

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2012 年 8 月 23 日 (23.08.2012)



(10) 国际公布号
WO 2012/109900 A1

- (51) 国际专利分类号:
G05B 13/04 (2006.01) C02F 3/30 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2011/079993
- (22) 国际申请日: 2011 年 9 月 22 日 (22.09.2011)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201110037484.3 2011 年 2 月 14 日 (14.02.2011) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 华南理工大学 (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。
- (72) 发明人: 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): 万金泉 (WAN, Jinquan) [CN/CN]; 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。 黄明智 (HUANG, Mingzhi) [CN/CN]; 中国广东省广州市天河区五山路 381

号, Guangdong 510640 (CN)。 马邕文 (MA, Yongwen) [CN/CN]; 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。 王艳 (WANG, Yan) [CN/CN]; 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。

(74) 代理人: 广州市华学知识产权代理有限公司 (GUANGZHOU HUAXUE INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY); 中国广东省广州市天河区华南理工大学国家大学科技园 (北区) 1 号楼 N201-202 室, Guangdong 510640 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY,

[见续页]

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR WASTEWATER TREATMENT BASED ON DISSOLVED OXYGEN CONTROL BY FUZZY NEURAL NETWORK

(54) 发明名称: 基于模糊神经网络的溶解氧控制的废水处理方法及系统

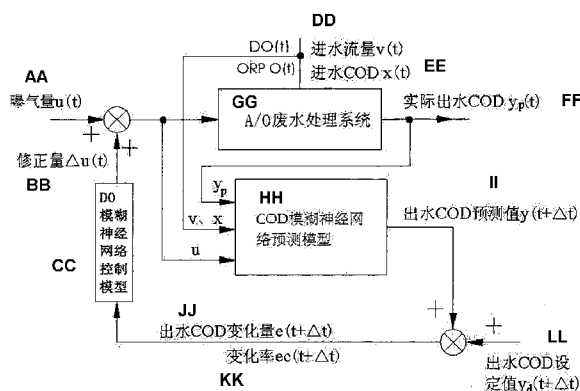


图 1 / Fig.1

AA Aeration quantity $u(t)$
BB Correction amount $\Delta u(t)$
CC DO fuzzy neural network control model
DD Inlet water flow rate $v(t)$
EE Inlet water COD $x(t)$
FF Actual outlet water COD $y_p(t)$
GG A/O wastewater treatment system
HH COD fuzzy neural network predictive model
II Outlet water COD predicted value $y(t+\Delta t)$
JJ Outlet water COD change amount $e(t+\Delta t)$
KK Change rate $ec(t+\Delta t)$
LL Outlet water COD set value $y_d(t+\Delta t)$

(57) Abstract: A method and system for wastewater treatment based on dissolved oxygen control by a fuzzy neural network, the method for wastewater treatment comprising the following steps: (1) measuring an inlet water flow rate, an ORP value in an anaerobic tank, a DO value in an aerobic tank, an inlet water COD value, and an actual outlet water COD value; (2) collecting the measured sample data and sending them via a computer to a COD fuzzy neural network predictive model, so as to establish an outlet water COD predicted value; (3) comparing the outlet water COD predicted value with the outlet water COD set value, so as to obtain an error and an error change rate, and using them as two input variables to adjust a suitable dissolved oxygen concentration. Accordingly, the on-line prediction and real-time control of dissolved oxygen wastewater treatment are achieved. The accurate control of dissolved oxygen concentration by the present method for wastewater treatment can achieve a saving in energy consumption while ensuring stable running of the sewage treatment system, and the outlet water quality meets the national emission standards.

[见续页]

WO 2012/109900 A1



TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW。

HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL,
PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD,
TG)。

- (84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ,
BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE,
BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR,

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(57) 摘要:

一种基于模糊神经网络的溶解氧控制的废水处理方法及其处理系统, 该废水处理方法包括下述步骤: (1)测定进水流量、厌氧池 ORP 值、好氧池 DO 值、进水 COD 值, 以及实际出水 COD 值; (2)收集上述已测定的样本数据, 通过计算机输送至 COD 模糊神经网络预测模型, 建立出水 COD 预测值; (3)将上述出水 COD 预测值与出水 COD 设定值进行比较, 得到误差跟误差的变化率, 并将其作为两个输入变量以调节合适的溶解氧浓度。从而实现溶解氧废水处理的在线预测和实时控制。本废水处理方法对溶解氧浓度的精确控制可以实现在保证污水处理系统稳定运行的基础上, 节约能耗, 且出水水质达到了国家排放标准。

说明书

发明名称: 基于模糊神经网络的溶解氧控制的废水处理方法及系统

[1] 技术领域

[2] 本发明涉及一种废水处理的控制方法及控制系统，尤其是对基于进水的性质和反应器内的状态以及目标处理水质的状况，对溶解氧的可变因素进行自动控制的人工智能控制方法及系统。

[3] 技术背景

[4] 目前，大部分工业废水及生活污水的处理均采用生物接触氧化处理工艺，而该方法重要的人工措施之一就是向曝气池中的混合液输入适当的溶解氧（DO），利用污泥中的好氧菌氧化分解水中的可溶解性有机物，使之转化为无机物，从而使污水得以净化。溶解氧的含量的高低直接影响到废水处理系统的稳定，进而关系到出水的水质。溶解氧的水平过低，使污泥活性降低，会抑制生物对有机物的降解，产生污泥膨胀；溶解氧过高会加速消耗污水中的有机物，使微生物因缺乏营养而引起活性污泥的老化，长期过高的溶解氧会降低活性污泥的絮凝性能和吸附能力，增加能耗，导致悬浮固体沉降性变差。

