

肖志强,赵彦锋. 陇南山区近 40 年农业冰雹灾害发生规律与风险区划研究[J]. 江苏农业科学,2014,42(3):323-326.

陇南山区近 40 年农业冰雹灾害发生规律与风险区划研究

肖志强¹, 赵彦锋²

(1. 甘肃省陇南市气象局,甘肃陇南 746000; 2. 上海市宝山区气象局,上海宝山 201901)

摘要:从青藏高原东侧边坡地带陇南山区 1971—2010 年冰雹资料入手,分析得出:陇南山区冰雹主要集中出现在 5—8 月,5 月和 8 月为 2 个双峰期,降雹时段主要出现在 14:00—20:00 时,占 86%,该时段造成的损失最为严重;降雹的空间分布是西北部多于东南部、山区多于川区,并由西北向东南呈递减趋势,这种分布和当地地貌地形特点也有着较好的对应关系。结合人口、GDP、耕地比等资料,利用 ArcGIS 软件,得到冰雹灾害危险性图层,再同承灾体易损性评价、灾害的孕灾背景进行叠加、合并以及等级划分操作,最后得到冰雹灾害的风险评估及其区划,结果表明:陇南市冰雹危险性等级由西北 1 800 m 以上高海拔区向东南及低海拔区递减,宕昌县、礼县西北部和武都区西北部、文县西北部高海拔区为冰雹高风险区,两当县、徽县、成县、康县、武都区、文县的东南部低海拔区为冰雹低风险区。

关键词:陇南山区;冰雹;发生规律;灾害风险区划

中图分类号:S427 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2014)03-0323-04

陇南山区地处青藏高原东侧边坡地带,西部向青藏高原北侧边缘过渡,北部向陇中黄土高原过渡,东部与西秦岭和汉中盆地连接,南部向四川盆地过渡,西秦岭和岷山两大山系分别从东、西两方伸入全境,由于这种特殊的地理位置和地形环境,形成了陇南山区复杂独特的气候特点,即属北亚热带半湿润气候向暖温带干旱气候的过渡带,季风性气候特征显著。陇南市辖区内沟壑纵横,高山河谷交错分布,素以“山大沟深”而著称,地势西北高、东南低,是甘肃省唯一的长江流域市区;境内最高山峰雄黄山,海拔为 4 187 m,座落在文县西北部的屯寨乡境内,最低点罐子沟,海拔为 550 m,位于文县东南部的中庙乡境内,亦为甘肃省海拔最低点。由于受山地地形、大气环流和太阳辐射的影响,陇南气候差异悬殊,地域性立体小气候特点十分明显,从而形成了“一山有四季,十里不同天”

的气候和自然景观特征。雨热同季,四季分明,光热充足是陇南市主要的气候特点。因此,陇南既能生产粮食,也是纹党、当归、红芪、油橄榄、茶叶、大红袍花椒等名贵药材和稀有树种的理想适生区。其中,陇南市白龙江沿岸是公认的全国油橄榄最佳适生区,现有油橄榄 1.333 3 万 hm^2 ,是中国油橄榄栽培种植示范重点区域之一。同时,陇南市又是“中国花椒之乡”和“中国核桃之乡”,现有花椒 11.339 万 hm^2 ,种植面积和产量均居全国第一;核桃 22.211 万 hm^2 ,约占全国核桃种植面积的 1/4,是我国核桃主产区。

冰雹是陇南市危害最大的气象灾害之一,它降自强对流单体的特定部位,范围仅几千米至几十千米,具有明显的局地性和分散性。冰雹局地性强、持续时间短、来势猛、强度大,一般都伴有暴雨洪涝、大风,对人民生活、生命财产安全等造成严重危害,特别是对农作物常常造成不可挽回的损失。陇南山区冰雹天气的出现受地形地貌影响很大,局地性很强,很多冰雹因观测地点少而没有记载。从陇南市近 40 年各气象站冰雹记录分析,冰雹一般出现在 3—10 月,主要集中在 5—8 月,其中 5 月和 8 月又为 2 个双峰期,而此时陇南山区冬小麦

收稿日期:2013-07-10

项目基金:甘肃省气象局项目(编号:2013-20)。

作者简介:肖志强(1960—),男,甘肃陇南人,高级工程师,主要从事气候分析预测、农业气象业务服务及研究工作。Tel:(0939) 8599115;E-mail:lnxq@126.com。

[3] Larsen J. Recent changes in diatom-inferred pH, heavy metals, and spheroidal carbonaceous particles in lake sediments near all oil refinery at Mongstad, Western Norway[J]. Journal of Paleolimnology, 2000, 23(4):343-363.

