

王宇,谢越,马文,等.咸阳市冰雹路径研究[J].陕西气象,2021(1):28-32.

文章编号:1006-4354(2021)01-0028-05

# 咸阳市冰雹路径研究

王宇<sup>1</sup>,谢越<sup>1</sup>,马文<sup>2</sup>,王孜瑄<sup>2</sup>

(1.渭城区气象局,陕西咸阳 712000;2.咸阳市气象局,陕西咸阳 712000)

**摘要:**利用2007—2016年旬邑711雷达资料和咸阳市冰雹资料对冰雹云的发生、发展、移动和合并等特征进行了分析,总结了咸阳市五条冰雹移动路径。其主要特征有:雹云移动路径、影响区域等具有较明显的年际变化特征;多条路径雹云相互作用、合并加强是造成咸阳冰雹灾害的一大特征;根据冰雹移动路径科学规划防雷作业点布设,可有效实施防雷作业,提升防雷作业效果。

**关键词:**冰雹路径;年际变化;发生频率;雹云合并

**中图分类号:**P426.64

**文献标识码:**A

咸阳市地处陕西关中平原中部,地势自北向南为高原丘陵、台塬和泾渭平原。果业是当地农民脱贫致富的主要产业。冰雹是咸阳市主要气象灾害之一,对本地果业生产造成严重危害。近40年来,众多学者对陕西渭北地区的强对流及冰雹天气开展了持续研究。詹维泰等<sup>[1]</sup>、朱爱荣<sup>[2]</sup>、姚静等<sup>[3]</sup>对陕西冰雹天气气候特征、预报方法和对流指标等进行了研究。樊鹏等<sup>[4]</sup>、刘嘉慧敏等<sup>[5]</sup>、岳治国等<sup>[6]</sup>、李秀琳等<sup>[7]</sup>研究了陕西渭北冰云雷达回波识别方法。陈保国等<sup>[8]</sup>、岳治国等<sup>[9]</sup>对渭北冰雹谱开展了研究。丁敏等<sup>[10]</sup>研究了冰雹对渭北苹果的危害。万红莲等<sup>[11]</sup>、梁轶等<sup>[12]</sup>、刘引鸽等<sup>[13]</sup>研究了渭北冰雹的时空分布。冰雹云的生成、移动路径受气候、天气系统、地形条件等多种因素影响,研究冰雹移动规律对调整农业及果业生产种植分布、科学规划防雷作业火力网点、提高冰雹预警能力和提升防雷作业效果有重要意义。然而,近年来针对咸阳市冰雹路径的研究工作并不多见。

早在30多年前,咸阳气象工作者只能依据冰雹灾害调查资料、地形、当地群众对冰雹云移动情

况描述,结合气象学理论绘制出咸阳市冰雹移动路径<sup>[14]</sup>。尽管该冰雹路径有一定的局限性,但也在咸阳农业及果业布局、防雷作业站点布设方面发挥了较大作用。然而,受近几十年来人类活动、气候变化、农业产业结构调整等因素影响,以前的冰雹移动路径规律可能发生了变化。最近20年来,随着数字化天气雷达广泛投入气象业务应用,雷达回波资料可以较为准确、连续记录每一次冰雹云发生、发展和移动情况,这使准确分析冰雹移动路径成为可能。本文使用2007—2016年旬邑711型(X波段)数字化天气雷达资料和咸阳市降雹资料,统计分析咸阳市冰雹云的发生、发展、移动规律,为农业生产和人工防雷业务工作提供技术依据。

## 1 资料和分析方法

### 1.1 资料

主要依据冰雹云移动和发展的过程分析冰雹路径,资料选取标准为:

(1)2007—2016年咸阳市旬邑县711型(X波段)数字化天气雷达有完整回波资料的降雹天气个例;

**收稿日期:**2020-06-24

**作者简介:**王宇(1987—),男,汉族,陕西咸阳人,学士,助理,从事人工影响天气和技术保障。

**基金项目:**中国气象局西北区域人影科学试验研究项目(RYSY201905,RYSY201909);陕西省重点研发计划项目(2020SF-429)

(2)一日中出现多次降雹过程时分别绘制移动路径;

