



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107074651 B

(45) 授权公告日 2020.12.11

(21) 申请号 201580050444.9

(73) 专利权人 保利阿格有限公司

(22) 申请日 2015.08.13

地址 澳大利亚维多利亚州

(65) 同一申请的已公布的文献号

(72) 发明人 尼古拉斯·约翰·维利

申请公布号 CN 107074651 A

(74) 专利代理机构 北京元本知识产权代理事务所(普通合伙) 11308

(43) 申请公布日 2017.08.18

代理人 叶凡

(30) 优先权数据

(51) Int.CI.

2014903166 2014.08.13 AU

C04B 7/32 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

C04B 24/24 (2006.01)

2017.03.20

(56) 对比文件

(86) PCT国际申请的申请数据

CN 102180629 A, 2011.09.14

PCT/AU2015/000488 2015.08.13

审查员 武国娟

(87) PCT国际申请的公布数据

W02016/023073 EN 2016.02.18

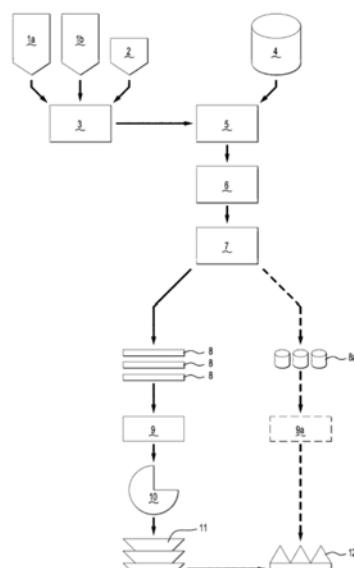
权利要求书4页 说明书47页 附图2页

(54) 发明名称

地质聚合物和地质聚合物的骨料

(57) 摘要

本发明涉及地质聚合物组合物，地质聚合物及其产品的制备方法和应用。地质聚合物可以用作骨料，并且那些骨料可以用于混凝土的制造。地质聚合物组合物包含粉煤灰或粉煤灰替代物，层状硅铝酸盐，碱性组分和水，其中水以占组合物重量约为6%至10% (按重量计) 的量存在。通过形成如上所述的地质聚合物组合物；通过施加约50至90kgf/cm²的压力压实该混合物来制备地质聚合物；和固化所述压实的混合物以形成地质聚合物。



1. 一种地质聚合物组合物，其由粉煤灰或粉煤灰替代物，硅铝酸盐，碱性组分和水组成，其中所述水以占所述组合物重量为6%至10% (以重量计) 的量存在，所述碱性组分以占所述组合物重量6%至10% (以重量计) 的量存在，且碱性组分为碱金属氢氧化物；所述组合物包含原子比例为4.60至5.10的硅和铝。

2. 根据权利要求1所述的地质聚合物组合物，其中所述水以占所述组合物重量为6%至8% (以重量计) 的量存在。

3. 根据权利要求1或2所述的地质聚合物组合物，其中所述碱性组分和水以浓度为40% (w/w) 至60% (w/w) 的碱金属氢氧化物水溶液存在。

4. 根据权利要求1或2所述的地质聚合物组合物，其中所述碱性组分以每千克组合物提供1.375–2.1摩尔的氢氧化物的量存在。

5. 根据权利要求1或2所述的地质聚合物组合物，其中所述碱性组分选自KOH, NaOH及其混合物。

6. 根据权利要求1或2所述的地质聚合物组合物，其中所述组合物中硅和铝的原子比率为4.75至4.85。

7. 根据权利要求1或2所述的地质聚合物组合物，其中所述组合物包含按重量计为77%至84%的粉煤灰和/或粉煤灰替代物，为4%至7%的硅铝酸盐和为6%至10%的碱性组分。

8. 根据权利要求1或2所述的地质聚合物组合物，其中所述组合物包含按重量计为77%至84%的粉煤灰，为4%至7%的高岭土和为6%至10%的碱性组分。

9. 根据权利要求1或2所述的地质聚合物组合物，其中所述组合物包括粉煤灰或粉煤灰替代物和硅铝酸盐的干粉末，其中干粉末成分粒度以体积计为80%的颗粒的尺寸小于1000 μm 。

10. 根据权利要求1或2所述的地质聚合物组合物，其中使用AS3582.1标准方法测量的所述粉煤灰或粉煤灰替代物和硅铝酸盐干粉成分的细度在85%至99%之间。

11. 根据权利要求1或2所述的地质聚合物组合物，其包含粉煤灰。

12. 根据权利要求1或2所述的地质聚合物组合物，其中所述地质聚合物组合物是地质聚合物骨料组合物。

13. 一种地质聚合物，由根据权利要求1至12中任一项所述的地质聚合物组合物制备而成。

14. 一种地质聚合物骨料，由根据权利要求12所述的地质聚合物骨料组合物制备而成。

15. 一种地质聚合物，其包含固化的，压实的由粉煤灰或粉煤灰替代物，硅铝酸盐，碱性组分和水组成的混合物，其中所述水在固化之前占所述混合物重量的6%至10% (按重量计)，所述碱性组分在固化之前占所述混合物重量的6%至10% (按重量计)，地质聚合物的密度至少为 1.40g/cm^3 ，所述混合物中包含原子比例为4.60至5.10的硅和铝。

16. 如权利要求15所述的地质聚合物，其为地质聚合物骨料形式。

17. 一种地质聚合物骨料，其包含固化的，压实的由粉煤灰或粉煤灰替代物，硅铝酸盐，碱性组分和水组成的混合物碎片，其中在固化前，所述水以占所述混合物重量6%至10% (以重量计) 的量存在，所述碱性组分以占所述混合物重量6%至10%的量存在，地质聚合物骨料的密度至少为 1.40g/cm^3 ，所述混合物中包含原子比例为4.60至5.10的硅和铝。

18. 根据权利要求17所述的地质聚合物骨料，其中混合物包含粉煤灰。

19. 根据权利要求15至18中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料,其中在固化之前,所述碱性组分和水以浓度为40%至60%的碱金属氢氧化物水溶液的形式存在于所述混合物中。

20. 根据权利要求15至18中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料,其中所述碱性组分选自KOH,NaOH及其混合物。

21. 根据权利要求15至18任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料,其中所述硅和铝的原子比率为4.75至4.85。

22. 根据权利要求15至18中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料,其中在固化之前,所述混合物中包含按重量计为77%至84%的粉煤灰和/或粉煤灰替代物,4%至7%的硅铝酸盐和6%至10%的碱性组分。

23. 根据权利要求15至18中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料,其中在固化之前,所述混合物包含按重量计为77%至84%的粉煤灰,4%至7%的高岭土和6%至10%的碱性组分。

24. 根据权利要求15至18中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料,其中在固化之前,所述混合物中的粉煤灰或粉煤灰替代物、硅铝酸盐的干粉末粒子成分粒度按体积计为80%的颗粒的尺寸小于1000μm。

25. 根据权利要求15至18中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料,其中在固化之前,所述混合物中的粉煤灰或粉煤灰替代物、硅铝酸盐的干粉末成分使用AS3582.1标准方法测量,具有的细度为85%至99%。

26. 根据权利要求15至18中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料,其包含5个或5个以上的下列特征:

-在固化之前,每千克混合物提供1.375-2.1摩尔的氢氧离子的碱组分;

-在固化之前,混合物中碱性组分和水以浓度为40% (w/w) 至60% (w/w) 的碱金属氢氧化物水溶液存在;

-粉煤灰或粉煤灰替代物、硅铝酸盐的粒度按体积计为80%的颗粒的尺寸小于1000μm;

-对混合物施加50至90kgf/cm²的压力,压实混合物;

-在80°C和150°C之间的温度下热固化压实的组合物;

-热固化压实的混合物足够的时间以使热完全渗透压缩的混合物。

27. 根据权利要求26所述的地质聚合物或地质聚合物骨料,包含所有的6个特征。

28. 根据权利要求15至18中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料,当干燥时具有至少20MPa的抗压强度。

29. 根据权利要求15至18中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料,其在水中浸泡后具有至少20MPa的抗压强度。

30. 一种生产地质聚合物的方法,包括:

i) 将粉煤灰或粉煤灰替代物,硅铝酸盐,碱性组分和水混合,以形成混合物,其中所述水占所述混合物重量的6%至10% (以重量计),所述碱性组分占所述混合物重量的6%至10% (以重量计),粉煤灰或粉煤灰替代物和硅铝酸盐混合到混合物中,使得硅铝原子比例为4.6-5.10;

ii) 通过施加压力来压实所述混合物,所述施加的压力至少为50kgf/cm²;和

iii) 固化所述压实的混合物以形成地质聚合物。

31. 根据权利要求30所述的方法,包括压制所述混合物以形成压实块,固化所述的压实块以形成地质聚合物块,以及将所述地质聚合物块破碎成地质聚合物碎片。

32. 根据权利要求30所述的方法,包括压制所述混合物以形成压实碎片并固化所述的压实碎片以形成地质聚合物骨料。

33. 根据权利要求30至32中任一项所述的方法,其中压制时所施加的压力为50至90kgf/cm²。

34. 根据权利要求30至32中任一项所述的方法,其中施加压力和固化制备的地质聚合物的密度至少为1.4g/cm³。

35. 根据权利要求30至32任一项所述的方法,其中所述粉煤灰或粉煤灰替代物和硅铝酸盐混合成混合物,其中硅和铝的原子比率为4.75至4.85。

36. 根据权利要求30至32中任一项所述的方法,包括将按重量计为77%至84%的粉煤灰,4%至7%的高岭土和6%至10%的碱性组分混合。

37. 根据权利要求30至32中任一项所述的方法,包括热固化压制的混合物。

38. 根据权利要求30至32中任一项所述的方法,包括5个或5个以上的下列特征:

-在固化前,每千克混合物提供1.375-2.1摩尔的氢氧离子的碱组分;

-在固化之前,混合物中碱性组分和水以浓度为40% (w/w) 至60% (w/w) 的碱金属氢氧化物水溶液存在;

-粉煤灰或粉煤灰替代物和硅铝酸盐的颗粒尺寸按体积计为80%的颗粒尺寸小于1000 μm;

-对所述混合物施加50至90kgf/cm²的压力,压实混合物;

-在80°C至150°C的温度下热固化压实的混合物;

-加热固化所述压实的混合物足够的时间以使热完全渗透压缩的混合物。

39. 根据权利要求38所述的方法,包括所有的6个特征。

40. 根据权利要求30至32中任一项所述的方法,包括形成在干燥时具有至少20MPa的抗压强度的地质聚合物。

41. 根据权利要求30至32中任一项所述的方法,包括形成在水中浸泡后具有至少20MPa抗压强度的地质聚合物。

42. 一种地质聚合物骨料,其按照如权利要求30至41中任一项所述的方法制备而成。

43. 根据权利要求13至29、42中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料作为混凝土的组分的用途。

44. 一种制品,其包含根据权利要求13至29、42中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料。

45. 根据权利要求44所述的制品,其中所述制品选自台面,建筑元件,可替换的预成型石材状材料,加工模具,混凝土。

46. 根据权利要求45所述的制品,其中所述建筑元件为瓦、片材、砌块或砖块状材中的一种或多种。

47. 根据权利要求46所述的制品,其中所述瓦为屋顶瓦。

48. 根据权利要求46所述的制品,其中所述片材为薄板材、护墙面板、厚板材中的一种

或多种。

49. 一种混凝土，包含如权利要求13至29、42中任一项的地质聚合物或地质聚合物骨料。

地质聚合物和地质聚合物的骨料

技术领域

[0001] 本发明通常涉及地质聚合物，例如地质聚合物骨料和骨料组合物。地质聚合物可以是含有粉煤灰的地质聚合物。本发明还涉及包括地质聚合物的制品，包括含有地质聚合物骨料的制品，地质聚合物骨料在混凝土中的应用和含有地质聚合物骨料的混凝土。本发明还涉及地质聚合物例如地质聚合物骨料的制备方法。

背景技术

[0002] 混凝土是最早了解的建筑材料，其由混合的骨料制成，例如碎岩石或石头和砂，与水泥和水混合。混凝土的成分以多种不同比例混合，这给予混凝土具有许多不同的应用，例如，结构应用，如人行道路面和建筑面板到装饰方面的应用。

[0003] 粗集料，如碎岩石或石头，形成高达混凝土体积的65%。骨料的抗压强度是混凝土骨料选择的一个重要因素。具体而言，骨料具有高的抗压强度至关重要，特别是，当湿润时骨料必须具有高的抗压强度。这是因为混凝土是加水制成，并且在固化期间最好保持湿润。在混凝土凝固之前，当湿润时，湿骨料的低抗压强度会导致混凝土变弱。此外，混凝土的大多数应用将导致混凝土变湿，例如，建筑物，人行道路面和桥梁都遭受雨水。因此，在潮湿时使用低抗压强度的骨料会导致混凝土强度弱化，使得其结构不牢固。

[0004] 不幸的是，混凝土粗骨料是一种资源减少的资源，并且在从地里采集适用于混凝土的粗骨料时需要大量能源、金融和环境方面的成本。

[0005] 因此，需要适合用于混凝土的可替代的骨料和适合用于骨料生产的组合物。还需要更普通的新型地质聚合物，该地质聚合物可以用于一些列应用中，包括形成适合用于混凝土的骨料，以及由地质聚合物形成的完整结构元件，包括瓷砖，台面和可替换的预制成型石材。

[0006] 早先已经提出生产含有地质聚合物粘合剂来代替普通水泥（例如波特兰水泥）的新型混凝土。这种混凝土组合物还包括作为骨料组分的碎岩石和/或石头，这与使用新的地质聚合物组合物来形成骨料（石样材）材料本身的替代物相反。地质聚合物组合物也被提议用作间隙填缝砂浆，然而这样的组合物不包含本发明所述是的地质聚合物的特性。而且，在制备地质聚合物骨料（石材）材料的上下文中，这样的砂浆组合物与本发明主题的组合物、材料和方法明显不同。

发明内容

[0007] 因此，本发明一方面提供一种地质聚合物组合物，包括粉煤灰或粉煤灰的替代物，硅铝酸盐、碱性成分和水，其中水以约占所述组合物重量的6%-10%（以重量计）的量存在。

[0008] 在一个实施例中，地质聚合物组合物是地质聚合物骨料组合物，包括粉煤灰或粉煤灰替代物、层状硅铝酸盐、碱性成分和水，其中水的重量约占组合物重量的6%-10%（以重量计）。在另一实施例中，地质聚合物骨料组合物包括粉煤灰、层状硅铝酸盐、碱性成分和水，其中水的重量约占组合物重量的6%-10%（以重量计）。

[0009] 地质聚合物骨料组合物被用于形成地质聚合物骨料,其通过压制(例如加压压实)和固化地质聚合物骨料组合物来形成地质聚合物骨料。同样地,地质聚合物组合物被用于形成地质聚合物,其通过压制和固定地质聚合物组合物来形成地质聚合物。

[0010] 术语“地质聚合物骨料组合物”在本文中用于指其原始(未固化)状态的地质聚合物物料组合物。在这种状态下的地质聚合物骨料组合物是可流动的粉末状态。该粉末状态的地质聚合物骨料组合物比输入的粉煤灰(或粉煤灰替代物)和硅铝酸盐成分稍微潮湿一些,并且具有非常细的、微湿的沙子的质感。此时的地质聚合物骨料组合物不是压缩固体产品形式。术语“地质聚合物骨料”(没有限定词“组合物”)用于指由地质聚合物骨料组合物形成的压制并固化的骨料产品。同样的,“地质聚合物组合物”是指处于原始的、未固化状态的粉煤灰或粉煤灰替代物、硅铝酸盐、碱性成分和水的混合物,然后它可以通过压制和固化形成地质聚合物。在这种状态下的地质聚合物组合物是可流动的粉末形式,并具有微湿的非常细的沙子的质地。地质聚合物组合物或混合物可以被压制成压实的混合物,然后固化形成地质聚合物。

[0011] 地质聚合物骨料组合物和地质聚合物骨料可以分别被称为“骨料组合物”和“骨料”。

[0012] 本申请人在相当长的一段时间内进行了相当多的研究和开发,开发一种在潮湿和干燥条件下具有高抗压强度的骨料,使其成为一种可以代替混凝土中传统的碎岩石或石头的合适的替代品。申请人也研发了包含来自煤炭发电厂的废弃物粉煤灰的骨料。粉煤灰通常作为固体废弃物倾倒在垃圾填埋场,因此,其生产是一个重大的环境问题。将粉煤灰用于骨料将显著减少倾倒在垃圾填埋场中粉煤灰的量,同时也使得骨料重量轻,这将导致处理成本和运输成本降低。尽管粉煤灰也是地质聚合物骨料的首选硅源,但是可以在地质聚合物组合物中使用粉煤灰替代物,例如二氧化硅。

[0013] 值得注意的是,传统碎岩石和/或石头的可替代的骨料材料的生产不是件简单的事情,特别是,在不存在水泥或其他类似增强剂的情况下生产该材料时。在这个意义上,组合物是“纯粹的”地质聚合物组合物,即骨料由地质聚合物或基本上由地质聚合物组成。经过仔细的开发组合物的正确的组分,控制含水量和正确的制备条件,使得本发明的骨料原料的生产成为可能。在下面的详细说明和具体实施例中描述了有助于由组合物生产的地质聚合物骨料(石头)原料的抗压强度的其他因素。

[0014] 应该被理解为:当地质聚合物骨料组合物被用作形成骨料(即,碎岩石或石头的替代物)时,地质聚合物骨料组合物通常是基本上不含天然的碎岩石或石头。该组合物还优先被认为基本上不含天然砂。被用于混凝土组合物中的骨料的地质聚合物骨料组合物中存在的典型粒度的碎岩石或石头阻碍了从地质聚合物骨料组合物形成骨料的能力。也就是说,在地质聚合物骨料组合物中具有的岩石或石头碎片的尺寸大小,与由骨料组合物制备的骨料的尺寸大小相对应,阻止了由未固化组合物按要求尺寸形成固化的地质聚合物骨料碎片。在本文中,值得注意的是“天然”指的是来自于自然资源的岩石、石头和/或沙子,因而排除了本发明所描述的合成的或地质聚合物岩石、石头、骨料或砂的替代物。

[0015] “基本上不含”指的是缺少显著量的碎岩石或石头(或砂)。优选地,地质聚合物骨料组合物不含有碎岩石或石头。虽然是这样,但是应当理解为少量碎岩石、石头或砂添加到地质聚合物骨料组合物在本发明的范围之内。在目前情况下,碎岩石或石头碎片应该比由

骨料组合物生产的骨料片的尺寸更细碎。按重量计，重量可多达10%，或可供选择的多达9%，多达8%，多达7%，多达6%，多达5%，多达4%，多达3%，多达2%，或多达1%。按体积计，体积可多达10%，或可供选择的多达9%，多达8%，多达7%，多达6%，多达5%，多达4%，多达3%，多达2%或多达1%。这些数量对应于组合物的“基本上不含”碎岩石/石头成分的各种程度的组成量。

[0016] 虽然骨料是本发明实施例的焦点，但是值得注意的是，由本文所述的混合物形成的地质聚合物以及通过本文所述方法形成的地质聚合物，可以以不同的方式生产，也可以用于其他应用中。因此，作为示例，地质聚合物本身可以形成整个结构元素，包括瓷砖、台面、建筑元件、护墙板和可替代的预制石样材料。在这些实施例中，形成的材料可以完全由地质聚合物形成，没有任何天然岩石或石头成分。为简单起见，本发明依据地质聚合物骨料生产的背景进行描述。然而，应当理解，本发明可能具有更广泛的应用，并且对骨料生产的参考应该仅仅被理解为限制，如果在上下文中需要的话。