[4] Stevenson R J, Pan Y. Assessing ecological conditions in rivers and streams with diatoms[M]. London:Cambridge University, 1999:11-20.

[5] Kelly M G, Cazaubon A, Coring E, et al. Recommendations for the routine sampling of diatoms for water quality assessments in Europe[J]. J Applied Phycol, 1998, 10(2):215-224.

[6] Kelly M G, Whitton B A. The trophic diatom index: a new index for monitoring eutrophication in rivers[J]. Journal of Applied Phycology, 1995, 7(4):433-444.

[7] Wang Y, Lu J, Mollet J C, et al. Extracellular matrix assembly in diatoms (Bacillariophyceae) (II. 2, 6-Dichlorobenzonitrile inhibition of motility and stalk production in the marine diatom *Achnanthes longipes*) [J]. Plant Physiology, 1997, 113(4):1071-1080.

[8] Wustman B A, Lind J, Wetherbee R, et al. Extracellular matrix assembly in diatoms (Bacillariophyceae). III. Organization Of fucoglucuronogalactans within the adhesive stalks of *Achnanthes longipes* [J]. Plant Physiology, 1998, 116(4):1431-1441.

[9] Underwood G M. The importance of extracellular carbohydrate production by marine epipellic diatoms[J]. Advances in Botanical Research, 2003, 40:184-240.

[10] Duong T T, Morin S, Herlory O, et al. Seasonal effects of cadmium accumulation in periphytic diatom communities of freshwater biofilms [J]. Aquatic Toxicology, 2008, 90(1):19-28.

[11] 郭晓玲, 邹方伦. 舞阳河水水质微生物污染的初步研究[J]. 贵州科学, 1997, 9(3):236-238.

[12] 吴忠标. 环境监测[M]. 北京:科学出版社, 2002:123-128.

[13] 孙成. 环境监测实验[M]. 北京:科学出版社, 2003:277.

处于抽穗、灌浆、成熟、收割期,各特色经济林果处于芽期、花期和果实生长关键期,如遇冰雹,不但会直接造成作物枝体破损残缺,而且作物受伤后抗病力下降,往往导致病虫害严重发生^[1-5],损失惨重。例如:1997 年 5 月 5 日,宕昌县 5 个乡镇突降冰雹,致死 3 人,受伤 8 人,死亡牛、羊、猪数百头(只),造成小麦等作物受灾 1 919.4 hm²,成灾 1 090.9 hm²;2008 年 6 月 16 日 17 时 20 分,武都区境内突降冰雹、暴雨,冰雹将成熟小麦打落在地,川坝地玉米被淤泥掩埋,陡坡地洋芋被冲淌,特别是大面积已经挂果的蚕豆和即将成熟的小麦被冰雹袭击而几近绝收,致使该区西北部高半山 7 个乡镇农作物大面积受灾,给当地群众的生产生活造成了严重的影响,造成直接经济损失 2 094.87 万元;2013 年 5 月 22 日 17 时 20 分至 19 时,武都区突降冰雹,农作物、经济果树严重受损,共有 13 个乡镇 134 个村 20 404 户 86 346 人受灾,农作物受灾面积为 6 830 hm²,成灾面积 3 500 hm²,绝收 190 hm²,造成经济损失 19 367.37 万元,其中农业经济损失 11 116 万元。

陇南市 1971—2010 年冰雹资料分析表明:在冰雹灾害中,农业和农村损失最为严重,占有雹灾的 80% 以上。过去人们对陇南山区旱涝方面研究较多^[6-9],而对冰雹的变化和分布规律只做了一些简单的研究^[10-11],而基于 GIS 理论绘制冰雹灾害风险区划的研究,却从未见报道。本研究科学分析了陇南山区近 40 年来冰雹灾害发生变化规律,通过对致灾因子危险性、孕灾环境敏感性、承灾体易损性、防灾减灾能力等多因子综合分析,利用 GIS 技术科学制作出陇南市冰雹灾害风险区划,它对指导陇南山区科学规划、周密部署防震减灾工作,趋利避害、合理作物布局,提高应对雹灾能力,确保农业增产、农民增收,保障人民群众生命财产安全具有一定的指导意义。

