



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110451854 B

(45) 授权公告日 2021.08.10

(21) 申请号 201910668644.0

CN 107698213 A, 2018.02.16

(22) 申请日 2019.07.23

CN 102898114 A, 2013.01.30

WO 0121552 A1, 2001.03.29

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110451854 A

审查员 谢燕婷

(43) 申请公布日 2019.11.15

(73) 专利权人 北京市平谷区水利工程公司

地址 101212 北京市平谷区南独乐河镇南

独乐河村村西(原南独乐河中学院内)

(72) 发明人 王宝玲 甄静

(51) Int. Cl.

C04B 28/00 (2006.01)

C04B 111/40 (2006.01)

C04B 111/27 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101200894 A, 2008.06.18

权利要求书1页 说明书8页

(54) 发明名称

一种用于河道的轻质防水混凝土砌块及其制备方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于河道的轻质防水混凝土砌块及其制备方法,属于河道治理工程技术领域,轻质防水混凝土砌块其原料包括水、水泥、碎石、陶粒、矿渣粉、粉煤灰、复合防水外加剂,复合防水外加剂包括水、减水剂、甲基硅醇钠、十二烷基磺酸钠、重质碳酸钙、丙烯酸钙、氢氧化钙、硅酸钠、微硅粉、纳米氧化铝、二氧化钛、火山灰、聚丙烯纤维,并采用混合、压制成型、多次养护、切块得到轻质防水混凝土砌块。该用于河道的轻质防水混凝土砌块,其不仅具有良好防水性、良好密实性、较高强度的优点,而且具有质量轻、价格便宜的优点,同时在制备过程中,降低了其表面产生裂缝的情况发生,提高了成品率,适用于河道护岸施工中的铅丝石笼中。

1. 一种用于河道的轻质防水混凝土砌块,其特征在于:按重量份数计,其原料包括水110-140份、水泥250-320份、碎石90-110份、陶粒900-1100份、矿渣粉50-110份、粉煤灰40-80份、复合防水外加剂10-50份,所述复合防水外加剂包括水190-250份、减水剂30-60份、甲基硅醇钠55-80份、十二烷基磺酸钠0.06-0.1份、重质碳酸钙0.09-0.13份、丙烯酸钙1-3份、氢氧化钙0.07-0.2份、硅酸钠18-23份、微硅粉1-5份、纳米氧化铝0.1-0.5份、二氧化钛0.3-0.6份、火山灰3-6份、聚丙烯纤维1-3份;

所述微硅粉与纳米氧化铝的质量比为10:1;

制备用于河道的轻质防水混凝土砌块的方法,包括如下步骤:

(1) 将全部原料搅拌、混合均匀,得到混合料;

(2) 将混合料浇筑在模具内,压制成型,得到初成品;

(3) 对带有模具的初成品进行第一次养护,得到半成品;

(3) 对半成品进行脱模、切块,然后依次进行第二次养护、第三次养护、第四次养护,得到轻质防水混凝土砌块;

所述第一次养护的温度为35-40℃、相对湿度为70-80%、压力为0.1MPa、养护时间为5-6h,所述第二次养护的温度为60-70℃、相对湿度为85-90%、压力为0.1MPa、养护时间为1-2h,所述第三次养护的温度为160-170℃、相对湿度为85-90%、压力为0.8MPa、养护时间为10-24h,所述第四次养护的温度为35-40℃、相对湿度为50-60%、压力为0.1MPa、养护时间为5-6 d。

2. 根据权利要求1所述的一种用于河道的轻质防水混凝土砌块,其特征在于:其原料包括水120-135份、水泥263-295份、碎石95-105份、陶粒980-1060份、矿渣粉68-100份、粉煤灰51-67份、复合防水外加剂24-40份,所述复合防水外加剂包括水205-235份、减水剂38-55份、甲基硅醇钠60-75份、十二烷基磺酸钠0.07-0.09份、重质碳酸钙0.1-0.12份、丙烯酸钙1.5-2.5份、氢氧化钙0.11-0.18份、硅酸钠19-21份、微硅粉2.5-4.1份、纳米氧化铝0.25-0.41份、二氧化钛0.4-0.5份、火山灰3.5-5份、聚丙烯纤维1.5-2.2份。

