

文章编号:1674-2869(2014)012-0063-05

人工海水制备系统的浓盐水制备过程设计

高翔,唐腾飞,徐毅茹,胡进,张坤壮

(武汉工程大学机电工程学院,湖北武汉 430205)

摘要:人工制备海水要求在有限的时间内自动制备具有精确盐度与电导率的人工海水,其中的一个重要环节是浓盐水制备工艺过程.首先,设计了浓盐水制备工艺流程、制备装置和自动控制系统.工艺流程是在浓盐水罐中补充淡水或低浓度海水,加入海盐,循环搅拌和定量排出的过程.制备装置是由盐水罐、截止阀、电磁阀、回止阀、过滤器、搅拌器和管路系统等组成的,采用可编程控制器实现自动工艺流程控制.其次,进行了软件设计,将制备工艺过程分成 4 种工况分别设计:海盐与目标水池水量不足、海盐与目标水池水量过量、海盐不足而目标水池水位达到、海盐溶解完毕与目标水池水位未达到.最后,软件系统编程实现了工艺流程动作顺序的逻辑控制,完成了复杂工艺流程的自动控制.

关键词:浓盐水制备工艺;可编程控制器;盐度和电导率

中图分类号:TH16

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1674-2869.2014.012.012

0 引言

人工海水制备装置是为某研究所提供基础研究条件而研制的,其主要功能是在有限时间内制备符合要求的人工海水量,利用自动化控制技术实现制备工艺流程的自动化和盐度与电导率的精确控制.

人工海水是使用淡水溶解各种矿物盐的混合物.人工海水具有良好的可重复性,所以在科研中代替自然海水,用于模拟新材料受到海水侵蚀、化学反应、古海洋环境模拟等实验^[1-3],主要用于微生物培育与海洋生物的养殖^[4-5],也用于海洋环境的模拟研究.

浓盐水制备系统是人工海水制备装置的一个环节.人工海水装置主要由浓盐水制备系统、淡水与浓盐水混合比例控制系统、水池海水循环系统、水池水位控制系统、PLC 控制系统、水质监测与保障系统、污水排放与收集系统组成.

浓盐水制备系统将海盐与淡水或低盐度的人工海水在浓盐水罐中混合,通过搅拌在短时间内制备出数倍于设定盐度的浓海水,为有限时间内配置正常浓度人工海水创造条件.

PLC 常用于工业环境下自动控制系统,具有高可靠性、灵活性、使用方便等特点.在浓盐水制备

系统中应用 PLC 技术,可以实现制备系统的自动控制^[6].

1 系统工作流程

为实现海盐晶体充分溶解,一次制备 300 m³ 且盐度分布均匀的人工海水,需通过本系统配置浓盐水(盐度 17.5%).浓盐水制备系统主要功能是将海盐与淡水或低盐度的人工海水在浓盐水罐中混合,通过搅拌在短时间内制备出与设定盐度成一定倍数的浓盐水.浓盐水制备工艺流程如图 1 所示.

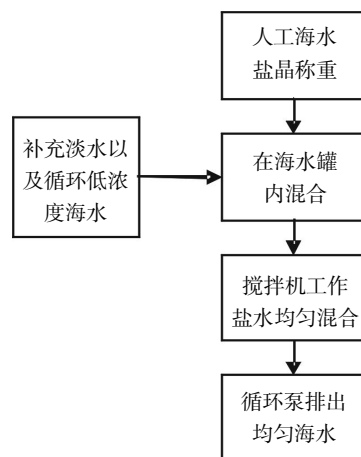


图 1 浓盐水制备流程图

Fig.1 Brine seawater flow chart

收稿日期:2014-10-27

作者简介:高翔(1963-),男,湖北武汉人,教授,博士.研究方向:机电一体化和舰船辅助机械的状态监测与自动控制.

2 系统原理及设计

常温下,盐的饱和溶解度在 35%至 40%,制备 17.5%盐度的浓盐水每立方米需消耗 175 kg 海盐.通过人员定时向浓海水罐加入定量海盐,在浓海水罐进行搅拌,使其充分溶解;同时控制浓盐水的排放速度和淡水的补入速度,当水罐中水位达到一定高度时,启动盐水泵进行排放.根据浓盐水系统工作流程,设计出如图 2 所示的浓盐水制备系统原理图.通过淡水截止阀与海水补水电磁阀实现淡水单独输入,低浓度海水输入以及两者结合输入.

