

水质在线监测系统在大型饮用水库中的应用

郑丹萍, 张 峰, 梁 亮

(浙江省绍兴市汤浦水库有限公司, 浙江 绍兴 312000)

摘要 针对汤浦水库水质监测存在的难点而实施水质在线监测系统建设, 并介绍分析监测系统的结构组成及功能特点。该系统的投入运用, 不仅实现了对水库水质的实时、连续监测, 而且可以及时发现水库水质突发性变化, 预警作用明显, 为工作决策提供科学依据。

关键词 水质; 在线监测; 饮用水; 大型水库

中图分类号: X832

文献标识码: B

文章编号: 1004-693X(2009)S1-0145-03

加强饮用水源地水质监测工作, 构建完善的水质监测体系, 是有效监控水源地污染事故发生、保障全社会饮水安全的重要基础^[1]。绍兴市汤浦水库作为虞绍平原供水专用水库, 是虞绍平原目前唯一的饮用水水源地, 承担着向虞绍平原近 200 万人口的供水重任。水库流域控制面积达 460 km², 总库容 2.35 亿 m³, 设计日供水规模达 100 万 t, 属国家大 (II) 型水库。

汤浦水库由于经常受气象条件、季节变化以及上游乡镇污染源排放等的影响, 其水质随时变化。平时的常规水质监测和水样分析既不能正确地反映水库水质连续的动态变化, 也不能及时发现由偶然事件而引发的水质突发性变化。作为虞绍平原唯一的饮用水源, 汤浦水库迫切需要建立水质在线监测系统, 一方面能够及时、准确、全面地掌握水库水质现状及变化趋势, 实现对水库水质变化趋势的实时监测以及在水质突发性变化时能及时预警; 另一方面也需要为研究水体污染、自净、变迁规律, 提供现代科技手段, 从而为水环境管理监督、决策规划、污染防治等工作决策提供科学依据。

1 汤浦水库水质监测面临的难题

a. 由于水质常规监测方式存在以下一些问题:

①连续监测能力和跟踪监测能力不足。目前的常规监测主要采用现场采样、实验室分析的做法, 往往水样在离开水体后, 由于环境的变化, 检测结果失去代表性和实效性, 在集中排放或暴雨期间经常存在短历时浓度偏高, 即“冲洗效应”, 无法及时捕捉到瞬时

情况, 导致无法获得实时、准确的水质变化参数^[2]。
②缺乏必要的预警能力。由于常规监测不能实现水库水质实时连续监测, 无法在水质发生突发性变化时及时预警, 无法充分满足水库管理局水源水质监测工作的需要。

b. 由于水库上游尚有 82 个乡镇共计 11 万人口尚未搬迁, 仍有部分生活和生产污染物流入水库水体, 造成水库水质呈富营养化趋势。虽然汤浦水库在上游开展进行了大量改善水质、保护水体的工作, 如对上游村庄垃圾进行集中收集清理, 兴建上游湿地工程, 放养鱼种等, 但水库水质仍面临富营养化的威胁。

c. 汤浦水库于 2000 年 1 月正式投入运行, 水库管理局在水环境管理工作中建立了原始水质数据库。由于水环境治理具有时空性等特点, 只有坚持长期连续监测, 才能从大量的水质监测数据中揭示其变化规律, 预测水质变化趋势, 监测数据越多, 预测的准确度就越高。

而水质实时在线监测系统可以建立一个长期连续的水质监测数据库。在拥有大量监测数据的基础上可以建立各类分析图表, 实现数据对比、水质评价、趋势预测等, 便于快速了解和掌握水库水质当前状况和未来变化趋势, 从而为水环境管理监督、决策规划、污染防治等工作决策提供科学依据。

