

国外土壤肥料翻译资料

TRANSLATION INFORMATION OF
FOREIGN SOIL FERTILIZERS

· 第二集 ·

江西省红壤研究所

THE RESEARCH INSTITUTE OF
RED SOIL OF JIANGXI PROVINCE

1983.10.13.

目 录

一、译 文:

1. 土壤管理与土壤退化 D. J. Greenland 1
2. 磷被非结晶粘粒、硅—铝胶体和合成针铁矿吸附有关的物质平衡 Masami NANZYO 等 25
3. 研磨对土壤中微生物及非微生物有机质的影响 D. S. Powlson 34
4. 用 ^{14}C 示踪大麦土壤有机质分解效应 G. P. Sparling 等人 44
5. 与发生学有联系的新西兰土壤交叉偏振 ^{13}C 核磁共振光谱学 A. Wilson 等人 55
6. 用 ^{13}C 核磁共振测定土壤腐殖质的方法 R. H. Newman 等人 64
7. 磷酸酶在土壤植物系统中的特性和测定 P. K. CHHONKAR 和 J. C. TARAFDAR 66

二、文 摘:

1. 用 H^{13}C 和 N^{15} 核磁共振研究人工合成腐殖酸 73
2. 秋季低温柑桔对 N 素养分的吸收同化和分配的形响 76
3. 旧法新用、保护土壤 80
4. 美国保持土壤的计划 81

土壤管理与土壤退化

D. J. 格林兰特

(菲律宾、国际水稻研究所)

导 言

自从马尔萨斯 1798 年第一次提出世界上土壤生产出来的粮食能否养活不断增加的人口这一问题以来，该问题一直恶魔似地纠缠着人类。杰克斯 (Jacks) 和怀特 (Whyte) (1939) 在《地球的食料》中阐述这样一个观点：假如按世界的耕地总面积计称，耕地的单位面积产量将正在下降。因而，最近英国斯特拉特 (Stratt) 提出的一份关于“现代耕作与土壤生产力”的《报告》中认为：“由于害怕肥沃土壤被侵蚀，土壤的结构正在无法补救地遭到破坏。”这些产生恐惧心理的地区主要是农场主把谷类生产扩大到传统的牧场，或在临时性的牧场上无节制地扩大谷类生产。由于获得耕地的困难，加上 1968~1969 年雨水过多而引起的低产，这就加深了人们的担忧。然而，事实究竟怎样呢？

在英格兰和威尔士，1948~1978 年小麦产量是直线增长的 (图 1)，1968 年稍有减产，但仅仅只是趋势中的一个季节性的小波动。在一些发展中国家里，水稻和小麦的产量也有类似的趋势倾向 (图 2)。

平均产量 (吨/公顷)

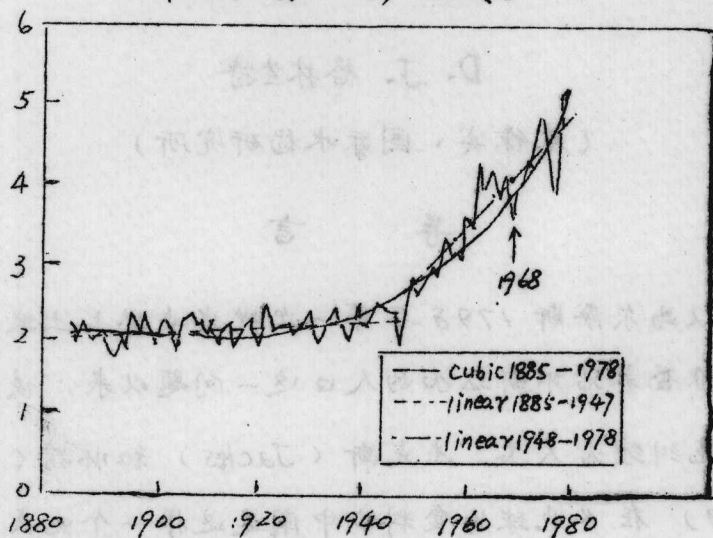


图1. 英格兰和威尔士1885~1978年小麦平均产量趋势
(Elston Greenland和Dennett 1980)

