



国家科学技术学术著作出版基金资助出版

土壤环境质量 与食用农产品安全

刘凤枝 李玉浸 刘书田 等编著



化学工业出版社

国家科学技术学术著作出版基金资助出版

土壤环境质量 与食用农产品安全

刘凤枝 李玉浸 刘书田 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书分为基础篇和应用篇，共九章。基础篇主要介绍了农产品生产对土壤质量的要求，土壤污染对农业生产的影响，土壤环境监测与评价对农产品安全生产的重要作用；现行农田土壤环境质量标准及评价体系；新土壤环境质量标准及评价体系的研究与建立；土壤（重金属）环境监测技术；农田土壤环境监测结果的评价等内容。应用篇主要介绍了新评价体系的应用概述；新评价体系在土壤环境质量等级划分及种植结构调整中的应用；新评价体系在农田污染土壤修复效果评估中的应用以及对土壤环境质量高风险区的预测等内容。

本书具有较强的知识性和针对性，可供环境、农业、食品等领域的工程技术人员、科研人员和管理人员参阅，也可供高等学校相关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

土壤环境质量与食用农产品安全/刘凤枝等编著. —北京:
化学工业出版社, 2018.3
ISBN 978-7-122-31491-8

I. ①土… II. ①刘… III. ①土壤环境-环境质量-
关系-农产品-安全生产-研究 IV. ①X833②S37

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 024898 号

责任编辑: 刘兴春 刘 婧
责任校对: 王 静

装帧设计: 韩 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京京华铭诚工贸有限公司

装 订: 三河市瞰发装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 21 字数 497 千字 2018 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 98.00 元

版权所有 违者必究

《土壤环境质量与食用农产品安全》

编著人员名单

编著者 (排名不分先后顺序):

刘凤枝	李玉浸	刘书田	韩国生	刘 岩	师荣光
徐亚平	蔡彦明	郑向群	李晓华	姚秀蓉	王跃华
秦 莉	霍莉莉	安 毅	林大松	谭炳昌	王 伟
王晓男	王 玲	米长虹	战新华	刘卫东	王宪仁
张铁亮	赵玉杰	黄碧燕	凌乃规	谭仕彦	高明和
黄 毅	董淑萍	贾兰英	刘淑萍	邱 丹	万晓红
董文忠	王 迪	刘春湘	王 农		

前言

万物土中生，土壤是地球表面岩石经千百万年风化形成的，是大自然馈赠给人类的珍贵礼物，人们在土地上种植、收获，得以生存繁衍。

然而，工业化进程的加快，特别是矿山的开采、冶炼、加工等，对土壤造成了不同程度的污染。土壤环境的质量直接影响农产品的产量和安全质量。

为保证食用农产品安全，早在 2006 年我国就颁布了《中华人民共和国农产品质量安全法》及与之配套的《农产品产地安全管理办法》，其中明确规定了对农产品产地进行监测与评价，把不符合农产品安全生产的区域划为禁止生产区等内容。2016 年又颁布了《土壤污染防治行动计划》（简称“土十条”），提出：到 2020 年，全国土壤污染加重趋势得到初步遏制，土壤环境质量总体保持稳定，农用地和建设用地土壤环境安全得到基本保障，土壤环境风险基本得到管控。受污染耕地安全利用率达到 90% 左右，污染地块安全利用率达到 90% 以上。这就对土壤的监测评价工作提出了更高的要求，其结果应更贴近实际情况。

科学研究的目的是为生产实践服务。农田土壤环境质量监测评价就是要分析污染土壤对农产品产量和安全质量的影响，以达到既充分利用宝贵的耕地资源，又不生产超标农产品的目的。然而，土壤重金属污染监测评价又是一个非常复杂的问题，也是多年来困扰学术界的难题，有业内专家把它称为“世界级的难题”。因为，农作物在土壤中生长，从土壤中吸收有毒有害物质，不仅与土壤中该物质的总含量有关，还与其在土壤中存在的状态、农作物吸收利用的方式、农作物生长发育过程中的温度和湿度等众多环境因素有关。

