

甘肃水资源现状及可持续发展的思路

③
10-12152

陈可言

(甘肃省水利厅,甘肃兰州 730000)

TV213.4

S274.3

摘要:从甘肃省的水资源现状出发,介绍几个重点水利工程建设情况,包括引大入秦工程、景泰川电力提灌工程、引大济西工程,提出国家实施西部开发战略中甘肃省的水利发展思路:建立水资源统一管理体质,实现水资源优化配置;加快水利基本建设步伐,充分发挥现有水利工程的作用;积极发展节水灌溉;抓好抗旱防汛工作;推进水土保持生态环境建设。

关键词:水资源;水土保持;节水灌溉;生态环境;甘肃省 可持续发展

中图分类号:TV213.4

文献标识码:A

文章编号:1006-7647(2000)05-0010-03

1 甘肃水资源概况

甘肃是中国西部地区的一个省,地处黄河上中游,基本特征是:土地资源丰富、生态环境严酷、水资源稀缺。山地和高原占总面积的70%,根据地貌形态特征及其构造成因,全省地形大致可分为六大区域:陇南山区、黄土高原、甘南高原、河西走廊、河西走廊以北地带和祁连山区。东西长1655 km,南北宽530 km,总土地面积45.4万km²,耕地518.6万hm²;人口2460万人,现有林业用地517.95万hm²,森林覆盖率仅9.37%,低于全国13.92%的平均水平。水源涵养林面临的形势日趋严峻,水源涵养能力持续下降。全省草地1606.67万hm²,大部分产草率低,沙化日益严重,目前退化草地已占35.8%。

甘肃水利资源主要分属三大流域:内陆河流域(石羊河、黑河、疏勒河)、长江流域(嘉陵江、白龙江、汉江)和黄河流域(洮河、湟水、渭河等)。较大的河流有450条,其中年径流量超过1亿m³的有78条。根据最近甘肃县级水资源开发利用现状分析成果,甘肃自产水资源总量294.94亿m³,人均1170m³,平均每公顷耕地5910m³,不到全国平均水平的25%,其中地表水286.2亿m³,可利用水资源量仅121.6亿m³。但黄河甘肃段水力资源丰富,可开发容量1021.05万kW,目前仅开发220万kW。甘肃气候大部分属大陆性气候,也存在北亚热带等多种气候类型,年平均降水深度仅302mm。

甘肃地处欧亚大陆腹地,东、西都远离海洋,受山脉高原阻挡影响,印度洋、太平洋等海洋暖湿气流

不易到达,成雨机会少。特定的地理环境是甘肃长期以来干旱缺水的决定性因素,由于自然条件很差,河西、东部有土缺水,南部有水缺土,中部土高水低,生态环境恶化,土地贫瘠,农业基础脆弱,植被覆盖率低,荒漠化面积扩大,成为困扰甘肃国民经济发展的突出问题。随着社会的发展和人类活动的变化,以及全球气候变暖等因素的影响,干旱还将在一定时期内不断发展。

2 甘肃的水利建设

甘肃历来都比较重视水利,特别是1949年以来,水利有了很大发展。截止1999年底,全省灌溉面积121.4万hm²,万亩以上灌区182处,大中小型水库286座,提灌站7600多处,机电井3.5万眼,兴建梯田161.3万hm²,治理水土流失面积6.4万km²,确保了全省粮食总产达到81.5亿kg,其中依靠水利工程的产量占了3/4,还解决了912万人、937万头牲畜的饮水困难。小水电装机30.6万kW。水利为甘肃省的经济发展作出了积极贡献。这里介绍几个重点水利工程。

2.1 引大入秦工程

引大入秦工程由大通河跨流域引水,设计引水流量32m³/s,年引水量4.43亿m³,灌溉永登及兰州附近土地5.73万hm²,解决40万人的温饱问题,安置移民8万人。总干渠全长86km,其中隧洞33条(75km),最长的盘道岭隧洞长15.7km,最大埋深404m,30A隧洞11.65km,干渠3条(104km),支渠45条(675km),倒虹吸2座,其中先明峡落差107m,渡

