



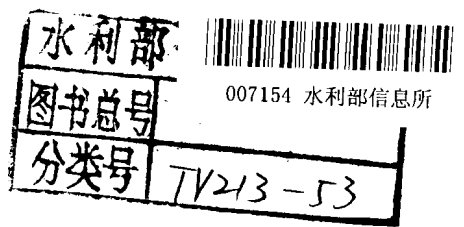
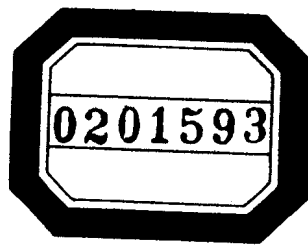
中国水资源 研究论文集

徐文德 曹万金 刘金清 主编



中国科学技术出版社





中国水资源研究论文集

主审 吴国昌
梁瑞驹

主编 徐文德 曹万金 刘金清

中国科学技术出版社

1992. 6

内 容 提 要

1

全书内容包括六个部分,分别为水资源评价、水资源管理、水资源开发利用与对策研究、水资源保护、城市水资源、水资源研究的方法与问题。该论文集集中了国内众多水资源专家学者的经验和智慧,反映了当今中国水资源科学的最新发展水平及趋势,是行政决策者,大专院校、科研机构、生产单位的科技人员必备参考书。

21045/07

责任编辑: 姜 伟

责任校对: 高正夏

编 务: 田声明

中国水资源研究论文集

主编: 徐文德 曹万金 刘金清

中国科学技术出版社出版发行

(北京海淀区白石桥 32 号)

河海大学激光照排中心排版

河海大学印刷厂印刷

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 18.125 字数: 435 千字

1992 年 6 月第 1 版 1992 年 6 月第 1 次印刷

印数: 0001—2000 册 定价: 13.00 元

ISBN 7-5046-0692-8/TV·8

前 言

水资源与人类生活关系非常密切,在当代已成为社会经济与文明发展的重要因素,在一些地区甚至还是制约经济发展的主要条件,水是重要的自然资源,随着社会进步,经济发展,人口增长和人们物质文化生活水平的提高,人类对水的需求将会愈来愈多,水资源已日益成为不亚于能源和粮食的一个重要问题。因此,合理开发利用,积极管理和保护好水资源,已受到普遍的重视。

我国水资源总量不算少,但我国人口众多,人均水量远低于世界平均水平。我国水资源时空分布不均,且与经济发展水平很不协调。从全国来说,南方水多地少,北方水少地多,造成南方水量有余,北方水量短缺的局面。特别在华北地区和沿海城市水资源严重紧缺,供需矛盾十分突出。地域辽阔、矿产资源丰富的西北地区,水资源十分贫困。随着人口的增长和工业的发展,废污水的大量排放,使水体普遍受到污染,因而更加剧了水资源的紧缺。

我国是一个发展中国家,除工业发展比较快外,城市化建设的速度也相当快,城市缺水的现象很普遍。据统计,目前全国约有 300 个城市缺水,其中约有 50 个城市缺水相当严重,城市供水的任务十分艰巨。

近年来,我国水资源工作者,在水资源开发利用、保护、管理和研究方面,做了大量的工作,取得了一定的成绩。本书是由有关院校、科研、机关以及工作在水资源管理第一线的教授、专家、工程师共同撰写完成的。全书内容包括六个部分:第一部分是水资源评价,论述了水资源评价的作用、问题、发展方向等;第二部分是水资源管理与规划,内容包括管理体制、管理模式和规划思想等;第三部分水资源开发利用与对策研究,论述了水资源持久开发和利用,开发利用和环境的关系,以及探讨解决水资源短缺的战略问题;第四部分是水资源保护,论述地下水超采所引起的环境问题,防治河湖水库水体污染的对策;第五部分是城市水资源,论述城市水资源的问题与对策,缓解供需矛盾的途径;第六部分是水资源研究的方法与问题,包括江河水资源研究的模式问题,取水许可制度以及新的理论与方法问题。

本书在编写出版过程中,得到了有关单位和领导以及有关专家、教授的热情支持,在此一并表示感谢。

编 者

1992.5

目 录

中国水资源问题的严峻形势和面临的任务·····	吴国昌(1)
-------------------------	--------

水资源评价

中国水资源评价的未来·····	曹万金(4)
初析水资源评价之作用与问题·····	秦佩英(12)
对现有水资源评价方法中存在问题的初探·····	石玉波 陆中央(17)
美国第二次水资源评价简介·····	任光照(21)

水资源管理与规划

论中国水管理体制与规划思想的问题·····	张履声(27)
区域水资源管理的实例——晋泉管理概况·····	贾泽民 杜成元 田新生(32)
论水资源管理科学与法律功能·····	郝银来 张树海(37)
县级水资源综合管理起步刍议·····	李 全(40)
水利经济体制改革问题探讨·····	胡维松 丁建民 袁汝华(44)

