



移动扫码阅读

王宁洲.基于 PSO-BP-PID 污水 pH 控制研究[J].能源环境保护,2020,34(6):47-50.

WANG Ningzhou. Research on pH control for sewage based on PSO-BP-PID [J]. Energy Environmental Protection, 2020, 34(6): 47-50.

基于 PSO-BP-PID 污水 pH 控制研究

王宁洲

(海天塑机集团有限公司,浙江 宁波 315800)

摘要:为了更好地控制污水处理过程中的 pH,分别采用常规 PID 模型、模糊自适应 PID 模型和经 PSO-BP 优化的 PID 模型进行 MATLAB/simulink 仿真。结果表明:与传统 PID 模型对比,模糊自适应 PID 可以实时调节 PID 参数,运行效果更加稳定;当被控对象非线性、时滞性较为严重时,经 PSO-BP 优化的 PID 模型比模糊自适应 PID 的数据波动更小。

关键词:pH;模糊自适应 PID;BP 神经网络;PSO-BP

中图分类号:X703

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2020)06-0047-04

Research on pH control for sewage based on PSO-BP-PID

WANG Ningzhou

(Hai Tian Group, Ningbo 315800, China)

Abstract: In order to better control the pH during sewage treatment process, the conventional PID model, fuzzy adaptive PID model and PID model optimized by PSO-BP were used for MATLAB/simulink simulation. The results show that, compared with the traditional PID model, the fuzzy adaptive PID model can adjust the PID parameters in real time and the operation effect is more stable. When the controlled object is nonlinear and time lag is strong, the data fluctuation of PSO-BP optimized PID model is less than that of fuzzy adaptive PID model.

Key Words: pH; Fuzzy adaptive PID; Back propagation Neural network; PSO-BP

0 引言

本文通过对污水 pH 值控制过程的研究,采用模糊自适应 PID 控制和 PSO-BP 优化的 PID 控制器分别对其控制。将几种控制算法分别在 MATLAB/simulink 下进行编程设计及仿真,通过实验结果可看出 PSO-BP 优化的 PID 控制器更适合于污水 pH 值控制。

1 工艺流程

废水在进入污水处理系统后,需通过酸或碱的投加来调节 pH 值,以达到最佳反应环境。由于车间废水排放时间段、频次、流量及废水中的污染物浓度不一定,同时废水在集水池的停留时间也

较短,因此混合反应池中废水的 pH 无法固定在某个数值,或者固定在某个较小的范围内变动^[1-5,12-14]。

2 污水 pH 值控制系统建模

实际生产中,废水的 pH 值变化十分复杂,研究人员根据物质守恒和化学平衡定律,提出了连续搅拌反应池中 pH 动态模型,图 1 是常见的酸碱中和控制模型,本章中将根据此模型进行建模^[6-11,15]。

3 控制算法仿真比较

3.1 模糊自适应 PID 仿真比较

本文选用 MATLAB 编程实现仿真, PID 初始

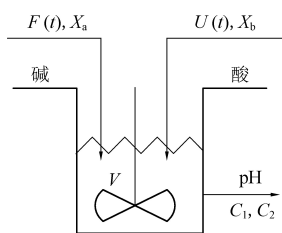


图1 酸碱中和控制系统模型

值预先设定 $kp0 = 5.0, kd0 = 5.0, ki0 = 0.5$, 经过使用模糊控制不断地对 PID 参数在线调整, 最后得到仿真图 2 的污水 pH 值中和反应曲线。从运行图可得出常规 PID 算法超调很大, 另外模糊控制虽没有超调, 但是长时处于稳态, 难到达设定值, 如图 3 是将图 2 局部放大以后, 可明显看到模糊自适应很早达到设定值, 而 PID 还在振荡接近, 模糊控制只能慢慢靠近设定值。

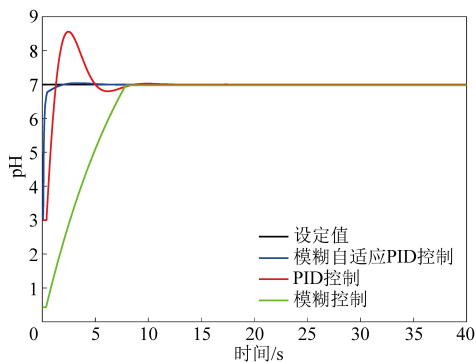


图2 pH 值控制仿真对比图

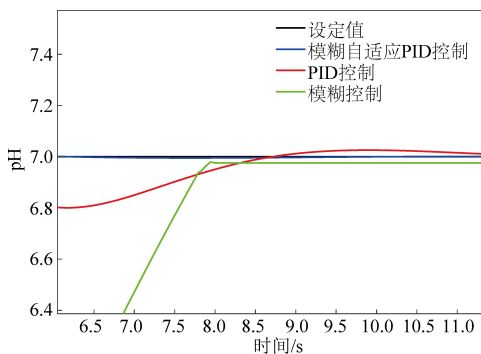


图3 pH 值控制仿真对比放大图

在实际工业应用中, 往往会有许多的干扰因素存在, 如图 4、图 5, 可以更明显的看到三种控制算法应对扰动时的各自控制响应, 模糊控制超调最大, PID 相对超调虽小但到稳态时间没有模糊自适应快, 综合看模糊自适应是最佳控制方案。

