

神木县农业气候资源及灾害天气分析 *

穆 兴 民

(中国科学院
水利部 西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100)

摘 要 在实地考察和历史资料的研究基础上对神木县农业特征进行了综合分析,表明:神木县属半干旱农业气候区。光热水资源基本同季,光能资源丰富,热量资源能满足作物一年一熟需要。但降水量不足且年际变率大,有效降水日数少,春季尤甚。风大沙(沙暴天气)多,霜冻频繁,干旱严重且持续期长,还有冰雹,暴雨等灾害性天气对农业生产不利。

关键词 农业气候资源 灾害性天气 神木县

The Analysis on Agro—Climate Resources and Disaster Weather in Shenmu County

Mu Xingmin

(Northwestern Institute of Soil and Water Conservation, Academia Sinica
and the Ministry of Water Resources, Yangling Shaanxi. 712100)

Abstract On the basis of studies on investigation and meteoric and historical data, the agro—climate resources in Shenmu county is comprehensively analysed. The results show that climate of Shenmu county belongs to one of the semi—arid regions, resources of the radiation, heat and water are basically simultaneous, light energy is very plentiful, and heat resource meet the requirements of one crop per year. But the rainfall resource is shortage and yearly variance is large, the variable rainfall days are little, especially in the spring. The pale and sand—storm weather (sand—storm weather) usually happens, the frost—bite weather continually occurs in some of season in the year, drought is severe and its continuing period is longer. In addition hail and rainstorm also appear. All this weather affect on agricultural production.

Key words agro-climate resources disaster weather Shenmu county

I 农业气候资源分析

1 光能资源

1.1 太阳辐射

据气候学经验公式推算,神木县年太阳总射量 $5\ 922\text{MJ}/\text{m}^2$,总辐射量 6 月最高达 $715\text{MJ}/\text{m}^2$,

12 月最低 276MJ/m²(表 1)。各季总辐射量,冬季 971MJ/m²,占年总辐射量的 17%。春季 1 737MJ/m²,占年总辐射量 29%,夏季 1 954MJ/m²,占年总辐射 33%,秋季 1 252MJ/m²,占年总辐射的 21%。夏季最高,冬季最低。作物生长季 4—9 月总辐射 3 691MJ/m²,占年总辐射 62%。

表 1 神木县光能资源特征

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
总辐射量 MJ/m ²	326	377	490	569	678	715	653	586	490	431	331	276	5922
光合有效辐射 (MJ·m ²)	158	183	243	285	334	346	329	284	237	207	160	134	2900
日照时数 (h)	215.5	200.7	236.7	248.9	279.8	281.1	267.4	247.2	228.2	226.0	203.3	200.9	2835.7
日照百分率 (%)	72	67	64	63	64	63	60	59	61	66	68	69	65

农业界限温度内辐射资源。据上述资料计算,神木县≥0℃期间总辐射 4 620MJ/m²,占年总辐射 78%。一年内,因温度限制,至少有 22%的光能不能为绿色植物转化为光合产物。植物的光合产物大部分是在≥10℃期间形成的,该时期神木县太阳总辐射 3 406MJ/m²,占年总辐射 58%,表明,神木县作物生长季较短,光能的无效消耗大,年光能利用效率低。

1.2 光合有效辐射

据经验公式推算神木县月及年光合有效辐射如表 1。神木县年太阳光合有效辐射 2 900MJ/m²,6 月最高,12 月最低。作物主要生长季 4~9 月光合有效辐射 1815MJ/m²,占年光合有效辐射的 63%,占年总辐射的 31%。

各界限温度期间的的光合有效辐射。神木县≥0℃期间的光合有效辐射 2 270MJ/m²,约为年光合有效辐射的 79%,仅为年总辐射的 39%。≥10℃期间的光合有效辐射 1 680MJ/m²,约为年光有效辐射的 58%。尽管作物生长季短,作物活跃生长季内光合有效辐射占年有效辐射的 3/5,在作物生长季内总辐射及光合有效辐射的强度大,完全能满足其生长对光能的需求。

1.3 日照

神木县年日照时数 2 836 h,2 月最少 201 h,6 月最多 281 h(平均 9 h/d),4—9 月日照时数 1 553 h(平均 8.5 h/d)。冬季日照时数 617 h(占年日照时数 22%),春季 765 h(占年 27%),夏季为 796 h(占年 28%),秋季为 658 h(占年 23%)。

神木县平均日照百分率 65%,最少的 8 月份为 59%,最多的 1 月为 72%。4—9 月平均为 62%。由此表明,神木县光能资源丰富,光照强度大,一日内光合作用时间长,有利于作物高产优质。

2 热量资源

2.1 温度特征量

神木县 33 年(1957—1989 年)年平均气温 8.4℃,最高年 9.9℃(1970 年),最低年 7.3℃(1984 年)。

2.2.1 平均气温年变化 如表 2 及图 1,表明:旬平均气温 1 月中旬最低为-9.9℃,7 月下旬最高为 23.9℃。月平均气温 1 月最低-9.9℃,7 月最高 23.7℃。气温年较差 33.4℃。夏季(6—8 月)及冬季(12—2 月)气温变化较小,旬平均最大相差分别为 3.5℃和 6.6℃;而春季(3—5 月)气温急剧上升,旬均最大差 20.1℃,平均增温速率 2.2℃/旬。秋季(9—11 月)气温迅速下降,旬平均最大差 20.8℃,平均降低速率 2.3℃/旬。

