

【黄河流域生态保护和高质量发展】

南水北调西线工程调水方案研究

张金良^{1,2}, 景来红¹, 唐梅英¹, 李福生¹

(1. 黄河勘测规划设计研究院有限公司, 河南 郑州 450003;

2. 水利部黄河流域水治理与水安全重点实验室(筹), 河南 郑州 450003)

摘 要: 南水北调西线工程前期工作已持续近 70 a, 研究的调水范围涉及雅鲁藏布江、怒江、澜沧江、通天河、金沙江、雅砻江、大渡河、岷江、涪江、白龙江等河流, 面积达 115 万 km², 勘查了从海拔 2 000 m 到 4 400 m 的相关干支流河段, 研究的调水方案达数百个, 进行了不同供水范围、多种调水规模、多种调水方式的方案比选。经过多阶段的深入论证, 西线工程总体规划方案和近期工程规划方案被纳入国务院批复的南水北调总体规划, 形成了第一期工程项目建议书。随着西线工程前期研究工作的深入, 结合新形势和新时代发展要求, 西线工程调水方案正逐步得到深化, 形成了上下线组合调水方案。

关键词: 南水北调西线; 方案比选; 规划方案; 上线方案; 下线方案; 上下线组合调水方案

中图分类号: TV62; TV882.1 文献标志码: A doi: 10.3969/j.issn.1000-1379.2021.09.002

引用格式: 张金良, 景来红, 唐梅英, 等. 南水北调西线工程调水方案研究[J]. 人民黄河, 2021, 43(9): 9-13, 24.

Study on Water Diversion Scheme of the Western Route of South-to-North Water Diversion Project

ZHANG Jinliang^{1,2}, JING Laihong¹, TANG Meiyi¹, LI Fusheng¹

(1. Yellow River Engineering Consulting Co., Ltd., Zhengzhou 450003, China;

2. Key Laboratory of Water Management and Security in the Yellow River Basin of Ministry of Water Resources (Preparation), Zhengzhou 450003, China)

Abstract: The study on the western route of the South-to-North Water Diversion Project has lasted for 70 years since 1952. The study aimed at rivers including the Yarlung Zangbo River, Nu River, Lancang River, Tongtian River, Jinsha River, Yalong River, Dadu River, Minjiang River, Fu River and Bailong River, covering an area of 1.15 million km². During such study, related main stream and tributaries at elevation from 2 000 m to 4 400 m were investigated, hundreds of water diversion alternatives were studied and route alternatives for various water supply scopes, water diversion capacities and modes were compared. After several stages of deepening demonstration, the overall planning and recent project planning of the western route had been formed and incorporated into the master planning of the South-to-North Water Diversion Project approved by the State Council and the project proposal of the first phase works of the western route had been completed. With the deepening of the preliminary study on the western route and in combination with the development requirements of the new situation and the new era, the water diversion scheme of the western route had been gradually improved to the scheme of combination of upper and lower routes.

Key words: Western Route of South-to-North Water Diversion Project; scheme selection; in-depth planning; scheme of upper route; scheme of lower route; scheme of combination of upper and lower routes

黄河流域缺水问题已严重威胁国家生态安全、能源安全、粮食安全和社会稳定, 缺水是黄河“体弱多病”的根本病因, 黄河流域水资源已无法支撑流域经济社会稳定发展, 更无法支撑国家重大战略实施。保护黄河是事关中华民族伟大复兴的千秋大计, 生态保护和高质量发展必须有稳定可靠的水资源保障。水资源可持续利用是黄河流域生态保护和高质量发展重大国家战略的重要基础支撑, 加快实施跨区域调水, 提高水安全保障能力刻不容缓。

南水北调西线工程从长江上游的雅砻江、大渡河和金沙江调水进入黄河源头区, 入黄位置高, 控制范围广, 通过龙羊峡和刘家峡等大型水库调节, 调入水量与黄河水资源统一调配, 不仅可灵活解决黄河上中游地

