

# 西部大开发战略下的西北水资源开发、利用与保护

王浩

(中国水利水电科学研究院)



**摘要:** 本文在对西北地区水资源与生态环境进行系统评价的基础上,面向西部大开发战略,提出了西北水资源的合理开发、高效利用与保护的**模式**。通过对西北地区水资源与生态环境本底和问题的分析,以及对其水分与生态结构及其驱动关系的剖析,认为该地区的合理开发模式为建立水资源利用的社会公平性、高效率和高效益;高效利用模式为保证基本生态用水(50%)、提高开发利用效率和开发替代性水资源;保护体系为在上游产水区建立水土保持与水源涵养体系、在中游用水区建立用水与排污总量的平衡体系、在下游耗水区建立生态用水保障和高效利用体系。在保障措施方面,应树立新型资源和生态价值观、加强区域水资源合理配置、实行流域水资源统一管理、建设节水防污型社会和加快骨干水利工程建设,最终达到在西北地区建立与水资源和生态环境条件相匹配的经济结构体系的目的。

## 1 西部大开发战略

西部大开发战略是党中央、国务院按照“两个大局”的战略部署,在东部地区经济发展取得相当成就的基础上,为缩小东西部差距,实现均衡发展,对我国经济发展战略布局所作的又一次重大战略调整。实施西部大开发战略的主战场,是指西部的重庆、四川、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆等 10 个省区市,另外一些中部省区尤其是与西部接壤的内蒙古、山西、河南、湖北、湖南,甚至广西等省区也被纳入到西部大开发战略的整体框架内。

受区域自然条件,生态和水资源是限制西北地区发展的两大“瓶颈”因子。历史经验告诉我们,制约西部发展的关键不在于其自身“优势”未能得到充分发挥,而在于其水资源贫乏、生态脆弱、基础设施条件差、人口聚集程度低和体制转变滞后等一系列区位优势未能得到有效克服,导致区域一方面不得不长期承受

资源产品大量流出和加工制造产品净流入的双重利益损失,同时区域内部实际的经济资本增值的很大一部分也是通过自然资本的转化而来的,如宁夏灵武市,据测算,1990—1997年经济资本增加3.609亿元,单纯考虑经济资本增加,GDP年均递增12.5%,而同期自然资本减少1.424亿元,而如果同时考虑自然资本、经济资本和社会资本,年均递增率则降为4.5%<sup>[1]</sup>。

为此,实施西部大开发战略的具体内容包括两方面,一是加强生态环境建设,二是完善现有基础设施建设,建立与水资源和生态环境本底条件相匹配的经济结构体系。

生态环境建设内在涵义很宽泛,可以理解为一切旨在保护、恢复和改善生态环境的行为总称,对于西北地区来说,生态环境建设的提出是针对目前由于各种人类活动(主要是水土资源的过度开发)所引发的生态环境退化现象而言,其基本任务是限制或取消那些引起生态系统退化的各种人为干扰,充分利用生态系统的自我修复功能来实现生态环境系统的良性发展和循环<sup>[1]</sup>。因此西北地区生态环境建设不能脱离固有的自然条件和规律(主要是生态系统的宏观地带性规律),盲目地去建设一个新的生态环境,而应根据西北地区不同尺度的生态环境差异性特点,因地制宜,宜林则林、宜灌则灌、宜草则草、宜荒则荒。另外根据西北地区生态环境系统的脆弱性,以及恢复重建的艰巨性,生态环境建设首先要防止对现有生态环境的继续破坏,并尽可能地恢复重建已被破坏的自然生态环境;在经济上,西北地区目前以基础产业为主体,农业生产以自给为主,特色经济规模不大,且大耗水的粮食作物所占比例过高,工业上处于工业化初级阶段,大部分属于资源开发型且未形成较长的产业链,大量的初级能源原材料进入市场,主导功能不强,对地区经济发展的带动力不强<sup>[2]</sup>。因此西北地区应及时把握西部大开发战略机遇,高起点地发展交通、通信、水利等基础设施,对传统产业进行技术改造,调整产业结构尤其是种植结构,大力发展养殖业、高效特色农业和生物工程产业,有选择地发展采矿业和相应的加工业,有重点地发展高新技术产业,完善旅游业设施和拓展旅游业市场,从而建立起高效、节水和防污型的经济结构体系。

