

海水微生物絮凝剂

(报批稿)

编制说明

自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所
2019年8月

一、制定标准的背景、目的和意义

水是人类生存和持续发展的首要条件，然而伴随人口与经济增长，水资源需求量不断增长，用水缺口逐渐加大，水资源已成为 21 世纪最紧缺的战略资源。我国近年来经济高速增长，根据国家发改委预计，到 2030 年，用水缺口将激增至 500 亿立方米，水资源已经成为中国在自然资源领域面临的巨大威胁。开发利用海水资源，发展海水利用产业，是解决我国水资源危机的有效手段。近年来，我国海水利用产业迎来前所未有的大发展时期，海水利用量的大幅攀升，对海水处理技术以及相关产业提出了更高要求。

对于我国大部分海域来说，在海水水质处理过程中，絮凝剂的使用必不可少。传统的絮凝剂可分为两大类：一类是无机盐类物质，如铝盐（硫酸铝、氯化铝等）、铁盐（硫酸铁、硫酸亚铁和氯化铁等）及其聚合物（聚合氯化铝、聚合硫酸铁、聚合氯化硫酸铝和铁等）；另一类是有机合成高分子物质，如聚丙烯酰胺及其衍生物等。然而，近年来研究发现，铝盐具有毒性，会影响人类的健康；铁盐会造成处理水中带颜色，高浓度的铁也会对人类健康和生态环境产生不利影响；人工合成的絮凝剂如聚丙烯酰胺的单体有神经毒性和“三致”效应（致畸、致癌、致突变）。因此，基于对人类健康与环境安全的考虑，开发安全、无污染型絮凝剂成为未来发展的方向。

微生物絮凝剂是一种新型的絮凝剂，研究虽然起步较晚，但进展较为迅速。我国目前已从不同生境中分离出大量具有絮凝活性的微生物，对絮凝活性微生物的分离、絮凝活性成分的鉴定、培养条件的优化以及絮凝机理的分析等均有较多报道，然而，对应用于海水这一特殊环境的微生物絮凝剂的相关标准仍处于空白。若不及时出台相应标准，将无法尽早规范市场，保证其健康有序发展。在国家大力推动海水利用的今天，制定相应标准有助于改善海水利用产品市场环境，有利于海水利用技术的推广应用。

二、工作简况

1. 任务来源

本标准根据国海科字[2016]569 号文“国家海洋局关于下达 2016 年度《沿海

行政区域分类与代码》等 35 项海洋行业标准制修订计划项目的通知”（项目编号：201610029-T），由自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所负责起草，天津市海跃水处理高科技有限公司为参加起草单位。

2. 主要工作过程

海水微生物絮凝剂是海水淡化研究所近年来的重要研究方向，在“十一五”国家科技支撑计划课题“大生活用海水集成技术研究及应用”（2006BAB03A08）中，完成了对海水具有良好絮凝活性的微生物菌种的筛选、纯种分离、培养与鉴定；考察了絮凝剂产生菌的影响因素，优化了培养条件；研究了海水微生物絮凝剂的分离精制方法，并对精制得到的絮凝剂产品进行化学表征；研究了絮凝剂产品活性的稳定性；对海水微生物絮凝剂絮凝机理进行了分析。在海洋公益性行业科研专项子任务“海水微生物絮凝剂规模化生产关键技术研究”（201405017-04）中，开展了新型海水微生物絮凝剂规模化生产关键技术研究，沿高效菌种筛选、驯化-中试发酵-产品制备-功能与性质验证链条，重点攻克海水微生物絮凝剂中试规模发酵技术，突破海水微生物絮凝剂高效提取技术，形成海水微生物絮凝剂产品。经过数年研究，我所已经具备了编制该标准的理论基础。

接到标准编制任务后，自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所成立了标准编制工作小组，并根据任务要求，制订了工作计划。起草组在广泛调研和查阅相关文献、标准和设计规范的基础上，形成标准初稿，对海水微生物絮凝剂的术语和定义、技术要求、检验方法、检验规则、包装、运输与贮存进行了具体规定。海水微生物不同批次的样品，分别送至青岛程诚检测有限公司、天津市产品质量监督检测技术研究院与天津市环科检测技术有限公司进行了技术指标检测。

标准初稿经过数次讨论修改，形成标准征求意见稿，向全国 20 家相关的科研、设计和管理等部门和企业征求意见和建议，收到回函的有国家海洋技术中心、天津科技大学、上海圣地亚水务发展有限公司等 16 家单位，共 42 条意见和建议。工作组认真研究了征集到的意见和建议，根据这些意见

和建议修改完善标准，补充资料，形成标准送审稿及编制说明、意见汇总处理表。

工作组于 2019 年 1 月 8 日在自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所召开了内部审查会议，对标准送审稿的齐全性、规范性及主要技术内容等进行了内部讨论和审查。

