

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

C04B 18/24 (2006.01)

E04C 5/07 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480031180.4

[45] 授权公告日 2008年8月13日

[11] 授权公告号 CN 100410199C

[22] 申请日 2004.8.27

[21] 申请号 200480031180.4

[30] 优先权

[32] 2003.8.29 [33] US [31] 60/498,782

[86] 国际申请 PCT/US2004/028096 2004.8.27

[87] 国际公布 WO2005/021458 英 2005.3.10

[85] 进入国家阶段日期 2006.4.21

[73] 专利权人 BKI 控股公司

地址 美国特拉华州

[72] 发明人 R·I·贝尔 J·T·库克

J·菲德勒 G·H·莫顿

H·L·朔格恩 J·D·斯皮克曼

M·L·伍德 C·J·韦德

[56] 参考文献

DE 4321024A 1995.1.5

US 3860180A 1975.1.14

US 2001051266A1 2001.12.13

US 5292078A 1994.3.8

审查员 孙进华

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

代理人 吴鹏 马江立

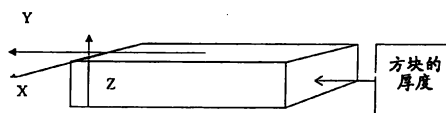
权利要求书 2 页 说明书 31 页 附图 2 页

[54] 发明名称

向混凝土中供应纤维的系统

[57] 摘要

本发明提供了由成片的纤维性材料制成的绞合方块成形体和矩形方块成形体，并且提供了制造方块成形体的方法。具体地，本发明公开了方块成形体和片状材料在建筑材料和水泥质材料中的使用。



1. 一种由成片的纤维性材料形成的矩形方块，其中矩形方块的总体形状为矩形，该矩形方块的长度为约 4mm 到约 10mm、宽度为约 3mm 到约 8mm、厚度为约 1mm 到约 2mm、密度为约 0.4g/cc 到约 0.6 g/cc。
2. 如权利要求 1 所述的矩形方块，其特征在于，所述密度为约 0.45g/cc 到约 0.55 g/cc。
3. 如权利要求 1 或 2 所述的矩形方块，其特征在于，所述长度为约 5mm 到约 8mm。
4. 如权利要求 3 所述的矩形方块，其特征在于，所述长度为约 6mm 到约 7mm。
5. 如权利要求 1 或 2 所述的矩形方块，其特征在于，所述宽度为约 4mm 到约 7mm。
6. 如权利要求 3 所述的矩形方块，其特征在于，所述宽度为约 4.5mm 到约 6mm。
7. 如权利要求 1 或 2 所述的矩形方块，其特征在于，所述厚度为约 1.15mm 到约 1.70mm。
8. 如权利要求 3 所述的矩形方块，其特征在于，所述厚度为约 1.25mm 到约 1.50mm。
9. 如权利要求 1 或 2 所述的矩形方块，其特征在于，重量为约 0.015g 到约 0.030g。
10. 如权利要求 9 所述的矩形方块，其特征在于，重量为约 0.020g 到约 0.024g。
11. 如权利要求 1 或 2 所述的矩形方块，其特征在于，方块具有约为 0.30 或更高的纤维成形体分散系数 FFDC。
12. 如权利要求 11 所述的矩形方块，其特征在于，方块具有约为 0.50 或更高的纤维成形体分散系数 FFDC。
13. 如权利要求 12 所述的矩形方块，其特征在于，方块具有约为 0.70

或更高的纤维成形体分散系数 FFDC。

14. 一种生产由成片的纤维性材料形成的矩形方块的方法，包括：使成片的纤维性材料通过切块机或破碎机以生产矩形方块，该矩形方块总体上为矩形，该矩形方块的长度为约 4mm 到约 10mm、宽度为约 3mm 到约 8mm、厚度为约 1mm 到约 2mm、密度为约 0.4g/cc 到约 0.6 g/cc。

向混凝土中供应纤维的系统

本申请根据 35 U. S. C. § 119 要求 2003 年 8 月 29 日提交的美国临时申请 No. 60/498,782 的优先权，该申请的全部内容作为参考并入本文。

技术领域

本发明涉及一种向水泥质材料以及其它建筑材料中供应纤维的系统。特别地，本发明涉及其中将常规生产的高密度纤维素纸浆板转换成易于供应并分散到新拌混凝土中的成形体的方法和装置，并涉及用于方便且经济地将该改进的成形体供应到预拌混凝土中的设备。

背景技术

多年来人们都希望在混凝土或其它水泥质建筑材料中采用纤维加强材料。在许多情况下，纤维加强材料的使用在保持改进的抗缩裂性的同时降低或者省去了对加强筋的需要。相比于带有钢筋或者钢丝网加强结构的类似材料，纤维加强材料常常能以低成本制得。当在暴露施工例如道路施工中使用混凝土时，暴露于道路的表面中的纤维也能提供改进的耐磨性能。

已经影响到纤维加强材料的使用的一个困难是：如果建筑混合料没有完全将纤维浸湿，则纤维在被供应到建筑混合料后易于相互粘连或者形成球状。形成球状会使纤维接合基体变差，并相应地使成品建筑材料的强度降低。此外，如果这些球状物的尺寸很大，则会在材料中形成局部空隙，从而在成品材料中形成瑕疵或者缺陷。

纤维素和矿物纤维常常被用来改进流体系统的流变性能，所述流体系统包括以水泥和水为基础的流体系统以及以沥青为基础的流体系统。纤维

对这样的系统具有胶凝和加浓的作用，这些系统可包括例如水泥基瓦片粘合剂、混凝土或者沥青道路的表面混合料。石棉纤维的终结部分地增加了纤维素和矿物纤维的使用。

纤维素纤维经常以干燥的压缩包的形式供应，这些压缩包的重量可在1kg到400kg之间、密度在约0.4g/cc至约0.9g/cc之间。要成为有效的加强材料，必须将所述纤维加入并分散到混合料中。纤维素纤维还以卷的形式供应。现有技术中的一个问题是在将纤维加入到建筑混合料中后使纤维均匀分散所需要的时间的长短。

向水泥质混合料或其它建筑混合料中添加纤维的方法主要有三种。一种方法是将纤维包直接加入搅拌机中。这样，向热的沥青混合料中加入带有聚乙烯包装物的整包后，塑料迅速溶解在热的液态沥青中。作为一种替代方案，特别是在进行干粉混合时，将纤维从包装直接倒进搅拌机。或者，可能在称重以获得一批生产所需的确切量后，通过送料斗和螺杆装置供应纤维。这些现有技术的方法劳动强度大并且经常要求操作者非常靠近搅拌机进行工作。那些要求复杂工序和大量搅拌时间的方法还存在（产生）灰尘、烟气、噪音等环境问题。

美国专利 No. 1048913、No. 1349901、No. 1571048、No. 1633219、No. 1913707、No. 2377484 和 No. 2677955 涉及包括纤维的各种材料在混凝土中的应用。早期的努力主要针对提高抗裂性能和提高混凝土块的能量吸收性。美国专利 No. 4188454、No. 4287365、No. 4287020、No. 4310478、No. 4369201、No. 4400217、No. 4483727、No. 4524101、No. 4861812、No. 4985119、No. 4968561、No. 5000824、No. 5196061、No. 5362562、No. 5385978、No. 5399195 和 No. 5453310、No. 5643359、No. 5897701 涉及各种提供改进的加强材料的成果，这些专利的全部内容都作为参考并入本文。

发明内容

本发明提供了多种系统以用于解决现有技术中加强纤维在建筑混合料中分散不足和搅拌不充分的问题。一方面，本发明提供了一种利用切块机

或破碎机将高密度的干浆板转化成可迅速分散的成形体的系统。纤维分散并完全搅拌入/混入水泥质混合物中所需要的时间大大缩短。

一方面，本发明提供了一种由成片的纤维性材料制成的绞合方块成形体 (twisted dice form)，其中该绞合方块的总体形状为矩形，该绞合方块松开扭结后的长度为约 10mm 至约 100mm，该绞合方块的宽度为约 2mm 至约 15mm、厚度为约 1mm 至约 6mm、密度为约 0.1g/cc 至 0.5g/cc，该方块沿长度方向具有一个或更多 45 度或更大的绞结。