产量单位%吨公顷

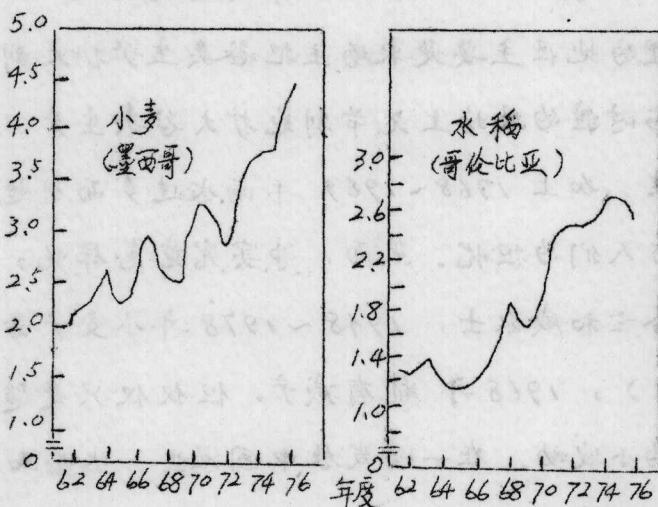


图2. 墨西哥小麦和哥伦比亚谷1962~1976年平均产量
(Bachman和Paulino 1979)

稻谷产量 (百万吨)

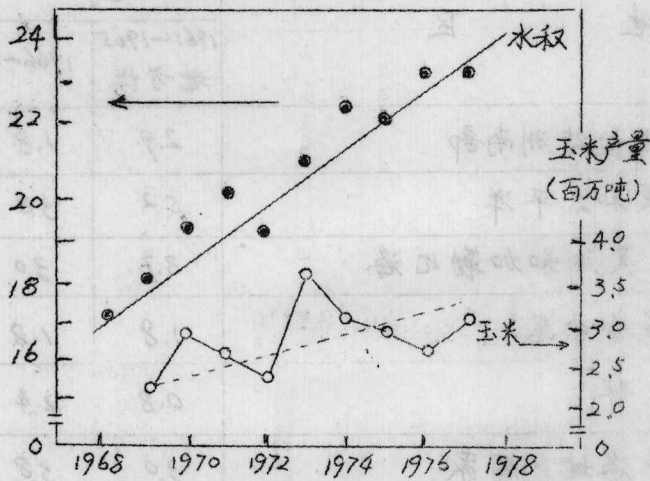


图3 印度尼西亚 1968~1977 水权、玉米产量
总计 (世界银行通报 2374-IND/1979)

由于扩大了耕地面积和每年在温带地区都获得了更大的作物丰收, 故此生产的坛长大大快于产量的坛长 (图3)。但是 Bachma 和 Pantino (1979) 搜集到的资料表明: 在许多发展中国家, 生产的坛长, 与其说是由于每公顷的产量坛长, 倒不如说是新垦耕地面积坛多的结果, 从 1960 到 1975 年世界每年农业生产坛长率为 2~3%, 这一坛长率今后可望保持 (表1); 这一坛长率至少可准许超过其人口坛长率。因此, 我们十分怀疑那种认为我们地球上的土地不能维持人口不断坛长的需要的担忧是否确有其事。

表1. 农业生产平均每年产旁 (每年%)

地 区	时 期		
	1961-1965 地方性	1966-1974	1977
萨哈拉非洲南部	2.9	1.8	0.5
东亚和太平洋	5.2	3.8	2.4
拉丁美洲和加勒比海	3.7	3.0	4.6
北亚和中东	1.8	1.8	-6.06
南 非	0.8	2.4	7.6
地中海地区国家	3.0	3.8	-1.3
工业化国家	2.0	2.1	1.0
所有发展中的国家	2.9	2.9	3.0

