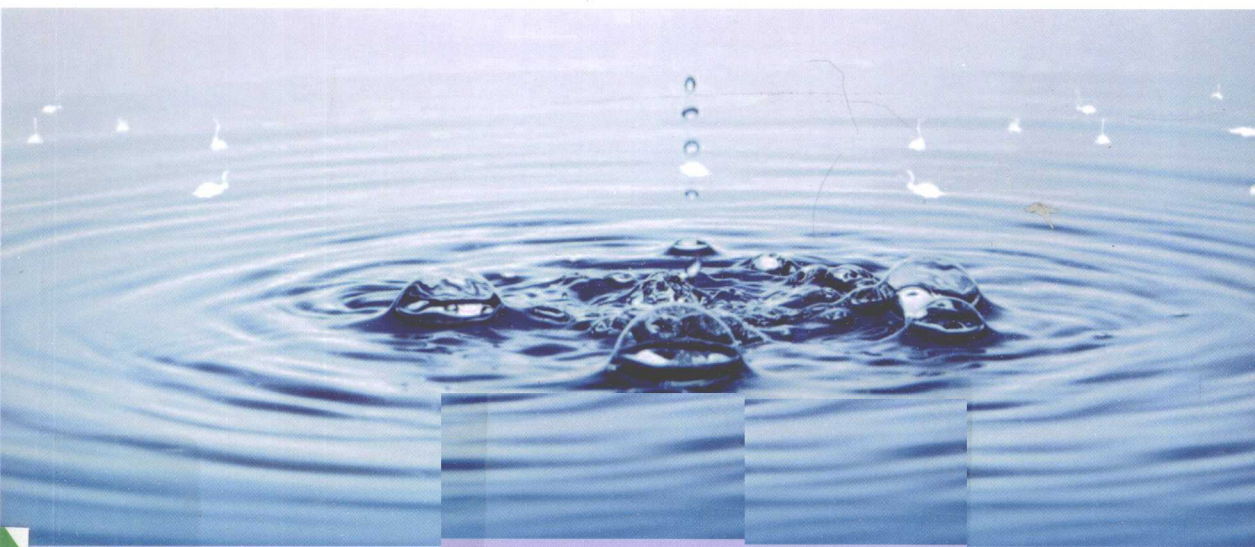


严立冬 张亦工 屈志光 马期茂 著

水资源安全与 产业发展研究

SHUIZIZIYUAN ANQUAN YU
CHANYE FAZHAN YANJIU



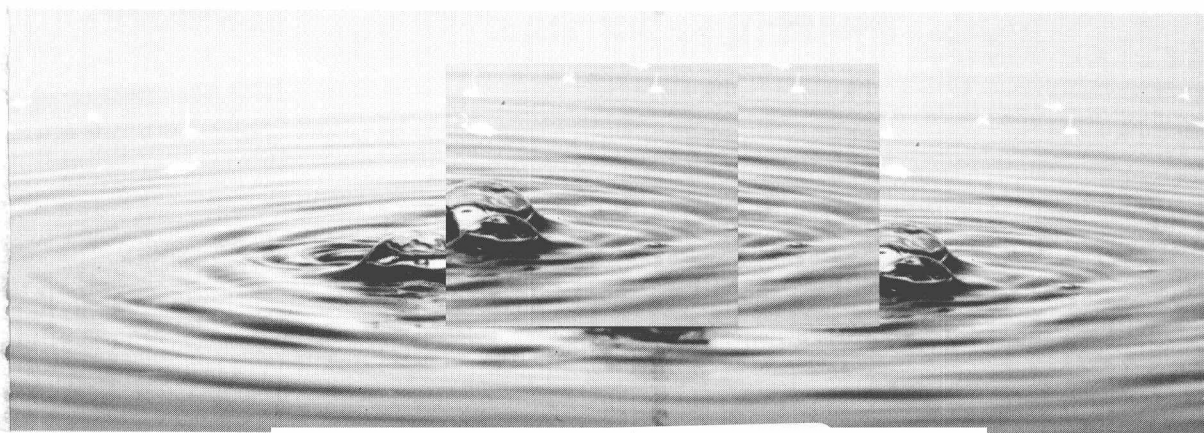
湖北长江出版集团

湖北人民出版社

严立冬 张亦工 屈志光 马期茂 著

水资源安全与 产业发展研究

SHUIZIYUAN ANQUAN YU
CHANYE FAZHAN YANJIU



湖北长江出版集团
湖北人民出版社

鄂新登字 01 号

图书在版编目(CIP)数据

水资源安全与产业发展研究/严立冬等著.
武汉:湖北人民出版社,2010.12

ISBN 978 - 7 - 216 - 06668 - 6

I. 水…

II. 严…

III. 水资源管理—研究

IV. TV213.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 243263 号

水资源安全与产业发展研究

严立冬 张亦工 屈志光 马期茂 著

出版发行:湖北长江出版集团
湖北人民出版社

地址:武汉市雄楚大街 268 号
邮编:430070

印刷:武汉贝思印务设计有限公司
开本:710 毫米×1000 毫米 1/16
字数:321 千字

经销:湖北省新华书店
印张:18.5
插页:1

版次:2010 年 12 月第 1 版
书号:ISBN 978 - 7 - 216 - 06668 - 6

印次:2010 年 12 月第 1 次印刷
定价:38.00 元

本社网址:<http://www.hbpp.com.cn>

目 录

绪 论	1
第一节 水资源问题的提出	1
一、水资源背景知识	1
二、水资源的属性	3
三、我国水资源概况	3
第二节 水资源问题的研究意义与进展	9
一、水资源问题的研究意义	9
二、水资源问题是一个重大的战略问题	10
三、水资源问题的研究进展	12
第三节 水资源安全与产业发展研究思路	15
一、水资源问题研究的基本原则	15
二、水资源问题研究的具体方法	16
三、水资源安全与产业发展研究的基本内容	17
第一章 水资源产业态势	22
第一节 水资源制度历史回顾	22
一、古代水资源制度的变迁	22
二、现代水资源制度的发展	23
第二节 水资源产业态势现状	25
一、我国水资源产业的基本态势	25
