

# 时隔 40 年，中国再次启动土壤普查意义重大

在经历 40 年的高速发展和高强度农业生产之后，中国再次启动土壤普查，试图服务粮食安全和“双碳”目标。



2022 年 02 月 16 日，国务院发布了《关于开展第三次全国土壤普查的通知》，宣告时隔 40 年，中国将启动新一轮的土壤普查。调查的准备工作和试点目前已经展开，全部工作将在 2025 年下半年完成。国务院副总理胡春华任本次普查的领导小组组长，农业部门和自然资源部门主要领导任副组长，凸显了政府的高度重视。新一轮土壤普查也是土壤工作者的心声，早在 2005 年，就有知名土壤专家在“两会”上呼吁尽快开展新一轮的土壤普查。

在中国经历 40 年高速度、长期较为粗放的经济发展后的今天，生活质量提高了，但是中国的土壤也经历了重大变化。土壤普查是认识和保护土壤资源的基础，将有助于保障粮食安全，并助力碳达峰、碳中和目标的实现。

## 中国的土壤调查概况

随着十九世纪末现代土壤学的诞生，人类逐渐认识到陆地乃至近海生物的生存和繁衍依赖于地球表面平均厚度为 18 厘米的表土。相对于地球 6371 公里的半径，它简直是比鸡蛋壳还薄的一层物质。但这一层薄薄的物质是地球上生命密度最大的地方，其中的微生物群落具有惊人的多样性和丰度，陆地上约 1/4 的生命体存在于土壤中。土壤中的各种生物驱动着地球的演化、不断分解地球上的废弃物和排泄物，让人类有粮食、能源，让人类有干净的水和空气。人类也认识到，要形成 1 厘米的表土需要数百年，而土壤的退化只要短短数十年，前者在人类的寿命尺度之外，而后者在人类的寿命尺度之内，直接影响着当代人的财富和健康。

1949 年以来，我国政府进行了两次全国范围的土壤普查和两次土壤污染状况调查。

第一次土壤普查在 1959 年到 1961 年间开展，主要了解中国的耕地资源到底有多少、在哪儿，初步建立了一个土壤分类系统，摸清了耕地资源分布与土壤基本性状。

对比第一次土壤普查，第二次土壤普查范围更大、更精细。巨大的工作量加上交通、工作条件的限制，让调查过程从 1975 年持续到 1994 年，历时整整 20 年。其中，1975 至 1978 年形成了“二普”的技术规程，完成了 3 个县的试点；1979 到 1984 年基本完成了“二普”；1985 到 1994 年进行成果汇总。

“二普”采用“自下而上”的方式，从乡镇级开展调查采样，最终汇总全国。通过这次调查，中国第一次全面查清了全国土壤资源的类型、数量、分布、基本性状等，建立了中国土壤分类系统，并编制了《中国土壤》、《中国土种志》等资料和图件，摸清了中低产田的比例、分布，以及影响植物生长的主要障碍类型，为改革开放后 40 多年农业综合开发、耕地开垦、中低产田改造、科学施肥、农业区划等提供了重要的基础支撑。

除了以上两次土壤普查之外，中国还分别在 2005 年和 2015 年开展了“全国土壤污染状况调查”和“全国农用地土壤污染状况详查”。前者从 2005 年 4 月持续至 2013 年 12 月，历经 9 年，实际调查面积达 630 万平方公里左右，并于 2014 年公布了《全国土壤污染状况

调查公报》。公报显示，全国土壤总的采样点位污染超标率为 16.1%。污染类型以无机污染物（镉、汞、砷、铜、铅、铬、锌、镍）为主，占全部超标点位的 82.8%，有机污染物（六六六、滴滴涕、多环芳烃）次之。对照“二普”的结果，这些数据表明 30 多年的经济高速发展给中国的土壤带来较为快速的污染。

