

化肥生产及应用

山东科学技术出版社

化肥生产及应用

刘国怀 编

山东科学技术出版社

一九八〇年·济南

责任编辑：霍宝珍 龙 涛

封面设计：史速建

化肥生产及应用

刘国怀 编

*

山东科学技术出版社出版

山东省新华书店发行

山东新华印刷厂潍坊厂印刷

*

787×1092毫米32开本 15.375印张 2插页 295千字

1980年7月第1版 1980年7月第1次印刷

印数：1—2,400

书号 15195·66 定价 1.35 元

前 言

为了加快化肥工业的发展，满足生产单位和应用部门对化肥生产工艺技术的需要，特编写了《化肥生产及应用》一书。

本书在总结国内化肥生产和科研成果的基础上，系统地介绍了氮肥、磷肥、钾肥、微量元素肥料、中量元素肥料、复合肥料、混合肥料、缓效肥料、腐植酸类肥料和氮肥增效剂的物理化学性质、生产原料、生产原理、工艺流程、工艺条件、产品质量和技术经济指标等。对于一些新品种的使用方法和田间施用效果，作了简要介绍。可供从事化肥工业生产的工人、技术人员、管理干部阅读，也可供农业技术人员及有关院校师生参考。

本书在编写过程中，承有关工厂和科研单位提供了宝贵资料，在此表示感谢。

编 者

一九八〇年三月

目 录

第一章 概 述	1
一、化肥工业与农业现代化	1
二、化肥的特性及其分类	4
第二章 氮 肥	9
一、氮肥对农业生产的重要意义	9
二、硝酸铵的生产	12
三、硫酸铵的生产	27
四、氯化铵的生产	36
五、尿素的生产	44
六、碳酸氢铵的生产	67
七、石灰氮的生产	72
八、液氮的直接施用	76
第三章 磷 肥	80
一、磷肥对农业生产的重要意义	80
二、磷肥的矿物资源	82
三、磷矿粉肥	105
四、过磷酸钙的生产	109
五、半过磷酸钙的生产	132
六、重过磷酸钙的生产	135
七、富过磷酸钙的生产	140
八、沉淀磷酸钙的生产	141

九、钙镁磷肥的生产	147
十、脱氟磷肥的生产	156
十一、钢渣磷肥的生产	161
第四章 钾 肥	166
一、钾肥对农业生产的重要意义	166
二、钾肥的矿物资源	172
三、以钾长石为原料生产钾肥	176
四、以明矾石为原料生产钾肥	217
五、以钾石盐为原料生产钾肥	230
六、以光卤石为原料生产钾肥	240
第五章 微量元素肥料	245
一、微量元素肥料及其发展概况	245
二、微量元素肥料对农作物的增产作用	247
三、微量元素肥料的施用方法及影响肥效因素	259
四、农作物缺乏微量元素的形态特征	262
五、硼肥的生产	267
六、钼肥的生产	282
七、铜肥的生产	297
八、锌肥的生产	300
九、锰肥的生产	305
十、铁肥的生产	309
十一、玻璃微量元素肥料的生产	311
第六章 中量元素肥料	314
一、中量元素肥料对农作物的营养作用	314
二、中量元素肥料的生产	316
第七章 复合化肥	321

一、复合化肥的特点	321
二、磷酸二氢钾的生产	322
三、磷酸二氢钾铵的制取	327
四、偏磷酸钾的生产	329
五、偏磷酸铵的生产	332
六、磷酸铵的生产	334
七、悬浮液体磷酸铵的制取	341
八、氨水中和法悬浮液体磷酸铵的生产	346
九、硝酸磷肥的生产	348
第八章 混合化肥	366
一、混合化肥的特点	366
二、化肥混合的配伍	367
三、化肥相互混合的计算	370
四、叶肥的配制	371
第九章 缓效化肥	374
一、缓效化肥的特点	374
二、缓效化肥的种类	375
三、异丁叉二脲的液相制法	377
四、硫磺包覆尿素的制法	379
五、包膜碳酸氢铵的制法	383
第十章 腐植酸类肥料	388
一、腐植酸及其特性	388
二、腐植酸类肥料及其作用	389
三、腐植酸类肥料的生产原料	392
四、腐植酸类肥料生产工艺路线的选择	395
五、腐植酸铵的生产	396

