

## 环境地学

**环境海洋学**是研究污染物在海洋中的分布、迁移、转化的规律，污染物对海洋生物和对人体的影响及其保护措施的科学。它是 50 年代以来随着海洋环境问题的发展而逐渐形成的一门新兴学科。

进入海洋的废弃物无法排往他处，海洋水体连成一片，因此海洋污染具有广泛性和复杂性、扩散范围不易控制、污染持续性强等特点。环境海洋学研究范围应是全球海洋，但重点在沿岸的海域、港湾、河口。研究的对象是海水、底质、海洋生物及在这三种介质中积蓄的污染物。

环境海洋学主要研究海洋环境中物质通量的研究，即研究某种污染物在一定时间内通过各种途径排入海洋的量；污染物进入海洋后的迁移、转化规律的研究；海洋污染的生物学效应研究，这是目前环境海洋学研究的核心；海洋污染防治措施的研究等。

目前在环境海洋学中对海洋自净能力的研究是一个重要研究领域，低浓度的污染物长时间对海洋生态系统的影响也是一项重要研究内容。

**环境土壤学**是环境科学与土壤学的交叉学科。它主要研究人类活动引起的土壤环境质量变化，以及这种变化对人体健康、社会经济、生态系统结构和功能的影响，探索调节、控制和改善土壤环境质量的途径和方法。

环境土壤学的研究对象——土壤-植物系统由土壤无机部分、土壤有机部分、植物三个亚系统组成。环境土壤学的核心是认识和掌握土壤-植物系统的污染和净化功能这一对矛盾的发生、发展、转化和统一的过程，以便采取必要的措施，使矛盾朝着有利于人类的方向发展。

环境土壤学研究的主要内容有：研究土壤背景值；研究土壤污染现状，进行综合评价和预测；研究土壤及其边界环境中污染物的迁移、转化和分布规律；定量研究人为污染因素对土壤特性的微观机理和宏观生态效应；研究土壤-植物系统对主要污染物的净化功能和作用机理，反应动力学及其环境条件；研究土壤环境质量基准、土壤环境标准、土壤环境容量等。

## 环境地质学

环境地质学是研究人类活动和地质环境相互作用的学科，它是地质学的一个分支，也是环境地学的组成部分。

20 世纪 50 年代以来，由于工业污染成为严重的环境问题，影响到人类健康和生态平衡。因而大批地质学家投入了环境问题的研究。世界一些国家纷纷建立环境地质研究机构，出版书刊。从学科的发展来看，到 70 年代中期，环境地质学已发展成为一门比较完整、独立的新学科。

中公网总站：[www.offcn.com](http://www.offcn.com) 邮箱：[offcn.com@163.com](mailto:offcn.com@163.com)

电 话：010—62698755，82387776

地 址：北京海淀区学清路 38 号金码大厦 B 座 9 层

环境地质学的研究内容包括自然和人为引起的环境地质问题,但也有人从狭义的地质环境概念出发,把问题局限于岩石圈。

人类历史上最早出现的环境问题,如火山爆发、地震、山崩、泥石流等都是地质因素引起的。对于这些环境问题,人类至今还无法控制和准确预测,因此预测和防治地质因素造成的环境影响,是环境地质学研究的内容之一。

地壳表面的化学元素,在成岩作用和风化侵蚀过程中形成了不均匀分布。生态系统中循环的物质和流动的能量都同地质环境有密切关系。地质体系中化学元素的丰度和赋有状态必然影响动、植物和人类的生存与发展。

一个地区某种元素严重不足或过剩,就有可能引起地方病。如某些地区由于缺碘或多碘引起居民患地方性甲状腺肿,高氟地区引起地方性氟中毒。中国的克山病和大骨节病也与环境地质条件有关。研究地质环境与健康的关系,也是环境地质学的内容之一。

人类赖以生存的地质环境是经过亿万年演化而形成的。在这一环境中,地质体系的各部分之间、地质体系与生态系统之间已形成一种动态平衡的关系。

产业革命以来,特别是第二次世界大战以后,由于人口剧增,科学技术迅猛发展,人类活动已变成干预和改变自然体系的强大营力。环境地质学的一个重要任务就是研究人类活动所引起的环境地质问题,这其中主要包括:

化学污染引起的环境地质问题:现代工业和农业的飞跃发展,废弃物的排放和农药化肥的施用,把大量有害化学物质散布到地质环境中,逐渐改变地球表面的化学组成,生态平衡的物质基础便遭到破坏。这一方面直接危害人类的生存和健康,如出现公害病;另一方面还引起自然环境不可逆转的变化,如大气中二氧化碳浓度的增高,臭氧层被破坏等问题。污染物在地质环境中的迁移、转化、积累、净化的过程,十分复杂,研究这种过程是环境地质学的基本任务之一。

大型工程和资源开发引起的环境地质问题:大型工程建设和资源开发活动,使地貌不断发生变化,如大矿坑出现,山头被削平,废石堆积如山,水系改变,海岸线被侵蚀等。这样就留下一些难以处置的环境问题,如露天矿开采后的生态恢复问题,河流大坝和水库建成后的综合性生态影响问题等。预防工程建设对环境的不良影响,也是环境地质学的基本任务。

城市化引起的环境地质问题:由于人口的高度集中,能源和材料的大量消耗,废弃物的大量排放,大型和高层楼房的建设而引起的城市环境地质问题有:水资源(特别是地下水)的勘探、开发、利用和保护的问题,地下水硬度升高的防治问题,地质环境的容量问题地面沉降的防治问题,同城市工程建设有关的工程地质问题等。这些问题都同城市建设和发展、同城市人民的生活息息相关。也是环境地质学的研究内容。研究这些问题可为新城市的合理规划和旧城市的改造提供科学依据。

#### 环境地质学的研究方法

中公网总站: [www.offcn.com](http://www.offcn.com) 邮箱: [offcn.com@163.com](mailto:offcn.com@163.com)

电 话: 010-62698755, 82387776

地 址: 北京海淀区学清路 38 号金码大厦 B 座 9 层

通过对化学物质在环境中的迁移转化规律的研究，以及对矿物组成和结构特征的研究，探索地质环境的变化。如水土流失现象与风化过程相关，而风化速率又同组成岩石的矿物性质和外部水热条件有关，通过对矿物成分和物理化学性质的测定和研究，可以评价风化作用的进程。

又如克山病、氟中毒等疾病的地区分布与某些环境地质因素相关，研究这种特定区域地质环境中化学元素的丰度及其在各个生态环节中的运动规律，有利于揭示人体健康与地质环境间的内在联系，以及这些地方病的病因。

再如，通过对工业污染物的追踪研究，可以发现污染物由于地表水的灌溉经过土层渗入地下水的途径。此外，评价大气颗粒物对环境质量的影响时，也要应用矿物学的方法，即不仅要考虑它们的浓度，而且要研究它们粒径的分散度、形态特征、矿物和化学组分特征。

在环境地质学的研究中，为了确定各种环境要素之间的关系，综合分析影响环境质量的地球内力、地表外力和人类活动三种营力之间的相互作用统一宏观研究与微观研究的结果，必须应用现代数学原理和计算方法。如设计研究工作的程序，检验样品和数据的代表性，分析数据资料的相关性，进行环境质量的综合评价，建立环境地质或环境地球化学模型，预测地质环境的演化趋势，拟定环境控制的最佳方案等都需要应用系统分析方法。

