



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103288398 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 20

(21) 申请号 201310182847. 1

(22) 申请日 2013. 05. 15

(73) 专利权人 宁波市高等级公路建设指挥部
地址 315192 浙江省宁波市鄞州中心区嵩江
中路 396 号

专利权人 中交武汉港湾工程设计研究院有
限公司
浙江省交通规划设计研究院

(72) 发明人 刘慈军 秦明强 陈方东 陈涛
屠柳青 徐文冰 马芹纲 占文

(74) 专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限
公司 42104

代理人 俞鸿

(51) Int. Cl.

C04B 28/04(2006. 01)

C04B 14/06(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101269937 A, 2008. 09. 24, 说明书第 2
页.

CN 101353242 A, 2009. 01. 28, 全文.

CN 101445351 A, 2009. 06. 03, 全文.

CN 102617091 A, 2012. 08. 01, 全文.

审查员 阮建斌

权利要求书1页 说明书7页

(54) 发明名称

高性能机制砂海工混凝土及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种高性能机制砂海工混凝土及其制备方法,该机制砂海工混凝土的原料组分包括硅酸盐水泥、粉煤灰、矿粉、机制砂、碎石、聚羧酸减水剂和水,各组分的重量配比如下:硅酸盐水泥 100 份,粉煤灰 10 ~ 50 份,矿粉 10 ~ 50 份,机制砂 240 ~ 290 份,碎石 320 ~ 370 份,聚羧酸减水剂 0.9 ~ 1.5 份,水 44 ~ 57 份。本发明的机制砂海工混凝土具有施工便利、成本低廉、工作性能良好、早期和中后期力学性能高、耐久性优良、体积稳定性好和可泵性强的特点,其在混凝土性能和技术指标方面与河砂海工混凝土接近甚至更高,克服了河砂资源紧缺,质量不稳定,价格较高等弊端,解决了机制砂在海工混凝土配制和性能研究领域的技术难题。

1. 一种高性能机制砂海工混凝土,其原料组分包括硅酸盐水泥、粉煤灰、矿粉、机制砂、碎石、聚羧酸减水剂和水,各组分的重量配比如下:

硅酸盐水泥	336 份
粉煤灰	72 份
矿粉	72 份
机制砂	810 份
碎石	1105 份
聚羧酸减水剂	3.22 份
水	148 份;

所述机制砂为粒径 0.075mm ~ 5mm 的连续级配 II 区机制砂,机制砂的细度模数为 2.6 ~ 3.0,石粉含量为 5% ~ 8%,MB 值 ≤ 1.0 ;所述硅酸盐水泥为 P. II 型硅酸盐水泥,强度等级为 42.5 级,比表面积在 300m²/kg ~ 400m²/kg 之间;所述矿粉为 S95 级矿粉或 S105 级矿粉,比表面积 ≥ 350 m²/kg。

2. 根据权利要求 1 所述的高性能机制砂海工混凝土,其特征在于:所述粉煤灰为 I 级粉煤灰,或为 II 级粉煤灰且粉煤灰细度 $\leq 12\%$ 、需水量比 $\leq 105\%$ 、烧失量 $\leq 5\%$ 。

3. 根据权利要求 1 所述的高性能机制砂海工混凝土,其特征在于:所述碎石为粒径 5mm ~ 25mm 连续级配碎石,碎石的针片状含量 $\leq 10\%$,含泥量 $\leq 1\%$ 。

4. 根据权利要求 1 所述的高性能机制砂海工混凝土,其特征在于:所述聚羧酸减水剂为 LN 型聚羧酸减水剂、SP 型聚羧酸减水剂或 PC 型聚羧酸减水剂,所述聚羧酸减水剂的减水率 $\geq 25\%$ 。

5. 一种如权利要求 1 所述的高性能机制砂海工混凝土的制备方法,包括如下步骤:

1) 按原料组分的重量配比,硅酸盐水泥:粉煤灰:矿粉:机制砂:碎石:聚羧酸减水剂:水为 336:72:72:810:1105:3.22:148 分别称取相应重量份的硅酸盐水泥、粉煤灰、矿粉、机制砂、碎石、聚羧酸减水剂和水,备用;

2) 将机制砂和碎石混合形成组分 A;将硅酸盐水泥、粉煤灰,及矿粉混合形成组分 B;将聚羧酸减水剂和水混合形成组分 C;

