

煤矿生活污水处理中自控系统的应用

洪飞, 崔东锋, 高杰

(中国煤炭科工集团 杭州研究院, 浙江 杭州 311201)

摘要:为了解决煤矿生活污水处理中自动化程度低、出水水质不够稳定的问题,根据水处理工艺的监控和控制要求,主要包括清污机的定时控制、污水提升泵和排泥泵的液位联锁控制、曝气系统的变频自动控制等,构建了由上位机监控单元、PLC控制单元、电气执行单元组成的自控系统,给出了自控系统的硬件配置、PLC控制程序设计和上位机监控程序等内容。运行实践表明自控系统运行稳定、操作简单,提高了管理水平和工作效率。

关键词:生活污水;自控系统;PLC;组态

中图分类号:X703

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2013)03-0036-03

APPLICATION OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEM FOR DOMESTIC SEWAGE TREATMENT AT A COAL MINE

HONG Fei, CUI Dong-feng, GAO Jie

(Hangzhou Research Institute, China Coal Technology and Engineering Group Corp., Hangzhou 311201, China)

Abstract:To solve the problems of low automation and unstable water quality of effluent in the process of domestic sewage treatment at a coal mine, the automatic control system, which mainly consists of the monitoring and control unit of host computer, the control unit of PLC and the executing unit of electrical equipments, was constructed according to the control requirements including fixed-time control of trash remover, interconnected control of liquid level for sewage lift pumps and sludge pumps, and automatic control of aeration system. This paper also presents hardware configuration, PLC control and host computer control of the automatic control system. The operation practice shows that the system has the characteristics of stable running, simple operation, and can improve management level and work efficiency.

Keywords: domestic sewage; automatic control; PLC; configuration

常规生活污水处理通常是先通过物理方法去除污水中呈悬浮状态的固体污染物,再利用微生物去除污水中的有机物及氨氮。整个污水处理过程涉及的机电设备较多,控制逻辑比较复杂。另外,为了保证有机物及氨氮的有效去除,需要及时将生化池中的溶解氧控制在一定范围内,而过去由人工根据经验来控制设备,具有很大的滞后性和波动性。因此,有必要根据处理工艺的要求构建

一套完整的自控系统来保证整个工艺过程的正常运行。目前,国内现有的水处理行业自控系统主要有PLC和DCS两种控制技术,PLC因其在价格上的优势已经得到了广泛的应用^[1-3]。本自控系统也采用PLC控制,实现工艺过程中的数据采集、设备监控、变频自控等功能^[4-5]。

1 工艺流程

某煤矿生活污水处理站,污水处理能力为3000 m³/d,污水主要来源于办公洗排水、食堂洗涤

水、澡堂洗浴水等,污水处理主要工艺流程如图1所示。

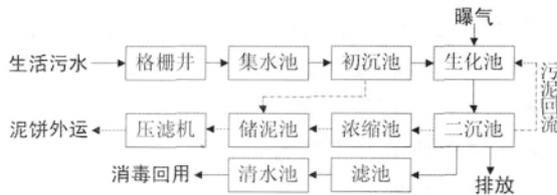


图1 污水处理工艺流程

生活污水汇集后自流进入格栅井,由机械格栅清除漂浮杂物后进入集水池,再由潜污泵提升进入初沉池,然后溢流进入生化池,初沉池所沉淀的污泥通过电动阀门依靠静压排至储泥池,生化池出水自流进入二沉池,二沉池出水达标排放或经滤池过滤后进入清水池消毒回用。二沉池内的污泥靠重力进入二沉池的集泥井,再经剩余污泥泵将污泥提升进入污泥浓缩池,浓缩后的污泥自流进入储泥池,污泥最后由渣浆泵提升进入带式压滤机,压滤后泥饼外运。

主要动力设备包括:清污机、污水提升泵、罗茨风机、刮泥机、排泥泵、污泥浓缩机、压滤机、消毒系统。

2 控制要求

该生活污水处理系统采用的生物接触氧化工艺已比较成熟,关键在于自控系统能否满足工艺要求,通过对该处理工艺过程进行分析,自控系统需要实现的工艺控制要求主要包括:

