2015年环境科学热点回眸

祝叶华

《科技导报》编辑部,北京 100081

摘要　2015年环境科学领域技术的发展依然迅猛。从环境污染现状与突破性处理技术出发,推介了水环境、大气环境、土壤环境、生态环境4个方面取得的部分重要进展,遴选了2015年最受公众关注的环境污染事件,盘点了2015年出台的最富影响力的环境政策。

关键词　环境科学;环境污染;前沿进展

doi　10.3981/j.issn.1000-7857.2016.01.008

1　环境污染现状与突破性处理技术

从水环境、大气环境、土壤环境以及生态环境4方面,遴选了2015年国际顶级期刊发表的环境现状报告及环境污染物处理技术的突破性进展。

1.1　水环境

1.1.1　每年约800万t塑料垃圾进入海洋

近年来,随着社会生产力和科学技术的高速发展,海洋受到了不同程度的污染和破坏。废弃包装盒、塑料瓶、包装纸、购物袋等数百万吨的塑料进入海洋,影响了大量的海鸟和海洋哺乳动物的生活,对人类健康也产生很大的负面影响(图1)。

2015年3月13日,美国和澳大利亚研究人员以约190个沿海国家和地区为研究点,根据这些地方在2010年距海岸线50 km以内的人口密度、每年人均废弃物数量、废弃物中塑料垃圾比例、塑料垃圾处理不当的比例等数据,计算出每年进入海洋的塑料垃圾量,这一研究报告发表在《Science》上。他们的统计模型显示,这些沿海国家和地区在2010年共产生2.75亿t塑料垃圾,每年有大约800万t塑料垃圾进入海洋。如果国际社会不进一步采取控制措施,这一数量在10年后可能会翻一番[1]。

研究结果显示,进入海洋的塑料垃圾数量还在逐年上升,估计2025年的垃圾量将比2010年增加1倍,届时海洋中的塑料垃圾总量有可能达到1.55亿t。研究人员还表示,国家的人口数量和垃圾管理质量上决定了其所产生的海洋塑料垃圾量,并列出了2010年向海洋排放塑料垃圾最多的20个国家,其中美国是唯一进入名单的发达国家。为防止进入海洋的塑料垃圾进一步增加,研究人员呼吁发达国家立即采取行动减少废弃物产生量,并控制一次性塑料产品的使用,而对发展中国家来说,最重要的是改善垃圾处理基础设施,但这需要“投入大量资源和时间”[1,2]。

图1　海洋中的塑料垃圾(图片来源:百度图库)

1.1.2　防晒剂严重危害海洋生物

2015年5月5日,南京大学环境学院吴兵等发表在《Environmental Science & Technology》的一项研究表明,防晒剂中的纳米颗粒会伤害海洋生物的胚胎。防晒剂、牙膏、化妆品和船漆中的一些金属显微物质会改变海洋生物的细胞,让这些生命体变得对其他有毒污染物更加脆弱。

该研究以海胆胚胎为基础,研究了消费品中纳米颗粒物对它的影响,发现消费品中的纳米颗粒物对其他海洋生物也会产生类似影响。研究人员介绍说:“当接触过这些纳米材料以后,即便是在接触量极低、人类以为不会产生影响的情况下,它们也会被波及。”例如,一些海胆胚胎接触到防晒剂中的纳米锌氧化物或是船漆中的纳米铜氧化物后,会永远处于幼体状态,或者即便正

常长大,成熟后也不能作为食物。防晒剂暴露可能是影响水生系统生物的最严重问题,即便是简单地涂了防晒剂后走进拥挤的海滩,也会让海洋生物接触到有害的金属颗粒[3,4]。

1.1.3 共轭微孔高分子应用于水处理研究取得新进展

2015年5月22日,中国科学院大连化学物理研究所材料动力学模拟与设计研究组研究员邓伟侨等发表在《Scientific Reports》上的一项研究报告,揭示了他们在共轭微孔高分子应用于水处理研究方面取得新进展的研究成果,图2描述了PFCMP-0的合成路线图[5]。

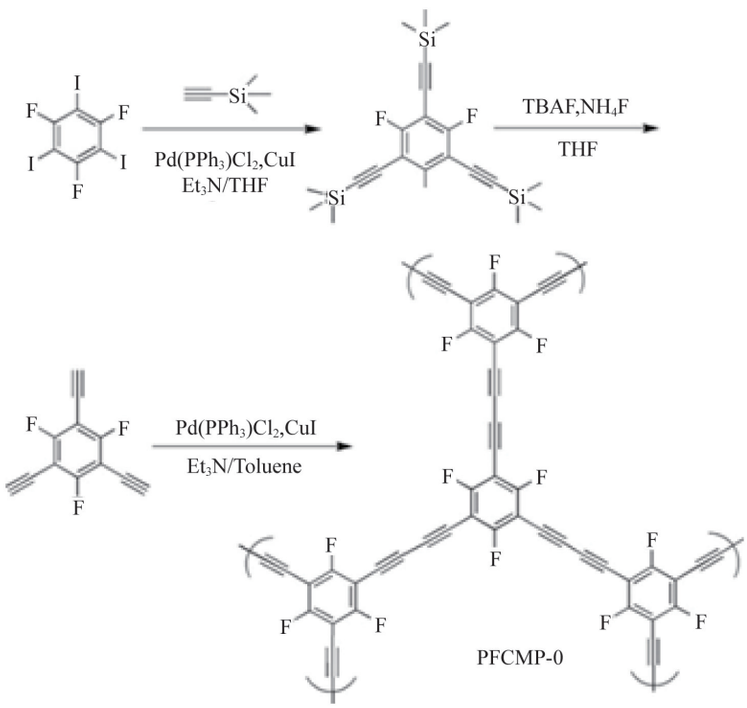

图2 PFCMP-0合成路线(图片来源:《Scientific Reports》)

水体中重金属离子、有机物、染料3种主要化学污染物严重污染了地下水资源,而目前地球上有超过1/3的人口仍然缺乏安全的饮用水。如何有效地从水体中去除这3种污染物是当前面临的主要挑战。活性炭作为应用最广泛的吸附材料,对这3种污染物吸附具有很强的吸附容量,但价格昂贵、再生能力差等缺点限制了其大规模应用;而新兴的微孔材料如各种纳米材料虽然吸附容量高,但不能同时去除3种污染物,这也是未来应用的短板。

作为一种新型的微孔材料,邓伟侨等开发出来的全氟代共轭微孔高分子(PFCMP),具有比表面积大和超疏水的特性,对大范围内的有机溶剂/油、染料和重金属离子吸附效果明显。研究结果显示,PFCMP对染料、铅离子和砷离子吸附容量分别可达1377、808和303 mg/g,这些吸附数据远超任何以前报道的多孔材料。对有机溶剂的吸附率可达到3000%,且吸附速率较快,在40 s内即可除去水中的甲苯。最重要的是,该材料可以同时高效地吸附3种污染物。理论计算表明该材料的优秀吸附能力来源于骨架中电负性高的氟原子和有配位能力的叁键。这种材料可用于开发出下一代重复使用的便携式水处理装置[6]。

1.1.4 HOCs在水体环境中毒理学意义被揭示

2015年6月9日,北京师范大学环境学院副教授郭学军与北京大学生物动态光学成像中心研究员白凡发表在《Environmental Science & Technology》上的一项研究成果,填补了传统环境模拟和毒理研究对HOCs物理聚集形态影响的空白,并为HOCs在环境和生物相中的迁移转化提供更加全面的信息[7]。

疏水性有机污染物(HOCs)具有脂溶性强的特点,因此极易在生物体内积累并通过食物链产生生物放大作用,危害人类健康,一直受环境和毒理学家的广泛关注。对于HOCs在水环境和生物膜中迁移转化过程,研究者通常假设HOCs在上述环境和生物介质中呈单分子态均匀分布,并基于此假设进行环境模拟和毒理研究。然而,由于很多HOCs具有极强的疏水性,在自身与水之间的分配系数的差异可高达109,因此在水环境中极易发生簇集现象。目前对于这种分子团簇形式的HOCs在水体环境中的重要环境学和毒理学意义,鲜有研究报道。

该研究组在高时空分辨条件下,利用单分子荧光成像手段研究了HOCs在水相中分子团簇的粒径分布和准布朗运动,并原位跟踪了HOCs团簇在水-固界面的吸附过程,以及HOCs团簇被细胞吞噬的细胞生物学过程。结果发现,分子团簇形式HOCs的环境行为与传统模型有着很大的不同。HOCs在水-固界面吸附过程,类似于"停车入库",HOCs以整体团簇方式吸附在碳质表面,符合胶体的随机不可逆吸附模型。不同于以往文献和经典教科书所默认的HOCs以单一的小分子形式被动扩散进入动物细胞的状态,团簇态HOCs能以整体的颗粒形式通过胞吞进入动物细胞内,图3描绘了HOCs团簇的界面吸附过程分析。研究结果认为,团簇存在方式将显著提高HOCs在水体环境中分布的空间异质性,以及环境过程的随机和不均一性;除了被动扩散以外,HOCs以胞吞方式进入细胞将显著提高HOCs在生物体内的富集速率和容量,对HOCs在亚细胞器内的分布和毒理学特征产生显著影响[8]。

