

关于黄河流域环境地学与国土整治的思考

吴锡浩 吴锡浩 雷伟志

摘要：本文从黄河流域的地质与地理、气象与气候、水文与泥沙、植被与土壤，以及人文与人口等方面综述了下游地上悬河与断流的环境地学背景，并从洪水与堤防、决口与改道、分流与运河，以及悬河与断流等方面分析了黄河下游河道变迁和现状问题。当前，为解决黄河缺水断流、洪水威胁和环境恶化等问题，应及时调整黄河中、上游国土整治对策，其中包括遵从自然规律、调整水土保持思路、倡导就地储水、遏制地面蒸发、控制沟谷发育及全面推进小流域治理。从环境地学的层次和地表系统动力学的高度来看，只要真正重视黄河与黄土相伴的自然特征，以确保流域土地资源的数量和质量为立足点，以自力、自助、自救解决流域的水资源问题为出发点，就能开拓国土整治的新思路，并能提出使人地关系协调和资源环境可持续利用的治黄方略。

关键词：黄河；环境地学；国土整治；治黄方略

中图分类号：X14

文献标识码：A

SOME CONSIDERATIONS ON THE ENVIRONMENTAL GEOSCIENCE AND LAND IMPROVEMENT IN THE YELLOW RIVER BASIN

WU Xi-hao^{1,2}, JIANG Fu-chu^{1,3}, LEI Wei-zhi¹

(1. Institute of Geomechanics, CAGS, Beijing 100081, China; 2. State Key Laboratory of Loess & Quaternary Geology, Chinese Academy of Sciences, Xi'an Shaanxi 710054, China; 3. Open Laboratory of Lake Sediment and Environment, Chinese Academy of Sciences, Nanjing Jiangsu 210008, China.)

Abstract: In this paper, a comprehensive description of the environmental geoscience background of the hanging river and the streamflow break in the lower reaches of the Yellow River is made from a combination of geology and geography, meteorology and climatology, hydrology and sediment, vegetation and soil, as well as human and population. The history of the change of course of the Lower Yellow River and its present state are analysed from an integration of flood and dam defence, dam breach and change of course, distributary and canal, as well as hanging river and flow break. It is proposed that countermeasures against water depletion and the resulting streamflow break flood, environmental deterioration etc. be immediately taken to improve the land in the Middle and Upper Yellow River Valley including observation of the natural law, reorientation of thoughts on water/soil conservation

increase of local ponds to impound water control of surface evaporation and gully/valley development and stream-harnessing.

Key words: Yellow River; environmental geoscience; land improvement; scheme of Yellow River control

0 前言

自夏初大禹治水以来约4100年的黄河水利水患史,与中原人民的安危相联系,与历朝历代的盛衰相伴随。解放以来的治黄水利工程建设,既有三门峡水库1960年9月蓄水运行至1964年汛期后就损失库容43%、淤堵渭河河口并威胁古都西安的严重失误,又有加固加高下游悬河堤防近50年未决溢的赞誉记录。然而,来自自然界的警告表明:多半由于人为的原因,从1972年起至1997年的26年中,黄河下游利津水文站共有20年发生断流,且呈愈演愈烈之势。70年代平均每年断流14天,断流河长平均242km;90年代平均每年断流达102天,断流河长增加到427km。1997年断流达226天,断流上延至开封附近,河段长达704km。1998年1月1日开始断流,至11月20日断流14次,共137天。与此同时,河床以每年大于0.1m速度淤高,花园口1998年首次洪峰流量才4700m³/s,而洪峰水位却比中等大水的1958年22300m³/s流量时高出0.56m。此种过程导致下游作为华北平原与海河“分水岭”的悬河及其中的二级悬河进一步加高,河道行洪能力大减,平滩流量已由5000m³/s~6000m³/s锐减至3000m³/s左右。当今的黄河,在自然演变与人类活动的双重影响和相互作用下,下游地上悬河决溢之险与季节性断流之害并存,中、上游黄土地干旱缺水与强烈暴雨侵蚀并存,流域性水资源短缺与灾难性水沙矛盾并存,各类治理措施的正面与负面效应并存,面临可能出现灾难性后果的突变。黄河流域的缺水断流、洪涝威胁和环境恶化是彼此联系、互相制约的三个方面,不是单凭水文水利科学一厢情愿的决策就能解决的,而是流域系统的环境地学与工程科学和人文科学等跨学科的大科学问题,必须从“环境与发展”的高度,从环境地学的角度,开拓治黄新思路,制订治水新对策,采取治土新举措,全面开展协调人地关系的国土整治,才能使黄河转危为安,促进沿黄各民族地区社会稳定、经济繁荣,确保流域长治久安、持续发展。

