

肥料与环境

国际氮肥工业中心

国际磷酸盐制造协会 氮磷钾工作组编

国际钾肥研究所

FEILIAO YU HUANJING



化学工业出版社

肥料与环境

国际氮肥工业中心

国际磷酸盐制造协会 氮磷钾工作组编

国际钾肥研究所

冯元琦 等译

化学工业出版社

内 容 提 要

本书介绍了当今世界施用肥料的情况；论述了各种肥料对不同作物的作用和对作物的加工、使用以及与人类生活的关系。尤其是施用肥料会给环境带来什么影响？可以从本书中得到新的了解。本书还介绍了有关肥料与环境方面的国际组织和信息来源。

本书对从事肥料、农业、环保、医疗卫生、外事、新闻等方面工作的有关人员以及人们日常生活均有参考价值。

参加本书翻译的有：冯元琦、张玉明（第一、二、三章）；陈恩源（第四、五章）；朱绍明（第六、七、八章）；潘兆鸿（第九、十、十一章）。全文由冯元琦校定。

Centre d'Étude de L'Azote (CEA)
International Fertilizer Industry Association (IFA)
International Potash Institute (IPI)
Handbook
on Environmental Aspects
of Fertilizer Use
Copyright 1983 by

肥料与环境

冯元琦 等译

责任编辑：叶铁林

封面设计：龙 洋

化学工业出版社出版发行

（北京和平里七区六号楼）

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

开本787×1092¹/₃₂ 印张3⁵/₈ 字数78千字
1988年8月第1版 1988年8月北京第1次印刷

印 数 1—2,100

ISBN 7-5025-0122-3/TQ·84

定 价0.80元

绪 言

一、世界人口在增加，需要更多的食物来满足人口增长的需要。目前世界大部分地区的营养水平低于应有的标准，必须提高他们的营养水平，这就必须提高农业生产。人们并不是仅仅担忧食物的供应。农业生产还包括生产很多其它的必需品，如为工业提供有利于发展经济的原料，这对于一部分没有矿物资源的发展中国家是十分重要的。可以开垦更多的耕地或者增加现有耕地的产量来发展农业生产（第一章内容）。

二、要发展农业生产可以使用更多的土地进行耕作，或者使已经耕作的土地增加产量。但是，世界上绝大部分地区，很少有或根本没有可供开垦的土地，这里况且还要挤出供给非粮食生产的其它需要，如：建筑物、道路、工厂、娱乐场所等。

因此，必须提高单位耕作面积的农作物产量，否则将会带来饥饿，或者至少是使人营养不良和经济萧条（第二章内容）。

三、增加生产有多种途径：精心的耕作、优良的作物（作物育种）、用生物或化学方法控制病虫害、排水、灌溉和提高土壤肥力。其中最重要的是提高土壤的肥力（第七章内容）。

四、提高土壤的肥力就是改进植物营养的供应，以便使植物的生长茂盛。我们必须经常以最大程度地使用土地和其

它剩余物，这将非常有利于土壤保持肥力，假如我们要提高一个地区的肥力，在大多数情况下，要保持肥力就必须由外界供应额外的养份。这里有两个可行的方法：

1. 进口食物和动物饲料，这样可以使世界上一些穷困和少为人知的地区得到开发，这无疑是所谓农场轮耕作法的一种形式。

2. 使用肥料，它们仅仅用了空气（为了氮），矿物沉积物和地下能源来制造（第三、七章内容）。

五、使用肥料是现代化农场生产的必要手段，这就必须经常改进较差的耕作制度。时常听到人们对使用化肥的批评，但由于使用肥料得到了明显的效益，使这种批评不起作用。然而，有必要指出，从目的性来检验，这些批评认为是没有根据的。适当使用肥料时，对植物和动物产品的品质决没有坏的影响，而是提高了这些产品的品质（第四、五、六章内容）。

六、一些评论家已经含蓄地批评肥料对环境的污染。这些批评一般是站不住脚的（第六、八章内容）。

七、肥料可能使用不当，和任何其它产品一样，个别的使用不当的例子可能成为批评的理由。当正确使用肥料时，其结果是完全有益的，不论是对土壤肥力、作物产量、产品质量、人体健康、环境或人类的生活水平都有益处。此外，肥料还有助于提高太阳能在生产中的利用率（第三、七、九、十章内容）。

