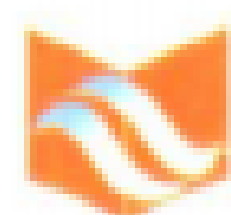


HUANGHE LIUYU DAXING GUANQU

黄河流域 大型灌区节水改造 战略研究

中国灌溉排水发展中心

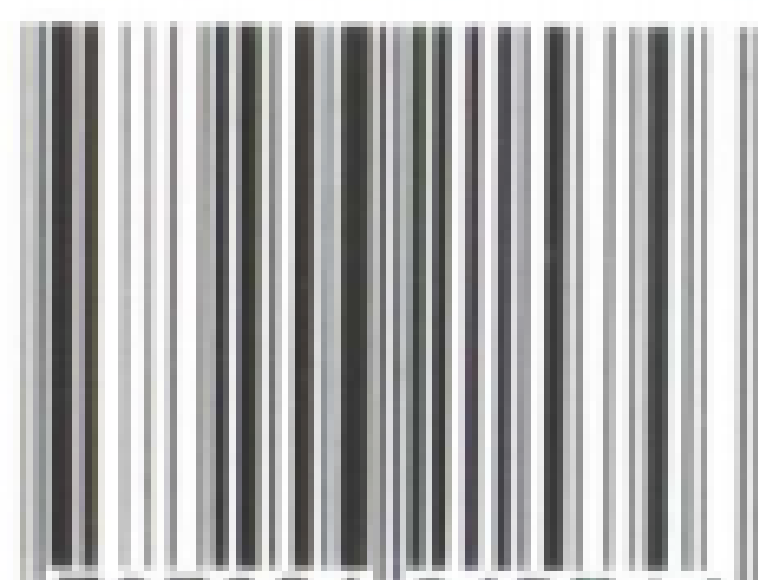


黄河水利出版社

责任编辑 余甫坤
封面设计 谢 萍
封面摄影 殷鹤仙
版式设计 卓汉文
责任校对 张 倩
责任监制 温红建

HUANGHE LIUYU DAXING GUANQU

ISBN 7-80621-574-3



9 787806 215746 >

ISBN 7-80621-574-3/S · 41

定 价：25.00 元

JIESHUI GANZAO ZHANLUE YANJIU

黄河流域大型灌区节水改造 战略研究

中国灌溉排水发展中心

黄河水利出版社

《黄河流域大型灌区节水改造战略研究》 研究人员

课题负责人：顾宇平

主要完成人：张汉松 王幼涛 裴源生 钟玉秀
 陈玉民 于福亮 任双节 张绍强
 刘洪先 孙景生 党 平 吉 晔
 向 阳 罗 琳 何武全 刘云波
 张泽良 张 曼

参 加 人 员：栗晓玲 赵军校 方旭洁 李俊霞
 黄 河 杨 柠 韩 舒

审 定：刘润堂 顾宇平 刘 文

《黄河流域大型灌区节水改造战略研究》

编写人员

主 编：顾宇平

副主编：张汉松 王幼涛

撰 稿：张汉松 王幼涛 裴源生 钟玉秀
陈玉民 于福亮 任双节 刘洪先
孙景生 罗 琳 何武全

审 定：刘润堂 顾宇平

序

黄河是我国的第二大河流,她孕育了我国灿烂的古代文化,是中华民族的摇篮。黄河流域人口众多,自然资源十分丰富,是我国最大的能源基地和重工业产区;宁、蒙灌区及河套平原,汾、渭河流域和黄淮海平原是我国主要的粮棉基地。但是,黄河流域大多属干旱、半干旱地区,加重了两岸经济、社会发展对黄河水资源的依赖性。黄河流域独特的地理区位,决定了引黄灌溉在农业生产和社会经济发展中的重要地位,而当地的社会经济基础和脆弱的生态环境,迫切要求引黄灌溉在水资源配置和水环境承载中重新定位。

黄河流域水资源的开发利用历史悠久。早在3 000多年前,人类就开始利用黄河水进行灌溉,创造了比当时其他地区发达的农业文明。黄河河套地区由于发展了引黄灌溉,被人们称为“塞外江南”。但在漫长的封建社会里,由于农田水利受社会、政治、经济的制约,时兴时废,多数灌区工程设施简陋,引水无保证,盐碱化严重。新中国成立后,黄河流域的水利建设有了较快发展,上中游地区先后建成一大批电力提灌工程,引黄灌溉事业发展迅速。20世纪90年代以来,黄河流域持续干旱,促使豫、鲁两省引水量和灌溉面积大幅度增加,同时,黄河不断出现断流(1997年断流时间长达226天),这些都要求引黄灌溉必须快速发展。

黄河流域大型灌区在发挥巨大效益的同时,也存在着不少问题,如水资源供需矛盾尖锐,灌溉用水管理粗放,水的有效利用率不高;工程不配套,老化失修严重;部分地方土壤次生盐渍化对灌区的巩固和发展构成威胁;下游灌区泥沙淤积问题突出;水质污染日趋严重;管理机构体制不顺、机制不活等。认真分析这些问题的成因,研究提出对策,采取有效措施加以解决,不但对引黄灌区的发展具有重要意义,对黄河流域各省(区)整个经济、社会发展、生态环境建设也有重要影响。

