

高等院校环境科学与工程类“十二五”规划教材



土壤污染与防治

张颖 伍钧 主编

中国林业出版社

高等院校环境科学与工程类“十二五”规划教材

土壤污染与防治

张颖 伍钧 主编

中国林业出版社

内 容 简 介

本书主要介绍了土壤污染与防治方面的相关内容。全书共分 12 章, 首先介绍了土壤的基本特性, 土壤污染概述, 土壤环境的无机污染、土壤环境的有机污染、土壤环境的固体废物污染以及土壤环境与农业面源污染等土壤污染相关内容; 其次, 还对土壤环境污染监测和评价、土壤污染修复概述、土壤重金属污染的修复与防治、土壤有机物污染的修复与防治进行论述; 最后, 对土壤污染修复的相关工程实例进行了介绍。

本书为高等院校资源与环境领域相关专业本科生教材, 也可作为其他专业的参考书或教材, 还可作为农业、林业以及环境保护等领域科技人员的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

土壤污染与防治/张颖, 伍钧主编. —北京: 中国林业出版社, 2012. 8
高等院校环境科学与工程类“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5038-6714-9

I. ①土… II. ①张… ②伍… III. ①土壤污染-污染防治-高等学校-教材 IV. ①X53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 194402 号

中国林业出版社·教材出版中心

策划编辑: 肖基浒 责任编辑: 肖基浒 丰帆
电话: 83282720 83220109 传真: 83220109

出版发行 中国林业出版社(100009 北京市西城区德内大街刘海胡同7号)
E-mail: jiaocaipublic@163.com 电话: (010)83224477
http://lycb.forestry.gov.cn

经 销 新华书店
印 刷 北京市昌平百善印刷厂
版 次 2012年10月第1版
印 次 2012年10月第1次印刷
开 本 850mm×1168mm 1/16
印 张 21.5
字 数 523千字
定 价 35.00元

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有 侵权必究

《土壤污染与防治》编写人员

主 编 张 颖 伍 钧

副 主 编 单德鑫 邹洪涛 祖艳群

编写人员 (按姓氏笔画排序)

王志刚 (齐齐哈尔大学)

王 博 (东北农业大学)

伍 钧 (四川农业大学)

张 迪 (东北农业大学)

张 颖 (东北农业大学)

杨 刚 (四川农业大学)

邹洪涛 (沈阳农业大学)

单德鑫 (东北农业大学)

孟庆娟 (东北农业大学)

侯红波 (中南林业科技大学)

祖艳群 (云南农业大学)

赵中秋 (中国地质大学) (北京)

梁利宝 (山西农业大学)

程红艳 (山西农业大学)



前言

PREFACE

随着经济和社会的发展,我国土壤污染问题日益严重。近年来,由于土壤污染而引发的农产品质量安全问题和群体性事件逐年增多。探索土壤污染的基本原理以及污染修复方法已经迫在眉睫。

土壤污染是指进入土壤中有害、有毒物质超出土壤的自净能力,导致土壤物理、化学和生物学性质发生改变,进而降低农作物的(生物学)产量和质量,并危害人体健康的现象。污染使土壤生物种群发生变化,直接影响土壤生态系统的结构和功能,导致土壤生产能力退化,并最终对生态安全和人类生命健康构成威胁。由于土壤污染具有缓慢性 and 隐蔽性等特点,不会马上引起人们的关注,其对土壤造成的不良影响要在几年、几十年甚至上百年后才能显现出来,又被称为“看不见的污染”。

近年来,随着工业化、城市化、农业集约化以及经济增长进程持续加快,资源开发利用强度逐步加大,人们生活方式迅速变化,各类土壤污染问题相伴产生。例如,重金属污染、非重金属污染和放射性元素污染等无机污染,农药、石油、多环芳烃和环境激素等有机污染,人类生产和生活过程中产生的固体废弃物对土壤的污染,以及由于农业的迅猛发展所带来的农业面源污染。据统计,每年因土壤污染而造成的各种农业经济损失合计约 200 亿元。土壤污染不仅严重地影响土壤质量和土地生产力,而且还导致水体和大气环境质量的下降,进而破坏农业可持续发展。