地质环境问题具有空间性、动态性和综合性。分析和表示环境地质问题，图上作业是一种理和计算方法。如设计研究工作的程序，检验样品和数据的代表性，分析数据资料的相关性，进行环境质量的综合评价，建立环境地质或环境地球化学模型，预测地质环境的演化趋势，拟定环境控制的最佳方案等都需要应用系统分析方法。

地质环境问题具有空间性、动态性和综合性。分析和表示环境地质问题，图上作业是一种有效的方法。环境地质图不仅能表示出某一时刻的环境状态，而且能表示出随时间流逝所发生的系统变化。因此在环境地质图中，除了应用各种地质图件的颜色和线条等制图语言外，还要有数字和数学符号。这些数字和数学符号同一定的环境数学模式相关联，因而可使图件与电子计算机联用，形成动态环境地质图。一套完整的区域环境地质图包括环境地质单要素图、环境质量综合评价图、环境演化趋势图、环境区划图、环境规划图等。

为解决人类环境问题而发展起来的环境地质学在基础理论和研究方法上带有地学、生态学、物理学和化学等学科相互渗透、融合的特色。但环境地质学仍然是以地质学作为学科基础的。

## 环境土壤学

环境土壤学是研究人类活动引起的土壤环境质量变化，以及这种变化对人体健康、社会经济、生态系统结构和功能的影响，探索调节、控制和改善土壤环境质量的途径和方法。

中公网总站：[www.offcn.com](http://www.offcn.com) 邮箱：[offcn.com@163.com](mailto:offcn.com@163.com)

电 话：010—62698755，82387776

地 址：北京海淀区学清路 38 号金码大厦 B 座 9 层



土壤是环境要素之一。从生产的角度看，土壤能为绿色植物提供肥力(水分和养料)；从保护环境的角度看，土壤具有同化和代谢进入土壤中的污染物的能力，因而是人类不可缺少的自然资源。

环境土壤学是环境问题出现以后在土壤学基础上发展起来的新兴学科，是环境地学的一个分支。土壤同绿色植物有着密切的相互依存的关系。因此从广义上说，环境土壤学研究的对象应当是土壤—植物系统。这个系统由土壤的无机部分、土壤的有机部分、植物三个亚系统组成。

土壤—植物系统是生物圈的基本结构单元，是联系城乡生态系统的纽带，也是沟通植物和动物的桥梁。这个系统具有把太阳能转化为生物化学能贮存起来的特殊功能。但是它如果受到污染，尤其是污染负荷超过它的容量，它的生物生产力就会下降，甚至全部丧失。而且土壤中的污染物还会扩散到大气和水体中，进入植物体，通过食物链危害人群的生命和健康。

土壤—植物系统中的有机体密度最高，生命活动最旺盛。因而它对污染物具有很强的净化能力。它可以通过一系列的物理、化学和生物学过程，如吸收、吸附、离子交换、络合—整合、氧化还原、沉淀、转化和降解等作用，净化进入土壤中的污染物。

环境土壤学的核心就是认识和掌握土壤—植物系统的污染和净化功能这一对矛盾的发生、发展、转化和统一的过程，以便采取必要的对策和措施，使矛盾朝着有利于人类的方向发展。

环境土壤学在研究方法上主要有下列特点：

综合运用环境地学和环境生物学的研究方法。环境土壤学研究涉及生态系统中的能量流动和物质循环及其环境效应，因此在实验手段方面，近来越来越多地运用微宇宙方法，采用土壤—植物系统开放式渗漏器抽汲式渗漏器和受控环境污染模拟实验系统。

宏观研究和微观研究的结合。环境土壤学的研究工作中经常要在局部、区域，甚至全球范围内通过野外布点采样，或采用遥感、遥测等手段，取得大量资料信息和分析数据用宏观的数理统计方法去掌握污染物在土壤中分布、迁移的时空规律，计算土壤环境对某些污染物的容量；同时，也要深入研究污染物在土壤环境中反应过程的微观机理，从宏观研究和微观研究的结合上去探索解决问题的途径。

应用环境分析化学的测试技术。土壤环境质量研究需要对土壤、植物中的大量元素、微量和超微量元素以及具有复杂分子结构的有机物进行分析测定，最低检出限要求达到 ppb 或 ppt 数量级。此外，需要分析的样品数量大，时空观念强，因此，要求有灵敏准确、自动连续的测试手段。

建立数学模式。土壤—植物系统的污染及其生态效应的发生过程具有隐蔽性、长期性和不易恢复性的特点。土壤的形成和进化要经历很长的年代，但可以因人为污染毁于一旦，因此土壤污染的防治对策，应当特别重视预防为主方针。要求从污染源的调查，污染物的定性、定量分析开始，结合其他变化条件，将土壤—植物系统及其边界环境中污染物的迁移、归宿的物理化学过程，转化为数学模式和电子计算机语言程序，以便预测土壤环境中某些主要参数的变化趋势为制定环境保护政策和优选技术方案提供科学依据。

中公网总站：[www.offcn.com](http://www.offcn.com) 邮箱：[offcn.com@163.com](mailto:offcn.com@163.com)

电 话：010—62698755，82387776

地 址：北京海淀区学清路 38 号金码大厦 B 座 9 层

### 环境土壤学的基本内容

保护土壤资源，提高土壤-植物系统的生产能力，充分利用土壤-植物系统对污染物的净化能力，是环境土壤学研究的基本目的。它的主要研究内容包括：

研究土壤背景值。其方法是，积累原始性和基础性资料，建立土壤环境背景资料数据库，以保证研究资料的准确性、可比性、系统性和完整性。

研究土壤环境污染现状，进行综合评价，并根据国民经济发展的需要以及可能采取的环境保护措施，对土壤环境质量作出科学的预测。

研究土壤及其边界环境中污染物特别是主要污染物的迁移、转化和分布规律，弄清它们的来源和归宿。

定量研究人为污染因素(物理的、化学的和生物学的)对土壤物理、化学、生物学特性的微观机理和宏观生态效应。

研究土壤-植物系统污染的生态效应和卫生学评价，进行流行病学的统计相关分析和因果关系定量分析。如土壤及其边界环境污染对资源利用、生物生产力和生态效应的影响评价。

研究土壤-植物系统对主要污染物的净化功能和作用机理、反应动力学及其环境条件，为发展城市污水的土地处理系统提供科学依据。

建立土壤及其边界环境中污染物迁移、转化规律的生物物理化学行为数学模式，并通过实践不断加以修改和完善。

在严格的环境土壤学实验基础上，参考各种环境质量基准值，研究土壤环境标准。

综合污染源、污染物类型、污染方式、污染途径、土壤类型及其分布的地貌条件、地球化学特征、气候和水文条件等因素，计算土壤的环境容量，确定表述土壤环境容量的数学模式，为实行土壤污染的总量控制土壤环境容量的数学模式，为实行土壤污染的总量控制提供科学依据。

在发展国民经济的过程中，研究厂矿、企业、城市和大工程对土壤环境质量的影响。

通过实地调查和实验，研究土壤-植物系统及其边界环境的污染防治途径和措施。

研究土壤环境质量基准，例如收集和制备各种标准土壤样品、生物样品、纯化学标准品，建立跨部门的技术协作网，实现土壤环境分析测试方法的标准化。

### 环境土壤学展望

过去环境土壤学的研究工作取得了一定进展：但还局限在土壤、大气、水这些单介质中进行。今后必须十分重视污染物在土壤-植物系统及其边界环境中迁移、转化的生物、物理和化学行为、反应机理和动力学等重要过程的动态研究；充分利用系统分析原理和方法建立数学模式和电子计算机语言程序。

