

朔天运河文集

王明远 叶青超 凌美华

主 编

商务出版社

朔天运河文集

王明远 叶青超 凌美华

主 编

气象出版社

1992年

(京)新登字046号

内 容 提 要

朔天运河是八十年代末提出来的宏伟的水利工程设想。它是一项涉及长江、黄河和海河三大流域的水资源综合利用的系统工程,其目的在于充分利用我国水资源,解决华北水资源缺乏,晋煤外运和治理黄河水患。本书较系统地介绍修建朔天运河的由来,工程概况,社会经济环境三效益,从水文、水资源、工程地质地貌、生态环境影响等方面论述了修建朔天运河的可行性,利与弊,主要问题及其防治途径,以及国外现代运河的经验,以利学术交流。本书可供水利、水文、水运、农业、地质、地理、气象、环保、国土整治等部门的科技人员,管理人员和大专院校师生参考。

朔天运河文集

王明远、叶青超、凌美华 主编

责任编辑:苏振生

高 教 出 版 社 出 版

(北京西郊白石桥路46号)

中国科学技术情报研究所印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 全国各地新华书店经销

1992年1月第一版 1992年1月第一次印刷

开本: 787×1092 1/16 字数: 126千字 印张: 6

印数: 1—2000

ISBN7-5029-0957-5/P·0479

定价: 5.00元

題朔天運河

修一河益九洲

葉飛

为中蒙翔天运河集团开发总公司题

修建翔天运河
振兴民族经济

一九九一年九月

程思远



朝天运河集团开发总公司

开发朝天运河
造福子孙后代

一九九一年六月 王首道题



前言

1988年郭开、贾格林、刘柏罗、韩守文等一批老干部以“闲居非吾志，甘心赴国忧”的精神向国务院提出修建朔天运河的设想和建议。在1990年全国政协七届三次会议上，孙越崎、赵子立、胥光义、郭维城、黎原、高存信、文强等43位政协委员也就此问题联名提案。朔天运河是一项跨长江、黄河、海河三大流域的水利综合开发的巨大工程，是振兴中华，造福子孙后代的宏伟设想。正如毛主席指出的那样：“黄河事办好了，中华民族就振兴发达了。……引黄入燕，放舟渤海，修运河，把轮船开到北京、山西、内蒙古高原，改造沙漠，那才是雄心壮志”^{*}。朔天运河拟修成一条江海直达的梯级渠化运河。江海直达航运是国际航运的发展趋势。恩格斯说：“改造自然江川成通海运河，将是航运的革命，必将推动经济发达，导致社会结构飞跃和革命。”因此，朔天运河的建成，不仅对我国经济腾飞，而且对亚太地区的经济发展，对海峡两岸的经济交流合作，促进祖国统一大业，都具有重要意义。这个宏伟设想引起李鹏总理、邹家华副总理等中央领导的重视，得到海内外志士仁人的关注和支持。

朔天运河的修建，工程艰巨，涉及的问题很多。因此，必须进行系统的可行性研究。首先应在水源，工程技术，社会经济效益和生态环境影响等几个方面进行可行性科学论证。受朔天运河开发集团筹委会的委托，中国科学院、国家计委地理研究所组织有关专家，进行朔天运河可行性预研究。本文集是朔天运河可行性预研究组及其顾问组部分专家在研究工作全面开展之前所作的初步探讨并撰写成文，旨在从水文、水资源、工程地质、工程地貌、生态环境影响和国外现代运河经验等方面论述朔天运河的可行性、主要问题及其防治途径，以利学术交流，抛砖引玉，也便于有关部门参考。以后还将预研究成果，以文集形式发表。

