

# 浑蒲灌区参考作物需水量的研究

张广涛, 胡冰, 王丽学\*, 张丹, 周岩松

(1. 辽宁省沈阳市水利科学研究所, 辽宁沈阳110003; 2. 沈阳农业大学水利学院, 辽宁沈阳110161; 3. 辽宁省沈阳市水利局, 辽宁沈阳110003)

**摘要** 采用联合国粮农组织最新推荐的Penman-Monteith公式, 分析了浑蒲灌区参考作物需水量。结果表明, 在生育期内浑蒲灌区参考作物需水量的变化规律表现为先增大后逐渐减小。

**关键词** 浑蒲灌区; 参考作物需水量; Penman-Monteith公式

中图分类号 S11 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)04-00960-01

## Study of Reference Crop Evapotranspiration in Hunpu Irrigation District

ZHANG Guang tao et al (Institute of Shenyang Water Conservancy Science, Shenyang, Liaoning 110003)

**Abstract** The reference crop evapotranspiration in Hunpu irrigation district, Liaoning province was calculated with the equation of Penman-Monteith recommended by FAO. The results showed that the reference crop evapotranspiration in Hunpu irrigation district increased first and then decreased gradually.

**Key words** Hunpu irrigation district; Reference crop evapotranspiration; Equation of Penman-Monteith

浑蒲灌区是辽宁省大型灌区之一, 位于沈阳西南部, 南临浑河, 西临蒲河, 北临小浑河, 东临沈山线铁路, 包括于洪、新民及辽中三县区的19个乡镇和2个国营农场。该区东西长60 km, 南北宽20 km。地形东北高, 西南低, 地面高程由沈阳附近38 m逐渐向西南倾斜。浑蒲灌区由市浑蒲、新民浑蒲、辽中浑蒲3个部分构成。灌区设计灌溉面积3.12万hm<sup>2</sup>, 实际灌溉面积2.60万hm<sup>2</sup>。三县区以沈阳站为代表站。该区年平均雨量为707.7 mm, 7、8月雨量约占全年降水量的48.3%; 多年平均蒸发量为1409.5 mm, 5、6月多年平均蒸发量都在200 mm以上, 作物生育期蒸发量占年蒸发量的77.7%; 多年平均气温为7.9℃, 8月气温最高, 1月气温最低, 作物生育期平均气温19.9℃; 冬春两季多北风, 夏秋多南风, 间有西南风。

作物需水量是农田水分循环系统中最重要的因素之一, 是水利工程规划设计管理和节水农业研究的重要组成部分。而参考作物需水量又是作物需水量确定的关键。因此, 参考作物需水量的确定对指导农业生产有着极其重要的意义。

### 1 参考作物需水量计算模型

1992年FAO对参考作物需水量重新进行了定义。假想参考作物冠层的蒸发速率, 假想作物高度为0.12 m, 固定叶面阻力为70 m/s, 反射率为0.23, 类似于表面开阔、高度一致、生长旺盛、完全遮盖地面而不缺水的绿色草地的蒸发、蒸腾量, 计算公式为Penman-Monteith公式<sup>[1]</sup>。该方法以能量平衡和水汽扩散理论为基础, 不但考虑了作物的生理特征, 而且考虑了空气动力学参数的变化, 具有比较充分的理论依据和较高的计算精度。该文采用Penman-Monteith公式(表1)计算参考作物需水量。

### 2 浑蒲灌区参考作物需水量

根据1995~2004年相关资料, 应用Penman-Monteith公式计算浑蒲灌区各年逐日参考作物需水量, 然后求得浑蒲灌区逐日参考作物需水量多年均值。部分计算结果见表2, 年内变化规律见图1。