(3)冰雹云(雷达回波顶高 $>7$  km、45 dBz 回波顶高度 $>0$  °C层高度)在咸阳市移动距离大于 10 km;

(4)日降雹范围大于 3 个乡镇。

2007—2016 年 10 年间咸阳市出现冰雹日 94 d,符合上述标准的冰雹日共有 49 d、128 个冰雹云过程。

## 1.2 分析方法

影响咸阳市的冰雹云以外地移入为主,雹云雷达回波的形态以单体雹云居多,其次是带状分布的多单体和超级单体雹云,造成区域性冰雹灾害的大多为多单体、超级单体雹云以及单体雹云的合并加强。冰雹移动路径按照下列原则分析。

(1)外地移入咸阳市的冰雹云,以进入地点作为冰雹路径的起点。本地生成的雹云以初始回波形成后回波跃增(10 min 增强 10 dBz 以上)或强中心达 45 dBz 以上的地点作为冰雹路径的起点。

(2)以冰雹云明显转化为雷雨云(顶高迅速降低,强中心迅速减弱且处云体中下部或接地),不再发展成雹云的地点作为冰雹路径终点。

(3)单体雹云以回波强中心所经路径作为此次冰雹过程路径;带状分布的多单体雹云以其中强度最强、造成灾害最重的一块回波强中心所经路径作为此次冰雹过程路径;分散单体雹云其移动路径分别绘制;雹云在合并前分别按单体移动路径绘制,合并后作为一块雹云,以强中心所经路径绘制。

## 2 冰雹移动路径逐年分析

通过 10 年(2007—2016 年)冰雹云移动情况分析,发现咸阳市冰雹云移动路径、影响区域等在同一年多次反复出现,即具有较明显的年际变化特征(图 1)。

2007 年以西北、北、东北来向路径为主,且经向跨度较大,发生频次高(14 次),灾害重,其中,6 月 3—7 日出现连续性强对流天气;2008 年以西北、东北来向路径为主,东西向移动距离大,发生频次较高(11 次),灾害较重;2009 年以西北、西、北来向路径为主,大多为从北到南走向,出现频次

少;2010 年以东北、北、西来向路径为主,径向度一般,灾害一般;2011 年以西北、西、东北来向路径为主,大多为从西到东走向,灾害重,7 月 12—19 日出现了连续 8 日的强对流天气;2012 年西、西北、北、东北来向冰雹均有出现,纬向型较多,同时出现了 3 次东北向西南的冰雹云移动路径,冰雹云移动以短距离居多,频次较高(12 次),局部灾害重;2013 年西、西北、东北路来向冰雹影响各占三分之一,大部移动距离较长,影响较大,灾害较重;2014 年以西北、北、东北路来向为主,移动距离长,东西向跨度大,影响范围广,6 月 23 日出现了一次从东南至西北移动的罕见冰雹过程;2015 年以西北来向冰雹为主,北路和东北路有少量出现,大多以纬向型出现,移动距离较长,频次高(12 次),影响范围大,灾害重,7 月 16—24 日出现持续 9 日的大范围连续性冰雹天气;2016 年西、西北、北、东北来向冰雹均有出现,频次相当,出现冰雹频次接近常年,每次雹云移动距离较长,影响范围大,灾害重。

## 3 冰雹路径特征分析

对 49 d 冰雹日 128 个冰雹云过程分别绘制冰雹路径图,根据走向归类汇总,分析总结咸阳市冰雹移动规律,得到 5 条主要冰雹移动路径(图 2)和 3 条冰雹出现频次少于 3 次的次要冰雹路径(图 3)。

