

# 濉溪县小麦生长期气温变化及应对策略

张怀念<sup>1</sup>, 周景春<sup>1</sup>, 张存岭<sup>2</sup>, 陈若礼<sup>2</sup> (1. 安徽省濉溪县气象局, 安徽濉溪 235100; 2. 安徽省濉溪县科协, 安徽濉溪 235100)

**摘要** 分析濉溪县1962~2011年50个小麦生产周期逐日气温资料发现, 抽穗前平均气温、返青—抽穗平均最高气温和全生育期平均最低气温明显升高, 气候趋向偏暖, 越冬期平均气温 $\geq 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 天数明显增多; 11月~次年2月初极端低温升高, 最低气温 $< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $\leq -5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $\leq -8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $\leq -10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 平均气温 $< 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $\leq -5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的天数明显减少, 负积温升高; 灌浆期平均气温 $< 17\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、最高气温 $\geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的天数趋于减少。低温、干热风气象灾害频率降低, 有害生物危害偏重发生; 小麦越冬期缩短, 生长期延长, 抽穗开花提前, 灌浆期延长, 千粒质量提高。生产上应适期播种, 扩种偏冬性品种, 加强有害生物防治, 平衡施肥。

**关键词** 气温; 变化; 小麦生长期; 应对策略; 濉溪县

**中图分类号** S161 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)31-11012-04

全球气候正呈现以变暖为主要特征的显著变化。农业是对气候变化反映最为敏感的行业之一, 围绕气候变化对农业尤其是对粮食生产的影响, 国内外已做了大量的研究<sup>[1-4]</sup>, 气候变暖对小麦生产的影响已成为当前研究的热点问题之一。但结合生产实际, 揭示临界温度变化对小麦生育阶段和产量的影响研究较少。同时, 各地气候变化规律和变化幅度不同, 对农业生产及作物生育期的影响也有所不同, 对气候变化的响应也会不同。笔者分析了濉溪县近50年10月1日~次年6月10日平均气温和最高气温、最低气温变化趋势及其对小麦生长发育的影响, 并提出应对策略。

## 1 材料与方 法

**1.1 研究区概况** 安徽省濉溪县位于黄淮平原南缘(33°17'~33°59'N、116°23'~116°59'E), 南北长90 km, 东西宽45 km。辖11个镇和省级濉溪经济开发区、濉溪芜湖现代产业园。国土面积1 987 km<sup>2</sup>, 人口107万。土地面积19.87 × 10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>, 耕地11.25 × 10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>。皆为平原, 地势平坦, 地面高程23.5~32.4 m, 自西北向东南缓倾, 坡降万分之一。土壤类型为砂姜黑土和潮土。耕作制度以冬小麦-夏大豆、冬小麦-夏玉米一年两熟为主, 复种指数184.0%。1961~2010年平均太阳辐射总量521.6 kJ/cm<sup>2</sup>, 年平均气温14.9 °C,  $\geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温5 497 °C·d,  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温4 975 °C·d, 日照时数2 284.1 h, 降水量837.9 mm, 蒸发量1 883.8 mm, 无霜期213 d。

**1.2 数据来源** 1961年10月1日~2011年6月10日逐日平均气温、最高气温、最低气温来自濉溪县气象局(33°55'33"N、116°45'28"E), 属国家基本农业气象站。小麦生产数据来自杨柳点和柳丰种业。

**1.3 数据处理与方法** 冬小麦为跨年度生长作物, 文中以收获年表示生产年度。生育阶段设定为冬前10月1日~12月20日、越冬期12月21日~次年2月20日、返青—抽穗期2月21日~4月20日、抽穗—成熟期4月21日~6月10日。平均气温3 °C终日、始日和 $\geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冬前积温统计采用5日滑动平均法, 小麦越冬期取3 °C终日、始日之间的天数。气温变化趋势采用线性倾向估计法, 突变特征采用Mann-Kendall检验方法。数据处理和图表绘制利用Excel 2003软件进行,

采用DPSv7.05软件进行相关分析、突变分析。

## 2 濉溪县小麦生长期气温变化特征

**2.1 小麦生长期气温年际变化** 分析表明, 随着生产周期的延续, 濉溪县小麦生长期内平均气温呈升高趋势, 其中冬前、越冬期和返青—抽穗的 $r$ 值(0.356 0~0.560 1)通过0.05~0.01水平显著性检验, 升温趋势明显, 分别提高0.23、0.38和0.44 °C/10a; 平均最高气温除抽穗—成熟期呈降低趋势外, 其他阶段均呈升高趋势, 其中, 返青—抽穗期 $r=0.318 1$ , 升温趋势明显, 提高幅度为0.33 °C/10a。不同生育阶段平均最低气温均呈上升趋势,  $r=0.421 3\sim 0.691 0$ , 升温趋势明显, 分别提高0.33、0.50、0.57和0.24 °C/10a(表1)。升温速率返青—抽穗期 $>$ 越冬期 $>$ 冬前, 平均最低气温 $>$ 平均气温 $>$ 平均最高气温<sup>[1]</sup>。全生育期平均气温、平均最高气温、平均最低气温0.28、0.14、0.39 °C/10a, 气温变化不对称<sup>[2]</sup>。

