

《深度脱氮生物填料选型指南》

（征求意见稿）

编制说明

《深度脱氮生物填料选型指南》编制组

二〇二五年八月

目 次

1 任务来源	3
2 标准制定必要性、编制依据、编制原则	3
2.1 制定必要性和重要意义.....	3
2.2 编制依据.....	4
2.2.1 政策法律依据.....	4
2.2.2 技术依据.....	4
2.3 编制原则.....	4
3 主要工作过程	5
3.1 组建编制技术组和研究启动.....	5
3.2 重点问题研究.....	5
3.3 规范初稿的编制.....	5
3.4 专家咨询和规范第二版初稿的编制.....	5
3.5 专家咨询和征求意见稿的编制.....	5
3.6 公开征求意见并修改完善.....	错误！未定义书签。
4 国内外相关标准研究	5
5 同类工程现状调研	6
5.1 应用生物填料进行深度脱氮的典型案例分析.....	7
5.2 老运粮河源头混合水治理项目.....	7
5.3 东阳市污水处理厂总氮提标改造项目.....	8
5.4 洛龙河深度脱氮中试项目.....	10
6 主要技术内容及说明	11
7 标准实施的环境效益与经济技术分析	12
8 标准实施建议	12
9 征求意见处理情况说明（送审稿）	12
10 技术审查工作情况说明（报批稿）	12

《深度脱氮生物填料选型指南》编制说明

1 任务来源

本任务来源于中华环保联合会。中华环保联合会于 2023 年 12 月下达了关于《深度脱氮生物填料选型指南》团体标准的标准编制任务。北京科净源科技股份有限公司承担该标准的编制工作。

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

当前，随着环境保护意识的日益增强，城镇污水处理厂尾水总氮的降低已成为我们面临的重要任务。这不仅关乎水质的改善，更是对生态平衡和人类健康的负责。为实现这一目标，生物脱氮技术成为了关键手段。而在这其中，生物膜法作为核心技术之一，其应用效果备受关注。

生物膜法的核心在于生物膜填料的选择与应用。市场上生物膜填料的种类繁多，性能各异，如何选择合适的填料成为了提高生物脱氮效率的关键。而制定相应的团体标准，正是为了规范生物膜填料市场，为城镇污水处理厂尾水深度脱氮提供更为明确的技术指导。

团体标准的制定将涵盖生物膜填料的技术规格、设计规范、应用场景以及性能参数等方面的内容。通过明确各项要求，可以为填料的选择与设计提供更为详尽的参考信息。此外，团体标准的推广和应用，还有助于提高生物膜技术的整体水平，推动行业的发展。具体而言，技术规格方面将规定生物膜填料的材质、尺寸、形状等方面的要求；设计规范将指导填料的安装、布局以及与污水处理工艺的匹配；应用场景则根据不同类型城镇污水处理厂尾水的水质、水量等特点，为填料选择提供参考；性能参数则重点评估填料的生物性能、理化性能等方面的指标。

总之，团体标准的制定将进一步完善生物膜技术的应用体系，为城镇污水处理厂尾水深度脱氮提供更为科学、合理的解决方案。这将有助于提高污水处理效率，降低尾水总氮含量，为改善水环境质量作出积极贡献。

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 11115	聚乙烯 PE 树脂
GB 11116	高密度聚乙烯树脂
GB T 37528	脱氮生物滤池通用技术规范
GB T 18921	城市污水再生利用 景观环境用水水质
GB 3838	地表水环境质量标准
DB13 2795-2018	大清河流域水污染物排放标准
DB51 2311-2016	四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准
CJ T 461	水处理用高密度聚乙烯悬浮载体填料
CJ T 43	水处理用滤料
HJ 2005	人工湿地污水处理工程技术规范
HG T 5924	废（污）水用生物膜载体
HJ T 245	环境保护产品技术要求 悬挂式填料

2.3 编制原则

1) 规范性原则

本标准按照 GB/T 1.1-2020 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/T 1.1 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

2023年12月，在中华环保联合会水环境治理专业委员会的组织协助下，由北京科净源科技股份有限公司等单位成立了标准编制组，并启动标准编制工作。

3.2 重点问题研究

2024年2月，规范编制技术组召开了第二次工作会议。对城镇污水处理厂尾水深度脱氮生物填料分类等重点问题进行了专题研讨。4月12日，形成了重点问题的研究初稿。

3.3 规范初稿的编制

2024年5月10日，规范编制技术组召开了第三次工作会议。对城镇污水处理厂尾水深度脱氮生物填料技术指标等问题进行了专题研讨。4月12日，形成了《深度脱氮生物填料选型指南》第一版初稿。

