

长三角地区生态环境保护形势、问题与建议

张 慧,高吉喜,宫继萍,张毅敏

(环境保护部南京环境科学研究所,江苏南京 210042)

摘要:作为区域经济一体化下的“世界制造业基地”,中国的长三角地区在实现经济持续快速增长的同时也存在区域性的生态失衡问题。主要表现为:景观格局变化剧烈、区域性大气污染显著、区域水环境质量堪忧、土壤重金属污染严重等。结合长三角地区生态环境形势,在分析成因的基础上,从构建生态安全格局、产业结构优化、实现环境治理多元主体的行为生态化、生态共建环境共治、强化源头治理、加强生态文明规划的基础保障等方面提出了以环境质量为导向的生态城市建设路径与方式,改善城市化进程所带来的环境压力,促进生态可持续发展。

关键词:生态环境;调控机制;保护对策;长三角地区

中图分类号:X321 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-2404(2017)79-0003-07

引言

长三角城市群地处亚热带中北部、中国东部沿海地区与长江流域的结合部,覆盖上海及江苏、浙江、安徽部分地级市(26市),2015年,区域土地总面积21.17万 km^2 ,约占全国的2.21%;总人口1.5亿人,约占全国的10.98%;GDP总量约占全国的20.02。上世纪九十年代以来,长三角地区作为“世界制造业基地”和国际化、工业化与城市化发展标兵、世界第六大城市群、中国城镇分布密度最高、经济发展最具活力的地区之一,在成为中国区域经济一体化发展典范的同时,景观格局变化剧烈、大气污染显著、水环境质量堪忧、土壤重金属污染严重,整体生态环境恶化等问题日益严重。区域性的生态失衡,致使生态危机频发。诸如,城市都市圈的酸雨区规模扩大、无锡与太湖的蓝藻大爆发、江浙高新技术重污染区的“三致”效应(致突变、致畸和致癌)、空气中的PM_{2.5}污染愈演愈烈、江浙沪“水质性缺水”以及长三角流域跨界水体污染等大量出现(宋建波等,2010;孙克强等,2011)。毋庸置疑,粗放的生产方式与资源能源的过度消费方式,导致了长三角地区自然力(生物与非生物资源)的衰竭。近年来区

域性、流域性环境污染和生态破坏问题也日益突出。由于存在行政管理的壁垒,区域内各城市的环境保护与管理各自为政,互不相干,呈“倒一体化”特征(曹卫东等,2012)。因此,需要加强长三角区域协调统一的管理,推动生态共建环境共治,优化长三角地区的产业结构,并推进生态文明建设。

1 长三角地区生态环境形势分析

1.1 景观格局变化剧烈

1990年-2010年,长三角地区经历了快速城市化过程,土地利用变化强度大。1990年-2000年,区域耕地面积流失总量为4040 km^2 ,其中3329 km^2 转变为建设用地,560 km^2 转变为林地,437 km^2 转变为水体;按年均流失速率评估,上海、南京、苏州、无锡、常州、杭州、宁波的市辖区,是耕地流失现象最为严重的区域。区域建设用地面积为19431 km^2 ,较1990年增长1.94%,增长量为3393 km^2 ,其中96.0%来自对耕地资源的占用。2000年-2010年,耕地流失状况更趋严重。2010年,区域耕地总量首度降至 $1.0\times 10^5\text{km}^2$ 以下,为 $9.3\times 10^5\text{km}^2$,分别较1990年、2000年减少11.99%、8.50%,流失量高达8668 km^2 ,其中8456 km^2 转为建设用地,845 km^2 转为林地,1158 km^2 转为水体。按年均流失速率划分,上海-南京轴、上海-杭州轴、杭州-宁波轴沿线均为耕地流失严重区,同时浙江金华、温州的耕地流失强度也有显著提高(杨芳等,2012)。

1.2 区域性大气污染显著

大气污染一体化和同步化趋势较为突出。根据环境保护部发布的《2015年中国环境状况公报》,

收稿日期:2017-04-10

作者简介:张慧,研究员,主要从事遥感技术与应用、生态承载力和生态安全、生态文明建设规划、生态环境影响评价等方面的研究;高吉喜,所长,主要从事生态环境科学等方面的研究;宫继萍,助理研究员,主要从事城市生态环境评价、城市总体规划等方面的研究;张毅敏,研究员,主要从事水污染控制与面源污染控制、流域水体生态修复、饮用水源保护、富营养化控制等方面的研究。

