

引黄入渭分流工程

——减少黄河水土流失和改善径流断流的对策

The Tentative Plan for Transferring the Water of the Yellow River into the Weihe River

李安民

(解放军 304 医院, 教授 北京 100037)

黄河是我国一条特殊的大河, 是西北和北方地区可靠的重要水源, 因其携带泥沙量巨大、严重的凌汛和灾难性的旱涝而成为世界最难治理的江河; 加之 90 年代以来黄河进入少水期形成下游的每年长时间的径流断流, 给沿黄地区工农业生产和城市生活造成严重水荒, 且有变为内陆河之虑, 已成为明显影响下游地区经济发展的主要因素。本文就合理利用现有的黄河有限水资源、提高对黄河水的利用率、减少黄土高原的水土流失和凌汛对沿河地区的破坏等问题, 提出引黄入渭分流工程的综合治理设想。

一、黄河的特征

1. 黄河河道特征

黄河发源于青海省巴颜喀拉山北麓的约古宗列盆地。沿途流经青藏高原东缘、鄂尔多斯高原、黄土高原和华北冲积平原的 9 省(区), 在山东省东营市垦利县汇入渤海。全长 5 464km, 总落差达 4 448m。流域面积达 75. 2 万 km², 如包括黄河的洪水波及的河北、安徽、江苏、河南、山东省的 25 万 km², 广义的流域面积达 100. 2 万 km²。

(1) 河源段 从发源地经扎陵湖和鄂陵湖到青海玛多县, 长约 1 182km, 集水面积 13 万 km²; 是黄河水源主要的收集地之一, 对我国西部的生态有巨大的维持能力。

(2) 上游段 自青海玛多县到内蒙古托克托县的河口镇, 是黄河的主要耗水区段。从青海的龙羊峡到宁夏的青铜峡的 916km 的河道, 落差达 1 220km。黄河穿行于山高谷深的石基河床中, 水多沙少。出青铜峡后, 水流平缓极利于引黄灌溉, 但原始的漫灌方式加之流域内土质疏松等原因, 引黄灌区每亩平均灌溉水量高达全国平均灌溉水量的 1. 5 倍, 最高竟达 3. 2 倍。如位于内蒙古巴彦淖尔盟磴口黄河干流上的三盛公水利枢纽, 平均每年引走黄河径流量达 45. 98 亿 m³, 特别是 4~ 7 月份之间, 兰州以上的汛期所蓄备总水量的 70~ 80% 被宁夏灌区引走, 而这部分水量正是黄河下游此期间工农业生产和城市生活用水最需要的水源。这是造成黄河下游径流断流的主要原因。

(3) 中游段 自河口镇至河南郑州市的桃花峪。这个区段是黄河千百年来难以根治的水土流失、洪灾、旱灾以及凌汛的源发区。黄河在此区段流经长达 725km 落差为 607m 的晋陕峡谷, 和长为 481km 落差为 283m 的晋豫峡谷。特殊的流经区域和大落差的湍流, 致使其携带了 14~ 15 亿吨泥沙进入下游。

(4) 下游段 自桃花峪以下至垦利入海口, 在辽阔的华北平原上, 黄河水被长达 1 370km 的大堤约束, 总落差为 94m, 比降率为 1/6 000~ 7 000(济南以上)和 1/8 000~ 10 000(济南以下)。自中游携带的平均每年的大约 16 亿吨泥沙, 约有 4 亿吨沉积在河床内, 形成了黄河下游特有的“悬河”结构。这种“悬河”在洪水期对两岸人民生命和工农业基础存在严峻的威胁; 但是“悬河”结构亦有利于由黄河向华北地区自然引水, 有望成为南水北调的中转通道。

2. 黄河泥沙的特点

黄河泥沙总量的 16 亿吨中有 14~ 15 亿吨来自中游, 中游地区位于干旱一半干旱季风气候区, 植被生态薄弱。

黄河水土流失主要发生在以面蚀为主的丘陵沟壑区, 次之是以沟蚀为主的高原沟壑区。长年严重的水土流失使黄河的含沙量在世界的河流中遥遥居先。根据河南陕县站的 35 年观测结果, 每 m³黄河水中平均含沙量为 37. 5kg, 最高为 590kg。水土流失严重的河口镇到龙门区间的 42 个县和泾、渭、洛、汾河流域的 58 个县, 土地总面积为 24 万 km², 却有水土流失面积 18. 9 万 km², 占黄河中游水土流失总面积的 42%; 而每年平均输入黄河的泥沙有 14~ 15 亿吨, 约占 88%。(表 1、表 2、表 3)

