

团 体 标 准

T/QGCML 313—2022

强酸阳离子交换树脂贫再生的水处理方法

Water treatment method for lean regeneration of strong acid cation exchange resin

2022 - 07 - 29 发布

2022 - 08 - 12 实施

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 构成	1
5 工作原理	2
6 一般要求	3
7 工艺流程	3
8 再生方法	3
附录 A（资料性） 举例说明	5

前 言

本文件按照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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国城市工业品贸易中心联合会提出并归口。

本文件主要起草单位：山西阳煤九洲节能环保科技有限责任公司、华阳新材料科技集团有限公司。

本文件参与起草单位：广州汉泰环境技术有限公司、北京绿邦环保工程有限公司。

本文件主要起草人：刘斌、贾捷毅、杜凤涛、何超、苏继光、郭德生、樊鑫、王立新、刘春雨、毕志刚、王树军、吉振华、张少明、郑锐国、李宝华、李文豪、李彦杰、史潮、张敏、杨小平。

强酸阳离子交换树脂贫再生的水处理方法

1 范围

本文件规定了强酸阳离子交换树脂贫再生的水处理方法的方法的术语和定义、构成、工作原理、一般要求、工艺流程、再生方法。

本文件适用于强酸阳离子交换树脂贫再生的水处理过程。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

SL 368-2006 再生水水质标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

硬度 hardness

是指水中二价及多价金属离子含量的总和，这些离子包括 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 等。

