

附件

# 国家环境保护“十三五” 科技发展规划纲要

# 目 录

<b>一、“十三五”环保科技发展的形势与需求</b> .....	<b>6</b>
(一)《国家环境保护“十二五”科技发展规划》执行情况 ..	6
(二)“十二五”环保科技取得的主要成就 .....	7
(三)环保科技存在的主要问题 .....	10
(四)环保科技发展趋势与需求 .....	11
<b>二、指导思想和工作原则</b> .....	<b>14</b>
(一)指导思想 .....	14
(二)工作原则 .....	14
<b>三、规划目标</b> .....	<b>15</b>
<b>四、主要任务</b> .....	<b>16</b>
(一)强化环保应用基础研究，促进环保科学决策 .....	16
(二)强化关键技术创新研发，支撑环保高效治理 .....	22
(三)支撑环境管理改革，创新环境管理方法 .....	30
(四)开展环保技术集成示范，促进区域流域环境质量改善	40
(五)开展创新平台建设，提升环保科技创新能力 .....	42
<b>五、重点行动</b> .....	<b>45</b>
(一)继续实施水专项等国家科技重大专项 .....	45
(二)实施一批重点研发计划项目 .....	46
(三)推进京津冀环境综合治理重大科技工程 .....	46

(四) 鼓励申报国家自然科学基金 .....	46
(五) 加强基地和人才建设 .....	46
<b>六、保障措施 .....</b>	<b>47</b>
(一) 完善环保科技体制机制 .....	47
(二) 加强环保科技人才队伍建设 .....	47
(三) 拓宽环保科技资金投入渠道 .....	48
(四) 深化环保科技合作 .....	48
(五) 加强环保科学普及 .....	48

## 一、“十三五”环保科技发展的形势与需求

### (一)《国家环境保护“十二五”科技发展规划》执行情况

党中央、国务院高度重视环境保护和环保科技工作。“十二五”期间，国家继续实施水体污染控制与治理科技重大专项（以下简称水专项），不断加大公益性行业科研专项、国家科技支撑计划等国家科技计划对环保科技的支持力度，《国家环境保护“十二五”科技发展规划》布局的重点领域有序推进，取得了显著进展。

在水污染防治领域，水专项共设置 100 个项目、259 个课题，开展了流域减负修复关键技术、饮用水安全保障技术和水环境监控预警业务化运行技术研究；在其他科技计划中，开展了全国地下水污染综合调查评价、华北平原典型地区地下水污染防控，以及简易垃圾填埋场、废弃矿井等对地下水污染风险评估和管理等研究。在大气污染防治领域，实施了“清洁空气研究计划”和“蓝天科技工程专项”，开展了大气颗粒物和臭氧等污染物的地区间输送机理、京津冀区域重污染形成过程机理、重点区域大气环境质量改善技术、大气污染预测预警和大气重污染应急技术，以及机动车尾气、挥发性有机物和汞、含氢氯氟烃等控制技术研究。在土壤污染防治领域，开展了农村土壤环境管理与土壤污染风险管控、典型工业污染场地土壤污染风险评估和修复、矿区和油田区土壤污染控制与生态修复、土壤环境保护法律法规和标准制定等研究。在生态保护与建设领域，开展了生态环境基础研究以及重要生态功能区、资源开发区、农村地区、生态脆弱地区等生态风险评估、生态安全监控、环境监管、生态恢复等技术研究。在核与辐射安全领域，开展了大型先进压水

堆审评关键技术、环境中低水平放射性气溶胶与碘监测、核电厂安全监督运行执照文件规范化、核与辐射数据交换标准及其应用、福岛核事故后核电厂改进措施等研究。

此外，在固体废物污染防治及化学品管理、环境与健康、环境监管技术、全球环境问题研究，以及绿色经济、清洁生产和循环经济等领域也部署了一批科研项目。通过上述研究，产出了一批环境保护急需的科研成果，有力支撑了污染防治、生态保护和核与辐射安全管理工作，较好地完成了《国家环境保护“十二五”科技发展规划》提出的主要目标和任务。

## （二）“十二五”环保科技取得的主要成就

一是基础研究与创新研究成果丰硕。围绕水、大气、土壤、生态、核与辐射安全、环境健康等领域积极开展应用基础研究，加强技术创新，科技成果丰硕。其中，水专项重点突破了 1000 余项流域减负修复关键技术、流域水环境监控预警业务化运行技术等，申请国内国际专利 2300 余项（已获得授权 1221 项）。“清洁空气研究计划”突破了细颗粒物（PM<sub>2.5</sub>）监测与来源解析、挥发性有机物排放源清单构建、人群健康影响评估、移动源污染控制及重点区域空气质量改善等理论与技术，探索了主要大气污染物环境空气质量标准制修订与人群健康之间的关系，以及人群环境暴露行为模式、重金属污染健康风险分区分级等理论与技术。探索了设施农业土壤环境质量变化与风险控制关键技术，突破了有机物污染土壤及重金属污染土壤的关键修复技术。

截至 2015 年底，共有 675 项基础理论类、软科学类和应用技术

类成果获得国家环境保护科技成果登记。“有机废物生物强化腐殖化及腐植酸高效提取循环利用技术”获国家技术发明二等奖，“环境一号卫星环境应用系统工程”“湖泊底泥污染控制理论与应用”“中国生态交错带生态价值评估与恢复治理关键技术”等获国家科技进步二等奖。310项成果获得环境保护科学技术奖励，其中，一等奖30项、二等奖120项、三等奖158项，科普类奖2项。

二是科技成果有效支撑了环境管理。按照环境管理的需求，建立了“边研究、边产出、边应用”的工作机制。水专项成果支持了一批水环境领域国家政策、标准的制定，支撑了国家《水污染防治行动计划》的编制和实施，提升了国家环境监管能力和水平，有力支撑了国家和地方的污染减排、水质改善和水环境修复。依托“清洁空气研究计划”，先后制定发布《大气细颗粒物（PM<sub>2.5</sub>）源排放清单编制技术指南（试行）》等8项技术指南，初步形成了我国大气污染物源排放清单编制技术支撑体系，为污染物总量减排、空气质量达标等提供了核心支撑。国家重大科学仪器设备开发专项成果大大提升了国产化监测仪器的竞争力和市场份额。利用高分一号卫星平台在京津冀、长三角、珠三角等重点区域开展灰霾、大气污染源排放和湖泊水华等遥感监测应用，为南京青奥会、北京亚太经合组织（APEC）领导人非正式会议环境质量保障提供了技术支持。农用地、工业场地土壤环境调查、风险评估和修复等研究成果为我国《污染场地风险评估技术导则》等标准出台以及《土壤环境质量标准》的修订提供了技术基础。物种资源及相关传统知识调查、评价和观测等工作为《生物多样性观测技术导则》《区域生物多样性评价标准》

等提供了技术基础。基于分区管理的生态文明建设指标体系和绩效评估方法研究等成果支撑了生态文明示范区建设，我国国土生态安全格局构建关键技术与保护战略研究推动了生态保护红线划定工作。完成了核电厂安全监管运行执照文件规范化研究，依托国家科技重大专项，形成一系列国际先进压水堆安全审评技术，并应用于自主设计的中国先进压水堆核电站（CAP1000）和“华龙一号”的核安全审评工作。

**三是环保科研能力得到明显提升。**环保系统第一个国家重点实验室——环境基准与风险评估国家重点实验室经科技部批准建设并通过验收，为我国环境基准与风险评估领域的研究搭建了高水平科研平台。“十二五”期间，批准建设了大气复合污染来源与控制、饮用水水源地保护等 14 个国家环境保护重点实验室，以及大气、土壤等领域 19 个国家环境保护工程技术中心。启动国家环境保护科学观测研究站建设，制定并发布《国家环境保护科学观测研究站管理办法（试行）》。发展改革委批复了国家核与辐射安全监管技术研发基地建设，建成核电厂全范围验证模拟机平台，提高了核与辐射安全监管技术支撑能力。环境保护部与科技部联合批准建设了 22 个国家环保科普基地。

创新人才培养取得新进展。“十二五”期间，环保系统新增中国工程院院士 1 名、中组部“万人计划”领军人才 3 名、科技部中青年科技创新领军人才 2 名、科技部重点领域创新团队 2 个、国家杰出青年基金项目获得者 1 名、自然科学基金创新研究群体 1 个、优秀青年基金项目获得者 2 名。发布《环境保护部专业技术领军人才

和青年拔尖人才选拔培养办法（试行）》，首批选拔环境保护领军人才 19 名、环境保护青年拔尖人才 54 名。

### （三）环保科技存在的主要问题

一是环保科研前瞻引领不够。部分环保科研工作疲于应对当前的环境管理工作需求，缺乏对环境问题的适度超前预判研究，有时甚至处于被动应对局面。在环境基础理论和基础工作方面，对大气复合污染、地下水污染、土壤重金属污染、电子废物污染、放射性废物污染、环境污染健康影响，以及重大工程引发的环境问题等新型和复杂环境问题的成因、机理和机制研究不足，科技引领有待进一步加强。

