

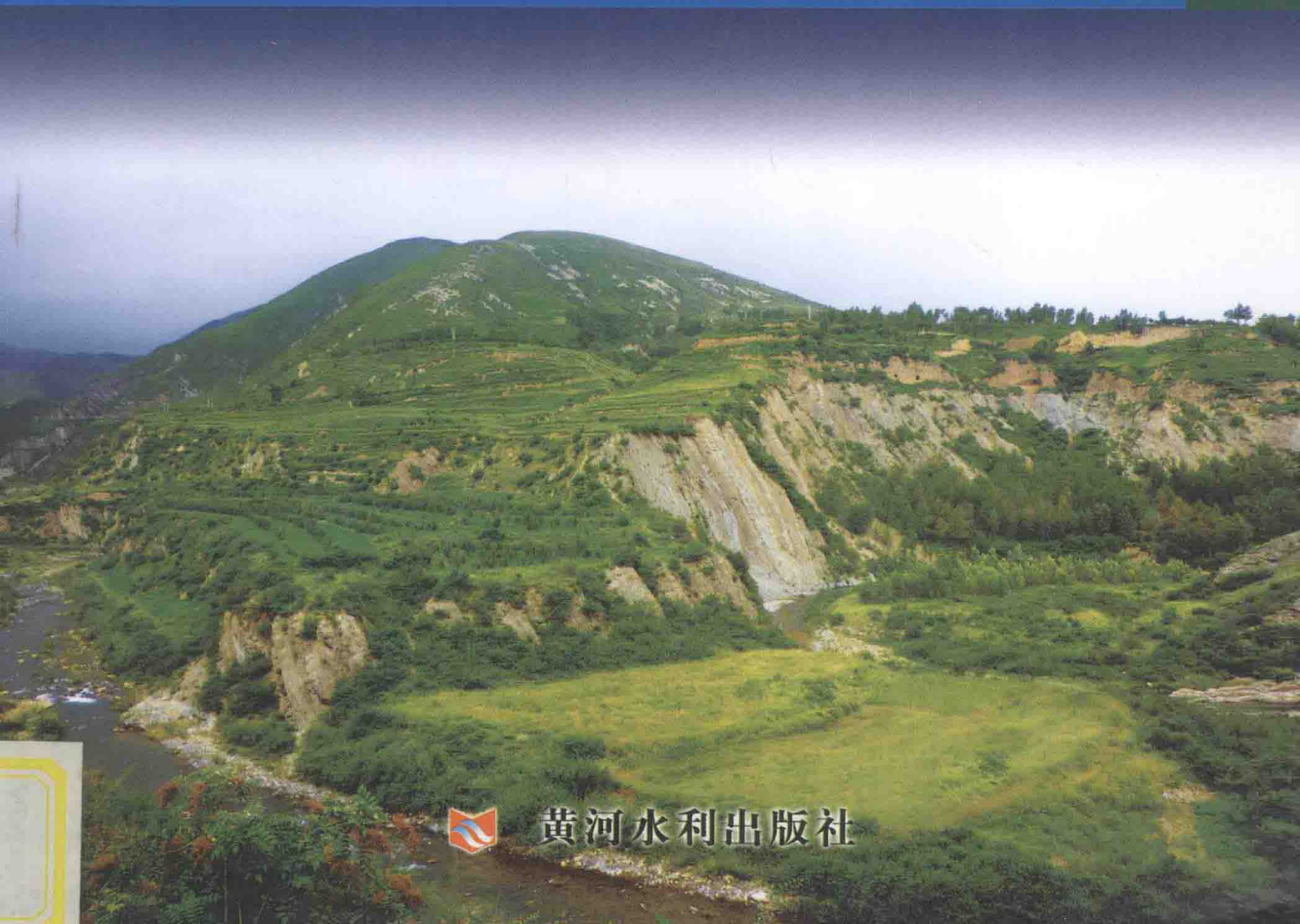
NINGXIA GUYUANDIQU CHENGXIANG YINSHUI ANQUAN

SHUIYUAN GONGCHENG SHENGTAI HUANJING YINGXIANG YANJIU

宁夏固原地区城乡饮水安全

水源工程生态环境影响研究

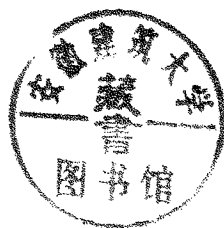
杨玉霞 顾耀民 马秀梅 张军锋 张世坤 著



黄河水利出版社

宁夏固原地区城乡饮水安全 水源工程生态环境 影响研究

杨玉霞 顾耀民 马秀梅 张军锋 张世坤 著



黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

宁夏固原水源工程是宁夏回族自治区的重大水资源优化配置工程,对宁夏中南部干旱区的社会经济可持续发展具有重大意义,但工程引水区位于泾河流域源头区,且涉及六盘山自然保护区、泾河源风景名胜区等生态敏感区,截引断面下游 50 km 外均进入甘肃省境内,所处区域生态环境脆弱,工程建设和运行将对引水区和受水区生态环境产生不利影响。本书重点调查研究工程引水区泾河源头区以及输水线路陆生生态、水生生态状况,就工程建设和运行对引水区、受水区可能造成的生态环境影响展开了深入预测研究,重点研究确定了泾河流域源头区生态水量,进而分析论证了工程引水方案的环境合理性,根据区域水生生态保护目标提出了低坝生态放水 and 过鱼道措施,结合工程对环境影响的研究结论提出了减缓工程建设对引水区、受水区其他生态环境影响的对策措施。

