

国内外渠系改造现状及发展展望

贺军奇^{1,2}, 汪有科², 边军锋³, 任 涛⁴

(1. 西北农林科技大学水建学院; 2. 国家节水灌溉杨凌工程技术研究中心, 陕西 杨陵 712100;
3. 西市第一市政工程公司, 西安 710054; 4. 河南省济源市小浪底建管局水力发电厂)

摘 要: 分析了我国目前灌区与渠系改造现状, 然后论述了美国、日本、澳大利亚等几个国家在灌区改造方面的重
点和成就, 并结合我国灌区实际情况, 对我国大型灌区的渠系改造发展趋势提出相关预测。
关键词: 灌区; 渠系改造; 趋势预测
中图分类号: TV 672. 2 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2006) 01-0133-03

Canal System Rehabilitation Actuality
and Development Prospect of Inland and Overseas

HE Jun-qi^{1,2}, WANG You-ke², BIAN Jun-feng³, REN Tao⁴

(1. Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry;
2. NERC for Water Saving Irrigation at Yangling, Yangling, Shaanxi 712100, China;
3. The No. 1 City Planning Corporation in Xi'an 710054, China;
4. Xiaolangdi Water Power Station in Jiyuan City of Henan Province)

Abstract: The irrigation districts and canal system rehabilitation situation in our country are described, and some stresses and achievements about irrigation districts rehabilitation in America, Japan, Australia etc. are presented, finally the correlative forecast of canal system rehabilitation development trend in our country is put forward.
Key words: irrigation districts; canal system rehabilitation; trend forecast

1 我国灌区与渠系现状

过去的几十年里,我国灌溉事业发展迅速,取得了举世瞩目的成就,发挥了巨大的经济、社会和生态环境效益。目前我国 600 多 hm² 以上灌区 5 600 多处,灌溉设施面积达 0.53 亿 hm²,其中约 78% 的灌溉设施建于 50 ~ 70 年代,受当时经济社会发展水平和财力、物力条件限制,资金、钢材、水泥不足,许多灌区边规划、边设计、边施工,采取群众运动的方式建设,因陋就简,土法上马,造成总体规划不成熟,渠系布置不合理,工程技术标准低,施工质量差,病险隐患多,大量渠道和建筑物长期配套不齐,成为“半拉子”工程。同时,长期存在重建设轻管理的思想,以及法制保障缺乏,不科学的管理体制和运行机制,一方面造成灌区功能和性质模糊,产权权属不清,管理体制不顺,维护责任不落实,水费入不敷出,维修养护不及时,设施老化破损,超期服役,带病运行,另一方面带来管理粗放,用水效率和效益不高,人为加剧了灌溉用水的供需矛盾。这两大问题对灌区巩固、效益发挥和可持续发展构成了极大威胁。

在灌区工程中,渠系工程担负着全灌区的输配水任务。布局合理,配套完善,行水通畅的渠系工程,是灌区工程发挥正常效益的前提条件。渠系工程在整个灌区工程的投入中所占比重较大。对于水库灌区,渠系工程投资约占工程总投资的 45% ~ 60%,对于引水灌区则高达 60% 以上。全国拥有各类输水渠道 310 多万 km,其中干、支级渠道占 39.7%,斗、农

渠占 60.3%,灌溉工程在抵御自然灾害保障农业生产发展方面发挥了重要作用。由于种种原因,我国的灌溉工程,尤其是渠系工程设计标准普遍偏低,许多工程配套差,老化失修严重。渠道 80% 以上为土质渠,渠系水利用系数平均不到 0.5,输水损失严重。渠道冻胀破坏、滑坡、淤积等也是渠系运行中经常出现的问题。由于农作物种植结构的调整,管理及运行模式的改变,使得需水要求和灌溉过程发生了显著改变,对灌区渠系的布局、断面、结构防渗防冻等提出了新的要求,现有灌溉设施及灌溉方式已不能满足目前我国农业生产的需要,必须对灌区进行改造。加强和做好灌区渠系改造,提高输水效率,是保证灌区正常运行和促进灌区经济社会可持续发展的重要保障。