[5] 然而，在曝气池中发生的去污过程是一个复杂的、动态的生物反应过程，各个因素之间存在强耦合关系。传统的控制方式对溶解氧质量浓度的控制精度不高、实时性也不够好。目前我国大部分城市污水厂没有采用合理的曝气控制，即使采用也只是传统的PID控制，效果很不理想，造成能量的浪费。传统模糊控制虽取得了比传统PID控制方法好的控制效果，但是，由于缺乏自学习能力，不能在线调整控制规则，自适应能力差，使系统鲁棒性受到限制。神经网络具有强大的自学习能力，但是，其知识表达与处理又不易被人理解。

[6] 发明内容

[7] 为了消除上述传统技术的问题，本发明将模糊控制与神经网络相结合成的模糊神经网络系统，通过神经网络来实现模糊逻辑，同时利用神经网络的自学习能力，可动态调整隶属函数、在线优化控制规则。这样利用两者的优点弥补了对方的不足。设计出一个以流入水特性及反应器状态特性为输入量，具有五层结

构的 DO 模糊神经网络控制模型，用于溶解氧的控制可以取得更佳的控制效果。

[8] 本发明的目的通过以下技术方案实现：

[9] 一种基于模糊神经网络的溶解氧控制的废水处理方法，包括下述步骤：

[10] （1）测定进入 A/O 废水处理系统的进水流量、曝气量对应下的厌氧池 ORP 值、不同曝气量对应下的好氧池 DO 值和进水 COD 值，以及从该 A/O 废水处理系统流出的实际出水 COD 值；

[11] （2）收集上述已测定的样本数据，通过计算机输送至 COD 模糊神经网络预测模型，以物理量数据对其进行运算处理，建立出水 COD 预测值；

[12] （3）将上述出水 COD 预测值与出水 COD 设定值进行比较，得到误差跟误差的变化率，并将其作为两个输入变量输入 DO 模糊神经网络控制模型，计算得到曝气修正量，再去修正当前的曝气量，通过修正后的曝气量对 A/O 废水处理系统的鼓风机进行控制，进而完成曝气量的自动调整；所述曝气量作为一个输入参数同时输出到 COD 模糊神经网络预测模型，由该预测模型计算在这一曝气量的作用下，系统下一周期的出水 COD 预测值；

[13] （4）再重复步骤（3）的步骤，依此循环进行，从而实现溶解氧废水处理的在线预测和实时控制。

[14] 所述 COD 模糊神经网络预测模型包括输入层、隐藏层和输出层，其中隐藏层又分为三层：模糊化输入层、模糊规则层和模糊化输出层，通过上述 5 层神经网络实现模糊化、模糊推理和解模糊化。其中，隶属函数的初始中心值采用模糊 C 聚类方法获得，隶属函数的其他初始参数则采用误差反传方法由实验室数据的离线学习获得。模糊规则层有网络数据的双向流动及中间层的竞争学习确定，专家对规则的经验由中间的连接和信号的流向实施。并基于 Windows CE.NET 嵌入式操作系统，结合现有组态软件相关理论与组件化编程技术，在 MCGS 高级开发包生成的 VB 程序中编写模糊神经网络算法，然后按照 MCGS 的接口函数规范将模糊网络算法嵌入到 MCGS 中，实现对废水处理系统溶解氧的智能控制。

[15] 所述 COD 模糊神经网络预测模型的 5 层神经网络结构具体如下：

[16] 所述输入层为第一层：以进水流量、进水 COD 值、曝气量、厌氧池 ORP 值、

好氧池 DO 值 5 个输入变量为网络的输入神经元；

[17] 所述模糊化输入层为第二层：计算每个输入变量对应的隶属度，节点数 5×11 ；

[18] 所述模糊规则层为第三层：实现每条规则的前件计算，该层节点为 11；

[19] 所述模糊化输出层为第四层：计算每条规则的适用度，节点数与第三层个数同为 11；

[20] 所述输出层为第五层：出水 COD 预测值为输出神经元，只有一个输出节点。

[21] 所述 DO 模糊神经网络控制模型包括输入层、隐藏层和输出层，其中隐藏层又分为三层：模糊化输入层、模糊规则层和模糊化输出层，通过上述 5 层神经网络结构实现模糊化、模糊推理和解模糊化。

[22] 所述 DO 模糊神经网络控制模型的 5 层神经网络结构具体如下：

[23] 所述输入层为第一层：2 个节点，为 COD 值的变化量及变化率；

[24] 所述模糊化输入层为第二层：14 个节点，代表 14 个隶属度函数，完成隶属度函数值的求取；

[25] 所述模糊规则层为第三层：49 个节点，代表 49 条模糊规则，完成模糊规则的前件计算；

[26] 所述模糊化输出层为第四层：49 个节点，代表 49 个隶属度的适用度；

[27] 所述输出层为第五层：1 个节点，代表曝气量修正量。

[28] 所述进水 COD 值为 600~2000mg/l，厌氧池 ORP 值为 -200~0mv，好氧池 DO 值为 0.2~4.5mg/l。

[29] 所述 DO 模糊神经网络控制模型按照下述方式进行控制：

[30] 在进水负荷增加时，空气供给量增加；在进水负荷减少时，使空气供给量减少。

[31] 本发明的方法还包括下述步骤：借助传送控制协议 / 互联网协议（TCP/IP）和串行数据接口标准（RS232/485），通过计算机和双向通信，对上述数据进行实时控制；通过计算机，在经过上述控制过程后，对废水处理厂的效率进行比较分析，将其记录于文件中。