本书可供水利部门、环境保护部门从事生态环境影响研究的专业技术人员、环境管理人员、水资源管理人员,以及环境科学相关专业的大专院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

宁夏固原地区城乡饮水安全水源工程生态环境影响
研究/杨玉霞等著. —郑州:黄河水利出版社,2012. 12

ISBN 978 - 7 - 5509 - 0393 - 7

I. ①宁… II. ①杨… III. ①饮用水 - 给水工程 - 水源水质 - 影响 - 区域生态环境 - 研究 - 固原地区 IV. ①TU991.5 ②X321.243.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 304807 号

组稿编辑:王志宽 电话:0371 - 66024331 E-mail:wangzhikuan83@126.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhslebs@126.com

承印单位:河南省瑞光印务股份有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:14

字数:323 千字

印数:1—1 400

版次:2012 年 12 月第 1 版

印次:2012 年 12 月第 1 次印刷

定价:45.00 元

前 言

饮水安全是人类生存和发展的基础,保障饮水安全是水资源可持续利用的基本任务,是建设社会主义新农村和实现全面建设小康社会目标的必然要求。宁夏中南部革命老区农村饮水困难问题是历史性难题,从 20 世纪 70 年代初到 21 世纪初,中部干旱带重大旱灾频繁发生,大多数农户要到几十千米以外处拉水,加之区域经济社会发展落后,拉水费用农户难以承受。另外,宁夏中南部地区是有名的苦咸水区域,水资源矿化度偏高,部分供水水源地多项因子存在不同程度的超标现象,受益人数和解决程度、用水标准在很大程度上受干旱气候与水质差的制约和影响,城乡饮水问题仍没有解决。党和国家领导人高度重视中部干旱带人口饮水问题,2006~2008 年期间,胡锦涛总书记、温家宝总理分别亲临中南部地区视察指导工作,都明确指示要抓好水利工程建设,尤其是要切实解决人民群众最关心、最直接、最现实的饮水困难问题。2008 年,《国务院关于进一步促进宁夏经济社会发展的若干意见》中要求“抓紧开展固原地区城乡水源工程前期工作,合理规划和建设部分水资源调配工程”。2010 年,温家宝总理在中央政策研究室简报(第 66 期)上就西吉县缺水问题专门作出重要批示:“要制定规划措施,下决心解决西吉饮用水问题。”

要解决这一地区水资源短缺问题,必须通过外部调水,而可利用的水源主要有黄河和位于宁夏南部的泾河。宁夏中南部区域已建扬黄水工程,若仍采用扬黄水源,无论是利用已有设施还是利用新建设施,扬程需达到 650 m,输送距离达 220 km,且费用极高,无论是从技术上还是从经济上都难以实现。而宁夏六盘山东麓泾河流域水量丰沛,水质好,水位高,能够实现自流引水。将泾河流域丰富的地表水向北输送到宁夏中南部干旱缺水地区,“建立大中小型工程并举、库坝窖池联用的供水体系”,实现区域水资源的丰枯补济、南北调配,并与扬黄水、库井水联合调度,实现水资源效益的最优化,是解决宁夏中南部地区干旱缺水和 106 万人的城乡饮水安全问题的根本举措,是解决中南部地区城乡饮水安全问题的唯一可靠水源。工程建设后能够解决宁夏中南部地区干旱缺水状况,是落实党中央、国务院对中南部地区民生问题及少数民族地区的亲切关怀和落实《国务院关于进一步促进宁夏经济社会发展的若干意见》(国发[2008]29 号)精神的重大民生工程,对切实解决宁夏中南部地区的贫困问题,改善这一地区的基本生存条件,统筹城乡发展,促进区域城市化、工业化和农业产业化,具有重要意义。

而工程引水区——宁夏六盘山东麓泾河源头区水量丰沛,水质好,水位高。同时,涉及泾河源省级风景名胜区、六盘山自然保护区,堪称黄土高原上的一颗“绿色明珠”,引水区下游 30~50 km 外均进入甘肃省境内,区域环境敏感。泾河源头区现状水资源开发利用率低,天然植被状况良好,动植物资源丰富,分布有国家重点保护和六盘山特有物种,使之成为干旱带上的“动植物王国”,其生态环境的保护对泾河流域至关重要。

鉴于工程建设的必要性和引水区生态环境的敏感性,引水方案与生态环境的协调平衡至关重要。本书重点针对扬黄水、泾河水等水源方案,从环境、经济、工程角度综合研究后确定泾河引水方案,之后针对泾河引水方案又从生态环境和经济、工程角度对泾河

1 911 m 自流引水、1 852 m 长洞自流、1 852 m 短洞自流方案进行比选研究,综合研究选定 1 911 m 自流引水方案。对确定方案开展生态调查和评价,本书首次系统地调查与研究了泾河源头区水生生态现状,从生态保护角度不断优化引水过程和工程布局,最终研究确定引水方案与生态环境的平衡点,旨在通过优化引水方案研究,以期最大程度地减缓宁夏固原地区城乡饮水安全水源工程实施对环境尤其是生态环境产生的影响,并提出减缓生态环境影响的工程措施和非工程措施,以做到开发与保护并重,正确处理工程建设与环境保护的关系,促进工程建设与社会、经济、环境效益协调发展。

