

参天水利资源工程研考会

工作通报

No.99-21

1999年5月26日

当代治黄基本问题综述

粤海企业集团经济顾问 王小强博士¹

黄河断流是北方缺水的标志。断流的根本原因是用水供不应求。大量本应冲到海中的泥沙淤积在主河槽，对下游河道的安全产生危险的影响。北方缺水缺到黄河断流的程度，这个基本事实告诉我们，南水北调势在必行，时不我待。

表-1：黄河利津站90年代断流情况

年份	断流时间 (月、日)		断流次数	断流天数	断流长度 (公里)
	最初	最终			
1991	5.15	6.10	2	16	131
1992	3.16	8.10	5	83	303
1993	2.13	10.12	5	60	278
1994	4.30	10.16	4	74	308
1995	3.04	7.23	3	122	683
1996	2.14	12.18	6	136	579
1997	2.07	12.31	13	226	704

资料来源：钱正英1998。

¹ 本文为水资源调配与国土整治课题组的阶段性文稿之一。基本判断见水资源调配与国土整治课题组：“再造一个中国—水资源调配与国土整治的几个基本问题”和“南水北调的必要性与紧迫性”，《参天水利资源工程研考会：工作通报》No.99-6 和 No.99-9。邓英淘、崔鹤鸣对本文写作提出中肯意见。杨莹、吴宁制图表。

一、洪水泛滥与改道的危险

黄河断流对下游工农业生产与人民生活造成严重损失。更为严重的是，用于冲沙入海的水量大大削减，大量泥沙淤积在下游主河道的河槽，使河道泄洪能力严重减弱，使黄河变成“小水大灾”，而且存在着决口改道的现实危险。

1997年，330天黄河无水入海。黄河多年携沙16亿吨。近年携沙量虽然减少，每年仍然有12亿吨左右。在正常情况下，半数泥沙被冲入大海。黄河断流，水流减缓，大部分本来应该到海里去的泥沙淤积在河床。有关专家分析，要维持下游河道不淤微冲，黄河应当保持入海水量200~400亿立方米。² 50年代，黄河年均入海水量480亿立方米；1990~1996年，降到150亿立方米（[10]）。1997年，黄河断流226天，利津水文站实测入海水量仅18.5亿立方米，输沙量仅有0.115亿吨，绝大部分泥沙淤积在河道里。

更糟糕的是，黄河下游长期处于小流量或断流状态，水量小、水流缓，大量泥沙淤积在主河槽。黄河下游的“宽滩区”，地势平缓，水流缓慢，两岸大堤之间5~20公里宽的河滩中，相对深而窄的主河槽，在丰水期导控主流，在枯水期河水全部退入主河槽，保持一定的流量和流速，输送大量泥沙。50年代的时候，70%泥沙淤积在河道滩地。如今，黄河一年几次断流，70%以上的泥沙淤积在主河槽。1986~1996年，下游河道淤积泥沙27亿吨，河槽淤积19.4亿吨，占72%。³ 大量泥沙淤积在主河槽里，使主河槽迅速淤高，造成两方面的恶果：

第一，减少过水断面，水位抬高，平滩流量从80年代中期的6000~8000米/秒减少到3000米/秒，形成“小流量，高水位，险情多，灾害大”的严重局面（[7]）。1986年8月，黄河发生中常洪水，河南花园口每秒7680立方米的洪水流量，水位居然比1958年每秒22300立方米的洪水流量高出近一米（0.91

² 见张奔：“高效益多途径解决黄河断流”，《科技导报》1998年第7期，第36~37页。

³ 钱正英（1998）说，1991~1996年，平均来沙量8.95亿吨，下游每年淤积3.02亿吨，三分之二淤积在主槽，主槽平均每年升高0.10~0.17米（第8页）。

米)。这次“中常洪水”的水位居然超过历史最高水平，下游滩区酿成空前水灾，堤防、河道工程发生险情5400多次。1998年，花园口1号洪峰，每秒4700立方米的流量，仅为1958年洪水流量的五分之一（21%），水位居然再次超出1958年的洪水水位半米多（0.56米）。由此可见，黄河中下游的泄洪能力已经被削弱到了什么程度！

第二，更令人担忧的是，主河槽迅速淤高，形成主河槽高于河道滩地，河道滩地又高于堤外两侧地面，悬河、二级悬河的形势大大加剧，主河槽到滩地、到黄河大堤的横向比降迅速加大。⁴如今，郑州黄河铁桥以下至陶城埠河段，滩面“横比降”一般在千分之二至三，河道水流方向的“纵比降”一般在万分之六至七。“横比降”比“纵比降”陡了许多倍（[2]）。一旦洪水漫出主河道，在河道中自然首先沿更大的“横比降”横流。洪水直扑大堤与顺堤行洪的威胁越来越严重。

如今的黄河，如有7000立方米/秒的一般洪水，就已经上漫高滩，接近了1855年黄河改道时的情况。一旦遭遇特大洪水，黄河决口改道的灾难决不是耸人听闻。⁵

黄河改道，花园口至高村是传统的危险地段。一旦决口，受淹面积大约1~3万平方公里。黄河在历史上曾经26次决口改道，大约一百年一次。老河道淤积过高，重新选择低洼河道入海，是黄河的自然历史。黄河最后一次决口改道是1855年，在河南铜瓦厢决口，弃东南流入黄海的故道改向东北，经山东夺大清河入渤海。1855年至今快150年了，“新”河道早已经再次淤积成为高高在上的天上悬河。有专家研究证明，黄土高原进入新的干旱气候期，气温不断升高，降雨不断减少，暴雨的机遇增多，强度增大，侵蚀产沙也到了新的丰产期（[1]第270页）。在这种时候，在这种情况下，黄河连年断流，多年本该入海的几十亿吨泥沙，绝大部分淤积在主河槽，面对如此严峻的威胁，怎能不让人胆战心惊！

