

10.13358/j.issn.1008-813x.2018.03.18

秦皇岛市近 64 年气温变化特征分析

李卫敏, 孙丽华, 曹秀芝, 王志军

(秦皇岛市气象局, 河北 秦皇岛 066000)

摘要: 利用 1954—2017 年秦皇岛市气象站逐月平均气温资料, 运用线性趋势、滑动平均等方法, 对秦皇岛市气温变化特征进行分析。结果表明: 近 64 a 秦皇岛平均气温呈上升趋势, 趋势率为 $0.169\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$; 年平均最高气温和平均最低气温升温趋势率为 $0.153\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 和 $0.156\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$; 不同季节升温不同, 春季和冬季升温更为突出; 月气温变化中 3 月升温趋势最大, 2 月次之; 年极端最高气温变化范围在 $31.0\sim 40.0\text{ }^{\circ}\text{C}$, 年极端最低气温变化范围 $-26\sim -8.6\text{ }^{\circ}\text{C}$; 秦皇岛观测站搬迁后气温比 20 世纪 90 年代明显下降。

关键词: 秦皇岛; 气温; 变化特征; 变暖

中图分类号: X16

文献标识码: A

文章编号: 1008-813X(2018)03-0070-05

Analysis on Temperature Variation Characteristics of Qinhuangdao in Recent 64 Years

Li Weimin, Sun Lihua, Cao Xiuzhi, Wang Zhijun

(Meteorological Bureau of Qinhuangdao, Qinhuangdao Hebei 066000, China)

Abstract: Using the monthly mean temperature data of the meteorological observatory of Qinhuangdao from 1954 to 2017, the characteristics of temperature changes in Qinhuangdao City were analyzed using linear trend method, moving average method, and distance-equal mathematical statistics method. The results showed that the average temperature of Qinhuangdao in the recent 64 years is on the rise. The warming trend rate is $0.169\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$; the average annual maximum temperature and mean minimum temperature increase trend rate is $0.153\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ and $0.156\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$; different temperature rises in different seasons, and the temperature rise is more prominent in spring and winter; the warming trend rate is $0.270\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ and $0.263\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$; the warming trend is greatest in March, followed by Februar; the extreme maximum temperature range of the year varies from $31.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $40.0\text{ }^{\circ}\text{C}$, and the extreme minimum temperature ranges from $-26\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $-8.6\text{ }^{\circ}\text{C}$; the temperature of Qinhuangdao observatory after the relocation has been significantly lower than that of the 1990s.

Key words: Qinhuangdao, temperature, change characteristics, warming

近百年来, 地球气候正经历一次以全球变暖 为主要特征的显著变化^[1-3]。气温是气候变化的重

收稿日期: 2018-05-11

基金项目: 秦皇岛市气候变化及可持续发展战略研究项目《秦皇岛市气候变化及可持续发展战略研究》(KY201025)

作者简介: 李卫敏(1973-), 女, 河北唐山人, 毕业于南京信息工程大学大气科学专业, 工程师, 主要从事气候变化及应用气象研究。

要因子之一,其变化已经并继续给全球社会、经济和环境带来巨大的影响。IPCC第五次评估报告指出,1880—2012年全球海陆表面平均温度呈线性上升趋势,升高了 $0.85\text{ }^{\circ}\text{C}$ ^[4]。我国气象工作者对中国气温变化作了大量研究,比较一致的研究结论是近百年来中国气温呈增温趋势,其增温幅度具有明显的季节差异和区域特征^[5-8]。秦皇岛市地处河北省东北部,北依燕山,南临渤海,地形地貌复杂多样,属于暖温带半湿润大陆性季风气候。在全球气候变暖的大背景下,秦皇岛市气温也正发生着较为显著的变化。在快速的城市化进程中客观、准确地分析秦皇岛市近64年来气温的年、季、月变化,了解秦皇岛市的冷暖变化规律,对工农业生产、城市规划、经济发展具有现实意义,也可为政府部门科学合理地利用当地气候资源、保护生态环境提供理论依据。