本书共分 8 章。第 1 章简要介绍了宁夏固原水源工程的设计及调度运行方案、所处区域环境概况。第 2 章采用现场调查监测、遥感影像解译、资料分析等方法,对工程所处区域的环境现状进行了调查和分析。第 3 章确定了研究范围,对工程的环境影响进行了初步分析,识别了生态环境保护目标,明确了研究思路与内容。第 4 章为本书的研究重点——引水方案环境研究,针对工程可研确定引水水源、引水方式、引水高程、集中与分散等多种引水方案,从生态环境影响和经济技术等角度综合研究推荐最优方案。第 5 章研究了工程建设引起的对泾河流域陆生生态环境、水生生态环境、水文情势的影响,水量引起的对截引断面及省界断面生态水量影响、引水区及受水区水环境的影响。第 6 章针对第 5 章工程建设产生的影响提出了低坝生态放水、仿自然过鱼道、生态及水环境保护等措施。第 7 章对施工期环境影响及对策进行了研究。第 8 章对研究成果进行了总结,并为工程运行期改善和保护引水区、受水区生态环境以及其他方面的问题提出了若干建议。

在本课题研究和本书编写过程中,北京列德生态环境科技服务中心、中国水产科学研究院黄河水产研究所、宁夏回族自治区水文水资源勘测局给予了技术支持。课题得到宁夏回族自治区水利厅、宁夏回族自治区环保厅、宁夏回族自治区林业局、宁夏水利水电勘测设计研究院有限公司、宁夏水务投资集团有限公司、宁夏回族自治区六盘山国家级自然保护区管理局、固原市环保局、黄河水利委员会等单位的大力帮助。在此对上述关心、支持与帮助本研究工作的单位和领导表示衷心的感谢!

在本书的编写过程中,黄河流域水资源保护局郝伏勤教授,黄河水资源保护科学研究所黄锦辉教授,原中国环境科学研究院王家骥教授,长江水资源保护科学研究所雷少平教授,中国水产科学研究院黄河水产研究所张建军教授倾注了大量的心血,给予了悉心的指导和帮助,黄河水资源保护科学研究所所长曾永对该项研究工作给予了大力支持。课题组成员黄河水资源保护科学研究所张建军、闫莉、郝岩彬、程伟,北京列德生态环境科技服务中心成文连,中国水产科学研究院黄河水产研究所李科社、张军燕,宁夏水利水电勘测设计研究院有限公司哈岸英、曹建中、马成军等,宁夏水务投资集团有限公司雷杰、康金虎等也付出了辛勤的劳动。在此表示最诚挚的感谢!

水利工程的生态环境影响非常复杂,且具有长期性、累积性的特点,由于时间及研究水平有限,难免存在一些不足和错误之处,敬请专家、领导以及各界人士批评指正。

作 者

2012 年 10 月

目 录

前 言

1	工程及区域环境概况	(1)
1.1	工程概况	(1)
1.2	区域环境概况	(9)
1.3	工程特点及区域环境特点	(22)
2	区域生态环境现状调查与评价	(23)
2.1	陆生生态环境现状调查与评价	(23)
2.2	水生生态环境现状调查与评价	(36)
2.3	六盘山自然保护区生态现状调查与评价	(46)
2.4	水环境调查与评价	(50)
3	研究总体思路	(53)
3.1	研究目的及意义	(53)
3.2	研究对象	(53)
3.3	研究范围	(53)
3.4	工程环境影响分析	(54)
3.5	研究总体思路	(64)
4	引水方案环境优化研究	(67)
4.1	引水方案比选技术思路	(67)
4.2	引水水源环境合理性分析	(67)
4.3	泾河 1 911 m 高程自流引水方式环境合理性分析	(72)
4.4	1 911 m 高程支沟引水穿自然保护区输水线路替代方案分析	(72)
4.5	1 911 m 高程支沟引水方案优化过程	(73)
4.6	引水方案环境合理性分析	(76)
5	水环境影响与保护措施研究	(78)
5.1	水文情势影响分析	(78)
5.2	下游生态水量影响分析	(103)
5.3	地表水环境影响研究	(133)
5.4	地下水环境影响研究	(141)
5.5	供水水质保证性分析	(148)
5.6	水环境保护措施研究	(150)
6	生态环境影响与保护措施研究	(153)
6.1	陆生生态环境影响分析	(153)
6.2	水生生态环境影响分析	(165)

6.3	生态环境保护措施	(167)
7	施工期环境影响及对策措施研究	(179)
7.1	施工期环境影响研究	(179)
7.2	施工期污染防治对策措施	(180)
8	研究结论与建议	(181)
8.1	结 论	(181)
8.2	建 议	(183)
	参考文献	(185)
附录 1	区域主要野生植物资源名录	(187)
附录 2	区域主要野生动物资源名录	(196)
附录 3	区域主要浮游植物名录	(202)
附录 4	区域主要浮游动物名录	(204)
附录 5	区域主要底栖生物名录	(206)
附图 1	工程地理位置示意图	(207)
附图 2	工程引水区及受水区示意图	(208)
附图 3	工程各截引点分布	(209)
附图 4	区域土地利用现状	(210)
附图 5	研究区典型样方布点	(211)
附图 6	研究区植被类型	(212)
附图 7	鱼类“三场”分布	(213)
附图 8	最初引水方案示意图	(214)
附图 9	最终工程优化方案示意图	(215)
附图 10	工程和六盘山自治区级自然保护区位置关系	(216)
附图 11	工程和六盘山自治区级自然保护区东北部实验区位置关系	(217)
附图 12	龙潭水库改造工程和自治区级自然保护区位置关系示意图	(217)
附图 13	实景拍摄图	(218)

