(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 112694301 B
(45)授权公告日 2022.04.08

(21)申请号 202110166787.9
(22)申请日 2021.02.04
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112694301 A
(43)申请公布日 2021.04.23
(73)专利权人 北京建筑材料科学研究总院有限公司
地址 100041 北京市石景山区金顶北路69号
专利权人 河北睿索固废工程技术研究院有限公司
(72)发明人 王肇嘉 周钰沦 郑永超 王卉 王明威 王林俊 温晓庆
(74)专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002
代理人 盛大文
(51)Int.Cl.
C04B 28/04(2006.01)
(56)对比文件
CN 101016198 A,2007.08.15
CN 109320163 A,2019.02.12
US 2018194679 A1,2018.07.12
审查员 史卓

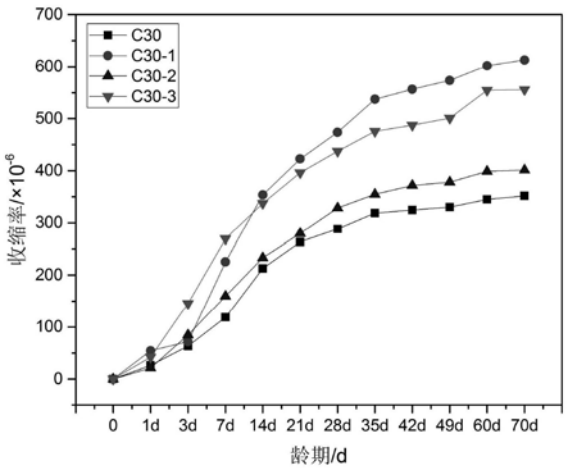
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种长效减缩型白云石粉自密实混凝土及其制备方法

(57)摘要

本发明涉及一种混凝土制备技术领域，具体涉及一种长效减缩型白云石粉自密实混凝土及其制备方法。本发明所述的自密实混凝土，其胶凝材料包括水泥、粉煤灰及白云石粉；所述水泥、白云石粉、粉煤灰的质量比为1：(0.1-0.5)：(0.1-0.5)；所述白云石粉具体特定的指标参数。本发明选择特定的白云石粉与粉煤灰双掺，通过两者协同作用，解决了现有自密实混凝土难以兼顾流动性、体积稳定性及耐久性的问题，所得自密实混凝土具有长效减缩的优点。同时，本发明所选用的白云石粉为白云岩生产砂石骨料过程中风选出的固废，不需进行二次粉磨，材料成本相应降低，实现固废高值化利用，且节能环保。



CN 112694301 B

1.一种自密实混凝土,其特征在于,其胶凝材料包括水泥、粉煤灰及白云石粉;

所述水泥、粉煤灰、白云石粉的质量比为1:(0.1-0.5):(0.1-0.5);

所述白云石粉与所述粉煤灰的质量比为(0.5-1.5):1;

所述自密实混凝土的水胶比为0.35-0.42;

所述白云石粉的指标参数如下:

(1)细度:15%≤45μm方孔筛筛余≤25%;

(2)粒型:近球形颗粒状;

(3)比表面积:190-210m^2/kg;

(4)按30%掺入量计,胶砂流动度比>100%。

2.根据权利要求1所述的自密实混凝土,其特征在于,所述水泥、粉煤灰的质量比为1:(0.3-0.5)。

3.根据权利要求2所述的自密实混凝土,其特征在于,所述自密实混凝土中,水泥200-280kg/m^3,白云石粉60-100kg/m^3,粉煤灰60-100kg/m^3。

4.根据权利要求3所述的自密实混凝土,其特征在于,所述自密实混凝土还包括砂和石子,砂率为45%-50%。

5.根据权利要求4所述的自密实混凝土,其特征在于,所述自密实混凝土由如下组分组成:水160-170kg/m^3,水泥230-235kg/m^3,白云石粉83-87kg/m^3,粉煤灰83-87kg/m^3,砂870-875kg/m^3,细石955-960kg/m^3,聚羧酸外加剂5-8kg/m^3。