二、我国水资源的主要特点	26
三、目前我国面临的水资源问题	29
第三节 水资源产业发展态势评价	31

一、水资源产业态势综合评价指标的构建	31
二、水资源产业态势评价方法：主成分分析法	35
三、主成分分析方法的应用：以湖北省水资源评价为例	39
第二章 水资源资本化运营	45
第一节 水资源资产化与资本化	45
一、资本化的前提：水资源资产化	46
二、水资源资本化：水资源价值实现和增值的关键	46
三、水权与水权运营	47
第二节 水资源资本化运营的相关界定	49
一、水资源资本化运营的界定	50
二、水资源资本化运营的内部属性	51
三、水资源资本化运营的外部条件	52
第三节 水资源资本化运营的原则与机制	54
一、水资源资本化运营原则	54
二、水资源资本化运营机制	55
第四节 水资源资本化运营的主要障碍与措施	58
一、水资源资本化运营的主要障碍	58
二、水资源资本化运营的主要措施	60
第三章 水资源产业化发展	65
第一节 水资源产业化发展概述	65
一、水资源产业化发展的含义	65
二、水资源产业化发展与可持续发展	67
三、水资源产业化发展的特点	68
第二节 水资源产业化发展的规划布局	70
一、水资源产业化发展的现状	70
二、水资源产业化发展的国内外比较	71
三、水资源产业化发展规划	75
第三节 水资源产业化发展的政策支持	83

一、水资源产业化发展的财政政策支持	83
二、水资源产业化发展的金融政策支持	84
第四章 水资源生态化修复	86
第一节 水资源生态化修复概述	86
一、水资源生态化修复的内涵	86
二、水资源生态化修复的理论基础	87
第二节 水资源生态化修复的类型	89
一、水资源生态化修复的目标	89
二、水资源生态化修复的原则	90
三、水资源生态化修复的类型	92
第三节 水资源生态化修复技术	96
一、水资源生态物理修复技术	96
二、水资源生态化学修复技术	98
三、水资源生态生物修复技术	98
第四节 水资源生态化修复的保障措施	100
一、水资源生态化修复的组织保障	100
二、水资源生态化修复的政策保障	101
三、构建水资源安全生态补偿机制	102
第五章 水资源安全机理	110
第一节 水资源安全相关概念辨析	110
一、资源	110
二、安全	111
三、资源安全	112
四、水资源安全	112
五、国家安全	114
六、水资源安全与国家安全	116
第二节 水资源安全制约因素分析	120
一、水资源安全制约的自然因素	120

