

一场强对流暴雨的中尺度分析

庄革富¹, 蒋荣复², 曾文慧² (1. 福建省仙游县气象局, 福建仙游 351200; 2. 福建省莆田市气象局, 福建莆田 351100)

摘要 根据自动站观测资料、卫星云图以及新一代天气雷达资料, 结合高低空流场以及各种物理参数的变化等, 对2012年5月15日福建省仙游县出现的午后强对流暴雨大风等中尺度天气过程进行诊断分析。结果表明, 此次强对流暴雨的流场垂直分布比较一般; 低层虽有较强的SW气流, 但尚未达到急流程度; 500 hPa也没有前倾槽, 但200 hPa有比较强的辐散气流; 高低空湿度垂直分布有利于对流不稳定天气的产生, 低层湿度大, 高层湿度小, 上干下湿, 层结不稳定; 从各种物理参数值看, 5月14日20:00测站沙氏指数、对流有效位能Cape及假相当位温等大部分物理参数均有利于强对流天气的产生。

关键词 强对流; 暴雨; 中尺度; 诊断分析

中图分类号 S161.6 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)12-03663-04

受南支槽东移、中低层切变线南压以及低层SW急流等共同影响, 2012年5月15日福建省仙游县出现了强对流天气, 当日14:00~15:00部分乡镇雷电交加, 狂风暴雨。境内金建、鲤城、榜头、九鲤湖和常太等1h雨量达30mm以上, 分别为30.3、30.3、72.0、69.2、40.7mm。与此同时, 金建和盖尾还分别出现8~9级雷雨大风, 其中金建瞬间极大风速达22m/s的偏西大风为最大, 盖尾瞬间极大风速18m/s偏东大风为次之。当日过程降水量九鲤湖达80.9mm, 为最大, 榜头77.9mm为次之。此次强对流暴雨的特点是时间短促、时空分布极为集中, 强风暴呈东北—西南向线性排列, 从莆田市的奥柄、常太到仙游县的九鲤湖、榜头、鲤城、金建, 象一条线划过, 强降水带主要在仙游县境内。笔者利用当日自动站资料、卫星云图及新一代天气雷达资料, 结合高低空流场及各物理参数的变化等, 对此次中尺度天气过程进行诊断分析, 试图揭示此次过程的某些内在特征, 以期为今后此类强对流暴雨预报提供某种借鉴。

1 高空形势分析

暴雨发生前的5月14日20:00, 低层切变线进一步东移南压, 但其南侧SW气流尚未达到急流程度, 而700hPa SW急流开始建立^[1], 500hPa南支槽加深东移靠近, 槽前SW气流继续增强, 副高588gpm线西侧抵近东南沿海, 福建仙游县处在中低层切变线南侧和副高西侧加强的SW气流中(图1a₁、b₁、c₁)。15日08:00, 500hPa南支槽进一步东移靠近; 同时, 中底层处在切变南侧, 底层SW急流开始建立^[2], 测站位于急流附近(图1a₂、b₂、c₂)。15日20:00, 500hPa南支槽东移出海, 中底层SW明显减弱, 急流消失(图1a₃、b₃、c₃)。另外, 5月14日20:00, 在200hPa高空图上(图2), 测站上空有比较强的西北辐散流场, 测站附近的NW气流达16m/s, 抽吸作用比较明显^[3-4], 使得低层气流不断地强烈抬升, 大气更加不稳定。综上所述, 850hPa有较弱的SW气流的辐合扰动, 500hPa为前倾槽, 200hPa为较强的辐散流场, 这是较典型的强对流暴雨天气高低层流场配置。

2 物理量场分析

2.1 稳定度分析

2.1.1 高空风场分布。5月14日20:00, 强降水带附近850hPa为较强SW风(图1a₁), 200hPa为较强NW风(图2), 上冷下暖^[5], 层结不稳定, 有利于对流的发展。

