

中国化肥工业的现状和展望

曾宪坤

(中国化学工业部, 100723)

摘 要

中国化肥工业取得了长足进展, 到 1993 年全国已建成化肥生产能力 2780 万吨(纯养分, 下同), 其中 N2087 万吨, P_2O_5 673 万吨, K_2O 20 万吨, 以及配套的磷矿 1528 万吨(以含 P_2O_5 30% 计), 硫铁矿 1171 万吨(以含 S35% 计)。1949—1993 的 44 年间累计施用化肥 38056 万吨, 其中国产化肥 29057 万吨, 进口化肥 8999 万吨, 国产占 76.4%。

我国化肥必需有一个更大的发展, 估计 2000 年可能需要 4200 万吨。应该主要立足国内发展, 进口只能是辅助性的。

目前我国化肥产地养分水平为 26.5%, 与国外平均 40% 相比还有一定差距, 希望 2000 年可以达到 32%, 因此在化肥品种上应注意发展高浓度品种, 但对某些传统品种, 如普钙和碳铵, 因为它仍有一定的优点, 也应予以适当注意。

此外, 我国化肥工业应进一步节能降耗, 提高技术装备水平。

关键词 中国, 化肥工业

中国农业取得了举世瞩目的成就, 以占世界 7% 耕地面积养活了占世界 21.5% 的人口。农业的增产要依靠多种因素, 按物质投入要素对形成农业综合生产能力的贡献率大小排序, 其顺序是灌溉—化肥—良种—农机—役畜—农药—农膜。实践证明, 化肥对农业的增产起着十分主要的作用。联合国粮农组织 (FAO) 根据国外多年的统计资料表明, 在提高单产中, 化肥对增产所起的作用约占 40—60%。我国农业部门也认为在 40% 左右。

从 1949—1993 年的 44 年间, 国家和地方化肥工业的发展给予了十分高度的重视, 累计投入了 582 亿元, 建成化肥生产能力 2780 万吨 (纯养分, 下同), 其中 N2087 万吨, P_2O_5 673 万吨, K_2O 20 万吨; 以及配套的磷矿 1528 万吨(以含 P_2O_5 30% 计), 硫铁矿 1171 万吨(以含 S35% 计)。44 年间, 我国累计施用化肥 38056 万吨, 其中国产化肥 29057 万吨, 进口化肥 8999 万吨, 国产化肥占了 76.4%, 对我国农业的发展作出了巨大的贡献。

目前, 全国共有县以上化肥厂 1565 个, 其中氮肥厂 915 个, 磷肥厂 539 个, 钾肥厂 1 个, 复合肥料厂 66 个, 分布在除西藏以外的各省市区。1993 年, 化肥产量为 1957 万吨, 其中 N 1528 万吨, P_2O_5 417 万吨, K_2O 12 万吨, 仅次于美国, 居世界第二位。磷矿产量 2151 万吨, 硫铁矿产量 1522 万吨。职工有 136 万人, 产值达 430 亿元。中国的化肥工业已经形成了一个大小厂相结合, 布局比较合理, 原料基本立足国内, 品种和数量能够满足农业大部分需要的一个重要工业部门。

一、立足国内解决农业对化肥的需要

(一) 2000 年中国化肥需求量预测

根据农业部门预测,中国 2000 年的化肥总需求量为: 3350—3500 万吨(纯养分),其中 N 1940—2030 万吨, P_2O_5 830—870 万吨, K_2O 580—607 万吨。

