

文章编号: 1006-4354 (2011) 06-0001-04

# 万荣麦田土壤湿度变化及其对产量的影响

张高斌<sup>1,2</sup>, 郭建茂<sup>2</sup>, 吴元芝<sup>3</sup>, 侯俊峰<sup>1</sup>

(1. 万荣县气象局, 山西万荣 044200; 2. 南京信息工程大学, 江苏南京 210044;  
3. 中国科学院水利部水土保持研究所黄土高原土壤侵蚀与旱地农业  
国家重点实验室, 陕西杨凌 712100)

**摘要:**通过分析 1964—2008 年万荣县麦田土壤湿度资料, 发现: 年平均土壤质量含水率呈 0.78%/ (10 a) 速率递减, 进入 21 世纪水分条件较差, 特别是冬小麦生育期土壤干旱严重; 旬平均土壤湿度基本呈一峰一谷型分布; 越冬开始前土壤湿度与越冬开始冬小麦分蘖数呈明显的反相关, 春季拔节前和拔节抽穗期的土壤湿度与茎秆重呈较明显的正相关, 越冬前和春季拔节前的土壤湿度与有效茎数呈明显正相关; 越冬前及春季拔节前土壤湿度与全县冬小麦气象产量呈明显的正相关, 扬花灌浆期土壤湿度与观测地段的气象产量呈一定的反相关。

**关键词:** 土壤湿度; 干旱; 产量; 冬小麦

**中图分类号:** S152.75

**文献标识码:** A

在全球气候变暖的影响下, 干旱发生率明显增加。研究<sup>[1]</sup>表明山西省 1957—2003 年温度升高、降水量减少, 干旱有进一步发展的趋势。土壤湿度是植物生长发育的基本条件, 也是旱情监测、农作物估产等的一个重要指标。申双和<sup>[2]</sup>、杨小利<sup>[3]</sup>、王春娟<sup>[4-6]</sup>等分别对西峰市、宝鸡市旱地土壤水分耗散的年、季变化及其对产量的影响进行了分析。黄明斌等<sup>[7]</sup>对黄土区旱塬研究表明, 农田生产力水平提高, 土壤含水量将在一个较低水平的平衡点波动。侯琮<sup>[8]</sup>、方文松等<sup>[9]</sup>也对全国其他地区的土壤湿度进行研究。这些研究利用不同资料从不同的角度探讨了土壤湿度的变化及其原因, 对旱地麦田土壤湿度变化分析具有理论指导和参考价值。

万荣县地处山西省南部, 以旱地为主, 光热资源相对丰富, 干旱为当地主要气象灾害。通过分析旱地麦田土壤干旱趋势及冬小麦生长发育期各阶段土壤湿度对产量的影响, 为合理地利用水

资源、准确估算冬小麦产量、政府防旱抗旱和决策部署农业生产提供科学依据。

## 1 资料和方法

### 1.1 资料

0~100 cm 土壤集中了小麦 80% 根系<sup>[10]</sup>, 因此选取万荣县气象局 1964—2008 年 0~100 cm 各旬纯旱地麦田土壤湿度资料 (用土壤质量含水率表示, 其中除了 1972—1993 年有越冬期观测资料, 其他年份越冬期停测)。1964—2008 年全县小麦平均产量来源于万荣县统计局, 1982—2008 年农作物观测资料和小麦观测地段平均产量来源于万荣县气象局。

### 1.2 研究方法

影响粮食单产的因素主要有自然因素和非自然因素两大类。农业技术水平的提升等因素引起粮食单产增加, 而气象条件的变化引起粮食单产波动。粮食实际产量  $y = y_t + y_w + \epsilon$ ,  $y_t$  为趋势产量,  $y_w$  为气象产量,  $\epsilon$  为随机噪声, 由于所占比

收稿日期: 2010-11-13

基金项目: 公益性行业科研专项 (气象): 农用天气预报关键技术研究 (GYHY200906021)。

作者简介: 张高斌 (1967—), 男, 山西稷山人, 汉族, 硕士, 工程师, 从事干旱农业气象研究及气象服务。

例小, 忽略不计。利用实际产量进行 3 a 滑动平均计算趋势产量, 进而得到气象产量。利用资料分别求出全县的气象产量和观测地段气象产量, 进一步分析全县的气象产量和观测地段的气象产量与各生育期土壤湿度的关系。