作者简介:陈可言(1931—),男,山东济南人,教授级高级工程师,主要从事水利工程设计与管理。

槽9座,庄浪河渡槽高50m,长2070m。

引大入秦工程的主要特点是:工程设计科学合理,依托先进的设计施工技术,经技术经济比较选定以长隧洞为主结合倒虹吸、渡槽的线路方案,为调水开拓了新路。盘道岭隧洞地质条件极差,应用新奥法施工,成功建成长15.7km的国内最长水工隧洞。30A、38号隧洞采用双护盾TBM全断面掘进机,创造了最高日进尺75.2m,月进尺1401.6m的全国最高记录。30A隧洞月成洞1.3km,13个月贯通11.65km。引大入秦工程安全运行近6年,发挥了很好的效益,居国际先进水平。

2.2 景泰川电力提灌工程

景泰川电力提灌工程总体规划设计提水流量 $28.6\text{ m}^3/\text{s}$,装机容量24.87万kW,发展灌溉面积5.33万 hm^2 ,分两期建设。一期工程1969年开工,1974年竣工。提水流量 $10.6\text{ m}^3/\text{s}$,最大提水高度445m,平均提水高度336m,现有灌溉面积2万 hm^2 。总干渠长20km,泵站13座,装机容量6.78万kW,110kV变电所1座,35kV变电所6座。二期工程1984年7月开工,1995年建成,设计提水流量 $18\text{ m}^3/\text{s}$,加大流量 $21\text{ m}^3/\text{s}$,最大提水高度602m,平均提水高度460m,灌溉面积3.33万 hm^2 。建成泵站30座,100km长的总干渠和340km长的干、支渠。建成220kV变电所1座,110kV变电所12座。

景泰川电力提灌工程二期工程研制成功的直径1.7m的三阶段预应力钢筋混凝土管,不仅满足了工程建设的需要,还节约大量钢板,节省投资;在全国大型灌区第一个建成微波载波、特高频和移动通讯的灌区综合通信网络。保证了上水灌溉及时准确的调度;研制了十三级泵站远程计算机监控系统,为节水、节电提供了现代管理手段;开发成功泵站出水液压蝶阀集中控制系统,提高了可靠性,节约了设备投资;研制了全国第一个计算机彩色喷涂 $3.3\text{ m}\times 9.6\text{ m}$ 大型调度显示屏;在灌区建设中大面积实施常规节水措施,实行不大于 333 m^2 的小块灌溉、膜上灌等;还实施了引黄河水管道输水灌溉等先进举措。

2.3 引大济西工程

引大济西工程是从黄河支流大通河引水到西大河。目前正在施工,当前主要解决我国镍都——金昌市的工业和城市生活用水,缓解农业用水;年引水4700万 m^3 ,今后输水西大河,进一步解决民勤县严重缺水问题。工程包括:引水枢纽坝高6.5m;隧洞长8866m,设计流量 $7.5\text{ m}^3/\text{s}$,加大流量 $19.5\text{ m}^3/\text{s}$ 。断面圆拱直墙 $2.9\text{ m}\times 3.4\text{ m}$,进出口高程3436~3421m,纵坡1/600,有第一条穿过祁连山的水工隧洞——冷龙岭隧洞。主要工程量有洞挖石方14.3万 m^3 ,混凝土及

钢筋混凝土6.4万 m^3 。

冷龙岭隧洞属于高原严寒地区小断面长隧洞。在施工中克服了高山严寒、缺氧等问题,在海拔3400m地区,经过4年艰难的施工,依靠有效的施工组织管理,取得了出口段独头进尺6km的好成绩。采用直径1m通风管,在 $2.9\text{ m}\times 3.4\text{ m}$ 圆拱直墙小断面独头掘进6km,通风技术属世界先进水平(仅次于秦岭铁道大断面隧洞独头掘进7km的全国最长通风记录)。

在海拔3400m的祁连山,仅次于青海大板山公路隧洞海拔3790m的高程。从高海拔缺氧、严寒情况下,最冷月平均达 -36°C ,独头掘进长度处国际领先水平。

在钻爆法隧洞掘进中,达到月平均进尺100m,最高月平均191m;月衬砌300m,月成洞188m。

冷龙岭隧洞出口洞内空气含氧量14.5%,仅为正常的70%。在隧洞内应用膜富氧技术,创建了洞内移动式氧吧,使洞内氧浓度达到17%,略低于洞口18.5%的含氧量。这一技术为高原地区人工补氧探索了一条新路。

