



(21) 申请号 202111065067.X

(22) 申请日 2021.09.11

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113683353 A

(43) 申请公布日 2021.11.23

(73) 专利权人 杭州三中新型建材科技有限公司

地址 311100 浙江省杭州市余杭区崇贤街

道大安村诸家墩57-1号

(72) 发明人 詹强 刘臻一 金科益 向祚铁

(51) Int.Cl.

C04B 28/00 (2006.01)

C04B 24/26 (2006.01)

C04B 24/00 (2006.01)

C04B 22/02 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 110950571 A, 2020.04.03

CN 102351449 A, 2012.02.15

US 2021198143 A1, 2021.07.01

CN 110655346 A, 2020.01.07

CN 108047395 A, 2018.05.18

CN 102153302 A, 2011.08.17

CN 111153638 A, 2020.05.15

审查员 刘武松

权利要求书2页 说明书11页

(54) 发明名称

一种运用机制砂的超高泵送混凝土及其制备方法

(57) 摘要

本申请涉及混凝土领域,具体涉及一种运用机制砂的超高泵送混凝土及其制备方法。该超高泵送混凝土包括粗骨料、水泥、机制砂、粉煤灰、矿渣、微硅粉、水和机制砂改性助剂,其中机制砂改性助剂由6~10碳脂肪族多元羧酸、聚乙烯醇、聚苯乙烯微球、有机纤维、聚羧酸减水剂。且机制砂改性助剂的计算公式为

$$N_1 = \left(\frac{(8A_1 + 20A_2 + 38A_3 - \frac{45A_4}{A_5}) \times \sqrt{k}}{(8 \sim 10)} + R_1 \right) \times A_5 / 1000$$

。在本申请中,通过公式对机制砂调节剂的用料进行精确定量,可以适用于不同级配的机制砂,减少了机制砂在运用于超高泵送混凝土时的局限性。

1. 一种运用机制砂的超高泵送混凝土,其特征在于,包括如下重量份原料:

粗骨料 900~930份;

水泥 320~360份;

机制砂 600~640份;

粉煤灰 120~160份;

矿渣 40~50份;

微硅粉 80~90份;

水 170~180份;

还包括机制砂改性助剂,每份所述机制砂改性助剂包括如下质量分数的组分组成:

6~10碳脂肪族多元羧酸 6~10%;

聚乙烯醇 15~20%;

聚苯乙烯微球 4~9%;

有机纤维 20~30%;

聚羧酸减水剂 余量;

其中,所述机制砂中,细度模数大于3.7的组分在机制砂中所占质量分数不超过1%,细度模数小于1.5的组分在机制砂中所占的质量分数不超过2%;所述机制砂改性助剂的添加份数通过公式I计算得到,公式I如下所示:

$$N_1 = \left[\frac{\left(8A_1 + 20A_2 + 38A_3 - \frac{45A_4}{A_5} \right) \times \sqrt{K}}{(8 \sim 10)} + R_1 \right] \times A_5 / 1000$$

其中, N_1 为机制砂改性助剂的份数, $A_1 \sim A_3$ 分别为细度模数为3.1~3.7、2.3~3.0、1.6~2.2的机制砂占机制砂的总量的质量百分比, A_4 为粉煤灰的份数, A_5 为粗骨料的份数, K 为水泥的强度等级, R_1 为调节参数, R_1 的范围为-3~3。

2. 根据权利要求1所述的一种运用机制砂的超高泵送混凝土,其特征在于,所述聚乙烯醇为羧基改性聚乙烯醇。

3. 根据权利要求1所述的一种运用机制砂的超高泵送混凝土,其特征在于,还包括矿油,所述矿油所用的质量通过公式II计算得到,公式II如下所示:

$$N_2 = A_5 \times 0.006 + A_6 \times 0.005 + R_2$$

其中, N_2 为矿油的份数, A_6 为机制砂的份数, R_2 为调节参数, R_2 的范围为-0.8~0.8份。

4. 根据权利要求1所述的一种运用机制砂的超高泵送混凝土,其特征在于,还包括石墨粉,所述石墨粉的质量不超过粗骨料的2%。

5. 根据权利要求4所述的一种运用机制砂的超高泵送混凝土,其特征在于,所述石墨粉的粒度为100~1000目。

6. 根据权利要求1所述的一种运用机制砂的超高泵送混凝土,其特征在于,所述 R_1 具体通过公式III计算得到,公式III如下所示:

$$R_1 = \frac{(4.4 \sim 5.0) P}{(M \times K \times L)}$$

其中,M为水和水泥的质量比,P为机制砂的平均长径比,L为机制砂的压碎值。

7. 根据权利要求1所述的一种运用机制砂的超高泵送混凝土,其特征在于,所述有机纤维为涤纶纤维、腈纶纤维、锦纶纤维、氨纶纤维中的任意一种或任意数种形成的混合体系。

8. 根据权利要求7所述的一种运用机制砂的超高泵送混凝土,其特征在于,所述有机纤维的平均长度为1~1.5mm,长径比为20~30。

9. 根据权利要求1所述的一种运用机制砂的超高泵送混凝土,其特征在于,所述聚苯乙烯微球的粒度为200~1500目。

10. 权利要求1~9中任意一项所述的一种运用机制砂的超高泵送混凝土的制备方法,其特征在于,包括如下步骤:

