

簸箕李灌区干级渠道水量损失计算方法

崔 璇

(滨州市簸箕李引黄灌溉局,山东 惠民 251700)

摘要 簸箕李灌区的干级渠道作为输配两用渠道,其过流时间较长,流量较大,水量损失亦较大。以干渠传统水量损失测定方法为基础,对这种实践中的算法予以评估并提出新的测算办法。即考虑配水口位置及配水量,用平均流量法和积分法所求得的流量来代替经验公式中的净流量。

关键词 渠道 水量损失 计算方法

中图分类号 :TV133 **文献标识码** :A **文章编号** :1004-6933(2007)06-0025-03

Water loss calculation method of main canal in Bojili Irrigation District

CUI Xuan

(Management Bureau of Bojili Irrigation District in Binzhou City, Huimin 215700, China)

Abstract Filling the role of both transportation and distribution, the main canal in Bojili Irrigation District has long flow time, high flux and large water loss. Based on the traditional water loss calculation method for main channels and taking the location and water quantity of water distribution into consideration, a new method was established by using the mean discharge method and the integral method to calculate flux for replacing the net flux in the empirical formula.

Key words canal ; water loss ; calculation method

1 灌区基本情况

簸箕李灌区地处国家重点开发的黄河三角洲地区,灌区内土地肥沃,气候温和,阳光充足,适宜农、林、牧、渔全面发展。由于灌区长期缺乏投入,水费征收不到位,管理机构和制度不尽完善,管理粗放,灌水技术落后,目前仍采用传统的漫灌方式,加上渠道防冲率低、土地不平整,水在输送和利用过程中损失较多,渠系水利用系数仅 0.62,这必将加剧灌区水资源紧张状况。

灌区主要骨干工程有 渠首引黄闸 2 座,引水能力分别为 100 m³/s、50 m³/s;总干渠 1 条,长 38 km;干渠 2 条,分别长 28.5 km 和 66 km;支渠 144 条,总长 927.5 km;渠系建筑物 1 364 座。

目前,灌区正在开展以节水为中心的续建配套与节水改造工程,需要尽可能准确地评价灌区渠道输水性能与运行特性,利用工程措施改善用水管理

状况、提高水的利用率。因此需要研究灌区干级渠道的水量损失计算方法,而后进一步综合计算出各级渠道的渠系水利用系数,以指导节水灌溉和灌区续建配套及节水改造的健康发展。

2 渠道水量损失计算方法

2.1 传统计算方法及存在的问题

渠道水利用系数是反映渠道水利用程度的一个重要指标,即某条渠道的出口流量与进口流量的比值。它也是集中反映灌溉工程质量、灌溉技术水平和灌溉用水管理水平的一项综合指标。

影响渠道水利用系数的主要因素是渠道渗漏损失,簸箕李灌区干、支、斗、农各级渠道基本上是配水渠道,仅在干渠设有量水设施。A. H. 考斯加可夫经验公式^[1-2]

$$\begin{aligned} S &= \sigma Q \\ \sigma &= aQ^m \end{aligned} \tag{1}$$

式中: S 为每千米渠段上的流量损失; σ 为单位流量在单位流程上的损失量; Q 为渠道净流量, m^3/s ; a 为渠床土壤透水系数; m 为渠床土壤透水指数。

该计算方法应用在实际灌溉管理中的不足之处 ①该经验公式是在毛流量已知的情况下,通过反复试算推求净流量,这样计算工作量较大。目前灌区内渠道一般都是输配水两用,尤其是簸箕李灌区的干渠各配水口上无量水设施,要在各配水口之间利用经验公式,采取试算的方法求损失是难以实现的。②式(1)中, σ 是随渠道内的净流量的变化而变化的,但在计算较长的一段渠段时,却假定上、下游的 σ 不变。这种假定随着计算渠段的生长而误差加大。③在渠道土质相同条件下(即 a 、 m 相同),式中假定每千米渠段上的流量损失 S 是一个常数,而实际 S 是随 Q 的大小而增减。由于存在输水损失,因而单位渠道的流量损失必然是渠首大于渠尾的。所以把 S 作为一个常数,计算结果是不精准的。

