

纳米材料在新型混凝土材料中的应用分析

马磊

(深圳市润丰新材料科技有限公司 深圳市 518000)

摘要: 纳米技术作为一种新型技术已得到越来越多的应用,其发展已经渗透到各行各业。混凝土作为全球使用最多的建筑施工材料,依托自身优点为建筑行业做出了不可磨灭的贡献。将纳米技术运用于土木建筑,通过将混凝土材料与纳米材料结合,不断研发新型混凝土配方和制造工艺,可有效改善新型混凝土的常规性能,也可赋予混凝土一些特殊功能,从而提升使用附加值,拓宽适用范围。

关键词: 纳米材料;新型混凝土材料;应用分析

Analysis of nanomaterials in new concrete materials

Ma Lei

(Shenzhen Runfeng New Material Technology Co., LTD., Shenzhen 518000)

Abstract: As a new technology, nanotechnology has been more and more applied, and its development has penetrated into all walks of life. Concrete, as the most used construction material in the world, has made an indelible contribution to the construction industry by relying on its own advantages. Using nanotechnology to civil buildings, through the combination of concrete materials and nanomaterials, continuous development of new concrete formula and manufacturing process, can effectively improve the conventional performance of new concrete, but also can give concrete some special functions, so as to enhance the use of added value, broaden the scope of application.

Key words: nanomaterials; new concrete materials; application analysis

引言:

一般来说,所谓纳米技术,是在纳米尺度范围内,通过操控分子,原子或者分子团,使其进行重组、排列、组合,继而创造出一种全新材料的新兴技术,其研究领域主要包括纳米应用技术以及纳米性能检测等^[1]。水泥混凝土在建筑领域用量较大,但其本身也有一些固有缺点,致使其在使用过程中不可避免的产生裂缝和破损,限制了其性能的发挥。将纳米技术与混凝土技术结合,开发新的配方和制造工艺,是现今建筑领域的新兴课题。

1. 纳米材料的特性及优势

1.1 纳米材料特性

1) 化学性质。实际比表面积大,而且其表面原子是不饱和的,因此分子中存在着许多不饱和键,从而使得纳米材料显示出极高的化学性质。一般情况下,大气中的剧烈氧化会使许多纳米金属颗粒被点燃。

2) 力学性质。由于纳米晶体材料有很大的表面积/体积比,杂质在界面的浓度便大大降低,从而提高了材料的力学性能。此外,由于纳米尺度的减少,纳米颗粒的综合强度和硬度比粗晶提高了4~6倍^[2]。

3) 热学性质。与常规粉体材料比较,纳米微粒整体表面原子实际数量较高,表面整体性能更好;由于其具有较高的分子间的活性、配位不全,且纳米颗粒真实大小比普通的块状物质要小得多。所以熔化过程中需要的能量也会更少,从而大大减少纳米颗粒自身的熔点。纳米材料自身的热学性能较强,其烧结实际温度要比传统粉末低很多,同时也能使纳米微粒实际晶化温度比传统粉末低很多。

4) 光学性质。纳米材料在结构上与常规晶态和非晶态材料有很大差别,突出地表现在小尺寸颗粒和庞大的体积百分数的界面,界面原子排列和键的组态的较大无规则性,这就使纳米材料的光学性质出现了一些不同于常规材料的新现象。

1.2 混凝土中使用纳米材料的优势

1) 与硅粉相比,纳米材料颗粒尺寸更小,填充孔隙率更高,

而且其本身较高的反应能力也有利于参与水泥水化反应。

2) 纳米材料可以明显提高混凝土自身的耐磨性以及混凝土的强度,但由于其较大的比表面积使得实际水量较大,因此必须对其种类和用量进行控制。为了确保混凝土自身特性,应采取合适措施降低收缩。在用于再生骨料混凝土的过程中,应充分考虑到每一种材料的实际用量及不同的混凝土比例,以大幅度减小整体收缩率,提高再生混凝土的性能以及强度^[3-4]。

