

中国科学院
中国科学院图书馆

科学研究论文集

中国科学院图书馆

中国科学院图书馆

中国科学院图书馆

中国科学院
水利电力部

水利水电科学研究院

科学研究论文集

第 14 集

(水 资 源)

水利电力出版社

中国科学院
水利电力部 水利水电科学研究院

科学研究论文集

第 14 集

(水 资 源)

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路 6 号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 13印张 290千字
1984年5月第一版 1984年5月北京第一次印刷
印数 0001—3950册 定价 1.40元
书号 15143·5395

目 录

中国水资源及其开发利用和管理·····	陈家琦 陈志恺 (1)
论区域水资源的基本概念和定量方法·····	贺伟程 (13)
海滦河流域山区地下水补给量计算·····	贺伟程 叶振蕴 陈庚寅 (25)
城市和工业用水与水资源问题探讨·····	任光照 蒋荣生 (33)
我国近30年旱灾初步分析·····	沈振荣 (43)
海滦河流域水质污染现状分析·····	郝纯珉 (56)
水文统计中的几个问题·····	谭维炎 黄守信 (72)
“81.7”川江大水成因分析·····	王守鹤 孙济良 (87)
变雨强单位线分析法及其应用·····	张恭肃 (97)
设计暴雨的线型研究·····	曹韵霞 (113)
暴雨与洪水的随机模拟及其分析检验·····	陈蓓玉 (140)
我国西北地区的水利建设问题·····	叶永毅 (154)
东线南水北调工程径流调节计算方法·····	黄守信 方淑秀 (160)
提高水利建设经济效益的途径·····	叶永毅 (170)
关于投资效益系数的讨论·····	张志乐 (179)
关于水电工程经济分析中煤电边际理论价格的初步分析·····	张志乐 (192)

中国水资源及其开发利用和管理

陈家琦 陈志恺

【提要】 本文对我国水资源的数量、特点及其带来的问题，水资源开发利用现状及存在的问题进行分析；并对深入研讨水资源开发利用和管理的科学和政策提出建议。

一、全球水资源及其特点

水是自然界的基本要素，是一切生物赖以生存的基本条件之一。随着人类社会经济的发展和人口的激增，特别是近代社会生产力的巨大发展，人类对水的需要数量日增，不少地区出现了水资源不足的紧张局面。人们开始认识到，水资源并不象以往所想的那样是取之不尽、用之不竭的了。

地球表面和地壳中的水确有不少。地球表面约有70%为海洋水所覆盖，而其余占30%的陆面及其地下也有水；水同时存在于遍布陆地和海洋的一切生物体中；在整个包围着地壳的大气层中，也有水汽或水滴的存在。以上就是通称的“水圈”。据联合国1977年统计资料，在整个“水圈”中水的储量，包括海洋水、地下水、冰川、河流、湖泊以及大气水、生物水统统在内，共计约138.6亿亿立米，其中淡水储量为3.5亿亿立米，占总储量2.53%。如果考虑到极地的冰川和雪盖、永久冻土底冰、深层地下水目前尚不可能被利用，则与人类生活最密切、可能利用的湖泊、河流、土壤水和积极交替带的地下淡水资源，只有水的总储量的0.3%左右（表1）。

自然界存在着水循环，水受太阳辐射后不断由地球表面蒸发进入大气；由于洋面上的蒸发量超过降水量，陆面上的蒸发量小于降水量，于是产生了海陆之间水分的交换；水汽随气流进入大陆，部分凝结形成降水，雨水降落地面后，部分蒸散发返回大气，部分形成地面径流和地下径流通过河网及海岸排泄返回海洋，这种不断往复的循环，使海洋中的水量在长期内保持平衡。水在循环中，无论是从地球表面到大气，从海洋到陆地，或从陆地到海洋，都在经常不断地更替和自身净化。河水的更替比较快，平均约每16天改变一次，冰川、深层地下水和海水的更替周期很长，都在千年以上（表2）。除生物水外，在自由水中以大气水、河川水和土壤水最为活跃。这部分逐年可以得到更替，在较长时间内又可以保持动态平衡的水量，就是我们目前通称的“水资源”。

全球动态平衡的循环水量，通常用水量平衡的方法估算。根据联合国1977年的资料：全球多年平均降水量为1130毫米，蒸发量和降水量相等，因此全球动态平衡的循环水量为577万亿立米，约占全球水储量的万分之四。

全球海洋上的多年平均蒸发量为1400毫米，降水量为1270毫米，蒸发量超过降水量130毫米。全球陆地上的多年均降水量为800毫米，蒸发量为485毫米，蒸发量小于降水量，于

表 1 世界水储量^[4]