2.2 新公式的推求

针对式(1)的不足之处,利用积分推导出新的公式,并用中等透水性($a = 1.9$, $m = 0.4$)的渠道加以验证。灌区的实际评估中,是在两侧流站之间取该段平均流量,即 $(Q_{\text{in}} + Q_{\text{out}})/2$ 来代替经验公式中的净流量计算渗漏损失,没有考虑沿渠各配水口的影响。由于各配水口的分布和各配水口所控制的面积在渠段上分配的不均衡性,其误差较大,当各配水口分配的流量在渠道的前半部分大于后半部分时,采用 $(Q_{\text{in}} + Q_{\text{out}})/2$ 计算所得值偏大,反之偏小。只有当渠道上各配水口的分布及其分配流量均匀时,采用 $(Q_{\text{in}} + Q_{\text{out}})/2$ 作为平均流量才是合理的^[3]。本文考虑配水口位置及配水量,用平均流量法和积分法所求得的流量来代替经验公式中的净流量。

a. 平均流量法。假定一长为 L 的渠道,控制的总灌溉面积为 A ,渠道上有 n 个配水口,第 i 个配水口控制面积为 A_i ,分配流量为 Q_i ,第 i 个配水口与第 $i-1$ 个配水口之间的距离为 L_i ,并假定 Q_i 与 A_i 成固定比例。 Q_{in} 与 Q_{out} 分别为干渠进口和出口流量。不考虑输水损失,将各配水口视为节点,对任意节点而言,流入节点的流量为前一段的平均流量,流出的为下一段的平均流量,各渠段的平均流量:

$$\left. \begin{aligned} \bar{Q}_i &= Q_{\text{in}} \\ Q_i &= \frac{A_i}{A}(Q_{\text{in}} - Q_{\text{out}}) \\ \bar{Q}_{i+1} &= \bar{Q}_i - Q_i \end{aligned} \right\} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (2)$$

式中: $\bar{Q}_i$ 为第 $(i-1)$ 个配水口与第 i 个配水口之间渠段的平均流量。

根据各配水口之间的距离在整段渠道中所占权

重,将各段的平均流量加权平均得整段渠首的平均流量。设 w_i 为第 $(i-1)$ 个配水口与第 i 个配水口之间的距离在整段渠道中所占权重,即 $w_i = L_i/L$ ($i = 1, 2, 3, \dots, n+1$),则整段渠道的平均流量

$$\bar{Q} = \sum_{i=1}^{n+1} \bar{Q}_i w_i$$

b. 积分法。若渠道毛流量为 $Q_{\text{毛}}$,经过流程 L 后的流量为 Q ,再经过流程 dL ,若损失流量为 dQ ,则从渠首经过流程 $L + dL$ 后的净流量为 $Q - dQ$ 。在 dL 渠段内,单位流量在单位流程上的损失量

$$\sigma = \frac{dQ}{Q dL} = \frac{ra\beta}{100 Q^m}$$

积分

$$\int_Q^{Q_{\text{毛}}} Q^{m-1} dQ = \int_0^L \frac{\beta ar}{100} dL$$

式中: r 为地下水顶桩系数,若无地下水顶桩,则 $r = 1$; β 为采取防渗措施后渠床渗漏水量的折减系数,若无衬砌则 $\beta = 1$ 。

经过流程 L 后,净流量

$$Q = \left(Q_{\text{毛}} - \frac{\beta arm}{100} L \right)^{m^{-1}} \quad (3)$$

若知毛流量,可由式(5)得

$$\Delta Q = Q_{\text{毛}} - Q = Q_{\text{毛}} - \left(Q_{\text{毛}} - \frac{\beta arm}{100} L \right)^{m^{-1}} \quad (4)$$

式(4)与式(1)相比,优点是知道毛流量后不再需要通过试算求净流量。

在考虑有配水影响时,假定条件和上述的相同,并假定 η 为利用系数,则第 i 个配水口所分配的流量

$$Q_i = [Q_{\text{in}} - Q_{\text{out}} - (1 - \eta) Q_{\text{in}}] A_i / A$$

先假定 η 值,便可求得各配水口所分配的流量 Q_i ,因为各配水口之间的渠道可视为输水渠道,则应用式(4),逐段求段末的净流量,其递推公式

$$\left. \begin{aligned} q_1 &= \left(Q_{\text{in}} - \frac{\beta arm}{100} L_1 \right)^{m^{-1}} \\ q_{i\text{毛}} &= q_{i-1} - Q_{i-1} \\ q_i &= \left(q_{i\text{毛}} - \frac{\beta arm}{100} L_i \right)^{m^{-1}} \\ q_{n+1} &= Q_{\text{out}} \end{aligned} \right\} \quad (i = 2, 3, \dots, n+1)$$