6.权利要求1-5任一项所述的自密实混凝土的制备方法,其特征在于,包括:将各组分按照配合比混合,搅拌时间不小于80秒。

一种长效减缩型白云石粉自密实混凝土及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于混凝土制备技术领域，具体涉及一种长效减缩型白云石粉自密实混凝土及其制备方法。

背景技术

[0002] 自密实混凝土(Self Compacting Concrete或Self-Consolidating Concrete简称SCC)是指在自身重力作用下，能够流动、密实，即使存在致密钢筋也能完全填充模板，同时获得很好均质性，并且不需要附加振动的混凝土。

[0003] 自密实混凝土拥有众多优点，例如保证混凝土良好地密实，提高生产效率，不需要振捣，混凝土浇筑需要的时间大幅度缩短等，但同时也存在缺陷，如硬化后的耐久性非常有限、自密实混凝土中还有不稳定的气泡、干燥收缩略大等。

[0004] 对于上述缺陷，现有技术主要是通过提高粉煤灰用量，降低水泥用量、高粗骨料含量，添加聚羧酸高效减水剂等配合比设计方法降低混凝土的干缩率。

[0005] 例如，通过掺入膨胀剂提高混凝土前期膨胀率以抵消混凝土的收缩，该方法可以起到补偿收缩的作用，但对混凝土结构前7天的水养有严格要求，如果前期养护措施不到位，反而会有结构开裂的风险。

[0006] 或者，通过降低水泥用量，提高掺合料用量和粗骨料用量的配合比设计方法一方面可以通过降低水化热以降低混凝土温度裂缝的产生，提高粉煤灰用量可以减小水泥水化反应引起的化学收缩，提高粗骨料用量可以提升混凝土结构稳定性。但这种方法主要通过降低前期水泥水化热来解决温度开裂的问题，且增加粗骨料用量对混凝土流动性有一定影响，易施工性能下降。

[0007] 可见，在自密实混凝土的配合比设计时，需要充分考虑自密实混凝土流动性、抗离析性、自填充性、浆体用量与体积稳定性之间的相互关系及其矛盾；特别是自密实混凝土对流动性和耐久性的要求较高，在配合比设计应该主要在这两方面下功夫。

[0008] 设计混凝土配合比的基本要求：1、满足混凝土设计的强度等级。2、满足施工要求的混凝土和易性。3、满足混凝土使用要求的耐久性。4、满足上述条件下做到节约水泥和降低混凝土成本。虽然现有技术给出了设计指导，但往往难以同时满足这些要求。

[0009] 专利申请201310301404.X公开了白云石复合掺合料的制备方法及新应用，该技术主要是通过将白云石粉磨成与水泥粒度相当的石粉，当再通过掺加一定当量氧化钠的碱性物质混合成复合掺合料，用作生产具有微膨胀性的混凝土。该过程主要是通过加入的碱性物质来激发白云石粉在28天内时间内发生碱-碳酸盐反应，反应生成物会带来一定体积膨胀，其目的主要是制备矿物掺合料。然而当前依据的JGJ55《普通混凝土配合比设计规程》中要求“混凝土中的最大碱含量不应大于3.0kg/m^3”，同时JG/T486《混凝土用复合掺合料》中也注明“当符合掺合料用于具有潜在碱活性骨料配置的混凝土或有其他性能要求，可限制掺合料的碱含量，限制值由买卖双方协商确定”，可见该方法即加入的碱性物质的量在特定情况时具有一定的使用范围制约。

发明内容

[0010] 本发明第一方面提供一种自密实混凝土，解决了现有自密实混凝土难以兼顾流动性、体积稳定性及耐久性的问题，所得自密实混凝土具有长效减缩的优点。

[0011] 本发明所述的自密实混凝土，其胶凝材料包括水泥、粉煤灰及白云石粉；其中，所述水泥、粉煤灰、白云石粉的质量比为1:(0.1-0.5):(0.1-0.5)；所述白云石粉的指标参数如下：

