

土壤有机质丢失的窃贼

译者有话：

1. 土壤微生物组（群）由数以百万计的种群组成，整体上就像天空中的云。

微生物云在土壤中聚集、飘荡、重组、消散，时而下雨（功能），时而下雪，来也匆匆，去也匆匆，潮起又潮落，又像草原上的牧群飘忽不定，是土壤中对环境变化最敏感的生物（指标）。

微生物云的稳定性与弹性是重要的研究方向之一。微生物云的稳定性是微生物肥料发挥作用的前提。植物根际是相对稳定的生态环境。

2. 推动微生物云变迁的 3 个主要动力：pH、有机质（包括 C/N）、氧气与氧化还原电位。还有根系分泌物、有机颗粒（POM）、土壤结构质地、土壤含盐量、土壤含水量等等。pH 是第一推动力或束缚力！

土壤微生物云是很多变量的函数，复杂性不亚于天气预报，期待数学模型。

3. 可用飞机、火箭向云中播撒干冰、氯化银、盐粉等 **催化剂**，使云层降雨。

4. **土壤翻耕就是氧气，就是微生物云的催化剂，导致哗哗啦啦的下雨。**

5. 微生物肥料（接种剂）也可看做微生物云的催化剂。能否克服 **定植抗性** 融入本土、根际微生物云？是个重大问题！科学与技巧，任重而道远。

6. 土壤微生物碳氮比接近 8:1, 只是个平均值，大部分在 10-5 之间。土壤微生物组成的碳氮比梯度是土壤有机质稳定化的动力，也是有机质流失的动力。同样地，微生物利用能源的效率并不相同，而且同种微生物有多种呼吸途径、有机碳利用途径，有机碳中维持/能耗为 1: 2 也是个近似平均值，但应该是靠谱的估测。

土壤、堆肥中的 C/N 在微观上具有不均一性。

7. 国外有（很少）低腐熟度、高有机质、高碳/氮的所谓 **真菌性有机肥料**，也有高腐熟度、低有机质、低碳/氮的 **细菌性有机肥料**，分别应用于不同目的、场合。前者似乎更适合生土改良、草坪等。这方面了解的不深入，有兴趣的研究。

《愁死了，一亩地应该补充多少有机肥？》

《已不再是那个土壤：某些作物栽培土壤的基质化倾向》

土壤有机质丢失的窃贼

南达科他州立大学达科他湖研究农场经理 Dwayne Beck 呼吁：“如果你想增加有机物质，并改善土壤的健康，那就从大自然母亲那里吸取教训吧”

他说，即使经过 30 年的免耕和覆盖作物的经验，在模仿自然方面仍有很多需要学习的地方。关键的第一步是认识到土壤是有生命的，是更大的生态系统的一部分。贝克说，草原上各种各样的植物将碳循环回土壤，而这种缓慢而稳定的碳返回土壤，促进了土壤有机质的增长，从而持续喂养了数十亿的微生物。这些微生物反过来分解有机物，为植物提供养分。这个循环在原始草原土壤中产生了高水平活性有机物，这就是过去几代农民所享有惊人产量的原因。

一半的有机质在作物栽培中丢失了

不断地耕作农田已经损害了有机物质。举例来说，美国中西部地区大多数农业土壤的有机质含量自首次耕种以来平均流失了一半。在美国最古老的持续农业研究领域建立的地块证明了这一点。

伊利诺斯大学校园里的莫罗地块显示，1876 年草原边缘的土壤有机质含量为 5.5% 到 6.5%。到 1904 年，玉米连作田的有机质含量下降到 4.1%，而玉米-燕麦轮作田的有机质含量下降到 4.5%。正如预期的那样，轮换制做得更好；1904 年，玉米、燕麦和干草三年轮作的有机物质水平仍为 5.9%。玉米田连续耕作产生的有机物氧化已将有机质水平降低到目前的 2% 至 3%。

这些下降对农作物产量来说意义重大。密歇根州立大学的研究表明，有机物质每增加 1%，作物生产潜力就会增加 12%。

翻耕就是那个窃贼

最新的研究表明，耕作的越少，土壤中储存的碳就越多，这些碳可以用来建造有机物质-活的和死的植物根系、微生物、昆虫和蚯蚓。

在以耕作为基础的系统中，矿化是繁荣与衰退交替的。耕后出现繁荣，但不久就会出现萧条。贝克说，相比之下，免耕土壤的矿化在季节中更均匀地分布。免耕改变了生活在土壤中的生物群落的大小和多样性，他说，耕作的土壤比免耕