总的说明

这本书的目的是为对外联络人员和肥料工业人员提供资料，一般来讲也用于处理新闻界（包括广播、电视等）和社会界，提出的询问。这本小册子是由氮肥工业中心（CEA），

国际磷酸盐制造协会（现在的 IFA）和国际钾肥研究所（IPI），所组织的氮磷钾工作组，努力合作完成的。当被询问时，不要逐字逐句地引用本资料，而是要根据本国或本地区当时的普遍情况来答复询问。

虽然本文的内容是准确地讲述了西欧在这个领域中的科学知识，但是协会不承担下列责任：任何遗漏；法律影响；使用本资料时可能产生的问题。

术语和单位

本书中的“肥料”和“有机肥料”有如下的不同。“肥料”是指工业生产的商品肥料，主要包括无机肥料，也包括从加工农牧产品得到的工业废物的有机肥料（如废毛，骨粉，蹄和角粉，干血）。“有机肥料”主要是农业上废弃的和剩余的物料，如农场粪肥，淤泥浆，堆垆物和绿肥植物，也包括用城市废弃物如下水道泥渣，破碎的垃圾制成的肥料。与一般含有较高植物养分的肥料相比，大部分“有机肥料”的体积较大，含有较多的碳和少量的植物养分。

植物养分根据不同情况可以用元素（氮、磷、钾等）或氧化物（即 P_2O_5 、 K_2O ）五氧化二磷、氧化钾）或离子（铵、磷酸根等）来表示。

除了另有注释说明外，通常使用国际单位（SI）。

“西欧”是指奥地利、比利时、丹麦、芬兰、法国、西德、希腊、冰岛、民主爱尔兰、意大利、卢森堡、马尔他、挪威、葡萄牙、西班牙、瑞士、瑞典、大不列颠及北爱尔兰联合王国、南斯拉夫。

“EEC”是指欧洲经济共同体（荷兰、丹麦、民主爱尔兰、大不列颠及北爱尔兰联合王国、比利时、法国、西德、希腊、意大利和卢森堡）。

“发达地区”和“发展中地区”是由联合国粮食和农业组织 (FAO, Food & Agriculture Organization) 确定的。

目 录

前言

总的说明

术语和单位

第一章 粮食、纤维和肥料..... 1

第一节 世界对食物和纤维的需要..... 1

第二节 改善土壤的肥力..... 3

第三节 肥料的作用..... 4

第二章 肥料的社会和环境效益..... 9

第一节 农场效益和农村的生活水平..... 9

第二节 肥料和争夺的土地..... 12

第三节 肥料和环境..... 13

第三章 肥料的选择..... 16

第一节 豆类植物与氮肥..... 16

第二节 农家肥、城市垃圾和污泥的堆混肥料..... 17

第三节 选择耕作制度以避免使用肥料..... 20

第四节 “有机耕作方法”生产的食物的特点..... 23

第四章 农产品的品质..... 26

第一节 农产品品质的定义..... 26

第二节 氮、磷、钾对农产品品质的作用..... 27

第三节 谷物..... 29

第四节 块根作物..... 33

第五节 油籽作物..... 38

第六节 水果和蔬菜..... 40

第七节 虫害和疾病..... 43

第八节 霜冻和干旱..... 44

第五章 肥料对饲料作物和动物健康的影响	47
第一节 牧场的作物组成	47
第二节 饲料作物的营养价值	48
第三节 动物产品的产量和质量	50
第四节 动物的健康和生殖	51
第六章 林业肥料	56
第一节 木材的品质	56
第二节 施肥和环境	57
第七章 肥料和土壤	60
第一节 肥料对土壤养份供应的作用	60
第二节 肥料对土壤有机物的影响	62
第三节 肥料与土壤的植物群体和动物群体	64
第四节 工业肥料与有机粪肥和废污物的比较	65
第八章 水的质量	68
第一节 肥料养份的去向	68
第二节 水中氮和磷的来源	71
第三节 养份损失对水的影响	73
第四节 地表水和地下水中养份的含量	75
第九章 卫生方面	79
第一节 推荐的饮用水中氮的安全含量和过量硝酸盐的影响	79
第二节 欧洲的正血红蛋白血症	81
第三节 肥料、粮食和人类健康	82
第四节 主要营养元素氮磷钾对人体健康的影响	83
第五节 钙、镁、钠、硫对人体健康的影响	85
第六节 微量营养元素和人体健康	86
第七节 重金属和人体健康	87
第八节 亚硝酸铵和氮肥	90
第九节 氮肥和同温层中的臭氧	92
第十章 能量	94
第一节 能量和农业	94

