

编 号: (81)011

出国参观考察报告

西德环境科学研究概况

科学技术文献出版社

西德环境科学研究概况

前 言

中国科学院环境与生态科学考察团，应西德辐射和环境研究中心的邀请，于1979年11月30日至12月20日对西德进行了考察。期间，考察团访问了慕尼黑、汉堡、普隆、波恩、哥廷根、布伦瑞克、哈诺威、西柏林、法兰克福、美因兹、海德堡、卡厄斯鲁尔、弗莱堡、康斯坦茨等十四个城镇的二十三个研究所，二家工厂及联邦环境局，考察路线见图1。

西德联邦环境局并不象美国环保局、日本环境厅那样，自己具有强大的科研技术力量和系统，而是主要通过控制和分配环境科学经费，来择优支持和引导全国各研究中心、学会、大学及工业集团进行一定项目的环境科学研究；国家有一个全面长远的环境研究计划，确定长远目标和任务。明确环境研究的作用在于系统掌握全国环境污染的状况，发展和使用合适的技术、方法仪器设备，防治污染，为制订环保计划和法律提供依据。辐射和环境研究中心是西德十二大研究中心之一，自1964年以来，已获得很大发展。目前拥有27个研究所、室，1500余人，它的任务主要是在生物和医学范围内进行有关问题的研究，从我们参观的有关单位来看，感到研究环境保护的单位主要的任务是研究环境中的异物（化学物质）在环境中所起的作用，包括对人和生物的影响。

本报告重点介绍西德环境保护工作概况及辐射和研究中心下属机构有关环境和生态方面的工作。

代表团人员：

上海昆虫所	刘维德	科学院环境科学委员会	郭 方
环化所	戴广茂	湖北水生所	王德铭
环化所	彭 安	南京土壤所	胡荣梅
水生所	万培瑞	科学院外事局	葛明义

1. 慕尼黑及其邻近地区

辐射和环境研究中心总部
辐射和环境研究中心生态化学研究所
辐射和环境研究中心毒理和生化研究所
辐射和环境研究中心辐射水文测量研究所
辐射和环境研究中心物理技术研究室
辐射和环境研究中心生物研究所
遗传研究室
生理研究室
生物物理研究室

巴伐利亚州土壤和植物保护研究所
慕尼黑工业大学水化学研究所
慕尼黑工业大学药理研究室
慕尼黑工业大学动物系湖沼学研究所
弗朗霍夫学会大气环境研究所

2. 汉堡

3. 普隆

马·普学会湖沼学研究所

4. 波恩及其邻近地区

拜耳 (Bayer) 厂水处理工程
壳牌炼油厂水处理工程

5. 哥廷根

辐射和环境研究中心微生物研究所

6. 布伦瑞克及其邻近地区

辐射和环境研究中心地下处理研究所

7. 哈诺威

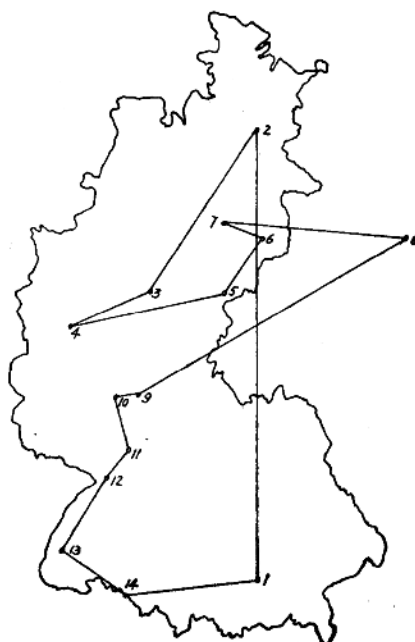
辐射和环境研究中心辐射植物研究所

8. 西柏林

西德联邦环境局

9. 法兰克福

辐射和环境研究中心生物所生物物理研究室



10. 美因兹

马·普学会化学研究所

11. 海德堡

海德堡大学沉积物研究所

12. 卡尔斯鲁尔

卡尔斯鲁尔大学煤气、火焰技术及水化学所

13. 弗莱堡

14. 康斯坦兹

弗莱堡大学湖沼学研究所

目 录

前 言

第一部分 西德联邦环境局及环保工作	(1)
一、西德环境保护的出发点	(1)
二、西德的环境政策和环境研究	(1)
三、西德环境研究的长远目标和任务	(2)
四、西德的环境研究领域	(3)
五、从事环境保护研究的机构和资助的环境保护研究	(8)
第二部分 有关环境科学方面的研究	(9)
一、有机物光矿化反应	(9)
二、大气环境的研究	(14)
三、土壤环境的研究	(17)
四、毒理方面的研究	(51)
五、水生态的研究	(55)
第三部分 各参观单位情况介绍	(61)
一、生态化学研究所	(61)
二、毒理和生化研究所	(62)
三、辐射水文测量研究所	(63)
四、物理技术研究室	(64)
五、生物研究所	(64)
六、地下处置研究所	(65)
七、微生物研究所	(66)
八、辐射植物研究所	(67)
九、巴伐利亚州土壤和植物保护研究所	(67)
十、大气环境研究所	(68)
十一、慕尼黑工业大学水化学研究所	(68)
十二、慕尼黑工业大学药理研究室	(69)
十三、慕尼黑工业大学动物系湖沼学研究组	(69)
十四、马·普学会湖沼学研究所	(69)
十五、拜耳(Bayer)公司水处理工程	(70)
十六、壳牌炼油厂废水处理工程	(70)
十七、马·普学会化学研究所	(71)
十八、海德堡大学沉积物研究所	(71)
十九、卡厄斯鲁尔大学煤气技术、火焰技术及水化学研究所	(72)
二十、弗莱堡大学湖沼学研究所	(72)
二十一、西德联邦环境局科学管理组织	(72)

