

# 水质监测系统在长距离输配水工程中的应用

孙本胜

(辽宁润中供水有限责任公司, 辽宁 沈阳 110166)

**【摘要】** 本文以辽宁省内一重点输配水工程为例,系统介绍了水质监测系统的建设,着重阐述了采集站监测参数的选择及水样的自动化提取、预处理等功能单元的设计方案,值得类似工程借鉴。

**【关键词】** 输配水工程;水质监测;水样处理

中图分类号: TU991.3

文献标志码: B

文章编号: 1005-4774(2017)05-0058-06

## Application of water quality monitoring system in long-distance water delivery and distribution projects

SUN Bensheng

(Liaoning Runzhong Water Supply Co., Ltd., Shenyang 110166, China)

**Abstract:** In the paper, a key water delivery and distribution project in Liaoning Province is adopted as an example. The construction of water quality monitoring system is introduced systematically. The selection of monitoring parameters in collection stations and design plans of functional units are mainly described, including automatic extraction, pretreatment of water samples, etc. They are worthy of reference for similar projects.

**Keywords:** water delivery and distribution project; water quality monitoring; water sample treatment

大伙房水库输水工程是辽宁省重要的输配水工程,分两期建设,工程自2010年11月投入运行,至今已累计向辽宁中南部七城市供水17亿 $m^3$ ,目前日供水230万 $m^3$ ,其中居民生活用水占到80%以上。虽然原水的净化处理主要由各地市净水厂完成,但根据2002年国家发布的《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002),江河、湖泊、水库等具有使用功能的地表水均须进行水质监测,同时输水工程管道内滋生的藻类对管壁有较强的腐蚀作用,可以通过水质监测判断管内水质状况并通过加氯系统控制藻类的增长,从而达到延长输水管线使用年限的目的,此外,建设水质自动监测

系统,可以实现水质的实时连续监测和远程监控,及时掌握主要流域重点断面水体的水质状况,预警预报重大或流域性水质污染事故。因此水质监测系统建设项目列入2015年计划,并于2015年10月完成主体施工。

### 1 测站分布

大伙房水库输水工程水质自动监测系统规划建设1个监控中心,4个监测子站。

监控中心,顾名思义,通过有线或无线网络实施对监测子站的工作状态监视控制。定期收集子站的

工作状态数据和水质监测数据,实时反映被测水体的水质现状和变化趋势。

监测子站是能够独立完成水质在线监测任务的最小单元,建立在有代表性监测断面上,全天候的工作采集并监测被测水体的水质。

大伙房水库输水工程水质监测系统建设站点分布见表1。

表1 大伙房水库输水工程水质监测系统建设站点分布

序号	水源地名称	建设点位名称	站别
1	大伙房水库	大伙房站	超级站
2	一期取水首部	一期站	标准站
3	沈阳二配水站	沈阳二站	标准站
4	营口盘锦配水站	营盘站	标准站
5	沈阳市供水大楼	主监控中心	中心站

“超级站”“标准站”主要由监测参数的数量来区分,大伙房站位于大伙房水库南岸,二期工程的取水口,其地理位置的重要性不言而喻,大伙房站共监测17项参数,沈阳二站和营盘站进行常规监测,一期站监测13个参数,沈阳二站、营盘站监测8个参数。所有水质数据最后汇总到位于沈阳市内的主监测中心。

## 2 监测参数的选择

由于大伙房站监测项目最多且最具有代表性,因此下文均以大伙房站为例进行阐述。大伙房站17项监测项目为水温、pH值、溶解氧、电导率、浊度、高锰酸盐指数、氨氮、总氮、总磷、铁、锰、水中油、叶绿素、蓝绿藻、生物毒性、氟化物、硫化物。前5项为水质监测最常用的参数,俗称五参数,其中浊度是净水厂调度最关注的指标;高锰酸盐指数虽然不能真实反映COD值(化学需氧量),但对于水库内水质的测量来说还是比较有效、实用的方法;通过氨氮和总氮可以分别判断水质pH值变化趋势以及水体的富营养化程度;通过叶绿素、蓝绿藻可以判断藻类滋生情况;由于该工程绝大部分的供水是生活用水,因此对重金属盐、油脂、毒性等参数更为关注。

