

# Design and Development of Monitoring System of Distributed Sewage Treatment Station Based on PLC

Dong Hu Jian Zhao Shuxian Zhang

Beijing Expressway Traffic Engineering Co., Ltd., Beijing, 101102, China

## Abstract

In order to solve the problems of monitoring blind spots and environmental pollution incidents caused by “multiple and extensive points, long distances, few personnel, and poor equipment” in various highway sewage treatment stations in Beijing, China, a decentralized sewage treatment station monitoring system based on PLC has been designed and developed, which realizes functions such as remote data transmission, data statistics, historical queries, and remote monitoring at multiple stations. The on-site application shows that the designed and developed decentralized sewage treatment station monitoring system has achieved intelligent management centralization, intelligent maintenance personnel scheduling, enhanced the planning of maintenance work, avoided environmental pollution events caused by poor monitoring, and also made up for the monitoring blind spots caused by “few personnel, long distances, and poor equipment”, effectively improving the control level of sewage treatment stations and reducing maintenance costs.

## Keywords

PLC; decentralized type; sewage treatment station; monitoring system

# 基于 PLC 的分散型污水处理站监控系统的设计与开发

胡东 赵剑 张术宪

北京市高速公路交通工程有限公司, 中国·北京 101102

## 摘要

为了解决中国北京市各高速公路污水处理站因“点多面广、路途远、人员少、装备差”造成的监控盲区及环境污染事件等难题,设计开发了一套基于PLC的分散型污水处理站监控系统,其实现了多站点远程传送数据、数据统计、历史查询以及远程监控等功能。现场应用表明,设计开发的分散型污水处理站监控系统实现了智能管理集中化、维护人员调度智能化,增强了维修工作的计划性,避免了由于监控不力造成的环境污染事件,同时也弥补了因“人员少、路途远、装备差”等造成的监控盲区,有效提升了污水站管控水平,降低了维修成本。

## 关键词

PLC; 分散型; 污水处理站; 监控系统

## 1 引言

随着经济的飞速发展,国家日益重视环境污染等问题,水污染治理力度也在逐渐加强。高速公路作为先进的交通基础设施,为驾乘人员提供旅行便利,但因其大多远离城市,驻地和服务区的生活污水难以排入城市管网,需单独建立污水处理站<sup>[1]</sup>。然而建设移交后,污水处理站的运营和维护问题成为影响污水处理站达标排放的重点。中国北京市各高速公路污水处理站较分散、日处理量较小,污水处理工艺多以生化处理工艺为主,涉及水质维护、机电设备维护修理等<sup>[2]</sup>。目前,北京市各高速公路污水处理站无监控系统,因为点多面广、路途远、人员少、装备差等原因容易造成监控盲区及

环境污染事件,工人工作效率低下,劳动强度较大,运维养护成本高。针对存在的诸多问题,研制开发了分散型污水处理站监控系统,管理人员能24小时全天候掌握辖区多个污水站设备设施运行情况并及时予以处置。设备运行情况监管、流量统计分析、运行报表统计分析、站点运行情况等功能全部可以在此平台上得以实现<sup>[3]</sup>。一旦有数据超标等特殊状况,就会启动自动报警功能,及时将信息发送至相关工作人员,第一时间赶到现场进行处理,弥补了因“点多面广、路途远、人员少、装备差”造成的监控盲区及环境污染事件,有效提升了污水站管控水平,降低了维修成本。

## 2 分散型污水处理站监控系统构成

分散型污水处理站监控系统主要由两大子系统构成,分别是站级监控系统以及远程监控系统<sup>[4]</sup>,其整体架构图如图1所示。

【作者简介】胡东(1986-),男,中国河北石家庄人,硕士,助理工程师,从事自动化、机电一体化研究。



图 1 系统整体架构图

## 2.1 站级监控系统

站级监控系统主要包括 PLC 控制柜、高清摄像头、温湿度、溶解氧、门禁、ORP 等传感器。PLC 控制柜内安装有 PLC、工控机、热继电器、I/O 扩展模块、交换机、交流接触器、空开、中间继电器、指示灯等器件<sup>[5]</sup>。