水资源开发利用与对策研究

论水资源的持久开发和利用·····	梁瑞驹(50)
我国水资源短缺及其节约战略与对策·····	徐文德(55)
地下水开发利用和环境的关系·····	金光炎(67)
华北地区地下水资源利用现状及存在问题·····	闻人雪星(70)
黄河水资源利用现状与对策研究·····	陈先德 常炳炎(76)
河北省水资源开发利用及管理中亟待解决的问题·····	张抚存 王泽蓉 张宝全(82)
三江平原水资源及沼泽湿地的开发利用·····	陈刚起(87)
珠江三角洲水资源开发利用措施的效益分析·····	潘莹贵 王敏夫 张立(91)

水资源保护

论地下水超采问题·····	曹万金 任清潮 高又新(105)
试论水污染防治的战略措施·····	刘金清(114)
论缺水地区中小城市水体污染与水资源保护的问题·····	刘曼蓉 杜学 杜成元(118)
河北省水资源环境污染及保护对策·····	韦士亮 刘永昌(124)
湖泊(水库)水资源保护与复原·····	崔广柏(131)
闽江流域治理之本在于保护水源·····	杨家坦(137)
豫北平原地下水漏斗状况的分析与对策·····	陈宝轩(143)

城市水资源

城市水资源问题 and 对策研究·····	陈科信(146)
-----------------------	----------

我国城市用水供需矛盾的缓解途径.....	袁子恭(152)
东北城镇用水及存在问题的对策.....	郑宝洪(158)
水资源评价在大同经济建设中的地位.....	孙毅(165)
太原市连续特大干旱年的水资源供需分析初探	叶寿征 高诞沅(170)

水资源研究的方法与问题

初论建立水资源评价指标体系.....	左东启(177)
取水许可制度浅析.....	贾泽民(184)
浅论县(区)发放取水许可证前期工作中的若干问题	高正夏 曹万金 陈德隆 亢海寿(188)
灌溉水资源的优化调配	汤瑞凉 高正夏 贾有斌(202)
代县水资源评价及开发利用与保护	栗世谦 孙志远 刘富 田美存 方军(208)
阳武河流域水资源模型研究	曹万金 任清潮 亢海寿(215)
十里河引洪淤灌经济效益分析.....	傅道昌(225)
长江流域水资源研究的模式分析.....	杨远东(231)
缺少水文地质参数地区地下水均衡开采量的推求方法.....	王焕榜(238)
遥感图象中地下水信息提取的理论和方法	杜文才 任清潮(243)
干旱地区的水资源信息系统与蒸发量.....	李冬田(247)
关于山间河谷盆地地下水资源量的计算.....	王有录(256)
枯水期解决水资源紧缺的主要对策.....	汤勇(262)
陕西省地下水资源开发利用现状及分析.....	寇学义(265)
水库水文规律研究与水库水量还原计算.....	陈启光(272)
区间数学与水资源问题	侯战生 张乃良(280)

中国水资源问题的严峻形势和面临的任务

吴国昌

(水利部水资源司)

一、我国水资源的严峻形势和水资源工作的重要地位

(一)水资源的严峻形势

水是重要的、不可替代的自然资源,我国水资源总量不少,名列世界第六,但人均占有水资源量少,尤其降雨时空分布很不均匀,给开发利用水资源带来相当难度,是名副其实的“贫水国家”。当前,世界面临人口、资源、环境三大问题,不少国家发生的水资源危机,成为各国发展的制约因素。我国的情况也是这样,一是水资源严重不足已经制约农业的发展。我国是有 11.3 亿人口的国家,吃饭要靠自己,农业必然成为经济发展的基础,而农业灌溉每日消耗水量占全国用水量的 80% 以上。农业这个基础,受到种种自然灾害的威胁,其中旱灾的威胁最为严重,每年平均受旱面积 3.5 亿亩,成灾的占一半左右,损失粮食 100~150 亿 Kg。据专家估计,农业目前缺水每年 300~400 亿 m^3 ,这是一个非常大的缺口,需要花费巨大代价和艰苦努力才能逐步解决。二是水资源不足已经制约工业的发展。建国四十多年,尤其是改革开放十多年来,工业生产有了很大发展,工业用水量也随之增加了 30~40 倍,但仍然不能满足工业发展的需要,1990 年 7 月,我部去辽宁省调查,大连市因缺水迫使部分工业减产、停产、每年减少产值 20 亿元,沈阳市减少产值 12 亿元,此外,1990 年西安市因缺水减少产值 25 亿元,烟台市减少 8~10 亿元。据初步统计,全国每年因水资源不足而造成减少工业产值 400~500 亿元。三是水资源不足严重影响城市人民的生活,城市生活用水比建国初期增长近 40 倍。北京市 50、60 年代并不缺水,市区西部的永定河冲积扇和东部的潮白河冲积扇含有丰富的地下水,足以满足当时人民生活的需要,随着人口急剧增加,生活水平不断提高,用水量也急剧增加,目前北京市生活用水量为建国初期 40 多倍,而且还以每年 3000 万 m^3 的速度递增,西安市建国初期只有 30 多万人口,现在发展到 230 多万,生活用水增长了 30 多倍,仍然缺水 20 万 t/d,夏季高峰季节,有 30 万人用水不能保证,全国 200 多个缺水城市,共缺水 1400t/d,其中生活缺水占一半左右,居民因用不上水叫苦连天,影响生活和生产。