表 2 神木旬、月平均气温及月平均最高、最低气温

单位:℃														
项目		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
旬平均气温	上旬	-9.5	-7.8	-0.4	8.3	15.7	20.7	23.4	23.4	17.6	12.0	3.5	-5.6	-
	中旬	-9.9	-5.0	2.7	11.1	17.3	22.1	23.7	21.7	15.9	9.4	0.4	-7.4	-
	下旬	-9.6	-3.3	4.9	13.3	19.7	23.1	23.9	20.4	13.8	6.3	-3.2	-9.2	-
月平均气温		-9.7	-5.4	2.4	10.9	17.6	22.0	23.7	22.0	15.8	9.2	0.2	-7.4	8.4
月平均最高		-1.6	2.6	10.2	18.8	25.3	29.3	30.2	28.1	23.0	16.9	7.8	0.0	15.9
月平均最低		-15.8	-11.8	-3.9	3.6	9.9	14.4	17.5	16.1	9.9	3.1	-5.0	-13.0	2.1

资料年代:1957—1989 年 33 年

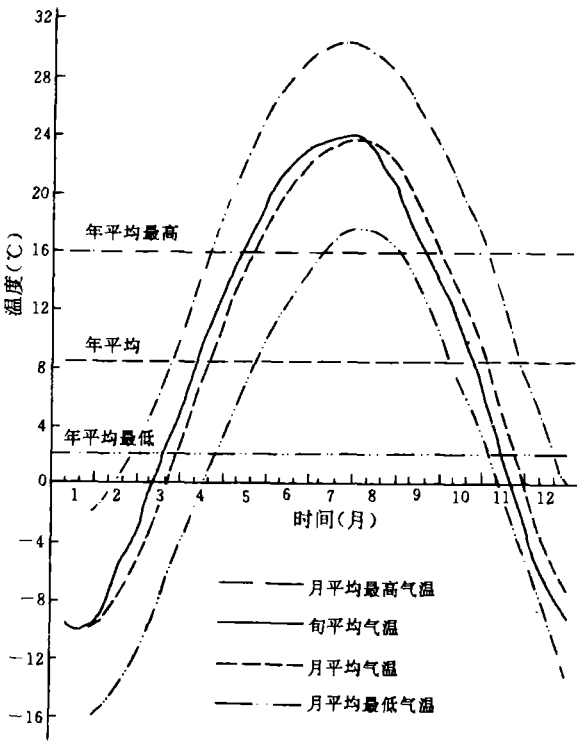


图 1 神木县平均最高、最低及平均气温年变化

低于 0℃时期),植物不能生长而处于冬眠状态,限制了光能资源的利用。 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 期间的活动积温 3 774℃。日平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的始期为 4 月 19 日,终期为 10 月 4 日,持续日数 169 天。活动积温 3 248℃

表 3 各农业界限温度始、终期、持续日数及积温

农业界限温度		0℃	5℃	10℃	15℃	20℃
初 日	月·日	3·10	3·28	4·19	5·14	6·12
终 日	月·日	11·14	10·23	10·4	9·16	8·21
持续	天	250	209	169	126	71
日数	占 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 持续日(%)	100	84	68	50	28
活动	活动积温℃	3774	3625	3248	2644	1650
积温	占 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温(%)	100	96	86	70	44

尽管神木县植物生长期较短,但积温有效性高。由表 3 知: $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 日数持续 169 天,相当于 \geq

2.1.2 极端气温状况 极端气温年变化如表 2 及图 1。极端最高气温 38.9℃。年平均最高气温 15.9℃。一年内 1 月最低-1.6℃,7 月最高 30.2℃。极端最低气温-28.9℃,年平均最低气温 2.1℃,一年中 1 月最低-15.8℃,7 月最高 17.5℃。

2.1.3 气温日较差大 温度日较差大,植物同化作用强,呼吸消耗少,有利于光合产物的积累;温度日较差大,积温有效性高。一般气温年较差愈大,大陆性强的地区,温度日较差亦较大。神木县年平均气温日较差 13.8℃。冬季平均日较差 13.9℃,春季 14.9℃,夏季 13.2℃,秋季 12.7℃。作物生长季(4~9 月)平均气温日较差 13.9℃。

2.2 植物生长期期间的热量资源

2.2.1 农业界限温度的始、终日期及其间隔日数和活动积温 神木县各种农业界限温度的始期、终期、持续天数和相应时段的活动积温平均值如表 3。由表可见,神木县日平均气温稳定通过 0℃的初日为 3 月 10 日,终日 11 月 14 日, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的持续日数仅 250 天,相当于全年天数的 68%,即全年约 1/3 时间处于寒冷期(温度

0℃持续日数的 68%,但≥10℃的活动积温则相当于≥0℃积温的 86%。表明,本地适宜种植生长期短,生长快的喜温作物如玉米、高粱、谷子、糜子及马铃薯等。

2.2.2 热量资源保证率 不同保证率下各农业界限温度的初日、终日及持续日数和积温如表 4。神木县 80%年份,≥0℃初日 3 月 25 日,终日 11 月 7 日,共持续 234 天,活动积温 3714℃,比平均值持续日数少 14 天,活动积温少 145℃。≥10℃初日 4 月 25 日,终日 9 月 30 日,持续日数 168 天,活动积温 3 232℃,与平均值相比,持续日数少 6 天,活动积温少 160℃。各界限温度初终日与 80%保证率时初终日相差 6~11 天左右,80%保证率下各界限温度间的持续日数和积温相当于平均值的 95%左右。

