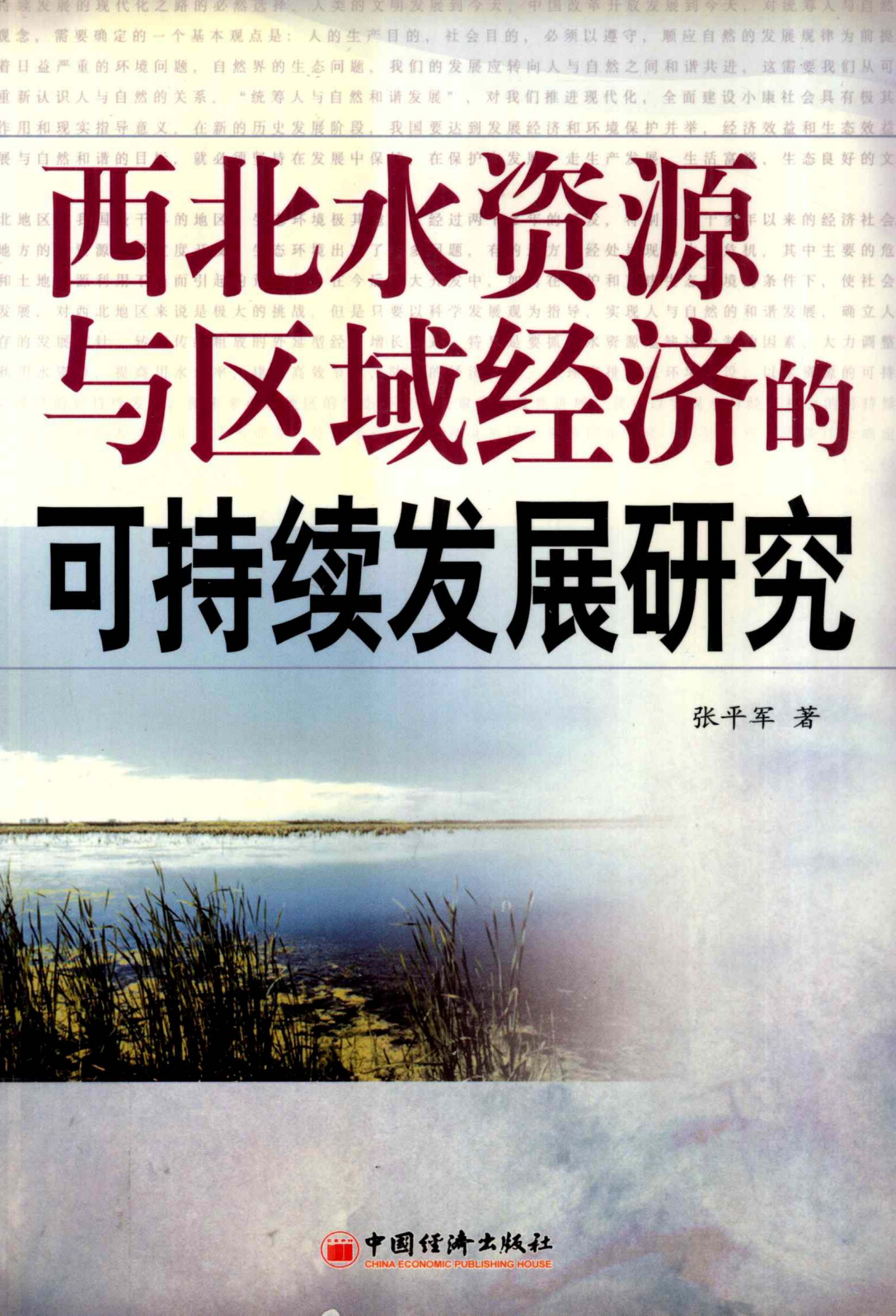




西北水资源 与区域经济的 可持续发展研究

张平军 著



中国经济出版社
CHINA ECONOMIC PUBLISHING HOUSE

西北水资源与区域经济的 可持续发展研究

张平军 著

中国经济出版社

图书在版编目(CIP)数据

西北水资源与区域经济的可持续发展研究 / 张平军 著. - 北京: 中国经济出版社, 2005.7

ISBN 7-5017-6921-4

I. 西… II. 张… III. 水资源管理 - 关系 - 地区经济 - 可持续发展 - 研究 - 西北地区

IV. ①TV213.4 ②F127.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 020979 号

出版发行: 中国经济出版社(100037·北京市西城区百万庄北街 3 号)

