



• International
• Hydrological
• Programme



滨海地区 水资源综合管理方法

Approaches
for Integrated Water Resources
Management (IWRM)
in Coastal Regions

主编 张保祥 [德]W. F. Geiger 王明森



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

本书获科技部国际科技合作与交流计划项目(2007DFB70200)资助

滨海地区 水资源综合管理方法

主编 张保祥 [德]W. F. Geiger 王明森



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书为联合国教科文组织（UNESCO）可持续水管理第五届培训班暨科技部国际科技合作与交流计划项目“滨海地区水资源综合管理技术”第四届专题研讨会的论文集，共收录 40 篇中英文论文。主要内容包括水资源管理方案的社会经济影响分析、水资源可持续管理与决策支持系统、水资源监测与模拟、节水与非常规水源利用工程示范等。这些成果对开展水资源综合管理技术、优化调度各种水源、提高水资源可利用率、保护生态环境、促进和保障当地社会、经济 and 环境的可持续发展具有重要借鉴作用。

本书适合水利、环保、国土等行业的广大爱好者阅读和参考。

图书在版编目（C I P）数据

滨海地区水资源综合管理方法 / 张保祥，盖格，王明森主编. -- 北京：中国水利水电出版社，2013. 12
ISBN 978-7-5170-1615-1

I. ①滨… II. ①张… ②盖… ③王… III. ①海滨—水资源管理—文集—汉、英 IV. ①TV213.4-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第318651号

书 名	滨海地区水资源综合管理方法
作 者	主编 张保祥 [德]W. F. Geiger 王明森
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 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	北京纪元彩艺印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 26.25 印张 720 千字
版 次	2013 年 12 月第 1 版 2013 年 12 月第 1 次印刷
定 价	80.00 元

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

本书编委会

主 编 张保祥 [德] W. F. Geiger 王明森

委 员 (以姓氏笔画为序)

王忠静	王洪波	王 娟	王 雪	尹萌萌	石玉好
田 野	吕宁江	刘青勇	刘春华	刘 恒	杜文贞
杜贞栋	李传奇	李 玲	李相然	李莹莹	宋瑞勇
张克锋	张晓龙	陆志波	陈丕华	武佳枚	林少伟
林洪孝	罗新正	房 潮	孟凡海	赵 锐	黄 乾
韩 刚	蒲宇飞	樊 冰			

A. Schumann B. Fischer B. Monnikhoff C. Nilsson
D. Nijssen G. Wuerzberg H. Silja J. Hirschfeld
B. Karen S. Kaden

Preface

The UNESCO Chair in “Sustainable Water Management”, established in 2005, endorsed the interaction between engineering education, research and private industry. The research efforts of the chair focused on the development of a scientifically sound, but simple Decision Support System (DSS) to select cost-effective water management measures.

In this context the chair initiated the pilot study “Sustainable water resource management in the coastal region of Shandong Province, PR China”. The Northern part of China in general is plagued by water scarcity and water pollution. In the coastal catchments of Shandong province water scarceness further is aggravated due to salt water intrusion, reducing the usability of groundwater. The pressing water problems and resulting socio-economic dilemmas forced to implement a variety of measures to relieve water shortage and abate salt water intrusion. However, it proved, that little can be achieved by individual technical measures, unless socio-economic actions are included and all measures are coordinated effectively. Thus the coastal region of Shandong Province seemed especially suitable as case study.

Funding of the Joint Chinese-German research effort was achieved by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) and the Chinese Ministry of Science and Technology (MOST). The German partners were DHI-WASY GmbH, Institute for Water Research Planning and Systems Research, Berlin, Schlegel Consulting Engineers GmbH & Co. KG, Munich, Institute for Ecological Economy Research, Berlin and Ruhr University, Institute for Hydrology, Water Management and Environmental Engineering, Bochum. The Chinese partners were Water Resources Institute of Shandong Province, Jinan, Water Authority Bureau of Longkou City, Longkou, School of Civil Engineering, Shandong University, Jinan, Water Resources and Civil Engineering Colleges, Shandong Agricultural University, Tai'an, College of Population, Resources and Environmental, Shandong Normal University, Jinan, School of Municipal and Environmental Engineering, Shandong Jianzhu University, Jinan.

