

水资源环境遥感 监测与评价

张继贤 乔平林 著

MONITORING AND EVALUATION OF WATER RESOURCE
ENVIRONMENT BY REMOTE SENSING

测绘出版社

水资源环境遥感监测与评价

MONITORING AND EVALUATION OF WATER RESOURCE
ENVIRONMENT BY REMOTE SENSING

张继贤 乔平林 著

测绘出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书系统论述了水资源环境遥感监测与评价的基本理论和基本技术方法。全书共分7章,主要内容包括:水资源信息动态变化遥感提取的基本理论、技术方法以及相应的遥感数据处理;水质环境污染要素的遥感监测技术方法,水资源污染原因分析及预测、区域水资源环境综合评价;基于遥感和GIS技术的流域水资源动态模拟以及相应的流域水资源定量测算;区域水资源环境监测与评价信息系统。全书反映了当前水资源环境遥感监测与评价的新发展与新水平,可作为高等院校水资源、资源与环境、摄影测量与遥感专业师生及相关专业领域的遥感科技工作者的参考书。

© 张继贤 乔平林 2005

图书在版编目(CIP)数据

水资源环境遥感监测与评价/张继贤,乔平林著. —北京:
测绘出版社,2005.10

ISBN 7-5030-1283-8

I. 水... II. 张... III. ①遥感技术—应用—水环境—环境监测②遥感技术—应用—水环境—环境质量—评价 IV. X832

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第096227号

水资源环境遥感监测与评价

张继贤 乔平林 著

测绘出版社出版发行

地址:北京市西城区复外三里河路50号 邮编:100045

电话:(010)68512386 68531558 网址:www.sinomaps.com

三河市艺苑印刷厂印刷 新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:10.75 字数:218千字

2005年11月第1版 2005年11月第1次印刷

印数:0001—1500册

ISBN 7-5030-1283-8/P·409

定价:26.00元

如有印装质量问题,请与我社发行部联系

前 言

水资源是人类赖以生存和社会发展不可替代的战略资源。随着人口的急剧增加、社会经济的迅速发展,以资源匮乏和污染为主要特征的水资源安全日益成为全球性问题,亦是我国生态环境改善和社会可持续发展的主要制约因素。如何建立行之有效的方法,科学、准确、快速地对水资源环境进行监测与评价,适时掌握水资源环境的变化信息,进而采取相应的对策,已成为对水资源的有效利用、合理规划及保护的关键问题。这对于改善和保护水资源环境,促进可持续发展具有重要的现实意义和深远的历史意义。

水环境信息具有地域性、时效性、复杂性和多目的性。既有描述有关地理特征的位置关系信息,又有反映不同时间水资源质与量的属性数据,以及大量复杂的气象、水文、自然地理特征等信息;同时,这些信息在业务管理上又具有分布存储、存储量大和格式繁多的特点。常规的水资源环境监测与评价技术主要是基于测站、断面的点数据,已形成了较为完善的技术体系,随着以遥感(RS)、地理信息系统(GIS)、全球定位系统(GPS)为主体的技术(3S技术)的地理空间信息技术的发展,以遥感技术为重要内容的空间对地观测系统为资源环境的监测、评价和管理提供了全新的技术手段。

RS技术是能够快速获得大范围地面数据的有效手段。其覆盖面大,同步效果好,信息丰富,有利于观察和研究各种地面现象的连续空间分布。GIS具有叠加分析、缓冲区分析、三维分析等功能,可作为水环境评价与规划和信息管理的有效工具,如利用GIS的空间叠加功能,将地理信息与水环境要素的监测数据集中到一起,进行区域水环境质量现状评价。

本书从“3S”作为立体对地观测系统的技术出发,以陆地水资源科学为基础,在结合常规观测技术的前提下,建立了一套基于遥感技术的水资源环境遥感监测与评价的技术方法;并根据遥感研究对象的多样性及环境背景的复杂性,采用理论与实例相结合的方法,对水资源环境遥感监测与评价的理论与方法进行了较为全面、系统地论述。

