



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111163858 B

(45) 授权公告日 2023.01.06

(21) 申请号 201880065190.1
 (22) 申请日 2018.08.09
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 111163858 A
 (43) 申请公布日 2020.05.15
 (30) 优先权数据
 62/544028 2017.08.11 US
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2020.04.07
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/US2018/045996 2018.08.09
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02019/032820 EN 2019.02.14
 (73) 专利权人 GCP应用技术有限公司
 地址 美国马萨诸塞州
 (72) 发明人 M. 罗伯茨 N. 特雷格尔 S. 克劳斯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
 专利代理师 韦欣华 杨戩

(51) Int.Cl.
 B01F 35/82 (2022.01)
 B28C 5/42 (2006.01)
 B28C 5/12 (2006.01)
 B28C 7/02 (2006.01)
 B28C 7/12 (2006.01)
 E01C 19/10 (2006.01)
 G01N 11/14 (2006.01)
 G01N 27/04 (2006.01)
 G01N 33/38 (2006.01)

(56) 对比文件
 US 2008144424 A1, 2008.06.19
 CN 102875181 A, 2013.01.16
 JP 2008100407 A, 2008.05.01

审查员 窦雅玲

权利要求书2页 说明书15页 附图11页

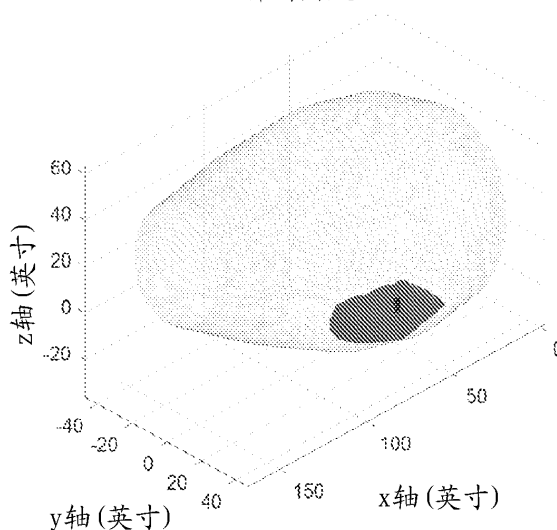
(54) 发明名称

灰水测量

(57) 摘要

使用附接到混凝土搅拌筒内部的传感器测量和监控在旋转的混凝土搅拌筒搅拌车中的灰水含量的方法和系统。通过在进行配料过程之前测量灰水含量,可以修改配料水(和水泥含量和掺合料类型和含量),以在强度和流变性两方面保持配料装料的预期性能,或更简单地,可以在配料之前,从所述混凝土搅拌筒中排出部分或全部灰水。

搅拌筒角度=13°



1. 一种方法,用于确定来自已经从搅拌筒中排出的先前混凝土装料的在搅拌筒中残留的灰水含量,以将新的混凝土装料准确地配料到所述搅拌筒中,所述方法包括:

(A) 提供具有内部容积和旋转轴的混凝土搅拌筒;

(B) 提供安装在所述搅拌筒的所述内部容积中的位置处的至少一个传感器,使得在所述搅拌筒的旋转期间,所述传感器分别在所述内部的任何水中实现浸没状态和非浸没状态,并产生指示每个所述状态的信号;

(C) 旋转混凝土搅拌筒,以使传感器分别在所述内部的任何水中实现浸没状态和非浸没状态;

(D) 确定混凝土搅拌筒的旋转轴与水平线之间的角度;

(E) 基于步骤(C)的旋转,确定传感器所达到的浸没分数或反分数;

(F) 提供将所述浸没分数或反分数与和所述搅拌筒在几何上基本相似的容器中的相应水体积相关联的数据;

(G) 通过将在步骤(E)中确定的浸没分数与步骤(F)的所述数据以及在步骤(D)中确定的混凝土搅拌筒的旋转轴与水平线之间的角度进行比较,确定所述搅拌筒中的灰水含量;以及以下的任一步骤:

(H) 如果检测到的灰水含量大于预定限值则发出警报,基于步骤(G)中确定的灰水含量修改所述新的混凝土装料中水的百分比,基于步骤(G)中确定的灰水含量从所述搅拌筒排出至少一部分的灰水,或它们的组合。

其中浸没分数是指传感器浸没在灰水中的整个容器旋转的分数,反分数是指传感器未浸没的整个容器旋转的分数。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述混凝土搅拌筒安装在卡车上。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述至少一个传感器是电阻率传感器,电容传感器,声传感器,微波传感器,核共振传感器或光传感器。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述搅拌筒具有一定长度和用于旋转所述搅拌筒的马达,并且其中,所述至少一个传感器沿着所述搅拌筒的长度位于底部三分之一处,最靠近所述马达。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述至少一个传感器位于距所述搅拌筒的内表面少于8英寸的位置。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述至少一个传感器位于距所述搅拌筒的内表面少于2英寸的位置。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述至少一个传感器位于距所述搅拌筒的内表面少于1/2英寸的位置。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中,对于小于或等于每分钟2转的搅拌筒转速,所述至少一个传感器每秒至少测量5次。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中,对于小于或等于每分钟6转但大于每分钟2转的搅拌筒转速,所述至少一个传感器每秒至少测量15次。

10. 根据权利要求1所述的方法,其中,对于大于每分钟6转的搅拌筒转速,所述至少一个传感器每秒至少测量50次。

11. 根据权利要求1所述的方法,其中,在步骤(D)中确定的角度由安装在所述搅拌筒上

的加速度计提供。

12. 根据权利要求1所述的方法,其中,在步骤(E)中确定的浸没分数或反分数基于所述传感器输出的变动性。

13. 根据权利要求1所述的方法,其中,在步骤(E)中确定的浸没分数或反分数基于与完成搅拌筒旋转的总时间相比的所述传感器检测到灰水的时间。

14. 根据权利要求13所述的方法,其中,完成所述旋转的总时间基于搅拌筒的旋转速度。

15. 根据权利要求1所述的方法,其中,在步骤(E)中确定的浸没分数基于与完成搅拌筒旋转所行进的总距离相比的所述至少一个传感器在检测灰水时所行进的距離。

16. 根据权利要求15所述的方法,其中,所述至少一个传感器的位置由安装在所述搅拌筒上的加速度计确定。

17. 根据权利要求1所述的方法,其中,在步骤(F)中产生的数据基于表示搅拌筒的几何形状和所述至少一个传感器的三维位置的数据的集合。

18. 根据权利要求1所述的方法,其中,在步骤(F)中产生的数据基于对应于在所述在几何上基本相似的容器中的至少两个测量的水体积的传感器输出。

19. 根据权利要求1所述的方法,其中,基于所述搅拌筒的至少三个连续旋转来确定所述灰水含量。

20. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述搅拌筒具有内表面,所述方法还包括确定附着在所述搅拌筒的所述内表面上的水量,以及根据所述确定附着在所述搅拌筒的所述内表面上的水量来修改在步骤(G)中确定的灰水含量的量。

21. 根据权利要求1所述的方法,还包括确定在所述搅拌筒内累积的硬化混凝土的量,并基于所述确定在所述搅拌筒内累积的硬化混凝土的量来修改在步骤(G)中确定的灰水含量的量。

22. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述新的混凝土装料包含水和水泥,并且其中,通过调节水含量、水泥含量或两者来修改所述新的混凝土装料中的水的百分比。

灰水测量

技术领域

[0001] 本文公开的实施方案涉及在旋转搅拌筒中的灰水测量,并且更具体地,涉及一种自动考虑残留在混凝土搅拌筒搅拌车中的灰水并调节配料过程来为混凝土的后续配料装料提供合适的含水量的方法和系统。

背景技术

[0002] 含水量,并且更具体地说,水胶比(w/cm)是影响混凝土和其他胶凝材料的强度发展的关键因素(参见例如,“Generalization of the Abrahms’ Law - Prediction of strength development of concrete from cement properties,” Popovics, S., *ACI Materials Journal*, 卷78,第123-129页,1981年)。通常,强度按照w/cm的立方根降低。水源包括在配料过程中与粗骨料、细骨料、水泥和其他胶凝材料(例如粉煤灰、矿渣)和化学掺合料一起有意配料的水。在骨料孔隙内和表面上的水也要考虑,并且可能对总含水量有重要贡献。此外,混凝土搅拌车驾驶员可以在“坍落度架(slump rack)”处添加水,“坍落度架”是在混凝土生产厂中的一个区域,在该区域处,搅拌车被清洗,并且可以由混凝土搅拌车驾驶员用水来调节坍落度。类似地,在工作现场,承包商可以指示驾驶员添加额外的水。当前,存在坍落度自动监控和管理系统,这些系统不仅用水或掺合料来调节坍落度,而且还记录在制造和运输周期中添加的所有水(例如,参见美国专利No. 8,118,473)。这些系统旨在最大程度地减少制造过程中的人为因素,并旨在适当记录所有水源。但是,另一种还无法以可行方式量化的水源来自搅拌车驾驶员,其将使灰水,或者在从混凝土搅拌筒中冲洗掉先前装载的混凝土后剩下的水(因为这些水仍然包含水泥浆,所以它是灰色的)留在搅拌筒中,以规避坍落度自动监控和管理系统。该多余的水会提供更高的坍落度(并更容易放置,如承包商所优选的),但如果含该水量没被正确考虑,则会提供降低的强度。

[0003] 水测量仪或水分测量仪是能够确定水的存在或给定材料的实际含水量的测量装置。关于第一种类型,存在一些仪表,例如,如果在诸如热水器之类的设备周围检测到漏水,则其可以向房屋所有者发送警报(例如,参见美国专利No. 8,922,379)。对于第二种类型,例如,存在能够测量骨料样品的水分含量的骨料水分测量仪。每种类型的水测量仪都可以采用几种不同类型的技术,例如(但不限于)测量电阻(例如,参见美国专利No. 4,780,665),测量微波(例如,参见美国专利No. 4,104,584),测量核共振(例如参见US 2,999,381)和测量红外波(例如参见美国专利No. 8,727,608)。

[0004] 在Berman(Sensocrete Inc./GCP Applied Technologies)的美国专利No. 8,858,061和No. 9,625,891中,教导了一种延伸到混凝土搅拌筒内部的传感器,其可以配备有水分测量仪(参见第3栏第35行)。该水分测量仪用于确定搅拌筒中所装混凝土的水分含量,但没有提及在配料前确定搅拌筒中残留的水。作为水分含量测量仪,其根据校准曲线测量混凝土的水含量。然后,这可以与水灰比相关联。如果不加改动地使用水分测量仪,它将无法确定搅拌筒中剩余的水量,而只会简单地测量水的湿度,读数将会接近100%。美国专利No. 8,858,061和No. 9,625,891也都没有提及车倾角和数据收集速率的影响,而这两者都是实现

准确而有意义的灰水测量所必需的。

[0005] 因此,本文公开的实施方案的目的是提供一种方法和系统,其测量搅拌筒中的灰水量并调节后续的配料过程来为配料混凝土装料提供合适的水含量。

[0006] 另一个目的是提供一种方法,其测量搅拌筒中是否存在灰水,并且如果存在,则警告操作员,以便可以在将下一批配料装入搅拌筒中之前将灰水除去。

发明内容

[0007] 为了克服现有技术方法的缺点,本文公开的实施方案提供了一种新颖的方法来测量和/或监控混凝土搅拌车中的灰水含量。通过在进行下一次配料过程之前,测量在一个或多个先前批次留下的搅拌筒中残留的灰水含量,可以修改用于所述下一次配料过程的配料水(和/或水泥含量和/或掺合料的类型和含量),以在强度和流变性两方面保持配料装料的预期性能,或更简单地,可以在进行下所述一次配料过程之前,从混凝土搅拌筒中排出确定存在于搅拌筒中的灰水。换句话说,可以基于确定的在搅拌筒中存在的灰水量来修改下一批混凝土各种组分中的一种或多种的含量,例如通过添加更少的水,或通过添加更多的水泥。

[0008] 目前,承包商可以记录给定混凝土装料的水含量,其中包括在配料过程中添加的水(包括骨料中所含的水),以及偶尔在交付过程中或在卸料现场添加的水。通常,没有记录在坍塌度架处添加的水。尽管美国专利No.9,466,203展示了一种确定何时添加未记录的水的方法,但目前尚没有考虑在排出混凝土装料后留在搅拌筒中的水。