根据输入输出 (I/O) 点数、存储容量、维护的方便性、备件的通用性和扩展性，选择满足系统功能需求的 PLC 和外围设备。选择西门子 S7-200 SMART PLC 作为主模块，实现各设备的输入和输出，并通过以太网口与工控机及各传感器通信；此外，S7-200 SMART PLC 将数据存放在 V 区，与工控机组态软件地址相对应，显示 PLC 中 I/O 点状态和寄存器中数字变量的值<sup>[6]</sup>。

## 2.2 远程监控系统

站级监控系统完成对各传感器数据的采集处理，中心服务器接收各个污水处理站发送的数据，并对远程发送数据进行处理、统计和存储，管理人员能 24 小时全天候掌握辖区所有污水站设备设施运行情况并及时予以处置。管理人员可以在网页或手机 APP 端访问各污水处理站数据，进入工艺流程、数据中心、报警分析、视频监控、权限管理等界面，进行数据查询操作，查询到的历史数据可以 Excel 等格式文件导出<sup>[7]</sup>。

监控软件是在组态软件的平台开发出来的，本系统采用的组态软件是力控 ForceControlV6.1 监控组态软件。开发的软件系统包括人机交互界面、中间层执行代码和后台数据库。系统采用图形用户界面 (GUI)，通过菜单来控制程序的执行，采用对话框和属性表对话框实现用户和系统

之间的交互，包括以下几个功能模块：①数据接收分析主模块；②端口设置辅助模块；③ GPRS 模块添加辅助模块；④ GPRS 站点绑定 / 解除绑定辅助模块；⑤站点添加 / 删除辅助模块；⑥ GPRS 模块历史数据 / 行动查询模块。

## 3 软件系统设计

利用西门子 S7-200 SMART PLC 编程软件 STEP 7-Micro WIN SMART 的梯形图编程语言开发了一套集数据采集、超限报警和远程监控于一体的多功能控制程序，满足了污水处理站自动运行的要求，能够完成多水泵的自动控制，接收流量计、负压传感器、静压液位计的数据信号，读取工控机上的运行参数和报警参数，对采集数据进行分析计算，同时将计量结果显示在工控机，并通过 GPRS 模块传送至远程监控中心。PLC 控制系统主要包括手 / 自动控制模块、数据采集模块和报警管理模块。

为了增强可靠性、控制灵活性、简洁性和易操作性，选用威纶触摸屏 MT6071iP，用来显示现场设备 PLC 中开关量的状态和寄存器中数字变量的值。这款触摸屏规格是 7 英寸，具有友好的操作界面，触摸屏配置软件 EBPro V5.07.01，编程灵活快捷。在现场应用时，将触摸屏安装在自制控制柜中。

### 3.1 手 / 自动控制模块

手 / 自动控制模块实现对各水泵的手动及自动控制。手动控制可实现对单一设备的启停操作，方便调试。自动控制实现多设备自动化运行，通过建设的液位计及浮球等传感器实现了多设备联动，防止池体溢水事故发生，程序如图 2 所示。

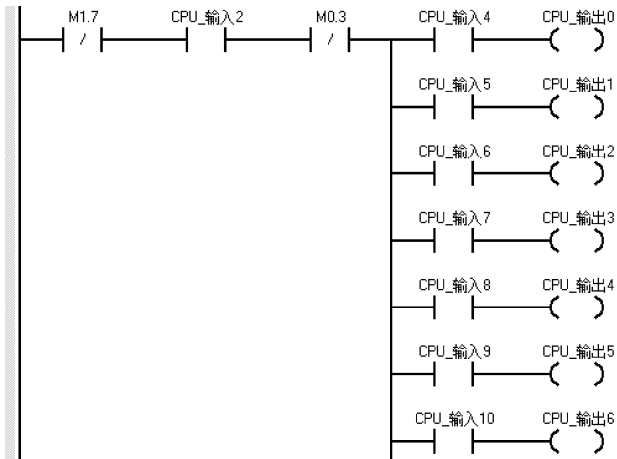


图2 手 / 自动控制模块程序

### 3.2 数据采集模块

数据采集模块实现 PLC 与流量计通信，获取瞬时流量、累计流量等数据；PLC 和负压传感器通信，获取负压值；PLC 和静压液位计通信，获取膜池液位值，程序如图 3 所示。