全书系统论述了水资源环境遥感监测与评价的基本理论和技术方法,书中重点突出了遥感定量分析与估算方面的内容。这正是目前遥感领域的难点,同时也是遥感发展的重点方向之一。全书共分7章,主要内容包括:水资源动态变化信息遥感提取的基本理论、技术方法以及相应的遥感数据处理的关键技术方法;水质环境污染要素的遥感监测技术及方法,水资源污染原因分析及预测、区域水资源环境综合评价;基于遥感和GIS技术的流域水资源动态模拟以及相应的流域水资源定量估算;区域水资源环境监测与评价信息系统。

本书是在科技部重点公益研究专项《水资源环境监测评价研究

(2001DIA10005)》的研究成果的基础上完成的。作者多年来密切关注和跟踪水资源环境遥感监测与评价技术的前沿发展,进行了多个相关课题的深入研究,积累了一些成果和形成了自己的认识。本书主要内容就是在作者进行研究的同时逐渐形成的,其中也参照了一些国内外的最新研究成果和英文版专著,集前沿性、实用性为一体,涉及面广、跨度大,具有广泛的实用性,希望对从事地球资源与环境研究、水资源监测评价、摄影测量与遥感及水资源管理等专业的科研人员具有一定的参考价值。

在本书的修改与编辑过程中,首都师范大学的宫辉力教授、北京师范大学的沈珍瑶教授提供了资料支持;中国测绘科学研究院刘正军博士在初稿的修订工作中,给予了无私的帮助,作者在此深表感谢!

张继贤 乔平林

2005年10月10日

于中国测绘科学研究院

目 录

第一章 绪论	(1)
§ 1.1 水资源环境遥感监测	(1)
§ 1.2 水资源评价	(4)
§ 1.3 “3S”技术	(7)
§ 1.4 技术思路	(11)
第二章 水资源时空信息遥感提取	(13)
§ 2.1 水资源信息提取总体路线及技术流程	(13)
§ 2.2 数据预处理	(14)
§ 2.3 基于融合法的水资源信息遥感提取	(20)
§ 2.4 基于谱间关系法的水资源信息的提取	(24)
§ 2.5 基于指数的水资源信息提取	(26)
§ 2.6 基于差值的水资源信息提取	(28)
§ 2.7 水深信息的提取	(30)
第三章 水资源环境评价	(34)
§ 3.1 水质标准	(34)
§ 3.2 水质评价	(36)
§ 3.3 地表水水质评价	(38)
§ 3.4 水体质量综合评价	(43)
§ 3.5 石羊河流域水资源环境评价	(46)
§ 3.6 石羊河流域水资源环境风险评价	(49)
§ 3.7 水环境污染状况原因分析及预测	(60)
第四章 水质环境遥感监测	(63)
§ 4.1 水体的遥感光谱特征	(63)
§ 4.2 水中叶绿素遥感监测	(66)
§ 4.3 水体光谱特征与悬浮泥沙含量的关系	(71)
§ 4.4 海洋石油污染的遥感监测	(75)
§ 4.5 水体污染物的遥感监测	(78)

第五章 流域水资源的遥感定量估算	(86)
§ 5.1 流域径流估算	(86)
§ 5.2 水量估算模型	(92)
§ 5.3 湖泊、水库水体参数的测定	(103)
§ 5.4 流域水资源动态变化遥感定量估算	(107)
第六章 基于 GIS 技术的流域水资源环境模拟	(113)
§ 6.1 流域水资源环境模拟与 GIS 技术	(113)
§ 6.2 WMS 与 HSPF 模型	(116)
§ 6.3 基于 GIS 技术的黄羊河流域水资源环境模拟	(127)
第七章 水资源环境监测与评价信息系统	(138)
§ 7.1 系统建设原则	(138)
§ 7.2 数据库描述	(139)
§ 7.3 系统设计	(140)
§ 7.4 系统功能及实现	(143)
参考文献	(160)