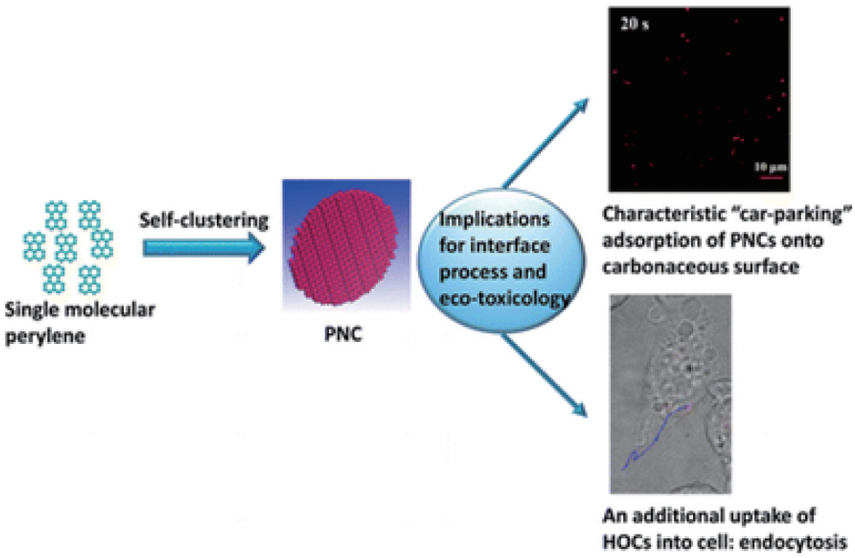

图3　HOCs团簇的界面吸附过程分析
(图片来源:《Environmental Science &Technology》)

1.1.5　中国水资源面临挑战

从20世纪80年代,中国北方土壤水分下降和3大河流(黄河,海河和辽河)流域流量减小问题就已经引起了科技界的重视,但造成这种干燥趋势的原因一直未被研究清楚。

2015年7月9日,中国农业大学资源与环境学院潘志华研究团队、北京林业大学刘俊国研究团队分别在《Scientific Reports》发表2篇文章,系统概述了中国一些地区的农业和水电建设对于中国水资源的挑战,指出了中国面临着如何管理水资源和可持续发展水资源的问题。

潘志华等发现,中国北方地区农业活动强度的增加可能导致该地区土壤水分下降。研究团队通过分析1983—2012年在农田测量的实际土壤水分数据,发现土壤水分在作物生长期明显下降,每10年每立方米的土壤中水分减少了11 kg。他们认为,这一减少的趋势不可能完全由气候变化带来的降水较少而造成;化肥使用的增加有利于作物的生长,加上从种植大豆和土豆等作物转变为种植小麦、玉米和油菜等需水量更大的作物,以及农业生产面积的增加,都加速减少了土壤中可用的水分[9]。

刘俊国等发现,水库和水电站的水足迹(水足迹是指生产或者消费某种商品或者服务所消耗的淡水资源)会对于可用淡水资源产生压力,增加中国的水资源短缺的压力。研究团队分析了中国各地875个有代表性的水库的水足迹,其中209个水库有水力发电厂(图4)。通过计算他们发现中国水库的水足迹在2010年约为279亿m^3,占中国淡水消耗的22%,而水电的水足迹是平均生产10亿J能源需要水3.6 t,这高于煤炭、太阳能和核能的单位热量水足迹。研究者指出,中国政府致力于2012—2020年进一步增加70%的水力发电产能,但这一政策可能会增加现有淡水资源的压力,部分地区甚至会出现水资源短缺情况。因此报告中的结论指出,水电开发不仅应该在不同地区进行协调,同时也要考虑到水电开发对于水资源的可持续利用的影响[10]。

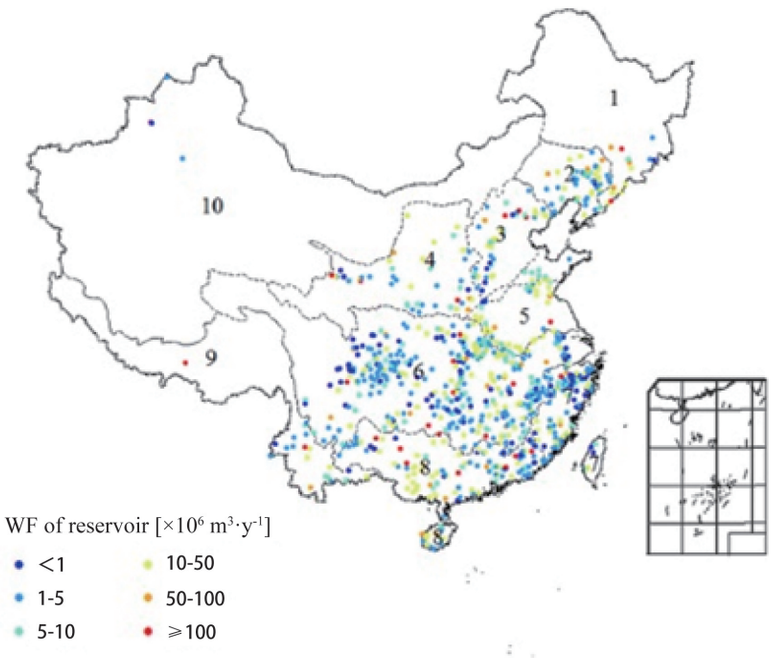

图4　中国各地875个有代表性的水库的水足迹(图片来源:《Scientific Reports》)

1.2　大气环境

1.2.1　研究发现南亚大气排放是藏东南黑碳沉降主因

中国科学院青藏高原研究所徐柏青课题组通过对藏东南岗日嘎布山冰川中黑碳的分析,系统解析了藏东南地区燃烧排放源结构的历史变迁。相关成果发表在2015年2月2日出版的《Atmospheric Chemistry and Physics》杂志上[11]。

在西风急流和印度季风的作用下南亚生物质和化石燃料燃烧排放的黑碳,可传输至青藏高原冰川上沉降。沉降在雪冰中的黑碳对雪冰下垫面产生辐射强迫,从而成为冰川消融的重要影

响因子。徐柏青团队利用CAM5气候模型阐明了南亚排放对藏东南黑碳沉降的主要贡献,并借助SNICAR模型定量评估了黑碳沉降对雪冰下垫面的辐射强迫影响。研究发现,南亚排放对藏东南黑碳沉降的贡献最大(年平均为74%),其次为东亚(14%),而中亚和东南亚的贡献非常小;藏东南冰川中的黑碳在过去50年中呈上升趋势。特别是自1980年以来,黑碳含量较1956—1979年间增长了2~3倍,这同南亚黑碳的历史排放以及煤和生物质燃烧的变化趋势相一致[11,12]。

1.2.2 新型转基因水稻有助于减少温室气体排放

瑞典农业大学科学家孙传信研究小组利用转基因技术,成功培育出有助于减少温室气体排放的水稻新品种。相关研究成果7月22日在线发表在《Nature》上[13]。

水稻是重要的粮食作物,世界上超过1/2的人口以大米为食,但水稻种植过程中也伴随着大量的温室气体甲烷的排放,对全球变暖的影响不可忽视。而一项最新研究表明,通过转基因技术,水稻种植过程中的甲烷排放量有望大大降低。

水稻种植过程之所以产生大量甲烷,是因为水稻通常种植在水田中,根部缺氧的环境非常适合产生甲烷的微生物的生存。将稻田中的水排放掉可以增加土壤中氧气含量,抑制这些产生甲烷的微生物的繁殖,从而降低甲烷的排放量。但这种方法存在一定的问题,并非所有情况下都适用[14]。之前的研究结果中,科学家们发现如果水稻中的淀粉等有机物更多地储存在种子中而不是根部,水稻种植过程中产生的甲烷会大大减少,这可能是因为储存在水稻根部中的有机物能够进入土壤中被微生物利用,而其中自然包括那些能产生甲烷的微生物,但培育种子中淀粉含量更高的水稻品种并非易事。

孙传信等成功培育出有助于减少温室气体排放的水稻新品种(图5),研究结果表明,将来自大麦的一种转录因子SUSIBA2的基因和SBEIIb启动子一起转入水稻的基因组中,这一组合能够促使水稻合成更多的淀粉并将其储存在种子中。田间试验表明,这种转基因水稻每株产出的种子中淀粉含量占到了干重的86.9%,而在常规水稻中这个比例只有76.7%。同时,种植过程中产生的甲烷量大大降低,只有常规水稻的0.3%至10%,显著降低了温室气体排放。同时,这种转基因水稻每株产生的种子干重也显著高于常规水稻,也有助于解决粮食问题,可谓一举两得[14]。

图5 种植的新型转基因水稻(图片来源:《Science》)

1.2.3 中国碳排放长期被高估

2015年8月20日,由24个国际研究机构耗时4年合作完成的题为"Reduced carbon emission estimates from fossil fuel combustion and cement production in China"的报告在线发表于《Nature》上。报告中指出,中国碳排放总量13年间被高估了约10%~15%,重新核算后的中国碳排放在2000—2013年比原先估计的少106亿吨二氧化碳,是《京都议定书》框架下具有强制减排义务的西方发达国家自1994年以来实际减排量的近百倍[15,16]。

报告中指出,自2011年起,哈佛大学、中国科学院、清华大学等合作开展针对中国实际情况的中国碳排放核算工作,统计了中国所有行业部门化石能源燃烧的碳排放及水泥生产过程的碳排放,覆盖了中国99%的能源消费量,不仅重新核算了中国能源消费量,更得出了相对准确的中国各能源类型的排放因子(图6)。中国油品和燃气类的排放因子与IPCC推荐值相近,但煤的排放因子比IPCC推荐值低45%。另一项被高估的是水泥生产过程中的排放——水泥生产过程的碳排放比基于IPCC推荐值的计算低40%左右[17]。