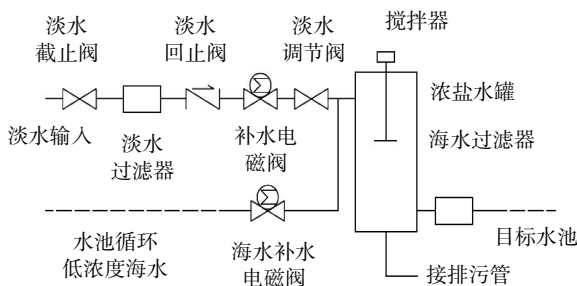


图 2 浓盐水制备系统原理图

Fig.2 Schematic diagram of brine seawater system

此系统硬件包含有海盐称重台、加盐人梯、浓海水罐、搅拌器、海水过滤器、水位传感器、电磁阀、调节阀等组成.

3 程序流程设计

为了便于人员操作,将控制程序集成化,实现整个控制系统的自动化^[7-8],人工海水制备工艺有 5 个流程:初次配置工况工艺控制流程、增加海水盐度工况控制流程、减少海水盐度工况控制流程、补加淡水工况工艺控制流程、排污流程.

浓盐水制备系统属于初次配置工况,也是整个制备装置的工艺流程的第一步.启动初次工况后,打开淡水补水电磁阀,在浓盐水灌中加入淡水,达到高水位后投入海盐晶体确认进行搅拌,完成后与淡水按比例混合排入目标水池,根据可能出现四种条件情况:1)海盐未加完,目标水池没达到需求海水水量,则继续补入海盐与自动补充淡水;2)目标水池已经达到需求水量,海盐还有剩余未充分溶解,则经循环泵将目标水池的低浓度海水循环送入浓盐水灌溶解海盐;3)海盐已经溶解完目标水池未达需求水量,则直接向目标水池注入淡水至需求水量;4)海盐全部溶解且目标水池达到需求水量,则进行循环混合使浓度均匀,循环时间达到后结束初次配置工况.其工艺流程图如图 3 所示.

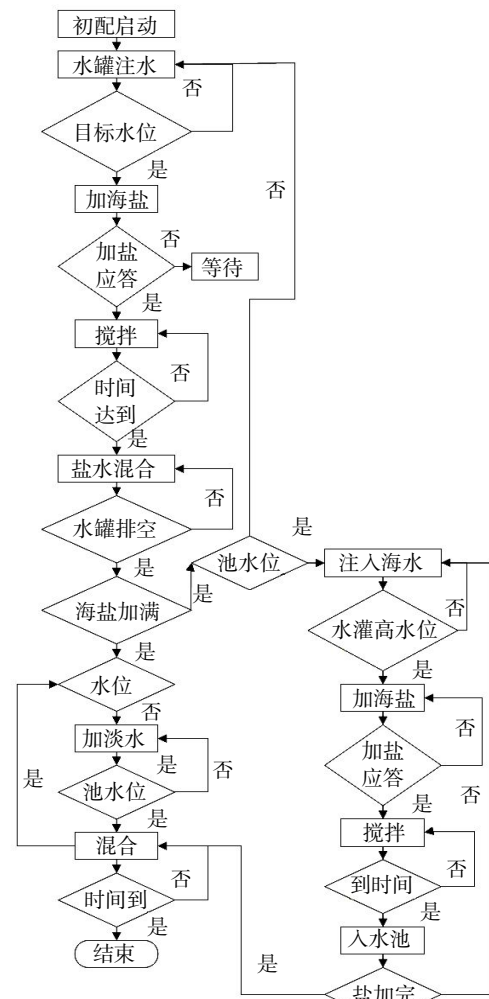


图 3 初次配置工况工艺控制流程图

Fig.3 The initial configuration of operating process control flow chart

4 PLC 程序编写

浓盐水制备系统的控制程序采用三菱 GX-Developer 编写,本软件能实现项目管理、程序键入、模拟仿真与程序调试等功能^[9]完整的 PLC 控制程序包括 PLC 控制主程序、PLC 与触摸屏交互程序、PLC 与模拟量 I/O 模块通信程序、辅助操作程序以及故障诊断程序.这里对浓盐水系统的控制主程序依据初次配置工况工艺流程图进行设计^[10-11].

初次配制工况中需预先设定的值用于满足初始要求,人员输入设定值后,数据存入对应数据寄存器.在工况启动前,需输入需要输入盐度 35%、初次配置总加盐次数、最后一次加盐质量等制备中需要的参数.为避免损失原始数据的精度,在运算的过程中需将数据进行先乘后除计算.

启动初次配制工况之后,程序将从制备浓盐水开始.在浓盐水罐注入淡水时,需限制其他动作.当

浓盐水罐加水时,需加入延时控制,初次配制工况制备浓盐水程序如图 4 所示. 制备浓盐水的过程中,等待加盐辅助继电器 M601 置 1 后,画面切换

到加盐确认界面.加盐完毕后,按下确认键,然后进行搅拌并对搅拌时间计时,时间达到要求后将浓盐水注入水池.