二是环保科研整体统筹协调不足。环保科研顶层设计不足，部分科研项目立项、实施和管理存在条块分割、交叉重复现象，缺乏有效的沟通协调机制。一些研究项目在立项过程中对国家环保形势、环保政策分析不够，对国家环保科技需求定位不准，科技支撑能力有待进一步加强。

三是环保科技创新能力仍然薄弱。环保系统科研队伍规模小，环保科技领军人才不足，地方环保科研能力十分薄弱。国家环境保护重点实验室和工程技术中心布局尚不完善，建设与运行资金缺乏保障，环境保护科学观测研究站建设刚刚起步。环保领域技术创新能力不足，环境管理需要的科技创新能力有待进一步加强。

四是环保科技体制机制亟待深化改革。科技投入中竞争性投入比例过大，缺乏对公益性科研机构长期稳定支持，不利于科研工作的系统性和延续性开展。环保科技创新成果转化为实际应用不畅，



对环境管理的支撑作用不明显，对环保产业的带动能力不强。人才培养和激励机制有待进一步完善。国家环境保护重点实验室和工程技术中心尚需建立有效的评估和退出机制。

#### **（四）环保科技发展趋势与需求**

##### **1. 国际环保科技发展趋势**

一是更加关注生态环境风险和人群健康问题。欧美日等发达国家和地区已经过工业化高速发展时期，常规污染问题得到了解决，现阶段重点关注环境风险识别和风险防控问题。主要表现在：更加注重环境污染物和化学品的风险评估和风险控制技术研究。注重过程高效、结果准确、物种本土化的全生命周期毒性测试与预测技术的开发。重视源头上的绿色替代和末端治理的协同控制，以降低环境风险、保护公众健康。

二是更加注重解决复合性、系统性环境问题。地球系统科学研究取得了一系列重要进展，初步建立了以全球变化研究为目的的全球立体观测体系和研究网络，为各级政府提供了科学服务。环境问题需要系统解决，国际上环保科技已从单要素转向多要素综合研究、从局部地区污染防治向区域尺度甚至全球尺度生态环境问题研究转变。主要表现在：环境科学研究进入以地球系统为对象的综合集成研究阶段，开展了天地一体化、多环境要素交互影响的区域生态系统研究，建立了高度发达的环境信息网络，实现了环境要素的长期连续观测，能够在更大程度上揭示人类活动对地球系统的影响机制。

三是更加注重多领域新技术的融合与应用。环保科技将绿色技术融入各行业各领域，从环境问题产生的根源采取措施，寻求可持续的

生产和消费方式，促进环境与经济社会协调发展。随着分子技术、生物技术、新材料技术、信息技术、云计算和大数据等在环保领域的应用不断拓展和深入，发达国家突破了一批环境质量改善关键治理技术和管理技术，促进了环境质量监控、预警和环境风险防控技术的创新发展。具体表现在：分子生物技术通过基因杂交、测序来揭示微生物的遗传信息和表现性状，为在生物反应机理上认识环境微生物的遗传特性提供了有力的实验手段。无人机遥感技术向多尺度、多频率、全天候、高精度和高效快速的目标发展，大大提高了环境遥感技术的实时性和运行性。环保科技与新技术的不断融合进一步带动了环保产业大发展。

## 2. “十三五”我国环境保护科技需求

当前，我国经济社会呈现出从高速增长转为中高速增长，经济结构优化升级，从要素驱动、投资驱动转向创新驱动，环境承载能力已达到或接近上限，环境保护面临着诸多挑战。在面临世界经济深度调整、保护主义抬头、国际绿色贸易壁垒增大、国际履约任务繁重等形势下，国内高污染、高消耗、低附加值产业仍占很大比重，发展模式粗放等问题仍然在一些地区具有“锁定效应”，传统发展模式和路径转型难度大。另一方面，我国已进入环境高风险期，区域性、布局性、结构性环境风险更加突出，环境事故呈高发频发态势，核能核技术利用快速发展，中西部地区部分生态系统稳定性与生态服务功能呈下降趋势，守住环境安全底线的任务尤为艰巨。

“十三五”时期是我国全面建成小康社会的重要时期，是全面深化改革和加快转变经济发展方式的攻坚时期，也是全面推进依法

治国的关键时期。建设生态文明迫切需要依靠科技创新突破资源环境瓶颈，环保科技要紧密围绕环保中心工作，大力推动创新发展，为改善环境质量保驾护航。

一是识别环境演变成因，引领国家环境保护方向。充分发挥环保科技的基础性、前瞻性和引领性作用，需要探明水体、大气、土壤污染成因与作用机理，为全国环境保护工作指明方向。今后一段时期，我国环保工作将更加注重环境风险的防控，需要针对重金属、持久性有机污染物等影响公众健康的重大环境问题，研究复合生态毒理效应，探索环境风险评估、控制和监测预警技术，完善支撑绿色发展和全过程污染防治的技术体系。需要针对环境质量标准制订的科学基础，进一步完善环境基准理论、技术与方法以及支撑平台，建立国家环境基准体系。

二是攻克污染治理和生态保护技术，支撑环境质量改善。按照水体、大气、土壤污染治理三大战役要求，为实现环境质量改善的目标，需要突破以环境质量为约束的污染负荷削减、环境修复以及区域联防联控技术。针对生态保护、固体废物和化学品污染防治、核与辐射安全监管，需突破生态系统和生物多样性恢复与重建、综合评估与可持续管理技术方法，建立固体废物和化学品污染的控制与管理技术体系，突破一批核设施安全运行、放射源安全使用、核废物处理处置、辐射与核事故应急等监管技术。面向我国推进“一带一路”、京津冀协同发展和长江经济带战略，需要不断依靠科学技术发展，解决国家相关战略过程中面临的区域环境问题。

三是推进环保科技体制改革，提升环保科技创新能力。针对我

国环保科技整体创新能力不足问题，需要完善重点实验室、工程技术中心和科学观测研究站创新机制，建立开放的科研数据共享平台，推动产学研深度融合。加大国际科技合作力度，“引进来”和“走出去”并重，服务绿色“一带一路”建设。进一步加强队伍建设，完善人才培养机制，优化整合人才队伍，加强环保科技创新基地建设，形成与国家环保科技需求相适应的国家环保科技支撑能力。

## 二、指导思想和工作原则

### （一）指导思想

全面贯彻党的十八大和十八届三中、四中、五中、六中全会精神，以邓小平理论、“三个代表”重要思想、科学发展观为指导，深入贯彻习近平总书记系列重要讲话精神，牢固树立创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，全面落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020年）》《国家创新驱动发展战略纲要》和《“十三五”国家科技创新规划》。立足全国科技创新大会和生态文明建设要求，以解决损害人民群众健康的生态环境问题为导向，以改善环境质量为核心，以重大科研项目和工程为依托，提升我国环保科技创新能力，为实现全面建成小康社会的奋斗目标提供强有力的环境保护科技支撑。

### （二）工作原则

#### 1. 理论创新与技术支撑相结合

通过基础研究和理论创新，探索新型环境问题，深化对现有环境问题成因和机理的认识，引领环保工作的开展。通过环境治理技术研发和环境管理技术研究，突破关键和成套技术，建立环境管理

的基础数据、模型和方法，为环境保护和环境管理提供支撑和服务，提升其科学化水平。同时，建立环境治理技术推广机制，培育环保产业发展。

## 2. 目标导向与问题导向相结合

面向国家环境保护目标，围绕污染防治、生态保护和核与辐射安全监管中可能遇到的重大热点、难点问题，加强环境保护和监管体系关键技术研发，促进发展方式的转变，支撑环境质量改善，保障生态安全和公众健康。

## 3. 科技创新与体制创新相结合

环保科技领域的科技创新既要鼓励原始创新，也要注重引进消化吸收再创新和集成创新。同时，要按照全面深化改革和生态文明制度建设总体要求，加强环保科技的体制机制创新，全面推进环保科技体制改革。

## 三、规划目标

满足经济社会可持续发展的环境保护要求，围绕重大区域、流域的环境、生态及核设施安全问题，面向改善环境质量、防范环境风险和公众健康目标，深化对典型环境过程的认识，形成针对多污染物及多介质的污染减排、质量改善、风险防范、监督执法、环保产业等科技支撑体系，实现环保科技全方位的跨越发展以及部分领域的赶超引领。

（一）从我国突出的环境问题出发，进一步探明区域、流域环境污染的成因和调控机理，揭示区域、流域生态系统退化与生物多样性保护和修复机理与机制，初步构建我国环境污染物健康风险评估与控制理论体系，夯实符合我国国情和社会发展需要的国家环境

