

水资源及水环境承载能力

——水资源及水环境承载能力

学术研讨会论文集

Proceedings of the Workshop on
Water Resources and Water Environment Carrying Capacity

水利部国际合作与科技司 主编



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

水资源及水环境承载能力

——水资源及水环境承载能力学术研讨会论文集

编辑委员会

主任委员 董哲仁

副主任委员 陈明忠 高占义

委员 吴宏伟 王美婷 曾向辉 张华兴

编 者 的 话

随着经济社会的发展和人口的增长,水资源短缺和水环境恶化的问题日益突出,已成为我国经济社会发展的重要制约因素。党的十五届五中全会把水资源作为重要战略资源予以高度重视,强调“水资源可持续利用是我国经济社会发展的战略问题”,这是从我国国情出发,纵观全局、总结经验作出的重要论断。加强水资源的统一管理,实现水资源的合理开发、高效利用、优化配置、全面节约、有效保护和综合治理,以水资源的可持续利用支持经济社会的可持续发展,是摆在我们面前的一项重要而又紧迫的任务。

2001年4月27日,水利部汪恕诚部长在水利部机关作了题为“水权管理与节水社会”的报告,2001年10月30日,在中国水利学会成立70周年大会上,汪部长作了题为“水环境承载能力分析 with 调控”的学术报告。这两份重要报告从理论和实践的结合上对水资源管理和水环境保护问题进行了深刻阐述,得到了水利系统的热烈反响,也受到了水利科技界的广泛关注,有关专家、学者就相关领域的理论和学术问题展开了积极有益的探索,取得了一批重要成果。

为进一步研讨水资源及水环境承载能力方面的科学问题,促进学术交流,水利部国际合作与科技司于2002年5月22~23日在山东举办了水资源及水环境承载能力学术研讨会。来自科研单位、高等院校、流域机构及有关省(市、区)从事水资源及水环境科研、教学以及管理工作的专家、学者近100人出席会议。

本书收录了汪部长的两篇重要报告和这次学术研讨会的有关论文45篇,涉及水资源与水环境的关系、承载能力分析 and 调控,水环境保护和水污染治理以及有关水资源可持续利用方面的研究成果。希望本书的出版对促进水资源及水环境承载能力的科学研究、学术发展和实践应用有所裨益。

本书的出版,得到了有关单位和专家、学者的大力支持,在此表示衷心感谢。由于时间仓促,疏漏之处敬请批评指正。

编 者

2002年5月

目 录

编者的话

综 合 篇

- 水权管理与节水社会 汪恕诚 (3)
- 水环境承载能力分析 with 调控 汪恕诚 (7)
- 水环境承载力及其评价体系探讨 廖文根 彭 静 何少苓 (14)
- 水资源承载力的弹性区间初步分析 陈 进 黄 薇 (23)
- 水环境承载能力的涵义和定量指标 龙 江 张 立 (29)
- 水资源可利用量、开发利用潜力与承载能力 王建生 (33)
- 我国水资源承载力利用和水资源持续发展存在的问题和建议 黄 芳 沈灿荣 (40)
- 河流水环境承载力及定量化问题探讨 崔树彬 (47)
- 受污染水体的生物—生态修复技术 董哲仁 刘 蓓 曾向辉 (53)
- 污水灌溉与再生利用复合系统研究——污水资源化的一种生物—物理方法
..... 高占义 程先军 Nihal Jayawardane (59)
- 论提高水域纳污与自净能力的水动力潜力 何少苓 彭 静 (64)
- 利用生物措施提高水环境承载力的对策
..... 陈文祥 刘家寿 栾建国 彭建华 朱爱民 (70)
- 数字化水环境管理 禹雪中 马 巍 (75)
- 河网水质改善优化调度系统的设计思路 施 勇 栾震宇 李 来 (80)
- 水库养鱼与水体富营养化 刘家寿 陈文祥 (87)
- 城市化进程对水资源需求的影响 彭岳津 (92)
- 大区域地下水系统的综合性模型及其应用 吴昌瑜 张家发 (99)

流 域 篇

- 长江水资源承载力研究 姜兆雄 (105)

