

校友论文集

华北水利水电学院

校友论文集

第一辑



中国水利水电出版社

校友论文集

编委会名单

主 编 赵中极

副主编 刘凤桐 金 炎 汪 普 吴本陵
邱 林 蒋凤仙 齐春雪

编 委 程守福 傅有良 刘瑞洗 张锡珍
徐世明 诸新德 李德全 黄进广
刘长忠 赵凤岭 陆隆庠 许述礼
赵海虎 孙连贵 蔡景恒 李宝萍

序

华北水利水电学院的前身是北京水利学校、北京水力发电学校和北京水力发电函授学院。1958年10月，这三所院校合并成立了北京水利水电学院。在文化革命中，学院辗转搬迁河北岳成水库、邯郸等地。1987年又奉命迁往河南省郑州市办学。目前在郑州的校园已初具规模，呈稳定发展之势。

几十年来，我院培养了大批水利水电高级专门人才。北自白山黑水，南至五指山麓，东自海滨，西到青藏高原，在祖国辽阔的土地上，都洒下了他们的汗水，留下了他们的足迹。他们为祖国的水利水电建设事业做出了卓越的贡献。

1994年10月6日是我院建校43周年纪念日，数百名校友从全国各地纷至沓来，他们带来了母校的热爱之情，带来了母校难忘的回忆。

为了促进水利水电科技成果的交流，促进学院科研、教学工作的发展，校庆期间举办了科技成果报告会。本论文集汇编了部分校友的论文，以此作为我院校庆43周年的纪念，同时也向我院校友表示崇高的敬意。

本论文集收录的论文，大多是校友们多年来从事水利水电工程建设的研究成果和宝贵经验，其中包括流域规划、水利水能规划，水工建筑物、大中型水利枢纽、水力发电站的勘测、设计、施工、管理等诸方面，也包括对大江、大河治理方面的对策，其中有许多已经实践验证，并取得了显著的经济效益和社会效益。这些成果和经验，现在和将来仍会在我国水利水电建设中发挥积极作用。

华北水利水电学院在改革、在发展，我们希望和广大校友携起手来，共创华北水利水电学院更加灿烂辉煌的明天！

在中国水利水电出版社工作的我校校友刘凤桐、金炎、王学真、吴春良、穆励生、赵洁群（已调中国水利学会）、吕爱华、杨森、王勤、周燕华及我校原教师李月素、孔令文等为本文集的编辑出版做了不少工作，在此谨表谢意。

华北水利水电学院校友会会长 赵中极

一九九四年十月

目 录

序

水 利 工 程

黄河下游引黄灌溉发展问题的研究	王建中 (3)
√ 管网规划布局与优化设计	杨振刚 (8)
超大型无粘结预应力箱型渡槽研究	王成西 姜新佩 姜运平 (17)
太原市小面积最大洪峰模数图	米世昌 米 勇 (20)
雅砻江调水工程水文分析计算	王玉珍 (28)
南水北调西线工程引水枢纽运用方式初探	张 玫 (35)
水库实时优化调度研究	邱 林 (42)
水力沉桩透水丁坝	罗学谦 (54)
草土围埝的设计和施工	袁明生 (60)
加劲压力钢管外压稳定性分析的 YGWDF	刘东常 王永好 刘国选 孟文远 (66)
黄土在高压下的基本静态特性	林德明 林 楠 (74)
塑料薄膜潜衬土渠节水抗旱效益显著	张国权 张 旭 (79)
食用菌微喷技术初探	周文湖 (83)
关于尾水管扩散段的结构计算方法	黄根生 (90)
寒冷地区水工建筑物抗冻技术的研究	隋铁龄 曲祥民 (94)
保护、开发和利用芦苇资源	吴 谨 (98)
水利工程测量投影方法的合理选择	冯履恒 梁镇恒 李世涌 (103)
冷轧扭钢筋在施工中的应用	赵玉忠 薛 江 王祖哲 (111)
钢筋混凝土梁修理时的性能	赵中极 (114)
小浪底 Π_{25} 洞岩石三轴试验研究	汤学立 赵立根 (127)
建筑节能的新材料——舒乐舍板	王祖哲 (134)
试谈施工工艺计量中质量控制点同工程质量、经济效益的关系	王祖哲 (136)
混凝土防渗墙几种新型墙体材料的介绍	董云英 吕祖弘 (139)
水电站基础开挖中常用爆破器材介绍	季瑞龙 (145)
安康水电站拱围堰设计与施工	诸新志 (150)
关于水泥水化热放热速率及混凝土浇筑块温升的研究	武福水 (157)
河套总干渠水沙条件对渠床变形影响及工程运用 措施探讨	徐建新 冯跃志 冯同普 (162)
土工织布在黄河坝岸工程上的应用	谷慧林 (168)
大体积混凝土坝稳定温度场计算中边界温度条件的确定	李文林 (176)
主要农作物水分生产函数	李宝萍 刘增进 (184)
张河湾抽水蓄能电站上库三维渗流数值模拟研究	陈肇和 (191)

