

An Experiment on Evaporation Efficiency Improvement of Concentrated Saltwater*

Zeyu Xue

Xiang Tan No. 1 Middle School, Xiangtan Hunan
Email: jiang20003hao@163.com

Received: May 3rd, 2017; accepted: May 17th, 2017; published: May 23rd, 2017

Abstract

The high concentration of brine produced during the operation of chemical projects is generally processed and recycled through the evaporation pond, but the evaporation pond has the shortcomings of large area and low evaporation efficiency. In this paper, according to the theory of hanging clothes to dry, the evaporation pond was changed from traditional flat layout to erect layout to enhance the efficiency of the pond. That is, the water-absorption materials were placed on the evaporation pool; these materials regularly contacted with the salt water in the evaporation pool, then dangled above the evaporation pool for drying after the salt water in materials was saturated, in order to increase the water surface's contact with air, and eventually enhance the evaporation efficiency of the evaporation pond. Comparison experiments showed that the more the water-absorption materials are, the higher evaporation efficiency is in the same evaporation pond areas, and the increase of the infiltration frequency was limited to improve the evaporation efficiency. The improvement scheme of the evaporation pond proposed in this paper has the advantages of simple construction, low operating cost and high evaporation efficiency, and has widely application prospect.

Keywords

Strong Brine, Evaporation Pond, New Process

提高浓盐水蒸发效率的试验*

薛泽雨

湘潭县第一中学, 湖南 湘潭
Email: jiang20003hao@163.com

收稿日期: 2017年5月3日; 录用日期: 2017年5月17日; 发布日期: 2017年5月23日

*该文在薛联芳、戴向荣教授级高级工程师指导下完成。

文章引用: 薛泽雨. 提高浓盐水蒸发效率的试验[J]. 自然科学, 2017, 5(2): 150-155.
<https://doi.org/10.12677/ojns.2017.52021>

摘要

某些化工项目运行过程中产生的高浓度盐水一般是通过蒸发塘来进行处理和回收利用，但是该工艺具有占地面积大、蒸发效率低等缺点。针对这些不足，本文根据晾晒衣物的原理，通过将传统平面布局的蒸发塘更改为竖立布置来进一步提升蒸发塘的处理效率。即在蒸发池上方竖直放置强吸水性的材料，这些材料定时与蒸发池内的浓盐水接触，充分浸润饱和后晾晒在蒸发池上方，以此来增大水面与空气接触的表面积，并最终达到提升蒸发效率的目的。进一步的对比试验表明：在相同面积内，竖置的吸水性材料越多，蒸发效率越高；而增加浸润频率对蒸发效率的提升有限。本文提出的蒸发塘工艺改进方案相对于传统工艺具有建设简单、运行费用低、蒸发效率高等优点，具有广泛的应用前景。

关键词

浓盐水，蒸发塘，新工艺

Copyright © 2017 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 背景

海(咸)水淡化或工业生产会产生大量的高浓度盐水[1] [2]。浓盐水的大量排放不仅会造成局部海水温度和盐度升高，还可能引起局部水体富营养化，给海洋生物和生态环境造成巨大的危害。对浓盐水进行综合处理，实现盐和水资源的高效回收利用，对于降低浓盐水排放的环境污染具有重大社会意义和经济意义。

蒸发塘，又称晾晒池，是利用自然作用(日照、风等)处理废水处理流程最后留下的高浓度含盐水的一种工具，多应用在西部等缺乏纳污水体的地区，做到废水的零排放。目前国内应用的蒸发塘工艺主要有反渗透、蒸发器蒸发、膜蒸发、结晶器结晶、自然蒸发等，其中自然蒸发的原理主要是通过露天自然蒸发，将浓盐水中水分不断汽化进入大气，浓盐水不断浓缩结晶而减少，最终的含盐混合物用于综合利用或填埋处理[2] [3]。这种处理方式较为简单，不需要任何动力设备，运行成本较低，非常适合在雨水少、空气干燥、风大、日照时间长的高原或者荒漠地区处理成分较单一、无气味的浓盐水，对周围环境影响较小[3]。但这种工艺需要设置大容量水池，占地面积较大，蒸发速率较低，从而影响其优势的发挥。