[0017] 根据第二方面，本发明提供一种由上述地质聚合物组合物生产的地质聚合物。在一个实施例中，地质聚合物是一种地质聚合物骨料，并且地质聚合物骨料由上述地质聚合物骨料组合物所生产出来。本发明还提供一种由上述地质聚合物组合物可生产的地质聚合物，例如一种有上述地质聚合物骨料组合物可生产的地质聚合物骨料。

[0018] 因此，在第二方面的一个具体实施例中，提供一种地质聚合物，包括固化的、压实的粉煤灰或粉煤灰替代物、层状硅铝酸盐、碱性成分和水的混合物，其中，在固化之前，水占混合物的6%-10%。在一个实施例中，提供一种地质聚合物骨料，包括固化的、压实的粉煤灰或粉煤灰替代物、硅铝酸盐、碱性成分和水的混合物碎片，其中，在固化之前，水的量约占组合物重量的6%-10%（按重量计）。

[0019] 根据第三方面，本发明提供一种上述地质聚合物骨料组合物用于制备地质聚合物骨料的应用。

[0020] 在第二和第三方面的一个实施例中，地质聚合物或地质聚合物骨料不含有水泥。在另一个实施例中，地质聚合物或地质聚合物骨料可能基本上不含水泥。

[0021] 根据第四方面，本发明提供上述地质聚合物骨料作为混凝土成分的应用。

[0022] 根据第五方面，本发明提供一种包括上述地质聚合物骨料的制品。在一具体实施例中，该制品是混凝土。因此，还提供包括上述地质聚合物骨料的混凝土。如上所述，混凝土优选基本上不含碎岩石和/或石头。

[0023] 根据第六方面，本发明提供一种包括上述地质聚合物的制品。在一具体实施例中，制品由上述地质聚合物组成。在另一个实施例中，该制品包括上述地质聚合物，并且不含水泥。

[0024] 根据第七方面，本发明提供一种制备地质聚合物的方法，包括：

[0025] i) 将粉煤灰或粉煤灰替代物、层状硅铝酸盐、碱性成分和水混合，形成混合物，其中，水的量约占混合物重量的6%-10%（以重量计）；

[0026] ii) 通过施加压力使压制混合物；以及

[0027] iii) 固化所述压制的混合物，形成地质聚合物。

[0028] 本发明方法可以包括压制混合物以形成压实块，固化压实块以形成地质聚合物块，然后将地质聚合物块破碎成地质聚合物碎片。破碎可以采用压碎的方式。

[0029] 本发明方法可以包括压制混合物以形成压实碎片,然后固化压实碎片形成地质聚合物骨料。

[0030] 此后,在第七方面的一个实施例中,提供一种制备地质聚合物骨料的方法,包括:

[0031] i) 将粉煤灰、铝硅酸盐(层状硅铝酸盐)、碱性成分和水混合形成骨料组合物,其中,水以约占骨料组合物重量的6%-10%的量存在;

[0032] ii) 施加压力使骨料组合物形成骨料;以及

[0033] iii) 固化形成的骨料。

[0034] 按照上述方法形成的骨料通常是类似石头样物质。粉煤灰可以被粉煤灰替代物取代,如文本中所述。

[0035] 申请人发现,在制备骨料过程中,通过使用指定的组合物,并对组合物施加压力,制备的骨料具有优异的性能,如下述实施例中所示。

[0036] 在具体实施方式中,在压制步骤中,施加于骨料组合物上的压力约为50-90kgf/cm²。

[0037] 根据第八方面,本发明提供一种制备地质聚合物的方法,包括:

[0038] i) 将粉煤灰或粉煤灰替代物、硅铝酸盐(层状)、碱性组分和水混合,形成混合物;

[0039] ii) 通过施加约50-90kgf/cm²的压力压制混合物,以及

[0040] iii) 固化所述的压制的混合物,形成地质聚合物。

[0041] 在第八方面的一个具体实施例中,提供一种制备地质聚合物骨料的方法,包括:

[0042] i) 将粉煤灰、硅铝酸盐(层状)、碱性组分和水混合形成骨料组合物;

[0043] ii) 对骨料组合物施加约50-90kgf/cm²的压力,形成骨料,以及

[0044] iii) 固化处理骨料。

[0045] 根据第九方面,本发明提供一种按照上述方法制备的地质聚合物骨料。

[0046] 这些方面的技术内容将在下述详细说明中进行更加详细地描述。

[0047] 附图简要说明

[0048] 图1为以示意图,该示意图显示了本发明实施例中涉及地质聚合物骨料的制备步骤;

[0049] 图2为显示由输入成分形成的地质聚合物组合物的外观和可流动粉末性质的图示;

[0050] 图3为按照本发明的两个实施例制备的两种不同形式的地质聚合物,以及由地质聚合物形成的地质聚合物骨料的图示。

[0051] 详细说明

[0052] 本发明涉及地质聚合物、地质聚合物骨料和骨料组合物。这些可以是含有粉煤灰的地质聚合物、地质聚合物骨料和骨料组合物。本发明也涉及包括地质聚合物或地质聚合物骨料的制品,也涉及地质聚合物骨料在混凝土中的应用和包含地质聚合物骨料的混凝土的应用。本发明还涉及地质聚合物的制备方法,该地质聚合物可以是地质聚合物骨料形式。

[0053] 在下文中,我们已经描述了骨料组合物,由组合物生产的骨料,包括骨料的混凝土的特征以及制备骨料的方法。下述全部的特征独立的适用于本发明的方法和产品。而且本发明可更广泛的应用于地质聚合物的形成,除非明确表示相反的意图,否则应该从这个角度阅读以下内容。

[0054] 当骨料组合物中的组分的用量范围被提供时,应该理解,本发明骨料组合物中的所有存在的组分的总百分比不能超过100%。

[0055] 除非另有说明,本发明中所述的任何百分比指的是重量百分比。

[0056] 地质聚合物骨料组合物

[0057] 一方面,提供一种地质聚合物骨料组合物,包括粉煤灰、层状硅铝酸盐、碱性组分和水,其中,水的重量约占组合物重量的6%-10%。进一步的详述如下,粉煤灰替代物可以用于代替粉煤灰,然而在一些实施例中,优先在混合物或组合物中使用粉煤灰本身。

[0058] 除了水分含量之外,本发明优先的实施例中的地质聚合物骨料组合物含有一系列特征的均衡。尽管水分含量是一个重量的特征,但是应该注意的是一系列其他特征为开发具有一系列所需特性的最佳骨料(或更普通的地质聚合物)作出贡献。本发明的优选的实施例包含组合特征,包括所需的水分含量和其他特征,例如粉末成分的粒子尺寸(粒度),羟基离子含量,碱浓度, Si:A1的比例,制造步骤的时间,压力、固化温度和/或固化时间。

[0059] 水

[0060] 骨料组合物包括水。水可以以碱性组分溶液的形式。或者,水可以独立于碱性组分,不依赖于碱性组分。

[0061] 本发明申请人发现骨料组合物中水的用量十分重要,特别是在提供所得骨料具有良好湿抗压强度。本发明申请人惊奇地发现,骨料组合物中含有太多的水会对骨料的抗压强度产生有害影响,特别是对骨料的湿抗压强度。

[0062] 本发明申请人已经进行了大量的试验,以确定骨料组合物中的最佳水分含量。在试验过程中,高岭土用作层状硅铝酸盐,氢氧化钠用作碱性组分。该组合物中不含有水泥。

[0063] 在一个试验例中,制备具有不同水分含量和以下组成的四批的骨料(颗粒粒料)。

[0064]	批号	粉煤灰含量/%	高岭土/%	氢氧化钠/%	水/%	NaOH/水的形式	Si:A1比例
	1	67.3	4.7	7.0	21.0	25% (w/w) 水溶液	4.81
	2	67.3	4.7	7.0	21.0	25% 粉末和水(游离水)	4.81
	3	80.4	5.6	7.0	7.0	50% (w/w) 水溶液	4.81
	4	80.4	5.6	7.0	7.0	50% 粉末和水(游离水)	4.81

[0065] 每个批次制备三个粒料。所有粒料在烘箱内于100°C下进行固化60分钟前都承受6000kPa的压力。对每个批次的一个粒料进行的干压强度评估。每个批次的第二个粒料浸入水中浸泡5天,并且评估它的湿压强度。每个批次的第三个粒料浸泡在水中27天,并评估其湿压强度。每个批次的测定结果如下所示。

[0066] 批次1--25% (w/w) 水溶液

[0067]	粒料编号		1	2	3
	施加的压力	kPa	6000	6000	6000
	烘箱烘烤时间	mins	60	60	60
	烘箱烘烤温度	deg C	100	100	100
	粒料直径	mm	20.0	20.0	20.0
	粒料(厚度)高度	mm	10.25	10.27	10.70
	粒料OD重量(干重,Oven Dried Weight)	gm	5.13	5.11	5.25
	固化石块密度	gm/cc	1.59	1.58	1.56
	压缩强度-干	mPa	20		

浸泡时间	Days (天)		5	27
压缩强度-湿	mPa		9	7

[0068] 第1批次的每个粒料显示具有20mPa的优异的干压强度,然而,粒料的湿压强度在浸泡5天后减少至9mPa,在浸泡27天后,降低至7mPa。

[0069] 批次2--25%粉末和游离水

[0070]	粒料编号	4	5	6
	施加的压力	kPa	6000	6000
	烘箱烘烤时间	mins	60	60
	烘箱烘烤温度	deg C	100	100
	粒料直径	mm	20.0	20.0
	粒料厚度(高度)	mm	10.25	10.30
	粒料OD重量	gm	5.12	5.07
	固化石块密度	gm/cc	1.59	1.57
	压缩强度-干	mPa	18	
	浸泡时间	天	5	27
	压缩强度-湿	mPa		14
				10

[0071] 第2批次的每个粒料显示具有18mPa的干压强度和在浸泡5天后具有14mPa的湿压强度以及在浸泡27天后具有10mPa的湿压强度。

[0072] 批次3--50% (w/w) 水溶液

[0073]	粒料编号	7	8	9
	施加的压力	kPa	6000	6000
	烘箱烘烤时间	mins	60	60
	烘箱烘烤温度	deg C	100	100
	粒料直径	mm	20.0	20.0
	粒料(厚度)高度	mm	12.50	12.10
	粒料的OD重量	gm	6.07	6.04
	固化石块密度	gm/cc	1.55	1.59
	压缩强度-干	mPa	>20	
	浸泡时间	天	5	27
	压缩强度-湿	mPa		>20
				18

[0074] 第3批次的粒料显示具有优良的干压强度和湿压强度。

[0075] 批次4--50% 粉末和游离水

[0076]	粒料编号	10	11	12
	施加的压力	kPa	6000	6000
	烘箱烘烤时间	mins	60	60
	烘箱烘烤温度	deg C	100	100
	粒料直径	mm	20.0	20.0
	粒料(厚度)高度	mm	12.30	12.16
				12.33

粒料的OD重量	gm	5.96	5.91	5.9
固化石块密度	gm/cc	1.54	1.55	1.52
压缩强度-干	mPa	>20		
浸泡时间	天 (days)		5	27
压缩强度-湿	mPa		17	10

[0077] 第4批次的粒料具有优良的干压强度。湿压强度在浸泡5天后稍有降低,减少至17mPa,在浸泡27天后进一步减少至10mPa。

[0078] 现有技术组合物

[0079] 一些现有技术公开的组合物包括大量的水。现有技术公开的组合物实例中具有如下氧化物的摩尔比:

	(Na ₂ O, K ₂ O)/SiO ₂	0.2 - 0.28
[0080]	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	3.5 - 4.5
	H ₂ O/(Na ₂ O, K ₂ O)	15 - 17.5
	(Na ₂ O, K ₂ O)/Al ₂ O ₃	0.8 - 1.20

[0081] 本发明申请人计算出这些组合物的较低的氧化物摩尔比等同于包括下表成分的组合物:

[0082]	摩尔比基于	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	NaOH/KOH%	水%
	Na ₂ O:Al ₂ O ₃	35.5	17.2	10.8	36.5
	Na ₂ O:SiO ₂	35.5	17.2	9.5	31.9
	K ₂ O:Al ₂ O ₃	33.6	16.3	15.5	34.6
	K ₂ O:SiO ₂	33.6	16.3	13.6	30.2

[0083] 本发明申请人计算出这些组合物的较高的氧化物摩尔比等同于包括下表成分的组合物:

[0084]	摩尔比基于based on	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	NaOH/KOH%	水%
	Na ₂ O:Al ₂ O ₃	31.9	12.0	11.3	44.7
	Na ₂ O:SiO ₂	31.9	12.0	11.9	46.9
	K ₂ O:Al ₂ O ₃	30.2	11.4	16.3	42.2
	K ₂ O:SiO ₂	30.2	11.4	17.1	44.3

[0085] 现有技术组合物的另一实例具有如下所述的氧化物摩尔比:

[0086] Na₂O/SiO₂ 0.20-0.48

[0087] SiO₂/Al₂O₃ 3.3-4.5

[0088] H₂O/Na₂O 10-25

[0089] 本发明申请人计算出这些组合物的较低的氧化物摩尔比等同于包括下表成分的组合物:

[0090]	基于摩尔比	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	NaOH%	水%
	Na ₂ O:SiO ₂	42.0	21.6	11.2	25.2

[0091] 本发明申请人计算出这些组合物的较高的氧化物摩尔比等同于包括下表成分的组合物:

[0092]	基于摩尔比	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	NaOH%	水%

Na ₂ O:SiO ₂	17.8	6.7	11.4	64.1
------------------------------------	------	-----	------	------

- [0093] 由现有技术的骨料组合物制备粒料的方法如下：
- [0094] 1、除了碱外,将硅-铝氧化物与水溶性聚硅酸盐混合；
- [0095] 2、向溶液中加入强碱性水溶液；
- [0096] 3、将混合物浇注到模具中；
- [0097] 4、于65℃下,在聚乙烯下固化处理1小时；
- [0098] 5、脱模；
- [0099] 6、于95℃下干燥1小时。

[0100] 对比骨料

[0101] 本发明申请人实施了如下试验,以证明现有技术的组合物不能导致在浸泡于水中之后还保持其抗压强度的地质聚合物。

[0102] 在一个试验中,制备具有与现有技术骨料的下限比例大致相同的氧化物摩尔比的骨料。特别是,骨料组合物具有如下氧化物摩尔比：

[0103] (Na₂O)/SiO₂ 0.25

[0104] SiO₂/Al₂O₃ 3.32

[0105] H₂O/(Na₂O) 10.38

[0106] 为了达到上述氧化物摩尔比,骨料组合物包括24.0%粉煤灰,30.7%高岭土,17.1%硅酸钠,6.1%NaOH和22.2%水。基于粉煤灰,高岭土和硅酸钠的组成,骨料组合物包括37.8%的SiO₂,19.3%Al₂O₃,9.9%Na₂O和29.8%水。

[0107] 由该骨料组合物制备了6个粒料(骨料呈颗粒状)。按照现有技术方法制备每个粒料。然而本申请人发现于65℃下固化1小时是不够的,而是相反粒料在65℃下固化1小时,然后在13℃固化4.5天,在65℃下固化12h。

[0108] 其中一个粒料在脱模过程中损坏,剩下的5个粒料于95℃下干燥1小时。

[0109] 一个粒料用于测试干压强度,并且具有仅为5mPa的干压强度。

[0110] 剩余的4个粒料浸泡于水中12天,目的是测试它们的湿压强度。然而,所有4个粒料都膨胀,并在浸泡5分钟内开始崩解,所有粒料在浸泡12天后完全崩解。因此,不能测试它们的湿压强度。

[0111] 在另一试验中,制备具有与现有技术骨料的上限比率大致相同的氧化物摩尔比的骨料。特别是,骨料组合物具有如下氧化物摩尔比：

(Na ₂ O)/SiO ₂	0.27
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	4.5
H ₂ O/(Na ₂ O)	17.36
(Na ₂ O)/Al ₂ O ₃	1.23

[0113] 为了达到上述氧化物摩尔比,骨料组合物包含34.8%粉煤灰,7.2%高岭土,14.9%硅酸钠,5.6%NaOH和37.5%水。基于粉煤灰,高岭土和硅酸钠组分,骨料组合物包括31.2%SiO₂,11.8%Al₂O₃,8.8%Na₂O和44.4%水。

[0114] 由骨料组合物制备6个粒料。按照现有技术方法制备每个粒料。然而本申请人发现于65℃下固化1小时是不够的,而相反粒料在65℃下固化1小时,然后在13℃固化4.5天,然后在65℃下固化12h。

[0115] 粒料在固化过程中都非常湿,并且液体从模具的底部渗出制成薄样品。

[0116] 所有6个粒料顺利地从模具中脱模并在95°C干燥1小时。

[0117] 其中,2个粒料用于测试干压强度,并且干压强度仅为6mPa和7mPa。

[0118] 剩余的4个粒料于水中浸泡12天,目的是测试它们的湿压强度。其中2个粒料在浸泡12天后完全裂解。因此,不能测试其湿压强度。剩余的2个粒料中其中一个在测试时崩解,因此认为其湿压强度为0mPa。最后一个粒料测试的湿压强度为1mPa。

[0119] 实验结果、结论

[0120] 上述实验结果的结论是:骨料中含有大量的水稀释了碱性组分,这对骨料的抗压强度,特别是对湿压强度具有不利影响。

[0121] 因此,本申请人认为骨料组合物中最佳含水量大约是6%-10% (按重量计)。例如,在一个实施例中,骨料组合物包含约6.5%-9.5%的水,约7%-9%的水,或约7.5%-8.5%的水。

[0122] 在一实施例中,骨料组合物包括约6%-8% (按重量计)的水。例如,骨料组合物可以含有约6.2%-7.8%的水,或约6.4%-7.6%的水,或约6.6%-7.4%的水,或约6.8%-7.2%的水。在一具体实施例中,骨料组合物包含约6.5%-7.5%的水,例如骨料组合物可以含有约6.5%,约6.6%,约6.7%,约6.8%,约6.9%,约7.0%,约7.1%,约7.2%,约7.3%,约7.4%或约7.5%的水。在一实施例中,骨料组合物包括约7.0%的水。

[0123] 换句话说,骨料组合物包含的水的重量至少约为6%。例如,骨料组合物可以含有的水的量至少约为6.5%,或至少约为7.0%,或至少约为7.5%,或至少约8%。在一实施例中,水在骨料组合物中的重量至少约为6.5% (按重量计)。

[0124] 作为另一个选择,也可以表述为骨料组合物中包括重量高达约10% (以重量计)的水。例如,骨料组合物可以包括多达到约9.5%的水,或多达到约9.0%的水,或多达到约8.5%的水,或多达到约8.0%的水或多达到约7.5%的水或多达到约7.0%的水。在一实施例中,水在骨料组合物中的重量高达约7.5%。

[0125] 碱性组分

[0126] 骨料组合物含有碱性组分。

[0127] 本申请人已进行试验,用于说明骨料组合物中含有不同碱性组分的效果。

[0128] 在一系列试验中,以不同的NaOH(苛性钠)含量和以下组分制备5个批次的骨料(粒料形式):

[0129]	批号	煤灰/%	高岭土/%	NaOH/%	水/%	Si:Al比
	1	86.0	6.0	4	4	4.81
	2	84.1	5.9	5	5	4.81
	3	82.3	5.7	6	6	4.81
	4	80.4	5.6	7	7	4.81
	5	78.5	5.5	8	8	4.81

