

地方工业技术小丛书

土法制造钾钙混合肥料

湖南省工业試驗所編著

14

湖南人民出版社

編号：(湘)1223

土法制造鉀鈣混合肥料

主編者：湖南省經濟建設展覽會

編著者：湖南省工業試驗所

出版者：湖南人民出版社

(湖南省書刊出版業營業許可証出字第1号)

長沙市新村路

印刷者：新生印刷廠

發行者：湖南省新华書店

開本：787×1092 1/32

1958年10月第一版

印張：7/8

1958年10月第一次印刷

字數：18,000

印數：1——50,000

統一書号：15109·19

定 价：(5)七 分

出版說明

氮、磷、鉀是農作物的三種主要肥料，缺一不可，氮、磷兩種肥料，湖南省的肥源較廣，各地正在組織力量，大力進行生產，但對生產鉀肥的肥源問題，一直沒有找到很好的解決辦法。省工業試驗所為了解決這一關鍵問題，進行了比較長時期的研究試驗，已於1958年6月份，從天然的鉀長石中試製成一種鉀鈣混合肥料，肥效很好，施用的結果證明，它能有力地克服禾苗青風倒伏的現象。這種鉀鈣混合肥料，制法簡單，成本低廉，每個農業社、生產隊都可以建廠製造，這實在是農業生產中的一件大喜事。

本書就是全面介紹製造鉀鈣混合肥料的原理、方法及使用辦法的小冊子。

目 錄

一、概說	(1)
我們試制鉀肥的經過	(1)
鉀肥的作用	(2)
鉀肥資源	(2)
在湖南省推广鉀鈣混合肥料的有利条件	(3)
二、石膏法制造鉀鈣混合肥料的反应机理	(4)
从鉀長石制造鉀肥的方法	(4)
石膏法的反应机理	(6)
配料比的选择	(7)
煅燒温度的研究	(10)
粉末細度問題	(11)
优惠条件	(12)
三、原料	(12)
鉀長石	(12)
石灰石	(14)
生石膏	(14)
四、生产方法	(15)
原料粉碎工序	(15)
混和工序	(16)
煅燒工序	(16)
五、产品質量和成本估計	(24)
六、肥效和施用范围	(25)

一、概 說

我們試制鉀肥的經過

我們試驗所接受上級指示，開展化學肥料的試制工作，已經有三年多了。在磷肥方面，曾經試制了過磷酸鈣、水熱脫氟磷肥和鈣鎂熔融磷肥。這些成果都已運用到生產上或者正在進行大廠基建。在鉀肥方面，我們的任務是從鉀長石中製造硫酸鉀。三年來，我們沿着煅燒、浸取、鹽類分離和濃縮的途徑陸續進行了上千次分解鉀長石的煅燒試驗，而且作了許多浸取和浸渣綜合利用的探討。雖然已經找出一些工藝過程，可以生產出硫酸鉀來，但是都不符合經濟簡便的原則，因而沒有投入生產。

一九五七年來，我國五億農民在黨的正確領導下，鼓足干劲，力爭上游，從興修水利開始，不斷地創造出大量的、人類生存鬥爭中史無前例的奇蹟，發射出一個勝似一個的豐產“衛星”。農業生產的躍進，已經不是逐年增長百分之几，或者百分之十几的問題，而是百分之几十甚至成倍地增長。如此偉大的新的形勢，給化肥工業提出了艱巨的任務。在氮肥和磷肥方面，是如何迅速及時地供應足夠數量的產品的問題。而在鉀肥方面，由於湖南的肥源缺乏，沒有找到其他含鉀的礦物資源，但農業生產上又需要鉀肥，因此即算鉀長石的利用是一個比較困難和複雜的問題，我們還必須把它徹底解決，以滿足農業大躍進的需要。

黨的社會主義建設總路線解放了我們的思想，教育我們認清楚了只有採用簡單易行的方法，遍地開花，全民動手，多想

办法，鄉鄉社社就地生產、就地消費，才能及時解決最近幾年內農業增產對化肥的迫切需要。我們考慮到煅燒產物直接作肥料施用的可能性，並且從這個角度出發，選擇了最適宜於煅料直接下田的配方，在一個月的時間內，試用了四種簡易爐灶煅燒石膏法爐料，成功地制出了鉀鈣混合肥料。我們的成就，及時地受到了化工部和中共湖南省委的重視和親切關懷，並給予我們大力支援，於一九五八年七月中旬在長沙舉行了全國土法制造化肥現場會議，把鉀鈣混合肥料作為重點之一予以推薦。從此，為利用鉀長石作為鉀肥資源，開辟了廣闊的道路。