资料来源：世界银行 1979 年年度报

与小麦产旁持续直线增长相比较，英国甜菜产旁似乎已达极限（最高产旁）（图4）。其原因目前还不确切清楚。

平均产旁 吨/公顷

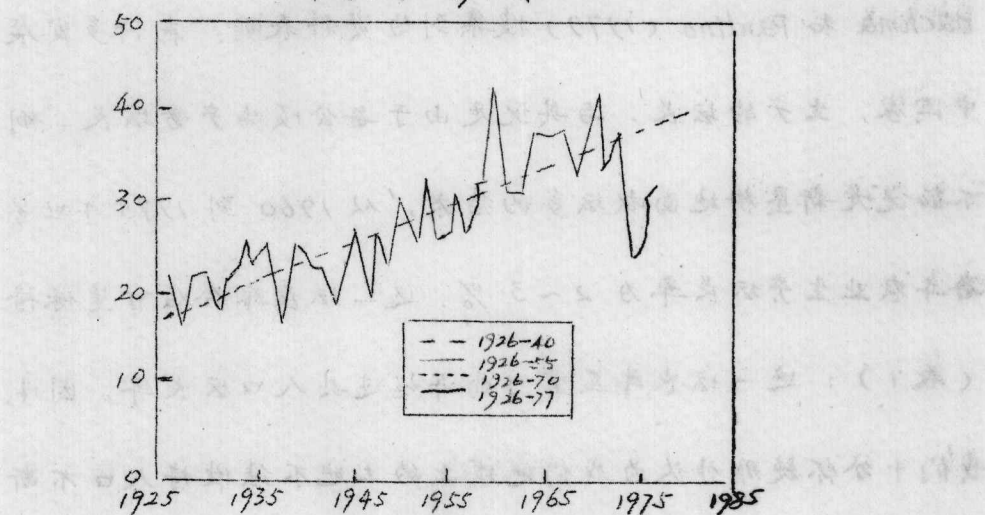


图4. 英国1926-1977年糖用甜菜平均产旁

(Elston, Greenland 和 Dennett, 1980.)

人们常常假定是由于病虫害不断增加而集中使用较多的经济生产方法有关，但这也有可能与土壤物质条件的退化变质有关。Hambling 和 Davies 1977 年研究了生长甜菜为土壤，如象英国东部粉砂土壤结构的情况。他们指出，由于深耕细作土壤缺乏有机物质，使土壤结构严重的松散。在有机物质较低的土壤中，作物根部生长受到严重的阻碍。这可能是因为于在年终收割时，土壤通常潮湿，使用大型甜菜收割机而使土壤结构破坏。尽管三年中只有一年生产甜菜，这种淤泥的有限空隙意味着土壤结构仍可能会发生，除非采取特殊的耕作技术才能解决这一问题。

不良的土壤结构条件会直接影响根下生长，并导致作物减产。这个影响还会破坏良好的排水环境，引起作物营养缺乏而得病，这也会导致减产。

因此，虽然在英国绝大多数土壤有高产趋势的同时，还要特别重视那些有特殊问题的地区。在这些地区，如果要改变土壤退化，就要采取补救措施。而如果土壤退化不可逆转，则应改变管理方式。

在发展中国家许多地区里，我们仍然得努力探索最佳土壤管理方法。但是，总产量趋势还没有显示出经常遇到的特殊地区性问题。土壤侵蚀（见照片 1）^{*}，砂渍化和盐渍化正使某些地区不能种植作物，而且，不引人注意的土壤结构破坏和有机质损失，常使产量远低于土壤真正的产量潜力。

无疑，增产的主要因素是大规模使用肥料，劳动力投资和灌溉（图 5）以及尽可能采取肥料优势和扩大并发展高产优质品种（Dalrymple 1979）。二年前，在 Exeter 主产区，库克（Cooke）博士强调过要增产就应大量施肥。假如我们要保持增产，就需要重视适当地供应植物养分和考虑土壤自然条件之间的相互作用。他得出结论是：“如果不能通过耕作来了解管理和控制土壤结构；又不能确定土壤养分和水分