区缺水问题, 而且未来根据发展需要可向河西内陆河供水。经过近 70 a 的前期工作, 尤其近几年深化研究, 西线调水工程的方案被逐渐优化, 对长江调水区的负面影响已大幅度减小。经过多阶段的深入论证, 西线工程总体规划方案和近期工程规划方案纳入了国务院批复的南水北调总体规划, 形成了第一期工程项目建议书。随着西线工程前期研究工作的深入, 结合新形势和新时代发展要求, 西线工程形成了上下线组合调水方案, 即推荐南水北调西线一期工程年调水规模

收稿日期: 2021-07-12

基金项目: 国家重点研发计划项目(2016YFC0402503, 2016YFC0402408)

作者简介: 张金良(1963—), 男, 河南新安人, 教授级高级工程师, 主要从事黄河流域重大水工程与水沙调控研究工作

E-mail: jlzhangyrec@126.com

80 亿 m^3 , 由上下两条独立的调水线路组成, 其中上线线路已经过数十年勘察论证、基础工作扎实, 下线的水源水库已经在建、只需修建输水隧洞, 一期工程已具备开展可行性研究的条件。

1 研究历程

西线工程调水方案研究大体可分为以下几个阶段: 1952—1985 年初步研究阶段, 1987—1996 年超前期研究阶段, 1996—2001 年规划阶段, 2001—2008 年第一期工程项目建议书阶段, 2008—2018 年方案深化研究、江河连通方案研究及 2018 年至目前的规划方案比选论证阶段。

1.1 初步研究阶段

(1) 1952—1961 年大范围选线阶段。1952 年黄河水利委员会(以下简称黄委)组织查勘队, 考察从长江通天河引水到黄河源的线路, 开创了中国南水北调西线工程研究之先河^[1]。20 世纪 50 年代中后期, 在当时的历史背景下, 西北各省(区)提出的缺水量达 3 456 亿 m^3 , “开河十万里, 引水五千亿”即源于此^[1]。调研的调水河流有怒江、澜沧江、金沙江、通天河、雅砻江、大渡河、岷江、涪江、白龙江; 供水范围除黄河外, 东至内蒙古乌兰浩特、西抵新疆喀什。

(2) 1978—1985 年初步研究阶段。1978—1985 年黄委先后开展了 4 次现场查勘, 总结了以往工作的经验, 分析了高寒地区调水的特点, 加深了对技术经济可行性的认识, 缩小了研究范围, 提出先研究距黄河较近、调水量适宜、工程规模较小、工程艰巨性及困难相对较小的通天河、雅砻江、大渡河调水。研究了自流和抽水两种“以库代渠”方式^[2]。此外, 还研究了从通天河、澜沧江和怒江调水到柴达木盆地的可能性。

1.2 超前期研究阶段

1987 年 7 月中华人民共和国国家计划委员会(国家计委)正式下达《关于开展南水北调西线工程超前期工作的通知》, 决定开展从通天河、雅砻江、大渡河调水方案的超前期工作。此后共研究了 40 个引水坝址、157 个引水线路方案。

在众多方案综合比选基础上, 初选通天河引水 100 亿 m^3 的同一雅—黄(同加—雅砻江—黄河)自流方案, 雅砻江引水 45 亿 m^3 长—恰(雅砻江长须—恰给弄)自流方案, 大渡河引水 50 亿 m^3 斜—贾(大渡河斜尔—贾曲)抽水方案, 见图 1^[3]。从 3 条河共调水 195 亿 m^3 。

同时, 该阶段继续研究了从澜沧江、怒江调水到青海柴达木盆地格尔木河的可能性及规模, 分析了从雅鲁藏布江上、中、下游调水到新疆且末县车尔臣河的可能性及规模, 完成了《澜沧江、怒江调水到格尔木线路