---

<sup>1</sup> 中国工程院重大咨询项目“西北地区水资源配置、生态环境建设和可持续发展战略研究”项目综合报告。

## 2 西北地区水资源及生态环境评价

本文所说西北地区,包括新疆、甘肃、青海、陕西、宁夏五省区以及内蒙古西部的阿拉善、伊克昭两盟和乌海市,涉及四个一级流域,即内陆河流域片、黄河流域片、长江流域片以及属于西南流域片,总面积 339 万  $\text{km}^2$ ,占全国面积的 35%,区内共有总人口近 1 亿,目前城镇化率约 28%,粮食总产量约 3000 万 t。

### 2.1 水资源评价

西北地区深居内陆腹地而远离海洋,加之高山峻岭的阻隔,气候十分干旱,多年平均降水量 235mm,内陆河区降水量一般都在 200mm 以下,蒸发量却高达 1000~2800mm,降水少而蒸发大,使得西北地区的水分稀缺程度远高于国内其他地区。西北地区水资源总量 2344 亿  $\text{m}^3$ ,仅占全国水资源总量的 8%。西北地区传统水资源评价结果见表 1。

表 1 西北地区水资源及其分布(狭义水资源) (单位:亿  $\text{m}^3$ )

省区	面积 (万 $\text{km}^2$ )	降水量 (亿 $\text{m}^3$ )	地表水 资源量	地下水 资源量	水资源 总量	产水 系数	产水模数 (万 $\text{m}^3/\text{km}^2$ )
新疆	165.4	2515.7	794.4	383.0	857.0	0.34	5.2
甘肃	39.6	1319.2	297.7	154.8	311.9	0.24	7.9
青海	72.3	2083.8	622.1	262.8	627.5	0.30	8.7
陕西	20.6	1376.8	425.8	161.1	445.0	0.32	21.6
宁夏	5.2	151.2	9.7	29.8	11.7	0.08	2.3
内蒙西部	36.0	488.7	15.1	43.1	50.9	0.10	1.4
西北全区	338.9	7935.4	2164.7	1034.7	2304.3	0.29	6.8

广义水资源是从水分的有效性出发所提出评价口径<sup>2</sup>,西北内陆河流域部分地区广义水资源评价结果见表 2。

表 2 西北内陆河区广义水资源计算成果 (单位:  $\times 10^8 \text{m}^3$ )

	降水量	无效降水量			有效降 水量	广义水 资源量	狭义水 资源量	降水组成(%)		
		合计	山区	平原				无效	有效	产水
新疆	2546	706	483	223	983	1840	857	28	39	34
北疆	1047	151	64	87	466	896	430	14	45	41
东疆	141	55	25	30	59	86	27	39	42	19
南疆	1357	500	394	106	458	858	400	37	34	29
河西走廊	418	132	90	42	204	286	82	32	49	20

<sup>2</sup>见本次会议交流论文《水资源评价准则与计算口径》。

	降水量	无效降水量			有效降水量	广义水资源量	狭义水资源量	降水组成(%)		
		合计	山区	平原				无效	有效	产水
疏勒河	164	70	57	12	71	94	23	42	44	14
黑河	164	46	26	20	77	119	42	28	47	25
石羊河	90	17	6	11	56	73	18	19	62	19
柴达木	296	110	94	16	139	186	47	37	47	16
合计	3260	949	667	282	1326	2312	986	29	41	30

西北地区水资源基本特点主要有：(1) 干旱少雨，生态脆弱。西北地区是全国降水最低值地区，也是唯一降雨量少于农田作物需水量的地区；(2) 水土矛盾突出，时空分布不均衡，调节代价高，不利于水资源的开发利用；(3) 生态对水分依存度高，生态需水刚性大、水资源国民经济可利用量相对较少；(4) 地表水地下水转化频繁、下游对上游开发利用方式极为敏感。