序号	类 别	水 储 量 (万亿立米)	占 总 储 量 (%)	占 淡 水 储 量 (%)
一	海 洋 水	1338000	96.5	
二	地 下 水	23400	1.7	
	其中1.地下咸水	12870	0.94	
	2.地下淡水	10530	0.76	30.1
三	土 壤 水	16.5	0.001	0.05
四	冰川与永久雪盖	24064.1	1.74	68.7
五	永冻土底冰	300.0	0.022	0.86
六	湖 泊 水	176.4	0.013	
	其中1.咸水	85.4	0.006	
	2.淡水	91.0	0.007	0.26
七	沼 泽 水	11.47	0.0008	0.03
八	河 网 水	2.12	0.0002	0.006
九	生 物 水	1.12	0.0001	0.003
十	大 气 水	12.9	0.001	0.04
	总 计	1385984.611	100	
	其 中 淡 水	35029.21	2.53	100

表 2 各种水体的循环更替期^[4]

水 体 类 型	循 环 更 替 期	水 体 类 型	循 环 更 替 期
海 洋	2500年	湖 泊	17年
深层地下水	1400年	沼 泽	5年
极地冰川及永久积雪	9700年	土 壤 水	1年
高山冰川	1600年	河 川 水	16天
永冻带底冰	10000年	大 气 水	8天
		生 物 水	几小时

是产生了315毫米的径流。全球陆地上的多年平均径流总量为47万亿立米,这部分水流入海洋,使海洋的水量保持了平衡。

水从地球形成之日起,产生并依附于地壳、地表和大气中,虽然不断进行物理化学变化,但其总量不变。水的这种及时恢复更替及通过水循环在地面河流中川流不息的特征,使水在一定范围和限量内,成为永世不竭的可用资源。

水在地球上的分布十分不均匀,有的地方水多,有的地方水少,在适合于人类生活和活动的地区,可以利用的水量仅占全部水量的1/3左右。而水的循环又受到气候等因素的影响,使某个地区在某个时期可能出现超过一般情况的极端变化,即出现大暴雨和洪涝,或出现降水偏少和干旱,形成了因水过多或过少而引起的自然灾害。因此,水的可利用性与可能引起的灾害性是开发利用水资源时必须同时注意的问题。

随着人类社会的发展,水的用途越来越广泛。水资源的开发利用,已由单目标发展到多目标,由地面水发展到地下水,由水量控制发展到水质控制,由单纯的经济考虑发展到经济、社会、环境等多方面考虑。需要研究探讨的问题,已愈来愈多。水资源的问题已经

不是任何一个单位或部门的问题，而是整个社会都需要关心的问题。

二、中国的水资源及其特点

我国地处欧亚大陆东侧，跨高、中、低三个纬度区，夏、秋受来自太平洋和印度洋的湿润气流影响，降雨较多，冬、春受来自欧亚大陆中心及蒙古高原干冷气团的控制，降水较少。在地理上，东部和南部邻近海洋，降水量丰沛，气候较湿润；西北内陆受高原和山脉阻挡，季风难于深入，降水量稀少，气候较干燥。这些原因决定了我国水资源在地区分布和时程分配上的不均匀性。

中国的水资源并不丰富，且在地区上分布十分不平衡，在整个960万平方公里国土上。平均年降水深为628毫米，小于全球陆面上平均年降水深(800毫米)，或亚洲陆面上平均年降水量(740毫米)。多年平均年河川径流总量约2.6万亿立方米，虽居世界第六位，但以径流深即单位面积上的产水量计算，我国仅为276毫米，则低于除非洲与南极洲外的欧、亚、北美、南美和澳洲大洋洲的平均径流深。也比世界陆面总平均径流深315毫米还低。若以人均占有量来计算，中国每人每年只有2670立米，相当于全世界人均占有河川年径流量的1/4，相当于苏联的1/7，美国1/5，略高于人口众多的印度(2625立米)(表3)。

表 3 中外年径流总量、年径深及人均、亩均占有水量对比

国 家	年径流总量 (万亿立米)	平均年径流深 (毫米)	人 口 (亿人)	人均径流量 (万立米)	耕 地 (亿亩)	亩均径流量 (万立米)
世界各国总计	47.00	315	43.35	1.08	193.9	0.24
巴 西	5.19	609	1.23	4.22	4.85	1.07
苏 联	4.71	211	2.64	1.78	34.00	0.14
加 拿 大	3.12	313	0.24	13.00	6.54	0.48
美 国	2.97	317	2.20	1.35	28.40	0.11
印 尼	2.81	1476	1.48	1.90	2.13	1.32
中 国	2.64	276	9.88*	0.267	15.06*	0.175
印 度	1.78	541	6.78	0.26	24.70	0.07
日 本	0.42	1150	1.16	0.36	0.65	0.65

* 人口、耕地包括台湾省在内(1979年统计数)。

全国水资源的总补给来源是大气降水。全国多年平均年降水总量约6万亿立米，其中56%即约3.4万亿立米的雨水通过土壤蒸发和植物散发消耗，剩余的44%雨水形成了径流，由大小河川排泄入海，或消耗于内陆沙漠之中。河川径流在形成过程中，既直接接受了地表径流的补给，又接受了地下径流的补给，有部分河流还接受了高山冰川和积雪的融水补给，只有很少一部分动态地下水资源，不经河道直接排泄入海，或消耗于蒸发。因此全国河川的径流总量可近似地代表我国天然水资源的总量。