1 黄河下游悬河与断流的流域环境地学背景

1.1 地质与地理

黄河自西向东经青藏高原、黄土高原和华北平原三级地貌阶梯流入渤海,它切穿三门峡塑造华北平原和黄海陆架仅是15万年前发生的地质事件^[1,2]。黄河中、上游的主要集水支流分布于由深厚风成黄土构成的黄土高原,黄土的粉砂质组成、富含碳酸盐、大孔隙结构、具湿陷性和垂直节理发育等是其主要的物理和化学特征。由黄土的岩石理化特性所决定,黄土地层极易遭受水蚀和塌蚀,并形成陡立坡面和深切沟谷,侵蚀物质成为泥沙被沟流带入支流,最终进入黄河,致使黄土区成为沟谷密布的塬、梁、昴地形。由于中国大陆地壳的西升东降和地势的西高东低,产自黄河中、上游上升区黄土地层的大量泥沙,除部分在宁夏、河套和汾渭等内陆断陷盆地堆积外,绝大部分被黄河搬运至沉降中的华北平原和边缘海域堆积,发育陆上三角洲、水下三角洲和大陆架。这种黄河水系的动力坡面具有的剥蚀、搬运和堆积功能,以及侵蚀与

堆积地貌的塑造过程，发生于黄河东流入海以来，并将不可阻挡地存在于未来^[3]。

1.2 气象与气候

黄河流域地处暖温带东亚季风区，少部分在干旱区，大部分属于半干旱-半湿润区，季风与非季风区的边界带在它的西北边缘通过。由于受纬度地带性、高度地带性和冬、夏季风交替的影响，气候格局自东向西、自南向北的内部差异十分明显。冬季寒冷少雨，河流湖泊都能结冰。冬春为主要降尘期，每年自西北沙漠经大气搬运至黄河流域降落的尘土约2亿吨左右^[4]，宁夏、内蒙还有每年近0.5亿吨的沙漠沙被吹入黄河^[5]。夏季和秋初为温暖的雨季，多集中性暴雨，有些年份某些地点的一次降水过程可达多年平均降水量的一半，偶尔甚至高达二倍以上。区内多年平均降水量少者200mm，多者800mm，一般400mm~600mm。全流域平均年降水量465.7mm，冬季(12~2月)占3.1%，汛期(6~9月)占68.3%。黄土地面的蒸发力极强，蒸发系数达到0.79~0.92^[6]，使大部分降水被蒸发而未形成径流，导致全流域干旱缺水。所以，尽管未来中、上游的降水不会因全球温室效应增温导致的变化而增减多少，但采取减少地面蒸发措施却能使可利用水资源大增。

1.3 水文与泥沙

全流域年平均天然径流量 $580 \times 10^8 \text{m}^3$ ，相当于77.3mm径流深度，年径流系数仅为0.162，有83.8%的降水因地面叶面水面蒸发而损失，只有16.2%的降水转变成河川径流，而且多半是暴雨径流。黄河干流陕县站多年平均年径流量(1919~1980)为 $503.76 \times 10^8 \text{m}^3$ ，最大 $700.18 \times 10^8 \text{m}^3$ 与最小 $239.73 \times 10^8 \text{m}^3$ 相差3.2倍；花园口站多年均值为 $563.39 \times 10^8 \text{m}^3$ ，最大 $938.66 \times 10^8 \text{m}^3$ 与最小 $275.52 \times 10^8 \text{m}^3$ 相差3.4倍。黄河干流1761年以来洪峰流量超过 $20000 \text{m}^3/\text{s}$ 的已知数据至少9次，其中本世纪有6次^[7]。据陕州(现河南陕县)万锦滩的历史洪水记录，上世纪的大洪水有10次以上，中叶为大洪水多发的湿润期，1843年特大洪水陕县站的推算最大洪峰流量为 $36000 \text{m}^3/\text{s}$ ^[8]。据过去1500年黄河中游水旱变化规律分析，类似上世纪中叶湿润期中几次象1843年那样的大洪水有可能在本世纪末以后重现^[9, 10]。黄河中游向下游的多年平均输沙量约 $16 \times 10^8 \text{t}$ ，其中在下游沿途淤积的粗泥沙主要来自无定河及其以上的晋陕间支流^[11, 12]。但是，由于暴雨侵蚀产沙是河流泥沙形成的主要方式，因而它的年际变化很大。例如，1933年陕县站年径流量 $22000 \text{m}^3/\text{s}$ ，而年输沙量高达 $39.1 \times 10^8 \text{t}$ ，高出多年平均值2.44倍。又如，1964年陕县(库区)汛期(6~10月)最大洪峰流量仅 $4870 \text{m}^3/\text{s}$ ，而三门峡水库却堆积了 $20 \times 10^8 \text{m}^3$ 泥沙，折合重量约 $26 \times 10^8 \text{t}$ ，向下游的排沙量还不计在内。与三门峡水库的运行相联系，近20多年，下游悬河河床淤积以平均约 $0.1 \text{m}/\text{a}$ 的速率增高，并且发生主槽淤沙。由此看来，在建的小浪底水库在可预见的黄土高原水土保持减少暴雨侵蚀产沙量的幅度内，若果真在即将来临的湿润期中会发生特大洪水，用于“调水调沙”的库容在运行10多年后就被淤塞不是不可能的，而且由于汛期流量流速的减小，通常年份也不会减缓下游悬河河道的淤积作用。