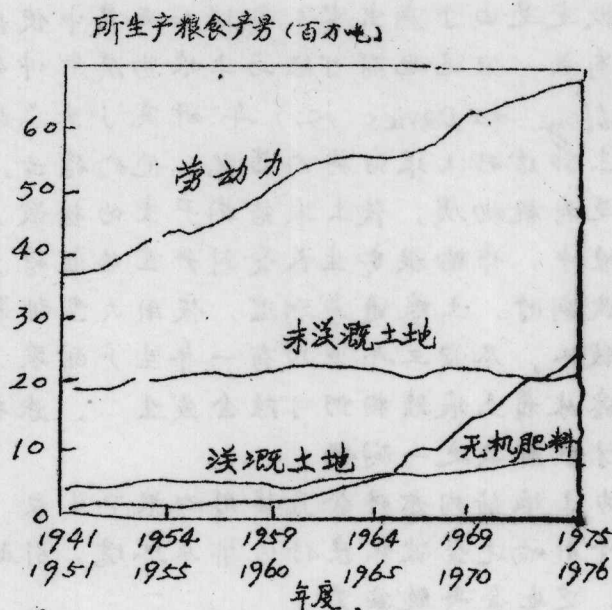


图 5. 肥料、劳动力、土地和灌溉对印度农业生产的影响 (1949-1975) (Mellor 1976)

的敌手；那么，这是不可能连续获得谷类高产的主要原因。我们应该不断地探索识别那些影响作物生长的土壤结构那些方面的问题，以及测定深耕对土壤结构影响和其对作物产量的影响。” (Cooke, 1979)

毫无疑问，适当使用肥料是管理好土壤的最为重要的因素，而土壤结构的合理管理则在其次。但是对于退化特别敏感的地区，或者土壤养分问题已基本解决的地区，土壤经营应放在首位。在大量使用化肥和农药的地方，根系的生长、水分供应和养分吸收的自然限制是阻碍产量获得潜力的最普遍的因素。

因此，土壤管理研究有二个主要的任务：(1) 探索能避免贫瘠地区的土壤退化的方法的同时，还要探索能获得令人满意的产量的方法。(2) 探索通过估计分析土壤条件，从而使土壤发挥最大的生产能力。在这篇论文中，我将对提高土壤产量的估计和土壤退化有关的一些土壤管理问题的实例，

作一考察。

一、最佳产量的土壤管理

众所周知，为了旱地作物获得高产，必须满足下列条件：土壤排水良好；有足够的传导，最起码必须具有同样多的貯蓄孔隙。土壤必须允许作物根系至少在深为 50 cm 自由坛生，必须供给土壤一切植物所必需的营养，必须使土壤没有毒素，以及必须既不能有较强的酸性，也不要较强的硷性。土壤至少应含有一定的有机质，这是最关键的。孔隙度能适应稳定降水和机械操作的影响。这些条件得以满足的话，作物产量就将取决于气候和其内部的潜在遗传因素了。由于热带水稻土施肥足，因而引起新的高产，产量是与水稻扬花前的光合作用有直接关系的。在淹水条件下，水稻土生长依靠土壤的物理条件比旱作物要少得多。热带的气候条件一般来说，不会给作物产量带来不利。对于旱地作物，由于物理条件的影响，水份和营养的吸收往往会给作物的产量带来不利。Penman (1971) 提出了几种农作物的产量可以由方程式来表示。

$$Y = 29 \varepsilon \cdot E_1$$

Y 为按干燥谷物产量吨/公顷，

E_1 是每公分光照强度，

ε 是实验辐射热有效率，

E_1 当然与太阳光热辐射强度有密切的关系。哪里的水份变得减少，其平衡就得加以调节。Nix 1976 年根据水份和氮在澳大利亚探索出一种小麦产量测报的模式。其它几个模式指明了对不同地区和不同作物而言水份和养分供应的重要性。

