

笔 谈

水与可持续发展

——定义与内涵

编者按 1992年6月联合国在里约热内卢召开的环境与发展大会的宣言里,充分肯定和体现了可持续发展的思想。1994年,中国政府在全世界率先提出了《中国21世纪议程——中国人口、环境与发展白皮书》,它以可持续发展的思想为指导,制订了中国在21世纪可持续发展的战略和对策。在这一文件的推动下,可持续发展的思想延伸到了各项事业和各个领域、部门。

水,是实现可持续发展的重要条件。在国家 and 区域水利部门制订的各项水利发展战略和规划中,都对“可持续发展”作了充分的强调,这是令人欣喜的。然而,也发现人们对可持续发展的思想,还存在着认识和理解上的差异或含糊不清,这无疑是不利于推进我国水利事业可持续发展的。为此,《科学进展》决定举办“水与可持续发展——定义与内涵”的笔谈,以期提供一个园地,供大家交流看法,切磋观点,引起更多读者对可持续发展思想的关注。

本次笔谈的来稿涉及了水与可持续发展的各个侧面和不同层次,既有关于可持续发展思想的理论探讨,也有关于如何实现可持续发展的精辟见解。由于版面的限制,来稿将从本期起陆续刊出。

本刊曾以“90年代水文学研究的若干方面”和“水资源的定义与内涵”举行过两次笔谈。本次笔谈将继续坚持“双百”方针,鼓励不同学术思想和见解的讨论与争鸣,以期繁荣学术,促进水科学的进展。

陈家琦 (中国水利水电科学研究院 教授)

可持续发展的概念,迄今多数人仍以在1987年由世界环境与发展委员会(WCED)在《我们共同的未来》中给出的释义“保证为适合现代人们的需要又不使后代人获取他们需要的能力受到损害”是最经典的。但上述释义只是目标性的,不能具体规范或控制人们在生产和生活中的行为。10年来,虽然可持续发展原则已为多数国家所接受,并写进联合国环境与发展大会的主要文件,但贯彻实施仍有不少问题,在人们的思想和习惯上对此还存在着阻力和障碍,有不同的认识和理解。然而,可持续发展原则是针对人类社会的发展提出的,包括要保持人类生存环境功能和不断提高人类物质和精神文明的必要条件。由于人口的不断增长和人们需求的不断提高,在生产和生活过程中大量消耗地球自然资源和产生污染物,在改善生活条件的同时又给人类的生存环境带来愈来愈严重的不利情况,因此可持续发展就是针对保护资源和保

护环境而提出的,即不要因我们这一代人消耗和浪费自然资源而剥夺后代人享用这些资源的权利,不要因我们这一代人的“胡来”而把一个被破坏的生存环境留给后代。

地球自然资源有两大类:一类是形成于地质年代,一旦采用就很难恢复再生,多数矿产资源属于这一类。对于这一类资源如果无限利用,则总会有耗竭的一天,因此对这类资源就不能提可持续开发,只能注意节约和有效利用以延长可采期,并努力在此之前寻找可代用资源或以人工合成材料代替;另一类是可在自然过程中恢复再生的自然资源,如生物资源和水资源。对这类资源的利用就要使其消耗量永远小于其自然恢复再生的能力,因此对这类资源可提出可持续开发利用的原则。在英文中,发展和开发都可用development这个词,但在中文中,对水资源用可持续发展就不如用可持续开发显得通顺。

水在人类社会中是不可替代的资源,是人类生存所必需。能够使人类长期利用的水是在自然界通过全球水文循环可恢复、更新的淡水。因此开发利用水资源应限制在其恢复、更新能力以内,无论对河川径流或地下水都不可超量采用,深层地下水由于和水文循环联系很弱,一旦开采使用,短期内很难恢复,对其使用应持特别慎重态度,常年大量开采是不适宜的。水在使用后形成废污水再流入水源水体,造成水环境的危害,威胁人类生存条件,从可持续开发利用原则,必须对这种现象进行防治。大气中的有害尘埃经雨水冲洗带到河(湖)中或渗入地下造成污染,以及地表径流挟带地面上的有害物质进入河流和湖泊,都应进行防治,以利水资源的可持续开发利用。因此,水资源的可持续开发涉及很多方面,不能只就水论水,而要从整体观念出发,各方协作,才能实现。

