

烟台地区的大风预报研究

王娜 (青海省海西州气象台, 青海海西州 817000)

摘要 通过对烟台地区的地形和海陆分布特点, 主要从天气学的角度统计和分析了该地区 2001~2009 年大风发生的范围以及不同范围大风的日数年代、季节变化规律, 并利用现有的 MICAPS 资料对烟台地区的大风环流型进行了分析, 同时就目前该地区大风的预报方法进行了概述。结果表明, 烟台地区大风天气中以个别大风为主, 其中大风天气主要发生在 3~5 月; 10 年内, 大风的年际变化趋势基本是按照曲线递增至峰值后又开始递减的趋势, 期间出现了 2002 和 2007 年 2 个峰值, 并有 1 个谷值; 在对烟台地区进行大风预报时, 选取了网格点中与烟台站关联的平均分布的 5 个站点(烟台、福山、海阳、龙口、长岛)进行预报研究, 通过参考文献以及烟台等站点的经验预报, 选取 8 个预报因子作为备用预报因子, 利用逐步回归程序建立了 5 个站的预报方程并对最后的结果进行了回报检验, 虽然取得了一定的预报效果, 但预报精度比较低, 不是特别的理想。

关键词 大风; 年际变化; 环流型; 预报方法; 烟台地区

中图分类号 S161 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)27-09455-04

Study on Strong Wind Prediction in Yantai

WANG Na (Haixi Prefecture Meteorological Station, Haixi, Qinghai 817000)

Abstract According to the topography and land sea distribution characteristics of Yantai, from the perspective of weather, strong wind occurrence range during 2001-2009, days, seasonal variation law were analyzed. Using MICAPS data, strong wind circulation pattern in Yantai area was studied. The forecasting methods were reviewed. The results showed that, strong wind mainly occurred during March-May; Within 10 years, the annual variation trend of strong wind was first increasing then decreasing, there were 2 peaks in 2002 and 2007, and 1 valley; 5 stations(Yantai, Fushan, Haiyang, Longkou, Changdao) were selected to forecast. Selecting 8 forecasting factors as reserve factors, using stepwise regression procedure, the forecasting equation of 5 stations was established and the results were tested. A certain effect was obtained, but the prediction accuracy was relatively low.

Key words Strong wind; Annual variation; Circulation pattern; Prediction method; Yantai area

大风是烟台地区常见的灾害性天气, 它给建设尤其是航运、海上捕捞、水产养殖、石油开发以及人民生命财产安全造成巨大的威胁与损失^[1-2]。烟台位于 119°34'~121°57' E、36°16'~38°23' N, 东连威海, 北濒渤海、黄海, 地形低山丘陵为主, 年平均风速内陆地区 3~4 m/s, 沿海地区 4~6 m/s, 属温带季风气候。该地区陆上大风灾害多由强对流天气造成, 海面大风经常会造成灾难性的事故。仅 1999~2009 年烟台地区所辖海域发生的海难事故就高达 151 起, 在海难事故死亡人数中, 气象原因占 63%。据 1961~1980 年黄渤海大风事故统计^[3], 春季大风事故占 42.3%, 秋季占 26.0%。笔者主要从天气学的角度统计和分析了烟台地区大风发生的范围以及不同范围大风日数的年代、季节变化规律, 利用现有资料分析该地区大风环流型, 并对烟台地区现有的预报方法做了概述。

1 烟台地区大风的一般特点

1.1 不同范围大风日数统计 根据 2001 年 5 月~2009 年 12 月份的地面观测资料, 针对烟台地区 10 个站点所出现的大风的情况进行了简要的分析, 首先是影响烟台地区不同范围大风日数^[4], 规定每日地面观测记录出现平均风速 ≥ 11 m/s 或瞬时大风风速 ≥ 17 m/s 为一个大风日, 按照大风的影响范围规划出大范围大风(≥ 6 站有大风)、局部大风(3~5 站有大风)、个别站大风(1~2 站有大风)3 种情况进行了统计分析。从表 1 可以看出, 2001~2009 年烟台地区大风天气以个别大风为主, 所占天数比较多, 9 年天气中共有 286 个大

风日, 占总日数的 10.7%; 3 个站以上出现了大风天气的天数为 280 d, 约占总天数的 10.5%; 6 个站以上发生大风的天数为 272 d, 约占总天数的 10.1%, 大约每 25 d 出现 3 次大风天气。进行大风预报时必须考虑大风可能影响到的范围, 而以上结果说明烟台地区这 9 年内各次大风天气的影响范围存在差别, 预报时必须要考虑。

