

# 水厂监测控制系统设计

苏光奎

(武汉测绘科技大学信息工程学院, 武汉市珞喻路 39 号, 430070)

**摘要** 该文论述了自来水厂各生产工艺流程的信号采集与控制的基本设计思想。

**关键词** 自来水厂; 数据采集; 实时控制

**分类号** TP273; TP391

## 1 水厂生产过程控制的分析与基本原理

自来水厂的生产可分取水、投药、沉淀、过滤、储水、送水、供电等过程。每一过程都将受水厂调度室(中心控制室)的监视和控制。由于一般水厂的占地面积大,生产过程中的监测点分布广,每一监测点的工艺参数较多,所以需采集的数据品种较多,种类繁多。由于自来水厂生产过程的控制不单由多个前级生产工艺的输入参数形成,而且还要受到多个后继工艺反馈参数的影响,而有些后继工艺产生结果需要较长的时间才能形成,有时出现较严重的滞后现象,因而难以实现动态监测和实时控制。为了实现自来水厂的生产控制管理,水厂监测控制系统包含取水分系统、投药分系统、沉淀分系统、过滤分系统、送水分系统和供电分系统。对每一分系统采用分散控制、集中管理的控制方式。每一分系统的监测控制点随时将反馈的信号传送给中心控制室。中心控制室根据各监测点的反馈信号和各工艺流程的要求进行分析和处理,然后决定传送相应的监测信号和控制信号给各分系统,从而实现整个水厂生产的实时控制。控制系统的框图如图 1 所示。

为了实现生产过程的实时控制,该生产过程控制系统的中心控制室应具备相应的功能,以便实现分散控制、集中管理的控制方式。其中心控制室的基本功能为: 1) 与各分系统进行实时通讯,对分系统采集的数据进行分析处理,根据分系统的控制要求向各分系统发布相应的命令信号; 2) 利用一台监视器随时显示生产情况; 3) 利用一台打印机打印所需报表; 4) 利用一台图形终端显示生产流程、生产状况等参数的模拟图形; 5) 检查

各分系统工作是否正常,若有故障出现,应及时发出报警。各分系统功能包括: 1) 采集各监测点的参数,并实时显示各参数值; 2) 与中心控制室进行实时通讯,对中心控制室的各种命令及数据进行分析处理; 3) 根据监测的参数,实时控制相应的生产环节。

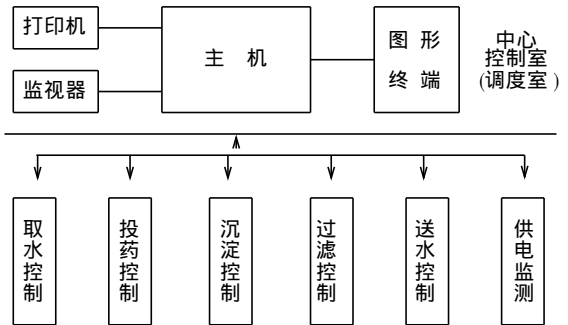


图 1 系统框图

Fig. 1 System Flow Chart

## 2 分系统的设计

### 2.1 取水分系统的设计

取水分系统是监测控制取水泵站的控制系统。取水水位的高低决定水泵的扬程(即控制水泵的转速),因此在取水水位较高时,可控制水泵机转速降低,以便节省能源损耗。每台取水泵的开停机状况和取水泵的水流流速决定了每台取水泵的源水水量。总的取水水量  $Q$  为:

$$Q = \sum_{i=1}^n U_i T_i C_i$$

其中  $C_i$  为泵机的开停机状态,  $T_i$  为开机时间,  $U_i$  为泵机的单位时间内水流流量。系统可根据用户的用水需求,适当开启对应泵机工作;从取水泵机的温度和真空度可了解取水泵机的工作状况;取水泵的电耗则由取水泵的电流电压来决定;取水