1 工程及区域环境概况

1.1 工程概况

1.1.1 工程地理位置

宁夏固原地区城乡饮水安全水源工程(简称本工程)位于宁夏中南部地区——固原市的泾源县和原州区,工程引水区为泾源县,受水区为固原市原州区、彭阳县、西吉县全部及中宁市海原县南部。工程沿线经过泾源县六盘山、兴盛、黄花、什字、大湾及固原市南郊的开城乡,沿线临近 S101 省道,与中宝铁路、福银高速相交。工程主要包括“一源、二调、三泵、五截、十隧”,截引工程主水源——龙潭水库为已有工程,地处泾源县内,水库坝址位于渭河一级支流泾河源区,库区及大坝位于六盘山自然保护区内,坝下为泾河源省级风景名胜景区。工程主调蓄水库——中庄水库位于固原市南部 10 km 的原州区开城镇和泉村附近,距固原市 10 km,坝址位于清水河一级支沟上。工程辅助调蓄水库——暖水河水库坝址位于秦家河沟口秦家沟下游 400 m 处。截引点具体位置见表 1-1。工程地理位置见附图 1,引水区及受水区示意图见附图 2,实景拍摄图见附图 13。

表 1-1 工程各截引点具体位置

截引点名称	所在河流		位置
红家峡	泾河	二级支沟	西大庄红旗小学南侧
白家沟	暖水河	一级支沟	白家高庄
石咀子	策底河	干流	策底河石咀子村附近
清水沟	颀河	一级支流	半个山村南侧
卧羊川		干流	下磨和黎家塘

1.1.2 工程建设的必要性

1.1.2.1 宁夏中部干旱带农村饮水困难问题是历史性难题

新中国成立以来,虽然坚持不懈地兴修水利,使农村人畜饮水困难情况逐步改善,但相当多的工程抗灾标准低、供水保障能力差,每遇较大干旱,饮水困难矛盾就凸现出来。

20 世纪 70 年代初出现连续五年干旱,造成中部干旱带 66.2 万人、113.8 万头(只)大家畜和羊严重缺水的灾情。

80 年代出现了两次严重缺水干旱。其中 1987 年的大旱,中部干旱带和南部山区缺水人口达 130 万人,其中特重灾有 60 万人,海原、同心要到 30~40 km 以外处拉水。

90年代以来,中部干旱带重大旱灾频繁发生、间隔时间缩短、危害加重,正常年份有70万人饮水困难,其中特困人口30万人。1999年9月至2000年5月底,连续260多天没有有效降水,大多数农户要到30 km以外处拉水,拉水费用每立方米高达40~90元。2001年春夏两季干旱,有12万群众远距离拉水,35万头(只)大家畜和羊靠拉水饮用或转移放牧场来解决饮水困难。

极度干旱的气候条件和十分贫乏的水资源状况,是造成中部干旱带农村人畜饮水困难的主要因素,有些地方不适合人类居住,自然条件极其恶劣,决定了解决这一地区人畜饮水困难是一件难度很大的工作。地理位置偏远、地形条件复杂、经济发展落后、贫困人口集中、农村居民居住分散,更增加了解决中部干旱带人畜饮水问题的复杂性和艰巨性。

1.1.2.2 近几年持续干旱,已建水源工程供水保证率低

多年来,自治区把兴修水利作为改善中部干旱带自然面貌和生存条件的根本措施,以高效利用水资源为中心,坚持不懈地打水窖、建泵站、筑塘坝、修梯田,千方百计地利用天上水、地表水、地下水,做到“三水”齐抓,蓄、引、提、集相互结合,库、坝、窖、池联合运用。

但近几年由于宁夏中南部地区年降水量、有效降水次数都呈现出明显的、有规律的递减趋势,2003年9月至2006年4月,宁夏出现了连续近960天无有效降水,在2005年50年一遇的特大干旱的基础上,2006年中部干旱带的旱情进一步加重,导致已有水源工程水量不足,供水标准偏低,造成“守着工程没水吃”、“靠天吃饭”的缺水局面。2005~2008年,农村每年都有20多万人靠远距离拉水或买水度日,拉水最大往返距离80 km左右,每立方米水的运费达80~100元。西吉县现状最高日缺水3 000 m³,年短缺水量达70万 m³。固原市因缺水,城市供水网络不能覆盖城市范围,周边2万~3万人仍采用土园井、水窖用水,有2个小区1 000户居民5~6楼住户白天水少,晚上起来接水。2007年,农村集中饮水工程平均供水量397万 m³,供水标准25 L/d;分散供水工程平均供水量221.5万 m³,供水标准12 L/d,生活用水定额明显低于根据《村镇供水工程技术规范》(SL 310—2004)和水利部、卫生部下发的水农[2004]547号文《关于印发农村饮用水安全卫生评价指标体系的通知》中规定的一区用水标准。2007年,受水区城镇生活总供水量567万 m³,人均用水量80 L/d,低于《城市居民生活用水量标准》(GB/T 50331—2002)规定的宁夏用水定额的下限(85 L/d),用水定额偏低。

1.1.2.3 受水区部分水源天然水质较差,无法满足饮用水水质要求

宁夏中南部地区是有名的苦咸水分布区域,主要涉及海原、西吉、原州区等地的10.99万人。区域水资源矿化度偏高,部分供水水源地硫酸盐、氯化物、溶解性总固体存在不同程度的超标现象,如海原南部重点供水工程(地表水)硫酸盐超标。另外,西吉县、彭阳县个别水源水质存在含盐量高的问题;西吉县八台轿水库硫酸盐、溶解性总固体、氯化物超标,无法满足饮用水水质要求,急需外部优质水源进行补充和替换。

