

# 纳米材料对水泥砂浆性能影响试验研究初探

许继刚

(国电大渡河金川水电建设有限公司,四川 金川 624100)

**摘要:**介绍了纳米材料对水泥砂浆抗压和抗折强度性能影响试验研究过程,其结果表明:适量掺入纳米材料能够有效改善水泥砂浆性能指标。

**关键词:**纳米材料;砂浆;抗压强度;抗折强度;试验

**中图分类号:**TV41;TV42

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2018)06-0144-02

## 1 试验机理

水泥本身的颗粒粒径通常为微米级,但其约为70%的水化产物——水化硅酸钙凝胶(C-S-H凝胶)尺寸在纳米级范围。水泥硬化浆体实际上是由水化硅酸钙凝胶为主凝聚而成的初级纳米材料,但是这些纳米结构在细观上是比较粗糙的。在胶凝材料中引入纳米矿粉(如SiO<sub>2</sub>、CaCO<sub>3</sub>和Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等),能够键合更多纳米级的C-S-H凝胶,形成三维网络结构,可以较大幅度地提高水泥硬化浆体的物理力学性能和耐久性。为了解纳米材料对水泥砂浆性能的影响开展了相关的试验研究工作。

## 2 试验用的原材料

### 2.1 水泥

本次试验采用的胶凝材料为某低热硅酸盐水泥,该水泥中C<sub>2</sub>S含量达61%,其后期的抗冲击性、耐磨性和抗干缩性能优于普通硅酸盐水泥。该水泥的粒径主要集中在3~40 μm,3 d抗压强度为21 MPa,28 d抗压强度为51 MPa。

### 2.2 纳米材料

本次试验使用某公司生产的纳米材料,通过微观分析得知,其单个粒子尺寸小于30 nm,但该纳米材料分散性一般,易成团。

### 2.3 其它材料

骨料采用中级砂,水胶比为0.3,减水剂的掺量为0.25%。试验组合方案见表1。

表1 纳米材料对水泥砂浆性能影响试验组合方案表

品 种	不同掺量					
	0%	1%	2%	3%	4%	5%
不加掺合料	A1					
掺加纳米材料	A2		A3	A4	A5	A6

## 3 试验结果

根据GB/T50081-2016《普通混凝土力学性能试验方法》,对以上不同试验组合方案进行了强度试验,所取得的试验成果见表2。

能试验方法》,对以上不同试验组合方案进行了强度试验,所取得的试验成果见表2。

表2 不同方案对水泥砂浆强度性能试验结果表

编号	抗折强度 /MPa			抗压强度 /MPa			备注 掺量 /%
	3 d	7 d	28 d	3 d	7 d	28 d	
A1	7.2	7.6	9	37.8	45.1	60.8	0
A2	7.7	9.1	10.2	52.2	64.1	76.1	1
A3	8.4	9.9	11.3	51.4	60.6	78.6	2
A4	8.4	9.9	11.9	52.5	63.9	79.7	3
A5	8.5	11	10.8	53.2	69	84.6	4
A6	8.6	10.6	11.6	53	68.9	86.7	5

试验结果表明:纳米材料可以提高水泥砂浆

各龄期的抗压强度和抗折强度,其掺量对水泥砂浆强度具有一定的影响。随着纳米材料掺量的逐渐增加,水泥砂浆强度呈增长的趋势。对于水泥砂浆的抗压强度,当纳米材料的掺量超过1%后,水泥砂浆抗压强度的增长不明显;对于水泥砂浆

