

海洋行业标准  
《海水淡化水后处理用石灰石滤料》

编制说明

（征求意见稿）

自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所

2024年7月

## **（一）工作概况**

### **（1）任务来源、计划项目编号**

根据《自然资源部办公厅关于印发 2022 年度自然资源标准制修订工作计划的通知》（自然资办发〔2022〕39 号）要求，由全国海洋标准化技术委员会海水淡化与综合利用分技术委员会归口，自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所负责编制推荐性行业标准《海水淡化水后处理用石灰石滤料》，项目编号：202224001。

### **（2）标准负责起草和参加起草单位**

负责起草单位：自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所；  
参加起草单位：山东海水淡化与综合利用产业研究院、巩义市建业净水材料有限公司、唐山市曹妃甸供水有限责任公司。

### **（3）制定背景**

我国水资源严重短缺，海水淡化作为一种新的水资源增量技术，受到国家和地方政府的高度重视。海水淡化在我国已呈规模化发展，供城市用水是其发展的重点之一。

海水淡化产品水是一种新水源，与传统水源相比存在一定差异，有其自身特性。如果淡化水不经过后处理直接进入市政管网可能会对管网造成损坏，严重了还会发生红水现象，释放出重金属离子污染水质。因此，海水淡化产品水一般经过矿化的后处理技术可用于市政管网。目前，国内外大型海水淡化工程矿化后处理多采用石灰石的矿化技术，提升海水淡化产品水的硬度和碱度，

增强水体缓冲能力，减小对管网的腐蚀冲击。石灰石矿化后处理工艺因其具有缓冲能力强且运行成本低的优点，已逐渐成为国内外大型海水淡化工程的首选工艺。

我国围绕海水淡化后处理技术颁布了多个行业标准，但对于矿化用石灰石滤料并没有相关的标准。通常，石灰石的矿物纯度、化学成分及结构形态对石灰石的溶解特性有主要影响，同时石灰石中的重金属含量及产生的悬浮颗粒数存在健康风险。目前，无论是生产企业还是终端用户，对石灰石安全、可靠、有效的应用没有达成统一认识，尤其对其杂质含量引起的饮水安全问题缺乏技术性指导。本标准的制定，可作为生产企业、用户、相关职能部门的参考依据，能够满足石灰石安全、有效及规范用于饮用水处理技术的需求，有利于促进海水淡化后处理矿化技术、软化水矿化技术的发展。

#### **(4) 主要工作过程、标准主要起草人及其所做的工作**

##### **①主要工作过程**

2022年9月至10月，成立标准编制组，编制实施方案。

2022年11月至12月，完成了国内外相关石灰石滤料、碳酸钙添加剂、海水淡化后处理技术等领域的标准、规范、科研论文等相关资料调研，为编制本标准提供参考和借鉴。本标准编制过程中，参考了国内已发布的食品添加剂碳酸钙、水处理用滤料、舰船饮用水矿化器的国家标准和行业标准，同时也参考了国外人类生活用水处理的化学品—碳酸钙标准的技术要求和科研论文

数据，并结合了参编单位前期的研发经验和有关试验数据，形成初步方案。

2023年1月至2023年5月，调研了国内海水淡化石灰石后处理技术情况和应用需求，系统分析了我国石灰石滤料应用情况、石灰石自身杂质情况、石灰石溶解后进入淡化水中化学元素情况等，确定石灰石滤料的详细技术指标要求。

2023年6月至9月，按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求，确定本标准编制的体系架构，开展标准草案的编制工作。

2023年10月至12月，编制组和材料领域专业技术人员对标准内容进行了审议，并提出修改意见。

2024年1月至3月，编制组和相关专业技术人员对标准草案进行了多次修改与完善，形成标准征求意见稿。针对标准中涉及的技术指标，开展不同厂家、地区的市售石灰石产品性能指标验证。

## ②标准主要起草人及其所做的工作

刘艳辉：自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所，负责整个标准的编写、确定技术要求以及统稿编辑等；

徐克：自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所，组织落实工作进度安排，收集、分析各种文献资料；

李炎：自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所，负责石灰石后处理技术的技术要求以及论证报告编制；

张晓晨：自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所，负责石灰石滤料性能验证及编制检验规则部分；