基准体系，引领国家中长期环境保护工作重点和方向。

（二）突破天地一体化的环境监测与预警、清洁生产、末端治理和生态修复成套技术 100 套以上，重要授权专利 300 项以上。创新流域、区域和行业环境管理模式，形成技术政策 30 项以上，技术标准 100 项以上，全面满足国家中长期环境保护技术需求。

（三）新建一批国家环境保护重点实验室和科学观测研究站，建设完善一批国家环境保护工程技术中心，建成环保科技基础数据和信息共享平台。争取新建 1~2 个国家重点实验室、国家工程技术中心或国家工程实验室。科技人才队伍规模稳步扩大，科技人才的国际国内竞争力显著提高，形成一支结构合理、适应国家环境保护事业发展需要的创新型环保科技人才队伍。

#### 四、主要任务

##### （一）强化环保应用基础研究，促进环保科学决策

###### 1. 环境污染的成因与环境过程

**水环境污染的成因及生态效应。**针对我国水环境污染来源与过程研究中的关键科学问题，面向水环境质量改善的目标，分析人类活动和自然变化对流域地表水质和近海水质的影响，揭示氮、磷、持久性有机污染物等污染物的产生、迁移、转化等机制及环境生态效应，为建立流域水质目标管理技术体系建立奠定理论基础。

**大气复合污染的成因及反应机理。**针对日益严峻的区域大气复合污染问题，进一步阐明不同自然条件下污染排放与空气质量的定量关系。研究我国大气污染形成条件和二次污染形成的化学过程，揭示挥发性有机物等大气复合污染前体物的排放特征，构建我国主

要排放源的源成分谱。观测研究典型大气环境下的挥发性有机物大气活性，诊断影响大气中化学活性的关键组分，揭示二次有机气溶胶（SOA）形成的规律及其对区域细颗粒物和大气能见度的影响，量化研究主要大气活性组分对臭氧和细颗粒物形成的贡献，分析我国典型城市群地区大气污染形成的科学机理。研究大气环境对水体和土壤环境的交互影响以及大气污染与气象的双向反馈机制。

**土壤污染成因及控制修复原理。**针对我国重点区域土壤污染特征和发展态势，研究工业影响区、矿区和高背景值地区土壤污染、地球化学过程和生态效应，揭示区域土壤污染成因规律。研究农用地土壤——生物系统污染物吸收富集、生态效应，揭示土壤中有毒有害重金属和有机物的迁移富集规律、生态毒性效应及其影响机制。开展土壤环境容量与承载力研究。揭示复杂场地条件下土壤及含水层中有机污染物的降解和净化规律，以及重金属价态变化与毒性削减控制因素。研究重金属和有机物复合污染土壤的修复原理及影响机理，以及重金属低积累作物和修复植物筛选的基本原理。

**地下水污染过程与迁移规律。**针对人为活动对地下水环境的影响和效应，研究地下水系统中污染物赋存与迁移动力学规律，突破地下水污染同位素示踪技术、地下水中溶解性有机物解析技术等，阐明土——水、水——岩界面之间的物质交换，揭示平原地区地下水硝酸盐污染来源、污染机理及阻控途径，岩溶区地下水污染物分布特征及其迁移转化机理，以及再生水补给地下水过程中新兴污染物和重金属的迁移转化规律和环境风险等。研究土壤——地下水系统主要污染物迁移扩散规律和预测模型，制定保

护地下水环境质量的土壤环境阈值。

**生态系统和生物多样性保护机理。**针对我国生态系统类型多样、生态产品供需不平衡、人类活动剧烈等特点，重点开展区域生态格局形成机理和演变规律、生态系统服务与生态格局耦合机制等研究，建立生态系统服务优化和生态安全格局构建的基本理论体系。针对威胁我国生态安全的重大生态环境问题，开展典型地区生物多样性分布格局与演变机理、外来物种入侵与扩散机制、区域环境变化对生物多样性演变的驱动机制、生物入侵对生物多样性的影响机制、生物多样性保护成效评估理论、传统知识对生物多样性保护的促进机制等研究。针对我国森林、草地、湿地、荒漠等主要生态系统类型，研究生态系统动态干扰机理、演替规律、功能与稳定性维持机制以及生态退化机理与驱动因素，阐明生态退化演变规律和趋势，形成我国退化生态系统恢复重建理论体系。研究生物多样性与气候变化的相互影响机制。

**固体废物危害识别与风险控制原理。**针对新时期生活源和工业源固体废物变化特征，研究互联网时代消费品物质流动规律，揭示生活源固体废物产生、组成、回收规律。研究水体、大气污染控制条件变化和清洁生产要求条件下工业源固体废物产生、组成和污染规律，识别其环境风险。研究重点工业危险废物的产生特性、污染特性及处置利用特性，揭示工业危险废物环境风险控制的关键原理，建立工业危险废物分级分类管理清单，支持国家危险废物名录的更新。



## 2. 环境污染物的健康影响机理和风险评估

**环境污染物人体健康毒理作用与暴露参数。**针对我国社会人群特征和环境健康保护中的突出问题，开展区域性、流域性环境健康问题调查和评估研究，结合高通量测序技术、代谢组学和暴露组学技术，研究我国主要高风险污染物和新型污染物快速筛选理论方法，提出健康效应终点评价指标。建立污染物多途径、多介质人群暴露贡献率研究方法、健康毒性数据筛选和评价方法，加强特殊人群暴露参数研究，为制定水、气、土健康基准提供依据。

**优控污染物清单与优先序。**针对我国区域生态环境、产业结构和污染特征，基于健康风险的区域性、流域性环境问题识别，研发优先控制污染物筛查、生物毒性综合测试、人群早期健康效应检测和早期危害筛查等技术，突破局部区域小概率环境健康效应的调查、判别和风险评估技术。评价环境有害因素（如重金属、抗生素、内分泌干扰物、持久性有机污染物、农药等）对生殖健康、癌症发生及儿童生长发育等的影响。建立环境与健康状况调查技术指南和系列技术规定，研发生物有效态浓度监测评价技术、瞬时暴露和连续暴露动态监测技术。

**复合污染环境与健康风险评估与预警。**针对我国环境复合型污染特征，研究复合污染的多介质多界面环境行为、健康或毒性效应，研究提出水、气、土环境污染风险控制图，建立复合污染的健康风险评估方法体系及环境管理制度。研究环境健康风险区划和分级技术与方法，建立分区污染控制管理技术体系。研究环境与健康风险预警指标体系、预警分级技术方法，建立支撑环境健康风险管理业

务的元数据标准和基本数据集，研发相关的监控预警预报设备。研究环境健康问题的社会风险评价方法，以及基于健康风险的污染控制管理对策。

**新型持久性有机污染物和汞毒性效应和风险识别。**针对多溴二苯醚、全氟化合物、多氯萘等新型持久性有机污染物，研究其毒性效应、降解和代谢途径、蓄积规律及健康风险，揭示典型工业过程中多种持久性有机污染物协同控制和削减原理。开展含新型持久性有机污染物废物鉴别研究，研发含新型持久性有机污染物废物回收、资源化利用与风险防控机制。研究新型持久性有机污染物排放源清单、排放特征及其控制机理，研究环境介质中汞的形态变化、迁移转化与健康风险，评估汞排放与释放污染特征及环境影响。

### 3. 环境基准

**环境基准理论方法学体系。**针对我国环境基准研究中的关键科学问题，综合消化吸收国际环境基准制定的成功经验和成熟方法，结合我国的实际环境特征和管理需要，研究适合我国基本国情和区域特征的环境基准理论与方法学体系。开展环境理化参数、人群暴露参数、人群健康效应、生态风险和生态毒性等环境健康与基准的基础数据调查和整编，构建适合中国不同人群的暴露评价模型、健康风险评估模型，建立评价环境质量的多维度综合评价指标体系。开展新型污染物环境基准推导的相关新技术新方法的研发。

**保护水生生物水质基准。**以保护水生生态系统为目标，重点开展保护水生生物的环境基准研究。筛选适合环境基准需求的水生、陆生和两栖的本土物种实验生物，通过引种驯化和长期培育，完成实

实验室培育和繁殖技术的标准化规范化。研发多组分污染物的累积生态风险和多层次生态风险评估技术等共性关键技术。以保护水生生物和水产养殖用水水质为目标，开展农药等有毒有害污染物的水质基准研究，提出一批水质基准值和技术规范。以保护水源地和饮用水安全为目标，开展感官性状、微生物、放射性物质的水质基准研究。以保护地下水安全为目标，开展地下水环境背景值、地下水水质基准值及沉积物基准研究。

**主要污染物土壤环境基准。**以保护农产品安全为目标，开展镉、有机氯农药、难降解除草剂等优控污染物农用地土壤基准研究。以保护人群健康为目标，针对我国居住和工商业用地，开展建设用地中重金属、挥发/半挥发性有机污染物、持久性有机污染物的基准研究。