二、水资源安全制约的经济社会因素	121
第三节 水资源可持续利用安全观	126
一、社会经济的可持续发展	126
二、水量供应的可持续发展	130
三、水质安全	133
四、水生态环境的可持续发展	135
第六章 水资源安全储备	138
第一节 水资源利用与储备	138
一、水资源管理的内涵	138
二、水资源安全储备的必要性	139
第二节 水资源安全储备体系	142
一、我国水资源安全储备体系的构建	142
二、水资源安全储备体系构建的原则	143
三、水资源安全储备体系的基本目标	147
第三节 水资源安全储备的选择	150
一、地面储备模式	150
二、地下储备模式	152
三、空中储备模式	154
四、海洋储备模式	156
五、置换储备模式	159
六、市场储备模式	160
第四节 水资源安全储备模式的保障体系	164
一、水资源安全储备模式的特征	164
二、保障水资源安全储备的政策建议	166
第七章 水资源安全调控	169
第一节 水资源安全调控概述	169
一、水资源安全调控的概念	169
二、水资源安全调控的意义	170

三、水资源安全调控的原则	171
四、水资源安全调控的目标	173
第二节 水资源安全调控分析	174
一、“压力——状态——响应”模型的由来	174
二、水资源安全的“压力——状态——响应”过程分析	177
第三节 水资源安全调控措施	181
一、水资源生态安全调控措施	181
二、水资源经济安全调控措施	183
三、水资源社会安全调控措施	184
四、其他方面的水资源安全调控措施	187
第八章 水资源安全监测预警	189
第一节 水资源安全监测预警概述	189
一、水资源安全监测与预警的内涵	189
二、水资源安全监测预警的必要性	192
三、水资源安全监测预警的现状分析	195
第二节 水资源安全监测预警分析	197
一、水资源安全量的监测预警	197
二、水资源安全质的监测预警	198
三、水资源安全监测预警的技术支撑	200
第三节 水资源安全监测预警系统设计	202
一、水资源安全监测预警系统设计原则	202
二、水资源安全监测预警系统设计思路	205
三、水资源安全监测预警系统构建	208
第九章 水资源安全应急管理	212
第一节 水资源安全应急管理概述	212
一、水资源安全应急管理的内涵	212
二、我国水资源安全突发性事件频发的主要原因	215
三、我国水资源安全应急管理中存在的缺陷	218

四、水资源安全应急管理体系构建原则	219
第二节 水资源安全应急管理中的政府组织	221
一、水资源安全应急管理中的政府组织构建	221
二、水资源安全应急管理的流程设计	225
第三节 水资源安全应急管理中的大众传媒	227
一、大众传媒在水资源安全应急管理中的重要作用	227
二、完善大众传媒在水资源安全应急管理中的功能	229
第四节 水资源安全应急管理中的民间组织	233
一、民间组织在水资源安全应急管理中的作用	233
二、民间组织参与水资源安全应急管理的几个主要阶段	234
三、发展民间组织参与水资源安全应急管理的对策	236
第十章 水资源产业可持续发展战略	239
第一节 水资源产业可持续发展战略概述	239
一、水资源产业可持续发展战略内涵	239
二、水资源产业可持续发展战略目标	241
三、水资源产业可持续发展战略原则	242
第二节 水资源产业可持续发展战略选择	244
一、水资源产业可持续发展战略类型	245
二、水资源产业可持续发展战略重点	257
第三节 水资源产业可持续发展战略保障	263
一、加快经济发展方式的转变	263
二、建立以利益疏导和调节为基础的、可持续发展的水资源利用体制	266
三、大力推进科技创新，为水资源产业可持续发展提供技术支持	272
主要参考文献	274
后 记	290