吕庆春：自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所，主持标准制定、组织协调、资料意见汇总；

张林涛：巩义市建业净水材料有限公司，负责提出石灰石滤料技术指标及验证；

陈进斌：山东海水淡化与综合利用产业研究院，负责石灰石滤料技术指标计算、验证；

杨舒涵：山东海水淡化与综合利用产业研究院，负责石灰石滤料技术指标计算、验证；

李强：自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所，负责标准编制说明审核；

吴水波：自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所，负责海水淡化水后处理技术的调研；

康权：山东海水淡化与综合利用产业研究院，负责海水淡化后处理技术总结；

赵剑超：国家海水及苦咸水利用产品质量监督检验中心，负责石灰石滤料一般性能的技术要求及部分性能验证；

于海忠：唐山市曹妃甸供水有限责任公司，负责石灰石滤料技术资料审核；

王泽民：唐山市曹妃甸供水有限责任公司，负责石灰石滤料应用调研；

郎华伟：唐山市曹妃甸供水有限责任公司，负责石灰石滤料应用总结。

## **（二）标准编制原则和确定标准主要内容的依据**

### **（1）标准编制原则**

标准编制的原则如下：①符合国家法律、行政法规；②有利于合理利用海水资源，促进海洋经济可持续发展；③广泛调研、反复斟酌，确定物理性质、化学组成、检验方法等；④符合我国国情，尽量与现行相关标准一致。本标准充分遵循了海洋标准制定程序的规定，按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求进行编写。本标准编制时充分考虑到国际组织及不同国家海水淡化产品水用石灰石滤料标准的差异性，充分考虑了我国国情，对各关键参数提出具体的指标要求，符合我国社会发展水平。

### **（2）标准主要内容的确定依据**

本标准在编制过程中进行了广泛调研，分析了海水淡化石灰石后处理技术、石灰石滤料、饮用水、食品添加剂等的发展现状和需求，结合国内相关工程示范的技术成果，吸收国内外相关标准内容和最新研究成果、成熟经验等，对石灰石滤料使用进行了规范，使石灰石后处理技术既符合我国饮用水安全需要又与世界先进水平保持同步。

石灰石主要化学成分为碳酸钙，且溶解在用于市政供水的淡化水中，因此本标准参考 GB 1886.214-2016《食品安全国家标准

食品添加剂 碳酸钙（包括轻型和重质碳酸钙）》和 GB 5749-2022《生活饮用水卫生标准》，在石灰石滤料的感官要求、主要组成和微量化学元素方面设置具体技术要求，以保障矿化处理过程的卫生安全。同时，为稳定产水硬度、碱度的工艺设计，根据 CJ/T 43-2005《水处理用滤料》和 CB 1193-1988《舰船饮用水矿化器》，结合国内外大型海水淡化工程常用石灰石粒度调研，也对矿化罐装填的石灰石滤料粒度给出了技术要求。

对本标准的“技术要求”依据说明如下：

#### ①感官要求

感官要求中要求色泽为白色或灰白色，参考 GB 1886.214-2016《食品安全国家标准 食品添加剂 碳酸钙（包括轻型和重质碳酸钙）》中相关要求，有利于从感官角度对石灰石进行初步筛选。对于天然石灰石，一般呈白色、灰色、红褐色等，其中白色或灰白色石灰石碳酸钙含量高，杂质元素少，溶解后向饮用水中释放的杂质元素量较低；灰色石灰石中碳酸钙含量低于白色石灰石或灰白色石灰石，杂质元素含量有所提高，溶解后可能将过量的杂质带入饮用水中，导致部分化学元素超出 GB 5749-2022《生活饮用水卫生标准》要求；红褐色石灰石中普遍铁元素含量较高，容易导致饮用水总铁超标。因此，本标准中要求使用色泽白色或灰白色的较高碳酸钙组分石灰石。

感官要求中还要求石灰石状态为“碎石或颗粒”，意思是石灰石原石需要破碎处理，以满足工程需要。石灰石在硫酸或二氧

化碳气的作用下溶解生成碳酸氢钙，以增加海水淡化水的硬度、碱度，从而提高水体硬度。由于石灰石溶解属于较慢反应过程，需要保证足够反应界面，使待处理水在设计停留时间内硬度升高达标，而这种大量反应界面是依靠石灰石机械破碎成碎石、颗粒而得到。