2.1.2 各物理参数分析。根据福州和厦门测站5月14日20:00的探空资料, 可以看出当时福州和厦门的沙氏指数SI分别为-4.12、2.18℃, 可以推测强降水带附近沙氏指数SI为-3.15℃, 说明当时强降水带附近的大气层很不稳定; 福州K指数达38℃, 而厦门的K指数仅27℃, 可以推测强降水带附近K指数32.5℃左右, 比较不稳定; 福州和厦门的对流有效位能Cape分别为2000.8、2035.1J/kg, 仙游县强降水带附近的对流有效位能Cape可测算为2018.0J/Kg。根据有关文献, 当对流有效位能Cape>2000J/Kg时, 发生强对流暴雨的可能性大^[6]。另外, 14日20:00, 福州和厦门的假相当位温 $\Delta\theta_{se}$ 分别为4.9、3.1℃, 说明当时该区域500hPa比850hPa的位温低得多, 测站附近大气层结非常不稳定。

2.2 湿度场分析

2.2.1 暖平流。14日20:00, 测站风向从850hPa到500hPa是明显顺转的, 夹角为90°, 且两者风速大, 说明当时测站上空有很强的暖平流^[7], 层结不稳定。

2.2.2 水汽通量。15日08:00, 850~700hPa测站附近水汽通量大, 尤其是850hPa达12g/(cm·hPa·s), 而500hPa水汽通量较小(图3)。这种上干下湿的水汽通量配置, 使得强降水带附近湿不稳定状态将维持较长的时间。

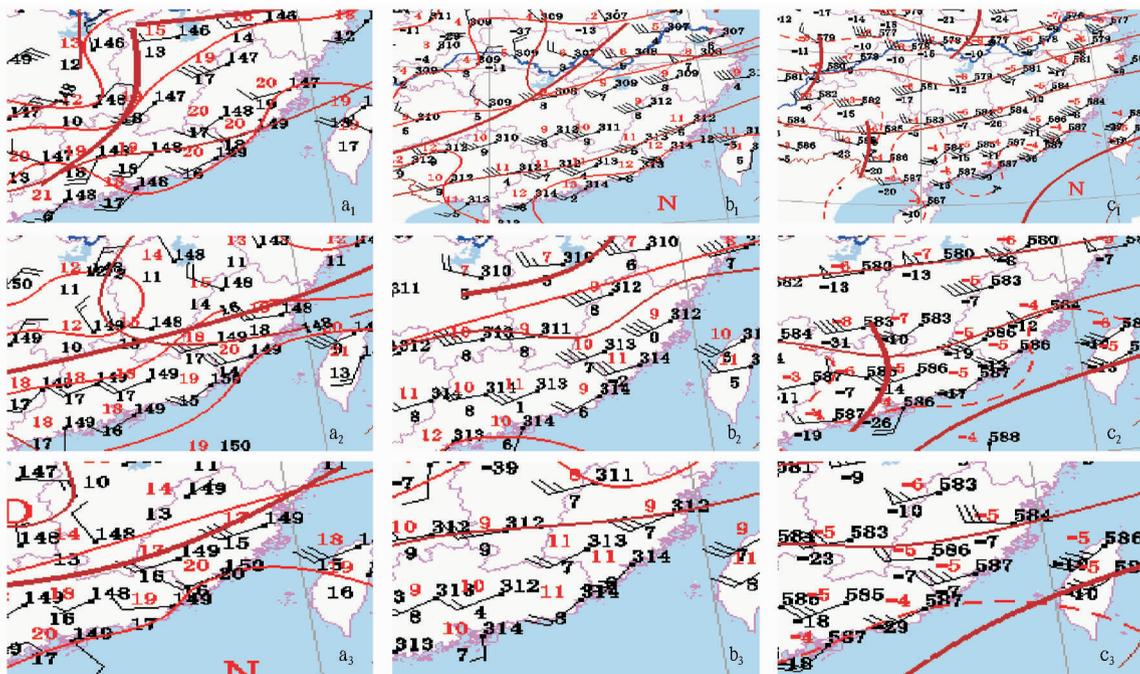
2.2.3 相对湿度。5月14日20:00~15日20:00850hPa有高湿中心自西向东向测站靠拢, 强降水带上空有深厚的湿气流(图4)。