## 2.2 生态环境评价

受区域降水等自然因素的影响，西北地区绿色面积的比例，包括有林地、灌木林地、疏林地和其它类型的林地，以及耕地，均远远低于全国平均水平，而难利用土地面积（包括沙漠、戈壁、盐碱地、裸岩、裸土等）占总面积的一半，远高于全国 33% 的平均水平。西北地区各省生态环境基本组成情况见表 2。

表 2 西北各省生态环境概况表

区域	评价面积 (万 km <sup>2</sup> )	水面 (%)	林地 (%)	草地 (%)	耕地 (%)	人居建设 (%)	难利用地 (%)
内蒙古西部	32.54	0.4	0.9	35.3	1.3	1.0	61.6
陕西	20.57	1.1	23.0	40.1	27.1	13.2	2.0
甘肃	40.46	0.3	9.6	35.1	13.5	5.7	38.7
青海	71.67	1.9	3.8	57.6	0.9	0.6	35.5
宁夏	5.18	1.1	5.1	48.7	26.3	14.5	11.5
新疆	164.00	0.5	2.2	29.8	2.7	1.5	61.0
全西北	334.43	0.8	4.6	37.8	5.4	2.7	50.0
全国	960.00	1.8	24.2	31.6	14.5	4.7	33.0
西北/全国 (%)	34.80	15.76	5.6	41.7	12.9	20.0	52.8

根据 20 年代 70 年代到 90 年代遥感影像，结合地面统计数据，西北内陆区生态环境变化情况见表 3。

总体上看，西北内陆地区山区植被在过去的 20 年里处于不断退化的状态。

表 3 20 世纪 70-90 年代西北地区生态环境变化情况 (单位: 万 km<sup>2</sup>)

区域	山区植被		人工绿洲		天然绿洲		绿洲总和		交错过渡带		荒漠区	
	面积 变化	变化率 %	面积 变化	变化率 %	面积 变化	变化率 %	面积 变化	变化率 %	面积 变化	变化率 %	面积 变化	变化率 %
北疆	-0.8	-7	1.28	54	-0.02	-1	1.26	27	-1.29	-9	0.03	0
东疆	-0.7	-21	0.03	13	-0.06	-31	-0.03	-8	-0.23	-12	0.26	2
南疆	-8.6	-32	0.15	5	-0.31	-10	-0.17	-3	-1.15	-16	1.32	3
新疆	-10.1	-24	1.45	27	-0.39	-7	1.06	10	-2.66	-12	1.60	3
疏勒河	-1.3	-40	0.02	19	-0.01	-11	0.01	7	-0.09	-6	0.07	2
黑河	-0.9	-28	-0.01	-1	-0.08	-29	-0.09	-11	-1.18	-37	1.27	26
石羊河	-0.1	-11	0.05	7	-0.08	-52	-0.03	-4	-0.32	-34	0.36	31
河西走廊	-2.3	-31	0.06	5	-0.18	-34	-0.11	-6	-1.58	-28	1.70	17
柴达木	-0.4	-9	0.02	28	-0.12	-10	-0.10	-8	-0.20	-8	0.30	3
西北内陆	-12.8	-24	1.53	23	-0.68	-9	0.85	6	-4.44	-14	3.60	5

由于人为砍伐和山区夏草场的过度放牧超载, 累计减少植被面积 12.8 万  $\text{km}^2$ , 退化面积的比率达 24%。平原地区, 从 70 年代以来, 人工绿洲累计增加 1.53 万  $\text{km}^2$ , 增长 23%, 天然绿洲面积减少了 9%, 而绿洲和荒漠之间的交错过渡带严重退化, 累计减少 4.44 万  $\text{km}^2$ , 萎缩了 14%, 荒漠区面积扩大 5%。由此可以看出, 受以水土资源开发为基本特征的人类活动影响, 西北地区的生态呈现出“两扩大、一缩小”的明显趋势, 即荒漠化面积扩大, 人工绿洲面积扩大, 荒漠—绿洲过渡交错带面积缩小, 生态环境总体上向劣化方向演变。