各表所列数据有以下特点。

(1) 黄河泥沙主要来自晋陕峡谷的陕西侧黄土高原。从河口镇至龙门区间, 黄河径流仅以 17. 6% 的新增来水量, 携带的泥沙量就高达 9. 08 亿吨。

(2) 泾、洛、渭、汾河等 4 大干支流流域面积和来水量分别为三门峡以上径流的 27. 8% 和 24%, 年输沙量为 5. 5 亿吨。

3. 黄河的径流断流特点

(1) 黄河的年径流量的区段分布

表1 黄河流经晋陕峡谷陕西侧主要支流特征与年输沙量

河名	河长 (km)	流域面积 (km ²)	输沙总量 (万T)	径流总量 (万m ³)
无定河	491.2	30 261	19 900	139 916
窟野河	241.8	8 706	11 661	74 087
延水河	284.3	7 687	6 420	22 032
清涧河	167.8	3 468	4 383	14 413
秃尾河	139.6	3 294	2 975	41 873
佳芦河	92.5	1 134	2 620	9 384
屈产河	78.3	1 220	1 265	3 959

表2 黄河流经晋陕峡谷山西侧主要支流特征与年输沙量

河名	河长 (km)	流域面积 (km ²)	输沙总量 (万T)	径流总量 (万m ³)
三川河	176.4	4 161	2 922	28 681
湫水河	121.9	1 989	2 684	10 467
昕水河	138	4 326	2 406	18 675
岚漪河	119.2	2 167	1 405	10 358

表3 黄河流经龙门—三门峡主要支流特征与年输沙量

河名	河长 (km)	流域面积 (km ²)	输沙总量 (万T)	径流总量 (万m ³)
泾河	455.1	45 421	26 168	171 840
渭河	818	62 440	16 700	600 200
北洛河	680.3	26 905	10 200	77 730
汾河	693.8	39 471	4 980	161 382

据 1919~1975 年的 56 年统计: 在黄河的丰水河段兰州以上, 多年平均天然年径流量达 323 亿 m³, 经过宁蒙灌区到托克托县河口镇为 247 亿 m³, 减少 76 亿 m³; 如加上兰州至河口镇汇入黄河的祖厉河、清水河、大黑河等 9 条支流的 11.2 亿 m³ 的来水量, 黄河年均径流在流经宁夏、内蒙古河套地区时共减少干流年径流量 87.2 亿 m³; 从河口镇到山西河津龙门的 725km, 仅增加来水量 72 亿 m³, 使干流年径流量达 319 亿 m³; 从龙门至三门峡的 240km 的河段, 由于汾、洛、渭、泾河的汇入, 黄河平均年径流为 418 亿 m³, 净增加水量为 99 亿 m³; 三门峡至桃花峪 241km 河段, 由伊、洛、沁河和金堤河净增加水量 52 亿 m³, 使此河段黄河平均年径流量达 470 亿 m³。

(2) 形成黄河断流的主要因素

①黄河流域水资源贫乏, 不能满足日益增长的用水需要。黄河多年平均天然径流量为 580 亿 m³, 只占全国总径流量的 20%。全流域人均水量只占全国人均水量的 25%, 每公顷耕地平均水量只占全国耕地平均水量的 17%, 而靠黄河供水地区的工农业生产和城乡生活用水量则剧增, 90 年代比 50 年代增加 4.7 倍, 农业灌溉用水量增加了 6.4 倍。随着国家都市化的进程加快, 这种矛盾更加尖锐, 如引黄济青工程和 2000 年紧急启动的引黄济津工程更为黄河水资源的合理利用敲响了警钟。根据权威资料, 黄河水资源的综合利用率仅 40%, 实属不利于国民经济可持续发展的巨大浪费。

