

水资源管理知识丛书

1

水资源学 基础知识

SHUI ZI YUAN XUE JI CHU ZHI SHI

● 主 编 王国新
副主编 陈韶君
杨小柳
陈家琦



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

水资源管理知识丛书

1

水资源学 基础知识

主 编 王国新

副主编 陈韶君

杨小柳

陈家琦

SHUI ZI-YUAN XUE
水资源学
JI CHU ZHI SHI



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

◆ 内 容 提 要 ◆

《水资源管理知识丛书》是应加强水资源管理工作的要求，为水资源宏观管理提供科学依据，并为各级水资源管理人员提供参考信息，为基层水利工作人员提供学习、培训和辅导的一套《丛书》，该《丛书》共分5册，包括水资源开发、利用、保护和管理的知识、水资源管理和用水管理理论和方法、水资源保护、水资源经济等方面的内容。

本书为《丛书》的第1册，本册共分9章，主要对水资源学的基本内容进行阐述，包括水资源在全球和各国的分布概况，在水资源开发、利用和保护的全过程中有关环节的基本概念和有关基础知识。可供基层水利水资源管理工作者学习和工作中参考，也可作为各级水利、水资源、水文、环境等专业师生的参考读物。

图书在版编目(CIP)数据

水资源学基础知识/王国新主编. - 北京: 中国水利水电出版社, 2003

(水资源管理知识丛书; 1)

ISBN 7-5084-1403-9

I. 水... II. 王... III. 水资源-基本知识 IV. TV21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 041497 号

书 名	水资源管理知识丛书(1) 水资源学基础知识
作 者	主编 王国新 副主编 陈韶君 杨小柳 陈家琦
出版、发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sale@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266(总机) 68331835(发行部)
经 售	全国各地新华书店
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	850×1168毫米 32开本 8印张 215千字
版 次	2003年6月第一版 2003年6月第一次印刷
印 数	0001—4100册
定 价	19.00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

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbo

《水资源管理知识丛书》编委会

主 任 任光照

副主任 张德尧 陈家琦 汤鑫华

委 员 (按姓氏笔画为序)

王国仪 王国新 田景环 任树梅

朱建盈 陈韶君 陈琦英 李云开

林 京 林洪孝 杨小柳 杨培岭

管恩宏

水是基础性的自然资源，战略性的经济资源。随着经济社会的快速发展和城市化进程的不断加快，各类用水不断增加，使水资源的供需矛盾日趋突出。合理开发和有效保护水资源，加强水资源的统一管理，促进水资源的优化配置、节约、保护和管理是今后水资源工作的中心内容，2002年10月修订后的《中华人民共和国水法》对水资源管理工作提出新的要求，面临的任务更加艰巨。党的十六大报告指出：要“合理开发和节约使用各种自然资源，抓紧解决部分地区水资源短缺问题，兴建南水北调工程。实施海洋开发，搞好国土资源综合整治。树立全民环保意识，搞好生态保护和建设”，还指出“可持续发展能力不断增强，生态环境得到改善，资源利用效率显著提高，促进人与自然的和谐，推动整个社会走上生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路”。党的十六大提出了全面建设小康社会的奋斗目标，对水利发展提出了新的任务和要求。根据中央的水利工作方针和可持续发展治水新思路，要对水资源进行合理开发、高效利用、综合治理、优化配置、全面节约、有效保护。为此要以水利的改革与发展和水资源的可持续利用保障经济社会的可持续发展，为全面建设小康社会作出贡献。

为了切实加强水资源的管理，大力推进流域和区

域水资源统一管理，实现水资源可持续利用，我们组织编写完成了一套《水资源管理知识丛书》，包括《水资源学基础知识》、《水资源管理理论与实践》、《水资源保护》、《水资源经济》、《用水管理理论与实践》等。《水资源管理知识丛书》的编写人员主要来自高等院校、水利科研院所和水管理单位的专家。《水资源管理知识丛书》为我们提供了国内外水资源管理理论、信息、案例和经验。相信它的出版，能够为各级水行政主管部门宏观管理水资源提供科学依据，为水资源管理人员在实际工作中提供参考信息。我对编写人员取得的成绩和丛书正式出版表示祝贺，并希望在水资源管理的重点领域不断深入进行探讨，继续为我国现代化水利建设事业添砖加瓦。