绪 论

水是生命之源，是人类生存和发展不可替代的资源，是经济社会可持续发展的基础。水资源是指由当地降水产生的，可以用于人们生产与生活各类用途，存在于河流、湖泊、地下含水层中的逐年可更新的动态水资源，主要包括地表水和地下水。在 21 世纪，我国的洪涝灾害、干旱缺水和水环境恶化三大问题，特别是水资源短缺问题，将成为我国经济和社会可持续发展的重要制约因素。水资源问题是一个有关国家经济可持续发展的热点问题，也是与人们生活息息相关的重大问题，水短缺和水污染是我国水资源安全中最突出的问题。在当今全球气候变化、极端气候事件不断发生的情况下，水资源安全问题将更为突出。本章共分三个部分：首先是水资源问题的提出；其次是水资源问题的研究意义与进展；最后介绍了水资源产业资本化与安全问题研究的新思路。

第一节 水资源问题的提出

一、水资源背景知识

水是地球上分布最广泛的物质之一，仅海洋面积就有 3.6 亿平方千米，占地球表面积的 71%。不仅如此，在地壳外层和围绕地球的大气层以及生物体有不同程度、不同形态（固态、液态和气态）的水，形成地球的水圈，并同地球上的岩石圈、大气圈和生物圈共同组成地球的自然圈层，其中水圈是联系其他圈层的中间纽带，也是其中最活跃的圈层。水圈在太阳能的作用下，交替转化为固态、液态和气态，并通过全球水文循环在地球表面及大气中不断运动，致使地球表层物质和能量交换循环不息，成为自然界发展的内在驱动力。水圈大部分水以液态形式储蓄在地表低洼处形成海洋，或在陆地上形成湖泊和河流；一部分由于地表温度较低而以固态形式存在于两极或高山，形成冰川；一部分液态水藏身于地壳陆面上层各种孔隙或裂隙中，形成

地下水；还有一部分气态水分散于大气中，称为大气水；其余作为组成部分存在于生物体内的生物水。有人把地球上的水分分为两大类：海洋水和陆地水，两者共计 138.6 亿亿 m^3 ，其中海洋水为 133.8 亿亿 m^3 ，占 96.51%；陆地水约为 48 亿亿 m^3 ，占 3.46%。在陆地水中：地下水 2.34 亿亿 m^3 、冰川与永久积雪 2.4 亿亿 m^3 、湖泊水 0.017 亿亿 m^3 、土壤水 0.0017 亿亿 m^3 、大气水 0.0013 亿亿 m^3 、河床水 0.0002 亿亿 m^3 、以及其他水体等；如果把上述水体平均铺在地球上，水深可达 2700 多米。可见地球上的水是很多的，历史上流传的“取之不尽，用之不竭”就是针对上述水体而言的。

其实，对于“水资源”有众多不同的定义。例如，美国地理调查局 (USGS) 1894 年将水资源定义为“陆面地表水和地下水”。2002 年《中国水法》和 USGS 类似，定义为“地表水和地下水”。联合国教科文组织 (UNESCO) 和世界气象组织 (WMO) 1988 年定义水资源为“可利用或有可能被利用的水源，具有足够数量和可用的质量，能在某一地点为满足某用途而可被利用。”《中国大百科全书》中的定义为“地球表层可供人类利用的水，包括水量（水质）、水域和水能资源，一般指每年可更新的水量资源。”《中国农业百科全书》定义为“可恢复和更新的淡水水源”。在这些定义中，关键差别在于是否提及水资源的可更新性。

具体到水资源统计方法，目前多数国家以河川径流量作为水资源量。我国水资源量在河川径流量之外，还将浅层地下水中可以取用且不计入河川径流量（以避免重复计算）计入其中。以《中国水资源公报 2008》数据为例，2008 年全国降水 62000 亿 m^3 ；地表水资源 26377 亿 m^3 ；地下水资源量 8122 亿 m^3 ，其中平原区地下水资源量为 1736 亿 m^3 ，山丘区地下水资源量为 6683 亿 m^3 ；水资源总量为 27434 亿 m^3 。

