



产业发展与环境治理研究中心
Center for Industrial Development
and Environmental Governance

清华大学 CIDEG 研究项目

研究报告（结题）

区域发展的生态与环境安全监管

2018年11月

区域发展的生态与环境安全监管

委托方：清华大学产业发展与环境治理研究中心

受托方：清华大学交通研究所

课题负责人：江 源

清华大学产业发展与环境治理研究中心

地址：北京市海淀区清华大学公共管理学院邮编：
100084 电话：(86-10) 6277 2497 传真：(86-10)
6277 2497 邮箱：cideg@tsinghua.edu.cn 主页：
<http://www.cideg.org.cn>

本报告的所有内容未经允许禁止转载和复制使用。所有内容受著作权法和国际条约的保护。

研究团队

项目负责人：江 源 北京师范大学地理科学学部 教授

项目组成员：金建君 北京师范大学地理科学学部 教授
康慕谊 北京师范大学地理科学学部 教授
董满宇 北京师范大学地理科学学部 副教授
田雨露 北京师范大学地理科学学部 博士研究生
刘 琦 北京师范大学地理科学学部 博士研究生
许丁雪 北京师范大学地理科学学部 博士研究生
何立环 中国环境监测总站研究员
朱 源 生态环境部环境评价研究中心副研究员

项目承担单位：北京师范大学地理科学学部自然资源学院

目 录

1	中国环境保护的历程与生态环境变化态势	1
1.1	中国环境保护的历程	1
1.2	中国环境近年变化态势	3
2	生态与环境质量变化实证研究	6
2.1	北京案例：生态环境质量特征及其变化	6
2.1.1	空气质量变化.....	6
2.1.2	水环境特征	10
2.1.3	生态系统类型面积变化	12
2.1.4	区域生态环境督查监管及其效果.....	14
2.2	张家口-承德地区案例：生态环境质量特征及其变化.....	15
2.2.1	空气质量特征与变化	15
2.2.2	地表水水质现状及其变化	16
2.2.3	水生态系统健康特征	24
2.2.4	生态系统面积结构及其变化.....	31
2.2.5	生态环境变化及监管启示	35
3	生态环境监管的新举措及其潜在效能	41
3.1	生态红线及其管理	41
3.1.1	生态红线的提出	41
3.1.2	生态红线框架体系	41
3.1.3	生态红线的管理档案与管理要求	42
3.2	领导干部自然资源资产离任审计	43
3.2.1	自然资源资产离任审计的性质与目标	43
3.2.2	自然资源资产离任审计的制度条件	43
3.2.3	自然资源资产负债表编制试点及其面临的问题	45
3.3	加强河湖保护监管的“河长制”	52
3.3.1	“河长制”制度探索	52
3.3.2	制度创新与作用	53

3.3.3	制度推广及其面临的问题	57
4	生态环境保护督查制度的演进与完善	60
4.1	环保督查制度的形成与发展	60
4.1.1	督企查事	60
4.1.2	督政为主、党政同责	61
4.2	环保督查制度的监管机制	62
4.2.1	高压直查	62
4.2.2	开放连贯	63
4.2.3	反馈问责	63
4.3	生态环保督查制度监管内容选择与整改案例	63
4.3.1	可感知问题为主，体制机制问题关注不足	64
4.3.2	单项整改，指向明确	64
4.4	生态环保督查制度的效果与问题	65
4.4.1	环保意识普遍提高	65
4.4.2	弱化对抗、推进整改	66
4.4.3	责任模糊，联动不足	67
5	生态环境保护监管制度发展中的问题与思考	69
5.1	制度的继承与发展	69
5.1.1	从关注措施落实到关注环境本体质量	69
5.1.2	从污染要素监管到生态系统与环境污染同步监管	72
5.1.3	从监企查事到督政为先和落实整改	74
5.2	生态与环境安全监管的问题与未来挑战	76
5.2.1	理顺不同主体关系，保障生态环境监测数据真实	76
5.2.2	加强执法，拓宽公众监督途径，	80
5.2.3	扩展监管内容、完善监管体系	83
5.2.4	优化监管技术，加强数据整合与共享	87
6	主要参考文献	91
	Summary	95

1 中国环境保护的历程与生态环境变化态势

1.1 中国环境保护的历程

我国的环境保护历史大致可以分为以下几个阶段。我国现代意义上的环境保护，起步阶段是从1972年至1978年，即环境保护意识的初步建立阶段。鉴于国际上发达国家环境问题开始明显暴露，为顺应全球兴起的环保浪潮，联合国于1972年在斯德哥尔摩召开了人类环境会议，拉开了全球环境保护运动的序幕。这场环境运动，为中国启动环境保护提供了契机（曲格平，2002）。1972年，中国代表团出席联合国人类环境会议，认识到了中国自身问题的严重性。之后的1973年8月，第一次全国性环境保护会议召开，会议通过了中国环境保护方针和《关于保护和改善环境的若干规定》，该规定对多个方面的环境保护工作提出了要求，并做出了部署。

此后的十多年，我国经历了污染逐渐蔓延和环境保护制度逐步建立的过程。1979年之后，改革开放将经济发展带入了快车道，出于环境保护的迫切需求，我国在这一年正式颁布了《环境保护法》，此举标志着中国环境保护开始迈上法制轨道。1983年召开的第二次全国环境保护会议，明确了环境保护是中国的一项基本国策，为环保工作的开展奠定了坚实基础。1989年召开的第三次全国环境保护会议，提出了环境保护的三大政策和八项管理制度，前者即预防为主、防治结合，谁污染谁治理和强化环境管理的三大政策；后者即三同时制度、环境影响评价制度、排污收费制度、城市环境综合整治定量考核制度、环境目标责任制度、排污申报登记和排污许可证制度、限期治理制度和污染集中控制制度。同年，也对《环境保护法》进行了一次修订。这一时期，国家陆续制定并颁布了一系列有关污染防治方面的各单项法律和标准，包括《水污染防治法》、《大气污染防治法》、《海洋环境保护法》；同时又相继出台了《森林法》、《草原法》、《水法》、《水土保持法》、《野生动物保护法》等资源保护方面的法律，由此初步构建起了一个环境保护的法律框架体系（胡琳琳，2005）。

在环境保护机构方面，1982年国家设立“城乡建设环境保护部”，内设环保局，1988年环保局从城乡建设环境保护部分离出来，建立了直属国务院的“国家环保局”，至此，“环境管理”才成为国家的一个独立工作部门。1993年，全国人大设立“环境与资源委员会”，全国政协也相应设立了“环境与人口委员会”。上

行下效，各省、市、区也都相继建立起这类机构，从而环境保护在国家各级管理层面上得到了应有重视。

1993年至2001年期间，不仅是我国由计划经济向市场经济转轨的时期，也是中国环保历程中环境污染加剧和规模治理时期（张连辉等，2007）。多年的乡镇企业发展，导致环境问题十分突出，许多江河湖泊污水横流、蓝藻暴发，甚至舟楫难行，沿江沿湖居民饮水发生困难；许多城市雾霾蔽日、空气混浊，城市居民呼吸道疾病急剧上升。在这种情况下，国家环保部门启动了“三河（淮河、海河、辽河）三湖（滇池、太湖、巢湖）一市（北京）一海（渤海）”治理，通过制定区域和流域污染防治规划，实施重点污染物总量控制等，开始了规模污染治理的进程。

也是在这个时期，全国人大环资委陆续修订了《水污染防治法》、《大气污染防治法》和《海洋环境保护法》；出台了《固体废物污染环境防治法》、《环境噪声污染防治法》、《防沙治沙法》、《清洁生产促进法》、《环境影响评价法》。其中《环境影响评价法》的出台，既是立法方向的转变，也是环境管理方式的转变（高红贵，2008）。从“先污染后治理”转向“先评价后建设”，转向预防在先，治理在后。

在环境治理方面，这个时期在控制环境污染中，把工业污染防治作为重点；在流域污染防治方面，系统开展了淮河流域的治理；在重点城市环境治理方面，城市的污水处理率、生活垃圾无害化处理率、燃气普及率和自来水普及率均获得大幅度提高。

2002年之后，我国全面进入了环境综合治理时期。这个时期，在各项治理工程持续推进的基础上，政府推出了更多的有利于环境保护和污染治理的经济手段。一是全面推行特许经营制度，开启了环境处理企业市场化之路；二是实行有利于环境的价格政策，如2004年出台的每度电加收1.5分钱的脱硫电价政策等；三是实行有利于环境的税收政策，以及实行有利于环境的投融资政策等。在这个期间，环境保护法制建设也取得了新进展。相继出台了《放射性污染防治法》、《可再生能源法》、《循环经济促进法》等。截止目前，中国已制定了8部环境保护法律、15部自然资源法律，制定并颁布了环境保护行政法规50余项、部门规章和规范性文件近200件、军队环保法规和规章10余件、国家环境标准800多项，批准和签署多边国际环境条约51项；与此同时，各地方人大和政府亦相应制定

了地方性环境法规和地方政府规章共 1600 余项；国家和地方法规制定与颁布一体化推进，初步形成了适应市场经济体系的环境保护法律和标准体系。

1.2 中国环境近年变化态势

中国于 1979 年正式颁布了《环境保护法》，从我国环境保护发展历程看，环境保护基本法建设在时间上与美国等发达国家基本处于同期，环境政策的演进也基本经历了从立法，到形成政策，再到监管和运用经济激励措施和手段等，但是至今中国环境保护的成效并不乐观。从我国进入大规模经济建设以来，大气污染、地表水和地下水污染，乃至土壤污染的问题都十分严峻。国家虽然也启动过三河三湖治理行动，持续制定流域污染防治规划，实施重点污染物总量控制，对“五小”企业采取关停并转等措施，启动环境污染综合治理行动以及多项与污染治理与防治相关的科技行动，但是生态与环境问题一直没有得到明显好转。一方面旧的环境问题有所改善，另一方面新的环境问题又在不断出现。

根据中国环境质量报告（中华人民共和国环境保护部，2012-2016），2011-2015 年期间全国工业废水、废气及其主要污染物的排放明显好转，但是生活来源的排放量仍然持续增加（表 1-1，1-2）。从全国天气质量中受沙尘天气影响的全国城市空气污染超标情况看，超标天数和重污染天数均有逐年增多的态势（表 1-3）。河流情况中以污染问题突出的海河流域为例，2015 年，海河流域总体为中度污染，主要污染物指标为化学需氧量、氨氮和总磷。64 个国控断面中，I 类水质断面占 4.7%，同比持平；II 类占 15.6%，同比上升 1.5 个百分点；III 类占 21.9%，同比上升 1.6 个百分点；IV 类占 6.2%，同比下降 7.9 个百分点；V 类占 12.5%，同比上升 3.1 个百分点；劣 V 类占 39.1%，同比上升 1.6 个百分点。综观我国的生态与环境治理现状，一方面旧的环境问题有所改善，另一方面新的环境问题又在不断出现，在对大中型工业企业形成的点源污染治理取得进展的同时，环境污染形势由“点源”污染变成“面源污染”，这种污染集工业污染、城市污染、村镇生活污染和农田化肥、农药污染为一体，加剧了污染防治的难度，因此也对管理政策、监管手段和治理措施等提出了新的要求。

表 1-1 2011-2015 年全国废气中主要污染物排放年际变化 单位/ ×10⁴t

污染物 年份	二氧化硫			氮氧化物				烟(粉)尘			
	合计	工业	生活	合计	工业	生活	机动车	合计	工业	生活	机动车
2011	2217.9	2017.2	200.4	2404.3	1729.7	36.6	637.6	1278.8	1100.9	114.8	62.9
2012	2117.6	1911.7	205.7	2337.8	1658.1	39.3	640.0	1234.3	1029.3	142.7	62.1
2013	2043.9	1835.2	208.5	2227.4	1545.6	40.7	640.6	1278.1	1094.6	123.7	59.4
2014	1974.4	1740.4	233.9	2078.0	1404.8	45.1	627.8	1740.8	1456.1	227.1	57.4
2015	1859.2	1556.7	296.9	1851.0	1180.9	65.1	585.1	1538.0	1232.6	249.7	55.5

注：1.自 2011 年起机动车从原来的生活源中分出进行单独统计；2.自 2011 年起不再单独统计烟尘和粉尘，统一以烟（粉）尘进行统计；3.机动车的烟（粉）尘排放量指机动车的颗粒物排放量；4.此处集中式污染治理设施包括生活垃圾处理厂（场）和危险废物（医疗废物）集中处理（置）厂焚烧废气中排放的污染物。

表 1-2 全国废水及其主要污染物排放量年际对比

指标 年份	废水/×10 ⁸ t			化学需氧量/×10 ⁴ t				氨氮/×10 ⁴ t			
	合计	工业	生活	合计	工业	农业	生活	合计	工业	农业	生活
2011	659.2	230.9	427.9	2499.9	354.8	1186.1	938.8	260.4	28.1	82.7	147.7
2012	684.8	221.6	462.7	2423.7	338.5	1153.8	912.8	253.6	26.4	80.6	144.6
2013	695.4	209.8	485.1	2352.7	319.5	1125.8	889.8	245.7	24.6	77.9	141.4
2014	716.2	205.3	510.3	2294.6	311.3	1102.4	864.4	238.5	23.2	75.5	138.1
2015	735.3	199.5	535.2	2233.5	293.5	1068.6	846.9	229.9	21.7	72.6	134.1

注：1.自 2011 年起增加农业源的污染排放统计；2.此处集中式污染治理设施包括生活垃圾处理厂（场）和危险废物（医疗废物）集中处理（置）厂垃圾渗滤液中排放的污染物。

表 1-3 2011-2015 年受沙尘天气影响全国城市空气污染超标情况月际变化

时间	超标天数/天					重污染天数/天				
	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
1 月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 月	0	0	15	0	49	0	0	3	0	25
3 月	88	41	82	99	45	2	2	29	24	24
4 月	73	99	41	105	71	9	9	3	34	34
5 月	97	7	19	66	37	11	0	3	12	14
6 月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 月	0	0	0	0	22	0	0	0	0	7
9 月	0	0	0	0	14	0	0	0	0	3
10 月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11 月	0	0	0	0	24	0	0	0	0	24
12 月	0	0	0	0	41	0	0	0	0	40
合计	258	147	157	270	303	22	11	38	70	171

注：2014 年统计受沙尘影响的城市数量由 113 个增加至 161 个，2015 年增加至 338 个，导致与之前年份比有较大增加。

年全国生态保护功能区县域生态环境质量综合考核结果显示(中国环境监测总站, 2015), 2013-2015年, 512个县域中生态环境质量发生变化的县域总个数有165个(其中变好103个, 变差62个), 保持稳定的有347个, 所占比例分别为32.2%和67.8%; 其中“变好”县域所占比例为20.1%, “变差”县域所占比例为12.1%(表1-4)。如果将165个变化县域按照生态功能区类型划分: 水土保持功能区、水源涵养功能区和生物多样性维护功能区内, 变好县域的数量均大于变差的数量, 其中生物多样性维护功能区内这个特点表现得尤为突出。只有防风固沙功能区内变好的县域数量小于变差的数量, 分别为7个和17个。

表 1-4 不同生态保护功能类型区变化县域分布统计

生态功能类型	变好县域			变差县域		
	轻微变好	一般变好	明显变好	轻微变差	一般变差	明显变差
防风固沙	6	0	1	15	2	0
水土保持	18	3	0	10	3	0
水源涵养	35	15	0	23	1	1
生多维护*	20	5	0	7	0	0

* 为生物多样性维护功能类型的简称。

2 生态与环境质量变化实证研究

2.1 北京案例：生态环境质量特征及其变化

北京从地理坐标上位于北纬 39°26'-41°03'，东经 115°25'-117°30'，北邻燕山山脉，西靠太行山脉，南接华北平原。北京属于暖温带亚湿润地区，具典型大陆性季风气候，四季分明。夏季炎热潮湿，冬季寒冷多风。2001-2016 年期间，年平均气温 12.3 °C，年平均降水量 529.4 mm。北京占地面积约 16 807.8 km²，辖 16 个区，常住人口 2170 万。根据最新的功能型行政区划，北京可以划分为四个功能区：1) 首都功能核心区或传统内城区，主要体现北京的政治文化功能；2) 城市功能拓展区或城市中心，是高科技产业、大学和教育机构的聚集区域；3) 城市发展新区，由现代制造业和农业组成；4) 生态涵养发展区，包含北京的生态屏障和水源地，对可持续发展起着重要作用 (Chen et al., 2014)。

2.1.1 空气质量变化

北京大气环境监测网络覆盖北京市全区，包括位于所有 16 个区域的 35 个监测站，监测密度以城区最为密集，远郊区较为稀疏。API 和 AQI 是北京市环境保护监测中心 (<http://www.bjmemc.com.cn>) 公布的排放清单中提供的两个有效指标。这些指标用于表示北京各地的空气质量，并根据多种空气污染物进行计算。这两个指标的范围均为从 0 到 500，数值越大表示空气质量越差。指数值是根据每种空气污染物浓度计算得出的，被定义为 API 或 AQI。API/AQI 和空气污染物浓度呈现良好的线性关系 (Zheng et al., 2014; Du, 2017)。API 基于 SO₂，NO₂ 和 PM₁₀ 的浓度计算。API 是 2001 年 1 月 1 日至 2012 年 12 月 31 日在北京的日均值。AQI 是一个更全面的综合性指标，根据 SO₂，CO，NO₂，O₃，PM_{2.5} 和 PM₁₀ 的浓度计算。AQI 为 2013 年 1 月 1 日至 2017 年 12 月 31 日期间北京 35 个空气监测站的日均值。

(1) 2001-2017 空气质量变化

空气质量在 2001 年至 2012 年由 API 表示。在此期间，北京的年平均 API 从 112.8 降至 78.5 (图 2-1A)。在 2006 年，API 的年平均值为 110.3，接近 2001 年和 2002 年的水平。在这三年中，API 的年平均值均在 110 以上。2006 年以后，API 迅速下降，2012 年达到 78.5。2007 年至 2008 年间，年最大降幅为 13.1%。

自 2013 年以来，API 被 AQI 替代。2013-2017 年 AQI 的年平均值也从 128.9 下降到 94.4（图 2-1C）。2016 年至 2017 年间，年最大跌幅为 9.4%。这两个指数均呈现出明显的下降趋势。

图 2-1B 和图 2-1D 分别显示了 2001-2012 年和 2013-2017 年的月平均 API 和 AQI。API 和 AQI 的年内变化存在一定差异。API 月平均值在年内前四个月上升，4 月达到峰值（117.4），然后下降，到 8 月份达到最低值（78.6）。在剩余几个月 API 再次增加。相比之下，1 月份 AQI 达到最高值（142.6），该指数在年内前八个月下降至 8 月份的最低值（82.8）。AQI 再次上升至 12 月份（134.0）。总的来说，API 和 AQI 的最大值分别出现在春季和冬季，而且这两个指数的最小值均出现在夏季。

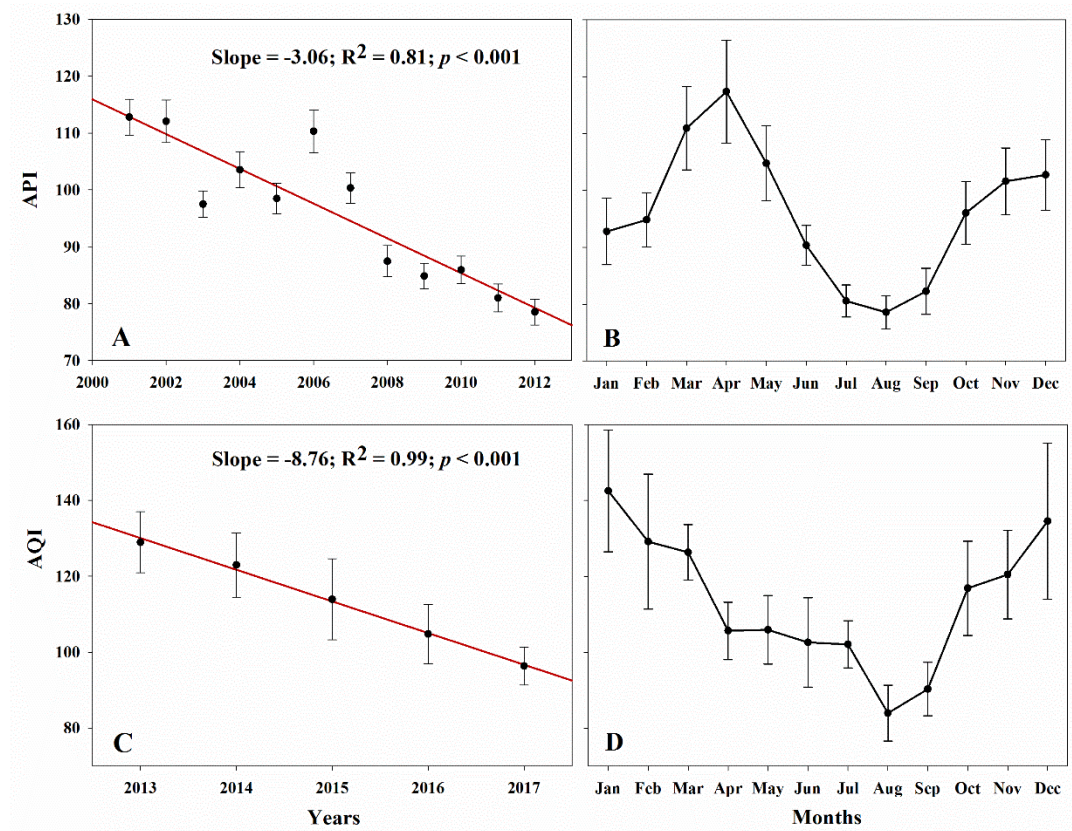


图 2-1 北京 API (A 和 B) 和 AQI (C 和 D) 的年际和年内变化

(2) 北京市 AQI 区域差异

AQI 的空间区域差异显著，AQI 值从北向南逐渐增加（图 2-2）。例如，主要位于北部的生态涵养发展区，其年平均 AQI 明显低于其他三区，即城市功能拓展区、首都功能核心区和城市发展新区。其中，AQI 最高值主要出现于南部的城

市发展新区，不过该区域的 AQI 与首都功能核心区和城市功能拓展区之间并没有显著差异（表 2-1）。从季节看，生态涵养发展区与城市发展新区之间的夏季平均 AQI 只有很小的差异（7.7）。只有在夏季，城市发展新区的季节性平均 AQI 低于首都功能核心区和城市功能拓展区。相反，生态涵养发展区与城市发展新区的季节平均 AQI，最大差异出现在冬季（46.8）。冬季城市发展新区的 AQI 高于其他所有地区。生态涵养发展区全年和季节性 AQI 明显低于其他地区。

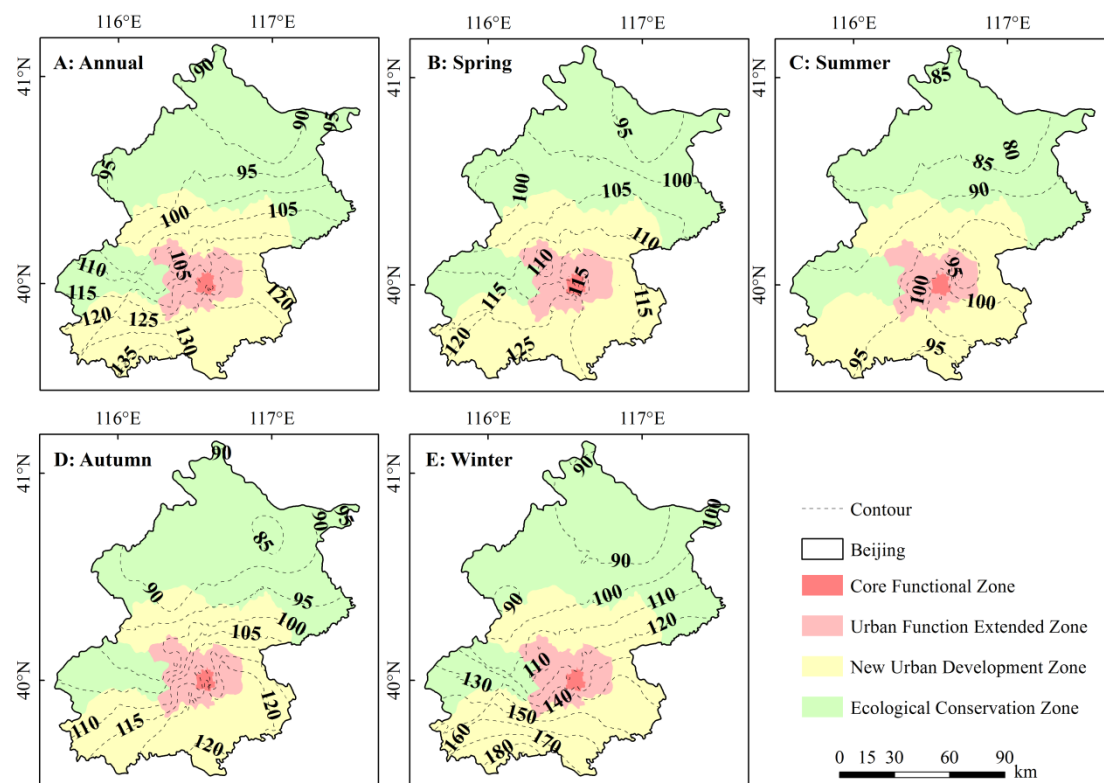


图 2-2 北京全年和季节平均 AQI 的空间变化

表 2-1 2013-2017 年北京市四个功能区 AQI

AQI	首都功能核心区	城市功能拓展区	城市发展新区	生态涵养发展区
春季	112.9±3.8Aa	116.0±3.7Aa	116.1±4.4Aa	101.3±2.7Ba
夏季	101.6±8.6Ab	97.7±7.9Ab	96.9±7.3Ab	89.2±7.0Bb
秋季	115.5±7.1Aa	113.1±7.4Aa	115.1±8.3Aa	92.7±5.2Bb
冬季	136.2±10.9Ac	134.9±11.6Ac	155.3±13.0Bc	108.5±8.9Cc
全年	116.6±6.4Aa	115.4±6.5Aa	119.8±7.3Aa	98.0±4.2Ba

（大写字母代表区域的差异；小写字母代表时间差异；不同的字母表示存在差异）

(3) 空气质量时间和空间变化影响因素

以上分析揭示了北京空气质量在时间和空间上的变化特点。首先，自 2001 年以来，北京市空气质量总体上在持续改善，但部分年份偶有反弹现象；其次，空气质量水平在空间上不均衡，若以 AQI 为衡量指数，空气质量指标中各区的污染物水平浓度年均值可以相差达 40 个单位以上，冬季更是相差可以达到 90 个单位以上。

北京空气质量的监测和变化结果表明，近几年来北京市采取的大气污染治理和管理措施，均取得了不同程度的效果（Chen et al., 2013）。为了改善北京市的大气环境质量，北京市的清洁空气行动计划包括了提高外调电比例、增加燃气发电机组的比例，加强对渣土运输车辆、本地机动车（特别是重型柴油车）和外地进京车辆管理，增加公共服务车辆的新能源替代，加强对各类扬尘、工业排放源管理，提高散煤制品的质量监管强度，规范矿山开采等措施。这些措施的实施对改善北京市空气质量发挥了重要作用（Hao and Wang, 2005; Hua et al., 2016）。

尽管如此，从空气质量出现显著改善的时段看，严格的环境监管措施对于推进大气环境质量改善具有特别突出的作用。例如，北京市空气质量提高最快和最明显的时期分别是 2007-2008 年，以及 2016-2017 年，这两个时间段正好分别是第 29 届夏季奥运会举办时期和国家实施环保督查行动的时间段。2008 年夏季奥运会之前和之后一段时间，北京市加强了空气质量监管，大幅度限制了机动车上路数量，对工业排放和扬尘也进行了大规模、高强度的治理，监管力度十分高强。2016-2017 年国家环境保护督查行动期间，北京市投入了大量的科研和管理力量，采取划区“承包”的方式对重点地区大气质量进行督查，也同样体现了“超高压”式的环境监管。

如果说 2008 年夏季奥运会的环境治理方式为北京市大气治理提供了有效的方法和措施，2016-2017 年的环境保护督查则证明了严格的环保监管和执法可能是改善大气环境质量的根本保证（Lu and Liu, 2016）。从环境督查揭示的一系列问题看，北京市大气污染治理行动在技术上和管理上是全方位的，但恰恰是由于监管不足，导致措施和政策不能落实到位并全部实施，进而导致大气环境质量改善程度未能达到预期效果。

另一方面，北京市空气质量的空间变化也表明，区域空间规划分异与社会

经济布局也对生态环境产生一定影响。比较北京四个功能区 AQI 的特征（表 2-2），可以看出空气质量特征与功能区定位基本相适应。生态涵养发展区的 AQI、人口密度、汽车密度和能源消耗均为最低。该地区林地、草地、水域和未利用地面积最大。相比之下，城市发展新区的空气质量全年平均最差，这里不仅人口密度高、私人汽车众多，而且区域的高污染工业活动和重型车辆集中度高，能耗最高。此外，其耕地和建成用地面积也最大。从北京市 2016-2017 年环境督查结果看，规划的城市发展新区也是清洁大气措施落实最差的地区。

表 2-2 不同功能区的 AQI、土地利用/覆盖和社会经济数据

指标	首都功能核心区	城市功能拓展区	城市发展新区	生态涵养发展区
AQI (2013-2017)	121.3	120.4.3	125.6	100.3
人口密度 (/km ²)*	23845	8327	1107	218
车辆密度 (/km ²)*	7825	1747	174	35
能源消耗 (/km ²)*	676.5	2144.2	3070.9	481.4
耕地 (km ²)	0	68.52	1542.21	876.18
林地 (km ²)	5.04	278.31	2437.10	6129.51
草地 (km ²)	0.43	91.56	450.12	767.65
水域 (km ²)	2.88	35.68	159.82	222.96
建设用地 (km ²)	85.20	799.16	1667.51	599.96
未利用地 (km ²)	0	2.99	32.80	35.50

*所有经济和社会数据均来自北京统计年鉴（北京市统计局，2016）

2.1.2 水环境特征

（1）水环境监测断面水质概况

在水环境方面，2016 年，全市 206 个地表水监测断面中有 106 个不符合水功能区要求，劣 V 类断面占比 39%。与 2013 年相比，全市有 29 个河流监测断面污染物浓度不降反升；9 条有水的出境河流中，8 条为劣 V 类。2016 年，各区纳入目标责任书的 69 条黑臭水体治理任务中，40 条进展迟缓。

2016 年，北运河水系 113 个断面中有 75 个不达标，其中 24 个断面水质恶化，流域内朝阳区环境基础设施欠账较多。朝阳区高峰期每天 38×10⁴ t 生活污水

直排入河，小红门污水处理厂长期超负荷运行问题仍未得到有效解决，每天约有 5×10^4 t 污水仅简单沉淀后即排放凉水河；2016 年应完成 19 条黑臭水体治理任务，虽已全面开工，但截至 2016 年 12 月仅完成 1 条。流经朝阳区的通惠河、坝河、温榆河出境断面较入境断面污染物浓度大幅上升，其中坝河化学需氧量、氨氮浓度分别上升 2.7 倍、17 倍。

昌平区有 4 个监控断面，2013 年至 2016 年部分污染物浓度不降反升，温榆河土沟桥断面 2016 年化学需氧量、氨氮浓度比 2013 年分别升高 5.4% 和 41.5%。从污染源控制的角度看，禁养区内规模化畜禽养殖场关闭进展滞后，379 家规模化养殖场中，仍有 176 家未按应于 2016 年底前完成关闭的要求搬迁。畜禽养殖场清退工作不力，截至 2016 年 12 月上旬，密云水库一、二级保护区内分别有 3 家、95 家规模以上养殖场未完成清理。北京市六环内城乡结合部面积达 1206 km^2 ，占用地面积的 49%，其中聚集大量人口和低端产业。到 2015 年底，城乡结合部地区涉及 67 乡镇 571 个重点村，聚集约 460 万人口，每天产生约 90×10^4 t 生活污水，5000 t 生活垃圾。由于环境基础设施建设严重滞后，导致生活污水直排、生活垃圾乱倒，环境脏、乱、差问题突出。

北京市水资源短缺，供需矛盾十分突出。2013-2015 年水资源量累计为 $71.8 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，而同期全市供水总量达 $112.1 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，超出水资源量 56%。河流断流现象多见，水生态恢复任务艰巨。根据北京市第一次水务普查结果，北京市河流总长度 6413 km²，其中 70% 存在长期或间歇断流的问题。2013-2015 年北京市地下水位下降 1.23 m，全市地下水漏斗区面积 1056 km^2 。

