



Education

GUOJI SHUIZIYUAN YICONG

国际水资源译丛

SHUIZIYUAN HUANJING

GUIHUA GUANLI

YU KAIFA

水资源环境  
规划、管理  
与开发

[加] Asit K. Biswas 等著

米玮洁 胡俊  
李嗣新 译



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn



国 际 水 资 源 译 丛

水资源环境  
规划、管理  
与开发

下

K. Biswas 等 著

赵先富 米玮洁 胡 俊  
洪 峰 李嗣新 译



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

## 内 容 提 要

本书是国际水资源译丛之一,根据全球发达国家和发展中国家的水资源环境规划、管理与开发及其引起的环境问题处理等经验,结合相关科研成果,尝试以跨学科的分析和审视方法,对全球水资源的科学、合理利用和可持续发展问题进行了详尽和深入的探讨。

该书共上、中、下三册,涉及全球水资源环境规划、管理与开发的方方面面,主要内容包括:水资源开发与环境、有效管理水资源及相关环境资源的组织机构原则、水资源管理经济机制(定价、许可和市场)、社会影响、移民安置、土地利用、侵蚀和水资源、泥沙、渍涝和盐碱化、地下水与环境、废水利用、水质监测、水质预测及管理、富营养化、内陆渔业、水生杂草等。

本书内容丰富,视野开阔,理念新颖、超前,可供从事水资源规划、管理等研究的科研人员、管理人员以及高等院校相关专业的师生阅读参考。

Biswas Asit

Water Resources: Environmental Planning, Management, and Development  
9780070054837

Copyright © 1997 by The McGraw-Hill Companies, Inc..

北京市版权局著作权合同登记号:图字 01-2011-5327

### 图书在版编目(CIP)数据

水资源环境规划、管理与开发:全3册/(加)比斯  
瓦斯等著;程丽君等译. — 北京:中国水利水电出版社,  
2011.11

(国际水资源译丛)

ISBN 978-7-5084-9130-1

I. ①水… II. ①比… ②程… III. ①水资源管理②  
水环境—环境管理 IV. ①TV213.4②X143

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第222033号

|       |                                                                                                          |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 书 名   | 国际水资源译丛<br>水资源环境规划、管理与开发(下)                                                                              |
| 著 者   | [加] Asit K. Biswas 等著                                                                                    |
| 译 者   | 赵先富 米玮洁 胡俊 洪峰 李嗣新 译                                                                                      |
| 出版发行  | 中国水利水电出版社<br>(北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038)<br>网址: www.waterpub.com.cn<br>E-mail: sales@waterpub.com.cn        |
| 经 售   | 电话: (010) 68367658 (发行部)<br>北京科水图书销售中心(零售)<br>电话: (010) 88383994、63202643、68545874<br>全国各地新华书店和相关出版物销售网点 |
| 排 版   | 中国水利水电出版社微机排版中心                                                                                          |
| 印 刷   | 三河市鑫金马印装有限公司                                                                                             |
| 规 格   | 140mm×203mm 32开本 24.625印张(总) 662千字(总)                                                                    |
| 版 次   | 2011年11月第1版 2011年11月第1次印刷                                                                                |
| 印 数   | 0001—1000册                                                                                               |
| 总 定 价 | 98.00元(上、中、下)                                                                                            |

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

# 水资源环境规划、管理与开发

## 翻译委员会

主 任 刘 宁

副主任 马建华

委 员 (以本书组织翻译及译校单位为序)

张华忠 周运祥 (长江水利委员会长江工程监理咨询有限公司)

仲志余 张 惠 (长江水利委员会长江勘测规划设计研究院)

常剑波 陈文祥 (水利部中国科学院水工程生态研究所)

王方清 彭 彪 (长江水利委员会水资源保护局)