为了获得高产，土壤管理应该调节和创造上述所提到的几种物理特性——适当的孔隙范围，使土壤良好排水，使根容易坛生，以满足作物所需要的养分。如果土壤中已有足够的养分，那么就必须要适当地调节土壤的养分。耕作是多年

来一直被认为可以使土壤获得孔隙度的方法。

使用了一年的土壤，变得相当板结，土壤里的孔隙度很小，这种土壤可以用犁、耙的方法创造一层有助植物生长的松土层。在这层松土层中有丰富的传导孔隙，有利于作物的根系生长，种子发芽，空气流通（Russell 1971）。团聚体内的细毛孔能吸住水分，减少团聚体容重，使植物根系得到舒展。通常，团聚体球面直径在这里一般有一个高的均衡数 $0.5 \sim 2 \text{ mm}$ 之间的等效值，按理这种团聚体不会太板结。正如 Curie 1966 年所指示的，在 Rathamsted 地区老牧场作传统实验使用土壤，那里多年居民活动，使生物活动性增大，土壤团聚体的密度是 $1.2 \sim 1.6 \text{ g cm}^{-3}$ 之间。但经长期耕作，土壤活性降低，团聚体容易紧实到 2.08 g cm^{-3} 。在 Adelaide 的 Waite 研究所里，从不变的循环交替试探中，团聚体显示出相似的差别（Greenland 1971）。

人们经常引用的一条主要规则是：如果在一块土壤的田间容重体积中（即传导孔体积）的充气孔隙不到土壤体积的 10 % 的话，作物将受到损害（Baver 和 Farmsworth 1940）。可是 De leenheer (1977) 提示传导孔和贮茎孔的体积关系可能是反比的；即：传导孔隙少，则贮茎孔隙就更多。在气候条件比较干燥的时期，贮茎孔隙可保存多的前一期的余水，这对作物产量有重要的贡献，它们之间的关系以至于产量关系的系数会引起相反的关系（传导水分越少对产量越有利。）

De leenheers (1977) 所做的工作很重要，他把土壤物理性能、气候因素、作物营养与产量之间复杂的关系作了仔细而严格的统计，论证了孔隙度的大小尺寸的重要性，它在土壤中分布的大小，对于了解物理条件如何影响作物生长有重要的意义。

Hall 等人 (1977) 根据下列表面结构进行分类。

“优等”，通气量超过体积的 15 %，可利用的水分为 20 %。

~ 8 ~

“良好”，通气量在按体积计的10~15%之间，可利用的水分为15~20%。

“合格”，通气量按体积计的5%或10%，可利用的水分不足10%或15%。

“不合格”，通气量不足体积的5%，可利用的水分不足10%。

这样一个以10%为标准来划分与孔隙率有关的产量分类法，当然是一个根本的进步。然而它还是一个过于简单的设想。正如 Hall 等人 (1977) 指出那样，这仅仅只是根据表土层数据，它就不包括在底土内与根生长有联系的水贮存的孔隙度的影响，也没有考虑到作物和季节的差异。

Leenheer (1977年) 在对一个种植谷物的泥沙壤土上研究了15年后发现，泥沙壤土内贮存孔隙总肯定与作物产量有关，但在甜菜上，有时表现为肯定，有时却表示为否定。蒸腾孔隙（这其中包括 $> 300 \mu m$ ）在谷类与甜菜都与产量显示出呈反相关。

二、土壤退化与土壤孔隙度

孔隙度无疑是揭示了土壤结构状况的最好标准。然而，土壤孔隙度和产量之间关系复杂性有这样一个简单的一般规律：孔隙度的消失，标志着土壤的退化，尽管 EL-Karanri 和 Gooderham (1977) 作了一些论证，土壤表面传孔隙的降低一般能在精耕细作中得以恢复，但精耕细作还可能继续降低这些孔隙度。耕种不一定会起到较好的排水作用，但能够引起在一定的条件下使表土进入底层。由于生物的作用，特别是经过较长一个时期，也能恢复传导与贮存这两个方面的孔隙度。蚯蚓的活动，可能特别有价值，它在约 $20 \sim 50 \mu m$ 中产生了贮存孔隙。

