

农田土壤水资源评价中降雨量的修正*

杨兴国 柯晓新 张旭东 杨启国

(兰州干旱气象研究所, 兰州 730020)

提 要

利用大型称重式蒸渗计测得的地面降雨量(P)和自记雨量筒测得的次降雨量(P')进行比较, 结果表明两者之间存在较好的线性关系, 而且地面雨量大于雨量筒测量的次降雨量, 平均雨量订正系数 K 为 0.037. 当降雨持续时间小于 6 h 时 K 值在 0.04~0.045 之间, 不同降雨持续时间之间差值不大; 当降雨持续时间大于 6 h 时, K 值为 0.027. 随着降雨强度的增大, 降雨订正系数呈下降趋势. 根据不同降雨强度下的降雨订正系数对甘肃河东 19 个气象站 6~9 月的雨量修正结果表明, 各站降雨量比次降雨量多 11.7~27.4 mm, 区域平均降雨量比次平均降雨量高 18.4 mm.

关键词: 降雨量 修正

国内外研究发现, 由于天然或人为因素, 现有台站雨量实测资料与真正到达地面的降水量有明显差别. 为此, 对降雨量进行修正是农田土壤资源评价中的一项重要的工作. 为合理利用土壤水资源提供科学依据.

1 资料的观测和选取

蒸渗计测定降雨量的工作原理柯晓新等^[1]、李宝庆等^[2]已有专门论述. 其基本原理是采用水平衡方程

$$P + I + R + E_g = E_T + D + \Delta W \quad (1)$$

式中 P : 大气降水、 I : 灌溉量、 R : 地表径流、 E_g : 毛管上升补充量、 E_T : 蒸散量、 D : 土壤深层渗漏量、 ΔW : 土壤含水量的变化值(即蒸渗计重量变化值), 单位均为 mm. 对于旱半干旱养农业区, 由于无灌溉量, $I = 0$. 在蒸渗计设计中盛土容器切断了与地表水的交换, $R = 0$; 同时也切断了与深层土壤水分的交换, $E_g = 0$ 、 $D = 0$. 由此式(1)可简化为式(2). 在降雨时蒸散量很小且观测时段较小的情况下, 蒸渗计测得土壤含水量的变化即是降雨量.

$$P = E_T + \Delta W \quad (2)$$

地面降雨量由安装于兰州干旱气象研究所定西综合试验站的大型称重式蒸渗计测得. 综合试验站海拔高度 1896.7 m, 经纬度分别为 $104^\circ 37'E$, $35^\circ 35'N$. 周围地势平坦, 在主导偏南、偏北风向的上风方均是农田, 无高层建筑物和树木, 其下垫面过渡区在观测点

* 1999-08-16 收到, 2000-01-21 收到修改稿.

东南、南南东方向长约 400 m, 西北、北北西方向长有几公里, 代表性较好。蒸渗计有效蒸散面积约 4.0 m^2 , 原状土柱深 2.6 m, 测试精度 $0.1 \text{ mm}^{[1]}$ 。蒸渗计观测有计算机自动控制, 每 2 h 开机一次。为了消除系统误差, 正点前 5 min 开始观测, 正点后 5 min 停止观测, 取计算机采集到的数据平均值代表该时刻的测量值, 观测时间为 1995、1996 年 2 年。雨量自记资料采用与试验站相毗邻的定西气象观测站的实测值。雨量筒和蒸渗计之间相距约 50 m, 且两者之间无任何建筑物, 下垫面均匀。雨量筒观测时段为每年 5 至 9 月, 故蒸渗计的观测资料同样取 5 至 9 月。

2 资料处理和结果分析

(1) 降雨量和次降雨量的关系 定义蒸渗计测得雨量为地面降雨量 P , 自记雨量筒测得雨量为次降雨量 P' , 则雨量订正系数 K 为

$$K = \frac{P - P'}{P'} \quad (3)$$

由次降雨量 P' 和地面雨量 P 进行比较表明(图 1), 地面降雨量大于次降雨量, 而且地面降雨量和次降雨量之间存在较好的线性相关, 相关系数达 0.996, 平均雨量订正系数为 0.037。