的抗折强度,当纳米材料的掺量达到2%以后,其抗折强度的增长不明显。从砂浆流动性分析得知,随着纳米材料掺量的增加其流动性明显下降。

同时,对部分较具代表性的试样分别进行了放大100倍和1600倍电子扫描显像图显示(图1~3)。

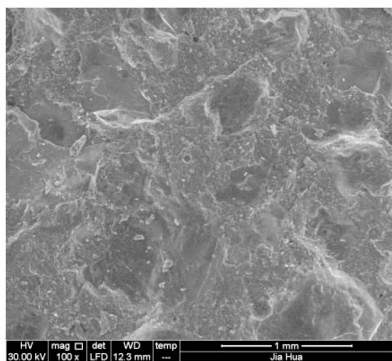


图 a 放大100倍

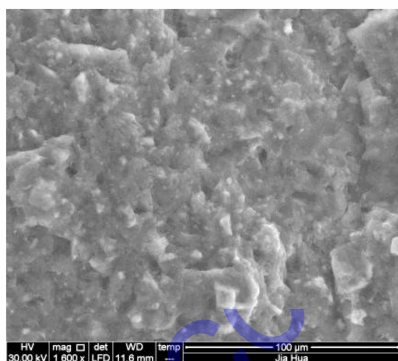


图 b 放大1600倍

图1 A2方案电子扫描显像对比图

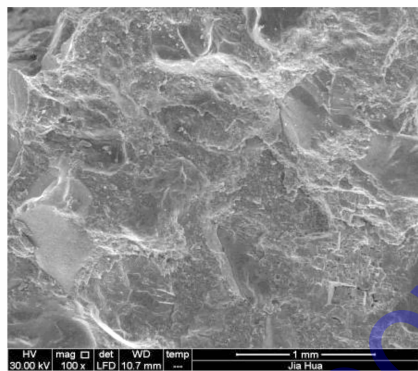


图 a 放大100倍

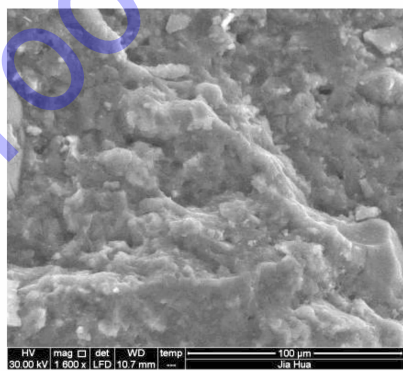


图 b 放大1600倍

图2 A3方案电子扫描显像对比图

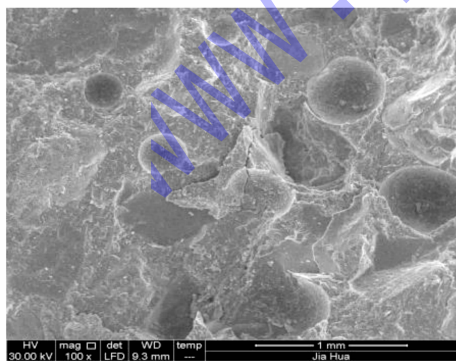


图 a 放大100倍

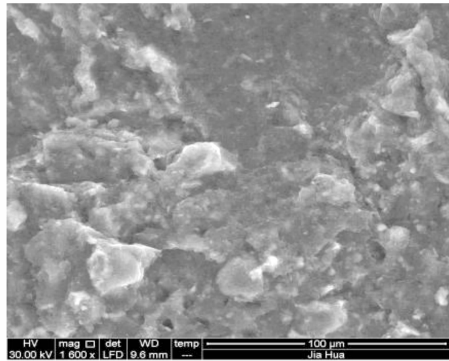


图 b 放大1600倍

图3 A4方案电子扫描显像对比图

对比结果表明:A2、A3和A4为纳米材料掺量递增的砂浆试样,在电子扫描显像放大100倍时,A2和A3试样中的孔洞大部分消失,其主要

原因是受纳米材料的填充作用及对水的吸附作用影响试块内部结构相对紧密。当纳米材料掺量继(下转第148页)

