

张杰, 王玉荣, 张艳, 等. 泰安秋季强降雪形成机制分析 [J]. 陕西气象, 2015 (4): 13-16.

文章编号: 1006-4354 (2015) 04-0013-04

泰安秋季强降雪形成机制分析

张 杰, 王玉荣, 张 艳, 邹大伟, 贾汉奎

(泰安市气象局, 山东泰安 271000)

摘 要: 利用地面观测资料和 MICAPS 资料, 分析了泰安 3 次秋季强降雪产生的天气形势、物理量及其演变特征, 同时对欧洲中心数值预报的温度预报进行了检验。结果表明: 泰安秋季强降雪发生的天气形势均为回流形势; 雨雪转化时 850 hPa 均有东南气流建立, 当 850 hPa 东南气流转为北西北气流、925 hPa 东北气流转为西北气流控制时, 降雪趋于结束; 强降雪发生时 850~400 hPa 均有较强的上升运动, 水汽辐合中心在 800~850 hPa; 雨雪相变基本发生在 08 时和 20 时前后, 欧洲中心数值预报 850 hPa 温度预报 ≤ -2 °C 可作为泰安秋季雨 (雨夹雪) 转为雪的温度指标。

关键词: 秋季强降雪; 环流形势; 物理量; 雨雪相变; 泰安

中图分类号: P458.121

文献标识码: A

夏季强对流性天气具有突发性强、强度大、影响显著等特点, 气象工作者对其研究较多。对于暴雪, 国内大多研究是针对隆冬季节的暴雪^[1-6], 而对秋季暴雪的研究相对较少。1997—2011 年, 泰安秋季出现了 3 次强降雪过程, 对交通、农业设施产生了严重影响, 由于缺乏对秋季

强降雪预报指标尤其是雨转雪温度指标的研究, 造成了强降雪预报的失误, 本文对 3 次强降雪过程进行深入分析, 探讨其物理机制, 统计其预报指标, 为秋季强降雪预报服务提供科学依据。

1 资料及处理方法

利用泰安市 5 个地面气象观测站 1997—

收稿日期: 2014-09-05

作者简介: 张杰 (1963—), 女, 山东莱芜人, 本科, 高工, 主要从事短期天气预报。

基金项目: 2012 年山东省气象局预报员专项 (sdyby2012-09)

温变化特征分析 [J]. 高原山地气象研究, 2013, 33 (3): 55-59.

[4] 赖亮, 钟晓平. 达州地区高温天气及其变化特征 [J]. 高原山地气象研究, 2014, 34 (4): 64-71.

[5] 李跃清, 李崇银. 青藏高原东侧地区夏季气温变化及其可能原因 [J]. 高原气象, 2003, 22 (增刊 1): 24-31.

[6] 王旻燕, 吕达仁. GMS5 反演中国几类典型下垫面晴空地表温度的日变化及季节变化 [J]. 气象学报, 2005, 63 (6): 957-967.

[7] 周国华, 王盘兴, 罗小莉, 等. 基于 160 站资料的我国表面气温异常特征 [J]. 应用气象学报,

2011, 2 (3): 283-291.

[8] 周宇, 史军, 孙国武, 等. 1873—2009 年上海气温日较差变化及其影响因素 [J]. 气象与环境学报, 2012, 28 (1): 24-30.

[9] 杨萍, 肖子牛, 刘伟东. 北京气温日变化特征的城郊差异及其季节变化分析 [J]. 大气科学, 2013, 37 (1): 101-112.

[10] 黄少妮, 王建鹏, 王丹, 等. 西安一次夜间异常增温过程的数值模拟及诊断 [J]. 干旱气象, 2015, 33 (2): 270-277.

[11] Peterson T C, Gallo K P, Lawrimore J, et al. Global rural temperature trends [J]. Geophys Res Lett, 1999, 26 (3): 329-332.

2011年9—11月的气象观测资料筛选强降雪过程。规定天气现象降水记录为雨夹雪、雨转雪、先雨后雪为雨雪相变天气,当1站出现雨雪相变天气时记一站次雨雪相变天气过程。规定只要1站出现20—20时降雪(或雨夹雪)量 ≥ 10 mm即为一强降雪日,跨越20时的同一次强降雪过程记为一次强降雪天气过程。利用气象观测资料和MICAPS资料对筛选出的3次强降雪天气过程物理机制进行分析。

2 强降雪形成机制分析

2.1 强降雪特点

3次强降雪天气过程分别出现在2004年11月24—25日(以下简称“11·24”)、2009年11月11—12日(以下简称“11·11”)、2011年11月29—30日(以下简称“11·29”)。在3次强降雪天气过程中(表1),日最大降水(雨夹雪)