作者从近 15 年来化肥实际施用量的增长趋势分析,1978 年施用化肥量 884 万吨,而 1993 年上升到 3151 万吨,15 年间平均每年增长的绝对量为 151 万吨,按此推算,2000 年应需化肥 4200 万吨。从化肥施用量的递增速度看,近 15 年(1978—1993)的年平均递增速度为 8.8%,而近 10 年(1984—1993)为 6.6%,即使按农业平均发展速度 4% 计算,需要量也接近 4200 万吨。如果按 2000 年中国人口达到 12.8 亿人,人均占有粮食 400 公斤计,必须比 1993 年增产粮食 5000 万吨以上,以化肥与粮食的回归斜率 1:5 计,也需再增加化肥 1000 万吨。综合以上分析,中国 2000 年的化肥需求量可能要在 4200 万吨左右。原因是:(1) 中国的施肥水平仍较低。如 1990—1991 年,世界平均每公顷耕地施肥量为 101.9 公斤,而中国同期为 270.8 公斤;如按播种面积计算,由于中国的复种指数为 155%,则为 174.6 公斤/公顷,但我国实际耕地面积要高 30% 以上,加上国外休耕地较多,所以实际上的施肥水平只略高于世界平均水平。但同年中国平均粮食单产为 3930 公斤/公顷,而比世界(2763 公斤/公顷)高 42%。(2) 目前中国粮食作物用肥量约占总肥料消费量的 75%,而今后经济作物、畜牧业饲料、海产品养殖业、淡水养鱼、速生丰产林、牧草等都将大量用肥,而且增长速度很快。据农业部门预计,到 2000 年,这些新兴的用肥行业将占化肥用量的 40% 以上。(3) 从化肥的增产效果来看,50 年代初,每公斤纯养分可增产粮食 15 公斤。随着用肥量增加,报酬率相应递减,70 年代时降到 8—10 公斤。根据近 5 年(1989—1993)来粮食总产量(y)与化肥总投入量(x)的数据推导出来的回归方程式为: $y = 5.017x + 29783$ 。按粮食用量占 75% 计,每公斤纯养分只能增产粮食 6.6 公斤,处于联合国工业发展组织(UNDIO)所认为的 5—10 公斤的下限。其原因:一是未能科学地平衡施肥,我国土地面积大,土壤类型复杂,复种指数高,作物品种多,轮作制度复杂,气象条件不同,要求根据土壤、作物、化肥实行测土施肥、养分平衡施肥、深施等针对性很强的施肥技术,提高施肥报酬。被国家列为农业生产技术推广项目的“优化配方施肥技术”平均可增产 8—15%,但只推广 6.5 亿亩,占总播种面积的 30%;二是化肥利用率低,氮肥为 30—35%,磷肥为 10—20%,比国际先进水平低 10% 左右;三是地区施肥水平极不平衡,三分之二的化肥集中施于高产的山东、河南、江苏、四川、河北、湖北、安徽、广东、湖南、广西等 10 个省区,而一些能充分发挥肥效水平的中低产地区却未能施用到足够的化肥。

(二) 确立化肥要立足国内的发展方针

根据资源、资金等客观条件的可能,今后仍然要坚持 80% 左右的化肥立足在国内生产,20% 左右的化肥可以通过进口,如钾肥、复肥以弥补国内化肥数量的不足和氮磷钾比例的不平衡,原因是:(1) 即使恢复我国参加关贸总协定的地位后,国产化肥在经济上仍具有一定的竞争力。如尿素进口的到岸价为 150 美元/吨,进口成本为 1670 元/吨,如免征关税和进口环节增值税则为 1440 元/吨。而国内大型厂成本一般不超过 1100 元/

吨,中小厂不大于 1200 元/吨。磷铵到岸价为 202 美元/吨,进口成本为 2215 元/吨,免税后为 1991 元/吨。而国内中小磷铵厂成本一般不大于 1700 元/吨。氯化钾到岸价为 115 美元/吨,进口成本为 1303 元/吨,免税后为 1130 元/吨。而国内青海钾肥厂的出厂价不大于 800 元/吨。(2) 我国是农业大国,化肥需要量很大。1991 年是进口化肥最多的一年,进口量达 945 万吨,用去外汇 33.5 亿美元。我国外汇收入有限,1993 年也只有 918 亿美元,因此能够由国内生产而且又不高于国际价的化肥产品,应该坚持立足国内生产。(3) 1990—1991 年,世界化肥产量为 14406 万吨,但进入国际市场的化肥贸易量仅 4782 万吨,其中 N1897 万吨, P_2O_5 997 万吨, K_2O 1888 万吨。在氮肥和磷肥的国际贸易中,中国占了四分之一以上,钾肥占 13%;印度进口的磷肥和钾肥大约占世界总量的 9%。因此中印两国在国际化肥贸易中起着价格的主导作用,供求关系的变化往往导致化肥价格大幅度的升降。如 1993 年 7 月,黑海尿素的离岸价(FOB)降到了 75 美元/吨,到 1994 年 7 月涨到 120 美元/吨。历史上,由于能源危机,1975 年欧洲尿素的 FOB 价曾高达 302 美元/吨,美国磷铵的 FOB 价达到过 386 美元/吨。完全依靠进口,风险较大。