2 系统介绍

汤浦水库水质在线监测系统是以在线自动分析仪器为核心, 运用现代传感技术, 自动测量技术, 自

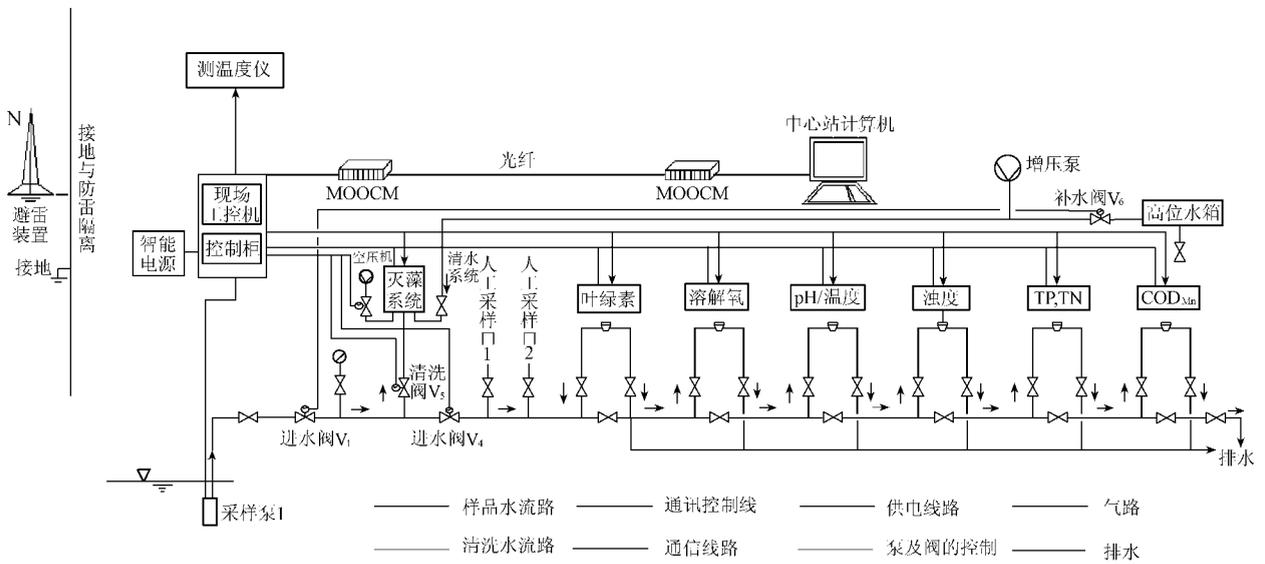


图 1 汤浦水库水质在线监测系统

动控制技术,计算机应用技术以及相关的专用分析软件和通信网络组成的一个综合性的在线自动监测体系^[2]。系统主要由采样系统、配水进样系统、分析仪器监测单元、控制通讯单元、软件系统单元、数据存储单元及其他附属设备等组成^[3]。见图 1 所示。

2.1 采样系统

采样系统主要承担向整个监测系统提供可靠、有效的水样,采样点位置、断面位置、断面水质代表性都直接关系在线监测数据的准确性,因此采样系统的安装布置必须根据现场情况及周边地理自然条件确定具体的方案。

汤浦水库综合多种设计方案最终选用了潜水泵加浮球的采样技术方案。监测取水点设于水库东主坝的溢洪道之上。该处水流比较平缓,监测系统取水点不易受风浪影响,设备固定及维护便捷,水位较深,距离绍兴方向取水口直线距离不到 100 m 范围,距离在线监测仪表较短,取样水质分析具有代表性。