据初步分析：在我国河川的径流总量2.6万亿立米之中，由地下水补给的量约6200亿立米，由冰川和积雪融水补给的量约500亿立米，其余则均由降水直接补给。在平原地区，地下水大量开采后，将使更多的地面水通过河道、湖泊、渠道、灌区的渗漏补给地下水，

并减少了潜水蒸发的消耗量,从而增加了地下水的补给量。因此,我国地下水的总补给量,包括降水和其他水体的补给在内,约为7700亿立方米。我国深层地下水和高山冰川积雪的储量很大,但其恢复更替的周期很长。这部分水量属于长期积蓄的储量,一旦动用很难恢复,因此,只宜作为后备资源对待,不能计入年循环的动态资源量内。

由于我国的降水量受海陆分布和地形等因素的影响,在地区上分布很不均匀,由东南沿海向西北内陆递减;按水量多少大致可以分为:丰水、多水、过渡、少水、干旱等五个明显的地带。

丰水带:年降水量超过1600毫米,年径流深大于900毫米,气候十分湿润,大致相当于热带和亚热带常绿林带。包括:东南和华南沿海珠江和浙闽台诸河,当地盛产水稻、热带和亚热带经济作物。

多水带:年降水量800~1600毫米,年径流深200~900毫米,气候湿润,大致相当于落叶和常绿阔叶混合林带,包括:秦岭—淮河以南长江中下游、云贵川和广西地区,是我国主要水稻产区,并有冬小麦、油菜等作物。

过渡带:年降水量400~800毫米,年径流深50~200毫米,气候半湿润半干旱,相当于落叶阔叶林和森林草原带,包括黄淮海平原,东北大部,山西,陕西的大部,四川西北和西藏的东部,是我国主要小麦和其他旱作物产区。

少水带:年降水量200~400毫米,年径流深10~50毫米,气候干燥,相当于草原和半荒漠地带。包括:东北西部、内蒙、甘肃、宁夏、新疆西部和北部,为我国主要的牧区。

干旱带:年降水量小于200毫米,年径流深小于10毫米。为我国最干燥的荒漠地区。包括内蒙、宁夏、甘肃的沙漠,青海的柴达木盆地、新疆的塔里木和准噶尔盆地。

年降水量400毫米的等雨量线,从东北到西南斜贯我国大陆,如按此标准划分,我国约有45%的国土处在干旱和半干旱少水和缺水的地区。沿海和内陆、南方和北方水资源的数量相差悬殊,使我国水、土资源的组合在地区上极不平衡。

南方:长江、珠江、浙闽台和西南诸河,处在丰水、多水地带,水资源丰富,四个流域的总水量约占全国总水量的82%,但耕地面积只占38%,人口占全国的54%。

北方:黄河、淮河、海滦河、辽河、黑龙江、西北内陆诸河,处在过渡、少水、干旱缺少地带,六个流域的总水量仅占全国总水量的18%,而耕地面积却占62%,人口约占全国的46%。

其中尤以海滦河、淮河流域最为突出,这两个流域的总面积占全国的6.7%,水量只占全国的4.0%,而耕地面积和人口却占全国的27%,地多、人多、水少、水土资源的极端不平衡,是本地区水资源紧张的主要原因。

如按人口平均占有水量计算,在不同地区也极不平衡。按多年平均水量计算,珠江流域人均水量可达4500立米,长江流域为2730立米,淮河流域则为505立米,而海河流域只有258立米。

此外,受季风的影响,我国大部分地区的降水量和径流量,在年内不同季节或不同月份分配很不均匀,在各年之间的变化也很大,给水资源的利用带来了困难。

南方:雨季比较长,正常年份3~6月或4~7月最大四个月的雨量约占全年50~

60%；北方，雨季比较短，出现的时间也较迟，正常年份6~9月最大四个月雨量约占全年70~80%，而实际上主要的降雨又往往集中在两个月左右的时间内。降雨的过分集中对农作物生长很不利，少雨的季节容易出现干旱，多雨的季节容易出现洪涝。

降水量和径流量的年际变化，北方也大于南方。例如北京市1959年年降雨量为1405毫米，但1921年为256毫米，相差5倍。1869年更少，只有242毫米，仅为多年平均雨量的39%。