网 址: www.economyph.com

责任编辑: 朱祝霞 (Tel: 68319583 Email: julia_bj2003@yahoo.com.cn)

责任印制: 张江红

封面设计: 红十月工作室

经 销: 各地新华书店

承 印: 三河市华润印刷有限公司

开 本: A5 印 张: 8.25 字 数: 230 千字

版 次: 2005 年 7 月第 1 版 印 次: 2005 年 7 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5017-6921-4/F·5544 定 价: 22.00 元

版权所有 盗版必究

举报电话: 68359418 68319282

服务热线: 68344225

68353507

68308640

68359420

读者服务部: 68346406

地 址: 北京西城区百万庄北街 3 号

前 言

党的十六届三中全会提出了以人为本、树立全面协调的可持续发展的科学发展观。统筹人与自然和谐发展，符合我国国情，是走可持续发展的现代化之路的必然选择。人类文明发展到今天，中国改革开放发展到今天，对统筹人与自然和谐发展的全局观念，需要确定的一个基本观点是：人的生产目的、社会目的，必须以遵守、顺应自然的发展规律为前提，为依据。面对着日益严重的环境问题，自然界的生态问题，我们的发展应转向人与自然之间和谐共进，这需要我们从可持续发展角度来重新认识人与自然的关系。“统筹人与自然和谐发展”，对我们推进现代化，全面建设小康社会具有极其重要的思想启迪作用和现实指导意义。在新的历史发展阶段，我国要达到发展经济和环境保护并举，经济效益和生态效益兼顾，生产力发展与自然和谐的目标，就必须坚持在发展中保护，在保护中发展，走生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路。

西北地区是我国最干旱的地区，生态环境极其脆弱，经过两千多年的开发，特别是五十多年以来的经济社会快速发展，不少地方的水资源已经过度开发，生态环境出现了很多问题，有的地方已经呈现出生态危机。其中主要的危机是由于水资源和土地资源利用不当而引起的荒漠化。在今后的大开发中，如何在保护和重建生态环境的条件下，使社会经济得到可持续发展，对西北地区来说是极大的挑战。但是只要以科学发展观为指导，实现人与自然的和谐发展，

确立人与自然和谐共存的发展方针，转变传统的粗放的外延型经济增长方式，特别是要抓住水资源短缺这个制约因素，大力调整产业结构，合理利用水资源，提高用水效率，建设高效节水、防污的经济社会。合理安排生态环境建设，以水资源的可持续利用来支持社会经济的可持续发展，使未来西北地区的生态环境建设取得突破性进展，就可以实现水与经济社会的可持续发展。

合理开发和优化配置西北地区水资源，这就要科学分析西北地区水资源的承载能力，以水资源的条件来确定农业、工业、合理的结构布局；以城市发展规模，协调好生活、生产、生态用水；以水资源的优化配置，保障西北社会经济的可持续发展。

根据多年气象资料分析和中国工程院“西北水资源”项目组考察，西北地区的水资源匮乏，全区多年平均降水量为 231.9 毫米，形成地表径流 2164.8 亿立方米，地下水资源 1034.6 亿立方米。扣除地表水与地下水重复量 895 亿立方米，水资源总量为 2304.4 亿立方米，仅占全国水资源总量的 8%，可利用量不足 1200 亿立方米，由于干旱少雨，蒸发强烈，维持一定的生态环境需水量大。人类生存和发展取决于水资源的支撑条件，但西北地区严重缺水，目前西北尚有 680 万人饮水问题未得到解决，成为贫困地区脱贫致富的主要障碍。

