

小型库塘兴利计算简化方法探讨

(17)
53-55

林书竹 朱逢春 任广云 刘敏红

(临沂市水利勘测设计院 山东临沂 276001)

5273
5274.3

摘要 结合莒南县节水灌溉水源工程规划,对该县部分小型库塘进行了兴利计算,并将计算结果绘成兴利相关曲线。经相关分析发现,当各流域片的自然条件等基本相似时,小型库塘的兴利库容、节水灌溉面积和汇水面积间存在明显的相关关系,并且相关线精度满足工程要求。应用兴利相关曲线,可以极大地减少小型库塘的兴利计算工作量,加快丘陵山区节水灌溉工程建设速度。

关键词 节水灌溉;小型库塘;水利计算;相关曲线;农田水利

1996 年,山东省莒南县被国家列入全国 300 个节水增产重点县。水源工程规划中,水量平衡计算涉及小型水库 191 座,塘坝 89 座,共计 280 座。如果对每一座小型库塘都进行兴利调节计算,不但要耗费大量时间,而且资料不全,兴利计算无法进行;如果现场勘测搜集资料,则难度很大,而且要耗费大量人力、物力和资金,占用更多的时间,使工程规划设计时间大大地延长,进而影响工程建设周期。因此,对小型库塘兴利计算进行简化是很有必要的。

当两个流域的气象条件一致,自然地理情况基本相近,下垫面情况相似和流域面积相差不大时,就可以采用“水文比拟法”^[1]解决中小流域水文资料缺乏问题。那么,在上述条件一致的情况下,能否利用有基本资料的小型库塘的兴利计算成果,来推求其它没有资料的小型库塘的兴利计算结果呢?本文结合莒南节水灌溉规划,具体探讨这一问题。

1 自然概况及水量平衡片划分

莒南县位于东经 $118^{\circ}33' \sim 119^{\circ}11'$ 、北纬 $35^{\circ}06' \sim 35^{\circ}24'$ 之间,总面积 $1\,752\text{ km}^2$,地势北高南低,海拔高程一般为 $50 \sim 650\text{ m}$,山区、丘陵分别占全县面积的 13.5% 和 65.5% ,基岩主要岩性为震旦纪片麻岩和燕山期浅成岩浆岩,基岩以上覆盖层较浅。全县有沭河、滨海两大水系,流域面积分别为 892 km^2 和 860 km^2 ,两水系河流较多,除沭河是常流河外,其余均为源短流急,暴涨暴落的季节河。

划分流域水量平衡片,目的在于缩小影响库塘兴利计算的有关因素的差异,增强同一片内小型库塘兴利计算成果的相关性,提高小型库塘兴利相关

曲线的精度。兴利计算中,影响来水分析的因素主要有降水、径流、下垫面(地形、地质)及流域面积等。影响用水分析的因素有主要作物种植情况、产量水平、降水、蒸发、土壤和地下水等,此外,还有水库渗漏和蒸发损失。综合以上因素,水量平衡片划分的原则可归纳为:①同一片内降水、径流、蒸发量要基本相等,气象条件一致;②地形、地质、土壤等下垫面情况基本相近;③主要作物种类、产量、种植比例、复种指数等社会经济状况基本相同;④流域面积不要相差过大,植被情况略同。

莒南县基岩透水性弱,下垫面情况基本一致,小流域一般为闭合流域。多年平均降水量 842.7 mm ,多年平均径流量 316 mm ,降水年内分配不均,年际变化大,地域分布略有差异,最大差值为 65 mm 。按上述流域片划分原则,全县共分成三个水量平衡片:第一片为滨海水系龙王河流域和洙溪河流域,第二片为绣针河流域,第三片为沭河水系浍河、高榆河、鲁沟河流域。

2 来水计算

用适线法求得了各流域 85% 保证率的年径流深,尚缺少径流深年内各月分配值,陡山水库位于沭河水系浍河流域,具有长系列径流实测资料,浍河流域与其它水系流域自然条件等基本一致,故可按“水文比拟法”,将陡山水库典型年径流量的各月分配百分数移置到其它各流域,求得其它各流域的径流深月分配值,再根据各水库塘坝的汇水面积,求得水库塘坝的月来水量。

3 用水计算

小型库塘灌溉面积分布在丘陵区,土壤基本为砂土和砂土壤。根据作物种植情况和 85% 保证率典型年的降水、蒸发情况,制订作物的节水灌溉制度、算得典型年各月综合毛灌水定额^[2],用综合毛灌水定额乘以各小型水库塘坝的灌溉面积,求得各小型库塘灌区典型年各月灌溉用水量,即为小型库塘兴利计算的用水过程。