中国科学院启动的"应对气候变化碳收支认证及相关科学问题"先导专项,也为这一研究提供了翔实的数据。清华大学教授贺克斌介绍,IPCC发布的气候变化科学报告等,依据的都是美国和欧盟提供的数据,"以前我们没有自己系统的数据,在这方面也就少有发言权"。因此有科学家认为,这篇文章的发表具有里程碑式的意义。在这项研究中,由贺克斌领衔研发的"中国多尺度排放清单模型",和中国科学院碳专项形成的"中国碳排放数据库"提供了主要数据[18]。

1.2.4 研究证实全球范围内空气污染和过早死亡之间存在关联

德国马克斯·普朗克化学研究所Jos Lelieveld等研究人员分析了户外空气污染,揭示了全球范围内空气污染和过早死亡之间存在的联系。研究成果,2015年9月16日发表在《Nature》上。

全球范围内室外空气污染每年带来300万人的过早死亡,这些死亡主要发生在亚洲。报告显示,室外的空气污染物,例如臭氧和直径小于0.0025 mm

图6　中国煤带来的碳排放(图片来源:《Nature》)

细颗粒物和一些严重的疾病有关,并且会长期的影响健康。量化全球范围内室外空气污染的影响的部分挑战在于有些地区的空气质量并没有监控,而且来源决定了细颗粒的毒性[19]。

Lelieveld研究团队结合全球大气化学模型和人口与健康数据,估算不同类型室外空气污染(主要是细颗粒物)对于过早死亡人口的相对责任。结果显示,盛行于印度和中国的住宅能源排放,例如供暖和做饭,对于过早死亡在全球范围内的影响最大。在美国的大多数地方和一些其他国家,来自交通和发电的空气污染排放的作用较大,而在美国东部、欧洲、俄罗斯和东亚,农业排放是细颗粒物相对最大的来源。

根据模型的估算结果可以看出,如果空气污染排放量不变的话,由室外空气污染导致的过早死亡到了2050年可能会翻倍,每年预计会造成660万人过早死亡,主要增加的人群来自东南亚和西太平洋地区(图7)。然而,空气污染总体的健康影响部分取决于不同来源的颗粒物的毒性,但针对这一反面的研究还较少[19,20]。

1.2.5　研究揭示西南大气中汞主要来自中南半岛生物质燃烧

根据在云南普洱县境内的哀牢山长达2年的大气汞、一氧化碳及气象监测资料,中国科学院地球化学研究所冯新斌课题组对中南半岛生物质燃烧过程排放的汞的相关研究表明,气团经过生物质燃烧区到达哀牢山监测站时,其大气中的Hg/CO斜率与工业源排放及背景大气的斜率显著不同,与国际上其他地区已确认的森林火灾产生的Hg/CO斜率一致。相关成果2015年9月23日发表在《Journal of Geophysical Research: Atmospheres》上[21]。

研究结果显示,哀牢山春季25%的Hg/CO气团比值是由中南半岛生物质燃烧排放汞的跨境传输引起的。中南半岛生物质燃烧年均排放的汞约为11.4 t,其中约2.2 t汞沉降到排放源周边区域。2010年全球人为源汞排放清单显示,中南半岛人为源排放约为25 t,这表明生物质燃烧是该区域重要的大气排汞源。对比结果表明,中南半岛生物质燃烧排放的汞是造成当地及我国西南背景地区大气汞浓度升高的重要原因之一[21,22]。

1.2.6　探究中国城市$PM_{2.5}$污染的时空分布与潜在风险

2015年10月16日,耶鲁大学-南京信息工程大学大气环境中心章炎麟团队关于中国城市$PM_{2.5}$时空分布特征的研究成果发表在《Scientific Reports》上。研究显示,中国城市人口的$PM_{2.5}$暴露浓度约为60 μg/m³,是全球平均值的3倍。中国城市中仅有9%的人口居住在符合当前的中国国家空气质量标准的环境条件下,这警示中国正面临空气污染所引起的健康风险[23]。

该项研究依据2014年4月到2015年4月中国190个主要城市空气质量监测网络的数据的分析,揭示了空气污染物$PM_{2.5}$在空间、季节和每天不同时间段的变化,图8描绘了中国城市人口的$PM_{2.5}$暴露浓度。报告显示,从2013年底开始,全国空气质量监测网络一直在运作,使用950个监测站监测中国190个城市的空气质量。研究人员通过分析1年的空气质量监测数据,发现$PM_{2.5}$的浓度季节差异显著,冬季最高夏季最低,并且在190个城市中只有25个能满足中国国家空气质量标准。分析结果还显示,中国北方的$PM_{2.5}$浓度普遍高于中国南方。此外,中国西北部和中西部春季$PM_{2.5}$浓度较高可能是与沙尘气溶胶有关,而中国东部秋天的$PM_{2.5}$高浓度则受到了收获季节开放式的生物质燃烧污染物的影响。另外他们表示一些城市的出现的$PM_{2.5}$浓度下午最低夜晚最高的现象很可能是大气边界层高度和人为排放强度变化的结果[23,24]。

1.2.7　揭示黄粉虫降解聚苯乙烯塑料证据

继2014年12月发表蜡虫肠道微生物降解聚乙烯研究结果,2015年10月,

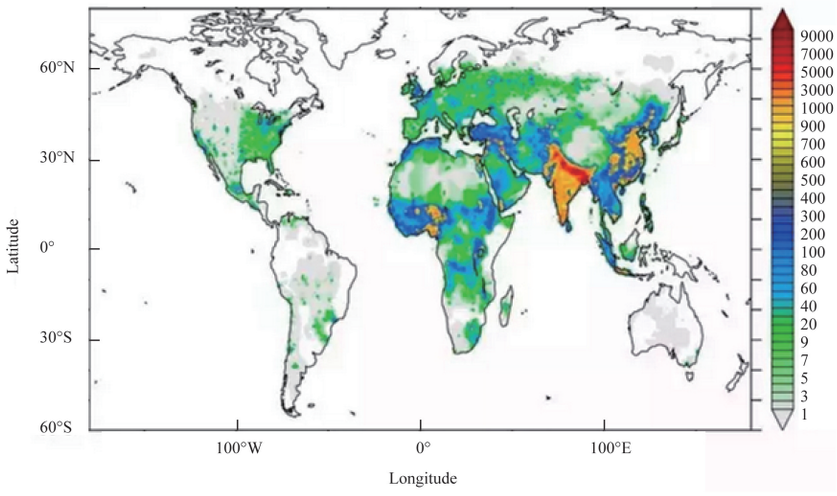

图7　2010—2050年全球因空气污染增加的过早死亡人数预计图,白色地区预期不会因为空气污染增加过早死亡人数(图片来源:《Nature》)

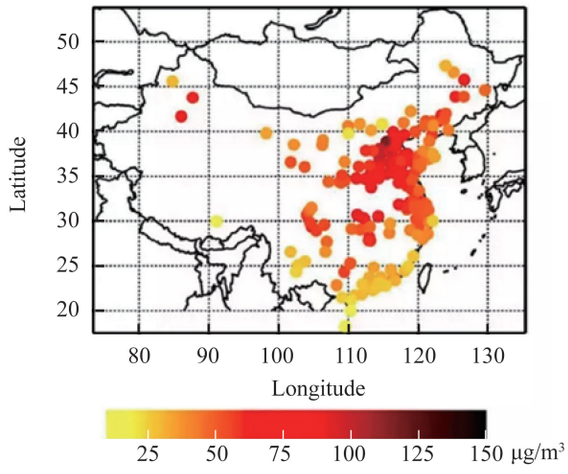

图8 中国城市人口的$PM_{2.5}$暴露浓度
(图片来源:《Scientific Reports》)

北京航空航天大学杨军研究组和美国斯坦福大学吴唯民、深圳华大基因公司赵姣等,揭示了黄粉虫啮食降解聚苯乙烯、将其完全降解矿化为二氧化碳、并利用同化为虫体脂肪,同时证明是其肠道微生物起主导作用,并且分离鉴定了一株降解聚苯乙烯的细菌。2篇研究论文同时发表在《Environmental Science and Technology》上,为解决废弃塑料污染环境的问题提供了新的思维[25]。

研究表明,产自中国和美国的黄粉虫幼虫都啮食塑料,其仅靠啮食泡沫塑料能存活1个月以上,最后发育成甲壳成虫。聚苯乙烯泡沫塑料在黄粉虫幼虫肠道停留时间短于24 h。进食泡沫塑料16天后,黄粉虫可将约48%的聚苯乙烯转化为二氧化碳。并且碳-13同位素示踪实验证明,聚苯乙烯被黄粉虫完全降解矿化为二氧化碳和利用转化为虫体脂肪[25~27]。

研究组还发现肠道微生物对聚苯乙烯生物降解起决定性的作用。在黄粉虫幼虫食物中加入抗生素抑制肠道微生物后,幼虫不能降解塑料。他们进一步成功分离出可以利用聚苯乙烯作为唯一碳源进行生长的聚苯乙烯降解细菌——微小杆菌YT2(Exiguobacteriumsp. YT2)。该菌株已保存在中国微生物菌种保藏管理委员会普通微生物中心和国家基因库,是国际上报道的第一株保藏在菌种中心的聚苯乙烯降解细菌。该菌株可在无碳琼脂固体培养基上的聚苯乙烯膜表面生成稳定的生物膜,显著地侵蚀膜表面结构。该菌株在液体中培养60天后,液体中聚苯乙烯碎屑被分解、减重可达7.4%。残留物的分子量明显降低,生成大量水溶性低分子中间产物[25~27]。

该系列研究再次证实微生物能直接有效地降解聚苯乙烯,同时也进一步证实具有取食塑料行为的昆虫的肠道是发现降解塑料的微生物的重要来源。这为开发生物降解高分子材料和废弃物的技术提供了一条全新的途径。