在一有利的实施例中，所述松开扭结后的长度为约 15mm 到约 75mm。

在另一有利的实施例中，所述松开扭结后的长度为约 20mm 到约 55mm。

在另一有利的实施例中，所述宽度为约 3mm 到约 10mm。

在另一有利的实施例中，所述宽度为约 4mm 到约 9mm。

在另一有利的实施例中，所述厚度为约 1.5mm 到约 5mm。

在另一有利的实施例中，所述厚度为约 1.9mm 到约 4.5mm。

在另一有利的实施例中，所述方块沿长度方向具有两个或更多 45 度或以上的绞结。

在另一有利的实施例中，所述密度为从约 0.14 g/cc 到约 0.47 g/cc。

在另一有利的实施例中，扭结后的长度为从约 0.8mm 到约 6mm。

在另一有利的实施例中，扭结后的长度为从约 1mm 到约 5mm。

在另一有利的实施例中，方块的重量为从约 0.03g 到约 0.3g。

在另一有利的实施例中，方块的重量为从约 0.05g 到约 0.2g。

在另一有利的实施例中，方块具有从约 0.12 到约 0.30 的 Z 向表面积因数。

在另一有利的实施例中，方块具有约为 0.50 或者更高的纤维成形体分散系数 FFDC。

在另一有利的实施例中，方块具有约为 0.60 或者更高的纤维成形体分散系数 FFDC。

在另一有利的实施例中，方块具有约为 0.70 或者更高的纤维成形体分

散系数 FFDC。

在另一有利的实施例中，方块具有约为 0.80 或者更高的纤维成形体分散系数 FFDC。

在另一有利的实施例中，方块具有约为 0.90 或者更高的纤维成形体分散系数 FFDC。

与本发明的这个方面相关地，（提供了）一种生产由成片的纤维性材料制成的绞合方块成形体的方法，包括使成片的纤维性材料通过横向破碎机以生产绞合方块，该绞合方块的总体形状为矩形，该绞合方块松开扭结后的长度为约 10mm 至约 100mm，该绞合方块的宽度为约 2mm 至约 15mm、厚度为约 1mm 至约 6mm、密度为约 0.1g/cc 至 0.5g/cc，该绞合方块沿长度方向具有一个或更多 45 度或更大的绞结。与这个方面相关地，（提供了）一种含有分散在其中的绞合方块的建筑材料，该建筑材料包括含有绞合方块的水泥质混合料。在一有利的实施例中，该建筑材料是含沥青的混合料。

在一个替换实施例中，本发明提供了一种由成片的纤维性材料制成的矩形方块成形体，其中该矩形方块的总体形状为矩形，该方块的长度为约 4mm 至约 10mm、宽度为约 3mm 至约 8mm、厚度为约 1mm 至约 2mm、密度为约 0.4g/cc 至 0.6g/cc。

在一有利的实施例中，所述密度为约 0.45g/cc 到约 0.55 g/cc。

在另一有利的实施例中，所述长度为约 5mm 到约 8mm。

在另一有利的实施例中，所述长度为约 6mm 到约 7mm。

在另一有利的实施例中，所述宽度为约 4mm 到约 7mm。

在另一有利的实施例中，所述宽度为约 4.5mm 到约 6mm。

在另一有利的实施例中，所述厚度为约 1.15mm 到约 1.70mm。

在另一有利的实施例中，所述厚度为约 1.25mm 到约 1.50mm。

在另一有利的实施例中，重量为约 0.015g 到约 0.030g。

在另一有利的实施例中，重量为约 0.020g 到约 0.024g。

在另一有利的实施例中，方块具有约为 0.30 或更高的纤维成形体分散

系数 FFDC。

在另一有利的实施例中，方块具有约为 0.50 或更高的纤维成形体分散系数 FFDC。

在另一有利的实施例中，方块具有约为 0.70 或更高的纤维成形体分散系数 FFDC。

与本发明的这个实施例相关的，（提供了）一种生产由成片的纤维性材料制成的矩形方块成形体的方法，其中使成片的纤维性材料通过切块机或破碎机以生产矩形方块，该方块的长度为约 4mm 至约 10mm、宽度为约 3mm 至约 8mm、厚度为约 1mm 至约 2mm、密度为约 0.4g/cc 至 0.6g/cc。与这个方面相关地，（提供了）一种含有分散于其中的矩形方块的建筑材料，该建筑材料包括含有矩形方块的水泥质混合料。在一有利的实施例中，该建筑材料是含沥青的混合料。

另一方面，本发明提供了一种由成片的纤维性材料制成的成形体，该成形体的重量为约 0.01g 至约 0.5g、纤维成形体分散系数（FFDC）为约 0.50 或更高。在一有利的实施例中，该成形体的纤维成形体分散系数 FFDC 为约 0.60 或者更高。在另一有利的实施例中，该成形体的纤维成形体分散系数 FFDC 为约 0.70 或者更高。在另一有利的实施例中，该成形体的纤维成形体分散系数 FFDC 为约 0.80 或者更高。在另一有利的实施例中，该成形体的纤维成形体分散系数 FFDC 为约 0.90 或者更高。理想的是，所述由成片的纤维性材料制成的成形体易于分散到建筑材料中，其中，当将由成片的纤维性材料制成的成形体添加到混凝土搅拌机中时有约 99% 或更多（的材料）在约五分钟或更短的搅拌时间内分散成单丝纤维。在一有利的实施例中，所述成片的纤维性材料成形体在加入混凝土搅拌机中后有约 99% 或者更多在约 4 分钟或者更短的搅拌时间内分散成单丝纤维。在另一有利的实施例中，所述成片的纤维性材料成形体在加入混凝土搅拌机中后有约 99% 或者更多在约 3 分钟或者更短的搅拌时间内分散成单丝纤维。

在另一个实施例中，本发明提供了一种水泥质材料，包括：

（A）水泥；

(B) 纤维素小球 (颗粒); 以及

(C) 任选地, 沙、集料 (aggregate)、或者沙和集料。

另一方面, 本发明提供了一种将纤维分散到水泥质材料中的方法: 提供水泥质材料; 添加绞合的或矩形的方块成形体; 搅拌水泥质材料, 直到方块成形体全部以单丝纤维 (的形式) 均匀分散在水泥质材料中。

在该方法的有利实施例中, 方块成形体是由成片的纤维性材料制成的绞合方块成形体, 该绞合方块的总体形状为矩形, 该绞合方块松开扭结后的长度为约 10mm 到约 100mm, 该绞合方块的宽度为约 2mm 到约 15mm、厚度为约 1mm 到约 6mm、密度为约 0.1 g/cc 到约 0.5 g/cc, 该方块沿长度方向具有一个或者更多 45 度或者以上的绞结。

在该方法的另一有利实施例中, 该方块成形体是由成片的纤维性材料制成的矩形方块成形体, 该矩形方块的总体形状为矩形, 其长度为约 4mm 到约 10mm、宽度为约 3mm 到约 8mm、厚度为约 1mm 到约 2mm、密度为约 0.4g/cc 到约 0.6 g/cc。

附图说明

图 1 示出一个样本方块的方向轴: Z 向垂直于用于制造纤维素或者其它纤维网或片的造纸机或无尘纸机的成形丝网表面; X 和 Y 方向在丝网的水平面上, 对应于造纸机上生产的材料的加工方向和横向交叉方向。

图 2 示出用于纤维成形体 (CF-16 矩形方块, CF-16 绞合方块和 CF-16 薄片) 的 FFDC 或 CFDC 和搅拌时间之间的直接关系的分散测试的结果; 具体地, 以 30 秒的搅拌间隔的对每份 15 磅的纤维样本进行测量。

具体实施方式

本发明提供了在一种用于生产由成片的纤维素材料制成的绞合方块的系统和装置, 这种方块适于供应到包括水泥质材料例如混凝土的建筑材料中。绞合方块是利用横向破碎机生产的。此处所用的术语“方块 (dice)”可以是单数或者复数, 并指由成片的纤维性材料制成的小块。

横向破碎机是一种其上已经增加有附加加工装置的常规破碎机。在围绕每个切割盘的圆周的预定点处设置有切割槽口。当送入破碎机的材料被切割成长条带时，所述长条带与这些横向于/交叉于长条的槽口相接触而被横向切割，从而使材料缩小成多种长度的矩形块，所述矩形块的单个长度由横向切割槽口的数量和排布决定。（这种破碎机的）移动部件以及包括马达和驱动机构的机械部分很少能被容易地安装在操作台上。

Allegheny Paper Shredders Corporation (Delmont, PA) 出产一种横向破碎机, 该破碎机目前非常著名的应用是在消费品再生操作中粉碎塑料容器和铝罐。

可通过现有技术中已知的各种切块机生产矩形方块, 例如 **Shepherd Specialty Papers, Inc. (Watertown, TN)** 出产的切块机, 该切块机可将纤维素碎片切割成长条带, 然后进行横向切割以生产矩形方块。通常, 通过用以生产沿机加工方向行进的条带的双辊切割部分生产多个窄条带。然后, 将条带供应到切割刀, 该切割刀沿横向方向切割条带以生产矩形方块。

在本发明的一个替换实施例中, 将形式为小球的纤维素结合进水泥质混合料中。纤维素小球的生产方法是现有技术中公知的, 例如, 如作为参考全部并入本文的美国专利 No. 6,270, 883 中所教导的那样。

美国专利 6,562,743 涉及一种吸收结构, 该结构包括由含阳离子的多价化合物和可电离的酸围裹的经化学处理的纤维, 而美国专利 No. 6,770,576 涉及该纤维本身。2003 年 8 月 8 日提交的系列号为 10/638,274 的专利申请涉及这些纤维在水泥质材料中的使用, 该申请要求了 2002 年 8 月 23 日提交的美国临时申请 60/405,784 的优先权。这些专利和专利申请的全部内容都全文结合在此以作参考。经过化学处理的纤维可从 **Buckeye Technologies Inc. (Memphis, TN)** 获得, 它的分支机构生产如 **CARESSA®** 的吸收剂产品。其中公开的用于水泥质材料的经化学处理的纤维在此称作 **CF-16**, 并且该纤维可从 **BUCKEYE ULTRAFIBER 500™** 获得。