2019 年 8 月 22 日，全国海洋标准化技术委员会海水淡化及综合利用分技术委员会在天津主持召开了送审稿审查会议。审查组由来自天津工业大学、天津长芦汉沽盐场有限责任公司、国家海洋标准计量中心、江苏中圣高科产业有限公司、中化工程沧州冷却技术有限公司、天津科技大学、天津大学、天津理工大学、应急管理部天津消防研究所等单位的 9 名专家组成。审查组认真听取了标准起草单位关于标准送审稿的编制情况汇报和说明，逐章逐条讨论了送审稿及其编制说明和意见汇总处理表等有关文件。审查组认为，《海水微生物絮凝剂》（送审稿）创新性突出，达到了国内先进水平，一致同意该标准送审稿通过审查，建议作为推荐性海洋行业标准。工作组根据审查组提出的修改意见，进一步修改、完善，形成报批稿，按规定程序报批。

3. 标准主要起草人及其所做的工作

本标准主要起草人 11 名，其中教授级高工 2 名，高工 3 名，工程师 6 名。其中杜瑾、张雨山、王静、成玉、姜天翔、杨波、张晓青、张爱君、司晓光、郝建安所在单位为自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所。杜瑾负责标准起草的全面工作；张雨山负责指导指标的制定修改；王静负责编制工作的组织实施；成玉负责标准的形式审查；姜天翔负责试验方法的验证；杨波负责术语和定义的编制和修改；张晓青负责技术指标的制定修改；张爱君负责技术指标的制定修改；司晓光负责技术要求的编写；郝建安负责编写标准的编制说明。曹军瑞所在单位为天津市海跃水处理高科技有限公司，参加主要技术要素的审核修改。

三、标准编制原则和确定标准主要内容的论据

1. 标准编制原则

本标准编制以符合国家法律、行政法规，与相关标准协调配套、推动海水微生物絮凝剂行业的发展为原则，并遵循 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第 1

部分：标准的结构和编写》的要求和规定。

2. 标准主要内容及论据

本标准主要内容包括：海水微生物絮凝剂的术语和定义、技术要求、检验方法、检验规则、包装、运输与贮存。

(1) 外观

本产品为微生物发酵产品，由于发酵所用培养基为黄色，因此本产品应为黄色或棕色液体。

(2) 技术指标

①细菌总数

考虑产品来源于细菌，因此要检测细菌总数，按 GB/T 5750 规定的方法进行测定，多次测定结果显示该产品细菌总数在 10^5 CFU/ml 以下。海水微生物絮凝剂是一种菌的发酵液，即使采用了一定的除菌措施，其中仍然会含有菌，但是这种菌必须是无害的，因此在技术要求 1 中规定了发酵生产该产品的菌种要安全。同时，参考 GB 3097 《海水水质标准》，第一类海水中，大肠菌群指标为 $\leq 10^4$ CFU/ml，净化 1 L 海水，海水微生物絮凝剂的用量低于 5 mL，因此将细菌总数指标确定为：细菌总数 (CFU/mL) $\leq 10^5$ ，在添加海水微生物絮凝剂的情况下，也不会影响海水水质。

②pH 值

pH 值是反应产品质量的直接指标，按 GB/T 5750 规定的方法进行测定，经过多次试验，海水微生物絮凝剂产品的 pH 值均稳定在 7.0 至 9.5 之间。pH 值过高或过低都不利于产品的稳定性，同时，参考 GB 3097 《海水水质标准》，第一类海水中，pH 为 7.8~8.5，净化 1 L 海水，海水微生物絮凝剂的用量低于 5 mL，因此将 pH 指标确定为：7.0~9.5，在添加海水微生物絮凝剂的情况下，也不会影响海水 pH 值。

③絮凝率

絮凝率是衡量该产品的关键标准，按 GB/T 16881 规定的方法进行混凝试验，按 GB 17378.4 规定的方法测定混凝试验后水样浑浊度，再依据浑浊

度计算絮凝率。经多次试验确定，海水微生物絮凝剂对于浑浊海水的絮凝率均高于 85%，且最高可达 95% 以上。此外，试验显示，当絮凝率低于 85%，絮凝效果较差，絮凝后海水剩余浊度较高，将影响后续应用，因此设定此数值为技术指标。