表 1 2001~2009 年不同范围大风日数统计

数围	影响站数	日数//d	百分比//%
大范围大风	≥ 6	272	10.1
局部大风	3~5	280	10.5
个别大风	1~2	286	10.7
无大风	0	1 838	68.7
总计		2 676	100.0

1.2 不同范围大风日数年际变化 从表 2 可知, 2001~2009 年三类大风总和日数有一部分年份很不稳定, 2009 年最少, 为 16 d, 2002 年最多, 为 54 d, 年平均天数为 31.8 d, 大风总日数年距平 $\leq 10\%$ 的年份仅占总年数的 20%, 年距平在 10%~20% 的年份占总年数的 30%。从不同范围大风的日数变化看, 大范围大风日数最多, 平均每季 30.2 d, 年际变化也比较大, 有 60% 的年份距平 $> 20\%$, 最大的年份距平为 2007 年, 高达 62.3%, 表明烟台地区在大风盛行季节就有大范围的冷暖空气交换, 而它的强度和发生的次数在每年可能会有比较大的差别; 局部大风仅有 8 d, 个别大风仅有 6 d。烟台地区 2001~2009 年时段内无大风日占得比例最大, 距平均高于 80%, 误差相当大。由于资料的不完整性和较大的误差, 导致局部大风和个别大风的距平误差相当大, 因此该时段的数据不具有代表性和可分析性。

作者简介 王娜(1989-), 女, 青海西宁人, 助理工程师, 从事天气预报业务及研究工作。

收稿日期 2014-08-07

从三类大风的综合情况来看,烟台地区该时段的大风日达286 d,距平 $\leq 10\%$ 的占总体的20%,距平在10%~20%的仅占30%。烟台地区大范围大风在2002和2007年分别出现了2个峰值,有60%的年份距平 $> 20\%$,最大的年份距平为2007年,高达62.3%(图1a),表明烟台地区在大风盛行季节就有大范围的冷暖空气交换,而它的强度和发生的次数在每年可能会有比较大的差别。烟台地区这三类大风总和年

际变化在2002和2007年分别出现了2个峰值,三类大风总和的发生天数均在40 d以上,9年范围内有6年的年份距平 $> 20\%$,最大的年份距平为2002年,高达69.8%(图1b),表明烟台地区在大风盛行季节大风发生次数比较频繁,与其他地区相比较,烟台地区大风发生的范围广,发生大风的天数比其他的地方也比较高,尤其在3~5月份是大风发生的密集时期。由图2可见,2001~2002年大风发生的天数在增加,

表2 2001~2009年不同范围大风日数年际变化

年份	大范围风			局部大风			个别大风			无大风			合计		
	日数 d	距平 值//d	百分 比//%												
2001	14	-16.2	-53.6	0			3	0	0	126	-1 712	-93.1	17	-14.8	-46.5
2002	43	12.8	42.4	8			3	0	0	254	-1 584	-86.2	54	22.2	69.8
2003	34	3.8	12.6	0			0	-3	-100.0	261	-1 577	-85.8	34	2.2	6.9
2004	24	-6.2	-20.5	0			0	-3	-100.0	133	-1 705	-92.8	24	-7.8	-24.5
2005	34	3.8	12.6	0			0	-3	-100.0	257	-1 581	-86.0	34	2.2	6.9
2006	36	5.8	19.2	0			0	-3	-100.0	259	-1 579	85.9	36	4.2	13.2
2007	49	18.8	62.3	0			0	-3	-100.0	258	-1 580	-86.0	49	17.2	54.1
2008	22	-8.2	-27.2	0			0	-3	-100.0	161	-1 677	-91.2	22	-9.8	-30.8
2009	16	-14.2	-47.0	0			0	-3	-100.0	126	-1 712	-93.1	16	-15.8	-49.7
合计	272			8			6			1 838			286		
平均	30.2						3			204.2			31.8		