3 在西部大开发中甘肃省的水利发展思路

甘肃省水利发展总的指导思想是:以提高效益、发展生态和促进全省社会经济可持续发展为目标,坚持全面规划、统筹兼顾、标本兼治和综合治理的方针,实行抗旱与防汛并重、开源与节流并举,继续走大中小并举、三水齐抓和突出节水的路子。

3.1 建立水资源统一管理体制,实现水资源优化配置

当前,随着经济发展,甘肃省在水资源的开发、利用中也存在一些问题。主要有:水资源开发利用水平低,现有水库总容量占全省年径流量的7%,黑河、渭河和洮河等主要河流都没有一座调蓄水库,需要努力完成“西北地区水资源开发利用规划”和“全省地下水开发利用规划”等基础工作;有的地方、部门为局部利益,忽视长远与全局的利益,有法不依的事情时有发生,致使对水资源尚未形成有效的统一管理;水质污染严重,根据水资源的水质评价,甘肃水质较差或污染严重的IV至V类水占24.5%,且呈增长趋势,但农业、工业和生活对水质的要求越来越高。

为了正确处理发展与环保的关系,坚决按照新建项目与环保规划、实施、发展同步的原则办事,在重点污染河段建立水质自动监测系统,对污染源严重的小企业实行关停并转,兰州等大城市的污水必须经污水处理合格后排放。成立水资源处、政策法规处,实施水量与水质统一管理,批准在江河湖水区排水口的设置。进一步加强水资源微观配置管理,包

括取水、用水的管理,推进水资源可持续利用。取水要把天上、地上和地下水充分利用,用水要把生态、农业、工业和生活用水都实施优化配置、水价也要到位等。2000年甘肃省将成立石羊河流域管理局,实施流域水资源的统一管理,出台《甘肃水资源管理条例》,力争年内组建好全省水政监察队伍,从可持续发展战略高度,依法强化水资源管理。

3.2 加快水利基本建设步伐,充分发挥现有水利工程的作用

把水资源的合理开发利用作为生态建设的根本保障措施,加快引大入秦工程、疏勒河综合开发项目等建设、抓好引洮生态灌溉工程的前期工作。

中央提出的退耕还林还草、封山育林是改善西部生态环境的重大建设举措。甘肃处于干旱半干旱地区,规划中考虑了合理的生态需水量,退耕植树种草,按照各地的高程、降雨等条件,科学规划,因地制宜,按照经济规律和生态规律栽植相适应的林草,与农业经济结构调整相结合,大力发展优质林果、草产业和畜牧业,努力增加农民收入,促进生态环境的可持续发展,保护自然资源的可持续利用。

疏勒河农业综合开发项目,属于世界银行贷款项目,1996年已正式启动,现在正在施工。该项目集水利灌排、移民安置、农业经济开发为一体,开荒5.47万 hm^2 ,改善灌溉面积4.33万 hm^2 ;安置贫困山区移民20万人。主要建设工程有昌马水库,坝高54.8m,坝长366m,库容1.94亿 m^3 ,装机3.23万kW,2000年9月截流。建支渠以上渠道1249km,排水干、支沟500km。总投资26.97亿元,其中:世界银行贷款1.5亿美元(折合人民币约12.6亿元)。建设工期10年,执行菲迪克条款,建立业主、监理、承包商三位一体的管理格局。

引洮生态灌溉工程(该工程的可行性研究报告已通过了水利部的技术审查,正在申请立项),引水枢纽位于黄河的支流洮河九甸峡,坝址处多年平均流量133.5 m^3/s ,拦河坝坝高158.6m,坝址为巨厚层灰岩。水库正常水位高程2200m,总库容9.12亿 m^3 。发电洞直径9m,洞长1986m,通过流量254 m^3/s 。装机4台6万kW,保证出力6.5万kW,年平均发电9.72亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。设计灌溉引水流量32 m^3/s ,灌溉面积7.77万 hm^2 ,引水5.5亿 m^3 。总干渠长185.7km,18条干(分干)渠长1713km。经济内部收益率19.2%。主要工程量有:开挖土石方315.2万 m^3 ;浇筑混凝土121.1万 m^3 ;工日443万个;总工期7年。