本教材作为高等院校环境科学与工程类“十二五”规划教材,为了顺应我国培养创新型和社会实用型人才的要求,内容力求全面、翔实,涵盖了土壤的基本性质、各种污染物对土壤造成的污染及其修复方法等土壤污染的基本理论知识;同时,为了加深学生对知识的掌握程度及应用能力,还介绍了相关的污染修复工程实例。教材内容有一定的深度和广度,并结合具体的实例将理论和实践相结合,使其更加系统化,更有利于实践型人才的培养;旨在使学生通过本书的学习,能够全面系统地掌握土壤污染的基本原理以及修复方法。

本教材由张颖和伍钧任主编,单德鑫、邹洪涛和祖艳群任副主编。全书共分 12 章,第 1 章由张颖编写;第 2 章由程红艳编写;第 3 章由邹洪涛编写;第 4 章由赵中秋编写;第 5

章由侯红波编写；第6章由伍钧编写；第7章由梁利宝编写；第8章由张迪（8.1）、王博（8.1）和孟庆娟（8.2，8.3，8.4）编写；第9章由杨刚编写；第10章由祖艳群编写；第11章由单德鑫编写；第12章由王志刚（12.1）和孟庆娟（12.2，12.3）编写。全书由张颖、伍钧统稿。

本教材在编写和出版过程中，得到了编写老师所在院校领导的关心和支持。中国林业出版社的领导和编辑始终给予了极大的关心和帮助，并对全书的编写提出了许多宝贵的意见，在此表示衷心的感谢。

本教材在编写过程中参考引用了一些从事土壤污染与防治教学、科研和生产工作同志的论文、专著和教材等相关资料，在此表示感谢。限于作者水平和学识有限，书中缺点错误在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2012年4月



目录

CONTENTS

前言

1 绪论	1
1.1 土壤环境的重要性	2
1.1.1 土壤环境的定义	2
1.1.2 土壤环境与农业生产	2
1.1.3 土壤环境与环境保护	3
1.1.4 土壤环境与人体健康	3
1.2 土壤污染问题	4
1.2.1 我国的土壤资源	4
1.2.2 土壤污染的危害	6
1.2.3 土壤污染现状	9
1.3 土壤污染防治的内容与任务	11
1.3.1 有机与无机污染物在土壤中迁移转化等的动态规律	11
1.3.2 土壤环境背景值与环境容量	12
1.3.3 土壤环境污染监测和评价	13
1.3.4 土壤污染修复技术与应用	14
思考题	16
推荐读物	16
参考文献	16
2 土壤的基本特性	18
2.1 土壤的基本组成	19
2.1.1 土壤矿物质	19
2.1.2 土壤有机质	20
2.1.3 土壤水分	23
2.1.4 土壤空气	29
2.1.5 土壤生物	30

2.2	土壤性质	32
2.2.1	土壤物理性质	32
2.2.2	土壤化学性质	39
2.2.3	土壤生物学性质	46
2.3	土壤环境的物质循环与能量转换	48
2.3.1	土壤环境的基本特征	48
2.3.2	土壤环境的物质循环	48
2.3.3	土壤环境的能量转换	51
	思考题	53
	推荐读物	54
	参考文献	54
3	土壤污染概述	55
3.1	土壤环境污染	56
3.1.1	土壤环境污染的概念	56
3.1.2	土壤环境污染的特点	56
3.1.3	土壤环境污染的危害	58
3.2	土壤环境背景值和环境容量	59
3.2.1	土壤环境背景值	59
3.2.2	土壤自净作用	62
3.2.3	土壤环境容量	63
3.3	土壤污染物与污染源	66
3.3.1	土壤污染物	66
3.3.2	土壤污染源	67
3.3.3	土壤污染类型	69
3.4	土壤污染物的迁移转化特征	70
3.4.1	土壤环境污染发生的机制	70
3.4.2	无机污染物的迁移转化	71
3.4.3	有机污染物的迁移转化	72
	思考题	74
	推荐读物	74
	参考文献	74
4	土壤环境的无机污染	75
4.1	土壤重金属污染	76
4.1.1	土壤重金属污染概述	76