### 3 西北内陆地区水分与生态结构及驱动关系

西北内陆地区高山高原和山前盆地相间的地形特征, 形成了干旱地带中独具特色的水循环系统。上游山区降水相对丰富, 且蒸发消耗较小, 为主要径流形成区, 河川径流沿程加大。出山口以下为平原区, 这里降水稀少, 大部分地区基本不产流, 为径流排泄区, 其间不断蒸散发和渗漏, 最终消失, 其中平原盆地上中游的沿河两岸, 属于径流消耗和地表—地下水强烈转化区, 在平原盆地的下游和人工生态系统周边地带, 属于径流的耗散区。

#### 3.1 天然状态下的水分条件与生态结构关系

水分和热量是地区生态系统演化的最为重要的两大控制性因子, 具体约束

区域生态系统结构和演化的还要看两项因子中的“较短板”。对于山区来说，高海拔区主要受热量控制，低海拔区水分则成为主导影响因子，两项因子交替作用造成山区生态景观垂直带谱发育，依次为冰川积雪带、高山砾漠、高山草甸（冰雪补给为主）；亚高山和山地草甸（雨雪混合补给），森林带、山地草原（降雨补给为主）。对于平原区而言，由于热量相对较为充足，生态结构则几乎完全受水分条件的控制，沿河两侧依次形成绿洲、过渡带、荒漠；植被等级和盖度逐渐由高向低演变。

支撑生态系统的水分补给来源包括降水性水资源和径流性水资源，其中前者是降雨过程或是降水形成径流过程中直接为生态系统所利用的有效水分，后者是径流运动过程中或经过人工调控后为生态系统所利用的有效水分。其中地带性植被所在的天然生态系统完全消耗降水量，非地带性植被所在的天然生态系统消耗径流量为主、降水为补充，处于地带性与非地带性的交错过渡带以消耗降水为主、径流为补充。

山区的河流是地下水排泄的基准面，一般由地下水补给河道，因此内陆河山区生态系统基本靠降水性水资源支撑，有效降水的利用量决定着地带性植被的发育程度，同时也影响着降水—径流系数的变化。而在平原区，降水由盆地边缘向中央逐渐减少，总体上降水仍不足以支撑植被生长，因此荒漠是平原地区最典型的地带性生态类型。但由于盆地地势低洼，是内陆河流的归宿地，因此出山口径流是平原区非地带性植被水分的重要补给来源，由于径流的作用，内陆河平原沿河岸形成了非地带性生态群落：林地和高盖度草地以及湿地等，组成绿洲。河川径流向两岸侧渗形成一定影响范围的地下潜水。潜水蒸发的加入，“激活”了潜水影响区域内降水的“有效功能”，由降水与地下潜水共同补给，在非地带性的绿洲生态与地带性的荒漠生态之间形成了一个相对绿洲而言要宽阔得多的过渡带。过渡带植被以（中）低盖度草地为主，是从非地带性绿洲生态向地带性荒漠生态的过渡形式。最终，地下潜水消失导致径流作用终止、微弱的降水成为唯一的水分来源，植被基本消失、开始进入浩瀚无际的荒漠地带。上述分析表明，河川径流是支撑盆地植被生态系统的最重要水源，降水只是起辅助作用。即使在以降水

为主要水源的过渡带，径流起的也是“关键少数”的作用，因为缺少径流的补充，降水不能独立支撑植被生长，被荒漠吞噬，沦为无效蒸发。因此，平原地区降水的有效性需要河川径流（客水）的帮助才能体现。

### 3.2 人类活动影响下的水分条件与生态演替关系

人类活动以两种方式深刻影响西北地区生态状况及其演变，一是人类活动直接改变地表覆被情况，如土地利用、放牧与垦伐、水土保持等，这种活动影响的程度和范围相对较为直观；二是改变区域水分条件所引起的生态演替，包括三个方面，第一是全球温室效应所造成的降水与温度变化，从而引起地区生态系统的向着高级或是低级方向演替，施雅风院士在其主编的《中国西北气候由暖干向暖湿转型问题的评估》研究报告中，就对这一问题进行了深入研究，将西北地区划分为基本转型区、轻度转型区和未转型区；第二下垫面改变，引起流域产水变化所引起的生态系统演化；三是大规模水资源开发利用所引起的生态环境改变。对于西北地区来说，第一种情况据中国工程院分析，这一趋势性变化可能会在一定程度上影响生态演变，但不会根本性地改变西北地区生态环境整体状况，且由于尺度问题，目前尚未形成统一认识；另外第二种情况，由于西北内陆河流域产水区基本上在山区，尽管目前山区人类活动范围较为狭窄，局部下垫面变化尚未对出山口径流造成太大影响，但为维护流域“水塔”的安全，应严格控制人类活动对山区下垫面的破坏，以保障流域水循环过程的稳定；第三种情况是西北内陆河流域目前水分条件驱动下生态演替最突出的表现形式。