1.1.2.4 受水区水资源开发利用程度高,引发不同程度的环境问题

受水区城镇现状地下水取水工程主要位于限制开采区,5个地下水源地中彭堡、沙岗子水源地现状存在城镇、农业争水现象,且地下水位持续下降、水量衰减、出现漏斗等现象(彭堡水源地地下水位下降速率1.5 m/a,沙岗子水源地地下水位下降速率0.1 m/a)。2007年,当地水资源利用量已达到0.89亿 m³,为当地水资源可利用量的123%左右,开

发利用程度高,急需寻找新的替换水源,遏制区域生态环境恶化趋势。

1.1.2.5 工程建设是解决中部干旱带农村饮水安全的迫切需要

水是人类生存最基本的条件,获得安全饮用水是人类的基本需求,事关群众的生命、生存安全。中部干旱带 75.88 万饮水不安全人口至今还在与极其恶劣的自然环境条件抗争,许多贫困农民住着简易的土坯房、窑洞,饮水设施以传统、落后的分散供水为主,一家几口为了生存用水,远距离买水度日,拉水最大往返距离 80 km,每立方米水成本高达七八十元,这和城市居民不仅有充足的生活、卫生用水,还要依水而居,享受景观水道、水上乐园等形成强烈反差。高氟、苦咸、污染等水质问题已严重危害到群众身体健康,尤其是长期水量严重短缺、每年几个月远距离拉水,使农民一贫如洗,严重威胁到群众的生存,解决饮水安全问题是农民的迫切需要。

1.1.2.6 宁夏中南部干旱带引起党中央、国务院领导人的高度重视

党中央、全国人大、国务院十分关心宁夏中南部吃水问题,2007 年 4 月胡锦涛总书记,2006 年 5 月、2008 年 8 月温家宝总理分别亲临中南部地区视察指导工作,都明确指示要抓好水利工程建设,尤其是要切实解决人民群众最关心、最直接、最现实的饮水困难问题。2008 年,《国务院关于进一步促进宁夏经济社会发展的若干意见》中要求“抓紧开展固原地区城乡水源工程前期工作,合理规划和建设部分水资源调配工程”。2010 年 2 月 24 日,温家宝总理在中央政策研究室简报(第 66 期)上就西吉县缺水问题专门作出重要批示:“要制定规划措施,下决心解决西吉饮水问题。”2010 年 9 月 14 日,吴邦国委员长在宁夏调研时强调,有关方面继续采取切实有效措施,争取用 3 年左右时间基本解决中南部地区城乡居民饮水安全问题,让中南部地区各族群众的生活一天天好起来。2010 年 9 月,全国人大常委会副委员长陈昌智、原副委员长盛华仁先后视察宁夏中南部地区城乡饮水安全水源工程进展情况。2011 年 3 月 14 日,吴邦国委员长在十一届全国人大四次会议闭幕会讲话中提到,要解决宁夏中南部城乡饮水安全问题。在每年的全国人大、全国政协、自治区人大、自治区政协的会议上,都有关于加快该工程建设的建议和要求。

1.1.2.7 工程建设是国家农村饮水规划及中央一号文件的宏观要求

国家农村饮水规划及中央一号文件均明确要解决城乡居民饮水安全问题,《全国农村饮水安全“十一五”规划》总体目标:……力争在 2015 年以前,基本解决农村饮水安全问题,建立起农村饮水安全保障体系。规划中明确宁夏在“十一五”期间解决 150 万农村饮水不安全人口。中央一号文件《中共中央 国务院关于加快水利改革发展的决定》也明确提出:“继续推进农村饮水安全建设,到 2013 年解决规划内农村饮水安全问题,‘十二五’期间基本解决新增农村饮水不安全人口的饮水问题。”

中部干旱带是国家重点扶持的贫困地区之一,其中工程受水区均属国家级贫困县(区),是我国目前经济最落后、最贫困的几个地区之一,区域内自然条件恶劣,人居条件差,水资源短缺,受水区多年平均可利用水资源量为 0.72 亿 m^3 ,城乡饮水不安全问题十分突出。虽然“十一五”期间受水区解决了 27.51 万不安全人口饮水问题,但仍有 40.92 万农村人口存在饮水不安全问题,急需响应中央一号文件的号召,推进农村饮水安全水源工程建设,解决区域资源性缺水造成的不安全人口饮水问题。

综上所述,区域干旱缺水问题十分突出,严重制约着区域经济社会的可持续发展,人

民群众长期处于国家重点扶贫区域,急需寻找新的水源解决宁夏中南部地区居民饮水困难问题。南部六盘山东麓泾河水系水量丰沛、水质好、水位高,是解决中南部地区城乡饮水安全问题的唯一可靠水源。项目实施是实现宁夏水资源“南北配置、丰枯补给”格局的一项重大措施。工程实施后,能够改善宁夏中南部地区居民基本的生存条件,从根本上解决宁夏中南部地区干旱缺水、城乡居民饮水困难、经济发展严重滞后的局面,对加快以固原市区作为区域中心城市的发展,带动西吉、彭阳等城市发展,增强民族团结,维护社会稳定,都具有非常重要的意义,是最为紧迫的民生水利工程,从区域供水现状来看,工程建设十分必要。