1.3 土壤环境

1.3.1 发现修复有机污染土壤新方法

中国科学院南京土壤研究所周东美课题组发现了修复有机污染土壤新方法,相关成果发布在2015年4月13日出版的《Environmental Science & Technology》上。

生物炭作为一种新型碳材料,在农业和环境领域有着广泛应用,可以应用于改善土壤结构和肥力、增加农作物产量、吸附重金属和有机污染物等。但目前国内外关于生物炭降解污染物的研究较少。为了填补这一研发空白,周东美课题组系统开展了有关生物炭催化转化有机污染物研究,研究发现,生物炭具有持久性自由基作为其催化降解污染物的主要动力,可以使其有效催化分解过氧化氢和降解多氯联苯。同时这些持久性自由基也有助于解析其他碳材料的催化分解过氧化氢的机理。进一步研究发现,在有氧条件下,生物炭中持久性自由基可以诱发活性氧自由基,其能有效降解低浓度邻苯二酸二乙酯。

研究人员通过调控生物质中金属和有机物的含量,成功实现了对持久性自由基浓度和类型的调控(图9),调控后的生物炭能有效催化过硫酸盐降解多氯联苯。该工作为生物炭研究提供了一个新方向,也为基于化学方法修复有机污染土壤提供了新技术[28,29]。

1.3.2 发现土壤中多环芳烃非生物转化新机制

中国科学院新疆物理化学研究所研究团队发现土壤中多环芳烃非生物转化新机制,相关成果分别发布在2015年1月出版的《Environmental Science and Pollution Research》和4月出版的《Journal of Hazardous Materials》上[30]。

多环芳烃对生态环境和人类健康具有较大危害。土壤是多环芳烃主要的汇集地,且土壤中的多环芳烃可通过生物及非生物等多种途径被转化和降解。中国科学院新疆物理化学研究所的科研人员在前期研究的基础上,通过

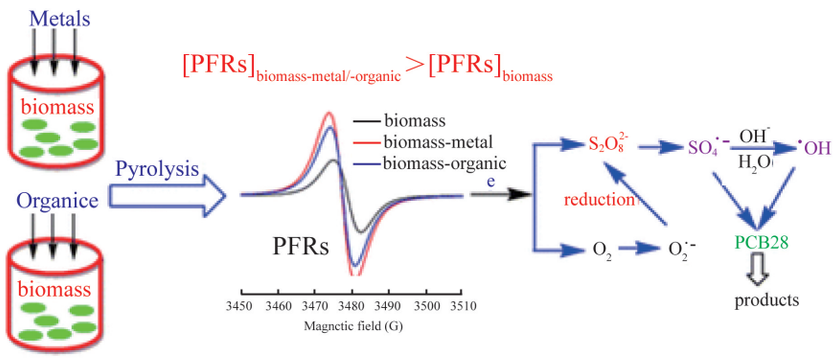

图9 通过调控生物质中金属和有机物含量,实现了对持久性自由基浓度和类型的调控(图片来源:《Environmental Science & Technology》)

对黏土矿物结构特性及表面理化性质进行调控,考察了不同类型多环芳烃在不同表/界面性质的黏土表面的催化转化过程,分析了多环芳烃分子结构和黏土表面微观理化特性对其化学转化的影响,深入探讨了多环芳烃转化过程中的氧化还原过程及污染物降解机理。

结果显示,黏土矿物的结构特性和表面理化性质很大程度上影响着多环芳烃的氧化转化速率,特别是黏土矿物表面可交换性金属离子的类型、存在形态及水化状态等对多环芳烃的催化转化有较大的影响。此外,多环芳烃在不同类型黏土矿物表面的光催化转化机理也有较大差异,不同的阳离子类型决定着其光催化转化机理[31,32]。

1.3.3　揭示三江平原湿地土壤砷浓度分布情况

北京师范大学环境学院林春野实验团队分析探明了中国三江平原湿地土壤砷垂直浓度的分布情况,有助于了解自然过程和人类活动如何影响砷在此类生态系统中的分布情况。研究成果发表于6月5日出版的《Scientific Report》上。

土壤中的砷可通过植物吸收的进入食物链,对人体健康造成危害,尤其对大米的消费者风险较高,因为大米是自然富集砷的植物。研究砷在土壤中的垂直分布情况是为了了解它的转移情况和人为影响。为了了解中国东北三江平原的土壤中砷的垂直分布情况,林春野团队选取不受当地农业活动影响的自然湿地土壤为采样点,从中采集了2条90 cm的土土壤样品。分析结果显示,土壤表层的pH值为5~5.2,土壤表面到下方5 cm处的有机质含量约34%。实验中还发现湿地土壤上层的砷浓度范围为是1.1~5.3 mg/kg,下层砷浓度是18.2~59.8 mg/kg,下层砷浓度远远高于世界土壤砷浓度中位数。在研究现场大气沉降是砷的唯一人为来源,因此研究人员推断,1980—2007年,由燃煤造成的大气中砷浓度不断增加,从每年635.57 t(1980年)逐渐上升到每年2205.5 t(2007年),加上上层土壤的淋滤和厌氧土壤微生物的存在共同导致了三江平原湿地土壤砷的垂直分布分布情况[33,34]。

1.3.4　发现全球土壤侵蚀与退化现象严重

2015年10月23日,意大利伊斯普拉欧盟委员会联合研究中心高级专家、政府间土壤技术专家委员会主席Luca Montanarella在《Nature》撰文称,当前全球土壤侵蚀与退化现象严重。在农业耕种领域,全世界每年因风蚀和水运导致的耕地侵蚀可达750亿t,这相当于每年直接损失4000亿美元。然而,目前仅有为数不多的国家拥有土壤保护法案,其中包括德国和瑞士。到目前为止,科学家试图达成国际法律协议的尝试均未成功,图10展示了被污染的土壤。

土壤是一种有限的自然资源,各个国家及其居民分配并不均匀。它们会给粮食生产提供养分,储藏及过滤水资源,聚集很多鲜为人知的丰富的生态系统,提供泥炭、沙子、泥土和碎石来源,此外其中埋藏的考古文物还承载着人类文化与历史记忆。因此,人们脚下的土壤是为人类提供服务的公共资源[35]。

1.3.5　土壤-植物系统砷污染控制获新进展

中国科学院生态环境研究中心研究员朱永官团队与德国和美国联合介绍了土壤-植物系统砷污染控制研究进展,文章发表于2015年12月21日出版的《Nature Plants》上[36]。

植物根系是如何吸收砷,以及砷在茎叶中的转运和转化机制已经有较多的研究,但是对于砷是如何进入植物种子、并在种子中积累的相关机制却仍不清楚。朱永官研究团队以模式植物拟南芥为研究对象,证明了肌醇通道是植物韧皮部砷装载的主要通道。拟南芥有3个肌醇通道基因,其中*AtINT*2和*AtINT*4主要在韧皮部的伴胞细胞膜上表达。当他们将这2个基因分别表达在酵母和蛙卵中,均能显著增加酵母和蛙卵中砷的积累,并显著降低酵母菌对砷的耐性。*AtINT*2或*AtINT*4突变能使植物韧皮部和荚果中的砷浓度显著降低,特别是种子中的砷浓度能减少约1/2,但对木质部中砷浓度没有显著影响。这些结果清楚地表明肌醇通道能装载砷到韧皮部,是调控拟南芥籽粒中砷积累的关键因子。

该研究填补了植物韧皮部中砷转运机制研究的空白。目前,植物籽粒中砷积累过程得到了比较完整的表征:木质部将砷转运的植物维管束组织,肌醇通道将维管束组织中的砷转运到韧皮

图10　被污染的土壤(图片来源:《Nature》)

部,并进一步通过韧皮部的筛管系统转运到种子。如果水稻肌醇通道同样是水稻韧皮部中砷的装载门户,那么肌醇通道可作为培育低砷积累水稻新品种的分子标记,这对于降低大米砷积累、控制全球性大米砷污染而造成[36,37]。

1.4 生态环境

1.4.1 发布中国首份抗生素污染地图

2015年5月11日,中国科学院广州地球化学研究所应光国课题组研究了中国流域尺度各类抗生素的使用量、排放量、环境归趋以及抗生素使用量与细菌耐药性的关系,获取了首份各类抗生素的全国使用量与排放量清单。相关成果日前发表于《Environmental Science & Technology》杂志上[38]。

抗生素大量使用造成了环境中抗生素残留的广泛存在与细菌耐药的传播扩散,进而可能影响生态环境与人类健康。抗生素环境污染与细菌耐药问题受到广泛关注。但国内缺乏可靠的抗生素使用、排放的数据,对流域尺度污染缺乏整体认识。

应光国课题组从流域尺度上使用三级逸度模型模拟预测了各抗生素在全国各流域的环境浓度,探讨了中国抗生素使用量与医院和环境水体细菌耐药率的关系。通过模型预测得出全国58个流域的"抗生素环境浓度地图"和36种常见抗生素的全国使用量和深入排放清单(图11)。该研究发现,2013年中国抗生素总使用量约为16.2万t,其中人用抗生素占总量的48%,其余为兽用抗生素。该研究选取36种常见抗生素进行了深入排放清单与多介质模拟研究。在地域分布上,通过著名的"胡焕庸线"划分成明显的东部和西部2个部分,其中中国东部的抗生素排放量密度是西部流域的6倍以上。预测环境浓度显示中国北方流域的抗生素浓度远高于其他区域。统计分析结果显示,抗生素使用量、预测环境浓度、地表水环境中的细菌耐药率和医院的细菌耐药率存在正相关,其中使用年代较短的新型抗生素正相关更为显著[38,39]。

