

水质自动监测站

技术 应用指南

王丽伟 黄 亮 郭 正 樊引琴 赵维征 编著



黄河水利出版社



技术 与 应用指南

2009年10月 第10期 总第100期



中国水利水电出版社

水质自动监测站技术与应用指南

王丽伟 黄 亮 郭 正 樊引琴 赵维征 编著

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书通过对国内外水质自动监测技术发展与运用的回顾以及国内几大流域自动站建设与应用情况的调研,收集了水质自动监测关键技术的创新成果和最新仪器设备、实用性新技术,总结了水质自动监测站在水质监控与评价中应用的经验与不足以及技术保证措施,以期水质自动监测技术的应用提供指导与参考。

本书可供从事环境保护、水利等方面的工作人员、科研人员以及大中专院校有关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

水质自动监测站技术与应用指南/王丽伟等编著. —郑州:黄河水利出版社,2008. 12

ISBN 978 - 7 - 80734 - 550 - 3

I. 水 … II. 王 … III. ①水质监测 - 自动监测 - 监测站 - 指南②水质监测 - 自动化监测系统 - 概论 IV. X832 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 193290 号

策划组稿:马广州 电话:13849108008 E-mail:magz@yahoo. cn

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhslebs@126. com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:17

字数:393 千字

印数:1—1 100

版次:2008 年 12 月第 1 版

印次:2008 年 12 月第 1 次印刷

定价:48.00 元

前言

近些年来,我国在社会经济快速发展的同时,也伴随着水资源的过度开发、低效利用和生态环境的严重破坏,河流湖库的水质和生态都受到不同程度的损害。水质监测是水资源保护最重要的工作基础和技术支撑,准确、及时、可靠的水质监测数据是水资源保护依法行政的基础。水质监测要满足水资源保护监督管理的需要,必须加快现代化和自动化建设步伐,提高水质监测信息采集能力。

水质在线自动监测系统是一套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、自动控制技术、计算机应用技术以及相关的专业分析软件和通信网络所组成的一个综合性的在线自动监测体系。水质自动监测仪具有最佳现场使用效果,可以对水质进行自动、连续监测,数据远程自动传输,随时可以查询到监测水域的水质数据。这对于解决现行的水质监测周期长、劳动强度大、数据采集和传输速度慢等问题,具有很高的社会效益和经济效益。水质自动监测工作的开展,一改过去监测部门总是在事后才能向有关部门提供水质信息的被动局面,实现在水质发生恶化时,仪器自动报警或响应,发出水质污染的预警预报,防患于未然,防止污染事件的进一步发展。水质自动监测系统还将促进监测部门水环境监测系统计算机联网,实现水质信息的在线查询、分析、计算、图表显示、打印等,随时实现各单位之间水质信息的互访共享,可迅速为决策提供科学依据。目前,全国主要水系的诸多重要河段相继建立了水质自动监测系统,河流水质自动监测越来越成为国家和流域机构管理水质的重要手段。但从运行结果看,还存在着诸多问题,主要表现为:一是投资规模较大,运行费用较高;二是对操作、运行、维护人员的技术水平要求较高;三是系统本身运行不稳定;四是系统监测数据与实验室人工使用标准分析方法监测的成果有一定的差别。水质自动监测技术在国内外经过几十年的发展,既有成熟的技术,又有新的成果和方向,也有需要注意的问题,及时总结水质自动监测系统建设与应用的经验和不足,对今后水质自动监测技术的应用具有重要的指导意义和实用价值。

本书通过对国内外水质自动监测技术发展运用的回顾以及国内几大流域水质自动监测站建设与应用情况的调研,收集了水质自动监测关键技术的创新成果和最新仪器设备、实用性新技术,总结了水质自动监测站在水质监控与评价中应用的经验和不足以及技术保证措施,以期对水质自动监测技术应

用提供指导与参考。

参加本书编写的有王丽伟、黄亮、郭正、樊引琴、赵维征,全书由王丽伟统稿。

本书编写过程中得到了海河流域水环境监测中心罗阳教授级高级工程师、长江流域水环境监测中心藏小平教授级高级工程师、珠江流域水环境监测中心吴世良教授级高级工程师、淮河流域水环境监测中心吴培任教授级高级工程师的大力支持和帮助,黄河流域水资源保护局教授级高级工程师、国内水质监测专家高宏同志从大纲编写、资料收集到内容完善给予了热忱指导,对于本书的编写起到了关键作用,在此一并致谢!

