

浅谈农作物灌溉用水计算在灌溉制度建立中的应用

高立玉

(临沂市河东区水务局, 山东 临沂 276034)

【摘要】 本文通过建立灌水模数,结合当地实际情况,介绍了灌溉用水进行计算和科学分析方法,为类似灌溉制度的建立提供借鉴。

【关键词】 水资源; 计算; 灌溉制度

中图分类号: TV214

文献标志码: A

文章编号: 2096-0131(2017)03-0045-04

On the application of crop irrigation water consumption calculation in irrigation system establishment

GAO Liyu

(Linyi Hedong District Water Authority, Linyi 276034, China)

Abstract: In the paper, irrigation modulus is established; local actual situation is combined for introducing calculation and scientific analysis method of water for irrigation. Reference is provided for establishing similar irrigation systems.

Key words: water resources; calculation; irrigation system

1 工程概况

陡山灌区位于临沂市西部,为确保粮食生产安全,提高水资源利用效率,现对四支渠下游末级渠系进行节水改造,支渠采用浆砌石衬砌,衬砌长度 5.1km,矩形断面,斗农渠衬砌长度 65.24km。本文选择有代表性,地形平坦、形状规则的东支 1 支作为典型设计。四支东支 1 支渠位于道口乡曹家庄村南部,以西干渠为水源,设计流量 0.46m³/s,灌溉面积 4060 亩,渠道为东西走向,设计比降为 1/2000,渠道断面形式为矩形,渠宽 1.0 m,设计水深 0.64 m,灌溉设计保证率 P = 75%。为充分利用当地有限的水资源,对灌溉用水科学分析,实现最大效益。

2 灌水模数确定

采用《灌溉与排水设计规范》(GB 50288—1999)中公式:

$$q_{ik} = \frac{\alpha_i m_{ik}}{864 T_{ik}} \quad (1)$$

式中 α_i ——第 i 种作物种植比例;

q_{ik} ——第 i 种作物第 k 次灌水的灌水率, m³/(s · 100hm²);

m_{ik} ——第 i 种作物第 k 次灌水的灌水定额, m³/hm²;

T_{ik} ——第 i 种作物第 k 次灌水的持续时间,d。

从上面参数,确定出相应的灌溉制度和种植比例,

计算初拟灌水模数。对初步制定的灌水模数图进行必要的调整,严禁对作物需求造成影响,对于主要作物的关键灌溉期要保证每次灌溉时间不发生变化。灌溉中间日向前推前不应超过3日,向后推迟也不应超过3日,优先选择前移。最小值应大于1/3的设计灌水模数,根据修正后的灌水模数图,取设计灌水模数为 $0.46\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{万亩})$ 。

3 作物灌溉用水计算

3.1 作物灌溉制度基本数据的确定

灌区土壤计划湿润层内大部分为砂壤土,占农田面积的85%,少部分为黏土。选用砂壤土为灌区代表性土壤。灌区土壤干容重取 $1.6\text{g}/\text{cm}^3$,田间持水量占干容重的24%,占土壤体积的33.8%。

表1 灌区夏水稻灌溉制度基本数据成果

项 目	生 育 阶 段							
	移栽返青	返青分蘖	分蘖拔节	拔节孕穗	孕穗抽穗	抽穗黄熟	黄熟收割	全生育期
生育阶段起止日期	6月20日— 6月27日	6月27日— 7月5日	7月5日— 7月27日	7月27日— 8月9日	8月9日— 8月18日	8月18日— 9月4日	9月4日— 9月30日	6月20日— 9月30日
生育期天数/d	8	8	22	13	9	17	26	103
作物需水摸系数/%	7.4	8.7	27.1	16.7	10.1	18.5	11.5	100
生育期耗水量/($\text{m}^3/\text{亩}$)	36.8	43.3	134.8	83.1	50.2	92	57.2	497.4
田面水层标准/mm	10~30	0~40	0~40	0~40	0~40	0~40	落干	
降雨允许蓄水深/mm	50	60	80	80	80	50	落干	

注 1. 夏水稻灌溉制度基本数据参考临沂市小埠南灌区实验站《水稻浅水湿润灌水技术实验成果总结》,并结合本次规划灌区情况而定。
2. 夏水稻灌水田间水层标准按“浅水插秧不飘秧,返青后四天一灌”的原则制定。
3. 生育阶段起止日期按小埠南灌区内调查情况,综合考虑而定。