本文集的出版承蒙朔天运河开发集团筹委会赞助，并得到朔天运河发起人的热情关怀和支持，特此致谢。

廖克

1991.10.于北京

^{*}陶鲁笏同志追述毛主席在1958年3月成都会议上的讲话。

目 录

前言

朔天运河·····	王明远 (1)
朔天运河可行性论证预研究势必先行·····	刘昌明 (5)
关于朔天运河经济效益的初步分析·····	荣朝和、刘卫东、陆大道 (7)
从当代世界运河的发展看朔天运河工程·····	文云朝 (13)
朔天运河工程地貌条件评价·····	叶青超 (19)
关于朔天运河的环境河流地貌问题·····	金德生 (26)
朔天运河环境工程地质地貌的初步探讨·····	袁宝印、陆中臣 (36)
朔天运河的滑坡崩塌问题·····	方光迪 (40)
从喀斯特条件看朔天运河·····	林钧枢 (44)
关于朔天运河沿线的水文地质问题·····	程汝楠 (47)
朔天运河引水的有利条件与待研究问题·····	程天文 (50)
试论朔天运河的水资源有关问题·····	沈增卿 (53)
与朔天运河有关的水资源问题·····	汤奇成 (57)
朔天运河的环境后效·····	陈志清 (60)
朔天运河对土地资源开发的意义及影响·····	沈洪泉 (63)
朔天运河引水工程对黄河中下游可能产生的影响·····	靳长兴 (66)
朔天运河区的旅游业开发及其效益·····	文云朝 (69)

朔 天 运 河

王明远

(中国科学院、国家计委地理研究所)

朔天运河是拟从山西省偏关附近引黄河之水，借桑干河、永定河和海河之道，修筑一条江海直达的梯级渠化运河，从天津入海。江海直达航运是国际航运的发展趋势。朔天运河是一个兴国之宏伟大设想。孙中山先生说：“交通是工业之母。开拓水利，修运河，发展运输是现代立国之本，国家兴衰由此始。”朔天运河、长江三峡工程和南水北调是我国水利建设系统工程中的龙头工程，将对我国水利开发，水害治理，经济腾飞起到举足轻重的作用。

兴建朔天运河是由郭开、贾格林、韩守文、刘伯罗等一批老干部发起的，于1988年11月向国务院提出“修建朔天运河的建言”，在1990年全国政协三次会议上，孙越崎、赵子立、胥光义、郭维城、黎原、高存信、文强等43位政协委员联名提出“修建朔天运河的提案”，从此引起中央的重视和社会各界人士的关注。

一、朔天运河工程的设想

关于朔天运河工程的设想有郭开方案，赵子立方案和蒋本兴-贾格林方案等。这些方案有大小之分，近期和远期之别。下面介绍一个近期可行的方案。

朔天运河拟修成一条现代化的梯级渠化运河，全长585公里，由四大工程组成：引水工程，运河主航道工程，入海工程，以及配套工程。

引水工程 在山西省偏关附近黄河河道上筑高坝（坝高110米），开凿隧洞（68公里），穿越黑驼山，引黄河水自流入桑干河。引水工程较艰巨，要解决深埋（200—400米以下）大断面长隧洞的施工技术。偏关水库拟总库容量80—100亿立方米，电站装机容量102万千瓦。最好将正在兴建的山西万家寨引水工程与朔天运河引水工程合二为一。

运河主航道工程 全长500多公里，在官厅水库上下100公里崎岖山间河段，急流浅滩多，弯道多，落差大（约5%），必须采用梯级渠化，多级船闸蓄水，才能平水行船。永定河含沙量较高（60.9公斤/立方米），有小黄河之称，必须解决航道、船闸的泥沙淤积问题。沿河将建设五大吞吐港口：朔县港、大同港、官厅港、北京港和天津港。其中朔县港和大同港是主要的煤炭集散港口。

入海工程 建设渠化河道和挡潮坝，确保船只顺利地进出，防止海潮回淤。

配套工程 主要功能是保证朔天运河供水和黄河下游用水，包括大柳树水库工程和南水北调中线、西线的引水工程。

大柳树水库是朔天运河水源的直接调节水库。拟建蓄水位1380米高程，总库容量109亿立方米，电站装机容量150万千瓦。大柳树水库和已建成的龙羊峡水库、刘家峡水库都是黄河上游干流主要控制性综合水利枢纽，联合运用将大大提高径流的调节利用程度。

南水北调西线、中线和东线的引水工程具有保证朔天运河水源供应和黄河下游用水，以及治理黄河水害等综合性功能。我国水资源的地理分布特征是南丰北寡，东多西少，而我国地势则西高东低，河川多从西向东奔流。因此，南水北调就成为解决我国北方水资源不足的