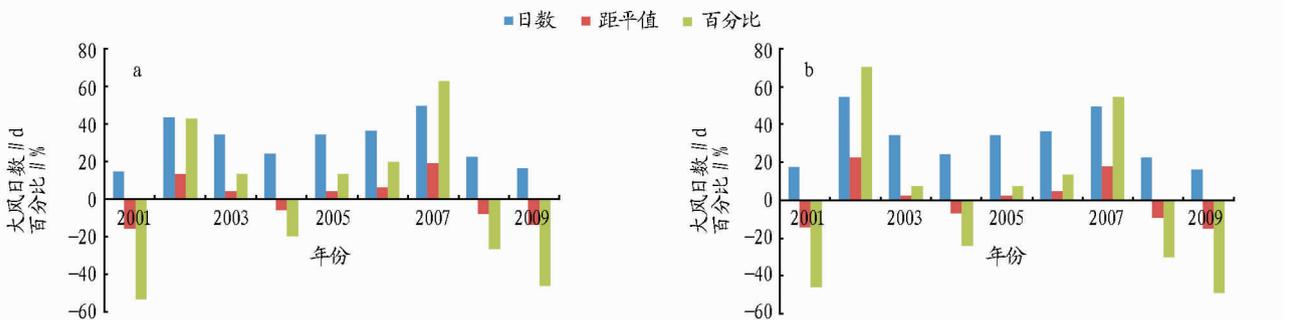


图1 2001~2009年烟台地区大范围风(a)和三类大风总和(b)的年际变化

从2001年的17 d增加至2002年的54 d,是9年中大风发生天数最多的年份,即在2002年达到了一个峰值,随后至2004年大风发生的天数在逐渐减少,到2004年时大风天数骤减至24 d,随后直至2005年大风发生的天数又有了小幅度的攀升,从2005年开始至2006年保持平稳,大风的天数基本维持在35 d左右,从2006年开始至2007年大风的天数又开始增加,至2007年大风的总共发生天数达49 d,成为仅次于2002年的又一个高峰期,而从2007年往后直至2009年,烟台地区大风开始骤减,到2009年,大风的发生天数已经减少至2001年时大风发生的水平,总的来看,烟台地区在这9年的时间内,大风的年际变化趋势基本是按照曲线递增至峰值后又开始递减的趋势,期间出现了2个峰值,并有一个谷值,其中年际变化趋势的2个峰值分别在2002和2007年,大风天数远超过了9年来的平均水平。平均5~6年为一个变化周期,大风日数呈线性递减趋势。

2 烟台地区产生大风的天气形势

2.1 冷锋后偏北大风 当冷锋后高压前端气压梯度大时便出现了冷风大风,在冬半年受亚洲冬季风的影响造成北

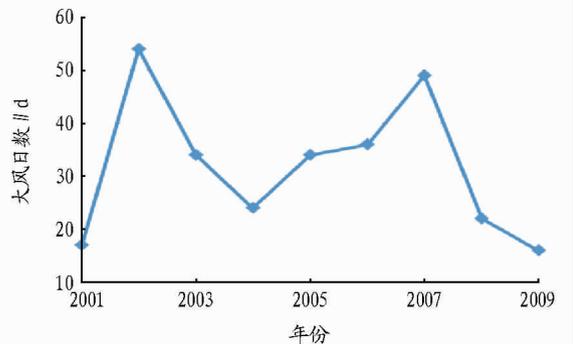


图2 烟台地区三类大风的年际变化趋势

部冷空气频繁南下,导致偏北大风形成。按照冷空气南下的3条主要路径,将该地区的冷锋大风分为河西冷锋、西北冷锋、北方冷锋三类(图3)。其中河西冷锋的冷空气经新疆、河西走廊、黄河中下游地区向东入海,影响烟台地区的冷高压中心大多分布于内蒙古河套地区附近;西北冷锋所带来的冷空气经由萨彦岭蒙古高原中部至华北平原向东南移入渤海湾;北方冷锋所带的冷空气从贝加尔湖东部向

南移动,途经蒙古国东部地区和我国东北部平原到达烟台北部海岸。

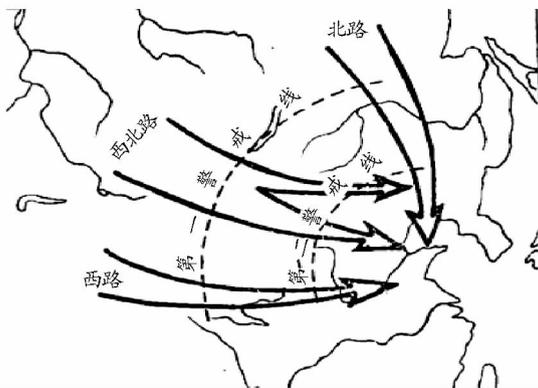


图3 冷锋路径^[5]