1 资料与方法

选取国家基本气象站秦皇岛站1954—2017年的年平均气温、年平均最高气温、年平均最低气温以及季、月的气温资料。季度划分以3月—5月为春季,6月—8月为夏季,9月—11月为秋季,12月—次年2月为冬季。采用线性趋势、滑动平均等统计方法,对秦皇岛市近64年的气温变化进行分析,计算用平均值以1981—2010年30a的要素平均值为气候平均值。需要指出的是,1999年以前气象观测站位于海港区,1999年1月搬迁至北戴河区赤土山。

2 结果与分析

2.1 年平均气温变化特征

秦皇岛市1954—2017年近64a年平均气温 $10.6\text{ }^{\circ}\text{C}$,年平均气温最高 $12.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,出现在1998年,年平均气温最低 $8.8\text{ }^{\circ}\text{C}$,出现在1969年,年平均最高气温与年平均最低气温相差 $3.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。由图1可知,64年来秦皇岛市年平均气温呈波动上升趋势,气候倾向率为 $0.169\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。秦皇岛市年平均气温1954—1988年基本处于低温阶段,仅1975年、1982年和1983年有短暂升温现象,1988—1998年处于显著偏暖阶段,11a平均值高达 $11.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。1999年观测站由海港区迁至北戴河区赤土山,新站距海港区 15 km ,属于湿地保护区,建筑物少,城市热岛效应明显减弱。气象站周边的环境对气温的影响非常显著^[9],秦皇岛气象站迁站后所观测到的年平均气温比20世纪90年代显著下降,1999—2017年19a平均气温

$10.6\text{ }^{\circ}\text{C}$,比20世纪80年代下降 $0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$,与64a平均值持平,但和20世纪60年代相比,升高了 $0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。2008—2013年连续6a平均值都在气候值以下,甚至出现了 $9.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (2010年)和 $9.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ (2012年)的低值年。因此,秦皇岛市经历了冷暖两个时期,以1988年为界,前期偏冷,之后偏暖。1988年起秦皇岛市气候急剧变暖,1998年达到了1962年以来最高值,1994年次之。

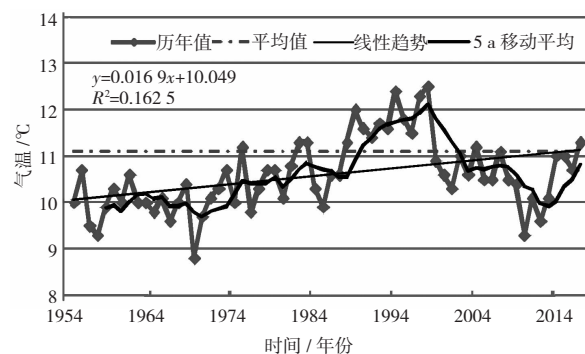


图1 1954—2017年秦皇岛市年平均气温变化趋势

秦皇岛市年平均气温具有明显的年代际变化特征,如表1所示。从表1可以看出,20世纪60—90年代呈显著增温趋势,平均每10a增加 $0.5\sim 0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$,且年平均气温的最大值及最小值也呈增加趋势,该变化到1999年迁站后发生改变。2001—2017年的年平均气温虽然没有变化,但年平均气温的最大值和最小值也呈增加趋势。

表1 秦皇岛市年平均气温年代际变化特征 $^{\circ}\text{C}$

年份	平均气温	最大值	最小值	极差
1954—1960	10.0	10.7	9.3	1.4
1961—1970	9.9	10.6	8.8	1.8
1971—1980	10.4	11.2	9.8	1.4
1981—1990	11.0	12.0	9.9	2.1
1991—2000	11.7	12.5	10.6	1.9
2001—2010	10.5	11.2	9.3	1.9
2011—2017	10.5	11.3	9.6	1.7

2.2 年平均最高气温变化特征

秦皇岛市1954—2017年近64a年平均最高气温 $15.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,最大值 $16.9\text{ }^{\circ}\text{C}$,出现在1997年,最小值 $13.8\text{ }^{\circ}\text{C}$,出现在1969年。由图2可知,近64a年平均最高气温整体呈上升趋势,趋势率 $0.153\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。20世纪70年代前平均最高气温为偏低阶段,80年代接近气候值,1988年以后升温明显,1988—1998年均高于气候平均值之上,为偏暖时段,1997年达到有气象记录以来的最高值,1998年次之,为 $16.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。1999年迁站后开始走低,2000—2001年、2010—2013年

