

# 中国化肥施用与粮食生产的进程、前景与布局

彭 琳

中国科学院  
(水利部)水土保持研究所, 陕西杨陵, 712100

**摘 要:** 根据试验研究资料与调查结果, 对中国粮食生产与化肥施用进行了时空宏观分析。结果表明, 化肥施用量是 20 世纪中国粮食生产重大成就之一, 化肥对粮食产量的贡献率平均为 46.43%, 每吨化肥科学施用可增产粮食 8.84t。21 世纪中国粮食产量与化肥施量将持续增长。粮食每增产  $100 \times 10^6 \text{t}$ , 则化肥最少需增施  $10.22 \sim 11.08 \times 10^6 \text{t}$ 。为实现粮食持续发展与化肥高效施用, 必须实施发展东部平原带, 提高中部高原带, 开发西部高寒荒漠带的战略布局。各带都应大力发展优质粮食与特用粮食生产, 以提高国产粮食的市场占有率。

**关键词:** 中国; 化肥施用; 粮食生产; 贡献率; 布局

**中图分类号:** S143; F326.11 **文献标识码:** A

Progressive Process, Prospects and Distribution of Fertilizer Use and Grain Production in China.

PENG Lin (Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shanxi 712100, China), RAM, 2000, 21(1): 14—18

**Abstract:** Chinese grain production and fertilizer use were temporally and spatially analyzed in terms of the experimental data and the results of investigation. It has been realized that the fertilizer use is one of the great achievements in grain production in China in the 20th century. The average rate of contribution of fertilizer use to grain production is 46.43 per cent. Using one ton of fertilizer can increase 8.84 tons of grain. The output of grain and the amount of fertilizer use will continuously rise in China in the 21st century. It is estimated that the increase of 100 million tons of grain output will at least need the increase in use of 10.22 - 11.08 million tons of fertilizer. It is necessary to carry out the strategic distribution of continuously developing the eastern plain, increasingly developing the central plateau and exploiting the western frigid plateau and desert region in order to realize the sustainable development of grain and the high efficiency of fertilizer use. The production of grain with high quality and special use should be strengthened in each region mentioned in the above framework for purpose of raising the share rate of the domestic grain in the market.

**Key words:** China; fertilizer use; grain production; contribution ratio; distribution

中国是世界人口大国, 对粮食需求量大。近年来, 中国粮食生产引起国内外学者关注。化肥是粮食增产的基本要素, 本文从时间长尺度、空间大范围对中国粮食生产与化肥施用进行宏观分析, 以期有助于中国粮食持续增长与安全生产。

收稿日期: 1999—07—12

基金项目: 国家“九五”科技攻关项目(96—004—05—05)——长武高原沟壑区高产高效农业持续发展研究。

作者简介: 彭琳(1929—), 男, 湖北应城人, 研究员, 研究方向为土壤肥力与农业化学研究。

## 1 研究方法

在黄土高原的丘陵沟壑区、旱原沟壑区和关中平原区进行粮食作物施用化肥试验;在黄土高原地区和其他地区进行粮食生产与化肥施用科学考察;对历史文献与当前统计资料中粮食生产与化肥施肥数据进行整理计算与分析研究。

## 2 20 世纪中国化肥施用的历史进程及其对全国粮食增产的贡献

化肥施用是 20 世纪中国农业生产尤其是粮食生产的重大成就,特别是后期,对全国粮食生产持续发展常起决定性作用。按其施用历史进程,大体可分为 4 个时期:

(1) 1901—1948 年为化肥局部施用与粮食生产萎缩期。几千年来,中国农业生产历来施用有机肥,至 1896 年梁启超始提出“化学粪田”之说,1899 年上海江南制造局出版发行第一部农业化学普及读物——《农务化学问答》,开始了化肥施用的启蒙工作<sup>[1]</sup>。1901 年中国台湾由日本输进化肥施用。1902 年中国在河北保定成立直隶农事试验场开始进行化肥(磷肥与钾肥)试验,1905 年中国广东从国外输入化肥(主要是硫酸铵,俗称肥田粉)施用。1906 年山东济南开始生产化肥。据不完全统计<sup>[2]</sup>,本期化肥进口量为  $1396.63 \times 10^3 \text{t}$ (实物量),国内生产量约  $600 \times 10^3 \text{t}$ ,二者合计约  $2000 \times 10^3 \text{t}$ ,按纯量计,约  $400 \times 10^3 \text{t}$ ,施用地区主要是广东、福建、浙江、江苏、河北、山东等省,在这些省内也只是少数县、少数农户施用,对全国粮食生产不起重要作用。加上当时政治腐败,战争频仍,以及资本主义国家为转嫁其经济危机,大量向华倾销大米、面粉、小麦,1927—1937 年 11 年中,净进口大米  $8.432 \times 10^6 \text{t}$ ,小麦  $4.924 \times 10^6 \text{t}$ ,面粉  $2.593 \times 10^6 \text{t}$ ,以致农村经济崩溃,粮食生产停滞萎缩,1931—1947 年全国粮食年总产量为 113.73—132.31  $\times 10^6 \text{t}$ ,平均为  $124.33 \times 10^6 \text{t}$ ,粮食单产为  $1425\text{—}1602 \text{kg}/\text{hm}^2$ ,比上世纪( $2753 \text{kg}/\text{hm}^2$ )低 44.64%<sup>[3]</sup>。

(2) 1949—1964 年为化肥部分地区施用与粮食生产振荡期。此期化肥施用已不限于东南沿海一些省、市,内地一些省、区也开始广泛施用化肥,主要施用于灌区水田和水浇地上,对当地粮食生产起着重要作用,本期化肥施用量增加明显,粮食作物化肥施用总量由  $0.553 \times 10^6 \text{t}$  增至  $1.6214 \times 10^6 \text{t}$ (折纯量,下同),增加 23.67 倍,平均增长速度为 6.95%。粮田单位面积平均施量由  $0.723 \text{kg}/\text{hm}^2$  增至  $18.747 \text{kg}/\text{hm}^2$ ,增加 25.93 倍。50 年代由于农民生产粮食积极性高涨,化肥施量增加,粮田面积扩大,粮食总产量由 1949 年  $113.18 \times 10^6 \text{t}$  增至 1958 年  $200.00 \times 10^6 \text{t}$ ,增加 76.71%,此后,由于政策失误,加之气候失常,粮食产量急剧下降,至 1960 年下降为  $143.50 \times 10^6 \text{t}$ ,较 1958 年下降 28.25%,至 1965 年才恢复到接近 1958 年水平,1958 年与 1965 年前后两年粮食产量只相差 2.74%。

(3) 1966—1977 年为化肥大多数地区施用与粮食稳步增长期。此期化肥在全国大多数省、区均有施用,化肥不仅施用于水田和水浇地,一些生产力高的旱地也施用化肥。化肥施用在此期增长较快,粮食作物化肥施量由 1966 年的  $2.1889 \times 10^6 \text{t}$  增至 1977 年的  $4.8047 \times 10^6 \text{t}$ ,增加 1.20 倍,平均增长速度为 6.77%。同期,粮田化肥平均施量由  $25.786 \text{kg}/\text{hm}^2$  增至  $60.044 \text{kg}/\text{hm}^2$ ,增加 1.33 倍。在此期间,粮食总产量由  $214.00 \times 10^6 \text{t}$  增至  $282.73 \times 10^6 \text{t}$ ,增率为 32.12%,平均增长速度为 2.35%。粮田平均粮食产量由  $2522 \text{kg}/\text{hm}^2$  增至  $3533 \text{kg}/\text{hm}^2$ ,增加 40.09%。

(4) 1978—1997 年为化肥全面施用以及化肥施用与粮食产量同步快速增长期。此期正值中国改革开放时期,化肥对粮食作物的增产作用已家喻户晓,化肥用量直线上升。1997 年粮食作物化肥施用量为  $29.1918 \times 10^6 \text{t}$ ,较 1978 年  $6.6634 \times 10^6 \text{t}$  增加 3.38 倍,平均增长速度为