黄河水环境承载能力及其解决途径——从万家寨水库水质污染原因谈起	李贵宝 陈凯麒	(115)
黄河干流非汛期水量调度风险分析	李会安 张华兴	(126)
黄河水资源需求管理与可持续利用	李会安 张华兴	(131)
黄河水价存在的主要问题及解决对策	李清杰 张会敏 李强坤	(135)
黄河下游引黄用水特点分析	黄福贵 阮本青 程献国 张汝军 李清杰	(139)
引黄灌区水利工程供水价格浅议	罗玉丽 荆新爱 李清杰 郑利民	(145)
引黄灌区用水水平分析与评价	詹子胜 田玉青	(148)
对黄河流域水环境污染效应的若干建议	姚文艺 李文学	(153)
南水北调对海河流域水生态环境影响分析.....	裴源生 王建华 罗琳	(157)
海河流域生态环境恢复研究	林超 户作亮 只德国 郭勇	(168)
珠江流域水资源承载能力研究.....	张立	(178)
珠江三角洲水环境承载能力与协同调控初探.....	彭静 廖文根 何少苓 李锦秀	(183)
流域水污染经济损失计量方法——太湖案例	李锦秀 徐嵩龄 廖文根	(191)
黑河流域水资源与生态环境的关系.....	钟华平 刘恒 耿雷华	(200)
汉江流域生态环境需水估算的几个问题探讨.....	熊文 张万顺	(207)
石羊河流域下游区水资源合理利用和承载能力分析.....	顾颖	(211)

区 域 篇

云南水资源的再认识	伍立群	(227)
吉林省水资源可承载能力初步分析	孙恩福 高树文 武宝志 张孝荣 张志军 宋跃	(234)
优化配置水资源 提高水资源承载能力 保证经济社会的可持续发展	程世迎 韩若冰	(239)
水资源承载能力分析模型及其在内蒙古西部的应用	刘恒 王忠静 耿雷华 苏华	(245)
西部地区水资源与生态环境评价及其发展趋势研究	顾志俊 黄永基 耿雷华 彭岳津 孙荣强	(253)
控制滇池生态环境恶化的关键	李伯根	(261)
北京东郊污灌农田土壤中重金属分布特征田间试验研究	冯绍元 齐志明	(268)

半湿润地区河道水质改善的途径——以关中渭河为例·····	王 研	(272)
渭河 20 世纪 90 年代入黄水量锐减成因初步分析·····	张学成	(275)
内蒙古河套灌区水资源有效利用与盐渍化调控·····	王学全	(278)
柴达木盆地水资源开发潜力分析·····	王 芳 王 浩 陈敏建	(286)
山东省水资源承载能力的初步分析·····	唐传义 党永良	(293)
南水北调东线工程山东段主要河流水环境容量初步分析 ·····	刘祥栋 姜山崇 王立萍 于志强 邢文洁	(297)

综 合 篇

水权管理与节水社会

汪恕诚

最近关于水权的议论比较多，几乎成了水利上的热门话题。大家关注的焦点是水权的界定、分配以及如何对水权实施有效管理。这里我结合前段时间去宁夏、甘肃、内蒙古、青海四省（自治区）检查防汛抗旱工作的一些体会，把我的思考结果拿出来，目的在于引起大家共同探讨，加深这方面的研究，并逐步推动这项工作由理论走向实践。

1 水资源的承载能力

中国的水资源问题是随着人口增长、经济发展、社会进步逐步显露并被人们所逐步深化认识的。20世纪30年代毛泽东同志提出“水利是农业的命脉”，概括了水利的性质和作用；新中国成立不久，全国大兴水库，当时主要任务是扩大灌溉面积，发展农业，解决粮食问题。以后，经济进一步发展，城市化进程加快，洪涝损失代价增大，防洪问题愈加突出，'91淮河太湖大水、'98长江、嫩江、松花江大水，举国为之牵动，七大江河、大城市的防洪问题遂被摆上更加重要的议程。2000年北方干旱，大面积农田受灾，许多城市发生水荒，真正敲响了中国水资源短缺的警钟。此前自20世纪70年代以后频繁出现的黄河断流令世人关注，但当时的认识大部分还只是停留在断流的现象上，没有深入到本质，龙年大旱促使人们从更深层次上开始思考水资源短缺问题。

中国虽然从总体上水资源量有2.8万亿 m^3 ，但人均只有2220 m^3 ，到2030年，我国的人口将达到16亿，人均水资源量还将下降到1700 m^3 ，接近国际公认的警戒线。人均水资源不足，而且时间、空间分布不均，全年降雨主要集中在7月、8月、9月三个月，南方水多、北方水少，更加剧了水资源短缺。问题突出暴露在北方，有河皆干，有水皆污。缺水已经成为我国经济发展和社会进步的重要制约因素。

