

doi: 10.3969/j.issn.1000-6362.2013.02.019

唐为安,田红,莫伟强,等.冰雹数据库扩容前后对比分析:以安徽省为例[J].中国农业气象,2013,34(2):249-254

## 冰雹数据库扩容前后对比分析 ——以安徽省为例<sup>\*</sup>

唐为安<sup>1</sup>,田红<sup>1</sup>,莫伟强<sup>2</sup>,温华洋<sup>1</sup>

(1. 安徽省气候中心,合肥 230031; 2. 东莞市气象局,东莞 523086)

**摘要:**以安徽省为例,通过信息化气象记录报表和查阅相关资料等方式,对全省冰雹数据库进行扩容,并对扩容前后冰雹资料的样本信息及其时空分布特征的差异进行分析,旨在为相关冰雹灾害研究提供借鉴与参考。结果表明,安徽省冰雹数据库扩容后,冰雹记录从 793 条增至 2079 条。扩容前后的冰雹数据分析均显示安徽省冰雹年发生次数存在年代际变化,  $M-K$  检验表明分别在 1974 年和 1972 年前呈显著增加趋势( $P < 0.01$ ),其后呈微弱下降趋势;冰雹多发于春夏两季,而少发于秋、冬季;冰雹高发时段集中在 15:00-17:00。扩容后安徽冰雹发生次数增加和下降两个阶段的变化速率均大于扩容前,年内冰雹发生次数最大值扩容前出现在 3 月,扩容后在 6 月。冰雹数据扩容后的冰雹空间分布覆盖了全省冰雹主要影响路径,减少了研究结果的不确定性,更符合实际情况,对进一步提高冰雹灾害评估与应对能力具有重要意义。

**关键词:**冰雹日;观测资料;数据库扩容;对比分析

## Comparative Analysis on Hail Database Expansion ——A Case Study of Anhui Province

TANG Wei-an<sup>1</sup>, TIAN Hong<sup>1</sup>, MO Wei-qiang<sup>2</sup>, WEN Hua-yang<sup>1</sup>

(1. Anhui Climate Center, Hefei 230031, China; 2. Dongguan Meteorological Bureau, Dongguan 523086)

**Abstract:** In order to provide references to hail disaster research, a new hail database in Anhui province was expanded by using of information meteorological records and meteorological dictionaries literature, the spatial-temporal distribution differences between new database and previous database was analyzed. The results showed that the hail records increased from 793 to 2079 after expansion. The annual occurrence frequency of hail presented decadal variation in both two databases and increased significantly before the year of 1974 and 1972 by using of the Mann-Kendall trend test( $P < 0.01$ ). The hail occurred frequently in spring and summer, rarely in autumn and winter. The hail occurred typically from 15:00 to 17:00. However, the variation rate of hail occurrence from previous database was smaller than from the new database. The peak number of monthly hail occurrence appeared in March in old database, and in June after expansion. In general, the hail spatial distribution of expansion database included the main paths, which reduced research uncertainties.

**Key words:** Hail days; Observation data; Database expansion; Comparative analysis

中国是自然灾害发生最严重的国家之一,其中 70% 的自然灾害源于气象灾害<sup>[1]</sup>。在各类气象灾害中,冰雹是仅次于旱涝灾害的第三大灾害,每年因雹灾造成了严重的经济损失<sup>[2]</sup>。目前,国内学者在区

域冰雹的天气气候特征、气候成因等方面开展了较多研究工作<sup>[3-8]</sup>。刘黎平<sup>[9-11]</sup>等利用雷达资料对冰雹发生的回波特征进行了研究,董鹏捷等<sup>[12-14]</sup>对冰雹灾害风险评估模型进行了研究。上述研究主要是基于

<sup>\*</sup> 收稿日期:2012-05-07

基金项目:2009 年公益性行业(气象)科研专项“全球变化背景下中国气象灾害风险区划研究”(GYHY200906019)