2.1 清污机的控制

清污机有手动和自动控制两种方式。在手动方式下,由人工启停设备;在自动方式下,通过预先设定开启时间和运行持续时间参数,清污机自动在设定时间点开启,运行设定持续时间后停止。

2.2 污水提升泵的控制

在集水池设置超声波液位传感器,检测水池内液位。污水提升泵有手动和自动控制两种方式。在手动方式下,由人工启停设备;在自动方式下,预先设定高、低液位,水泵根据液位自动连锁控制,当水池内液位为低液位时水泵自动停止,当液位恢复到高液位时自动开启。同时,系统3台提升泵按照设定间隔时间自动切换,且只有在水泵运行情况下才累计运行时间,延长设备使用寿命。

2.3 曝气系统的控制

系统通过罗茨风机向生化池中进行底部曝

气,为整个工艺的关键环节,曝气量的多少直接影响着污水处理的效果。系统采用变频控制技术自动调节系统曝气量,通过设置在生化池中的溶解氧传感器实时检测池内溶解氧,根据检测值与预设范围值比较后自动调节变频器运行频率,继而达到调节罗茨风机转速的目的,使得生化池内的溶解氧恒定在合适的范围内。

2.4 二沉池排泥的控制

在二沉池的集泥井内设置超声波液位传感器,检测集泥井液位;在排泥管路上设置流量计,检测排泥流量。剩余污泥泵有手动和自动控制两种方式。在手动方式下,由人工启停设备;在自动方式下,预先设定低液位、排泥流量及排泥间隔时间和排泥持续时间,当排泥间隔时间到后,自动开启剩余污泥泵,同时利用检测到的排泥流量值来判断排泥是否正常,当剩余污泥泵运行设定的持续时间后自动停止。设定低液位用于剩余污泥泵的连锁保护,即低液位时自动停止。另外,3台排泥泵间隔时间自动切换,与污水提升泵类似。

3 自控系统

3.1 硬件配置

自控系统设计的目的是利用自动化和计算机控制技术来实现污水处理过程的自动控制和运行,同时还应具有在上位机进行监视操作来实现人工干预的功能。构建的系统结构如图2所示。

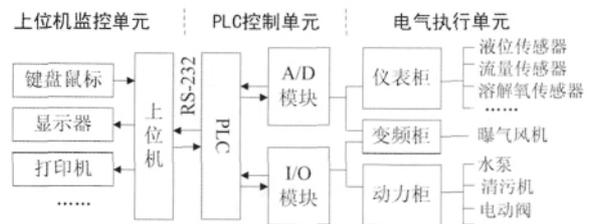


图2 自控系统结构

系统主要分成上位机监控单元、PLC控制单元和电气执行单元三部分。上位机和PLC之间通过数据总线建立连接,采用RS-232方式通信,相互交换数据。

上位机监控单元由工控机、显示器、打印机、键盘鼠标组成。在工控机上安装组态软件,利用组态软件制作画面。运行时在监控画面上动态显示液位、流量、溶解氧等工艺参数和设备运行工况信息;在操作画面上可以对各动力设备进行操作;打印机用来打印各种报表。

PLC 控制单元主要由 PLC、I/O 模块、A/D 模块组成,PLC 选用 OMRON C200H 系列中型 PLC。I/O 模块采集设备运行工况信息(自动、故障、运行)并上传至 PLC,同时根据程序发出控制指令到电气执行单元;A/D 模块采集现场布置的工艺所需的模拟量参数(液位、流量等),转换并上传至 PLC,另外输出 4~20mA 电流信号至风机变频器。

电气执行单元由设备动力、控制回路和仪表回路组成。设备回路中通过交流接触器来控制设备启停,并设置运行指示;仪表回路则由仪表显示实时的工艺参数,同时设置报警显示。

3.2 程序设计

3.2.1 PLC 控制程序

PLC 控制程序采用 CX-Programmer 编程软件进行程序设计,该软件为 PLC 配套编程软件,驱动加载方便、简单实用。

PLC 控制程序流程如图 3 所示,采用结构化方式编制程序,通过主程序调用子程序实现各种控制功能。以电气执行单元为基础将其划分成几个部分并编制相应的子程序,如模拟量处理子程序、普通电机控制子程序、风机变频控制子程序、电动阀控制子程序、报警处理子程序等。