鉀肥的作用

氮、磷、鉀三種主要肥料必須配合使用，不同的作物要求不同的配合比例。當我們迅速地發展了磷肥和氮肥生產的同時，如果沒有適量的鉀肥配合使用，那末磷肥和氮肥的施用量就要受到很大的限制，而且效益也不能充分發揮。在作物生長過程中，鉀肥有許多重要作用，它可以促進作物的莖秆發育健康堅挺，防止水稻倒伏，提高作物抵抗病害的能力，促進谷物籽實和薯類塊根中淀粉和糖分的成長。如果氮肥（人糞尿、廐肥等大部分屬於氮肥）充分，谷類作物枝葉茂盛，而鉀肥不足時，就容易倒伏，籽實也不夠飽滿。鉀肥對於薯類作物尤其重要，如果鉀肥不足，即使莖葉茂盛，但塊根長不大，里面含糖和淀粉也不多。

鉀肥資源

鉀肥主要原料的來源有三個：①植物：包括綠肥作物、草

木灰和冰碱（碳酸鉀）等。采用这些肥料，就是把植物从甲地土壤中吸收的鉀用于乙地去作肥料；或是把作物从当地取得的鉀肥部分地归还給土壤，这是不能滿足農作物逐年大量增產的需要的。②可溶性和易分解性礦物：包括鉀石鹽、鉀鹽鎂礬、光鹵石、雜鹵石、氫鉀鹽和鉀石膏等。用这些礦物制造鉀肥比較方便。世界各國現在普遍使用的鉀肥大都屬於这一類，我國以前沒有發現較大的這類礦床，因而也沒有普遍应用。③不易溶的礦物：如霞石、明礬石和鉀長石等。其中霞石比較容易溶解，苏联部分地區用霞石碾粉作为鉀肥直接施用，我國还未找到較大的礦床。浙江省平陽的明礬石是世界聞名的鉀礦，現在已經用來生產鉀肥了。近來又在國內各地陸續發現了一些明礬石礦，用它來制造鉀肥，技術比較複雜，產地不够普遍，還只能集中生產，不适于縣級鄉級規模。鉀長石在我國大部地區都可找到，它和一种含有煉制特种鋼所需要的價值很高的金屬鉍的綠柱石共生。从經濟意义上看，也可以把采集鉀長石看做是開采綠柱石的副產。

在湖南省推廣鉀鈣混合肥料的有利条件

鉀長石虽然难于分解，而且含鉀量不很高，但是分布广泛，湖南省东部北部到处都有，南部也在不少縣份發現。石膏法所用配料是石灰石和生石膏，其中石灰石分布更普遍，生石膏湖南省也已在多处找到。用來生產鉀肥，原料取給方便。在燃料方面，因为爐灶多种多样，可以結合各縣具体情况分別采用燒烟煤或燒无烟煤（白煤）的爐灶。鉀鈣混合肥料除含有硫酸鉀以外，还含有可溶性矽酸鹽和多量的鈣（游离石灰和其他形

态)，非常适宜于施用本省的酸性土壤。它的几种有效成分，对于湖南省主粮作物的水稻具有促进茎部坚挺、抵抗青风倒伏的特效。湖南省许多地方，在施用氮、磷肥料较多的情况下，已经感到显著地缺钾。例如高额丰产的醴陵，一九五八年早稻已达全县平均亩产1093斤，但据了解，倒伏现象相当普遍，各方面都深深感到，如果有效地克服了倒伏问题，实际可能达到的亩产量，将远远超过1093斤。红薯是湖南省重要副粮之一，钾钙混合肥料对它也具有非常显著的增产效果。钾钙混合肥料是一种碱性肥料，施用后可以中和酸性土壤中过高的酸值；钾被植物吸收后表现出的生理酸性，还可以减少石灰施用量。

钾钙混合肥料的原料既易取给，产品又极合需要，目前所找出的生产方法也简便易行，成本低廉，因此，完全符合党委所提出的投资小、收益大、建设易、进度快的原则。如果全省各地真正能够做到大批建立中小型工厂，让这种工厂星罗棋布，遍地开花，对及时解决各地农业增产的需要，是非常重要的。

二、石膏法制造钾钙混合肥料的反应机理

从钾长石制造钾肥的方法

在化学肥料的范畴以内，通常可以作为钾肥使用的是硫酸钾、氯化钾、碳酸钾和硝酸钾，其中硫酸钾最能广泛地适应各种土壤和农作物，氯化钾对谷类不很适宜，对薯类和菸草虽然增产效果不坏，但对产品质量有不良影响。碳酸钾性能很好，但是