干砌体挡土墙的计算	连米均 (201)
西藏查龙水电站筑坝砾石料试验研究	吴桂琴 (209)
台河口水利枢纽洪水设计中 C_v 值分析论证与经济效益分析	秦玉兰 (217)

水文地质与工程地质

雪野水库溢洪道挑流鼻坎工程基础处理	夏崇枝 (223)
京津唐地区地下水资源评价及开发利用	肖 叶 (228)
论证水土保持与人类社会的关系	田佳弟 (236)
基础处理施工技术和施工设备发展趋势	徐玉臣 (242)
黑龙江省东部地下水中铁的分布规律	关凤舞 (246)
清江高坝洲工程环境地质研究	杨宝衡 (251)
水工建筑局部淤泥地基的基础处理	范仰文 (258)
土体及岩体工程可靠度分析问题	黎保琨 (261)
在水利水电勘测工作中遥感、物探、计算机应用的技术作用	韩淑娟 (270)
应用有限元法预测地下水污染问题	赵凤岭 (273)
二滩水电站区域地质构造稳定性	许述礼 (278)
沈阳市地下水监测点优选方法研究	赵万有 赵剑虹 关连微 马 彦 (281)
试论邯郸市地质灾害及减灾对策	郭秀兰 (286)

机电与自动化

斜流水轮机运行状况及振动分析	于守全 (291)
利用“双管”控制水电站虹吸式进水口	马述江 (296)
影响蜗壳流量计率定精度的有关问题	张 利 徐珍芝 (303)
北京模式口水电站2号机多种测流法对比试验	赵海延 (308)
铁路式回转吊车改制	张占山 (314)
燃煤电厂机械排渣系统的分析	张志华 (318)
单片机构成的分布式遥测系统	刘洪建 陈向东 (324)

教学与管理

对已建水利工程开展经济后评价的见解	张季农 苏 亮 (333)
平原河道工程技术管理	刘久赞 (336)
科学预测是水电站建设管理的重要一环	朱家余 (342)
北金堤滞洪区现状与对策	张振华 (347)
坚持排、灌、蓄相结合仍是农田水利基本建设的当务之急	赵仲刚 (350)
应用电视教材辅助《水工建筑物》教学	赵中极 (354)
关于深化高校改革的几点认识	刘占周 (356)

水 利 工 程

黄河下游引黄灌溉发展问题的研究

王建中

(黄河水利委员会农水局)

前言

黄河下游引黄灌溉已经 40 余年,曾经历过曲折的道路。既有成功的经验,又有惨痛的教训。1980 年新乡引黄灌溉工作会议以来,黄河下游引黄灌溉工作走上了稳步前进、健康发展的轨道。黄河下游现有万亩以上的引黄灌区 98 处,设计引水能力约 $4100 \text{ m}^3/\text{s}$ 实灌面积达 200 余万亩,成为我国最大的自流灌区之一。当前引黄灌溉存在的主要问题:

- (1) 基础设施不健全,工程老化失修严重;
- (2) 泥沙处理日益困难,灌排渠系淤积严重,防洪排涝能力大大降低;
- (3) 引黄水资源严重不足与局部水资源浪费现象并存。为进一步搞好下游引黄灌溉事业,使有限的黄河水资源发挥出更大的经济效益和社会效益,现就引黄灌溉发展问题提出几点建议,供有关部门决策参考。

1 搞好规划,加强管理

黄河下游引黄灌区缺乏统一的规划和安排,不少灌区是在抗旱需要的情况下,采取边设计、边施工、边引水的方式突击修建起来的。因而,大多工程不配套,质量差,遗留问题多。建议在 2~3 年内完成黄河下游统一规划,并按照总体规划去发展引黄灌溉。

1.1 规划指导思想

引黄灌溉要树立节水减淤的指导思想,这是引黄灌溉长期稳定发展的需要。黄河水含沙量大,引水必引沙,所以节水减淤是处理好水沙矛盾,发展引黄灌溉的关键所在。

1.2 2000 年工作任务和奋斗目标

到本世纪末,引黄灌溉的工作任务是充分利用黄河水土资源,把引黄灌区建成旱能灌、涝能排的高产稳产商品粮棉基地,为本地区人民奔小康服务。目标是实现人均产粮 580 kg。