## ②粒度要求

“粒度要求”主要是保证粒度分布均匀，以配合矿化罐长径比和处理量设计，保障出水硬度稳定且达标。通过调研国内外海水淡化水矿化后处理项目，常用石灰石粒度通常在 1mm~10mm 范围<sup>[1]</sup>。对于中小型海水淡化工程，通常采用石灰石填充的矿化罐后处理设备，石灰石平均粒径在 1.5mm~2.5mm 范围<sup>[2]</sup>，因此规定第一类石灰石粒度在 1mm~4mm，超出粒径范围限值参照 CJ/T 43-2005《水处理用滤料》要求“使用某个粒径范围时，小于最小粒径、大于最大粒径的量均应小于 5%（按质量计）”，以保证粒径分布中值满足要求。调研国内外大型海水淡化工程，如巴林 Hidd IWPP  $27.25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  MED-TVC 海水淡化项目、以色列 Palmachim  $11 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  反渗透海水淡化项目、曹妃甸  $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  海水淡化后处理工程、六横  $2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  海水淡化后处理工程以及浙江嵊泗  $1.2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  海水淡化水后处理工程，石灰石粒度均值在 5mm 左右，因此规定第二类石灰石粒度在 4mm~6mm 范围，超出粒径范围限值同上。对于某些大型工程或海岛项目，难以做到经常性定期补充或更换石灰石填料的，通常可以适当增加

后处理的石灰石装填量，并采用粒径较大颗粒，在保障产水硬度稳定的同时，延长维护周期。因此，参考 CB 1193-1988《舰船饮用水矿化器》，保留了 6mm~10mm 的粒度范围，规定第三类石灰石粒度范围 6mm~8mm，第四类石灰石粒度范围 8mm~10mm。

### ③碳酸钙及盐酸不溶物含量

GB 1886.214-2016《食品安全国家标准 食品添加剂 碳酸钙（包括轻型和重质碳酸钙）》对碳酸钙粉的要求包括碳酸钙含量（以干基计）、盐酸不溶物含量、游离碱、镁和碱金属、干燥减量共 5 方面技术要求。首先，考虑到淡化水矿化处理是为了提高水体硬度和碱度，以保障淡化水在输水管网的稳定性。因此，未转化成碳酸钙的氢氧化钙或氧化钙等的“游离碱”对提高水体碱度无害，在本标准中不规定该方面要求。其次，世界卫生组织发布的《Calcium and Magnesium in Drinking-water》中指出，适量补充镁离子对人体是有益的，也有利于部分农业生产<sup>[3]</sup>。欧盟标准《EN 1018-2021 Chemicals used for treatment of water intended for human consumption- Calcium carbonate》以“碳酸钙和碳酸镁含量（以干基计）”作为指标也体现了这一原则。所以，本标准中不考虑少量镁和碱金属元素的影响。此外，由于海水淡化矿化采用填充料为破碎、筛选的天然石灰石，可不考虑“干燥减重”这种与沉淀加工石灰石粉相关的指标要求。因此，本标准规定“碳酸钙含量（以干基计）”和“盐酸不溶物含量”两项指标。

天然石灰石粉或颗粒的主成分可控性与填料粒径大小有关，



X射线荧光光谱法测定石灰岩和白云岩中主次量组分 <sup>[4]</sup>	CaO= 50.295%	89.81	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0.777%	Al≤0.2mg/L	<b>0.61</b>	<b>0.41</b>	<b>0.25</b>
			Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0.657%	Fe≤0.3mg/L	<b>0.68</b>	<b>0.46</b>	<b>0.29</b>
X射线荧光光谱法测定石灰石中多组分含量 <sup>[5]</sup>	CaO= 49.67%	88.70	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0.73%	Al≤0.2mg/L	<b>0.59</b>	<b>0.39</b>	<b>0.25</b>
			Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0.3%	Fe≤0.3mg/L	<b>0.32</b>	0.21	0.13
石灰石成分分析标准物质 GBW07215a	CaO= 51.20%	91.43	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0.77%	Al≤0.2mg/L	<b>0.59</b>	<b>0.39</b>	<b>0.24</b>
			Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0.292%	Fe≤0.3mg/L	<b>0.29</b>	0.20	0.12

注：1、矿化产水硬度（以碳酸钙计）选择50 mg/L~120mg/L，是根据ISO 23446:2021中相关规定；  
2、仅列出矿化产水中超过GB 5749-2022中要求的元素，未列出元素均远远低于GB 5749-2022中要求或GB 5749 -2022中无要求；  
3、加黑加粗数据表示超标或有超标风险。