**有毒有害大气污染物健康基准。**以保护人群健康为目标，开展大气颗粒物（PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>和PM<sub>0.1</sub>）、常规气态污染物、多环芳烃等的健康基准研究方法和应用技术规范研究，提出有毒有害大气污染物健康基准。

#### 4. 核与辐射安全基础研究

针对我国核与辐射安全研究基础薄弱的问题，研究核电厂严重事故下安全壳内热工水力现象与气体行为等严重事故机理，研发破前漏（LBB）泄漏率测量及其计算模型，研究基于先进压水堆型的整体热工水力性能。研究异种金属焊接工艺、接头性能及断裂力学模型以及核设施重要材料特性及失效机理，研发核电厂可靠性数据库及数据收集分析体系，建立核设施老化安全评价方法。研究核设施

数字化仪控系统失效机理、故障模式。研究核电厂液态放射性流出物排放及其对海洋生态系统的长期效应、周边辐射环境水平与核电厂排放源相关性，以及放射性核素在介质中迁移规律等。针对低放射性近地表处置环境评价，开展放射性物质在包气带中迁移模式的研究。针对内陆可能核电厂址开展放射性物质在水体中转移、沉积的研究。

## **（二）强化关键技术创新研发，支撑环保高效治理**

### **1. 水环境监测及流域水污染治理成套技术**

**流域水生态环境质量监测技术。**针对水质及水生生态系统监测及预警技术开发的重大需求，开展自动分析流路、定量检测等关键技术研究。研发常规水质分析仪器的小型化设计、快速移动式在线检测集成装置和以质谱仪为中心的在线水质挥发性有机物检测仪器等。发展以梯度扩散薄膜（DGT）技术为基础的新型原位水环境监测方法以及新型生态风险评估模型和流程。开展水环境监测技术和设备集成研究，综合集成我国水生态环境监测技术体系。研究海洋生态系统监测关键技术和方法。

**流域水污染治理技术。**针对我国水体污染控制与治理存在的关键科技瓶颈问题，进一步研发水污染治理的核心技术。开展流域水污染源控制、水体修复技术的综合评估与系统集成，构建针对城镇生活、农业面源污染控制和受污染水体修复的流域水污染治理技术体系，针对湖泊、河流、城市水体等三类受损水体开展技术评估和系统集成，构建应对典型突发性水污染事件的应急处理处置技术体系，集成研制大型化、移动式、多功能、成套化的应急检测和处理

装备。深化印染、造纸、皮革、食品加工、钢铁、石化、制药和有色等重点工业行业和污泥处理行业的清洁生产、资源、能源回收利用与水污染控制的技术集成和应用，建立服务全行业、覆盖全链条的水污染控制和能源、资源回收利用技术体系。针对整体规划、方案设计、工程实施、运行监管、评估考核的全过程，开展相关技术集成与示范研究，建立海绵城市建设与黑臭水体整治监管平台，提升突发性污染事故的应急处理能力。

## 2. 大气环境监测和大气复合污染综合防治关键技术

**大气污染物监测技术。**根据大气细颗粒物变化特征、形成机理，研发大气细颗粒物多参数和便携式在线分析系统，实现大气细颗粒物质量浓度、粒径谱、化学成份的一体化快速测量。开发大气细颗粒物气态前体物的立体分布监测技术，形成前体物立体分布监测成套技术与装备，研发烟气中低浓度气态污染物及颗粒物采样监测技术和设备。针对气体中重金属、挥发性有机物等污染物的监测和预警，研制适用于空气和废气的具有多元素同步监测能力、灵敏度高、性能稳定的新型重金属在线监测仪器和配套设备，研发工业废气样品采集及前处理新装置、大气挥发性有机物在线监测设备、恶臭气体预处理技术和在线监测设备和多组分气体在线及便携式分析仪器等。

**固定源大气污染综合防治技术。**针对提升固定源污染减排迫切需求，开发先进高效的烟气多污染物联合控制、资源回收型污染控制、新型大气污染控制等关键技术和设备。针对钢铁、火电、工业锅炉、有色、石化、化工、表面涂装、建材等重点行业细颗粒物、

二氧化硫、氮氧化物、重金属、二噁英、挥发性有机物、恶臭、二氧化碳等排放以及农业氨排放，突破多污染物协同控制、污染物回收及高值化利用、非常规污染物控制等核心技术与关键装备。针对我国风沙以及施工和道路扬尘污染严重的问题，开发不同类型扬尘污染监测与防治关键技术和设备。针对我国餐饮服务业的特点，开发餐饮油烟污染监测与防治关键技术和设备。

**移动源大气污染综合防治技术。**针对更加严格的移动源排放控制的要求，研发蒸发排放挥发性有机物控制的关键技术和新材料、应用于车载诊断系统的电子控制软件和硬件、精密燃油喷射控制技术、各种排放控制传感器技术、移动源环保达标监管关键技术和装备等。突破适合我国柴油品质的颗粒物捕集技术、选择性催化还原等先进柴油车尾气后处理技术，以及适合我国汽油品质的高效汽油车颗粒捕集器等排放后处理技术。开发常规污染物、非二氧化碳温室气体及复合污染关键前体物的移动源排放监测技术以及非常规污染物识别与监测技术。建立移动源从油品检验到排放控制的一系列整体控制关键技术。

### 3. 土壤和地下水环境保护与修复关键技术

**土壤和地下水污染监测技术。**针对土壤和地下水污染问题，研发土壤和地下水污染的高精度、多功能样品采集和专用监测仪器，建立基于传感器、遥感技术和生物标志物的土壤及地下水环境监测方法，强化卫星遥感技术应用。研发小型化土壤重金属现场监测设备。开展污染场地修复后长期监测方法研究。

**农用地和矿区土壤及地下水修复与风险管控技术。**针对农用地

和矿区土壤及地下水修复与风险管控的重大需求，突破轻度污染农用地土壤环境风险管控、安全利用和修复技术，以及重度污染农用地土壤绿色、可持续、节能低耗的综合治理与修复技术。研发典型矿区土壤污染的复垦、阻控与污染修复一体化的绿色修复技术，研发针对不同污染程度油田污染土壤的综合利用与生物修复技术以及矿山疏干水在地下的储存、利用的修复技术，并进行工程示范。研发页岩气开发中土壤及地下水污染防控关键技术和设备。

**污染场地土壤修复技术。**针对有色金属冶炼、石油加工、化工、焦化、电镀、皮革等重污染行业的重金属和挥发/半挥发性有机物污染土壤，研发不同污染程度和复合污染土壤关键和共性修复技术，进行综合治理工艺组合工程示范。研发污染土壤的资源化利用、强化降解、脱附净化等修复技术和装备，以及污染土壤修复过程中二次污染防控技术和设备，研制绿色、环境友好修复材料与技术，研发具有缓释功能的氧化/还原修复材料、高效固化/稳定化材料、增容/增流及生物修复强化材料等修复材料，以及土壤污染应急快速修复技术，开展修复全过程环境足迹评估研究和污染场地修复后评估制度研究。

**污染场地地下水修复技术。**针对高风险污染场地地下水污染修复的技术需求，突破高风险重金属和有机污染物的地下水修复多层抽提、原位定向灌注和复合高效净化等技术，研制可移动、模块化的土壤及地下水修复系列装备。研发用于治理地下水污染的绿色、高效纳米材料和转型生物材料等环境功能材料。研究地下水源地污染源控制技术、污染途径阻断技术、地表水与地下水协同控制技术，

以及地下水污染应急修复技术与装备，实现修复技术工程化与设备材料标准化。

#### 4. 生态系统监测、保护与恢复关键技术

**生态系统监测技术。**针对生态监测技术不完善等问题，建立国家生态系统和生物多样性综合监测与评估的方法、标准和规范体系，研发天地一体化的生态系统和生物多样性监测技术和外来物种监测技术，构建大气、水文、土壤和生物多圈层生态环境综合监测体系。研制基于生态要素和生态系统服务功能的数据采集器和无线传感器等设备，构建生态安全监测支撑平台。

**生态系统保护与恢复技术。**针对构建符合我国国情的生态系统保护与恢复技术体系的重大需求，重点突破生态脆弱区生物多样性恢复、生物多样性保护优先区域综合调控修复、自然保护区关键生境保护与修复、生态廊道建设等关键共性技术。突破提高区域生态承载能力的生态修复关键技术，并进行重点区域示范。研发和集成不同退化生态系统类型和灾害迹地的自然与人工辅助恢复重建、群落物种优化配置，以及生态系统结构调整、服务提升、适应性管理等关键共性技术。

#### 5. 固体废物处理处置及有毒有害污染物控制技术

**固体废物处理处置技术。**针对填埋技术适用性不足和资源性不高等问题，研发适用于中小型填埋场、生活垃圾快速稳定化的准好氧填埋技术，突破填埋气高效收集与利用技术。研发低成本、低能耗、易维护、环境风险可控的村镇生活垃圾处理与资源化利用技术和环境风险可控的生活垃圾焚烧或协同焚烧技术。研究生活垃圾后