作者简介:唐为安(1980-),江苏阜宁人,硕士,工程师,主要从事气候变化及其对农业影响评估研究。

E-mail: twa\_1980@163.com

台站的地面气象记录报表中的雹日资料开展的,这也是当前研究冰雹的观测数据的主要来源。由于此类文件数据自 20 世纪 90 年代中后期起才陆续信息化,信息化程度普遍较低,且针对冰雹这种局地性强的天气事件的漏记现象也较普遍,因此分析结果可能会与冰雹的实际发生情况存在一定差异,其结果具有不确定性。

鉴于利用台站的雹日观测资料可能导致的研究结果不确定性,且当前尚未有针对台站冰雹数据扩充的相关研究。本文拟以安徽省为例,通过信息化该省 2000 年以来气象记录报表并查阅该省气象灾害大典、气象灾害年鉴、灾情普查数据库等方式,对该省冰雹数据库进行扩容,并对扩容前后的资料进行对比分析,研究两者的差异,旨在为相关的冰雹研究提供借鉴与参考。

## 1 资料和方法

### 1.1 扩容前数据库存在的问题

目前,安徽省冰雹观测资料主要存在记录少、质量差、信息化程度低等问题。

由于冰雹不是常规气象观测要素,仅作为一种天气现象被人工记录,所以常导致观测记录偏少。因其发生概率偏小,加之其具有中小尺度天气特征且局地性很强,有时发生在偏远乡镇而气象站点并未观测到,所以历史上可能存在漏记现象。经统计,1953—2009 年全省冰雹记录不足 800 条,样本总体偏少。

数据质量差的主要原因有三个方面:(1)观测方式存在不确定性,如对于出现在气象站周边的冰雹,观测员会测量直径大小,直径超过 10mm 的还称重,而远处的冰雹通常只有定性的描述,如鸡蛋大小、黄豆大小等;(2)对一些要素的记录与实际情况明显不符,如关于降雹持续时间,竟有 5h 的记录,显然不合理;(3)有的记录内容过于简单,如仅记录降雹最大直径,缺乏其它相关要素的描述,如发生时风速、重量、持续时间和灾损等。

信息化程度低主要表现为:在 2000 年以前,冰雹大小、重量、持续时间、灾损等记录在月报表(简称 A 文件)中的冰雹详细描述均尚未信息化。

### 1.2 数据库扩容方法

利用灾情普查数据、气象灾害年鉴、气象志、相关文献等信息,对冰雹灾害数据进行补充和完善,系统整合冰雹灾害历史数据库。针对冰雹大小记录不定量的问题,通过比较分析,将一些定性描述转换成定量数据,如“鸡蛋大小”转换为 50mm,“鹌鹑蛋”转换为 20mm,“花生米”转换为 10mm,“绿豆”转换为 5mm 等。针对部分持续时间错误,将通过信息化后

的资料与相关的历史文献进行对照核实,并进行修正。并对 2000 年以前的冰雹记录进行信息化处理。根据地面气象观测规范中规定,一天内只要出现冰雹天气,无论次数和时间长短均记为 1 个降雹日<sup>[15]</sup>,即 1d。最后冰雹记录由 793 条(A 文件记录)扩容到 2079 条,增加的数据记录主要来源于《中国气象灾害大典(安徽卷)》<sup>[16]</sup> 的 1191 条,《安徽省气象灾害年鉴》记录<sup>[17]</sup> 的 95 条。扩容后的冰雹数据库中 619 条记录了发生起止时间(精确到分钟),870 条记录了冰雹持续时间,709 条记录了冰雹的最大直径,721 条记录了冰雹发生时的阵风等级(部分为根据起止时间由月报表反查获得),600 条记录了冰雹发生时间及最大直径,478 条记录了冰雹发生时间、阵风等级及最大直径(表 1)。

表 1 扩容后的安徽省冰雹数据分类统计

Table 1 Classification statistics of expanded hail database in Anhui province

资料来源和要素组成 Data sources and elements	记录数(条) Number of records
A 文件记录	793
《中国气象灾害大典(安徽卷)》记录	1191
《安徽省气象灾害年鉴》记录	95
持续时间	870
冰雹直径	709
阵风等级	721
持续时间 + 直径	599
持续时间 + 直径 + 风	478