2018 年完成的“全国农用地土壤污染状况详查”的结果也警示了部分区域存在的土壤污染风险。

虽然有了以上的调查结果，但如全国人大代表、南京土壤所所长沈仁芳所说：“‘二普’已经过去 40 多年了，我国耕地利用方式发生巨变，与农业生产相关的土壤性质、剖面性状也发生很大变化”。同时，中国人口多、耕地少，为了粮食生产，过多地施用化肥，在占比 8% 的耕地上，消耗着全世界化肥生产总量的 33%。化肥的大量施用造成了土壤快速酸化、板结等问题。因此，众多土壤学家特别是具有人大代表、政协委员资格的土壤学家连续多年呼吁推动第三次土壤普查。全国政协委员，中国科学院南京土壤研究所（下简称“南京土壤所”）原所长周健民委员自 2005 年始，多次在全国“两会”上提交关于土壤污染防治和耕地保护的提案；沈仁芳曾于 2018 年、2021 年两次提交相关建议。此外，全国人大代表李爱青、秦光蔚等都曾建议尽快开展第三次全国土壤普查工作。2010 年以来，南京土壤所还以机构身份多次向全国人大、全国政协提交开展第三次全国土壤普查的建议。

## 40 年来中国土壤的变化

除了上述四次大规模调查,小规模、局部的调查和监测也一直在进行。通过这些调查和监测,我们知道 40 年来中国土壤至少有以下三方面发生了变化:

**(1) 土壤重金属污染快速加重。**以镉为例,在 1990 年出版的《中国土壤元素背景值》中,中国土壤镉的平均含量为 0.097mg/kg,非常接近自然背景值。一项 2009 年的研究指出,当时中国外源镉进入 0-20 厘米耕层的平均速率约为 0.004 mg/kg/yr。按照这个速度,只需 50 年,土壤中的镉含量就会从背景值跃升至高于当前的中国国家标准上限 0.3mg/kg。中国土壤中的镉主要来自因燃煤、冶金等原因进入大气的镉的沉降和动物源有机肥。镉在人体内的生物半衰期很长,且肾和肝是其靶器官。在上世纪 60 年代的日本神通川流域,人们曾因长期食用镉超标大米而患上“痛痛病”。

镉在中国是优先监测和控制的土壤污染物。随着 2013 年《大气污染防治行动计划》(“气十条”)的实施和对含锌养殖饲料添加剂含镉量的严格管理,目前污染源得到了有效的控制。

**(2) 土壤的快速酸化。**中国工程院张福锁院士团队 2010 年发表于

《科学》杂志 (Science) 的研究文章发现, 20 年间, 中国农田土壤 pH 值平均下降了约 0.5 个单位, 相当于土壤酸度在原有基础上增加了 2.2 倍。即使是过去被认为对酸化不敏感的石灰性土壤, 其 pH 值也同样出现了显著下降的现象。在自然条件下, 土壤酸化是一个相对缓慢的过程。该文指出, 土壤 pH 值每下降 1 个单位通常需要数百年甚至上千年, 中国土壤的快速酸化除了酸雨的影响之外, 主要是集约化农业生产中大量的化肥投入所导致。

土壤酸化会增加作物对有害重金属的吸收, 土壤酸化和土壤快速污染的重叠给中国耕地的粮食卫生安全带来了隐忧。

**(3) 土壤的有机质变化。**土壤有机质是耕地地力最重要的指标之一。基于“二普”数据估算的中国农田上世纪 80 年代 20 厘米深度有机碳库基本处于每公顷 26.6—32.5 吨之间, 远低于美国农田的平均值每公顷 43.7 吨和欧洲农田的平均值每公顷 40.2 吨。事实上, 30 年来, 虽然存在地区差异, 但由于秸秆还田、免耕少耕技术的推广和绿肥和堆肥的施用, 中国农田耕层土壤有机质含量呈整体上升趋势, 全国耕层土壤有机质平均含量较“二普”时期提高了 4.85g/kg, 相当于 24.49%。与“二普”相比, 全国有 22 个省(区、市)的耕层有机质平均含量显著上升, 尤其以安徽、湖南、广西、四川、贵州 5 省(区)较为突出。但由于中国农田土壤的高强度利用, 中国当前土壤有机质含量与国外相比仍然偏低。