1.1.3 工程任务和规模

1.1.3.1 工程任务

本项目的建设任务是:从泾河源流区引水至宁夏中南部地区,解决固原市原州区、彭阳县、西吉县和中卫市海原县部分地区城乡生活供水问题。

本工程供水范围内“一区三县”供水人口详见表 1-2。

表 1-2 受水区供水人口

(单位:万人)

序号	项目	原州区	彭阳县	西吉县	海原县	合计
1	2009 年总人口	27.28	22.48	44.91	16.13	110.80
	城镇人口	11.49	2.56	4.06	3.30	21.40
	农村人口	15.79	19.92	40.85	12.83	89.40
2	2025 年总人口	31.98	26.35	53.52	19.20	131.05
	城镇人口	14.39	10.54	21.41	7.68	54.02
	农村人口	17.59	15.81	32.11	11.52	77.03

1.1.3.2 设计水平年及供水保证率

基准年为 2009 年,设计水平年为 2025 年。

供水保证率:农村生活用水及城市生活用水为 95%。

1.1.3.3 工程规模

宁夏固原地区城乡饮水安全水源工程是以城乡生活供水为主的引水工程,设计流量 $3.75 \text{ m}^3/\text{s}$,年供水量 3 719 万 m^3 ,考虑管网损失率及水库蒸发渗漏量,多年平均引水量 3 980 万 m^3 。本工程等别为Ⅲ等中型工程。“一区三县”规划水平年 2025 年工程供水量分配见表 1-3。

1.1.3.4 工程引水规模及过程

输水工程多年平均引水量为 3 980 万 m^3 ,沿线共布置截引点 5 个,主水源龙潭水库,辅助调节水库暖水河水库。其中,泾河干流布设截引点 1 个,主水源为龙潭水库,取水量 2 168 万 m^3/a ;暖水河布设截引点 1 个,辅助调节水库暖水河水库,取水量 788 万 m^3/a ;策底河布设截引点 1 个,取水量 481 万 m^3/a ;颀河布设截引点 2 个,取水量 543 万 m^3/a ,各截引点分布见附图 3。引水过程线见图 1-1。

表 1-3 规划水平年 2025 年工程供水量分配

分区	外调供水量(万 m ³)				所占比例 (%)
	城镇生活	农村生活	农村牲畜	小计	
原州区	515	311	21	847	22.8
彭阳县	477	266	47	790	21.2
西吉县	1 006	537	47	1 590	42.8
海原县	284	187	21	492	13.2
调入区合计	2 282	1 301	136	3 719	100.0

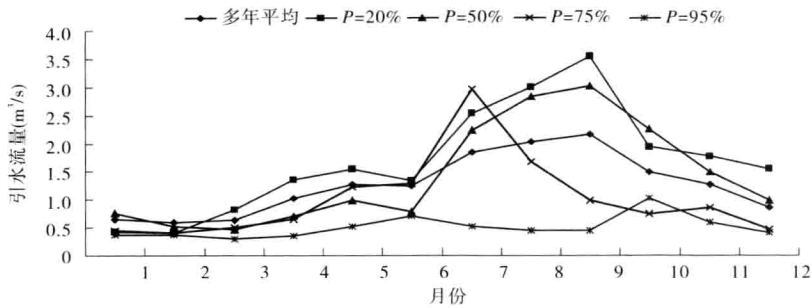


图 1-1 输水工程典型年引水过程线

1) 截引工程设计流量

在输水工程引水量调节计算时,为了灵活调度,同时为了减少对下游的影响,保证生态基流,龙潭水库、红家峡和石咀子在主汛期加大引水流量,即主汛期流量加大到非汛期流量的 1.5 倍,其他截引点汛期和非汛期采用相同的截引流量,详见表 1-4。

表 1-4 工程设计引水流量

序号	取水点	非汛期截引流量(m ³ /s)	汛期截引流量(m ³ /s)	设计引水流量(m ³ /s)
1	龙潭水库	1.50	2.25	2.25
2	石咀子	0.35	0.53	0.55
3	红家峡	0.15	0.23	0.25
4	暖水河	0.65	0.65	0.65
5	白家沟	0.05	0.05	0.05
6	清水沟	0.55	0.55	0.55
7	卧羊川	0.50	0.50	0.50
合计		3.75	4.76	4.80

2) 输水工程设计流量

综合水文、工程布置、建筑物型式等因素,分段确定输水工程设计流量,见表 1-5。

表 1-5 输水工程分段设计流量

输水工程分段	设计引水流量(m^3/s)
龙潭—兰大庄段(0+000~5+100)	2.25
兰大庄—暖水河段(5+185~21+885)	3.00
暖水河—中庄水库段(21+885~69+693)	3.75
中庄水库—固原南郊段(0+000~4+701)	1.20

3) 水库工程规模

本工程共包括水库工程 3 处,分别为龙潭水库、中庄水库和暖水河水库。龙潭水库为已有水库,主要由溢流坝、工作桥、泄洪闸、发电引水口及引水隧道组成。原设计总库容 45 万 m^3 ,运行 36 年,根据 2009 年 3 月水库实测资料,有效库容约 2.5 万 m^3 。本次工程仅改造,不扩建原有库容,更换金属闸门,原有工作桥抬高,新建取水塔,增加排沙口,整治库区滑坡体,输水洞后沿泾河河岸建输水竖井,沟底埋管道接主输水管道。新建中庄水库,总库容 2 564 万 m^3 ,调节库容 2 300 万 m^3 。新建暖水河水库总库容 560 万 m^3 ,调节库容为 400 万 m^3 。