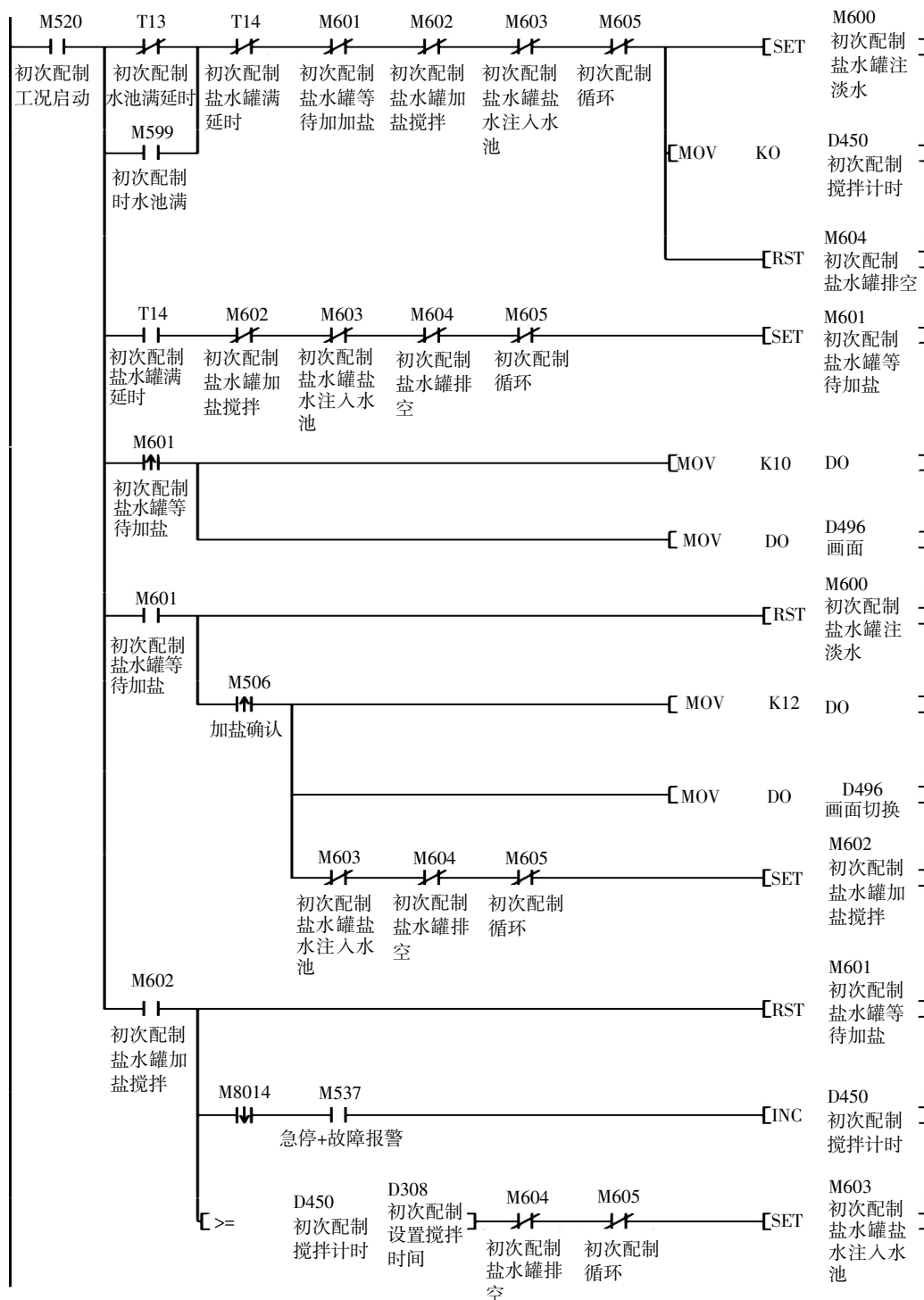


图 4 初次配制工况制备浓盐水程序

Fig.4 Initial preparation of brine preparation conditions program

5 结 语

上述设计的浓盐水系统,通过 PLC 控制使其能够快速实现海水的盐度均匀分布,作为人工海水制备装置的一个重要环节,实现人工海水的自动制备创造了条件。

使用 PLC 编程和仿真软件 GX-Developer 进行控制系统的仿真,方便快捷,提高效率与降低了成本。

目前人工海水制备系统已经通过鉴定,实际运行效果良好。

致 谢

感谢中国船舶重工集团公司对本研究的支持。

参考文献:

- [1] PIRES A. Artificial seawater culture of the gastropod *Crepidula fornicata* for studies of larval settlement and metamorphosis[J]. *Methods in Molecular Biology*, 2014(1128):35-44.
- [2] HERZOG GREGOIRE, Moujahid Waleed, TWOMEY Karen, Lyons Conor. On chip electrochemical-microsystems for measurements of copper and conductivity in artificial seawater [J]. *Talanta*, 2013(116): 26-27.
- [3] XIAO Y, XIA K. Boron isotope fractionation during brucite deposition from artificial seawater [J]. *Clim. Past*, 2011(7):693-706.
- [4] 何卓.我国水族馆旅游发展现状与对策研究 [D].哈尔滨:东北林业大学,2006.
HE Zhuo. The current situation and tactics research of the development on the tourism of the aquariums in China [D]. Harbin: Northeast Forestry University, 2006. (in Chinese)
- [5] 靳志玲,李树生,朱国梁,等.海水观赏鱼人工海水研制[J]. *盐湖盐与化工*, 2003, 32(6):16-17.
JIN Zhi-ling, LI Shu-sheng, ZHU Guo-liang, et al. Research of Artificial Seawater for Ornamental Fish[J]. *Sea-Lake Salt and Chemical Industry*, 2003, 32(6):16-17. (in Chinese)
- [6] 高翔,胡进,唐腾飞.卧式高压釜快开装置设计[J]. *武汉工程大学学报*, 2014, 36(8):56-59.
GAO Xiang, HU Jin, TANG Teng-fei. Design of quick-opening device of high pressure autoclave. [J] *Journal of Wuhan Institute of Technology*, 2014, 36(8):56-59. (in Chinese)
- [7] 龚喜进,赵浩,王庆凯,等.自动化系统在回水处理中的开发与应用[J]. *矿冶*, 2011(3):95-97.
GONG Xi-jin, ZHAO Hao, WANG Qing-kai, et al. Research and application of automation system in backwater treatment [J]. *Mining & Metallurgy*, 2011(3):95-97. (in Chinese)
- [8] 李镇赉,张德福,于雷.浅谈污水净化计算机控制系统设计[J]. *铁合金*, 2013, 22(2):36-38.
LI Zhen-lai, ZHANG De-fu, YU Lei. Discussion on computer control system design of wastewater treatment [J]. *Ferro-alloys*, 2013, 22(2):36-38. (in Chinese)
- [9] 李日清. PLC 系统在深度水处理工艺中的应用 [J]. *机械工程与自动化*, 2012(3):198-199.
LI Ri-qing. Application of PLC System in Advanced water treatment technology [J]. *Mechanical Engineering & Automation*, 2012(3):198-199. (in Chinese)
- [10] 盖超会,阳胜峰.三菱 PLC 与变频器触摸屏综合培训教程[M].北京:中国电力出版社,2010.
GAI Chao-hui, YANG Sheng-feng. Touch screen Mitsubishi PLC and inverter integrated training tutorials [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2010. (in Chinese)
- [11] 仪怀亮.基于 PLC 的水处理自动控制系统[J]. *机械工程与自动化*, 2011(5):131-133.
YI Huai-liang. Water treatment automatic control system based on PLC [J]. *Mechanical Engineering & Automation*, 2011(5):131-133. (in Chinese)

Brine preparation process design of artificial seawater preparation system

GAO Xiang, TANG Teng-fei, XU Yi-ru, HU Jin, Zhang Kun-zhuang

School of Mechanical and Electrical Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430205, China

Abstract: Brine preparation process was an important part of artificial seawater preparation device, which was used to produce an amount of artificial seawater with accurate salinity and conductivity in a limited time. Firstly, the brine preparation process, preparation device and automatic control system were designed. The brine preparation process consisted of filling the brine tank with freshwater supplement or artificial seawater with lower salinity, adding a certain amount of sea salt into the tank with water, mixing up the water and salt in the tank to make brine and pumping out for dilution. The preparation device was composed of brine tank, shut-off valve, solenoid valve, check valve, filter, mixture machine and pipelines. The automatic control system made use of Programmable Logic Controller to control the device and preparation process. Then the control software was designed, which divided the preparation process into 4 kinds of working cases: insufficient sea salt and pool water, excessive sea salt and pool water, insufficient sea salt and sufficient pool water, completed sea salt dissolution and sufficient pool water. Finally, the software system was designed to realize the conditional logic control of action sequence and to complete the automatic operation of complex preparation process.

Keywords: brine preparation process; programmable logic controller; salinity and conductivity

本文编辑:陈小平