本文针对自然蒸发工艺的缺点，利用传统晾晒衣物的原理，提出将平面布置的蒸发塘竖立起来，将强吸水性的材料定时在蒸发池充分浸润充满水分后，晾晒在传统的蒸发池上方，以达到增大水面与空气接触面积的目的。通过对传统平面蒸发塘和创新竖向蒸发塘工艺对比试验表明：竖向蒸发塘工艺可以极大地提高单位占地面积高浓度含盐水的蒸发效率，减少废水处理设施的占地面积，也在很大程度上降低了后期的运行成本，具有较高的应用价值。

2. 试验原理

水的蒸发速率与周围环境温度、风速和相对湿度有关[4]。温度越高，蒸发速率越大，反之，蒸发速率越小；环境风速越高，蒸发速率越大，反之，蒸发速率越小；周围环境相对湿度越小，蒸发速率越大，反之，蒸发速率越小。

水池蒸发量计算公式：蒸发量 = 蒸发速率 × 蒸发表面积 × 时间

对于大面积、大容量的蒸发塘，一般都是靠自然条件实现蒸发，其周边环境温度、风速和湿度都是难以人为控制的，因此，为了提高单位时间的蒸发量，只能通过人工增加蒸发表面积来实现。

传统蒸发塘受占地面积限制，难以通过增大蒸发塘扩大，但是，根据蒸发原理，只要增加水与空气接触的面积，就可以增加蒸发量。本文提出将充分浸润后强吸水性材料竖置在蒸发池上方，尽可能增大水面与空气接触的面积，最终实现提高蒸发量的目的。

3. 实验方法和装置

本次实验的目的是：

- 1) 检验新工艺的可行性和有效性；
- 2) 初步测定并分析影响新工艺工作效率的主要参数；

为此，采用了对比试验的方法，使用水箱模拟蒸发塘，使用毛巾作为吸水晾晒材料。试验时，将充分浸润的毛巾悬挂在水箱上方。将试验分成几组，分别为水箱、水箱+一条毛巾、水箱+ 两条毛巾、水箱+ 三条毛巾四组。主要试验材料和工具如下：

- 1) 水箱：采用底部长、宽分别为 31 cm、21 cm，上部开口长、宽分别为 45 cm、35 cm，高 20 cm 的长方形塑料水箱；
- 2) 吸水材料：采用长和宽分别为 75 cm、30 cm 长方形普通毛巾；
- 3) 量筒：采用最小刻度为 50 ml 的家用塑料量杯；
- 4) 弹簧秤：采用超市购买最小刻度为 50 g 的家用弹簧秤；
- 5) 温湿度计：采用超市购买家用温湿度计。

为了保证气温、风速、湿度等环境条件的一致性，将几组装置并排放置在一起。试验装置见图 1 所示。

4. 试验结果与讨论

试验在半封闭露台上进行，环境温度为 6℃~16℃，环境相对湿度 45%~65%，试验用水为自来水。考察了同一环境条件下，对不同的蒸发面积、浸润时间等影响装置性能的相关参数对蒸发量的影响。