第一部分 西德联邦环境局及环保工作

联邦环境局，作为一个独立的高级权力机构，是根据1978年7月22日法令建立的，局址设在西柏林。它的任务是向联邦政府提供咨询，并给予科学技术和管理方面的协助。它协助联邦内政部，对空气质量控制、噪声消除、固体废物管理、水质和环境化学品方面，拟订法律条款和管理规程，还对环境保护的科学研究、发展进行管理和评价，并对公众进行环境问题的宣传。领导体制分联邦、州和县三级管理。联邦环境局管辖各州相应的环保机构，具体权力在各州，诸如新厂投产，有争议的工程等，批准权均在州环保机构。

联邦环境局约有400名雇员，其中一半以上是大学毕业生，他们的专业，自然科学约占三分之二，社会科学占三分之一。每年约有一亿西德马克的科研经费。由于它本身无直接领导的研究所或实验室，因此科研经费按承担任务情况分配给研究中心、大学、工业部门的研究机构等，他们负责将所得到的研究成果、资料 and 知识向政府反映，为制定环境保护法和各种规定提供依据。

一、西德环境保护的出发点

在人类的发展历史中，人曾经以多种方式对生存的环境产生影响，但是当高度工业化的社会一旦出现，并且不断发展，人对自然界的多种影响，不但数量上不断增多，而且范围也日益扩大。不可更新的资源消耗增加，工业化和城市化不断占用新的土地，对生物圈的影响愈来愈大，环境问题已发展成为全球性的问题。由于过量使用自然资源，造成的环境污染和破坏超出自然界的负荷，产生的后果不仅影响我们这一代人的生活环境，而且将影响到下一代人的环境质量。因此西德联邦环境局为环境保护确定的出发点是：

- ① 确保人的健康和生活所需的环境；
- ② 保护土壤、空气、水和动、植物界，防止它们对人产生不利的影响；
- ③ 清除对人有有害和不利的物质。

二、西德的环境政策和环境研究

西德联邦政府在1969年的政府声明中宣布，环境保护同社会安全、教育政策、经济政策以及就业政策等重大公共任务一样，是一项单独的政策。

西德环境政策的主要目标是：

- ① 环境措施以预防为主。对进入环境的有害物质仅仅弄清它的毒害还是不够的，而且需要处理，所耗费的资金是巨大的。
- ② 根据西德的市场经济规定，联邦政府坚持责任自负的原则，这些在经济决策过程中，从一开始就保证清除或避免环境污染所需的经费。
- ③ 继续提高西德公民的环境意识，加强他们共同的责任感。
- ④ 政府部门鼓励发展无害工艺技术。
- ⑤ 注意国际间的合作。

1971年以来，从事环境保护问题的联邦政府部门都以上述内容为目标，把它贯彻在工作计划、研究计划和研究项目中去。1971年联邦内政部设立了“环境问题专家委员会”，并于

1974—1978年陆续出版了许多报告。在这些报告中指出了当时环境污染的程度和对改善环境中所取得的成績，其中包括和有关团体、协会、科学界、经济界交换的意见和提出的建议，还就继续完善联邦政府的环境政策，进行必要的研究并提出论点。通过几年的科学调查，加深了对生态系统，生存环境和现有污染程度的认识。1971年环境计划中所提出的问题，有的已得到答复，有的通过科研和实践，使问题提得更加准确；也有的需要修正，以改变提法或重新确定重点。

在科学研究，技术发展的基础上，联邦政府制定了一系列法律条文，如“废渣清除法”，“联邦环境污染保护法”，“水管理法”和“联邦自然保护法”，还对一些领域草拟了规定，并与各州及有关团体协调，以便重新标定和改善有害物质对环境的污染，还要解决经费问题，并使居民对环境问题有很好的了解，使其在环境保护工作中发挥作用。

在制订和执行环境政策时，必须考虑经济发展的可能性及其限度。环境保护的法律措施需要注意对国民经济目标的经济效果，使其对环境和经济负起责任，不能脱离实际来执行环境政策，尤其还要看到环境保护所需的费用、收益和国民经济之间是有一定矛盾的。努力保护环境也对革新有刺激，从长远来看，对西德工业的国际竞争能力具有重要意义。为达到法律的要求，在许多领域要研究和发展如何作出投资的决定和改变操作方法。

三、西德环境研究的长远目标和任务

环境研究的作用是：系统掌握全部环境污染；发展和使用合适的技术、手段和措施，防止环境污染和治理环境；以及为制定防治环境污染计划提出依据。

环境研究是为了提高环境保护的效果，提出新的建议，获得新认识，发展新方法，这对于尽早发现和解决将来的环境问题，进一步改进现有问题是有益的。环境保护中的各方面问题都是互相有联系的，这点必须充分注意，才能为改善污染了的环境，保护和维持未被破坏的生态系统作出适宜的抉择。制定环境政策时还要充分利用研究工作的成果，才能更好地保护当前受到污染的环境，防御今后危害环境的可能性。