3. 根据权利要求1所述的一种用于河道的轻质防水混凝土砌块,其特征在于:所述聚丙烯纤维为长纤维和短纤维的混合物,长纤维和短纤维的质量比为1:6。

4. 根据权利要求1所述的一种用于河道的轻质防水混凝土砌块,其特征在于:所述纳米氧化铝的平均粒径为20-50nm,所述二氧化钛的平均粒径为100-300nm。

5. 根据权利要求1所述的一种用于河道的轻质防水混凝土砌块,其特征在于:所述减水剂为聚羧酸高效减水剂。

6. 根据权利要求1所述的一种用于河道的轻质防水混凝土砌块,其特征在于:所述轻质防水混凝土砌块的形状为长方体、圆柱、正六棱柱中的一种。

7. 根据权利要求1所述的一种用于河道的轻质防水混凝土砌块,其特征在于:所述复合防水外加剂采用以下方法制备:将水、甲基硅醇钠、硅酸钠、丙烯酸钙、氢氧化钙、重质碳酸钙、十二烷基磺酸钠混合均匀,加热至65-75℃,搅拌1-2h,然后加入微硅粉、纳米氧化铝、二氧化钛、聚丙烯纤维、火山灰、减水剂,继续搅拌,并混合均匀,降温至室温,得到复合防水外加剂。

## 一种用于河道的轻质防水混凝土砌块及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及河道治理工程技术领域,更具体的说,它涉及一种用于河道的轻质防水混凝土砌块及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 混凝土通常是以水泥为胶凝材料,砂、石为集料,与水、外加剂按照一定的比例配合,经过搅拌而得到混凝土,混凝土具有易成型、能耗低、价格便宜等优点,其被广泛的应用到建筑上面,对人类的社会发展起着十分重要的作用。

[0003] 近年来,随着混凝土行业的不断发展,混凝土也被应用在了河道护岸工程施工的技术领域,例如河道两侧的混凝土护坡砖。在河道护岸施工过程中,一般采用向铅丝石笼内填充一定规格、满足要求的石料,以形成自透水的、柔性的、生态防护结构,铅丝石笼起到一个护坡、护脚的作用,但是铅丝石笼一般采用石料进行填充,很少用混凝土砌块替代石料进行填充,因此,急需研究一种专用于铅丝石笼内的轻质防水混凝土砌块。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种用于河道的轻质防水混凝土砌块,其不仅具有良好防水性、良好密实性、较高强度的优点,而且相对比于石料,具有质量轻、价格便宜的优点,适用于河道护岸施工中的铅丝石笼中。

[0005] 本发明的上述技术目的是通过以下技术方案得以实现的:

[0006] 一种用于河道的轻质防水混凝土砌块,按重量份数计,其原料包括水110-140份、水泥250-320份、碎石90-110份、陶粒900-1100份、矿渣粉50-110份、粉煤灰40-80份、复合防水外加剂10-50份,所述复合防水外加剂包括水190-250份、减水剂30-60份、甲基硅醇钠55-80份、十二烷基磺酸钠0.06-0.1份、重质碳酸钙0.09-0.13份、丙烯酸钙1-3份、氢氧化钙0.07-0.2份、硅酸钠18-23份、微硅粉1-5份、纳米氧化铝0.1-0.5份、二氧化钛0.3-0.6份、火山灰3-6份、聚丙烯纤维1-3份。

