

姚静,屈丽玮,朱庆亮,等. 陕西省强对流天气气候特征分析与对流指标探讨[J]. 陕西气象,2017(3):29-35.

文章编号:1006-4354(2017)03-0029-07

陕西省强对流天气气候特征分析与对流指标探讨

姚 静,屈丽玮,朱庆亮,黄少妮,井 宇

(陕西省气象台,西安 710014)

摘 要:选取 2007—2014 年陕西省 98 个气象站降水和冰雹观测资料、1970—2013 年数据完整的 90 个气象站的雷暴观测资料,采用统计方法分析陕西雷暴、冰雹、短时强降水的气候特征。结果表明:陕西强对流天气多发生于 10—20 时,其他时间发生的概率比较低。冰雹多发生在 5—8 月;短时强降水大多出现在 6—9 月,雷暴主要出现在 6—8 月。2007—2014 年,陕西降雹天气年际变化不明显,短时强降水的年际变化较大。1970—2013 年雷暴日整体呈减少的趋势,2007—2013 年明显偏少。冰雹天气的高值中心集中在陕西北部,短时强降水呈北少南多的特点,雷暴为中部少、南北多。利用 2007—2014 年探空资料和 MICAPS 资料统计陕西省冰雹和短时强降水天气的物理量指标,为短时临近天气预报提供依据。

关键词:强对流天气;冰雹;雷暴;短时强降水;物理量指标

中图分类号:P468

文献标识码:A

冰雹是一种局地性强、季节性明显的灾害性天气,对工农业生产和人民生命财产均可造成严重后果。许多学者对我国各地冰雹的发生、变化规律及分布特征进行了深入研究。李照荣^[1],郭江勇^[2],刘德祥^[3]等分析了西北五省冰雹的气候特征和影响因子,发现西北地区 5 个冰雹源地分别位于新疆、青海和宁夏南部,3 个频发中心位于青海南部的清水河、北州以及宁夏南部六盘山。李向红等^[4]将广西省强对流天气形势分为副高型、冷式切变型、热带低压型三种类型。李耀东等^[5]建立综合多指标叠套方法,可用于制作强对流天气落区展望预报。李晓霞等^[6]对甘肃省一次强对流天气进行了数值模拟,指出风暴相对螺旋度和能量螺旋度指数高值区可以较好地指示暴雨落区。张晶晶等^[7]模拟了湛江一次强对流天气过程,模拟的最大回波强度效果较好,垂直液态水含量中心与强回波中心比较一致。曹雪梅等^[8]对延安宝塔区 2004—2013 年冰雹天气的时空分布特征进行分析,指出近 10 年来年平均冰雹日增加明

显,冰雹最大直径变化较大,以小冰雹居多。陕西位于黄河中游地区,南北狭长,跨越十个纬距,自南向北横跨北亚热带、暖温带、中温带三个气候带^[9],是冰雹和强降水等强对流天气频繁发生的区域,强对流天气给陕西农业生产造成严重危害。近 10 年来有关陕西全省强对流天气气候特征的研究较少。本文统计分析了陕西省雷暴、冰雹、短时强降水等强对流天气的气候特征,探讨强对流天气的物理量指标,为强对流天气短时临近预报提供参考依据。

1 资料与方法

以 1 d 之内出现 1 站冰雹天气记作 1 次冰雹,当自动气象站 1 h 出现大于等于 10 mm 降水记作 1 次短时强降水,资料为 2007—2014 年陕西省 98 个气象站观测数据。以 1 d 之内出现 1 站雷暴记作 1 次雷暴,资料为 1970—2013 年数据完整的 90 个气象站的雷暴数据。资料来源于陕西省气象信息中心历史数据库。各种强对流天气出现频次按照出现的站次进行统计。

收稿日期:2016-10-10

作者简介:姚静(1985—)女,汉族,陕西渭南人,硕士,工程师,从事短时天气预报研究。

基金项目:2015 年陕西省预报员专项(2015Y-3);2017 年陕西省气象局青年基金(2017Y-2)

基于统计分析方法,分析 2007—2014 年陕西省冰雹、短时强降水天气,1970—2013 年雷暴的时空分布特征。2007—2014 年共有 133 个冰雹个例和 54 个短时强降水个例,根据 MICAPS 系统 TlogP 图中各种物理量指数,分地区、分天气类型按月给出冰雹和短时强降水天气的强对流指数阈值。