⁴ 据水利部1997年调查，黄河下游多处主槽已经淤积得与河滩一样高（任美锬1999，第3页）。

⁵ 刘昌明：“黄河改道并非危言耸听”，《光明日报》1998年10月21日。

二、黄河断流的成因

关于黄河断流的成因，有大量的探讨。90年代天气偏旱是背景原因。在这个背景下，最主要的原因是下游两岸用水增加太快，超过了黄河的承受能力。中上游治理措施截留、蒸发雨水，减少径流，长期未能引起足够重视，值得在此一提。

用水增长太快是根本原因

钱正英（1998）指出，90年代黄河降雨量明显偏低。但是，黄河断流的决定性因素在于，两岸用水量由50年代的年均122亿立方米猛增到90年代的300多亿立方米，其中农业灌溉占全部耗水量的92%。

黄河水资源总量每年不到六百亿立方米，每年需要两百多亿立方米水量，维护自身的生态平衡；可供利用量最大不到四百亿立方米。早在1990年，黄河供水地区引用黄河河川径流593亿立方米，耗水量307亿立方米，达到黄河利用的极限（[7]）。黄河水资源开发利用高达水资源总量的71%。全流域建成水库3380座（大型18座，中型141座），总库容521亿立方米，引水、提水和其它工程65.3万处。⁶此外，黄河下游河南、山东两省，还建有引黄涵闸72座，虹吸工程55处153条，总设计引水能力高达每秒4700立方米。⁷黄河供水地区总引黄能力达到每秒6000立方米，而黄河正常年份的总径流量才每秒1840立方米，在干旱年份还要减少。粥少僧多的情景，一目了然。于是，到了用水时间，特别是干旱年份，沿黄各省、各地开足马力，竞相引水，或者大水漫灌，不灌白不灌；或者争相引水蓄在水库里，引晚了就没水了。1997年，进入黄河下游水量才146亿，居然让两岸引走了95亿。⁸不断流，还等什么呢？

⁶ 见张奔：“高效益多途径解决黄河断流”，《科技导报》1998年第7期，第36~37页。

⁷ 多亏现在利用的引黄涵闸能力不到每秒3000立方米（[2]第375页）。

⁸ 见张启舜：“黄河断流的现象和实质”，《科技导报》1998年第2期，第12~14页。

中上游治理措施减少径流⁹

多年时间，社会上广泛存在一种误解，以为绿化在北方干旱地区可以增加水源，在黄河中上游恢复森林植被，可以解决黄河断流和洪水问题。在降雨量充沛的南方，森林植被拦蓄洪水，保持水土，涵养水源，毫无疑问。但是，在蒸发量远远大于降水量的北方，特别是中西部地区，植树种草、坡地改平地、筑坝拦沙以及修筑水库等治理措施，汇总起来成为一个庞大的水资源消耗部门，减少黄河径流。

科学研究已经肯定地证明，北方森林等植被减少河川径流的作用十分显著。其作用机理很容易理解：植物既有涵养水源的作用，又有蒸发水分的作用。在我国南方，植被涵养水源，使暴雨转化为缓流，补充河川径流和地下水。在北方，蓄水供给植物蒸发尚有不足，植物还要汲取土壤中的水分维持生命，使土壤水分比裸露状态更加干燥。譬如，山西清水河流域 60 年代与 80 年代相比，森林复盖率增加了 30%，径流量减少 15.9~60.5%；在造林的流域比没有森林的流域减少洪水量 6.5 倍，可见作用之大。¹⁰ 刘昌明等分析黄土高原森林对年径流量的影响，发现非林区的年径流量较林区大 1.7~3.0 倍。陕西省水土保持局在黄龙山林区的观测发现，森林覆盖率为 90% 的寺沟流域，汛期径流量比无林区域减少 76.4~78.4%，一次消洪能力达 60~100%，且洪水滞后，峰值低，历时长，峰度系数小；泥沙也减少 33.3~90%。杨文治等给出的数据是，林地坡面年产流量比农地减少 70~90%；六盘山森林覆盖率高的几个流域，减少径流量占降水量的 7.1~8.0%。综合起来，有专家估计，水土保持等措施每年平均减少黄河径流约 30 亿立方米。¹¹

⁹ 参见崔鹤鸣：“生态用水：水需求的补充讨论”，《参天水利资源工程研考会：工作通报》No.99-18。

¹⁰ 见张启舜：“黄河断流的现象和实质”，《科技导报》1998 年第 2 期，第 12~14 页。

¹¹ 见高季章等 1999，第 16 页。也有专家认为，我国治理黄土高原的实际进展远非统计显示的那么大，对黄河的真实影响仍然微乎其微。任美镔（1999）说：“到 1996 年黄河中游水土流失的治理速度仅为 0.89%（指整个地区）。”

另外，水库等水利设施在干旱地区的蒸散作用，也不能轻视。美国世界观察研究所所长布朗计算我国黄河流域缺水形势时，取 10% 为水库蒸发系数。¹² 黄河各水库蓄水总量已达四百亿立方米以上，推算下来，就是 40 亿立方米的水，相当于整个北京市（包括郊区农业用水）一年的用水量。

三、治沙、治水，工程措施为主

我国几十年来，对黄土高原的治理，对减少水土流失、减少下游河道淤积，起到明显的减沙作用。黄河输沙量由过去长年 16.5 亿吨减到 90 年代的 8~12 亿吨，是最显著的宏观数据。¹³ 1965~1982 年，黄河下游河道年均沉积厚度近 10 厘米（[1]第 249 页）。换言之，每十年时间，黄河下游河道淤高一米！在这种情况下，中上游治理措施的减沙作用，对下游的安全是举足轻重的。