六、腐植酸分解磷矿制复合肥料	113
七、腐植酸及其盐类的提取	115
第十一章 氮肥增效剂	117
一、氮肥的损失	118
二、氮肥增效剂的发展现状	122
三、氮肥增效剂的性质、使用方法与用量	127
四、国内氮肥增效剂的制取与应用	129

第一章 概 述

一、化肥工业与农业现代化

(一) 化肥在农业生产中的重要地位

肥料分农家肥料和化学肥料(简称化肥)两种。农家肥料的肥效长、养分多、成本低,并有保养土壤的作用。但是,农家肥不能完全满足农作物在整个生长时期所需要的各种养分,特别是在进行大面积耕种时,这种不足就表现得更为明显。化肥则能弥补这一点,它是由工厂生产的含有农作物所需要养分的各种化合物,特点是肥效快,养分含量高,并能根据农作物的需要,在各个生长时期供给农作物所需要的各种养分,从而起到改善农作物的生长条件,提高农作物的产品质量,增加农作物产量的作用。根据我国使用的经验,每施用1斤化肥,平均可以增产3斤粮食。所以,化肥就是粮食。

对于农业来说,农家肥料和化肥都非常重要,以农家肥料为主,配合施用化肥是我国施用肥料的长期方针。特别是在实现农业现代化中,单位面积产量和复种指数都要提高的情况下,对化肥的品种、数量和质量,提出了更高的要求。因此,高速度、高水平的发展化肥工业,是加速发展农业,实现“四化”的一项重要措施。

(二) 农业现代化对化肥工业的要求

农业现代化的一项重要内容是农业要化学化。农业要实现化学化，首先对化肥工业提出更高的要求，概括起来有以下几个方面：

1. 增加化肥产量，提高施肥水平：国外施肥水平较高的国家，折合成我国标准化肥计算，每亩土地施用化肥量都在100斤以上。例如，荷兰每亩土地施用化肥量高达427斤。图1—1列出了1973~1974年各国在每公顷耕地上的施肥量。

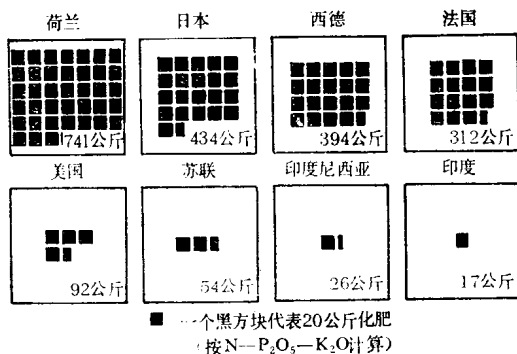


图1—1 1973~1974年各国在每公顷耕地上的施肥量

我国土地辽阔，耕种面积广大，虽然化肥产量逐年增加，但施肥水平仍然比较低，所以应该努力增加化肥产量，提高施肥水平，以满足农业发展的需要。

2. 大力发展新化肥品种：目前我国生产的化肥品种较少，氮肥生产的主要品种是氨水、碳酸氢铵、尿素和一部分硝酸铵；磷肥生产的主要品种是过磷酸钙和钙镁磷肥；钾

肥生产的主要品种是钾钙肥，同时都集中在南方地区。

上述化肥品种中，有的有效成分很低。今后不但要因地制宜的生产多种多样的氮、磷、钾肥料，还要发展复合肥料、缓效肥料、微量元素肥料、中量元素肥料、混合肥料和腐植酸类肥料，特别是高浓度复合肥料、混合肥料和液体肥料是努力发展的方向。