中公网总站：[www.offcn.com](http://www.offcn.com) 邮箱：[offcn.com@163.com](mailto:offcn.com@163.com)

电 话：010—62698755，82387776

地 址：北京海淀区学清路 38 号金码大厦 B 座 9 层

只要把上述研究和土壤环境监测系统的工作以及开展野外调查和定位站研究等有机地结合起来，是可以把环境土壤学的研究工作提高到新的水平上。

## 环境海洋学

环境海洋学是环境地学的一个分支，它主要研究污染物进入海洋的途径；污染物在海洋的分布、迁移、转化的规律，和对海洋生物以及对人体的影响；并在此基础上提出保护和改造海洋的措施的学科。

海洋是自然资源的宝库。海洋沿岸是建设城市、发展工农业生产和旅游事业，以及建立休养地的好地方。海上航线是天然的交通大道。随着海洋资源的开发，沿海城市和生产的发展，沿海港口频繁的贸易往来，海洋环境的污染日趋严重。

例如，由于人类的活动：海洋中的重金属和放射性物质在逐年增加，海洋中本来不存在的有机化合物——DDT、多氯联苯等，不仅在近海发现，而且在 3000 米的深海处和南极冰块中发现。这些无机物、有机物、放射性物质在海洋中不断积累，直接影响海洋生物的正常生长和繁殖，并对人类的健康造成直接的危害和潜在的影响。水俣病就是人们食用了含甲基汞的海洋水产品引起的。石油是海洋中最常见的污染物之一，石油污染可引起环境因素的改变，进而引起生物生活环境的变迁。

现代人类活动给海洋环境质量带来的上述各种不利影响，越出了传统的海洋科学的研究范围。为了保护海洋生态系统，要求了解、控制和消除这些有害影响。因此，从 20 世纪 50 年代以来，在零星和不系统的研究基础上，逐步汇集成一门新兴的环境海洋学。它是环境科学的组成部分，又是海洋科学的组成部分。

不少国家设有专门机构研究海洋污染问题，如中国的海洋环境保护研究所，美国环境保护局所属的柯伐利斯环境研究所、娜拉岗塞特环境研究所、勃里士海湾环境研究所，英国自然环境委员会所属的普利茅斯海洋环境研究所等。

### 环境海洋学的内容

海洋环境具有自己的特点。海洋处于生物圈的最低部位，所容纳的废弃物无法排往他处。海洋之间彼此连成一片，相互沟通，都在以极快的速度蓄积污染物。

凡是对人类最重要的水域——表层海水、沿岸海域、江河出口，往往都最先受到污染。海洋污染在某种意义上说，比河流、湖泊和大气污染更具有广泛性和复杂性，这就是污染源广，持续性强，危害性大，扩散范围不易控制。

鉴于上述特点，环境海洋学研究的范围是全球海洋，但重点是沿岸的海域、港湾、河口。研究的对象是海水底质、生物以及在这三种介质中积蓄的污染物。

环境海洋学的研究是从以下五个方面的问题展开的：

中公网总站：[www.offcn.com](http://www.offcn.com) 邮箱：[offcn.com@163.com](mailto:offcn.com@163.com)

电 话：010—62698755，82387776

地 址：北京海淀区学清路 38 号金码大厦 B 座 9 层



某一海域的污染物种类和数量，它们进入的方式和特点；污染物入海后的扩散、沉积和迁移的物理和化学过程；污染物被海洋生物吸收的方式；污染对海洋生物和人类产生的效应，以及使环境发生的变化；海域中污染物的最后归宿。

为了回答上述五个方面的问题，研究的主要内容可归结为：

海洋环境中物质通量的研究。污染物除通过船舶和沿海工厂直接捧入海洋外，还通过河流、地面径流、风和冰川等途径输送入海洋。通量是指某种污染物在一定时间内通过各种途径捧入海洋的量。通量研究的目的是正确估计陆源物质给海洋造成的负荷。

污染物进入海洋后的迁移、转化规律的研究。包括水迁移的动力学问题；污染物由于生物化学作用造成的化学形态的变化；污染物被海洋生物吸收后的迁移；悬浮物对污染物的吸附特性和共沉淀规律等。在研究过程中特别要注意几个界面的变化(河-海界面，海-气界面，固-液界面，海-底界面)

海洋污染的生物学效应研究。这是环境海洋学研究的核心。从生态系统的观点研究污染物对海洋生物的毒性毒理的作用，特别要注意低含量、长时间所造成的慢性作用。

防治措施的研究。海洋环境一旦遭受严重污染是难以治理和恢复的，重点在于预防。研究在合理利用海洋自净能力的基础上，提出控制污染物入海量的可行措施，制定和选择沿岸工农业生产布局的最佳方案。

环境海洋学的研究步骤一般为：

背景调查，目的是确定陆源污染物的输入、扩散途径以及在沿岸和公海区域典型动植物中的蓄积量，以便估价它们对生命活动的威胁；动态监测，其任务是提供海洋环境因素方面的情报资料；定期测定海水、底质和某些指示生物体中各种污染物的含量，以及其他水质参数；在海水、底质或某种指示生物体内污染物超过最高容许浓度时发布警报；基础研究：在上述基础上，研究污染物的转化机理和迁移规律。

经过 20 多年的努力，全球海洋污染的基本状况，特别是各滨海国家领海范围的污染状况已经有了清楚的了解。对主要污染物的输入途径、转移规律尤其是食物链上各营养级生物对污染物的吸收、积累和迁移的机理，认识也较为深刻。

生物学效应的研究，在微观上已深入到细胞水平探索有毒物质对海洋生物的毒性毒理作用；在宏观上开始综合分析污染对生态系统影响的基本规律，并由室内实验过渡到现场实验，即所谓现场“控制生态系统污染实验”。

新技术的应用，例如多项参数的自动探测仪、遥感、遥测、地球资源卫星等的应用，以及数学模拟的研究等，为海洋污染的调查研究开拓了新的前景。防治措施也由单纯采取阻止陆源污染物入海的“浓度标准”，发展到合理利用海洋自净能力，以环境容量为标准的“总量控制”的综合防治。

广袤无垠的海洋，具有极大的自净能力，人类目前对它远未达到充分利用的程度。把海洋的自净能力视为资源加以合理开发，将是环境海洋学深入研究的一个方向；低浓度的污染物长时间对海洋生态系统的结构和功能影响的研究是环境海洋学重要的研究内容。

环境海洋学是由海洋科学中新生长的一门边缘学科，它的发展既要继续吸收母体学科的营养，同时又将对海洋科学的进一步发展起促进作用。

## 污染气象学

污染气象学是研究大气运动同大气中污染物相互作用的学科。它是现代气象学的一个分支，也是环境科学的重要组成部分。

### 污染气象的发展历史

产业革命以来，工业飞速发展，人口急剧增长，消耗了大量的煤、石油、天然气等燃料，排出的二氧化硫、二氧化碳等大气污染物的数量日益增多。早在 1861 年就有学者指出，大气中二氧化碳含量增加，温室效应会增强，可能影响气候。

1921 年，英国为了弄清军事上施放毒气的气象条件，开始进行大气扩散实验。40 年代，原子能工业兴起，一些国家开始进行放射性物质污染预测和控制的研究，促进了大气扩散实验和理论研究的发展。