众所周知，新世纪中国面临三大水问题，即洪涝灾害、干旱缺水、水环境恶化，其中干旱缺水的问题在当前表现得尤为明显。现在大家都在谈论建立节水型社会、节水型经济，但具体如何落实？我认为首要的就是要深刻分析当地水资源能够承载的人口与经济发展规模，包括经济结构、生态用水等等。以首都为例，北京的水资源量能够承载多大经济规模、多少人口？前几天，中央电视台采访一位专家，她综合分析各方面条件后，认为最终制约北京发展的将是水资源，评估北京现有的水资源只能承受700万~800万人口。超过这个规模，就会发生各种各样的困难。姑且不论这个定量是否准确，但分析思路是正确的。譬如墨西哥城，它集中了墨西哥这个国家的2000多万人口，但水资源最多只能满足1000万人。因此，城市发展陷入困境，脏乱差问题日益突出。这还只是承载人口问题。对一个流域或地区来说，当地的水资源量能够发展多少工业，发展什么样的农业，耗水量是多少，规模有多大，生态水留多少，不先搞清楚这些问题，任何聪明的领导都无法决策。所以，一定

要根据当地水资源状况,冷静、客观地分析农业、工业的结构布局和城市人口的发展规模,从而更加科学地界定当地的经济结构,做到心中有数。这里就提出了水资源的承载能力问题。准确地说,水资源承载能力指的是在一定流域或区域内,其自身的水资源能够持续支撑的经济社会发展规模并维系良好生态系统的能力。经济社会发展在水资源承载能力以内,就能实现可持续发展;超越了,发展就会失去物质基础,造成生态系统破坏,生存条件恶化。

但认识仅仅停留于此,有多少水办多少事,被动应付,还远远不够,这是机械唯物主义的认识论。还要站在辩证唯物主义的高度,考虑到水资源承载能力是可变的,人类应该积极探索如何提高水资源的承载能力,这也是历史交给我们这一代水利工作者的崭新使命。目前,提高水资源承载能力的现实途径有两条:一是节水,如以色列的高科技节水技术,使得水资源的承载能力大大提高;又如城市的中水回用,北京、天津已经开始这样做了,一些新修的马路,两旁花草树木浇灌用的都是处理过的污水,也同样提高了水资源的承载能力。通过节水提高水资源承载能力,促进经济社会可持续发展,这是世界上许多国家和地区已经证明了的可行的社会发展之路。二是进行经济结构调整。这要从全局来考虑,就是按照一个地方、一个区域的水资源状况来科学规划经济社会的发展布局,在水资源充裕地区和紧缺地区打造不同的经济结构,量水而行,以水定发展。

美国人布朗曾写过一篇文章,大意是说中国粮食不能自给将对世界的粮食安全构成威胁,但实践证明,中国人能够用自己的智慧和能力解决粮食问题。于是,布朗又写了第二篇文章,内容是中国的水资源不足以支撑粮食安全,这就提出了今天的中国水利工作者需要面对和回答的问题:中国到2030年人口达到16亿时,水资源还能保证粮食安全吗?专家对此已经有了结论:目前全国农业水的有效利用系数平均为0.43,如果推行节水灌溉提高到0.55(有的专家认为要达到0.6),在全国农业用水量不增加的情况下,完全能够保证2030年人口达到16亿时的粮食安全。但问题是,我国是一个发展中国家,正处在工业化的过程中,工业不可能不发展。专家预计,到2030年我国工业用水量将增加1500亿 m^3 。此外,城镇用水也要增加,中国进一步发展的历史进程中必然伴随农民进城、城市人口增加、城镇规模扩大。据测算,城镇用水至少要增加250亿 m^3 。由此可见,由于工业中心多位于城市,中国未来的供水矛盾将集中在城市,解决城市用水问题将成为新时期水利工作的头等重要任务。各级领导要清醒地认识到,一定地域内的水资源总量是不会增加的,而经济社会发展却要求提供更多的用水量,水从何而来?是破坏生态,还是加强管理、科学节水?通过节水提高水资源承载能力这一历史性课题已经急迫地摆在我们面前了。

2 区域经济发展与调水的关系

大自然供给人类的水资源是不均衡的,人类要与自然和谐相处,就应该努力认识并顺应这种不均衡。具体地说,一个流域、一个地区的经济发展要充分考虑水资源条件,按照水资源状况筹划经济社会发展布局。缺水地区要限制高耗水的工业、农业,鼓励发展高科技的产业;水资源丰沛地区,在处理好排污的基础上,则可以多上一些高耗水产业。这样,各地区各流域之间由于自然的差别带来产出的多样化,从而形成各展所长、优势互补的区域特色经济,充分满足社会的各种需求,达到社会生产的高效益。