1.4.2 证实中国森林将累积更多的碳

2015年6月26日,中国科学院植物研究所方精云团队在《Scientific Reports》发表的一个新的模型预测中国森林的生物量碳储量在2005年到2050年之间将增加35.5亿t,这意味着到2050年中国森林将是一个稳定且显著的生物量碳汇[40]。

图11 2013年中国抗生素使用示意(图片来源:《南方周末》)

目前中国森林的特点是林龄小,生物量低以及幼龄林面积大。最近的研究显示这些森林在未来有很大的固碳潜力。方精云团队采用了林龄-面积转移矩阵模型,依据30个省1994—2008年的森林面积和各龄级的生物量,以及中国到2050年计划达到的森林面积,预测了中国森林2005—2050年的生物量碳储量。以前对于中国森林碳储量的估算没有考虑到例如森林死亡或者砍伐等波动的影响,所以有可能过高估算了中国森林的碳汇能力。研究者希望开发出更合适的方法来更好地评估中国森林的碳储存能力,从而为国家的减排政策提供参考。他们的模型显示,中国森林的总生物量碳储量从2005年的64.3亿t增加到2050年的99.7亿t,增长了55.2%[40,41]。这个预测仍有一些不确定因素,需要进一步研究,以获得更详细的信息来增强这个模型的确定性。

2 2015中国环境热点事件

2015年中国发生了许多公众关注的环境事件,本文筛选社会关注度较高的7个事件,即地方一把手被约谈、绿色GDP重启、漳州PX项目爆炸、天津滨海新区爆炸、阅兵蓝、垃圾焚烧低价抢标和北京首发雾霾红色预警。

2.1 环保部首次"约谈"地方政府一把手

2015年2月25日,针对临沂市部分企业存在未批先建、批建不符、久试不验、偷排漏排、超标排放和在线监测设施运行不规范等环境违法行为,受环境保护部委托,华东环保督查中心对山东省临沂市主要领导进行了约谈,并且提出了限期整改要求,启动了新《环境保护法》实施后华东区域内的首场环保约谈[42]。

2015年3月25日,环保部对河南省驻马店市人民政府主要负责同志进行了公开约谈,直指其辖区内30家屡禁不止的皮革企业[43]。

2015年4月环保部联系河北省政府,就"华北之肺"白洋淀的污染问题,已经约谈保定市政府,要求对白洋淀淀区开展污染整治,确保2015年6月底前全面整改到位,限期通过验收。同时,

对辛集市、邯郸武安市、沧州沧县等多个长期存在环境问题的地方,河北省环保厅也约谈了当地政府的“一把手”,要求其签订限期整改责任书。环保部门“约谈”的做法已经持续了10年之久,但过去约谈的多是问题企业等一个企业、一个事件。向“一把手”开刀无疑是推进地方环保监管的重要手段[43]。新《环保法》规定,地方政府对当地环境直接负责。这已经表明,无论是在理念、认识上,还是在法律规定上,对环保,地方政府已经责无旁贷。

2.2　环境保护部重启绿色GDP研究

为加快推进生态文明建设,有效推动新《环保法》落实,2015年4月环境保护部消息称,中国将再度重启绿色GDP研究,生态破坏成本及污染治理成本将从GDP总值中予以扣除,以全面客观反映经济活动的“环境代价”,重启后的工程被称之为绿色GDP 2.0核算体系[45]。

此消息一出,激起千层浪,社会公众期待绿色GDP 2.0成为遏制日益严峻的环境污染形势的利器,一些地方政府则担忧此举可能削弱其漂亮的政绩,而专家们则对如何科学合理地核算给予了更多的关注。追捧与争议,期待和担忧,绿色GDP再度成为关注的焦点。

早在2004年,国家环保总局就与国家统计局联合启动了绿色GDP研究项目,并在2006年发布了中国首份也是唯一一份绿色GDP核算报告——《中国绿色国民经济核算研究报告2004》。绿色GDP研究开启,特别是首份绿色GDP研究报告的发布,在社会上引起了强烈反响。在公众环保意识提高的同时,日益严峻的环境形势更加凸显出来,频繁发生的大面积雾霾成了社会关注的焦点。今年两会期间,环保部部长陈吉宁表示,全国300多个地级以上城市中80%未达到国家空气质量二级标准。

环境保护部环境规划院2013年发布的2010年度绿色国民经济核算的部分结果显示,2010年,全国生态环境退化成本达到15389.5亿元,占GDP的3.5%左右。与2004年相比,环境退化成本增长了200.7%。日益严峻的现实加快了绿色GDP复出的脚步[46]。

2.3　福建漳州PX项目:2年2爆炸

2015年4月6日18:56,福建省漳州市古雷腾龙芳烃二甲苯装置发生漏油起火事故,图12为事故现场,此次爆炸造成6人受伤(其中5人被冲击波震碎的玻璃刮伤),另有13人留院观察,直接经济损失9457万元。

经调查认定,事故的直接原因是:在二甲苯装置开工引料操作过程中出现压力和流量波动,引发液击,存在焊接质量问题的管道焊口作为最薄弱处断裂。管线开裂泄漏出的物料扩散后被鼓风机吸入风道,经空气预热器后进入炉膛,被炉膛内高温引爆,此爆炸力量以及空间中泄漏物料形成的爆炸性混合物的爆炸力量撞裂储罐,爆炸火焰引燃罐内物料,造成爆炸着火事故。事故的间接原因是:腾龙芳烃(漳州)有限公司安全生产主体责任不落实,对工程建设质量和安全管理不到位,违规试生产;施工单位中石化第四建设有限公司将项目违规分包,分包商扬州市扬子工业设备安装有限公司施工管理不到位、对焊接质量把关不严,南京金陵石化工程监理有限公司对施工单位分包、管道焊接质量和无损检测等把关不严,岳阳巨源工程检测有限公司检测结果与事故调查中复测数据不符、涉嫌造假;地方党委、政府及相关部门存在监管不到位、执法不严格等问题[47]。

据《南方周末》报道,这一项目位于福建省漳州市古雷港经济开发区,一度被舆论称为中国“最敏感”PX项目。2007年该项目原定落地厦门,旋即引发厦门市民“散步”事件,PX亦由此成为公众敏感词。随后项目隐姓埋名迁址漳州。当地苦心经营数载,在随后昆明、成都等地反PX声高涨之际,古雷PX项目低调推进,一度还因为群众工作有效,而成为全国PX项目的取经之地。

然而,即便如此,古雷PX项目仍旧逃不掉爆炸声,2年之内已有2起。上一次的爆炸发生在2013年7月30日清晨。而在本次事故的11个月前,2014年5月26日下午,环保部官方网站曾公示一则与古雷石化基地相关的公函,但仅露面约1 h之后,便悄然撤下。这则环保部公函指出,古雷石化基地规划环评工作并未完成,要求国家发改委撤销该基地总体发展规划的批复[48]。

2.4　天津滨海新区发生爆炸

2015年8月12日23:30左右,天津滨海新区发生特大爆炸事故(“天津港‘8·12’特别重大火灾爆炸事故”),事故遇难者165名。此次发生爆炸的是位于天津滨海新区塘沽开发区的天津东

图12　漳州古雷PX工厂事故现场(图片来源:新华社)

疆保税港区瑞海国际物流有限公司所属的危险品仓库(图13)。

事故现场共存放有硝酸铵800 t左右、硝酸钾500 t左右、氰化钠700 t左右,现场累计存放危险化学品3000 t左右。在面积大约为半个足球场大的爆炸点内充满了水,不明成分的白色泡沫漂浮在水面上。2015年8月15日,初步认定事故危化品种类。事故危化品主要集中在装箱区和运抵区。装箱区的危险化学品可能有钾、钠、氯酸钠、硝酸钾、烧碱,硫化碱、硅化钙、三氯乙烯、氯碘酸等。运抵区的危险化学品可能有环己胺、二甲基二硫、甲酸、硝酸铵、氰化钠、四六二硝基、邻仲丁基等[49]。事故第8次新闻发布会公布的数据显示,8月17日0:00至24:00,在现场共采集各类水样品76个,对照相应标准,共有29个点位氰化物有检出,其中8个点位超标,超标点位全部位于警戒区内,最大超标28.4倍。

2015年12月15日,国家安监总局相关人士称,"8.12"天津港爆炸事故的原因要进一步查清、责任要进一步明确,调查报告会及时向社会公开。

2.5 北京现"阅兵蓝"

2015年9月3日,中国人民抗日战争暨世界反法西斯战争胜利70周年纪念大阅兵活动当天,北京空气质量创有监测以来最好水平。北京市$PM_{2.5}$平均浓度仅为8 μg/m^3,完美呈现"阅兵蓝"(图14)。

北京市环保局介绍称,天人协作助力"阅兵蓝"。9月是北京夏秋转换季节,冷空气活动频繁,污染物扩散能力强,十分有利于空气质量的提升。"人努力"是此次空气保障成功的根本决定因素,区域联动高强度减排是"阅兵蓝"根本保障。环保部已要求北京、天津、河北、山西、内蒙古、山东、河南等七省(区、市),迅速采取有效措施,切实保障活动期间环境空气质量安全。

"阅兵蓝"尽管是在多方努力的情况下产生的暂时现象,但也从另一个侧面反映出,治理雾霾的举措是有效果的。同时也必须看到,因为受到经济、就业和社会等问题的综合影响,治理污染有一个逐步的过程,京津冀地区空气质量改善最终将有赖于建立行之有效的长效机制[50,51]。