通过数据库扩容,冰雹样本量较先前增加了近 2 倍。根据扩容后的数据统计,降雹时平均阵风等级为 7 级,其中 10 级以内的占 91.7%,6 级以内的占 35%,超过 10 级的仅有 8.3%。由此可见,安徽降雹时阵风大多数在 7~10 级。降雹平均持续时间为 15.6min,其中 30min 以内的占 89.4%,20min 以内的占 77.6%,超过 30min 的约占 10%。降雹最大直径平均为 25.5mm,其中 40mm 以内的占 83.3%,25mm 以内的占 58.7%。

## 2 结果与分析

### 2.1 扩容前后全省降雹日数变化特征对比分析

#### 2.1.1 年际变化

冰雹数据库扩容后,1951—2009 年共有 2079 条记录,年均降雹日为 35d,其中 1972 年降雹日为 105d,为序列最多,其次为 1967 年 94d,而 1990 年仅 6d,为序列最少(图 1a)。扩容前自 1953 年才有相关记录,1953—2009 年共有 793 条记录,年均降雹日为

14d,不足前者的一半,其中1988年降雹日为52d,为序列最多,1955年最少,未有冰雹记录(图1b),而扩容后1955年降雹日为34d。此外,年发生次数最大差值出现在1972年,扩容前该年降雹日为15d,而扩容后降雹日为105d,两者相差达6倍。

为进一步反映数据库扩容前后的雹日年际变化特征差异,采用Mann-Kendall法<sup>[18]</sup>对数据库扩容

前后的冰雹年发生日数的变化趋势进行分析,检验结果表明,扩容后的年雹日在1951-1972年呈极显著增加趋势( $P<0.01$ ),增加速率为3.1d/a;而1972年以后变化趋势不显著(图1b2)。扩容前的年雹日在1953-1974年呈极显著增加趋势( $P<0.01$ ),但增加速率为0.9d/a,明显低于前者;而1974年以后变化趋势不显著(图1a2)。