的土壤含有更多的细菌，这些细菌迅速分解有机物，迅速释放出植物的营养物质。相比之下，免耕土壤中真菌的数量相对较多，它们分解残留物的速度较慢，其结果是更渐进的营养释放。

贝克说，土壤中的碳约占有机物质的一半，除非持续免耕，否则无法优化碳循环。

有机物的活性部分，即活着的部分或正在迅速分解的部分，在免耕制度中大



大增加。

大量出现的蚯蚓是土壤健康的标志，它们受益于免耕。蚯蚓可以改善排水，增加土壤的透气性，并有助于作物残渣的分解。但是任何土壤扰动对它们都是有害的。免耕土壤中蚯蚓的数量是耕作土壤的数倍。

贝克说，一旦你开始免耕，坚持下去是非常重要的。他说，对于通风、渗透性、排水和恢复力的最大关键，是形成优良的土壤结构和大孔隙。即使轻耕也会把它们割掉或毁掉。

一旦你切开或盖住大孔，它就不能正常工作了。这就像把你的拇指放在苏打吸管上，没有东西在里面流动。

贝克研究了免耕，并在自己的农场上使用了 30 多年的免耕耕作方法。他说免

耕更接近于模仿自然。

对于土壤，翻耕就像龙卷风

Hoorman 把耕作比作龙卷风。他说，对土壤的耕作就像龙卷风掀翻了你的屋顶。风暴摧毁了你的房子(土壤结构)，它拿走了你的保护，直到你能再次得到掩护。理想的土壤中有 50% 的空气和水(孔隙)以及 50% 的矿物质和有机物，但这些孔隙随着耕作而坍塌或被破坏。

多种作物轮作

就像草原不是耕作的那样，草原也不是由单一种类正在生长的植物组成。生长着的植物（其根系在土壤下面）的多样性为微生物提供了一个平衡的碳源，从而导致高有机质含量。

贝克说，一旦你意识到土壤是有生命的，这就说明土壤中的生物需要均衡的饮食，就像你的牲畜需要均衡的饮食一样。你不能用连续种植的作物来提供那种饮食。这就是覆盖作物和作物轮作的用武之地；他们需要给土壤提供各种各样的食物。

免耕与作物轮作相结合

免耕和轮作是贝克农业哲学的基石。重建土壤和增加有机物质的唯一方法是持续免耕，伴随着一种最好地管理残茬的作物轮作。他说，免耕和多样性必须相辅相成。

这可能意味着小麦收获后的覆盖作物，玉米和豆类之间的冬季覆盖作物，以及草和阔叶植物以及暖季和冷季作物的轮作。

覆盖作物创造了一个遮盖，反过来为微生物分解残茬创造了一个理想的小气候。结果，有机物增加，土壤表面变暖变干燥。玉米种植者不必在密集的残留物中挣扎，杂草管理也是一个很大的好处。

贝克说，与强化的轮作一起，免耕成为一项综合计划，没有必要再退回偶尔的耕作。你也不想偶尔耕作，因为一年的耕作破坏了你多年来积累的微生物的环境。他认为，建造土壤的绝对最佳方法是免耕-轮作几年的一年生作物，然后种

植多年生作物，如放牧用的牧草或生物物质。

创建像栅栏土壤一样土地

俄亥俄州立大学(Ohio State University)助理教授、推广教育者吉姆·霍曼(Jim Hoorman)说，要让你相信大自然造土的力量，你只需要看看栅栏里的土壤就行了。霍曼说，任何一个农民都可以告诉你，他或她的篱笆排有农场里最好的土壤。那里的土壤是自然形成的，有机质含量可能在 5%到 6%或更高，但在耕作的土壤上，有机质含量减少了一半。而缺少的关键部分是来自活根的活性有机物。他说，为了创造像栅栏那样土壤的农田，需要去除耕作，只要实用，就需要连续的种植活的覆盖物。

通过免耕和覆盖作物模仿天然草原

美国农业部自然资源保护署(NRCS)的 David Lamm 说，利用免耕和覆盖作物，我们可以试着模仿自然草原的生态系统功能。草原和草原土壤因植物的多样性、最小的干扰和全年大部分时间生长的活的根而繁荣。一些最创新的覆盖作物的用户在他们的农场已经用多达 8 到 15 种不同覆盖作物的混合物连续试验，观察哪一个有助于他们的系统。美国核管理委员会的领袖、国家土壤健康和可持续发展的团队的拉姆说，这些农民通过免耕和覆盖作物混合给他们的土壤注入了新的活力，他们得到了各种各样的好处。他说，没有任何一个物种能够提供由多重覆盖作物组合带来的所有优势。有些能固定氮，有些能很好地清除土壤中残留的氮，还有一些有很深的根，能把好处延伸到土壤中，还有一些帮助控制特定的杂草或吸引益虫等。