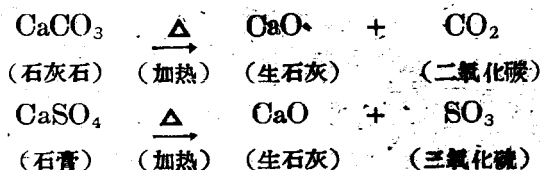
碱性很強，如果和氮肥一同施用，它就会破坏一部分氮态氮；草木灰和人粪尿一同混用，也有这个缺點。硝酸鉀是复制而成的高效鉀氮混合肥料。从鉀長石制造鉀肥，煅燒是生产中的主要过程，因此，除非采取多步骤复制外，是不可能制成碳酸鉀和硝酸鉀的。但从目前情况來說，也沒有这样制造的必要。

鉀長石添加硫酸鹽煅燒，所得的鉀肥就是硫酸鉀；添加氯化物煅燒，所得的就是氯化鉀。参考國內外所做过的煅燒試驗，以及我們的試驗結果，可以归納地說，絕大多數配方都是鉀長石添加石灰石和一种硫酸鹽或氯化物，三种物質分別碾碎混合煅燒，其中石灰石起“助熔剂”的作用，硫酸鹽或氯化物提供硫酸根或氯离子，不过各地采用的配合比例有很大的差別。凡是配入氯化物的配料，需用石灰石和氯化物比較少些。用硫酸鹽配料時，需用石灰石和硫酸鹽較多。在氯化物中，我們試用过食鹽（氯化鈉）和氯化鈣，氯化鈣分解鉀長石的作用比食鹽強些。在硫酸鹽中，我們試用过芒硝（硫酸鈉）、石膏（硫酸鈣）、重晶石（硫酸鋇），石膏的作用最強。氯化鈣虽比石膏的作用更強，而且用量也較少，但是它本身是工業產品，目前我國還不可能大量供应，价格頗高，也不是隨處都有；它又極易吸水，研磨時如不密閉，即全部吸潮熔化，操作很不方便。含有氯化鈣的煅料內含剩余氯化鈣比氯化鉀还多，不能直接下田施用，必須浸出煅料的可溶部分再分离出氯化鉀，这就不符合簡單易行的原則，也不經濟。而且氯化鉀作为鉀肥的性能來說，也不及硫酸鉀好。因此我們选择配入石膏和石灰石煅燒的配方，煅料（即產品）肥效良好。这种配方，我們叫它“石膏法”。

石膏法的反应机理

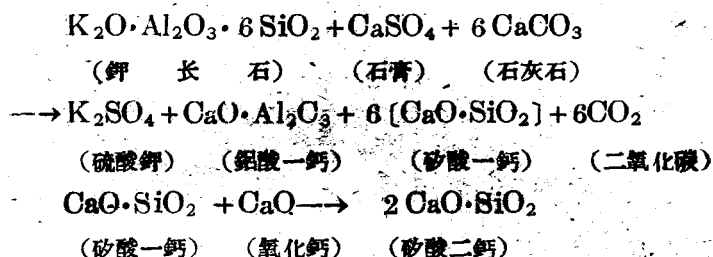
当鉀長石、石灰石和生石膏以粉末状态相互密切接觸而煅燒時，硫酸鈣首先分解出三氧化硫气体，侵擊鉀長石晶体結構中的薄弱環節氧化鉀，并組成硫酸鉀。同時也和鉀長石中的氧化鋁結成硫酸鋁。但在有游离氧化鈣存在時，氧化鋁大部分結合为鋁酸鈣（ $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ）。鉀長石中的鉀和鋁被移走以后，被游离出來的氧化矽便与氧化鈣結成矽酸鈣（ $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ）。鉀長石中的雜質鈉、鉄和鎂，实际上也参加了反应；鈉類似鉀、鉄類似鋁，鎂則与鈣相当。

我們采用的配方比例是100:200:70，它的混合物在煅燒升温过程中，化学反应的步驟如下：在升温初期，生石膏在 300°C —— 450°C 時，析出其中全部結晶水。当温度繼續提高至 700°C 時，石灰石開始分解，起初進行得很慢，但是当温度達到 900°C 和更高時，就从石灰石中很快地分解出二氧化碳。到 1200°C 時，碳酸鈣分解達到迅速而完全的程度。同時，当温度为 750°C —— 1000°C 時，还發生硫酸鈣的部分分解，放出三氧化硫，并析出游离石灰（ CaO ）。以下都是吸熱反应，故需供給大量的熱。