1.4 植被与土壤

现今黄河流域的地带性植被与土壤，由东南向西北呈带状分布。东南部生长暖温带落叶阔叶林，发育棕壤；中部自东向西分别为暖温带森林草原褐土带、干草原黑垆土带和温带荒漠草原棕钙土、灰钙土带；兰州以西上游河源区为青藏高原亚高山森林草甸地带。但是，这种分布规律只有在基岩山地才能有所显示，而中、上游塬梁地形因黄土含水性差和存在土壤干层而只能生长草灌植被，人工林则长成“小老树”^[13]，沟谷河谷带才有种植林木的土壤水分条件。从植被和土壤的历史演变来

看,过去8000~3000年全新世气候最宜期的植被盖度较高,普遍发育厚1m左右的古土壤^[14],并为近3000年的风成黄土埋藏,现代土壤和植被是在表层黄土上发育生长的。黄河中、下游的旱作农业早在8000年前后就已开始,在温暖多雨时代,南方的水田(水稻)农业可北伸到淮河流域北部或黄河下游的南缘^[15]。西周以来黄河流域旱作农业的发展,以及逐鹿问鼎的战争和哀鸿遍野的灾荒,成为破坏中、上游自然植被的主要原因,而随之而来的土壤侵蚀和水土流失也日趋严重。与此相适应,春秋战国至汉唐时期在华北平原发育的耕作土壤,都已为北宋以来的黄河冲积物覆盖。当前黄土高原恢复植被和保护土壤的问题,需社会各界持之以恒的共同努力,不是单靠自然科学和工程科学能够在短时间内可以全面解决的。

1.5 人文与人口

早在120万年前或更早的旧石器时代^[16,17],黄河流域已有古人类活动,经智人和新人阶段的发展,至1万年前开始的新石器时代,全流域均有广泛的人类活动。新石器时代以仰韶文化的兴衰为标志,华夏远古氏族在黄河南北征战融合,开天辟地。时至奴隶制的龙山新石器时代和夏、商青铜器时代,黄河文明获得大发展。西周东周铁器时代开始,封建社会生产力迅速发展,历经春秋战国、秦汉、隋唐、直至北宋,中华民族的政治经济文化中心在黄河下游与中游间东西移动3000多年,沿黄中原地区一度成为中世纪世界上最繁荣的人文景观。与其它古文明发源地一样,中华文明的发祥地由于人类活动对自然界的破坏,尤其是植被盖度的大幅度减小和地面蒸发的相应增大,反过来又受到自然界的报复而危害自身的生存条件,战争迭起,毁林无度,灾害加重,导致社会经济发展相对滞后。特别是明清中、上游黄土区人口快速增加,解放后更是急剧增长,超过了黄土地的人口承载力,人均粮食产量一度明显减少,出现人口素质与生态环境之间的恶性循环,并演变成我国最贫困的地区之一。因此,为改善全流域的生存环境,黄土区治土保水,提高土地初级生产力乃是基本前提,当务之急。

2 黄河下游河道变迁的历史和现状分析

2.1 洪水与堤防

文献表明^[18,19],黄河因其近2000年内逐渐变得多沙色黄而由“河水”或“大河”之名改称,最早见于汉书,唐宋常用于诗文,明清已见于公文,今已忘其古名。早在华夏祖先的黄帝时代,正值气候最宜的温暖期,仰韶先民活跃于黄河流域。那时,源远流长的黄河东出三门峡后,在广阔的沉降平原上游荡。北与来自燕山、太行山、王屋山的海河水系交汇,南与来自嵩山、伏牛山、大别山的淮河水系联合,以黄河为主三者共同塑造了一个复合的大冲积扇,其主要物质是产自黄土的泥沙。当时正值全新世海侵盛期,冲积扇上的河道无定轨,水流呈辫状,洪水泛滥,泥沙淤积,自然堤纵横交错。黄河按陆上三角洲发育规律在今日南达颖河,北至釜阳河和拒马河的大扇面上自由流淌,逐步形成华北大平原,或称黄淮海平原。公元前41世纪前后,鲧障洪水无功,其子禹接任,改“障洪”为“高高下下,疏川导滞”,使河水从河北平原归流渤海。经大禹及其来者大治黄河,形成“禹河故道”,长时期内的龙山、夏商直至西周春秋先民,多于山麓或高处邻水而居,平原中部低洼地不设城邑,人地人河长久相安无事。在此人与自然协调的生存环境背景上,先秦经济文化日趋繁荣,诸子百家竞相争鸣,中华文明长足发展。一般认为,大致在公元前358~332年间的战国初