需要说明的是，迄今为止，植树种草等生态措施的减沙作用微乎其微。打坝拦沙、灌溉淤地等工程措施发挥了主要的减沙作用。1971~1985 年比 1950~1970 年，陕西黄河输沙量减少 44%，其中降雨变化减少 19%，新的水土流失增加 12.5%，水库拦泥和灌溉减少 16.7%，水土保持措施的减沙作用分别是：梯田 2.8%，坝地 15%，造林种草 2.8%。¹⁴

有意义附带说明的是，黄土高原植树造林效益不高，可能与究竟是种树还是种草，有一定关系。林学界定义的成林条件是，降水与蒸发之比为 1，差值为

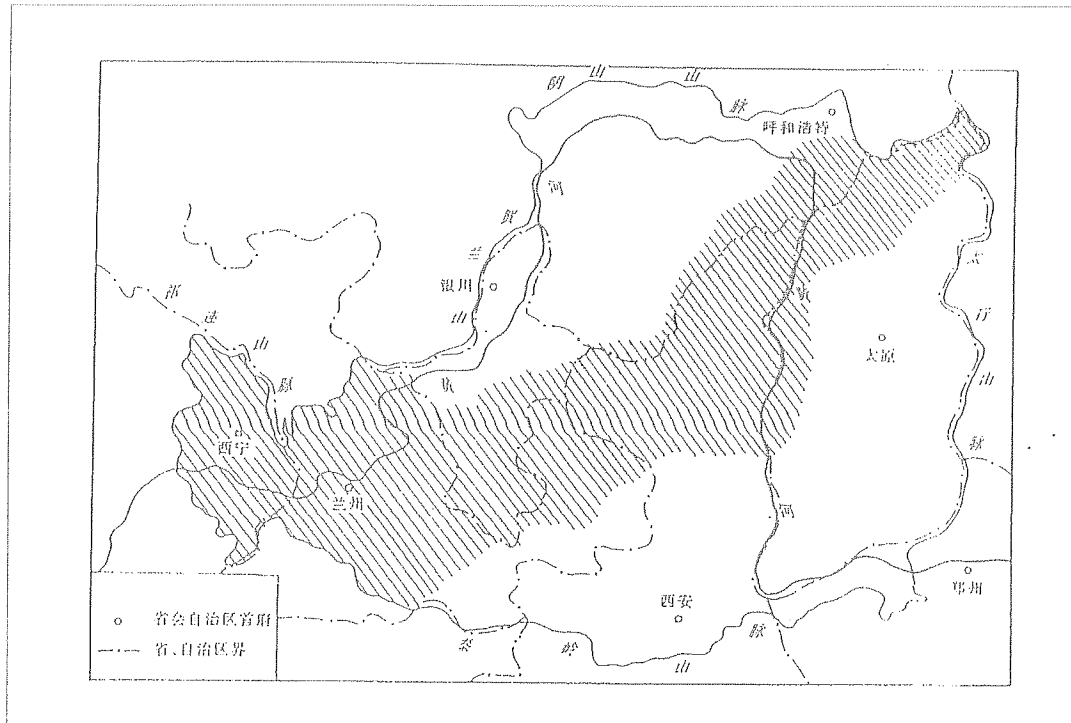
¹² 见 Lester R. Brown 和 Brian Halweil: “China’s water shortages could shake world food security”, 《World Watch》1998 年第 4 期，第 10~18 页。

¹³ 减沙总量有多种说法，故取一个范围。

¹⁴ 无定河流域，1985~1971 年比 1950~1970 年输沙减少 64.8%，其中林草的作用仅占减沙量的 5.1%。工程措施拦沙，效果是相对的。譬如，陕西黄河流域 78 万亩坝地，平均每亩拦泥 3000~5000 吨，按 4000 吨计，拦了 30 多亿吨泥沙。多次暴雨毁库坝的情况是，失事的坝淤地一般冲走坝体的 40~60%，冲走坝地的 30~50%（见蒋德麒、向立 1990，第 117 页）。刘善建的黄河减沙资料是：干流水库拦沙占 15%，支流水库拦沙占 28%，淤地坝拦沙 35%，坡地治理（主要是梯田）12%，浑水灌溉与引洪漫地占 10%，根本没有造林种草的份儿（[1]第 149 页）。

零以上的地区才有森林发育 ([3])。黄土高原年降雨 250~500 毫米，年干燥度 1.5~3.5，属于草原植被分布区，种树很容易成为“小老树”，长不起来。¹⁵

图-1：黄土高原“小老树”的集中分布区



资料来源：蒋定生等编著：《黄土高原水土流失与治理模式》，中国水利水电出版社 1997 年，第 119 页。

黄河天然年径流主要集中在汛期，7~10 月的径流量占全年径流的 60% 以上；灌溉用水的高峰在 3~6 月，这时黄河径流只占全年的 25%。1991 年，3~6 月农业用水 218 亿立方米，黄河径流只有 145 亿立方米。能不断流吗？在黄河少水年，3~6 月，一方面灌溉用水需求更多，一方面径流只有 30~117 亿立方米。黄河少水年的发生概率是 60%。换言之，仅就现有灌溉需求，黄河有 60% 的年份 3~6 月净缺水 80~100 亿立方米。1954~1980 年，黄河天然年径流最大 1100 亿立方米，最小 433 亿立方米。前者是后者的 2.5 倍。¹⁶ 流量变