1.3 引黄灌溉发展规模和范围

黄河多年平均天然水资源量为 $580 \times 10^8 \text{ m}^3$, 根据国务院 1987 年批准的黄河水量分配方案,在南水北调生效前,下游可用的黄河水量为 $121.4 \times 10^8 \text{ m}^3$, 若扣除工业和生活用水后,可供农业用水预计 2000 年为 $100 \times 10^8 \text{ m}^3$, 2010 年为 $80 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。黄河下游引黄灌区内现总灌溉面积为 255 万亩,其中利用当地地表水灌溉 8 万亩,地下水灌溉 47 万亩,引黄灌溉 200 万亩(正常灌溉 120 万亩,补源 80 万亩)。下游引黄灌区地下水总补给量为 $111 \times 10^8 \text{ m}^3$, 其中可采量为 $65 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。根据目前引黄灌溉的实际情况和可用的黄河水量及地下水量,并参考两省引黄灌溉规划,计划到 2010 年引黄灌区内总灌溉面积发展到 333.3 万亩,

其中利用当地地表水灌溉 13.3 万亩, 纯井灌溉 53.5 万亩, 引黄灌溉补源 266.6 万亩 (正常灌溉 133.3 万亩, 补源灌溉 133.3 万亩)。灌溉定额, 井灌 $4800 \text{ m}^3/\text{亩}$, 正常灌溉 $5400 \text{ m}^3/\text{亩}$, 引黄补源灌溉 $3750 \text{ m}^3/\text{亩}$, 则需水量分别为井灌 $25.6 \times 10^8 \text{ m}^3$, 正常灌溉 $72 \times 10^8 \text{ m}^3$, 补源灌溉 $50 \times 10^8 \text{ m}^3$, 年总需水量为 $147.6 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。2000 年可供水量为 $165 \times 10^8 \text{ m}^3$, 其中黄河水 $100 \times 10^8 \text{ m}^3$, 地下水 $65 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。2010 年可供灌溉水量为 $145 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。其中黄河水 $80 \times 10^8 \text{ m}^3$, 地下水 $65 \times 10^8 \text{ m}^3$, 基本上可满足用水需要。综上所述, 黄河下游引黄灌溉面积以控制在 266.6 万亩为宜。发展的范围主要是现有灌区延伸和结合其它供水工程。山东可以结合引黄济青、黄河三角洲开发, 河南可以结合赵口、大功、三义寨和濮青南等灌区开发发展灌溉面积。结合引黄入淀、引黄入卫等还可发展一部分灌溉面积。

1.4 加强灌溉管理是引黄灌溉的首要工作

要把引黄灌溉当作一项事业来办, 把每一个灌区当作一个企业来管理。要继续开展计划用水、签票供水、分级配水、用水计量、按方收费为中心的水利改革, 落实承包责任制, 把引黄灌区的管理工作提高到一个新的水平。要加强对现有工程的维修养护和管理, 提高工程设施的完好率; 搞好泥沙处理, 防止河道淤积; 大力开展节水灌溉和水沙监测工作, 严格执行原水电部关于引水引沙和退沙等有关规定, 超过指标应立即关闸并上报水利部和黄委会。

1.5 国家应增加对引黄灌区投入

引黄灌区工程老化损坏严重, 渠系完好率 70% 左右, 建筑物完好率 50%~55%, 有些工程已达到或临近正常使用年限, 到 2000 年大部工程将达到或接近正常使用年限。如不增加对引黄灌区投入, 引黄灌溉将无以为继。因此, 建议国家列引黄专款, 主要用于现有引黄灌溉工程配套、更新改造的补助费用。

1.6 开展科学研究工作

- (1) 根据黄河水土资源条件和沿黄特点, 研究引黄灌区开发潜力和布局;
- (2) 研究泥沙处理有效途径和防沙减淤可行措施及沉沙赔偿政策问题;
- (3) 开展节水节能技术政策措施的研究及经济效益分析;
- (4) 开展地表水、地下水和黄河水综合利用研究;
- (5) 开展引黄灌溉保证率、水的利用率和配套标准等问题的研究。