由于人类活动的不断影响，西北地区水土流失严重，流失面积近 100 万平方公里，水土资源分布严重不匹配，水土资源的不合理开发，生态用水得不到基本满足，难以利用的沙漠、戈壁、裸岩面积不断扩大，导致土壤沙化，沙尘暴连年发生，草场退化，天然绿洲萎缩，生态系统日趋恶化，内陆河流域上游开发利用过度，下游断流。新疆的塔里木河流域、甘肃的河西石羊河、黑河流域及宁夏平原就是生态环境恶化的典型例证。黄河、塔里木河、黑河、石羊河下游，都曾出现过断流，严重地影响着这一区域的整个生态环境和经济社会的发展。

根据西北地区水资源的实际情况，必须建立统一的流域水资源

管理与调度,合理分配水资源,大力开展节水,确保生态、经济、社会协调发展的用水。因此,在对生态环境用水,社会经济用水和水资源可持续利用之间的关系上,要根据各自不同的特点加以分析,应提出不同配置的要求。对内陆河干旱区水资源的配置,要保证下游生态环境耗水,使下游的生态环境和中上游的社会经济系统合理分享水资源。内陆河用水量的最高开发利用率不能超过 70%,要保证生态用水不能低于 50%;在半干旱草原区,水资源的配置要防止超采地下水,防止草原天然植被的破坏及生态环境恶化;对黄河流域水资源的配置,要合理安排,加快水土流失保护与治理,生态植被恢复要依靠天然降雨。在经济建设和社会发展中,应强调高效节水,调整产业结构,防止水源污染。为了缓解黄河水在枯水年的断流危机,从长远角度看,要加快西线南水北调工程,给黄河适当补水。总之,只有在合理配置、利用西北有限水资源的情况下,才能使人与自然和谐发展,才能使西北这一区域的经济社会可持续发展。

目 录

第一章 水资源在人类生存和经济发展中的重要作用

一、地球上水资源的概念	1
二、水对生命的演化及其生命维系的重要作用	10
三、水对经济发展的重要作用	15
四、世界水资源短缺问题	25
五、中国水资源的可持续利用与保护	32

第二章 西北区水资源与分布状况

一、西北区域水资源的基本特点	45
二、西北大气降水分布区状况	47
三、西北地表水资源分布区状况	49
四、西北地下水资源分布状况	53
五、西北冰川与湖泊水资源分布状况	55

第三章 西北区水资源开发利用中存在的问题

一、水资源开发缺少统筹规划的全局观	58
二、水资源利用缺少统一协调及科学管理	59
三、水资源开发利用水平低,浪费、污染严重	61
四、随着开发建设工农业用水急剧增加、供需矛盾日趋尖锐 ...	65

第四章 西北区环境现状及问题

一、自然区域环境状况	67
------------------	----

二、西北地区生态环境中的土地荒漠化发展问题	70
三、社会经济发展现状与问题	77
四、水对农业经济发展的制约问题	78
五、城镇化、工业化发展中的水资源问题	85

第五章 统筹人与自然和谐的可持续发展战略

一、统筹人与自然和谐发展的理论内涵与关系	90
二、统筹人与自然和谐发展的方针	97
三、统筹全局合理安排生态环境建设	102
四、加快流域综合治理、防治水土流失	113
五、加强防风固沙建设好三北防护林带、防止沙漠化扩展 ...	131
六、采取措施保护好水源涵养林带	139
七、统筹协调保护天然河湖泊的恢复	143

第六章 水资源在经济社会发展中的合理配置利用

一、要依法调节水资源的合理利用	145
二、按市场经济规律的要求,实现水资源的优化配置	146
三、合理调配水资源的工程布局	149
四、西北地区水资源的开发状况	155
五、西北内陆干旱区水资源的合理利用	164
六、西北半干旱草原区水资源的合理利用	168
七、黄河流域水资源的配置利用	169
八、实施西线南水北调工程的必要性	171

第七章 经济可持续发展必须建立高效节水型社会

一、建立资源节约型的节水型社会	176
二、建立高效节水型现代农业体系	185
三、建立高效节水型的现代新型工业化体系	206
四、建立高效节水型的城镇化发展体系	212

第八章 建立冰资源与经济可持续发展的公共政策

一、明确水资源可持续利用的战略思路	225
二、加强地表地下水资源的统一管理	234
三、水资源的优化配置利用要引入市场机制	236
四、对贫困地区流域水资源实行低价与补贴	243
五、推进水利管理的体制改革	244