## 2 土壤湿度变化特征

### 2.1 年际变化

图 1 为万荣县 0~100 cm 年平均土壤质量含水率变化图。由图 1 可见, 1964、1982、1983、1984、1985 年年平均土壤质量含水率较高 (> 17%); 1973、1974 年和 1989、1990、1991 年连续偏低 (< 12.5%), 1997 年较低, 2008 年最低, 土壤质量含水率仅为 9.5%。年平均土壤含水率呈 0.78%/ (10 a) 的速率递减, 可见万荣县麦田土壤干旱趋势明显。

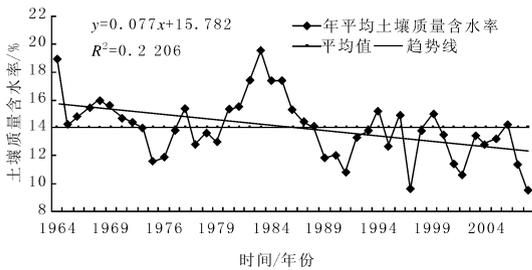


图 1 1964—2008 年万荣县 0~100 cm 年平均土壤质量含水率变化

### 2.2 年代际变化

由万荣县不同年代际 0~100 cm 旬平均土壤湿度变化趋势 (图 2) 可以看出, 20 世纪 60 和 80 年代土壤湿度条件较好, 进入 21 世纪土壤湿度条件较差, 特别是冬小麦生育期土壤干旱严重, 2001—2008 年旬平均土壤质量含水率比 1981—1990 年减少 3.4%。0~30 cm、0~50 cm、60~100 cm、80~100 cm 的旬平均土壤质量含水率分别以每 10 a 降低 0.68%、0.63%、0.92%、1.06% 的速率递减, 下层土壤比上层土壤的含水量下降明显, 这是因为近 45 a 万荣县降水量呈减少趋势, 加上观测地段地下水位较深 (180 m), 深层土壤水分常常得不到补充。

### 2.3 年内变化

图 3 为万荣县不同深度旬平均土壤质量含水率变化图。由图 3 可以看出, 0~100 cm 旬平均

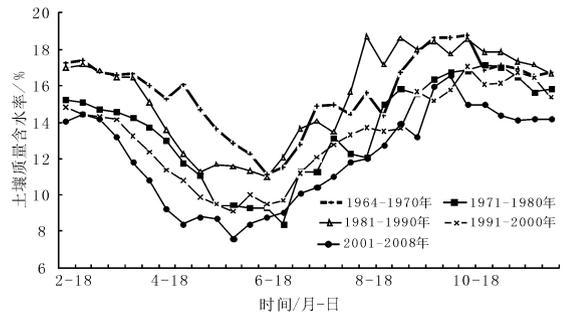


图 2 1964—2008 年万荣县不同年代际 0~100 cm 旬平均土壤质量含水率变化

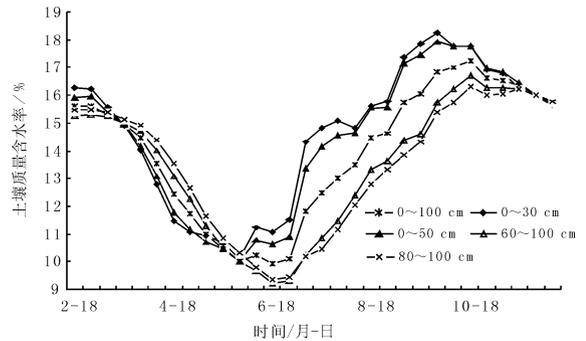


图 3 万荣县不同深度旬平均土壤质量含水率变化

土壤质量含水率基本呈一峰一谷型分布, 波谷在 6 月中旬, 波峰在 10 月中旬; 麦田土壤水分从春季解冻到冬季冻结前具有明显的季节变化特点, 其他各层的土壤水分变化也具有相似特点。3 月中旬各层土壤湿度基本一致, 之后浅层 (0~30 cm、0~50 cm) 土壤湿度低于深层 (60~100 cm、80~100 cm), 5 月下旬各层土壤湿度基本一致, 之后浅层土壤湿度高于深层, 11 月下旬各层土壤湿度又基本达到一致。影响麦田土壤水分变化的因素主要有降水、冬小麦蒸腾和地表土壤蒸发。春季气温逐渐升高, 冬小麦蒸腾和土壤蒸发增大, 但降水补给不足, 特别是小麦进入拔节 (4 月 8 日左右) 到抽穗 (4 月 30 日左右) 需水关键期, 土壤湿度从表层到深层不断下降, 小麦收割后 6 月上中旬土壤湿度达到最低; 进入夏季降水增多, 水分补给增加, 但由于气温较高, 蒸发较大, 同时土壤水分向下渗透, 地表土壤湿度波动较大, 到 10 月上中旬整层的土壤湿度达到最高; 10 月