[0009] 在Berman(Sensocrete Inc./GCP Applied Technologies)的美国专利No.8,858,061和9,625,891中教导了,附接到混凝土搅拌筒内部的探针可以包括水分测量仪(参见第3栏第35行),此外,利用电阻率作为测量混凝土的水分含量的手段。因此,其教导了当混凝土搅拌筒中装有混凝土时使用水分测量仪;但是没有提到在配料过程之前搅拌筒中残留有水的情况。

[0010] Berman(Sensocrete Inc./GCP Applied Technologies)的美国专利No.8,858,061还教导了,附接到混凝土搅拌筒内部的探针可以通过根据探针浸没或未浸没在混凝土中时作用在探针上的力的变化测量探针浸没在混凝土中的时间来估算混凝土的体积。Beaupre的美国专利No.9,199,391也教导了一种使用力探针确定混凝土体积的方法(参见第5栏第53行),该方法基于在探针进入混凝土中以及探针从混凝土中退出期间的搅拌筒位置。但是,相同装置不太可能足够灵敏地确定水(尤其是少量,例如5加仑)的存在,因为水的粘度比混凝土的粘度小几个数量级,并且不会对施加在力探针上的力产生显著变化。例如,混凝土的粘度通常在10至100 Pa·s之间,而水的粘度约为0.001 Pa·s,小了4-5个数量级。

[0011] 根据某些实施方案,提供了一种使用位于混凝土搅拌筒内部的一个或多个传感器(例如水测量仪)自动检测和测量混凝土搅拌车中的灰水量的方法和系统。在一些实施方案中,使用附接到混凝土搅拌筒内部的一个或多个传感器。诸如水测量仪的一个或多个传感器可以采用一种或多种不同的技术,诸如(但不限于)测量电阻(参见例如美国专利No.4,780,665),测量电容(参见例如美国专利No.4,438,480),测量微波(参见例如美国专利4,104,584),测量核共振(参见例如美国专利2,999,381),测量红外波(参见例如美国专利8,

727,608), 测量声波(参见例如美国专利No.7,033,321), 测量光散射(参见例如美国专利No.4,263,511), 或者测量专用于浊度测量的光散射(参见例如美国专利No.2,324,304)。在某些实施方案中, 随着混凝土搅拌筒的旋转, 可固定在搅拌筒内部的一个或多个传感器将旋转进入灰水和从灰水中出来(分别称为进入和退出事件)。通过追踪传感器与灰水接触的时间分数或容器旋转分数(称为浸没分数), 或传感器没有与灰水接触的时间分数或容器旋转分数(称为反分数), 或同时追踪两者, 则可以确定容器(例如, 搅拌筒容积)中灰水的体积。例如, 在一些实施方案中, 可以使用将浸没分数(或反分数)与灰水的体积相关联的校准曲线。该校准曲线可以从搅拌筒的几何形状导出, 或根据实证检验创建。在某些实施方案中, 为了获得足够的精度, 可以同时考虑数据收集速率和卡车角度。使用该信息, 可以针对水含量、水泥含量和/或掺合料含量来调节要装入搅拌筒中的下一批配料的设计水含量, 以保持所需的流变性和强度发展。或者, 响应于检测到灰水的存在, 可以从混凝土搅拌筒中排出灰水, 从而其不影响要装入搅拌筒中的下一批配料的特性, 或者可以排出少于全部的灰水, 而剩余的水可以用在装入搅拌筒中的下一批配料中。

[0012] 在某些实施方案中, 提供了一种用于确定诸如搅拌筒的容器的水含量的方法和系统, 其允许对诸如混凝土的材料的装料进行精确的材料配料, 或者允许警告操作人员存在水, 促使他在装入下一批配料之前将水部分或全部从容器中排出。在一些实施方案中, 该方法包括: 提供具有内部容积和旋转轴的混凝土搅拌筒; 提供一个或多个传感器, 该传感器安装在搅拌筒内部容积中的位置处, 例如安装在搅拌筒内壁或搅拌筒内的舱门上, 从而在搅拌筒旋转期间, 所述一个或多个传感器分别在搅拌筒内部的水中实现浸没状态和非浸没状态, 并产生指示每种状态的信号; 旋转混凝土搅拌筒, 以使所述一个或多个传感器分别在所述内部的任何水中实现浸没状态和未浸没状态; 确定混凝土搅拌筒的旋转轴与水平线之间的角度; 确定所述一个或多个传感器实现浸没状态(或非浸没状态)的旋转分数并检测搅拌筒中水的存在(或水的不存在); 提供将与其中所述一个或多个传感器检测到水的存在的搅拌筒具有相似或相同配置的容器的全转分数(fractions of full revolutions)与该容器中的水体积相关联的数据; 通过将传感器检测到水的存在时的全转分数与所述数据以及混凝土搅拌筒的旋转轴和水平线之间的角度进行比较来确定搅拌筒中的水含量; 以及发出测得的灰水含量大于预定限值的警报, 调整下一个配料过程以考虑所确定量的水含量, 或者在下一个配料过程之前从搅拌筒中排出这些水, 以便搅拌筒中的这些水不会干扰下一批配料。

[0013] 在一些实施方案中, 提供了一种用于确定来自已经从搅拌筒中排出的先前的混凝土装料的在搅拌筒中残留的灰水含量, 以将新的混凝土装料准确地配料到搅拌筒中的方法。该方法包括:

[0014] (A) 提供具有内部容积和旋转轴的混凝土搅拌筒;

[0015] (B) 提供安装在所述搅拌筒的所述内部容积中的位置处的至少一个传感器, 使得在所述搅拌筒的旋转期间, 所述传感器分别在所述内部的任何水中实现浸没状态和非浸没状态, 并产生指示每个所述状态的信号;

[0016] (C) 旋转混凝土搅拌筒, 以使传感器分别在所述内部的任何水中实现浸没状态和非浸没状态;

[0017] (D) 确定混凝土搅拌筒的旋转轴与水平线之间的角度;

[0018] (E) 基于步骤(C)的旋转,确定传感器所达到的浸没分数或反分数;

[0019] (F) 提供将所述浸没分数或反分数与和所述搅拌筒在几何上基本相似的容器中的相应水体积相关联的数据;

[0020] (G) 通过将步骤(E)中确定的浸没分数与步骤(F)的所述数据以及在步骤(D)中确定的混凝土搅拌筒的旋转轴与水平线之间的角度进行比较,确定所述搅拌筒中的灰水含量;以及以下的任一步骤:

[0021] (H) 如果检测到的灰水含量大于预定限值则发出警报,基于步骤(G)中确定的灰水含量修改所述新的混凝土装料中水的百分比,基于步骤(G)中确定的灰水含量从所述搅拌筒排出至少一部分的灰水,或它们的组合。

[0022] 在某些实施方案中,在前述方法以及本文公开的其他方法中,灰水的比重优选小于1.61,更优选小于1.36,并最优选小于1.2。这大致对应于水胶比分别为2.5、5和10。因此,还可以说,灰水的水胶比优选大于2.5,更优选大于5,并最优选大于10。满足任何这些标准的灰水的粘度将在 $0.001-1.00 \text{ Pa} \cdot \text{s}$; 并更优选 $0.001-0.100 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 范围内。在一些实施方案中,在前述方法以及本文公开的其他方法中,所述一个或多个传感器选自光散射传感器,声传感器,红外传感器,微波传感器或其组合。例如,在使用多于一个传感器的情况下,传感器可以是电阻率传感器,电容传感器,声传感器,微波传感器,核共振传感器或光传感器的任意组合。在某些实施方案中,在前述方法以及本文公开的其他方法中,在搅拌筒上提供三轴加速度计以在计算搅拌筒中的灰水时考虑搅拌筒的倾斜角。

[0023] 在某些实施方案中,可以使用位置确定装置(例如加速度计)并计算传感器被浸没(或未浸没)的搅拌筒旋转的分数来确定浸没分数(或反浸没分数)。在某些实施方案中,可以使用时间确定装置(例如时钟),通过确定传感器被浸没(或未被浸没)的时间量相对于完整搅拌筒旋转的时间量来确定浸没分数(或反分数)。例如,当传感器进入灰水时可以记录第一时间戳,而当传感器离开灰水时可以记录第二时间戳。通过将这两个时间戳之间的差与整个搅拌筒旋转的时间相关联,可以计算出浸没分数。时钟或其他计时机构可用于确定这些各种时间,例如使用与传感器和/或处理器通信的时钟。

[0024] 在某些实施方案中,公开了一种用于确定在从具有内部容积和旋转轴的容器中排出第一水泥装料后残留在该容器中的灰水体积的系统,其中,该系统包括:

[0025] 马达,其用于使该容器旋转至少一个完整旋转,从而可以确定该容器的旋转轴相对于水平线的角度;

[0026] 至少一个传感器,其在该容器的内部容积中,位置设置为使得传感器在一个完整旋转的第一部分期间浸没在所述容器中的灰水中,而在一个完整旋转的第二部分期间不浸没在所述容器中的灰水中,所述至少一个传感器在被浸没时产生第一信号,而在不被浸没时产生第二信号;

[0027] 位置确定装置,例如加速度计,用于确定浸没分数(或反分数),其为完整旋转中传感器被浸没时的部分(或完整旋转中传感器未被浸没时的部分);或时间确定装置,例如时钟,用于确定浸没分数或反分数;

[0028] 处理器,其与所述至少一个传感器通信以接收第一信号和第二信号,并且与所述位置确定装置或时间确定装置通信,并且被配置为计算第一部分或第二部分与一个完整旋转的比,以及根据该比确定所述容器中的灰水体积。

[0029] 该系统还可以包括与所述处理器通信的存储器,其中该存储器包含校准曲线,该校准曲线将浸没分数比与在,例如,与要确定灰水的容器在几何上基本相似的容器中的水的相应体积相关联,其中所述处理器将该校准曲线用于基于所述比确定在所述容器中的灰水体积。所述存储器可以附加地或替代地包含所述容器的几何表示,其中所述处理器使用该几何表示来确定灰水体积。在一些实施方案中,所述容器是混凝土搅拌筒。

[0030] 在某些实施方案中,公开了一种用于在从具有内部容积和旋转轴的容器中排出第一水泥装料后确定残留在该容器中的灰水含量的系统,该系统包括:

[0031] 具有内部容积的可旋转混凝土搅拌筒;

[0032] 至少一个传感器,其在可旋转混凝土搅拌筒的内部容积中,并且位置设置为使得在可旋转混凝土搅拌筒的旋转期间,所述至少一个传感器分别实现在所述内部容积中的水中的浸没状态和非浸没状态,并产生指示每种所述状态的信号;

[0033] 位置确定装置,例如加速度计,用于确定浸没分数(或反分数),其为一个完整旋转中传感器浸没时的部分(或一个完整旋转中传感器未被浸没时的部分);或时间确定装置,例如时钟,用于确定浸没分数或反分数;和

[0034] 处理器,其具有包含指令的存储器,当由处理器执行时,该指令使系统能够:确定传感器处于浸没状态期间可旋转混凝土搅拌筒的旋转的浸没分数,或者确定传感器处于非浸没状态期间可旋转混凝土搅拌筒的旋转的反浸没分数;将浸没分数或反浸没分数与和所述混凝土搅拌筒在几何上基本相似的容器中的相应水体积相关联;并根据该关联确定混凝土搅拌筒中的灰水体积。在一些实施方案中,所述存储器还可包含指令,该指令在由处理器执行时将可旋转混凝土搅拌筒的旋转轴与水平线之间的角度用于基于所述关联确定混凝土搅拌筒中的灰水体积。

[0035] 下文中将详细描述本文公开的实施方案的其他优点和特征。

附图说明

[0036] 当结合附图考虑以下优选实施方案的书面描述时,可以更容易地理解本文公开的实施方案的益处和特征。其中,

[0037] 图1是示出包括舱口和马达的示例性混凝土搅拌筒几何形状的图;

[0038] 图2是根据现有技术的相同混合设计的初始坍落度测量相对于装料次数的关系图;

[0039] 图3是根据现有技术的随着改变搅拌筒水体积而产生的液压差的图;

[0040] 图4是根据某些实施方案的方法的框图;

[0041] 图5a和5b分别是显示搅拌筒角度如何影响混凝土搅拌筒内的水分布的图;

[0042] 图6是示出根据某些实施方案的传感器的位置的图;