由于作者水平和阅历有限,文中难免有不当或疏漏之处,敬请广大读者、专家学者批评指正,以便今后修改完善。

作 者

2008 年 8 月

目 录

前 言

第1章 概 论	(1)
1.1 水质自动监测技术发展概述	(1)
1.2 水质在线自动分析仪器的的发展	(3)
1.3 常见的水质自动监测站类型	(6)
1.4 水质自动监测站应用概述	(8)
1.5 水质自动监测站建设的基本要求	(10)
第2章 水质自动监测仪器与分析方法	(17)
2.1 分析方法原理	(17)
2.2 多参数测定仪	(20)
2.3 化学需氧量(COD)测定仪	(28)
2.4 高锰酸盐指数测定仪	(44)
2.5 总有机碳测定仪	(48)
2.6 五日生化需氧量测定仪	(52)
2.7 氨氮测定仪	(54)
2.8 总氮测定仪	(58)
2.9 总磷和正磷酸盐测定仪	(64)
2.10 重金属测定仪	(70)
2.11 石油类测定仪	(72)
2.12 藻类测定仪(荧光法)	(75)
2.13 光谱分析仪	(77)
2.14 生物监测仪器	(79)
2.15 自动水质采样器	(81)
第3章 自动监测站设计与技术要求	(84)
3.1 参数的选择	(84)
3.2 自动站选址	(87)
3.3 水样采集	(89)
3.4 水样前处理	(90)
3.5 仪器设备选型	(94)
3.6 系统控制与信息传输	(114)
3.7 信息处理与加工	(119)
3.8 系统安全与防护	(122)

第4章 自动站运行与管理	(125)
4.1 自动监测可靠性分析	(125)
4.2 质量保证与控制	(163)
4.3 系统管理	(168)
第5章 典型水质自动监测站分析	(171)
5.1 河流省界水质自动监测站	(171)
5.2 多沙河流水质自动监测站	(174)
5.3 潮汐河道水质自动监测站	(177)
5.4 冰封河道水质自动监测站	(179)
5.5 湖泊水库水质自动监测站	(181)
5.6 闸坝控制河流水质自动监测站	(183)
5.7 排污口监控自动站	(186)
第6章 自动监测技术的应用	(189)
6.1 水质自动监测技术的应用领域	(189)
6.2 自动监测效益分析	(194)
6.3 应用前景	(196)
第7章 自动站设计实例	(204)
7.1 概 述	(204)
7.2 建设目标与任务	(205)
7.3 需求分析	(206)
7.4 系统总体设计	(213)
7.5 分项设计	(216)
7.6 系统集成方案	(251)
7.7 建设与运行管理	(253)
7.8 投资概算及实施计划	(259)
参考文献	(265)

第 1 章 概 论

1.1 水质自动监测技术发展概述

1.1.1 国外水质自动监测技术发展概况

水质自动监测系统是 20 世纪 70 年代发展起来的,早在 1970 年美国和日本等发达国家对河流、湖泊等地表水开展了自动在线监测,同时对城市和企业的污水处理厂排水也实行自动在线监测。水质自动监测系统在美国、英国、日本、荷兰等国已有相当规模并被广泛应用,已纳入网络化的“环境评价体系”和“自然灾害防御体系”。

美国 1959 年开始对俄亥俄河进行水质自动监测;1960 年纽约州环保局开始着手对本州的水系建立自动监测系统;1966 年安装了第一个水质监测自动电化学监测器。美国 20 世纪 70 年代水质自动监测技术发展很快,1973 年全美国水质监测系统分为 12 个自动监测网,每个自动监测网由 4~15 个自动监测站组成;1975 年在全国范围内成功地建立了由 13 000 个监测站组成的自动连续监测网,覆盖各大水域和各大水系,使美国进入区域性的自动监测新时期,可随时对水温、pH、浊度、电导率、溶解氧、氨氮、生化需氧量、化学需氧量、总有机碳等指标进行预报,全天候监控各水域、水系的水质质量状况和污染状况。在这些流域和各州(地区)分布设置的监测网中,由 150 个站组成联邦水质监测站网,即国家水质监测网(NWMS)。

日本 1967 年开始考虑在公共水域设立水质自动监测器;1971 年以后,由环境厅支持,开始在东京、大阪等地建立水质自动监测系统;到 1992 年 3 月,已在 34 个都道府县和政令市设置了 169 个水质自动监测站。除此之外,建设省在全国一级河流的主要水域也设置了 130 个水质自动监测站。在日本各水域和工矿排水几乎都设立了自动监测系统,利用计算机来管理及处理数据。