[0007] 通过采用上述技术方案,复合防水外加剂进入混凝土砌块的内部,且与游离的碱性物质发生化学反应,形成结晶体,结晶体能够有效的堵塞混凝土砌块内部的毛细孔道以及裂纹,增加了混凝土砌块的密实度,而且提高了混凝土砌块的防水性和强度,通过混凝土砌块原料之间的相互协同作用,使其不仅具有良好防水性、良好密实性、较高强度的优点,而且相对比于石料,具有质量轻、价格便宜的优点。

[0008] 较优选地,其原料包括水120-135份、水泥263-295份、碎石95-105份、陶粒980-1060份、矿渣粉68-100份、粉煤灰51-67份、复合防水外加剂24-40份,所述复合防水外加剂包括水205-235份、减水剂38-55份、甲基硅醇钠60-75份、十二烷基磺酸钠0.07-0.09份、重质碳酸钙0.1-0.12份、丙烯酸钙1.5-2.5份、氢氧化钙0.11-0.18份、硅酸钠19-21份、微硅粉2.5-4.1份、纳米氧化铝0.28-0.42份、二氧化钛0.4-0.5份、火山灰3.5-5份、聚丙烯纤维1.5-2.2份。

[0009] 通过采用上述技术方案,对混凝土砌块的原料进一步优化,提高了其防水性、密实性和强度。

[0010] 较优选地,所述微硅粉与纳米氧化铝的质量比为10:1。

[0011] 通过采用上述技术方案,对微硅粉与纳米氧化铝的质量比进一步优化,提高了混凝土砌块的防水性、密实性、强度。

[0012] 较优选地,所述聚丙烯纤维为长纤维和短纤维的混合物,长纤维和短纤维的质量比为1:6。

[0013] 通过采用上述技术方案,长纤维和短纤维的相互配合,不仅可以有效的阻止骨料的离析,而且聚丙烯纤维均匀分散在混凝土砌块中,且形成一种乱向支撑体系,分散了混凝土砌块的定向应力,阻止早期混凝土砌块塑性裂缝的发生和发展,从而提高了混凝土砌块的使用寿命。

[0014] 较优选地,所述纳米氧化铝的平均粒径为20-50nm,所述二氧化钛的平均粒径为100-300nm。

[0015] 较优选地,所述减水剂为聚羧酸高效减水剂。

[0016] 通过采用上述技术方案,对纳米氧化铝、二氧化钛进行优化,不仅降低了纳米团聚现象,而且使纳米氧化铝、二氧化钛和原料混合的更均匀。

[0017] 较优选地,所述轻质防水混凝土砌块的形状为长方体、圆柱、正六棱柱中的一种。

[0018] 通过采用上述技术方案,对混凝土砌块的形状进行限定,便于混凝土砌块的加工。

[0019] 较优选地,所述复合防水外加剂采用以下方法制备:将水、甲基硅醇钠、硅酸钠、丙烯酸钙、氢氧化钙、重质碳酸钙、十二烷基磺酸钠混合均匀,加热至65-75℃,搅拌1-2h,然后加入微硅粉、纳米氧化铝、二氧化钛、聚丙烯纤维、火山灰、减水剂,继续搅拌,并混合均匀,降温至室温,得到复合防水外加剂。

[0020] 通过采用上述技术方案,不仅使原料的混合更均匀,而且缩短了加工周期,提高了实用性。

[0021] 本发明的目的二在于提供一种制备上述一种用于河道的轻质防水混凝土砌块的方法,降低了表面产生裂缝的情况发生,提高了混凝土砌块的成品率。

[0022] 本发明的上述技术目的是通过以下技术方案得以实现的:

[0023] 一种制备上述一种用于河道的轻质防水混凝土砌块的方法,包括如下步骤:

[0024] (1) 将全部原料搅拌、混合均匀,得到混合料;

[0025] (2) 将混合料浇筑在模具内,压制成型,得到初成品;

[0026] (3) 对带有模具的初成品进行第一次养护,得到半成品;