任光照

2003年2月14日

长期以来，人类社会为了自身的生存与发展，一方面与水引起的灾害不断斗争，另一方面逐渐学会了如何开发利用水的各种可以兴利的功能以满足需要。20世纪以来，由于科学技术的发展，人类开始利用各类工程措施控制河川水流，防洪减灾，蓄水兴利，以及大范围开采地下水，各类用水量不断增长。到20世纪后半叶，人口增长速度较过去大为提高，世界经济飞跃发展，各类用水量大增，一些本来水资源条件比较脆弱的地区，相继出现水供需紧张或水危机，水资源问题日益突出，并引起一系列环境和生态问题。人们开始认识到，要从资源的角度来重新看待这一与人类生存和发展有着密切关联，而又无处不在的人类最熟悉的伙伴——水。水是人类社会和经济发展、维护人类的生存环境和生态系统的基础资源，是维持一切生命系统不可或缺的元素，但由于对水资源盲目滥采滥用和过度开发，带来对环境和生态系统的危害，危及人类的生存空间。人们开始觉醒到，必须寻求一条可行的途径，努力使水资源这一自然赐予人类的宝贵财富，永远成为保障社会和经济可持续发展的支撑，同时保障一切用水的安全。为此，人们加强了对水资源问题的认识和研究，并在实践中积累了大量的经验和系统知识，为建立以研究水资源问题为中心的水资源学科创造了条件，以有利于指导工作，进

一步提高水资源工作的水平。

在我国从 20 世纪后半叶开始，随着生产力的解放，开始大量兴修各类大、中、小型水工程，不但在一定程度上提高了各地区的防洪抗灾能力，也进一步发挥了水在工农业供水、发电、航运及其他方面的兴利功能。但我国本是一个人口大国，人口的增长和人民生活条件的不断改善，以及经济的迅猛增长和城市率的提高，使各类用水量不断增加。水在一些地区的供需矛盾十分突出，从 20 世纪 70 年代以来，水资源问题成为我国最热门的话题，结合我国水问题实际的研究也取得了很大进展。由于我国特有的历史和自然条件，水利工作一直受到很大的重视，已经形成了比较完整的水利科学体系，水资源问题是水利工作的核心，并在我国的实践中逐步形成了独立学科，成为水利科学的一个重要组成部分。不断提高并完善水资源学的内涵，建立起结合我国实践的水资源开发、利用、保护和管理的科学技术和法规体系，是解决为我国社会和经济可持续发展中更为发挥水资源的保障作用的关键。

水资源问题深入千家万户，关系到国计民生和社会的稳定，因而水资源是一个具有非常意义的社会问题，也是政治问题。因此，在水资源工作中，要加强管理者、科学技术工作者、政府部门和企事业单位间的联系，并力求广大群众的关心与参与，不断增强全民的水意识。特别是广大基层工作者，应当不断充实水资源的基础知识，以在实际工作中发挥作用。

本书主要目的是介绍水资源的概况和在水资源开发利用中的基础知识，以及管理和保护水资源方面的一些问题。全书共分九章，由王国新、陈韶君、杨小柳和陈家琦参加编写。限于作者的水平，其中语误难免，希望广大同行及读者及时提出批评指正。

作者

2003 年 4 月

目 录

序 前 言

第一章	水资源工作的对象和任务	1
	一、水资源的涵义	1
	二、水资源的属性	2
	三、水资源工作的对象	5
	四、水资源工作的基本任务和作用	7
	五、水资源和水利的关系	8
	六、水资源工作和水文工作的关系	10
第二章	为水资源服务的基础知识	15
	一、主要水文要素的概念	15
	二、流域下垫面因素	20
	三、河流及其特征	22
	四、水文资料的分析和统计	23
	五、水文调查	28
第三章	全球水储量和水文循环	31
	一、世界的水资源	31
	二、世界各大洲水资源	35
	三、世界各国水资源	37
	四、我国的水资源	51
第四章	水资源评价	77
	一、水资源评价的发展及意义	77