2. 混凝土材料中的纳米技术

由于普通水泥混凝土具有较高的刚性和较差的柔韧性能,本身具有其固有缺点,在实际应用中不可避免产生开裂、破损等问题。因此,加快开发具有优异特性的新型水泥是非常有意义,而采用纳米技术能够很好克服上述问题。纳米混凝土较普通水泥混凝土在耐磨性、强度以及耐久性等领域均有较大提高,同时还具备防水以及吸水性等优点。在国防设施和某些特别的建筑设施建设过程中,这种设备可以同时吸收电磁波以及使用声音。

纳米材料用于混凝土后,会赋予其较好的耐用性和韧性。目前,在混凝土是通过水泥水硬化为实际结构的,这种矿物是无定形或者结晶的,以水合硅酸钙(C-S-H)为主。在水与其他活性粉体颗粒或者水泥表面相互作用下,这些矿物相会逐渐变大,从而产生反应界面。随着水合时结晶相实际密度增大,孔的直径为越小,水化产物的实际微观组织变得更加致密。混凝土的渗透性及其时效性的大小受两个因素的制约,胶凝材料的水化性是其主要的因素之一,另外还包括界面效应以及矿物相。此外,浆料中的实际水胶比也起着很大的作用,由于整体水胶比的大小与新混合物颗粒之间的距离和混凝土的空隙比有关。总体来讲,颗粒密度越大、缝隙越窄、粒子间隔越短。此外,微粒与纳米粒子的直径对粒子聚合形态有明显作用。纳米粒子与细颗粒的形态、微观结构和聚合性对粒子的凝聚态的作用基本一致^[5]。

将适当的 XPM 外加剂掺入到水泥中,制备出适量纳米级防水混凝土。当加入一定数量的水泥时,纳米混合料能够大力

推进混凝土加速期和诱导期的水化反应,可以明显改善混凝土的水化作用,使混凝土硬化后的结构有明显的改善,即密度更高,也可显著提升自身防水效果。作为一种对水泥内部环境变化十分灵敏的新材料,纳米材料对混凝土的湿敏性、温敏性、气敏性以及力敏性等都有明显的提升作用。

此外,纳米技术还可与核磁共振技术结合,研究混凝土的孔结构信息。如通过测试混合水泥浆液在不同反应时间下的弛豫时间谱,以水分布的变化反推水泥的反应过程。借助低场核磁共振技术,可研究新型水泥的水化反应过程,低场核磁共振技术可在非破坏条件下连续监测水泥基材料孔结构的发展。在水泥基材料的孔隙中,通常填充有水分。在一定的射频能的激发下,处在磁场中的水分子会发生共振现象,进而表现出弛豫行为,其弛豫时间的长短与水分子所在的孔隙尺寸有着量化的关系,因此能够间接地得到孔结构的信息。受限流体的弛豫主要受制于表面弛豫的影响。对于特定介质而言, T_2 与多孔介质的比表面积相关,在孔隙率相同时,孔径越小,比表面积越大,表面相互作用的影响越强烈, T_2 就越短。对多孔介质流体弛豫的研究提供了孔结构方面的信息。

同时,纳米水泥还可用于化工行业。

3. 纳米材料在新型混凝土材料中的应用案例

随着社会的迅速发展,我国基础建设工程规模不断扩大,水泥混凝土产量日益增多。近几年,由于水泥基复合材料的广泛使用,高性能混凝土逐渐受到世界各国的重视。与此同时,许多特定行业对水泥混凝土也有一定的功能要求,比如要求其具有抗冻、收音、高韧以及高强等性能。由于纳米材料微观尺度效应、表面效应、量子效应以及界面效应等诸多优势,所添加体系在结构和功能上都与常规材料相比有许多优势。利用纳米技术研制的新混凝土,其结构、强度及使用寿命均有大幅度提高。

3.1 新型纳米复合材料应用于混凝土结构

普通水泥颗粒实际直径达 $7\sim 200\mu\text{m}$,添加一种新型硅酸盐水凝胶非常关键,可以精确地测量出其在纳米级别上的实际大小。在体系中加入大量纳米粉体,主要包括纳米碳酸钙、纳米二氧化硅以及纳米粉末,可明显提高水泥混凝土硬化浆体自身的性能以及固化后的耐用性。但是,目前该技术仍有一些缺陷,成本偏高,限制其推广使用。因此,我们必须继续探索其更加宽广的未来。