表 4 各保证率下通过各界限温度初、终日、持续日数及其积温

项 目		保 证 率 (%)					
界限温度		平均	50	60	70	80	90
3℃	初日(月·日)	3·12	3·10	3·10	3·14	3·25	3·25
	终日(月·日)	11·14	11·12	11·10	11·9	11·7	11·5
	持续日数(天)	248	249	246	243	234	234
	活动积温(℃)	3859.1	3884.4	3824.0	3800.7	3713.8	3683.6
5℃	初日(月·日)	4·1	3·30	4·2	4·4	4·6	4·10
	终日(月·日)	10·26	10·25	10·24	10·22	10·20	10·19
	持续日数(天)	209	209	207	205	202	194
	活动积温(℃)	3703.9	3726.1	3697.1	3647.1	3596.2	3492.4
10℃	初日(月·日)	4·19	4·18	4·18	4·22	4·25	4·29
	终日(月·日)	10·9	10·7	10·7	10·6	9·30	9·20
	持续日数(天)	174	175	173	169	168	161
	活动积温(℃)	3391.9	3408.0	3357.7	3317.3	3232.4	3151.6
15℃	初日(月·日)	5·11	5·10	5·13	5·15	5·18	5·19
	终日(月·日)	9·15	9·16	9·13	9·12	9·7	9·6
	持续日数(天)	128	128	128	122	117	116
	活动积温(℃)	2752.3	2814.6	2720.4	2586.0	2515.0	2437.1
20℃	初日(月·日)	6·12	6·11	6·14	6·18	6·19	6·24
	终日(月·日)	8·21	8·24	8·19	8·17	8·12	8·2
	持续日数(天)	71	74	70	69	63	46
	活动积温(℃)	1649·7	1739·6	1699·1	1608·6	1435·5	1079·7

一些作物生长发育所要求的活动积温如表 5。与神木县热量条件(表 4)相比,本县的热量资源即能满足喜凉作物如春小麦生长,亦能满足喜温作物如水稻、玉米、高粱等的生长。种植作物一年一熟,有条件的地方可进行春小麦套种玉米或马铃薯。种植作物一年一熟热量有余。根据本县降水特点,旱地种植林草,适当发展畜牧业,有利于提高气候资源利用率和农业的抗灾能力,更有利于改善环境,减少土壤的风蚀与水蚀,防止土地沙化。

表 5 主要作物对热量要求及其神木县作物种植期热量条件

作物	熟性	要求积温(℃)		神木县作物生长期热量条件			
		≥0℃	≥10℃	生育期 (月·日)	天数 (天)	平均积温 (≥10℃)	80%保证率 ≥10℃积温
玉米	中晚		2700~2800	4/21—9/20	153	3106	2980
高粱	中晚		2500~2800	5/1—9/30	153	3108	3005
谷子	中晚		2400~3100	5/21—10/10	143	2903	2794
糜子	中晚		1900~2200	6/1—9/30	122	2566	2486
洋芋	中晚		2100~2400	5/21—10/10	143	2903	2794
春小麦	中	1700~1800	1300~1700	3/11—7/10	122	1856	1742
水稻	早		2800	4/21—10/10	173	3363	3251
	中		3200	4/21—10/10	173	3363	3251

2.3 地温与冻土

神木县地面温度(0cm)历年平均 11.4℃。7 月最高,平均为 30.2℃,1 月最低平均为-10.6℃,地面极端最高 67.5℃,极端最低-33.4℃。地中 5cm、10cm 温度稳定通过 0℃平均初日为 3 月 5 日。比气温早 7 天;稳定通过 6℃、9℃、12℃的平均初日分别为 3 月 27 日、4 月 7 日和 4 月 17 日。

神木县平均土壤冻结初日为 10 月 24 日,最早年在 10 月 5 日;5cm 土壤冻结平均初日在 11 月 1 日,最早 10 月 5 日;10cm 冻结初日在 11 月 17 日。在此之前半个月左右,冻土夜冻日消,这时正是冬灌、农田基本建设的适宜时期。

神木县一般年份最大冻土深度为 100cm,出现在 2 月,极端最大冻土深度达 146cm(1969 年)