[0012] (1)细度：15%≤45μm方孔筛筛余≤25%；

[0013] (2)粒型：近球形颗粒状；

[0014] (3)比表面积：190-210m^2/kg；

[0015] (4)按30%掺入量计，胶砂流动度比>100%。

[0016] 本发明研究发现，通过选择具有特定指标参数的白云石粉(风选)与粉煤灰双掺来进行自密实混凝土配合比设计，可以解决现有自密实混凝土的流动性、体积稳定性及耐久性难以兼顾的问题，所得自密实混凝土具有长效减缩的优点。

[0017] 具体而言，本发明所选的白云石粉具有颗粒状近球形的粒型特点，其与具有玻璃圆球状颗粒特点的粉煤灰双掺后，可以增加混凝土的流动性，起到减水作用，继而降低混凝土的水胶比。而较低的水胶比不仅更容易促进混凝土和易性增加而达到自密实效果，同时还可以降低混凝土内部自由水量，减少混凝土的早期收缩(干燥收缩)。

[0018] 本领域技术人员知晓，混凝土收缩主要有干燥收缩和化学收缩，干缩主要由于失水，低水胶比可以减少混凝土中的自由水，降低干燥收缩；而化学收缩主要是由于水泥、矿物掺合料水化引起。而本发明选用的白云石粉为惰性掺合料，水化反应速度非常缓慢，合理控制风选白云石粉的掺量可以减小混凝土化学收缩，进而提高混凝土早龄期时的体积稳定性。

[0019] 另外，在混凝土中本身的碱性条件下，白云石粉会在较长龄期逐渐发生去白云石化反应，即碱-碳酸盐反应，反应生成物会带来一定的体积膨胀，由于这个反应在常温下进展很缓慢，可以在长龄期过程中充分利用这一反应起到补偿混凝土收缩的作用。

[0020] 综上，本发明选择特定的白云石粉与粉煤灰双掺，通过两者协同作用，提高胶砂流动度并起到减水作用，降低水胶比，从而在满足自密实性能要求基础上进一步降低早期收缩率；利用白云石粉的惰性特点，通过合理控制掺量减小混凝土化学收缩，提高混凝土早龄期时的体积稳定性；同时又利用白云石粉的去白云石化反应降低混凝土的后期收缩率，从而获得长效减缩效果，取得了多重技术效果。

[0021] 本发明所述的白云石粉为白云岩骨料加工过程中经风选得到的白云石粉，属于工业废料，采用本发明所述方案不仅实现固废资源化的高质利用，降低了混凝土的材料成本，且节能环保。

[0022] 本发明进一步研究发现，由于白云石粉的活性低，其掺入量对混凝土的强度会产生实质性影响，若掺入量不合适，会存在降低混凝土强度的问题。为此，本发明限定所述白云石粉与所述粉煤灰的质量比为(0.5-1.5):1，更有助于提高混凝土的强度。

[0023] 本领域技术人员知晓，较低的水胶比更有利于降低收缩率，但同时也会影响流动性，进而影响自密实性能。为此，本发明控制所述自密实混凝土的水胶比在0.35-0.42之间，以平衡各性能指标。

[0024] 本发明中，所述水泥与粉煤灰的质量比优选为1:(0.3-0.5)。相比其他比例，此比例更有助于提升自密实混凝土的和易性。

[0025] 根据本发明的一个实施例，所述自密实混凝土中，水泥200-280kg/m^3，白云石粉60-100kg/m^3，粉煤灰60-100kg/m^3。通过合适的配合比及质量控制，所得自密实混凝土兼具更好的自密实性能，较低的水胶比，进一步降低收缩率。

