

土壤退化研究的进展与趋向 PDF转换可能丢失图片或格式，  
建议阅读原文

[https://www.100test.com/kao\\_ti2020/451/2021\\_2022\\_\\_E5\\_9C\\_9F\\_E5\\_A3\\_A4\\_E9\\_80\\_80\\_E5\\_c63\\_451864.htm](https://www.100test.com/kao_ti2020/451/2021_2022__E5_9C_9F_E5_A3_A4_E9_80_80_E5_c63_451864.htm) 鉴于土壤及土地退化对全球粮食安全、环境质量及人畜健康的负面影响日益严重的现实，从土壤圈与地圈生物圈系统及其它圈层间的相互作用的角度研究土壤退化，特别是人为因素诱导的土壤退化的发生机制与演变动态、时空分布规律及未来变化预测与恢复重建对策，已成为研究全球变化的最重要的组成部分，并将继续成为21世纪国际土壤学、农学及环境科学界共同关注的热点问题。但是，迄今为止，有关土壤退化的许多理论问题及过程机理尚不清楚，还没有公认的或统一的土壤退化指标和定量化评价方法[1].因此，及时了解国际土壤退化研究的最新动向，并结合我国实际创造性地开展该领域的研究工作，具有重要的学术价值和现实生产意义。

### 1、土壤退化的概念

土壤退化（Soil degradation）是指在各种自然，特别是人为因素影响下所发生的导致土壤的农业生产能力或土地利用和环境调控潜力，即土壤质量及其可持续性下降（包括暂时性的和永久性的）甚至完全丧失其物理的、化学的和生物学特征的过程，包括过去的、现在的和将来的退化过程，是土地退化的核心部分。土壤质量（Soil quality）则是指土壤的生产力状态或健康（Health）状况，特别是维持生态系统的生产力和持续土地利用及环境管理、促进动植物健康的能力[2].土壤质量的核心是土壤生产力，其基础是土壤肥力。土壤肥力是土壤维持植物生长的自然能力，它一方面是五大自然成土因素，即成土母质、气候、生物、地形和时间因素长期相互作

用的结果，带有明显的响应主导成土因素的物理、化学和生物学特性；另一方面，人类活动也深刻影响着自然成土过程，改变土壤肥力及土壤质量的变化方向。因此，土壤质量的下降或土壤退化往往是一个自然和人为因素综合作用的动态过程。根据土壤退化的表现形式，土壤退化可分为显型退化和隐型退化两大类型。前者是指退化过程（有些甚至是短暂的）可导致明显的退化结果，后者则是指有些退化过程虽然已经开始或已经进行较长时间，但尚未导致明显的退化结果。

2、全球土壤退化概况 当前，因各种不合理的人类活动所引起的土壤和土地退化问题，已严重威胁着世界农业发展的可持续性。据统计，全球土壤退化面积达 1965万km<sup>2</sup>。就地区分布来看，地处热带亚热带地区的亚洲、非洲土壤退化尤为突出，约 300万km<sup>2</sup> 的严重退化土壤中有120万km<sup>2</sup>分布在非洲、110万km<sup>2</sup>分布于亚洲；就土壤退化类型来看，土壤侵蚀退化占总退化面积的84%，是造成土壤退化的最主要原因之一；就退化等级来看，土壤退化以中度、严重和极严重退化为主，轻度退化仅占总退化面积的38%[3 ~ 6]。全球土壤退化评价（Global Assessment of Soil Degradation）研究结果[3 ~ 6]显示，土壤侵蚀是最重要的土壤退化形式，全球退化土壤中水蚀影响占 56%，风蚀占 28%；至于水蚀的动因，43%是由于森林的破坏、29%是由于过度放牧、24%是由于不合理的农业管理，而风蚀的动因，60%是由于过度放牧、16%是由于不合理的农业管理、16%是由于自然植被的过度开发、8%是由于森林破坏；全球受土壤化学退化（包括土壤养分衰减、盐碱化、酸化、污染等）影响的总面积达 240万km<sup>2</sup>，其主要原因是农业的不合理利用（56%）和森林的破坏（28%）