3) 先将组分 A 置于混凝土搅拌机中,然后将组分 B 加入搅拌机中,开启混凝土搅拌机将组分 A 与组分 B 搅拌混合 5 ~ 20 秒后,再将组分 C 加入搅拌机中,使组分 A、组分 B 与组分 C 一起搅拌混合 2 ~ 4 分钟后停止,即可制备出高性能机制砂海工混凝土。

高性能机制砂海工混凝土及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及建筑材料领域,具体地指一种高性能机制砂海工混凝土及其制备方法。

背景技术

[0002] 随着跨海大型桥梁和海底隧道等基础建设工程的不断发展,海工混凝土被广泛地应用于基础建设工程中,这对海工混凝土的性能提出了比普通混凝土更高的技术要求。目前,海洋环境或滨海环境下的海工混凝土主要利用河砂进行混凝土的配制,但存在许多问题,如:河砂质量不稳定,资源日益紧缺,价格上涨,供应不及时,容易影响施工工期,增加工程造价;由于河砂的紧缺,一些不法商贩将海砂冒充河砂进行销售,直接导致建设工程质量下降,达不到设计的使用年限要求,造成重大的质量隐患,严重影响和威胁了国家基础设施的安全性;而大量开采河砂会导致自然环境,尤其是河道河床污染过大。因此,致力寻找出河砂的替代原料,并将其应用于混凝土领域便显得极为必要,而机制砂是一种矿山资源,其颗粒级配一般不如河砂优良,用机制砂替代河砂配制泵送混凝土时,容易因砂率不当降低混凝土的整体性能,影响混凝土的强度和耐久性,机制砂在海工混凝土领域暂无大面积应用实例,其配制和性能研究尚为技术空白。

[0003] 因此,在当前河砂供应减少、质量下降,及质量波动较大的形势下,利用机制砂配制出高性能的机制砂海工混凝土,便显得极为必要。

发明内容

[0004] 本发明的目的是针对上述问题提供一种高性能机制砂海工混凝土及其制备方法,以使得该机制砂海工混凝土质量稳定,同时具有高流动性、高力学性、高体积稳定性、高耐久性和高可泵性,满足海工混凝土技术指标,解决机制砂在海工混凝土配制和性能研究领域的技术难题。

[0005] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案是:一种高性能海工混凝土,其原料组分包括硅酸盐水泥、粉煤灰、矿粉、机制砂、碎石、聚羧酸减水剂和水,各组分的重量配比如下:

[0006]

硅酸盐水泥	100 份
粉煤灰	10~50 份
矿粉	10~50 份
机制砂	240~290 份
碎石	320~370 份
聚羧酸减水剂	0.9~1.5 份
水	44~57 份。

[0007] 上述矿粉为 GB/T18046-2000 中所定义的矿粉。

[0008] 进一步地,所述原料组分的重量配比如下:

[0009]

硅酸盐水泥	100 份
粉煤灰	10~50 份
矿粉	10~50 份
机制砂	250~290 份
碎石	320~370 份
聚羧酸减水剂	1.3~1.5 份
水	50~57 份。

[0010] 进一步地,所述机制砂为粒径 0.075mm~5mm 的连续级配 II 区机制砂,机制砂的细度模数为 2.6~3.0,石粉含量为 5%~8%,MB 值 \leq 1.0。机制砂是将小颗粒岩石进行破碎后所形成的粒径 0.075mm~5mm 连续级配的一种建设用砂;机制砂质量稳定,价格低廉,利用机制砂配制海工混凝土在保证海工混凝土良好的工作性、力学性能、体积稳定性、高耐久性和质量稳定性的同时可兼顾节能环保;根据海工混凝土的技术要求,利用机制砂可配制出不同强度等级和适用于不同结构部位的海工混凝土,可用于海洋环境或滨海环境下的建筑、水利、水工、桥梁、隧道、公路、铁路、码头和大坝等建设工程中。

[0011] 进一步地,所述硅酸盐水泥为 P. II 型硅酸盐水泥,强度等级为 42.5 级,比表面积在 300 m²/kg~400 m²/kg 之间。硅酸盐水泥是以铝矿、铁矿、粘土和石灰石为主要原料,经过高温煅烧粉磨后形成的以硅酸三钙、硅酸二钙、铝酸三钙和铁铝酸四钙为主要矿物组成,再复掺 5% 的细磨石灰石粉和少量石膏而配制而成的水泥。

