

定居与农业

大迁徙之时，人类可能已经开始种植活动。但较大规模开垦农田、饲养家畜，农牧业成为主要的生产方式，可能发生在末次冰期的末期或当前间冰期的开始阶段，约 10000 年前至 12000 年前。大迁徙使人类分布于全球各地，农业也在全球很多地方同时开始。

农业最初开始于干旱或半干旱的稀树草原地带，最佳的选择是较干旱地区的河流冲积平原。其中的原因可能在于，最初的农作物大都是草本植物，半干旱的草原地带适合草本植物的生长，并且凶猛的捕食者较少；靠近河流则是为了灌溉和饮用水的方便，河流带来的淤积土壤也十分肥沃。在中东的两河流域，人类定居者种植大麦、小麦、豆类，建设灌溉系统，进行品种改良。一代又一代的筛选产生了口味适宜、营养丰富的优良品种，农业变得发达起来。但在缺乏足够科学知识的背景下，长年的过度垦殖最终毁掉了曾经肥沃的两河流域，今天的中东地区大部分已经沙漠化，土地贫瘠。

在北非埃及的尼罗河平原，人们种植蔬菜水果，包括大蒜、韭菜、洋葱、白菜、生菜、萝卜、豆类等。埃及产生了伟大的文明，公元前 3000 年左右就使用莎草纸和象形文字进行书写。

在中国的黄河流域，人们培育了粟、黍、水稻、大豆等。

在美洲，墨西哥地区的人类定居者培育出了玉米，中南美洲则培育出了土豆、红薯、辣椒、西红柿、牛油果等。

小麦、水稻、玉米等成为现代人类的主粮。玉米、土豆、红薯等高产作物在大航海时代后从美洲传播到欧亚非大陆，为解决饥荒问题做出了巨大贡献。

农业的产出比狩猎大很多，也更加稳定，极大地提高了生产力，促使了人口数量的增长。与森林中和草原上的游荡狩猎生活不同，农业要求长期定居，从而出现了村落乃至城市。从播种到收获的漫长时间，则需要长期的照料和看守；农产品又耐储存，促使了储蓄和私有财产的出现。对耕地、人口、农产品等私有财产的血腥掠夺，又产生了战争。生产者、守卫者、管理者的角色不断分化，人类产生了阶级。对战争、掠夺和人性的反思，又产生了宗教、哲学和多种人文思想。

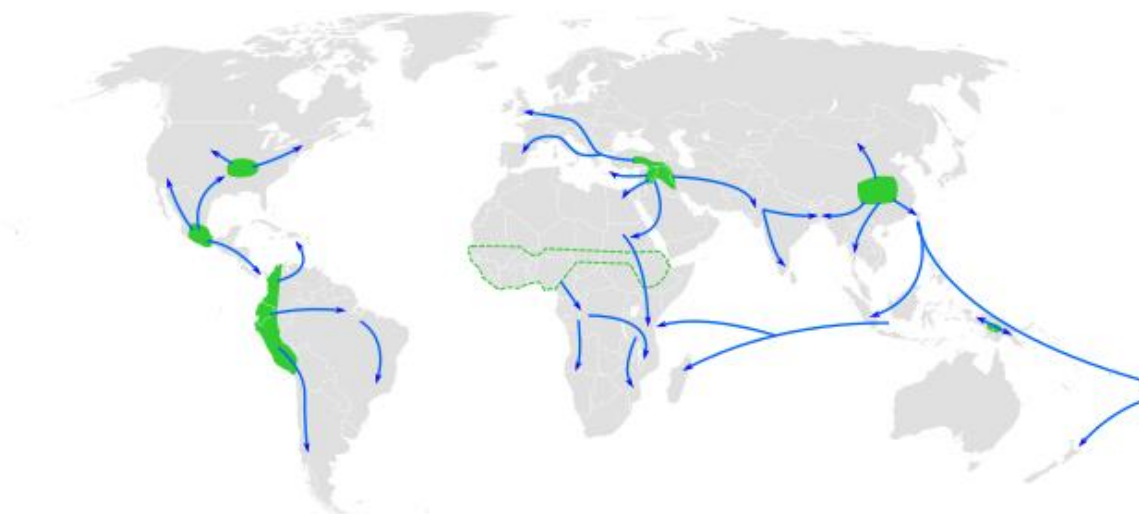


Figure 2 农业的起源中心及其传播路径。From [农业 - 维基百科, 自由的百科全书 \(wikipedia.org\)](#)

农业的出现是一场革命，从根本上改变了人类社会，促使人类产生了更高级的组织形式和社会分工，产生了更高级的文明。农业产出了丰硕的文明成果，如多种多样的粮食蔬菜水果、酿酒、灌