50~60 年代，一些工业集中的地区和城市相继发生严重的大气污染事件。其原因一是排入大气中的污染物数量大、浓度高；二是气象条件不利于大气污染物的扩散和迁移。为了控制和消除大气污染，一些国家开展了城市或区域性的大气污染物输送、扩散、迁移和转化规律的实验和研究，并在一些污染严重的地区开展了大气污染预报的研究。

70 年代，在全球范围内出现了频繁的气候灾害，如非洲出现严重干旱等，人们把这些现象归因于大气污染。这样就推动了许多气象学者不仅进行气象因素对污染物扩散影响的研究，而且开展了大气污染对天气、气候影响的研究。

同时，高空飞行器对平流层的污染以及污染物在平流层和对流层之间的迁移转化，促使人们研究全球性的大气污染与气象的关系。在此基础上，气象学分出一个新的学科——污染气象学。

### 污染气象学的内容

污染气象学主要研究近地层大气运动引起的污染物扩散、输送、迁移和转化过程，以及大气污染对天气和气候变化的影响。

污染物在大气中的扩散和输送受风和温度的空间分布的制约，而大气湍流运动则引起污染物的稀释和再分配。风和温度的空间分布、大气湍流状况同地形、下垫面状况（水面、陆面、植被、城市等）有密切关系。地形和下垫面等状况不同也会影响污染物的输送和扩散过程。

中公网总站：[www.offcn.com](http://www.offcn.com) 邮箱：[offcn.com@163.com](mailto:offcn.com@163.com)

电 话：010—62698755，82387776

地 址：北京海淀区学清路 38 号金码大厦 B 座 9 层



在平原地区，风向和风速在某一水平面上是均匀的。某一污染源排放的污染物受当地风向频率的影响，最高风频的下风地区受污染的次数最多。在晴天的夜间，风速较小时，近地面几百米高度出现辐射逆温层，大气稳定，污染物的扩散能力差；在中午前后，温度垂直递减率每 100 米可大于  $1^{\circ}\text{C}$ ，热力和动力湍流发展，大气很不稳定，污染物的扩散能力增强。

在沿海(或滨湖)地区，由于海陆风的交换，有时低层排放的污染物被海陆风输送到一定距离后，又会被高空反气流带回到原地，导致原地污染物浓度的增加。

由于水陆气温的差异(春、夏季水面气温低于陆面，而秋冬季则相反)，在冷水面(或陆面)形成的逆温层的空气流经暖陆面(或水面)，逆温层被破坏，逆温层上部积聚的污染物被热对流带到地面，在短时间内会产生污染物浓度增高的“熏烟过程”。

此外，由于陆面的粗糙度大于水面，水陆温度差异造成大气稳定度的差异，大气扩散能力也出现很大差异一般说来，陆面的大气扩散参数大于水面。

在山区，由于地形起伏，造成日辐射强度和辐射冷却不均而引起的热力环流，称为地形风。在地形的影响下山谷中不同位置、不同高度的大气运动状况不同，对污染物的输送能力也各不相同。

在城市，热岛效应使城市温度的垂直分布在白天和夜晚都是递减的，形成城市混合层。污染物的垂直扩散受到限制，混合层内的污染物浓度趋于均匀。

热岛效应形成热岛环流，还会增加辐合区的污染。辐合上升气流使高烟囱的烟气上升，减少了对城市的污染。由于城市对气流的扰动和城市大气的热对流造成的湍流比平原地区强，所以城市大气扩散的能力比平原大得多。

在重力作用下，大气中一些颗粒物会沉降到地面。大气降水能冲洗大气中的污染物。雨雪在降落过程中通过碰撞而捕获大气中的颗粒物，捕获量同雨滴大小、颗粒物大小和密度有关。雪花比雨滴体积大，降落慢，同样的降水量，雪的冲刷能力比雨大。气态污染物是通过分子扩散被雨雪溶解的，气体的分子扩散系数越大，溶解度也越大，清洗作用也就越大。因此降水的冲刷作用能使大气中的污染物浓度显著减低。

污染物在大气环境诸因素的影响下发生极为复杂的化学反应。这些反应可使污染物毒性增强或减弱，或者丧失，或者形成新的污染物。

二氧化硫在日光照射下可氧化成三氧化硫，三氧化硫溶于大气中的水，形成硫酸雾。二氧化硫也可溶于水，形成亚硫酸，再氧化成硫酸。氮氧化物与臭氧化合溶于大气中的水，可形成硝酸。硫酸和硝酸可使雨水酸化，也可能与其他物质化合形成盐类。氮氧化合物和碳氢化合物共存于大气中，经紫外线照射，会发生光化学反应而产生危害甚大的光化学烟雾。

大气污染对局部地区气候和区域气候也会发生影响。由于大气污染，英国伦敦和曼彻斯特曾出现过一年中有两百多天中午的能见度不到 10.5 公里。由于能见度降低，受污染地区的太阳辐射量比周围地区少 15~20%，而紫外线则少得更多。

城市污染源向大气中排放大量颗粒物。这些颗粒物作为凝结核把水气凝聚成水筋，在热岛辐合上升气流的作用下造成降水。据英国和北美几个城市统计，这些城市的降水量比郊区多 5~10%。

大气污染对全球气候的影响，也是污染气象学的一个重要的研究内容。从 19 世纪开始，大气中的二氧化碳在不断增长。二氧化碳吸收太阳和地面的红外辐射形成温室效应，会使地面温度增加。不过 50 年代以来全球二氧化碳排放量虽然增多，但气温反而下降。关于这个问题还需要探讨。

大气中的飘尘有三分之一是人为排放的。过去认为飘尘具有“阳伞效应”，它能反射和吸收太阳辐射能，特别是减少紫外光的透过，使地面获得的太阳辐射能减少，引起气温降低。以后的模式试验表明，飘尘增加不多时，地面有增温现象。个别科学家甚至认为，飘尘越多，增热效果越大。因此飘尘的全球效应仍是值得继续研究的问题。

人类消费能源所释放的热量也有增温的效应。据估计，当前全球人为释放的热量约相当于全球接受的太阳辐射能量的万分之一。即使今后人口增加到 200 亿，人为释放的热量也只有全球接受的太阳辐射能量的 0.5% 左右，只能使地面气温增加 1℃。美国和澳大利亚等国学者根据地球上不同地区的用能分布进行数学模式计算，认为在近期人类使用能量的水平上，对气候尚不至于有显著的影响。

污染气象学是气象学和技术科学的结合体，又是气象学和化学、空气动力学等学科的结合体。它的发展将促进气象科学和相应科学的发展。大气污染证明了人类本身也参加了气象过程，并且影响越来越大。因此，污染气象学的出现也是气象科学向综合性学科发展的一个里程碑。

## 环境地球化学

环境地球化学是环境科学与地球化学之间的一门新兴的边缘学科，是环境地学的一个分支。它主要研究环境中天然的和人为释放的化学物质的迁移转化规律，及其与环境质量、人体健康的关系。

环境地球化学是 20 世纪 70 年代发展起来的，它的基础是地球化学。地球化学是研究地球物质化学运动规律的学科。

近代地球化学着重研究化学元素在地壳中的迁移、转化、分散和富集问题。各种金属和非金属元素、各种天然的无机和有机化合物在自然界的运动受地球化学规律的支配。随着社会生产的发展，出现了环境问题。

中公网总站：[www.offcn.com](http://www.offcn.com) 邮箱：[offcn.com@163.com](mailto:offcn.com@163.com)