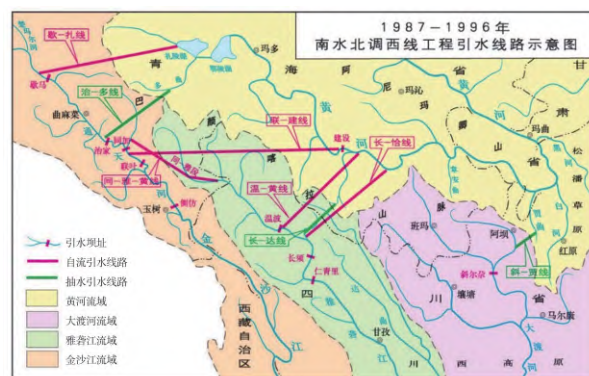


图 1 超前期规划研究阶段初选引水方案示意

研究》等报告。

1.3 规划阶段

1995 年 6 月, 水利部以水规计〔1995〕236 号文将《南水北调西线工程规划研究综合报告》报国家计委。有关单位于 1996 年下半年开始规划阶段的工作, 在调水河段内进行了大量的方案研究, 研究的引水枢纽坝址有 20 多个, 提出了 3 条河调水的总体工程布局 and 分期开发实施意见。

此阶段明确了由近及远、从小到大、先易后难、分期建设的规划思路, 经过引水形式和引水线路比选论证, 推荐 3 条河自流引水 170 亿 m^3 的总体工程布局^[4], 并分三期实施, 见图 2。



图 2 南水北调西线工程规划布局示意

2001 年编制完成《南水北调西线工程规划纲要及第一期工程规划》, 2002 年该成果被纳入国家《南水北调工程总体规划》, 并由国务院正式批复, 与南水北调东线、中线共同构成了我国“四横三纵”的南水北调工程总体格局及南北调配、东西互济的水资源配置网络。此阶段与超前期研究阶段相比, 研究范围进一步缩小到 30 万 km^2 , 明确了西线工程的供水范围和供水目标, 增建了 4 个专用水文站, 加强了可调水量和环境影响的分析论证, 引水河段范围缩小, 推荐的线路方案全为自流。规划阶段推荐的总体布局具有“下移”“自流”“集中”和“分期”4 个特点^[5]。

规划阶段在推荐工程总体布局方案的同时, 还开

展了西线工程的后续水源和调水到西北其他缺水地区问题的研究。完成了《南水北调西线工程的后续水源研究》及《供水河西走廊、新疆、坝上高原、渭河的可能性初步研究》《嘉、汉入渭以济陕、甘诸省》等报告。

1.4 第一期工程项目建议书阶段

2001年水利部布置开展西线第一期工程项目建议书编制。2005年将第一、二期工程水源合并后仍作为第一期工程,开展项目建议书编制,2008年年底完成南水北调第一期项目建议书总报告及专题报告,2009年通过黄委预审。2013年12月完成了西线第一期工程项目建议书修改补充。

南水北调西线第一期工程采用自流方式,从雅砻江干支流调水56亿 m^3 、大渡河支流调水24亿 m^3 ,总调水规模80亿 m^3 。供水范围为黄河上中游青、甘、宁、内蒙古、陕、晋6个省(区),供水任务主要为:增加黄河水资源量,缓解黄河流域水资源紧缺状况,支撑经济社会的可持续发展;遏制黄河上游部分地区和邻近的河西内陆河地区生态环境严重退化的趋势;补充黄河河道内生态用水,改善黄河河道基本功能。根据调入水量配置方案,河道外配置水量60亿 m^3 ,受水区主要包括14座重要城市,宁东、鄂尔多斯、陕北、离柳孝汾等能源基地,黑山峡生态建设区和石羊河流域;河道内配置20亿 m^3 水量,主要用于补充部分被经济社会用水挤占的生态水量。

调水工程由7座水源水库、9段共14条明流洞、9座渡槽和3座桥式倒虹吸组成。输水线路全长325.6 km,其中隧洞段总长321.1 km,隧洞最长段72.4 km,最大埋深1150 m;7座水源水库总库容62亿 m^3 ,坝高30~194 m;总装机容量约23万kW,年发电量12亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。