我国缺水地区主要在华北和沿海城市,华北地区以京津唐、山西能源基地、胶东半岛、辽宁南部和冀南豫北地区为最甚。这些地区的农业和城市用水迅速增长,已经超过了当地水资源的承受能力,目前偏枯年缺水 80~100 亿 m^3 ,靠超采地下水和节约用水维持,由于长期超采,累计超采量达 300 亿 m^3 ,形成了上万平方公里的大漏斗区,漏斗区内地下水位大幅度下降,深的达 50~70m。这种情况,即使立即停止超采(很难做到),靠自然恢复,得几十年或十几年时间,何况超采情况还在继续恶化。地下水大量超采,已引起地面沉陷,海水入侵,机井报废,成本提高等严重后果,应当扭转这种局面,愈早愈好。这十年来的节约用水,无论在工业上、农业上和城市上都取得显著效果,工业用水万元产值耗水量已成倍下降,居民喝“大锅水”情况得到改变,节水社会风气逐步建立,农业节水措施的推广,也节省了大量水资源,缓解了部分地区的农业用水的供需矛盾,但随着节水深化,需要的投入也在增加,如喷滴灌投资每亩 300~800 元,改造落后工业设备,比加强管理,杜绝浪费,花的钱要多得多,而我们的投入远远不足。节水工作在 80 年代缓解了部分水危机,今后还得坚持下去,但

就华北地区而言,仅仅靠节水,无法从根本上解决目前已存在且日渐严重的水危机,必须尽早决策,积极开源,并严格控制耗水较大项目再布置在华北缺水地区。

我国水污染十分严重,尤其南方水域,问题更为突出(北方水污染问题往往被缺水矛盾掩盖)。水污染使可用水量锐减,紧靠太湖的无锡市 1990 年 7 月因湖水富营养化造成兰藻爆发而断水一周,上海、广州等南方大城市均因合格水源不足和环境严重恶化而困扰。

(二)水资源工作的重要地位

水资源业已存在的严重问题,已引起中央领导的重视和关注。陈云同志在 1990 年 6 月 6 日在张光斗、陈志恺同志报告上批示:“水的问题始终是一个大问题,要从战略高度来认识水的问题的严重性……”,把解决水资源问题“放在不次于粮食、能源的重要位置上,以逐步扭转目前水资源危机的严重状况。”我们学习了陈云同志的批示后,体会到有三层意思:

第一,明确指出我国目前确实存在水资源危机的严重状况;

第二,要各级政府和经济、科技部门的同志从战略高度认识水问题的重要性;

第三,应当把解决水资源危机放在不次于粮食、能源重要位置上。这一点目前在我国经济计划中远没体现出来,各级政府对解决水资源危机远不如解决能源、粮食问题那样重视,这是很危险的。

李鹏同志在 1990 年 9 月 1 日接见全国农田水利会议代表时指出:中国作为水资源相对短缺国家,我们要加强水资源管理和保护,要节约用水,计划用水,科学用水。

在“八·五”计划中,水资源问题已经引起重视,计划纲要中第三个重要问题是:“怎样解决水资源问题,包括农业用水和城市供水,是许多地区和城市当务之急,必须重视这个问题,并采取有效措施加以解决……。”

中央领导对水资源问题的重要批示和国家计委“八·五”计划的指导思想,为我国今后水资源工作指明了方向,也说明了水资源工作的重要地位。广大水资源工作者和关心水资源工作的专家、学者都受到很大鼓舞。

二、当前水资源工作面临的任务

进入 80 年代以来,水资源方面已经做了不少工作,取得一些成果,对缓解水资源紧缺起到积极作用。归纳起来,有以下三点:

一是在全面节流基础上,兴建了一批水资源工程,为缓解某些城市水源不足起到决定作用。建成了潘家口水库和引滦入津工程,使天津市根本上改变了三年两缺水的严重局面,有力地保证了居民用水和工业引水,人们把这项工程誉为天津市的“生命线”,恰如其分。建成了碧流河大型水库和引碧入连二期工程,缓解了大连市用水紧张。1989 年 11 月,山东建成了引黄济青工程,从根本上缓解了青岛市长长期水源不足的问题,1989 年冬秦皇岛市水源告急,市长亲自动员并率领队伍冬战引青济秦工程,1990 年上半年完成,缓解了秦皇岛市缺水的燃眉之急。

二是开展了中国水资源评价和水资源利用的基础工作,第一次摸清了家底,为开展水资源开发利用和管理保护工作,创造了良好条件。

三是建立了各级水资源机构,加强了水资源管理工作。从中央到地方,水资源机构纷纷建立,中央已经成立全国水资源与水土保持领导小组,田纪云副总理任组长,杨振怀部长任副组长,办公室设在水利部。全国将近一半的省、直辖市、自治区建立了相应的领导小组或省水资源委员会,由一名副省长担任组长或主任。全国绝大部分省都已建立省级水资源管理机构,水利部和七大流域也建立了相应的水资源管理机构,北方地区不少省的地市县也都建立了类似机构,目前已有水资源管理工作人员 4000~5000 人。

随着机构建立,各地都开展了水资源管理工作,包括编制水的长期供求计划,水资源开发利用规划的编制和审批,实施取水许可制度,征收水资源费,推进节约用水和计划用水工作,促进水资源科研工作等等,取得积极效果。

虽然取得上述一些成绩,但是与当前形势提出的要求相比,仍有很大差距,最近田纪云副总理在全国农田水利会上又一次强调;水资源管理必须实行五个统一,这对我们是鞭策。从实际情况看,当前急需解决以下几个问题:

(1)如何解决好当前最紧迫的华北地区和缺水城市的水源问题。

(2)如何解决好水资源保护的问题,包括①减缓和制止水污染恶化趋势,特别是大中城市以及经济发达、人口稠密的地区的河流湖泊的水污染问题。目前每天排放废污水近1亿 m^3 ,其中80%甚至90%都未经处理排入江河湖库水域。现在有的部门光收超标排污费,不治理污染源,使江河湖库水质不断恶化。②减缓或制止地下水严重超采问题,特别是沿海城市,已引起地面沉陷、海水入侵、机井报废、水质恶化等后果。我们看到日本沿海城市已不开采地下水,全部用地表水作为城市水源,这也许是吸取了过去的教训。

(3)怎样进一步开展水资源基础工作,以满足水资源统一管理(取水申请、水资源费征收、水资源开发调配、工农业布局的可供水源)的需要。基础工作主要有:一是进一步摸清家底,二是提高水资源干部素质和培养人才。河海大学已办了几期大专层次的水资源专业证书班,同时开始培养水资源方向的本科毕业生,对提高干部业务水平很有好处。

(4)中国水资源管理体制的模式问题。目前存在的“多龙管水”的弊端何在?我国水资源管理最优模式究竟是什么?如何实施?这些问题非常值得深入研究。

(5)重大水资源研究课题。包括①水资源开发利用工程和运行管理,如何按经济规律办事,逐步做到由自负盈亏→良性循环→超前发展。英国泰晤士河流域的水资源管理机构——水工业体系,已经做到从良性循环→超前发展,每年收入水费(包括排污费)约5亿镑,其中40%自我维持和扩大再生产,60%上交政府,②沿海城市和地区的地下水严重超采的后果和对策。③华北地区长期缺水的后果及跨流域引水的必要性和可能性,调水工程和节约用水关系是否相互排斥,应及早研究,统一认识,以供中央考虑后早下决心。

中国水资源评价的未来

曹万金

(河海大学)

城市建设与工农业生产的发展,不仅用水量大幅度增加,水体也不断遭受污染,水的供需矛盾日趋尖锐,致使缺水区的面积迅速扩大,因此水资源已成为全人类关注的问题。

水资源评价是水资源合理开发利用的前提,世界各国都非常重视该项工作,1975年西欧诸国以及亚洲的日本、印度等国提出了水资源评价成果,美国已有两次全国水资源评价成果,中国1987年12月出版了《中国水资源评价》,这在建国以来尚属首次。

根据世界各国水资源评价的实际情况,参照美国水资源评价的经验,无论是水资源评价的宽度、深度与精度,还是对水资源自身变化的认识上,都很难通过一次评价得出社会各部门所满意的成果,需要进行多次水资源评价,中国也不例外。笔者认为进行全国第二次水资源评价已为期不远,为此,就水资源评价中几个亟待解决的问题,提出以下看法。