6个年份低于15.5℃,2010年最低,仅为14.3℃,但1999—2017年平均最高气温15.7℃,比近64a平均值高0.2℃,说明年平均最高气温依然呈升高趋势。

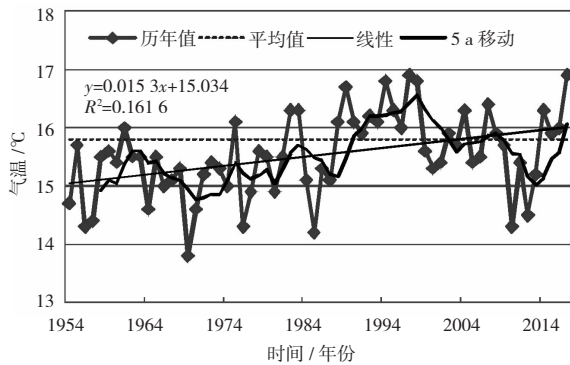


图2 1954—2017年秦皇岛市年平均最高气温变化趋势

2.3 年平均最低气温变化特征

秦皇岛市1954—2017年近64a年平均最低气温6.3℃,最大值8.9℃,出现在1998年,最小值4.6℃,出现在1969年。由图3可知,64a年平均最低气温整体呈上升趋势,趋势率为0.156℃/10a,但经历了“冷—暖—冷”变化过程。20世纪60—80年代中期,一直处于偏冷阶段,80年代后期逐渐上升,特别是1988年后急剧增暖,1986—1998年连续13a持续偏暖,13a平均值比20世纪60年代平均值高2.7℃。1999年迁站后年平均最低气温开始下滑,2012年最低,仅5.1℃。后期呈上升趋势但一直在平均值以下。1999—2017年平均最低气温5.9℃,比20世纪80年代前平均值高0.2℃,因此可认为年平均最低气温亦呈升高趋势。

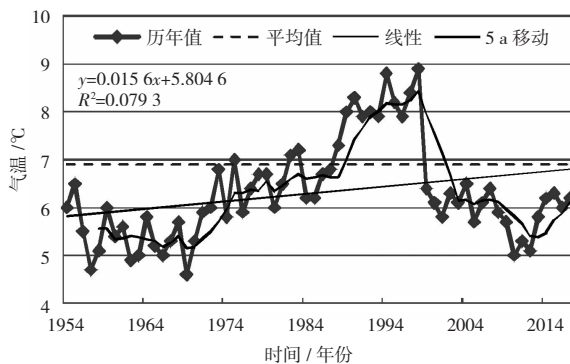


图3 1954—2017年秦皇岛市年平均最低气温变化趋势

以上分析可以看出,近64a年平均最高气温和年平均最低气温均有较明显的增温趋势,但年平均最高气温与年平均最低气温的增温幅度不同,年平均最低气温的增温趋势和变化幅度均高

于年平均最高气温,表明夜间气温的增温趋势比白天强,即气温日较差在逐渐减小。

2.4 年极端气温变化特征

秦皇岛市1954—2017年64a年极端最高气温40.0℃,出现在2017年6月15日;次高39.9℃,出现在1961年6月10日。年极端最高气温最低值31.0℃,出现在1957年6月28日。年极端最高气温通常出现在5月—8月,如图4所示,其中5月6次,6月最多达22次,7月20次,8月16次。64a中极端最高气温超过37℃的有10a,35.0~36.9℃有23a,其他年份不到35℃。

秦皇岛市1954—2017年64a年极端最低气温-26.0℃,出现在2010年1月6日;次低-24.3℃,出现在2001年1月15日。年极端最低气温最高值-8.6℃,出现在1992年2月1日;次高-8.7℃,出现在1995年12月25日。年极端最低气温通常出现在12月—翌年2月,如图5所示,其中12月14次,1月最多达35次,2月15次。64a中极端最低气温低于-20.0℃的有10a,-19.9~-15.0℃的有40a,-14.9~-10.0℃的有12a,高于-10℃的有2a,这两年均出现在增温明显的90年代。