以河流年水量的最大和最小比值看：长江为2倍，淮河各支流为11~23倍，海河南系各支流为13~76倍，越往北相差越大。海河1963年大水年的水量为533亿立方米，1972年干旱年的水量为99亿立方米，两年相差5.4倍。从年内变化看，北方汛期的雨量往往以大暴雨的形式出现。例如1975年8月5~7日淮河上游洪汝河一带出现了大范围的特大暴雨，中心在板桥水库附近（林庄），三天降雨1605毫米，最大一天为1005毫米，其中最大六小时雨量830毫米创世界记录。海河流域1963年8月上旬的大面积特大暴雨，中心在獐犸，七天降雨2050毫米，其中最大一天降雨为865毫米，都超过了当地多年平均年的降水量。这种类型的特大暴雨，每出现一次都造成严重的洪灾，其水量不仅难以调节利用，而且破坏性极大。在水资源越是贫乏的地区，其丰、枯水年之间的降雨量和径流量相差也越大。

年径流不仅存在年际变化，更为严重的是还存在连旱连丰的情况，例如黄河在60年中出现过连续11年（1922~1932年）的少水期，这一段的平均年径流量比正常年份少24%；也出现过连续9年（1943~1951年）的丰水期，这一段的平均年径流量比正常年份多19%。松花江在近80年中也出现连续11年（1898~1908年）和连续13年（1916~1928年）的少水期，平均年径流量比正常年份少40%，也出现过连续7年（1960~1966年）的丰水期，平均流量比正常年多32%。

从各流域不同保证率年径流量的变化看，例如海滦河流域保证率为75%的少水年，来

表4 全国各大流域片河川径流量

流 域 (片)	平 均 年 径 流 量		不同保证率年径流量(亿立方米)			
	亿立方米	毫米	20%	50%	75%	95%
黑龙江片	1192	133	1550	1133	870	560
辽 河 片	486	141	613	467	370	258
海滦河片	292	92	388	268	196	126
黄 河	688	87	798	667	584	495
淮 河	766	234	1035	714	514	307
长 江	9600	531	10656	9504	8736	7680
浙闽台诸河	2714	1125	3230	2660	2253	1737
西南诸河	4684	555	5059	4684	4356	3935
珠 江	4739	820	5450	4692	4170	3411
内陆河片	1116	33	1205	1115	1037	937
额尔齐斯河	103	207	129	99	79	58
全 国 合 计	26380	276	28490	26116	24533	22423

注 据《全国水资源评价及利用现状分析初步成果》，1981年。黑龙江只包括我国境内水量，海滦河片包括徒骇马颊河，淮河片包括沂、沭、泗及山东沿海小河，辽河片包括沿海诸河及鸭绿、图们江支流。

水只有196亿立米,亩均水量仅118立米,人均水量仅204立米,显然给工农业生产及人民生活带来困难(表4)。

我国水能资源的全部蕴藏量可达6.76亿千瓦,年发电量近5.9万亿度。水能资源在很多地方与河川年径流有相似特点,也存在地区分布上不平衡和年内、年际变化大的问题。从地区分,西南最大,占全国比重的70%;华北、东北最小,只各占全国比重的1.8%。按水系分,则长江最大,占全国比重的40%,淮河最小,只占全国比重的0.2%。由于年内和年际变化,利用水库调节虽可以补偿一部分,但也存在季节性电能多,保证出力较少,蕴藏量和可能开发量差别大的问题。

三、中国水资源特点带来的问题

由于我国水资源的特点,特别是降水和河川径流量地区分布十分不平衡、时程变化大,带来治河和用水的许多特殊问题,也决定了水利工作在我国特定的历史地位。

西北地区的干旱缺雨,形成农业上“有收无收在于水”的局面。东部占国土面积12%的广大冲积平原,地面高程大部在汛期的洪水位以下,而这些地区正是自古以来人口集中,经济文化发达的地区,今天居住着全国的一半以上的人口,是我国工农业生产的主要基地和文化中心。东部地区相对来说雨量较多,洪涝为患,却又在农作物很需要水的春季,常常因为降雨不够而致旱灾,有些年份甚至到夏季也雨水稀少。西北、华北春季经常苦旱,但在汛期却又往往洪涝成灾。因此,防治洪涝、灌溉防旱,是历代治国安邦必须予以重视的问题。

据不完全统计,从公元前206年至全国解放的1949年,在2155年间全国共发生可查考的水灾1092次,较大的旱灾1056次,即平均每两年发生一次水灾和一次旱灾。建国以来,尽管党和政府投入很大的人力物力进行水利建设,但全国平均每年受到水旱灾害的面积还有近4亿亩,因灾减收粮食平均每年仍有几百亿斤。几次严重的水灾概况见表5。

近代较大的旱灾以1920, 1921, 1928和1934年最为严重,特别是1928年旱灾遍12个省,灾民达1.2亿人,1972, 1978, 1980~81年在不少地区也有严重旱灾,使工农业产值受到影响。