#### ④微量化学元素

根据调研五家企业石灰石产品的微量元素组成及含量（见表3），主要微量化学元素包括铁（Fe）、铝（Al）、硅（Si）以及痕量钡（Ba）、镉（Cd）、汞（Hg）、砷（As）、铅（Pb）、氟（F）。其中，硅（Si）未被列入GB 5749-2022《生活饮用水卫生标准》的控制指标，而氟（F）主要以极难溶于水的氟化钙形式存在，因此，这两种微量元素在本标准中不予考虑。

表3 五家石灰石滤料生产企业的产品微量元素检出结果

项 目	检验方法	检验结果				
		1 <sup>#</sup>	2 <sup>#</sup>	3 <sup>#</sup>	4 <sup>#</sup>	5 <sup>#</sup>
铝（Al），mg/kg	GB 5009.268-2016第二法	-	-	287	190	6.01×10 <sup>3</sup>
铁（Fe），mg/kg	GB 5009.268-2016第二法	-	-	216	467	5.89×10 <sup>3</sup>
钡（Ba），mg/kg	GB 1886.214-2016或GB 5009.268-2016第二法	<300	3.54	1.48	2.62	62.3
镉（Cd），mg/kg	GB 5009.15-2014	0.056	0.057	0.059	0.058	0.121

氟 (F), mg/kg	GB/T 5009.18-2013	9.6	9.6	3.7	5.9	110
砷 (As), mg/kg	GB 5009.76-2014	0.27	0.65	0.37	0.25	1.3
铅 (Pb), mg/kg	GB 5009.75-2014	0.54	1.6	0.72	0.76	10
汞 (Hg), mg/kg	GB 5009.17-2021第一篇 第一法	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出

GB 1886.214-2016《食品安全国家标准 食品添加剂 碳酸钙（包括轻型和重质碳酸钙）》对钡（Ba）、镉（Cd）、汞（Hg）、砷（As）、铅（Pb）做了相关规定，如上述元素与碳酸钙按等比例溶解于淡化水中，经计算，在该限值下其溶解浓度较 GB 5749-2022《生活饮用水卫生标准》相关要求低一个数量级以上（见表4）。而且，从国内企业调研看，大部分石灰石生产企业产品的微量元素含量均符合 GB 1886.214 的限值要求。因此，参照上述国标，本标准中对钡（Ba）、镉（Cd）、汞（Hg）、砷（As）、铅（Pb）规定了相同的限值要求。

表 4 GB 1886.214 规定的微量元素限值及在淡化水中等比例溶解浓度

标准号	微量元素及限值要求	相关元素在 GB5749-2022中要求	矿化产水硬度（以碳酸钙计）120mg/L时超标元素在水中的浓度（mg/L）	矿化产水硬度（以碳酸钙计）80mg/L时超标元素在水中的浓度（mg/L）	矿化产水硬度（以碳酸钙计）50mg/L时超标元素在水中的浓度（mg/L）
GB 1886.214-2016	钡 (Ba) ≤300mg/kg	0.7	0.037	0.025	0.016
	镉 (Cd) ≤2.0mg/kg	0.005	0.00025	0.00017	0.00010
	砷 (As) ≤3.0mg/kg	0.01	0.00037	0.00025	0.00016
	铅 (Pb) ≤3.0mg/kg	0.01	0.00037	0.00025	0.00016
	汞 (Hg) ≤1.0mg/kg	0.001	0.00012	0.000083	0.000052
注：矿化产水硬度（以碳酸钙计）选择50 mg/L~120mg/L，是根据ISO 23446:2021中相关规定。					

对于铁（Fe）元素，根据我国 2008 年调查的 13 个石灰石矿

山  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  含量显示<sup>[6]</sup>，除一个矿山的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  含量均值在 0.40%外，其他矿山铁含量均在 0.21%以下。根据表 5 计算结果，假设铁按等比例溶解，则当  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  含量在最高 0.319%时，控制淡化水矿化后硬度（以碳酸钙计）在 120mg/L 条件下的水中 Fe 溶解量在 0.28mg/L 水平，符合 GB 5749-2022《安全饮用水卫生标准》相关要求。根据安全饮用水标准中 Fe、Al 浓度限值要求，反算该元素在石灰石中含量（假设等比例溶解），结果见表 6。综合上述分析，并根据当前企业产品的控制水平，适当收紧石灰石中 Fe、Al 元素的限值要求分别在 1100mg/kg 和 700mg/kg 是可行的。

