

透光率脉动检测技术在矿井水处理中的应用

孙连鹏, 常忠海, 李圭白

(哈尔滨工业大学, 黑龙江 哈尔滨 150090)

摘要: 介绍了透光率脉动检测技术在矿井水混凝投药控制中的应用情况, 并通过实际的水质、水量等的改变对该控制系统进行了评价。

关键词: 混凝; 透光率脉动; 矿井水处理; 自动控制

透光率脉动传感器是一种在线光学检测装置, 它通过检测透过流动悬浮液的光强度的脉动状态反映絮凝后水中形成的絮凝体的生长情况, 其检测参数少、灵敏度高、检测值R直接反映了水中的混凝效果。因此, 以R值为控制参数的透光率脉动混凝投药自动控制系统已经在水处理领域中得到了一定的应用, 尤其在高浊度水的混凝剂自动投加控制方面获得了较好的社会效益和经济效益^[1-2], 透光率脉动检测技术在矿井水处理中的应用与研究则是在近几年中才发展起来^[3]。本文将介绍透光率脉动混凝投药控制技术在山东兖州矿务局的应用情况。

1 水厂概述

山东省兖州矿务局某煤矿下属的矿井水处理厂, 处理煤矿原煤开采产生的矿井水, 处理后的清水目前主要用于洗煤、绿化以及矿区职工洗浴, 将来经过深度处理后, 可以用于生活饮用。

此矿井水处理厂原水的浊度不高, 颜色为灰黑色, pH 偏碱性, 水量日变化幅度不大, 但时变化幅度较大, 时变化系数约为 1.5—1.8, 其水质参数平均值见表 1。本处理厂主要是去除矿井水中的煤粉悬浮物, 故表中只列出基本参数。

表 1 煤矿矿井原水水质

项目	色度	浊度/NTU	pH 值	SS/(mg·L ⁻¹)
平均值	45	230	7.6	460

2 透光率脉动控制系统的配置

本煤矿矿井水处理厂有新、旧两套处理系统。新系统处理工艺采用加药絮凝、反应、沉淀、过滤等常规工艺, 旧系统处理工艺与新系统基本相同, 不同之处仅在于其反应池为折板反应池。为了提高处理厂自动化水平、保证出水水质、减少药耗, 需要对混凝剂和助凝剂投加进行自动控制, 该矿井水处理厂于 1997 年引进了哈尔滨建筑大学研制开发的透光率脉动絮凝检测系统, 以及由河北省唐山煤矿设计研究院开发研制的自动控制系统, 并将本系统应用在新系统中。

混凝剂投加自动控制系统示意图见图 1 所示。原水经过预沉调节池初步沉淀后, 通过计量泵加入混凝剂——聚合氯化铝(PAC), 经过管道混合后, 进入配水井, 在配水井中加入助凝剂——聚丙烯酰胺(PAM)。在迷宫反应池中取水样, 水样通过透光率脉动检测传感器后排放, 传感器检测出 R 值并将检测信号 R 值传送到絮凝控制器。絮凝控制器将 R 值与设定值进行比较, 按其差值的大小和符号, 通过 PID 调节其输出值, 并将输出值转化为 4~20mA 标准信号传送给变频调速设备。由变频调速设备根据该信号自动改变隔膜计量泵的电机转速, 从而自动调节混凝剂投加量。在本系统中, 沉淀池出水浊度值是控制系统的最终目标值, 沉淀池出水管上安装的清水浊度仪(美国哈希公司的 HACH—1720C)可以在线连续检测沉淀池出水浊度, 并将检测信号传送给浊度控制器。浊度控制器将检测到的浊度值与浊度设定值(目标值)比较, 按差值的大小和符号, 通过 PID 调节絮凝控制器的设定值。本系统以沉淀池出水的浊度值为主参数, 以 R 值为副参数, 构成串级控制系统, 它既可以对各种干扰的影响迅速作出响应, 又可以对各种偏差和漂移进行自动修正, 提高了控制精度。

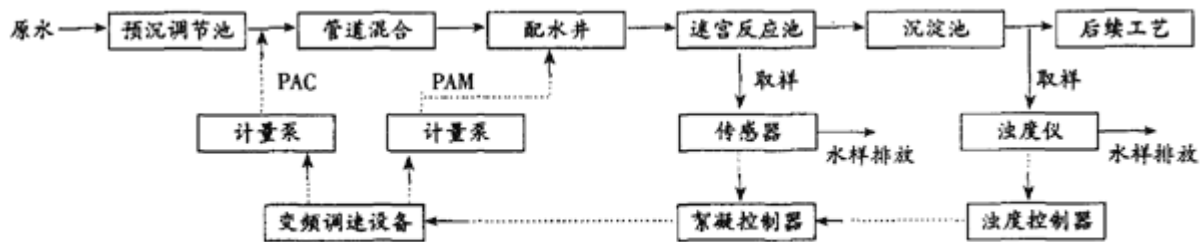


图1 控制系统

3 透光率脉动控制系统性能评价

3.1 系统的灵敏性

为了评价系统的灵敏性，在调试阶段人工改变混凝剂投加量（通过改变计量泵的频率），同时记录透光率脉动检测值 R 的变化情况，所得的结果见表 2。

表 2 系统灵敏性评价表

计量泵频率/Hz	10	20	30	40
混凝剂投加量/(mg·L ⁻¹)	10	20	30	40
透光率脉动检测值 R /%	32.1	42.8	58.7	67.2