8.09%, 高于其前各期。据联合国粮农组织《肥料年鉴》资料, 1989—1990 年中国化肥( $N+P_2O_5+K_2O$ )消费量为  $25.428 \times 10^6 t$ , 占世界化肥消费总量的 17.72%, 超过美国 ( $18.709 \times 10^6 t$ ) 和前苏联 ( $24.474 \times 10^6 t$ ), 而居世界首位, 至今仍列世界之首。粮田化肥单位面积平均施量由 1978 年的  $83.449 kg/hm^2$  增至 1997 年的  $416.97 kg/hm^2$ , 增长 4 倍。1996 年全国粮食总产量突破 5 亿吨 ( $504.53 \times 10^6 t$ ) 大关, 较 1978 年 ( $304.77 \times 10^6 t$ ) 增产 65.54%, 平均增长速度为 2.84%, 高于其前期, 也高于世界同期谷物产量的增产率 (28.23%) 与平均增长速度 (1.39%), 1996 年与 1997 年全国人均粮食产量超过 400kg (1996 年为 421.78kg, 1997 年为 409.82kg), 实现粮食自给指标, 较 1978 年 ( $316.61 kg$ ) 增加 33.22% 与 29.44%。据联合国粮农组织《生产年鉴》资料计算, 1979—1981 年中国谷物产量占世界谷物总产量 18.02%, 到 1996 年增至 22.02%, 增加了 4 个百分点, 在此期内, 世界谷物增产 4.5918 亿 t, 中国增产 1.6467 亿 t, 占世界总增量的 35.86%。粮田化肥施用量 ( $X, kg/hm^2$ ) 与粮田粮食单位 ( $Y, kg/hm^2$ ) 呈极显著正相关, 回归方程为:  $Y_{单产} = 3173 + 9.8428X, r = 0.9758^{**}, n = 20, t = 18.7654, P < 0.001$ 。由方程可知, 在粮田单产 3173kg 基础上, 化肥生产效率为 9.84, 即化肥每增施 1kg, 可增产粮食 9.84kg。粮食作物化肥施用量 ( $X, 10^6 t/年$ ) 与粮食年总产量 ( $Y, 10^6 t/年$ ) 亦呈极显著正相关, 相关方程为:  $Y_{总产} = 247.75 + 8.8401X, r = 0.9288^{**}, n = 20, t = 10.6514, P < 0.001$ 。由方程可知, 化肥年施用量增加  $1 \times 10^6 t$ , 则粮食年总产量可增  $8.84 \times 10^6 t$ 。

根据作者等在黄土高原地区进行的长期定位肥料试验资料以及全国长期肥料研究结果计算, 化肥对粮食产量的贡献率平均为 46.43%, 最高为 79.86% ( $n = 126$ ), 其中化肥对小麦产量的贡献率平均为 57.25% ( $n = 43$ ), 对玉米产量的贡献率为 41.97% ( $n = 61$ ), 对水稻产量的贡献率为 38.69% ( $n = 22$ )。并且水浇地的化肥对粮食产量的贡献率高于旱地。

### 3 21 世纪前期中国粮食生产与化肥施用发展前景和粮食增产对化肥的需求

根据中华人民共和国成立以来粮食生产线谱中峰值年与谷值年的粮食产量计算所得峰值方程与谷值方程及其平均值对全国粮食发展前景进行预测, 测得全国粮食趋势产量 (平均值): 2000 年为  $509.06 \times 10^6 t$ , 2005 年为  $550.52 \times 10^6 t$ , 2010 年为  $591.97 \times 10^6 t$ , 2020 年为  $674.89 \times 10^6 t$ ; 丰产年 (峰值) 相应为:  $525.77 \times 10^6 t, 567.74 \times 10^6 t, 609.71 \times 10^6 t, 693.65 \times 10^6 t$ ; 歉收年 (谷值) 为:  $492.35 \times 10^6 t, 533.29 \times 10^6 t, 574.23 \times 10^6 t, 656.13 \times 10^6 t$ 。改革开放 20 年 (1978—1997 年) 中, 粮食化肥施用量 ( $Y, 10^6 t$ ) 与时间 ( $X, 公元纪年减 1900 年$ ) 呈极显著正相关, 回归方程为  $Y_{化肥} = 1.1244X - 81.05, n = 20, r = 0.9912^{**}, t = 31.3671, P < 0.001$ 。以此方程计算, 则 2000 年粮田化肥施用量为  $31.95 \times 10^6 t$ , 2005 年为  $37.01 \times 10^6 t$ , 2010 年为  $42.41 \times 10^6 t$ , 2020 年为  $53.88 \times 10^6 t$ 。