全球造纸工业已生产出各种类型和等级的包装好的片状和卷状的纤维性材料。这些材料来自各种天然的和合成的原料, 其中纤维素主要取自木浆和棉绒。薄片的厚度在约 0.5mm 到约 2.0mm 之间, 其中较常用的工业品的厚度在约 0.8mm 到约 1.5mm 之间。所有这些成片的纤维性材料都可用于实施本发明。

通过下面以非限定性方式示出本发明的示例, 可以更好地理解本发明。

示例

示例 1: 绞合方块

将尺寸为 17.8cm (7 英寸) × 76.2cm (30 英寸)、基重为 709g/m² 并且片密度为 0.59g/cm³ (g/cc) 的 CF-16 片一个接一个地送入 RX-8 型 Allegheny 破碎机, 该破碎机具有 2HP 的马达和 20.3cm (8 英寸) 的入口狭缝。将 CF-16 薄片转换为小而且碎的方块片材绞合件。根据表 1 (见下面) 中公布的 50 个 Allegheny CF-16 方块样本的平均测量值, 方块的形状通常为大约宽 6.3mm (0.25 英寸)、长 (松开扭结后的长度) 3.0cm (1.2 英寸) 并且厚 2.6mm (0.1 英寸)。方块明显地绞扭和扭结, 因此称为“绞合方块”。扭结后的长度为大约 2.5cm (1.0 英寸), 从而实际长度除以表观扭结长度得到的比率即延长率因数为 1.2。这些绞合方块的测量密度平均约为 0.22 g/cm³。这相当于薄片的密度减小了约 62%。

这些 CF-16 绞合方块产生相当大且明显的变形, 也就是说, 它们被绞扭、撕扯, 而不是仅仅被切割。它们具有锯齿状的端部和边缘并且常常包含 90 度以内的“绞结 (twist)”。CF-16 薄片具有源于生产过程的某些层压特性。在经过横向破碎机之后, 薄片显示出明显且清晰的局部分层现象, 这反映在绞合方块件的密度测量中: 该密度小于原始 CF-16 薄片(的密度)。

当绞合方块离开 Allegheny 破碎机时, 可以通过许多现有的运送方法将该绞合方块运送到使用位置。一种理想的系统采用了气动导管和吹风机。这种可包括空气抽吸和推压特性的吹风机/导管的组合是众所周知且容易获得的。Tash Engineering (Sumas, WA) 出产一种这样的用于向混凝土中传送纤维的系统。这种系统采用一种可根据需要贯穿车间设备从破碎机出口到卸放点设置的小于四十英尺的管道。可安装卸放槽或衬底以将方块引导至准确的卸放位置。例如, 如果要将材料直接放进混凝土搅拌车的送料斗, 这 (即安装卸放槽) 将是必要的。这种送料斗比较小, 并且经常在装载纤维的同时还装载有诸如水泥、集料、水和化学添加剂的其它材料。或者, 管道可在混凝土搅拌车自身的上游在任何适合的或理想的位置卸放材料。

这要求任何对纤维的使用都要知道每批使用的纤维数量。该系统采用简单的时间度量。也就是说, 制成薄片状的材料具有统一的基重。通过测

量材料被破碎的时间，就可容易地确定总重。十吨混凝土的载货量通常要使用十五磅纤维。上述由 Allegheny 制造的具有八英寸宽的入口并且所破碎材料的宽度为七英寸的破碎机具有充足的能力以适应每三分钟（装载）一个搅拌车的循环速度。

这种系统的一个重要优点是对操作者透明。通过使用预拌混凝土分批配料设备计算机控制系统—例如由 Alco 制造的控制系統，可向设备操作员提供打印有诸如日期、时间、批号、所添加纤维的磅数等信息以及任何和生产者和/或消费者相关的其它信息的标签。这些信息类似于现在的为添加化学混合物而获得的信息，并且对于统计分析、成本分析、顾客需求、质量控制等都是有用的。

另一个重要优点是安全。因为目前生产商关注安全、希望保护他们的工人并且对用以提高安全性和工作效率的自动化的纤维进料器很感兴趣。许多种纤维都是首先打包，然后由操作者在装料平台或者混凝土搅拌车的顶部直接放入搅拌车。这种自动化系统消除了具有移动机械、滑落和坠落危险等的危险环境。

在操作中，将纤维卷装载到卷支架或臂上。操作者将卷的端部定位并送入破碎机。此时，停止人工干预，直至卷的（另一）端部到达（破碎机）。如果搅拌设计需要纤维，则控制所有其它混凝土材料的添加的计算机控制系统将同时启动破碎机和运送系统。产品将自牵拉通过破碎机、被破碎、并在出来后被送入运转着的运送系统。在一种实施方式中，这可为由气动导管驱动的吹风机。材料将通过管子被运送到预期的目的地。计算机将通过破碎机运转的时间量来测量送入的纤维量，并可根据需要打印标有运送量的标签。通过进一步的控制来确定卷的（另）一端，并向操作者发出信号：应该装载新的卷以继续工作。

示例 2：测定 CF-16 绞合方块和 CF-16 矩形方块的物理性质的实验室程序

本示例教导怎样得到纤维成形体分散系数（Fiber Form Dispersion Coefficient, FFDC）。如图 1 所示，Z 向表面积因数计算如下：

Z向表面积因数=Z向表面积/总表面积。

Z向是与在其上形成纤维素或其它纤维性网或薄片的造纸机或无尘纸机的成形丝网表面相垂直的方向。在测量方块时，Z向是最短的测量尺寸并对应于厚度。就在造纸机上沿造纸网的水平面生产的材料而言，X向和Y向对应于机器加工和横向/交叉方向。在这些示例中，宽度X限定为X和Y中较短的尺寸。长度Y限定为较长的测量尺寸。

表面积的计算如下：

$$\text{Z向表面积 (mm}^2\text{)} = 2[\text{厚度 (mm)} \times \text{宽度 (mm)}] + 2[\text{厚度 (mm)} \times \text{长度 (mm)}]$$

$$\text{总的表面积 (mm}^2\text{)} = \text{Z向表面积} + 2[\text{宽度 (mm)} \times \text{长度 (mm)}]$$

$$\text{Z向表面积因数 (ZSAF)} = \text{Z向表面积 (mm}^2\text{)} / \text{总的表面积 (mm}^2\text{)}$$

纤维性薄片沿Z向的分层或者变小 (debulk) 使其加速分散成为单丝纤维。ZSAF值越高，方块就越可能接触水而膨胀，并最终分散。如果使特殊形态的纤维素和其它纤维性材料在很短的时间段内—例如三分钟或更短—分散在混凝土中，则ZSAF是很好的指示器。然而，该计算没有考虑每个方块的重量。

必须将密度与ZSAF一同考虑。纤维素成形体的分散随着ZSAF和密度两者而变化。两块尺寸完全相同的方块具有完全一样的ZSAF，但是如果其中一个的重量大于另一个，则较重的方块将需要更多的时间和能量以分散在建筑材料基质中。

成片的纤维性材料的较低密度一般表示沿着方块或者纤维素体的边缘更开放的结构。它可能表示一定程度的分层。在将纤维性材料方块供应到建筑混合料中时，对该纤维性材料的边缘的浸湿在分散的过程非常重要。更开放的结构以及因此而来的较低的密度对于该边缘的浸湿和随后的膨胀是有利的。另一方面，较高的密度表示紧凑的、更封闭的结构，可以想象这种结构会使纤维的浸湿以及分散更困难。

纤维成形体分散系数按照如下方式计算：

$$\text{纤维成形体分散系数 (FFDC)} = \text{ZSAF} / \text{密度 (g/cc)}$$

由成片的纤维性材料制成的理想成形体将会分离成单丝纤维并易于在较短的时间内分散入建筑基质。纤维成形体分散系数 FFDC 是良好的分散潜力指示器。FFDC 值越大，具体成形体中的纤维性材料越容易在给定的时间内散布并分散成单丝纤维。下述示例示出了这种关系。大的纤维性材料片具有非常小的 FFDC 值则表明这样的事实：当供应到建筑混合料中时，材料片不会不成功地分散。

对于由正常生产的厚度约 2.0mm 或更小—理想的是介于约 0.5mm 到约 2.0mm 之间—的成片纤维性材料制得的材料，例如绞合方块和/或矩形方块，要在新浇建筑混合料例如混凝土中实现约 4 分钟或更短的实际分散时间，理想的是该纤维材料成形体的 FFDC 值为约 0.30 或者更高，更理想的是约 0.40 或者更高，进一步理想的是 0.50 或者更高，还要理想的是 0.60 或者更高，进一步理想的是 0.70 或者更高，优选为 0.80 或者更高，更优选为 0.90 或者更高。对于由纤维素制成的纤维性成片材料，可将 FFDC 称作 CFDC，即纤维素成形体分散系数。

