

LK 系列 PLC 在污水深度处理控制系统中的应用

(和利时集团)

摘要 本文介绍了和利时公司 LK 系列 PLC 在大连开发区污水处理一厂升级改造污水深度处理控制系统中的应用, 描述了基于改良 A²/O 生物除磷脱氮处理工艺下的工艺升级改造方案、控制系统设计原则、控制系统设计及功能实现等。

Abstract This paper describes the transformation of advanced wastewater treatment control system upgrade and profits when the Hollysys company LK series PLC in the Dalian Development Zone, the sewage treatment factory, and describes the process based on a modified A² / O biological phosphorus and nitrogen removal process under upgrading program, the principle of control system design, control system design and function to achieve.

关键词 LK 系列 PLC; 污水处理厂升级改造

Keywords LK series PLC; sewage treatment plant upgrade

1 引言

大连开发区污水处理一厂于 1988 年建厂。污水厂分两期实施建成, 总设计规模 8 万 m³/d。一期工程设计规模 3.5 万 m³/d, 二期工程设计规模 4.5 万 m³/d。一期工程出水达到二级标准。二期工程为升级改造工程, 出水执行的排放标准将由原二级标准提高到一级 A 标准, 其主要控制指标可达到“再生水用作工业用水水源的水质标准”以及“景观环境用水的再生水水质标准”的观赏性景观环境用水中的河道类标准。该污水处理厂升级改造控制系统的全套硬件设备及软件由和利时公司提供, 系统设计工作由大连市市政设计研究院有限公司完成。

2 污水深度处理的工艺升级改造方案

大连开发区污水处理一厂的工艺升级改造方案由五部分组成: 一级处理系统、二级处理系统、深度处理系统、污泥处理系统及除臭系统。一级处理系统包括总进水闸门、粗格栅、进水提升泵池、细格栅及曝气沉砂池。

二级处理系统采用改良 A²/O 生物除磷脱氮处理工艺, 并且不设置初沉池, 以便提高生物池进水中的碳源。生物反应池采用预缺氧池、厌氧池、缺氧池、好氧池, 进水按一定的比例分别进入到厌氧池和缺氧池中, 这样即使在进水 C/N 比较低 (2.3~3.0) 的条件下, 仍不需要外加的碳源就能达到脱氮的效果。在好氧池中填充采用特殊结构的纤毛状生物膜填料, 使附着微生物浓度高, 这样能同时利用附着在纤毛状生物膜填料上的固定相微生物和浮游流动相微生物, 在较短的停留时间 (HRT=5~7hr) 内去除有机物、氮和磷。纤毛状生物膜填料呈直毛状形态, 微生物的附着和脱落达到动态平衡, 不产生堵塞现象, 固定世代繁殖时间长的硝化菌, 提高硝化反应速度。附着微生物中吞噬污泥的原生动物 (vorticella、aspidisca 等) 和后生动物 (rotaria、collurella 等) 共存, 从而减少污泥量。这样即使在冬季 10℃ 以下

的进水温度下，由于附着微生物的水膜现象，仍能有效地同步去除氮和磷。

深度处理系统采用涡旋混凝沉淀+转盘过滤池处理工艺。处理后出水消毒，采用紫外消毒工艺。

污泥处理系统采用离心浓缩脱水一体机对污泥浓缩脱水后，外运填埋。

除臭系统由两座土壤脱臭床组成，分别为粗格栅、进水提升泵池、细格栅间及污泥脱水间服务。同时设置异味除臭机，作为辅助除臭设施。

3 污水深度处理控制系统的设计原则

基于 LK 系列 PLC 在污水处理厂升级改造污水深度处理控制系统中应遵循以下设计原则。

(1) 可用性和可靠性

系统组件的设计符合真正的工业等级，控制系统能在严格的工业环境下长期、稳定地运行，尽可能降低控制系统故障风险，保证能源收益，确保水处理厂 7×24 小时的不间断供水服务。

PLC 控制站一般设于高电磁干扰环境，如提升泵房、鼓风机房等，基于 LK 系列 PLC 的控制系统具有较强的电磁兼容性，系统采用各种隔离、抗干扰设计，保证系统能在强电磁干扰环境中稳定运行。

水处理环境可能因遭受污染并加速设备中电子元件的老化，基于 LK 系列 PLC 可提供特殊的保护工艺（保护涂层）的模块，提高元件在腐蚀性化学品和腐蚀性环境中的使用寿命，避免意外停机，降低维护成本。

(2) 开放性和兼容性

基于标准协议的通讯网络可非常方便地将第三方设备接入，如加药系统、紫外线消毒、及污泥脱水机等，允许大量过程反馈信息传输，支持设备参数访问功能，可提高系统的性能与诊断能力。