2 冰雹时空分布特征

2.1 时间变化特征

2.1.1 年际变化 对 2007—2014 年陕西省冰雹资料进行统计(图 1),8 a 共有冰雹 205 站次,年平均降雹 26 站次。降雹天气年际变化不明显,2009 年冰雹频次不到 10 站次,最多年达 34 站次(2013 年)。统计陕西省最早降雹日和最晚降雹日年际变化,没有发现明显的变化规律(图略)。

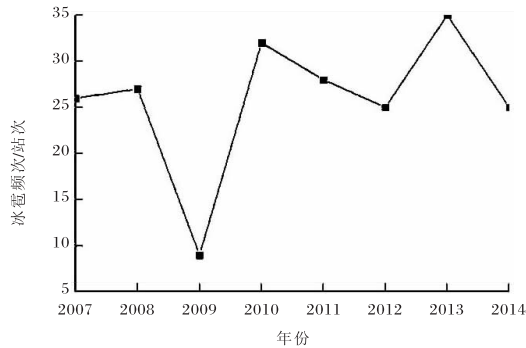


图 1 2007—2014 年陕西冰雹频次年际变化

2.1.2 日变化 冰雹日变化明显,呈午后单峰型。00—08 时陕西省降雹最少,仅占总数的 1%。09 时以后随时间变化逐渐增多,13—20 时是降雹主要时段,占 80%,其中 14—19 时是降雹的高峰期,这是由于午后随着太阳高度角升高,近地面层增温,大气不稳定能量增大,在水汽充沛的情况下,如果有外界的触发条件,容易形成强对流天气。

2.1.3 月变化 冰雹逐月变化图(图 2)显示,陕西省的降雹具有季节性强的特点,12、1 月为无雹时段,2—11 月均出现冰雹。降雹最早出现在 2 月 28 日(2010 年商南县),最晚出现在 11 月 11 日(2009 年石泉县)。冰雹大多出现在 4—9 月,陕西大部分地区属于夏雹区,最多为 5—8 月,占降雹总数的 71%。其中以 6 月最多,平均每年出

现 5.8 站次,占全年总降雹数的 22.4%;其次为 5 月和 7 月,平均出现 4.6 站次,占 17.6%。总之,陕西的降雹季节变化呈现单峰型,6 月为降雹最多的月份,是冰雹预报最值得关注的时段。

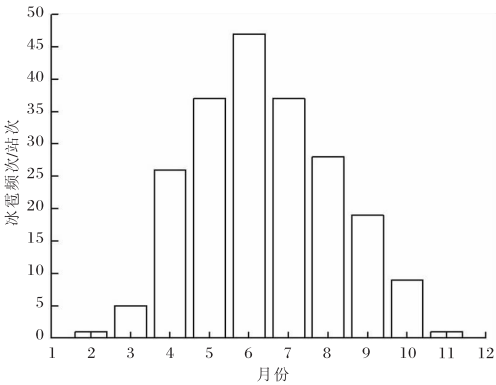


图 2 2007—2014 年陕西累计降雹频次月分布

2.2 空间分布特征

陕西冰雹总的分布特征是北部多于南部。从年均冰雹频次分布来看(图 3),陕北榆林是冰雹的高发区,平均每年降雹达到 10 次以上,关中地区的旬邑达 7 次以上,陕南东部的商洛达 5 次以上,关中、陕南其他地区降雹较少,大多在 3 次以下。陕西降雹的空间分布与海拔高度、地形和下垫面性质等有一定关系:陕北黄土层裸露,夏半年地面受较强的太阳辐射,容易产生不稳定的大气层结,当有适合的高空天气系统结合,容易发生冰雹天气^[10]。