表1 不同时段气温变化回归系数

生育阶段	平均气温	平均最高气温	平均最低气温
冬前	0.023	0.014	0.033
越冬期	0.038	0.020	0.050
返青—抽穗	0.044	0.033	0.057
抽穗—成熟	0.002	-0.005	0.024
生产周期	0.028	0.014	0.039

以平均气温距平 $\geq 0.25$ 个标准差作为当地的暖冬标准,  $\leq -0.25$ 个标准差为寒冬标准。以此标准划分, 1962~1986年25个小麦生产周期内, 出现15个寒冬年份、6个暖冬年份; 1987~2011年出现4个寒冬年份、17个暖冬年份。中国气候学家将出现机率约为10年一遇的距平绝对值 $\geq 1.3$ 个标准差的事件定义为严重气候异常。据此计算出濉溪县1962~2011年气温前25个周期偏寒, 后25个周期偏暖(表2)。周期平均温度突变分析得出,  $UB_k$ 和 $UF_k$ 曲线交点出现

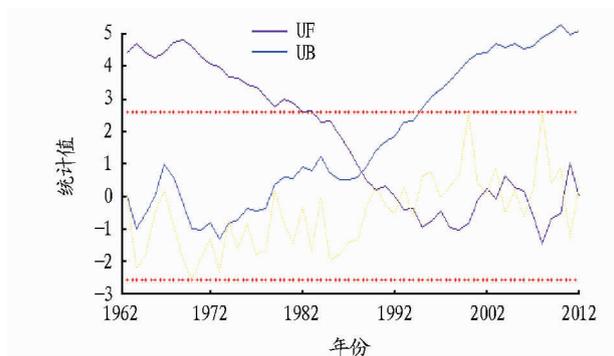
表2 1962~2011年濉溪县不同时段气温异常

时段	异常类型	冬前	越冬期	返青—抽穗	抽穗—成熟	生产周期
1962~1986	异常偏低	4	7	4	3	4
	异常偏高			1	1	
1987~2011	异常偏低	1	1	1	2	
	异常偏高	3	2	5	2	2

**作者简介** 张怀念(1981-), 男, 安徽濉溪人, 工程师, 硕士, 从事农业气象研究与应用工作。

**收稿日期** 2014-09-23

在 1988 年,且交点在临界线之间,说明 1988 年是冷暖突变开始的时间(图 1)。



注:2 条虚直线表示  $\alpha=0.01$  显著水平的临界线  $U(U = \pm 2.5)$ 。

图 1 1962~2011 年濉溪县小麦生产周期平均气温突变检验

**2.2 小麦生长期气温季节变化** 50 个小麦生产周期平均, 10 月上旬~6 月上旬平均气温、旬平均最高气温、旬平均最低气温随旬次( $m$ ) 推移呈抛物线变化趋势(图 2),  $F$  值通过 0.01 水平显著性检验(表 3), 最小值出现在 1 月中下旬。这里设定 10 月上旬旬次编码值  $m=1$ , 10 月中旬  $m=2$ , 以此类推。从图 3 可以看出, 1987~2011 年平均与 1962~1986 年相比, 11 月中旬、5 月下旬和 6 月上旬平均气温分别降低 0.1、0.3 和 0.7  $^{\circ}\text{C}$ , 5 月中旬持平, 10 月上旬~11 月上旬、11 月下旬~次年 5 月上旬升高 0.3~2.4  $^{\circ}\text{C}$ , 11 月下旬~次年 3 月中旬升高 0.8  $^{\circ}\text{C}$  以上<sup>[3]</sup>。

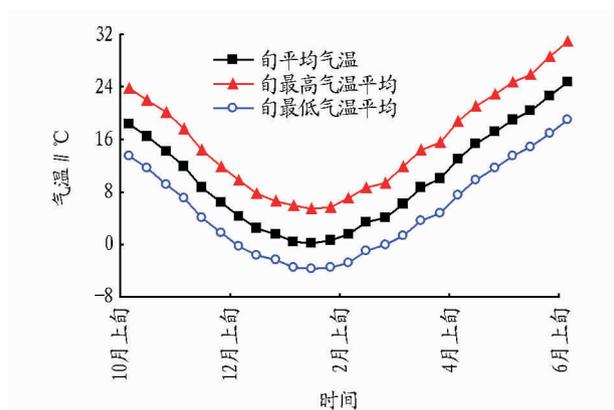


图 2 1962~2011 年濉溪县小麦生长期气温季节变化

表 3 1962~2011 年濉溪县气温季节变化

气温	回归方程	$F$ 值
旬平均气温	$T=21.2-3.269 m+0.142 m^2$	212.2**
旬最高气温平均	$T=27.1-3.357 m+0.146 m^2$	198.0**
旬最低气温平均	$T=16.3-3.111 m+0.134 m^2$	238.7**