[0043] 图7是显示根据某些实施方案的附接到搅拌筒舱口的多个传感器的平面视图的图;

[0044] 图8是时间相对于加速度的关系图,显示根据某些实施方案的安装在旋转搅拌筒上的加速度计的输出;

[0045] 图9是时间相对于传感器模拟信号的关系图,显示根据某些实施方案的当传感器变成浸没和未浸没在旋转搅拌筒中的灰水中时该传感器的输出,以及加速度计的输出;

[0046] 图10是根据某些实施方案的系统的某些组件的框图；

[0047] 图11a和11b各自是显示探针与混凝土搅拌筒中的水接触的某些实施方案的示例性方法的图；

[0048] 图12a是完整旋转的浸没分数相对于流体体积的关系图，显示根据某些实施方案，基于搅拌筒几何形状，在混凝土搅拌筒中检测到的水的体积和其中探针与水接触时的容器旋转的分数之间的关系；

[0049] 图12b是浸没分数相对于流体体积的关系图，显示根据某些实施方案，基于搅拌筒几何形状，在混凝土搅拌筒中检测到的水的体积、搅拌车角度和其中探针与水接触时的容器旋转的分数之间的关系；

[0050] 图13是完整旋转的浸没分数相对于流体体积的关系图，显示根据某些实施方案，基于针对单搅拌筒角度的搅拌筒几何形状，在混凝土搅拌筒中检测到的水的体积和其中探针与水接触时的容器旋转的分数之间的关系；

[0051] 图14a是流体体积相对于数据收集速率的关系图，显示根据某些实施方案，对于具有2加仑的精度在2 rpm的搅拌筒速度下的两个搅拌筒角度，流体体积与数据收集速率的关系；

[0052] 图14b是流体体积相对于数据收集速率的关系图，显示根据某些实施方案，对于具有2加仑的精度在6 rpm的搅拌筒速度下的两个搅拌筒角度，流体体积与数据收集速率的关系；

[0053] 图14c是流体体积相对于数据收集速率的关系图，显示根据某些实施方案，对于具有2加仑的精度在20 rpm的搅拌筒速度下的两个搅拌筒角度，流体体积与数据收集速率的关系；

[0054] 图15是根据某些实施方案，搅拌车角度相对于检测到的最小体积的图；

[0055] 图16是根据某些实施方案，实际水体积相对于预测水体积的关系图，其中根据搅拌筒几何形状，使用与水接触的探头来确定水含量；以及

[0056] 图17是根据某些实施方案，实际水体积相对于预测水体积的关系图，其中使用水含量和水测量仪读数之间的经验关系来确定混凝土搅拌筒中剩余的水含量。

具体实施方式

[0057] 术语“混凝土”是指水泥（通常包含火山灰质材料，例如石灰石、粉煤灰、粒状高炉矿渣）和骨料（例如，沙子、砾石）以及任选地，一种或多种化学掺合料（例如，用于提高可加工性的增塑剂，促凝剂，缓凝剂，引气剂，除气剂，降塑性收缩掺合料，缓蚀剂（用于钢筋）或其他用于修饰混凝土性能的掺合料，无论是处于塑性状态或是硬化状态）。

[0058] 如本文所用，术语“水泥”包括可水合水泥，例如波特兰水泥，其通过将由水硬性硅酸钙、铝酸盐和铝铁酸盐组成的熟料以及作为研磨外加剂的一种或多种形式的硫酸钙（例如石膏）粉碎而生产。通常，将波特兰水泥与一种或多种补充胶凝材料如粉煤灰、粒状高炉矿渣、石灰石、天然火山灰或其混合物组合，并作为共混物提供。因此，“水泥”和“水泥粘合剂”也可以包含在生产过程中与波特兰水泥相互研磨的补充胶凝材料。术语“胶凝（cementitious）”在本文中可以用来指包括波特兰水泥的材料，或者另外用作粘合剂以将用于构成混凝土的细骨料（例如沙子）和粗骨料（例如碎石，石头）保持在一起的材料。

[0059] 如本文所用,术语“可水合的”意指通过与水的化学相互作用而硬化的水泥或胶凝材料。波特兰水泥熟料是部分熔融的物质,主要由可水合的硅酸钙组成。硅酸钙基本上是硅酸三钙(在水泥化学家的表示法中为 $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ 或“ C_3S ”)和硅酸二钙($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$,“ C_2S ”) (其中前者为主要形式)的混合物,同时带有少量量的铝酸三钙($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$,“ C_3A ”)和铝铁酸四钙($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$,“ C_4AF ”)。参见例如Dodson, Vance H., Concrete Admixtures (Van Nostrand Reinhold, 纽约, NY 1990),第1页。

[0060] 如本文所用,本文所用的术语“骨料”应当意思是并指用于建筑材料如混凝土、砂浆和沥青的沙子或石头颗粒,并且这通常涉及平均尺寸在0至50 mm之间的粒状颗粒。骨料可包含钙质、硅质或硅质石灰石矿物。这样的骨料可以是天然沙(例如,来自冰川、冲积或海洋沉积物,其通常被风化从而颗粒具有光滑的表面)或可以是“制造的”类型的,其是使用机械破碎机或研磨装置制成的。

[0061] 术语“水测量仪”和“水分测量仪”指的是能够确定水的存在或另外确定给定材料的实际含水量的测量装置。关于第一种类型,存在一些仪表,例如,如果在诸如热水器之类的设备周围检测到漏水,则其可以向房屋所有者发送警报(例如,参见美国专利No. 8,922,379)。对于第二种类型,例如,存在能够测量骨料样品的水分含量的骨料水分测量仪。任一类型的水测量仪都可以采用几种不同类型的技术,诸如(但不限于)测量电阻(参见例如美国专利No. 4,780,665),测量介电常数(参见例如美国专利No. 4,438,480),测量微波(参见例如美国专利4,104,584),测量核共振(参见例如美国专利2,999,381),测量红外波(参见例如美国专利8,727,608),测量声波(参见例如美国专利No. 7,033,321)和测量光散射(参见例如美国专利No. 4,263,511),测量特别针对浊度的光散射(参见例如美国专利No. 2,324,304)。前述专利每一个的公开内容都通过引用并入本文。任一类型都至少可以检测传感器何时直接与水或灰水接触。

[0062] 用于管理坍落度或其他流变性质的自动混凝土坍落度管理(监控)系统可从例如美国马萨诸塞州剑桥的惠特莫尔大街62号的Verifi有限责任公司(Verifi LLC, 62 Whittemore Avenue, Cambridge, Massachusetts, USA)购得,该公司已在专利文献中公开了多种自动混凝土监控方法和系统,例如,美国专利No. 8,020,431; 8,118,473; 8,311,678; 8,491,717; 8,727,604; 8,746,954; 8,764,273; 8,818,561, 8,989,905, 9,466,803, 9,550,312; PCT/US2015/025054 (公开号W0 2015/160610 A1); 和PCT/US2014/065709(公开号W02015073825 A1)。前述专利每一个的公开内容都通过引用并入本文。

[0063] 替代地,坍落度监控系统可以基于使用安装在搅拌筒内的力传感器,如例如在Berman(Sensocrete Inc./GCP Applied Technologies)的美国专利No. 8,848,061, 9,625,891, Denis Beaupre等人(I.B.B. Rheologie Inc.)的美国专利No. 9,199,391,或Benegas的美国公开No. 2009/0171595和W0 2007/060272中所教导的。前述专利每一个的公开内容都通过引用并入本文。

[0064] 术语“配料过程”是指将混凝土材料成分(例如水泥、细骨料和粗骨料、水、纤维和化学掺合料)装入搅拌筒的过程。通常,在预拌混凝土工厂中,将细骨料和粗骨料输送到称重料斗,以测量装载或配料混凝土卡车所需的材料量。称重后,细骨料和粗骨料被倾倒在传送带上,并装入混凝土卡车的搅拌筒中。诸如水泥和粉煤灰的细粉通常是从混凝土卡车正上方的筒仓中送入搅拌筒中。水和化学掺合料通过液体分配器输送。添加顺序可以因工厂

而显著差异。通常,将粗骨料装载到传送带上,并将细骨料装载到顶部。在将其装入搅拌筒时,会加入大部分水。当装载了大部分骨料时,开始同时添加细粉。在将所有干物料配料后,通常会最后添加剩余的水以及任何化学掺合料。在此过程中,混凝土搅拌车通常会以10到20 rpm的高速旋转搅拌筒,以促进配料成分的混合。

[0065] 术语“灰水”是指在输送和排出一批混凝土后留在搅拌筒或其他类似容器中的材料,并且更常见的是在输送和排出一批混凝土后冲洗搅拌筒后所残留的材料。这样,该材料主要包含水、水泥和掺合料,尽管少量的骨料(例如沙子和石头)会残留在搅拌筒中。由于洗涤过程,灰水的粘度和比重与混凝土明显不同。特别是,混凝土的粘度通常为10至100 Pa·s量级,而灰水的粘度通常为0.001至1 Pa·s量级。此外,混凝土的比重通常高于2.3,而灰水的比重通常低于1.8。这对应于高于1.68的水胶比,这远必然高于任何可行混凝土的水胶比。

[0066] 术语“浸没分数”将指被设计用于检测灰水的存在的传感器浸没在灰水中的整个容器旋转的分数。术语“反分数”将是指传感器未浸没的整个容器旋转的分数。

[0067] 短语“基本相似”的搅拌筒或容器或“在几何上基本相似”的搅拌筒或容器是指可以在至少为10加仑,并更优选为5加仑的精确度内使用相同的灰水体积与浸没分数的关系来确定另一搅拌筒中的灰水体积的搅拌筒或容器。搅拌筒由多家不同的公司生产,包括McNeilus、Beck、Kimble、Contech、Continental、Schwing等。通常,搅拌筒手工焊接在一起,包括位于搅拌筒内用于辅助混和内容物的翅片。因此,很难找到两个完全相同的搅拌筒。但是,出于本文的目的,同一制造商的搅拌筒型号之间的差异通常可以忽略不计,并且在这些搅拌筒之间可以使用相同的灰水体积与浸没分数的关系。因此,一旦对一个搅拌筒获得了灰水体积与浸没分数的关系的数据,这些数据就可以用作参考以确定在几何上基本相似的其他搅拌筒中的灰水体积。但是,来自不同制造商的两个搅拌筒可能需要单独的校准,或者可能需要包含考虑搅拌筒结构差异的因子。

[0068] 术语“搅拌筒长度”将表示搅拌筒[2]沿旋转轴的长度。搅拌筒[2]的“头部”[4]指搅拌筒沿旋转轴露天的一侧。开口是混凝土成分配料的地方。搅拌筒[2]的“尾部”[6]是指沿着旋转轴与头部[4]相对的一侧。在图1所示的实施方案中,旋转轴显示为x轴,搅拌筒的头部[4]在最右边,搅拌筒的尾部[6]在紧挨着马达[10]的最左侧。旋转搅拌筒[2]的马达[10]将位于0的x位置处。带有双X的矩形代表混凝土搅拌筒舱口[8]。舱口[8]是搅拌筒[2]的可拆卸部分,允许出于维护目的进入搅拌筒。

[0069] 在图2中,显示了对于相同的混和设计,随着时间的推移,由自动坍落度监控系统测得的与目标初始坍落度的偏差。在这个特殊的工厂,拆除了坍落度架,并且骨料水分测量仪被视为处于运行状态。因此,所显示的高变动性是由于在输送和排出一批混凝土后,或者在输送和排出一批混凝土后冲洗搅拌筒后,搅拌筒没有完全排空,从而导致在用下一批装料或配料装载搅拌筒之前存在灰水的结果。这些由于残留的搅拌筒水而引起的坍落度波动也意味着所产生的强度将剧烈变动。

[0070] 使用当前的自动坍落度监控系统进行了尝试,以查看残留的水是否会影响当前用于测量坍落度的传感器信号。在图3中,绘制了液压相对于水含量的关系图,如例如美国专利No.8,020,431和美国专利No.8,746,954中所教导的,液压用于计算坍落度。这是针对三种不同的搅拌筒速度进行的:5、11和19 rpm。对于最低速度,可以看出水体积和液压之间的

