

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510200757.6

[51] Int. Cl.

C04B 28/00 (2006.01)

C04B 14/48 (2006.01)

C04B 111/94 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008 年 4 月 30 日

[11] 授权公告号 CN 100384769C

[22] 申请日 2005.12.2

[21] 申请号 200510200757.6

[73] 专利权人 大连理工大学

地址 116024 辽宁辽宁凌工路 2 号

[72] 发明人 洪 雷

[56] 参考文献

CN1092751A 1994.9.28

CN1092048A 1994.9.14

CN1453237A 2003.11.5

WO0240799A 0202.5.23

钢/碳混合纤维体系对水泥复合材料性能的影响. 水中和. 武汉工业大学学报, 第 20 卷第 2 期. 1998

石墨导电混凝土的研究. 沈刚. 混凝土, 第 2 期(总第 172 期)期. 2004

碳/钢混杂纤维水泥基复合材料的性能研究. 王桂明. 武汉理工大学学报, 第 26 卷第 6 期. 2004

审查员 陈 龙

[74] 专利代理机构 大连理工大学专利中心

代理人 侯明远

权利要求书 1 页 说明书 3 页

[54] 发明名称

水泥基石墨钢纤维复合导电材料制备方法

[57] 摘要

水泥基石墨钢纤维复合导电材料制备方法, 属于新材料技术领域。目的是为桥面、路面提供一种导电发热进行融雪除冰的新型水泥基复合材料, 这种新型复合材料也可使用于结构构件上进行结构损伤自监控。本发明特征是在模具中撒布钢纤维, 再将水泥石墨砂浆和高效减水剂按比例配制成的高流动性料浆注入模具中, 经养护而成的一种新型导电建筑材料。本发明的效果和益处是, 这种新型水泥基复合材料, 具有较低的电阻率和优良的力学性能和良好的电阻率长期稳定性, 2 年以上电阻率无明显变化。该材料生产简单, 造价低廉, 广泛适用于桥面路面冬季融雪除冰, 室内地面采暖, 以及结构损伤自监控等工程中, 能够产生巨大的经济效益和社会效益。

1. 一种水泥基石墨钢纤维复合导电材料制备方法，是在模具中撒布长度30mm-40mm，长径比为50-60的平直形钢纤维，钢纤维的体积掺量16%-18%，再将水泥石墨砂浆和高效减水剂配制成的料浆注入模具中，经养护而成的一种导电复合材料；其特征是利用石墨和钢纤维作为导电相，采用细度200目-250目，含碳量96%-98%的粉末石墨，砂子采用细砂，粒径 $125\mu\text{m}$ - $150\mu\text{m}$ ；胶砂比即水泥+石墨+硅灰与砂子的重量比为1: 1.25，水泥与硅灰的重量比为10: 1，水泥与石墨重量比为10: 1，高效减水剂掺量为水泥+石墨+硅灰重量之和的1%，水胶比即拌合用水与水泥+石墨+硅灰重量比为0.38，经搅拌制成料浆，采用注浆成型工艺技术，制备水泥基石墨钢纤维复合导电材料。

## 水泥基石墨钢纤维复合导电材料制备方法

### 技术领域

本发明属于新材料技术领域，涉及到使用石墨及高掺量钢纤维作为导电相制造一种高强度低电阻率新型建筑材料的方法。

### 背景技术

近年来，随着建筑向着智能化方向的发展，对普通建筑材料的多功能性和智能化的要求日益迫切。建筑桥面材料、路面材料具有稳定的低电阻率冬季进行通电融雪除冰；用高强度低电阻率材料制造结构构件，通过监控电阻率的微小变化来监控结构损伤情况，这些均是建筑智能化的重要方面。要想实现这一目的，必须通过使用稳定可靠的高强度低电阻率的建筑材料。水泥基复合材料作为最大宗的建筑材料，目前国内外对其进行导电性方面的改性方法主要有以下三种方法，即：以石墨作为导电相实现材料导电性能；以低掺量钢纤维和钢屑为导电相实现材料导电性能；以碳纤维为导电相实现材料导电性能。这三种方法均可以使复合材料的电阻率降低到 $10\Omega\cdot\text{m}$ 以下，一般可以满足导电性能的要求，但也均存在一定的缺点：以石墨作为导电相实现材料导电性能，这种方法由于石墨的掺入，材料的强度明显下降，一般在石墨掺量达到水泥重量的10%左右时，抗压强度损失会达90%以上，强度降低到10MPa以下，已不能满足结构受力要求。以低掺量钢纤维和钢屑为导电相实现材料导电性能，这种方法是以传统的搅拌工艺成型复合材料，受搅拌工艺的限制钢纤维掺量很难超过1%。其最大的缺点是材料导电性能（电阻率）的稳定性差，一般在一年后由于钢纤维和钢屑的锈蚀和氧化钝化，其电阻率增大可达初始值得100倍以上，基本上失去了导电性能而不能继续使用。以碳纤维为导电相实现材料导电性能，这种方法由于碳纤维的价格昂贵，使得这种方法的应用十分不经济，因而影响了其大范围的使用。