The assistance of BMBF and MOST and the tremendous efforts of participating companies, Institutes and Universities both on Chinese and German side are gratefully acknowledged. These Proceedings gratefully were compiled by Professor Zhang Baoxiang based on the contributions of German and Chinese partners.

Munich/Jinan, April 2012

*Prof. mult. Dr. -Ing. Wolfgang F. Geiger
UNESCO chair in Sustainable Water Management
Scientific project coordinator*

目 录

Preface

中 文 部 分

欧盟水资源管理	Andreas Schumann (3)
中国的水资源综合管理实践	刘 恒 (14)
水资源综合管理实现可持续发展的决策支持框架	Wolfgang F. Geiger (15)
水管理的不确定性情景分析	李传奇 (33)
基于整数规划理论的城市水资源可持续利用评价指标体系	
——以江苏省无锡市为例	陆志波 房 潮 王 娟 (42)
可持续水管理与实践的指标体系分析	林洪孝 李 玲 (66)
水资源管理中社会经济标准的重要性	Jesko Hirschfeld, Christian Nilsson (75)
水资源平衡和决策支持系统	David Nijssen, Andreas Schumann (80)
基于 GIS 的水资源管理	Bertram Monninkhoff, Stefan Kaden, Karen Bossel, Björn Fischer, Hund Silja (87)
基于 WEAP 模型的水资源优化配置研究	
——以山东省龙口市为例	刘青勇 宋瑞勇 孟凡海 (100)
水资源规划决策支持系统	
——以海河为例	王忠静 (108)
山东半湿润区现代农业节水技术与集成	杜贞栋 吕宁江 黄 乾 (117)
制浆造纸业清洁高效生产技术	Christian Nilsson, Gerhard Würzburg (125)
污水回用处理技术及水质标准演变分析	张克峰 王洪波 尹萌萌 李莹莹 (140)
实时监测技术在水资源管理中的应用	
.....	刘春华 樊 冰 杜文贞 田 野 武佳枚 陈丕华 (146)
社会经济方法对水资源管理的影响	Jesko Hirschfeld (153)
滨海河流域环境生态学评价与社会影响分析	罗新正 王 雪 张晓龙 李相然 (156)
水问题的公众参与和青年教育	蒲宇飞 赵 锐 (167)
烟台市海水入侵的生态负效应与生态修复探讨	韩 刚 石玉好 李相然 (172)
龙口市强化水资源管理的措施	孟凡海 林少伟 (178)
地下水水质脆弱性 DPASIC 评价模型及其应用	张 欣 张保祥 刘青勇 孟凡海 (185)