3.2

永久硬度 permanent hardness

又称非碳酸盐硬度，主要指水中钙、镁的氯化物、硫酸盐的含量。

3.3

暂时硬度 temporary hardness

暂时硬度为碳酸盐硬度。

3.4

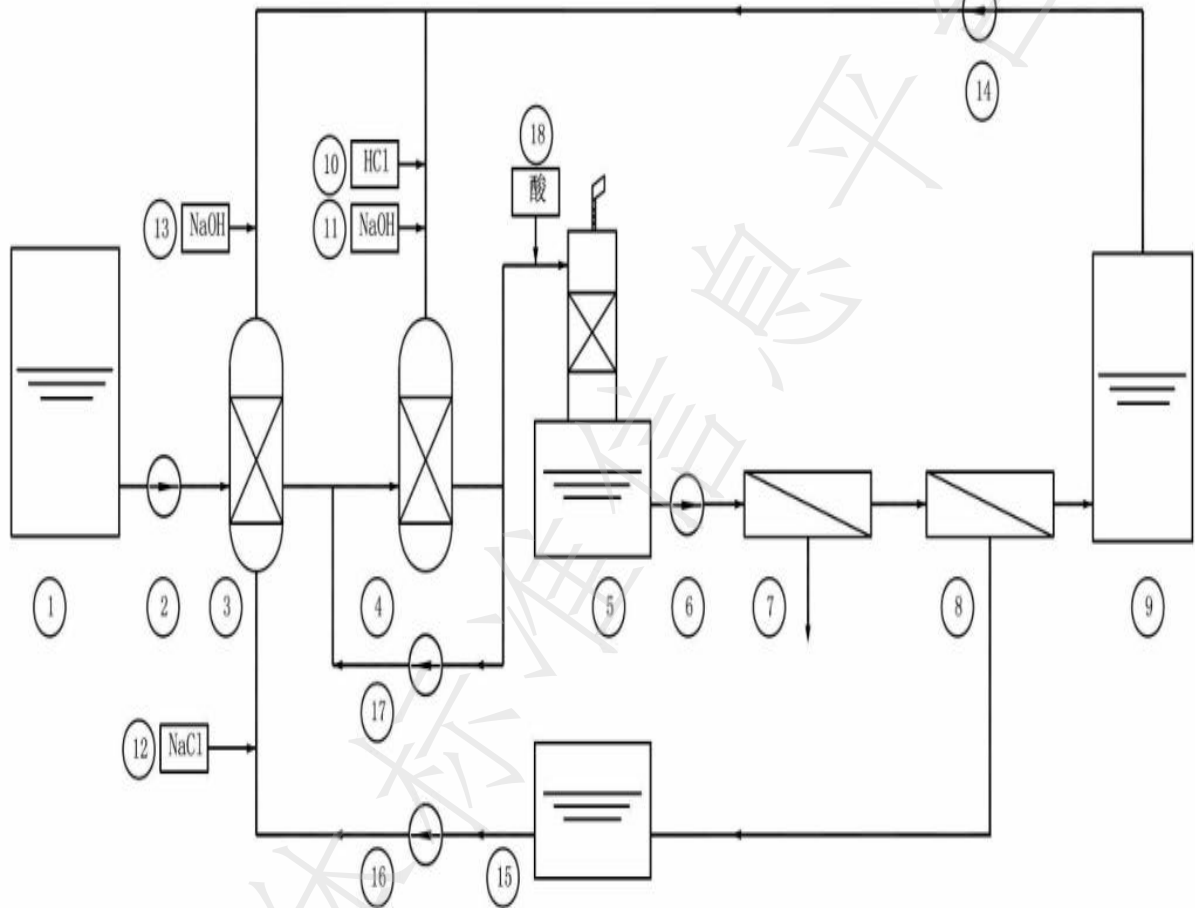
碱度 alkalinity

是指以碳酸氢根为代表的非氢氧化物碱度。

4 构成

主要由以下部分构成，构成图如图1所示：

- 原水箱；
- 钠离子交换器；
- 弱酸阳离子交换器；
- 脱碳塔；
- 增压泵；
- 纳滤膜装置；
- 反渗透膜装置；
- 产品水箱；
- 再生泵。



注：1-原水箱、3-入钠离子交换器、4-弱酸阳离子交换器、5-脱碳塔、6-增压泵、7-纳滤膜装置、8-反渗透膜装置、9-产品水箱、14-再生泵。

图1 结构示意图

5 工作原理

- 通过对强酸阳离子交换树脂进行贫再生来降低强酸阳离子交换装置的工作负荷，进而提高了弱酸阳离子交换装置的工作负荷，从而降低了整体再生所需要的再生剂用量，具体案列见附录 A；
- 回流 40%的弱酸阳离子交换装置的出水至强酸阳离子交换装置的出水，则碱度总量为 112mg/L ($80+40\times 80=112$)，则比硬度总量 100mg/L 大，碱度大于硬度，硬度可以全部去除，弱酸阳离子交换装置出水的硬度就可以基本完全去除（可达到小于 0.2mg/L 的要求）；
- 只要回流量合适，即使强酸阳离子交换装置出水的硬度大于碱度，也完全可以通过回流弱酸阳离子交换装置出水将其调整到碱度大于硬度，再进入弱酸阳离子交换装置，从而满足弱酸阳离子交换装置运行的条件；

- 去除硬度后的废水进行脱碳处理以及通过膜过滤装置进行膜过滤处理，从而得到提纯后的水。这里的脱碳处理可为，例如向废水中投加酸以将碳酸氢根转化为 CO_2 ，然后使废水通过脱碳塔（鼓风脱碳器或者真空脱碳器）除去 CO_2 ；
- 采用 1.4-1.8 倍理论化学当量的再生液对强酸阳离子交换树脂进行再生，同时降低了强酸阳离子交换装置的工作负荷，提高了弱酸阳离子交换装置的工作负荷。

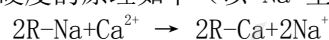
6 一般要求

再生水质符合 SL 368-2006 的要求。

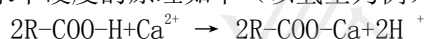
6.1 原理

6.1.1 当总硬度不大于 350mg/L (CaCO_3 计) 时，可直接采用阳离子交换的方式去除水中的硬度（同时也去除了水中其他多价阳离子），阳离子交换树脂分为强酸型和弱酸型：

——强酸钠型交换树脂去除水中硬度的原理如下（以 Na 型为例）：



——弱酸氢型交换树脂去除水中硬度的原理如下（以氢型为例）：



6.2 强酸阳离子交换树脂基本要求

- 可基本去除所有硬度（包括永久硬度和暂时硬度）；
- 工作交换容量为 $800\sim 1000\text{mmol/L}$ ；
- 完全再生时，需要消耗约 2.5 倍化学当量的再生液；
- 出水绝对精度较低，两级串联运行，其出水硬度只能保证在 1mg/L 。

6.3 弱酸阳离子交换树脂的基本要求

- 只能去除暂时硬度；
- 工作交换容量达 $1800\sim 2200\text{mmol/L}$ ；
- 完全再生时，仅需要约 1.15 倍化学当量的再生液；
- 出水的绝对精度高，在进水只有暂时硬度的情况下，其出水的硬度可保证在 0.2mg/L 以下。

7 工艺流程

7.1 主要工艺

对于出水硬度要求不高（即出水硬度允许在 1mg/L 以上时），经常采用弱酸阳离子交换装置+强酸阳离子交换装置的方式，可充分发挥强酸和弱酸阳离子交换装置的优势。但为了较为完全去除水中的硬度或多价阳离子时（出水硬度要求不大于 0.2mg/L ），则需要采用强酸阳离子交换装置+弱酸阳离子交换装置的工艺。