处置和重点污染源污染控制技术，建立危险废物、生活垃圾填埋设施防渗层渗漏预警系统。

**固体废物资源化利用技术。**针对有价金属含量高、综合利用潜力大但环境污染严重的有色金属冶炼废物，研发有价金属深度分离、重金属解毒与尾渣高效胶凝固化、尾渣工业窑炉协同处置利用等关键技术。研发化工污泥、化工残渣、脱硫副产物和脱硝催化剂、表面处理废物处置利用，市政污泥干化焚烧处理、高毒持久性有机污染物废物非焚烧解毒和建材利用，以及生活垃圾焚烧飞灰资源化利用关键技术。研发废弃液晶显示器、废锂电池、废晶体硅太阳能电池板、废旧荧光灯、废旧稀土、汽车尾气废催化剂等废物中贵金属回收和污染控制，以及建筑废物、废塑料、废橡胶和废玻璃等的高附加值资源化循环利用关键技术。研发粉煤灰、煤矸石等有价元素梯级利用技术。研究废物生产者责任延伸制度建立的关键支撑技术。开发秸秆、餐厨垃圾、园林绿化垃圾、禽畜粪便等生物质固体废物资源化利用关键技术和设备。

**新型污染物监测技术和有毒有害污染物控制技术。**针对新型污染物的识别和监管，研究典型环境污染物的识别与风险评估技术，建立痕量污染物形态分析、同类物识别、异构体分离的分析技术系统与设备，研制适合新型污染物环境持久性和生物富集性量化表征的仪器。研究基于指纹特征光谱的有机有毒污染物快速分类监测方法与技术，建立有机有毒污染物指纹光谱库。针对化工、农药、兽药、纺织、印染、制革等有毒有害污染物重点行业，开展绿色化工及替代产品与替代技术方法研究，研究行业特征污染物综合毒性评

价关键技术，研发相关关键技术、设备、产品和标准。

## 6. 核与辐射安全监测监管关键技术

**核与辐射安全监测技术。**加强放射性核素监测分析的研究，突破放射性惰性气体采样及测量技术，建立铀、钍等核素的监测分析方法，研究各介质中铀-239、铀-238、浓缩铀、铅-210、钋-210等监测分析方法以及极低本底辐射监测方法，研究辐射环境监测技术标准体系、核与辐射突发事件应急预警监测及响应、航空应急监测、机器人搜寻和应急监测方法体系。建立直流输电工程电磁环境控制限值及监测方法。

**核与辐射安全监管关键技术。**集中力量突破一批核与辐射安全关键技术，破解当前制约监管水平和能力提升的瓶颈问题。系统开展核设施老化及运行许可证延续（延寿）研究，突破核设施退役场址清污、环境整治等关键技术，逐步建立我国核设施退役管理及相关技术要求。开展高放废物处理处置源项调查和预测研究，研究高放废液玻璃固化处理和固化体性能，突破后处理厂能耗信任机制应用技术、乏燃料干式安全贮存评价技术。研究近地表、中等深度和深地层放射性废物处置技术安全全过程系统分析技术，确定需要评价的场景及其评价方法。研究放射性废物处置对环境的影响，建立生态补偿机制。突破核事故状况诊断、事故现场快速重构、辐射环境下长距离无线通讯、辐射后果评价技术，完善核事故应急监测与评价管理体系。研究铀矿冶工艺废水及渗水处理、地浸采铀深井处置和地下水修复治理、铀煤压覆矿区污染防治、矿产资源开发利用产生的放射性水平较高废渣处理等技术。

## 7. 天地一体化环境监测与预警技术

**水和大气环境遥感监测与预警技术。**针对及时监控水和大气环境质量的需求，研究基于高光谱的水体污染物的识别与提取技术，研发拦河工程自动化生态监测技术与设备，研究城市黑臭水体、流域水生态及面源污染、饮用水水源地水安全等水环境遥感监测与预警技术。攻克基于高光谱的大气气溶胶和痕量气体定量遥感反演技术，开展区域灰霾、污染气体、温室气体等大气环境遥感监测与预警技术研究。

**环境应急及风险管理的天地一体化监控技术。**针对环境应急及环境风险监控的技术需求，突破新型赤潮监测预警技术，开展自然灾害及突发环境事件应急响应、建设项目环评与规划环评等环境监管遥感应用技术研究。攻克多源数据协同的数据预处理和环境指标反演技术，开展无人机环境监管和星空地协同环境监测预警关键技术研究。研发用于企业环境风险源的集物联网、互联网、大数据、云计算、移动终端于一体的连接管理部门、企业与公众的环境风险源管理技术及设备。

## 8. 噪声污染源的识别、防治技术及设备

**噪声污染源监测技术。**针对噪声污染源较难识别、难以连续监测，以及因噪声不可复现导致的数据质控难的问题，研发噪声监测的一体化手持监测设备。通过对噪声污染源时域频域信息及算法优化的研究，突破噪声污染源自动识别关键技术，研发可自动识别目标噪声源、背景噪声和其他噪声源的连续在线监管设备。

**噪声污染源防治技术。**针对重要噪声源及振动污染源，进一步

研究噪声源治理技术，特别是复杂噪声源的声源追踪定位技术、空气及结构传播固定设备低频噪声的降噪技术等。继续开展新型吸声、隔声材料以及低噪声路面及车辆的研发。

### **（三）支撑环境管理改革，创新环境管理方法**

#### **1. 水环境管理决策支撑技术**

**流域水质目标管理技术。**结合《水污染防治行动计划》实施对环境管理的科技需求，以水体生态环境质量管理与行业污染控制管理为抓手，开展流域水质目标管理技术评估与系统集成，重点突破流域水生态环境功能分区管理、水环境基准向标准综合转化、污染源清单编制、排污许可一证式管理、生态流量管控、农村面源污染防治最佳可行技术评估、风险评估预警、水环境管理制度政策创新等关键技术，加强水生态环境补偿评估技术、重点行业毒性减排技术、总氮控制管理技术的研究，形成规范化、标准化和系列化的流域水质目标管理成套技术，提出排污许可管理以及重点行业环境技术管理体系，实现我国水环境管理技术模式转型。开展重点区域城镇污水处理设施全指标排放情况分析，针对超标因子，提出前端预处理控制要求以及预处理技术、污水集中处理工艺技术改进建议。

**水环境监控平台技术。**针对《水污染防治行动计划》提出的有关水环境监测与管理新要求，以实现国家流域水环境质量管理信息化为核心，开展流域水环境管理大数据系统建设总体设计，攻克水环境质量预测预警、城市黑臭水体遥感监管等关键技术，构建国家水环境监测监控业务平台、城市黑臭水体遥感监管平台和流域水环境管理大数据平台，在重点流域实现国家水环境监控平台的业务化

示范运行，并开展典型流域的水专项研究成果数字化集成和展示平台建设，为流域水质目标管理技术应用提供平台支撑。

**近岸海域水环境管理技术。**针对近岸海域水环境管理问题，突破不同人类活动对海岸带生态环境影响识别技术，构建近岸海域水生态系统健康评估技术方法体系。开展近岸海域生态承载力研究，研究近岸海域污染负荷削减、生态修复和综合调控技术，大幅提升近岸海水环境管理技术标准化与规范化水平。

## 2. 大气环境管理决策支撑技术

**大气环境质量监控预警技术。**探讨大气环境约束条件下的产业布局和优化配置，提出相应的重点行业污染源减排策略。围绕排污许可证制度实施，以改善大气环境质量为核心，研究以环境容量表征的大气环境承载力监测预警评估指标体系和技术方法，建立基于风险评估的大气污染重点监控和预警判定技术，提出区域大气环境风险评估指标体系与方法，建立大气重污染天气预警分析技术，大气污染日常预警和事故预警技术，发展高精度监控预测技术。研究基于不同区域尺度大气环境风险源特征的大气环境风险防控技术，构建区域大气污染环境风险全过程管理与应急处置技术方法体系。研究构建大气环境质量状况及其改善的人体健康和生态效应的预测预警技术方法。

**环境空气质量规划技术与方法。**研究大气复合污染的区划技术，建立主要污染源排放时空分布的获取及更新方法，获取不同行业颗粒物和挥发性有机物等的排放因子及基于组分的排放清单，开发国家多尺度高分辨率动态排放清单，突破重点污染源颗粒物和挥发性

有机物源谱技术，研究重点行业挥发性有机物核查核算及优先控制物质分析技术。研究空气质量规划技术方法和模型。

**大气污染全过程监管技术体系。**研究建立以环境质量改善为核心的总量控制、排污许可证管理和大气污染全过程监管技术，开展大气污染防治制度与政策设计及示范，推动国家空气质量管理从城市尺度、传统污染物控制向区域尺度、多污染物联合控制的转变。开展基于新空气质量标准的重点污染源排放标准关键问题研究，研究分行业、分区域、分时段的污染物排放限值，评估排放标准实施效果并研究不同行业排放标准限值的协同关系。研究燃煤、燃油、石油焦、生物质燃料、涂料等含挥发性有机物的产品、烟花爆竹以及锅炉等产品的环境保护技术要求。