[0012] 进一步地,所述粉煤灰为 I 级粉煤灰,或为 II 级粉煤灰且粉煤灰细度 \leq 12%、需水量比 \leq 105%、烧失量 \leq 5%。粉煤灰是从电厂烟尘中收集的以活性二氧化硅、活性氧化铝和活性氧化钙为主要成分的一种物质,添加到海工混凝土体系中可以改善混凝土的工作性能及耐久性能。

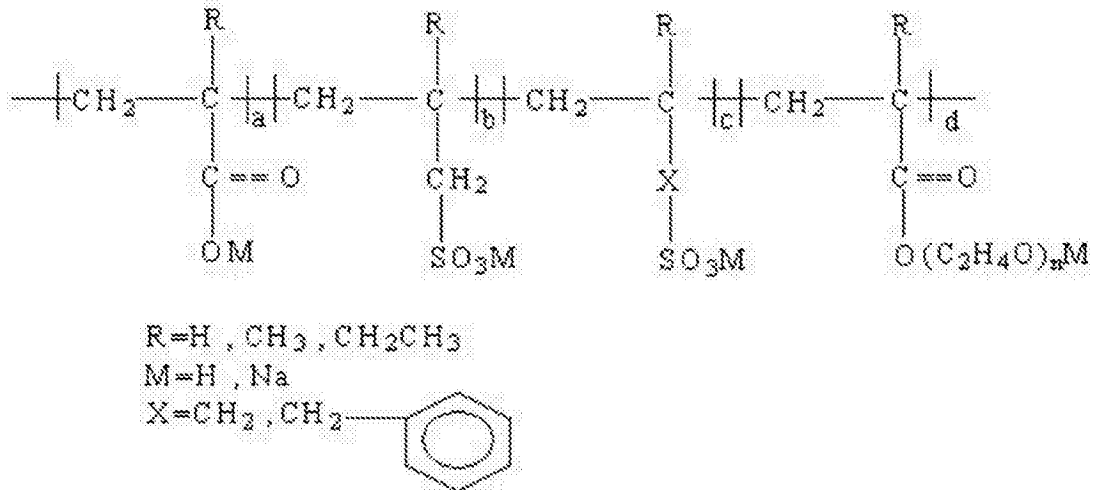
[0013] 进一步地,所述矿粉为 S95 级矿粉或 S105 级矿粉,比表面积 \geq 350 m²/kg。按照上述技术方案,矿粉是炼钢厂的高炉废渣经过冷淬后细磨到一定细度要求,且以氧化钙、氧化

铝为主要成分的一种物质,添加到海工混凝土体系中可以改善混凝土的工作性能、力学性能、耐久性能和体积稳定性。

[0014] 进一步地,所述碎石为粒径 5mm ~ 25mm 连续级配碎石,碎石的针片状含量 ≤ 10%,含泥量 ≤ 1%。

[0015] 进一步地,所述聚羧酸减水剂为 LN 型聚羧酸减水剂、SP 型聚羧酸减水剂或 PC 型聚羧酸减水剂,所述聚羧酸减水剂的减水率 ≥ 25%。聚羧酸类减水剂为化学合成的一种含有羧基的化学物质,其结构通式为:

[0016]



[0017] 优选地,所述原料组分的重量配比如下:

[0018]

硅酸盐水泥	100 份
粉煤灰	33 份
矿粉	33 份
机制砂	264 份
碎石	350 份
聚羧酸减水剂	1.17 份
水	51.4 份。

[0019] 上述高性能海工混凝土的制备方法,包括如下步骤:

[0020] 1) 按原料组分的重量配比,硅酸盐水泥:粉煤灰:矿粉:机制砂:碎石:聚羧酸减水剂:水为 100:10 ~ 50:10 ~ 50:240 ~ 290:320 ~ 370:0.9 ~ 1.5:44 ~ 57 分别称取相应重量份的硅酸盐水泥、粉煤灰、矿粉、机制砂、碎石、聚羧酸减水剂和水,备用;

[0021] 2) 将机制砂和碎石混合形成组分 A;将硅酸盐水泥、粉煤灰,及矿粉混合形成组分 B;将聚羧酸减水剂和水混合形成组分 C;

[0022] 3) 先将组分 A 置于混凝土搅拌机中,然后将组分 B 加入搅拌机中,开启混凝土搅拌机将组分 A 与组分 B 搅拌混合 5 ~ 20 秒后,再将组分 C 加入搅拌机中,使组分 A、组分 B 与