第一期工程位于巴颜喀拉褶皱带,其属于稳定型地壳结构,输水隧洞和坝址大部分位于地震活动水平相对较低的区域。7座水源水库淹没土地面积134.9 km^2 ,淹没影响人口1.58万人,淹没寺庙7座(其中省级、州级文物保护单位各1座),影响寺庙9座。各调水断面下泄的生态水量为断面径流量的28.8%~39.0%。按照2020年第一季度价格水平,第一期工程静态投资1601亿元,调水到黄河单方水投资20.0元^[6]。

1.5 江河连通方案研究论证阶段

2008年1月,为集中力量加快南水北调东、中线工程及配套工程建设,西线工程暂停项目论证。

2009—2011年,在继续深化雅砻江及其2条支流、大渡河4条支流调水的第一期工程论证的同时,结合西线工程前期工作的新形势、新要求,黄河设计院自筹资金,在更大范围对调水到黄河的各种可能的调水方案进行了进一步梳理和分析。为减少调水的影响,

研究了澜沧江向西线调水河流生态补源的方案。

2012—2019年,针对原一期项目建议书中调水比例偏高、生态制约性强、对宗教设施影响大及移民征地等问题,黄河设计院和中国国际工程咨询公司联合开展了南水北调西线江河连通方案研究。初拟了雅鲁藏布江、怒江、澜沧江、金沙江、雅砻江、大渡河等六江(河)自流调水450亿 m^3 的调水线路。调水主要发展高效生态农业及建设新型城市群,打造西北及黄河流域生态经济带。前期先实施总体规划年调水170亿 m^3 入黄河支流洮河(该方案在规划方案比选中称为下线方案,详见规划方案比选论证阶段),后续可进一步延伸到从雅鲁藏布江、怒江、澜沧江等国际河流调水,见图3,总体调水规模可达450亿 m^3 。后续水源将大大提高西北地区的水资源保障能力,支持“一带一路”建设,打造黄河—河西—新疆现代丝绸之路生态经济走廊,保障少数民族地区及边疆地区的发展、稳定与安全等。



图3 南水北调西线江河连通线路示意

1.6 规划方案比选论证阶段

2016年9月,国家发展改革委向国务院上报了《国家发展改革委关于南水北调西线工程有关问题的报告》,提出下一步需对西线工程进行全面、深入、系统的科学研究和方案论证。2018年5月,水利部下发了《南水北调西线工程规划方案比选论证》任务书,2020年黄委按任务书全面完成工作,水利部以水规计〔2020〕282号文上报国家发展改革委。

该阶段,黄委联合长江勘测规划设计研究院、中咨工程有限公司、中国水利水电科学研究院等单位及高校参与论证工作。结合新形势、新战略,规划方案比选论证全面深化,分析了黄河流域节水潜力、供需形势及调水必要性;客观分析了小江调水方案、东中线扩大调水规模方案,以及南水北调西线工程等解决黄河缺水问题的调水方案;基于调水区生态环境研究,按照生态优先、生态保护的理念,对西线工程原规划方案及一期工程项目建议书成果进行了深入研究。在此基础上,吸收南水北调西线江河连通方案成果,进一步研究了

调水断面下移方案,提出从金沙江叶巴滩、雅砻江两河口、大渡河双江口调水到洮河的下移线路方案,进而对西线总体规划调水 170 亿 m^3 方案和一期工程调水 80 亿 m^3 方案进行了多方案比选,推荐采用上下线结合的规划方案,其中一期工程方案从上线雅砻江、大渡河干支流调水 40 亿 m^3 入黄河干流贾曲河口,从下线大渡河双江口调水 40 亿 m^3 入洮河^[7]。