(2) 黑臭水体

截止 2016 年，北京市建成区内共有黑臭水体 61 条段，其中首批建成区黑臭水体名单显示，共涉及昌平、顺义、通州等 6 个行政区域 24 条河段，其中包括 13 条重度黑臭河流，如通州的玉带河（小街村至皇木厂村段）等。二批建成区黑臭水体名单显示，共涉及大兴、昌平、房山等 7 个行政区域 37 条河段（其中 4 河段为两区重复河段），其中包括 17 条重度黑臭河流，比如大兴的小龙河（大兴沥青厂小龙河桥-西庄段）。

对于黑臭水体的治理，北京市采取责任到人、限时整治的措施，按照“一河一策”的方式开展工作，完成时限为 2016 年底或 2017 年底。另外，全市范围内黑臭水体力争于 2018 年底前全面消除，在全国率先完成黑臭水体治理目标。

2.1.3 生态系统类型面积变化

本研究中的生态系统面积变化，参考土地利用类型变化数据进行分析。土地利用类型数据，参照国家通用的土地利用分类系统，根据土地的利用方式属性及研究方法等情况，可分为7大类：耕地、森林、灌丛、草地、水域、城镇用地和其他未利用地类型（史培军等, 2004），其具体含义如表 2-3：

表 2-3 土地利用类型及其具体含义

土地利用类型	各个类型的具体含义
耕地	指种植农作物的土地，包括熟耕地、新开荒地、休闲地、轮歇地、草田轮作地；以种植农作物为主的农果、农桑、农林用地；耕种三
森林	由乔木树种（含乔木经济树种）组成的连续面积大于 1 亩的林地。
灌丛	指郁闭度>40%、高度在 2m 以下的矮林地和灌丛林地。
草地	指以生长草本植物为主、覆盖度在 5%以上的各类草地，包括以牧为主的灌丛草地和郁闭度在 10%以下的疏林草地。
水域	指天然陆地水域和水利设施用地。
城镇	指城乡居民点及其以外的工矿、交通等用地。
未利用地	目前还未利用的土地，包括难利用的土地。

从表 2-4 中的数据可以看出，2011 年-2015 年，耕地系统面积减少了 488.44 km²，变化率为-16.3%；森林（包括乔木林和灌丛）面积增加了 330.91 km²，变化率为 3.8%；草地面积增加了 63.21 km²，变化率为 5.0%；水域面积增加了 3.90 km²，变化率为 0.9%；城乡居民用地面积增加了 120.37 km²，变化率为 4%；未利用土地面积减少了 29.96 km²，变化率为-29.2%。

表 2-4 北京市 2011 和 2015 年土地利用类型结构变化表（km²）

土地利用类型	2011 年	2015 年	变化量	变化率
耕地	2988.57	2500.14	-488.43	-16.34%
林地	8609.42	8940.33	330.91	3.84%
草地	1257.22	1320.43	63.21	5.03%
水域	419.87	423.77	3.9	0.93%
城乡建设用地	3034.37	3154.74	120.37	3.97%
未利用土地	102.57	72.61	-29.96	-29.21%
总计	16412.02			

北京市的土地利用类型转移矩阵分析表明，耕地变化的面积占总变化面积的绝大部分，各区的耕地面积均有明显减少。在向其它土地利用类型转化的耕地中，

大部分的耕地向林地转化，转移率为 67.41%；而位居第二的则是耕地向城乡建设用地转化，转移率为 23.49%。其中，耕地向林地转化主要发生在延庆区、顺义区、通州区、大兴区和房山区；而耕地向城乡建设用地转化主要发生在昌平区、通州区、大兴区和房山区（图 2-3）。

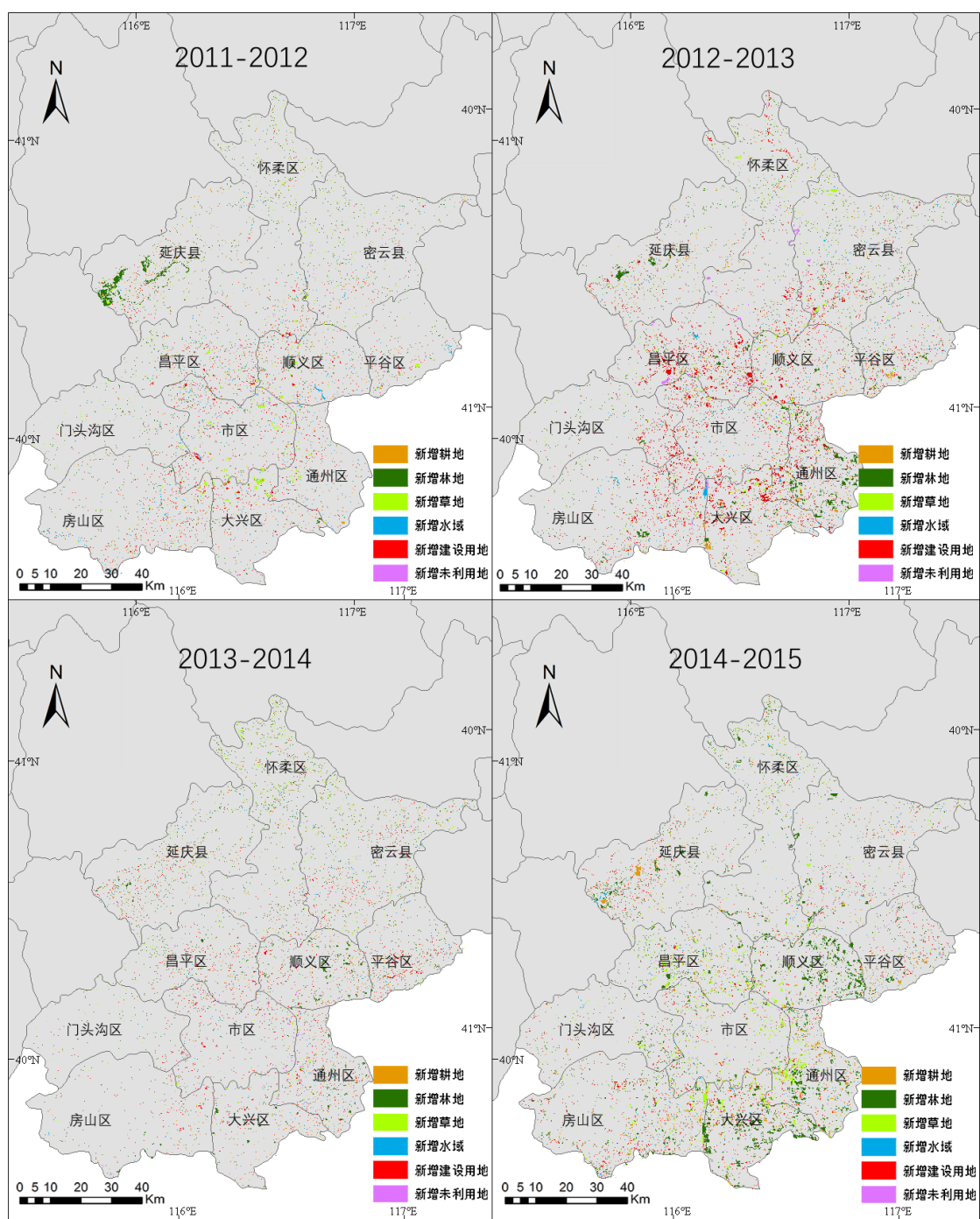


图 2-3 北京 2011-2015 土地利用类型变化地块分布图

2.1.4 区域生态环境督查监管及其效果

2015年7月，中央全面深化改革领导小组第十四次会议讨论并审议通过了《环境保护督察方案（试行）》，提出建立环保督察工作机制，严格落实环境保护主体责任等有力措施。2016年11月29日至12月29日，中央第一环境保护督察组对北京市开展了为期一个月的督察，重点督察市委、市政府贯彻落实国家环境保护决策部署、解决突出环境问题、落实环境保护主体责任情况，推动北京市生态文明建设和环境保护，促进绿色发展。2017年4月12日，中央第一环境保护督察组向北京市反馈了督察意见。

督查的方式主要为公开督察、暗访督查、随机抽查、走访群众、抽样检测等。督察进驻期间，设立专门值班电话和专门邮政信箱。根据党中央、国务院要求和督察组职责，中央环境保护督察组主要受理北京市环境保护方面的来信来电举报。

此次督查揭示了北京市在环境质量监测与管理中存在的诸多问题。例如，督查报告中明确指出，大兴区2016年PM_{2.5}浓度为89 μg/m³，成为全市大气污染最为严重的区域。据统计，全区仍有工业大院近70个，低端企业近万家，年耗煤达20×10⁴t，用电量2×10⁸kWh，环境脏乱差。督察发现，一些早应于2016年底退出小企业仍在生产；移动污染源污染问题突出，全区现有在册机动车近60×10⁴辆，进京主要道路车流量大，仅京开高速每天流量就超过20×10⁴辆次。

再以顺义区为例，2014年、2015年PM_{2.5}浓度下降幅度仅为0.9%和3.1%，均未完成年度目标任务，2016年较2013年降幅明显低于全市平均水平；全区降尘量位于北京市前列，2014年、2015年分别超过全市平均值143.8%和53.7%；农村煤改清洁能源占比仅为9.6%，督察组暗查还发现，顺义区李桥镇苏庄村、吴庄村等一些已完成清洁能源改造的村庄，不同程度仍存在复烧散煤现象。

环境保护督查行动揭示的一系列问题表明（Hua et al., 2016），我国在环境监管方面尚存在诸多问题。尽管中央及地方各级政府设置了各类环境监测站点，但对于监测所反映出的污染问题治理滞后，对于计划或者已经实施的环境治理行动疏于核查与监督。

2016年以来的环境督查行动，有效加强了环境监管力度，北京市对于发现的问题，已逐条制定了整改措施，并且明确提出，2017年空气中细颗粒物（PM_{2.5}）年均浓度力争控制在60 μg/m³左右，2020年空气中细颗粒物年均浓度比2015年下降30%左右；到2017年底前基本消除城市建成区黑臭水体，到2018年全市基

本消除黑臭水体，2020 年全市污水处理率达到 95%以上；全市土壤环境质量保持稳定。

2.2 张家口-承德地区案例：生态环境质量特征及其变化

2.2.1 空气质量特征与变化

根据 2013-2016 年观测数据，研究区空气质量基本处于良好等级状态，空气质量指数 (AQI) 全年平均值为 74.3；SO₂ 全年平均浓度为 32.0 μg/m³；NO₂ 全年平均浓度为 30.7 μg/m³；CO 浓度为 1.2 μg/m³；O₃ 全年平均浓度为 94.0 μg/m³；PM_{2.5} 全年平均浓度为 40.8 μg/m³；PM₁₀ 浓度为 88.6 μg/m³。

2013-2016 年张承生态功能区各空气质量指标浓度呈现出不同的年变化特征。空气质量指数 (AQI)、PM_{2.5} 和 PM₁₀ 浓度呈现逐年下降趋势；SO₂ 浓度呈现一定的下降趋势，2014 年浓度最高为 40.6 μg/m³，2016 年浓度最低为 18.5 μg/m³；O₃ 浓度呈现一定上升趋势；2014 年浓度最低为 81.2 μg/m³，2016 年浓度最高为 103.6 μg/m³；NO₂ 浓度波动较大，没有明显的变化趋势；CO 浓度较为稳定且浓度低，维持在 1.2 μg/m³ 左右 (表 2-5)。

表 2-5 2013-2016 年研究区空气质量指数及指标浓度变化

单位：μg/m³

指标	AQI	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃	PM _{2.5}	PM ₁₀
2013	81.9	36.7	31.2	1.2	88.0	45.4	99.0
2014	78.2	46.6	32.7	1.3	81.2	45.0	94.3
2015	70.5	26.9	29.0	1.2	101.4	37.6	82.7
2016	66.5	18.5	29.9	1.2	103.6	35.0	79.3

从不同质量等级天气数量变化看 (表 2-6)，空气质量为 I 级的天数逐年上升；空气质量为 II 级的天数逐年下降；空气质量为 III 级的天数呈现出一定的下降趋势，2013 年最多为 67d，2016 年最少为 30d，2014 和 2015 年分别为 51d 和 57d；空气质量为 IV 的天数呈现出下降的趋势，2013 年最多为 14d，2016 年最少为 d 天，2014 和 2015 年均均为 8d；空气质量为 V 级的天数没有明显变化趋势。

表 2-6 张承生态功能区空气质量等级对应天数

空气质量等级	AQI	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年
I	0-50	51	101	114	121
II	50-100	215	198	194	169
III	100-150	67	51	57	30
IV	150-200	14	8	8	7
V	200-300	2	9	0	1
VI	>300	0	4	0	0

注：2013 年 1 月份缺测，2016 年 12 月份缺测

2.2.2 地表水水质现状及其变化

(1) 水质监测点分布概况

张承生态功能区主要河流的水质监测断面设置：功能区内共设置有 58 个水质监测断面，其中国控监测点 4 个，省控监测点 23 个，市控监测点 8 个，县自测或委托监测点 23 个。全部监测点主要分布于功能区 7 条河流上，分别为海河流域的支流永定河、潮白河，滦河流域的支流柳河、伊逊河、武烈河、瀑河和滦河干流，其余河流也有部分监测点（图 2-4）。水质评价指标选取溶解氧（DO）、电导率（EC）、总磷（TP）、总氮（TN）、氨氮（NH₃-N）、化学需氧量（COD_{Cr}）、高锰酸盐指数（COD_{Mn}）和生化需氧量（BOD）等 8 个指标。

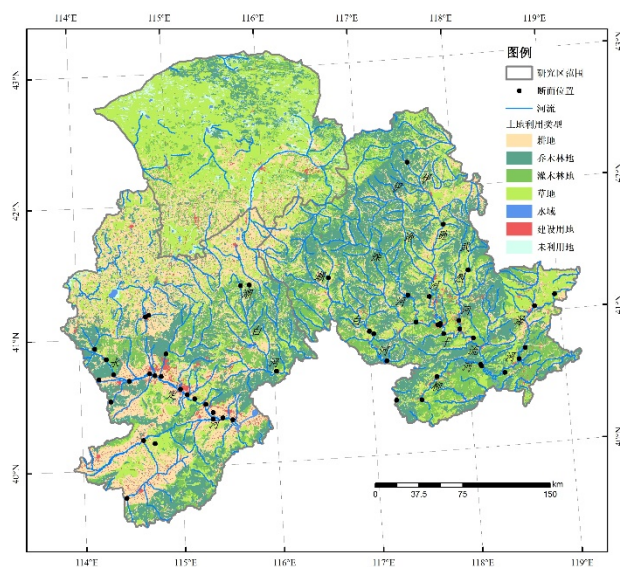


图 2-4 研究区水质监测点空间分布图

(2) 水质现状及其变化

本研究主要运用水质综合指数（WQI）对功能区内河流进行水质评价（王珺博，2017）。WQI 的计算方法如下：

$$WQI = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \cdot P_i}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

式中： C_i 是水质因子*i*的标准化得分； P_i 是水质因子*i*的权重， P_i 的最小值是1，最大值为4（表2-7）； WQI 为水质综合指数，其值在0-100之间，其值越高，代表水质越好。根据得分，河流水质可被分为5个等级：优秀（91-100）、良好（71-90）、一般（51-70）、差（26-50）、极差（0-25）。

表 2-7 水质综合指数计算各水质因子分数及权重 (Simoes et al., 2008)

因子	DO	EC	TP	TN	NH ₃ -N	COD _{Cr}	COD _{Mn}	BOD	
权重	4	1	1	2	3	3	3	3	
标 准 化 分 数	100	≥7.5	<750	<0.01	<0.1	<0.01	<1.2	<1	<0.5
	90	>7	<1000	<0.02	<0.2	<0.05	<5	<2	<2
	80	>6.5	<1250	<0.05	<0.35	<0.1	<7.5	<3	<3
	70	>6	<1500	<0.1	<0.5	<0.2	<10	<4	<4
	60	>5	<2000	<0.15	<0.75	<0.3	<12.5	<6	<5
	50	>4	<2500	<0.2	<1	<0.4	<15	<8	<6
	40	>3.5	<3000	<0.25	<1.25	<0.5	<20	<10	<8
	30	>3	<5000	<0.3	<1.5	<0.75	<25	<12	<10
	20	>2	<8000	<0.35	<1.75	<1	<30	<14	<12
	10	≥1	≤12000	≤0.4	≤2	≤1.25	≤40	≤15	≤15
0	<1	>12000	>0.4	>2	>1.25	>40	>15	>15	

(3) 水质现状评价结果

功能区内 2016 年河流综合评价结果为 75.5 分，基本处于良好水平，各监测点综合评价得分在 56-88 分。在全部评价样点中，其中 73.6% 的监测点处于良好水平，26.4% 的监测点处于一般水平，没有优秀、差及极差等级的监测点。从季节变化角度，综合评价结果年内变化不显著，从春季到冬季存在一定的上升趋势，分别为 73.8、74.4、75.8 和 79.3。

研究区内主要河流综合评价结果从高到低为：武烈河>柳河>瀑河>潮白河>伊逊河>滦河干流>永定河，评价得分分别为：80.6、80、78.5、75.5、75、73.5 和 72。全部 7 条河流综合评价都处于良好水平。

海河流域，潮白河综合评价结果高于永定河。潮白河的支流潮河综合评价结果为 80.1，白河综合评价结果为 74.2；各监测点年内评价结果差异不显著，全部样点都处于良好水平；永定河综合评价结果最低，各采样点年内有上升趋势，综

合评价结果都处于良好水平。

滦河流域，武烈河综合评价结果最高，河流上游和下游监测点综合评价结果较高，中游评价结果较低；各监测点年内随季节有显著的上升趋势，分别为 79.4、81.5、86、88.7。柳河上游和下游监测点综合评价结果较高，中游评价结果较低；各监测点年内秋季和冬季综合评价结果最高，夏季评价结果最低，全部监测点都处于良好水平；瀑河上游和下游监测点综合评价结果较高，中游评价结果较低；各监测点年内秋季和冬季综合评价结果最高，夏季评价结果最低，大部分监测点都处于良好水平，仅中游监测点秋季和冬季处于一般水平；伊逊河上游和下游监测点综合评价结果较高，都处于良好水平，中游评价结果较低，处于一般水平；各监测点评价结果年内有一定的上升趋势，冬季最高，夏季最低。滦河干流上游监测点综合评价结果较低，部分监测点处于一般水平，中游和下游监测点综合评价结果较高，多处于良好水平；各监测点评价结果年内有一定的上升趋势，冬季最高，夏季最低。其余各小河监测点评价结果为 73.3，都处于良好水平。有部分小河监测点处于一般水平，大部分监测点处于良好水平。

综上所述，研究区内各河流综合评价结果都处于良好水平，水质状况良好；但存在部分河流中游监测点处于一般水平，应加强保护。

(4) 水质综合质量指数变化特征

通过对 52 个监测点 DO、EC、TP、TN、NH₃-N、COD_{Cr}、COD_{Mn} 和 BOD 等 8 个水质指标的综合评价，分析张承生态功能区内 7 条主要河流 2013-2016 年水质整体情况（图 2-5）。

海河流域，永定河 2013-2016 年四年里水质质量逐年提升，仅 2014 年出现一次低值，各年平均得分为 68.5、64.5、69.5 和 72；从评价结果知，永定河多年都处于一般水平，至 2016 年达到良好水平。潮白河 2013-2016 年河流水质有下降趋势，各年平均得分为 81.7、82、79.5 和 75；各年综合评价结果都达到良好水平，但依照目前状况，其水质存在继续恶化的风险。

滦河流域，伊逊河 2013-2016 年河流水质呈现显著的上升趋势，各年平均得分为 69、73.3、71 和 75；各年综合评价结果仅 2013 年为一般水平，其余各年都达到良好水平。武烈河变化趋势不显著，呈现较为稳定的状态；各年平均得分为 82.7、78.3、78.3 和 80；各年综合评价结果都达到良好水平。柳河 2013-2016 年

河流水质出现了一定的波动，2014 年和 2015 年出现了水质变差的现象，2016 年又恢复到 2013 年水平。各年平均得分为 80、72.2、76.5 和 80；各年综合评价结果都达到良好水平。瀑河 2013-2016 年间变化较为稳定，仅在 2014 年出现了一次水质降低；各年平均得分为 77.2、70、78.5 和 78.5；各年综合评价结果仅 2014 年为一般水平，其余各年都达到良好水平。滦河干流在 2013-2016 年间河流水质呈现显著的上升趋势；各年平均得分为 65、69.4、70.5 和 73.5；各年综合评价结果在 2013-2015 年的一般水平，2016 年首次达到良好水平。

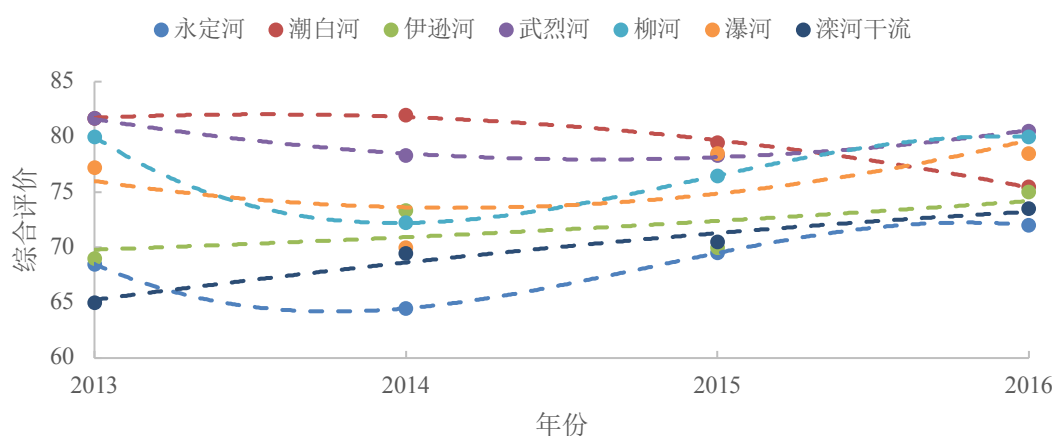


图 2-5 张承生态功能区内 7 条主要河流 2013-2016 年综合评价结果状况

综上所述，功能区内各河流水质整体水平主要处于良好水平，永定河和滦河干流在 2016 年之前为一般水平。目前各河流水质都在向更好的方向发展，仅潮白河存在水质恶化的风险。

(5) 地方政府监测的单项水质指标状态

溶解氧 (DO)

研究区内 2016 年 DO 范围为 5.75-12.46 mg/L，平均 DO 为 9.97 mg/L，符合国家 I 类水质标准，研究区内该指标整体状况优秀。调查样点中符合国家水质标准 I 类水质样点 96%，III 类水质样点 4%，未发现 II 类、V 类和劣 V 类水质样点。

高锰酸盐指数 (COD_{Mn})

区内 2016 年 COD_{Mn} 范围为 1.56-3.70 mg/L，平均 COD_{Mn} 为 2.69 mg/L，符合国家 II 类水质标准，研究区内该指标整体状况良好。调查样点中符合国家水质标准 I 类水质样点 18%，II 类水质样点 83%，未发现 III 类和劣于 III 类水的样点。

总磷 (TP)

研究区内 2016 年 TP 范围为 0.01-0.16 mg/L，平均 TP 为 0.08 mg/L，符合国家 II 类水质标准，研究区内该指标整体状况良好。调查样点中符合国家水质标准 I 类水质样点仅占 4%，II 类水质样点 61%，III 类水质样点 35%，未发现劣于 III 类水质的样点。

总氮 (TN)

研究区内 2016 年 TN 范围为 0.39-0.91 mg/L，平均 TN 为 0.63 mg/L，由于缺测及其严重，23 个监测断面中仅有 6 个监测断面有 TN 浓度数据。未缺测样点中符合国家水质标准 II 类水质样点占 17%，III 类水质样点 83%，未发现劣于 III 类水质的样点。

氨氮 (NH₃-N)

研究区内 2016 年 NH₃-N 范围为 0.07-0.81 mg/L，平均 NH₃-N 为 0.29 mg/L，符合国家 II 类水质标准，研究区内该指标整体状况优良。调查样点中符合国家水质标准 I 类和 II 类水质的样点都占 39%，III 类水质样点占 32%，未发现劣于 III 类水质的样点。

综上所述，目前最突出的问题为总氮 (TN) 含量较高，区内多数主要河流普遍呈现 III 类水质，研究区内 DO、COD_{Mn}、TP、NH₃-N 都等于或优于 III 类水质；虽然 TN 也多呈现在 III 类水质，但由于缺测严重，需要加强该指标的测定，进行进一步评估 (图 2-6)。

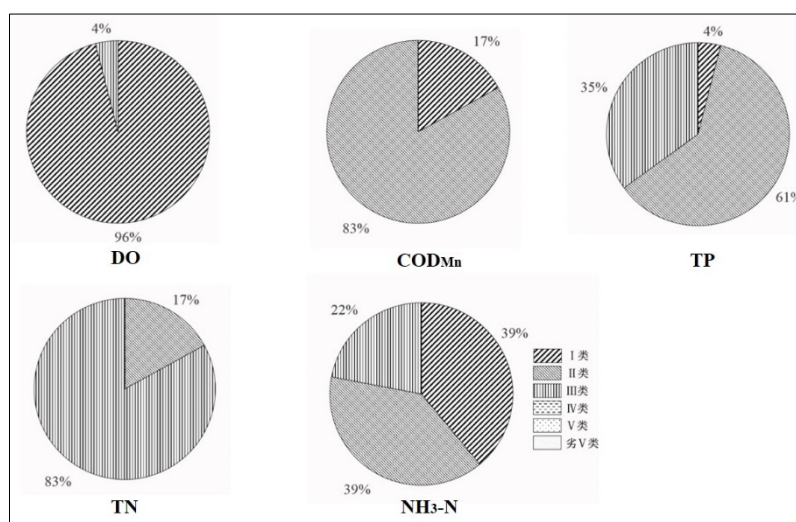


图 2-6 依据监测断面单项水质指标的水质等级占比特征

(6) 项目抽查的单项水质分析结果

为综合反应研究区内河流水质状况，2017 年我们对案例研究区域东部的滦河流域水质进行了密集采样，共布设 110 个水样采集样点（图 2-7）。选取样点覆盖研究区内干流和主要支流、不同河流等级和不同土地利用组成的河段，于 2017

年 7 月（夏季）、2017 年 10 月（秋季）和 2018 年 4 月（春季）开展三次水样采集。水质测试指标有：水温（T）、溶解氧（DO）、酸碱度（pH）、电导率（EC）、溶解性总固体（TDS）、盐度（Sal.）、总磷（TP）、总氮（TN）、高锰酸盐指数（ COD_{Mn} ）、氨态氮（ $\text{NH}_3\text{-N}$ ）、硝态氮（ $\text{NO}_3\text{-N}$ ）等。通过实验室测定分析，得出如下结果。

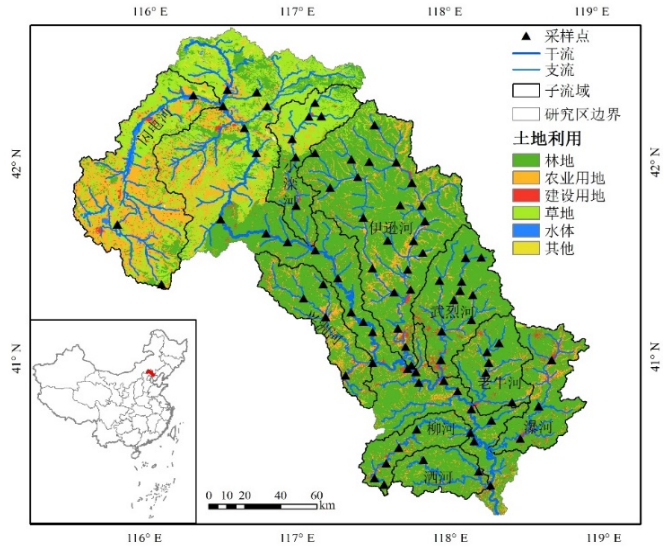


图 2-7 研究区东部滦河流域调查采样分布

溶解氧（DO）

即溶解在水中的分子态氧。天然水的溶解氧含量取决于水体与大气中氧的平衡。清洁地表水溶解氧一般接近饱和，由于藻类的生长，溶解氧可能过饱和。当水体受有机、无机还原性物质污染后溶解氧会降低。溶解氧过低时，会促使厌氧菌繁殖，使得水质恶化，导致水生生物死亡，甚至于产生刺鼻恶臭等。研究区内 DO 范围为 3.85-14.32 mg/L，平均 DO 为 6.98 mg/L，符合国家 II 类水质标准，研究区内该指标整体状况优良。调查样点中符合国家水质标准 I 类水质样点 27%，II 类水质样点 40%，未发现 V 类和劣 V 类水质样点。I 类和 II 类水质样点多位于研究区的中下游区域。但是，在乌拉岱河中发现有 IV 类水质样点，该河流位于研究区北部围场县，可能因有淀粉厂和养殖业活动。该区域农业用地比例达 30% 以上，种植作物主要有土豆和玉米。据统计，该区域化肥施用量和农业生产总值为研究区最高。此外，研究区内 III 类水质样点多位于城市区域，如隆化县、承德市和承德县。

高锰酸盐指数（ COD_{Mn} ）

高锰酸盐指数常被用作为地表水体受有机污染物和还原性无机物质污染程

度的综合指标，该类污染主要来自于工业废水排放。研究区内 COD_{Mn} 范围为 1.20-16.78 mg/L，平均 COD_{Mn} 为 4.36 mg/L，符合国家 III 类水质标准，研究区内该指标整体状况良好。调查样点中符合国家水质标准 III 类水质以上样点 75%，多位于研究区的中下游区域。V 类和劣 V 类水质样点各出现 1 个，分别位于滦平县和研究区下游潘家口水库。IV 类水质样点出现在乌拉岱河和阴河中，位于研究区北部围场县。此外，IV 类水质样点还出现在一些城市区，如承德市和平泉县。

总磷 (TP)

在天然水和废水中，磷几乎都是以各种磷酸盐的形式存在，可进一步细分为正磷酸盐、缩合磷酸盐和有机结合的磷酸盐，这些磷酸盐存在于溶液中、腐殖质粒子中或水生生物中。一般天然水体中磷酸盐含量不高。化肥、冶炼、合成洗涤剂等行业的工业废水及生活污水中常含有大量的磷。磷是生物生长必需的元素之一，但水体中磷含量过高，可造成藻类的过度繁殖，甚至达到有害的程度，导致湖泊、河流透明度降低，水质变坏。因此，磷是评价水质的重要指标。研究区内 TP 范围为 0.00-0.72 mg/L，平均 TP 为 0.19 mg/L，符合国家 III 类水质标准，该指标整体状况良好。调查样点中符合国家水质标准 III 类水质以上样点 60%，主要分布在土地利用以林地为主的河流；IV 类水质以下样点主要位于城镇化较高的区域，如承德市、承德县、平泉县、宽城县、迁西县等。来自不同类型河段的总磷含量数据表明，生活污水对于河流水体中的总磷污染具有较大影响。

总氮 (TN)

大量生活污水、农田排水或含氮工业废水排入水体，使水中的有机氮和各种无机氮化物含量增加，导致生物和微生物类大量繁殖并消耗水中的溶解氧，造成水体质量恶化。湖泊、水库中含有超标氮、磷类物质时，容易造成浮游植物旺盛繁殖，出现富营养化状态。因此，总氮是衡量水质的重要指标之一。调查区内 TN 范围为 0.04-9.15 mg/L，平均 TN 为 2.79 mg/L，属于国家劣 V 类水质标准，其中调查样点中属于国家水质标准劣 V 类水质样点可达 72%，表明研究区内该项指标整体状况很差。因此，亟待在研究区内加强力度控制氮营养盐的排放，改善水质质量。

氨氮 ($\text{NH}_3\text{-N}$)