CONTENTS

Chapter 1 Introduction	(1)
1.1 Remote sensing monitoring of water resource environment	(1)
1.2 Water resource evaluation	(4)
1.3 3S technology	(7)
1.4 Research scheme	(11)
Chapter 2 Spatio-temporal water resource information extraction by remote sensing	(13)
2.1 The technical flow and general route of water resource information extraction	(13)
2.2 Data preprocessing	(14)
2.3 Water resource information extraction based on data fusion	(20)
2.4 Water resource information extraction based on spectrum relationship	(24)
2.5 Water resource information extraction based on index	(26)
2.6 Water resource information extraction based on difference	(28)
2.7 The method of water depth information extraction	(30)
Chapter 3 Environmental evaluation of water resource	(34)
3.1 Water quality standard	(34)
3.2 Water quality evaluation	(36)
3.3 Evaluation of earth surface water quality	(38)
3.4 Water quality comprehensive evaluation	(43)
3.5 Water resource environment evaluation in Shiyang river basin ..	(46)
3.6 Water resource environment risk evaluation in Shiyang river basin	(49)
3.7 Reason analysis and prediction of water environment pollution ..	(60)
Chapter 4 Remote sensing monitoring of water quality	(63)
4.1 Remote sensing spectral signature of water	(63)
4.2 Chlorophyll content monitoring by remote sensing	(66)
4.3 The relationship between spectral signature and suspending sediment content	(71)

4. 4 Monitoring of offshore petroleum pollution from remote sensing imagery	(75)
4. 5 Monitoring of water pollution from remote sensing	(78)
Chapter 5 Quantitative estimation of water resource in river basin by remote sensing	(86)
5. 1 Estimation of the runoff in river basin	(86)
5. 2 Estimation model of stream discharge	(92)
5. 3 Parameter measurement for lake and reservoir	(103)
5. 4 Quantitative estimation of dynamic variation of water in river basin based on remote sensing	(107)
Chapter 6 Water environment Simulation in river basin base on GIS technology	(113)
6. 1 Simulation of water environment in river basin and GIS	(113)
6. 2 The WMS and HSPF models	(116)
6. 3 Water environment Simulation in Huangyang river basin based on GIS technology	(127)
Chapter 7 Water environment monitoring and evaluation information system	(138)
7. 1 The principle of the information system construction	(138)
7. 2 Data base description	(139)
7. 3 System design	(140)
7. 4 System function and implementation	(143)
References	(160)

第一章 绪 论

§ 1.1 水资源环境遥感监测

一、遥感监测的意义

多年来,我国流域水资源研究的基础资料一直主要是基于测站、断面的点数据,这既存在点的代表性问题,又存在如何由点及面的困难。对水资源环境的监测评价也还存在着时空局限性以及技术、经济水平的限制,很多方面跟不上当前环境发展的需要,同时,由于技术的局限性和理论上的困难,尚未形成一套较完整而实用的体系。同时,常规的水质监测方法尽管可以精确地测定出某一位置水质的各项参数,但成本高、耗时长、同步性差,水质自动监测站能快速地完成水质监测工作,但是目前国内对自动监测仪传感器的研制还未成功,进口的比较昂贵,而且它不能给出这些水质参数的空间和时间分布状况。

随着经济的发展,水资源的污染日益严重,这不仅影响了居民的身体健康和人民生活水平的提高,也制约了区域经济的持续发展,因而对污染监测也提出了更高的要求,需要宏观性强、更为快速、准确和廉价的水污染监测方法,而传统采用定点剖面采样分析的方法,往往不能快速全面地反映污染状况。遥感技术的发展,尤其是遥感器几何与光谱分辨率的提高,使遥感技术为水体污染监测和研究开辟了新的途径。

遥感技术具有快速、简便、同步、客观、经济等优势,它可以有效地监测表面水质参数空间和时间上的变化状况。水质遥感监测近年来已成为遥感界关注的热点之一。但用遥感手段监测水质的难度很大,其主要原因是水体中化学成分非常多,有可溶的也有不可溶的微粒,其含量与浓度一般都比较低,多种化学物质混在一起,这与遥感中一般以像元为单位鉴定某一类地物是不同的,不是鉴别一个像元中是某类地物,而是要定量地确定某一像元中各种不同物质的单位含量或浓度。由于含量或浓度不高,因此其电磁波受大气、辐射、水体周围环境的影响相对而言非常大,理论上每种地物都有它独一无二的电磁波,但是对于物质组成复杂的混合物来讲,用遥感监测水质的难度非常大。