4 兴利调节计算

在上述来水、用水资料分析的基础上,按计入损失的完全年兴利调节算法,试算出各小型库塘 85% 保证率时的兴利库容和可发展的节水灌溉面积。

a. 水库水量损失计算。水库水量损失分为蒸发和渗漏损失两部分、水库渗漏按月平均库容(月平均蓄水量)的 1% 计算,水库蒸发损失水量按下式计算:

$$W_{\text{蒸}} = (E_{\text{水}} - E_{\text{陆}}) A_{\text{库}} / 10 \quad (1)$$

式中: $W_{\text{蒸}}$ 为水库蒸发损失水量、万 m^3 ; $E_{\text{水}}$, $E_{\text{陆}}$ 分别为水面蒸发量和陆面蒸发量, mm ; $A_{\text{库}}$ 为水库水面面积, km^2 。

b. 小型库塘年兴利调节计算。按某一时段(Δt)的水量平衡方程,在一个调节年度内、取 1 个月为一个计算时段,逐时段计算,第一次进行不计损失的调节计算,然后再计入损失进行调节计算,从而得出各小型库塘的兴利库容和灌溉面积,兴利计算成果见表 1~3。

5 兴利相关曲线图点据分析与评价

以水量平衡片为单位,利用表 1~3 中的调节计算结果,分别以兴利库容 V 和节水灌溉面积 A 为纵坐标,以库塘汇水面积 F 为横坐标,分片点绘小型库塘的 $V \sim F$, $A \sim F$ 关系曲线、如图 1 所示。

表 1 第一片小型库塘兴利调节计算结果

库塘名称	汇水面积 F/km^2	兴利库容 $V/\text{万 m}^3$	灌溉面积 A/hm^2
书院水库	20.5	195.2	322
寨山水库	5.6	53.2	84
曾家沟水库	0.64	5.5	10
张莲子坡水库	1.25	11.5	19.33
段家沟水库	1.1	10.3	16.67
畏沟水库	3.5	33	55.33
胶山水库	8.9	83.1	142.47
中峰(一)库	3.38	32	52.67
中峰(二)库	1.66	15.9	25.33
赵家村水库	4.75	44.5	75.33
演马水库	1.9	18.4	30
克石门水库	2.71	25.5	43.33

表 2 第二片小型库塘兴利调节计算结果

库塘名称	汇水面积 F/km^2	兴利库容 $V/\text{万 m}^3$	灌溉面积 A/hm^2
龙山水库	10.85	113.5	206.67
黄所水库	2	20.8	34
向阳水库	1.6	16.7	30
龙潭水库	2.5	25.9	46.67
龙门水库	2.7	28	50
西辛庄水库	0.78	8	12
上峪子水库	1.85	19	34
鳖盖子沟水库	1.08	11	18
摩天岭水库	0.88	9.2	14.87
河西水库	1.4	14.6	24.47
窑沟水库	0.51	5.1	7.47
张石旺水库	3.5	36.3	57.8

表 3 第三片小型库塘兴利调节计算结果

库塘名称	汇水面积 F/km^2	兴利库容 $V/\text{万 m}^3$	灌溉面积 A/hm^2
陈山水库	1.1	10	18
向阳水库	1.5	13	25.33
花沟水库	1.7	14.9	28
仕沟水库	4.2	37	65.33
柱山水库	7.8	69.3	113.33
山后水库	5.2	46.3	84.67
王结庄水库	0.94	8.09	8.13
竖旗山水库	2.5	22.3	38.93
小岭水库	0.55	4.4	11.13
西山水库	0.8	6.4	14.4
东店头水库	0.7	5.8	13.2

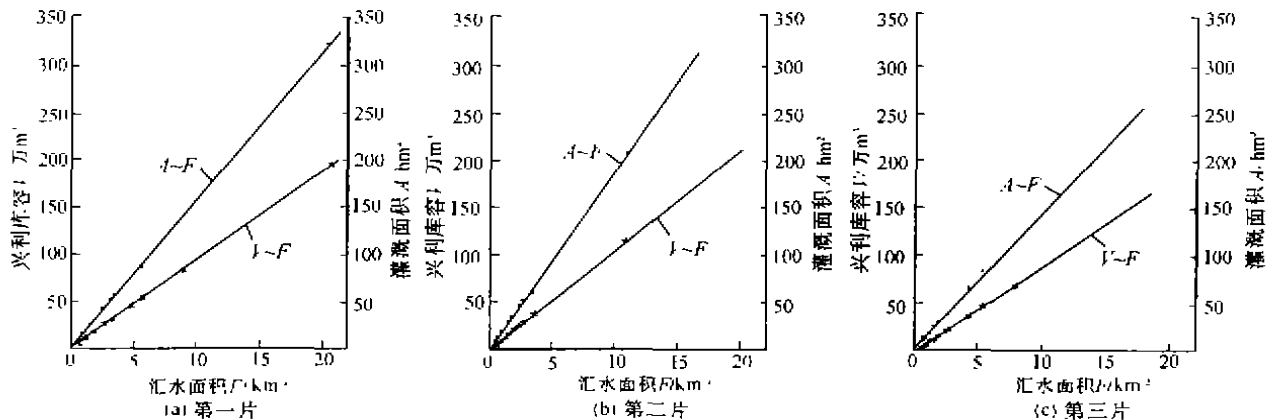


图 1 小型库塘兴利相关曲线

表4 小型库塘兴利相关分析结果

水量平衡 片名称	系列均值			相关系数		回归系列		回归线的均方差	
	F/m^2	$V/\text{万 m}^3$	A/hm^2	r_{V-F}	r_{A-F}	R_{V-F}	R_{A-F}	S_V	S_A
第一片	4.658	44.008	73.038	0.9998	0.9997	9.518	15.746	0.812	1.818
第二片	2.471	25.675	44.663	0.9999	0.9991	10.473	19.184	0.0001	2.2003
第三片	2.454	21.590	38.223	0.9999	0.9952	8.945	14.831	0.2083	3.386