泵机需要开停哪些台,则由中心控制室 根据出厂水清水库的水位来决定。根据该分系统需要采集的参数的性质,可将其分为开关量和模拟量两种,其框图如图 2 所示。

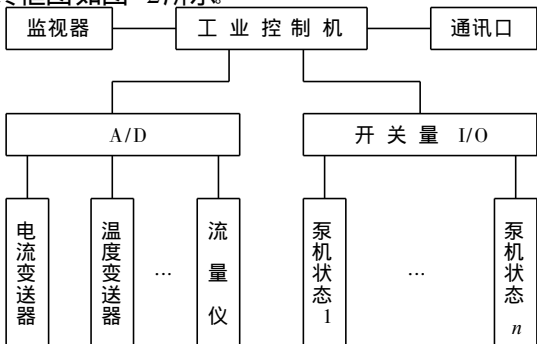


图 2 取水分系统框图

Fig. 2 Water-fentching Sub-system Flow Chart

该分系统与中心控制室通讯的信号有取水水位、取水泵机的开停状况、源水水量、取水泵机电耗和中心控制室开停相应泵机的命令信号等。

### 2.2 投药分系统的设计

投药分系统是根据源水的进水量、进水浊度决定其投药量。源水经过投药反应之后,在沉淀池内将泥沙沉淀,再经过快速过滤,加入适当的消毒剂,然后监测出水浊度并调整投药量,才能产生用户所需的自来水。但是,加入药量的多少将会直接影响自来水的质。药量加入较少,一是泥沙不能完全沉淀,使自来水比较浑浊;二是不能完全杀死源水中的有害细菌,自来水达不到卫生标准,不能作为饮用水。药量加入较多,一是浪费原材料,二是使自来水中含有超过一定比例的余氯,有害市民的健康。为了生产较好的饮用水,必须对出厂水的浊度和余氯随时进行监测,以便及时调整投药机构以加大或减少相应的投药量。总的投药量  $q$  为:

$$q = \sum_{i=1}^m k_i t_i s$$

其中,  $k_i$  为投药机单位时间内的流量,  $t_i$  为投药时间,  $s$  为投药机开停机状况。投药分系统的框图如图 3 所示。

该分系统与中心控制室通讯的信号有: 源水浊度、反馈浊度、投药机构开停机状况、投药量  $q$  (其中有投药量和消毒剂两种) 和中心控制室发出的投药机构开停机命令信号。

### 2.3 沉淀分系统的设计

当源水加入相应药量后,其源水流入多个反应沉淀池沉淀,将水中的大量泥沙沉入池底。沉淀时间越长,沉淀池中沉淀的泥沙堆积越深,当其达

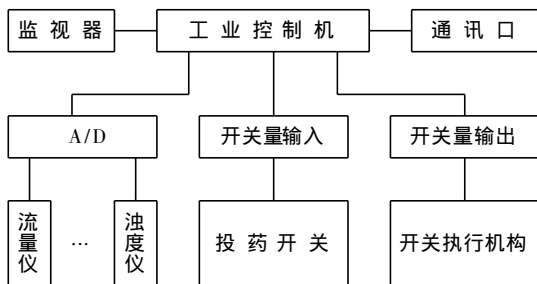


图 3 投药分系统框图

Fig. 3 Drug-putting Sub-system Flow Chart

到一定深度后,需将沉淀池中的泥沙排除。排除泥沙的控制方法有两种:一种方法是在规定时间内分别对各反应沉淀池的泥沙排除一次。这种方法虽较简单,但若规定时间较长,将会出现沉淀池内泥沙积存较多的情况。若规定时间较短,将会出现排泥频繁而浪费水源和能源。另一种排泥的方法是根据监测沉淀池内泥沙积存的深度来决定。这种方法虽较合理,但需要有较好的监测泥沙深度的传感器才能实现。在一般情况下,大都采用定时排泥的方法。在开启排泥闸门时,一是要随时监测排泥道水位、天沟水位和明渠水位,二是要监测排泥闸的开启状况。如果水位出现异常或排泥闸因某种情况出现故障,本系统需及时报警。沉淀分系统的框图如图 4 所示。