中国水资源的特点,使历代治水者认识到在利用水资源兴利时,首先要考虑如何与因水引起的自然灾害进行防治和斗争。

四、中国水资源开发利用现状及存在问题

我国人民防洪治河、引水兴利历史悠久,经验丰富,给我们留下许多宝贵财富。

大约4000年以前,黄河流域一带可能已开始有一些原始的治河防洪措施,留下了“大禹治水”的传说。公元前16世纪以后,农田沟洫已经有了文字记载。到公元前7世纪以后,春秋战国时代在我国开始出现规模较大的渠系工程,如在公元前5~6世纪间淮河流域的芍陂,公元前3世纪建成的都江堰,以及几乎同时的黄河上的郑国渠。我国著名的南

表 5

历年大洪水灾情概况

流 域	总 情 况	灾 情 年 代	灾 情 概 况
黄 河	在2000年内决口成灾 1500多次,重要改道 26次,水灾波及范围达 25万平方公里	1117年 (宋) 1642年 (明) 1933年	决口淹死百余万人 水淹开封城,全城居民37万人中有34万被淹死 决口54处,受灾面积1.1万平方公里,受灾人口360多万, 死1.8万
长 江	在1300多年间水灾200多 次	1931年 1935年 1954年 1980年 1981年	自沙市以下沿江城市全部被淹,武汉市受淹百日,205个 县内5000万亩耕地,2855万人受灾,死14.5万人,损失银 元13.5亿元 汉江大水,2264万亩耕地、1003万人受灾,死14.2万人 淹地4755万亩,受灾人口1800万人,死1.3万人 因涝致灾,淹地1800万亩 53个县以上城市,580个城镇,2600多工厂企业,1250 万亩耕地受淹,倒房160万间
淮 河	黄河夺淮500年间水灾 350次	1921年 1931年 1975年	大 水 水淹蚌埠,淹地7700万亩,死7.5万人 上游大雨,板桥、石漫滩两座大型水库失事。冲毁城 镇、农田及铁路干线。损失十分严重
海 河	580年间水灾387次	1917年 1939年 1956年 1963年	淹天津及大片农田,635万人受灾 淹天津,5000万亩耕地、800万人受灾,冲毁铁路160公里 淹地5780万亩,受灾人口1500万 淹地5700万亩,倒房1450万间,冲毁铁路75公里,损失 近60亿元
珠 江		1915年	淹广州,450万亩耕地、300万人受灾
松 花 江		1932年	淹哈尔滨市,市民38万人中,有24万人受灾,12万人流 离失所,淹农田1000多万亩

注 部分整理自李伯宁:《我国的水资源和水利建设》,农业经济丛刊,1981年3期。

北大运河也是在公元前5世纪中开始兴建的。在堤防工程方面,以及抢险堵口方面,我国历代劳动人民和治河专家也都积累了大量特有的经验。江南水乡河网,是历代劳动人民治理滨海涝洼沼泽地成功经验。

中华人民共和国成立后,党中央和人民政府十分注意防洪治河。开发利用水利和水能资源。到1980年止,全国整修新修堤防、圩垸、海塘共16.5万公里,疏浚整治排水河道,并开辟了海河、淮河的排洪排涝水道;修建大中小型水库86000多座,塘坝640万处,总库容达4000亿立方米;大中小型水电站的总装机容量已达2032万千瓦,其中500千瓦以上的水电站总装机1687万千瓦;建成万亩以上灌区5200多处,全国灌溉面积由解放初的2.4亿亩发展到7.2亿亩,机电排灌动力已达7000多万马力,建成机电井220多万眼。

发展内河航运是河流湖泊资源利用的又一方面。建国以来对一些主要河道进行疏浚、整治和渠化工程,提高了载运能力,货客运送量比建国初期提高10倍以上,机动化船队比重已发展至90%以上[●]。

● 资料来源:闻涛,中国内河航运概况。

我国国土上江河湖库池塘星罗棋布,总水面在2.5亿亩以上,是世界上淡水面积较大的国家之一,是水资源综合利用中不可忽视的一个方面。建国以来,捕捞机动化程度已大为提高,特别在青、草、鲢、鳙四大家鱼人工孵化技术上的突破,将使我国淡水养鱼事业现代化有很大发展^①。

在水利、水电、水运、水产等方面所取得的效益是十分显著的,但也存在不少问题有待进一步研究改进。

对江河防洪治理,初步控制了普通洪涝灾害。黄河过去三年两决口,但解放32年来,伏秋大汛未决过口,出现黄河史上罕见的安澜局面。长江自1954年大洪水后,堤防情况也有很大改善,1980年洪水仅次于1954年,但干堤、主要支流未决口。解放前,天津、武汉、哈尔滨常被淹,解放后发生比过去更大的洪水,但均保住安全。但是,目前这些江河的防洪标准还较低,如事关重大的黄河下游大堤防洪标准仅可防御1958年洪水,长江大堤仅可防御1954年洪水,如遇较大洪水还有一定灾害。还有相当多的河流没有防洪工程措施。建国以来,水灾受灾面积平均每年仍有1亿亩,洪涝灾害严重的年份有1954,1956,1963,1975,1980和1981年。除了自然原因外,因对水资源缺乏统一管理体制,各自为政,如占用行洪滩地违章建筑、植林,使河道阻塞,盲目对湖泊进行围垦,减少蓄洪滞洪库容,以及有些水库质量不好或标准过低而加重了灾害。

