

土壤圈物质循环系列专著

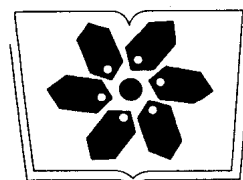
土壤中化学物质的行为 与环境质量

陈怀满 等著



科学出版社

www.sciencep.com



中国科学院科学出版基金资助出版

土壤圈物质循环系列专著

土壤中化学物质的行为 与环境质量

陈怀满 等著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书论述了土壤在环境中的作用与地位、土壤污染和污染土壤的退化机理、交互作用对土壤中污染物行为的影响、土壤中典型元素或化合物的行为与环境质量、以及污染土壤的修复等。全书紧紧围绕土壤与作物品质、土壤与水质、土壤与大气环境质量,以及土壤与人体健康等主题,从基本原理到应用进行了较为系统而深入的讨论,兼具理论性、资料性和实践性。

本书可供从事土壤、环境、农业、生物、生态、化学、地球化学、地理医学、水文学等科学工作者、工程和管理人员以及大专院校相关学科师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

土壤中化学物质的行为与环境质量/陈怀满等著. —北京:科学出版社, 2002

(土壤圈物质循环系列专著)

ISBN 7-03-010417-X

I. 土… II. 陈… III. 土壤-化学物质-关系-环境质量 IV. X825

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 033110 号

责任编辑:秦国英 陈培林 刘卓澄/责任校对:柏连海

责任印制:刘秀平/封面设计:陈 敬

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2002年10月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2002年10月第一次印刷 印张:43 1/4

印数:1—1 500 字数:983 000

定价:98.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈杨中〉)

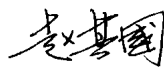
序

7年前,我曾为第一部土壤圈物质循环系列专著《土壤-植物系统中的重金属污染》(陈怀满等著)作序,该书由科学出版社出版后受到了普遍好评,并于1998年获得了中国科学院自然科学二等奖。现在,又一部土壤圈物质循环系列专著《土壤中化学物质的行为与环境质量》即将出版,是陈怀满等同志近期辛勤劳作的又一成果,书中充分体现了“土壤圈”这一圈层学术思想的重要性。

土壤圈物质循环是当今土壤学和环境科学的重要课题,“土壤中化学物质的行为与环境质量”则是这一领域的重要内容之一。人口、资源、环境、粮食是当今世界所面临的与人类生存密切相关的主要问题,它们相互依存、相互制约,其中环境问题,无论在发达国家或发展中国家,人们已越来越清楚地认识到它在制约经济持续发展、生存质量的改善方面具有关键性作用。人们对大气环境问题的关注可追溯到1306年,而在1963年所出版的《寂静的春天》一书,发出了人类对环境污染的呼声,但这些有关环境污染的描述大多涉及大气和水污染问题。就世界范围而言,土壤环境问题直到20世纪中叶才引起较多的注意。我国的环境科学研究状况亦是如此,对大气和水污染比较重视,而对土壤环境问题的重视程度相对滞后。随着环境研究工作的深入,近年来人们对土壤在环境中的作用与地位问题的认识有了很大的提高,这是因为土壤是自然环境要素的中心环节。这里所指的环境要素包括水圈、大气圈、生物圈、岩石圈和土壤圈,而土壤圈则在地球表面五个圈层的中心位置,它是地球系统的组成部分,既是该系统的产物,又是该系统的支持者,它支持和调节生物圈中的生物过程,提供植物生长必要的条件;它影响大气圈的化学组成、水分子与热量平衡;它影响水圈的化学组成,影响降水在陆地和水体的重新分配;它作为地球的皮肤,对岩石圈有一定的保护作用,而它的性质又受到岩石圈的一定影响。土壤承担着50%~90%的来自不同污染源的污染负荷,了解这些污染物在土壤中的迁移、转化、归宿,及其对大气质量、水质、作物品质和人体健康的影响,对于保护土壤质量、调控整体环境、促进人类生存质量的改善具有十分重要的理论与实践意义。