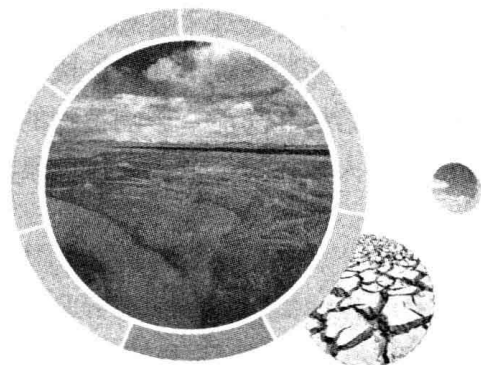
4.1.2	土壤重金属污染的生态环境效应	78
4.1.3	重金属污染物在土壤中的行为及影响因素	85
4.2	土壤的非金属污染	92
4.2.1	土壤非金属污染概述	92
4.2.2	土壤非金属污染物的生态环境效应	93
4.2.3	非金属污染物在土壤中的行为及影响因素	95
4.3	土壤的放射性元素污染	97
4.3.1	土壤中放射性元素污染概述	97
4.3.2	土壤放射性污染物的生态环境效应	98
4.3.3	放射性污染物在土壤中的行为及其影响因素	98
	思考题	99
	推荐读物	99
	参考文献	100
5	土壤环境的有机污染	102
5.1	土壤的农药污染	103
5.1.1	农药的种类及性质	103
5.1.2	农药对土壤的污染	104
5.1.3	农药在土壤中的迁移转化	104
5.1.4	农药对土壤环境、生物的危害	108
5.1.5	农药与食品安全	109
5.2	土壤的石油污染	109
5.2.1	石油污染物的组成以及危害	109
5.2.2	石油在土壤中的迁移转化	110
5.3	土壤的多环芳烃污染	110
5.3.1	多环芳烃的结构和毒性	110
5.3.2	多环芳烃在土壤中的迁移转化	110
5.4	土壤环境激素污染	111
5.4.1	环境激素的种类和性质	111
5.4.2	环境激素在土壤中的迁移转化	111
	思考题	112
	推荐读物	112
	参考文献	112
6	土壤环境固体废物污染	113
6.1	固体废物污染概述	114

6.1.1	固体废物的概念与特点	114
6.1.2	固体废物的来源与分类	115
6.1.3	固体废物对环境的影响	117
6.2	城市生活垃圾对土壤环境的污染	118
6.2.1	生活垃圾的产生与分类	118
6.2.2	生活垃圾的组成与性质	119
6.2.3	生活垃圾的危害与处理现状	120
6.2.4	生活垃圾对土壤环境的影响	123
6.2.5	生活垃圾的“三化”	125
6.3	污泥对土壤环境的污染	126
6.3.1	污泥的分类及基本特性	126
6.3.2	污泥施用对土壤环境的影响	127
6.3.3	风险控制	129
6.3.4	污泥的农田施用准则	133
6.4	粉煤灰对土壤环境的影响	134
6.4.1	粉煤灰的来源与性质	134
6.4.2	粉煤灰对土壤环境的影响	135
6.4.3	粉煤灰土地施用的风险控制	137
6.4.4	粉煤灰的资源化利用与处置	138
6.5	农业固体废物对土壤环境的污染	139
6.5.1	农业固体废物的来源、分类及环境危害	139
6.5.2	农作物秸秆的土壤环境效应	141
6.5.3	畜禽粪便对土壤环境的影响	143
6.5.4	塑料薄膜对土壤环境的影响	146
6.5.5	农业固体废物的处理与处置	148
	思考题	149
	推荐读物	150
	参考文献	150
7	土壤环境与农业面源污染	152
7.1	农业面源污染概述	153
7.1.1	农业面源污染定义、特点及来源	153
7.1.2	农业面源污染的影响因素	157
7.1.3	农业面源污染的控制措施及防治对策	158
7.2	土壤磷素与农业面源污染	160

7.2.1	磷肥利用概况	160
7.2.2	农业面源磷素污染	161
7.2.3	磷素流失和迁移途径	163
7.2.4	农业面源磷素污染的防控措施	164
7.3	土壤氮素与农业面源污染	167
7.3.1	氮肥利用概况	167
7.3.2	农业面源氮素污染的来源	168
7.3.3	农业面源氮素污染的防控措施	172
	思考题	174
	推荐读物	175
	参考文献	175
8	土壤环境污染监测和评价	177
8.1	土壤环境监测和土壤污染诊断	178
8.1.1	土壤环境监测概述	178
8.1.2	土壤环境监测技术路线与监测方案制定	180
8.1.3	土壤污染诊断	189
8.2	土壤环境质量评价	192
8.2.1	土壤环境质量评价的原则	192
8.2.2	土壤环境质量评价的工作程序	192
8.3	土壤环境影响评价	197
8.3.1	土壤环境影响评价概述	197
8.3.2	土壤环境影响评价的工作程序	198
8.4	土壤环境风险评价与管理	200
8.4.1	土壤健康风险评价	200
8.4.2	土壤生态风险评价	202
8.4.3	土壤环境风险管理	203
	思考题	203
	推荐读物	203
	参考文献	204
9	土壤污染修复概述	205
9.1	土壤污染修复的概念	206
9.1.1	土壤污染修复的概念	206
9.1.2	土壤污染修复研究的内容	206
9.1.3	土壤污染修复的目的和原则	206