3.2 三种控制算法仿真结果比较

从图 5 仿真对比图中, 可以得到模糊自适应 PID 控制的以下特征:

(1) 模糊自适应 PID 能实时调节 PID 参数, 对一般的时变、非线性系统控制效果较为理想。

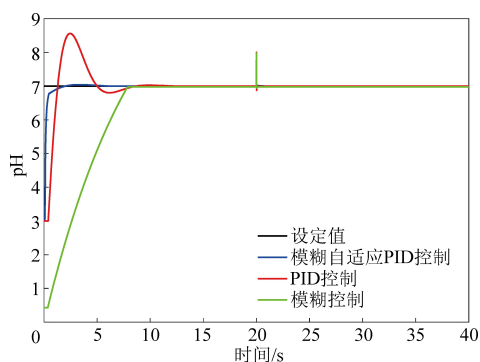


图4 带扰动的 pH 值控制仿真

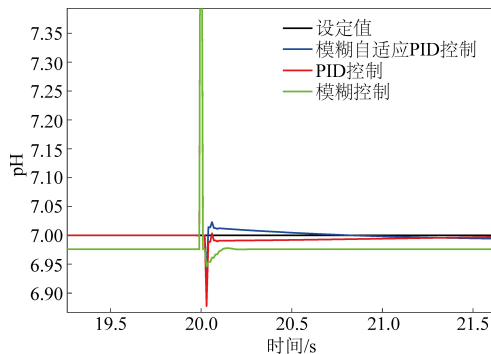


图5 带扰动的 pH 值控制仿真放大图

(2) 与常规 PID 比较, 模糊自适应 PID 结合了现场操作人员经验和专家知识, 继而有更好的鲁棒性。

(3) 运行调试结论显示模糊自适应 PID 稳态和超调优于常规 PID。

虽然在上述仿真图中模糊自适应 PID 控制效果已然满足了试验的控制要求, 但是当被控对象非线性、时滞性较为严重时, 模糊 PID 控制效果可能就无法达到要求。

3.3 PSO-BP 优化的 PID 控制污水 pH 模型仿真

图 6、图 7 是 PSO-BP 算法与其他几种算法的仿真对比图, 可以得出 PSO-BP 算法控制效果更为理想。试验将图 6 中扰动部分进行放大后得到图 8, 可以看出 PSO-BP 算法的扰动超调更小, 控制相对更加平稳, 性能更好。从各种控制算法的

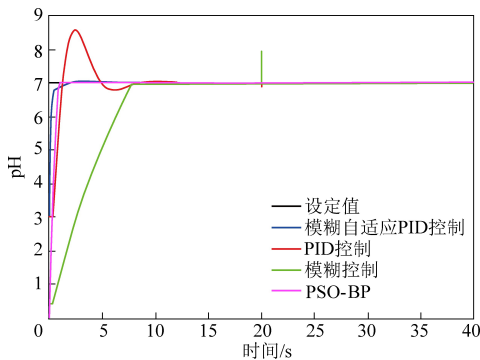


图6 带扰动的控制仿真对比

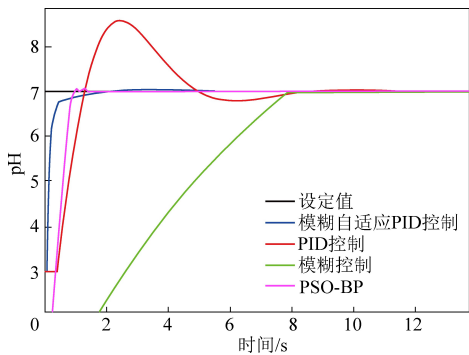


图7 PSO-BP 算法优化的 PID 控制仿真对比

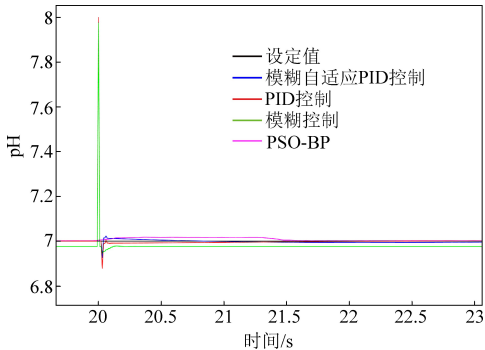


图8 图6局部放大后

仿真图综合对比分析, PSO-BP 算法更加适合于污水 pH 值控制。

4 试验效果对比

改造前废水的 pH 值波动较大,虽满足国家要求的排放标准,但并不能完全满足某公司的环保标准,如表 1 是对改造前、基于组态王模糊自适应 PID 控制及基于组态王 PSO-BP-PID 控制分别在污水排放口对 pH 值进行连续采样 11 次污水处理控制运行数据,每次采样时间间隔为 3 min。