### 发明内容

本发明的目的在于为桥面、路面提供一种既具有良好力学性能又能导电发热，解决冬季桥、路面融雪除冰问题的新型建筑材料；该材料也可用于建筑结构中，通过对结构受力过程材料电阻率的微小变化来实现对结构损伤进行自监控的目的。

本发明基本原理是：高体积率钢纤维和石墨粒子在复合材料基体中共同形成导电网络，

由于两种导电网络的共同作用,以及石墨离子导电网络良好的长期稳定性,因此该新型复合材料的电阻率很低且抗压强度和抗弯强度有大幅度提高,避免了其它方法在追求电阻率的降低而严重损失强度的缺点。

本发明的技术方案是以钢纤维和石墨作为复合材料的导电相,采用高流动性水泥石墨砂浆注浆成型工艺,该工艺可使钢纤维体积率高达15%以上,石墨掺量为水泥重量的10%以上。高掺量的钢纤维和石墨在材料基体中共同形成导电网络,材料电阻率在 $5-8\ \Omega\cdot\text{m}$ 之间,抗压强度可达80MPa以上,抗折强度可达30MPa以上;

本发明的效果和益处是,这种水泥基复合材料,具有较低的电阻率和优良的力学性能(抗压强度在80MPa以上抗弯强度在30MPa以上)和良好的电阻率长期稳定性,2年以上电阻率无明显变化。该材料生产简单,造价低廉,广泛适用于桥面路面冬季融雪除冰,室内地面采暖,以及结构损伤自监控等工程中,能够产生巨大的经济效益和社会效益。

#### 具体实施方式

以下结合技术方案详细叙述本发明的具体实施例。

##### 实施例一:

步骤1. 将长度30-40mm,长径比50-60的平直形钢纤维均匀撒布于一定形状的模具内,钢纤维体积率在16%-18%范围内。

##### 步骤2. 水泥-石墨-硅灰砂浆制作

水泥采用42.5MPa硅酸盐水泥,石墨采用粉末石墨,细度200-250目,含碳量96-98%,含硫量小于0.05%,含水率小于1%。砂子采用细砂,粒径 $125-150\ \mu\text{m}$ 。胶砂比(水泥+石墨+硅灰与砂子得重量比)为1:1.25,水泥与硅灰的重量比为10:1,水泥与石墨重量比为10:1。高效减水剂掺量为水泥+石墨+硅灰重量之和的1%。水胶比(拌合用水与水泥+石墨+硅灰重量比)为0.38。将水泥石墨倒入砂浆搅拌机内搅拌30-60秒,然后将砂子倒入搅拌机内搅拌30-60秒,将高效减水剂溶解于拌合水中徐徐倒入搅拌机内搅拌60秒。

步骤3. 将步骤2制成的料浆注入步骤1已均匀撒布钢纤维的模具中,为使料浆能均匀地填埋钢纤维层中,可使模具经适度振动。如制作的是构件,可置于温度 $20\pm 2^\circ\text{C}$ ,相对湿度大于90%的养护室内养护28天,拆模即可。如果现场制作,注浆成型后在表面覆盖一层塑料薄膜进行养护至一定龄期即可。

##### 实施例二:

步骤1. 将长度30-35mm,长径比40-50的异形钢纤维均匀撒布于一定形状的模具内,钢

纤维体积率在15%-16%范围内。

步骤2与步骤3同上。