

张 智, 蔡 敏. 河套地区暴雨的地域性特点及灾情分析[J]. 灾害学, 2014, 29(1): 81–86. [Zhang Zhi and Cai Min. Regional Characteristics and Disaster Analysis on Rainstorms in Hetao[J]. Journal of Catastrophology, 2014, 29(1): 81–86.]

河套地区暴雨的地域性特点及灾情分析^{*}

张 智¹, 蔡 敏^{1,2}

(1. 宁夏气象防灾减灾重点实验室, 宁夏 银川 750002; 2. 兰州大学 大气科学学院, 甘肃 兰州 730000)

摘 要: 选取河套地区 87 个气象站 1961–2010 年逐日降水量资料, 采用线性趋势分析、Mann-Kendall 检验以及合成分析等方法, 分析了河套地区暴雨日数的时空分布特征及其气候变化规律。结果表明: 河套地区暴雨日数呈明显的“东南多、西北少”空间分布特征, 暴雨主要出现在河套地区东南部; 暴雨以单站暴雨为主, 同日 1 个站出现暴雨占暴雨总数的 49.5%, 同日 10 站以上出现暴雨主要是在河南、山西、陕西三省交界和山西、陕西、内蒙古三省交界地区; 7–8 月份暴雨日数占暴雨总日数的 74.1%; 局地性暴雨平均每年出现 26.3 d、区域性暴雨平均每年出现 4.4 d, 暴雨总日数、局地性暴雨日数和区域性暴雨日数均呈减少趋势, 并存在明显的波动性年际变化, 但均未发生突变现象; 河套地区暴雨具有雨日少、雨量大, 局地性暴雨多、区域性暴雨少的分布特点, 暴雨常常造成人员伤亡、农作物受灾、牲畜死亡、房屋倒塌、道路与通信设施毁损, 因灾经济损失十分巨大。

关键词: 河套地区; 暴雨; 变化特点; 气候特征; 灾情

中图分类号: P458.1+21.1; X4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000–811X(2014)01–0081–06
doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2014.01.015

河套地区地处我国北方黄土高原、内蒙古高原和鄂尔多斯高原交汇地带, 包括西北东部、华北西部和河南豫西山地一部, 分属温带干旱季风气候、干旱半干旱季风气候、半湿润季风气候, 境内山脉纵横交错, 地势相差大, 海拔高度在 100~3 000 m 之间, 气候差异十分明显。由于河套地区地形、地貌复杂, 下垫面植被、土壤物理性质差异大, 强降雨天气过程往往会诱发山洪、泥石流等自然灾害, 是河套地区主要气象灾害之一, 随着我国社会经济的高速发展, 强降雨造成的损失也越来越大。近年来有关河套地区的暴雨研究已有很多, 但多侧重于典型暴雨天气过程的数值模拟^[1–8]、天气过程诊断分析^[9–14]、天气过程的对比分析^[15–16]、暴雨的变化特征^[17–22], 但均未将河套地区同日暴雨作为一个整体进行气候变化研究。本文利用河套地区 87 个气象站 1961–2010 年降水量气象资料, 分析研究河套地区暴雨日的空间分布差异, 暴雨日、局地性暴雨日与区域性暴雨日的年际变化特征, 以期为预测预报提供背景资料, 服务于气象防灾减灾工作。

1 资料与方法

本文选取河套及其相邻地区 (103°~113°E、34°~42°N) 具有代表性的 87 个气象台站 1961–

2010 年逐日降水资料 (以北京时 20:00 时为日界), 采用气象学规定的 24 h 累计降水量 ≥50.0 mm 为暴雨标准。若同一日有 1 个或 1 个以上的站出现暴雨, 定义为一个暴雨日; 若同一日有 3 个或 3 个以上的站出现暴雨且各站地理位置相邻, 定义为一次区域性暴雨日; 若同一日有 3 个或 3 个以上的站出现暴雨而各站地理位置不相邻, 或同一日有 ≤2 个站出现暴雨的, 定义为一次局地性暴雨日。以暴雨日、区域性暴雨日、局地性暴雨日作为定量表征指标。