S1、将机制砂和粗骨料混合并搅拌10~15s,得到混合体系I;

S2、向混合体系I加入水泥、矿渣、粉煤灰和占水总量40~50%的水,继续搅拌20~30s,得到混合体系II;

S3、向混合体系II中加入剩余全部原料,并继续搅拌50~60s,得到超高泵送混凝土。

一种运用机制砂的超高泵送混凝土及其制备方法

技术领域

[0001] 本申请涉及混凝土领域,更具体地说,它涉及一种运用机制砂的超高泵送混凝土及其制备方法。

背景技术

[0002] 超高泵送混凝土在高层建筑的建设中是一种重要的原料。对于高强度的超高泵送混凝土,由于强度本身会导致混凝土的粘度增大,而泵送高度和管道长度又需要混凝土具有较小的粘度和较高的流动性,因此其对于骨料的尺寸、级配和粒型均有着较高的要求。

[0003] 在环保和资源管理的要求下,机制砂已经逐渐取代天然砂,成为重要的建材原料。相较于河沙,机制砂有着较为明显的棱角和不规则的粒型,在运用于高强度的超高泵送混凝土中时,常常需要运用特定粒型和级配的骨料和机制砂,对于选材的要求较高,使得机制砂在运用于超高泵送混凝土时,具有较大的局限性。

发明内容

[0004] 为了减少机制砂运用于超高泵送混凝土时的局限性,本申请提供一种运用机制砂的超高泵送混凝土及其制备方法。

[0005] 首先,本申请提供一种运用机制砂的超高泵送混凝土,包括如下组分原料:

粗骨料 900~930 份;

水泥 320~360 份;

机制砂 600~640 份;

粉煤灰 120~160 份

矿渣 40~50 份;

微硅粉 80~90 份;

水 170~180 份;

[0006] 还包括机制砂改性助剂,每份所述机制砂改性助剂包括如下质量份的组分

[0007] 包括6~10碳脂肪族多元羧酸 6~10%,

[0008] 聚乙烯醇 15~20%;

[0009] 聚苯乙烯微球 4~9%;

[0010] 有机纤维 20~30%;

[0011] 聚羧酸减水剂 余量

[0012] 其中,所述机制砂中,细度模数大于3.7的组分在机制砂中所占质量分数不超过1%,细度模数小于1.5的组分在机制砂中所占的质量分数不超过2%;所述机制砂改性助剂的添加份数通过公式I计算得到,公式I如下所示:

$$[0013] \quad N_1 = \left(\frac{\left(8A_1 + 20A_2 + 38A_3 - \frac{45A_4}{A_5} \right) \times \sqrt{k}}{(8 \sim 10)} + R_1 \right) \times A_5 / 1000$$

[0014] 其中, N_1 为机制砂改性助剂的份数, $A_1 \sim A_3$ 分别为细度模数为 3.1~3.7、2.3~3.0、1.6~2.2 的机制砂占机制砂的总量的质量百分比, A_4 为粉煤灰的份数, A_5 为粗骨料的份数, K 为水泥的强度等级, R_1 为调节参数, R_1 的范围为 -3~3。

[0015] 在上述技术方案中, 通过矿粉、粉煤灰和机制砂改性助剂的共同作用, 目的在于提高混凝土本身的流动性, 减少混凝土在管道中遇到的阻力, 使得混凝土可以被泵送至较高的高度。

[0016] 其中, 粉煤灰可以在体系中起到改善和易性的效果, 类似于未发生活化的水泥微粒, 同时可以起到类似滚珠的作用。矿粉则可以对混凝土进行活化。在机制砂改性助剂中, 有机纤维可以起到牵引混凝土中各组分的效果, 使混凝土在处于流体运输的过程中, 整体内部受力较为均匀, 不易出现团聚, 进而不宜在管道中断裂凝结。聚乙烯醇和聚苯乙烯微球可以减少运输过程中混凝土与管道内壁之间的阻力, 减少其在管路中堵塞或黏附于管道内壁上。多元羧酸则可以起到提高流动态混凝土的内聚力的效果, 使混凝土在流动过程中更加整体化, 减少混凝土流动时部分混凝土挂壁的可能性。

[0017] 在上述技术方案中, 还进一步限定了机制砂改性助剂的使用量, 机制砂改性助剂的用量与机制砂的级配相关, 同时也可以对各种级配的机制砂进行调整。当机制砂中大颗粒组分增多时, 机制砂改性助剂的用量增大, 而小颗粒组分增多时, 机制砂改性助剂的用量减少。同时, 机制砂改性助剂的添加量与水泥的强度等级正相关, 强度越大的水泥需要的用量越高, 经实验测得, 机制砂改性助剂与水泥强度的平方根呈正比, 具有更好的改性效果, 且对于强度的损失较小。