英 文 部 分

Water Management in EU	<i>Andreas Schumann</i> (193)
Integrated Water Resources Management Performance in China	<i>Liu Heng Prof. Dr.</i> (209)
Framework for Decision Support to Achieve Sustainability in IWRM	<i>Wolfgang F. Geiger</i> (210)
Scenario Analysis in Water Management under Uncertainty	<i>Li Chuanqi</i> (233)
Sustainability Evaluation Indicator System of Urban Water Resource Utilization Based on Integer Programming Theory-Case Study in Wuxi City, Jiangsu Province, China	<i>Lu Zhibo, Fang Chao, Wang Juan</i> (242)
Indicators of Sustainable Water Management and Practice	<i>Lin Hongxiao, Li Ling</i> (274)
Importance of Socio-Economic Criteria in Water Management	<i>Jesko Hirschfeld, Christian Nilsson</i> (286)
Water Balance and DSS	<i>David Nijssen, Andreas Schumann</i> (293)
GIS-based Water Management Tools	<i>Bertram Monninkhoff, Stefan Kaden, Karen Bossel, Björn Fischer, Hund Silja</i> (301)
Optimal Allocation Study of Water Resources Based on WEAP Model —Take Longkou City, Shandong Province as an example	<i>Liu Qingyong, Song Ruiyong, Meng Fanhai</i> (318)
Water Resources Planning Decision Support System —A Case Study of Haihe River Basin	<i>Wang Zhongjing</i> (328)
Research and Integration of Modern Water Saving Agricultural Technologies in Semi-humid Area of Shandong Province	<i>Du Zhendong, Lu Ningjiang, Huang Qian</i> (339)
Cleaner and More Efficient Production in Pulp and Paper Mills	<i>Christian Nilsson, Gerhard Würzburg</i> (348)
Analysis on Technologies for Wastewater Reuse and Development of Water Quality Standards	<i>Zhang Kefeng, Wang Hongbo, Yin Mengmeng, Li Yingying</i> (367)
Application of Real-time Monitoring in Water Resources Management	<i>Liu Chunhua, Pan Bing, Du Wenzhen, Tian Ye, Wu Jiamei, Chen Peihua</i> (374)
Socio-economic Measures Influencing Water Management	<i>Jesko Hirschfeld</i> (383)
Ecological Assessment on Water Environment of Coastal River and Analysis on Water Environment's Influence on Society	<i>Luo Xinzheng, Wang Xue, Zhang Xiaolong, Li Xiangran</i> (386)
Public Participation and Youth Education on Water Issues	<i>Pu Yufei, Zhao Rui</i> (398)
Discussion of the Ecological Negative Effects and Restoration of the Seawater Intrusion in Yantai	<i>Han Gang, Shi Yuhao, Li Xiangran</i> (405)

中 文 部 分

欧盟水资源管理

Andreas Schumann

(德国波鸿鲁尔大学, 水文学与水资源管理学院, 德国波鸿 44801)

摘要: 欧盟内国家的水资源管理活动更大程度上受到欧盟相关法规的控制。2000 年发布的水框架指令法则成为协调各成员国以实现地表水生态修复的第一步。在此经验基础上, 欧盟于 2007 年公布了洪水法案。更多关于干旱和水资源短缺等问题的法规法则也在积极准备中。文中介绍了这些法规的主要内容并对其在水资源综合管理 (IWRM) 框架下进行分析, 讨论了自然与经济条件之间如何关联以确保水资源情况可以适用于欧洲不同地区, 从而为其社会、经济及生态的发展提供有利条件。

1 欧洲水管理指导方针——水资源综合管理简介

1992 年联合国环境发展大会在里约热内卢召开并制定了《21 世纪议程》, 其中要求全世界共同行动以保证人类各领域活动的可持续发展。《21 世纪议程》中第 18 章专门介绍了淡水资源, 标题是“淡水资源水质保护和供给: 综合治理方法在水资源发展、管理及利用中的应用”, 其中有 6 个项目是针对淡水领域。第一个 (项目 A) 为“水资源综合开发与管理”, 该项目主要目的之一为实现综合水资源管理 (以下简称为 IWRM)。

IWRM 框架下需要实现四个主要目标 (联合国, 1992):

(a) 在水资源管理中发现一种动态、交互、可反复使用且跨领域的方法, 如潜在水源的识别和保护, 其中就需要综合考虑科技、社会经济、环境和人类健康等多方面因素。

(b) 在国家经济发展政策框架下, 以社会需求和社会利益为基础进行合理规划, 从而实现水资源的可持续利用、保护、储存及管理。

(c) 进行设计实施评估工程项目时, 要在明确的政策指导下同时满足经济的高效发展和社会效益的合理性。在制定水资源管理政策和进行相关决策时, 要采取全民参与的方式, 其中包括女性、青年、当地居民和社区。

(d) 按照规定, 尤其是在发展中国家, 需要找出并推进发展一种合理的制度、法律及经济体制以确保水资源政策的实施, 能够促进社会的可持续发展和经济增长。

这样被定义的水资源综合管理能保证全面考虑到社会、经济、环境及技术等多方面因素。IWRM 能够促进水资源、土地及相关资源的协调发展和管理, 从而以合理公平的方式实现经济与社会效益的最大化, 而无须危害重要生态系统的可持续发展 (GWP-TAC, 2000)。上述定义表明水资源综合管理主要考虑两个基本要素:

- 自然系统: 对资源的可利用性和质量至关重要。
- 人类系统: 资源利用、垃圾产生及资源污染起决定性作用。

综合方法需要权衡这些系统因素和它们的相互依存关系,以及各系统内部不同因素间的相互关系。为此,欧洲水资源法将缩小社会水资源需求及相关水资源生态系统修复之间的差距作为自然系统保护的主要部分。这就需要综合考虑水资源系统的四个特征,其中包括水量、水质、水生生物栖息地的条件和水生生物群情况。

水资源综合管理不仅是一项工程任务而且是一种基于多学科的规划方法。它开启了一种全新的思维方式,包括对在自然系统和人类系统中发挥最重要作用的水资源角色的思考,对水资源管理的生态、经济、社会效应的思考,对共同解决水资源历史遗留问题的思考,其中包括对当今水资源需求、所提解决方案的可持续性以及后代所做努力等多方面的思考。这种对水资源管理的新理解需要进一步转化为合适的结构或非结构化解决方案,其中必须综合权衡多个不同利益相关群体的需求。欧盟水框架指令(WFD)曾贯彻实现了其中的大部分理念(EU, 2000),它是现代水资源管理走向全面发展的里程碑。第2部分介绍了法案内容和实施过程。近年来,WFD不仅用于欧洲水体生态修复,也涉及欧洲水资源管理其他议题。

1998~2004年,欧洲遭受上百次大规模洪水灾害,其中包括2002年夏季发生在多瑙河和莱茵河的特大洪水。2005年发生的严重洪水进一步加强了共同合作的迫切需要。自1998年以来,欧洲洪水已造成被保险人至少250亿欧元的经济损失。未来几十年里欧洲可能有更大的洪水风险和更多的经济损失。欧洲洪水灾害的增加有两种趋势:第一,未来受气候变化影响洪水发生的强度和频率将变大(高强度降水及海水平面升高);第二,洪水灾区内受灾民众数量及经济财产损失有明显上升。为应对2002年夏秋季节发生的洪水事件,水资源管理委员会发起洪水保护行动,并于2003年6月份共同商议完成了“最佳洪水保护方法手册”。洪水灾害可能会削弱欧盟实施可持续发展的积极性。此外,受全球气候变暖的影响,未来大型洪水灾害的频率及严重程度有可能会显著增加。只有受灾流域和沿海区域共同努力才能综合解决这个问题。由于欧洲重要流域大部分是跨国界的,使得欧盟层面上的合作可以给各成员国的努力带来很多重要的附加值。随着2007年11月6日《欧洲洪水指令》(EU, 2007)的颁布,欧盟开始对洪水风险管理采取一系列措施。第3部分介绍了该法案的主要内容及其实施情况。

在过去的30年里,欧盟国家内干旱灾害发生的次数和强度急剧增加。1976~2006年,受干旱灾害影响的地区和人口数量上升了将近20%。范围最大的一次干旱灾害发生在2003年,当时有超过1亿人口和欧洲1/3的领土受到影响。这次灾害对欧洲造成至少87亿欧元的经济损失(COM, 2007)。过去30年中干旱灾害造成的经济总损失达到1000亿欧元。“干旱”一词是指由于可利用的水资源短时间内减少,如降水量不足。“水资源匮乏”是指在可持续条件下水资源需求量超过了水资源可利用量。到目前为止,欧洲至少有11%的人口和17%的领土受水资源短缺的影响。最近的趋势表明欧洲的水资源短缺情况正在蔓延。虽然欧盟在缓解水资源短缺方面做出了巨大的努力,但是在已有气候变化的背景下,这种趋势将会继续甚至变得更糟。根据政府间气候变化组织研究发现,如果气温上升2~3℃,全球范围内将有1.1亿~3.2亿人口受到水资源短缺影响,干旱影响区域范围也有可能增加。在这种情况下,制定有效的干旱风险管理策略成为欧盟需优先考虑的事情。第4部分介绍了欧盟的计划措施。