### 3. 土壤和地下水环境管理支撑技术

**土壤环境质量改善和污染风险管控技术。**针对土壤环境质量改善和污染风险管控的需要，开展土壤环境质量评价、等级划分和分区管理技术研究，研究确定土壤环境区域背景值和本底值、土壤环境安全阈值和标准，以及建设用地土壤污染风险评估筛选的方法学，研究基于土壤污染源、土壤环境承载力的土壤环境功能分区管理技术方法，建立农用地和建设用地土壤分级分类指标和土壤环境质量综合管理技术体系。研究基于人居环境安全的建设用地和基于农产品质量安全的农用地土壤污染风险评估技术，建立人体健康风险评估关键模型和参数。研究农用地土壤污染与农产品质量响应关系和基于有效生态毒理数据的生态风险评估关键技术，建立面向风险管理的土壤环境安全预测预警关键技术和平台。

**土壤环境管理决策支撑体系和制度。**开展融合土壤环境监测、风险诊断与评估、修复技术实施、二次污染防治、土壤安全保障等技术的协同创新研究，建立土壤修复综合决策技术支撑体系。开展土壤污染调查、风险诊断与评估、修复模式选择、效果验收与后评估、损害鉴定与赔偿、责任界定、预警预案制定及应急响应管理等相关技术方法研究，构建土壤环境管理政策体系框架，为推进我国土壤污染防治立法提供技术支撑。

**地下水环境监控预警技术。**突破地下水环境质量分类、分级和区划技术，建立地下水污染预警与风险分级管理技术体系，研究基于地下水风险的地下水模拟预测技术，突破高关注度污染物的高通量筛查与高灵敏分析技术及地下水环境风险诊断方法与污染风险评估技术。开展地下水资源承载力监测预警机制研究，构建地下水资源承载力监测评价和监控预警技术。

#### 4. 生态保护与管理支撑技术

**生态系统服务优化与生态安全格局构建。**针对生态系统保护的需要，开发基于我国大数据的遥感模型、生物地球化学模型等生态评估模型，构建生态安全决策支撑平台。系统开展生态保护红线区、自然保护区、生物多样性保护优先区域、重点生态功能区和气候变化敏感区等重点区域、流域监测评估技术研究。针对“两屏三带”和生态功能区、生态脆弱区等重点区域生态环境保护的战略需求，研究国家和重点区域生态安全格局构建与保障机制，建立生态系统服务优化评估、生态安全格局稳定性评估、生态格局辨识与调控、流域生态健康评估等技术体系。研究城市生态空间格局演化规律，

建立城市空间管控、环境治理和区域生态规划技术方法体系。开展“一带一路”资源环境承载力与生态安全研究，研发生态空间优化与国际生态大通道构建技术、重大开发建设活动生态环境风险评估与防控技术。

**生物多样性保护综合监管技术。**针对生物多样性保护的需要，构建符合我国国情的生物多样性综合监管技术体系，重点突破自然保护区保护有效性评估、遗传资源及传统知识保存和传承、转基因生物的生态风险评价与监测，以及外来入侵物种利用、控制与防除等关键共性技术。

#### 5. 固体废物、化学品环境与健康管理技术

**固体废物环境风险管理技术。**针对固体废物环境风险管控的需求，基于固体废物暴露风险识别与评估，建立固体废物多场景、多途径和多受体下的风险评估技术体系。研究固体废物资源化、能源化利用过程及其产品中污染物的迁移转化规律，建立固体废物处置利用环境风险管理技术体系。系统评估危险废物综合利用技术和产品的生态环境效应，研究危险废物综合利用标准体系。开展危险废物突发环境事件风险评估、预警、处置以及损害评估与污染修复等关键技术方法研究，构建全过程风险防范和应急管理技术保障体系。研究重点行业汞排放源清单、含汞废物与污染场地清单，建立汞排放源动态管理技术体系。

**化学品环境与健康管理技术。**针对排放量大、对环境危害严重的环境激素类化学品，研究环境激素类化学品的快速筛查技术。建立多层次多指标的化学品高通量表征技术与快速筛选评价新方



法，开发基于我国本土物种的化学品实验生物与相应的测试指标体系。研究化学品环境暴露评估技术，开发化学品多介质环境模拟暴露模型，发展适合不同管理需求的多层次化学品风险评估方法体系。

**突发事故环境应急技术。**构建环境风险管理框架与技术支撑体系，提出适合于经济社会发展的环境风险管理目标。针对危险品尤其是内河运输危险品的环境风险防控技术严重不足、相关规范和要求缺失的问题，研究危险品交通运输环境风险技术体系。开展化学品突发环境事件风险评估、预警、处置以及损害评估与污染修复等关键技术方法研究。

## 6. 核与辐射安全监管支撑技术

**核与辐射安全监管工具和方法。**针对提升我国核实施运行和核技术利用安全水平的需求，有针对性地开展核与辐射安全监管方法和工具研发，提升监管的有效性。研发核电厂堆芯物理分析、热工水力、事故分析、屏蔽和源项分析等模型，建立适用于核安全审评的具有自主知识产权的安全分析软件。研发运行核电厂温排水环境影响评价方法，突破中国实验快堆工程（CEFR）、中国先进研究堆（CARR）等大型研究堆的运行以及微堆低浓化条件下的安全技术，研发后处理设施的临界安全技术规范和环境生态风险评价方法，不断完善核设施核与辐射安全监管体系。研发贫化六氟化铀安全管理与处理处置、铀煤等资源共采环境影响等的评价方法，突破铀矿地勘坑井水处理、铀矿地勘及采冶设施退役治理环境保护技术，建立铀矿地勘及采冶退役设施长期监护机制。研究制定广电类建设项目环境影响评价技术规范。研究高风险放射源及射线装置在线监控及

放射源快速搜寻、定位和回收技术。

**新建核设施核与辐射安全监管技术。**针对新建核设施，推进核与辐射安全监管相关技术研究。研发“从设计上实际消除大量放射性物质释放可能性”的安全要求和评价准则，完善新建核设施核与辐射安全目标。研发新建核电厂概率安全评价（PSA）独立审核计算标准模型，研究三代核电厂性能指标（SPI），建立基于绩效的核安全监管体系。研究示范钠冷快堆、加速器驱动次临界洁净核能系统（ADS）和熔盐堆等新型核能系统，以及海上小型堆核动力平台等新型小型模块化反应堆的核安全监管技术要求，突破高温气冷堆核安全及审评技术，建立相应新堆型的审评技术要求。研究核与辐射事故社会问题和公众心理社会效应。围绕发展我国核燃料循环产业，研究先进燃料和相关组件安全技术、先进乏燃料后处理安全技术，为完善相应监管体系提供支撑。

## 7. 新常态下的环境政策和管理制度

**环境法制创新和新型环境治理体系。**针对环境治理体系不完善和治理能力不足的现状，开展环境法治、环境经济和环境社会理论方法研究。着重研究生态文明体制和生态环境保护体制改革、环境治理体系和治理能力现代化以及与环境管理战略转型相适应的生态环境保护制度、政策和机制。研究建立推动改善环境质量、防控环境风险和保障公众健康的环境政策法规框架、环境标准框架和评估方法。

**新型环境管理制度和技术方法。**加强环境保护与经济社会发展相协调的预判性研究。针对建立和完善环境产权、环境成本内部化、

规划和政策环评、生态空间和生态保护红线管控、环境承载力监测预警、环境审计和生态环境损害赔偿等制度的需求，研究突破一批支撑制度实施的理论、技术方法和规范等。开展水资源开发利用和水利水电工程建设生态环境保护管理、供给侧绿色升级、可持续消费以及全面覆盖和城乡环境公平的农村环境治理体系等理论和技术方法研究。开展大数据在环境管理决策中的应用研究。

**以排污许可为核心的污染源管理技术方法。**坚持以改善环境质量为核心，研究基于环境质量改善要求的排污许可分配方法和以排污许可证为核心的污染源“一证式”管理制度。研究基于排污许可管理的行业总量控制技术与方法，研究面源（分散源）排放量监测核算方法以及相关治理措施减排量核算方法。