④砷及其化合物（以 As 计），镉及其化合物（以 Cd 计），铅及其化合物（以 Pb 计），铬及其化合物（以 Cr 计），汞及其化合物（以 Hg 计）

砷、镉、铅、铬、汞均是金属元素，其元素及其化合物均存在一定毒性。砷及其化合物可经呼吸道、皮肤和消化道吸收。在生产或使用砷化合物作业中，如防护不当吸入含砷空气或摄入被砷污染的食物、饮料时，常有发生急、慢性砷中毒的可能。镉的毒性较大，被镉污染的空气和食物对人体危害严重，且在人体内代谢较慢。铅在环境中的长期持久性，又对许多生命组织有较强的潜在性毒性，所以铅一直被列入强污染物范围。铬的毒性与其存在的价态有关，六价铬比三价铬毒性高 100 倍，并易被人体吸收且在体内蓄积，三价铬和六价铬可以相互转化。汞蒸气和汞盐（除了一些溶解度极小的如硫化汞）都是剧毒的，口服、吸入或接触后可以导致脑和肝损伤。

上述指标按 GB/T 5750 规定的方法测定，多次试验，发现该产品的砷及其化合物（以 As 计）， $\mu\text{g/L} \leq 50$ ；镉及其化合物（以 Cd 计）， $\mu\text{g/L} \leq 50$ ；铅及其化合物（以 Pb 计）， $\mu\text{g/L} \leq 100$ ；铬及其化合物（以 Cr 计）， $\mu\text{g/L} \leq 50$ ；汞及其化合物（以 Hg 计）， $\mu\text{g/L} \leq 2$ 。净化 1 L 海水，海水微生物絮凝剂的用量低于 5 mL，根据 GB 3097《海水水质标准》，第一类海水中，砷及其化合物（以 As 计）， $\mu\text{g/L} \leq 20$ ；镉及其化合物（以 Cd 计）， $\mu\text{g/L} \leq 1$ ；铅及其化合物（以 Pb 计）， $\mu\text{g/L} \leq 1$ ；铬及其化合物（以 Cr 计）， $\mu\text{g/L} \leq 50$ ；汞及其化合物（以 Hg 计）， $\mu\text{g/L} \leq 0.05$ 。为保障该产品用于海水处理后，不会污染环境，因此，采用如上指标为技术指标。

四、主要试验(或验证)的分析、综述，技术经济论证，预期的经济效果

1. 主要试验（或验证）的分析、综述

标准的编制单位近 10 年来，伴随“十一五”国家科技支撑计划课题、海洋公益性行业科研专项项目进行，对海水微生物絮凝活性菌种的筛选、分离，海水

微生物絮凝剂的发酵、提取方面进行了系统而深入的研究，获得了海水微生物絮凝剂的生产工艺。

海水微生物絮凝剂产品送三家检测公司检测，菌落总数、pH 值、重金属（砷、镉、铅、铬、汞）检测方法依据生活饮用水标准检测方法（GB/T 5750-2006）；海水浊度的检测方法依据海洋监测规范第 4 部分：海水分析（GB 17378.4-2007）。

青岛程诚检测有限公司检测结果

项目	检测结果
细菌总数, CFU/ml	<1
pH 值	9.17
絮凝率, %	98%
砷及其化合物 (以 As 计), $\mu\text{g/L}$	未检出 (<0.09)
镉及其化合物 (以 Cd 计), $\mu\text{g/L}$	0.07
铅及其化合物 (以 Pb 计), $\mu\text{g/L}$	未检出 (<0.07)
铬及其化合物 (以 Cr 计), $\mu\text{g/L}$	未检出 (<0.09)
汞及其化合物 (以 Hg 计), $\mu\text{g/L}$	未检出 (<0.07)

天津市产品质量监督检测技术研究院检测结果

项目	检测结果
细菌总数, CFU/ml	5.8×10^4
pH 值	7.99
絮凝率, %	99.7
砷及其化合物 (以 As 计), $\mu\text{g/L}$	未检出
镉及其化合物 (以 Cd 计), $\mu\text{g/L}$	未检出
铅及其化合物 (以 Pb 计), $\mu\text{g/L}$	未检出
铬及其化合物 (以 Cr 计), $\mu\text{g/L}$	42
汞及其化合物 (以 Hg 计), $\mu\text{g/L}$	1.57

天津市环科检测技术有限公司检测结果

项目	检测结果
细菌总数, CFU/ml	未检出
pH 值	8.86
絮凝率, %	95.6
砷及其化合物 (以 As 计), $\mu\text{g/L}$	未检出
镉及其化合物 (以 Cd 计), $\mu\text{g/L}$	20
铅及其化合物 (以 Pb 计), $\mu\text{g/L}$	70
铬及其化合物 (以 Cr 计), $\mu\text{g/L}$	未检出
汞及其化合物 (以 Hg 计), $\mu\text{g/L}$	未检出

三方检测结果证实, 本标准制定的各技术指标合理。其中, 天津市产品质量监督检测技术研究院检测结果中, 菌落总数 5.8×10^4 CFU/ml 明显高于另外两家检测机构的检测结果 (分别为 <1 CFU/ml 和未检出), 这与送检样品的保存时长有关, 前者为生产后低温保存 1 年的产品, 后者均为低温保存 3 个月以内的产品。这也证实了 7.4 中制定的保质期合理。