[0027] (3) 对半成品进行脱模、切块,然后依次进行第二次养护、第三次养护、第四次养护,得到轻质防水混凝土砌块。

[0028] 通过采用上述技术方案,采用第一次养护、脱模、切块、第二次养护、第三次养护、第四次养护,经过四次养护之间的相互配合,降低了表面产生裂缝的情况发生,提高了混凝土砌块的成品率。

[0029] 较优选地,所述第一次养护的温度为35-40℃、相对湿度为70-80%、压力为0.1MPa、养护时间为5-6h,所述第二次养护的温度为60-70℃、相对湿度为85-90%、压力为0.1MPa、养护时间为1-2h,所述第三次养护的温度为160-170℃、相对湿度为85-90%、压力

为0.8MPa、养护时间为10-24h,所述第四次养护的温度为35-40℃、相对湿度为50-60%、压力为0.1MPa、养护时间为5-6d。

[0030] 通过采用上述技术方案,半成品经过第一次养护,初步成型,且具有一定的硬度,便于后续的脱模、切块,之后将半成品进行第二次养护、第三次养护、第四次养护,同时在第三次养护中,水泥水化析出氢氧化钙,不仅能与活性的二氧化硅结合,而且也能够与结晶状态的二氧化硅结合,生成含水硅酸盐结晶,使水泥的硬化加快,不仅提高了混凝土砌块的强度,而且降低了表面产生裂缝的情况发生,提高了混凝土砌块的成品率。

[0031] 综上所述,本发明具有以下有益效果:

[0032] 第一、本发明的用于河道的轻质防水混凝土砌块,其不仅具有良好防水性、良好密实性、较高强度的优点,而且相对比于石料,具有质量轻、价格便宜的优点。

[0033] 第二、通过对复合防水外加剂原料的优化,活性粒子进入混凝土砌块内部且与游离的碱性物质发生化学反应,形成结晶体,结晶体能够有效的堵塞混凝土砌块内部的毛细孔道以及裂纹,增加了混凝土砌块的密实度,而且提高了混凝土砌块的防水性能和强度。

[0034] 第三、对微硅粉与纳米氧化铝的质量比进一步优化,提高了混凝土砌块原料之间连接强度,进一步提高了混凝土砌块的防水性、密实性、强度。

[0035] 第四、本发明的目的用于河道的轻质防水混凝土砌块的方法,降低了混凝土砌块表面产生裂缝的情况发生,提高了混凝土砌块的成品率。

## 具体实施方式

[0036] 以下结合实施例对本发明作进一步详细说明。应该理解的是,本发明实施例所述制备方法仅仅是用于说明本发明,而不是对本发明的限制,在本发明的构思前提下对本发明制备方法的简单改进都属于本发明要求保护的范围。

[0037] 表1复合防水外加剂各原料的含量(单位:Kg)

[0038]

复合防水外加剂	一	二	三	四	五
水	205	235	220	250	190
减水剂	55	38	48	60	30
甲基硅醇钠	75	60	64	55	80
十二烷基磺酸钠	0.1	0.07	0.08	0.06	0.09
重质碳酸钙	0.13	0.1	0.11	0.09	0.12
丙烯酸钙	1	2.5	2.2	1.5	3
氢氧化钙	0.07	0.18	0.14	0.11	0.2
硅酸钠	19	23	20	18	21
微硅粉	4.1	2.5	3.6	1	5
纳米氧化铝	0.41	0.25	0.36	0.1	0.5
二氧化钛	0.4	0.3	0.45	0.5	0.6
火山灰	3.5	3	4.3	5	6
聚丙烯纤维	1	2.2	1.8	3	1.5

[0039] 表2实施例中混凝土砌块中各原料的含量(单位:Kg)

[0040]

实施例	1	2	3	4	5
-----	---	---	---	---	---

水	110	140	130	120	135
水泥	250	263	275	320	295
碎石	105	90	100	110	95
陶粒	980	1100	1040	900	1060
矿渣粉	50	110	85	100	68
粉煤灰	80	40	55	51	67
复合防水外加剂一	10	-	-	-	-
复合防水外加剂二	-	24	-	-	-
复合防水外加剂三	-	-	33	-	-
复合防水外加剂四	-	-	-	50	-
复合防水外加剂五	-	-	-	-	40