(2) K 值和降雨持续时间的关系 降雨持续时间是指从雨量自记记录上看间歇时间不超过 1 h 的连续降雨时间。为了进一步分析在不同降雨持续时间下 K 值的变化范围, 将降雨量持续时间划分为 0~2 h, 2~4 h, 4~6 h, 6~12 h, 12~24 h, 24 h~ ∞ 等 6 个等级, 分别计算了在 6 个等级下的 K 值(见表 1)。分析发现在 0~2 h, 2~4 h, 4~6 h 3 个降雨持续时间等级内 K 值基本相同, 在 0.04~0.045 之间, 不同持续时间的差值不大; 当降雨持续时间大于 6 h 时, K 值为 0.027, 与前 3 个等级的 K 值相差较大。

(3) K 值和降雨强度的关系 为进一步探索降雨订正系数和降雨强度的关系, 根据彭素琴等^[3]的研究结果, 将降雨强度划分为 0.1~1.0, 1.0~2.0, 2.0~3.0, 3.0~4.0, 4.0~5.0, 5.0~6.0, 6.0~7.0, 7.0~8.0, 8.0~9.0, 9.0~10.0, >10.0 mm/h 等 11 个等级。在不同降雨强度下分别计算出降雨量、次降雨量和 K 值(见图 2)。由图 2 可见, 随着降雨强度的增大, 降雨订正系数呈下降趋势。

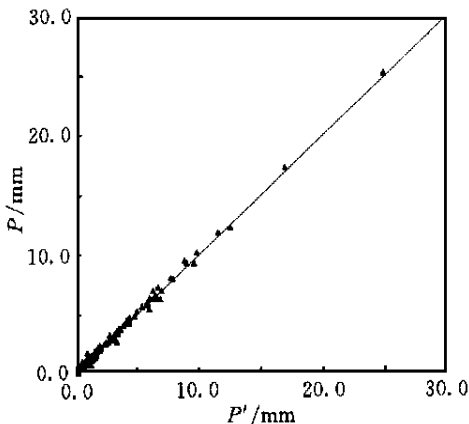


图 1 降雨量 P 和次降雨量 P' 的关系

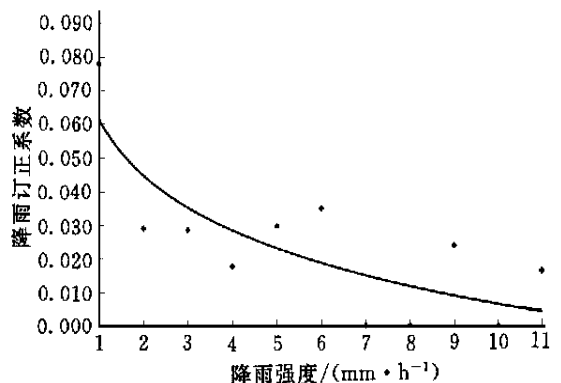


图 2 降雨强度和降雨订正系数的关系

表 1 降雨持续时间和降雨量订正系数的关系

降雨持续时间/h	次降雨量/mm	降雨量/mm	降雨订正系数 $K(\times 100)$
0~ 2	113.4	118.3	4.3
2~ 4	29.8	31	4.0
4~ 6	94.9	99.2	4.5
6~ 12	175.8	180.6	2.7
12~ 24	0	0	
24~ ∞	0	0	

3 讨 论

由上述试验结果不难发现, 降雨订正系数的大小与降雨强度的大小有直接的关系. 雨强小, K 值大, 而当雨强较大时, K 值小. 这是由于降雨强度较小时, 雨滴相应也小, 易受风力和近地层湍流的影响, 反之, 则受其影响较小. 试验结果与程维新等^[4]的推荐值以及由懋正等^[5]在河北栾城的同期试验结果比较相近. 栾城的 K 值为 0.067, 与定西的 K 值 (0.037) 量级相当. 值得指出, 由于蒸渗计的测量是由计算机自动控制在正点时观测, 雨期蒸发无法考虑, 这会导致蒸渗计所测降雨量较实际到达地面的降雨量偏低. 由懋正等^[5]的研究也证明了这一点.