组分 C 一起搅拌混合 2 ~ 4 分钟后停止,即可制备出高性能机制砂海工混凝土。

[0023] 本发明的机制砂海工混凝土的施工方法是:按上述制备方法将原料配制成具有流动性能的混凝土拌合物后,利用混凝土高压泵车进行混凝土结构部位的混凝土施工,机制砂海工混凝土浇筑施工完成后,混凝土自行硬化成型,待 2 ~ 3 天后拆除模板即可制得设计尺寸形状的混凝土结构。

[0024] 与现有技术相比,本发明具有如下优点:

[0025] 其一,在本发明的机制砂海工混凝土体系中,因机制砂自身性能及通过合理的配比优化使得机制砂海工混凝土的整体性能得到改善,本机制砂海工混凝土工作性能良好、早期和中后期力学性能高,具有高流动性、高粘聚性、高体积稳定性、高耐久性和高可泵性;本发明的机制是海工混凝土在混凝土性能和技术指标方面,与河砂海工混凝土接近甚至更高,能够满足设计技术要求,具有良好的可行性和应用性,完全能代替河砂制备出性能更优的海工混凝土。

[0026] 其二,机制砂是一种矿山资源,质量稳定可控,利用机制砂配制高性能高耐久的海工混凝土是海工混凝土配制技术领域的一个领先发展方向,本发明解决了河砂资源紧缺,河砂来源质量不稳定所导致的海工混凝土质量下降等问题,保证了混凝土工程施工的顺利推进及混凝土结构质量优良;本发明中利用机制砂所配制的海工混凝土,施工便利、成本低廉。

[0027] 其三,机制砂与硅酸盐水泥、粉煤灰、矿粉、碎石、聚羧酸减水剂和水这多种原料组分的合理配比进一步提高了海工混凝土的整体性能,解决了机制砂在海工混凝土配制和性能研究领域的技术难题。

具体实施方式

[0028] 为了更好地理解本发明,下面结合实施例进一步阐述本发明内容,但是本发明并不限于下述实施例。

[0029] 高性能机制砂海工混凝土的制备方法包括以下步骤:

[0030] 1) 按原料组分的重量配比,分别称取相应重量份的硅酸盐水泥、粉煤灰、矿粉、机制砂、碎石、聚羧酸减水剂和水,备用。其中原料配备如下:

[0031] 硅酸盐水泥为湖北亚东水泥有限公司生产的 P. II 型硅酸盐水泥,强度等级为 42.5 级,比表面积为 385 m²/kg,标稠需水量 27.4%,初凝时间 136min,终凝时间 195min,3d 抗压强度和抗折强度分别为 31.0MPa 和 5.3MPa,28d 抗压强度和抗折强度分别为 58.4MPa 和 9.4MPa;

[0032] 粉煤灰为武汉阳逻电厂生产的 II 级粉煤灰,细度为 7.1%,烧失量为 3.4%;

[0033] 矿粉为武汉黄陂生产的 S95 级矿粉,比表面积 400 m²/kg,烧失量 1.9%,流动度比为 96%,28d 活性指数为 105%;

[0034] 碎石为武汉江夏生产的 5mm ~ 25mm 连续级配碎石,堆积密度 1550 m²/kg,针片状含量 9.2%,压碎值 3.4%,含泥量 1%;

[0035] 机制砂为 II 级配区机制砂,细度模数 2.6 ~ 3.0,石粉含量 5 ~ 8%,MB 值 ≤ 1.0。配备过程为:将机制砂烘干后,利用标准砂石筛进行细度模数试验、石粉含量试验和 MB 值试验,选用机制砂粒径在 0.075mm ~ 5mm 间连续 II 级配区、细度模数 2.6 ~ 3.0、石粉含量

5 ~ 8%、MB 值 ≤ 1.0 的干净机制砂；

[0036] 所用的减水剂为 LN 型聚羧酸减水剂、SP 减水剂，或 PC 减水剂；

[0037] 拌和水为洁净自来水；

[0038] 2) 将机制砂和碎石混合形成组分 A；将硅酸盐水泥、粉煤灰，及矿粉混合形成组分 B；将聚羧酸减水剂和水混合形成组分 C；

[0039] 3) 先将组分 A 置于卧轴式混凝土搅拌机中，然后将组分 B 加入搅拌机中，开启卧轴式混凝土搅拌机将组分 A 与组分 B 搅拌混合 10 秒后，再将组分 C 加入搅拌机中，使组分 A、组分 B 与组分 C 一起搅拌混合 180 秒后停止，即可制备出高性能海工混凝土。