联邦政府为了有效地利用现有资金，在众多的环境问题中，分清主次，确定重点，抓住最紧迫的问题，先予解决。他们在这方面掌握的重要标准是：目前污染物质在一定区域内对土、水、气的污染程度；自然资源的枯竭或过量使用的危险；经济对能源和原料的相关性；保持国际竞争能力和改善工作、生活条件。联邦政府还对在能源开发、公共卫生、劳动条件、交通和基建政策等方面所采取的措施进行协调，避免产生矛盾。

西德认为过去几年里进行的研究，而且也是今后的重要课题，计有：

（1）减轻污染方面：

- ①二氧化硫和一氧化氮对空气的污染。
- ②二氧化碳对大气的污染和氟氯甲烷（因净化不够）对世界气候的影响。
- ③废水或含有难以降解的重金属的固体废渣。

（2）发展新的无害能源。

（3）减少运输噪声及劳动场所噪声。

（4）有害物质（如化学品，放射性物质）对人体危害的防护。

（5）风景区保护。

（6）保护生态基础——动、植物种类。

联邦环境局认为，进行研究工作目的是：掌握生态系统情况，了解危害发展程度，为制定环境标准提供科学基础，为发展控制环境的方法和标准创造技术基础；掌握可靠的测试方法和质量控制、环境条件和负荷量的评定，以及环境法学的研究和应用；价格合理的减轻污染技术，鼓励运用无害工艺；用科学、技术和社会经济方法评定环境保护措施；发展有关环境保护的仪器。

四、西德的环境研究领域

（一）环境和社会

1. 问题

联邦政府的环境政策，从全面考虑出发，几乎涉及所有生活领域，不仅利用自然科学，而且还利用社会科学、计划科学的知识。为了贯彻预防原则，既要调查和评价环境污染方面法律、经济（整体和单一）、社会和心理的作用，也要调查和评价环境保护措施的作用。环境政策和环境计划作为一种手段的作用能力，不断受到检验，环境研究为扩大这种作用提供了可靠的科学根据。

2. 研究重点

- （1）研究发展环境指示器；
- （2）结合经济标准评定环境污染的方法；
- （3）环境容量的检测方法；
- （4）环境措施对某一经济目标和整个经济目标的作用；
- （5）继续发展和统一环境法；
- （6）技术效果估价；
- （7）计划手段（如场地使用决定）。

3. 1978年项目资助规模

联邦内政部	31项	130万西德马克
联邦食品、农业、林业部	1项	40万西德马克
联邦交通部	1项	10万西德马克
联邦区域规划、城市建设、建筑部	21项	150万西德马克
联邦研究技术部	12项	630万西德马克
共计	66项	960万西德马克

（二）生态学

1. 问题

由于工业和城市的继续发展，加重了环境负担。危害土壤、水和空气的自净能力也因不断增加的技术性的经济过程而遭到破坏。只有对生态系统进行充分的研究，才能回答技术发展的生态后果，如生态系统的负荷阈限问题。由于生态系统的复杂性，很多方面，如生态系统的作用关系，调节机制以及“作用”的主要结构，都没有充分的认识，因此要在噪声、热量、辐射和化学物质交叉作用中去评价污染常常是有困难的。为了不仅能测定单个的经济（人，动物，植物），而且还能测定整个自然管理可能产生的效果，就需要合适系统的试验方法，而这在目前正好是缺乏的，试验方法除了考虑污染物质所具有的损害力外，还要考虑生态系统的规律性。为加深对生态系统的理解，在更大范围内还要从事基础工作。

2. 研究重点

- (1) 研究制作生态系统模型,
- (2) 有害物质生态毒理作用的分析和估价,
- (3) 化学品危害环境的检验方法。

3. 1978年项目资助规模

联邦内政部	24项	310万西德马克
联邦研究技术部	25项	290万西德马克
共计	49项	600万西德马克

(三) 环境化学品

1. 问题

西德是世界上最重要的化学品生产国之一。目前, 在成千上万种化学品中, 只有几百种对环境有危害作用的化学品已被人们认识, 因此除了迫切需要解决处理的方法外, 还必须特别注意化学品引起的环境状况的变化, 在预防措施中要注意与人有关的毒理作用, 必须加强研究用来划分浓度等级界限和长期作用的剂量—作用关系。要综合研究环境中各种作用以及包括物质的分布, 降解和在生物中积累的生态毒理作用。还要发展一个被国际上接受的检验规定。

2. 研究重点

- (1) 确定有关化学物质危害环境的技术——自然科学含义;
- (2) 建立合适的试验系统, 并且使之标准化;
- (3) 有害物质的毒理和生态毒理作用评价;
- (4) 建立环境样品库。

3. 1978年项目资助规模

联邦内政部	43项	617万西德马克
联邦经济部	42项	3万西德马克
联邦粮食、农业、林业部	92项	50万西德马克
联邦青年、家庭、卫生部	23项	130万西德马克
联邦研究技术部	50项	770万西德马克
共计:	250项	1570万西德马克

(四) 水经济 (管理)