采用线性趋势分析、合成分析法研究河套地区暴雨日的站数变化、年际变化、月际变化特征, 局地性暴雨日与区域性暴雨日的年际变化特点; 用 Mann-Kendall 法检验突变现象。资料取自国家气象信息中心资料服务室, 已经过严格的质量控制。平均值取 1961–2010 年多年平均值。

2 暴雨日数的空间分布

从河套地区 1961–2010 年暴雨日空间分布图 (图 1) 中可以看到, 河套地区暴雨日具有明显的“东南多、西北少”的空间分布特征, 河套东南部 (包括山西中南部、河南中北部) 各站暴雨日在 50 d 以上, 是暴雨日最多的区域, 其中河南新安最

^{*} 收稿日期: 2013–06–25 修回日期: 2013–08–20
基金项目: 科技部公益性行业 (气象) 专项 (GYHY201306027); 国家自然科学基金项目 (41065005)
作者简介: 张智 (1967–), 男, 山东泰安人, 高级工程师, 主要从事气候分析工作。E-mail: zz_tt@126.com

多为 76 d；河套地区中东部和中南部(包括山西北部与西部、河南西北部、陕西、甘肃中东部、宁夏中东部与南部、内蒙古中南部)暴雨日在 10~49 d 之间；而河套地区北部和西部(包括内蒙古北部和西部、宁夏中西部、甘肃西部)年均暴雨日不足 10 d，是暴雨日最少的区域，其中内蒙古的巴音毛道、吉兰泰为 0 d。

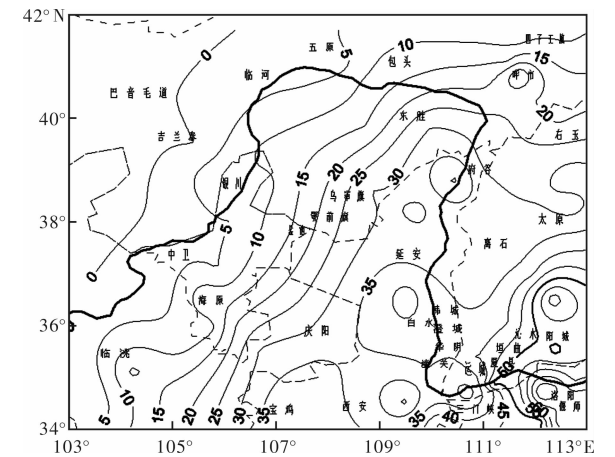


图1 河套地区 1961–2010 年暴雨日的空间分布图

河套地区暴雨日的这种空间分布主要与河套地区的地形、东南季风活动相关，暴雨最多的区域位于河南豫西山地熊耳山东南麓和崤山山脉东麓、山西中条山脉东南麓迎风坡的洛阳地区，这里不仅海洋暖湿空气能够到达，而且是黄淮平原向黄土高原的过渡地带。而暴雨最少的区域位于内蒙古西部的沙漠地带，这里不仅海洋暖湿空气无法到达，而且地势也相对平坦。

从以上分析可知，河套地区暴雨具有明显的“东南多、西北少”的空间分布特征，河套东南部(山西中南部、河南中北部)暴雨日数在 50 d 以上，且主要多分布于黄淮平原向黄土高原的过渡地带山脉的迎风坡；河套地区北部和西部(包括内蒙古北部和西部、宁夏中西部、甘肃西部)暴雨日数不足 10 d，甚至内蒙古西部沙漠地带的个别站近 50 年来未出现一次暴雨。

3 暴雨日数的时间特征

3.1 站数分布

统计河套地区 1961–2010 年逐年同日出现暴雨的站数，从站数分布图(图 2)中可以看到，河套地区同日 1 个站出现暴雨有 481 d，占总数(972 d)的 49.5%；同日 2 个站出现暴雨有 184 d，占总数的 18.9%；同日 3 个站、4 个站、5 个站出现暴雨分别为 94 d、73 d、52 d，分别占总数的 9.7%、7.5%、5.3%；同日 6~9 个站出现暴雨共有 70 d，