一、水资源的科学含义及其计算模型

不同部门,不同研究目的,对水资源的涵义认识并不一致。即使同一部门相同目的,也无统一的认识。本文研究的水资源是指有使用价值,有长期补给保证的重力水体,它包括地表水资源和地下水资源。众所周知,水作为资源本身包括“质”和“量”两方面的含义。水资源量实际上是指在一定质的前提下的资源。

(一)现行水资源计算模型

水资源量习惯上是用水资源量的多年平均值来表示的,即

$$R_T = \frac{\sum_{i=1}^n R_{it}}{n} \quad (1)$$

式中: R_T ——多年平均的水资源量(m^3);

R_{it} ——第 i 年的年水资源量(m^3);

n ——计算年数。

根据水资源量的定义,其现行的模型为

$$R_T = R_{YT} + P_{GT} - R_{ET} \quad (2)$$

或

$$R_T = R_{ST} + R_{GT} \quad (3)$$

式中: R_{YT} ——多年平均的河川径流总量或称为多年平均地表水资源量(m^3);

P_{GT} ——多年平均的地下水补给量(m^3);

R_{ET} ——多年平均的重复量(m^3);

R_{ST} ——多年平均地表产水量(m^3);

R_{GT} ——多年平均地下产水量(m^3)。

式(2)中各项,按其定义可用以下各式表示,即

$$R_{YT} = R_{ST} + R_{GT} \quad (4)$$

$$P_{GT} = P_{RT} + W_{RT} + Q_{RT} + Q_{LT} + R_{GT} \quad (5)$$

式中: R_{ST} ——多年平均地下水径流量(m^3),对于有地表客水时,包括客水的地下水径流量;

P_{RT} ——多年平均降雨入渗补给量(m^3);

W_{RT} ——引外水灌溉则称为多年平均灌溉入渗补给量(m^3);引内水灌溉则称为灌溉回流量(m^3)。为区别计后者可用 W'_{RT} 表示,显然 W_{RT} 为重复量;

Q_{RT} ——多年平均的河道渗漏补给量。无疑是重复量(m^3);

Q_{LT} ——多年平均侧向补给量(m^3),山区可用侧向流出量表示。

(二)现行水资源量计算模型存在的几个问题

1、水资源量的多年平均值问题

地表水资源量、地下水资源量与总水资源量分别定义为:年地表水资源量、年地下水资源量与年总水资源量的多年平均值。一般认为在条件一致或变化不大,现象自身又有周期变化时,其多年平均值可以视为常数。不过现实情况是,年地表水与年地下水资源的确有周期性变化规律,这种情况只有在未受人类干扰或干扰较小条件下可能存在。当条件发生变化后,不仅现象自身的周期性变化规律可能遭受破坏,而且条件变化后,资料系列也失去了一致性的基础,因此这种系列的多年平均值已失掉了应用价值。笔者研究了在开采条件下与未开采条件下的多年平均值,由于开采对水资源的影响是一个有决定性的因素,因此这两种条件下只能分别求多年平均值,否则计算是无意义的。

总之,在未受人类干扰(或干扰较小)的自然条件下,式(2)可以认为是一种极近似的关系,但是在人类干扰条件下,式(2)的存在已失去了基础。

2、与三水转换关系不符问题

地球是地表水与地下水的生成、储存和运动的场所。在大自然的各种因素综合影响下,地表水与地下水的发生、发展、运动、变化的规律,既有相同之处,亦有差异之点。同时,地表水与地下水之间又有密切的联系。地表水与地下水之间的相互转换是这种联系的表现之一。

现有的研究表明,在人类干扰较少的条件下,地下水与地表水的相互转换主要受自然条件的控制,也就是说其相互转换规律受自然因素的控制。但是在人类干扰较大时,地表水与地下水的互换规律主要受人为因素的控制。例如在河流的中游地段,在人类干扰较小时,汛期地表水补给地下水,非汛期地下水补给地表水,但是在人类干扰较大时,这种互换关系遭到破坏,如果地下水因开采下降较大,不仅汛期而且非汛期也是地表水补给地下水(如图1)。

值得注意的是,在地下水现状开采条件下,河川径流量减少很大。例如,江苏省徐州湖西地区丰县王沟一次降雨 105mm,未产流;山东省马夹河一次降雨达 200mm 之多,地表也未产流;国内干旱

地区许多河流流量减少,甚至出现常年断流现象。笔者研究发现了近几年来由于降雨减少,引起的径流量的减少量是有限的,这个减少量与实际径流减少量相比不大。河川径流减少的主要原因是由于地下水开采引起的。例如图(2)所表示的现象。同时,实际观测资料也表明,河川径流量减少,而地下水由此得到补给量,即地下水因开采补给量有增量。地下水补给量的增量与地表水减少量两者之间的对比关系并不是单一的,两者可能相等也可能不相等。相等称为三水转换关系是一对一的,不相等即说明转换关系不是一对一的。