[32] 本发明上述方法所用的废水处理系统包括 A/O 废水处理系统、COD 模糊神经

网络预测模型和 DO 模糊神经网络控制模型；由传感器检测 A/O 废水处理系统的进水流量、进水 COD 值、厌氧池 ORP 值、好氧池 DO 值和实际出水 COD 值，将上述 5 个样品数据依次经 ADAM4017+ 转换模块、ADAM4520 隔离转换器转换为数字信号并传送至 COD 模糊神经网络预测模型，以建立出水 COD 预测值；上述数字信号还经由 ADAM4024+ 模块转换成模拟信号，通过水泵控制电路控制进水水泵的转速以控制进水流量；所述 ADAM4024+ 模块还通过变频器来控制鼓风机。

[33] 本发明相对于现有技术具有如下优点和有益效果：

[34] （1）本发明将模糊控制与神经网络相结合成的模糊神经网络系统，通过神经网络来实现模糊逻辑，同时利用神经网络的自学习能力，可动态调整隶属函数、在线优化控制规则。

[35] （2）对溶解氧浓度的精确控制可以实现在保证污水处理系统稳定运行的基础上，节约能耗。

[36] （3）经过本发明废水处理系统处理后的污水出水浓度能够控制在国家的排放标准以内，出水水质达到了国家排放标准。

[37] 附图说明

[38] 图 1 表示本发明 模糊神经网络预测控制废水处理方法的框图。

[39] 图 2 表示本发明废水处理系统的结构框图。

[40] 图 3 表示 COD 模糊神经网络预测模型。

[41] 图 4 表示 DO 模糊神经网络控制模型。

[42] 图 5 表示 DO 浓度变化曲线图。

[43] 图 6 表示 变频器输出曲线图。

[44] 图 7 表示好氧控制同理论需氧量的比较。

[45] 具体实施方式

[46] 下面结合具体实施例对本发明作进一步具体详细描述，但本发明的实施方式不限于此。

[47] 实施例 1

[48] 如图 1 所示，一种基于模糊神经网络的溶解氧控制的废水处理方法，包括下述

步骤:

- [49] (1) 测定进入 A/O 废水处理系统的进水流量、曝气量对应下的厌氧池 ORP 值、不同曝气量对应下的好氧池 DO 值和进水 COD 值, 以及从该 A/O 废水处理系统流出的实际出水 COD 值;
- [50] (2) 收集上述已测定的样本数据, 通过计算机输送至 COD 模糊神经网络预测模型, 以物理量数据对其进行运算处理, 建立出水 COD 预测值;
- [51] (3) 将上述出水 COD 预测值与出水 COD 设定值进行比较, 得到误差跟误差的变化率, 并将其作为两个输入变量输入 DO 模糊神经网络控制模型, 计算得到曝气修正量, 再去修正当前的曝气量, 通过修正后的曝气量对 A/O 废水处理系统的鼓风机进行控制, 进而完成曝气量的自动调整; 所述曝气量作为一个输入参数同时输出到 COD 模糊神经网络预测模型, 由该预测模型计算在这一曝气量的作用下, 系统下一周期的出水 COD 预测值;
- [52] (4) 再重复步骤 (3) 的步骤, 依此循环进行, 从而实现溶解氧废水处理的在线预测和实时控制。
- [53] 本发明基于模糊神经网络的溶解氧控制的废水处理系统, 如图 2 所示, 它包括 A/O 废水处理系统、COD 模糊神经网络预测模型和 DO 模糊神经网络控制模型; 所述 COD 模糊神经网络预测模型与 DO 模糊神经网络控制模型均嵌在监控与控制通用系统中。如图 2 所示, 监控与控制通用系统 (MCGS) 购自北京昆仑通态自动化软件公司, MCGS 具有实时性强, 并处理性能良好, 可视化操作界面, 容易操作等特点。MCGS 支持 ADAM 模块驱动, 能够读、写 ADAM 模块信号。由在线传感器检测 A/O 废水处理系统的进水流量、进水 COD 值、厌氧池 ORP 值、好氧池 DO 值和实际出水 COD 值, 将上述 5 个样品数据依次经 ADAM4017+ 转换模块、ADAM4520 隔离转换器转换为数字信号并传送至 COD 模糊神经网络预测模型, 以建立出水 COD 预测值; 上述数字信号还经由 ADAM4024+ 模块转换成模拟信号, 控制进水水泵的转速以控制进水流量; 所述 ADAM4024+ 模块还通过变频器来控制鼓风机。首先, 由 COD 模糊神经网络预测模型预测 A/O 废水处理系统的出水 COD 值 (出水 COD 预测值), 再将该预测值同设定值相比较得到 $E(t+\Delta t)$ 和 $E_c(t+\Delta t)$, 以这两个量输入 DO 模糊神