[0041] 实施例1

[0042] 一种用于河道的轻质防水混凝土砌块,其原料配比见表1、表2。

[0043] (1) 将水、水泥、碎石、陶粒、矿渣粉、粉煤灰、复合防水外加剂搅拌、混合均匀,得到混合料;

[0044] (2) 将混合料浇筑在模具内,压制成型,得到初成品;

[0045] (3) 对带有模具的初成品,在温度为35℃、相对湿度为70%、压力为0.1MPa的条件下,进行第一次养护,养护时间为6h,得到半成品;

[0046] (3) 对半成品进行脱模、切块,然后逐步升温,升温速率为10℃/min,在温度为60℃、相对湿度为85%、压力为0.1MPa的条件下,进行第二次养护,养护时间为2h,之后逐步升温、升压,升温速率为5℃/min,升压速率为0.2MPa/min,在温度为160℃、相对湿度为85%、压力为0.8MPa的条件下,进行第三次养护,养护时间为24h,随后逐步降温、降压,降温速率为5℃/min,降压速率为0.2MPa/min,在温度为35℃、相对湿度为50%、压力为0.1MPa的条件下,进行第四次养护,养护时间为6d,得到轻质防水混凝土砌块,轻质防水混凝土砌块的形状为长方体。

[0047] 其中,复合防水外加剂采用以下方法制备:将水、甲基硅醇钠、硅酸钠、丙烯酸钙、氢氧化钙、重质碳酸钙、十二烷基磺酸钠混合均匀,加热至65℃,搅拌1h,然后加入微硅粉、平均粒径为20nm的纳米氧化铝、平均粒径为300nm的二氧化钛、聚丙烯纤维、火山灰、聚羧酸盐高效减水剂,且微硅粉与纳米氧化铝的质量比为10:1,聚丙烯纤维为长纤维和短纤维的混合物,长纤维和短纤维的质量比为1:6,继续搅拌,并混合均匀,降温至室温,得到复合防水外加剂。

[0048] 实施例2

[0049] 一种用于河道的轻质防水混凝土砌块,其原料配比见表1、表2。

[0050] (1) 将水、水泥、碎石、陶粒、矿渣粉、粉煤灰、复合防水外加剂搅拌、混合均匀,得到混合料;

[0051] (2) 将混合料浇筑在模具内,压制成型,得到初成品;

[0052] (3) 对带有模具的初成品,在温度为40℃、相对湿度为80%、压力为0.1MPa的条件下,进行第一次养护,养护时间为5h,得到半成品;

[0053] (3) 对半成品进行脱模、切块,然后逐步升温,升温速率为10℃/min,在温度为70

℃、相对湿度为90%、压力为0.1MPa的条件下,进行第二次养护,养护时间为1h,之后逐步升温、升压,升温速率为5℃/min,升压速率为0.2MPa/min,在温度为170℃、相对湿度为90%、压力为0.8MPa的条件下,进行第三次养护,养护时间为10h,随后逐步降温、降压,降温速率为5℃/min,降压速率为0.2MPa/min,在温度为40℃、相对湿度为60%、压力为0.1MPa的条件下,进行第四次养护,养护时间为5d,得到轻质防水混凝土砌块,轻质防水混凝土砌块的形状为圆柱。

[0054] 其中,复合防水外加剂采用以下方法制备:将水、甲基硅醇钠、硅酸钠、丙烯酸钙、氢氧化钙、重质碳酸钙、十二烷基磺酸钠混合均匀,加热至65℃,搅拌2h,然后加入微硅粉、平均粒径为50nm的纳米氧化铝、平均粒径为250nm的二氧化钛、聚丙烯纤维、火山灰、聚羧酸盐高效减水剂,且微硅粉与纳米氧化铝的质量比为10:1,聚丙烯纤维为长纤维和短纤维的混合物,长纤维和短纤维的质量比为1:6,继续搅拌,并混合均匀,降温至室温,得到复合防水外加剂。