我曾经讲过,跨流域调水将是 21 世纪中国水利的一大特点,这主要是指城市供水,而实施跨流域调水则要慎之又慎。在水资源总量不变的情况下,人工生态用水越多,天然生态就越少。调水区水资源承载能力的提高是基于被调水区水资源承载能力的降低这个基础上的,调水区的经济社会发展一定不能造成被调水区生态系统的恶化。国际上通行的标准是,调水量不得超过调出河流总水量的 20%,河流本身的开发利用率不得超过 40%。分光喝尽或均摊水资源都会造成生态系统的破坏,同时,也不利于区域特色经济的形成,导致产出雷同,效益难以提高。根据前面的分析,中国未来水资源供求矛盾将集中在城市,只有在城市无法依靠本地水资源满足用水需要的前提下,才能考虑实施跨流域远距离调水。现在一些地区纷纷铺开调水工程,发展灌区,多数是为了农业,从长远来讲,这些调水工程相当一部分将被废除,为什么呢?经济社会的发展只依靠农业是不行的。针对中国水资源的紧缺状况,新增的外来水应主要用于发展工业,发展比较效益更高的产业,发展城市。以甘肃省敦煌市为例,这里严重干旱缺水,自然条件很差,但有难得的旅游资源,供水的重点就应该转到自身的优势项目——旅游上来,最大程度地满足旅游功能的需求,如提供宾馆用水、保证瓜果蔬菜种植需水等,使农民通过旅游业富起来,而不是引水种棉花,继续搞与自己条件不相适应的传统农业。从全国来看,最近十年二十年的发展实践也印证了这种转变的必然性,许多缺水地区原来用于农业灌溉的水源纷纷转向了工业和城镇供水。如北京的密云水库,过去是主供农业的,现在已全部转到为城市供水。

当前,我们要主动适应这种转变,对于满足城市工业用水要求的工程要注意加快前期工作,加快建设步伐,尤其是在西部大开发中,没有一批新兴城市的带动,区域经济的发展、西部开发的蓝图都将无从实现。水利应自觉服从、超前考虑城市用水的需要,为西部新城的崛起保驾护航。

3 明晰水权,确定两套指标

水权包括水的所有权、使用权、经营权、转让权等。在我国,水的所有权属于国家,国家通过某种方式赋予水的使用权给各个地区、各个部门、各个单位。这里所讲的水权主要是水的使用权。一般来说,水的使用权是按流域来划分的。比如黄河,580 亿 m^3 水资源中,有多少用于生态、多少用于冲沙、多少用于各省分配,每个省用多少,像宁夏分配了 40 亿 m^3 ,甘肃 30 多亿 m^3 ,这就是国家赋予给他们的水权。

明晰水权是水权管理的第一步,要建立两套指标体系,一套是水资源的宏观控制体系,一套是水资源的微观定额体系。前者用来明确各地区各行业各部门乃至各企业各灌区各自可以使用的的水资源量。以黑河为例,分水方案规定,当上游鸛落峡来水达到 15.8 亿 m^3 时向下游分水 9.5 亿 m^3 ,这也就确定了上下游各自的水权。像中游张掖地区就可以将所属的水权进行二次分配,明细到各部门、各单位,每个县、乡、村、组及农户。第二套体系用来规定社会的每一项产品或工作的具体用水量要求,如炼 1t 钢的定额是多少、种 1 亩小麦的定额是多少,等等。有了这两套指标的约束,各个地区、各个行业、每一项工作都明确了自己的用水和节水指标,就可以层层落实节水责任。这样经济社会发展的每一步就能落实到水资源承载能力之内,可持续发展才能真正得到保障。

4 强制节水，采取四种措施

用水的指标、定额确定后，就可以实行指标、定额管理。用过了，超过了指标、定额，就要遭受惩罚，这就是节水的强制性。从人与自然的关系来讲，河水断流，水资源枯竭，进而引起生态恶化、环境破坏，危及人类生存，这是大自然对人类无节制索取的惩罚，这种惩罚不以人的意志为转移，带有必然性、强制性。人类要避免这一切，就要认识客观规律，建立自我约束机构，自律自身行为，当然也要用强制性办法。

强制节水的措施很多，常用的有四种：行政措施、工程措施、经济措施、科技措施。打个比方，某单位需要供水，安上管道装上阀门，叫工程措施；达到指标，立即关阀，叫行政措施；达到指标，超用加价，节约指标，有价转让，叫经济措施；达到指标，通过电脑自动关阀，叫科技措施。去年，黄河、黑河、塔里木河分水主要采用的是政府行为、行政措施，这在一定时期内是必要的。但从长远看，今后应该不断加大经济措施的力度，充分发挥水价对用水的调节作用，逐步建立水权交易市场，使节水成为全社会的自觉行动。

水权可以有偿转让，超用、占用了他人的水权，就要付费；反之，出让水权，就应受益。制定用水指标、定额管理制度和水权交易规则，这是实施水权管理的第二步。水权交易市场建立起来了，买卖双方都会考虑节水，社会节水的积极性调动起来后，水资源的使用就会自动流向高效率、高效益的地方。当然，这些还未成为水利发展的现实，也许还要经历漫长而艰苦的努力。有朝一日，在水资源配给上，各地区、各部门、各单位层层有指标、人人有定额，节水型社会才算真正确立了。这是水利发展的大趋势，大家应坚持不懈地朝这个方向努力。