电 话：010—62698755，82387776

地 址：北京海淀区学清路 38 号金码大厦 B 座 9 层

人为释放的各种金属和非金属元素、各种无机和有机化合物也加入自然界原有物质循环之中，它们在自然界的运动同样受地球化学规律的支配。因此，地球化学的许多原理和方法可以应用于环境问题的研究，这样就促进了环境科学与地球化学的结合，导致了环境地球化学这门新兴的边缘学科的诞生。

### 环境地球化学的主要内容

环境地球化学主要研究人类环境的化学性质、研究污染物在环境中的迁移转化规律、研究环境中的化学物质对生物体和人体健康的影响三个方面。

从地球化学的角度看：人类环境可分为五个地球化学系统，即表面岩石圈系统、大气系统、水系统、土壤-生物系统和技术系统。为了改善人类环境质量，必须深入了解这些系统的地球化学性质。这些系统是在地质历史过程中逐步演化、依次产生的，它们的化学性质不断地发生变化。

到了近代，人类运用强大的技术力量大规模地改变自然界的面貌，地壳深处大量的化学物质被采掘出来，种类越来越多、数量越来越大的自然界本来不存在的化合物被合成出来，它们中的一部分不可避免地散布到环境中。在原来环境物质循环的基础上，叠加了这些新的物质的循环，对人类环境质量产生了严重影响。

环境地球化学的重要任务之一就在于及时地研究现代环境化学变化的过程和趋势，在原来地球化学的基础上，更加深入地研究组成人类环境的各个系统的地球化学性质。

人为散发的污染物在环境中不断发生空间位置的移动和存在形态的转化。这种迁移转化的结果，可以向有利的方向发展，如污染物被稀释、扩散、分解，甚至消失；也可以向着不利的方向发展，如污染物在某些条件下积累起来，转变成成为持久的次生污染物。

污染物在环境中的存在形态可以通过各种化学作用不断发生变化，如溶解、沉淀、水解、络合与整合、氧化、还原、化学分解、光化学分解和生物化学分解等。

污染物的存在形态不同，其毒性也往往不同，如六价铬的毒性大于三价铬，铜的络离子的毒性小于铜离子，且络离子愈稳定，其毒性愈小。

污染物的存在形态不同，生物对它的吸收作用也不同，如水稻易于吸收金属汞、甲基汞，而不吸收硫化汞。在环境污染研究中，不但要研究污染物的总量，还必须研究污染物的形态。

在一个特定的环境中，污染物的存在形态取决于环境的地球化学条件，如环境的酸碱条件、氧化-还原条件，环境中胶体的种类和数量、环境中有机质的数量和性质等。

地球化学的研究表明，在地球表面上的每一特定地区都有它特有的地球化学性质，所以应用地球化学的原理和方法，能够较好地阐明污染物在环境中迁移转化规律。这方面的研究有助于评价环境质量，预测环境质量变化的趋势；有助于了解自然界对污染物的自然净化能力；有助于制定环境标准和制定改造已被污染的环境的措施。

中公网总站：[www.offcn.com](http://www.offcn.com) 邮箱：[offcn.com@163.com](mailto:offcn.com@163.com)

电 话：010—62698755，82387776

地 址：北京海淀区学清路 38 号金码大厦 B 座 9 层



环境地球化学是在生物地球化学的基础上发展起来的。关于环境元素和生命元素的关系，早在 40 年代，生物地球化学的研究即指出：有机体中所含的化学元素与生物圈中所存在的化学元素成正比；组成有机体的主要元素在生物圈中都是容易形成气体和水溶性化合物的元素。

人体的组成是人类在漫长的岁月中通过新陈代谢，与环境进行物质交换，并通过遗传、变异等过程建立了动态平衡的结果。显然，人类释放到环境中的各种各样的化学物质，必然会以不同的程度进入生物和人的机体。当机体组织不能忍受这些物质时，就会产生严重的后果。汞污染引起的水俣病和镉污染引起的痛痛病是这方面的突出的例子。

环境地球化学在这方面的任务不仅研究现代环境化学组成的变化同生命体、人体化学组成和人类健康的关系，而且在更广阔的地质背景上研究宇宙元素、地壳元素、海洋元素同生命元素之间的关系，研究生命过程的地球化学演化等问题。

### 环境地球化学的研究方法

环境地球化学的研究方法通常有两种：现场调查研究法和实验室模拟试验研究法。

在现场调查研究方面，科学地确定取样地点最为重要。采样点必须有代表性和有足够的数量。为查明化学物质在环境中的迁移转化特点，通常采用共轭布点法。

所谓共轭布点法就是同时对各种有关连的环境要素进行对比取样分析。如在研究风化壳的化学成分时，同时采集流经这种风化壳的河流的水样进行分析；在研究土壤的化学成分时，同时采集生长在这种土壤上的植物样品集流经这种风化壳的河流的水样进行分析；在研究土壤的化学成分时，同时采集生长在这种土壤上的植物样品进行分析，这样就能获得关于环境诸要素间存在着密切的地球化学联系的资料，从而了解所研究的化学物质在全环境中的迁移状况。

现场调查研究法只能说明所研究的物质在环境中迁移作用的结果，而不能说明这种结果发生的原因和机制必须在实验室内进行简单的或复杂的模拟实验，即在人工设计的环境中进行某一过程的观测研究。设计时所采用的环境参数既要服从实验目的，又要尽可能接近环境的实际情况。

现代分析测试技术是研究环境地球化学的重要手段在环境地球化学研究中已经采用的现代分析测试技术有中子活化分析法、火花源质谱法、化学电离质谱法、用电感耦合等离子体源的原子发射光谱法、无火焰原子吸收光谱法、x 射线荧光光谱法、电子探针法、化学分析电子能谱法、阳极溶出伏安法、差示脉冲极谱法和气相色谱法等。

进行环境地球化学研究，要求分析测试方法的灵敏度要高，准确度要好，基体反应要小，并能进行多元素分析。

## 环境化学

中公网总站：[www.offcn.com](http://www.offcn.com) 邮箱：[offcn.com@163.com](mailto:offcn.com@163.com)

电 话：010—62698755，82387776

地 址：北京海淀区学清路 38 号金码大厦 B 座 9 层

环境化学是环境科学的一个分支学科。它主要是运用化学的理论和方法，鉴定和测量化学污染物在大气圈、水圈、土壤-岩石圈和生物圈中的含量，研究它们在环境中存在形态及其迁移、转化和归宿的规律。

环境化学是在无机化学、有机化学、分析化学、物理化学、化学工程学的基础上形成的。人们对于水化学、大气化学、土壤化学等早就开始研究，但主要是围绕着资源的开发和利用进行的，很少注意环境污染问题。后来，人们大量使用煤作燃料，底层大气中的二氧化硫、一氧化碳、一氧化氮、二氧化氮以及颗粒物等含量不断增加，以至接连发生由煤烟引起的烟雾污染事件。

第二次世界大战后，又大量使用石油作燃料，出现了光化学烟雾污染问题，从而使人们对大气的化学研究从还原性烟雾的研究，发展到氧化性烟雾的研究，包括对臭氧、过氧乙酰硝酸酯、烃类、醛类、酮类铅尘、酸雾的分布状况、生成机理和化学反应动力学的研究。

另外，核爆炸把放射性尘埃抛射至平流层，造成全球性放射性污染；飞机在平流层飞行，排出大量的氮氧化物等，对臭氧层有破坏作用，又使大气的化学研究的范围从对流层扩展到平流层。

随着城市的扩大和工业的发展，大量的生活污水和工业废水排入水体。进入水体的化学物质，或者通过饮水，或者通过食物链危害人体健康，促使人们对水体的化学研究从生化耗氧、自然净化、卫生学等方面的研究发展到水的环境毒理学、水生生态平衡等方面的研究。