内陆河流域平原区降水稀少，出山口径流是区域天然生态系统和社会经济系统用水的主要水分来源。人类对于水资源的开发利用改变了原有的天然水循环过程，在流域“四水”转化的大格局内形成了由供-用-耗-排等环节构成的人工用水侧支循环，侧支循环的形成一方面减少了天然水循环的通量，同时改变了天然条件下水资源的时空分布和水质状况。由于人工侧支水循环和天然主循环在水分通量上存在此消彼涨的动态依存关系，径流性水资源消耗在人工生态区部分的增加，必然导致天然生态区和过渡带所能利用的径流性水资源减少。当径流性水资源与降水性水资源之和小于地表植被正常生长所需要的耗水量时，植被盖度下

降,生态系统退化,直到退变成需要水分更少的植被类型才能保持新的稳定状态。这就是内陆河流域平原地区人工取用水所造成的天然生态退化原因的科学解释。

需要指出,由于干旱区生态系统空间结构的存在,以及内陆河流域特有的水分运移规律,决定了当进入天然绿洲和过渡带的径流性水资源减少时,首先受到影响的是过渡带而非天然绿洲。这是因为,内陆河出山口以后径流性水资源对天然绿洲和过渡带生态系统的补给,主要是通过地下水潜水蒸发的形式,地下径流首先流过天然绿洲层圈并被地表植被所袭夺,从而导致进入过渡带的径流性水资源大为衰减。近 20 年来西北内陆河流域的生态系统演替历程,也说明了当人工绿洲扩大、对径流性水资源消耗增加时,天然绿洲相对稳定,而过渡带面积明显减少。

#### 4 西北地区水资源合理开发、高效利用与保护

从以上分析可以看出,西北地区主要面临着四大问题:水资源本底条件差,生态系统脆弱且退化现象严重、社会经济发展落后和人力资本基础薄弱。国家实施西部大开发战略的目的就是要在协调经济发展与区域资源、生态之间关系的基础上,实现地区社会净福利的快速增长,缩小与东部地区的差距。从前面论述的西部大开发战略的两大实施内容来看,无论是生态环境建设还是社会经济发展,都必须以水资源消耗为基础,因此在水资源总量严重不足条件的约束下,如何协调好具有强烈竞争性的生态用水和国民经济用水间的关系、区域之间的用水关系、各部门之间的用水关系,即建立起合理高效的水资源开发、利用与保护体系,是西部大开发战略成败的关键。

##### 4.1 建立起合理的水资源开发体系

概括来说,西北地区水资源合理开发体系主要包括三部分内容,一是相对于传统的径流性水资源,国民水资源开发程度必须严格限制在允许开发限度以内,以保证基本生态用水得到满足;二是水资源开发利用方式必须朝着减少水资源的无效损耗方向,即提高水资源开发效率;三是拓展传统水资源开发的范围,即开发替代性水资源。



在统一的流域水循环框架下，国民经济用水和生态环境用水存在着强烈的竞争性和动态互补关系。西北地区生态环境本底条件差，抗干扰能力弱，加上绿洲区生态对径流性水资源的依存度较高，因此国民经济取用水量所占天然水循环通量的比例必须严格控制在一定限度以内，预留出必要的生态用水。中国工程院重大咨询项目“西北地区水资源配置、生态环境建设和可持续发展战略研究”提出“在西北干旱内陆旱区，生态环境和社会经济系统的耗水以各占 50% 为宜，……按照社会经济平均耗水量为用水量的 70% 折算，今后内陆河流按用水量的最高开发利用率应不超过 70%”。需要说明的是，预留的生态用水量应按照耗水口径计算，而在实际操作过程中，能够进行有效监督管理的是国民经济取用水量，因此在根据国民经济允许耗水量折算到允许取用水量时，要充分注意由于节水措施带来的耗水率变化，防止因计算偏差造成生态环境用水挤占。