；全球物理退化的土壤总面积约83万km<sup>2</sup>，主要集中于温带地区，可能绝大部分与农业机械的压实有关。

### 3、我国土壤退化状况

首先，我国水土流失状况相当严重，在部分地区有进一步加重的趋势。据统计资料[7]，1996年我国水土流失面积已达183万km<sup>2</sup>，占国土总面积的19%。仅南方红黄壤地区土壤侵蚀面积就达6153万km<sup>2</sup>，占该区土地总面积的1/4[8]。同时，对长江流域13个重点流失县水土流失面积调查结果表明，在过去的30年中，其土壤侵蚀面积以平均每年1.2%~2.5%的速率增加[9]，水土流失形势不容乐观。

其次，从土壤肥力状况来看，我国耕地的有机质含量一般较低，水田土壤大多在1%~3%，而旱地土壤有机质含量较水田低，<1%的就占31.2%；我国大部分耕地土壤全氮都在0.2%以下，其中山东、河北、河南、山西、新疆等5省（区）严重缺氮面积占其耕地总面积的一半以上；缺磷土壤面积为67.3万km<sup>2</sup>，其中有20多个省（区）有一半以上耕地严重缺磷；缺钾土壤面积比例较小，约有18.5万km<sup>2</sup>，但在南方缺钾较为普遍，其中海南、广东、广西、江西等省（区）有75%以上的耕地缺钾，而且近年来，全国各地农田养分平衡中，钾素均亏缺，因而，无论在南方还是北方，农田土壤速效钾含量均有普遍下降的趋势；缺乏中量元素的耕地占63.3%[10]。对全国土壤综合肥力状况的评价尚未见报道，就东部红壤丘陵区而言，选择土壤有机质、全氮、全磷、速效磷、全钾、速效钾、pH值、CEC、物理性粘粒含量、粉/粘比、表层土壤厚度等11项土壤肥力指标进行土壤肥力综合评价的结果表明，其大部分土壤均不同程度遭受肥力退化的影响，处于中、下等水平，高、中、低肥力等级的土壤的面积分别占该区总面积的25.9%

、40.8%和33.3%，在广东丘陵山区、广西百色地区、江西吉泰盆地以及福建南部等地区肥力退化已十分严重[11]。此外，其它形式的土壤退化问题也十分严重。以南方红壤区为例，约20万km<sup>2</sup>的土壤由于酸化问题而影响其生产潜力的发挥；化肥、农药施用量逐年上升，地下水污染不断加剧，在部分沿海地区其地下水硝态氮含量已远远高于WHO建议的最高允许浓度10mg/l；同时，在一些矿区附近和复垦地及沿海地区土壤重金属污染也相当严重[8]。

#### 4、土壤退化研究进展

自1971年FAO提出土壤退化问题并出版“土壤退化”专著以来，土壤退化问题日益受到人们的关注。第一次与土地退化有关的全球性会议联合国土地荒漠化（desertification）会议于1977在肯尼亚内罗毕召开。联合国环境署（UNEP）又分别于1990年和1992年资助了Olde man等开展全球土壤退化评价（GLASOD）、编制全球土壤退化图和干旱土地的土地退化（即荒漠化）评估的项目计划。1993年FAO等又召开国际土壤退化会议，决定开展热带亚热带地区国家级土壤退化和SOTER（土壤和地体数字化数据库）试点研究。在1994年墨西哥第15届国际土壤学大会上，土壤退化，尤其是热带亚热带的土壤退化问题倍受与会者的重视，不少科学家指出，今后20年热带亚热带将有1/3耕地沦为荒地，117个国家粮食将大幅度减产，呼吁加强土壤退化及土地退化恢复重建研究，并在土壤退化的概念、退化动态数据库、退化指标及评价模型与地理信息系统、退化的遥感与定位动态监测和模拟建模及预测、土壤复退性能研究、退化系统恢复重建的专家决策系统等研究方面有了新的发展。国际水土保持学会也于1997在加拿大多伦多组织召开了以流域为基础的生态系统