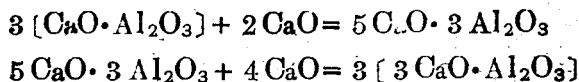


当温度達到 1000 —— 1100°C 時，混合物料的表面，開始出現部分液相，也就是開始發生燒結現象，此時，鉀長石晶体受到从石膏分解出來的三氧化硫的破坏，其中的氧化鉀与三氧化

硫結合而成硫酸鉀（同時也有部分二氧化硫與氧化鉀結合成為亞硫酸鉀，但隨即被氧化成為硫酸鉀）。氧化鋁幾乎全部和氧化鈣化合成鋁酸一鈣。氧化矽則開始與氧化鈣起作用形成矽酸一鈣和少量的矽酸二鈣。



當溫度繼續提高至1200°C時，鉀長石的分解接近完全。鋁酸一鈣繼續被石灰飽和而變成 $5\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3$ ，然後再變成鋁酸三鈣 $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ，多餘的氧化鈣成為游離石灰。這些反應是放熱反應。



歸納起來，在煅燒溫度不高于1200°C的情況下，反應的主要產物是硫酸鉀，鋁酸一鈣和矽酸一鈣以及游離氧化鈣。同時也有部分鋁酸三鈣和矽酸二鈣生成。煅燒過程中逸出的氣體主要是二氧化碳，還有水蒸汽和少量的三氧化硫和二氧化硫。

配料比的選擇

配料的目的是有效地分解鉀長石，如果配料太少就不能達到目的，太多又不經濟，所以必須找出最有利的比值。氧化鉀由不溶性轉變為水溶性稱為轉化。轉化率的計算方法如下：

$$\text{轉化率}\% = \frac{\text{煅燒后水溶性氧化鉀的數量}}{\text{煅料中全部氧化鉀的數量}} \times 100$$

当配料的粉末細度为100目、煅燒温度为1050—1060°C、停留時間为60分鐘時，石灰石用量和生石膏用量对轉化率的影响，見表1和表2。

表1、石灰石用量对轉化率的影响

編 号	配 料 (份, 重量比)			轉 化 率 (%)
	鉀 长 石	生 石 膏	石 灰 石	
C-106	100	80	100	67.26
C-107	100	80	150	77.49
C-195	100	80	200	96.14
C-196	100	80	250	100.00
C-197	100	80	300	100.00
C-111	100	100	100	80.19
C-112	100	100	150	88.00
C-113	100	100	200	98.82
C-114	100	100	250	98.33
C-115	100	100	300	91.89

表2、 生石膏用量对轉化率的影响

編 号	配 料 (份, 重量比)			轉 化 率 (%)
	鉀 长 石	生 石 膏	石 灰 石	
C-230	100	45	200	82.31
C-234	100	55	200	89.50
C-264	100	60	200	92.49
C-291	100	70	200	95.35
C-195	100	80	200	96.14
C-198	100	90	200	100.00
C-113	100	100	200	98.81
C-083	100	110	200	97.40
C-068	100	120	200	96.74

从表1和表2看来, 如要達到較高的轉化率, 对于每100份鉀長石, 石灰石用量以200—300份为宜, 生石膏用量以70—100份为宜。

在尋求較高轉化率的同時, 还必須注意到煅料中水溶性氧化鉀的含量百分數。在鉀長石用量一定的情况下, 石灰石和石膏用量愈少, 則煅料中氧化鉀的含量百分數愈高, 只有選擇轉化率令人滿意而同時又是配料較少的配方, 才能使煅料中水溶性氧化鉀含量为最高, 表3和表4可以說明这个事实。

表3、 生石膏用量对煅料中水溶性氧化钾含量的影响

石 膏	钾长石(份)	石灰石(份)	煅料中水溶性氧化钾含量(%)
60	100	200	4.02
70	100	200	4.05
80	100	200	4.03
90	100	200	3.98
100	100	200	3.90
110	100	200	3.75

表4、 石灰石用量对煅料中水溶性氧化钾含量的影响

石灰石	钾长石(份)	石 膏 (份)	煅料中水溶性氧化钾含量(%)
100	100	70	3.60
150	100	70	3.98
200	100	70	4.05
250	100	70	3.75
300	100	70	3.35