2 建设有黄河特色的引黄灌区

黄河下游引黄灌溉均为无坝引水, 三门峡水库调蓄能力有限, 黄河水资源年内分配不均, 加之黄河水含沙量大, 因此在下游发展引黄灌溉必须具有黄河的特点。

2.1 引黄灌溉性质

农作物集中灌溉季节正值黄河枯水期, 黄河来水远不能满足作物需水要求, 下游引黄灌溉属于以供定需的“补充性灌溉”。

黄河下游引黄灌区地处暖温带大陆性季风气候区, 多年平均年降雨量 650 mm, 上半年不及 100 mm。由于降雨入渗及黄河侧渗, 黄河两岸地下水源比较丰富, 且已建成大批机井。所以引黄灌区必须实行地表水、地下水联合运用, 以渠灌补井灌不足, 以井灌保丰收。

2.2 引黄保证率

黄河下游河道长 800 多 km, 流经豫鲁两省。东坝头以上为游荡性河段, 东坝头—陶城埠为过渡性河段, 陶城埠以下为弯曲性河段。陶城埠以下河势比较稳定, 引水条件较好, 但水源保证率低, 尤其是滨海地区, 由于黄河时常断流, 保证率极低。据统计, 打渔张灌区保证率不足 30%。陶城埠以上水源条件较好, 但河道宽浅 (最宽 20 km), 主流摆动频繁, 经常造成涵闸脱流, 致使引水困难。据分析, 当下游供水保证率为 80% 时, 三门峡水库蓄水量为 $38.4 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。保证率为 50% 时, 水库春灌蓄水量为 $16 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。当前, 春灌蓄水 $14 \times 10^8 \text{ m}^3$ 的保证率为 47%。因此, 引黄灌溉保证率不能都按 75% 考虑, 正常灌溉与补源灌溉相结合是引黄灌溉的基本形式。

2.3 引黄灌溉水的利用率

黄河下游引黄灌区各种形式紧密相连。上游一般自流灌溉, 下游提水灌溉。上游渠道渗漏和灌溉回归补充地下水又被井灌所用, 退水入排水沟河又供提水灌区所用, 黄河水存在重复利用问题。所以引黄灌溉水的利用率不能单纯按传统方法计算, 应考虑重复利用部分; 如何计算, 应进行研究。

2.4 节水型灌区

我国北方是一个严重缺水地区。黄河水资源有限, 目前, 在枯水期已经供不应求。随着城乡经济的发展, 城市工业生产、居民生活、油田、乡镇企业和农田用水与日俱增。京、津、冀、青 (岛)、烟 (台)、等地缓解缺水局面寄希望于引黄, 黄河的水资源供不应求局面将日益严重。据利津水文站统计, 1987 年以来的 7 年中黄河有 6 年出现断流, 其中 1992 年累计断流长达 82 天, 给沿黄地区的工农业生产和人民生活造成了巨大的损失。所以发展节水型灌区已势在必行刻不容缓。目前下游引黄灌区灌溉水的利用系数 0.5 左右, 如能将灌溉水的利用系数提高 0.05, 能节省水量 $10 \times 10^8 \text{ m}^3$, 可发展补源面积 500~600 万亩。

3 合理调配水资源, 扩大引黄效益

3.1 充分利用黄河水沙特点, 延长引水时间

防凌泄水期, 水源充沛。河北省、青岛、河口地区、商丘地区、补源灌区、井渠结合灌区, 凡有条件的均可利用各种调蓄工程进行预蓄水或进行“以灌代补”, 解决春灌缺水期用水问题。地处黄河下游的东营市, 近年来修建了上百座水库, 蓄水能力达 $3.6 \times 10^8 \text{ m}^3$, 为农业抗旱灌溉和确保油田及人民生活用水发挥了重要作用。防凌限水期若能分凌蓄水, 不但解决缺水问题, 还可增加刘家峡和三门峡电站的保证出力。减轻防凌负担, 应积极研究凌期引水技术, 延长引水时间。山东地处下游用水困难, 春灌提前浇水可与河南用水时间错开。河南水稻用水季节性强, 用水量大。稻田需逐步建成“井渠结合”灌区。原则上不再为稻田放水, 以免影响广大旱作物用水。井灌补源可利用冬灌或提前春灌, 整个灌区形成巨大的“土壤水库”对引黄水进行有效的调节, 解决枯季缺水问题。

3.2 调节径流, 集中供水

三门峡水库 1973~1993 年平均春灌蓄水 $13.3 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。在小浪底水库建成运用前, 下游灌溉用水除提早春灌延长引水时间外, 三门峡水库应集中 5 月份补水, 防止断流影响胜利油田用水, 5 月末胜利油田必须蓄满所有水池、水库, 做好供水准备。在 6 月缺水期应加