1 资料及方法

冰雹资料由陇南市文县、康县、成县、徽县、两当县、宕昌县、西和县、礼县、武都区 9 个气象站提供,按照《地面气象观测规范》要求的方法测定和统计。人口、GDP、耕地比等资料来自陇南市统计局 2011 年年鉴。由于过去气象站点稀少,现在各乡镇区域自动气象站的记录年代太短,因此本研究所用各乡镇冰雹资料为陇南市 8 县 1 区 9 个气象站 1971—2010 年冰雹资料,利用各地地理信息建立经度、纬度、海拔高度与年平均冰雹日数多元线性回归方程计算而得,并以此进行统计分析,其方程如下:

$$y = 52.324\ 2 - 0.682\ 6x_1 + 0.572\ 4x_2 + 0.000\ 8x_3;$$
$$(u = 3.492\ 4, Q = 0.867\ 6, F = 41.596\ 2 > F_{(0.01,3,5)} = 12.1, R = 0.895)$$

式中: y 为年平均冰雹出现日数(频率), x₁ 为经度, x₂ 为纬度, x₃ 为海拔高度。

2 冰雹时空演变气候特征及路径

1971—2010 年陇南市各县(区)气象站冰雹记录统计结果(表 1、图 1)表明:近 40 年全市每年都有冰雹出现,共出现冰雹 232 d,平均每年 5.8 d,每站每年约 0.6 d;1981 年出现 12 d,为最多年份,1991、2005、2010 年各出现 1 d,为最少年份。宕昌县共出现冰雹 98 d,平均每年 2.5 d,为全市出现冰

雹日数最多的县;1978 年出现 7 d,为最多年份。徽县共出现冰雹 2 d,分别出现在 1976 年和 1978 年,平均每年约 0.05 d,为全市出现冰雹日数最少的县。冰雹最早出现在 3 月 19 日(宕昌县 1972 年),最迟出现在 11 月 13 日(宕昌县 1961 年)。但这只是各县(区)气象站的记录,实际上高半山冰雹出现日数会更多。从图 1 可见,目前冰雹日数正处于比较明显的下降时期。陇南市降雹的时间分布规律比较明显,一般出现在 14:00—20:00,占 86%,说明降雹对热力条件的要求高。降雹的空间分布规律也比较明显,基本上是·西北部多于东南部、山区多于川区,并由西北向东南呈递减趋势,这种分布和全区的地貌地形特点也有着较好的对应关系,是山区多于川区,寒冷地区多于温暖地区。这是因为从地形角度分析,山高地凉,阴湿多雨有利于动力抬升、辐射增温和水汽供给,从而产生冰雹;另外,地形起伏大,造成相当不均匀的上升气流,也利于冰雹的产生;还有春末夏初季节,北方冷空气仍很活跃,常从西方、西北方侵入,有利冰雹形成,所以冰雹的空间分布受盛行气流、天气系统、海拔、地形和下垫面性质等多种因素制约。由于冰雹的源地不同,因而其移入陇南市的路径也就不同,进入陇南市的冰雹路径大体上有西北路和北路两大类。西北路其一是源于卓尼和岷县交界的殷家山一带,经岷县西江乡东南下侵入宕昌县境内;其二是由渭源进入漳县,然后东南下,经武山西南部进入礼县境内。北路其一是由华家岭通渭一带,经武山、甘谷、秦安、天水县进入徽县;其二是由漳县的绿根山和岷县蒲麻乡的蟠桃梁一带南移进入宕昌县境内分两股,一股西北—一东南下影响韩院、好梯一带,经礼县侵入武都区鱼龙、甘泉乡一带,另一路直接南下,侵入武都庞磨、金厂、马街一带。

表 1 陇南市各县(区)气象站 1971—2010 年冰雹日数统计

站名	冰雹日数(d)	平均(d/年)
武都	33	0.8
文县	13	0.3
宕昌	98	2.5
礼县	31	0.8
西和	27	0.7
康县	14	0.4
成县	6	0.2
徽县	2	0.1
两当	8	0.2
合计	232	5.8