氨氮以游离氨或铵盐形式存在于水体中。主要来源为生活污水中含氮有机物（受微生物作用后）的分解产物、某些工业废水以及农田排水。此外，在无氧环境中，水中存在的亚硝酸盐亦可受微生物作用而还原为氨氮。测定水中各种形态的氮化合物，有助于评价水体被污染和“自净”状况。因此，氨氮被列为指示水质的重要指标之一。研究区内 $\text{NH}_3\text{-N}$ 范围为 0.02-0.85 mg/L，平均 $\text{NH}_3\text{-N}$ 为 0.27 mg/L，符合国家 II 类水质标准，研究区内该指标整体状况优良。调查样点中符合国家水质标准 II 类水质以上样点 92%，未发现 V 类和劣 V 类水质样点。I 类和 II 类水质样点多位于研究区中下游区域。III 类水质样点于乌拉岱河中发现较多，位于研究区北部围场县，区域内农业用地比例达 30% 以上，种植作物主要有土豆和玉米。据统计，该区域化肥施用量和农业生产总值为研究区内最高。

综上所述，研究区内除了北部高乌拉岱河、阴河和城镇用地较高的伊逊河和武烈和下游区域之外，DO、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 COD_{Mn} 整体状况优良。研究区内 TP 整体状况超标状况较多，特别突出地体现在城镇用地比例较高的区域，因此，这些区域应作为今后 TP 监管的重点区域。研究区内 TN 整体状况很差，应全面加强治理，严格控制工业、农业和生活污水中含氮污染物的排放（图 2-8）。特别值得说明的是，与前述地方政府监测断面显示的数据结果相比，项目组抽样采集并分析得出的数据表明，总磷和总氮指标处于劣 V 类等级的比例很高。反映出了农业面源污染突出，城镇生活污水对地表水影响明显的区域水环境问题特征。

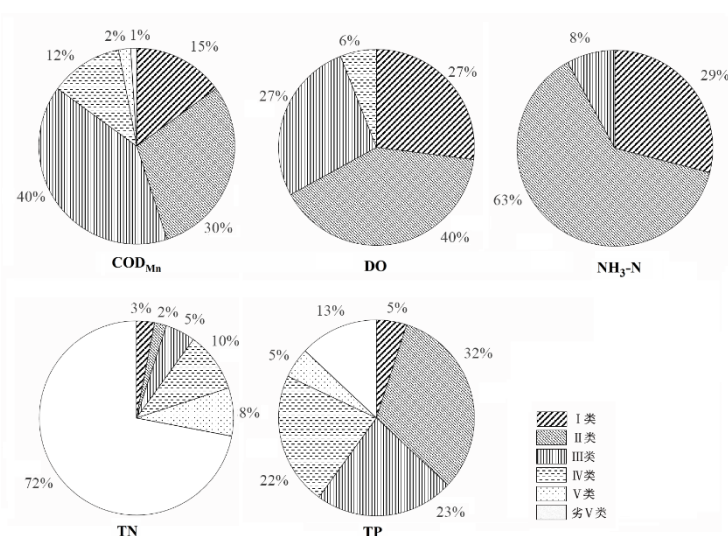


图 2-8 水质指标的水质等级比例

2.2.3 水生态系统健康特征

河流生态健康评价是河流可持续管理的重要依据。早期的河流水生态健康评价,是通过对河流水环境物理、化学指标的分析来判断河流水生态系统所处的生态与环境状况,而对水生态系统中的水生生物特征本身及其所反映出的对水环境影响的综合响应特征关注不足。20世纪后期以来,水生生物对水物理和水化学特征变化的响应性引起学界的重视(洪松等,2002;江源等,2013),能够反映水生生物特征的各类指标也随之成为一种不可或缺的河流生态健康评估参数,并在河流环境风险的生物预警和长期监测中逐渐获得应用(Simpson et al., 1997)。

长期以来,我国许多地区出现水资源过度利用、水质下降或者恶化,水生态系统健康状况令人堪忧。从20世纪80年代以来,我国政府对水污染防治和水环境保护的重视程度不断提高,相继建立了以污染物总量控制为主要手段的水生态保护和管理体系,各地形成了不同级别的水质监测网络和污染物总量控制标准。然而,与发达国家的水生态系统管理相比,我国仍缺乏针对水生生物的常规监测与评价体系。

本研究区域近几十年来经济发展迅猛。然而该地区经济结构在逐步向以工业为主的方向转变的过程中,资源利用粗放型产业发展模式,导致水环境的污染负荷急骤加剧,流域水体污染严重,其中又尤以流域的中、下游地区为严重。区域污染负荷的持续增长,使河流污染物超标已成普遍现象。流域所处地区的生态系统生产中,大量施用化肥、滥用农药和牲畜粪便处理不当等,使水环境污染处于蔓延趋势,污染态势已从点状向带状、面状转变。在整个流域中,水体氮类指标,特别是 $\text{NO}_3\text{-N}$ 与 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度上升较快,已逐步成为主要污染物。长期以来,流域内各县市出于自身利益的考虑,均对其行政界内的上游发展可能带来的污染非常重视,而对下游用水需求考虑不足,大多将污染性企业布置在流经流域的下游,部分地区超标排放废水或偷排废水的情况严重,导致跨区污染问题突出。

尽管基于水生生物的河流健康评价还存在着一定的局限性,但它的地位和作用仍然重要。通过水生生物评估可以揭示和评价各类生态系统在某一时段的情况,为利用、改善和保护水生态环境指出方向;其次,由于生物评估更加侧重于反映生物特征及其生境结构状况的变化,有助于揭示人类活动特征与水生态系统相互作用的规律,从而为协调人与自然的关系提供科学依据;此外,通过水生生物与水环境特征评估,还能掌握对水生态变化构成影响的各种主要干扰

因素及其贡献份额，这既能为受损生态系统的恢复和重建提出科学依据，也可作为相应的生态保护计划制定过程中增强生态保护的针对性和主动性，进而提高计划措施的有效性服务；最后，由于生物评估可反馈各种干扰的综合信息，因而利于人们依此对区域生态与环境质量的变化趋势作出科学预测。

从国外的水环境管理经验看，美国、英国、德国、加拿大和澳大利亚等过国家的环境保护部门早已开始将水生生物用于水质环境质量的监测和评价。美国环境保护局专门为此制定了“河流快速生物学评价指南”，并在 16 个州建立了相应的操作规范，对河流生态系统健康进行监测与管理（Barbour et al. 1999）。借鉴国内外经验，中国环境监测总站近年来开始探索如何开展河湖水质的生物完整性监测，用以评估水生态健康状态，提出了多种可供评估使用的指标与模型(表 2-8)，并在松花江和太湖开展水生生物特征的监测试点。本研究根据中国环境保护监测总站的监测体系，选择了单项评价项目包括水质理化评价、营养盐评价、藻类评价和底栖动物评价，并在此基础上，进一步开展综合评价，以此为基础进而探讨区域水生态系统健康监管的必要性和可行性。

表 2-8 河流生态系统健康评价指标体系

综合	分项	参数选择	数据需求	备注
综合评价	水质理化评价	溶解氧 (DO)	样点现场水样测试	
		电导率 (EC)	样点现场水样测试	
		高锰酸盐指数 (COD _{Mn})	实验室分析测试	
	营养盐评价	氨氮 (NH ₃ -N)	实验室分析测试	
		总氮 (TN)	实验室分析测试	
		总磷 (TP)	实验室分析测试	
	浮游藻类评价	分类单元数 (S)	藻类群落鉴定数据	
		藻类生物多样性 Shannon-Wiener 指数 (H')	藻类群落鉴定数据	$H' = -\sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}$ 式中：n _i 为第 i 种生物的个体数；N 为总个体数；S 为物种数
		藻类 Berger-Parker 优势度指数 (D)	藻类群落鉴定数据	$D = \frac{N_{\max}}{N}$ 式中：N _{max} 为最富集物种的个体数；N 为样方中全部物种的个体总数
	底栖动物评价	分类单元数 (S)	底栖群落鉴定数据	
		EPT 科级分类单元比 (EPT-F)	蜉蝣目、襁翅目、毛翅目物种分类单数；样点分类单元总数	$EPT-F = \frac{N_{EPT}}{S}$ 式中：N _{EPT} 为样点 EPT 分类单元数；S 为样点分类单元总数
		BMWP 分数	底栖群落鉴定数据；BMWP 科级敏感值	$BMWP = \sum t_i$ 式中：t _i 为科 i 的 BMWP 的分数
		底栖动物 Berger-Parker 优势度指数 (D)	底栖群落鉴定数据	计算方法同藻类 Berger-Parker 优势度指数

(1) 河流水质理化评价

水质理化各指标浓度及评估值的健康等级百分比有以下结果（图 2-9）：DO 评估值得分为 0.57，其中优秀和良好的比例共为 56%，一般及较差的比例共为 22%，其中值得注意的是极差的比例为 22%。EC 分级评价结果显示，EC 的评估值得分为 0.80，其中优秀和良好的比例分别为 70%和 18%，而一般、较差及极差的比例分别为 2%、4%和 6%。COD_{Mn} 评估值得分为 0.88，其中优秀和良好的比例分别为 80%和 12%，一般、较差及极差的比例分别仅占 4%、2%和 1%。河流理化指标分级评价的结果显示，理化指标评估值得分为 0.71，其中优秀及良好的比例分别为 57%和 18%，一般、较差及极差的比例分别为 11%、3%和 11%，因而，流域的水生态健康，若以水质理化健康为表征，则整体呈良好状态。

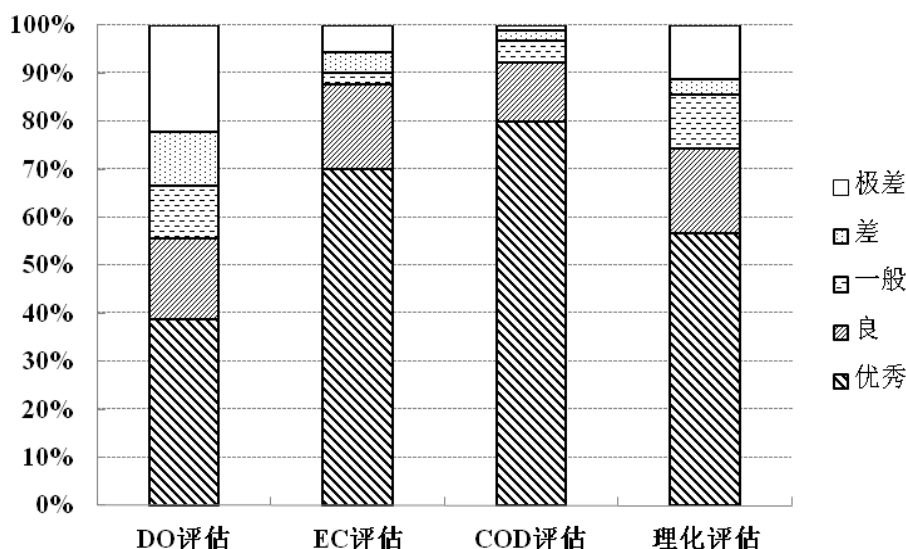


图 2-9 河流理化指标健康等级比例

(2) 河流营养盐指标评价

水质营养盐各指标浓度及评估值的健康等级百分比有以下结果（图 2-10）：TP 评估值得分 0.70，其中优秀和良好的比例分别为 52%和 22%，一般、较差及极差的比例分别为 10%、2%和 13%。TN 的评估值得分 0.36，其中优秀和良好的比例共为 31%，而一般、较差的比例共为 20%，极差的比例为 49%。NH₃-N 评估值得分 0.68，其中优秀和良好的比例分别为 60%和 9%，而一般、较差及极差的比例分别为 3%、2%和 26%。河流营养盐指标分级评价的结果显示，营养盐指标评估值得分 0.56，其中优秀及良好的比例共为 59%，一般、较差及极差的比例

分别为 13%、4%和 23%，综合以上，水质营养盐的健康评价表明，流域生态健康呈现一般状态，存在一定健康风险。

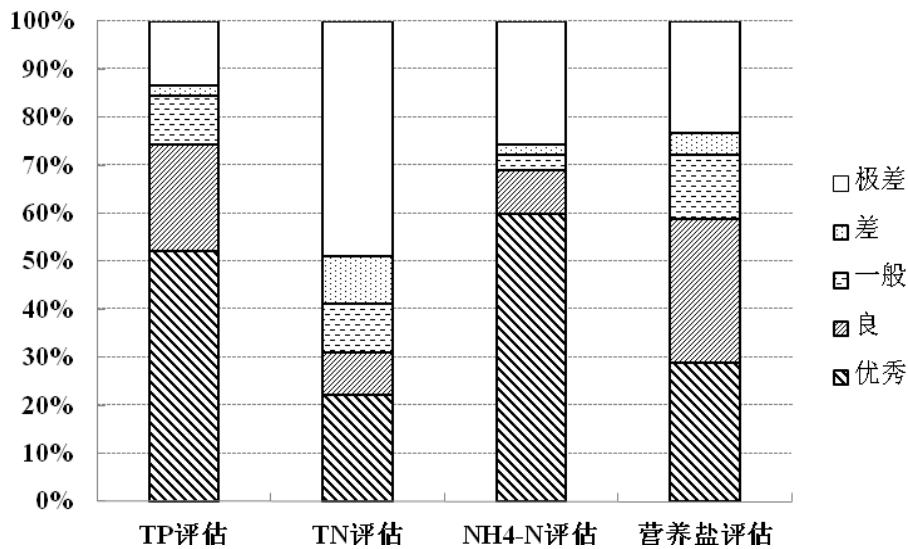


图 2-10 河流营养盐指标健康等级比例

(3) 浮游藻类生物评价

浮游藻类各指标浓度及评估值的健康等级百分比有以下结果（图 2-11）：全流域浮游藻类分类单元数(S)在 4-56 之间，平均值为 22；S 分级评价结果显示，S 评估值得分为 0.41，其中优秀和良好的比例分别为 9%和 16%，一般的比例为 18%，而较差及极差的比例共为 58%。优势度指数(D)的范围在 0.11-0.94 之间，平均值为 0.33；D 的分级评价结果显示，D 评估值得分 0.69，其中优秀和良好的比例共为 78%，而一般、较差及极差的比例分别为 15%、4%和 3%。Shannon-Wiener 指数(H')范围在 0.44-4.53 之间，平均值为 3.24； H' 分级评价结果显示， H' 评估值得分 0.92，其中优秀和良好的比例分别为 85%和 6%，而一般、较差及极差的比例分别仅占 7%、1%和 1%。通过流域浮游藻类分级评价的结果显示，浮游藻类评估值得分 0.67，其中优秀及良好的比例共为 78%，一般、较差及极差的比例分别为 11%，10%和 1%，浮游藻类的健康评价表明，流域水生态健康总体呈良好状态。

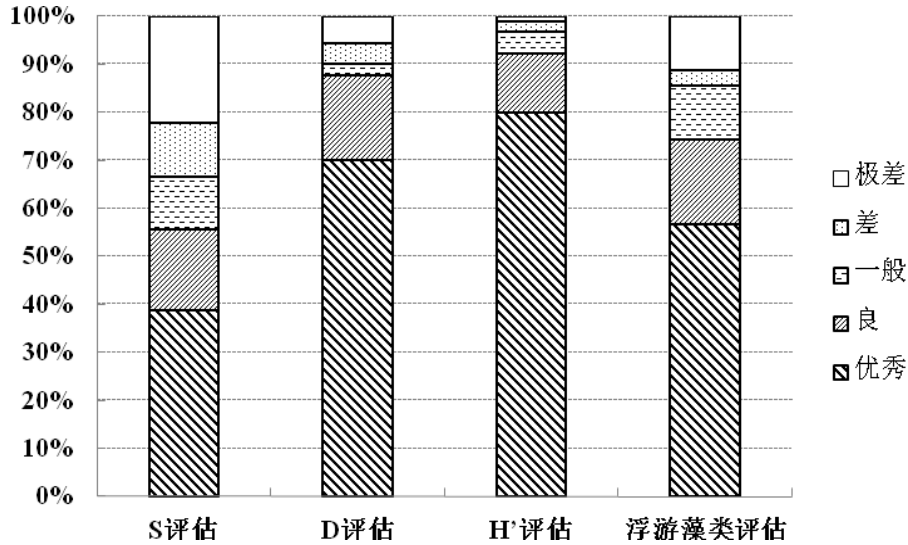


图 2-11 河流浮游藻类指标健康等级比例

(4) 底栖动物生物学评价

底栖动物各指标浓度及评估值的健康等级百分比有以下结果（图 2-12）：全流域底栖动物分类单元数（S）在 2-36 之间，均值为 8；S 分级评价显示，S 评估值得分为 0.35，其中优秀、良好和一般的比例分别为 10%、16%和 6%，较差和极差比例共为 68%。全流域各样点优势度指数（D）在 0.16-1.00 范围内，均值为 0.58；D 评估值得分为 0.41，其中优秀和良好的比例仅占 28%，一般、较差和极差的的比例分别为 29%、18%和 25%。全流域 EPT-F 在 0-0.36 范围内，均值为 0.04；EPT-F 评估值得分为 0.07，其中优秀比例仅占 2%，较差和极差的的比例分别为 6%和 92%，可见全流域清洁指示种比例较小，导致该项评估指标总体较差。全流域 BMWP 得分在 4-211.3 之间，样点间得分差异较大，均值为 35.71；BMWP 评估值得分为 0.34，优秀和良好的比例仅占 14%；一般、较差和极差的的比例分别为 25%、29%和 31%。底栖评估值得分为 0.30，优秀和良好的比例仅占 6%，一般、较差和极差的的比例分别为 24%、35%和 35%。综合来看，底栖生物多样性低，清洁指示种少，底栖的健康评价表明，流域水生态健康总体呈较差的状态。

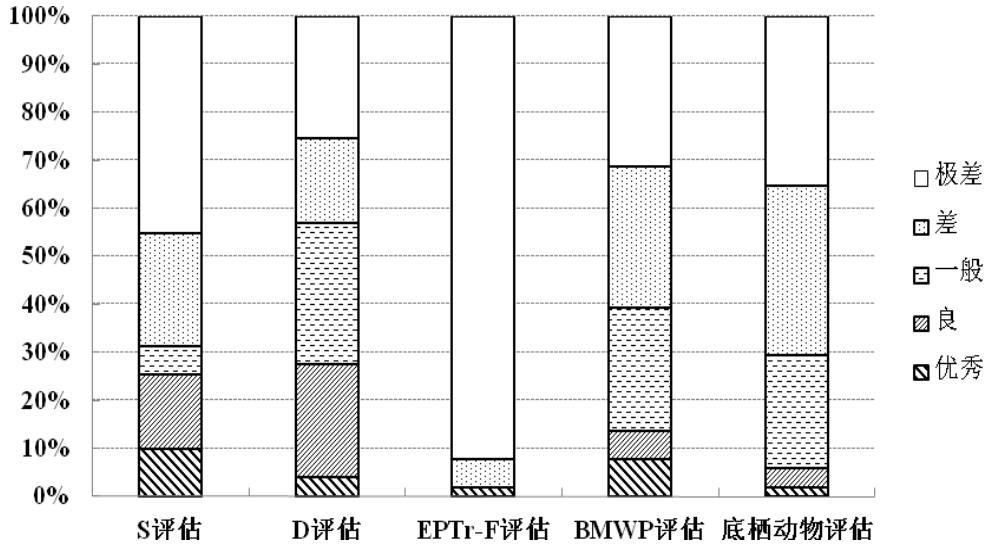


图 2-12 河流底栖动物指标健康等级比例

(5) 鱼类生物学评价

鱼类各指标浓度及评估值的健康等级百分比有以下结果（图 2-13）：全流域鱼类分类单元数（S）在 0-48 之间，均值为 25；S 分级评价显示，S 评估值得分为 0.43，其中优秀、良好和一般的比例分别为 14%、21%和 7%，较差和极差比例共为 58%。全流域各样点优势度指数（D）在 0-0.38 范围内，均值为 0.19；D 评估值得分为 0.85，评估等级均分布于优秀和良好的等级。Shannon-Wiener 指数（ H' ）范围在 0-4.72 之间，平均值为 3.79； H' 分级评价结果显示， H' 评估值得分为 0.58，其中优秀和良好的比例分别为 21%和 35%，而一般、较差的比例分别占 30%、14%。流域鱼类评估得分 0.62，其中优秀和良好的比例分别为 21%和 34%，一般的比例为 31%，差的比例为 14%，上述得分表明流域鱼类多样性高，评估结果总体呈良好状态。鱼类等级较差的区域，主要分布在下游平原城市区，上游山地区域仅有极少数分布，究其原因，主要是由于部分外来物种的侵入导致局部区域的单一物种上升，物种分类单元数减少，生物多样性功能下降。

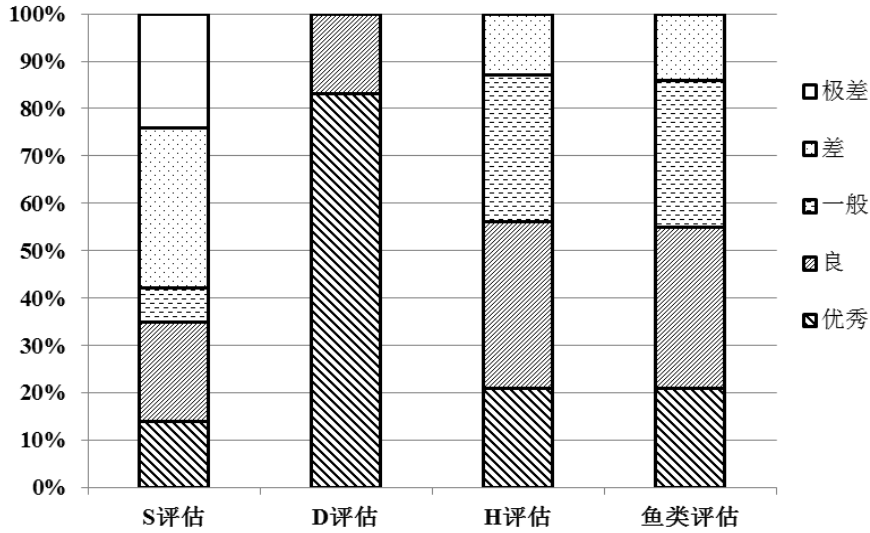


图 2-13 流域鱼类指标健康等级比例

(6) 河流健康综合评价

通过对河流水质理化指标、营养盐指标、浮游藻类、底栖动物和鱼类的综合评价得出（图 2-14）：整个流域综合评估平均得分 0.60，优秀和良好的比例分别为 17%和 44%，一般、较差和极差的比例分别为 21%、14%和 3%，表明水生态系统健康整体呈一般状态，并存在一定的生态健康风险。

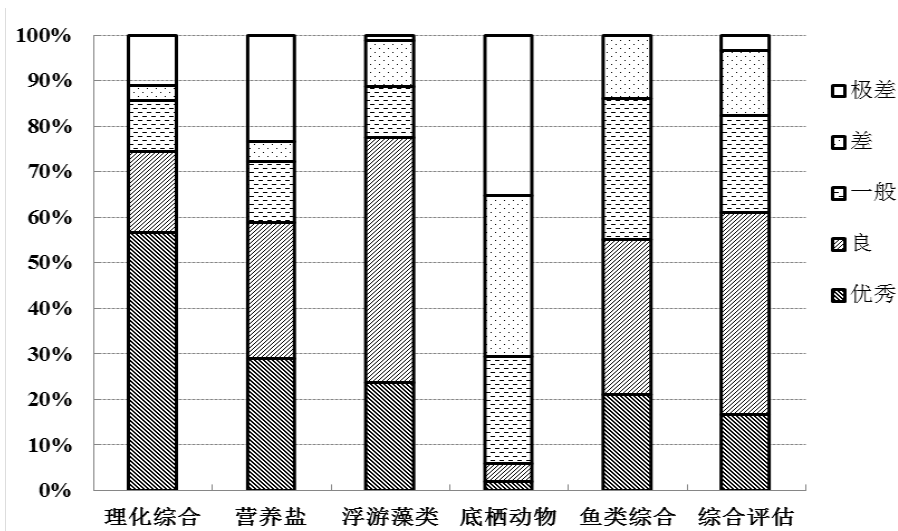


图 2-14 流域整体水生态系统健康综合评估结果

2.2.4 生态系统面积结构及其变化

(1) 生态系统类型面积变化

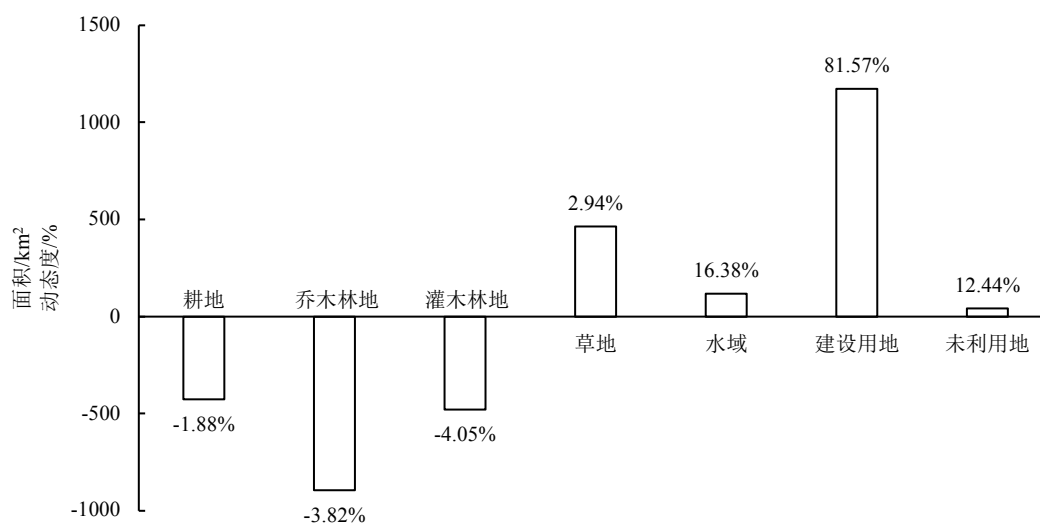
本项目以土地利用特征近似表征生态系统类型的空间分布。采用 2011 年和 2015 年 Landsat TM/ETM 遥感影像数据，在 ENVI 软件下进行影像分类解译，得到张承地区 2011 年和 2015 年土地利用类型图。参照国家通用的土地利用分类系统，根据土地的利用方式属性等将土地利用类型分为 7 大类，分别为耕地、乔木林地、灌木林地、草地、水域、建设用地和未利用地。

土地利用动态指数计算：本研究以动态指数（刘纪远等，2000）来表征各土地利用类型的变化幅度，其表达式如下：

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \cdot \frac{1}{T} \cdot 100\%$$

式中， U_a 为研究初期某地类面积， U_b 为研究末期某地类面积， T 为研究时段。

研究结果表明，张家口-承德地区 2011-2015 年耕地和乔木林地在土地利用结构中始终占据主导地位，占比总计超过 50%。建设用地是增加率最高的土地利用类型。“十二五”期间，乔木林地和灌木林地是面积减少最多的两种土地利用类型，面积分别减少 892.78 km² 和 477.02 km²；耕地减少面积位居第三，“十二五”期间减少了 426.53 km²（图 2-15）。相反，同时期张承地区的草地、水域、建设用地和未利用地面积均有不同程度的增加，其中建设用地变化幅度最大，增加了 1171.49 km²，增长了 81.57%；草地、未利用地和水域的面积分别增加 464.55 km²、42.29 km² 和 118 km²，分别增长了 2.94%、12.44%和 16.38%。



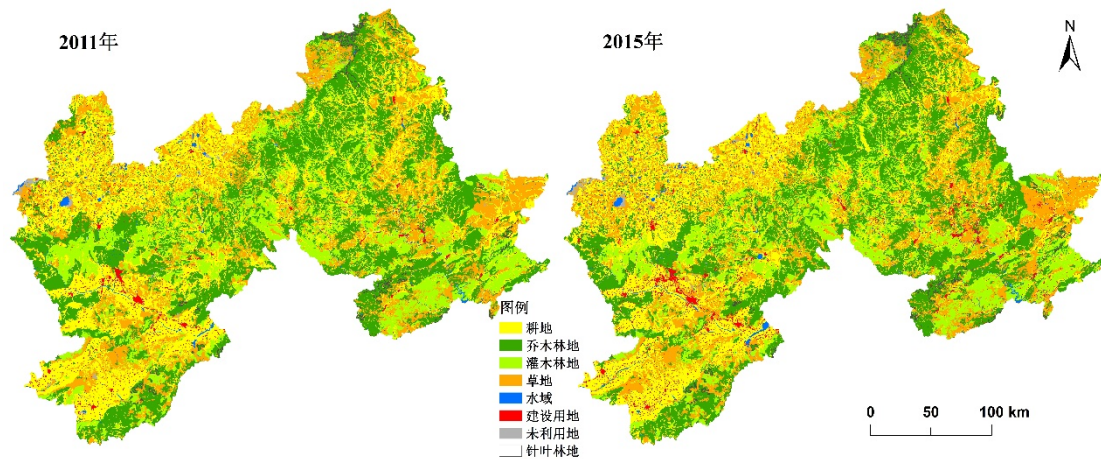


图 2-15 土地利用 5 年变化及 2011 年和 2015 年土地利用类型图

从空间上看，耕地向林地和草地转化的区域主要集中于坝上高原和冀北山地，如康保县、尚义县、张北县、赤城县和怀来县等区域；农田增加的区域主要集中在坝上高原和冀西北黄土丘陵交界处，转化面积较大的区域如张北县和尚义县等；新增建设用地主要分布于冀西北黄土丘陵和冀北山地，且张家口和承德市辖区城镇扩张最为突出。从土地利用类型的坡度等级分布看，“十二五”期间乔木林地在各坡度均有不同程度的减少，耕地、灌木林地的增加主要发生在坡度较大地段，在坡度缓和地段则表现为有所减少。特别应该指出的是，海拔较高的地段和 35°以上地段成为建设用地面积增加幅度最大的用地类型(表 2-9, 表 2-10)，



照片 1 张家口市崇礼滑雪场建设工地

这种现象很可能反映了近年来张家口地区冰雪运行场地建设对区域生态系统的影响(照片 1)。水域面积虽然总量有所增加，但在坡度大于 35°的地区面积有所减少。从土地利用类型在各海拔的变化看，乔木林地在各海拔均有不同程度的减少，耕地的增加和灌木林地的减少主要发生在高海拔地段。高海拔地段建设用地

有所增加，草地和未利用地有所减少。

表 2-9 2011-2015 年各坡度不同土地利用类型的面积变化 (km²)

生态系统类型		耕地	乔木林	灌木林	草地	水域	建设用地	未利用地
海拔高度								
< 900 m	面积/km ²	-764	-51	59	10	48	703	-5
	变化率/%	-10	-1	1	0.17	12	94	-10
900~1500 m	面积/km ²	9	-705	-305	470	67	416	48
	变化率/%	0.07	-5	-6	6	21	65	19
1500~1800 m	面积/km ²	311	-128	-231	-8	3	51	2
	变化率/%	22	-4	-15	-0.38	20	97	7
> 1800 m	面积/km ²	16	-8	-1	-8	0.15	3	-2
	变化率/%	24	-1	-1	-2	100	754	-62

表 2-10 2011-2015 年各坡度不同土地利用类型的面积变化

生态系统类型		耕地	乔木林地	灌木林地	草地	水域	建设用地	未利用地
坡度等级								
< 8°	面积/km ²	-264	-623	-439	258	102	927	39
	变化率/%	-1	-10	-13	3	16	68	15
8~15°	面积/km ²	-119	-102	-54	77	9	177	11
	变化率/%	-4	-1	-1	2	21	269	28
15~35°	面积/km ²	-47	-163	13	127	7	68	-6
	变化率/%	-5	-2	0.30	4	24	392	-20
> 35°	面积/km ²	0.09	-4	1	2	-0.24	2	-1
	变化率/%	2	-2	1	2	-23	1296	-59

(2) 区域生态系统服务评估

评估数据来源：气象数据来源于国家气象科学数据共享服务平台 (<http://data.cma.cn/site/index.html>)，选取张承地区内及其周边 36 个气象站点的气温和降水等数据；土壤数据来源于世界土壤数据库和 ISRIC 土壤栅格数据 (<http://isric.org/explore/soilgrids>)，选取的土壤参数主要有砂粒含量、粉粒含量、粘粒含量、有机质含量和容重；DEM 数据来源于 SRTM 地形产品数据 (<http://www.cgiar-csi.org/>)。数据重采样精度为 90 m，投影为 WGS_1984_Albers。