英国泰晤士河是世界上水环境污染史最长的河流,至 19 世纪末河道鱼虾绝迹。为了加强水环境监测,英国在 20 世纪 60 年代末已在泰晤士河流的李河开始试验。1975 年建成泰晤士河流域自动水环境监测系统。该系统由一个数据处理中心(监控中心站)和 250 个子站组成,可监测溶解氧、水温、氨氮、硝酸盐氮、pH、电导率、悬浮固体、流量等。20 世纪 70 年代中期,还借助于电子计算机使水质模型推算与实测相结合,能预报更多河段的部分水质数据。

芬兰国家水源局从 1972 年开始研究发展水质自动监测技术。1975 年,世界银行向芬兰贷款 2 000 万美元,用于水质保护科学研究,其中主要研究项目就是建立水质自动监测系统。1974~1980 年,芬兰水源局水质研究所先后在中部及南部 Kokemaenjoki 和 Kymijoki 河系上建立固定与流动的水质自动站,目的是监测和防止工业废水、城市污水向

水系排放,并研究水质变化规律。

国外水质自动在线监测仪器已有较长的发展历史,美国、日本、英国、德国和法国是将水质自动监测系统应用于江、河、湖、库水质监测较早的国家。早期(20 世纪 70 年代)的自动监测项目只局限于常规五参数,随着电化学的发展,监测项目不断增加,如氨氮、硝酸盐氮、氯离子、氟离子、氧化还原电位等的自动监测变得非常容易,又随着分析仪器及计算机技术的发展,增加了磷酸盐、UV 值、TOC、碳氢化合物、基于发光菌的综合毒性测试、重金属(Cu、Pb、Zn、Cr、Cd)等。20 世纪 90 年代末,随着电子技术和自动控制技术的进一步发展,法国、澳大利亚、德国、荷兰、美国等国自动控制技术有非常迅速的发展,水质自动监测仪器功能更加完备,监测项目得到进一步的拓展,如石油类、酚、总磷、总氮、总硬度、高锰酸盐指数、BOD₅、大肠菌群等。专业的生产厂商,如英国 ABB、PHOX 公司,德国 WTW、GIMAT 公司,法国 SERES、Polymetron 公司,美国的 ISCO、YSI、HACH、Hydrolab 等公司,日本日立制作所和卡斯米国际株式会社,澳大利亚 GREENSPAN 公司等都生产有技术成熟的在线水质自动监测系统,这些设备在世界许多河流已得到了广泛的应用。

1.1.2 国内水质自动监测技术发展概况

国内水质自动监测系统建设起步较晚,20 世纪 80 年代以来,我国水利、市政、环保部门在一些大型水库、引水工程、城市供水水源地、企业排水系统开始设立了少量的水质自动监测站。作为试点,1988 年,在天津建立了我国第一个水质连续自动监测系统,该系统包括一个中心站和 4 个子站。1995 年以后作为试点,上海、北京等地也先后建立了水质连续自动监测站。20 世纪 90 年代末期,水利、环保部门相继在全国部分重要水系建立了一些水质自动监测站。1998 年以来,水质自动监测站的建设有了较快的发展,已先后在七大水系(长江、黄河、珠江、淮河、海滦河、松花江、辽河)的 10 个重点流域建成了 42 个地表水水质自动监测系统,黑龙江、广东、江苏和山东等省也相继建成了 10 个地表水水质自动监测系统。1999 年以来,共建 82 个地表水水质自动监测系统,实现了监测数据卫星实时传输。2001 年,七大水系共建 65 个水质自动监测站,其中干流 29 个,支流 36 个,省界断面 21 个,重点湖库 12 个,国界河流 6 个。监测指标为水质五参数、氨氮、总有机碳、高锰酸盐指数等,一些重要的水库还增加了总磷、总氮、叶绿素等。实现了十大流域(七大水系加上太湖、滇池、巢湖流域)水质自动监测周报、月报及重点城市饮用水源地水质监测月报发布。“十五”末,约 300 个水质自动监测站投入运行,在我国水环境保护和监测方面起着重要作用,也表明我国水质监测水平的提高。其所用的自动监测仪器多为国外进口设备,价格昂贵,且运转费用高。

20 世纪 90 年代中期,根据我国污染源管理的需要,国产污染源自动监测系统(俗称黑匣子)首先进入市场的是污水 COD、pH、氨氮、浊度等项目的自动监测仪器和污染源监测管理系统。国内批量生产河流成套水质自动监测设备的厂家较少,一些科研单位河流水质自动监测仪器尚处于样机研制阶段。例如,河海大学研制了 COD_C 自动监测仪,我国老字号的仪器厂如上海雷磁厂正在进行探头式自动监测仪的试制,然而所选的水质参数少,质量也不稳定。北京普析通用仪器设备公司于 1999 年推出自动监测站部分监测设备,当时处于试应用阶段。21 世纪初,由于水质自动监测站建设列入我国水质监测现代