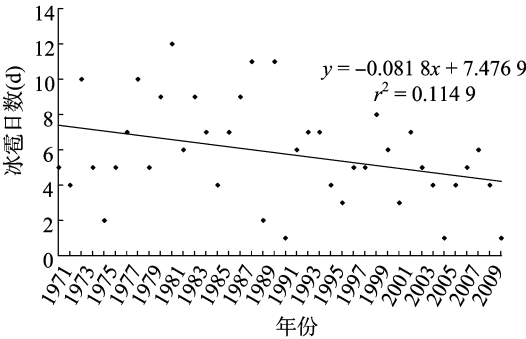


图1 陇南市逐年冰雹日数合计年际变化

3 冰雹危险性等级分布

利用 ArcGIS 软件和陇南市及周边气象站年平均冰雹日数资料及各乡镇提供的冰雹灾情资料分析各地冰雹出现频率,将其分为 5 级,得到冰雹灾害危险性等级分布(图 2)。由

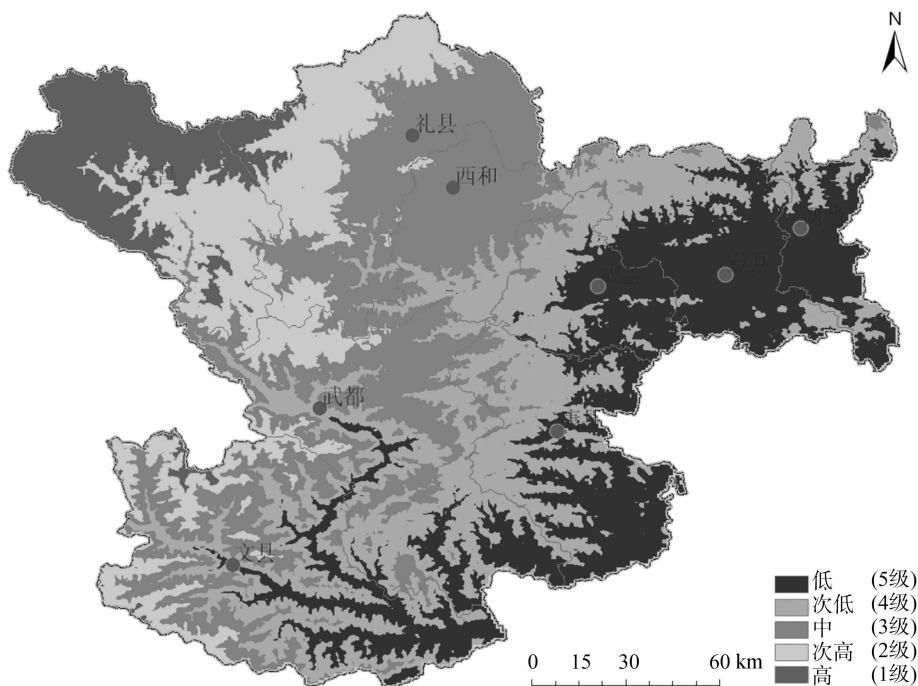


图2 陇南市冰雹危险性等级分布

4 冰雹灾害风险区划

4.1 风险评估模型的建立

开展陇南市冰雹灾害风险区划,是在对陇南市气象灾害进行调查、统计和分析的基础上,通过对致灾因子危险性、孕灾环境敏感性、承灾体易损性、防灾减灾能力等多因子综合分析,构建气象灾害风险评价的框架、指标体系、方法与模型^[12-14],对气象灾害风险程度进行评价和等级划分,采用风险指数法、层次分析法、加权综合评分法等数量化方法,借助 GIS 绘制相应的风险区划图系,分为气象灾害高风险区、次高风险区、中等风险区、次低风险区和低风险区 5 级。

致灾因子危险性主要由气象致灾因子活动规模(强度)和活动频次(概率)决定,强度越大,频次越高,气象灾害的风险也越大。孕灾环境敏感性是指受到气象灾害威胁的所在地区外部环境对灾害或损害的敏感程度,敏感程度越高,气象灾害的风险也越大。承灾体易损性是指可能受到气象灾害威胁的所有人员和财产的伤害或损失程度,易损性越高,气象灾害风险越大。利用 GIS 技术将人口、GDP、耕地比数据空间化,采用 1 000 m × 1 000 m 网格,根据陇南市实际情况,确定出冰雹气象灾害的易损性因子权重系数为:人口占 0.3, GDP 占 0.3, 耕地比占 0.4。防灾减灾能力是指受灾区对气象灾害的抵御和恢复程度,防灾减灾能力越高,气象灾害风险越小。