产水供给服务估算方法：本研究选取 InVEST 3.3.2 版本中产水量子模块定量评估张承地区的产水供给服务。产水量模块核心算法是运用水量平衡法结合气候、地形和森林景观类型计算得出每个栅格的产水量，产水量为区域上每个栅格单元的降水量减去实际蒸散发。基于 Budyko 曲线和年降水量的计算公式如下：

$$Y(x) = \left(1 - \frac{AET(x)}{P(x)}\right) \cdot P(x)$$

式中, $Y(x)$ 为像元 x 的年产水量 (mm), $AET(x)$ 为像元 x 的年实际蒸散发 (mm), $P(x)$ 为像元 x 的年降水量 (mm)。模型中输入的年降水量数据通过各气象站的原始数据采用样条函数法空间插值,年参考蒸散发采用 FAO-56 Penman-Monteith 公式 (游松财等, 2009) 计算得到, 植物可利用含水率为田间持水量与凋萎系数的差值 (Zhou et al., 2005; Wischmeier and Smith, 1978), 利用 DEM 数据和 ArcGIS 水文分析模块提取集水区, 植被蒸散指数 K_c 根据本研究区特点参考 InVEST 模型使用手册中的研究结果。

土壤保持服务估算: 本研究选取 InVEST 3.3.2 版本中泥沙输移比子模块定量评估张承地区的土壤保持量。土壤保持量为土壤潜在侵蚀量和土壤实际侵蚀量的差值, 计算公式 (Sharpley and Williams, 1990) 如下:

$$RKLS_i = R_i \cdot K_i \cdot LS_i$$

$$USLE_i = R_i \cdot K_i \cdot LS_i \cdot C_i \cdot P_i$$

式中, $RKLS_i$ 为年土壤潜在侵蚀量 ($t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$), $USLE_i$ 为年土壤实际侵蚀量 ($t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$), R_i 为降雨侵蚀力因子 ($MJ \cdot mm \cdot hm^{-2} \cdot h^{-1}$), K_i 为土壤可蚀性因子 ($t \cdot hm^{-2} \cdot hr \cdot MJ \cdot hm^{-2} \cdot mm^{-1}$), LS_i 为坡度-坡长因子, C_i 为植被经营管理因子, P_i 为土壤保持措施因子。利用 Wischmeier 公式 (Sharpley and Williams, 1990) 基于月降水量和年降水量计算降雨侵蚀力因子, 运用反距离权重法对数据进行空间插值; 利用 EPIC 模型 (刘纪远等, 2000) 计算土壤可蚀性因子; 植被经营管理因子和土壤保持措施因子根据本研究区特点参考 InVEST 模型使用手册中的研究结果。

本研究的评估结果如图 2-16 所示, 张家口-承德地区高产水量和高土壤保持量区域基本一致, 主要分布在冀北山地, 该地区大部分区域年降水量大于 400 mm, 主要为缓坡 (坡度 8° - 15°) 和较陡坡 (坡度 15° - 25°) 地形, 具有较高的产水供给和土壤保持能力。整个“十二五”期间, 张承地区生态系统的产水量服务减少 $86.11 \times 10^6 m^3$, 产水供给服务减弱的区域主要分布于张北县、蔚县以及市辖区; 功能区内生态系统的土壤保持服务量则有所增加, 增加数量为 $17.69 \times 10^6 t$, 主要分布于冀北山地地区, 如怀来县、赤城县和兴隆县等区域的土壤保持服务均有所增强。总体来看, 张承地区约 91.3% 的区域土壤保持服务基本维持不变, 产水供

给服务相比而言变化较大，仅有 88.2%的区域基本维持不变。

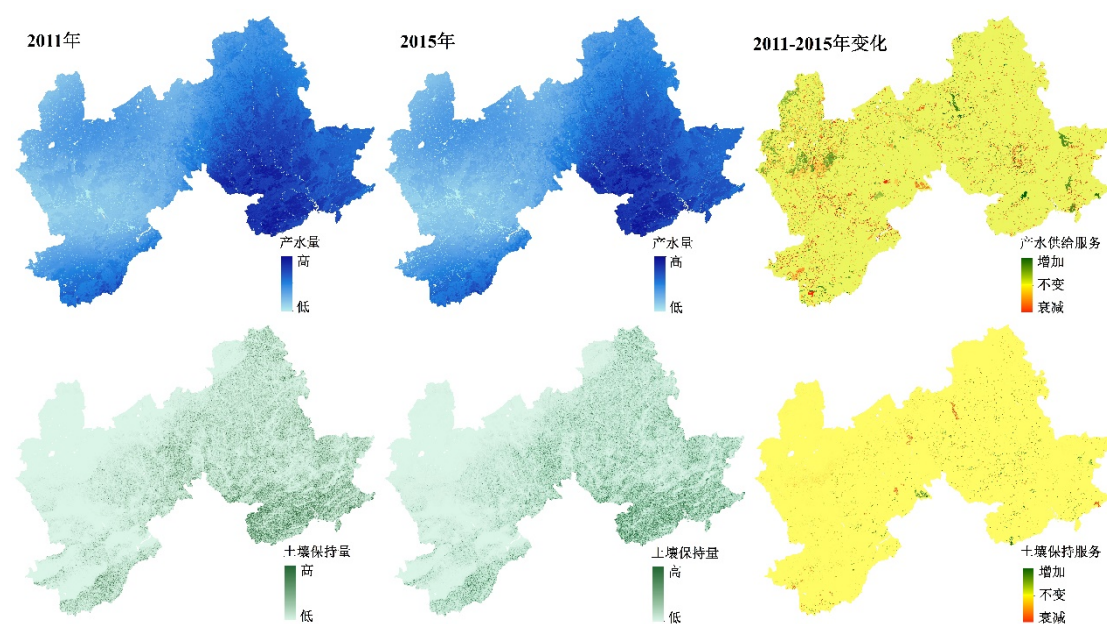


图 2-15 张家口-承德地区生态系统产水供给和土壤保持服务空间分布

2.2.5 生态环境变化及监管启示

(1) 区域河流水质监管

案例研究区域的空气环境质量近年来不断好转，但从全国数据看，2011-2015年空气质量超标天数并未持续减少，而是表现出波动较大的特征（表 1-3）。相比之下可以认为，2011 年以来空气环境质量改善的结果表明，空气环境质量的监管近年来获得了明显效果。由于 2008 年夏季奥运会期间，北京及其周边地区采取了一系列严格的监管措施，因此无论是同比还是环比数据，都反映出空气质量的明显提高。之后，很多有效措施被保留并延续下来，同时也加强了监管力度，因此空气环境质量获得显著改善。

(2) 区域河流水质监管

以上分析结果分别来自于环境监测数据和课题组研究采样数据。对比两组数据可以看出，来自于课题组研究采样的数据所反映的水质状况，明显差于固定监测站点的监测数据。由此总结出以下问题，并获得相关启示：

第一，水环境监测断面覆盖区域不足。目前政府设置的水质监测断面，主要设置在行政区的边界，不仅监测数量明显偏少，未能全面覆盖不同类型河流的水质变化状况，而且也没针对对矿区或主要大量面源排放地区进行重点监测。如此

设置的监测断面，难以全面监测水质变化，不利于监测突发性的水质污染事故，更不利于揭示全流域的真实水质状况问题。总氮、总磷污染的严重性，在现有的监测数据中并没有得到反映。

第二，监测数据整理不完整，信息缺失较多。调查过程发现，个别站点监测数据大都存在不完整现象，导致全面评估河流水质变化相对困难。例如，与人类活动相关的硝态氮数据缺失较多，总氮、总磷数据也在一些站点缺少记载。

第三，来源不同的数据，对区域水体评估的结果难以一致。环境监测部门监测数据的评估结果在总氮和总磷的浓度水平方面，与研究组采样所获结果存在较大差别，研究组调查获得的浓度水平，显著高于监测部门获得的浓度水平。究其原因，有可能是由于采样点位于不同的河段所造成。由于本研究小组采样的空间覆盖范围，远远大于监测部门设置断面的空间覆盖范围，因此高空间覆盖率的采样分析，具备了固定断面采样不能替代的监管功能。

第四，与大气质量检测相比，水环境质量监测受人为管理的影响偏大。大气环境质量监测，一方面基本实现了自动监测，并通过政府购买第三方监测服务的途径，避免了许多人为因素的影响，特别是地方政府对数据发布和填报的直接参与；同时大气监测结果的网上实时公布，也将监测结果置于公众的有效监督之下。此外，大气的自动在线监测以监测大气本身为主；相比较而言，水质监测的在线监测主要是针对污染源开展监测，水体本身的监测仍然以人工采集样品送实验室分析为主，由各级各地政府的环境监测站，负责所有监测工作。还有一点需要注意的是，污水排放具有一定的隐蔽性，夜间偷排、雨季偷排、暗管偷排等行为，极不容易被监管人员和公众发现。因此，地表水环境的监管目前需要解决的问题较多，如果考虑到水质性缺水问题、水环境治理的难度远大于大气环境治理等问题，加强我国的水环境监管工作已经是刻不容缓的环境监管任务。

(3) 水生态系统问题及监管

区域经济发展差异导致从水生态系统健康评价结果看，经济发展较快的区域是水生态健康等级交差的区域，而健康水平等级较高的区域，均处于流域水系的上游源头区域，大多是河流级序较高的河段。本课题通过对流域水生态系统健康评估获得了以下几点认识和管理启示。

第一，流域陆地生态系统对于水生态系统具有明显影响。当陆地生态系统的

分布格局不合理时，其水生态保护屏障的功能减弱。从整个河流水生态健康评价结果看，水体中的营养盐，即氮、磷指标等，均劣于理化综合指标。水体中营养盐（氮、磷）指标较高的特点，反映出由于土地利用结构不合理，导致区域的面源污染不断加剧。

第二，水生生物承载着更多的环境与生态压力。就河流健康各项指标评价结果比较而言，大型底栖动物的评价结果最差，有超过 30% 的评价样点属于极差等级。该评价结果表明，高度发达地区的河流水环境与水生态系统问题，并不能够完全通过水体的理化污染指标所全面反映，生物指标是不可忽视的一类指标。由于人类活动的影响，水生生物承载了超出水体水质影响之外的、来自更多方面的压力。例如城镇河段周边人类活动日益加剧，近年来流域内人工涵闸扩张建设、河流滨岸带地域受到改造等，扰动了水生生物的生存环境，使其生存空间被大量挤占、栖息地生境遭受严重破坏。此外，开山采矿、挖石修路等人类活动，造成流域的土壤侵蚀过程也趋于加重，土壤侵蚀加剧反过来又导致河岸带水生生物生境遭受一定程度影响，致使水生态系统食物链遭到破坏，水生态系统平衡受到威胁。

第三，加强水生态系统的保护与受损水生态系统的恢复，是维护流域水生态健康的必然要求。加强流域湿地植被保护与恢复，抓紧人工重建河岸植被带，同时在重要保护区建立一定缓冲带，充分发挥水生植被净化、降解功能。对于河流的源区，更应注重河岸植被和森林的水源涵养功能，通过建设水源保护区、保育水源涵养林，防止水土流失和减少面源污染汇入等，促进水生态系统健康的恢复。同时，由于流域范围内的陆域生态系统与水生态系统存在相互影响、相互依存关系，因而对于流域内的陆域生态系统，亦需按自然法则、社会经济技术原则等，充分发挥其自我修复能力，例如通过近自然式封山育林、退耕还林还草等措施，创造保育生态系统功能的各项条件加大陆域自然生态系统的保护力度，促进区域生态系统各项生态功能的恢复。

（4）区域陆地生态系统特征变化的问题与监管

张家口-承德地区位于北京市以北地区，山地约占总土地面积的 35%，该地区由于相对于首都北京的特殊地理位置，并因具有较高的森林和草地覆盖率，长期以来一直被视为北京的生态安全保护屏障。2015 年，国家环境保护部修编了

《全国生态功能区划》，张家口、承德地区以及北京北部山地等区域被划归为京津冀北部水源涵养功能区，进一步明确了该地区对于北京市乃至京津冀地区城市群的生态服务价值。因此，维持并加强其在水源涵养和水土保持等方面的生态系统服务，对于保障首都圈乃至京津冀一体化发展中的生态安全具有重要意义。

土地利用变化主要表现为土地利用类型、格局和强度的变化，土地利用变化直接反映了各类生态系统面积的变化趋势，因此也直接或间接地对区域生态系统服务产生影响。为评估生态系统面积变化对生态服务影响，国内外学者应用多种方法开展研究，如 USLE 模型、SWAT 模型和 InVEST 模型等，其中 InVEST 模型因其具有空间表达和综合性强等特点，近年来得到广泛应用。张承地区是京津冀西北部水源涵养区的重要组成部分，但自然环境脆弱，易发生水土流失。建国以来所实施的“三北”防护林建设和退耕（牧）还林（草）等一系列生态工程措施，使其生态屏障的作用不断得到提升。

为了确保张承地区持续提供生态服务，财政部从 2009 年开始通过财政转移支付对该地区部分县域实施生态补偿。2015 年 7 月，北京市和张家口市成功申请并联合获得第 24 届冬季奥林匹克运动会主办权，此举不仅给区域社会发展带来机遇，但同时也使张承地区面临着如何协调区域发展和生态保护的严峻问题。本研究采用 2011 和 2015 年的土地利用数据，对“十二五”期间张承地区的产水供给和土壤保持生态服务能力及其变化进行评估，考虑到本区以山地为主的特点，因此同时重点分析了土地利用变化在不同坡度和海拔条件下的差异，一方面期望能够对国家的生态补偿资金绩效评估提供科学基础，另一方面也期望能够探索生态功能区的生态服务绩效监管和区域土地利用空间管控的技术方法。

“十二五”期间，张承地区生态系统服务表现为产水供给功能减弱、土壤保持功能增强的总体特征。从土地利用及其变化看，由灌丛、乔木林和草地构成的生态用地总面积减少，建设用地迅速增加，这种土地利用变化的结果成为张承地区产水供给功能减弱和土壤保持功能增强的主要原因。就产水供给而言，一方面，灌丛是本地区内产水供给服务最强的类型，该类型减少所失去的生态服务，未能够通过增加其他类型的用地获得补充。另一方面值得注意的是，在海拔 1800 m 以上的较高海拔地段，耕地和建设用地成为两个面积增加率最大的用地类型，在坡度 $>35^\circ$ 的地段，不仅建设用地成为面积增加最大的建设用地类型，而且水体面积还呈现出减少的特点。

以上土地利用变化和区域生态服务变化分析,一方面反映了近年来本地区发展冰雪运动产业对土地利用的变化影响,揭示了区域生态系统功能的变化,另一方面也反映出张承地区的生态建设今后面临着挑战。未来张承地区的生态建设,不仅需要处理好产水供给和土壤保持服务之间的权衡关系,还要关注区域发展导致的土地利用变化,如冬奥会运动和场馆设施建设等,与区域生态功能维持之间的关系。从土地利用变化看,高海拔陡坡地段的建设用地增加伴随有水系面积的减少,显示水系源头溪流受到威胁。而目前正在实施的冬奥会场馆建设和未来冰雪运动产业的规划,应该对溪流生境保护给予高度关注。

从区域生态系统服务能力看,灌丛是产水供给和土壤保持服务均较高的土地利用类型,与乔木林相比,灌丛具有较低的蒸散发和与之相当的土壤保持能力。张承地区属于半湿润半干旱地区,并非所有生境都适宜乔木林生长,但草地和灌丛在区内易于形成高覆盖度的土地利用类型。因此,生态服务能力的提高应首先考虑扩大灌丛面积;其次,可根据生态服务类别的主导需求或者均衡需求,合理选择扩大乔木林或者草地用地类型,使该土地利用情景下的生态服务达到最优。

作为国家重点生态功能区,张承地区部分区域生态服务价值的提升仍然任重道远。近年来,国家通过转移支付的补偿方式,鼓励重点生态功能区内的县区政府保护生态与环境,同时也提出将运用各项自然生态指标和环境状况指标,对实施转移支付的重点生态功能区县域进行绩效考评。2014年,张家口市和承德市所有区县被列入国家重点生态功能区的考核范围。从本文研究结果可以看出,“十二五”期间张承地区产水供给服务减弱,但土壤保持功能得以加强,生态系统服务之间的权衡关系,或许是导致这个结果的重要因素之一。由于这种权衡关系的存在,重点生态功能区在生态建设和生态服务价值提升的过程中,当土地利用难以均衡各类生态服务提供时,需要通过发展节水农业、推动种植结构乃至产业结构升级、推行绿色经济等其他途径,提升重点生态功能区的生态服务价值。

综上所述,“十二五”期间,张承地区土壤保持服务整体增强,主要体现了退耕还林、还草的重要作用,产水供给服务则表现为衰减,建设用地的快速增加,可能是导致产水服务减弱的主要原因。张家口地区的冰雪运动产业发展,导致土地利用变化表现出高海拔和陡坡区域建设用地增加明显,水体面积有所减少的特点,因此本地区在后期的冬奥会场馆建设和产业发展规划中,应对于水系源头溪流的保护给予高度关注。鉴于本地区灌木林地,在产水功能和土壤保持功能方面的

双高效益，建议在区域生态建设中，权衡好灌木林和乔木林建设的关系，不宜过度强调乔木林的建设。

3 生态环境监管的新举措及其潜在效能

3.1 生态红线及其管理

3.1.1 生态红线的提出

为强化生态保护，2011年《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》（国发〔2011〕35号）首次以规范性文件形式提出“生态红线”的概念；同时，《国家环境保护“十二五”规划》也明确提出，在重要生态功能区、陆地和海洋生态环境敏感区、脆弱区等区域划定生态红线。

2013年5月24日，中共中央总书记习近平在中共中央政治局第六次集体学习时再次强调，要划定生态红线，牢固树立生态红线的观念。

2014年4月，新修订的《环境保护法》第二十九条明确规定：“国家在重点生态功能区、生态环境敏感区和脆弱区等区域划定生态保护红线，实行严格保护”。

2017年2月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》（以下简称“《若干意见》”）。《若干意见》要求：2017年底，京津冀区域、长江经济带沿线各省（市）完成生态保护红线划定。

2017年5月环境保护部、国家发展改革委印发了《生态保护红线划定指南》（环办生态〔2017〕48号）（以下简称指南）。《指南》要求：生态保护红线原则上按禁止开发区域的要求进行管理。

为贯彻落实《若干意见》精神及《生态保护红线划定指南》要求，切实做好本生态保护红线工作，各地区各级政府纷纷对生态保护红线划定目标和任务提出要求并组织力量开展红线划定工作。

3.1.2 生态红线框架体系

生态保护红线：指在生态空间范围内具有特殊重要生态功能、必须强制性严格保护的区域，是保障和维护国家生态安全的底线和生命线，通常包括具有重要水源涵养、生物多样性维护、水土保持、防风固沙、海岸生态稳定等功能的生态功能重要区域，以及水土流失、土地沙化、石漠化、盐渍化等生态环境敏感脆弱区域（杨邦杰等，2014）。生态红线的划定要求遵循科学性、整体性、协调性和动态性原则。科学性原则即，在资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价的基础上，按生态系统服务功能（以下简称生态功能）重要性、生态环境敏感性识别生态保护红线范围，并落实到国土空间（高吉喜，2013），确保生态保护红

线布局合理、落地准确、边界清晰；整体性原则即，统筹考虑自然生态整体性和系统性，结合山脉、河流、地貌单元、植被等自然边界以及生态廊道的连通性，合理划定生态保护红线，应划尽划，避免生境破碎化，加强跨区域间生态保护红线的有序衔接；协调性原则主要关注部门联动，上下结合，充分与主体功能区规划、生态功能区划、水功能区划及土地利用现状、城乡发展布局、国家应对气候变化规划等相衔接，与永久基本农田保护红线和城镇开发边界相协调，与经济社会发展需求和当前监管能力相适应，统筹划定生态保护红线；动态性原则主要是，根据构建国家和区域生态安全格局，提升生态保护能力和生态系统完整性的需要，生态保护红线布局应不断优化和完善，面积只增不减。

3.1.3 生态红线的管理档案与管理要求

生态保护红线划的管理档案主要体现文本、图件、登记表、台账数据库、技术报告等。文本主要内容涉及划定生态保护红线的重要性和必要性，指导思想、基本原则和目标，生态保护红线类型与概述，管控措施，生态保护红线汇总表；图件在省级层面基本比例尺为 1:50 000，在县级层面基本比例尺原则上不小于 1:10 000，基础数据不满足要求的可采用 1:50 000。生态保护红线图件应包括但不限于：生态保护红线分布图、生态功能重要性评估系列图、生态环境敏感性评估系列图、禁止开发区域分布图和其他保护地分布图。生态红线登记表包括，以县级行政区为基本单元编制生态保护红线登记表，登记表内容主要包括红线区块代码、名称、类型、地理位置、面积、人口数量、生态功能、主要生态环境问题、主要人类活动、管控措施等基本信息。此外，还应该以县级行政区为基本单元建立台账数据库，台账信息主要包括红线区块登记表信息、基础地理信息、气象观测要素、社会经济要素、地面监测要素、遥感影像、地表生态参数、土地权属等。

生态保护红线原则上按禁止开发区域的要求进行管理。严禁不符合主体功能定位的各类开发活动，严禁任意改变用途，确保生态功能不降低、面积不减少、性质不改变。因国家重大基础设施、重大民生保障项目建设等需要调整的，由省级政府组织论证，提出调整方案，经环境保护部、国家发展和改革委员会同有关部门提出审核意见后，报国务院批准。生态红线保护要求的具体内容为：功能不降低，即生态保护红线内的自然生态系统结构保持相对稳定，退化生态系统功能不断改善，质量不断提升；面积不减少，即生态保护红线边界保持相对固定，生

态保护红线面积只能增加，不能减少；性质不改变，即严格实施生态保护红线国土空间用途管制，严禁随意改变用地性质。

3.2 领导干部自然资源资产离任审计

3.2.1 自然资源资产离任审计的性质与目标

党中央十八届三中全会对加快生态文明制度建设做出了新部署，全会通过的《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》提出：健全国家自然资源管理体制，统一行使全民所有自然资源资产所有者职责；完善自然资源监管体制……，探索编制自然资源资产负债表，对领导干部实行自然资源资产离任审计；建立生态环境损害责任终身追究制。

自然资源资产离任审计首先是资源环境审计的子集（韩梅芳等，2015；胡文龙，2014）。早在2008年，《审计署2008年至2012年审计工作发展规划》就将资源环境审计划分为六大审计类型之一。自然资源资产离任审计也是经济责任审计的子集。然而，在国家审计机关以往开展的经济责任审计中，较少关注自然资源监管、生态环境保护等经济责任的履行情况。自然资源资产离任审计的基本审计目标与资源环境审计目标一致，即“以促进贯彻落实节约资源和保护环境的基本国策为目标，检查国家资源环境政策法规贯彻落实、资金分配管理使用和资源环境保护工程项目的建设运营情况，维护资源环境安全，发挥审计在资源管理与环境保护中的积极作用，推动生态文明建设”。《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》特别提出自然资源离任审计，就是要发挥审计机关独立性和专业性优势，将领导干部自然资源经济责任履行情况纳入其考核体系，并与其任免、奖惩决策直接挂钩，从而促使领导干部在发展经济的同时，注意保护自然资源和生态环境，实现社会经济的可持续发展。

3.2.2 自然资源资产离任审计的制度条件

自然资源资产离任审计是一种新型的审计，其开展需要具备一定的制度条件，在这些制度条件中，有些目前已初步具备，而另外一些还需要创造或完善。为了推进自然资源资产离任审计，以下一些制度条件需要尽快创造或加以完善（耿建新，2014）。

其一，完善明确各级政府党政领导人、自然资源主管部门负责人、资源型国有企业负责人对于自然资源资产承担的经济责任。自然资源资产离任审计的一大

难点是相关经济责任的评价缺乏明确、具体的指标体系。这将导致审计人员对于审什么、如何审核很难把握。事实上，由于我国公共管理体系改革的滞后，本来应该明确的责任人任期目标、部门职责、岗位责任并不明确或缺乏文字记录，审计人员在审计前需要花大力气梳理相关政策和制度规定，并开展专门调查以了解责任对象所承担的经济责任究竟是什么（林忠华，2014）。根据西方发达国家的经验，有效的政府公共管理一是要明确各级行政首长的任期目标责任，二是要将公共服务的职责分解落实到具体的部门、岗位和个人，同时制定科学、规范、清晰的业务处理流程。具体到自然资源资产的管理，就是要明确各级政府党政领导人的任期目标责任，以及自然资源主管部门及其负责人的部门责任、岗位责任和个人责任。有了这些制度条件，自然资源资产离任审计才能有据可依。

其二，完善自然资源资产的统计和会计核算制度，推动编制自然资源资产负债表，建立自然资源资产数据库，为自然资源资产离任审计的开展提供数据条件。我国自然资源政府主管部门、统计部门和科研单位已经积累了关于自然资源资产“家底”的大量信息。例如，早在1987年，中国科学院就已经开始研建“中国自然资源数据库”。这些信息虽然为实施自然资源资产离任审计创造了初步的数据条件，但其存在分布零散、口径不一、交叉重复等问题。这一方面要求对分散的信息进行整合，建立统一完整的数据库；另一方面要求开展自然资源的价值计量与会计核算，完善国民经济统计体系。“探索编制自然资源资产负债表”是十八届三中全会的《决定》提出的明确要求，但自然资源资产负债表应该如何编，国际上虽然有一些探索，却远未形成成熟的经验；从国内来看，在政府部门基本的对外财务报告体系都尚未完全建立的情况下，提出编制自然资源资产负债表更显得较为“超前”。目前，统计部门正在积极组织研究自然资源资产负债表的基本理论与实务问题，这方面取得的突破将会为开展自然资源资产离任审计创造极大的便利。

其三，使资源资产环境审计成为常规审计，扩大资源环境审计的覆盖率，为自然资源资产离任审计的开展积累证据、创造条件。自然资源资产离任审计，尤其是地方政府党政领导人的离任审计，审计范围涵盖面广，审计内容复杂，审计方法专业性强。如果等到领导干部离任时才开始审计，必将面临时间紧、任务重、标准缺、证据少等难题。为此，很有必要推动资源环境审计成为一种常规审计，有资源环境审计提供的证据作为基础，领导干部自然资源资产离任审计的诸多难

题将得到克服。《审计署关于加强资源环境审计工作的意见》(2009)要求,从2010年起,省级和计划单列市审计机关每年应至少开展一项资源审计和一项环境审计。该项规定为环境资源审计的开展提供了政策动力。然而每年只开展一项资源审计和一项环境审计,远远达不到覆盖主要的自然资源类型、构建完整资源环境审计体系的要求。为此,一方面要加大审计机关对于环境资源审计的投入力度,不断扩大资源环境审计在审计机关工作任务中的比重;另一方面要制定合理的发展规划和计划,将各种关键自然资源逐步纳入到审计工作范围,力争实现“全覆盖”。资源环境审计的常态化、规范化、系统化,将为自然资源资产离任审计的开展创造良好条件。

3.2.3 自然资源资产负债表编制试点及其面临的问题

(1) 自然资源资产负债表编制试点

鉴于《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》中提出的相关要求,党的十八届三中全会之后,从国家到地方各级政府开始积极探索编制自然资源资产负债表,研制自然资源资产负债表并探索其实际应用,已经成为国家加快建立生态文明制度,健全自然资源资产管理体制,实现政府职能转变、高效管理与科学评价,建设美丽中国的根本战略需求所在。

与国家资产负债表相比,自然资源资产负债表作为一个崭新的概念,尚未见其编制先例,加之其相关概念、内涵的不确定以及价值化体系不完善等问题,其编制具有相当大难度(蒋洪强等,2016)。然而,作为国家深化改革的重要内容,各级政府和部门予以高度认识,自然资源资产负债表的编制作为一项制度创新,有许多亟待解决的问题,例如自然资源资产的核算范围、分类模式、计价模式、列报方式等内容。为了发现和解决这些相关问题,国家相关部门和相关科研机构,先后在浙江省湖州市、内蒙古呼伦贝尔市、湖南省娄底市和贵州省赤水市等多个地区开展试点研究,期望通过试点编制自然资源资产负债表,推动建立健全科学规范的自然资源统计调查制度,努力摸清自然资源资产的“家底”及其变动情况,为推进生态文明制度建设,有效保护和永续利用自然资源提供信息支撑。

试点基本遵循以下原则:第一、坚持整体设计。认真贯彻落实党中央、国务院关于加快推进生态文明建设的要求,将自然资源资产负债表编制放在生态文明制度体系建设中,与资源环境生态红线管控、自然资源资产产权和用途管制、自

然资源资产离任审计、生态环境损害责任追究等重大制度相衔接。按照生态系统的自然规律和有机联系,统筹设计主要自然资源的资产负债核算。第二、突出核算重点。从生态文明建设的要求和人民群众的期盼出发,优先核算对生态系统具有重要意义的自然资源,并在实践中不断完善。第三、注重质量指标。编制自然资源资产负债表既要反映自然资源规模的变化,更要反映自然资源的质量状况。通过质量指标和数量指标相结合,更全面地反映自然资源的变化及其对生态环境的影响。第四、确保真实准确。按照高质、务实、管用的要求,建立健全自然资源统计监测指标体系,充分运用现代科技手段和法治方式提高统计监测能力和统计数据质量,确保基础数据真实准确,确保自然资源资产负债表各项数据真实准确。第五、借鉴国际经验。立足我国生态建设需要、自然资源禀赋和统计监测基础,按照联合国等国际组织制定的《环境经济核算体系》等国际标准,借鉴国际先进经验,通过探索创新,形成科学可行的自然资源资产负债表编制度(王泽霞等,2014)。

根据自然资源保护和管控需要,我国自然资源资产负债表的核算试点先行核算具有重要生态功能的部分自然资源,主要包括土地资源、林木资源、草地资源、水资源、环境资源(水气土),有条件的地区可以尝试矿产资源(黄溶冰等,2012)。土地资源资产负债表主要包括耕地、园地、林地、草地等土地利用情况,以及耕地质量等级分布及其变化。林木资源资产负债表包括天然林、人工林、其他林木的蓄积量及其变化。水资源资产负债表包括地表水、地下水资源情况,以及水质等级分布及其变化,建立土地资源资产账户、林木资源资产账户和水资源资产账户。所需基础数据,主要来自国土资源、环保、水利、农业、林业等资源主管部门。现有资料不能满足需要的,可适当开展补充性调查;同一指标有不同数据来源的,要进行认真评估、比较和选择;对表中确实不能填报的数据,需要作出书面说明。试点地区的国土资源、环保、水利、农业、林业等资源主管部门应夯实有关统计调查基础,改进调查方法,加强调查全过程质量控制,确保编表所需基础数据真实可靠。试点地区统计部门应加强对相关部门报送的数据进行质量审核、评估和检查,确保数据真实准确,做到表内数据可追溯、可核查、可追责。

自然资源资产负债表编制尝试以下基本方法,即自然资源资产负债表应反映自然资源在核算期初、期末的存量水平以及核算期间的变化量(陈玥等,2015)。在资源环境核算理论框架下,以自然资源管理部门统计调查数据为基础,编制反

映主要自然资源实物存量及变动情况的资产负债表。自然资源资产负债表的基本平衡关系是“期初存量+本期增加量-本期减少量=期末存量”。期初存量和期末存量来自自然资源统计调查数据。本期期初存量即为上期期末存量。核算期间自然资源增减变化的影响因素有三类：一是经济因素，如林木的培育采伐、土地开垦征用等引起的自然资源资产变化；二是自然因素，如降水和蒸发等引起的水资源资产变化；三是分类变动因素，即由于分类标准变化引起的一种自然资源转变为另一种自然资源。由于自然属性差别较大，与经济体的关系不尽相同，各种自然资源都有其特有的增加、减少方式和原因。核算期间自然资源增减变化量指标，分别依据行政记录和统计调查监测资料填报。

通过对部分试点地区编制实践的调查与总结，对于自然资源资产负债表形成了如下认识：自然资源负债是由于核算主体以往一定时期的活动导致的自然资源耗减、环境损害和生态破坏，是应当由核算主体承担的支出，此项负债核算应该满足能够可靠计量等基本要求（杨海龙等 2015）。自然资源资产负债表是将一国或地区的所有自然资源资产分类加总形成的报表，它综合体现了某一时点上区域自然资源资产的“家底”，反映了一定时期内自然资源的使用状况及其对生态环境的影响，因此建议资产负债表的编制自下而上，实现从实物到价值的核算。核算试点案例提出的负债表构架体系、核算策略与核算内容等建议如下：