[0130] 所有批次中的NaOH以50% (W/W) 的NaOH水溶液形式出现。

[0131] 作为实例,批次1中含有4%的氢氧化钠,则制备每100g组合物中有8g浓度为50%的氢氧化钠溶液,这相当于每100g组合物中氢氧化钠4g,并且每100g组合物中贡献4g水量。

[0132] 可以理解为所有涉及碱性组分的量仅仅指的是碱性组分的量,不包括任何与碱性组分形成溶液的水的量。

[0133] 每个批次制备4个粒料。其中2个粒料在于烘箱中于100℃下进行60分钟固化处理前承受5500kPa的压力,另外2个粒料在烘箱中于100℃下进行60分钟固化处理前经受7000kPa的压力。对于每个压力,其中1个粒料评估其干压强度,另一个粒料在水中浸泡1天并评估其湿压强度。每个批次的实验结果如下:

[0134] 批次1-苛性钠含量4%

[0135]

粒料编号		1	2	3	4
施加的压力	kPa	5500	5500	7000	7000
烘箱烘烤时间n	mins	60	60	60	60
烘箱烘烤温度	deg C	100	100	100	100
粒料直径	mm	20.0	20.0	20.0	20.0
粒料厚度(高度)	mm	9.40	9.34	9.80	9.06
粒料OD(Oven Dried)重量	gm	4.26	4.25	4.55	4.21
固化石块密度	gm/cc	1.44	1.45	1.48	1.48
压缩强度-干	mPa	11		11	
浸泡时间	天		1		1
压缩强度-湿	mPa		4		2

[0136] 批次1中的粒料显示其在干燥时的压缩强度为11mPa,然而,在压力为5500kPa条件下制备的粒料的压缩强度仅为4mPa,在压力为7000kPa条件下制备的粒料的压缩强度仅为2mPa。

[0137] 批次2-苛性钠含量5%

[0138]

粒料编号		5	6	7	8
施加的压力	kPa	5500	5500	7000	7000
烘箱烘烤时间n	mins	60	60	60	60
烘箱烘烤温度	deg C	100	100	100	100
粒料直径	mm	20.0	20.0	20.0	20.0
粒料厚度(高度)	mm	10.40	10.60	11.81	11.29
粒料OD重量	gm	4.81	4.93	5.61	5.36
固化石块密度	gm/cc	1.47	1.48	1.51	1.51
压缩强度-干	mPa	>20		>20	
浸泡时间	天		1		1
压缩强度-湿	mPa		6		11

[0139] 批次2中的粒料显示其在干燥时具有优异的压缩强度,干压(缩)强度>20mPa。在7000kPa压力下制备的粒料的压缩强度在水中浸泡1天后具有一定程度的保存,具有11mPa的湿压强度为。然而,在5500kPa压力下制备的粒料的压缩强度在水中浸泡1天后的湿压强度稍有减弱,为6mPa。

[0140] 批次3-苛性钠含量6%

[0141]

粒料编号		9	10	11	12
施加的压力	kPa	5500	5500	7000	7000

烘箱烘烤时间n	mins	60	60	60	60
烘箱烘烤温度	deg C	100	100	100	100
粒料直径	mm	20.0	20.0	20.0	20.0
粒料厚度(高度)	mm	11.40	10.61	10.40	10.54
粒料OD重量	gm	5.39	5.00	5.00	5.10
固化石块密度	gm/cc	1.50	1.50	1.53	1.54
压缩强度-干	mPa	>20		>20	
浸泡时间	天		1		1
压缩强度-湿	mPa		14		15

[0142] 批次3的粒料在干燥时,显示具有优异的抗压强度,干压(缩)强度>20mPa。在5500kPa压力下制备的粒料的在水中浸泡1天后粒料的压缩强度高,为14mPa,而且在7000kPa压力下制备的粒料的在水中浸泡1天后湿压强度为15mPa。

[0143] 批次4-苛性钠含量7%

粒料编号		13	14	15	16
施加的压力	kPa	5500	5500	7000	7000
烘箱烘烤时间 n	mins	60	60	60	60
烘箱烘烤温度	deg C	100	100	100	100
粒料直径	mm	20.0	20.0	20.0	20.0
粒料厚度(高度)	mm	8.74	10.22	10.36	9.79
粒料 OD 重量	gm	4.24	5.01	5.16	4.86
固化石块密度	gm/cc	1.54	1.56	1.58	1.58
压缩强度 - 干	mPa	>20		>20	
浸泡时间	天		1		1

[0145] 压缩强度 - 湿 mPa >20 >20

[0146] 批次4的粒料显示具有优异的压缩强度,当干燥时,其干压(缩)强度>20mPa。两个(在5500、7000kPa两种压力下制备的粒料)粒料在水中浸泡1天后的湿压强度也很优异,均>20mPa。

[0147] 批次5-苛性钠含量8%

粒料编号		17	18	19	20
施加的压力	kPa	5500	5500	7000	7000
烘箱烘烤时间n	mins	60	60	60	60
烘箱烘烤温度	deg C	100	100	100	100
粒料直径	mm	20.0	20.0	20.0	20.0
粒料厚度(高度)	mm	8.67	9.29	8.94	8.67
粒料OD重量	gm	4.42	4.71	4.63	4.47
固化石块密度	gm/cc	1.62	1.61	1.65	1.64
压缩强度-干	mPa	>20		>20	
浸泡时间	天		1		1
压缩强度-湿	mPa		18		19

[0149] 批次5的粒料显示具有优异的压缩强度,当干燥时,其干压(缩)强度>20mPa。粒料

在水中浸泡1天后的压缩强度也很优异,在5500kPa压力下制备的粒料的在水中浸泡1天后湿压强度为18mPa,在7000kPa压力下制备的粒料的在水中浸泡1天后湿压强度为19mPa。

[0150] 在第二系列的实验中,碱性组分用KOH替代NaOH。在这些试验中,骨料由含有75.2%粉煤灰,5.20%高岭土,9.8%KOH和9.8%水(作为50%w/w的水溶液)的骨料组合物制备而成。骨料中Si:A1原子比例为4.81。制备了6个骨料(颗粒料),且在于烘箱中于100℃下固化60分钟之前,承受6000kPa压力。其中3个粒料用于测试干压强度,另外3个粒料用于测试粒料浸泡于水中不同时间后的湿压强度。测试结果如下表所示。

[0151]

粒料编号		1	2	3	4	5	6	7	8
施加的压力	kPa	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
烘箱烘烤时间	mins	60	60	60	60	60	60	60	60
烘箱烘烤温度	deg C	100	100	100	100	100	100	100	100
粒料直径	mm	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
粒料厚度(高度)	mm	11.80	12.30	12.15	11.75	12.80	12.30	11.90	12.00
粒料OD重量	gm	6.1	6.34	6.27	6.03	6.75	6.48	5.99	5.89
固化后石块密度	gm/cc	1.64	1.64	1.64	1.63	1.68	1.68	1.60	1.56
压缩强度-干	mPa	>20		>20		>20		>20	
浸泡时间	天		6		13		70		111
压缩强度-湿	mPa		>20		>20		>20		20

[0152] 所有的粒料均显示具有优异的干压强度(>20mPa)和优异的湿压强度(至少为20mPa),不管是浸泡6天,13天,70天或111天。

[0153] 鉴于上述实验结果,申请人认为:基于碱性组分为NaOH,骨料组合物中碱性组分的用量约占骨料组合物重量6%-10%。例如,在一实施例中,骨料组合物包含约6.5%-9.5%的碱性组分,例如约7%-9%的碱性组分或约7.5%-8.5%的碱性组分。

[0154] 在一实施例中,基于NaOH为碱性组分,碱性组分的重量约为6%-8%(以重量计)。例如,碱性组分的重量可以约为6.2%-7.8%,或约为6.4%-7.6%,或约为6.6%-7.4%,或约为6.8%-7.2%。在具体实施例中,骨料组合物包括约为6.5%-7.5%的碱性组分。例如,骨料组合物可以含有约为6.5%,约为6.6%,约为6.7%,约为6.8%,约为6.9%,约为7.0%,约为7.1%,约为7.2%,约为7.3%,约为7.4%或约为7.5%的碱性组分。在一实施例中,骨料组合物含有约为7.0%的碱性组分。

[0155] 或者可以说,基于NaOH作为碱性组分,骨料组合物中含有至少约为6%的碱性组分(以重量计)。例如,骨料组合物可以含有至少约为6.5%,或至少约为7.0%,或至少约为7.5%,或至少约为8.0%的碱性组分。在一实施例中,存在于骨料组合物中的碱性组分的含量至少约为6.5%。

[0156] 作为另一种选择,可以说,基于NaOH作为碱性组分,骨料组合物中包含高达约10%(按重量计)的碱性组分。例如,骨料组合物可以含有多达约9.5%,或多达约9.0%,或多达约8.5%,或多达约8.0%,或多达约7.5%,或多达约7.0%的碱性组分。在一实施例中,存在于骨料组合物中的碱性组分的量多达约7.5%。

[0157] 任何适合用于形成骨料的碱性组分均可使用。然而,本申请人认为重要的是维持氢氧根离子的量(化学计量比),而不管阳离子载体的类型。在一实施例中,碱性组分是金属氢氧化物。例如,碱性组分可以选自氢氧化铝、氢氧化铍,氢氧化铯,氢氧化钴,氢氧化铜,氢

氧化镉,氢氧化金,氢氧化铁,氢氧化锂,氢氧化汞,氢氧化镍,氢氧化钾,氢氧化铷,氢氧化钠,氢氧化锡,氢氧化铀酰,氢氧化锌,氢氧化锆及其混合物。在另一实施例中,碱性组分是碱金属氢氧化物。例如,碱性组分可以选自氢氧化锂、氢氧化钠、氢氧化钾、氢氧化铷、氢氧化铯及其混合物。

[0158] 在一实施例中,碱性组分选自氢氧化钾和氢氧化钠及其混合物。在一具体实施例中,碱性组分为氢氧化钾。在另一具体实施例中,碱性组分是氢氧化钠。当组分是氢氧化钠时,碱性组分指的是苛性钠。

[0159] 碱性组分可以以任何合适的形式包含在组合物中。

[0160] 在一个实施例中,碱性组分可以作为组合物中存在的水中的溶液存在。溶液的浓度可以是任何可以用组合物中存在的碱性组分的量获得的任何浓度。在一实施例中,溶液的浓度约为40%。例如,溶液浓度可以约为45%,或约为50%,或约为55%,或约为60%。在一具体实施例中,碱性组分以浓度约为50%的溶液存在。

[0161] 当碱性组分溶液浓度高于50%时,可能需要加热溶液,以使碱性组分保持溶解。

[0162] 碱性组分溶液的浓度也能表示为摩尔浓度。因此,在一实施例中,碱性组分可以作为选自以下的摩尔浓度的溶液存在:约11M,约12M,约13M,约14M,约15M,约16M,约17M,约18M,约19M,约20M,约21M,约22M和约23M。当碱性组分是NaOH时,碱性组分溶液的摩尔浓度优选为15M和23M之间。摩尔浓度低于15M不是首选。碱性组分浓度越高,导致更好的产品,特别是由于组合物中低含水量。

[0163] 当碱性组分以约大于19M的溶液存在时,可能需要对溶液加热,以使碱性组分溶解。在一具体实施例中,碱性组分是NaOH,其以约为19M的溶液存在。碱性组分溶液的浓度可以约为15M-23M,或约为17M-21M。在另一实施例中,碱性组分为是KOH,其以约为13M至14M的溶液存在。

[0164] 如上所述,7%的NaOH(和7%水,由50% (w/w) 的NaOH水溶液的混合物贡献了14%的总重量)提供了非常好的结果。当KOH用作碱性组分时,相同当量的用于替代14%用量的50% (w/w) 的NaOH溶液的50% (w/w) 的KOH溶液的当量为19.6%的KOH溶液(9.8% KOH和9.8%水,基于混合物总重量,按重量计)。关键因素是每公斤混合物中氢氧根离子的摩尔量。

[0165] 氢氧根离子(源自碱性源)的合适用量为每公斤(未固化)地质聚合物组合物/混合物中含有1.375-2.100摩尔的氢氧根离子。50% (w/w) NaOH或KOH溶液的等效量如下表所示。

重量摩尔浓度 (每公斤混合 物中氢氧根离 子摩尔数)	1.125	1.250	1.375	1.500	1.625	1.750	1.875	2.000	2.125	2.250
混合物中 50%(w/w)NaOH 溶液的当量数	9.0%	10.0%	11.0%	12.0%	13.0%	14.0%	15.0%	16.0%	17.0%	18.0%
混合物中 50% (w/w)KOH 溶 液的当量数	12.6%	14.0%	15.4%	16.8%	18.2%	19.6%	21.0%	22.4%	23.8%	25.2%
地质聚合物骨 料相当强度	非常 弱	不好	一般	效果 好	效果 好!	最佳 效果	效果 好	效果 好	太多	太多

[0167] 在一个实施例中,碱性组分为50% (w/w) NaOH溶液。在另一实施例中碱性组分为50% (w/w) KOH溶液。

[0168] 如前所述,碱性组分溶液中的任何水含量都排除在计算骨料组合物中碱性组分重量百分比外,并形成骨料组合物中水的重量百分比的一部分。

[0169] 在一个实施例中,碱性组分作为固体形式。例如,碱性组分可以是粉末,或粒料(小颗粒),或破碎的粒料。在一实施例中,碱性组分为破碎的粒料。在一实施例中,碱性组分为KOH,其以粉碎的小颗粒存在。当碱性组分为固体时,水独立地加入到骨料组合物中。

[0170] 粉煤灰

[0171] 骨料组合物包含粉煤灰或粉煤灰替代物。粉煤灰是燃煤发电厂燃煤产生的废弃物。粉煤灰资源丰富,其处置是一个重大的环境问题。

[0172] 粉煤灰的主要成分是SiO₂和Al₂O₃。通常,粉煤灰含有65-70%的SiO₂和20-30%的Al₂O₃。粉煤灰澳大利亚的数据表分析了来自Eraring, Mt Piper and Bayswater发电厂的粉煤灰的组成显示:粉煤灰的组成范围为SiO₂ 64-71%, Al₂O₃ 21-26%。

[0173] 应用扫描电子显微镜-能量分散光谱(SEM-EDS)分析一个来源的粉煤灰,结果显示如下:

[0174]

配方	权重%
Al ₂ O ₃	24.54
SiO ₂	64.99
Fe ₂ O ₃	3.53
CaO	1.98
Na ₂ O	0.77
K ₂ O	2.25
P ₂ O ₅	0.43
MgO	0.51
S ₀ ₃	0.69
MnO	0.10

[0175] 任何类型的粉煤灰都可以用于骨料组合物。在一实施例中,粉煤灰选自黑煤粉煤灰,褐煤粉煤灰。在一具体实施例中,粉煤灰为燃烧黑煤产生的粉煤灰(黑煤粉煤灰)。

[0176] 优选的,用于骨料组合物中的粉煤灰通过点火损失量(LOI)测量,具有低碳含量,因为这将增加骨料和所生产的混凝土的耐火性能。据推测高点火损失量可能会阻止骨料组合物中颗粒间为达到最佳压实和粘合的足够靠近的接近度。优选的,粉煤灰的点火损失量约低于4%。例如,约低于3%,或低于约2%,或约低于1%。

[0177] 可以使用粉煤灰替代物代替粉煤灰。适合用作粉煤灰替代物的是包含有二氧化硅(SiO₂)的微粒材料。微粒材料可以进一步含有Al₂O₃。粉煤灰替代物可以是火山灰。火山灰是含硅的或含硅和铝的材料,在水存在的条件下能与氢氧化钙反应。合适的粉煤灰替代物可以包括谷壳灰,火山灰和炉渣,条件是能达到所需的硅和铝的比例。

[0178] 颗粒材料是一种适当的无定型颗粒材料。颗粒材料选择细颗粒尺寸。细颗粒的大小与粉煤灰粒度相似。因此,如下所述,按照AS3582.1公布的粉煤灰细度试验测量时,粉煤灰替代物具有在下面指出的范围内的细度。粉煤灰替代物可额外地,或选择性地具有下述

用于组合物的干燥粉末组分的粒子大小范围。粉煤灰替代物优选为球形的无定形颗粒材料。

[0179] 优选地,用于骨料中的粉煤灰(或粉煤灰替代物)具有高细度。通常认为细度很重要,因为它使得骨料组合物中的粒子可以紧密接近以实现最佳压实和粘合。因此,在一实施例中,按照AS3581.1(1988)的测试方法测定,粉煤灰的细度约为85%-95%。粉煤灰供应商提供的商业粉煤灰的细度报告,根据供应国家的相关标准进行测量。参照上述澳大利亚的国家标准。该标准提供使用45 μm 筛测定细度的方法。所需的细度最小为70%,优选为75%,或优选为80%,细度最优先至少约为85%。细度可高达99%,可在约85%至97%,或85%至95%的范围内。具有适当粒度的粉煤灰包括Eraring粉煤灰(89%),Bayswater粉煤灰(97%),Mt Piper粉煤灰(86%),Pt Augusta粉煤灰(86%),Collie粉煤灰(86%)以及微灰(超细粉煤灰)。

[0180] 在一实施例中,按重量计,骨料组合物含有大约为77%-84%的粉煤灰。例如,骨料组合物可能含有约78%-83%的粉煤灰、或约79%-82%的粉煤灰,或约80%-81%的粉煤灰。在一具体实施例中,骨料组合物含有约79%-82%的粉煤灰。在另一具体实施例中,骨料组合物中含有约80%-81%的粉煤灰。例如,骨料组合物含有约80.2%,或约80.4%,或约80.6%,或约80.8%的粉煤灰。在一具体实施例中,骨料组合物含有约80.4%的粉煤灰。这些用量数据同样适用于粉煤灰替代物,但是,值得注意的是,该用量应该与层状硅铝酸盐平衡,以确保获得正确的Si:A1比例。

[0181] 或者可以说,按重量计,骨料组合物含有至少约77%(重量)的粉煤灰。例如,至少约为78%的粉煤灰,或至少约为79%的粉煤灰,或至少约为80%的粉煤灰。在一具体实施例中,骨料组合物含有至少约为79%的粉煤灰。在另一具体实施例中,骨料组合物含有至少约为80%的粉煤灰。

[0182] 作为另一种选择,骨料组合物含有重量高达约84%(以重量计)的粉煤灰。例如,高达约83%的粉煤灰,或高达约82%的粉煤灰,或高达约81%的粉煤灰。在一具体实施例中,骨料组合物含有高达约82%的粉煤灰。在另一具体实施例中,骨料组合物含有高达约81%的粉煤灰。

[0183] 层状硅铝酸盐

[0184] 骨料组合物含有层状硅铝酸盐。技术术语层状硅铝酸盐应理解为包括脱水(或脱羟基化)的(层状)硅铝酸盐。

[0185] 或者可以说,骨料组合物包括含铝粘土。技术术语含铝粘土应该理解为脱水(或脱羟基化)的含铝粘土。

[0186] 因此,以使用高岭土为例,高岭土或高岭石可用于骨料组合物中。在本领域和本发明中,技术术语高岭土和高岭石可互换使用。高岭土指的是含有非常少水化作用的组合物,尽管可能含有一些。

[0187] 任何层状硅铝酸盐都可以用于本发明。适当的硅铝酸盐的实例包括,但不限于这些,例如高岭石(高岭土),膨润土、埃洛石、伊利石、蒙脱石、蛭石、坡缕石和叶蜡石。在一实施例中,层状硅铝酸盐选自高岭石(高岭土)或膨润土。在一具体实施例中,层状硅铝酸盐为高岭石(高岭土)。

