

文章编号:0559-9350(2019)11-1291-08

## 新时期治黄方略初探

王浩, 赵勇

(中国水利水电科学研究院 流域水循环模拟与调控国家重点实验室, 北京 100038)

**摘要:**“水少、沙多、水沙调控能力不足”是治黄历史矛盾。新时期治黄矛盾发生了重大变化,“沙多”得到了大幅度控制,“水沙调控能力不足”有了一定程度的缓解,“水少”已经演化成为主要矛盾。面向新时期黄河流域生态保护和高质量发展目标,应对治黄矛盾的思路在于“增水、减沙、提高水沙调控能力”,促进流域水沙关系协调。实施西部调水是破解治黄矛盾的战略举措,不仅可以保障黄河长治久安,支撑流域高质量发展用水需求,还能够有效提升黄淮海平原生态环境质量。基于治黄矛盾及其发展变化规律,提出了新时期治黄五大方略,即坚持生态优先的高质量发展、以水为脉的系统治理保护、应对极端灾害风险的综合预防、流域自然-社会水循环协同管控、流域和区域统筹的五大平衡控制。

**关键词:** 治黄; 治黄方略; 水沙演变; 西部调水; 水沙协调

**中图分类号:** P333.5

**文献标识码:** A

**doi:** 10.13243/j.cnki.slxb.20190728

黄河是中华民族的母亲河。五千年来,炎黄子孙得益于黄河与黄土的哺育繁衍生息,又受害于黄河与黄土相伴生造成的水患灾害,中华民族始终在同黄河水旱灾害作斗争,治黄方略的选择甚至关系着国家兴衰。传说中的大禹治水,采用“疏川导滞”策略平息了水患,改进了共工和鲧“围堵障水”的方式;西汉贾让提出“治河三策”,形成系统的治黄方略;东汉王景“宽河行洪”治黄之策得以大规模实施,黄河安澜800年;明朝潘季驯提出“束水攻沙”的治河理论与实践影响至今,实现了由分流到合流、由治水到治沙的转折;新中国成立以来,总结历史成败经验和教训,结合现代科技的进步,治黄进入了新的阶段,河道萎缩态势初步遏制,水土流失防治成效显著,防洪减灾体系基本建成。但是老问题并未彻底解决,新问题不断出现。水资源过度利用并衍生出一系列生态环境问题,“地上悬河”的总体淤积态势依然没有消除,黄河安澜中隐伏着危机。鉴于此,面向黄河流域生态保护和高质量发展重大国家战略<sup>[1]</sup>,在充分吸收前人研究和实践经验的基础上<sup>[2-5]</sup>,结合黄河流域水沙矛盾变化分析,探索新时期治黄方略。

## 1 新时期黄河流域水沙形势研判

历史经验表明,治黄主要矛盾集中于“水少、沙多、水沙调控能力不足”三大方面<sup>[6]</sup>。随着时代的进步和科技的发展,新时期黄河流域水沙关系发生了重大变化,客观认识治黄面临的主要矛盾和矛盾的主要方面是寻求治理路径的关键。

(1)“水少”是黄河流域气象水文条件及其抚育的黄河文明共同决定的,已经演化成为当前的主要矛盾。

黄河流域大部分处于干旱、半干旱和半湿润气候区,根据第二次全国水资源综合规划,1956—2000年流域多年平均降水量447 mm,仅为全国平均水平的70%,在全国十大水资源一级区中,仅高