近 20 年来,由于气候变化和人为因素的干扰,特别是各种水利工程的修建,使水循环条件发生了很大变化,导致水资源无论在数量上、质量上,还是在分布规律上都发生了很大变化。实践证明,以往的评价结果已不能反映当前水资源数量、质

量及其时空分布。尤其是在西北内陆地区,由于水循环条件的改变,造成土壤盐渍化、泉水枯竭、土地沙化等一系列水资源环境问题,严重影响着水资源的形成,制约着水资源的开发利用。同时,水是自然环境中最重要因子之一,水的质量直接关系到人类及自然环境的生存与发展。因此,应用多种传感器遥感技术进行水质机理的研究,属国内外研究的前沿。全球范围水质的普遍下降,已引起各国政府和科学家们的关注。

二、遥感监测机理

水体、植被、土壤和岩石从一开始就是遥感探测的主要目标,对于水质的研究一直是遥感的主要任务,但由于受传感器分辨性能的限制,利用遥感技术定量研究水质和进行水污染监测一直没有取得突破。近几年来,随着传感器几何与光谱分辨率的提高,使利用遥感技术进行水质研究和水污染的宏观监测成为可能。利用遥感技术进行水污染监测的主要机理是被污染水体具有独特的有别于清洁水体的光谱特征,这些光谱特征体现在其对特定波长的光的吸收或反射,而且这些光谱特征能够为传感器所捕获并在遥感图像中体现出来。但是现今所广泛使用的遥感图像波段较宽,所反映的往往是综合信息,加之太阳光、大气等因素使这种差异往往在常规遥感图像中体现得不甚明显。通过计算机图像处理的技术能够突出这些信息,而且通过特定时间的图像并结合地面监测的水质分析数据,建立比较准确的水质遥感模型,并利用该模型处理遥感数据,可以取得较为准确的结果,这就是利用遥感数据进行水污染定量监测的主要方法。由于遥感图像具有直观明了,宏观性强的特点,能清楚地反映出区域或整个流域污染现状和空间分布特征。利用多时相的遥感数据可以对同一流域水体污染历史和污染趋势作出研究和预测,为水资源保护规划提供准确信息。

遥感的主要目的在于识别地物,其识别地物的机理在于不同地物具有不同的光谱特征。地物之间光谱特征差异越大,越容易为传感器所识别。对于水体而言,最常用最敏感的波段为可见光波段和近红外波段。清洁水体、自然水体和污染水体在可见光-近红外波段的光谱特性将直接影响到其遥感灵敏度。

三、技术现状

对于水质环境的研究,欧盟(EU)于1997年专门立项,应用多种传感器技术研究欧洲范围的水质变化情况(1998—2000年),美国宇航局(NASA)和欧空局(ESA)拟计划发射新一代卫星(2000—2005年),可用于监测全球范围的水质变化。其目的是采用多种传感器技术手段,进行表面水质类型的恢复与反演研究,而实现这一目标的关键在于建立典型水质类型与波谱特征之间的响应关系。

该项研究在国内外的进展都不是很快,但许多发达国家都在探索,而且也不断地有所进展。国内在水质遥感监测方面的研究始于20世纪80年代。1986年,国

家海洋局第二海洋研究所在杭州湾就进行了应用 NOAA 数据分析悬浮固体浓度的研究。进入 20 世纪 90 年代后,水质遥感研究就更多了,如黎夏对珠江口悬浮泥沙进行了遥感定量分析;濮静娟等利用热红外遥感对唐山陡河水库的水质及生态环境进行了实验研究等等,这些研究大多属定性研究,通过对航空或卫星遥感数据与实测水质数据的分析,建立了一些基于统计相关的经验模型,但缺少不同水质水体的波谱特征分析。相对而言,国外从事水质遥感研究更早些。早在 1970 年,Glark 等就发现表层水体中富含植物的叶绿素含量可以从卫星影像上探测到。几十年的研究,建立了大量的遥感数据与水质参数(主要是叶绿素与固体悬浮物)相关关系的理论模型和经验模型。近年来,国外已开始重视采用高光谱遥感技术分析水体的波谱特征,但其波段范围多选择在可见光或近红外。