示例 3: 绞合方块

用可称量 1/10,000 克的 Mettler Toledo Model AB204-S 型数字分析天平来称量 50 个个体绞合方块的重量。当用克来记录给定的个体绞合方块的重量时，采用型号为 2028 的 10 倍的 Peak 放大镜装置来测量扭结长度或折叠长度。将方块放置到平面上并测量其从一端到另一端的长度，以厘米为单位。该方块长度定义为最长的纵向距离—此处指 Y 向。然后使给定的绞合方块伸长，从而使该方块平铺并测量其松开扭结后或展开后的长度，精确到十分之一厘米。将一个伸长率值分配给所测量的五十个方块中的每一个。用松开扭结后的长度除以扭结长度从而计算出伸长率值。

此外，计算并记录每个方块的在此处通称为“绞结”的折叠、绞合以及扭结的数量。绞结是指当将绞合方块纵长地放置在水平面上并使其一端保持平贴在该表面上时该绞合方块相对于水平方向的 45 度或更大的偏离。然后将给定的绞合方块移动到带有直径为 1.9cm 的量脚的 BG2110-0-04 型

的 Ames 千分尺上。

通过将绞合方块的宽度中心定位在千分尺的量脚下测量厚度—此处即 Z 向。沿绞合方块的长度方向在至少两个位置测量并记录该厚度，以毫米为单位并精确到百分位。计算并记录平均厚度。利用 10 倍的 Peak 放大镜测量每个个体绞合方块的宽度，以毫米为单位。该宽度是指绞合方块的最短的水平长度—即 X 向。以毫米为单位并精确到十分位来登记并记录该宽度。

用松开扭结后的以厘米为单位的长度乘以以厘米为单位的宽度得到给定方块的以（平方）厘米为单位的面积，用该面积去除以克为单位的重量从而得到密度。接着，用给定绞合方块的以厘米为单位的平均厚度去除单位面积的重量值以确定以 g/cm^3 为单位的密度。将 50 个个体绞合方块的平均密度称为成形体表观密度（Form Apparent Density）并以 g/cm^3 表示。计算每个给定的绞合方块的总表面积。计算每个给定方块的 Z 向表面积。然后计算出每个绞合方块的 Z 向表面积因数。得到 50 个个体绞合方块的数据，对结果取平均，计算并记录标准偏离、最大（高）值、最小（低）值、众值（mode）以及方差系数。参见表 1，该表示出 50 个绞合方块的物理性质数据。

表 1- 综合方块成形体的物理性质数据

n	重量 (g)	厚度 (mm)			平均 厚度 (mm)	宽度 (mm)	扭结 时的 长度 (cm)	松开 扭结后 的长 度 (cm)	伸 长 率 (%)	折 叠	密 度 (g/cc)	总 表 面 积 (mm ²)	Z 向 表 面 积 (mm ²)	Z 向 表 面 积 因 数 (ZSAF)
		1	2	3										
1	0.20	2.66	2.73	3.51	2.97	6.0	3.2	4.7	1.47	3	0.239	878.5	175.0	0.20
2	0.11	2.54	3.48	2.9	2.97	6.1	2.7	3.1	1.15	1	0.196	598.8	128.4	0.21
3	0.10	2.14	2.67	2.34	2.38	5.8	3.0	3.2	1.07	1	0.226	551.4	103.9	0.19
4	0.12	2.2	2.91	2.99	2.70	6.2	3.0	3.6	1.20	2	0.199	674.3	130.7	0.19
5	0.05	2.02	2.09	1.72	1.94	5.0	2.6	3.2	1.23	2	0.161	463.8	81.6	0.18
6	0.10	2.68	2.79	2.29	2.59	6.0	2.5	3.2	1.28	2	0.201	580.6	113.8	0.20
7	0.09	2.65	2.29	2.65	2.53	6.3	2.7	2.9	1.07	1	0.195	544.0	105.2	0.19
8	0.17	2.32	1.93	2.36	2.20	5.5	2.8	3	1.07	2	0.468	486.4	90.3	0.19
9	0.15	3.47	2.96		3.22	7.0	2.7	2.8	1.04	1	0.238	617.1	135.0	0.22
10	0.11	1.88	2.7	2.63	2.40	6.1	2.8	2.9	1.04	1	0.259	522.5	99.0	0.19
11	0.10	2.21	2.46	1.47	2.05	6.5	2.7	3.2	1.19	1	0.235	573.6	92.1	0.16
12	0.08	2.7	2.9		2.80	7.8	1.7	2	1.18	1	0.183	467.7	99.7	0.21
13	0.17	3.29	4.05	1.49	2.94	6.7	2.4	2.9	1.21	2	0.297	598.8	124.8	0.21
14	0.08	2.62	2.32	2.12	2.35	6.3	2.3	2.6	1.13	1	0.208	479.6	90.8	0.19
15	0.16	2.79	2.51	2.34	2.55	6.1	4.2	4.4	1.05	3	0.234	792.0	143.1	0.18
16	0.07	2.16	2.16	1.93	2.08	4.2	2.4	3	1.25	2	0.267	394.5	80.0	0.20
17	0.10	2.97	3.38	3.38	3.24	7.8	2.1	2.5	1.19	1	0.158	602.8	131.7	0.22
18	0.09	2.44	2.64	2.38	2.49	6.2	2.4	2.7	1.13	2	0.216	499.9	98.0	0.20

19	0.18	2.22	3.26	3.26	2.91	6.3	3.3	5.3	1.61	2	0.185	1013.3	191.1	0.19
20	0.11	2.35	3.8	3.55	3.23	6.5	2.9	3.1	1.07	1	0.169	645.5	142.3	0.22
21	0.08	1.71	2.27	2.05	2.01	6.0	2.3	2.8	1.22	1	0.237	472.7	80.4	0.17
22	0.13	2.23	3.15	3.21	2.86	7.7	1.7	2.9	1.71	2	0.203	656.8	127.1	0.19
23	0.15	3.07	4.38	3.43	3.63	8.1	2.7	3.6	1.33	2	0.142	903.1	189.3	0.21
24	0.09	2.03	2.85	2.87	2.58	6.0	2.3	3	1.30	1	0.194	546.0	108.5	0.20
25	0.09	2.58	2.52	2.52	2.54	6.6	3.0	3.3	1.10	1	0.163	636.8	117.3	0.18
26	0.11	2.72	2.8	2.43	2.65	7.5	2.3	2.8	1.22	1	0.198	608.2	114.0	0.19
27	0.11	2.5	2.64	2.71	2.62	6.1	2.5	3.2	1.28	2	0.215	589.8	115.7	0.20
28	0.08	2.55	2.1		2.33	5.7	2.3	2.5	1.09	1	0.241	427.8	84.6	0.20
29	0.08	2.64	2.42	2.3	2.45	6.0	2.3	2.4	1.04	1	0.226	435.2	88.3	0.20
30	0.10	2.54	2.54	2.35	2.48	8.0	2.4	2.6	1.08	1	0.194	584.4	104.0	0.18
31	0.08	2.26	2.6	2.54	2.47	6.5	1.6	2.5	1.56	1	0.200	480.4	93.7	0.20
32	0.13	3.03	2.87	2.59	2.83	7.0	2.7	3.3	1.22	1	0.199	688.4	133.0	0.19
33	0.11	2.22	3.49	3.2	2.97	5.9	2.5	3	1.20	1	0.209	567.2	124.1	0.22
34	0.10	2.28	3.52	1.91	2.57	6.0	3.3	3.4	1.03	1	0.191	613.6	118.2	0.19
35	0.13	2.79	3.11	2.98	2.96	5.8	3.1	3.4	1.10	2	0.223	630.0	135.0	0.21
36	0.09	3.51	3.12	2.77	3.13	6.6	2.4	2.8	1.17	1	0.155	586.4	129.1	0.22
37	0.07	2.26	2.61	2.56	2.48	5.5	1.7	2.6	1.53	1	0.198	442.0	91.6	0.21
38	0.11	2.3	2.23	1.98	2.17	5.6	2.1	2.8	1.33	2	0.323	459.4	85.1	0.19
39	0.09	2.04	2.09	2.22	2.12	5.9	2.8	2.9	1.04	2	0.249	489.9	86.4	0.18
40	0.09	1.83	2.18	2.22	2.08	6.0	2.5	2.9	1.16	2	0.249	493.4	85.1	0.17
41	0.08	3.85	2.34		3.10	5.9	1.9	2.4	1.26	1	0.183	468.3	110.8	0.24