表 5 微量元素在淡化水中溶解量

石灰石各元素检测数据出处	文献中钙含量	将文献中钙核算为碳酸钙 (w%)	微量元素及含量	相关元素在 GB5749-2022中要求	矿化产水硬度 (以碳酸钙计) 120mg/L时超标元素在水中的浓度 (mg/L)	矿化产水硬度 (以碳酸钙计) 80mg/L时超标元素在水中的浓度 (mg/L)	矿化产水硬度 (以碳酸钙计) 50mg/L时超标元素在水中的浓度 (mg/L)
多向观测电感耦合等离子体原子发射光谱法同时测定碳酸盐中11种组分 <sup>[7]</sup>	CaO=54.14%	96.7	$\text{Al}_2\text{O}_3=0.24\%$	$\text{Al}\leq 0.2\text{mg/L}$	<b>0.16</b>	<b>0.11</b>	0.066
			$\text{Fe}_2\text{O}_3=0.11\%$	$\text{Fe}\leq 0.3\text{mg/L}$	0.099	0.066	0.041
灼烧-盐酸分解法测定石灰石的化学成分 <sup>[8]</sup>	CaO=52.78%	94.3	$\text{Al}_2\text{O}_3=0.33\%$	$\text{Al}\leq 0.2\text{mg/L}$	<b>0.24</b>	<b>0.16</b>	<b>0.098</b>
			$\text{Fe}_2\text{O}_3=0.25\%$	$\text{Fe}\leq 0.3\text{mg/L}$	<b>0.24</b>	<b>0.16</b>	<b>0.099</b>
熔融制样-X射线荧光光谱法测定石灰石和白云石中8种组分 <sup>[9]</sup> -石灰石 2#	CaO=53.70%	95.9	$\text{Al}_2\text{O}_3=0.197\%$	$\text{Al}\leq 0.2\text{mg/L}$	<b>0.14</b>	0.091	0.057
			$\text{Fe}_2\text{O}_3=0.07\%$	$\text{Fe}\leq 0.3\text{mg/L}$	0.064	0.043	0.027
石灰石成分分析标准物质 GBW07214a	CaO=55.34%	98.8	$\text{Al}_2\text{O}_3=0.093\%$	$\text{Al}\leq 0.2\text{mg/L}$	0.060	0.040	0.025
			$\text{Fe}_2\text{O}_3=0.071\%$	$\text{Fe}\leq 0.3\text{mg/L}$	0.06	0.04	0.025

石灰石成分分析标准物质 YSB14769a	CaO=54.11%	96.6	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> =0.61%	Al≤0.2mg/L	0.42	0.28	0.17
			Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> =0.319%	Fe≤0.3mg/L	0.29	0.19	0.12
注：1、矿化产水硬度（以碳酸钙计）选择50 mg/L~120mg/L，是根据ISO 23446:2021中相关规定； 2、加黑加粗数据表示超标或有超标风险。							

表 6 反算铁（Fe）、铝（Al）元素在石灰石中限值要求

碳酸钙最低含量要求 (w%)	相关元素在 GB5749-2022 中要求	矿化产水硬度（以碳酸钙计）120mg/L 时元素在水中应达到的浓度要求 (mg/L)	反算元素在石灰石中含量 (mg/kg)	圆整元素值 (mg/kg)	元素限值 (mg/kg)
94	Al≤0.2mg/L	0.02	147.3	150	700
		0.04	294.5	295	
		0.10	736.3	730	
		0.20	1472.7	1470	
	Fe≤0.3mg/L	0.03	220.9	220	1100
		0.06	441.8	440	
		0.15	1104.5	1100	
		0.30	2209	2200	

综和以上分析，本标准规定检测微量元素项目及限值要求见表 7 所示。

表 7 微量化学元素含量限值

单位为毫克每千克

项 目	要 求
铁 (Fe)	≤1100
铝 (Al)	≤700
钡 (Ba)	≤300
镉 (Cd)	≤2.0
砷 (As)	≤3.0
铅 (Pb)	≤3.0
汞 (Hg)	≤1.0