关系不是单调的。因此,在约36 psi的液压压力下,水的体积可以为37加仑或90加仑;并且因此,这不能用作水体积的估算值。对于更高的速度,关系变为单调的。但是,可评估的压力变化很小。对于11 rpm的搅拌筒速度,1.1%的压力变化(125至126 psi)导致102%的体积变化。类似地,对于19 rpm的搅拌筒速度,2.0%的压力变化(289至294 psi)导致102%的体积变化。因此,该方法的灵敏度受到严重限制。

[0071] 在图4中,示出了示例性实施方案的方法。在方框12中,当附连在可旋转容器上的传感器在旋转进入灰水中和从灰水中出来时对它进行监控。容器必须旋转以至少一次实现传感器的浸没和未浸没状态(方框14)。在某些实施方案中,旋转容器是混凝土搅拌筒,例如附接到卡车(例如预拌混凝土卡车)的搅拌筒。或者,它可以是所谓的湿配料厂或集中拌和厂的一部分,在该工厂中,大搅拌筒将各成分混合,然后将物料倒入预拌卡车或简单的自卸卡车中以运输到施工现场。通过额外的旋转,可以提高框14中来自传感器信号的测量的准确性和可重复性。在此步骤中,还会记录容器旋转轴与水平线之间的搅拌筒角度。可以将其记录为例如相对于旋转的平均角度。替代地,由于容器与卡车之间的角度是固定的并且是已知的或可测量的(通常约为13度),因此可以记录卡车相对于水平线的角度。需要一个简单的计算来减去容器和卡车之间的角度,以获得容器的旋转轴和水平线之间的绝对角度。因此,可以将能够测量相对于水平线的角度的设备,例如加速度计附接到搅拌筒或卡车车架。

[0072] 在方框14中,相对于时间或旋转监控来自安装在混凝土搅拌筒内部(例如在搅拌筒的内壁或舱口上)的水检测传感器的信号变化。在某些实施方案中,传感器可以位于沿着搅拌筒长度的一个位置上,以允许检测所需的最小灰水体积(例如5加仑)。图5a和图5b示出了具有两个不同搅拌筒角的搅拌筒。舱口标记为[8],翅片的横截面标记为[32],以及灰水标记为[34]。对于轴距是水平的并且搅拌筒相对于水平线的角度为 13° (代表典型的搅拌筒角度)的卡车,这将在图5a中的大约50的x位置处发生。在某些混凝土生产厂,通常会在装料混凝土卡车的配料斗下方找到一个斜坡(通常 4° 倾斜)。该斜坡有助于使混凝土搅拌筒的开口倾斜一定角度来接受要配料的物料。因此,对于后向装料的混凝土卡车(其中搅拌筒的头部或搅拌筒的开口朝后),传感器的位置应更靠近搅拌筒的尾部(其中搅拌筒将附接至旋转该搅拌筒的马达),如图5b所示,在大约23的x位置处。在任一情况下,其他因素也都影响传感器的位置:例如,传感器安装的便利性,与搅拌筒翅片的相对位置,以及混凝土累积(经常由于搅拌筒维护差导致的混凝土搅拌筒内的硬化混凝土)的可能性。最优选地,传感器应位于搅拌筒长度(沿图1的x轴)的下三分之一处,最靠近尾部(例如,如图1所示的搅拌筒的左下侧[4])。对于图1中所示的示例性混凝土搅拌筒几何形状,传感器的优选位置应在小于大约55的x位置处附接到搅拌筒表面。最优选地,传感器位置在舱口上(以带有双X的矩形描绘在图1[6],图5a[8]和图5b [8]中),以便于安装和维护。除了沿着搅拌筒长度的位置以外,传感器的高度也很重要。图6显示了传感器[40]的示例性位置,其中高度从搅拌筒的内表面测量,其是两个箭头[42]之间的距离。理想情况下,传感器应尽可能靠近搅拌筒的内表面(即与搅拌筒内表面齐平,高度为0),以检测最低水位。然而,可能存在机械限制,例如用于电子器件的空间,使得传感器可能延伸进入搅拌筒的内部容积。因此,优选地,从搅拌筒表面径向测量时,传感器高度小于8英寸,更优选小于2英寸,并最优选小于0.5英寸。可以想象,混凝土的累积可能会覆盖传感器。但是,在这种情况下,传感器的输出就不会改变,指示

需要清洁传感器。

[0073] 合适的传感器需要能够区分何时传感器被浸没和何时传感器未被浸没。换句话说,当传感器与灰水接触时所导致的输出需要与当传感器与灰水不接触时的输出区分开。因此,二进制信号适合于确定是否与水接触。例如,当被浸没时,因为灰水是一种导电介质,所以基于电阻率的传感器将显示出电阻率的显著降低。绝对测量值并不重要,而两种状态之间的差异才是重要的。当基于介电常数的传感器与灰水接触时,传感器将显示电介质的增加。此外,当设计用于测量浊度的传感器与灰水接触时,传感器将测量到浊度的显著增加。因此,合适的传感器可以利用电阻(参见,例如美国专利No.4,780,665),介电常数(参见例如美国专利No.4,438,480),微波(参见例如美国专利No.4,104,584),核共振(参见例如美国专利No.2,999,381),红外波(例如,参见美国专利No.8,727,608),声波(例如,参见美国专利No.7,033,321),光散射(参见例如,美国专利No.2,324,304和4,263,511)。从这些信号,可以用几种方法来计算浸没分数或反分数。前述专利的公开内容据此通过引用并入本文。可以设想能够使用多个传感器来增强测量的准确性,或者在单个传感器发生故障时提供冗余。如果冗余传感器发生故障,则系统可检测到故障并切换到备用传感器,并且还可以发出故障警报。这些传感器[46和48]可以例如以图7所示的布置附接在舱口[8]上。在图7所示的示例中的传感器[46]和[48]可以是相同或不同类型的传感器。如果使用不同类型的传感器,则可以将它们布置成间隔开一定距离,以最大程度地减少传感器对彼此测量的影响。如果没有干扰,例如,因为传感器测量不同的物理现象,则它们可以间隔更近。此外,可以通过诸如电池(可以是可充电的)或太阳能板或两者的组合之类的不同方式来为这些传感器供电。

[0074] 例如,在某些实施方案中,可以将从传感器确定的灰水接触信息与位置检测装置(例如被附接到搅拌筒表面上的解码器或加速度计)配对,以识别传感器与灰水接触时的全传分数相对于传感器不与灰水接触时的全传分数。当搅拌筒旋转时,垂直加速度(考虑重力的效果)在性质上是正弦的。在图8中,绘出了对于一个旋转在垂直方向上固定在搅拌筒表面上的加速度计的加速度与时间的关系。可以清楚地看到在旋转过程中加速度计向上、向下移动以及处在最大和最小点的位置。在此图中,当观察者看向搅拌筒之内时,搅拌筒沿顺时针方向移动。在垂直加速度为0(时间= 0秒)时,加速度计位于搅拌筒的顶部,仅向右(并且不在向下的方向上)加速。在时间=0.05秒时,加速度计位于搅拌筒的最右点,仅在向下方向上以稍稍超过1 g的加速度加速。在等于大约0.078秒的时间时,加速度计再次不在向上或向下方向上移动,而是仅向左移动。在大约等于0.115秒的时间时,加速度计仅向上移动(与重力相反),以及最后在大约等于0.15的时间时,加速度计显示旋转完成。在混凝土搅拌筒旋转期间,加速度计将监控搅拌筒的位置。因为加速度计在搅拌筒上的位置是固定的,所以物理传感器在旋转中的行进距离也是固定的。在搅拌筒旋转期间,当灰水检测传感器发出进入和退出灰水的信号时,加速度计可以报告搅拌筒的位置。获知加速度计在一个完整旋转中行进的总距离并比较两种状态的搅拌筒位置,就可以直接确定灰水传感器与灰水接触(或不接触)的全传分数。请注意,加速度计不一定需要与灰水检测传感器位于同一位置,因为重要的因素是获取在对应于传感器进入灰水中和从灰水中出来的进出事件的搅拌筒状态之间的相对差。此外,在该过程中搅拌筒速度不必恒定。优选地,在多次旋转中测量浸没分数或反分数,使得可以使用平均值。

[0075] 在一些实施方案中,可以测量传感器与灰水接触的时间和传感器不与灰水接触的时间。例如,通过计算传感器被浸没的时间并将其与搅拌筒旋转的总时间进行比较,可以计算出浸没分数(返回图4,框16)。在图9中,显示了在装有50加仑灰水的预拌混凝土卡车中随进入水中和从水中出来的时间而变化的传感器读数。对于从时间0开始的第一次旋转,传感器开始时在水外。在大约22秒时,传感器进入水中,从而改变了传感器(在本例中为浊度传感器)的输出读数。传感器在大约28秒时出水,完成搅拌筒旋转。因此,使用进入和出来的时间,则与水接触的百分比为 $(28 - 22) / (28 - 0) = 21.4\%$ 。在此实例中,必须知道旋转的总时间。这可以通过确定从一个进入事件(传感器进入灰水时)到下一个进入事件(或类似地,一个退出事件(传感器从灰水中退出时)到下一个退出事件)的时间来确定。或者,如果已知搅拌筒以恒定速度运动,并且已知旋转速度,则每个旋转的总时间是恒定的(并可以在搅拌筒速度上计算为1)。在图9中,一旦传感器处在水中,则读数的变动就会很大。这是由于传感器穿过流体产生的波动导致的。通过对几个旋转的结果求平均值,可以得到更准确的水估算值。此外,设计为在传感器穿过流体时将波动降到最低的传感器可以降低信号的变动性。替代地,信号的变化可以用作优点,要注意的是,与在空气中相比,在灰水中时,在本实例中的变动性显著增加。因此,可以想到的是,使用诸如标准偏差的变动性的量度可以提供指示来确定给定传感器何时被浸没和未被浸没。注意,在该实施方案中,最优选的是搅拌筒以恒定速度运动。

[0076] 在一些实施方案中,一旦浸没分数(或反分数)已知,则将浸没分数(或反分数)与水体积相关联的校准曲线可用于确定搅拌筒中的水体积(返回图4,方框18)。该校准曲线可以通过几种方式得出。一种方法是使用混凝土搅拌筒的几何形状和探针在搅拌筒中的位置(包括传感器与筒表面相比的高度)来直接根据在混凝土搅拌机筒上的给定点处传感器与灰水接触的旋转分数和搅拌筒相对于水平线的角度得出搅拌筒中的灰水体积。例如,可以创建三维计算机辅助设计(CAD)模型,反映混凝土搅拌筒的尺寸和形状。除了搅拌筒的外壳之外,还可包括可能存在于搅拌筒中以帮助混和的翅片。这可以通过使用实际搅拌筒设计的蓝图(可从制造商处获得),对搅拌筒进行物理测量或使用激光扫描器对搅拌筒进行测量来完成。在三维模型中,可以插入具有指定位置和高度传感器模型。整个模型(搅拌筒和传感器)可以倾斜以代表不同的搅拌筒角度(旋转轴和水平线之间的角度)。基于倾斜,可以将水位平面插入模型中,表示灰水的表面。使用CAD软件经常提供的标准体积方法可以计算搅拌筒模型内特定表面高度的灰水体积。对于给定的水体积,可以围绕搅拌筒旋转轴旋转模型(例如,可每旋转 1° 就重新绘制模型)。可以在整个旋转过程中跟踪传感器的位置,并且当传感器接触灰水表面时可以识别搅拌筒的旋转位置。使用此信息,可以确定传感器浸没在灰水表面下时的全转分数。可以对多个灰水体积重复此操作,以使用常规曲线拟合方法创建体积相对于全转分数的校准曲线。或者,也可以创建查找表。

[0077] 构建确定灰水体积的校准曲线的另一种方法是创建浸没分数(或反分数)和相应的已知水体积的数据库,并且可以从该数据库创建经验关系,以基于传感器与灰水接触(或不接触)时的旋转百分比预测水体积。例如,混凝土搅拌筒可以填充一系列已知不同体积的水(可以很容易地在混凝土生产设施中供应水)。对于每个水体积,在记录传感器输出的同时搅拌筒可进行旋转,优选多于一次。之后,可以对数据进行分析以确定对应于每个已知体积的全转分数。利用此信息,可以使用任一常规的曲线拟合方法创建校准曲线。或者,也可

