



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103930387 A

(43) 申请公布日 2014. 07. 16

(21) 申请号 201280049326. 2

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 08. 02

C05D 1/02 (2006. 01)

(30) 优先权数据

C05B 15/00 (2006. 01)

61/514, 952 2011. 08. 04 US

C05F 11/00 (2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 04. 04

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/049301 2012. 08. 02

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/019935 EN 2013. 02. 07

(71) 申请人 莫斯霍汀有限公司

地址 美国明尼苏达州普利茅斯

(72) 发明人 戴尔·弗格森 罗纳德·奥尔森

凯里·海恩比格纳

(74) 专利代理机构 北京连和连知识产权代理有限公司 11278

代理人 包红健

权利要求书2页 说明书15页 附图10页

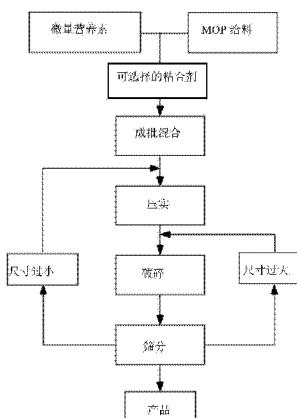
(54) 发明名称

包含营养素的压实型氯化钾肥料及其制备方

法

(57) 摘要

本发明提供一种颗粒状凝聚 MOP 肥料，其具有一种或多种微量营养素，以及一种或多种粘合剂成分。该肥料通过压实 MOP 给料和一种或多种微量营养素以及一种或多种可选择的粘合剂以形成凝聚 MOP 组合物来制备。然后对凝聚 MOP 组合物进行进一步处理——例如破碎和筛选——以形成包含微量营养素的凝聚颗粒状 MOP 产品。该处理产生具有更好的元素和颗粒尺寸分布的包含微量营养素的肥料产品，而不降低处理和存储质量。



1. 一种包含一种或多种微量营养素的凝聚 MOP 产品, 该 MOP 产品由压实的 MOP 组合物形成, 其特征在于, 该组合物包含:

氯化钾, 其量为从大约 99.999 重量百分比到大约 0.001 重量百分比;

至少一种微量营养素组分, 其量为从大约 0.001 重量百分比到 99.999 重量百分比, 其中至少一种微量营养素组分中的每一种可作为化合物中的金属离子。

2. 如权利要求 1 所述的 MOP 产品, 其特征在于, 该 MOP 产品包含多个通过将压实的 MOP 组合物破碎并进行大小分类形成的凝聚 MOP 颗粒。

3. 如权利要求 2 所述的 MOP 产品, 其特征在于, 至少一种微量营养素组分在每一个凝聚 MOP 颗粒中均匀分布, 因此, 与未压实的干混合物相比, 其适用于向种植区域提供微量营养素的均匀施用以促进微量营养素更好地进入种植区域中植物的根部区域。

4. 如权利要求 2 所述的 MOP 产品, 其特征在于, 多个凝聚 MOP 颗粒具有实质上均匀的尺寸分布, 以减少或消除材料处理及运输过程中由于颗粒尺寸迁移引起的偏析。

5. 如权利要求 1 所述的 MOP 产品, 其特征在于, 氯化钾的来源包含 MOP, 其具有基于 N-P₂O₅-K₂O 规约的 0-0-60 重量百分比的 K₂O 或 0-0-62 重量百分比的 K₂O 的化学组成。

6. 如权利要求 5 所述的 MOP 产品, 其特征在于, 氯化钾来源包含 MOP, 其具有基于 N-P₂O₅-K₂O 规约的 0-0-60 重量百分比的 K₂O 的化学组成。

7. 如权利要求 5 所述的 MOP 产品, 其特征在于, 氯化钾来源包含 MOP, 其具有基于 N-P₂O₅-K₂O 规约的 0-0-62 重量百分比的 K₂O 的化学组成。

8. 如权利要求 1 所述的 MOP 产品, 其特征在于, 至少一种微量营养素选自包含硼 (B)、锌 (Zn)、锰 (Mn)、钼 (Mo)、镍 (Ni)、铁 (Fe)、铜 (Cu)、元素形式的硫 (S)、氧化硫酸盐形式的硫 (SO₄)、以及他们的结合的群组。

9. 如权利要求 1 所述的 MOP 产品, 其特征在于, 一种或多种微量营养素在组合物中存在的量为从大约 0.001 到大约 10 重量百分比。

10. 如权利要求 1 所述的 MOP 产品, 其特征在于, 组合物进一步包含粘合剂。

11. 如权利要求 10 所述的 MOP 产品, 其特征在于, 粘合剂选自由六偏磷酸纳 (SHMP)、焦磷酸四钠 (TSPP)、焦磷酸四钾 (TKPP)、三磷酸钠 (STPP)、磷酸氢二铵 (DAP)、磷酸一铵 (MAP)、颗粒状磷酸一铵 (GMAP)、硅酸钾、硅酸钠、淀粉、右旋糖酐、木质素磺酸盐、膨润土、蒙脱石、高岭土、或它们的组合构成的群组。

12. 一种制备包含微量营养素的凝聚 MOP 产品的方法, 其特征在于, 包含:

提供 MOP 组合物, 其包含从大约 99.999 重量百分比到大约 0.001 重量百分比的量的氯化钾, 以及从大约 0.001 重量百分比到大约 99.999 重量百分比的至少一种微量营养素组分, 其中至少一种微量营养素组分中的每一种可作为化合物中的金属离子;

压实 MOP 组合物以形成压实的 MOP 组合物;

将 MOP 组合物破碎成颗粒以生产凝聚 MOP 产品。

13. 如权利要求 12 所述的方法, 其特征在于, 进一步包含:

根据尺寸将凝聚 MOP 产品颗粒分类。

14. 如权利要求 13 所述的方法, 其特征在于, 颗粒的尺寸分布实质上是均匀的, 并且不均匀的颗粒重新调整尺寸直到其一致。

15. 如权利要求 12 所述的方法, 其特征在于, 至少一种微量营养素选自由硼 (B)、锌

(Zn)、锰 (Mn)、钼 (Mo)、镍 (Ni)、铜 (Cu)、元素形式的硫 (S)、氧化硫酸盐形式的硫 (SO_4)、以及他们的组合组成的群组。

16. 如权利要求 12 所述的方法,其特征在于,提供 MOP 组合物包含向氯化钾提供多种微量营养素,每一种微量营养素单独加入并且在压实之前进行混合。

17. 如权利要求 12 所述的方法,其特征在于,提供 MOP 组合物包含向氯化钾提供多种微量营养素,微量营养素在加入氯化钾之前整批混合。

18. 如权利要求 12 所述的方法,其特征在于,进一步包含在压实之前向 MOP 组合物加入粘合剂。

19. 如权利要求 18 所述的方法,其特征在于,粘合剂选自由六偏磷酸纳 (SHMP)、焦磷酸四钠 (TSPP)、焦磷酸四钾 (TKPP)、三磷酸钠 (STPP)、磷酸氢二铵 (DAP)、磷酸一铵 (MAP)、颗粒状磷酸一铵 (GMAP)、硅酸钾、硅酸钠、淀粉、右旋糖酐、木质素磺酸盐、膨润土、蒙脱石、高岭土、或它们的组合构成的群组。

20. 如权利要求 12 所述的方法,其特征在于,一种或多种微量营养素在组合物中存在的量为从大约 0.001 到大约 10 重量百分比。

包含营养素的压实型氯化钾肥料及其制备方法

[0001] 相关申请

[0002] 本发明要求享有 2011 年 8 月 4 日提交的第 61/514,952 号美国临时申请的优先权，该申请的全文以引用的方式合并入本发明。

技术领域

[0003] 本发明总体涉及肥料组合物，具体地，本发明涉及通过压实工艺将微量营养素夹带入氯化钾肥料中。

背景技术

[0004] 植物必需的营养素包括主要营养素、次要或大量营养素、以及痕量或微量营养素。主要营养素包括碳、氢、氧、氮、磷、和钾。碳和氧从空气中吸收，而其他营养素包括水（氢的来源）、氮、磷、和钾从土壤中获得。包含氮、磷、和 / 或钾的肥料用于补充缺少这些营养素的土壤。

[0005] 根据传统肥料标准，肥料的化学组成或分析以必需的主要营养素氮、磷、和钾的百分比（以重量计）表示。更具体地，当表示肥料配方时，第一个数字代表以元素基准表示为“总氮”(N) 的氮的百分比，第二个数字代表以氧化物为基准表示为“有效磷酸”(P_2O_5) 的磷的百分比，以及第三个数字代表同样以氧化物为基准表示为“有效氧化钾”(K_2O) 的钾的百分比，或者另外公知为表达式 ($N-P_2O_5-K_2O$)。

[0006] 尽管磷和钾的量以他们的氧化物形式表示，但在肥料中并没有 P_2O_5 或 K_2O 。磷最常见地以磷酸二氢钙存在，但是也以其他磷酸钙或磷酸铵出现。钾通常是氯化钾或硫酸钾形式。使用以下公式能够完成从 P 和 K 的氧化物形式向元素形式 (N-P-K) 的换算：

$$[0007] \%P = \%P_2O_5 \times 0.437 \%K = \%K_2O \times 0.826$$

$$[0008] \%P_2O_5 = \%P \times 2.29 \%K_2O = \%K \times 1.21$$

[0009] 另外公知为氯化钾 KCl 的氯化钾 (MOP) 是一种农业肥料，并且是最常见的钾肥来源。MOP 通常通过传统的开采或溶液采矿技术从自然形成的地下矿产资源中提取。一旦被提取，MOP 能够根据个别消费者期望被处理成适合特定工业、化工、人类或动物营养素或农业应用的许多不同的成品形式或 KCl 产品。

[0010] 为了农业消费的目的，成品 MOP 通常是以颗粒形式出售。其纯度和颗粒尺寸可以根据产品将要投入的最终使用变化。该颗粒采用所属领域的技术人员公知的破碎和筛选工艺生产，例如通过压实和随后的破碎和筛选，由此将大块的 MOP 破碎成较小的颗粒。压实意味着 MOP 给料在高压下的连续辊压，在所得产物中产生材料的凝聚。MOP 的分级，以及因此其市场价值也依赖于产品的纯度和颗粒尺寸。为了特定需要，MOP 通常筛分到期望的粒度。