3 天气雷达回波特征

从雷达基本反射率拼图(图5)可以看到, 从5月15日13:04开始, 仙游县东北方向有带状强回波南压, 强回波带强度大多在45~55dBz, 局部超过55~60dBz^[8]。到了15:09左右, 强回波带逐渐移出仙游县, 与上述天气形势的演变基本相符, 当时测站附近有源源不断的SW~NE向的强对流单体——列车效应(MCS)。

作者简介 庄革富(1963-), 男, 福建仙游人, 工程师, 从事短时和短期天气预报、台风暴雨天气和强对流天气预报等研究。

收稿日期 2014-04-11



注:a₁、b₁、c₁ 为 14 日 20:00;a₂、b₂、c₂ 为 15 日 08:00;a₃、b₃、c₃ 为 15 日 20:00。

图 1 2012 年 5 月 14~15 日 850 hPa(a)、700 hPa(b) 和 500 hPa(c) 槽线与切变线实况分析

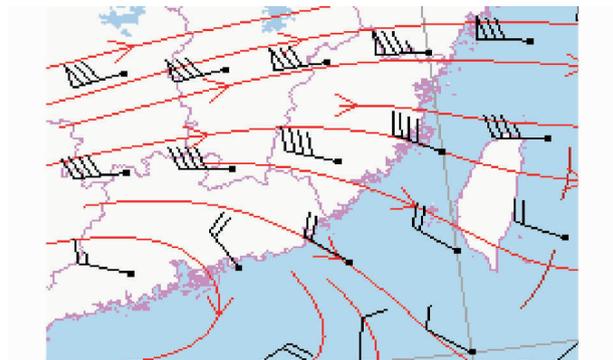


图 2 2012 年 5 月 14 日 20:00 200 hPa 流场

4 卫星云图特征

从卫星云图(图6)可以看出,5月15日08:00~15:00有强对流云团快速东移南压的过程。另外,从卫星水汽图像IR3上(图略)还可以看出,当时测站附近存在短时快速线状的中尺度对流复合体MCC^[9]。

5 降水数值预报产品的释用

根据2012年5月14日20:00~15日20:00 24 h降水数值预报预报产品(图7),中央台当时仙游县降水预报落区为0~5 mm;而日本降水预报也明显偏少,测站附近仅5~10 mm。