第一章 水资源在人类生存和经济发展中的作用

一、地球上水资源的概念

地球不同于其他行星的主要特征之一，就是地球上储有丰富的水，而且广泛分布在地球表面，全球约有 $3/4$ 的面积覆盖着水，在地球表面和表面大气层中的总水量约有 14 亿立方公里，其中海水占 97%，海水又苦又涩，既不能饮用，也不能灌溉。在其余的 3% 的淡水中，陆地上易于开采的地下水、冰雪水、湖泊水、河水及浅层地表水，仅仅占淡水总量的 10%，也就是说，对人类真正有用的水只占世界总储水量的 0.3% 左右。可见淡水资源是非常有限的，并且在地球上分布也是极不均匀的。这也是世界性水资源紧张的重要原因之一。

（一）水来源的假说与海水的演化形成

1. 水来源的假说

水是一种宝贵的自然资源，是人类赖以生存的物质条件。有人曾把水比作生命的摇篮，也有人把水比作地球的血液。那么，地球上如此庞大、晶莹浩荡的水又是从何处来的呢？也许有人会不假思索地回答，水是从天上降落下来的。如果这个回答是正确的，那么，使地球上现在储存着的水全部化为水汽，大气应该能够轻松地容纳。但事实并非如此，单单是地球上海水的重量就超过大气重量的 280

倍。由此可见，地球上的水来自天上岂不成了无稽之谈。应该认识，人们司空见惯的下雨现象，雨落地面汇集成江河湖泊，最后百川归海不过是地球上很小一部分参与循环的水变化的结果，这部分水量只占地球总水量的 $1/2600$ 。

地球上的水究竟从何方来，这个令人难解的问题从古至今，吸引着无数中外智者的兴趣。大多数学者认为，地球上水的起源与地球本身的起源密切相关。但是，到底地球上的水是怎么来的，现在大约有 32 种之多的关于水来源假说。但归结起来大致可分为两类；一类是主张水是外来的，另一类是主张水是地球自生的。

主张地球上的水是外来的人认为，地球形成的时候，就从宇宙俘获了大量的水，以后逐渐释放并留存下来。这些水是宇宙物质，当宇宙中的尘埃云凝聚成地球时，它们同时也被封存在地球的原始物质球粒陨石中。由于当时地球温度很高，原始物质均处在熔融状态，地球自转速度也很快。地球在快速转动时便产生重力离心分力，使重物质下沉，轻物质上浮。活动性最强而又是最轻物质之一的水，便移向地球外壳。含在岩浆中的水，也随着以后岩浆的逐渐凝固被排挤出来。这些被挤压出来的水，呈水汽状态，在高空凝结为云，飘浮在地球上空。随着时间的推移，大气中水汽在增多，而地表的温度却在降低。大概在太古代初期，当地表温度降至水的沸点以下时，水汽就化作倾盆大雨降落到地表。据估计，大约在 6 亿年前，地表温度降低到 30 度左右时，岩浆中挤出来的水，大约有 99% 都降落到地面，从而形成地球表面的水，构成江河湖海。

主张地球上的水是自生的人认为：在星云凝聚成初始行星的地球形成之后，才可能有水形成于原始的氢和氧。后来在温度升高、内部脱气时，在物质分异组成地球圈层，以及氢、氧从行星中部运移到其边缘的过程中，通过各种物理和化学作用才形成了水。水流到年轻行星的表面与蒸汽和气体一起逸入大气圈，并使地球降温，而最后变成雨降落到地球表面而形成原始海水。因此，地球形成之日起，在地球内部、表层都可以产生水。

2. 海水的演化与形成

最初形成的海水不仅数量较少，而且含盐量很低，组成也与现代海水不大一样。地球上最初的海水是强酸性的，它是由地内排出的水、氯化氢、氟化氢等酸性气体转入海洋的结果。此外，在原生水中还有硫化氢、甲烷和二氧化碳等气体。那时海水中缺少游离氧，硫化氢不能或极少转变为硫酸盐。