由表2、图1可知, 浑蒲灌区参考作物需水量在生育期

表1 Penman-Monteith公式计算过程及有关变量

	公式	单位
第i天参考作物需水量 $ET_{ci}$	$ET_{ci} = \frac{0.408 (R_n - G) + \frac{900}{T_i + 273} U_{2i} (e_{si} - e_{di})}{\Delta + (1 + 0.34 U_{2i})}$	mm/d
第i天饱和水汽压 $e_{si}$	$e_{si} = 0.611 \exp\left(\frac{17.27 T_i}{237.3 + T_i}\right)$	kPa
第i天实际水汽压 $e_{di}$	$e_{di} = \frac{1}{2} e^{a(T_{\max})} \frac{RH_{\min i}}{100} + \frac{1}{2} e^{a(T_{\max})} \frac{RH_{\max i}}{100}$	kPa
第i天饱和水汽压—温度曲线斜率 $\Delta$	$\Delta = \frac{4098 e_{si}}{(T_i + 237.3)^2}$	kPa/°C
湿度常数 $\gamma$	$\gamma = 0.00163 \frac{P}{T_i}$	kPa/°C
大气压 $P$	$P = 101.3 \left(\frac{293 - 0.0065 H}{293}\right)^{5.26}$	kPa
潜热 $\lambda$	$\lambda = 2.501 - 0.002361 T_i$	MJ/kg
2 m高处第i天平风速 $U_{2i}$	$U_{2i} = \frac{4.87}{\ln(67.8Z - 5.42)} U_{zi}$	m/s
第i天净辐射 $R_{ni}$	$R_{ni} = R_{ns} - R_{nl}$	MJ/(m <sup>2</sup> ·d)
短波辐射 $R_{ns}$	$R_{ns} = 0.77(0.25 + 0.5 \frac{n_i}{N}) R_0$	MJ/(m <sup>2</sup> ·d)
净长 $R_{nl}$	$R_{nl} = 2.45 \times 10^{-9} (0.1 + 0.9 \frac{n_i}{N}) (0.34 - 0.14 e_{di}) (T_{sk}^4 + T_{kn}^4)$	MJ/(m <sup>2</sup> ·d)
碧空太阳总辐射 $R_a$	$R_a = 37.6 d_r (\sin \delta \sin \phi + \sin \delta \cos \phi \cos \omega_s)$	MJ/(m <sup>2</sup> ·d)
日地相对距离 $d_r$	$d_r = 1 + 0.033 \cos\left(\frac{2\pi}{365} i\right)$	
太阳磁偏角 $\delta$	$\delta = 0.409 \sin\left(\frac{2\pi}{365} i - 1.39\right)$	rad
日落时角度 $\omega_s$	$\omega_s = \arccos(-\tan \phi \tan \delta)$	rad
第i天最大日照时数 $N$	$N = \frac{24}{\pi} \omega_s$	h
第i天土壤热通量 $G$	$G = 0.38(T - T_{-1})$	MJ/(m <sup>2</sup> ·d)
第i天最高绝对温度 $T_{sk}$	$T_{sk} = 273 + T_{\max i}$	K
第i天最低绝对温度 $T_{kn}$	$T_{kn} = 273 + T_{\min i}$	K

内变化规律表现为先增大, 最大值出现在5月末(日序数为150左右), 约为5.37 mm/d; 然后逐渐减小, 最小值出现在9月下旬(日序数为268左右), 约为2.16 mm/d。

作者简介 张广涛(1964-), 男, 辽宁灯塔人, 教授, 从事农田水利方面的研究。\* 通讯作者。

收稿日期 2006-10-30

(下转第962页)

表2

浑蒲灌区逐日参考作物需水量多年均值

mm/d

日序数	ET <sub>0</sub>	日序数	ET <sub>0</sub>	日序数	ET <sub>0</sub>	日序数	ET <sub>0</sub>	日序数	ET <sub>0</sub>
132	4.23	145	4.77	157	4.58	244	3.10	257	3.01
133	3.95	146	5.12	158	4.21	245	3.70	258	2.92
134	3.63	147	4.69	159	4.49	246	3.38	259	2.36
135	4.23	147	4.69	160	4.41	247	2.85	260	2.22
136	4.63	148	4.13	161	4.56	248	2.81	261	2.49
137	4.22	149	4.14	162	4.69	249	2.94	262	2.24
138	4.66	150	5.37	237	3.71	250	2.99	263	2.54
139	3.86	151	4.98	238	3.31	251	2.75	264	2.44
140	4.46	152	4.24	239	3.12	252	2.72	265	2.48
141	4.57	153	4.35	240	3.21	253	2.94	266	2.26
142	4.27	154	4.56	241	3.16	254	2.97	267	2.33
143	4.42	155	5.13	242	3.27	255	3.04	268	2.16
144	4.40	156	4.82	243	3.65	256	2.95		

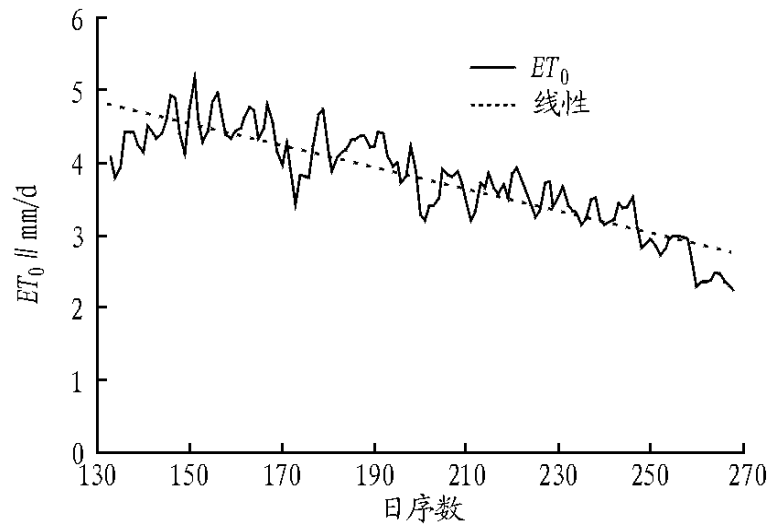


图1 浑蒲灌区逐日参考作物需水量年内变化规律

### 3 结论

该文利用 Penman-Monteith 公式分析了浑蒲灌区逐日参考作物需水量多年均值及其年内变化规律。这为今后进一步开展相关研究积累了经验,并且为灌区的作物需水量逐日预报、渠系动态配水计划制定提供参考。但应该指出的是,灌区历史气象资料是分析的基础,故在收集气象资料时应确保全面、准确。

### 参考文献

- [1] 孙景生,刘祖贵,张寄阳,等. 风沙区参考作物需水量的计算[J]. 灌溉排水,2002(2):17-24.