[0018] 综上所述, 上述技术方案中, 采用特定机制砂改性助剂的同时, 针对不同的机制砂级配和水泥的强度, 提供了该机制砂改性助剂用量的计算方法, 有助于减少运用于超高泵送混凝土的原料限制, 提高了各种机制砂的适用范围, 在我国现阶段机制砂标准不明确、产品质量参差不齐的环境中, 有较大的运用价值。

[0019] 可选的, 所述聚乙烯醇为羧基改性聚乙烯醇。

[0020] 羧基改性聚乙烯醇一方面具有较好的成膜性, 同时其羧基结构有助于进一步提高混凝土的内聚力, 使之在流动的过程中不易黏附在管壁上。

[0021] 可选的, 还包括矿油, 所述矿油所用的质量通过公式 II 计算得到, 公式 II 如下所示:

$$[0022] \quad N_2 = A_5 \times 0.006 + A_6 \times 0.005 + R_2$$

[0023] 其中, N_2 为矿油的份数, A_6 为机制砂的份数, R_2 为调节参数, R_2 的范围为 -0.8~0.8 份。

[0024] 矿油剂可以起到润滑的效果, 有助于提高混凝土的流动性, 减少混凝土与管道内壁之间的摩擦, 进一步扩展混凝土在超高泵送领域的运用。

[0025] 可选的, 还包括石墨粉, 所述石墨粉的质量不超过粗骨料的 2%。

[0026] 石墨粉可以进一步起到减少混凝土和管壁之间的摩擦力的作用, 同时在后续形成

的混凝土体系中,也具有提高混凝土密实度和强度的效果。

[0027] 可选的,所述石墨粉的粒度为100~1000目。

[0028] 采用上述粒度的石墨粉,相对于更大或更小的石墨粉,最终得到的混凝土的强度较好的同时,和易性和流动性也较好。

[0029] 可选的,所述 R_1 具体通过公式Ⅲ计算得到,公式Ⅲ如下所示:

$$[0030] \quad R_1 = \frac{(4.4 \sim 5.0) P}{(M \times K \times L)}$$

[0031] 其中,M为水和水泥的质量比,P为机制砂的平均长径比,L为机制砂的压碎值。

[0032] 上述内容中,进一步对机制砂改性助剂的用量进行了调整,使得机制砂改性主剂的用量和水和水泥的质量比反相关,通过水 and 水泥的质量比进一步限定机制砂改性调节剂的用量,在具有较好的适用范围。由于水和水泥的质量比更低的混凝土,在实际生产中更容易形成水泥的团聚体系,因此增加上述机制砂改性助剂的用量,有助于在不影响强度的情况下,进一步提高混凝土的流动性和和易性。

[0033] 可选的,所述有机纤维为涤纶纤维、腈纶纤维、锦纶纤维、氨纶纤维中的任意一种或任意数种形成的混合体系。

[0034] 上述有机纤维整体具有较好的弹性和韧性,在体系中可以有效提高液态混凝土的整体性,提高内聚力,减少混凝土粘连于管道内壁。

[0035] 可选的,所述有机纤维的平均长度为1~1.5mm,长径比为20~30。

[0036] 选用上述长径比和长度范围的有机纤维,在流动的混凝土体系中,使混凝土体系内部可以更加均匀,纤维在不同的区域之间具有较好的连接效果,且本身的强度也较好,在凝固后对于混凝土本身的性能有一定的提升效果。

[0037] 可选的,所述聚苯乙烯微球的粒度为200~1500目。

[0038] 采用上述粒径范围的聚苯乙烯微球,在体系中均匀度较好,且对于混凝土的强度损失较小。

[0039] 另外,本申请还提供上述运用机制砂的超高泵送混凝土的制备方法,包括如下步骤:

[0040] S1、将机制砂和粗骨料混合并搅拌10~15s,得到混合体系I;

[0041] S2、向混合体系I加入水泥、矿渣、粉煤灰和占水总量40~50%的水,继续搅拌20~30s,得到混合体系II;

[0042] S3、向混合体系II中加入剩余全部原料,并继续搅拌50~60s,出料,得到超高泵送混凝土。

[0043] 在上述技术方案中,制备得到的超高泵送混凝土,具有较好的泵送能力,同时强度也较好。该方案中,不同的机制砂均可以适用,具有较大的适用范围。

[0044] 综上所述,本申请包括如下至少一种有益效果:

[0045] 1、在本申请中,提供了一种机制砂改性助剂和该机制砂改性助剂的使用方法,结合粉煤灰、微硅粉和矿渣,同时包含聚乙烯醇、脂肪族多元所算、聚苯乙烯微球、有机纤维和聚羧酸减水剂,在运用于不同品类的机制砂,均可以配置成适用于生产的超高泵送混凝土,大大减少了机制砂使用时的局限性。其中,机制砂改性助剂的用量相关于机制砂的级配、水泥的强度等级和粉煤灰的用量,整体较为科学,在较小的范围内进行调整即可,对于工业化

运用有着较为明确的指导意义。

[0046] 2、在本申请进一步设置中,在混凝土中还加入矿油或石墨粉,进一步减少混凝土与输送管道的管壁之间的摩擦力,提高混凝土的可泵送能力。

[0047] 3、在本申请进一步设置中,对机制砂改性助剂的加入量进一步进行了调整,使得机制砂改性助剂与机制砂的长径比和机制砂的压碎值直接相关,在该范围内配置得到的混凝土具有更好的泵送性能和强度。

具体实施方式

[0048] 以下结合实施例对本申请作进一步详细说明。

[0049] 在以下实施例中,部分物料的来源如表1所示。

[0050] 表1、物料来源表

[0051]	水泥	产地——浙江杭州
	骨料	产地——浙江杭州,连续级配
	机制砂	产地——浙江湖州
	聚苯乙烯微球	中科雷鸣
	聚乙烯醇1799	沪震实业
	羧基改性聚乙烯醇	醇解度92.5,粘度26-34,三菱化学
	粉煤灰	产自灵寿,一级粉煤灰
	矿渣	唐山S95级矿粉
	微硅粉	硅含量>96%

[0052] 对于以下实施例和对比例,设计如下实验进行验证。

[0053] 1、坍落度实验,参照GB/T 50080-2016普通混凝土拌合物性能试验方法标准,测定下述混凝土的坍落度。

[0054] 2、扩展度实验,参照T0532-2020水泥混凝土拌合物坍落扩展度及扩展时间试验方法,对混凝土的扩展度进行测定,同时测定扩展度达到500mm时的扩展时间。

[0055] 3、倒置坍落度筒排空实验,参照GB/T 50080-2016普通混凝土拌合物性能试验方法标准,测定倒置坍落度筒排空所需时间。

[0056] 4、混凝土抗压强度实验,参照混凝土物理力学性能试验方法标准,将上述混凝土制成150mm×150mm×150mm的混凝土块,荷载加速选用0.8mPa/s,并测定其28d抗压强度。

[0057] 场景1,为一系列运用机制砂的超高泵送混凝土,除特别强调外,其中各物料配比和机制砂的级配如表2所示。在本场景中,每份物料指0.05kg物料。

[0058] 表2、场景1中各组分基础信息

[0059]	粗 骨 料	基本信息		石灰石卵石	水泥	强度等级	62.5
		粒径范围 (mm)		5~10		用量 (kg)	18.0
		用量 (kg)		45.0	粉煤灰	用量 (kg)	6.0
	机 制 砂	基本信息		石灰石	矿渣	用量 (kg)	2.5
		级 配 (%)	>3.7	1.0	微硅粉	用量 (kg)	4.5
			3.1~3.7	22.9	水	用量 (kg)	9.0
			2.3~3.0	47.1	机制砂 改性助 剂质量 配比 (wt%)	脂肪族多元羧酸	8%
			1.6~2.2	27.5		聚乙烯醇	18%
			>1.6	1.5		聚苯乙烯微球	8%
		长径比		1.20		有机纤维	25%
		压碎值 (%)		8.8		聚羧酸减水剂	41%
		用量 (kg)		30.0			

[0060] 对该实施例,通过如下公式计算得到其机制砂改性助剂的用量:

$$N_1 = \left(\frac{\left(8A_1 + 20A_2 + 38A_3 - \frac{45A_4}{A_5} \right) \times \sqrt{k}}{(8 \sim 10)} + R_1 \right) \times A_5 / 1000$$

(公式 I)

[0062] 其中, N_1 为机制砂改性助剂的用量份数, $A_1 \sim A_3$ 分别为细度模数为3.1~3.7、2.3~3.0、1.6~2.2的机制砂占机制砂的总量的质量百分比, A_4 为粉煤灰的份数, A_5 为粗骨料的份数, K 为水泥的强度等级, R_1 为调节参数, R_1 的范围为-3~3。

[0063] 计算结果为: $N_1 = (0.558 \sim 0.698) \text{ kg} \pm 0.135 \text{ kg}$,即0.423~0.833kg。

[0064] 进一步,通过如下公式对 R_1 进行限定,并进一步限定机制砂改性助剂的用量:

$$R_1 = \frac{(4.4 \sim 5.0) P}{(M \times K \times L)}$$

(公式 II)

[0066] 其中, M 为水和水泥的质量比, P 为机制砂的平均长径比, L 为机制砂的压碎值。

[0067] 计算结果为, $R_1 = 1.92 \sim 2.18 \text{ kg}$,即 $N_1 = (0.558 \sim 0.698) \text{ kg} + (0.0864 \sim 0.0982) \text{ kg}$,即0.6444~0.7962kg。