战略措施。南水北调，从狭义上是指把长江一部分多余的水调入北方，主要调水方案分为西线、中线和东线三个部分；从广义上应包括三大跨流域调水工程，即从西南诸河（怒江、澜沧江，甚至雅鲁藏布江）调水入长江，从长江调水入黄河（淮河），从黄河调水入海河（滦河）。这种依次跨流域调水方案，比之从长江东、中线直接调水到京津（海滦河流域），利多弊少。由此可见，朔天运河也是我国南水北调系统工程中的重要组成部分。

二、修建朔天运河的可行性

几年来，修建朔天运河的发起人和支持者举办各种研讨会，科学论证会，实地考察，委托地矿部航空物探遥感中心等单位进行立项前的可行性论证，以及撰文讨论。初步的结论是，修建朔天运河的资金来源，补给水源和工程技术三个基本条件初步具备。

只要国家立项，采用“民办公助”，筹集资金，并按启动投资，滚动前进，以资生资，以工养工的经济系统工程学原理，建设资金是可以解决的。自1990年2月21日《中国老年报》报导此事后，台湾、香港和海外华侨的企业家表示愿意投资数百亿美元。据有关人士对朔天运河沿线5000多个单位的摸底估计，可集资人民币数十亿元。山西省表示投资一亿吨煤。北京、天津、河北、内蒙古、宁夏、甘肃、陕西等省市积极参与朔天运河的筹划。

从水资源的合理利用和南水北调东、中、西线引水工程的实施看，从黄河上游来水大量（约100亿立方米/年）调入朔天运河是可能的，并有利于治理黄河水害，又不影响黄河下游地区的用水，其理由有：①根据国家计委和水电部1987年制订的“关于黄河可供水量分配方案”，有些省实际上只使用分配水量的一小部分，例如，山西省每年分配供水43.1亿立方米，实际用水量只有5亿立方米，其他省也有类似情况；②从黄河水沙规律看，朔天运河建成后，势必减少黄河下游冲沙（指中游来沙而不是河床泥沙）用水量。因此，黄河下游每年冲沙用水量200—240亿立方米便可省下部分或大部分，以资调入朔天运河。值得指出的是，黄河下游的冲沙用水量是十分惊人的，约占黄河年径流量的1/3—1/2。这是一种极大的浪费。许多学者专家呼吁，竭力减少冲沙用水，向沙要水。③南水北调东线和中线调水工程，分别调水约200亿立方米和100—230亿立方米，可望与朔天运河同步或提前实施，就能满足黄河下游地区（河南和山东）的用水量，并不因黄河上游来水外调而受到影响。南水北调西线引水工程可望与朔天运河同步或稍后实施，这也是重要的水源。

人们熟悉，公路有土路、柏油马路和高速公路之分。运河犹如公路，也有低级和高级之分，土洋之分。纵贯我国南北的京杭大运河是一条土运河，而朔天运河，经过国际咨询，可采用梯级渠化先进技术，将建成一条江海直达航运的现代化运河，可与已修成梯级渠化运河的西德莱茵河媲美。

三、朔天运河多功能、多效益

早在1958年起就提出并酝酿大规模引黄入晋。然而，作为晋煤外运，晋冀京津水资源缺乏和黄河水害一揽子解决的宏伟工程，首推“修建朔天运河的建言”。兴建朔天运河的主要目的有三：①解决山西能源基地的煤炭和其他矿产资源的外运；②引黄济晋冀京津，解决山西能源基地和京津唐工业基地及城市聚集区的水资源缺乏；③根治黄河。此外，兼有发电、灌溉、旅游、防止水土污染、协调生态环境等综合效益。

交通运输建设高潮应先行于经济建设高潮，否则交通运输发展滞后就成为经济发展的主要限制因素，我国北煤南运和南粮北运的局面将长期下去。山西能源基地是我国最大的能源

基地,已探明煤的储藏量5026亿吨,约占全国的2/3,年产煤量约3亿吨,到2000年年产煤量达6.5—8亿吨,占全国的一半。当前,由于运输能力的限制,煤产量上不去,以运定产,每年积压煤炭数千万吨,有的矿区被迫减产。由于水源不足,原煤入洗率不足20%,造成大量无效运输。铁路干线发展跟不上煤炭生产发展。由于水源不足和地形复杂,管道输煤也不宜发展,朔天运河建成后将解决煤炭产量相当部分的运输量。