②进入 90 年代, 黄河全流域内降雨量少、径流量减少。根据沿黄水文站实测降水资料统计, 90 年代以来, 黄河流域年均降水量均少于前 35 年的平均降水量。花园口站 90 年代比 50 年代年平均来水量减少达 194.5 亿 m³。

③中游黄河干流水利枢纽缺乏调蓄能力。黄河干流已建成的 8 座水利枢纽, 只有龙羊峡、刘家峡、三门峡具有较大的调蓄能力。龙羊峡、刘家峡位于上游, 经过耗水量多的宁蒙灌区和沙土渗漏河段, 无法对下游进行有力的调控。位于中游的三门峡水库库容, 由于库区处于高泥沙河段所造成的库区淤积和潼关段河床高程的限制, 远不能满足下游工农业发达地区用水需要。小浪底水库的建成能在很大程度上改善这种缺乏调蓄的状况; 但建于晋陕峡谷出口处的小浪底水利枢纽同样会受到来自晋陕、晋陕峡谷下泄泥沙的淤积, 影响其设计的调蓄径流的能力, 甚至影响小浪底水利枢纽的设计寿命。

④缺乏统一的黄河水资源调度管理体制。目前黄河已建成的干流骨干水利工程和大型灌区的运作, 分别隶属于不同部门和地区管理, 很难做到全河上下统筹安排。

二、引黄入渭分流工程的可行性

鉴于上述特征和问题, 笔者提出引黄入渭分流工程设想。

1. 渭河的特征和作为分流通道的可行性

渭河发源于甘肃省渭源县的鸟鼠山, 是黄河最大的支流, 经陇西、天水进入陕西宝鸡, 沿秦岭山前洪积平原的底槽, 经咸阳、西安, 在潼关附近注入黄河, 全长 818km, 集水面积 62 440km², 年径流总量 60 亿 m³。在西安附近新丰镇有泾河注入。泾河汇集了渭河来水量 17 亿 m³, 却增加了输沙量 2.6 亿吨。使渭河的总年输沙量达 4.0 亿吨。

渭河发源地海拔 3 495m, 渭河口在三门峡库区海拔仅为 329m, 落差达 3 166m。流域大致可分 4 个单元: 陇东山地、秦岭山地、黄土高原和渭河谷地。大致可分为 3 个区段。上游段从鸟鼠山到天水, 河长 225km, 其中天水盆地发育有三级黄土堆积阶地。中游段从宝鸡到天水, 河长约 200km, 为河流切割的峡谷。下游段从宝鸡到潼关, 河长约 400km, 是宽阔的渭河平原。下游河堤防洪标准为 50 年一遇, 流量为 10 800m³/s, 足以容纳自兰州分流的年均 161.5 亿 m³ 的水量。

渭河河道在陇东及宝鸡地区穿行于地广人稀、山高谷深的陇东山地。河道特点水多沙少。此区间已建成有宝鸡峡水库和正在兴建的鸡冠岩水电站等水利工程, 可对渭河上游进行调洪蓄水。