1. 问题

水是自然资源综合系统的一部分, 系统内某一部分的微小影响会对其他部分产生明显影响, 由于经济活动、工业集中、居民密集和高度消费, 生活污水和工业废水在部分地区造成污染, 使可用水明显减少, 联邦政府确定的目标是: 保持或重新建立水的生态平衡; 确保居民和工业用水; 保证其他与公共福利用水, 并且在更大范围内西德联邦政府还致力于国际之间的合作。

2. 研究重点

- (1) 水管理、水法律 and 水的经济计划;
- (2) 水的供给和其他用途;
- (3) 对水有害物质的贮存和运输;
- (4) 水保护;
- (5) 测试和分析方法;

(6) 减少污染以及废水和污泥的处理。

3. 1978年项目资助规模

联邦内政部	60项	880万西德马克
联邦粮食、农业、林业部	6项	20万西德马克
联邦交通部	3项	30万西德马克
联邦青年、家庭、卫生部	1项	8万西德马克
联邦建筑部	2项	20万西德马克
联邦研究技术部	103项	5080万西德马克
共计	175项	6038万西德马克

(五) 废渣经济

1. 问题

废渣的数量不断增加, 仅家庭垃圾和类似的垃圾废物从1970年的1950万吨增加到1975年的2360万吨, 而且在体积和重量上都有增加。目前废渣的70%是堆积, 25%燃烧, 仅3%沤肥。

随着空气净化和废水处理, 增加了许多有害废渣, 因此, 其一, 需要提高废渣处理能力。联邦政府的目标, 除一般废渣处理外, 主要是避免产生和减少废渣, 并尽可能利用废渣。其二, 需要采用少废渣生产方法, 提高产品的耐久性, 加强废渣的回收和综合利用, 使之重新进入经济循环。

2. 研究重点

(1) 分析废渣产生的数量、原因及其可能带来的危害;

(2) 发展无废渣工艺;

(3) 包括沤肥在内的废渣利用和清除技术的改进和创造;

(4) 废渣(金属残留、废纸垃圾、塑料废物、木质纤维废渣以及有机特殊废渣等)用作原料。

要注意研究废渣堆积和运输的新方法, 改进垃圾的分类技术, 从各个垃圾中回收辅助原料。改进废渣热处理(燃烧和高温分解)和堆放技术。

3. 1978年项目资助规模

联邦内政部	51项	580万西德马克
联邦经济部	1项	300万西德马克
联邦粮食、农业、林业部	6项	6万西德马克
联邦研究技术部	39项	3280万西德马克
共计	97项	4166万西德马克

(六) 空气净化

1. 问题

由于工业和手工业生产的发展, 生活领域中进一步技术化和马达化, 加剧了空气的污染。因此要重视空气污染中各种有害物质彼此之间的相互作用以及长期暴露下的危害, 特别是不利气候条件下各种反应。

2. 研究重点

(1) 空气污染情况及其危害;

(2) 发展减少和限制工业和手工业设备、家庭燃烧和机动车辆排放有害废气的新技

术;

- (3) 改进空气污染监测方法;
- (4) 发展数学模型, 作为预测发展的工具;
- (5) 制订出现危险情况的安全计划。

还要重点发展和资助无害电厂, 改进燃烧过程以及研制无害机动车发动机。国际间合作监测和控制空气污染也被认为是个重要问题。

3. 1978年项目资助规模

联邦内政部	120项	2820万西德马克
联邦粮食、农业、林业部	3项	10万西德马克
联邦交通部	3项	35万西德马克
联邦国防部	3项	150万西德马克
联邦研究技术部	66项	1920万西德马克
共计	195项	4935万西德马克

(七) 噪声防止

1. 问题

在过去几十年内噪声对环境的污染, 在交通方面, 尤其增长迅速。据调查, 西德约有百分之四十的居民间断或持续受到不同程度噪声的干扰。劳动场所的噪声是形成职业病的主要原因之一, 但目前西德有关噪声损害健康的数字却很少。联邦环境局认为不能低估长时间噪声对身心的影响, 目前对此问题的认识还是很不够的, 并认为居民中的儿童、老人、孕妇和需要休养的人因睡眠受到影响而损害精力及学习能力, 而且这部分人变得愈来愈敏感。在噪声防止中, 除了行政措施外, 特别需要重视的是对噪声源的消除上。

2. 研究重点

- (1) 减少交通噪声, 包括公路、铁路、空中和水路的交通噪声;
- (2) 发展交通系统和交通工具的无噪声技术;
- (3) 减少占地面积大的工业设施噪声, 固定的单个工业设施噪声以及移动的单个设备噪声;

- (4) 减少住宅区和休息时间的噪声;
- (5) 通过计划和施工措施减少噪声, 确定噪声防护范围;
- (6) 噪声对人的影响;
- (7) 噪声的测试、评定和监测方法。

3. 1978年项目资助规模

联邦内政部/环境局	35项	720万西德马克
联邦交通部	7项	100万西德马克
联邦建筑部	1项	3万西德马克
联邦研究技术部	20项	420万西德马克
共计	63项	1243万西德马克

(八) 辐射防护

1. 问题

联邦环境局认为辐射防护的任务是避免和尽可能减少对人、生物和环境的不必要的辐射污染。医学上应用的放射性同位素。按最早的辐射防护规定和X射线规定, 辐射是限制在非

用不可的范围之内的。在技术应用方面,尤其是核技术设备的使用方面预防性辐射防护是首要的。另外,减少核设备所在地的污染和清除放射性物质的问题,长期以来并在今后几年中是研究工作和立法的重点。