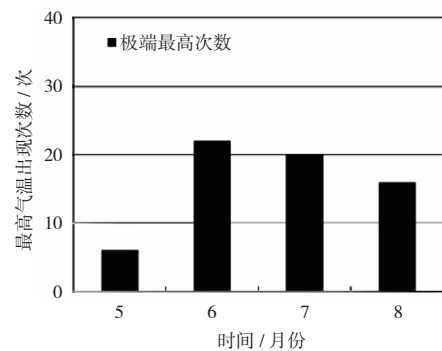


图4 5月—8月年极端最高气温出现次数

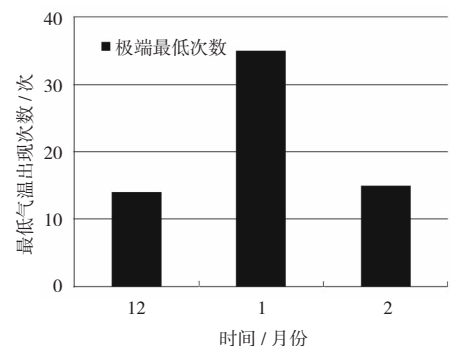


图5 12月—翌年2月年极端最低气温出现次数

2.5 四季气温变化特征

近 64 a 来秦皇岛市四季平均气温均呈上升趋势,如图 6 所示,春、冬季上升趋势比较明显,分别为 $0.270\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 和 $0.263\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,夏季和秋季升温较弱,分别为 $0.049\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 和 $0.103\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,可见四季中冬季增暖率最为显著,对秦皇岛市气候变暖贡献最大。1954—2017 年秦皇岛市春季平均气温 $10.3\text{ }^{\circ}\text{C}$,最高气温 $12.8\text{ }^{\circ}\text{C}$,出现在 1989 年,最低气温 $8.3\text{ }^{\circ}\text{C}$,出现在 2010 年;夏季平均气温 $23.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,最高气温 $25.6\text{ }^{\circ}\text{C}$,出现在 1997 年,最低气温 $21.9\text{ }^{\circ}\text{C}$,出现在 1976 年;秋季平均气温 $12.2\text{ }^{\circ}\text{C}$,最高气温 $14.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,出现在 1998 年,最低气温 $10.6\text{ }^{\circ}\text{C}$,出现在 2002 年;冬季平均气温 $-3.7\text{ }^{\circ}\text{C}$,最高气温 $-1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$,出现在 1989 年,最低气温 $-6.8\text{ }^{\circ}\text{C}$,出现在 1968 年。

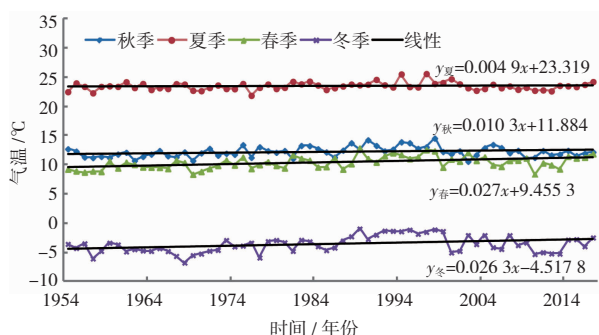


图 6 1954—2017 年秦皇岛市平均气温季节变化趋势

表 2 给出了秦皇岛市近 64 a 四季平均气温年代际变化。显示 20 世纪 80 年代前各季平均气温均为负距平,80 年代后春季为正距平,夏、秋季 2001 年后有负距平,冬季仅在 2011 年后有 $0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的负距平。说明 20 世纪 70 年代前气温明显偏低,80 年代后开始上升,90 年代上升最为显著,尤其冬季比气候值高达 $1.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。可见对 80 年代后的增暖贡献最大的是冬、春季。