注:方程中  $T$  为温度,  $m$  为旬次。“\*\*”代表通过 99% 置信度检验。

**2.3 生长起始温度(3  $^{\circ}\text{C}$ ) 变化** 日平均气温 3  $^{\circ}\text{C}$  是小麦开始或停止生长的界线温度。濉溪县 50 个小麦生产周期内, 平均气温  $<3^{\circ}\text{C}$  的天数( $t$ ) 为 59.2 d, 随着生产周期( $n$ ) 的延续趋于明显减少, 其线性关系为  $t=69.2-0.394 n$  ( $r=-0.4702$ ), 即缩短速率为 3.9 d/10a(图 4)。

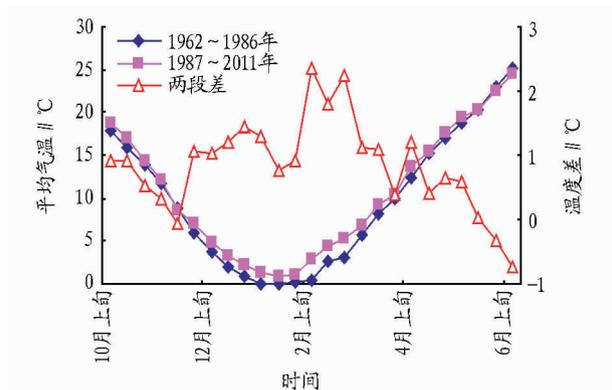


图 3 1962~2011 年濉溪县不同时段气温季节变化

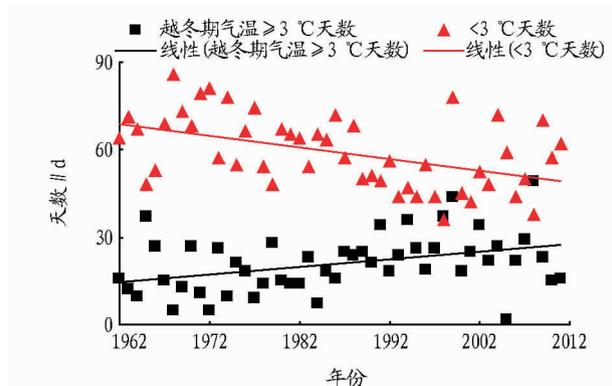


图 4 1962~2011 年濉溪县  $<3^{\circ}\text{C}$  和越冬期  $\geq 3^{\circ}\text{C}$  天数

小麦越冬期内, 有些时段气温会回升到  $3^{\circ}\text{C}$  以上。分析表明, 濉溪县 50 个小麦生产周期内, 12 月 21 日~次年 2 月 20 日平均气温  $\geq 3^{\circ}\text{C}$  的天数( $t$ ) 为  $21.0 \pm 9.9$  d, 随着生产周期( $n$ ) 的延续呈增长趋势, 其线性关系为  $t=14.6+0.251 n$  ( $r=0.3689$ ), 即延长速率为 2.5 d/10a。

**2.4 低温和负积温变化**

**2.4.1 低温分布。** 从图 5 和表 4 可以看出, 1962~2011 年濉溪县最低气温  $<0^{\circ}\text{C}$  出现在 10 月下旬~4 月中旬,  $\leq -5^{\circ}\text{C}$  在 11 月上旬~次年 3 月下旬,  $\leq -8^{\circ}\text{C}$  在 12 月上旬~次年 2 月下旬; 平均气温  $<0^{\circ}\text{C}$  出现在 11 月上旬~次年 3 月中旬,  $\leq -5^{\circ}\text{C}$  在 12 月上旬~次年 2 月中旬。频率( $f$ ) 随时间推移呈抛物线变化趋势, 低温主要集中在 1 月。

表 4 1962~2011 年濉溪县低温季节分布

类别	温度/ $^{\circ}\text{C}$	回归方程	$F$ 值
最低气温	$<0$	$f=-8.0+2.773 m-0.124 m^2$	49.09**
	$\leq -5$	$f=-5.7+1.550 m-0.071 m^2$	23.70**
	$\leq -8$	$f=-6.7+1.425 m-0.065 m^2$	30.99**
平均气温	$<0$	$f=-8.2+2.179 m-0.102 m^2$	23.68**
	$\leq -5$	$f=-2.2+0.469 m-0.021 m^2$	9.518*