这里要防止认识上的一个误区：搞节水就是要把经济压下来。黑河分水，中游要让出水量给下游，国家为此支持张掖地区发展节水经济、节水产业。要张掖减少用水量并不是要张掖停止发展，把“金张掖”变成“银张掖”、“铜张掖”，而是求得全流域共同繁荣、上下游双赢，实现张掖在更高起点、更高层次上的可持续发展。与其说因为节水，张掖要付出很大努力，不如说，张掖通过分水获得了跳跃式发展的难得的历史机遇。

5 加强统一管理，提高水资源利用效率，实现水资源的可持续利用

实施水权管理的前提是水资源统一管理。通过强化水资源管理，不断提高水资源使用效率，促进经济社会可持续发展。有了指标体系、各项制度，没有统一、权威的管理作保证，这一切都是形同虚设。水资源统一管理关系到水资源的合理、高效、可持续利用，是贯彻水权管理、建设节水型社会的体制保证，是水利发展到今天提出的一道时代命题。这种统一管理应该包括流域管理和区域管理两个方面，当前主要是要确定流域水资源统一管理和城市水务体制两个问题。

上面讲的内容虽然只谈了节水，但实际上对水污染防治也同样适用。

最后，我希望水利部机关的同志们，进一步解放思想，努力探索新时期的治水新路子，并持之以恒，脚踏实地地工作，为我国的水利事业做出新贡献。

水环境承载能力分析 with 调控

汪恕诚

首先，祝贺中国水利学会成立 70 周年！

我国水资源存在洪涝灾害、干旱缺水、水环境恶化三大问题。关于洪涝灾害，'98 大洪水以后，中央加大了对水利建设的投入，每年安排进行堤防建设的投资大体 200 亿元，其中长江堤防每年安排 100 亿元左右，明年全线要基本达标。按现在的投资强度，其他六大江河流域，通过 5~10 年的努力也都可以达到规划标准，即可达到与现在国民经济发展程度相适应的防洪标准。当然也不能说达到标准就会一劳永逸。三峡工程建成以后，长江可以抵御百年一遇的洪水，发生百年一遇洪水时荆江不分洪。

昨天，我们在国务院向温家宝副总理汇报《全国农业节水发展纲要》稿。按纲要报告分析，我国消耗的淡水资源 70% 是农业用水，而农业用水中 90% 是灌溉用水。中国的人口到 2010 年达到 14 亿、2030 年达到 16 亿时，农业用水的增加只能靠自身的节水来解决，不可能通过大规模调水去解决。如果要满足 2010 年农业经济发展的要求，节水的目标是 650 亿 m^3 水，需要投入 2200 亿元，其中包括农民的投劳。温副总理指出，过去 5 年间，我们投资重点主要放在大江大河的防洪工程上；在今后工作中，中国水资源短缺的矛盾将是长期困扰我们的一个重要制约因素，因此，要把工作重点放在节水上。要加强水资源的配置和管理，提高水的利用效率，建设节水型社会。温副总理还强调，解决水资源短缺的问题远比解决洪涝灾害更困难。

在洪涝灾害、干旱缺水、水环境恶化三大问题中，我觉得水污染的问题不仅会越来越严重，而且治理的难度也最大。为什么说水污染的问题最大，而且越来越严重呢？我们下了比较大的决心去治理太湖、淮河、滇池的污染问题，但经常可以看到报道，治污效果不断出现反复。比如滇池治污，我到云南出差，正好碰上一些人大代表、政协委员给有关方面提意见，认为几十亿元投下去了，效果并不理想。而有关方面则说，日本的琵琶湖，也是内陆湖，不是跟滇池的情况很相像吗，琵琶湖几百亿美元才治理了，我们才几十亿元人民币，差远了。从这里可以看出，治污的难度有多大。最近内参上不断报道长江上游的污染，担心三峡工程建成以后，会变成污水池。温副总理在几个文件上作了批示：要做好长江水资源保护的规划。南水北调东线工程，有个比较突出的问题，就是水污染问题。应该说，国家环境保护总局所属的环保研究所做了一个非常好的南水北调东线工程水污染防治的规划报告，这个报告是相当成功的，凡看过这个报告的人都认为既说清楚了问题，又可以操作。天津市最近用文件的形式正式提出不用东线水，因为对南水北调东线的水质不放心，对水污染能否治理好不放心。后来张基尧副部长到天津与他们交换意见，我又打电话给天津市领导。这次我从国外一回来，又打听他们的回话，仍然是这个意见，对东线水污染不放心，所以不要东线水。这就使东线的整个方案出现一个重大的变化。如果认为东线