表 2 秦皇岛市不同年代际各季平均气温值与距平 $^{\circ}\text{C}$

年份	春季		夏季		秋季		冬季	
	平均值	距平	平均值	距平	平均值	距平	平均值	距平
1954—1960	9.2	-1.1	23.2	-0.3	11.7	-0.5	-4.3	-0.6
1961—1970	9.7	-0.6	23.3	-0.2	11.6	-0.6	-5.1	-1.4
1971—1980	10.0	-0.3	23.2	-0.3	12.3	0.1	-3.9	-0.2
1981—1990	10.7	0.4	23.7	0.2	12.7	0.5	-3.3	0.4
1991—2000	11.3	1.0	24.2	0.7	13.0	0.8	-1.8	1.9
2001—2010	10.5	0.2	23.2	-0.3	12.1	-0.1	-3.6	0.1
2011—2017	10.7	0.4	23.4	-0.1	12.0	-0.2	-4.0	-0.3

2.6 月平均气温变化特征

秦皇岛市近 64 a 月平均气温均呈上升趋势。如表 3 所示,3 月升温趋势最大,为 $0.407\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$;2 月次之,为 $0.394\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$;6 月—8 月和 11 月升温较弱,8 月最低,仅为 $0.016\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,说明对 20 世纪 80 年代后增暖贡献最大的是 3 月和 2 月。

表 3 秦皇岛市近 64 a 月平均气温及变化趋势

项目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平均气温/ $^{\circ}\text{C}$	-5.5	-2.9	3.1	10.7	17.2	21.3	24.6	24.5	19.8	12.7	4.1	-2.6
倾向率($^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$)	0.188	0.394	0.407	0.272	0.134	0.059	0.075	0.016	0.108	0.146	0.063	0.183

2.7 迁站前后气温变化

因经济的快速发展和城市规模的迅速扩大,气象探测环境遭到高层建筑物的密集包围,严重影响了气象观测数据的代表性、准确性、连续性和均一性^[10]。秦皇岛市气象观测站搬迁前进行了一年的对比观测,其观测结果如表 4 所示。从表 4 可见,迁站前后对比观测时段平均气温差值为 $0.8\sim 2.2\text{ }^{\circ}\text{C}$,平均最低气温差值为 $0.5\sim 1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,平均最高气温差值为 $0.6\sim 3.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。孙丽华等^[11]曾在 2009 年用秦皇岛市观测站搬迁前后 10 a 气温资料与昌黎站作了对比分析,其结论与本研究分析一致。

可以认为,秦皇岛市年、季、月平均气温之所以在 1999 年及以后有下降趋势,主要是由站址搬迁引起的。

表 4 秦皇岛站搬迁前气象要素对比观测资料 $^{\circ}\text{C}$

项目	7月			10月			1月		
	老站	新站	差值	老站	新站	差值	老站	新站	差值
平均气温	25.2	24.4	0.8	16.1	14.5	1.6	-1.7	-3.9	2.2
平均最低气温	28.1	27.4	0.7	20.5	20.0	0.5	2.6	1.1	1.5
平均最高气温	22.5	21.9	0.6	11.8	8.8	3.0	-5.4	-9.1	3.7

3 结论

(1) 近 64 a 来秦皇岛市年平均气温呈波动上升趋势,升温趋势率 $0.169\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,20 世纪 80 年代上升趋势明显;年平均最高气温和年平均最低气温亦呈上升趋势,年平均最低气温的升温趋势较年平均最高气温的升温趋势大。

(2) 近 64 a 来秦皇岛市四季平均气温呈上升趋势,春、冬季升温更为突出,升温趋势率为 $0.27\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 和 $0.263\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$;夏、秋季升温较

弱,升温趋势率为 $0.049\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 和 $0.103\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。月平均气温变化亦呈上升趋势,3月升温趋势最大,2月次之,对春、冬季增暖贡献最大的是3月和2月。