海水组成的进一步演化与大气成分的变化有关。当大气中二氧化碳增多时，就增强了对岩石的风化，提高了一些化学元素在水中的溶解度，形成大量溶解于水的碳酸盐，出现了碳酸钠、碳酸钙、碳酸镁、三氧化铁和碳酸锰等碳酸盐沉积物，促使氯化物——碳酸盐海洋的形成。随着时间推移，海水和大气一样，二氧化碳含量在减少，而氧气在增加。由火山气孔喷入海洋的自然硫和硫化氢在氧的介质中转变为硫酸盐，于是氯化物——碳酸盐海洋又转变为氯化物——碳酸盐——硫酸盐海洋。这就是海水为什么从淡到咸的过程，也是其在组成上与河水有着巨大差异的原因。

（二）水资源的内涵及其特性

1. 水资源的内涵

“水资源”一词最早出现在 1894 年美国地质调查局（USGS）内设立水资源处（WRD），并一直延续到现在（在这里水资源是和其他自然资源一道作为陆面地表水和地下水的总称。）而水资源处的业务范围主要是地表河川径流和地下水的观测，以及观测资料的分析和整理。其业务范围丝毫没有涉及海洋水。《不列颠百科全书》中由原苏联加里宁撰写的“水资源”条目是这样定义的：“自然界一切形态（液态、固态和气态）的水”。由于《不列颠百科全书》的权威性，这个解释曾被许多学者所引用。而联合国教科文组织（UN-ESCO）和世界气象组织（WMO）在 1988 年定义的水资源则为“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，并可适合对某地为水的需求而能长期供应的水源”。

中国对水资源一词的理解也各不相同，就拿具有一定权威的《中国大百科全书》为例，在《大气科学·海洋科学·水文科学》、《水

利》，《地理》三个卷册中都出现了“水资源”这一词条，而且概念也不尽相同，《大气科学·海洋科学·水文科学》中将水资源定义为“地球表层可供人类利用的水。包括水量（质量）、水域和水能资源。一般指每年可更新的水量资源”。《水利》中水资源的定义则以《大不列颠百科全书》为蓝本，即“自然界各种形态（气态、液态或固态）的天然水。供评价的水资源是指可供人类利用的水资源，即具有一定的数量和可用的质量，并在某一地点能够长无庸置疑。

2. 水资源的特性

水资源其自身所具有的特性大致可有如下几点：

(1) 水是人类社会赖以生存和发展不可替代的自然资源

水是人类社会赖以生存和发展不可替代的自然资源。生命（包括人类）从孕育的第一天起，就与水结下了不解之缘，生命的任何现象都与水密切相连、休戚相关。绿色植物如果缺水就要枯萎；如果长时间缺水，就会导致死亡，人也不例外。同时，水又是不可替代的资源。举一个简单的例子，煤炭资源对于人类来说也非常重要，它大大改善了人们的生活水平，促进了社会经济的繁荣。然而，在将来的某一天，如果全世界的煤炭资源都全部耗尽，人类可以找出相应的替代品，例如，石油资源、风能资源、核能资源等等。但是，如果将来某一天，地球上没有水资源的存在，那么，地球上所有的动、植物就只有灭绝这一条路可走。因为人类无法找到水资源的替代品。这是水资源区别于其他自然资源的一个显著特性，所以，人类要倍加珍惜数量有限的水资源。

(2) 水资源具有循环性和可再生性

水资源具有循环性或可有再生性。因此，水可称为一种“取之不尽，用之不竭”的自然资源。水的循环有自然循环和社会循环。水的自然循环是水体自身蒸发，植物的蒸腾和土壤表层的蒸发作用，把大量的水气送入大气之中。上升到空中的水气凝结成云，在大气环流的推动下，向各处传播。大气中的水气又以雨、雪等形态降落地面，一部分渗入地下，成为土壤水或地下水，另一部分被植物吸收，经枝叶蒸腾作用重返大气。还有一部分沿着地表径流汇入江河

湖泊，再注入海洋。海水经蒸发，变成水汽，上升到大气之中，90%又以降雨形式返回海洋，仅有10%被海风吹向陆地，以雨的形式降下，变为淡水。这种过程循环往复、常年不断，我们称之为自然界的水循环。正因为有了这种循环，才保证了地球上人类生活所需的淡水资源。因此，在整个地球上水的循环，平均蒸发量和降水量大致相等，根据科学估算，每年大约为1000毫米。