该书兼具理论性、资料性和实用性,对环境土壤学的学科建设具有重要的支撑作用。我衷心地祝愿本书的出版能为土壤科学、环境科学的发展作出新的贡献。

中国科学院院士



2001/9/25 于南京

前言

土壤中化学物质的行为与环境质量的研究是土壤圈物质循环研究的重要组成部分。土壤是一种极为重要、富有生命的有限资源,土壤质量的保护是社会经济持续发展和人类生存所面临的一项重要任务;而在我国,这一任务显得更为艰巨,这是因为我国人均耕地仅为世界人均占有量的 47%,保护土壤环境,防治土壤污染已成为当代最重要的环境问题之一。有关土壤在食品生产中的作用与地位已无可置疑,因为地球上大多数国家的经济繁荣在很大程度上都依赖于良好的耕地土壤及其生产力的维持,就像水和空气一样,人类生活离开了土壤也就不可能持续下去;同时,近年来人们对土壤在环境中的作用与地位问题的认识亦有了很大的提高,这是因为土壤圈是自然环境要素的中心环节,它处于水圈、大气圈、生物圈、岩石圈的中心位置,土壤的功能不仅是生产粮食与纤维,而且也维持着局部的、区域的、乃至全球的环境质量。由于土壤承担着 50%~90% 的来自不同污染源的污染负荷,《土壤中化学物质的行为与环境质量》的出版将有助于人们了解这些外源物质在土壤中的迁移、转化、归宿及其对大气质量、水质、作物品质和人体健康的影响,可为保护土壤质量、调控整体环境、促进人类生存质量的改善提供科学依据。本书在理论上涉及地球科学、环境科学、化学和生命科学等重要领域,它对环境土壤学的学科建设将是一个重要的支撑;在实践上,对污染土壤的修复与控制的实际应用亦有重要的参考价值。

本书共分二十章。第一章为土壤在环境中的作用与地位,简要讨论了环境土壤学的研究内容等有关问题,介绍了土壤与水质、与大气质量、与植物品质、与健康的关系及土壤质量的评价等;第二章为土壤元素背景值和土壤负载容量,按照元素周期表的位置、依土类表列了背景值的基本统计量,对影响因素、应用等进行了讨论,并简要介绍了土壤负载容量的研究方法和区域分异性等;第三章为土壤重金属的污染与污染土壤退化,讨论了污染的来源与复合污染的表征、复合污染对土壤氮素、磷素、钾素行为的影响;第四章为土壤中典型污染重金属的行为与环境质量,对 As、Cd、Cr、Cu、Hg、Pb、Zn 等进行了讨论,它是《土壤-植物系统中的重金属污染》(科学出版社,1996)一书有关内容的补充与拓展;第五章为土壤中稀土元素的行为与环境质量,介绍了外源稀土元素的吸附、解吸、迁移及其生物效应,强调了稀土微肥应用中的环境问题;第六章为土壤中放射性核素的行为与环境质量,讨论了放射性核素在土壤-植物系统中的行为、放射性核素污染土壤的修复;第七章为铝的土壤过程与环境质量,对铝的形态、土壤酸化与铝的溶出、土壤铝的迁移与环境影响等进行了讨论;第八章为土壤中的氟与环境质量,论述了氟的形态、平衡与效应;第九章为土壤中碳、氮、磷与环境质量,介绍了土壤有机碳的贮量、分布及转化,对硝态氮的淋溶与地下水污染、土壤积累态磷及氮、磷污染与水体富营养化进行了简要的讨论;第十章为土壤中的硫与环境质量,讨论了土壤硫的形态、行为与环境效应;第十一章为土壤碳库和氮库与大气质量,论述了土壤碳库与甲烷、土壤氮库与氧化亚氮的产生机制、影响因素及控制对策;第十二章为土壤中有机污染物的行为与环境质量,讨论了土壤或沉积物中有毒有