[0055] 实施例3

[0056] 一种用于河道的轻质防水混凝土砌块,其原料配比见表1、表2。

[0057] (1) 将水、水泥、碎石、陶粒、矿渣粉、粉煤灰、复合防水外加剂搅拌、混合均匀,得到混合料;

[0058] (2) 将混合料浇筑在模具内,压制成型,得到初成品;

[0059] (3) 对带有模具的初成品,在温度为38℃、相对湿度为75%、压力为0.1MPa的条件下,进行第一次养护,养护时间为5.5h,得到半成品;

[0060] (3) 对半成品进行脱模、切块,然后逐步升温,升温速率为10℃/min,在温度为65℃、相对湿度为88%、压力为0.1MPa的条件下,进行第二次养护,养护时间为1.5h,之后逐步升温、升压,升温速率为5℃/min,升压速率为0.2MPa/min,在温度为165℃、相对湿度为88%、压力为0.8MPa的条件下,进行第三次养护,养护时间为18h,随后逐步降温、降压,降温速率为5℃/min,降压速率为0.2MPa/min,在温度为38℃、相对湿度为55%、压力为0.1MPa的条件下,进行第四次养护,养护时间为5.5d,得到轻质防水混凝土砌块,轻质防水混凝土砌块的形状为圆柱。

[0061] 其中,复合防水外加剂采用以下方法制备:将水、甲基硅醇钠、硅酸钠、丙烯酸钙、氢氧化钙、重质碳酸钙、十二烷基磺酸钠混合均匀,加热至70℃,搅拌1.5h,然后加入微硅粉、平均粒径为40nm的纳米氧化铝、平均粒径为200nm的二氧化钛、聚丙烯纤维、火山灰、聚羧酸盐高效减水剂,且微硅粉与纳米氧化铝的质量比为10:1,聚丙烯纤维为长纤维和短纤维的混合物,长纤维和短纤维的质量比为1:6,继续搅拌,并混合均匀,降温至室温,得到复合防水外加剂。

[0062] 实施例4

[0063] 一种用于河道的轻质防水混凝土砌块,其原料配比见表1、表2。

[0064] (1) 将水、水泥、碎石、陶粒、矿渣粉、粉煤灰、复合防水外加剂搅拌、混合均匀,得到混合料;

[0065] (2) 将混合料浇筑在模具内,压制成型,得到初成品;

[0066] (3) 对带有模具的初成品,在温度为40℃、相对湿度为70%、压力为0.1MPa的条件下,进行第一次养护,养护时间为6h,得到半成品;

[0067] (3) 对半成品进行脱模、切块,然后逐步升温,升温速率为 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ,在温度为 $70^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为85%、压力为 $0.1\text{MPa}$ 的条件下,进行第二次养护,养护时间为2h,之后逐步升温、升压,升温速率为 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ,升压速率为 $0.2\text{MPa}/\text{min}$ ,在温度为 $170^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为85%、压力为 $0.8\text{MPa}$ 的条件下,进行第三次养护,养护时间为20h,随后逐步降温、降压,降温速率为 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ,降压速率为 $0.2\text{MPa}/\text{min}$ ,在温度为 $40^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为50%、压力为 $0.1\text{MPa}$ 的条件下,进行第四次养护,养护时间为6d,得到轻质防水混凝土砌块,轻质防水混凝土砌块的形状为正六棱柱。