[0011] 一种典型的 MOP 原料具有相当于食盐的颗粒尺寸，该尺寸小于期望的颗粒尺寸，为了获得更大的颗粒，首先采用压实工艺——例如简单的辊压机或类似设备——压实该原料以生产薄片状凝聚产品。随后的处理通常包括将 MOP 薄片受控破碎成颗粒，然后通过筛分或行业中公知的其他分类方法将这些颗粒分类成期望的尺寸范围。标准行业公知的辊压

机 (roll compactor) 的一个非限定性示例是可以从伊利诺州伍德戴尔市 (Wood Dale, IL) 的 K. R. Komarek 股份有限公司购买的 K. R. Komarek's B220B 压实机 (或任何“B”型或高压压块及压实机器)。

[0012] 除了主要营养素之外,例如通过添加到土壤中的 MOP 肥料提供给植物的钾、微量营养素和次要营养素对于植物生长同样是必需的。所需的这些营养素的量比主要营养素的量少得多。次要营养素可以包括,但是不限于硫 (SO₄)、钙 (Ca)、镁 (Mg) 或它们的结合。微量营养素可以包括,但是不限于,例如硼 (B)、锌 (Zn)、锰 (Mn)、镍 (Ni)、钼 (Mo)、铜 (Cu)、铁 (Fe)、氯 (Cl)、或它们的结合。为了简单起见,从此处开始以及在整个说明书中,术语“微量营养素”指的是并包括次要营养素和微量营养素。

[0013] 微量营养素应用于农作物的一种常见方法是土壤施用。建议的施用量通常是小于以元素为基准的 10lb/ 英亩。单独的微量营养素在这样低的用量下的施用是困难的,并且易于导致差的分布均匀度。微量营养素包含在混合的肥料中是一种传统的施用方法,并且一些方法允许利用传统施用设备实现更加一致的分布。通过消除单独施用步骤还降低了成本。伴随混合肥料施用微量营养素的四种方法可以包括在制造期间掺入、与颗粒肥料混掺、涂覆在颗粒肥料和种子上、以及与液体除草剂或液体肥料混合。

[0014] 与颗粒肥料混掺是混掺微量营养素化合物和磷、氮和钾肥的实践。这一实践的主要优点是能够产生将以常规肥料施用量为给定的田地提供建议的微量营养素用量的肥料等级。主要缺点是在混合操作及随后处理过程中会发生营养素的偏析。微量营养素的颗粒尺寸通常较小,这可能引起混掺中的偏析。为了减少或防止处理及运输过程中的粒度偏析,理想的微量营养素颗粒必须接近与磷、氮和钾颗粒相同的尺寸。由于植物营养需要非常小数量的微量营养素,该实践已经导致微量营养素颗粒不均匀分布并且通常距离大多数植物太远而不能立即受益,由于在整个生长季节多数微量营养元素只在土壤溶液中移动几毫米。

[0015] 涂层降低了偏析的可能性。然而,一些表面粘合材料并不能令人满意,因为在装袋、存储和处理过程中它们不能保持微量营养素涂层,这导致微量营养素来源从颗粒状肥料组分中偏析。

[0016] 已经采取步骤以减少偏析问题,例如像名称为“含硫肥料组合物及其制备方法”的美国专利第 6,544,313 号描述的肥料部分的硫或硫片晶的情况,以及名称为“生产具有微量营养素的肥料的方法”的美国专利第 7,497,891 号描述的微量营养素的情况,通过引用的方式将这两者的全文合并于此。然而,这一制备方法针对制粒工艺。

[0017] 一些微量营养素微粒化和压实应用存在于氯化钠 (盐) 和硫酸镁石 (一水硫酸镁) 这样的产品中;然而从发明人的认知来说,采用辊压机将微量营养素包含在主要营养素——例如 MOP——中在现有技术中是未知的。

[0018] 微量营养素的添加历来在 MOP 矿工和磨工处理范畴外的下游操作中完成。增加农作物产量以便满足不断增长的世界人口是显而易见的长期需要。因此仍然存在经济地制造包含一种或多种微量营养素的压实、破碎并筛选的、颗粒状 MOP 增值肥量产品的需要,其最大化将微量营养素引入土壤溶液并且最终到达植物根部区域。

发明内容

[0019] 本发明的实施例包括具有一种或多种微量营养素的凝聚颗粒 MOP 肥料, 这些微量营养素, 例如, 但是不限于硼 (B)、锌 (Zn)、锰 (Mn)、钼 (Mo)、镍 (Ni)、铜 (Cu)、铁 (Fe)、氯 (Cl)、元素形式的硫 (S)、氧化硫酸盐形式的硫 (SO_4), 以及它们的不同浓度的结合。该肥料还可以包括压实助剂、着色剂和 / 或一种或多种例如六偏磷酸钠 (SHMP) 这样的粘合组分。微量营养素在压入 MOP 时保持可溶, 并且在采用标准肥料实践施用时容易溶解。

[0020] 根据本发明的实施例, 该肥料通过将 MOP 给料和一种或多种微量营养素及一种或多种可选的粘合剂压实形成凝聚的 MOP 产品来制备。然后对该凝聚的 MOP 产品进行进一步处理——例如通过破碎和筛选——以形成包含微量营养素的凝聚颗粒状 MOP 产品。该方法产生包含微量营养素的肥料产品, 与前述微量营养素应用相比, 该产品具有优良的或更加均匀的元素和颗粒尺寸分布, 而不影响处理或存储质量。与现有的干施方法相比, 包含微量营养素的肥料的分散均匀性允许个别植物更好地使用微量营养素。

[0021] 本发明的上述概括并不旨在描述本发明的每一个说明性实施例或所有实施方式。下面的详细的说明书更加具体地列举了这些实施例。

附图说明

[0022] 图 1 是微量营养素注入 MOP 给料的工艺流程图。

[0023] 图 2 是显示赫西 (Hersey) 0-0-62MOP (基于 $\text{N-P}_2\text{O}_5-\text{K}_2\text{O}$) 附加了微量营养素 (HM) 的样品的破损结果的图表。

[0024] 图 3 是显示卡尔斯巴德 (Carlsbad) 0-0-60MOP (基于 $\text{N-P}_2\text{O}_5-\text{K}_2\text{O}$) 附加了微量营养素的、使用硫的测试产品 MOP 的产量的图表。

[0025] 图 4 是显示卡尔斯巴德 0-0-60MOP (基于 $\text{N-P}_2\text{O}_5-\text{K}_2\text{O}$) 附加了微量营养素的、使用钼的测试产品 MOP 的产量的图表。

[0026] 图 5 是显示卡尔斯巴德 0-0-60MOP (基于 $\text{N-P}_2\text{O}_5-\text{K}_2\text{O}$) 附加了微量营养素的测试产品 MOP 的破损结果的图表。

[0027] 图 6 是显示卡尔斯巴德 0-0-60MOP (基于 $\text{N-P}_2\text{O}_5-\text{K}_2\text{O}$) 附加了微量营养素的测试产品 MOP 的粉化结果的图表。

[0028] 图 7 是显示卡尔斯巴德 0-0-60MOP (基于 $\text{N-P}_2\text{O}_5-\text{K}_2\text{O}$) 附加了微量营养素的测试产品 MOP 的吸湿结果的图表。

[0029] 图 8 是卡尔斯巴德 0-0-60MOP (基于 $\text{N-P}_2\text{O}_5-\text{K}_2\text{O}$) 附加了微量营养素的最终测试产品 MOP 的照片。

[0030] 图 9 是根据本发明的一个实施例的包含微量营养素的压实 MOP 颗粒样品的 X 射线能谱分析 (EDS) 谱图。

[0031] 图 10 是图 9 样品的扫描电子显微镜 (SEM) 显微照片。

[0032] 图 11A 是图 10 的 SEM 中的氯的 EDS 图。

[0033] 图 11B 是图 10 的 SEM 中的钾的 EDS 图。

[0034] 图 11C 是图 10 的 SEM 中的锰的 EDS 图。

[0035] 图 11D 是图 10 的 SEM 中的钠的 EDS 图。

[0036] 图 11E 是图 10 的 SEM 中的锌的 EDS 图。

[0037] 图 11F 是图 10 的 SEM 中的氧的 EDS 图。

[0038] 图 11G 是图 10 的 SEM 中的硫的 EDS 图。

[0039] 图 12A 是根据本发明的一个实施例的包含微量营养素的压实 MOP 的粉碎颗粒样品的 EDS 谱图。

[0040] 图 12B 是图 12A 中的包含微量营养素的压实 MOP 的完整颗粒样品的 EDS 谱图。

[0041] 尽管本发明能够修改为不同的变型和替代形式,其细节已经通过举例方式在附图中示出并将详细描述。然而应该理解的是,目的不是将本发明限定于所描述的具体实施例。相反,其意图在于覆盖属于本发明主旨和范围内的所有变型、等同物、及替代方案。

具体实施方式

[0042] 根据本发明的实施例的凝聚肥料颗粒产品总体包括 MOP 肥料基体和一种或多种微量营养素(或次要营养素),这些微量营养素包括,但是不限于硼(B)、锌(Zn)、锰(Mn)、钼(Mo)、镍(Ni)、铜(Cu)、铁(Fe)、氯(Cl)、元素形式的硫(S)、氧化硫酸盐形式的硫(SO₄),以及他们的不同浓度的结合。如上所述,术语“微量营养素”指的是并且包括次要营养素和微量营养素。一种或多种微量营养素的浓度范围可以从约 0.001 到约 99.99 重量百分比,并且更具体地从约 0.001 到约 10 重量百分比。

[0043] MOP 肥料基体可以是任何市场上可买到的 MOP 来源,例如,但是不限于具有从约 20 重量百分比到约 80 重量百分比范围的 K₂O 成分(按 N-P₂O₅-K₂O 的比例)的 MOP 给料。在一个具体的非限定性示例中,MOP 给料的化学分析是 0-0-60wt%(重量百分比);在另一非限定性示例中,MOP 给料的化学分析是 0-0-62wt%;在又一非限定性示例中,MOP 给料的化学分析是 0-0-55wt%;