目前,国内在应用遥感技术研究内陆河湖与近海的水质状况方面做了大量工作,但多数限定于定性研究,或进行已有的航空和卫星遥感数据分析,却很少进行纯水以及不同水质的波段特性研究,尤其是缺乏实验室和多种传感器的波谱数据及其定量分析结果。匡定波 1997 年应用 TM 图像解译太湖水质状况,其结果表明卫星图像及水面反射光谱可以反映湖中泥沙和叶绿素特征;濮静娟等 1997 年利用热红外遥感对唐山陡河水库的水质及其生态环境进行实验研究,其结果表明近红外可有效地监测库区水质受热污染的状况;尽管国外许多科学家从 20 世纪 70 年代开始进行水的光学特性及波谱吸收及散射的研究,但其波段范围多选择在可见光或近红外,而且光谱分辨率大小不等,尤其是缺乏微波波段表面水质的研究情况。

从目前对水资源环境的研究来看,更多的是偏重于地表水资源-水生态系统,将流域地表水—浅层地下水—生态系统作为一个不可分割的整体系统来进行研究明显偏弱。作为流域水系统研究的主要发展趋势之一的流域地表水—地下水行为过程研究,它涉及降水入渗、下垫面、地表水、土壤水、地下水运移转化的诸多环节。在地表水文过程方面,植被截流、入渗、产流、渗流、蒸发等,国内外很多学者已做了大量研究,但这些研究主要集中在地块和小流域尺度上,从点值到面值的关系,并没有很好解决,特别是在浅层地下水变化在流域水分行为过程中的作用方面,研究较弱。主要原因是:①流域复杂下垫面边界时空条件(土层、植被、地质、地貌、地形、土地利用、水分等及其组合),是难于量化描述的宏观与微观效应交互的复杂系统;②模拟多采用输入具有分布性,而输出具有集中性的原型;③在流域尺度上,准确获取区域模拟参数难度大。可见,由于研究对象的复杂性,单一技术手段已不能适应。

战胜水危机需要科技创新,需要新技术、新方法。区域可持续发展观点的提出,也要求人们不仅要从传统的技术和经济的角度来衡量水资源开发利用的有效性和合理性,而且还要考虑环境影响,要达到社会、经济和环境的和谐统一,实现可持续发展。这就要求从更高层次上研究水资源环境的监测评价问题。

较长序列遥感动态信息进入流域水资源—生态系统研究,不仅带来了以“面”信息代替传统的“点”信息的新变化,而且其宏观、动态和综合方面的优势,也有利于水生态背景信息提取,并且可以为尺度转化提供时空数据基础,同时还可以探讨人为现象在模型中的参数化问题。

§ 1.2 水资源评价

水资源既是重要的自然资源,又是基本的环境要素,在保障社会经济可持续发展中具有不可替代的作用。实现水资源的可持续利用,发挥水资源的经济、社会、生态等效益是当前和今后长期的重要任务。开展水资源评价,查清水资源状况,是水资源可持续开发与管理的依据,也是与水资源有关的工程规划设计及运行管理的前提。

水资源评价就是确定水资源的数量、质量、分布范围和可靠性以及人类活动的影响,对水资源开发利用状况及开发潜力做出评估。水资源评价的目的是评估供需之间可能出现的矛盾,为水资源的合理开发利用提供一个科学的依据。分析水资源评价现状及面临的主要问题,根据社会经济可持续发展的要求,构建面向 21 世纪的水资源评价体系,具有重要意义。