[0026] 本发明所述自密实混凝土还包括砂和石子，其砂率为45％-50％。通过合理控制砂率以保证添加白云石粉的自密实混凝土具有合适的流动性，满足施工要求。

[0027] 根据本发明的一个实施例，所述自密实混凝土由如下组分组成：水160-170kg/m3，水泥230-235kg/m3，白云石粉83-87kg/m3，粉煤灰83-87kg/m3，砂870-875kg/m3，石955-960kg/m3，聚羧酸外加剂5-8kg/m3。所得自密实混凝土的自密实性满足指标要求，且收缩率得到进一步降低(相比于普通配合比其70d收缩率降低42.7％)，结构实体的耐久性更好。

[0028] 本发明所述自密实混凝土中各组分可选择本领域常用原料，例如所述水泥为P.042.5水泥。所述粉煤灰可选择I级/II级。所述砂可为天然砂或机制砂，细度为中砂。所述细石可选择5-20连续级配的石子。

[0029] 作为本发明的一个实施例，所述自密实混凝土由如下组分组成：一种中等强度C30自密实混凝土，其配方如下：水160-170kg/m^3，P.042.5水泥230-235kg/m^3，白云石粉83-87kg/m^3，II级粉煤灰83-87kg/m^3，天然砂870-875kg/m^3，5-20连续级配的石子955-960kg/m^3，聚羧酸外加剂5-8kg/m^3；其中，水泥、白云石粉、粉煤灰的质量比为1:0.37:0.37；

[0030] 其中白云石粉的指标特征如下：

[0031] (1)细度：45μm方孔筛筛余为19.9％；

[0032] (2)粒型：近球形颗粒状；

[0033] (3)比表面积为200m^2/kg；

[0034] (4)按30％掺入量计，胶砂流动度比为104％。

[0035] 本发明第二方面提供上述自密实混凝土的制备方法，包括：将各组分按照配合比混合，控制搅拌速度不小于80秒。通过控制搅拌时间以保证各组分混合更加均匀，更有利于提高混凝土的综合性能。

[0036] 本发明的有益效果如下：

[0037] 本发明选择特定的白云石粉与粉煤灰双掺，通过两者协同作用，提高胶砂流动度并起到减水作用，降低水胶比，从而在满足自密实性能要求基础上进一步降低早期收缩率；利用白云石粉的惰性特点，通过合理控制掺量减小混凝土化学收缩，提高混凝土早龄期时的体积稳定性；同时又利用白云石粉的去白云石化反应降低混凝土的后期收缩率，从而获得长效减缩效果，取得了多重技术效果。

[0038] 同时，本发明所选用的白云石粉为白云岩生产砂石骨料过程中风选出的固废，不需进行二次粉磨，材料成本相应降低，实现固废高值化利用，且节能环保。

附图说明

[0039] 图1为混凝土收缩率对比图。

[0040] 图2为不同白云石粉的照片；其中(a)为风选白云石粉；(b)为粉磨60min的白云石粉。

[0041] 图3为不同白云石粉胶砂干缩试验对比结果。

具体实施方式

[0042] 以下实施例用于说明本发明，但不用来限制本发明的范围。

[0043] 以下实施例中，除白云石粉外，各组分均可通过市售购买得到。

[0044] 以下实施例中，白云石粉来自某白云岩骨料加工企业风选得到的白云石粉，属于工业废料。

[0045] 实施例1

[0046] 本实施例提供一种中等强度C30自密实混凝土，其配方如下：

[0047] 水：165kg/m^3，P.042.5水泥232kg/m^3，白云石粉85kg/m^3，II级粉煤灰85kg/m^3，天然砂872kg/m^3，石子960kg/m^3，聚羧酸外加剂7kg/m^3。