[0044] 正如在名称为“压实的颗粒状氯化钾及其生产方法和设备”、通过引用方式全文合并于此的美国专利第 7,727,501 号所述,该肥料还可以包括一种或多种粘合剂或组分,以便改善成品的压实颗粒状 MOP 产品的强度和处理性能,因此在处理或运输过程中该颗粒不大可能磨损或分解。粘合剂是添加到压实线路的给料中以改善压实颗粒的强度和性能的化学物质。在向压实混合物提供粘结性能的同时,该粘合剂起到隔离或螯合 MOP 给料中的杂质的作用。粘合剂可以包括,例如六偏磷酸纳(SHMP)、焦磷酸四钠(TSPP)、焦磷酸四钾(TKPP)、三磷酸钠(STPP)、磷酸氢二铵(DAP)、磷酸一铵(MAP)、颗粒状磷酸一铵(GMAP)、硅酸钾、硅酸钠、淀粉、右旋糖酐、木质素磺酸盐、膨润土、蒙脱石、高岭土、或它们的结合。除了粘合剂之外或者替代粘合剂,一些微量营养素本身可以作为粘合剂来改善颗粒强度。

[0045] 根据本发明的一个实施例,通过将一种或多种微量营养素混合到压实线路的 MOP 给料中制得包含微量营养素的凝聚颗粒状 MOP 肥料。微量营养素可以在压实之前添加到给料。该混合的 MOP 原料的压实和之后传统的进一步处理——例如破碎和筛选——产生包含遍及颗粒产品均匀分布的微量营养素的凝聚 MOP 肥料颗粒。

[0046] 用于生产压实的颗粒状 MOP 的生产线或生产线路总体包括材料给料设备,例如带式输送机、气动输送机等等,其将不同的颗粒 MOP 流、筛分、回收的或丢弃的 MOP 材料、一种或多种微量营养素、以及一种或多种可选的粘合剂输入到压实机。然后压实机在高压下将给料压实成凝聚 MOP 中间薄片或块状物,然后这些薄片或块状物可以被破碎、分类、调整大小、或另外再修整成期望的成品 MOP 产品。

[0047] 图 1 是说明本发明的生产方法的一个预期实施例所包含的步骤的流程图。特别

地,图 1 示出了生产线路的 MOP 给料中微量营养素的注入。该微量营养素可以在线路的不同位置由注射器添加到 MOP 给料中,该注射器包括计量装置以允许更加精确地控制添加到每单位 MOP 给料的每个组分的数量。

[0048] 在微量营养素和可选择的粘合剂添加到 MOP 给料之后,混合添加物和 MOP 给料。混合步骤可以通过允许这些材料在它们通过给料机构联合运输的过程中汇集或混合来被动地发生,或者可选择地可以具有添加到 MOP 生产线路中处在注射器和压实机之间的具体混合设备,以便在压实之前提供更加强力或主动的微量营养素、可选择的粘合剂、和 MOP 给料的混合。

[0049] 现在与微量营养素恰当混合的混合 MOP 给料紧接着被压实。压实过程可以使用传统的压实设备如辊压机及或类似设备完成。然后采用例如破碎、筛分方法或其他适合生产期望的颗粒尺寸或类型的制成品的传统分类方法将凝聚的中间产品进一步加工成期望的颗粒状制成品。这些步骤也在图 1 的流程图中示出。

[0050] 在本发明的一个具体实施例中,理想情况是将多于一种的不同微量营养素组合,这可以通过注入预混合的多种微量营养素的组合实现,或者另外通过将期望数量的微量营养素单独放置或注入到 MOP 中实现。将要理解的是,允许一种或多种微量营养素和 / 或粘合剂同时或者单独加入 MOP 给料的任何伴随过程或设备的变型预期处于本发明范围内。

[0051] 以下典型示例进一步定义了本发明的实施例。

[0052] 示例 1

[0053] 生产了许多与不同微量营养素压实的 MOP 肥料组合物并评价了其技术可行性。由美国密歇根马赛克赫西钾盐矿(此后称“马赛克赫西”)提供的 MOP 给料与不同的微量营养素以不同浓度压实。MOP 的化学分析为以重量计 98.8% 的 KC1,以重量计 1.1% 的氯化钠 (NaCl),283ppm 的钙 (Ca),11ppm 的铁 (Fe),59ppm 的镁 (Mg),和 287ppm 的硫酸盐 (SO₄)。MOP 给料的总的水分含量计为以重量计 0.1439%。由马赛克赫西提供的 MOP 给料材料是采用溶液采矿技术生产的 0-0-62%K₂O 成品(以术语 N-P₂O₅-K₂O 表示)。MOP 给料是白颜色的,这是由溶液采矿技术生产的 MOP 的固有特征。

[0054] 在赫西微量营养素(HM)样品(下表 1)的生产中使用的微量营养素包括硼(四硼酸钠 Na₂B₄O₇ 形式)、锌(一水硫酸锌 ZnSO₄·H₂O 形式)、锌(氧化锌 ZnO 形式)、锰(硫酸锰 MnSO₄·H₂O 形式)、和 / 或钼(二水钼酸钠 Na₂MoO₄·2H₂O 形式)。

[0055] 生产以下组合物(此后的“HM 产品”):

[0056] 表 1 测试运行的微量营养素描述

[0057]

样品	微量营养素化合物	微量营养素(%)
HM3	Na ₂ B ₄ O ₇ -四硼酸钠	0.5% B

[0058]

HM4	Na ₂ B ₄ O ₇ -四硼酸钠	0.7% B
HM5	(#1) Na ₂ B ₄ O ₇ -四硼酸钠- (#2) Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O-钼酸钠	0.50% B - 0.03% Mo
HM6	(#1) Na ₂ B ₄ O ₇ -四硼酸钠- (#2) Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O-钼酸钠	0.70% B - 0.08% Mo
HM8	MnSO ₄ .H ₂ O —水硫酸锰	1% Mn
HM9	(#1) MnSO ₄ .H ₂ O —水硫酸锰- (#2) Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O-钼酸钠	1.00% Mn - 0.03% Mo
HM10	MnSO ₄ .H ₂ O —水硫酸锰	2% Mn
HM11	—水硫酸锌- ZnSO ₄ .H ₂ O	1% Zn
HM12	氧化锌- ZnO	1% Zn
HM13	(#1) —水硫酸锌- ZnSO ₄ .H ₂ O- (#2) MnSO ₄ .H ₂ O —水硫酸锰	1% Zn - 1% Mn

[0059] 使用相同的工艺流程图生产每一个成品 :MOP 和微量营养素在分批混合罐中混合。然后将混合的产品传送到压实线路。使用的压实线路包括生产正弦薄片 (sinusoidal flake) 的压实机、薄片破碎机、粉碎机 (破碎机) 和提供 4×10 泰勒筛产品的 2 舱振动筛。超大尺寸和过小尺寸的颗粒被回收用于进一步处理。

[0060] 通过外部独立实验室分析来自每一个 HM 产品的样品的 K₂O 含量。表 2 显示了分析值 (独立实验室) 与基于微量营养素化合物含量以及 62% 的 K₂O MOP 给料主成分的理论 K₂O 值 (%Calc(计算)) 的对比。

[0061] 表 2HM 产品的 K₂O 分析

[0062]

样品	微量营养素化合物	K ₂ O (%) Calc	K ₂ O (%) 分析值
HM3	Na ₂ B ₄ O ₇ -四硼酸钠	60.3	60.2
HM4	Na ₂ B ₄ O ₇ -四硼酸钠	59.6	59.48
HM5	(#1) Na ₂ B ₄ O ₇ -四硼酸钠- (#2) Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O-钼酸钠	60.3	59.78
HM6	(#1) Na ₂ B ₄ O ₇ -四硼酸钠- (#2) Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O-钼酸钠	59.5	59.43
HM8	MnSO ₄ .H ₂ O —水硫酸锰	59.8	59.41
HM9	(#1) MnSO ₄ .H ₂ O —水硫酸锰- (#2) Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O-钼酸钠	59.7	59.54
HM10	MnSO ₄ .H ₂ O —水硫酸锰	57.6	59.05
HM11	—水硫酸锌- ZnSO ₄ .H ₂ O	60	60.07

[0063]

HM12	氧化锌- ZnO	61.1	61.23
HM13	(#1) 一水硫酸锌- ZnSO ₄ .H ₂ O- (#2) MnSO ₄ .H ₂ O—水硫酸锰	57.8	57.91

[0064] 通过外部独立实验室分析来自每一个 HM 产品的样品的微量营养素（硼、钼、锰和锌）的含量。在四硼酸钠、钼酸盐、一水硫酸锰和一水硫酸锌中得到的微量营养素有效地带入压实的颗粒中。

[0065] 结果在表 3 中示出。

[0066] 表 3HM 产品的微量营养素分析

[0067]

样品	微量营养素化合物	微量营养素 (%) 添加值	微量营养素 (%) 分析值
HM3	Na ₂ B ₄ O ₇ -四硼酸钠	0.5% B	0.537% B
HM4	Na ₂ B ₄ O ₇ -四硼酸钠	0.7% B	0.574% B
HM5	(#1) Na ₂ B ₄ O ₇ -四硼酸钠- (#2) Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O-钼酸钠	0.50% B - 0.03% Mo	0.551% B - 0.017% Mo
HM6	(#1) Na ₂ B ₄ O ₇ -四硼酸钠- (#2) Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O-钼酸钠	0.70% B - 0.08% Mo	0.718% B - 0.053% Mo
HM8	MnSO ₄ .H ₂ O—水硫酸锰	1% Mn	1.01% Mn
HM9	(#1) MnSO ₄ .H ₂ O—水硫酸锰- (#2) Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O-钼酸钠	1.00% Mn - 0.03% Mo	1.03% Mn - 0.02% Mo
HM10	MnSO ₄ .H ₂ O—水硫酸锰	2% Mn	1.3% Mn
HM11	—水硫酸锌- ZnSO ₄ .H ₂ O	1% Zn	0.93% Zn
HM12	氧化锌- ZnO	1% Zn	0.4% Zn
HM13	(#1) 一水硫酸锌- ZnSO ₄ .H ₂ O- (#2) MnSO ₄ .H ₂ O—水硫酸锰	1.00% Zn - 1.00% Mn	0.89% Zn - 0.95% Mn