刘昌明 (中国科学院水问题联合研究中心 院士)

可持续发展定义的商榷

可持续发展的概念出现较早。自1983年成立世界环境与发展委员会(WCED)以来,特别是1987年出版了“*Our Common Future*”一书以来,可持续发展更为世界瞩目。该书为可持续发展所写的定义是:“满足当代人的需求又不损害子孙后代需求能力的发展”。嗣后,1992年由各国首脑参加的全球环发大会,进一步提出了可持续发展的《21世纪议程》,在我国引起了巨大反响。

国内外学者纷纷从不同角度提出了可持续发展的理解与定义。应当说现有的各种定义均有助于对可持续发展的理解。笔者认为:可持续发展应理解为社会发展的目标函数,以资源生态环境与经济等组成相互和谐的制约条件,并在时间与空间方面具有循序协调的动态连续发展系统。这一定义似能融伦理社会、经济、环境、生态、技术、区域和人与自然关系于一体。

水资源开发利用与可持续发展的统一关系

水作为人类所需而不可替代的一种资源,从水资源与可持续发展来看,既要保证水资源开发利用的连续性和持久性,又要使水资源的开发利用尽量满足社会与经济不断发展的需求。两者必须密切配合。没有可持续开发利用的水资源,就谈不上社会经济的持续、稳定发展。反之,如果社会、经济发展的需求得不到水资源系统的支持,则会反作用于水资源系统,影响甚至破坏水资源开发利用的可持续性。水资源对社会经济的承载力是维持水资源供需平衡的

基础，也是可持续发展的重要指标之一。

区域水资源的承载力及其计算

从可持续发展看，区域水资源的开发潜力的基础方向是各种水资源再生或更新周期 T 的长短： $T = S / \Delta S$ ，其中 S 和 ΔS 是某项水资源的储量 L^3 与其参与水文循环的活动量 ($L^3 t^{-1}$)，例如全球平均的大气中水汽更新周期 $T = 10d$ ，河川径流 $T = 12d$ ，而地下水 $T = 1400a$ 。因此，超过地下水的 ΔS 采水，要能使其恢复或再生需要上千年的时间，即使与大气水积极交换的浅层潜水其 T 值也达数年数十年。显然，降水与河水的 T 值则小得多，所谓的水资源可再生性常常是指这部分水。区域水资源最大可能的潜力 (P_w) 为： $P_w = (P - E_0) + (R - D)$ ，式中 P 与 R 为降水与径流； E_0 为表征区域能量的环境蒸发； D 为维持河流生态所需的水量。显然， P_w 是可能提供社会与经济的潜在水量，其对工、农业与城市等部门发展支撑，即承载能力。

面向未来，全面解决我国水问题，确保可持续发展

按照我国城市化的进程估计，到21世纪中期以前，城市人口将由目前的不足4亿增加到8亿左右。面对城市化的发展趋势和以城市为中心的经济、社会发展，我国未来水资源的工作必将围绕着城市展开，要解决城市化过程中日益严重的供需矛盾问题，必须未雨绸缪，积极举措；应立足节水，加强需水管理，合理调配水资源；必须重视城市洪涝灾害的问题，我国多数重要城市沿江河分布，在全国城市中受洪涝灾害影响的占2/3，因而需要提高七大江河的防洪标准，以防患于未然；与此同时，应特别加强控制城市与工业的污水排放，以保护环境。为了实现以上三项主要任务，迫切需要强化法制和采取科学化的水资源统一管理政策以及市场化的运营机制。