大型灌区续建配套与节水改造已纳入国家建设计划,黄河流域大型灌区是重点之一。为了搞好黄河流域大型灌区的续建配套与节水改造,亟需从全流域人口、资源、经济、生态环境协调发展的高度,分析研究黄河流域大型灌区

在不同经济社会发展水平条件下各灌区水资源供需平衡及灌区改造的节水潜力,确定不同时期各灌区发展目标和任务。因此,从2000年初开始,在水利部的支持下,中国灌溉排水发展中心组织中国水利科学研究院水资源所、水利部发展研究中心、水利部西北水利科学研究所等单位有关人员开展了本专题的研究。课题组经过多次交流讨论,确定了本课题的研究框架和方向。为了加强交流,集思广益,课题组还于2000年5月在北京召开了“黄河流域大型灌区节水改造与水资源可持续利用”研讨会。本项目研究历时两年,课题组全体成员坚持严谨的科学态度,深入调查研究,经反复讨论和修改,最终提出了研究成果报告,在成果报告的基础上又升华提炼,编撰成书。本研究采用定量分析与定性分析相结合的方法,研究提出了黄河流域大型灌区节水改造指导思想、战略目标、主要任务、重大发展战略和相关政策措施等。

本课题进行调查研究的两年,正是水利部党组新的治水思路提出、形成和完善的两年。课题组把以水资源的可持续利用支持经济、社会的可持续发展这一基本指导思想,作为观察问题、分析问题和解决问题的法宝,不断提高自己的认识水平和调整工作方法。但由于水平有限,加之时间仓促,显然未能尽如人愿。就本课题研究的主题节水战略而言,较少涉及大型灌区的自动化控制管理和信息化建设;对于除节水以外,必须十分重视的灌溉面源污染也究之不深。而这两年中,水资源的合理配置调度,使黄河免于断流,这给人以深刻的启示。如何让中国的灌溉节水从渠道中走出来,这或许正是本次研究要提出的问题。这些观点完全是一家之言,敬请读者批评指正。

中国灌溉排水发展中心 主任



2002年6月25日

目 录

序

第一章 总论	(1)
第一节 黄河流域在我国社会经济发展中的战略地位.....	(1)
第二节 黄河流域水土资源配置战略与布局.....	(3)
第三节 黄河流域大型灌区节水改造重点布局.....	(9)
第四节 黄河流域大型灌区节水改造战略与对策	(13)
第二章 黄河流域灌溉发展与农业用水	(19)
第一节 流域社会经济发展趋势分析	(19)
第二节 社会经济发展与水资源需求研究	(26)
第三节 黄河流域水资源的可持续开发利用	(41)
第四节 黄河流域灌溉发展与农业用水	(45)
第五节 黄河流域灌溉发展前景分析	(50)
第六节 结论和建议	(54)
第三章 黄河流域主要农作物节水高效灌溉制度	(56)
第一节 黄河流域主要农作物的需水量与需水规律	(56)
第二节 流域主要农作物节水灌溉制度分析	(69)
第三节 非充分灌溉问题	(74)
第四节 结 语	(78)
第四章 黄河流域大型灌区节水改造重点布局与对策	(80)
第一节 概 况	(80)
第二节 在国民经济和社会发展中的地位与作用	(81)
第三节 现状及存在问题	(82)
第四节 节水改造潜力分析	(93)
第五节 节水改造目标与任务	(98)
第六节 节水改造战略布局	(99)
第七节 节水改造措施与对策.....	(112)
第八节 节水改造工程技术投资需求及效益分析.....	(116)
第五章 适应市场经济的灌区管理体制与农业水价体系	(121)
第一节 国外灌区管理体制及农业水价体系.....	(121)
第二节 黄河流域大型灌区管理体制问题研究.....	(132)
第三节 黄河流域大型灌区水价问题研究.....	(146)
参考文献	(159)

第一章 总 论

有史以来,广大劳动人民在黄河流域广袤的土地上致力于农业与水利,历时四五万年之久,治水治田,代代相传。孟子曰“禹王治水,水之道也”,大禹治水的根本精神就是“疏导沟洫”并举,即防洪灌溉并重。历朝历代,治国者先治水,治水兴利,历来是治国安邦的大事。治黄虽屡有进步,但由于受社会、政治、时代和经济的制约,“始则以堤障水(农乏),继则以堤导水(农病),终则以堤束水(农绝),此与大禹疏导沟洫之根本精神愈离愈远,河患亦愈演愈烈”,农田灌溉事业时兴时废。

新中国成立后,党和国家按照“除害兴利、综合利用”的方针,对黄河进行了大规模的综合治理与开发,取得了举世瞩目的伟大成就:

