

铁路给水集中监控系统概述

方永忠¹ 林雨源²

(1. 华东交通大学土建学院 江西南昌 330013; 2. 柳州铁路局南宁水电段 广西柳州 530000)

摘 要 介绍铁路给水集中监控系统的基本概念、特点、组成与各组成部分的功能,建设给水集中监控系统的必要性与意义,同时介绍给水集中监控系统的发展方向。

关键词 铁路给水 集中监控 组成 功能

1 给水集中监控的概念

给水集中监控包括两个层面:第一个层面是给水系统各部分状态的连续(在线)检测与自动控制;第二个层面是给水系统的网络化与信息化。具体而言,就是采用传感检测、计算机、控制和网络通讯等技术,将给水系统各部分的状态信息集中到指定地点,实现集中监视;同时,从该地点可以发出指令,改变或调节给水系统各部分的工作状况。

集中监控系统有以下多种含义:

- (1) SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) 系统;
- (2) DCS (Distributed Control System) 即集散型控制系统;
- (3) 四遥(遥测 Telemetry、遥控 Telecontrol、遥信 Telesignal、遥调 Teleadjusting) 系统;
- (4) 计算机集中控制系统。

集中监控系统具有两大主要功能:集中监视 (Concentrated Supervisory) 功能和分散控制 (Distributed Control) 功能。

集中监控系统依托的 4 项基础技术(简称 3C + S 技术):计算机技术 (Computer Technology); 通讯技术 (Communication Technology); 控制技术 (Control Technology) 和传感技术 (Sensor Technology)。

给水集中监控系统通常分为两类子系统:水厂自动化系统和管网计算机调度系统。

2 给水集中监控系统的特点

(1) 实时性:实时检测,实时监视,实时记录,实时曲线,实时控制,实时调节,实时报警,实时诊断,实时故障处理,实时软件升级等。

(2) 分散性:任务分散,功能分散,控制分散,风险分散等。

(3) 集中性:集中监视,集中信息,集中管理,集中控制,集中决策,集中优化等。

(4) 开放性:硬件兼容与互换、软件在线组态、参数易修改、互操作、控制地点转移等。

(5) 扩展性:网络可扩展性、硬件可扩展性、软件升级等。

(6) 数字化:检测信号数字化、控制信号数字化、控制设备数字化等。

(7) 网络化:设备网络化、控制网络化、管理网络化、信息网络化等。

(8) 智能化:检测仪表智能化、控制智能化、执行设备智能化等。

3 给水集中监控的必要性

(1) 通过给水集中监控提高供水质量。如通过水厂自动化系统保证水处理质量达到国家标准,通过管网计算机调度系统保证供水压力等。

(2) 通过给水集中监控保障供水安全。如发现事故隐患及时消除,保证人身和设备安全,保证水质和水压安全等。

(3) 通过给水集中监控提高供水效益。如降低电耗、药耗与水耗,减少生产人员,减少设备故障和停水造成的损失,以降低供水成本。

(4) 有利于提高企业的现代化管理水平。给水集中监控系统可及时、准确地提供给水系统的运行情况,有助于企业领导随时全面掌握情况,科学决策,避免生产指挥上的盲目性,为企业领导合理地调整企业生产管理机构,加强科学管理,提高现代化管理水平打下基础。

(5) 为企业发展打下基础。给水集中监控系统还可积累大量的给水设施及管网的运行信息,结合其他信息处理技术,逐步建立事故预测、处理预案和辅助决

收稿日期:2002-08-12

第一作者简介:方永忠(1962—),男,教授,1988年毕业于同济大学市政工程专业,工学硕士。

策子系统,亦可通过运行找出规律,当条件具备时实现最优化调度。大量数据的积累,可为供水设施的合理规划与优化改造提供可靠的科学依据。

总之,给水集中监控系统为给水企业实现“两个提高,三个降低”(即提高水质、提高供水安全性和降低能耗、降低水耗、降低药耗)、提高自身管理水平和服务质量提供了重要的技术保障。通过集中监控系统,给水企业还可以结合预测、统计、建立数学模型等方式,根据所定经济指标、工艺技术指标及生产、需求的实际情况,通过优化控制反馈,完成对取水、净水、输配水各个环节的合理调配,实现优化控制,以取得最大的经济效益和社会效益。