只占总数的 7.2%；而同日 10 个以上站出现暴雨有 18 d，只占总数的 1.9%。从出现暴雨的地理范围来看，同日 10 个以上站出现暴雨主要在河南、山西、陕西三省交界地区，共有 12 d；其次在山西、陕西、内蒙古三省交界地区，共有 4 d；陕西、甘肃、宁夏三省交界地区以及内蒙古、宁夏二省交界地区出现最少，各有 1 d。

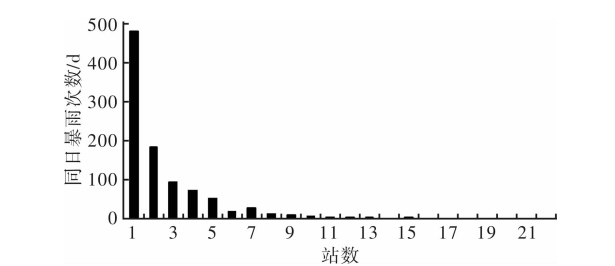


图2 河套地区 1961–2010 年同日暴雨的站数分布

从以上分析可知，河套地区的暴雨以单站暴雨为主，同日 1 个站出现暴雨日是同日 2 个站出现暴雨日的 2.6 倍，是同日 3 个站出现暴雨日的 5.1 倍。从地理范围来看，同日 10 个以上站出现暴雨主要在河南、山西、陕西三省交界地区，其次在山西、陕西、内蒙古三省交界地区，而陕西、甘肃、宁夏三省交界地区以及内蒙古、宁夏二省交界地区出现日数最少。

3.2 年际变化

从河套地区 1961–2010 年逐年暴雨日距平变化图(图 3)中可以看到，河套地区暴雨日呈减少的趋势，气候倾向率为 $-0.6 \text{ d}/10 \text{ a}$ ，气候趋势系数为 -0.1468 ，未通过 0.05 的显著性检验，表明河套地区暴雨日减少的总体趋势不明显。其累积距平值主要呈“一升一降”型分布：1961–1979 年为暴雨的多发阶段，有 13 个年份为正距平，最大值为 1964 年的 15 d，有 6 个年份为负距平，最小值为 1965 年的 -13 d ，期间在 1962–1974 年出现明显的波动。1980–2010 年为暴雨的少发阶段，有 12 个年份为正距平，最大值为 1988 年的 14 d，有 17 个年份为负距平，最小值为 1993 年的 -10 d ，期间在 1988–1989 年、1995–1996 年、2003–2007 年出现明显的波动。

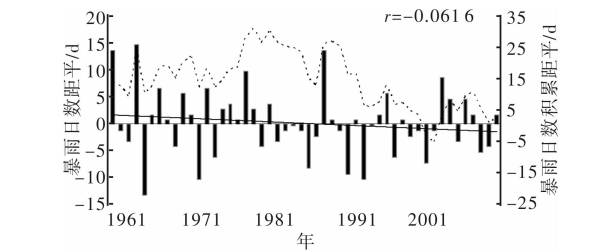


图3 河套地区 1961–2010 年逐年暴雨日距平变化图
(柱线为距平，虚线为累积距平，直线为趋势线)

从以上分析可知, 河套地区暴雨日总体上呈减少的趋势, 但未通过 0.05 的显著性检验, 减少趋势不明显。同时暴雨日还有明显的阶段性变化特点, 其累积距平值呈“一升一降”型分布, 存在着明显的波动性年际变化、异常偏多年和异常偏少年。

3.3 月际变化

统计河套地区各月暴雨日, 可以看到河套地区暴雨一年中出现在 4-10 月, 其中暴雨最早出现在 2002 年 4 月 4 日的甘肃西峰, 最晚暴雨出现在 1978 年 10 月 26 日的陕西渭南。从河套地区逐月暴雨日变化图(图 4)中可以看到, 河套地区暴雨仍集中出现在 7-8 月, 其中 7 月份出现了 369 d、8 月份出现了 351 d, 7-8 月暴雨日数占总数(972 d)的 74.1%; 6 月份、9 月份分别出现了 91 d、92 d, 分别占总数的 9.5%、9.4%; 5 月份出现了 40 d, 占总数的 4.1%; 4 月份、10 月份分别出现了 14 d、15 d, 分别占总数的 1.4%、1.5%。从一年各月暴雨出现的日数来看, 7-8 月仍是河套地区暴雨的集中期, 也是防汛工作的关键期, 应重点防御暴雨引发的山洪、泥石流等自然灾害。