2.2 西高东低或北高南低形式下的偏北大风 冷锋前有气旋时,它与冷锋后的高压形成西(北)高东(南)低的地面气压形式,该地区的强风天气大多出现在这种形式下,是偏北大风中危害最大的。

2.3 气旋大风 在烟台地区大风的气旋按照移动路径和发源地可分为蒙古气旋、东北气旋、南方气旋和黄河气旋。其中蒙古气旋和东北气旋是造成烟台地区偏南大风的主要天气系统。而南方气旋和黄河气旋多发生在春季,当它们向东发展移动时通常导致烟台出现大风。

2.4 北(西)低南(东)高形势下的偏南大风 主要有东北气旋与入海高压结合所形成的偏南大风形式,烟台地区沿海风力比较大。

2.5 华北地形槽形势下的偏南大风 华北平原地区的地形槽与高空暖平流的降压作用,使得华北地形槽发展较深,导致山东西南大风,从而造成烟台地区的春季偏南大风天气。

2.6 台风大风 造成该地区大风的主要类型为登陆北上型、登陆转向型、近海转向型以及黄海西折型。

2.7 中小尺度系统产生的短时大风 包括雷雨阵风、飑和龙卷风,它们发生的范围小,危害大,影响时间短,有时集中伴随出现,强度与积雨云的发展程度成正比。

3 大风的统计预报方法

3.1 资料来源 采用 T213 模式下的 $115^{\circ} \sim 121^{\circ}E, 32^{\circ} \sim 45^{\circ}N$ 区域内 2003 年 1 月 1 日~2008 年 12 月 18 日共 352 d 的高度场和温度场的高空资料以及 MICAPS 地面资料,利用以上

资料通过对 500 hPa 高度场、850 hPa 高度场、850 hPa 温度场、500 hPa 温度场、700 hPa 温度场及地面气压场的变化特征,对烟台大风预报产生主要影响的各类气象要素进行统计分析^[6],从而筛选出相关性较好的因子建立烟台地区($115^{\circ} \sim 121^{\circ}E, 32^{\circ} \sim 45^{\circ}N$)的大风 24 h 预报。

3.2 预报量及预报因子的选取

3.2.1 预报量的确定。一般在天气学中将平均风速达 11 m/s 以上的风称为大风。在此以 11 m/s 为界,风速 < 11 m/s 记为 0,即认为没有大风,风速 > 11 m/s 记为 1。根据 T213 模式下的高空资料容量,选取烟台地区的网格时空分布较为均匀的 5 个站(烟台、福山、海阳、龙口、长岛)为代表^[7],建立烟台站的 24 h 大风预报方程,其中预报量为 2003 年 1 月 1 日~2008 年 12 月 18 日共 352 d 的风速。

3.2.2 选取预报因子。根据参考烟台地区大风的经验预报资料以及对大风产生可能会有影响的各种气象场物理变量,在此选取代表性比较好的 500 hPa 位势高度及高度场、850 hPa 温度及高度场上的差值以及地面气压的变化,850 hPa 烟台 5 个站最大风速的平均风速值等因子。设 X_1 为烟台 $115^{\circ} \sim 121^{\circ}E, 32^{\circ} \sim 45^{\circ}N$ 区域 850 hPa 与 500 hPa 间的 24 h 高度差; X_2 为烟台 $115^{\circ} \sim 121^{\circ}E, 32^{\circ} \sim 45^{\circ}N$ 区域 850 hPa 与 500 hPa 间的 24 h 温度差; X_3 为 $115^{\circ} \sim 121^{\circ}E, 32^{\circ} \sim 45^{\circ}N$ 区域 500 hPa 位势高度与冷中心 $123^{\circ} \sim 130^{\circ}E, 40^{\circ} \sim 47^{\circ}N$ 位势高度值之差; X_4 为 $115^{\circ} \sim 121^{\circ}E, 32^{\circ} \sim 45^{\circ}N$ 区域 500 hPa 温度与冷中心 $123^{\circ} \sim 130^{\circ}E, 40^{\circ} \sim 47^{\circ}N$ 温度最低值之差; X_5 为 $115^{\circ} \sim 121^{\circ}E, 32^{\circ} \sim 45^{\circ}N$ 区域 500 hPa 24 h 最大正变压; X_6 为 $115^{\circ} \sim 121^{\circ}E, 32^{\circ} \sim 45^{\circ}N$ 区域最大风速的平均风速; X_7 为 $115^{\circ} \sim 121^{\circ}E, 32^{\circ} \sim 45^{\circ}N$ 区域 700 hPa 24 h 纬向最大温度差; X_8 为 $115^{\circ} \sim 121^{\circ}E, 32^{\circ} \sim 45^{\circ}N$ 区域 850 hPa 3 h 变压。

