

曲靖灌区某水库南干灌分段配水研究^①

何士华¹, 张立翔¹, 张洪明¹, 戴晓飞², 张能²

(1. 昆明理工大学 电力工程学院, 云南 昆明 650051; 2. 云南省曲靖地区水利水电局, 云南 曲靖 655000)

摘要 针对山区灌溉渠道的特点, 提出了干渠分段配水的方法, 分别对来水充足和来水不足条件下的干渠配水进行了理论分析和实例计算, 取得满意成果.

关键词: 灌溉渠道; 配水; 线性规划

中图分类号: TV214; S274.3 文献标识码: A 文章编号: 1007-855X(2002)01-129

- 04

0 前言

曲靖灌区位于云贵高原中部的乌蒙山区, 地处珠江源头的南盘江上游段, 系云南省唯一的百万亩灌区和重要的商品粮、烤烟、蚕桑、肉食品生产基地. 灌区全年降雨量的 60% 集中在 6~8 月份, 而作物灌溉的主要时段是春旱少雨期. 灌区内可供进一步开发的水源已十分有限, 规划今后水利建设的重点是进行灌区的续建配套和实施节水灌溉.

灌区内的某水库于 1954 年修建, 设南、北两干渠从水库引水灌溉. 南干渠项目区位于曲靖灌区中西部的曲靖城西南, 控制灌溉面积 0.183 万 hm^2 . 灌片南北长 12 km, 东西宽 5~10 km. 项目区内主要种植水稻、玉米、蚕豆、麦类、洋芋、蔬菜等作物. 南干渠总长 28.5 km, 于 1997 年对首段 9.573 km 进行了防渗衬砌, 98 年又对后段进行了续建配套, 使整个渠系的水利用系数有较大提高. 但整条干渠目前尚缺乏配套的灌水水量监测设施和科学的配水依据, 在水量充足时往往存在大水漫灌现象, 导致灌溉水资源的严重浪费; 在来水流量不足, 供需矛盾突出时, 又出现有限的水量得不到充分利用, 不能最大限度地发挥其经济效益的问题^[4].

某水库南干渠属山区引水渠道, 以自流灌溉为主, 渠系的干、支、斗、农渠的分级多根据自然渠沟的分布情况确定, 干渠沿程分布有近 100 个配水涵闸洞, 要想对干渠上的每一个分水口水流实施监控并在各分水口间进行水量的最佳分配是不现实的. 为此, 我们在进行项目区微机管理系统的开发时, 提出了分段监测和分段配水的方法, 即在综合考虑干渠的长度、分水口数目及其所控制的灌溉面积大小、项目区的行政区划等因素的基础上, 将整条干渠划分为若干段, 然后对所选定的若干控制断面水流进行自动监测, 并在各渠段间实施水量的分配. 其概化模型如图 1 所示.

作为“曲靖灌区某水库南干渠微机管理系统”整体的一部分, 本文主要介绍在来水充足和来水不足条件下, 干渠实施分段配水的原理、模型和方法, 并通过实例计算表明所提方法的有效性.

1 来水不足时渠道优化配水

当项目区来水不足时, 将出现来水与灌溉用水之间的矛盾. 这时, 灌溉管理部门和灌溉用水部门最为关注的问题是某次灌

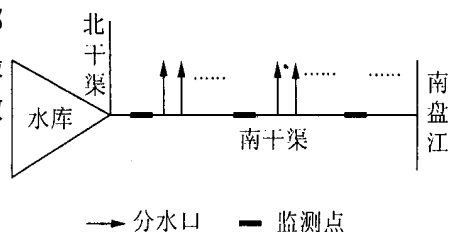


图 1 某水库南干渠概化模型

① 收稿日期: 2001-05-30;

第一作者简介: 何士华, 男, 1963 年生, 工学硕士, 副教授; 主要研究方向: 水资源规划与管理

水时,有限的灌溉水量如何在项目区内进行优化分配.

1.1 优化配水数学模型^[3]

根据干渠自动量水系统布置的安排,结合渠系分布的具体情况,在进行渠道优化配水计算时,将干渠共分为若干段,并将每段渠道上所有分水口引水量的和作为该渠段在某时段的配水量,建立如下的数学模型.