	二、水资源基础评价	80
	三、水资源利用评价	93
	四、水环境评价	109
第五章	水资源规划	136
	一、水资源规划的内涵	136
	二、水资源规划的制定	138
	三、水资源规划的程序	142
	四、水资源开发利用的规划	144
	五、水资源供需分析	146
	六、水量调配与跨流域调水	153
	七、水资源合理配置	154
	八、有关水资源规划设计的几个技术问题	155
第六章	水资源问题的决策	168
	一、水资源决策问题的特点	169
	二、水资源决策问题的基础与主要决策模型	171
	三、决策支持系统	172
	四、水资源问题决策方法	174
第七章	水环境保护	176
	一、水环境保护涵义及重要性	176
	二、水环境容量	178
	三、水环境问题	179
	四、水资源保护的目標和措施	191
第八章	水资源管理	196
	一、水资源管理的内涵	196
	二、水资源管理体制	202
	三、水资源的权属管理	209
	四、水资源使用权分配及用水管理	211
	五、需水管理	213

	六、水质管理	214
	七、水资源法规	217
	八、水资源管理的经济手段	221
	九、水资源科学技术管理	222
	十、水资源管理中的不确定性与风险	225
第九章	迎接 21 世纪水资源问题的挑战	227
	一、水资源态势	227
	二、在水资源工作中需进一步解决的一些关键 问题	229
参考文献	241
后 记	242

第一章

水资源工作的对象和任务

人们关心和议论水资源，但水资源一词在我国的出现和较普遍地使用却是 20 世纪后期的事，以致对水资源的理解和认识至今还在不断加深的过程中。水资源本来是自然资源的一种，但由于开发利用水资源本来就是水利事业的主要内容，水资源本身也逐渐形成了一种行业的代称，或专业的代称，因而对水资源的认识和理解也就随时代的进展而不断深入。

一、水资源的涵义

水资源作为地球自然资源的一种，是指地球所属范围内的、可作为资源的水，包括地球表面地层中和围绕地球的大气中的水分。因此，有一种非常广义的水资源定义，即指地球包括其所有圈层中一切形态的水都是水资源。由于这个定义来自《不列颠百科全书》，具有一定的权威性，因而这种解释较普遍地被引用。与此相应，有关方面也计算了全球水储量，即把在地球各个圈层中的水量都计算了一番。但是自然界的水与作为资源的水是否相同，也引起了一些争议。于是又出现了各种关于水资源的定义，其中以 1988 年由联合国教科文组织和世界气象组织给出的水资源定义比较有影响，其定义是：“作为资源的水应当是可供利用或有可能被利用，具有足够数量和可用质量，并可适合对某地为对水的需求而能长期供应的水源。”因此，许多国家在谈到水资源时，常常把通过全球水文循环而可不断获得更新补充的淡水作为水资源。综上所述，水资源作为维持人类社会存在及发展的重要资源之一，应当具有以下功能：

- (1) 可以按照社会的需要提供或有可能提供的水量。
- (2) 这个水量有可靠的来源，且这个来源可以通过自然界水

文循环不断得到更新或补充。

(3) 这个水量可以由人工加以控制。

(4) 这个水量及其水质能够适应人类用水的要求。

各个国家对水资源的定义有所不同，一些国家是以河川年径流量作为水资源总量，有的国家除河川径流量外，还计算部分地下水量，有的则只计算年降水量。在我国则把河川年径流量和处于水分积极交换带的浅层地下水，并扣除其与河川径流量的重复计算部分称作水资源总量。

二、水资源的属性

根据自然资源的不同特点，人们通常将自然资源划分为两大类。即可更新资源（例如生物资源）和不可更新资源（例如矿产资源）。此外，能被人类生存、繁衍和发展所利用的物质、能量、信息与空间，属生态资源，包括自然资源、自然环境和生态系统。水既是一种可更新的资源，也是生态资源的重要组成部分。水资源具有显著的区域性的特点。

水的可供开发利用和可能引起灾害，决定了水资源在经济上的两重性，经济上的两重性是由于降水和径流的地区分布和时程分配不均匀所造成的。自然界的水在环境中的作用对于人类的生存条件而言，水一方面造成有利于人类生存的环境，例如为人类提供休养生息的条件，是人类的生存和发展所不可缺；而另一方面水有时又会带给人类自然灾害的困扰，如洪、涝、旱灾害，水致疾病传播等。当人类科学技术发展到一定水平后，人类逐渐学会通过工程和其他措施来改造水环境，使之向有利于人类的生活和生产的方向转化，但也在一些问题上由于认识上的不够全面，违背了自然规律，因而有时会出现事与愿违的结果。例如，水资源开发利用不当，也会引起人为灾害，如垮坝事故、次生盐碱化、水质污染、环境恶化等。水资源的综合开发和合理利用，应达到兴利除害的双重目的。