海热提·涂尔逊 杨志峰（环境模拟与污染控制国家重点联合实验室，北京师范大学环境科学研究所 教授）

1987年，联合国环境与发展委员会在《我们共同的未来》(Our Common Future) 中对可持续发展的定义：“既满足当代人的需要，又不对后代人满足其需求的能力构成危害的发展”，得到了世界各国的普遍接受。可持续发展的概念包含三重涵义：第一，公平性，即满足当代人和后代人的基本需要；第二，可持续性，即实现长期、稳定的经济持续增长，使之建立在保护地球环境的基础之上；第三，和谐性，即实现社会、经济与环境的协调发展。从《21世纪议程》看，可持续发展包括社会可持续发展、经济可持续发展和环境与资源可持续利用三个方面。可持续发展的主体是发展，是指经济的增长能不断满足持续人口增长的需求。经济发展、人口增长与环境和资源保护之间的协调，是可持续发展的先决条件。只有在协调发展的基础上，才有可能持续发展。协调发展有其不同的层次和规模：在社会生产层上，指产业部门和产品结构的合理共同发展；在社会动态发展层上，指只要保持经济、人口、资源、环境的协调，那么这个社会的发展就符合可持续发展原则；在社会关系层次上，强调人与自然的和谐统一：人类应遵循自然规律，按适度原则干预自然，合理利用自然界给予人类的一切，最终实现人与自然的共同发展，为整个社会的可持续发展创造条件。

按系统论的观点和方法, 社会、经济、环境和资源是构成可持续发展系统的四个子系统。其中社会的可持续性, 是发展的目的, 形成可持续发展的目标系统; 经济的可持续性, 是发展的动力, 形成可持续发展的驱动系统; 环境的可持续性, 是发展的保障, 形成可持续发展的稳定系统 (由水环境、大气环境、土壤环境构成); 资源的可持续性, 是发展的基础, 形成可持续发展的支持系统 (由水、土、气、光、热等资源要素组成)。这四个子系统相互影响、相互制约、相互促进、在系统内部产生正效应, 以实现系统的产出最大, 满足不断增长的人口需求, 实现可持续发展。

水作为人类赖以生存的必要条件, 是可持续发展的基础, 其数量和质量优劣直接影响社会经济的可持续发展水平。笔者认为, 水的可持续利用或水环境的可持续发展包括水资源、水环境容量和水环境承载力的可持续利用三个方面, 是指根据水资源的时空分异性、流动性和突变性等特点, 在水环境容量对污染物自净同化能力允许的范围之内, 通过合理的开发利用方式, 有效地提高水环境承载力对人类各种生产活动的支持程度, 最终使之产生最佳的社会、经济与环境综合效益。

水环境可持续发展的内涵, 应体现在水资源、水环境容量和水环境承载力的含义、特征及其相互之间的联系上。从含义上而言, 水资源, 一般是指地球表层由大气降水形成的、可被人类利用的水、水域和水能资源, 具有不可代替性、自然保护性、经济开发性和可更新性等特征; 水环境容量, 是指自然环境或环境组成要素对污染物质的承受量和负荷量或是指污染物允许排放总量与该污染物在环境中降解速率的比值, 具有地带性、不同等性 (对污染物)、经济资源性和可控性等特征; 水环境承载力, 是指水环境对人类活动的最大支持限度, 具有客观性、固有性、阈值性、矢量性和变动性等特征。这是反映水环境可持续发展特征的三个重要概念, 体现了人类对水环境及其与人类活动之间关系的一个不断发展的认识过程。首先, 水资源概念反映了水环境的供给功能或提供资源的能力, 是水环境可持续发展特征的一个方面; 其次, 水环境容量反映了其具有消纳污染物的能力, 强调了提供水源的能力, 并指出这种能力是有一定限度的, 这是水环境可持续发展特征的另一方面; 最后, 水环境承载力概念反映了水环境对人类活动的综合支持能力和支持的限度, 是对上述两个概念的综合和发展, 它既肯定了水的开发利用和保护价值, 又强调了水环境具有一定限度的纳污能力, 并把这种能力同相关的人类活动有机地联系在一起, 以此说明了可持续利用水环境的方式和途径。总之, 水资源、水环境容量和水环境承载力是水环境可持续发展中既有联系又有区别的概念, 从不同的侧面反映了水环境可持续发展的基本内涵。

方子云 (长江水资源保护局 教授)

发展是人类永恒的主题, 是人类满足自身需要的实践活动的全部过程和结果。过去传统的发展模式是以“高投入、高消耗、高污染”为特点的经济增长模式, 这种模式是很不理想的。人类在漫长的生活过程中, 不断总结经验, 探索未来, 逐步认识到只有走可持续发展的道路才是唯一正确的选择。1992年世界环发大会以后, 各国、各部门编制的《1世纪议程》则是贯彻可持续发展战略的具体行动计划。