强水源管理,重点解决城市及油田工业用水,农业用水须靠井灌解决。

3.3 调整作物布局,压缩稻田面积

灌区作物布局必须与水源供应情况相适应,各种作物种植比例要适当,以免用水过度集中。水稻需水量大,除背河洼地种稻改土外,应尽量压缩种稻面积或采取水稻节水灌溉技术,以缓和水源紧缺。山东省济宁市采用水稻灌溉技术同淹没灌溉相比,节水52%,增产2成以上,应大力推广。灌区用水要实行按方收费,用经济杠杆进行调节,实行浮动水价,枯水季节加价,凌期用水减费的办法。

4 搞好泥沙处理

从某种意义上讲,泥沙问题是引黄灌溉的根本问题,能否处理好泥沙关系到引黄灌溉的前途。但泥沙问题也不是孤立的,它与用水季节、用水多少及泥沙处理方法有关,对泥沙处理提出如下建议。

4.1 少引

黄河下游年来来沙分配非常集中,三门峡水库“蓄清排浑”运用以来,汛期来沙量占年来沙量的97%,而汛期来沙又集中在几次洪峰。若不注意引水时机,汛期沙峰引水,沉沙池在几天内即可淤满。非汛期黄河下游除沿段冲刷外基本上是清水,所以非汛期引水可大大减轻泥沙处理负担。三门峡水库控制运用以来,豫鲁两省汛期(7~10月)引水量占年引水量的36%,而引沙量却占年引沙量的74%,可见汛期少引黄河水(用井灌)可大大减少引沙量,降低泥沙处理费用。除选择引黄时机外,节约用水也是减少引沙量的一个途径。据典型灌区试验,采用网帘拦沙可节省清淤费用的90%以上,引黄闸前设置叠梁拦沙,橡胶坝拦沙等均可减少入渠泥沙20%左右,虽不如选择引水时机减少引沙量大,但黄河下游年平均引沙量约 $1.15 \times 10^8 \text{ m}^3$,按20%计算,可减少入渠泥沙2300万 m^3 ,清淤土方以每立方米3元计算,则年可节省清淤费6900万元,效果也相当可观。

4.2 多用

沿黄地区低洼沙荒盐碱地需要进行淤改,黄河大堤加固需淤临淤背,消灭两级悬河需要淤滩淤串……。总之,泥沙有其害,同时也有其利。正如菏泽地区群众所说“泥沙是个宝,看你用好用不好,用得好则成宝,用不好不得了”。下游人民在引黄的同时,积极探索泥沙利用的门路,在实践中研究成功了放淤改土、淤背固堤、泥沙烧制建材等新技术,为综合利用黄河泥沙开辟了广阔的前景,取得了显著的经济效益和社会效益。引黄复灌以来,利用黄河泥沙共淤改土地近26.6万亩,使大片不毛之地变成了稳产高产农田。截止1989年底,已淤背固堤649km,土方 $2.95 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。近年来,沿黄地区还建起了许多砖瓦厂、陶器厂和水泥土块厂,仅山东省菏泽地区就建有砖窑场200个,年产砖瓦5亿块,产值5000多万元,占乡镇工业年产值的25%。此外,黄河水肥泥沃,在渠系淤积允许范围内应尽量转沙到田,可起施肥改土作用,特别是0.025mm以下的细颗粒泥沙对农业增产有益无害。

从某种意义上讲,引黄泥沙的严重性在于泥沙输送问题没有解决。近年来高含沙输送研究取得了很大进展。据分析,黄河含沙量在500~1000 kg/m^3 范围内阻力损失最小,同流量输沙能力为低含沙输送的20~30倍,输沙用水是低含沙输送的3%~5%,淤区退水只有低含沙退水量的1%,基本不存在退水问题。因此可以设想利用机械清除沉沙池内的淤

积,采用高含沙输送的方式结合淤改淤背固堤、淤临淤滩等,可在一定程度上解决引黄泥沙问题。

4.3 巧配

粗泥沙淤到田间是害,细泥沙淤到田间是利。所谓巧配,就是根据渠系的输沙能力将引黄泥沙有计划地分配到沉沙池、田间及多级排灌系统内,使全灌区泥沙处理费用最小。有自流沉沙条件的引黄灌区,沉沙池可根据“拦粗排细”的沉沙原则将粗沙沉到池内,细沙输送到田。无沉沙条件的灌区,使泥沙淤在干渠内再清挖,还是在闸下开挖沉沙池采用“以挖待沉”经济呢?也是属于巧配问题。显然,不论采用何种泥沙处理方式,淤积排水沟河代价最高。所以,在进入排水沟河之前设置二级沉沙池处理退水泥沙也比退沙淤河经济。