6 本站气压的时空分布

5月14日20:00~15日17:00,本站气压最大振幅2.9

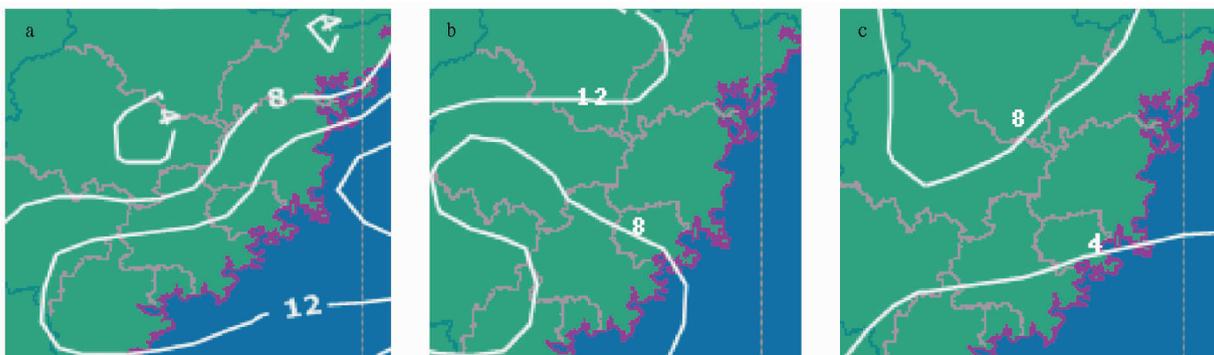


图 3 2012 年 5 月 14 日 20:00 850 hPa(a)、700 hPa(b) 和 500 hPa(c) T639 水汽通量

hPa;15日08:00本站气压最高为999.3 hPa,15日14:00本站气压最低为996.4 hPa,3 h下降2.9 hPa。对此次暴雨的产生有一定的正面意义^[10]。

7 结论与讨论

(1)此次强对流暴雨的流场垂直分布比较一般。低层虽有较强的SW气流,但尚未达到急流程度。500 hPa也没有

前倾槽,但200 hPa有比较强的辐散气流。高低空配置不是很理想,但还是出现了强对流暴雨天气。

(2)高低空湿度垂直分布有利于对流不稳定天气的产生,低层湿度大、高层湿度小,上干下湿,层结不稳定;从各种物理参数值看,5月14日20:00测站沙氏指数、对流有效位能Cape及假相当位温等大部分物理参数均有利于强对流天

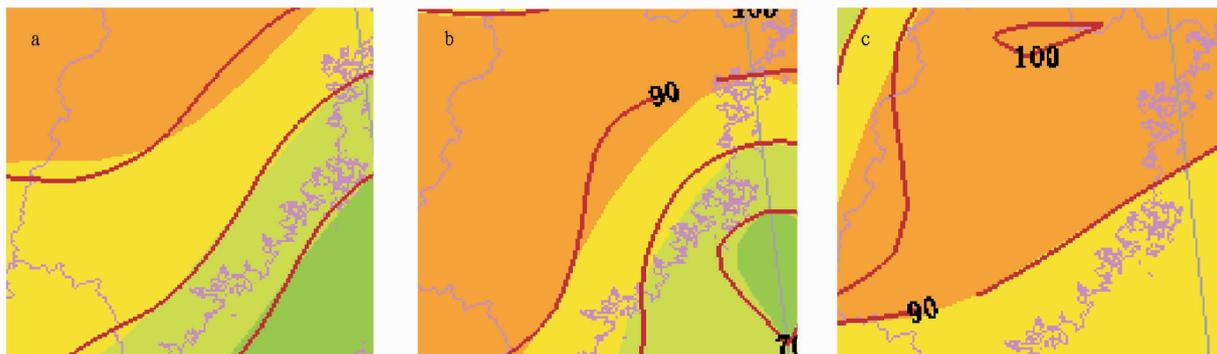
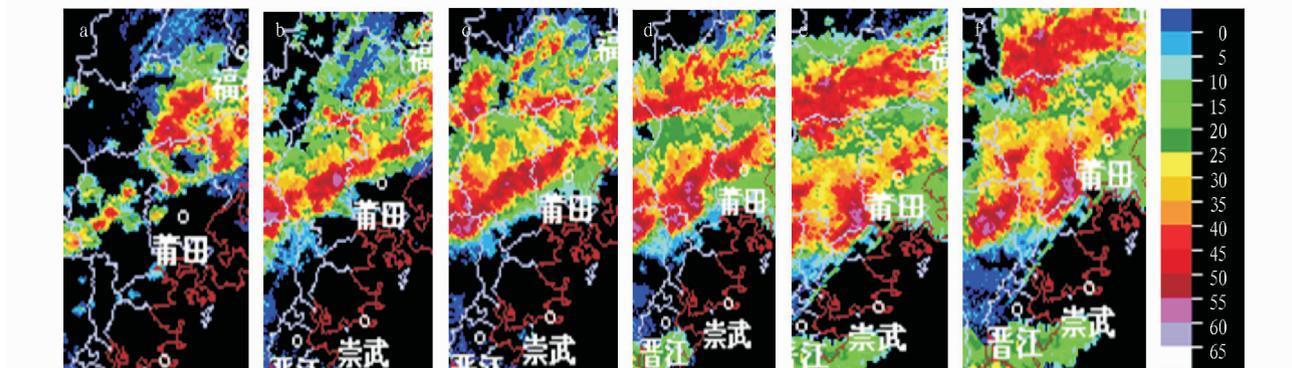