42	0.10	2.61	2.55	2.33	2.50	5.7	2.2	2.5	1.14	2	0.281	438.3	90.9	0.21
43	0.08	2.06	3.3	3.29	2.88	6.7	2.2	2.7	1.23	1	0.153	556.1	116.5	0.21
44	0.10	2.15	3.39	3.21	2.92	6.5	2.6	2.8	1.08	2	0.188	565.3	119.6	0.21
45	0.08	2.8	2.79	2.54	2.71	6.0	2.0	2.4	1.20	2	0.205	450.6	97.6	0.22
46	0.10	2.51	2.61	2.42	2.51	6.2	2.0	2.7	1.35	2	0.238	501.7	99.0	0.20
47	0.09	2.94	2.21	2.84	2.66	6.0	2.3	2.8	1.22	2	0.201	517.1	106.5	0.21
48	0.09	2.93	2.77	2.56	2.75	6.2	2.1	2.9	1.38	2	0.182	553.4	114.0	0.21
49	0.09	2.58	2.74		2.66	6.0	2.2	2.3	1.05	1	0.245	430.3	93.1	0.22
50	0.11	2.51	2.65	2.93	2.70	6.4	2.9	3.3	1.14	2	0.193	634.9	123.5	0.19
平均	0.11				2.64	6.3	2.5	3.0	1.21	1.5	0.216	568.2	112.8	0.20
高	0.20				3.63	8.1	4.2	5.3	1.71	3.0	0.468	1013.3	191.1	0.24
低	0.05				1.94	4.2	1.6	2.0	1.03	1.0	0.142	394.5	80.0	0.16
标准 偏离	0.03				0.36	0.7	0.5	0.6	0.16	0.6	0.050	124.1	25.5	0.02
众值	0.09				2.48	6	2.3	2.9	1.2	1				
方差系数	29%				14%	12%	19%	19%	13%	38%	24%	22%	23%	8%

示例 4: 矩形方块

利用 Shepherd Products (Watertown, TN) 工具将 Buckeye Florida (Perry, Florida) 出产的批号为 270044 的标准 Foley 卷成形体 CF-16 制

成目标尺寸为 $5\text{mm} \times 6\text{mm}$ 、平均密度为 0.52g/cm^3 的标准矩形方块。

用可测量 $1/10,000$ 克的 Mettler Toledo Model AB204-S 型数字分析天平称量 7 个个体矩形方块。以克为单位记录给定的个体矩形方块的重量后，测量该矩形方块的长度。该长度定义为较长的纵向长度—即 Y 向。使用型号为 2028 的 10 倍 Peak 放大镜装置来测量长度。测量并记录该长度，并精确到十分之一毫米。宽度定义为较短的水平长度—即 X 向。利用 10 倍的 Peak 放大镜装置测量给定矩形方块的宽度，并精确到十分之一毫米。以毫米为单位记录宽度的测量结果。采用带有直径为 1.9 厘米的量脚的 BG2110-0-04 型 Ames 千分尺来测量每个矩形方块的厚度。通过将矩形方块的中心定位在千分尺的直径为 1.9 厘米的量脚下方来测量该厚度—即 Z 向。以毫米为单位记录厚度并精确到百分位。用以克为单位的重量除以给定矩形方块的面积以计算每个给定矩形方块的密度。将给定矩形方块的以厘米为单位的平均厚度除以单位面积的重量以计算以 g/cm^3 为单位的密度。将七个矩形方块的平均密度称为成形体表观密度，并且也以 g/cm^3 为单位表示。计算每个给定矩形方块的总面积。

计算每个给定矩形方块的 Z 向表面积并以平方毫米为单位记录。通过用总表面积除以 Z 向表面积来计算每个单体矩形方块的 Z 向表面积因数 (ZSAF)。对所述七个矩形方块各自的 ZSAF 值求平均。将平均 ZSAF 值指定给矩形方块成形体。参见表 2，该表示出 $n=7$ 个矩形方块的物理性质数据。

表 2- 矩形方块成形体物理性质数据

n	重量 Wt (g)	长度 (mm)	宽度 (mm)	厚度 (mm)	密度 (g/cc)	总 表面积 Area (mm ²)	Z 向 表面积 (mm ²)	Z 向 表面积 因数 (ZSAF)
1	0.022	6.2	5.1	1.34	0.519	93.5	30.3	0.32
2	0.023	6.2	5.2	1.36	0.525	95.5	31.0	0.32
3	0.021	6.2	5.2	1.31	0.497	94.3	29.9	0.32
4	0.022	6.1	5.0	1.34	0.538	90.7	29.7	0.33
5	0.021	6.1	5.1	1.33	0.508	92.0	29.8	0.32
6	0.021	6.2	4.8	1.40	0.504	90.3	30.8	0.34
7	0.023	6.4	5.1	1.35	0.522	96.3	31.1	0.32
平均值	0.022	6.2	5.1	1.35	0.516	93.3	30.4	0.33
高	0.023	6.4	5.2	1.40	0.538	96.3	31.1	0.34
低	0.021	6.1	4.8	1.31	0.497	90.3	29.7	0.32
标准 偏离	0.001	0.1	0.1	0.03	0.014	2.3	0.6	0.01
众值	0.021	6.2	5.1	1.34	---	---	---	---
方差系数	4%	2%	3%	2%	3%	2%	2%	2%

本发明在实际中优选用于生产建筑用的纤维加强混凝土。建筑业中使用有各种搅拌装置，其尺寸从诸如在下述实验室示例中采用的四立方英寸搅拌机的小设备到各种广泛使用的预混车设备，再到其它设备。此处讨论的涉及供应到混凝土中的纤维性材料成形体的搅拌和分散的参数可以应用于任何在典型环境中工作的现有机械化混凝土搅拌机器。

理想的是，本发明的成片的纤维性材料成形体在加入混凝土搅拌机器后约有 99% 或者更多在大约 5 分钟或者更短的搅拌时间内—更理想的是大约 4 分钟或者更短的时间，优选大约 3 分钟或者更短的时间，更优选大约 2 分钟或者更短的时间内—分散为单丝纤维。搅拌时间从一批诸如方块的纤维性材料成形体开始在转动的搅拌机器中与混凝土批料中的一种或多种—通常是大部分或者所有的一其它成分相接触的时间点开始计算。通过混凝土的表观检查确定（是否出现）99% 或更多的分散，以确认纤维已经分别散开，例如如下述示例 5 中采用的一系列筛子或滤网所实现的那样。

下面的示例 5-8 示出三种不同的 CF-16 成形体的实验室分散测试。

示例 5: 5mm × 6mm 的 CF-16 矩形方块成形体在混凝土中的分散

本试验中采用了温度控制在 22.2 ~ 27.2°C (72 ~ 81°F) 的范围内、湿度控制在 41% ~ 54% 的范围内的混凝土实验室。切开一包 94 磅 (42.64kg) 的 Portland 水泥 (Lone Star Industries Inc., Memphis, TN), 铲出 30.8 磅 (13.97kg) 放入铲斗 (bucket) 中并覆盖。然后, 称出 118.0 磅 (53.52kg) 的 57 号洗过的粗集料 (Vulcan Materials Co., Memphis, TN) 加入铲斗中。铲出 83 磅 (37.65kg) 的混凝土沙细集料 (Metro Materials Inc., Memphis, TN) 放入铲斗中。然后, 称出 19.6 磅 (8.89kg) 的水加入铲斗中。该混凝土批料的总重量为 251.4 磅 (114.04kg)。混合料的单位重量预定为每立方英尺 155.2 磅 (2.49kg/dm³)。根据混凝土混合料的单位重量, 利用数字天平 (Mettler Toledo, 型号 PB3002-S) 称出 40.8g 或者每立方码 1.5 磅 (0.89 kg/m³) 等效用量的干透的 CF-16 矩形方块纤维并放入烧杯中。

将所述 53.32kg 的 57 号集料添加到四立方英尺 (113.3 立方分米) 的混凝土搅拌机 (Stone Electric Concrete Mixer; 型号 45CM) 中, 其中在水平位置下的一个槽口处设置搅拌滚筒的角度以使搅拌机开口沿水平线向上倾斜 15 度。将所述 8.89kg 的水的三分之一添加到含有 57 号集料的搅拌机中。然后启动搅拌机。在搅拌机转动的同时添加所述 37.65kg 的混凝土沙。将所述 13.97kg 的 Portland 水泥添加到含有 57 号集料和混凝土沙的搅拌机中。然后将剩余的三分之二的的水加入搅拌机。使搅拌机持续转动三分钟, 并利用秒表计时—在加入水之后开始计时。搅拌三分钟后, 关掉搅拌机, 并将一个湿巾在搅拌机的开口上放置三分钟。

三分钟过去后, 取走湿巾, 开启搅拌机, 使其搅拌两分钟。然后马上将所述 40.8 克干透的 5mm × 6mm 的 CF-16 矩形纤维素方块全部加入搅拌机, 并确保没有方块碰到搅拌桨或叶片。开始计时, 每隔 30 秒关闭搅拌机并从搅拌机中铲出 15 磅 (6.80kg) 的样本放入单个铲斗中。收集样本之后立即重新启动搅拌机。每隔 30 秒取出一份重量为 15 磅 (6.80kg) 的样本,