3.4 专家咨询和规范第二版初稿的编制

2024年6月6日，中华环保联合会水环境治理专业委员会牵头组织召开了指南初稿的专家咨询会，就规范格式与相关国标内容的衔接和重点技术内容进行了重点咨询。会后经修改完善后形成了《深度脱氮生物填料选型指南》第二版初稿。

3.5 专家咨询和征求意见稿的编制

2025年8月6日，中华环保联合会水环境治理专业委员会组织召开标准技术审查会，会议邀请技术审查专家甘一萍、杨铁荣等5位专家对标准内容和格式进行了逐条讨论，主要在部分章节内容顺序调整、合并相似章节、删除非必要内容等部分提出了指导意见，经修改完善后于8月底形成了《深度脱氮生物填料选型指南》（征求意见稿）及编制说明，于2025年8月25日面向社会公开征求意见。

4 国内外相关标准研究

本标准对于目前调研的脱除总氮的几种填料进行规范，相关参数进行明确。国家环境保

护总局发布环境保护行业标准《HJ2521-2012 环境保护产品技术要求制订技术导则》规定了材料类环境保护产品技术要求编写格式示例，可以按照该技术导则规范原料、制造、结构、理化性能、使用性能、试验方法等进行编写该文件。工信部于 2021 年发布《HG/T 5924-2021 废(污)水处理用生物膜载体》标准，我们计划编写的《深度脱氮生物填料选型指南》就在该标准规范范围内，因此在符合该行业标准的前提下编写深度脱氮生物填料。

环境保护行业标准《HJ/T245-2006 环境保护产品技术要求悬挂式填料》对悬挂式填料的各种理化性质、技术性能、试验方法等进行了明确规定；《HJ/T246-2006 环境保护产品技术要求悬浮填料》对悬浮填料的分类各种理化性质、技术性能、试验方法等进行了明确规定；并且可参考《T/HAEP106-2023 城镇污水处理厂尾水深度脱氮与资源化技术指南》标准对该填料进行分类，分类方式可以以工艺分类为主，例如自养反硝化和异养反硝化，异养反硝化中对不同材质、以及负载不同材料对该填料进行改性，以实现材料性状的提升。

住建部于 2014 年发布了《CJ/T 461-2014 水处理用高密度聚乙烯悬浮载体填料》标准，对水处理用高密度聚乙烯（HDPE）悬浮载体填料进行规范，参考该规范对填料分类、型号划分，并对材料、外观、规格、物理性能、生物性能进行规范，可参考并按照该提纲编写。与计划编写的标准相近。

浙江省品牌建设联合会发布了《T/ZZB 2370-2021 污水处理用功能性悬浮填料》标准，也同样对各种技术要求、理化性能和功能性进行规定。与计划编写的标准有一定相关性，但计划编写的标准目的在于规范水处理脱氮过程中的相关填料，使用场景更加确定，目标更加明确。

5 同类工程现状调研

在进行深度脱氮时，城镇污水处理厂可采用的工艺路线可为：预处理-二级生化处理-深度处理。典型工艺流程见图 1。

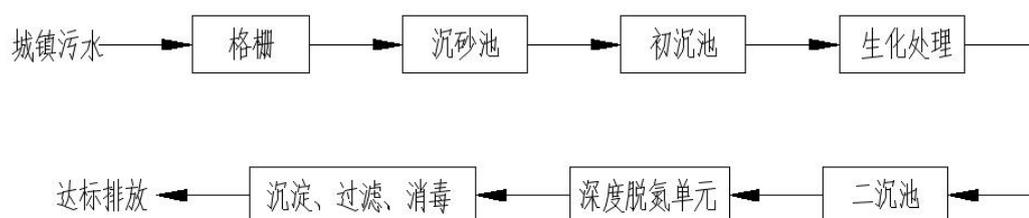


图 1 城镇污水处理厂脱氮技术典型工艺流程线

其中深度脱氮单元可采用生物滤池或人工湿地，通过在滤料层填充填料，达到对二沉池

出水中总氮的降解效果。亦可在二级生化处理池合理填充生物填料，强化脱氮效果。

5.1 应用生物填料进行深度脱氮的典型案例分析

编制组对国内应用生物填料进行尾水深度脱氮的中试及工程进行了广泛调研，并对典型项目的工艺路线、现场运营效果等进行了重点梳理。结果如表 1 所示。

表 1 深度脱氮项目工艺路线对比

序号	项目名称	系统规模	工艺路线
1	老运粮河源头混合水治理项目	1440m ³ /d	沉淀池+速分生化池+孢子转移一体机
2	东阳市污水处理厂总氮提标改造项目	42000m ³ /d	深床反硝化滤池+消毒接触池
3	洛龙河深度脱氮中试项目	1200-1700m ³ /d	超极限脱氮罐