水有维持生命系统不可替代的作用。水对人类，对生命，是生存和发展不可或缺的物质，是不可替代的。其他资源，如石

油、矿产等，可以有别的替代产品，但水是不可替代的。若地球上没有水，地球就会像太阳系中的其他行星一样，成为没有生命的星球，人类也就失去了生存和发展的基础。此外，水是环境的重要因素，是维持一切生命活动不可替代的物质，不仅为人类生活所必需、为生物圈所必需，也为人类的生产活动和维持人类赖以生存的环境所不可缺。它的用途具有广泛性和不可代替性，主要表现在水资源既是生活资料又是生产资料，在国计民生中的用途相当广泛，各行各业都离不开水。用水户分为两大类：一类是耗损性用水，如农业、工业、生活供水等，需要消耗或污染大量的水；一类是非耗损性用水，如水电、水运、水产等，要求保持一定的水位和流量，但消耗水量很小。水是一切生命的命脉，它在维持生命和组成环境所需方面是不可代替的。人可三日无食，不可一日无水；有水才有人，有人必需水。随着人口的增长，人民生活水平的提高，以及工农业生产的发展，用水量不断增加是必然趋势，水资源问题已成为当今世界普遍重视的社会性问题。

水资源可再生，主要通过全球水文循环而来。大气中的水分来自海洋蒸发，经过大气输送、冷凝，随降水至地面，经汇流，从河流汇入海洋，如此周而复始，年复一年地演变，其动力是太阳能。正因为如此，水资源不像在地质历史时期形成的矿产资源，总量一定，而且越开采越少，水资源可以经过水循环再生、恢复，能得到永续利用。但尽管水资源是可再生的，人类的开发利用活动常影响天然的水文循环过程和规律，致使水资源在局部地区和部分时段出现衰退现象。由于水的循环性，水是可更新的资源，地表水和地下水被开发利用后，可以得到大气降水的补给。但是每年的补给水量是有限的，为了保护自然环境和维持生态平衡，一般不宜动用地表、地下储存的静态水量，故多年平均利用量不能超过多年平均补给量。循环过程的无限性和补给水量的有限性，决定了水资源在一定数量限度内才是取之不尽、用之不竭的。

水是稀缺的，尽管水资源是可再生的，而且地球上 $\frac{2}{3}$ 的

面积覆盖着水，但淡水资源量十分有限，只占全球总水量的 2.53%，人类便于利用的淡水只占全球水总量的 0.007%。因此，相对于人类无限的需求来讲，水资源是稀缺的。水资源的稀缺性主要表现在水资源的供需矛盾上。随着工农业生产的发展，人类对水资源的需求量越来越大，导致了天然水资源在时空供给上和人类利用的不匹配，出现供需矛盾，人类进而进一步开发利用水资源，如此周而复始，形成一个螺旋式上升的过程，但某一区域的可利用水资源量最终是有限的，因此水资源的稀缺是必然存在的。我国的年水资源总量为 28124 亿 m^3 ，居世界第 6 位，但人均和单位耕地面积平均占有量分别为世界的 1/4 和 76%，相当低。特别是我国的西北和华北地区，水资源稀少，工农业生产集中，水资源紧缺已成为区域社会经济发展的主要制约因素之一。据水利部门统计，在 20 世纪末，我国 600 多个城市中，缺水城市为 400 多个，其中严重缺水的 100 多个，年均缺水量 58 亿 m^3 以上。可见水资源对我国是一种相对较稀缺的资源。

水资源在地区分布上不均匀，年际、年内变化很大，给水资源的开发、利用带来了许多困难。为了满足各地区各部门的用水要求，必须修建蓄水、引水、提水、调水工程，对天然水资源进行时空再分配。由于兴修各种水利工程要受自然、技术、经济条件的限制，只能控制利用水资源的一部分或大部分；由于排盐、排沙、排污以及生态平衡的需要，应保持一定的入海水量，故欲将一个流域的产水量用尽耗光，既不可能，也不应该。