剖析式(3),有以下两种理解:

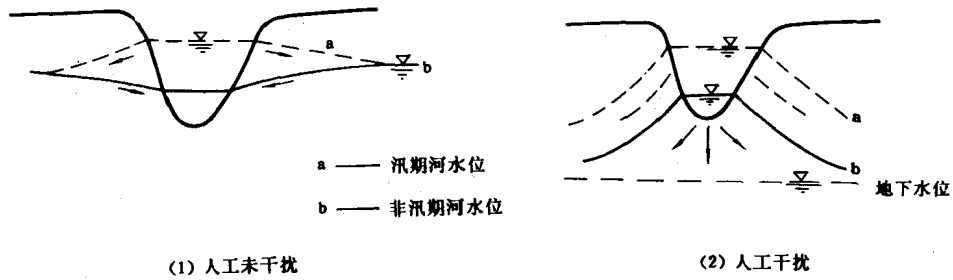


图 1 河水与地下水互换关系示意图

(1)式中 R_T 、 R_{ST} 、 R_{GT} 均为常数。 R_T 对于某一确定的研究区来说,它是不变的,是一个固定的常数。而 R_{ST} 和 R_{GT} ,按其定义,亦应与 R_T 相同,都是一个固定不变的常数。很明显,这种理解是不合适的,前述实例亦说明,至少 R_{ST} 与 R_{GT} 之间有相互转换关系。

(2) R_T 为固定的常数, R_{ST} 与 R_{GT} 可以任意变化, R_{ST} 可以增加,但 R_{GT} 必然减少,而且 R_{ST} 增加量,必然等于 R_{GT} 减少的量,反之亦然,否则 R_T 不能保证为固定的常数,地表水与地下水的这种转换,即上述所称呼之一对一的转换关系。这种关系与实际是不相符的。根据研究,当地下水埋深为零时,此时水资源可得最大值,即地表产水量,而地下产水量为零,而后随着地下水埋深的增加,水资源量随 Δ 变化的总趋势呈递减,但是由于水体相互转换,在某一埋深范围内,这种递减关系可能转变为递增。说明水体相互转换关系主要的不是是一对一,而是地表水的减少量大于地下水的获得量,使总水资源减少,称为小于 1 的关系,而在某些特定范围内,可能出现一对一和大于 1 的关系,如图 2 所示。

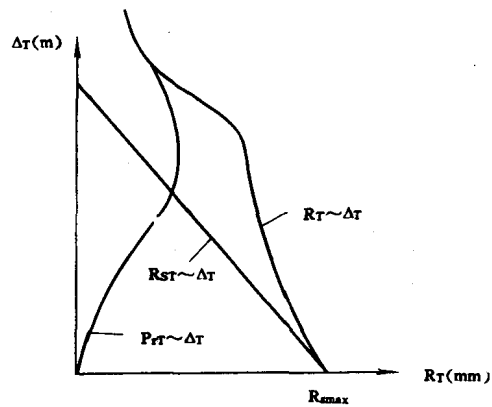


图 2 $R_T \sim \Delta_T$ 关系示意图

综上所述,式(3)所表示的水体之间的关系,与三水转换关系的规律是有矛盾的。

3、关于水资源评价中的还原问题

所谓还原是指对某一自然水体因人类的干扰而减少或增加,通过把减少或增加的水量直接加

或减的办法,企图恢复为原自然水体的数量关系,使得资料系列具有一致性。这种方法简单明了,但是却忽略一个极为重要的问题,即三水相互转换关系中的数量对比关系,而且也忽略了由于水量的增减引起的水环境变化,并由此可能使水资源量及其组成发生变化。所以说,企图用还原法使式(3)的存在合理化是无法接受的。

二、资料与基础

资料是水资源评价的最重要的物质基础,没有资料,评价只能是空话,但是现在资料短缺。

(一)地表水资料

地表水观测资料,主要有两个问题

(1)资料系列的一致性问题。资料系列的一致性[·]是现行水资源计算方法存在的基础。也就是说当资料系列严重的失去了一致性,现行计算方法已不能再用。我国的实际情况是,北方有不少省区的广大面积内,70年代初开始大规模地开采地下水,结果因地下水位大幅度下降,引起地表水的巨大变化,使资料系列严重地失去了一致性。毫无疑问,如果资料系列一致性无法解决,只能研究新的计算方法,别无它法。

(2)资料的控制性。现行水文站网的实测资料,只对面积较大的控制较好,小范围或小流域,常常缺乏实测资料,影响了这类地区的水资源研究和开发利用。

(二)地下水资料

地下水动态观测网密度极不均匀,大部分地区密度偏低,观测项目不全,有不少观测井只能观测地下水埋深,观测制度尚有不足,五日观测无法满足对资料的要求,基础资料极其缺乏,甚至不少观测井的井剖面、测井结构、测井附近地面高程等均缺乏,降水、蒸发(水面与潜水)、土壤含水量的观测,目前尚无法较好的满足水资源分析研究的需要,主要的是设站太少,甚至观测不连续,表现出控制性差,应用有困难。