表 1 pH 值监测数据

序号	污水池排放口 pH 值		
	改造前	模糊自适应 PID 控制	PSO-BP-PID 算法控制
1	8.3	7.7	7.3
2	7.4	7.6	7.3
3	8.4	7.6	7.2
4	6.1	7.5	7.1
5	6.7	6.7	6.9
6	7.4	6.6	6.8
7	6.7	6.9	6.9
8	8.6	6.9	7.0
9	6.9	7.8	7.0
10	8.0	7.8	7.0
11	8.7	7.7	7.1

从表 1 中改造前数据可看出,排放口的 pH 值基本在 6~9 之间,虽然符合排放要求,但波动范

围较大,最小的为 6.1,最大的为 8.7,控制效果并不理想,有时也会出现不达标的控制情况。

模糊自适应 PID 控制与 PSO-BP-PID 控制对污水 pH 值控制在质量上都有一定量提升,但从表 1 中可看出 PSO-BP-PID 的污水排放口 pH 值波动明显更小一些,对于污水 pH 值中和反应控制的质量更佳,符合某公司前期制定的污水排放 pH 值要求。

5 总结及展望

pH 是检验处理后的污水是否达到规定排放标准的一项重要控制指标,但是在水处理中 pH 的获取有滞后现象,所以在业内是公认的最难控制对象之一。如能对污水 pH 值自控系统加以改进可提高废水排放的达标率,一来能降低企业在环保项目运营中的风险,二来能给企业增添更多地经济效益,并做到绿色可持续发展。

本系统测试时虽无不合格反馈,但还是发现偶尔水质 pH 值不在 6.5~7.5 之间,虽满足排放标准,但控制算法还是有待完善。

参考文献

- [1] 刁硕,王红旗,邱晨.土壤酸碱度测定方法的差异研究与探讨[J].环境工程,2015(s1):1015-1017.
- [2] 李春红,万先蓉.废水处理系统水质特征动态分析的混合智能控制[J].化工管理,2016(24):147.
- [3] 邹彦艳,吴宇轩,宋振宇,等.基于改进遗传算法的模糊控制器设计[J].自动化技术与应用,2013,32(11):6-10.
- [4] 李辉,郭怡.遗传算法及其优化[J].河南农业,2013(20):53-54.
- [5] 章露,宋甜甜.浅谈污水处理厂中的自动化控制[J].水能经济,2017(3):399-400.
- [6] 吴正雷,袁文兵,杜青青.零排放技术在高盐有机废水处理中的应用与展望[J].水处理技术,2016(8):1-5.
- [7] 古亚东.浅谈城市污水处理的智能控制技术[J].建筑工程技术与设计,2017(13):708.
- [8] 胡勇,汤瑜杰,陆伟.制浆造纸废水 pH 值测试控制系统的应用[J].中国造纸,2014,33(10):60-63.
- [9] 郝佳,刘军.基于 PLC 的污水处理自动控制系统研制[J].自动化技术与应用,2017,36(5):68-71.
- [10] 成琳,薛科创,苟耀邦.油田污水处理方法的研究现状[J].当代化工,2016,45(10):2476-2477.
- [11] 王欣.PID 控制在空调自控系统中的应用[J].建筑工程技术与设计,2016(19):1.
- [12] R Anushree, BKS Prasad. Design and development of novel control strategy for trajectory tracking of mobile robot: Featured with tracking error minimization [J]. India Conference, 2017: 1-6.

- [13] Liu zhong yuan, Cui li li, Ding hong. Design of monitors based ~ n ARM7 and Micro C/OS - II [C] //Computer Science and In - Formation Technology (ICCSIT), 2010: 315-318.
- [14] Li J, Ni Z, Zhu X, et al. Parallel ensemble learning algorithm based on improved binary glowworm swarm optimization algorithm and BP neural network [J]. Pocttem Recognition and Aitifical Intellgene, 2017, 30 (2): 171-182.
- [15] Mehmet Snder Efe, Senior Member. Neural network assisted computationally simple PID control of a quadrotor UAV [J]. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2011, 7 (2): 354-361.