2.6 垃圾焚烧低价抢标引发环保隐忧

2015年10月14日,天津泰达环保有限公司(简称天津泰达)以26.5元/t的垃圾处理服务费中标江苏高邮生活垃圾焚烧发电项目。而在此前的2015年8月,已有绿色动力环保集团股份有限公司(下简称绿色动力)低价中标安徽蚌埠垃圾焚烧发电项目,价格是26.8元/t。26.5元/t是当前行业内的最低报价。近年来,这一报价在不停刷新纪录,图15给出了1999—2015年垃圾焚烧厂垃圾处理服务费走势[52]。

垃圾焚烧业内人士表示,60~80元/t,才是业内公认比较合理的垃圾处理服务费报价。业内人士提出"低价难以高质"的质疑,一旦出现环境污染问题,会加深周边居民对垃圾焚烧的不信任度,对整个行业的健康发展也会产生不利影响,甚至形成低价恶性竞争[52]。垃圾焚烧这一行业近年来已经历了一系列的公共危机,因邻避效应引起的选址等问题,引发了公众反对,抗议事件已在广州、北京等诸多大城市发生过。公众反对是因为担心,担心是因为不信任,也许公众更多的是不信任垃圾焚烧

图13 天津滨海新区爆炸现场(图片来源:人民网)

图14　9月3日阅兵当天的蓝天(图片来源:人民网)

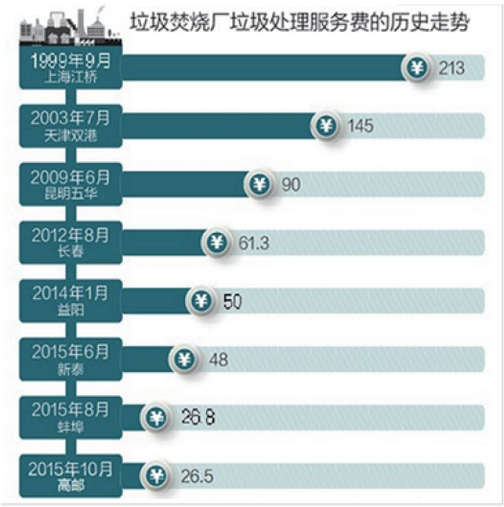

图15　1999—2015年垃圾焚烧厂垃圾处理服务费走势(图片来源:《南方周末》)

发电人的环保良心和企业责任心。

2.7　北京首发红色预警

2015年11月27—30日,京津冀、山东、山西、河南等地区普遍出现严重污染(图16)。12月7日0:00,北京市空气重污染应急指挥部启动空气重污染橙色预警,当天18:30将预警等级提升为红色,全市于7:00至12月10日12:00启动空气重污染红色预警措施,包括机动车单双号限行、中小学、幼儿园停课、工地停职室外施工等,这是北京首次启动空气重污染红色预警。这是北京自2013年《北京市空气重污染应急预案》通过以来首次启动红色预警。12月19日7:00,北京第二次启动红色预警。12月23日,天津和河南首次启动了重污染天气红色应急响应[53]。

空气重污染应急预警分为4个级别,由轻到重依次为蓝色预警、黄色预警、橙色预警、红色预警。空气重污染应急预案于2015年3月进行了修订,降低了红色预警的启动门槛。红色预警启动条件为"预测空气重污染持续3天以上(72 h以上)",这大致相当于旧版预案中橙色预警的启动条件[53]。北京大部分时间的首要污染物都是可吸入颗粒物,按照标准,当$PM_{2.5}$日均浓度大于150μg/m^{3}时,就视作重度污染。如果连续3天高于这一浓度值,便具备了发布红色预警的条件。

环保部部长陈吉宁再次召开专题会,充分肯定北京市及时启动"空气重污染红色预警",并要求进一步加大对京津冀及周边地区的督查力度。陈吉宁表示,环保部要密切跟踪重污染天气发展趋势,加强监测预报,指导各地做好监测预报和应急响应工作。同时,启动京津冀区域应急联动措施,督促各地根据污染变化情况及时调整应急工作重点,及时启动相应等级预警方案[54]。

进入冬季以来,华北地区连遭大范围雾霾天气,北京、天津、河北等地相继首发重污染红色预警。尽管包括单双号、停产、督查等治霾举措都已经开始实施,但治理仍任重道远,从根本上来看,还是要加快进行经济转型,建立新的能源资源消费结构[55]。

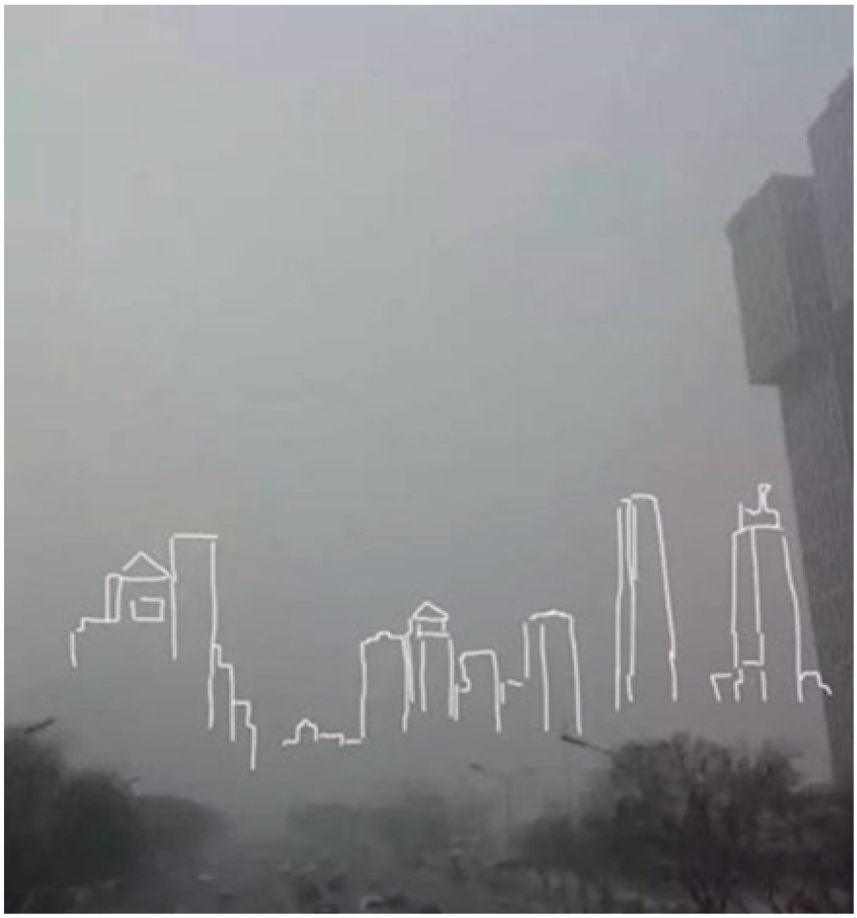

图16　雾霾中的北京(图片来源:《新京报》)

3　2015年发布出台的环境政策与报告

2015年中国相继出台与实施了一系列环境法律法规,号称史上最严的新《环境保护法》的实施加大了环境保护的治理力度,强化了问责机制;“水十条”、生态文明报告、固废年报以及大气政策行动报告从更具体的领域出发,规划总结中国的环境现状,为今后污染治理提供理论基础与依据。

3.1　新《中华人民共和国环境保护法》正式实施

2015年1月1日,被称为“史上最严”的新《环境保护法》正式实施。这是环境保护法25年来首次大修,目前中国呈现出大气、水体、土壤的立体式污染。新修订的环保法增加了公众参与、信息公开、按日计罚等条款,或将推动雾霾问题的治理(图17),对企业及政府部门的惩治力度大大加强[56]。新环保法创新设计了“按日计罚”,并赋予环保执法人员查封、扣押的权力,环保部门可对超标或超总量的行为直接限产或停产。企业违法可以拘留责任人,因政府部门存在的多种违法行为而造成环境出现严重后果,相关政府部门负责人应当引咎辞职。同时,修改后的环保法还增加了环境污染公共监测的预警机制。

按照新法要求,对于违法排放污染物的企事业单位和生产经营者,行政机关可对拒不改正的进行按日连续处罚,违法成本大大提高,因为新环保第五十九条明确规定:“企业事业单位和其他生产经营者违法排放污染物,受到罚款处罚,被责令改正,拒不改正的,依法作出处罚决定的行政机关可以自责令改正之日的次日起,按照原处罚数额按日连续处罚”;而针对未批先建又拒不改正、通过暗管排污逃避监管等违法企业责任人,引入治安拘留处罚;构成犯罪的,还要依法追究刑事责任,这都将对违法行为人产生震慑作用。而超标排放的企事业单位和生产经营者,环境主管部门可采取限制生产、停产整治等措施,情节严重的还可报经政府批准,责令停业、关闭。而重点排污单位还应当如实向社会公开其主要污染物的名称、排放方式、排放浓度和总量、超标排放情况,以及防治污染设施的建设和运行情况,接受社会监督[56]。

环保部发布的《环境保护主管部门实施按日连续处罚办法》、《环境保护主管部门实施查封、扣押办法》、《环境保护主管部门实施限制生产、停产整治办法》和《企事业单位环境信息公开办法》也已于1月1日与新法同时生效。这4个配套办法的出台是贯彻执行《环境保护法》、促进环保部门依法行政、重拳打击环境违法行为和强化排污者环境保护主体责任的迫切需要[57,58]。

3.2　《2014年全国大、中城市固体废物污染环境防治年报》发布

2015年1月1日,环境保护部发布《2014年全国大、中城市固体废物污染环境防治年报》,这是环境保护部首次向社会发布全国固体废物污染防治工作的相关情况,亦是中国第一份固废年报。