从 20 世纪下半个世纪粮食生产对化肥的需求来看, 在改革开放的 20 年中, 增产 1 亿 t 粮食需增施化肥 0.1 亿 t, 1989 年粮食总产量为  $407.55 \times 10^6 t$ , 较 1978 年  $304.77 \times 10^6 t$  增产  $102.78 \times 10^6 t$ , 同期, 粮田化肥施用量由  $6.6634 \times 10^6 t$  增至  $18.0483 \times 10^6 t$ , 增加了  $11.3849 \times 10^6 t$ , 则粮食增产  $100 \times 10^6 t$ , 化肥增施  $11.08 \times 10^6 t$ ; 1996 年粮食产量为  $504.53 \times 10^6 t$ , 较 1989 年增产  $96.98 \times 10^6 t$ , 同年化肥施量为  $28.2699 \times 10^6 t$ , 较 1989 年增加  $10.2216 \times 10^6 t$ , 则粮食增产  $100 \times 10^6 t$ , 化肥增施  $10.54 \times 10^6 t$ 。与前述粮食总产量与化肥施用量的回归方程:  $Y = 247.75 + 8.8401X$  计算所得结果相近, 增产  $100 \times 10^6 t$  粮食, 需增施化肥  $11.3122 \times 10^6 t$ 。

### 4 21 世纪前期中国粮食生产与化肥施用空间布局以及粮食持续发展与化肥施用

## 关系

为实现粮食持续发展与化肥高效施用, 必须实施发展东部、提高中部、开发西部的空间布局。

首先, 在东部平原区建立发展商品粮食生产与专用化肥生产带。本带位于大兴安岭、燕山、太行山、巫山、雪峰山、云贵高原以东适于粮食生产的广大平原地区。包括东北区的黑、吉、辽; 华北区的京、津、冀、鲁、豫, 华中区的鄂、湘、赣; 华东区的沪、苏、浙、皖; 东南区的闽、粤、广、琼等 19 省(市)。土地面积不到全国 3/10(29.77%), 粮田面积不到 2/3(1980 年为 65.8% 和 1996 年为 66.10%), 而粮食产量占全国近 3/4(1980 年为 75.24%, 1996 年为 74.89%), 1996 年全国粮食产量较改革开放初期 1980 年增产  $183.97 \times 10^6 \text{t}$ , 同期, 本带粮食增产  $136.64 \times 10^6 \text{t}$ , 占全国粮食增产总量 74.77%。1996 年人均粮食产量 435.14kg, 高于全国平均水平(421.78kg/人)。由前述可知, 全国粮食产量增长与化肥施量呈显著正相关, 1996 年化肥施用量较 1980 年增加了  $13.830 \times 10^6 \text{t}$ , 占全国总增量的 76.91%。化肥生产效率为 9.8kg/kg, 其中东北区为 18.98kg/kg, 居全国各区之冠。作为制约全国粮食生产和化肥肥效的主要因素——水资源, 本带相对较丰, 故 21 世纪前期和更长时间, 全国粮食安全生产保障将由本带承担。化肥分配也将充分满足本带粮食生产需要, 同时还应大量生产供应各类粮食作物高产优质低耗的专用化肥。沿海沿边各省、市粮食市场将成为今后中外商竞争激烈的阵地。本带应大力提高粮食品质、生产优质粮食以提高市场占有率, 各地试验证明, 化肥合理施用对提高粮食品质有重要作用。作者等试验结果表明。施用化肥可提高小麦蛋白质、氨基酸含量, 增加其营养价值<sup>[6]</sup>。