## 3 系统结构及工作流程

水质自动监测站系统主要由监测站房、仪表分析、辅助分析、测控、运行环境支持四部分组成。其中,仪表分析包括取水、配水、传输、预处理和分析仪表,辅助分析包括反吹清洗单元、除藻清洗单元和纯水制备单元,测控包括控制器、主控计算机、通信设备和应用软件,运行环境支持包括电源、防雷、安全、超标报警等设备。

水质监测系统的工作流程可以分为四步:采集水样、预处理、仪表分析、数据汇总(见图1)。

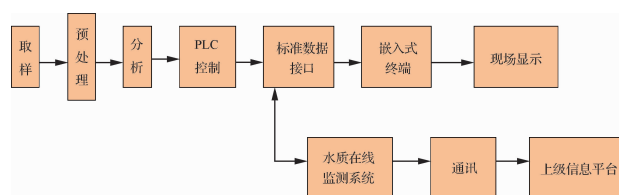


图1 系统集成结构

### 3.1 采水单元

#### 3.1.1 采水环境

采水点一般选取在水流平缓、水质稳定且方便取水的位置,取水处需采取防淤积、防杂物、防堵塞、防冻结、防冰凌、防晒等措施;为保证采水管路畅通,采水周期结束后应自动冲洗取样管道,并定期清除管道内的藻类。该项目中,因输水工程进口位置采用三层闸门取水的方式,针对这种情况,在三层闸门的高程上各设置一个采水点,春、夏、秋三季使用,以便监测三个高度的水质情况,指导不同闸门的开启,取不同高程的优质水。

#### 3.1.2 采水设备与特点

采用双泵(双管路)交替式采水方式,可以满足实时不间断监测的要求,交替工作时间可以为周,也可以为天,同时可以保证站房的进水压力和流速流量达到整个系统全部仪器的要求;并且当一路出现故障时,通过在采水单元中设置的压力流量监控装置PLC及时切断该水泵的电源以避免电机空转而损坏,同时在此

次采水过程中能够自动切换到另一路进行工作,保证整个系统的正常运行。从取样泵到仪器间的水管视其长度选用合适管径以减少管路阻力。采样管前端水面部分采用磐石胶管。后端采水管道采用UPVC管,弯曲部分安装导向部件避免软管弯折影响水流。采水管路安装保温套管进行绝热处理,减少环境温度等因素对水样的影响,并使对测定项目监测结果的影响最小。

### 3.2 预处理单元

根据仪器对水样的要求,水样进入站房后分为两部分:一部分水样按照最短取水距离原则不经过任何预处理,直接送入五参数自动监测仪测量池中;五参数测量的安装遵循与水体距离最近的原则,池内保证水流稳定持续,水位恒定。系统停止时流通池内存有余水,保持电极湿润。水样的其余部分被送入沉沙池,静置沉淀后对水样进行预处理,使各仪器可以从各自专门的过滤装置中取样,且过滤后的水质不改变水样的代表性。

预处理单元的主要设备有多级精密过滤器、清洗装置和钛合金过滤棒。

#### 3.2.1 多级精密过滤器

多级精密过滤器为内外嵌套式安装的两个不锈钢水箱,采用多级过滤与相对自然沉降(超声波换能器保证水样相对自然沉降)河流水样沿采水管路从底部直接进入不锈钢水箱,水箱上方有直径60mm溢流管,水样中的表面悬浮杂质直接通过溢流管溢流出水箱,水样通过除油除杂的油水分分离膜渗透到内部小型不锈钢水箱内,通过蠕动泵工作直接将过滤后的水样吸出,直接供给分析仪器使用,保证水样的实时性。

#### 3.2.2 清洗装置

清洗装置内部配有进口空气泵,在水样进入箱体的同时对过滤膜进行不间断的气吹,使附着在滤膜表面的杂质脱离滤膜,一部分小密度的杂质会漂浮起来随水流直接从溢流口排出,而一部分高密度的杂质则直接沉积在箱体的底部,通过箱体底部定时自动打开的电磁阀门排出箱体。

#### 3.2.3 钛合金过滤棒

根据不同地区、不同水质情况,充分考虑系统维护的方便,在膜法精密过滤器的基础之上,标准配备两个钛合金过滤棒,两个过滤棒的过滤目数不同,可以充分适应不同的水质情况,而且过滤膜、钛合金过滤棒的螺纹旋接处为同一口径,可以方便更换。