以创建查找表。

[0078] 将传感器的测量值与水体积相关联的这些方法中的任何一种都可以补充有关搅拌筒表面积的信息。即,一旦在第一次配料之后搅拌筒变湿,水可能会滞留在搅拌筒的内表面上。这可能是不可忽略的,因为预拌卡车的表面积可能很大。在实践中,可以使用简单的湿或干态,其中通过在润湿前后测量卡车或搅拌筒的重量或简单地假设附着在金属的单位表面积上的水量(例如每平方米200克)来测量湿态下的水。请注意,附着在表面上的水保留在表面上,且不会被排出。因此,它不是“灰水”的一部分,而更多是用于配料入干搅拌筒中的第一批装料的一个因子。这需要添加额外的水来弥补。这就是为什么给定卡车的一天中的第一批装料经常有较低的坍落度的原因。例如,图1中的混凝土搅拌筒的表面积具有约302平方英尺的表面积。假设内表面的水附着量为每平方英尺0.05磅,则搅拌筒的内表面将包含约2加仑的水。因此,对于混凝土的第一次配料,如果搅拌筒内表面是干的,则应额外添加2加仑水。另一个考虑是搅拌筒内硬化混凝土的累积。这经常是由于维护差、天气炎热(导致混凝土更快固化)或含有水合促进剂的拌和设计而发生的。如果已确定搅拌筒内硬化混凝土的累积对于特定的搅拌筒而言很显著(例如,对搅拌筒进行目视检查可能会发现显著累积),则可以修改或忽略灰水传感器的信息。如果灰水传感器被硬化的混凝土覆盖,则很可能即使将搅拌筒故意填充水或混凝土时,整个旋转中的输出也不会发生很大变化。该信号可用于警告已发生了混凝土累积,并且需要清洁灰水传感器。或者,如果累积超过预定限值,则累积测量可以关闭灰水测量。在已知实际灰水含量的情况下,如果测得的灰水含量超过预定限值,例如20加仑,或更优选10加仑或最优选5加仑,则可以发送警报。代替警报或除了警报之外,可以适当地调整用于同一当前混凝土搅拌筒搅拌车紧接的下一批装料的要配料的水含量(方框20)。之后,可以警告配料人员、质量控制经理或其他协调员该变化。替代地或附加地,可以基于灰水含量来调节用于当前混凝土搅拌筒中的下一批混凝土装料的配料材料。例如,可以从待配料的水减去所测量的量。或者,可以增加水泥的量以例如保持水和水泥之间的设计比。还可以想到的是,可以添加掺合料以补偿由灰水传感器检测到的额外水。或者,可以从混凝土搅拌筒中排出灰水。

[0079] 在一些实施方案中,可以提供处理单元,该处理单元具有存储元件。处理单元可以是通用目的的计算装置,例如微处理器。或者,它可以是专用处理装置,例如可编程逻辑控制器(PLC)。该存储元件可以利用任何存储技术,例如RAM、DRAM、ROM、Flash ROM、EEROM、NVRAM、磁性介质或适合于保持计算机可读数据和指令的任何其他介质。处理单元可以与传感器进行电通信(例如,有线,无线),该传感器能够生成指示何时其浸没在水中的信号和指示何时其未浸没在水中的不同信号。处理单元还可以与诸如加速度计的位置确定装置进行电通信(例如,有线,无线),该位置确定装置能够产生指示容器(诸如混凝土搅拌筒)的位置的信号。处理器还可以与人机界面或HMI相关联,该人机界面或HMI显示或以其他方式向操作员指示所确定的容器中的灰水体积。该存储元件可以包含指令,该指令在由处理单元执行时能够使系统执行本文所述的功能。在一些实施方案中,校准曲线可以存储在存储数据内。可以将其存储为例如表格、方程式或一组方程式。在一些实施方案中,搅拌筒的几何形状可以存储在存储数据中。在一些实施方案中,可以使用一个以上的处理器,例如,与能够产生指示何时其浸没在水中的信号以及指示何时其未浸没在水中的不同信号的传感器通信的处理器,以及与位置确定装置通信的独立的处理器。

[0080] 为了获得可接受的准确性,还可以考虑收集数据的速率。根据本文所公开的实施方案构造的流体体积相对于旋转浸没分数的斜率随着旋转浸没分数的增加而增加。换句话说,在较低的分数的下,对于浸没分数的相对较大的变化,发生流体体积的相对较小的变化。另一方面,在较高的分数下,对于浸没分数的相对较小的变化,会经历体积的较大变化(流体体积-浸没分数曲线的斜率更陡)。实际上,以给定间隔记录传感器输出。在实际测量之间,不知道是否发生了传感器浸没状态的变化。一种补救措施是以较小的时间间隔进行测量。基于传感器,这会大大增加功率需求。因此,期望对于给定的精度具有最低的数据收集速率。使用搅拌机搅拌筒速度,可以计算出搅拌筒在给定时间间隔内旋转的角度。例如,在2 rpm的搅拌筒速度下,搅拌筒每秒旋转12度。如果每秒收集一次数据,则传感器是否在水里或水外会有12度的不确定性。这是总旋转的3.33%。对于20 rpm的搅拌筒速度,搅拌筒每秒旋转120度。如果每秒收集一次数据,则将在全旋转的三分之一中将不确定传感器是否在灰水中或灰水外。因此,优选的是,对于小于或等于每分钟2转的搅拌筒转速,传感器每秒至少进行5次测量,更优选地,每秒进行10次测量,以及最优选地,每秒进行20次测量。对于小于或等于每分钟6转但大于每分钟2转的搅拌筒转速,传感器每秒至少进行15次测量,更优选为每秒30次测量,以及最优选为每秒60次测量。并且对于大于每分钟6转但大于每分钟6转的搅拌筒转速,传感器每秒至少进行50次测量,并且更优选地每秒进行100次测量,以及最优选地每秒进行200次测量。

[0081] 在图10中,示出了示例性实施方案的系统。在框52中,来自灰水传感器的测量结果被发送到在框54中的处理器/接收器。然后,该处理器/接收器从在框56中的数据库中获取校准曲线。利用测量读数和校准曲线,计算出灰水体积。然后可以将该值发送到框58所示的显示器或其他警报机构。替代地或除此之外,将灰水体积发送到配料系统。在此,可以为进入当前混凝土搅拌筒中的下一批配料调节水量、水泥量、掺合料量或其组合。

[0082] 尽管本文中使用了有限数量的实施方案描述了各实施方案,但是这些特定的实施方案并不旨在限制如本文另外描述和要求保护的本发明的范围。存在对所描述的实施方案的修改和变化。更具体地,给出以下实施例作为要求保护的发明的实施方案的具体说明。应当理解,本发明不限于在实施例中阐述的具体细节。

[0083] 实施例1

[0084] 使用实际混凝土搅拌筒的测量结果创建了三维搅拌筒模型。在该搅拌筒模型中引入了模型传感器,位于搅拌筒舱口中央。整个模型(搅拌筒和传感器)最初从水平线倾斜 13° ,这代表了现场通常看到的情况。基于该倾斜,在相对于搅拌筒的最低点的多个高度处引入了代表在搅拌筒中装有的灰水的表面的表面。对于每个不同的高度,可以使用三维黎曼求和法来计算水位表面和混凝土搅拌筒表面之间的体积。在每个表面高度处,将搅拌筒在计算机上旋转,跟踪传感器相对于表面高度的位置。以这种方式,可以确定当传感器浸没在表面以下时的搅拌筒位置。因此,对于每个表面高度,确定传感器在表面以下时的全传分数,然后将其与体积相关联。由此,可以建立体积与传感器与灰水接触时的全传分数之间的关系。对于不同的搅拌筒角度重复此过程。在图11a和11b中,显示了在混凝土搅拌筒内示例性传感器的位置,与已知体积的水(15加仑的灰水)接触。混凝土搅拌筒的轮廓如图11a所示,而三维模型如图11b所示。在此实施例中,传感器以6英寸的高度附接到混凝土搅拌筒舱口的中央。尽管不必将传感器放置在搅拌筒舱口上,但对于维护目的,该位置提供方便接近

传感器。此外,通常,舱口位于适当的位置,以确保对于少量灰水,传感器可以旋转进入水中和从水中出来(即,如果传感器位于搅拌筒的开口附近,则传感器不太可能旋转进(出)少量的灰水)。如果混凝土搅拌筒的旋转轴倾斜,则灰水的轮廓将改变。在图12a中,使用搅拌筒的几何形状以及混凝土搅拌筒的旋转轴与水平线之间的角度来确定传感器安装在图12a和12b中所示位置的全传分数和搅拌筒中的灰水体积之间的关系。该关系不是单条线,而是由于卡车角度的影响而导致的区域,如图11b中所示。如果知道该角度,则体积与全传分数之间的关系接近一条线,如图13所示。

[0085] 实施例2

[0086] 在图14a、14b和14c中,使用图13中的流体体积-浸没分数的关系来计算数据收集速率。在图13中,例如,如果实际浸没分数为0.15,并且每秒进行一次测量,则测得的浸没分数可以是在0.12至0.18之间的任何数。使用图13,在0.12到0.18之间的浸没分数转化为24.5加仑和69加仑之间的流体体积。对于不同的总流体体积,导出浸没分数的分辨率,以实现例如2加仑的精度。然后,将此数据与搅拌筒速度结合起来,计算出达到浸没分数分辨率所需的读数数量。从图14a中可以看出,要实现2加仑的分辨率,对于2 rpm的搅拌筒速度,需要每秒捕获近25个读数。在图14b中,要实现2加仑的分辨率,对于6 rpm的搅拌筒速度,需要每秒捕获近75个读数。对于20 rpm的搅拌筒速度,每秒的读数数量接近250,如图14c所示。在任何这些情况下,搅拌筒角都不会产生很大的影响。从实践的角度来看,对于给定的所需精度(例如,2加仑),将数据收集速率设置为一个值(例如,每秒250个读数)就足够了。

[0087] 实施例3

[0088] 探针在搅拌筒内的附接位置以及卡车角度确定了传感器可检测到的最小体积。传感器位于搅拌筒内表面上方的高度也决定了最小体积(传感器越高,最小体积越大)。图15显示了对于附接至给定搅拌筒几何形状的搅拌筒舱口中部的探针和距搅拌筒内部6英寸的传感器高度,卡车角度对检测到的最小体积的影响。获知这些信息可以包括在灰水测量中;例如,即使传感器未检测到水,也可以使用该最小体积作为保守估计值来调整下一批要配料的混凝土装料。然而,更优选的是,使传感器高度尽可能低而又没有与混凝土累积相关的问题。

[0089] 实施例4

[0090] 以距搅拌筒内表面1英寸的高度将由浊度传感器组成的水测量仪(基于ISO 7027:1999)附接在混凝土搅拌筒的内部。通过获知搅拌筒速度,也计算出进入水中和从水中出来的时间。根据图11a中所示的搅拌筒几何形状以及混凝土搅拌筒旋转轴相对于水平线的 13° 的倾角,可以根据水测量仪的结果和时间分数计算出水体积,类似于图13所示。实际使用的方程为 $V = -8.76 - 166 \times F + 0.11.1 \times \exp(10.774 \times F)$,其中 V 为灰水体积, F 为时间浸没分数以及 \exp 是指数函数。水体积增加了数倍,而分数是由至少三个旋转的平均值计算得出的,并显示在图16中。绘制由单个旋转得到的结果以及由几个旋转的平均值得到的结果来显示对灰水体积预测的改进。可以看出,由时间分数法得到的预测水体积与实际水体积一致。

[0091] 实施例5

[0092] 在实施例5中,假定混凝土搅拌筒的几何形状未知,并将实施例4的结果分为两组:6个数据点用来创建经验校准,以及5个数据点用来测试该校准。使用2阶多项式的回归分

析被用于创建传感器在水中的时间分数与实际水体积之间的校准曲线。发现该方程为 $V = 35.5 - 620 \times F + 3530 \times F^2$,其中 V 是灰水体积,以及 F 是时间浸没分数。然后将此最佳拟合应用于剩余的5个点,得出图17,显示了基于校准的预测水体积与实际水体积的关系。再次,该预测能够匹配实际水体积。应当注意,在该实施例中,使用了多项式函数(二阶),而在实施例4中,使用了指数函数。这说明两者都可以通过适当的函数系数来拟合构成体积和浸没分数之间关系的数据的形状。其他函数也可以拟合所述数据的形状。