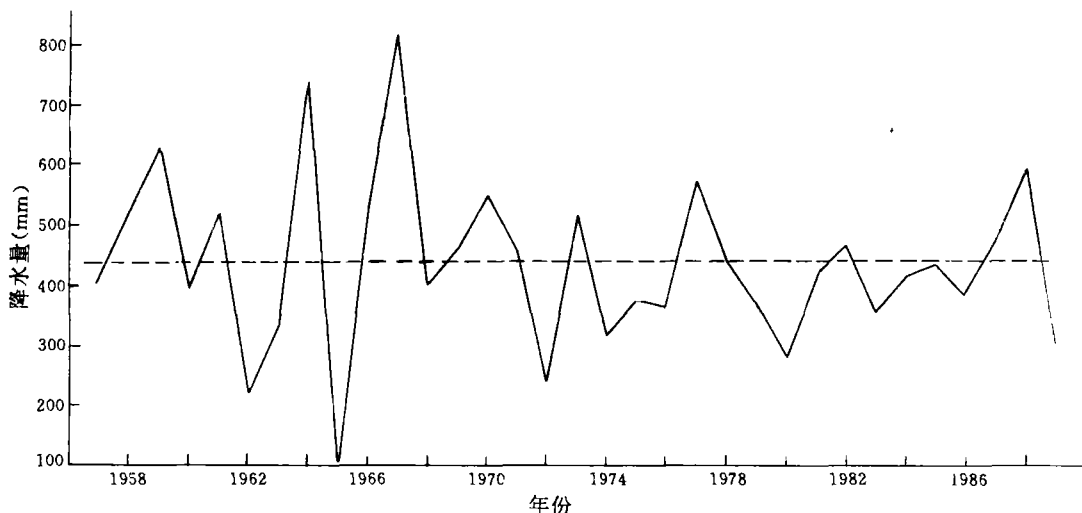


图 2 神木县降水量年际变化

3 降水资源

3.1 降水的气候特征

神木县年平均降水量 437.4mm(1957~1989 年 33 年)。降水年际变率大,最多年 891.1mm(1967 年),最少年仅 108.6mm(1965 年),年降水量变异系数 $C.V. = 34\%$ 。降水量年际变化如图 2,在 60 年代降水量年际差异甚大,从 70 年代至现在,年降水量变化于 300~600mm 之间,但低于平均值年份较多。由于降水年际的不稳定性,常造成本县以干旱为主的局地洪害和大面积旱灾。

降水量的年变化如表 6 及图 3。月平均降水量以 12 月最小,仅 1.7mm,8 月最多 124.7mm,图 3 表明:旬降水过程为一个单峰型,8 月上旬最多 52.7mm,12 月下旬最少 0.3mm。由于地处内陆干旱区且在夏季风北沿,雨珊珊季而来,匆匆而过,与西安等地相比,降水高峰期持续期短(7~8)二个月。我们以降水相对系数 * 为标准分析雨季起迄期。结果表明,神木县雨季自 6 月下旬开始,至 9 月上旬结束,持续 8 个旬,比西安少 3 个旬。雨季高峰旬为 8 月上旬。雨季(6 月下旬—9 月上旬)降水量 277.8mm,占年降水量 64%。

降水相对系数 = 累年平均旬降水量 / 累年平均旬降水量;累年平均旬降水量 = 累年平均年降水量 / 年总旬数(36)。并规定,降水相对系数连续两旬以上稳定大于 1.5 的第一旬为雨季开始旬;降水相对系数等于或小于 1.5 的前一旬为下雨季结束旬。

各季降水分配是冬季(12—2 月)降水 8.0mm,占年降水 1.8%,春季(3—5 月)为 578mm,占 13.2%,夏季(6—8 月)为 281.5mm,占 64.4%,秋季(9—11 月)为 90.1mm,占 20.6%。

表 6 神木历年旬、月平均降水分配

项目		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
旬降水量 (mm)	上旬	0.5	1.3	3.3	5.3	8.3	11.6	30.6	52.7	23.6	10.0	4.0	0.6	—
	中旬	0.9	1.1	2.2	6.3	10.1	15.7	32.4	37.2	14.5	5	1.5	0.8	—
	下旬	1.0	1.5	3.9	8.9	9.5	19.1	47.4	34.8	19.1	7.0	2.9	0.3	—
月降水量(mm)		2.4	3.9	9.4	20.5	27.9	46.4	110.4	124.7	57.2	24.5	8.4	1.7	437.4
占年降水量(%)		0.5	0.9	2.1	4.7	6.4	10.6	25.2	28.5	13.1	5.6	1.9	0.4	100.0

3.2 降水保证率

3.2.1 月、季及年降水保证率 本县降水量少而不稳,年降水相对变率 25%,春季为 67%,夏季亦达 47%,秋季为 67%,冬季高达 100%,即使作物生长季(4—9 月)亦高达 54%。为使农业生产对象及过程安全,作到适时灌水,就必须分析不同保证率下各时段降水量。神木县各月不同保证率下的降水量如表 7。表明:80%保证率时,神木县有 3 个月(1、2、12 月)无降水,有 3 个月(3、4 及 11 月)降水不足 5mm,3 个月(5、6 及 10 月)降水不足 15mm。7、8 月降水量分别为 58mm 和 53mm,低于平均降水量的 60%。春季各月降水甚少不利于作物播种和出苗。神木县大部分作物在 3—5 月播种,如春小麦在 3 月中旬,玉米为 4 月下旬、谷子及马铃薯在 5 月下旬。当年天然降水极难满足作物种子发芽和出苗所需水分,是导致旱作产量低而不稳的重要因素之一。故旱地以林草为主,适当发展畜牧业。