5.1 点据分析

从图中可见,第一、第二片兴利相关曲线上的点据紧靠曲线,规律非常明显.第三片,图上的点据稍微分散,个别点据离曲线相对较远,但其分布规律亦较明显.该片点据相对分散的主要原因是该水量平衡片范围大,所涉及的小流域太多,以及库塘形状差异太大.在水文气象、基岩透水性等条件基本一致的情况下,造成点据偏离曲线的原因,在于库塘形状和死库容的大小.当库底平坦且面积较大时,蒸发损失所占的比重相应加大,因为小型库塘汇水面积和库容都较小,蒸发损失的影响相当可观.节水灌溉设计保证率较高,典型年干旱枯水,蒸发损失的影响更加显著.图1(c)中王结庄水库点据远离曲线就是一例.经调节计算,该库当死库容降至2.5万 m^3 时,可增加节水灌溉面积2.67 hm^2 ,占总设计节水灌溉面积的33%.

死库容过大,不仅蒸发损失增加,而且渗漏损失也加大,从而进一步加大了库塘水量损失,减少了灌溉面积.与王结庄水库相反的是山后水库,经计算,当山后水库死库容增至11.5万 m^3 时,可减少节水灌溉面积3.67 hm^2 ,占设计节水灌溉面积的4.33%.由此可见,科学合理地确定死库容,可使点据逼近兴利相关曲线.

5.2 相关分析与评价^[3]

从图中点据分布规律看,兴利库容、灌溉面积与库塘汇水面积的相关关系均为正相关直线关系.用表1中的数据,分片进行兴利相关分析,计算结果见表4.各流域片中,兴利库容与汇水面积、灌溉面积与汇水面积的相关线的回归方程为

$$V - \bar{V} = R_{V-F}(F - \bar{F}) \quad (2)$$

$$A - \bar{A} = R_{A-F}(F - \bar{F}) \quad (3)$$

式中: $V, \bar{V}$ 为兴利库容及其均值,万 m^3 ; $A, \bar{A}$ 为灌溉面积及其均值, hm^2 ; $F, \bar{F}$ 为汇水面积及其均值, km^2 ; R_{V-F}, R_{A-F} 为 V 倚 F 及 A 倚 F 的回归系数.回归方程中有关数值见表4.

由相关分析结果知,各流域水量平衡片的相关系数均在0.99以上,相关关系特别显著.回归方程 $V = f(F)$ 的最大均方差在第一水量平衡片, $S_V = 0.812$,占均值 $\bar{V}$ 的1.85%; $A = f(F)$ 的最大均方差在第三水量平衡片, $S_A = 3.386$,占均值 $\bar{A}$ 的8.86%,回归线的误差都不大于均值的10%,可见相关线精度较高,满足小型库塘节水灌溉水源工程规划要求.为进一步验证小型库塘兴利相关曲线的正确性和实用性,我们又对三皇山、老龙腰、新愚公等40多座小库塘进行了调查研究,发现用兴利相关曲线查算的结果与实际情况非常一致.

以上分析计算数据为85%保证率时的结果,当保证率降低时,典型年蒸发量减少,天然来水量增加,死库容的影响相对减少,兴利相关曲线的精度将会进一步提高.利用兴利相关曲线图,由已知的库塘汇水面积,查某一灌溉设计保证率下的兴利库容和灌溉面积,精度满足工程要求.兴利相关曲线图不仅可简化小型库塘兴利计算工作,缩短节水灌溉工程建设周期,而且对于山区小流域综合治理亦有较高的实用价值.

参考文献

- 1 李慧琰.水文预报与计算.北京:水利电力出版社,1982
 - 2 左东启.水工设计手册 第8卷.北京:水利电力出版社,1984
 - 3 金光炎.水文统计计算.北京:水利出版社,1980
- (收稿日期:1998-02-09 编辑:张志琴)

·简讯·

“水资源开发管理中的同位素技术国际研讨会”将在维也纳召开

国际原子能机构在联合国教科文组织的资助和国际水文科学协会国际示踪剂委员会(ICT)和世界气象组织的合作下,将在奥地利维也纳IAEA总部主办“水资源开发管理中的同位素技术国际研讨会”.会议的主要议题是:①大气圈和水圈界面过程;②地表水研究;③沉积研究;④地下水研究;⑤水文系统中同位素数据解释及估算方法;⑥同位素水文分析技术和最新进展.

参加会议的一般安排和信息见以下网址:<http://www.iaea.or.at/worldatom/meeting/mosae.html>

(摘自《国际水文计划信息》1998年,总第15期)