

水质监测技术丛书

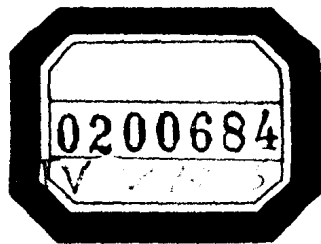
# 水质站网设计与 水质采样



郭治清 编著  
朱华康



中国科学技术出版社



水质监测技术丛书



006245 水利部信息所

# 水质站网设计与 水质采样

郭治清 朱华康 编著

中国科学技术出版社  
北 京

21137/10

(京)新登字 175 号

图书在版编目(CIP)数据

水质站网设计与水质采样/郭治清,朱华康主编.-北京:  
中国科学技术出版社,1993.12

(水质监测技术丛书)

ISBN 7-5046-1205-7

I. 水…

I. ①郭…②朱…

Ⅲ. ①水质管理:水质监测-环境工程-设计②水质监测:  
水质管理-环境工程-设计③地面水-水采样④水采样-地面水

N. X832

中国科学技术出版社出版

北京海淀区白石桥路 32 号 邮政编码:100081

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

河北水文印刷厂印刷

※

开本:787×1092毫米 1/32 印张:7 字数:140千字

1993年12月第1版 1993年12月第1次印刷

印数:1—3000册 定价:5.00元

郭治清 朱华康 编著

责任编辑：姜伟

封面设计：

正文设计：

## 内 容 提 要

本书比较系统地介绍了水质站网规划设计、优化调整及地表水采样的有关技术知识和基本方法,并附以实例。可供水利、环保、卫生、城建、海洋和工农业生产等部门从事防治污染、管理和保护水资源的有关人员阅读参考。

# 序

水质站网是开展水质监测、调查、评价、预测、预报等工作的基础。如何使水质站网的规划设计做到经济合理,既满足长期积累水质资料、进行水质评价和水质趋势分析的需要,又能及时掌握水质变化动态,进行水质警报、预报,为水资源管理、水环境保护、工农业生产和城乡安全供水服务,是水质监测工作中首先要解决的一个重要问题。

江河、湖泊、水库,由于其水量、流速、水深、水域面积、河道特征等的时空变化较大,有些河道的水文水力学条件还受人为控制的影响,因此,不同水域的水质状况差异很大。如何根据地表水体的不同特点,采得有代表性的水样,保证水质监测资料具有代表性、可靠性、可比性和系统性,是水质监测工作中必需解决的又一个重要问题。

本书正是为解答这些问题而组织编写的一部实用参考书。全书共分两大部分。第一部分为水质站网规划与设计,由郭治清工程师编写,赵珂经高级工程师审阅;第二部分为地表水采样,由朱华康高级工程师编写,熊椿懋、毛韵卓两位副教授审阅。全书由邹学田高级工程师编辑复审。

我们相信,本书能在水质站网的规划设计、优化调整及地表水采样等工作中给读者带来帮助,有所裨益。当然,由于编写这套丛书实属首次,缺点和不足在所难免,殷切希望读者给予批评指正。

水利部水文司

1993年7月于北京

# 目 录

## 第一篇 水质站网规划与设计

第一章	水质监测与水质站网 .....	(1)
1—1	水循环与水质 .....	(1)
1—2	水质监测的目的 .....	(2)
1—3	水质监测的内容 .....	(5)
1—4	水质站网设计 .....	(8)
1—5	国内外水质站网概况 .....	(9)
第二章	水质站网规划与设计 .....	(33)
2—1	水质站网规划的原理 .....	(33)
2—2	水质站网规划的水文学原理 .....	(36)
2—3	水质站网规划的统计学概念 .....	(38)
2—4	水质站网规划的前期准备工作 .....	(45)
2—5	水质站网规划与设计 .....	(49)
第三章	水质监测站网的协调、优化与调整 .....	(82)
3—1	水质站网的协调 .....	(82)
3—2	水质站网的优化与调整 .....	(83)
参考文献	.....	(90)