学术顾问 王 浩 翁立达 方子云 王子健

策划、组织、统稿 李玉珍

## 译校审

|     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 程丽君 | 宋金木 | 李军朝 | 马志刚 | 黄家文 | 徐成剑 |
| 李晓凌 | 刘 晖 | 赵先富 | 米玮洁 | 胡 俊 | 洪 峰 |
| 李嗣新 | 章贤方 | 余继承 | 陈金生 | 余 勇 | 章国渊 |
| 陈 宇 | 刘 浩 | 熊 军 | 涂修海 | 周 彬 | 郑 丰 |
| 刘子慧 | 黄灿璨 | 万小琼 | 黄建和 | 刘江壁 | 刘 辉 |
| 钱卓洲 | 常汉生 | 柯学莎 | 许全喜 | 范 杰 | 刘 晖 |
| 梁友光 | 张 曦 | 廖奇志 | 马 力 |     |     |

# 目 录

序

译者的话

前言

## 上 册

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| <b>1 水资源开发与环境</b>              | <b>1</b>  |
| 1.1 概论                         | 1         |
| 1.2 全球水资源概况                    | 2         |
| 1.3 水资源危机                      | 6         |
| 1.4 环境和水资源管理                   | 13        |
| 1.5 可持续发展                      | 14        |
| 1.6 环境评估框架的局限                  | 19        |
| 参考文献                           | 36        |
| <b>2 有效管理水资源及相关环境资源的组织机构原则</b> | <b>38</b> |
| 2.1 水资源和环境资源组织管理体系的特点          | 38        |
| 2.2 资源管理的基础                    | 52        |
| 2.3 政府及非政府实体的职责和组织             | 60        |
| 2.4 非政府组织担当的角色                 | 75        |
| 2.5 资源管理的经费                    | 80        |
| 2.6 改革                         | 86        |
| 参考文献                           | 87        |
| <b>3 水资源管理经济机制（定价、许可和市场）</b>   | <b>89</b> |
| 3.1 政府参与水资源分配                  | 89        |
| 3.2 水资源的有效分配                   | 93        |
| 3.3 定价的有效性和用水许可                | 105       |
| 3.4 通过市场途径管理水资源                | 117       |
| 3.5 结论                         | 126       |

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| 附件 A 水资源管理中的任意获取问题 .....   | 127        |
| 附件 B 水资源的稀缺性和时际分配 .....    | 129        |
| 附件 C 不确定性与时际分配 .....       | 131        |
| 参考文献 .....                 | 133        |
| <b>4 社会影响</b> .....        | <b>138</b> |
| 4.1 定义 .....               | 141        |
| 4.2 数量和知识 .....            | 142        |
| 4.3 其他受项目影响人群案例分析 .....    | 150        |
| 4.4 受项目影响人群和抵制运动 .....     | 158        |
| 4.5 帮助受影响人群成为项目受益者 .....   | 160        |
| 4.6 结论和教训 .....            | 176        |
| 4.7 致谢 .....               | 180        |
| 参考文献 .....                 | 181        |
| <b>5 移民安置</b> .....        | <b>189</b> |
| 5.1 非自愿移民安置目标 .....        | 190        |
| 5.2 非自愿移民安置规模 and 影响 ..... | 191        |
| 5.3 非自愿移民安置的资助问题 .....     | 196        |
| 5.4 移民安置现状 .....           | 199        |
| 5.5 探析移民安置持续不成功的原因 .....   | 203        |
| 5.6 提高生活水平使移民获益 .....      | 220        |
| 5.7 研究和监测 .....            | 228        |
| 5.8 结论 .....               | 229        |
| 5.9 致谢 .....               | 230        |
| 参考文献 .....                 | 230        |

## 中 册

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| <b>6 土地利用、土壤侵蚀和水资源</b> ..... | <b>237</b> |
| 6.1 人、土地、水资源简况 .....         | 237        |
| 6.2 农业和林业用水 .....            | 238        |
| 6.3 耕地和牧场水土流失 .....          | 239        |
| 6.4 水土流失过程 .....             | 243        |
| 6.5 影响水土流失的因素 .....          | 244        |