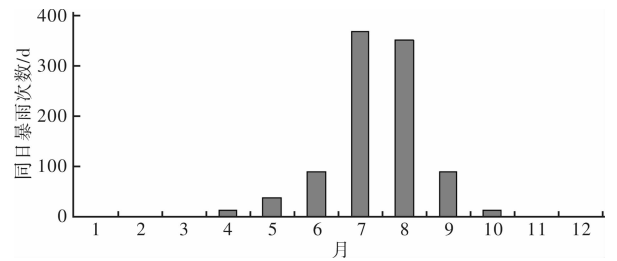


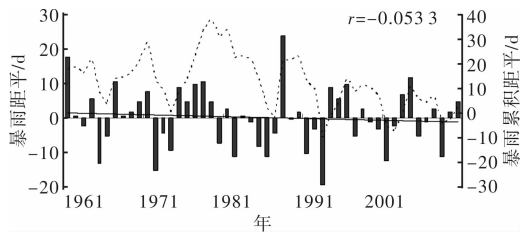
图 4 河套地区 1961-2010 年逐月同日暴雨日变化图

4 区域性特征

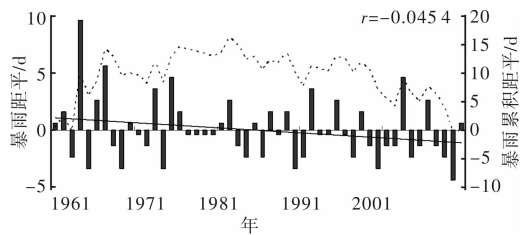
统计河套地区局地性暴雨和区域性暴雨逐年的出现日数, 局地性暴雨平均每年出现 26.3 d, 其中 1988 年最多出现了 50 d, 1993 年最少仅出现了 7 d; 区域性暴雨平均每年出现 4.4 d, 其中 1964 年最多出现了 14 d, 2009 年未出现区域性暴雨。

从河套地区局地性暴雨日和区域性暴雨日逐年变化图中(图 5)可以看到, 两者均呈减少的趋势。局地性暴雨日(图 5a)气候倾向率为 -0.5 次/10 a, 气候趋势系数为 -0.089 9, 未通过 0.05 的显著性检验, 表明河套地区局地性暴雨日减少的总体趋势不明显。其累积距平值分布与暴雨日的分布(图 2)基本一致, 也呈“一升一降”型: 1961-1979 年为暴雨的多发阶段, 有 13 个年份为正距平, 有 6 个年份为负距平, 期间在 1963-1974 年

出现明显的波动。1980-2010 年为暴雨的少发阶段, 有 13 个年份为正距平, 有 18 个年份为负距平, 期间在 1988-1990 年、1994-1996 年、2003-2010 年出现明显的波动。



(a) 局地性暴雨日



(b) 区域性暴雨日

图 5 河套地区 1961-2010 年局地性暴雨日与区域性暴雨日逐年变化图

区域性暴雨日(图 5b)气候倾向率为 -0.5 次/10 a, 气候趋势系数为 -0.241 6, 通过 0.10 的显著性检验而未通过 0.05 的显著性检验, 表明河套地区区域性暴雨日减少的总体趋势较明显。其累积距平值分布也呈“一升一降”型: 1961-1982 年为暴雨的多发阶段, 有 11 个年份为正距平, 有 11 个年份为负距平, 期间在 1965-1974 年出现明显的波动。1983-2010 年为暴雨的少发阶段, 有 9 个年份为正距平, 有 19 个年份为负距平, 期间在 1985-1989 年、1992-1998 年、2003-2006 年出现明显的波动。经 Mann-Kendall 法检验, 河套地区局地性暴雨日与区域性暴雨日均未发生突变(图略)。