收稿日期:2019-10-18

作者简介:王浩(1953-),中国工程院院士,主要从事水文水资源研究。E-mail: wanghao@iwhr.com

通讯作者:赵勇(1977-),教授级高级工程师,主要从事水循环模拟与水资源高效利用研究。E-mail: zhaoyong@iwhr.com

于西北诸河区。黄河流域是水资源极为短缺的地区,现状人均水资源量只有 $408\text{ m}^3$ ,远低于全国人均 $2055\text{ m}^3$ 和世界人均 $7350\text{ m}^3$ ,也低于国际公认的人均 $500\text{ m}^3$ 极度缺水线。近几十年来,黄河“水少”的形势向着更加不利的方向演化:一是随着下游引黄灌区的建设,黄河还承担着向海河、淮河及西北内陆河流域供水的任务。根据2014—2018年《中国水资源公报》,黄河年均向外流域供水达到 $86.3\text{ 亿 m}^3$ ,占同期黄河地表水资源总量的 $15.4\%$ 。二是受到气候变化和人类活动的影响,流域垂向水循环通量增加,径流性水资源减少<sup>[7]</sup>。根据黄河流域水资源评价相关成果,1919—1975年黄河流域多年平均天然径流量为 $580\text{ 亿 m}^3$ ,1956—2000年系列下降到 $535\text{ 亿 m}^3$ ,21世纪后持续衰减,根据《黄河流域水文设计成果修订》初步成果,1956—2010年系列天然径流量下降到 $482\text{ 亿 m}^3$ 。基于可预判的水土资源条件变化和水土保持措施实施,未来黄河流域天然径流量仍会出现小幅下降,初步模拟研究预计大概率稳定在 $460\text{ 亿 m}^3$ 左右<sup>[8-9]</sup>,将比1919—1975年系列减少 $120\text{ 亿 m}^3$ 。最近20年来,我国西北地区出现暖湿化现象,降水偏多、径流量增加,但这只是西北地区百年、千年尺度干旱化趋势的周期性震荡<sup>[10]</sup>,是一个不可持续的现象,由于冰川退缩和冻土退化,未来甚至可能会出现断崖式径流减少。可以看出,黄河“水少”的矛盾不仅没有缓解,而且还将越来越严重,已经成为新时期治黄的主要矛盾。

(2)“沙多”是黄河流域自然地理条件和暴雨特征共同作用的结果,是治黄复杂性的主要原因,但近几十年得到了大幅度控制。黄河泥沙主要产自中游黄土高原。暴雨是黄土高原土壤强烈侵蚀以及水土流失的自然动力,使得黄土高原被切割的支离破碎、沟壑纵横,大量泥沙入河,导致河道不断淤高决口,同时也造就了黄淮海大平原<sup>[11]</sup>。侵蚀、搬运、沉积这是大自然的基本规律,未来也绝不会停止<sup>[12]</sup>。《左传》《诗经》等古文中有大量黄河水沙记载,表明远古时期黄河就是一条多沙河流。自1980年代中期以来,随着流域水土保持的大面积实施以及气候变化影响,黄河“沙多”矛盾发生了重大变化<sup>[13]</sup>。1919—1959年潼关站多年平均实测输沙量为 $15.9\text{ 亿 t}$ ,1987—1999年减至 $8.1\text{ 亿 t}$ ,2000—2016年进一步降低为 $2.4\text{ 亿 t}$ ,与1919—1959年相比减少了 $84.8\%$ 。小浪底水库投入运用以来,由于水库拦沙作用,进入下游的沙量大大减少,2000—2016年花园口和利津站沙量仅有 $0.9\text{ 亿 t}$ 和 $1.2\text{ 亿 t}$ 。可以看出,虽然自然地理条件决定黄河流域“沙多”的矛盾无法根本消除,但已经得到了大幅度控制。

(3)“水沙调控能力不足”是历史治黄长期面临的问题,新时期也得到一定程度的缓解。旱灾、水灾和水土流失是黄河流域三大自然灾害。旱灾是黄河流域发生频次最多、影响范围最广、对国民经济破坏最大的自然灾害,据历史文献记述和当代气象资料统计,在公元前1766年至公元1945年的3711年中,有大旱成灾记载的就有1070多年。史书记载2600多年里黄河泛滥1500次、改道26次,造成“百年一改道、三年二决口”的灾害规律。黄土高原地区(包括鄂尔多斯高原)水土流失面积 $43.4\text{ 万 km}^2$ ,平均每年每平方公里流失土壤 $3700\text{ t}$ 。分析三大灾害产生原因,除了受到自然地理条件和极端气象因素影响外,水沙调控能力不足也是主要因素。新中国成立后,大规模实施水库、堤防、水土保持等重大工程建设,建成龙羊峡、刘家峡、三门峡、小浪底等干支流骨干水库以及河道堤防、蓄滞洪区等工程,累计治理水土流失面积超过 $23\text{ 万 km}^2$ ,建成淤地坝9万多座,以及大量的小型蓄水保土工程,基本实现了黄河安澜。可以看出,虽然仍不完善,但黄河水沙调控能力已经得到了大幅度提升。

## 2 新时期黄河流域水资源供需矛盾

治黄矛盾在于“水少、沙多、水沙调控能力不足”,破解的思路在于“增水、减沙、提高水沙调控能力”。面向新时期黄河生态保护和高质量发展,需要抓住水沙关系调节这个“牛鼻子”,研判战略举措,完善水沙调控动力,带动解决治黄主要矛盾。

(1)控制水资源开发利用强度是黄河流域生态保护的首要任务,但又会在一定程度上加剧经济社会水资源供需矛盾。黄河流域水资源开发利用已经接近 $80\%$ ,是我国十大一级流域片区中水资源