9.2	土壤污染修复的技术分类	207
9.2.1	分类	207
9.2.2	污染土壤修复技术	209
9.2.3	土壤污染修复技术选择的原则和策略	230
9.3	土壤污染修复技术展望	231
	思考题	232
	推荐读物	232
	参考文献	232
10	土壤重金属污染的修复与防治	234
10.1	土壤重金属污染的生物修复	235
10.1.1	土壤重金属污染的植物修复技术	235
10.1.2	土壤重金属污染的微生物修复技术	243
10.2	土壤重金属污染的物理修复	249
10.2.1	土壤重金属污染的物理分离修复技术	249
10.2.2	土壤重金属污染的电动力学修复技术	251
10.2.3	土壤重金属污染的农业工程改土修复技术	255
10.3	土壤重金属污染的化学修复	256
10.3.1	重金属污染土壤的化学淋洗修复技术	256
10.3.2	土壤重金属污染的固定/稳定化修复技术	258
10.3.3	土壤性能改良修复技术	261
	思考题	263
	推荐读物	263
	参考文献	263
11	土壤有机物污染的修复与防治	268
11.1	土壤有机物污染的生物修复	269
11.1.1	土壤有机物污染的微生物修复	269
11.1.2	土壤有机物污染的植物修复	273
11.1.3	土壤有机物污染的微生物—植物联合修复	274
11.2	土壤有机物污染的物理修复	276
11.2.1	改土法	276
11.2.2	原位土壤冲洗法	276
11.2.3	电动修复法	277
11.2.4	热处理法	279
11.2.5	冰冻法	280

11.3	土壤有机物污染的物理化学修复	281
11.3.1	溶液浸提技术	281
11.3.2	原位加热—真空提取技术	283
11.3.3	原位土壤气提技术	285
11.3.4	二阶段提取技术	286
11.3.5	化学氧化修复技术	288
11.3.6	光化学降解技术	289
11.3.7	原位覆盖技术	291
	思考题	291
	推荐读物	292
	参考文献	292
12	土壤污染修复的工程实例	294
12.1	生物修复技术工程应用实例	296
12.1.1	植物修复技术应用实例	296
12.1.2	微生物修复技术工程应用实例	299
12.1.3	植物—微生物联合修复技术工程应用实例	302
12.2	物理修复技术工程应用实例	304
12.2.1	土壤蒸气提取技术工程应用实例	304
12.2.2	电动力学修复技术工程应用实例	306
12.2.3	固定化/稳定化技术工程应用实例	309
12.3	化学修复技术工程应用实例	311
12.3.1	土壤淋洗技术工程应用实例	312
12.3.2	原位化学氧化技术工程应用实例	314
12.3.3	化学脱卤技术工程应用实例	316
12.3.4	农业改良措施工程应用实例	318
	思考题	323
	推荐读物	323
	参考文献	323



绪 论



本章提要

土壤污染是全球主要环境污染问题之一，它可引起和加剧水体、大气和生物等环境要素的污染，进而影响人类，并造成危害。本章介绍了土壤环境的定义及与农业生产、环境保护和人体健康之间的关系；详细阐述了我国土壤资源面临的问题、土壤污染现状与危害，以及土壤污染与防治的内容和任务。



土壤是指地球陆地表面具有肥力、能够生长绿色植物的疏松表层，其厚度一般在 2 m 左右。土壤不但为植物生长提供支撑能力，并能为植物生长发育提供所需要的水、肥、气、热等肥力要素。土壤环境是生态环境的重要组成部分，是人类赖以生存的主要资源之一，是地球上生命活动不可缺少的物质。

土壤污染是全球主要环境污染问题之一，它可引起和加剧水体、大气、生物等环境要素的污染，进而影响人类，并造成危害。土壤污染是环境污染的重要环节。主要通过改变土壤的组成、结构和功能，影响植物的正常生长发育，导致有害物质在植物体内累积，并通过食物链进入人体，最终危害人体健康。