虽然 1995 年我国颁布了《土壤环境质量标准》，给出了重金属在土壤中最高允许含量（总量），但土壤中重金属总量只能提供潜在储量的信息，并不能反映重金属可进入植物体内有害离子的数量。这是由于重金属在土壤中大部分以不能溶解的固定状态存在，而只有极小部分存在于土壤溶液中。作物根系从土壤溶液中吸收重金属离子，传输至作物各部位及籽实中，能被作物根系吸收的重金属的形态为有效态。土壤中有效态重金属含量决定着作物吸收利用重金属的程度。

然而，不同的土壤类型，其土壤质地、pH 值、阳离子代换量、有机质含量等不同，这些因素均会影响土壤中重金属的有效态含量；不同的作物种类对污染物的吸收能力不同，作物的不同部位对污染物的蓄积能力也不尽相同；再加上不同地域的温度、湿度等影响，导致不同的土壤类型、不同作物种类其重金属有效态临界值是不同的。因此，制定全国统一的土壤中重金属含量限值作为评价农产品产地土壤中重金属的标准，是不能满足农产品产地污染监测与评价需要的。

对土壤环境质量进行监测评价，就要从土壤-植物生态体系出发，针对不同土壤类型、不同作物种类，制定出相应的临界值，作为土壤重金属污染评价的指标值，以确定土壤环

境质量对种植作物的适宜性,以及对农产品产量和安全质量的影响。

虽然在理论上,用临界值作为评价土壤环境质量对种植作物的适宜性是科学、可行的,但在实际操作中,对于我国众多的土壤类型、繁杂的作物种类,为8种重金属污染元素一一制定出相应的临界值作为土壤污染评价的指标值是一项巨大的、难以实现的工程。为将这一复杂问题简化,使之在操作上成为可能,我们根据多年的监测工作实践,选择了分布在我国不同地域的具有代表性的黄淮海平原潮土区土壤、辽东半岛棕壤区土壤、长江中游红壤区土壤、长江三角洲水稻土和刁江流域水稻土5种土壤类型;在作物种类上,选择了种植广泛且对污染物相对敏感的大田作物水稻、菜田作物青菜2种作物;在污染元素的选择上,选择了在监测中出现问题较多的铅、镉2种污染元素。试图通过此项研究得出规律,制定出《农产品产地土壤重金属临界值制定技术规范》,供有关单位在需要时使用,以避免对所有的土壤类型、各种作物种类一一制定临界值。

本书采用了盆栽实验与田间小区实验相结合的研究方法,实验虽完成于十几年前,但至今仍具有很强的学术意义与参考价值,有效态重金属的提取采用DTPA法,有效态及其他项目的测定按照相关国家标准或行业标准执行。

研究工作的关键,一是盆栽实验的浓度梯度的设计和确定;二是污染小区的选择。能否把握住关键环节,需要以往的工作基础。首先是广泛查询相关资料,了解实验土壤当地背景值、土壤理化性质等;其次是通过当地开展的土壤环境质量普查、例行监测结果等,掌握当地水稻、青菜主产区的污染状况,找出铅、镉的最大超标倍数,估算临界值范围。

在以上工作基础上,本着将污染临界值设计在浓度梯度之中的原则,设计了8个浓度梯度;同时考虑为避免盆栽实验的偶然性与不稳定性,将每个梯度设计为5次重复。

临界值的确定以国家食品卫生标准中铅、镉的限量指标值为依据,在实验中,当糙米和青菜中铅、镉达到这一含量时,根据数学模型计算出土壤中铅、镉的总量和有效态的含量值。

盆栽实验结果,因其添加污染物浓度、温度、湿度、浇水、施肥等均是在可控条件下进行的,实验结果相关性较好, r 值均在0.90以上,甚至可达到0.99。虽然盆栽实验有条件可控、污染物浓度可依研究需要添加等优势,但考虑到土壤的固化作用(固化时间会影响土壤中污染物的形态),在实验前虽然已将污染物加入待试土壤中经过一段时间的固化,但与在实际中经过多年固化的土壤中的重金属相比仍有很大差距。因此,还要选择与盆栽实验相同的土壤类型,并且糙米和青菜中铅、镉超标的地块进行小区实验,用于验证盆栽实验得到的临界值。