开发利用程度最高的河流，远超一般流域的40%生态警戒线，导致一系列生态环境问题。河流生态水量严重衰减，黄河干流利津站1919—1959年多年平均实测径流量为463.6亿 $m^3$ ，2000—2016年仅156.6亿 $m^3$ ，减少了66.2%。渭河、汾河、延河、无定河、窟野河和石川河等主要支流生态水量严重不足，渭河华县站和汾河河津站2000年以来入黄水量较1919—1959年减少了38%和69%。部分地区地下水超采严重，1980年代黄河流域年均地下水开采量约为90亿 $m^3$ ，2000年增加到145亿 $m^3$ ，近年来维持在120亿 $m^3$ 左右，仍较1980年代增加了近30亿 $m^3$ 。黄河流域湿地萎缩明显，根据1980—2016年的卫星遥感信息分析，黄河流域湖泊面积由1980年2702 $km^2$ 减少到2016年2364 $km^2$ ，降幅达到了13%。这些问题产生的根本原因在于过度取水，加强黄河流域生态保护，首要任务是降低地表和地下水资源开发利用强度，减缓社会水循环对自然水循环的干扰，但不可避免的影响经济社会用水，加剧已经十分紧张的水资源供需矛盾。

(2)需要坚持不懈地巩固和实施水土保持和沟壑治理工程，有助于控制入黄泥沙，缓解黄河“沙多”的矛盾，但也会导致“减水”的效果。坡面拦截、减少入黄泥沙可以从根本上解决“沙多”问题，必开展水土流失治理。未来需要以多沙粗沙区为重点、小流域为单元，采取工程、生物和耕作等综合措施，有条件的地方要大力建设旱作梯田、淤地坝等，把进入黄河的泥沙量降到最低限度<sup>[14]</sup>。水土保持减少入黄泥沙的同时，也在减少径流量，如何量化评价水土保持带来的减水减沙作用，一直是科学研究的热点与难点问题。《黄河流域综合规划》估计认为，水土保持治理造成河川径流量减少约10~30亿 $m^3$ 。从现有研究结果来看，虽然在减水减沙作用机理、定量程度等学术问题上观点不统一，但水土保持导致黄河径流量减少是客观存在的。水土保持把泥沙留在岸上，会损失一部分径流量，如果把入河泥沙冲到海里，要付出10倍左右冲沙水量的代价，所以水土保持从根子上是节水的。

(3)深度节水是缓解当前黄河流域水资源供需矛盾最优先的途径，但难以从根本上改变流域缺水的基本格局。黄河流域是我国最早最全面开展节水型社会试点建设的区域，近20年来，用水效率大幅提升，各项经济社会用水指标均处于持续提高的趋势，水资源利用效率在国内整体仅次于京津冀地区。2018年，黄河流域万元工业增加值用水量为21.9 $m^3$ ，约为当年全国平均值的1/2；黄河流域亩均灌溉用水量314 $m^3$ ，低于全国平均值。在考量未来可实施的技术水平，保持现状灌溉面积，保障生态系统安全情景下，预测黄河流域资源节水潜力约为17亿 $m^3$ ，占现状流域可耗用水量的7.7%。可以看出，即使充分挖掘并实现流域节水潜力，也远改变不了流域缺水的基本格局<sup>[15]</sup>。

(4)黄河流域高质量发展仍然需要稳固的水资源支撑，经济社会用水需求强烈。由于在我国社会经济中占有极其重要的战略地位，黄河流域的发展不仅关系到本流域的长治久安，还事关国家的粮食安全、能源安全和生态安全，综合各方面因素研判，未来一个时期黄河流域用水需求依然十分强烈。一是城市化发展用水需求。2016年黄河流域整体城镇化率为53.4%，低于57.4%的全国平均水平，人均生活用水量不足全国平均的70%。近年来，以兰州—西宁、宁夏沿黄经济区、关中—天水、呼包鄂榆、关中平原城市群、太原城市群和中原经济区等城市群发展为特征，新的增长极正在形成，随着城镇人口增加，生活水平提升，生活需水仍将保持增长态势。二是工业化用水需求。黄河流域工业化进程远未完成，预计到2035年左右，整体进入工业化后期，工业用水需求将逐步达到峰值，而在此期间，能源产业需水将保持较快增长。三是粮食安全用水需求。我国粮食自给率仅有80%左右，全国粮食生产重心不断北移，形成了“北粮南运”贸易格局。黄河流域在保障国家粮食安全中的作用逐渐凸显，灌溉面积和相应的灌溉水量难以大幅压缩。

