DOI:10.13758/j.cnki.tr.1982.06.011

的重现率差只是由于：（1）氢氧化铁聚合体的诱导期因碱液的加入而变；（2）生成物颗粒体积相差很大。在这一试验结束后，又研究$Fe(ClO_4)_3$浓度与酸度的影响，然后又研究$Fe(ClO_4)_3$浓度与温度的影响。通过这些个别试验后，再去看第一次试验的错综复杂的结果，就觉得一目了然了。

三、阅读文献

1. 尽信书，不如无书

这是引用孔老夫子的话。因为你从书上或文献上读到的东西，不一定完全是对的，所以阅读文献必须仔细，不能看到什么就盲目相信，应该学会分析。

2. 必须注意试验的方法

有很多作者在写报告时，没有详细介绍所用方法，以致别人在做同样的试验时，不能重复。有时两篇文章中结果不一样，实际上是某些方法的细节不同。所以在阅读文献时，一定要注意所用的试验方法。美国的土壤学杂志一般要求将实验写得较为详细，在这一点上是走在化学杂志的前面。

3. 仔细消化几篇好报告，胜过流览许多报告的摘要

有许多人喜欢看摘要，不仔细看内容，这是很犯忌的事。如果是一篇好文章，阅读时就应该仔细的消化，可能常常要花很多时间，而不要一天看很多文章，看后都是一知半解。做指导教授最重要的一点就是介绍好的文章给学生看。从我个人的经验来讲，我常常花好几天时间去看一篇文章，最后发现它是不值得看的。因而我觉得应该给学生介绍：那篇文章是好的，应该详细阅读。那怕花两个星期时间看一篇有用的文章，也不要去看许多没用的东西。

4. 最新的文章未必是最好的文章

在谈话中我们常常可以听到这样的话："新的文章出来了，旧的东西还有什么必要谈呢？"实际上并不一定如此，很多过去的文章还是很有价值的，新的东西并不一定都是对的。

以上是我的一些看法，希望能给大家一点帮助。

澳大利亚圣诞岛磷矿的利用*

A.R. 米尔乃斯

圣诞岛位于澳大利亚大陆西北面的印度洋中，是火山喷出物形成的岛屿，主要由玄武岩、凝灰岩和石灰岩组成。岛上的磷矿资源，根据其形成的环境条件不同，可分为：A型磷矿、B型磷矿和C型磷矿三种，从地层深处到地表依次分布。A型磷矿主要为磷灰石。C型磷矿是以纤维钙铝石和水磷铝碱石为主的磷矿，分布在近地表的土层中，使地表土壤呈暗红色。B型磷矿则是上述两种磷矿的混合物，分布在上述两者之间的过渡带。

磷灰石（含P_2O_5约38%）可以加工成过磷酸钙。但贮量丰富的C型磷矿由于其含磷量低（P_2O_5在26%左右），并且多半以植物不能利用的无效状态存在，而使它的利用价值受到限制。因此，如何改变C型磷矿的性状，提高其有效度，使它能更好地为作物提供养料，是澳大利亚磷矿开发利用的一个课题。

圣诞岛C型磷矿以含磷酸铝（铁）为主，其主要化学组成如表1（Gilkes and Palmer）。矿物组成主要是纤维钙铝石〔crandallite, $CaAl_3(PO_4)_2(OH)_5 \cdot H_2O$〕，水磷铝碱石〔millisite, $Na_{10}(PO_4,CO_3)_6(F,OH)$〕和针铁矿〔goethite, α-FeOOH〕，以及少量磷灰石〔apatite, $Ca_5(PO_4)_3(OH,F)$〕。

C型磷矿在不同温度下煅烧，其性状会发生一系列变化，磷的有效度也随之而改变。试验结果表明（表2，Milnes；Palmer and Gilkes），随着煅烧温度的升高，矿石失水，因而全磷含量略有增加。但有效磷量占全磷的百分数（原始矿为5%），开始时随着温度的升高而增加，于500—650℃时达最高（92%），继续升温则又再次下降，在1050℃时，有效磷量甚至比原始矿还低。

X一衍射分析结果也表明，C型磷矿经过500—650℃煅烧后，纤维钙铝石和水磷铝碱石结晶峰消失，他们认为这些矿物已完全分解变成无定形物质。但当继续增加煅烧温度时，则又出现白磷钙石〔whitlockite, β-$Ca_3(PO_4)_2$〕和刚玉〔corundum, α-Al_2O_3〕的结晶，根据X-衍射分析结合差热分析（DTA）和热解重量分析（TGA），他们提出C型磷矿在不同温度煅