|           |                     |            |
|-----------|---------------------|------------|
| 6.6       | 土壤侵蚀、水与生产力的降低       | 249        |
| 6.7       | 侵蚀模型及水土流失对农作物生产量的影响 | 254        |
| 6.8       | 水土流失损失              | 256        |
| 6.9       | 侵蚀控制和保水             | 263        |
| 6.10      | 结论                  | 264        |
|           | 参考文献                | 266        |
| <b>7</b>  | <b>泥沙</b>           | <b>277</b> |
| 7.1       | 泥沙学情况简介             | 277        |
| 7.2       | 河流形态学               | 277        |
| 7.3       | 泥沙特性                | 281        |
| 7.4       | 床面形态                | 285        |
| 7.5       | 泥沙输移                | 291        |
| 7.6       | 产沙量                 | 296        |
| 7.7       | 水库淤积                | 297        |
|           | 参考文献                | 300        |
| <b>8</b>  | <b>渍涝和盐碱化</b>       | <b>304</b> |
| 8.1       | 全球渍涝和盐碱化概况          | 304        |
| 8.2       | 渍涝和盐碱化的发生           | 305        |
| 8.3       | 盐渍土的特点              | 308        |
| 8.4       | 灌溉地的水盐平衡            | 309        |
| 8.5       | 土壤盐碱度变化预测           | 312        |
| 8.6       | 水涝、土壤盐碱度和农作物产量      | 315        |
| 8.7       | 盐渍土的垦殖              | 318        |
|           | 参考文献                | 320        |
| <b>9</b>  | <b>地下水与环境</b>       | <b>323</b> |
| 9.1       | 地下水概述               | 323        |
| 9.2       | 地下水环境问题             | 334        |
| 9.3       | 地下水环境评价             | 353        |
| 9.4       | 地下水管理               | 378        |
|           | 参考文献                | 403        |
| <b>10</b> | <b>废水回用</b>         | <b>411</b> |
| 10.1      | 废水回用概述              | 412        |
| 10.2      | 废水回用规划              | 417        |
| 10.3      | 废水回用类型及案例           | 428        |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 10.4 废水回用微生物健康风险评估 ..... | 459 |
| 参考文献 .....               | 463 |

## 下 册

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| <b>11 水质监测</b> .....             | 471 |
| 11.1 水质监测定义 .....                | 473 |
| 11.2 监测方案的组成 .....               | 480 |
| 11.3 质量保证和质量控制 .....             | 494 |
| 11.4 发展中国家的水质监测进展 .....          | 497 |
| 11.5 全球范围的水质监测 .....             | 500 |
| 11.6 结论与建议 .....                 | 503 |
| 参考文献 .....                       | 503 |
| <b>12 水质预测及管理</b> .....          | 508 |
| 12.1 模型选择及其复杂性 .....             | 511 |
| 12.2 水质模型的分类 .....               | 512 |
| 12.3 水质模型的水力学参数 .....            | 514 |
| 12.4 整个水资源系统的一维水质模拟 .....        | 524 |
| 12.5 水质反应模拟——几种扩展 .....          | 527 |
| 12.6 模式发展与求解程序（实例说明） .....       | 534 |
| 12.7 模型校准和评估 .....               | 542 |
| 12.8 水质模型应用 .....                | 544 |
| 参考文献 .....                       | 546 |
| <b>13 富营养化</b> .....             | 551 |
| 13.1 富营养化研究的主要特征 .....           | 552 |
| 13.2 营养状况与富营养化 .....             | 554 |
| 13.3 世界范围湖泊和水库的富营养化 .....        | 570 |
| 13.4 富营养化模型 .....                | 603 |
| 13.5 湖泊恢复战略（实现湖泊流域系统的良好管理） ..... | 612 |
| 13.6 致谢 .....                    | 618 |
| 参考文献 .....                       | 618 |
| <b>14 内陆渔业</b> .....             | 653 |
| 14.1 内陆渔业与水产养殖现状 .....           | 654 |

|           |                     |            |
|-----------|---------------------|------------|
| 14.2      | 水生资源的环境威胁 .....     | 656        |
| 14.3      | 环境退化和渔业的区域性问题 ..... | 664        |
| 14.4      | 渔业保护与改善措施 .....     | 671        |
| 14.5      | 渔业前景展望 .....        | 679        |
| 14.6      | 资源的综合管理 .....       | 681        |
| 14.7      | 致谢 .....            | 682        |
|           | 参考文献 .....          | 682        |
| <b>15</b> | <b>水生杂草 .....</b>   | <b>699</b> |
| 15.1      | 杂草问题的范围 .....       | 699        |
| 15.2      | 水生杂草引发的问题 .....     | 701        |
| 15.3      | 水生杂草的分类 .....       | 703        |
| 15.4      | 水生杂草的控制方法 .....     | 705        |
| 15.5      | 综合杂草控制技术 .....      | 738        |
| 15.6      | 水生杂草的利用 .....       | 740        |
| 15.7      | 结论和讨论 .....         | 744        |
|           | 参考文献 .....          | 745        |