4 集中监控系统的组成

集中监控系统不但具有工业过程自动化的功能,也具有管理信息化的功能,而且向着决策智能化方向发展。现代集中监控系统一般采用多层次体系结构,一般可以分3个~4个层次,如图1所示。

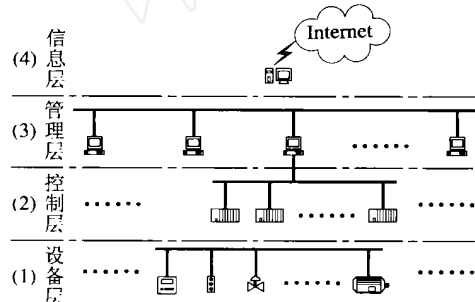


图1 集中监控系统体系结构图

(1) 设备层:包括传感检测仪表、控制执行设备和人机接口等。设备层的设备安装于工业现场,直接与生产设备和操作工人相联系,是生产状态与数据的直接感知者,是控制调节的最终实施者,还负责现场指示、显示与操作。在集中监控或自动化系统中,设备层也在逐步走向智能化和网络化。所谓智能化,即传感检测仪表具备自动诊断、自动校正等功能,执行设备具有自动跟踪、自动调节等功能。所谓网络化,即设备层的设备均带有数字化与联网功能,它们与控制层采用数字化网络联接。

(2) 控制层:实现工业过程的控制。控制层向下与设备层联接,接受设备层提供的工业过程状态信息,向设备层给出过程控制指令,控制层与设备层即可组成自动化系统。对于具有一定规模的集中监控系统,控制层往往设有多个控制站(又称控制器),控制站之间联成控制网络,可以实现数据交换。控制层设备有多种类型,如可编程序控制器(PLC)、工控制计算机

(IPC)、远方终端(RTU)、智能调节器、单片机控制器等,它们有各自的特点和实用领域。控制层是集中监控系统可靠性的主要保证者,每个控制站应做到可以独立运行,至少可以保证生产过程不中断。

(3) 管理层:实现监控系统的监视与控制决策。管理层往往是由多台电脑(微机或工作站)联成的局域网组成,一般分为监控站、维护站(工程师站)、决策站、数据站(服务器)等。其中监控站向下联接多个控制站,且管理层各站可以通过局域网透明地使用各监控站的数据与画面;维护站可以实时地修改各监控站及控制层的数据与程序;决策站可以实现和监控站的整体优化和宏观决策(如调度指令、领导指示)等;数据站与Web服务器(信息层)可以共用1台计算机,也可以设专用Web服务器。

(4) 信息层:提供全球范围监控信息服务。信息层一般以广域网(或国际互联网)作为信息载体,使得一个集中监控系统的所有信息可以发布到全世界任何地方,也可以从全世界任何地方进行远程监控与维护。也可以说,全球信息系统、控制系统可以联成一个网。每个集中监控系统需要1台Web服务器(计算机),将本系统信息发布到互联网。

上述为一般监控系统组成情况,这是一种典型的DCS(分布式控制系统)与IT(信息系统)相结合的组成方式。如采用FCS(现场总线系统)技术,则设备层与控制层可以合并为一个层。如不需要将系统信息发布到互联网,信息层也是可以省略的。

5 给水集中监控系统组成

给水系统一般由取水系统、水处理系统和输配水系统(即管网系统)组成。取水系统、水处理系统和输配水系统的送水泵站在位置上比较集中,组成给水厂(站)进行统一管理,对于较大型的给水系统而言,往往设有多座给水厂。结合给水系统的组成特点,给水集中监控系统相应地分为两类子系统,即水厂集中监控系统 and 管网集中监控系统,如图2所示。

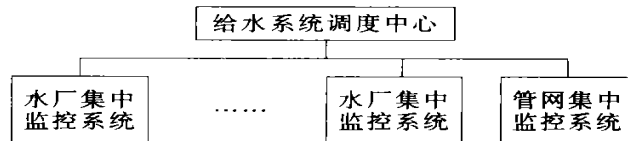


图2 给水集中监控系统组成

各子系统与调度中心可以采用有线通信或无线通信。有线通信可以采用局域网(LAN)、广域网(WAN)或互联网(INTERNET)等方式,无线通信则多采用宽带通信方式,以满足大量和快速数据传输的需要。由于