经网络控制模型，计算得到曝气变化量 $\Delta u(t)$ ，再去修正当前的曝气量 $u(t)$ ，进而完成曝气量的自动调整。这一修正后的控制量作为一个输入参数同时输出到 COD 模糊神经网络预测模型，由该预测模型计算在这一曝气量的作用下，系统下一时刻的出水 COD。由于建模不可能完全精确，因此由预测模型输出的出水 COD 预测值和出水 COD 设定值之间存在误差，将误差信号和误差的变化率再作为输入量输入 DO 模糊神经网络控制模型，得到下一周期应加给系统的曝气量大小，依此循环进行，从而实现溶解氧的废水处理系统的在线预测和实时控制。

[54] 图 3 表示本发明预测 COD 值模型采用五层模糊神经网络结构。第一层为输入层：以进水流量、进水 COD、曝气量、厌氧池 ORP、好氧池溶解氧值 5 个输入变量为网络的输入神经元；第二层为模糊化输入层：计算每个输入变量对应的隶属度（节点数 5×11 ）；第三层为模糊规则层：实现每条规则的前件计算，该层节点为 11；第四层为模糊化输出层：计算每条规则的适用度，节点数与第三层个数同为 11；第五层为输出层（去模糊化层）：COD 预测值为输出神经元，只有一个输出节点。从图 3 可以看出，网络通过模糊 C 均值聚类函数对训练数据进行聚类，得到 11 个聚类及其中心，这 11 个类就是从训练数据中归纳出的 11 条模糊规则；同时网络具有 3 层隐含层（模糊化输入层、模糊规则层和模糊化输出层），可以表达 IF-THEN 控制规则的知识结构，其中隐层第一层（模糊化输入层）把输入变量转换成前提部分的隶属度函数，隐层第一层到第三层是模糊规则部分，模糊化输出层是规则的合成输出。

[55] 所述 DO 模糊神经网络控制模型按照下述方式进行控制：在进水负荷增加时，空气供给量增加；在进水负荷减少时，使空气供给量减少。如图 4 所示，本发明 DO 模糊神经网络控制模型采用五层模糊神经网络结构。第一层输入层为 2 个节点，代表 COD 的变化量和变化率；第二层模糊化输入层为 14 个节点，代表 14 个隶属度函数，完成隶属度函数值的求取；第三层模糊规则层为 49 个节点，代表 49 条模糊规则，完成模糊规则的前件计算；第四层模糊化输出层为 49 个节点，代表 49 个隶属度的适用度；第五层输出层为 1 个节点，代表曝气量修正量。

- [56] 该方法还包括下述步骤：借助传送控制协议 / 互联网协议（TCP/IP）和串行数据接口标准（R232/485），通过计算机和双向通信，对上述数据进行实时控制；通过计算机，在经过上述控制过程后，对废水处理厂的效率进行比较分析，将其记录于文件中。
- [57] 根据生化处理系统的运行状况，将溶解氧的期望浓度设定在 2mg/L，分别运用本文提出的自组织模糊神经网络对系统的溶解氧浓度进行前反馈控制，设定变频器的控制频率的基准值为 20Hz。把采样的 10 个 DO 值输入到计算机系统中（每隔 2 分钟采样一次），控制系统实时输出控制量 U，并实时通过控制变频器的电压来控制频率，从而控制鼓风机的曝气量。所得到的实时控制关系表如表 1 所示。
- [58] 根据实时控制表 1，我们把 DO 浓度的变化和变频器频率的输出做了相应的曲线图，分别运用本文提出的自组织模糊神经网络和传统的模糊控制方法对系统的溶解氧浓度进行控制，如图 5 和 6 所示，从图中可以看出，两级模糊神经网络方法能够实现对溶解氧浓度的快速、准确控制，与此同时，无论在动态性能还是稳态性能方面，自组织模糊神经网络方法都优于传统的模糊控制方法。
- [59] 表 1 实时控制下 溶解氧（DO）浓度的变化
- [60]

[Table 1]

DO 浓度 (mg/l)	0.49	1.38	1.79	1.87	2	2.02	2.25	1.96	2	2
DO 偏差 (mg/l)	-1.51	-0.62	-0.21	-0.13	0	0.02	0.25	-0.04	0	0
偏差的变化 (mg/l)	-1.60	-0.49	0.81	0.49	0.1	0.49	0.47	-0.15	0.1	0
E	-5.29	-2.17	-0.75	-0.47	0	0.07	0.9	-0.15	0	0
EC	-4.80	-1.49	-2.44	1.41	0.35	1.49	1.41	-0.47	0	0
输出量 U	4.9	-2.8	1.4	0.7	0	-0.2	-1.1	0.35	0	0
控制频率	27	24	22	21	20	19.8	18.5	2.05	20	20

[61] 对溶解氧浓度的精确控制可以实现在保证污水处理系统稳定运行的基础上，节约能耗，如图 7 所示，通过比较默认曝气量、理论曝气量以及模糊神经网络控制的曝气量，可以看出，模糊神经网络方法控制的曝气量同好氧处理系统所需要的氧量比较一致，通过计算分析，能大概节能 33%。然而，污水处理的最重要目标是经过处理后的出水水质达到国家排放标准。表 2 是采用自组织模糊神经网络控制器对溶解氧控制，污水处理系统的出水底物浓度仿真结果。从图中可以看出，对于较大波动的进水水质，系统处理后的污水出水浓度能够控制在国家的排放标准以内，出水水质达到了国家排放标准。

[62] 表 2 出水水质浓度

[63] [Table 2]