渭河泥沙量主要来自泾河径流携带和渭河的泾河口到潼关的渭河口段, 本身的泥沙量不大。

2. 可减少黄河径流的含沙量

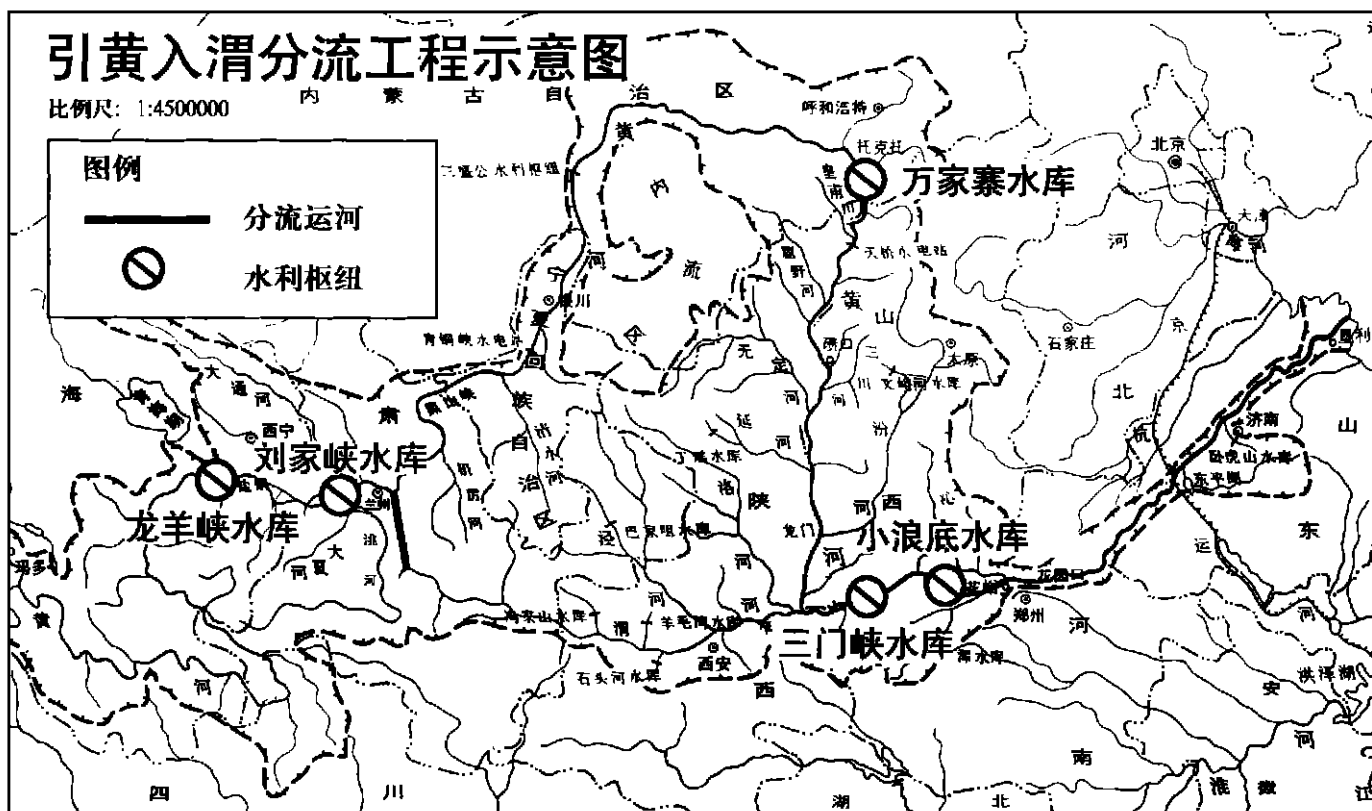
根据黄河水的“两清一浑”特点, 分流的清水区兰州段的年径流量 323 亿 m³ 中, 可设计为将 1/2 流量的 161.5 亿 m³ 引入渭河。这样就可绕过水土流失严重区段的晋陕峡谷, 减少黄河径流在大落差的河道中由无定河、窟野河、清涧河等一级携沙支流和

8 0595 条沟壑带入黄河河道中的 9.08 亿吨泥沙。

3. 稳定调控黄河下游径流来水量

从渭河分流走的经捷径流入陕西关中地区的 161.5 亿 m^3 污染较轻的河水, 可望基本满足下游地区工农业生产和城市生活用水的供给。现今的天然黄河河道从龙羊峡到三门峡为 2 749.9km, 如经引

黄入渭工程分流后, 流程仅为 968km, 缩短了流程 1 781.9km, 使龙羊峡、三门峡、小浪底 3 座具有调蓄能力的大型干流水库构成近距离的串联调蓄网络。可利用的 3 座水库的总库容高达 369.3 亿 m^3 。这有利于调控中上游来水, 对中下游地区进行水量调配, 减少河水入海量, 提高黄河水利用率。



4. 不影响宁蒙灌区和万家寨引黄入晋的取水

量
经兰州分流后仍沿原天然河道下行的 161.5 亿 m^3 径流量, 主要用于银川平原和河套地区的农业灌溉 (但应在几年内改变当地的原始灌溉方式, 采取先进的渗灌、喷灌和滴灌技术) 和银川、包头市等大中城市的居民生活用水。分流后的径流量也应满足万家寨引黄入晋和后期的引黄入京引水工程, 相信通过合理调配可以保证原设计的年引黄河径流量 40 亿 m^3 的计划用水量。