1.1.4 水量调度原则及调度方案

1.1.4.1 水量调度原则

按照“丰水期多引水、平水期少引水、枯水期尽量不引水”的原则调度,检修期 10 月 27~31 日不引水,各截引点、水库均优先保证河道内 10% 生态水量、河道外需水量后按照设定的设计引水流量引水。工程运行管理单位根据当地短期及中长期天气预报及时制订每年的水量调度计划,报请主管部门批准,按照批准的水量进行调度运行;建议截引水量设置计量措施,严格按照设计引水流量引水;考虑宁夏、甘肃两省(区)利益,请上级主管部门加强监督管理。

1.1.4.2 水量调度方案

1) 龙潭水库调度

根据每天天然来水情况,首先保证河道内 10% 生态水量通过溢流坝下泄,然后按照设定的设计引水流量引水;汛期 6~9 月,水库最高运行水位按汛限水位 1 915.70 m 控制,通过溢流坝顶闸门进行调节;根据水文预报,洪水来临后通过溢流坝泄洪;非汛期 10 月至翌年 5 月底,水库最高运行水位按正常蓄水位 1 916.60 m 控制,通过溢流坝顶闸门进行调节;取水口拉沙安排在每年主汛期,通过拉沙洞及其后部放空设施完成。

2) 中庄水库调度

根据中庄水库的蓄水量、蓄水位情况,依次调节暖水河、石咀子、龙潭取水口的引水量;当水库水位超过正常蓄水位时,开启泄水设施弃水;汛期 6~8 月水库最高运行水位按汛限水位控制。洪水发生后,应及时开启泄洪设施泄洪。洪水结束后,关闭泄洪设施,水位控制在汛限水位以下。

3) 暖水河(秦家沟)水库调度

水库运行初期,可利用泄洪孔进行供水及泄洪。当淤积面达到一定高程后,可使用

高、低位进水口进行供水,且泄洪孔闸门应每月开启一次对闸前淤积物进行拉淤,以保证闸门前进水的畅通和闸门的灵活开启。汛期6~9月,水库按补水泵站最小流量供水。最高运行水位按汛限水位(同正常蓄水位)控制,根据水情测报,通过泄洪水塔控制调节。非汛期10月至翌年5月底,水库按补水泵站最大流量供水,水库最高运行水位按正常蓄水位控制,通过泄洪隧洞进行调节。

1.1.4.3 工程总布置及主要建筑物

本工程主要由水库工程、截引工程、输水工程、泵站工程组成,具体工程包括“一源、二调、三泵、五截、十隧”工程(主水源——龙潭水库,二座调节水库——暖水河水库、中庄水库,三座扬水泵站,五座截引建筑物,十座隧洞),引水线路总长74.394 km,其中隧洞36.448 km,管道37.946 km。布置各类建筑物160座,其中隧洞10座,公路路涵19座,生产路路涵43座,管桥7座,防护工程33处,检查井、排气补气阀井共67座。输水主管道采取重力自流输水方式。

工程主要建筑物及组成情况详见表1-6。

表 1-6 工程主要建筑物及组成情况

主要工程		工程组成		工程性质	具体规模
主体工程	水库工程	龙潭水库	由大坝加固工程、取水建筑工程、输水管道工程、交通道路工程组成	加固改造	大坝:更换溢流堰控制钢闸门3.5 m×4.0 m共4扇、25 t双吊点螺杆式启闭设备4套;工作桥:加高;取水塔:取水孔口尺寸采用1.5 m×1.5 m,底板高程维持原有状态,排沙孔口口尺寸2.0 m×2.0 m,水塔塔高为12.3 m;输水隧洞扩宽后为2 m×2 m,长度140 m;交通洞:4 m×4 m,长140 m;输水竖井:爬坡高度35 m
		主调节水库	中庄水库:由水库大坝、进水工程、输泄水工程、交通道路和坝后生活区五部分组成	新建	大坝:碾压式均质土坝;进水工程:位于水库右岸上游780 m的岔沟内,设计流量3.75 m ³ /s;输泄洪工程:由输水塔、输水泄洪隧洞、分水闸室、泄空管道及消能尾水五部分组成;水库交通道路:由右岸检修道路、左岸检修道路和生产恢复道路三部分组成;坝后生活区:建筑面积418 m ²
		辅助调节水库	暖水河水库:由水库大坝、泄水工程、输水工程、生活区及进场道路五部分组成	—	大坝:碾压式土石混合坝,泄水建筑物由泄洪塔、泄洪隧洞、导流隧洞和消力三部分组成。输水工程主要由引水工程(从水库泄水塔弧形闸门和检修闸门间左侧墙开洞取水)、输水管道等组成。水库生活区位于坝后左岸,进厂道路总长2.97 km