该控制系统不仅支持与各种上位监控软件的通讯，例如 iFIX、INTOUCH、组态王、MCGS、力控等，而且支持与主流品牌触摸屏的通讯，例如 Pro-Face、HITECH、eView、Weinview、nTou。只要 HMI 支持标准的通讯协议，都可以很方便的进行连接。

强大的扩展功能可为远期扩容、升级改造预留接口及容量。

(3) 过程诊断和在线维护

提供的强大诊断功能，能够方便、高效访问相关信息，发现导致故障的根本原因以及需要修正的过程参数等，以便提前发现生产过程中存在的问题，可以避免设备意外停机，从而

降低运营成本。

操作站安装上位监控组态软件 HollyView6.53 及 LK 编程软件 PowerPro V4，具有强大的功能，可方便、直观地进行上位机组态和 PLC 编程，且支持在线下载、在线修改以及离线仿真调试等功能。

4 污水深度处理控制系统的设计与实现

4.1 概述

污水处理厂升级改造控制系统设计基于现代先进控制思想，采用分散控制、集中监测管理的控制方式，以和利时公司 LK 系列 PLC 为核心的控制系统。基于 LK 系列 PLC 应用于污水处理厂，完全能满足 A2/O 生物除磷脱氮处理工艺控制的要求，提供了一种高可靠性、低成本、更优化的控制方案。

LK 系列 PLC 是和利时公司在总结十多年控制系统设计和几千个工程项目实施经验基础上推出的适用于中、高性能控制领域的产品，CPU 模块集成工业级处理器（主频可达 533MHz），指令处理速度可达 13ns。相对传统 PLC 而言，LK 可编程控制器充分融合了 DCS 和 PLC 的优点，采用了高性能的模拟量处理技术、小型化的结构设计、开放的工业标准、通用的系统平台、使产品不仅具有强大的功能和卓越的性能，而且具有更高的可靠性、更佳开放性和易用性。

4.2 系统结构设计

整个控制系统的结构原理图如图 1 所示，系统由 1 个中央控制室和 6 个现场 PLC 控制站组成。现场 PLC 控制站，由 PLC 系统及检测仪表组成，对各工艺过程进行分散控制；再由中央控制室，对全厂实行集中管理。中央控制室、PLC 控制站之间的数据通讯采用高速的、实时的工业以太网，网络结构为星形，通讯速率为 100Mbps，传输介质为光纤。

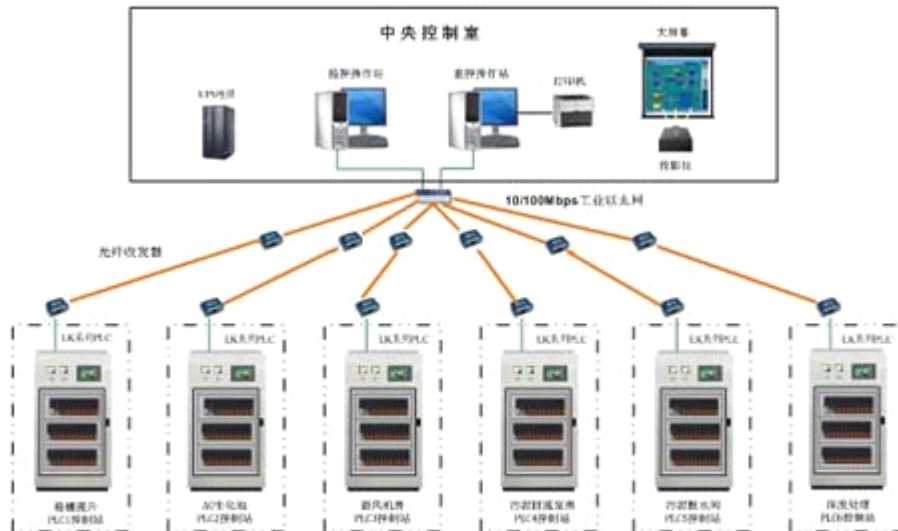


图 1 结构原理图

6 个现场 PLC 控制站分配如表 1 所示。

表 1 PLC 控制站功能分配

控制站名称	功能分配
PLC1 控制站	控制范围为粗细格栅，提升泵房设备等。
PLC2 控制站	控制范围为 AO 生物池，二沉池设备等。
PLC3 控制站	控制范围为鼓风机房设备等。
PLC4 控制站	控制范围为污泥回流泵房设备等。
PLC5 控制站	控制范围为污泥脱水间设备和与污泥脱水机等成套设备的通讯。
PLC6 控制站	控制范围为深度处理间设备和紫外线消毒、加药系统等设备通讯。