田间小区实验,虽可弥补盆栽实验固化时间不足的问题,但需要在实际工作中寻找污染较重且涵盖临界值的地块一般难度较大;另外,在管理上,因为是在开放条件下进行,降雨、降尘、酸雨等各种影响因素难以控制,得到的实验结果相关性往往不够理想。因此,临界值的确定,还应以盆栽实验为主,适当地参考小区田间实验结果进行调整。

通过上述研究,摸索出一套制定土壤中重金属临界值的技术方法,并形成了《农产品产地土壤重金属临界值制定技术规范》,在本书第三章第一节中叙述了这一研究过程。

通过上述研究可知,土壤环境质量不仅和土壤中重金属的绝对含量有关,而且还和土壤中目前重金属的含量水平与达到临界值的距离(土壤容量)有关。因此,对土壤环境质量进行评价,要从土壤对重金属的累积性与适宜性两个方面进行,二者缺一不可。因为,

土壤作为各种污染物的最终蓄积地，随着时间的推移和环境污染的加剧，土壤中污染物的蓄积量是不断累积的，而且是不可逆的。也就是说，污染物一旦进入土壤就难以被清除，所谓的土壤污染治理也只能是改变其形态，使之成为作物难以吸收利用的形态而已。因此，掌握污染物在土壤中的累积程度、累积速率以及现有浓度与临界值之间的差距，对有效地把握土壤目前的环境质量状况及可利用年限至关重要。

研究土壤重金属临界值是为了更有效地评价农田土壤对种植作物的适宜性。即当土壤中某种污染物的含量达到该土壤中种植作物种类临界值时，就对该农产品的产量或安全质量构成了威胁。根据土壤中污染物的含量及其与临界值之间的差距，就可以把农田土壤划分为适宜区、限制区和禁产区。

然而，从对耕地土壤的有效管理和合理利用的角度出发，还需对土壤环境质量分等定级，根据土壤适宜种植作物的种类，可将土壤环境质量分为四级。一级地：土壤环境质量良好，适宜种植各类农作物；土壤中重金属对各类农作物适宜指数均小于1，且未有因污染减产或超标现象。二级地：已不适宜种植对环境条件敏感的农作物，但尚可种植具有一般耐性的农作物；土壤中某些重金属已对某类敏感农作物造成威胁，使其适宜指数大于1，或因污染有明显的减产或超标现象；而对一些具有一定耐性的农作物，适宜指数仍小于1，且尚没有因污染有明显的减产或超标现象。三级地：已不适宜种植具有一般耐性的农作物，但尚可种植具有较强耐性的农作物；土壤中某些重金属已使具有一定耐性的农作物适宜指数大于1，或有因污染明显的减产或超标现象；而对一些耐性较强的农作物，适宜指数仍小于1，且没有因污染明显的减产或超标现象。四级地：已不适宜种植食用农产品，但可种植非食用农产品；土壤中某些重金属已使各类食用农产品适宜指数均大于1，或因污染导致减产或超标现象。

综上所述，要较全面地反映土壤环境质量状况，就要用累积性评价和适宜性评价相结合的方法加以表述；为对耕地进行有效管理与合理利用，就应根据适宜种植的作物把耕地分等定级。由此形成了《耕地土壤重金属污染评价技术规程》，在第三章中有详细描述。

全书共分上、下两篇，上篇为基础篇（第一章～第五章），下篇为应用篇（第六章～第九章）。第一章绪论介绍了土壤重金属问题的由来及相关内容；第二章现行农田土壤环境质量标准及评价体系介绍了国内外土壤环境质量标准、评价的主要方法以及存在的问题；第三章新土壤环境质量标准及评价体系的研究与建立介绍了新标准体系的实验研究过程、结论的形成、标准的制定等内容；第四章土壤（重金属）环境质量监测技术介绍了监测的程序、内容、方法等；第五章农田土壤环境质量监测结果的评价介绍了基于不同监测目的的评价方法；第六章新评价体系的应用概述介绍了土壤中重金属累积性评价与适宜性评价的适用范围及在典型污染区调查中的应用；第七章新评价体系在土壤环境质量等级划分及种植结构调整中的应用介绍了土壤环境质量的等级划分、农作物种类的敏感性排序及种植结构调整等；第八章新评价体系在农田污染土壤修复效果评估中的应用介绍了农田污染土壤修复目标的确认、修复技术的选择及修复结果的评估；第九章土壤环境质量高风险区域预测介绍了土壤环境容量及其影响因素、我国土壤环境背景值分布规律、我国主要农作物种植主产区分布、我国土壤环境质量高风险区域的预测等。