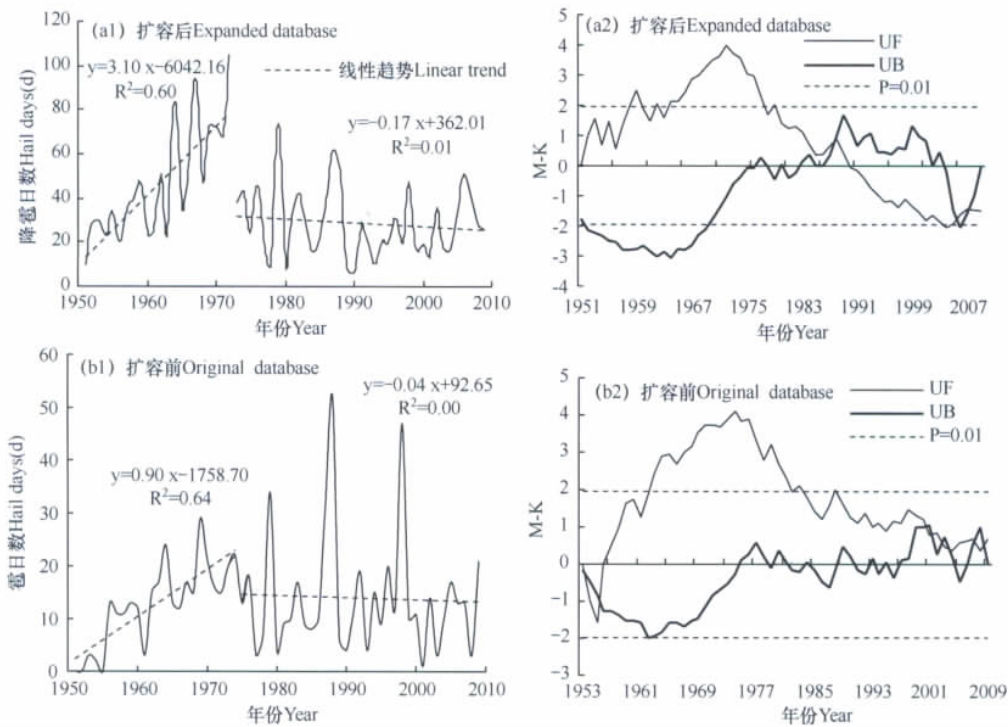


图 1 扩容前(b)、后(a)年冰雹日数的变化特征(1)及其M-K突变检验(2)

Fig. 1 Comparative analysis of hail days characteristic and their M-K test between original hail observation database(a1 a2) and expanded hail database(b1 b2)

2.1.2 月变化

由图2a可见,扩容前冰雹主要集中发生在3-8月,累计降雹日为706d,约占总数的95.5%,3月是全年冰雹发生最多的月份,占总数的24.2%,其次为6月19.7%。而由图2b可见,扩容后冰雹仍然主要

集中发生在3-8月,这与扩容前基本一致,即春季和夏季,累计降雹日数增至1948d,约占总日数的94%,但全年冰雹发生最多月份却是6月,降雹日为548d,占总日数的26.4%,其次为4月,降雹日为335d。秋冬季冰雹发生较少,其中11月最少,仅6d。

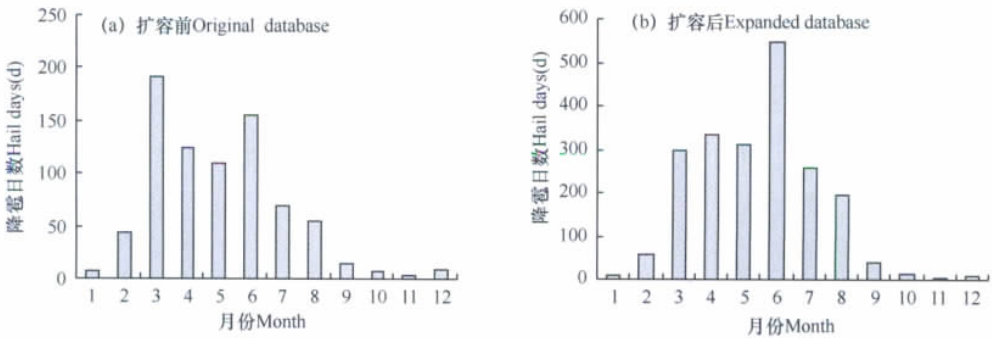


图 2 扩容前后月冰雹日数对比

Fig. 2 Compare of monthly hail days between original hail database and expanded hail database

对比表明,无论扩容前还是扩容后冰雹均集中在3-8月,即春、夏季,主要原因是春季江淮地区冷暖空气交汇频繁,对流较旺盛,而夏季下垫面受太阳辐射加热,迅速增温后,低层大气很不稳定,易产生较强烈的局地对流,有利冰雹等强对流天气的发生发展。但扩容后的分析结果与实际发生情况更吻合,因6月安徽省进入梅雨期,西南暖湿气流活跃,锋区活动频繁,为冰雹天气的发生发展提供了较好的热力和动力条件,此时更易形成冰雹。

### 2.1.3 日变化特征

A文件中冰雹记录有明确起止时间共733条,根据冰雹发生的开始时间统计了各时次的发生次数,结果见图3。由图中可见,12:00-20:00是冰雹的高发时段,占总次数的83.9%,其中15:00-17:00达到最高峰,占总次数的45.8%。进一步分析表明,15:00发生冰雹次数最多,为122次,占总次数的16.6%,其次是17:00,为116次,占总次数的15.8%。

这主要是由于午后太阳直接辐射强烈,地面升温迅速,地面辐射和太阳直接辐射使低层大气增温较快,而高层大气还来不及升温,气层更不稳定,而导致强对流天气的发生<sup>[19-20]</sup>。而夜间发生次数较少,可能也与观测有较大的关系(大多数台站夜间不记录天气现象起止时间),这也与张芳华等<sup>[21]</sup>研究结论基本一致。