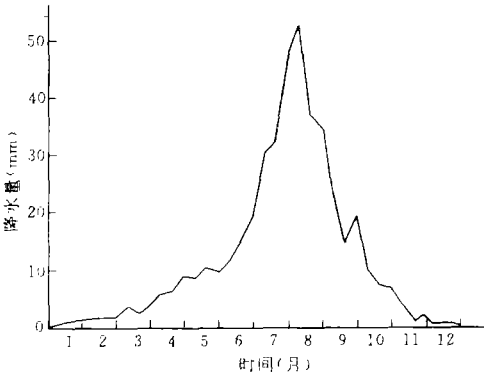


图 3 神木年降水旬变化图

表 7 神木逐月各级保证率的降水量

保证率(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
50	1	2	7	14	19	31	105	94	44	18	5	2
60	1	2	6	12	13	29	97	87	40	15	3	1
70	0	1	4	8	10	24	92	72	31	14	1	0
80	0	0	2	3	6	14	58	53	26	6	1	0
90	0	0	0	2	5	9	49	28	18	4	0	0

神木县 80%年份降水量 321.4mm,比平均值低 116.0mm,相当于平均降水量的 73%。80%保证率下春季降水量相当于平均降水量 19%,夏季为 28%,秋季为 37%,冬季则为 0.0%。表明本县降水保证率低,无灌溉条件下,很难保证农业的高产和稳定。

表 8 神木县年、季降水保证率

项目	年	春季 (3—5 月)	夏季 (6—8 月)	秋季 (9—11 月)	冬季 (12—2 月)
平均	437.4	57.8	281.5	90.1	8.0
50%	411.7	40.0	230.0	67.0	5.0
70%	374.2	20.0	188.0	46.0	1.0
80%	321.4	1.0	78.0	23.0	0.0

3.2.2 各农业界限温度期间降水状况 如表 9,在植物生长期($\geq 0^{\circ}\text{C}$ 期间),集中了年降水量的 93%左右,即使在喜温作物旺盛生长期($\geq 10^{\circ}\text{C}$ 期间),降水量也约占年降水量的 85%;平均 10 年有 8 年, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 期间降水量占年降水量 70%,约 305.2mm。 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 期间降水量 294.6mm 占年降水量 67%。表明:本县光照资源丰富水热资源同季,但降水总量明显不足,在作物生长季,适当灌水是作物种植基本条件。

表 9 各界限温度期间各级保证率降水量及占年降水百分率

保证率	$\geq 0^{\circ}\text{C}$		$\geq 5^{\circ}\text{C}$		$\geq 10^{\circ}\text{C}$		$\geq 15^{\circ}\text{C}$		$\geq 20^{\circ}\text{C}$	
	降水量	占年降水量(%)	降水量	占年降水量(%)	降水量	占年降水量(%)	降水量	占年降水量(%)	降水量	占年降水量(%)
50%	407.5	93	391.5	90	372.9	85	301.6	69	195.3	45
60%	394.9	90	373.0	85	341.4	78	288.6	66	139.2	32
70%	360.5	82	354.7	81	316.6	72	237.0	54	110.5	25
80%	305.2	70	301.3	69	294.6	67	204.6	47	96.9	22
90%	226.5	52	200.9	46	194.3	44	168.6	39	91.9	21

3.3 降水强度分析

降水一般只有渗入土壤中,然后通过根系的吸收才能为植物所利用,一般以 $\geq 5\text{mm}$,及 $\geq 10\text{mm}$ 年总降水量来反映降水对植物的有效性。据统计,神木县年平均日降水 $\geq 0.1\text{mm}$ 降水日 72.6 天,其中 $\geq 5\text{mm}$ 降水天数 22.8 天, $\geq 10\text{mm}$ 降水日数 13.6 天。 $\geq 5\text{mm}$ 降水量年均 350.1mm,占年降水量 80%, $\geq 10\text{mm}$ 年降水量 314.2mm 占年降水 72%。一般而言,(并且不计算暴雨所产生的径流损失)年降水中还应扣除 25%左右的降水,才是可供植物根系吸收利用的自然降水。神木县年平均日降水 $\geq 50\text{mm}$ 日数 1 天,平均每次降水量且按 50mm 计算。故此,神木年总降水能为植物所利用量仅 300mm 左右。

神木县日降水 $\geq 25\text{mm}$ 平均 3.2 次/年, $\geq 50\text{mm}$ 平均 1 次/年, $\geq 100\text{mm}$ 平均 0.1 次/年。8 月份出现 $\geq 25\text{mm}$, $\geq 50\text{mm}$ 降水次数最多,但 33 年间, $\geq 10\text{mm}$ 降水共 4 次,3 次在 7 月。1961—1988 年 28 年中,平均日最大降水量 61.7mm,占年降水 14%,极端最小为大旱的 1965 年,仅 15.0mm,最大为 1959 年 136.3mm。

以上分析表明,神木县降水资源年际变率大,保证率低;季节分配不均,特别是春季少且保证率低;大雨或暴雨尽管多,但占年降水的比例大,降水有效性差。

3.4 干湿状况

一地干湿用干燥度或湿润度来表示,它取决于降水与蒸发两项的比例,本文采用修正彭曼公式求得参考作物最大蒸发量(ET_0),再由 $K=ET_0/R$ 计算干燥度如表 10。年干燥度为 1.8,属半干旱气候区,年农田水分亏缺 348.0mm,该县旱作农业产量低、不稳定。干燥度月变化以 3 月最大为 5.5,8 月最小为 0.8。月最大蒸发力以 6 月最高,达 140.1mm,12 月最小为 2.5mm。农田水分亏缺 5 月最大,月亏缺 102.9mm,8 月最小,盈余 19.3mm,全年农田亏缺 348.0mm。