续表 1-6

主要工程		工程组成	工程性质	具体规模
主体工程	输水工程	管道	新铺设	管道长 35.883 km,根据地形条件和管道压力不同选用玻璃钢管、预应力钢筋混凝土管和钢筒混凝土管。龙潭—兰大庄: $Q = 2.25 \text{ m}^3/\text{s}$; 兰大庄—暖水河段: $Q = 3.00 \text{ m}^3/\text{s}$; 暖水河—中庄水库: $Q = 3.75 \text{ m}^3/\text{s}$; 中庄水库—固原南郊: 双排管 $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$
		隧洞	新开挖	隧洞长 36.448 km,采用马蹄形无压洞输水,输水线路共布置隧洞 10 座,4 座长洞,单洞长度为 4 675 ~ 10 775 m; 6 座短洞,单洞长度为 595 ~ 2 010 m。洞最大净高 2.35 m,最大宽度为 2.14 m,设计水深 1.53 m、1.81 m
		支洞	新开挖	对洞长超过 4 000 m 的 2 [#] 、4 [#] 、6 [#] 、8 [#] 长隧洞布设支洞,共布置 10 条支洞,总长 3 678 m,宽 6.0 m,高 4.5 m。6 [#] 隧洞的 3 [#] 支洞为永久支洞,其他为施工临时支洞
		隧道与管道的连接	新建	马蹄形隧洞进出口与圆形的混凝土管道之间采用现浇混凝土池以及渐变段连接,各长 10 km
		附属建筑物:管桥、排气补气阀井、排污检查井、路涵、交叉建筑物、镇墩	新建	管桥主要由输水管道、支承结构、基础和进出口等部分组成。排气补气阀井 35 个,排污检查井 32 座,仅分排污和排污 + 检修两类;共设置路涵 43 座,其中公路路涵 17 座,生产路路涵 26 座;共设镇墩 276 个
	截引工程	由红家峡、白家沟、石咀子、清水沟、卧羊川截引支线及截引建筑物组成	新建	引水支线总长 16.44 km;红家峡 4.24 km,白家沟 0.265 km,策底河 7.759 km,清水沟 0.212 km,卧羊川 3.964 km。 截引建筑物:明水沉沙池 + 浅流底栏栅
	泵站工程	石咀子加压泵站由两级补水泵站组成,暖水河加压泵站由泵站主体、进水汇流罐、出水汇流罐、流量计井及波动预止阀井五部分组成	新建	石咀子:一级加压泵站共安装 4 台离心泵,净扬程 80.5 m;二级加压泵站共安装 4 台离心泵,净扬程 111 m。暖水河:安装 2 台立式水泵,净扬程 78 ~ 61.4 m

1.2 区域环境概况

1.2.1 区域水资源及开发利用状况

1.2.1.1 河流水系概况

本工程涉及泾河、清水河、葫芦河、祖厉河等 4 个流域,项目区主要河流基本情况见表 1-7。

表 1-7 项目区主要河流基本情况

县、区	水系	河流	发源地	流域面积 (km ²)	河流长度 (km)	河道平均 比降(‰)	汇入地点
泾源县	泾河	策底河	石沟阳洼庙庙梁	107	16.8	27.5	在泾川入泾河干流
		泾河干流	梁殿峡	485	38.9	17.4	入甘肃平凉崆峒水库
		暖水河	惠台乡南台	173	27.4	17.5	在崆峒水库下游入泾河干流
		颀河	大湾录元红沟	285	29.8	28.2	在暖水河入河口的下游入泾河干流
		茹河		63			
彭阳县	泾河	洪河	新集豆家山庄	316	59.3	15.5	在泾川下游入泾河干流
		茹河	开城水沟毫	2 011	92.8	12.11	在西峰巴家嘴水库下游入蒲河
		蒲河	环县庙儿掌沟	803	49.0	8.72	在泾川县杨家坪入泾河干流
西吉县	葫芦河	干流	西吉县月亮山	960	119.8	3.39	甘肃静宁县
		滥泥河	甘肃会宁老君乡大山川	516	58.9	2.13	西吉兴隆镇
		马莲川	固原红庄乡樊家庄	231	45.9	8.57	西吉将台乡杨家河
		什字河	隆德观庄六盘山西侧	158	52.8	9.68	西吉兴隆赵家庄
		好水川	观庄乡六盘山西侧	127	51.7	8.35	兴隆乡以下 3 km
	清水河	中河 臭水河		578			
	祖厉河			487			

续表 1-7

县、区	水系	河流	发源地	流域面积 (km ²)	河流长度 (km)	河道平均 比降(‰)	汇入地点
原州区	清水河	冬至河		500	45.1		
		杨达子沟		205	26.3		
		中河等 其他小沟		301			
	葫芦河	马莲川	固原红庄乡 樊家庄	217			西吉将台乡杨家河
	泾河	茹河		576			
海原县	清水河	大红沟		161	34.6		
		苜麻河		763	80.4		
		双井子沟		350			

1) 引水区

工程的引水区涉及泾河干流及其一级支沟、二级支沟、三级支沟,以及其一级支流暖水河、一级支流颀河和二级支流策底河,详见表 1-8。

表 1-8 工程取水点及所在河流情况

序号	取水点	所在河流	发源地	截引断面距源头距离 (km)	源头海拔 (m)	集水面积 (km ²)	径流深 (mm)	年径流量 (万 m ³)	宁夏境内河长度(4 条河流) (km)	宁夏境内集水面积(4 条河流) (km ²)	省界断面年径流量(4 条河流) (万 m ³)	出口
1	龙潭水库	泾河	干流	23		133	300	4 066	38.9	485	10 491	于下九社入香水河
2	红家峡		二级支沟	6.2	2 500	18.5	280	518				
3	暖水河	暖水河	干流	13.5	2 450	50	210	1 050	22	173	2 941	于沿川子出境进入甘肃省境内
4	白家沟		一级支沟	5.6	2 220	15	240	360				于下寺下游 2 km 处入暖水河
5	石咀子	策底河	干流	11.5	2 300	78	245	1 911	16.8	107	2 568	于董家原入甘肃省境内
6	清水沟	颀河	一级支流	11.4	2 300	60	140	840	29.8	285	3 990	于下清水沟入颀河
7	卧羊川		干流	11.1	2 460	57	160	912				于蒿店下游 5 km 处的苜麻湾入甘肃省境内