笔者认为可持续发展主要可从以下几个方面来认识:

(1) 从发展的时间尺度考虑, 可定义为: “既满足当代人的需要, 又不对后代人满足其需求能力构成危害的发展”;

(2) 从发展的空间尺度考虑, 还应加上: “特定区域的需要不危害和削弱其它区域满足其需求的能力”;

(3) 从人与自然的关系上考虑: 要求人与自然和谐统一。

所以, 可持续发展是一个综合的和动态的概念, 它是经济问题、社会问题和环境问题三者互相影响、互相协调的综合体。并且随着社会和科学技术的进步, 不断地对这个综合体的组成部分进行变革、提高, 圆满地按上述1~3的指导思想进行。

目前还有许多关于各行业诸如可持续经济、可持续农业、可持续林业、水资源的可持续利用与保护等的提出, 它们大都是可持续发展的一般性概念的应用。

水是资源又是自然环境的重要组成部分。它是无法替代的而且是数量有限的; 它不仅是人类与其它一切生物生存的必要条件, 也是国民经济发展不可缺少的资源。有的缺水地区甚至把它提到“资源的资源”的重要地位了。它又是自然环境的一部分, 是环境生命的血液。它具有最容易受到破坏、在经济活动的影响下将迅速发生变化的特点。水环境被污染, 侵占水环境如围湖造田等就是实例, 这时它将又制约发展。所以水是可持续发展的基础与条件, 是环境问题与发展问题的核心。水利工作者一定要按照上述可持续发展的指导思想进行工作。为了经济和社会发展, 提高抗御洪涝旱咸灾害的能力; 防治水污染; 防止超采地下水(不使地面下沉或形成漏斗); 保持水土; 节约用水; 合理分配水量(防止上游用水浪费, 下游河道干枯, 无水可用); 尤其要作好水工程的规划、管理的决策, 防止失误; 使水能长期地发挥它的多功能作用, 达到上下游合理、地区(流域)共享的境地。

总之, 从上述时空关系和人与自然的关系综合考虑水利工作的一举一动, 就可以认为水利工作是根据可持续发展要求进行的。假如只单纯地考虑水利问题而与发展脱节, 不仅目标不明确, 当然也谈不上可持续发展了。

冯尚友 梅亚东 (武汉水利电力大学 教授)

持续利用是可持续发展中用于可再生自然资源利用的术语, 非再生自然资源的利用是无“持续”可言的^①。水资源持续利用是可持续发展框架下水资源利用的一种新模式, 是水资源综合开发、利用、保护、防治和管理统一最合理的利用方式。水资源持续利用的涵义, 我们认为可以这样界定: 在维持水的持续性和生态系统整体性的条件下, 支持人口、资源、环境与经济协调发展和满足代内和代际人用水需要的全部过程。这样命题和定义, 既反映了再生资源可持续利用的特性, 又标示了与传统水资源利用的区别; 对面向可持续发展的水资源利用涵义, 认为是比较明确的。

水资源能否世代地利用下去, 问题不在于具有可持续属性的水资源本身, 而在于人对水资源利用的行为与方式。只要人与自然、人与人之间关系和谐, 开发利用方式合理, 利用限度不超过它的承载能力, 就可永续地利用下去; 但还需要一定的社会、科技条件支持和人与自然、人与人之间的伦理道德规范, 才能维持全社会的持续发展和代际间的共同繁荣。

水资源持续利用与传统的水资源利用有着本质的不同。传统水资源的开发利用是经济增

长模式下的产物,其特点只顾眼前和当代,不顾未来和后代,只重视经济价值、不管生态环境价值,只要经济效益,不惜牺牲生态环境质量,因此造成了今天世界性的生态环境问题,严重威胁人类生存与发展。这种资源利用方式是一种“竭泽而渔”、“寅食卯粮”的掠夺方式和非持续的粗暴行为,必然要被协调有序的持续利用方式所取代。

水资源持续利用的基础是生态经济复合系统理论。水资源开发、利用、保护、防治和管理活动和一切经济活动都是在生态经济系统中进行的,并受生态规律、经济规律和它们耦合的生态经济规律支配。因此,水资源持续利用必须纳入生态经济系统中进行研究和实践。