(5)面向黄河生态保护和高质量发展目标，未来一个时期水资源供需矛盾依然十分严峻。近20年来，黄河流域用水总量基本没有增加，并不是没有发展需求，而是由于水资源开发利用已经达到80%，遇到了水资源供给的“天花板”。面向黄河流域生态保护和高质量发展目标，在天然径流量衰减和用水需求增量强烈的双重压力下，黄河流域水资源供需缺口势必呈扩大趋势。在供给侧，按照《黄河流域水文设计成果修订》推荐的1956—2010年利津站径流量482.4亿 $m^3$ 计算，充分利用各种非常规水源，退换超采的地下水和过度利用的地表水<sup>[16-17]</sup>，并考虑流域极限节水潜力，保障经济社会高质量发展用水需求。供需分析表明：黄河流域在维持现有实灌面积478.7万 $hm^2$ 的情景下，2035年

缺水约 67.4 亿  $m^3$ ，2050 年缺水约 77.6 亿  $m^3$ ；如要实现规划灌溉面积 613.3 万  $hm^2$ ，2035 年、2050 年缺水将超过 150 亿  $m^3$ 。如果考虑下游海河和淮河流域生态环境和经济社会补水需求，以及未来地表径流量可能进一步衰减的问题，估计缺水量将达到 200 亿  $m^3$ 。

### 3 西部调水补黄增源的战略意义

控制水资源开发利用强度能够增加自然水循环动力，但不可避免的影响经济社会用水；实施水土保持工程有助于减沙，但会降低水动力条件；节水和流域水资源统一调度有助于增加水动力，但也无法从根本上解决水动力不足的问题。新时期应对黄河流域水沙不平衡和水沙调控能力不足的矛盾，需要开源节流综合施策，在充分节水的基础上，实施西部调水不仅可以从根本上解决水少沙多、水沙不平衡和水沙调控能力不足的问题，还可从更高维度上打开黄河流域发展的想象空间。新时期、新目标、新要求，实施西部调水也要突破历史局限，突破原有南水北调西线贾曲入黄方案（入黄高程约 3442 m），避免引水高程太高、调水比例太大、生态环境影响等问题。面向生态文明建设和国家水土资源平衡战略需求，需要大格局思考、大战略谋划、大创意设计，充分考虑西南地区主要河流水资源开发利用潜力，将黄河流域纳入北方国土水资源安全的整体系统之中考量，构建新的可彻底解决黄河流域和我国北方地区水资源危机的西部调水方案。根据我国自然地理格局、西南地区主要河流水资源开发利用潜力以及北方地区经济社会布局，最佳路线是充分利用我国一二级阶梯过渡带的有利条件，尽可能减低引水工程高程，并经刘家峡水库入黄河。工程实施建议分期分段、由近及远、先易后难，先从长江上游支流引水，后延伸到澜沧江、怒江和雅鲁藏布江水系。新时代新的使命，我们应有责任感和使命感，制订一个统揽全局的系统方案，对保障黄河长治久安和全面提升黄淮海平原生态环境质量都具有极其重大的战略意义，必将像都江堰和京杭运河历史作用一样，成为黄河永固的千秋之计，让黄河成为造福人民的幸福河。

(1) 西部调水可为黄河流域高质量发展提供充足的水源保障。随着黄河水量统一调度管理和 2000 年小浪底水库建成运行，“黄河断流”这样刺激性缺水现象得到根治，但却把缺水矛盾从干流转移到支流、从河道转移到陆面、从地表转移到地下、从集中性破坏转移到流域均匀破坏。实施西部调水可为黄河流域经济社会高质量发展提供水资源保障，支撑 1.2 亿人摆脱经济社会发展相对滞后的局面，支撑上中游地区和下游滩区贫困人口脱贫致富，支撑煤炭、石油、天然气和有色金属资源等稀缺资源的有序开发，支撑黄淮海平原、汾渭平原、河套灌区等现代农业建设，支撑兰州-西宁、宁夏沿黄经济区、关中-天水、呼包鄂榆、关中平原城市群、太原城市群和中原经济区等城市群发展。