2015年长三角地区25个地级以上城市达标天数比例在61.5%~90.8%之间,平均仅为72.1%,平均超标天数比例为27.9%,其中轻度污染、中度污染、重度污染和严重污染天数比例分别为20.9%、4.6%、2.3%和0.1%。25个城市中,仅有6个城市达标天数比例在80%~100%之间,19个城市达标天数比例在50%~80%之间。超标天数中以PM_{2.5}为首要污染物的天数最多,占超标天数的57.5%;其次是O₃和PM₁₀,分别占37.2%和3.6%。有24个城市PM_{2.5}超标;19个城市PM₁₀超标;12个城市NO₂超标;16个城市O₃超标。可以看出,长三角的大气污染已随着城市群的扩张由局地污染演变为区域性、复合型特征。

秋冬季节灰霾污染事件频现。由于区域较高的大气污染物排放强度和排放密度,区域PM_{2.5}浓度水平总体较高。在秋冬季节不利气象条件作用下,灰霾污染事件频发(王春梅等,2016)。尤其是2013年1月,中国中东部地区出现长时间、大范围、高强度的灰霾天气,污染面积达130万平方公里。其间,上海、南京和杭州大气PM_{2.5}日均浓度超标达20~25天(王跃思等,2014)。2013年12月初,中国中东部地区再次遭受长时间大范围严重大气污染的袭击,长三角区域成为整个污染事件的重灾区,南京、杭州、上海等多个城市大气中PM_{2.5}最大小时浓度超过600微克/立方米,空气污染达到严重污染水平(上海市环境科学研究院课题组,2016)。

夏秋季节臭氧污染现象突出。城市化、工业化、机动化的高速推进以及大气活性物质的大量排放,使得长三角沿海城市群在夏秋季节面临严峻的以高浓度臭氧为典型特征的光化学污染问题(易睿等,2015)。2013年夏季,在副热带高压控制下,上海、杭州、苏州、宁波、南通、嘉兴、湖州等城市连续出现大范围高浓度臭氧污染,臭氧最大小时浓度超过400微克/立方米,是国家二级空气质量1小时浓度标准限值(200微克/立方米)的2倍之多。其中有29天臭氧日最大小时浓度超过二级标准,累计超标小时数长达177小时。以日最大8小时浓度计,共有22天臭氧最大8小时浓度超过二级标准限值(160微克/立方米)。根据环保部发布的实时空气质量监测数据,上海及周边城市(杭州、湖州、嘉兴、宁波、舟山、苏州、南通)光化学污染具有较强的区域同步性。

长江三角洲地区酸雨严重,降雨酸度值偏低,有较大面积属于国家酸雨控制区。2015年,江苏全省省辖城市酸雨年均pH值为4.87,酸雨率28.3%(江苏省环境保护厅,2015);浙江省69个县级以上城市中有66个被酸雨覆盖(浙江省环保厅,2015);上海全市降水pH平均值为5.07,酸雨率为60.8%(上海市环境保护局,2015);安徽省平均酸雨频率为8.1%,8个城市出现酸雨,全省平均降水pH年均值为5.90(安徽省环境保护厅,2015)。

1.3 区域水环境质量堪忧

长三角区域内河湖众多,水网密布。近几年的监测数据显示,长三角地区太湖流域、长江下游段、钱塘江某些河段等水体都受到了不同程度的污染,以太湖最为严重(韩龙飞等,2015)。2015年,太湖湖体总体水质处于Ⅳ类(不计总氮)。其主要污染指标为总磷、总氮;共监测到蓝藻聚集现象91次。利用太湖流域水质自动监控系统监测数据,以高锰酸盐指数、总磷和氨氮三项指标评价,2015年,15条主要入湖河流中,有7条河流水质符合Ⅲ类,占46.7%;其余8条河流水质均为Ⅳ类,占53.3%(江苏省环境保护厅,2015)。江苏省近岸海域Ⅳ类、Ⅴ类和劣Ⅴ类断面比例分别为45.2%、9.7%和16.1%(杭小帅等,2013)。地下水污染造成的环境问题同样突出,但治污能力仍然不够。上海、苏锡常地区、杭嘉湖地区因地下水超采,形成大面积地下水位降落漏斗,破坏了区域性地下水采补平衡,危及地下水的可持续利用。区域水资源量严重不足,生态需水无法保证,城市化的快速进程使得生态保护用地不断被占用。沿江重大环境风险源点多复杂:沿江大量化工园区、危险货物码头以及流动风险源,都是重大环境风险源,严重威胁着长江的水安全。水生态健康状态堪忧,生态服务功能逐年下降;水源涵养林原生植被极少;湖荡湿地面积锐减,水生植物衰退,污染物拦截与净化能力下降;河湖水系连通受阻,河滨带生境破碎,水生植被结构失衡;蓄水位以上岸滩生态系统几乎均被破坏,湖滨带生态环境结构破坏严重。水源水质污染持续,复合污染问题更为突出,资源性缺水问题凸显,造成区域饮用水安全问题。