整个系统采用二级网络结构，即生产管理网和生产控制网，将过程实时数据、运行操作监视数据信息同非实时信息及共享资源信息分开，分别使用不同的网络。有效地提高了通讯的效率，降低了通讯负荷。生产管理网采用工业以太网，网络结构为星形，传输介质为光纤。生产控制网采用现场总线形式，采用 PROFIBUS 国际通用的开放式现场总线，传输介质为屏蔽双绞线。

污水处理厂升级改造控制系统设计为三种控制方式，三种方式的级别由高到低依次为就地手动、远程手动、远程自动。

PLC 控制站主要监控参数有：温度、压力、流量、液位、pH 值、ORP（氧化还原）、DO（溶解氧）、COD（化学需氧量）、MLSS（污泥浓度）、设备运行状态及设备运行控制等。

4.3 系统功能及软件实现

和利时公司的上位监控组态软件 HollyView6.53 及 LK 编程软件 PowerPro V4 提供了强大的软件编程及系统功能的实现。

(1) 权限管理

操作员进入系统使用密码：系统提供分级的用户进入密码系统，所以低级操作员只能进入基本操作功能，同时较高级别的操作人员，按照不同的密码，可进入不同的系统组态功能。

提供 12 级的密码：一旦操作员提供了正确的密码，他可以修改他的密码，而他的权限不能发生变化。

(2) 流程图

LCD 画面为操作员了解生产过程状态提供了显示窗口，并能支持以下几类画面：

总貌画面：显示系统各设备，装置，区域的运行状态以及全部过程参数变量的状态，测量值、设定值、控制方式（手动/自动状态）、高低报警等信息，从各显示块可以调出其它画面。

分组画面：以模拟仪表的表盘形式按事先设定的分组，同时显示几个回路的信息，如过程参数变量的测量值，调节器的设定值，输出值控制方式等。变量每秒更新一次，分组可任意进行，操作员可从分组画面调出任一变量（模拟量或离散量）的详细信息。

单点画面（调整画面）：显示一个参数，控制点的全部信息以及实时趋势和历史趋势，从调整画面也可直接对模拟回路进行设定，调整操作。

流程图显示如图 2 所示。



图 2 流程图

(3) 趋势功能

操作员可通过菜单或按钮进入实时曲线画面或历史曲线画面,可选择需要的工艺参数查看实时曲线或历史曲线,可同时显示多条实时曲线,可对曲线进行放大或缩小,可任意选择需要查看的时间段。

根据采集到的信息,建立各类信息数据库并对各类工艺参数值作出趋势曲线(含历史数据),供调度员分析比较,以便找出污水厂的最佳运行规律,分析事故原因,改进管理方法,保证出水水质,提高经济效益。

记录生产所要求的所有参数的历史数据,记录时间不小于一个月,并可根据要求任意设置。对重要的数据进行在线存储。可以通过历史报表或者历史趋势曲线的方式来检索历史数据。

趋势功能显示如图 3 所示。



图 3 趋势功能图

(4) 报警功能

报警设有优先级管理,任意管理均在屏幕上显示,显示所有报警列表及报警的详细内容。监控计算机的显示画面的顶部或底部应设置一个报警条。在报警条内显示最近三个报警未消失未被确认报警的详细内容,操作员通过画面切换选择报警表,报警表内显示中控操作站计算机中配置的所有报警列表及报警的详细内容。报警功能显示如图 4 所示。



图 4 报警功能图

(5) 操作记录

系统发生的较大情况（如设备故障、越限报警、大型设备的启停等情况）或操作人员对设备的操作、参数的调整，可通过事件记录功能记录下这些情况和操作过程作为今后分析事故的基础资料。事件记录的内容包括各种事件信息、事件发生时的用户、事件发生的时间等。

(6) 报表打印

系统自动记录各种工艺运行数据，将所有数据归纳汇总形成报表，报表可定时打印或召唤打印，操作员也可通过菜单或按钮进入报表画面查看历史报表。

自动生成的生产报表（班/日/月）供生产管理之用，机内存储六个月的信息量。采用了 DDE 技术，从而使用户能够直接使用 Excel 编制报表，借助 Excel 的强大功能，用户可以随心所欲地编制各种各样的报表。可以是实时数据的报表，也可以是历史数据的报表。

5 结束语

本文论述了基于 LK 系列 PLC 在污水处理厂升级改造项目中控制系统的设计与实现，充分发挥了 LK 系列 PLC 配置灵活、控制可靠、开放性强和在线维护方便等优点，为整个系统的安全稳定运行提供了可靠保障，达到了减少对大气环境、海域环境及噪声环境的影响，对大连市的环境保护创造了良好条件。

参考文献

《大连开发区污水处理一厂升级改造项目》环评报告 2009