直至在 4 分钟的时间内收集到八铲斗样本。根据样本收集的时间将各铲斗贴上标签。

将各样本倒在 40.0cm × 65.2cm 的筛盘上。在用于初次容纳混凝土样本的上部筛盘的整个底部每隔 3.3mm 穿有一个内径为 6.3mm 的孔。上部筛盘的下方是尺寸为 40.0cm × 65.2cm 的下部筛盘，整个筛盘上每隔 2.3mm 穿有 3.0mm 的孔。在下部筛盘下方放置有收集盘。用手将样本平铺在上部筛盘上。设置带喷枪附件的软管以轻轻地冲淋洗过的水泥浆、沙和小石块，使其通过所述两个筛盘进入收集盘。用手将未分散的矩形方块和未完全分散的纤维片从所述两个筛盘上取下，并放在带有 0.150mm 的孔的标准滤网上。在 0.150mm 孔的标准滤网上，用水对收集到的纤维进行清洗。对纤维进行持续冲洗，直到纤维上不再有水泥浆。（纤维的）颜色从灰变白表明水泥浆已经完全清洗掉了。将清洗过的湿纤维挤压到下部滤网上以挤出尽可能多的水。（处理完）每份样本后都要对筛子和滤网进行清洗。针对每份样本重复进行收集纤维的筛选和过滤过程。将样本贴上标签并放入温度设定在 105℃ 的烘箱中烘干一整夜。

第二天将收集到的纤维从烘箱中取出。然后用解剖针/分割针将干燥的纤维分开，以使纤维分离并释放出夹杂在纤维之间的沙。在带有 1.7mm 的孔的标准滤网上进行解剖针分离以使沙子能通过所述孔下落。将剩余的不带沙子的纤维放入单个容器中。针对每份纤维样本重复进行该过程。将从每份样本中回收的 5mm × 6mm 的矩形方块纤维 CF-16 的总重量记录并示出在表 3（见下面）中。所有 5mm × 6mm 的矩形方块 CF-16 都在 2.5 到 3 分钟的搅拌时间内全部分散。5mm × 6mm 的矩形方块 CF-16 的 CFDC 是 0.64。

示例 6: CF-16 绞合方块成形体在混凝土中的分散

用绞合方块替代矩形方块，重复示例 5 中的过程。CF-16 绞合方块在 2 到 2.5 分钟的搅拌时间内全部分散。CF-16 绞合方块的 CFDC 是 0.93。

示例 7: 3 英寸 (7.62cm) × 4 英寸 (10.26cm) 的 CF-16 薄片成形体在
两分钟的搅拌时间内在混凝土中的分散

采用堆叠在一起的总高度为 9.16mm 的七个个体纤维薄片来重复示例
5 中的过程。各个体薄片的基重是 746g/m^2 、密度是 0.57g/cm^3 。在将成片
的纤维加入混凝土中搅拌 2 分钟后, 将这一整批倒出并过滤。所回收的纤
维重 40.567g。计算出规格化的值—即每铲中纤维的重量—为 2.420g。该薄
片成形体的 CFDC 是 0.05。

示例 8: 3 英寸 (7.62cm) × 4 英寸 (10.26cm) 的 CF-16 薄片成形体在
四分钟的搅拌时间内在混凝土中的分散

采用堆叠在一起的总高度为 9.16mm 的七个个体纤维薄片来重复示例
5 中的过程。各个体薄片的基重是 746g/m^2 、密度是 0.57g/cm^3 。在将成片
的纤维加入混凝土中搅拌 4 分钟后, 将这一整批倒出并过滤。所回收的纤
维重 2.146g。计算出规格化的值—即每铲中纤维的重量—为 0.128g。该薄
片成形体的 CFDC 是 0.05。

表 3

搅拌时间 (分钟)	所回收的纤维 (g)			
	5mm×6mm 的 CF-16 矩形方块	CF-16 绞合方块	CF-16 薄片 3" x 4"	**规格化的 CF-16 薄片
0.50	3.494	2.687		
1.00	2.387	1.419		
1.50	1.045	0.244		
2.00	0.484	0.008	40.567	2.420
2.50	0.020	0		
3.00	0	0		
3.50	0	0		
4.00	0	0	2.146	0.128
ZSAF	0.33	0.20		0.03
成形体表面 密度 (g/cc)	0.516	0.216		0.570
CFDC	0.64	0.93		0.05

图 2 示出了示例 5-8 的结果。这些纤维素成形体的 FFDC 或 CFDC 与

搅拌时间存在直接关系。

示例 9: 低稠度泥浆

进行倾倒以铺设住宅车道。使用 I.M.I., Inc. of Tennessee 公司出产的具有下列配料设计的混凝土:

- 290.7kg/m³ (490lb/yd³, 磅/立方码) 的水泥质材料 (62.1kg 飞灰、160.1kg 水泥);

- 1112.4kg/m³ (1875lb/yd³) 的 57 号碎石灰石块;

- 783.1kg/m³ (1320lb/yd³) 的沙; 以及

-988 升 (261 加仑) 用于 12.7cm (5.0 英寸) 的目标坍落度的水。

通过向约 215.8 升 (57 加仑) 的水中加入 8.2 公斤 (18 磅) 干透的成片的 CF-16 (基重为 709g/m²、薄片密度是 0.59g/cm³) 来制备稠度为 3.5% 的 CF16 泥浆。搅动混合料直至 CF-16 已经破碎成个体化的纤维。用含有 CF-16 泥浆的 18.9L (5 加仑) 铲斗将所有混合料加入搅拌车入口槽。这等于针对所采用的 6.9m³ (9yd³) 的搅拌车, 向混凝土中添加 1.19kg/m³ (2.0lb/yd³) 用量的纤维。向搅拌车中加入泥浆之后, 使搅拌车前行到混凝土批料站以接收全部混凝土混合料 (水泥、沙、石块和水)。调整混凝土配料设计以便保留 215.8 升 (57 加仑) 的水, 从而适应来自纤维泥浆的水。在装入所有混凝土材料的过程中, 搅拌车以很高的搅拌速度转动。然后, 搅拌车在驱动转速 (低速) 下前进 10-20 分钟以到达倾倒位置。

测得含有泥浆的混凝土的坍落度是 18.4 厘米 (7.25 英寸)。搅拌车操作员已经将目标坍落度设定为 12.7cm (5.0 英寸), 但未考虑到沙或集料中的水而且 (试验的) 前一天晚上下了大雨, 因此测量值高于预期坍落度。通过视觉观察确认, 纤维已经很好地分散在全部的混凝土批料中。在倾倒过程中收集一份混凝土样本, 然后在 14 号滤网上利用来自橡胶软管的水对其进行冲洗, 并将沙和纤维收集到 100 号滤网上并进行清洗。出现单丝纤维并且不再能看到团块。此外, 收集三个柱体样本, 以用于在经过 7 天和 28 天的时效后测试耐压强度。修整过程正常。

示例 10: 用绞合方块制备的混凝土

在住宅区进行倾倒入以铺设车道。使用 I.M.I., Inc. of Tennessee 公司出产的具有下列配料设计的混凝土:

- 290.7kg/m³ (490lb/yd³) 的水泥质材料 (62.1kg 飞灰、160.1kg 水泥);
- 1112.4kg/m³ (1875lb/yd³) 的 57 号碎石灰石块;
- 783.1kg/m³ (1320lb/yd³) 的沙; 以及
- 988L (261 加仑) 用于 12.7cm (5.0 英寸) 的目标坍落度的水。

I.M.I.公司出产有根据上述配料方案的搅拌机。当搅拌机到达倾倒入地点时测量坍落度, 其结果为 8.9cm (3.50 英寸)。同样收集用于耐压强度测试的柱体。通过用以加入 6.1kg (13.5 磅) 纤维的入口槽, 将九个均含有 0.68kg (1.5 磅) 干透的 CF-16 方块的可降解纤维素包一个接一个地快速加入到搅拌机中。这相当于 0.89 kg/m³ (1.5lb/yd³) 的纤维用量。倾倒入开始之前, 搅拌机以最大搅拌速度转动 5 分钟。收集样本以进行坍落度测量和纤维分散测试。加入纤维后测得的坍落度为 5.7cm (2.25 英寸) (坍落度减小约 2.5cm (1.0 英寸))。收集柱体以用于耐压强度测试。在这些收集到的样本中, 可以很容易地看见纤维。收集样本后, 搅拌机操作员加入水以提高坍落度, 所以将很容易修整。开始倾倒入之后, 在倾倒入和修整的过程中未再见到团块或者“未分散”的方块片。在整个倾倒入中取出多个大的混凝土样本, 并在两个滤网上对所述样本进行清洗以收集 CF-16 纤维。总之, 这些测试确认已经实现了彻底的混合和纤维的单丝分离。

在上述倾倒入之后立即重复进行同样的 CF-16 方块混合。在同样的搅拌条件下以同样的方式添加同样的量。添加 CF-16 之前测得的坍落度是 5.1cm (2.00 英寸); 添加 CF-16 之后测得的坍落度是 3.2cm (1.25 英寸)。收集样本以用于耐压强度测试, 可以看见含有 CF-16 的样本中存在纤维。搅拌机司机再次加入水进行搅拌, 以使混凝土的工作性能更好。在倾倒入过程中没有看见团块或者未分散的纤维, 采用滤网清洗后再次观察单丝纤维。