间的为温缝,需在混凝土表面刷毛并清理干净后铺筑下层混凝土料。为确保层间施工质量,一般要求按冷缝进行处理。

### 3.6 养护

在施工过程中,应喷雾保持仓面湿润。混凝土终凝后应立即开始洒水或喷雾养护,并持续至上一层碾压混凝土开始铺筑为止。

## 4 结语

CSG 碾压混凝土筑坝技术与常规的碾压混凝土筑坝技术类似,施工方法基本相同,可以显著加快施工速度。采用 CSG 碾压混凝土坝的主要优势是放宽了许多施工要求,其优点主要有以下几个方面:

(1)就地取材,节约投资。CSG 碾压混凝土中的母材可以取用天然河道中的砂砾石,也可以采用边坡及坝基开挖的弱风化弃料,这是 CSG 碾压混凝土的最大特点。

(2)工艺简单,施工速度快。CSG 碾压混凝土无需对砂石进行严格的分级和配比,省去了砂

(上接第145页)

续增加至3%时,纳米材料对水的吸附作用较强,导致试块成型时不能充分振捣密实,为气泡的存在创造了条件。在电子扫描显像放大1600倍时,纳米材料参与了水化作用,A2和A3试样砂浆硬化体中的凝胶体增多,水化结晶体体积变小,整体结构更加紧密。

## 4 结语

石料筛分系统。拌和可以采用挖机或装载机翻拌,拌和工艺简单,省去了拌和系统。CSG 碾压混凝土筑坝技术可以采用厚层碾压快速施工,能够充分发挥大型机械化施工优势,筑坝速度可以显著提高。

(3)层面处理可降至最低限度。因为其只有抗剪切摩擦要求,因此,不论是层间还是施工缝均无需进行任何特殊处理即可施工下一层。

(4)现场碾压可不考虑骨料分离带来的危害(因其整体强度和防渗性能要求比较低)。

(5)无需温度控制。CSG 碾压混凝土水泥用量极少,这也是 CSG 碾压混凝土的显著特点之一,其温升很低,施工中不必采取复杂的温控措施,坝体不必进行分缝,从而给施工带来了极大的便利。

作者简介:

高东(1975-),男,四川金堂人,工程师,从事水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

纳米材料活性较高,通过填充和水化作用使水泥浆体结构致密性得到改善,并在一定程度上可以提高水泥砂浆各龄期的抗压强度和抗折强度。试验结果表明:纳米材料掺量在2%以内时能够较好地改善水泥砂浆性能。

作者简介:

许继刚(1978-),男,河南滎池人,高级工程师,硕士,从事水电工程建设技术研究与管理工。

(责任编辑:李燕辉)

## 《中国水电技术标准“走出去”研究》课题通过国家能源局验收

2018年7月16日,国家能源局委托水电水利规划设计总院在北京组织召开了《中国水电技术标准“走出去”研究》课题验收会。40多家单位的110余名领导、委员、专家和代表参加了会议。

在国家全面实施“一带一路”倡议的带动下,中国水电“走出去”已然全面升级。但中国标准距离全面成套标准“走出去”还存在较大差距,已然成为我国水电工作对外技术交流和参与国际市场竞争的主要瓶颈之一,中国水电标准体系迫切需要同国际接轨。为此,2017年国家能源局委托水电水利规划设计总院开展中国水电技术标准“走出去”课题研究。

验收专家组在听取课题组汇报、详细审阅资料、深入质疑讨论后认为该成果达到国际领先水平,一致同意通过验收。专家组认为:课题研究方法和路线正确,课题全面系统收集整理了中国承建国际水电工程项目的技术标准使用情况,选取有代表性的国际水电工程开展了标准应用案例研究,系统总结了国内外技术标准在国际水电工程中的使用现状、成功经验和存在的问题;研究、梳理了国际及有代表性的国家、地区标准化管理理念与机制,全面对比分析了中外技术标准在设置结构、内容、使用管理等方面的主要差异,提出了“接轨国际、适应国情”的中国水电技术标准体系框架;提出了我国水电技术标准国际化工作方案,对中国水电技术标准“走出去”具有重要的指导意义。