(三) 发展化肥工业需要巨大的投入

目前各种类型化肥厂建设需要的投资见表 1。预计 2000 年前至少要增加化肥能力 700 万吨,按每吨养分平均投资 13000 元计,约需 1000 亿元,是目前化肥工业投资水平的一倍。

表 1 化肥厂建设投资估计

Table 1 Estimated capital cost for fertilizer plants China

化 肥 Fertilizer	养分含量(%) Nutrients content	生产能力 (1000t/year) Capacity	原 料 Raw materials	总投资(十亿元) Total investment, billion	每吨养分投资 (元/吨) Investment Yuan/t nutrient
尿素 (N) UREA	46	520	天 然 气	2.17	9000
			渣 油	3.08	12500
			煤	3.68	15000
重钙 (P_2O_5) TSP	46	800	磷矿, 硫铁矿	4.8	13000
氯化钾 (K_2O) KCl	60	800	卤 水	4.2	9000
磷酸二铵 DAP	18—46—0	240	磷矿, 硫铁矿, 氨	2.6	17000

注: 磷肥和复合肥料中均包括原料磷矿、硫铁矿和氨的投资。1 吨 P_2O_5 需要 3.5 吨磷矿和 3 吨硫铁矿。

当 2000 年化肥能力达到 3500 万吨,产量为 2800 万吨时,国产化肥可以满足农业部门提出需要量的 80%。如按作者预计的 4200 万吨,只能满足需要量的三分之二。

二、调整品种、结构适应农业需要

目前,我国化肥中所含养分的平均含量为 26.5%,其中氮肥平均含 N 为 29%,磷肥含 P_2O_5 为 16%,高浓度化肥(>30%)仅占 37%。而国外化肥养分平均含量高达 40%。通

过一批高浓度肥料(尿素、重过磷酸钙、磷铵)装置建成后,2000年我国化肥养分平均含量可望提高到32%,其中氮肥预计可达到34%,磷肥达到24%,高浓度肥料将占60%左右。

(一) 氮肥

尿素:含N46%是今后氮肥发展的主要品种。目前有10套52万吨/年尿素大型装置在建设中;832个小氮肥厂中有143个厂将由碳铵改为年产4—6万吨尿素,目前有81个厂已经建成。第一个用流化床生产的年产颗粒尿素52万吨的海南天然气化肥厂即将开工兴建,届时可以生产2—4mm标准颗粒,2.83—5.66mm以及4—8mm大颗粒尿素,和一般用造粒塔生产的粉粒状尿素相比,在深施时肥效可提高10%,并为今后发展掺混肥料、森林施肥创造了条件。国外的售价,颗粒尿素每吨相应要贵10美元。

硝酸铵:含N34%,在低温地区的旱田上施用比尿素效果好。但由于投资比尿素高,而且不适于水田施用,将不再着力发展,基本维持现有产量。

表2 1993年氮肥品种及产量

Table 2 Varieties and output of N fertilizers produced in 1993

N 肥 N fertilizer	产量(万吨) Output	相对 % Relative %	N 肥 N fertilizer	产量(万吨) Output	相对 % Relative %
尿 素	608.4	39.8	硝 铵	54.3	3.5
氯化铵	50.7	3.3	硫 铵	10.7	0.7
碳 铵	776.7	50.8	硝酸磷肥	12.0	0.8
磷 铵	10.2	0.7	氨 水	3.0	0.2
其 他	2.8	0.2	总 计	1528.8	100

氯化铵:含N25%,含有氯根,对很多作物不利。今后只是在采用联合法生产纯碱时联产一部分,不会有大的增加。

硫酸铵:含N21%,可以补充土壤中硫的不足。但我国硫资源缺乏,今后不会专门组织生产,只是作为副产品(如己内酰胺生产)或尾气回收(如焦炉气、硫酸)生产一部分,数量也不会有大的增加。

