

中国磷肥施用量与氮磷比例问题

林葆 李家康

中国农业科学院土壤肥料研究所, 北京 100081



中国国产磷肥以低浓度的单一磷肥普通过磷酸钙和钙镁磷肥为主, 近年来高浓度磷肥和磷复肥发展很快, 磷肥的自给率已达 70% 左右。加上每年进口大量氮磷二元复合肥(磷酸铵)和三元复混肥, 磷肥用量又有增加, 氮磷比例逐渐趋于合理。从全国各地土壤磷素的测定看, 有积累的趋势, 土壤速效磷含量逐年提高。但是, 磷肥的施用量和氮磷比例不确切, 这是须要搞清的问题。同时, 随着氮、钾肥用量的增加, 磷肥的需求量和适宜的氮磷比例也是一个值得重视的问题。本文以中国 1980 年~1999 年的化肥生产、进口和施用量的统计资料为依据, 参考国内外的有关资料, 对中国磷肥的用量和氮磷比例问题进行分析。

一、中国磷肥生产、进口和施用量以及氮磷比例

1. 磷肥的生产量和氮磷比例

中国磷肥产量在上世纪 80 年代为 250 万吨~300 万吨, 到 90 年代后期增长到 600 万吨左右, 产量增加了一倍多, 氮磷比例也由 100:20~25 上升到 100:25~30。但是, 磷肥数量依然不足, 磷肥的比例偏低。

表 1 中国化肥生产量 (万吨)

年份	总量	其中			N : P ₂ O ₅ : K ₂ O (N=100)
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
1980	1232	999	231	2.0	100: 23:0.2
1990	1880	1464	412	4.6	100: 28:0.3
1999	3001	2324	636	41.3	100: 27:1.8
合计	382736	30033	8006	239	100: 27:0.8

引自《中国化肥手册》及《中国化工年鉴》。

2. 磷肥的进口量和氮磷比例

在 1980 年代以进口氮肥为主, 数量超过了磷、钾肥之总和。从 1991 年开始, 进口磷、钾肥的比例明显增加。从 1997 年起, 中国成为以进口磷、钾肥为主, 氮肥主要是复合肥中的氮和少量尿素。这对增加中国磷、钾化肥用量, 调整氮磷钾比例起到了重要作用。

3. 化肥的施用量

由于化肥生产量和进口量的增加, 化肥的施用量增长很快, 由 1980 年的 1269 万吨, 增加到 1999 年的 4125 万吨, 19 年增加了 2855 万吨, 增长了 2.3 倍, 平均年增加 150 万吨(表 3)。从不同肥料的增长率看, 钾肥增加了近 11 倍, 复混肥增加了 32 倍, 远远

超过了氮肥和磷肥，说明了目前化肥施用发展的趋势。但是，在化肥施用量的统计资料中，对日益增长的复混肥中到底有多少氮、磷、钾，没有加以区分。因此，从这一统计资料中，不能直接了解中国氮、磷、钾化肥的施用量。

表 2 中国化肥进口量 (万吨)

年份	总量	其中			N:P ₂ O ₅ :K ₂ O (N=100)
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
1980	229	153	36.7	39.3	100: 24: 26
1991	937	461	284	192	100: 62: 42
1997	902	297	260	345	100: 87:116
1999	782	137	288	357	100:211:261
合计	12486	5878	3322	3287	100: 57: 56

引自《中国农业持续发展中的肥料问题》及《中国化工年鉴》。

表 3 中国化肥施用量 (万吨)

年份	总量	其中			复合及复混肥
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
1980	1269	934	273	34.6	27.3
1999	4125	2181	697	366	880
增长倍数	3.2	2.3	2.6	11	32

引自《中国农业年鉴》。

二、中国磷肥用量和氮磷比例分析

1. 中国拥有的化肥资源

到上世纪末，中国化肥的表观消费量(生产量加进口量之和)达到每年 3700 万吨左右，其中氮肥的表观消费量达到每年 2400 万吨左右，磷肥达到 900 万吨左右，N:P₂O₅ 约为 100: 37。由于进口量年度间有波动，我们以每 5 年表观消费量进行比较，则氮肥由第 1 个 5 年(1980~1984)的 6337 万吨增加到第 4 个 5 年(1995~1999)的 12053 万吨，增加了 90%；磷肥在同期中 1619 万吨，增加到 4431 万吨，增加了 174%。氮磷比也由 100: 26 上升到 100:37。

2. 中国的化肥施用量与表观消费量比较

为了两者可以相互比较和分析，把施用量中的“复合肥”(按《肥料和土壤调理剂术语》国家标准，应当是复合肥和复混肥)分解为氮(N)，磷(P₂O₅)和钾(K₂O)。施用的复合肥和复混肥可分两部分来计算其中的氮、磷、钾。一部分是进口的二元复合肥(主要是磷酸二铵)、三元复混肥和国产的二元复合肥(磷酸一铵、磷酸二铵和硝酸磷肥)，这一部分是可以根据有关统计资料，逐一计算出氮、磷、钾数量的。由于进口的磷酸二铵比重很大，历年计算的结果，这部分的复合肥和复混肥的氮磷钾比例大致为 3:6:1(100:200: 33)。另一部分是国产的复混肥料，包括各种三元和二元的复混肥，其中有相当一部分是以单一化肥经二次加工而成的。根据国家化肥质检中心(北京)从各地抽样检验的结果，大致

为 100:80: 80。根据这一思路，我们对施用的“复合肥”进行分解，加上施用的单一氮、磷、钾化肥后，成为表 5。现将表 5 与表 4 进行比较：

施用总量与表观消费总量比较 从道理上说，20 年的施用量与表观消费量应当是一致的。20 年的化肥施用总量为 52126 万吨，而同期的表观消费量为 50762 万吨，施用量高出 1363 万吨，高出 2.7%。可以认为两者基本一致。在前 15 年，两者一致。在 1995~1999 年的 5 年中，施用量大量的高出表观消费量。

