

# S7-300 在水厂加氯加药控制中的应用

田永利

(昆明理工大学 成人教育学院, 云南 昆明 650051)

**摘要:** 介绍了 SIMATIC S7 系列 PLC 硬件的特点和 STEP7 软件的功能. 根据水厂工艺流程, 给出了加氯和加药控制原理. 同时, 提供了先进的控制方案. 应用 S7-300 对水厂进行监控, 实现加氯和加药的自动控制, 降低氯耗和药耗, 改善水厂出水水质, 提高水资源的利用率, 降低运行成本.

**关键词:** PLC; S7-300; 自动控制; 加氯; 加药

**中图分类号:** TP 29; TU991.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2004)05-0108-04

## Application of S7-300 to Adding Chlorine and Adding Pharmaceutical Control in Water Plant

TIAN Yong-li

(Faculty of Continuing Education, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650051, China)

**Abstract:** The distinguished features of SIMATIC S7 series PLC and the function of STEP7 software are introduced. The principle of adding chlorine and adding pharmaceutical is given on the basis of water Plant's craft. The advanced plan is provided at the same time. The application of S7-300 to monitor and controlling Water Plant to realize the automation of adding chlorine and adding pharmaceutical, which reduces chlorine and pharmaceutical's expense, improves water's quality of the leaving water plant and raises water source's utilization, and reduces runnings cost is presented.

**Key words:** PLC; S7-300; automation; adding chlorine; adding pharmaceutical

### 0 引言

由于工业的蓬勃发展, 环保治理没有及时跟上, 地面水污染日益严重, 水源水质逐渐恶化, 为了降低出厂水色度、氨氮和有机污染物的含量, 许多水厂在常规处理工艺中加大了氯的投加量, 但其效果不明显, 反而增加了出厂水中三氯甲烷等卤代烃和致突变物质的含量. 面对这种状况, 传统的常规水处理工艺已显得力不从心, 研究新的水处理工艺, 利用先进的自动化控制技术, 改善出厂水水质, 已成为国内水处理界的共识.

自来水一般要经过源水加混凝剂反应、沉淀池沉淀、滤池过滤、加氯气消毒等工艺过程. 混凝剂一般有聚合铝、聚合硫酸铁等. 沉淀池有平流沉淀池、侧向流斜板沉淀池等. 滤池有 V 型滤池、普通快滤池等. 由于城市用水量的增加, 许多水厂一般在原水处理系统的基础上, 再增加一套新的处理系统. 净水工艺如图 1 所示.

加消毒剂俗称加氯, 加混凝剂俗称加药. 加氯、加药是自来水厂净水工艺中极为重要的环节. 自动加氯加药的实现, 可以最大限度地改善水厂出水水质, 减少混凝剂损耗与氯气损耗, 降低生产成本, 提高企业的经济效益.

SIMATIC S7 系列 PLC 都采用了模块化、无排风扇结构和易于用户掌握等特点, 使得 S7 系列 PLC 成为各种从小规模到中等性能要求以及大规模应用的首选产品. 该系统提供了完成控制任务既方便又经济的解决方案. 其中, S7-300 由于其系统的优良特性, 近年来, 被广泛应用于工业控制中. S7-300 提供了多种

收稿日期: 2003-11-17.

作者简介: 田永利(1966~), 男, 讲师. 主要研究方向: 自动控制.

性能递增的 CPU 和丰富的且带有许多方便功能的 I/O 扩展模块,各种功能模块可以非常好地满足和适应自动控制任务,使用户可以完全根据实际应用选择合适的模块,而且当控制任务增加并且愈加复杂时,可随时附加模块对 PLC 进行扩展,系统扩展灵活.同时软件设计采用 SIEMENS 公司的 STEP7 5.2 版本开发软件,该软件可以采用梯形图及语句表设计语言,更重要的是增加了功能块设计语言,用这种语言非常方便,它采用结构化设计的思想.程序利用逻辑块间的参数和数据传递控制过程,可重复利用的代码段装在不同的块中,通过组织块 OB 调用这些块并传递相应的数据,另外 STEP7 软件包中提供了大量的系统功能块(SFC,SFB)供用户选用.