¹⁵ 见吴冬秀、王根轩、赵松岭：“黄土高原半干旱区水土保持植被类型选择的生态经济学思考”，《科技导报》1998 年第 10 期，第 54~56 页。

¹⁶ 见景可：“解决黄河下游断流的策略”，《科技导报》1998 年第 8 期，第 28~29 页。

化差距更大。陕县水文站最大流量 29000 立方米/秒 (1942 年 8 月), 最小流量仅 150 立方米/秒 (1927 年 1 月)。前者是后者的 193 倍! ([1]第 18 页) 所以, 来水与用水的“时间差”, 大流量与小流量, 丰水年与少水年, 都要求采取工程措施, 尽可能拦截雨季洪水, 以备灌溉季节之用; 丰水年尽可能多蓄水, 以备少水年之用。黄河上游龙羊峡和刘家峡每年可以把 30~60 亿立方米的汛期水量调节到非汛期下泄, 基本满足宁夏和内蒙古灌区用水。下游三门峡只有 14 亿立方米的调蓄能力, 远远无法满足占黄河灌溉用水三分之二的下游灌区, 断流必然发生 ([9])。

黄河水量不均、水少沙多, 桀傲不驯的特性决定了工程治理的重要性。从近期看, 一个小浪底水库, 126.5 亿立方米的总库容, 75.5 亿立方米的死库容可以拦沙近百亿吨, 保证下游河道 20 年不淤积。死库容淤满之后, 尚可保持 51 亿立方米的的有效库容, 可以将下游防洪标准提高到千年一遇的水平。¹⁷ 根据《黄河治理开发规划纲要》, 黄河干流龙羊峡至桃花峪河段, 布置了 27 座枢纽工程, 总库容 1004 亿立方米, 长期有效库容 504 亿立方米。倘若规划中的大水库一一建成, 上下游各大水库采取蓄水蓄能、蓄清排浑、人造洪峰、灌溉排淤等不同时间、多种目的的联合运用, 在很大程度上, 整个黄河径流可以在人为把握之中。

四、黄河大改道设想

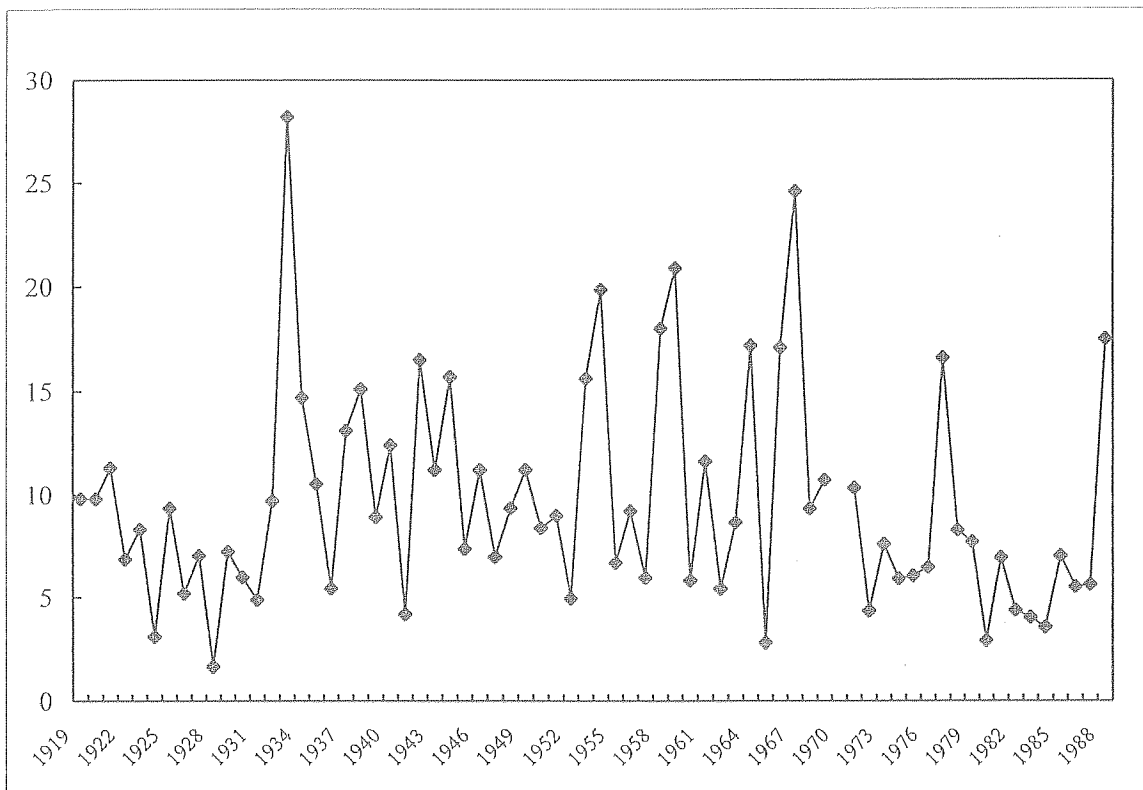
黄河泥沙形成高度集中在托克托拐弯向南到龙门这一段。黄河泥沙含量到河口镇头道拐站, 每立方米仅 6 公斤; 通过山西、陕西交界的黄土高原, 到龙门陡增到 36 公斤。黄河全长 5400 公里, 头道拐到龙门约 600 公里, 输沙量占下游输沙总量的 65% ([8])。可以说, 黄河之所以为“黄”河, 主要是在这一段给染黄了。黄河中游 36.2 万平方公里, 其中河口镇到无定河两岸 10 万平方