[0188] 层状硅铝酸盐通常是无定形材料。晶体材料不适用。

[0189] 高岭石的化学分子式为 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。美国矿物学学会的《矿物学手册》指出高岭石的化学成分 SiO_2 约为45.8%， Al_2O_3 约为39.6%，水约为13.9%。高岭土具有相似的组成，但具有较少的水外。水的脱除程度可能不完全。

[0190] 任何形式的高岭土都可以用于骨料中。

[0191] 利用扫描电镜-能量分散光谱(SEM-EDS)分析一种来源的高岭土的组成成分，结果如下：

配方组成	重量%
Al_2O_3	42.86
SiO_2	55.16
TiO_2	0.79
Fe_2O_3	0.55
P_2O_5	0.54
CaO	0.01
K_2O	0.08

[0193] 在一实施例中，骨料组合物包括按重量计约为4%-7%的层状硅铝酸盐。例如，骨料组合物含有约4.5%-6.5%的硅铝酸盐，或约为5%-6%的硅铝酸盐。

[0194] 在一具体实施例中，骨料组合物包括按重量计约为5%-6%的层状硅铝酸盐。例如，骨料组合物可以含有重量约为5.2%的层状硅铝酸盐，或约为5.4%的层状硅铝酸盐，或约为5.6%的层状硅铝酸盐，或约为5.8%的硅铝酸盐。在另一具体实施例中，骨料组合物含有约5.6%的层状硅铝酸盐。

[0195] 或者可以说，骨料组合物含有按重量计至少约为4%的硅铝酸盐。例如，骨料组合物可以含有至少约为5%的硅铝酸盐，或至少约为5.5%的硅铝酸盐。在一具体实施例中，骨料组合物包括至少约为5%的硅铝酸盐。在另一具体实施例中，骨料组合物包括至少约为5.5%的硅铝酸盐。

[0196] 作为另一种选择，可以说，骨料组合物包括按重量计高达约为7%的硅铝酸盐。例如，骨料组合物可以含有高达约为6.5%的硅铝酸盐，或高达约为6.0%的硅铝酸盐。在一具体实施例中，骨料组合物中含有高达约为6.0%的硅铝酸盐。

[0197] Si-Al原子比

[0198] 本申请人实施的试验表明，由含有特定Si-Al原子比的骨料组合物制备的骨料在干燥和湿润条件下均具有最佳的抗压强度。

[0199] 在试验中，应用下述组成和Si-Al原子比的组合物制备了5个批次的骨料(粒料)。

批次号	粉煤灰/%	高岭土/%	NaOH/%	水/%	五水偏硅酸钠	Si:Al 比
[0200]	1	0.0	89.3	5.35	5.35	0.0
	2	76.5	9.8	6.85	6.85	0.0
	3	80.3	5.6	7.05	7.05	0.0
	4	71.8	4.9	6.8	6.8	9.7
[0201]	5	89.3	0.0	5.35	5.35	0.0
[0202]						5.10

[0202] 所有批次中NaOH作为50% (w/w) 的溶液与水的形式出现。基于约含65% SiO_2 和约

含24.5%Al₂O₃的粉煤灰,约含55%SiO₂和约含43%Al₂O₃的高岭土,约含28.3%SiO₂的五水偏硅酸钠,计算Si:Al比。

[0203] 每个批次制备4个粒料。其中2个粒料在于烘箱中于100℃下固化60分钟之前承受5500kPa的压力,另外2个粒料在于烘箱中于100℃下固化60分钟之前承受7000kPa的压力。对于每个压力,一个粒料用于测定其干压强度,其另一个粒料浸泡于水中3天,测定其湿压强度。每个批次粒料的测定结果显示如下:

[0204] 批次1--Si:Al比为2.46

[0205]

粒料编号		1	2	3	4
施加的压力	kPa	5500	5500	7000	7000
烘箱烘烤时间n	mins	60	60	60	60
烘箱烘烤温度	deg C	100	100	100	100
粒料直径	mm	20.0	20.0	20.0	20.0
粒料厚度(高度)	mm	9.85	10.10	9.46	10.45
粒料OD重量	gm	5.03	5.14	4.90	5.42
固化石块密度	gm/cc	1.62	1.62	1.65	1.65
压缩强度-干	mPa	16		16	
浸泡时间	天		3days		3days
压缩强度-湿	mPa		6		7

[0206] 批次1中的粒料在干燥时,显示其干压(缩)强度为16mPa,然而,其浸泡于水中后的湿压(缩)强度仅为6-7mPa。

[0207] 批次2--Si:Al比为4.61

[0208]

粒料编号		5	6	7	8
施加的压力	kPa	5500	5500	7000	7000
烘箱烘烤时间n	mins	60	60	60	60
烘箱烘烤温度	deg C	100	100	100	100
粒料直径	mm	20.0	20.0	20.0	20.0
粒料厚度(高度)	mm	9.98	9.82	10.52	10.03
粒料OD重量	gm	5.08	4.98	5.40	5.16
固化石块密度	gm/cc	1.62	1.61	1.63	1.64
压缩强度-干	mPa	>20		>20	
浸泡时间	天		3days		3days
压缩强度-湿	mPa		13		16

[0209] 批次2中的粒料在干燥时,显示具有优异的抗压强度,干压强度>20mPa。在浸泡于水中3天后粒料的压缩强度降低。承受施加5500kPa压力制备的粒料显示其湿压缩强度稍有降低,湿压缩强度降低为13mPa,而承受施加7000kPa压力制备的粒料显示其湿压缩强度稍好,湿压缩强度为16mPa。

[0210] 批次3--Si:Al比为4.81

[0211]	粒料编号		9	10	11	12
	施加的压力	kPa	5500	5500	7000	7000
	烘箱烘烤时间 n	mins	60	60	60	60
	烘箱烘烤温度	deg C	100	100	100	100
	粒料直径	mm	20.0	20.0	20.0	20.0

[0212]	粒料厚度 (高度)	mm	10.93	10.95	12.10	11.95
	粒料 OD 重量	gm	5.35	5.40	6.15	6.05
	固化石块密度	gm/cc	1.56	1.57	1.62	1.61
	压缩强度 - 干	mPa	>20		>20	
	浸泡时间	天		3 days		3 days
	压缩强度 - 湿	mPa		>20		>20

[0213] 批次3中的粒料在干燥时,显示具有优异的抗压强度,干压强度>20mPa。粒料浸泡于水中3天后的压缩强度同样也很高,均显示湿压强度>20mPa。

[0214] 批次4--Si:A1比为5.08

[0215]	粒料编号		13	14	15	16
	施加的压力	kPa	5500	5500	7000	7000
	烘箱烘烤时间n	mins	60	60	60	60
	烘箱烘烤温度	deg C	100	100	100	100
	粒料直径	mm	20.0	20.0	20.0	20.0
	粒料厚度(高度)	mm	9.06	9.90	9.22	9.82
	粒料OD重量	gm	4.60	5.08	4.74	5.09
	固化石块密度	gm/cc	1.62	1.63	1.64	1.65
	压缩强度-干	mPa	>20		>20	
	浸泡时间	天		3days		3days
	压缩强度-湿	mPa		12		11

[0216] 批次4的粒料在干燥时,显示具有优异的抗压强度,干压强度>20mPa。粒料浸泡于水中3天后,压缩强度稍有降低。承受5500kPa压力制备的粒料显示压缩强度稍好,湿压(缩)强度为12mPa,而承受7000kPa压力制备的粒料显示压缩强度稍差,湿压(缩)强度为11mPa。

[0217] 批次5--Si:A1比为5.10

[0218]	粒料编号		17	18	19	20
	施加的压力	kPa	5500	5500	7000	7000
	烘箱烘烤时间n	mins	60	60	60	60
	烘箱烘烤温度	deg C	100	100	100	100
	粒料直径	mm	20.0	20.0	20.0	20.0
	粒料厚度(高度)	mm	10.45	9.88	10.34	9.98
	粒料OD重量	gm	4.67	4.41	4.69	4.51
	固化石块密度	gm/cc	1.42	1.42	1.44	1.44
	压缩强度-干	mPa	>20		>20	

浸泡时间	天		3days		3days
压缩强度-湿	mPa		7		8

[0219] 批次5的粒料在干燥时显示具有优异的抗压强度,干压强度>20mPa。然而,粒料在随后浸泡于水中后的压缩强度仅为7-8mPa。

[0220] 鉴于上述试验结果,在一实施例中,骨料组合物(和骨料)中含有的硅和铝的原子比(Si:A1比)约为4.6-5.10。例如,原子比可以约为4.70-5.00或4.80-4.90。在一具体实施例中,Si:A1比约为4.75-4.85。例如,Si:A1比可以约为4.76-4.84,或约为4.77-4.83,或约为4.78-4.82,或约为4.79-4.81。在一具体实施例中,Si:A1比约为4.81。

[0221] 或者可以说,骨料组合物(和骨料)含有的硅和铝的原子比高达约5.10。例如,Si:A1比可以高达约5.00,或约高达4.80。在一具体实施例中,Si:A1比可以高达约4.85。例如,Si:A1比可以高达约4.84,或高达约4.84,或高达约4.83,或高达约4.82,或高达约4.81。

[0222] 作为另一种选择,可以说骨料组合物(和骨料)含有的硅和铝的原子比至少约为4.60。例如,Si:A1比可以至少约为4.70,或至少约为4.80。在一具体实施例中,Si:A1比可以至少约为4.75。例如,Si:A1比可以至少约为4.76,或至少约为4.77,或至少约为4.78,或至少约为4.79,或至少约为4.80。

[0223] 除了制备包括粉煤灰、高岭土(作为硅铝酸盐)和50% (w/w)的NaOH水溶液的混合物外,还制备了基于粉煤灰替代物的混合物,然后压制成颗粒状粒料,固化形成粉煤灰替代物基的地质聚合物骨料。粒度与典型的粉煤灰的粒子大小相似的无定型二氧化硅用作粉煤灰替代物,并调节粉煤灰代替物和高岭土的相对用量以实现所需的Si:A1比为4.81。

粒料编号		1	2
施加的压力	kPa	6000	6000
烘箱烘烤时间n	mins	90	90
烘箱烘烤温度	deg C	100	100
粒料直径	mm	20.0	20.0
粒料厚度(高度)	mm	13.96	13.56
粒料OD重量	gm	7.73	7.52
固化石块密度	gm/cc	1.76	1.77
压缩强度-干	mPa	>20	
浸泡时间	天		12days
压缩强度-湿	mPa		10

[0225] 混合物或骨料组合物中干粉成分的颗粒大小

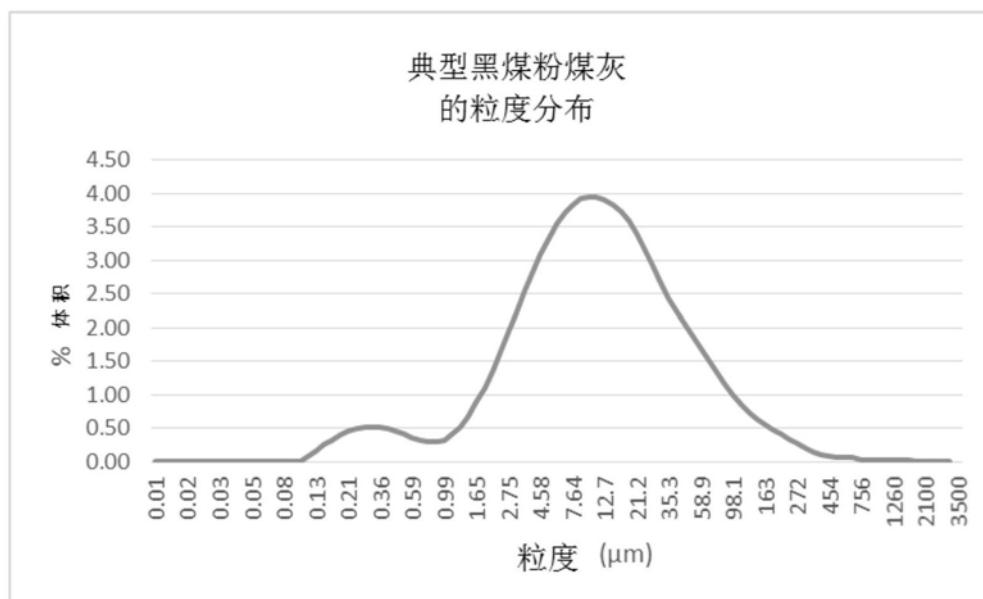
[0226] 优选地,用于骨料组合物中的所有的干粉成分具有高细度。因此,在一实施例中,使用AS3582.1(1988年)标准测试方法测量干粉成分的细度,其细度约为85%至99%。该标准提供使用45μm筛测定细度的方法。所需的细度最小为70%,优选为75%,进一步优选为80%,更进一步优选约为85%。细度可以高达99%,并且细度范围约为85%至97%,或85%至95%。

[0227] 在另一实施例中,通过参考粒度分布曲线确定粒子大小,显示特定粒度的粒子的体积。在该实施例中,干粉成分颗粒(粉煤灰或其替代物和层状硅铝酸盐)具有80%的颗粒尺寸小于1000μm的粒度,优选为80%的颗粒尺寸小于100μm,优选为90%的颗粒尺寸小于

1000 μm , 优选为90%的颗粒的尺寸小于500 μm , 更优选地是90%的颗粒的尺寸小于100 μm 。

[0228] 对来源于黑煤火力发电站的粉煤灰的分析显示以下粒度分布:

[0229]



[0230] 使用其作为干粉成分颗粒的合适粒径分布的实例,由此可以看出,至少90% (按体积计) 的颗粒尺寸小于500 μm , 尺寸小于250 μm 的颗粒占90%, 尺寸小于100 μm 的颗粒占90%。

[0231] 由骨料组合物制备的骨料

[0232] 本申请延伸至由上述骨料组合物制备的骨料。由于骨料是地质聚合物的形式, 不可能精确地表达最终骨料产物的精确组成。然而, 聚集产物将具有对应于用于生产骨料的(未固化的) 地质聚合物骨料组合物的组成, 但具有较少的水和化学结构的改变。

[0233] 添加剂

[0234] 骨料组合物可以任选地含有添加剂。任何有利于由组合物产生骨料的添加剂都可使用。可以包括在骨料组合物中的添加剂的实例包括阻燃剂, 颜料或染料, 润滑剂, 增塑剂, 抗菌剂, 抗真菌剂, 表面活性剂, 流变改性剂和纤维增强剂。

[0235] 存在于骨料组合物中的添加剂的量可以根据添加剂的性质而变化。然而, 添加剂必须以足以实现其所需功能的量存在。

[0236] 地质聚合物组合物或骨料组合物可以基本上不含水泥。地质聚合物组合物或骨料组合物可以不含水泥。地质聚合物组合物或骨料组合物可以不含水泥或其它非地质聚合物强化剂。非地质聚合物强化剂包括高钙(或镁)基产品, 例如石膏灰泥, 石灰灰泥或水泥和有机胶。

[0237] 地质聚合物组合物或骨料组合物可以包含占组合物总量至少为70%, 至少80%, 至少85%, 至少85%或者至少90%的粉煤灰(或粉煤灰替代物), 层状硅铝酸盐, 碱性组分和水。除了粉煤灰, 层状硅铝酸盐, 碱性组分和水之外的任何添加剂优选构成不超过(骨料)组合物总量的30%, 20%, 15%或10%。

[0238] 地质聚合物组合物或骨料组合物可以基本上由粉煤灰(和/或粉煤灰替代物), 层状硅铝酸盐, 碱性组分, 水和一种或多种添加剂组成, 所述添加剂选自阻燃剂, 颜料, 染料, 润滑剂, 增塑剂, 抗菌剂, 抗真菌剂, 表面活性剂, 流变改性剂和纤维增强剂。(骨料)组合物可以由上述组分组成。

[0239] 地质聚合物或骨料材料基本上由组合物的固化产品组成,该组合物基本上由粉煤灰(和/或粉煤灰替代物),层状硅铝酸盐,碱性组分,水和一种或多种添加剂组成,其中所述添加剂选自火焰阻燃剂,颜料,染料,润滑剂,增塑剂,抗菌剂,抗真菌剂,表面活性剂,流变改性剂和纤维增强剂。地质聚合物或骨料材料由组合物的固化产物组成,所述组合物由粉煤灰(和/或粉煤灰替代物),层状硅铝酸盐,碱性组分,水和一种或多种添加剂组成,所述添加剂选自阻燃剂,颜料,染料,润滑剂,增塑剂,抗菌剂,抗真菌剂,表面活性剂,流变改性剂和纤维增强剂。

[0240] 方法步骤

[0241] 地质聚合物或骨料的形成方法包括将干粉成分与碱性组分和水混合,压制(使用特定的压缩力/压力),固化压制的组合物。

[0242] 形成骨料

[0243] 地质聚合物或地质聚合物骨料的生产方法包括将粉煤灰(或替代物),层状硅铝酸盐,碱性组分和水混合形成混合物,其在一些实施例中作为骨料组合物被描述。

[0244] 任何可以将组分制成为骨料组合物的方法均可使用。例如,在一个实施例中,该方法可以包括将所有组分一起混合,形成为骨料组合物。在另一个实施例中,该方法可包括先将粉煤灰(或替代物),层状硅铝酸盐和碱性组分混合,形成混合物后再加入水。在另一个实施例中,该方法可包括形成粉煤灰(或替代物)和层状硅酸铝的混合物,然后加入碱性组分和作为溶液的水以形成骨料组合物。

[0245] 在一个实施例中,该方法包括将粉煤灰和层状硅铝酸盐混合,直到形成均匀的混合物。然后加入碱性组分和水作为溶液,并再次混合直到形成均匀的混合物。

[0246] 优选地是将骨料组合物的组分形成为均匀的混合物。据认为均匀的混合物确保了骨料组合物中的颗粒在压制阶段被最佳地定位粘合。

[0247] 优选地,在形成骨料组合物和随后对骨料组合物施加压力以形成骨料的步骤之间没有显著的延迟。换句话说,在该方法中优先使用新制备的混合物。在形成混合物和压制步骤之间的时间段优选不超过5小时,优选不超过4,3,2或1小时。该时间段优选小于1小时,例如50分钟或更短,40分钟或更短,或30分钟或更短。然而,刚制备了几个小时的混合物(或者在制备和施加压力之间存在几个小时延迟)仍然可以提供具有良好的干压强度和湿压缩强度的骨料。申请人已经进行了实验来说明这一点。在实验中,制备包含80.4%粉煤灰,5.6%高岭土,7%NaOH和7%水(作为50%w/w水溶液)的混合物。混合物的Si:A1原子比为4.81。

[0248] 制备了一系列骨料组合物样品,其中在骨料组合物的制备和施加压力的步骤之间具有不同的老化时间(延迟时间)。施加压力的步骤包括使样品经受6000kPa的压力。然后将样品在烘箱中在100℃下固化60分钟。

[0249] 对每个老化时间段中的一个粒料的干压缩强度进行评估,其中,每对的另一个粒料在评估其湿压缩强度之前浸入水中4天。这些实验的结果如下所示:

[0250] 新鲜的混合物

粒料编号		1	2
施加的压力	kPa	6000	6000
烘箱烘烤时间n	mins	60	60
烘箱烘烤温度	deg C	100	100

粒料直径	mm	13.8	13.8
粒料厚度(高度)	mm	11.15	11.05
粒料OD重量	gm	2.65	2.62
固化石块密度	gm/cc	1.59	1.58
压缩强度-干	mPa	>20	
浸泡时间	天		4days
压缩强度-湿	mPa		>20