水资源的演变受水文随机规律的影响，年、月之间的水量均发生变化，有丰水年、枯水年和平水年之分，有连丰、连枯情况，有丰水期和枯水期，而且这种变化是随机的，它只符合统计规律。水资源的流动性是指在重力作用下，水总是自高而低，自上而下流动，而且最终汇入海洋。人类开发利用水资源的目的是使水资源的时空变化能满足自己的使用要求。但为了保持生态环境等功能，河道总要保持一定的基流，为了鱼类洄游和输沙等要求，必须保持一定的入海流量，因此人类可开发利用的水资源

量总是有限的。在这种情况下，水文随机性和水流流动性的存在，将使丰水期洪水泛滥，缺少应有的价值；而在枯水期水资源又显得异常宝贵。从这点看，对人类的利用来讲，通过水利工程调蓄丰枯，能大大增加水资源的使用价值。

水资源开发的整体性和利用的综合性，这是由于在一个流域中地表水体之间的相互连通，地表水、地下水和土壤水之间相互转化，气态水、液态水和固态水之间相互变化的特性所决定的。对某一区域来讲，水资源系统是一个完整的体系，水资源的开发利用应以区域水资源的整体作为规划和开发利用单元进行，而且工程的建设也应考虑水资源系统的整体性。但从利用角度，水资源又是综合的和多功能的，水资源开发利用往往是城乡及工矿企业供水、防洪、除涝、水土保持、航运、养殖、观光、水力发电、农田灌溉、水环境保护等功能综合，而且不时各种目标都混合在一起，难分伯仲。这就要求水资源项目规划和设计时，既要考虑区域内水资源的总体状况，又要兼顾各部门及各种利用方式间的差异，只有这样才能实现区域水资源的合理开发利用。这种区域水资源利用功能的综合性和差异，也决定不同地域水资源价值和价格的不同。

总而言之，水是一种自然之物，而水资源则具有社会、经济特性，被人类开发利用，其主要特性包括：不可替代性、可再生性、水文的随机性和流动性、稀缺性、供水的区域性和市场的垄断性、开发的整体性和利用的综合性、供水的多源性、利害的双重性、商品的公共性和非公共性等。水资源的开发利用既要综合地、全面地考虑上述特性的相互制约，又要协调好与环境和生态的关系。

三、水资源工作的对象

水资源工作的对象主要可以归结为三个部分：首先是研究作为自然资源一员的水资源的形成、演化、运动的机理，及其在地球上的空间分布及时程变化的规律，以及在不同区域上的数量；其次是在人类社会及其经济发展中为适应用水的需要而开发利用

水资源的科学途径；第三则是在人类开发利用水资源过程中引起的环境变化，以及这种变化对水资源自然规律的影响，探求在变化的环境中如何保持水资源的可持续开发利用的科学途径等。

第一部分的对象主要是地球水资源本身。与人类关系最密切的是每年通过全球水文循环不断更新补充的地表水（主要是河川径流）和地下淡水，这些水是水资源学的主要研究对象，对这些水的研究基本上是水文学的范畴，也是水资源的基础部分，因此，水文学是水资源学的基础。这部分的研究内容主要是水资源的基础评价，包括评价的理论和方法。科学问题有大气水、降水、地表水、土壤水、地下水的相互转化机理以及在人类活动影响下这些转化机理如何变化等问题。目标是弄清不同流域上的水资源及其开发潜力，为开发利用水资源提供条件。

第二部分的问题主要是如何合理开发利用水资源，核心是水资源的合理配置，包括水资源利用评价和区域水资源规划的原则和基础。由于人类社会在发展中对水的需求不断增长，合理解决好水的供需平衡问题是其中的关键。正确认识并处理好水资源与社会经济间的关系，处理好减轻水旱灾害和水资源开发利用间的关系，正确认识水资源的价值及处理好当前与未来的利益问题等。目标是使水资源的开发利用能适应社会和经济可持续发展的要求。

第三部分的问题主要是开发利用水资源要和环境、生态系统协调好，努力发挥水资源在改善环境和生态系统方面的作用，尽量减少其负作用。正确认识并处理好水资源与环境 and 生态系统间的关系，有效地减轻水污染和污水处理途径，环境变化中水资源的变化规律及其对策等。

综上所述，水资源工作是对水资源进行评价、合理配置、综合开发和合理利用及保护，为社会和经济的可持续发展提供水的保证，处理好水资源和社会经济发展及环境、生态系统间关系，以及对水资源实行科学管理和保护经验的系统总结，以指导水资源业务的进行。