后雨水减少, 土壤湿度变化缓慢, 由于气温低, 小麦植株矮小, 蒸腾和地表蒸发都小, 土壤湿度的下降幅度较小。

## 2.4 垂直剖面时空演变

图4为万荣县旬平均土壤湿度垂直剖面图。从图4a可以看出, 6月中旬60 cm深度出现一低值区, 最低含水率约为9%; 9月下旬20~30 cm出现一高值区, 最高含水率约为18%。由于6月中旬气温较高, 小麦刚收获, 地表裸露土壤蒸发较大, 降雨仅能使50 cm以上土层的水分得到补充; 之后, 随着降水增多, 深层土壤水分不断得到补充, 9月为多雨时段, 耕层土壤水分稳定在较高水平。从图4b可以看出, 1—2月在20 cm处出现一高值区, 冬季由于冻融作用, 70 cm左右的土壤水分有向20 cm处输送的迹象。另外, 4月到5月上旬土壤含水率上下比较均匀, 说明这段时间小麦生长耗水量较大, 根系较深, 对0~100 cm深度范围内的土壤水分都有吸收, 加上春季降水较少, 上层土壤水分也得不到补充。

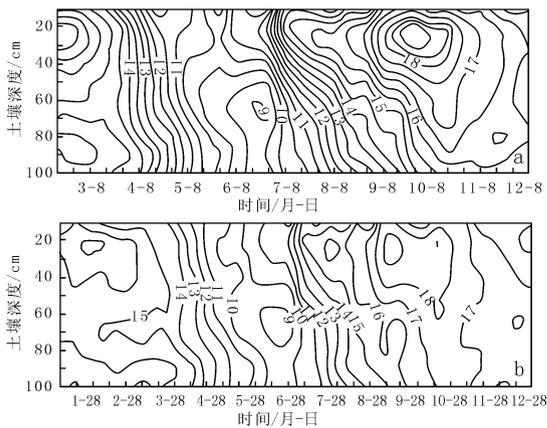


图4 万荣县各旬平均土壤湿度垂直剖面图  
(a 1964—2008年, b 1972—1993年)

## 3 土壤湿度对产量的影响

### 3.1 土壤湿度与产量的关系

分析表明越冬前土壤湿度与越冬开始期冬小麦分蘖数呈明显的反相关(通过0.001的显著性检验), 与越冬开始期分蘖节长度呈一定的正相关(通过0.2的显著性检验), 可能因为土壤湿度大, 不利于小麦分蘖的发育, 但有利于分蘖节的发育。拔节抽穗期土壤湿度与抽穗期小穗数成明显的反

相关(通过0.05的显著性检验), 尤其土壤质量含水率 $>11\%$ 时, 表现更加明显, 因此拔节抽穗期适度干旱有利于增加作物产量。茎秆重与各生育阶段的土壤湿度呈正相关, 与春季拔节前和拔节抽穗期的土壤湿度的相关性更明显, 通过0.05显著性检验。有效茎数与越冬前、春季拔节前、拔节抽穗期及乳熟期深层(80~100 cm)土壤湿度呈明显的正相关(通过0.02的显著性检验), 特别是越冬前和春季拔节前(通过0.005的显著性检验)。这也说明乳熟期深层土壤水分有利于冬小麦灌浆。

### 3.2 气象产量与各生育阶段土壤湿度相关分析

越冬前期及春季拔节前期的土壤湿度与全县冬小麦的气象产量呈明显的正相关(通过0.02的显著性检验), 这主要是因为小麦幼苗期对土壤湿度要求较高, 土壤湿度大可满足小麦春季的需水, 从而提高有效穗数; 拔节抽穗期是麦田土壤湿度变化最大的时段, 此时段土壤湿度 $>14.5\%$ 对产量不利, 与3—4月降水量太大( $>60$  mm), 对产量不利的研究结论<sup>[11]</sup>相似。扬花灌浆期土壤湿度与观测地段的气象产量呈一定的反相关, 这是因为土壤湿度大会导致小麦倒伏, 授粉不良, 病虫害发展, 抑制小麦根系活性, 引起叶片早衰等。因此要提高作物产量, 保障越冬前期较好的土壤含水量和拔节抽穗期适量的土壤含水量至关重要。