¹⁷ 冯国安: “加强加快水土保持是根治黄河的当务之急”, 《科技导报》1998 年第 7 期, 第 33~45 页。

公里的面积，产生了全部泥沙的 3/4。该地区中，产沙模数（每平方公里产沙）2~3 万吨的面积，集中在磴口以上五万平方公里的面积。¹⁸

更重要的是，黄河泥沙粒径小于 0.025 毫米的细沙，86.7% 可以被转送到利津以下河口地区；直径大于 0.05 毫米的粗沙，只有 44% 可以被输送（[1] 第 28 页）。粗沙是下游河道淤积的主要成分，占淤积总量的 75%（[1] 第 236 页）。而上述五万和十万平方公里的地区，分别产出黄河全部粗沙的 60% 和 80%（[1] 第 28 页）。所以，吴堡以上减沙一亿吨，下游河道淤积减少 0.7~0.9 亿吨（[6] 第 130 页）。

图-2：龙门水文站 1919~1988 年黄河年输沙量（10 亿吨）



资料来源：洪业汤等 1998。

黄河产沙地高度集中，自然带来输沙量高度不稳定的特点。黄河输沙量的

¹⁸ 汪胡桢的说法是：黄河每年平均流进三门峡库区的泥沙量 16 亿吨，来自磴口以上晋陕峡谷两侧的 6 亿吨，占 37.5%；磴口到龙门晋陕峡谷两侧的 5.8 亿吨，占 36%；来自泾、洛、渭河流域的 4.2 亿吨，占 26.5%（[1] 第 40 页）。

变化远远大于降雨量与径流量的变化。从图-2 可以看出, 1919~1988 年, 黄河最高年输沙为 28.2 亿吨 (1933 年), 最低年输沙仅 1.65 亿吨 (1928 年)。前者是后者的 17 倍! 换言之, 不论平均降雨或径流有多少, 只要暴雨没有集中在产沙区, 黄河就不黄。

张仁根据 1950~1960 年的资料得出结论: 所有洪水中, 来源粗沙主产区的概率是 12%; 这 12% 的洪水却可以造成下游淤积总量的 60% ([1])。如果将皇甫川、窟野河和无定河三条支流的水沙全部控制住, 每年减少 22.7 亿立方米的水, 就可以减少 3.45 亿吨沙; 减少的水量与沙量分别占下游的 5% 和 22.5%。河口镇到龙门, 来水占全河的 8%。来沙占 50% 以上。¹⁹ 卡住 8% 的来水, 下游就可以减沙一半以上。

根据黄河产沙高度集中的特点, 中国科学院地理研究所王明远提出黄河大改道的设想: 在黄河上游末尾处关河口或老牛湾 (河道海拔一千米) 筑高坝, 沿偏关河开挖河道, 穿过管涔山打巨大隧道, 使黄河借晋北桑干河 (河道海拔约九百米)、冀西北永定河从海河入海, 撇下中游这段粗沙生成地段。从河口镇到龙门, 窟野、无定等支流, 多年天然径流量仅 72.5 亿立方米。如果黄河 300 多亿立方米流量改道桑干河直接东向, 不再从北到南穿陕晋黄土高原而过, 可以减少输沙 8.7 亿吨。一举解决黄河下游河道淤积的病根。²⁰

这个大胆设想颇有推敲余地。首先, 桑干河 — 海河一线有没有能力承担黄河 300 多亿立方米 (丰水年更多) 的流量, 就是问题。其次, 实现南水北调之后, 黄河冲沙入海水源充沛, 改道的可能性与必要性都大大降低。但是, 王明远的思路与林一山把黄河水沙“喝光吃净”的哲学, 颇有异曲同工之妙。林一山认为, 所谓“沙”, 都是最肥沃的表土。所以, 南水北调, 花钱调水冲沙入海, 是完全错误的指导思想 ([1] 第 6~15 页)。如果考虑到 (1) 开发大西部

¹⁹ 渭、洛、汾来水占 13%, 来沙占 31% (尹学良[1]第 216 页)。

²⁰ 见王明远: “搞一个黄河大改道工程”, 《中国科学报》1998 年 2 月 8 日。程致道说, 据实测资料统计分析, 黄河平水年平均含沙量 20~25 公斤/立方米是下游河道发生冲、淤的界限。含沙量低于此界限, 下游河道发生冲刷或不淤积; 高于此界限, 发生淤积 ([1] 第 184 页)。减沙增水, 可以减少下游淤积。长期冲刷下游河道, 可以使地上悬河的河槽下切, 甚至低于两岸地面。

用水，北方沙漠改造用水；（2）南水北调“大西线”某一路走“翁定线”，调水入渭河，同时有中线、东线给黄河下游补水；²¹（3）当地很多小流域治理的成功经验；²²（4）兴建碛口、禹门水库以及温孟滩和小北干流滩放淤的规划，含小浪底水库，拦沙总容积可达 380 亿立方米（[1]第 188 页）；甩掉或部分甩掉晋陕峡谷这一段的黄河大改道，仍然是极具探讨价值的重要思路。

五、高含沙水流输沙

自然形成的高含沙洪水，大多发生在陕北黄土高原。譬如，北洛河 75% 的泥沙来自流域面积只占 16% 的金佛坪、志丹以上，洪水含沙量多在 700 公斤/立方米以上，最高可达 1500~1700 公斤/立方米。笔者在志丹插队时，曾多次目睹泥石流般的强大推力，水深不到膝盖，人就冲得站不住了。桌面大的土石块在水中滚翻而下。

高含沙水流，从现象说是，暴雨激流与大量泥沙搅拌在一起，泥沙形成网络结构，使流体失去牛顿体性质，不再下沉淤积而滚滚向前了。这种“非牛顿体”的机理相当于泥石流中的泥流。