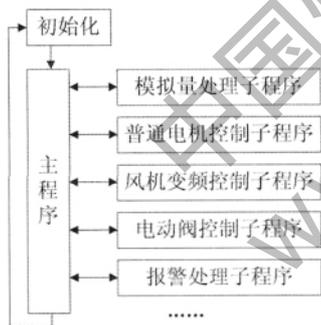


图 3 PLC 自控程序流程

模拟量处理子程序将 A/D 模块上传的工艺参数数值从二进制码转换成 BCD 码,方便组态软件直接寻址调用。

普通电机控制子程序控制动力设备的启停,同时与设备的相关故障保护进行联锁,如低液位自动停泵。

风机变频控制子程序为整个 PLC 控制程序最重要的部分,主要是通过变频控制的方式来控制风机运行,改变曝气量。生活污水处理工艺的关键是控制溶解氧,使其保持在一定的范围内。风机变频控制子程序如图 4 所示,利用在线溶解氧传

感器检测生化池中的溶解氧,根据检测值与设定值比较后输出风机运行频率至变频器,变频器直接控制风机运行,循环往复,从而控制风机变频运行实现池中溶解氧恒定在合适的范围。另外,风机调节频率后运行至溶解氧稳定需要一段时间,为了避免频率调节过于频繁,设置定时一段时间后在进行溶解氧值的检测和比较。

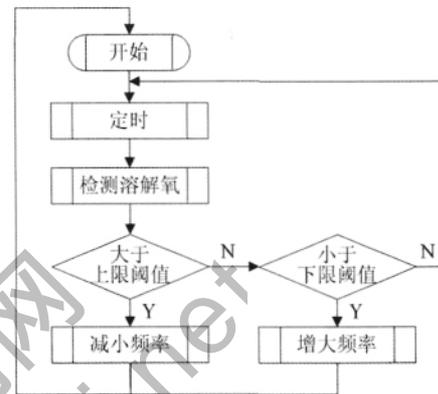


图 4 风机变频控制子程序流程

3.2.2 上位机监控程序

上位机监控软件采用 KingView 开发。KingView 组态软件是基于网络,运行于 Windows 平台的人机界面监控软件。它集开发和运行环境为一体,从数据采集到过程控制,完成与 PLC 之间的数据交换,实时更新变量数据,完成报警和事件产生、趋势曲线显示、数据报表创建等功能,同时还具有界面友好、实时性好、操作简单等优点。上位机监控程序的设计过程如下:

(1)在工控机上安装 KingView 组态软件后,新建工程项目,配置与组态软件通信的各种 I/O 设备,设计制作画面构建监控程序。

(2)在组态软件的数据词典中定义系统中用到的数据变量,用于软件与 PLC 之间相互寻址,实现实时数据交换。

(3)建立组态软件与 PLC 之间的通信连接,本系统使用 RS-232 通信方式实现上位机与 PLC 之间的 1:1 链接,通信协议为 Hostlink 协议。在组态软件设备管理工程树中定义 PLC,配置设备型号、地址。

(4)组态完成后,运行监控程序。通过制作的各个画面进行系统监控和远程操作,同时还可以利用打印机打印各项报表,方便管理。

and Technology, 41(13):2973-2988.

[4]李胜业, 金朝晖, 金晓秋, 等. 还原铁粉反应柱去除地下水中硝酸盐氮的研究[J]. 农业环境科学学报, 2004, 23(6):1203-1206.

[5]董军, 赵勇胜, 赵晓波, 等. 垃圾渗滤液对地下水污染的 PRB 原位处理技术[J]. 环境科学, 2003, 24(5):151-156.

[6]李铁龙, 刘海水, 金朝晖, 等. 纳米铁去除水中的硝酸盐氮的批试验[J]. 吉林大学学报(工学版), 2006, 36(2):264-268.