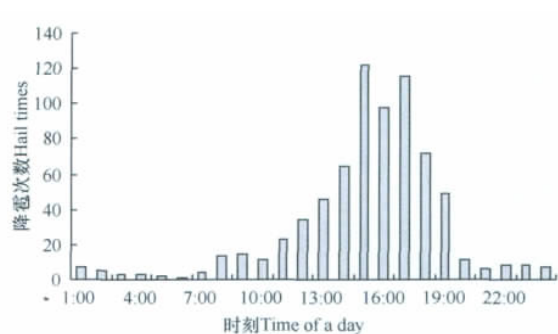


图3 冰雹发生时次的统计特征(来源于扩容前数据库)

Fig. 3 Diurnal variation characteristics of hail times from original hail observation database

### 2.2 扩容前后累计降雹日数的空间差异对比

从累计雹日的空间分布来看(图4),扩容后除光明顶站(降雹日为65d)以外,安徽省淮北东部的宿州、灵璧、萧县等地也是冰雹多发区,累计降雹日数均超过了45d,安徽省境内的大别山区及江淮之间的西南部次之。而马鞍山最少,仅5d,江淮之间中东部以及沿淮部分地区,如淮南、长丰等地,发生次数也相对较少。扩容前(图4a)光明顶站雹日最多,为57d,较扩容后数据偏少8d,其次为淮北东部,其中灵璧、泗县均为18d,再次为大别山区,其它地区发生次数较少(图4b),扩容前后降雹日数在该省沿淮淮北中西部、大别山区、沿江以及江南东南部存在明显差异。