注:方程中  $f$  为频率(d/a),  $m$  为旬次。“\*”、“\*\*”分别表示通过 95%、99% 置信度检验。

**2.4.2 极端低温。** 濉溪县 50 个小麦生产周期内, 11、12、1、2 月极端最低气温分别为  $-0.6$ 、 $-5.7$ 、 $-7.7$ 、 $-5.4^{\circ}\text{C}$ 。随着生产周期的延续, 极端最低气温趋于升高, 其中 11 月下旬~12 月中旬、1 月中旬和 2 月各旬趋势明显 ( $r=0.291$ ~

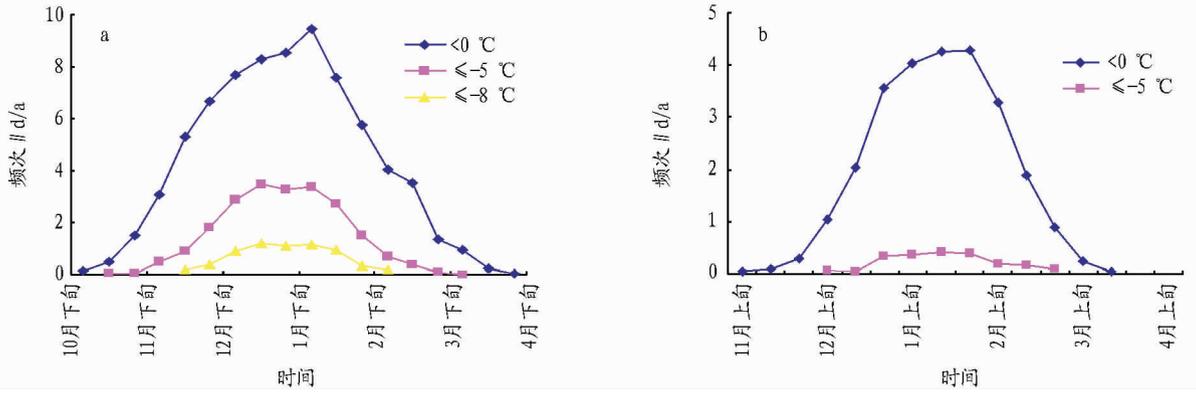


图5 1962~2011年滁溪县最低气温<math>< 0^{\circ}\text{C}</math>(a)和平均气温<math>< 0^{\circ}\text{C}</math>(b)分布

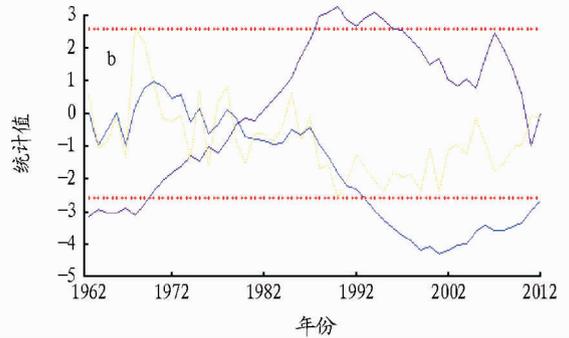
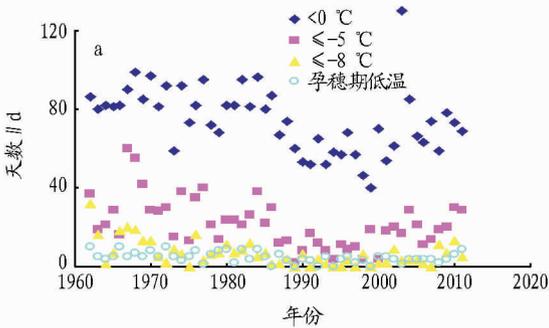
0.548),各旬升高幅度分别为0.78、0.62、0.55、0.54和0.99、0.80、1.26  $^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。

**2.4.3 低温天数。**滁溪县50个小麦生产周期内,最低温度<math>< 0^{\circ}\text{C}</math>、<math>\le -5^{\circ}\text{C}</math>、<math>\le -8^{\circ}\text{C}</math>、<math>\le -10^{\circ}\text{C}</math>的天数分别为74.6、21.8、6.6、2.4 d(图6a),随着生产周期的延续,低温天数趋于明显减少,减少幅度分别为4.8、3.9、2.3和1.0 d/10a(表5)。突变分析表明,最低气温<math>\le -5^{\circ}\text{C}</math>天数减少的突变点为1978年(图6b)。

