

陆晓静, 苏占胜, 谭志强. 黄河宁夏段凌汛期气温变化特征[J]. 干旱气象, 2014, 32(1): 120–122, [LU Xiaojing, SU Zhansheng, TAN Zhigang. Analysis of Characteristics of Temperature in the Ice Flooding Season in Ningxia Section of the Yellow River[J]. Journal of Arid Meteorology, 2014, 32(1): 120–122], doi: 10.11755/j.issn.1006-7639(2014)-01-0120

黄河宁夏段凌汛期气温变化特征

陆晓静^{1 2}, 苏占胜^{1 2}, 谭志强²

(1. 宁夏气象防灾减灾重点实验室, 宁夏 银川 750002; 2. 宁夏气象台, 宁夏 银川 750002)

摘 要: 利用宁夏 1991~2010 年 20 a 凌汛期水文和气温序列资料, 研究了宁夏凌汛期特征、凌汛灾害发生主要时段、黄河封河、开河集中期与日平均气温之间的关系。结果表明: 宁夏凌汛特征为封开河时序相反, 小流量、高水位行洪, 受强冷空气影响较大; 凌汛灾害主要发生在封河和开河期间; 日平均气温正负转化日期与封、开河期有对应关系, 宁夏封河集中期在 12 月 20 日至 1 月 19 日; 开河集中期在 2 月 13~20 日。在凌汛关键期结合 MODIS 遥感数据对凌汛灾害监测防范有一定指导意义。

关键词: 黄河宁夏段; 日平均气温; MODIS 数据; 凌汛灾害

文章编号: 1006-7639(2014)-01-0120-03 doi: 10.11755/j.issn.1006-7639(2014)-01-0120

中图分类号: P423.3

文献标识码: A

引 言

宁夏黄河两岸是经济相对发达地区, 人口密集, 铁路公路纵横。凌汛^[1]是因黄河段地理纬度的差异, 上下游河段因封河与开河时间先后不同而形成的冰坝壅水。凌汛灾害^[2]是黄河河段因气温升高而开河时, 融冰水加河槽蓄水挟带大量冰块急剧下泄, 而下游河段可能因气温差异尚未解冻, 在上游来水的动力作用下, 水鼓河开, 形成冰坝阻塞河道, 致使水位陡涨, 漫滩偎堤而造成的严重危害。内蒙和宁夏是凌汛灾害较严重的地区^[3-5]。潘进军等^[6]通过对内蒙古凌汛灾害的基本特点、形成原因、易发时段进行了分析; 李云鹏等^[7]应用 EOS/MODIS 资料对黄河内蒙段凌汛进行了监测; 杨淑萍等^[8]分析了宁夏黄河凌汛时期 1991~2003 年封河和开河期间的气温实况。目前, 宁夏凌汛预报服务需求越来越大, 本文利用宁夏 1991~2010 年 20 a 凌汛期水文和气温序列资料, 研究了宁夏黄河段凌汛特征, 分析了冷空气与封河、开河的关系, 并结合 MODIS 遥感数据对 2011~2013 年封河、开河集中期进行检验, 并对 2013 年出现的灾情实况进行监测, 为预测防范凌汛灾害、减轻凌汛灾害损失提供科学依据。

1 黄河宁夏段地理特点

黄河宁夏段位置偏北, 属于南北流向, 自中卫南长滩入境, 至石嘴山麻黄沟出境, 流程 397 km, 跨北纬 37°23′~39°23′, 纬距 2°。黄河宁夏下河沿以上 61 km 为峡谷段; 下河沿至青铜峡 124 km 河道曲折, 河心滩地多, 为粗砂卵石河床, 特定的河势条件对河流封冻起着重要作用。中宁县枣园以上 130 km 为不稳定封河段, 枣园至石嘴山 260 km 为常封河段。封河逆源而上, 下游先封, 上游后封, 开河时则自上游向下游发展, 上游先开, 下游后开, 河槽蓄水、上游来水以及消冰水向下游汇流, 这种时序相反、倒封的特点极易形成冰塞、冰坝, 造成河水漫滩, 形成凌汛灾害。黄河宁夏段多年来来水量小, 河道一直维持小流量、高水位行洪的特点; 黄河宁夏段的上游有刘家峡、龙羊峡大型水库, 它的调蓄作用直接影响到河段封、开河过程。当控制冰期下泄流量增大, 除石嘴山河段外, 冰期河道水温升高, 河段封河日期推迟, 开河提前, 封河时间缩短。