2 国内外渠系改造发展现状分析

2.1 国外渠系改造工程技术概况

灌溉农业为世界人口提供 1/3 以上的粮食保证,其中灌溉工程发挥了无法替代的作用。1950 年全世界灌溉面积为 0.96 亿 hm²,1995 年为 2.5 亿 hm²,增加 1.6 倍,灌溉面积占耕地面积的比例由 1950 年的 7% 增加到 1995 年的 18%,虽然全世界总的灌溉面积在逐年增加,但由于人口的增长,人均有效灌溉面积在逐年减少。世界范围内水资源紧缺的矛盾,使得世界人口的 40%,占世界陆地面积 60% 的 80 多个国家面临缺水问题,灌溉水源被城镇工业、生活挤占,农业灌

¹ 收稿日期: 2005-03-29
基金项目: 国家节水重大科技专项(2002AA2Z4211)
作者简介: 贺军奇(1978-),男,硕士,主要从事节水灌溉新技术研究。

既面临水源匮乏威胁。大量灌溉工程经过多年运行,由于忽视维护,老化或丧失功能,急需改造现有设施。

美国国家灌溉排水委员会主席,普赖斯在《灌溉工程修复与现代化改造指南》一书中认为:综观全球,许多灌溉工程忽视维护,超期服役灌溉工程的供水和水质已和原来的规划目标要求不相称,这些情况和其它一些因素综合起来,决定了灌溉工程需要进行修复和现代化改造。鉴于灌区工程的实际情况,渠系工程的维护、修复和现代化改造得到了世界各国政府和农业灌溉专家的高度重视。目前,世界各国渠系工程的修复和现代化改造主要集中在渠道的防渗工程建设及其相应的抗冻胀治理,以及渠道系统的自动化控制,灌溉输配水的优化调度等信息化改造也得到了较快的发展。其中,各类防渗抗冻工程建设速度快,技术水平高,并在全世界范围内得到一定的普及。

美国渠系改造的特点是将防渗作为重点,并高度重视环境及生态的保护。目前,美国采用的主要的防渗材料有混凝土、埋藏式膜料和压实土三种。美国垦务局认为不存在一种能适合多种条件的最好防渗形式,选择防渗形式必须因地制宜,主要影响因素包括:工程标准和要求,气候条件,水力学条件,地基条件,地下水及排水条件,当地建筑材料,施工设备,经济因素(如劳动力条件,土地及水资源价值及各种方案的建设,运行和维修费用等)。在一般条件下,混凝土防渗由于土方量小,占地少,其造价可能比压实土膜料防渗便宜。由于混凝土防渗具有防渗效果好,能适应高流速,防草清淤及管理费用低等优点,故目前多采用此种材料。压实土防渗具有抗冻胀能力强,受地下水位影响小,节省投资等优点,在美国防渗渠道中仍占近 1/3 的比重。近年来,随着塑膜工业的发展,各种改性、抗老化、抗拉强度和抗撕裂强度均大幅度提高的新型塑膜材料不断研制推广,膜料防渗成为新的渠道防渗型式。从发展方向来看,今后将会用更多的膜料防渗和压实土防渗型式代替混凝土防渗。

日本的渠系改造工程主要包括三个方面:^[1] 总体改造规划,④渠道防渗技术,④渠道防冻害技术。渠系改造的中心是:充分利用现有水资源,做好整体区域性规划调度;通过一系列措施使供水线路上的水量损失最小,水质好;工程本身安全可靠无隐患;提高水量调度的精确性,增加水的有效利用程度,实现渠系管理现代化、自动化。总体规划的具体内容包括以下几个方面:(1)根据区域性整体规划要求增辟水源,调整渠道系统,在中下游地区兴建调节水池,保证供水的稳定性。(2)对原有混凝土护面的梯形渠道进行彻底改建。(3)渠系工程自动化改造,即对已建工程逐步实施自动化改造,对新建工程全部实施工程管理运行自动化。渠系自动化管理监控的主要项目为:水位遥测,水质监控,闸位遥控监测,渠道、管道超声波流量遥测,渠道、河道下游防洪报警遥控系统,各分水口泵、闸门、阀门起闭遥控。(4)渠系建筑物改造和安全监测。(5)田间输配水工程标准化整治,即实行农田规格化整治,一般将不规则农田按 100 m×30 m 标准规格整理,相应的灌溉排水渠沟系统也进行标准化改造,支渠以下多采用管道送水,直至田间。日本十分重视渠道防渗工作,现有干、支输水渠道已全部衬砌,田间渠道也已基本衬砌。渠道防渗改造的特点是,大量使用钢筋混凝土预制件,便于机械化施工,建设标准高,渠道多采用矩形断面,并大力采用暗渠和管道输水技术。