2. 技术经济论证, 预期的经济效果

水资源问题是关系国家社会稳定与经济可持续发展的重大问题, 世界性水资源短缺与水质污染问题的日趋加剧, 已经得到世界各国政府的高度重视, 并极大地促进了海水利用事业的迅速发展。

絮凝剂是海水净化工艺中的常用药剂, 近年来研究发现, 化学絮凝剂容易造成对环境的二次污染, 针对这一问题, 我单位开发了专用于海水处理的微生物絮凝剂。海水微生物絮凝剂是一种微生物产生的, 具有絮凝活性, 来源天然, 对环境无害的产品, 代表着未来海水絮凝剂的发展方向, 存在巨大的市场空间, 然而, 迄今为止国内还一直未有海水微生物絮凝剂的相关标准。

通过海水微生物絮凝剂行业标准的制定, 弥补了海水微生物絮凝剂标准的缺失, 为海水微生物絮凝剂生产、检验及应用提供技术支撑, 可有效地规范和促进海水净化药剂市场的健康有序发展。

五、标准水平分析

海水微生物絮凝剂是一种新型的絮凝剂，因此，相关的国家、行业标准还未见报道。相关的国外标准如英国标准 ISO 10086-2-2004《煤.选煤用絮凝剂的评估方法第 2 部分：旋转真空过滤系统中用作过滤助剂的絮凝剂》、德国标准 DIN 23007-2005《选煤.工业用水絮凝剂.概念、要求、检验》，专注于选煤行业用絮凝剂。相关的国内标准如国家标准 GB 17514-2008《水处理剂 聚丙烯酰胺》关注了聚丙烯酰胺絮凝剂产品；行业标准 YS/T 802-2012《氧化铝生产用絮凝剂》、SY/T 5763-1995《絮凝剂 JX-II》关注了无机类的絮凝剂。在微生物菌剂方面，国家标准 GB 20287-2006《农用微生物菌剂》规定了农用微生物菌剂（即微生物接种剂）的技术要求；国家标准 GB/T 30393-2013《制取沼气秸秆预处理复合菌剂》规定了制取沼气秸秆预处理复合菌剂的技术要求；行业标准 NY 527-2002《光合细菌菌剂》规定了光合细菌菌剂的技术要求。本标准充分考虑了我国海水微生物絮凝剂产品的现状和发展需求，关键技术指标及内容科学、合理，具有较好的科学性和适用性，达到国内先进水平。

六、与有关的现行法律、法规和标准的关系

(1) 本标准与现行相关法律、法规协调一致。

(2) 本标准编制过程中参考了英国标准 ISO 10086-2-2004《煤.选煤用絮凝剂的评估方法 第 2 部分：旋转真空过滤系统中用作过滤助剂的絮凝剂》，德国标准 DIN 23007-2005《选煤.工业用水絮凝剂.概念、要求、检验》，国家标准 GB 17514-2008《水处理剂 聚丙烯酰胺》，行业标准 YS/T 802-2012《氧化铝生产用絮凝剂》，行业标准 SY/T 5763-1995《絮凝剂 JX-II》，国家标准 GB 20287-2006《农用微生物菌剂》，国家标准 GB/T 30393-2013《制取沼气秸秆预处理复合菌剂》行业标准 NY 527-2002《光合细菌菌剂》等，与现行标准不产生冲突。

七、标准作为强制性或推荐性国家（或行业）标准的建议

《海水微生物絮凝剂》本标准规定了海水微生物絮凝剂的术语和定义、技术要求、检验方法、检验规则、包装、运输与贮存。本标准适用于微生物

菌种经过发酵罐发酵培养，发酵液离心等工艺加工制成的海水微生物絮凝剂产品。建议该标准作为推荐性海洋行业标准。

八、贯彻该标准的要求和措施建议

(1) 组织措施

标准的发布部门应在相关的管理、使用、检验、等单位及大专院校中提供本标准的宣传资料，举办标准培训班，让实施标准的人员理解和掌握标准的内容和要求，并说明标准的实施范围、起始日期，为标准的顺利实施奠定基础。

各企、事业单位应根据本单位使用的需要，在标准发布后及时组织人员培训，按照本标准提出的贯彻实施要求落实措施，严格认真贯彻实施标准。

(2) 技术措施

实施标准的单位在标准实施一定阶段后应进行总结，对标准的水平和实施标准的效果进行评价；实施中遇到问题，应及时与标准批准发布部门或标准起草单位沟通。

标准批准发布部门或标准起草单位应随时了解标准实施中出现的问题，必要时提出纠正措施，列入计划，修订原标准。

九、其他应予说明的事项

无。