一种新型适合灾区消毒的离子膜电解次氯酸钠发生器

闫冠宇[1]，刘文朝[1]，李连香[1]，李含英[2]

（1. 中国灌溉排水发展中心，北京 100054；中国水利水电科学研究院，北京 100044）

摘要：本文借鉴氯碱工业离子膜法电解工艺，研发了一种可现场制备高浓度次氯酸钠溶液的发生器。所研发的次氯酸钠发生器盐耗低于 2kg/kg，有效氯浓度可达 8%，并有效解决了运行管理中氯气泄漏的问题。该次氯酸钠发生器可用于灾区饮用水消毒以及环境消毒，消毒剂按需生产，无需运输和储存，不存在后期处理困难的问题。

关键词[1]：灾区；消毒；电解；离子膜；食盐；次氯酸钠

中图分类号：X52.　　**文献标识码**：A.

A new Ion-exchange Membrane Sodium Hypochlorite Generator for Disinfection in Disaster Areas

Yan Guan-yu，Liu Wen-chao，Li Lian-xiang，Li Han-ying

(1.China Irrigation and Drainage development Center, Beijing China 100054; 2. China Institute of Water Resource and Hydropower Research, Beijing China 100044)

Abstract：Based on the ion-exchange membrane electrolytic process of chlor-alkali industry, a new ion-exchange membrane sodium hypochlorite generator was developed in this paper. Results indicated that the new generator could produce sodium hypochlorite concentration higher than 8% with salt consumption fewer than 2 kilograms per kilogram available chlorine. This generator could solve the problem of chlorine leakage effectively in operation management and also suitable for water and environment disinfection in disaster areas.

Keywords: disaster areas; disinfection; electrolysis; ion-exchange membrane; salt; sodium hypochlorite

0 引言

我国地域辽阔，地震、洪涝、泥石流等破坏居民家园的重大自然灾害频发[1]，保障灾区饮用水消毒和环境消毒是救灾工作的重要内容之一[2-3]。以往灾区多采用固体含氯消毒剂（漂白粉、漂粉精、二氯异氰尿酸钠、三氯异氰尿酸）、二氧化氯消毒粉、单过硫酸氢钾消毒粉等消毒，存在运输检查严格受限，救灾时消毒剂储存管理不安全，救灾结束后大量消毒剂闲置、处理难度大等问题，因此，我们致力于以食盐为原料（购置、运输、储存方便）电解次氯酸钠发生器的研制，在灾区需要时，现场制备消毒剂，需要多少制备多少。离子交换膜法电解制碱工艺已在氯碱工业中普遍应用，可将剩余的氯气用碱液吸收形成 10%的次氯酸钠标准溶液，其有效氯浓度远高于传统的无隔膜电解次氯酸钠发生器产生的氯酸钠溶液（一般小于 1.5g/L），不仅适合饮用水消毒，稀释后非常适合灾区环境消毒，我们借鉴该原理研发了适合灾区的小型离子膜法电解次氯酸钠发生器。

1 基本原理

在电解槽的阴、阳电极间插入一层离子膜，将电解槽分为阳极室和阴极室，同时缩小阴、

[1] 基金项目：国家十二五科技支撑项目-村镇应急水处理关键技术及设备研发(2012BAJ25B04).

作者简介：闫冠宇（1969~），男，教高，从事农村水利相关工作. liuwenchao2012@126.com.

阳电极的间距。阳极室进饱和食盐水，阴极室进碱液（纯水加入一定量的 NaOH），通电后，阴极生成 H_2 和 NaOH，气液分离后，H_2 排入空气中扩散，高浓度碱液稀释后少部分继续参与电解、大部分用于吸收氯气；阳极生成 Cl_2，气液分离后，将 Cl_2 通入碱液中（多数由阴极产生）吸收形成次氯酸钠溶液，淡盐水进入盐箱继续参与电解。基本化学过程如式（1）和式（2）所示。

$$2NaCl+2H_2O\rightarrow 2NaOH+H_2\uparrow+Cl_2\uparrow \quad (1)$$

$$2NaOH+Cl_2\rightarrow NaClO+NaCl+H_2O \quad (2)$$

2 电解槽

电解槽是整个发生器的核心，其结构设计如图 1 所示，电解槽主要由阳极室及阳极。阴极室及阴极、离子膜组成，阳极室下部设进饱和食盐水的管、上部设出淡盐水和氯气的管，阴极室下部设进碱液的管、上部设出碱液和氢气的管。