互联网技术和应用的迅速普及,各类信息系统(包括集中监控系统的信息层)通过互联网进行通信将成为主流,因为其具有以下优点。

(1) 宽带:通信速度快,数据交换量大。

(2) 标准:标准的通信协议,标准的硬件配置,标准的应用软件。

(3) 普及:地域覆盖全球所有国家和地区,应用涉及各行各业,使用者涵盖各类人群。

(4) 可靠:高可靠光缆通讯,多选择性和智能性路由,高冗余设备保障,通信几乎是不中断的。

(5) 低价:建设费用低,使用费用低。

目前,使用互联网的主要缺点是安全性稍差一些;但是,随着数据加密技术、防火墙技术等提高和监督管理的加强,安全性问题是可以彻底解决的。

6 水厂集中监控系统的组成与功能

水厂一般设中心控制室,集中监控全厂各控制站并与调度中心联网。水厂一般包含以下控制站。

(1) 取水控制站

根据清水池的水位控制取水泵站(一级泵站)各机组的启停。若能对取水泵进行调速控制,可以使得清水池水位更稳定,清水池设计容积也可以减小。

(2) 投药控制站

投药控制站的控制任务有2项:絮凝剂与助凝剂溶液的制备;絮凝剂与助凝剂投加量的控制。因此,有时也分为2个控制站。

絮凝剂与助凝剂溶液制备的控制主要是固体药剂溶解过程控制和溶液浓度控制;絮凝剂与助凝剂投加量的控制是以待滤水水质保证和节约药剂为目标的控制。由于絮凝剂与助凝剂的投加量与原水水质、流量、制水工艺、药剂效能等很多因素相关,且投药后的效果不能立即检测到,所以,絮凝剂与助凝剂投加量的控制目前仍然是一个难题。

然而,絮凝剂与助凝剂投加量的控制直接影响水质(即给水系统产品的质量),也决定着水厂最大成本之一的药剂费用,所以,这一控制问题必须认真研究、解决好和应用好。目前,采用流动电流检测(SCD)和智能控制技术实现絮凝剂与助凝剂投加量的控制是比较有前途的方向。

(3) 排泥控制站

该控制站主要控制反应池、沉淀池、澄清池等的排泥,保证它们的工艺生产条件。排泥控制一般采用3种方式之一:定时控制、泥量预估控制和泥量检测控制。

(4) 过滤控制站

过滤控制的主要目标是在保证出水质量的前提下,尽量发挥滤料的工作能力,减少反洗或清洗水量(气量)的消耗,另外还要进行滤池反洗过程中的顺序控制。

因为滤池是水质净化的保证环节,也是提高出厂水质的关键环节,在我国生活饮用水质量标准上新台阶后,过滤的控制变得更为重要了。

(5) 消毒控制站

消毒控制站主要控制消毒剂投加量以保证消毒效果。由于目前对消毒效果无法直接快速检测,所以多数情况下采用流量比例控制,或以水中消毒剂作用后的余量作为控制目标。

(6) 送水控制站

送水控制站是另一个非常重要的控制站,因为它不但决定给水系统第一大成本——电耗,而且也决定着给水系统用户的供水压力要求能否满足。该站与管网集中监控系统关系密切,虽然在物理位置上与水厂集中监控系统靠近,但常接受管网集中监控系统(调度中心)的调度。

送水控制站除了控制水泵机组的启停外,更重要的是控制水泵机组调速,以实现更快速、更精确的压力保证和最大限度地节能。

(7) 配电控制站

配电控制站主要监控水厂配电站内高低压开关柜、主变、厂变等配电系统的有关数据和状态。

(8) 排水控制站

控制水厂自用水排除与回用等,是一个简单的控制站。目前,水厂各控制站一般采用PLC作为控制器,在不久的将来,现场总线控制将成为水厂集中监控的新模式。

7 管网集中监控系统组成与功能

由于给水管网是大规模非线性系统,其建模、水力分析、优化调度等的研究仍在不断深入,计算机信息技术和控制技术的应用是提高管网供水质量、保证率和节约成本的必然途径。管网集中监控必须做好基础工作,即建立GIS系统(即地理信息系统)。由于管网系统是不断改造和扩展的,所以必须建立以数据库为支撑的GIS系统和动态模型。