[0252] 来自新鲜混合物的粒料具有优异的干和湿压缩强度, 均>20mPa。

[0253] 老化2小时

[0254]

粒料编号		3	4
施加的压力	kPa	6000	6000
烘箱烘烤时间n	mins	60	60
烘箱烘烤温度	deg C	100	100
粒料直径	mm	13.8	13.8
粒料厚度(高度)	mm	11.50	11.90
粒料OD重量	gm	2.77	2.91
固化石块密度	gm/cc	1.61	1.63
压缩强度-干	mPa	>20	
浸泡时间	天		4days
压缩强度-湿	mPa		18

[0255] 由已经老化2小时的混合物形成的粒料具有>20mPa的优异的干压缩强度和18mPa的非常好的湿压缩强度。

[0256] 老化4小时

[0257]

粒料编号		5	6
施加的压力	kPa	6000	6000
烘箱烘烤时间n	mins	60	60
烘箱烘烤温度	deg C	100	100
粒料直径	mm	13.8	13.8
粒料厚度(高度)	mm	11.40	11.50
粒料OD重量	gm	2.66	2.73
固化石块密度	gm/cc	1.56	1.59
压缩强度-干	mPa	20	
浸泡时间	天		4days
压缩强度-湿	mPa		10

[0258] 由已经老化4小时的混合物形成的粒料具有20mPa的优异的干压缩强度。然而, 在水中浸4天后的湿压强度仅为10mPa。

[0259] 老化5小时

[0260]

粒料编号		7	8
------	--	---	---

施加的压力	kPa	6000	6000
烘箱烘烤时间n	mins	60	60
烘箱烘烤温度	deg C	100	100
粒料直径	mm	13.8	13.8
粒料厚度(高度)	mm	11	11.00
粒料OD重量	gm	2.69	2.62
固化石块密度	gm/cc	1.63	1.59
压缩强度-干	mPa	>20	
浸泡时间	天		4days
压缩强度-湿	mPa		9

[0261] 在形成粒料之前将混合物另外再老化1小时至老化总时长为5小时,由该粒料制成的粒料仍然提供优异的干压缩强度(>20mPa),但是湿压缩强度略差,为9mPa。

[0262] 老化6小时

[0263]

粒料编号		9	10
施加的压力	kPa	6000	6000
烘箱烘烤时间n	mins	60	60
烘箱烘烤温度	deg C	100	100
粒料直径	mm	13.8	13.8
粒料厚度(高度)	mm	11.30	11.80
粒料OD重量	gm	2.62	2.77
固化石块密度	gm/cc	1.55	1.57
压缩强度-干	mPa	>20	
浸泡时间	天		4days
压缩强度-湿	mPa		8

[0264] 在形成粒料之前将混合物另外再老化1小时至总共老化6小时,由老化6小时的混合物形成的粒料仍然提供优异的干压缩强度(>20mPa),但是湿压缩强度略差为8mPa。

[0265] 考虑到上述结果,在一个实施例中,所述方法包括由含有两种或更多种组分的混合物形成为骨料组合物,其中所述混合物的老化时间不超过约3小时。例如,在一个实施例中,混合物已经老化不超过2小时,或混合物已经老化不超过1小时。在一个具体优选的实施例中,该方法包括将由两种或多种组分制备的新鲜的混合物形成为骨料组合物。

[0266] 换句话说,施加压力的步骤在不超过上述的规定小时数进行。

[0267] 压力

[0268] 该方法包括对骨料组合物施加压力。可以通过本领域已知的任何合适的方法将压力施加到骨料组合物上。该方法可以包括在压机中对骨料组合物施加压力以形成骨料的步骤。在一个实施例中,通过机械压力机,辊压机,液压机或气动压机施加压力。在一个实施例中,通过液压机施加压力。

[0269] 本申请人已经进行了重要的实验以确定施加到骨料组合物上的最佳压力。在实验中,制备了包含80.4%粉煤灰,5.6%高岭土,7%NaOH和7%水(作为50%w/w水溶液)的混合物。混合物的Si:A1原子比为4.81。从混合物中形成16个骨料,并将它们分成8批,每批包括

两个骨料粒料。在烘箱中，在100°C下固化60分钟之前，对每批中的两种粒料施加压力。对每批粒料施加不同的压力，压力范围为200kPa (2kgf/sq.cm) 至12000kPa (122kgf/sq.cm)。

[0270] 每批中的一个骨料粒料用于评估干压强度，每批中的另一个骨料粒料在浸泡于水中22小时测定其湿压强度，实验结果如下所示：

[0271] 批次1和2--200kPa and 700kPa

[0272]

粒料编号		1	2	3	4
施加的压力	kPa	200	200	700	700
烘箱烘烤时间n	mins	60	60	60	60
烘箱烘烤温度	deg C	100	100	100	100
粒料直径	mm	20.0	20.0	20.0	20.0
粒料厚度(高度)	mm	15.84	15.54	16.85	17.21
粒料OD重量	gm	5.20	5.05	5.76	5.76
固化石块密度	gm/cc	1.04	1.03	1.09	1.06
压缩强度-干	mPa	5		5	
浸泡时间	小时		22		22
压缩强度-湿	mPa		0		0

[0273] 施加200kPa (2kgf/sq.cm) 或700kPa (7kgf/sq.cm) 的压力导致粒料的干压缩强度 (5mPa) 差，和不可测量的湿压缩强度 (0mPa)。

[0274] 批次3--4000kPa

[0275]

粒料编号		5	6
施加的压力	kPa	4000	4000
烘箱烘烤时间n	mins	60	60
烘箱烘烤温度	deg C	100	100
粒料直径	mm	20.0	20.0
粒料厚度(高度)	mm	10.96	11.37
粒料OD重量	gm	5.09	5.30
固化石块密度	gm/cc	1.48	1.48
压缩强度-干	mPa	20	
浸泡时间	小时		22
压缩强度-湿	mPa		12

[0276] 施加4000kPa (41kgf/sq.cm) 的压力提供具有优异的干压缩强度 (20mPa) 和合理的湿压强度 (12mPa) 的粒料。

[0277] 批次4和5--5500kPa and 7000kPa

[0278]

粒料编号		7	8	9	10
施加的压力	kPa	5500	5500	7000	7000
烘箱烘烤时间n	mins	60	60	60	60
烘箱烘烤温度	deg C	100	100	100	100
粒料直径	mm	20.0	20.0	20.0	20.0

粒料厚度(高度)	mm	8.74	10.22	10.36	9.79
粒料OD重量	gm	4.24	5.01	5.16	4.86
固化石块密度	gm/cc	1.54	1.56	1.58	1.58
压缩强度-干	mPa	>20		>20	
浸泡时间	小时		22		22
压缩强度-湿	mPa		>20		>20

[0279] 施加5500kPa (56kgf/sq.cm) 或7000kPa (71kgf/sq.cm) 的压力提供具有优异的干压缩强度和湿抗压强度(均>20mPa)的粒料。

[0280] 批次6-8500kPa

[0281]

粒料编号		11	12
施加的压力	kPa	8500	8500
烘箱烘烤时间n	mins	60	60
烘箱烘烤温度	deg C	100	100
粒料直径	mm	20.0	20.0
粒料厚度(高度)	mm	10.32	10.10
粒料OD重量	gm	5.20	5.10
固化石块密度	gm/cc	1.60	1.61
压缩强度-干	mPa	>20	
浸泡时间	Hours (小时)		22
压缩强度-湿	mPa		20

[0282] 施加8500kPa (87kgf/sq.cm) 的压力提供具有优异的干压缩强度(>20mPa) 和优异的湿压缩强度(20mPa) 的粒料。

[0283] 批次7-10500kPa

[0284]

粒料编号		13	14
施加的压力	kPa	10500	10500
烘箱烘烤时间n	mins	60	60
烘箱烘烤温度	deg C	100	100
粒料直径	mm	20.0	20.0
粒料厚度(高度)	mm	9.52	10.03
粒料OD重量	gm	4.82	5.08
固化石块密度	gm/cc	1.61	1.61
压缩强度-干	mPa	>20	
浸泡时间	hours		22
压缩强度-湿	mPa		14

[0285] 将施加到粒料的压力增加到10500kPa (107kgf/sq.cm) 仍然提供具有优异的干压强度(>20mPa) 的粒料,但是在水中浸泡22小时导致粒料的湿压强度降低至14mPa。

[0286] 批次8-12000kPa

[0287]

粒料编号		15	16
------	--	----	----

施加的压力	kPa	12000	12000
烘箱烘烤时间n	mins	60	60
烘箱烘烤温度	deg C	100	100
粒料直径	mm	20.0	20.0
粒料厚度(高度)	mm	10.42	10.44
粒料OD重量	gm	5.35	5.35
固化石块密度	gm/cc	1.63	1.63
压缩强度-干	mPa	>20	
浸泡时间	hours		22
压缩强度-湿	mPa		9

[0288] 将施加到压缩的混合物(例如粒料)上的压力进一步提高到12000kPa(122kgf/sq.cm)仍然提供具有优异的干压强度(>20mPa)的粒料,但是在水中浸泡22小时导致产生的粒料的湿压强度进一步降低至9mPa。

[0289] 不希望受到理论束缚,通常认为施加到混合物或骨料组合物上的压力的量是重要的,因为施加压力使得颗粒紧密接近,使得它们可在固化步骤期间结合。据推测,使用过多的压力可能将碱性组分挤出骨料组合物,因而降低了骨料的强度。

[0290] 鉴于上述结果,在一个实施例中,该方法包括施加约50至约90kgf/cm²的压力。例如,约55至约85kgf/cm²,或约60至约80kgf/cm²,或约65至约75kgf/cm²。在一个具体实施例中,该方法包括施加约55至约70kgf/cm²的压力。

[0291] 或者可以说,该方法包括施加至少约50kgf/cm²的压力。例如,该方法可以包括施加至少约55kgf/cm²,或至少约60kgf/cm²,或至少约65kgf/cm²的压力。

[0292] 作为另一种选择,可以说该方法包括施加高达约90kgf/cm²的压力。例如,该方法可以包括施加高达约85kgf/cm²,或高达约80kgf/cm²,或高达约75kgf/cm²,或高达约70kgf/cm²的压力。

[0293] 在一个具体的优选的实施例中,所述方法包括对所述(骨料)组合物施加约65kgf/cm²的压力。

[0294] 在一个实施例中,压力可以通常称为施加到骨料(粒料)组合物的kPa。在该实施例中,该方法可以包括向骨料组合物施加约5000至约9000kPa的压力。例如,该方法可以包括施加约5500至约8500kPa,或约6000至约8000kPa,或约6500至约7500kPa的压力。在一个实施例中,该方法包括向骨料组合物施加约5500至约7000kPa的压力。

[0295] 或者可以说,该方法包括施加至少约5000kPa的压力。例如,该方法可以包括施加至少约5500kPa,或至少约6000kPa,或至少约6500kPa的压力。

[0296] 作为另一种选择,可以说该方法包括施加高达约9000kPa的压力。例如,该方法可以包括施加高达约8500kPa,或高达约8000kPa,或高达约7500kPa,或高达约7000kPa的压力。

[0297] 在具体的优选实施例中,该方法包括向骨料组合物施加约6500kPa的压力。

[0298] 固化

[0299] 该方法包括固化已压缩的混合物或骨料。可以使用本领域已知的任何固化技术来固化已压缩的混合物/骨料。例如,固化可以被热,蒸汽,辐射或空气影响。

[0300] 在一个实施例中,采用热固化方式形成骨料。本申请人已经进行了重要的实验以建立热固化的最佳时间和温度。在实验中,通过施加5500kPa的压力,将80.4%的粉煤灰,5.6%的高岭土,7%的NaOH和7%的水(作为50% w/w水溶液)制成骨料(粒料)。骨料具有4.81的Si:Al原子比。

[0301] 将颗粒粒料分成5个批次,每个批次包含两个或三个颗粒粒料。每批中的粒料烘箱固化不同的时间和/或在不同的温度。除了批次1之外,每个批次中的一个颗粒粒料用于评估其干压缩强度,将每个批次中的其它粒料浸入水中5或7天,然后评估其湿压缩强度。每个批次的实验结果如下所示。

[0302] 批次1--100℃下固化13分钟

[0303]

粒料编号		1	2
施加的压力	kPa	5500	5500
烘箱烘烤时间n	mins	13	13
烘箱烘烤温度	deg C	100	100
粒料直径	mm	20.0	20.0
粒料厚度(高度)	mm	10.75	10.54
粒料OD重量	gm	5.60	5.46
固化石块密度	gm/cc	1.66	1.65
压缩强度-干	mPa	3	2
浸泡时间	days		
压缩强度-湿	mPa		

[0304] 在100℃下烘箱固化粒料13分钟不能产生具有良好的干压缩强度性能的骨料。不希望受理论束缚,这可能是因为13分钟不足以使热穿透骨料的核心。因此,骨料核心没有固化,从而导致骨料抗压强度差。

[0305] 由于粒料1和2的干压缩强度差,所以它们不浸入水中和评价其湿压强度。

[0306] 批次2--100℃下固化60分钟

[0307]

粒料编号		3	4	5
施加的压力	kPa	5500	5500	5500
烘箱烘烤时间n	mins	60	60	60
烘箱烘烤温度	deg C	100	100	100
粒料直径	mm	20.0	20.0	20.0
粒料厚度(高度)	mm	10.93	10.88	10.63
粒料OD重量	gm	5.35	5.30	5.23
固化石块密度	gm/cc	1.56	1.55	1.57
压缩强度-干	mPa	>20		
浸泡时间	days		5days	7days
压缩强度-湿	mPa		20	>20

[0308] 对粒料在100℃下烘烤固化60分钟制备的骨料具有优异的干压强度(>20mPa)。将骨料浸入水中5或7天,其强度不降低,因为两种骨料显示出20和>20mPa的湿压强度。对这些骨料的热电偶测试表明,在烘箱中加热30分钟后,骨料核心的温度达到97℃。因此,烘烤固

化60分钟足以使热渗透至骨料核心并使骨料核心固化。

[0309] 批次3--120℃下固化60分钟

[0310]

粒料编号		6	7	8
施加的压力	kPa	5500	5500	5500
烘箱烘烤时间n	mins	60	60	60
烘箱烘烤温度	deg C	120	120	120
粒料直径	mm	20.0	20.0	20.0
粒料厚度(高度)	mm	8.24	10.44	10.47
粒料OD重量	gm	3.98	5.08	5.14
固化石块密度	gm/cc	1.54	1.55	1.56
压缩强度-干	mPa	>20		
浸泡时间	days		5days	7days
压缩强度-湿	mPa		>20	20

[0311] 提高烘烤固化温度至120℃,但是保持固化骨料60分钟同样也提供具有优异的干压强度和湿压强度的骨料。对这些骨料的热电偶测试表明,在烘箱中加热30分钟后,骨料核心的温度达到114℃。因此,120℃下烘烤固化60分钟足以使热渗透至骨料核心并使骨料核心固化。

[0312] 批次4--120℃下固化40分钟

[0313]

粒料编号		9	10	11
施加的压力	kPa	5500	5500	5500
烘箱烘烤时间n	mins	40	40	40
烘箱烘烤温度	deg C	120	120	120
粒料直径	mm	20.0	20.0	20.0
粒料厚度(高度)	mm	10.99	11.32	10.81
粒料OD重量	gm	5.34	5.41	5.24
固化石块密度	gm/cc	1.55	1.52	1.54
压缩强度-干	mPa	>20		
浸泡时间	days		5days	7days
压缩强度-湿	mPa		17	20

[0314] 保持固化温度为120℃,但是将固化时间减少到40分钟,仍然可以制备具有优异的干压强度的骨料。然而,骨料在水中浸泡5天后湿压强度似乎稍有下降(17mPa),虽然对于浸渍7天的骨料仍然显示具有优异的湿压强度(20mPa)。对这些骨料的热电偶测试表明,在烘箱中固化20分钟后,骨料核心温度达到107℃。因此,在120℃下处理40分钟允许足够使热渗透至骨料核心并使骨料核心固化。

[0315] 批次5--140℃下固化20分钟

[0316]

粒料编号		12	13	14
施加的压力	kPa	5500	5500	5500
烘箱烘烤时间n	mins	20	20	20

烘箱烘烤温度	deg C	140	140	140
粒料直径	mm	20.0	20.0	20.0
粒料厚度(高度)	mm	10.13	9.76	9.98
粒料OD重量	gm	4.85	4.71	4.78
固化石块密度	gm/cc	1.52	1.54	1.52
压缩强度-干	mPa	>20		
浸泡时间	days		5days	7days
压缩强度-湿	mPa		18	14

[0317] 将固化温度进一步提高至140°C并且将固化时间进一步降低至20分钟,仍然提供具有优异的干压缩强度性能的骨料。然而,骨料在浸没5天后湿抗压强度稍微降低,湿压强度降低为18mPa,并且在浸泡7天后湿压强度进一步降低,降低为14mPa。对这些骨料的热电偶试验表明,在烘箱中20分钟后,骨料核心温度达到123°C。因此,在140°C下处理20分钟足够使热量穿透骨料核心,但是没有足够的时间发生完全固化。

[0318] 从这些结果看来,提高固化温度不一定允许固化时间减少以及能仍然产生具有良好的干压强度和湿压强度性能的骨料。然而,必须有足够的固化时间以确保热量渗透到骨料核心。因此,最佳固化温度和时间是一个为骨料生产提供最经济的产出的温度和时间之间的平衡。

[0319] 鉴于上述实验,在一个实施例中,骨料在约80°C至约150°C的温度下固化。例如,骨料可以在约85°C至约140°C,或约90°C至约130°C,或约95°C至约120°C的温度下固化。在一个具体实施例中,骨料在约90°C至约120°C的温度下固化。在一个优选的实施例中,骨料在约100°C的温度下固化。

[0320] 或者可以说,骨料在至少约80°C的温度下固化。例如,骨料可以在至少约85°C,或至少约90°C,或至少约95°C的温度下固化。在一个具体实施例中,骨料在至少约90°C的温度下固化。

[0321] 作为另一种选择,可以说骨料在高达约150°C的温度下固化。例如,骨料可以在高达约140°C,或高达约130°C,或高达约120°C的温度下固化。在一个具体的实施例中,骨料在高达约120°C的温度下固化。

[0322] 在一个实施例中,骨料固化约20至约120分钟。例如,骨料可以固化约30至约110分钟,或约40至约100分钟,或约50至约90分钟,或约60至约80分钟。

[0323] 或者可以说骨料固化至少约20分钟。例如,骨料固化至少约30分钟,或至少约40分钟,或至少约50分钟,或至少约60分钟。

[0324] 作为另一种选择,可以说骨料固化时间长达约120分钟。例如,骨料固化时间可以长达约110分钟,或长达约100分钟,或高达约90分钟,或高达约80分钟。

[0325] 在一个实施例中,骨料固化时间约60分钟。

[0326] 在一个具体实施例中,骨料在约90°C至约120°C的温度下固化约50分钟至约90分钟。在一个具体的优选实施例中,骨料在约100°C的温度下固化约60分钟。

[0327] 虽然这样的时间段非常适合于生产地质聚合物片或颗粒,但是如果地质聚合物形成为具有更大横截面积的地质聚合物块,其然后被破碎成片,则更长的固化时间可能是合适的。因此,如果已压制的混合物的厚度从约12mm增加到24mm,翻了一倍,则固化时间段加

倍可能是合适的。因此,固化时间可以从约45分钟(在150°C)或1至1.5小时(在100°C)或2小时(在80°C)增加至约1.5小时(在150°C),或2-3小时(在100°C)或约4小时(在80°C)。因此,对于许多实施例设想的典型尺寸的压实混合物,固化的时间段可以在45分钟至约2小时的范围内。