从表3和表4看出：当钾长石为100份时，石灰石和生石膏采取200份和70份的配料比，水溶性氧化钾含量最高。因此我们选取这个配料比。

煅烧温度的研究

不同的煅烧温度，对于一定配料比的混合物料中钾的转化情况，列于表5，从表5中可以看出，1150℃是比较适宜的温度。

表5、 煅燒溫度對煅料中水溶性氧化鉀含量的影響

編 号	配 料 (份)			水溶性氧化鉀含量 %	轉化率 %	煅 燒 条 件	
	鉀長石	生石膏	石灰石			溫度G	停留時間, 分
C-337	100	60	200	3.79	86.24	1000	60
C-353	100	60	200	4.06	92.11	1050	60
C-339	100	60	200	4.05	95.28	1100	60
C-392	100	60	200	4.32	97.72	1150	60
C-282	100	60	200	3.63	78.93	1200	60
C-291	100	70	200	4.01	95.35	1050	60
C-348	100	70	200	4.12	95.70	1100	60
C-393	100	70	200	4.16	96.83	1150	60
C-285	100	70	200	3.79	87.46	1200	60
C-383	100	80	200	3.67	88.95	1000	60
C-320	100	80	200	3.99	96.07	1050	60
C-351	100	80	200	4.09	97.63	1100	60
C-393	100	80	200	4.07	96.48	1150	60

粉末細度問題

影响轉化率的另一个因素便是粉末細度。因为鉀長石的分解是一种固相反应，这比液相反应進行得慢，而且固体質點擴散的距离有一定限度，需要較大的接觸面積。所以物料粉碎得愈細，混和得愈均匀，那末反应進行的速度和反应完成度就愈大。我們研磨鉀長石和石灰石、生石膏都達到 100目細度，相

当于公制40号篩。

优 惠 条 件

綜合以上所述，石膏法煅燒过程的优惠条件如下：

(1) 配料比：鉀長石：石灰石：生石膏=100：200：70
(重量比)。

(2) 煅燒温度：1100 — 1200°C之間。

(3) 煅燒時間：电烟火爐小型試驗60分鐘；反射爐120分鐘。

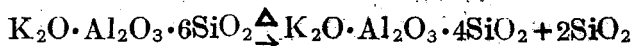
(4) 粉末細度：100目，即公制40号篩（1600孔/平方公分），煅料中水溶性氧化鉀含量4%以上，轉化率95%以上。

三、原 料

鉀長石（正長石或鉀微斜長石 $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ·六矽鋁酸鉀）

(1) 鉀長石的性狀。

鉀長石性脆，容易敲碎，斷口有介殼狀或參差狀，鉀長石因为含有不同的雜質所以顯出各种不同的顏色；有白色、灰色、黃色、紅色、肉紅色、磚紅色等。鉀長石的硬度为6，不能用小刀刻出槽痕，但可以用石英（水晶）刻出痕迹。比重为2.54 — 2.56。鉀長石如果單獨煅燒到1200 — 1500°C，就会逐漸熔融，轉化为白榴子石。



鉀長石在礦物酸（氫氟酸除外）中实际是不溶解的。將鉀

長石和苛性碱或碳酸碱一同煅燒，就被分解而生成矽酸鹽和鋁酸鹽。

(2) 鉀長石中鉀的鑑定。

1. 將需要鑑定的礦物一小塊放在未上釉瓷磚的面上，並用力研磨，再加上 1—2 顆六亞硝酸銅鉛鈉 $[\text{Na}_2\text{PbCu}(\text{NO}_2)_6]$ ，將混合物重複研磨數秒鐘，隨即在空氣中濕潤，如果現出褐色，那末礦物里面就有鉀。

2. 將 1—2 粒硫酸鈷 (CoSO_4) 晶粒放在未上釉瓷磚的面上，再加同量的亞硝酸鈉 (NaNO_2) 晶粒，將混合物研磨數秒鐘，混合物生成磚紅色。然後加上需要鑑定的礦物一小塊重複研碎，如果有个別地方變淺綠黃色就有鉀。

3. 將需要鑑定的礦物一小塊，放在未上釉瓷磚的面上，並加上 1—2 粒六亞硝酸鈷鉛鈉 $[\text{NaPbCo}(\text{NO}_2)_6]$ ，再將混合物研碎，如礦物中含有鉀，混合物即成黃色。加上一、二滴水，混合物的顏色就會變得更黃。

鉍，銨，銻，鉍等元素，對鉀的鑑定發生干擾，和上述各試劑生成與鉀相同的顏色。

(3) 鉀長石的化學成分。

純粹的鉀長石的化學成分應該是：

氧化鉀 (K_2O) 16.9%；氧化鋁 (Al_2O_3) 18.4%；

氧化矽 (SiO_2) 64.7%。

但是其中的鉀常常有一部分被鈉所代替，因而氧化鉀含量實際較低。我們認為含氧化鉀低於 10% 的鉀長石，不宜用來製造鉀鈣混合肥料。