1.1.1 目标函数

从充分利用有限来水的角度出发,确定当来水不足时各渠段间优化配水的准则为:某次灌水时,项目区的水费收入最大.当各渠段分水口采用相同的水费单价时,目标函数为:

$$\max f = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_i + \dots + x_n$$

式中, n —— 干渠的分段数目;

i —— 渠段编号($i = 1, 2, 3, \dots, n$);

x_i —— 各渠段分水口的引水量之和,即各渠段的配水量,系模型的决策变量.

1.1.2 约束条件

(1) 面积约束:某次灌水,各渠段的优化灌溉面积不得大于其控制的灌溉面积,即

$$x_i \times y_i / m_i \leq M_{i1} + M_{i2} + \dots + M_{ij} + \dots + M_{ik}$$

式中, y_i —— 第 i 渠段自分水口至田间的综合灌溉水利用系数;

m_i —— 第 i 渠段控制灌溉面积上作物的综合净灌水定额;

j —— 作物编号;

k —— 作物种类数;

M_{ij} —— 第 i 渠段控制的第 j 种作物的灌溉面积.

显然,如果干渠共分为 n 段,则共有 n 个这样的约束.

(2) 总水量约束:分配给各渠段的水量之和不能大于可供总水量,即

$$x_1 / \eta_1 + x_2 / \eta_2 + \dots + x_i / \eta_i + \dots + x_n / \eta_n \leq 86\,400 \times Q \times T$$

式中: η_i —— 第 i 渠段水利用系数;

Q —— 某次灌水时,渠首的可引用流量(m^3/s);

T —— 某次灌水的灌水时间(天),一天按 24 h 计.

(3) 最小灌溉面积约束:为保证各渠段间收益均衡,分配给各渠段的优化灌溉面积必须大于或等于某一给定的最小灌溉面积,即

$$x_i \times y_i / m_i \geq M_{i1} \times r_{i1} / 100 + M_{i2} \times r_{i2} / 100 + \dots + M_{ij} \times r_{ij} / 100 + \dots + M_{ik} \times r_{ik} / 100$$

式中, r_{ij} 为给定的第 i 渠段第 j 种作物最小灌溉面积缩减系数(%).可由干渠管理部门确定,其值为规定的第 i 渠段第 j 中作物最小灌溉面积与相应的控制灌溉面积的比值.

显然,如果干渠共分为 n 段,则共有 n 个这样的约束.

1.2 优化配水计算结果

上述模型为一线性规划数学模型,对不同水文年份的灌水定额和各渠段控制的不同灌溉面积方案(考虑到作物种植结构调整),输入所需参数后,可用单纯形法求解.将某水库南干渠共分为 5 段(设 5 个监测断面),表 1 给出了针对干旱年份灌水定额和灌溉面积方案二得出的计算结果.

在给定水费单价时,即可据上表数据统计出不同时段各渠段最优的水费收入,不同时段干渠的水费收

入以及全年水费总收入.

表 1 来水不足时各渠段优化配水量(万 m³)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
渠首放水量	17.3	25.9	43.2	25.9	466.6	86.4	34.6	34.6	13.0	13.0	13.0	17.3
第一段	5.00	10.61	16.32	9.70	205.11	39.73	13.51	6.76	5.41	4.05	4.05	5.81
第二段	2.64	3.24	8.78	8.67	209.23	34.31	16.21	8.11	6.31	4.05	4.05	2.43
第三段	3.51	4.32	6.48	3.60	19.16	4.97	2.77	2.70	0.43	3.12	3.12	3.24
第四段	2.97	3.73	5.59	1.85	24.97	5.12	1.60	16.52	0.64	0.80	0.80	2.80
第五段	2.90	3.64	5.44	1.80	3.99	1.48	0.16	0.08	0.06	0.78	0.78	2.73

2 来水充足时渠道配水

当来水充足, 可保证渠道控制灌溉面积的灌溉用水要求时, 则干渠可按各渠段所控制的灌溉面积进行配水. 在已知不同作物的灌水定额并统计各渠段控制灌溉面积上作物组成的基础上, 可直接按灌溉面积和灌水定额计算出各渠段的配水量.