## 水质监测

随着人们对水质要求的提高，为了使水达到特定的用途并符合预期的质量，人们对水质的定义也在不断地发展。对水最根本的需求是水质要符合饮用、个人卫生及食用的要求，并且不会危害到人类的健康。此外，随着水资源的日益发展及产业化，有必要引入有特定物理、化学或生物特征的水质概念。同一水体既可以方便地用于生活与农业用水，又可以方便工业废水和生活废水的排放，所有这些都可以显著影响受纳水体的物理、化学和生物学特性。在世界许多地区，经过处理的废水常作为下一个水源继续使用，因此有必要对水资源开展更加深入和复杂的监测和评价。

不管是有关用水的需求，还是为了评价人类活动对水资源的影响（如废物处置与提取），对水质的准确评价都取决于对水源物理、化学和（或）生物条件特定指标的监测结果。因此，监测过程中产生的数据质量对结果评价和管理行为建议是非常重要的。

虽然许多监测方案传统地从单一水体或水生系统收集数据，但水质的监测和评价不能再局限于地方或国家的界限。大江大河可能通过数个国家，主要含水层可能穿越国界，同时两个或更多的国家可以共同拥有一个大型湖泊或水库的沿岸带。此外，一些水质问题在自然界具有跨国特点（如由于大气沉降酸雨使湖泊、河流酸化）甚至全球的特性（例如铅沉降及在淡水生态系统中的积累）。因此，更加需要以提供环境管理和保护信息为目的，按

照国际和全球尺度设计的监测评价方案。

1992年1月在德国柏林举行的水与环境国际会议，着重提出了自然流域或集水区水资源保护的目标评价。本次会议的建议也被全球首脑的联合国环境与发展会议（UNCED，1992年6月在里约热内卢举行）所认可。178名政府代表出席了柏林会议，重点强调全球共同发展与环境保护相结合。会议的重要成果之一是有关未来环境与发展行动的计划纲要，被称做《21世纪议程》。在淡水相关部分，《21世纪议程》提出了一系列目标，其中包括要求所有国家整体建立有效收集、处理、存储、检索和散发可利用集水区和地下水含水层水平、水资源水质水量用户信息的体制部署计划。

由于水的所有用途都会直接或间接地产生废水，这些废水来源于不同质量的原水，又重新进入水文循环，导致世界水资源质量的变化。这些变化只能根据主要水体（河流集水区、含水层等）的水质指标监测结果进行评价，并且这种监测、评价需要超过几十年而不是几年的漫长时间。近年来，包括在《21世纪议程》提出的一系列目标，多次强调了水资源和水质管理适度整合的需求（Biswas et al., 1993）。

监测程序的发展经历了从几个采样站点的简单技术（如在湖泊或水库使用塞氏盘）、使用袖珍计算器和手工绘图进行结果分析，到利用先进的实验设施与技术测量大量样品的微量指标，并用强大的计算机处理结果的过程。淡水质量监测可通过多种方法进行，包括物理、化学、生物指标的定量检测，以及气味、透明度和营养变化的定性描述。所有的监测活动都能产生大量的信息。采集信息的时间、精力和经费是巨大的，因此有必要使搜集的资料和所收集的信息资源得到最有效地利用。要做到这一点，只有通过仔细制定监测方案的目标和这些目标中包含的预期成果、评价条例等来完成。没有明确目标和对监测数据进行最终评价的监测是浪费时间的行为。对数据进行全面评估的正确程序是能够为环境管理提供有用信息，并且能够为监测方案本身提供改