#### 8. 清洁生产、循环经济和环保产业发展政策

**清洁生产和循环经济推进机制和政策。**针对清洁生产与污染防治的瓶颈问题，研究重点行业多污染物清洁生产与末端治理协同控制机制，研发推广重点区域和行业关键、共性清洁生产技术，建立行业污染物源头综合削减智能化技术平台。开展农业清洁生产管理技术与示范。针对工业园区物质利用过程和环境风险管理，研究工业园区尺度物质流监测和物质代谢评估方法，构建工业共生系统物质代谢优化模型。研究不同类型工业园区的环境风险评估预警技术和城市矿产基地环境风险防控技术与策略。开展区域与城市物质流分析研究，建立产业结构、工业布局、资源能源消耗与污染排放、环境质量相互作用的量化模型。开展循环经济发展、工业园区整体清洁生产推进模式和创新政策研究。

**环保产业推进机制和政策。**针对环保产业技术创新能力和企业运营绩效，探索建立环保产业健康度、环境技术创新能力以及政府和社会资本合作（PPP）运营绩效评价方法，研究适合不同特征的各类环保产业园区的发展模式。基于区域环保服务业与产业协调发展模式，研究建立环境服务业运行绩效模型。突破合同环境服务的技术标准、环境治理工程诊断技术和环境技术验证评价技术。研究重点行业绿色发展政策、推进环保“领跑者”和绿色供应链环境管理的政策措施。

#### 9. 其他管理支撑技术

**国家环境监测网络优化技术。**针对环境质量监测网络优化的需求，研究国家水、大气、土壤、生态环境监测网络点位优化调整技术。开展环境监测任务优化研究，以需求导向性的监测指标体系为基础，构建多手段复合型的监测业务技术体系，支撑《生态环境监测网络建设方案》的实施。试点开展生物监测研究，筛选特征生物指标替代目前繁多检测项目。开展覆盖环境监测全过程的质控体系研究，重点研究健全现场采样与现场监测质量保证和质量控制（QA/QC）技术体系，解决现场质控手段薄弱问题。完善标准物质的研发方法，提高对环境监测工作的支撑能力。

**重大规划及工程生态风险管控技术。**针对港口规划可能改变沿海陆域生态系统结构、水电梯级开发规划和路网规划可能造成生境破碎化等重大规划的生态环境问题，研究重大规划生态影响机理和生态环境风险评估方法，建立重大规划生态影响评估与修复技术规范，提出生态补偿对策。针对水利水电资源和大宗矿产资源开发、

大型煤电基地建设、调水工程、交通运输和油气输送等重大工程建设以及城市快速扩张所引起的生态系统完整性受损、功能下降等关键问题，开展重大工程建设和资源能源开发等区域、流域的生态环境风险评估方法研究，研究水生生态保护和监测方面的标准和技术规范，研发生态保护、修复与重建关键技术和生态环境风险管控技术。

**农业环境污染监管技术。**针对我国农业环保监管与污染防治的关键技术瓶颈问题，开展农业污染物监管与防治研究，重点突破农用化学品使用的环境影响与健康效益评估和检测方法、水产养殖污染监测与预警方法与技术、种植业污染监测方法与技术、畜禽养殖污染监测方法与技术、环境友好型农业生产方式环境效益评估技术，以及农业水、大气、固体废物污染综合防治技术等。

**城市噪声与振动污染控制技术。**针对城市噪声投诉率居高不下，振动防治技术储备严重不足的现状，开展对噪声与振动污染预警和防治方法的研究，为制定城市发展规划、改善居民生活环境质量提供支撑。研究建立符合我国环境噪声与振动特点的污染源源强预测模型及传播衰减模型，研究大区域噪声与振动地图的快速绘制方法，建立在新城区或大型工程项目建设环境噪声与振动影响预测预警的规范性程序。针对机场、地铁、轻轨和高铁等噪声污染源，开展对人群居住环境和野外生态系统的危害性调查，研究建立多部门联动的防治管理体系。研究建筑群屏蔽效应、城市路网优化设计等方法对改善声环境的有效性，提出通过合理城市规划控制噪声与振动污染的方法指南。研究建筑物室内噪声与振动分析及控制技术。以提

高城市声环境舒适度为目的，基于声环境对人主观感受的影响，开展声景观设计研究。

**光污染监测与管理技术。**针对目前我国光污染监测及防治技术空白的现状，开展对光污染监测管理体系的研究。根据光污染源时空分布特点及污染规律，开展光污染的检测与评价方法和标准研究。以区域夜间光环境监测与评价、玻璃幕墙等眩光检测及评价方法、室外光污染源检测评价方法为重点，研究光污染对城市社会生活以及城市生态系统造成的影响。

#### **（四）开展环保技术集成示范，促进区域流域环境质量改善**

##### **1. 重点流域水环境综合调控应用示范**

结合国家实施京津冀协同发展重大战略，针对区域人口高度集聚、经济过度开发、环境承载力有限的实际以及面临的水资源短缺、水环境污染、水生态退化等环境问题，以水质目标管理为牵引，重点突破与集成一批针对城市水资源高效利用、污水超净排放、海绵城市建设、黑臭水体治理、河道水环境质量提升、区域水生态修复、饮用水安全保障等的重大关键技术，强化城市水环境承载力评估的技术集成，建立城市水环境承载力监测评价体系，加强城市水环境管理，在流域尺度综合调控示范，大幅降低污染负荷，针对京津冀水环境特点提出系统的治理和管理技术体系，创新京津冀跨区域水资源、水环境、水生态一体化管理制度和跨区域生态补偿机制，改善和提升流域水生态服务功能。

根据国家长江经济带发展战略和太湖流域水环境综合整治的科技需求，创新并实施太湖流域水环境管理制度，构建政府、企业、

公众共同参与的湖泊环境保护模式，提升流域水环境管理水平。以流域内城市为重点，创新工业污染、城市污染、城市水环境和饮用水综合调控技术，进一步提升城市水环境综合整治技术水平。构建水源涵养、入湖河流与湖荡湿地、湖滨带、湖体生境改善的整装成套的太湖水污染治理技术。完善大型浅水湖泊富营养化控制与治理技术体系，支撑太湖流域水质改善工程实施与饮用水安全保障能力提升工程建设。

## 2. 重点区域大气复合污染联防联控技术集成与示范

在京津冀及周边地区、长江三角洲、珠江三角洲等区域，针对区域经济社会发展和大气环境问题的地区差异性，综合考虑细颗粒物、挥发性有机物、氮氧化物、臭氧等多种类型污染物，建立支撑空气质量精细化管理的大气污染源谱及细颗粒物和挥发性有机物清单，摸清区域大气复合污染特征及演变趋势，构建区域空气质量监测和重污染预报预警体系，深化大气污染联防联控协调机制，促进重点地区空气质量得到较大改善。

## 3. 京津冀多介质环境污染协同治理示范

针对推进京津冀一体化过程中的区域多介质复合污染问题，面向2022年北京冬奥会环境质量保障需求，系统研究区域尺度环境质量改善和风险控制原理与机制，研究通过环境质量约束倒逼区域产业结构和能源结构优化升级的政策调控体系。突破重化工行业污染源头控制与低耗排放技术、工—农—城多产业废物资源化与能源化利用技术、污染场地/土壤与地下水联合修复技术等区域多介质环境污染协同治理技术瓶颈，开展综合示范，提出区域

环境问题整体技术解决方案。

#### 4. 长江经济带环境保护技术集成与示范

围绕长江经济带生态环境改善与修复问题，开展长江经济带资源环境承载力研究，建立基于生态保护红线的沿江城镇建设和产业布局的空间优化技术体系，促进长江岸线有序开发。开展天地一体化的多尺度环境监测，构建以重要环境功能区和重大建设工程为核心的环境监测、评估和预警技术体系。以长江源头水源涵养，中游水质改善、水量调控和岸线修复，河口海岸生态保护和灾害预防为重点，建立长江经济带流域水环境和水生态调控技术体系。

#### **（五）开展创新平台建设，提升环保科技创新能力**

##### 1. 国家环境保护重点实验室能力建设

以服务国家环境保护决策和监督管理为宗旨，建设一批突破型、引领型、平台型一体的国家环境保护重点实验室，开展环境保护基础研究和应用基础研究，培育优秀科研团队，提升环境基础科研能力。主要建设方向：

**水污染防治领域：**城市非点源污染模拟与控制、城市水环境可持续发展与保护、农村面源污染模拟与控制、水生态环境安全与恢复等方向。

**大气污染防治领域：**大气污染过程与综合防治、空气污染预报预警、光化学过程与控制、大气复合污染的生态风险等方向。

**土壤和地下水污染防治领域：**污染场地土壤污染控制与修复、农用地土壤环境保护等方向。

**生态保护和建设领域：**生态资产核算与管理、区域生态系统监



测评估与风险管理等方向。

**固体废物污染防治与化学品管理领域：**固体废物资源化和污染控制、危险废物全过程控制、化学品环境与健康风险评估与防控等方向。

**环境监测技术领域：**环境应急监测与风险预警等方向。

**环境基准与健康领域：**空气、水质、土壤健康基准，环境污染暴露评价，污染物对人体健康影响及风险评估等方向。

**核与辐射安全领域：**核电厂热工水力及严重事故、核设施环境安全、核应急与技术、核与辐射健康防护等方向。

**其他领域：**城市噪声、振动、光污染控制等方向。

## 2. 国家环境保护工程技术中心建设

结合国家未来一个时期内污染控制的工作重点，突破长期制约我国环保工作和环保产业发展的技术瓶颈问题，建设完善一批国家环境保护工程技术中心，开展污染控制技术开发、示范、工程化应用和推广。主要建设方向：