南水北调西线近 70 a 艰辛的研究,是一个随着国家经济社会发展、科技进步和国力增长逐步前进的过程,是对受水区、调水区及工程区经济、社会、环境、文化等认识不断深化的过程,更是一个在对调水工程所涉及的区域共同发展、科学发展、持续发展深入研究的基础上,从国家和民族永续发展的高度,立足现实需求、突出重点和技术经济可行性,突出科学性、可操作性的规划过程。

2 原规划方案深化研究

根据新形势的要求审视原规划方案,可知其主要存在调水比例偏高、对生态环境影响大的问题。本次研究体现了长江大保护、生态保护优先等新理念,复核了各调水坝址坝下生态需水量,并调整了各坝址调水比例,取消了大渡河支流色曲调水方案。将原项目建议书第一期工程调水规模 80 亿 m^3 调整为 40 亿 m^3 ,各坝址调水比例为 33.7%~37.3%,工程线路基本维持不变。

原规划方案从通天河干流侧仿坝址调水 80 亿 m^3 。侧仿坝址位于青海三江源国家级自然保护区——通天河沿保护分区核心区和缓冲区的交界处,建坝后,回水将淹没自然保护区面积 65.7 km^2 。因此,侧仿坝址已不具备调水条件,为减小水库淹没对生态环境的影响,将金沙江调水断面下移到岗托坝址并采用抽水方式引水,初拟岗托调水量为 40 亿 m^3 。

原规划线路方案调整后,调水量为 80 亿 m^3 ,总体调水比例为 32.3%,由岗托抽水和雅砻江、大渡河干支流联合调水组成,称为上线方案。

优化方案由两条调水线路组成:一条为雅砻江、大渡河干支流联合调水 40 亿 m^3 ,线路穿越雅砻江、大渡河与黄河之间的分水岭,在贾曲河口入黄河,采用单洞输水,线路总长 325.7 km,其中隧洞长 321.1 km,最长隧洞位于泥曲—杜柯河段,长 72.4 km,隧洞最大埋深 1 150 m、平均埋深约 500 m。另一条是金沙江岗托调水 40 亿 m^3 线路,拟从岗托库区通过泵站提水,以明流洞引水到雅砻江的热巴水库下游,穿过雅砻江后,与雅砻江、大渡河联合自流调水 40 亿 m^3 方案线路平行布置,

最后进入黄河贾曲河口,输水线路总长 420 km,采用单洞输水,隧洞最大埋深 1 500 m、平均埋深约 560 m,隧洞最长自然段 90.8 km^{[8] 127-149}。

3 调水断面下移方案研究

西线工程原规划线路方案优化调整后调水量为 80 亿 m^3 ,不能满足规划调水量 170 亿 m^3 的要求,为此,研究了将调水断面下移的线路方案(原南水北调西线江河连通方案中的一部分)。

下移方案结合调水河流和调水河段的规划水电梯级水库,共研究包括金沙江干流、雅砻江、大渡河干支流等的 18 个坝址。结合调水河流各坝址可调水量条件,综合提出 6 个调水 170 亿 m^3 自流方案、自流+抽水结合方案,经综合比选推荐断面下移方案为:金沙江叶巴滩—雅砻江两河口—大渡河双江口—洮河自流调水方案,也称下线方案。下线方案在原规划方案基础上下移了 250~400 km,高程由 3 500 m 左右降至 2 500 m 左右,下降约 1 000 m。

下线方案分别从叶巴滩、两河口及双江口调水 70 亿、60 亿、40 亿 m^3 ,入洮河后进入黄河刘家峡水库,线路长度分别为 846.8、618.5、413.5 km,总引水线路长 1 959.5 km,总调水量为 170 亿 m^3 ,线路方案见图 4。



图4 调水断面下移方案示意图

双江口水电站为在建工程,正常蓄水位 2 500 m,死水位 2 420 m,为砾石土心墙堆石坝,最大坝高 314 m,调节库容 19.17 亿 m^3 ,死库容 8.15 亿 m^3 ,装机 200 万 kW,静态投资约 283 亿元。该电站于 2015 年由国家发展改革委核准,2015 年开工,计划 2022 年建成发电,建设单位为国电大渡河流域水电开发公司。