2 欧盟水框架指令

随着居民和环境保护组织对河流、湖泊、地下水及沿海海滨的清洁度要求越来越高，欧盟就此制定了新的水资源管理方针。该方针主要目标是通过欧盟所有成员国的共同努力来协调统一水资源政策与水资源管理。协调统一欧盟各国家的水资源管理目标是非常困难的。在水质保护方面有很多目标需要实现，在欧洲层面上主要包括水生生态基本保持、稀有珍贵栖息地特别保护、饮水资源保护以及盥洗水源保护。后三个目标只是针对特殊水体，但基本生态保护则适用于所有水体。因此，在解决个别问题时，如硝酸盐含量或饮用水质保护等，需要对其进行单独立法。水框架指令就是其中之一，它包括以下几个主要目标（EU，2000）：

- 水资源保护的范围扩大到所有水体，包括地表水和地下水。
- 所有水体达到“良好状态”设定期限。
- 基于流域进行水资源管理。
- 污染物排放限值和水质标准“综合方法”。
- 设置合理水价。
- 使公众更紧密参与其中。
- 提高法制效率。

总体而言，水框架指令适用于欧洲所有水体，既包括地表水也有地下水。它将地表水分为内陆水体、跨界水体、沿海水体、高度处理水及人工水体。下面主要介绍水框架指令在地表水保护中的一般作用，尤其是在河流保护中的作用。

水框架指令规定“各成员国需要保护、改善及修复所有地表水体……目标是自法令公布日起最晚 15 年内使水质达到良好状况标准。”（EU，2000）。地表水水质良好的定义综合了生态情况和一般最小化学标准。水框架指令中地表水资源管理的目标是要确保生态保护和修复能达到“良好的生态状况”。对人工和高度处理水的目标是发掘可观的生态潜能并达到化学指标要求。良好的生态状况是根据生态群体、水文形态及化学特征的质量来定义的（见表 1）。由于没有适用于所有水体的绝对生态质量标准（欧洲水体变化多样），所以设定标准时只允许与受人类影响最小情况下的生态水平略有差距。指令中提供了一系列方法用于确定特定水体的标准及达到标准所需建立的化学或水文形态指标。河流流域的总体规划需要各处的生态和化学保护值均为最低限度。虽然一些用途会对水体造成不利影响，但它们自身又是必须的，这些水资源利用是设定政策目标的重中之重。如果研究结果表明该用途没有其他技术途径可以取代，或者太昂贵无法支付，或者不利用会对环境造成更严重的损害，这些情况下应该满足这些水应用需求。具体实施过程中需要对实际案例的各种情况特征进行综合分析，这里该类水体应用的社会经济环境分析是十分必要的。

水框架指令的实施过程分为两步，首先对所有河流进行现状评估，各成员国必须分析其领土内河流或国际河流在本国部分的特征，以及评价人类活动对地表水的影响。这份评估报告将决定某水体与其“良好”生态目标的差距。对其他措施的要求各不相同：一组措施要在现有立法保护下执行；另一组措施需要各成员国采取额外手段，比

如严格控制工农业排放污染等。制定于 2009 年的“河流流域管理规划”对这些方法措施作了详细说明。该规划对如何在规定时间内使流域达到良好的生态状况进行了详细介绍（EU，2001）。规划中包含了所有上述分析结果：流域特征，流域内人类活动对水体的影响评价，现存立法的效果估计，与目标之间的差距；及弥补差距所提出的一系列方法措施。

表 1 河流生态状况分类的质量影响因素，详见水框架指令附录 V(EU，2000)

生 物 要 素	水生植物组成和数量	
	底栖脊椎动物组成和数量	
	鱼类动物组成、数量和年龄结构	
水文形态学要素 (用于支撑生物要素)	水文条件	水流量和水动力
		与地下水体连接情况
	河流连通性	
	形态特征	河深和宽度变化
		河床结构和基底
		河流沿岸结构
化学和物理学要素 (用于支撑生物要素)	一般情况	热量条件
		氧化条件
		盐度
		酸化环境
		营养物质
	特殊污染物	需优先考虑物质排放到水体中的污染
		其他物质大量排放到水体中的污染