5 井渠结合综合治理旱涝碱淤

5.1 井渠结合适时灌溉,确保丰收

黄河中下游干流上只有三门峡一座水库,由于调节能力有限,5、6月份黄河山东段经常缺水断流。河南河道宽浅游荡,涵闸脱流,引水困难。据河南省新乡县宋庄村对比试验,小麦连续3次灌水时间推迟12~18天,至少每公顷减产1500 kg。打井后渠结合适时灌溉,每公顷产粮1500 kg。所以黄河下游应以井保丰,以渠补源。井渠结合是保证作物适时灌溉的可靠途径。

5.2 井渠结合控制地下水位,防涝治碱

引黄灌区旱涝交错,汛期引黄与涝水遭遇时往往加重涝灾。若汛期采用井灌适时降低地下水位,保持在3~4 m,遇有充分入渗条件时,降雨280~300 mm可不产生径流,大大减轻涝灾。

华北大平原曾是古渤海湾,海水曾6次入侵,所以这些地区的深层还有大面积的咸水区。地下咸水是土壤盐分的来源,次生盐碱化土壤随地下水位下降而脱盐,控制地下水位在临界深度以下,才能防止土壤盐碱化,所以井渠结合是防止灌区涝碱的根本措施。

5.3 井渠结合控制引沙,减轻泥沙负担

据人民胜利渠灌区试验成果分析,当井灌水量为总灌水量的42%时,灌区地下水位即可达到相对平衡。所以为控制地下水位,井灌用水应不小于总灌溉用水量的42%。

1973~1990年黄河下游6~10月份引水量占全年引水量的47%,而引沙量却占全年引沙量的78%,按年用水 $100 \times 10^8 \text{ m}^3$,年引沙 $1.15 \times 10^8 \text{ m}^3$ 计算,若6~10月份减少引黄一半,其余用井灌,可节约引黄用水 $23.5 \times 10^8 \text{ m}^3$,少引沙 $0.45 \times 10^8 \text{ m}^3$,节省泥沙处理费1.35亿元,又可解决每年6月份灌溉缺水问题,还可降低地下水位,腾出地下库容,充分接纳汛期降雨,消除涝碱灾害,可谓一举多得。

管网规划布局与优化设计

杨振刚

(河北农业大学)

前言

低压管道输水灌溉系统,通常由水源、管网和田间三部分组成。实践表明,只建成了水源和田间工程,仍用土渠输水,此时输水损失严重,浇地费时费电现象依然存在。同样,虽然建设了管道工程,但是机泵装置未处于高效区工作状态,或是土地不平整,沟畦规格未达标、实施大水漫灌,也会引起水电资源的浪费,经济效益不高。为了取得水源、管网和田间工程多方面的综合最高效益,应该在现有井灌区提倡以管道工程建设为主体,带动水源工程的技术改造和田间工程的标准化建设为目标的农田低压管道工程建设。这是推动农田水利建设事业进一步深入发展的重要措施。

管道工程建设应该在水量、水压和水质各方面都满足经济性和可靠性要求。为此,对低压管网应该进行技术经济计算,就是以经济性为目标函数,而将其余作为约束条件,建立数学模型。但是,水质方面指标难于定量化评价,用水量变化和管道损坏等现象使设计流量不同于实际流量,还有灌区规模、现有工程设施、不同管材、施工条件和运行管理等因素都会影响管网的经济性。有些因素很难用数学形式表达,给管网的经济布置与优化设计带来一定困难。通常是抓住影响管网布置和管道设计的主要因素,进行技术经济论证,去寻求低压管网全局性的最优解。即选用管网总长度最短的布置形式和求出技术上合理,并在一定年限内管道建筑费和管理费之和为最小时的管道直径。这样作既体现了年费用最小的优化思想,又将比较复杂的实际工程进行了简化处理,概念明确,方法简单,精度较好,容易推广。

1 管网经济布置

农田灌溉低压管网,要保证通过设计流量,损耗水量最小,保持水质不变,安全经济运行。为此,要尽量满足以下要求:

- (1) 在同样输水效率条件下,管网总长度最短;
- (2) 和水泵、田间工程相协调;
- (3) 充分利用和避免干扰现有工程设施;
- (4) 方便施工和运行管理;
- (5) 管道内的流速不宜过大或过小;
- (6) 利用地形高差进行重力输水;
- (7) 合理布设安全保护装置;
- (8) 全区总体规划和典型地块布置相结合;

(9) 长方形田块宜采用环状网布置型式;