[0068] 其中,复合防水外加剂采用以下方法制备:将水、甲基硅醇钠、硅酸钠、丙烯酸钙、氢氧化钙、重质碳酸钙、十二烷基磺酸钠混合均匀,加热至 $75^{\circ}\text{C}$ ,搅拌1h,然后加入微硅粉、平均粒径为45nm的纳米氧化铝、平均粒径为100nm的二氧化钛、聚丙烯纤维、火山灰、聚羧酸盐高效减水剂,且微硅粉与纳米氧化铝的质量比为10:1,聚丙烯纤维为长纤维和短纤维的混合物,长纤维和短纤维的质量比为1:6,继续搅拌,并混合均匀,降温至室温,得到复合防水外加剂。

[0069] 实施例5

[0070] 一种用于河道的轻质防水混凝土砌块,其原料配比见表1、表2。

[0071] (1) 将水、水泥、碎石、陶粒、矿渣粉、粉煤灰、复合防水外加剂搅拌、混合均匀,得到混合料;

[0072] (2) 将混合料浇筑在模具内,压制成型,得到初成品;

[0073] (3) 对带有模具的初成品,在温度为 $35^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为80%、压力为 $0.1\text{MPa}$ 的条件下,进行第一次养护,养护时间为5h,得到半成品;

[0074] (3) 对半成品进行脱模、切块,然后逐步升温,升温速率为 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ,在温度为 $60^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为90%、压力为 $0.1\text{MPa}$ 的条件下,进行第二次养护,养护时间为1h,之后逐步升温、升压,升温速率为 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ,升压速率为 $0.2\text{MPa}/\text{min}$ ,在温度为 $165^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为90%、压力为 $0.8\text{MPa}$ 的条件下,进行第三次养护,养护时间为15h,随后逐步降温、降压,降温速率为 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ,降压速率为 $0.2\text{MPa}/\text{min}$ ,在温度为 $35^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为60%、压力为 $0.1\text{MPa}$ 的条件下,进行第四次养护,养护时间为5d,得到轻质防水混凝土砌块,轻质防水混凝土砌块的形状为正六棱柱。

[0075] 其中,复合防水外加剂采用以下方法制备:将水、甲基硅醇钠、硅酸钠、丙烯酸钙、氢氧化钙、重质碳酸钙、十二烷基磺酸钠混合均匀,加热至 $70^{\circ}\text{C}$ ,搅拌2h,然后加入微硅粉、平均粒径为30nm的纳米氧化铝、平均粒径为150nm的二氧化钛、聚丙烯纤维、火山灰、聚羧酸盐高效减水剂,且微硅粉与纳米氧化铝的质量比为10:1,聚丙烯纤维为长纤维和短纤维的混合物,长纤维和短纤维的质量比为1:6,继续搅拌,并混合均匀,降温至室温,得到复合防水外加剂。