第二节	肥料的能耗.....	96
第十一章	其它.....	99
第一节	关于肥料施用和环境的国际性组织.....	99
第二节	化肥生产对环境影响的情报来源.....	106

第一章 食物、纤维和肥料

第一节 世界对食物和纤维的需要

1979年举办的“农业2000年展望”讨论会上，联合国粮食与农业组织理事长在开幕词中提出了当代世界面临的最大问题。过去的20年，世界人口已从30亿增长到45亿，到本世纪末将达到60亿以上。按照现在平均食物消费水平计算，即使我们知道世界上很多地方还远远达不到这些食物消费水平，全世界必须生产现有产量1.5倍的食物。在哪里，用什么办法来生产这些食物呢？

食物供应不是唯一的问题。很多工业的原料是非食用粮食或经济作物，如橡胶、纤维、烟草或非必需品如茶、咖啡、可可、香料等。发展中地区用这些产品进行世界贸易，这也是他们外汇的重要来源。如果要提高或保持现有的经济福利水平，必须增加上面这些产品的产量。这些地区向世界农业提出进一步的要求。增加农产品产量，只能靠增加耕地或增加单位面积的产量。耕地是有限的，联合国粮食与农业组织估计依靠增加耕地仅可能增加食物和纤维需要产量的四分之一，而百分之七十四要依靠增加单位产量来实现(表1.1.2)。

一般情况下，世界上人口稠密地区很少有可以开垦的土地。增加单位产量的办法是：优良的耕作方法，较好排灌条件，引进优良的作物品种，有效地防止病虫害，以及提高土壤肥力。

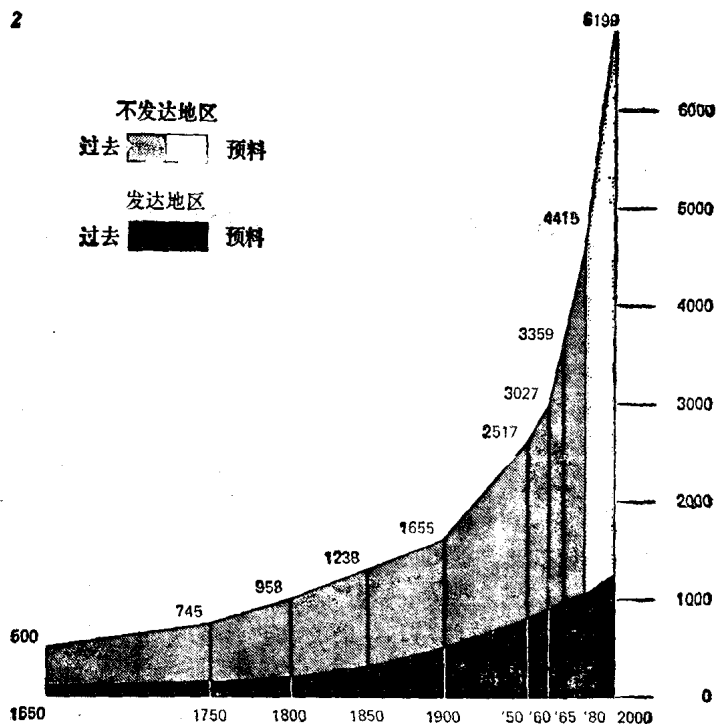


图 1.1.1 1965年~2000年世界人口(百万)的增长和预测

表 1.1.1 发展中国家现有平均每日食物和2000年预计指标

项 目	发达国家	发展中国家	
		1979年	2000年指标
估计需要的能量(千焦耳/人*)	11000 (2600)	9700 (2295)	— (—)
现有食物	14050 (3315)	9250 (2180)	11200 (2637)
低于营养的百分比	0	23	7
蛋白质(克/人)	90	58	76
总蛋白	45	10	20
动物蛋白质(克/人)	110	38	54