1.4 土壤重金属污染严重

化肥农药再加上工业有害物质的超标排放,导致土壤污染,造成各类农产品的有毒物质含量时有检出,长三角重金属污染已由点状、局部,发展成面

上、区域性的污染。长江三角洲地区土壤受到 Cd、Pb、Cr、Cu 和 Zn 污染,其中 Cd 污染最为严重,土壤污染程度依次为:环太湖地区>浙江南部地区>沿江区域,城市直辖市>县级城镇及农村(Xiao et al., 2010)。浙江省主要产粮区的杭嘉湖平原也出现了土壤重金属污染问题,且随着工业化和城市化的快速发展,污染水平仍在加剧(Liu et al., 2006)。南京城市土壤受到不同程度的 Cu、Pb、Zn、Sb、Hg 和 Cd 污染,其中 Hg 污染最为严重,Hg、Cd 和 Pb 主要来源于城市燃煤、机动车尾气及工厂排放粉尘,Sb 主要来源于机动车尾气和工厂排放粉尘,且南京城市土壤 Hg、Cd、Pb 和 Sb 含量空间分布规律十分相似,均表现为城市外围向市中心逐渐增加的趋势(黄顺生等,2007)。邵学新等(2008)对张家港市土壤中重金属 Cd、Hg、Pb、Cu、As 和 Cr 的污染进行了评价,结果发现,土壤已受到人为活动的影响,6 种重金属皆出现了富集,部分样点 Hg、Cu 和 Cd 出现了超标。武攀峰等(2008)研究表明,南通市农田表层土壤中 Cu、Pb、Cr、As、Hg 含量均已超过了其背景值,Pb 污染最为严重,且地域性差异较大。钟晓兰等(2007)对太仓市表层土壤重金属进行了研究,结果表明,除 Cd、Cr 和 Pb 略低于背景值外,其他重金属均高于背景值,尤其以 As 污染最严重,样点超标率达 98%,且土壤重金属复合污染较为严重。

由此可知,当前长江三角洲地区土壤重金属污染也日趋复杂化,由单一的重金属污染向多种重金属转变,形成了复合型的土壤重金属污染,并与其他类型的污染物形成混合型的土壤污染。土壤重金属污染范围逐渐扩大化,表现出由城郊向农村延伸、由局部到区域的污染态势。同时,该地区土壤的酸化,也进一步加重了土壤重金属的环境风险(杭小帅等,2013)。

2 长三角地区生态环境问题的成因分析

2.1 城市建设无序扩张,导致生态空间不断受到侵蚀

城市建设无序蔓延,空间利用效率不高。2013 年长三角城市群建设用地总规模达到 36 153 平方公里,国土开发强度达到 17.1%,高于日本太平洋沿岸城市群 15%的水平,后续建设空间潜力不足。上海开发强度高达 36%,远超过法国大巴黎地区的 21%、英国大伦敦地区的 24%。粗放式、无节制的过

度开发,新城新区、开发区和工业园区占地过大,导致基本农田和绿色生态空间减少过快过多,严重影响区域国土空间的整体结构和利用效率。生态系统功能退化,环境质量趋于恶化。生态空间被大量蚕食,区域碳收支平衡能力日益下降。

2.2 产业结构与布局不尽合理,导致环境污染日趋严重

长三角地区第一产业比重逐年降低,第二产业占主导地位,第三产业发展相对滞后。第一产业内部种植业以传统种植模式为主,农田肥料投放量大,利用率低,氮磷流失严重;畜禽养殖业养殖模式不尽合理,排污严重。第二产业内部结构和布局不尽合理,传统高污染行业比重偏高。流动人口大量聚集,人口密度偏高,环境资源不堪重负。