现代化农业的一个重要标志，就是要广泛的施用混合化肥，即根据土壤特性和农业化学分析，拌制含有农作物所需要各种养分的混合化肥。混合化肥是由多种单效化肥或多种复合化肥机械混合而成。因此，发展混合化肥的前提是，努力生产各种高浓度的单效肥料和复合化肥。肥效趋于高浓化，可以降低化肥的包装、贮存和运输费用，提高施肥效果、减轻施肥劳力。

3. 化肥生产比例要适宜：农作物对氮、磷、钾三大元素是按比例平衡吸收的。例如，100 斤稻谷大约需要吸收 2.4 斤氮（以 N 计算）、1.2 斤磷（以 P_2O_5 计算）和 3.1 斤钾（以 K_2O 计算）。如果只施用大量的氮肥，而磷肥、钾肥跟不上，则氮肥的作用就发挥不出来，还要造成氮肥的浪费。所以，氮、磷、钾肥料的生产应按适宜的比例进行。目前，国外工业发达国家的氮、磷、钾消费比例是 1:0.7:0.6。

4. 提高化肥利用率：目前化肥的利用率比较低。例如，我国氮肥的利用率只有 30~60%，施入土壤中的化肥，只有一部分被农作物吸收利用，而另一部分却被浪费掉。为了改变这种状况，提高化肥利用率，除农业上要改进施肥技术外，化肥工业应该发展缓效化肥，采用液氨直接施肥技术，研制高效低毒的氮肥增效剂。

5. 因地制宜广开矿源：化肥的生产要立足本地资源，充分利用各种中低品位矿源和劣质燃料，以降低生产成本、减少运输费用，使农业增产又增收。

图 1—2 表示了几种主要化肥的生产原料路线。

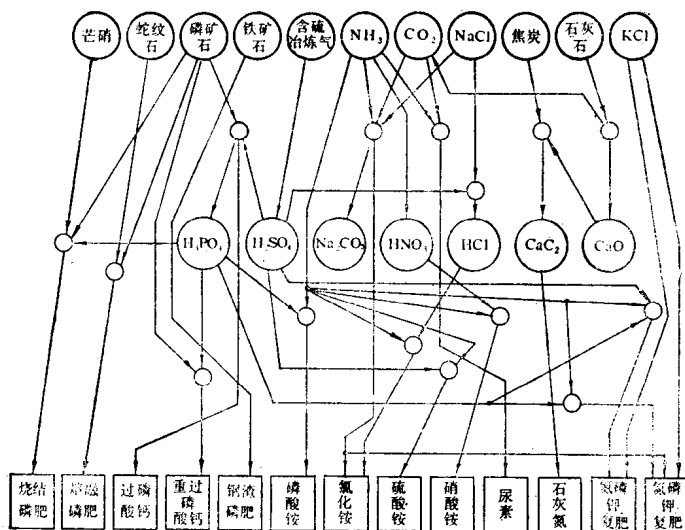


图 1—2 几种主要化肥的生产原料路线

二、化肥的特性及其分类

(一) 化肥的特性

1. 养分多、肥效快：化肥所含农作物需要的养分多、肥效快，效用广。例如，1 斤硫酸铵所含的氮素，相当于人粪尿 30~40 斤；1 斤过磷酸钙所含的磷素，相当于厩肥 60~80 斤；

1 斤硫酸钾所含的钾素，相当于草木灰 10 斤左右；尿素又比硫酸铵的含氮量高一倍多。化肥大多数能被水溶解，施到地里能很快的被农作物吸收利用，肥效快，可以作追肥施用。

有一些化肥在施用后，不仅能供给作物所需要的养分，同时还可以起到杀虫、防病的作用。例如，施用石灰氮能杀死土壤中各种病原菌，可以防止蚊、白蝶、龟子虫和其它害虫的产卵，也能预防锈病和灭除新生的幼草，还可用作棉花的脱叶剂。尿素还可以作反刍动物（如牛、羊）的辅助饲料；沉淀磷酸钙也可作家畜、家禽的辅助饲料。氨水和碳酸氢铵对杀灭田中的蝼蛄、刺蛾也有一定的效果。