为保证氢气能安全排放，电解槽的产量按 500g/h 进行设计（生成氢气约 150L、14g/h），根据法拉第电解定律，电极面积设计为 0.14m^2；为缩小电极高度、降低开关电源电流及尺寸和自耗、提高电解效率，按 6 个电解槽并联设计，设计电压 30V、电流 80A，整个电解槽尺寸为 400mm×400mm×400mm。

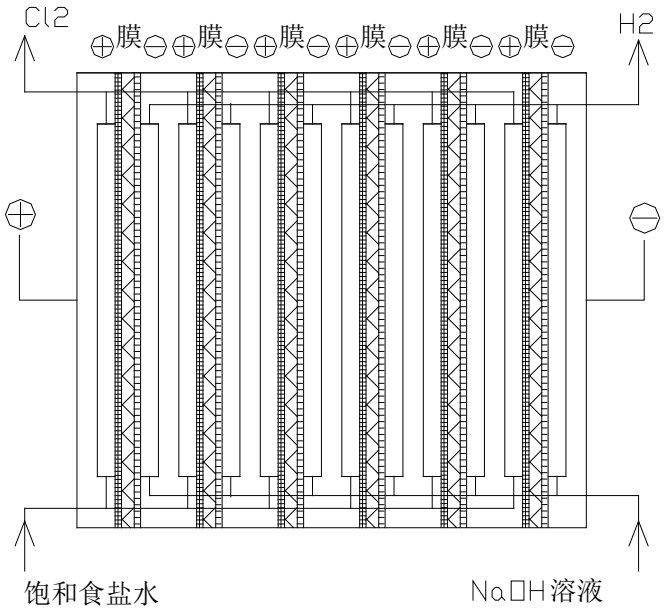

图 1 离子膜电解槽示意图图

3 发生器

离子膜电解次氯酸发生器主要由 1 台反渗透净水器、1 个开关电源、1 个化盐箱、1 个碱液箱、2 个投加泵、2 个 8L 的平衡液位箱（一个由计量泵从化盐箱中打入参与电解阳极的饱和食盐水，一个由计量泵从碱液箱中打入参与阴极电解的 30%-32%碱液）、1 个电解槽、2 个气液分离器、1 个次氯酸钠溶液箱、1 个空压机、2 个活性炭箱等组成，整个电解装置尺寸为 1600mm×1700mm×550mm，其结构设计如图 2 所示。

发生器的研制除高效安全的电极设计外，还需要做好化盐、淡盐水回流、淡盐水中余氯处理、碱液回流及分流、氯气吸收等关键环节，以确保运行稳定、可靠。除按每小时产量设计电解槽外，其他系统，特别是盐箱。碱液箱和次氯酸钠溶液箱的设计能保证 8 个小时的正常运行，在此基础上尽可能缩小系统体积。