**水污染防治领域：**膜生物反应器与污水资源化、特种膜、石油化工和煤化工废水处理与资源化、村镇生活污水处理与资源化等方向。

**大气污染防治领域：**燃煤工业锅炉节能与污染控制、电力工业烟尘治理、工业炉窑烟气脱硝、石油石化行业挥发性有机物污染控制等方向。

**土壤和地下水污染防治领域：**城市土壤污染控制与修复、工业污染场地及地下水修复等方向。

**生态保护和建设领域：**创面生态修复等方向。

**固体废物污染防治与化学品管理领域：**垃圾焚烧处理与资源化、污泥处理处置与资源化、乡镇生活垃圾处理处置、工业副产石膏资源化利用、汞污染防治等方向。

**环境监测技术领域：**监测仪器、物联网技术研究应用等方向。

**行业综合污染防治：**铅酸蓄电池生产和回收再生污染防治、畜禽养殖污染防治等方向。

**其他类：**技术管理与评估等方向。

### 3. 国家环境保护科学观测研究站建设

立足于阐明重大环境问题的成因、机理和机制，以长期观测、试验研究为核心任务，建设一批环境保护科学观测研究站，逐步形成适应生态环境保护科学研究和综合决策需要的科学观测研究网络。主要建设方向：

**水环境领域：**湖泊环境（太湖、滇池、巢湖等）、重点河流、河口环境（珠江口、长江口、渤海）、典型小流域环境、国家重大涉水工程（如水电开发、南水北调工程）等方向。

**大气环境领域：**区域大气环境，敏感生态系统酸沉降综合影响，东北、华南、西南和西北边境地区以及华北和华东沿海地区大气环境质量，大气污染物长距离跨界输送等方向。

**土壤与地下水领域：**典型污染场地、典型污染农用地等方向。

**生态保护和建设领域：**国家重点生态功能区、生态脆弱区、快速城镇化地区、国家重大生态工程区、生态保护红线区等方向。

**区域与全球环境问题领域：**东部林带、西北部草地、东部农用

地、青藏高原等区域全球变化的生态环境影响方向。

#### 4. 科研数据共享平台建设

针对环境科研数据缺乏共享和数据资源挖掘能力不足，难以适应环境管理需要问题，研究建立生态环境数据资源目录体系，开展数据资源统一管理与共享平台建设。建立数据汇交、共享、质控管理机制，推动部门、地方之间环境科研项目数据资源的互联互通。针对核与辐射安全，研究建立核设施设备可靠性数据、辐射监测数据体系和共享平台。

### 五、重点行动

#### （一）继续实施水专项等国家科技重大专项

根据国务院批复的水体污染控制与治理科技重大专项实施方案和重大专项聚焦调整要求，与水污染防治、海绵城市建设、京津冀协同发展、长江经济带发展等国家重大战略和计划结合，重点研发流域水循环系统修复、水污染全过程治理与再生水循环利用、饮用水安全保障、生态服务功能提升和长效管理机制等五位一体核心关键技术，构建集“先进性、系统性、协同性、工程性、普适性”为一体的流域水环境管理、流域水污染治理、饮用水安全保障三大技术体系。以京津冀区域、太湖流域为重点，进行综合调控重点示范。构建流域水环境管理、流域水污染治理、饮用水安全保障技术体系，并将三大技术体系在四个典型流域开展技术应用和推广。

参与实施转基因生物新品种培育科技重大专项，建成规范的生物安全性评价技术体系，确保转基因产品环境安全。参与实施高分辨率对地观测系统科技重大专项，构建高分卫星环境遥感应用技术

体系，为建立我国“天空地一体化”环境监测业务化运行系统提供技术基础。参与实施大型先进压水堆及高温气冷堆核电站科技重大专项，不断提升核设施、核活动安全水平，提升核与辐射安全监管技术能力，为我国核与辐射安全提供有力保障。

## **（二）实施一批重点研发计划项目**

实施大气污染防治、土壤污染防治、生态治理、废物资源化、化学品风险控制、核与辐射安全等领域一批国家重点研发计划重点专项。集中解决一批重大区域生态环境科学理论问题，突破一批关键技术与装备，示范应用一批先进适用技术，形成一批解决区域环境问题的系统性技术解决方案。

## **（三）推进京津冀环境综合治理重大科技工程**

推进“京津冀环境综合治理”科技重大工程，围绕国家京津冀协同发展战略的实施，构建水、气、土协同治理，工、农、城资源协同循环，区域环境协同管控的核心技术、产业装备、规范政策体系。建成一批综合示范工程，形成京津冀区域环境综合治理系统解决方案。

## **（四）鼓励申报国家自然科学基金**

鼓励环保科研、高校、企业等单位申报国家自然科学基金，促进环境领域的基础和前沿研究，增强源头创新能力，显著提升环境污染及其健康效应、土壤生物的生态功能与环境效应、地理空间数据挖掘与地学建模等学科领域的国际地位。

## **（五）加强基地和人才建设**

推进环境保护领域国家重点实验室、国家工程技术中心等建设。

加大投入，支持国家环境保护重点实验室、国家环境保护工程技术中心和科学观测研究站等能力建设和运行管理。支持环保科技创新人才队伍建设，在环保领域引进高层次科技人才，培养中青年科技创新领军人才，加强重点领域创新团队和创新人才培养示范基地建设。

## **六、保障措施**

### **（一）完善环保科技体制机制**

完善环保科技管理，提高科技资源配置效益。科研项目立项要充分考虑到国家改善环境质量的科技需求，重视项目实施过程中的质量控制，建立科学的成果考核机制，健全科技成果转化机制。建立技术成果信息公开机制，培育环保科技中介服务市场，做好科技示范工作。促进国家统一的科技管理信息系统建设，为环保科技资源的统筹管理和共享服务提供支撑。

以国家事业单位改革和科研体制改革为契机，以国家环保战略需求为导向，建立健全现代科研院所制度，激发环保科研机构的创新活力并提升原始创新能力。以市场为导向，发挥企业技术创新主体作用，完善产学研协同创新机制，建立企业、科研院所、高等院校协同创新的资金投入、技术开发、成果转化与利益共享机制。

### **（二）加强环保科技人才队伍建设**

深入落实生态环境保护人才发展中长期规划，继续实施国家环境保护专业技术领军人才和青年拔尖人才工程。加强制度建设，推动各级环境科研院所培养和引进环保科技人才。鼓励环保科技人员参与国家“创新人才推进计划”“长江学者奖励计划”“杰出青年基

金计划”等，培养一批新的环境科研领军人才。

深化环保人才发展体制机制改革，激发环保科技人才创新创业活力。完善环保科技人才选拔和淘汰机制，优化环境学科布局和人员队伍结构。加强科研职业道德建设，开展诚信教育，建立环境科研人员诚信体系和惩戒制度，遏制科学研究中的浮躁风气和学术不良风气。

### **（三）拓宽环保科技资金投入渠道**

积极争取国家科技资源支持，加大环保公益性基础性研究的投入。争取财政资金，保障环保战略、政策制度及标准研究，支持行业创新平台基础条件建设。积极引导地方政府、企业增加环保科技投入，开展区域性环境问题研究和关键技术研发。充分利用国际合作渠道，积极吸引国际资金或基金用于环保科学研究和技术开发。

### **（四）深化环保科技合作**

鼓励国内环保科技机构与世界一流环保科技机构建立稳定的合作伙伴关系，支持国际高水平科学家来华开展合作研究，提升合作层次和水平。积极参与推动国家科技计划对外开放，吸引海外高层次专家和团队联合承担科研项目。进一步加大对环保国际交流的支持力度，通过技术引进、革新和集成创新进一步提升我国环保科技的整体水平。积极推进“一带一路”倡议的环保科技国际合作，建立国际科研合作平台。

### **（五）加强环保科学普及**

以改善环境质量、保障公众健康为切入点，加强污染防治、生态保护、核与辐射安全、绿色消费科学知识的普及力度。不断增强

环境保护和生态文明建设的内在动力和良好氛围，形成联合、联动、共享的环保科普工作格局。加大科技成果科普化力度，创作一批公众喜闻乐见的环保科普作品，创建一批国家和地方环保科普基地，构建多层次、多形式的全媒体科普传播模式。积极开展环保科普信息化建设，推动公众的环保科学素质显著提升。