表 2 水框架指令执行过程时间表

截 止 时 间	事 项
2000 年	法令颁布实施
2003 年	国家级法令调整河流区域主权确认
2004 年	对流域需求、影响及已有经济用途等进行特性分析
2006 年	建立监测网络对公众开展关于流域管理规划内容咨询活动
2009 年	公布流域管理规划，其中包含各项项目的具体措施
2012 年	运行保护措施项目
2015 年	实现环境目标

水框架指令也需要公众的积极参与。流域管理规划的目标之一是平衡不同群体的利

益。经济分析旨在为该目标提供了一个公平合理的实施基础，但详细审查过程对受影响群体公开是至关重要的。水框架指令需要从公众获得关于流域管理规划的反馈信息：必须公布草案，并且要保证决策制定所依据的背景资料可以为公众获得。

由于水框架指令中流域规划目标和解决方案的需要，另一种规划手段也应运而生。在法令实施过程中需要一些研究和开发活动。这里对其中的四种活动进行讨论：

生态状况分级。

判定点源与非点源污染物的新方法。

水资源用途的社会经济效益分析。

信息管理工具和地理信息系统。

(a) 生态状况分级。

如上所述，现有生态情况描述是由于人类影响最小情况下生态水平之间的差距来规定的。其中对每类地表水体的参考水平情况进行了规定。水框架指令规定水体为设定环境目标时的关键因素。水框架指令将水体定义如下：

“地表水体是指表层水中一个独立或重要组成，如湖泊、水库、溪流、河渠、河溪的一段、跨界水体、或沿海水体的延伸段等。”河流流域和支流流域通常也包含一系列“水体”。对于参考环境状况和目标，考虑到基于不同单元管理时所需要求和影响是大不相同的，将河流细分到不同水段可能会更加合适。对于各类型地表水体，水框架指令要求对其水文形态和物理化学特征有详细说明，表示其相应质量指标能够达到良好的生态水平。同时，要建立各类型生态参考条件（生物质量要素）。生态水平分类是基于以下物理化学、水文形态和生物质量要素来实现的：

——高等生态水平：是指与完全或者几乎完全没有受到破坏的生态水平相对应的物理化学、水文形态及生物质量要素特征。

——良好生态水平：是指受人类活动影响生态要素特征表现出较低度的损害特征。

——中等生态水平：是指受人类活动影响生态要素特征表现出中度损害特征。

为了使有些复杂的欧洲河流能够达到良好生态水平，必须将物理化学、水文形态及生物这三种质量要素特性与水体的空间单元匹配，针对不同情况制定不同标准。这里需要一种跨学科方法，因为在对流域范围内生态状况进行评估时会用到不同类型信息：河流不同分支的生物、水质、水量及水文生态特性。河流生态状况描述要综合这些不同的特征参数。因此需要将河流的可利用信息与其相应生态状况进行关联，并利用河流不同河段更详细的信息来指定这种关系。这个过程非常重要因为流域空间范围法会限制详细分析时对河流生态状况的评定。

在规划过程中要确定提高生态状况水平的方法。根据水体规范要求，需说明人类活动对物理化学、水文生态和生物质量要素的影响。对于地表水中的这些要素而言，人类活动对其河流生态产生的副作用可分为三类：对水量的影响，对水质的影响，河流内及沿岸人工建筑对水资源生态的影响。尤其需要获得关于人类活动如何影响单个质量因素（或多因素结合）以及因此而产生的整体生态效应。由于这种影响取决于各质量要素对不同类型影响的敏感度，获得相关信息并不容易，因此需要建立不同影响对各质量要素的影响—反应关系。表3给出了不同类别影响的例子。

表 3

人类活动对物理化学、水文形态和生物特征影响例子

影 响 类 别	影 响 要 素	分 别 由 不 同 规 则 而 定
扩散源污染	化学特征	土地利用增强 农业, 林业 土壤酸化 大气污染
点源污染	化学特征	环境卫生废水和废水处理 其他污水/排放物
形态变化	水文形态特征	人工河道和河岸结构 河流横向连通性和运动自由度 水渠与泛滥平原间水体流动性
取水情况	物理特征	日平均水流量和枯水期取水量的关系 例如: 日平均流量小于 10%, 枯水期为 5%
流量调节	物理特征 水文形态特征	河道结构变化(坝堰)对自然沉积活动的影响, 水体自然流动管理体制的变化
河滨区域植被	物理特征 水文形态特征	适合于河流类型及地理位置的邻近植被
生物影响	化学特征 物理特征	外来物种入侵 渔业和水产养殖业