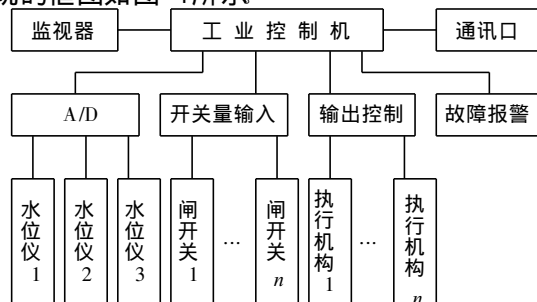


图 4 沉淀排泥控制框图

Fig. 4 Mud-precipitating and Mud-eliminating Control Flow Chart

该分系统与中心控制室通讯的信号有: 各沉淀池排泥状况和闸门开启状况。

### 2.4 过滤分系统的设计

滤池是将沉淀后的水源再经过过滤加入消毒剂后产生用户所需的自来水。由于沉淀后的水源没有完全清除泥沙,水源中还残留有部分杂物及泥沙,为了进一步净化水源,沉淀后的水源经过过滤池的过滤网,将水源进行过滤。在过滤过程中,由于水源中的杂质都积留在过滤网上,久而久之,过滤网滤水的速度和效果将受到影响,使其生产饮用水的速度受到限制,同时也使沉淀后的水源不能及时通过过滤网而溢出滤池丢失。为此,必须经常对过滤网进行清洗(通常称为反冲洗)。反冲

洗的方法有两种:一种是采用定时的方法;另一种是监测滤池入水水位和出水水位,当出入水水位超出规定时就进行反冲洗。反冲洗时,打开相应的过滤池闸门,让水反向流出,以此带走存留在滤网上的杂物。本系统采用的是第一种方法。由于水源经过过滤加氯后就是饮用水,此时就应及时监测出水水源质量,随时通知中心控制室。该系统的框图如图 5 所示。

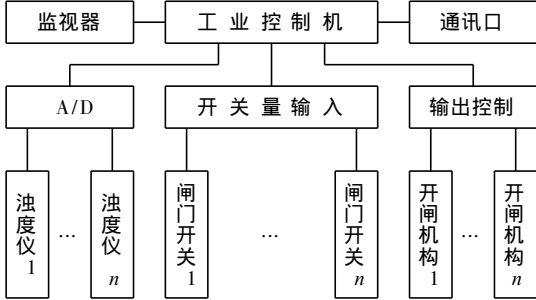


图 5 过滤分系统框图

Fig. 5 Filtering Sub- system Flow Chart

### 2.5 送水分系统的设计

送水分系统除监测送水泵站每台泵机的电流、电压、温度、真空度外,还必须对水流流量、水压、水中的余氯、浊度、清水库的水位、泵机的开机状况进行监测。监测水流流量是考核该水厂生产水量的一个重要指标,测量水压用以决定送给用户用水的高度。当在用水高峰期时,其水压较低,这时可调高泵机的出水压力。当用水较少时,可降低出水压力,以便节约电能。水中的余氯和浊度信号反馈给中心控制室后,中心控制室可根据此信号调节投药分系统中投药机构的投药量。由于投药机构投药后,水源经过沉淀池沉淀、过滤网过滤后进入清水库,送水机构从清水库中取水,此时所测得的余氯和水源的浊度都出现了一定的滞后现象。为此,在投药过程中,投药量的范围应选用适中,否则将会出现调节机构频繁开停的现象。测量清水库水位是反馈给中心控制室的信号,该信号可用来决定取水泵站是否要开启或停止某些取水泵。该分系统的框图如图 6 所示。

### 2.6 供电分系统的设计

供电分系统主要监测变压器的电流、电压、功率、温度、周波及开机的状况,以此监测的参数作为水厂用电的考核指标和设备工作状况的测试指标。由于供电系统关系全水厂的工作,所以,对各变压器的工作状况应随时监视,出现故障及时报警。