经过32年的治理,治涝面积已达易涝面积的76%,盐碱地改良了56%,对提高粮食总产起了一定作用。灌区的发展既提高了粮食产量,又减少了旱灾的威胁。目前,占全部耕地面积约1/3的灌区,粮食产量约占全国总产的2/3,按农业人口的人均粮食产量比解放初增加了310斤,其中水起了很大作用。但是现有7亿亩灌溉面积中,由于水源不足和工程配套不全,不少面积的灌溉保证率很低,有些是“抗旱水地”,有些有名无实。1981年春夏,河北省5500万亩水浇地实灌面积只有4500万亩。建国以来,平均每年仍有近3亿亩耕地受旱,1978年全国受旱面积达6亿亩。河北省1980年全省平均降雨比正常年份少两成,1981年1~7月降雨仍比常年少二成二,有1000多万亩耕地受旱。

兴建的8万多座水库在拦蓄、削减洪水,调节水量起了不小作用,提高了下游防洪、工农业供水和水力发电的保证率。但也有相当数量的水库工程遗留了除险加固任务,若不处理,一旦水库上游发生较大暴雨,则后果不堪设想。有相当数量水库由于防洪标准不够,汛期被迫放空迎洪,但往往又难于判断哪一场洪水是汛期中最末一次来水,常常来水时不敢蓄,而在认为可以蓄水时,又无水可蓄,以致来年春旱无水可用。

大中型水库的总兴利库容1380亿立方米,只占全国河川径流量的5.2%,低于世界平均水平。水能已开发量以装机容量计占可能开发量3.8亿千瓦的5%左右,若从发电量计,则只占3%上下。因此,无论从水量或水能方面,目前水资源的开发利用率都很低,大有潜力可挖。

水运方面虽有很大发展,但从总的可航行里程及航运量来说,与先进国家比仍然很低。例如,汉江从水量等方面相当欧洲的莱因河,但航运量不及其1/10,近20年来通航里

① 资料来源:国家水产总局,我国水产现状和近期的方针政策,1980年11月。

程比50年代后期竟缩短了37%。虽然其原因是多方面的,但有些是因为对河道缺乏统一规划和管理,相互协调不够,如由于闸坝碍航缩短了通航河道,或引水不当,航道失修等。

由于工农业及城市建设的发展,要求供水量剧增,供需矛盾日益突出。目前通过各种工程措施及机具,全国年供水量已达4700亿立米,其中主要是农业用水约4000亿立米,工业及城市用水约570亿立米,其余为农村人畜及其他用水。

目前我国河川径流利用量约占全国总径流量的18%,各河流年径流的利用程度很不均衡。以河川多年平均径流量为基数,淮河、海河、辽河利用程度最高,已达40~65%,长江16%,西南诸河则不到1%。地下水的利用,集中在淮河以北平原地区,开采量约占平原地下水资源的30%左右,但各流域也不平衡,海河平原已开发利用90%,淮河平原在20%左右。

在农业用水方面还突出存在以下问题。即一方面灌溉保证率不高,同时也存在用水严重浪费的现象。有的灌区由于土地不平整,工程不配套,灌水技术落后,管理缺乏制度,每亩旱作物每年的用水定额高达1000立米。绝大部分灌溉渠道还没有防渗措施,输水渗漏严重,平均达到引水量的30~40%。还有一些农牧区人畜吃水困难。全国仍有4000万人,3000万头牲畜吃水困难。为了解决吃水问题,广大农牧民疲于拉水运水,国家每年也要投入大量财力物力。

工业及城市用水目前所占比重虽然不大,但用水点集中,增长速度很快。据初步调查,近二十年来我国城市用水翻了一番。北京市自来水供水量到1980年比解放初增长27倍,人均用水量比1950年增长了8.5倍。据城建部门统计,全国有154个城市缺水,日缺水约880万吨。特别是北方,几乎所有大城市都缺水。但我国城市用水消费标准并不高,北京市人均用水水平只相当于一些发达国家首都的1/3,天津市人均用水水平只接近北京的40%。遇较早年份因水源奇缺,不仅影响人民正常生活,工业停产减产也将使国家蒙受巨大财政损失。

由于工业及城市用水量激增,过去主要为农业灌溉供水的一些水库,转而全部或大部供应城市及工业,如密云、官厅、大伙房、汤河等水库。

地下水源的利用从建国以来有很大的发展。在北方平原区,由于地表水不足,不少地区出现对地下水的过量开采,地下水位普遍下降,几次换泵,打了新井,废了老井,有的甚至造成地面沉降,对城市建筑及地下给排水系统造成危害。