化的议程,国内研制水质自动监测站的厂家和科技开发公司也加快了开发自动监测仪器和设备的步伐,并且比较注意开发符合标准方法的自动监测仪器。COD、氨氮、总磷、总氮等在线监测仪器开始批量进入市场。然而,国内在水质自动化监测装置制造上还跟不上快速发展的水质监测的要求,而且某一厂家也不可能生产各种类型自动监测仪,多为多厂家仪器组合集成。近年来国内水质自动监测站集成技术得到较快的发展,例如北京晟德瑞环境技术有限公司、北京茂达环境新技术有限责任公司、河北先河科技发展有限公司、湖南力合科技发展有限公司、北京环科环保技术公司、深圳市摩特威尔发展有限公司、北京科维源环境技术有限公司等。

2003年3月28日,我国国家环保总局发布了环保行业标准《水质自动分析仪技术要求》(HJ/T 96-104-2003),并于2003年7月1日起实施。该标准共包括9个水质参数的自动分析仪技术要求,即pH、电导率、浊度、溶解氧(DO)、高锰酸盐指数、氨氮、总氮、总磷和总有机碳(TOC),这一标准的实施,保证了水质自动监测系统的规范化,将大大促进我国水质自动监测系统的发展。因此,国产化自动监测仪有广阔的开发和潜在的销售市场。

总体来看,我国水质自动监测技术处在发展阶段,技术相对还不太成熟。在现有水污染连续自动监测系统中,大部分仪器以监测水质污染的综合指标为主,单项污染物监测项目还比较少。单项污染物浓度检测仪器在性能方面还存在一些缺陷,长期运行的可靠性差,在一定程度上限制了它的使用。而且监测仪器以进口为主,价格昂贵,运行维护成本高。随着自动监测仪器的研究和监测技术的发展,监测项目将由综合指标向单项污染指标发展,性能稳定、技术成熟的单项污染物监测仪器将是发展重点,使自动站与实验室人工使用标准分析方法监测的结果保持良好的一致性,已成为近几年一些国家自动监测技术和设备发展的热点之一。根据环境保护的要求,开发微量和痕量有害物质、生物毒性、有机污染物的连续自动监测系统,将成为发展方向。引进国外最新的水质自动监测仪器,进行消化吸收,部分国产化,降低成本,是推动水质自动监测仪器发展的捷径,也将加快水质自动监测技术的应用。

1.2 水质在线自动分析仪器的的发展

1.2.1 国外水质在线自动分析仪器的的发展

国外水质在线自动监测仪器已有较长的发展历史,欧洲、美国、日本、澳大利亚等国家和地区均有一些专业厂商生产。目前,比较成熟的常规监测项目有水温、pH、溶解氧(DO)、电导率、浊度、氧化还原电位(ORP)、流速和水位等。常用的监测项目有COD、高锰酸盐指数、TOC、氨氮、总氮、总磷。其他还有氟化物、氯化物、硝酸盐、亚硝酸盐、氰化物、硫酸盐、磷酸盐、活性氯、TOD、BOD、UV、油类、酚、叶绿素、金属离子(如六价铬)等。

目前的自动分析仪一般具有如下功能:自动量程转换,遥控,标准输出接口和数字显示,自动清洗(在清洗时具有数据锁定功能)、状态自检和报警功能(如液体泄漏、管路堵塞、超出量程、仪器内部温度过高、试剂用尽、高/低浓度、断电等),干运转和断电保护,来电自动恢复,COD、氨氮、TOC、总磷、总氮等仪器具有自动标定校正功能。

1.2.1.1 常规五参数分析仪

常规五参数的测量原理分别为:水温为温度传感器法(Platinum RTD),传感元件采用铂电阻温度计;pH为玻璃或锑电极法;DO为金-银膜电极法(Galvanic);电导率为电极法(交流阻抗法);浊度为光学法(透射原理或红外散射原理)。

常规五参数分析仪通常采用流通式多传感器测量池结构,无零点漂移,无需基线校正,具有一体化生物清洗及压缩空气清洗装置。如:英国ABB公司生产的EIL7976型多参数分析仪、法国Polymetron公司生产的常规五参数分析仪、澳大利亚GREENSPAN公司生产的Aqualab型多参数分析仪(包括常规五参数、氨氮、磷酸盐)。另一种类型(“4+1”型)常规五参数自动分析仪的代表是法国SERES公司生产的MP2000型多参数在线水质分析仪,其特点是仪器结构紧凑。