## 4 结论

4.1 20世纪60年代及80年代万荣县麦田土壤土壤湿度条件较好, 进入21世纪, 由于降水减少, 麦田土壤湿度条件较差, 特别是小麦生育期间。年平均土壤含水率呈 $0.78\%/ (10\text{ a})$ 的速率递减。旬平均土壤湿度基本呈一峰一谷型分布。

4.2 越冬前土壤湿度与越冬开始期冬小麦分蘖数呈明显的反相关, 拔节抽穗期土壤湿度与抽穗期小穗数呈明显的反相关。春季拔节前和拔节抽穗期的土壤湿度与茎秆重呈比较明显的正相关。越冬前和春季拔节前的土壤湿度与有效茎数呈特别明显的正相关。越冬前及春季拔节前土壤湿度与全县冬小麦气象产量呈明显的正相关, 扬花灌浆期土壤湿度与观测地段的气象产量呈一定的反相关。因此冬前和春季拔节前土壤湿度对产量有

文章编号: 1006-4354 (2011) 06-0004-05

# 夏季东亚西风急流与陕西降水的关系

卫 玮

(陕西省气象台, 西安 710014)

**摘 要:** 定义了西风急流位置指数和强度指数, 利用 NCEP/NCAR1948—2006 年全球再分析风场资料, 分析 6、7、8 月和夏季平均东亚西风急流的气候变化特征, 并探讨夏季逐月东亚西风急流异常与陕西降水的关系。分析表明: 6—8 月西风急流位置显著北抬, 位置和强度都存在着显著的年际、年代际变化特征。夏季陕西降水多少与东亚西风急流月际变化密切相关。6 月急流轴北侧西风加强、南侧西风减弱, 急流位置较常年偏北, 有利陕西降水偏多; 而 7—8 月及夏季表现为陕西降水偏多时, 东亚西风急流位置偏南。

**关键词:** 东亚西风急流; 位置指数; 强度指数; 陕西降水

**中图分类号:** P461

**文献标识码:** A

东亚副热带西风急流是影响我国乃至整个亚太地区天气、气候异常的重要系统之一, 东亚大气环流的季节转换、我国大部分地区天气气候变化都与副热带西风急流的南北移动以及强度变化

密切相关。<sup>[1]</sup> 东亚副热带西风急流是一条独立环绕副热带地区的强风带, 通常出现在西太平洋副热带高压的北缘, 最大风速轴位于 200 hPa, 急流轴上中心风速冬季达到最大, 约为 60 m/s, 夏季

**收稿日期:** 2011-04-19

**作者简介:** 卫玮 (1987—), 男, 乌鲁木齐市人, 本科, 助工, 从事短时天气预报和研究。

重要影响。

**参考文献:**

- [1] 赵桂香, 赵彩萍, 李新生, 等. 近 47 a 来山西省气候变化分析 [J]. 干旱区研究, 2006, 23 (3): 500-505.
- [2] 申双和, 胡敏哲. 甘肃西峰冬小麦土壤水分动态及其对作物产量影响 [J]. 气象科学, 1998, 18 (2): 142-149.
- [3] 杨小利. 陇东黄土高原土壤水分演变及其对气候变化的响应 [J]. 中国沙漠, 2009, 29 (2): 305-311.
- [4] 王春娟, 李建军, 韩正芳. 宝鸡市旱地土壤蓄水量盈亏值时空变化规律 [J]. 陕西气象, 2011, (2): 32-34.
- [5] 王春娟, 张义芳, 李建军. 宝鸡地区农田土壤水分周年变化特征及冬小麦干旱指标 [J]. 陕西气象, 2010, (1): 22-25.
- [6] 王春娟. 凤翔县旱地土壤水分变化规律 [J]. 陕西气象, 1998, (5): 29-31.
- [7] 黄明斌, 党廷辉, 李玉山. 黄土区旱塬农田生产力提高对土壤水分循环的影响 [J]. 农业工程学报, 2002, 18 (6): 50-54.
- [8] 侯琼, 乌兰巴特尔. 内蒙古典型草原近 40 年气候变化及其对土壤水分的影响 [J]. 气象科技, 2006, 34 (1): 102-106.
- [9] 方文松, 陈怀亮, 李树岩, 等. 南阳市土壤湿度与气候变化的关系分析 [J]. 气象与环境科学, 2007, 30 (4): 13-16.
- [10] 刘荣花, 方文松, 朱自玺, 等. 黄淮平原冬小麦底墒水分分布规律分析 [J]. 生态学杂志, 2008, 27 (12): 2105-2110.
- [11] 张高斌. 万荣县麦田土壤水分相关分析以及对产量影响因素的研究 [D]. 南京: 南京信息工程大学, 2011.