A 路和 B 路统称为西北路冰雹路径,发生频率分别占有冰雹路径的 26.9% 和 15.6%。A 路冰雹云从甘肃的灵台进入长武县的丁家、枣园、巨家一带,向东或东南移动。B 路冰雹云从甘肃的宁县进入长武县的地掌、彭公、芋园一带,向东南移动。A 路和 B 路冰雹云均经长武冉店进入彬州市的义门、小章、城关一带,其后分为三路:一路向东北经彬州市的新民,旬邑县的郑家、太村、湫坡头进入职田;一路向东南经彬州市炭店,旬邑县原底、丈八寺,彬州市的香庙、龙高,淳化县的胡家庙、关庄,永寿县的上邑、窰家,淳化县的马家进入礼泉县南方、叱干一带;一路向东南经彬州市的新堡子、太峪,永寿县的永太、渠子、常宁、马坊御驾宫进入乾县的峰阳、阳峪、注洼一带。A 路和 B 路云系常会同时出现,在彬州市的义门、小章、城

关一带合并加强,对下游地区造成严重冰雹灾害。

C路和D路分别称为北路和东北路冰雹路径,C路和D路发生频率分别占有所有冰雹路径的

31.3%和17.2%。C路是影响咸阳市频率最高的冰雹路径,C路从甘肃的正宁县进入彬州市的底庙,旬邑县的湫坡头、职田,向南移动。D路从

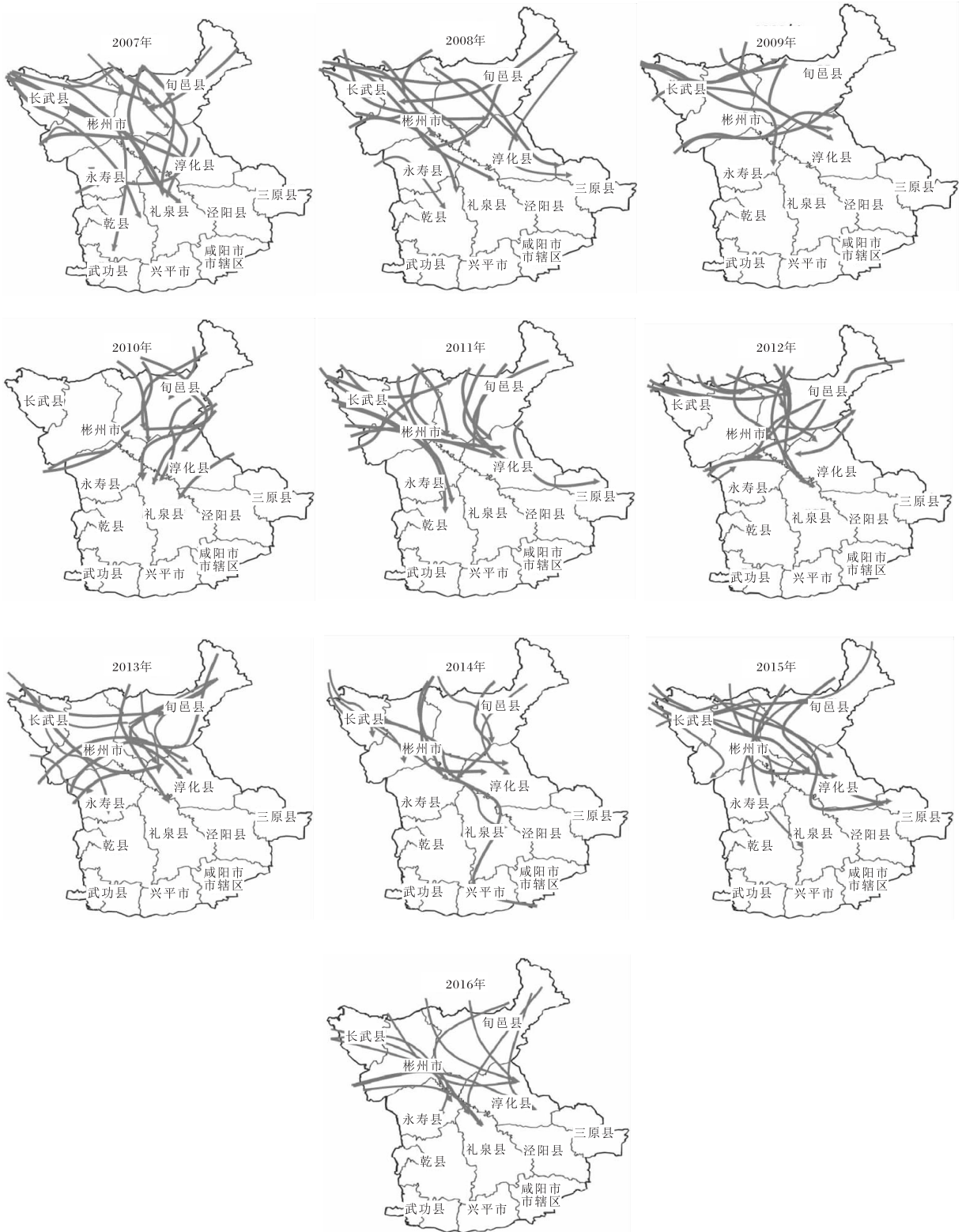


图1 2007—2016年咸阳逐年冰雹移动路径图

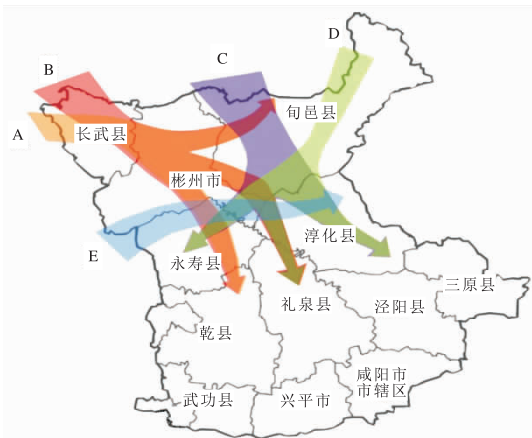


图2 2007—2016年咸阳市主要冰雹移动路径图



图3 咸阳市次要冰雹移动路径图