1.2.1.2 化学需氧量(COD)分析仪

COD在线自动分析仪的主要技术原理有6种:①重铬酸钾消解-光度测量法;②重铬酸钾消解-库仑滴定法;③重铬酸钾消解-氧化还原滴定法;④UV法或紫外可见光连续光谱法;⑤氢氧基及臭氧(混合氧化剂)氧化-电化学测量法;⑥臭氧氧化-电化学测量法。

常见的仪器有美国HACH公司的COD_{max}铬法COD在线测试仪、德国LAR公司的EX100系列COD在线分析仪、法国AWA公司的CX1000系列COD在线分析仪等。国内主要有蓝星水处理技术有限公司的LXWA型COD水质在线自动监测仪、河北先河科技发展有限公司的XH9005型COD水质在线自动监测仪等。

1.2.1.3 高锰酸盐指数分析仪

高锰酸盐指数在线自动分析仪的主要技术原理有3种:①高锰酸盐氧化-化学测量法;②高锰酸盐氧化-电流/电位滴定法;③UV计法(与在线COD仪类似)。

目前常用的仪器有法国SERES2000型COD_{Mn}自动监测仪等。

1.2.1.4 总有机碳(TOC)分析仪

TOC自动分析仪在欧洲、美国、日本和澳大利亚等国家和地区的应用较广泛,其主要技术原理有4种:①(催化)燃烧氧化-非分散红外光度法(NDIR法);②UV催化-过硫酸盐氧化-NDIR法;③UV-过硫酸盐氧化-离子选择电极法(ISE法);④加热-过硫酸盐氧化-NDIR法;⑤UV-TOC分析计法。

常见产品有美国ISCO公司的ISCO EZ TOC分析仪、英国PPM公司的PROTOC 100型在线TOC分析仪、德国的PROTOC 200在线TOC分析仪、法国SERES公司2000型TOC分析仪、日本岛津TOC分析仪等。

1.2.1.5 氨氮和总氮分析仪

氨氮在线自动分析仪的技术原理主要有3种:①氨气敏电极电位法(pH电极法);②分光光度法;③傅立叶变换光谱法。

常见的分析仪器有意大利SYSTEA的在线氨氮分析仪、美国ISCO的氨氮测定仪以及国产的WW0601型氨氮在线自动分析仪等。

总氮在线自动分析仪的主要技术原理有2种:①过硫酸盐消解-光度法;②密闭燃烧氧化-化学发光分析法。

常见的产品有意大利 SYSTEAL 生产的 Micro Mac TP/TN 型(可同时测定总磷)在线总氮分析仪、美国 HACH 公司的 IL500 型总氮自动分析仪、THERMO 公司的 TN3000 型总氮分析仪等。

1.2.1.6 磷酸盐和总磷分析仪

(反应性)磷酸盐自动分析仪主要的技术原理为光度法。总磷在线自动分析仪的主要技术原理有:①过硫酸盐消解-光度法;②紫外线照射-钼催化加热消解, FIA-光度法。

常用的仪器有美国 HACH 公司的 PHOSPHAX Σ sigma 总磷在线分析仪、意大利 SYSTEAL 公司生产的 Micro Mac TP/TN 型(可同时测定总氮)在线总磷分析仪等。

1.2.1.7 其他在线分析仪器

TOC 自动分析仪:技术原理一般为燃烧氧化-电极法。

油类自动分析仪:技术原理一般为荧光光度法。

酚类自动分析仪:技术原理一般为比色法。

UV 自动分析仪:技术原理为比色法(254 nm),具有简单、快捷、价格低的特点,不适用于地表水的自动在线监测,国外一般是用于污染源的自动监测,并经常经换算表示成 COD、TOC 值。应用的前提条件是水质较稳定,在 UV 吸收信号与 COD 或 TOC 值之间有较确定的线性相关关系。

硝酸盐和氰化物自动分析仪:技术原理主要有:①离子选择电极法;②光度法。

氟化物和氯化物自动分析仪:技术原理一般为离子选择电极法。

每项参数在线自动分析仪器有不同的测量原理,仪器生产厂家也不同。水质自动监测站建设时要认真做好在线自动分析仪器的选型,要根据本地区的水质实际情况,针对待测水体的特性及可能的浓度变化范围量程选择仪器的分析原理,采用运行稳定、故障率低、可靠性好的产品,以减少自动监测站的运行成本,提高监测数据的利用率。