3.2 利用纳米技术在光催化混凝土中的应用

二氧化钛具有洁净空气的效果,而纳米级锐钛矿型二氧化钛具有洁净空气、除臭杀菌以及自我清洁等功能,其可用于制备光催化混凝土,从而达到对环境污染的净化效果。但应注意水泥和催化剂的光催化使用年限,以改善其耐用性。

3.3 纳米金属粉应用于屏蔽混凝土

由于纳米金属材料具有表面效应,可以使其具有更好的活性以及特殊性能。目前,其主要特点有两个。随着时间的推移,纳米金属粉末自身表面强度也在逐渐增加。随着晶粒实际尺寸不断减小,其自身的强度和硬度随之增加。此外,由于纳米金属粉具有较高的可塑性,可以用作吸波介质,加入混凝土后,可以制作出具有优良的电磁屏蔽效果的混凝土。纳米金属粉末的应用领域较宽,并且还包含一些纳米合金粉末。因此,要选

用适当的合金粉末或者纳米金属等材料,以提高对混凝土自身抗冲击性能以及强度,并以具备电磁屏蔽性能为佳。另外,纳米金属氧化物还可制备自警混凝土等,这种混凝土具有较高的导电性能和感应性能,可以实现对土建结构的长时间的监测,便于对内部出现的裂纹、损伤进行评估,以及车辆重量及速度测量,这对于新型混凝土性能测试起到关键作用。关于水泥水化中的合金粉末或者纳米金属的反应机理及吸收机理的分析还有待于深入研究。

3.4 无机纳米/聚合物材料应用于功能混凝土

在混凝土中加入无机纳米/聚合物复合材料,不仅可以增加混凝土的抗拉、抗折以及抗压性能,而且还可以延长混凝土的使用寿命,也可使混凝土具备优良的导电性,精准测量水泥中的阻值变化,明确混凝土在荷载作用下的阻值趋势,可用于预测混凝土整体结构的破坏情况^[6]。

4. 发展愿景

近年来,随着建筑业的迅猛发展,混凝土发展迅速,其应用范围广,用量大。因此,行业内对混凝土的特性有了更高的要求,传统的水泥混凝土已逐渐无法适应时代的需求,人们纷纷寻求新的材料和工艺来优化或替代混凝土。目前,在市面上应用和推广的新型混凝土也越来越多。新型混凝土因其诸多优势而被大量用于施工领域,还有施工单位成立专业研发机构,开始自主研发新型混凝土及其相关仪器设备。在当今市场竞争中,若混凝土具备优良的性能与质量,可保证整个工程的顺利进行,节省成本。因此,应该加强纳米材料用于新型混凝土的研究力度^[7]。

5. 结论

总体来看,加入纳米材料后,会增强混凝土自身的韧性、强度以及耐久性,也可使混凝土具备一些特殊性能。目前主要的瓶颈在于纳米材料的价格问题,其使用会使混凝土的成本大幅增加。因此,要想在此基础上进一步降低使用成本,还需要进行大量的试验研究,明确作用机理。同时,也需要强化生产工艺研究,开发出优质、价廉、量大的纳米材料,如此才可在混凝土行业,甚至建材行业中有效普及,造福社会。

参考文献:

- [1]梁俊杰.分析纳米材料在新型混凝土材料中的应用[J].建筑工程技术与设计,2018(19):4106.
- [2]邢丽华.新型建筑材料中纳米材料的科学应用分析[J].建材发展导向(下),2015,13(5):38.
- [3]王福军.分析纳米材料在新型混凝土材料中的应用[J].读写算(教师版)(素质教育论坛),2013(32):2.
- [4]那艳明.纳米材料在土木工程中的应用与发展前景[J].合成材料老化与应用,2022,51(6):138-139,143.
- [5]刘军.纳米材料在建筑领域中的应用[J].山西建筑,2013,39(36):118-119.
- [6]孙文静,刘洁.纳米材料在建筑涂料中的应用[J].城市建设理论研究,2014(15):2095-2104.
- [7]高畅.FRP 约束纳米材料改性含再生砖骨料混凝土的受压性能研究[D].湖南:湖南大学,2019, L138-139.