两河口水电站为在建工程,正常蓄水位 2 865 m,死水位 2 785 m,为砾石土心墙堆石坝,最大坝高 295 m,调

节库容 65.6 亿 m^3 死库容 35.94 亿 m^3 装机 300 万 kW, 静态投资约 693 亿元。该电站于 2014 年由国家发展改革委核准 2014 年开工 2015 年截流 预计 2023 年完工, 建设单位为雅砻江流域水电开发有限公司。

叶巴滩水电站为在建工程 水库正常蓄水位 2 889 m, 死水位 2 855 m 坝高 217 m 为混凝土双曲拱坝 调节库容 5.37 亿 m^3 死库容 5.43 亿 m^3 装机 2 240 MW 静态投资约 258 亿元。该电站于 2016 年由国家发展改革委核准 2017 年开工 2019 年截流 预计 2027 年完工 建设单位为华电金沙江上游水电开发有限公司^[8] 149-173。

4 规划调水方案总体布局

在上下线方案基础上 提出 3 个总调水量 170 亿 m^3 的总体布局方案: 方案一 上线调水 80 亿 m^3 + 下线调水 90 亿 m^3 ; 方案二 上线调水 40 亿 m^3 + 下线调水 130 亿 m^3 ; 方案三 下线调水 170 亿 m^3 。上述各方案中除金沙江岗托水库为抽水引水外 其他均为自流引水。

3 个布局方案均不存在技术上的重大制约因素, 均满足坝下生态需水量要求 均能满足调水 170 亿 m^3 规模。方案二略占优势 上线避开了方案一抽水问题, 又利用了下线 3 个在建水库 调水比例小 后续水源充足 工程布局简单 主要是 3 条输水隧洞。而上线调水 40 亿 m^3 水源水库及线路前期工作基础扎实 为原规划及项目建议书推荐线路。因此 该阶段推荐方案二为南水北调西线工程规划方案 即上线 40 亿 m^3 + 下线 130 亿 m^3 方案^[9] 见图 5。

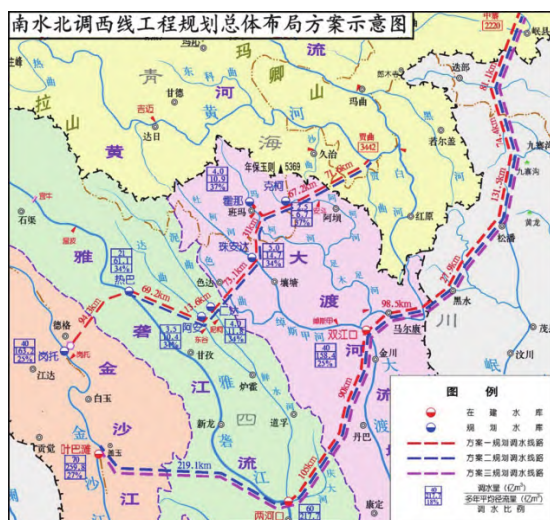


图5 南水北调西线工程规划总体布局方案示意图

5 第一期工程调水方案比选论证

结合黄河上游地区缺水情况 针对西线一期工程调水 80 亿 m^3 拟定了 3 个方案(见图 6): 方案 1 上线方案 雅砻江、大渡河联合调水 40 亿 m^3 + 金沙江岗托

水库抽水 40 亿 m^3 ; 方案 2 上下线组合方案 上线雅砻江、大渡河联合调水 40 亿 m^3 + 下线大渡河双江口水库调水 40 亿 m^3 ; 方案 3 下线方案 雅砻江两河口调水 40 亿 m^3 + 大渡河双江口调水 40 亿 m^3 。