5.2 老运粮河源头混合水治理项目

5.2.1 项目概况

老运粮河起源于昆明菱角塘，为草海主要入湖河道及西山区主要排水纳污河流，河道接纳的水体主要为上游支流生活污水、雨水汇水及第三水质净化厂尾水。由于水质二次污染、内源污染、面源污染等原因导致老运粮河水质未能达到排入草海水质标准要求。

基于此，在此处建设了处理量为 1440m³/d 的集中式生物脱氮处理站，一天 24 小时连续运行。水质提升项目实施后，出水水质实现稳定达到昆明市地标的双五标准（总氮≤5mg/L、总磷≤0.05mg/L）。

5.2.2 工艺路线

面对老运粮河常年纳入的高比例尾水排放量，TN 和 TP 是关键的控制指标。工艺流程如图 2 所示。速分生化池可依托其在缺氧单元投加的天然火山岩基生物填料实现对河道水体中总氮的进一步去除。

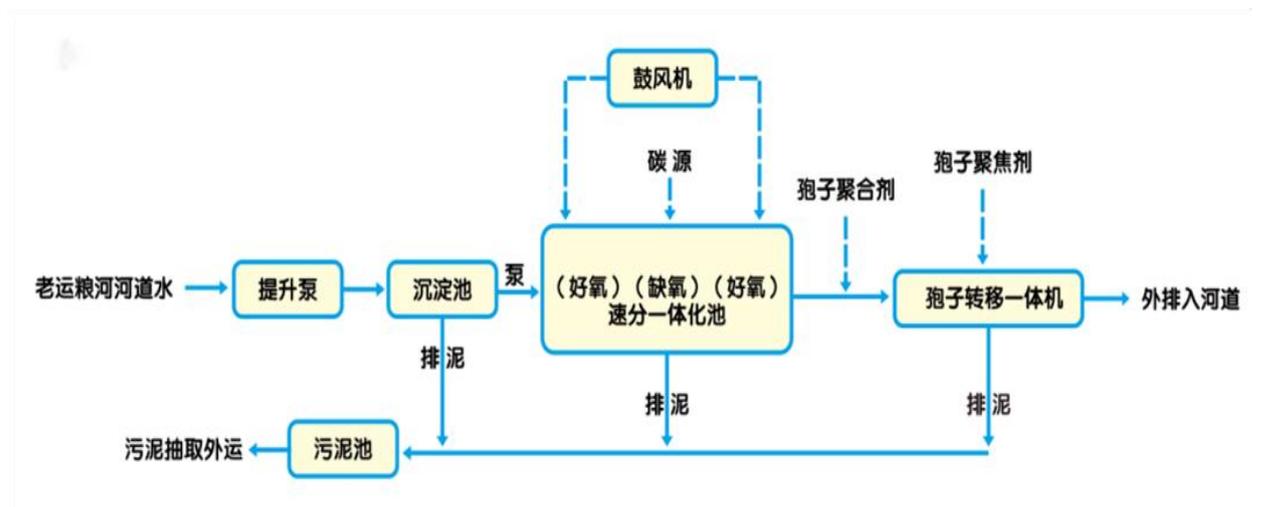


图 2 老运粮河源头混合水治理项目工艺路线

5.2.3 现场运营效果

该项目 17 年 1 月份开始调试，17 年年底拆除，稳定运行 11 个月。现场图片如下所示，见图 3。



图 3 老运粮河源头混合水治理项目现场

该项目为微污染水体，验收期间，TN 进水=8~17mg/L，TN 出水=0.635~1.99mg/L。出水水质稳定达到昆明市地标的双五标准（总氮 \leq 5mg/L、总磷 \leq 0.05mg/L）。稳定时期进出水水质见表 2。

表 2 老运粮河源头混合水治理项目运营效果

项目	TN (mg/L)	TP (mg/L)	COD (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)
设计进水	8~17	0.3~1	20~60	2~5
实际进水	10~34	0.2~1	14~300	1~6
实际出水	0.8~5	0.025~0.05	10~20	0.01~0.5

5.3 东阳市污水处理厂总氮提标改造项目

5.3.1 项目概况

东阳市污水处理厂（以下简称“东阳污水厂”）是东阳市主城区唯一集中处理城市生活污水的污水厂，总占地 200 多亩，设计规模 13.9 万吨/日，服务面积 35 km²，服务人口约 40 万，尾水排入东阳江，距离下游义乌的国控交界断面不到 2km。