(b) 点源和非点源污染。

流域管理规划中描述了人类活动对地表水的影响状况, 包括点源污染评价、扩散源污染评价、水资源定量评价包括取水量影响评价和其他人类活动对水体的影响分析。为了达到良好的水生态水平, 各成员国必须设定并采取必要的措施, 在合作项目中对此有详细说明。在规划阶段, 需要的信息包括人类活动对水资源的影响和他们为保证生态水平提高所要做的改变情况, 这些信息只有通过应用水质水量模型来模拟获得。由于河流水质取决于点源和非点源污染源, 因此需要利用不同类别的模型:

——用于描述水流通量和非点源化学物质(如河流中硝酸盐、磷等)的模型;

——支流水质模型, 用于描述与生态水平相关的点源和非点源化学物质沿河的传输和变化情况。

建立两种模型必须要相互协调, 因为只有对其综合利用才能准确描述河流内水质状况。建模所面临的挑战不仅包含复杂规划目标的实现, 还包括对各空间尺度和不同水体空间关系的描述。例如, 仅考虑点源污染而忽视坝堰和其他人工设施对水文形态的负面影响是不可行的, 同样只想解决单个水体问题而不考虑整个生态系统的空间依赖关系也是不可取的。

除了空间尺度, 模型时间尺度模拟也要与河流生态相对应。只选取平均情况为代表是不够的, 还要考虑到一些极端事件, 如洪水、干旱, 还有化学事件或者水电站泄漏引起的短时间洪水。

(c) 社会经济分析。

经济可持续发展作为综合流域管理目标的一部分，因此社会经济分析在规划过程中起着非常重要的作用。这里需要对水资源服务和利用情况进行经济状况分析。水资源利用不同于水资源服务，它包括所有影响水量及水质的水资源利用和景观水利用情况。

水框架指令的第9章规定：“成员国……要考虑供水成本原则，其中包括环境和水资源成本。”（EU，2000）。供水成本估算是执行水框架指令规范的重要部分。对于流域管理规划，需要进行用水经济分析和对提高生态水平时采取措施的成本估计。这一点特别重要，因此水框架指令规定如果改善水体状况所需成本极高而无法在规定时间内实现，可以延长目标期限。

人类活动影响依赖于流域内社会经济状况，而反过来土地和水资源利用规范也会影响社会经济发展。因此要对用来改善河流生态环境的科技和立法手段进行综合评估，其中不仅要考虑两种方法的效率还要对其社会影响、利益转移及相关责任进行详细分析。水框架指令规定高度处理后水可以不必达到良好水质环境的目标。对于如上所述水体的规划目标需要具有“良好生态潜能”。评判高度处理水的标准需要建立在其利用情况进行社会经济分析的基础上。水框架指令规定可以例外的情况有“该水体的人为或改造特性所提供的积极用途，不可以通过其他技术途径实现，或者价钱太昂贵而无法支付，或者可以通过其他途径实现但对环境会造成更严重的损害。”

在对水资源利用经济情况分析说明的同时，流域内土地和水资源的使用变化所产生的潜在矛盾也会变得明显。考虑这些情况是非常必要的，此外，水框架指令还规定在建立和更新流域管理规划时要让公众包括用水者参与其中。

(d) 信息管理和地理信息系统。

前面已经介绍到在实施水框架指令建立水资源管理规划时需要收集大量不同信息。规划中需要一个能保证不同部门和学科数据可以共同使用的信息平台，它的主要任务是：

- 所有涉及学科基础信息支撑；
- 不同学科间特定信息交换，如模型模拟结果；
- 所有可用信息整合以支撑决策支持系统；
- 为利益相关者提供信息平台以确保规划过程中多层次公众参与。