的水质问题不能解决，这就彻底否定了东线的理论基础。当时在国务院讨论时，我就有一句话，如果东线的水污染不能解决，中国就没有希望。为什么呢？水污染问题总是会出现的，如果污染都治不好的话，中国今后怎么可持续发展呢？！不管搞不搞南水北调，山东的水污染都要治理，而且一定要治理好。天津拒要东线水这件事说明，目前中国对水污染治理还没拿出一个足以令人信服的理论或者实践。

我国的水污染问题已十分严重，其造成的严重后果不亚于洪灾和旱灾，已经到了迫在眉睫、非解决不可的时候了。所以，当朱尔明理事长约我在水利学会成立70周年作一个学术报告时，我就选择了水资源保护这个主题，目的是为了引起大家对水污染问题的重视。

1 水资源承载能力和水环境承载能力

关于水资源承载能力，我以前讲过多次了。水资源承载能力是当地的水资源能够支撑国民经济发展（包括工业、农业、社会、人民生活等）的能力。这种承载能力不是无限的，同时，它还有一个前提，就是要在保持可持续发展，也就是保证生态用水和环境用水的前提下，再去谈经济发展用水。因此，各地的经济发展要根据水资源状况去确定发展什么、发展多大规模、多快的发展速度。

什么叫水资源承载能力呢？水资源承载能力指的是在一定流域或区域内，其自身的水资源能够持续支撑经济社会发展规模，并维系良好的生态系统的能力。今天我要讲的是水环境承载能力。这是一个问题的两个方面，辩证的两个方面。水资源承载能力讲的是用水即取水这一面。你用了水之后，产生了污水，污水又排放到一定的水域里去，这个水域能够承载多少污水和污染物的排放呢？因此，水环境承载能力指的是在一定的地域，其水体能够被继续使用并仍保持良好生态系统时，所能够容纳污水及污染物的最大能力。

污水是指化学层面的污染，污染物是指物理层面的污染，这些污水和污染物进入水体后，这个水还能够被继续使用，这是比较低的要求。比如，变成Ⅲ类水了，农业用水还行，饮用就差一点了，但至少还能够被继续使用。但这还不够，还要能保持良好的生态系统，就是最后所形成的水体仍能保持可持续发展。在一些发达国家，要求城市和工业做到零排放，一方面节水，用水量零增长，另一方面对污水处理做到零排放。有的国家提出水体自净能力概念，即水环境承载能力等于水体自净能力。我国要做到上述要求十分困难，所以我提出了“还能被继续使用”这个比较低的要求。可以说，水环境承载能力包括水体的自净能力。

水资源承载能力和水环境承载能力这两个问题为什么要一起讲呢？水资源承载能力就是从用水的角度来讲，水资源能够支撑经济发展到什么程度。水环境承载能力呢，是从污水排放的角度来讲，水体能承受多少排放物。而这两者是相辅相成、紧密相联的。在研究水资源承载能力的时候，必须考虑生态用水、环境用水。在这里我用了两个词，一个叫生态用水，一个叫环境用水。为什么用两个词呢？是为了分别说明两件事情。生态用水是指动物、植物能够保持正常生存状态所需要的水。地下水状态，海水入侵状态，都会对生态系统产生影响。生态用水侧重人和自然的关系。环境用水是特指保持水体自净能力的用水。环境用水侧重人和资源的关系。研究水资源承载能力的时候，比如说黄河给宁夏的水量指标首先要保证生态用水，要保证环境用水，然后再去分配农业用水、工业用水、生活用水、

社会用水、其他用水。而环境用水指标的确定,又是与生产生活用水的排放直接相关的。于是就形成复合函数关系,就是当你确定了水资源承载能力,分配了用水指标,所产生的污水又回到水体的时候,同时要计算出水体能不能承受已分配出去的这些指标,即在研究水资源承载能力的同时必须研究分析水环境承载能力。举个例子,现在国际上通常认为一条河调水不要超过 20%,用水不要超过 40%,用水超过 40%生态就会有严重影响。那么我们的海河呢,用水已超过 95%,远远高于 40%了。那次在海委,我说海委要把恢复生态作为主要任务,如果不把恢复生态作为主要任务的话,海河不存在了,没有水了,要海委干什么。黄河、淮河用水也都超过 40%,问题很突出。我们就以 40%为例,用 1m^3 水,一般产生 0.7m^3 污水,这 0.7m^3 污水又排放到原来的河道里。因此,用了河道里 40%的水,就意味着返回 28%的污水。而原来河道里边,还剩 60%的水,这就意味着河道里的污水与净水之比为 28:60,也就是说接近 1:2。还能不能自我净化呢?当然不可能,必然污染,不可能做到可持续发展。这种分析虽纯数学化了一点,但我想说明一点,就是我们不仅要通过分析水资源的承载能力来决定国民经济应该怎么发展,生态应该怎么平衡,还要在考虑到水资源承载能力的同时,考虑水环境承载能力,两者必须同时考虑。