1.1 土壤环境的重要性

1.1.1 土壤环境的定义

土壤是在地球表面生物、气候、母质、地形和时间等因素综合作用下所形成的能够生长植物、具有生态环境调控功能、处于永恒变化中的矿物质与有机质的疏松混合物。土壤处于大气圈、岩石圈、水圈和生物圈之间的过渡地带，是联系有机界和无机界的中心环节，是结合地理环境各组成要素的枢纽，它是运动着的物质体系和能量体系。

土壤环境是指岩石经过物理、化学、生物的侵蚀和风化作用，以及地貌、气候等诸多因素长期作用下形成的土壤生态环境。它由矿物质、动植物残体腐烂分解产生的有机物质以及水分、空气等固、液、气三相组成。土壤环境是构成生态系统的基本环境要素，是人类赖以生存的物质基础，也是经济社会发展不可或缺的重要资源。土壤环境是自然环境诸多要素长期、综合作用下的产物，因此，土壤环境的形成和发展、物质的组成、结构与功能都与地球表层自然环境系统的时空变化密切相连。正确地认识土壤环境，有利于人类充分利用土壤的净化功能，实施污染土壤的清洁生产，防治土壤污染，也有利于加强土壤肥力的培育，保障粮食安全与食品安全。

1.1.2 土壤环境与农业生产

“万物土中生，食以土为本”，土壤是农业生产的必要条件，是人类的衣食之源，是人类生存之本。土壤环境质量是农业可持续发展的基础，与微生物、植物、动物及人类健康息息相关。土壤环境的各种类型污染均会引起农产品质量下降，土壤污染和农产品质量安全问题一直成为人类高度关注的问题。只有清洁的土壤，人类才能有安全的食品。由于土壤环境污染具有高度的隐蔽性，同时也是水体和大气次生污染的重要来源，必须引起高度重视。

在农业生产上，为了提高农产品的产量，人们过多地施用农药、化肥，使土壤环境不同程度地遭受了污染，农田生态平衡失调，病虫害越治越多，农产品质量下降等问题也日益严重。农药和化肥的超量使用，使得农药残留超标率和检出率很高，化肥的使用已使粮食增产出现了边际负效应。过量施用有机肥，特别是未经无害化处理的有机肥，会造成土壤的重金属、有机污染物和有害微生物污染。化肥过量和不合理施用会导致土壤环境退化，如有机

质含量降低、有机污染物积累和养分失衡等问题。农膜在土壤中不断积累，破坏土壤结构，使微生物活性受到影响，阻碍植物根系生长发育和水肥运移，土壤环境恶化，造成农作物减产，成为土壤污染的极大隐患。

因此，应坚持走农业可持续发展道路，协调农业生产与土壤环境的关系，加强规范人类生产和生活对土壤环境造成危害的行为，积极研究土壤环境污染的控制与修复技术，使农业发展走向节约资源、提高效率、少污染、生产安全无公害农产品的绿色农业发展之路，确保粮食生产安全和农产品食用安全。

1.1.3 土壤环境与环境保护

环境保护是指人类为解决现实的或潜在的环境问题，协调人类与环境的关系，保障经济社会的持续发展而采取的各种行动的总称。环境保护是中国的基本国策，由于经济高速发展、人口过度增长、发展模式和某些政策不恰当、环境科技相对落后，我国的大气、水包括土壤污染都非常严重。土壤是人类赖以生存和发展的物质基础，它与环境之间不断地进行着物质、能量的交换和转化，是环境系统中最基本、最活跃的要素之一，是环境保护的重要内容。了解和认识土壤环境在地球系统中的地位和作用是保护地球表层环境系统和防治土壤环境污染退化的基础。

土壤环境污染已成为中国乃至全球性土壤退化的重要因素，土壤环境质量下降是当前实现可持续发展面临的严峻挑战。初步调查，因污水灌溉、农药和化肥不合理使用，工业废渣和城市生活垃圾随意堆放等因素，中国约有 $1000 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 耕地受到不同程度的污染。这一状况直接影响着农产品安全和人民群众的身体健康。我国耕地人均数量少，总体质量水平低，保护土壤环境就是保护我们的生命线。加强土壤环境的保护，对农业生产条件和生态环境的改善，提高耕地质量及土地生产率，确保我国土壤环境资源的持续利用，农业持续发展和粮食安全生产有着重要意义。我国耕地资源极其匮乏，用占世界 7% 的耕地养活了世界 22% 的人口，所面临的粮食和土壤环境问题比其他任何国家都要严峻得多，因此加强土壤环境保护迫在眉睫。