地球上水的总储量中，淡水约占 2.53%。除去不可利用的冰川、永久积雪和永冻层冰，可供人类利用的淡水仅占全球水储量的 0.77%，约为 1 亿亿 m^3 。水资源中可再生的部分，只包括每年参与水循环的水，这就是地球水中每年更新的部分。水循环，即水文循环，指地球上的水在太阳辐射和重力作用下，以蒸发、降水和径流等方式进行的周而复始的运动过程。每年参与水循环的水，仅为 577 万亿 m^3 。

水循环的速度，即水的更新周期，也称作水龄。不同水体更新周期差异巨大。永冻层底水更新周期为 1 万年，海洋水更新周期为 2500 年，深层地下水更新周期为 1400 年，湖泊水更新周期为 17 年，河川水更新周期为 16 天，生物水的更新周期仅为几小时。更新周期越长的水体，开发利用越须谨

慎。一方面,更新慢的水体很容易用尽;另一方面,更新慢的水体自净能力也低。从流域尺度水循环过程角度看,陆地水来自降水,76%降水下渗,60%降水最终蒸散发。整个循环会发生两类径流:地表径流和地下径流,前者包括坡面漫流和河川径流,后者包括壤中流和基流。

二、水资源的属性

水资源系统是动植物生存不可缺少的系统之一,人类为了可持续发展,必须通过各种方式维护水资源系统的相对稳定性,适应人类自身的生存和发展。代际因素必须纳入这个系统之中,这不仅仅是伦理问题,也是人类延续的需要。水资源的特性包括自然属性、经济属性和社会属性三个方面:

(一) 自然属性

水资源系统的自然属性是由水的自然属性决定的。降水、径流、地下水、土壤水、蒸发等,都是一个自然过程,无论人类是否干预以及干预强度如何,它们都是客观存在的,是不以人的意志为转移的。

(二) 经济属性

水利是国民经济的基础性战略性产业之一,水资源是国民经济发展不可缺少的物质。长期以来,伴随着国民经济快速增长,对水资源需求不断增加,导致水资源供给难以满足经济发展的需求,制约了经济社会的可持续发展。

(三) 社会属性

水资源系统不仅涉及生产力方面,而且也与生产关系密切联系在一起。在水资源开发利用和保护过程中,涉及各个方面,如“三生”用水(生产用水、生活用水和生态用水)的关系、流域间水资源调配关系等,由此引发各种各样的社会关系的不断调整,水资源系统具有社会属性。

三、我国水资源概况

瑞士达沃斯世界经济论坛2009年1月30日发布了一份惊人报告,说全球正面临“水破产”危机,今后20年内,人类争夺水资源的竞赛将愈演愈烈。各国能源生产领域对水资源的需求量将大增,例如美国将增长165%,欧盟将增长130%。这将对农业用水构成重大威胁,而且水有可能会“比石油还昂贵”。

(一) 我国的水资源数量概况

我国水体多种多样,有海洋水、冰川、湖泊(含人工水体)、河流水系和地下水体。

1. 海洋

我国海洋面积 473 万平方千米,包括渤海、黄海、东海和南海,其中渤海面积 7.7 万平方千米,南北长 300 海里(1 海里 = 1.852 千米),东西宽 160 海里,平均水深 18 米,最大水深 70 米;黄海面积 38 万平方千米,南北 470 海里,东西宽 360 海里,平均水深 44 米,最大水深 140 米;东海面积约 77 万平方千米,南北长 700 海里,东西宽 400 海里,平均水深 370 米,最大水深 2719 米;南海面积为 350 万平方千米。南北长 1600 海里,东西宽 900 海里,平均水深 1212 米,最大水深 5559 米,海洋是由巨大的水体组成的,其水体中既有纯水又含大量的盐类,其中纯水(溶剂) 96.6%,各种溶解盐(溶质)占 3.4%。换句话说,平均每升海水中大约含盐 35 克,属于盐水。不过在一定条件下两者都可能被开发利用。在渤海湾、莱州湾等滨海平原还分布有大面积的高浓度的地下卤水,是制盐和盐化工的理想原料。海水可以直接用作冷却水,2008 年我国沿海城市直接利用海水约为 411 亿 m^3 。随着科学技术的进步,海水利用的前景会越来越广阔;海水淡化技术亦将越来越成熟,成本也会相应地降低,从而成为一项重要的开发事业。

