

经验交流

出厂水余氯稳定性的控制

江迎春¹ 徐 军¹ 徐 飞²

(1. 绍兴汇津水务有限公司, 浙江绍兴 312035;

2. 绍兴市给排水设计咨询有限公司, 浙江绍兴 312035)

摘要 该文介绍了两类余氯仪表的优缺点及使用情况, 并指出其水厂氯气投加自动控制系统存在问题及解决办法。**关键词** 余氯 自控 余氯仪

On Stability of Chlorine in Drinking Water

Jiang Yingchun¹ Xu Jun¹ XuFei²

(1. Shaoxing Huijun Water Affair G., Ltd, Shaoxing 312035, China;

2. Shaoxing Water & Wastewater Eng. Design Consult. Co Ltd. Shaoxing 312035, China)

Abstract This article introduced advantage and disadvantage of two types of residual chlorine analyzer and some problems and counter measures in automatic residual chlorine control system of this water plant.**Keywords** residual chlorine automatic control residual chlorine analyzer

绍兴市宋六陵净水厂是 2001 年元月投入运行的现代化水厂, 日供水设计能力为 40 万 m³/d。主要设备均采用进口设备, 生产过程实现了自动控制。水厂投氯自控系统由在线余氯仪表、加氯机、RIO 模块、PLC 及上位机组成。其中, 滤后水加氯按照滤后水流量大小比例投加, 而出厂水则为负反馈自动补氯, 以保证出厂水水质的稳定。从几年的运行实际来看, 水厂出厂水余氯能稳定在设定值 ± 0.05 mg/L。以下介绍水厂加氯情况。

1 余氯随时间的变化情况

绍兴市宋六陵净水厂原水取自汤浦水库, 经达郭水库后, 自流到水厂。原水水质较好, 符合《地表水环境质量标准》I 类水体水质标准, 浊度在 2~4 NTU, 金属含量低, 有机物质较少。原水经水厂加药混凝、沉淀及过滤后, 出厂水浊度达到 0.1 NTU, 耗氧量低于 1.0 mg/L。出厂水余氯一般保持 0.5~0.6 mg/L, 能保证管网末梢 0.05 mg/L 以上。表 1 列出了水厂余氯随时间的变化情况:

表 1 余氯随时间变化情况

接触池 加氯量(mg/L)	接触池检测点		出厂水检测点		市区主管网入口检测点	
	氯接触时间	氯消耗百分率	氯接触时间	氯消耗百分率	氯接触时间	氯消耗百分率
1.1~1.3	10min	45%	120min	67%	540min	83%

从表 1 可以看出, 水中的余氯消耗主要在前 10min, 其后, 因出厂水水质好, 氯消耗较慢。

2 合理选择自控仪表, 确保余氯稳定

2.1 余氯在线仪表的选择

按余氯的检测原理, 主要分为两大类: 一类是比色测定; 另一类是电流测定。

2.1.1 比色法余氯仪

比色法的原理是水体中可利用的余氯(次氯酸和次氯酸根)在 pH 值介于 6.3~6.6 时会与 DPD 指示剂氧化成紫红色化合物。显色的深浅与样品中

余氯含量成正比(余氯的缓冲溶液可维持适当的 pH 值)。由于缓冲溶液的投加, 余氯的测定, 可不受水的 pH 值的影响, 结果较为稳定。

2.1.2 电流法余氯仪^[1]

从图 1 可看出, 电流式余氯仪有两支电极。其中, 一支是选择性电极, 只能检测次氯酸(HClO)的含量(其原理下面介绍), 另外一支是 pH 电极, 检测水样的 pH 值。水样 pH 在 4~11 时, 游离氯含次氯酸和次氯酸根。仪表的转换器根据不同 pH 条件下次氯酸占余氯的百分含量(见图 2), 经过自动处

理,显示出水样中余氯含量。

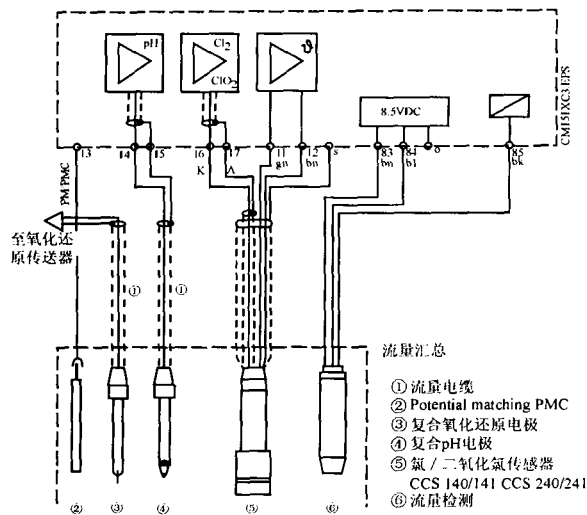


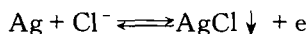
图1 电流法仪表构造

余氯传感器 CCS140/141 是采用传导膜的选择性电极系统^[2],可检测次氯酸(HClO),而对其他离子无选择性。

若溶液中有 HClO 通过传导膜进入电极系统,阴极将发生电极反应:



阳极发生电极反应为:



由阴、阳极电荷的得失可以发现两极的电流将会迅速增大,增加量与次氯酸(HClO)浓度成比例,通过测量电流的变化即可算出其含量。

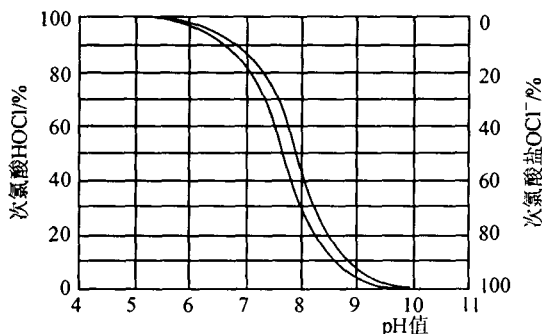


图2 不同 pH 下次氯酸、次氯酸盐占余氯的百分比

从图 2 看到,当待测溶液 pH 为 7 时,游离氯中 HOCl 的含量约为 80%,当待测溶液 pH 上升到 7.5 时,游离氯中 HOCl 的含量下降到 53%左右。即随着 pH 的升高,游离氯中 HOCl 的含量降低。所以,电流法检测余氯含量,要求待测溶液 pH 值波动小,否则,HOCl 测量中的小误差,经过计算游离氯后,

则被明显放大,增加游离氯的检测误差。

2.1.3 实际应用情况

宋六陵水厂 2001 年元月开始供水,氯的投加用自动控制,特别是出厂水补加氯能自动反馈,反馈控制仪表为 E+H 的 CCM140/141 型余氯仪,从初期的使用看,出厂水余氯稳定在设定值 $\pm 0.05\text{mg/L}$,控制效果好。

水厂源水是水库水,夏季 pH 值低,最低时仅 6.4,水厂从 2002 年开始加碱,由于加碱自动化系统准备在水厂二期扩建中改造,导致水厂出厂水 pH 在 7.0~7.5 范围波动,波幅较大。此时,E+H 余氯仪检测准确性明显下降,经常表现为随 pH 值上下波动,使水厂补加氯的自动控制难以实现。

2004 年,水厂改用哈希 CL17 型余氯仪,从应用情况看,出厂水 pH 在 7.0~7.5 区间波动,不影响其余氯检测结果。现水厂补加氯自动反馈系统恢复使用,并且控制效果好。

3 合理设计水厂的加氯自控方式

水厂接触池按流量配比投加氯消毒,并有在线余氯仪监测,当余氯值低于 0.3mg/L 时报警,提示操作人员。此处在线仪表主要作用是防止氯气投加出现故障,及时提醒操作人员。出厂水总管上设氯气的二次投加点,并在其后设置余氯反馈仪表,实现余氯补加的自动反馈。以上水质采样点及加氯的方式,是专业公司根据自动控制的需要设置的,从实际运行看,氯气自动补加的效果较好,能保证出厂水余氯在设定值 $\pm 0.05\text{mg/L}$ 的范围波动(至少有 95% 的保证率),图 1 表示了该控制方式。

3.1 水厂原加氯控制方式

水厂原加氯控制方式见图 3

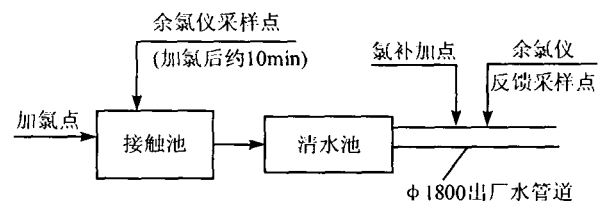


图3 水厂原加氯控制方式

原有投氯方式,产生了以下问题。

1. 水质采样点设置不合理

2001 年卫生部《生活饮用水卫生规范》对余氯规定:“在与水接触 30min 后,应不低于 0.3mg/L ”。水厂接触池虽然有在线余氯仪检测点,但在设计流量下,其消毒时间约为 10min,不符合要求。出厂水 1.8 米的总管上,设置的反馈余氯仪检测(采样)点