澳大利亚在灌区水利工程建设中十分重视防渗新材料的研究推广,如沥青混凝土衬砌,针刺土工合成材料黏土垫层 GCLS 防渗等。GCLS 材料由膨润黏土和土工合成材料复

合组成以增加防渗效果。采用动态规划法对防渗渠道进行优化设计,约束条件包括水流不冲不淤流速,自流灌溉水位以及设计流量,容许水量损失约束等,目标函数为渠道防渗建设费用最小。所有计算分析由计算机完成。新的设计方法的应用简化了渠系改造设计过程,同时节省了工程投资。

国外在生态护坡防渗渠系建设方面也进行了大量的研究。许多国家,特别是欧美发达国家已不再采用单纯的混凝土护坡形式,开始研究具有环境、生态保护功能的新型护坡工程。如采用可降解生物纤维编制袋防渗黏土,形成台阶堤坡,种植具有护坡防渗效果的草本植物等。防渗护坡采用的优先级顺序是:生物材料方法,如植物天然黏土材料等;混合方法,如植物与刚性材料合用;刚性材料方法,如石料、混凝土等。对生态和景观有缺陷的输水工程,尽力予以改善,以恢复大自然的原来面貌。

从国外渠系改造来看,改造重点基本集中于灌区总体规划、渠道防渗、渠道抗冻胀处理、灌区自动化建设等这几个方面。我们应充分结合我国灌区的实际情况,借鉴国外有关渠系改造成功经验,全面推进我国大型灌区的续建配套与节水改造事业的发展。

2.2 国内渠系改造工程技术概况

新中国成立以来,我国灌溉事业得到了迅速发展,渠系工程技术在实践中不断改进和完善。在渠系防渗工程技术方面,20 世纪 50 年代先后采用黏土、三合土夯实护面,修建砌砖、砌石等防渗渠道,60 年代在陕西、山西、河南等省开展混凝土防渗的试验研究及推广工作。90 年代以来,国务院决定在全国建设 300 个节水增产重点县,节水灌溉工作全面启动和发展,大型灌区节水改造工程项目的逐步实施,推动新一轮渠系防渗改造建设。据统计,全国已完成防渗渠道总长 55 万 km,占渠道总长的 18%。其中干、支渠防渗长度为 29 万 km,为干、支渠总长度的 24%;斗、农渠渠道防渗长度为 26 万 km,占斗、农渠总长的 14%。渠道断面形式上改变了传统的梯形断面渠道,在中小型渠道上研究并推广 U 型断面混凝土护砌,圆底三角形断面混凝土护砌,对大中型渠道,研究推广弧形坡脚梯形断面和弧形底梯形断面等渠道改善了受力条件,提高了坡面稳定性并有效节省衬砌材料。

在国家大型灌区的续建配套与节水改造政策的推动下,部分灌区已在渠系改造方面取得了突破性进展。如(全国典型灌区的改造实例如内蒙古的河套灌区、宁夏青铜峡灌区、陕西关中灌区等)。渠道防渗衬砌形式多样,总体上分为硬质材料防渗和软质材料防渗两种类型。硬质材料防渗包括砌石防渗、砖砌防渗、混凝土衬砌防渗等形式;软质材料防渗包括土料防渗、沥青材料防渗和塑膜防渗等形式。为了提高渠道防渗、防冻工程规划、设计、施工及管理水平,统一有关工程标准,水利部在已有科技成果的基础上,组织编制并颁布施行了 SL23~91《渠系工程抗冻胀设计规范》和 SL18~91《渠道防渗工程设计规范》,对我国渠系工程防渗和抗冻胀治理起到了积极的指导作用。