管网集中监控的另一个重要工作就是建立压力、流量和水质监测点。由于管网分布范围广,所以它们的采集信号一般以无线通讯方式集中到监控中心(或调度中心)。

管网集中监控系统一般由给水管网GIS系统、数

数据库管理系统、生产调度系统和社会服务系统等组成,如图3所示。

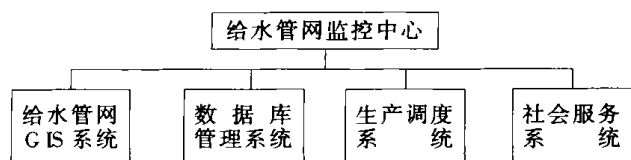


图3 管网集中监控系统组成

(1) 给水管网GIS系统功能

GIS是管网集中监控系统的核心功能,具有以下功能子系统,它们分别是:基础平台的图库管理子系统、管网编辑子系统、管网管理子系统、事故处理子系统、管网维护管理子系统等,通常每个子系统均可由数个模块组成。它们分别提供以下功能:对点、线、区3种图元的空间数据和图形属性进行输入和编辑,以实现地形图建库、图库管理和数据转换;提供强有力的网络输入手段,构造网络拓扑关系,建立与管网元素相关的属性数据和提供管网图形属性编辑工具;对管网信息进行全面分析,提供属性与管线的双向查询工具,检索各种需要的数据和信息;对爆管事故和火灾事故进行处理,及时排除故障,减少损失;对管道完工档案、闸门和管网运行状态等进行管理。

(2) 数据库管理系统

该系统是管网监控系统的数据中心,与其他子系统具有紧密的数据联系,具有规范的数据格式和完善的数据管理功能。存放的数据一般有:GIS系统的管网图形数据、管网模型数据、管网属性数据;管网实时状态数据,如各检测点的压力、流量、水质等数据,包括从水厂过程控制系统获得的水厂运行状态数据;

调度决策数据,包括决策标准数据(如控制压力、水质等)、决策依据数据、计算中间数据(如用水量预测数据)、决策指令数据等;管网管理数据,即从企业管理系统接口获得的用水抄表、收费、管网维护、故障处理、生产核算成本等数据。

(3) 生产调度系统功能

生产调度系统功能一般包括:数据采集功能,即根据调度中心生产指挥的需求,采集各水厂出厂水及管网各检测点的压力、流量、水质等数据,采集各水厂供水水泵机组运行的水力与电力参数;数据传输功能,将现场采集到的数据,或直接或通过水厂监控中心,实时地传递到生产调度中心主系统;数据显示及分析功能,生产调度中心主系统将获得的各类信息及数据,经过分析、加工,直观地、动画地显示出来,供生产调度指挥人员使用;报警功能,系统可对各水厂机泵运行异常,如电压、电流的不足或过载等,管网压力

不足或超限、水质超标等进行及时报警;历史数据的存储、检索、查询及分析功能;报表显示及打印功能;

遥控功能,根据需要系统操作人员可在调度中心对有关水泵实现开停与调速遥控;在线优化调度功能,以管网GIS为背景建立管网优化调度数学模型,进行优化调度计算,降低系统运行总成本。

(4) 社会服务系统功能

给水管网系统在实际运行过程中,有可能发生各种各样的事故(诸如爆管、停水、水压不足等),城市居民、单位均可通过预先设置的电话通知自来水公司,以便急时得到维修,这就是应急事故处理的社会服务功能。此外,还可提供数据查询等其他服务功能。

8 给水集中监控系统的发展方向

(1) 现场总线(FCS)技术的应用

现场总线是应用在生产现场的全数字化、实时、双向、多节点的数字通信系统。现场总线技术将专用CPU置入传统测控仪表,使它们各自都具有了数字计算和通信能力,即所谓“智能化”;采用可进行简单连接的双绞线、同轴电缆等作为联系的纽带,把挂接在总线上作为网络节点的多个现场级测控仪表连接成网络,并按公开、规范的通信协议,使现场测控仪表之间及其与远程监控计算机之间实现数据传输与信息交换,形成多种适应实际需要的控制系统,即所谓“网络化”;由于这些网上的节点都是具备智能的可通信产品,因而它所需要的控制信息(如实时检测数据)不采取向PLC或计算机存取的方式,而可直接从处于同等层上的另一个节点上获取,在现场总线控制系统环境下,借助其计算和通信能力,在现场就可进行许多复杂计算,形成真正分散在现场的完整控制系统,提高了系统的自治性和可靠性。

目前,国内外现场总线有60种之多,常用的有FF、Lonworks、Profibus、HART等。现场总线技术发展的新动向,是以成熟的工业以太网Ethernet的协议架构高速现场总线。