[0328] 本文使用的固化条件与其中的烧结方法形成对比,其中该烧结方法施加的烧结温度超过800°C。如本文所要求的固化步骤能量密集度降低,并且仍能形成具有所需性质的地质聚合物。

[0329] 固化后的地质聚合物或骨料尺寸/形状

[0330] 骨料可以是适于其预期用途的任何尺寸。本申请人已经研究了骨料尺寸对干和湿压缩强度的影响,发现骨料可以在一定尺寸范围内生产,并且仍然具有优异的干和湿压缩强度。在相关实验中,将80.4%粉煤灰,5.6%高岭土,7%NaOH和7%水(作为50%w/w水溶液)制成为不同直径的圆柱形骨料(粒料)。制备四种不同尺寸的骨料,每种尺寸具有两种骨料。骨料的Si:Al原子比为4.81。

[0331] 在骨料在100°C下烘箱固化50-75分钟之前,施加6000kPa(61kgf/cm²)的压力以形成骨料。需要不同的固化时间以允许足够的时间用于热穿透和固化不同尺寸的骨料核心。

[0332] 评估每个尺寸的一个粒料的干压缩强度,将每个尺寸的剩余粒料浸入水中3天,然后评估其湿压缩强度。实验结果如下:

[0333]

粒料编号		1	2	3	4	5	6	7	8
施加的压力	kPa	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
烘箱烘烤时间	mins	50	50	55	55	60	60	75	75
烘箱烘烤温度	deg C	100	100	100	100	100	100	100	100
粒料直径	mm	12.0	12.0	13.8	13.8	20.0	20.0	23.7	23.7
粒料厚度(高度)	mm	11.60	11.50	11.05	11.15	10.80	10.90	12.85	12.75
粒料OD重量	gm	2.12	2.13	2.62	2.63	5.30	5.34	8.7	8.66
固化石块密度	gm/cc	1.62	1.64	1.58	1.58	1.56	1.56	1.53	1.54
压缩强度-干	mPa	>20		>20		>20		>20	
浸泡时间	days		3		3		3		3
压缩强度-湿	mPa		19		>20		20		>20

[0334]

本申请人也由前面提及的骨料组合物制备了两个矩形骨料。矩形骨料的尺寸为60mm×34mm,通过施加61kgf/cm²的压力并在烘箱中在100°C下固化85分钟而形成。

[0335]

评估了其中一个矩形骨料的干压缩强度,将剩余的矩形骨料浸入水中15天,然后评估其湿压缩强度。实验结果如下:

[0336]

样品编号		1	2
施加的压力	kgf/cm ²	61	61
烘烤固化时间	mins	85	85
烘烤固化温度	deg C	100	100
粒料尺寸	mm	60x34	60x34
粒料厚度(高度)	mm	11.95	11.95
粒料OD重量	gm	38.77	39.10
固化石块密度	gm/cc	1.59	1.60

压缩强度-干	mPa	>20	
浸泡时间	days		15
压缩强度-湿	mPa		>20

[0337] 矩形骨料在干燥时和在水中浸渍15天后均显示具有优异的抗压强度。

[0338] 上述结果表明,骨料可以在一定尺寸范围内生产,并且仍然具有优异的干压强度和湿压缩强度。

[0339] 在使用骨料作为粉碎岩石或石头的替代物的实施例中,例如混凝土,骨料碎片的尺寸大小与用作典型的混凝土应用中使用的粉碎岩石或石头的尺寸大小相关联。因此,在一个实施例中,骨料碎片的直径通常约不大于30mm,骨料碎片通常具有不小于约2mm的最大直径。

[0340] 可以生产一系列尺寸的骨料碎片,以提供具有尺寸范围分布的骨料材料。

[0341] 所需尺寸范围的骨料片可通过将较大片(块)的地质聚合物破碎或压碎成较小片的骨料而形成。这种较大片的地质聚合物可以称为“地质聚合物块”。在这种情况下,地质聚合物质块的形式可以是片状,条状,棒状,砌块状,板状,砖块或其它形式。地质聚合物块的大小可以是可分成多个小片的任何尺寸,对应于本文所述尺寸大小的骨料片。地质聚合物块的横截面尺寸不受限制,并且可以是正方形,矩形,圆形或任何其它规则或不规则形状。

[0342] 还可以将地质聚合物块制成具有特定形状的制品,该制品不进一步分解成较小的片块。因此,地质聚合物块的形态可以是片状,条状,棒状,砌块状,板状,砖块形或其它形式。这样的地质聚合物产品可以用于建筑或其他应用中,如砖瓦,铺路材料,台面,长凳,控制台,桌面,壁炉炉膛或其它。

[0343] 在骨料使用中,考虑到骨料碎片具有尺寸范围的可能性,因此需要测定骨料碎片的平均尺寸。如果骨料由正方柱,圆柱或其他横截面柱伸长而成,其横截面(最大)直径为X,并且柱被破碎成更小的骨料片,该骨料片具有所述直径(或者骨料片的断面穿过横截面面积更小),但应当理解的是破碎或压碎的产品的直径小于柱直径X。在一些实施例中,骨料包括原始横截面直径不大于30mm,不大于28mm,不大于26mm,不大于24mm,不大于22mm或不大于20mm的压碎或破碎的骨料片。在其它实施例中,对于给定量的骨料,平均粒度优选直径不大于30mm,优选不大于28mm,不大于26mm,不大于24mm,不大于22mm,不大于大于20mm。在任一情况下,平均粒度优选为至少为2mm,至少为4mm,至少为6mm,或至少为8mm或至少为10mm。任何最小和最大值可以联合起来用于鉴定平均粒度的最小到最大值的范围。

[0344] 骨料可以是适于其使用目的的任何形状(或横截面形状)。在一个实施例中,优选的是,骨料以一种可以使多个骨料能够压紧或联锁的方式成形。例如,如果骨料被用于混凝土中,则压紧或联锁的骨料可减少混凝土中空隙的量,并因此减少所需的填料量。因此,在一个实施例中,骨料呈正三角形(或三尖星形),狗骨,矩形或圆柱体的形状。在另一个实施例中,骨料的形状可以块状,片状,面板状,屋顶木瓦状,立柱状或砖块状。在一个具体实施例中,骨料呈圆柱状。

[0345] 固化的骨料的重量和尺寸以及其它因素,例如施加的压力,将影响固化的骨料的密度。类似地,这些因素将影响地质聚合物(或地质聚合物块)的密度。

[0346] 在一个实施例中,地质聚合物或骨料的密度约为1.40g/cm³至约1.80g/cm³。例如,骨料的密度约为1.45g/cm³至约1.75g/cm³,或约1.50g/cm³至约1.70g/cm³,或约1.55g/cm³至

约 1.65g/cm^3 。在一个实施例中,骨料的密度约为 1.50g/cm^3 至约 1.60g/cm^3 。例如,骨料的密度约为 1.50g/cm^3 , 1.51g/cm^3 , 1.52g/cm^3 , 1.53g/cm^3 , 1.54g/cm^3 , 1.55g/cm^3 , 1.56g/cm^3 , 1.57g/cm^3 , 1.58g/cm^3 , 1.59g/cm^3 或 1.60g/cm^3 。在一个具体实施例中,骨料的密度约为 1.56g/cm^3 。

[0347] 或者可以说,地质聚合物或骨料的密度至少约为 1.40g/cm^3 。例如,骨料的密度至少约为 1.45g/cm^3 ,或至少约 1.50g/cm^3 ,或至少约 1.55g/cm^3 。在一个实施例中,所述骨料的密度至少约为 1.50g/cm^3 。例如,骨料的密度至少约为 1.50g/cm^3 , 1.51g/cm^3 , 1.52g/cm^3 , 1.53g/cm^3 , 1.54g/cm^3 , 1.55g/cm^3 , 1.56g/cm^3 , 1.57g/cm^3 , 1.58g/cm^3 , 1.59g/cm^3 或 1.60g/cm^3 。在一个具体实施例中,骨料的密度至少约为 1.56g/cm^3 。

[0348] 作为另一种选择,可以说地质聚合物或骨料的密度可高达约 1.40g/cm^3 。例如,骨料的密度高达约 1.75g/cm^3 ,或高达约 1.70g/cm^3 ,或高达约 1.65g/cm^3 。在一个实施例中,骨料的密度高达约 1.60g/cm^3 。例如,骨料的密度高达约 1.50g/cm^3 , 1.51g/cm^3 , 1.52g/cm^3 , 1.53g/cm^3 , 1.54g/cm^3 , 1.55g/cm^3 , 1.56g/cm^3 , 1.57g/cm^3 , 1.58g/cm^3 , 1.59g/cm^3 或 1.60g/cm^3 。在一个具体实施例中,骨料的密度高达约 1.56g/cm^3 。

[0349] 骨料强度

[0350] 如果骨料用于混凝土,则骨料必须具备一定的抗压缩强度。抗压强度对于地质聚合物的其它非骨料应用也是非常重要的。特别重要的是,当处于湿润状态时,骨料具有高的压缩强度。这是因为,混凝土用水制成,并且在湿润条件下,低的骨料抗压强度将导致混凝土在凝固之前变得不牢固。此外,混凝土的大多数应用将导致混凝土变湿,例如,建筑物,人行道和桥梁都遭受雨水。因此,当在潮湿条件下,使用低抗压强度的骨料将导致混凝土不牢固,这将使得混凝土在结构上不可靠。

[0351] 本申请人已经进行了大量实验,证明用上述组成的组合物和在上述加工条件下形成的骨料在潮湿条件下具有优异的抗压强度,即具有优异的湿压强度。并且即使当骨料已经长时间浸入水中,也保持有优异的抗压强度性能。

[0352] 在一系列实验中,将 80.4% 的粉煤灰, 5.6% 的高岭土, 7% 的 NaOH 和 7% 的水(作为 $50\% \text{w/w}$ 的水溶液)形成12个圆柱形骨料(颗粒)。在烘箱中在 100°C 下固化60分钟之前,对骨料组合物施加 5500kPa 的压力。骨料组合物的 Si:Al 原子比为 4.81 。测量一个骨料的干压缩强度,并且将剩余的11骨料浸入水中不同的时间,然后评估其湿压缩强度,实验结果如下:

粒料编号		1	2	3	4	5	6
施加的压力	kPa	5500	5500	5500	5500	5500	5500
烘箱烘烤时间 n	mins	60	60	60	60	60	60

烘箱烘烤温度	deg C	100	100	100	100	100	100
粒料直径	mm	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
粒料厚度(高度)	mm	10.93	10.83	10.98	11.15	10.98	10.63
粒料 OD 重量	gm	5.35	5.39	5.41	5.47	5.38	5.23
固化石块密度	gm/cc	1.56	1.58	1.57	1.56	1.56	1.57
压缩强度 - 干	mPa	>20					
浸泡时间			2 mins	11 hrs	17 hrs	3½ days	7 days
压缩强度 - 湿	mPa		>20	>20	>20	20	>20

[0354]

粒料编号		7	8	9	10	11	12
施加的压力	kPa	5500	5500	5500	5500	5500	5500
烘箱烘烤时间 n	mins	60	60	60	60	60	60
烘箱烘烤温度	deg C	100	100	100	100	100	100
粒料直径	mm	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
粒料厚度(高度)	mm	11.30	11.10	10.65	11.25	11.10	11.23
粒料 OD 重量	gm	5.57	5.51	5.18	5.56	5.4	5.54
固化石块密度	gm/cc	1.57	1.58	1.55	1.57	1.55	1.57
压缩强度 - 干	mPa						
浸泡时间		11 days	14 days	18 days	21 days	25 days	28 days
压缩强度 - 湿	mPa	>20	>20	18	19	20	20

[0355] 在另一系列实验中, 将80.4%粉煤灰, 5.6%高岭土, 7%NaOH和7%水(作为50%w/w水溶液)形成为12个圆柱形骨料(粒料)。在烘箱中在100°C下固化60分钟之前, 使骨料组合物经受7000kPa的压力。骨料组合物的Si:Al原子比为4.81。测量一个骨料的干压缩强度, 并且将剩余的11骨料浸入水中不同的时间量, 然后, 评估其湿压缩强度。实验结果如下:

粒料编号		13	14	15	16	17	18	
施加的压力	kPa	7000	7000	7000	7000	7000	7000	
烘箱烘烤时间 n	mins	60	60	60	60	60	60	
烘箱烘烤温度	deg C	100	100	100	100	100	100	
粒料直径	mm	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	
粒料厚度 (高度)	mm	12.10	12.15	12.10	12.05	12.20	12.40	
粒料 OD 重量	gm	6.15	6.13	6.11	6.07	6.18	6.23	
固化石块密度	gm/cc	1.62	1.61	1.61	1.60	1.61	1.60	
压缩强度 - 干	mPa	>20						
浸泡时间			2 mins	11 hrs	17 hrs	3½ days	7 days	
[0356]	压缩强度 - 湿	mPa		>20	20	>20	20	>20

粒料编号		19	20	21	22	23	24
施加的压力	kPa	7000	7000	7000	7000	7000	7000
烘箱烘烤时间 n	mins	60	60	60	60	60	60
烘箱烘烤温度	deg C	100	100	100	100	100	100
粒料直径	mm	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
粒料厚度 (高度)	mm	12.20	12.50	12.35	11.95	12.20	12.50
粒料 OD 重量	gm	6.21	6.34	6.26	5.95	6.10	6.20
固化石块密度	gm/cc	1.62	1.61	1.61	1.58	1.59	1.58
压缩强度 - 干	mPa						

[0357]	浸泡时间		11 days	14 days	18 days	21 days	25 days	28 days
	压缩强度 - 湿	mPa	>20	>20	20	>20	>20	20

[0358] 在另一系列实验中, 将80.4%粉煤灰, 5.6%高岭土, 7%NaOH和7%水(作为50%w/w水溶液)形成为10个圆柱形骨料(粒料)。使骨料组合物经受6000kPa的压力, 然后在烘箱中在100°C下固化57分钟。骨料组合物的Si:A1原子比为4.81。

[0359] 将骨料分成5组。评估每组中的一个骨料的干压缩强度, 并且将每组中的另一骨料浸入水中一段时间后评估其湿压缩强度。实验结果如下:

粒料编号		1	2	3	4	5	6
施加的压力	kPa	6000	6000	6000	6000	6000	6000
烘箱烘烤时间 n	mins	57	57	57	57	57	57
烘箱烘烤温度	deg C	100	100	100	100	100	100
粒料直径	mm	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
粒料厚度 (高度)	mm	10.30	11.00	10.80	10.30	11.25	11.35
粒料 OD 重量	gm	5.05	5.38	5.27	5.05	5.51	5.58
固化石块密度	gm/cc	1.56	1.56	1.55	1.56	1.56	1.56
压缩强度 - 干	mPa	>20		>20		>20	
浸泡时间	days		6		19		37
压缩强度 - 湿	mPa		20		>20		20

[0360]

粒料编号		7	8	9	10	11	12
施加的压力	kPa	6000	6000	6000	6000	6000	6000
烘箱烘烤时间 n	mins	57	57	57	57	57	57
烘箱烘烤温度	deg C	100	100	100	100	100	100
粒料直径	mm	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
粒料厚度 (高度)	mm	11.20	11.10	11.80	10.95	10.5	11.08
粒料 OD 重量	gm	5.47	5.40	5.74	5.40	5.15	5.50
固化石块密度	gm/cc	1.55	1.55	1.55	1.57	1.56	1.58
压缩强度 - 干	mPa	>20		>20		>20	
浸泡时间	days		69		425		808
压缩强度 - 湿	mPa		>20		>20		>20

[0361] 上述结果表明,上述骨料和通过上述方法制备的骨料具有优异的干压缩强度,并且上述骨料和通过上述方法制备的骨料即使在水中浸渍超过2年(808天),仍然具有优异的湿压缩强度。

[0362] 在本申请人进行的实验中,通过经由直径5mm的小圆木向已经放置在测力传感器上的样品施加力来测定骨料的抗压强度。该装置的极限负载能力为20mPa,因此在测力传感器的最大容量内没有压碎的样品的抗压强度记录为>20mPa。

[0363] 为了证实地质聚合物骨料的实际抗压强度,申请人在澳大利亚的RMIT大学(Royal Melbourne Institute of Technology University,澳大利亚皇家墨尔本理工大学)生产了由地质聚合物组合物制成并且通过上述方法制造的面积为20cm×20cm,厚度为×20mm的地质聚合物厚板。从板坯切割圆柱形截面以产生直径为10mm,高度为20mm的样品。然后使用负载压力机测试这些样品的抗压强度。

[0364] 在一个实施例中,骨料的八(8)个核芯样品的平均抗压强度(干抗压强度)约为67mPa。在另一个实施例中,骨料的另外八(8)个核芯样品在浸泡于水中的平均抗压强度(湿抗压强度)约为35mPa。在这种情况下,术语浸泡在水中意味着在测试前将骨料浸入水中七(7)天的时间。

[0365] 应当理解,地质聚合物骨料的湿压强度小于其干压强度。地质聚合物骨料组合物申请人的目的是使湿压缩强度最大化并确保长期维持其强度,这是其用作混凝土中的骨料所必需的。

[0366] 在单独的实验中,先前由申请人生产的另一颗粒样品浸入水中808天由RMIT大学测试其湿压强度为35mPa,这表明本申请人的地质聚合物骨料即使是连续浸入水中,随时间的流逝仍然保持其高的抗压强度性能。

[0367] 骨料的用途

[0368] 上述骨料或通过上述方法制备的骨料可以用于通常使用骨料的任何应用中。因此,在一个实施例中,提供了包含上述地质聚合物骨料或通过上述方法制备的地质聚合物骨料的制品。地质聚合物骨料可以是粗集料或细集料的形式,或两者的组合。粗集料是本领域中已知的术语,适用于尺寸约在2和50mm之间的碎片。类似地,细骨料适用于粒度小于约2mm的细碎的岩石或石块或砂。对粗集料特别有兴趣。还提供了上述地质聚合物骨料或通过上述方法制备的地质聚合物骨料作为制品的用途。在一个实施例中,制品可以是瓷砖,台面,建筑元件,挡板,平板,可替换的预成型石材料,屋顶瓦,加工模具(模具),空心砖块,片材,砖和面板。显然,就制品而言,上述对于骨料的尺寸约束不适用。

[0369] 本申请人已经进行了实验以显示地质聚合物骨料可以成功地用于混凝土中。

[0370] 在实验中,将用破碎的地质聚合物骨料制成的混凝土与用破碎的花岗岩岩石骨料制成的混凝土进行比较。在这两种情况下,使用水/水泥比为0.42制备混凝土试验立方体,并根据标准BS EN 12390-3进行测试。实验结果如下:

	抗压强度 (mPa)			
	7 天	28 天	90 天	指标
粉碎地质聚合物骨料制备的混凝土	30.0	35.8	41.0	40
粉碎花岗岩岩石骨料制备的混凝土	29.2	39.0	45.4	40

[0372] 由破碎的地质聚合物骨料制成的混凝土显示出优异的抗压强度。此外,90天后的抗压强度高于结构级混凝土的目标抗压强度。用破碎的地质聚合物骨料制成的混凝土的结果与用破碎的花岗岩岩石骨料制成的混凝土的结果相当。