2. 冰川

我国是世界上中、低纬度山岳冰川分布最多的国家。在以我国西部的 14 条大山脉和号称“世界屋脊”的青藏高原上,共有 45 万多条冰川,总面积约为 5.9 万平方千米。冰川是最洁净的水源,其储量约为 51322 亿 m^3 ,年平均冰川融水量约为 563 亿 m^3 。冰川是重要的淡水,占地球淡水的 85%,如果把它们全部融化,整个地球的海平面就会上升 60 多米。目前,有些特别干旱的国家,如沙特阿拉伯、澳大利亚已考虑将南极漂移的冰山拖到海湾融化,然后灌溉沙漠。限于各方面条件,我国直接利用冰川不多;但雪融水在我国新疆、西藏的工农业生产中起到了非常大的作用,保护和利用冰雪融水,是当前的工作重点。

3. 湖泊

我国湖泊面积达 71781 平方千米,约占全国陆地面积的 0.8% (见表 1)。湖泊储水量约 7088 亿 m^3 ,其中淡水储量 2261 亿 m^3 ,占 31.9%。人们按湖水含盐分的高低,将湖泊分为淡水湖、咸水湖和盐湖三种。湖水矿化度小于 1g/L 的称为淡水湖,大于 1g/L 小于 35g/L 称为咸水湖,大于 35g/L 的称为

盐湖。前者多位于湿润地区，且主要为外流湖，湖水河道互通。后两者多位于干旱半干旱地区，且主要为内流湖。湖水的蒸发量大于入湖径流量，湖泊水量入不敷出，湖水日益退缩，原来的淡水湖就会演变成咸水湖和盐湖。湖泊吞吐江河，对河水有明显的调节作用，利用外流湖调节径流能够削减洪水、增加枯水，利用好内陆湖和它们的河流，是我国地表水资源开发工作的重要内容。

表 1 我国湖泊面积分地区统计

地区	湖泊面积					
	面积（平方千米）	个	外流湖区		内流湖区	
			个	面积（平方千米）	个	面积（平方千米）
东部地区	8077	170	160	7496	10	95
中部西部	16025	630	630	16025	0	0
西部地区	47313	1444	267	6925	1177	40874
其他地区	372	61	40	204	21	168
合计	71787	2305	1097	30650	1208	41137

资料来源：依据《中国统计年鉴 2008》整理而得。

湖泊由天然湖泊、人工湖泊构成。天然湖泊是陆地上蓄积一定水量的洼地，又与海洋不发生直接联系的一种天然水体。在地球上，天然湖泊水面约有 250 万平方千米，占陆地面积的 2% 左右。世界上最大的天然湖泊是前苏联的里海，面积是 39.5 万平方千米。世界上最深的湖泊是贝加尔湖（水深 1642 米）。我国是一个多湖泊的国家，据有关资料介绍，我国面积在 1 平方千米以上的湖泊大约有 2300 多个（不包括时令湖）。我国湖泊面积不断萎缩，正在朝着不利于人类的方向发展，其中最大的内陆湖——青海湖，从 1956 年至 1978 年，湖泊年平均亏损水量达 5.77 亿 m^3 ，使湖泊水位下降了 2.14 米，平均每年退缩 10 米。罗布泊曾经是我国最大的内陆湖，至 1964 年已经干涸消亡。内蒙古的湖泊，近 20 年来面积减少了 1017 平方千米，占原来总面积的 19%。即使是我国外流湖，也存在萎缩的趋势，洞庭湖 1896 年的湖面面积为 5400 平方千米，1977 年只有 2740 平方千米；鄱阳湖 1954 年湖面面积为 5050 平方千米，1967 年只有 3960 平方千米。湖泊面积萎缩或消亡的原因是多种多样的，其中气候变化和人类活动影响是最主要的。今后一定要从各方面加以保护，延缓它的萎缩或消亡速度。