* 括弧内为千卡。

表 1.1.2 1980~2000年农业增产的估计

地 区	增加耕地所增 产的比例%	增加单位产量所增产 的比例%
90个发展中国家	26	74
非 洲	27	73
远 东	10	90
拉丁美洲	55	45
近 东	6	94

各种改进因素是相互关联的，如高产作物就需要提供多种良好条件，包括从土壤中供给丰富的作物养份。假若不能提供植物所需的营养，就不能充分发挥良种作物的优势。肥料是改善土壤肥力的重要因素。由于影响作物生产的因素是复杂的，因此难于准确估计由于曾经使用肥料和别的措施所增加的产量，但是联合国粮食与农业组织估计，近30年来增产谷物中的一半以上（56%）确实是由于肥料直接和间接的作用。

第二节 改善土壤肥力

改善土壤肥力的问题已安排在第七章里评述。概括地说，耕作的循环和其它剩余物，产品中的废物能够保持土壤肥力，但是它不能提高土壤肥力。要增加土壤肥力，必需从外界供应养份，这就必须使用肥料。目前全世界使用的肥料共约为11900万吨植物养份（氮+磷+钾），其中85%以上是用于发展中国家（表1.2.1）。

联合国粮食与农业组织估计，发展中国家到2000年为供应他们人口的食物，要增加五倍的肥料使用量。

表 1.2.1 1965年~2000年发展中国家肥料使用量和
预计量 (百万吨N+P₂O₅+K₂O)

地 区	1965	1975	1980	1985	1990	2000
90个发展中国家	4.1	13.8	19.0	28.4	47.1	92.9
非 洲	0.3	0.8	1.0	1.5	2.3	5.3
远 东	1.7	6.5	9.8	15.2	28.9	57.6
拉 丁 美 洲	1.5	4.4	5.4	7.4	10.1	18.6
近 东	0.6	2.1	2.8	4.0	5.8	11.4

联合国粮食与农业组织和联合国工业发展组织(UNIDO)和世界银行组织的工作组,对近期肥料的需要做了较详细的估计。他们估计,10年间全世界需要17300万吨养份(其中8600万吨N,4900万吨P₂O₅,3800万吨K₂O)。

世界权威人士认为要达到农产物指标,只有大力增加肥料生产,别无它法。根据粗略估计,在发展中国家,合理地使用1吨植物养份(N, P₂O₅, K₂O)可以增产10吨谷物。

第三节 肥料的作用

在发达地区,由于采用现代技术,其农业生产的增长速度,大于人口的增长,其结果虽然这些地区的耕地实际上减少了,但是他们的人民从自己的耕地中得到的食物要比本世纪初好。

发展中国家总的人口增长率高于发达国家,但是由于采用现代技术较少,农业生产增长较慢。近十年来,按人口计算的农业产量,几乎保持不变,有的国家还下降了,其中有些国家的人口年增长率为3%,养活这些日益增长的人口,将是十分严重的问题。经发达国家的食物供应已超过最低需

要的标准，而在发展中国家食物供应却连最低的需要也不能满足（见第一章第一节）。

下面两个例子说明发达国家（西欧）和发展中国家（印度）的农业生产的情况和肥料对农业的作用。

西欧

农业产量增长的速度高于人口增长的速度。从1910年以来的70年，人口增加70%，小麦和食糖产量增加两倍，玉米增长八倍。牛奶和肉类产量也有很大的增加（表1.3.1）。

表 1.3.1 1910~1979年西欧人口和食物供应

年 份	人口($\times 10^6$)	产 量 ($\times 10^6$ 吨)				
		小 麦	玉 米	甜 菜	牛 奶	肉 类
1910	232	21.1	3.9	29.0		
1930	256	22.3	4.3	39.3		4.9
1950	297	25.9	2.9	38.1	76.6	5.6
1970	340	44.9	14.2	72.5	127.7	18.8
1979	370	60.3	32.1	99.8	134.7	27.5