[0373] 在一个具体实施例中,提供了包含上述地质聚合物骨料或通过上述方法制备的地质聚合物骨料的混凝土。在另一个实施例中,提供了上述地质聚合物骨料或通过上述方法制备的地质聚合物骨料作为混凝土的组分的用途。在一个实施例中,按重量计,混凝土包含重量约为55%至75%的地质聚合物骨料。例如,按重量计,混凝土可以包含按重量计约60%至约70%的地质聚合物骨料。在一个实施例中,按重量计,混凝土包含重量约为65%的地质聚合物骨料。

[0374] 在一个实施例中,含有骨料的混凝土的密度比普通混凝土的密度低,密度低至约20%。因此,使用上述骨料制备的混凝土比普通混凝土轻,同时具有相当的干压强度和湿压强度。使用上述骨料制备的混凝土,具有显著的优点,包括节省预制混凝土单元的运输和处理,减少了在基础和强化方面节省的静载荷,以及降低模板和支撑架的成本。

[0375] Production steps制备步骤

[0376] 图1是本发明实施例所涉及的骨料或骨料产物的生产步骤的示意图。

[0377] 粉煤灰(或粉煤灰替代物)储存于储料仓1a,1b和高岭土(或其他铝硅酸盐)储存于其他储料仓2中。多个储料仓用于储存不同粒度级别或不同来源的粉煤灰,选择性地用于制备期望的最终产品。(粉煤灰通常从特定地理位置被作为粉煤灰销售。)另外,提供多个筒仓以防在泵故障或堵塞的情况下使用。

[0378] 干粉成分,通常是粉煤灰和高岭土,在粉末混合器3中进行预混合。这可以是任何类型的,例如具有合适容量的流化床干燥器。苛性碱(碱性组分和水的组合)储存在液体存储罐4中,其保持加热和隔离状态。混合的干组分与所需量的苛性纳在预混合器5中混合。预混合器5可以是任何合适的类型,例如圆锥破碎机。然后将预混合的组合物在混合器6中进一步混合。搅拌器形式的混合器6可以是任何合适的类型,例如摆动转自造粒机,带式混合器或其它的混合器。

[0379] 如图2所示,干粉成分,粉煤灰13和高岭土14是细粒状自由流动材料。苛性碱(水和碱性组分)是液体形式15。当在混合器6中混合时,混合产物为微湿的,自由流动的粉末16的形式。该混合物不是浆料或膏状形式,浆料或膏状形式的混合物的含水量显著高于本发明混合物。水含量在这种粉末形式的骨料组合物的生产中是重要的,因为其影响组合物的物理形式以及影响对在压制和固化步骤之后由组合物产生的产品。

[0380] 在混合器6中混合的产物,是轻微潮湿,自由流动的粉末形式16,然后在压机7中进行压缩步骤。执行压缩步骤有两个主要选择。一个选择和随后的阶段由实线箭头指示,并且具有可替代处理步骤的第二选择由虚线箭头指示。

[0381] 第一种选择包括将较大体积的粉末形式的混合物在压机7中压制成为较大尺寸8的压制块。在该步骤中可以同时压制多个压制块。另一种选择包括在压机7中压制较小体积的混合物以形成尺寸小于压制块体积的压制碎片8a或颗粒。通过压制/压实可以同时制备多个压制碎片。压制碎片可以具有相同的尺寸,或者压制碎片可以具有多种尺寸。可以使用能够向地质聚合物组合物均匀施加所需压力(压缩力)的任何合适的压机,例如液压机,具有平辊的压块辊压机,压片机,辊磨机(例如双辊磨机),或除此以外其他压机。

[0382] 在每种情况下,在压实之后,压制块或压制碎片在固化炉9或9a中固化(或干燥和固化)。烘箱可以是任何合适的类型,例如传送式烘箱。固化导致由混合物中的组分产生地质聚合物。在进行固化之前,压实的混合物能够在施加最小的力的情况下断裂或破碎,例如用手折断。然而,在固化后,固化的组合物是石头状的,并且不能用手折断或破碎。

[0383] 就压制碎片8a而言,在固化之后将它们转变成碎片状的地质聚合物骨料。因此,不需要进一步加工已经为适合用作骨料的碎片材形式的固化产物,尽管存在进一步使这些地质聚合物骨料片段碎裂的选择。

[0384] 就压制块8来说,固化导致形成地质聚合物块。这些地质聚合物块可在破碎机10中压碎,随后筛分11成选定尺寸的部分。虽然筛选是可选的,但通常都进行筛选处理。如图3中的更详细地说明所示,采用破碎的方式将棒状19的地质聚合物块转化为碎片20。构成骨料的碎片段被堆存12起来,备用。可以按照碎片部分或在分数或尺寸范围进行物料堆存。

[0385] 地质聚合物和地质聚合物骨料生产中的因素的平衡

[0386] 值得注意的是,根据本发明,为了生产最有效的地质聚合物和骨料,上述加工条件和要求的组合是非常需要的。

[0387] 在优选的实施例中,地质聚合物包含至少两种,优选为3,4,5,6,7种或所有以下特征的组合,这些特征是用于地质聚合物的生产的混合物的特征,或从混合物形成地质聚合物的加工条件的:

[0388] -以重量计,约占混合物重量6%至约10%的水含量;

[0389] -以重量计,碱性组分含量为混合物重量的6%至10%;

[0390] -用于形成混合物的碱性组分为摩尔浓度约为15M至23M的NaOH水溶液(或氢氧化物的摩尔量相当的可替代的碱性组分),与每千克混合物约含1.375-2.1摩尔氢氧化物离子相一致;

[0391] -混合物中的碱性组分(作为水溶液)浓度是40% (w/w) 至60% (w/w) ;

[0392] -硅与铝的原子比在4.60至5.10之间;

[0393] -干粉成分的粒度,80% (以体积计) 的颗粒小于1000 μm (或前述的任何其它颗粒尺寸限制);

[0394] -在混合物的压缩中施加约50至约90kgf/cm²的压缩力以形成压缩混合物;

[0395] -在约80°C 和150°C之间的温度下热固化压缩的混合物;

[0396] -在上述温度下热固化足够的时间以使热完全渗透压缩的混合物,例如20分钟至4小时的时间段。

[0397] 至少5个,优选至少6个,7个,8个或所有这些特征有助于显著地平衡生产最有效的地质聚合物和骨料所需的条件。在每种情况下,特征可能更具体地限制在前述范围内。因此,作为一个实例, Si:A1比率可以在约4.76至约4.84之间,如上所述。

[0398] 本领域技术人员应当理解,在不脱离如广泛描述的本发明的精神或范围的情况下,可以对具体实施例中所示的本发明进行多种变化和/或修改。因此,本发明的实施例在所有方面都被认为是说明性的而不是限制性的。

[0399] 在随后的权利要求和本发明的前述描述中,除非上下文由于表达语言或必要的含义另有要求,词语“包括”或诸如“包括”或“包含”的变化形式用作包容的含义,即指定所述特征的存在,但不排除在本发明的各种实施例中存在或添加其它特征。

[0400] 第一项清单

[0401] 1.一种地质聚合物骨料组合物,其包含粉煤灰,层状硅铝酸盐,碱性组分和水,其中所述水按重量计,以约占所述组合物重量的6%至10%的量存在。

[0402] 2.根据第一项清单中1所述的地质聚合物骨料组合物,其中所述水以约占所述组合物重量的6%至8% (以重量计) 的量存在。

[0403] 3.根据第一项清单中1或2所述的地质聚合物骨料组合物,其中所述碱性组分以重量计,以约占所述组合物重量的6%至10%的量存在。

[0404] 4.根据第一项清单中1至3中任一项所述的地质聚合物骨料组合物,其中所述碱性组分以浓度约50% (w/w) 的水溶液存在。

[0405] 5.根据第一项清单中1至4中任一项所述的地质聚合物骨料组合物,其中所述骨料组合物包含比例约为4.60至约5.10的硅和铝。

[0406] 6.根据第一项清单中5所述的地质聚合物骨料组合物,其中所述硅和铝的比率约为4.75至4.85。

[0407] 7.根据第一项清单中1至6中任一项所述的地质聚合物骨料组合物,其中所述骨料组合物包含按重量计约为77%至约84%的粉煤灰,约为4%至约7%的高岭土和约为6%至约10%的碱性组分。

[0408] 8.根据第一项清单中1至7中任一项所述的地质聚合物骨料组合物,其中所述碱性组分选自KOH,NaOH及其混合物。

[0409] 9.根据第一项清单中1至8中任一项所述的地质聚合物骨料组合物,其中所述骨料

在干燥时具有至少约为20mPa的抗压强度。

[0410] 10. 根据第一项清单中1至9中任一项所述的地质聚合物骨料组合物,其中所述骨料在水中浸泡后具有至少约20mPa的抗压强度。

[0411] 11. 由按照第一项清单中1至10中任一项所述的地质聚合物骨料组合物制备的地质聚合物骨料。

[0412] 12. 根据第一项清单中1至10中任一项所述的地质聚合物骨料组合物用于生产地质聚合物骨料的用途。

[0413] 13. 一种生产地质聚合物骨料的方法,包括:

[0414] i) 形成粉煤灰,层状硅铝酸盐,碱性组分和水的骨料组合物,其中所述水的重量约占所述骨料组合物重量的6%至约10% (按重量计);

[0415] ii) 对所述骨料组合物施加压力以形成骨料;和

[0416] iii) 固化所述骨料。

[0417] 14. 根据第一项清单中13所述的方法,其中施加到所述骨料的压力约为50至90kgf/cm²。

[0418] 15. 一种生产地质聚合物骨料的方法,包括:

[0419] i) 形成粉煤灰,层状硅铝酸盐,碱性组分和水的骨料组合物;

[0420] ii) 向所述骨料组合物施加约为50至90kgf/cm²的压力,形成骨料;和

[0421] iii) 固化所述骨料。

[0422] 16. 根据第一项清单中15所述的方法,其中所述骨料组合物包含以重量计约为6%至10%的水。

[0423] 17. 根据第一项清单中13至16中任一项所述的方法,其中所述骨料组合物包括比例约为4.60至约5.10的硅和铝。

[0424] 18. 根据第一项清单中17所述的方法,其中所述硅和铝的比率约为4.75至4.85。

[0425] 19. 根据第一项清单中13至18中任一项所述的方法,其中所述骨料组合物包括按重量计约为77%至约84%的粉煤灰,约为4%至约7%的高岭土和约为6%至约10%的碱性组分。

[0426] 20. 根据第一项清单中13至19中任一项所述的方法,其中对所述骨料进行热固化。

[0427] 21. 根据第一项清单中13至20中任一项所述的方法,其中所述骨料在干燥时具有至少约为20mPa的抗压强度。

[0428] 22. 根据第一项清单中13至21中任一项所述的方法,其中所述骨料在水中浸泡后具有至少约为20mPa的抗压强度。

[0429] 23. 一种地质聚合物骨料,由按照如第一项清单中13至22中任一项所述的方法制备而成。

[0430] 24. 如第一项清单中11或23所述的地质聚合物骨料作为混凝土组分的用途。

[0431] 25. 一种制品,包含如第一项清单中11或23所述的地质聚合物骨料的制品。

[0432] 26. 根据第一项清单中25所述的制品,其中所述制品选自屋顶瓦,加工模具,混凝土,砌块,片材,砖块和护墙面板。

[0433] 27. 包含如第一项清单中11或23所述的地质聚合物骨料的混凝土。

[0434] 第二项清单

- [0435] 1.一种地质聚合物组合物,其包含粉煤灰,层状硅铝酸盐,碱性组分和水,其中所述水的量约占所述组合物重量的6%至约10% (按重量计)。
- [0436] 2.根据第二项清单中1所述的地质聚合物组合物,其中所述水的量约占所述组合物重量的6%至约8% (按重量计)。
- [0437] 3.根据第二项清单中1或2所述的地质聚合物组合物,其中所述碱性组分的量约占所述组合物重量的6%至约10% (按重量计)。
- [0438] 4.根据前述第二项清单中任一项所述的地质聚合物组合物,其中所述碱性组分以浓度约为40% (w/w) 至60% (w/w) 的水溶液存在。
- [0439] 5.根据前述第二项清单中任一项所述的地质聚合物组合物,其中所述碱性组分以每千克组合物提供1.375–2.1摩尔氢氧化物的量存在于所述组合物中。
- [0440] 6.根据前述第二项清单中任一项所述的地质聚合物组合物,其中所述碱性组分选自KOH,NaOH及其混合物。
- [0441] 7.根据前述第二项清单中任一项所述的地质聚合物组合物,其中所述组合物包含比例约为4.60至约5.10的硅和铝。
- [0442] 8.根据第二项清单中7所述的地质聚合物组合物,其中所述硅和铝的比率约为4.75至4.85。
- [0443] 9.根据前述第二项清单中任一项所述的地质聚合物组合物,其中所述组合物包含以重量计约为77%至约84%的粉煤灰,约为4%至约7%的层状硅铝酸盐和约为6%至约10%的碱性组分。
- [0444] 10.根据第二项清单中1至8中任一项所述的地质聚合物组合物,其中所述组合物包含按重量计约为77%至约84%的粉煤灰,约为4%至约7%的高岭土和约为6%至约10%的碱性组分。
- [0445] 11.根据前述第二项清单中任一项所述的地质聚合物组合物,其中所述干粉末成分的粒度为80% (以体积计)的颗粒的尺寸小于1000 μm 。
- [0446] 12.根据前述第二项清单中任一项所述的地质聚合物组合物,其中按照AS 3582.1标准测量的所述干粉成分的细度在85%至99%之间。
- [0447] 13.根据前述第二项清单中任一项的地质聚合物组合物,其包含粉煤灰。
- [0448] 14.根据前述第二项清单中任一项所述的地质聚合物组合物,其中所述地质聚合物组合物是地质聚合物骨料组合物。
- [0449] 15.根据前述第二项清单中任一项所述的地质聚合物组合物,其中所述地质聚合物组合物基本上不含压碎的岩石或石头。
- [0450] 16.根据前述第二项清单中任一项所述的地质聚体组合物,其中所述地质聚体组合物基本上不含水泥。
- [0451] 17.一种地质聚合物,由根据第二项清单中1至16中任一项所述的地质聚合物组合物制备而成。
- [0452] 18.一种地质聚合物骨料,由根据第二项清单中14所述的地质聚合物骨料组合物制备而成。
- [0453] 19.一种地质聚合物,其包含固化的、压制的粉煤灰,层状硅铝酸盐,碱性组分和水的混合物,其中在固化之前,所述水占所述混合物的6%至10%。

- [0454] 20. 第二项清单中19所述的地质聚合物，其为地质聚合物骨料的形式。
- [0455] 21. 一种地质聚合物骨料，其包含固化的、压制的粉煤灰，层状硅铝酸盐，碱性组分和水的混合物碎片，其中在固化之前，所述水以约占所述混合物重量的6%至约10% (以重量计) 的量存在。
- [0456] 22. 如第二项清单中23所述的地质聚合物骨料，其中所述混合物包含粉煤灰。
- [0457] 23. 根据第二项清单中19至22中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料，其中在固化之前，所述碱性组分以约占所述混合物重量的6%至约10% (按重量计) 的量存在。
- [0458] 24. 根据第二项清单中19至23中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料，其中在固化之前，所述碱性组分作为浓度约为40% (w/w) 至60% (w/w) 的水溶液存在于所述混合物中。
- [0459] 25. 根据第二项清单中19至24中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料，其中在固化之前，所述碱性组分以每千克混合物提供1.375-2.1摩尔氢氧化物的量存在。
- [0460] 26. 根据第二项清单中19至25中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料，其中所述碱性组分选自KOH, NaOH及其混合物。
- [0461] 27. 根据第二项清单中19至26中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料，其中所述混合物包含比例约为4.60至约5.10的硅和铝。
- [0462] 28. 根据第二项清单中27所述的地质聚合物组合物，其中所述硅和铝的比率约为4.75至4.85。
- [0463] 29. 根据第二项清单中19至28中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料，其中在固化前，所述混合物包含按重量计，约为77%至约84%的粉煤灰，重约为4%至约7%的层状硅铝酸盐和重约为6%至约10%碱性组分。
- [0464] 30. 根据第二项清单中19至29中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料，其中在固化之前，所述混合物包含按重量计约为77%至约84%的粉煤灰，约为4%至约7%的高岭土和约为6%至约10%的碱性组分。
- [0465] 31. 根据第二项清单中19至30中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料，其中在固化前，所述混合物中的干燥粉末成分的粒度按体积计，80%的干燥粉末成分颗粒的尺寸小于1000 μm 。
- [0466] 32. 根据第二项清单中19至31中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料，其中在固化前，使用AS3582.1标准方法测量所述混合物中的干燥粉末成分的细度，干燥粉末成分的细度为85%至99%之间。
- [0467] 33. 根据第二项清单中17至32中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料，包括至少5个以下的特征：
- [0468] - 在固化前，混合物中碱性组分的含量按重量计介于6%至10%之间；
- [0469] - 在固化前，每千克混合物提供约1.375-2.1摩尔的氢氧离子的碱性组分；
- [0470] - 在固化前，混合物中碱性组分(作为水溶液)的浓度在40% (w/w) 至60% (w/w) ；
- [0471] - 混合物中硅与铝的原子比在4.60至5.10之间；
- [0472] - 粉煤灰和层状硅铝酸盐的粒度，80% (按体积计) 的颗粒的尺寸小于1000 μm ；
- [0473] - 对混合物施加约为50至约90kgf/cm²的压力；
- [0474] - 在约80°C 和150°C 之间的温度下热固化压制的混合物；

- [0475] -热固化压制的混合物足够的时间以使热完全渗透压缩的混合物。
- [0476] 34. 根据第二项清单中33所述的地质聚合物或地质聚合物骨料,包含所有的8个特征。
- [0477] 35. 根据第二项清单中17至34中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料,其为含有地质聚合物的地质聚合物骨料的形式。
- [0478] 36. 根据第二项清单中17至35中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料,当干燥时具有至少约20mPa的抗压强度。
- [0479] 37. 根据第二项清单中17至36中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料,其在水中浸泡后具有至少约20mPa的抗压强度。
- [0480] 38. 一种生产地质聚合物的方法,包括:
- [0481] i) 将粉煤灰,层状硅铝酸盐,碱性组分和水混合以形成混合物,其中所述水约占所述混合物重量的6%至约10% (以重量计);
- [0482] ii) 通过施加压力来压制所述混合物;以及
- [0483] iii) 固化所述压制的混合物以形成地质聚合物。
- [0484] 39. 根据第二项清单中38所述的方法,包括压制所述混合物以形成压制块,固化所述压制块以形成地质聚合物块,以及将所述地质聚合物块破碎成地质聚合物碎片。
- [0485] 40. 根据第二项清单中38所述的方法,包括压制所述混合物以形成压制碎片并固化所述的压制片以形成地质聚合物骨料。
- [0486] 41. 根据第二项清单中38至40中任一项所述的方法,其中所施加的压力为约50至约90kgf/cm²。
- [0487] 42. 一种生产地质聚合物的方法,包括:
- [0488] i) 将粉煤灰,层状硅铝酸盐,碱性组分和水结合以形成混合物;
- [0489] ii) 通过施加约50-90kgf/cm²的压力以压实所述混合物;以及
- [0490] iii) 固化所述的压实的混合物以形成地质聚合物。
- [0491] 43. 根据第二项清单中42所述的方法,包括将按重量计约占所述混合物重量6%至10%的水与所述混合物混和。
- [0492] 44. 根据第二项清单中38至43中任一项所述的方法,包括将粉煤灰和层状硅铝酸盐混合形成混合物,混合物中硅与铝的比率约为4.60至约5.10。
- [0493] 45. 根据第二项清单中44所述的方法,其中所述硅和铝的比率约为4.75至4.85。
- [0494] 46. 根据第二项清单中38至45中任一项所述的方法,包括将按重量计约为77%至约84%的粉煤灰,约为4%至约7%的高岭土和约为6%至约10%的碱性组分混合。
- [0495] 47. 根据第二项清单中38至46中任一项所述的方法,包括热固化所述的压实的混合物。
- [0496] 48. 根据第二项清单中38至47中任一项所述的方法,包括至少5个下述特征:
- [0497] -在固化前,所述碱性组分的含量按重量计介于所述混合物重量的6%和10%之间;
- [0498] -在固化前,每千克混合物提供约1.375-2.1摩尔的氢氧根离子的碱性组分;
- [0499] -在固化前,混合物中的碱性组分(作为水溶液)浓度为40% (w/w) 至60% (w/w) ;
- [0500] -混合物中硅与铝的原子比在4.60至5.10之间;