2. 研究重点

- (1) 自然界和应用中辐射污染的监测和分析;
- (2) 调查释放的放射性物质状态;
- (3) 进一步弄清辐射对人体和遗传的影响;
- (4) 进一步发展计量技术和辐射测试技术;
- (5) 紧急情况下的防护问题;
- (6) 清除放射性废渣工作中的安全、运输、再处理、中间存放和最终储存。

3. 1978年资助项目规模

联邦内政部	13项	1370万西德马克
联邦经济部	1项	30万西德马克
联邦研究技术部	35项	2390万西德马克
共计	49项	3790万西德马克

(九) 自然保护和风景区管理

1. 问题

联邦环境局认为,自然和大地是人们生活和发展经济的基础,人们给它们带来了多种干扰,如居住区的扩大,工厂的建、迁,交通网的扩建等,常常产生不可消除的变化,现代化高效率的农业经济对自然和土地带来了许多冲击。如:农业结构和土壤使用所带来的变化,影响自然环境和生物功能恢复能力的衰减。另外,某些敏感地区由于大量采矿和挖掘所带来的影响等。

2. 研究重点

- (1) 对自然和风景区的要求;
- (2) 区域保护,特别是保护区的确定、维护和发展的标准;
- (3) 区域规划,特别是规划方法和实施措施;
- (4) 自然保护和风景区管理的社会科学问题;
- (5) 保护和创造接近自然的生态系统;
- (6) 种群和群落保护(包括保持基因);
- (7) 自然、风景区受冲击后的恢复平衡问题。

重要的是在自然保护和风景区管理中做出决策时能够提出有科学基础的资料,这就要求加强研究人类干扰对自然和土地作用的机理,研究污染和污染的界限,研究土地恢复的适应性以及改善这种适应性。

3. 1978年项目资助规模

联邦粮食、农业、林业部	14项	70万西德马克
联邦交通部	1项	20万西德马克
联邦研究技术部	1项	30万西德马克
共计	16项	120万西德马克

(十) 环境无害工艺

1. 问题

联邦环境局认为，环境的污染一般是与工业、手工业生产或产品的使用、消费有关，首要的是改变产品或生产过程。提倡环境无害工艺的目的是发展技术，使它对环境的污染只在生态允许的范围之内，能合理利用能源，节约原料，发展的技术在特殊情况下均能适应环境负荷的要求。

西德在发展无害工艺方面具有较好的条件。一方面是他们有高度的工业水平，有基础来创造这类技术；另一方面是有有效的环境保护规定，一贯采用责任自负和经济惩罚来促进环境无害工艺的发展。联邦政府还特别支持中、小企业的革新活动，因为这些企业对市场的需求反应比较快速，能够及时采用新技术，其中就包括考虑与环境关系的技术在内。

2. 研究重点

(1) 需要特别注意节约原料和能源，少或不排出无害物质的生产方法有以下方面：纸和纤维素生产、油漆技术、纺织整理、塑料加工技术和电镀技术等。

(2) 工业废气净化。

(3) 减少噪声。

3. 1978年项目资助规模

这一计划不是在各种情况下都可能列入“环境研究领域”的，在某些情况下也是不必要的，仅联邦研究技术部就有42个项目。而作为重点列入环境研究领域的项目，一年的经费总额为1100万西德马克。

(十一) 环境情报和资料

1. 问题

联邦环境局认为，目前在环境保护的许多领域中，已有的数据还无法满足环境决策和制定环境研究计划的需要。此外，为了各项专门研究的需要，也应积极发展数据库，目前西德已有：德国医学情报资料研究所的情报资料服务数据库 (DIMDI/VET)，联邦卫生局的饮用水质量数据库 (BIBIDAT)，环境化学品中心登记和评价处数据库 (ZEBS-Daten)，联邦环境局情报资料系统的研究项目数据库 (UFORDAT)，环境文献资料 (LIDUM)，危害水的物质 (DABAVAS) 和废渣经济数据库 (AWIDAT)。但为了更好地掌握全面的情况，联邦环境局认为很有必要使用国际范围的数据库。

2. 研究重点

(1) 获得数据的方法问题；

(2) 提高数据的可靠性和可比较性；

(3) 情报加工的技术问题和传递 (主要是不同类型数据储存的联结方法)；

(4) 发展数据保存方法。

3. 规模

经费总数尚无准确数字，因为数据和资料系统的计划工作不仅在环境方面进行，而且上述研究重点除了有一部分列入联邦政府的第三个数据处理计划中外，其余部分还分别得到联邦内政部，青年、家庭、卫生部，粮食、农、林部和情报资料资助计划的资助。1978年仅为建设环境计划情报，资料系统 (UMPLIS) 已开支200万西德马克。

五、从事环境保护研究的机构和资助的环境保护研究

与环境有关的研究项目由工厂企业的研究单位、独立的研究所、大学的研究所以及许多

国家的和由国家资助的研究机构来进行，如联邦研究院，马克斯普朗克学会（MPG），负责基础研究的德意志联合研究会（DFG），从事合同研究的弗朗霍夫学会（FhG），负责应用方向研究的联邦大研究中心以及从事应用社会研究的柏林科学中心（WZB），也都有自己的研究所。为了能够充分利用现有的研究设备和能力，1976年5月西德“在主要使用由联邦承担费用的研究设备方面就合作原则”达成协议，对某一方面的任务，允许各部使用所有现有设备。