1.2.2 国内环境监测仪器的发展

环境监测是环境管理的基础和技术支撑,随着我国环境保护工作的发展,我国环境监测技术也有了较大的进步,环境监测仪器生产形成了一定的规模。目前,我国环境监测仪器的生产企业有 140 余家,年产值 4.8 亿元,约占全国环保产品产值的 2.3%。环境监测仪器的主要产品是各种水污染和大气污染监测仪器、噪声与振动监测仪器、放射性和电磁波监测仪器。我国生产的烟尘采样器、烟气采样器、总悬浮微粒采样器、油分测定仪、污水流量计等环境监测仪器已接近或达到国际先进水平,在国内市场上占有很大比例。国产大型实验室用原子吸收、紫外可见分光光度仪、气相色谱仪等监测仪器自动控制技术采用程度较低,关键零部件尚依赖进口。我国环境监测仪器多是中小型企业生产,产品基本集中在中低档的环境监测仪器,远不能适应我国环境监测工作发展的需要,主要表现为:

(1)技术档次低,低水平、重复生产严重,规模效益差。

(2)产品质量不高,性能不稳定,一致性较差,使用寿命短,故障率高。

(3)研究开发能力较低,在线监测仪器的系统配套生产能力较低,不能适应市场的需要。

1.3 常见的水质自动监测站类型

1.3.1 水质自动监测系统的构成

水质在线自动监测系统是一套以在线自动分析仪器为核心,运用现代传感器技术、自动测量技术、自动控制技术、计算机应用技术以及相关的专用分析软件和通信网络所组成的一个综合性的在线自动监测体系。

一套完整的水质自动监测系统能连续、及时、准确地监测目标水域的水质及其变化状况;中心控制室可随时取得各子站的实时监测数据,统计、处理监测数据,可打印输出日、周、月、季、年平均数据以及日、周、月、季、年最大值和最小值等各种监测与统计报告及图表(棒状图、曲线图、多轨迹图、对比图等),并可输入中心数据库或上网;收集并可长期存储指定的监测数据及各种运行资料、环境资料备检索。系统具有监测项目超标及子站状态信号显示、报警功能;自动运行,停电保护、来电自动恢复功能;维护检修状态测试,便于例行维修和应急故障处理等功能。

在水质自动监测系统网络中,中心站通过卫星和电话拨号两种通信方式实现对各子站的实时监视、远程控制及数据传输功能,托管站也可以通过电话拨号方式实现对所托管子站的实时监视、远程控制及数据传输功能,其他经授权的相关部门可通过电话拨号方式实现对相关子站的实时监视和数据传输功能。

每个子站是一个独立完整的水质自动监测系统,一般由6个子系统构成,包括:采样系统,预处理系统,监测仪器系统,PLC控制系统,数据采集、处理与传输子系统及远程数据管理中心,监测站房或监测小屋。各单元通过水样输送管路系统、信号传输系统、压缩空气输送管路系统、纯水输送管路系统实现相互联系。

1.3.2 水质自动监测站的分类

由于监测的水体不同,建设目的不同,水质自动监测系统在选配仪器、建造方式、建设规模上都有所不同,监测的参数和重点也有所侧重。水质自动站的分类方式大致有以下几种:

(1)根据自动监测水体的不同,将水质自动监测站分为河流水质自动监测站、湖(库)水质自动监测站、污水监控自动监测站等。

河流水质自动监测站用于监测河流水质。河流水体的特点是流动性好、水深浅,河床容易摆动。根据河流水质管理的需要,在河流省界、水功能区、供水水源地等处建设水质自动监测站,用于实时监测省界、水功能区、供水水源地等水质状况。由于监测目的不同,选用的监测参数也不同,主要监测参数有常规五参数(水温、电导率、pH、溶解氧、浊度)、高锰酸盐指数、氨氮、TOC等。

湖(库)水质自动监测站用于监测湖泊、水库水质。湖泊水体的特点是水深比较深,水流平缓,易出现富营养化,监测参数包括常规五参数(水温、电导率、pH、溶解氧、浊度)、氨氮、高锰酸盐指数、总磷、总氮、叶绿素、藻类等。

污水监控自动监测站主要用于实时监控企业排污口排放的废污水的流量和主要污染物浓度,自动计算排放量,掌握并控制排污口污染物的排放浓度和排放量,超标时自动报警,使自动监测直接为监督管理服务,发挥人工采样监测无法比拟的经济效益。废污水的特点是水体污染物浓度高。监测参数有流量、化学需氧量、氨氮等。

(2)根据水质监测自动化程度的高低,将水质自动监测站分为全自动监测站和半自动监测站。

全自动监测站,从取样、测试到数据传输和处理全都自动进行,无人值守,以在线监测仪器为主,功能比较全,监测设备多、造价高,可远程采集数据,适合于建设资金充足、需要实时监测的重要断面。欧洲及中国大陆较多采用全自动建设方案。