从以上分析可知, 河套地区局地性暴雨与区域性暴雨均呈减少的趋势, 局地性暴雨未通过 0.05 的显著性检验, 减少趋势不明显; 区域性暴雨通过 0.10 的显著性检验而未通过 0.05 的显著性检验, 减少趋势较明显。同时局地性暴雨与区域性暴雨均有明显的阶段性变化特点, 存在着明显的波动性年际变化、异常偏多年和异常偏少年, 但均未发生突变现象。

5 暴雨灾情分析

从暴雨的特点来看, 河套地区暴雨具有雨日

少、雨量大,局地性暴雨多、区域性暴雨少的特点,加之境内多为丘陵山区、黄土高原和沙漠地带,极易引发洪涝和河水泛滥,破坏性极大。以典型区域性暴雨和典型局地性暴雨为例说明受灾情况。

(1)1982年7月30日至8月1日晋蒙陕三省交界地区和晋豫陕三省交界地区区域性降雨过程。山西省北部部分地区和中南部大部分地区出现大范围暴雨和大暴雨天气^[23],暴雨中心在沁水、阳城、垣曲、运城一带,阳城县过程降雨为361 mm,降雨最多的公社达600 mm以上,夏县、运城、平陆、晋城等10个县降雨量超过200 mm,汾河、涑水河、沁河等流域的57个县市降雨量在100 mm以上。这场大范围强降雨过程致使全省179.49万 hm^2 农田受灾,成灾面积102.07万 hm^2 ,因灾损失粮食7.75亿kg,成灾人口638万人,重灾人口207.79万人。

内蒙古呼和浩特市、包头市、乌兰察布市连降大雨、暴雨^[24],受灾8个公社34个大队,1万 hm^2 耕地中重灾7成以上的1890 hm^2 ,冲毁耕地560多 hm^2 ,洪水冲倒民房191间,棚圈2400多间,仓库、校舍、企业车间等2282间,伤1人,死亡羊 10^8 只,大畜2头,冲走粮食6.5万kg,冲毁水利设施损失折款约100万元。

河南省大部分地区普降大到暴雨^[25],雨量主要集中在豫西和豫北,伊、洛河水位上升,部分堤段决口漫溢,夹河滩水深1.0~2.5 m,沿河南岸灾情严重。洛阳市郊有30多个村庄被淹,淹没农田0.2万 hm^2 ,玻璃厂、化肥厂、胶鞋厂被迫停产。偃师县7个公社被淹,受灾土地1.1万 hm^2 ,受灾13万人,5.7万人被水包围。陇海线因洛阳路段洪水而火车停开。洛阳地区陕县官前供销社办公、仓库、门市部64间房被山洪淹没,水深2 m以上,淹没商品价值25万元,损失60%;偃师县山化基供销社遭伊、洛河水和山洪袭击,共倒塌门市、仓库、办公室、宿舍房89间,该地区有近百个门市部被毁终止营业。三门峡供电局石门水库决口,三门峡-宝丰11万伏线路杆子被大水冲倒,少送电90万 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。

陕西东部的韩城、白水、澄城、华阴、华县、潼关等地降大到暴雨^[26],山洪爆发,受灾农田0.7万 hm^2 、成灾0.4万 hm^2 ,水毁堤渠3.16 km,倒塌房屋3180间,死亡28人。西安部分地区降暴雨,受灾农田1千 hm^2 、成灾313.3 hm^2 ,倒塌

房屋100间,死亡2人。

(2)1985年8月23-26日内蒙古呼和浩特市、包头市、鄂尔多斯市、乌兰察布市区域性降雨过程^[24]。24日有12个站出现暴雨,由于雨量集中且急,引起局部地区的山洪暴发,农田被淹,交通中断,鄂尔多斯市有8个旗县市遭洪灾,倒塌民房2万多间,水淹农田8000多 hm^2 ,冲毁淹没公路、桥梁损失近100万元,电线、电杆被洪水冲毁,通讯中断,2人遭雷击死亡。