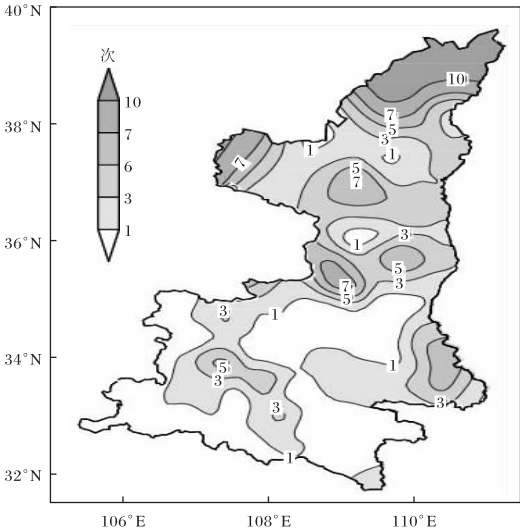


图 3 2007—2014 年陕西年均冰雹频次空间分布

3 短时强降水时空分布特征

3.1 时间变化特征

2007—2014 年短时强降水频次年际变化(图 4)显示,短时强降水的年际变化较大。2008—2010 年逐年增多,2010 年达到峰值(190 站次),2011 年大幅减少,2012—2013 有所增多,2014 年又大幅降到谷值,只有 70 站次。

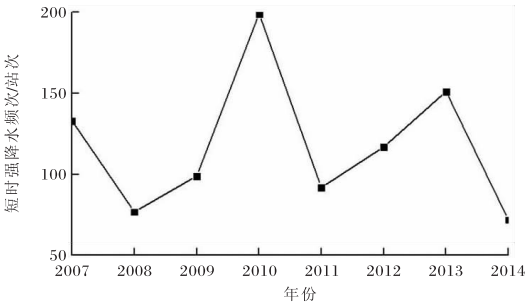


图 4 2007—2014 年陕西短时强降水频次年际变化

陕西短时强降水具有非常明显的月际变化特征(图 5),6—9 月是强降水出现的高发期,其中以 7—8 月最多,7 月占全年的 46%,8 月占 32%。7—8 月是陕西的主汛期,主要是由于 7—8 月陕西位于副高的西北侧,水汽充沛,当河套北部有短波槽经过时,由于槽前有上升运动,如果配合地面上的辐合系统,多引发降水天气过程。

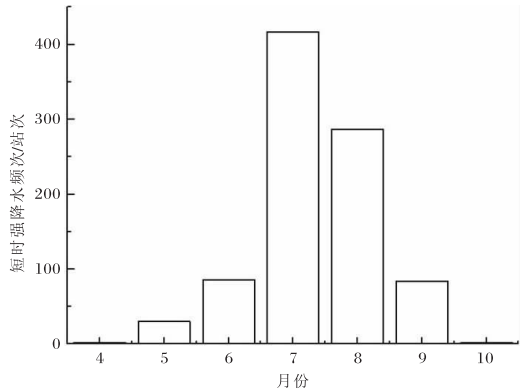


图 5 2007—2014 年陕西累计短时强降水频次月变化

3.2 空间分布特征

由陕西省年均短时强降水频次分布(图 6)可以看出,从北向南有 3 个强中心,分别位于关中北部、陕南西部、陕南东部。陕南为强降水多发区,汉中南部年均短时强降水达 14 次以上,

商洛东部达 16 次以上,关中北部的铜川 14 次以上。总的分布特征是高原和高山多,河谷、盆地、平川少。

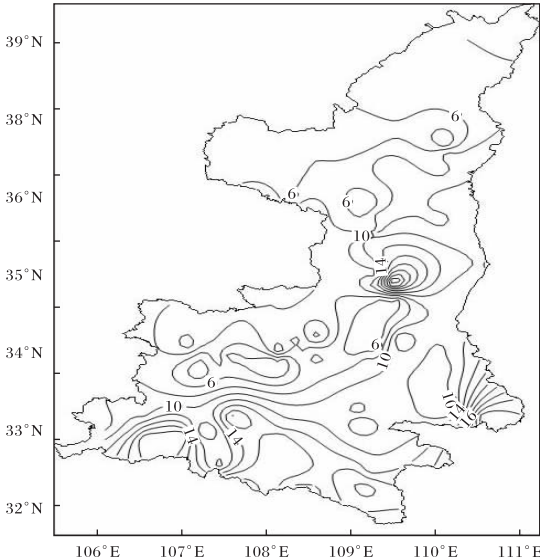


图 6 2007—2014 年陕西年均短时强降水频次空间分布(单位:次)

4 雷暴的时空分布特征

4.1 时间变化特征

图 7 为陕西雷暴频次年际变化曲线。雷暴年际差异较大,但是整体呈减少的趋势,特别是 2007—2013 年明显减少,说明近年来强对流天气明显偏少,2009 年最少。