经过中国水利界多年研究试验，高含沙水流输沙已经广泛应用。譬如，用高含沙水流输沙筑坝，称“泥浆坝”、“拉沙坝”或“水坠坝”，坝高可达 40 米，投资减少 70%，工效增加 30 倍，西北各省已经建成 1500 多座。譬如，高含沙水流输沙放淤，恢复水库蓄沙库容，称为“再生库容”。几个“样板水库”是山西的恒山水库、陕西的黑松林水库、内蒙古的红旗水库、甘肃的东岭水库等。到 1990 年，恒山水库已经三次反复运用三次高含沙水流输沙放淤，

²¹ 参见邓英淘整编：“南水北调十线概览”和水资源与国土整治课题组：“南水北调大时空调水框架”，《参天水利工程研考会：工作通报》No.99-19 和 22。

²² 该地区小范围治理效果显著的案例很多。譬如，内蒙准旗川掌沟经过 1983~1992 年十年时间的综合快速治理，减沙效果达到 91%；陕西绥德王茂沟经过长期治理，输沙模数减少 95% 以上。陕北无定河流域长期以坝库为主综合治理，80 年代输沙量比 50 年代减少 77% 以上（冯国安：“加强加快水土保持是根治黄河的当务之急”，《科技导报》1998 年第 7 期，第 33~45 页）。

恢复库容。

这些经验，给人以构造人工输沙渠道，实现“黄河清”的新希望。黄河输沙 10 亿吨，需要 300 亿立方米的水；倘然能用高含沙水流集中输沙，20 亿立方米的水就解决了。为此，原水利水电科学研究院泥沙研究所副所长方宗岱、原黄委会水利科学研究所副所长吴以敦分别在 1976 年和 1983 年提出，在小浪底水库修隧洞，作为输沙廊道，用高含沙水流将水库淤泥专程送到需要淤地的地方。不仅恢复小浪底的蓄沙库容，而且泥沙再也不用走黄河，黄河下游水清有望！能否成功，取决于四个问题：第一，小浪底水库高含沙水流吸泥清淤是否可行？第二，小浪底北岸打 30~40 公里的隧洞是否可行？第三，高含沙水流长距离输沙是否可行？第四，大规模放淤地点能否找到？现年 89 岁的吴老对四个问题的回答都是肯定的。在泾惠渠、洛惠渠和宝鸡峡引渭渠，高含沙水流放淤与淤灌取得成功经验。含沙量，洛惠渠高达 959 公斤/立方米；长距离输沙，宝鸡峡引渭高达 200 公里。黄河故道在东海冲积形成了五万多平方公里的浅滩，倘若小浪底长距离高含沙水流输沙能够实现，稍加淤积，就成千顷良田！²³

六、节水与用水的体制改革

治黄历来涉及复杂的体制问题。

水价改革刻不容缓，但必须慎重

引黄灌溉用水从 1983 年开始收费，多次调整，各灌区收费从 0.006 元/吨

²³ 高含沙水流的各种应用，能否直接在小浪底大规模、长距离输沙应用，主要问题是库区排沙能否保证取得天然高浓度水流的特性，以及长距离输沙如何保证不淤积。1977 年 7 月 6~8 日，宝鸡峡灌区高含沙引水 78 小时，总干渠推移质淤积 12.4 万立方米，淤积范围长达 11 公里，淤积厚度在一米以上，最厚 2.2 米，后不得不放水冲淤，一百多天才冲干净。所以，刘善建认为，小水库和少量输沙的成功经验不直接证明在小浪底一定可以大规模运用，需要进一步的中间试验，充分证明（见[1]和[4]）。

到 0.056 元/吨不等。一吨水的价格不及一瓶矿泉水!²⁴ 引黄渠 1994~1996 年水费收入 5800 万元, 相当于同期供水成本的 17%。河套地区每立方米水售价 13 厘, 相当于成本的 24.5%。陕西省东雷灌区 1992 年的供水价每立方米 0.126 元, 占成本的 45%; 1996 年, 水价升到每立方米 0.174 元, 水价占成本的 45%; 到了 1997 年, 水价冲破阻力, 终于涨到每立方米 0.323 元, 却只相当于供水成本的 23%。水价跟不上成本价的变化。水费收入远远不能补偿供水成本, 不能随行就市地根据需求波动, 丰水期枯水期一个样, 有的地方甚至十几年不变。

水价刻不容缓, 但必须慎之又慎。水是自然垄断经营, 真的市场化经营, 完全有可能象电价一样, 各级地方层层加码, 一直加到农民不得不点油灯的程度。

分散经营与水利工程配套

黄河灌溉占黄河用水的 92%。渠系配套不全, 老化失修, 引黄水量中 50% 以上并没有到达田间 (渠系水利用系数在 50% 以下)。到达田间的也是大水漫灌, 1/4~1/3 属于无效蒸发 ([9])。换言之, 引黄引到黄河断流的程度, 真正发生效益的黄河水只有 12~16%!²⁵

农业节水, 是很多学者关心的问题。问题是节水节到以色列的水平, 需要付出什么样的资金成本和管理成本? 在黄河下游, 灌区控制面积 2400 万亩, 由于工程不配套, 实际灌溉面积只有 1600 万亩。五级渠道配套齐全的只占 13%, 40% 以上只有干、支两级渠道 ([2] 第 374 页)。建筑物不齐全, 分水口没有建筑物控制, 农民要吃饭活命, 大水漫灌也得灌。