冰冻、溶化、湿润和干燥亦能促使土壤形成孔隙度。但是，对于那些毛细孔大小为变化及其分配之间的联系目前研

究尚少，很可能因冰冻和干燥出现的次故，决定了由此而产生的裂缝和孔隙的大小。土壤的粘附也将是重要的。直到现在，我们测定孔隙变化，确定孔隙度压紧后的变化情况，由自然之序恢复其原貌都是困难的。

许多有覆盖物的土壤，粘土添加粘粒，壤土可使其土块不干燥，但小块团聚体质地松散（照片2）²。这些导向类型特性的特殊规格是不易识别的。在澳大利亚自然土壤上进行的覆盖，可使其迅速烘干和复湿。在较寒冷气候条件下，孔隙度很有可能起到冷却和溶化作用。这是许多农民俗称为“霜冻耕作”。人们一直广泛讨论 Rothamsted 土壤的性能。在经多年耕作以后，还能有一个令人满意的结耕状况。Russell (1971) 认为铁与铝氧化物的影响同稳定性相关连。这样的土壤在 Emersons 级别 III（格陵兰及其他地方，1975）土壤中广泛存在，虽然可能有某些影响。它们所分布地区或者在控制了潮湿地区，就应该考虑在构造上不致定。因此，有一个更为适当的解释似乎是，土壤具有自然调节冷冻与溶化或者潮湿与干燥这两个方面的作用。这暗示着结构与结实度影响下的团聚体合乎其需要大小的规格而得到充分的膨胀。

三. 孔隙度的测定

无疑，测定土壤内的毛细孔大小的分布情况的诸多困难，已成为人们理解与作物产号、土壤管理和土壤退化有密切关系的孔隙度问题的一个主要障碍。一般说来，大多数孔隙度大小分布情况是由土壤的一个完全致定的孔隙度结构决定的。在粘土在水分排压时期的收缩程度和水分释放对孔隙度大小与结构上压扁这两个方面都起了作用。一个个孔隙内的微粒紧紧地凑合在一起，闭塞了水的排压。

很明显，孔隙大小分布以水分释放曲线为基础的研究广泛地得到应用。例如 Leenheer (1977) 运用水分释放曲线

获得他所研究的孔隙度大小分布的数值。Hall (1977) 运用这种技术对不同类型的土壤广泛地进行探测。除了质地粘重土外。由于这种传导孔隙不能保住水分来抵抗重压，尤其当少量样品作试验时，在这些小样品中找不出这种孔隙的实例。所以这种方法不能用来获得粗糙传导孔隙度的资料。测定大块土壤孔隙，注入大量荧光性树脂，渗透到孔隙中去，从而来计称孔隙度则是一种好方法。它可由视觉显微镜可以把大块土中心下分，从摄影底片衬托度上它易地用解析法测定孔隙度大小和其余别的数值。用相当的样品来获得出现在耕地和盆栽土壤中的裂缝和传导孔隙度的数据，是一个可供选择的方法。无论用什么测定方法，孔隙常受到土壤快速变化的影响，因此必须采用处于良好控制下的土壤样品，才能消除因耕作和别的田间实施所带来的有关变化。

最近，Bullock 和 Thomasson (1979) 比较了决定排出水分的传导孔隙度 (孔隙) $60 \mu m.e.cd$ 和图象分析，结果表明了不同的意见，水分排出结果比图象分析结果要低，这是探测了压缩水分，而不是排出水分的观察结果。这种数值极为相似于解析法出现数值低的结果。要考虑样品的误差，还要注意许多别的可能引起误差的原因，这在土壤中测定较大孔隙的分类测定技术显得特别重要。