(10) 多水源的管网布置应该适应不同水源要求。

在进行管网布置时,要同时考虑水源设施、田间沟畦规格和工程运行管理等多方面的技术要求。往往需要正向和逆向多次反复比较后定下可供分析的若干方案,再经过对各方案进行投资效益等指标的技术经济论证,确定出优选的布置方案。

管网布置中,首先要选定井位。新建机井在田块里不同位置处,对管网总长度是有影响的。井位在田块中间时,管网总长度最短;在短边中间时次之;在长边中间时再次之;在田块边角时最长。旧井灌区井位已定,只须对机泵的综合装置效率、有效扬程和水泵出水量等参数进行测试改造即可。

管网经济布置时,还应依据田间土地平整情况、沟畦规格、单宽流量及灌水历时等因素,选定出水口位置、控制面积和确定出水口数目。根据各地经验:可取畦田长度为 20 至 40 m,宽度为至 4 m;土地平整到可以使末级管道和田间输水垅沟实施双向控制;末级管道双向各控制 30 至 60 m,则每个出水口的控制面积约 9 亩左右。

虽然水源和田间工程包括在管网经济布置范围内,但是,管网的具体布置是在水源和田间工程已经建成(或改造后)的基础上进行的。下面重点讨论如何使管网总长度最短的问题。

管网布置的任务是将水源与各出水口之间用管道连接起来,形成管网。因为低压管道系统是以单孔出流作为设计基础,为此各管段的管径是相同的。所以可用管网总长度最短来体现管网总造价最小的原则。

管网有树状网和环状网两大类。树状网是基础,有条件时可以采用环状网。根据图论等理论,可以将水源至各出水口之间用最短的管线连结起来,构成最小生成树。再采用费尔玛点法进行修正,最后视条件情况有可能时在最小生成树基础上连成环状网。如此布置的管网即为总造价最小的管网。

构成最小生成树的方法也称避圈法。此方法是将水源至各出水口之间的距离,按递增顺序排列,再选最小两条线段连结第三条、第四条……线,如此连下去可将所有节点(水源、出水口)都连起来,即可生成最小树。要注意连线时不可形成回路,即不能形成圈。最小树是指水源至各出水口之间的最短连线,不是指水源直接连通所有出水口,也不是指每个出水口都与其他出水口直接连通起来。

例一:试确定某田块(图 1)在水源和出水口位置已定条件下的最小生成树(近网总长度)。

第一步,将所有线段按递增顺序排列:50—60—80

第二步,连最短两线段 50、60(在不构成回路条件下连起来)。

第三步,连接线段 80(为了不构成回路,只能连一条线)。

如此确定的最小生成树对应的管道长度为

$$50+60 \times 4+80=370 \text{ m}$$

修正最小生成树的费尔玛点法也称重心法。此法是在管网各管段小于 120° 夹角处补加一个点,可以进一步缩短管网总长度。现实生产中许多低压管道转弯处采用直角形式。这种布置在几何图形上虽然比较规整,但是并不符合使管道总长度最短的要求。由于管道深埋地下,无碍于沟畦工程运行和田间种植作业。并且多数管材都能适应管道呈非直角状施

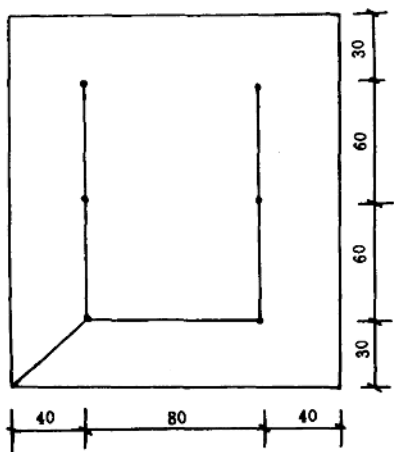


图 1

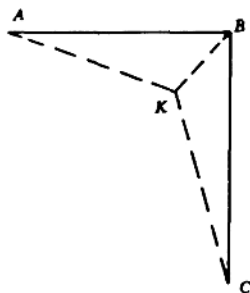


图 2

工作业。从经济效益上考虑，即使这样做增加些施工用工也是值得的。

根据几何学原理不难证明，在各管段的管径、管材相同条件下，为了寻求邻近三个节点间的最短路径，可以采用在其间增加一个使三个分角均为 120° 的 K 点来实现（图 2）。此时满足如下关系

$$AB + BC > AK + BK + CK$$

同理，为了寻求邻近四个节点间的最短路径，亦可仿照上述方法求得。图 3 此时满足如下关系

$$AB + BC + CD > AK_1 + BK_1 + K_1K_2 + CK_2 + DK_2$$

求 K_1, K_2 点作法是：先由 A, B, C 三点得 K_1 ，再由 K_1, C, D 三点得 K_2 ，再由 A, B, K_2 三点得 K_1' ，再由 K_1', C, D 三点得 K_2' ，再由 A, B, K_2' 三点得 K_1'' ，再由 K_1'', C, D 三点得 K_2'' ，……直至最后得到 K_1, K_2 点处夹角均为 120° 为止。