(1)黄河下游防洪工程体系初步形成,取得了连续 50 多年伏秋大汛不决口的伟大胜利,保障了黄河下游两岸的防洪安全、社会稳定和经济的持续发展;

(2)在黄河流域开展大规模的水利建设,修建了大量的蓄水、引水、提水工程,扩大开发利用水资源,提高了沿黄地区工农业用水的保证率,取得了显著的经济效益和社会效益;

(3)黄土高原地区的水土保持工作开始步入法制轨道,年均减少入黄泥沙 3 亿 t,在改变当地的生态环境、发展生产、减少入黄泥沙等方面取得了显著成效;

(4)黄河干流水电开发初具规模,在水电资源利用、防洪、防凌、减淤、灌溉、供水等方面发挥了巨大的综合效益,成为促进黄河流域国民经济发展的保障。

第一节 黄河流域在我国社会经济发展中的战略地位

黄河流域是中华民族古代文明的发祥地。虽在很长的历史时期变得贫困、落后,但随着新中国的建立,特别是进入 21 世纪,黄河已成为实现中华腾飞的北方大动脉。

一、沟通我国东西南北的重要纽带

在我国生产力发展战略布局中,沿黄经济带是东西向的主轴线之一。黄河流域东连太平洋、西接东欧,横跨我国东部、中部、西部腹地,在改革开放与经济发展由东向西、由南向北的推进过程中,肩负着承东启西、呼南应北的纽带作用。进入 21 世纪,该区成为支撑我国社会经济可持续发展的重要基地,特别是亚欧大陆桥的开通,开辟了我国东西双向开放和南北辐射的新格局,整个黄河流域经济带对促进中华经济圈的发展,具有举足轻重、不可替代的作用。

二、我国重要的能源基地

黄河流域是我国重要的能源基地,煤炭储量占全国总储量的 46.5%,且煤层厚,煤质

优,品种多,开采条件优越。在全国已探明超过 100 亿 t 储量的 26 个大煤田中,黄河流域就有 11 个,目前原煤产量占全国的半数以上。石油储量占全国的 26.6%,主要分布在胜利、中原、长庆、延长 4 个油田。其中,胜利油田是我国的第二大油田,陕北发现了世界级的天然气田。黄河水力资源丰富,可开发的水电站装机容量为 3 344 万 kW,年发电量 1 239 亿 kW·h,在全国七大江河中仅次于长江,居第二位。丰富的煤、石油、水电等能源资源如此集中分布在同一流域,形成水火互补的电力资源,在世界大江大河中实属罕见,这决定了黄河流域在我国经济发展中的重要地位。

三、重要的有色金属和黑色金属采冶基地

黄河流域内矿产资源丰富,品种比较齐全。据资料统计,在全国已探明的 45 种主要矿产中,黄河流域就有 37 种,占 82.2%。黄河流域有色金属和稀有金属矿产资源非常丰富,铝、钼储量占全国的 44%,全国 8 个规模巨大的炼铝厂,黄河流域就占 4 个,电解铝产量占全国总产量的 1/4 以上;钼占全国的 43.2%;稀土占全国的 98%;此外,锌、铅、镍、铜、金等矿产资源储量在全国也占有重要地位。黄河上游及其邻近地区被誉为“有色金属长廊”,是我国重要的原材料工业基地,流域内主要矿产资源与能源资源在地区分布上具有较好的匹配关系,为流域产业经济连锁式良性发展创造了条件。

四、我国农业生产潜力最大的地区之一

黄河流域土地、光、热资源丰富,雨热同期,有效积温高,有利于农业生产发展。宁蒙灌区、汾渭盆地和下游沿黄平原,已成为我国重要的商品粮棉基地。还有大面积的草原、森林为牧林业生产创造了条件。但是,从总体上来看,农业生产水平仍然很低,粮食平均亩产只有 200 多公斤,有相当的旱地尚属雨养农业。但是,随着水、肥等生产条件的逐步改善和种植技术水平的提高,黄河流域将成为我国农业增产潜力最大的地区之一。同时,黄河上游沿河两岸有 3 000 多万亩($1\text{hm}^2 = 15$ 亩)宜垦荒地,河口三角洲有 500 多万亩荒地尚待开发,黄河入海口每年还以 3 万多亩的速度继续填海造陆,这些地区都是我国能够集中连片开发的主要后备土地资源。因此,黄河流域是我国农业生产潜力最大的地区之一。

五、西北、华北地区的重要水源

水是人类赖以生存、经济得以发展的基础资源,黄河水资源并不丰富,但是,黄河是我国西北、华北地区惟一的一条源远流长的大河,为流域内及下游沿黄地区 1.4 亿人口、2.4 亿亩耕地、50 多座大中城市及中原、胜利油田等大型工业企业供水,是西北、华北地区生存和发展之本。21 世纪西北、华北地区社会经济的可持续发展,仍然要依靠黄河为主要水源。因此,有限的黄河水资源就显得特别宝贵,在流域社会经济发展中将起到越来越重要的作用。