日期	pH	NH ₄ ⁺	COD	BOD	SS
控制前的出水水质					
15/2/2006	7.5	16	42.6	27	13
20/4/2006	6.8	4	58.9	7	6
3/6/2006	7.4	7	34.3	21	12
10/8/2006	7.3	12	41.2	17	8
2/11/2006	6.9	6	29.7	9	3
控制后的出水水质					
18/2/2007	7.1	13	39.1	16	20
22/4/2007	7.2	9	54.8	12.5	7
7/6/2007	7.4	11	49.2	19.8	6
13/8/2007	7.2	6	57.5	23.7	9
4/11/2007	6.9	10	42.6	18.4	12

[64] 上述实施例为本发明较佳的实施方式，但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制，其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化，均应为等效的置换方式，都包含在本发明的保护范围之内。

权利要求书

[权利要求 1]

一种基于模糊神经网络的溶解氧控制的废水处理方法，其特征在于，包括下述步骤：

(1) 测定进入A/O废水处理系统的进水流量、曝气量对应下的厌氧池ORP值、不同曝气量对应下的好氧池DO值和进水COD值，以及从该A/O废水处理系统流出的实际出水COD值；

(2) 收集上述已测定的样本数据，通过计算机输送至COD模糊神经网络预测模型，以物理量数据对其进行运算处理，建立出水COD预测值；

(3) 将上述出水COD预测值与出水COD设定值进行比较，得到误差跟误差的变化率，并将其作为两个输入变量输入DO模糊神经网络控制模型，计算得到曝气修正量，再去修正当前的曝气量，通过修正后的曝气量对A/O废水处理系统的鼓风机进行控制，进而完成曝气量的自动调整；所述曝气量作为一个输入参数同时输出到COD模糊神经网络预测模型，由该预测模型计算在这一曝气量的作用下，系统下一周期的出水COD预测值；

(4) 再重复步骤(3)的步骤，依此循环进行，从而实现溶解氧废水处理的在线预测和实时控制。

[权利要求 2]

根据权利要求1所述的废水处理方法，其特征在于，所述COD模糊神经网络预测模型包括输入层、隐藏层和输出层，其中隐藏层又分为三层：模糊化输入层、模糊规则层和模糊化输出层，通过上述5层神经网络实现模糊化、模糊推理和解模糊化。

[权利要求 3]

根据权利要求2所述的废水处理方法，其特征在于，所述COD模糊神经网络预测模型的5层神经网络结构具体如下：

所述输入层为第一层：以进水流量、进水COD值、曝气量、厌氧池ORP值、好氧池DO值5个输入变量为网络的输入神经元；

所述模糊化输入层为第二层：计算每个输入变量对应的隶属度，节点数 5×11 ；

所述模糊规则层为第三层：实现每条规则的前件计算，该层节点为11；

所述模糊化输出层为第四层：计算每条规则的适用度，节点数与第三层个数同为11；

所述输出层为第五层：出水COD预测值为输出神经元，只有一个输出节点。

[权利要求 4] 根据权利要求1所述的废水处理方法，其特征在于，所述DO模糊神经网络控制模型包括输入层、隐藏层和输出层，其中隐藏层又分为三层：模糊化输入层、模糊规则层和模糊化输出层，通过上述5层神经网络结构实现模糊化、模糊推理和解模糊化。

[权利要求 5] 据权利要求4所述的废水处理方法，其特征在于，所述DO模糊神经网络控制模型的5层神经网络结构具体如下：

所述输入层为第一层：2个节点，为COD值的变化量及变化率；

所述模糊化输入层为第二层：14个节点，代表14个隶属度函数，完成隶属度函数值的求取；

所述模糊规则层为第三层：49个节点，代表49条模糊规则，完成模糊规则的前件计算；

所述模糊化输出层为第四层：49个节点，代表49个隶属度的适用度；

所述输出层为第五层：1个节点，代表曝气量修正量。

[权利要求 6] 根据权利要求1~5任意一项所述的废水处理方法，其特征在于，所述进水COD值为600~2000mg/l，厌氧池ORP值为-200~0mv，好氧池DO值为0.2~4.5mg/l。

[权利要求 7] 根据权利要求6所述的废水处理方法，其特征在于，所述COD模糊神经网络预测模型与DO模糊神经网络控制模型均嵌在监控与控制通用系统中。

[权利要求 8] 据权利要求6所述的废水处理方法，其特征在于，所述DO模糊神经网络控制模型按照下述方式进行控制：

在进水负荷增加时，空气供给量增加；在进水负荷减少时，使空气供给量减少。

[权利要求 9]

根据权利要求6所述的废水处理方法，其特征在于，该方法还包括下述步骤：借助传送控制协议/互联网协议和串行数据接口标准，通过计算机和双向通信，对上述数据进行实时控制；通过计算机，在经过上述控制过程后，对废水处理厂的效率进行比较分析，将其记录于文件中。

[权利要求 10]

一种权利要求1~9任意一项方法所用的废水处理系统，其特征在于，该系统包括A/O废水处理系统、COD模糊神经网络预测模型和DO模糊神经网络控制模型；由传感器检测A/O废水处理系统的进水流量、进水COD值、厌氧池ORP值、好氧池DO值和实际出水COD值，将上述5个样品数据依次经ADAM4017+转换模块、ADAM4520隔离转换器转换为数字信号并传送至COD模糊神经网络预测模型，以建立出水COD预测值；上述数字信号还经由ADAM4024+模块转换成模拟信号，通过水泵控制电路控制进水水泵的转速以控制进水流量；所述ADAM4024+模块还通过变频器来控制鼓风机。