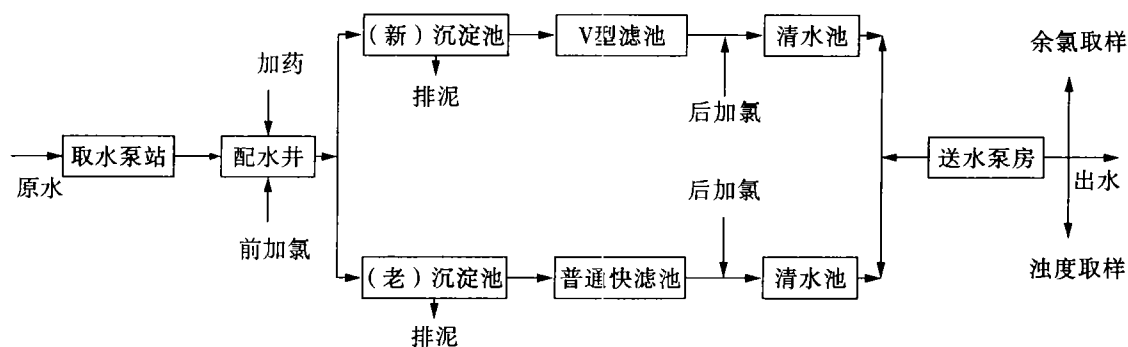


图 1 净水工艺流程图  
Fig.1 Water plant process flowsheet

## 1 加氯加药控制原理

### 1.1 加氯控制原理

为了既能满足自来水厂出水水质指标的要求,达到预期的消毒效果,又不造成氯气的浪费,必须根据原水流量的变化及时调整加氯量的大小,如果用人工调节是很难实现的.采用先进的控制技术,实现加氯过程的自动化是很有必要的.

加氯包括前加氯(SCU)和后加氯(PCU).前加氯一般采用原水流量配比加氯方式,而后加氯采用复合环加氯方式即根据出厂水余氯反馈控制方式.加氯工艺如图 2 所示.

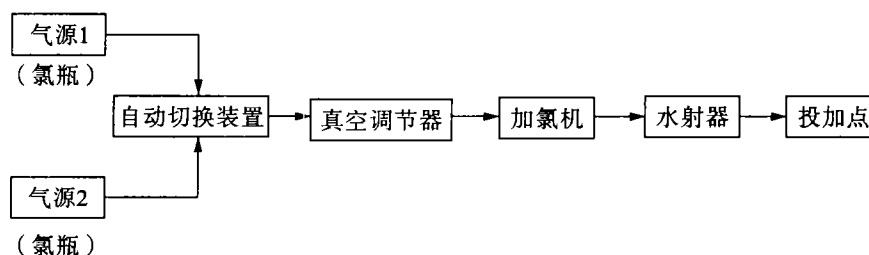


图 2 加氯工艺流程图  
Fig.2 Adding chlorine process flowsheet

#### 前加氯方式(SCU)控制

原理为:加氯控制器根据原水流量的变化以及设定的投加率自动调节加氯量.后加氯方式(PCU)控制原理为:加氯控制器根据原水流量以及投氯后取样水中余氯值和设定的余氯值,采用 PID 控制规则,输出一个控制量来控制加氯机的投加装置,形成一个闭环控制,使余氯值向设定值逼近,确保出厂水余氯指标的稳定达标.

为确保加氯的连续性,加氯自动控制系统中还包括氯气气源的自动切换装置,漏氯报警和漏氯吸收装置的自动控制.在加氯自动控制系统中,关键是对加氯机的控制.加氯机可选用美国 W&T 公司的 V10K 或 V2000 加氯机.

### 1.2 加药控制原理

在水厂,由于季节变化,雨季和旱季的影响,水的混浊度变化较大,致使加药过程是一个长延时、非线性时变、干扰因素多的复杂过程.在技术上实现有一定难度,目前国内许多水厂还处于凭经验,目测水质,手工投加阶段.一些水厂经改造采用了自动投加系统,实际效果也不理想.引入先进的控制理论来解决自

动投加问题是目前国内外水处理行业普遍关注的问题.加药自动控制框图如图3所示.