固体废物污染防治工作是环境管理的重要方面,与大气、水和土壤污染防治工作紧密相联、密不可分。妥善处理处置固体废物,防止环境污染,既是改善大气、水和土壤环境质量、防范环境风险的客观要求,又是深化环境管理的重要保障。

报告中指出,2013年全国共有261个大、中城市向社会发布了固体废物污染环境防治信息,其中环境保护重点城市60个,环境保护模范城市47个,自愿发布信息城市154个。经统计,此次发布信息的大、中城市一般工业固体废物产生量为238306.23万t,工业危险废物产生量为2937.05万t,医疗废物产生量

图17　新《环保法》漫画(图片来源:人民网)

约为54.75万t,生活垃圾产生量约为16148.81万t。

3.3　2015年《水污染防治行动计划》("水十条")发布

水污染一直是中国的主要环境污染问题。近年来,中国一些地区水环境质量差、水生态系统受损严重、环境隐患多等问题十分突出。接连爆发的水污染事件,加速了"水十条"的出台。

2015年4月2日,国务院发布了关于印发水污染防治行动计划的通知(文件号:国发〔2015〕17号)。通知指出,"水十条"的工作目标是到2020年全国水环境质量得到阶段性改善,污染严重水体较大幅度减少,饮用水安全保障水平持续提升,地下水超采得到严格控制,地下水污染加剧趋势得到初步遏制,近岸海域环境质量稳中趋好,京津冀、长三角、珠三角等区域水生态环境状况有所好转。到2030年,力争全国水环境质量总体改善,水生态系统功能初步恢复。到本世纪中叶,生态环境质量全面改善,生态系统实现良性循环。

其主要处理指标为:到2020年,长江、黄河、珠江、松花江、淮河、海河、辽河等七大重点流域水质优良(达到或优于III类)比例总体达到70%以上,地级及以上城市建成区黑臭水体均控制在10%以内,地级及以上城市集中式饮用水水源水质达到或优于III类比例总体高于93%,全国地下水质量极差的比例控制在15%左右,近岸海域水质优良(一、二类)比例达到70%左右。京津冀区域丧失使用功能(劣于V类)的水体断面比例下降15%左右,长三角、珠三角区域力争消除丧失使用功能的水体。到2030年,全国七大重点流域水质优良比例总体达到75%以上,城市建成区黑臭水体总体得到消除,城市集中式饮用水水源水质达到或优于III类比例总体为95%左右。

报告中指出,通过4个方面要全面控制污染物排放。

一是狠抓工业污染防治。全面取缔"十小"企业,排查装备水平低、环保设施差的小型工业企业;专项整治造纸、焦化、氮肥、有色金属、印染、农副食品加工、原料药制造、制革、农药、电镀十大重点行业;集中治理工业集聚区水污染,集聚区内工业废水必须经预处理达到集中处理要求,方可进入污水集中处理设施。新建、升级工业集聚区应同步规划、建设污水、垃圾集中处理等污染治理设施。

二是强化城镇生活污染治理。加快城镇污水处理设施建设与改造;全面加强配套管网建设。强化城中村、老旧城区和城乡结合部污水截流、收集;推进污泥处理处置。污水处理设施产生的污泥应进行稳定化、无害化和资源化处理处置,禁止处理处置不达标的污泥进入耕地。非法污泥堆放点一律予以取缔。

三是推进农业农村污染防治。防治畜禽养殖污染;控制农业面源污染。制定实施全国农业面源污染综合防治方案;调整种植业结构与布局。在缺水地区试行退地减水;加快农村环境综合整治。以县级行政区域为单元,实行农村污水处理统一规划、统一建设、统一管理,有条件的地区积极推进城镇污水处理设施和服务向农村延伸。

四是加强船舶港口污染控制。积极治理船舶污染;增强港口码头污染防治能力[60]。

3.4　《生态文明体制改革总体方案》出台

2015年9月11日召开的中共中央政治局会议,审议通过了《生态文明体制改革总体方案》。专家表示,这个方案是生态文明领域改革的顶层设计和部署,改革要遵循"六个坚持",搭建好基础性制度框架,全面提高我国生态文明建设水平。

方案明确生态文明体制改革的指导思想是,坚持节约资源和保护环境基本国策,以建设美丽中国为目标,以正确处理人与自然关系为核心,以解决生态环境领域突出问题为导向,保障国家生态安全,改善环境质量,提高资源利用效率,推动形成人与自然和谐发展的现代化建设新格局。

总体方案提出,到2020年,构建起由自然资源资产产权制度、国土空间开发保护制度、空间规划体系、资源总量管理和全面节约制度、资源有偿使用和生态补偿制度、环境治理体系、环境治理和生态保护市场体系、生态文明绩效评价考核和责任追究制度等八项制度构成的产权清晰、多元参与、激励约束并重、系统完整的生态文明制度体系[61,62]。

3.5　《中国应对气候变化的政策与行动2015年度报告》发布

2015年11月19日,国家发展和改革委员会发布了《中国应对气候变化的

政策与行动2015年度报告》。该报告全方位介绍了2015年中国在应对气候变化方面采取的一系列政策措施。

报告中同时梳理了今年来中国为应对气候变化做出的贡献。截止到2014年,中国非化石能源占能源消费的比重达11.2%,比2005年提高了4.4个百分点;森林累积量比2005年增加了21.88亿m^3,远超此前对外承诺的15亿m^3;7个碳排放交易试点全部实现了上线交易,且近20年来,中国累计节能量占全球的52%以上。

报告中指出,2015年6月30日,中国政府向联合国气候变化框架公约秘书处提交应对气候变化国家自主贡献文件《强化应对气候变化行动——中国国家自主贡献》,明确提出于2030年左右二氧化碳排放达到峰值,到2030年非化石能源占一次能源消费比重提高到20%左右,2030年单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降60%~65%,森林蓄积量比2005年增加45亿m^3左右,全面提高适应气候变化能力等强化行动目标。同时系统阐释实现上述目标的路径和政策措施,充分体现了中国强化行动的透明度,为增强各方对多边进程的信心、推动巴黎会议如期达成有力度的成果做出积极贡献。

除此之外,报告中还指出,中国竭尽所能帮助发展中国家应对气候变化,建立了气候变化南南合作基金;过去3年累计投入4.1亿元帮助20多个发展中国家开展节能、提高能效等支持,并且培训了120多个发展中国家的1000多名官员和技术人员[63]。

3.6 《世界土壤资源状况》发布

2015年是联合国2015"国际土壤年",在12月4日"世界土壤日"当天,联合国粮农组织发表了名为《世界土壤资源状况》的报告。报告中介绍了土壤对人类生存的重要性,重点阐明了导致土壤条件发生变化的主要原因,并对进一步改善土壤质量提出了建议。

土壤不仅对农业生产至关重要,并且具有强大的水过滤和净化能力。除此之外,土壤作为碳的主要存储库,具有助力控制二氧化碳和其他温室气体排放的作用,并能起到调节气候变化的能力。该报告中汇集了来自60个国家的近200名土壤专家的研究成果。报告中汇集的研究结论均表明,目前世界上绝大多数的土地资源状况可分为一般、较差和很差3级,更多的研究实例表明,土壤恶化的速度已经远远超过其被改善的速度,目前33%的土地因侵蚀、盐碱化、板结、酸化和化学污染而出现中度到高度退化。

报告中分析称,在人类活动日益活跃的驱动下,人口增长、城市化和气候变化3个方面是导致土壤条件发生变化的主要原因。具体来讲,城市建设所需的混凝土和沥青会使土壤被永久性密封;工业发展过程中,过量的酸、盐和重金属的污染会加重土壤的负担;干旱、洪水和风暴等极端气候条件会迫使土壤中的水分流失并破坏其营养结构,进而加速土壤侵蚀和海岸线的后退。

对于如何改善全球土壤环境,报告中强调称,全球共同行动起来,开始推广土壤的可持续管理和相关技术,土壤退化的趋势是可以得到逆转的。报告就此提出了解决方案并确定了行动重点,包括支持开发土壤信息系统以监测和预报土壤变化;加强土壤方面的教育和认识,将土壤问题纳入正规教学大纲;投资于可持续土壤管理技术的研发和推广;采取适当有效的管理和鼓励措施,遏制过度使用化肥、除草剂和杀虫剂等破坏性做法;评估各国的土壤资源和可持续管理土壤的能力,以促进在地方、区域和国际各级实现对粮食安全性的保障[64]。

参考文献(References)