除研究任务外，大多数研究单位还承担环境监测、数据收集、数据应用、批准权的规定以及情报资料方面的法律任务。

第二部分 有关环境科学方面的研究

一、有机物光矿化反应

（一）有机物光矿化反应的标准实验方法

西德生态化学研究所在有机物光矿化反应方面做了不少工作，近年来又在原采用的较大型光矿化模拟设备基础上，发展了一种小的模拟反应器，并且还制定了统一的操作步骤。这项实验，已于1979年为联合国经济合作和发展组织采用，作为在模拟大气条件下，测定有机物光矿化反应的标准方法。现将该方法介绍如下：

1. 概述

光矿化反应的定义是：有机物通过光化学降解形成无机产物，例如 CO_2 和 H_2O 的反应，如果有有机物上还有其他原子，同时尚可生成带有 Cl^- 、 NO_3^- 或 SO_4^{2-} 的无机分子。

这种方法模拟吸附在气溶胶上有机物在大气中的光矿化反应，并同时测定一定时间内反应产物 CO_2 及其他无机物的生成量，从而能获知有机物在大气中最终消失的时间，并能对不同有机物在大气中消失速率进行比较。

模拟太阳辐射能的装置是一只高压汞灯，装有硼硅酸玻璃过滤器以滤去波长小于290毫微米的紫外光；曾用几种化合物在太阳光下进行过照射实验，证明这种紫外光是适用的。使用硅胶模拟大气中的气溶胶，生态所也探究过几种其他载体，认为载体只要具有恒定的活性表面，就不致影响实验结果。

2. 反应器

照射是在一只小型封闭的玻璃反应器中进行的。反应器中部为空心，以便插入紫外光照射管。图2示出反应器和照射管的剖面。

反应器上有冷却夹套和导气管，照射管上也具有冷却夹套。照射时，反应器内盛装预先装备好的载体和试样的混合物，如果试样是挥发性化合物，则可直接导入，但反应器和记录仪之间要放置洗瓶（可用乙二醇—甲基醚），以捕集挥发性的有机物。辐射源可采用飞利浦公司生产的高压汞灯（HPK125w）。

3. 试验样品的吸附

可以采用牌号为“60 reinst E, Merck 7754”硅胶为载体，E. Merck公司出品。规格：颗粒大直径为0.063—0.2毫米（70—230筛孔ASTM），比表面积为450米²/克。这种硅胶的表面能用紫外光照射来净化。照射在圆底转瓶（如旋转蒸发器）中进行，使用石英管

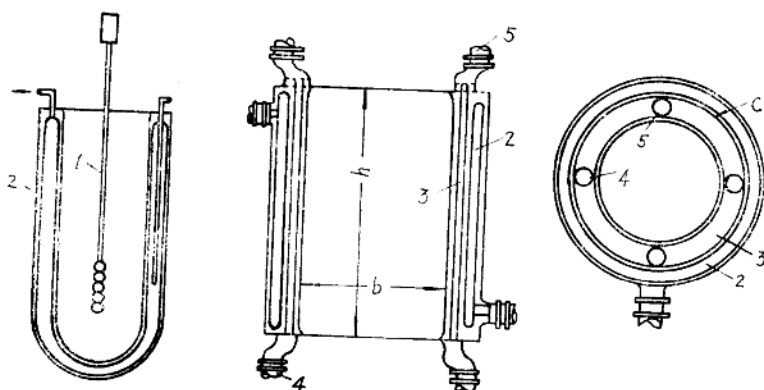


图2 光矿化反应器及照射管剖面图

1. 紫外光源 2. 冷却夹套 3. 反应室 4. 气体(氧)入口管
5. 气体(反应产物)出口管 $h=80-90$ 毫米 $b=40-50$ 毫米 $C=3-4$ 毫米

表1 某些环境有机物的光矿化数据

	吸附剂 (毫克/22克)	矿化产物 (%)	有机成分 (%)
酚			
2,4,6-三氯苯酚 (U- ^{14}C)	1.73	65.8	<0.1
五氯酚 (U- ^{14}C)	1.82	62.0	<0.1
对苯二酚 (2,3,5,6- ^{14}C)	1.36	57.4	<0.1
4-季丁基苯酚 (环上- ^{14}C)	2.22	46.8	<0.1
对硝基酚 (2,6- ^{14}C)	1.84	39.1	~0.2
联苯			
联苯 (U- ^{14}C)	1.68	9.5	~0.1
2,5,4'-三氯联苯 (U- ^{14}C)	2.87	5.9	~0.1
2,4,6,2',4'-五氯联苯 (U- ^{14}C)	1.29	5.2	<0.1
2,2'-二氯联苯 (U- ^{14}C)	1.70	3.5	<0.1
有机酸			
对氯苯甲酸 (环上- ^{14}C)	0.63	6.3	<0.1
2,4-二氯苯甲酸 (环上- ^{14}C)	0.70	2.8	<0.1
2,4-二氯苯氧基乙酸 (环上- ^{14}C)	2.50	26.2	~0.1
取代苯			
苯胺 (U- ^{14}C)	0.86	46.5	0.8
五氯硝基苯 (U- ^{14}C)	0.79	43.0	<0.1
硝基苯 (U- ^{14}C)	1.33	6.7	<0.1
六氯苯 (U- ^{14}C)	2.74	1.5	<0.1