三、水资源参数

水资源参数是指表征各水资源要素的大小、分布的数量指标,分为统计参数和物理参数。

(一)统计参数

年地表水、年地下水、年总水资源的资料系列,均属随机系列,其统计参数有均值、均方差、离差系数、偏态系数。实际应用中,常常只研究均值和离差系数 C_v ,而且常把年的资料系列求出的均值(即多年平均值)、 C_v 视为固定的常数,因此生产上为了表示其空间变化及插补应用之需要,编制均值与 C_v 的等值线图或分区图。现以地表水资源 C_v 为例,据研究,一般山区的 C_v 大于平原,山区的 C_v 变化范围大,而平原区的 C_v 变化较小,当平原区环境条件基本不变时,勾绘等值线或分布图是可行的,而山区 C_v ,只能是代表计算点的离差值。

如前所述,均值是变值,因此, C_v 也必定是变值,这由下式可见,即

$$C_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_i - 1)^2}{n}} \quad (6)$$

$$K_i = \frac{X_i}{\bar{X}}$$

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

式中: x_i ——第 i 个随机变数的取值;

$\bar{x}$ —— x 系列的算术均值;

n —— x 系列的项数;

K_i ——第 i 项的模比系数。

由式(6)可见,均值是随地下水埋深而变的一个数值,毫无疑问 C_v 也将随均值的变化而变化。因此,在应用 C_v 、绘制 C_v 分布图、等值线图时,应当加入一些特定条件,例如地下水埋深等,否则与实际不相符。

(二) 物理参数

物理参数指有确切物理意义的参数,主要有水文及水文地质参数、径流系数以及一些模数。本文着重讨论几个主要的参数:给水度、降雨入渗补给系数、灌溉入渗补给系数与灌溉回归系数、潜水蒸发系数、河渠渗漏补给系数和径流系数。以往在实际应用中,由于认识上的原因,人们把这些参数几乎无一例外的都作为常数。但是据现有的研究证明,这些参数也无一例外的都是变数。可用以下各经验关系分别表示各个参数。

变值给水度或称给水系数 $\mu(\Delta)$ 由下式表示,即

$$\mu(\Delta) = a_{\mu} \Delta^{b_{\mu}} \quad (7)$$

式中: a_{μ} 、 b_{μ} ——待定系数;

Δ ——地下水埋深(m)。

降雨入渗补给系数 α 为

$$\alpha = a_{\alpha} \Delta^{b_{\alpha}} e^{-c_{\alpha} \Delta} \quad (8)$$

式中: a_{α} 、 b_{α} 、 c_{α} ——待定系数;

其它符号意义同前。

灌溉入渗补给系数 β

$$\beta = a_{\beta} \Delta^{b_{\beta}} e^{-c_{\beta} \Delta} \quad (9)$$

式中: a_{β} 、 b_{β} 、 c_{β} ——待定系数;

其它符号意义同前。

灌溉回归系数 β' 为

$$\beta' = a_{\beta'} (1 - \Delta/\Delta_{max})^{b_{\beta'}} \quad (10)$$

式中: $a_{\beta'}$ 、 $b_{\beta'}$ ——待定系数;

$\Delta_{\max}$ —— β' 为零时的地下水埋深(m)

其它符号意义同前。

潜水蒸发系数 C 为

$$C = (1 - \frac{\Delta}{\Delta_0})^n \quad (11)$$

式中: n ——与土壤性质等有关的指数;

Δ_0 ——潜水蒸发为零时的地下水埋深(m)

其它符号意义同前。

河渠渗漏补给系数 γ 为

$$\gamma = a_\gamma \Delta^{b_\gamma} e^{-c_\gamma \Delta} \quad (12)$$

式中: $a_\gamma, b_\gamma, c_\gamma$ ——待定系数;其它符号意义同前。

径流系数 η 为

$$\eta = (1 - \frac{\Delta}{\Delta_M})^{a_\eta} \quad (13)$$

式中: a_η ——待定系数;

Δ_M ——径流量为零时的地下水埋深(m);其它符号意义同前。

由式(6)~式(13)可见,各物理参数与地下水埋深的统计关系中说明,这些参数均随地下水埋深而变化。这一结论与以往各物理参数均为常数的结论有其本质的区别。众所周知,水资源物理参数对于水资源计算是极为重要的,可以说,物理参数的正确与否与精度高低,直接影响水资源计算成果的可靠性及其精度的高低。