引入智能控制理论对水厂加药过程进行自动控制是一个可行的方案.将流量和浊度信号送给可编程控制器 PLC,通过 PLC 和中控室计算机之间的通讯将数据再传送给中控室计算机,本系统采用一种智能控制算法,通过计算机对流量信号、浊度信号、加药量(由频率和冲程决定)等参数综合累计、统计及分析,自动调节加药量并记忆各种优化控制参数,取得较好的效果.

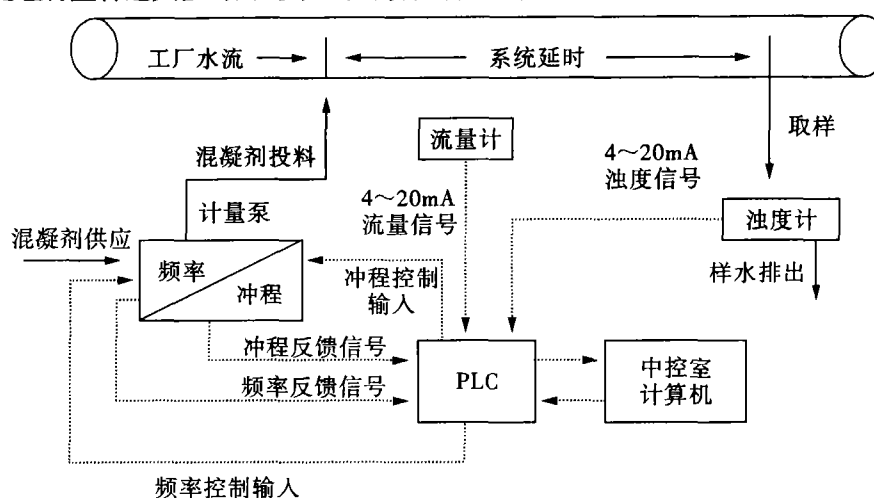


图3 加药自动控制框图

Fig.3 Adding pharmaceutical automatic control

## 2 S7-300 在自动加氯加药控制中的应用

各水厂作为独立的集散控制系统,它由各种传感器、执行机构、PLC 子站及工业以太网组成的.其中 PLC 负责现场信号的采集和处理,以及对执行机构的控制.

在加氯加药车间设一 PLC 子站,具体选用 SIEMENS 的 S7-300 系列的 CPU314 作为处理器,数字量输入模块为 SM321DI32 × DC24V,数字量输出模块为 SM322DO32 × DC24V/0.5A,模拟量输入模块为 SM331AI8 × 12BIT,模拟量输出模块 SM332AO4 × 12BIT,通讯模块选用 CP343-1.CPU314 的操作系统是事件驱动的用户程序扫描过程.CPU 响应事件,操作系统自动调用该事件的组织块 OB.例如 CPU314 可调用 128 个功能块 FB(0~127);128 个功能调用 FC(0~127);127 个数据块 DB(1~127,0 保留);OB、FB、FC、DB 的容量均不大于 8KB.此外,有 34 个系统功能 SFC 集成在操作系统中供用户调用,有 9 个系统数据块 SDB 装载 S7-300 的系统参数,这些参数可用 STEP7 组态软件输入.其工作过程如下:现场传感器及仪表(如流量计、浊度计、余氯分析仪、pH 计等)将所要采集的信号转化为 4~20 mA 标准模拟信号,通过屏蔽电缆直接传输到模拟量输入模块(AI),现场设备将数字信号传输到数字量输入模块(DI),经编程,模拟量输出模块(AO)输出模拟量信号,控制执行器动作.数字量输出模块(DO)可控制相关设备的起停.同时可在人机界面上显示各执行机构的状态.

在加氯自动控制系统中,将 PLC 的模拟量输出信号送给加氯机的模拟量输入端,通过控制加氯机中执行器的动作,也就控制了氯气输出阀门的开度,进而控制了加氯量的大小.