正如序言中提及的，在潮湿条件下，由于强行开垦，使重粘土经常发生粘粒从土壤团聚体内移动，损坏了土壤结构。要测定损坏程度是困难的，但传导和贮存孔隙的减少可能提供了一个测定方法。然而，这些土壤最易收缩，因此收缩水分曲线来测定孔隙度会导致严重错误的结果。采用别的方法来测定孔隙度；需要除去移动初存的水分。Greene-Kelly (1973) 建议，能够用收缩时出现临界值来测定干燥值。

Laurence 等人 (1973) 指出，用这种方法比冷冻—干燥法好，不会引起最小值的变化 (收缩减少 15%，这比干燥时为 40% 的干燥率是更有利的)。把水吸出后，再注入水银能

够迅速测定孔隙度大小分布情况。至少对于细小的团聚体来说，这种测定技术看来可得到一个令人满意的结果（Lawrence 等人 1979、Newman 和 Thomasson 1979、Murray 和 Ouirrk 1980）。

另外一种能够用来测定农田中土壤总的孔隙度变化的方法是“降压易度”，这种技术能够测定整个土壤表层和某个固定深度或深度之间的容易。如果土壤内含水易的变化能够测定，那么不仅可以决定土壤是否出现收缩或膨胀，而且在一定程度上可测出吸收情况。这个测定方法的研究是在雷丁大学 D. Payne 博士的指导下，在 ARC letcombe 实验室中进行的。Goss 等人（1978）也做过这个测易湿度的实验。通过比较这些测定结果，说明收缩和膨胀的大 P 分容易与水分容易的变化有直接关系，但是，此外因霜冻的影响也会呈现一定的膨胀和破裂，还有一些尚未辨明清楚的死因。随着研究的继续深入，将会获得大易有价值的关于重新组合结构过程的资料。

孔隙度研究中的一个小问题是术语问题。Greenland（1979）研究了孔隙大小差别的排列，并列出了一套专门性的术语目录。克服高压能保住水分的孔隙称为大孔隙（IUPAC 1972），小孔隙（McIntyre 1974），微孔隙（Smart 1975）或微孔隙和超微孔隙（Brewer 1964），这些概念也许会引起极大混乱。两位作者 Leenheer（1977）和 Greenland（1977、1979）都提议用功能图表来取代诸如大孔隙、小孔隙、微小孔隙等专门术语（如表 6 所述）。孔隙专门术语多样性在技术上都已作了说明，例如光学高倍显微镜工作者把貯兰孔隙叫做微貯兰孔隙，电子显微镜工作者称之为小貯兰孔隙，气体吸附专家称之为大貯兰孔隙。

四、有机质与土壤管理

老牧场的团聚体不仅具有渗透性，而且具有被空性。这

种特别的优点已为世界各地的许多研究所证实 (Greenland 1971, Russell 1973, Allison 1973)。这种特点与老牧场、高含量的有机质密切相关。十多年来, 这显然已被人们所认识。这种结果由相互支配和相互扩大聚集结合而引起的, 其中有机质多糖比值可能占重要的地位, 虽然当高含量的有机质在土壤中佔优势地位时, 它能使腐殖质中的非多糖组成

Greenland 1977	De leenheer 1977
Epd *	Epd *
um	um
>500	>300
500- }	300- }
50- }	30- }
0.5 }	9- }
0.0 }	0.2 }
	0.0 }
裂缝	通气容量 $pF_0 - pF_1$
传导孔隙	排泌孔隙 $pF_1 - pF_2$
储水孔隙	缓冲排泌孔隙 $pF_2 - pF_{2.54}$
残余孔隙	有效水保存容量 $pF_{2.54} - pF_{4.19}$
	非有效水容量

表 6. 孔隙度大小的功能描述

* Epd 孔隙直径。

部分, 也与多糖一样, 有助于维持于这种稳定性 (Greenland 等人 1962, Clapp 与 Emerson 1965, Greenland 1970, Allison 1973, Hamblin 与 Greenland 1977)。