六、我国重要的生态环境保护屏障

黄河对于中国乃至东亚地区具有极其重要的生态屏障作用。黄河流域从西向东跨越

我国北部 9 省(区) 西部源头地区是我国长江、黄河等主要大江大河的发源地,是我国水资源保护的特别地带。上中游的黄土高原和山地丘陵是世界上最严重的水土流失区,是造成黄河泥沙剧增的主要地区。北部的鄂尔多斯高原,包括毛乌素沙漠、库布齐沙漠、河东沙地、陇中北部丘陵等地区,干旱大风、沙尘暴频繁,土地沙化极为严重。下游黄河多次决口改道形成的冲积平原,汊道串沟纵横,洲滩星罗棋布,滩地极不稳定,位于其上的地上悬河,使决溢洪泛的威胁更大。黄河流域生态环境极其脆弱,其生态保护不仅是本区持续发展的基础,同时也对中国乃至东亚地区具有极其重要的生态屏障作用,一旦受到破坏,将难以治理,甚至不可逆转,后果不堪设想。相反,山川秀美工程将使黄河流域这一中华民族古代文化的发祥地更加灿烂辉煌,加上比比皆是的名胜古迹、驰名中外的帝都古城,黄河流域将成为美丽如画的旅游胜地。

第二节 黄河流域水土资源配置战略与布局

黄河水资源的开发利用,极大地促进了流域内社会经济的发展,为农田灌溉、供水及水力发电等提供了重要保证。目前,灌溉、供水的直接经济效益已达 6 000 亿元,对沿黄各省(区)的社会经济发展起到了有力的推动作用。但是,水土资源开发利用中仍存在以下问题:

(1)水资源短缺已成为制约社会经济发展的重要因素。黄河流域土地及矿产资源丰富,生产潜力巨大。20 世纪 70 年代以来经济发展迅速,农业用水大增,水资源供需矛盾突出。据水资源供需平衡计算,现状年缺水 14 亿 m^3 ,2010 年、2020 年、2030 年、2050 年分别缺水 40 亿、80 亿、110 亿、160 亿 m^3 。水资源短缺给城乡人民生活用水带来困难,使沿黄工农业生产、油田及大中城市供水受到严重影响。

水资源的浪费加剧了供需矛盾。农业灌溉是黄河用水大户,由于管理粗放,工程设施老化,大部分灌区水的利用率只有 0.3~0.4,浪费严重。工业用水也存在浪费现象,流域内每万元工业产值耗水量平均为 98 m^3 ,是发达国家的 10 倍以上。目前黄河流域灌区水价远远低于供水成本,水价偏低,用户节水意识淡薄,水费起不到经济杠杆调控引黄水量的作用。

(2)水环境与水污染的治理及改善刻不容缓。据统计,1997 年黄河流域国民经济各部门总引水量 491.85 亿 m^3 ,扣除流域外用水 89.91 亿 m^3 ,流域内总引水量为 401.94 亿 m^3 。其中,农业灌溉引水量 314.06 亿 m^3 ,占流域内总引水量的 78.2%;工业总用水量 58.77 亿 m^3 ,占总引水量的 14.6%;城镇生活及农村人畜用水量 29.11 亿 m^3 ,占总用水量的 7.2%。水资源的开发利用率高达 70%,过度的开发造成生态环境破坏。

水土资源的过度开发,造成江河断流。黄河断流给两岸工农业生产、人民生活、周边及河口生态环境带来严重影响,已引起全国各界的普遍关注。

黄河干流天然水质良好,但随着工农业生产的发展和城市人口的增加,黄河水源污染日趋严重。目前每年排入黄河的废污水总量,已从 20 世纪 80 年代初期的 21.7 亿 t,增加到 90 年代初的 42 亿 t,与 80 年代相比增加了近 1 倍。沿河大的污染源就有 300 多个,黄河水质污染程度已居全国七大江河的第二位。水质的污染进一步加剧了生态环境的恶化

及水资源危机。

地下水开采不平衡。有一些地区地表水资源短缺,大量超采地下水,造成采补不平衡,产生较大面积的地下水降落漏斗,出现地面沉降。还有一些地区,引用地表水方便,虽然地下水丰富,但由于缺乏有效的政策措施,不但地下水没有得到有效的利用,还造成土壤盐碱化。

(3)黄土高原水土流失的治理进度远不适应当地经济发展的需要。黄土高原 43.4 万 km^2 水土流失面积,初步治理仅占 1/3,其中还有相当部分治理标准不高,抗御大暴雨洪水的能力很低。严重水土流失区治理程度只有 20% 左右,边治理、边破坏的问题尚未从根本上解决,黄土高原水土流失区生态环境恶劣,经济发展落后,人民生活贫困,加大黄河中游水土流失治理力度,不仅是发展当地经济及群众脱贫致富的需要,也是治黄的根本措施之一。