在加药控制中主要是控制计量泵的频率和冲程,进而控制加药量.由于水源水质波动较大且波动频繁,水厂自动化中采用多参数闭环控制方式.对计量泵的控制,一方面可通过 PLC 用流量信号控制冲程,另一方面通过 PLC 用浊度信号控制变频调速器的频率,进而控制计量泵的速度来控制加药量.通过流量计检测源水流量,通过高浊度计检测源水浊度,通过低浊度计在线检测出厂水的浊度,采集到标准的 4~20 mA 的信号通过屏蔽电缆传输到 PLC,设定的投加率在 PLC 中作为一个常量处理.控制原理中采用前馈控制和反馈控制:前馈控制是根据水厂长期积累的技术资料,由 PLC 根据浊度、流量等参数,计算出瞬时变化量,对该变化量进行模糊控制,得到的控制增量,去改变比例系数,从而控制计量泵的频率及冲程.反馈控制是根据实际检测到的出厂水的浊度信号与设定值的偏差,去进行模糊控制进而改变比例系数,得到相应的控制增量,并控制计量泵的频率.反馈控制是决定系统控制效果的关键.经过一段时间的实际运行,通过记录的现场运行参数,总结出投加量与源水浊度、流量等参数的关系,结合模糊控制理论,最后得出模

糊控制规律,根据模糊控制规律编写控制程序,实现自动加药控制.如云南某县4万t自来水厂采用了本系统实现自动加氯加药控制以后,使氯耗和药耗比人工投加时降低了10%以上,出厂水水质明显改善,产生了较好的经济效益和社会效益.

### 3 结 论

自来水厂采用S7-300可编程控制器实现自动加氯加药控制以后,降低了氯耗和药耗,提高了水质,对保证设备的安全运行和保障生产秩序的正常化,促进设备优化运行,提高生产效益和降低运行成本都带来了许多好处,可以最大限度地改善自来水厂出水水质.

#### 参考文献:

- [1] 陈在平,赵相宾主编.可程序控制器技术与应用系统设计[M].北京:机械工业出版社,2002.166~176.
- [2] 化学工业出版社组织编写.水处理工程典型设计实例[M].北京:化学工业出版社,2002.1~7,10~24.

(上接第103页)

一张日检查表的工作情况得以改进,使日常安全检查和针对性得以加强,实现真正意义上的动态标准化安全生产管理.

### 3 结 语

虚拟现实技术虽是一门新兴的技术,还有许多不完善的地方,但其已可用于大型、复杂结构施工方案的设计,上海正大商业广场施工虚拟仿真系统在工程施工中的应用就是一个很好的例证<sup>[7]</sup>.这也为采用虚拟现实技术进行标准化施工安全管理提供了重要的基础平台,在此基础上可通过虚拟现实技术对现场施工人员进行安全培训,在虚拟施工中观察、辨识危险源,评价和制定安全预案,使得在施工的全过程中动态的进行安全管理成为可能,保证工程项目的顺利完成.当然,要达到上述目标还有很长的路要走,还需要广大的土木工作者付出不懈的努力.

#### 参考文献:

- [1] 毛鹤琴.土木工程施工[M].武汉:武汉工业大学出版社,2000.258.
- [2] 陈志刚,王丽.建筑企业职业安全健康管理体系的建立与实施[M].北京:机械工业出版社,2003.8.
- [3] 陈晓彤.虚拟现实技术对建筑教育的影响[J].新建筑,2000,(3):67~68.
- [4] 李国成,王靖涛.虚拟现实技术用于复杂结构施工研究[J].土木工程学报,2003,(2):95~99.
- [5] 华燕等.建筑企业需要什么样的安全管理[J].土木工程学报,2003,(3):79~83.
- [6] 张跃,张丛哲.土木工程中的虚拟现实技术[DB/OL].清华大学土木工程系.<http://www.chinacad.com/>.
- [7] 张希黔,石毅.上海正大广场结构吊装施工方案虚拟仿真系统[J].施工技术,2000,(8):9~11.