水资源持续利用的指导思想、基础理论、原则方法与传统水资源利用也不同。水资源持续利用以开发资源、增长经济、保护环境和促进社会的协调性与持续性为指导思想,以生态经济系统理论为基础,以可持续生存原则为准绳^①,以系统科学的方法论,并结合其它自然和社会科学理论的多学科协作为方法。因此,传统的水资源利用思想、理论和方法应作相应的转变、扩充和改进,才能适应可持续发展战略的要求。

水资源持续利用贵在持续性,贵在能够持久地利用下去,以保证世世代代的用水需要。如何实现这个任务,无疑需要水利工作者首先行动起来,踏踏实实地开展研究和实践工作。举办“笔谈”,就是一件大好的开端。

朱尔明 (水利部 教授)

水是生命的源泉,是社会和经济可持续发展的重要物质基础。有了水,我们才能发展农业,发展工业,发展经济,保护生态环境,保持社会的繁荣和稳定。

由于全球淡水资源可利用量很有限,在当今世界面临的人口、经济、社会、环境和资源相互协调发展中,水是一个很关键的问题。“下世纪全球经济和社会的持续发展,将受淡水供应短缺的制约”,联合国在1997年召开的“可持续发展会议”对全球性淡水资源和供应紧缺状况提出了严重警告。目前世界上大约有90个国家,40%的人口面临缺水的局面,水与发展不仅是世界性的问题,而且因水短缺产生的社会动荡和地区冲突已成为影响全球和平与发展的主要热点之一。

水对于我国社会和经济的发展具有极大的重要性,在中华民族的发展过程中更具特殊的重要地位。自古以来,国土开发和农业社会所带来的经济繁荣和发达文化,都是与水的开发利用有关。从某种意义上说,我国的社会发展史也是一部水利发展史。古今中外的历史经验表明,人类生活定居方式,国家经济繁荣与持续发展,从物质条件供应上很大程度依赖于地球淡水资源供应的数量和质量。当今世界对水的认识是将其纳入国家综合国力重要组成部分,把水的开发利用程度作为衡量一个国家社会经济可持续发展的重要标志,把水的调蓄能力和开源节流潜力,作为检验一个国家应变能力大小和后劲所在,水资源的供需不平衡可能会导致一个国家社会和经济的波动与危机。在我国把水利是农业的命脉,提高到是国民经济的基础设施和基础产业,并纳入国家可持续发展长远目标规划优先考虑,这种演变和认识,是和当今世界

① IUCN, UNEP, WWF. 保护地球——可持续生存战略(国家环保局译). 北京:中国环境科学出版社, 1992. 3, 1~67

对水的认识一致的。

我国社会和经济当前正处于持续稳定发展的时期。到2050年，全国人口将达到16亿左右，人口城市化加速进行，居民收入和消费增长较快，国民经济要达到中等发达国家水平。面向未来，人口众多，经济发达，必然带来资源消耗加速增长，供求矛盾加剧。水资源是不可缺少，不可替代的重要资源，水与社会经济持续发展将更加密切，更加重要。然而，水的问题在全国愈来愈突出，形势十分严峻。水资源短缺、污染、浪费、时空分布不均，水旱灾害频繁，管理体制不顺以及管理手段落后等与国民经济和社会发展极不相适应。

为了进一步促进和推动水与社会、经济的持续发展，党和国家把水利摆在非常重要和突出的位置，制定了发展水利的若干政策和措施，包括进一步加大水利建设力度，建立水利建设基金，坚持推行水利可持续发展战略，加强水资源的统一和持续性管理等，这为今后我国水利建设与发展，水资源管理保护和持续利用实现两个根本性转变指明了方向，也给一直较弱和发展滞后的水利带来了加快发展的机遇。

这里需要指出的是，对全民要加强水的宣传教育，让全社会都能够从我国人口众多，水土资源贫乏，自然灾害频繁的基本国情来认识水的重要性，提高全民族的水忧患意识和危机感，树立珍惜水、节约水、爱护水、保护水的良好社会风尚，寻求一条水资源与人口、经济、社会、环境相适应的节流开源的可持续发展道路。