(4)黄河下游洪水威胁依然是国家的心腹之患。黄河下游汛期水量减少,进入 20 世纪 90 年代后,黄河中游连续几年出现高含沙洪水,加上三门峡水库汛期集中排沙,水少沙多,河道主槽淤积加重,河道宽、浅、散、乱,漫滩流量由 80 年代的 $6\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 左右减少至 $3\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 左右,防汛形势十分不利;加之下游人口密集,城市众多,能源工业基地、黄淮海平原农业开发区的大发展,黄河一旦决口,势必造成巨大灾难。

针对黄河流域面临的问题,根据“中国可持续发展水资源战略研究”的建议,必须实施以水土资源的可持续利用支持社会经济的可持续发展,为此,在防洪减灾方面要从建设防洪工程体系为主的战略,转变为在防洪工程体系的基础上,建成全面的防洪减灾工程体系,达到人与洪水的协调共处;在农业方面,要从传统的粗放型灌溉农业和旱地雨养农业转变为建设高效的灌溉农业和现代旱地农业;在水资源配置方面,要从不重视生态环境用水转变为在保证生态环境用水的前提下,合理规划和保障社会经济用水;对水资源的供需平衡,要从过去的以需定供转变为在加强需水管理、提高用水效率的基础上保证供水;在北方地区,要从以超采地下水和利用未处理的污水来维持经济增长转变为在大力节水、治污和合理利用当地水资源的基础上,有步骤地推进南水北调,保证社会经济的可持续发展。在以上建议的基础上提出以下水土资源配置的战略布局。

一、水资源供需平衡战略

黄河水资源并不富裕,流域内支流缺水严重,但黄河作为我国西北、华北地区的重要水源,在尽可能满足流域内水资源需求的同时,还向邻近地区供水。现状每年向淮河流域、海河流域及胶东地区调水约 100 亿 m^3 。

为了适应流域及邻近地区经济和社会发展的需要,改善生态环境,解决黄河水资源不足,实现可持续发展,必须在进一步搞好合理用水、节约用水的同时,挖掘现有工程潜力,合理安排蓄、引、调水工程布局,增加地表水可供水量。

地下水在黄河流域供水占有重要地位,由于地下水资源分布不均,开发利用程度各异,超采及潜力并存。宁蒙河套灌区、黄河下游引黄灌区等地下水尚有富余,可适当增加开采量。在地下水超采地区,应减少开采强度,并搞好地下水的补源工程。

流域内主要缺水地区水资源的合理配置如下:

(1) 陇中台地、宁蒙山区。该地区均为干旱地区,水资源贫乏,人畜饮水困难,生态环境脆弱,但土地资源较为丰富,黄河穿过该区,由于地高水低,引用困难,属工程性缺水地区。实施引洮(河)入定(西)工程靠高扬程提水工程增加供水量,并辅以集雨工程,可以解决本地区基本需水问题。

(2) 汾、涑河地区。该地区当地水资源不足,开发利用程度已较高,解决该地区缺水,除了发展节水型工业和农业外,根本措施是引黄补水,加快小北干流抽黄工程的配套建设,逐步实施南水北调工程,重新分配黄河水量,在取得小浪底工程运行经验后,可考虑修建碛口、古贤水利枢纽,结合沿黄两岸土地资源开发向汾河补水。

(3) 关中盆地和渭北旱塬。该地区水资源严重短缺,渭北旱塬田高水低,用水困难。解决该区缺水问题除应挖掘现有供水工程的潜力,加大节约用水力度,进一步开发利用沿河地区地下水,加强地表水、地下水联合调度,提高污水处理与回用率外,尚需在适当时机修建泾河东庄水库、引洮入渭等补源工程。此外,由于关中灌区水文气象条件有一定差异,水源丰枯及用水不完全同步,可利用水源互补及输水干渠相近的条件,实施关中灌区联网调度。

(4) 流域外需水量。甘肃的引大济西调水 0.92 亿~2.5 亿 m^3 ,山西的引黄入晋各水平年均为 5.6 亿 m^3 。黄河下游流域外供水,包括花园口以下的河南、山东两省,按国务院分水指标扣除流域内用水后水量为 97.2 亿 m^3 。

现状水平年、2010 年、2020 年、2030 年和 2050 年黄河流域外供水量分别为 97.2 亿、103.72 亿、105.3 亿、105.3 亿、105.3 亿 m^3 。

二、保证生态环境用水战略

生态环境建设是关系到黄河流域经济社会可持续发展的重大问题。黄河流域的生态环境需水主要包括:非汛期生态基流、汛期输沙水量、水土保持用水量、维持水体自净能力需水等。

(一) 非汛期生态基流

为维护黄河流域生态环境平衡,使水体具有一定的自净能力和接纳污染物的容量,非汛期河道需要保持基本的流量。

非汛期河道基流的限制因素:一是河口镇断面最小流量要求。龙羊峡、刘家峡两水库联合运用,除承担上游地区沿黄干流工农业需水外,还应保持河口镇断面最小流量不小于 250 m^3/s 。二是水环境用水要求。为满足郑州、开封、济南等城市生活和水环境要求,小浪底最小下泄流量应不小于 250 m^3/s 。三是维持河口地区生态系统及其用水要求。为预防河口地区湿地生态退化和渤海水域生态、生物资源衰竭,需要保持一定的入海流量。四是为了输送非汛期泥沙和维持一定的河道形态。据初步推算,非汛期黄河利津断面多年平均最小环境流量为 240~280 m^3/s (非汛期总水量 50 亿 m^3 ,合 240 m^3/s),最小流量应控制在 50 m^3/s 以上。