自然资源资产负债表框架体系。主要由自然资源资产负债表底（基础）表、辅表、主表和总表四套表组成（表 3-1）。

表 3-1 自然资源资产负债表框架体系

总表	实物、存量、分类、价值、流量、综合
主表	自然资源、环境质量的综合核算表 实物型、价值型
辅表	自然资源、环境质量的分类核算表 实物型、价值型
底表	数据要求翔实、准确、可靠 实物型

其一是自然资源资产负债表底（基础）表，作为自然资源资产负债表编制研究的基础性账户，在确保准确性以及可靠性的前提下，旨在对核算期内区域的资源、环境和生态状况进行最详细的记录及统计。自然资源资产负债表底表记录核

算期各类资源、环境、生态本底状况，记录各类资源、环境质量变化的来源和去向及其数量与属性，并记录各行业资源环境利用数量与质量等属性，是编制自然资源资产负债表的数据基础表。

其二是自然资源资产负债表辅表，是在对区域自然资源资产及其利用情况翔实、准确和连续统计的基础上，通过对底表数据的统计、整理与分析，从实物到价值、从存量到流量、从行业到部门，分别对核算期内区域各类资源资产、环境质量以及生态功能进行核算的分类表。自然资源资产负债表辅表不仅可以了解特定时点区域自然资源资产的规模与构成，而且有助于分析核算期内区域的资源流动及其与经济流之间的关系。

其三是自然资源资产负债表主表，是在自然资源资产负债表辅表，即自然资源分类核算表的基础上，分别以实物量和价值量的形式反映当期区域范围内资源、环境、生态三方面状况的综合核算表，反映了核算期内区域自然资源资产的整体情况。自然资源资产负债表主表可分为实物量表和价值量表两类。

其四是自然资源资产负债表总表，是在自然资源资产负债表主表的基础之上的区域加总表，全面反映核算期内一个国家或地区的自然资源资产和负债的规模、构成，以及变动情况。自然资源资产负债表总表原则上是价值型表格，有利于加总和比较。

自然资源资产核算策略。首先是先实物后价值。以货币价值形式核算自然资源资产具有直观性，同时也利于比较。但是，不容忽视的是，实物账户的核算是价值账户核算的基础，缺乏相关资源环境实物消耗实物的数据资料，价值账户的核算无疑是空中楼阁。其次，鉴于中国资源环境统计数据现状，由于统计资料的缺失，只能根据实际情况选择部分指标进行核算，这会极大地影响价值账户体系核算的完整性和可信度。再次，自然资源资产的定价方式一直以来存在着较多的争议，因此，从我国目前的国情以及自然资源资产负债表编制的目标来看，一方面，依托于现有的资源环境统计数据，优先建立自然资源资产各类实物账户；另一方面，可以考虑在保证指标体系科学性和基本完整性的前提下，在示范地区试算价值账户，然后根据反馈情况不断充实和完善指标体系和核算方法，最终提出自然资源资产负债表价值量核算体系。

其次是先分类后综合。自然资源资产综合核算可以反映区域自然资源资产总

量的整体变化情况，亦可反映出资源利用的综合效率情况，可加总、可比较。但是，自然资源分类核算是自然资源资产综合核算的基础，没有自然资源资产的分门别类核算，就无法实现综合核算。区域自然资源资产包含的范围十分广泛，而且其中相当一部分自然资源资产核算的理论基础与核算方法尚无公认的标准，基础数据资料也难于获取。因此，一方面，近期宜根据资料的计量完备程度，以及计量方法的成熟度，优先开展个别自然资源资产的分门别类核算，分门别类建立自然资源资产负债账户；另一方面，在此基础上，探索自然资源资产综合核算，建立区域自然资源资产负债表总表。

自然资源资产负债表主要核算内容。自然资源资产负债表核算范围可以包括核算行政区域内的土地资源、水资源、林木资源和矿产资源，以及环境质量（Australian Bureau of Statistics, 2013）。其中，土地资源根据《土地利用现状类》国家标准进行分类，一级分类主要包括耕地、园地、林地、草地等十二类，并向下细分至二级，重点核算耕地、园地、林地、草地、水域及水利设施用地和其他土地；水资源包括区域内的河流、湖泊、人工水库等地表水资源以及地下水资源；林木资源分类以全国森林清查中的林木分类为基础；环境核算重点包括大气环境、土壤环境和水环境。

自然资源资产负债表的计量方法主要包括实物量核算和价值量核算。实物量核算是指充分利用区域的资源环境统计数据，采用账户的形式，反映核算期内个行政区自然资源存量、使用状况及其对生态环境的影响。其中，能直接获得数据的核算指标直接采用统计数据值，不能直接采用统计数据值的核算指标可通过估算获得。价值量核算则是在实物核算的基础上通过估价进行的综合性核算，目前尚无统一的自然资源价值化方法体系。因此，价值化环节是项目的重点与难点所在。其中具有市场交易的自然资源，直接采用市场价格进行核算，如水资源采用分区分类的水资源费作为量化依据；在不具备成熟市场交易的情况下，可采用间接方法进行估算，如替代市场法、维护成本法、意愿评估法等。

（2）自然资源资产负债表编制存在的问题与建议

自然资源资产负债表编制是涉及国土、环保、林业、水利、农业、能源等多部门的工作，其编制的复杂性不言而喻。目前，国际上还没有一套公认的资源环境核算模式。目前的试点研究大都是在汲取国内外资源环境核算、国家资产负债

表等国内外相关文献资料和实践经验的基础上，系统收集与整理分析了地方政府相关统计数据，探索性地编制地方政府自然资源资产负债表。本项目调研了现有的部分试点工作，发现其编制过程中仍然存在一些问题，有待于进一步探讨。

问题 1：各类数据的时间匹配性难以满足要求，建议采用责任人任期内开发消耗量-使用效率-资源质量变动“自然资源资产变动表”用于倒查审计考核

地方政府统计数据质量参差不齐，从数据类型上看，数据整体来说比较完备，基本达到编制自然资源资产负债表的要求。但是，由于编制自然资源资产负债表时，要求统一各类自然资源核算期，以综合反映区域自然资源资产负债的整体情况，然而目前收集到的各类自然资源数据在连续性以及一致性上还存在些许问题，特别是各类数据的统计与地方领导的任期难以一致。如：某些地区 2009 年进行了第二次土地调查，因二调技术的改进与精度的提高，2009 年前后期的土地调查数据不能完全衔接吻合，土地核算方面有相对完整数据的时间段为 2010-2013 年（2009 年末-2013 年末）；森林详细清查数据为 1999 年和 2008 年，土地资源的核算期为 2010 年至 2013 年，其核算期与森林资源所能获取数据的时间不匹配，即 2010 年至 2013 年的资源存量核算没有现存的数据做支撑，只能通过 1999 年到 2008 年森林资源总的变化速率来推算，估算结果与实际的资源存量存在一定的偏差。此外，一些地方在撤销或者合并某些行政区域后，各项统计数据并不能很好地衔接。因此，考虑到数据的可获取性、连续性和一致性等因素，自然资源资产负债表的核算时间段有相当的局限性。

因此，在系统建立基础数据表比较困难的条件下，或者在时间紧迫的条件下，建议首先建立“自然资源资产变动表”，其数据主要是地方和部门负责人任职期间，消耗或者增加的自然资源资产。同时采用倒查方式，对自然资源资产的变动进行核查，并用于离任审计和绩效考核。

问题 2：价值化方法不成熟并缺少标准，建议目前阶段仍然以实物核算为主

目前国内外开展的绿色 GDP、国家资产负债表以及环境经济核算，已有的核算对象多为可商品化的自然资源，可直接或间接采用市场价格法来进行估算。然而，在对自然资源进行核算时如何准确计量自然资源的存储数据，尤其是价值数据的确认，避免人为或自然因素干扰，是普遍面对的难点。一般而言，具有市

场交易的自然资源，可直接采用市场价格进行核算，如水资源采用分区分类的水资源费作为量化依据；在不具备成熟市场交易的情况下，可采用间接方法进行估算，不同资源因资源禀赋差异而采用不同的价值化方法，即使是同种资源也会因地域差异以及数据的可获取性而采取不同的价值化方法，这些价值化方法各有优缺点，对统计数据的要求也不尽一致，最终资源环境价值量的计量结果也会有所差异。例如，在土地资源价值化时，某试点地区设计了两条价值化思路，一是采用收益还原法和市场比较法等常用的农用地估价方法，但由于缺乏当地土地流转市场交易数据以及完善的各地类历年收益与投资统计数据而不选择使用此类方法，二是根据目前可获取资料和当地土地评估应用案例，以当地进行基准地价更新时统计核算得到的综合区片价为基准，土地产量和区位因子作为权重系数，对各县区的基准地价进行修正得到各县区各地类的估价。

鉴于目前自然资源相关基础统计数据的缺失和失准性，价值化体系的不完善，自然资源编制本身还面临着巨大的挑战，因此，自然资源资产负债表的编制，在现阶段不宜采用价值核算，建议采用实物核算。

问题 3：核算内容分类标准上不统一，建议采用补充完善法进行核算

由于自然资源种类繁多，信息复杂，自然资源分类尚不统一，加上资源资产价值化的难度，仍没有一个国家或国际组织就全部资源资产、全部资源耗减成本和全部环境损失代价计算出资源资产、负债与权益（马永欢等，2014）。现在认可度相对较高的做法是对部分能够准确进行核算的资源进行统计，并将资源耗减、环境损害以及生态环境破坏纳入自然资源负债的统计范畴。在编制自然资源资产负债表时，由于部分资源数据不全，加之技术与理论水平的限制，现阶段对各个行政区所有的自然资源资产与生态环境影响进行列报难度较大。可以说，以目前的技术与理论水平，尚不能达到对自然资源资产与负债进行全面列报的高度。

建议在自然资源资产负债表的编制过程中，尽量采用现有成熟的分类体系和在部门已有的数据基础上进行补充和完善，避免各个行政区域单独重新建立负债表体系。原有的土地资源、森林资源、水资源和环境监测数据等，可以考虑纳入干部离任审计考核数据，但不必要重新编制一套新型表单。除此之外，应尽快列出其他可纳入离任审计和考核的其他资源环境数据，补充完善地方和部门负责人自然资源资产离任审计程序、内容和制度。

问题 4：数据的的计量和空间准确性需要进一步加强，将数据空间化、定量化和标准化作为政府的日常重要工作和政绩考核内容之一

自然资源资产负债表的编制涉及统计、国土、环保、林业、水利、农业等部门，信息量巨大，准确计量、全面客观地资源环境统计数据是自然资源资产负债表编制的重要基础。从目前试点过程中反映出的问题看，自然资源资产负债表的编制过程中，面临资源环境统计监测力量相对薄弱、统计监测制度和评价体系不完善、统计监测信息缺乏整合、统计监测数据质量有待提高的问题（江东等，2015）。因此，为奠定编制自然资源资产负债表的良好数据基础，一方面，可尝试利用卫星遥感等多种技术手段加强监测能力、扩大资源环境数据来源；另一方面，需加强对资源环境的统计监测能力建设，加大各级政府对于统计监测等基础设施建设设施的资金投入，根据实际情况，建立集数据监测、收集和统计处理于一体的资源数据统计监测体系。

此外，需要加强数据的整合与集中使用，建立政府工作数据信息系统平台，打破部门数据割裂与封锁的现状，将数据空间化、定量化和标准化作为政府的日常重要工作内容之一，形成可核查、可跟踪、可追责的政府工作数据系统。

3.3 加强河湖保护监管的“河长制”

3.3.1 “河长制”制度探索

“河长制”由江苏省无锡市首创。2007年8月，无锡市针对水污染严重、河道长时间没有清淤整治、企业违法排污、农业面源污染严重等问题，发布了《无锡市河流断面水质控制目标及考核办法（试行）》，在这份文件中明确指出：将河流断面水质的监测结果“纳入各市（县）、区党政主要负责人政绩考核内容”、“各市（县）、区不按期报告或拒报、谎报水质检测结果的，按照有关规定追究责任。”这份文件的出台，被认为是无锡市推行“河长制”的开始。自此，无锡市党政主要负责人分别担任了64条河流的“河长”，真正把各项治污措施落实到位（管旭等，2018）。之后，2008年，江苏省政府决定在太湖流域借鉴和推广无锡的经验。江苏省15条主要入湖河流全面实行“双河长制”。每条河由省、市两级领导共同担任“河长”，一些地方还设立了市、县、镇、村的四级“河长”管理体系，这些自上而下、大大小小的“河长”实现了对区域内河流的“无缝覆盖”，强化了对入湖河流水质达标的任务。

无锡市的探索实践表明，“河长制”能否收到实效，关键是要有相应的配套政策措施，要看是否有人因任上不力而被问责。无锡市委、市政府于 2007 年 12 月 5 日印发了市委组织部《关于对市委、市政府重大决策部署执行不力实行“一票否决”的意见》，文件明文规定：“对环境污染治理不力，没有完成节能减排目标任务，贯彻市委、市政府太湖治理一系列重大决策部署行动不迅速、措施不扎实、效果不明显的”，对责任人实施“一票否决”。由于各项政策制定和执行到位，“河长”们上任后，纷纷着手对负责的河流进行会诊，分析污染症状，采取“一河一策”的方法，很快制定出了水环境综合整治方案等一系列措施，特别是在具体实施过程中实行了“三包”政策——领导包推进、地区包总量、部门包责任。在这种人人有压力、大家有动力的治污体制下，河流治理取得了很好的效果。

在经济政策手段方面，无锡市设立“河长制”管理保证金专户，实施“河长制”管理保证金制度。在无锡市惠山区，每个“河长”要按每条河道个人缴纳 3000 元保证金的要求，在年初上缴区“河长制”管理保证金专户，同时，区财政划拨配套资金，充实到专户。专户资金用于对“河长制”管理工作的开展、推进及奖惩。根据“河长制”管理最终考核结果，以“水质好转、水质维持现状、水质恶化”等综合指数作为评判标准，水质好转且达到治理要求的，全额返还保证金并按缴纳保证金额度的 100%进行奖励；水质不恶化且维持现状的，全额返还保证金；水质恶化的，全额扣除保证金。

3.3.2 制度创新与作用

“河长制”传达了地方政府重视环保、强化责任的鲜明态度。尽管《中华人民共和国环境保护法》规定“地方各级人民政府，应当对本辖区的环境质量负责，采取措施改善环境质量。”但从实践来看，许多地方政府执行环保法律法规打了折扣。推行“河长制”则无疑是环保问责制度的一个具体体现，它能够有效提高地方政府履行环境监管职责的执政能力。让各级党政主要负责人亲自抓环保，有利于统筹协调各部门力量，运用法律、经济、技术等手段保护环境，方便各级地方领导直接进行环保决策和管理。“河长制”实行之后，河流断面水质明显改善。以无锡为例，全面覆盖无锡行政区划的 79 个考核断面达标率从“河长制”实施之初的 53.2%上升至 2008 年 3 月的 71.1%。

“河长制”对水环境保护和管理工作作出了明确规定，从组织架构、目标责任、措施手段、责任追究等多个层面提出了系统要求，在环境监管制度创新方面

起到了重要作用。

(1) “河长制”的主要监管内容

一是认真落实党中央、国务院决策部署，坚持节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力，以保护水资源、防治水污染、改善水环境、修复水生态为主要任务，在全国江河湖泊全面推行河长制，构建责任明确、协调有序、监管严格、保护有力的河湖管理保护机制，为维护河湖健康生命、实现河湖功能永续利用提供制度保障。

二是要坚持如下基本原则：（1）坚持生态优先、绿色发展。牢固树立尊重自然、顺应自然、保护自然的理念，处理好河湖管理保护与开发利用的关系，强化规划约束，促进河湖休养生息、维护河湖生态功能；（2）坚持党政领导、部门联动。建立健全以党政领导负责制为核心的责任体系，明确各级河长职责，强化工作措施，协调各方力量，形成一级抓一级、层层抓落实的工作格局；（3）坚持问题导向、因地制宜。立足不同地区不同河湖实际，统筹上下游、左右岸，实行一河一策、一湖一策，解决好河湖管理保护的突出问题；（4）坚持强化监督、严格考核。依法治水管水，建立健全河湖管理保护监督考核和责任追究制度，拓展公众参与渠道，营造全社会共同关心和保护河湖的良好氛围。

三是全面建立省、市、县、乡四级河长体系。各省（自治区、直辖市）设立总河长，由党委或政府主要负责同志担任；各省（自治区、直辖市）行政区域内主要河湖设立河长，由省级负责同志担任；各河湖所在市、县、乡均分级分段设立河长，由同级负责同志担任。县级及以上河长设置相应的河长制办公室，具体组成由各地根据实际确定。

四是各级河长负责组织领导相应河湖的管理和保护工作，包括水资源保护、水域岸线管理、水污染防治、水环境治理等，牵头组织对侵占河道、围垦湖泊、超标排污、非法采砂、破坏航道、电毒炸鱼等突出问题依法进行清理整治，协调解决重大问题；对跨行政区域的河湖明晰管理责任，协调上下游、左右岸实行联防联控；对相关部门和下一级河长履职情况进行督导，对目标任务完成情况进行考核，强化激励问责。河长制办公室承担河长制组织实施具体工作，落实河长确定的事项。各有关部门和单位按照职责分工，协同推进各项工作。

五是要加强水资源保护。落实最严格水资源管理制度，严守水资源开发利用控制、用水效率控制、水功能区限制纳污三条红线，强化地方各级政府责任，严

格考核评估和监督。实行水资源消耗总量和强度双控行动，防止不合理新增取水，切实做到以水定需、量水而行、因水制宜。坚持节水优先，全面提高用水效率，水资源短缺地区、生态脆弱地区要严格限制发展高耗水项目，加快实施农业、工业和城乡节水技术改造，坚决遏制用水浪费。严格水功能区管理监督，根据水功能区划确定的河流水域纳污容量和限制排污总量，落实污染物达标排放要求，切实监管入河湖排污口，严格控制入河湖排污总量。

六是加强河湖水域岸线管理保护。严格水域岸线等水生态空间管控，依法划定河湖管理范围。落实规划岸线分区管理要求，强化岸线保护和节约集约利用。严禁以各种名义侵占河道、围垦湖泊、非法采砂，对岸线乱占滥用、多占少用、占而不用等突出问题开展清理整治，恢复河湖水域岸线生态功能。

七是加强水污染防治。落实《水污染防治行动计划》，明确河湖水污染防治目标和任务，统筹水上、岸上污染治理，完善入河湖排污管控机制和考核体系。排查入河湖污染源，加强综合防治，严格治理工矿企业污染、城镇生活污染、畜禽养殖污染、水产养殖污染、农业面源污染、船舶港口污染，改善水环境质量。优化入河湖排污口布局，实施入河湖排污口整治。

八是加强水环境治理。强化水环境质量目标管理，按照水功能区确定各类水体的水质保护目标。切实保障饮用水水源安全，开展饮用水水源规范化建设，依法清理饮用水水源保护区内违法建筑和排污口。加强河湖水环境综合整治，推进水环境治理网格化和信息化建设，建立健全水环境风险评估排查、预警预报与响应机制。结合城市总体规划，因地制宜建设亲水生态岸线，加大黑臭水体治理力度，实现河湖环境整洁优美、水清岸绿。以生活污水处理、生活垃圾处理为重点，综合整治农村水环境，推进美丽乡村建设。

九是加强水生态修复。推进河湖生态修复和保护，禁止侵占自然河湖、湿地等水源涵养空间。在规划的基础上稳步实施退田还湖还湿、退渔还湖，恢复河湖水系的自然连通，加强水生生物资源养护，提高水生生物多样性。开展河湖健康评估。强化山水林田湖系统治理，加大江河源头区、水源涵养区、生态敏感区保护力度，对三江源区、南水北调水源区等重要生态保护区实行更严格的保护。积极推进建立生态保护补偿机制，加强水土流失预防监督和综合整治，建设生态清洁型小流域，维护河湖生态环境。

十是加强执法监管。建立健全法规制度，加大河湖管理保护监管力度，建立

健全部门联合执法机制，完善行政执法与刑事司法衔接机制。建立河湖日常监管巡查制度，实行河湖动态监管。落实河湖管理保护执法监管责任主体、人员、设备和经费。严厉打击涉河湖违法行为，坚决清理整治非法排污、设障、捕捞、养殖、采砂、采矿、围垦、侵占水域岸线等活动。

(2) “河长制”的在水环境监管中的主要作用

明确了地方党政领导对环境质量负总责的要求，为资源环境资源资产离任审计提供了抓手。长期以来，对环境质量的指责或肯定，很大程度上是针对环保部门的。但在事实上，环保部门由于行政权限、技术手段、人员配备等限制，对于涉及环境的各方面掌控、调度往往力不从心。环境问题尤其是水环境问题，牵涉领域众多，影响到生产、生活的方方面面（李伟斯等，2018）。“河长制”的出现，把地方党政领导推到了第一责任人的位置，其目的在于通过各级行政力量的协调、调度，有力有效地管理关乎水污染的各个层面。

“河长”作为“河长制”管理的第一责任人，对所负责河道（含所分工包片地区）的水生态、水环境持续改善和断面水质达标负领导责任，牵头组织所管河道综合整治方案的制定、论证和实施，强化横向协调、落实长效管理，对断面水质达标负首要责任。“河道水质的考核得分是干部选拔任用的重要依据，对考核得分靠后，且所属河道水质恶化的责任人，严格实行‘一票否决’”，体现了自然资源资产离任审计的作用与意义。

最大程度整合了各级政府的执行力，为改变“多头治水”提供了有效途径，有利于形成全社会治水的良好氛围。客观地说，在环境问题上，“人人都是排污者”，但长期以来，我们却并没有树立“人人都是治污者”的理念。旁观、指责、讽刺、挖苦一度成为不良的社会风气。这种风气不仅存在于社会普通群众中，也存在于政府部门之间，谈到水臭了、河黑了，眼睛更多地看向环保、市政、水利等部门，对自身的追问却很少。“河长制”力求改变这种风气，最大程度整合了各级党委政府的力量，弥补了早先“多头治水”的弊端，使治水网任何一个环节上都有部门、有专人负责。而“一荣俱荣、一损俱损”的治水“管理链”，使每个部门都不敢玩忽职守，提高了水环境治理的行政效能。随着“河长制”的层层推进，社会力量也被带动起来。最明显的是产业结构调整，沿河、沿湖的企业不得不放弃传统落后的生产方式，超标排污企业被关停，有环保自觉的企业家开始寻求清洁生产方式，循环经济得到发展。

“河长制”提出了全市河道治理的总体目标和基本措施，激活了“上下游共同治理”的联动机制。“河长制”虽按照行政交界面划分并落实了各级领导干部的治水责任，但水是活水，一条河的治理需要上下游共同配合，因此对各市（县）区上下游联动、协调配合提出了要求。事实上，各级政府要对辖区内“河长制”河道造册建档，做好数字、文字、图像等全面记录，并因地制宜实施“一河一策”，有针对性地确定治水方案（方国华等，2018）。同时，每条河都必须切实落实截污、清淤、企业整治、河容整治、两岸绿化、环境卫生等基本措施，地方政府同步做好排污总量控制、环境卫生监管、船舶污染治理等。“河长制”的建立，为科学理性地实现和推进这些目标、措施提供了可能。

3.3.3 制度推广及其面临的问题

河湖管理保护是一项复杂的系统工程，涉及上下游、左右岸、不同行政区域和行业。“河长制”，明确由党政领导担任河长，依法依规落实地方主体责任，协调整合各方力量，有利于促进水资源保护、水域岸线管理、水污染防治、水环境治理等工作。全面推行河长制是落实绿色发展理念、推进生态文明建设的内在要求，是解决我国复杂水问题、维护河湖健康生命的有效举措，是完善水治理体系、保障国家水安全的制度创新。“河长制”是我国在环境保护和生态治理实践中推出的创新性行动，能否在河湖管理保护中成为长期实施的属地监管政策，也存在着许多值得思考的问题。

首先是制度的长效性值得深思。“河长制”虽然整合了各级政府的行政执行力，但是这种机制导致权力是自上而下的运行，这就迫使党政一把手需要集权在自己手里，大大小小权力都由个人紧握和配置，带有鲜明的家长制色彩，或者说是“人治”+“权治”的色彩。由于环境问题具有明显的负外部性特征，往往是由政府主导管理行为，这样的设计当然有一定的优越性。但是同时也带来了行政依赖过度的问题，而行政资源是有限的，行政手段有阶段性，因此“河长制”是否能够稳定长效值得深思（方国华等，2018）。

其次是“河长制”本身的系统性及其与已有环境生态监管体系的对接需要深度关注。“河长制”着力于整合各个部门的力量，联合治理水环境，保护水生态系统，但也可能因着力过偏、过猛而削弱了我国环境治理体系的基本面建设，导致原有环境管理体系的监管能力扭曲变形，或者监管体系的完善速度减慢。另一方面，“河长制”在环境监管领域的全面推广性有限，如果将“河长制”模式搬

到其他环境治理领域，则区域党政负责人不仅要当“河长”，还要当“山长”、“林长”等等。

第三是“河长制”缺乏完备的水事与环境管理的法律依据和支撑。河长职责不受法律规定约束，工作没有具体的政策指导，且河长制的监督管理、考核与问责机制不够健全，导致部分河长有名无实，在实际工作中流于形式，无法落实到位。河长制实施过程中组建的专（兼）职河道巡查员队伍，实际上并没有河流管理保护执法权力，无法对涉河违法违规行为起到法律震慑作用。管理过程中联合执法、信息互通、案件移送等机制不健全，专业执法与部门联动执法制度不完善，河道巡查员队伍向相关职能部门报告涉河违法违规行为渠道并不畅通。

第四是“河长制”缺少评估与监管科学管理工具。该制度中提出的“河湖差异化绩效评价考核”到底由谁来制定，如何确保差异化考核的标准符合实际差距（丁强等，2017）。“第三方监测评估”的第三方如何界定，谁来选择“第三方”等等，诸多支撑绩效监管的专业性问题没有得到解决。此外，责任主体的下级与上级之间往往具有一定的利益关系，为上级评核和问责时有所忌惮，几乎不可能做到“一票否决”；而上级对下级负有连带责任，在考评时候也难以保证结果之客观。

最后是缺少相应的人财物支持。纵观世界范围内的一些著名河流，大多数经历了“先污染，后治理”“先开发，后保护”的曲折历程。人们在遭受大自然的报复后，开始更加审慎地思考对河流水系的管理，并在不断实践及摸索过程中，逐步形成了较为成熟的管理经验，值得我们借鉴。在英法两国，水管理不仅仅是政府的职能，也是沿河工厂、企业、农场主和居民共同的利益所在。投资者或投资者集体，在参与计划的实施过程中发挥了重要作用。各类水务理事会参与重要的决策讨论，充分发表意见，使得决策具有广泛的透明度和可操作性。对污染情况的监督，则主要依靠民众举报。“河长制”实施过程中组建的河道巡护队和保洁队的队员、河段巡查员、河段监督员大多是一些兼职人员，他们缺乏相关的工作经验和专业技能，甚至因工作时间不足不能履职到位。从经费保障看，英法两国的河道管理费用除来自防洪安保税、城市居民生活和工厂的污水排放费、特殊工业污染费、罚款收费外，其余全部由政府拨款，为流域河道管理提供了强有力的资金保障。相较之下，我们治水力量比较单薄。目前支持“河长制”实施的经费保障还未到位，河长制相关的保障体系还不健全，既没有成立专项资金，又没有投融资渠道来积极引导社会资金参与河流环境治理和保护，水污染治理的硬件设

施无法妥善到位。此外，我们的水环境治理任务艰巨、千头万绪、局面复杂，而各级河长都是各辖区的党政领导，负责的地方经济社会发展任务繁重，治水工作精力有限，且缺乏水污染防治规划执行的专业知识。现在治水只是一些政府行为，民间、社会组织、以及企业没有充分地参与进来，这种仅靠政府一己之力的作法是远远不够的，必须要广泛发动社会参与，齐抓共管，互相制约监督，方能取得更大的成效。

4 生态环境保护督查制度的演进与完善

4.1 环保督查制度的形成与发展

环境保护与生态治理是现代国家和公众普遍关注的公共议题。近年来，随着生态环境破坏的不断加剧、公众环境权益诉求日渐凸显，拷问政府环境治理责任和评估政府生态治理政绩成为公共管理的热点主题。生态政绩是政府在履行生态治理职能、配置生态治理资源过程中取得的生态治理成绩与效果，是官员推动生态文明建设主观努力的客观结果。实施环境保护督查制度，就是通过嵌入式监管行动，实现生态治理和环境保护责任嵌入压力型目标传导与政绩考评的重要举措。长期以来的环境管理实践表明，将生态政绩指标纳入政府及官员政绩考评体系，是破解当前政府重经济发展绩效轻环境治理和 GDP 崇拜顽疾的重要机制创新，是促进生态环境良性治理的制度安排。

4.1.1 督企查事

我国环境保护督查制度从 1989 年建立以来，经历了以下三个主要发展过程阶段：首先是 2014 年之前的主要为建设和“查事”阶段。在这个阶段中各级政府依据《环境保护法》纷纷设立了“环境监察机构”（第七条的规定，各级环境保护行政主管部门对所辖区域内的环境保护工作实施统一监督管理），之后考虑到区域性问题的，原国家环保总局开始尝试建立跨区域的环境督查机构，如华东、华南等六大环境保护督查中心等，构成了我国环境监管体系，环境督查中心的职责是“承担所辖区域内的环境保护督查工作”。2008 年环境保护部成立时，设立了环境监察局，主要职责是“监督环境保护规划、政策、法规、标准的执行”、“协调解决跨区域的环境纠纷”。从监管形式看，当时的环境监管主要强调企业的责任，忽视了政府在环境保护上的主体责任，因此被公认为是以“督企”、“查事”为核心的环境监管体系。环保督察的重点是检查、督促污染企业遵守环保政策法规、改正环境违法行为，并通过“挂牌督办”方式不断强化监督强度和督察效力。

之后，由于长期以来对地方政府落实环境政策法规的情况缺乏有效监督，以“督企”为核心的环保督查制度日益凸显出局限性。2014 年 12 月，环境保护部印发《综合督查工作暂行办法》（环发〔2014〕113 号），明确指出环境监管执法从单纯的监督企业转向监督企业和监督政府并重，突出政府对环境质量的主体责任，在全国全面开展以“督政”为核心的环保综合督查。至此，环境保护督查逐步

扩展为以“督政”为核心的环保综合督查，督促、推动地方政府切实履行环保职责。据统计，2014年，环保部共对全国20多个地级市政府负责人进行督政约谈；2015年，环境保护部共约谈了16个地级市（自治州）和2个县的地方政府负责人。全国多个省级环保部门和六大区域环保督查中心也开展了综合督查工作，对履行环保职责不力的市（县、区）政府负责人进行公开约谈，并针对不同情况采取移交纪检监察部门、区域环评限批、挂牌督办、媒体披露等多种措施强化督查效力。总体上看，以“督政”为核心的环保综合督查在推动地方政府履行环保职责上起到了较好效果，特别是让被约谈的政府主要领导“脸红出汗”、加大整改力度上成效明显，局部地区的环境质量有所改善。

4.1.2 督政为主、党政同责

2016年以来，以“督政”为核心的环保综合督查进一步强化发展为体现“党政同责”的中央环保督察。尽管2014年以来的环保综合督查取得了明显成效，但仍然存在两个明显的不足：一是监督主体是环保部或者各省环保厅，对地方政府进行督查与约谈的实质性“杀伤力”有所欠缺，二是忽略了地方党委的环保责任，单纯“督政”并没有涉及到党委相关责任，终究是治标不治本。因此，将地方党委纳入监督范围、实现“党政同责”成为全社会的共识。2015年7月，中央深改组第十四次会议审议通过了《环境保护督察方案（试行）》，随后由中共中央办公厅、国务院办公厅的名义予以印发（厅字〔2015〕21号）。以党中央、国务院的名义赋予环保督察以更高的权威与“刚性”，强调环境保护工作的“党政同责”、“一岗双责”，将地方党委与政府的环保责任作为重点监督范围，是我国环保督察制度暨“督政”转型后的又一次制度变革，并已经成为新时期我国环境管理转型与制度建设的一个重要核心内容。从实践情况看，2016年首个工作日（1月4日），首个中央环境保护督察组即进驻河北省开展督察试点工作，包括河北省委书记、省长在内的29名省部级领导干部被约谈，代表着中央环保督察制度的“强力”实施。继河北省试点之后，中央环境保护督察组在2016年先后开展了两批督察工作，督察对象共计15个省（直辖市、自治区）。按照《环境保护督察方案（试行）》的规定，剩下的15个省（直辖市、自治区）需要在2017年完成环保督察工作，实现中央环保督察的“全覆盖”。从实践看，2016年的中央环保督察有力推动了地方党委对环境保护工作的重视，督促地方党委政府履行环境保护职责，有效的解