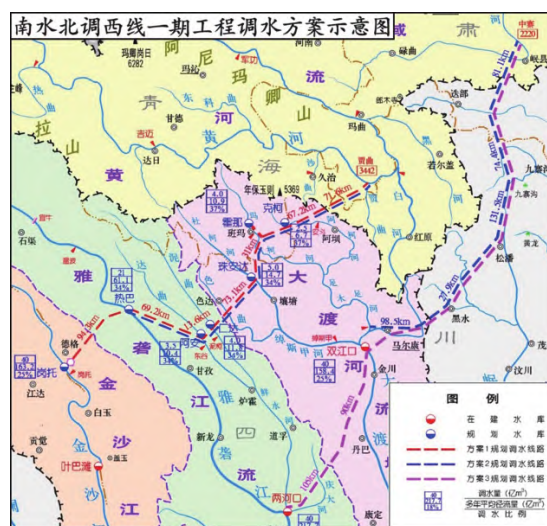


图6 南水北调西线一期工程规划方案示意图

西线调水区水资源丰沛 水资源开发利用程度较低 可调水量潜力大。根据现阶段的研究成果 一期工程调水规模 80 亿 m^3 上线方案、下线方案、上下线组合方案均可作为调水线路比选方案。经综合比选 推荐方案 2 为西线一期工程调水方案。该方案调水坝址共 7 座 大渡河总体调水比例为 33% 雅砻江的调水比例为 34%。该方案由 2 条输水线路组成: 上线雅砻江、大渡河干支流联合调水 40 亿 m^3 到贾曲河口 线路总长 325.7 km 由 9 段隧洞 + 8 座交叉建筑物组成 其中隧洞段总长 321.1 km 最长隧洞段 72.4 km 隧洞最大埋深 1 150 m、平均埋深 500 m; 下线大渡河双江口水库调水 40 亿 m^3 入洮河 线路总长 413.5 km 由 5 段明流输水隧洞 + 4 座交叉建筑物组成 其中隧洞段长 410.3 km 隧洞最长自然分段 131.3 km 隧洞最大埋深 2 200 m、平均埋深 1 100 m。该方案上线水源水库淹没影响寺院 16 座 其中直接淹没 5 座 淹没影响人口 1.4 万人; 下线双江口为在建水库 移民淹没问题已解决。匡算工程静态总投资 2 566.73 亿元 单方水投资 32.08 元^[9]。

6 结 语

南水北调西线工程前期工作已持续近 70 a 开展了大量野外勘查、地质勘探、线路比选和建筑物设计等工作 研究的调水范围面积达 115 万 km^2 勘查了从海拔 2 000 m 到 4 400 m 的相关干支流河段 研究的调水方案达数百个。经多方案技术经济比较 推荐西线一 (下转第 24 页)

4 结 语

在努力实现更平衡更充分发展的新时代,黄河流域生态保护和高质量发展重大国家战略的提出,是习近平总书记“两山”理念在黄河流域保护和治理中的集中体现,是国家区域发展战略规划在黄河流域的重要部署。制造业作为国民经济的命脉和黄河流域的支柱,是实施黄河流域生态保护和高质量发展重大国家战略的重要着力点和关键突破口。因此,通过加强科技创新、引领消费潮流、培育先进产业集群、推动数字化转型升级、营造法治化营商环境,有效形成技术、市场、组织、结构以及政策融合发展合力,并使资源配置渠道畅通,巩固脱贫攻坚成果,深度实施三大变革,以全面实现黄河流域制造业高质量发展,充分满足黄河流域人民美好生活需要。这既是黄河流域制造业新时代实现新跨越的必然路径,也是实施黄河流域生态保护和高质量发展重大国家战略的客观要求。黄河流域各省(区)应统筹协作、协同创新、集中优势资源不断开拓黄河流域制造业高质量发展新境界。

参考文献:

[1] 韩保江.以新发展理念引领高质量发展[N].光明日报,

2019-12-20(11).

