

**HY**

**中华人民共和国海洋行业标准**

HY/T ××××—××××

**沸石离子筛法海水提钾工程设计规范**

**Design specification for project of extracting potassium from**

**seawater by zeolite**

(报批稿)

××××—××发布

××××—××实施

**中华人民共和国自然资源部 发布**

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国自然资源部提出。

本标准由全国海洋标准化技术委员会（SAC/TC 283）归口。

本标准起草单位：河北工业大学，中国海洋大学。

本标准主要起草人：袁俊生，纪志永，郭小甫，谢英惠，付云朋，张林栋，王军，刘杰，王阳，李非。

# 沸石离子筛法海水提钾工程设计规范

## 1 范围

本标准规定了沸石离子筛法海水提钾工程设计的一般原则和方法，主要涉及厂址选择、厂区规划、工程设计、取水排水等方面的基本要求。

本标准适用于新建、扩建和改建的沸石离子筛法海水提钾工程设计，浓海水提钾、卤水及苦卤提钾工程设计可参照使用。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单一一不包括勘误的内容）适用于本文件。

GB150 钢制压力容器

GB/T658 化学试剂氯化铵

GB3097 海水水质标准

GB/T3723 工业用化学产品采样安全通则

GB/T3797 电气控制设备

GB5083 生产设备安全卫生设计总则

GB/T6003.1 金属丝编织网试验筛

GB/T6286 分子筛堆积密度测定方法

GB/T6288 粒状分子筛粒度测定方法

GB 6549 氯化钾产品质量标准

GB/T6678 化工产品采样总则

GB/T6679 固体化工产品采样通则

GB/T6680 液体化工产品采样通则

GB/T6988.1 电气技术用文件的编制

GB12348 工业企业厂界环境噪声排放标准

GB12801 生产过程安全卫生要求总则

GB20406 农业用硫酸钾

GB/T 20549 化工装置管道布置设计规定

GB/T20784 农业用硝酸钾

GB50007 建筑地基基础设计规范

GB50009 建筑结构荷载标准

GB50010 混凝土结构设计规范

GB50011 建筑抗震设计规范

GB50016 建筑设计防火规范

GB50017 钢结构设计规范

GB50034 建筑照明设计标准

GB/T50046 工业建筑防腐蚀设计规范

GB50052 供配电系统设计规范

GB50160 石油化工企业设计防火规范

GB50489 化工企业总图运输设计规范

HGJ229-91 化工设备、管道防腐蚀工程施工及验收规范

HG/T20519 化工工艺设计施工图内容和深度统一规定

HG/T20519.15 管段表及管道特性表

HG/T20546 化工装置设备布置设计规定

HG/T20549 化工装置管道布置设计规定

HG/T20570 工艺系统工程设计技术规范

HG/T20688 化工工厂初步设计文件内容深度规定

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**沸石**    **zeolite**

沸石是一种具有硅铝酸盐骨架的矿石，骨架中具有可交换阳离子的孔道和空洞。

#### 3.2

### 斜发沸石 clinoptilolite

斜发沸石是指沸石族中含水的钠、钾、钙的铝硅酸盐矿物，具有分子筛的功能，还可作为离子交换剂。

## 3.3

### 改性斜发沸石 modified clinoptilolite

改性斜发沸石是将斜发沸石经过饱和盐水高温改性后所得的沸石，亦称沸石离子筛。

## 3.4

### 沸石离子筛离子交换 ion exchange based on zeolite ionic sieve

基于离子交换应用沸石离子筛实现混合离子分离的过程。

## 3.5

### 饱和吸附量 saturated adsorption capacity

在一定条件下，离子交换达到平衡时每克沸石的最大吸钾总量。

注：饱和吸附量单位为 mg/g。

## 4 技术要求

### 4.1 厂址选择、厂区规划

#### 4.1.1 厂址选择

厂址选择要求如下：

a) 厂址选择应结合当地海洋经济发展规划，接近海水取水口或海水制盐场、海水淡化装置、海水冷却装置等拟用海水提钾水源，以降低管道（或渠道）的输送成本。

b) 取水口的选择应远离受污染河流的入海口或排污口，应充分考虑海流因素，不能受企业自身排水的影响，海水取水口的海水水质应优于 GB 3097 第四类水质的要求。

c) 厂址应靠近淡水水源，保证供水的可靠性。

d) 沸石离子筛法海水提钾工程设计应在服从建厂地区总体规划的前提下，近远期结合，以近期为主进行设计。

e) 沸石离子筛法海水提钾工程设计应优先考虑浓海水综合利用，提高海水淡化和海水循环冷却的综合效益。

#### 4.1.2 厂区规划

厂区规划应符合化工企业总图运输设计规范GB50489的有关规定。

### 4.2 原料取水

#### 4.2.1 原料水源选择

原料水源选择要求如下：

a) 原海水或海水制盐场的浓缩海水通过纳潮或制盐场扬水站的专用沟道从水源地输送到蒸发池，澄清后输送至钾富集车间。

b) 海水淡化后浓海水及电厂等企业海水冷却排水通过管道或沟渠排至浓海水池，输送至钾富集车间。

#### 4.2.2 取水量设计

取水量设计要求如下：

a) 生产 1t 氯化钾所需海水量根据海水中氯化钾浓度与氯化钾回收率的乘积进行计算，氯化钾回收率一般按 50~70% 计，需用 3°Bé (KCl>0.74 kg/m<sup>3</sup> 应符合 GB6549 中规定的方法进行测定) 的海水 1930 m<sup>3</sup>~2700 m<sup>3</sup>。