植物能蒸腾大量的水，平均每年蒸腾量达到3万立方公里，超过整个陆地蒸发量的40%。植物能大量的蒸腾水分，但植物体中水分的交换十分迅速，更换一次只需要几个小时，每年更换1000~2000次，因此，植物体也是自然水分循环过程中的重要因素。多栽花草树木有利于水分的循环。

水的社会循环，主要是人类社会为了满足生活及生产的需求，要从各种天然水体中取用大量的水。社会建设和人民生活就需要从各地的江河、湖泊、水库、浅井、深井中取水，其数量是非常可观的。人类生活水平越高，用水量就越大。一个现代化城市，居民生活用水量可以达到每日数万以至数十万吨。几乎没有一种工业完全不需用水，尤其是采矿、冶金、石油、化工、机械、动力、纺织造纸等工业部门的用水量更大，有的工厂每日总用水量常达数千、数万以至上百万吨。因此，人口集中的城市或工业区，总用水量是巨大的。广大农村的农业灌溉和各种生产，生活用水总量更大，而且呈增长趋势。

生活用水和工业用水在使用后就成为生活污水和工业废水，它们被排放出来，最终又流入天然水体。这样，水在人类社会中也构成了一个局部循环体系，称为社会循环。

水的自然循环和社会循环可供人类再次使用。但应该注意的是水资源的循环性和可再生性，表明水资源是一个动态的概念。人类应该合理利用水资源，使其得到良好循环，反之，如果人类过量开采，或者污染水体，也就破坏了水资源循环的周期性，使其循环周期拉长，从而导致水资源不能如期而至。

(3) 水资源是一种区域分布性很强的自然资源

地球上的水从地球形成之日起产生，便依附于地壳、地表和大气，不断地进行物理和化学变化，其中以大气水和河川水最为活跃。这是一部分淡水，而在全球水量中所占的比例很小，但因为其循环的自然特性，并受大气流动的影响，区域分布不均，其次是人类活动对自然生态的破坏也会影响循环与再生，如果人类合理开发利用，基本上保持着一种动态的平衡，供人类永远使用。这部分水是我们称之为“水资源”的重要组成部分。而大气水（在这里以降水量表示）和河川径流，由于受到全球气候系统、区域气候系统、地形、地貌、地质、土壤、植被等因素的影响，在地域分布上极其不平衡，这就是说，水资源也具有区域性的特性。

（4）水资源具有时间性的变化特性

水资源具有时间性。这是水资源区别于其他自然资源的特性之一，降水、河川径流、冰川消融等都存在着明显的年际变化和年内分配。年际变化是指某地区今年的水资源量并不等于本地区去年的水资源量，也不同于本地区明年的水资源量，年与年之间存在着明显的差异，这是地球表面温度变化及大气流动的影响所致。因此，许多干旱地区最大年径流量与最小年径流量之比都在 10 以上。年内分配是指一年之中存在着明显的丰枯季。水资源的这种时间特性，给水资源开发利用带来了巨大的障碍。人类针对水资源的时间特性，因而也采取了许多有效的措施。如修建水库，对水资源进行年内和多年调节，依据水资源特点进行适水种植等等。

（5）水资源具有经济性和社会性

水资源是随着人类社会的发展，水的用途越来越广泛，对水的需求也越来越大，也就是说，水具有明显的使用价值，并且随时间而增值。在水资源综合开发利用时，还要涉及到许多问题，例如水的分配、保护、引用、排放、水利工程对水的控制、调节、处理等等，都要付出一定的劳动，并且也和许多其他的商品一样，水既有价值，也有很重要的使用价值，这是水具有的经济特性，应该说使水和其他的自然资源相一致。然而，水的这种经济特性在过去并没有引起人们的注意。因此，现在人们不仅要认识而且还更要处理好