[0068] 通过上述计算结果,设置具有不同机制砂改性助剂添加量的实施例如下:

[0069] 实施例1-1~1-8,分别为一种运用机制砂的超高泵送混凝土,其中具体制备方法如下:S1、按照表1的配比,将机制砂和粗骨料混合并以15rpm的速度搅拌10s,得到混合体系I;

[0070] S2、向混合体系I中加入水泥、矿渣、粉煤灰和占水总量40%的水(即3.6kg),以25rpm的速度搅拌30s,得到混合体系II;

[0071] S3、向混合体系II中加入微硅粉,并加入不同质量的机制砂改性助剂,继续以25rpm的速度搅拌50s,出料,得到超高泵送混凝土。

[0072] 其中,对于实施例1-1~1-8,机制砂改性助剂的用量分别为0.423kg、0.485kg、0.544kg、0.602kg、0.645kg、0.710kg、0.796kg、0.833kg。

[0073] 在实施例1-1~1-8中,有机增强纤维为涤纶纤维,涤纶纤维的平均长度为1.2mm,长径比为20。

[0074] 聚苯乙烯微球的粒径范围为200~500目。

[0075] 聚乙烯醇为聚乙烯醇1799型。

[0076] 6~10碳脂肪族多元羧酸为己二酸。

[0077] 同时,设置对比例1-1和对比例1-2,与实施例1-1的区别在于,机制砂改性助剂的用量分别为0.0395kg和0.0885kg。

[0078] 对实施例1~8进行检测,结果如表3所示。

[0079] 表3、实施例1-1~1-8及对比例1-1~1-2的实验结果

编号	坍落度 (mm)	扩展度 (mm)	扩展时间 (s)	倒置坍落度筒 排空时间 (s)	28d 抗压强度 (Mpa)
实施例 1-1	241	644	13.79	14.62	72.8
实施例 1-2	242	651	13.30	14.21	72.5
实施例 1-3	244	660	13.08	14.20	72.3
[0080] 实施例 1-4	244	665	12.81	14.09	71.9
实施例 1-5	253	688	12.56	13.85	71.5
实施例 1-6	253	690	12.44	13.86	71.5
实施例 1-7	254	694	12.33	13.73	71.4
实施例 1-8	255	696	12.30	13.70	69.9
对比例 1-1	217	494	19.15	20.56	74.2
对比例 1-2	255	698	12.29	13.77	65.4

[0081] 在上述实施例中,提供了两个范围,其中按照公式I计算得到的机制砂改性助剂的添加量为0.423~0.833kg,按照公式II进一步限定公式I中的调节参数后,机制砂改性助剂的添加量为0.6444~0.7962kg。

[0082] 通过实施例1-1~1-8的实验数据可知,在场景1中,针对机制砂改性助剂的用量进行调整,发现相较于对比例1-1和对比例1-2,实施例1-1~1-8具有明显较好的性能。随着机制砂改性助剂的加入,坍落度、扩展度都有一定的提升,而扩展时间和导致坍落度排空时间有一定的降低。但是,在公式I计算得到的范围内,坍落度均在240mm以上,且扩展度最低也在644以上,整体具有较好的和易性,而对比例1中,机制砂改性助剂的用量仅比实施例1-1低了0.04kg,流动性有明显降低,而强度则没有明显变化。对比例1-2则相较于实施例1-8,机制砂改性助剂的用量仅提高了0.05kg,但强度却有明显的下降。同时,当机制砂改性助剂的用量在0.6444~0.7962kg范围内时,混凝土具有最好的流动性和和易性,且强度基本没有变化。

[0083] 上述现象,其具体原理可能与机制砂改性助剂在混凝土中起作用的机理有关。机制砂改性助剂中的主要成分,即聚羧酸减水剂,在体系中主要起到分散水泥微粒、使水泥微粒不会团聚形成小球团、进而使水泥微粒包覆的水被释放出来的效果。另外,其中的聚苯乙烯微球可以起到润滑的效果,使体系中的机制砂与机制砂之间更容易形成相互流动的结果。

构,6~10碳脂肪族多元羧酸和聚乙烯醇则具有较好的成膜性,同样也起到了润滑的作用。

[0084] 上述机理决定了,当机制砂改性助剂添加量小于某一极限值时,不论其中的哪一种成分,在体系中所起到的效果都会大大降低,该机理类似于临界胶束浓度的形成机理,因此机制砂改性助剂具有一个理论上的最低添加值,低于该最低添加值时,机制砂改性助剂难以实现其应当具有的效果。

[0085] 另外,由于机制砂改性助剂本质上存在大量的表面活性剂结构,因此当机制砂改性助剂在体系中超过某一最高理论添加值时,会导致机制砂改性助剂中的部份原料(如聚苯乙烯微球和有机纤维)吸附机制砂改性助剂中的聚羧酸减水剂,进而在混凝土中形成不均匀的结构,影响混凝土的强度。