式中: q_i 为第 i 段初的末流量; $q_{i\text{毛}}$ 为第 i 段初的毛流量。

c. 式(4)的应用及其结果。簸箕李灌区主干渠道各渠段的首尾都设有测流站,在供水期间各测流站每天测流 3 次,即在每个灌溉周期内,各渠段首尾的流量是已知的,且各渠段上支级配水口的位置及相应控制的灌溉面积也是已知的。根据簸箕李灌区

表 1 簸箕李灌区各干级渠段水利用系数

%

渠段	多年平均		最大年平均		最小年平均	
	平均流量法	积分法	平均流量法	积分法	平均流量法	积分法
闸口—夹河	86.1	86.2	87.2	87.3	85.6	85.7
夹河—沙河	92.4	92.4	92.7	92.7	91.6	91.7
沙河—陈谢	86.8	86.8	87.4	87.4	86.0	86.0
沙河—石皮	85.7	85.9	84.9	84.7	83.2	83.4
陈谢—刘庙	89.7	89.7	90.1	90.1	89.9	89.9
刘庙—白杨	86.8	86.9	87.0	87.2	85.7	85.6

干渠各测流站 1992 ~ 2004 年的实测资料,采用平均流量法和积分法计算各渠段输水效率见表 1。

从表 1 中 2 种方法的计算结果可以看出,渠道水利用系数与渠段长度、过流量有一定关系。若直接采用经验公式进行求算,因为各配水口所分配的流量是未知的,所以第二段及以后渠段毛流量也未知,则计算无法继续或精确。在量水设施并未具体到每个配水口的情况下,可采用式(4)的方法。

3 结 论

对于大多数大型灌区,干渠作为输配水两用时,其利用系数不是纯粹的输水效率,还包括了配水效率。其次,渠道水利用系数与各配水口的分布和各配水口的流量有关,在个配水口的位置和控制面积较均匀的情况下,可用 $(Q_{in} + Q_{out})/2$ 来计算流经渠道的平均流量,然后用平均流量来计算水量损失,在

各配水口的位置和控制面积较不均匀的情况下,则最好用积分法来求算。如灌区沙河—石皮段,其渠段长 28.5 km,沿渠支闸、涵洞等引水口分布杂乱无续,设计过流量从 0.5 ~ 2.0 m³/s 不等,基此,式(4)克服了传统计算方法中用毛流量代替净流量的不足,并可进一步分析渠道水量损失与渠段长度、过流量之间的关系。

参考文献：

[1] 李远华,罗金耀.节水灌溉理论与技术[M].武汉:武汉大学出版社,2003 33-34.
[2] 郭元裕.农田水利学[M].北京:中国水利水电出版社,1997 97-99.
[3] 许迪,蔡林根,茆智,等.引黄灌区节水技术策略研究[M].北京:中国农业出版社,2004 66-74.

(收稿日期 2006-07-18 编辑 舒 建)

(上接第 24 页)

4 结论和建议

4.1 结论

通过对水源区的面源污染防治,将产生巨大的社会效益、生态效益,对构建水源区和谐社会,促进水源区社会经济的全面发展起到推动作用。水质的改善和涵养水源能力的增加,为昆明市城市饮水提供安全保障,对促进昆明市的社会经济可持续发展起到重要的作用。

4.2 建议

- a. 针对水源区现状,为建立更加有效的防护体系,建议水源区内建立农田防护林带和护岸林带。
- b. 水源区内坡面上种植经济、果树林,防止水土流失。
- c. 建议对水源区的土壤污染情况进行跟踪监测,了解不同地区土壤的污染状况,有针对性地进行根治。

d. 为摸清水源区的基本情况,建议在水源区内开展土地利用现状和水土流失现状的高精度的遥感调查,为后续水源区面源污染防治的综合治理提供基础数据。

e. 以前在水源区内主要营造针叶林为主的水源涵养林,如云南松等,这些林分质量较差,水源涵养能力弱,易产生病虫害灾害,使管理难度加大,运行成本偏高。因此在下一步工作中,建议有计划地对水源区进行林分改选,防止‘绿色沙漠’出现。

f. 为促进水源区内的各项政策顺利实施,建议在嵩明县和盘龙区之间建立联合协调机制,对水源区内群众采取相同的补助政策,防止由于政策不同而产生的矛盾。

参考文献：

[1] 王志飞.松华坝水源区水污染与保护对策分析研究[J].云南水利水电,2005(4) 33.

(收稿日期 2006-06-19 编辑 舒 建)