[0068] 质量指标

[0069] 为了进行尺寸分析, 筛分每一个 HM 产品。下表 4 显示了包括每一个产品流连同基准 (baseline) 的粒度指数 (SGN) 和均匀度指数 (UI) 的标准肥料混合指标。这些筛选指标的公式如下 :

[0070] • SGN=d50 (μm)/10, 或者另外定义为 : 样品重量的 50% 是粗于其的且 50% 是细于其的、以毫米计的颗粒尺寸, 再乘以 100

[0071] • UI=[(d5 (μm)/1000)/(d90 (μm)/1000)]*100, 或者另外定义为 : 95% 的材料被保留的颗粒尺寸除以 10% 的材料被保留的颗粒尺寸, 再乘以 100

[0072] 表 4HM 产品的 SGN 和 UI

[0073]

	SGN	UI
基准	307	36

HM3	255	39
HM4	289	34
HM5	282	36
HM6	275	35
HM8	278	36
HM9	269	36
HM10	288	43
HM11	262	36
HM12	320	39
HM13	247	38

[0074] 基准产品（没有微量营养素加入）的 SGN 和 UI 分别是 307 和 36。而 HM 产品的 UI 与基准产品的相似，SGN 比较小。HM 产品的平均 SGN 是 271。

[0075] 为比较 HM 产品与基准方案，实施两个破损程序 (breakage procedure)。这些是条件和风化破损测试。风化破损测试用于评价已经在 72% 的相对湿度中暴露 24 小时的产品的硬度。条件破损测试用于评价在 26% 的相对湿度中暴露 24 小时后产品的硬度。条件和风化破损值之间的差值假设为发生的风化作用的量。

[0076] 测试相同或相似地筛分分析的每个 HM 产品的测试样品。对于风化破损测试，样品暴露在相应的相对湿度中 24 小时。一段时间的振动之后，测试破损样品的数量，即留在指定大小筛网上的破损百分比。

[0077] 图 2 显示，与基准相比每个 HM 产品具有改进的风化破损值，而条件破损示出与基准相比稍高的值。图 2 中的破损值不表示对产品质量的关注，然而如果期望，可以采用粘合剂来减小这些值。

[0078] 在具有赫西 Ag 颗粒的产品的另一系列破损测试中，可以看到当添加的 SHMP 粘合剂为 700ppm (表 5) 时破损值可以选择性地减小到 10% 以下。

[0079] 表 5 赫西颗粒的破损结果

[0080]

SHMP (ppm)	0	435	552	590	396	584	716
20 目筛上的破损%	19.82	13.41	15.58	12.44	15.44	12.35	9.34

[0081]

[0082] 示例 2

[0083] 来自新墨西哥州卡尔斯巴德马赛克的 MOP 给料（也被称为 Dyna-K）与各种微量营养素压实，并对其技术可行性进行评价。来自卡尔斯巴德的 MOP 是采用传统的地下采矿技

术生产的。从这一过程中产生的 MOP 是 0-0-60%K₂O 产品（以 N-P₂O₅-K₂O 表示），并且是红颜色的，这是由地下采矿技术生产的 MOP 的固有特性。

[0084] 添加的微量营养素包括 0.5 重量百分比的硼（来自 3.47 重量百分比的 Na₂B₄O₇·5H₂O），1.0 重量百分比的锰（来自 3.03% 的 MnSO₄·H₂O），1.0 重量百分比的 Zn（来自 4.41 重量百分比的 ZnSO₄·7H₂O），1.0 重量百分比的铜（来自 4.10 重量百分比的 CuSO₄·5H₂O），1.0 重量百分比的铁（来自 4.98 重量百分比的 FeSO₄·7H₂O），以及 0.05 重量百分比的钼（来自 0.13 重量百分比的 Na₂MoO₄·2H₂O）。每一运行重复添加 5 重量百分比的硫。

[0085] 在压实方法中，1000psi 和 2500psi 的初始冲压力 (ram pressure) 具有分别为 51% 和 75% 的最终产品产量，即相对于开始的给料重量的实际最终产品的百分比，其中 1000psi 冲压力相当于应用到正在压实的材料的约 20,000psi 压力。应该注意的是在较高冲压力情况下粉尘水平视觉上较低，该较高冲压力用于测试操作。

[0086] 硼和硼 / 硫的组合产品运行良好，分别产出 76% 和 60%。没有来自产品的负面影响，并且在没有设备问题的情况下产品良好流动。

[0087] 硫酸锰和硫酸锰 / 硫组合产品导致给料丝杠的一些堵塞的轻微负面影响，这表明锰对强制给料机具有粘合影响。产量分别是 67% 和 64%。

[0088] 硫酸锌和硫酸锌 / 硫组合产品的锌化合物具有大约 3% 到大约 5% 的内在表面水分。这一水分转移到给料，使得给料湿润，这可以潜在地影响料斗中的流速。然而产量不会被影响，并且证实的产品产产量分别为 65% 和 77%。

[0089] 硫酸铜和硫酸铜 / 硫组合产品需要不同的处理操作。尽管铜具有潮湿质地，与锌化合物的观察结果相反，在混合过程中该水分不一定转移到给料。铜以薄片形式 (1/4" 颗粒) 被接收，该薄片在混合到给料之前粉碎。降低给料速率以减少粘合给料螺旋输送器 (feed auger) 的风险。在最终产品中看到蓝色颗粒。

[0090] 硫酸铁和硫的结合影响了给料的活动性，然而，当没有硫的铁化合物加入时产量更高。在图 3 中对此进行说明。

[0091] 钼酸钠和钼酸钠 / 硫组合以 0.05 重量百分比和 0.13 重量百分比两个比率进行处理。一旦再循环进入系统，就会获得稳定状态并且产量增加，并且运行时间优于正常运行时间大约 20 分钟的，压实中通常甚至粉尘都被去除。在图 4 中的曲线对此进行说明，图 4 的曲线比较以克数计的产品产量和测试间隔。

[0092] 总体压入 MOP 给料的硫化合物总体上良好，并且通过硫的加入使薄片产量总体上轻微增加。

[0093] 制成品要接收包括降解（风化破损）、粉化倾向、和吸湿性的三种质量测试。锌和锌 / 硫产品倾向于具有与标准 MOP 产品相比增加的破损特征、增加的粉化、以及增加的吸湿性。如果期望，使用粘合剂和可选择的防尘处理油能够进一步减小破损和粉尘值。

[0094] 铁和铁 / 硫酸盐产品倾向于在吸湿测试过程中变成黑色并且释放出强烈的硫化氢气味。硫处理的产品通常具有比具有相同添加物的无硫产品更浅的外观。

[0095] 图 5 说明了风化和条件破损，图 6 说明了粉化结果，以及图 7 说明了吸湿结果。所有产品的视觉比较包括在图 8 中。

[0096] 吸湿性测试确定样品的临界相对湿度，该临界相对湿度定义为样品吸湿性急剧增加的相对湿度。产品的临界相对湿度越高，产品吸收的水分越少，因此在处理及储存过程中

保持更好的产品完整性。具体地,吸湿性测试确定在不同时间点不同湿度设置时由产品吸收的水分量,例如 24 小时、48 小时、72 小时暴露在 26% 相对湿度 (RH)、40%RH、60%RH、72%RH、76%RH、80%RH、85%RH、以及 100%RH 时。

[0097] 粉化结果来自除尘测试,该测试是用于研究样品降解特性的磨损测试。产品磨损通过将产品与若干钢球翻滚一段时间产生。从滚筒中提取空气传播的粉尘并称重。短期除尘测试在已经暴露在 40%RH 中 24 小时的样品上实施,而长期除尘测试在已经每 24 小时在 26% 和 72%RH 之间循环中暴露 7 天的样品上实施。

[0098] 示例 3

[0099] 由加拿大萨斯喀彻温省埃斯特黑齐的马赛克钾肥埃斯特黑齐 K1 (Mosaic Potash Esterhazy K1) 提供的 MOP 给料 (此后称马赛克 K1 或 K1") 在两个独立系统中与不同的微量营养素压实,并且对其技术可行性进行评价。该示例纪录了由第三方压实来料加工设施完成的研究的测试和结果。MOP 的化学分析是典型的以重量计 96.25% 的 KC1, 以重量计 2.87% 的氯化钠 (NaCl), 300ppm 的钙 (Ca), 300ppm 的镁 (Mg), 和 600ppm 的硫酸盐 (SO₄)。130°C 时 MOP 给料的总的水分含量通常是以重量计 0.02%。来自马赛克 K1 的 MOP 给料是 0-0-60%K₂O 产品 (以 N-P₂O₅-K₂O 表示), 并且采用传统的地下采矿技术产生。由这一过程产生的 MOP 是红 / 粉颜色的, 这是由地下采矿技术生产的 MOP 的固有特征。

[0100] 用于 K1 微量营养素 (EM) 样品 (下表 6) 的生产中的微量营养素包括硼 (四硼酸钠 Na₂B₄O₇ 形式)、锌 (一水硫酸锌 ZnSO₄.H₂O 形式)、和锰 (一水硫酸锰 MnSO₄.H₂O 形式)。

[0101] 生产以下组合物 (此后称 EM 产品") :

[0102] 表 6 测试运行的微量营养素描述

样品	微量营养素化合物	微量营养素(%)
EM-1	Na ₂ B ₄ O ₇ —四硼酸钠	0.5 % B
EM-2	ZnSO ₄ .H ₂ O —一水硫酸锌	1 % Zn
EM-3	(#1) MnSO ₄ .H ₂ O —一水硫酸锰 - (#2) ZnSO ₄ .H ₂ O —一水硫酸锌	1 % Mn - 1% Zn
EM-4	(#1) MnSO ₄ .H ₂ O —一水硫酸锰 - (#2) ZnSO ₄ .H ₂ O —一水硫酸锌	2 % Mn - 1 % Zn
EM-5	MnSO ₄ .H ₂ O —一水硫酸锰	1 % Mn
EM-6	MnSO ₄ .H ₂ O —一水硫酸锰	2 % Mn

[0103] [0104] 采用相同的工艺流程图 (图 1) 生产这些产品的每一个。在分批混合罐中混合 MOP 和微量营养素。然后将混合的产品加热并传送到压实线路。压实线路由生产正弦薄片的压实机、薄片破碎机、粉碎机和提供 4×10 泰勒筛产品的 2 舱振动筛构成。在该线路中,超大的和过小的颗粒循环用于进一步处理。