区域经济增长迅速,但经济增长方式仍未根本转变。传统高污染行业如印染、造纸、化工、酿造等在工业中仍占较高份额,高新技术产业和服务业比重仍然相对较小。区域产业发展的过程中,产业结构和布局未得到很好规划,部分地区尤其是村镇一级,高能耗高污染化工、印染等行业依然是支柱产业,区域并未真正形成优化的经济发展模式。

区域循环经济产业发展不足,清洁生产程度不高,企业污染治理能力距离治理要求还有很大差距。区域环境污染控制和环境执法能力还不能满足环境管理工作的要求,部分地区有法不依、执法不严现象较为突出,环境违法处罚力度不够。企业偷排,超标排放等违法行为还时有发生,环境“守法成本高,违法成本低”的问题还没有得到有效解决。

长三角地区城镇化仍处于加速阶段,由于城市人口的不断增多以及随着人均收入的提高个人和家庭消费不断增多,城镇生活污水排放量越来越大。但城镇生活污水收集及处理率低,城镇生活污染未得到有效控制。污水处理厂建设规模未充分考虑人口迅速增加、城镇规模扩大等因素,污水收集管网建设总体滞后,厂区、管网不配套现象比较普遍,部分已建污水处理厂还未充分发挥应有的处理能力。村镇生活垃圾收运体系建设滞后,部分城市垃圾无害化处理能力不足,城镇污水处理厂污泥规范化处置尚比较薄弱。

2.3 农业面源污染突出,加重区域生态环境负担

除点源污染以外,区域农业面源污染日益凸显,面源污染负荷占总污染负荷的比重呈现增加趋势。

近年,在耕地面积逐渐减少的情况下,为了保持粮食稳产高产,高投入、高产出成为区域种植业的显著特点,化肥施用量持续增加,导致了高强度的氮磷排放。在耕地面积显著减少和复种指数明显下降的情况下,近20年化肥总用量提高了2倍多;畜禽养殖业集约化养殖规模正逐年加大,但布局不尽合理,部分养殖场建在人口稠密、交通方便和水源充沛的地方,离居民区或水源地较近,同时缺乏必要的环保配套设施,产生的畜禽粪便不能得到及时有效处理。农村生活垃圾和生活污水的排放量也越来越大。但面源污染涉及范围大、控制困难,不利于区域生态环境的整体改善。

2.4 多种污染源复合,导致土壤重金属含量高

在长江三角洲地区,工业污染为土壤重金属污染的主要污染源,尤其是一些典型工业污染源排放的重金属污染物,如电镀、工矿、冶炼、电子、医药和油漆等行业产生的重金属污染物,局部重金属污染一般较为严重,并随着时间延伸污染程度呈上升趋势,并引起部分农产品中重金属超标(柳云龙等,2012)。由于长江三角洲地区土地资源有限,人口众多,为高强度耕作制度,大量施用农药和化肥,因而由农业带来的土壤重金属污染也不容忽视。在长江三角洲地区,道路密集交通发达,无论是车辆数还是车流量都有大幅增长。因此,短期内交通运输业引起的土壤重金属污染不但得不到缓解,反而呈加剧趋势,仍将是长江三角洲地区土壤重金属的一个重要来源。

2.5 区协调机制不健全,导致区域监管难度大

目前长三角跨界区流域共同的上一级政府未建立环境纠纷协调处置机制,相关部门间未形成纠纷协调处置联动机制,同一纠纷多个部门分别协调未形成合力。流域跨界区作为流域的特殊区域,在环境协调管理上尚没针对性强、行之有效的法规作为重要管理手段。例如长期以来,跨界区域功能区划的权威性不强,而且国家区域功能定位分属不同部门牵头实施,不同功能区产业定位也缺乏强制性手段。因此,需从国家层面制定生态功能区划法,明确生态功能区划定的法律地位、划分原则、责任主体、法律责任及执法主体,对违背功能区划的经济发展行为予以追究责任。此外,流域环境管理还应从法规角度上对环境质量标准、环境污染纠纷协调处置机制、生态资源跨行政单元的分配、生态补偿等进一