期，河道两侧结束以自然堤为主的状态，诸侯在低洼处大力筑堤抗洪，同时也加速了河床的淤沙垫高过程，从此黄河的堤防与决口成为中原人地关系中的主要矛盾。在黄河人工修堤防洪以来的2300多年中，堤防时决时堵。有记录的决口约1500次之多，河道时安时迁，较大的改道26次，其中6次为重大改道。如此，黄河流域的水旱灾害，特别是下游的堤防安危，一直是制约秦统一中国以来历朝历代国家兴亡的大事。明潘季驯“塞决筑堤，束水攻沙”，是历史上治黄成功的典范之一。凡高筑堤而不攻沙，实为治黄之大忌。从当代环境地学的科学层次分析，黄河过去50年积累的隐患，要在未来花更长的时间、更大的代价才有可能消除。

2.2 决口与改道

历史上最早记载的河水，即黄河从天津附近入海，其年代尚难考定，史家称之为禹王故道^[18, 19]。此后的黄河6次大改道，发生在郑州邙山以北的武涉、大名、濮阳间小区域内的有5次。第一次，春秋中期，周定王五年（公元前602年），河水从滑县附近决口，黄河改道从沧州附近入海，其名为大河故道，河形基本稳定了数百年。第二次，西汉末年，王莽始建国三年（公元11年）大河决于元城（今河北南乐西南），泛滥近60年才堵口，常称其为“王莽故道”，从黄骅附近入海。黄河从东汉至唐代中期的700多年中，河道相对安流少患。第三次，北宋庆历八年（公元1078年），黄河从商胡（今濮阳东）决口北流，并于嘉佑五年（1060年）再次决口分出东流，两股河流并存，北流再次从天津附近入海，东流经山东无棣入海。第四次，南宋建炎二年（1128年），为抗金兵南下，东京（开封）留守杜充于滑县李固渡口决开黄河，主流自泗水入淮。从此，黄河结束了历时约3000年主道北流入渤海的历史，转变为南流夺淮入黄海。第五次，元朝至元二十三年（1286年）黄河15处决口，在原武或阳武境内先后封堵形成三股道分流入淮，其形式在明清并无大变。明正统十三年（1448年）黄河决于南岸孙家渡，逐步形成现今从郑州至兰考的河床。第六次，清咸丰五年（1855年），黄河在兰阳（今兰考）铜瓦厢决口，结束了历时727年南流入黄海的历史，又回北流入渤海。北流之水任其泛滥26年后，光绪十年（1884年）修成铜瓦厢以下的黄河新堤，随后成为经山东利津入海的今黄河。至1949年新中国成立，今黄河的大致定位仅65年，至1999年也只有115年，在此期间还有1938~1947年扒开花园口阻止日军西进的9年南泛插曲。上述黄河决口和改道的原因，虽有人为作用的参与，但其改走新道而未予堵口复旧道，基本上顺应了大型冲积平原上地质和地貌、水势和地势、水文和泥沙的自然调节作用规律。今日黄河下游的大堤和悬河的历史虽只有百年之久，但在近几十年中，其淤、其高、其悬、其险已是史无前例，并与日趋严重的断流相伴，来洪难抗，逢旱无奈，确已到了对有关治黄方略非作“自然调节”不可的时候。

2.3 分流与运河

从夏商至春秋，黄河经温县向东北流入巨鹿附近的古大陆泽，然后分“九河”，在天津与沧州之间分流入渤海湾^[18, 19]。春秋末期，公元前480年前后，江南吴国率先修运河北上争霸，沟通了太湖-长江-淮河-黄河诸水系间的航行。战国中期，魏国利用淮河的许多支流，挖掘鸿沟，在当时大河故道与淮河干流之间的中原腹地，形成河道纵横、四通八达的鸿沟水系和春秋战国运河。当时黄河的分流、水利和航行功能一直延续至西汉，并得到进一步的发展。在东汉、魏晋、南北朝黄河安流期的下游水网和运河系统的基础上，隋大业三年至七年（公元605~611年）开凿通济渠和永济渠，形成以洛阳为中心的隋运河，南达余杭（杭州），北达涿郡（北京）。唐开元二年（公元714年）始修中原通关中运河，经过对三门峡的艰难施工，至天宝二年（公元743年）在岩壁上凿出“开元新河”，把隋运河接广通渠与长安连通，即以长安为中心形成盛