对多物种的误解

北达科他州俾斯麦的 NRCS 地区自然资源保护者 Jay Fuhrer 对此表示赞同。20 年来，Fuhrer 一直在研究、观察、实践和建议土壤健康措施。Fuhrer 说，大多数农民在他们的操作中没有足够的作物类型。在他开始保护动物的职业生涯之前，他在一个小的谷物和家畜农场长大，他很清楚这些误解。他说：“我过去认为多种作物会相互竞争，但我了解到，如果你遵循本地牧场多样性的模式，它

们就会相互帮助。”你可以从两种或三种覆盖作物共同使用中获得一些好处，但这种好处是指数级的—你用十几个物种一起喂养土壤生物创造的协同作用。

Fuhrer 说，首次使用覆盖作物的人倾向于只使用一两个品种，因为他们认为这是最简单的。我认为使用一到两个物种是朝着正确方向迈出的一步，但是使用 10 到 12 个物种实际上可以加速生物学时间。Fuhrer 认为，多物种种植实际上比单一物种覆盖作物更容易管理，也更安全。他说：“物种多样性越多，地上的植物平衡就越好，而地下的土壤生物也就越平衡。”

用覆盖作物启动微生物

大多数在改善土壤健康方面有经验的农民已从传统耕作转为免耕耕作。然后随着时间的推移，他们在农场操作中添加覆盖作物。但是在你使用免耕覆盖作物之前没有必要掌握免耕，Hoorman 说。事实上，他说，如果农民一开始就使用覆盖作物，他们可能会缩短或消除免耕带来的短期产量下降。他说，土壤中的微生物像任何生物一样，一年四季都需要食物。你可以用覆盖作物显著加快微生物活动。文献表明，与活根相关的微生物数量是没有活根的土壤中的 1000 到 2000 倍。加上密集轮作，免耕成为一项综合计划。贝克说，没有必要求助于偶尔的耕作，你不要偶尔耕耘，因为一年的耕作会破坏你积累多年的微生物所处的环境。在现代农业中，有些人认为覆盖作物是过时的，但覆盖作物的先驱们已经找到了如何让它们在自己的农场上工作，并取得了一些令人印象深刻的成果，西伊利诺伊大学覆盖作物的专家乔·格鲁弗说。这将需要那些没有使用覆盖作物的农民自主创新来真正提高他们的使用。我这么说是因为每个人的情况都不一样，覆盖作物并不是现成的做法，可以在每个农场用同样的方式种植。格鲁弗是 WIU 的土壤科学和可持续农业助理教授，他指出，在二战之前，廉价的氮肥还不容易得到，大多数农民在轮作中把苜蓿和红三叶草等饲料豆类作物放在像玉米这样需要氮的作物之前。牧草和小谷物也常被用来抑制土壤侵蚀。

以苜蓿开始免耕

Hoorman 说，我们要获得更健康的土壤和持续的产量，三个主要目标：消除压实(改善土壤结构)，增加有机物，以及启动土壤中的微生物活动。考虑到这一点，

开始免耕最好的地方是长期种植的苜蓿田或 CRP 草田，在那里你已经拥有健康的微生物种群。另一方面，如果你在耕作多年的土地上开始耕作，你就会有一层压实的微生物。转变是可以实现的，但需要更长的时间和更多的氮。

更多的农民感兴趣

Hoorman 说，利用覆盖作物组合长期免耕的研究有限。他和农民一起工作的大部分时间只有六七年。但他说，我认识的农民使用覆盖作物和长期免耕超过 15 年，他们的成果令人印象深刻。它们不仅提高了产量，而且减少了投入。通过增加农场的生物多样性和自然捕食者，他们可以减少杂草、昆虫或疾病引起的有机体。与你可能认为的相反，在地面上持续生存的想法并不局限于温暖的气候。我和加拿大这样做的农民谈过，Hoorman 说。在寒冷的气候下会更艰难，但关键是要找到合适的遮盖作物。霍曼说，农民的兴趣每年都在增长。多年来一直这样做的农民戴夫·勃兰特 (Dave Brandt) 邀请了 330 人来他的农场进行生态农业 (覆盖作物和长期免耕)。我认为我们正朝着正确的方向前进。