(2) 西部调水可为水沙协调和调水调沙提供有效的动力支撑。西部调水工程从上游刘家峡水库补水，自上而下流经刘家峡、万家寨、三门峡和小浪底等干流水沙调控工程体系，可显著提高全河调水调沙能力。实施调水调沙需要三大条件，一是要有库容，可由干流骨干枢纽提供，目前已经建设有小浪底、万家寨和三门峡等，需要尽快论证和启动修建古贤、碛口和大柳树等骨干枢纽工程，完善流域水沙调控体系，而且越早越有利，可以实现多库联合调度，效果要优于接续修建单座水库，发挥最大效益。同时，要充分利用当前流域来沙较少的有利条件，切实延长小浪底等水库的防洪减淤寿命，高效用好大型水库拦沙空间。二是要有水量，当前黄河水量极其有限，上下游、左右岸、各行业发展都要用水，有限的水资源既要保证生产生活高质量发展，又要维持黄河流域生态健康，西部调水工程向黄河补水，即可以向河道外供水，又可以参与调水调沙。三是要科学调度，针对黄河水沙不协调的特点，通过科学改变水沙过程，最大限度提高冲沙效率<sup>[18]</sup>，减缓水库淤积，加大下游河道输沙能力。

(3) 西部调水可有效控制人为因素导致的中上游河道淤积隐患。黄土高原的水土特性决定入黄泥沙难以完全根治，只有尽可能消减入河泥沙并将河道泥沙排走，延缓或控制河床升高，塑造稳定的河床，才能保障河流安澜<sup>[19]</sup>。西部调水大规模增加黄河水量，缓解河道内缺水，结合大柳树等重大枢纽工程调控，塑造协调的水沙关系，逐步遏制和改善宁蒙河段、禹潼河段淤积抬升。首先可以促

进改变宁蒙河段的二悬河，减少河道的游荡性。随着龙羊峡和刘家峡水库建成拦蓄洪水，降低了汛期水量和输沙能力，宁蒙河段主河道严重萎缩，部分河段成为地上悬河，使河道的水沙输送能力大幅度下降，平滩流量由1985年以前的 $5000\text{ m}^3/\text{s}$ 普遍降低到 $1500\text{ m}^3/\text{s}$ 左右。随着河槽的急剧萎缩和河床的不断淤积，宁蒙河段排冰能力明显下降，小流量高水位时常发生，凌汛期险情不断。其次是结合中游水土保持综合治理，并通过未来古贤、碛口等建设和联合调度，刷深潼关高程4 m以上，目标恢复到三门峡修建以前的自然状态<sup>[20]</sup>，还可以促进三门峡水库起死回生，重新焕发生机。

(4)西部调水可为渭河补水并推动渭河下游河道回归自然侵蚀面。渭河自西向东横贯关中平原，但如同黄河全流域一样，深受缺水和洪涝灾害影响。据统计，三门峡水库淤积达87亿 $\text{m}^3$ ，其中运行初期4年就达45.7亿 $\text{m}^3$ ，导致渭河侵蚀基面(潼关高程)抬高5 m<sup>[21]</sup>。其后经过多次改建，降低三门峡运行水位，但潼关高程仍居高不下，使得渭河变成人造悬河，下游河床平均高出堤外2~4 m，在华县一带形成“二华夹槽”凹地，支流泥沙倒灌淤堵、排涝不畅，洪水甚至危及西安。西部调水可有效消除渭河危机，一方面可从上游向渭河补水，既能够保障经济社会用水，支撑以国家中心城市西安为核心的关中平原城市群发展；又可满足河湖生态需水要求，再现“八水绕长安”盛景，全面提升水生态环境质量。另一方面，通过刷深黄河潼关高程，改变渭河下游河道演变和河床冲淤现状，使得渭河回归自然河流侵蚀面，根除回水倒灌洪涝灾害之虞。

(5)西部调水可为控制黄河下游河道淤积、促进永固安澜提供水量动力。黄河进入下游，由于地形坡度变缓，引起水动力不足水流变慢，大量泥沙开始在河道内淤积，河流逐渐发育成地上河，不断上演着“淤积-漫流-改道-淤积”的循环往复过程，从而使得淤高、决口、改道成为黄河下游河道发育的自然规律<sup>[22]</sup>，成为中华民族的心腹之患。黄河最近一次决口发生在1855年河南铜瓦厢附近，迄今为止，已经保持160多年相对稳定态势。但现行河道滩面高出背河地面4~6 m，局部河段高出20 m以上。黄河一旦改道，将占用800多公里长、数公里宽的粮田耕地，同时伴随巨大的移民人口、超千万亩农田灌溉系统和几十个城市供水系统的破坏，加上新黄河大堤的修建，其投资必然是一个天文数字，甚至可能带来社会稳定的问题，难以承受黄河改道所需要的社会成本。在黄河中游水土流失综合治理、水库拦沙、河道调水调沙等作用下，西部调水工程向黄河补水，预留出必要的河道输沙和生态用水，大规模提升调水调沙潜力，大幅度刷深下游河道主河槽，增加中水河槽的平滩流量，目标提高到 $8000\text{ m}^3/\text{s}$ ，相当于从根本上加高堤防3~4 m。同时，实施综合治理措施，确保下游河道安澜。