碳酸氢铵:含N17%,是我国独创的氮肥品种。优点是工艺简单,能耗和成本均较低。但养分不高,又易分解挥发,氮的利用率只有30%左右。作为基肥使用,仍不失为较好的肥料,特别是加入十五烷基磺酰氯石,降低了产品分解速度。目前,碳铵占氮肥产量的一半,比重偏高,部分工厂将进行改造,到2000年时使碳铵占氮肥产量维持在30%左右,绝对量也将比现在减少20%。

液氨:含N82.3%,是氮肥中浓度最高的品种。和固体氮肥相比,投资可减少三分之一,肥料和施肥成本均可降低30%,并可使作物增产10—15%,提高氮利用率5%。新疆石河子和北京通县正在进行试验推广中。

1993年氮肥品种及产量见表2。

(二) 磷肥

普通过磷酸钙(简称普钙),是一个有百余年历史的老产品,其中所含的硫酸钙可以补充土壤中硫的不足。钙镁磷肥,是我国独创,用高炉法生产的一种含有磷、硅、钙、镁等多

种营养元素的磷肥。两者共占磷肥产量的 90%，肥效均得到了肯定，投资和成本均较低，对磷矿品质要求也不高，但含 P_2O_5 仅 12—18%，养分太低，今后一般不再建新厂，保持现有水平。

重过磷酸钙(简称重钙): 含 P_2O_5 46%。比磷铵节省硫酸，但要求磷矿的反应活性高，经济效益较差。现有和在建的 10—80 万吨/年大中型厂 5 个，实物能力共 201 万吨/年；另有 3 个年产 4 万吨的小型重钙厂；合计实物总能力 213 万吨/年。今后不会有大的发展。

磷铵: 分为磷酸一铵(MAP, 含 N 10—12%, P_2O_5 44—48%)，和磷酸二铵(DAP, 含 N 18%, P_2O_5 46%)两种，总养分含量 60% 左右，受到广大农民欢迎，是今后发展的重点。现有和在建的年产 12—48 万吨大中型磷铵厂 10 个，实物能力共 212 万吨/年；另有 81 个年产 3—6 万吨的小磷铵厂，实物能力共 255 万吨/年；合计共 467 万吨/年。

表 3 1993 年磷肥品种及产量

Table 3 Varieties and output of P fertilizers produced in 1993

P 肥 P fertilizer	产量(万吨) Output	相对 % Relative %
普 钙	307.8	73.8
钙镁磷肥	70.4	16.9
重 钙	5.5	1.3
磷 铵	24.2	5.8
硝酸磷肥	5.1	1.2
其 他	3.8	0.9
总 计	416.8	100

硝酸磷肥: 含 N 13%, P_2O_5 27%。既利用了硝酸的化学能来分解磷矿，最后又作为养分留在肥料中。但工艺流程长，对矿石要求高，暂不发展。现有 3 个厂，实物能力 120 万吨/年；其中山西化肥厂能力 90 万吨/年，为世界最大装置之一。

1993 年磷肥品种及产量见表 3。

(三) 钾肥

氯化钾: 含 K_2O 60%，占钾肥产量的 90%。青海钾肥厂采用浮选法生产，能力 20 万吨/年。拟引进冷结晶法技术，扩建 80 万吨/年。

硫酸钾: 含 K_2O 50%。国内产量很少，每年进口实物 50 万吨，预计 2000 年要 150 万吨。为了满足烟草等忌氯作物用肥的需要，今后将建设一批 5—10 万吨/年硫酸钾装置。

硝酸钾: 含 N 13.5%, K_2O 44—45%。是近 20 年开始兴起的一种肥料，对土壤不会造成盐类的积累，可以改善敏感忌氯作物的品质。目前我国尚未大量生产，将规划安排建设。

其他含钾肥料，如磷酸二氢钾，含钾钙镁磷肥等均有少量生产。

(四) 氮磷钾复合肥料

多种养分结合的复(混)合肥料，由于养分并存，可以产生联应效应，相互促进被作物

吸收,成为当今国外化肥品种发展的主要方向,一般均占肥料总产量的60%以上。我国农业部门曾要求能达到30%以上,但目前只有10%。

目前除一些大中型磷铵厂可以生产N、P、K复肥厂外,全国还有1400多个年产2—5万吨实物的小复肥厂,主要是采用团粒法,养分含量>25%,个别厂生产45%(15—15—15),根据不同作物(烟草、玉米、小麦、蔬菜、果树、花卉、西瓜),生产不同配比的几十种专用肥;年实物产量约460万吨。掺混法生产,目前只有广州黄埔一家,能力为18万吨。