量为26.5 mm,日纯雪量最大为15.5 mm,最大积雪深度为7 cm。3次强降雪过程都是先降雨,后转雨夹雪,再转雪,均存在雨雪转换。

2.2 环流形势分析

“11·24”强降雪天气过程中500 hPa欧亚维持两槽一脊型,脊前贝加尔湖到内蒙一带为一低槽,槽后有冷空气南下影响我国,泰安处于槽前西南气流中。700 hPa影响系统与500 hPa相同,也为槽前西南气流。850 hPa上,24日20时泰安受高压脊前偏北气流影响;25日08时在泰安上空出现东北风与东南风的风向切变,此阶段降水强度最大且雨夹雪转为雪。24日20时925 hPa和地面图上,泰安维持强劲的东北风。25日20时,700 hPa处于槽线附近,随着回流形势的减弱,降水迅速减弱、停止。

表1 泰安市3次强降雪过程概况

过程时段	全市平均 降水量/mm	日最大降水量 /mm	日最大纯雪量 /mm	降水性质	最大积雪深度 /cm
2004-11-24—25	19.3	26.5	5.6	雨、雨夹雪、雪	4
2009-11-11—12	16.9	21.3	15.5	雨、雨夹雪、雪	7
2011-11-28—30	40.9	23.8	11.8	雨、雨夹雪、雪	1

“11·11”强降雪过程中,500 hPa中高纬度环流呈两脊一槽形势,乌拉尔山以西为一高压脊,中国东部沿海为另一高压脊,两脊间为宽广槽区,泰安处于槽前西南气流里。700 hPa西南风较大,最大风速为17 m/s,西南急流建立,泰安处于急流轴右侧。850 hPa上,12日08时东南急流建立;11日20时泰安市位于东南风与东北风辐合区,东南急流为此次降水过程提供了一支水汽输送通道;12日20时当泰安为西北气流控制时,降水趋于结束。地面上冷高压在贝加尔湖南侧,分裂冷空气从东北地区向南渗透,11月8日开始影响泰安,泰安站为东北风控制。

“11·29”强降雪时500 hPa欧亚中高纬度为两槽一脊型,两槽分别位于新疆中部和河套东部,脊位于95°E附近,泰安处于槽前西南气流中,西南风较大。700 hPa上河套东部槽呈东北

—西南走向,槽前存在西南急流,槽后西北风较大,泰安位于槽前且存在风速的气旋式辐合。850 hPa及地面盛行东北气流。

从以上分析可以看出,3次强降雪的环流形势存在共同特征:700 hPa以上为西南气流,925 hPa及地面图上,河套西北部有冷高压向东南移动,925 hPa为东北气流,地面维持强劲的东北风,天气形势均为回流形势。雨雪转化时,850 hPa都有东南气流建立,当850 hPa东南气流转为北西北气流、925 hPa东北气流转为西北气流控制时,降雪趋于结束。

2.3 动力条件和水汽条件分析

2.3.1 垂直速度 大气中水汽凝结和降水过程与上升运动有密切关系,垂直运动造成的水汽、热量、动量、涡度等物理量的垂直输送对天气系统的发展有很大的影响^[7]。3次强降雪过程中

850~400 hPa 均有较强的上升运动 (图 1), “11·24” 强降雪过程, 上升速度中心在 750 hPa 附近, 最大上升速度为 -0.6×10^{-3} hPa/s, “11·11” 强降雪过程, 上升速度中心在 450 hPa 附近, 最大上升速度为 -0.9×10^{-3} hPa/s, “11·29” 强降雪过程, 上升速度中心在 700 hPa 附近, 最大上升速度为 -0.8×10^{-3} hPa/s, 强烈的上升运动有利于水汽凝结。