决了一批重大环境问题。概括而言，我国环保督察制度经历了从“督企”到“督政”，再发展为“党政同责”的中央环保督察演变历程。

4.2 环保督查制度的监管机制

生态环境保护与治理是国家治理的重要内容，常规式治理与运动式治理是解决生态环境治理问题最为常见的两种机制。运动式治理因常规式治理失灵而启动，并通过嵌入性控制来实现组织目标（盛明科等，2018）。而我国长期以来实施的生态环境保护督查，特别是近期强化督查政府生态环境保护是否作为的行动，也凸显了运动式治理的作用与效果。环保督察的目的在于重点了解省级党委和政府贯彻落实国家环境保护决策部署，解决突出环境问题，强化环境保护党政同责和一岗双责，推动督察地区生态文明建设和环境保护，促进绿色发展。在具体督察中，坚持问题导向，重点盯住中央高度关注、群众反映强烈、社会影响恶劣的突出环境问题及其处理情况；重点检查环境质量呈现恶化趋势的区域流域及整治情况；重点督察地方党委和政府及其有关部门环保不作为、乱作为的情况；重点了解地方落实环境保护党政同责和一岗双责、严格责任追究等情况。

4.2.1 高压直查

中央环保督察对象主要是各省级党委和政府及其有关部门，但在督察的过程中可以下沉到部分地市级党委和政府，而且能够直接深入企业进行调查。因此，环保督察重点由以往的“督企”转向“督政”，督察对象包括了省级、市级党委、政府及有关部门和地方企业，实现了对“党政企”的全覆盖。环保督察主要包括三方面内容：一是党委、政府对国家和省环境保护重大决策部署贯彻落实情况；二是突出环境问题及处理情况；三是环境保护责任落实情况。

中央环保督察组的三大特点：一是层级高，环保督察组的性质是中央环保督察，国务院成立工作领导小组，具体的组织协调工作由环保部牵头负责。督察组总规模约 70 人，督察组长均由正部级干部担任，副组长由环保部副部级干部担任，成员来自中纪委、中组部、环保部等部门的领导干部，环保部华东督查中心干部以及其它地区的部分干部，专业程度高。二是实行党政同责，由督企转变为督政，使得环保督察更具威慑力。三是强调督察结果的应用，督察结果与领导干部考核评价挂钩，直接促使地方领导干部提高对环保的重视程度。

4.2.2 开放连贯

也就是督查信息线索来源开放广泛，包括有：听取汇报、调阅资料、个别谈话、走访问询、受理举报、现场抽查、下沉督察。一旦获得线索，立即一查到底，督查工作的链条连贯，行动迅速。环保督察的主要通过以下六个工作步骤开展工作：即：督察准备—督察进驻—形成督察报告—督察反馈—移交移送问题及线索—整改落实。中央环保督察组进驻各省督察的时间一般为 30 日，分为三个阶段，各约 10 天：前 10 日是省级层面督察阶段，将与省直各有关单位主要负责人个别谈话；中间 10 日是下沉市级督察阶段；后 10 日为整理总结阶段，撰写工作报告、补充调阅材料等。下沉市级督察阶段将分组对第一阶段梳理出的问题线索进行核实，并实地调查取证，其中正式下沉 4~6 个地市，其他地市可能组织抽查。下沉地市督察时，主要听取各地工作汇报，并与各地党政领导个别谈话，谈话主要以问题为导向。针对下沉督察准备和省级层面督察梳理出的问题和线索，通过交流座谈、调阅资料、现场抽查和重点约谈等方式进行调查取证核实。通过下沉督察，核实有关情况，完善证据链，并厘清各级各部门责任，必要时开展补充督察，部分问题将再回到省直有关单位进行取证。

4.2.3 反馈问责

中央督察主要采取由点到面、由面到点方式查找问题。一是资料调阅，从省生态环境保护汇报材料中的成绩和问题、省部级领导和单位主要负责人的个别谈话材料，以及进驻时调阅的资料进行梳理分析；二是信访查办，从国家信访局、环保部信访办、各地督查中心信访办和省信访局等挂号的，以及省重复投诉、长期未解决的信访案件梳理。督察进驻期间，公布电话、邮箱，全程受理群众来信来电举报，每日向省政府转交受理的信访件，限时反馈并要求信息公开。督察期间将抽取部分信访件进行复查，核实查办情况，对信访查处失实、查处反馈不一致等问题，将直接要求问责。

4.3 生态环保督查制度监管内容选择与整改案例

实施两年以来的环保督查行动，对各地环境保护管理和环境改善行动起到了积极的推动作用，各省市针对环保督查提出的问题，制定了整改方案，明确了治理目标的时间点和路线图。以北京市为督查案例，可以看出整改几乎是全覆盖的，涉及到环境质量的方方面面。

4.3.1 可感知问题为主，体制机制问题关注不足

提出的整改问题中，与大气质量、水环境、固体废弃物和生活垃圾相关的内容各占 12 项，另外还有监管不力、企业未发许可证采矿等问题数项，其中大多是老百姓关心的、看得见摸得着的具体问题（或者称为硬问题），例如生活垃圾处理设施不足、大气污染、污水管网设施不足、黑臭治理不力、餐饮油烟污染扰民等等。对于环境保护和监管制度的管理技术支撑问题（或者称为软问题）尚未有所涉及。例如对环境标准是否合理、监测数据是否合理、法律法规是否健全、监管机制是否有效等等，督查中没有过多关注。

4.3.2 单项整改，指向明确

根据环境督查提出的问题，北京市制定了环境治理的攻坚战方案，具体方案如下。一是以超常规的力度治理大气污染。在全力推进清煤降氮、控车减油、治污减排、清洁降尘等各项大气污染防治措施的基础上，积极适应大气污染源新变化，以农村散煤、高排放车辆、城乡结合部等为重点，精准施策，持续发力，采取切实有效措施，确保大气污染治理取得新成效。对农村散煤，加大“煤改清洁能源”力度，到 2017 年底基本实现城六区和南部平原地区“无煤化”，到 2020 年底基本实现全市平原地区“无煤化”。对高排放车辆，坚持严格管理、鼓励更新、强化执法、宣传引导并举，减少污染物排放。对施工机械，划定高排放施工机械禁止使用区域，依法依规处罚排放超标的施工机械。对工业污染，在疏解北京非首都功能的同时，实施企业环保技改升级工程，推广清洁生产。对施工扬尘，加强源头控制、严格行业管理、强化监管执法，督促施工单位落实责任。对道路扬尘，严格渣土运输车辆管理，努力建立源头严控、过程严管、执法严格的管理体系。到 2017 年，空气中细颗粒物（PM_{2.5}）年均浓度力争控制在 60 μg/m³ 左右；2020 年，空气中细颗粒物年均浓度比 2015 年下降 30% 左右。

二是推进水环境治理攻坚。严格落实“河长制”，统筹水资源利用、水污染防治、水生态恢复，全力“保好水、治差水”。强化节水管理，实现工业用新水零增长、农业用新水负增长、生活用水控制增长、生态用水适度增长，建设节水型城市。依法依规清理饮用水水源保护区内排污单位，确保密云水库、怀柔水库和南水北调来水等饮用水水源安全。全面实施污水处理和再生水利用设施建设第二个三年行动方案，提高污水和污泥处理能力，2017 年底前基本实现城六区建成区和北京城市副中心建成区污水全收集、全处理；2018 年底前基本实现全市

建成区污水全收集、全处理。开展河道清淤疏浚，推进永定河、潮白河、北运河等绿色生态廊道建设，整治入河排污口，减少污水直排。加大河道生态用水补给，加快治理黑臭水体，到 2017 年底基本消除中心城、远郊新城建城区黑臭水体，2018 年基本消除全市黑臭水体，2020 年全市污水处理率达到 95%以上

三是深入开展土壤污染防治。完善土壤环境监测网络，开展土壤环境详查。严格危险废物全过程监管，切实加强对危险废物重点产生单位和集中处置单位的监管。制定实施推进垃圾分类工作的意见，加快建设垃圾减量化、无害化、资源化循环利用设施和餐厨垃圾处理设施，建设垃圾分类示范片区。建设生活垃圾填埋场渗滤液处理设施，严格执行填埋场污染控制标准，对确需转移委托处置的，要密闭运输，做到全过程监管。开展农用地分类管理，保障农业生产环境安全。建立污染地块风险筛查和调查评估机制，有序推进工业企业原厂区土壤污染治理和修复，做到全市土壤环境质量保持稳定。

四是综合整治城乡环境。通过“疏解整治促提升”专项行动，实现空间腾退、“留白增绿”、改善环境、消除隐患、补齐短板、提升功能，打造一批精品街区、胡同。制定城乡结合部环境问题整改方案，开展市级挂账重点地区整治，拆除“出租大院”，关闭取缔违法违规企业，加快基础设施建设，严防“以拆代管、待拆不管”等监管缺失问题发生。充分发挥网格化管理平台作用，健全第一时间发现问题、解决问题的快速响应机制，积极发动群众参与城市管理。

4.4 生态环保督查制度的效果与问题

4.4.1 环保意识普遍提高

经过 2015 年 12 月在河北展开试点，和 2016 年、2017 年两年间分四批在全国实施进驻督察，首轮中央环保督察反馈工作至此全面收官，中央环保督察实现了对全国 31 个省(区、市)的全覆盖。据环保部通报，首轮环保督察共受理群众信访举报 13.5 万余件，累计立案处罚 2.9 万家，罚款约 14.3 亿元；立案侦查 1518 件，拘留 1527 人；约谈党政领导干部 18448 人，问责 18199 人，问责范围不仅涵盖环保系统内部人士，还包括地方党政、国有企业、基层社区、国土、林业、水利、住建、农业、城管、安监、工信、交通、公安、发改、旅游等各个与环保相关的部门。国家环保督察办公室副主任刘长根在 2017 年 12 月环保部的记者会上介绍，此次督察也发现了各省(区、市)在环保方面存在的六个方面共性问题：

一是一些地区大气和水环境问题突出；二是环境治理基础设施建设严重滞后；三是一些自然保护区违规审批、违规建设；四是水资源过度开发；五是工业污染问题仍然较为突出；六是农村环境问题比较突出。他同时指出：“这些问题与我国发展阶段有关，也与地方党委政府不重视、不作为、不担当有很大关系。”

中央环保督察工作开展两年多来，从以查企业为主转变为“查督并举，以督政为主”，对地方党政部门的问责成为中央环保督察这把“利剑”出鞘后动真碰硬的表现。督查工作开展以来，长期以来的祁连山环保问题得以有效推进和解决就是有力的例证。“甘肃祁连山国家级自然保护区内已设置采矿、探矿权 144 宗；肃南县凯博煤炭公司马蹄煤矿位于缓冲区和实验区，2008 年投产以来共形成煤炭堆场 10 余处，近 2km² 地表植被遭到破坏；祁连山区域黑河、石羊河、疏勒河等流域水电开发强度较大，该区域现有水电站 150 余座，其中 42 座位于保护区内，带来的水生态碎片化问题较为突出……。”督察组全面揭开了祁连山自然保护区被破坏的程度及严重性，进而推动祁连山问题得以严肃查处。2017 年 7 月，中办国办联合发布通告，包括三名副省级领导在内的一批领导干部被问责，这在我国并不多见。同月，甘肃省原省委书记王三运落马，对祁连山环境问题不重视、不作为是他所犯诸多错误中的问题之一。

中央环保督查行动之后，很多省份已开展或正在开展省级环境保护督察。这些省份的环保督察工作重点关注突出环境问题，特别是中央环保督察反馈意见指出的问题及后续的整改落实情况。对此，环保部将积极指导地方建立省级环保督察体系，实现国家督省、省督市县的中央和省两级督察体制机制，发挥督察联动效应。此外，由中央到地方的动作没有仅限于完成整改任务清单。督察启动的两年多以来，各省(区、市)已针对性地出台或修订完善生态环境保护政策法规、制度标准。比如，山东、海南、四川、西藏等地印发文件，将环境保护纳入干部履职尽责考核评价范畴；31 个省份均已出台环境保护职责分工文件、环境保护督察方案以及党政领导干部生态环境损害责任追究实施办法。

4.4.2 弱化对抗、推进整改

当前环境保护督查制度是行政约谈制度的一种形式。行政约谈制度在国外有一定的实践，主要表现为税务约谈制度，尤其在加拿大、澳大利亚、德国、瑞典等国较为普遍，它已逐渐成为税务审核的一项重要制度。加拿大的税法规定，当地税务部门在对评税通知书有异议的情况下，可派专人就税务情况与纳税人进行

约谈，通过调查、核实，尽量与纳税人达成协议。澳大利亚基础税务审计形成了一项“桌面审计”制度，在税务当局对纳税人报表存有疑议的情况下，可约请纳税人到税务局进行当面交谈，帮助纳税人了解税收法规，责成补税。当然，纳税人在约谈过程中若对审计结果有异议也可进行申辩。德国税法规定，对税收实施有异议的情况，税务机关可通过审计以及约请企业负责人参加专题报告会的形式，与企业间达成有关协议。瑞典的税务稽查制度中，明确规定案头审查和正规税务稽查活动可进行约谈。

在国内，行政约谈制度最典型的是香港特别行政区的“喝咖啡”制度。该制度起源于香港廉政公署（ICAC），是一个向特别行政长官负责的反腐倡廉独立机构，在成立之初聘请了英国的一位资深警务人员，此人出于文化习惯会请证人或检控人喝咖啡，后来“喝咖啡”逐渐成为反腐的代名词。再后来行政约谈在我国土地监管、食品安全监管等领域被广泛运用。近年来中央开展的全覆盖巡视工作，环境保护督查工作等，充分发挥了行政约谈制度的作用，并使之发展为“党政通则”的有效监管手段（葛察忠等，2015）。

环保督查制度发展至今，已经从“监督执法只瞄企业”逐渐转变为“监企督政，督政为先”，由“区域限批、考核追责”的“对抗型”机制向“环保约谈，落实整改”的“合作型”机制转变，有助于形成新型环境监管模式，推动落实地方政府环保目标责任制。

4.4.3 责任模糊，联动不足

然而，随着环境督查的持续深入，实践中也逐渐暴露出了一些问题，如部分地方政府在约谈后采取超越法律法规的“过激行为”、相关的问责机制不健全、约谈强制约束力不够等问题。2014年以来，环境保护部先后对11个地级市的行政负责人开展了约谈。从环保部约谈的11个城市来看，约谈对象主要为当地市长或主管环保工作的副市长以及环保局长，约谈结束后各部门在责任“认领”上分配不平衡，出现“环保部门给环保部门打靶子”的现象，大部分整改责任落在了环保部门身上，约谈后往往第一时间追究环保局长及环境监察人员的责任。责任不清、追责不合理等问题造成环保系统人心波动，产生“被动”应付现象，甚至出现部分地区环保局领导辞职的情况。实际上，约谈中的问题需要多部门协调解决，如矿山环境问题涉及国土部门、道路或工地扬尘问题涉及交通和住建部门，

但其他部门以“参与式”、“配合式”为主，主动担责的部门很少，使责任最后落在环保部门头上（葛察忠等，2014；谢秋凌，2018）。

5 生态环境保护监管制度发展中的问题与思考

5.1 制度的继承与发展

我国环境保护制度体系由一系列通过立法或行政命令颁布实施的环境保护规定构成。随着国家社会经济的发展和生态环境问题的不断变化，环境保护体系也经历了不同的建设和发展阶段，但总体框架是不断完善和丰富的，也是与时俱进的。与党的十八大之前相比，我国的生态环境管理政策和管理机构体系，在进入新时期之后发生了明显的变化。

5.1.1 从关注措施落实到关注环境本体质量

2012年党的十八大之前，我国环境管理制度总体遵循预防为主、谁污染谁治理的基本原则。以环境污染监管为主，包括环境污染监管制度、环境法律制度和环境行政管理制度，这些制度在一定程度上互有交叉，共同支撑着我国的环境质量管理体系（图5-1）。

从涉事主体看，环境制度包括政府-企业-公众三方面。其中政府主体包括立法和监督机关，其主要职责是制定和颁布环境保护的相关法律，同时也具有对各级政府机关的监督性作用；第二类主体是各级行政机关，这是事实环

境政策和监管的主要力量，政府通过环境保护部门、综合经济管理部门和行业主管部门，对环境污染防治实施监督管理；第三类政府主体主要由司法机关构成，负责解决各类环境纠纷。企业在环境监管中执行环境的法律义务，执行环境保护制度的相关规定。公众对我国环境监管的作用主要体现在听证、监督、投诉和举报等方面。涉事三方主体相互博弈，决定着我国环境监管的效能和环境质量状态。

党中央在十八大之后，对我国生态环境监管提出了更高要求，实施了我国环境监管制度方面的许多新举措，其中推行力度最大的就是“生态红线”制度、“河

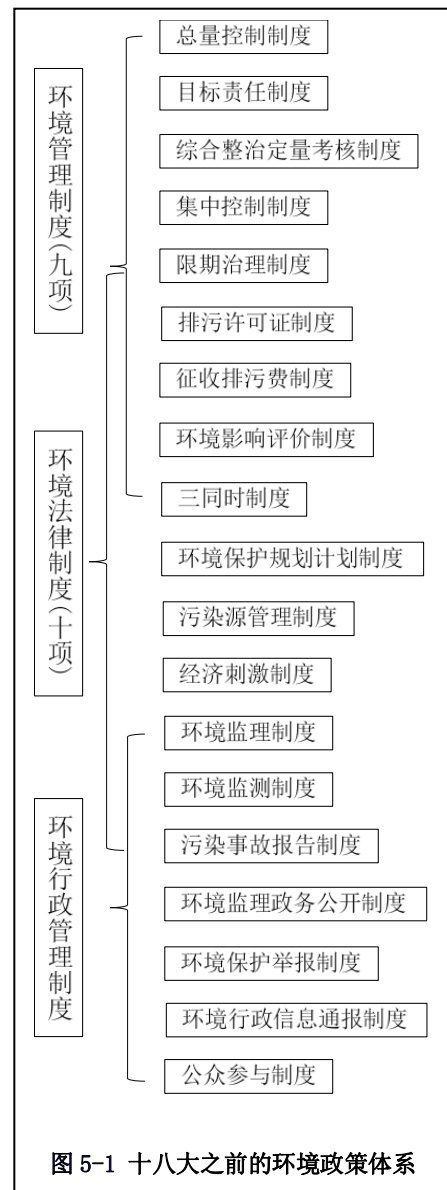


图 5-1 十八大之前的环境政策体系

湖长”制度、“领导干部资源环境离任审计”制度和“生态环境保护督查”制度。国家推行的环境管理新制度、新举措，一方面通过“生态红线”政策加强了生态系统空间管理，另一方面突出了现有环境监管体系党政负责人的环境监管义务和责任，明确了行政追责要求，符合中国管理体制特色和环境治理需求。

相应于环境管理制度的发展与变化，环境管理部门的职能也进行了明显的调整。机构调整之前，国家环境保护部的机构组要由直属机关（环境应急与事故调查中心、中国环境科学研究院、中国环境监测总站、中日友好环境保护中心等）、派出机构（华东、华南、西北、西南、东北环境保护督查中心等）和机关司局三大部分组成，其中机关司局包括“规划与财务司”、“政策法规司”、“科技标准司”、“污染控制司”、“自然生态保护司”、“核安全管理司”、“环境影响评价管理司”、“环境监察局”等部门。从这些机构设置不难看出，当时的环境管理是依环境管理的纵向职能进行设置的。

十八大之后，国务院进行了机构改革，新设置的生态环境部替代了原环境保护部，最近完成的生态环境部三定方案，也更加明确了生态环境部的机构设置和监管职能。在监管内容方面，原国土资源部负责的“防止地下水污染”职责、水利部负责的“编制水功能区划、排污口设置管理、流域水环境保护”职责、国家海洋局的“海洋环境保护”职责，以及农业部管理的“监督指导农业面源污染治理”职责等，全部划归生态环境部管理。这种职能部门的重新划分，大大加强了生态环境部在水环境管理方面的统领职责，不仅将陆地水和海洋同时划归生态环境部管理职责范围，而且将地表水、地下水以及流域生态环境和农业面源治理的环境保护职责统一整合划归生态环境保护部监管。

从新组建的生态环境部机构设置看，改变了过去按纵向职能设置部门的思路，突出了按照环境元素管理的原则，将原“污染防治司”划分为新设的“水生态环境司”、“海洋生态环境司”、“大气环境司”、“土壤生态环境司”和“固体废物与化学品司”（表 5-1）。通过新增“中央生态环境保护督查”的职能，将中央生态环境保护督查作为一项常规性督查制度予以确立；通过将构建“生态环境治理体系”作为部门职能，明确了对一系列重大环保制度承担监管责任，如大气、水、土壤污染防治行动计划、生态保护红线监管等；此外，也将以往多项“组织实施”的职责改变为“监督管理”。此类改变，体现了将企业作为防治污染环境职能的责任主体的思路，将生态环境行政部门的职能更多定位为“监督管理”污染防控行为。

表 5-1 环境保护部与生态环境保护部机构与职能对比

原环境保护部机构设置与职能	生态环境保护部机构设置与职能
<p>(一) 办公厅 负责文电、会务、机要、档案等机关日常运转工作；承担信息、安全、保密、信访、政务公开等工作。</p>	<p>(一) 办公厅 负责机关日常运转工作，承担信息、安全、保密、信访、政务公开、信息化等工作，承担全国生态环境信息网建设和管理工作。</p>
<p>(二) 规划财务司 组织编制环境功能规划、环境保护规划；协调、审核环境保护专项规划；承担机关、直属单位财务、国有资产管理、内部审计工作。</p>	<p>撤销</p>
<p>(二) 中央生态环境保护督查办公室（新增） 监督生态环境保护党政同责、一岗双责落实情况，拟订生态环境保护督察制度、工作计划、实施方案并组织实施，承担中央生态环境保护督查组织协调工作。承担国务院生态环境保护督查工作领导小组日常工作。</p>	
<p>(三) 综合司（新增） 组织起草生态环境政策、规划、协调审核生态环境专项规划，组织生态环境统计、污染源普查和生态环境形势分析，承担污染物排放总量控制综合协调和管理工作，拟订生态环境保护年度目标和计划。</p>	
<p>(三) 政策法规司。 拟定环境保护政策；承担涉及环境保护的其他政策的制定工作；起草法律法规草案和规章；承担机关有关规范性文件的合法性审核工作；承担机关行政复议、行政应诉等工作。</p>	<p>(四) 法规与标准司。 起草法律法规草案和规章，承担机关有关规范性文件的合法性审查工作，承担机关行政复议、行政应诉等工作，承担国家生态环境标准、基准和技术规范管理工作。</p>
<p>(四) 行政体制与人事司。 承担机关和派出机构、直属单位的人事、机构编制工作；承担环境保护系统领导干部双重管理的有关工作；承担环境保护行政体制改革的有关工作。</p>	<p>(五) 行政体制与人事司。 承担机关、派出机构及直属单位的干部人事、机构编制、劳动工资工作，指导生态环境行业人才队伍建设工作，承担生态环境保护系统领导干部双重管理工作，承担生态环境行政体制改革有关工作。</p>
<p>(五) 科技标准司。 承担环境保护科技工作；承担国家环境标准、环境基准和技术规范的拟定工作；参与指导和推动循环经济与环保产业发展。</p>	<p>(六) 科技与财务司。 承担生态环境领域固定资产投资和项目管理相关工作，承担机关和直属单位财务、国有资产管理、内部审计工作。承担生态环境科技工作，参与指导和推动循环经济与生态环保产业发展。</p>
<p>(六) 污染物排放总量控制司。 拟订主要污染物排放总量控制和排污许可证制度并组织实施；提出总量控制计划；考核总量减排情况；承担环境统计和污染源普查工作。</p>	<p>撤销</p>
<p>(七) 环境影响评价司。 承担规划环境影响评价、政策环境影响评价、项目环境影响评价工作；监督管理环境影响评价机构资质和相关职业资格；对超过污染物总量控制指标、生态破坏严重或者尚未完成生态恢复任务的地区，承担暂停审批除污染减排和生态恢复项目外所有建设项目的环评文件的工作。</p>	<p>(十七) 环境影响评价与排放管理司。 承担规划环境影响评价、政策环境影响评价、项目环境影响评价工作，承担排污许可综合协调和管理工作，拟订生态环境准入清单并组织实施。</p>
<p>(八) 环境监测司。 组织开展环境监测；调查评估全国环境质量状况并进行预测预警；承担国家环境监测网和全国环境信息网的有关工作。</p>	<p>(十八) 生态环境监测司。（更名） 组织开展生态环境、温室气体减排监测、应急监测，调查评估全国生态环境质量状况并进行预测预警，承担国家省生态环境监测网建设和管理工作。</p>
<p>(九) 污染防治司。 拟订和组织实施水体、大气、土壤、噪声、光、恶臭、固体废物、化学品、机动车的污染防治法规和规章；组织实施排污申报登记、跨省界河流断面水质考核等环境管理制度；组织拟订有关污染防治规划并对实施情况进行监督。</p>	<p>撤销</p>
<p>(八) 水生态环境司（新增） 负责全国地表水生态环境监管工作，拟订和监督实施国家重点流域生态环境规划，建立和组织实施跨省（国）界水体断面水质考核制度，监督管理饮用水水源地生态环境保护工作，指导入河排污口设置。</p>	
<p>(九) 海洋生态环境司（新增） 负责全国海洋生态环境监管，监督陆源污染物排海，负责防治海岸和海洋工程建设项目、海洋</p>	

	油气勘探开发和废弃海洋倾倒入海洋污染损害的生态环境保护工作，组织划定海洋倾倒入区。
	(十) 大气环境司(京津冀及周边地区大气环境管理局)(新增) 负责全国大气、噪声、光、化石能源等污染防治的监督管理，建立对各地区大气环境质量改善目标落实情况考核制度，组织拟订重污染天气应对政策措施，组织协调大气面源污染防治工作。承担京津冀及周边地区大气污染防治领导小组日常工作。
	(十一) 应对气候变化司(新增) 综合分析气候变化对经济社会发展的影响，牵头承担国家履行联合国气候变化框架公约相关工作，组织实施清洁发展机制工作。承担国家应对气候变化及节能减排工作领导小组有关工作。
	(十二) 土壤生态环境司(新增) 负责全国土壤、地下水等污染防治和生态保护的监督管理，组织指导农村生态环境保护，监督指导农业面源污染治理工作。
	(十三) 固体废物与化学品司(新增) 负责全国固体废物、化学品、重金属等污染防治的监督管理，组织实施危险废物经营许可及出口核准、固体废物进口许可、有毒化学品进出口登记、新化学物质环境管理登记等管理制度。
(十) 自然生态保护司(生物多样性保护办公室、国家生物安全管理办公室)。 组织编制生态保护规划；提出新建的各类国家级自然保护区审批建议，对国家级自然保护区的保护工作进行监督；组织开展生物多样性保护、生物遗传资源、农村生态环境保护工作；开展全国生态状况评估；指导生态示范创建与生态农业建设；承担国家生物安全管理办公室的工作。	(七) 自然生态保护司(生物多样性保护办公室、国家生物安全管理办公室)。 组织起草生态保护规划，开展全国生态状况评估，指导生态示范区创建。承担自然保护地、生态保护红线相关监管工作。组织开展生物多样性保护、生物遗传资源保护、生物安全管理工作。承担中国生物多样性保护国家委员会秘书处和国家生物安全管理办公室工作。
	(十四) 核设施安全监管司(新增) 承担核与辐射安全法律法规草案的起草，拟订有关政策，负责核安全工作协调机制有关工作，组织辐射环境监测，承担核与辐射事故应急工作，负责核材料管制和民用核安全设备设计、制造、安装及无损检验活动的监督管理。

5.1.2 从污染要素监管到生态系统与环境污染同步监管

中国在经历了几十年快速发展之后，城镇化率逐年提高。自 2000 年以来，我国的城镇化率几乎每年以超过 1% 的速度增加，截止 2017 年，中国的城市化率已经从 36.22% 提高到 58.52%，城镇人口也从 45906.31×10^4 人增加到 81347.48×10^4 人(图 5-2)。迅猛的经济发展和高速的城市人口增加，导致了城市用地和各类建设用地的快速增加，城市发展和经济建设用地不断扩张，向湖滨河岸要地、向海岸要地、向山坡要地。近年来，空气质量问题、水资源和水污染问题、土壤污染问题等，已经越来越多地影响到国计民生。

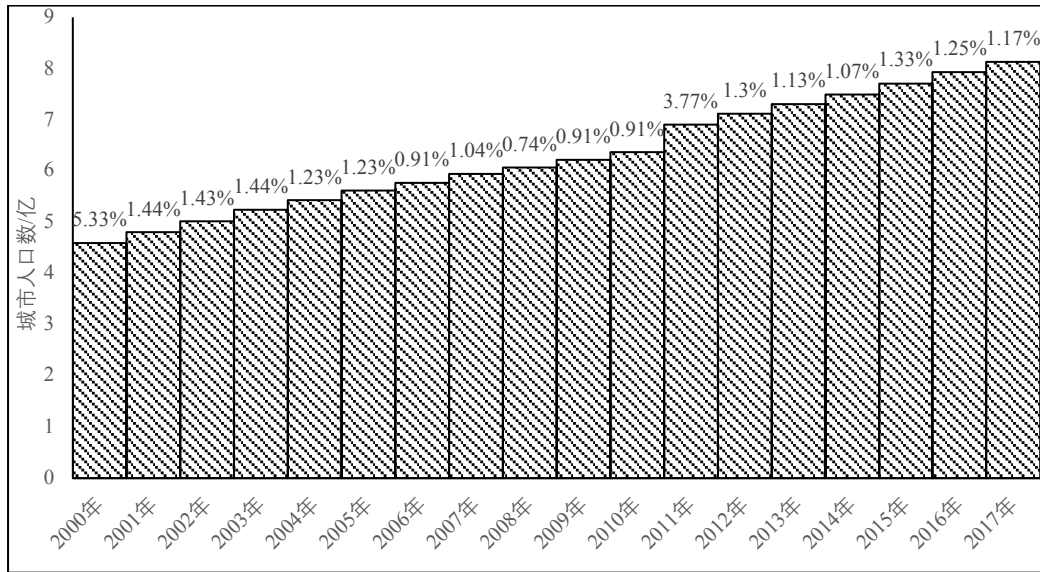


图 5-2 2000-2017 年中国城市化进程（百分数为增长率）

中国环境质量报告显示，2011-2015 年期间，全国工业废水、废气及其主要污染物的排放明显好转，但是生活来源的排放量仍然持续增加（表 1-1, 1-2）。从全国受沙尘天气影响的城市空气污染超标情况看，超标天数和重污染天数均有逐年增多的趋势（表 1-3），京津冀及其周边地区的城市在全国城市空气质量排名中仍然经常处于最后 20 名行列。河流情况，以流经京津冀高速发展地区的海河流域为例，2015 年，海河流域 64 个国控断面的水质，总体表现为占比数量约 36% 的优质水略有增加，占比数量高达 42% 的劣质水断面的百分比还在不断增加。其中，I 类水质断面占 4.7%，同比持平；II 类占 15.6%，同比上升 1.5 个百分点；III 类占 21.9%，同比上升 1.6 个百分点；IV 类占 6.2%，同比下降 7.9 个百分点；V 类占 12.5%，同比上升 3.1 个百分点；劣 V 类占 39.1%，同比上升 1.6 个百分点。无论是从全国整体看，还是通过案例研究区调研数据看，总体环境质量变化的特点表现为，大中型工业企业形成的点源污染治理取得一定进展，但环境污染形势表现出从“点源”突出逐渐转化为“面源污染”突出的形式，这种污染集工业污染、城市污染、村镇生活污染和农田化肥、农药污染为一体，加剧了污染防治的难度，因此也对管理政策、监管手段和治理措施等提出了新的要求。

污染问题的新变化表明，目前的环境污染问题，不仅仅是污染源排放本身的问题，而是排放量与生态系统自净能力降低、生态功能退化等耦合作用产生的结果。面对新问题的不断出现，2012 年 11 月，党的十八大从新的历史起点出发，