进建议。

## 11.1 水质监测定义

监测这个词经常被用于涵盖收集和评价有关水质信息的各个方面。本段讨论的目的，主要是区分监测和结果数据的评估。

监测是指在固定地点定期收集实际信息，目的是提供数据以确定现状和预测趋势等 (Meybeck and Helmer, in press)。

全过程的监测、数据评估和监测结果的报告，可以被定义为一种评价。对水质信息的常规采集是监测活动的一个重要组成部分，故应将监测与野外调查相区分。调查只是为一个特殊的目的 (例如在研究项目或在具体监测方案设计之前需要获得一些初步的信息)，而进行一次或一段时间 (例如一个季度) 的信息采集。

### 11.1.1 监测与水的利用关系

水质监测一般被用来评价水资源某个特殊用途的适用性。适用性评价包括所选水质参数的可接受浓度，用这些作为界定准则、标准或最大容许浓度。定义水特殊用途最著名的一组参数是世界卫生组织 (WHO) 的饮用水质量标准 (WHO, 1993)。指导值的确定是基于水体中自然参数和常见污染物不同浓度引起的可能的健康风险影响。许多国家机构在世界卫生组织准则的基础上，规定了饮用水监测细节，并设置某些参数的最大可容许浓度范围。提供的被测定参数要在最大可容许浓度值以下，才能确定对人体是安全的。

表 11.1 包含了一些国家和国际组织为饮用水供给、家畜及家畜饮水、农田灌溉、渔业和水产保护用水等常见用途设立的参考值、标准等案例，另外给出了国家标准，特定的工业用途设立了自己的水质标准使依靠自然过程的水资源能够被使用。

虽然可接受的水质需要根据最高质量要求的用途进行界定，但采用的质量标准和可利用资源的量化在定义可接受水质时有着重要作用。一般情况下，对水质 (见表 11.1) 最高要求的使用往往是需求相对较少的，如饮用水。全球淡水只有 8% 用于生活

用水，而 69% 用于农业，23% 用于工业（World Resources Institute, 1992）。水资源总量稀缺的地方，往往需要接受质量不符合上述参与值或标准的水资源。它们虽然不宜作为饮用水，但却可能对农业或某些工业来说是可用的。

监测导则或标准简化了监测方案设计，因为程序方案的目标已经确定（见下文），评估相对来说比较简单。方案设计面临的主要任务是监测点的数量和位置的选择，但是这也可以很好地满足某些特殊用途的水的要求。

表 11.1 不同国家和国际组织参考值中选择变量的  
最大允许浓度示例表

| 变量               | 饮用水供给             |         | 渔业和<br>水生动物           |                        | 家畜及<br>家畜饮水      | 农田灌溉     |
|------------------|-------------------|---------|-----------------------|------------------------|------------------|----------|
|                  | 世界<br>卫生组织        | 加拿大     | 俄罗斯                   | 加拿大                    | 加拿大              | 加拿大      |
| 总溶解性固体<br>(mg/L) | 1000              | 500     |                       |                        | 3000             | 500~3500 |
| 浊度 (NTU)         | 5                 | 5       |                       |                        |                  |          |
| pH 值             | <8.0 <sup>a</sup> | 6.5~8.5 |                       | 6.5~9.0                |                  |          |
| 溶解氧<br>(mg/L)    |                   |         | 4.0 <sup>b</sup> ~6.0 | 5.0~9.5                |                  |          |
| 硝酸盐氮<br>(mg/L)   |                   | 10      |                       |                        |                  |          |
| 硝酸盐<br>(mg/L)    | 50                |         | 40                    |                        | 100 <sup>c</sup> |          |
| BOD (mg/L)       |                   |         | 3                     |                        |                  |          |
| 钠 (mg/L)         | 200               |         | 120                   |                        |                  |          |
| 氯 (mg/L)         | 250               | 250     | 300                   |                        |                  | 100~700  |
| 硫酸盐 (mg/L)       | 250               | 500     | 100                   |                        | 1000             |          |
| 铝 (mg/L)         | 1.5               | 1.5     | 0.75                  |                        | 2.0 <sup>d</sup> | 1.0      |
| 硼 (mg/L)         | 0.2               |         |                       | 0.005~0.1 <sup>e</sup> | 5.0              | 5.0      |
| 铬 (mg/L)         | 0.3               | 5.0     |                       |                        | 5.0              | 0.5~6.0  |