取水点采样采用分层取水的方法,目前系统采用水下 2 m 的采水点取样,其他两层为备用取样点。见图 2。

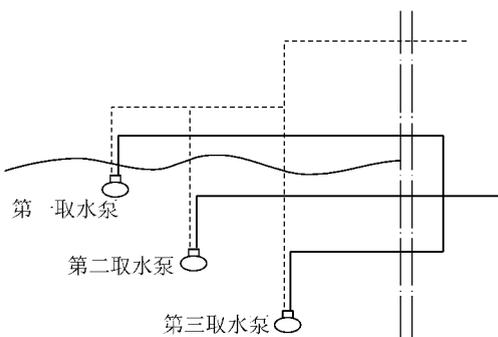


图 2 水样取水点布置

为进一步保证采样水质数据的准确性,对取水

管路材质选取性能稳定的胶簧钢管,确保对采样单元对监测项目(除水温)结果的影响小于 5%;管路安装保温材料并穿入保护套管,即保护了采样管路又减少了环境温度等因素对水样造成的影响;采样系统配置了双泵双管路,当一路出现故障,能自动切换到另一路进行采样,保证了采样系统的正常运行。

2.2 配水进样系统

配水进样系统的主要功能是提供满足各种仪器要求的压力、流量、水质条件的水样,自动或受控地进行管路清洗、杀藻、除沙。系统主要包括:预处理装置、管道自动清洗和杀藻装置、水样分配装置、废液收集装置等。

整个系统的配水流程见图 3。

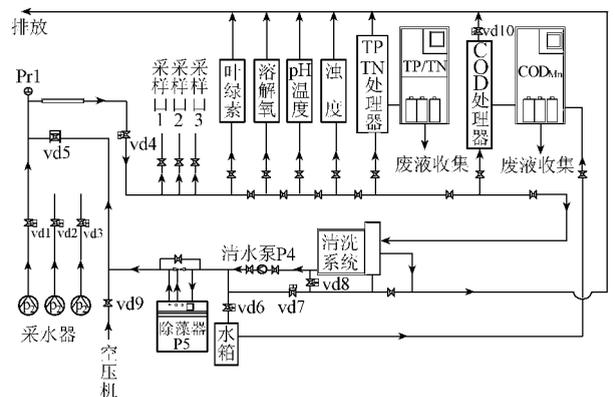


图 3 配水管路图

2.3 分析监测单元

分析监测单元主要完成对采样的水质进行分析检测。根据汤浦水库水质当期实际情况以及未来可能发生的变化趋势,TP、TN 和叶绿素 a 等相关水质指标需要重点关注,因此在对水质在线监测项目选择上重点突出对营养指标的监测,主要选择了包括 pH 值、浊度、水温、DO、TN、TP、叶绿素 a 和 COD_{Mn} 8

个参数作为在线监测项目(表1)。

表1 水质在线监测主要设备及测量参数

测量参数	检测范围	检测精度	分辨率	检测方法
pH	0~14pH	+0.03pH	±0.01pH	差分电极法
水温	-5~50℃	±0.10℃	0.01℃	温度传感器法
DO	0~20 mg/L	≤0.1 mg/L	≤0.01 mg/L	荧光法
浊度	0~100 NTU	±1%	≤0.001 NTU	近红外光散射法
叶绿素 A	0~500 μg/L	±3%	0.01 μg/L	体内荧光法
COD _{Mn}	0~20 mg/L	±4%	/	酸性高锰酸盐 氧化法滴定法
TN	0~5 mg/L	/	/	分光光度法
TP	0~0.5 mg/L	/	/	分光光度法

2.4 控制通讯单元

监测系统的控制通讯单元主要由嵌入式工业计算机系统、采样单元 PLC 电气控制柜、各类阀门管路传感器等部件组成,包括智能控制单元,中心采集单元,继电器驱动单元,直流电源供电单元。

主要功能:

①数据采集:通过 DAS、DI/O 数模采集模块实时采集水质监测数据、监测站点环境数据(电压、室温、湿度、安放等)及各类仪器设备的模拟量和开关量信号,就地显示当前系统的工作状态,各分析仪表输出状态、测量参数、运行管理日志等,并提供组态软件显示。