[1] Jambeck J R, Geyer R G, Wilcox C, et al. Plastic waste inputs from land into the ocean[J]. Science, 2015, 347(6223): 768-771.
[2] 林小春. 每年约800万吨塑料垃圾进入海洋[EB/OL]. 2015-03-03. http://paper.sciencenet.cn/htmlpaper/20153317102978635768.shtm.
[3] 鲁捷. 防晒剂会严重危害海洋生物[N]. 中国科学报, 2015-06-09.
[4] Wu B, Torres-Duarte C, Cole B, et al. Copper Oxide and Zinc Oxide Nanomaterials Act as Inhibitors of Multidrug Resistance Transport in Sea Urchin Embryos: Their Role as Chemosensitizers[J]. Environmental Science & Technology, 2015, 49(9): 5760-5770.
[5] 刘万生, 杨瑞霞. 共轭微孔高分子应用于水处理研究取得新进展[EB/OL]. 2015-06-05. http://paper.sciencenet.cn/htmlpaper/20156514523278536503.shtm.
[6] Yang R X, Wang T T, Deng W Q. Extraordinary capability for water treatment achieved by a perfluorous conjugated microporous polymer[J]. Scientific Reports, 2015, 5: 10155.
[7] 研究揭示HOCs在水体环境中毒理学意义[EB/OL]. 2015-07-13. http://paper.sciencenet.cn/htmlpaper/201571314142119236904.shtm.
[8] Guo X J, Jin X, Lv X F, et al. Real-time visualization of perylene nanoclusters in water and their partitioning to graphene surface and macrophage cells [J]. Environmental Science & Technology, 2015, 49(13): 7296-7933.
[9] Liu Y L, Pan Z H, Zhuang Q L, et al. Agriculture intensifies soil moisture decline in northern China[J]. Scientific Reports, 2015, 5: 11261.
[10] Liu J G, Zhao D D, Gerbens-Leenes P W, et al. China's rising hydropower demand challenges water sector [J]. Scientific Reports, 2015, 5: 11446.
[11] 萧扬. 发现南亚大气排放是藏东南黑碳沉降主因[N]. 中国科学报, 2015-07-07.
[12] Wang M, Xu B, Cao J, et al. Carbonaceous aerosols recorded in a southeastern Tibetan glacier: Analysis of temporal variations and model estimates of sources and radiative forcing [J]. Atmospheric Chemistry and Physics, 2015, 15: 1191-1204.
[13] New rice variety could feed the planet without warming it[EB/OL]. 2015-07-22. http://news.sciencemag.org/climate/2015/07/new-rice-variety-could-feed-planet-without-warming-it.
[14] Su J, Hu C, Yan X, et al. Expression of barley SUSIBA2 transcription factor yields high-starch low-methane rice[J], Nature, 523: 602-606.
[15] China's carbon emissions overestimated[EB/OL]. 2015-08-19. http://www.nature.com/news/china-s-carbon-emissions-overestimated-1.18199.
[16] 祝叶华. 中国碳排放是否被高估还需精准测算[J]. 科技导报, 2015, 33(17): 9.

[17] Liu Z, Guan D B, Wei W, et al. Reduced carbon emission estimates from fossil fuel combustion and cement production in China[J]. Nature, 2015, 524: 335-338.
[18] 齐芳. 中国碳排放长期被高估[N]. 光明日报, 2015-08-20.
[19] 宗华. 2050年:空气污染将致660万人早亡[N]. 中国科学报, 2015-10-13.
[20] Lelieveld J, Evans J S, Fnais M, et al. The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale[J]. Nature, 2015, 525: 367-371.
[21] 彭科峰. 西南大气汞主要来自中南半岛生物质燃烧[N].中国科学报, 2015-11-02.
[22] Wang X, Zhang H, Liu C J, et al. Transboundary transport and deposition of Hg emission from springtime biomass burning in the Indo-China Peninsula [J]. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 2015, 120(18): 9758-9771.
[23] 空气污染:中国城市PM2.5污染的时空分布与潜在风险[EB/OL]. 2015-10-16. http://www.natureasia.com/zh-cn/research/highlight/10272.
[24] Zhang Y L, Cao F. Fine particulate matter (PM2.5) in China at a city level [J]. Scientific Reports, 2015, 5: 14884.
[25] 李琳. 科学家揭示黄粉虫降解聚苯乙烯塑料证据[EB/OL]. 2015-10-14. http://paper.sciencenet.cn/htmlpaper/201510141316368483764 6.shtm.
[26] Yang Y, Yang J, Wu W M, et al. Biodegradation and mineralization of polystyrene by plastic-eating mealworms. Part 1. Chemical and physical characterization andisotopic tests [J]. Environmental Science & Technology, Environmental Science & Technology, 2015, 49(20): 12080-12086.
[27] Yang Y, Yang J, Wu W M, et al. Biodegradation and mineralization of polystyrene by plastic-eating mealworms: Part 2. Role of gut microorganisms[J]. Environmental Science & Technology, 2015, 49 (20): 12087-12093.
[28] 彭科峰. 研究发现修复有机污染土壤新方法[N]. 中国科学报, 2015-05-05.
[29] Fang G D, Liu C, Gao J, et al. Manipulation of Persistent Free Radicals in Biochar To Activate Persulfate for Contaminant Degradation[J]. Environmental Science & Technology, 2015, 49(9): 5645-5653.
[30] 萧杨. 研究发现土壤中多环芳烃非生物转化新机制[N].中国科学报, 2015-06-29.
[31] Li L, Jia H Z, Li X Y, et al. Transformation of anthracene on various cation-modified clay minerals[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2015, 22(2): 1261-1269.
[32] Jia H Z, Li L, Chen H X, et al. Exchangeable cations-mediated photodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) on smectite surface under visible light[J]. Journal of Hazardous Materials, 2015, 287(28): 16-23.
[33] 三江平原湿地土壤中的砷分布情况[EB/OL]. 2015-06-05. http://www.natureasia.com/zh-cn/research/highlight/9952/.
[34] Lin C Y, Wang J, Cheng H G, et al. Arsenic profile distribution of the wetland argialbolls in the Sanjiang plain of northeastern China[J], Scientific Report, 2015, 5: 10766.
[35] Montanarella L. Agricultural policy: Govern our soils[J]. Nature, 2015, 528, 32-33.
[36] 中科院生态中心朱永官研究组发表土壤与植物系统砷污染控制研究进展[EB/OL]. 2015-12-22. http://nature.bio1000.com/botany/201512/2405.html.
[37] Duan G L, Hu Y, Schneider S, et al. Inositol transporters AtINT2 and AtINT4 regulate arsenic accumulation in Arabidopsis seeds[J], Nature Plants, 2015, 2: 15202.
[38] 柯讯. 北方流域抗生素浓度远高于其他区域[N]. 中国科学报, 2015-07-16.
[39] Zhang Qianqian, Ying Guangguo, Pan Changgui, et al. Comprehensive evaluation of antibiotics emission and fate in the river basins of China: Source analysis, multimedia modeling, and linkage to bacterial resistance[J]. Environmental Science & Technology, 2015, 49(11): 6772-6782.
[40] 中国森林将累积更多的碳[EB/OL]. 2015-06-26. http://www.natureasia.com/zh-cn/research/highlight/10000/.
[41] Hu H F, Wang S P, Guo Z D, et al. The stage-classified matrix models project a significant increase in biomass carbon stocks in China's forests between 2005 and 2050[J]. Scientific Reports, 2015, 5: 11203.
[42] 杨烨. 2015年环保十大事件: 北京首发空气重污染红色预警[N]. 经济参考报, 2015-12-28.
[43] 环保监管风暴刮向地方一把手多地负责人遭约谈[N]. 经济参考报, 2015-03-26.
[44] 申孟哲. 新政实施后环保部"约谈"对象多为政府一把手[N]. 人民日报海外版, 2015-04-14.
[45] 蔡梦晓, 汪徐, 秋林. 绿色GDP 2.0数据如何发布? [EB/OL]. 2015-04-14. http://news.xinhuanet.com/talking/2015-04/14/c_1114949036.htm.
[46] 刘松柏. 绿色GDP 2.0, 坎坷开新篇[N]. 经济日报, 2015-04-22.
[47] 漳州石化爆炸事故调查报告公布 13人被移送司法[EB/OL]. 2015-08-16. http://politics.people.com.cn/n/2015/0816/c70731-27469599.html.
[48] 福建漳州PX项目:两年两爆炸[N]. 南方周末, 2015-04-07.
[49] 王薇. 天津港爆炸污染物处理引关注[J]. 科技导报, 2015, 33(16): 9.
[50] 余荣华, 施怡文. "阅兵蓝"如何实现, 有何启示[EB/OL]. 2015-09-07. http://society.people.com.cn/n/2015/0907/c1008-27551956.html.
[51] 北京大量减排"阅兵蓝"不负众望现身[EB/OL]. 2015-08-25. http://china.cankaoxiaoxi.com/bd/20150826/919623.shtml.
[52] 岳家琛, 邵启月. 中标价腰斩, 屡创最低纪录, 垃圾焚烧低价抢标: "超出底线"[N]. 南方周末, 2015-10-29.
[53] 郝羿. 北京市首发空气重污染红色预警实施单双号限行[N]. 北京青年报, 2015-12-08.
[54] 北京首发重污染红色预警环保部深夜表态支持[EB/OL]. 2015-12-08. http://politics.people.com.cn/n/2015/1208/c70731-27901446.html.
[55] 外媒: 去年北京雾霾天达半年重污染天数超一个月[EB/OL]. 2015-01-07. http://www.china.com.cn/txt/2016-01/07/content_37479872.htm.
[57] 环保部解读新《环保法》4个配套办法[EB/OL]. 2015-01-08. http://politics.people.com.cn/n/2015/0108/c70731-26351489.html.
[58] 中国强化环境监管新手段对违法排污"零容忍"[EB/OL]. 2015-01-08. http://politics.people.com.cn/n/2015/0108/c70731-26351370.html.
[59] 2014年全国大、中城市固体废物污染环境防治年报[N]. 中国环境报, 2015-01-05.
[60] 国务院关于印发水污染防治行动计划的通知[EB/OL]. 2015-04-02. http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-04/16/content_9613.htm.
[61]《生态文明体制改革总体方案》出台[N]. 新华日报, 2015-09-22.
[62] 生态文明体制改革总体方案出台[EB/OL]. 2015-09-22. http://news.sina.com.cn/o/2015-09-22/doc-ifxiehns2987138.shtml.
[63]《中国应对气候变化的政策与行动2015年度报告》发布[EB/OL]. 2015-11-19. http://www.chinadaily.com.cn/micro-reading/politics/2015-1119/content_14344559.html.
[64] "世界土壤日": 粮农组织发布报告呼吁世界保护土壤资源[EB/OL]. 2015-12-04. https://www.un.org/chinese/News/story.asp?NewsID=25249.

(责任编辑 陈广仁)