溉、粮食处理与储存、烹饪、星相与天文、历法、书写与文字、宗教、诗歌、哲学、高度的社会组织等，也带来了战争、征服、压迫、屠杀等黑暗一面。

工业化之后，农业获得了前所未有的高速发展。现代化的机械和运输车辆、农药、化肥被广泛应用于农业生产中，典型的标志性事件包括石油的发现，福特发明柴油拖拉机，诺贝尔发明安全炸药，哈伯发明合成氨方法，保罗·米勒发明 DDT 作为高效杀虫剂（后来 DDT 因为其副作用被逐渐淘汰）。这些现代技术大大提高了人类改造自然的能力和生产效率。

迄今为止，全球农业用地约 50 亿公顷，约占大陆面积的 38%。在农业用地中，约 40% 用作耕地，其他用作牧场和经济林木等。几乎所有的可开垦土地都已经开垦。

农药、化肥被过度应用，以维护大面积单一农作物的脆弱生态。农药和化肥的滥用带来严重的环境污染和生态危机。以中国为例，中国是世界上使用农药和化肥最多的国家之一，据联合国粮食及农业组织（FAO）的数据，中国在 2018 年使用了 1,736,700 吨农药，占全球使用量的 27.9%。同年，中国使用了 3,844,000 吨化肥，占全球使用量的约 30.7%。这些数据显示，中国的农业生产对



Figure 3 黄土高原土层深厚，一般厚 50 至 80 米，最厚的地方达 200 米~400 米，疏松肥沃，曾经是最适合植物生长和农耕活动的地区，是森林草原与河川密布，麋鹿遍野的膏腴之地，是中国农耕文明的起源。但由于数千年的过度开垦和过度放牧，导致高原的植被遭到严重的破坏，加之黄土的土质疏松，水土流失与草原退化极为严重，形成千沟万壑的黄土地貌。今天的黄土高原干旱贫瘠，地形破碎，但过度的垦殖，如梯田，仍然在持续。

From [黄土高原](#) - 维基百科，自由的百科全书 (wikipedia.org)

农药和化肥的依赖程度非常高。

与中国相比，全球其他地区使用的农药和化肥数量相对较少。根据 FAO 的数据，2018 年全球使用的农药总量为 6,215,000 吨，其中印度以 901,400 吨排名第二，占全球使用量的 14.5%。全球使用的化肥总量为 13,105,400 吨，其中印度以 2,464,000 吨排名第二，占全球使用量的 18.8%。这些数据显示，中国和印度是全球最大的农药和化肥消费国。

生态危机

从自然界的角度来看，农业的产生实则是彻底的生态灾难。尤其是工业化之后，机械化工具和车辆的大规模应用，使得人类具有更强的开荒能力，过去不适合耕作的地区，如沼泽、湿地、河谷、山丘都被开垦成农田，其他动植物的栖息地进一步被剥夺。

物种灭绝

农垦意味着砍伐森林，摧毁天然草原，剥夺其他动植物的栖息地。现在，地球几乎每小时有一个物种灭绝，近代物种的灭绝速度比自然灭绝速度快 1000 倍，比形成速度快 100 万倍。世界自然基金会发布的《居住星球报告 2018》显示，1970 到 2014 年间，全球脊椎动物种群（哺乳动物、鸟类、爬行动物、两栖动物和鱼类）数量平均下降了 60 %。

在过去 4.5 亿年中，地球曾发生过 5 次大规模灭绝，每一次都带来了生物物种突然性的大面积消亡，并彻底改变星球之上的生态架构。其中最近也是最为人所知的，是约 6600 万年前的白垩纪恐龙的灭绝。研究认为，人类正在见证第 6 次大灭绝的开启，不同于以往的天灾，这次是由人类自己一手造成。

土壤侵蚀与污染

翻耕、播种、收获等周期性农业活动使得地表土壤缺乏植被的保护，在风雨作用下形成沙尘和土壤侵蚀。这导致了土地失去肥力，导致水土流失和沙漠化等问题。过度使用化肥和农药则导致土壤污染物超标。

据 2020 年的相关数据，中国近 20%耕地土壤污染物超标，同时，全国耕地等级总体偏低，质量欠佳或较差，60%以上耕地无水源保障；40%以上土壤出现退化现象，中低产田占比高达 71%；土壤营养失衡严重，沙化、盐碱化突出，水土流失加剧。

地下水枯竭与水体污染

70%的淡水被用于农田灌溉和其他农业活动。大规模的灌溉活动可能导致地下水资源的过度开采，使得地下水位下降，导致水资源的枯竭。过度的灌溉也可能造成盐向地表的析出，造成土地的盐碱化、重金属超标等。

雨水和灌溉使得过度使用的农药和化肥流入河流、湖泊、海洋和地下水域，造成严重污染。水体污染一方面可能造成鱼类、两栖类等生物的畸变或毒素积累，另一方面大量的氮化合物造成水体的富营养化，造成水体缺氧，严重的造成水生生物整体灭绝，形成死亡水域。

以中国为例，到 2020 年，近 40%国控重点湖泊水质达污染级；约 60%地下水水质较差或极差；近岸海域 1/3 以上遭受污染，局部污染严重。全国大气环境中的氨通量增加了数倍；农业产业排放的痕量温室气体正以较快的速度增长。