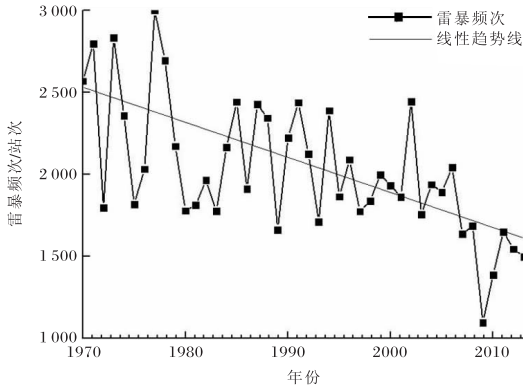


图 7 1970—2013 年陕西雷暴频次年际变化

从陕西省平均雷暴频次月变化(图 8)可以看出,陕西省雷暴也呈单峰分布:12 月至次年 2 月几乎不发生雷暴,4 月开始逐渐递增,集中出现在 6—8 月,7 月为峰值,8 月开始逐渐减少。

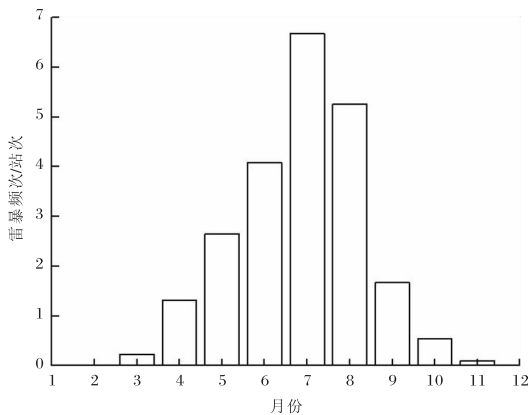


图8 1970—2013年陕西平均雷暴频次逐月变化

4.2 空间分布特征

图9为1970—2013陕西省累计雷暴频次空间分布图。由图9可以看出,雷暴整体呈南北多,中部少的分布特点。雷暴这种分布形势与陕西地形有关,陕西北部为沙砾滩地和黄土高原,南部为山地丘陵,而中部为关中平原。夏季由于这些地区下垫面的不同,沙砾滩地和山地丘陵比热容比关中平原小,地面升温快,容易形成对流性天气^[9]。

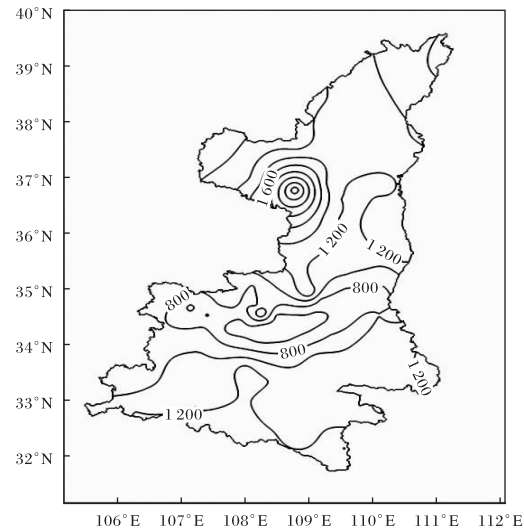


图9 1970—2013年陕西累计雷暴频次空间分布(单位:次)

5 强对流天气的物理量指标探讨

陕西强对流天气多发时段为6—9月,因此主要分析6—9月强对流天气预报的物理量指标。

5.1 冰雹天气各类指数

以一天中一个自动站及以上出现冰雹作为一个冰雹日,2007—2014年陕西省共有冰雹日133 d。冰雹天气的大尺度天气学条件是水汽、条件性不稳

定层结和抬升触发机制,位势和层结不稳定是强对流活动最重要的基本条件,对流能量的大小决定了对流发展的程度。因此,有必要分析大气位势和层结不稳定、对流能量、垂直风切变等物理量指标特征,为冰雹潜势预报提供依据。选择陕西及上游地区5个探空站为研究对象,分别为东胜(53543)、延安(53845)、平凉(53915)、汉中(57127)、安康(57245),按照就近原则,以东胜站代表榆林站,平凉站代表宝鸡站。对各高空站08时、20时的探空资料进行统计筛选,发现5个指标在陕西冰雹天气过程中有较好的指示作用。这些指标能够反映大气的对流不稳定性、水汽、能量和垂直风切变等信息。分月、分区域分别统计各物理量指标的平均值(表1~表5),给出冰雹预报的阈值。