2 黄河宁夏段凌汛关键期

2.1 黄河凌汛关键期

黄河宁夏凌汛关键期为结冰、封冻、开河 3 个阶

收稿日期: 2013-05-03; 改回日期: 2013-08-27

基金项目: 宁夏气象局科学技术研究项目“决策气象服务专用数据库建设”资助

作者简介: 陆晓静(1964-), 女, 浙江温州人, 硕士, 高级工程师, 现从事雷达、预报和决策服务工作. E-mail: luxiaojing0705@sina.com

段 结冰是日平均气温由正转负的阶段,经统计,日平均气温由正转负的日期集中在每年的12月1~5日,首次出现冰凌的集中期为12月4~20日;封河集中日期在每年的12月20日至1月19日;开河集中日期在2月13~20日。

2.2 影响封开河日期的主要因素

黄河宁夏段河势条件、水力、热力条件对河流封冻起着重要作用。河势条件及水势在某一阶段是确定的,但热力条件每一年情况都不同,封开河日期确定与热力条件密切相关。凌汛期的冰情现象是在水温降至0℃以下发生,太阳辐射对河流水体及冰面总是起增热作用,冬季太阳高度角小,其辐射热量少,冷空气侵袭,使水凝结成冰。在封河过程中,冷空气活动是影响封冻的关键因子。宁夏黄河段是南北向河流,10月降温使河水逐渐冷却,11~12月降温河流出现流凌、封冻,冷空气入侵强度大小决定流凌、封河出现的时间;春季随着气温升高,气温对冰层融化解体起着非常重要的作用。

2.3 冷空气入侵强弱是流凌封河日期出现早晚的关键

气温的高低决定河道里的冰量和冰质,而冷空气入侵时间、强度是影响流凌封河日期的主要因素。用日平均气温变化幅度(表1)来判断冷空气强度是最有效的要素。

表1 黄河宁夏段封河期前72 h日平均气温变化幅度

Tab.1 The range of daily average temperature in 72 hours before the freeze-up of the Yellow River in Ningxia

封河时间 (年、月、日)	封河前72 h日平均 气温变化范围/℃	72 h日平均气温 变化幅度/℃
1992-01-18	-8.5~-4.9	3.6
1993-01-19	-17.5~-14.2	3.3
1994-01-14	-4.2~-2.7	-1.5
1995-01-17	-8.9~-6	2.9
1996-01-08	-8.9~-3.4	5.5
1997-01-07	-10.2~-1.3	8.9
1999-01-13	-8.4~-7	1.4
2000-01-28	-14.9~-13.8	1.1
2001-12-23	-9.8~-2.9	6.9
2002-01-18	-6.3~-0.8	5.5
2002-12-25	-12.2~-3.3	8.9
2004-01-19	-12.9~-5.3	7.6
2004-12-29	-13.3~-5	8.3
2005-12-07	-14.6~-2.9	11.7
2007-01-12	-11.7~-1.6	10.1
2008-01-01	-12.1~-11	1.1
2008-12-13	-7.3~-5.7	13
2009-12-28	-13.4~-6.7	6.7
2010-12-30	-11.2~-2.8	6.4

用宁夏1991~2010年封河日期与封河前72 h日平均气温对应分析可知:宁夏黄河段首次封河时间大都集中在12月20日至次年1月19日,日平均气温由正转负的时间大多集中在12月1~5日左右,封河日期基本在日平均气温由正转负后半个月,当72 h日平均气温持续低于-10℃,河道基本处于封河状态。例如1993年、2000年、2008年都处于此状态。当72 h日平均气温变化幅度在5~10℃,预示冷空气入侵强度处于中等或偏强状态时,河道易处于封河状态。1996、1997年、2000~2007年、2008~2010年封河均符合这个标准。因此,用72 h日平均气温变化幅度作为判断冷空气入侵强度指标来做流凌灾害防御工作有一定指示意义。