尽管由于建房、建厂、筑路和修建飞机场减少了耕地，但是食物产量却大大增加了，据估计西欧共同体在1938年至1972年期间耕地面积减少8%，人口增长31%，而生产的食物却几乎增加了一倍，因此每人平均的食物产量增长了46%。在此期间，施肥量比1930年增长了四倍（表1.3.2）。

从表1.3.1可知，大约在1950年以后，食物生产有显著的增长，这与第二次世界大战后使用的肥料急剧的增长是一致的。据估计，肥料对农业产量的作用，1910年时只占10%，当时用肥甚少（主要是磷肥），而现在约为50%。如果没有

表 1.3.2 1930~1978年西欧肥料消耗量

年 份	养 份 ($\times 10^6$ 吨)			
	氮(N)	磷(P_2O_5)	钾(K_2O)	总 计
1930	0.7	2.6	1.3	4.6
1950	1.5	2.2	2.2	5.9
1970	6.3	5.2	5.1	16.6
1980	10.0	6.1	5.7	21.8

品种的改良和其它方面的先进技术,就不能增加农业产量,这是事实。如果没有肥料,其它方面的改进措施也不会有效,这也同样是事实。1974年欧洲经济共同体(EEC)顾问Noirfalise教授认为:“肥料仅占农业费用的10%,而其生产效益确保50%。如果减少或停止使用肥料,将会产生严重后果,这将影响农业利益和人们的食物购买价格,如果食物价格高于人们已经习惯的价格,人们就难以接受。”联合国教育科学及文化组织(UNESCO)1971年报告:“今后世界上的一半的人口是由使用肥料增产的食物来养活的”。

如果让欧洲农民突然停止使用肥料,情况会怎么样呢?首先,食物生产将减少,减少量相当于一亿人所需的食物,这些食物需要进口,即使能够从世界其它地区买到,但将承受重大的经济负担。我们把世界作为一个整体来看,食物供应是不足的,大部分发展中国家不能满足人民足够营养所需要食物最低额。

印度

印度同样面临着养活不断增长的人口问题。从50年代到60年代,时常发生饥荒,印度不得不在很大程度上依赖发达国家的食物援助。从那以后,谷物产量增长50%,主要原因

是提高单位产量，因为耕种面积仅增加了5%。不能说这些产量的增加都是由于增加肥料使用量的结果。如果不引进新的、高产的谷物品种，更好的耕种管理和增加灌溉面积以及致为重要的政府决策，这样的增产是不可能的。但是，没有肥料是不可能实现增产的。从1967年起粮食产量从8000万吨增加到12000万吨以上，与此同时，肥料消费从每年不到100万吨发展到每年450万吨。小麦产量从1966年的1040万吨增加到1981年的3650万吨，每公顷平均的产量由940公斤增长到1585公斤。如此大的农业增长，使印度从大量进口粮食，到现在达到或接近自给，甚至她向苏联出口粮食来支付石油费用。

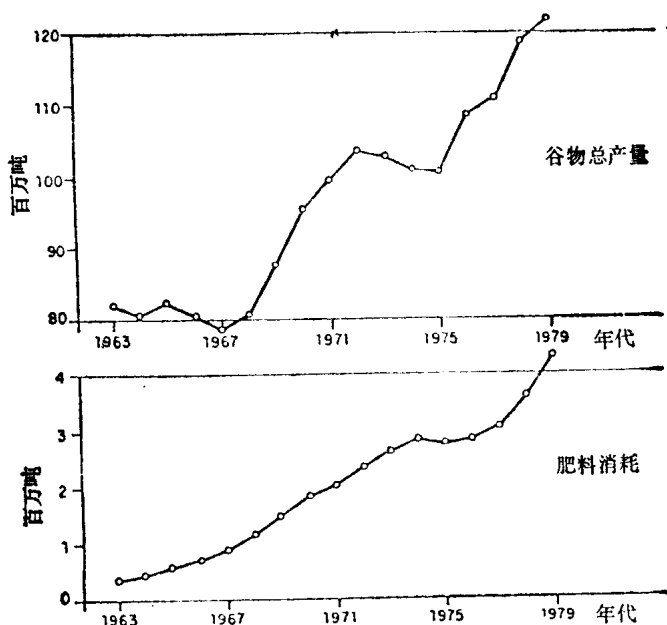


图 1.3.1 印度1963~1979年的谷物产量和肥料用量