步界定和明确。基于生态安全的长期、实时监控、预警的研究和应用还非常薄弱,监视技术和网络尚未形成体系,环境和生态管理涉及多部门职责交叉,信息资源分散,由此导致在重大环境污染事件发生前缺乏科学预警及有效控制,在事件发生时不能对其生态环境风险做出迅速、科学和有针对性的判断,致使污染事件的影响扩大、风险增加,而在事件发生后不能及时吸取经验教训,导致重大环境污染事件持续对区域的生产、生活和社会经济造成重大损失。

3 生态环境保护建议

3.1 严守生态保护红线,构建生态安全格局

严格保护重要生态空间。贯彻落实国家主体功能区制度,划定生态保护红线,加强生态红线区域保护,确保面积不减少、性质不改变、生态功能不降低。加强自然保护区、水产种质资源保护区的生态建设和修复,维护生物多样性。严格保护沿江、湖泊、山区水库等饮用水水源保护区和清水通道,研究建立太湖流域生态保护补偿机制,保障饮用水安全。全面加强森林公园、重要湿地、天然林保护,提升水源涵养和水土保持功能。加强风景名胜、地质遗迹保护区管控力度,维护自然和文化遗产原真性和完整性。严格控制蓄滞洪区及其他生态敏感区域人工景观建设。严格保护重要滨海湿地、重要河口、重要砂质岸线及沙源保护海域、特殊保护海岛及重要渔业海域。严格控制特大城市和大城市的建设用地规模,发挥永久基本农田作为城市实体开发边界作用。

3.2 调整产业结构,推动产业绿色转型

通过优化区域社会经济发展模式,调整区域产业结构,从源头上控制整个区域的污染物排放量。在对产业结构优化时,要继续推进产业结构向高层次发展并且注重各次产业内部结构的调整。发展生态农业、生态工业、生态服务业,通过物联网和互联网技术,发掘能量物料信息、积极搭建生态链网,构建复合型循环产业链,构建区域产业共生网络,建成产业共生、政府与企业互动的信息服务与交流平台,推进产品生产、加工、营销、服务相配套,减少区域废物排放,促进资源高效利用。

3.3 强化源头治理,严防区域环境风险

加大污染源工程治理的措施与力度,通过多技术手段对区域工业点源、城镇污染、村落污水、畜禽粪便、农田径流等进行治理。严格防范区域环境风

险。强化重点行业安全治理,加强危险化学品监管,建立管控清单,重点针对排放重金属、危险废物、持久性有机污染物和生产使用危险化学品的企业和地区开展突发环境事件风险评估。提高环境安全监管、风险预警和应急处理能力。落实企业主体责任、部门监管责任、党委和政府领导责任,加快健全隐患排查治理体系、风险预防控制体系和社会共治体系,依法严惩安全生产领域失职渎职行为,确保人民群众生命财产安全。

3.4 完善区域协作机制,推动联防联控

深化跨区域水污染联防联控。以改善水质、保护水系为目标,建立水污染防治倒逼机制。在江河源头、饮用水水源保护区及其上游严禁发展高风险、高污染产业。进一步优化畜禽养殖布局 and 合理控制养殖规模,大力推进畜禽养殖污染治理和资源化利用工程建设。对造纸、印刷、农副产品加工、农药等重点行业实施清洁化改造,加强长江、钱塘江、京杭大运河、太湖、巢湖等的水环境综合治理,完善区域水污染防治联动协作机制。实施跨界河流断面达标保障金制度。

联手防治大气环境污染。完善长三角区域大气污染防治协作机制,统筹协调解决大气环境问题。优化区域能源消费结构,积极有序发展清洁能源,全面推进煤炭清洁利用,加快产业布局结构优化调整,提升区域落后产能淘汰标准,推进重点行业产业升级换代。加快钢铁、水泥等重点行业及燃煤锅炉脱硫、脱硝、除尘改造,确保达标排放。推进石化、包装印刷、涂料生产等重点行业挥发性有机物污染治理。加大黄标车和老旧车辆淘汰力度。

全面开展土壤污染防治。坚持以防为主,点治片控面防相结合,加快治理场地污染和耕地污染。制定长三角土壤环境质量标准体系,建立污染土地管控治理清单。搬迁关停工业企业改造过程中应当开展场地环境调查和风险评估,防范二次污染和次生突发环境事件。集中力量治理耕地污染和大中城市周边、重污染工矿企业、集中污染治理设施周边、重金属污染防治重点区域、集中式饮用水源地周边、废弃物堆存场地的土壤污染。对水、大气、土壤实行协同污染治理,严格项目准入制度,从源头上解决土壤环境污染问题。