2.4 黄河宁夏段开河期日平均气温特征

宁夏首次开河时间主要集中在2月中旬,日平均气温由负转正的日期集中在2月7~15日,开河时间集中在2月13~20日。通过对2000~2010年开河时日平均气温(表2)的分析,开河期间72 h内日平均气温由负转正明显,72 h日平均气温升温幅度在5℃以上,2000~2009年开河均符合。

表2 黄河宁夏段开河期前72 h日平均气温变化幅度统计

Tab.2 The statistics of the daily temperature range in 72 hours before the break-up of the Yellow River in Ningxia

开河时间 (年、月、日)	开河前72 h日平均 气温变化范围/℃	72 h日平均气温 变化幅度/℃
2000-02-17	-5.1~0.7	5.8
2002-02-27	-1.8~3.6	5.4
2003-02-23	-0.6~6.1	6.7
2004-02-10	-5.7~0.4	6.1
2005-02-15	-4.1~2	6.1
2006-02-22	-3.9~1.4	5.3
2007-01-26	-4.6~1	5.6
2008-02-14	-5.5~0.8	6.3
2009-01-28	-5~-1	4
2010-02-20	-2.1~1.6	3.7

3 MODIS 数据在黄河凌汛监测中的应用结果检验

利用2011~2012年MODIS黄河凌汛遥感资料对凌汛关键期流凌、封河、开河进行监测。黄河封开河集中期都是在12月至次年2月,河道内的冰凌与陆地上的冰雪无法区分,首先采用MODIS近红外通道的反射率来区分水和冰雪,在处理过程中加入黄河河道的地理位置数据,屏蔽陆地上的像素,只对河

道中的像素进行处理,提取的冰凌结果就能更直观地反映黄河结冰的情况。MODIS 黄河凌汛遥感资料应用受天空云系影响较大,在 72 h 日平均气温变化幅度基础上,在天空少云状况下,可使用 MODIS 资料对流凌、封河、开河及流凌灾情进行监测分析。

2011 年 12 月 13 日,黄河宁夏段石嘴山麻黄沟至惠农农场 40 km 河段首次流凌,流凌河长 40 km,2012 年 1 月 5 日青铜峡坝上首次封河,1 月 8 日石嘴山麻黄沟河段首次封河,2012 年 12 月 9 日,黄河宁夏段石嘴山麻黄沟至礼和浮桥处 40 km 流凌,较多年平均提前 6 d 流凌,较 2011 年首次流凌提前 4 d。2012 年 12 月 30 日青铜峡坝上首次封河,石嘴山麻黄沟河段首次封河,累计封河 17 km,总流凌长度 270 km,封河日期在集中期内。2012 年 2 月 19 日开始开河,2 月 21 日青铜峡坝上 30 km 太中银铁路以上 2 km 平稳开河,2 月 22 日至 3 月 6 日银川黄河大桥以上 5 km 至麻黄沟封河段开河,3 月 6 日 08 时黄河宁夏段 171 km 封河河段全部开河。2013 年黄河宁夏段自 1 月 25 日开始开河,至 1 月 29 日青铜峡坝上 35 km 封河段全部开河,截至 2 月 22 日黄河宁夏段全线平稳开河,开河期也在集中期内。2013 年 1 月 7 日 13:59 用 MODIS 黄河凌汛遥感资料跟踪监测,发现宁夏中宁县渠口农场附近部分河道出现漫滩现象,实地考察青铜峡坝上封河平稳,中宁县渠口农场附近已出现局部漫滩,部分道路树木淹没、部分河段流凌冲上河岸,高度 1 m 左右,附近居民及万亩鱼塘存在安全隐患。监测结果与宁夏水文站的资料进行对比和验证结果一致。