(二) 汛期输沙水量

小浪底水库投入运用以前,下游河道淤积 3.8 亿 t 的情况下,需要年平均输沙入海水量 240 亿 m^3 ,其中汛期为 150 亿 m^3 ;小浪底水库投入运用以后,采用平均来沙量为

12 亿~14 亿 t,安排多年平均入海水量 200 亿 m^3 ,其中主汛期 150 亿 m^3 ,则小浪底运用前期下游河道冲刷、后期回淤,20 年左右达到冲淤平衡,下游河床不抬高;20 年后,下游河床仍将继续淤积抬升,年均淤积量在 2.5 亿 t 左右。2030 年和 2050 水平年,如果碛口和古贤水库投入运用,与小浪底水库联合调度,为了达到输沙和减淤的目的,汛期入海水量仍应维持一定水平。

考虑水土保持减水减沙作用,2010 年、2030 年、2050 年下游河道的汛期低限输沙水量多年平均应维持在 130 亿、120 亿、110 亿 m^3 。

(三)水土保持用水量

河口镇至花园口区间水土流失面积共 24.4 万 km^2 ,是水土保持用水的主要地区,也是影响黄河径流的主要地区。

分析计算水土保持措施(不包括小型农田水利用水)对河川径流的利用量,现状为 8 亿~10 亿 m^3 ,2010 年达到 20 亿 m^3 左右,2020 年达到 25 亿 m^3 左右,2030 年达到 30 亿 m^3 左右,2050 年较高标准水平时将达到 40 亿 m^3 左右。

综上所述,生态环境低限需水量:一是非汛期生态基流,总需水量 50 亿 m^3 ,入海最小流量控制在 50 m^3/s 以上;二是汛期输沙水量,2010 年、2030 年、2050 年多年平均分别需要 130 亿、120 亿、110 亿 m^3 ;三是水土保持对河川径流的影响,减少的河川径流现状为 10 亿 m^3 ,预计 2010 年、2030 年、2050 年分别为 20 亿、30 亿、40 亿 m^3 ;四是下游河道蒸发渗漏损失,多年平均约 10 亿 m^3 。总之,为了维持水体自净能力需水、汛期输沙用水、水土保持等生态环境的低限需水量多年平均为 210 亿 m^3 。

三、土地资源可持续利用战略

2050 年前的重点是改造灌溉面积中的中低产田,对现有灌区进行配套挖潜,充分发挥现有灌溉面积的经济效益。2010 年后灌区的发展,应在挖潜内涵的基础上适当外延,在水土资源条件相对优越、经济效益好的地区,结合兴建水源工程,逐步扩大灌溉面积。

(一)扩大灌溉面积的布局

黄河流域土地资源相当丰富,现有耕地面积 1.89 亿亩(如含引黄灌区耕地面积为 2.46 亿亩),另外还有宜垦荒地约 3 000 万亩。

在现有耕地面积 1.89 亿亩中,灌溉面积约占 40%,还有一定的发展灌溉潜力。沿黄地区可发展的灌溉面积主要分布在海东、陇中、宁南地区,宁蒙平原引黄灌区,关中及汾河、涇水河地区。此外,在黄河大柳树灌区和黄河河口地区还有一部分荒地有待开发,是我国开发条件较好、生产潜力巨大的后备耕地资源之一。一般在 2010 年前应以现有灌区挖潜配套为主,适度扩灌。2010 年以后结合水源工程,逐步扩大灌溉面积。

(1)青甘河段。2010 年青海省的黑泉水库、鹿角寺水库相继建成,可发展部分浅山区农业灌溉。甘肃省的引大入秦工程可以发展庄浪河秦王川 80 万亩农业灌溉。远期为缓解干旱缺水地区的水资源不足问题,需考虑开发大通河、洮河的水资源。

(2)宁蒙河段。大部分地区属典型的灌溉农业区,在水源保证的条件下,土地的生产潜力较大;同时河段后备耕地资源集中连片,生产条件较好。今后在维持黄河向灌区供水量不再增加的同时,宁蒙河套灌区要改造灌溉系统,改进灌溉制度,减少引黄水量,实现节

水,适当发展部分灌溉面积。宁夏应加快扶贫扬黄工程(即“1236”工程)、河套农业综合开发和盐环定扬黄等工程建设及灌区配套,到2010年净增灌溉面积约100万亩;内蒙古应在搞好河套灌区和土默特川抽黄灌区配套基础上,适当扩大灌溉面积,到2010年净增灌溉面积约110万亩;此外,该河段甘肃部分应以景泰电灌二、三期工程建设为主,同时在沿黄两岸高台地,有重点地建设电力提灌工程,到2010年净增灌溉面积约15万亩。按上述分析,该河段灌溉发展潜力为225万亩。2010年以后随着大柳树枢纽的建成生效,兰州至河口镇河段的后备耕地资源将得到大规模开发,河段农业灌溉的规模将会有大幅度的增长。