[0086] 上述范围的界定与机制砂本身的级配有关,由于机制砂的粒径越小,整体流动性越好,而水泥的强度越大,整体的粘合性能就越强,因此机制砂的级配和水泥强度都直接关系到机制砂改性助剂的用量。而粉煤灰与粗骨料的质量比同样影响到机制砂改性助剂的用量。经过多次实验,申请人得到如公式I所示的计算方法,场景1和后续场景中,都具有较好的调节性质。

[0087] 另外,由于机制砂本身的形状和强度也有一定的差异,机制砂越接近圆形,其流动效果越好,且机制砂本身压碎值越低,会让体系中的和易性更强。因此进一步通过公式II对调节参数 R_1 进行调整,可以更加精确地得到机制砂改性助剂的用量,具有较好的效果。

[0088] 另外,对机制砂改性助剂的组分进行调整,验证其中各组分的必要性,得到实施例和对比例如下。

[0089] 实施例1-9~1-10,均为运用机制砂的超高泵送混凝土,与实施例1-7的区别在于,机制砂改性助剂中各组分的质量分数如表4所示。

[0090] 对比例1-3~1-7,同样为运用机制砂的超高泵送混凝土,与实施例1-7的区别在于,机制砂改性助剂中的各组分质量分数如表4所示。

[0091] 表4、实施例1-9~1-10及对比例1-3~1-6中机制砂改性助剂中各组分质量分数(%)

[0092]	编号	脂肪族多元羧酸	聚乙烯醇	聚苯乙烯微球	有机纤维	聚羧酸减水剂
	实施例 1-9	6	15	4	20	55
	实施例 1-10	10	20	9	30	31
[0093]	对比例 1-3	0	18	8	30	44
	对比例 1-4	12	0	10	33	45
	对比例 1-5	10	18	0	28	44
	对比例 1-6	13	24	11	0	52

[0094] 对上述实施例和对比例进行检测,结果如表5所示。

[0095] 表5、实施例1-9~1-10及对比例1-3~1-6的实验结果

[0096]	编号	坍落度 (mm)	扩展度 (mm)	扩展时间 (s)	倒置坍落度筒 排空时间 (s)	28d 抗压强度 (Mpa)
	实施例 1-9	255	698	12. 29	13. 70	71. 6
	实施例 1-10	252	693	12. 35	13. 69	71. 5
	对比例 1-3	241	620	18. 08	18. 66	69. 9
	对比例 1-4	234	577	15. 89	20. 03	68. 7
	对比例 1-5	222	541	18. 40	21. 14	71. 6
	对比例 1-6	244	608	16. 95	19. 90	66. 2

[0097] 通过上述实验数据可知,本申请中,机制砂改性助剂的所有组分,在混凝土制备过程中均起到了重要的作用,并对混凝土不同方面的性能均有明显的影响。

[0098] 其中,脂肪族多元羧酸对于体系的强度有明显影响的同时,会导致扩展时间和坍落度筒排空时间都明显增强,可能是由于脂肪族多元羧酸的缺失降低了混凝土的内聚力,使之更容易受到外界的阻力,流动性变差。有机纤维也有类似的效果,且其对于强度的影响更为明显。缺少聚乙烯醇会导致整体对的均匀度和流动性变差,现象上主要体现在坍落度和扩展度上。聚苯乙烯微球则主要影响整体流动性,对于坍落度、扩展度、扩展时间和倒置坍落度筒排空时间都有明显的影响。

[0099] 进一步地,在实施例1-7的基础上,进一步对混凝土进行调整,得到如下实施例。

[0100] 实施例1-11~1-13,均为运用机制砂的超高泵送混凝土,与实施例1-7的区别在于,在步骤S3中,还加入了矿油,矿油的加入份数参照如下公式进行计算:

$$[0101] \quad N_2 = A_5 \times 0.006 + A_6 \times 0.005 + R_2 \quad (\text{公式 III})$$

[0102] 其中 A_6 机制砂的份数, R_2 为调节参数, R_2 的范围为-0.8~0.8,带入计算得到,矿油的份数为 8.4 ± 0.8 份,即0.38~0.46kg。

[0103] 实施例1-11~1-13中,矿油的用量及实验结果如表6所示。

[0104] 另外,设置实施例1-14和1-15,均为运用机制砂的超高泵送混凝土,与实施例1-11的区别在于,矿油的添加量不同;矿油的用量和实验结果如表6所示。

[0105] 表5、实施例1-11~1-15中矿油用量及实验结果

[0106]