表 4 中国化肥资源量（生产量+进口量）及氮磷钾比例（万吨）

年份	总量	其中			N:P ₂ O ₅ :K ₂ O (N=100)
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
1999	3783	2461	924	398	100: 38 :16.2
1980~84	8263	6337	2015	463	100: 26 : 4.8
1985~89	10390	7912	2015	463	100: 26 : 4.8
1990~94	13861	9609	3262	990	100: 34 :10.3
1995~99	18249	12053	4431	1766	100: 37 :14.7
1980~99	50762	35911	11327	3526	100: 32 : 9.8

表 5 中国化肥施用量及氮磷钾比例（万吨）

年份	总量	其中			N:P ₂ O ₅ :K ₂ O (N=100)
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
1999	4125	2481	1100	543	100: 44 :21.9
1980~84	7517	5408	1813	296	100: 34 : 5.5
1985~89	10202	7144	2434	626	100: 34 :14.0
1990~94	14794	9597	3853	1344	100: 40 :14.0
1995~99	19612	12028	5350	2235	100: 44 :18.6
1980~99	52126	34177	13449	4501	100: 39 :13.2

施用的氮、磷、钾量与表观消费的氮、磷、钾量比较 20 年施用氮肥 34177 万吨，比表观消费氮肥量 35911 万吨低 1734 万吨，低 5.1%。施用量低于表观消费量主要发生在 1980 年~1989 年的 10 年中。20 年的磷肥施用量为 13449 万吨，明显高于表观消费量 11327 万吨，高出 2122 万吨，高 18.3%。在 20 年中，磷肥的每年施用量均高于表观消费量，尤其是后 10 年高出较多。钾肥除第一个 5 年外，也是施用量高于表观消费量。20 年共高出 975 万吨，高 27.7%。

3. 磷肥用量和氮磷比的分析 and 讨论

从表 4 表 5 中可以看出以下几点：

化肥的施用量和表观消费量的多年数据应当是一致的 20 年的结果比较，施用量高于表观消费量主要在 1995 年~1999 年，可能的原因是上世纪的 90 年代以来，二次加工的复混肥有了较大发展，在施用量的统计中，有无重复计算的情况，是一个值得注意的问题。

20 年中中国实际拥有的磷肥资源(生产+进口)应当是可靠的 到 90 年代接近 900 万吨，而施用量的数据则为 1000~1100 万吨，要高出 100~200 万吨，可能偏高。

磷肥施用量偏高的可能原因 一是施用的“复合肥”统计量偏大，二是在分解这一部分的肥料氮、磷、钾时，磷、钾的比例偏高。

可以初步认为，到 20 世纪末，中国磷肥的施用量为 900 万吨左右，氮磷(N:P₂O₅)比约为 100:37。

三、近期中国磷肥的需求量和氮磷肥料比例

上世纪 80 年代的一些材料，在讨论中国适宜的化肥氮磷比例时，对磷的比例提得过高，是对中国磷肥需求量提得偏高的一个重要原因。

1. 适宜的氮磷比例(N : P₂O₅)问题

世界化肥的发展是从磷肥开始的，继而开发钾肥。用合成氨的办法生产氮肥，比生产磷肥要晚半个多世纪。同时，欧洲各国畜牧业比较发达，采用有豆科牧草的轮作制，使作物的氮素营养得到一定补充，施用磷、钾肥有很好的效果。长期以来，化肥中的磷、钾肥比例一直高于氮肥(表 6)。直到进入 60 年代，氮肥用量才超过磷、钾肥。此后氮肥发展很快，磷、钾肥的比例急剧下降。

表 6 世界化肥消费量及氮磷钾比例 (万吨)

年份	总量	其中			N:P ₂ O ₅ :K ₂ O (N=100)
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
1934/35	685	159	297	228	100: 44:21.9
1964/65	3791	1533	1339	1099	100: 34: 5.5
1984/85	13057	7065	3402	2590	100: 34:14.0
1997/98	13725	8118	3347	2261	100: 40:14.0

到上世纪末，世界化肥的消费量中 N : P₂O₅ 约为 100 : 40。根据 FAO 《肥料年鉴》的资料，上世纪末美国消费的化肥 N : P₂O₅ 为 100 : 38，德国和英国由于有长期施用磷肥的历史，化肥的 N : P₂O₅ 已降到 100 : 30 或更低。而中国的情况与这些发达国家不同，是先发展氮肥，后发展磷肥，钾肥至今仍主要依靠进口。因此，化肥中磷肥的比例是一个逐步提高的过程。磷的比例一个下降，一个提高，异途同归，最后达到一个交汇点，这就是 100 : 40 左右。

2. 中国近期的磷肥需求量问题

中国化肥的施用量还在增加，氮、磷、钾的比例和品种结构在不断调整。随着种植业结构的变化，化肥施用的作物种类也愈加广泛。由于施肥对农产品质量、环境和食品安全问题日益引起人们关注，同时，随着中国加入 WTO，某些农产品进口还会增加。中国化肥施用量的增加速度将会放慢。当 2010 年前后中国化肥用量达到 5000 万吨时，N : P₂O₅ : K₂O 为 100 : 40 : 25 即氮肥 3000 万吨左右，磷肥 1200 万吨左右，钾肥 750 万左右可能是适宜的。按照化工部门的规划，2010 年国产磷肥将达到 950~1050 万吨，届时磷肥仍将有 200 万吨左右的缺口。