5. 是适应我国社会体制的另一治黄方略

在现有的综合国力较强与社会结构统筹性较差的特点下, 仅靠地方政府的努力无法在短时间内在黄河中上游的水土保持工作中取得根本性好转的效果, 必须依靠中央的统一安排、集中投资建设。引黄入渭分流工程是一项改变我国山河地貌、造福西北人民的水利工程, 应由中央政府统一论证和组织建设。

6. 是根治凌汛的一个有效对策

由于引黄入渭分流工程减少了沿天然河道流经内蒙河套高纬度地区到三门峡区段的天然年径

流量, 也就在很大程度上减弱和消除了形成凌汛的可能性, 同时也减少了“倒开河”期河凌下泄的速度和绝对量, 将使每年的凌汛在山西河曲的万家寨水库库区彻底瓦解, 无力继续向下游推进。

7. 可继续发挥天然河道上已建成和正在建设的水利枢纽的作用

黄河自兰州分流后的年径流量基本上能满足青铜峡水电站的生产需要。万家寨水库仍可成为沿天然河道分流的黄河水的最终利用库, 由此而引黄入晋。山西保德和陕西府谷的天桥水电站, 仍可作为晋陕峡谷的淤泥坝。

三、引黄入渭分流工程的设想

1. 引黄入渭分流闸坝的选址

兰州桑园峡距渭河源头鸟鼠山区的直线距离约 150km。此区段人口密度低, 如新辟运河河道或桥涵、渡槽、倒虹等工程, 居民搬迁任务小。另外, 此区段多为石基山地或丘陵, 不会增加新的水土流失流域面积和河水的泥沙量。兰州以上是黄河清水区的终点, 且水量充沛, 天然年径流量稳定在 323 亿 m^3 。

故引黄入渭分流闸坝址宜建于兰州以东的桑园峡为好, 闸坝可设计为低水头河床式多孔分流闸坝。

2. 分流量分配

(1) 沿天然河道分流黄河年径流量的 1/2, 即 161.5 亿 m^3 , 仍流经宁夏、内蒙古、山西、陕西, 以保证上述流域的工农业生产和城市生活用水。

(2) 另外的 1/2 黄河年径流量则沿新开凿的分流运河河道引入渭河, 直接经甘肃陇东山地、陕西关中地区进入三门峡库区, 可保障缺水严重的宝鸡、咸阳、西安等城市的生产生活用水, 对促进西部大开发具有至关重要的意义。

3. 分流方式的选择

桑园峡海拔高度为 1735m, 渭河河口在三门峡库区的海拔为 329m。兰州经渭源至关中地区流程约 968km, 落差为 1406m。桑园峡与鸟鼠山南坡的渭河源地区, 中间隔以高程为 3495m 的鸟鼠山, 选择开凿运河的最佳位置是本项工程的最重要内容; 但无非是两种方式。

(1) 落差分流 即采取绕过鸟鼠山后选择低于桑园峡高程的渭河河道, 利用高程差分流。这样肯定会增加运河开凿的长度, 也就增加了土石方的工程量, 但建成后投入运营的成本费用低, 应是分流工程的首选方式。

(2) 机械提升分流 采取一级或多级大型提升机械, 将河水逐级提升至相应的高程点流入渭河。提升分流尽管可减少土石方的施工量, 但大型水利提升机械设备的购置及分流后的运营费用较昂贵。

四、引黄入渭分流工程的优越性

笔者将本工程的优越性归纳为以下 9 个方面。

1. 提高国家对黄河水资源统一调配的能力, 改善黄河水资源的时空分配。引黄入渭分流工程使黄河上游来水量的 1/2 (161.5 亿 m^3) 由国家直接进行近距离调控, 将能在很大程度上缓解黄河下游的缺水状况。