机污染物的筛选、行为及污染修复,涉及了经济转型中城市土壤的有关问题;第十三章为农药污染对环境质量的影响,论述了农药环境污染对大气、水质和土壤质量的影响,探讨了外加菌加速土壤中农药降解的可行性;第十四、十五章讨论了土-水-植物系统中的元素交互作用、有机污染物与重金属的交互作用及其对化学物质行为的影响,论述了交互作用在环境影响研究中的重要性;第十六章为有机物料对土壤-植物系统中重金属化学行为的影响,讨论了有机物料对重金属形态、有效性的影响及环境效应;第十七章为污染重金属的根际效应,讨论了 Cr、Pb、Cd 的根际行为;第十八章为土壤中污染物-微生物交互作用与环境质量,讨论了氮、碳、磷、硫的微生物转化、污染物的微生物降解、重金属对微生物的影响等;由于土壤环境微生物学的研究目前仍十分薄弱,该章包含了相当一部分基础性内容;第十九章为污染土壤的植物修复,这是当前的热门话题,论述了超积累植物、重金属和有机污染土壤的修复问题;第二十章为土壤中污染物迁移与转化模型,较为详细地讨论了土壤中有有机污染物的降解动力学建模,体现了建模工作中相似性思维的重要性;简要地介绍了可溶性污染物在土壤中的迁移与转化模型。本书反映了作者们在该领域的近期研究成果,各章均具有自身的鲜明主题,同时又相互关联与补充,亦十分关注相应问题的国内外最新研究现状与进展,兼具理论性、资料性与实践性。然而,土壤是一个十分复杂的多介质的开放系统,具有固体、液体和气体的多相组成,含有纳米级到大质量的矿物颗粒和有机质,它涉及许多相互影响的非平衡化学过程,因而如将稳态条件下所获得的结果延伸到自然状态下,应谨慎从事。作者认为,土壤中化学物质的行为与环境质量的研究虽然已有良好的开端,可尚有许多问题有待深入,还有一条漫漫长路要走,而这条路将充满荆棘、迷惘,但却富有极大的挑战性,它要求高素质的人才和高新技术的开拓。

本书的部分研究结果在国家自然科学基金委员会的资助下完成,专著的出版得到中国科学院科学出版基金委员会、中国科学院土壤圈物质循环开放研究实验室的资助。中国科学院院士赵其国教授为本书写了序。郑春荣同志在书稿的打印、整理、修改与补充等方面做了大量而细致的工作;周东美、沈振国同志在成书过程中付出了辛勤的劳动;中国科学院南京土壤研究所、南京大学、浙江大学、国家环境保护总局南京环境科学研究所、安徽农业大学、中国农业科学院原子能研究所等单位的许多老师与朋友对本书的撰写给予了热情的支持与帮助,作者在此一并表示衷心的感谢。

由于水平有限,对于书中的缺点与错误之处,切望读者批评指正。

陈怀满

2001年9月20日于南京

目 录

序

前言

第一章 土壤在环境中的作用与地位	1
第一节 环境科学与环境土壤学	1
第二节 土壤与水质、大气、作物品质的关系	2
一、土壤与水质	3
二、土壤与大气环境质量	9
三、土壤与作物品质	11
第三节 土壤与人体和动物健康	13
一、土壤影响人体和动物健康的途径	13
二、土壤类型与人体和动物的健康	14
第四节 土壤圈与土壤质量评价	18
参考文献	20
第二章 土壤元素背景值与土壤负载容量	23
第一节 土壤元素背景值	23
一、土壤元素背景值基本统计量	24
二、土壤元素背景值的影响因素	35
三、土壤元素背景值的应用	36
第二节 土壤负载容量	39
一、土壤负载容量的研究方法	39
二、土壤负载容量的影响因素及区域分异性	42
三、土壤负载容量的应用	44
参考文献	45
第三章 土壤重金属的污染与污染土壤退化	46
第一节 土壤重金属污染的来源和复合污染的表征	46
一、污灌引起的土壤重金属污染	47
二、工矿活动引起的土壤重金属污染	48
三、肥料和农药引起的土壤重金属污染	49
四、农田系统中重金属的生态循环	52
五、重金属复合污染的表征	53
第二节 重金属污染对土壤中氮素行为的影响	54
一、重金属污染对土壤中氮素矿化的影响	56
二、重金属污染对土壤中脲酶活性的影响	57