一、水资源环境评价发展的概况

鉴于水资源评价的重要性,世界各地都非常重视这项工作。美国是开展水资源评价较早的国家,1968 年即完成了第一次全美水资源评价。1975 年,西欧诸国以及亚洲的日本、印度等国都提出了本国的水资源评价成果。联合国教科文组织等国际组织也加强了国际间的协调与交流,1977 年开始的“马德普拉塔行动计划”号召世界各国进行国家水平的水资源评价,要求各国建立水资源评价机构并开展国际合作。1990 年的“新德里宣言”,1992 年的“都柏林声明”,1992 年联合国环境与发展大会的“里约热内卢宣言”都强调了水资源评价的重要作用,从而使水资源评价进入全球性的新阶段。

我国从 1979 年开始第一次水资源评价工作,由原水利电力部负责,共投入 20 万余名技术人员,选用了几十年观测积累的水文、气象和地质资料,第一次全面评价了全国地表及地下水资源的数量、质量、分布规律、水资源总量、开发利用状况及供需情况。原水电部于 1985 年提出全国性成果,1987 年出版《中国水资源评价》,主要反映天然水资源状况,1989 年出版《中国水资源利用》,主要反映水资源开发利用情况及分析成果。评价结果表明,我国水资源有以下 5 个特点:

(1)我国水资源并不丰富,人均占有水量只有世界平均水平的 1/4,亩均只有世界平均水平的 1/2;

(2)我国水资源地区分布极不均匀;

(3)大部分地区受季风影响,降水和径流年内分布不均,年际变化很大,这是我国洪涝灾害频繁的根本原因;

(4)缺水地区供需矛盾突出,开源节流需并举;

(5)水源污染日趋严重。

第一次水资源评价成果全面系统地描述了我国水资源数量、分布及特征,为国民经济宏观决策、工农业合理布局、水资源开发利用保护提供了科学依据。为适应经济发展需要,1985—1987年又陆续开展了华北地区水资源及其开发利用研究、西北水资源合理配置研究、全国水中长期供求计划编制、地下水开发利用规划、缺水城市供水及水源地规划等区域性和专题性水资源评价工作。1984年和1996年水利部又先后完成了两次全国水质评价,1999年正式出版了《中国水资源质量评价》。评价结果显示,在全部评价河长中,已有1/2受到污染,其中严重污染的占1/10。仅10年间,污染河长增加一倍,发展趋势令人忧虑。

二、我国水资源环境评价面临的主要问题

从1994年发布“中国二十一世纪议程”开始,中国政府向全世界承诺走可持续发展的道路。目前水资源评价的成果及方法还不能满足经济可持续发展和水资源可持续利用的要求,这表现在以下几个方面。

(一)人类活动对水资源的影响

土地利用、城市化、水资源利用等人类活动干扰了天然水文循环,改变了水资源的产生条件,进而影响了水资源的数量、质量、分布等特征。平原区由于地下水的开发利用,地下水位普遍降低,土壤容蓄量增加,下渗条件改善,使产流条件发生较大变化。华北山前平原区五六十年代次降雨量达40mm即可产流。由于地下水开发利用,使地下水埋深从3m左右下降到8~10m,次降雨量达100mm以上才能产流,使相同降水条件下的地表水资源大幅减少。现行水资源评价成果难以反映人类活动对水资源的影响,而且这种影响是一个不断扩张的渐变过程,将对未来可利用水资源量产生影响,威胁水资源的可持续利用。只有定量评估人类活动对水资源的影响程度,并对其变化趋势进行长期预测,才能保证水资源的持续利用。

人类活动一方面影响了水资源数量与质量,另一方面也破坏了水文系列的一致性。现行水资源评价的基础是数理统计,前提要求水文系列具有随机性和独立性,即资料产生的一致性。人类活动使水资源产生条件处于持续变化过程中,而现行的系列“还原”计算只能对水利工程引出和调入水量进行还原,难以满足系列一致性的前提条件。

(二)气候变化对水资源的影响评估

水资源来源于大气降水,对气候变化具有高度的依赖性。从20世纪70年代末期开始,世界各国及有关国际组织普遍开展了气候变化及其对水资源的影响研究。1990年政府间气候变化委员会发表的“气候变化的影响评估”研究报告认为,