## 第二篇 地表水采样

第一章	采集水样的基本目标 .....	(91)
第二章	采样位置 .....	(92)
2—1	选择采样位置应考虑的因素 .....	(92)
2—2	混匀位置的确定方法 .....	(93)
2—3	采样断面的布设 .....	(106)
2—4	确定采样垂线和测点的一般方法 .....	(118)
第三章	采样频率和采样时间 .....	(126)
3—1	采样频率和时间的一般考虑 .....	(126)
3—2	采样频率的估计 .....	(130)
3—3	抽样方法 .....	(149)
3—4	采样频率的一般规定 .....	(154)
3—5	降低采样频率的方法 .....	(155)
第四章	水质项目优先考虑的方法 .....	(158)
4—1	超过水质标准的概率方法 .....	(158)
4—2	相关性 .....	(161)
第五章	水样采集、储存、运送及管理 .....	(174)
5—1	采样器 .....	(174)
5—2	采样工具 .....	(184)
5—3	采样器具的选择 .....	(185)
5—4	样品容器的清洗 .....	(191)
5—5	采样操作 .....	(194)
5—6	样品保存和管理 .....	(200)
参考文献	.....	(206)



# 第一篇 水质站网规划与设计

## 第一章 水质监测与水质站网

### 1—1 水循环与水质

众所周知,自然界的水是不断循环变化的。地球上江、河、湖、库、海洋、土壤表层及植物茎叶中的水分在太阳能的作用下不断地蒸发和蒸腾,化为水气上升至大气中,在气流的作用下到处传播,遇冷凝结后以降水的形式落到地面。降至地面的水,部分流入江、河、湖、海,部分渗入地下成为地下水,又以地下径流的形式泄入河流,尔后又流入海洋,如此循环往复。

水是一种良好的溶剂。在整个水循环过程中,水体表面与大气接触,水体底部与土壤、岩石接触,在自然条件下溶解了气体、离子以及来源于矿物及生物的胶体物质等,这些物质以各种各样的形式悬浮、分散或溶解在水中,形成天然水的水质状态。

随着全球人口的增长和工农业生产的发展,大量的工业废水、生活污水和农用排水流入水体,大气中的污染物质、工业废渣及城市垃圾中大量易溶于水的物质也随着大气降水及地表径流和地下径流进入水体,引起水体的水质发生变化,而造成水质污染,使天然水体逐渐失去了原有的价值和作用。

进入水体的各种物理的、化学的、生物污染物质,在自然界的水循环过程中,随着水流的运动,不断发生稀释与混

合、沉淀、吸附和凝聚；各种物质之间进行分解与化合，酸碱中和反应，氧化—还原反应，在各类生物的作用下，发生分解、转化、富集作用。所有这些物理的、化学的、生物的作用过程，相互联系，相互影响，相互制约，不仅与水体本身的组成与特点有关，而且直接地或间接地受气候环境（如光照强度、气温、降水、风力等）及自然地理环境条件的影响，同时受到人类活动的直接干预。因此，在自然环境中的水质是两种基本因素制约的结果：①人类的社会活动；②天然的水循环。即水质是复杂的天然和人为原因以及在时间和空间上产生的相互影响的函数。

## 1—2 水质监测的目的

水是生命不可缺少的要素之一，是人类生活和生产活动不可缺少的资源，也是制约经济和社会发展的的重要因素。地球表面积的 74% 被水以液态或固态所覆盖，全球的总水量为 13.86 亿  $\text{km}^3$ 。地球上的咸水有 13.51 亿  $\text{km}^3$ ，占全球总水量的 97.5%，其中 13.38 亿  $\text{km}^3$  储存于海洋，0.13 亿  $\text{km}^3$  储存在一些内陆湖泊及陆地的地下含水层中。地球上的淡水有 0.35 亿  $\text{km}^3$ ，占全球总水量的 2.5%。而人类实际能够利用的河水、湖泊水及浅层地下水等淡水资源只占地球总水量的 0.2% 左右。由于全球降水在时间和空间上分布不均，人口增长和城市集中发展，工农业生产和社会经济的迅速发展，对水资源的需求与日俱增，工业废水和生活污水排入江河、湖泊和水库，导致地表水和地下水的严重污染，不仅减少了可利用的

水资源量,而且加剧了水资源的供求矛盾,威胁着人类的生存:21世纪的水危机将取代石油危机,成为全球面临的主要危机。因此,保护有限的水资源,就成为人类面临的共同任务。

为了合理地开发利用水资源,有效地保护人类赖以生存的水环境,控制污染,造福人类,加强水资源的统一管理,就必须对水资源的质量进行监测。

水质监测是人类经由统计取样得到关于水的物理、化学和生物特征的定量数据的过程,是为国家合理开发利用和保护水土资源提供系统的水质资料的一项重要的基础工作,是水资源管理和保护的基础。水质监测的任务概括起来有以下几个方面:

一是定期(或连续)监测全国江、河、湖、库等地表水体、降水及地下水体的水质,掌握其变化动态,在搜集、积累代表水体质量的物理的、化学的和生物的数据的基础上,对全国的水体状况提出评价报告。

二是分析确定水质在时间和空间上的分布状况,摸清水体污染物的来源、进入水体的途径、迁移转化和自净规律,预测未来的水质变化趋势。

三是分析研究水体水质水量的相关关系,根据水质水量的动态变化,对水体污染造成的危害作出水质预报,为政府部门和水资源用户防止水污染事故的发生采取有效措施提供科学依据,确保城乡供水、供电和人民生命财产的安全。

四是收集调查污染源资料,并根据污染物质的种类,评估水污染对生态环境和人类健康造成的影响,提出防止水污染的具体要求和措施。通过调查水污染防治措施的实际效益,进而为制定水环境质量标准、水体污染物排放标准,建立水质数

字模型,为对污染物的排放实行监督、水环境管理服务。

五是依据水体的质量状况,对水资源进行分类,以满足不同用途(如旅游、供水、灌溉、发电等)的水资源开发利用对水体质量的要求,进而为制定水资源质量标准,对水资源实行统一管理服务。

六是积极开展科学实验,不断改进水质监测技术,探索水质变化规律,充分发挥水质信息的作用,为国家对水资源和水环境管理和保护的宏观规划和科学决策,为国民经济建设、工农业生产和人民生活提供优质服务。

依据水质监测的目的,可分为常规的水质监测和专门的水质监测两类:

#### 1. 常规的水质监测

常规的水质监测是由政府部门在他们的管辖权范围内来执行的,一般是对水体进行定点、定时的监测。常规水质监测是水质监测的主体,具有长期性和连续性。它可分为:

- (a)例行的地表水监测
- (b)例行的地下水监测
- (c)例行的排污口监测
- (d)周期性安排的特别调查
- (e)紧随着污染事故所实施的特别调查

特别调查不是例行的,提前安排的调查常常满足规划和实施目标,而临时安排的调查往往是根据污染事故而进行的专门的调查。

#### 2. 专门的水质监测

为某一特定研究目的服务的水质监测,其监测的项目与频率视服务对象的具体要求而定。

## 1—3 水质监测的内容

水质监测是一个从样品收集到数据利用的完整的、有良好组织和计划的系统。整个监测活动从采集样品开始,到数据被用于制定管理决策结束,大致可分为数据收集(操作)和数据利用(信息)两大数活动。

### 1—3—1 数据收集

数据收集由样品采集和实验室分析组成。但是,在样品采集之前,采样的位置、采样的频率和要监测的水质项目必须通过水质站网的规划设计来完成。因此,数据收集可定义为:由①水质站网设计;②水质样品采集;③水质实验室分析所组成。

样品采集:根据取样的目的(以质量控制为目的的测量、以质量表征为目的的测量、以鉴别污染源为目的的测量等),在水体(河流、湖泊、水库、地下水)内进行测量——在最具有代表性的断面(或者点)采集样品,使用合适的采样方法,将样品输送到实验室。在整个样品采集过程中,应使所采集的样品尽可能充分代表被表征的整体,并采取一切措施尽可能保证从采样到进行分析的这段时间内样品不发生任何变化。

实验室分析:选用若干可选择的水质分析方法对被测的水质项目进行分析测定,整个过程包括实验室中的操作方法(样品的处理及流程)、质量控制(质量保证)以及分析数据的记录等。

### 1—3—2 数据利用

从原始水质数据到可供人们利用的信息的转换包括两类活动。一是数据存贮,以便可适当地进行校核和审查且易于检索。二是必须选择数据分析的类型,以便使所产生的信息满足决策者的需要。数据利用由三类活动所构成:①数据处理;②数据分析;③信息利用。

数据处理:除对实验室分析所得出的水质数据的准确性进行评价,通过检验校核确定其合理性外,还要收集所有可用的和与水质管理有关的数据,经过整编后存贮入计算机,以供检索之用。

数据分析:根据信息利用的目的,从计算机存贮的大量水质数据中,检索出所需要的有关数据,选用合适的分析方法(数理统计、回归分析、时间序列分析、各种模型等),对水质状况的大范围(时间和空间)或某一个项目、某一个水系或某一条河流等具体的水质问题进行分析。