表5 1962~2011年滁溪县最低温度天数变化

最低温度	相关方程	r 值	P 值
<math>< 0^{\circ}\text{C}</math>	$t = 86.8 - 0.479n$	-0.420 6**	0.002 4
<math>\le -5^{\circ}\text{C}</math>	$t = 31.8 - 0.393n$	-0.460 0**	0.000 8
<math>\le -8^{\circ}\text{C}</math>	$t = 12.3 - 0.226n$	-0.497 5**	0.000 2
<math>\le -10^{\circ}\text{C}</math>	$t = 4.98 - 0.102n$	-0.457 2**	0.000 8
4月上中旬<math>< 6^{\circ}\text{C}</math>	$t = 6.5 - 0.070n$	-0.369 5**	0.008 3

注:方程中  $t$  为天数; $n$  为生产周期序号,即1962~2011年序列,其  $n$  分别为1、2、...、50。“\*\*”表示通过99%置信度检验。



注:图b中2条虚直线表示 $\alpha=0.01$ 显著水平的临界线 $U(U = \pm 2.5)$ 。

图6 1962~2011年滁溪县最低气温天数变化(a)和最低气温<math>\le -5^{\circ}\text{C}</math>日数突变检验(b)

**2.4.4 负积温。**滁溪县50个小麦生产周期内,平均气温<math>< 0^{\circ}\text{C}</math>、<math>\le -5^{\circ}\text{C}</math>的天数分别为26.0、2.2 d,负积温为59.2  $^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$ (图7)。随着生产周期的延续,低温天数( $t$ )、负积温( $T$ )明显减少,平均气温<math>< 0^{\circ}\text{C}</math>、<math>\le -5^{\circ}\text{C}</math>天数减少幅度分别为3.3、0.8 d/10a,负积温减少幅度为12.6 ( $^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$ )/10a(表6)。

**2.4.5 孕穗期低温。**滁溪县小麦孕穗阶段正处于4月上中旬。50个小麦生产周期内,4月上中旬最低气温<math>< 6^{\circ}\text{C}</math>的天数为4.7 d(图6a)。随着生产周期的延续,低温天数趋于明显减少(表5),缩短速率为0.7 d/10a。

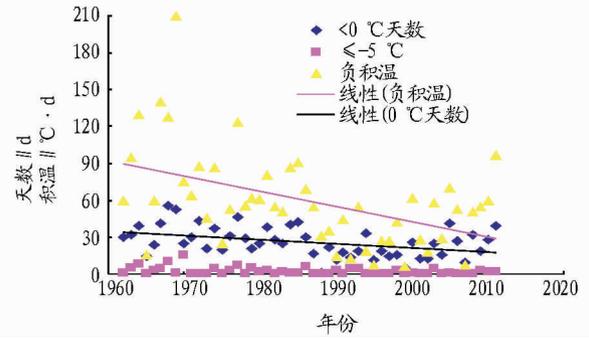


表6 1962~2011年滁溪县平均气温<math>< 0^{\circ}\text{C}</math>天数和负积温变化

项目	相关方程	r 值	P 值
<math>< 0^{\circ}\text{C}</math>天数	$t = 34.4 - 0.331n$	-0.394 9**	0.004 5
<math>\le -5^{\circ}\text{C}</math>天数	$t = 4.1 - 0.076n$	-0.364 4**	0.009 3
负积温	$T = 91.3 - 1.258n$	-0.467 2**	0.000 6

注:方程中  $t$  为天数; $n$  为生产周期序号,即1962~2011年序列,其  $n$  分别为1、2、...、50。“\*\*”表示90%置信度检验。

图7 1962~2011年滁溪县平均气温<math>< 0^{\circ}\text{C}</math>天数和负积温变化

**2.5 灌浆期气温变化**

**2.5.1 平均温度<math>< 17^{\circ}\text{C}</math>。**日平均温度 $17^{\circ}\text{C}$ 是小麦灌浆的起始温度<sup>[4]</sup>。滁溪县50个小麦生产周期内,5月1~31日平均气温<math>< 17^{\circ}\text{C}</math>的天数为4.0 d。随着生产周期的延续,低温天数趋于减少,但趋势不明显。1987~2011年25个生产周期平均为3.6 d,比1962~1986年平均减少0.8 d。

**2.5.2 最高温度 $\geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。**最高气温 $\geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 对小麦灌浆不利。淮溪县 50 个小麦生产周期内,5 月 1~31 日最高气温 $\geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的天数为 7.2 d。随着生产周期的延续,高温天数趋于减少,但趋势不明显。1987~2011 年平均为 6.4 d,比 1962~1986 年减少 1.7 d。