进入水体的化学物质即使数量很少，通过生物富集，最终也会危害人类。所以，化学物质的量的研究，也从常量发展到微量和痕量；对人体健康影响的研究，也从常量的急性中毒转向微量的慢性中毒。

化学肥料和农药的施用，以及工业和生活废弃物进入土壤，造成农药、重金属和其他化学物质在土壤中的积累，并进入农作物中。例如，日本的痛痛病事件，主要就是用含镉的矿山废水灌溉农田的结果；农药稻瘟醇进入稻秆在堆肥中分解为四氯苯甲酸，含有这种物质的肥料就可引起秧苗畸形。

因此，人们对土壤的化学研究也从研究土壤中化学物质的分布、积累、迁移、转化等方面的宏观研究，逐渐发展到从细胞水平研究其毒性影响，以及致畸致突变、致癌作用的机理等方面的微观研究上。

在此基础上，尤其是60年代以后，对化学物质在大气、水体、土壤等自然环境中引起的化学现象的研究，发展迅速，一些原来不受重视的化学问题，从保护自然生态和人体健康的角度出发，成为重要的、急待解决的问题。

为了探讨这些问题，逐渐发展了新的研究方法和手段，提出了新的观点和理论，形成一门新的化学分支学科——环境化学。另一方面，环境化学与环境科学的其他分支有着密切联系，因而它又是环境科学的一个组成部分。

环境中的化学污染物一般情况下是人工合成的和环境中原来的天然污染物共存。而且，各种污染物在环境中可以发生化学反应或物理变化，即使是一种化学污染物，所含的元素也有不同的化合价和化合态的变化。这就决定了环境化学研究的对象是一个多组分、多介质的复杂体系。

中公网总站：[www.offcn.com](http://www.offcn.com) 邮箱：[offcn.com@163.com](mailto:offcn.com@163.com)

电 话：010—62698755，82387776

地 址：北京海淀区学清路38号金码大厦B座9层

化学污染物在环境中的含量是很低的，一般只有百万分之几或十亿分之几的水平，但是分布范围广大，且处于很快的迁移或转化之中。为了求得这些化学污染物在环境中的含量和污染程度，不仅要對污染物进行定性和定量的检测，而且还要对其毒性和影响作出鉴定。这就决定了环境化学的分析技术和方法具有一些新的特点，如要求对污染物进行灵敏、准确、连续、自动的分析等。

环境化学研究化学污染物在环境中的迁移、转化和归宿，特别是污染物在环境中的积累、相互作用和生物效应等问题，包括化学污染物致畸、致突变、致癌的生化机理，化学物质的结构与毒性之间的相关性，多种污染物毒性的协同作用和拮抗作用的化学机理，以及化学污染物在食物链传递中的生化过程等问题，需要应用化学、生物学医学和地学等许多学科的基础理论和方法来进行研究，从而推动了环境化学和这些学科互相渗透，互相促进。因此环境化学具有跨学科的特点。

目前环境化学的基础理论尚处于发展过程中，环境化学的研究领域主要有：

研究化学污染物在环境中的变化，包括迁移、转化过程中的化学行为、反应机理、积累和归宿等方面的规律。化学污染物质在大气、水体、土壤中迁移，并伴随着发生一系列化学的、物理的变化，形成了大气污染化学、水污染化学、土壤污染化学和污染生态化学。

在环境这个开放体系中，参与反应的物质品种多，含量低，反应复杂，影响因素很多，促进反应的光能和热能又难以准确模拟。因此必须发展新的技术和理论来进行研究。如近年来运用系统分析方法，研究多元和多介质体系中污染物迁移和转化反应机理，就为进行环境污染的预测、预报，以及环境质量评价等提供了科学的依据。

环境化学分析是取得环境污染各种数据的主要手段。要得知化学物质在环境中的本底水平和污染现状，必须应用化学分析技术。环境中污染物种类繁多，而且含量极低，相互作用后的情况则更为复杂，因此要求采取灵敏度高、准确度高、重现性好和选择性也好的手段。

环境化学分析不仅对环境中的污染物要做定性和定量的检测，还对它们的毒性，尤其是长期低浓度效应进行鉴定；这就要应用各种专门设计的精密仪器，结合各种物理和生物的手段进行快速、可靠的分析。为了掌握区域环境的实时污染状况及其动态变化，还必须应用自动连续监测和卫星遥感等新技术。

由于环境分析和监测的需要，必须在采样方法、样品保存方面，在信息传递、数据统计和处理方面，在分析方法和技术方面进行革新；必须在分析方法、样品、仪器设备方面实行规范化、标准化。

此外，污染物的生物效应是当前环境化学研究领域里十分活跃的研究课题，它综合运用化学、生物、医学三方面的理论和方法，研究化学污染物造成的生物效应，如致畸、致突变、致癌的生物化学机理，化学物质的结构与毒性的相关性，多种污染物毒性的协同和拮抗作用的化学机理，污染物食物链作用的生物化学过程等。随着分析技术和分子生物学的发展，环境污染的生物化学研究取得很大进展，并与环境生物学、环境医学相互交叉渗透，成为当前生命科学的一个重要组成部分。

中公网总站：[www.offcn.com](http://www.offcn.com) 邮箱：[offcn.com@163.com](mailto:offcn.com@163.com)

电 话：010—62698755，82387776

地 址：北京海淀区学清路 38 号金码大厦 B 座 9 层



环境化学的兴起和发展，为人类保护、改善环境提供了化学方面的依据。一些研究课题日益受到人们的重视。如：大气平流层中臭氧层破坏的过程和速度，以及由此而造成的影响；农药、硫酸烟雾在大气中的反应动力学及其变化过程；酸雨的形成和危害；大气中二氧化碳的积累及其温室效应；致畸、致突变和致癌物质的筛选，以及污染物的致畸、致突变、致癌性与其化学结构间的关系；有毒物质毒性产生的机理，拮抗和协同作用的机理，及其与化学结构的关系；新的污染物的发现和鉴定；分析方法的探讨和分析技术的改进；卫星监测系统和光学遥感系统的研制等。

### 环境分析化学

环境分析化学是环境科学和环境保护的重要基础，是环境化学的一个分支，简称环境分析。

人们为了认识、评价、改造和控制环境，就必须了解引起环境质量变化的原因，这就要对环境的各组成部分，特别是对某些危害大的污染物的性质、来源、含量及其分布状态，进行细致的监测和分析。环境分析化学就是研究环境中污染物的种类、成分，以及如何对环境中化学污染物进行定性分析和定量分析的一个学科。

例如，某一区域环境受到化学物质污染，首先要查明危害是由何种化学污染物引起的。为此就须要鉴别污染物，也就是进行定性分析；其次，为了说明污染的程度，还须要测定污染物的含量，即进行定量分析。

环境分析化学研究的领域非常宽广，对象也相当复杂。它包括大气、水体、土壤、底泥、矿物、废渣，以及植物、动物、食品、人体组织等。环境分析化学所测定的污染元素或化合物的含量很低，特别是在环境、野生动、植物和人体组织中的含量极微，其绝对含量往往在百万分之一克水平以下。

环境分析化学因为研究对象广，污染物含量低，所以分析手段必须灵敏而准确，选择性好，速度快，自动化程度高。环境分析化学已由元素和组分的定性定量分析，发展到对复杂对象的组分进行价态、状态和结构分析，系统分析，微区和薄层分析。环境分析化学为了解决面临的任务，动用了现代分析化学的几乎所有的测试技术和手段。