近年来,我国修建了大量的水库,大大增加了地表储水,约为4000亿 m^3 。这些水库分布在全国各地,综合效益凸显,具有防洪、灌溉、发电、航运、养殖、供水等作用。其中大中型水库1987座,库容水量2763多亿 m^3 ,这些大中型水库对我国经济社会的发展起着巨大的作用。但目前我国人工湖泊调节径流的尺度还不够,因此水、旱灾害频繁。如何增大人工调节、扩大蓄水量是我国社会经济发展必须解决的难题。

4. 河流

我国江河众多,流域面积在1000平方千米以上的河流有1500条,它们分别属于4大水系:(1)太平洋水系,总流域面积占全国陆地面积的56.71%,降水量49868亿 m^3 ,径流量21322亿 m^3 ,其中主要的河流有长江、黄河、珠江、黑龙江、海滦河、淮河、澜沧江、鸭绿江;(2)印度洋水系,总流域面积占全国陆地面积的6.5%,降水量6700亿 m^3 ,径流量4629.1亿 m^3 ,其中主要河流有雅鲁藏布江、怒江;(3)北冰洋水系,总流域面积占全国陆地面积的0.53%,降水量208亿 m^3 ,径流量约100亿 m^3 ,其中主要河流有额尔齐斯河;(4)内流水系,总流域面积占全国陆地面积的36.24%,降水量5113亿 m^3 ,径流量1064亿 m^3 ,其中主要河流有塔里木河等。

5. 地下水

地下水是埋藏在地壳上部岩层中的水,按埋藏条件分为包气带水、上层滞水、潜水和承压水。包气带水,以地下水位线为界,向上直到地表面;包气带除空气外,还有气态水、结合水、毛细管水等,统称为包气带水或土壤水。它们距地表最近,受大气降水的直接影响,有承上启下的作用。上层滞水,是包气带内局部隔水层上的重力水。由于分布范围小,一般开发利用价值不大。

6. 潜水

潜水埋藏在第一稳定隔水层以上、地面以下的含水层内,只具有自由水面,含水层的厚度是随补给量的大小变化而变化的。水流在重力的作用下,由高处流向低处,形成地下径流。潜水较稳定,数量较大,是农业用水的主要开发利用对象。

7. 承压水

承压水是充满于上下隔水层之间的含水层中的水。因此它具有一定的压力,又称自流水。隔水层顶板与隔水层底板之间的厚度为含水层厚度,来水主要靠区外补给,有较好的开发利用价值。由于源远流长,补给周转较慢,

一旦超采很难及时恢复。

我国地下水比较丰富（主要指潜水）。根据《中国水资源评价》计算，全国平均水资源量为 8288 亿 m^3 。其中山区的水资源量为 6762 亿 m^3 ，占全国的 81.6%；平原区地下水为 1526 亿 m^3 ，占全国的 18.4%。如果不考虑人工影响对自然的改造，目前水循环基本是沿着自然状态进行的。我国水资源在一年内丰、平、枯相差悬殊，这就使得尽管我国水资源总量并不少，但缺水现象仍十分普遍而且相当严重。