本书由刘凤枝、李玉浸、刘书田等编著，具体分工如下：第一章由韩国生、刘书田、刘凤枝、王农编著；第二章由刘书田、李玉浸、韩国生、刘凤枝编著；第三章由刘凤枝、

李玉浸、刘书田、刘岩、师荣光、徐亚平、蔡彦明、郑向群、李晓华、黄碧燕、凌乃规、谭仕彦、高明和、黄毅、贾兰英、刘淑萍、董淑萍、邱丹、万晓红、董文忠编著；第四章由李玉浸、刘凤枝、韩国生、战新华、王跃华、姚秀蓉、刘卫东、王宪仁、张铁亮、赵玉杰编著；第五章由刘凤枝、李玉浸、韩国生、秦莉、安毅、霍莉莉、林大松、谭炳昌、王伟编著；第六章由刘凤枝、刘书田、李玉浸、韩国生、王晓男、王玲编著；第七章由刘凤枝、李玉浸、秦莉、王迪、刘春湘编著；第八章由刘凤枝、李玉浸、林大松、米长虹编著；第九章由刘凤枝、李玉浸、安毅、霍莉莉编著。全书最后由刘凤枝、韩国生统稿定稿。

本书是作者项目组根据多年来从事土壤环境监测工作中遇到的问题，在农业部、科技部、国家标准化委员会等有关部门的支持下，项目组成员的大力协作下，进行了大量的实验研究基础上完成的，倾注了项目组全体成员的大量心血。

本书在编著过程中，参考了该领域专家、学者等的部分相关内容，在此表示衷心感谢！

由于编著者研究水平有限，疏漏与不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编著者
2018年1月

目 录

上篇 基 础 篇

第一章 绪论

3

第一节 农产品生产对土壤质量的要求	3
一、土壤的肥力质量	3
二、土壤的环境质量	35
第二节 土壤污染对农业生产的影响	39
一、土壤中含有对作物生长发育的有害物质	40
二、土壤重金属背景值	72
三、土壤重金属污染来源	76
四、土壤重金属容量及临界值	85
五、土壤重金属污染对农业生产的影响	87
六、重金属污染对食品安全和人体健康的影响	90
第三节 土壤环境质量监测与评价对农产品安全生产的 重要作用	102
一、土壤环境质量监测与评价的意义、目的和作用	102
二、建立农田土壤重金属污染技术档案数据库和 样品库	104
参考文献	105

第二章 现行农田土壤环境质量标准及评价体系

112

第一节 国内外农田土壤环境质量标准及评价体系	112
一、国外农田土壤环境质量标准	112
二、我国土壤环境质量标准体系	118
三、我国现行土壤环境质量分类和标准分级	123
第二节 现行《土壤环境质量标准》中存在的问题	124
一、现行《标准》在土壤用途分类和土壤 类型分类上存在的问题	125
二、现行《标准》未考虑农作物种类的差异	125
三、现行《标准》应增加有机类的污染物项目及调整	

部分重金属项目	125
四、现行《标准》中限量值及表达方法存在的问题	126
第三节 农田土壤环境质量评价的主要技术方法	128
一、传统的土壤评价技术	128
二、基于 GIS 和地统计的评价技术	129
三、农产品产地安全适宜性评价技术	130
四、农产品产地土壤风险评价技术	131
参考文献	133

第三章 新土壤环境质量标准及评价体系的研究与建立 134

第一节 土壤环境质量监测要表述的问题	134
一、土壤环境质量现状评价结果的表述	134
二、土壤环境质量发展趋势预测与表达	134
第二节 土壤环境质量现状评价标准研究过程	134
一、土壤环境质量标准研究工作基础和遇到的问题	134
二、土壤环境质量评价技术研究实验过程	136
三、土壤环境质量现状评价方法的确立	170
第三节 土壤环境质量发展趋势预测技术研究	170
一、我国的土壤环境背景值	171
二、土壤中重金属累积性评价	171
三、土壤中重金属累积趋势及风险预警	171
第四节 新土壤环境质量评价体系的建立	172
一、土壤环境质量现状评价	172
二、土壤环境质量发展趋势预测	174
附件 1 耕地土壤重金属污染评价技术规程	176
附件 2 耕地土壤重金属有效态安全临界值制定技术规范	183