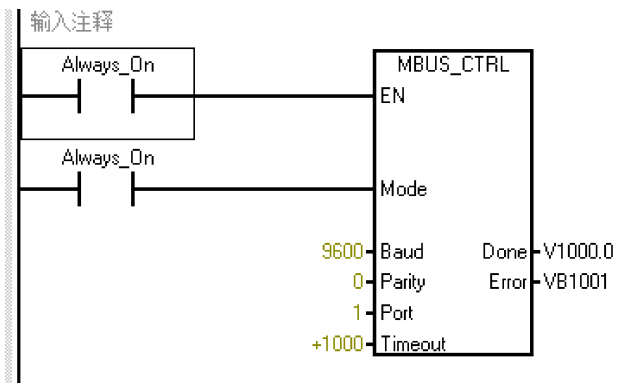


图3 数据采集模块程序

### 3.3 报警管理模块

在运行过程中，当出现电机堵转、线圈损坏等故障时，PLC 会接受报警信号，并将报警信息传递到工控机显示，同时报警灯闪烁，蜂鸣器声音报警，程序如图 4 所示。

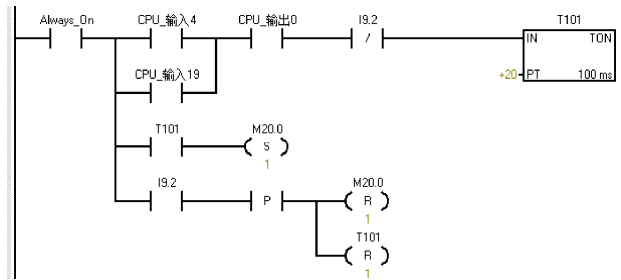


图4 报警管理模块程序

## 4 结语

设计开发的分散型污水处理站监控系统实现了智能管理集中化、维护人员调度智能化，增强了维养工作的计划性，避免了由于监控不力造成的环境污染事件，同时也弥补了因“点多面广、路途远、人员少、装备差”等造成的监控盲区，有效提升了污水站管控水平，降低了维养成本，提高了污水站管理效率，降低了维养成本。尤其在疫情期间，通过使用监控系统线上巡检，能够精准发现问题，有针对性地进行专项巡检，大幅降低了人员现场的巡检频率，减少了人员接触，提升了公司管理效率，为保证疫情期间污水处理设备的持续正常运转提供了保障。

### 参考文献

- [1] 孙立刚,刘广顺.智能化污水处理监控系统的应用研究[J].化工自动化及仪表,2016(12):1336-1339.
- [2] 邓瑞芬.高速公路服务区生活污水生态处理工艺研究[J].环境与发展,2020(5):207-210.
- [3] 周德柱,刘焯,胡燕,等.高速公路服务区污水处理现状问题及应对策略浅析[J].公路交通技术,2020(6):131-136.
- [4] 陶勇根,刘学欣,张蓉,等.公路服务区污水处理系统优化设计研究[J].交通节能与环保,2012(4):57-61.
- [5] 张运楚,马华金.PLC在污水处理厂控制系统中的应用[J].自动化仪表,2001(5):36-40.
- [6] 黄俊勇,熊红云,鲁五一.PLC在高速公路污水处理系统中的应用[J].广东自动化与信息工程,2005(3):43-45.
- [7] 史昊然,方龙胜,郑维海,等.分散式污水处理设施集约化管理创新探索[J].环境与发展,2020(1):69-73.