(2) 管理控制一体化

在市场经济与信息时代的飞速发展,企业内部之间以及与外部交换信息的需求不断扩大,现代工业企业对生产的管理要求不断提高,这种要求已不局限于通常意义上的对生产现场状态的监视和控制,同时还要求把现场信息和管理信息结合起来。管控一体化就是建立全集成的、开放的、全厂综合自动化的信息平台,把企业的横向通信(同一层不同节点的通信)和纵向通信(上、下层之间的通信)密切联系(下转第11页)

要在水厂内选择合适的压力采样点即可实现,而且压力信号可靠、稳定。但出口压力与控制点的压力是有差距的,有时可能差距较大,从而使水泵的节能效果与最佳效果仍有差距。鉴于出口恒压的传感器设置方便、信号可靠等优点,一般系统均采用此种方案。

(2) 变频调速控制点恒压供水模式

控制点恒压供水方案可以保证系统始终在最合理的工况点工作,从而达到最大限度地节约能源的目的。但是,对于一个供水系统来讲,控制点有时是有条件的、是相对的,一个系统可能有几个压力控制点(从理论上讲,系统一般情况下是一个控制点),可能距离较远,较为分散,这时,几个控制点同时取样,并远距离传输。因而,信号的采集和传输相对困难,压力信号的可靠性较差,从而导致控制点恒压供水实现起来投资较大,且较为困难。

(3) 变频调速恒压供水模式

由于变频调速装置的出现,只要有可靠的流量信号传感器,恒压供水方案很容易实现,但除特殊工艺等要求外,一般生产和生活用水的供水系统都不采用恒压供水模式。

4 选用变频调速装置应注意的几个问题

(1) 对于所有的供水系统,水泵的调速范围受水泵本身的机械特性和配套电动机额定功率的限制,水泵一般以下调转速为主。在压力恒定的条件下,水泵流量不为零的频率不应过低,以保证电机正常地散热。

(2) 变频调速恒压供水系统转速可以下调,但不宜过低。这还可从水泵转速-效率曲线(图2)清楚地看出,随着水泵转速降低,水泵的效率也在不断降低。要避免这种情况出现,就应控制水泵的转速下限,这通过系统的转速下限设定即可实现。笔者建议转速下限宜设定在 35 Hz 以上。

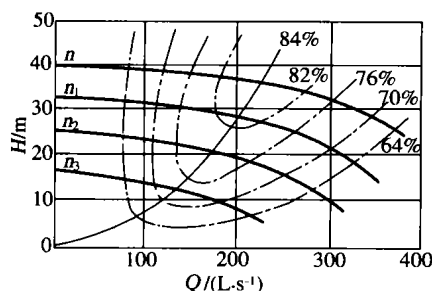


图2 水泵转速-效率曲线

(3) 变频调速装置对电力负荷要求高,要求电源可靠性高,一旦停电,整个系统就会停水。因此,在电源不可靠或者供水可靠性要求较高的供水系统,应充分考虑电源的可靠性对系统的影响。

(4) 在水量变化特别大、供水量较小的场合,设备的利用率很低,且投资较大,也不宜采用变频调速恒压供水系统,如前面讲到的济南站客车给水系统的情况。

(5) 在系统改造的同时,还应注意采用变频调速恒压供水方式后,系统的工作压力会有所降低。此时,系统中的有些水泵可能会偏离高效区工作,致使水泵效率降低,造成不必要的能源浪费,此时,还应相应地调整系统其他水泵的型号,保证工频水泵也在高效区工作。

(6) 某些中小型供水系统,水泵夜间或其他小流量供水时段内往往是间断供水。常规的系统是采用水塔储水或市政管网直接供水等工作方式。对于变频调速恒压供水系统,如果水泵长时间在低转速下工作,也会因效率降低产生不必要的无效能耗,此时应考虑采用:市政管网压力直接供水;夜间定时供水;水塔工频储水后停泵等间断供水方式。

(7) 在实施给水自动化系统的过程中,应注意变频调速装置在变频过程中,会产生大量杂波,给自动化控制的信号带来一定的干扰源,干扰自动化系统的正常工作。因此,给水自动化的实施过程中,应考虑采用信号隔离技术,消除变频调速装置产生的杂波对给水自动化系统的干扰。鉴于我国目前对变频调速装置的杂波问题尚没有明确的限制,在进行给水自动化设计的变频调速装置系统中,选型时也要注意变频调速装置的杂波问题。