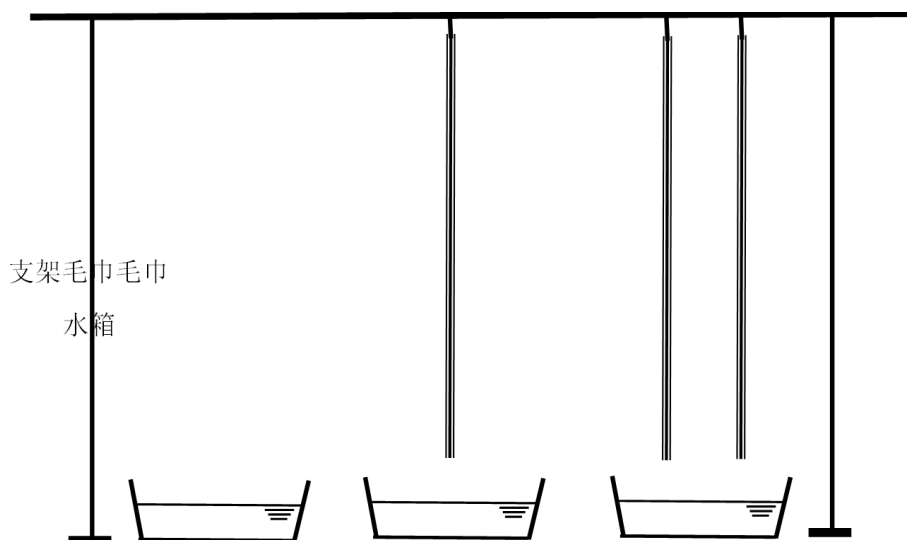


Figure 1. Schematic diagram of test equipment
图 1. 试验装置示意图

首次试验进行了水箱(一组)、水箱+一条毛巾(二组)、水箱+两条毛巾(三组)三个组合。试验开始前,用家用塑料量杯往每个水箱注入等量自来水。为了剔除试验前后毛巾含水量不同对试验结果的影响,试验前后,用弹簧秤称重并记录结果。试验时,每隔4小时,浸润一次毛巾。采用下列关系式计算各组方案的蒸发总水量:

$$\text{蒸发总水量} = \text{水箱蒸发水量} + \text{毛巾蒸发水量}$$

$$\text{毛巾蒸发水量} = \text{容器中水量减少量} - \text{毛巾吸收水分重量} - \text{水箱蒸发水量}$$

$$\text{容器中水量减少量} = \text{试验后容器中水的重量} - \text{试验前容器中水的重量}$$

$$\text{毛巾吸收水分重量} = \text{试验后毛巾重量} - \text{试验前毛巾重量}$$

试验及计算结果见表1,由表可见,悬挂一条毛巾的组合较单一水箱蒸发增加了两倍,悬挂两条毛巾的组合较单一水箱蒸发增加了四倍。

为了进一步研究毛巾数量与蒸发量的关系,第二次试验增加了水箱+三条毛巾(四组)的组合,试验及计算结果见表2。由表可见,悬挂三条毛巾的组合相较单一水箱蒸发量增加了大约六倍,结合第一次试验结果,可以看出悬挂毛巾的工艺可以显著增加水体的蒸发量,而在一定范围内增加竖置毛巾的数量与其增发量成线性关系,也充分说明了该工艺装置的可行性和有效性。

为了研究毛巾含水饱和程度对毛巾蒸发量的影响,第三次试验在第一次试验基础上,针对一条毛巾和两条毛巾的情况,又增加了每隔1小时浸润一次毛巾的对比试验,试验及计算结果见表3。由表可见,缩短浸润时间间隔,可以增加蒸发量,但增加效果有限。可见,在保证毛巾含水饱和程度较高的情况下,进一步缩短浸润时间,对增加蒸发量效果不显著。在实践中,可以根据环境气象条件变化,通过试验确定合理浸润时间间隔。此外,还可以通过试验,选择更加有效的吸水晾晒材料,以提高蒸发量。

Table 1. Results of the first experiment

表 1. 第一次试验及计算结果表

试验参数	单位	一组	二组	三组
总加水量	g	1300	1300	1300
毛巾数量	条	0	1	2
毛巾初始干重	g	0	240	600
毛巾最终湿重	g	0	330	790
水箱剩余水量	g	1230	990	650
水箱减少水量	g	70	310	550
水箱水面蒸发量	g	70	70	70
毛巾吸收水量	g	0	90	190
毛巾蒸发水量	g	0	150	290
总蒸发水量	g	70	210	370
水箱水面表面积	cm ²	651	651	651
毛巾单侧表面积	cm ²	0	2250	4500
水箱蒸发速率	10 ⁻³ g/cm ² ·h	4.48		
毛巾蒸发速率	10 ⁻³ g/cm ² ·h		2.78	2.69