四、水资源量及其变化

前文已述,人们习惯上用年水资源量的多年平均值表示水资源量,而且认为该值为固定的常数。但是从水资源参数中的物理参数的变化规律可知,水资源量也不是常数,而应当是一个变数,是一个随地下水埋深而变的变数。各类资源量可用以下统计关系表示。

总水资源量 R_{YT} 为

$$R_{YT} = R_{ST} + R_{gt} \quad (14)$$

地表水资源量 R_{ST} 为

$$R_{ST} = a_s (1 - \frac{\Delta}{\Delta_M})^{b_s} \quad (15)$$

$$R_{gt} = R_{gut} e^{-b_{gt} \Delta} \quad (16)$$

式中: R_{ST} ——多年平均地表产水量(m);

R_{BT} ——多年平均基流量(m);

a_s, b_s, c_s ——待定系数;

R_{BOT} ——地下水埋深为零时基流量(m);

其它符号意义同前。

地下水补给资源 P_{BT} (不考虑越流补给条件下) 为

$$P_{BT} = P_{BT} + W_{BT} + Q_{BT} + Q_{LT} + E_{BT} \quad (17)$$

$$P_{BT} = a_s \Delta_{BT}^b e^{-c_s \Delta_{BT}} \quad (18)$$

$$P_{BT} = a_r \Delta_{BT}^b e^{-c_r \Delta_{BT}} \quad (19)$$

$$W_{BT} = a_w \Delta_{BT}^b e^{-c_w \Delta_{BT}} \quad (20)$$

$$Q_{BT} = a_q \Delta_{BT}^b e^{-c_q \Delta_{BT}} \quad (21)$$

$$Q_{LT} = Q_{OT} \left(1 - \frac{\Delta}{\Delta_L}\right)^m \quad (22)$$

$$E_{BT} = E_{OT} \left(1 - \frac{\Delta}{\Delta_0}\right)^n \quad (23)$$

式中: $a_s, b_s, c_s, a_r, b_r, c_r, a_w, b_w, c_w, a_q, b_q, c_q, m, n$ ——待定系数;

$P_{BT}, W_{BT}, Q_{BT}, Q_{LT}, E_{BT}$ ——分别表示多年平均的降雨入渗补给量, 灌溉入渗补给量、河渠渗漏补给量、侧向补给量和潜水蒸发量;

Q_{OT}, E_{OT} ——分别表示多年平均的最大侧向补给量和多年平均潜水蒸发量;

Δ_L ——表示 Q_{LT} 为零时的地下水埋深;

其它符号意义同前。

总之, 由于物理参数与资源量均随地下水埋深即地下水开采水平而变化, 因此式(2)所表征的水资源模型, 建议改为下式, 即

$$R_T(\Delta) = R_{BT}(\Delta) + P_{OT}(\Delta) - R_{ET}(\Delta)$$

$$R_T(\Delta) = R_{ST}(\Delta) + R_{GT}(\Delta) \quad (24)$$

应当说明, 式(24)中各项与式(3)对应的各项之不同在于, 式(24)中各项均为随地下水埋深或地下水开采水平而变化的一些变值。特别式(24)中的重复量用 $R_{ET}(\Delta)$ 表示, 因为它包括重复利用量和重复计算量。可以这样理解, 重复利用量可以认为不变, 但是重复计算量则可随地下水埋深而变, 故而用 $R_{ET}(\Delta)$ 表示重复量。

五、几点建议

(一)着力开展室内外的物理参数的实验研究。

鉴于物理参数在水资源研究中的重要意义,而且近年来对参数的研究与认识已有突破性的进展。但是对变值参数机理及其确定方法的研究,尚未引起人们足够的重视,因此着力开展变值参数的室内室外试验和研究,是当今摆在我国水资源工作者面前的一项极为重要的任务。

(二)强化水资源量变值理论及其应用的研究

水资源量随开采水平发生变化的观点是水资源研究中的又一个大的发展与突破。它的提出迫使人们对以往把水资源作为常量的规划、开发、管理、保护等方面均因水资源量随开采水平而变失去存在的基础,至少失去了最优性。由于水资源变值理论尚属开始阶段,无论是对它的认识还是研究,都还不够,强化这方面的研究极为重要。主要有两方面,水资源变值理论的实验研究和应用于水资源规划、开发利用与管理、保护方面的方法和理论研究。

(三)加速水资源资料的生产

由于目前水资源资料存在诸多不足和问题,不仅影响水资源评价的精度,而且也直接妨碍了水资源理论与方法的深入研究。对于水资源研究中的这一制约因素的解决,除了加强和健全常规观测以外,还应根据需要与可能建立必要的试验流域或实验站,进行专门观测,特别值得提出的是,开展人工试验,例如人工降雨,是加速资料生产的最重要手段。