综上所述,变频调速恒压供水系统不仅可以实现节能,还具有供水系统施工工期短、占地面积小、施工方便的优点。在运行管理中减轻了工人的劳动强度,提高了管网供水压力的质量,减少了水泵启停对电网的冲击,同时提高了供水系统的可靠性和自动化水平。

因此,对于铁路给水系统,在系统流量变化相对稳定的条件下,采用变频调速供水系统代替水塔加压供水系统,无论是从节能还是系统工况点调整的机动灵活性等方面,都有着其他供水系统不可比拟的优越性,在既有系统改造或新线建设时,应给予充分的重视。

(上接第8页)在一起,通过对经营决策、管理、计划、调度、过程优化、故障诊断、现场控制等信息的综合处理,形成更广泛的综合管理系统。

(3) Internet 使全球集控一体化

集中监控技术使工业控制系统的现场控制设备与计算机局域网连接,大大扩展了过程控制的功能与范围,而 Internet 的应用,使过程控制可以在世界任何地点实现异地监控,也使设计、制造、过程控制、管理、决策等实现信息共享,并真正融为一体。

RAILWAY STANDARD DESIGN

No. 10, 2002

Abstracts and Keywords

A Strategic Proposition of the Development of Water Supply Industry of Railways

Water Supply and Drainage Group Environmental Protection Committee China Railway Association

Abstract Major achievements of water supply industry of railways in past years and existing problems are introduced. A strategic development proposition of water supply industry is put forward based on increasingly high demand over the quality of water supply and comparatively low level of this industry.

Keywords railway water-supply, development, strategy

Analysis of Construction Standard for Centralized Monitoring System for Water Supply

Ding Guoxing

Abstract The objective and target of implementing monitoring standard are illustrated. Key links for grasping monitoring standard and proper determination of monitoring program are demonstrated and analyzed. Quality acceptance must be strictly controlled.

Keywords railway water-supply, monitor, technical management standard, quality acceptance

General Description of Centralized Monitoring System for Railway Water-supply

Fang Yongzhong, Lin Yuyuan

Abstract Basic concept, characteristics, composition and functions of centralized monitoring system for railway water-supply are introduced. The necessity, significance and development orientation of the system are illustrated.

Keywords railway water-supply, centralized monitor, composition, function

The Application of Frequency-converting Speed-regulating Technology to Railway Water-supply

Zhai Wei

Abstract Frequency-converting speed-regulating constant-voltage water supply system has broad uses in railway water-supply. Applicable conditions and energy-saving mechanism of the system are explored and summarized base on several practical applications.

Keywords railway water-supply, frequency-converting speed-regulat-

ing, technology

Design of Water Source for Qinghai-Tibet Railway in Permafrost Zone

Li Jian, Wang Maoyu, Ji Hua

Abstract Various water source design programs are studied based on hydrogeological characteristics of the permafrost depopulated zone in Qinghai-Tibet Plateau. The design program of taking water from below the frozen soil stratum through tube well is described in detail.

Keywords Qinghai-Tibet Railway, permafrost, water above frozen soil stratum, water below frozen soil stratum, tube well

The Application of Reverse Osmosis Technology to Treatment of Brackish Water with High Fluorine Content

Cui Yafan

Abstract The feasibility of using reverse osmosis technology for treatment of brackish water with high fluorine content is studied through small-sized experiment. The design of membrane element structure with optimized combination and conditions for all-round control of membrane contamination are introduced.

Keywords reverse osmosis, deep well water with high fluorine content, membrane, design

Practice of and Study on Sewage Treatment Using SBR Technology

Guo Lin

Abstract Treatment of sewage using SBR technology is introduced based on practical engineering applications. Technological characteristics of SBR technology are analyzed and summarized.

Keywords SBR technology, sewage treatment, activated sludge process

Electric Coagulation Treatment of Waste Emulsion

Fei Qingzhi, Xu Zhi

Abstract Operating conditions for electric coagulation treatment of waste emulsion were tested. Testing result shows that 8mm polar plate spacing, 5mA/cm² current density, and 25min duration are optimum operating conditions. It is proved that recycled water from waste emulsion may be completely used for preparing of new emulsion.

Keywords electric coagulation, emulsion, recycle