我们很大程度上是在吃过去的老本。如今的水利工程, 许多是大跃进时期动工兴建的, 相当一部分是 60~70 年代修建的, 长期缺乏必要的维护。全国 8.2

²⁴ 见中科院地学部: “关于缓解黄河断流的对策与建议” 打印稿, 1998 年 7 月 31 日。

²⁵ 需要说明的是, 引水的沿途渗漏在中上游有回补地下水的作用, 不能简单当成浪费; 在下游则促使地下水位升高, 导致土地盐碱化, 比渗漏浪费作用更糟糕。

万座大中小型水库，40%以上是病、险库，大、中型水库因此少蓄水九百亿立方米。在现有的排灌设施中，5880万千瓦的排灌机械，四分之一为陈旧过时产品，其中50~60年代装机的有1028万千瓦。在280多万眼机井中，大半到了更新年限。70%的灌区灌渠老化、损坏，每年减少排灌面积三百多万亩。

配套工程付置阙如，现有工程土崩瓦解，新修水利工程也无法发挥应有作用。

水利工程从骨干工程到“毛细血管”的配套，不仅需要巨额投资，而且要求严密的组织与管理。今天，在落后地区随便走进一个村庄，往往只剩下老人、妇女和儿童，青壮年外出打工成为时代潮流。问村支部书记：人到哪里去了？不知道。什么时候回来？不知道。基层社会组织涣散到如此程度，水利工程配套与严密的组织管理，谈何容易？

部门分割，地方割据

一个水库，电力部门管电，水利部门管水，农口管农林牧渔。黄河下游断流，上游宁夏种稻子，用水每亩高达1867立方米。²⁶在投资、管水、用水问题上，部门之间和上下游地区之间，年年扯皮、打架。

七、不凋水，解决不了黄河的水荒

黄河流域大部分地区处于干旱、半干旱地带，水资源相对贫乏。在中国七大江河中，黄河流域面积居第二位，径流量居第四位，仅占全国河川径流量的2.4%。流域内人均水量仅为长江与珠江的29.6%和7.4%。

²⁶ 见 James E. Nickum: “Is China living on the water margin?”, 《China Quarterly》1998年第4期，第880~910页。

黄河流域节水潜力有限

黄河流域有耕地 1.79 亿亩，1990 年，多年平均人均水量 593 立方米，亩均水量 324 立方米，分别是全国平均水平的 25% 和 17% ([7])。黄土高原多年平均人均径流量仅仅 541 立方米，亩均水量仅仅 175 立方米，分别是全国平均水平的 22% 和 10%，世界平均水平的 4.2% 和 8.8%。²⁷ 如此这般的缺水，大面积上说，哪里还有水可节？在工业用水方面，环渤海地区是黄河下游工业最集中的地区，城市工业用水重复利用率已经高达 60~70%，是全国工业节水的先进水平。²⁸ 黄河断流，标志着黄河流域的水资源利用已到极限。随着工农业的迅猛发展，该地区水的需求量仍然在继续迅猛地增加。据水利部和国家计委联合实施的水中长期供求计划，到 2010 年，黄河流域需水量达 524 亿立方米，比现状增加 30%，工业、农业和生活用水分别增加 198%、12% 和 30%！ ([7]) 即便是采取最严格的控制和节水措施，不调水，黄河断流也保证不了呀。

环境生态用水，有增无减

造林种草、打坝拦蓄等措施，初期灌溉要消耗径流或地下水资源，弄成了，还要大量消耗大气降水，增加蒸发，显著减少河川径流和地下水。平均算下来，黄河流域总降水量 2757 亿立方米，总径流量 603.75 亿立方米，降水转化为径流的比例大致为 22%。不考虑地区间差异，可以认为，每增加约五立方米降水消耗，就等于减少一立方米径流资源。从远景看，黄河流域各类生态、水利措施可能成为消耗 200~300 亿立方米、甚至更多水资源的部门。

不仅如此，黄河断流还严重影响到渤海的生态环境。渤海面积 7.8 万平方

²⁷ 见王文龙、穆兴民：“雨水资源化—黄土高原农业持续发展的战略选择”，《科技导报》1998 年第 5 期，第 54~51 页。

²⁸ 任美镔 (1999) 的说法是，黄河流域工业用水重复利用率只有 20~30%。这可能是由于上游缺水地区工业用水重复利用率低造成的。

公里，平均水深仅 18 米，承受全国近一半的水污染物。1997 年，渤海无机氮超标 66%，无机磷超标 68%，油类超标 63%。海水的富营养化导致 1997 年数千平方公里的赤潮。赤潮所到之处，鱼类因缺氧、中毒，惨遭灭顶之灾。1992 年，渤海受污染面积占总面积的 25%，1999 年已经接近 60%。渤海污染加速之势，令人心惊。渤海近乎封闭，纳污能力差，自净能力差，渤海生态治理已成当务之急。

渤海流域的三条大河，海、滦河已经成了名副其实的“排污河”。黄河中上游排污量相对较小，下游为地上悬河，难纳污水，流程长、泥沙多而自净力强，入海水质虽然不怎么样，毕竟有积极作用，是维持渤海生态的主要水源。²⁹黄河断流，胜利油田用水没有保证，稀释污水更没有可能。中科院海洋研究所朱效斌研究员认为，渤海生态至少需要四百亿立方米水，将来还应当恢复大部分海、滦河入海水量。

总而言之，黄河已经是华北平原最后一条常流河了。黄河断流意味着北方缺水达到极限程度。不调水，再多、再完善的工程措施，充其量只能缓解黄河的灾害，无法扭转北方干旱缺水的基本格局，也无法改变黄河日渐干枯的发展趋势。

八、“黄河清，圣人出”