第四章 土壤(重金属)环境质量管理技术 192

第一节 土壤环境质量监测程序	192
第二节 土壤环境质量监测前期调查	192
第三节 土壤环境质量监测点位布设	193
一、监测单元的划分	193
二、监测点位的布设	193
第四节 土壤环境质量监测样品的采集、编号、运输、 制备及保存	195
一、样品采集	195
二、样品编号	199

三、样品运输	199
四、样品制备	199
五、样品保存	201
第五节 土壤环境质量监测样品检测	201
一、土壤环境质量监测项目	201
二、土壤环境质量监测分析方法	201
第六节 土壤环境质量监测全程质量控制	204
一、采样的质量保证	204
二、采样的质量控制	204
三、样品运输与制备的质量保证	205
四、实验室分析质量控制与保证	205
第七节 土壤环境质量监测数理统计	221
一、实验室分析结果数据处理	221
二、分析结果的表示和评价	234
第八节 土壤环境质量监测结果资料整编和数据库建立	236
一、资料整编	236
二、数据库建立	237
参考文献	237

第五章 农田土壤环境质量监测结果的评价 238

第一节 农田土壤环境质量普查结果的评价	238
一、普查的定义	238
二、普查的目的	238
三、普查的监测	238
四、评价方法的选择	240
五、评价方法与结果表达	240
第二节 农田土壤环境质量定点监测结果的评价	241
一、定点监测的定义	241
二、定点监测的目的	241
三、定点监测的要点	241
四、评价方法的选择	242
五、评价方法与结果表达	243
第三节 农田土壤污染事故监测结果评价	243
一、污染事故的定义	243
二、污染事故监测的目的	244
三、污染事故监测的要点	244
四、评价方法的选择	244
五、评价方法与结果表达	245

第四节 农田污染土壤修复结果的评价	245
一、农田污染土壤修复的定义	245
二、农田污染土壤修复的目的	245
三、农田污染土壤修复后的监测	246
四、农田污染土壤修复后的种植试验	246
五、评价方法的选择	246
六、评价方法与结果表达	247
参考文献	249

下篇 应用篇

第六章 新评价体系的应用概述 253

第一节 土壤重金属累积性评价与适宜性评价的适用范围	253
一、土壤重金属累积性评价的适用范围	253
二、土壤重金属适宜性评价的适用范围	253
三、累积性评价与适宜性评价的区别和关系	255
四、累积性评价与适宜性评价相结合的应用	256
第二节 新评价体系在典型污染区调查中的应用	259
一、3种耕地土壤重金属铅、镉质量安全限量值研究结果	259
二、新、老土壤环境质量评价体系对土壤和农产品同步评价结果的比较	259

第七章 新评价体系在土壤环境质量等级划分及种植结构调整中的应用 262

第一节 土壤环境质量等级划分	262
一、适宜性评价对农田土壤环境质量等级划分	262
二、累积性评价对农田土壤环境质量等级划分	263
第二节 农作物种类敏感性排序	263
一、农作物对铅敏感性排序	264
二、农作物对镉敏感性排序	268
三、农作物对砷的敏感性排序	271
四、农作物对铬敏感性排序	273
五、农作物对锌敏感性排序	276
六、农作物对镍敏感性排序	277
七、农作物对汞敏感性排序	278
第三节 土壤环境质量与种植农作物种类的适宜性调整	280

一、对粮食作物主产区耕地土壤环境质量调查	281
二、确定粮食作物主产区耕地土壤有害重金属的安全 临界值	281
三、对粮食作物主产区耕地土壤环境质量进行适宜性 评价	281
四、种植作物种类适宜性调整的原则	282
五、蔬菜种类的适宜性调整的原则	282
参考文献	282

第八章 新评价体系在农田污染土壤修复效果评估中的应用 284

第一节 农田污染土壤修复目标的确认	284
一、农田土壤污染的现状	284
二、农田土壤污染物的确定	285
第二节 农田土壤污染修复技术的选择	286
一、农田土壤污染修复技术	286
二、污染土壤修复技术的发展趋势	289
第三节 农田污染土壤修复结果的评估	289
一、国外污染土壤修复标准的现状	289
二、我国污染土壤修复标准的现状	290
三、适宜性评价在农田污染土壤修复效果 评价中的应用	291
参考文献	291