### 3.3 功能辅助单元

功能辅助单元可为水样的采集和预处理在功能实现上提供必要的辅助,也是不可缺少的一部分。其中包括清洗除藻、空气压缩、反冲洗水、废液处理四个单元。

#### 3.3.1 清洗除藻

取水系统长期使用过程中管路中会有藻类等滋生,从而对测试参数产生影响,系统运行时会自动利用脉冲高压水气混合液完成对管道的冲刷,能够有效杀死管道中的藻类,减少管壁积藻现象。此外系统设计了专门的手动控制除藻旋钮,以便于添加除藻剂除藻。开启手动除藻按钮,系统会按设定好的程序抽取除藻剂开始执行除藻过程,除藻完成后用清水清洗系统,防止除藻剂残留。

除了采用高压清洁水反冲洗之外,还要定期对在线系统杀菌除藻。为此配置在线除泥沙装置和灭藻清洗装置。系统将定时用硼酸(适用于pH大于7的水体)或次氯酸钠(适用于pH小于7的水体)对采水管路进行清洗,杀菌除藻,有效防止输水管路中的藻类滋生。在多个自动站的使用表明,采用可靠高效的自动杀菌除藻装置、经济实用的除藻剂,定期对在线系统进行杀菌除藻非常有效。系统用化学试剂清洗管道后还使用大量清水对管道进行漂洗,采水时管道中没有残存药液,不会影响项目的监测。

系统反冲洗清洗操作,可根据季节不同,藻类滋生情况不同,通过现场或远程进行自动或手动控制。保证每个测量周期对整体系统进行清洗。冲洗水不会对监测结果产生影响且不对环境造成二次污染,设计中不使用对环境产生污染的清洗方法。

### 3.3.2 空气压缩

空压机为无油型,不会对分析结果造成影响,且体积小,噪声小,工作稳定可靠,能够屏蔽噪声(<55db)。空气压缩单元的气源主要依靠设备中的空气压缩机及减压过滤二联件等设备来提供。

a. 清洗单元的供气。在清洗水流中自动加入压缩空气,可以在水中产生大量的气泡,气泡破裂的冲击和剥离效应,可以提高对管壁积藻的清除效果。

b. 输送过程的供气。由于电磁阀在一定条件下会出现密封性不良的状况,因此系统在一些关键部分采用气动阀来替代电磁阀,由空气单元提供气动阀的驱动,提高了系统的可靠性,并保证水站系统自动控制的正常运行。

c. 其他单元的供气。空气单元也提供系统其他重要组件的一些气动部件的驱动。

### 3.3.3 反冲洗水

反冲洗水系统,需保证反冲洗水系统达到饮用水水质标准,有足够的流量(1t/h),且压力可长期维持在0.2MPa以上,用于系统的正常清洗及冷却、制水,且自来水系统应保证可连续供应。由于现场没有自来水,又不具备打井条件,只能采用取水点的水。采用井水供水要设计水箱和水箱液位自动控制装置;采用浅层地表水或井水供水水质不合格的要另外设计水质净化装置。

### 3.3.4 废液处理

为了控制水源水的水质良好状态,保障人体健康,保护水源地生态环境,经过预处理所产生的废液不能随意排放,该项目中以《污水综合排放标准》(GB 8978—88)为基础,对此项目仪器分析过程中产生的废液进行合理的处理和回收。具体废液处理方案如下:对仪器测量过程中产生的废液设计独立的收集系统,配备专用的废液收集桶两只,其中一只作备用。根据各仪器的监测原理,设计专用的防腐蚀管路,通过三通阀与仪器废液管路连接。在废液收集桶均清空的情况下,仪器分析过程中产生的废液将由系统废液管路,通过防腐蚀管路,流入1号废液桶中。1号废液桶内安装液

位感测器,当废液到达一定液面后,液位感测器产生一个反馈信号,传送给PLC,同时报警。若1号废液桶的废液无法及时排空,此时,PLC系统将在预设时间内,控制2号废液桶阀门打开,自动转用备用废液收集桶收集废液,以防止废液过满溢出桶外,造成污染。

仪器分析产生的废液收集完毕后,将有专人定期将废液送往有关部门进行集中处理,确保不对水源水产生任何影响。有毒有害废液将用专用收集装置,收集后集中处理。

各站废液排放量见表2。

表2 各站废液排放量

序号	监测点名称	废液组成	废液量/(L/月)
1	一期取水首部	硫酸,NaOH,高锰酸钾,EDTA,氯化铵,胺类等	220
2	大伙房水库	硫酸,NaOH,高锰酸钾,EDTA,氯化铵,胺类等	250
3	沈阳二配水站	硫酸,NaOH,高锰酸钾,EDTA,氯化铵,胺类等	90
	合计		560