第三节 重金属污染对土壤磷素行为的影响	58
一、重金属污染对土壤磷的吸附、解吸的影响	59
二、重金属污染对土壤磷吸持动力学的影响	62
三、重金属污染对土壤磷形态的影响	63
四、重金属污染对土壤磷酸酶活性的影响	64
第四节 重金属污染对土壤中钾行为的影响	66
一、重金属污染对红壤中钾形态的影响	66
二、重金属污染对土壤钾吸附、解吸的影响	69
三、重金属污染对土壤钾吸附与解吸动力学的影响	72
参考文献	74
第四章 土壤中典型污染重金属的行为与环境质量	79
第一节 砷	79
一、环境中的砷	79
二、砷与人体健康	82
三、土壤和水体中砷的行为与砷毒关系	85
四、土壤中砷与大气质量	90
五、土壤中砷的行为与食品品质	91
六、土壤中砷行为的调控及污染防治措施	94
第二节 镉	95
一、土壤-水体系中 Cd 的吸附和解吸	95
二、土壤-水体系中 Cd 的平衡与配位反应	100
三、土壤-植物系统中 Cd 的行为	102
第三节 铬	105
一、土壤中铬的形态	106
二、铬的植物效应	109
第四节 铜	112
一、铜对植物产量与质量的影响	113
二、土壤-水系统中铜的行为	115
第五节 汞	118
一、土壤汞污染及其形态	119
二、土壤汞的生物效应	122
第六节 铅	123
一、土壤 Pb 含量与人体健康	124
二、土壤中 Pb 的生物效应	125
三、铅的土壤化学	127
第七节 锌	130
一、土壤中 Zn 的生物效应	131
二、土壤中 Zn 的形态与土-水界面行为	134
参考文献	136

第五章 土壤中稀土元素的行为与环境质量	145
第一节 土壤-植物系统中的稀土	145
一、概况	145
二、外源稀土	151
第二节 外源稀土在土壤中的吸附、解吸与扩散	154
一、离子稀土进入土壤后的形态	154
二、土壤对稀土的吸附、解吸和扩散	154
第三节 稀土在农田生态系统中的迁移	157
一、稀土在土壤中的迁移	157
二、土壤中稀土向地表和大气的迁移	160
第四节 外源稀土进入农田的生物效应	161
一、稀土的生物有效性	161
二、稀土积累的作物效应	164
三、稀土对土壤微生物的影响	165
参考文献	169
第六章 土壤中放射性核素的行为与环境质量	172
第一节 放射性核素在土壤-植物系统中的行为	172
一、环境中放射性的来源及性质	173
二、放射性核素的土壤化学行为	174
三、植物对放射性核素的吸收	177
四、放射性污染土壤的管理	182
第二节 放射性核素污染土壤的修复	186
一、物理与化学修复	186
二、生物修复	186
参考文献	189
第七章 铝的土壤过程与环境质量	194
第一节 铝的形态	194
一、土壤固相铝的形态及其化学性质	194
二、土壤溶液中铝离子的形态及其相对毒性	197
第二节 土壤酸化与铝的溶出	203
一、酸沉降引起土壤酸化与铝的溶出	203
二、有机酸引起的土壤铝的活化	205
三、施肥、种植与铝的溶出	207
第三节 土壤铝的迁移与环境	208
一、土壤铝的迁移	209
二、土壤铝毒与植物生长	210
参考文献	211
第八章 土壤中氟与环境质量	215
第一节 土壤中的氟	215

一、土壤中氟的来源	215
二、土壤中氟的形态	216
三、土-水系统中氟的化学平衡	218
第二节 土壤中氟的行为及效应	225
一、土壤氟与地方性氟中毒	225
二、土壤氟的生物效应	233
三、氟危害的控制方法	235
参考文献	235
第九章 土壤中碳、氮、磷与环境质量	238
第一节 土壤有机碳的贮量、分布及转化	238
一、全球碳循环中的碳库	238
二、全球土壤有机碳密度、贮量和分布	239
三、中国土壤碳的贮量和分布	242
四、土壤中有机碳的分解及其控制因子	250
第二节 土壤中硝态氮的淋溶与地下水污染	259
一、土壤中氮的含量和形态	259
二、进入土壤的硝态氮源	261
三、硝态氮的污染危害	263
四、土壤中氮的淋溶	264
五、硝态氮污染控制	266
第三节 土壤积累态磷及氮、磷污染与水体富营养化	267
一、土壤中的积累态磷	267
二、土壤中氮、磷的流失与水体富营养化	271
参考文献	277
第十章 土壤中的硫与环境质量	283
第一节 土壤硫的分组与形态	283
一、土壤硫的分组	283
二、土壤硫形态的研究	286
第二节 土壤硫素行为	290
一、土壤硫的吸附与解吸	291
二、土壤硫的氧化还原	291
三、土壤硫的矿化、分解与固定	293
四、硫在剖面中的迁移	297
第三节 农业生产实践对土壤硫素的影响	297
一、种植活动对土壤硫素的影响	298
二、硫肥施用与灌溉对土壤硫的影响	300
第四节 土壤硫与环境	302
一、气态硫化物对环境的影响	302
二、对土壤环境的影响	302