### ⑤检验方法

检验方法的选择主要参考 GB 5009《食品安全国家标准》和

GB 1886.214-2016《食品安全国家标准 食品添加剂 碳酸钙（包括轻型和重质碳酸钙）》中相关检测方法。其他不能满足要求的检测方法，参考 BS EN 12485-2017《Chemicals used for treatment of water intended for human consumption-Calcium carbonate, high-calcium lime, half-burnt dolomite, magnesium oxide, calcium magnesium carbonate and dolomitic lime- Test methods》中相关要求，匹配能满足要求的国标。经比对筛选，检验方法如表 8 所示。

表 8 检验方法

项 目	检验方法
感官	取适量试样置于50mL烧杯中，在自然光下观察色泽和状态
粒径	GB/T 15057.11
碳酸钙含量（以干基计）	GB 1886.214中附录A.4
盐酸不溶物含量	GB 1886.214中附录A.5
铁（Fe）	GB 5009.90
铝（Al）	GB 5009.182
钡（Ba）	GB 5009.268
镉（Cd）	GB 1886.214中附录A.10或GB 5009.15
砷（As）	GB 5009.76或GB 5009.268
铅（Pb）	GB 5009.12或GB 5009.75
汞（Hg）	GB 5009.17

### ⑥检验规则

本标准的检验分为出厂检验和型式检验。

出厂检验主要目的是控制产品质量，需对外观、功能、性能等方面的评估，因此本标准出厂检验项目包括：色泽、状态、规格、碳酸钙（CaCO<sub>3</sub>）含量（以干基计）、盐酸不溶物含量、铝

和铁，并提出按批次检验。出厂检验未对钡、镉、砷、铅、汞项目进行检验，这是因为这三个项目含量过低，在碳酸钙(CaCO<sub>3</sub>)含量(以干基计)和盐酸不溶物含量达标的情况下不容易对产水水质造成影响，因此出厂检验不对钡、镉、砷、铅、汞项目进行检验。

本标准规定当“新原料投产时”或“正常生产时，每半年一次”或“原材料、生产工艺、设备等发生较大变化时，可能影响产品质量时”或“停产三个月以上，重新恢复生产时”或“出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时”应进行型式检验，型式检验的目的主要是为了保障石灰石原料质量的安全性和可靠性，因此需对全部项目进行评估和检测，即型式检验项目包括：色泽、状态、规格、碳酸钙(CaCO<sub>3</sub>)含量(以干基计)、盐酸不溶物含量、铝、铁、钡、镉、砷、铅和汞。

### **(三) 主要试验(或验证)的分析、综述报告、技术经济论证、预期的经济效益**

#### **(1) 综述报告**

本标准试验验证主要是针对海水淡化水后处理用石灰石滤料各项技术指标的验证，根据标准中的要求，筛选满足应用条件的石灰石对其各项技术指标进行验证，详见相关检测分析报告。

通过分析检测发现，石灰石各项指标均满足本标准的要求，说明本标准制定的指标适用于国内石灰石和本领域的应用。

通过制定本标准，对石灰石的矿物纯度、化学成分及结构形

态等影响石灰石的溶解特性、饮用水健康风险的主要影响因素进行了技术性指导,使生产企业和终端用户,对石灰石安全、可靠、有效应用达成统一认识。本标准的实施,可作为生产企业、用户、相关职能部门的参考依据,能够满足石灰石安全、有效及规范用于饮用水处理技术的需求,有利于促进海水淡化后处理矿化技术、软化水矿化技术的发展。本标准在满足国内淡化市场需要的同时使产品的质量能与国际先进水平接轨,其社会效益和经济效益是十分显著的。

## (2) 主要试验(或验证)的分析

为了保证本标准验证的广泛性、科学性与适用性,编制组选择了5个符合预期使用要求的石灰石滤料样本,分别是:1<sup>#</sup>样品是巩义市建业净水材料有限公司提供的石灰石滤料(产地:河南省),2<sup>#</sup>样品是舟山六横 $2\times 10^4$  m<sup>3</sup>/d海水淡化后处理工程使用过的石灰石滤料(产地:河南省),3<sup>#</sup>样品是由灵寿县昊乾矿物粉体加工厂提供的石灰石滤料(产地:河北省),4<sup>#</sup>样品是嵊泗 $1.2\times 10^4$  m<sup>3</sup>/d海水淡化矿化后处理项目中采购的石灰石滤料(产地:浙江省),5<sup>#</sup>样品是在阿里巴巴采购的普通石灰石(发货地:山东)。以上5个样本涵盖了目前工程使用的石灰石滤料和普通市售石灰石滤料,其中市售石灰石滤料还涵盖不同产地、不同厂家。