甘肃农业生产受自然条件限制,目前只能维持较低的生产、生活水平,1999年人均纯收入仅1413元。随着自然条件变化,社会经济发展,再遇历史上

的连续干旱年,赤地千里的气候条件是有可能的,届时损失将更为惨重。当然解决地区水资源问题,从甘肃来讲首先是在水利条件不落实的情况下不能再盲目开荒,认真做好退耕还林还草,努力改善生态环境;第二要充分利用黄河水,但黄河水量有限,目前已呈断流;第三要大力开展节水灌溉。

3.3 积极发展节水灌溉

甘肃省现有的大中型灌区严重失修,干支渠失修率为45.6%。此外,还有28%的渠道没有衬砌、灌溉渠系有效利用率平均为0.51,管理设施不健全,管理水平不高、节水灌溉的科技含量低,全省农田平均毛灌溉定额9720 m^3/hm^2 ,耗水量大;当前,正在抓紧完成大型灌区的节水改造规划,加快引大入秦节水示范区和8个高标准节水灌溉试验示范项目建设。建立健全各级政府的节水办公室,启动全省节水规划和全省各行各业用水定额的编制工作。

目前引大入秦工程正在实施节水灌溉。高效节水灌溉1.27万 hm^2 (喷灌1万 hm^2 ,微灌0.27万 hm^2),占18.4%,管灌1.25万 hm^2 ,占18.2%,U型槽渠灌4.35万 hm^2 ,占63.4%;粮经比由9:1调整为6:4(含林草),灌溉天数191d;灌区毛灌溉定额由7620 m^3/hm^2 下降到5925 m^3/hm^2 ,节约用水24%,灌溉用水量由4.43亿 m^3 减少到3.31亿 m^3 。灌溉节水从工程措施讲首先应采取常规节水,如渠道采用混凝土衬砌、管道输水,还有平整土地、采取畦田灌溉、膜上灌等;从非工程措施讲要加强科学管理、计划用水,调整作物比例以及改良作物品种、发展高效农业、调节水价等。

3.4 抓好抗旱防汛工作

干旱是制约甘肃农业生产的决定性因素。1998年10月12日到1999年4月下旬,甘肃持续180~210d无大范围降水过程,特别是陇中、东部以及武威地区,旱情严重,出现了甘肃有历史资料记载以来最大的干旱年,区内黄河流域的泾河、渭河等17条主要支流来水比常年同期偏少5~9成,河东有144座中小型水库、塘坝干涸。全省受灾面积达217.33万 hm^2 ,其中重旱面积超过153万 hm^2 ,有16.33万 hm^2 冬小麦需翻耕,132万 hm^2 春播作物难以下种,120万人、100万头大牲畜饮水严重困难。草场牧草产量下降,牲畜乏弱。从春季开始,河西地区持续发生大风及3次沙尘暴天气,发生时间比一般年份提前。1999年甘肃发生的历史罕见的严重旱灾,在省委、省政府的领导下,各级干部深入抗旱第一线,帮助解决群众在抗旱中的实际问题,集中人力、物力、财力,全力以赴,投入抗旱。

(下转第52页)

(MPa)和单位注入量 $V(\text{L}/\text{m})$ 的乘积来表示:

$$\text{GIN} = p \cdot V \quad (1)$$

也可以表示为

$$\text{GIN} = p \cdot C$$

式中 C 为单位灌浆长度的注入水泥量。

GIN 灌浆方法的要点是:在整个灌浆过程中,以中低速注入单一配比、具有宾汉流体特性的中等稠度的稳定浆液,根据 GIN 曲线,随时监视灌浆压力和注入量,监视 $p \sim C$ 灌浆过程曲线在选定的 GIN 曲线图上的运作趋势,根据 $p \sim C$ 曲线和 $(F/p) \sim C$ 可灌性曲线(F 为浆液流量),判断灌浆工作的完成情况,随着注入量的增加,压力缓慢上升,当注入量达到预定的限值,或压力达到预定的限值,或单位注入量与压力的乘积达到预定的限值(GIN 值),即可结束灌浆。