②数据存储及远程传输:实时采集的各个水质监测数据现场就地存储,通过 RJ45 网络接口把实时数据远程传输至中心站数据库。

③流程控制:通过内嵌的 PLC 控制器、继电器及其他电器实现对水质监测系统的采样、配水进样、仪器同步、清洗、反冲洗等一系列流程的控制。

2.5 现场监控软件单元

现场监控软件单元用于整个控制系统的实时监控。现场软件单元提供了一个图形化的系统监控界面,实时显示当前系统的工作状态(包括各种潜水泵、电动阀门、仪器仪表、管路等)及各种仪器仪表和传感

器的实时输出数值,并可根据需要进行控制参数的配置及设定。软件单元支持以报表形式的历史数据查询以及网络远程监控,同时能够与支持通讯协议的智能仪器进行通讯,显示或设定其工作状态,观察历史和实时的超标数据等状态,及时发出预警信息。

2.6 其他附属系统

为保证系统的平稳、可靠运行,系统还配置了清洗系统(含水源净化、除藻设备、高压清洗气源等)、防雷保护接地系统、电源冗余备用系统以及空调系统等一系列必要的附属系统^[3]。

3 结 语

汤浦水库水质在线监测系统自建成投运后,系统运行情况良好,水质采样稳定,分析结果正确,数据积累完整,各个水质指标分析结果基本与水质常规检测结果相吻合,误差率为 10%左右。

但在系统运行过程中也逐渐暴露出一些不足之处,如通过在线仪表检测得到的水质数据与实验室人工检测数据存在一定偏差;由于水库的水质情况较好,一部分设备难以精确测量出水体的实际水质数据,整个监测系统的管路达不到理想的清洗效果;由于缺乏必要的人工检测仪器,在线监测的数据无法及时与实验室的人工检测数据进行比对等等。这些问题都需在后期通过不断的完善及改造逐渐加以解决,从而能更好地发挥出在线监测系统功能。

参考文献:

[1] 卫臻,周密,朱元龙,等.张家港市饮用水源地水质立体化监测系统研究[J].水资源保护,2008(4):91.

[2] 谢新民,蒋云钟,闫继军.水资源实时监控管理系统理论与实践[M].北京:中国水利水电出版社,2004:28-30.

[3] 刘晓茹,周怀东,李贵宝.水质自动监测系统建设[J].中国水利,2004(9):49-50.

(收稿日期 2009-06-04 编辑 高渭文)

(上接第 142 页)

[11] CAI T M, GUAN L B, CHEN L W. Enhanced biological phosphorus removal with pseudomonasputida GM6 from activated sludge[J]. Pedosphere, 2007, 17(5): 624-629.

[12] 朱亮,刘钢,苗伟红,等.膨胀蛭石用于人工湿地去除氮 TP 的研究[J].河海大学学报:自然科学版,2008,36(2): 147-151.

[13] HAN S S, BAE T H, JANG G G. Influence of sludge retention time on membrane fouling and bioactivities in membrane bioreactor system[J]. Process Biochemistry, 2005, 40(7): 2393-2400.

[14] 刘科军,吕锡武.组合工艺在微污染水源地处理中的研究和应用[J].净水技术,2006,25(4):36-40.

[15] 吴磊平.大别山水源保护的一方“净土”[J].绿色视野, 2005(10):12-13.

[16] 魏复盛.水和废水监测分析方法[M].北京:中国环境科学出版社,1997.

[17] MA J, LIU W. Effectiveness and mechanism of potassium ferrate(VI) preoxidation for algae removal by coagulation[J]. Water Research, 2002, 36(4): 871-878.

[18] 曲久辉,王立立,田宝珍,等.高铁酸盐氧化絮凝去除饮用水中 NH₃-N 的研究[J].环境科学学报,2000,20(3): 280-283.

[19] 王伟平,张璐,徐慧.高锰酸钾与二氧化氯预氧化除藻试验研究[J].净水技术,2006,25(2):41-43.

(收稿日期 2009-01-07 编辑 高渭文)