有关研究表明造成降雨量测量误差的主要原因是风力、地面湍流、雨滴溅泼等因素. 雨滴愈小, 风力愈大, 测量误差也愈大. 这一解释与定西的试验结果基本相符. 需要特别指出的是由于受地域限制, 本试验所引用的自记雨量只有 5 月到 9 月的资料, 因此无法获取春冬季的 K 值; 另外受客观条件限制, 风力对测量误差的影响试验亦没有开展, 这是本次试验的一大缺陷, 有待以后进一步研究. 表 2 甘肃河东雨养农业区 6~ 9 月雨量的修正 mm

根据不同雨强等级下的雨量订正系数可得出如下关系

$$P = \sum_{i=1}^n K_i P'_i \quad (4)$$

式中 P 是降雨量, K_i 是不同降雨强度下的雨量订正系数, P'_i 是不同雨强下的次降雨量, $n=11$. 当 K_i 小于零时, 取 $K_i=1$.

根据式 (4) 对甘肃河东雨养农业区 19 个气象站 1976~ 1990 年 6~ 9 月的降雨量进行了修正. 结果表明 6~ 9 月各站降雨量比次降雨量多 11.7~ 27.4 mm, 区域平均降雨量比次平均降雨量高 18.4 mm (表 2). 需要特别指出的是由于降雨订正系数 K 同时受降雨持续时间、降雨强度及风速等的影响, 在不同

站 名	次降雨量 P'	降雨量 P	$P - P'$
西 峰	298.9	317.4	18.5
平 凉	306.0	325.2	19.2
灵 台	341.5	362.5	21.0
正 宁	318.6	338.1	19.5
环 县	249.1	264.5	15.4
静 宁	276.3	293.4	17.1
会 宁	272.0	288.9	16.9
定 西	262.9	279.5	16.6
兰 州	211.4	224.7	13.3
靖 远	181.0	192.7	11.7
皋 兰	201.3	214.5	13.2
临 洮	302.1	320.5	18.4
临 夏	324.6	345.5	20.9
华家岭	346.3	368.5	22.2
合 作	350.7	372.8	22.1
岷 县	353.6	375.7	22.1
武 都	282.3	299.7	17.4
天 水	276.6	293.4	16.8
康 县	435.1	462.5	27.4
平 均	294.2	312.6	18.4

地域 K 值也不完全相同. 因此, 采用定西试验站一点的 K 值修订的河东雨养农业区 19 个站点的降雨量与地面实际降雨量之间必然存在一定的误差. 但尽管这样, 在农田土壤水资源评价中采用表 2 的修订值将比直接应用雨量筒测得的降雨量更精确.

参考文献

- 1 柯晓新, 林日暖, 徐国昌, 等. 大型称重式蒸渗计研制. 应用气象学报, 1994, 5(2): 151~157.
- 2 李宝庆, 周延辉, 赵家义. 新型蒸渗仪的结构、功能和工作原理. 农田蒸发-测定与计算. 北京: 气象出版社, 1991. 75~83.
- 3 彭素琴, 杨兴国, 柯晓新, 等. 甘肃河东地区降雨特征分析研究. 水科学进展, 1996, 7(1): 73~78.
- 4 程维新, 胡朝炳, 张兴权. 决定农田蒸发量的若干因素. 农田蒸发与作物耗水量的研究. 1994. 4~13.
- 5 由懋正, 王会肖. 农田水量平衡与土壤水分动态. 农田土壤水资源评价. 北京: 气象出版社, 1996. 16~44.

RAINFALL CORRECTION CONCERNING ASSESSMENT ON CROPLAND SOIL WATER RESOURCES

Yang Xingguo Ke Xiaoxin Zhang Xudong Yang Qiguo
(Lanzhou Arid Meteorological Institute, Lanzhou 730020)

Abstract

Applying the rainfall (P) measured through lysimeter and the automatic recording rainfall (P'), a comparison has been made. The relation between P and P' is linear, and P is larger than P' . The mean correction coefficient of rainfall (K) is 0.037. K is 0.04 to 0.045 on condition that rainfall duration is shorter than 6 h and otherwise K is 0.27. K decreases with the increase of rainfall intensity. Meanwhile, the rainfall correction from June to September in the rainfed region of Gansu (RRG) including 19 meteorological stations also has been made. The result is that P is about 11.7 to 27.4 larger than P' . The mean P on the area of PRG is 18.4 mm larger than mean P' .

Key words: Rainfall Correction Soil water resources