近十年来，浙江省通过五水共治、美丽河湖、美丽海湾等建设行动持续提升对出水 TN 的要求，逐渐将治理着眼点从污水厂的提标扩大为整个流域环境的协同治理，并把入海河流的 TN、TP 控制专门提了出来，实施递进式削减。

5.3.2 工艺路线

面对常年高负荷的处理水量和陡然增大的提标压力，东阳厂经过测算分析，确定了不新增用地、不停产和不降标准，以脱氮工艺为核心的深度处理提标思路，依托自养生物填料对 BAF 滤池进行改造布设，以此重新串联全厂四条工艺段，实现处理规模的扩容和工艺配置的保底。工艺流程如图 4 所示。

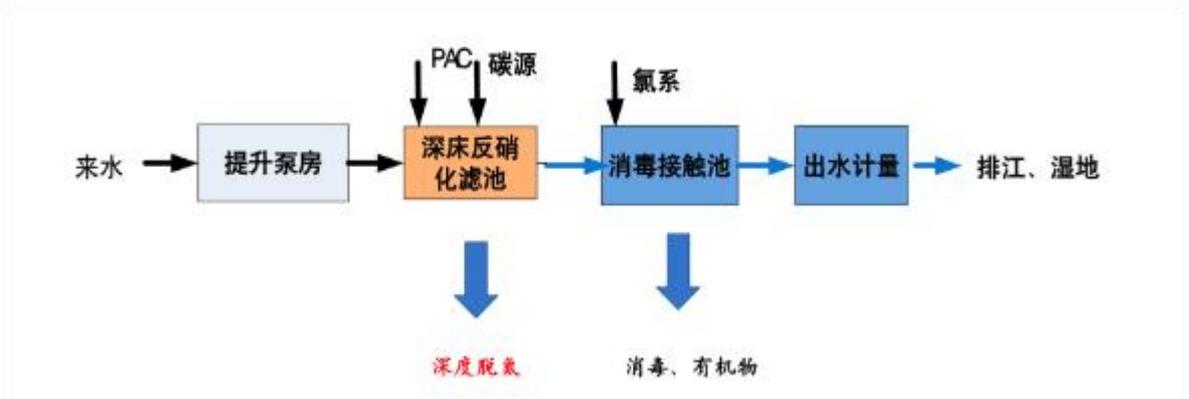


图4 东阳市污水处理厂总氮提标改造工艺路线

5.3.3 现场运营效果

现场图片见图5。

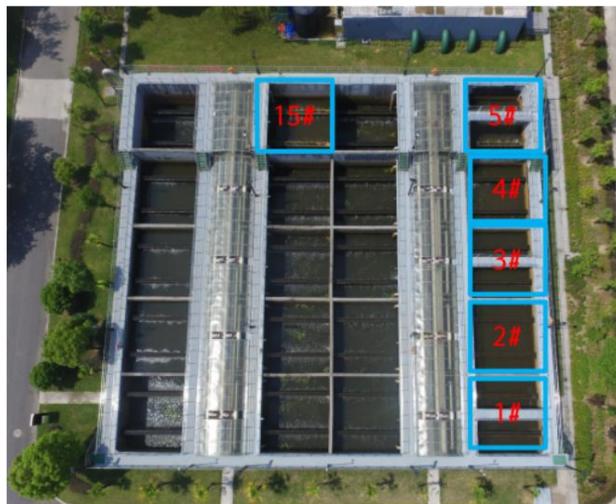


图5 东阳市污水处理厂总氮提标改造现场

为验证自养生物填料的工程化效果，中持水务在改造中选择了六格滤池，利用深床反硝化和自养的组合工艺对 TN 进行极限去除，并将整个改造分为两个阶段进行——在 2020 年年底投入了两组自养滤池，来年在确保各项数据达标后，再次投入了四组滤池，最终完成了六组滤池的改造，总规模达到 4.2 万 m³/日。截止目前，滤池系统已稳定运行两年半，出水水质也从国标一级 A 稳定提升至浙江省地标。总氮提标改造单元运营效果见表 3。

表 3 东阳市污水处理厂总氮提标改造单元运营效果

项目	TN (mg/L)	TP (mg/L)	COD (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)
实际进水	15~20	0.3~1	50~80	5~6
实际出水	<10	<0.3	<30	<1.5

在此过程中，东阳厂就自养技术同原有异养反硝化做了对比研究，从数据上看，自养反硝化的处理量、滤速、过滤效果、脱氮效果都较传统工艺有更精细的提升。以反冲洗为例，异养滤池目前是三天洗一次，刚投运投加碳源时，更是一天最少一次，而自养滤池则最多一