## 4 水质参数分析系统

### 4.1 系统仪器基本功能

a. 应具有仪器基本参数贮存、断电保护与自动恢复功能。

b. 应具有时间设置功能,可根据需要任意设定监测频次。

c. 应具有仪器故障自动报警、异常值自动报警及试剂液位报警功能。

d. 应具有自动清洗功能。

e. 应具有密封防护箱体及防潮功能。

f. 输出信号采用4-20mA、RS485和MODBUS标准接口,并提供接口协议。

g. 仪器能存储3个月以上分析数据。

### 4.2 系统仪器具体参数

经预处理后的合格水样被送至各类分析仪表的测量池进行分析,该项目大伙房站主要采用的分析设备见表3。



表3 水质分析仪及测量参数

序号	分析仪表	测量的水质参数
1	多参数水质分析仪	pH值、温度、溶解氧、电导率、浊度
2	氨氮、总氮分析仪	氨氮、总氮
3	高锰酸盐指数分析仪	高锰酸钾指数
4	总磷分析仪	总磷
5	蓝绿藻和叶绿素a分析仪	蓝绿藻、叶绿素
6	氟化物分析仪	氟化物
7	硫化物分析仪	硫化物
8	重金属分析仪	铁、锰
9	生物毒性分析仪	生物毒性
10	油分析仪	水中油
11	余氯分析仪	余氯

上述分析仪表均配有 I/O 输出或通信接口,参数测量完毕后直接传输至工业控制计算机,经输水工程原有的内部网络发送至主监控中心,网络通信、数据库、软件系统均为常规配置,本文不再赘述。

## 5 数据采集与传输系统

数据采集与传输系统由一台工业控制计算机、触摸液晶显示器、环保在线监测系统软件、数据采集系统及必要的电源、运传模块等组成。

数据采集与传输如图 2 所示。

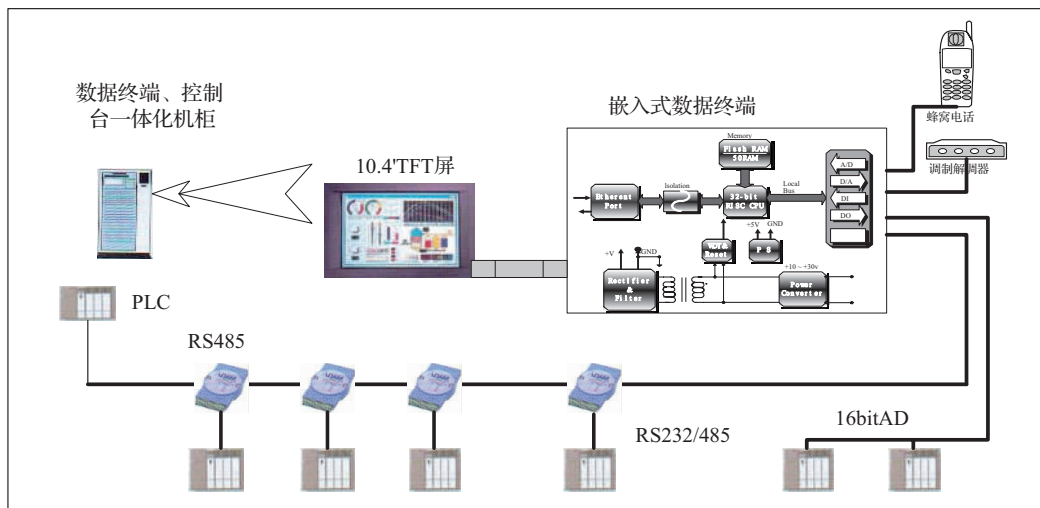


图2 数据采集及传输拓扑示意图

## 6 控制单元

水质自动监测系统采用可编程控制器(PLC)执行现场取水配水等控制动作过程,可以方便地实施对取水配水管路系统、开关量等的控制,通过与现场数据终端之间的通讯,接收相应指令,控制相关的水质监测仪表对水质参数的采样频率及辅助清洗校正等,具有很高的可靠性。

监测基站管理软件主要以各监测站的水质、系统状态等采集数据为数据源,以数据有效性分析处理、远程监控及综合信息化管理等为目标,提高和改善水环境监测信息化管理水平,进而推进水环境监测管理信息化、现代化,并可为未来构建水域环境监测信息网络