[0048] 其中水泥、白云石粉、粉煤灰的质量比为1:0.37:0.37。

[0049] 石子的具体级配为：5-20连续级配。

[0050] 其中白云石粉的指标特征如下：

[0051] (1)细度：45μm方孔筛筛余为19.9％；

[0052] (2)粒型：近球形颗粒状；

[0053] (3)比表面积为200m^2/kg；

[0054] (4)按30％掺入量计，胶砂流动度比为104％。

[0055] 所述C30自密实混凝土的制备步骤如下：

[0056] 依次加入天然砂、石、粉料(包括水泥、粉煤灰、白云石粉)，再加入水和外加剂，搅拌时间不低于80秒。

[0057] 对实施例1所得C30自密实混凝土进行测试：

[0058] 1、性能指标：

[0059] 强度：符合C30强度等级；

[0060] 水胶比：0.41。

[0061] 砂率：47％。

[0062] 表观密度：2399kg/m^3。

[0063] 2、自密实性能

[0064] 测试方法：新拌混凝土按照JGJ/T283-2012《自密实混凝土应用技术规程》；CECS203:2006《自密实混凝土应用技术规程》标准中对自密实性能的要求，符合自密实混凝土性能要求。

[0065] 表1

[0066]

标样	新拌混凝土自密实性测试				标样强度	
	填充性		间隙通过性	抗离析性	7天	28天
	坍落扩展度 (mm)	T500 (s)	坍落扩展度与J环扩展度差值 (mm)	V型漏斗漏 (s)	(MPa)	(MPa)
实施例1	700	6	23	16	22.2	38.1

[0067] 由上表内容可知，实施例1所得混凝土具有良好的自密实性，且符合C30强度等级。

[0068] 3、配合比的考察

[0069] 为了研究各组分配合比对混凝土的性能影响，本发明采用不同配合比配制水泥浆料，并对其进行性能试验。具体如下：

[0070] 对比例1：

[0071] 本对比例提供一种自密实混凝土，与实施例1的区别仅在于：提高白云石粉的掺入量，水泥与白云石粉的质量比为1:0.6。

[0072] 采用与实施例1相同的测试方法，结果显示对比例1所得自密实混凝土的强度显著低于实施例1。

[0073] 对比例2：

[0074] 本对比例提供一种自密实混凝土，与实施例1的区别仅在于：提高水胶比至0.48，其他材料不变，结果显示，新拌混凝土包裹性较差，和易性不能满足自密实要求。

[0075] 4、收缩率测试

[0076] 测试方法及标准：GB/T50082-2002《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》。

[0077] C30的配方：水泥232kg/m^3，白云石粉85kg/m^3，粉煤灰85kg/m^3。该配方与实施例1中胶凝材料组成一致。

[0078] C30-1的配方：水泥209kg/m^3，粉煤灰67kg/m^3，普通矿粉74kg/m^3。

[0079] C30-2的配方：水泥260kg/m^3，粉煤灰84kg/m^3，普通矿粉55kg/m^3。

[0080] C30-3的配方：水泥201kg/m^3，风选白云石粉121kg/m^3，矿粉80kg/m^3。

[0081] 测试结果如图1所示。

[0082] 由图可知，C30的收缩率最小，比C30-1的70天收缩率减小42.7％，说明通过合理控制水泥、白云石粉及粉煤灰的配合比，可使混凝土在满足自密实性要求的前提下显著降低收缩率，更有助于提高混凝土的耐久性。

[0083] 5、白云石粉种类的考察

[0084] 选择本发明选用的风选白云石粉，以及粉磨后的白云石粉进行胶砂干缩的对比试验。

[0085] 图2为不同白云石粉的照片。

[0086] 图3为不同白云石粉胶砂干缩试验对比结果；其中，D0为对比样；D1为本发明的风选白云石粉(比表面积203m^2/kg)；D2为粉磨15min的白云石粉(比表面积400m^2/kg)；D3为粉磨30min后的白云石粉(比表面积519m^2/kg)；D4Wie粉磨60min后的白云石粉(比表面积656m^2/kg)。

[0087] 如图3所示，未粉磨的风选白云石粉的胶砂收缩率最小，而粉磨时间越长，白云石粉细度越细，胶砂干燥收缩率越大。

[0088] 虽然，上文中已经用一般性说明及具体实施方案对本发明作了详尽的描述，但在本发明基础上，可以对之作一些修改或改进，这对本领域技术人员而言是显而易见的。因此，在不偏离本发明精神的基础上所做的这些修改或改进，均属于本发明要求保护的范围。