(3)中游河段。该河段的灌溉面积已达到相当的规模,但由于水资源缺乏,供水保证程度较低,2010年前应以搞好现有灌区配套为重点,加强工程管理,大力推广节水灌溉技术,作为缓解用水紧张局面的主要措施。在此基础上,陕、晋两省考虑从黄河干流抽水补源发展渭北旱塬和汾、涑河中下游的农业灌溉。这些工程主要有山西省的禹门口抽黄、北赵抽黄和尊村抽黄灌区;陕西省有东雷一、二期灌区配套和禹门口抽黄灌区。

该河段水资源供需矛盾的缓解,有赖于2010年后远期龙门水利工程建成,以解决渭北旱塬和汾、涑河中下游地区的干旱缺水问题;渭河上游甘肃定西地区的干旱缺水问题,在九甸峡引洮工程建成后可以得到缓解;在泾河东庄水库生效后,陕西省关中地区水资源供需紧张的局面仍难以得到有效缓解。

(4)洛、沁河流域。上游的陕西和山西地处山区,发展灌溉有一定的难度。发展灌溉主要集中在伊洛、沁河中下游的河南境内,主要以蓄水工程为控制条件,完成和改善陆浑、故县灌区的配套,并加快义马槐扒黄河提水工程建设。2000年以后,小浪底水库可向洛阳、焦作供水,扩大灌溉面积15万亩。沁河河口村水库灌区扩灌50万亩,故县水库灌区扩灌50万亩。到2010年河南省发展灌溉面积115万余亩。沁河上游的山西省应继续完成沁河灌区、引沁入汾工程的建设配套,到2010年新增灌溉面积25万亩。

(5)河南、山东段。该河段河南部分灌区灌排工程配套较差,续建改造任务大,今后灌区发展应以配套挖潜为主,在以巩固和发挥现有工程效益为重点的同时,应采用井渠结合、井灌为主、引黄补源的灌溉模式,合理利用黄河水和地下水,扩大灌溉面积。山东部分的大汶河流域川台盆地已基本灌溉,若不修建新的水源工程,灌区发展潜力不大。

(二)中低产田改造

根据黄河流域灌区的实际情况,当前农业灌溉发展的重点是改造灌溉面积中的中低产田,充分发挥现有工程效益。黄河中上游目前灌区中低产田面积约有3000万亩,导致中低产田的主要原因是涝渍、盐碱、缺水等自然因素,其中因缺水造成的中低产田面积占2/3。改造的水利途径是提高灌溉排水标准,如宁蒙引黄灌区目前仍有涝渍和土壤次生盐碱化产生的中低产田800余万亩。

四、黄土高原水土保持与现代旱地农业

黄河上中游的黄土高原为半干旱和半湿润易旱区,地表水和地下水资源短缺,农业生产用水主要来源于天然降水,大部分属旱地农业区。该区包括晋、陕、甘、宁、蒙、豫、青7省(区),面积62.68万km²,其中水土流失严重区27.68万km²;全区耕地80%为旱地,其

中坡地约占 60%。该区既是农业缺水區,又是水土流失區。

黄土高原地区应以小流域为防治单元,集中联片,规模治理。流域生态建设包括集雨供水、灌溉工程、农业梯田、坝地工程和旱地雨养工程,以及治沟骨干工程和林草建设工程等。

集雨节水补灌以拦蓄径流为手段,巧蓄妙用引起水土流失的暴雨径流,把雨水集流、节水灌溉和小流域综合治理等技术措施有机地结合起来,加以配套使用,很大程度上改变了人与自然之间的不协调关系。从原来的暴雨径流—水土流失—地力衰减—水分亏缺—粮食波动低产—生活贫困的恶性循环,走向暴雨径流—拦截集蓄—节水补灌—合理施肥—地力递增—粮食丰产稳产—脱贫脱困的良性循环,从而实现有效控制水土流失、改善生态环境、促进国土整治的目标,并为旱地农业的可持续发展提供一个良好的生态环境和工程技术保障。

以集雨节水补灌为特征的集雨农业,在以下几个方面具有特别明显的技术优势:第一,能够有效解决旱地农作物的水分亏缺问题,改善旱地农业生产的基本条件,并较大幅度地提高农业资源的开发利用效率;第二,有利于控制水土流失,促进生态环境建设;第三,有利于改变传统旱作粗放型生产经营方式,提高农业科技、物质和管理投入的综合生产经济效益,促进节水高效农业技术的进步。在半干旱地区旱地农业可持续发展战略与决策中,集水农业是一个值得认真考虑的战略选择。