图4 2012年5月14日20:00(a)、15日08:00(b)和15日20:00(c)EC相对湿度分布



注:a. 13:04;b. 13:33;c. 14:09;d. 14:33;e. 14:57;f. 15:09。

图5 2012年5月15日13:04~15:09基本反射率雷达拼图

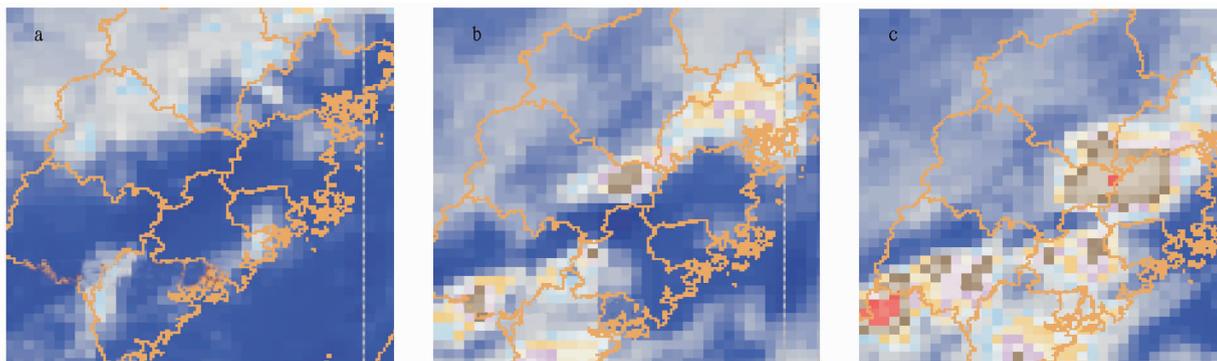


图6 2012年5月15日08:00(a)、14:00(b)、15:00(c)卫星云图

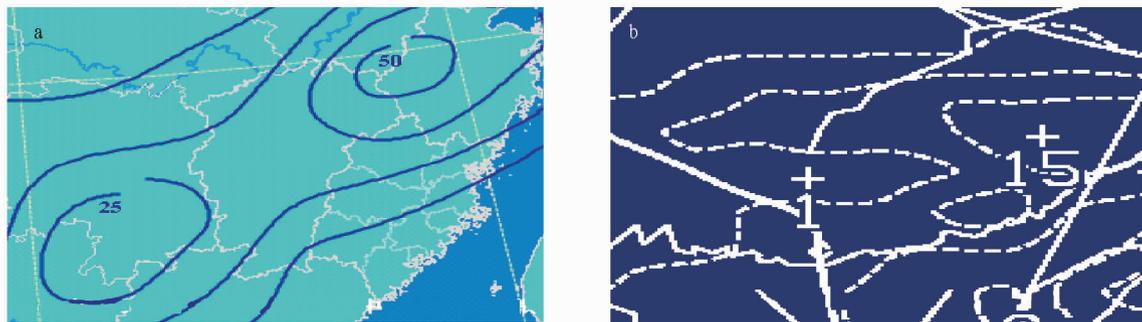


图7 中央台2012年5月14日20:00未来24h降水预报(a)和日本降水预报传真14日08:00未来36h预报(b)