做出“大力推进生态文明建设”的战略决策。2017年10月，党的十九大报告继续指出，要加快生态文明体制改革，建设美丽中国。金山银山就是绿水青山，以及推行“山水林田湖”一体化综合治理的生态环境保护思路，从本质上体现了国家对生态系统保护的明确要求。十九大之后国家进行的机构调整过程中，将原环境保护部撤销，成立生态环境部，强化了生态环境部在生态红线制定与监管、流域管理等方面的职能，提出了流域管理中的空间管控要求。

从我国生态环境问题的事实演变，到国家生态保护战略和机构改革与职能设置转变看，生态环境监督管理明显正在逐步强化、规范和完善。在手段上推出了生态红线的监管途径，在内容方面逐渐将大气、水环境质量的监管向生态系统结构变化和生物组成变化监管扩展，在监管对象方面从大气、水体等单项介质扩展到流域或者区域生态系统。中国环境监测部门负责的各项监测任务中，从2012年开始，每年监测全国生态系统类型数量的变化，构建了成套的监测与评价标准。几十年的环境保护实践已经证明，面对我国目前的实际环境问题，仅仅对单独介质的监管和保护难以见效，实施将生态系统健康保护与环境污染治理融合为一体的“山水林田湖”综合性监管与保护，将会成为适合我国国情的生态环境保护战略。

5.1.3 从监企查事到督政为先和落实整改

2008年是我国环境监管发展过程中的重要一年。这一年中，为了保证奥运会期间的空气环境质量，北京市采取了许多过去从未使用过的管理措施，如机动车辆限行、污染企业限排、能源结构调整等等，这些措施从对中国环境监管手段、途径和效果而言，是一次难得的试验和验证。结果表明，2008年奥运会期间（8月8日-8月24日），北京市的空气质量指数无论是同比还是环比，都明显好于其他时期（图5-3）。之后，在国家举行重要活动的时段，如2014年11月中旬的APAC峰会、2015年9月3日的反法西斯战争胜利70周年阅兵期间等，这些控制措施的有效性被反复验证。

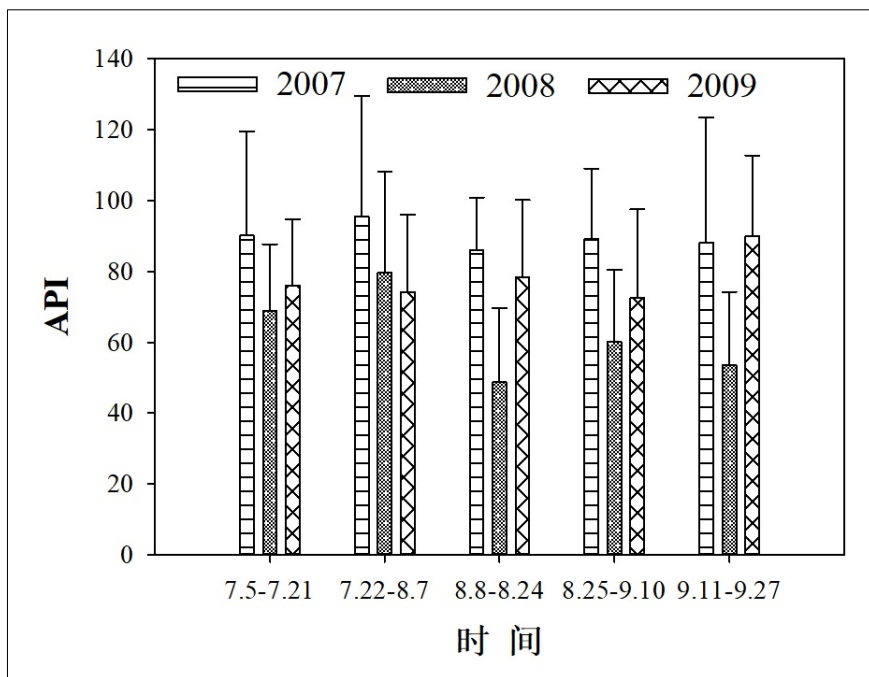


图 5-3 北京市奥运会期间空气质量与其他时段的对比
(北京奥运会时间：2008 年 8 月 8 日-8 月 24 日)

事实上，能源结构改造、机动车数量控制、污染源减排，乃至对污染企业实施关停并转等，既是国际通行的环境治理措施，也是我国一直在环境监管中推行的重要举措。但多年来效果一直不明显，“减排年年达标，污染日益加重”是我国环境保护进程中一把打不开的锁、治不愈的顽疾。而多年以来对于环境质量改善不明显的原因分析，大多数都集中在从技术和经济层面找原因，论成败。2008 年以来实施的多次应急管理促进大气环境质量获得明显改善，这些事实表明，通过有力的监管手段保障各类环境保护措施的真正落实，才是中国现阶段环境质量改善的重要途径。

回顾以往，从国家发展战略层面上，中央政府反复强调经济发展与环境保护并重，但现实中，无论中央还是地方政府对经济发展的重视往往超越对环境保护的重视。在我国环境监管的现实中，多年来普遍存在法制不健全、有法不依、违法不究、执法不严等问题。环境法第十六条规定，地方政府对所辖区的环境质量负责，这是我国环境保护目标责任制的法律基础。但在实际操作中，目标责任制是通过上下级政府之间签署责任状来实施的。一般情况是，一届地方政府卸任前所签署的责任状，其后的任务和目标达成却留给下一任政府去实施。这样的“责任状”实际是“无责任”状。地方政府中环境保护责任同时也涉及地方环保局与

政府的关系，然而，环保部门实际上根本没有对政府主管党政领导决策的发展规划进行环保监管的行政能力。因此，目标责任书往往也就沦为一纸空文。

鉴于以上事实，国家从 2014 年起开始强化了环境保护综合督查，至 2016 年以来，在以往的“督企”为重点的督查制度基础上，建立了“监企督政，督政为先”和“环保约谈，落实整改”的监管机制，在环境质量改善方面取得了成效。

5.2 生态与环境安全监管的问题与未来挑战

我国环境监管的现实显示，过去多年普遍存在法制不健全、有法不依、违法不究、执法不严等问题。2012 年以来，党中央在十八大之后，对我国生态环境监管提出了更高要求，环境政策与环境监测和管理虽然不断得以改善与完善，但也仍然不断暴露出各种老问题和新问题。未来生态环境的监管是否能够持续有效，是否足以保障我国在未来发展中的生态环境安全，仍有许多问题值得思考和解决。

5.2.1 理顺不同主体关系，保障生态环境监测数据真实

我国环境监测的特点，在于对污染受体（大气、水体、土壤）和污染源（点源污染）同时进行监测与管理。这里所涉及的环境监测数据问题，主要指对于污染受体状态的监测，而对于污染源监测问题，则不在此章节讨论的范围之内。长期以来，国家对环境污染的监管机制是“监测在地方、考核在中央”。由于中央政府、地方政府和企业的利益所在不同，监测不及时、数据不真实、管理不到位等问题长期未能得到解决，导致我国环境监管效能难以满足国家环境安全保障和人民健康生活的需要。

（1）存在问题的事实表现

生态环境监测是对环境质量变化的实时监测，其监测结果既是环境管理的依据，也是环境治理和环境保护是否有效的体现。污染受体的环境质量监测数据管理，集中体现了中央政府和地方政府在环境管理中的利益博弈。长期以来，环境监测的实施者是政府环境保护部门，然而由于地方政府常常出于政绩考核的考虑，不仅缺少监测动力，甚至出现数据瞒报和造假行为。

从本研究涉及的调查区域的环境监测数据看，数据质量存在多方面的问题。一是数据缺失和不完整十分突出，特别是能够反映环境问题的数据，缺失频率和范围更大。本研究在京津冀地区滦河流域的调查表明，该区域内地表水最为突出的氮、磷指标经常缺失，因而难以全面反映区域水环境质量特征的变化。而从本

课题的全覆盖式采样所获得的分析结果揭示，在 110 个水质抽查样点中，超过 70% 的样点按照总氮含量的指标，水质都处于劣 V 类的等级；二是数据的准确性需要有效监管。本研究在调查分析过程中，曾采用监测部门的数据进行过一系列对照分析，结果与本项目调查数据之间存在一定差距。在对业内人士的访谈过程中，也反映出存在一些有关数据准确性的问题，但限于项目的目标不在于核查数据，故对此未能进行专门深入调查。然而，环境监测数据失真，或者有意造假的案例确实是时有发生。

2016 年春季，西安市环保局利用棉纱堵塞方式干扰监测站内空气自动检测系统的数据采集功能，事件轰动全国。之后，因大气环境质量持续恶化，临汾市政府曾被原环保部约谈，事后临汾市采取措施积极整改，并取得一定成效。但 2017 年上半年，临汾空气质量监测数据却显示了污染物浓度呈现了不降反升的现象。在这种情况下，临汾市环保局原局长铤而走险，2017 年 4 月至 2018 年 3 月，临汾市环保局原局长授意工作人员，通过堵塞采样头、向监测设备洒水等方式，对全市 6 个国控空气自动监测站实施干扰近百次。与大气监测相似的是，在水环境治理方面，生态环境部 2018 年开展了黑臭水体整治环境保护专项行动。总体情况是，2018 年 5-7 月份，以长江经济带为重点开展督查行动，涉及到全国，对除西藏以外的 30 个省(区、市)，70 个城市的黑臭水体整治开展了现场督查。70 个城市上报列入国家清单的黑臭水体共 1127 个。但通过审核资料和现场检查，仍然发现有 274 个黑臭水体未列入上报名单之中。

事实上，除管理部门迫于政绩考核的压力造假之外，企业的造假行为也层出不穷。例如，原环保部通报过的案例就有：福建馥华食品有限公司企业总排污排口的自动监测设备的采样管路已被人为断开，本该连接在污水处理池中的监测探头，却被放入了一瓶装清水的矿泉水瓶中。又如杭州云会印染整理有限公司的污染物自动监控系统程序被运营单位篡改，运营单位帮助企业将数据采集仪软件设定为，一旦监测数据超过 400mg/L 的浓度，则自动用以前不超过 400mg/L 的监测数据代替。再如河北省秦皇岛索坤玻璃容器有限公司三套自动监控设备，烟气采样头均焊接有一个管路接头，并与一根外接管连接，导致大气污染物自动监控设备损毁而无法工作。其他如南京市中国水泥厂有限公司，涉嫌排放废气超标、污染环境被群众举报，但环保局监控平台上企业各项污染物排放指标全部达标。南京市环境监察支队到企业现场调查取证时发现，该企业负责数据采样的分

析仪和数据传输的工控机之间被接入了几根导线，并连接至该公司的办公室，企业人员可随意篡改监测数据。

以上所曝光的环境数据造假案例，均发生在“监企督政，督政为先”的环保督查行动开始之后，是地方政府在“GDP”考核、地方财政和环保督查多重压力下的一种冒险行为。由于一直

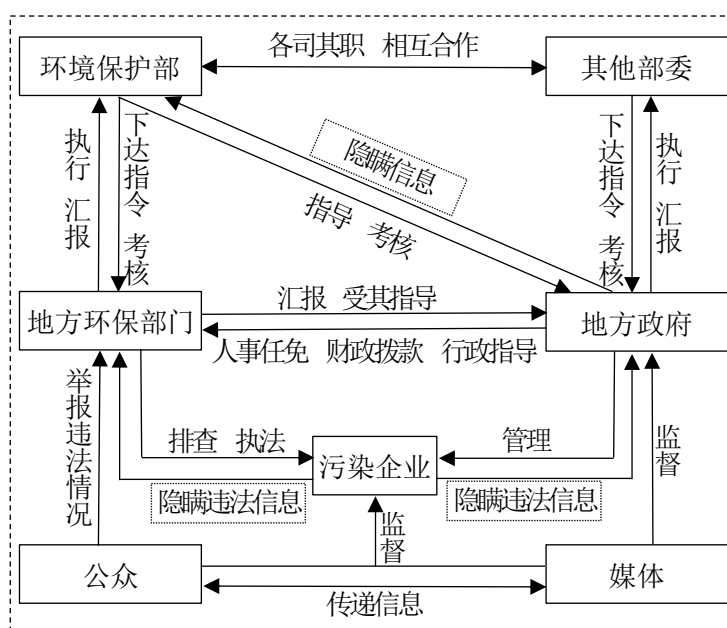


图 5-4 生态环境监管中不同主体之间的关系

以来的环境保护考核是“地方出数、考核地方”的方式，使得一些地区的环保监测人员始终处于无法保证客观公正的两难尴尬境地--他们对上要力保地方政府不被约谈整改，对下要力争不在环境质量排名中被列入严重污染区域，从而导致民众的极大不满（图 5-4）。

生态与环境监测数据，是环境治理与监管的基本依据。监测数据失真或者造假将掩盖现有的环境问题及其严重程度，致使环境治理与保护成为摆设，导致环境质量不断下降。以往暴露出来的监测数据失真问题，也不全是环境管理部门有为之的数据造假现象，而大多是政府干预环境监测的结果所致，这也反映出我国在环境监管方面的体制机制问题。如果不改变现有的监测体制机制，将有可能导致督查越严格，造假越隐蔽，或许还会导致更为严重的后果。特别是水环境和土壤环境的污染监管问题，相对与大气污染而言具有更大的隐蔽性，曾经多次披露的污水被注入地下水事件，以及污水被注入或偷偷直排入沙漠的事件等，充分揭示出污水排放的隐蔽特征与监测任务的艰巨性。

因此，随着国家对各地生态环境质量考核问责力度的不断加大，环境质量监测的目的，除了从国家和流域、区域尺度上评价环境质量状况外，还要为考核地方党委政府履行环境质量目标责任情况提供数据支撑。在这种情况下，过去“监测在地方、考核在中央”的局面，已经完全不能适应新的形势需求，改革现有监管体制机制已经成为我国生态与环境监管中迫切需要解决的问题。

(2) 改革途径与措施

各级政府与企业之间存在的利益博弈并非中国特色，从美国的环境监管实践看也存在着类似问题。联邦政府与州政府同样属于不同的利益主体，也是在经过了多年的博弈之后，才基本理顺了联邦与各州在环境监管和治理方面的职责与分工。联邦和州在环境保护管理方面主要有三种模式：第一种是联邦资助州进行环境管理，现在主要体现在面源污染管理、一般固体废物填埋场管理等方面，联邦对州提供资金和技术资助，州一级则承担主要的管理责任。联邦对州的影响力度，主要取决于资助的强度。第二种是联邦和州合作管理，即联邦建立国家环境标准，州实施，联邦进行监督。这也是美国环境保护管理最主要的模式，包括大气、水、有害固体废物、安全饮用水等都是这个模式。如果州不管理或管理不佳，联邦可以接管。第三种是联邦直接管理，包括联邦机构对有害物质、杀虫剂、有害物质运输、核设施和核物质等的直接管理。鉴于此，实施以下措施将有利于保障环境质量检测的真实性。

引入第三方监测。借鉴美国环境管理的有效机制，并鉴于以往环境监测实践中的问题，我国对于大气、水体和土壤环境的管理中，中央和地方政府的同时参与是必不可少的（Klyza and Sousa, 2007）。生态环境部代表国家制定技术标准并对环境监测数据的真实性和科学性进行审核，地方政府负责治理措施的落实。而这个体系中的环境数据监测则应该委托具有资质的第三方机构，按照国家生态环境部制定通过的技术标准对环境质量进行监测，以此实现监测事权与地方政府脱钩，将地方政府的环境保护机构从两难境地中解放出来，更好地发挥其对企业等治理措施的监管作用。部分地区通过试行大气质量的第三方监测，目前已经收到了良好的效果。

全国至今已经建立了 5000 多个自动检测站，形成覆盖国家、省、市、县四个层级的网络，其中 1436 个国家控制检测站全部建立了远程质控系统，具备变化留痕、异常报警等功能。自动检测站点的运行与维护，全部通过购买第三方服务实现。由于大气污染具有大范围内均质性相对较好、污染物排放难以隐蔽等特点，有利于开展监测质量的评估，因此发挥效果较好。然而，相对于大气而言，水环境的监测与土壤污染的监测相对复杂，因水体和土壤的污染物排放具有典型的局地差异性和排放隐蔽性。因而如何才能成功引入第三方监测，急需要在技术层面进行适当的科学设计和探索性研究与试点。

实时发布监测数据。充分发挥物联网技术的作用，国家控制中心与监测机构实时发布监测结果，同时在国家层面及时开展并通报区域排序等。实时发布监测结果应采用公开显示屏公诸于众，便于公众和管理部门与即时环境状态进行对比，通过时间变化跟踪和与相临近地区对比，一方面便于多途径控制监测仪器的运行是否处于正常状态，保证监测数据质量；另一方面也有利于促进地方政府通过及时核查比较、实施治理措施、开展预警防范。这种将监测结果置于公众监督之下的阳光工程，是数据质量源头防控的有效措施之一，同时数据实时发布也有利于形成时间上和空间上的参照体系，形成假数据、错数据难以混入和蒙蔽的质量保障体系。

严惩监测数据造假或者监测失职的企业，对数据完整性与真实性进行同等要求。即使由第三方实施监测运营，也不能避免其和当地环保部门发生联系，而地方政府出于政绩考核的压力，仍有修改数据的动机。因此，需要对第三方监测机构也实行严格有效的监管。例如，第三方监测机构需要具备严格的技术和专业资质，从业人员必须满足相应资质要求；国家管理部门对第三方监测结果进行定期质控和不定期抽查，凡是数据缺失、或不完整均应与数据造假同样属于严厉处罚的范围。由于数据造假将危害大环境治理与污染排放管理，对人民健康、生命和国家生态安全造成危害，因此对于该类问题，必要时应上升到法律层面追究造假者刑事责任。

5.2.2 加强执法，拓宽公众监督途径，

(1) 违法必究，加大处罚

依法监管和公众监督是环境管理的重要手段。虽然环境违法与环境损害的直接关系常常不甚明显，但仍然需要通过强力的执法和足够的处罚以保证政府、企业和公众守法。例如美国，几乎在每一次的环境法修订过程中，都增大了执法力度。美国现行的《清洁水法》规定（朱源，2014），过失违法可处每日2 500~25 000美元的罚款，不超过一年的监禁；明知违法可处每日5 000~50 000美元的罚款，不超过三年的监禁，重复违法可加倍处罚；明知危及生命的环境违法，处罚特别严厉，可处不超过1百万美元的处罚和不超过15年的监禁；虚假报告可处不超过10 000美元罚款和不超过二年的监禁。

国内外实践反复证明，只有实行对环境违法者个人或企业的罚款额度足够超过其违法获利，才能保证执法的威慑力（高姗等，2011）。因此，罚款额度的计

算要考虑违法的收益（比如偷排污水的收益是否高于污水处理厂的处理费等）、违法的严重性、违法的主观意愿、过去的违法历史、与执法机关的合作程度、罚款对处罚者的影响等因素。过去多年来，我国环境立法不少，但由于违法成本低，对违规企业的经济处罚并未取得应有的震慑效果，导致法律法规并未起到真正的约束作用。

2014年4月24日，我国经过四审的《环境保护法》新修订版在第十二届全国人大常委会第八次会议上获得通过，并于2015年1月1日起施行。修订后的《环保法》强化了企业污染防治责任，加大了对环境违法行为的法律制裁。新修订《环境保护法》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更改之日的次日起，按照原处罚数额按日连续处罚。“按日计罚”的规定与美国环保法中“罚款额度以违法日数乘以每日罚款额的最大值作为计算的起点”做法十分相似，目的就要是加大违法成本。近期来，国家相继对环保监测数据造假、企业非法排污等行为追究刑事责任，如对山西省临汾市干扰环境监测数据的环保局人员追究刑事责任，其中多人被分别判处2年或以下有期徒刑；对陕西省西安市干扰环境监测数据的相关人员判处1年3个月到1年10个月不等的有期徒刑。这些从严执法的案例，发挥了警示作用和震慑效果，也提高了环保执法的公信力。

（2）拓宽公众对环境质量的实施监督的途径

环境质量监测虽然由国家主管部门实施，以评估环境质量，当发现严重环境违法行为后并可提请追究违法者刑事责任。但在管理实践中，环境监测确实不易实施，特别是监测同时涉及污染源和污染受体，不仅数量大，而且时空变异性强。因此，在环境质量监测监管中，发挥公众力量，鼓励公众监督就显得尤为重要。我国的环境质量监管应从以下方面发挥公众的监督作用。

一是鼓励公众举报。我国环境监管的实践表明，公众举报是披露环境问题的有效途径。近年来开展的环保督查行动，也将信访、举报等作为获取数据的重要途径，据统计，我国首轮环保督察共受理群众信访举报13.5万余件。公众举报具有覆盖面广、不易受污染者或者违法者影响等特点，如果能够充分发挥公众举报的积极性，将会对环境违法者构成很大的威慑。因此，对于公众的监督 and 举报行为予以鼓励和保护十分重要。此外，环保相关法律的修订中，应当增加有关环境公益诉讼制度条款，实现（1）扩大诉讼范围，允许提起行政公益诉讼；（2）扩

大诉讼主体，授予检察机关和合法环保组织起诉权；（3）完善诉讼请求，明确赔偿生态环境损害及鉴定评估等费用安排。

对于以上行动，美国的《清洁空气法》具有很好的借鉴作用。该法在修订时，国会增加了一项奖励条款，即任何人提供信息，并导致了刑事定罪或民事处罚，则可奖励该人不超过 10 000 美元。《综合环境响应、补偿和责任法》及《防止船污染法》也有类似的奖励条款。在法律的鼓励下，曾有一个游船的非法废物倾倒入海被游客用摄像机记录了下来，其后该游船所属公司被罚款 50×10^4 美元，游客则获得了 25×10^4 美元的奖励。另外也有数据统计，根据《清洁水法》发起的公民诉讼较多。为此，联邦环保署在其特别报告中声明，公民诉讼对环保执法发挥了重要作用。公民诉讼符合环境法的目标，激励和补充了政府的执法，没有证据表明公民诉讼干扰了政府执法，而且公民诉讼并不只是关注于细微违法等。

然而，从美国的经验看，鼓励并发挥公民的举报作用，奖励不是唯一的途径，更需要为公民举报提供适宜的条件。由于大气、水体和土壤以及各类排放源的监测，通常需要专业仪器和设备，只有当政府或者相关机构及时公开信息，发布真实可靠的环境监测数据时，才有可能更好发挥公众举报的作用。在美国，之所以根据《清洁水法》发起的公民诉讼较多，也是因为排污者需要报告排放监测报告，使得公民诉讼比较容易判断，也较容易成功。在我国黑臭水体的分布、垃圾违法倾倒、已经违法排污等行为，因其容易被普通公众发现，因此常常成为公众举报的主要内容。

二是鼓励科研机构、大专院校和社会群体等实施各类环境监测与评估。公众个人举报，对于那些通过个人能力能够感知的环境违法现象相对容易，但对于需要仪器和专用设备才能够实现的监测监督则十分困难。因此，鼓励具有仪器设备和掌握优良科学技术手段的科研单位以及大专院校等机构，通过科学研究、社会实践等各类活动，实现对环境质量和环境污染源的不定期监督，对许多隐蔽的、不易被发现的环境违法行为的暴露十分重要。事实上，环境督查行动中采用的随机抽查、抽样检测等方式发现的环境违法问题，均有可能通过非政府环保部门机构的监督实现。

公众监督的第三个方面，是一直以来依法实施的公众参与式环境影响评价，保障公众环境保护知情权、参与权、表达权和监督权。对于可能造成不良环境影响并直接涉及公众环境权益的工业、农业、畜牧业、林业、能源、水利、交通、

城建、旅游、自然资源开发规划和建设项目等环境影响评价，鼓励以听证会、征求意见会等形式开放公众参与途径。

5.2.3 扩展监管内容、完善监管体系

(1) 将自然生态系统变化纳入生态与环境监管内容

修订后的环境法第十三条已经明确，国家环境保护规划的内容应当包括自然生态保护和污染防治的目标、任务、保障措施等，并与主体功能区规划、土地利用总体规划和城乡规划等相衔接。该条将过去的环境监管内容扩展至生态监管。事实上，自然生态保护的监管，属于环境监管的范畴，也是国际上通行的环境管理理念。例如美国联邦环境政策的管理对象包括六类，其中就包括了土地的管理，涉及联邦土地、国家森林、野生和景观河流，以及原野区域等。相比之下，我国以往的环境管理仅主要涉及水体、大气、固体废弃物和有毒有害物质等，土地利用管理在环境监管中一直没有得到重视。即使在所涉及的大气和水体等管理中，涵盖到整体生态系统的管理亦十分薄弱。例如美国环境管理中有关对水体的管理方面明确指出，美国的水问题管理，主要包括水资源使用、向水体排污以及改变河道、湖泊水生态系统等。以此为依据，本项目研究也涉及了部分土地资源和生态系统方面的区域分析，以揭示快速发展地区的土地利用与生态系统变化状况。

首先是有序开展陆地生态系统变化监管。1997年，美国学者(Costanza 1997)计算出全球生态系统服务价值为每年 33×10^{12} 美元，自此生态系统服务估值作为环境管理中的经济激励新手段成为可能，并随之成为近年来的热点。自然生态系统能为人类社会提供多项服务，包括净化水和大气、废物分解、土壤肥力恢复、气候调节、灾害减缓、害虫控制、传粉、生物生产等。生态系统服务估值虽然常得出“天文”数字式的数值，但也开始逐渐应用于环境保护辅助决策。例如，纽约市在两个备选方案（建设净化厂和流域管理）上，估算出建设净化厂的花费为 $60 \sim 80 \times 10^8$ 美元，而流域管理方法仅需要花费 15×10^8 美元，两相比较，最后选择了流域管理方法。

本研究前述结果显示，北京市在过去五年中农业用地面积显著减少，林地、草地和水域面积有所增加，生态服务总价值有所提高（表 2-4）。但是，值得注意的是，同期建设用地的增长速度也十分迅速。本项目另外一个研究区土地利用变

化的研究结果则表明，“十二五”期间，与北京相邻的张承地区土壤保持服务整体得到增强，主要体现在退耕还林、还草的重要作用；产水供给服务则表现为衰减，而建设用地的快速增加，则可能是导致产水服务减弱的主要原因。张家口地区的冰雪运动产业发展，导致土地利用变化呈现出高海拔和陡坡区域建设用地明显增加，水体面积有所减少的特点。因此，该地区在后期的冬奥会场馆建设和产业发展规划中，应对水系源头溪流的生态保护等给予高度关注。

鉴于国际经验和国内区域发展现状，原国家环境保护部划定的生态功能区从2008年起，中央财政对国家重点生态功能区范围内的县（市、区）实施了财政转移支付。到2015年，中央财政国家重点生态功能区转移支付县域数达556个，累计下达转移支付资金超过 2500×10^8 元。然而，生态系统是否得以相应恢复，生态系统的服务效能究竟是否有所提高，则仍然一直缺少全面有效的监管措施和制度。

其次是河流生态系统的全面监测，而非仅仅对河湖水体的监管。长期以来，我国对水环境的监管目标一直集中在水体本身，而对河流生态系统，以及河道改变、湖泊湿地等水生态系统等的监管十分薄弱，生物监测等更是明显缺失，因此生境的破坏、生态系统完整和生物多样性变化等被游离于环境管理内容之外。相比较而言，美国的《联邦水污染控制法修正案》则表明，其立法目的是恢复和维持国家水体的化学、物理和生态系统生物完整性，为此，美国环保署还特地制订了“溪流与可涉水过河河流的快速生物评价草案”（Barbour et al., 1999）。

本报告开展了水生生物学评价与水质评价对比研究，结果表明，河流生物完整性评价的结果等级比水质评价的结果等级更差。分析出现这种结果的原因，不难发现水质特征主要取决于点源和面源入河物质的影响，而河流生物的生存状态不仅受到水质的影响，也受到水库修建、河道挖沙、河岸改造等多方面的综合影响。因此，依据环境法明确指出的“国家环境保护规划的内容应当包括自然生态保护和环境污染防治的目标、任务、保障措施等”，河道改变、水生生物变化的监测与管理，应该成为环境监管的内容之一，国家生态环境部需要逐步设立相应标准和规范，完善水域生态系统的健康评估。

（2）将面源污染纳入监管体系

面源污染是指污染物排放体不是通过一个或有限个可识别的、离散的和有限制的“点”，而是通过一些由许多微小污染源组成的连续的“面”发生的污染。

就我国的具体情况而言，面源污染的主要来源是农田以及畜禽养殖等。在现有人口总量压力下，我国土地的开垦强度明显大于世界上很多国家和地区，因此面源污染的影响不容忽视。

本项目在滦河流域开展了野外实地调查，所获得的调查分析结果表明，氮、磷污染超标问题均十分突出，且北方的滦河流域问题更加严重。如果再不对面源污染进行严格管理，中国水体的富营养化过程将难以控制。虽然面源污染十分困难，但是也有一些值得借鉴的国际经验。

如美国的清洁水行动计划，就是一个努力在流域层面纳入所有层次的政府和非政府组织以及各利益相关者，相互合作制定出控制面源污染的政策和方法的环境管理行动，几乎所有的州都出台有控制水体污染的相关规定，其中约一半的州有面源污染管理的地方法律规定。州的水土流失和沉积控制法，是控制面源污染的重要法律手段。在具体管理中，《清洁水法》要求州对水体的污染物建立最大日可容许污染总负荷（Total Maximum Daily Loadings），即可承受的最大污染量。最大日可容许污染总负荷要考虑点源、面源和自然背景，要保证在最大排放的情况下，水质也不会超标。最大日可容许污染总负荷的意义在于，联邦政府有了管理面源污染的“上方宝剑”手段。2002年，联邦环保署为22个州建立了最大日可容许污染总负荷，主要是由公民诉讼推动，在法院的命令下完成的。当然，农业和林业特别反对将最大日可容许污染总负荷纳入面源污染管理，但联邦环保署仍然认为应该纳入。由于要把最大日可容许污染总负荷转化为对每个污染源的具体限制措施并落实在许可证上，从技术上或政治上都很难，因此联邦政府还采取了一系列其他手段来推行和实施面源污染管理措施，例如，通过评价农业是否执行了最佳管理实践（best management practices, BMP）制度，以评估其面源污染排放是否超过许可限值（Rosenbaum, 2011）。

（3）排污许可监管以及适合我国国情的排污许可监管制度

排污许可监管是对污染源的重要管理措施，排污许可制度在我国实施由来已久，虽然该制度是在最近一次的环境法修订过程中才确立了其法律地位--环境保护法第四十五条明确规定，国家依照法律规定实行排污许可管理制度。实行排污许可管理的企事业单位和其他生产经营者，应当按照排污许可证的要求排放污染物；未取得排污许可证的，不得排放污染物。

然而，排污许可监管在我国至今未能成为针对污染点源的核心管理制度，其主要原因是制度本身的不清晰、不衔接和不到位。美国、瑞典、挪威、德国、日本等不少国家都实行排污许可制度并卓有成效，但各国实施许可证的目的与出发点各有不同，实施手段各有区别。例如美国的《清洁水法》就明确了对水环境管理的污染排放许可要求为：（1）应该对污染源实施基于技术标准的排放限值，认为确定了“最佳技术”，也就确定了排放限值。排放限值的制定是针对工业类别的，主要根据技术和经济可行性，而不考虑接纳水体的要求，避免了区域之间的产业不公平竞争；（2）建立了国家点源排放许可系统，同时保留了水质标准。排放许可的目的，是将排放限制和水质标准等转为对每个点源的要求；（3）当需要保护水体质量时，可设定更严格的排放限值。

排污许可监管需要有环境质量和环境标准，水质标准是指规定特定用途的水体，可接受的某种污染物浓度水平，排污许可制定需要与环境质量相衔接。在国外，为了将污染源的排放行为与环境质量挂钩，一般需要建立污染排放与环境质量之间的响应关系，确定允许污染源排放的浓度与总量限。通常世界各国都是在执行排放标准后，仍不能实现区域环境质量目标时，则依靠排污许可证实行差异性管理，即一厂一个标准，以更有效的实现污染源管控。因此，制定排放限值是一项耗费人力，技术复杂的工作。因为要对许多类别的生产过程和污染控制技术做仔细的研究，许多类别的排放标准用了五年甚至更长的时间才制定出来。此外，虽然制定者依法拥有收集数据的权力，包括强制数据记录、取样、报告、检查权等，但由于企业经常操纵数据记录过程或提供过多的无用数据，从而给此项工作带来很大困难。