2. 养分单纯：化肥成分比较单纯，除去腐植酸类肥料和尿素外，一般不含有有机质。例如，硫酸铵只含有氮素；过磷酸钙只含有磷素；硫酸钾只含有钾素等。由于不含有有机质，长期单纯施用化肥，会板结土壤，使土壤变坏。为了克服这种缺点，要以施农家肥料为主，配合施用化肥，效果很好。

3. 原料丰富、产量大：生产化肥的原料，一般都是取自于天然的矿物，如煤、石油、磷矿石、明矾石、钾石盐、盐湖等，很多矿物在我国的蕴藏量相当丰富。生产方式为大规模的工业化生产，产量大，又不受季节限制，可以源源不断地将各种化肥供应给农业。

4. 贮存和施用方便：由于化肥的养分高、用量少，大多数产品以固体颗粒和粉末状态存在，所以在贮存、运输和施用上都很方便。液氨虽然是液体化肥，但由于它的养分含量很高，所以在贮存、运输上也很简便，施用起来也比较方便。施用化肥比施用农家肥料，可以节省很多时间和劳力。

（二）化肥的分类

在化肥产品中，除尿素和腐植酸类肥料外，一般都属于无机化合物。所以，化肥又称无机肥料。

化肥的品种很多，可以按不同的方法进行分类。

1. 按所含营养成分分：

(1) 氮肥：氮肥都含有氮素，如硝酸铵、硫酸铵、氯化铵、尿素、碳酸氢铵、液氨、氨水、石灰氮等。

(2) 磷肥：磷肥都含有磷素，如过磷酸钙、重过磷酸钙、钙镁磷肥、沉淀磷酸钙、磷矿粉肥等。

(3) 钾肥：钾肥都含有钾素，如硝酸钾、硫酸钾、氯化钾、钾钙肥、硅镁钾肥等。

(4) 微量元素肥料：微量元素肥料分别含有硼、锰、铜、锌、铁、钼等营养元素，如硼酸、硼砂、硫酸铜、硫酸锌、硫酸锰、硫酸亚铁、仲钼酸铵、钼酸钠等。

(5) 中量元素肥料：中量元素肥料分别含有钙、镁、硫等营养元素，如石灰肥料、硫酸镁、石膏肥料等。

(6) 复合化肥和混合化肥：复合化肥是含有多种营养元素的化合物，如磷酸铵、磷酸二氢钾、硝酸磷肥等；混合化肥是含有多种营养元素的混合物，如叶肥等。

(7) 腐植酸类肥料：腐植酸类肥料是用含有腐植酸物质制成的肥料，如腐植酸铵、硝基腐植酸铵、腐植酸钠等。

2. 按肥效速度分：

(1) 速效性化肥：速效性化肥施入土壤能溶解水中，很快地被作物吸收利用，肥效反应快。这类化肥包括氮肥的所有品种；磷肥中的过磷酸钙、重过磷酸钙；钾肥中的硫酸钾、碳酸钾、氯化钾；复合化肥中的磷酸铵、磷酸二氢钾等。速效性化肥可作基肥，作追肥更好。

(2) 迟效性化肥：迟效性化肥施入土壤，不易被土壤中水溶液所溶解，分解缓慢，短期内不容易显示肥效，但肥效比较持久。这类化肥有钙镁磷肥、钢渣磷肥、磷矿粉肥等。它们最好是与农家肥料混合沤制施用，或直接施用于酸性土壤中。在酸性条件下，这种化肥的分解速度和肥效反应均能加快。迟效性化肥一般作基肥施用。