表 10 神木年、月干燥度及农田水分盈亏量

项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
蒸发力 ET_0	4.0	15.7	51.5	92.1	130.8	140.1	132.7	105.4	64.5	34.1	12.0	2.5	785.4
降水量 R	2.4	3.9	9.4	20.5	27.9	46.4	110.4	124.7	57.2	24.5	8.4	1.7	437.4
干燥度 K^*	1.7	4.0	5.5	4.5	4.7	3.0	1.2	0.8	1.1	1.4	1.4	1.5	1.8
水分盈亏 ($R-ET_0$)	-1.6	-11.8	-42.1	-71.6	-102.9	-93.7	-22.7	+19.3	-7.3	-9.6	-3.6	-0.8	-348.0

4 风能资源

风虽然不是动植物生长发育所必须的气候因子,但能间接的对动植物繁育产生影响,如调节农田小气候,促进植物受粉等。把风作为一种动力,还可利用风力资源发电提水,造福人类。

4.1 风速

神木县平均风速如表 11。年平均风速 2.2m/s,最大月(4 月)3.0m/s,最小月(9 月)1.7m/s。一年之中,风速也具有明显季节变化,春季平均风速 2.8m/s,夏季为 2.2m/s,秋季 1.8m/s,冬季 2.0m/s。春季最大,夏冬次之,秋季最小。

表 11 神木累年各月平均风速、风向及频率

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
风速(m/s)	2.0	2.2	2.6	3.0	2.8	2.5	2.1	1.9	1.7	1.8	2.0	1.9	2.2
最多	风向	NW	NW	NW	NW	SSE NW	SSE	SSE	SSE	NW	NW	NW	NW
	频率%	28	25	21	16	14	13	17	15	13	16	20	27
风能(kw·h /m²·月	20.46	18.96	23.22	24.64	25.50	28.08	17.38	15.40	12.06	12.73	15.96	17.64	232.03

4.2 风向

神木县位于西风带风,同时又处于大陆季风气候北沿。全区全年盛行西北风,除夏季(7~9 月)以东南风为主外,其余各季均盛行西北风(见表 11)。

神木县累年各季及年平均风向频率。年平均风向 NW 风占明显优势(频率 17%),其次为 SSE 风向(频率 10%),再次为 NNW 风和 N 风(频率分别为 8%和 6%)。春季:NW 风最多(频率 17%),SSE 风次之(频率 11%)二者频率相差 6%,SE 和 NNW 再次之(频率 15.0%和 12.7%),NW 风减少(频率 10%)。秋季:东南风减少,西北风增多,其中 NW 最多(频率 16%),SE 风频率减少到 10%、9%。到了冬季,西北风进一步加强,东南风大大减少,冬季 NW 风频达 25%,SSE 和 SE 风频减少到 6%。

4.3 风能资源

把风作为一种能源进行开发和利用,在一些边远地区很有价值。所谓风能,指与风向相垂直的单位截面积上的功率,它可用:

$$w = 0.012 \cdot N \cdot P \cdot \sum f_i v_i^3$$

W 为月有效风能(千瓦 kw·h/m²·月);N 为每月天数;P 为空气密度,V_i 是各级风速,f_i 为 V_i 出现频率。据计算,神木县各月平均风能(kw·h/m²·月)如表 11,年平均风能 232.03kw·h/m²·年。风能 3~6 月最大,秋季最小。

II 神木县农业气象灾害

1 大风与沙尘暴

1.1 大风

瞬时风速≥17.2m/s(即风力 8 级以上)称大风。大风是神木县各类气象灾害中出现频率最大

* 干燥度 K<1.0 为湿润,半湿润(1.0~1.49),半干旱(1.50~3.49),干旱(≥3.50)。

的,平均年大风日 13.5 天,最多年 44 天(1968 年),最少年 0 天(1986 年)。年大风日年变化有两个峰值,最高为 5 月,次高为 11 月(图 4)。年内大风日以 5 月最多,平均大风日 2.5 天/月,占年大风日 18%,1 月最少,平均 0.1 天/月,占年大风日的 0.6%(图 4)。一年四季,冬季平均大风日 1.4 天,春季 6.2 天,夏季 4.4 天,秋季 1.7 天。春季最多,夏季次高,冬季最少。春季以冷空气南下形成西北风为主,夏季以雷雨大风为主。就大风对农业的危害而言,夏季的大风与大雨或暴雨相伴而生且来势迅猛,常造成作物倒伏而致减产,“麦倒一把草”,对农业生产直接造成较大危害。