同样很清楚, 不仅有机质结构数值大小和类型很重要,

而且它们的分布也是重要的。当 Ouirk 与 Pauabokke (1962) 把注意力集中在从碎屑产生形成有机质重新形成相对稳定性这一难点时，他们指出了这些重要性。聚乙烯醇缩(乙)醛 (poly) 施入土壤 5~15 μm 的孔隙里，它们较小的微团聚体占优势，这样产生出来的大团聚体的稳定性，比仅仅具有微孔隙或粗孔隙的团聚体的稳定性大大地要大 (Ouirk 与 Williams 1974)。Garr 和 Greenland (1972) 业已证实 Williams 早期的研究：在浸湿粘土团聚体内放入少量的聚乙烯 (poly) 乳化剂，使得聚合物扩散形成粗毛细管，在粗毛细管内只有很少量的聚合物，显著地影响团聚体的稳定性。嗣后，土壤研究方面的成果证明，聚乙烯酒精或聚乙烯乙醇的比率为土壤重量的 0.02%，它不仅影响土壤的物理特性，而且对耕地的一些作物生长的产量亦有影响 (Floyd 1979)。

当耕作周期引起表土层一系列传导孔隙的同时，团聚体的稳定性主要取决于附属于团聚体的有机质之增加。此外，有机质的增加和生物活性的增强是牧场土壤发生变化的两个特征。因此，进行土壤管理是使可耕地的作物生长能获得合适的物理条件。土壤管理不仅指耕种细作，它还要求使土壤能保持适应长青草的“内孔隙”。

对于许多土壤来说，这需要牧草与耕作有一个循环体系。对其它土壤来说，相当稳定性也同样存在，所以这也许在自然森林或牧草生长环境下产生了团聚体，保持了整个耕作作用的循环。由 Emerson (1967) 设计的用简单方法把土壤团聚体的稳定性分成各种类别，这样能够容易判别出那些具有固定的丰富的稳定性的团聚体，并能把它们与那些稳定性是从属于何种有机物加以鉴别。在英国的耕作条件下，其土壤

的胶定性团聚体是显著的，那些包括活性钙碳化的土壤，虽然少另含铝的绿泥石粘土也显示出特别胶定。这里有机质的内在因素不考虑在内（Greenland 等人 1975）。钙加速了碳化已被粘粒粘紧或团聚体共同作用下这两个方面所证实；在土壤溶液中钙离子聚集，抑制了粘粒中的微粒分散，使微粒在共同作用下沉淀（Rimmer 和 Greenland 1976）。

有机质含量水平必须由一个轮流耕作次序来维持，同时它又取决于耕地时期的长短。Greenland 指出倘若是近似值，那么这大致是：

$$\frac{t_c}{t_p} = \frac{a_p - K_p N_m}{K_c N_m - a_c}$$

式中： t_c 、 t_p 是农作物和牧草各自生长时间。

a_p 、 a_c 是作物和牧场生长时期土壤中每年增加的氮周期。

K_p 、 K_c 是作物和牧场对有机质分解不变的周期。

N_m 平均套个土壤有机氮的含量（平均近似于 $0.05 \times$ 有机质含量），始终贯穿作物和牧场周期。

英国和威尔士土壤一系列研究（Greenland 等人 1977）表明：土壤胶定取决于有机质。那些非常胶定又没有出现团聚体严重崩散的土壤和那些在耕作时容易崩散的土壤之间的有机质含量分界线是：4%。因此，所设的 a_c 、 a_p 、 K_c 、 K_p 通过长期试验被证明是有用的话，例如 Jenkinson (1968)、Eage (1975) Low (1977) 所报告的那样，关于干旱的必要时间和周期的长短就能推导出来。如果土壤容易失散，使土壤结构恶化，进行深耕会使土壤有机质含量降低到 4% 以下的话，那么土壤的物理条件就应该得到发展。这种物理条件使作物由于气候条件的原因很难达到可能的产量。

毋庸置疑，不列颠的许多耕作土壤，有机质含量低于最

~15~