* 此文根据澳大利亚专家A.R. Milnes 1982年的访华学术报告由朱荫湄同志整理，并参考R. J. Gilkes and B. Palmer (1981)和B. Palmer and R. J. Gilkes (1981)的研究报告编写而成。

表1　圣诞岛C型磷矿的化学组成

成分（氧化物）	含量	成分（氧化物）	含量	成分（氧化物）	含量
SiO_2	1.65	SrO	1.00	Na_2O	0.24
TiO_2	1.40	CaO	14.3	P_2O_5	27.3
Al_2O_3	26.7	BaO	0.08	SO_3	0.30
Fe_2O_3	11.2	K_2O	0.04	H_2O	15.0
MgO	0.10	MnO	0.63		

表2　圣诞岛C型磷矿煅烧后的磷含量和比表面积

肥料	全磷（P%）	有效磷*（占全磷%）	比表面积（米²/克）
过磷酸钙	9.6	90	2
C（原始矿）	11.3	5	40
C 400**	12.1	40	40
C 500	13.0	92	36
C 600	13.0	92	30
C 650	13.1	92	29
C 750	13.2	57	10
C 950	13.2	20	2
C1050	13.3	4	1

* AOAC1975年方法（中性柠檬酸铵溶性磷）

**C400代表C型磷矿400°C煅烧6小时，余类推。

烧下所发生的变化如下：

200℃ 300℃ 针铁矿失水成赤铁矿（α-FeOOH→α-Fe_2O_3）

350℃ 470℃ 纤维钙铝石、水磷铝碱石 > 分解变成无定形物质

650℃ 700℃ 游离碳酸盐矿分解

800℃ Al_xO_y结晶

900℃ 白磷钙石结晶〔β-$Ca_3(PO_4)_2$〕

1000℃ 1200℃ 磷灰石开始分解与$AlPO_4$作用生成$Ca_3(PO_4)_2$和刚玉（α-Al_2O_3）

从以上的矿物学、化学分析研究结果表明，C型磷矿在500—650℃煅烧6小时，可使无效的纤维钙铝石和水磷铝碱石完全分解成无定形物质而释放出有效磷，值得注意的是，虽然其化学提取的有效磷量与过磷酸钙差不多，但据Gilkes和Palmer报道的生物试验结果却表明，作物对煅烧矿的利用率与过磷酸钙相比仍低得多。若以过磷酸钙处理的盆钵小麦干物质产量和吸磷量为1.00，则500℃煅烧矿处理的相对肥效——干物质产量和吸磷量分别为0.31和0.47；而1050℃煅烧矿处理的相对肥效就更低，分别为0.013和0.029（Gilkes and palmer）。当然，这里并没有把后效考虑在内。

以上试验结果表明，圣诞岛C型磷矿的利用可以有两种途径：

（1）煅烧500—650℃左右，使纤维钙铝石和水磷铝碱石完全分解，成为有效磷含量高的煅烧磷矿粉肥。

（2）煅烧1000℃以上，使纤维钙铝石转化形成白磷钙石，再加工成过磷酸钙。

$$\underset{\text{（纤维钙铝石）}}{6CaAl_3(PO_4)_2(OH)_5\cdot H_2O} = \underset{\text{（白磷钙石）}}{2Ca_3(PO)_2} + 2H_2O + 8AlPO_4 + \underset{\text{（刚玉）}}{5Al_2O_3}$$

这里，得到2个分子$Ca_3(PO_4)_2$的同时也生成8个分子的$AlPO_4$，这对过磷酸钙的生产是有害的。由于磷灰石中的CaO可与$AlPO_4$作用生成Al_2O_3，因此在纤维钙铝石的转化过程中，可加入磷灰石以减少$AlPO_4$的形成。

$$3CaO + 2AlPO_4 = Ca_3(PO_4)_2 + Al_2O_3$$

这样就有利于过磷酸钙的生产。

这两种途径，前者生产步骤简便，技术设备较简陋，成本低，而有效性提高又很显著。因此，目前澳大利亚多采用此法加工C型磷矿，并运销马来西亚、印度尼西亚等地的热带橡胶园施用。

参考文献

〔1〕Gilkes, R. J. and Palmer, B;
The influence of liming on the effectiveness of calcined Christmas Island rock phosphate fertilisers PHOSPOTROPS Malaysian Society of Soil Science Kuala Lumpur 17-19 August 1981.

〔2〕Palmer, B. and Gilkes, R. J.;
Agronomic evaluation of calcined Christmas Island iron-aluminium phosphate fertilisers
PHOSPOTROPS Malaysian Society of Soil Science Kuala Lumpur 17-19 August 1981.