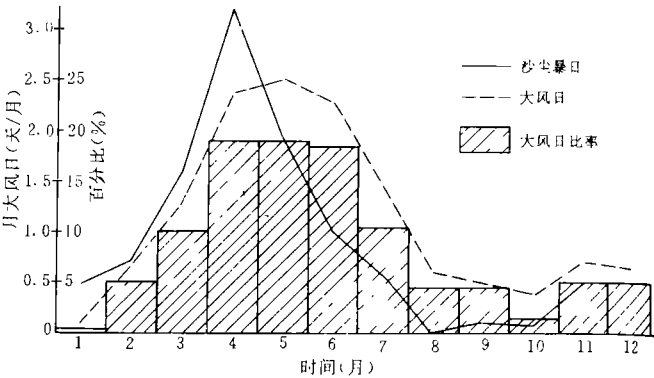


图 4 神木县各月大风日频率及沙尘暴日数

1.2 沙尘暴

干旱季节,由于土壤粘着力小,风力作用引起尘沙飞扬,导致土壤风蚀与沙化。神木县沙尘暴日以 4 月最多,8 月最少(图 4)。春季最多,平均 6.7 天/季,占年沙尘暴日 63%,其中 4 月 3.2 天。夏季尽管大风较多但沙尘暴日仅 1.6 天,占年沙尘暴日 15%,其中 8 月平均无沙尘暴日。秋季沙尘暴日 0.7 天(9 月 10 月分别为 0.1 天),占年沙尘暴日 7%,冬季为 1.5 天(各月分别为 0.5 天),占年沙尘暴日 14%。

1.3 大风与沙尘暴年际变化

从 70 年代到现在,大风日及沙尘暴日有逐渐递减之趋势(图 5 及表 12)。平均年沙尘暴及年大风日平均每年减少一天。

表 12 神县各时期大风及沙尘暴日数

时段 (年)	1971—1975	1976—1980	1981—1985	1986—1988
平均年大风日数(d/a)	17.2	9.6	7.4	2.0
平均年沙尘暴日数(d/a)	12.2	8.4	5.4	4.0

2 霜 冻

霜冻是神木县第二大气象灾害,有气象记录以来,年年均有发生,年平均五遇。一般以地面最低温度低于零度为作物受霜冻危害的指标。

神木县早霜冻日平均出现于 10 月 3 日,最早为 9 月 22 日,最晚 10 月 23 日,相差 31 天。晚霜平均出现于 5 月 5 日,最早为 4 月 8 日,最晚出现于 5 月 23 日,相差 26 天。

无霜期,平均 153 天,最长年 179 天,最短年为 127 天,二者相差达 52 天。年际变化较大。

霜冻对作物、果树的幼芽危害甚大。在霜冻发生时,不同地形条件下霜冻危害程度有强弱之差。在坡地上,迎风比背风坡霜冻严重。一旦发生霜冻,在地形闭塞,冷空气不易流出的小盆地、谷地等

地段霜冻危害要比平原、平坦的山顶及广阔平坦的谷地严重。据资料,山间小盆地发生霜冻时冻害温度要比平地低 4~5℃,而山间较窄的谷地则低 2~3℃,丘陵中的谷地则低 1.5~2.0℃。因此,在作物种植、尤其是经济林木种植时,应认真考虑地形对霜冻的影响。

3 干 旱

干旱是神木县主要农业气象灾害之一。干旱的发生具有区域性特征。神木县与榆林旱涝发生密切相关,两地年降水量呈正比关系,其直线相关系数为 0.820,达极显著水平。因此,我们欲利用榆林的 500 年旱涝等级资料来说明神木县干旱发生的年际变化气候规律,并利用本县实测降水资料对干旱的季节发生规律作进一步分析。

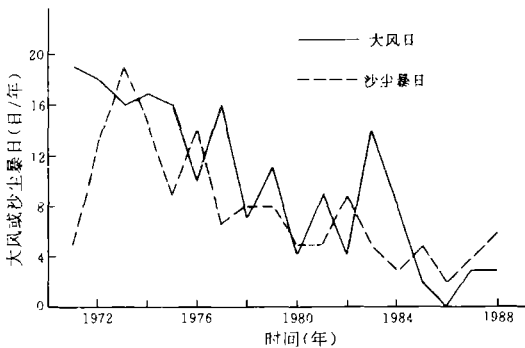


图 5 神木县大风日及沙尘暴日年际变化

3.1 干旱发生的基本气候特征

本区域至 1980 年 506 年中共发生干旱 220 年(其中大旱 51 年、中旱 169 年),正常年 171 年,丰水年 115 年、发生频率分别为 44%、34%和 23%。大旱年频率为 10%,中旱频率 33%,估十年一大旱,三年一小旱,年年旱不断。

3.2 干旱的连续性

干旱的年际变化即有其渐变性,又具突变性。连续性即为渐变性的一种表现形式。本区域,连续二年旱的频次 113 年,连续三年旱的频次 61 年,连续四年旱的频次 36 年,连续五年以上旱的频次 10 年,其频率分别为 19%、12%、7%和 2%。连续二年为正常年的频率为 13%、连续三年为正常年的频率为 4%。对于丰水年,连续二年为丰水年的频率仅 6%。表明:本区域连续干旱发生频率高,尤以 2~3 年最多。

3.3 干旱的传递性

如表 13。表明:由旱年转为旱年的频率最大,其次为平年转为平年或旱年,由旱年转为平年的频率亦较高,以转为丰水年的频率较低,尤以丰水年转为丰水年的频率最低。就转为丰水年而言,旱年与丰水年间的突变大于渐变。

表 13 干旱发生的传递性

上年年型	旱 年			平 年			丰 水 年		
本年年型	旱	平	丰	旱	平	丰	旱	平	丰
次 数	113	59	42	62	64	40	39	43	29
频 率 (%)	22.3	11.7	8.3	12.3	12.6	7.9	7.7	8.5	5.9