在上述邻近三点或四点作图时，增加 K 点处的角度愈小，修正后的管道长度缩短率愈大。此角度大于（或等于） 120° 时，此法失效。此外，采用在透明纸上作出 120° 三条射线来辅助图解是比较方便的。当然也可以采用几何方法计算，但是速度要慢些。

例二 试用上述方法对例一最小树进行修正。

按一定比例，将有关线段绘出，并作图求出 K 点和如下长度

$$AK = 68.6 \text{ m}$$

$$BK = 19.4 \text{ m}$$

$$CK = 47.0 \text{ m}$$

如此，管网总长度缩短为 365 m，节省管道长度 5 m（图 4）。

低压管道在管网形状呈长方形条件下环状网要比树状网经济些，由于环状网实施双向输水，使管道设计流量减小，从而管径也比树状网要小 $\sqrt{2}$ 倍。参考此系数可采用接近的市售商业管道管径值。如树状网采用 5 英寸管径时，则环状网大约用 4 英寸管径。

例三 试分析例二的管网采用环状网时经济性如何？已知管道为 5 寸 PE 管材，市售某厂 PE 管材价格为：

原书缺页

和管网有关,可表示为 $PC/100$, 则在投资偿还期 t 年内的总费用为 W_t :

$$W_t = C + (M_1 + \frac{PC}{100})t \quad (2)$$

式中 P ——每年扣除的折旧和维修费用,以管网造价的%计。

如以一年为基础求出年折算费用,即有条件地将造价算为一年的费用,得年折算费用值为

$$W = \frac{C}{t} + M$$

$$= (\frac{1}{t} + \frac{P}{100})c + M_1 \quad (3)$$

管网造价和管理费用都和管径有关,当流量已知时则和流速有关。因此,年折算费用可用流速的函数或直接以管径的函数表示。管径增大(流速减小)时,式(3)中右边第一项增大,第二项减小,年折算费用和管径以及和流速的关系见图5和图6,图中 W 曲线的最小纵坐标即经济管径 d_e 和经济流速 v_e 。

上述分析是从单一的管段着手进行的,即设计流量没有变化,管长已知,管径在全长上也不变。低压管道系统就属于这种情况,管网各管段的经济流速是相同的,和该管段的运行流量,其他管段的位置以及管网本身的形状都无关。

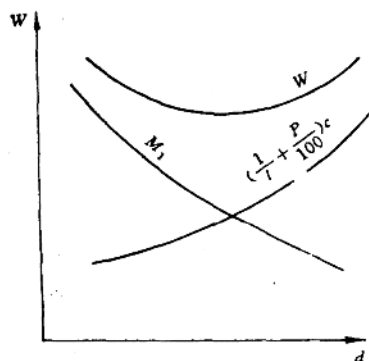


图 5

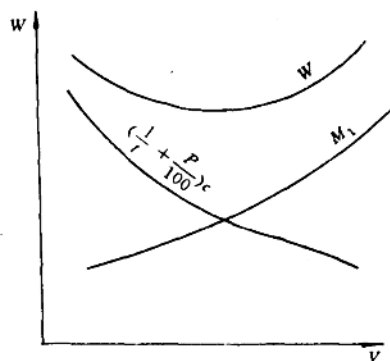


图 6

在实际设计工作中,为了简单起见,常用平均经济流速来选择管径,按流速求出的管径只是在经济上最有利的近似值。对于非重点工程项目可以采用此法。按照此法选择经济流速时要考虑动力价格、管材价格、施工费用、设计使用期限设备折旧维修费用等因素。我国各地区的电价、油价、管材价格及施工费用各不相同,各地区应有各自的经济流速。它是根据各地区的设计资料及经济技术条件计算出来的。下面介绍给水管网系统采用的经济流速表,备参考查用。

表 1 经济流速表

管 材	钢筋混凝土	石棉水泥	混凝土	硬塑料	陶 瓷
v_e (m/s)	0.8~1.5	0.7~1.3	0.5~1.0	1.0~1.5	0.6~1.1