数据管理系统用来联系规划过程和规划者涉及的不同学科信息。它也是决策支持系统（DSS）中一个不可或缺的组成部分。欧盟在执行水框架指令的政策文件中指出数据管理的功能为：“WFD中采用的数据信息收集报告方法，重点是对数据信息如驱动因素、压力、状态、影响和反应（DPSIR）等进行动态管理。WFD还引进了一种更高效的报告流程，并对不同层次不同信息需求者进行了更加清晰的区分。流域管理规划主要用于水资源状况说明和影响效应分析。此外，规划也是向欧盟传递信息的主要媒介。”（EU，2000）。

显然流域管理规划中包括了很多空间分布数据，这也是为什么采用GIS数据管理系统的原因。空间信息可以是具体的位置（如点源）、水体（支流一维数据）、支流流域（二维数据如土地利用情况）信息。GIS将通过它们共同的地理属性对不同学科信息进行综合。

3 欧洲洪水指令

欧盟 2007/60/EC 指令 (EU, 2007) —洪水风险分析管理法令, 于 2007 年 11 月 26 日开始生效。法令要求各成员国对所有可能受洪水威胁的河道和海岸线区域进行评估, 绘制出洪水风险区范围, 分析受灾民众及财产数量, 并提出充分有效的措施来减少洪水灾害。

该法令的基本特征是:

- a) 对公众健康、环境、经济及生活受到洪水危害的流域和沿海地区, 通过建立和执行洪水灾害管理规划来促进合作与协调发展。
- b) 编制洪水灾害图, 作为规划和沟通的工具。
- c) 促进信息交流, 分享成功案例经验, 并推进相互协作。
- d) 加强研究机构与水资源管理和洪水保护管理机构之间的联系。
- e) 提高与国家相关政策的协调性。
- f) 通过更多公众参与和有效沟通来增强公众洪灾意识。

特大洪水不仅会造成巨大的经济损失还会危害人类生命。洪水属于自然现象, 但可以通过正确的措施来减少洪水发生并降低其有害影响。洪水风险管理目的是减少洪水发生的可能性和不利影响。经验表明, 最有效的方法是建立洪灾管理规划, 主要包括以下内容 (EU, 2007)。

——预防: 预防洪水灾害的途径有限制洪水易发区现阶段及将来的建筑和工业建设; 使未来发展适应洪水风险状况; 发展合适的土地利用、农业和林业模式。

——保护: 同时采取结构性和非结构性措施来降低某一地区洪水发生的可能性和灾害影响。

——准备: 告知民众洪灾信息及洪水来临时应该采取的行动。

——应急响应: 制定洪水发生时应急响应计划。

——灾后修复和经验总结: 尽快恢复正常生活并减轻对受灾民众的社会经济影响。

该法令适用于欧盟领土内的各种洪水 (河流、湖泊、瞬时性洪水、城市洪水、包括风暴潮和海啸的沿海洪水), 法令中规定各成员国要按照以下三个阶段来进行洪水风险管理:

——截止到 2011 年, 各成员国需完成对流域及相关沿海区域的洪水灾害评估, 确定潜在重大洪水区域。

——截止 2013 年, 要完成对确定存在洪灾危害地区的洪水灾害及风险图。图中应该分出中等可能性洪水区 (至少有一个百年一遇洪水)、极端洪水事件或低可能性洪水事件, 并标识出估计水深。对正处在洪水风险的区域, 要说明可能受灾的居民人口数量、经济活动及环境潜在危害。

——最后至 2015 年, 必须拟订这些区域的洪水风险管理规划, 其中包括减少洪水可能性及降低潜在后果应采取的措施。规划将解决洪灾管理周期中所有阶段的问题, 尤其是预防阶段 (如限制洪水易发区现阶段及将来的建筑和工业建设或使未来发展适应洪水风险), 保护阶段 (比如通过修复洪水平原和湿地来降低某一地区洪水发生的可能性和灾害影响), 准备阶段 (如指导公众在洪水发生时应如何做)。由于洪水变化比较大, 各成员国