[0093] 本文中使用的有限数量的说明性实施方案描述了各实施方案,这些示例性实施方案并不旨在限制如本文另外描述和要求保护的方案。

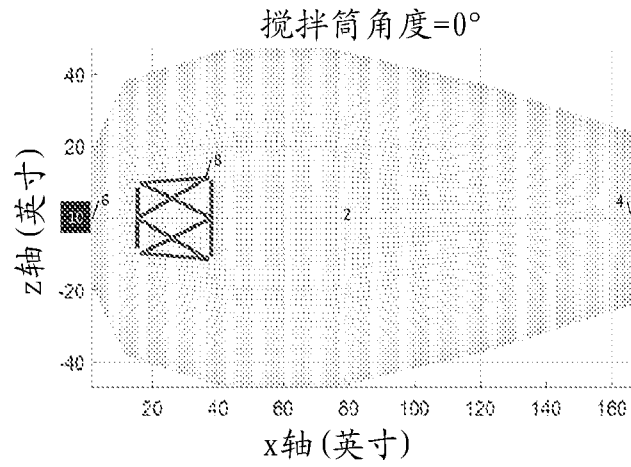


图 1

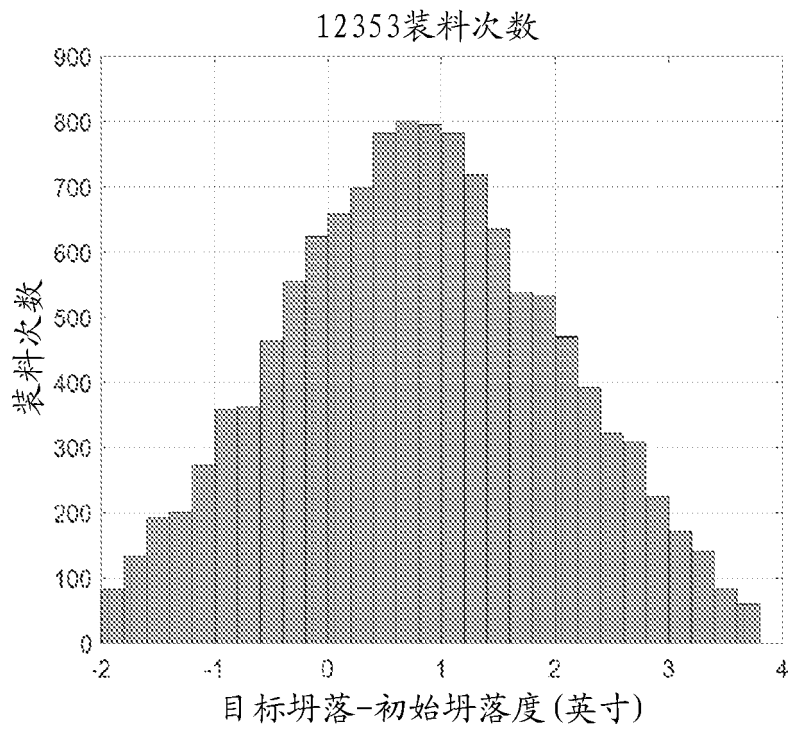


图 2

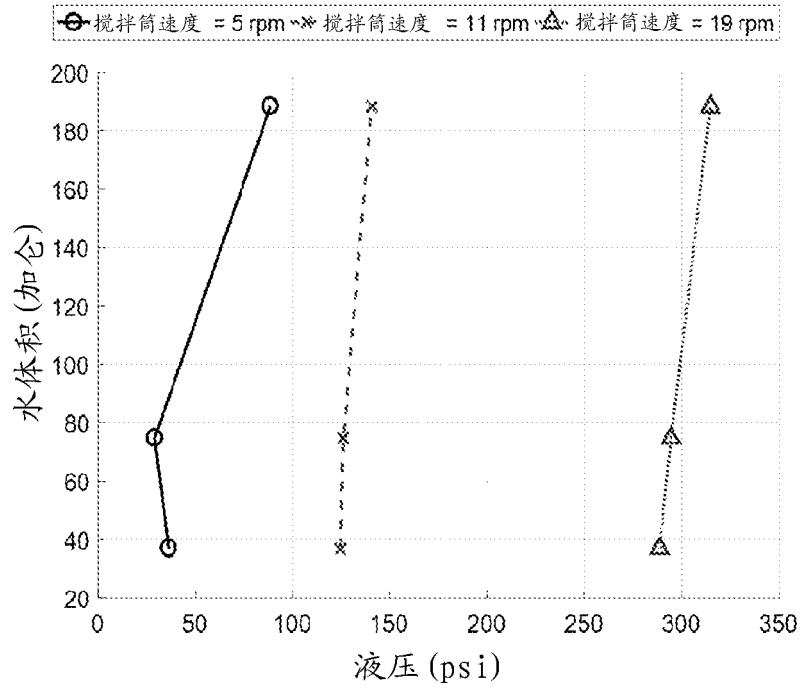


图 3

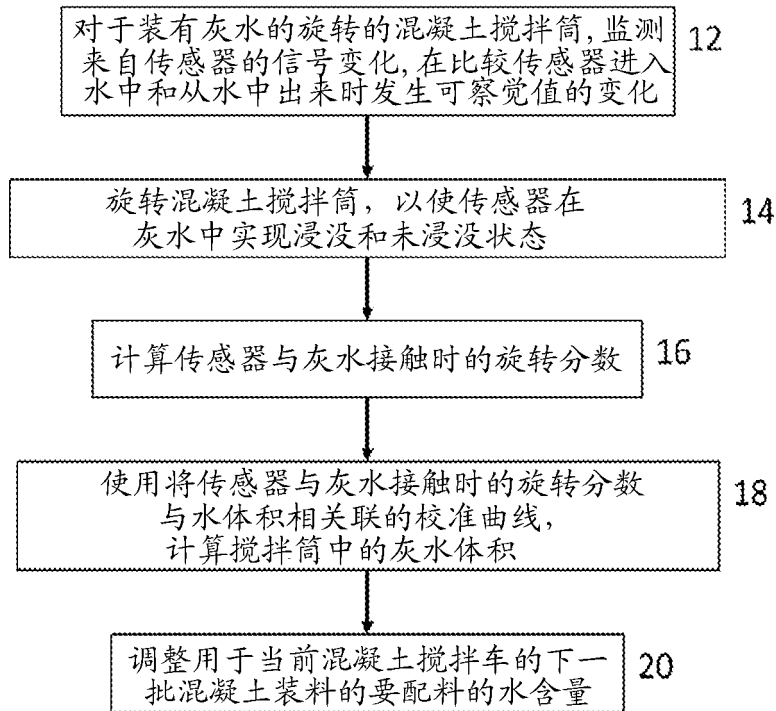


图 4

搅拌筒角度=13°

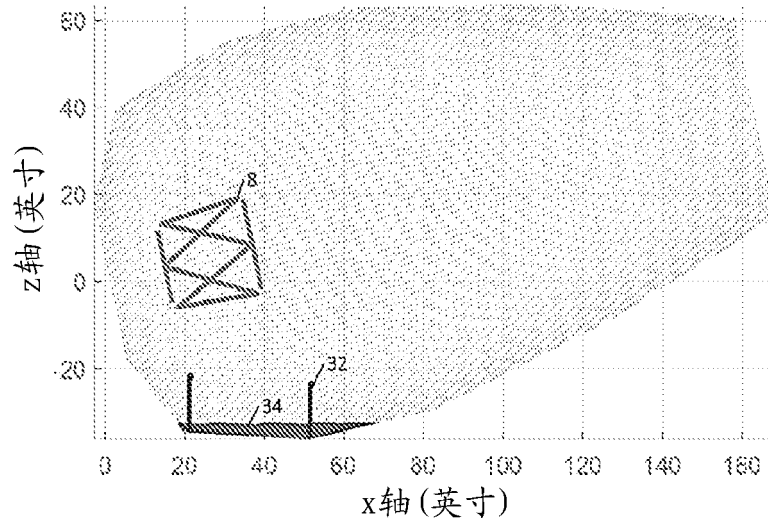


图 5a

搅拌筒角度=17°

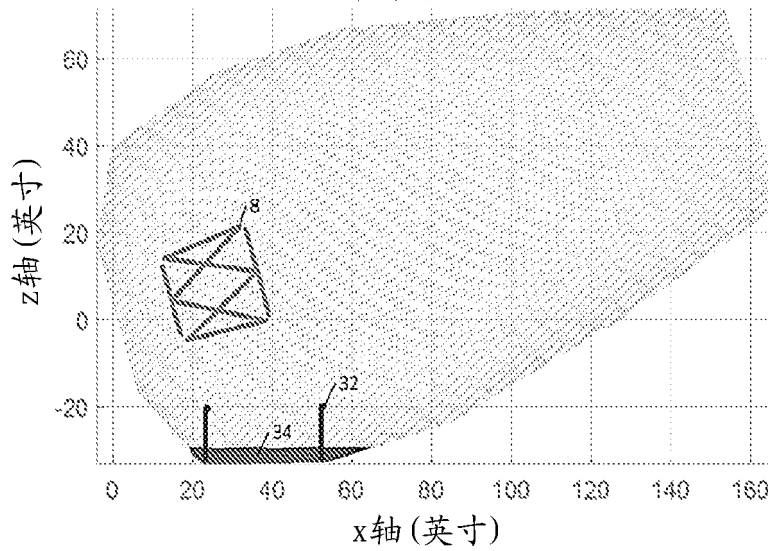


图 5b