[0040] C50 海工混凝土的技术指标要求如表 1：

[0041] 表 1

混凝土等级	坍落度 (mm)	抗压强度 (MPa)		56d 氯离子扩散系数 ($\times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$)
		4d	28d	
C50	180±20	设计强度80%	≥58.2	≤2.0

[0043] 实施例 1 ~ 3

[0044] 实施例 1 ~ 3 为采用上述制备方法按三种不同的重量配比配制而成的海工混凝土，并增设一河砂混凝土作为对比例，各原材料组分重量配比如表 2 所示：

[0045] 表 2

实施例/ 对比例	组分组成 (kg/m^3)							
	硅酸盐水泥	粉煤灰	矿粉	机制砂	河砂	碎石	水	减水剂
实施例 1	276	92	92	770	0	1020	150	3.22
实施例 2	288	96	96	761	0	1009	148	3.36
实施例 3	336	72	72	810	0	1105	148	3.22
对比例 1	276	92	92	673	0	1097	150	3.22
对比例 2	336	72	72	850	0	920	148	3.22
对比例 3	288	96	96	0	761	1009	150	3.36

[0047] 其中，实施例 1 中所用的减水剂为武汉港湾生产的 LN 型聚羧酸减水剂，减水率为 35.6%；实施例 2 和对比例 1 ~ 3 中所用的减水剂为上海德顺生产的 SP 减水剂，减水率 33.1%；实施例 3 中所用的减水剂为江苏奥莱特生产的 PC 水剂，减水率为 32.6%。

[0048] 表 2 中各实施例和对比例制得的混凝土的主要性能参数如表 3 所示：

[0049] 表 3

实施例/ 对比例	工作性能 (mm)		抗压强度 (MPa)			抗折强度 (MPa)	弹性模量 ($\times 10^4$ MPa)	氯离子扩散 系数 ($\times 10^{-12}$ m ² /s)	
	坍落 度	扩展 度	4d	28d	56d	28d	28d	28d	56d
[0050] 实施例 1	190	550	49.7	60.0	71.1	7.12	4.3	4.2	1.9
实施例 2	190	560	53.2	70.7	74.8	7.23	4.7	4.1	1.9
实施例 3	195	590	54.6	74.6	78.6	7.25	4.8	3.5	1.7
对比例 1	170	450	42.4	52.8	57.4	6.67	4.5	4.4	2.2
对比例 2	185	540	48.3	63.5	69.8	7.04	4.9	4.1	2.1
对比例 3	195	590	42.7	60.3	65.5	6.58	4.4	3.5	1.8

[0051] 对比例 1 和对比例 2 为原料组分配比不在本发明配比范围内的混凝土,对比例 3 为河砂混凝土,对比例 1 和对比例 2 制成的混凝土出现离析现象。由表 3 数据结合表 1 技术指标可以看出,对比例 1 中混凝土的 4d 抗压强度、28d 抗压强度,及 56d 氯离子扩散系数不能满足 C50 海工混凝土技术指标;对比例 2 混凝土的 56d 氯离子扩散系数不能满足 C50 海工混凝土技术指标;对比例 3 的 4d 抗压强度为 42.7MPa 不能满足设计技术指标的要求。而实施例 2 中利用机制砂所配制的海工混凝土坍落度为 190mm,4d 抗压强度达到 53.2MPa,28d 抗压强度在 58.2MPa 以上,早期抗压强度达到了设计强度的 80%,可以满足预应力张拉的要求,实施例 2 中的 56d 氯离子扩散系数为 1.9×10^{-12} m²/s,低于海工混凝土的抗氯离子渗透技术要求 2.0×10^{-12} m²/s。

[0052] 由表 2 和表 3 可以看出,按照不同配比的机制砂和河砂所配制的海工混凝土具有不同的工作性能、力学性能和耐久性。实施例 1~3 中所配制的机制砂海工混凝土坍落度在 180±20mm 范围内;4d 抗压强度 46.6MPa 以上,28d 抗压强度在 58.2MPa 以上,早期抗压强度达到了设计强度的 80%,可以满足预应力张拉的要求;56d 氯离子扩散系数试验结果均在 2.0×10^{-12} m²/s 以下,低于海工混凝土的抗氯离子渗透技术要求,同时兼顾了经济技术性。从实施例 1~3 的试验结果可看出,利用机制砂配制的海工混凝土的工作性能和耐久性能与河砂海工混凝土相比较为接近,但机制砂海工混凝土的力学性能和体积稳定性更优,比河砂混凝土具有更高的 4d、28d 和 56d 抗压强度,综合性能更优。