[7]Horold S, Tacke T, Vorlop K D. Catalytic removal of nitrate and nitrite from drinking water-1, Screening for hydrogenation catalysts and influence of reaction conditions on activity and selectivity. Environ .Tehmol. , 1993,14:931-945 2007, 23(11):8-12.

[21] Osama E, Kenji J, Tosao H. VSB2TechnicalUniversity of Ostrava, Czech Republic [M]. Fukuoka: 4th International Workshop on Earth Science and Technology, 2006.

[22]金朝晖, 曹骥, 戴树桂. 地下水原位生物修复技术[J]. 城市环境

与城市生态, 2005, 15(1):10-12.

[23]Aslan S, et al. Biological denitrification of drinking water in a slow sand filter[J]. Journal of Hazardous Material, 2007, (148):253-258.

[24]金赞芳, 陈英旭, 小仓纪雄. 以棉花为碳源去除地下水硝酸盐的研究[J]. 农业环境科学学报, 2004, 23(3):512-515.

[25]王海燕, 曲久辉. 电化学氢自养与硫自养集成去除饮用水中的硝酸盐[J]. 环境科学学报, 2002, 22(6):711-715.

[26] 李胜业, 金朝晖, 金晓秋, 等. 还原铁粉反应柱去除地下水中硝酸盐氮的研究[J]. 农业环境科学学报, 2004, 23(6):1203-1206.

[27]董军, 赵勇胜, 赵晓波, 等. 垃圾渗滤液对地下水污染的 PRB 原位处理技术[J]. 环境科学, 2003, 24(5):151-156.

[28]李铁龙, 刘海水, 金朝晖, 等. 纳米铁去除水中的硝酸盐氮的批试验[J]. 吉林大学学报(工学版), 2006, 36(2):264-268.

(上接第 32 页)

参考文献

[1]高亮, 周如禄, 徐楚良, 等. 煤种与煤矿矿井水水质特征之间的相关性[J]. 煤矿环境保护, 2004, 18(6):46-48.

[2]曹祖民, 周如禄, 刘雨忠, 等. 矿井水净化及资源化成套技术与装备的开发[J]. 能源环境保护, 2004, 18(1):37-40.

[3]周如禄, 高亮, 陈明智. 煤矿含悬浮物矿井水净化处理技术探讨[J]. 煤矿环境保护, 2000, 14(1): 10-12.

[4]郭中权, 王守龙, 朱留生. 煤矿矿井水处理利用实用技术[J]. 煤炭科学技术, 2008, 36(7): 3-5.

[5]郭中权, 冯曦, 李金合, 等. 反渗透技术在高硫酸盐硬度矿井水处理中的应用研究[J]. 煤矿环境保护, 2006, 20(3):25-26.

(上接第 38 页)

4 结语

该煤矿生活污水处理的自控系统, 利用 PLC、组态软件和工控机等设备实现了工艺过程的自动控制, 提高了污水处理系统自动化程度, 降低了工人劳动强度。同时, 通过 PLC、在线溶解氧检测传感器和变频器实现了风机自动变频控制, 确保了处理工艺中溶解氧需要恒定的关键要求。如果进一步利用网络技术, 还可以实现远程联网监控, 以提高污水处理的监控和管理质量。

参考文献

[1]许光泞, 陈国初, 文欣秀, 等. DCS 在污水处理厂中的应用[J]. 上海电机学院学报. 2010(2): 120~124.

[2]魏德江, 周如禄. 煤矿生活污水处理自动控制系统设计[J]. 煤炭科学技术. 2004(7): 38~40.

[3]崔东锋, 周如禄. 煤矿污水处理信息化系统的设计与应用[J]. 自动化技术与应用. 2012(4): 86~87.

[4]崔东锋, 周如禄, 朱留生, 等. 矿井水处理监控系统的设计与应用[J]. 煤矿机电, 2007(5): 19~21.

[5]刘志涛. 潘北煤矿生活污水处理自控系统的设计与实践[J]. 能源环境保护. 2009(12): 34~36.