环境分析化学已渗透到整个环境科学的各个领域，起着侦察兵的作用。例如二十世纪 50 年代日本发生的曾惊动了全世界的公害病——痛痛病和水俣病，就是通过环境分析找到因由的。

为了寻找痛痛病的病因，前后经历了 11 年之久。后来环境分析化学的科学家运用光谱分析，检查出病区的河水含有铅、镉、砷等有害元素。继而用元素追踪的手段，分析病区的土壤和粮食，发现铅、镉等含量偏高，以后又进一步对痛痛病患者的尸骨进行光谱定量分析。骨灰中的锌、铅、镉含量高得惊人。为了确定致病因子，又以锌、铅、镉分别掺入饲料喂养动物，在动物身上进行元素追踪分析，配合病理解剖，最终证实了镉对骨质的严重危害性，揭开了痛痛病的病因之谜。

与此类似，日本渔民的水俣病是汞污染引起的这一事实，也是通过对元素的追踪分析确定的。如今，已知癌症发病率同环境污染有关，但其病因有待环境分析工作者与其他科学工作者密切协作，共同解决。

中公网总站：[www.offcn.com](http://www.offcn.com) 邮箱：[offcn.com@163.com](mailto:offcn.com@163.com)

电 话：010—62698755，82387776

地 址：北京海淀区学清路 38 号金码大厦 B 座 9 层

环境分析化学的发展，不但要应用现代分析化学中的各项新成就，而且要引进近代化学、物理、数学、电子学、生物学和其他技术科学的最新成就，来共同解决环境污染分析问题。这其中主要是研究发展适用于环境污染分析的新型仪器，特别是自动化仪器；研究新型的分析方法，特别是发展准确、可靠、灵敏、选择性强、快速、简便的环境污染分析技术和新型污染物的分析测试方法；研究制订环境污染的标准分析方法，特别是分析方法的标准化和研制环境标准物质。

环境分析化学未来的发展将在分析方法标准化、分析技术自动化、计算机在分析中的应用、多种方法和仪器的联合使用、激光技术在分析中的应用以及痕量和超痕量分析等方面进一步的发展。

分析方法标准化是环境分析的基础和中心环节。环境质量评价和环境保护规划的制定和执行，都要以环境分析数据作为依据，因而须要研究制订一整套的标准分析方法，以保证分析数据的可靠性和准确性。

环境分析化学逐渐由经典的化学分析过渡到仪器分析，由手工操作过渡到连续自动化的操作。70 年代以来，已出现每小时可连续测定数十个试样的自动分析仪器，并已正式定为标准分析方法。

目前经常使用的有比色分析、离子选择性电极、x 射线荧光光谱、原子吸收光谱、极谱、气相色谱、液相色谱、流动注射分析等自动分析方法及相应的仪器。特别是流动注射分析法，分析速度可达每小时 200 多个试样，试剂和试样的消耗量少，仪器的结构简单，比较容易普及，是近年来发展较快的方法之一。

在环境分析化学中应用电子计算机，极大地提高了分析能力和研究水平。在现代化的分析实验室中，很多分析仪器已采用电子计算机控制操作程序、处理数据和显示分析结果，并对各种图形进行解释。应用电子计算机，可实现分析仪器自动化和样品的连续测定。

如配备有电子计算机的  $\gamma$ -能谱仪可同时测定几百个样品中多种元素；利用傅里叶变换在计算机上进行计算，既可提高分析的灵敏度和准确度，又可使核磁共振仪能测得碳 13 讯号，使有机骨架结构的测定有了可能，为从分子水平研究环境污染引起的生态学和生理机制的有关问题开拓了前景。

多种方法和仪器的联合使用可以有效地发挥各种技术的特长，解决一些复杂的难题，再配上电子计算机，更可大大提高分析效果，并能及时给出分析结果。例如，色谱-质谱-计算机联用，能快速测定各种挥发性有机物。这种方法已应用于废水的分析，可检测 200 种以上的污染物。

利用激光作为分析化学的光源已发展了吸收光谱、拉曼光谱、原子和分子荧光光谱、激光光声光谱、高分辨率光谱以及其他激光光谱技术和分析方法。激光分析的特点是高分辨率、高灵敏度、长距离、短时间。随着激光基础理论研究的进一步发展，激光技术必将进一步改变环境分析化学的面貌。

随着环境科学研究向纵深发展，常须检测含量低达百万分之一克（痕量级）和十亿分之一克（超痕量级）的污染物，以及研究制订出一套能适用于测定存在于大气、水体、土壤、生物体和食品中的痕量和超痕

中公网总站：[www.offcn.com](http://www.offcn.com) 邮箱：[offcn.com@163.com](mailto:offcn.com@163.com)

电 话：010—62698755，82387776

地 址：北京海淀区学清路 38 号金码大厦 B 座 9 层

量的污染物的分析方法。加强对新的灵敏度高、选择性好而又快速的痕量和超痕量分析方法的研究，将成为今后环境分析化学的主要发展方向之一。

## 环境污染化学

环境污染化学是环境化学的组成部分，又称污染化学。它主要研究环境污染物在地球大气圈、水圈、土壤-岩石圈和生物圈中迁移转化的基本规律。

环境污染化学的研究内容包括污染物在环境中的来源、扩散、分布、循环、形态、反应、归宿等各个环节。它的研究目的是为环境质量评价、分析监测和控制治理等方面的工作提供依据。

环境污染化学是一门新兴的学科，它的范畴还没有公认明确界限。一般可分为大气污染化学、水污染化学、土壤污染化学、生态污染化学等部分，分别研究大气、水体、土壤和生态系统等不同领域中的污染化学问题。

环境物质历来是自然科学的重要研究对象。环境污染问题出现后，人们开始研究污染物质。

起初，研究工作多集中于调查污染物的来源和排放状况，着重于探求处理和控制技术。从 60 年代开始，人们逐渐发现，污染物进入环境后，环境对污染物的作用、污染物对生态系统的效应、二次污染物的生成、污染物的迁移转化等等，都会对环境保护产生全局性影响。这些问题的提出促使环境污染研究面向自然环境，以便更深入地掌握污染物在环境中的迁移转化规律，这就推动了环境污染化学的形成和发展。

环境污染化学的主要研究对象是人类在生产和消费活动中向环境排出的污染物，例如硫氧化物、氮氧化物、烟尘、挥发性烃、耗氧有机物、氮磷营养元素、重金属、农药、多环芳烃、卤代烃、多氯联苯、放射性物质等。

自然环境中有许多非污染性天然物质，如无机盐类、金属氧化物、粘土矿物、腐殖质等，以及各种物理因素(如光照、辐射)、气象、水文、地质、地理条件等，还可能有污染性的天然物质，这是污染物存在的环境背景。这种环境背景或者与污染物直接作用，或者给污染物以间接影响。

因此，污染化学的研究对象实际应是由污染物及其环境背景共同构成的综合体系。自然环境是一个开放性体系，时刻有能量流和物质流传递所受的影响因素很多，而且经常变化，所以污染化学的研究对象是十分复杂的。

污染物会在环境中发生迁移和转化。迁移包括来源、扩散、分布、循环等环节，转化则包括形态、反应、归宿等环节。表面看来，迁移好像只是变换空间位置的物理运动，而实际上它同污染物的转化交织在一起，相互依赖，相互促进，包含着复杂的化学内容，同时，生物对污染物的迁移和转化所起的作用，也都同化学反应过程密切相关。