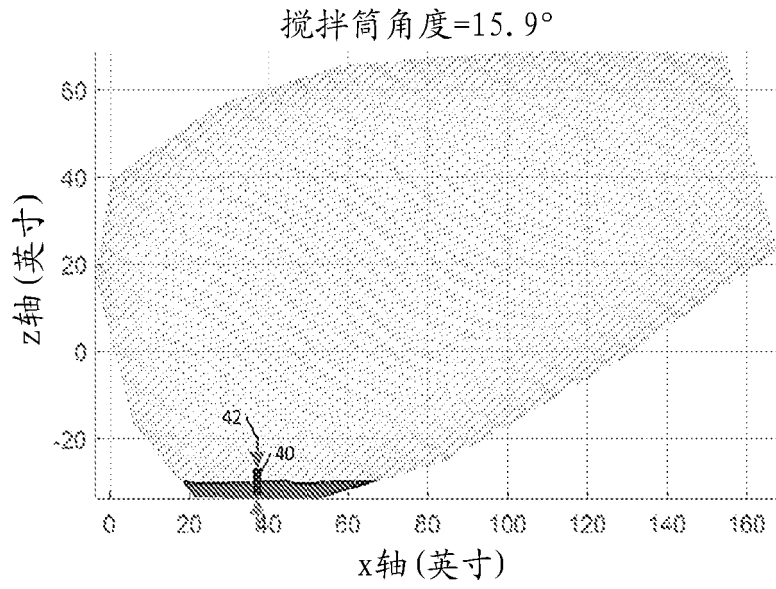


图 6

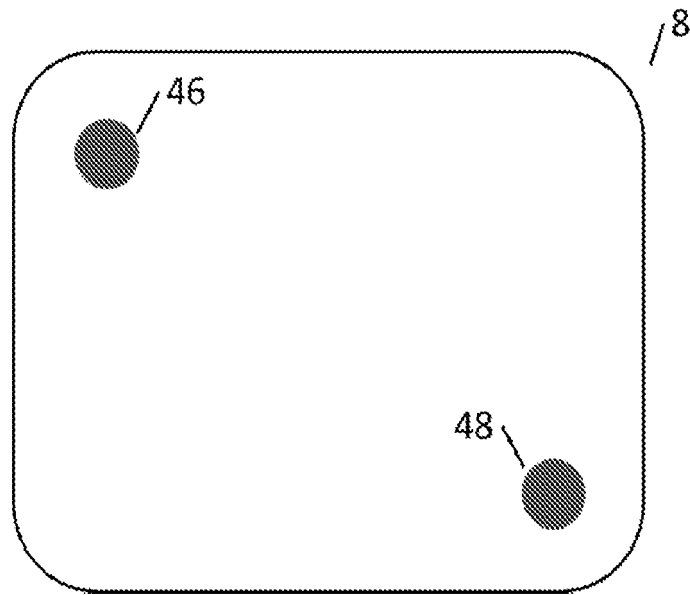


图 7

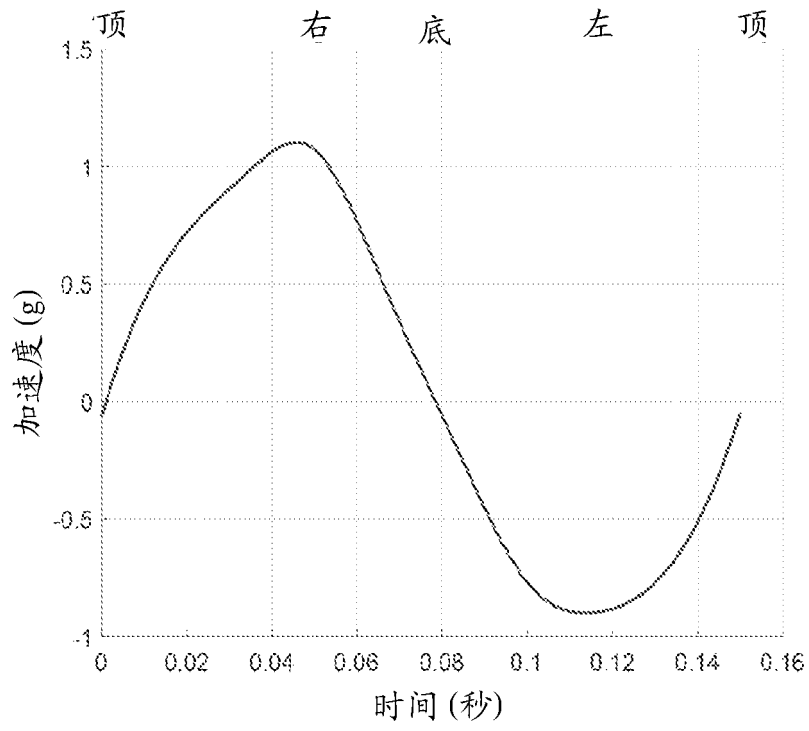


图 8

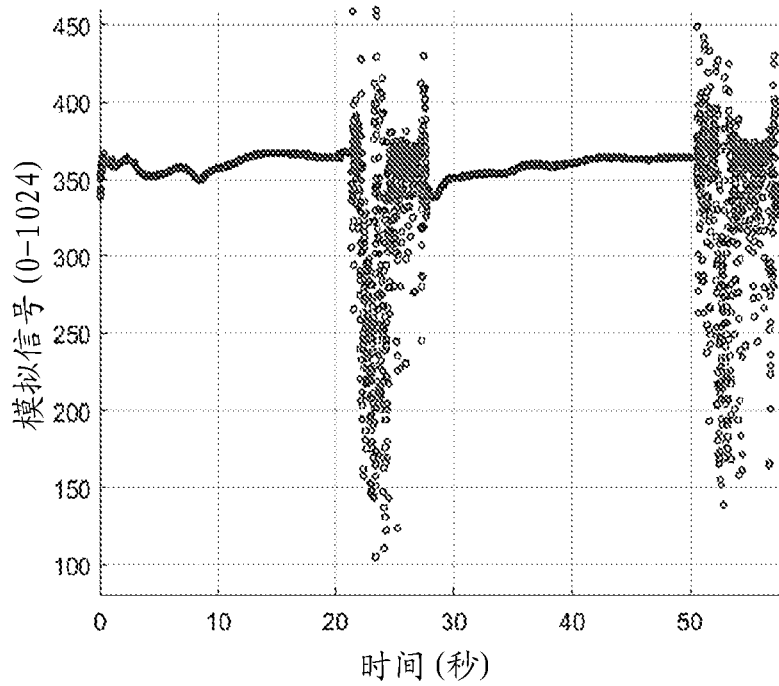


图 9

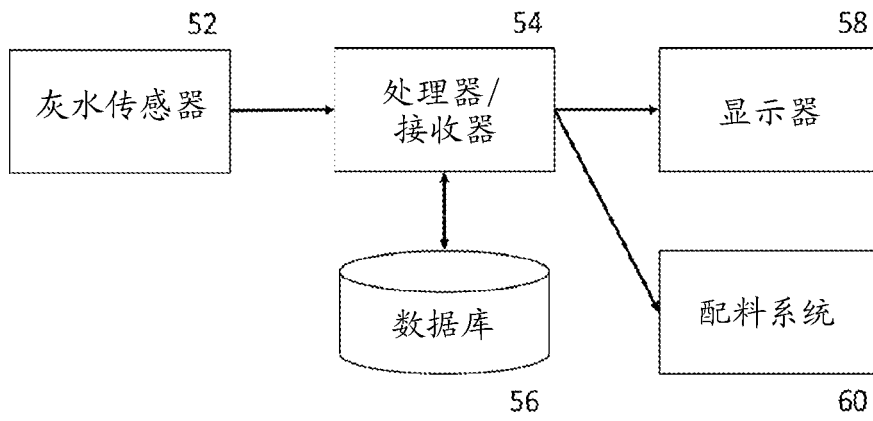


图 10

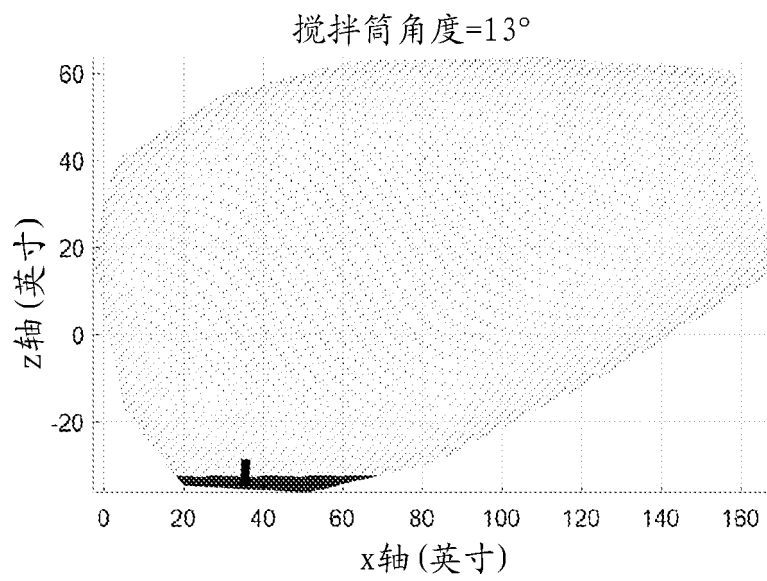


图 11a

搅拌筒角度=13°

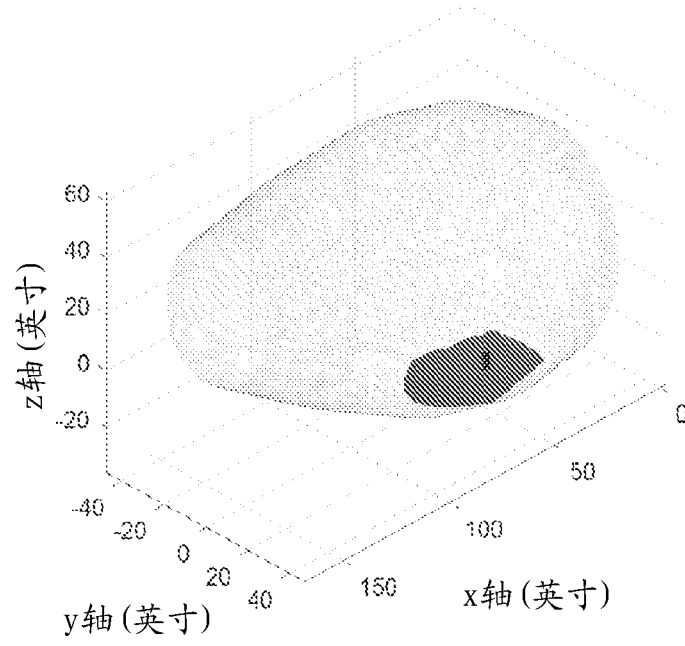


图 11b

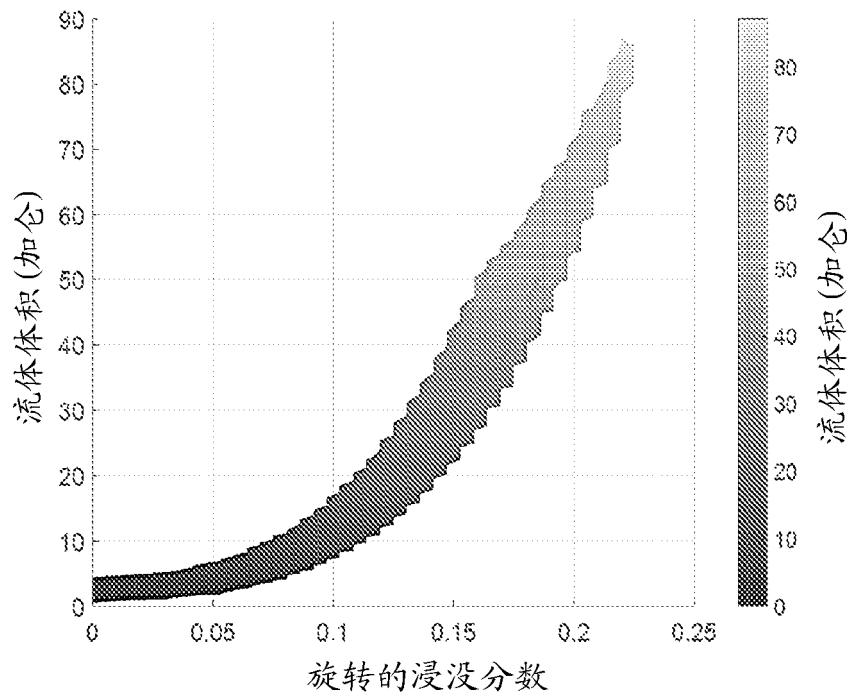


图 12a