管理的全球挑战国际研讨会，从生态系统、流域的角度探讨土壤侵蚀等土壤退化等问题。而且，国际土壤联合会于1996年和1999年分别在土耳其和泰国举行了直接以土地退化为主题的第一届和第二届国际土地退化会议，并在第一届会议上决定成立了土壤退化研究工作组专门研究土壤退化，在第二届会议上则对土壤退化问题更为重视，并有学者倡议将土壤退化研究提高到退化科学的高度来认识，并决定于2001年在巴西召开第三届国际土壤退化会议[12]。同时，在亚洲，由UNDP和FAO支持的“亚洲湿润热带土壤保持网（ASOCON）”和“亚洲问题土壤网”也在亚太土地退化评估与控制方面开展了大量的卓有成效的研究工作。总的说来，国际上土壤退化研究在以下方面取得了重要进展：从土壤退化的内在动因和外部影响因子（包括自然和社会经济因素）的综合角度，研究土壤退化的评价指标及分级标准与评价方法体系；从土壤的物理、化学和生物学过程及其相互作用入手，研究土壤退化的过程与本质及机理；从历史的角度出发，结合定位动态监测，研究各类土壤退化的演变过程及发展趋向和速率，并对其进行模拟和预测；侧重人类活动（特别是土地利用方式和土壤经营管理措施）对土壤退化和土壤质量影响的研究，并将土壤退化的理论研究与退化土壤的治理和开发相结合，进行土地更新技术和土壤生态功能保护的试验示范和推广；注重传统技术（野外调查、田间试验、盆栽试验、实验室分析测试、定位观测试验等）与高新技术（遥感、地理信息系统、地面定位系统、模拟仿真、专家系统等）的结合；从社会经济学角度研究土壤退化对土壤质量及其生产力的影响。我国土壤学研究工作在过去

几十年主要集中在土壤发生、分类和制图（特别是土壤资源清查）；土壤基本物理、化学和生物学性质（特别是土壤肥力性状）；土壤资源开发利用与改良（特别是土壤培肥，盐渍土和红壤的改良等）等方面。这些工作虽然在广义上与土壤退化科学密切相关，但直接以土壤退化为主题的研究工作主要集中在最近10多年，其中又以热带亚热带土壤退化研究工作较为系统和深入，并在80年代参与了热带亚热带土壤退化图的编制，完成了海南岛1:100万SOTER图的编制工作。90年代以来，中国科学院南京土壤研究所结合承担国家“八五”科技攻关专题“南方红壤退化机制及防治措施研究”和国家自然科学基金重点项目“我国东部红壤地区土壤退化的时空变化、机理及调控对策的研究”任务，将宏观调研与田间定位动态观测和实验室模拟试验相结合，将遥感、地理信息系统等高新技术与传统技术相结合，将自然与社会经济因素相结合，将时间演变与空间分布研究相结合，将退化机理与调控对策研究相结合，对南方红壤丘陵区土壤退化的基本过程、作用机理及调控对策进行了有益的探索，并在以下方面取得了重要进展[8、13]：初步定义了土壤退化的概念，阐明了红壤退化的基本过程、机制、特点。在土壤侵蚀方面，利用遥感资料和地理信息系统技术编制了东部红壤区1:400万90年代土壤侵蚀图与叠加类型图及典型地区70、80、90年代叠加土壤侵蚀图，并在土壤侵蚀图、土地利用图、土壤母质图等基础上，编制了1:400万土壤侵蚀退化分区概图；对南方主要类型土壤可蚀性K值进行了田间测定，并利用全国第二次土壤普查数据和校正的 Wischmeier 方程，计算我国南方主要类型土壤可蚀性K，编制了相关图件。在肥

力退化机理方面，建立了南方红壤区土壤肥力数据库，初步提出了肥力退化评价指标体系，进行了土壤肥力退化评价的尝试，并绘制了红壤退化评价有关图件；将养分平衡与土壤养分退化研究相结合总结了我国南方农田养分平衡10年变化规律及其与土壤肥力退化的关系，认为土壤侵蚀、酸化养分淋失等造成的养分赤字循环及养分的不平衡是土壤养分退化的根本原因；应用遥感手段及历史资料，编制了0~20cm及0~100cm土层的土壤有机碳密度图，探讨了红壤有机碳库的消长与转化及腐殖质组成性质的变化规律；提出了磷素固定是红壤磷素退化的主要原因，磷素有效性衰减的实质是磷素的双核化和向固相的扩散，解决了红壤磷素退化的实质问题。

在土壤酸化方面，研究了红壤的酸化特点，根据土壤的酸缓冲性能，建立了土壤酸敏感性分级标准，进行了红壤酸敏感性分级和分区，首次绘制了有关地区土壤酸敏感性分区概图；采用MAGIC模型，并进行校正对我国红壤酸化进行预测，揭示红壤酸度的时空变化规律；并在作物耐铝快速评估方面取得了重要进展。在土壤污染方面，利用多参数对重金属的土壤污染进行了综合评估，建立了综合污染指数（CPI）值的计算方法，对不同地区的污染状况进行了评估，绘制了重金属污染概图；应用农药在土壤中的吸附系数（ $K_d$ ）和半衰期（ $t_{1/2}$ ）及基质迁移模式，阐明了土壤农药污染的机理；在重金属污染对土壤肥力的影响方面的研究表明，重金属污染可降低土壤对钾的保持能力，促进钾的淋失；而对氮和磷而言，主要是降低与其催化降解和循环相关的酶的活性。红壤退化防治方面，提出了区域治理调控对策，“顶林腰果谷农塘鱼”等立体种养模式等，并对一些开发模式进行