提供基础平台。

## 7 辅助设备设施

### 7.1 辅助设备

辅助设备包括交流稳压电源、电源系统、除湿机、空调、电暖器、无油空压机、电锅炉、温湿度传感器、办公桌椅等。

### 7.2 机柜

采用一体式标准工业机柜式安装方式,每个仪表单独一个机柜,数据采集单元与控制单元单独为一个机柜。正面设计成单开钢化玻璃门,并且在每个柜子的后面设置了双开门,为仪器以后的安装调试及运行维护提供方便。

### 7.3 防雷单元

采用四级电源防雷设计,一级防雷在电源外线引入处(进户主配电箱),二级防雷在各分配电箱处,三级防雷在稳压电源输出处,四级防雷在UPS输出处。

## 8 结 语

随着中国经济的高速发展,近些年国内长距离输配水工程逐渐增多。从引黄工程开始该类工程的建设距今只有二三十年的时间,还远未达到成熟应用的阶段。由于输送的是原水且无净化处理工艺,对水质参数的关注度不高,通常水质在Ⅱ类以上很少进行水质监测,大型的水质监测站更是凤毛麟角。大伙房水库输水工程水质监测系统全自动实时采集水质数据,除供监控中心分析、净水厂调度参考外,还为工程管理人员了解管道内藻类滋生情况、加氯系统加药量的控制提供了重要的科学依据。

## 9 建 议

为了水质自动监测系统能准确及时的监测数据,

(上接第46页)

或政府验收(包括阶段验收、专项验收、竣工验收等)可参照《水利水电建设工程验收规程》(SL 223—2008)和《水利工程项目验收管理规定》(水利部令第30号)执行。

## 6 建 议

为加强水利水电工程白蚁防治建设管理,保证白蚁防治质量,推进白蚁防治质量检验、评定、验收等标准化、规范化,以及顺利开展监理工作。

**a.** 为了实现对白蚁防治项目全方位、全过程的质量控制,相关部门制定白蚁防治项目划分总原则及单位工程、分部工程、单元工程划分原则。

**b.** 相关部门制定白蚁防治项目质量检验与评定、验收要求。

**c.** 相关部门制定白蚁防治项目相应的各类单元(工序)工程施工质量验收评定表及涉及的备查资料

应做好以下几个方面:

**a.** 专业技术人员的保证。要有能随时解决发现的问题的专业技术人员,能保证自动监测系统的正常运行。

**b.** 质量保证与质量控制。日常采取的质量控制措施包括定期校准、质控样检查、比对实验验证、试剂有效性检查及数据审核等方法,保证数据的有效性。◆

### 参考文献

- [1] 陈家军,杨卫国,尹涓.水质在线监测系统及其应用[J].现代仪器,2007(6):62-65.
- [2] 匡科,袁永钦,胡跃华.西江水源水质在线监测系统的构建[J].中国给水排水,2011(9):1-4.
- [3] 郑丹萍,张峰,梁亮.水质在线监测系统在大型饮用水库中的应用[J].水资源保护,2009(10):145-147.
- [4] 王佐汉,贾辉,许佳.水质在线自动监测系统的结构及功能、应用过程中遇到的难题及解决方案,在河流域水监测方面重大意义[J].水利建设与管理,2010,30(8):51-52.

表格,制定相应的单元工程施工质量验收评定标准。

**d.** 监理工程师岗位培训和继续再教育培训内容增加白蚁防治技术相关内容。

**e.** 涉及水利水电工程天然建筑材料、地质勘查、设计、施工、质量监督和验收等有关规程规范、手册,在编制和修订中应考虑白蚁防治相关内容<sup>[4]</sup>。◆

### 参考文献

- [1] 广东省水利厅,广东省水利工程白蚁防治中心.广东省水库大坝和河道堤防白蚁防治情况普查报告[R].广州:广东省水利厅,2011.
- [2] 潘运方,蔡美仪,李国亮,等.2013年广东省水利工程白蚁防治工作调研报告[R].广州:广东省水利工程白蚁防治中心,2013.
- [3] 潘运方.广东省水利水电工程白蚁防治项目建设管理探讨[J].广东水利水电,2014(2):26-32.
- [4] 刘毅,潘运方.广东省水利工程白蚁防治有关问题的探讨[J].科技创业家,2012(11):184-186.