b) 未预见水量及明渠管网漏失水量的总和可按最高日用水量的 5%~10% 计算。

### 4.3 沸石离子筛获取

#### 4.3.1 沸石选择

离子交换剂优先选择改性斜发沸石（沸石离子筛）。

#### 4.3.2 选用参数

沸石离子筛选用参数如下：

a) 沸石堆积密度为：0.9 g/cm<sup>3</sup>~1.2 g/cm<sup>3</sup>（测定方法应符合 GB/T 6286 规定）；

b) 沸石对海水中钾离子的饱和吸附量最低为 18mg/g，测试方法见附录 A；

c) 沸石粒度 20~40 目（测定方法应符合 GB/T 6288 规定）。

### 4.4 工程设计

#### 4.4.1 一般规定

沸石离子筛法海水提钾工程设计的一般规定如下：

a) 沸石离子筛法海水提钾工程设计应考虑设备、管道、管件、阀门、仪表的腐蚀问题，过程设备、管道、管件和建筑物与构筑物应采取良好的防腐措施，并应符合GB/T 50046的规定。

b) 工程初步设计内容参见HG/T20688；施工设计内容参见HG/T20519。

#### 4.4.2 工艺设计

工艺设计内容如下：

a) 沸石离子筛法海水提钾工程工艺设计内容应包括：工艺设计说明书、工艺流程图、设备布置图、管道布置图、管段详图、管段统计表。

b) 工艺设计说明书包括设计依据、工艺及系统说明设计范围等内容。

c) 工艺流程图内容应包括：设备选型（应标出设备型号、主要技术参数、设备位号等内容）；设备之间及设备内部的管路连接（应注明管路公称直径、材质、公称压力、管段编号等内容）；手动和动力阀门（应注明阀门类型、公称直径、材质、公称压力、编号等内容）；仪表（应注明仪表类型、编号等内容）。

d) 管道布置图、管段详图应符合HG/T20549的要求，设备布置上应符合HG/T20546的要求。

e) 管段统计表应符合HG/T20519.15的规定。

#### 4.4.3 设备设计

##### 4.4.3.1 容器类设备设计

容器类设备设计应满足以下要求：

a) 容器类设备设计属于非标准类的，设计应能满足加工制作的要求，并应给出计算书和所需设备、材料清单，设计图纸应包括：

1) 技术特性表：包括设备的使用压力、设计压力，使用温度、设计温度，工作介质、焊缝系数、腐蚀裕度等；

2) 管口表：包括工程尺寸、连接尺寸、连接面标准及管口用途等；

3) 技术要求：包括焊接选用材料、焊接工艺，焊接接头形式及尺寸标准，焊缝处理工艺；水压试验标准等；

4) 设备明细表：包括设备所有零部件名称、数量、规格及重量等。

b) 容器类设备设计属于标准类的，应标明名称及型号。

#### 4.4.3.2 支架类设备设计

支架类设备设计应满足如下要求：

- a) 支架类设备的设计应能满足施工及装置运行的要求，并应给出计算书及所需材料清单。
- b) 支架类设备的设计图应包括：支架的三视图；加工尺寸；材料的使用数量及重量；焊缝工艺、焊接材料、焊缝处理工艺；防腐涂装工艺、涂装遍数。

#### 4.4.4 土建设计

土建设计内容如下：

- a) 结构载荷的确定应符合 GB50009 的要求，地基基础的设计应符合 GB50007 的要求。
- b) 应按照 GB50011 规定确定抗震设防烈度及抗震设防标准。
- c) 工程的结构设计应符合 GB50010、GB50017 的要求。
- d) 建筑设计应符合 GB50016 规定的要求。

#### 4.4.5 电气与控制设计

电气与控制设计内容如下：

- a) 电气设备的设计应符合 GB50052 的要求。
- b) 电气系统的原理图、配线图、工艺流程图应按照 GB/T6988.1 的要求编制。
- c) 电气系统的控制应符合 GB/T3797 的要求。

#### 4.4.6 工艺设计

##### 4.4.6.1 一般要求

工艺设计的一般要求如下：

- a) 沸石离子筛法海水提钾工程的工艺设计既要考虑装置的一次性投资，又要考虑装置的运行、维护费用和使用寿命。
- b) 沸石离子筛法海水提钾工程的工艺设计应符合 GB150、GB5083、GB12348、GB12801、GB50034 的规定。