(3) 气象观测数据的准确性、连续性和均一性是开展气候变化研究的基础,因此保护探测环境是提高气候变化分析准确率和提升气象服务水平的可靠保障。

参考文献

- [1] 秦大河,陈振林,罗勇,等.气候变化科学的最新认知[J].气候变化研究进展,2007,3(2):63-73.
- [2] 陈隆勋,周秀骥,李维亮,等.中国近80年来气候变化特征及其形成机制[J].气象学报,2004,62(5):634-646.
- [3] 刘学锋,阮新,李元华.河北省冷暖变化气候特征分析[J].气象科学,2005,25(6):638-644.
- [4] IPCC.Climate change 2013:the physical science basis[M].Cambridge:Cambridge University Press,2013:5-6.
- [5] 丁一汇,任国玉,石广玉,等.气候变化国家评估报告(I):中国气候变化的历史和未来趋势[J].气候变化研究进展,2006,2(1):3-8.
- [6] 赵宗慈,罗勇,江滢,等.未来20年中国气温变化预估[J].气象与环境学报,2008,24(5):1-5.
- [7] 赵玉洁,宋国辉,徐明娥,等.天津滨海区50年局地气候变化特征[J].气象科技,2004,32(2):86-89+96.
- [8] 郭志梅,缪启龙,李雄.中国北方地区近50年来气温变化特征及其突变性[J].干旱区地理,2005,28(2):176-180
- [9] 胡保昆,窦以文,储伟.北京城区气温变化特征[J].气象科技,2014,42(5):852-855+873.
- [10] 张国华,关彦华,郭艳岭.气象探测环境现状及保护措施探讨[J].气象与环境学报,2012,28(3):65-70.
- [11] 孙丽华,吕宝峰,张宝贵.秦皇岛探测环境变化对气象要素的影响[J].中国环境管理干部学院学报,2009,19(4):37-40.

(编辑:程俊)

(上接第69页)

(4) 加大农业面源控制力度,避免过度使用的氮肥及畜禽养殖排放随水土流失进入江河海洋^[14]。

参考文献

- [1] 郗艳娟.河北省近岸海域环境质量状况调查及评价[D].保定:河北农业大学,2011.
- [2] 国家环境保护总局.地表水和污水监测技术规范:HJ/T91—2002[S].北京:中国环境科学出版社,2002
- [3] 国家环境保护部.近岸海域环境监测规范:HJ 442—2008[S].北京:中国环境科学出版社,2008.
- [4] 国家环境保护总局.地表水水质标准:GB 3838—2002[S].北京:中国环境科学出版社,2002.
- [5] 国家环境保护局.海水水质标准:GB 3097—1997[S].北京:中国环境科学出版社,1997.
- [6] 夏斌,张龙军,桂祖胜,等.海河流域的富营养化状况及污染物入海通量[J].中国海洋大学学报(自然科学版),2006,36(增刊II):33-38.
- [7] LIU L,LI F S,XIONG D Q,et al.Heavy metal contamination and their distribution in different size fractions of the surficial sediment of Haihe River,China[J].Environmental Geology,2006,50(3):431-438.
- [8] 吕洪滨,段志华.海河流域水环境退化经济损失定量分析[J].水利经济,2010,28(1):15-18+23.
- [9] 佟羽.海洋环境保护的主要思路——对《水污染防治行动计划》的解读[J].环境保护科学,2015,41(3):8-11.
- [10] 洛昊,段新玉,包宏伟,等.近15 a来昌黎保护区氮磷时空变化特征及潜在富营养化评估[J].海洋环境科学,2015,34(4):540-545.
- [11] WU J Y,SHEN L,GAO G,et al.A season-dependent variation of genotoxicity of surface water samples from Taihu Lake,Yangtze Delta[J].Environ Monitoring and Assessment,2004(98):225-234.
- [12] BENITE Z-Nelson CR.The biogeochemical cycling of phosphorus in marine systems[J].Earth Science Review,2000(51):109-135.
- [13] 崔力拓,鲁凤娟,李志伟,等.河北省海洋经济与海洋资源环境协调发展研究[J].中国环境管理干部学院学报,2017,27(1):45-49.
- [14] 沧州市人民政府关于印发《沧州市重点河流污染综合治理实施方案》的通知[EB/OL].(2008-05-28)[2018-04-21].http://zwgk.cangzhou.gov.cn/article5.jsp?infold=1071.

(编辑:程俊)