(五) 其他肥料

液体悬浮肥料,由于我国目前农业尚未进入集约化大生产阶段,没有考虑安排。

微量元素(硼、锌、钼、锰、铜、铁)肥料,简称微肥,1993年产量为46370吨(实物),农业部门提出1995年的需要量为4.5万吨左右。

稀土肥料,即含有镧系元素和钷、铈等17种稀土元素的肥料,1990年全国施用面积为560万公顷,“八五”将推广1300万公顷。目前正在一批小氮肥厂中安排建设。1993年产量为3600吨。

腐殖酸类肥料,目前年产量15万吨左右。1991—1992年,世界化肥消费量中N:P₂O₅:K₂O为1:0.45:0.30,我国农业部门要求1:0.4:0.3,但1993年我国化肥生产中的氮磷钾比例为1:0.27:0.007,通过进口化肥调整后的实际施肥比例为1:0.37:0.19。为了解决我国化肥氮磷钾比例失调的问题,从80年代起,国家的投资集中用于磷硫矿山和磷复肥的建设,氮肥的投资主要依靠地方筹措,但还是受到了资金和云贵磷矿外运的制约,磷肥的增长速度还不能尽如人意。钾肥,由于我国可溶性钾盐资源仅有青海格尔木市察尔汉盐湖一处,最大年产量只能生产100万吨氯化钾,今后只能以进口为主。预计2000年我国化肥生产的氮磷钾比例可望提高到1:0.33:0.05。

三、节能降耗,提高化肥工业的技术装备水平

化肥工业1993年消耗能源为4188万吨标准煤,占化工系统能耗的52%,占全国工业部门能耗的10%,节能降耗是化肥工业的一项重要任务,也是体现化肥工业技术进步的一项重要标志。

氮肥工业1993年消耗能源3868万吨,占化肥工业能耗的92%。氮肥的原料可以用天然气、石油和煤焦,目前所占的比例分别为气20.4%,油16.3%,煤焦63.1%。三种原料

表4 氨的能耗和投资比较

Table 4 Comparison of ammonia energy consumption and investment

原 料 Raw material	能 耗 Energy consumption		投 资 Investment %
	兆千焦/吨氨 GJ/t NH ₃	百万千焦/吨氨 MMKJ/tNH ₃	
天 然 气	28	28.1	100
渣 油	38	38.2	150
煤	48	48.3	200

的比较如表4。从能耗和投资来看,均以天然气最低。但我国受天然气资源的限制,而煤炭资源比较丰富,2000年前还难以改变以煤为主的局面。

70年代引进国外技术建设的18个30万吨/年氨,52万吨/年尿素工厂,已经或即将通过改造,将吨氨能耗从4200万千焦降至3750万千焦。到2000年,将共有30个比较先进的大型氮肥厂分布在24个省市区。

55个依靠国内技术建设的年产氨6—15万吨中型氮肥厂,将分别扩建和进行节能改造,能耗将由6300万千焦降到5250—5670万千焦。

分布在除西藏以外的小氮肥厂,将调整到800个,平均合成氨规模达到2万吨/年。

磷肥工业,重点是建设大中型高浓度磷复肥装置,到2000年将拥有18个厂,其中重钙厂5个,磷铵厂10个,硝酸磷肥厂3个;有15个厂是引进国外先进技术建设的,规模在12—90万吨/年之间。这批大中型厂的总能力将占磷肥能力的四分之一,而且无论是技术、装备或规模均具有90年代国际先进水平。加上小型重钙和磷铵厂,高浓度磷复肥能力将占磷肥能力的40%。