5.1.1 风暴强度指数(SSI) SSI是一个无量纲数,SSI越大,说明强对流天气发生的可能性越大。统计分析陕西省冰雹发生当日的风暴强度指数,计算其月平均值。当冰雹发生时,月平均SSI在169~267之间,且大多在200以上。

表1 陕西冰雹天气风暴强度指数月平均值					
月份	东胜	延安	平凉	汉中	安康
6	220.9	232.1	233.1	266.6	221.3
7	218.0	232.7	230.3	235.5	213.3
8	178.5	227.5	248.1	169.7	232.3
9	236.3	235.1	225.0	241.0	237.0

5.1.2 强天气威胁指数(SWEAT) 对陕西省冰雹天气过程的SWEAT分析发现,陕北和关中地区7—8月的SWEAT较高,为170~260;6月略低,9月次之。陕南地区6月SWEAT最高,7、8、9月依次降低。在业务中当SWEAT大于200时,要加强对冰雹天气的监测。

表2 陕西冰雹天气强天气威胁指数月平均值					
月份	东胜	延安	平凉	汉中	安康
6	89.6	192.3	86.8	266.6	256.8
7	172.9	223.0	206.7	249.5	240.3
8	178.5	254.0	209.0	227.1	235.9
9	188.7	239.3	127.3	224.5	225.1

5.1.3 抬升指数(LI) LI为平均气层从修正的低层900 m高度沿着干绝热线上升,到达凝结高度后再沿湿绝热线上升到500 hPa时所具有的温度(T')与500 hPa等压面上的环境温度 T_{500} 的差值^[14]。表达式为 $LI值 = T_{500} - T'$,LI越大,说明发生冰雹天气的可能性越大。

表3 陕西冰雹天气抬升指数月平均值 ℃					
月份	东胜	延安	平凉	汉中	安康
6月	1.57	3.40	0.34	4.08	5.11
7月	1.96	2.29	1.43	2.80	3.30
8月	1.95	2.24	1.20	2.00	3.45
9月	1.60	3.30	0.23	2.57	1.50

从统计分析的结果可知,陕西省LI普遍介于0.23~5.11℃之间,陕北、关中低于陕南。大多数情况下,7、8月抬升指数高于6、9月。在业务预报中,当LI大于2℃时,应关注冰雹天气过程。

5.1.4 K指数 K指数总体是表示大气层结稳定情况,K指数越大,表示层结越不稳定^[14]。陕西省冰雹天气发生时K指数范围在23~37℃之间,8月K指数最高,范围在30.0~36.5℃之间,6月最低。

表4 陕西冰雹天气K指数月平均值 ℃					
月份	东胜	延安	平凉	汉中	安康
6月	20.6	28.3	23.0	26.48	28.3
7月	27.6	32.5	30.9	34.5	36.0
8月	30.0	35.5	33.3	36.5	36.2
9月	26.0	32.5	30.9	34.5	36.0

5.1.5 0℃、-20℃层高度 0℃、-20℃层高度在冰雹天气的分析常常用到。上升气流极大值高度高于0℃层高度,有利于形成冰雹。在0℃层和-20℃层高度之间这个区域是冰雹形成的雹源区。对流云伸展高度较低,不容易形成冰雹。统计分析陕西省强对流发生当日0℃、-20℃层高度月平均值,0℃层高度在4 km左右,-20℃层高度在7 km左右。

5.2 短时强降水天气各类指数

定义:当一日中有5个及以上的站点达到短

时强降水标准,选取该日为一个短时强降水日。短时强降水资料使用2007—2014年陕西省98个自动气象站逐小时的降水量资料。利用MICAPS高空、地面实况数据,对2007—2014年陕西54个短时强降水日进行环流分型,得出5类主要天气形势:低槽型、低槽-副高型、低涡型、台风影响型和副高控制型。其中低槽型占61%,低槽-副高型占26%。其余占13%。