(3)2001年8月17-18日蒙陕宁三省交界地区区域性降雨过程。内蒙古鄂托克前旗、乌审旗、伊金霍洛旗东部降了暴雨,有29个乡苏木镇遭受冰雹和洪涝袭击,受灾人口2.5万人,倒塌房屋492户14831间,危房817户2432间,倒塌牲畜棚圈51处,水淹棚圈28处,受灾牲畜6.4万头只、死亡2988头只,房屋倒塌4人死亡、1人受伤。1.09万 hm^2 农作物受灾,其中0.33万 hm^2 绝收,受灾草牧场9.2万 hm^2 。淹没机井、筒井110眼,破坏围栏190处6万m,冲坏省级公路4处、乡村公路300 km,水毁公路4人死亡,直接经济损失14249万元。

中卫县5个乡(镇)17个村894户、受灾人口3657人,农作物受灾面积285.07 hm^2 ,成灾面积201.67 hm^2 ,绝收面积32.13 hm^2 ,倒塌房屋202间,冲淤耕地6.8 hm^2 ,毁坏大棚21座,冲走羊1806只,毁坏水利设施2处,淤堵渠道9800 m,冲毁堤防2500 m,冲毁道路32 km。直接经济损失283万元。海原县兴隆乡冯川行政村建脑自然村一家3人被洪水冲走淹死。

(4)1998年7月11-13日山西多地普降大到暴雨^[23],阳城县台头、白桑、河北、西郊、尹庄等5个乡镇遭受暴雨袭击,冲毁农作物417 hm^2 ,其中绝收73 hm^2 ,冲毁土地63 hm^2 、公路23 km、桥涵340 m、坝660 m,冲走水泥800 t、灰1600 t,冲走牛2头、猪205头,倒塌房屋249间、围墙90 m,房屋进水209间,淤埋粮食4.5万kg。

(5)1999年7月12日后半夜开始到13白天,宁夏全区出现强雷雨天气^[27],盐池县13日08时至14时出现大暴雨,6 h降水量达120 mm。此次天气过程全区有7个县市16578户、8.1万人受灾,死亡5人、失踪4人。受灾房屋18517间,危房1525间,倒塌房屋640间。农作物受灾面积1.38万 hm^2 ,绝产0.7万 hm^2 。因灾死亡羊只

3 974 只, 猪 483 头。冲毁桥梁 10 座, 主要公路 17 处, 乡村公路 53 处, 小型水保 264 座, 管道 43 km, 冲毁渠道、防洪堤 43 km, 洪漫坝 1 648 座, 大坝 1 座, 直接经济损失 5 711. 645 万元。

(6)2002 年 7 月 30 日傍晚到 31 日下午内蒙古乌审旗降大暴雨, 共造成全旗 1 254 hm² 农作物被淹, 95 hm² 农作物遭冰雹袭击, 8 907 hm² 优质草牧场严重受灾。全旗有 54 户居民房屋倒塌, 1 634 户居民房屋成危房, 409 头只牲畜死亡, 旗镇有 4 处塘坝被冲毁, 黄陶勒盖乡有 3 处塘坝出现险情, 冲毁桥梁 5 座, 冲毁乡级公路 127 km; 合同乡小石板 1 农民遭雷击死亡。这次洪涝灾害共造成全旗 5 464 人严重受灾, 直接经济损失累计 3 084 万元。

(7)2003 年 7 月 30 日陕西省府谷县降大暴雨, 县城倒塌房屋 48 间、损坏房屋 1 458 间, 农作物受灾 77. 7 hm²、绝收 36. 6 hm², 毁坏抽水站 18 处、抽水设施 178 套, 淹没套管井和大口井 64 眼, 城区电缆进水部分电杆被水冲毁供电中断 4. 5 h, 直接经济损失 3 864 万元。

(8)2006 年 7 月 2 日甘肃庆阳市普降暴雨, 其中西峰降大暴雨, 城区 3 条道路出现塌陷, 水毁路段 4 处, 30 多处居民房屋被积水淹没, 火巷沟第二排洪口临时抢险工程被暴雨冲毁, 水毁堤坝、机井等水利工程 13 处, 灌溉设施 16 处, 死亡大牲畜 4 头, 直接经济损失 4 029 万元。