唐黄河中游与黄淮海平原和长江三角洲之间的运河和水文系统。北宋凿广济河，继承隋唐运河形成以开封为中心的运河水文网，但两次试图修建经方城沟通江汉与黄淮间的运河均未能成功^[20]。南宋黄河南流后，多股分流入淮，以前的运河系统相继失效。至元十九年至二十八年（1282~1291年），定都北京的元朝修通南北大运河。明初又改建元运河，永乐九年（1411年）基本完成，京杭间的航行更为通畅。明清两代的治黄水利工程均以保证京杭大运河的航行为原则。例如，明弘治二年（1489年）黄河在原武至开封的大堤南北多处决口，北决流量占70%，南决占30%。翌年堵北通南，黄河形成以经徐州的河道为主流的三股流入淮，故当时有大黄河与小黄河之称。1855年黄河北流后，由于多种原因，运河中段失修，北段缺水，南北通航的功能随着黄河大堤和河床的升高而逐渐颓废。史实表明，华夏运河的通畅与中华国力的强盛互为因果。另外，从西周以来约3000年的黄河史来看，黄河分流的时间远多于单流入海。历朝重视修建以黄河为骨干的运河水网，不仅为了航行，也有分流的功效，更便于疏浚河道和灌溉良田。黄河通过分流和运河来兴利除害的历史，适与今日“孤、悬、险、恶”的忧患形成鲜明对照。

2.4 悬河与断流

黄河下游的悬河，西汉已有之^[21]，而今与断流并存，历史上虽曾有过，但远不如今日严重。宋初引黄河浊水入汴河（经开封的通济渠），致使“河底皆高出堤外平地一丈二尺余，自汴堤鸟瞰民居如在“深谷”^[18]。但古时干流和支流河道一般仅防洪大堤高悬，河床普遍低于堤外平地，故时而为航行之需而清淤，时而因决溢之害而废弃，与当今的悬河河床高出地面5~10m或更高，尚无法遏制其快速淤高相比，河情险情有很大差别。所以，形成今黄河地上悬河的原因，七分自然，三分人为。自然原因是洪水暴涨暴落，多沙善淤；人为原因是注重修堤抗洪防决，轻视挖沙导滞分流。事实说明，当前三门峡水库及正在建设中的小浪底水库采用“蓄清排浑”原则运用，削减洪峰流量，使下游河道主槽淤积加剧，尤其是山东河段的翘尾淤伸，必进一步加重悬河越淤越悬的难治之症。黄河下游的断流，古时甚为少见，即使在明清多次连年大旱的冬春，也仅是短时偶尔现象。近百年今黄河大堤建成单流入海后，并无真正的断流发生。时至三门峡水库建成失利，1964年后对它进行两次改建，1971年以来按“蓄清排浑”原则运用，才在下游几乎连年断流。有关资料表明，汛期三门峡水库控制水位305m，甚至降到300m，用于滞洪“排浑”；但到非汛期的“蓄清”发电水位增至310m，而枯水期的防凌蓄水位更高达326m，被拦截的中游旱季来水约 $18 \times 10^8 \text{m}^3$ 。所以，只要把水库在秋冬季拦截的 $18 \times 10^8 \text{m}^3$ “防凌蓄清”水量按 $200 \text{m}^3/\text{s}$ 流量不间断排泄至下游，并控制春灌引水，悬河河床是不会断流的，而且还会有相当的流量入海。所以，黄河断流的原因，三分自然，七分人为，其主因虽与中、上游春夏的农业用水有关，但在相当程度上实为救三门峡水库而在枯水期蓄积少沙清水所致。由上述可知，在黄河中、下游间咽喉之道上的建坝设库工程和“蓄清排浑”运用，既助长下游悬河的淤积，又阻断正常的造床水源。对此，如不及时调整违背自然规律的黄河治水治沙治淤方针，则全流域当之灾难免，未来之害更甚。

3 关于调整黄河中、上游国土整治对策的意见

3.1 遵从自然规律

黄河流域的环境系统，特别是中、上游地区，地质上疏松的风成黄土广布，地貌

上深切的沟谷纵横密布，气候上大面积的干旱缺水，水文上暴雨暴涨的洪流多沙善淤，生态上普遍的脆弱恶化，而且黄河泥沙主要来自黄土沟谷在暴雨时的重力侵蚀，它们共同构成其基本的自然环境特征。黄土的贫水性与夏季经常性少雨和强蒸发相结合则易发生大旱，加之中、上游低素质人口膨胀和工农业及城乡生活用水急增，越来越多的大小水库蓄水及其可观的蒸发损失，势必导致下游汛期削流淤积，特别是三门峡水库的枯水期“蓄清”，迫使冬春断流上延。黄土的易侵蚀性与夏季突发性暴雨径流相结合则易发生高含沙洪水，加上对中游水土保持的效果估计过高和汇流入黄泥沙输淤的处理方法失当，即使小浪底水库采取“调水调沙”运用，虽能“拦粗排细”，但多数年份会无水可调，有沙可淤，而汛期削峰“排浑”之流难免造成下游悬河加速淤积，使汛期同流量水位攀升，防洪大堤被迫进一步加高。面对黄河下游这种断流与悬河并存的险恶局面，应遵从自然规律，承认中、上游环境的严重恶化主要是人类活动的结果，充分考虑全流域东、西部社会经济发展和各民族地区贫富的差距，在“西北山川秀美工程”科学植树造林种草的基础上，以协调流域性的人地关系为主题，除改善西宁-兰州、宁夏、河套、汾渭等盆地的生态环境外，应全面调整黄土高原的国土整治对策。