1.1.4 土壤环境与人体健康

土壤圈处于水圈、大气圈、生物圈、岩石圈等各大圈层的交界面，是一个非常活跃的圈层，并不断地与各大圈层发生着物质、能量和信息的交换。土壤给人类提供了必要的维持生命的食物，土壤环境的好坏直接关系着人体健康。随着人口的增加和经济持续快速的发展，土壤受到前所未有的污染，土壤环境受到污染物的破坏，有毒有害物质超标，土壤板结，降低农产品质量，特别是通过农作物对有害物质的富集作用，危害人体健康。

1.1.4.1 直接影响

在人类的活动中会通过食物、呼吸和皮肤接触等方式使土壤中的有害物质直接进入体内，引起人体的病变，危害人体健康。土壤灰尘中含有细菌、病毒以及霉菌，并通过大气扩散，可以导致呼吸道疾病如哮喘病的急剧增加。土壤中还有一些有毒害的挥发性有机物，如土壤中残留的有机农药，进入人体后会引引起急、慢性中毒、神经系统紊乱以及“三致”（致突变、致畸和致癌）作用。人体不可避免地暴露于土壤物质中，因此皮肤接触也成为土壤影

响人体健康的一个重要途径。土壤中的有毒有害物质和皮肤接触后，严重时容易导致一些不良病症，如贫血、胃肠功能失调、皮肿等。

1.1.4.2 间接影响

土壤中的各种物质成分，经过雨水淋漓后会通过地表径流、渗流、地下径流，最终有一部分进入水体中。一些农用化学品如除草剂和杀虫剂等可以在土壤通过径流或者淋滤作用进入水体，引起水体污染；土壤中氮肥的大量使用，其主要污染物质硝酸盐和铵态氮就会进入地表水或渗入地下水，引起水质下降和硝酸盐污染；作为肥料的粪便，也会携带一些细菌和病毒进入水体，从而引起人体内肠道外感染和急性腹泻等症状。

在不同地域的土壤中，矿物质的含量各不相同，土壤中矿物元素的多少对人体健康有着重要的影响。一般来说，土壤中某种成分含量的高低会直接影响到植物生长及该元素在人体中的含量，而含量过高或缺乏都会引起一系列症状。如机体缺硒，则会使相关酶的合成受阻，造成代谢紊乱，出现一系列的病症，最终导致克山病、大骨节病的发生。此外，土壤中的难降解有机质如滴滴涕（DDT）和狄氏剂等农药，性质稳定、脂溶性很强，即使微量也能够通过动植物累积和生物放大作用在人体中富集，危害人体健康。可见，土壤中有害物质通过食物链的富集对人体健康产生的影响要比水和大气更严重。

土壤通过影响大气环境间接的影响着人体健康。在土壤中含有大量的有机物，这些有机物在好氧微生物以及甲烷菌的作用下分解释放出 CO_2 、 CH_4 和 NO_x 等温室气体，影响气候的变化，而气候的变化又会反过来影响有机质的分解速率，进而影响温室气体。“温室效应”是当今全球面临的主要环境问题之一，气温升高会引起海平面上升、气候异常、粮食减产以及生命损失等。

1.2 土壤污染问题

1.2.1 我国的土壤资源

人类主要的农业生产活动都是在土壤上进行，人类所需要的农产品均直接或间接从土壤中生产，所以土壤资源是农业的基础，是人类生存和发展所必需的自然资源。

1.2.1.1 我国土壤资源的现状

我国是以农业为主的大国，地大物博，总体上土壤资源丰富，适合农业、林业和畜牧业的综合发展。然而，我国也是世界上人口最多的国家，土壤资源受到严重制约的情况也不容忽视。其现状表现为以下 3 个方面：

(1) 人均耕地面积占有量较少，空间分布不均衡

我国人均耕地面积远不及世界平均水平，人均耕地、林地、牧草地仅为世界人均数量的 45.0%、25.9% 和 36.9%。2008 年全国耕地面积 $1.217 \times 10^8 \text{ hm}^2$ ，人均耕地面积约为 0.092 hm^2 ，不到世界人均水平的 40%。北京、上海、天津、浙江、福建和广东的人均耕地面积不到 0.06 hm^2 。全国有 20% 以上的县级行政区划单位（含直辖市和县级市）人均耕地低于联合国粮食及农业组织（FAO）确定的 0.053 hm^2 警戒线，大多数分布在东南沿海地区。人均耕地低于 0.035 hm^2 就有 463 个县级行政区划单位，占警戒线以下总县数的 2/3 以