信息利用:信息利用是从数据分析到决策过程的信息的组合。根据分析的结果,以文字报告及图表形式提供水质管理决策者,为水质评价、水质预测、水质预报、水质规划、水质管理等服务。

整个水质监测过程包括六个方面的活动,见图 1—1,它表明操作过程和信息的位置。

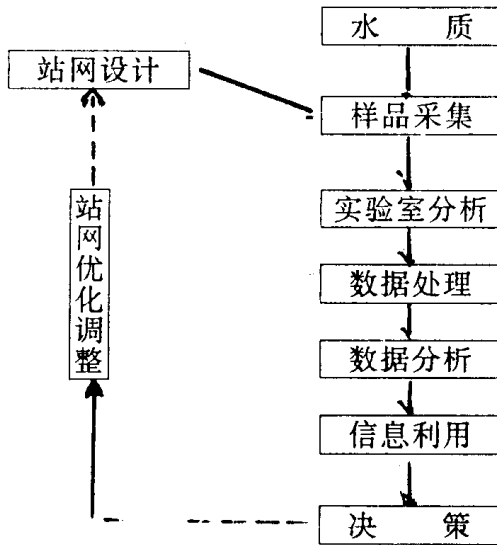


图 1—1 建立在贯穿于监测系统的信息流中的操作活动基础上的监测系统

水质监测活动是一个复杂的系统。监测系统活动及子活动的量和差异说明了在常规水质监测中所进行的活动的复杂性,如图 1—2 所示。

- |         |         |             |
|---------|---------|-------------|
| 站网设计    | 2. 操作程序 | 1. 基本的概括统计  |
| 1. 站址   | 3. 质量控制 | 2. 回归分析     |
| 2. 项目选择 | 4. 数据记录 | 3. 水质指标     |
| 3. 取样频率 | 数据处理    | 4. “质量控制”说明 |

<b>样品采集</b>	1. 数据接收	5. 时间系列分析
1. 采样技术	a 实验室	6. 水质模型
2. 野外测量	b 室外来源	<b>信息利用</b>
3. 样品保存	2. 复查与校核	1. 信息需求
4. 取样点	3. 存贮与检索	2. 报告格式
5. 样品输送	4. 报 告	3. 操作程序
<b>实验室分析</b>	5. 传 送	4. 利用评价
1. 分析技术	<b>数据分析</b>	

图 1—2 监测系统活动的功能总结

## 1—4 水质站网设计

水质站网设计是从水文学和统计学的可靠方式来确定采样点的位置,计算采样频率和选择需测项目,它是水质监测的基础。从图 1—1 可以看出,站网设计虽不是经常性的任务,但却是一项对系统有效运行极其重要的基础工作。水质监测站网的规划设计不仅要考虑数据的收集,而且要考虑信息的利用。站网设计的好坏,直接影响着整个监测活动的正常运行。只有将水质监测策略与水质管理策略紧密地结合,才能使水质监测更好地为管理决策服务。

水质监测站网规划是一个迭代过程。随着人们认识水平的不断提高,新的监测目的或活动的增加,将对水质站网提出新的要求,此时就必须根据新的要求,对已有的水质站网进行进一步的设计,也即进行水质站网的优化调整,使之适应新的形势的需要,并在运行过程中日臻完善。



## 1—5 国内外水质站网概况

### 1—5—1 全球水质监测规划

1974年,世界卫生组织(WHO)在联合国环境规划署(UNEP)的帮助下,开始制定发展全球卫生中有关水质监测的规划。1975年1月在Koblenz(联邦德国)联邦水文研究所召开了一次专家会议,制定了规划的基本结构。1976年11月由联合国环境规划署(UNEP)、世界卫生组织(WHO)、联合国教科文组织(UNESCO)和世界气象组织(WMO)联合制定了全球水质监测规划(GEMS/WATER)。

#### 1. 规划的目标

全球水质监测规划包括三个基本目标:

- (1) 与新建立水质监测系统的成员国协作,加强现有的系统。
- (2) 提高成员国内和成员国间水质资料的正确性和可比性。
- (3) 通过长期监测持久性毒物,评价水污染的影响和趋势。

规划通过所有参加组织的密切合作来发展和完成,以保证规划按照全球统一方法进行(主要是协调),尽可能按地区来安排。即由WHO地区办事处与UNESCO、WMO和UNEP的相对应机构、负责区域内的规划,指定地区参考实验室帮助他们完成任务。

在每个参加国中,政府机构或公共机构被指定为本国内