[0053] 从表 3 可以看出,本发明中利用机制砂所配制的海工混凝土具有非常好的各项性能指标,利用机制砂配制的海工混凝土性能完全能够满足设计的技术要求,具有良好的可行性和应用性,完全能代替河砂制备出性能更优的海工混凝土,解决了机制砂在海工混凝土领域的应用难题,也解决了河砂资源紧缺,供应不足所带来的工程质量的问题,保证了公路、桥梁和隧道等工程的质量。

[0054] 实施例 4

[0055] 采用前述机制砂海工混凝土的制备方法,按原材料组分重量配比 P. II 42.5 型硅酸盐水泥 288kg、II 级粉煤灰 96kg、S95 级矿粉 96kg、机制砂 761kg、碎石 1009kg、减水剂 3.36kg 和拌和水 148kg 制成机制砂海工混凝土。其中,本实施例中所用的减水剂为上海德

顺生产的 SP 型聚羧酸减水剂,减水率为 33.1%;本实施例中所用的机制砂为宁海创利生产的 II 级配区机制砂,细度模数 2.9,石粉含量 8%,MB 值为 0.8。

[0056] 经测试得知,本实施例中制成的机制砂海工混凝土具备较好的工作性、力学性和耐久性,坍落度达到 185mm,4d 抗压强度 53.3MPa,28d 抗压强度 67.5MPa,56d 抗压强度 76.1MPa,28d 和 56d 氯离子扩散系数分别为 $3.6 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$ 和 $2.0 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$,各项性能指标满足技术要求。

[0057] 实施例 5

[0058] 采用前述机制砂海工混凝土的制备方法,按原材料组分重量配比 P. II 42.5 型硅酸盐水泥 336kg、II 级粉煤灰 72kg、S95 级矿粉 72kg、机制砂 810kg、碎石 1105kg、减水剂 3.84kg 和拌和水 148kg 制成机制砂海工混凝土。其中,本实施例中所用的减水剂为武汉港湾生产的 LN 型聚羧酸减水剂,减水率为 35.6%;本实施例中所用的机制砂为宁波富家岭生产的 II 级配区机制砂,细度模数 2.9,石粉含量 5%,MB 值为 0.5。

[0059] 经测试得知,本实施例中制成的机制砂海工混凝土具备较好的工作性、力学性和耐久性,坍落度达到 195mm,4d 抗压强度 52.9MPa,28d 抗压强度 71.5MPa,56d 抗压强度 79.4MPa,28d 和 56d 氯离子扩散系数分别为 $3.5 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$ 和 $1.9 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$,各项性能指标满足技术要求。

[0060] 实施例 6 ~ 13

[0061] 采用前述机制砂海工混凝土的制备方法,原材料组分按下述表 4 中八种不同的重量配比配制海工混凝土。

[0062] 表 4

实施例	组分组成 (kg/m^3)						
	硅酸盐水泥	粉煤灰	矿粉	机制砂	碎石	水	减水剂
6	300	63	117	720	1110	135	4.0
7	300	99	99	792	1050	154.2	3.51
8	300	30	150	870	980	156	3.2
[0063] 9	300	105	75	870	1110	132	4.5
10	300	140	50	870	1005	165	3.6
11	300	150	30	720	960	150	3.9
12	300	120	80	810	960	171	2.7
13	300	90	100	750	990	156	3.8

[0064] 经测试得知,实施例 6 ~ 13 制成的机制砂海工混凝土均具备良好的性能参数,其坍落度均在 $180 \pm 20 \text{mm}$ 范围内,4d 抗压强度均在 46.6MPa 以上,28d 抗压强度均在 58.2MPa 以上,早期抗压强度达到了设计强度的 80%,可以满足预应力张拉的要求;56d 氯离子扩散系数试验结果均在 $2.0 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$ 以下,满足海工混凝土的抗氯离子渗透技术要求。

[0065] 本发明所列举的各原料,以及本发明各原料的上下限、区间取值,以及工艺参数的上下限、区间取值都能实现本发明,在此不一一列举实施例。