从表 2 中可以明显的看出：系统对混凝剂投加量的变化具有较好的灵敏性，该处理工艺在一般的水质条件下，混凝剂加量一般在 20—30mg/L，系统在此加药量下具有较好的灵敏性。

3.2 控制系统的动态调节性能

3.2.1 浊度控制回路的调节性能

浊度控制回路的调节性能的检测方法是人为地改变沉淀池出水浊度的设定值，观察浊度检测值的变化情况，系统通过调节使浊度检测值基本稳定在新设定值所需要的时间即为调节速度。图 2 为当沉淀池出水设定值由 15.0NTU 调整为 13.0NTU 时系统的调节情况。从图 2 可以看出，在沉后水浊度目标值下调 2.0NTU 后，絮凝检测值 R 开始缓慢上升，这是由于浊度控制器不断提高絮凝检测设定值缘故，而沉后水浊度检测值在大约 40min 后开始下降，大约 180min 后，沉后水检测值被调整到了新的目标设定值，这说明浊度控制回路的调节时间大约为 180min。由于设定值的变化是以日计，与此相比，系统的调节速度是比较迅速的，能满足生产要求。这说明系统对突然性的干扰具有良好的调节能力，满足生产要求。

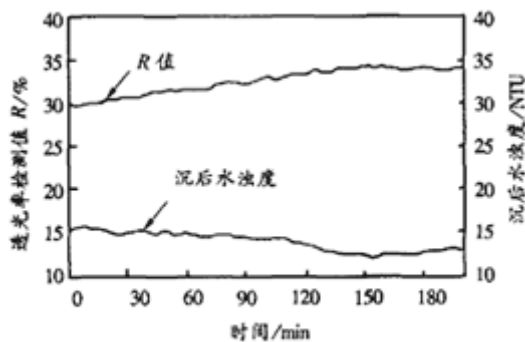


图2 浊度设定值减小时系统调节

3.2.2 控制系统对原水流量变化的调节

本系统中，由于井下工艺的要求，使得原水流量经常发生改变，对控制系统造成冲击，而原水水质比较稳定，变化很缓慢，对控制系统不会造成大的冲击，因此只考察控制系统对原水流量变化的调节能力。原水流量的变化幅度一般为 30%—50%，但变化速度较快，经常在十几分钟内流量发生改变，因此对控制系统的要求比较高。图 3 为在一次流量变化时系统的调节情况。从图中可以看出，系统对原水流量的变化的调节比较迅速及时，大约 15min 内就可以将检测值 R 调整到原设定值，而这对于沉淀池出水浊度的影响不大，可以满足处理工艺的要求。

通过对本系统的调节性能的评价，可以看出透光率脉动絮凝投药自动控制系统对于各种常见干扰都能够作出有效的响应，并及时作出调节。一般克服干扰的调节时间不超过 15min，沉淀池出水浊度的调节时间不超过 3h，并能够根据原水水质、水量和运行条件的变化及时调节投药量，使药量保持在最佳的状态，可以满足工艺对其调节性能的要求。沉淀后出水浊度的稳定性、合格率都明显地提高。

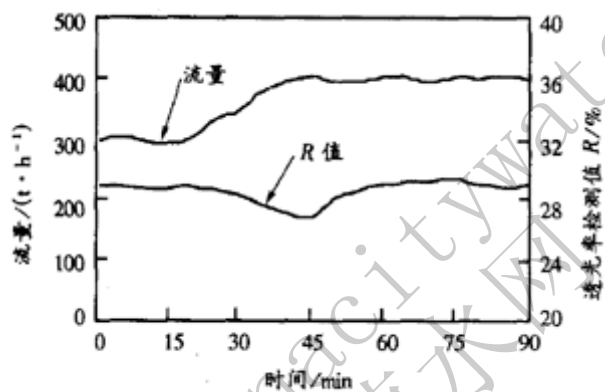


图 3 系统对原水流量变化的调节

4 经济效益的评价

透光率脉动混凝投药控制系统自 1997 年 10 月在水厂安装调试完成以来，一直运行良好，为了评价控制系统的经济效益，选取 1997 年 11 月至 1998 年 2 月期间进行药耗评价（每月中人工投药与自动投药各运行 15d）结果见表 3，自动控制系统的药耗比人工控制节省了 15.9%，可见自动控制系统具有较好的经济效益。

表 3 自动投药与人工投药耗药量对比

比较项目	比较时间			
	1997.11	1997.12	1998.1	1998.2
人工投药药耗/(mg·L ⁻¹)	22.8	23.1	21.9	23.3
自动投药药耗/(mg·L ⁻¹)	18.3	19.4	18.9	20.0
节约率/%	19.7	16.0	13.7	14.2
平均节约率/%	15.9			

5 结论

矿井水处理的投药混凝过程中，原水水质、水量等因素对絮凝效果有很大的影响，在人工控制投药条件下，很难保证投药量最佳。将透光率脉动检测技术应用于投药自动控制系统中，使得水质、水量等因



素对处理效果造成的影响能及时消除，沉后水浊度目标值基本稳定，具有很好的经济效益和社会效益。有望在矿井水处理混凝剂投加自动控制系统中得到更广泛的应用。

参考文献:

- [1]于水利, 李圭白. 高浊度水絮凝投药控制[M]. 大连: 大连理工大学出版社, 1997.
- [2]于水利, 李星, 李圭白. 悬浊液透光率脉动值检测法[J]. 中国给水排水, 1997, (2): 23~25.
- [3]常忠海. 透光率脉动检测技术在矿井水处理中的应用[D]. 哈尔滨: 哈尔滨建筑大学, 1999.

http://www.chinacitywater.org
中国城镇水网