气候变化与极端天气

森林的砍伐和石化燃料的无节制使用是气候变化的罪魁祸首。工业化以来，空气中的二氧化碳浓度增加了 30%以上，从 300ppm 上升到了 400ppm 以上；近二十年来，人类观察到了明确的温度上升，地球表面的温度上升了 1.5℃，也体验了极端天气的急剧增加。

2022 年，全球范围发生极端干旱，长江、洞庭湖、鄱阳湖等都出现枯竭。2019 年，澳大利亚发生了历史上最严重的森林火灾，导致至少 34 人死亡，数十万人受到影响。加拿大的北极圈也经历

了前所未有的高温天气，导致冰层融化和野火爆发。2018 年，长江大洪水，2000 多万人受灾。诸如此类，不胜枚举。



Figure 4 Dust Bowl 是美国历史上著名的生态灾难，发生于 1935~1936 年前后。灭世般的沙尘暴遮天蔽日，无数农场被摧毁或废弃。美国中西部的干旱半干旱草原地带降水少，本不适合农耕，或者至少要很谨慎地开发，以维护脆弱的生态平衡。现代化的工具快速无节制地迅速改变了当地的自然环境，产生了巨大的破坏力和灾难性后果。From [Dust Bowl - Wikipedia](#)

人口增长

公元前 10000 年左右，末次冰期结束，冰川消退，人类开始进入农业社会，全球的人口数量约有 500 万。

农业革命大幅度提高了生产力，从公元前 1000 年前后，人口开始快速增长，到公元前 1 年，全球的人口数量达到了 2~3 亿。此后，受瘟疫、饥荒、战争等因素的影响，人口数量在这个水平长期上下波动。中国的人口在明朝初年大约为 6000 万左右。

15 世纪至 17 世纪是大航海时代。在大航海时代，欧亚非大陆从南美洲获得了土豆、红薯、玉米等高产农作物，促进了人口的新一轮增长。到明朝末年，中国的人口达到了 1.5 亿左右，到清乾隆年间，中国的人口到达了 3 亿。同期，全球的人口数量达到了 10 亿。

工业革命将机械化工具、化肥、农药等引入了传统农业，极大地提高了粮食产量和生产效率。同时，随着微生物、抗生素等重大发现，现代医学体系得以建立，人口死亡率下降，人口平均寿命大幅增加（在拥有现代医学之前，人均寿命不超过 40 岁，今天大部分国家的人均寿命已经超过 75 岁）。到 1940 年，世界人口达到了 23 亿；1987 年，人口数量 50 亿；2022 年 11 月，联合国宣布人口数量达到 80 亿。

前所未有的人口数量给农业生产带来了极大压力，而地球上已经没有多余的可开垦土地以支持持续增加的人口。

生态危机的实质

传统农业在本质上与进化论、盖亚假说是相悖的。根据进化论和盖亚假说，健康的生态系统必须有生物的多样性，但农业恰好是在消灭多样性。

为实现高效率的生产，耕地用来大面积种植单一作物，排斥其他竞争性动植物的进入和生长，并试图用农药、化肥、灌溉等办法维护这种单一作物的脆弱生态。人工培育的农作物产量高，营养价值高，口味好，但在对环境的适应性方面，包括抵抗恶劣天气、抵御病虫害等，则远逊于野生品种和其他野生植物。实际上，如果缺乏人类的精心呵护，人工培育的品种在自然界几乎没有生存能力。

杂草会与小麦水稻竞争，甚至在干旱、洪涝等恶劣天气下比农作物更有竞争优势。古代社会可以使用廉价奴隶，但现代社会使用人工代价高昂，因此除草剂成为必须；蝗虫、蚜虫等会以小麦水稻为食，使庄稼绝收，因此必须用杀虫剂；大面积单一作物会造成适合病毒细菌的快速传播，因此需要大量使用抗菌杀毒药物；长期种植单一作物会使耕地肥力下降，因此化肥成为必须；草本农作物根系浅薄，保持水分的能力差，因此需要灌溉。

最近一些年提出的有机农业，试图不使用农药化肥，而恢复工业革命前的农耕方式。它本质上就是个伪概念，不可能实现，也无法解决问题。在历史上，工业革命前的农业能承载的人口仅为现在的十分之一，而且大多数人长期生活在饥饿和营养不良中。

根本上而言，无论是有机农业还是化学农业，其问题在于对多样性的摧毁，消灭了多样性就摧毁了生态系统。传统农业对生物多样性的消除是一个根本问题，无法回避，难以解决。缺乏多样性的生态系统不可能成为稳定的协调的可持续发展的系统。

人类需要找到新的生产食物的方式，摆脱农业对土地的大量需求，将土地还给大自然，才能恢复生物多样性，恢复生态系统，人类文明才能可持续发展。否则，我们能清晰看到人类文明的终点，这个日子并不遥远。