参照有关文献成果^[12-14],建立灾害风险指数评估模型如下:

$$DRI = (H^{Wh})(E^{We})(V^{Wv})(R^{Wr})[0.1(1-a)R+a];$$

图 2 可见,陇南市冰雹危险性等级从西北向东南递减,宕昌和礼县西北部、文县西北部以及武都区的池坝、马营、坪垭海拔 1 800 m 以上区域冰雹危险性等级最高,年平均冰雹日数大于 2 d;东部、东南部的徽成盆地和武都区的五马、裕河、外纳、洛塘、枫相冰雹危险性等级最低,平均 3 ~ 10 年才降雹 1 次。

$$H = \sum W_{hk} X_{hk}, E = \sum W_{ek} X_{ek}, V = \sum W_{vk} X_{vk}, R = \sum W_{rk} X_{rk}。$$

式中: DRI 是灾害风险指数; H、E、V、R 分别表示致灾因子危险性、孕灾环境敏感性、承灾体易损性和防灾减灾能力因子指数; Wh、We、Wv、Wr 表示相应的权重,在该区划中通过专家打分,并根据陇南市气象灾害实际情况,分别赋值 0.5、0.2、0.2、0.1; X_k 是指标 k 量化后的值; W_k 为指标 k 的权重,表示各指标对形成气象灾害风险的主要因子的相对重要性; a 为常数,用来描述防灾减灾能力对于减少总的 DRI 所起的作用,考虑陇南市的实际情况,取值 0.5。

4.2 冰雹灾害风险区划

冰雹灾害的风险区划主要从致灾因子危险性、孕灾环境敏感性、承灾体易损性 3 个方面进行综合分析得到。致灾因子危险性见冰雹危险性等级(图 2);孕灾环境敏感性将地形地貌作为主要指标,在迎风坡容易形成冰雹的易发区域;承灾体易损性分析主要以人口密度、经济密度、耕地比为基本要素。最后将上述 3 个方面内容进行加权叠加、合并以及等级划分操作,得到冰雹风险区划图(图 3)。由图 3 可见,冰雹的风险区划总体上与冰雹灾害的空间分布相对应,同时又受到地形和经济、人口密度分布的影响,由西北到东南递减,宕昌县、礼县西北部和武都西北部、文县西北部高海拔区为冰雹高风险区;两当县、徽县、成县、康县、武都区、文县的东南部低海拔区为冰雹低风险区。

5 结论与讨论

陇南市每年都有冰雹出现,平均每年 5.8 d, 主要集中出

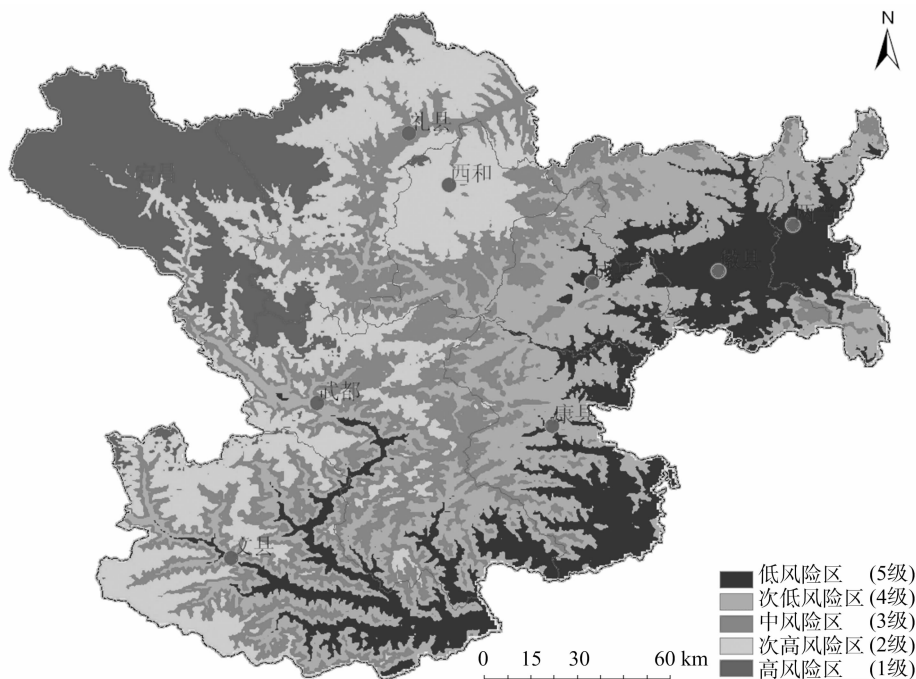


图3 陇南市冰雹风险区划

现在5—8月。其中,宕昌县平均每年出现冰雹2.5 d,为全市冰雹日数最多的县,但这只是各县(区)气象站的记录,实际上高半山冰雹出现日数会更多。冰雹的空间分布是西北部多于东南部、山区多于川区,并由西北向东南呈递减趋势,这种分布和全市的地貌地形特点也有着较好的对应关系。