3.2 调整水土保持思路

长期以来，黄土高原以水土保持为中心的国土整治工作由水利部门管理，是围绕在黄河上修建大型水利工程中的泥沙淤积问题开展的，以防止暴雨侵蚀、减少入黄泥沙输淤和治理下游悬河水患为主要目标。这种决策，不仅违背了流域环境的系统性原理，而且在相当程度上忽视了黄河中、上游的基本问题是干旱缺水、缺衣少食和贫穷落后，因而不可避免地要受到自然界的报复或惩罚。水土保持几十年，时紧时松，时治时废，颇多反复，出现点上大见效、线上有成效和面上无实效的治理结果。近些年国家提出“环境与发展”战略及解决贫困地区的政策以后，情况或许会有所好转。事实上，从人地关系来看，黄土地只要有生命之水，土地生产力就能大增，区域经济就能加快发展，生活条件就有明显改善，人口素质也会逐步提高，从而萌发优化生存环境的愿望，水土流失才能得到有效的治理。所以，应以治黄先治土、治土先保水、水土保丰收、治穷保水土为原则，并长期坚持，优先开发黄土高原作为基本生存条件的土水资源，保证农民衣食无忧，安居乐业，进而积极保护水土环境和治理水土灾害，就能真正达到治黄工程的兴利除害目的，实现全流域环境与经济的可持续发展。

3.3 倡导就地储水

当前，严重干旱缺水区的农民，在扶贫资金的帮助下积蓄雨水，解决人畜饮水和小块土地浇水，已经收到实效。但这还不够，远不能解决大面积黄土地的抗干旱、保收成和防暴雨、保土地的问题。与有的专家提出的“就地入渗”不同，就地储水是利用黄土地层结构中古土壤层的隔水性和黄土层的透水性特征，把暴雨降水产生的地表径流拦截，积储于田边地头，既可保墒，又可供雨过即旱的黄土地随时进行根灌或点灌。在源梁面上，围高塬缘，平整塬面，以全新世古土壤为隔水底板，在路边田间挖坑储水。在梯耕田中，加高外缘，地面内倾，以更新世各层古土壤为隔水层，在坎根掘洞储水。在小沟谷中，利用古土壤层筑坝建塘，截流淤沙，蓄水养林。这种就地储水方法，豫西农民已有自发性的创造。如取其之长，科学地加以改进，把这种方法推广到整个黄土高原，国家投入少，农民收效快。倡导就地储水是“治黄先治土、治土先保水”原则的体现，能有效地减弱暴雨径流的侵蚀，特别是能减轻主要产沙方式的沟谷重力侵蚀，从源头上减少进入黄河的泥沙量。

3.4 遏制地面蒸发

黄河流域由降水转变为径流的比例实在太小，径流系数只有0.162，而长江流域为0.48，相差约3倍。因此，黄河年径流量过少的主要水文因素，并不是大气降水相对偏少，而是由地面蒸发力过强造成的。如果能把黄河流域降水量的蒸发损失减小到接近气温更高的长江流域的水平，可利用的水资源就能增加2~3倍，对于生态环境和旱作农业来说，那就不会出现今日那样的干旱缺水情况。从历史状况来看，古时无论湿润期还是干早期，支撑黄河文化繁盛的土水资源条件，是由当时植被茂密、蒸发力弱、土壤肥沃和河川径流量大等人地关系基本协调的环境所决定的。所以，从宏观上分析，彻底解决黄河中、上游普遍性的土水资源问题，大力遏制地面蒸发是一项“水土保丰收、治穷保水土”的关键性工作。在黄土区采用现代科学技术发展节水农业和广种灌草是一个减少地面蒸发、充分利用有限水资源的大方向。但现今还受到人口素质和经济实力的限制，宜先创造条件再逐步推行，急于求成必欲速则不达，甚至会象有的地方已经发生的那样劳民伤财。办节水农业和生态农业应从实际出发，考虑农民的接受和承受能力，因地制宜，讲求实效。对广大的黄土区来说，上述成本不高的就地储水方法可以作为第一步。在相继进行沟谷种树和陡坡养草的同时，要解决好农民的柴薪问题，逐步做到桔杆还田，保墒肥田。另外，创造条件用无白色污染的薄膜，减少梯耕地陡坎的蒸发，也可用于果园空地的地面覆盖来保养水分。当实现生活与生态的良性循环之时，再全面实施先进的节水农业和生态农业工程，黄土区的自然土水资源就能得到充分利用。这种先治蒸发性干旱缺水再治暴雨性水土流失的思路，才与环境地学的客观规律相一致。