一是鉴于黄河流域尤其在“三花区间”发生特大暴雨的可能性，黄河一旦溃口甚至改道，后果不堪设想。应充分考虑防御特大洪水，坚持宽河固堤，保证主槽过水面积，同时要施以控导工程，塑造主槽稳定的下游河道<sup>[23]</sup>。

二是要充分利用疏浚手段解决泥沙问题。未来黄河下游河道泥沙治理需要充分考虑主动疏浚的因素，寻找最优的天然冲刷加人工疏浚的配合模式，并在水库库尾、驼峰部位、畸形河段和黄河河口部位等一些关键部位挖深拓宽，影响冲沙格局，泥沙则可以用来固堤、造地或者作为建筑材料。

三是在保持下游河道“宽河固堤”格局的基础上，大规模改造河南山东段黄河滩区，实施三滩治理<sup>[24]</sup>，“嫩滩”建设湿地公园，与河槽一起承担行洪输沙功能；“二滩”发展高效生态农业、观光农业等，承担滞洪沉沙功能；“高滩”作为居民安置区，提高防洪标准，保障滩区现有22.7万 $\text{hm}^2$ 耕地、189万人的高质量发展。

四是需要搞好河口地区的治理，实现顺畅的排洪通道和排沙通道，通过人工控制，形成溯源冲刷的局面，确保黄河安澜。

(6)为黄淮海平原生态环境全面提升和高质量发展提供水源保障。黄淮海平原人口稠密、城市集中、经济发达，是我国政治、经济、文化的中心。但水资源极其短缺，尤其是海河流域，经济社会发展长期依靠超采地下水和挤占河道内生态环境用水来满足。1980年以来地下水累计超采1800亿 $\text{m}^3$ ，形成了3.3万 $\text{km}^2$ 浅层和4.8万 $\text{km}^2$ 深层地下水超采区。黄河河南山东供水区有66个大型灌区，配套有完善的供水系统，通过黄河河道，西部调水工程可向海河和淮河流域自流供水。南水北调东线工程覆

盖范围有限，南水北调中线工程主要保障城市生活和工业用水，而西部调水工程补水可实现全区域覆盖全要素供给，充分发挥东中西三线联合保障作用，能够彻底扭转黄淮海平原水资源承载能力不足的问题，保障经济社会高质量发展，弥补过去40年地下水超采的历史欠账，维护河湖生态健康。

#### 4 新时期五大治黄方略构想

基于黄河流域水沙形势研判、治黄主要矛盾及其发展变化分析，提出新时期治黄五大方略。

一是生态优先的高质量发展方略。过去一个时期，黄河流域过分强调以人为本，对生态保护注重不够；当前及未来一个时期，应更加强调生态优先，稳固生态屏障。关键是保护好黄河源头区、上中游地区的祁连山、秦岭、六盘山、贺兰山和河口三角洲等关键生态区块，实施好黄土高原水土保持系统工程，同时充分考虑有重要生态功能兼顾保障粮食安全的三大灌区，分别是上游的宁蒙灌区、中游的汾渭灌区和下游的豫鲁灌区。在生态保护的基础上，探索高质量发展路径，优先发展上中游的清洁能源，实现风光水互补，适度控制甚至逐步替代火电。高质量推动兰州-西宁、宁夏沿黄经济区、关中-天水、呼包鄂榆、关中平原城市群、太原城市群、中原经济区等城市群建设，并把流域生态资源转换为旅游、医药、绿色食品、特色工业等生态资本和产品，借助新一轮技术革命的推进，实现既要绿水青山、又要金山银山的目标。

二是以水为脉的系统治理保护方略。山水林田湖草是一个生命共同体，黄河流域治理保护还应充分考虑经济社会发展的需求及其作用影响，实施山水林田湖草城综合治理、系统治理和源头治理。山是水的主要产流地，林与草是水的重要涵养地，湖是水的聚集调蓄地，田与城是社会水循环的两大关键单元，因此必须以水为脉，统筹山、林、田、湖、草、城。生态保护和治理涉及到左右岸和上下游，必须把流域看成一个整体系统，谋划布局生态保护和修复措施，不仅要重视源头预防，也应重视用水过程管控，还应重视末端治理<sup>[25]</sup>。流域生态保护也需要水资源保障，保护与发展中的水资源供需矛盾可通过节水开源系统解决。