表2 灌区冬小麦灌溉制度基本数据成果

项 目	生 育 阶 段							
	播种分蘖	分蘖越冬	越冬返青	返青拔节	拔节抽穗	抽穗腊熟	腊熟收获	合计
生育阶段起止日期	10月3日— 11月3日	11月3日— 12月3日	12月3日— 3月3日	3月3日— 4月3日	4月3日— 5月3日	5月3日— 6月3日	6月3日— 6月15日	
生育期天数/d	31	30	90	31	30	31	12	255
作物需水摸系数/%	7	8	10	13	23	16	23	100
作物需水量/($\text{m}^3/\text{亩}$)	22	25	31	40	71	50	71	310
计划湿润层深度/m	0.4	0.4	0.4	0.4	0.7	0.8	0.8	
允许最大含水量/%	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	
允许最小含水量/%	70	65	65	55	70	65	55	

表3 灌区春玉米灌溉制度基本数据成果

项 目	生 育 阶 段							合计	备注
	播种出苗	出苗拔节	拔节抽穗	抽穗灌浆	灌浆腊熟	腊熟成熟			
生育阶段起止日期	4月27日— 5月3日	5月3日— 5月26日	5月26日— 6月20日	6月20日— 7月1日	7月1日— 7月27日	7月27日— 8月7日			
生育期天数/天	6	23	25	11	26	12	103		
作物需水摸系数/%	3.1	17.7	29.6	13.8	31.4	4.4	100		
作物需水量/($\text{m}^3/\text{亩}$)	9	50	83	39	88	11	280		
计划湿润层深度/m	0.35	0.5	0.6	0.7	0.8	0.8			
允许最大含水量/%	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8			
允许最小含水量/%	60	50	60	60	60	60			

表4 灌区夏玉米灌溉制度基本数据成果

项 目		生 育 阶 段					合计	备注
		播种出苗	出苗拔节	拔节抽雄	抽雄灌浆	灌浆乳熟		
夏玉米	生育阶段起止日期	6月15日— 6月22日	6月22日— 7月16日	7月16日— 8月6日	8月6日— 8月26日	8月26日— 9月22日		
	生育期天数/d	7	24	21	20	27	99	
	作物需水模系数/%	5.4	17.4	26	25	27	100	
	作物需水量/(m ³ /亩)	14.3	46	68	66	70	262	
	计划湿润层深度/m	0.4	0.4	0.6	0.8	0.8		
	允许最大含水量/%	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8		
	允许最小含水量/%	60	50	65	75	65		

表5 灌区花生灌溉制度基本数据成果

项 目		生 育 阶 段					合计	备注
		播种出苗	出苗开花	开花饱果	饱果成熟			
花生	生育分阶段起止日期	5月1日— 5月15日	5月15日— 6月15日	6月15日— 8月20日	8月20日— 9月30日			
	生育期天数/d	14	31	66	42	153		
	作物需水模系数/%	5.1	15.9	53.2	25.8	100		
	作物需水量/(m ³ /亩)	18	56	186	90	350		
	土壤计划湿润层深度/m	0.4	0.6	0.7	0.7			
	土壤允许最大含水率 $\beta_{田}$ (体积%)	33.8	33.8	33.8	33.8			
	土壤允许最小含水率 β_{min} (占 $\beta_{田}$ %)	4	4	50	50			

3.2 旱作物灌溉制度的制定

3.2.1 制定方法和计算公式

根据灌区历年降雨资料和当地农户总结出的灌溉经验,结合灌溉试验田得出的相关数据,利用水量平衡图解的方法进行科学分析,得出旱作物灌溉制度,推求灌区历年灌溉需水量^[1]。

水量平衡方程式如下:

$$W_t - W_0 = W_T + P_0 + K_d + M - E \quad (2)$$

其中

$$W_0 = 6.67H_{苗}\beta_0 \quad (3)$$

$$W_T = 6.67(H_2 - H_1)\beta \quad (4)$$

$$P_0 = \sigma P \text{ (m}^3/\text{亩)} \quad (5)$$

式中 W_0 ——初期土壤计划湿润的土层深度内的含水量, m³/亩;

W_t —— t 时的土壤计划湿润的土层深度内的含水量, m³/亩;

W_T ——因土壤计划湿润的土层深度加深而增加的水量, m³/亩;

P_0 ——保持在土壤计划湿润的土层深度内的有效雨量, m³/亩;

K_d ——从0到 t 时间段的地下水补给量, 该区地下水埋深较大, 取 $K_d = 0$;

M ——从0到 t 时间段内的灌水量, m³/亩;