通过对陕西探空资料的热力、湿度和层结物理量的统计,得出各种类型短时强降水的预报指标(表6)。陕西各种类型的短时强降水天气均有较好的不稳定条件,K指数都在33℃以上。有副高影响时K指数可以达到36℃以上。位于副高边缘或副高控制时,对流有效位能CAPE值较大,可以达到1 000 J/kg以上,比其他类型的短时强降水不稳定能量更强。从湿度条件来看,比湿在700 hPa上大多为8~10 g/kg,850 hPa可达10~15 g/kg,低槽-副高型的水汽输送最强,其产生的短时强降水的范围也最广。从层结条件来看,西风带系统产生的短时强降水,0℃层高度一般较低,表明了冷空气影响较强,而受副高影响的短时强降水,0℃层高度在5 km以上,表明气层暖湿。

6 结论与讨论

(1)从时间分布来看,2007—2014年,陕西降雹天气年际变化不明显,2009年冰雹频次不到10站次,2013年最多为35站次,以5—8月出现最多。短时强降水的年际变化较大,2010年短时强降水频次最多达190站次,2014年最少为70站次。6—9月是强降水出现的高发期,以7、8月最多。陕西的雷暴天气自20世纪70年代到2014年呈现波动式减少,2007—2013年明显偏少。雷暴天气集中出现在6—8月。陕西的强对流天气多发生于10—20时,其他时间发生的概率比较低。

(2)从空间分布来看,陕西省强对流天气分布不均。陕北冰雹发生率较多,关中、陕南较少。短时强降水由北向南依次增加,陕南为强降水多发区,总的分布特征是高原和高山多,河谷、盆地、平川少。雷暴为中部少、南北多。

表 5 陕西冰雹天气 0℃、-20℃层高度月平均值

m

月份	东胜		延安		平凉		汉中		安康	
	0℃	-20℃	0℃	-20℃	0℃	-20℃	0℃	-20℃	0℃	-20℃
6月	4 223	7 015	4 134	7 326	4 249	7 950	4 044	7 945	5 216	7 544
7月	4 313	7 189	4 388	7 975	4 168	7 002	4 336	7 390	4 500	7 554
8月	4 344	7 500	4 286	7 820	4 074	7 159	4 243	7 276	4 219	7 501
9月	5 058	7 434	4 256	7 704	4 902	7 190	4 003	7 150	4 720	7 512

表 6 陕西短时强降水预报物理量指标

指标类型	物理量	低槽型	低槽-副高型	低涡型	台风影响型	副高控制型
热力	K 指数/℃	38	39	33	35	39
	SI 指数/℃	0.2	-1.4	1.6	1.3	0.4
	$t_{850-500}$ /℃	28	25	27	25	29
	LI 指数/℃	-1.85	-5.6	-1.9	-1.8	-2.4
	CAPE 值/(J/kg)	500	1 200	600	1 000	1 500
湿度	700 hPa 比湿/(g/kg)	8	10	7	8	10
	850 hPa 比湿/(g/kg)	10	15	10	12	12
	整层比湿/(g/kg)	4 155	5 703	3 800	4 661	4 646
层结	0℃高度/m	4 642	5 457	4 202	5 358	5 704
	LCL 值/m	781	886	823	850	766
综合	SWEAT	173	252	119	266	201
	SSI	262	279	237	203	239

(3)统计陕西冰雹天气多发月份的预报指标,发现 5 月 K 指数>25℃左右,6—9 月 K 指数>32℃时冰雹天气易发,冰雹发生时 850 hPa 与 500 hPa 的温差大于 26℃,0℃层高度在 4 km 左右,-20℃层高度在 7 km 左右。陕北和关中地区 7—8 月的强天气威胁指数较高,介于 170~260 之间。陕南地区 6 月强天气威胁指数最高。风暴强度指数在 169~267 之间,多在 200 以上。当抬升指数大于 2℃时,应关注冰雹天气过程。

(4)陕西短时强降水主要天气形势有 5 类:低槽型、低槽-副高型、低涡型、台风影响型和副高控制型。K 指数均在 33℃以上,有副高影响时 K 指数可达 36℃以上。位于副高边缘或副高控制时,对流有效位能较大,可以达到 1 000 J/kg 以上。比湿在 700 hPa 上大多为 8~10 g/kg,850 hPa 可达 10~15 g/kg,低槽-副高型的水汽

输送最强。西风带系统产生的短时强降水,0℃层高度一般较低;而受副高影响的短时强降水,0℃层高度在 5 km 以上。

参考文献:

[1] 李照荣,瑞津,董安祥,等. 西北地区冰雹分布特征[J]. 气象科技,2005,33(2):160-166.