- [2] 蔡昉.以提高全要素生产率推动高质量发展[N].人民日报 2018-11-09(7).
- [3] 习近平.为建设世界科技强国而奋斗:在全国科技创新大会、两院院士大会、中国科协第九次全国代表大会上的讲话[M].北京:人民出版社 2016:6.
- [4] 高璇.以新型消费释放内需潜力[N].光明日报 2019-09-16(16).
- [5] 朱永明,杨姣姣,张水潮.黄河流域高质量发展的关键影响因素分析[J].人民黄河 2021 43(3):1-5,17.
- [6] 习近平.决胜全面建成小康社会 夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利:在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告[M].北京:人民出版社 2017:30-31.
- [7] 赵金辉,连兴容,陈欣怡,等.匹配黄河流域高质量发展的工业布局模式研究[J].人民黄河 2021 43(4):18-23.
- [8] 习近平向 2019 中国国际数字经济博览会致贺信[N].光明日报 2019-10-12(1).
- [9] 杜云.运用法治方式优化营商环境[N].人民日报 2019-11-19(9).
- [10] 左其亭.黄河流域生态保护和高质量发展研究框架[J].人民黄河 2019 41(11):1-6,16.

【责任编辑 赵宏伟】

(上接第 13 页)

期工程调水 80 亿 m^3 ,调水线路由上下两条独立的输水线路组成。一期工程生效后将基本解决黄河上中游地区的城镇生活和工业缺水问题,利用处理后的新增城镇退水,可增加黄河河道内生态水量约 20 亿 m^3 ,还水于河,降低上中游河段水资源利用率,使上中游河流生态向高质量转化。

西线一期工程在技术和经济等方面是可行的。我国的 TBM 隧道建设技术已有长足进展,高原地区深埋超长隧洞已不构成西线工程立项建设的主要制约。调水区水资源丰沛,其水资源开发利用率为 0.5%~5.3%,故调水对当地生产生活用水影响很小。初步分析表明,调水到黄河的单方水投资约 32 元,总成本费用不足 1 元/ m^3 。

考虑到西线工程从开工建设到发挥效益将需要 10 a 时间,时不我待,因此建议尽快对南水北调西线一期工程作出决策,作为落实《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》的标志性工程,从根本上解决制约流域生态保护和高质量发展的水资源瓶颈问题,为实现“让黄河成为造福人民的幸福河”提供水资源支撑。

参考文献:

[1] 水利部黄河水利委员会勘测规划设计研究院.南水北调西线工程 20 世纪大事记(1952—2000) [M].郑州:黄河

水利出版社 2002:9-19,22-77.

- [2] 崔荃,胡建华.南水北调西线工程方案研究[J].人民黄河,1999 21(2):25-28.
- [3] 谈英武.南水北调西线工程工作的基本思路[J].人民黄河 2001 23(10):6-7.
- [4] 沈凤生,谈英武.南水北调西线工程规划纲要[J].人民黄河 2001 23(10):4-5.
- [5] 水利部黄河水利委员会勘测规划设计研究院.南水北调西线工程规划纲要及第一期工程规划:送审稿[M].郑州:水利部黄河水利委员会勘测规划设计研究院 2001:1-209.
- [6] 黄河勘测规划设计有限公司.南水北调西线第一期工程项目建议书综合说明[R].郑州:黄河勘测规划设计有限公司 2009:1-308.
- [7] 黄河勘测规划设计研究院有限公司.南水北调西线工程规划方案比选论证(下册) [R].郑州:黄河勘测规划设计研究院有限公司 2020:1-42.
- [8] 黄河勘测规划设计研究院有限公司.南水北调西线工程规划方案比选论证(中册) [R].郑州:黄河勘测规划设计研究院有限公司 2020.
- [9] 黄河勘测规划设计研究院有限公司.南水北调西线工程规划方案比选论证简要报告[R].郑州:黄河勘测规划设计研究院有限公司 2020:30-86.

【责任编辑 张华岩】