附表 中国 1980 年与 1996 年各区粮食产量与粮食作物化肥施用总量

区号及简称	土地面积		粮 食				粮食作物化肥用量				化肥生 产效率 (kg/kg)	1996 年人 均粮食 (kg/人)
	面积 (106hm <sup>2</sup> )	占全国 (%)	总产量(10 <sup>6</sup> t)		占全国总产量(%)		施用总量(10 <sup>6</sup> t)		占全国总施量(10 <sup>6</sup> t)			
			1980 年	1996 年	1980 年	1996 年	1980 年	1996 年	1980 年	1996 年		
I 东部平原带	285.706	29.70	241.195	377.839	75.24	74.89	7.904	21.734	78.28	77.40	9.88	435.14
I—1 东北平原区	79.163	8.25	35.435	70.332	11.05	13.94	1.062	2.901	10.52	10.33	18.98	686.77
I—2 华北平原区	53.852	5.61	63.790	114.065	19.90	22.61	2.438	7.671	24.15	27.32	9.61	432.12
I—3 华中平原区	56.456	5.88	49.010	69.522	15.29	13.78	1.201	3.297	11.89	11.74	9.79	430.18
I—4 华东平原区	35.286	3.68	54.950	78.936	17.14	15.64	1.901	4.934	18.83	17.57	7.91	422.87
I—5 东南丘陵区	60.949	6.35	38.010	44.984	11.86	8.92	1.302	2.931	12.89	10.44	4.28	292.73
II 中部高原带	387.799	40.41	74.970	117.866	23.39	23.36	2.101	5.906	20.81	21.03	11.27	382.70
II—1 西北高原区	275.183	28.67	25.470	50.320	7.95	9.97	0.718	2.800	7.11	9.97	11.94	412.74
II—2 西南高原区	112.616	11.74	49.500	67.546	15.44	13.39	1.383	3.106	13.70	11.06	10.47	363.01
III 西部高原荒漠带	286.184	29.82	4.390	8.823	1.37	1.75	0.092	0.440	0.91	1.57	12.74	460.75
III—1 新疆区	165.759	17.27	3.885	8.053	1.21	1.60	0.089	0.415	0.88	1.48	12.79	480.60
III—2 西藏区	120.425	12.55	0.505	0.770	0.16	0.15	0.003	0.025	0.03	0.09	12.05	321.77
全 国	959.689	100.00	320.555	504.528	100.00	100.00	10.097	28.080	100.00	100.00	10.23	421.78

注: 1 东南丘陵区土地面积包括台湾省; 2 化肥施用量为折纯量; 3 表中数字用全国土地利用现状调查结果和中国农业统计资料计算所得

其次, 在中部高原区建设提高粮食生产力与化肥施用量带, 包括西北区的内蒙古高原和黄土高原的蒙、晋、陕、甘、宁、青 6 省、区和西南区的云贵高原、川西高原和四川盆地的渝、川、云、贵 4 省、市。土地面积与粮田(粮食作物占用土地面积)面积占全国 2/5(40.41%) 和 3/10(1980 年为 31.03%, 1996 年为 31.27%) 以上, 粮食产量只占全国 1/5 强(1980 年为 23.39%, 1996 年为 23.36%)。1996 年增产粮食  $42.896 \times 10^6 \text{t}$ , 占全国增量 23.32%, 1996 年人均粮食 382.70kg, 较东部平原带低 12.05%, 较全国平均水平低 9.27%, 尚未达到人均自给指标(400kg), 粮食化肥施用量与增量均只占全国 1/5 强(1980 年施用量占全国 20.81%, 1996 年占 21.03%, 1996 年较 1980 年增量占 21.16%, 1996 年粮食播种面积施用化肥量为  $182.07 \text{kg}/\text{hm}^2$ , 粮田  $260.91 \text{kg}/\text{hm}^2$ , 分别较全国化肥平均施量低 27.02% 和 32.73%。尤其是西北高原区施量更低, 1980 年粮田施用量为  $47.97 \text{kg}/\text{nm}^2$ , 1996 年为  $192.38 \text{kg}/\text{nm}^2$ , 分别只

为全国平均施用量的 1/3 强 (38.12%) 和 1/2 弱 (49.60%)。为提高粮食生产力, 必须进一步增加化肥用量。除四川盆地、宁夏平原、河西走廊、汾渭谷地一些灌区外, 本带粮食生产与化肥肥效提高的制约因素较多, 如山地、丘陵多, 水土流失严重; 旱地面积大, 水资源量少 (西北区); 经济欠发达, 对粮田投入不足。本带粮食生产以自给为主, 对全国粮食生产安全保障很难起决定作用。对本带粮食生产提出过高要求, 将不利于当地生态环境建设。