3.5 控制沟谷发育

黄土沟谷虽小，但关系到治理黄河的大事。黄河的泥沙，大部分（至少60%~70%）来自沟谷发育及其蚕食良田的产沙。当前，除特别支持或试验地区外，黄土地为沟谷切开的斑斑伤痕，由于种种原因，农民熟视无睹，地方力不从心，部门抓点放面，大部分任其迅速扩展。为今之计，应解放思想，制订特殊政策，把整个黄土高原上的一沟一坡长期无偿承包到一村一户，并给予必要的资金扶助和技术指导，让村村得利，户户受益。采取这一举措，才有可能使不可胜数的沟坡有治，沟脑稳固，沟底缓流，暴雨无碍，控制住呈几何级数分叉增长的沟谷发育。沟谷治理的有效方法为：缓坡梯耕，陡坡养草，保护坡脚，停牧止垦；养护沟脑，拦截沟流，分散面流，制止路蚀；沟底修埂，塘田相间，种树植灌，滞流淤沙。

3.6 全面推进小流域治理

由大小沟谷汇流形成的小流域，在黄土高原数以万计，它们是泥沙输入大支流最终进入黄河的必由通道，也是把侵蚀物质较多地拦截在源头的关键部位。国家投入进行试点的小流域治理，已有很多有效的方法和成功的经验，对防止水土流失和发展农村经济可以发挥重要的作用。但是，因受国力所限，难能在面上推广，因而在受集中性的特大暴雨袭击时，也不会使黄河的水文泥沙问题出现实质性的好转。当前，如果能及时调整水土保持的决策思路，通过广大农村和农民乐于接受的“就地储水”，“遏制地面蒸发”和“控制沟谷发育”等“水土保丰收”作业，真正地调动群众渴求增加生产、摆脱贫困、改善生活的积极性，使从低级生态农业中得到好处的农民变被动为主动，自觉要求优化生存环境，小流域治理就能够在黄土高原全面推进。如此，黄土高原人民富裕之时，必是黄河之水“变清”之日。在这一天来到之前，鄂尔多斯丰富的石油、天然气和煤炭资源，也应在国家、地方和乡村的共同努力下，使世代居住在黄土地的城乡居民得以享用，建设小康的新农村，增强农户抗御大旱和暴雨灾害的经济实力，才能巩固治土保水、治田保富的果实。

4 结语

黄河流域的人口、资源、环境、灾害问题由来已久，而且与中华文明的5000年发展史相联系。究其基本特征，盖出于黄河与黄土相伴的原因。但是，在过去的环境地学研究中，基础研究重黄土而轻黄河，应用研究重黄河而轻黄土，而且既缺乏河源、上、中、下游及河口区的整体性联系，又忽视岩石圈地质地形地貌、水圈河流湖泊海洋、大气圈气象气候粉尘、生物圈植物动物人类的系统性分析。因此，几十年来有关开发治理黄河的各项措施和工程，诸如土地利用、水土保持、修建水库和加高河堤等，过多地强调其正面效应及短期的局部利益，过少地考虑其负面效应及长远的整体损害，从而在人口膨胀和经济发展中导致缺水断流、洪水威胁和环境恶化等问题日趋严重。所以，为今之计，应深入进行黄河流域的环境地学研究，从黄土、黄河、黄河文明的动态联系和时空演变中，揭示地表系统各要素相互作用的自然规律及人与自然的相互作用的多重效应，才有可能正确认识过去，全面理解现在，综合预测未来。

黄河流域的国土整治应以维护资源环境安全为目标，以实施经济社会可持续发展战略为宗旨。在包括土地、矿产、淡水、生物等的资源环境安全中，土地安全是人类赖以生存发展的根本，其它都以它为基础而存在。但是，过去的流域性国土整治原则，不是与治黄脱节，就是以治黄为纲。而历来治黄方略的沿革，均没有跳出以水利为目的、以工程为方法的思路和实践，因而虽获得了许多急功近利的效益，但又积累了不少随时可能突然发难的隐患。所以，从环境地学的层次和地表系统动力学的角度来看，黄河流域要以确保土地资源的数量和质量为立足点，并以自力、自助、自救解决水资源问题为出发点，开拓国土整治新思路，才能提出能适应人地关系相协调和循环利用可持续的治黄方略。

基金项目：原地质矿产部“九五”重点基础项目(编号：9501113)、国家攀登预选项目(编号：95-预-40)和中国科学院“九五”重大项目(编号：KZ951-A1-402-04)