黄河宁夏段的监测预报和防御,首先要在日平均气温正负转化的日期,关注冷空气入侵强度,强度大小可依据 72 h 日平均气温变化幅度来确定。当符合封开河集中期后,可使用 MODIS 遥感数据进行监测、预报、预测预警及服务。再结合黄河宁夏段开河期、封河期、凌险危害程度等级、经济发达、重要设施、人口稠密和灾情严重程度,将银川滨河至永宁段、青铜峡段、中宁县的白马乡、鸣沙镇和石空镇新渠稍段作为凌汛灾害重点防御区域,当出现可能发生的险情时,可将损失降到最低水平。

4 结 论

(1) 黄河宁夏段封开河时序相反,小流量、高水位行洪,受强冷空气影响较大。

(2) 封河集中日期在每年的 12 月 20 日至次年 1 月 19 日,在集中期内 72 h 日平均气温持续低于 -10°C 或者 72 h 日平均气温降温幅度大于 $5\sim 10^{\circ}\text{C}$,即冷空气入侵强度中等以上,黄河宁夏段河道易出现封河。

(3) 开河集中日期在 2 月 13~20 日。在集中期内 72 h 升温幅度 5°C 以上时,黄河宁夏段河道出现开河。每年封开河集中时段,72 h 日平均气温变化幅度可作为凌汛灾害预警防御重要指标。

(4) 当天空少云条件下,MODIS 数据对黄河凌汛期监测效果明显。

科学高效的气象防灾减灾是公众、政府和其他各种气象防灾减灾服务的关键,凌汛灾害是宁夏防灾减灾工作中的重点,由于水文、灾情资料的收集并不完全,在未来工作中仍需不断地完善。

参考文献:

- [1] 宫德吉,白美兰,王秋晨.黄河凌汛及其预报方法研究[J].气象,2001,27(5):38-42.
- [2] 王京堂.黄河凌汛灾害的成因分析与对策研究[J].中国减灾,1996(3):39-41.
- [3] 徐剑峰.黄河内蒙古段凌汛灾害及防凌减灾对策[J].冰川冻土,1995,17(1):1-7.
- [4] 杨贵斐.黄河上游冰情及其研究[J].西北水电,1997(2):1-5.
- [5] 闫新光.影响内蒙古黄河凌汛的三大要素[J].内蒙古水利,2002(1):19-21.
- [6] 潘进军,白美兰.内蒙古黄河凌汛灾害及其防御.应用气象学报[J].2008,19(2):106-109.
- [7] 李云鹏,乌日娜,杨晓华.EOS/MODIS 资料在监测黄河内蒙古段凌汛中的应用[J].内蒙古气象,2011(1):27-31.
- [8] 杨淑萍,丁建军,陈晓娟.近 13 a 来黄河宁夏段凌汛分析[J].中国沙漠,2005(11):933-937.
- [9] 鄢俊洁,刘良明,马浩录.MODIS 数据在黄河凌汛监测中的应用[J].武汉大学学报,2004,29(8):679-681.
- [10] 孙振谦,马浩录,刘道芳.遥感监测黄河凌汛的技术与方法[J].人民黄河,2004,26(12):8-10.
- [11] 陆晓静,郭善云,王建英.GIS 技术在宁夏决策气象服务产品中的应用研究[J].干旱气象,2012,30(2):283-286.
- [12] 郭善云,陆晓静,朱海斌.四川 1960-2010 年雷暴观测事实及灾害防范区域研究[J].沙漠与绿洲气象,2012,6(36):69-72.
- [13] 李艳,马敏劲,王式功.等.阻塞高压与低温持续性降水之间的关系[J].干旱气象,2012,30(4):539-545.
- [14] 姜燕敏,梁艳,沙欣欣.气候变暖对长三角地区四季长度的影响[J].干旱气象,2012,30(4):570-574.