石灰石滤料技术指标与矿石原料息息相关,当矿石原料发生变化时这些指标会随之产生较大差异,加上石灰石滤料以“碎石

或颗粒”的自然未加工状态应用，致使同批产品的不同颗粒其质量也会存在差异。因此，石灰石滤料不具备平行采样的条件。鉴于以上原因，仅对本次验证的 5 个样本进行一次检验。

本标准中检验分为出厂检验和型式检验，出厂检验项目包括色泽、状态、粒度、碳酸钙（ $\text{CaCO}_3$ ）含量（以干基计）、盐酸不溶物含量、铁和铝。型式检验项目包括色泽、状态、粒度、碳酸钙（ $\text{CaCO}_3$ ）含量（以干基计）、盐酸不溶物含量、铁、铝、钡、镉、砷、铅和汞。其中型式检验要求“新原料投产或产品定型鉴定时”或“正常生产时，每半年一次”或“原材料、生产工艺、设备等发生较大变化时，可能影响产品质量时”或“停产三个月以上，重新恢复生产时”或“出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时”应进行型式检验，是对石灰石滤料整体性能和质量进行的全面评估，且对后处理产水安全有较大影响；而出厂检验项目更多的是影响海水淡化水后处理的工艺设计，对后处理产水质量影响较小。因此，本标准验证主要对以上型式检验项目中影响产水安全的“碳酸钙（ $\text{CaCO}_3$ ）含量（以干基计）、盐酸不溶物含量、铁、铝、钡、镉、砷、铅和汞”进行试验结果验证，考察石灰石滤料质量是否能满足使用要求。

本标准对选择的 5 个石灰石滤料样本的相关检验项目进行了一次检验，检验报告见附件 1~5，对检验报告进行归纳整理，结果见表 9。

表 9 石灰石滤料型式检验结果

项 目	检验方法	要求	检验结果				
			1 <sup>#</sup>	2 <sup>#</sup>	3 <sup>#</sup>	4 <sup>#</sup>	5 <sup>#</sup>
碳酸钙 (CaCO <sub>3</sub> ) 含量 (以干基计), w/%	GB 1886.214-2016	>94	98.7	98.1	98.6	99.0	43.5
盐酸不溶物含量, w/%	GB 1886.214-2016	<6	0.5	1.84	0.88	0.80	44.10
铝 (Al), mg/kg	GB 5009.268-2016第二法	≤700	-	-	287	190	6.01×10 <sup>3</sup>
铁 (Fe), mg/kg	GB 5009.268-2016第二法	≤1100	-	-	216	467	5.89×10 <sup>3</sup>
钡 (Ba), mg/kg	GB 1886.214-2016或GB 5009.268-2016第二法	≤300	<300	3.54	1.48	2.62	62.3
镉 (Cd), mg/kg	GB 5009.15-2014	≤2.0	0.056	0.057	0.059	0.058	0.121
砷 (As), mg/kg	GB 5009.76-2014第二法	≤3.0	0.27	0.65	0.37	0.25	1.3
铅 (Pb), mg/kg	GB 5009.75-2014第二法	≤3.0	0.54	1.6	0.72	0.76	10
汞 (Hg), mg/kg	GB 5009.17-2021第一篇 第一法	≤1.0	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
结论			-	-	满足 要求	满足 要求	不能满 足要求

其中由于样品原因，部分样品铁铝指标未能检测。从检验结果看，3<sup>#</sup>~4<sup>#</sup>石灰石样品所有指标均符合相关要求，能满足本标准的使用要求，5<sup>#</sup>样品石灰石碳酸钙 (CaCO<sub>3</sub>) 含量 (以干基计)、盐酸不溶物含量、铝、铁指标不能达到本标准中相关要求，不满足使用要求。由此可见，市售石灰石中不是所有石灰石材料都能满足海水淡化水后处理用的要求，有必要针对使用要求对其物化性质进行遴选，对其杂质含量引起饮水安全问题进行技术性指导。

按照本标准规定的检测方法检测，验证样本性能存在较大差异，部分样本满足了本标准的型式检验要求，符合海水淡化后处理的技术需求；验证与调研结果体现出《海水淡化水后处理用石灰石滤料》标准制定的测试方法科学且适用、规定的限值合理，能够满足海水淡化后处理技术对石灰石滤料的要求，能够满足后

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/738107105111006113>