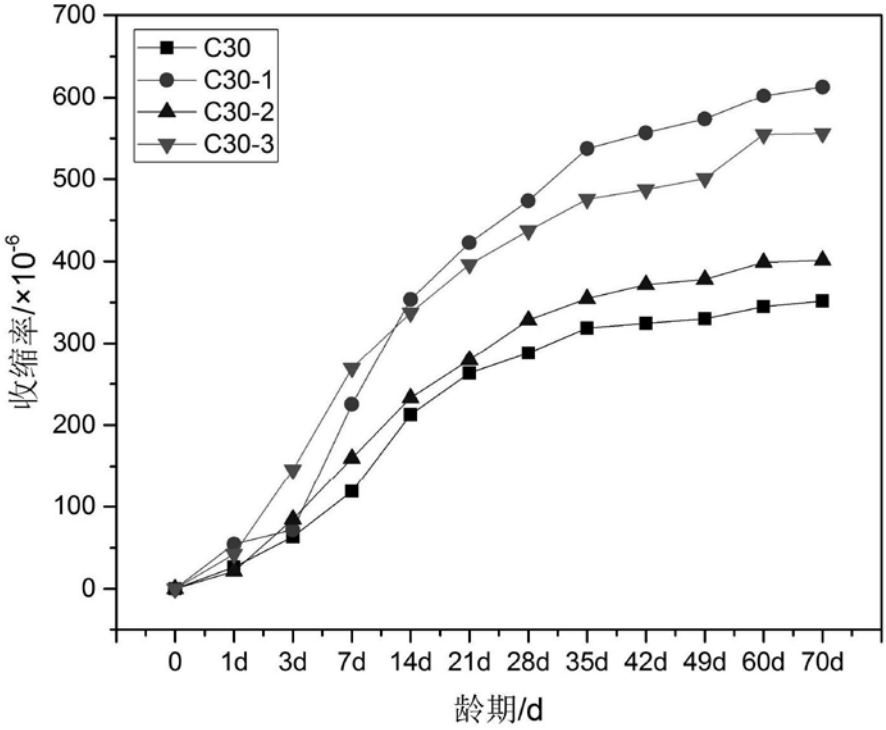
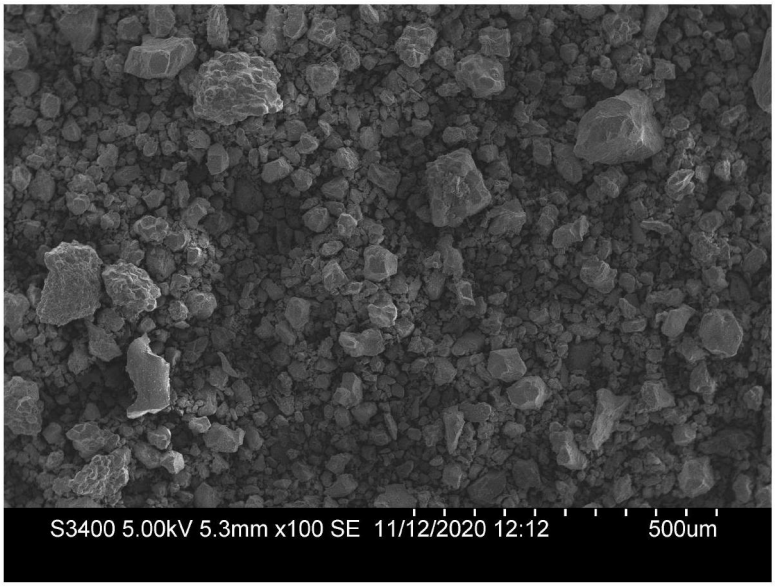
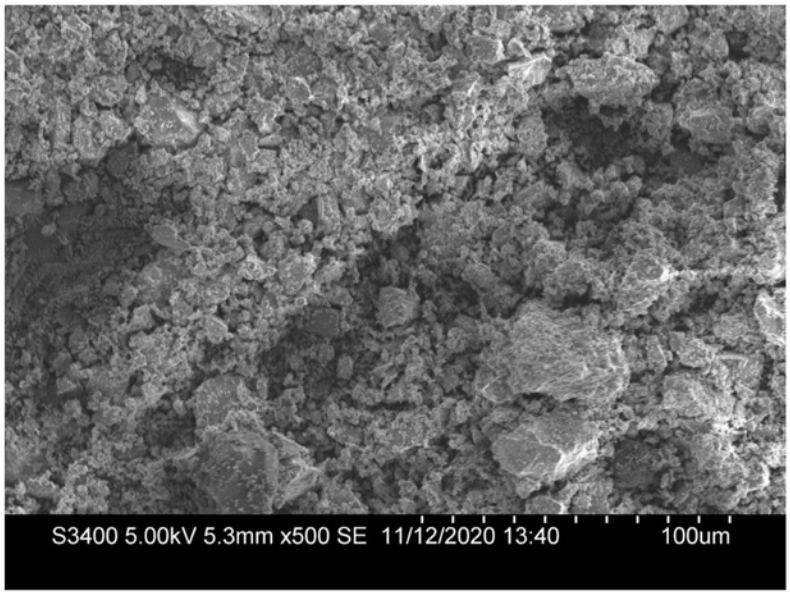