(下转第 127 页)

- 生态学杂志, 2007, 26(9): 1364–1368.
- [11] Wijngaard J B, Klein Tank A M G, Kennen G P. Homogeneity of 20th Century European daily temperature and precipitations series [J]. *Int J Climatol*, 2003, 23: 679–692.
- [12] 王新平, 张景光, 李新荣, 等. 沙坡头地区多年降水分布特征、趋势及其变率[J]. *中国沙漠*, 2001, 21(4): 260–264.
- [13] 胡文东, 陈晓光, 李艳春, 等. 宁夏月、季、年降水量正态性分析[J]. *中国沙漠*, 2006, 26(6): 963–968.
- [14] 王纪军, 任国玉, 匡晓燕, 等. 河南省月 and 年降水量正态性分析[J]. *气候与环境研究*, 2010, 15(4): 522–528.
- [15] 方建刚, 毛明策, 程肖侠. 陕西降水的正态分布特征分析[J]. *西北大学学报(自然科学版)*, 2009, 39(1): 131–136.
- [16] 陶云, 段旭. 云南降水正态分布特征的初探[J]. *气象科学*, 2003(2): 161–167.
- [17] 黄嘉佑, 黄茂怡, 张印, 等. 中国三峡地区汛期降水量的正态性研究[J]. *气象学报*, 2003, 61(1): 122–127.

Normal Distribution Characteristics of Precipitation in Lanzhou Region

BAI Bing¹, LU Dengrong¹, CHEN Xuejun¹, HAN Haitao¹, WANG Youheng²

(1. *Gansu Meteorological Information and Technic Support and Equipment Center, Lanzhou 730020, China;*
2. *Northwest Regional Climate Center, Lanzhou 730020, China*)

Abstract: It is generally known that the research on precipitation depends on normal distribution of the time – series data. Based on the observational precipitation data at 4 weather stations in Lanzhou, Gaolan, Yuzhong and Yongdeng of Lanzhou region from 1960 to 2009, the normality of the monthly, seasonal and annual precipitations were analyzed by using strictly the “skewness and sharpness coefficient + W test” methods. The results showed that the annual precipitation of each station obeyed normal distribution in Lanzhou region. The seasonal precipitation in Lanzhou, Gaolan and Yongdeng was subject to normal distribution in summer and autumn, but that in Yuzhong was only subject to normal distribution in autumn, and the normality of precipitation in autumn was the best and the worst in winter in Yuzhong. In addition, most of the monthly precipitations at 4 stations didn’t conform normal distribution, however, the normality of their square root had been improved significantly.

Key words: Lanzhou region; precipitation; normal distribution; normality test

(上接第 122 页)

Analysis of Characteristics of Temperature Change in the Ice Flooding Season in Ningxia Section of the Yellow River

LU Xiaojing^{1,2}, SU Zhansheng^{1,2}, TAN Zhiqiang²

(1. *Ningxia Key Laboratory of Meteorological Disaster Preventing and Reducing, Yinchuan 750002, China;* 2. *Ningxia Meteorological Observatory, Yinchuan 750002, China*)

Abstract: Based on the hydrological data and temperature series in the ice flooding seasons from 1991 to 2010, the variation of daily temperature in ice flooding seasons, the main occurring period of ice flooding disaster, and the relationship between the freezing – up / breaking – up periods of the Yellow River in Ningxia section and daily mean temperature were studied. The results show that time sequence of the freezing – up and the breaking – up of the river was reversed. When a ice flooding occurred, the flow of the Yellow River in Ningxia was small and the water level was high. The ice flooding was affected by the strong cold air. Ice flooding disasters occurred mainly during the periods of freezing – up and breaking – up of the river. The date when daily mean temperature transferred from positive to negative or negative to positive was corresponding to the periods of freezing – up and breaking – up of the river. The concentrated date was from December 20 to January 19 for freezing – up, and for breaking – up, it was from February 13 to 20. Using MODIS remote sensing data to monitor and prevent ice flooding disaster had some guiding significance in the critical period of ice flooding.

Key words: Ningxia section of the Yellow River; daily temperature; MODIS remote sensing data; ice flooding disaster