6 结论

(1)河套地区暴雨具有明显的“东南多、西北少”空间分布特征, 河套东南部暴雨日在 50 d 以上, 是暴雨日最多的区域; 河套地区中东部和中南部暴雨日在 10 ~ 49 d 之间; 其他部分地区暴雨日不足 10 d, 甚至内蒙古西部个别站近 50 年来未出现一次暴雨。

(2)河套地区暴雨以单站暴雨为主, 同日 1 个站出现暴雨占暴雨总数 49. 5%, 是同日 2 个站出现暴雨日的 2. 6 倍, 是同日 3 个站出现暴雨日的 5. 1 倍。从地理范围来看, 同日 10 个以上站暴雨主要出现在河南、山西、陕西三省交界地区, 其次在山西、陕西、内蒙古三省交界地区, 而陕西、甘肃、宁夏三省交界地区以及内蒙古、宁夏二省交界地区出现日数最少。

(3)河套地区暴雨日总体上呈减少的趋势, 但减少趋势不明显, 年际变化有着明显的阶段性变

化特点, 其累积距平值呈“一升一降”型分布, 存在着明显的波动性年际变化、异常偏多年和异常偏少年。

(4)河套地区暴雨集中出现在 7 - 8 月, 7 - 8 月暴雨日占总数的 74. 1%, 是河套地区防汛工作的关键期, 应重点防御暴雨引发的山洪、泥石流等自然灾害。

(5)河套地区局地性暴雨平均每年出现 26. 3 d、区域性暴雨平均每年出现 4. 4 d, 两者均呈减少的趋势, 局地性暴雨减少趋势不明显, 区域性暴雨减少趋势较明显, 均存在着明显的波动性年际变化、异常偏多年和异常偏少年, 但未发生突变现象。

(6)河套地区暴雨具有雨日少、雨量大, 局地性暴雨多、区域性暴雨少的分布特点, 但局地性和区域性暴雨引发的洪涝灾害常常造成人员伤亡、农作物受灾、牲畜死亡、房屋倒塌、道路与通信设施毁损, 因灾经济损失十分巨大。

参考文献:

[1] 王劲松, 李耀辉, 康凤琴, 等. 西北区东部一次暴雨的数值模拟试验[J]. 高原气象, 2002, 21(3): 258 - 266.

[2] 丁建军, 胡文东, 陈晓娟, 等. 2003 年 7 月 31 日固原暴雨天气数值模拟[J]. 干旱气象, 2004, 22(1): 38 - 43.

[3] 刘勇, 杜川利. 黄土高原一次突发性大暴雨过程的诊断分析[J]. 高原气象, 2006, 25(2): 302 - 308.

[4] 任余龙, 寿绍文, 李耀辉. 西北区东部一次大暴雨过程的湿位涡诊断与数值模拟[J]. 高原气象, 2007, 26(2): 344 - 352.

[5] 廖菲, 胡娅敏, 洪延超. 地形动力作用对华北暴雨和云系影响的数值研究[J]. 高原气象, 2009, 28(1): 115 - 126.

[6] 史小康, 李耀东, 冉令坤, 等. 一次华北暴雨过程中“质量强迫”的数值模拟[J]. 高原气象, 2009, 28(2): 278 - 292.

[7] 攀晓春, 王若升, 王位泰, 等. 甘肃陇东黄土高原春末初夏局地暴雨诊断分析[J]. 干旱气象, 2011, 29(2): 240 - 245.

[8] 李安泰, 何宏让, 张云. WRF 模式陆面参数扰动对一次西北暴雨影响的数值模拟[J]. 高原气象, 2012, 31(1): 65 - 75.

[9] 纪晓玲, 贾宏元, 沈跃琴. 2002 年 6 月 7 - 8 日宁夏区域性暴雨天气过程分析[J]. 干旱气象, 2004, 22(2): 17 - 22.

[10] 张弘, 陈卫东, 孙伟. 一次台风与河套低涡共同影响的陕北暴雨分析[J]. 高原气象, 2006, 25(1): 52 - 59.

[11] 郭大梅, 许新田, 王繁强, 等. 陕西区域性暴雨个例中尺度分析[J]. 气象科技, 2007, 35(3): 379 - 382.