### 3 气温变化对小麦生长发育的影响

**3.1 越冬期缩短,生长期延长** 据资料统计分析可知,淮溪县 50 个小麦生产周期内,平均气温稳定降至 $3.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的始日为 12 月 11 日,稳定回升至 $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的终日为 2 月 18 日,越冬期 68.6 d。随着生产周期的延续,始日明显推迟( $r = 0.3478$ ),终日明显提前( $r = -0.5316$ ),越冬期明显缩短( $r = -0.6378$ )<sup>[5]</sup>,始日提前幅度为 2.1 d/10a,终日推迟幅度为 4.0 d/10a,越冬期缩短幅度为 6.4 d/10a。1987~2011 年平均越冬始期 12 月 14 日,终期 2 月 13 日,越冬期 60.8 d;与 1962~1986 年平均相比,始日推迟 5.8 d,终日提前 10.0 d,越冬期缩短 15.6 d。1987~2011 年平均气温 $< 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 天数为 52.7 d,比 1962~1986 年平均减少 12.9 d,说明小麦生长期趋于延长。

**3.2 气象灾害频率降低** 冻害是农业气象灾害的一种,即作物在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下的低温使作物体内结冰,对作物造成的伤害。淮溪县小麦冻害发生 7 年 1 遇。冻害致灾以极端温度低、低温持续时间长、土壤墒情差等为主因,日最低气温 $\leq -10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的天数是衡量冻害程度的重要指标之一。由于气候变暖,最低气温升高,低温天数趋于减少,小麦遭遇冻害的频率有所降低。

小麦幼穗分化至四分体形成期前后,要求日均温 $10\sim 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,若最低温度 $< 5\sim 6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 就会受害<sup>[6]</sup>。淮溪县 4 月 1~20 日历年平均日均温 $12.3\sim 16.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,最低气温 $6.9\sim 10.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,一般不会发生低温冷害。有些年份生育期提前或终霜期推迟,可能发生低温冷害。由于气候变暖,4 月上中旬最低气温 $< 6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 天数趋于减少,小麦遭遇低温冷害的频率降低。

干热风是一种高温、低湿并伴有一定风力的农业灾害性天气。干热风灾害主要气象指标为日最高气温 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上,14:00 相对湿度 30% 以下,14:00 10 m 高度处的风速 $2\text{ m/s}$ 以上。淮溪县是安徽省重干热风日较多的地区之一,年均干热风日数 $3.9\text{ d}$ <sup>[7]</sup>。单就温度而言,干热风危害有减少趋势。

**3.3 有害生物危害偏重发生** 低温往往限制某些有害生物分布的范围,气候变暖使这些有害生物的分布区可能扩大;同时还使一些病虫害的生长季节延长,繁殖代数增加,危害时间延长;也使农田杂草出苗提前,生长期延长;另外,越冬期温度升高,使越冬病虫原体存活基数加大。近年来,淮溪县的小麦病虫害呈加重趋势。蚜虫、黏虫、红蜘蛛、吸浆虫、蛴螬、蝼蛄等危害逐渐加重;白粉病、锈病大面积发生,成为危害小麦的重要病害;纹枯病、根腐病开始大面积流行,迅速扩展为危害较重的病害;赤霉病过去只是零星发生,但 2010、2012 年相继大面积发生。

**3.4 抽穗开花提前,灌浆期延长,千粒质量提高** 随着气候变暖,农作物的生育期也发生了明显变化。返青—抽穗期

气温升高导致小麦各生育期提前<sup>[8]</sup>,灌浆期延长。同时淮溪县 5 月平均气温 $< 17\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的天数趋于减少,最高气温 $\geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的天数趋于减少,高温和干热风危害趋于减少,对小麦灌浆有利,千粒质量提高<sup>[9]</sup>。淮溪县 1990 年前后多年平均小麦千粒质量为 37.8 g,近年来已突破 40.0 g。杨柳点 1987~1992 年 63 块 6 000 kg/hm<sup>2</sup> 以上的高产田千粒质量为 38.2 g;2010~2013 年淮溪县农科所区试点皖麦 50 平均千粒质量 41.4 g。杨柳点 1985 年 10 月 24 日播种的博爱 74-22 等 8 个半冬性品种,4 月 24~28 日抽穗,4 月 30 日~5 月 4 日开花,6 月 3~7 日成熟,灌浆期(开花—成熟)33~35 d,千粒质量 30.5~37.2 g,平均 33.9 g;柳丰种业淮麦 20 等 4 个品种,2011 年 4 月 26 日开花,6 月 5 日成熟,灌浆期 40 d,千粒质量平均 44.4 g;2013 年 10 月 11 日播种的青农 2 号,4 月 5 日开始抽穗,4 月 10 日始花,4 月 24 日开始灌浆,6 月 1 日成熟,实际灌浆期 38 d,千粒质量 50.0 g。