开发效率是水资源开发方式合理性的一项重要评价标准，对比开发效率的高低主要依据不同开发方式下无效损耗所占比例大小来判断，水分的有效无效主要看水分消耗过程中是否实现了必要的生态和经济服务功能。常见的无效水分损耗主要包括水面蒸发、裸土裸岩蒸发、盐碱地蒸发、荒漠戈壁蒸发等。基于开发效率准则，西北内陆区今后应利用山区水库取代平原水库以减少水库水面无效蒸发，地表水地下水联合运用和适度开采地下水以减少潜水的无效蒸发；实行管道供水以减少输水过程中的水面蒸发，增加雨水就地利用量以减少产汇流过程中的无效损失，加大国际河流的开发利用，等等。当然开发方式效率的提高要考虑经济条件的约束等因素。

在提高传统水资源开发效率的同时，西北地区还要充分重视替代性水资源的开发，如污水处理回用、微咸水利用、雨水利用等。对于大气水的开发，如大面积人工增雨措施的实施，由于对增雨的效果和对异地降水的影响目前在认识上尚存在一定分歧，应进一步加强实地研究、作业试验和科学研究。

#### 4.2 建立水资源合理利用模式

西北水资源合理利用模式应具有三大基本特征，一是水资源利用的社会公平性，即一定范围内（如同一流域）不同地区的人们在生活和生产过程中应享有

相对公平的水资源使用权；二是水资源利用高效率，即用水过程中的应尽量较少水资源的无效损耗；三是水资源利用高效益，即提高单方水的经济产出和单方水的生态服务功能。

水资源的社会属性决定了水资源利用的社会公平性是其合理利用的重要标致之一，包括水资源利用的区际公平、代际公平和弱势群体用水保障等方面，其中区际公平可通过人均用水量相当、缺水程度接近等指标予以表征，代际公平可用深层地下水开采量、浅层地下水超采量等指标表征，弱势群体用水保障体现在基本用水保障上，具体有两条标准，一是基本用水水费支出占家庭支出比例不宜过高；二是区域吃水困难人口比例应尽量降低。水资源利用的社会公平性主要通过合理配置和管理来实现。

用水效率的提高是我国长期节水工作的中心内容，其中农业用水包括渠系改造、田间工程、喷微灌等内容，工业上主要是提高用水重复利用率、处理回用率、工艺改进等内容，生活上如节水器具的普及、节水意识的提高等。农业用水是西北地区的用水主体，因此农业用水效率的提高也是节水的主要内容。对于农业节水要充分重视两个问题，一是节水量的计算问题，从资源来说，所节下来的水分仅仅指采取措施所减少的无效蒸发部分，因此节水量的估算要放在水循环过程的蒸发项中进行客观评价，而不能以减少的资源转换量或是减少的取用水量来替代，如对于黑河流域中游地区，中游张掖市 1999 年—2003 年通过一系列节水措施，减少用水量 4.8 亿-5.8 亿  $m^3$ ，正义峡断面增泄 2.55 亿  $m^3$ ，从资源来看，节水量应为 2.55 亿  $m^3$ ；二是由于用水效率提高所引发的相关生态问题，主要表现在两方面，其一是节水措施（如渠系衬砌）改变了原有的水循环过程，减少了地表水对地下水的补给量，可能会对周边的生态环境造成一定的影响；其二是要客观评估节水量的再利用问题，是用于满足国民经济需水增量，还是归还与生态环境，则需要建立在区域基本生态用水是否得到满足的客观评价基础上。

提高水资源利用效益是西北地区水资源合理利用最重要的内容，包括高效用水经济结构的形成和高效生态用水结构的形成。高效用水经济结构形成一是要调整三产结构和用水比例，根据地方自身特色有重点分阶段提高二、三产业比例