钾肥工业,重点扩建青海钾肥厂,采用冷结晶法先进工艺,提高产品质量。同时要掌握硫酸钾和硝酸钾的先进生产工艺。

到2000年,我国化肥工业中具有国际先进水平的装置将占到相当的比重,其他的老厂也将通过技术改造得到较大的提高。

四、统筹兼顾生产和消费者的利益

据国外统计,1965—1990年的25年间,化肥工业投资增加了5—10倍,而化肥价格仅上涨了50—70%。

就我国来说,近20年来,化肥工业的原料价格和投资几乎增加了5—6倍,粮食也增加了4倍,而化肥价格只增加了不到2倍。致使化肥工业全行业从过去的微利企业变为亏损企业。

化肥企业效益低微是世界性的,除了具有极为廉价的资源条件外,如天然气售价每标准立方米只有0.15—0.3元,一般已很少再建设新厂。化肥价格主要决定于三个因素,一是供求关系,二是石油价格,三是粮肥比价。由于世界粮食生产过剩,一些发达国家(如欧共体)调整了农业政策,减少粮食生产;或由于环境保护原因,如欧洲国家大量减少施肥量;而一些发展中国家,由于政治和经济原因,取消或减少化肥补贴,无力大量购买化肥,FAO、UNIDO等预测90年代世界化肥需求年平均增长率为2%左右。国际市场长期处于供过于求的情况,致使化肥价格从80年代末期起呈下降的趋势。石油价格也由于供过于求,2000年前不会有大的增长。农民增产的粮食价值与购买化肥费用的比值(Value-Cost Ratio,简称VCR),是决定化肥消费量能否增加的重要因素。国内外均认为当 $VCR > 2$ 时,才能鼓励农民施用化肥。就目前的粮肥比价来说,国家确定的粮食综合价为1000元/吨,而尿素的零售价为1400元/吨,按1吨尿素增产3吨粮食计算, $VCR = 2.14$,刚刚超过临界值。如果粮价不涨,提高化肥价格,就会降低农民购肥的积极性。但

世界粮价目前没有上涨的动因，国内外的比价均处于 1 吨小麦和 1 吨尿素价格相近的态势。综合以上分析，今后化肥价格虽会随供求关系产生波动起伏，但总的趋势是处于基本稳定的走势。

化肥企业在当前的困难形势下，要坚定支援农业的决心，搞好技术改造，加强企业管理，转变经营机制，消化各种涨价因素，尽力降低生产成本。国家也要从政治和战略的大局出发，给化肥工业一系列特殊的优惠政策，如免征进口设备材料的关税和增值税、产品增值税、所得税，对化肥企业的建设，由国家提供资本金等。

化肥流通体制也将进行改革，过去中央统一调拨的化肥到农民手里要经过 5 个环节，流通费用高达 200 元/吨，今后也将改为两级(中央、省)批发一级零售，统一实行 10% 的批零差率，把实惠还给农民。

农业部门也要加强对科学施肥的指导，提高化肥肥效和利用率，使农民以较少的投入获取较高的报酬。化肥企业也要配合生产各种缓效、涂层、包膜和专用肥，并对当地农民施肥进行协助和指导。

我国的化肥工业在当前的发展中，尽管面临着资金不足和效益很差的困扰，但我们相信这一切都将在国家的关注下，逐步获得妥善的解决，化肥工业必将为我国农业的发展再创新的辉煌。

SITUATION AND OUTLOOK OF FERTILIZER INDUSTRY IN CHINA

Zeng Xiankun

(Ministry of Chemical Industry Beijing, 100723)

Summary

Chemical fertilizer Industry of China has already made great progress since 1949. By 1993, the total fertilizer production capacity that has been built was 27.8 Mt, including 20.9 Mt of N, 6.73 Mt of P_2O_5 , and 200 thousand t of K_2O . The accumulated amount of fertilizer nutrients applied into soil during 1949—1993 was 380.6 Mt of which 90 Mt was imported accounting for 23.6% of the total. It is estimated that by the end of the century 42 Mt of fertilizer would be needed to meet the requirement of agricultural production in China. Its supply should mainly rely on China's own Industry.

The average nutrients content of fertilizer of China is 26.5% now which is still much lower than the world average (about 40%). So China should pay even greater attention to the production of higher grade fertilizers. A few low grade fertilizers like single superphosphate and NH_4HCO_3 will still be important sources in China in the near future.

Improvement of technique of fertilizer production in order to lower the energy consumption and better equipment for the industry are also the main points needed to solve,

Key words China, Fertilizer industry