2 水权和污水排放权

水资源承载能力体现在什么地方呢?体现在水的使用权上。水资源承载能力的具体化就是通过水权分配,来体现水资源承载能力。比如宁夏,给你一定的黄河水,多少是维系生态用的,多少是维系环境用的,其他的水量多少给农业、多少给工业,工业又给什么企业,生活用水多少,哪个城市用水多少,等等。水权的具体体现,就是取水许可,申请和发放取水许可证。水环境承载能力体现在什么地方呢?体现在污水排放权,就是承载能力有多少,允许你排多少,允许他排多少。这个排放一定是在承载能力之内的,才可能是可持续发展的,超过这个,肯定就不能持续发展。

我以上讲的水权和污水排放权,实际就是水资源承载能力和水环境承载能力的具体化。

有水的使用就有水的排放,取水和排水是辩证的统一。从水域取水,主要有两种情况,一种是从湖泊取水,一种是从河流取水。从湖泊取水很可能是取之于湖泊,排之于湖泊;从河流取水有个上、下游关系问题,上游排水,下游接着用。水权和污水排放权,实际讲的是水的使用和排放。在研究水的使用时,必须同时研究水的排放。现在取水许可证是水利部门发的。污水排放许可证是环保部门发的。这就要求我们水利部门在发放取水许可证时,要分析用水以后产生多少污水,这些污水排回那个水域后,该水域能否承受。如果不能承受,上游取水许可证的发放就成问题。因此在发放取水许可证的同时,必须研究和认定排水的许可。以前,在水资源开发利用程度比较低的情况下,申请者只要交水资源费,就给发证。下一步就不行了,水资源短缺了,就要同时考虑两个方面的承载能力:首先考虑水的总量能否承受;然后要考虑用了这些水以后,排出来的污水又需要多少水去自净它,也就是对排水的承载能力问题。只有考虑了对排水的承载能力,才能发放取水许可证。这就比原来的工作多了一层,不仅要考虑水源的充足性,还要考虑排污造成的后果。

3 水域作用功能区划和水域纳污能力

现在各流域都在编制水域使用功能区划,即按照水的状况和经济发展的需要,确定水

域使用功能重点。作为水域功能使用区的划定，在某种程度上是定性的。同时必须要计算或者分析水域的纳污能力，而这种纳污能力是定量的。只有以水域使用功能区的定性和水域纳污能力的定量作为依据，才可能发放取水许可证和排放许可证。这里要说清楚一条，水域的纳污能力是动态的，不同的水平年、不同的保证率有不同的纳污量。如枯水季，河道里的水很少，其纳污能力就弱；洪水季节相对来讲纳污能力就强。因此对纳污能力的分析一定要是动态的而不能是静态的。

4 总量控制和定额管理

水环境承载能力具体体现在纳污能力上，和我以前所讲的水权一样，也要建立两套指标，一套是宏观控制指标，另一套是定额指标。宏观控制指标就是水环境承载能力，总量是多少，面源污染占多少，点源污染占多少，工业占多少，农业占多少，生活占多少。另外还有自源（内源）污染，河道水体的自源污染占多少，这些都是宏观的指标。排放许可证就应该按照宏观指标的控制去发放。同时还需要一个定额指标，定额指标是衡量每个行业、每块农田、每个工厂是否科学用水了，排放是否达标了。因此，必须有定额指标。我在讲水权时就讲了两套指标，后来很多同志问我，宏观控制指标和微观定额指标到底是什么关系？这两套指标的关系就类似工程概预算与工程定额的关系，你搞一个工程要做概预算，概预算是总量控制，而工程定额既是编制概预算的基础，又是衡量形成建安工作量的劳动力和原材料成本的依据。总量控制和定额控制就是这种关系。

5 提高水环境承载能力的途径

提高水环境承载能力的途径主要有两条：减污和增水。减污重点抓三方面工作：一是要强调清洁生产，要把防治水污染的工作重点从末端治理转为源头控制；二是节水；三是污水处理。下面我想重点谈谈节水与防污的关系问题。