同样, 修整人员未发现与修整含有 CF-16 的混凝土有关的问题和意外。

示例 11: 用 5mm × 6mm 的 CF-16 矩形方块制备的混凝土

将 CF-16 制成尺寸为 5mm × 6mm、平均密度为 0.52g/cm³ 的标准矩形方块。利用 Shepherd Products (Watertown, TN) 工具对批号为 270044 的标准 Foley 卷成形体 CF-16 进行这种转变。(所采用的) 方块由 Durafiber Inc. 出产的可降解包装袋包装, 并且每袋含有 0.68kg (1.5 磅) 成块的 CF-16。

Hoover Concrete, Inc. (Nashville, TN) 进行了倾倒测试。挖掘一大约 3.66 m (12') × 7.32 m (24')、深度在 15.2-25.4cm (6-10 英寸) 之间的矩形坑以容纳倾倒物。混凝土批料是 6.9m³ (9yd³) 的标准 20.7MPa (3000psig) 的搅拌混凝土。首先将所有的混凝土材料装入搅拌车并完成搅拌。收集样本以进行坍落度测试, 以及进行 14 天和 28 天的柱体耐压强度测试。测得的坍落度为 17.8cm (7.0 英寸)。

接着, 通过十一个均含有 0.68kg (1.5 磅) 方块的可降解包以矩形方块成形体 (5mm × 6mm) 的形式添加 CF-16 纤维, 每包均用于 7.5kg (16.5 磅) 或 1.07 kg/m³ (1.8lb/yd³) 的用量。将这些包一个接一个地快速加入, 并给定 4.5 分钟的全转速搅拌时间。然后将混凝土倾倒入坑中, 大约 30 后收集样本。经测量, 含有 CF-16 纤维的样本的坍落度为 17.8cm (7.0 英寸)。同样, 收集柱体以在 14 天和 28 天进行耐压强度测试。倾倒期间任何时候都不再加水。

还对混凝土进行分散测试, 以找出未分散的方块或者纤维束。将大约 11.3kg (25 磅) 的混凝土放在 1.9cm (0.75 英寸) 圆筛子上。将样本铺开并用水轻轻冲洗到 0.3cm (0.125 英寸) 的圆形筛子上。利用盘件收集通过两个筛子的所有物质, 测试显示第一样本中仅包含分散的单丝纤维 (无方块或纤维束)。利用 12 号网筛和 100 号网筛对对收集在底盘中的滤过物进一步筛选。将 100 号筛子收集到的沙混合物倒出并在阳光下干燥。干燥后, 搅动沙混合物, 露出分散在通过三个筛子的全部滤出物中的 CF-16 单丝纤维。再一次确认了分散。

倾倒将要结束时收集第二样本。测得其坍落度为 21.0cm (8.25 英寸)。坍落度的增加一般是由于水的沉降。再次对大约 11.3kg (25 磅) 的混凝土

进行纤维分散测试，仅露出了一个方块单片。应该注意的是，向搅拌车中加入的方块单片共有近 340,200 个。平均每个个体方块的重量为约 0.022g。相信这个唯一的方块是堆在了入口槽，而在卸放时候落了下来，因而基本没有时间被搅拌。通过观察在阳光下干燥后的 100 号筛子中的物质，再次成功确认了纤维的分散。

修整者记录到，混凝土正常地没有任何问题地起作用和被修整，在修整过程中没有发现未分散的纤维。

对比示例 11A:

然后在供应片状成形体纤维的情况下进行的对比测试。Hoover Concrete, Inc.(Nashville, TN)进行了一次不同的倾倒。混凝土批料是 6.9m^3 (9yd^3) 的标准 20.7MPa (3000psig) 的搅拌混凝土。使用了三种不同尺寸的 CF-16 薄片: 重量为 4.54 kg (10 磅) 的 5.1cm (2") \times 29.2cm (11.5") 的薄片; 重量为 4.54kg (10 磅) 的 7.6cm (3.0") \times 29.2cm (11.5") 的薄片; 以及重量为 2.27kg(5 磅)的 10.2cm (4") \times 29.2cm (11.5") (在机加工方向的尺寸为 11.5") 的薄片。各片的平均基重是 $709\text{g}/\text{m}^2$ 、平均密度是 $0.59\text{g}/\text{cm}^3$ 。

首先将所有混凝土材料装入搅拌车并完成搅拌。然后将成捆的纤维薄片加入混凝土搅拌车的入口槽，并全速转动搅拌 4 分钟。

倾倒地地点 Hoover 的已经挖坑以容纳混凝土的场地。在倾倒进行时，用耙状物在混凝土中查找未混合的纤维薄片。确定未混合的纤维薄片的量。下面的表 4 总体示出未混合的数量。

表 4

根据尺寸回收的薄片				
	宽 5.1cm	宽 7.6cm	宽 10.2cm	总计
薄片的数量	81	64	14	159
干重/净重 (kg)	0.853	1.012	0.295	2.16
回收百分率	19%	22%	13%	平均 19%

尽管上表示出了利用耙状物等在混凝土中找出的未混合物，但很可能没有表示所有的纤维薄片的未混合部分。在一个典型的预混批料站所要求的必要搅拌条件下，这种纤维的添加方式对于成片的 CF-16 是不成功的。

CF-16 纤维鉴定程序包括以下步骤：

1. 向 1 升的容器中添加一半的含有纤维的混凝土；
2. 通过带喷射嘴的水源用水填充容器剩下的一半，并利用捣杆对混凝土进行 10 次捣固；
3. 将含有纤维的液体或者顶层液体倒出至 100 号滤网上；防止将集料和沙倒在滤网上；
4. 通过滤网轻轻冲洗水泥浆，直到所收集的纤维从灰色变成白色；
5. 通过将纤维卷成球状并挤出水，可将纤维的确认物收集在样本袋中。

对于示例 12-14，混凝土配料是 27.6 MPa (4000 磅/平方英寸 (PSI)) 的以细砾 (pea gravel) 作为粗集料的混合料。用在这些示例中的混凝土在 Lonestar Industries Incorporated (Memphis, TN) 预混站制得。混凝土仅为水泥，这意味着其中没有矿渣或者飞灰。在示例 12-14 中，均对搅拌速度的持续时间进行检查以用于纤维的分散。

示例 12: 利用添加到已批拌混凝土搅拌车中的 5mm × 6mm 的 CF-16 矩形方块制备的混凝土

在倾倒地点或者在批拌处理的末端位置，向 6.9m³ (9 立方码) 的混凝土搅拌车中添加 CF-16 方块。方块包装在可降解的纤维素袋中。混凝土是购自 Lonestar Industries Incorporated (Memphis, TN) 的 27.6MPa (4000psi) 的混合料。混合料中的粗集料是细砾。混凝土中 CF-16 的用量是 0.89kg/m³ (1.5lb/yd³)。加入 CF-16 方块后，搅拌车以搅拌速度搅拌 3 分钟。分散测试显示方块没有分散成单丝纤维。混凝土滚筒再以搅拌速度搅拌 2 分钟。在该 2 分钟的搅拌之后，CF-16 没有分散。混凝土滚筒接着

再搅拌 2 分钟，在第二个 2 分钟搅拌之后，CF-16 没有分散。混凝土滚筒接着再以搅拌速度搅拌 4 分钟。分散试验显示，方块没有分散而是仅仅已经开始膨胀。当向已批拌混凝土搅拌车中加方块或者在批量拌合的最后，在共计 11 分钟的搅拌后，方块没有分散。测得的坍落度是 12.7cm (5 英寸)。混凝土道路的上表面显露出细砾和很多未分散成单丝纤维的 CF-16 方块。

示例 13: 利用在批处理期间先加入混凝土搅拌车的 5mm × 6mm 的松散 CF-16 矩形方块制得的混凝土

在预混站，将松散的 CF-16 方块放到用于向混凝土搅拌车中装载材料的输送带上。在所有其它材料（粗集料、细集料、水泥和水）之前将方块送入搅拌车滚筒中。本示例中采用的粗集料是细砾。混凝土中 CF-16 的用量是 0.89kg/m^3 (1.5lb/yd^3)。向混凝土搅拌车中添加用以形成混凝土的材料批处理时间测得是 3 分钟。之后，搅拌车滚筒以搅拌速度搅拌 3 分钟。分散测试显示，3 分钟的搅拌后，方块全部分散成了单丝纤维。测得的坍落度是 8.9cm (3.5 英寸)。去除上表面以显露出集料后，没有可见的方块。

示例 14: 利用在批处理期间先加入混凝土搅拌车的 5mm × 6mm 的打包 CF-16 矩形方块制得的混凝土

在预混站，将打包的 CF-16 方块放到用于向混凝土搅拌车中装载材料的输送带上。在所有其它材料（粗集料、细集料、水泥和水）之间将方块送入搅拌车滚筒中。本示例中采用的粗集料是细砾。混凝土中 CF-16 的用量是 0.89kg/m^3 (1.5lb/yd^3)。添加用以形成混凝土的材料批处理时间测得是 3 分钟。之后，搅拌车滚筒以搅拌速度搅拌 3 分钟。分散测试显示，3 分钟的搅拌后，方块全部分散成了单丝纤维。测得的坍落度是 10.2cm (4.0 英寸)。去除上表面以显露出集料后，没有可见的方块。