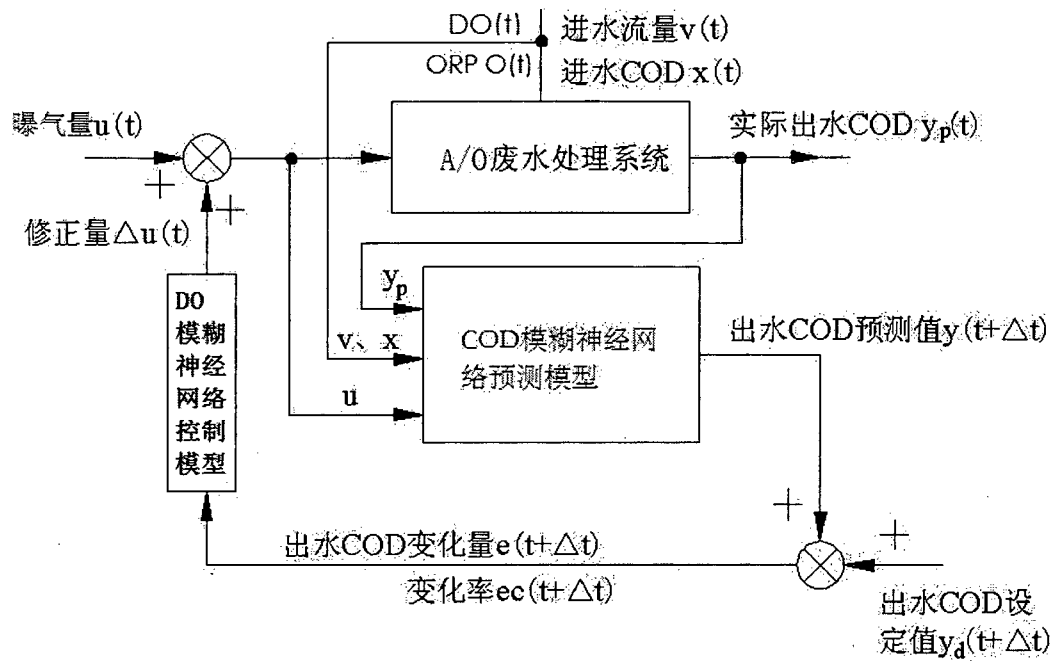


图 1

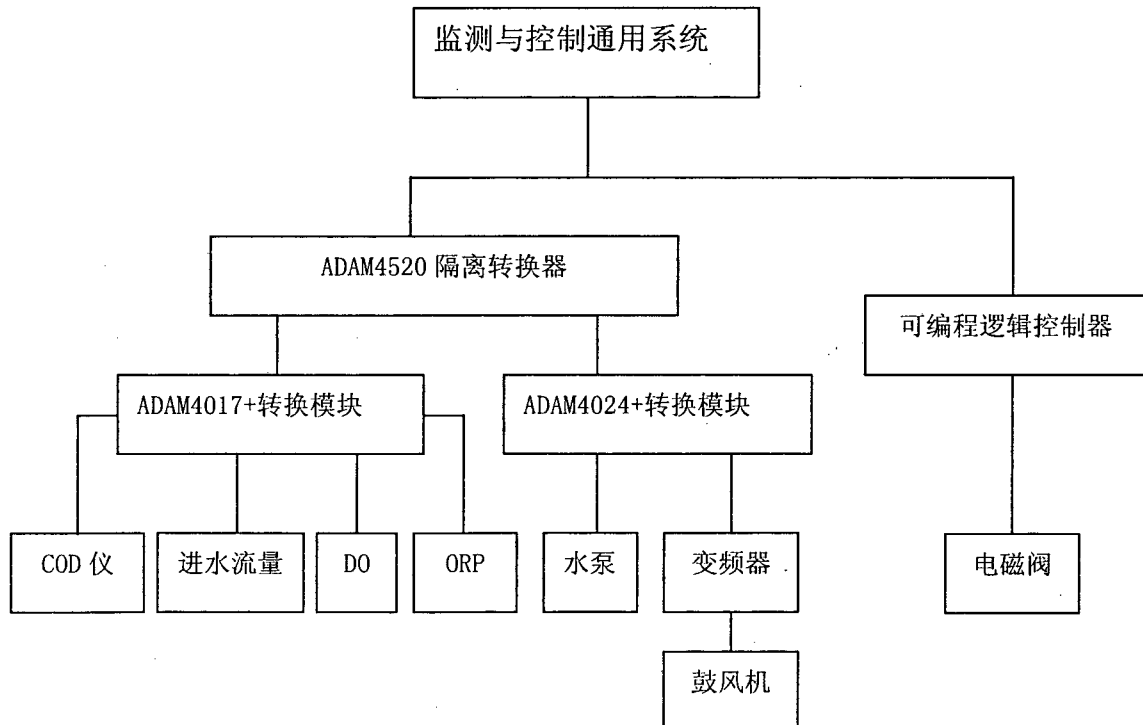


图 2

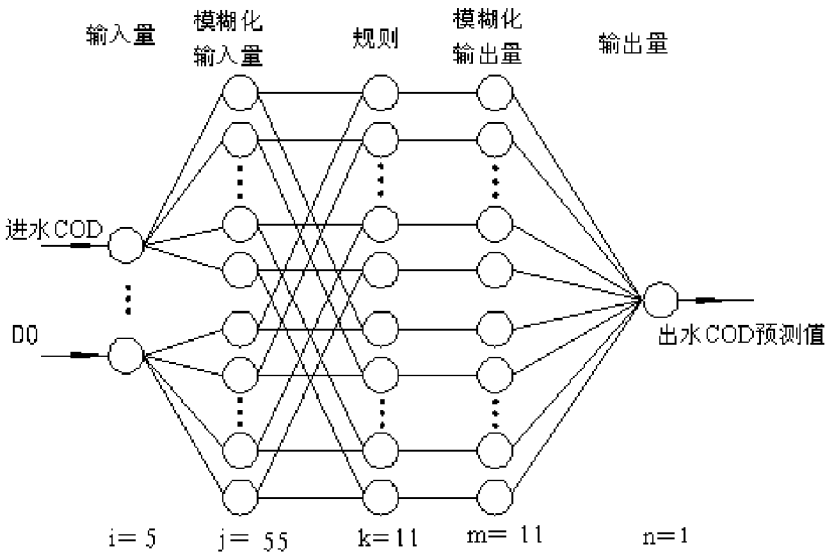


图 3

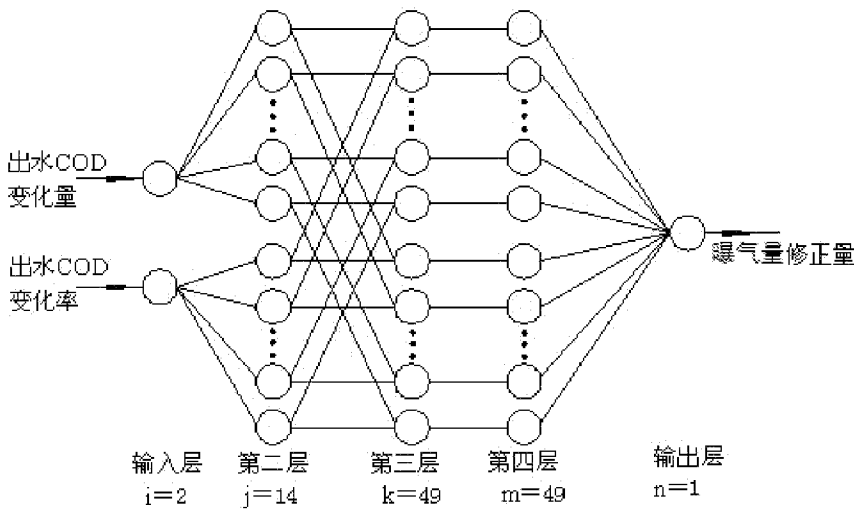


图 4

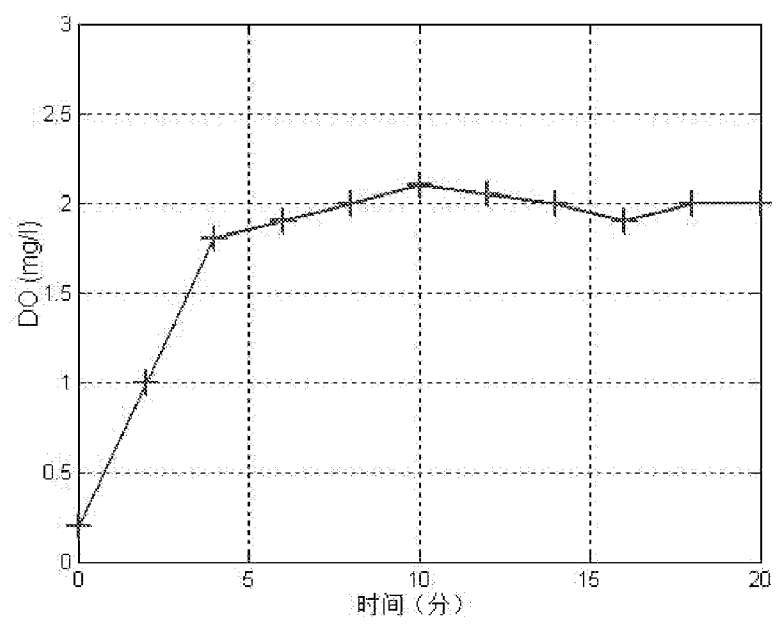


图 5

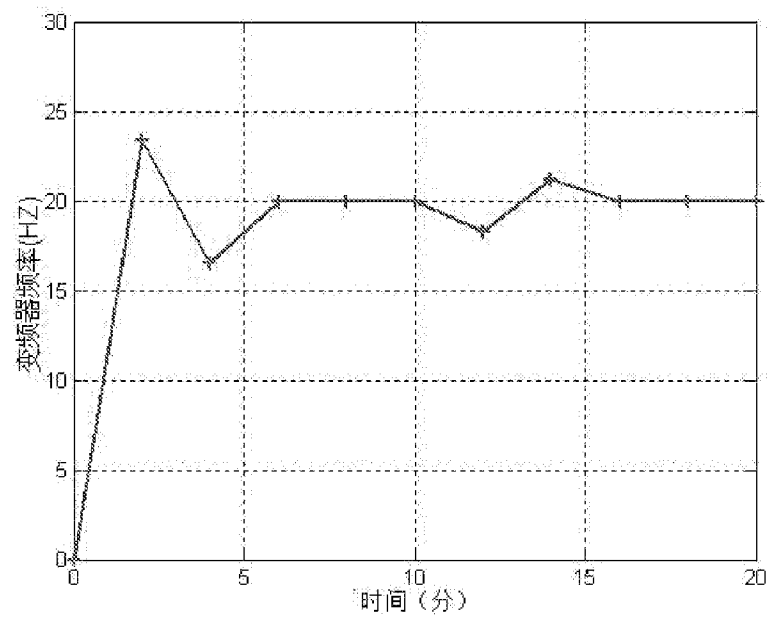


图 6

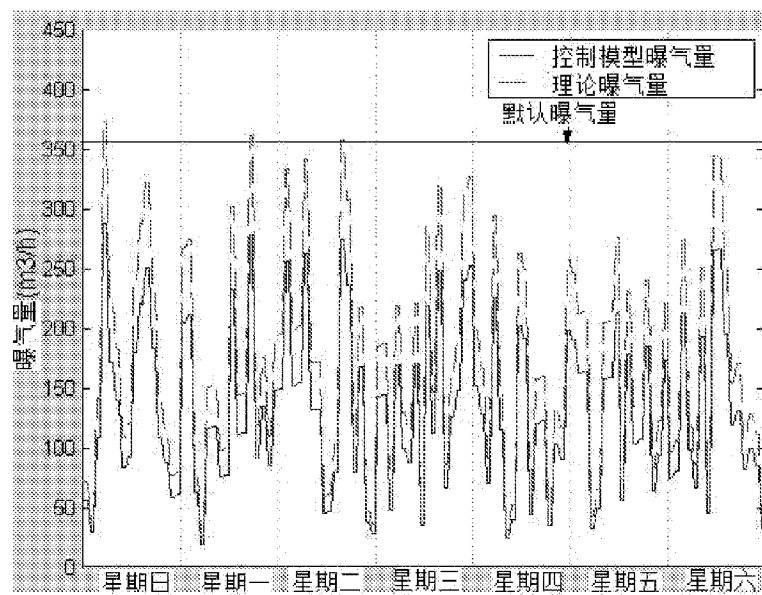


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/079993

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: G05B 13, C02F 3

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNXTX, CANABS, CPRSABS, VEN, CNKI, CJFD: fuzzy, neural network, intelligence, COD, DO, NEURAL, NERVE, WASTE WATER, DRAIN WATER

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 201191473 Y (PENG, Yongzhen), 04 February 2009 (04.02.2009), the whole document	1-10
A	CN 1872732 A (YANG, Zhongming), 06 December 2006 (06.12.2006), the whole document	1-10
A	CN 101923083 A (FUDAN UNIVERSITY), 22 December 2010 (22.12.2010), the whole document	1-10
A	CN 1778714 A (PENG, Yongzhen), 31 May 2006 (31.05.2006), the whole document	1-10
A	US 2006042461 A1 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD.), 02 March 2006 (02.03.2006), the whole document	1-10