在干旱半干旱地区以及湿润地区缺水和污染严重区域,可能因小的气候变化产生较大的水资源问题。部分专家认为,中国北方地区是全球气候变暖的敏感区,由于干旱化趋势和温室效应,可能使北方广大地区降水偏少,水资源形势将更为严峻。因此,定量研究气候变化及其对水资源的影响,以采取相应的对策也是水资源评价面临的重大问题。

(三)可利用水资源量的评价

以往评价成果是以天然水资源量(数量、时空分布、开发利用程度等)来表达的,虽然能够宏观描述天然水资源状况,但缺乏可利用量或可利用程度的指标,不能满足生产与管理工作的需要。而可利用量决定于水资源质量、分布、工程设施与规划工程等,尚无统一公认的计算方法与技术。考虑水质指标的水资源数量评价,具有重要的实用价值。由于水质是由多个评价指标描述的瞬间状态,处于不间断的掺混、弥散、降解过程中,很难与表征时间或分布总量的水资源数量相联系。第一次全国水资源评价虽然对水量、水质都作了评价,但并未有机联系起来。计算不同水质等级地表地下水数量及其时空分布规律,为定量、保质、稳定供水打下基础,是水量与水质联合评价的重点课题。

(四)基础资料问题

目前主要问题是用水资料人为因素大,精度不高,一定程度上影响了水资源开发利用情况的分布和水资源评价成果的精度,应建立规范化的用水资料收集、审查、分析系统。水利部门有分布各地的水均衡试验场及水文水资源试验站几十处,应充分发挥观测资料作用,解决水资源评价中的专项科研问题。

三、水资源环境评价的展望

由于对水文循环的认识不断深化,再加上人类活动对水资源的影响不断加大,水资源评价不是一劳永逸的,而应随着资料积累及技术水平提高而滚动进行。应在这项工作中引入新理论、新方法、新技术,构建面向 21 世纪的水资源评价体系。

(一)建立水资源评价模型系列

为对现状及未来水资源量进行评估,应分区建立具有物理背景的反应降水、地表水、土壤水与地下水转化机制及下渗、蒸发等水循环过程,引水、开采等水资源开发利用活动的水资源评价模型。植被情况、不透水面积、耕作条件及水资源利用水平等因素均以可调参数形式体现在结构化水资源评价模型中,通过参数调整,反映产流条件及水资源利用水平,并根据社会经济发展及气候长期变化预估未来产流条件变化及水资源利用情况。用不同时期的下垫面条件与降水系统组合,得出具有一致性的水资源量系列。应研制较为通用的结构化模型,根据不同地区的自然地理条件和水文地质条件增减不同的模型组件,使模型参数具有物理背景和可比性,通过试点流域、试验站资料等确定分区模型参数。

(二)充分利用国家水文数据库

以各省水文机构为主要节点的分布式国家水文数据库即将建成,全国水资源管理数据库也正在建设中,为今后开展全国及区域性水资源评价工作提供了有利条件。应充分利用这一系统,研制水资源评价系统与水文数据库、水资源管理数据库的接口,提高水资源评价工作的现代化水平。

(三)在“3S”平台上建立集成化的水资源评价信息系统

充分利用地理信息系统对空间数据及属性数据的管理、分析功能,实现“3S”与水资源评价模型、水文及水资源管理数据库的集成,建立基于“3S”平台上的水资源评价信息系统,从根本上改变水资源评价的手工操作状况。

(四)统一技术标准,指导各地评价工作

制定统一的技术标准与评价方法,采用一致的水文系列,根据需要与可能,分区开展水资源评价工作,既可为当地经济可持续发展和水资源永续利用提供科学依据,也可在需要时汇总成全国水资源评价成果。