（二）我国水资源的质量概况

水污染所造成的水质性短缺越来越威胁人类的生存，所以水资源的另一属性——水质，成为水资源问题必须考虑的另一方面。无论是地表水还是地下水，自然水循环可以帮助分解水中的可降解污染物来实现自净。水是最好的溶剂，它最易被污染，但同时又是最好的清污剂；水支撑地壳；水的格局影响了全球的海陆分布、气候变化；水的冲蚀、搬运、淤积作用，改变着地形。自人类社会以来，生物都是适应自然的发展，都是被动地接受自然恩赐的一切，包括水资源的利用，基本上遵循人与自然的稳定发展。当代文明之前的社会经济发展缓慢，人类社会生产活动范围狭小，与此同时，全球人口对于广袤的土地而言，不能同日而语，在辽阔的土地上零散地分布着稀疏的人群。那个时候，水在人类的心目中还不是十分重要，人类不仅没能认识水的重要性，还可以肆虐水。社会不断前进以后，人们对于水的作用的认识也仅仅是军事的意义，简单的农业灌溉、航运、人畜饮水等。水在自然界中表现得最多的是地区丰枯不一，无论是地表水还是地下水都没受到污染和破坏，水体好，生态环境没有恶化。水中的污染物比重不大，通常情况下可以通过在生物体内得到净化。同时水可通过水循环得到恢复和更新，具有季节交替和大体以年为周期的特点。水资源质量安全主要包括地表水质的安全和地下水质的安全问题。地表水的水质主要是指水库水质、灌渠引水水质，特别是引污水灌溉的水质。对于地下水的水质来讲，由于它具有的特点不同于地表水，尤其是其污染不容易被及时发现。当今水资源的点源污染和面源污染所产生的可降解污染物（如有机物、热污染等）已超过了水体的自净能力，另外还有大量的无法分解的污染物如各种化学合成物、重金属等排入水中，所有这些导致水体严重受污，无法用于人类生产和生活，并且生态环境因此而恶化，造成许多死河死湖以及动植物灭绝，严重破坏了生态系统。而人类也已深受其害，因为水中的污染物可以通过食物链在生物体内积累，也就是说越在食物链高层，有害物质积累度也就越大，这也是为什么在有些

地区出现了某种疾病的高发率。总之,水质安全一方面影响人类生活健康和生命安全;另一方面,水质恶化还会进一步缩小可使用水的范围,从而加剧水资源短缺。

(三) 我国水资源的时空分布概况

由于我国西高东低的地形特征、东面环海西部深处内陆的地理位置以及受季风影响的气候条件,导致水资源在丰枯地区和丰枯季节差异比较明显。从地域上来看,长江流域及以南地区水资源量占全国总量的 81%,人均占有量为 4180m^3 ,属于丰水区;长江以北地区,人口占全国的 46%,耕地占全国的 65%,而水资源量却仅占全国的 21%,其人均水资源总量为 990m^3 ,属于重度缺水。水资源与人口、土地资源的空间分布极不匹配,势必影响国民经济发展和水土资源的合理利用。从时间上来看,由于我国是温带季风气候,所以降雨量和河流径流量在年际间分布极不平衡,有丰水年和枯水年之分,年际变化大,并有连年出现的特点,而这种水资源在时间上分布的不平衡,北方要大于南方地区。以 1997—2004 年旱涝特征为例:1997 年全国较早,特别是长江以北地区出现严重的夏旱,黄河断流严重;而 1998 年是丰水年,全国降雨量比常年偏丰,长江、松花江、珠江、闽江等主要江河发生了大洪水,黄河断流情况有所缓和;1999—2001 年连续三年较早,旱灾波及 20 多个省级行政区;2002—2004 年旱情有所缓解,南方地区降水量多而北方偏少,并且不同时期不同地区出现不同的旱涝。此外,水资源在年内分布也不平衡,即一年之内在不同时期降雨量不同进而形成旱涝期。我国降雨主要集中在夏秋季节,长江以南流域汛期为 5~8 月,而北方则是 6~9 月,这几个月里集中了全年 60%~80% 的降雨量,并常以暴雨的形式出现,三分之二的水量以洪水的形式排入海洋中。这种时间分布上的不平衡,一方面会使需水量大的季节反而干旱,另一方面降雨量和径流量剧烈的年际变化和年内集中会导致不可避免的洪涝灾害,这不仅会带来巨大的经济损失而且还会使人们的生命财产受到极大的威胁,并且加大了对大江大河的治理难度。

我国是一个水资源短缺的国家,水资源时空分布不均。近年来我国连续遭受严重干旱,旱灾发生的频率和影响范围扩大,持续时间和遭受的损失增加。目前全国 600 多个城市中,400 多个缺水,其中 100 多个严重缺水,而北京、天津等大城市目前的供水已经到了最严峻时刻。与此同时,由于人口的增长,到 2030 年我国人均水资源占有量将从现在的 2200 立方米降至 1700 至 1800 立方米,需水量接近水资源可开发利用量,缺水问题将更加突出。