[0105] 在该压实方法中, 使用 1000psi 的冲压力, 其中 1000psi 的冲压力相当于大约 20000psi 的压力施加到要压实的产品上。产品产量范围从 29.3% 到 34.4%。没有来自微量营养素产品的对生产参数的负面影响, 并且在没有设备问题的情况下产品良好流动。

[0106] 通过外部独立实验室分析来自每个 EM 产品的样品的微量营养素 (硼、锌和锰) 含量。在硼酸钠、硫酸锰和一水硫酸锌中得到的微量营养素有效保留在压实的颗粒中。

[0107] 结果在表 7 中示出。

[0108] 表 7EM 产品的微量营养素分析

[0109]

样品	微量营养素化合物	微量营养素(%)添加值	微量营养素(%)分析值
EM-1 ₁	Na ₂ B ₄ O ₇ —四硼酸钠	0.5 % B	0.46 % B
EM-1 ₂	Na ₂ B ₄ O ₇ —四硼酸钠	0.5 % B	0.41 % B
EM-2 ₁	ZnSO ₄ ·H ₂ O —一水硫酸锌	1 % Zn	0.67 % Zn
EM-2 ₂	ZnSO ₄ ·H ₂ O —一水硫酸锌	1 % Zn	0.45 % Zn
EM-3	(#1) MnSO ₄ ·H ₂ O —一水硫酸锰 - (#2) ZnSO ₄ ·H ₂ O —一水硫酸锌	1 % Mn - 1% Zn	0.79 % Mn - 0.69 % Zn
EM-4	(#1) MnSO ₄ ·H ₂ O —一水硫酸锰 - (#2) ZnSO ₄ ·H ₂ O —一水硫酸锌	2 % Mn - 1 % Zn	1.77 % Mn - 0.76 % Zn
EM-5	MnSO ₄ ·H ₂ O —一水硫酸锰	1 % Mn	0.85 % Mn
EM-6	MnSO ₄ ·H ₂ O —一水硫酸锰	2 % Mn	1.62 % Mn

[0110] 由于小小尺寸的微量营养素可能与粉尘一起被取出,因此需要对除尘系统做一些调整。为了完成尺寸分析,筛分每个 EM 产品。下表 8 显示了每个产品流连同基准的粒度系数 (SGN) 和均匀度系数 (UI)。

[0111] 表 8EM 产品的 SGN 和 UI

[0112]

	SGN	UI
基准 1	292	42
基准 2	280	41
EM-1 ₁	293	43
EM-1 ₂	270	43
EM-2 ₁	289	43
EM-2 ₂	294	41
EM-3	283	42
EM-4	277	43
EM-5	277	43
EM-6	252	41

[0113] 基准产品 (没有微量营养素添加) 的 SGN 和 UI 分别是 292/280 和 42/41。尽管 EM 产品的 UI 与基准的相似, SGN 值仍有一些变化。EM 产品的 SGN 平均值是 279。通过将 SGN 和 UI 保持在可接受的水平,产生较少的偏析,引起微量营养素在田地中更好的分布及增加的每个植物对微量营养素的易接近性。

[0114] 为了满足质量要求,制成品由除尘油处理并且经受初始和长期粉化倾向测试。粉尘百分率结果显示在下表 9 中。

[0115] 表 9EM 产品初始和长期粉尘结果

[0116]

	初始粉尘 (%)	长期粉尘 (%)
基准	0.0535	0.1534
EM-1	0.1010	0.1865
EM-2	0.0330	0.0330
EM-3	0.1101	0.1120
EM-4	0.1760	0.2280
EM-5	0.1490	0.1260
EM-6	0.1480	0.2400

[0117] 从这些测试中可以明显看出,只添加锌(EM-2)改善了相对基准的粉尘值,但是在该测试循环期间吸收更多的水分,在实验过程中,表面上看产品被硬化(setting up)。锰结合锌(EM-3和EM-4)不显示这一吸湿特性。同时硼(EM-1)的加入产生更多的粉尘(尤其长期时),然而剩余样品(所有都包含锰)在初始和长期粉尘方面均显示出低劣的结果。然而,尽管一些粉尘值可能高于期望值,如果期望,采用粘合剂和可选择的除尘处理油可以减小这些值。

[0118] 示例 4

[0119] 由加拿大萨斯喀彻温省埃斯特黑齐的马赛克钾肥埃斯特黑齐 K1 提供的 MOP 给料(此后称马赛克 K1 或 K1")在两个独立系统中与不同的微量营养素压实,并且对其技术可行性进行评价。该示例纪录了在马赛克 K1 设备上完成的工厂规模的研究的测试和结果。同样,MOP 的化学分析是典型的以重量计 96.24% 的 KCl,以重量计 2.87% 的氯化钠(NaCl),300ppm 的钙(Ca),300ppm 的镁(Mg),和 600ppm 的硫酸盐(SO₄)。在 130°C 时 MOP 给料的总的水分含量通常是以重量计 0.02%。由马赛克 K1 提供的 MOP 给料是 0-0-60%K₂O 产品(以 N-P₂O₅-K₂O 表示),并且采用传统的地下采矿技术产生。由这一过程产生的 MOP 是红 / 粉颜色的,这是由地下采矿技术生产的 MOP 的固有特征。

[0120] 用于 K1 微量营养素(EM) 样品(下表 10)的生产的微量营养素包括锌(一水硫酸锌 ZnSO₄.H₂O 形式)和锰(硫酸锰 MnSO₄.H₂O 形式)。

[0121] 生产以下组合物(此后称“EM 产品”):

[0122] 表 10 测试运行的微量营养素描述

样品	微量营养素	微量营养素(%)
EM-4	(#1) MnSO ₄ .H ₂ O —— 水硫酸锰 —— (#2) ZnSO ₄ .H ₂ O —— 水硫酸锌	2 % Mn - 1 % Zn

[0124] 在制造过程中,从由变频驱动装置控制的两个独立螺旋输送器的容器中运送两种微量营养素。这些输送器提供到将这两种微量营养素与预热的 MOP 混合并将混合物运送到压实系统的混合螺旋输送器。压实线路由生产正弦薄片的压实机、薄片破碎机、粉碎机和提供 4×8 或 4×9 泰勒筛产品的 2 舱振动筛构成。在该线路中,超大的和过小的颗粒再循环

用于进一步处理。该线路还使用提供 4.5x8 泰勒筛产品的表面处理 / 抛光筛。

[0125] 通过外部独立实验室分析 EM-4 产品的 11 个样品的微量营养素（锌和锰）含量。发现锌和锰微量营养素被带入压实的颗粒。

[0126] 结果显示在表 11 中。

[0127] 表 11EM 产品的微量营养素分析

[0128]

样品	微量营养素化合物	微量营养素(%)附加值	微量营养素(%)分析值
EM-4 ₁	(#1) MnSO ₄ .H ₂ O —— 水硫酸锰 - (#2) ZnSO ₄ .H ₂ O —— 水硫酸锌	2 % Mn - 1 % Zn	1.45 % Mn - 0.79 % Zn
EM-4 ₂	(#1) MnSO ₄ .H ₂ O —— 水硫酸锰 - (#2) ZnSO ₄ .H ₂ O —— 水硫酸锌	2 % Mn - 1 % Zn	2.03 % Mn - 1.01 % Zn
EM-4 ₃	(#1) MnSO ₄ .H ₂ O —— 水硫酸锰 - (#2) ZnSO ₄ .H ₂ O —— 水硫酸锌	2 % Mn - 1 % Zn	1.89 % Mn - 0.99 % Zn
EM-4 ₄	(#1) MnSO ₄ .H ₂ O —— 水硫酸锰 - (#2) ZnSO ₄ .H ₂ O —— 水硫酸锌	2 % Mn - 1 % Zn	1.93 % Mn - 1.06 % Zn
EM-4 ₅	(#1) MnSO ₄ .H ₂ O —— 水硫酸锰 - (#2) ZnSO ₄ .H ₂ O —— 水硫酸锌	2 % Mn - 1 % Zn	1.54 % Mn - 0.85 % Zn
EM-4 ₆	(#1) MnSO ₄ .H ₂ O —— 水硫酸锰 - (#2) ZnSO ₄ .H ₂ O —— 水硫酸锌	2 % Mn - 1 % Zn	1.50 % Mn - 0.85 % Zn
EM-4 ₇	(#1) MnSO ₄ .H ₂ O —— 水硫酸锰 - (#2) ZnSO ₄ .H ₂ O —— 水硫酸锌	2 % Mn - 1 % Zn	1.85 % Mn - 0.97 % Zn
EM-4 ₈	(#1) MnSO ₄ .H ₂ O —— 水硫酸锰 - (#2) ZnSO ₄ .H ₂ O —— 水硫酸锌	2 % Mn - 1 % Zn	1.83 % Mn - 0.95 % Zn
EM-4 ₉	(#1) MnSO ₄ .H ₂ O —— 水硫酸锰 - (#2) ZnSO ₄ .H ₂ O —— 水硫酸锌	2 % Mn - 1 % Zn	1.60 % Mn - 0.87 % Zn
EM-4 ₁₀	(#1) MnSO ₄ .H ₂ O —— 水硫酸锰 - (#2) ZnSO ₄ .H ₂ O —— 水硫酸锌	2 % Mn - 1 % Zn	1.83 % Mn - 0.96 % Zn
EM-4 ₁₁	(#1) MnSO ₄ .H ₂ O —— 水硫酸锰 - (#2) ZnSO ₄ .H ₂ O —— 水硫酸锌	2 % Mn - 1 % Zn	1.03 % Mn - 0.57 % Zn

[0129]

[0130] 此外添加的微量营养素的浓度和最终产品中的浓度之间存在差异。由于人们相信微量营养素可能会随着粉尘流失而逃逸出系统，因此可以对除尘系统做出额外调整。另外或可替换地，微量营养素必须超出配方以便满足目标浓度的需要。

[0131] 为了完成尺寸分析，筛分 EM-4 产品的 7 个样品。下表 12 显示了每个产品流连同基准的粒度系数 (SGN) 和均匀度系数 (UI)。

[0132] 表 12EM 产品的 SGN 和 UI

[0133]