天气情况:晴,温度:6℃~15℃,相对湿度:45%,微风;
试验时间:2017年1月26日18:00至1月27日18:00。

Table 2. Results of the second experiment
表 2. 第二次试验及计算结果表

试验参数	单位	一组	二组	三组	四组
总加水量	g	2000	2000	2000	2000
毛巾数量	条	0	1	2	3
毛巾初始干重	g	0	250	650	950
毛巾最终湿重	g	0	350	860	1200
水箱剩余水量	g	1935	1700	1460	1215
水箱减少水量	g	65	300	540	750
水箱水面蒸发量	g	65	65	65	65
毛巾吸收水量	g	0	100	210	310
毛巾蒸发水量	g	0	135	265	410
总蒸发水量	g	65	200	330	475
水箱水面表面积	cm ²	651	651	651	651
毛巾单侧表面积	cm ²	0	2250	4500	6750
水箱蒸发速率	10 ⁻³ g/cm ² ·h	4.16			
毛巾蒸发速率	10 ⁻³ g/cm ² ·h		2.5	2.45	2.53

天气情况：多云，温度：10℃~15℃，相对湿度：50%，微风；
 试验时间：2017年1月29日18:00至1月30日18:00。

Table 3. Results of the third experiment
表 3. 第二次试验及计算结果表

试验参数	单位	一组	二组	三组	四组	五组
总加水量	g	2000	2000	2000	2000	2000
毛巾数量	条	0	1	1	2	2
毛巾浸润时间间隔	h	0	4	1	4	1
毛巾初始干量	g	0	250	240	580	570
毛巾最终湿重	g	0	370	400	900	910
水箱剩余水量	g	1950	1750	1680	1520	1470
水箱减少水量	g	50	310	310	480	530
水箱水面蒸发量	g	50	50	50	50	50
毛巾吸收水量	g	0	120	160	230	270
毛巾蒸发水量	g	0	100	110	200	210
总蒸发水量	g	50	150	160	250	260
水箱水面表面积	cm ²	651	651	651	651	651
毛巾单侧表面积	cm ²	0	2250	2250	4500	4500
水箱蒸发速率	10 ⁻³ g/cm ² ·h	3.20				
毛巾蒸发速率	10 ⁻³ g/cm ² ·h		1.85	2.03	1.85	1.94

天气情况：多云，温度：4℃~6℃，相对湿度：80%，微风；
 试验时间：2017年2月2日18:00至2月3日18:00。

5. 结论

1) 使用蒸发塘作为浓盐水的处理工艺具有运营管理简单, 节约能源, 运行成本低, 对周围环境影响小等优势, 非常适合在雨水少、空气干燥、风大、日照时间长的高原、荒漠地区应用, 但这种工艺需要设置大容量水池, 占地面积较大, 蒸发速率较低, 本文通过改进普通蒸发塘工艺和装置, 提高了蒸发效率, 同时也最大程度的减少能源消耗, 具有较大的应用前景和经济效益。

2) 利用传统晾晒衣物的原理, 将充分浸润后强吸水性的材料竖置在传统蒸发塘上方, 可以大量增加浓盐水与空气接触的表面积, 提高蒸发效率, 快速处理工业产生的高盐废水, 在尽量减少占地和能量消耗的前提下, 达到污水零排放的目的。

3) 试验表明将充分浸润的毛巾悬挂在水箱上方, 能够显著增加浓盐水的蒸发量, 且蒸发量随毛巾数量的增加而增加, 基本成线性关系, 充分说明了该工艺装置的可行性和有效性。

4) 在毛巾含水程度较高的情况下, 进一步缩短浸润时间, 对增加蒸发量效果不显著。在实践中, 可以根据环境气象条件变化, 通过试验确定合理的浸润时间间隔, 以达到效益的最大化。此外, 还可以通过试验, 选择更加有效的吸水晾晒材料, 进一步增加晾晒的表面积, 提高蒸发量。

参考文献 (References)

- [1] 崔广宁. 蒸发塘处理煤化工浓盐水设计探讨[J]. 工业用水与废水, 2014(3): 33-35.
- [2] 梁斌, 慧娟. 煤化工装置浓盐水蒸发塘的工艺设计探讨[J]. 大氮肥, 2016(2): 78-81.
- [3] 黄志亮, 甄胜利, 王正中, 罗彬, 王海荣, 彭焱. 工业用水与废水[J]. 2015(2): 22-25.
- [4] 姜兴涛, 姜成旭. 利用蒸发塘处置煤化工浓盐水技术[J]. 化工进展, 2012(S1): 276-278.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ojs@hanspub.org