3.3 建立预报方程 筛选与预报量相关性较好的因子,计算各因子的相关性并检验显著性(表 3)。利用表 3 中的 8 个预报因子,筛选与预报量相关性较好的因子,将通过通过 0.05 显著性水平检验作为预报因子,再将数据输入逐步回归方程中建立回归方程,自动剔除相关性小的因子,建立烟台、福山、海阳、长岛、龙口 5 个站点 24 h 大风预报方程,即 $Y_1 = -45.4 + 0.192X_1 + 0.084X_3 - 0.031X_4$ 、 $Y_2 = -87.3 + 0.853X_1 + 0.679X_2 + 0.005X_4 - 0.243X_7$ 、 $Y_3 = -158.2 + 0.025X_5 + 0.639X_6$ 、 $Y_4 = -395.7 + 0.353X_1 + 0.244X_3 - 0.780X_6$ 、 $Y_5 = -217.8 + 0.773X_1 + 0.004X_2$ 。

表 3 预报因子显著性检验

代表站	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
烟台	0.056	-0.012	0.031	0.085	0.162	0.059	0.018	0.062
福山	0.258	0.013	0.156	0.103	0.024	0.054	0.068	0.086
海阳	0.071	0.024	0.023	0.057	0.069	0.444	0.042	0.054
长岛	0.125	0.165	0.115	0.062	0.056	0.153	0.239	0.092
龙口	0.185	0.201	0.058	0.047	0.005	0.039	0.124	0.066

3.4 预报效果的检验 经回报检验分析,烟台 2003 年 1 月 1 日~2008 年 12 月 18 日的实际大风天数为 42 d,回报检验大风正确天数 11 d,预报准确率为 26.2%;福山 2003 年 1 月

1 日~2008 年 12 月 18 日的实际大风天数为 22 d,回报检验大风正确天数 6 d,预报准确率为 27.2%;海阳 2003 年 1 月 1 日~2008 年 12 月 18 日的实际大风天数为 37 d,回报检验大

风正确天数9 d, 预报准确率为25.0%; 长岛2003年1月1日~2008年12月18日的实际大风天数为80 d, 回报检验大风正确天数35 d, 预报准确率为43.8%; 龙口2003年1月1日~2008年12月18日的实际大风天数为6 d, 回报检验大风正确天数2 d, 预报准确率为33.3%。可见, 预报方程预报的准确率比较低, 这与因子的选取、资料的完整性有关, 另外在方程的建立过程中也没有考虑海陆地形分布等各种因素的影响, 选取因子有限, 所以导致预报的结果比较粗糙, 精确度比较低。

4 小结

(1) 烟台地区大风天气中以个别大风为主, 其中大风天气主要发生在3~5月份, 大风天气以2002和2007年居多, 出现了2个峰值, 2001和2009年大风发生的天数分别为17和16 d, 为9年内发生三类大风总和的天数最少的2个年份, 烟台地区在这9年的时间内, 大风的年际变化趋势基本是按照曲线递增至达到峰值后又开始递减的趋势, 期间出现了2个峰值, 并有一个谷值, 其中年际变化趋势的2个峰值分别在2002和2007年, 大风天数远超过了9年来的平均水平, 平均5~6年为一个变化周期, 大风日数呈线性递减趋势。大范围大风日数最多, 平均每季30.2 d, 局部大风仅有8 d, 个别大风仅有6 d。大范围大风日的年际变化最为明显, 有60%的年份距平>20%, 最大的年份距平为2007年, 高达62.3%。

(2) 烟台地区大风的年际变化之大说明该地区在大风盛行季节就有大范围的冷暖空气交换, 而它的强度和发生的次数在每年可能会有比较大的差别, 因而导致不同年份大风发生天数的年份距平差别也比较大。

(3) 在对烟台地区进行大风预报时, 选取了网格点中与烟台站关联的平均分布的5个站点(烟台、福山、海阳、龙口、长岛)进行预报研究, 通过参考文献以及烟台等站点的经验预报, 选取了烟台(121°~115°E、32°~45°N)区域850 hPa与500 hPa间的24 h高度差、850 hPa与500 hPa间的24 h温度差、500 hPa位势高度与冷中心(123°~130°E、40°~47°N)