甘肃正宁县东部及铜川市进入旬邑县马栏一带,向西南移动。C路和D路均进入旬邑县的清塬、赤道、排夏、丈八寺、土桥,淳化县的十里塬、胡家庙一带,其后分为三路:一路向东南经淳化县的卜家、润镇、城关、到达方里、固贤一带;一路向东南经彬州市龙高,淳化县的胡家庙、关庄,永寿县上邑、窰家,淳化县马家进入礼泉县南方、叱干一带,与A路和B路的东南方向路径的后半段重合;一路向西南东经彬州市的龙高,永寿县的渠子、常宁、上邑进入马坊一带。C路和D路常在旬邑县的清塬、赤道、排夏、丈八寺、土桥,淳化县的十里塬、胡家庙一带合并加强,常对下游地区造成严重灾害。

E路称为西路冰雹路径,发生频率占有所有冰雹路径的14.1%。E路从宝鸡的麟游县进入彬州市的韩家、底店,永寿县的永平,向东移动,经彬州市的水口、太峪、新堡子、香庙、龙高,永寿县的

永太、渠子、常宁、上邑,淳化县的胡家庙、官庄、十里塬进入润镇、卜家、秦河一带。

次要冰雹路径有3条(图3),出现频率小,偶然性大;但雹云移动距离长,影响范围大。

#### 4 新旧冰雹移动路径对比分析

2007—2016年咸阳市冰雹路径图(图2,简称新图)与1988年冰雹路径图(图4,简称旧图)<sup>[14]</sup>差异明显,一是旧图主要是沿泾河河谷和几条相对明显山沟走势绘制,无东西向移动路径,与实际情况差异较大,而近10年间西—东走向的冰雹路径占31.1%。二是旧冰雹路径总体趋势为自北向南,无交叉,而近10年的雷达回波资料和降雹实况资料均已表明49d冰雹日分别有128条线路,即每个雹日平均有2.6个影响路径,而且两条路径雹云合并加强造成灾害的占总冰雹灾害的26.1%。两条以上路径雹云同时影响、合并加强是造成咸阳市冰雹灾害的重要特征之一。