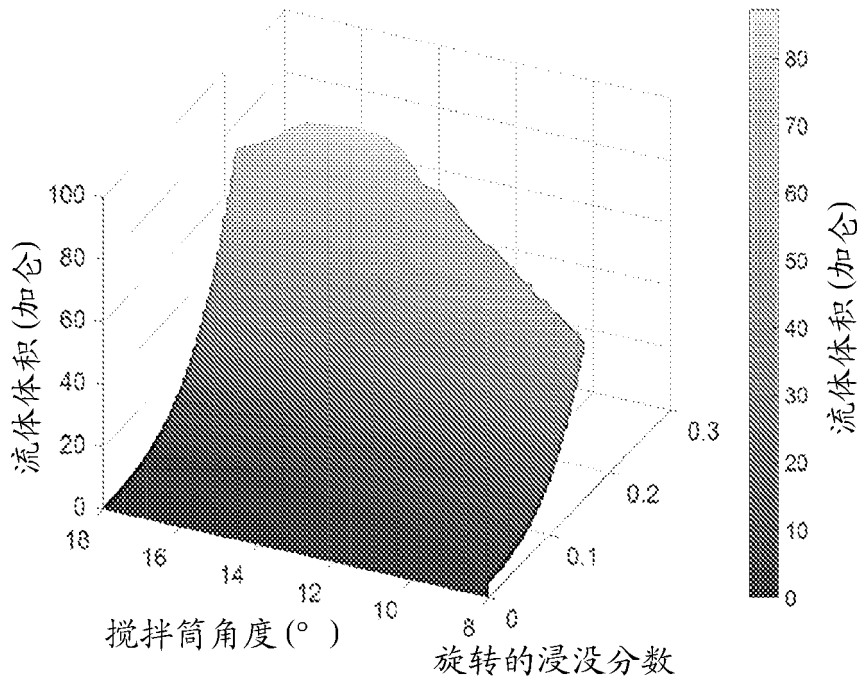


图 12b

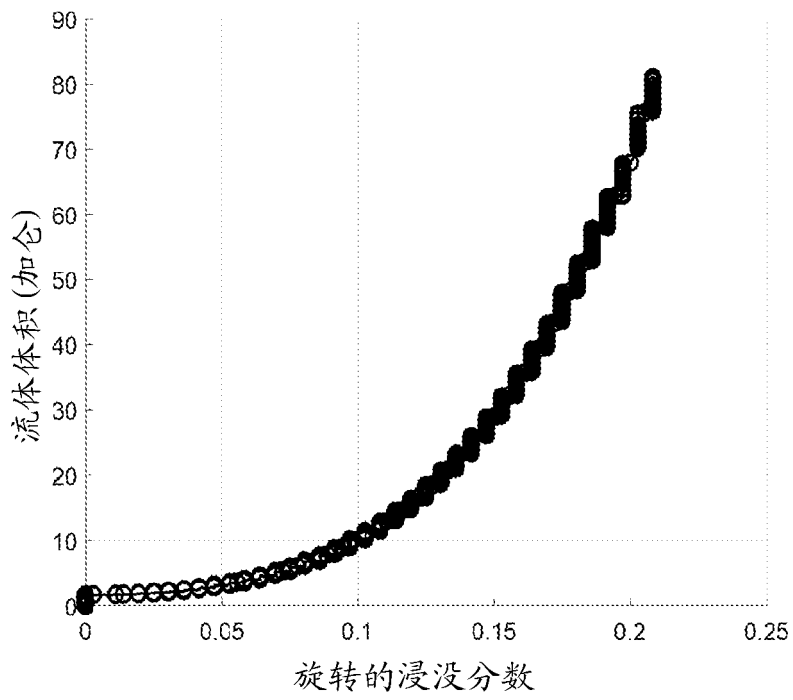


图 13

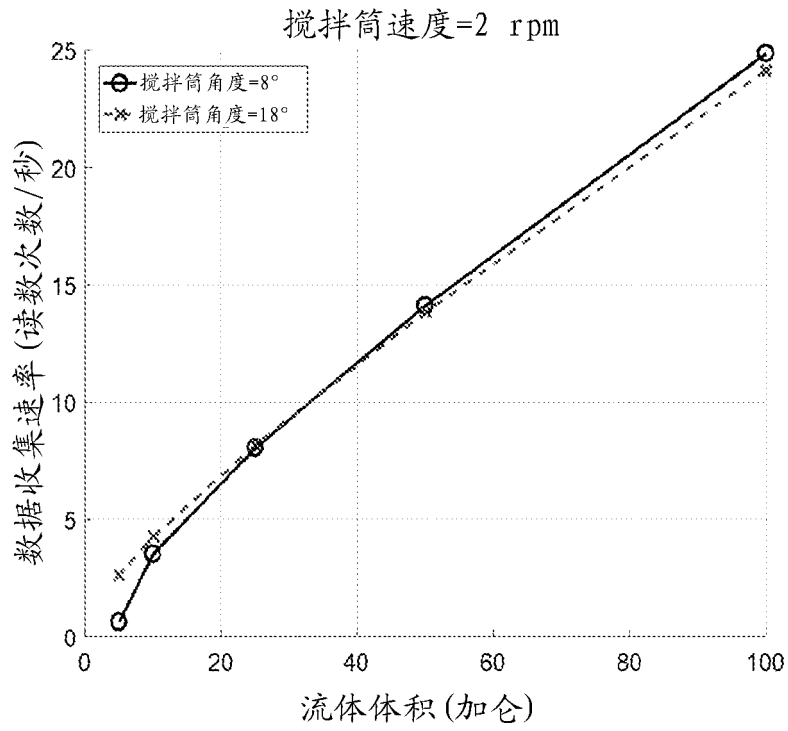


图 14a

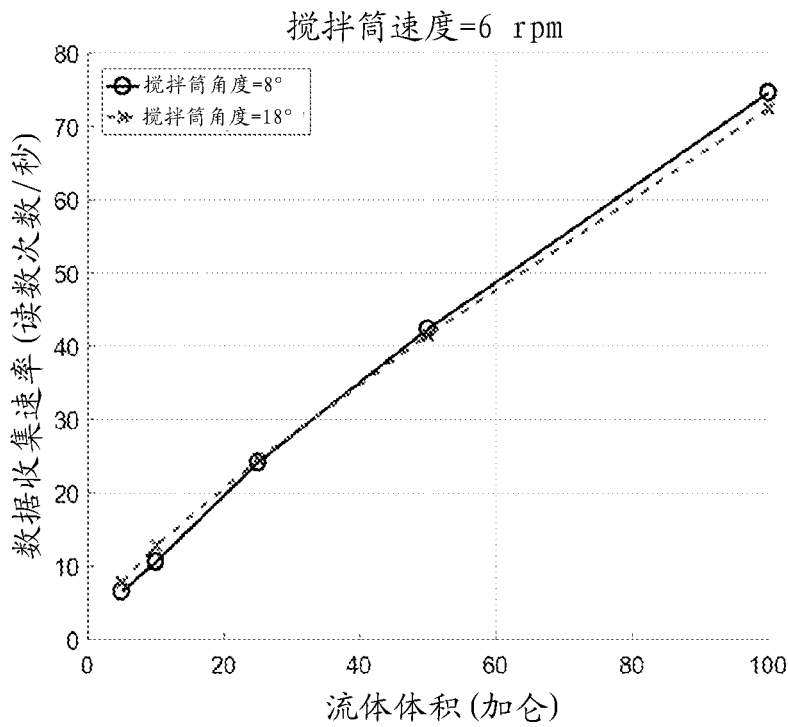


图 14b

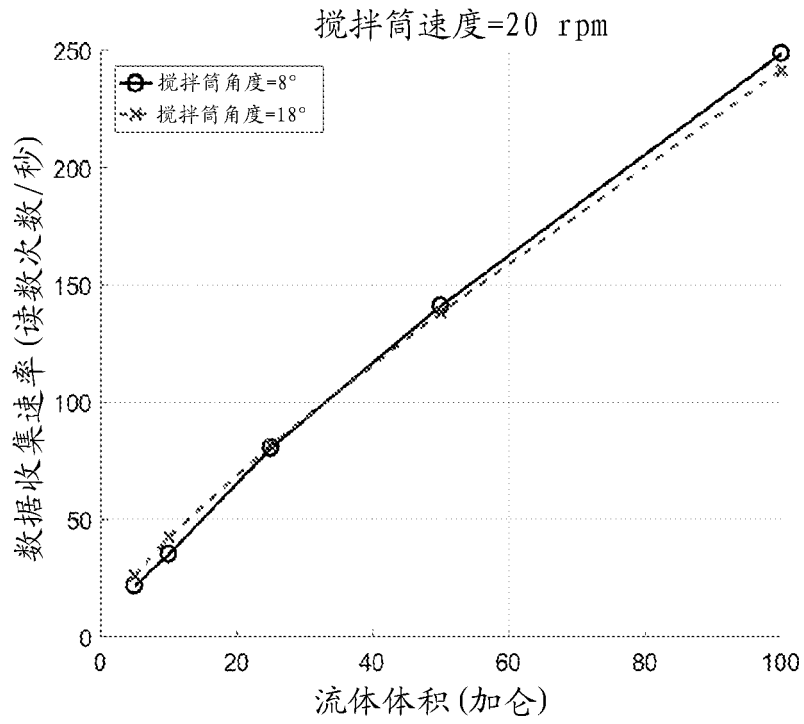


图 14c

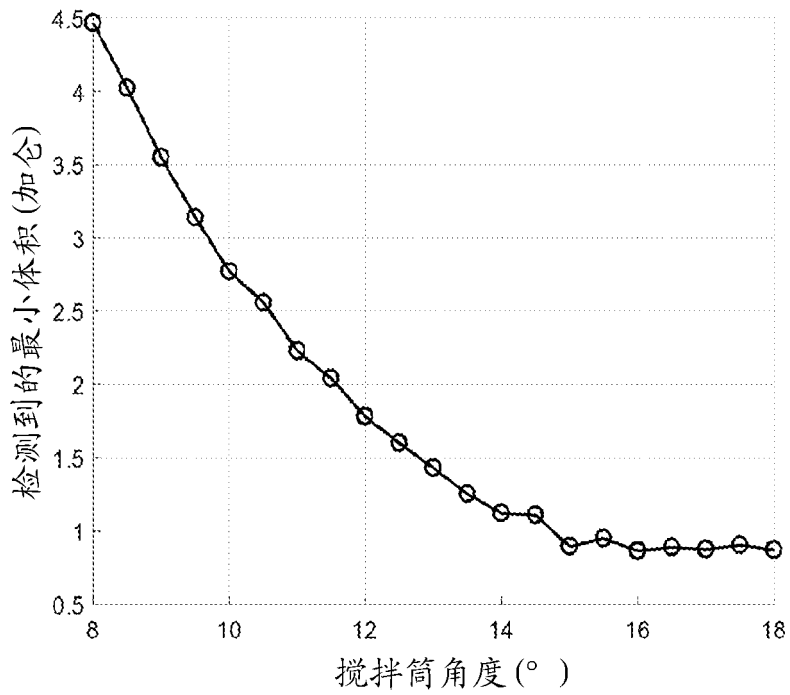


图 15

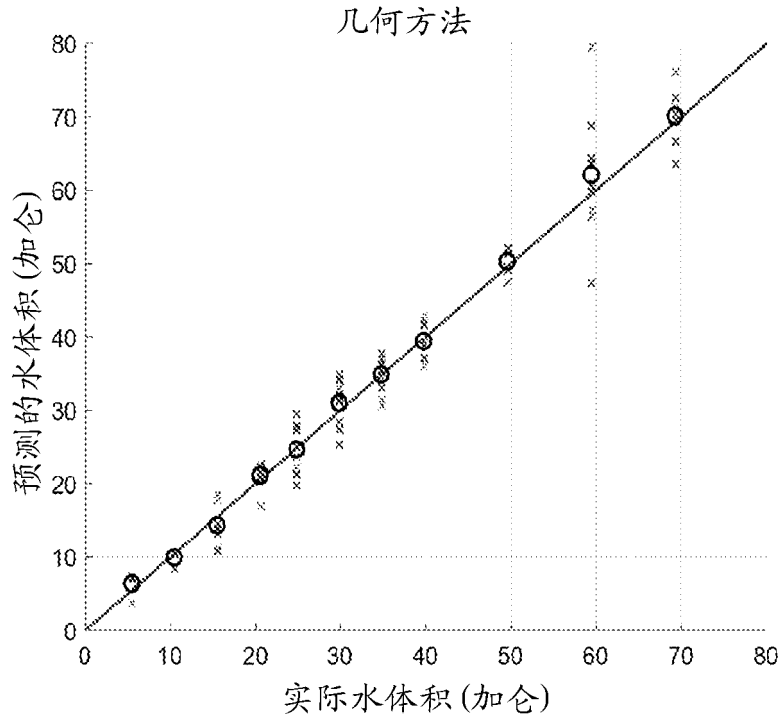


图 16

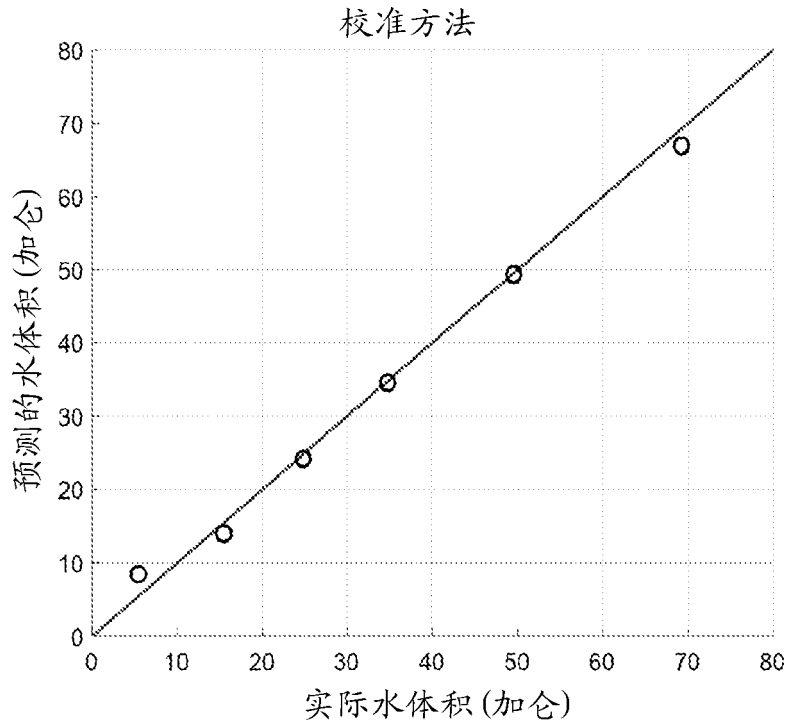


图 17