小浪底 GIN 灌浆法生产性试验在主坝右岸 2 号灌浆洞内,2 号灌浆洞帷幕轴线长 110 m,将其中的轴线长 42.5 m,共 28 个帷幕孔进行 GIN 法灌浆试验,计进尺 1564 m。在灌浆过程中,微机屏幕显示时间、压力、流量、注入总量、水泥单耗量、GIN 值等参数,同时显示灌浆压力和时间($p \sim t$)、流量和时间($F \sim t$)、累计注入量和时间($C \sim t$)、可灌性和时间($(F/p) \sim t$)、可灌性和注入水泥量($(F/p) \sim C$)、灌浆压力和注入水泥量($\text{GIN} = p \cdot C$)共 6 种过程曲线,在灌浆结束后,将这些参数和曲线打印出来。

本次试验采用的最大灌浆压力、GIN 值和最大注入量如表 3 所示,灌浆结束标准为达到 GIN 值时,流量小于 $2 \text{ L}/\text{min}$,持续 10 min 结束。

表 3 GIN 法试验强度指标

段次	孔深 /m	最大压力 /MPa	GIN 值/ (MPa·L·m ⁻¹)	GIN 值/ (MPa·kg·m ⁻¹)	单位注入量 (L·m ⁻¹)
1	0~2	0.7	80~120	78~117	185
2	2~5	1.0	80~120	78~117	185
3	5~10	1.5	80~120	78~117	185
4	10~15	2.0	80~120	78~117	185
5	15~20	2.5	80~120	78~117	185
6	20~25	3.0	150~200	146~194	200
7	25~30	3.5	150~200	146~194	200
8	30~35	3.5	150~200	146~194	200
9	35~40	3.5	150~200	146~194	200
10	40~45	3.5	200~250	194~243	250
11 以下	>45	3.5	200~250	194~243	250

在灌浆结束后,GIN 法试验区共布置 6 个检查孔,进行压水试验 64 段,合格率(小于 5 Lu)为 100%,最大吕容值为 2.96 Lu 。GIN 法平均水泥单耗量为 $149 \text{ kg}/\text{m}$,是常规段灌浆法(水泥单耗量为 $275 \text{ kg}/\text{m}$)的 54.4%;每孔段平均纯灌浆时间为 92 min,是常规段灌浆法(纯灌浆时间为 127 min)^[2] 的 72.4%。由此可以得出:本次 GIN 法采用的参数是合

适的,工程质量满足规范要求,且在节省材料和工期上有巨大的经济效益,是值得推广应用的。

参考文献:

- [1] SL62-94 水工建筑物水泥灌浆施工技术规范[S].
- [2] 赵存厚,韩伟.小浪底水利枢纽 2 号灌浆洞 GIN 法帷幕灌浆试验[A].见:孙国伟,黄河小浪底建设工程技术论文集[C].北京:中国水利水电出版社,1997.114~121.

(收稿日期:2000-02-29 编辑:张志琴)

(上接第 12 页)

3.5 推进水土保持生态环境建设

甘肃省水土流失面积 38.9 km^2 占全省土地总面积的 85.6%,水土保持为甘肃省治理了水土流失,生态环境明显改善,初步形成“山顶林草带帽,山坡梯田缠腰,沟底坝库穿靴”的治理方式,拦水效率达 86%,拦泥效率达 97%。土地产出率有了大的提高,使跑水、跑肥、跑土的“三跑田”,变为“三保田”,改善了农业生产条件。

甘肃今后实施以建设秀美山川为目标,以治理水土流失为中心,以退耕还林(草)为重点,以基本农田建设为基础,以小流域为单元,实行山水田林路统一规划,综合治理的战略,工程措施、生物措施和耕作措施合理配置,实施分区防治战略,依靠科技进步加强管理,突出保护,努力为西部大开发和全国经济社会的可持续发展创造良好的生态环境。

(收稿日期:2000-07-14 编辑:马敏峰)

(上接第 43 页)

区域性特殊类土,具有天然含水量高、孔隙比大、透水性低、中压缩性、高灵敏度、抗剪强度低、承载力低,饱水状态下还具有触变、流变等特性,对工程的地质条件有着特殊影响,一般工程上仅根据颗粒分析或塑性图定名为粉质壤土或粉质粘土,而缺乏深入细致的工程特性研究,对该土对工程造成危害重视不够,在施工中和工程运行中发生较大危害和破坏,甚至无法施工或采取防治处理措施不够经济合理。随着大量的工程实践和试验,总结该类土的鉴定方法、形成成因、工程特性和防治措施等,加强这方面的研究对未来的工程建设有着积极的意义。

(收稿日期:1999-03-22 编辑:张荣安)