照射时间: 均为17小时 U- ^{14}C ; 均匀标记C原子。

过滤的高能紫外光，时间为24小时。照射后的硅胶应避免与空气接触。将22克硅胶和相当于每克硅胶为0.2毫克重量的试样放入密闭的玻璃瓶中，转动48小时。这一步骤只适用于非挥发性或中等挥发性的化合物。挥发性试样可通过一层隔膜，直接注入反应器。

4. 实验操作

实验在室温下进行，将吸附有试样的载体移入反应室，用1.5升的氧气流清洗30分钟以获得CO₂的背景值，然后用紫外光照射一小时。这样用氧清洗和照射过程一般重复三次，但按试样光降解速度和CO₂记录仪的响应的情况，可以变更照射时间和次数，但不能缺少照射间隔中的氧清洗步骤。实验结果用CO₂记录仪进行测定。

5. 实验结果示例

西德生态化学研究所曾采用所述的小型反应器，做了几十种环境有机物的光矿化反应，现摘录一些实验结果示于表1。

(二) 有机物呈固态和吸附在微粒上的模拟光矿化反应

为评价化学物质，特别是有机物在大气中的行为，西德生态化学研究所曾对某些有机氯农药、氯代芳烃、氯代烯烃、氟利昂及芳烃的光矿化反应进行了研究。实验是在较简单的模拟大气条件下进行的。概述如下：

1. 有机物呈固态时的光矿化反应

使用的化合物是艾氏剂、狄氏剂、光化狄氏剂、六氯苯、五氯苯、2,4,5,2',4',5'-六氯联苯、2,5,2',5'-四氯联苯、五氯酚、DDT及DDE。实验是在容积为1升的玻璃照射瓶中进行的。将80毫升的试验样品均匀地敷涂在瓶的内壁（使用溶剂，涂后挥发除去），然后在通有氧气流的情况下，用紫外光照射，光源为通过石英或硼硅酸玻璃过滤的高压汞灯（HPK125w，飞利浦公司出品）。实验结果示于表2。从表2可以看出，即使是持久性长的化合物，也能以固体状态在氧气流中分解成CO₂，如果是氯代物则同时给出HCl和（或）Cl₂。例如，环二烯类农药艾氏剂和狄氏剂，在用硼硅酸玻璃过滤的紫外光照射时，能发生矿化反应，如果使用短波长（ $\lambda < 290$ 毫微米）紫外光，则矿化产物的生成量显著增加。DDT、

表2 某些有机氯农药及氯代芳烃的光矿化产物

化 合 物	矿 化 产 物 (毫克)			
	石 英 (2天)		硼 硅 酸 (6天)	
	CO ₂	HCl	CO ₂	HCl
艾氏剂	15—70	19—28	8—11	3—4
狄氏剂				
光狄氏剂				
六氯苯	46—53	19—26	ξ	ξ
五氯苯				
2,4,5,2',4',5'-六氯联苯				
2,5,2',5'-四氯联苯	*	*	10—15	2—8
五氯酚				
DDT				
DDE				

* 未进行试验，ξ 检测不出。

DDE、五氯酚的光矿化行为和艾氏剂、狄氏剂是相似的，而五氯苯、六氯苯及某些多氯联苯，则只能在短波长的紫外光照射下，才能矿化。因此可以认为，光矿化反应是评价有机化学物质在大气中行为的一种简单的实验方法。如果要对几种物质的光矿化行为进行对比，只要简单地测定其矿化产物（例如 CO_2 、 HCl 和 Cl_2 ）的生成量，就能得出相对的比较数值。但实验条件应该一致，并需严格加以控制。

2. 有机物吸附在微粒上的光矿化反应

大气中大部分有机物是吸附在微粒（气溶胶）上的，本实验采用硅胶为载体模拟光矿化

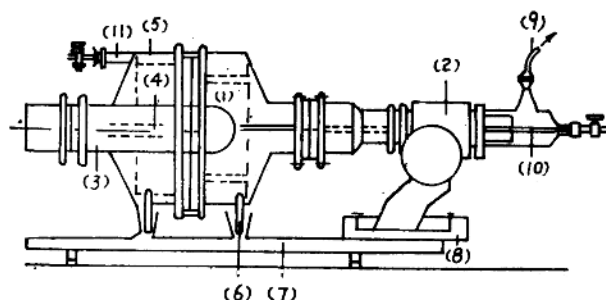


图3 物质在吸附于微粒上的光矿化设备

反应。将试样和硅胶按一定比例混和，硅胶表面上有机物能分散成单分子的薄层，混和是在封闭的玻璃瓶中进行，转动48小时。在图3所示的照射设备中，进行下列各类化合物的矿化反应：氯化烯烃（1,1-二氯乙烯，四氯乙烯，2,3-二氯丙烯，1,2-二氯丙烯和六氯丁二烯），氟利昂（三氟甲烷和二氯二氟甲烷）及芳烃（苯，甲苯，邻-，间-，对-二甲苯）。