700
600
500
400
300
200
100
0
收缩率/×10⁻⁶
C30
C30-1
C30-2
C30-3
0
1d
3d
7d
14d
21d
28d
35d
42d
49d
60d
70d
龄期/d

图1


S3400 5.00kV 5.3mm x100 SE 11/12/2020 12:12
500um

（a）


S3400 5.00kV 5.3mm x500 SE 11/12/2020 13:40
100um

（b）

图2

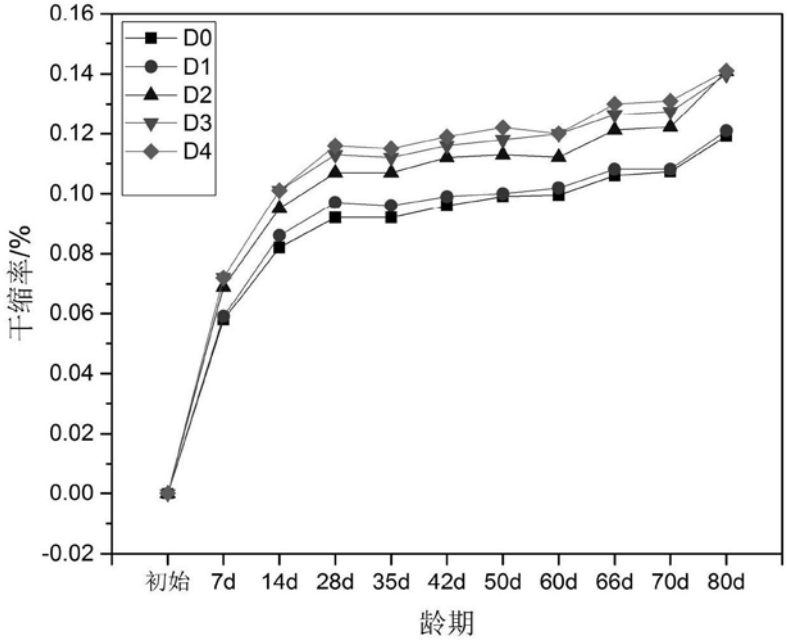

D0
D1
D2
D3
D4
干缩率/%
0.16
0.14
0.12
0.10
0.08
0.06
0.04
0.02
0.00
-0.02
初始
7d
14d
28d
35d
42d
50d
60d
66d
70d
80d
龄期

图3