南方有的同志认为：节水是水资源短缺地区的任务，南方没有节水任务。现在人们逐渐地体会到，广东、江苏、浙江等南方地区虽然水多，但如果不搞节水，产生的污染让你守在水边没水用，或者像我以前讲过的，当对高昂的污水处理费用无法承受时，再被迫回过头来抓节水。节水是为了更好地治污，因为用水越多，排污越多。譬如对乌鲁木齐的调水工程，曾有专家给我写信，反映乌鲁木齐本身水资源浪费很严重，污染也很严重，越给乌鲁木齐调水越造成它的污染。如果因为大调水造成大污染、大浪费，就糟糕了。节水对于控制面源污染效果是明显的。就农业灌溉而言，有效灌溉系数现在全国平均为0.43，经过很多专家的论证，2010年要求提高到0.5，到2030年必须达到0.6~0.65才能满足要求。水灌得越多，施的化肥越多，用的农药越多，造成的面源污染就越严重。如果是用喷灌或者滴灌，把水送到植物的根部，同时把肥料也送到根部，避免其在土里残留，可以大大减少面源污染。

第二个途径是增水，对水域进行增水调控。调水减污是有前提条件的，有的地方行，有的地方不行，无水可调的地方就不行。现在正在实施的从长江引水入太湖，就稀释了太湖水，每年准备从长江引10亿 m^3 水，使得太湖蓝藻的暴发相对减弱一点。要说明的是，调水治污是为了增加水的自净能力，但水从调水区调出就减少了调水区的排污纳污能力，实

际上是水环境承载能力的转移。用调水的办法是一种辅助措施，或者说是某些特定条件下的措施，不是任何情况下都可以采用的。

提高水环境承载能力除减污、增水外，污水资源化也是非常值得深入研究的一项重要措施。污水资源化既治理了污水，减少了污水的排放，处理后的水又可以回用，增加了承载力。北京市在2010年实现南水北调调水以前，最重要的一条措施就是在抓节水的同时把工作重点放在中水回用上，这是一条非常重要的措施。现在天津在一些生活小区搞中水回用装置，生活污水经过这套装置净化后又可以用于卫生冲洗和绿化，这都是应该大力提倡的。

6 水污染防治的手段

水污染防治有四个方面的内容：

第一，不同的污染源的防治特点是不同的，点源污染、面源污染、自源污染的防治是不同的，要特别强调水源地的保护。水源地对人类健康的影响最大，要根据不同的污染源采取不同的防治措施。南水北调东线的水污染防治是大家十分关注的问题，无非有三条解决措施：关停严重超标的污染源，隔离污水和输水通道，建设绿色通道。建设绿色通道，就是在南水北调输水线路两侧，种植树、草、绿色无公害作物等，形成一条数百米宽的绿色长廊，来保证调水水质。今后，湖泊、河流、水源工程都应该进行这种建设。

第二，防治的手段有工程手段、经济手段、技术手段、行政手段和法律手段，要综合使用。

第三，特别讲一下污水处理市场化问题。污水处理市场化对于中国来讲刚起步，但特别重要。如果污水处理都要靠国家财政来支出的话，根本承担不起中国发展的需要，全国2400多个县，每个县搞一个污水处理厂得要多少钱？温副总理这次在南水北调东线视察时谈了一个很重要的观点。温副总理讲了两条：一是要认识到在收取水费的同时，收取污染防治费，是“人们消费的重要组成部分”；二是要认识到水污染处理是“生产总链条中的一个重要环节”，是“再生产和可持续发展中的一个重要环节”。意思是说，要将水污染处理费计入生产成本。国外的情况是，在收取水费的同时收取水污染处理费，有的国家是一倍的关系。只要这条路走开了，收益有了保证，就能吸引投资者；只有实行市场化，我国的水污染防治工作才能走上良性发展轨道。实行了这条政策，国外的投资者就会进来，BOT的方式就会采用。因此，污水处理市场化是一项非常重要的措施。

第四，水域的自我净化能力。水域的自我净化能力涉及生物、天然石料、土料、湿地保护、水土流失治理等等。在这里顺便谈一下去日本考察的感受。琵琶湖是日本几个大城市的水源地，污染后问题很大，为了治理琵琶湖，搞了点源治理、面源治理。我们考察了农村面源污染治理，看后很有感触。几十亩耕地一个水质处理工程，种了芦苇，放了石头，水经过这一段后就变好了，成本大概合每亩4万~5万元。后来到了一个有100多户人家的村子，村里有个小的污水处理厂，成本折合每户20万~30万元，这样才把琵琶湖的问题处理好。需要这么高的治理费用，令人惊讶。中国怎么办？但也受到一点启发，日本在处理面源污染时十分注意利用植物和微生物来提高水体净化能力。又如韩国汉城，穿过汉城有一条小河沟，大概有 $1\sim 2\text{m}^3/\text{s}$ 流量，水完全是黑的、臭的。在河岸边挖了一个池子，用