[0076] 对比例1

[0077] 对比例1和实施例3的区别在于,制备轻质防水混凝土砌块的原料中未添加复合防水外加剂。

[0078] 对比例2

[0079] 对比例2和实施例3的区别在于,制备复合防水外加剂的原料中未添加减水剂。

[0080] 对比例3



[0081] 对比例3和实施例3的区别在于,制备复合防水外加剂的原料中未添加甲基硅醇钠、丙烯酸钙。

[0082] 对比例4

[0083] 对比例4和实施例3的区别在于,制备复合防水外加剂的原料中未添加减水剂、甲基硅醇钠、丙烯酸钙。

[0084] 对比例5

[0085] 对比例5和实施例3的区别在于,制备复合防水外加剂的原料中未添加硅酸钠、微硅粉。

[0086] 对比例6

[0087] 对比例6和实施例3的区别在于,制备复合防水外加剂的原料中未添加纳米氧化铝、二氧化钛。

[0088] 对比例7

[0089] 对比例7和实施例3的区别在于,制备复合防水外加剂的原料中未添加硅酸钠、微硅粉、纳米氧化铝、二氧化钛。

[0090] 对比例8

[0091] 对比例8和实施例3的区别在于,制备复合防水外加剂的原料中微硅粉与纳米氧化铝的质量比为9:1。

[0092] 对比例9

[0093] 对比例9和实施例3的区别在于,制备复合防水外加剂的原料中微硅粉与纳米氧化铝的质量比为11:1。

[0094] 对实施例1-5和对比例1-9制得的轻质防水混凝土砌块,进行下述性能检测,检测结果如表3所示。

[0095] 表3检测结果

测定项目	抗压强度比 (28d) / (%)	收缩率比 (28d) / (%)	抗渗压力 (28d) / (MPa)
国家标准	$\geq 100$	$\leq 125$	$\geq 0.6$
实施例1	140	108	3.45
实施例2	138	116	3.68
实施例3	145	101	3.74
实施例4	130	113	3.64
实施例5	135	105	3.57
对比例1	-	-	0.43
对比例2	85	133	1.52
对比例3	125	138	1.21
对比例4	83	142	0.96
对比例5	110	121	2.01
对比例6	120	123	2.13
对比例7	101	128	1.69
对比例8	106	123	1.95
对比例9	104	125	1.84

[0097] 从表3中可以看出,本发明的用于河道的轻质防水混凝土砌块,具有较高的抗压强度比,也具有较大的抗渗压力,同时还具有较低的收缩率比,从而使混凝土砌块体现出良好防水性、良好密实性、较高强度的优点,而且相对比于现有技术的石料,其还具有质量轻、价格便宜的优点,适用于河道护岸施工中的铅丝石笼。

[0098] 通过对比实施例3和对比例1,由此可以看出,在没有加入复合防水外加剂时,其抗压强度比未85%,收缩率比未133%,抗渗压力为0.43MPa,不满足国家标准,且混凝土砌块的防水性较差。

[0099] 通过对比实施例3和对比例2-4,对比例2的复合防水外加剂中未添加减水剂;对比例3的复合防水外加剂中未添加甲基硅醇钠、丙烯酸钙;对比例4的复合防水外加剂中未添加减水剂、甲基硅醇钠、丙烯酸钙,由此可以看出,减水剂的加入,降低了原料的水灰比,增加了水泥和骨料的粘结强度,甲基硅醇钠、丙烯酸钙渗入到混凝土砌块中,并和混凝土砌块原料形成牢固的憎水性表面防水层,使混凝土砌块具有良好的排斥水的性能,并通过减水剂、甲基硅醇钠、丙烯酸钙之间的协同作用,提高了混凝土砌块的防水性和强度。

[0100] 通过对比实施例3和对比例5-7,对比例5的复合防水外加剂中未添加硅酸钠、微硅粉;对比例5的复合防水外加剂中未添加纳米氧化铝、二氧化钛;对比例7的复合防水外加剂中未添加硅酸钠、微硅粉、纳米氧化铝、二氧化钛,由此可以看出,硅酸钠、微硅粉、纳米氧化铝、二氧化钛进入混凝土砌块的内部,且与游离的碱性物质发生化学反应,形成结晶体,交联立体网格,结晶体能够有效的堵塞混凝土砌块内部的毛细孔道以及裂纹,增加了混凝土砌块的密实度,并通过硅酸钠、微硅粉、纳米氧化铝、二氧化钛之间的协同作用,提高了混凝土砌块的防水性和强度。

[0101] 通过对比实施例3和对比例8-9,对比例8的复合防水外加剂中微硅粉与纳米氧化铝的质量比为9:1;对比例8的复合防水外加剂中微硅粉与纳米氧化铝的质量比为11:1,由于微硅粉、纳米氧化铝均匀的分散的混凝土砌块的原料中,并填充了混凝土砌块中的毛细孔道,在微硅粉的含量过多或多少时,即纳米氧化铝过多或过少时,微硅粉、纳米氧化铝之间发生团聚,从而降低了微硅粉、纳米氧化铝和混凝土砌块原料的结合强度,降低了混凝土砌块的防水性和强度,因此,在微硅粉与纳米氧化铝的质量比为10:1时,复合防水外加剂体现出了良好的性能,并提高了混凝土砌块的防水性和强度。