中公网总站：[www.offcn.com](http://www.offcn.com) 邮箱：[offcn.com@163.com](mailto:offcn.com@163.com)

电 话：010—62698755，82387776

地 址：北京海淀区学清路 38 号金码大厦 B 座 9 层



例如，大气污染物二氧化硫在大气中扩散迁移时，可被氧化成为三氧化硫，再遇到氨或金属氧化物时就会形成硫酸盐颗粒物。它随降水落到地面，受径流冲刷进入水体，成为沉积物。硫酸盐处于水底缺氧条件下，作为受氢体经硫酸盐还原菌作用，可以还原为硫化氢，再次进入大气。

尽管这只是硫在环境中循环途径之一，但每一步骤都往往包含有物理化学或生物化学的反应。大气中二氧化硫的氧化包含着复杂的光化学反应，形成各种激发态，进行自由基反应，并存在非均相的界面吸附和催化过程。

环境中污染物的循环常归纳为各种元素的循环。如碳、氧、氮、硫、磷以及各种金属等，都是以多变的形态和复杂的化学反应过程组成循环体系，通常称为生物地球化学循环。

在污染化学研究中有相当一部分工作侧重在污染物的形态和分布方面。污染物的存在形态包括价态、化合态、结构态、结合态等。不同形态的污染物在环境中有不同的化学行为，并表现出不同的污染效应。

例如，六价铬有强烈毒性，而三价铬毒性较弱；有机汞如甲基汞的毒性远远超过无机汞；666 有七种异构体，而其中  $\gamma$  型有最强杀虫力；多环芳烃的致癌活性与其化学结构有相应关系；痕量污染物与不同载体的结合态往往决定其在环境中的迁移状况等等。

污染物的分布，不只是指在环境空间的浓度分布，而且还指污染物不同形态、不同相态之间的分配。因为只根据污染物的总量，并不能确切掌握环境污染的实质。

以汞为例，大气中的汞污染物主要来自含汞燃料的燃烧、含汞矿物冶炼和利用汞为原料进行生产的工厂的排放、还有来自土壤或水体中汞的挥发。它们以金属汞和氯化汞蒸汽、一甲基汞、二甲基汞以及颗粒态汞等形态存在。

水体中的水溶性汞，不但有不同价态，而且能同多种无机和有机配位体形成络合物，在一定条件下又会生成硫化汞等沉淀物。汞还能同粘土矿物、腐殖质、金属水合氧化物等结合为颗粒态汞。在微生物或物理化学作用下，无机汞可转化为甲基汞。水生生物还能在体内蓄积汞，各种生物高分子常以巯基与汞结合。环境中汞的总量按一定比例在各种形态之间分配。阐明汞在环境中的分布，往往要涉及十几种甚至几十种不同的形态。

为了掌握污染物在环境中转化的机理，需要阐明其化学的反应过程。自然环境中的影响因素复杂多变，只用一般的化学规律很难揭示反应的实质和全貌，在污染化学发展过程中，已陆续提出和探索了许多新的课题。例如，大气中的光化学反应和二次污染物的生成以及酸雨的形成，水体中溶液化学平衡和不平衡体系土壤和底泥中的界面化学反应，有机污染物在环境中的降解和生物氧化，有毒污染物在生物体内的酶化学反应等。污染物在均相或多相的环境体系中转移，经历各种物理化学过程，例如扩散、蒸发、凝结、吸附、离子交换、凝聚、絮凝、沉积、生物浓缩等，这些过程对污染物的空间位置或相态的变化都发生重要作用。

中公网总站：[www.offcn.com](http://www.offcn.com) 邮箱：[offcn.com@163.com](mailto:offcn.com@163.com)

电 话：010—62698755，82387776

地 址：北京海淀区学清路 38 号金码大厦 B 座 9 层

在环境这个开放性体系中，污染物和背景物大多并不处于平衡状态，至多处于一种稳态，因而只用化学热力学是不能确切描述它们的反应过程的。

化学动力学是污染化学的重要基础，大气中氮氧化物向硝酸盐气溶胶的转化，农药和有机化学品的化学氧化和光氧化，重金属在还原性水体中的甲基化，气溶胶和水溶胶的脱稳和絮凝等，都涉及化学动力学过程或催化过程。

环境污染物的反应常在空气和水这些流动介质中进行，不可避免要受到流体状态的影响。近年来出现了一门新的学科——环境化学动力学，专门研究污染物在环境流体中的迁移转化历程，标志着污染化学日益走向理论化和模式化。

污染化学的研究方法主要有直接测定、理论推算、模拟实验三种，每一种方法都不能充分反映环境体系的真实状况，因而总是互相补充，综合运用。污染化学的发展趋势，在深入分析方面可归纳为微量、微观、微粒，在综合推断方面可归纳为模型、模式和模拟。

环境污染研究初期，主要关心的是含量较多的污染物。随着对污染效应的认识不断深入，注意力逐渐转向微量和痕量污染物，如化学致癌物、重金属、农药、富营养化物质等。

对污染物的微观研究，是在原子、分子水平上进行鉴定、分析、观察，探索其形态结构、反应机理、转化过程和中间产物等。对污染效应的研究，是在分子生物学水平上，从分子结构方面以量子化学方法定量判断污染物的毒性或致癌规律。在微观研究中，广泛采用了红外光谱、x 射线衍射、气相色谱—质谱联用、电子显微镜、电子能谱、激光探测等手段。

研究表明，微量、痕量污染物大都是同环境中微细颗粒物(微粒)相结合，以微粒为载体而迁移，在微粒表面上转化。环境微粒物质在大气中的如飘尘、金属粉末，在水体中的如粘土矿物、金属水合氧化物、腐殖质、水藻、细菌等，构成各种分散体系。对这些微粒与微量污染物的相互作用进行界面胶体化学研究，成为污染化学的重要方面。

近年来，对环境污染现象的宏观综合研究，首先是建立某种模型，把内在作用的化学机理以物理图象或方框图简明地表述出来。模型反映出的是定性关系，可据以判断环境污染现象的方向趋势，如果进一步用数学定量关系表达出来，就成为模式。

污染化学模式除了用污染物浓度和环境条件等一般参数外，还常用分配系数、平衡常数、电化学位能、生成自由能、动力学常数等实验求定值。大气化学模式和水质化学模式的研究都已取得很大进展，成为污染化学研究的重要方向。

为了确证提出的模型和模式，除直接观测外，还大量采用了模拟研究方法，主要有实验室模拟和电子计算机模拟，有时也进行现场模拟实验。目前，为模拟实验已研制出各种设备仪器系统、感知元件，并利用同位素示踪、荧光显示、激光测试等技术。

中公网总站：[www.offcn.com](http://www.offcn.com) 邮箱：[offcn.com@163.com](mailto:offcn.com@163.com)

电 话：010—62698755，82387776

地 址：北京海淀区学清路 38 号金码大厦 B 座 9 层

此外，光化学烟雾室、环境风洞、水体水质模拟系统，以及综合的微宇宙生态系模拟实验场等成套设施均已问世。计算机模拟也提出了以渐近法综合求解多种物理化学反应的固定模拟程序。环境污染体系的模拟研究已成为十分活跃的领域

中公网总站：[www.offcn.com](http://www.offcn.com) 邮箱：[offcn.com@163.com](mailto:offcn.com@163.com)

电 话：010—62698755，82387776

地 址：北京海淀区学清路 38 号金码大厦 B 座 9 层