(3) 缓效性化肥：缓效化肥能够缓慢地释放肥料中的营养元素，从而提高化肥的利用率。缓效化肥有两种：一种是用能够缓慢释放营养元素的物质来包裹速效性化肥，如用硫磺或石蜡包裹尿素颗粒，制成硫磺包衣尿素或石蜡包衣尿素等缓效化肥；另一种是直接制成具有缓效性质的化肥，如异丁叉二脲等。

3. 按酸碱性质分：根据化肥的酸碱性质，可分为酸性、碱性和中性三种化肥。施用时可根据土壤的酸碱性质来决定施用什么性质的化肥。例如，酸性土壤一般施碱性化肥；碱性土壤要施酸性化肥；中性、弱酸性、弱碱性化肥，则适用于各种性质的土壤。

(1) 酸性化肥：酸性化肥可分为两种：一种是化学酸性，它的水溶液呈酸性反应，如硫酸铵、过磷酸钙等；另一种是生理酸性，即在水溶液中呈中性，但施入土壤中后，一部分被农作物吸收利用，另一部分不能被农作物吸收，遗留在土壤中呈酸性，如氯化铵、硫酸钾、硫酸铵等，当作物把氮和钾吸收后，遗留在土壤中的是硫酸根和氯根，呈酸性，长期施用这种肥料会板结土壤。

(2) 碱性化肥：碱性化肥也分两种：一种是化学碱性，水溶液呈碱性反应，如石灰氮等；另一种是生理碱性，水溶液

呈中性，但施入土壤后，一部分被农作物吸收利用，另一部分残留在土壤中呈碱性，如硝酸钠等。

(3) 中性化肥：中性化肥不带酸性，也不带碱性，施入土壤后也不呈酸性也不呈碱性，而是中性。任何土壤都可以施用，久用也不会影响土质，如尿素、氨化过磷酸钙等。

4. 按所含营养元素数目分：

(1) 单元化肥：单元化肥又称单效化肥，是只含有一种营养元素的化肥，如硫酸铵、硝酸铵、碳酸氢铵和尿素等，只含氮素；过磷酸钙、沉淀磷酸钙等只含磷素；氯化钾、硫酸钾等只含钾素。

(2) 多元化肥：多元化肥又称多效化肥，是含有两种以上营养元素的化肥，如磷酸铵、磷酸二氢钾、硝酸磷肥等。

5. 按形态分类：

(1) 固体化肥：固体化肥是以结晶状、粉末状或颗粒状存在的固体形态化肥。目前的化肥中，除氨水、液氨和液体悬浮磷酸铵等化肥外，其余都是固体化肥。

(2) 液体化肥：液体肥料是以液体形态存在的化肥，如氨水、液氨、液体悬浮磷酸铵等。

第二章 氮 肥

一、氮肥对农业生产的重要意义

(一) 氮肥对农作物的营养作用

在各种农作物的有机体中,除碳、氢、氧三种元素外,氮素就是含量比较多的一种元素。它是农作物不可缺少的养分,对农作物的生长和发育起着重要的作用。

农作物的生长发育,主要靠体内细胞的生长。细胞的重要组成部分是蛋白质,而氮又是蛋白质的主要成分,蛋白质中含 16~18% 的氮。因此,没有氮就没有蛋白质,没有蛋白质就不能形成原生质,没有原生质也就没有包括农作物在内的各种各样的有机体和生命现象。

氮也是叶绿素和各种酶的组成成分。叶绿素是农作物进行光和作用所必需的物质,而酶是物质转化的催化剂,在农作物的有机体中,调节着新陈代谢过程。

农作物中的许多维生素,如维生素 B 中的硫胺素(维生素 B₁)、核黄素(维生素 B₂)、吡醇素(维生素 B₆)、泛酸等都含有氮素,所以没有氮素,它们就不能被合成。

氮还存在于农作物核酸(核蛋白)、磷脂、生物碱、配糖类等最重要的有机化合物成分中。因此,氮在农作物生长中起着巨大的作用。