照射设备呈圆筒形，主要的组成部分是：反应器（1）用法兰盘与驱动马达（2）相连接，在其另一端能插进照射管（3），伸入器的内部，照射管尺寸应能适合于使用不同光源（4）和过滤器。在反应器的内壁上，装有纵向平行的叶片（5），呈交错位置。（6）为滚轮，共四个，连接于支架（7）上。物料可从位于设备静止部分上的管（10）导入，也能在管（9）处抽真空，使之从管（11）进去。当反应器沿纵向轴转动时，反应物（载体上的吸附相和气相）能够充分混合，得到均匀的照射。

操作步骤如下：将约1.3克的试样，在氮气流下敷涂于800克的硅胶上。用气相色谱和元素分析法，测定吸附于载体上试样的实际重量。在反应器内装入350克含有试样的硅胶，然后两次抽真空至100毫米汞柱，并充以氧气（反应器容积为25升，保证有过量的氧能与吸附在硅胶上的全部试样进行反应）。此时开始用高压汞灯（HPK 125w，飞利浦公司出品）对吸附有试样的硅胶进行照射，紫外光是用石英或硼硅酸玻璃过滤器过滤的。照射后，矿化产物（如 CO_2 和 Cl_2 ）用载气（氮）导出，使之二次经过洗瓶（每瓶装50毫升的0.10M NaOH溶液，以收集气体产物）。 CO_2 可对 CO_3^{2-} 进行酸量滴定的方法来定量，而 Cl_2 则用碘量法滴定 OCl^- 来定量，不能用从硅胶上洗出的矿化产物（如 HCl ），则将其与NaOH溶液（0.10M）混合，再用 AgNO_3 以电位滴定法，对 Cl^- 进行定量测定。

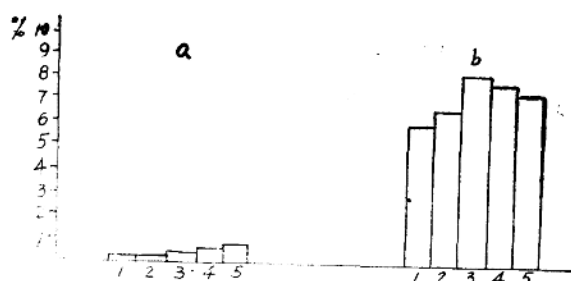
表3和图4示出氯代烯烃、氟利昂及芳烃光矿化反应的实验结果。在所有实验中，都测定了 CO_2 ，如果是氯代化合物则同时测定 HCl 和（或） Cl_2 。

如表3所示，氯代烯烃的光矿化效率最高。经过石英或硼硅酸玻璃过滤的紫外光，对矿化产物的生成量没有明显差别。用硼硅酸玻璃过滤光所给出的较高的生成量，是由于延长了照射时间所致。这项实验结果表明，在波长大于290毫微米的紫外光占优势的对流层中，也能产生光矿化反应的。即使是众所周知的具有很长持久性的氟利昂，在用硼硅酸玻璃过滤的

表3 氯代烯烃及氟利昂的光矿化反应

	石 英 (三天)		硼 硅 酸 (六天)	
	HCl (或) Cl	CO ₂	HCl (或) Cl	CO ₂
$\text{CCl}_2=\underset{\text{Cl}}{\underset{ }{\text{C}}}-\underset{\text{Cl}}{\underset{ }{\text{C}}}=\text{CCl}_2$	*	ξ	+	ξ
$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CCl}_2$	+	+	+	ξ
$\text{H}_2\text{C}=\underset{\text{Cl}}{\underset{ }{\text{C}}}-\underset{\text{Cl}}{\underset{ }{\text{C}}}=\text{CH}_2$	*	+	+	ξ
$\text{Cl}_2\text{C}=\text{CCl}_2$	*	ξ	+	ξ
$\text{H}_2\text{C}=\text{CCl}_2$	*	+	+	ξ
CCl_3F	*	ξ	*	+
CCl_2F_2	*	+	*	+

给出的百分率是CO₂或Cl实际生成量除以全矿化所应放出的CO₂或Cl的计算量。*为10—50% HCl和(或) Cl₂, +为50—90% HCl和(或) Cl₂, †为10—50% CO₂, ξ为50—90% CO₂。

图4 芳烃光矿化时CO₂的生成量

给出的百分率是CO₂生成量(摩尔)除以全矿化应放出的CO₂量(摩尔)。

a. 硼硅酸, 六天; b. 石英, 四天; 1. 苯; 2. 甲苯; 3. 邻-二甲苯; 4. 间-二甲苯; 5. 对-二甲苯。

光线下, 也能降解为CO₂和HCl。但是, 用波长短的紫外光照射更有利于降解。

与氯代烯烃和氟利昂的情况相反, 呈固态或吸附于硅胶上的芳烃化合物, 对光矿化作用却呈现了较长的迟缓性。当这类化合物用硼硅酸玻璃过滤的紫外光照射时, 矿化的速率很低, 但若用石英滤过的光照射, 则速率能明显地增加(见表1和图2)。

即使在同一类化合物中, 光矿化速率也有较大的差别。将苯与甲苯, 二甲苯进行比较(图4), 可以看出, CO₂生成量随甲基数目的增加而增加。至于二甲苯异构体之间的差异, 则是由于甲基在空间的位置不同而造成的。这些结果与照射对剩余的量进行测定的结果是一致的。