A	MA, Yongwen et al., Research on Forecasting COD in Wastewater Treatment Process and Controlling Addition Dosage Using Fuzzy Neural-Net Model, TRANSACTIONS OF CHINA PULP AND PAPER, 15 December 2008 (15.12.2008), 2008, no. 04, pages 113-118	1-10
PX	CN 102122134 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 13 July 2011 (13.07.2011), the whole document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 29 December 2011 (29.12.2011)	Date of mailing of the international search report 08 December 2011 (08.12.2011)
--	--

Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer LIU, Jun Telephone No.: (86-10) 62085821
--	---

International application No.
PCT/CN2011/079993

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/079993

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER:

G05B 13/04 (2006.01) i

C02F 3/30 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2011/079993

A. 主题的分类

见附加页

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: G05B 13, C02F 3

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNTEXT,CANABS,CPRSABS,VEN, CNKI,CJFD: 废水, 模糊, 神经网络, 智能, 溶解氧, COD,DO, NEURAL, NERVE,WASTE WATER, DRAIN WATER

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN2011191473Y(彭永臻) 04.02 月 2009(04.02.2009) 全文	1-10
A	CN1872732A (杨忠明) 06.12 月 2006(06.12.2006) 全文	1-10
A	CN101923083A (复旦大学) 22.12 月 2010(22.12.2010) 全文	1-10
A	CN1778714A (彭永臻) 31.05 月 2006(31.05.2006) 全文	1-10
A	US2006042461A1(ALSTOM TECHNOLOGY LTD.) 02.03 月 2006(02.03.2006) 全文	1-10
A	马邕文等, 模糊神经模型对废水处理过程 COD 的预测及控制, 中国造纸学报, 15.12 月 2008(15.12.2008), 2008 年第 04 期, 第 113—118 页	1-10
PX	CN102122134A(华南理工大学) 13.07 月 2011(13.07.2011) 全文	1-10

☐ 其余文件在 C 栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

29.12 月 2011(29.12.2011)

国际检索报告邮寄日期

08.12 月 2011 (08.12.2011)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

受权官员

刘珺

电话号码: (86-10) **62085821**

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2011/079993

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN201191473Y	04.02.2009	无	
CN1872732A	06.12.2006	无	
CN101923083A	22.12.2010	无	
CN1778714A	31.05.2006	CN100361909C	16.01.2008
US2006042461A1	02.03.2006	US7323036 B2	29.01.2008
CN102122134A	13.07.2011	无	

A. 主题的分类:

G05B 13/04 (2006.01) i

G02F 3/30 (2006.01) i