## 第三次土壤普查的意义

相对于世界平均水平，中国土壤资源数量和质量均属严重限制型，虽然我们以全世界 8% 的耕地养活了 20% 的人口，人均耕地仅 1.3 亩，但一部分的产量是以牺牲土壤的健康换来的。经过 40 年高度集约化的生产，“二普”的数据已经不能反映全面当前土壤质量的情况。此外，“十四五”规划和 2035 年远景目标明确要求以保障国家粮食安全为底线，坚持最严格的耕地保护制度，深入实施“藏粮于地、藏粮于技”战略。

因此，实施第三次土壤普查是及时的、令人期待的。我们期待第三次土壤普查能够服务两大目标：一、促进土壤的自身健康，实现粮食在质和量上的安全；二、通过促进土壤健康，增强土壤的固碳能力，助力中国达成“2030 年碳达峰，2060 年碳中和”的宏伟目标。

### (1) 粮食安全方面：

第三次土壤普查的对象为全国耕地、园地（果园、茶园等）、林地、草地等农用地和部分未利用地的土壤。其中，林地、草地重点调查与食物生产相关的土地，未利用地重点调查与可开垦耕地资源相关的土地，如盐碱地等。针对耕地、园地，普查将检测样本中 45 项理化指

标，此外还将开展土壤动物和微生物调查。

以上 45 项理化指标几乎涵盖了土壤的主要理化性质和养分指标，将有利地推动土壤改良和土壤健康的构建，推进农业绿色转型和高质量发展，对于保障粮食安全、食物健康、农民增收、生态文明，促进乡村振兴，支撑中国新时期经济高质量发展具有重要战略意义。

## (2) 生物固碳方面

土壤构成最大的陆地有机碳库，是目前大气中约 8300 亿吨碳含量的 3 倍，和当前每年的化石燃料碳排放量约 100 亿吨的 240 倍。因此，土壤碳储量净增加几个百分点，就代表着巨大的碳汇潜力。有研究估计，全球土壤有机碳封存潜力为每年 23.8 亿吨二氧化碳当量，其中 40% 在于保护现有的土壤碳，60% 在于重建枯竭的碳库存，这约占全球自然气候解决方案总潜力的 25%。

土壤既可以释放二氧化碳和甲烷而成为温室气体的来源，又可以通过土壤有机质固碳而作为碳汇。因此减少土壤的温室气体排放、增加土壤的碳固定对于缓解气候变化的意义重大。因此，在 2015 巴黎气候大会上，法国提出了“千分之四全球土壤增碳计划”，目标是使 40 厘米深度内的土壤有机碳储量每年增加千分之四。

中国目前暂未加入“千分之四”倡议。有观点认为是因为中国土壤固碳速率尚不能达到该倡议的目标，仅为其一半。而我们认为，中国土壤类型众多，不同类型土壤的固碳潜力尚需更多研究，这应该是中国目前尚不能启动该计划的一个原因。

中国的耕地质量分为 10 个等级，1 等耕地质量最好，10 等最差，根据《2019 年全国耕地质量等级情况公报》，全国耕地质量平均等级为 4.76 等，中低等级耕地占 2/3 以上，耕地质量不高、耕作层变浅、土地退化的趋势尚未得到有效抑制。全国耕地平均有机碳含量低于世界平均值的 30%以上，低于欧洲 50%以上。中国农田相对较低的有机碳含量，也意味着土壤有机碳固定潜力很大。

中国土壤固碳已经具备了高层政策框架。就在 6 月底，农业农村部和国家发展改革委公布了《农业农村减排固碳实施方案》，其中六大任务之一是“农田固碳扩容”，十项重大行动之一是以耕地土壤有机质提升为重点，增加农田土壤固碳能力的“农田碳汇提升行动”。

第三次土壤普查并没有为土壤固碳能力设定具体目标和明确的任务。但是，其检测指标中包含了土壤有机质和碳酸钙（无机碳）这两个含碳的指标，这将为本次调查中不同土地类型的土壤碳库的核算、土壤固碳潜能的评估，以及推进土壤固碳技术的发展打下坚实的基础。

土壤固碳是实现碳中和与土壤健康的双赢解决方案。我们期待，在第三次土壤普查之后，中国能将土壤固碳作为农业固碳减排技术正式纳入官方文件，制定具体目标、明确的任务和行动方案。