和用水,适当压缩农业用水。二是要做好种植结构和用水调整,加速粮、经、草三元种植结构的形成,转变农业生产方式,尤其是在工业化基础和特色薄弱地区,围绕特色农业、生态农业、经济作物和畜牧业发展进行,发挥地区农产品品质好的优势,瞄准替代进口产品和出口产品,如高质奶畜产品、长绒棉花、低污染特色农产品(如荞麦、杂豆等)、花卉、水果、中成药等,以农业和生物产业化为纽带,改变原来自给自足的传统家庭作业模式,提高科技含量和产品的商品率。地区的粮食政策可在一定比例自给的基础上,通过实施“以生态换粮食、以林畜产品换粮食、以经济作物换粮食”的置换战略来解决,以谋求包括经济效益、社会效益和生态效益在内的综合效益,增加农牧民收入。在这个过程中,要充分结合“强政府”和“强市场”的作用,以市场需求为导向,加强政府宏观调控和基础设施建设的作用。另外由于城市化是降低人均综合用水的有效途径,西北地区在城市发展战略西北地区今后应以中小城市和小城镇为重点。高效生态用水结构表现在合理生态建设目标和生态布局规划,适宜生态建设措施的选取等方面。

#### 4.3 形成完善的水资源保护体系

西北地区完善的水资源保护体系包括三方面内容,一是在上游产水区建立以水土保持和水源涵养为中心内容的水资源保护体系;二是在中游用水区建立起用水和排污总量控制为主体内容的水资源平衡体系;三是在下游耗水区建立起生态用水保障和高效利用体系。

西北地区河川径流基本源于山区,山区生态安全是维持流域正常水循环的根本保障,需要无条件地保证山区植被的稳定和安全,严格控制山区垦殖、天然林采伐和山区游牧,实行天然林草封育,甚至生态移民,增强水土保持和水源涵养能力,以维系“水塔”的水源涵养和调节能力,确保进入到绿洲的径流性水资源保持稳定,使得人类赖以生存和发展的水资源基础不致发生大的变化。

内陆河河川径流在出山口很快被人工引用,在中游地区二元水循环过程中,地表水地下水不断转化,水量不断被消耗于各种生产活动同时,水化学特征也发生改变。为保障区域水资源持续利用和下游基本的生态环境用水,必须建立起中游地区耗水和排污总量控制为主体内容的水资源平衡体系,其中中游耗水平衡包

括中游地区实际耗水总量和允许耗水总量之间平衡、中游地区内部经济耗水和生态耗水间的平衡、各经济部门间的耗水平衡和各行政区耗水平衡。另外由于西北地区水环境容量较小,内陆河流域无外泄区,因此必需严格将地区排污总量控制在水环境纳污能力之内。

下游耗水区生态用水保障和高效利用体系建设重点包括两点,一是制定一定标准条件下生态用水保障措施,包括中游一定水量的下泄以及下游生态用水的实现和维系,如黑河流域通过国务院制定的省际分水方案来实现;另外就是下游地区生态用水高效利用,包括充分考虑立地负荷能力基础上选取适宜的树种、草种的选取,合理生态景观格局的规划以及发展生态型经济等措施。

## 5 西北水资源合理开发利用的保障措施建议

西北地区水资源合理开发利用必须加强以下五方面保障措施建设。

### 5.1 树立新型资源和生态价值观

西北地区受自然条件约束,社会总资本构成比例很不协调,目前制定的以生态建设为中心的西部大开发战略,就是要大力提升区域自然资本的“最短板”,即生态系统服务功能和价值的基础上,同时实现人力资本和经济资本的增值,最终达到区域社会总财富的增加和经济社会的持续发展。因此西部开发战略中,要树立新型的资源价值观和生态价值观,充分认识水资源、生态和生态环境用水的价值意义,一方面在水资源配置中预留出必要的生态用水,二是要协调水资源价格与价值的匹配关系。

### 5.2 加强流域和区域口径的水资源合理配置

西北地区水资源合理配置在两个层面开展,在区域发展层次上,以水为中心进行发展指标的全面平衡。区域发展规划和生产布局要以水资源的安全供给与可持续利用为基本前提。兼顾除害与兴利、当前与长远、局部与全局,进行社会经济用水与生态环境用水的合理分配。在水资源开发利用层次上,结合供水发展生态林与经济林,发展饲草饲料基地和灌溉草场,增加林牧业的比例。对已确定为保护范围的脆弱生态地带,要实施生态抢救工程,通过改造和兴建水利工程