- [0501] -粉煤灰,层状硅铝酸盐的粒径,80% (按体积计) 的颗粒的尺寸小于1000 μm ;
- [0502] -对所述混合物施加约50至约90kgf/cm²的压力;
- [0503] -在约80°C至150°C的温度下热固化压实的混合物;
- [0504] -在上述温度下将压实的混合物加热固化足够的时间以使热量完全渗透压缩的混合物。
- [0505] 49.根据第二项清单中48所述的方法,包括所有的8个特征。
- [0506] 50.根据第二项清单中38至49中任一项所述的方法,包括形成在干燥条件下具有至少约20mPa的抗压强度的地质聚合物。
- [0507] 51.根据第二项清单中38至50中任一项所述的方法,包括形成在浸泡在水中具有至少约为20mPa的抗压强度的地质聚合物
- [0508] 52.一种地质聚合物骨料按照如第二项清单中的38至51中任一项所述的方法制备而成。
- [0509] 53.如第二项清单中17至37、52中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料作为混凝土的组分的用途。
- [0510] 54.一种制品,其包含如第二项清单中17至37、52中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料。
- [0511] 55.根据第二项清单中54所述的制品,其中所述制品选自瓦,台面,建筑元件,片材,厚板材,可替换的预成型的石材状材料,屋顶瓦,加工模具(凹模),混凝土,砌块,薄板材,砖块状材和护墙面板。
- [0512] 56.包含如第二项清单中17至37、52中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料的混凝土。
- [0513] 57.根据第二项清单中56所述的混凝土,其基本上不含碎岩石或石头。
- [0514] 第三项清单
- [0515] 1.一种地质聚合物组合物,其包含粉煤灰替代物,层状硅铝酸盐,碱性组分和水,其中所述水的量,按重量计约占所述组合物重量的6%至10%。
- [0516] 2.根据第三项清单中1所述的地质聚合物组合物,其中所述水的量,按重量计约占所述组合物重量的6%至约8%。
- [0517] 3.根据第三项清单中1或2所述的地质聚合物组合物,其中所述碱性组分的量,按重量计约占所述组合物重量的6%至10%。
- [0518] 4.根据前述第三项清单中任一项所述的地质聚合物组合物,其中所述碱性组分以浓度约为40% (w/w) 至60% (w/w) 的水溶液存在。
- [0519] 5.根据前述第三项清单中任一项所述的地质聚合物组合物,其中所述碱性组分以每千克组合物中提供1.375–2.1摩尔的氢氧化物的量存在。
- [0520] 6.根据前第三项清单中任一项所述的地质聚合物组合物,其中所述碱性组分选自KOH,NaOH及其混合物。
- [0521] 7.根据前述第三项清单中任一项所述的地质聚合物组合物,其中所述组合物包含比例约为4.60至约5.10的硅和铝。
- [0522] 8.根据第三项清单中7所述的地质聚合物组合物,其中所述硅和铝的比率约为4.75至4.85。

[0523] 9. 根据前述第三项清单中任一项所述的地质聚合物组合物,其中所述组合物包含按重量计约为77%至约84%的粉煤灰替代物,约为4%至约7%的层状硅铝酸盐和约为6%至约10%的碱性组分。

[0524] 10. 根据第三项清单中1至8中任一项所述的地质聚合物组合物,其中所述组合物包含按重量计约为77%至约84%的粉煤灰,约为4%至约7%的高岭土和约为6%至约10%的碱性组分。

[0525] 11. 根据前述第三项清单中任一项所述的地质聚合物组合物,其中所述干粉末成分的粒度为80% (以体积计) 的颗粒的尺寸小于1000 μm 。

[0526] 12. 根据前述第三项清单中任一项所述的地质聚合物组合物,其中使用AS 3582.1标准测量的所述干粉末成分的细度在85%至99%之间。

[0527] 13. 根据前述第三项清单中任一项的地质聚合物组合物,其包含粉煤灰替代物。

[0528] 14. 根据前述第三项清单中任一项所述的地质聚合物组合物,其中所述地质聚合物组合物是地质聚合物骨料组合物。

[0529] 15. 根据前述第三项清单中任一项所述的地质聚合物组合物,其中所述地质聚合物组合物基本上不含压碎的岩石或石头。

[0530] 16. 根据前述第三项清单中任一项所述的地质聚集体组合物,其中所述地质聚集体组合物基本上不含水泥。

[0531] 17. 一种地质聚合物,由根据第三项清单中1至16中任一项所述的地质聚合物组合物制备而成。

[0532] 18. 一种地质聚合物集料,由根据第三项清单中14所述的地质聚合物骨料组合物制备而成。

[0533] 19. 一种地质聚合物,其包含固化的、压实的粉煤灰替代物,层状硅铝酸盐,碱性组分和水的组合物,其中在固化之前,所述的水按重量计约占所述混合物的6%至10%。

[0534] 20. 如第三项清单中19所述的地质聚合物,其为地质聚合物骨料的形式。

[0535] 21. 一种地质聚合物骨料,其包含固化的、压实的粉煤灰替代物,层状硅铝酸盐,碱性组分和水的混合物碎片,其中在固化前,所述的水按重量计约占所述混合物重量的6%至约10%。

[0536] 22. 根据第三项清单中23所述的地质聚合物骨料,其中所述混合物包含粉煤灰替代物。

[0537] 23. 根据第三项清单中19至22中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料,其中在固化前,所述碱性组分按重量计约占所述组合物重量的6%至约10%。

[0538] 24. 根据第三项清单中19至23中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料,其中在固化之前,所述碱性组分以浓度约为40% (w/w) 至60% (w/w) 的水溶液存在于所述混合物中。

[0539] 25. 根据第三项清单中19至24中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料,其中在固化之前,所述碱性组分以每千克组合物提供1.375-2.1摩尔氢氧化物的量存在。

[0540] 26. 根据第三项清单中19至25中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料,其中所述碱性组分选自KOH,NaOH及其混合物。

[0541] 27. 根据第三项清单中19至26中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料,其

中所述混合物中包含比例约为4.60至5.10的硅和铝。

[0542] 28. 根据第三项清单中27所述的地质聚合物组合物, 其中所述硅和铝的比率约为4.75至4.85。

[0543] 29. 根据第三项清单中19至28中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料, 其中在固化前, 所述混合物包含按重量计, 约为77%至约84%的粉煤灰替代物, 约为4%至约7%的层状硅铝酸盐和约为6%至约10的碱性组分。

[0544] 30. 根据第三项清单中19至29中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料, 其中在固化前, 所述混合物包含按重量计约为77%至约84%的粉煤灰替代物, 约为4%至约7%的高岭土和约为6%至约10%的碱性组分。

[0545] 31. 根据第三项清单中19至30中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料, 其中在固化之前, 所述混合物中的干粉末成分的粒度为80% (按体积计) 的颗粒的尺寸小于1000 μm 。

[0546] 32. 根据第三项清单中19至31中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料, 其中在固化前, 所述混合物中的干粉末成分使用AS 3582.1标准方法测量, 所述干粉末成分的细度为85%至99%。

[0547] 33. 根据第三项清单中17至32中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料, 其包含至少5个以下的特征:

[0548] -在固化之前, 混合物中碱性组分的含量按重量计为6%至10%;

[0549] -在固化之前, 每千克混合物提供约1.375-2.1摩尔的氢氧离子的碱组分;

[0550] -在固化之前, 混合物中碱性组分(作为水溶液)的浓度为40% (w/w) 至60% (w/w);

[0551] -在混合物中硅与铝的原子比在4.60至5.10之间;

[0552] -粉煤灰替代物和层状硅铝酸盐的粒度, 80% (按体积计) 的颗粒尺寸小于1000 μm ;

[0553] -对混合物施加约50-90kgf/cm²的压力, 压实混合物;

[0554] -在约80°C和150°C之间的温度下热固化压实的混合物;

[0555] -热固化所述压实的混合物足够的时间以使热完全渗透压缩的混合物。

[0556] 34. 根据第三项清单中33所述的地质聚合物或地质聚合物骨料, 包含所有的8个特征。

[0557] 35. 根据第三项清单中17至34中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料, 其为含有地质聚合物的地质聚合物骨料的形式。

[0558] 36. 根据第三项清单中17至35中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料, 当干燥时具有至少约为20mPa的抗压强度。

[0559] 37. 根据第三项清单中17至36中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料, 其在水中浸泡后具有至少约20mPa的抗压强度。

[0560] 38. 一种生产地质聚合物的方法, 包括:

[0561] i) 将粉煤灰替代物, 层状硅铝酸盐, 碱性组分和水混合以形成混合物, 其中所述水的量, 以重量计约占所述混合物重量的6%至10%;

[0562] ii) 通过施加压力来压实所述混合物; 和

[0563] iii) 固化所述压实的混合物以形成地质聚合物。

[0564] 39. 根据第三项清单中38所述的方法, 包括压实所述混合物以形成压实块, 固化所

述的压实块以形成地质聚合物块,以及将所述地质聚合物块破碎成地质聚合物碎片。

[0565] 40.根据第三项清单中38所述的方法,包括压制所述混合物以形成压实碎片,然后固化所述压实碎片以形成地质聚合物骨料。

[0566] 41.根据第三项清单中38至40中任一项所述的方法,其中所施加的压力约为50-90kgf/cm²。

[0567] 42.一种生产地质聚合物的方法,包括:

[0568] i) 将粉煤灰替代物,层状硅铝酸盐,碱性组分和水混合以形成混合物;

[0569] ii) 通过施加约为50-90kgf/cm²的压力压制所述混合物;和

[0570] iii) 固化所述压实的混合物以形成地质聚合物。

[0571] 43.根据第三项清单中42所述的方法,包括将约占所述混合物重量6%至约10%的水与所述混合物混合均匀。

[0572] 44.根据第三项清单中38至43中任一项所述的方法,包括将粉煤灰替代物和层状硅铝酸盐混合成混合物,其中混合物中硅与铝的比率约为4.60至5.10。

[0573] 45.根据第三项清单中44所述的方法,其中所述硅和铝的比率约为4.75至4.85。

[0574] 46.根据第三项清单中38至45中任一项所述的方法,包括将按重量计约为77%至约84%的粉煤灰替代物,约为4%至约7%的高岭土和约为6%至约10%的碱性组分混合。

[0575] 47.根据第三项清单中38至46中任一项所述的方法,包括热固化压实的混合物。

[0576] 48.根据第三项清单中38至47中任一项所述的方法,包括至少5个以下特征:

[0577] -在固化前,所述碱性组分的含量介于所述混合物中的6%和10% (按重量计) 之间;

[0578] -在固化前,每千克混合物提供约1.375-2.1摩尔的氢氧离子的碱组分;

[0579] -在固化前,混合物中碱性组分(作为水溶液)的浓度为40% (w/w) 至60% (w/w);

[0580] -在混合物中硅与铝的原子比在4.60至5.10之间;

[0581] -粉煤灰替代物和层状硅铝酸盐的粒度,80% (按体积计) 的颗粒的尺寸小于1000μm;

[0582] -对所述混合物施加约50至约90kgf/cm²的压力,压实混合物;

[0583] -在约80°C至150°C的温度下热固化压实的混合物;

[0584] -在上述温度下加热固化所述压实的混合物足够的时间以使热完全渗透压缩的混合物。

[0585] 49.根据第三项清单中48所述的方法,包括所有的8个特征。

[0586] 50.根据第三项清单中38至49中任一项所述的方法,包括形成在干燥时具有至少约20mPa的抗压强度的地质聚合物。

[0587] 51.根据第三项清单中38至50中任一项所述的方法,包括形成地质聚合物,该地质聚合物在浸泡于水中具有至少约20mPa的抗压强度。

[0588] 52.一种地质聚合物骨料按照如第三项清单中38至51中任一项所述的方法制备而成。

[0589] 53.根据第三项清单中17至37、52中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料作为混凝土的组分的用途。

[0590] 54.一种制品,其包含根据第三项清单中17至37、52中任一项所述的地质聚合物或

地质聚合物骨料。

[0591] 55. 根据第三项清单中54所述的制品，其中所述制品选自瓦，台面，建筑元件，片材，厚板材，可替换的预成型石材状材料，屋顶瓦，加工模具(凹模)，混凝土，砌块，薄板材，砖块状材和护墙面板。

[0592] 56. 一种混凝土，包含根据第三项清单中17至37、52中任一项所述的地质聚合物或地质聚合物骨料的混凝土。

[0593] 57. 第三项清单中56所述的混凝土，其基本上不含碎岩石或石头。

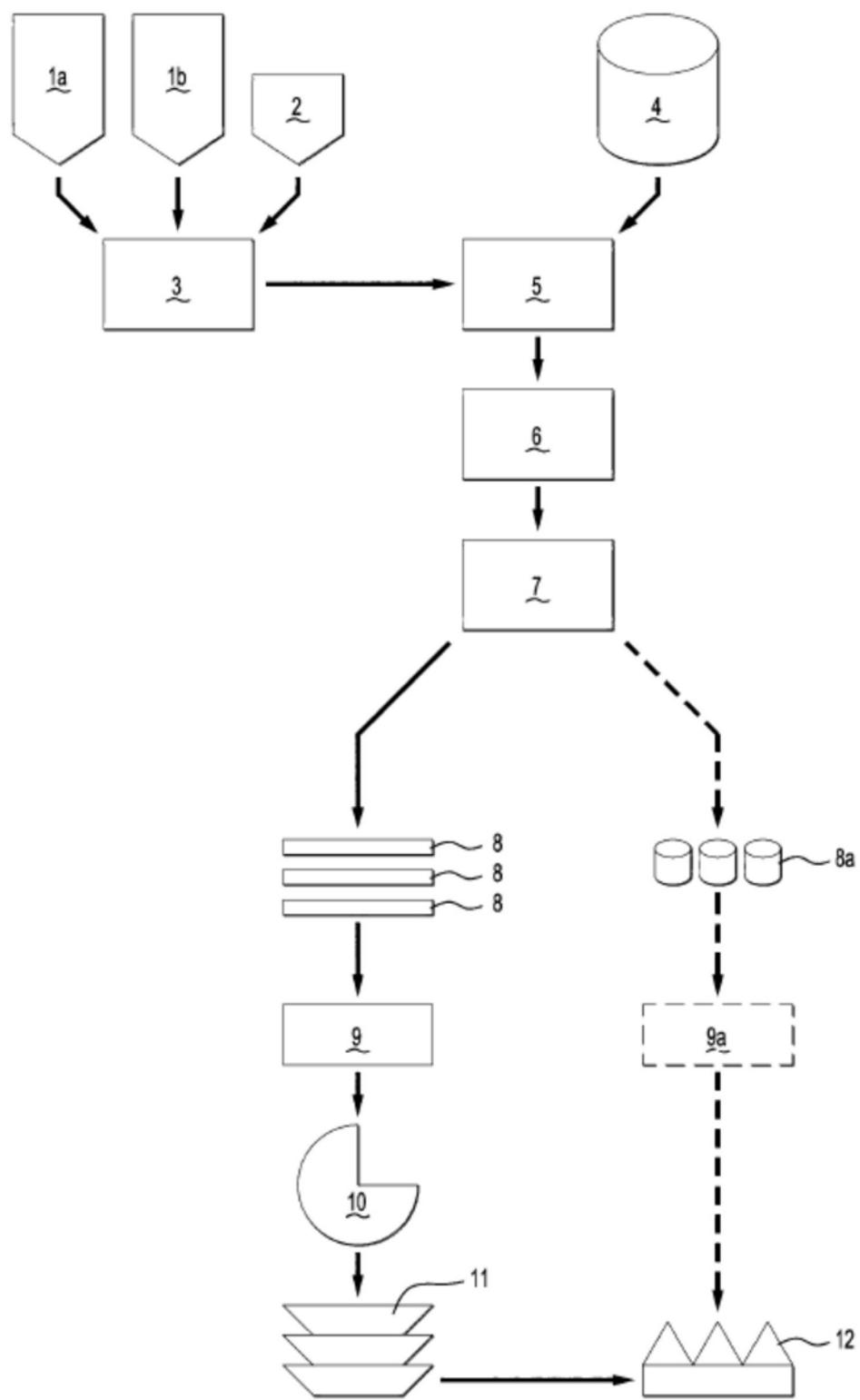


图1

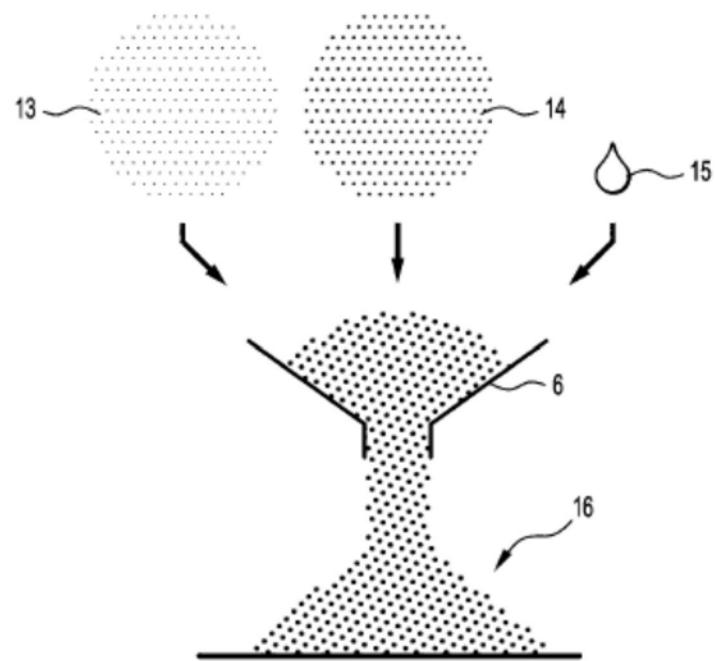


图2

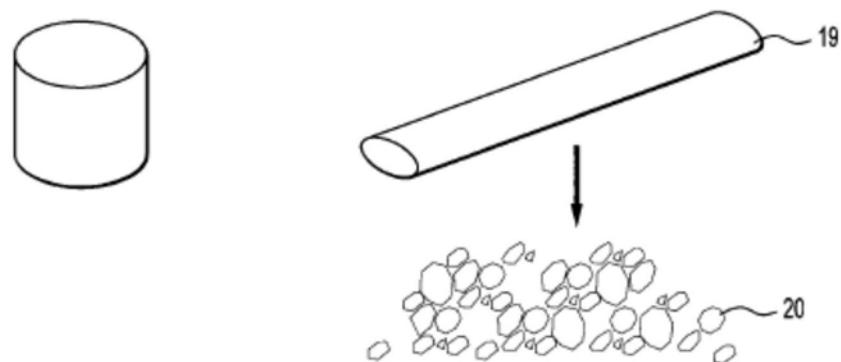


图3