	SGN	UI
EM-4 ₁	307	56
EM-4 ₂	302	55
EM-4 ₃	294	50
EM-4 ₄	291	56
EM-4 ₅	315	56

EM-4 ₆	295	56
EM-4 ₇	284	56

[0134] 基准产品（没有微量营养素添加）的典型 SGN 和 UI 分别是 300 和 50。为了获得微量营养素组分在田地中的均匀分布，结果示出了适合混合或直接应用的适合尺寸的凝聚颗粒。

[0135] 制成的 EM-4 产品的 9 个样品经受包括降解（破碎）和吸湿性能的质量测试。在下表 13 中可以看到两种测试的结果。

[0136] 表 13EM-4 产品的质量测试结果

[0137]

	微量营养素 % (从 0 - 0.10%)	破损 %
EM-4 ₁	0.05	12.0
EM-4 ₂	0.05	11.5
EM-4 ₃	0.07	11.8
EM-4 ₄	0.06	10.5
EM-4 ₅	0.05	12.1
EM-4 ₆	0.05	12.1
EM-4 ₇	0.06	11.4
EM-4 ₈	0.05	11.2
EM-4 ₉	0.06	11.6

[0138] 微量营养素已经被带入每个肥料颗粒之后，结果表示水分和产品破碎没有受到明显影响。

[0139] 扫描电子显微镜和 X 射线能谱仪

[0140] 参照图 9-12B，在独立的外部实验室中，在扫描电子显微镜 (SEM) 和 X 射线能谱仪上观察示例 4 中包含微量营养素的凝聚颗粒 MOP EM 肥料产品的四个样品。对样品进行分析以确定单个颗粒中每种所关注元素的相对比例和分布并且确保每个凝聚 MOP+ 微量营养素颗粒中微量营养素的均匀分布。然后破碎这些样品中的一个并且再次扫描以与从颗粒形式的相同样品中获得的扫描结果进行比较。收集每个样品的图像，然后由 EDS 进行分析以首先产生辨识组分钾 (K)、氯 (Cl)、钠 (Na)、锌 (Zn)、锰 (Mn)、硫 (S)、和氧 (O) 的分布的谱图，然后在 SEM 图片上产生每种元素的可视图。显微照片和 EDS 扫描在图 9-12B 中示出。

[0141] 尽管定量结果不能由 EDS 确定，SEM 图像的 EDS 扫描能够确定一种元素的存在，并且能够提供样品中元素的相对比例的构思。应该注意的是，Zn²⁺ 状态（以 ZnSO₄ 加入）的锌

发射较低的能量响应,该响应在与产生自 Na 的响应相同的能量水平被读取。由于期望包含微量营养素的颗粒 MOP 样品具有 Na 和 Zn²⁺两者,因此不能确定哪种元素是在频谱中读取的峰的原因。因此标示 Zn 和 Na 的所有结果都应该被认为是 Zn 和 Na 的混合。

[0142] 参照图 9 和 11A-F,所有五个样品示出了相同的结果并且包含所有可能的组分而没有显著数量的不期望的元素。从图 9 和图 11A-F 所示的 EDS 结果中可以看到期望的高比例的 K 和 Cl。如之前提到的,标示“Zn”和“Na”的响应应该整体理解为显示 Zn 和 Na 的存在。然而,由于 Zn 和 Mn 两者以硫酸盐 (SO₄) 形式加入,O 和 S 的 EDS 图 (图 11F 和 11G) 能够与 Mn 的 EDS 图 (图 11B) 进行比较以看出 S 和 O 存在而没有来自 Mn 的响应的区域。通过该比较,可以合理推论这些硫酸盐响应是由于硫酸锌。

[0143] 正如图 11A-11F 所描述的,组分——具体地 Zn 和 Mn——的分布相当均匀,只有尺寸约≤ 100 μm 的较高浓度的小区域。由于相同样品的破碎和颗粒形式的值一致 (见图 12A-12B),可以推断的是,组分的分布在整个样品中可能是均匀的。

[0144] 在扫描过程中,完成整个样品的快速浏览并且确认在样品子集中没有大的可视的聚集物。

[0145] SEM 和 EDS 扫描结果确认,包含微量营养素的颗粒 MOP 的成分分布及相对比例在样品之间是均匀一致的。能够以充足的可信度确认锰和硫酸盐的分布,并且其可以用于提示锌的分布。每个颗粒中微量营养素的均匀分布导致田地中微量营养素更好的分布以及每个植物对微量营养素更好的易接近性。