我国水资源与经济发达的地域分布不相一致,跨流域调水是合理利用水资源的重要途径。京津唐是我国三大工业基地和城市聚集地区之一,山西能源基地则是我国最大的能源基地,今后还将成为我国有色金属冶炼基地。这些地区的气候干旱,水资源缺乏,成为经济迅速发展的重要限制因素。在用水高峰期不少工厂企业停工待水,耗水量大的企业改建、扩建和新建都不能进行,同时,灌溉农业的发展也受到限制。最新统计资料表明,当前晋冀京津缺水77亿立方米($P=75\%$),到2000年缺水160亿立方米($P=75\%$)。孙中山说:“建都之地必有大山大河大平原”解决北京水荒问题是确立北京的首都地位的战略措施。由此可见,朔天运河是一项引黄济晋冀京津的宏伟工程。

黄河下游河道是举世闻名的地上河,多年平均年输沙量为16亿吨,其中在下游河道淤积4亿吨。因而造成河床和洪水位逐年抬高,洪水的威胁愈来愈大。过去花园口出现22300立方米/秒的洪峰安然无恙,现在遇上15000立方米/秒的洪峰就得启动东平湖滞洪区。因此,黄河下游河道堤坝面临第四次加高,三门峡水库第三次改造,河口河道也可能改道,否则将危及胜利油田。几千年治黄经验表明,下游堤防、改道和修建调节水库都不足以根治黄河。必须用新思维才能彻底解决黄河水害。黄河最大的特征之一就是“水沙异源”。2000多年前汉武帝太始年间的齐人延年主张“开大河上领,出之胡中,东注之海”(《汉书·沟洫志》),亦即使黄河从后套直向东流入海。在当时是一种空论,很有远见的空论,朔天运河将实现他的理想。如果将黄河上游来水部分或大部分引入朔天运河,中游大量产沙,由于失去载体和动力,自然大部分泥沙在河道中沉积,造良田万顷,向下游输送的泥沙也就大大减少。再利用“下洪水”和南水北调中线引水冲刷下游河床,长此下去,悬河就一去不复返了。黄河河口镇至龙门段为晋陕峡谷,河长735公里,集水面积22.97万平方公里,两岸支流多发育于黄土丘陵沟壑区。这是黄河流域主要产沙区,特别是粗沙产区,又是暴雨多发区。多年平均(1950—1984)输沙量为8.29亿吨,占花园口输沙量(12.22亿吨)的67.8%,而年多平均径流量只有61亿立方米,占花园口(459.1亿立方米)的13.3%。晋陕峡谷两岸支流(窟野河、孤山川、皇甫川、无定河等)常发生高含沙洪水(含沙量高达800—1700公斤/立方米),泻入黄河干流,发生强烈堆积,形成巨大沙坝,堵塞干流,壅高水位,回水长达几公里至20多公里。然而,由于河口镇以上巨大径流的冲刷作用而消失。无论汛期、非汛期或全年河口镇以上来水量均为河口镇—龙门区间来水量的3.7—4.5倍,由此可见,黄河上游来水部分调入朔天运河,或者黄河大改道,走朔天运河(拟将部分水量分流入汾河和漳沱河),那么晋陕峡谷和小北干流将成为黄河中游主要产沙区的泥沙贮存场所,大部分泥沙不再输入黄河下游。从三门峡水库也得到佐证。黄河下游河道一向处于沉积抬高状态,平均每年抬高0.1米。唯独1960—1964年三门峡水库蓄水拦沙时期,大量泥沙沉积在库内和中游河道内,相反下游河床(从花园口至利津)则处于冲刷状态,共冲刷1.08—1.91米深,平均每年冲刷0.2—0.37米深。此外,张光斗教授指出,小北干流滩地放淤可使下游河道减淤29年。因此,从这种意义上看,朔天运河也是一项治黄工程。