在补加氯之后,其虽然能有效控制出厂水的余氯,但因水与补加的氯接触时间更短,其也不符合《生活饮用水卫生规范》规定的水质采样点。

2. 接触池余氯仪作用不大

接触池余氯仪监控加氯系统的运行,当余氯值低于 0.3mg/L 时报警,提示操作人员出现故障。此处在线仪表主要作用是防止氯气投加出现故障,及时提醒操作人员。但在实际运行中,通过监控加氯系统的真空度更加直接和及时,所以此处余氯仪的作用不大,为了避免浪费,已舍去此处的余氯仪。

3. 自控方式不尽合理

因供水管网较长,为了保证管网末梢水的余氯,绍兴市宋六陵净水厂出厂水一般为 $0.5\sim 0.6\text{mg/L}$,市区管网余氯一般为 $0.1\sim 0.2\text{mg/L}$,能满足用户的需要。

余氯的消耗机理比较复杂,主要与水质(如水温、有机物的含量等)及氯的消耗时间相关。水厂按照上面的自控方式投氯,确保了出厂水余氯在设定值 $\pm 0.05\text{mg/L}$ 范围波动,但从自来水公司在线仪表的监测情况看,管网余氯波动范围明显高于水厂,甚至在个别检测点偶尔出现 0.05mg/L 以下的情况。

通过调查发现,上述的加氯自动控制方式,虽然能保证出厂水余氯值的稳定。但氯补加量却波动较大,从而影响管网余氯的稳定。所以,为了降低管网余氯的波动,不但要保证出厂水余氯值的稳定,还要控制氯的补加量,减少氯补加量的波动。

水厂结合实际情况,提出以下解决办法:

3.2 改造后的加氯控制方式

改造后的加氯控制方式见图 4

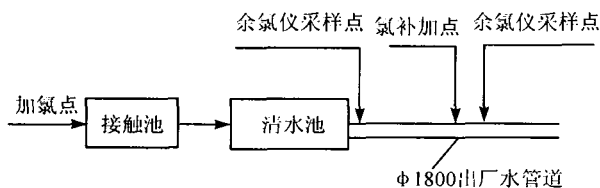


图4 水厂改造后的加氯控制方式

在出厂水总管氯补加点之前设一个采样点,安装余氯仪在线监测补氯前的余氯值,并适当修改投氯的自动控制方式,使氯的补加量控制在 0.1mg/L 以下,并保证出厂水余氯的稳定。

因水厂清水池的设计容积一般为生产能力的 $10\%\sim 15\%$,一次加氯后的水在清水池内的停留时间达 2h 以上,所以,增加的这个采样点,使水厂满足

了《生活饮用水卫生规范》对余氯规定的“在与水接触 30min 后,应不低于 0.3mg/L ”采样要求。

修改后的自控方式如图 5

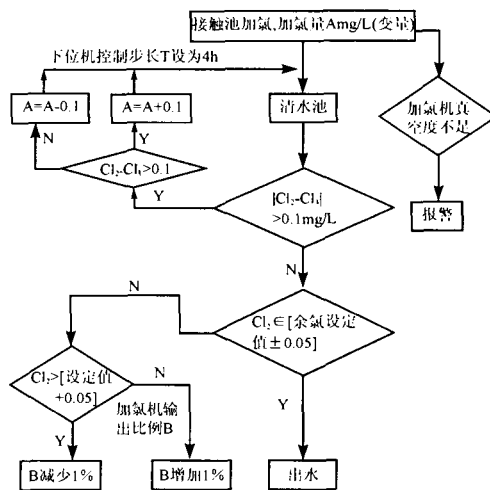


图5 修改后的自控方式

因水库水质好,日变化小,并考虑到滤后水在清水池中的停留时间小于 4h ,将接触池氯投加控制的下位机控制步长 T 设为 4h ,并根据出厂水补加氯前后两只余氯仪测定值之差,修改接触池氯的投加比例为 $A = A \pm 0.1\text{mg/L}$,使出厂水氯的补加量控制在 0.1mg/L 以内。另外,通过出厂水余氯仪的反馈控制,使出厂水余氯在设定值 $\pm 0.05\text{mg/L}$ 的范围内波动。

投加氯的自控程序经过调整后,管网余氯波动范围减小,并且管网监测点没再出现 0.05mg/L 以下的情况。

4 结论

1. 水中的余氯消耗主要在前 10min 。
2. 比色法余氯分析仪响应时间长,适于 pH 值日变化较大的水样检测。而电流式余氯分析仪响应时间短,反应速度快,适于 pH 值日变化小的水样检测。
3. 为了稳定管网的余氯量,不但要保证出厂水余氯值的稳定,还要减少出厂水氯补加量的波动。

参考文献

- 1 《Mycom CCM 121/151 Transmitter/Controller for Chlorine, Chlorine Dioxide, PH and Temperature》, Endress + Hauser
- 2 《两种在线余氯分析仪的原理及使用》,重庆市自来水公司

收稿日期:2004-11-8