利用水库发展水产事业也有较大成绩。目前已增加库面养鱼面积1900万亩,但有些闸坝未留鱼道,影响鱼类产卵回游繁殖,有的水库库底清理不完善,影响捕捞,这类技术问题还有待解决。盲目围湖造田,隔断许多湖泊和长江原本连通的水路,都使水产受到一定影响。

在黄河中游干流修建的调节性能较强的水库,在一定程度上因汛期调节了洪峰以及修建工程后增加了灌溉用水,使中下游汛期水量及常年水量减少,影响下游汛期河道排沙能力,致使下游河道淤积加快。在多沙河流上修建蓄水工程和引水灌溉,淤积问题都很严重,水电站水轮机组磨损快,寿命短,这都为这个地区的水资源利用提出技术的和技术经济的新课题。

目前,水资源污染问题十分严重,据不完全统计,全国废污水日排放量约7260万立方米,以长江总纳污量为最多,每日约2950万立方米,海河次之,每日约850万立方米,西南诸河最少,每日约7万立方米。若以污水占年径流的比重计,则海河最高,达11%,辽河次之,占5.2%,珠江最少,只占0.6%。

在53000公里调查河段中,污染超标的河段总长达18600公里,占35%。其中污染程度已达到不能用于农田灌溉的河段,总长度达12600公里,有2400公里河段鱼虾绝迹。

水资源管理方面,虽然从实践中积累了不少经验,但始终是一个薄弱环节。水资源管理问题应当包括规划设计管理、施工管理、计划管理和现有工程设施的管理等各个方面。由于经验不足,体制不健全,以及错误指导思想而造成的管理混乱和不力,给国家造成了很大浪费,有的甚至影响到今后。目前我国水资源的开发建设和管理运行,分属于不同部门,水资源的评价工作也分属不同部门,水源保护及监测工程也不统一,各用水部门、各地区间一旦协调不好,就会产生矛盾,甚至发生严重的水利纠纷。在用水问题上,因无法可循以及缺乏经济管理办法或办法不合理,造成水量的浪费和水源的污染,人为地造成水源进一步紧张。

五、深入研究探讨水资源开发利用 与管理的科学和政策

我国是一个人口众多,土地资源又相对较少的国家。到本世纪末,全国人口可能增加到12亿左右。全国用水量将随着人口的增长,人民生活水平的提高,工农业生产的发展而不断的增长。初步估计,到本世纪末,工业、农业、城市生活以及其它各方面用水的需要量可能达到7000亿立方米左右。用水量的不断增长,将使北方水资源贫乏地区水资源供需不平衡的矛盾更加突出;南方水资源虽然丰富,但不少地区今后水资源开发利用的条件比以往要困难得多,水利建设的速度特别是水库建设可能受到淹没、移民等技术经济条件的限制,有些地区(山丘区、高原区)供需不平衡的矛盾将继续存在。水资源在这些地区将成为工农业发展的控制因素。

从我国实际情况出发,要使水资源在今后国民经济发展中更有效地发挥作用,必须对水资源实行综合开发,合理利用,统一管理,要深入研究探讨开发利用与管理的科学和政策。

综合开发应当包括防治因水引起的自然灾害,以及利用水资源(包括水量和水能),以提高精神和物质文明的各个方面。从水资源的整体性出发,实行综合开发的原则,首先应在水资源的整体综合开发规划中体现出来。

制定水资源综合开发规划方案时,要统一服从国民经济总收益最优的原则,近期效益与长远效益兼顾。这就要求根据每个不同时期从国家总形势的需要出发,兼顾国家与地区的利益,分清不同用水的轻重缓急,制定用水的科学分配方案,并考虑水资源特性,确定不同来水条件下的分配原则。

不同用水的经济效益不能以当前现实的市场价格为根据而定。一方面要看水在用于某

一方面时有没有替代的可能性。又要考虑到有关的产品使用价值与价值的关系。例如粮食在满足人食用及生活需要以后,则过剩的部分价值就低。而当短缺到一定程度后,其价值就会很高,而维持粮食生产所必需的水的价值也就会高起来,比较高昂的工程设施也会在经济上成为合理的。水在维持生物生命所需方面是不可代替的,但对于工业冷却用水却是可以用其它物质代替的。所谓总体效益最优的各种基本条件是因地、因时及因其他客观条件而变异的。因此,经济的最优原则还要伴随着政治、社会及国情、地情条件的考虑,经过充分分析研究和比较才能确定,并且还要在实施过程中不断加以修正以使其逐步完善,绝不能只靠机械的数据和电子计算机决定一切。现代化的系统分析技术和优化方法,必须和建筑在丰富实践经验基础上的综合分析及推理判断相结合,才能得出比较完善的规划方案。

在水资源利用中,综合利用的原则和水量分配方案的制定要考虑一水多用和重复利用的可能性,以便可能节约用水并发挥水的最大使用价值。

水资源的合理利用方案是和安全与经济的处理原则分不开的。各种用水的标准与建筑物的安全标准,是处理安全与经济原则的具体化。因此,水资源开发利用技术经济学或综合水利经济学是必须研究的课题,在当前应着重于建立结合我国国情的原则、理论和方法。