参考文献	303
第十一章 土壤碳库和氮库与大气质量	308
第一节 土壤碳库与甲烷	308
一、土壤中 CH_4 的产生	309
二、稻田土壤中 CH_4 的氧化	309
三、稻田土壤中 CH_4 的传输	310
四、稻田 CH_4 的排放规律	311
五、稻田土壤 CH_4 排放通量的影响因素	313
六、我国稻田 CH_4 排放量估计及控制对策	320
第二节 土壤氮库与氧化亚氮	323
一、土壤中 N_2O 的产生机制	323
二、影响农田土壤 N_2O 排放的因素	325
三、农田 N_2O 排放量的估算及减缓对策	332
参考文献	335
第十二章 土壤中有机污染物的行为与环境质量	342
第一节 悬浮-沉积物(土壤)中有毒有机污染物的筛选	343
第二节 土壤和沉积物对有机污染物的吸持	345
第三节 有机污染物的降解	348
一、磺酰脲类除草剂的水解	348
二、磺酰脲类除草剂的光化学降解	353
三、杀虫双和沙蚕毒的光化学降解及挥发	355
四、土壤中一些典型有机污染物的降解	356
第四节 有机污染土壤(环境)的修复	359
一、有机黏土矿物对污染环境的修复	359
二、城市污染土壤的修复	363
参考文献	364
第十三章 农药污染对环境质量的影响	369
第一节 概述	369
一、农药的定义及分类	369
二、农药的发展概况	371
三、我国农药生产与使用概况	372
四、农药在农业生产中的作用和问题	375
第二节 农药污染对大气质量的影响	378
一、农药对大气污染的途径与状况	378
二、大气中残留农药的迁移	379
三、农药的光解作用	380
第三节 农药污染对水环境质量的影响	382
一、水体中农药的污染与迁移	382
二、水体中农药的水解	383

第四节 农药污染对土壤环境质量的影响	384
一、我国土壤农药的污染历史与现状	384
二、土壤污染的途径	386
三、农药在土壤中的吸附	387
四、农药在土壤中的降解	389
五、农药在土壤中的移动性	395
六、农药在水体和土壤表面的挥发作用	397
七、农药田间残留半衰期	399
第五节 农药污染案例分析	406
一、高尔夫球场施用农药对水环境质量影响的实例分析	406
二、阿特拉津、乙草胺和甲磺隆对作物的危害	410
第六节 外加菌对土壤中农药降解研究	414
一、农药降解菌筛选和特性研究	414
二、DLL-1 菌在水体中对农药的高效降解作用	416
三、DLL-1 菌在土壤中对农药的高效降解作用	418
参考文献	420
第十四章 土壤中污染元素的交互作用对其行为的影响	422
第一节 重金属复合污染土壤中的元素行为	423
一、试验区的构建和类型	423
二、复合污染对植物生长及产量的影响	424
三、植物对重金属的吸收	424
四、复合污染对元素迁移的影响	425
第二节 红壤-水稻体系中的 Pb-Cd 交互作用	427
一、Pb-Cd 交互作用对水稻生长发育的影响	427
二、Pb-Cd 交互作用对植株吸收 Pb 和 Cd 的影响	428
三、Pb-Cd 交互作用对植物元素化学的影响	431
四、交互作用对土壤中 Pb、Cd 化学行为的影响	432
第三节 土壤-植物系统中多元素复合污染的交互作用	434
一、交互作用对产量的影响	435
二、交互作用对植物吸收重金属元素的影响	435
三、交互作用对模式参数的重要性	438
第四节 其他交互作用	438
一、阴离子对阳离子行为的影响	438
二、阳离子对阴离子行为的影响	440
三、离子或化学物质与土壤组分之间的交互作用	440
参考文献	442
第十五章 土壤中有机污染物-重金属的交互作用	443
第一节 概述	443
一、有机污染物-重金属复合污染研究的重要性	443