五、增加黄河河川径流调蓄能力,适时实施南水北调工程

充分利用干流骨干水库工程的调蓄能力,合理开发利用地下水,增加水资源的有效供给。碛口水利枢纽工程位于黄河中游晋陕峡谷的中部,是控制黄河北干流洪水和粗泥沙的骨干工程,水库总库容 125.7 亿 m^3 ,长期有效库容 27.9 亿 m^3 。水库初期拦沙运用 30 多年,汛期调节径流,可增加非汛期下泄水量 10 亿 m^3 左右。古贤水利枢纽工程位于晋陕峡谷的下段,总库容 153 亿 m^3 ,有效库容 48.5 亿 m^3 ,可进一步调节径流,为黄河龙门灌区的开发提供水源保证。因此,建议在小浪底水利枢纽建成后,尽快修建碛口、古贤水利枢纽工程,以充分有效地拦蓄中上游汛期水量并加以充分利用。对支流条件较好的调节工程也应尽早考虑。

随着国家建设重点由东向中西部转移,沿黄省(区)经济建设和社会发展以及生态环境对水资源的需求将会随之增加,从长远来看,黄河水资源的资源性短缺现象将难以改变,依靠节水措施和加强管理难以完全满足日益增长的供水需求,因此应适时实施南水北调工程。建议国家有关部门按照“从长计议、全面考虑、科学选比、周密计划”的原则,逐步实施南水北调东、中、西线工程。实现 2010 年向黄河及其供水区调水 40 亿 m^3 、2030 年调水 150 亿 m^3 、2050 年调水 230 亿 m^3 的目标。

六、推进黄河治理开发与水资源调度的信息化管理

要实现黄河的科学治理开发和水资源的统一管理,就必须全面实现黄河的信息化,即建设“数字黄河”工程。要借助遥测遥感(RS)、地理信息系统(GIS)、全球定位系统(GPS)等现代化手段及传统手段采集基础数据,通过微波、卫星等快捷传输方式,对黄河流域的

自然、经济、社会等要素构建一体化的计算机网络平台,并以系统软件与数学模型对黄河治理开发和管理各种方案进行模拟仿真,并在可视化的条件下提供决策支持,增强决策的科学性和预见性。

“数字黄河”包括数据采集、数据传输、数据存储及处理、数学模拟和决策支持系统。

“数字黄河”工程建设的内容如下:

防汛减灾是“数字黄河”工程建设的首要目标,包括降雨预报、洪水预报、防洪工程联合调度、洪水演进模拟、制订防汛预案仿真。真正做到变被动防洪为主动防洪,从而降低黄河下游的洪水损失及防洪工程出险的几率。

水量的统一调度系统,包括枯水期径流预报、河口地区生态模拟系统、水资源实时调配系统、重点引水枢纽的自动监控系统、地下水观测系统,可通过水量调度中心,使有限的黄河水资源得到科学的统一调配,满足本区社会经济飞速发展的需要。

另外还有水质监控、水土流失治理与监测、水利工程运行与管理、电子办公自动化等,以便对本区生态环境的变化进行宏观评价和预警预报。

“数字黄河”工程建设要遵循“整体布局、分步实施、先进实用、共建共享”以及“开放性、兼容性、扩展性”的原则,分期逐步实施。

七、节水高效农业建设战略

面对 21 世纪我国经济快速发展和工业化进程的加快,工业布局重心逐渐由南向北、由东向西推进,本已十分紧张的北方水资源形势更加严峻,水资源短缺已成为社会经济发展的主要制约因素。黄河流域缺水将从现在的 14 亿~40 亿 m^3 增大到 110 亿~160 亿 m^3 ,从目前的工程型与资源型缺水并存状况逐渐转化为资源型缺水的形势,资源型缺水的区域由局部支流发展到较大范围,其中位于西部的上中游地区 2020 年资源型缺水达 70 亿 m^3 。为此,必须节水与开源并举,节水为先。本着“水资源可持续利用”和朱镕基总理“三先三后”(先节水后调水、先治污后通水、先环保后用水)的原则,从工程水利向资源水利转变,改变粗放型灌溉农业,建设节水高效的现代化农业已是形势发展的必然趋势。

第三节 黄河流域大型灌区节水改造重点布局

一、流域灌溉农业发展概况

灌溉农业是中华农业文化的特征,这种文化发源于黄河流域。从新石器时期,社会发展到畜牧兼农耕的社会,我们的祖先后稷在关中武功设“教稼台”,教民稼穡,象征着中国农业的开始。以后在黄河三角洲开沟引水、灌溉农田。到了大禹时代,“九州既疏,九洋既洒,诸夏义安,功施三代”,一种灌、排、蓄结合的“沟洫”水利初步形成。秦代的郑国渠,出现了“郑国在前,白渠起后,举锺为云,决渠为雨,泾水一石,其泥数斗,既溉且粪,长我禾黍,衣食京师,亿万之口”的辉煌灌溉农业景象。这种灌溉农业不断发扬光大,推动着中国古代社会经济文化的不断前进,但因时代的限制,发展缓慢,也只有在新中国成立后灌溉农业才有可能迅速发展,并在社会经济发展中发挥着更重要的作用。