编号	矿油用 量 (kg)	坍落度 (mm)	扩展度 (mm)	扩展时 间 (s)	倒置坍落度筒 排空时间 (s)	28d 抗压强 度 (Mpa)
实施例 1-11	0.38	≥260	721	11.49	12.97	91.4
实施例 1-12	0.42	259	725	11.30	12.80	91.3
实施例 1-13	0.46	≥260	730	11.18	12.66	91.1
实施例 1-14	0.34	255	698	12.04	13.48	91.4
实施例 1-15	0.50	≥260	730	11.15	12.69	89.7

[0107] 通过上述实验,可以验证矿油的加入量的有效性,主要体现在坍落度升高、扩展时间和倒置坍落度筒排空时间缩短上。其中,矿油的加入量与机制砂和粗骨料的用量相关,可调节范围较小,且在范围内均有较好的效果。由于矿油本身水溶性较差,因此加入矿油过多会导致混凝土整体出现离析现象,对强度有一定的影响。

[0108] 实施例1-16~1-21,均为运用机制砂的超高泵送混凝土,与实施例1-7的区别在

于,在步骤S3中,还加入了石墨粉,石墨粉的粒径范围和用量,及实施例1-16~1-21中混凝土检测结果如表6所示。

[0109] 表6、实施例1-16~1-23的石墨粉添加及实验结果

编号	石墨粉用量(kg)	石墨粉粒径范围(目)	坍落度(mm)	扩展度(mm)	扩展时间(s)	倒置坍落度筒排空时间(s)	28d 抗压强度(Mpa)
实施例 1-16	0.9	100~500	≥260	711	12.06	12.20	91.2
实施例 1-17	0.9	500~1000	≥260	704	12.21	12.28	91.3
实施例 1-18	0.9	1000~2000	242	645	12.59	12.84	88.4
实施例 1-19	0.6	100~500	≥260	705	12.25	12.40	91.6
实施例 1-20	0.3	100~500	≥260	699	12.28	12.55	91.6
实施例 1-21	1.5	100~500	259	710	12.06	12.24	88.0

[0111] 在上述实验中,添加了不同量的石墨粉,石墨粉的作用主要体现在进一步降低混凝土与界面之间的摩擦力,体现在倒置坍落度筒排空时间这一数据上。石墨粉的粒度以100~10000目范围为宜,过大的粒径会导致混凝土整体内聚力和粘结能力下降,进而导致强度损失。过大的添加量同样有类似的副作用。

[0112] 进一步地,设置如下实施例。

[0113] 实施例1-22,一种运用机制砂的超高泵送混凝土,与实施例1-7的区别在于,在步骤S4中,还加入0.42kg的矿油和0.9kg粒度为100~500目的石墨粉。

[0114] 实施例1-23,一种运用机制砂的超高泵送混凝土,与实施例1-22的区别在于,在步骤S1中,搅拌时间为15s,步骤S2中,加入的水占水的总质量的50%,搅拌时间为20s;步骤S3中,搅拌时间为60s。

[0115] 实施例1-24,一种运用机制砂的超高泵送混凝土,与实施例1-22的区别在于,聚乙烯醇选用羧基改性聚乙烯醇。

[0116] 实施例1-22和实施例1-23的实验结果如表7所示。

[0117] 表7、实施例1-22~1-23的实验结果

编号	坍落度(mm)	扩展度(mm)	扩展时间(s)	倒置坍落度筒排空时间(s)	28d 抗压强度(Mpa)
实施例 1-22	≥260	743	11.38	11.65	91.5
实施例 1-23	≥260	749	11.40	11.71	91.6
实施例 1-24	≥260	770	11.06	11.39	92.0

[0119] 下面,将更换实验场景,验证公式I和公式II的有效性。

[0120] 场景2,为一系列运用机制砂的超高泵送混凝土,除特别强调外,其中各物料配比和机制砂的级配如表8所示。在本场景中,每份物料指0.05kg物料。

[0121] 表8、场景2中各组分基础信息

[0122]	粗骨 料	基本信息		石灰石卵石	水泥	强度等级	42.5
		粒径范围（mm）		5~12		用量（kg）	16
		用量（kg）		50.0		粉煤灰	用量（kg）
	机制 砂	基本信息		石灰石	矿渣	用量（kg）	2.0
		级配 （%）	>3.7	0.1	微硅粉	用量（kg）	4.0
			3.1~3.7	18.7	水	用量（kg）	8.5
			2.3~3.0	39.2	机制砂 改性助 剂质量 配比 （wt%）	脂肪族多元羧酸	10%
			1.6~2.2	41.2		聚乙烯醇	20%
			>1.6	0.8		聚苯乙烯微球	4%
		长径比		1.07		有机纤维	20%
		压碎值（%）		10.2		聚羧酸减水剂	46%
		用量（kg）		30.0	石墨粉	粒径范围（目）	100~500 目
		用量（kg）		0.45		用量（kg）	1.0
	矿油	用量（kg）		0.45			