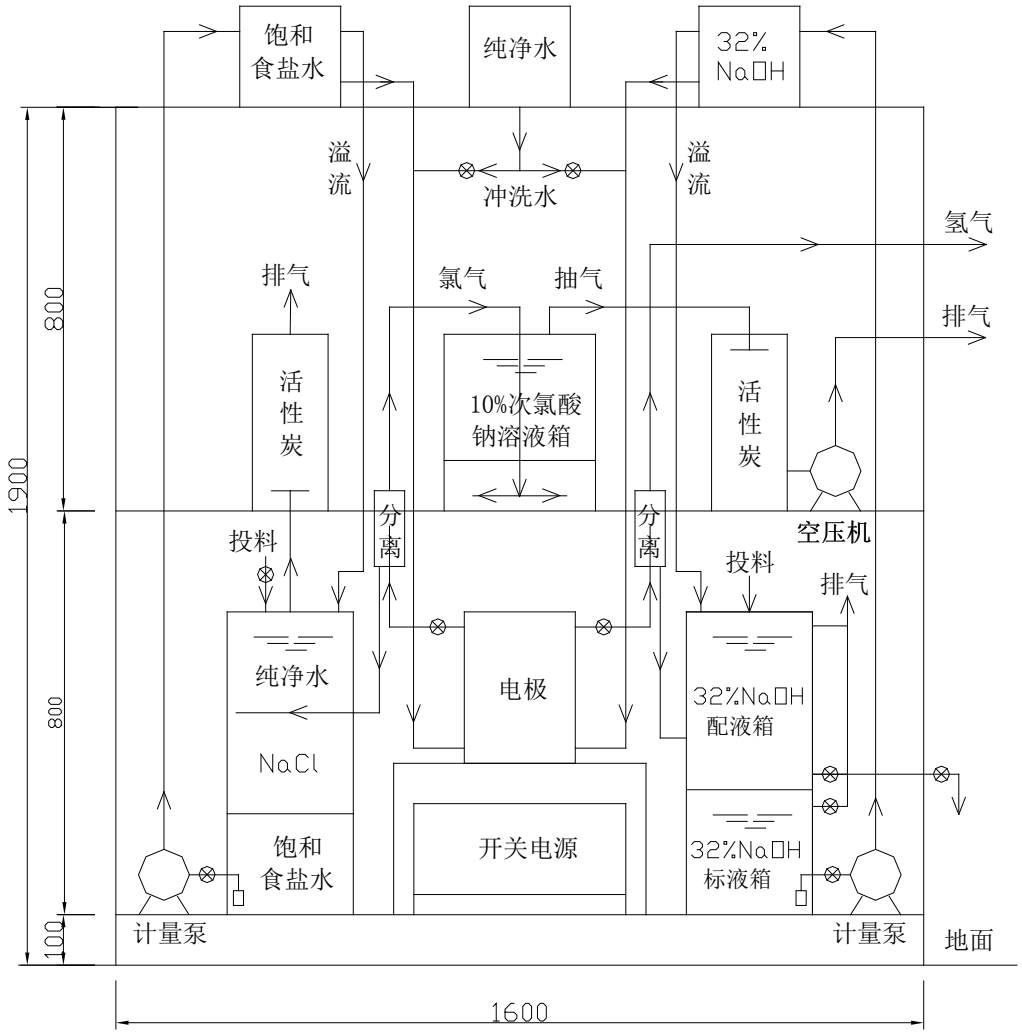

图 2 离子膜电解次氯酸钠发生器结构图

4 运行效果

本发生器在实验室运行 3 天，每天开机一次、关机一次，一直运行正常，并能达到设计产量，盐耗低于 2kg/(kg 有效氯)，次氯酸钠溶液的有效氯浓度可达 8%。每次关机后，用纯净水将电解槽内的盐水和碱液置换出水，以确保电极和膜安全。

5 结语

借鉴氯碱工业离子膜法电解工艺，本文研发了一种可现场制备高浓度次氯酸钠溶液的发生器，原料为食盐和很少量的碱，原料购置容易、运输安全，盐耗低于 2kg/(kg 有效氯)，有效氯浓度可达 8%，并有效解决了运行管理中氯气泄漏的问题。该次氯酸钠发生器可用于灾区饮用水消毒以及环境消毒。

参考文献：

[1] 马宗晋. 面对大自然的报复: 防灾与减灾[M]. 清华大学出版社有限公司, 2000: 1-45.

[2] 王鸣, 肖新才, 要表现. 地震灾害的主要公共卫生问题与应急工作策略[J]. 中华预防医学杂志, 2008, 42(9): 621-623.

[3] 柯跃斌, 程锦泉, 余淑苑, 等. 地震灾害与饮水安全[J]. 中华预防医学杂志, 2008, 42(7): 479-481.
[4] 刘珊, 王亚娥. 微、小型次氯酸钠发生器性能及设计参数研究[J]. 西安公路交通大学学报, 1999, 19(2): 113-115.
[5] 孙凝, 龚德洪. 次氯酸钠发生器在小型水厂的应用与成本研究[J]. 城镇供水, 2014 (1): 77-79.
[6] 陈立春. 离子膜电解制碱技术概况[J]. 氯碱工业, 1999, 10: 1-6.
[7] 王伟红, 邢家悟. 离子交换膜技术在氯碱行业的应用与发展[J]. 膜科学与技术, 2002, 22(6): 54-57.