2. 科学地利用黄河径流的“两清一浑”特征, 减少中下游流域水土流失和径流携沙量。“两清一浑”即兰州以上上游段和孟津以下中下游河水含泥沙量少而自河口镇至三门峡河段含泥沙量高。如自兰州分流后, 引入渭河的黄河水仅携带渭河和泾河的 4.2 亿吨泥沙, 将减少原河道的支流或沿河沟壑冲入的 9.08 亿吨泥沙, 缩短泥沙迁移距离, 减少进入三门峡、小浪底库区的泥沙绝对量, 特别是将大大减少黄河泥沙在下游悬河河段河床的沉积。

3. 对用水量过大且水资源利用率过低的宁夏地区采取强制性限水, 将提高黄河水的利用率。自兰州以下到托克托县的河口镇, 黄河径流总量减少了 87.2 亿 m^3 , 达年径流量的 1/6, 是全河唯一一处天然流量呈负增加的区段。在保障此区段的沿河大中城市居民生活用水和工业用水外, 通过分流工程的强制性调配, 将减少该区段原始性的农业漫灌用水量。

4. 减少径流长途输运损失, 可进一步提高黄河水资源的利用率。黄河天然河道从兰州经宁夏河段到黄河潼关库区的流程为 2100km, 粗略估算, 黄河干流在这个河段的蒸发损失近 10 亿 m^3 。引黄入渭工程使上游 1/2 来水量缩短 1132.9km 的流程, 而直接进入下游地区, 将显著减少有限水量的长途输送损耗, 提高黄河水资源的利用率。

5. 大幅度改善渭河下游和黄河潼关以下河段的泥沙淤积状况。黄河陕县站实测黄河多年平均含沙量 37.5 kg/m^3 。由于黄河下游河道比降率减少, 降低了河水的输沙能力, 使大量泥沙沉积于河床中。龙羊峡水库建成后, 据 1988~1995 年资料统计, 黄河兰州站多年平均含沙量仅 1.39 kg/m^3 , 比陕县站少 36.1 kg/m^3 。以此计算, 每年经渭河输入黄河下游的 161.5 亿 m^3 来水量可增加 5.85~2.62 亿吨的输沙能力, 这对于改善渭河下游、三门峡水库、黄河下游河道的泥沙淤积状况将产生极大的效益。

6. 显著改善渭河和黄河下游干流的水质。在黄河干流评价的 23 个断面中, V 类水质断面一个, 就是黄河的潼关断面, 其主要污染物来源于渭河和汾河等支流。渭河出宝鸡峡后经宝鸡、咸阳、西安、渭南等城市, 接纳了大量污染物, 成为黄河流域氨、氮入河量最大的支流, 年氨、氮入河量达 3.45 万吨, 占全流域总量的 27.8%。黄河上游水质虽经兰州后有所降低, 但总体上仍明显好于下游。引黄入渭工程将显著改善渭河和黄河下游的水质。

7. 可望根治每年春末的黄河凌汛给沿黄地区带来的巨大经济损失。通过分流工程的调控, 减少由低纬度的兰州—银川河段流入高纬度内蒙河套地区的径流量和载凌能力, 也将相应地减少河凌下泄的速度和绝对量。

8. 缩短黄河径流流程 1132.9km, 使黄河干流上 4 座大型或特大型水利枢纽龙羊峡、刘家峡、三门峡、小浪底构成 1649km 的近距离串联调蓄网络。发挥这一网络在丰水期蓄水、枯水期调水的主要功能, 将有利于从宏观上控制和加强对有限的黄河水资源的综合利用。

9. 有助于将黄河的两个丰水河段, 即兰州以上区段和三门峡以下区段, 与正在规划中的引丹江口水库和引三峡库区的中线南水北调工程联系起来。这就有可能将我国现今最大的 4 座水利枢纽, 即黄河上的龙羊峡水库、小浪底水库, 长江上的三峡水库和汉江上的丹江口水库, 在近距离上联结成能发挥巨大防洪、抗旱作用和取得社会、经济效益的两大水系的水资源综合利用网络系统。

参考文献

- [1] 王化云治河文集. 黄河水利出版社
- [2] 黄河流域水土保持基本资料汇编. 黄河水利委员会水土保持处. 1981
- [3] 宝鸡市志. 陕西人民出版社, 1993
- [4] 扶风县志. 陕西人民出版社, 1993
- [5] 黄河中下游水电工程. 黄河水利出版社, 1997

(责任编辑 王宏章)