对于示例 15-16，混凝土是 27.6 MPa (4000PSI) 的包含用作粗集料的细砾的混合料。对于每个示例，每个搅拌车制备 6.9m^3 (9yd^3)。这两个示

例都不向混凝土混合料添加飞灰或者矿渣。示例 15 和 16 涉及 Irving Materials Incorporated (Manchester, TN) 预混站。

示例 15: 利用在混凝土混合料的第一组分之后添加的 5mm × 6mm 的 CF-16 矩形方块制得的混凝土

将 5mm × 6mm 的 CF-16 矩形方块添加到推运螺旋传送系统 (SACS) 的储存箱中, 下面述及的推运螺旋传送系统已经安装在 Irving Materials Incorporated (Manchester, TN) 的预混站中。安装 SACS 以将 CF-16 方块运送或分送到集料称量斗中。测量 SACS 的流动速率或者分送速率。将测得的流动速率用于计算 SACS 的运转时间, 以测量纤维的标定量。要装载到混凝土搅拌车中的混凝土的目标批量体积是 6.9m³ (9yd³)。输入计算出的运转时间, 从而将 6.1kg (13.5 磅) 的 CF-16 方块以给定的已知流动速率传送到 SACS 的卸放端。

所使用的粗集料是细砾。使细砾首先落入称量斗。将 CF-16 方块分送到细砾的上面, 或者在细砾加入称量斗之后加入称量斗。称量斗包括位于称量斗底部的集料出口。在集料出口的正下方设有传送带。在混凝土批拌过程中, 启动输送带并首先将细砾送入混凝土搅拌车的滚筒。在细砾送入搅拌车滚筒之后, 接着将 CF-16 方块作为混凝土混合料的第二种成分加入。在加入 CF-16 之后, 立即加入沙。一部分沙和 CF-16 方块同时加入混凝土搅拌车滚筒中。最后加入水泥和水。

在搅拌车滚筒已经装载后, 滚筒以搅拌速度转动 3 分钟。分散测试显示 CF-16 方块没有分散。使滚筒再以搅拌速度转动 2 分钟。分散试验显示, 方块膨胀但未分散。使搅拌车滚筒以搅拌速度再搅拌 1 分钟。分散测试显示 CF-16 方块在共计 6 分钟后完全分散。露出混凝土路面的顶面将显露出细砾。在暴露的表面上, 没有可见的方块或者未分散的纤维等迹象, 这支持了分散测试结果。

示例 16: 利用和混凝土混合料的第一组分同时添加的 5mm × 6mm 的 CF-16

矩形方块制得的混凝土

将 5mm × 6mm 的 CF-16 矩形方块添加到推运螺旋传送系统 (SACS) 的储存箱中, 下面述及的推运螺旋传送系统已经安装在 Irving Materials Incorporated (Manchester, TN) 的预混站中。安装 SACS 以将 CF-16 方块运送或分送到集料称量斗中。测量 SACS 的流动速率或者分送速率。将测得的流动速率用于计算 SACS 的运转时间, 以测量纤维的标定量。要装载到混凝土搅拌车中的混凝土的目标批量体积是 6.9m³ (9yd³)。输入计算出的运转时间, 从而将 6.1kg (13.5 磅) 的 CF-16 方块以给定的已知流动速率传送到 SACS 的卸放端。

所使用的粗集料是细砾。将 CF-16 方块首先分送进称量斗。将细砾加入称量斗中 CF-16 方块的顶部。称量斗包括位于称量斗底部的集料出口。在集料出口的正下方设有传送带。在混凝土批拌过程中, 启动输送带, 将 CF-16 方块和细砾同时送入混凝土搅拌车的滚筒中。在 CF-16 和细砾进入搅拌车滚筒之后, 接着向混凝土混合料中加入沙。最后加入水泥和水。

在搅拌车滚筒已经装载后, 滚筒以搅拌速度转动三分钟。分散测试显示: 除了类似个体方块片的最初形状的一捆纤维没有分散之外, CF-16 切块已经完全分散。使滚筒再以搅拌速度转动一分钟。分散试验显示, 方块膨胀完全分散。分散测试确认了 CF-16 方块在共计四分钟后完全分散。露出混凝土路面的顶面将显露出细砾。在暴露的表面上, 没有可见的方块或者未分散的纤维等迹象, 这支持了分散测试结果。

示例 17: 推运螺旋传送系统 (SACS)

对于 SACS, 5mm × 6mm 的 CF-16 矩形方块是优选形式。CF-16 方块的尺寸和 FFDC 使它非常合适。和 FFDC 相关联的尺寸使得 5mm × 6mm 的矩形是易于流动的形状, 也是易于分散在混凝土中的形状。SACS 是向实际的混凝土制备生产例如预混站中供应纤维的机器的示例。SACS 包括 3 个主要功能构件。这些构件是储存箱、螺旋加料器/螺旋推进器系统和卸放部件。SACS 和 VAL-CO PAX, INC. (Coldwater, Ohio) 所生产的系统相

似。因为尺寸和密度非常均匀所以优选 CF-16 方块。可靠机器和均匀的纤维成形体使得从 SACS 分送的流率能够很稳定。稳定的流率使得将要采取和应用在将来的纤维装载中的测量成为可能。通过改变螺旋加料器的工作时间，可以将带有适当电子元件的 SACS 用于可靠地测量纤维的标定量。

存储箱是通过将由钢/铁或其它类型的材料制成的部件用绳索填隙 (rope caulking) 然后拴接在一起以形成防风雨容器而构成的，其具有设置在顶部以装载存储箱的开口以及设置在底部以作为螺旋加料器进料入口的开口。存储箱的底部是锥形的，使得 CF-16 方块可以利用重力送入存储箱正下方的螺旋加料器进料口 (auger inlet boot)。CF-16 方块的易流动性 (几何形状和密度) 使得当螺旋加料器入口将方块从存储箱的中心送出时，方块自己塌落。在容纳于存储箱内的方块的中部暂时出现了一个洞。这个洞很快被从洞的侧壁上坍塌下来的方块充满。和存储箱的底部相连的是螺旋加料器进料口。

螺旋加料器系统是柔性的螺旋件或螺线形螺旋加料器，其具有 6.88cm (2.71 英寸) 的外径 (对本示例而言)。从螺旋加料器进料口到 SACS 的卸放端延伸有管道。柔性的螺旋件插入在管道。螺旋加料器的每端都是截止的。螺旋加料器的一端固定在存储箱下方的螺旋加料器进料口中的自由转动端，另一端固定在 SACS 卸放侧的驱动端上。当螺旋加料器被马达驱动时，就将 CF-16 方块从存储箱通过管道向上送到卸放头。

卸放头安装在 CF-16 方块将被分送到预混批拌过程或者任何其它过程中的位置。CF-16 方块受重力的驱动到达卸放头。安装有卸放管以使得方块可以被引导至目标点。驱动马达靠近卸放头。

示例 18: 纤维素小球

将根据美国专利 No. 6,270,883 B1 的说明而制备的成球状的南方软木牛皮纸纤维 (southern softwood kraft fiber) 与 Lonestar Portland I 型水泥、沙和细砾的以 1:1:2 的混合成混合料。水和水泥的比率是 0.51。将这些成分在 12 夸脱的 A-120 型 Hobart 搅拌机中搅拌。用 15cm 的实验室用小型

坍落度锥 (Tech-Lab Industries, Inc. (Arlington, TX)) 测量混合料的坍落度, 其结果是 7.0cm。将带有纤维的混凝土混合料和无纤维的检验件倾倒入如 ASTM 临时程序 “Standard Test Method for Evaluating Plastic Cracking of Restrained Concrete (Using a Steel Form Insert; Subcommittee C 9.42 Fiber Reinforced Concrete Ballot)” 所述的重压直立模 (stress riser mold) 中, 然后修整。将样本放在气流量为 19.1 km/hr 的风扇前。24 小时后, 测量开裂面积, 发现含有样本的纤维开裂面积比检验件少。

本发明不限于此处所述的具体实施方式所限定的范围。事实上, 根据前述的说明书和附图, 这里所描述的内容之外的本发明的各种变型对于本领域普通技术人员而言将是显而易见的。这些变型也应落入后附的权利要求书的范围内。

本申请引用的全部专利、专利申请、出版物、产品说明书以及规程中所披露的全部内容作为参考而引入的。

图 1

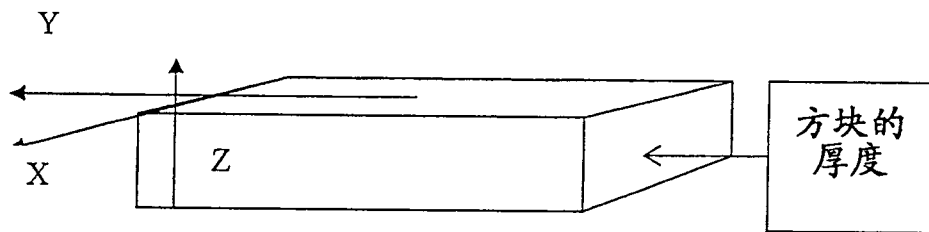


图 2