续表

| 变量                      | 饮用水供给             |       | 渔业和<br>水生动物    |                                | 家畜及<br>家畜饮水          | 农田灌溉                               |
|-------------------------|-------------------|-------|----------------|--------------------------------|----------------------|------------------------------------|
|                         | 世界<br>卫生组织        | 加拿大   | 俄罗斯            | 加拿大                            | 加拿大                  | 加拿大                                |
| 铜 (mg/L)                | 0.003             | 0.005 | 0.005          | 0.0002~<br>0.0018 <sup>f</sup> | 0.02                 | 0.01                               |
| 汞 (mg/L)                | 0.05 <sup>a</sup> | 0.05  | 0.02~<br>0.005 | 0.02~<br>0.002                 | 1.0                  | 0.1                                |
| 锌 (mg/L)                | 2 <sup>a</sup>    | 1.0   | 0.001          | 0.002~<br>0.004 <sup>f</sup>   | 0.5~1.0 <sup>b</sup> | 0.2 <sup>i</sup> /0.1 <sup>j</sup> |
| 锂 (mg/L)                | 0.01              | 0.05  | 0.1            | 0.001~<br>0.007 <sup>f</sup>   | 0.1                  | 0.2                                |
| DDT ( $\mu\text{g/L}$ ) | 0.001             | 0.001 | 0.00001        | 0.0001                         | 0.003                |                                    |
| 林丹 ( $\mu\text{g/L}$ )  | 3                 | 5.0   | 0.01           | 0.03                           | 50                   | 1.0 <sup>k</sup> /5.0 <sup>l</sup> |
| 大肠杆菌 <i>n</i><br>(mg/L) | 2                 | 30.0  |                | 10 <sup>-6</sup>               |                      |                                    |
|                         | 2                 | 4.0   |                |                                |                      |                                    |
|                         | 0                 | 0     |                |                                |                      | 100                                |

注 a—经过氯有效消毒；b—冰盖下可接受下限值；c—硝酸盐加亚硝酸盐；d—如果动物食物包含氟则为1.0；e—取决于pH值；f—取决于硬度；g—暂定；h—取决于动物种类；i—敏感作物；j—耐受作物；k—土壤pH<6.5；l—土壤pH>6.5。

资料来源：Environment Canada (1987)。

### 11.1.2 影响监测

随着人口压力的增长，人类活动对水质影响的监测需求不断增加。人类活动可能影响水质，并影响同一流域在其他地区的水资源利用。影响监测的一个直接原因是如何确定废物处置和废水、农业径流、水资源取用等对水体造成伤害的变化。另外，必须对任何影响程度的评估、建议的补救措施和调控水资源的影响进行监测，以及对调控和补救措施的成功性进行评估或评价。后者的活动往往需要立法规定相关标准，可能用到前面提到的监测方案和方法。

为了使监测方案更有效及时地决定某一个具体影响的效果，一些对预期效果的认识是至关重要的，如水体中被添加的物质及其可能产生的浓度，以及预期的或已知的物理、化学和生物（如毒理）在水生生态系统中的特点或作用。如果这些信息尚未公开发表在文献中，那么在可接受的水体中进行以实验室为基础的生物测定或野外初步调查研究是非常必要的。

对影响的监测可以采取多种方式，从传统的化学或生物的水样分析到先进的生理生物或复杂的动力学测试，如使用鱼类或其他水生生物进行敏感生物测试的连续化学分析复合现场监测系统（见下面莱茵河的例子）。

当水资源作为饮用水供给或敏感用途时，监测工作显得尤为重要。因为许多大型河流往往跨越国界。废水排放标准的制定有责任和义务保障下游水质在相对于自然自我净化机制条件下，足以适合以后的用途和污水处理（如果存在）。这种监测工作需要定期连续分析受纳水体和频繁对分析结果进行评价。

### 11.1.3 水质监测

水质显著的长期的变化只能由预测进行评价，这需要长时间的定期进行。许多水质问题一直强调预测，如瑞典 Constance 湖的富营养化进程（见图 11.1）。这种长期监测活动现在已成为水质评价方案的重要组成部分，这是因为人类活动导致全球水质恶化，即使在人口非常低的地区也是如此。