2.1 配水计算原理

对第 i 渠段而言, 某灌溉时段内的净灌溉用水量可按下式计算, 即

$$XJ_i = md_1 \times M_{i1} + md_2 \times M_{i2} + \dots + md_j \times M_{ij} + \dots + md_{ik} \times M_{ik}$$

式中: XJ_i —— 第 i 渠段某时段的净灌溉用水量(m^3);

md_{ij} —— 第 i 渠段某时段作物 j 的灌水定额(m^3/hm^2); 相应地, 第 i 渠段的配水量 x_i 为:

$$x_i = XJ_i / y_i$$

以上二式中, 符号 M_{ij}, y_i, k 的意义同前.

2.2 计算结果

依据上述原理, 对不同水文年份的灌水定额和各渠段控制的不同灌溉面积方案, 逐渠段逐时段计算, 即可得不同时段各渠段的配水量.

将某水库南干渠共分为 5 段(设 5 个监测断面), 表 2 给出了针对湿润年份灌水定额和灌溉面积方案一得出的计算结果.

表 2 按灌溉面积和灌水定额渠段配水量表(万 m³)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
第一段	8.12	10.83	16.21	9.50	212.15	46.55	16.24	8.12	6.50	4.06	4.06	8.12
第二段	8.11	10.81	16.08	8.90	177.62	39.46	13.51	6.76	5.41	4.05	4.05	8.11
第三段	8.11	10.81	16.08	8.90	110.05	25.95	8.11	4.05	3.24	4.05	4.05	8.11
第四段	8.0	10.67	15.87	8.77	75.25	18.93	5.33	2.67	2.13	4.00	4.00	8.00
第五段	7.80	10.39	15.46	8.64	18.10	7.40	0.78	0.39	0.31	3.90	3.90	7.80
渠首放水量	40.9	54.5	81.1	45.5	599.6	139.9	44.4	22.2	17.8	20.4	20.4	40.85

3 结论与讨论

根据山区灌溉渠道直接在干渠上布设众多配水涵闸洞的特点, 本文提出的实施分段配水的方法, 理论分析和实例计算表明了其可行性和有效性. 同时该方法也得到实际灌溉管理部门的认可.

渠道系统的合理配水与作物需水量预报、灌溉制度设计、灌溉用水量预报、灌区水源预报、水位流量自动化遥测等共同组成成套的灌溉用水微机管理系统的开发和研制, 是灌区管理工作发展的重要方向, 本文所介绍的内容只是“曲靖灌区某水库南干渠微机管理系统”整体的一部分.

参考文献:

- [1] 白宪台等. 欧阳海灌区干渠优化配水的递阶模型和求解技术[J]. 水利学报, 1995. (12): 1~ 10.
- [2] 吉光泽. 引黄灌区渠系优化配水研究[J]. 水利水电技术, 1992. (8): 45~ 47.
- [3] 郭元裕等. 灌排工程最优规划与管理[M]. 北京: 水利电力出版社, 1994. 15~ 27.
- [4] 云南省曲靖灌区水务管理局. 云南省曲靖灌区 1998 年度续建配套工程初步设计报告. 1998. 8.

A Study of Piecewise Water Distribution of the South Main Canal Taking off from a Reservoir in Qu- Jing Irrigated Area

HE Shi-hua¹, ZHANG Li-xiang¹, ZHANG Hong-ming¹, DAI Xiao-fei², ZHANG Neng²

(1. Faculty of Electric Power Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650051, China;

2: Qu- Jing District Water Resources and Hydropower Bureau, Qujiang 655000, China)

Abstract The paper proposes a method of the piecewise water distribution of main canal according to the characteristic of irrigation canal in mountainous area. Theoretical analysis and case calculation are carried out for the water distribution of main canal under the condition of that the available water flow is sufficient and insufficient respectively. The results are successful.

Key words: irrigation canal; water distribution; linear programming