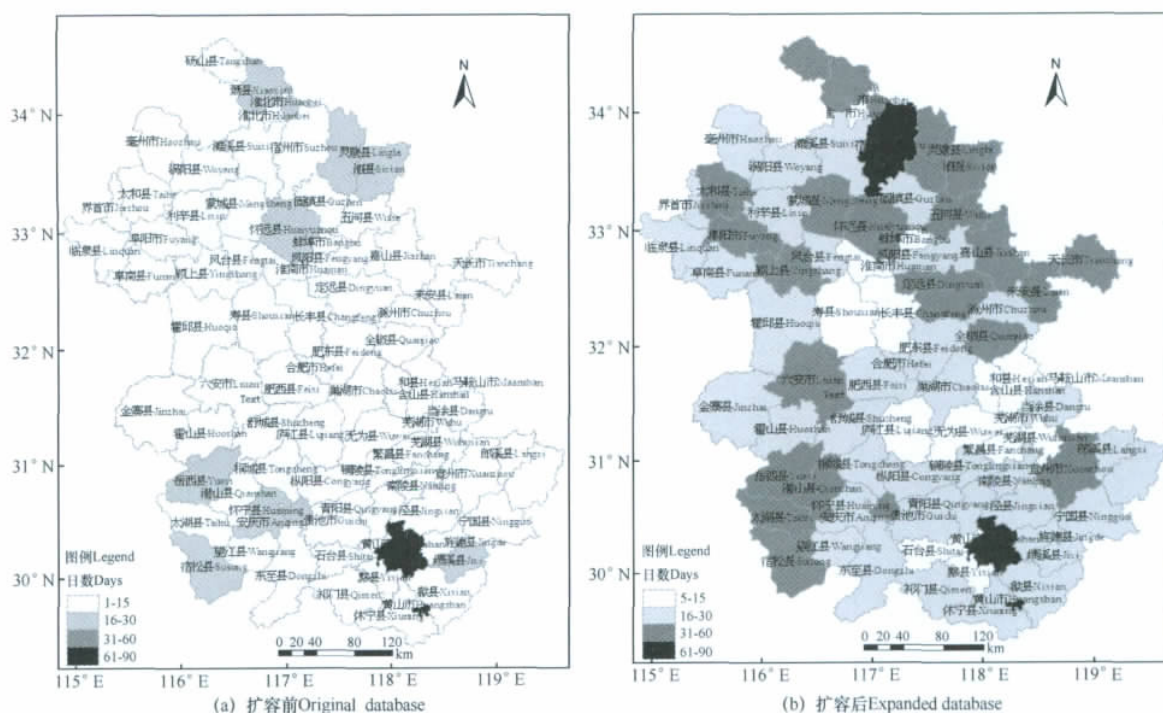


图4 1951-2009年安徽省累计降雹日数的空间分布

Fig. 4 Spatial distribution of the total hail days from 1951 to 2009 in Anhui province

相关文献表明<sup>[16]</sup>,安徽省冰雹主要影响路径有以下8条(图5):1. 砀山→萧县→淮北→灵璧→泗县,占冰雹发生总次数的15.7%;2. 砀山→萧县→淮北→固镇→五河,占6.1%;3. 亳州→涡阳→蒙城→怀远→凤阳→明光→来安,占10.8%;4. 亳州→涡阳→蒙城→定远→滁州,占5.8%;5. 天长→来安→滁州→全椒,占6.4%;6. 界首→阜阳→颍上,占6.1%;7. 霍丘→金寨→六安→桐城→枞阳,占6.4%;8. 岳西→怀宁→望江以及宿松→望江→东至,占6.6%,主要分布在沿淮淮北、江淮之间东部、大别山区及沿江西部。对比图4a和图4b可见,扩容前(图4a)安徽省冰雹主要影响区域位于该省东北部和西南部,仅涵盖了该省的5条主要影响路径,而扩容后冰雹主要影响区域位于该省北部、东部、西部及南部,涵盖了该省的8条冰雹主要影响路径,因此扩容后的雹日分布与安徽省冰雹实际发生情况更接近。

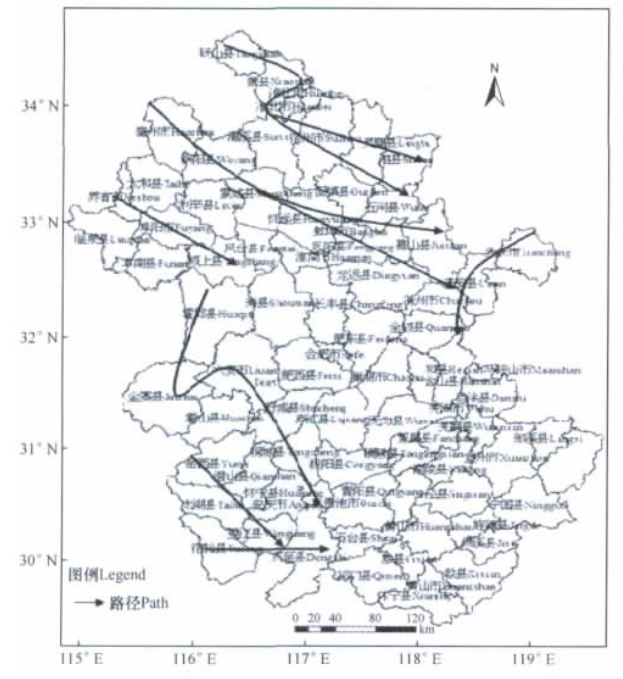


图5 安徽省冰雹的主要影响路径

Fig. 5 The main paths of hail in Anhui province

### 3 结论与讨论

(1) 扩容前后,安徽省冰雹年发生次数均存在年代际变化,分别于1974年和1972年之前呈显著增加趋势,其后呈不明显的下降趋势,这与龙余良等<sup>[22]</sup>的研究结论基本一致。但扩容前的增加和减少速率均小于扩容后,主要是因为A文件仅记录发生在气象站点周围的冰雹,漏记现象较严重,扩容后历年降雹日数均有所增加,且1972年之前扩充的年降雹日数逐年增