##### 4.4.6.2 设备一般要求

设备的一般要求如下：

- a) 沸石离子筛法海水提钾工程的沸石吸附设备、蒸发器应设置隔热层，隔热类型的选用见 HG/T20570。



b) 设备宜采取防腐措施, 应符合 HGJ229-91 的有关规定。

#### 4.4.6.3 管道一般要求

管道的一般要求如下:

a) 管道宜采取防腐措施, 应符合 HGJ229-91 的有关规定。蒸汽管道、热物料管道等应设置隔热层, 隔热类型的选用见 HG/T20570。

b) 管道穿过建筑物承重墙或基础时, 应预留开口; 管道的位置, 不应妨碍生产操作、交通运输和建筑物的使用。

c) 管道应在 1.25 倍设计压力下不破裂、不渗漏。

#### 4.4.7 消防

消防要求应符合 GB50160 的相关规定。

### 4.5 产品质量

沸石离子筛法海水提钾工程的主要产品有氯化钾、硫酸钾、硝酸钾和氯化钾铵。产品质量为:

a) 氯化钾: 应符合 GB 6549。

b) 硫酸钾: 应符合 GB 20406。

c) 硝酸钾: 应符合 GB/T20784。

d) 氯化钾铵:  $K_2O=26.0\pm2.0\%$  (干基),  $N=14.0\pm2.0\%$  (干基), 总养分最低为 40.0%。

### 4.6 海水综合利用

海水提钾产生的贫钾海可用于制盐或盐化工企业生产盐、溴、镁等化工产品。

## 5 分析检测

### 5.1 采样

采样系统设计应确保安全并能取得有代表性的样品。各样品采样应符合以下要求:

a) 氯化钾、硫酸钾、硝酸钾和氯化钾铵采样应符合 GB/T6678、GB/T6679;

b) 原料海水、浓海水及中间料液等采样应符合 GB/T6678、GB/T6680;

c) 所有样品采样均应符合 GB/T3723。

## 5.2 分析检测

产品分析检测方法全部采用国标方法，如表 1 所示；中间产品分析检测采用通用的检测方法，如表 2 所示。

表 1 产品分析检测方法

产品名称	分析方法
氯化钾	GB 6549
硫酸钾	GB 20406
硝酸钾	GB/T20784
氯化钾铵中钾离子	GB 6549
氯化钾铵中铵离子	GB/T658

表 2 原料及中间料液分析检测方法

名称	分析方法
$K^+$	四苯硼钠容量法
$Cl^-$	银量法
$Ca^{2+}$	EDTA 容量法
$Mg^{2+}$	EDTA 容量法
$SO_4^{2-}$	EDTA 容量法
$Na^+$	差减计算法

附录 A  
(规范性附录)  
沸石吸附性能测试方法

A.1 原理

将一定质量充分润湿的 0.38mm~0.88mm 沸石放入  $\phi 10 \times 500$  mm 的玻璃试验管内,自上而下自然通入 800 mL~1500 mL 海水(钾离子浓度约为 0.38 g/L),流量 2.0 mL/min,测定吸附前后钾离子的浓度变化,计算吸附量。

A.2 试剂和仪器

- a) 海水:天然或人工配制。
- b) 蒸馏水。
- c) 标准筛:0.88mm(20目),0.38mm(40目),带底盘,符合 GB/T6003.1。
- d) 天平:精度 0.0001 g。
- e) 干燥箱:温度范围为室温至 200 ℃。
- f) 蠕动泵。

A.3 试验方法

A.3.1 采样及试验样品的制备

采样及试验样品的制备步骤如下:

- a) 按 GB/T6679 确定的采样数采样,采样时用采样器自袋中心深入袋 3/4 处采取样品,每袋采样量应不少于 20 g,采样总量不少于 200 g。
- b) 将样品充分混匀后用四分法缩分至两份,每份略多于 20 g,分别过 0.38mm 和 0.88mm 试验筛得到 20~40 目的沸石颗粒。

A.3.2 吸附性能的测定

称取 8 g 左右(准确至 0.0001 g,即 m)干燥的 20~40 目的沸石,润湿后,放入  $\phi 10 \times 500$  mm 的玻璃试验管内,自上而下通入海水或卤水,流量 2.0 mL/min。

分别测试吸附前后海水或卤水中钾离子的浓度直至流出液浓度与进水浓度一致,测试方法四苯硼酸钠法。

A.3.3 计算与结果的表示

沸石对海水或卤水中钾离子的吸附量  $M_A$  按下式计算:

$$M_A = \frac{c_1 - c_2}{m} \times V$$

式中:

$M_A$ ——沸石对海水或卤水中钾离子的吸附量, 单位为毫克每克 (mg/g);

$c_1$ ——吸附前海水或卤水中钾离子的质量浓度, 单位为毫克每升 (mg/L);

$c_2$ ——吸附后海水或卤水中钾离子的质量浓度, 单位为毫克每升 (mg/L);

$V$ ——吸附所用海水或卤水的体积, 单位为升 (L);

$m$ ——实验中沸石加入的总量, 单位为克 (g)。

—————