参 考 文 献

- [1] 郭开、贾格林、韩守文, 兴国利民献良方, 引黄飞渡落银河, 山西政协报, 1990年4月20日。
- [2] 王明远, 黄河大改道, 中国科学报, 1991年2月8日。
- [3] 黄让堂, 试论南水北调工程的建设顺序, 自然资源, 1980年第2期。
- [4] 陈晓辉, 关于修建朔天运河工程的探讨, 海洋与海岸带开发, 1990年第7卷第3期。
- [5] 张光斗、侯国本、雒鸣岳同志在治黄规划座谈会上的发言, 治黄规划座谈会文件及代表发言汇编, 1988年5月。
- [6] 水利部黄河水利委员会, 黄河水利史述要, 水利出版社, 1982年。
- [7] 王明远, 拟议中的朔天运河, 地理知识, 1991年第9期。
- [8] 钱意颖、程秀文、傅崇进、尚红霞, 黄河流域来水来沙及其变化后对中下游河道冲淤的影响, 黄委会水利科学研究所, 1990年。

朔天运河可行性论证预研究势必先行

刘 昌 明

(中国科学院、国家计委地理研究所)

朔天运河是从山西省偏关境内引黄河水东流至朔县沿桑干河、永定河、海河干流经天津入渤海的方案。该方案的意义与工程的功能主要有以下几点：1. 引黄济京、津、晋、冀、具有供水的战略意义，是酝酿多年并列入国家计划的万家寨引黄济晋的扩充方案，也是跨长江，黄河与海河三大流域的大型调水和通水航运工程；2. 该工程能为山西能源与重化工基地的开发与建设，提供水源与煤炭外运的有利条件，双重的经济效益十分明显；3. 与南水北调联合利用，兴建西线引江济黄，可以缩小中线与东线江水北送过黄河的工程规模。西线从通天河、大渡河与雅砻江引水入黄河，引水总量达200亿立方米，朔天运河可与南水北调西线引水联合调度，解决京、津、晋、冀的供水；4. 朔天运河工程对黄河治理开发的可能贡献。在万家寨建坝必然纳入黄河的梯级开发，通过与拟建的大柳树水库联合调度，一方面向朔天运河送水，一方面对万家寨以下黄河中游的洪水与泥沙进行辅助调控；5. 朔天运河从黄河上游水多、沙少的河段引水，将不存在像中、下游引黄时出现的严重的泥沙淤积问题。朔天运河带来充足水量，将会改善晋、冀、京、津的生态与环境，使干涸已久的永定河平原段与污水充塞的海河起死回生；6. 朔天运河对于所经地区旅游业发展将有很大促进作用，尤其是对首都北京的美化与丰富旅游资源的开发利用更是大有妙用；7. 万家寨高坝（110米左右）可兼供水与发电，粗估发电装机容量可以在80万千瓦以上。利用运河的船闸，亦有兼顾发电的功能。

综上所述，朔天运河方案是一个很值得研究的项目。这一项目的可行性论证预研究需要抓紧进行：

1. 运河工程的地貌地质条件 从河流地貌上看，朔天运河是对黄河大拐弯的截弯取直，使黄河源头到出海口的长度，由原来的5464公里缩短到4200余公里，使黄河干流河道每公里平均落差由0.9米增加到1.17米，增加率为30%左右。从万家寨水坝到海河口的运河段总落差约为1010米，平均每公里落差为1.54米左右，最大落差则出现在永定河出山峡谷段，因此，为了保证航船上溯，修建梯级船闸是必要的。从地质条件上看，运河虽经黄土高原，但河道多穿行在土石山区之中，约有90%河段是利用天然的河道，需要开挖的埝渠与隧道只占10%，渠线具体地质条件选择急待查勘。