进入陇南市的冰雹路径大体上有西北路和北路两大类:西北路其一是源于卓尼和岷县交界的殷家山一带,经岷县西江乡东南下侵入宕昌县境内;其二是由渭源进入漳县,然后东南下,经武山西南部进入礼县境内。北路其一是由华家岭通渭一带,经武山、甘谷、秦安、天水县进入徽县;其二是由漳县的绿根山和岷县蒲麻乡的蟠桃梁一带南移进入宕昌县境内分两股,一股西北—东南下影响韩院、好梯一带,经礼县侵入武都区鱼龙、甘泉乡一带;另一路直接南下,侵入武都庞磨、金厂、马街一带。

陇南市冰雹危险性等级从西北向东南递减,宕昌和礼县西北部、文县西北部以及武都区的池坝、马营、坪垭海拔1 800 m以上区域冰雹危险性等级最高,年平均冰雹日数大于2 d;东部、东南部的徽成盆地和武都区的五马、裕河、外纳、洛塘、枫相冰雹危险性等级最低,平均3~10年才降雹1次。

冰雹灾害的风险区划总体上与冰雹灾害的空间分布相对应,同时又受到地形和经济、人口密度分布的影响,由西北到东南递减,宕昌县、礼县西北部和武都西北部、文县西北部高海拔区为冰雹灾害高风险区;两当县、徽县、成县、康县、武都区、文县的东南部低海拔区为冰雹灾害低风险区。

利用ArcGIS软件进行陇南山区冰雹灾害风险评估及其区划的研究,由于条件所限,所取气象资料站点较少,不能包括各种地形地貌地理位置下的气象站点的资料。因此,建立的计算各地冰雹灾害次数的模型代表性有限,其结论与实际有一定差距。

参考文献:

- [1] 肖志强,李宗明,樊明,等. 陇南山区小麦条锈病流行程度预测模型[J]. 中国农业气象,2007,28(3):350-353.
- [2] 肖志强,尚学军,李宗明,等. 陇南山区小麦条锈病流行对气候变暖的响应及对策研究[J]. 气象科学,2007,27(增刊):140-146.
- [3] 肖志强,李宗明,樊明,等. 陇南山区小麦红蜘蛛发生气象条件及预测模型[J]. 干旱气象,2007,25(3):72-75.
- [4] 肖志强,李宗明,樊明,等. 陇南山区小麦白粉病流行程度预测模型[J]. 干旱地区农业研究,2008,26(3):80-85.
- [5] 李宗明,肖志强,马云,等. 陇南小麦条锈病越冬菌量对流行的影响研究初报[J]. 植保技术与推广,2001,21(9):21-22,18.
- [6] 肖志强,尚学军,樊明,等. 陇南春旱指数与冬小麦产量关系及预测研究[J]. 中国农业气象,2002,23(1):10-12.
- [7] 肖志强,尚学军,樊明,等. 陇南秋季旱涝时空演变特征对农业生产的影响及预测研究[J]. 干旱气象,2006,23(增刊):57-61.
- [8] 肖志强,林纾,尚学军,等. 陇南山区春末夏初旱涝指数的确定与预测研究[J]. 干旱地区农业研究,2006,24(3):26-30.
- [9] 肖志强,尚学军,樊明,等. 陇南伏期旱涝指数及预测模型[J]. 气象,2001,27(1):35-38,52.
- [10] 王锡稳,徐志华,李晓霞. 甘肃降水和冰雹天气气候分析[J]. 甘肃气象,1995,13(2):13-16.
- [11] 余优森,葛秉钧,任三学,等. 甘肃陇南山区农业气候资源与利用[M]. 北京:气象出版社,1997:60-62.
- [12] 李世奎,霍治国,王素艳,等. 农业气象灾害风险评估体系及模型研究[J]. 自然灾害学报,2004,13(1):77-87.
- [13] 肖志强,赵彦锋,刘丽. 武都山区大到暴雨时空演变气候特征及灾害风险区划[J]. 安徽农业科学,2012,40(29):14376-14378.
- [14] 肖志强,刘丽,樊明,等. 武都山区农业低温冻害时空演变气候特征及灾害风险区划[J]. 江苏农业科学,2012,40(增刊):215-217.