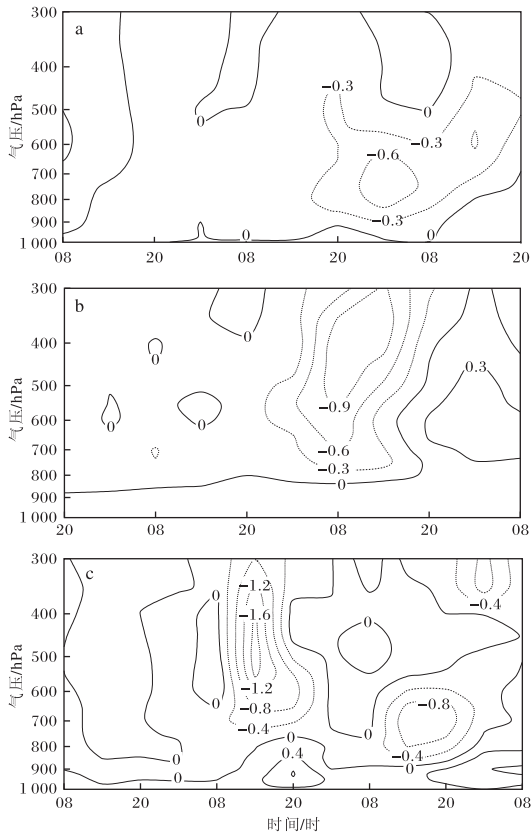


图 1 泰安 3 次强降雪过程沿 36°N 、 117°E 垂直速度时间剖面图 (单位为 10^{-3} hPa/s) (a 2004-11-23T08—25T20; b 2009-11-10T20—13T08; c 2011-11-27T08—30T08)

2.3.2 水汽通量散度 “11·24” 强降雪过程, 24 日 20 时—25 日 08 时, 950~600 hPa 为水汽通量散度负值区, 24 日夜间水汽辐合中心处于 850 hPa 附近, 中心值为 -15×10^{-7} g/(hPa·cm²·s); “11·11” 强降雪过程, 湿层比较深厚, 12 日 08 时水汽通量散度负值区达到 450 hPa 附近, 水汽辐合中心位于 800 hPa 附近, 最大值为 -15×10^{-7} g/(hPa·cm²·s)。“11·

29” 强降雪过程, 29 日后半段至夜间, 750 hPa 以下中低层存在明显的水汽辐合, 29 日夜间水汽辐合中心在 850 hPa 附近, 最大值为 -32×10^{-7} g/(hPa·cm²·s)。由此可见 3 次强降雪过程中, 中低层都存在较强的水汽辐合, 辐合中心位于 800~850 hPa, 水汽辐合时段与强降雪时段吻合 (图 2)。

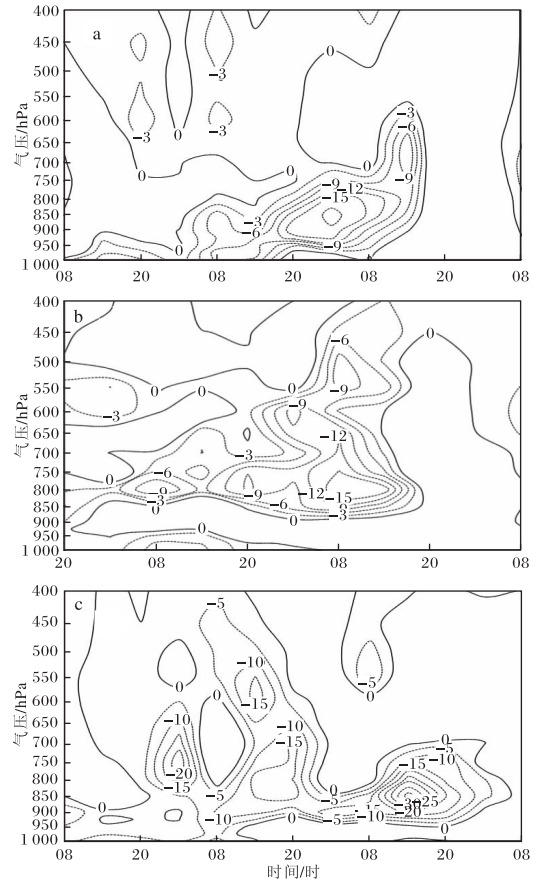


图 2 泰安 3 次强降雪过程沿 36°N 、 117°E 水汽通量散度时间剖面图 (单位为 10^{-7} g/(hPa·cm²·s); a 2004-11-23T08—26T08; b 2009-11-10T20—13T08; c 2011-11-27T20—30T08)

3 强降雪过程雨雪转化各层温度特征

雨雪相态变化与温度层结性质关系密切^[7], 雨雪转化时各层的温度特征值对秋季强降雪预报是十分有用的温度指标。考虑到降水的相态转变主要由于低层大气的持续降温造成^[8], 所以对 3 次强降雪天气过程 700 hPa 以下低层及地面温度统计分析。