在水资源工程的管理运用中,应特别注意发挥经济杠杆的作用,合理研究制定水价,以控制浪费。要考虑到水资源的季节变化和地区分布特点,分别情况,区别对待。

由于水资源利用的社会性,要求尽快制定有关水资源管理及保护的法令和法规,包括水资源使用权的登记、规划及建设项目的审批,水资源质量及环境生态的保护等。

为了使上述各项能付诸实现,必须改变当前这种“分兵把口”,“多龙治水”的局面。应当尽快建立相应的统一管理水资源的机构。对于我国这样一个国土辽阔,人口众多,各地区自然条件和社会经济条件差别较大的国家,虽然应重视因地制宜的原则,但也要防止分散主义。因此,国家水资源管理机构,应当在水资源全面规划和综合管理上独揽大权,协调各用水部门的需水发展计划,并在全面规划指导下审批主要的工程设计施工及运行方案,协同司法部门执行水资源法令,调解水利纠纷。此外,在相应流域、水资源管理区也要设立地方性机构,在国家级机构的统一领导下实行分级管理。这样,才能使我国有限的水资源在发展国民经济、提高人民生活中更加有效地发挥作用。

参 考 文 献

- [1] 赵珂经,我国水资源的几个问题,中国水利,1981年试刊第1期。
- [2] 李伯宁,我国的水资源和水利建设,农业经济丛刊,1981年第3期。
- [3] 电力工业部水力发电建设总局,我国水能资源的新普查和新成果,水力发电1981年第2期。
- [4] United Nations Water Conference, Mar del plata, 1977, "Water Development and Management" part 1-4, 1978 United Nations. (联合国水会议文件汇编)

Water Resources and their Exploitation and Management in China

Chen Jiaqi Chen Zhikai

Abstract

The uneven regional distribution of water resources in China and their prominent seasonal variation have brought difficulties both in floods control and water supplies works. In this paper, characteristics of water resources, present situation of their exploitation and problems of their management are presented. The authors also suggest some research items and management policies.

论区域水资源的基本概念和定量方法

贺 伟 程

【提要】 地表水和地下水是互相转化的，河川径流中包括一部分地下水排泄量，地下水有一部分由地表水入渗所补给。研究三水转化关系，综合评价地表水和地下水，对水资源的统一规划与合理利用具有重要的意义。本文根据水循环和水平衡原理，提出适合于地表水和地下水综合评价的区域水平衡方程式 $P=R_e+U_p+E_e$ ，并论述了水资源的涵义、特性以及总资源概念。文中从我国实际情况出发，分析了不同类型区的三水关系和相邻地区之间的水量转化关系，简要地介绍了区域水资源量的计算内容和方法。

一、问题的提出

我国的水资源评价工作，长期以来地表水和地下水分别由水利部门和地质部门承担，各有一套水资源概念和评价内容。水利部门通常把河川径流量作为地表水资源进行评价，除了计算多年平均值外，还分析年际、年内变化，在地区分布上采用的是当地资源的概念。地质部门通常把地下水补给量作为地下水天然资源进行评价，一般只计算多年平均值，在地区分布上采用的是综合补给模数，不是当地资源的概念。由于地表水和地下水资源分别由两个部门评价，有关基本概念和评价内容也不协调统一，往往造成水量的重复计算，难以正确估算流域或地区的水资源总量。

在水资源评价和水利规划中，有的把河川径流量和地下水补给量相加作为水资源总量，有的把河川径流量作为水资源总量，也有的把河川径流量与地下水开采量相加作为水资源总量。这些做法没有考虑地表水和地下水的相互关系，一般不能得到符合实际情况的成果。

地表水和地下水是水资源的两种表现形式，它们之间互相联系而又互相转化。河川径流中包括一部分地下水的排泄量，地下水补给量中有一部分来源于地表水的入渗，若将两者简单相加作为水资源总量，而不扣除相互转化的重复水量，其成果必然偏大。把河川径流量作为水资源总量，只适合于潜水蒸发和地下潜流很小的山区闭合流域，对其它流域都是偏小的，特别是在平原和岩溶地区将偏小很多。例如，山西省地形地貌、水文地质条件复杂，既有岩溶山地，也有断陷盆地，是一个地表水和地下水转化频繁的典型省份。据有关单位计算，全省多年平均河川径流量为114亿立米，多年平均地下水补给量为93亿立米，若将两者相加作为水资源总量则有207亿立米，若将河川径流量作为水资源总量只有114亿立米，这两种算法都是不对的。因为在河川径流量和地下水补给量中都包含了河川基流和泉水流量65亿立米，故正确的算法是将河川径流量与地下水补给量之和207亿立米，减去重复计算水量65亿立米，得全省水资源总量为142亿立米。