[0123] 其中,聚苯乙烯微球的粒径范围为800~1500目,有机纤维为腈纶纤维,平均长度为1.5mm,长径比为20.脂肪族多元羧酸为1,8-辛二酸。

[0124] 根据公式I,计算得到的机制砂改性助剂的用量范围为0.430~0.875kg。

[0125] 根据公式 II,进一步计算得到R₁的范围为2.044~2.323,因此计算得到机制砂改性助剂的用量范围为0.682~0.841kg。

[0126] 据此,设置实施例2-1~2-8及对比例2-1~2-2,其中机制砂改性助剂的用量及混凝土性质的检测结果如表9所示。

[0127] 表9、实施例2-1~2-8及对比例2-1~2-2的实验结果

[0128]	编号	机制砂改性助剂用量 (kg)	坍落度 (mm)	扩展度 (mm)	扩展时间 (s)	倒置坍落度筒排空时间 (s)	28d 抗压强度 (Mpa)
	实施例 2-1	0.430	247	709	12.07	11.78	79.5
[0129]	实施例 2-2	0.495	253	712	11.98	11.66	79.3
	实施例 2-3	0.540	259	714	11.80	11.59	79.2
	实施例 2-4	0.625	≥260	715	11.75	11.55	79.0
	实施例 2-5	0.682	≥260	721	11.44	11.35	78.7
	实施例 2-6	0.755	≥260	723	11.37	11.29	78.8
	实施例 2-7	0.841	≥260	726	11.30	11.27	78.8
	实施例 2-8	0.875	≥260	726	11.29	11.27	77.4
	对比例 2-1	0.390	229	662	12.95	12.71	79.5
	对比例 2-2	0.924	≥260	717	11.25	11.23	75.9

[0130] 场景3,为一系列运用机制砂的超高泵送混凝土,除特别强调外,其中各物料配比和机制砂的级配如表10所示。在本场景中,每份物料指0.05kg物料。

[0131] 表10、场景3中各组分基础信息

[0132]	粗骨料	基本信息		石灰石卵石	水泥	强度等级	52.5
		粒径范围（mm）		5~10		用量（kg）	17.0
		用量（kg）		45.0		粉煤灰	用量（kg）
	机制砂	基本信息		石灰石	矿渣	用量（kg）	2.0
		级配（%）	>3.7	0.4	微硅粉	用量（kg）	4.0
			3.1~3.7	44.9	水	用量（kg）	9.0
			2.3~3.0	33.0	机制砂 改性助剂质量 配比（wt%）	脂肪族多元羧酸	6%
			1.6~2.2	21.2		聚乙烯醇	15%
			>1.6	0.5		聚苯乙烯微球	9%
		长径比		1.30		有机纤维	30%
		压碎值（%）		11.4	聚羧酸减水剂	40%	
		用量（kg）		30.0	石墨粉	粒径范围（目）	500~1000目
	矿油	用量（kg）		0.48		用量（kg）	1.0

[0133] 其中,聚苯乙烯微球的粒径范围为500~1000目,有机纤维为氨纶,平均长度为1.2mm,长径比为30。脂肪族多元羧酸为1,10-庚二酸。

[0134] 根据公式I,计算得到的机制砂改性助剂的用量范围为0.167~0.512kg。

[0135] 根据公式II,进一步计算得到 R_1 的范围为1.805~2.051,因此计算得到机制砂改性助剂的用量范围为0.383~0.469kg。

[0136] 据此,设置实施例3-1~3-8及对比例3-1~3-2,其中机制砂改性助剂的用量及混凝土性质的检测结果如表11所示。

[0137] 表11、实施例3-1~3-8及对比例3-1~3-2的实验结果

[0138]	编号	机制砂改 性助剂用 量 (kg)	坍落度 (mm)	扩展度 (mm)	扩展时 间 (s)	倒置坍落度筒 排空时间 (s)	28d 抗压强 度 (Mpa)
	实施例 3-1	0.167	244	685	13.94	14.37	82.9
	实施例 3-2	0.204	246	691	13.88	14.30	82.7
	实施例 3-3	0.255	247	693	13.82	14.27	82.6
[0139]	实施例 3-4	0.320	250	697	13.75	14.21	82.4
	实施例 3-5	0.383	258	719	13.41	13.94	82.3
	实施例 3-6	0.423	≥260	720	13.38	13.88	82.3
	实施例 3-7	0.469	≥260	724	13.37	13.85	82.3
	实施例 3-8	0.512	≥260	725	13.35	13.84	81.8
	对比例 3-1	0.100	221	634	15.01	16.07	82.9
	对比例 3-2	0.550	≥260	725	13.35	13.82	79.4

[0140] 通过上述实验数据可知,本申请中的公式I和公式II在运用于各种场景时,均具有较好的适用性。可以作为一种普适的标准进行判定和推广。

[0141] 本具体实施例仅仅是对本申请的解释,其并不是对本申请的限制,本领域技术人员在阅读完本说明书后可以根据需要对本实施例做出没有创造性贡献的修改,但只要在本申请的权利要求范围内都受到专利法的保护。