3.5 深化生态文明制度建设

建立目标责任制。在政府的统一领导下,各部

门和各行业主管部门需制定具体的推进生态文明建设的实施计划,精心组织落实各项工作。实行生态文明建设一把手负责制和目标责任制,将生态文明建设的目标考核、领导考评及社会评价纳入长三角地区综合考评体系,设立考核指标体系,考虑不同市县发展的差异性。建立绩效考核的评估反馈机制,重点对规划目标、资金投入及重点工程的实施情况跟踪反馈,形成评估报告。

实施监督管理制度。明确社会各阶层在生态文明建设创建过程中的职责和任务,加强人大、政协对生态文明建设重点工程实施情况定期监督,强化社会监督机制,健全群众监督举报制度。充分发挥新闻媒介的舆论监督作用,将生态保护与建设的先进事例进行报道和表扬,对有悖于生态保护与建设要求的事情公开曝光。

制定金融、税收调节政策。鼓励发展生态产业、环境保护和生态建设项目,并提供优惠资金支持政策。对生态产业、生态旅游资源开发、基本农田保护、绿色产品、秸秆综合利用、畜禽类粪便资源化以及生态恢复治理,实行必要的金融、税收优惠政策。对污染物排放量大的企业和对环境造成严重破坏影响的产品提高其税收,限制其生产。运用消费政策引导社会绿色消费,通过经济措施减少环境污染类商品的消费数量。

3.6 加强生态文明建设的科技、人才、资金保障

强化环境保护基础研究。完善环境科技研究体系和创新环境,加强长三角生态系统服务、生态环境承载力评估、生态安全阈值、大气、水环境容量动态预测等基础理论研究,促进环境科技工作由“跟踪应急型”向“先导创新型”的转变,为生态环境保护、环境管理、环境监测、污染防治、监督执法等提供坚实的理论依据。加强生态文明建设先进技术的引进、推广。积极开发、引进清洁生产、生态环境保护、资源综合利用与废弃物资源化、生态产业等方面的各类新技术、新工艺、新产品。

加强专业队伍的建设。建立一套有利于专业人才培养和使用的激励机制,创建和完善科学的专业人才引进和培养制度。建立专项基金,引进生态文明建设所需的各类高科技人才。同时加强对从事生态环境保护、生态经济建设专职人员的技术培训,培养一支懂业务、善协调、会管理的生态文明建设专业队伍。

加大生态文明建设的投入,制定政府主导、企业与社会共担、投入与效益共享的资金筹措与融合的渠道,坚持以计划和市场相结合的手段,建立多元化的投融资机制,鼓励社会资金转向生态文明建设领域。吸引和鼓励社会资本及外资参与生态文明重大工程项目的建设。设立生态环境补偿专项资金。要按照价值规律和“谁利用,谁补偿”的原则,完善有关经济政策,建立生态环境补偿基金,逐步实施区域间生态补偿。加强资金的监管力度。做好资金的来源、资金使用的申请和审核,资金使用过程的监督,资金使用效率的审核与检查和资金使用失误的责任追究等工作。