(五)开展关键技术攻关,尽早建成通用水资源评价模型系统

逐年安排水资源评价中的关键技术攻关,广泛采用新技术与新方法,尽早建成通用计算机评价系统,为开展全国水资源评价提供技术支持和前期准备。

§ 1.3 “3S”技术

常规的水质监测方法是人工取样进行适时实地监测,这种方法只能了解监测段面上的表面水质状况,但对整个水体而言,这些测点数据只有局部和典型的代表意义。利用遥感快速、大范围和周期性的特点,可以有效地解决这种点数据意义的局限性。然而,水的反射性特性很复杂,它包含水的镜面反射(无云或少云天空),水的表面反射,水体反射,地形反射,以及水底地形反射。如何有效地区分和识别这些不同的反射特性,是目前的技术难点。尽管多种传感器遥感技术可以有效地探测表面水质的波谱特性,但它的基础是首先建立典型水质主要参数的波谱响应特征数据库,然后选择适当的光谱波段和光谱分辨率,在校正大气影响,并复合微波信息的情况下,进行表面水质参数的恢复与反演。这种将遥感技术直接应用于水质监测,不仅为水质监测提供了一种新方法,而且还完善了表面水质遥感信息的基础研究。

所谓“3S”,是指遥感技术(Remote Sensing, RS)、地理信息系统(Geographic Information System, GIS)、全球定位系统(Global Positioning System, GPS)三种空间信息技术的简称。“3S”技术诞生于20世纪60年代,是在计算机、通讯、卫星、测量、航天等高新技术飞速发展下,逐步成熟,并被广泛应用的。

一、遥感(RS)

(一)遥感基本概念

遥感(RS)是20世纪60年代随着空间科学、近代物理学和计算机科学的发展而诞生的一门综合性探测技术。它是一种以非直接接触方法对远距离目标性质进行探测的技术。遥感技术系统由遥感平台、传感器、遥感介质、数据处理和应用五部分组成。通过搭载在飞机上或卫星上的传感器,获取目标物反射或辐射的电磁波信息,来判定目标物的存在和性质。遥感的物理基础是:“一切物体,由于其种类及环境条件的不同,因而具有反射或辐射不同波长电磁波的特性。”遥感数据的使用方式主要是纠正处理后的影像,根据影像解译编制专题图件和数字数据。

1. 遥感平台

遥感平台是将传感器运到适当位置以便获取与目标有关信息的运载工具。根据运载工具的不同,可将遥感分为以人造卫星等为平台的航天遥感、以飞机等为平台的航空遥感和以汽车等为平台的地面遥感。

2. 传感器

当前最常用的传感器有照相机和多光谱扫描仪两类。照相机依靠太阳光照射摄取目标特征;而光谱扫描仪则通过对目标特征进行扫描,记录目标反射和辐射电磁波的信息。照相机和扫描仪都具有被动地接收来自目标信息的特点,这类遥感方式称为被动遥感。主动遥感则是由传感器首先向目标发射一定波长的电磁波,然后记录反射波的信息,如气象雷达和侧视雷达等。

3. 电磁波谱和遥感波段

电磁波是在真空或物质中通过传播电磁场的振动而传输电磁能量的波。电磁波按波长的长短排列起来构成电磁波谱。电磁波谱可以按不同的波长区间划分成许多波谱段,简称波段,如可见光波段($0.4 \sim 0.7 \mu\text{m}$)近红外波段($0.7 \sim 1.3 \mu\text{m}$)等。

自然界中,在绝对零度以上的各种物质都具有产生和吸收电磁辐射的能力,同时也对周围的电磁辐射进行选择性地吸收和反射。不同物质有不同的辐射、反射和吸收电磁波的特性。正是根据这一原理,传感器被设计成记录目标综合光谱、单波段光谱和多波段光谱的各种探测仪器。

4. 遥感数据处理

目前我们所用的遥感资料主要是遥感影像。这些影像有些由传感器直接得到,如摄影机和录像机得到的影像。有些传感器得到的是数字数据,对这些数据需要进行一定的处理才能得到影像,如多光谱扫描影像、雷达影像等。遥感数据处理,不仅包括由数字到影像的转变,还包括对遥感数据的各种纠正和校改,如去噪声、大气辐射校正,地理坐标纠正和影像增强等。