半自动监测站以采样仪器为主要平台,配置流量计、自动采样器和常规五参数的全部或某些常规参数仪器,做定时、等比例或按流量采样及常规参数超标时的采样,所有采集的水样由专人定时送回实验室进行分析,以弥补小型自动监测站监测项目的不足。其特点是造价低、测量值精确、麻烦少,适用于经济不太发达、建设资金比较少的地区和城市污染源的监测,特别适合于不需要实时监测的监测点源。以美国为首的美洲地区以及东南亚地区用半自动方案比较多。

半自动化监测也包括利用手动方式采集样品后用自动监测仪器分析测试,适用于突发性水污染事故,监测样品多、工作量大、强度高,也适合于采样困难、不具备采样条件的情况,或水面较宽的河流湖库,无法实现左、中、右采样或同一断面设置多条采样垂线的情况。利用手动方式采集有代表性的样品,利用自动分析仪器自动监测。

(3)按水质自动监测站的构成方式分大致有3种。

①由一台或多台小型的多参数水质自动分析仪(如 YSI 公司和 HYDROLAB 公司的常规五参数分析仪)组成的子站(多台组合可用于测量不同水深的水质),其特点是仪器可直接放于水中测量,系统构成灵活方便。

②固定式自动监测站为较传统的系统组成方式,其特点是监测项目的选择范围宽、设备多、功能比较全、无人值守、可远程采集数据、可实现远程监控,但前期投入和后期的维护费用比较高,适合建在河道固定、河床形态稳定的站点,以及大江大河与湖泊的重点水质断面和重要的水源地。欧洲及中国大陆多采用这种方案。

根据自动监测站的建设规模大小以及监测参数的多少,将自动监测站分为大型和小型。

大型自动监测站建设规模较大,监测参数较多。监测参数除水温、电导率、pH、溶解氧、浊度和总有机碳(TOC)、氨氮、流量等以外,还包括多种有毒有机物、重金属、BOD₅、生物毒性等。在西欧国家建设较多。例如荷兰的自动监测站,监测参数除水温、电导率、pH、溶解氧、浊度和 TOC、氨氮等以外,还包括多种有毒有机物、重金属、BOD₅、生物毒性等,同时也测定流量。德国河流自动监测站监测参数也较多。这些水质自动监测站可从有机、无机、生物等多方面实时监控水质的变化,在水质管理中能发挥很大的作用。但投资规模较大,运行费用也较高,对操作、运行、维护人员的技术水平要求较高。

小型自动监测站建设规模较小,监测参数较少,仪器配置多为五参数(水温、电导率、pH、溶解氧、浊度)、水位、流量和其他一些特殊污染项目如总有机碳(TOC)、氨氮等。在

北美、澳大利亚国家建设较多。其特点是投资规模小,常规监测参数仪器成熟、运行稳定、故障少、运行维护费用低、管理方便。这种小型水质自动监测站在水质预警预报方面有较大发展空间,但由于监测项目少,很难用于水功能区管理和省界河段水质管理。

③流动式自动监测站:是将固定式自动监测站的仪器设备全部装于一辆拖车(船、监测小屋)上,可根据需要迁移场所,也可认为是半固定式子站。其特点是机动性强、灵活方便,但组成成本高,适合于河道摆动性大的游荡性河道。对于游荡性河道,可将自动站房设计成可吊装式,遇到河道摆动,采样点常年脱流时,可将站房整体吊装到水流条件较好的采样点,解决了固定式自动监测站采水装置脱流后无水可采的难题。也适合于完成临时性监测任务和应对突发水污染事件。

一个可靠性很高的水质自动监测系统,必须同时具备 4 个要素,即高质量的系统设备、完备的系统设计、严格的施工管理、负责的运行管理。

在水质自动监测站的建设中,各地区和单位应根据水质管理需要、水质特点、监测目的和当地的实际情况,从实用的角度出发,选择监测方案、确定监测方式。务实、不追求潮流,大型、小型、全自动、半自动、固定式、流动式相结合,通过优势互补,强化自动监测站的功能,使自动监测站发挥最大的效益,以取得更好的投入与产出的成效比。

1.4 水质自动监测站应用概述

1.4.1 国外水质监测站应用

实施水质自动监测,可以实现水质的实时连续监测和远程监控,达到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、解决跨行政区域的水污染事故纠纷、监督总量控制制度落实情况和排放达标情况等目的。

水质在线自动监测系统目前在地表水、污水、水厂、水产养殖场、天然泳场、水库及沼泽地等水质监测中得到广泛应用。美国、日本、英国、德国和法国是将水质自动监测系统应用于江、河、湖、库水质监测较早的国家。