位势高度值之差、500 hPa温度与冷中心(123°~130°E、40°~47°N)温度最低值之差、500 hPa 24 h最大正变压、最大风速的平均风速、700 hPa 24 h纬向最大温度差、850 hPa 3 h变压8个预报因子作为备用预报因子, 通过对以上因子的显著性检验以及与预报方程的相关性, 剔除相关性较差的因子, 利用逐步回归程序建立了5个站的预报方程并对最后的结果进行了回报检验, 虽然取得了一定的预报效果, 但预报精度比较低, 不是特别的理想。

(3) 在建立预报方程时, 由于本身对大风有影响的因子非常多, 它与海陆地形分布、天气尺度系统以及导致大风产生的各种大气环流形式有关, 且依靠于以往的一些经验预报方法, 所以笔者所选出的8个因子只是影响大风天气的众多气象要素因子中的极小的一部分, 未考虑地形与环流分布且由于自身缺乏预报经验, 所以挑选出的这8个备选因子并不能很全面地代表烟台地区的大风, 故建立的预报方程的准确度就比较低。

(4) 5个预报方程的建立是利用MICAPS地面资料和T213模式下的高空场资料来进行的, 所利用的资料有缺测以及资料上的缺失和一定的缺陷, 给方程的建立带来了不利影响, 并影响到了最后的预报方程准确性。

参考文献

- [1] 田军, 张文瑾, 刘开宇, 等. 郑州机场冬春季大风的分析预报[J]. 云南大学学报, 2007, 29(S1): 173-176.
- [2] 尹尽勇, 刘涛, 张增海, 等. 冬季黄渤海大风天气与渔船风损统计天气[J]. 气象学报, 2009(6): 90-95.
- [3] 李镜汉, 童德仁, 孙绪复. 黄渤海大风事故的统计分析(摘要)——黄渤海大风预报方法探讨之三[J]. 山东气象, 1983(4): 15-18.
- [4] 曹刚锋, 张善君, 朱官忠, 等. 山东天气分析与预报[M]. 北京: 气象出版社, 1987: 250-253.
- [5] 莫永宽, 朱官忠. 春季亚欧环流演变与黄渤海大风[Z]. 中央气象局, 1963.
- [6] 李镜汉, 孙绪复. 一种运用预报程序做冷锋强风预报的方法[Z]. 山东气象局, 1985.
- [7] 山东省气象局. 烟台经验预报汇编[G]. 山东省气象局, 1982: 25-30.

(上接第9355页)

4 结论

检索了CNKI中国期刊全文数据库, 采用文献计量学方法进行统计分析, 可以了解DDT研究的最新动态。近10年DDT的研究趋势较平稳, 主要围绕DDT在工农业生产中的毒性进行相关的研究与控制; 2009年我国全面禁止DDT的生产、流通、使用和进出口, 同时全国新的POPs类物质的不断出现导致了DDT的研究文献缓慢减少。经过多年的研究, 国内的DDT替代技术特别是防污漆的替代产品得到了发展, 目前多所科研机构已研发出无毒无害的防污漆新产品。随着科技水平的发展, 除防污漆之外, 其他领域含有DDT的替代及处理处置, DDT最终将彻底停止使用。

参考文献

- [1] UNEP. The Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants[R]. Stockholm, Sweden, 2001.
- [2] 薛念涛. 畜禽污染防治现状与趋势的文献计量分析[J]. 农业环境科学学报, 2014, 33(3): 429-434.
- [3] 金碧辉, 汪寿阳, 任胜利, 等. 论期刊影响因素与论文学术质量的关系[J]. 中国科技期刊研究, 2000, 11(4): 202-205.
- [4] 中国用于防污漆生产的DDT替代项目[EB/OL]. (2013-12-18) http://afp.china-pops.org/xmjs/201312/t20131218_21300.htm.
- [5] 肖亚丽, 陆雍森, 包存宽. 中国用于防污漆生产的滴滴涕(DDT)替代的社会经济影响评价[C]//黄俊, 王斌, 刘意成. 持久性有机污染物论坛2006暨第一届持久性有机污染物全国学术研讨会论文集. 北京: 中国化学会, 2006.
- [6] 关于组织开展滴滴涕防污漆替代品推广激励资金申报工作的公告[EB/OL]. (2013-12-20) http://afp.china-pops.org/gjdt/201312/t20131220_21314.html.