### 4 应对策略

**4.1 适期播种,扩种偏冬性品种** 淮溪县 50 个小麦生产周期内,10 月 1 日~12 月 20 日 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上积温为 842.8 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 。随着生产周期的延续,趋于明显升高,升高幅度为 18.3( $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ )/10a。淮溪县以种植弱冬性小麦品种为主,播种适宜温度 $14\sim 16\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,冬前积温 550~650 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 。据历史资料推算,小麦播种始期为 10 月 10 日。随着生产周期的延续,播种始期趋于明显推迟( $r = 0.3697$ ),推迟幅度为 0.9 d。1987~2011 年播种始期平均为 10 月 12 日,比 1962~1986 年平均推迟 3 d。但 9 月下旬以后,降水量直线减少。推迟播种,会增加抗旱造墒的几率和成本。在气温升高的背景下,仍应寒露前开耩。为此,要加快耐寒品种的选育和推广。

**4.2 加强有害生物防治** 小麦生育中后期(拔节—灌浆)是多种病虫害传播、流行,并造成危害的关键时期,应在搞好监测的基础上,科学确定防治指标,严格掌握施药时期、浓度,并尽可能使用低毒药剂,减少农药污染。

**4.3 平衡施肥** 气候变暖后,土壤有机质的微生物分解加快。同时肥效对环境温度的变化十分敏感,温度增高 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,速效氮释放量增加约 4%,释放期缩短 3.6 d。平衡施肥是提高植株抗寒、抗旱、抗病能力和保障稳产高产的重要措施,应坚持秸秆还田,稳氮、稳磷、增钾补微,推行平衡配方施肥。

### 5 结论

(1) 淮溪县小麦生长期气候变化与全球气候变暖大背景既有一致性,又有当地的特点。研究表明,1962~2011 年 50 个小麦生产周期内,抽穗前平均气温、返青—抽穗平均最高气温和全生育期平均最低气温明显升高,升温速率返青—抽穗期 $>$ 越冬期 $>$ 冬前,平均最低气温 $>$ 平均气温 $>$ 平均最高气温,气候趋向偏暖,越冬期平均气温 $\geq 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 天数明显增多;11 月~次年 2 月极端低温升高,最低气温 $< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $\leq -5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $\leq -8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $\leq -10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,平均气温 $< 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $\leq -5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的天数明显减少,负积温升高;灌浆期平均气温 $< 17\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、最高气温 $\geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的天数趋于减少。

(下转第 11036 页)

率为26.4%,8月次之,累计出现574 d,出现频率为24.2%;1、12月为雷暴发生的低谷期,出现频率均为0.2%;从各月来看,桐城雷暴集中出现在全汛期(3~9月),共出现2 264 d,占全年雷暴日数的96.1%;从3月起,雷暴日逐渐增加,这与安徽省从3月份开始增温有关,进入春季雨水增多,月雷暴日也在上升;6、7月雷暴日逐月趋于近直线倾斜上升;7月份地面辐射增温快,空气中水汽含量最充足,而温暖潮湿的上升气流是产生雷暴的必要条件,所以雷暴现象明显增多,达到峰值;8月略有回落,9月以后迅速减小。

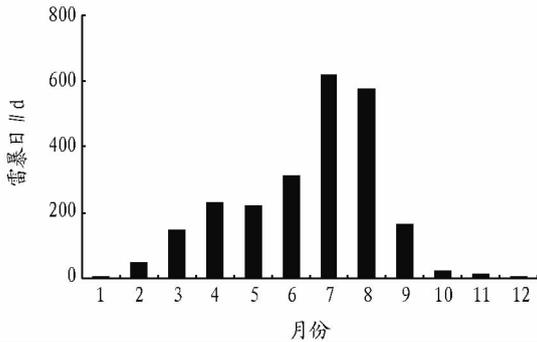


图2 1967~2011年桐城市雷暴日的月际变化

### 3 雷电灾害的防护

雷电灾害具体来说就是带电的雷云对地面目标冲击放电,造成建筑物、场所、电力、电信、电子等设备的破坏,或发生人身伤亡,或发生火灾等危害,分为直击雷、侧击雷、雷电波侵入和雷电跨步电压等。要减少雷电灾害,需要从其本质上入手,通过对其形成机制、诱发因素的分析,进而提出相应的防护措施。目前来说,对于雷电灾害的防护,则应该做到以下几点<sup>[5]</sup>。

**3.1 直击雷的防护** 直击雷就是雷电直接击打在物体上,并通过电效应、热效应和机械力作用等造成巨大的灾害。可以说,直击雷是雷电灾害的主要形式,从它形成机制和诱发因素上来看,就是云层和物体间的猛烈放电现象。因此,直击雷的防护可以采用避雷针、避雷网以及地网相配合的整体避雷体系,未来还要向等离子防雷发展。