E ——从0到 t 时间段内的农作物需水量, m³/亩;

$H_{苗}$ ——作物出苗期间土壤计划湿润的土层深度, m;

β_0 ——作物出苗期间土壤的最佳含水率;

H_2 ——计算时间段后期的土壤计划湿润的土层深度, m;

H_1 ——计算时间段前期的土壤计划湿润的土层深度, m;

β ——($H_2 - H_1$)深度内土层平均含水率(以占土壤体积的%计);

P ——设计降雨量, $m^3/亩$, 一次降雨超过 5mm 时才有效;

σ ——降雨有效利用系数: 夏玉米 $m_\sigma = 0.6$; 冬小麦 $\sigma = 0.9$; 花生 $\sigma = 0.7$; 春玉米 $m_\sigma = 0.8$ 。

3.2.2 夏水稻灌溉制度的制定

a. 灌水定额的确定。采用水量平衡列表计算法, 并结合科学实验资料制定夏水稻灌溉制度, 水量平衡方程式如下:

$$h_1 + (p - d) + m - e = h_2 \quad (6)$$

式中 h_1 ——前一天末的田面水层深, mm;

h_2 ——当天末的田面水层深, mm;

p ——当天降雨量, mm;

d ——当天排水量, mm;

m ——当天灌水量, mm;

e ——水稻某生育阶段日平均耗水量, mm。

按式(6)逐日进行水量平衡计算, 直至生育期末计算完结, 即可得到夏水稻生育期的灌溉制度^[2]。

b. 泡田定额与晒田复水定额的确定。泡田定额与泡田前灌区土壤的含水量、透气性、泡田期、降雨量、地下水位以及泡田措施有关, 考虑到前茬作物收割前的停水落干, 若泡田期无足量降雨, 则按相同的泡田定额。

泡田定额计算公式:

$$M_{泡} = W_{饱} + W_{渗} + W_{蒸} + W_{水} \quad (7)$$

式中 $W_{饱}$ ——饱和土层水量, $m^3/亩$;

$W_{渗}$ ——渗层渗漏水量, $m^3/亩$;

$W_{蒸}$ ——田间蒸发水量, $m^3/亩$;

$W_{水}$ ——田间建立水层的水量, $m^3/亩$ 。

经计算: 泡田定额为 80mm, 晒田复水定额为 60mm。

c. 夏水稻灌水方法。灌水方法采用临沂市小埠东灌区试验站 1986 年编制的“水稻浅水湿润灌水技术试验成果总结”中的“浅水湿润灌溉技术”。

d. 夏水稻总灌溉定额。计算公式:

$$M = M_{泡} + M_{晒} + \sum M_i \quad (8)$$

式中 $M_{泡}$ ——泡田期泡田灌水定额, mm;

$M_{晒}$ ——晒田期复水灌水定额, mm;

M_i ——生育期灌水定额, mm。

e. 灌溉用水计算。灌区综合灌水定额:

$$m_{净} = \alpha_1 m_1 + \alpha_2 m_2 + \alpha_3 m_3 + \dots \quad (9)$$

式中 m_1, m_2, m_3 ——各种作物同一时间的灌水定额, $m^3/亩$;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ ——相应作物的种植比例。

f. 作物组成及复种指数见表 6。

表 6 陡山水库灌区作物组成及复种指数

作物名称	冬小麦	春玉米	夏玉米	花生	夏水稻	复种指数
种植比例/%	75	15	60	10	15	175

4 成果计算

通过以上计算方法和相关数据资料, 计算出主要农作物的日灌溉情况, 汇总后得每个月每种主要农作物的灌溉情况, 根据作物的复种指数, 即可计算出陡山水库灌区的灌溉制度^[3]。

5 结 语

陡山灌区末级渠系节水改造工程已经完成, 经运行实践证明, 通过科学的灌溉用水分析, 建立起针对性的灌溉制度, 大幅减少了工程开支, 提高了水资源的利用效率, 是一种可以大范围推广应用的水利方法。◆

参考文献

- [1] 王兆鹏, 徐振宇, 张建玲. 节水灌溉可行性研究阶段水资源平衡分析[J]. 中国农村水利水电, 2003(2): 28-29.
- [2] 张建玲, 尹纪成, 王传英. 水库灌区节水技术改造与水资源平衡分析[J]. 水利天地, 2007(11): 34-35.
- [3] 成雷. 输水管道水压试验的技术总结[J]. 水利建设与管理, 2016, 36(7): 27-30.