三是应对极端灾害风险的综合预防方略。历史上，黄河流域洪旱灾害频发，黄河治理必须立足应对极端干旱和特大暴雨洪水，实施预防为主方略。充分考虑气候变化影响，瞄准历史上极端洪旱事件和可能发生的极端气象条件，查找可能发生重大灾害的风险源，通过深度节水、水土保持、重大水工程建设、河道整治、河势控制等措施，抓好大保护、实施大治理、采取大措施。通过生态屏障建设坦化洪峰，海绵城市农田蓄滞洪水，修建水库调蓄洪峰洪量，全河调度缓解洪峰，宽河固堤蓄滞洪水。对付特大连续干旱，正常情况多用地表水，把地下水作为总的战略后备水源，从根本上控制极端灾害发生风险。

四是流域自然-社会水循环协同管控方略。在黄河流域水资源开发利用率高达80%左右的背景下，必须实施自然-社会水循环协同管控方略。自然水循环是主过程，社会水循环是人工侧枝过程，需要控制和协调好两者间的互动关系<sup>[26]</sup>。在自然水循环侧，需要维持水资源的可再生性，加强水源涵养，控制产水量锐减态势，保持河势稳定，坦化各种水文极值。针对黄河水少的主要矛盾，通过西部调水等人工水循环措施，增强自然水循环动力。在社会水循环侧，需要尽可能减少从自然水循环取水，大幅度降低农药、化肥等施用量，全面推进城乡生活和工业污水资源化利用，尽可能少的向自然水循环排污，保护河湖和地下水体环境质量。

五是流域和区域统筹的五大平衡控制方略。黄河的问题，表象在黄河，根子在流域，必须点、线、面结合，实施流域和区域统筹治理方略。流域负责统一规划、监测、标准、立法和调度管理，区域要守土有责、分区施策，遵循五大平衡准则，水资源供给与需求相平衡准则，水污染产生与消减相平衡准则，水分与热量相平衡准则，水沙产生与排泄相平衡准则，生产生活与生态空间相平衡准则。

## 5 结论与建议

水少沙多、水沙关系不协调,是黄河复杂难治的症结所在,本文在黄河流域水沙形势分析的基础上,探索提出了新时期治黄方略。

(1)新时期黄河流域水沙形势表明,“沙多”得到了大幅度控制,“水沙调控能力不足”也得到一定程度的缓解,“水少”已经演变成成为新时期治黄的主要矛盾。破解新时期黄河流域水沙不协调的思路在于“增水、减沙、提高水沙调控能力”。面向生态文明建设和国家水土资源平衡战略需求,实施西部调水是完善水沙调控动力、确保黄河健康安澜、保障流域高质量发展的重大举措。并且探索提出了治黄五大方略:生态优先的高质量发展方略、以水为脉的系统治理保护方略、应对极端灾害风险的综合预防方略、流域自然-社会水循环协同管控方略、流域和区域统筹的五大平衡控制方略。

(2)推进黄河流域生态保护和高质量发展,需要科技创新支持,系统揭示流域水沙变化规律及其影响,研究水资源节约集约利用、防洪安全、泥沙调控和生态廊道修复与保护技术,创新高质量发展模式,推进西部调水等重大工程开放、包容、充分的科学论证与方案优化。