水孕育了人类社会文明、进步与发展。我们要让有限的水，宝贵的水奔腾不息，碧水常清，为我国社会和经济，为人类的和平与可持续发展作出更大贡献。

张光斗（清华大学 院士）

水利是农业的命脉，也是国民经济的基础。党中央和国务院决定把农业、水利、能源、交通等作为国民经济的基础产业，水利处在第二位，为工程之首，可见水利的重要性。水多了可能造成洪涝灾害，水少了可能造成干旱灾害，这些灾害能造成人民生命财产的巨大损失。水是人民生活和工农业生产不可缺少的。所以水资源的开发利用，除害兴利，必须持续发展。

水持续发展的定义是：防治洪涝干旱灾害的长期持续发展，不断提高防治标准，减少灾害；开发利用水资源兴利的长期持续发展，不断提高利用水平，改善人民生活，支持工农业发展。

水持续发展的内容分述如下。

防洪 整治和开挖河道，加高加固堤防，增加河道泄洪能力，保护两岸土地和城镇。修建水库，削减下游洪峰和洪量。设置分洪、滞洪设施，淹局部地区，减少河道流量，保堤保安全。目前大江河的防洪标准只有20~30a一遇洪水，中小河流的防洪标准更低，要逐步提高到100~1000a一遇洪水。

除涝 沿江河和在湖泊四周修建堤防，造成内涝。在低洼地区也积水成涝。要修建排水河、排水闸和扬水站，把涝水排出，防治涝灾。目前农田防涝标准只2~3a一遇洪水，城镇和工业防涝标准只4~5a一遇涝水，要逐步提高到5a和10~20a一遇防涝标准。

水土保持和减淤 我国江河难治在于泥沙淤积河道。要进行水土保持工作，修建谷坊、拦泥坝、鱼鳞坑、梯田等，植树种草，减少泥沙入河，是治河的根本措施。目前国家十分重视水

水土保持工作,但工作很艰巨,非短期内能做好。现水土保持工作已初见成效,要长期加紧工作。保持水土,改善农业生产条件,对扶贫有利。

修建水库拦蓄泥沙、向河道两侧洼地放淤、挖沙、引黄淤灌等,都能减少河道淤积,为水土保持工作取得时间。

灌溉、排水 灌溉农田,增加农产,要建设水库和水井等水源工程、灌溉渠系和管道、田间工程、灌溉设施等。目前灌溉面积4670万 hm^2 亩,要继续发展灌溉面积,提高灌溉用水保证率,采用先进灌溉技术,节约用水。要跨流域引水,增加水源。

修建排水系统,控制土壤水分,防止水渍。要继续扩大排水面积,并利用回归水灌溉。继续对盐碱地修建排水系统,用水洗碱,改良土壤。

供水 继续修建水库和水井等水源工程、输水管渠系统、反调节水库、自来水厂。目前有300余座城市缺水,要进行缓解。要节约用水。要跨流域调水,增加水源。

水力发电 继续修建水电站,扩大能源供应。水电是可再生、清洁能源,应优先开发利用。目前已建设水电站装机5000万 kW ,占可开发容量的13%,要大力发展水电,在西南、西北修建大型水电站,西电东送。还要修建小水电,为发展农村服务。

内河航运 继续发展内河航运,整治河道,修建码头、港口、过坝通航建筑物。对合适的河道进行渠化。修建运河。我国河流众多,目前利用里程不足,应大力发展。

改善水环境 河湖水环境关系水质,目前水污染严重,影响水源。要继续控制污染源,进行污水处理,改善水环境。

养鱼、旅游 继续发展养鱼和旅游事业

水利经济 要实现水的持续发展,必须理顺水利经济。要实行两个转变,水利建设从计划经济转变为市场经济。除害建设如防洪等由国家 and 地方政府无偿投入,可向受益户部分无偿集资,运行、管理、维护费用也是如此。兴利建设如灌溉、供水、发电等是多渠道有偿投入。收水费、电费、通航费等应能偿还投资本息,支付大修费、维护费、运行费、管理费、税金等。部分溉水费要由国家 and 地方政府补贴。

水利科教 要水的持续发展,必须有水利科教的持续发展。要继续研究、开发水利新科技,为持续发展水利建设服务。要继续培养各级水利科技人才特别是高层次水利科技人才,还有管理人才。要发展水利科技继续教育。