周一次，冲洗弹性是前者的 2-6 倍甚至更高，不仅节电省药减泥，人员工作量也得以明显减负。同时对滤料的持久度进行了分层检测，经过两年多的满负荷运行，滤料的分层并不明显、补料后粒径也基本均衡，产品持久度较好。

5.4 洛龙河深度脱氮中试项目

5.4.1 项目概况

该项目位于洛龙河水质净化厂，致力于深度脱氮技术的实践与效果评估。两台超极限脱氮设备并肩运行，每台处理量在 600 至 850m³/d 之间，总处理量高达 1200-1700m³/d。两台设备一天 24 小时连续运行，中试进水采用洛龙河水质净化厂的二沉池出水，以此为样本，深入探究超极限脱氮设备的实际效能。中试的主要目标是评估设备的极限脱氮能力，力求将出水总氮浓度降低至 5mg/L 以下。

5.4.2 工艺路线

该中试所用脱氮装置的脱氮原理也是基于所填充生物填料附载微生物的自养反硝化作用，投加少量碳源，协同异养反硝化菌强化二沉池出水中总氮的极限去除效果。该中试项目的工艺路线如图 6。

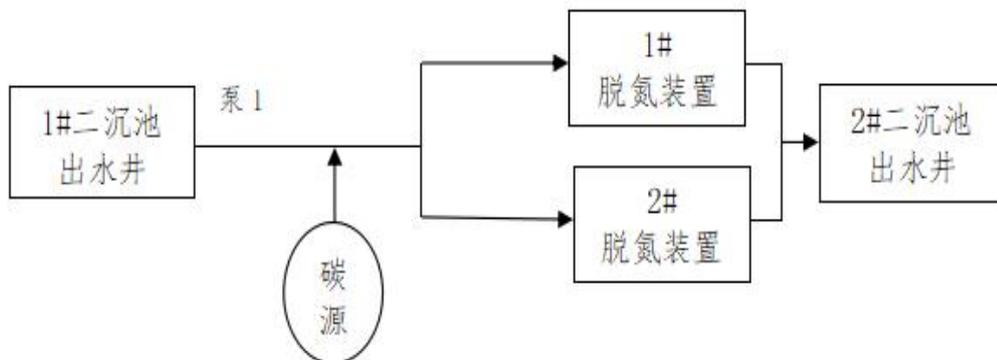


图 6 洛龙河深度脱氮中试项目工艺路线

5.4.3 现场运营效果

项目自 2020 年 11 月 3 日脱氮设备进厂开始，至 2021 年 5 月 20 日结束，稳定运行 160 余天。现场中试图片见图 7。



图 7 洛龙河深度脱氮中试项目现场

超极限脱氮装置可实现出水总氮稳定 $<5\text{mg/L}$ ，同时兼具总磷和 SS 去除效果，出水 COD 的稳定关键在于碳源投加的精准控制。在进水总氮小于 15mg/L 时，实现出水 TN 小于 5mg/L 时的吨水运行费用不超过 0.23 元/吨。

超极限脱氮装置的运营效果见表 4。

表 4 洛龙河深度脱氮中试运营效果

项目	TN (mg/L)	COD、BOD、氨氮、TP、SS、NO ₃ ⁻
实际进水	≤ 15	/
实际出水	≤ 5	不高于装置进水水质

6 主要技术内容及说明

随着环境保护要求的提高，污水处理厂的出水标准也日益严格，尤其是总氮指标的控制。为了满足这一需求，本标准针对不同深度脱氮场景的出水总氮要求，对城镇污水厂尾水深度脱氮领域的生物填料进行了规范。

首先，本标准明确了生物填料的术语与定义、分类和型号等基础信息，为后续的填料选择与应用提供了依据。通过对常用生物填料的梳理和分类，有助于使用者根据实际情况选择合适的填料，提高脱氮效率。

其次，本标准对生物填料的要求进行了详细规定。这些要求包括但不限于材质、尺寸、形状、性能参数等方面。通过明确这些要求，可以确保所选填料在各种工况下都能稳定运行，从而达到深度脱氮的效果。

此外，本标准还强调了生物膜技术在城镇污水处理厂提标改造和尾水资源化利用工程中的应用。这不仅有助于提高污水处理厂的出水质量，降低总氮含量，还能促进尾水资源的合理利用，实现经济效益与环境效益的双赢。

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、降低尾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，通过尾水的有效处理，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生物膜填料技术的规范化应用，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，可为城镇污水处理厂尾水深度脱氮生物填料工程的设计、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。

9 征求意见处理情况说明（送审稿）

10 技术审查工作情况说明（报批稿）