多,其中1972年增加量达90d,其增加趋势较扩充前更明显;后期扩充的数量整体上逐年减少,特别是20世纪90年代以来,每年补充的降雹日普遍在10d左右。

(2) 扩容前后,安徽省冰雹均多发于春夏两季,而少发于秋冬两季,但扩容后数据显示,6月冰雹发生次数最多,扩容前则为3月,扩容后降雹日的月分布格局与叶彩华等<sup>[23-24]</sup>的研究结论基本一致。扩容后的冰雹记录显示,12:00-19:00是冰雹的高发时段,其中15:00-17:00达到最高峰,这与前人的研究结论也基本一致<sup>[21]</sup>。扩容后3-8月降雹日普遍增多了100d以上,其中6月达309d,4月达224d,从而改变了降雹日在年内的月分布格局。

(3) 通过扩容全省各地降雹日数均有所增加,扩容后的冰雹空间分布较扩容前发生了明显变化,扩容前后的降雹日在安徽省沿淮淮北、大别山区、沿江以及江南东南部等地区存在明显差异,其中沿淮淮北地区降雹日数增加量普遍在25d,宿州市增加近50d。结合该省的相关文献<sup>[16-17]</sup>记录,扩容后的冰雹空间分布与实际发生情况更为接近,覆盖了该省主要冰雹影响路径。

虽然通过数据库扩容基本解决了安徽省冰雹记录少、质量差、信息化程度低等问题,但由于冰雹局地、短时等特征使本文的结论可能仍存在一定的不确定性。而本文研究目的在于对冰雹数据库扩容的可行性、合理性以及真实性进行一定的探索,后续工作将不断改进,并将研究结果推广应用于区域冰雹研究中。

### 参考文献:

- [1] 张海东,罗勇,王邦中,等. 气象灾害和气候变化对国家安全的影响[J]. 气候变化研究进展, 2006, 2(2): 85-88.
- [2] 董鹏捷,吴正华. 北京2008年奥运期间冰雹灾害风险评估模型研究[J]. 暴雨灾害, 2008, 27(2): 104-108.
- [3] 李英. 春季滇南冰雹大风天气的螺旋度分析[J]. 南京气象学院学报, 1999, 22(2): 164-169.
- [4] 李红斌,麻服伟. 黑龙江省冰雹天气气候特征及近年变化[J]. 气象, 2001, 27(8): 49-51.
- [5] 陶云,段旭,杨明珠. 云南冰雹的时空分布特征及其气候成因初探[J]. 南京气象学院学报, 2002, 25(6): 837-842.
- [6] 纪晓玲,马筛艳,丁永红,等. 宁夏40年灾害性冰雹天气分析[J]. 自然灾害学报, 2007, 16(3): 24-28.
- [7] 顾欣,张艳梅. 黔东南冰雹集中度与集中期的时空变化特征[J]. 中国农业气象, 2010, 31(4): 627-632.
- [8] 陶云,段旭,段长春,等. 云南冰雹的变化特征[J]. 高原气象, 2011, 30(4): 1108-1118.
- [9] 刘黎平,张鸿发,王致君,等. 利用双线偏振雷达识别冰雹区方法初探[J]. 高原气象, 1993, 12(3): 395-401.
- [10] 张腾飞,段旭,鲁亚斌,等. 云南一次强对流冰雹过程的