2. 运河的水源问题 这是一个具有决定性意义的问题，一般的概念，黄河水少。过去的治黄规划中，黄河的水量已被分摊各地，因此，近期是否有水可引？需要论证。万家寨以上的黄河流域面积约为39万平方公里，天然径流量多年平均约为340亿立方米，丰水年（保证率20%）可超过400亿立方米，枯水年（保证率75%）约为310亿立方米，总的看，万家寨处的黄河具有较大的水量，且其下的中游地区即晋、陕、豫三省多属山区，具有当地的水源（汾、泾、洛、渭、伊洛、沁等河），黄河中游河段山区实际上从干流引水利用较少。而黄河下游，豫鲁两省现有引黄规模很大，平均每年的引水量在90—100亿立方米之间，占黄河天然年平均径流量的15%—17%左右。朔天运河修建后，若从上面引走50亿立方米的水，对黄河

下游豫鲁两省的引黄用水的影响，需要研究万家寨以上已建和拟建水库的水量调节，以解决上下游用水的矛盾。

3. 黄河上游来沙少 朔天运河引水的泥沙问题虽小，但运河的永定河段自身泥沙问题严重，影响船闸的淤积处理，因此，永定河流域的水土流失与泥沙研究，也是朔天运河工程可行性论证的重要问题。

4. 永定河峡谷常常出现暴雨中心 由暴雨引起的洪水如何防治及其对运河运行的影响，也是一个需要在预研研究中注意的课题。

以上是朔天运河方案决策必须重视的几个主要问题。此外从社会效益的角度看，确切效益计算尚需进行系统分析。因此，开展预研究是十分必要的。

朔天运河涉及“陆台输煤”，对台湾的投资具有巨大的吸引力。笔者认为，朔天运河的研究不同一般，它对促进海峡两岸的交往，通商通航，促进祖国的统一大业有深远的意义。

关于朔天运河经济效益的初步分析

荣朝和、刘卫东、陆大道

(中国科学院、国家计委地理研究所)

据初步设想,修建朔天运河有两个主要目的,一是解决“三西”地区煤炭外运问题,二是为北京、天津、河北调黄河水以解决该地区缺水之忧。这是一项巨大、复杂的系统工程,牵涉面广,必须进行严格、详细的论证和评估。我们在这里对朔天运河在航运、调水及其他方面的效益问题进行一些初步的分析。

一、修建朔天运河的必要性和时机

根据国家有关部门提供的资料,1990年全国共生产原煤10.8亿吨,其中山西、陕西、内蒙西部及宁夏(简称“三西”)的产量为3.09亿吨,“三西”煤炭经铁路运往其他地区的为1.84亿吨,此外还有少部分煤炭经公路外运。目前“三西”煤炭外运的主要铁路通道有丰沙大线、京原线、大秦线、石太线、太焦线、邯长线、风陵渡口等。按照规划,1995年全国应生产原煤12.3亿吨,其中“三西”煤炭产量为4.03亿吨,外运量为2.5亿吨;2000年原煤产量应达到14亿吨,其中“三西”产量为5.06亿吨,外运量为3.5亿吨。到1995年,新增加的运能主要有大秦线二期工程和侯月线开通;2000年时的新增运能除依靠已有线路的改造外,还将有届时建成的集通线和神朔—朔石线。2000年以后,铁路部门计划扩充大秦、朔石等线的预留能力,修通神木—延安线和西安—安康线,并修建由晋东南经邯郸至济南的铁路,到2020年前后,“三西”煤炭外运能力将增至6亿吨左右。

能源的生产和运输是国家经济获得持续发展的最重要基础,这一点由于目前能源电力短缺每年造成巨额经济损失而引起人们的普遍关注。由于我国资源结构和分布的状况,煤炭在21世纪总的能源消费中仍将占有大部分比重,21世纪中期煤炭的总产量和“三西”煤炭在总产量中的比重无疑仍将继续上升,“三西”煤炭外运量也会相应增加。铁路的压力显然过大,我们有必要逐步改变煤炭运输目前这种过份依赖铁路的状况。今后,坑口电站和超高压输电线路的超长距离输电将获得发展,用管道输送水煤浆的技术也将成熟。此外,拟议中的朔天运河也是增加煤炭外运能力的一种选择。