[0146] 在不脱离本发明的本质属性的前提下,本发明可以以其他具体形式实施,因此说明性实施例应该在各方面理解为说明性的而不是限定性的。

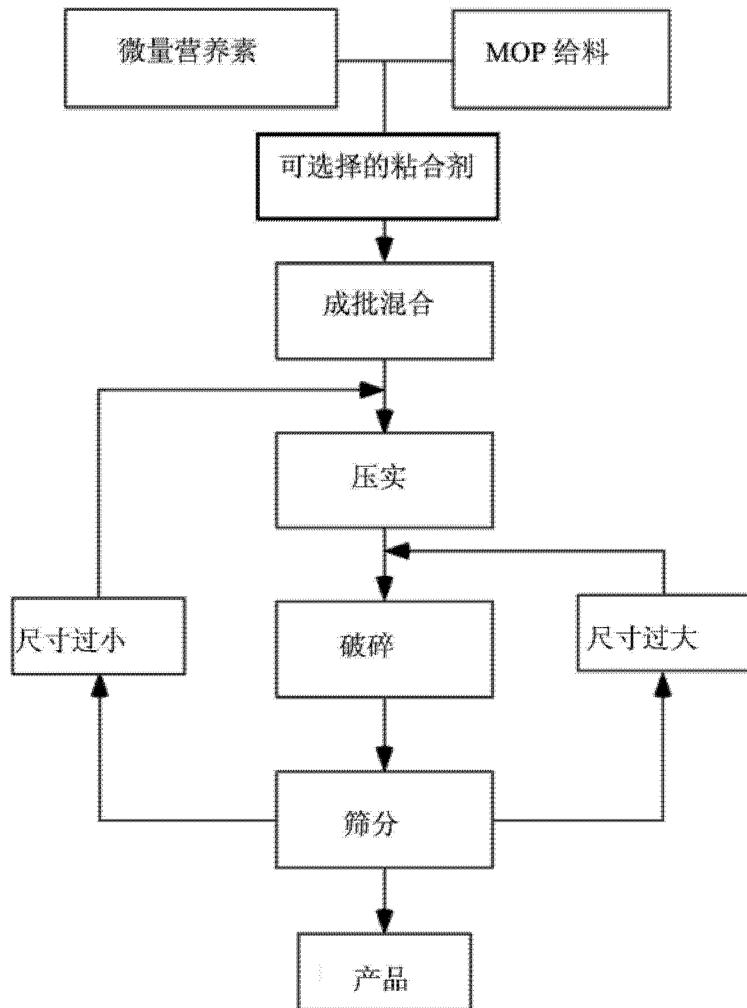


图 1

赫西微量营养素风化和条件破损

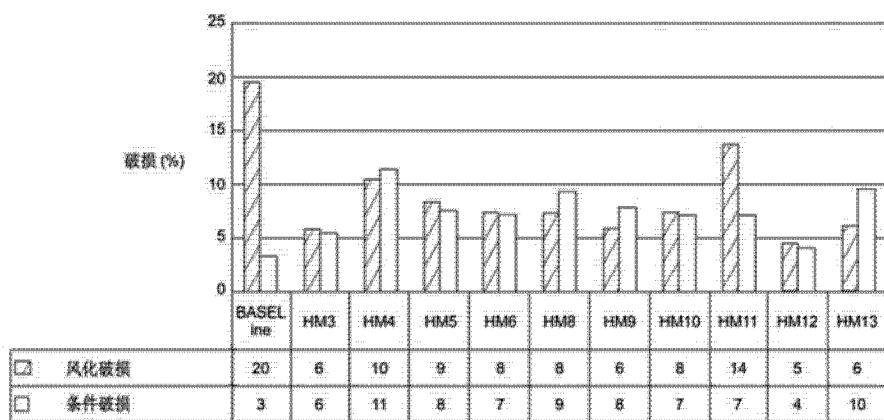


图 2

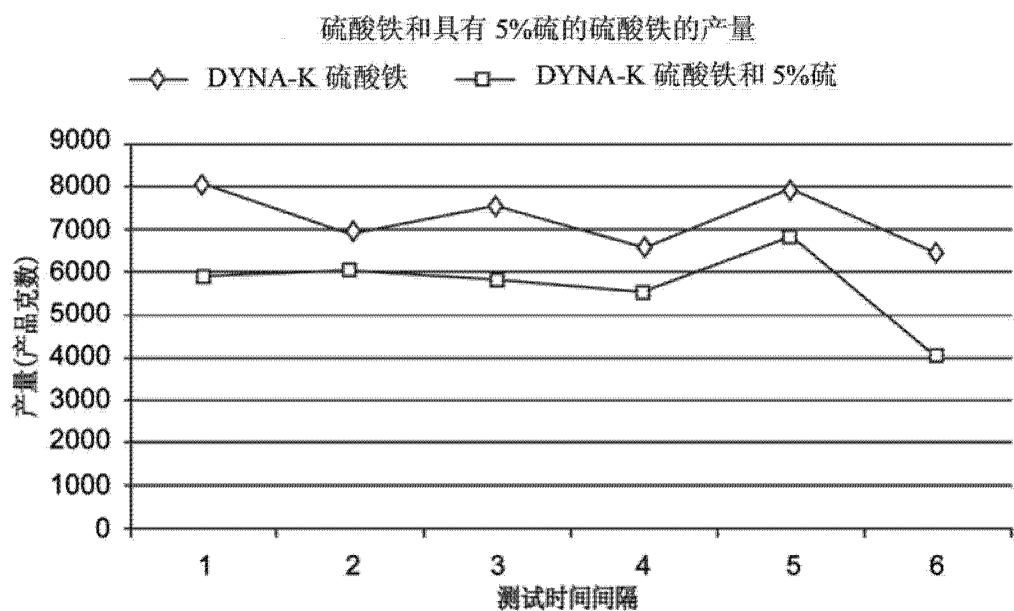


图 3

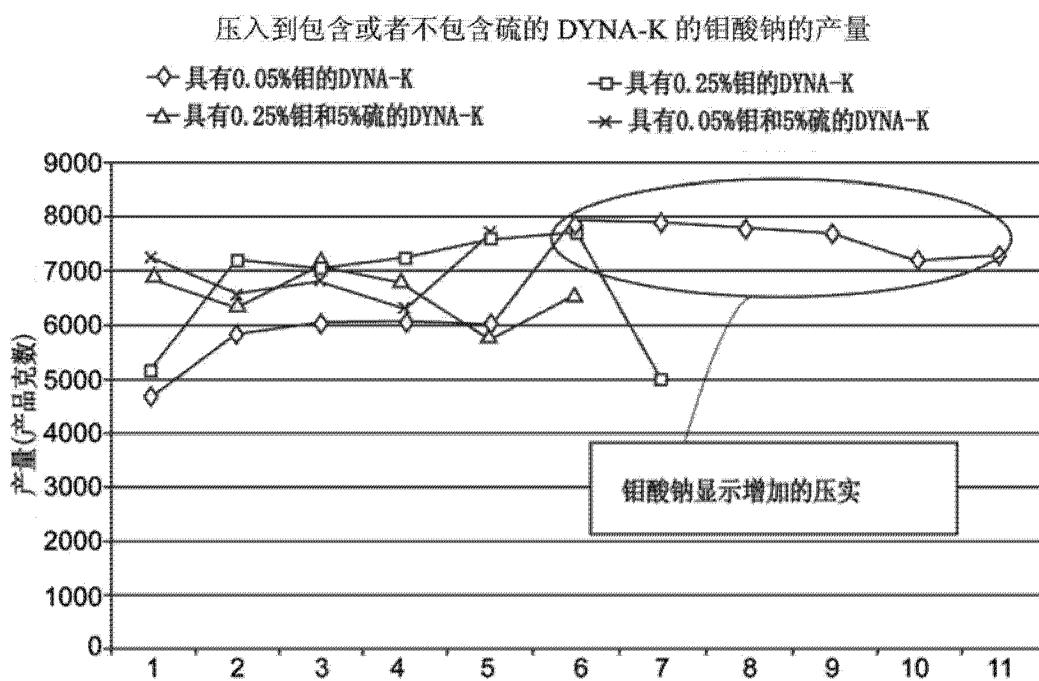


图 4

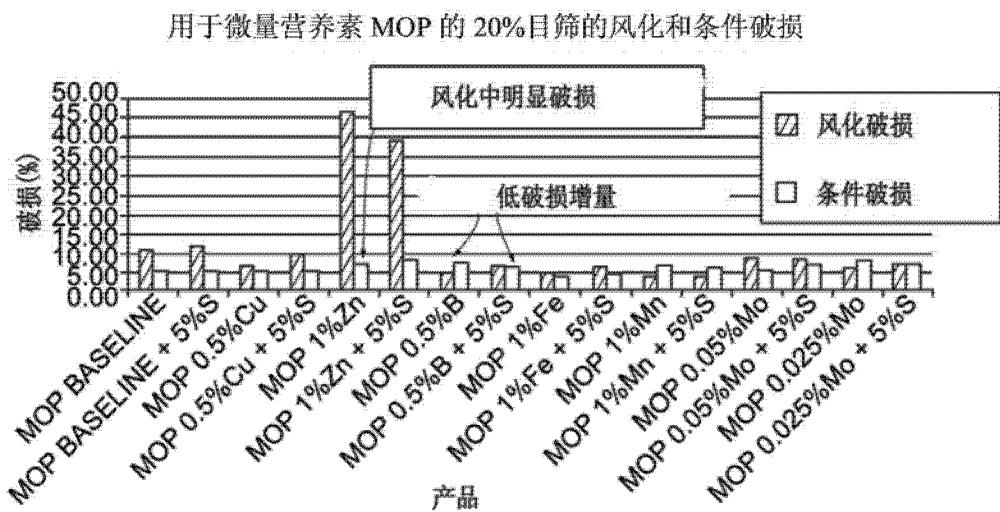


图 5

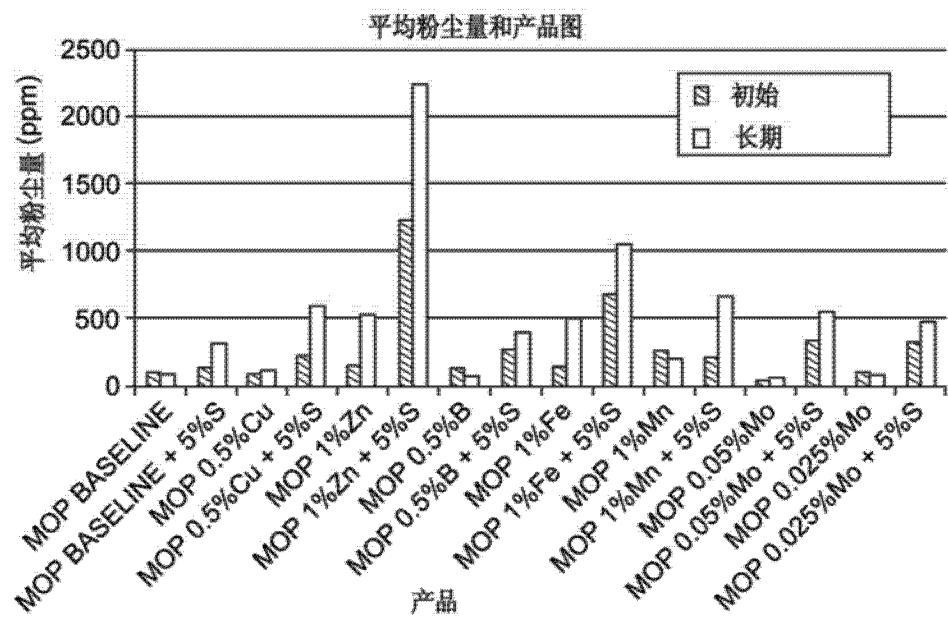


图 6

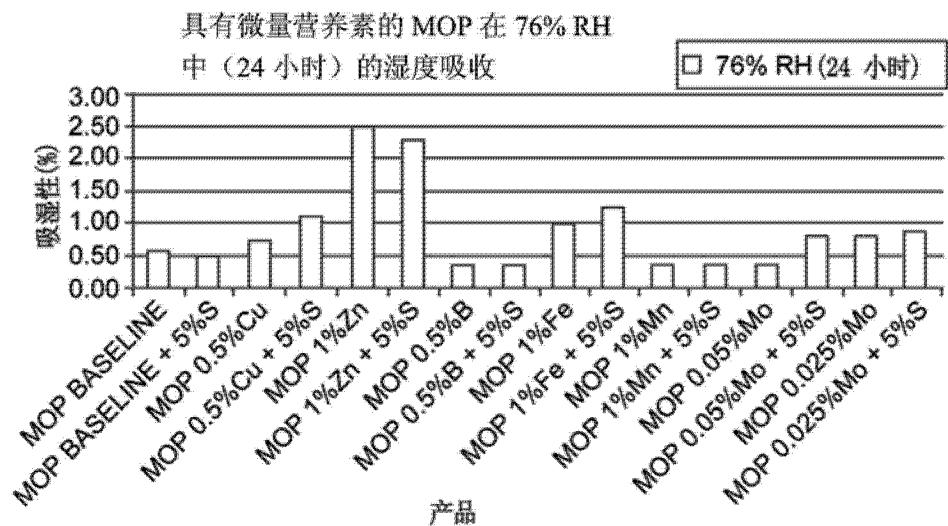