气的产生;此次暴雨范围不大,但比较集中,呈线性分布,尤其是短时强降水非常明显,与上述各种不稳定气象要素的相互综合作用息息相关。

(3)此次强对流暴雨过程本站气压不是太低,但当日

14:00前3h有较明显的负变压。与以往常见的强对流暴雨天气前后本站气压的跳跃式变化有所不同,对以后仙游县此类强对流暴雨预报有一定启示。

参考文献

[1] 艳丽,王秀萍,杨彩云,等.呼和浩特市一次大暴雨天气的湿位涡诊断

- 分析[J]. 内蒙古气象, 2011(2): 9-12.
- [2] 张文龙, 范水勇, 陈敏. 中尺度模式探空资料在北京局地暴雨预报中的应用[J]. 暴雨灾害, 2012(1): 8-14.
- [3] 蒙伟光, 王安宇, 李江南, 等. 华南暴雨中尺度对流系统的形成及湿位涡分析[J]. 大气科学, 2004, 28(3): 330-341.
- [4] 赵培娟, 吴蓁, 职旭. 2010年9月上旬河南一次大暴雨过程诊断与预报分析[J]. 暴雨灾害, 2012(1): 44-51.
- [5] 孙靖, 王建捷. 北京地区一次引发强降水的中尺度对流系统的组织发展特征及成因探讨[J]. 气象, 2010, 36(12): 19-27.

- [6] 师锐, 顾清源, 青泉. 西南低涡与不同系统相互作用形成暴雨的异同特征分析[J]. 高原山地气象研究, 2009, 29(2): 9-18.
- [7] 陈晓燕, 付琼, 岑启林, 等. 黔西南州一次分裂型超级单体风暴环境条件和回波结构分析[J]. 气象, 2011, 37(4): 423-431.
- [8] 寿绍文. 中尺度天气动力学[M]. 北京: 气象出版社, 1993: 119-134.
- [9] 胡波, 杜惠良, 滕卫平, 等. 基于云团特征的短时临近强降水预报技术[J]. 气象, 2009, 35(9): 104-111.
- [10] 郭虎, 段丽, 杨波, 等. 0679 香山局地大暴雨的中小尺度天气分析[J]. 应用气象学报, 2008, 19(3): 265-275.

(上接第 3655 页)

理。海洋环境与行政管理的特殊性充分说明了实施行政管理战略的必要性, 结合目前我国海洋环境污染现状及存在的问题, 提出以下几点建议。

3.1 加强渔业行政执法力度, 提高执法效率 渔业行政执法现在普遍存在着相关部门执法力度不足、效率不高的情况, 造成这些现象的原因包括执法人员自身法律意识欠缺、执法经费不足、各部门之间协调不够, 相互推脱现象、执法装备老旧等。所以, 要加强对执法人员的管理与培训, 提高执法人员的个人素质和执法水平; 国家应积极落实渔政执法经费的落实; 协调好渔业管理各部门各单位之间的关系, 统一监督管理, 不再相互推脱责任; 努力更新渔政执法装备, 与国际接轨, 从而提高执法效率, 维护执法尊严。

3.2 各部门统筹兼顾, 综合执法 各渔政执法部门相互协调的同时, 还要积极共创其他涉及海洋以及海洋环境的部门、企业、研究所、学校的配合协作。加强海洋环境保护的宣传教育工作, 宣传国家海洋环境保护的相关法律法规, 努力接受群众的监督, 提高社会的海洋环保意识和法律观念, 让人们意识到海洋环境保护是每个人、每个单位、每个部门应尽的责任。同时也可以利用研究所和学校的资源对海洋环境污染进行深入的研究来提供理论支持, 利用企业的资源对海洋环境保护提供坚实的技术支持。使得执法不再是单一部门的事情, 不再是单纯的执法, 而是一种大家共同努力、综合管理的方式。