[12] 胡淑兰, 李社宏, 武麦凤, 等. 陕西中北部一次大暴雨天气过程分析[J]. 干旱区研究, 2009, 26(2): 287 - 293.

[13] 刘新伟, 段海霞, 赵庆云. 甘肃一次区域性大暴雨分析[J]. 干旱区研究, 2010, 27(1): 128 – 134.

[14] 刘新伟, 段海霞, 赵庆云. 2010 年 7 月甘肃一次区域性暴雨分析[J]. 干旱气象, 2011, 29(4): 472 – 477.

[15] 肖云清, 胡文东, 赵立斌, 等. 宁夏中北部两次强暴雨过程综合对比分析[J]. 高原气象, 2008, 27(3): 576 – 583.

[16] 张连霞, 石磊, 王永清, 等. 河套地区 2 次暴雨天气过程对比分析[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(33): 16432 – 16433.

[17] 丁永红, 王文, 陈晓光, 等. 宁夏近 44 年暴雨气候特征和变化规律分析[J]. 高原气象, 2007, 26(3): 630 – 636.

[18] 林纾, 陆登荣, 王毅荣, 等. 1960 年代以来西北地区暴雨气候变化特征[J]. 自然灾害学报, 2008, 17(3): 16 – 21.

[19] 张红雨, 周顺武, 李新生, 等. 近 48a 山西暴雨日数气候特征及其变化趋势[J]. 气象与环境科学, 2010, 33(2): 25 – 31.

[20] 张弘, 侯建忠, 乔娟. 陕西暴雨若干特征的综合分析[J]. 灾害学, 2011, 26(1): 70 – 74.

[21] 郝立生, 闵锦忠, 丁一汇. 华北地区降水事件变化和暴雨事件减少原因分析[J]. 地球物理学报, 2011, 54(5): 1160 – 1167.

[22] 廖光明, 延军平, 胡娜娜, 等. 西安市近 58 年雨涝事件时间序列特征研究[J]. 灾害学, 2013, 28(2): 65 – 70.

[23] 刘庆桐. 中国气象灾害大典(山西卷)[M]. 北京: 气象出版社, 2005: 503 – 636.

[24] 沈建国. 中国气象灾害大典(内蒙古卷)[M]. 北京: 气象出版社, 2008: 109 – 137.

[25] 庞天荷. 中国气象灾害大典(河南卷)[M]. 北京: 气象出版社, 2005: 160 – 195.

[26] 翟佑安. 中国气象灾害大典(陕西卷)[M]. 北京: 气象出版社, 2005: 120 – 137.

[27] 夏普明. 中国气象灾害大典(宁夏卷)[M]. 北京: 气象出版社, 2007: 113 – 128.

Regional Characteristics and Disaster Analysis
on Rainstorms in Hetao

Zhang Zhi¹ and Cai Min^{1, 2}

- (1. Key Laboratory of Meteorological Disaster Preventing and Reducing in Ningxia, Yinchuan 750002, China;
2. College of Atmospheric Sciences of Lanzhou University, LanZhou 730000, China)

Abstract: Based on daily precipitation data from 87 meteorological stations in Hetao during 1961 – 2010, and by using methods as linear trend analysis, Mann-Kendall test, composite analysis etc. , temporal-spatial distribution characteristics and the rules of climate changes of the rainstorm days in Hetao are analyzed. Results show that the rainstorm days of Hetao are obviously more in the southeast and less in the northwest, and appear mainly in the southeast. Most of the rainstorm days appear in the single stations, and the rainstorm days of 49. 5% appear in the same day, and the rainstorm days of 74. 1% appeared in July and August. The local rainstorm days are 26. 3 days and the regional rainstorm days are 4. 4 days in every annual, the rainstorm days, local rainstorm days and regional rainstorm days all display reduced tendency in Hetao, and have obvious inter-annual fluctuating variability, but have no abrupt change. The rainstorm often cause casualties, crops disaster, death of livestock, collapse of the housing, roads and communication facilities are damaged, and the economic losses are great.

Key words: Hetao; rainstorm; change characteristic; climate characteristic; disaster