作者简介：吴锡浩(1937—)，男，研究员，博士生导师，长期从事第四纪地质、环境与全球变化研究。

作者单位：吴锡浩 蒋复初 雷伟志 中国地质科学院地质力学研究所，北京 100081；吴锡浩 中国科学院黄土与第四纪地质国家重点实验室，陕西 西安 710054；吴锡浩 中国科学院湖泊沉积与环境开放研究实验室，江苏 南京 210008。

参考文献

- [1] 吴锡浩，蒋复初，王苏民，等.关于黄河贯通三门峡东流入海问题[J].第四纪研究，1998，(1)：188.
- [2] 蒋复初，吴锡浩，肖华国.邙山黄土与三门峡贯通的时代[A].安芷生主编.黄土、黄河、黄河文化[C].郑州：黄河水利出版社，1998.13~19.
- [3] 吴锡浩，安芷生.关于青藏高原和黄土高原环境动力学研究的浅见[A].中国青藏高原研究汇编.青藏高原与全球变化研讨会论文集[C].北京：气象出版社，1995.222~227.

- [4] Zhang Xiaye, Arimoto R, An zhisheng. Dust emission from Chinese desert sources linked to variations in atmospheric circulation [J] . Journal of Geophysical Research, 1997, 102 (D23) : 28041 ~ 28047.
- [5] 邸醒民, 杨根生, 刘阳宣, 等. 黄河沿岸 (沙坡头—黄河河曲段) 风成沙入黄沙量的探讨 [A] . 人民黄河编辑部编. 黄河的研究与实践 [C] . 北京: 水利电力出版社, 1986. 153 ~ 162.
- [6] 韦省民. 渭北旱原的降水与蒸发 [A] . 西北大学地理系黄土高原地理研究室编. 黄土高原环境、资源、开发 [C] . 西安: 陕西人民出版社, 1991. 99 ~ 108.
- [7] 黄河水利委员会水文局编. 黄河水文志 [M] . 郑州: 河南人民出版社, 1996. 97 ~ 665.
- [8] 韩曼华, 史辅成. 黄河1843年洪水重现期的考证 [A] . 人民黄河编辑部编. 黄河的研究与实践 [C] . 北京: 水利电力出版社, 1996. 80 ~ 87.
- [9] 叶笃正, 黄荣辉. 长江黄河流域旱涝规律和成因研究 [M] . 济南: 山东科技出版社, 1996. 1 ~ 20.
- [10] 陆家其. 黄河中游地区近1500年水旱变化规律及其趋势分析 [A] . 人民黄河编辑部编. 黄河的研究与实践 [C] . 北京: 水利电力出版社, 1986. 150 ~ 157.
- [11] 钱 宁, 王可钦, 阎林德, 等. 黄河中游粗泥沙来源区对黄河下游冲淤的影响 [A] . 人民黄河编辑部编. 黄河的研究与实践 [C] . 北京: 水利电力出版社, 1986. 27 ~ 34.
- [12] 景 可, 陈永宗, 李风新. 黄河泥沙与环境 [M] . 北京: 科学出版社, 1993. 1 ~ 248.
- [13] 杨文治, 余存祖. 黄土高原区域治理与评价 [M] . 北京: 科学出版社, 1992. 1 ~ 297.
- [14] 周卫健, 安芷生. 中国黄土高原的¹⁴C年代学 [A] . 刘东生, 安芷生主编. 黄土、第四纪地质、全球变化(第三集) [C] . 北京: 科学出版社, 1992. 38 ~ 43.
- [15] 张居中, 张震宇, 常宗广. 试论河南舞阳贾湖遗址地貌演化与古人类活动之关系 [A] . 安芷生主编. 黄土、黄河、黄河文化 [C] . 郑州: 黄河水利出版社, 1998. 209 ~ 241.
- [16] 贾兰坡. 西侯度文化遗存 [A] . 贾兰坡旧石器时代考古论文选 [C] . 北京: 文物出版社, 1984. 17 ~ 41.
- [17] 祝一志, 周明镇. 中国北方古人类生活环境及其与黄土地层的对比 [A] . 刘东生, 安芷生, 吴锡浩主编. 黄土、第四纪地质、全球变化(第四集) [C] . 北京: 科学出版社, 1996. 46 ~ 52.
- [18] 黄河水利委员会. 黄河水利史述要 [M] . 北京: 科学出版社, 1982. 1 ~ 397.
- [19] 中国科学院《中国自然地理》编委会. 中国自然地理—历史自然地理 [M] . 北京: 科学出版社, 1982. 1 ~ 86.
- [20] 长江流域规划办公室. 长江水利史略 [M] . 北京: 水利电力出版社, 1979. 84 ~ 95.
- [21] 蔡呈海. 黄河下游悬河形成与环境演变 [A] . 黄土、黄河、黄河文化 [C] . 郑州: 黄河水利出版社, 1998. 110 ~ 117.

收稿日期: 1999-09-10