[2] 郭江勇,张强,杨民. 对西北地区冰雹影响因子的探讨[J]. 灾害学. 2005,20(1):40-43.

[3] 刘德祥,白虎志,董安祥. 中国西北地区冰雹的气候特征及异常研究[J]. 高原气象,2004,23(6):795-803.

[4] 李向红,唐伍斌,李垂军,等. 广西强对流天气的天气形势分析与雷达临近预警[J]. 灾害学,2009,24(2):46-50.

樊纲惟,董立凡,樊洁馨,等. 汉中盆地水稻气候生产潜力分析与评价[J]. 陕西气象,2017(3):35-38.
文章编号:1006-4354(2017)03-0035-04

汉中盆地水稻气候生产潜力分析与评价

樊纲惟¹,董立凡²,樊洁馨³,王 欣⁴,王岚玉¹

(1. 略阳县气象局,陕西略阳 724300;2. 秦都区气象局,陕西咸阳 712000;
3. 汉中市气象局,陕西汉中 723000;4. 汉台区气象局,陕西汉中 723000)

摘 要:利用汉中市汉台区气象站 1970—2015 年的气象资料,采用逐步订正模型,计算了近 46 年汉中水稻光合生产潜力、光温生产潜力和气候生产潜力。结果表明:汉中盆地水稻光合生产潜力为 23 265 kg/hm²,光温生产潜力为 20 532 kg/hm²,气候生产潜力为 18 298 kg/hm²。汉中盆地水稻生育期为 4—9 月,生育期光热资源较好,水资源丰富,但存在水稻生育期降水分布不均的问题,建议 4—6 月适量增加灌溉,7—9 月降水偏多,易造成水稻减产,应注意防涝排涝。

关键词:汉中盆地;水稻;气候资源;生产潜力;评价
中图分类号:S162 **文献标识码:**A

农业气候资源是农业自然资源的重要组成部分,气候资源的利用率直接影响农作物产量和品质。作物气候生产潜力是评价农业气候资源的判据之一,取决于光、温、水三要素的数量及其相互配合协调的程度^[1]。通过对一个地区气候生产潜力进行估算,可以反映该地区的气候生产力水平和农业资源协调程度,分析出不同要素对生产力影响的大小,从而发现一个地区农业生产中的主导限制因素^[2]。

汉中盆地位于陕西省西南部,东经 105°30′50″~108°16′45″,北纬 32°03′54″~33°53′16″,属温暖湿润的亚热带气候,主产水稻、小麦、玉米、油菜等。其中水稻是最重要的粮食作物,常年种植

面积 9.33 万 hm²,约占全省的 70%^[3]。为促进汉中盆地经济可持续发展和自然资源合理开发利用,本文利用汉台区气象站 1970—2015 年的气温、降水量、日照时数等气候观测资料,采用定量评估方法对汉中盆地水稻气候生产潜力进行定量分析,找出主要制约和影响因素,探讨通过采取适当措施充分挖掘可能的增产潜力,为该地区农业持续发展提供理论和决策依据。

1 分析方法

光、温、水是作物生长发育不可缺少的气候因子,本文根据这三个要素来计算汉中盆地的水稻生产潜力。关于气候生产潜力的计算问题,国内外已有不少研究^[4-5]。采用高素华的“作物生长动

收稿日期:2016-08-31
作者简介:樊纲惟(1988—),女,汉族,陕西安康人,硕士,助理工程师,从事气候与生态环境方面的研究。

[5] 李耀东,高守亭,刘健文. 对流能量计算及强对流天气落区预报技术研究[J]. 应用气象学报,2004,15(1):10-20.

[6] 李晓霞,康凤琴,张铁军,等. 甘肃一次强对流天气的数值模拟和分析[J]. 高原气象,2007,26(5):1077-1085.

[7] 张晶晶,于华英,吴彬. 一次强对流的三维数值模拟分析[J]. 气象与减灾研究,2009,3(1):39-45.

[8] 曹雪梅,蒋小莉,王凌军,等. 延安宝塔区近 10 年冰雹时空分布与历史状况对比[J]. 陕西气象,2016(1):13-16.

[9] 杜继稳,侯明全,梁生俊,等. 陕西省短期天气预报技术手册[M]. 北京:气象出版社,2007:1-8.

[10] 雷崇典,戴彩梯. 陕北地区左移强雹暴[J]. 气象科学,2004,24(3):361-366.