因此我们认为,有必要对朔天运河工程在“八五”和“九五”期间进行认真的研究论证,结合西线南水北调、黄河及海河的综合治理,解决该运河的水源保证、选线走向、泥沙沉淀、船型、船闸和航道的标准、重要港口的选址、煤炭集运等一系列关键性技术和经济问题,以便组织运河工程的具体实施,从下世纪初逐步形成一定规模的煤炭运输能力。

二、朔天运河的船型选择

关于朔天运河的运煤船型选择,我们认为原规划提出运河实行江海直达运输,天津—北京通航5万吨级轮船,北京以上通航1.5万吨级轮船的方案在实现上有一定困难。

驳船吃水相对较浅,一般内河航运均采用驳船队的方式运输煤炭。朔天运河宽度可达到按照交通部《全国天然、渠化河流及人工运河通航试行标准》(见表1)规定的一级航道标

准，可通航6000吨级的驳船队（拖轮加两只相连的3000吨级驳船）；部分困难河段按二级航道建设，也可通航4000吨级的驳船队（两只相连的2000吨级驳船）。但因驳船不能在海上行驶，海运煤炭必须进行换装。

表1 全国天然、渠化河流及人工运河通航试行标准

航道等级	枯水期最小航道尺度 (米)					船闸闸室有效尺度 (米)			通航驳船				船队尺度 (长×宽×吃水) (米)	
	天然及渠化河流			人工运河		长	宽	门槛水深	吨级 (吨)	船型尺度 (米)				
	浅滩 水深	滩底 水深	底宽	水深	底宽					曲度半径	型长	型宽		满载吃水
一	>3.2	75~100	5.0	60	900~1200	245	18	5.0	3000	90	14	3.2	230×14.5×3.2	
二	2.5~3.0	75~100	4.0	60	850~1100	230	18	4.0	2000	86	14	2.5	216×14.5×2.5	
三	1.8~2.3	60~80	3.0	50	700~900	190	16	3.0	1000	70	12	1.8	180×12.5×1.8	

而轮船吃水较深，海轮（包括江海轮）比江轮的吃水更深。1.5万吨轮船的吃水深度要求10米，5万吨船的吃水则达到十几米。采用大型轮船，必然要求运河航道的水深比通行驳船队大大增加，会使本来就需要翻越重山峻岭的运河更增添设计和施工上的难度，提高所需投资的数量；而且航道内必须保持相应的水深和流量，过闸时的用水量也非常大（按大闸室511米长乘60米宽乘10米高水头计算，每过一次船的用水量就超过30万立方米），这对水源并不充足的朔天运河来说不容易承受。

我国的大运河目前只在江苏邳县至六圩之间300多公里河段保持着水深3米以上的航道，可通航2000吨级驳船队；邳县以上河段由于水深的限制，100—300吨的船只还不能常年通航；大运河江南各段的通航标准也只在60—100吨的船舶。长江是我国最大的河流，其干线航道南京以下水深多在7米以上，乘潮可维持10米，能通行1.5万吨级船舶和2.4万吨级油驳；南京至宜昌航道仅可维持2.9—4.5米水深，通航1500—5000吨级船舶；宜昌至宜宾则只能通航300—1500吨级船舶。从国外情况看，内河航运比较发达的美、苏、德、英、法和其他欧洲国家目前运河航道的水深一般在3—5米，在内河（包括运河）干道及江海直达运输中使用的货轮也多是中小型的。如美国使用1000—1200吨级的船，德国使用300—1350吨级的，苏联河流的干线航道可通过5000吨级货轮，英国80年代建造的新型江海直达货轮载重为3200吨，法国正在修建的莱茵—罗讷河运河，航道设计标准为通行1500吨级轮船。各国使用的驳船队的载重量要比货轮大得多，如在美国密西西比河下游，最大的顶推驳船队已达到10万吨。国内外河运所能通航的船级告诉我们，在内河上航行较大船只，特别是轮船，要受到一定的限制。

拟议中的朔天运河距离长、跨越的海拔高程大、现有河流通航条件差，河道的渠化要求高，工程难度既超过那些发达国家已有的运河，也超过它们目前正在修建的运河。这说明朔天运河工程具有相当的艰巨性，这就需要为运河制定合理的技术标准。