华北平原的平均冲积层厚度高达 100~150 米 ([1]第 180 页)。“黄河清”只能是一个相对的概念。很多严肃的研究证明，黄土高原泥沙经黄河下泄是

²⁹ 不过，必须说明，黄河污染形势也相当严重。据《中国水利年鉴》1998 提供的水资源质量评价报告，参加评价的黄河干流河长 3613 公里，枯水期 2、3 类水质的河长 569 公里，占评价河长的 15.7%；4、5 类及超 5 类水质河长 3044 公里，占 84.3%。丰水期 2、3 类水质的河长占 16.3%，4、5 类及超 5 类水质河长占 83.7%，总铜、总镉、总汞超标河段数分别占评价河段的 53.8%、30.8%、19.2%；丰水期超 5 类水质的河长明显高于枯水期。支流的污染状况甚于干流，汾河、涑水河、渭河、老鳞河、沁河、大汶河尤为突出。这些河段的水质类别全年几乎都为超 5 类。综述起来，黄河流域有 80% 以上的河长超标。

自然环境地质现象，并不主要是人为破坏植被造成的水土流失。³⁰

黄河水少沙多，治理的核心是治沙。黄河成灾的主要原因是泥沙；中华民族恰恰发源而且受益于黄河的泥沙。黄河每年携沙 16 亿吨，可以铺成一米厚、150 万亩的大平原，相当于流失化肥 2222 万吨（[2]第 21、111 页）。黄河泥沙多是肥沃的表土。黄河灌溉，尤其是高含沙洪水灌溉，“且灌且粪”。所以，林一山提出黄河水要“喝光吃净”，不赞成花钱调水把宝贵的沃土冲到海里去，宁愿另外解决渤海的生态用水问题。温善章也提出“兴利除害”，将除害寓于兴利之中，“以用达到治”的治黄指导思想（[1]第 274~286 页）。

兴利除害，除了国家骨干工程外，主要是与千千万万普通老百姓的切身福利联系起来。明朝周用提出“沟洫容水”，以垦田，以治河。普通百姓都能直接受益，当然积极参与。于是乎：“天下皆治水之人，黄河何所不治”（[5]）。

1852 年，魏源作《筹河篇》，指出康熙年间，每年河工花费不过几十万两银子；到乾隆年间，已经每年三百万两了；嘉庆年间，河道淤积，机构膨胀，年费 600~700 万两，花钱越多，灾害越多，“溃决堵河之费，人能知之，能患之；其不溃决而虚糜之费，则习以为常，且不知之，且不患之也。”结果是，“堤日增，工日险；……其不肖者，甚至以有险工有另案为已幸。”这种腐败状况下，黄河是“虽神禹复生不能治。”为此，魏源提出黄河必须改道北上，经大清河入渤海，并且不厌其烦地列举了黄河改道的六大好处。然而，魏源知道说了也是白说，而且就在折子上直接写了出来：“然而事必不成者，何也？河员惧其裁缺裁费，必哗然阻；畏事规避之臣，惧以不效肩责，必持旧例，哗然阻。一人倡议，众人侧目，未兴天下之大利，而身先犯天下之大忌。”魏源只好说，你们不改道，老天早晚会改道；一旦黄河决口改道北上，因循守旧、抱着既得利

³⁰ 譬如，洪业汤等研究发现，黄河泥沙含量具有明显的脉动性，与太阳黑子活动变化有关（[8]）。龚时炆研究发现，黄土高原还在不断的间歇性抬升，滑坡、崩塌等重力侵蚀是必然现象。在黄河携带的 16 亿吨泥沙中，有 10 亿吨是与人类活动没有关系的自然现象（[1]第 290 页）。戴英生研究发现，黄土高原的植被由气候的长周期变化所决定，非人力所能改变（[1]第 259~273 页）。

益不放的各级官僚再没有理由坚持黄海故道，只能修北上大清河之新堤，也算是不幸中之大幸了（[11]）。

1855年，仅仅过了三年时间，黄河居然严丝合缝循着魏源大声疾呼的方向，在铜瓦厢决口北上，夺大清河由利津入渤海。魏源的悲哀，不仅是大声疾呼说了没用；而且是“不幸中之大幸”也没有实现。黄河改道以后，“溃溢屡见”，麻木不仁的诸多官员还在讨论让黄河南归故道入黄海。直到1899年李鸿章上《大治办法十条》，才最终定下来今天的黄河“新道”，正式修筑两岸大堤。这已是黄河决口改道以后整整44年的事情了。两岸人民多年水深火热的情形可想而知（[5]）。可见，没有“圣人”清吏治，黄河很难治理好。

主要参考文献

- [1] 黄河水利委员会编：《当代治黄论坛》，科学出版社1990年。
- [2] 景敏：《黄河呼天录》，花城出版社1999年。
- [3] 钱林清：《黄土高原气候》，气象出版社1991年。
- [4] 赵文林主编：《黄河泥沙》，黄河水利出版社1996年。
- [5] 张含英：《历代治河方略探讨》，水利出版社1982年。
- [6] 张仁、程秀文、熊贵枢、倪晋仁、焦恩泽、戴明英等编著：《拦减粗泥沙对黄河河道冲淤变化影响》，黄河水利出版社1998年。
- [7] 高季章、甘泓、沈大军：“黄河断流与西部调水”，《科技导报》1999年第2期，第15~18页。
- [8] 洪业汤、朴河春、姜洪波：“黄河泥沙的环境地质特征”，《中国科学》1998年第11期B辑，第1175~1190页。
- [9] 钱正英：“中国水利的发展方向”，《科技导报》1998年第8期，第3~10页。
- [10] 任美镠：“黄河下游断流引起的环境问题及其防治措施”，《科技导报》1999年第2期，第3~6页。
- [11] （清）魏源：“筹河篇”，《魏源集》第365~379页，中华书局1976年。