美国从 1975 年起建立国家水质自动监测网站,进行污水、地下水、地表水的监测,1976 年建立国家水质预警系统,仅俄亥俄河就设有 14 个监测点。

英国 20 世纪 60 年代末在泰晤士河流的李河开始试验。1975 年建成泰晤士河流域自动水环境监测系统,设置在流域的关键位置,用于保护取水点和监测大型污水处理厂的下游、主要河流汇合口的上游或下游、易受大量抽水影响的地方、淡水的出水口水质,监测数据用来评价水质、建立水质模型等。

德国在莱茵河德国黑森州与北威州交界断面设置水质自动监测站,用于监测流入北威州的莱茵河水质,掌握水质动态状况,特别是对有毒物质、油污染以及死鱼、缺氧等情况的监视。一旦发现污染情况,监测站就及时报警,并迅速通知下游北威州水与废弃物管理局和取水用户,以便其迅速作出反应。

荷兰国家水管理局在被谑称为“欧洲最大下水道”的莱茵河下游段,设置了一套价值 100 万英镑的水质监测系统,不间断地监测河流中的溶解氧、水温、pH 和某些无机、有机

污染物的含量。当监测数据超过规定的临界值时,可发出报警信号,供有关当局采取控制行动。

芬兰在 Kokemaenjoki 河上建设了 3 个固定的水质自动监测站,在 Kymijoki 河系上建立了 2 个固定的水质自动监测站和 2 个活动的水质自动监测站。几年的试验表明,水质自动监测站可以灵敏而又及时地发现水质的污染变化,对于超过规定标准的废水排放可以有效地实行监督。

日本 1978 年以污染源监测子站为主,建立了水质自动监测系统,对水体实行污染物总量控制。在污染源子站中设置的主要监测仪器为 COD 测定仪(或 UV 法有机物测定仪),以及测定排放物流量的流量计。有的 COD 测定仪还配有计算器,自动算出 COD 总排放量,用于掌握并控制排污口 COD 的排放浓度和排放量,使自动监测直接为监督管理服务,发挥人工采样监测无法比拟的经济效益。

1.4.2 国内水质监测站应用

我国从 20 世纪 80 年代中期开始了水污染在线监测方面的研究和探索,但真正在全国范围内开展此项工作则始于“九五”期间,国家环保总局在全国选择了一些省、市作为试点,对水污染的在线监测进行了管理和技术方面的有益探索。20 世纪 80 年代以来,我国陆续在一些大中城市 and 大型企业建立了水质自动监测系统,或者是在企业或区域环境自动监测系统中配置水质自动监测站,亦有流动监测站即水质自动监测车。例如天津水质监测系统、鞍钢环境自动监测系统、太钢污染源连续自动监测系统、锦州炼油厂污水水质监测系统及 SIG-785 型水质监测站等。应用实践表明,这些水质自动监测系统设计合理、运行稳定,能对城市污水和工业废水进行连续自动监测,有助于对企业或区域的水污染状况作出评价与预测,便于及时掌握水质污染变化规律,有效地控制污染物的排放。在污水处理厂进、出水口安装水质在线监测系统在我国起步较晚,还属于初步的探索阶段,香港和广州的城市污水厂部分安装了在线监测系统。

为了及时全面地掌握全国主要流域重点断面水体的水质状况,预警或预报重大(流域性)水质污染事故,自 1999 年 9 月至 2003 年 12 月,国家环保总局在松花江、辽河、海河、黄河、淮河、长江、珠江、太湖、巢湖、滇池等流域建设了 82 个水质自动监测站,对水质进行实时连续监测和远程监控。随着水质自动监测站建设的全面完成,2004 年 1 月 1 日开始,73 个(2004 年 6 月 5 日后达到 82 个)自动监测断面的水质自动监测周报向社会发布。目前,发布自动监测周报的 82 个断面,包括省界断面 23 个,国界河流或出入境河流 6 个。82 个断面分布在河流上的有 70 个,具体分布为:松花江 4 个、辽河 5 个、海河 8 个、淮河 13 个、黄河 9 个、长江 18 个、珠江 8 个、其他河流 5 个;分布在湖库上的有 12 个,包括太湖 7 个、巢湖 2 个、滇池 2 个、其他湖库 1 个。

据“四川省地表水水质自动监测站管理及其培训会”上透出的信息,“四川省自 2004 年在嘉陵江、岷江、沱江、金沙江等各大流域陆续设立地表水水质自动监测站以来,全省再没有发生重特大水质污染事故”。四川省内各大流域设置的自动监测站,起到了很好的水体污染预警,把可能发生的污染事故排除在了造成严重后果之前。2006 年枯水期,岷江进入眉山的交界断面——黄龙溪自动站发出预警,发现一污染团随江而下,市环保局及