往往无序径流或直排环境。在水质上，它通常呈现出有机物浓度相对低于城市污水，但含有更多的悬浮物、合成洗涤剂以及可能存在的病原微生物。此外，水质水量具有明显的时间波动性，早、中、晚用水高峰时排放集中，且季节差异显著。这些特点使得农村污水难以照搬城市集中处理模式，治理时必须充分考虑其分散性、不稳定性以及低成本、易维护的技术需求。

## 5.6.2 工程运行

为彻底解决阜新市阜蒙县重点村落农村污水的治理工程，阜蒙县利用固定化微生物技术，结合亲水聚氨酯海绵填料、高效微生物菌剂的污水处理设备对农村污水进行了处理。设备虽仅有 5m<sup>3</sup>，但日处理量可达 15m<sup>3</sup>。在设备稳定运行后，出水氨氮低于 8 mg/L，COD 低于 60 mg/L，满足辽宁地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》（DB21/3176—2019）一级标准。技术的成功应用对疏浚底泥余水处理工程项目奠定了良好的理论和数据支撑。



图 8 阜新市阜蒙县重点村落农村污水治理及资源化利用现场情况

## 5.7 卜蜂水产海水养殖尾水处理应用

### 5.7.1 项目概况

卜蜂水产海水养殖尾水具有水量大、盐度高、污染物复杂等显著特点。养殖中后期换水量激增，尾水中含有大量残饵、粪便及代谢产物，导致 COD、氨氮、总磷等指标偏高，还可能残留抗生素与消毒剂。由于盐度波动大、可生化性差，处理难度远高于淡水养殖废水。加之排放分散、浓度不稳定，未经处理直排易引

发水体富营养化、赤潮等生态风险，甚至造成周边土壤盐碱化。因此，亟需高效、适应性强的处理技术与管理措施，推动海水养殖绿色转型。

### 5.7.2 工程运行

卜蜂水产有限公司应用固定化微生物处理技术（依托亲水聚氨酯海绵填料）建造了一套 2000m<sup>3</sup>/d 海水养殖尾水处理设施。工程建设期 6 个月，经过调试后于 2019 年 3 月正式运行。本场区海水养殖尾水进水总无机氮浓度约 20mg/L，经处理设施处理后，出水无机氮浓度稳定<0.4 mg/L，脱氮率接近 98%，出水无机氮指标低于《水产养殖尾水排放标准》（DB46/475-2019）中总无机氮排放限值。该成果使用的填料内部存在厌氧环境，可产生同步硝化反硝化的现象，节省了碳源投加量，降低了水处理成本。经核算，该工程每年可减排总氮 14.31 吨，节省碳源 7.3 万元，节省排污费 109.5 万元。因此，该成果的成功应用实现了水体中总无机氮超低浓度排放，解决了海水养殖尾水氨氮浓度高、排放要求高、治理成本高的难题，具有显著的社会、环境和经济效益。



图 9 卜蜂水产海水养殖尾水处理项目

## 6.主要技术内容及说明

随着《水污染防治行动计划》的深入实施，我国污水处理排放标准日趋严格。传统污水处理工艺普遍存在处理效率偏低、能源消耗过高等局限性。相比之下，亲水性聚氨酯生物填料因其具有超大比表面积、卓越的生物相容性以及显著的脱氮除磷性能，在污水处理领域展现出广阔的应用前景。然而，当前缺乏统一技术标准导致市场混乱，阻碍技术创新并可能引发环境风险。因此，制定《污水处理

用亲水性聚氨酯生物载体技术要求》标准对规范市场、促进技术进步、保障水环境安全具有重要意义。

首先，本标准明确了污水处理用亲水性聚氨酯生物载体的术语、定义等基础信息，为后续载体的选择与应用提供了科学依据。

其次，本标准对亲水性聚氨酯生物载体的技术要求进行了详细规定，涵盖挂膜速度、挂膜后生物量、硝化速率以及有机物去除速率等关键指标。明确这些要求有助于确保填料在多种工况下稳定运行，从而保障污水处理效果。

最后，明确了应用导向，标准通过规范载体性能，引导其在城镇污水提标改造、工业废水处理及农村污水治理等场景的高效应用，为实现水环境治理的提质增效与节能降碳提供关键材料保障。

## 7.标准实施的环境效益与经济技术分析

本标准的实施，对于改善水环境质量、降低污水总氮含量具有深远的影响。从环境效益角度看，该标准的执行将有助于减少氮素的排放，从而降低水体富营养化的风险，保护水生生物的生存环境。同时，通过污水的有效处理，可以防止有毒有害物质的排放，保障人类健康和生态平衡。

在经济技术方面，该标准的实施将促进亲水性聚氨酯生物载体的规范化应用，提高污水处理效率。对于污水处理厂而言，这将意味着更低的运营成本和更好的经济效益。此外，通过技术标准的统一，可以促进相关产业的发展和技术进步，进一步推动行业内的技术创新和产业升级。

## 8.标准实施建议

本标准发布后，可为污水处理厂用亲水性聚氨酯生物载体工程的设计、调试和运营提供技术依据。建议标准发布后，作为行业的一种推荐标准实施，在污水处理厂（场）、设计院、研究院、工程公司等相关单位进行广泛宣贯。