- 环流及雷达回波特征分析[J]. 高原气象, 2006, 25(3): 531-538.
- [11]尹丽云, 王惠. “2003. 8. 2”滇中石林县冰雹过程多普勒雷达回波特征分析[J]. 云南地理环境研究, 2004, 16(增): 82-86.
- [12]罗培. GIS 支持下的气象灾害风险评估模型: 以重庆地区冰雹灾害为例[J]. 自然灾害学报, 2007, 16(1): 38-44.
- [13]杨益, 陈贞宏, 王潇宇, 等. 基于 GIS 和 AHP 的潍坊市冰雹灾害风险区划[J]. 中国农业气象, 2011, 32(增1): 203-207.
- [14]李蒙, 朱勇, 吉文娟. 基于 GIS 的云南烟区冰雹灾害风险评估[J]. 中国农业气象, 2012, 33(1): 129-133.
- [15]中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京: 气象出版社, 2003: 21-26.
- [16]翟武全. 中国气象灾害大典(安徽卷)[M]. 北京: 气象出版社, 2007: 220.
- [17]安徽省气象局. 安徽省气象灾害年鉴[M]. 北京: 气象出版社, 2009.
- [18]魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 2007: 63-66.
- [19]王晓明, 倪惠, 周淑香. 吉林省冰雹时空分布规律及特征分析[J]. 灾害学, 1999, 14(3): 50-54.
- [20]许新田, 宁志谦, 唐伯波, 等. 陕西冰雹气候特点及环流特征分析[J]. 陕西气象, 2002, (5): 4-5.
- [21]张芳华, 高辉. 中国冰雹日数的时空分布特征[J]. 南京气象学院学报, 2008, 31(5): 687-693.
- [22]龙余良, 刘建文. 江西冰雹与雷雨大风气候变化特征的对比分析[J]. 气象, 2010, 36(12): 62-67.
- [23]叶彩华, 姜会飞, 李楠, 等. 北京地区冰雹发生的时空分布特征[J]. 中国农业大学学报, 2007, 12(5): 34-40.
- [24]刘晓梅, 李晶, 戴萍, 等. 1951-2008 年辽宁冰雹的时空分布特征[J]. 气象与环境学报, 2009, 25(5): 24-26.

(上接第 256 页)

## 2.2 南方初冬多降水, 库塘蓄水增加, 后冬光热充足, 利于作物生长和华南春播

12 月南方大部降水明显偏多, 其中江淮、江汉东部、江南大部、华南南部和西部降水量达 50 ~ 250mm, 较常年同期偏多 1 ~ 4 倍, 为后冬以及春季农业生产用水奠定了较好基础。2013 年 1 月中旬-2 月末, 江南大部、华南、西南地区东部气温较常年同期偏高 1 ~ 2℃(图 4), 其中江南西南部、华南中部和东部、贵州中西部等地偏高 2 ~ 4℃, 华南中东部、贵州大部日照偏多, 良好的光热条件利于油菜和蔬菜、果树等生长发育, 也利于华南春播和早稻播种育秧。

## 2.3 冬季低温有利冻杀病菌、虫卵, 减轻或抑制病虫害

2012/2013 年冬季, 中东部和新疆大部气温偏低, 其中新疆北部、内蒙古中东部、东北地区大部、华北东部、黄淮北部和西南部等地偏低 1 ~ 4℃, 部分偏低 4℃以上, 尤其是 2012 年 12 月 1 日-2013 年 1 月 12 日, 东北地

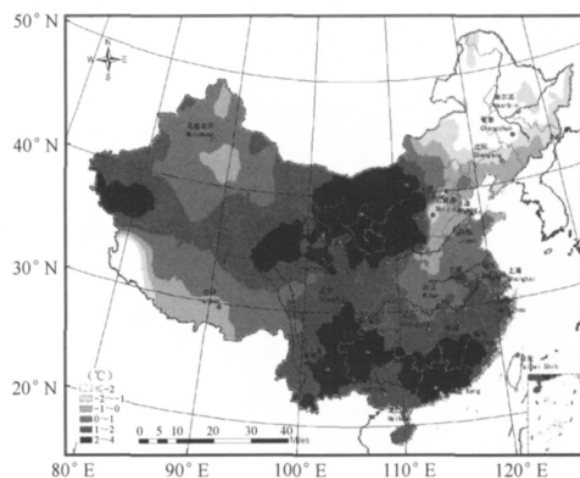


图 4 2013 年 1 月中旬-2 月下旬气温距平分布

区平均气温为近 59a 最低, 华北地区为近 43a 最低。低温天气有利于冻杀田间越冬病菌, 抑制麦田条锈病、白粉病等病菌及其它虫卵越冬, 降低春、夏季农业病虫害发生机率。