对 1997—2011 年 15 a 泰安秋季 16 次降雪

过程进行统计,发现其中有12次降雪过程存在雨雪转换,雨雪相变基本发生在08时和20时前后,这可能是因为这两个时段地面气温较低的原因。统计时,若雨雪相变发生在傍晚到夜间,则使用20时的探空资料;若雨雪相变出现在早晨前后,则使用08时的探空资料。3次强降雪过程雨雪转换温度临界值,700 hPa分别为-8、-3、-4℃,850 hPa分别为-4、-5、-2℃,925 hPa分别为-3、-4、-2℃,1000 hPa分别为0、0、1℃,地面分别为0.4、3.4、0.5℃。由此可以看出,700 hPa温度差异较大,不宜作为雨雪相变的温度指标;地面温度变化取决于前期气温,如果前期气温较高,即使冷空气势力较强,在雨转为雪(或雨夹雪)时地面温度不会很快降低,对雨雪相变没有明显指示意义,这与文献[9]的结论基本一致,因此地面温度也不适于作为雨雪相变的温度指标;850~1000 hPa各层雨雪相变临界温度变幅不大,可作为雨雪相变的温度特征值指标。

4 欧洲中心温度预报及雨雪转换指标检验

欧洲中心数值预报850 hPa温度预报是预报员日常预报业务中的重要参考,它不但是强冷空气影响时过程降温的主要依据,也是冬半年降雪预报温度的重要参考。山东省气象台以欧洲中心850 hPa温度预报 ≤ -4 ℃作为冬半年雨雪转换的温度指标^[10]。这3次强降雪过程中,“11·24”过程,24日20时雨雪转换时欧洲中心850 hPa温度预报为-3℃,实况为-4℃;“11·11”过程,12日08时雨雪转换时欧洲中心850 hPa温度预报为-5℃,实况为-5℃;“11·29”过程,29日20时雨雪转换时欧洲中心850 hPa温度预报为-2℃,实况温度为-2℃。由此可以看出,欧洲中心850 hPa的温度预报与实况基本吻合,在实际预报中具有较强的参考性,但3次强降雪过程中雨(雨夹雪)转为雪时850 hPa温度均 ≤ -2 ℃,明显高于山东省气象台冬半年雨雪转换的温度指标,说明雨雪转化时的温度秋季明显高于冬季,对当地雨雪转化温度指标是很好的补充。由于个例太少,指标还有待于进一步验证。

5 小结

(1) 泰安秋季强降雪发生的天气形势均为回流形势;700 hPa以上为西南气流;925 hPa及地面图上,在河套西北部有冷高压向东南移动,925 hPa为东北气流,地面维持强劲的东北风。

(2) 强降雪过程都存在雨雪转换,雨雪转化时,850 hPa均有东南气流建立,当850 hPa东南气流转为西北气流、925 hPa东北气流转为西北气流控制时,降雪趋于结束。

(3) 强降雪发生时850~400 hPa均有较强的上升运动,水汽辐合中心在800~850 hPa之间,水汽辐合时段与强降雪时段比较吻合。

(4) 雨雪相变基本发生在08时和20时前后,欧洲中心850 hPa温度预报 ≤ -2 ℃可作为泰安秋季雨(雨夹雪)转为雪的温度指标。

参考文献:

- [1] 周雪松,谈哲敏.华北回流暴雪发展机理个例研究[J].气象,2008,34(1):18-26.
- [2] 时青格,周须文.2009年河北省初冬暴雪天气过程的诊断分析[J].干旱气象,2011,29(1):82-87.
- [3] 王迎春,钱婷婷,郑永光.北京连续降雪过程分析[J].应用气象学报,2004,15(1):58-65.
- [4] 田忠锋,胡磊,李博渊.新疆阿勒泰地区大到暴雪概率分布特征[J].陕西气象,2013(4):12-16.
- [5] 田淑欣,郝建萍,亢晋方.“09.11”山西罕见大暴雪天气过程分析[J].山西气象,2010,90(1):4-9.
- [6] 马晓华,周伟灿.陕西一次暴雪天气过程的诊断分析[J].陕西气象,2010(5):5-9.
- [7] 杨成芳,姜鹏,张少林,等.山东冬半年降水相态的温度特征统计分析[J].气象,2013,39(3):93-99.
- [8] 李江波,李根娥,裴雨杰,等.一次春季强寒潮的降水相态变化分析[J].气象,2009,35(7):87-94.
- [9] 张立,王晖,张志鹏.东营一次初冬寒潮天气的降水相态分析[J].山东气象,2010,30(3):19-22.
- [10] 曹钢锋,张善君,朱官忠,等.山东天气分析与预报[M].北京:气象出版社,1988:216-217.