参考文献

- [1] Xiao J. Q., Yuan X. Y., Li J. Z. Characteristics and transformation of heavy metal pollution in soil and rice of Yangtze River Delta Region[J]. *Agricultural Science & Technology*, 2010: 148-151, 163.
- [2] Xingmei, Wu Jianjun, Xu Jianming. Characterizing the risk assessment of heavy metals and sampling uncertainty analysis in paddy field by geostatistics and GIS[J]. *Environmental Pollution*, 2006, 141(2): 257-264.
- [3] 安徽省环境保护厅.安徽省环境状况公报[Z].2015.
- [4] 曹卫东,王梅,赵海霞.长三角区域一体化的环境效应研究进展[J]. *长江流域资源与环境*, 2012, 21(12): 1427-1433.
- [5] 高广阔,郭毯,吴世昌.长三角地区生态补偿与产业结构优化研究[J]. *上海经济研究*, 2016(6): 73-85.
- [6] 韩飞龙,许有鹏,杨柳,邓晓军,胡春生,徐光来.近50年长三角地区水系时空变化及其驱动机制[J]. *地理学报*, 2015, 70(5): 819-827.
- [7] 杭小帅,王火焰,周健民.长江三角洲地区土壤重金属污染的防治与调控[J]. *土壤通报*, 2013(1): 245-251.
- [8] 黄顺生,吴新民,颜朝阳,金洋,毕葵森,翁志华.南京城市土壤重金属含量及空间分布特征[J]. *城市环境与城市生态*, 2007(2): 1-4.
- [9] 江苏省环境保护厅.江苏省环境状况公报[Z].2015.
- [10] 刘珊珊,张勇,龚淑云,于开宁,林曼曼,毕世普.长江三角洲经济区海域沉积物重金属分布特征及环境质量评价[J]. *海洋地质与第四纪地质*, 2013(5): 63-71.
- [11] 柳云龙,章立佳,韩晓非,庄腾飞,施振香,卢小遮.上海城市样带土壤重金属空间变异特征及污染评价[J]. *环境科学*, 2012, 33(2): 599-605.
- [12] 上海市环境保护局.上海市环境状况公报[Z].2015.
- [13] 上海市环境科学研究院课题组,李莉.深化长三角区域大气污染防治联动研究[J]. *科学发展*, 2016(2): 76-85.
- [14] 邵学新,黄标,赵永存,孙维侠,严连香,顾志权,钱卫飞.长江三角洲典型地区土壤中重金属的污染评价[J]. *环境化学*, 2008, 27(2): 218-221.
- [15] 宋建波,武春友.城市化与生态环境协调发展评价研究——以长江三角洲城市群为例[J]. *中国软科学*, 2010(2): 78-87.
- [16] 孙克强.长三角生态环境存在的突出问题[J]. 2011: 741-744.
- [17] 王春梅,叶春明.长三角地区重雾霾污染的溢出效应[J]. *城市环境与城市生态*, 2016(4): 7-11.
- [18] 王跃思,姚利,王莉莉,刘子锐,吉东生.2013年元月我国中东部地区强霾污染成因分析[J]. *中国科学:地球科学*, 2014, 44(1): 15-26.
- [19] 吴新民,李恋卿,潘根兴,居玉芬,姜海洋.南京市不同功能城区土壤中重金属 Cu、Zn、Pb 和 Cd 的污染特征[J]. *环境科学*, 2003, 24(3): 105-111.
- [20] 武攀峰,吴为.长江下游典型滨海地区农业土壤重金属污染特征[J]. *中国环境监测*, 2008, 24(1): 71-74.
- [21] 杨芳,潘晨,贾文晓,刘敏,义白璐,象伟宁.长三角地区生态环境与城市化发展的区域分异性研究[J]. *长江流域资源与环境*, 2015, 24(7): 1094-1101.
- [22] 易睿,王亚林,张殷俊,史宇,李名升.长江三角洲地区城市臭氧污染特征与影响因素分析[J]. *环境科学学报*, 2015, 35(8): 2370-2377.
- [23] 浙江省环保厅.2015年浙江省环境状况公报[Z].2015.
- [24] 钟晓兰,周生路,李江涛,赵其国.长江三角洲地区土壤重金属污染的空间变异特征——以江苏省太仓市为例[J]. *土壤学报*, 2007, 44(1): 33-40.

Current Situation, Problems and Suggestions on Ecological Environment Protection in the Yangtze River Delta Region

ZHANG Hui, GAO Jixi, GONG Jiping, ZHANG Yimin

(*Nanjing Institute of Environmental Sciences, Ministry of Environmental Protection, Nanjing Jiangsu Province 210042, China*)

Abstract: With the rapid development of social economy, the ecological environment problems become increasingly prominent in the Yangtze River Delta region. The problems in the present are mainly manifested as dramatic change of landscape pattern, serious regional air pollution, pollution and shortage of water resources, and heavy metal pollution in soil. Therefore, combined with the current situation of the Yangtze River Delta region, this paper puts forward some countermeasures on a basis of analyzing the reasons. The construction of the ecological security pattern, optimization of the industrial structure, realization of ecological behavior in environmental governance, protection of ecological environment, strengthening of pollution source control and the basic guarantee for the planning of ecological civilization can relieve the environmental pressure brought by the process of urbanization, and promote the sustainable development of ecological environment.

Key words: ecological environment; regulation and control mechanism; protection strategy; the Yangtze River Delta Region