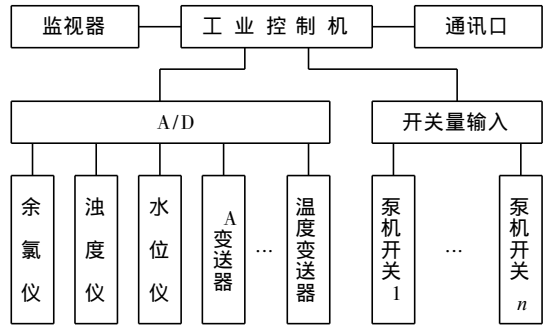


图 6 送水分系统框图

Fig. 6 Water- supplying Sub- system Flow Chart

## 3 数据通讯

中心控制室与各个分系统都要随时进行数据通讯。采用数据通讯的方法有 3 种: 1) 无线通讯方式; 2) 有线并行通讯方式; 3) 有线串行通讯方式。虽然水厂的各个分系统分布较广,距离也较远(约 1 km),采用无线通讯较为理想,但由于它要占用一个无线寻呼的频点,同时还要求中心控制室和各分系统都要有一个发射和接收信号的装置以免受外来干扰,这样造价就较高。采用有线并行通讯方式,其缺点是需要布设较多的电缆线。本系统采用有线串行通讯方式进行数据通讯。

中心控制室与各个分系统通讯的数据量较少,并且每一分系统发送和接收的数据都是按照预定的格式传送的,传送的频度也较低。所以中心控制室采用定时查询和定时发送的方法进行数据通讯。在设计通讯接口的过程中,一是要解决数据传送过程中的误码问题,二是要解决选择通讯点的问题。解决选择通讯点的方法是将各个分系统的串行通讯端连接到中心控制室的通讯接口,由中心控制室的主机控制多路切换电路,将其指定的分系统串行通讯口与主机的串行通讯端口进行串行通讯。其通讯的框图如图 7 所示。解决数据传送误码问题采用了两种方法。其一是采用三重

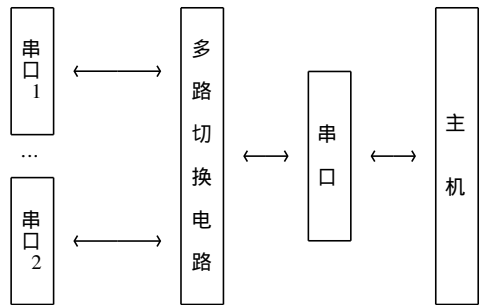


图 7 串行通讯切换框图

Fig. 7 Serial Communication Switching Flow Chart

## Random Time Dependent Dynamic Reliability of Structure under the Action of Wind Load

Han Guangdong Zhou Jiase Guan Changsheng Li Guiqing

(School of Urban Studies, W TU SM, 39 Luoyu Road, Wuhan, China, 430070)

**Abstract** In this paper the characteristic of random time dependent structure is studied, and the decline formula of stochastic process strength is proposed. In the effect of dynamic load the dynamic response of stochastic coefficient structure is analyzed by vibration mould decomposed. The dynamic response spectrum and statistic formula are obtained. The time dependent boundary function is determined. Under some basic assumptions, the reliability formula of time dependent structure is gained. Also the reliability analysis method of servicing structure, and the evaluation formula both in designing period and estimating period are given.

**Key words** random time dependent structure; dynamic response; time dependent bound; time dependent dynamic reliability

(上接第 82 页)

校验的方法判断出错问题,同时可纠正出现的少量错误。其二是采用奇偶校验和 CRC 校验的方法,发现传送过程中的错误。

### 参 考 文 献

1 周明德. 微型计算机硬件软件及其应用. 北京: 清华大学出版社, 1989.

2 戴梅萼. 微型计算机技术及应用. 北京: 清华大学出版社, 1994.

3 肖冬荣. 微型计算机实时控制的抗干扰. 武汉: 湖北科学技术出版社, 1983.

4 沈美明. IBM-PC 汇编语言程序设计. 北京: 清华大学出版社, 1991.

## The Design of Detecting and Controlling Water Factory System

Su Guangkui

(School of Information Engineering, W TU SM, 39 Luoyu Road, Wuhan, China, 430070)

**Abstract** Based on the analysis of production technological process in water factory, the advanced solutions to problems in production control are discussed in this paper. Problems in each part of production, such as data gathering, signal processing and real-time monitoring ect. are also discussed in detail.

**Key words** water factory; data gathering; real-time monitoring