第九章 土壤环境质量高风险区域预测 292

第一节 土壤环境容量	292
一、土壤环境容量的定义	292
二、土壤环境容量是土壤环境质量的重要指标	292
第二节 影响土壤环境容量的因素	294
一、土壤胶体性质对土壤环境容量的影响	294
二、阳离子交换量对土壤环境容量的影响	294
三、有机质含量对土壤环境容量的影响	295
四、酸碱性对土壤环境容量的影响	296
五、土壤中共存金属离子对土壤容量的影响	297
第三节 我国土壤重金属背景值分布规律	298
一、影响土壤元素背景值的因素	298
二、土壤背景值的地域分异规律	299
第四节 我国农业主产区种植农作物分布	300

一、我国九大商品粮基地	300
二、粮食作物品种及产地	302
三、经济作物品种及产地	303
第五节 耕地土壤重金属风险评价方法	305
一、耕地土壤重金属污染生态风险评价	305
二、耕地土壤重金属污染健康风险评价	307
三、耕地土壤重金属对食用农产品生产安全风险评价	308
第六节 我国农田土壤环境质量高风险区预测	309
一、高风险区的定义	309
二、影响风险指数的因素	309
第七节 土壤环境质量发展趋势对农产品安全影响风险 预警	316
一、重金属污染对土壤环境质量发展趋势预测	316
二、综合利用重金属累积性评价、适宜性评价、农产品 安全评价对农产品安全质量进行风险预警	318
参考文献	318

上 篇

基 础 篇

第一章

绪 论

第一节 农产品生产对土壤质量的要求

土壤质量是农业生产的基础。土壤质量包括土壤肥力质量和土壤环境质量两个方面。良好的土壤质量应该是：土壤的肥力质量能满足农作物生长发育的需要；土壤的环境质量（土壤中所含有毒有害物质）不影响农作物产量和食用农产品的安全质量。

一、土壤的肥力质量

（一）土壤的组成和性质是农业生产的基础

1. 土壤的组成

土壤是由固相、液相和气相三相物质组成的疏松多孔体。固相物质是岩石风化后的产物，包括土壤矿物质、土壤中动植物残体的分解产物和再合成物质，以及生活在土壤中的微生物。土壤矿物质构成土壤的无机体，后两者构成土壤的有机体。在土壤固相物质之间有大小不同的孔隙，孔隙中充满了水分和空气。

（1）土壤的化学组成 土壤是三相物质共存的统一体，为植物提供必需的生存条件。土壤固相物质由不同粒径的原生、次生矿物质和有机物质、土壤动物、微生物组成，是土壤的基础物质。土壤液相物质包括土壤水分和各类可溶性电解质。土壤气相物质是存在于土壤孔隙中的空气。一般来说，土壤中的固相占土壤质量的 70%~90%，占土壤总容积的 50%；液相占土壤质量的 10%~30%，占土壤总容积的 20%~30%；气相占土壤质量的 1%以下，占土壤总容积的 20%~30%。

土壤液相是溶解了固相和气相成分的溶液，其成分又反过来影响着固相和气相成分的溶解和分解作用。虽然固相、液相和气相三相物质化学成分之间相互转化，但固相的化学成分在整个土壤成分中具有决定性的作用，因此土壤化学组成受土壤土质、大气、温度、湿度、土壤生物的影响，体现了不同土壤类型成土物质与成土条件的特性；同时在人为因素的影响下，土壤化学组成也会发生一定的改变。

① 土壤矿物质的化学组成。土壤矿物质构成了土壤的骨架，支撑着植物的生长。多数耕作土壤中矿物质占土壤总质量的 90%以上。土壤矿物质是岩石经过风化作用形成的不同大小的矿物颗粒（砂粒、土粒和胶粒）。土壤矿物质种类很多，化学组成复杂，它直接影响到土壤的物理、化学性状和化学组成，是植物生长所需的矿物养分来源。土壤矿物质可划分为原生矿物质和次生矿物质。