目前在全国范围内,渠系改造中渠道防渗,渠道抗冻胀和断面形式的优化等这几个方面发展比较成熟,但是在综合规划与渠系优化方面研究较少,渠系改造的一些前期性工作没有落实,只是在原有渠道的基础上进行一些维护和修补工作,没有将渠系改造工程与灌区的长远发展相结合。如果一个灌区没有合理的总体规划,仅仅在原有基础上进行衬砌、防冻处理等一系列改造只能是一种浪费。所以今后,我们要在灌区的总体规划和渠系优化布置上下功夫,为进一步建设具有高水平的现代化灌区打好基础。

3 我国渠系改造发展展望

综合国内外渠系改造现状可知, 随着渠道新材料、新工艺、自动化控制以及机械化施工等技术的不断发展, 渠系工程改造逐步向标准化、现代化方向发展, 结合我国灌区实际情况, 总结渠系改造发展趋势主要有以下几个方面:

3.1 综合规划与全面改造

由于国家经济建设的迅速发展, 工业和生活用水大量增加, 使原先以农业灌溉用水为主的单一用水结构发生较大变化; 农业产业结构的调整, 作物耕作方式和灌水模式的改进, 使渠道的输水流量, 水位甚至工作制度都有明显改变, 根据区域性整体规划的要求, 在水资源平衡分析的基础上, 重新核定, 调整渠线, 根据新的设计流量复核渠道断面, 对渠道系统进行综合规划成为渠系改造的重要前期工作。我国目前开展的大型灌区节水改造续建配套工程, 以渠系节水改造为中心, 强调水土资源综合治理, 社会效益、经济效益、环境效益并重, 全面推进灌区现代化建设。

3.2 广泛应用新型材料

在此主要介绍一下目前国内外应用相对比较广泛的几种新材料:

(1) 复合防渗土工布。将改性 PVC 包括增塑抗老化等材料压延涂敷于无纺布上而形成的复合防渗土工布, 结构上有一布一膜, 二布一膜等形式, 厚度 0.5 ~ 2.3 mm 之间, 该产品用于渠道防渗具有强度高, 抗老化性能和防渗性能好的特点, 适用于渠道有侧渗或防渗要求较高的工程。

(2) 改性塑膜材料。包括改性聚乙烯, 聚氯乙烯薄膜, 具有防渗性能好, 延伸性强, 质轻造价低等优点。其厚度为 0.2 ~ 0.6 mm。近几年来, 又开发出高强度, 宽幅塑膜, 尤其是高充填合金聚乙烯膜, 其抗拉强度, 延伸率和抗撕裂强度有了大幅度提高, 具有广阔的应用前景。

(3) 土壤固化剂。其优点主要表现在, 适用范围广、性能稳定、价格低廉、施工及维修方便等几方面。主要应用于交通道路, 环保工程, 水土保持工程及灌区渠系工程护坡, 防渗加固等领域。土壤固化剂分为无机类、有机类及生物酶固化类三种系列。由中国水利水电科学研究院等单位研制的 WH 系列和 WS 系列无机土壤固化剂, 在渠系改造中具有较好的应用前景。

(4) 新型伸缩缝止水材料。刚性材料防渗渠道多用沥青砂浆、油毡、聚氯乙烯油膏等作伸缩材料, 但这些材料有的性能差, 有的造价高、施工技术复杂。西北水利科学研究所研制的新型伸缩缝止水材料焦油塑料胶泥, 接缝性能好, 造价低, 在我国各地被广泛应用。还有一些 PV 防水油膏和以橡胶为主体材料的低膨胀止水条等这些材料也具有较好的应用前景。

(5) 防冻保温材料。寒冷地区渠系改造, 必须考虑防冻胀参考文献:

措施。为了提高地温, 降低渠道膨胀变形, 近年来我国研制出了膨胀珍珠岩板、矿渣棉板等新型材料, 并在渠系防渗改造中逐步试验推广。

3.3 采用新型断面形式和结构形式

在大中型渠系改造中, 弧形坡脚梯形断面或弧形渠底梯形断面被越来越多地推广应用。这类渠道与梯形渠道相比, 流速均匀, 断面近似水力最优断面, 水流条件好, 输沙能力强, 同时由于采用弧形脚或弧形底, 改善了渠道的应力分布, 增强了渠道的抗冻胀能力。中小型渠道采用 U 形断面形式, U 形渠道近似水力最优断面, 湿周面积小, 防渗效果好, 节省材料。

3.4 施工技术机械化

美国从渠道的开挖、整修到防渗处理均采用机械化施工, 我国的机械化水平低, 不过近年来发展较快, 目前已研制出一批适用性强、造价低, 适合我国国情的渠道工程施工机械。如各类渠道基槽开挖机、混凝土防渗一次成型浇筑机, 断面可变速混凝土浇筑机等促进渠系改造向工厂化、产业化方向发展。

3.5 渠系管理自动化改造

随着自动化遥测和遥控技术、信息采集、处理、反馈等智能技术的快速发展和逐步大众化, 渠系改造中以自动化技术为中心的现代化改造成为新的发展趋势。我国渠系管理自动化改造从形式上看约有四种, 即人机结合系统, 遥测系统, 决策支持系统, 全自动化远方监控系统等。近几年又研制成功包括农田墒情监测在内的集成化、智能化管理系统。自动化技术的应用, 可对各支渠引水过程、泵站抽水及能耗进行查询、统计分析等, 有力推动了灌区高用水并产生了显著的经济效益。

今后, 我们需要在灌区综合规划与全面改造和渠系管理自动化改造方面加强研究和投资力度。渠系改造工程是整个灌区改造的一部分, 应按灌区改造的总体要求, 在水土平衡分析、灌区引水量和引水水位计算的基础上, 按渠道系统的设计等级, 分析研究渠系改造的主要项目内容, 准确把握渠系改造内容的发展方向, 对每个专门技术的发展做出趋势分析和相关预测。努力建设一批具有长远规划、适合中长期农业产业结构调整、以节水增效为中心、自动化管理水平高的现代化灌区。

4 结 语

目前灌区设施老化、渠道渗漏严重、渠系布置混乱、管理方式粗放是我国大型灌区存在的普遍现象。本文通过介绍国内外渠系改造现状, 分别提出今后在渠系改造方面所要重点发展的方向, 并结合我国灌区实际情况, 对我国渠系改造发展趋势做出几点预测。今后要将灌区总体规划与农业产业结构调整周期相结合、渠系改造与自动化相结合、政府与地方相结合、国家投资与多渠道融资相结合, 全面实施灌区改造工程。

[1] 刘肇 . 灌溉系统优化方法[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1996.
[2] 郭元裕, 李寿声. 灌排工程最优规划与管理[M]. 北京: 水利水电出版社, 1994.
[3] 张蔚榛. 北方灌区并渠结合灌溉问题[M]. 武昌: 武汉大学出版社, 2003.
[4] 陕西省水利科学研究所. 渠道防渗[M]. 北京: 水利电力出版社, 1978.
[5] 焦盛昌. 灌溉渠与排水沟[M]. 北京: 水利电力出版社, 1986.
[6] 郭元裕. 农田水利学[M]. 北京: 水利电力出版社, 1997.
[7] 沈荣开, 冯广志. 灌区节水改造规划[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2004.
[8] 郭培章, 宋 群. 中外节水技术与政策案例研究[M]. 北京: 中国计划出版社, 2003.
[9] 中华人民共和国国家标准. 灌溉与排水工程设计规范[M]. 北京: 中国计划出版社, 1999.
[10] 张展羽, 吴玉柏. 渠系改造[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2004.
[11] 李安国. 曲 强. 渠道防渗工程技术[M]. 北京: 水利电力出版社, 1991.
[12] 韩慧芳. 加大农业供水渠系改造及对策措施[J]. 宏观经济管理, 2003, (7): 47 - 48.