图 7

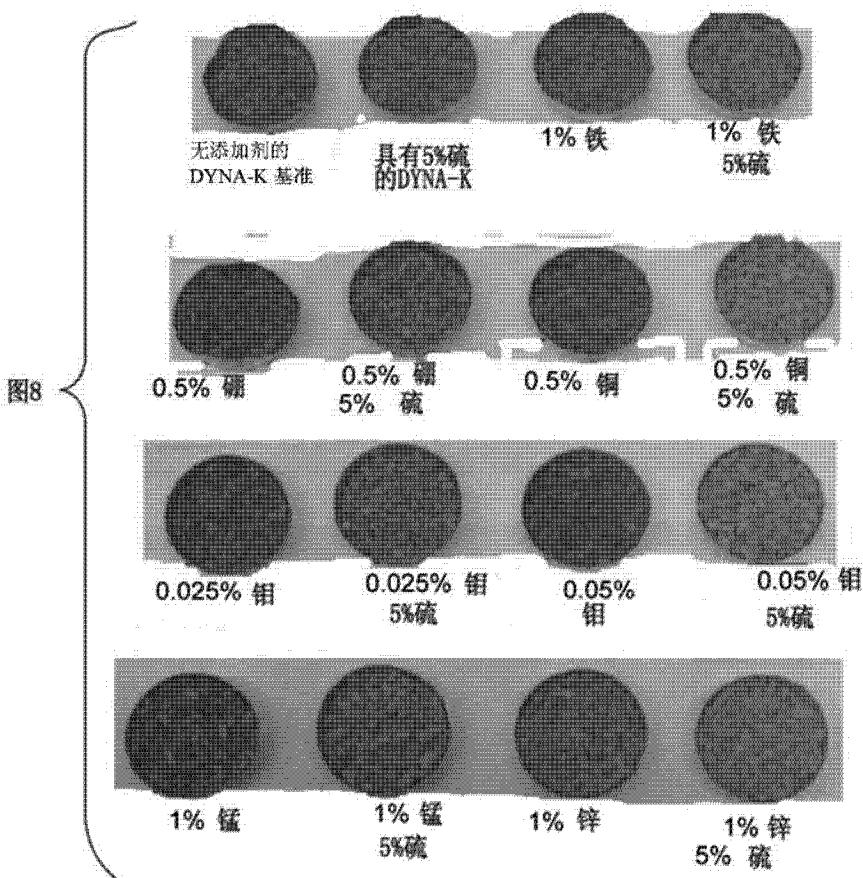


图 8

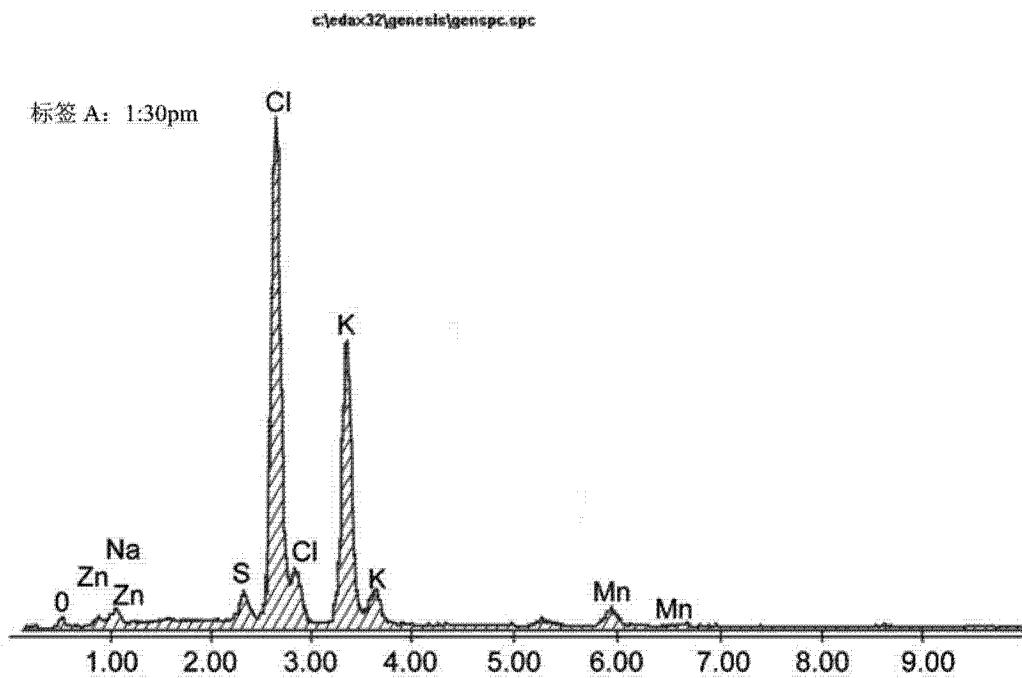


图 9

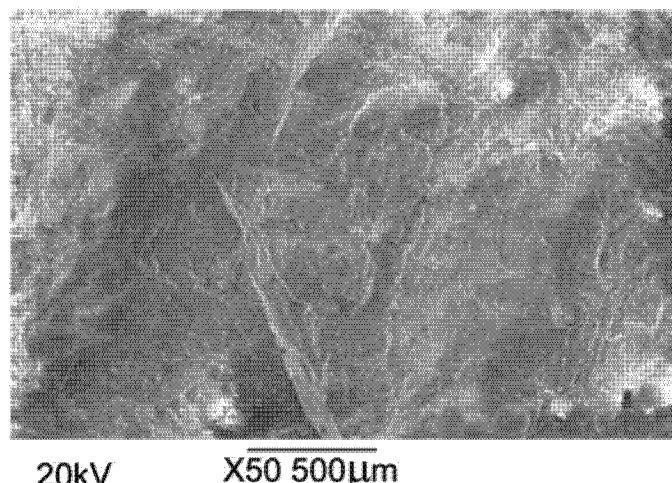


图 10

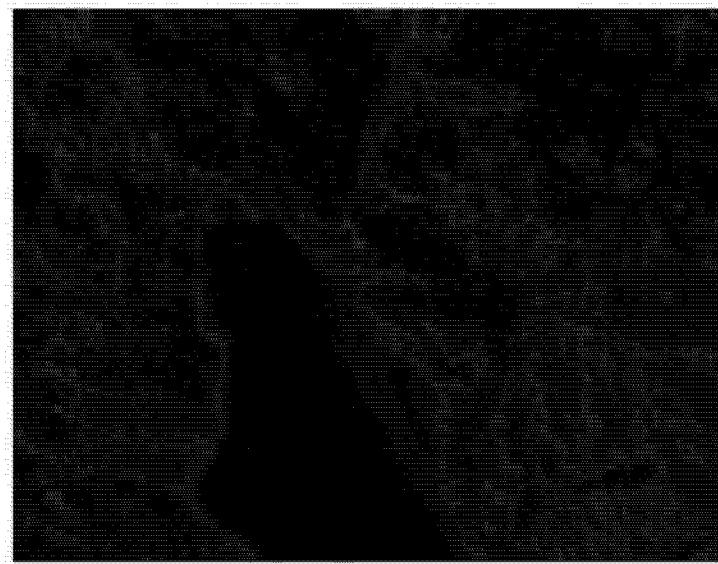


图 11A

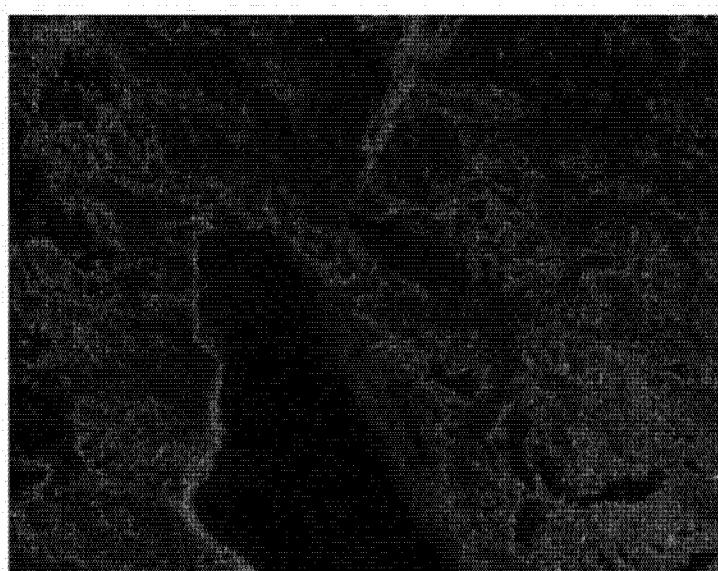


图 11B



图 11C



图 11D



图 11E



图 11F



图 11G

标签 A: 11:00am 破碎样品 2

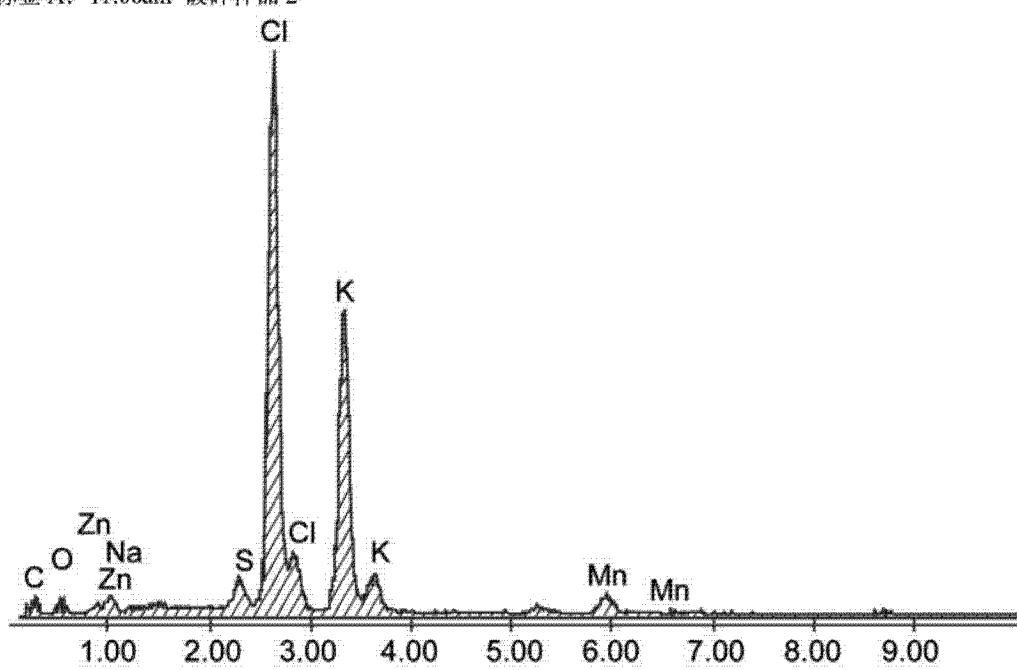


图 12A

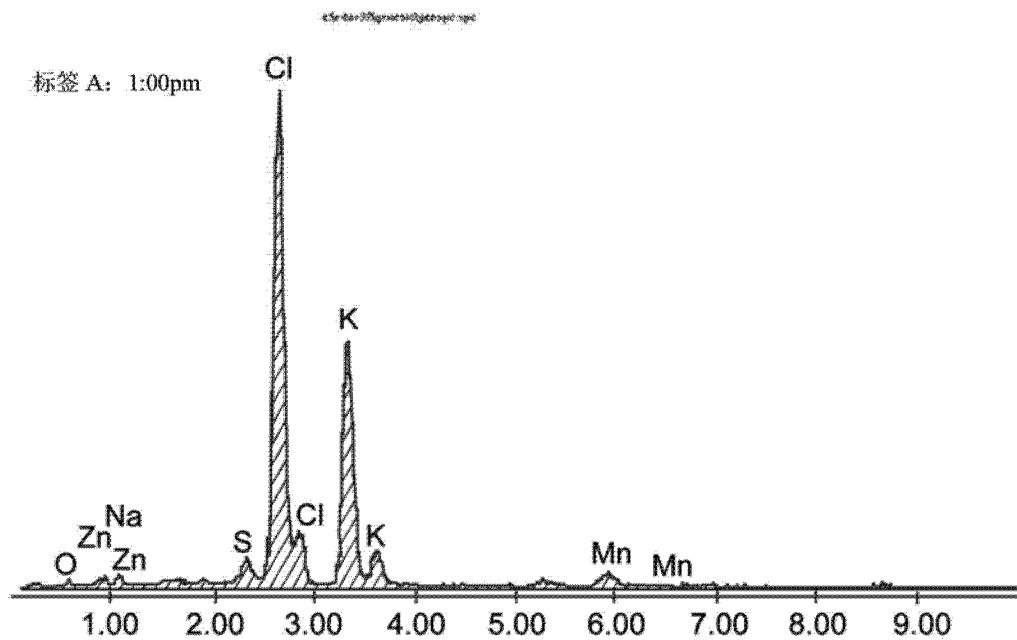


图 12B