再次, 在西部高寒荒漠区建设开发高寒农业与绿洲农业粮食新产品和化肥新品种带。本带南为“世界屋脊”, 北是戈壁沙漠, 在现有科技水平与生产条件下, 很多土地不适于粮食生产, 只有一些水源充足的盆地、谷地发展粮食生产。本带国土面积与东部相近, 占全国的 29.82%, 较东部只多  $4.78 \times 10^3 \text{ km}^2$ , 但粮食产量不到全国 2% (1980 年占 1.37%, 1996 年占 1.75%), 只占东部粮食产量的 1.82% (1980 年) 和 2.34% (1996 年)。化肥施用量占全国 0.9% (1980 年) 和 1.57% (1996 年), 粮田化肥施用量为  $36.47 \text{ kg/hm}^2$  和  $230.71 \text{ kg/hm}^2$ , 分别为全国平均施用量的 29.02% 和 59.49%。粮田单产为  $1739 \text{ kg/hm}^2$  和  $3922 \text{ kg/hm}^2$ , 仅为全国 1/2 左右, 1980 年全国 43.15%, 1996 年为 54.79%, 人均粮食 1980 年为 298.94kg, 较全国低 7.95%, 1996 年新疆较全国高 13.95%, 西藏较全国低 23.71%。随着农业科学技术发展, 当地农业生产条件改善以及市场对粮食的特殊需求, 本带必将开发出一些具有独特作用 (如特高产、营养保健功能等) 的一些粮食新产品, 为满足这些产品对养分的需求, 还将研制出复合肥专用肥新品种。

由上述可知: 中国粮食作物的化肥施用量要与粮食产量增长同步, 其增长速度应超过粮食产量增长速度; 化肥要充分满足粮食产区的需求; 要采用科学方法施用化肥, 以不断提高商品粮的品质, 保证和提高国产粮食市场占有率, 并增加国际粮食市场竞争能力。

## 参考文献

- [1] 潘吉星. 清代出版的农业化学专著《农务化学问答》[J]. 中国农史, 1984(3): 93—98.
- [2] 章有义. 中国近代农业史资料[M]. 生活·读书·新知三联书店, 1957.
- [3] 吴慧. 中国历代粮食亩产研究[M]. 北京: 农业出版社, 1985.
- [4] 中华人民共和国农业部. 中国农业统计资料[M]. 北京: 农业出版社, 1984—1997.
- [5] 国家统计局. 中国统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 1984—1997.
- [6] 杨平, 彭琳, 戴鸣钧. 氮磷肥对冬小麦蛋白质含量及氨基酸组分的影响[J]. 土壤通报, 1990, 21(5): 223—224, 222.

## 未来我国 8 个不同农业区域发展重点

东北地区是我国最大的玉米、大豆商品粮基地和糖料生产基地。要加强国家玉米工程中心、大豆工程中心建设, 把该区建设成为玉米、大豆生产、加工示范区和现代技术辐射源。

华北地区是我国最重要的粮、棉、油、菜产区和肉、奶生产基地。要优先研究开发克服种植业旱、涝、盐、碱、薄 (土壤肥力低) 等障碍因素的技术与技术体系。建设好小麦、玉米工程中心, 建立现代化示范区与试验区。

华东地区农业集约化水平高, 非农产业发达。要在精耕细作的基础上, 加速农村小城镇化、农民知识化、农业工业化建设。大力发展工厂化农业、设施农业技术、绿色食品生产、加工技术。

华中地区是我国最大的稻谷、油菜生产区。要把该区建设成为我国重要的水果商品基地、畜牧业基

地和亚热带优质水果基地。开发应用杂交水稻、旱育稀植、优质油菜、化学调控等技术。改良柑橘、茶叶、蚕桑等水果及蔬菜品种。

华南地区是我国稻谷和甘蔗的集中产区, 要把该区建设成为高效农业、畜牧业、热带水果的生产基地。发展冬季农业, 大力发展创汇农业, 发展名、优、特柑橘、香蕉、荔枝、龙眼、橡胶、茶叶保鲜、加工、包装等各个环节的技术。

西南地区是我国人口与耕地矛盾最突出的地区之一。发展多熟种植、立体农业技术。

西北地区大力开发旱作农业技术体系, 建设优质棉、甜菜、瓜果、牛羊、杂粮基地。

青藏地区转变传统重牧轻粮、重畜轻草、重数量轻质量的观念。控制畜禽数量, 提高畜牧业质量, 发展高原现代农牧业。