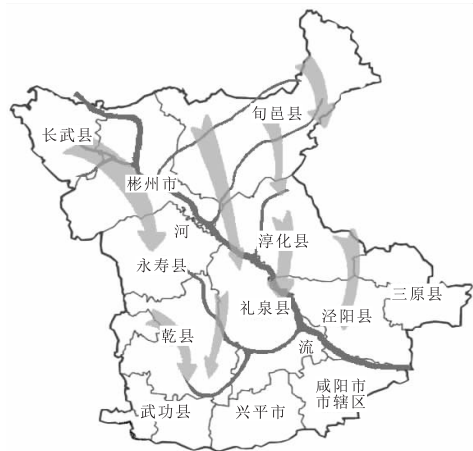


图4 咸阳市冰雹移动路径图(旧图)

#### 5 结论及讨论

(1)依据2007—2016年10年间数字化天气雷达回波资料获得了咸阳市冰雹移动路径,客观全面反映冰雹云在咸阳境内的生成、移动、合并等演变特征。

(2)冰雹云移动路径、影响区域等在同一年多次反复出现,即具有较明显的年际变化特征。

(3)两条或多条路径雹云相互作用、合并加强是造成咸阳市冰雹灾害的一个明显特征,因此两条路径雹云合并可作为咸阳市冰雹预报的重要指标。

(4)在冰雹频发路径、或易出现雹云合并地区增加高炮火箭作业站点,可有效阻止雹云加强、合并,进一步提高防御效果。新的冰雹移动路径图对调整农业及果业布局、科学规划防雹作业站点、提高冰雹预警能力和防御效果有重要意义。

#### 参考文献:

- [1] 詹维泰,乔旭霞,景东侠. 陕西初夏冰雹天气气候特征及预报[J]. 陕西气象, 1994(3):23-26.
- [2] 朱爱荣. 陕西冰雹天气气候特征及其预报[J]. 陕西气象, 1995(1):39-42+45.
- [3] 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.
- [4] 樊鹏,肖辉. 雷达识别渭北地区冰雹云技术研究[J]. 气象, 2005(7):16-19.
- [5] 刘嘉慧敏,郑然,梁绵,等. 2018年陕西商洛一次罕见强雹暴环境条件及雷达特征分析[J]. 陕西气象, 2020(2):1-11.
- [6] 岳治国,梁谷,李燕,等. 陕西渭北带状中尺度对流雷达回波统计特征[J]. 气象, 2010, 36(6):66-72.
- [7] 李秀琳,张丽娟,贾金海,等. 渭南市冰雹天气雷达回波特征分析[J]. 陕西气象, 2006(1):12-15.
- [8] 陈保国,栗珂,樊鹏,等. 陕西旬邑冰雹谱特征和防雹效果分析[J]. 陕西气象, 2003(2):8-12.
- [9] 岳治国,梁谷. 陕西渭北一次降雹过程的粒子谱特征分析[J]. 高原气象, 2018, 37(6):1716-1724.
- [10] 丁敏,黄春长. 陕西省渭北高原冰雹灾害对苹果生产的影响研究[J]. 干旱区资源与环境, 2003(2):106-109.
- [11] 万红莲,宋海龙,朱婵婵,等. 陕西地区1368-2013年冰雹灾害时空分布特征研究[J]. 干旱区资源与环境, 2017, 31(2):123-127.
- [12] 梁轶,王景红,邸永强,等. 陕西苹果果区冰雹灾害分布特征及风险区划[J]. 灾害学, 2015, 30(1):135-140.
- [13] 刘引鸽,慕建利,葛永刚. 宝鸡渭北冰雹时空分布规律[J]. 陕西气象, 2006(3):6-8.
- [14] 咸阳市气象志编纂办公室. 气象志[M]. 咸阳:咸阳市地方志编纂委员会,1988:90.