虽然具体水质参数的监测趋势能够构成主要目标，但有着其他目标的许多监测方案也可用于预测趋势，提供长时间序列、定期的较好的监测数据。通常，趋势评价使用几十年收集的数据，但有时水质的明显趋势可以通过约 10 年的时间观察到，如 1973~1982 年 Bermuda 公共水井的硝酸盐浓度增加事件，硝酸盐浓度的增加超过了世界卫生组织建议的数值，主要原因是未铺设污水处理管道设施，导致地下水被污染（Foster et al., 1987）。

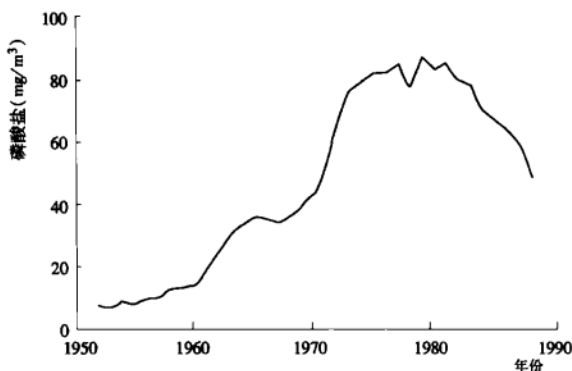


图 11.1 磷酸盐长期趋势指示富营养化发展与控制曲线图 (瑞典 Constance 湖)

#### 11.1.4 通量监测

由于人们对污染物迁移意识的提高，近来加强了通量监测，以评估营养盐和污染物从河流或者地下水排入湖泊、海洋以及跨越国际边界的通量，即单位时间内的变化数量。通量监测需要的水量数据和需要注意的化合物浓度，这与水文水质监测活动紧密相关。污染物迁移的重要性已经被包含河流流量监测站在内的全球环境监测系统 (GEMS) 的全球水质监测和评价方案认可 (WHO, 1991) (见下文)。

#### 11.1.5 多目标监测

负责设计和实施监测方案的机构经常不得不根据同一水域的不同影响和用途来设计不同的监测方案。虽然理论上应该对特殊用途的水体和影响设计专项监测方案，但这需要资金和技术的支持，即使对富裕国家来说也不小的压力。因此实际中，许多常规、长期的监测分别为多个目标服务。

通常，监测用于评估生态系统健康、确定污染物的存在和影响，以及某个用于特殊用途的水质水体的超标情况。然而，以前地方和国家机构倾向于设计多功能的监测方案而没有考虑到这些

信息的最终用途，并且常常缺少必要的初步调查，而且这些调查往往有助于优化方案的设计（Meybeck et al., in pressa）（见下文）。这些方案产生了大量对评价没有什么价值的信息，许多可能永远不会被分析和使用。虽然多功能监测在某些情况下是需要的，但在大多数情况下已不再推荐使用。

### 11.1.6 监测目的确定

在目标设计中投入时间和精力，可以从中获得更有针对性和更有成本效益的监测方案。在过去，监测经常没有明确的目标去对获得的数据进行解释。在设计监测方案之前制定明确的目标对整个方案的成败至关重要，应在各类水体的各类监测方案中引起注意（Chapman, in press）。目标必须陈述监测方案和获得预期信息的理由。预期的产出必须明确说明为帮助设计和完成方案所选择的合适的方法和样品（物理、化学或生物样品），合适采样点的位置、数量以及数据分析手段。不合适选择常常会导致没有明确的目标和浪费资源、人力。在缺乏对水体所有因素和影响初步调查的情况下，不需要制定明确的目标，例如：

- （1）气候、地质和水文影响。
- （2）水的用途和提取。
- （3）污染源（点源和面源）。

目标通常是契合现有资源进行优化方案设计的。每个水体都要能够适当描述出它的物理、化学和生物特征，并且有许多方法可以实施实现。过去许多监测建立在定点采样和传统的物理化学室内分析上。但近年来其他方法也被很好地用于描述特殊水质问题带来的影响，例如通过悬浮物监测污染物的输移，通过生物群落监测生态系统健康。不过经常出现一种不好的倾向，就是新的、复杂的方法并没有经过严格的检验。但这些方法能不能在监测方案中去执行呢？在资源可利用范围内，大多数合适方法的选择是要经过一个初步方案检验的。采用新的方法往往会在设备和人员培训方面有额外的花费。