示范和评价。然而，我国幅员辽阔，自然和社会经济条件复杂多样，地区间差异明显。各类型区在农业和农村发展过程中均不同程度地面临着各种资源环境退化问题，有些问题是全区共存的，有些则是特定类型区所特有的。过去的工作仅集中于江南红壤丘陵区，而对其它地区触及较少。而且，在研究工作中，也往往偏重于单项指标及单个过程的研究。土壤退化综合评价指标体系的研究基本处于空白，对退化过程的相互作用研究不够。同时，在合理选择碱性物质改良剂种类、提高经济效益以及长期施用改良剂对土壤物理、化学，特别是生物学性质的影响等方面还有许多问题有待进一步研究，对耐酸（铝）作物品种的选择研究也亟待加强。此外，对其它土壤退化问题，如集约化农业和乡镇企业及矿产开发引起的土壤及水体污染、土壤生物多样性衰减等问题，尚未开展系统研究。

### 5、土壤退化的研究方向

土壤退化是一个非常综合和复杂的、具有时间上的动态性和空间上的各异性以及高度非线性特征的过程。土壤退化科学涉及很多研究领域，不仅涉及到土壤学、农学、生态学及环境科学，而且也与社会科学和经济学及相关方针政策密切相关。然而，迄今为止，国内外的大多数研究工作偏重于对特定区域或特定土壤类型的某些土壤性状在空间上的变化或退化的评价，而很少涉及不同退化类型在时间序列上的变化。而且，在土壤退化评价方法论及评价指标体系定量化、动态化、综合性和实用性以及尺度转换等方面的研究工作大多处于探索阶段。我国土壤退化研究虽然在某些方面取得了一定的、有特色的进展，但整体上还处于起步阶段。为此，作者认为，今后我国土壤退化的研究工作应从更广和更深的层次上系统综合地开展



土壤退化的综合评价与主要退化类型农业生态系统的重建和恢复研究，并逐步向土地退化或环境退化方向拓展。具体来说，应加强以下几个方面的研究工作：（1）土壤与土地退化指标评价体系研究。主要包括用于评价不同土壤及土地退化类型的单项和综合评价指标、分级标准、阈值和弹性，定量化的和综合的评价方法与评价模型等；（2）土壤退化的监测与预警系统研究。主要包括建立土壤退化监测研究网络，对重点区域和国家在不同尺度水平上的土壤及土地退化的类型、范围及退化程度进行监测和评价，并进行分类区划，为退化土地整治提供依据；（3）土壤与土地退化过程、机理及影响因素研究。重点研究几种主要退化形式（如土壤侵蚀、土壤肥力衰减、土壤酸化、土壤污染及土壤盐渍化等）的发生条件、过程、影响因子（包括自然的和社会经济的）及其相互作用机理；（4）土壤与土地退化动态监测与动态数据库及其管理信息系统的研究。主要包括土壤退化监测网点或基准点（Benchmark sites）的选建、3S（GIS、GPS、RS）技术和信息网络及尺度转换等现代技术和手段的应用与发展、土壤退化属性数据库和GIS图件及其动态更新、土壤退化趋向的模拟预测与预警等方面的工作；（5）土壤退化与全球变化关系研究。主要包括土壤退化与水体富营养化、地下水污染、温室气体释放等；（6）退化土壤生态系统的恢复与重建研究。主要包括运用生态经济学原理及专家系统等技术，研究和开发适用于不同土壤退化类型区的、以持续农业为目标的土壤和环境综合整治决策支持系统与优化模式，主要退化生态系统类型土壤质量恢复重建的关键技术及其集成运用的试验示范研究等方面的工作，为土壤退化防治提供

决策咨询和示范样板；（7）加强土壤退化对生产力的影响及其经济分析研究，协助政府制定有利于持续土地利用，防治土壤退化的政策。100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 [www.100test.com](http://www.100test.com)