这个问题。水资源的社会性主要是指水属于整个人类社会，是整个人类的财富，任何国家、地区、工厂、个人使用时，都应该按照水资源自身发生、发展的规律来合理开发使用。

(6) 水资源的可重复利用

水资源的重复利用。这也是水资源区别于其他自然资源的特性之一。煤、石油、天然气、森林等自然资源，一旦被人类使用，将消耗掉这种自然资源，很难再重复利用。而水则不同，如果使用后的水的质量，仍能满足某种需求，它仍然可以被再次利用。这里有三个方面的含义：一是，在相同的行业和部门被重复利用，例如，工业生产中的冷却水，因为其水质在使用以后，并没有明显的变化，当其温度降低以后，完全可以再次作为冷却水被人们利用；二是，在不同的行业和部门被重复利用，例如，一般淘米、洗菜等生活用水，虽然在使用以后其水质发生了较为明显的变化，达不到生活饮用水的标准，即不能再作为生活用水供人们再次使用。但它完全满足农业灌溉用水的标准，因而，可以作为灌溉用水被重复利用；三是，被处理以后的水可重复利用，大量的工业用水和生活用水在使用以后，其量的损失很小，但水质遭到破坏却无法再次使用。这时候用处理污水的技术对工业和生活中被破坏污染后的水进行处理，则这部分水可以在相同的或不同的行业和部门被重复利用。在水资源日益紧张和科技高度发达的今天，水资源可以重复利用的特性，无疑给人们又开辟了一种重复利用资源的途径，在一定程度上缓解水资源的紧张状况。

上述对水资源涵义及特性的描述，都是将水资源作为一种地球上的自然资源的属性而言的。随着水资源问题的严重，对水资源一词的认识，逐渐从一种单纯的自然资源，又扩展成为一种业务或行业的代称。例如 1965 年美国通过的《水资源规划法案》，同时又成立了水资源理事会，负责协调联邦政府各部门有关水资源的规划、管理和开发工作，并定期进行全美国范围的水资源评价活动。在这里，水资源就不仅仅是自然资源的一种，而且具有一定的行业意义，这与传统的水资源概念又有一定的区别。

(三) 世界水资源量的分布

根据地球的演变与最终形成, 在 38 亿年时, 当时地球上基本没有大气, 原因是那时太阳还很年轻, 散发出来的辐射粒子非常强烈, 把地球上的东西都冲走了, 直到火山爆发, 从地下喷射出大量水蒸气、二氧化碳和氮等气体, 形成浓厚的大气层, 大气层的压力把水蒸气变成液态水, 形成古代的海洋, 海水吸收大量二氧化碳, 大气压力和大气温度大大下降, 地球才有了大气和水圈。当时的大气和水圈的质量, 只相当于今天的 85%。而地球表面的形状又极不规则, 有高山、峡谷、平原、海洋、江河湖泊、丘陵。地球表面 7/10 被蓝色的海洋覆盖, 湖泊江河只占水域的很少部分。这种液态水层, 叫水圈。地球表面有 74% 的面积被液态水或固态水 (冰雪) 覆盖。地球表层的水圈包括海洋、湖泊、河流、土壤水、地下水、冰川以及南极和北极的冰盖。其中海洋是主要组成部分, 海水通过太阳能的作用而蒸发输入大气, 占大气中水汽总量的 87.5%, 它们参预地球上周而复始的水循环, 通过大气环流能带至数千公里远的大陆。海水是储热系统, 通过海面与气圈构成海——气系统, 影响着全球天气和气候的形成与变化。

地球上储存表面积为 3.61 亿平方公里的海洋, 占全球水总储量的 96.5%, 而分布在面积为 1.49 亿平方公里的陆地上的各种水体, 其储量约占全球水总储量的 3.5%, 大气和生物体内的水仅占 0.001%。在陆地水储量中, 有 73% 为含盐量小于每升 1 克的淡水, 占全球水储量的 2.53%。在陆地淡水中, 只有 30.4% 分布在湖泊、沼泽、河流、土壤和地下 600 米以内含水层中, 其余 69.6% 分布在两极冰川与雪盖、高山冰川和永久冻土层中, 难以利用。而河川径流量主要是大气降水和高山冰川融水形成的动态地表水, 由降水补给的浅层动态地下水, 基本反映了动态水资源的数量和特征, 所以世界各国通常用河川径流量近似表示动态水资源量。

1. 世界各大洲水资源状况

世界各国通常用河川径流量来表示动态水资源量, 因此河川径