为其供水。对黄土高原地区，原则上以水资源的就地利用为主，以发挥水土保持等生态建设的多重效益。在完成上述两个层面协调关系基础上，由上而下制定不同层次基于流域水资源总量控制的合理配置方案，并坚决贯彻执行。

### 5.3 实行以流域水资源统一管理

为实现西北地区水资源合理开发利用，迫切 need 要加强以流域为基础的水资源统一管理。对于西北内陆区而言，流域水资源统一管理当务之急一是要成立能够真正行使管理职责的流域管理机构，二是要完成流域水资源使用权的各级初始分配，并建立起完善的计量、监测和管理系统，对取用水部门实行取用耗水和排污两套口径的总量控制。以此为基础，对水资源实行统一规划、统一调度、统一发放取水许可证、统一征收水资源费、统一管理水量与水质。对于黄河流域西北地区，一是要加强流域水资源管理力度，二是要探索上下游利益补偿机制的建立。

### 5.4 全面建设节水防污型社会

建设节水型社会是西北地区水资源可持续利用的根本出路，西北地区节水型社会建设应当以提高水资源利用效率和效益为目标，以水资源管理为主要内容，将现代水权和水价理论同区域实践相结合，在积极培育和强化公众节水意识的基础上，建立总量控制与定额管理相结合的水资源管理体制和合理的水价形成机制，形成政府调控、市场引导、公众参与的节水型社会运行机制。通过产业结构调整、经济手段调控、加强需水管理和推广新技术新工艺等措施，建设包括农业、工业、服务业和生活节水在内的节水型社会，不断提高区域水资源和水环境承载力，以水资源优化配置满足经济社会发展的水资源需求，以水资源可持续利用保障经济社会的可持续发展。

### 5.5 加快骨干型水利工程建设

在对西北地区水资源进行统一规划、合理配置基础上，要加快重大调水工程的研究、规划和建设步伐，加大国际河流开发力度，切实做好提高流域内水资源的开发利用程度和向外流域调水工程建设的前期规划论证工作。内陆河流域因地制宜建设一批山区水库，加大对径流的调蓄能力，解决灌区大面积春旱问题；黄河流域水资源严重紧缺，支流开发滞后，在加快支流重大控制性水库建设的同

时，加大南水北调西线前期工作力度，加快开工建设的步伐。

### 参考文献

- [1] 宗跃光、周尚意、温良等，2002 年，区域生态系统可持续发展的生态价值评价，生态学报，2002（10）
- [2] 中国科学院地学部，西部大开发中的生态环境建设和产业结构调整的意见，地球科学进展，2001（1）
- [3] 王浩、陈敏建、秦大庸等著，西北地区水资源合理配置与承载能力研究，黄河水利出版社，郑州，2003
- [4] 西部大开发中有关水资源开发利用和生态环境建设的建议，中国地质学会综合处，中国地质，2001（6）

### 报告人简介

王浩，男，1953 年生，北京市人。1989 年清华大学经济管理学院系统工程专业毕业，获博士学位。现任中国水利水电科学研究院水资源所所长，院学术委员会副主任，教授，博导，水利部科技委委员。

长期从事流域水循环及其生态环境效应方面的基础研究、水资源规划与管理方面的应用基础研究，以及水资源经济学和复杂系统决策理论方法方面的应用研究。曾主持“八五”、“九五”和“十五”国家重点科技攻关项目和国家 973 计划项目的课题或专题研究，主持 3 项国家重点基金项目，1 项部重大创新基金项目，曾担任全国水中长期供求计划项目技术负责人，中国工程院重大咨询项目课题工作组组长、专家组副组长，主持南水北调工程总体规划课题研究。另外在十余项重大国际合作项目中任中方专家组组长和专家。

与人合著《黄淮海流域水资源合理配置研究》、《水资源学》、《华北地区宏观经济水资源规划与管理研究》等著作 10 部，发表论文 50 余篇。曾获国家科技进步二等奖 2 次，国家重大科技成果个人证书一次，水利部科技进步一等奖 2 次，水利部科技进步二等奖 1 次，其他奖励多次。