二、有机污染物-重金属在土壤中交互作用的形式及其特点	444
第二节 有机污染物-重金属间配位作用对其在土壤中吸附行为的影响	447
一、镉与有机酸在不同土壤中的交互作用	447
二、有机污染物与镉在青黑土上的交互作用	452
第三节 具有氧化还原反应的交互作用	455
一、六价铬与对氯苯胺在三种土壤胶体上的交互作用	455
二、六价铬与对甲氧基苯酚在红壤胶体上的催化氧化	460
第四节 有机物-重金属复合污染的土壤生物学过程及其交互作用	465
参考文献	466
第十六章 有机物料对土壤-植物系统重金属化学行为的影响	472
第一节 概述	472
一、对重金属形态的影响及其机理	472
二、对重金属有效性的影响及其机理	479
第二节 有机物料对重金属沉淀与吸附的影响	482
一、水溶性有机物对重金属沉淀及吸附的影响	482
二、非水溶性有机物对重金属沉淀及吸附的影响	486
第三节 有机物料对液相中重金属形态的影响	491
一、有机物料与土壤水溶性有机物(DOC)	491
二、DOC对液相中重金属形态的影响	492
第四节 有机物料对重金属固相形态的影响	495
一、稻作条件下稻草和紫云英对外源铜、镉形态的影响	495
二、有机物料影响下铜、镉形态变化与土壤性质的关系	498
第五节 有机物料对土壤重金属有效性的影响	502
一、有机物料影响下的铜形态与有效性	502
二、有机物料影响下的镉形态与有效性	504
参考文献	505
第十七章 污染重金属的根际效应	512
第一节 根际 pH	512
一、根际试验设计	512
二、根际 pH 的变化	513
第二节 根际中铬的行为	516
一、根际 Cr 的还原	516
二、Cr 对根际酶活性的影响	519
第三节 根际环境中镉、铅的形态转化	520
一、根际环境中镉的形态转化	520
二、根际环境中铅的形态转化	523
第四节 根际环境中 Pb、Cd 的可提取性和对根系分泌物的影响	525
一、根际环境对 Pb 和 Cd 提取性的影响	525
二、Pb、Cd 对根系分泌物的影响	528

三、根系分泌物与 Pb、Cd 之间的配位行为	530
四、Pb 和 Cd 在根中分布	532
参考文献	534
第十八章 土壤中污染物-微生物交互作用与环境质量	538
第一节 土壤中碳、氮、磷、硫的微生物转化	538
一、土壤中碳的微生物转化	538
二、土壤中氮的微生物转化	540
三、土壤中磷的微生物转化	547
四、土壤中硫的微生物转化	550
第二节 土壤中农药的微生物效应	553
一、合成农药对土壤微生物效应的影响	553
二、合成农药对非靶土壤微生物的影响	555
第三节 土壤中有机化合物的微生物降解	567
一、微生物对土壤中有机化合物降解的能力与机制	567
二、能降解有机化合物的微生物示例	579
第四节 土壤中重金属与微生物的交互作用	582
一、土壤中微生物对重金属的代谢	582
二、土壤中重金属的微生物生态效应	586
三、重金属污染的微生物修复	595
参考文献	596
第十九章 污染土壤的植物修复	601
第一节 超量积累植物	601
一、重金属超量积累植物的概念和发现	601
二、超量积累植物的种类	603
第二节 重金属污染土壤的植物修复	607
一、植物修复的类型	607
二、Zn 和 Cd 污染土壤的植物修复	607
三、Ni 污染土壤的植物修复	611
四、Se 污染土壤的植物修复	613
五、Pb 污染土壤的植物修复	615
六、放射性核素污染土壤的植物修复	618
七、土壤重金属植物修复的效率	619
第三节 有机污染物的植物修复	621
一、有机污染物的植物吸收	622
二、有机污染物在植物组织内的代谢	623
三、根际效应-植物刺激	625
参考文献	628
第二十章 土壤中污染物的迁移与转化模型	636
第一节 土壤中有机污染物的降解动力学建模	636