在我国，固定污染源环境管理可以有排放标准、环境税、清洁生产、节能减碳等多项措施，但是这些措施都缺乏一个关键点，那就是与环境质量未直接挂钩，不能承担生态环境保护目标责任制和生态环境资源预警调控、干部终身问责等一系列生态环境考核任务。然而，与环境质量挂钩的排放限值制定，又是一项耗费人力、技术复杂的工作，在全国范围内全面推行排污许可制度，目前仍存在一定难度。因此，建议我国的排污许可监管首先在可以在环境质量超标的区域（流域）或具体控制单元中进行试点，以环境质量管理倒逼机制为突破点，据需要改善的指标需求，建立排污许可量与环境质量之间的响应关系，以环境质量约束排污许可量。同时，应充分考虑与其他管理制度的衔接，如环境影响评价、排放标准要

求、区域/流域环境容量分配、排污权初始核定等。按照“环境质量只能更好、不能变坏”的环境管理要求，建立贯通污染源-排放口-污染受体（水、大气、土壤等）-控制断面或监测网控制全过程的排污与环境质量响应的技术链条，使排污许可制度真正发挥其环境监管的效能，切不可搞运动的形式，突击发放环境许可，导致行之有效的环境监管制度成为靓丽的摆设。

5.2.4 优化监管技术，加强数据整合与共享

从 1979 年我国正式颁布了《环境保护法》之后，我国的环境监管基本步入了科学化、规范化的快速发展时期，并逐步完善了对水环境、大气环境和土壤环境污染的监测与管制，形成了相对完整的环境管理监管政策体系（图 5-1）。2012 年党的十八大之后，中央充分认识到生态环境问题是关系到国家安全的重大问题，因此陆续提出并实施了新的管理政策和措施，最具有代表性的是“河（湖）长制”、“领导干部生态环境资产离任审计”和“生态红线”。随着这些制度的提出和落实推广，逐渐显现出了如何与原有环境保护政策之间的继承和发展关系问题。

（1）“河长制”与环境保护督查需要建设长效机制和有效的科技支撑

“河长制”是在制度层面落实环境保护“党政同责”的具体体现。虽然环境保护督查较之于“河长制”关注的内容更加广泛，但二者的共同问题是以监管环境保护行动措施是否落实到位为主，难以将环境保护行动与环境质量变化挂钩。同时，这两个制度的推行和实施速度快，没有专门的监管机构、不完全依据环境保护和监测数据，显示出十分浓厚的突击治理色彩。因而，该制度实施以来虽然取得了环境质量变化的明显成效，但同时也逐步暴露出存在的问题。

一是在认定问题的过程中缺乏长效配套机制和合理的责任清单，环境问责清单界定不清晰，认责、追责、问责机制不完善的问题十分突出。“河长制”负责人以及环境保护督查约谈中的第一人，虽均为地方政府党政负责人，但结果常常是环境保护部门需要承担主体责任。而事实上很多问题需要多部门联合行动，例如矿山问题需要国土部门，城市扬尘问题需要住建部门配合管理等。因此，责任界定不清十分不利于各部门形成合力，共同解决环境保护问题。二是由于时间短、任务急，缺少监管措施和评估标准的支撑，如“一河一策”、“河湖差异性管理”以及河长制的管理效果又如何监管，如何评价环境保护整改是否落实，如何将督查效果与各项环境保护监管措施相结合，例如用于“领导干部自然资源资产离任审计”等等。此外，突击性的行动需要临时动用大量人力承担各项任务，有可能

削弱环境监管中的长效基础能力建设，例如环境质量的系统检测、各项环境标准基准的制定等等。三是“河长制”与环境保护督查制度本身的长效机制建设问题。

建立“河长制”与环境保护督查制度的长效运转，需要从法律基础上获得认可（郭少青 2012），需要与现有环境管理体制和机制的对接和整合，需要有科学的数据和监测评估作为技术支撑。因此，建议在推进制定的过程中，通过以下途径尽快完善制度的本身建设：

第一，一边进行试点经验总结，结合督察巡视实践中出现的问题，制定内容详实、操作性强的环境保护督察实施细则，明确地方党委、地方政府、各相关职能部门的环境保护“职责清单”，进一步规范管理和督查的内容分类与边界。一边在试点的同时，加快改革现行的环境保护考核检查制度，实现“河长制”责任、环境保护督查目标与原有的主要污染物减排，气、水、土行动计划，重金属减排，以及正在设计的生态保护红线等考核制度的有机整合。

第二，建立全面覆盖的水系单元管理责任制，引入第三方机构开展绩效评估，不仅评估政府部门的环境保护措施落实财政部，而且评估基础环境数据是否完整和准确，为“河长制”和环境保护督察提供横向参考和技术支撑，并将其结果作为与领导干部自然资源资产离任审计的重要内容，建立统筹合规、便于绩效的政府环境审计制度。

第三，环境问题是否最终解决，关键在于群众是否满意，而环境信息公开是公众参与的重要基础。环境保护督察巡视过程中应及时公开督察巡视结果，让群众充分了解督察巡视制度并能够主动反映问题，给群众“打分权”、“批评权”和“建议权”（王金南等 2015）。建立更加畅通的公众参与督察巡视的渠道，进一步扩大热线、官网、微信与微博等自媒体平台、信件以及人大代表与政协委员联络等信息通道。充分利用媒体平台，让媒体曝光约谈过程、核查核实过程、走访察看过程，实现全过程的“阳光化”。

（2）自然资源离任审计与部门数据的整合应用

实现领导自然资源离任审计，依赖于强大而准确的数据支持。因此，需要各级地方政府负有自然资源资产管理和生态环境保护职责的工作部门之间加强联动，尽快建立起自然资源资产数据共享平台，并向审计机关开放，为审计提供专业支持和制度保障，鼎力支持、配合审计机关开展审计。

为此，国家和许多地方政府都已开展了自然资源资产负债表编制试点，但试点过程中揭示的最为突出的问题，也体现在现有各部门数据的整合方面。一方面，编制自然资源资产负债表时，要求统一各类自然资源核算期，以综合反映区域自然资源资产负债的整体情况，但各部门的数据时间节点不一致，特别是各类数据的统计与地方领导的任期难以一致。另一方面，部分数据的性质难以满足离任审计的要求，例如水质数据，仅仅依据断面水质指标，并不能完全反映区域水质特征的变化。甚至于由于过度追求断面水质达标，会出现一些地方采用截水纳污的做法。即将某些河段通过闸坝截段水流，达到通过截留污水保证下游河段断面水质达标的做法，这种行为最终将导致形成更多的黑臭水体。

鉴于资产负债表编制过程中的各类问题，建议近期的离任审计应该针对可统计数量的自然资源资产，采用任期内实际消耗数量进行审计。同时可以将离任审计与生态保护红线管理、河长制以及环境保护督查制度有机结合，将生态保护红线区域是否减少、功能是否减弱，河长制管理中黑臭水体数量是否减少、断面水质是否变好，环保督查中是否出现整改未能兑现，环境质量是否有所下降等，作为离任审计的重要内容，将离任审计与现有管理手段有机结合。

从长远看，领导干部离任审计与生态保护红线相似，也需要功能强大的、内容覆盖全面的数据基础支撑，才能够保证离任审计制度的可持续性。

(3) 生态红线与原有空间管理单元的整合及其监管

为了落实国家提出的生态红线管理要求，新修订的环境法将划定生态红线纳入了法律管理体系。2017年，原环保部颁布了《生态保护红线划定指南》，明确了生态保护红线是指：“在生态空间范围内具有特殊重要生态功能、必须强制性严格保护的区域，是保障和维护国家生态安全的底线和生命线，通常包括具有重要水源涵养、生物多样性维护、水土保持、防风固沙、海岸生态稳定等功能的生态功能重要区域，以及水土流失、土地沙化、石漠化、盐渍化等生态环境敏感脆弱区域”。之后，全国各级政府均开始划定其行政管辖范围内的生态红线。然而，由于国家对生态红线实施“性质不转换、功能不降低、面积不减少、责任不改变”的管理要求，因此各级政府对于生态红线的划定工作均保持着“谨慎的服从”态度（莫张勤，2016；白洋等，2016）。

课题根据对北京市生态红线划定工作的调研发现，生态红线的划定过程主要是通过所涉的相关部门，如国土、水利、林业、规划、环境保护等多个部门，在

原有用地管理规划的基础上进行协调统筹，目前划定的红线仍然为规划性红线（或者说是纸上红线）。

从生态与环境监管的视角看，生态红线应该是一个管理手段，在红线划定中更多的是明确将原有的部门空间管理单元，例如各类自然保护区、遗产地等如何纳入红线管理范畴，而非重新划定一套生态红线。对红线的监管，首先需要将纸面规划红线落实为地块红线，形成红线空间数据库，以便实现“面积不减少”的监管标准；其次，需要对每个红线地块的性质和相关特点进行统计与测定，才有可能在监管中针对性质是否改变、功能是否降低进行判断；第三，目前的红线划定过程如果能够充分整合各个部门的相关保护物和保护地，才能更有利于实现红线管理中的责任不改变。

以上三点当中的第一、第二点，是能否真正实现生态红线有效监管的关键所在，迫切需要强大的天-地-空一体化监控技术的支撑和依托具有空间属性的数据库的建设。

6 主要参考文献

- Australian Bureau of Statistics. Land Account: Queensland, Experimental Estimates, 2013. <http://www.abs.gov.au>
- Australian Bureau of Statistics. Water Account: Queensland, Experimental Estimates, 2013. <http://www.abs.gov.au>
- Barbour T M, Gerritsen J, Snyder D B. Rapid bio-assessment protocols for use in streams and wadeable rivers: Periphyton, Benthic Macro Invertebrates and Fish. 2nd ed. EPA841-B-99-002. Washington D C: USA. Environmental Protection Agency, Office of Water, 1999.
- Chen A, Yao X A, Sun R, Chen L. Effect of urban green patterns on surface urban cool islands and its seasonal variations. *Urban For. Urban Green*, 2014, 13(4): 646~654.
- Chen Y, Jin G Z, Kumar N, Shi G. The promise of Beijing: Evaluating the impact of the 2008 Olympic Games on air quality. *J. Environ. Manage.*, 2013, 66(3): 424~443.
- Du G X. Research on Variation Trends and Space Difference Based on AQI of Beijing-Tianjin-Hebei Urban Agglomeration. *Urban Development Studies*, 2017,24(8): 49-56.
- Hao J, Wang L. Improving urban air quality in China: Beijing case study. *Air Repair*, 2005, 55(9): 1298~1305.
- Hua Y, Wang S, Wang J, Jiang J, Zhang T, Song Y, Kang L, Zhou W, Cai R, Wu D. Investigating the impact of regional transport on PM_{2.5} formation using vertical observation during APEC 2014 Summit in Beijing. *Atmospheric Chemistry & Physics*, 2016, 16(24): 15451~15460.
- Klyza C M, Sousa D J. American environmental policy, 1990-2006. Cambridge: The MIT Press, 2007.
- Lu C, Liu Y. Effects of China's urban form on urban air quality. *Urban Stud.*, 2015, 53(12):2607-2623.
- Rosenbaum W A. Environmental politics and policy (8th edition). Washington, D C: CQ Press, 2011.
- Sharpley A N, Williams J R. EPIC-erosion/productivity impact calculator: 1. Model determination. U.S. Department of Agriculture, Washington, 1990.
- Simoes F D S , Moreira A B , Bisinoti M C, Gimenez S M N, Yabe M J S. Water quality index as a simple indicator of aquaculture effects on aquatic bodies. *Ecological Indicators*, 2008, 8(5):0-484.
- Simpson J C, Norris R H, Wright J F, Sutcliffe D W, Furse M T. Biological assessment of river quality: development of AUSRIVAS models and outputs. Assessing the biological quality of fresh waters: RIVPACS and other techniques. Proceedings of an International Workshop held in Oxford, UK, on 16-18 September 1997., 2000.
- Wischmeier W H, Smith D D. Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning. Agriculture Handbook No.537, U.S. Department of Agriculture, Washington, 1978, 537.

- Zheng S, Cao C X, Singh R P. Comparison of ground based indices (API and AQI) with satellite based aerosol products. *SCI TOTAL ENVIRON*, 2014, 488-489(1): 398~412.
- Zhou W Z, Liu G H, Pan J J, Feng X F. Distribution of available soil water capacity in China. *Journal of Geographical Sciences (地理学报(英文版))*, 2005, 15(1): 3~12.
- 白洋, 郑承友. “生态红线”实施的制约性因素分析及制度完善. *科技管理研究*, 2016, 36(17): 246~251.
- 陈玥, 杨艳昭, 闫慧敏, 封志明. 自然资源核算进展及其对自然资源资产负债表编制的启示. *资源科学*, 2015, 37(9): 1716~1724.
- 丁强, 任祖春, 周冬生, 王沙宁. 河长制监测督管及考核的研究. *水利信息化*, 2017(6): 8~11.
- 方国华, 林泽昕. 河长制考核机制探讨. *中国水利*, 2018(10).
- 高红贵. 改革开放三十年来中国环境保护管理体制的历史分析. *中国经济规律研究会年会*, 2008.
- 高吉喜. 区域生态资产评估: 理论、方法与应用: 科学出版社, 2013.
- 高珊, 黄贤金. 发达国家城市水污染治理的比较与启示. *城市问题*, 2011(3): 91~94.
- 耿建新. 我国自然资源资产负债表的编制与运用探讨——基于自然资源资产离任审计的角度. *中国内部审计*, 2014(9): 15~22.
- 管旭, 于晓霞. 环境保护部门在全面推行河长制中的作用分析. *环境与可持续发展*, 2018(3).
- 韩梅芳, 张琴, 王玮. 环境审计、政府激励约束机制与地方经济发展研究——基于自然资源资产负债表的构建. *财会通讯*, 2015(22): 99~102.
- 洪松, 陈静生. 中国河流水生生物群落结构特征探讨. *水生生物学报*, 2002, 26(3): 295~305.
- 胡琳琳. 中国环境保护法的发展历程及其影响. *泰安教育学院学报岱宗学刊*, 2005, 9(3): 77~79.
- 胡文龙. 自然资源资产负债表基本理论问题探析. *中国经贸导刊*, 2014(10): 62~64.
- 黄溶冰, 赵谦. 自然资源核算——从账户到资产负债表: 演进与启示. *财经理论与实践*, 2015(1): 74~77.
- 江东, 卓君, 付晶莹, 阎晓曦, 黄耀欢. 面向自然资源资产负债表编制的时空数据库建设. *资源科学*, 2015, 37(9): 1692~1699.
- 蒋洪强, 卢亚灵, 程曦, 于森. 京津冀区域生态资产负债核算研究. *中国环境管理*, 2016, 8(1): 45~49.
- 李伟斯, 王生福, 刘登云. 关于河长制工作存在问题及运行机制的思考. *水利发展研究*, 2018(6).

- 林忠华. 领导干部自然资源资产离任审计探讨. 审计研究, 2014(5): 10~14.
- 刘纪远, 布和敖斯尔. 中国土地利用变化现代过程时空特征的研究——基于卫星遥感数据. 第四纪研究, 2000, 20(3): 229~239.
- 马永欢, 陈丽萍, 沈镭, 黄宝荣, 谷树忠, 莫建雷. 自然资源资产管理的国际进展及主要建议. 国土资源情报, 2014(12): 2~8.
- 莫张勤. 生态红线制度的实施困境与纾解. 学习论坛, 2016, 32(12): 58~61.
- 曲格平. 从斯德哥尔摩到约翰内斯堡的发展道路. 中国城市经济, 2003(2): 5~7.
- 盛明科, 李代明. 生态政绩考评失灵与环保督察——规制地方政府间“共谋”关系的制度改革逻辑. 吉首大学学报(社会科学版), 2018, 39(4): 48~56.
- 史培军, 江源, 王静爱, 梁进社, 李晓兵, 陈晋, 陈云浩, 何春阳. 土地利用/覆盖变化与生态安全响应机制: 科学出版社, 2004.
- 宋国君, 沈玉欢. 美国水污染物排放许可体系研究[J]. 环境与可持续发展, 2006(4):20-23.
- 王珺博. 综合水质标识指数法(WQI)在永定河石景山段水质评价中的应用. 环境与发展, 2017, 29(3): 42~43.
- 王泽霞, 江乾坤. 自然资源资产负债表编制的国际经验与区域策略研究. 商业会计, 2014(17): 6~10.
- 谢秋凌. 法治视阈下我国中央环保督察制度研究. 山西师大学报(社会科学版), 2018(06): 25~30.
- 杨邦杰, 高吉喜, 邹长新. 划定生态保护红线的战略意义. 中国发展, 2014, 14(1):1~4.
- 杨海龙, 杨艳昭, 封志明. 自然资源资产产权制度与自然资源资产负债表编制. 资源科学, 2015, 37(9): 1732~1739.
- 游松财, 邸苏闯, 袁晔. 黄土高原地区土壤田间持水量的计算. 自然资源学报, 2009, 24(3): 545~552.
- 张连辉, 赵凌云, 郑珺. 1953~2003年间中国环境保护政策的历史演变. 中国经济史研究, 2007(4): 122~123.
- 中国环境监测总站. 二十一世纪初十年我国生态环境格局演变趋势研究: 中国环境出版社, 2015.
- 中华人民共和国环境保护部. 2011年中国环境状况公报. 2012.
http://www.mee.gov.cn/gkml/sthjbgw/qt/201301/t20130109_244899.htm
- 中华人民共和国环境保护部. 2012年中国环境状况公报. 2013.
http://www.mee.gov.cn/gkml/sthjbgw/qt/201407/t20140707_278319.htm
- 中华人民共和国环境保护部. 2013年中国环境状况公报. 2014.
http://www.mee.gov.cn/gkml/sthjbgw/qt/201407/t20140707_278320.htm
- 中华人民共和国环境保护部. 2014年中国环境状况公报. 2015.

http://www.mee.gov.cn/gkml/sthjbgw/qt/201506/t20150604_302942.htm

中华人民共和国环境保护部. 2015年中国环境状况公报. 2016.

http://www.mee.gov.cn/gkml/sthjbgw/qt/201606/t20160602_353138.htm

朱源. 美国环境政策与管理: 科学技术文献出版社, 2014.

Research into the supervision for ecological and environmental security in regions with rapid social-economic development

Summary

This Project, taking the Beijing City and its north-neighboring Ecological Conservation Function Zone of Zhangjiakou-Chengde region as case study areas, has surveyed and analyzed the environmental changes of the atmosphere, the water bodies and the ecosystems in those study areas in recent years. On the one hand, from the results of data analysis and the viewpoints derived from the examination on the environmental management measures and monitoring, and on the other hand, through comparison with other countries' environmental supervision systems, this report has probed into the current problems existing in the field of ecological and environmental security supervision in China's regional development process and discussed the possible ways of promoting and ascending supervision effectiveness.

1 Basic conditions of China's environment

According to the Report on the quality of China's ecology and environment, from 2011 to 2015, the national total pollutant discharges have shown a decline trending in waste gas, waste water and other major pollutants. However, the discharge of pollutants, such as the SO₂ and the dusts, from the household sources continued to increase, and the total amount of domestic sewage discharges have also shown an increasing trend. Water environment pollution is characterized by the progress in the treatment of point source pollution from large and medium-sized industrial enterprises, but the proportion of non-point source pollutions integrating industrial pollution, urban pollution, village and town household pollution, and agricultural fertilizer and pesticide abuse pollution has increased, resulting to increasing difficulty of pollution prevention and control. From the perspective of ecology and environment, the monitoring statistics for the ecological and environmental assessments in county level showed that the environmental conditions in most of the counties participated in the monitoring program were better, but some of them became worse. The counties that became worse were mainly distributed in the ecological function zone of wind-proof and sand fixation. Accordingly,

the number of cities under the influence of or affected by the sand-dust weather increased from 113 to 338.

2 Analysis of environmental quality changes in case study areas

2.1 Changes in environmental quality in Beijing City

Air quality in Beijing in time sequence is characterized by two aggregate indexes, namely API and AQI, respectively. In general, the air quality has been improving from the trending that both indexes decreased significantly during 2001-2017 ($p < 0.001$). In addition, these two indexes negatively correlated to tree cover ratio and positively correlated to energy consumption intensity. The spatial differences in air quality mainly depend on the social-economic development and land use structure. The area with a better air quality is located in the ecological conservation zone, where the land normally covered with more forests and water reservoirs, but often with lower population density and smaller energy consumption. On the contrary, areas with poorer air quality are more located in the new urban development zone, where concentrated with heavy polluting industrial sectors, dense population, more vehicles, as well as the highest energy consumption.

The statistic analysis results conducted in view of the area percentage of ecosystem distribution and the land use change have shown that the areas of both forests and grasslands increased significantly between 2011 and 2015, with an increase of 331km² and 63 km², respectively. The environmental quality of surface waters is not optimistic. In the period of 2013-2016, the water quality within the city has deteriorated in at least 14% of the monitored sections. The water quality in eight of the nine monitoring sections along the border with other surrounding areas was rated as inferior to class V. The poor management led to the lagging closure of livestock and poultry farms in Beijing's mountainous areas, which in turn, has led to a substantial excess of nutrient salt indicators, such as TN and TP, in some river monitoring sections.

2.2 Changes in environmental quality in Zhangjiakou-Chengde regions of Hebei Province

According to the records of AQI (air quality index), the change of air quality in Zhangjiakou-Chengde regions is similar to that of Beijing, showing a continuous positive trend. The results of WQI (water quality index) analysis have shown that the

water quality in most rivers was slightly better in the period of 2013-2016. According to the water quality monitoring data from local environmental monitoring stations, taking the current situation of water quality indicators in 2016 as an example, the water quality of rivers falls mostly into the level of class II or class III. However, according to the analysis results from the sampling survey conducted by our research group in 2017, there are still a large number of class V or inferior to class V water bodies, among which the main indicators exceeding the national water environmental standards are total nitrogen (TN) and total phosphorus (TP). According to the biological assessment index data for water quality, the ecosystem health level indicated by aquatic biological integrity is under greater pressure from the heavily increased human activities.

Compared with Beijing City area, although Zhangjiakou-Chengde regions are divided into a functional zone for ecological conservation, the acreages of forests and shrubs in the regions were still decreasing during the period of 2011-2015, whereas the acreage of land for construction increased significantly in the same period. Especially in the high altitudes or the steep montane slopes, this increasing feature was more prominent. In particular, the area of water ecosystems on steep montane slopes showed a decreasing trend, largely weakening the regional ecosystem's function in ecological service for water resource conservation.

2.3 Effects and existing problems in supervision on ecology and environment

The quality of air environment in the case study area has been improving in recent years. However, according to the national data, the number of days with air quality beyond the standard, i.e., days with excessive pollutants in the air, did not decrease continuously during the period of 2011-2015, but showed a feature of daily air quality with large fluctuations. By contrast, the air quality at the case study areas has been much improved since 2011. This facts might indicate that the supervision on the air quality has achieved significant success in recent years. Because Beijing and its surrounding areas adopted a series of strict regulations during the period of the 2008 Summer Olympic Games, both the year-on-year and the month-on-month comparison data reflected significant improvements in air quality. Since then, many effective measures have been taken and retained up to now, and continued into effect, besides strengthened supervision regulations, leading to the continued significant improvements in air quality.

By contrast, problems in water environment are still prominent. First, the quantity of monitoring sections has been insufficient, leading to the difficulty in revealing the true water quality of river basins in the region as a whole. Meanwhile, the water quality in many rivers is still not up to the standard, mainly due to the excessive TN and TP discharges related to non-point source pollution. There is a big difference between the results in water quality data from the monitoring sections and from the field survey data conducted by this project research, which implies the coverage of monitoring sections and stations needs to be further improved. Second, the current monitoring data from the monitoring sections have been incomplete, either due to frequent information missing, or own to lack of records of total phosphorus and total nitrogen indicators in many monitoring stations. Thirdly, aquatic organisms are not only affected by water quality, but also influenced by the habitat change caused by transformation of river channels and/or riparian belts. Thus the level of water ecological health is generally lower than that of water quality. However, the supervision on and monitoring of water ecosystem changes have not been included in the current water quality supervision and monitoring system.

The areas of the natural ecosystems in the region are still decreasing due to the unclear supervision standards for the terrestrial ecosystems. In particular, the area loss of the natural ecosystems is still occurring in the ecologically fragile areas, such as at the high altitudes and steep montane slopes within the functional zone for national ecological conservation. Thus the ecological service of water retention and soil conservation provided by those montane ecosystems has been reduced in the region.

3 New measures for supervisions on ecological conservation and environmental protection and its potential effectiveness

Aimed at such problems as insufficient supervision on ecological conservation and environmental protection, the central government has launched a series of new management measures for improving the environmental supervision since 2012, which has produced great influences. Those management measures mainly includes, the “audit of the natural capitals upon leading cadre’s leaving the post”, the “river chief” system, and the “red line of ecology”. These introduced policies, combined with a new round of organizational adjustment, have already made impacts on the supervision on

ecological conservation and environmental protection. Those impacts are mainly as follows: 1) The accountability to both the chief party leader and the prime government leader has been largely strengthened for their managerial governances of ecological conservation and environment protection. 2) The requirements for ecosystem management have been clarified, and the control requirements for the red line of ecology have been put forward. Moreover, the former state ministry of environmental protection has been adjusted to the present state ministry of ecology and environment. 3) The integration of different ecosystems, such as mountains, waters, forests, fields and lakes, for ecological conservation has been enhanced, and the supervisions on groundwater, watershed protection and agricultural non-point source pollution etc., have been unified under the only responsibility of the state ministry of ecology and environment.

4 Improvement for a precise and perfect supervision system for ecological conservation and environmental protection

Prior to 2014, China's environmental protection supervision system mainly focused on "Monitoring the enterprises and regulating the pollution events". Since 2016, it has gradually evolved into "Monitoring the enterprises and directing the government", and still further into "Putting the responsibility of supervision on government first and assuming the same responsibilities of both the party and the government leaders". This kind of supervision system has very much expanded the channels of obtaining the problem clues and the environmental information relating to pollution facts and events, as well as the wrong environmental doings, through the way of visiting down to residential communities, inviting and accepting public reports, and on-the-spot-checking, etc.. This directly holds the local party and government leaders to be in charge of the leadership for environmental management, and requests their prompt rectification before the limited deadline, and thus strengthens the central government's supervision on the local government's nonfeasance towards environmental protection. At the same time, the environmental protection inspection has also brought good social effects, enhanced the local government's and the public's environmental protection consciousness, and raised generally the public's awareness on and participation in environmental issues.

With the advancement of supervision on ecological conservation and environmental protection, however, some new problems on environmental management issues have also been exposed gradually, which needs to be solved through further practices. Those problems include, 1) the problems found in inspection process on ecological conservation and environment protection are mainly those easily-perceived superficial ones, while the other problems deeply related to systems and mechanisms are not focused enough; 2) the contents of rectification and reformation in the majority are those items only with single and local significance or concrete problems, whereas lacks of overall planning or of integration significance among them all; and 3) due to the fuzzy responsibilities to environmental problems, very often there is no clear division of responsibilities and thus no effective cooperation between the departments and sectors in the government staff.

5 Problems and thoughts in the development of the supervision system of ecological conservation and environmental protection

5.1 Existing problems in environmental supervision

Based on the case study of our field survey and on our investigation into the existing supervision system of ecological conservation and environmental protection, we can clearly draw a few conclusions that there exist some problems in the current supervision system of ecological conservation and environmental protection.

1) The benefit conflicts existing among the central government, the local governments and the enterprises lead to many kinds of the gambling between each two of the three, or among all those three, entities. In the past, the environmental supervision policies and regulations paid only attention to supervising and monitoring the enterprises and to regulating the pollution events, whereas the central government focused mainly on the local governments' economic development performance appraised by indicators of GDP. This led to the local governments in order to achieve high GDP growth, on the one hand, paid no much attention to enterprises' environmental pollution monitoring and regulation, and on the other hand, had no interest in financing much funds to carry out necessary countermeasures towards battling environmental pollutions and thus protecting the environment.

2) The pollution permit system, the total quantity control system and some other

systems were not closely related to the environmental standards, which resulted in the low efficiency of environmental supervision: very often the environmental quality was under the standard, whereas the total pollution discharges were up to the standards.

3) The monitor, or the examiner, and the examinee were the same entity, i.e., the local government. Out of the consideration for government performance examination, the local government lacks naturally of motivation on environmental supervision, which led to the quality of monitoring data was not to be guaranteed or assured. And even more, data falsification occurred from time to time, and the supervision content was incomplete. For example, non-point pollution monitoring has not been included in the regulatory monitoring content for a long time.

4) The monitoring data were not integrated nor sufficient, which led to poor coordination among governmental departments, and to shirking responsibility from each other. This, in turn, has limited supervision capacity and action ability in the environmental protection bureaus.

5.2 Possible ways to improve supervision effectiveness

At present, the supervision on ecological conservation and environmental protection is showing the influence and effect of the newly integrated supervision system. However, these new policies need to be thoroughly integrated with the original system, so as to continuously maintain, or even improve, the efficacy of supervision on ecological conservation and environmental protection.

(1) Straightening out the responsibilities of stakeholders and ensuring the authenticity of the environmental supervision data

The first is to introduce third-party monitoring. The responsibility to conduct monitoring (should be divested from local government functions, and) is undertaken by an independent third-party organization with professional qualifications, so that the environmental protection agencies of local government can get rid of the "dilemma", and better play their role in supervising the environmental governance measures of enterprises and institutions. The second is to publish monitoring data in regular times, so as to find out whether the data is abnormal or missing through comparisons between and/or among the data in time series and in spatial distribution. The third is to severely punish data falsification and supervision agencies' dereliction of duty, equally require

data integrity and authenticity, and regard data integrity (whether the monitoring sequence is complete, whether the indicators are fully covered, etc.) as an indispensable part of data sets, to guarantee data authenticity.

(2) Improving law enforcement and encouraging public participation in oversight

Make sure that those who violate the environmental law are prosecuted, and increase penalties for those who violate the law. Refer to the American punishment system, and investigate the false report data for criminal responsibility. If there were damage caused by any environmental violations, count the penalties of illegal deeds according to its daily penalty, and impose different terms of imprisonment according to the extent of the serious offenders. At the same time, encourage public supervision in every aspects, such as motivating the public to report environmental pollution event and information through multiple channels, encouraging institutions or individuals with qualified technical or technological abilities to conduct regular or irregular supervisions and assessments, and encouraging the release of various environmental information in the form of public hearings, so as to provide the public with more ways to participate in decision-making and provide the public with necessary support and guarantee.

(3) Expanding the coverage of supervision system and continuously improving the supervision system

Bring the natural ecosystems as well as their spatial and temporal changes into the supervision system, and orderly carry out the supervision on terrestrial ecosystem changes accordingly. Develop comprehensive monitoring on freshwater ecosystems, besides merely monitoring their water quality doing like in the past. By incorporating non-point source pollution into the supervision system, implement best management practices (BMP); and by referring to the successful international experiences of non-point source pollution supervision, gradually examine and ratify the daily total maximum allowable pollution loading through approved pilot practices. Implement a practical and effective pollution permit management system, link pollution permit management with environmental quality management, and establish an environmental supervision system through a mechanism fully forced by pollution permit.

(4) Optimizing the supervision techniques and accelerating the integration of old policies with new ones

For the implementation of the new environmental policies, it is necessary to build a spatial information database suitable for integration of the red line of ecology, the audit upon outgoing, the river chief system, and the supervision system for environmental protection, so as to make the red line on a planning document down to the spatial red points in real lands with a related spatial database of the red line of ecology. Carry out the ownership registration for natural capitals with their identified spatial scope, extents and clear borders, build up the spatial distribution and topological network of water systems, and clarify the attributes and functional types of each water body with its determined ownership of responsibility. Develop management norms and paradigms related to the red line management system, the audit upon outgoing system, the river chief system and the environmental supervision system, so as to integrate the environmental monitoring data, the number of categorized ecosystems and their functional class, the ecological service value changes, and the environmental control standards, etc., with the ecological red line system, the audit upon outgoing system, and the river chief system. Put the changes of the red line of ecology and the river condition systems into the categories of the audit upon outgoing, and practice trial experiments in pilot audits upon outgoing based on a variety of data sources. By drawing on international experiences, raise the supervision efficiency, and gradually regulate the emission and/or discharge limits based on "best available and feasible technology" for pollution source supervision, so as to avoid unfair competition among industry sectors in different regions. Establish normal evaluation criteria for ecosystem services and apply them to the monitoring and supervision contents on regional ecosystem changes.