7.2 主要流程

- 通过强酸阳离子交换装置与弱酸阳离子交换装置的组合，去除废水中的硬度；其中：
 - 去除悬浮物后的废水先进入强酸阳离子交换装置，在此去除废水中的部分硬度；强酸阳离子交换装置的出水进入弱酸阳离子交换装置，在此去除废水中剩余的部分或全部硬度；
 - 采用 1.4-1.8 倍化学当量的、强酸阳离子交换装置理论再生所需的再生剂用量，对强酸阳离子交换装置进行贫再生，从而降低强酸阳离子交换装置的负荷，提高弱酸阳离子交换装置的负荷；
 - 弱酸阳离子交换装置的出水回流至强酸阳离子交换装置出水中，以重新进入弱酸阳离子交换装置，进而保证弱酸阳离子交换装置中的碱度总是大于硬度，以去除废水中的所有硬度；
- 去除硬度后的废水进行脱碳处理以及通过膜浓缩装置进行膜过滤处理。

8 再生方法

8.1 强酸阳离子交换树脂再生方法

8.1.1 强酸阳离子交换树脂进行再生的步骤包括：

- 提取部分第二级截留液，投加氯化钠，将其浓度调节为 5-7%，以得到再生液；
- 将再生液回流至强酸阳离子交换装置，对强酸阳离子交换树脂进行再生，从而减少强酸阳离子交换树脂再生剂的使用量。

8.1.2 当处理含油或高有机物含量的废水时，对强酸阳离子交换树脂进行再生的步骤包括：

- 提取部分第二级提纯液加热至 50-80℃后，输送至弱酸阳离子交换装置对弱酸阳离子交换树脂清洗、浸泡一段时间；
- 将再生液加热至 50-80℃后，以再生液对强酸阳离子交换树脂进行再生，采用第二级提纯液置换和漂洗；
- 向漂洗液体中投加氢氧化钠，维持其浓度为 1-4%，然后再浸泡一段时间；
- 以第二级提纯液或清水对强酸阳离子交换树脂进行置换和漂洗。

8.2 弱酸阳离子交换树脂再生方法

8.2.1 弱酸阳离子交换树脂进行再生的步骤包括：

- 提取部分第二级提纯液，向其中投加酸，并将其输送至弱酸阳离子交换装置进行置换，生成氢型树脂；
- 提取部分第二级提纯液，向其中投加碱，并将其输送至弱酸阳离子交换装置与氢型树脂进行置换，生成钠型树脂。

8.2.2 当处理含油或高有机物含量的废水时，对弱酸阳离子交换树脂进行再生的步骤包括：

- 提取部分第二级提纯液加热至 50-80℃后，输送至弱酸阳离子交换装置对弱酸阳离子交换树脂清洗、浸泡一段时间；
- 提取部分第二级提纯液，向其中投加酸，并将其输送至弱酸阳离子交换装置进行再生，生成氢型树脂，然后以清水进行置换；
- 提取部分第二级提纯液，向其中投加碱，并将其输送至弱酸阳离子交换装置进行置换，生成钠型树脂；
- 以第二级提纯液或清水对弱酸阳离子交换树脂进行置换和漂洗。

附录 A
(资料性)
举例说明

A.1 假设进水的硬度为 350mg/L(以 CaCO_3 计, 以下浓度均以此计), 碱度为 80mg/L, 则强酸阳离子交换装置采用常规运行方式和贫再生运行方式后的结果比较如下:

- 运行情况一: 强酸离子交换树脂采用 2.5 倍化学当量再生剂再生;
- 运行情况二: 强酸离子交换树脂采用 1.4 倍化学当量再生剂再生。

表A.1 运行情况

序号	对比项目	运行情况一	运行情况二
1	强酸阳离子交换装置出水硬度 (mg/L)	10	100
2	强酸阳离子交换装置负荷 (mg/L)	340	240
3	强酸阳离子交换装置再生剂耗量 (mg/L)	$340 \times 2.5 = 850$	$240 \times 1.4 = 336$
4	弱酸阳离子交换装置负荷 (mg/L)	10	100
5	弱酸阳离子交换装置再生剂耗量 (mg/L)	$10 \times 1.1 = 11$	$100 \times 1.1 = 110$

A.2 由表 A.1 看出, 采用贫再生, 可减少 50% 的总再生剂耗量。实际上, 由于要控制弱酸阳离子交换装置出水的硬度不大于 0.2mg/L;

- 运行情况一的条件下, 弱酸阳离子交换装置仅到其工作交换容量的 1/3 时, 就需要再生了;
- 运行情况二的条件下, 可在其完全失效后再生, 所以实际的再生剂耗量要减少超过 50%。