在水源不很充分、航道不宽、落差较大、大型船通航条件难以保证的情况下，我们建议朔天运河应按水深3—5米的一级航道加以规划设计并进行技术经济论证。在通航期最小浅滩水深为5米的情况下，运煤船型我们推荐以长江轮船总公司“七五”国家科技攻关项目研制的江海运粮船为基础加以改进。该运粮船的设计标准为载重4773吨，总长113米，型宽17.5米，满载吃水5米，航速13节。因为也是江海散货轮船，所以在进行适当改进设计后可用于

运煤。如通航期最小水深达不到5米，我们建议采用驳航队的方式运输，以一只拖轮拖带两只载重2000—3000吨的煤驳。采用中型船和驳船队产生的一个问题，是原设想江海直达的运煤方式恐怕难以实现。因为沿海煤炭运输的合理船型大体是3万吨（国家已设计3.5万吨的浅吃水经济型散装运煤海轮），用不足5000吨的煤船从天津驶往南方各港口，无疑是很不经济的；而要将煤炭换装到大船上，则必须解决换装港的问题，也会增加一定的换装费用。

三、关于船只过闸时间和船闸能力

按照设想，朔天运河是一条多船闸的渠化运河，由于海拔高度变化很大，整个运河上的船闸有几十座之多，其中有些还将是多级的，过闸时间的计算误差会对运输能力和航运效率的估计产生很大影响。

单级船闸单向过闸的程序为：1）船从上游引航道进入闸室；2）关上闸门；3）闸室泄水直至与下游水面齐平；4）开下闸门；5）船出闸进入下游；6）关下闸门；7）闸间灌水直至与上游水面齐平；8）开上闸门。船只过闸时间（ T ）决定于闸门启闭时间（ t_1 ）、船进闸时间（ t_2 ）、船出闸时间（ t_4 ）和闸室灌泄水时间（ t_3 ），计算公式为

$$T = 4t_1 + t_2 + 2t_3 + t_4$$

根据权威数字，单船在单级船闸的单向过闸时间（ T ）一般为15—40分钟，其中闸室灌泄时室（ $2t_3$ ）通常为5—15分钟。如为多船或多级船闸或在双向过闸的情况下，过闸时间还要增加。不能用闸室灌泄水时间作为计算运输能力和航行效率的依据。建议朔天运河上单船的过闸时间按30分钟计算。

另外，船只在进闸前的闸外等候时间一般也是难以消除的。因为即便是单船过闸，船只在每两个船闸的之间的航行时间，必须严格等于每个船闸的过闸时间，才能做到最大限度地压缩等候时间。如果过闸的时间大于船在两闸之间的航行时间，就会造成船等闸；反之，如果航行时间大于过闸时间，则会造成闸等船。在实际中，由于船闸是根据地形需要修建的，在设计上难以使两种时间严格匹配，而航行时间又受不同船速以及上下水流速的影响，加上总会有小船夹在大船中间过闸，结果造成船和闸的效率不可能得到完全发挥。

理论上的船闸通过能力，是按设计代表船型在全年通航期内满载连续过闸所完成的货物运量确定的。实际上船闸通过能力受船闸本身条件、所在航道条件、以及船舶、运输组织和其他外界条件多方面的影响。所以，它的理论通过能力是很难达到的。实际可能达到的设计最大通过能力，是在充分调查研究的基础上，经过反复分析比较后确定的。设计最大通过能力的一般计算公式为

$$R = (n - m)N G \alpha / \beta$$

式中： n 为每天平均过闸次数， m 为每天平均非货运船舶过闸次数， N 为全年船闸通航天数， G 为平均每次通过的货运船舶的总吨位， α 为货运船舶载重量利用系数， β 为各种因素影响的综合不平衡系数。船闸理论通过能力与设计最大通过能力实际相差很大，设计最大通过能力目前一般仅为理论通过能力的25%。

四、关于运河的运输能力

在选择载重4700吨的中型运煤货轮，和船只过闸时间按30分钟计算的情况下，按照每年通航300天计算，朔天运河单方向的通过能力理论上为14400艘，年运量可达6768万吨；若按照每年通船期200天计算，运河单方向能力为9600艘，年运量为4512万吨。或者说，朔