## 参 考 文 献:

- [ 1 ] 习近平.在黄河流域生态保护和高质量发展座谈会上的讲话[J].求是,2019(20):1-7.
- [ 2 ] 钱正英.黄河治理要在创新和突破中前进[J].治黄科技信息,2006(4):15-16.
- [ 3 ] 潘家铮,韩其为,王浩.重视黄河的长治久安问题[J].治黄科技信息,2010(4):13-15.
- [ 4 ] 李国英.关于黄河长治久安的思考[N].光明日报,2001-8-6.
- [ 5 ] 陈效国.21世纪黄河治理开发的思路与布局[J].中国水利,2000(9):15-16.
- [ 6 ] 胡春宏.黄河水沙变化与治理方略研究[J].水力发电学报,2016,35(10):1-11.
- [ 7 ] 王浩,贾仰文,王建华,等.人类活动影响下的黄河流域水资源演化规律初探[J].自然资源学报,2005,20(2):157-162.
- [ 8 ] 王浩,贾仰文,王建华,等.黄河流域水资源及其演变规律研究[M].北京:科学出版社,2012.
- [ 9 ] 刘晓燕.黄河近年水沙锐减成因分析[M].北京:科学出版社,2016.
- [ 10 ] 李勃,穆兴民,高鹏,等.黄河近550年天然径流量演变特征[J].水资源研究,2019,8(4):313-323.
- [ 11 ] 任美镠.黄河的输沙量:过去、现在和将来——距今15万年以来的黄河泥沙收支表[J].地球科学进展,2006(6):551-563.
- [ 12 ] 刘国纬.黄河下游治理的地质基础[J].中国科学(地球科学),2011(10):130-142.
- [ 13 ] 胡春宏,张晓明.论黄河水沙变化趋势预测研究的若干问题[J].水利学报,2018,49(9):1028-1039.
- [ 14 ] 赵建民,陈彩虹,李靖.水土保持对黄河流域水资源承载力的影响[J].水利学报,2010,41(9):1079-1086.
- [ 15 ] WANG H, YANG G, JIA Y, et al. Study on consumption efficiency of soil water resources in the Yellow River Basin based on regional ET structure[J]. Science in China(Series D Earth Sciences), 2008, 51(3): 456-468.
- [ 16 ] 刘晓燕.河流健康理念的若干科学问题[J].人民黄河,2008,30(10):1-3,11.
- [ 17 ] 李国英.黄河治理的终极目标是“维持黄河健康生命”[J].人民黄河,2004,26(1):1-2,46.
- [ 18 ] 乔西现.黄河水量统一调度回顾与展望[J].人民黄河,2019,41(9):1-5.
- [ 19 ] 安催花,鲁俊,钱裕,等.黄河宁蒙河段冲淤时空分布特征与淤积原因[J].水利学报,2018,49(2):195-206,215.
- [ 20 ] 陈建国,周文浩,韩闪闪.三门峡水库水沙运动的若干规律——兼论水库溯源冲刷对黄河下游河道的影响[J].水利学报,2014,45(10):1165-1174.
- [ 21 ] 周建军.黄河泥沙问题与长远安全对策[J].民主与科学,2018(6):13-16.
- [ 22 ] 张红武,李振山,安催花,等.黄河下游河道与滩区治理研究的趋势与进展[J].人民黄河,2016(12):1-10,23.
- [ 23 ] 吴保生,李凌云,张原锋.维持黄河下游主槽不萎缩的塑槽需水量[J].水利学报,2011,42(12):

1392-1397.

- [ 24 ] 张金良. 黄河下游滩区再造与生态治理[J]. 人民黄河, 2017, 39(6): 24-27, 33.
- [ 25 ] 王浩, 秦大庸, 王建华. 流域水资源规划的系统观与方法论[J]. 水利学报, 2002(8): 2-6.
- [ 26 ] 王浩, 贾仰文. 变化中的流域自然-社会水循环理论与研究方法[J]. 水利学报, 2016, 47(10): 1219-1226.

## Preliminary study on harnessing strategies for Yellow River in the new period

WANG Hao, ZHAO Yong

*(China Institute of Water Resources and Hydropower Research,*

*State Key Laboratory of Simulation and Regulation of Water Cycle in River Basin, Beijing 100038, China)*

**Abstract:** “Less water, more sand, and lack of balance between water and sediment” is the historical contradiction of harnessing the Yellow River. In the new period, the contradiction of harnessing the Yellow River has taken place significant changes. “More sand” has been sharply controlled, and “lack of balance between water and sediment” has been alleviated to a certain extent, while “Less water” has evolved into the main aspect of the contradiction of harnessing the Yellow River. Facing the ecological protection and high-quality development of the Yellow River basin in the new period, the idea to deal with the contradiction of harnessing the Yellow River is to “increase water, decrease sand, improve water and sand regulation ability”, for the promotion of water and sand coordination. The implementation of western water transfer is a strategic measure to solve the contradiction of harnessing the Yellow River. It can not only support the water demand for high-quality development in river basin, guarantee the long-term peace and stability of the Yellow River, but also effectively improve the ecological environment quality of the Huang-Huai-Hai Plain. Based on the principal contradiction and the law of development and change of harnessing the Yellow River, five strategies of harnessing the Yellow River in the new period are put forward, namely, adhere high-quality development with ecological priority; adhere to the systematic management and protection strategy based on water; adhere to the comprehensive prevention strategy based on extreme disaster risk; adhere to the coordinated control strategy based on natural and social water circulation in the river basin, and adhere to the five balanced control strategies based on the overall planning of river basin and region.

**Keywords:** harnessing the Yellow River; strategies of harnessing the Yellow River; evolution of water and sand; western water transfer; water and sand coordination

(责任编辑: 王学风)