**3.2 侧击雷的防护** 侧击雷就是雷电从侧面击打在物体上,与直击雷相比,近年来侧击雷发生的概率呈上升趋势,这也与城市的下垫面等要素有关。近年来,侧击雷的发生越来越多了,因此,对于侧击雷的防护主要是均压环的应用,要使

均压环发挥作用,就要严格按照标准来进行,对于均压环的材料、规格、敷设方式、数量、连接等方面均要严格把关。

**3.3 雷电波侵入的防护** 雷电波侵入就是雷电波可以沿着金属管道或线路进入室内,从而造成危害。现在很多建筑物均有外管道或线路接入,可以说这是不可避免的,那么,对于雷电波侵入的防护就显得尤其重要了。因此,对于雷电波侵入的防护主要集中在接入的管道和线路上。在电源的输入和输出端都要安装电涌保护器,同时为了保护信号的正常传输,还应该在两端安装信号防雷器,同时对于管线还应设置屏蔽,以最大限度地减少雷电波的侵入危害。

**3.4 雷电跨步电压的防护** 雷电跨步电压就是雷击大地后,大量的电流在地面扩散,从而使周围地面上分布着不同的电位,在中心点附近的两点间存在着很大的电压差,这两点间的电压就叫跨步电压。如果人的两腿分别踩在这两点上,将会造成很大的电位差,将会产生强电流通过人体,造成危害。因此,跨步电压的防护就是在雷雨天气尽量远离有可能遭受雷击的金属物体,如果在野外则要停止行走,并拢双腿并蹲下护住头部。

### 4 小结

(1) 桐城属多雷区,年均雷暴日42.8 d,年雷暴日数在25~73 d。

(2) 近55年桐城雷暴日际变化幅度较大。最多年份比最少年份相差48 d,将近3倍。桐城年平均雷暴日数呈现出3.51 d/10a的减少趋势。

(3) 桐城的雷暴具有明显的季节性变化特点,夏季高发,尤以7月份雷暴日数为最多,冬季发生雷暴的概率最低,春季多于秋季。

(4) 桐城雷电防护主要从直击雷、侧击雷、雷电波侵入和雷电跨步电压4个方面的防护着手,由于雷击灾害频发,一定要做好雷击灾害的防护,理论与实践相结合,既要符合防雷规范又要在实际中发挥防雷作用。

### 参考文献

- [1] 黄小红,古名岸.吉安雷暴日统计及其特征分析[J].井冈山大学学报:自然科学版,2010(6):53-56.
- [2] 纪晓玲,穆建华,周虎,等.45a来宁夏雷暴气候统计特征及趋势分析[J].中国沙漠,2009(4):744-749.
- [3] 谢业玲,钱家松,焦乘乘,等.1961-2010年平塘县雷暴活动的变化特征统计[J].贵州气象,2012(2):30-32.
- [4] 张敏峰,冯霞.我国雷暴天气的气候特征[J].热带气象学报,1998,14(2):156-162.
- [5] 机械工业部设计研究院.建筑物防雷设计规范(GB 50057-94 2000版)[S].北京:中国标准出版社,1994.

(上接第11015页)

(2) 气候变暖背景下,低温、干热风气象灾害频率降低,有害生物危害偏重发生;小麦越冬期缩短,生长期延长,抽穗开花提前,灌浆期延长,千粒质量提高。

(3) 濉溪县小麦生产已进入高产阶段,防灾减灾尤为重要。在气候变暖背景下,应坚持适期播种,扩种偏冬性品种,加强有害生物防治,平衡施肥。

### 参考文献

- [1] 王惠芳,张青珍,张明捷,等.豫东北气温变化趋势及对小麦生长发育的影响[J].中国农学通报,2010,26(11):341-345.

- [2] 赵玉兵.河北省南部气候变化对小麦气候适宜度的影响[D].保定,河北农业大学,2013.
- [3] 张明捷,王运行,赵桂芳,等.濮阳小麦生育期气候变化及其对小麦产量的影响[J].中国农业气象,2009,30(2):223-229.
- [4] 杨光,陈若礼,张存岭,等.淮北小麦灌浆特性及与气象条件的关系研究[J].安徽农业科学,2006,34(21):5454-5456.
- [5] 吕学梅,王金东,曹张弛.气候变化对临沂小麦越冬期变化的影响[J].中国农学通报,2013,29(17):42-46.
- [6] 李琦,王腾蛟,汪芝寿,等.冻害冷害对淮北市小麦产量的影响及对策[J].安徽农业科学,2003,31(5):723-726.
- [7] 李琦,王腾蛟,汪芝寿,等.淮北市小麦干热风发生特点及对策[J].安徽农业科学,2003,31(3):423-425.
- [8] 杨尚英,穆婉红,肖国举.渭北旱塬气温变化及对小麦生产的影响[J].中国农学通报,2010,26(15):109-114.
- [9] 张贵龙,刘晓迎,王媛,等.豫北地区小麦生产对气温变暖的响应[J].中国农学通报,2011,27(17):234-239.