3.3 海洋环境的定期评估, 防范于未然 对于海洋环境污染的发现与治理往往存在着滞后性, 然而, 发生在海洋中的污染如果不及时发现又会造成很大甚至无法补救的损失。所以, 对海洋环境进行定期评估是很有必要的, 它有利于我们实时关注着各种污染隐患的发展, 防范于未然。目前我国有专门为海洋检测发射的海洋卫星系列以及风云气象卫星系列和北斗定位卫星等, 通过这些卫星全天时全天候的监测, 可以对海洋赤潮以及海油泄漏这类大范围影响海洋环境的污染进行及时的监控。但对于一些其他的污染, 如工厂废水排放、船舶油污污染、沿海居民生活垃圾等, 还必须要求工作人员定期监测检查, 制定每个环境影响因子的评估报告。严格查处污染严重的单位及个人。对于船舶, 每年的定期审查要格外严格, 对于污染严重的船舶进行维护, 严重的采取淘汰。对污染比较重的河口、海湾和石油勘探开发海域重点

监测。

3.4 出台优惠政策, 发展海洋环境保护产业 既然在实际生活和生产中不可避免地产生大量危害海洋环境的污染物, 国家应该鼓励并支持海洋环境保护产业的发展。如配合海水淡化工程的晒盐厂, 有利于减少高浓度海水对附近海域渔业生态环境的影响。国内目前食用盐以内陆矿盐的比例居多。一旦海盐工艺得以精进, 完全确立海盐在食用盐中的主体地位也并非不可能。此外, 国内外很多关于人工鱼礁和渔业牧场研究也很热门。通过改善海底本身的环境让养殖业更加自然安全本身就是一种环保的理念。比起近海网箱及围网养殖来说, 减少了人工饲料、农药的大量投入, 对海洋环境本身也是有利的。在污染源集中的港口河口附近, 建立污水处理厂。船舶配备更高效的自净装置。这些措施再结合海洋本身的自净能力, 可使得污染最小化。

3.5 海洋污染应急措施必须及时有效 《中华人民共和国渔业法》中规定, 国家对渔业的监督管理, 实行统一领导、分级管理^[12]。正是由于分级管理, 每当出现突发性事故的时候, 在未得到上级指示之前, 错过了最好的治理时机。渔业行政部门应该事先制定各种紧急预案和应急措施, 以防突发情况的发生, 将损失减少到最低。

参考文献

- [1] 毕建国, 段志霞. 我国海洋渔业生态环境污染及治理对策[J]. 中国渔业经济, 2008(2): 16-21.
- [2] 易晓蕾. 我国海洋赤潮管理与减灾——加强赤潮管理, 保障海洋经济可持续发展[J]. 海洋通报, 2003, 22(4): 55-59.
- [3] 蔡成翔, 焦淑菲, 尹艳镇. 我国近岸海域石油污染现状及其防治措施[J]. 化工技术与开发, 2012, 41(8): 14-17.
- [4] 王麒杰, 竺柏康. 舟山港口石油类海洋污染的调查和防治[J]. 浙江海洋学院学报, 2013, 32(2): 173-177.
- [5] 王宇飞. 基于海洋经济战略的宁波—舟山港核心港区水上交通安全研究[J]. 中国水运, 2013, 13(1): 38-40.
- [6] 舟山市海洋与渔业局. 2011年舟山市海洋环境公报[R]. 2011.
- [7] 大慧小惠. 中国海洋垃圾的现状[J]. 海洋世界, 2012(5): 23-25.
- [8] 周颖, 钟昌标. 近海养殖对海洋渔业环境的影响分析[J]. 渔业经济研究, 2008(6): 11-17.
- [9] 贺亮, 范必威. 海洋环境中的重金属及其对海洋生物的影响[J]. 广州化学, 2006, 31(3): 63-68.
- [10] 夏娜娜, 王军, 史云娣, 等. 海洋重金属污染防治的对策研究[J]. 资源与环境, 2012, 22(5): 343-346.
- [11] 毛达. 海洋垃圾污染及其治理的历史演变[J]. 云南师范大学学报, 2010, 42(6): 56-65.
- [12] 张建华. 新形势下中国渔业行政管理体制改革初探[J]. 中国渔业经济, 2002(5): 19-21.