3.4 季节性干旱

神木县年降水总量小且年际变率大,季节分配集中,导致一年内不同季节亦可能发生干旱危害。根据农业生产的特点,季节性干旱可分为春旱(3—5 月)、初夏旱(6 月)、盛夏旱、初秋旱(9 月)、冬春连旱(2—3 月)、春夏连旱(5—6 月)和夏秋连旱(8—9 月)等 8 个时段。干旱指标,据榆林地区农业气候区划,干旱指标用干旱指数法: $I = (\frac{\Delta R}{\bar{R}} - \frac{1}{2} \frac{\Delta X}{\bar{X}}) \times 100$ 式中 ΔR 、 \bar{R} 分别为某时段内降水量距平及该时段内多年平均降水量, ΔX 及 \bar{X} 分别为计算时段内最长连续无降水日数距平及多

年平均值,根据干旱指数的大小确定干旱强度如表 14。

表 14 各级干旱强度下的干旱指数

项目	旱月状况	小旱	大旱	备注
三个月	连续三个月		≤-30	
	连续二个月	≤-30	≤-60	
	连续一个月	≤-60	≤-100	
二个月	连续二个月		≤-40	
	连续二个月	≤-40	≤-100	4、7、11 月
	连续一个月	≤-60	≤-100	5、8、10 月
一个月		≤-50	≤-100	6、9 月

据表 15 神木县各类干旱频率与次数,表明:本县一年内各类干旱均可能发生,冬春连旱频率最高,其次为春旱和夏秋连旱,初夏旱频率较低。但春旱、夏旱和秋旱对农业生产危害较大,尤以春旱最为严重。

表 15 神木县各类干旱发生次数与频率(1961~1984 年)

干旱类型	春旱	初夏旱	夏旱	初秋旱	秋旱	冬春连旱	春夏连旱	夏秋连旱	合计
次数									
小	6	3	5	7	6	10	9	9	55
大	8	2	6	1	7	5	3	5	37
合计	14	45	11	8	13	15	12	14	92
频率									
小	25.0	12.5	20.8	29.0	25.0	42.0	38.0	38.0	—
大	33.0	8.3	25.0	4.2	29.0	20.8	12.5	20.8	—
合计	58.0	20.8	46.0	33.2	54.0	62.8	50.5	58.8	

4 暴雨

日降水量≥50mm 为暴雨,其中日降水量≥100mm 称大暴雨,≥200mm 则称为特大暴雨。据神木县气象站记录,本站自 1957—1989 年 33 年间共降暴雨 31 次,年平均暴雨 0.9 次,一年一遇。最多年 4 次,最少年则不发生。一年内,最早发生于 5 月,最晚在 9 月。33 年间,5 月累积发生暴雨 1 次,6 月 3 次,7 月 8 次,8 月 17 次,9 月 2 次。7—8 月占年暴雨次数的 80%,其中县 8 月为 55%。神木县是黄土高原一个多暴雨区。

神木县大暴雨较少,1957—1989 年 33 年间共出现大暴雨 4 次(其中 7 月 3 次,8 月 1 次),平均 8 年一遇。

本县降水强度较大。一日最大降水 15~132mm 之间,平均日最大降水量 61.4mm(1965—1989 年),占同期年平均降水的 14%,约相当于年降水量的 1/7。1971 年年降水量 453.4mm,其中一次大暴雨过程日最大降水 132.4mm,占年降水的 29%,约近 1/3。年降水量少的 1965(降水 108.6mm),其中一日最大降水 15mm,亦占年降水的 1/7 左右。由此表明:本县暴雨尽管不多,但一日最大降水平均占年降水的 1/7 左右,加剧了干旱为害,不利于提高降水利用率。

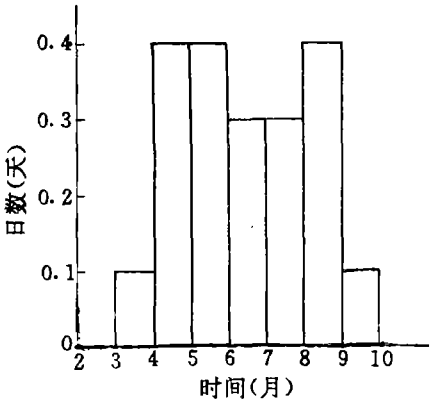


图 6 神木县各月平均冰雹日数 (1957—1988 年)

5 冰 雹

冰雹是神木县另一灾害性天气,据县气象站记录,本县 32 年(1957—1988 年)共降冰雹 66 次,平均每年 2.1 次,最多年 5 次(1985 年)。

冰雹发生于 3 月—10 月,最早出现在 3 月 25 日,最晚出现于 10 月 16 日。但集中发生于 5 月—9 月。神木县气象站各月平均雹日如图 6。

据统计,一日之内,冰雹多发生于白天 11~20h,尤以午后 14~8h 最多(占 67%)。冰雹是一种局地性,短历时的天气过程,本县降雹时间一般持续 5~10min,最长一次历时 27min。但雹块大小与持续时间成反比,持续时间愈长,雹块愈小,危害愈小。“雹打一条线”,本县冰雹危害面积,雹击带长度一般为 30~50km,宽约 10~15km。

考察期间得到了神木县气象局杨局长和业务科芦科长的大力支持,深表谢意。