一、具有拐点的有机污染物降解曲线与有机污染物的微生物降解速度模型	636
二、可以有拐点的有机污染物降解曲线的二参数动力学模型	637
三、可以有拐点的有机污染物降解曲线的三参数动力学模型	640
四、描述温度对有机污染物消失速度影响的动力学模型	644
五、封闭系统中微生物种群生长不同相的统一模型	648
六、有机污染物间断进入土壤时的降解动力学统一模型	651
七、“微生物-有机化学品系统”机理模型的一般形式	654
第二节 可溶性污染物在土壤中的迁移与转化模型	656
一、水在土壤中的迁移模型	657
二、污染物在土壤中的转化模型	658
三、污染物在土壤中的迁移模型	660
四、污染物迁移转化模型的求解	661
参考文献	662

BEHAVIOR OF CHEMICALS IN SOILS AND ITS RELATION TO ENVIRONMENTAL QUALITY

CONTENTS

Foreword

Preface

Chapter 1 Role and significance of soil in the environment	1
1. Environmental science and environmental soil science	1
2. Relations of soil with water, air and crop quality	2
(1) Relation between soil and water quality	3
(2) Relation between soil and air quality	9
(3) Relation between soil and crop quality	11
3. Relation of soil with human and animal health	13
(1) Pathway of soil affecting human and animal health	13
(2) Linkages between soil type and human, animal health	14
4. Pedosphere and evaluation of soil environmental quality	18
References	20
Chapter 2 Background value of soil elements and loading capacity of soil for heavy metals	23
1. Background value of soil elements	23
(1) Statistical values of element background in soils	24
(2) Factors affecting background value of soil elements	35
(3) Application of background value of soil elements	36
2. Loading capacity of soil for heavy metals	39
(1) Methods	39
(2) Factors affecting soil loading capacity and its regional differences	42
(3) Application of loading capacity of soil for heavy metals	44
References	45
Chapter 3 Linkages between heavy metal pollution of soil and soil degradation	46
1. Pollution sources and characterization of soil combined pollution	46
(1) Heavy metal pollution of soil by wastewater irrigation	47
(2) Heavy metal pollution of soil by mining	48
(3) Heavy metal pollution of soil by fertilization and pesticide	49
(4) Ecological cycling of heavy metal in farming system	52

(5) Characterization of heavy metal combined pollution of soil	53
2. Behavior of soil nitrogen as affected by heavy metal pollution	54
(1) Effect of heavy metal pollution on nitrogen mineralization	56
(2) Effect of heavy metal pollution on urease activity	57
3. Behavior of soil phosphorus as affected by heavy metal pollution	58
(1) Effect of heavy metal pollution on phosphorus adsorption and desorption	59
(2) Effect of heavy metal pollution on phosphorus adsorption dynamics	62
(3) Effect of heavy metal pollution on phosphorus forms	63
(4) Effect of heavy metal pollution on phosphatase activity	64
4. Behavior of soil potassium as affected by heavy metal pollution	66
(1) Effect of heavy metal pollution on potassium forms	66
(2) Effect of heavy metal pollution on potassium adsorption and desorption	69
(3) Effect of heavy metal pollution on potassium adsorption and desorption dynamics	72
References	74
Chapter 4 Relations of behavior of typical heavy metals in soils and environmental quality	
.....	79
1. Arsenic	79
(1) As in the environment	79
(2) Relation between arsenic and human health	82
(3) Relation between arsenic toxicity and its behavior in soils and water	85
(4) Release of arsenic from soils and its effect on air quality	90
(5) Arsenic behavior in soils and its relation with food quality	91
(6) Control and some countermeasures of arsenic pollution	94
2. Cadmium	95
(1) Cadmium adsorption and desorption in soil-water system	95
(2) Cadmium equilibrium and coordination reaction in soil-water system	100
(3) Cadmium behavior in soil-plant system	102
3. Chromium	105
(1) Chromium forms in soils	106
(2) Effect of chromium on plants	109
4. Copper	112
(1) Effect of copper on plant production and quality	113
(2) Copper behavior in soil-water system	115
5. Mercury	118
(1) Mercury pollution and its forms in soils	119
(2) Biological effect of mercury in soils	122
6. Lead	123
(1) Lead content in soil and its relation with human health	124
(2) Biological effect of lead in soils	125
(3) Soil chemistry of lead	127
7. Zinc	130