

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

C04B 28/00 (2006.01)

C04B 14/48 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810044240.6

[43] 公开日 2008年9月17日

[11] 公开号 CN 101265058A

[22] 申请日 2008.4.17

[21] 申请号 200810044240.6

[71] 申请人 中铁二局股份有限公司

地址 610041 四川省成都市高新区九兴大道6号高发大厦

[72] 发明人 杨家松 尹大祥 吴建福 谢文清  
郑福美 李博闻 张宝栋 尹义祥  
邱 强

[74] 专利代理机构 成都九鼎天元知识产权代理有限公司

代理人 彭立琼 刘雪莲

权利要求书1页 说明书4页

[54] 发明名称

喷射混凝土

[57] 摘要

本发明涉及一种喷射混凝土，包括水泥、砂石混合料、钢纤维、速凝剂、特种外加剂，所述特种外加剂为主要化学成份为  $\text{SiO}_2$  和  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的无机中性纳米级沸石，其中水：水泥：砂石混合料：钢纤维重量配合比为 8.5~8.6：16.1~20.0：69.6~73.5：1.7~1.8，特种外加剂为水泥重量的 5~10%，速凝剂为水泥重量的 6~8%。本发明在富水区使用时，可在 1 分钟内终凝，10 分钟后有强度，回弹率由普通湿喷砼的 15% 下降至 7.8%，粘结强度达到 3.5MPa；一次喷射厚度 0.3m 以上。减少了衬砌作业工作量和岩面渗漏水现象。具有施工快速、灵活，可有效地改善洞内作业环境条件等优点。

1、一种喷射混凝土，包括水泥、砂石混合料、钢纤维，其特征在于，所述混凝土还包括速凝剂、特种外加剂，所述特种外加剂为主要化学成份为  $\text{SiO}_2$  和  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的无机中性纳米级沸石，其中水：水泥：砂石混合料：钢纤维重量配合比为 8.5~8.6:16.1~20.0: 69.6~73.5: 1.7~1.8，特种外加剂为水泥重量的 5~10%，速凝剂为水泥重量的 6~8%。

2、如权利要求 1 所述的喷射混凝土，其特征在于，还包括硅灰、减水剂，所述硅灰为水泥重量的 0-5%，减水剂为水泥重量的 0-0.8%。

3、如权利要求 1 所述的喷射混凝土，其特征在于，沸石的粒径为  $327.7 \times 10^{-9}\text{m}$ 。

## 喷射混凝土

### 技术领域

本发明涉及一种喷射混凝土，尤其是隧道富水区喷射混凝土。

### 背景技术

在隧道开挖过程中，为安全出发，喷射砼也必须紧跟，然而普通喷射砼在富水区进行喷射根本无法实现，其回弹达到 95%，所谓“富水区”一般指“线、滴状”水以下条件的隧道洞内的出水洞段，这类施工洞段的工程量特别大，通常隧道（洞）开挖后采取直接设置防水板结合二次衬砌砼加以解决；一旦结构出现渗水将进一步采取诸如堵漏剂、施工缝间刻 V 型槽埋管等方式处理。若采取先灌浆处理后再喷射普通砼既无法保证工期，而且还加大投入，随着喷射混凝土技术的不断进步，特别是在喷砼的配合比设计中加入外掺料和引进进口喷射机械台车，使湿喷工艺得到快速地发展，改变喷射砼的品质质量的各类外掺材料越来越多，如掺钢纤维、微纤维、硅粉、减水剂等，解决了喷护砼支护的不少工程技术难题，但仍然还没有找到适合富水区的喷射砼的配比设计。

### 发明内容

本发明的目的是：提供一种具有安全快速喷护效果的喷射混凝土。

本发明的目的是通过实施下述技术方案来实现的：

一种喷射混凝土，包括水泥、砂石混合料、钢纤维，其特征在于，所述混凝土还包括速凝剂、特种外加剂，所述特种外加剂为主要化学成份为  $\text{SiO}_2$  和  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的无机中性纳米级沸石，其中 水：水泥：砂石混合料：钢纤维重量配合比为 8.5~8.6:16.1~20.0: 69.6~73.5: 1.7~1.8，特种外加剂为水泥重量的 5~10%，速凝剂为水泥重量的 6~8%。

所述混凝土还包括硅灰、减水剂，所述硅灰为水泥重量的 0-5%，减水剂为水泥重量的 0-0.8%。

所述沸石的粒径为  $327.7 \times 10^{-9}\text{m}$ 。

本发明的喷射砼配合比中使用的纳米级特种外加剂是采用主要化学成份为  $\text{SiO}_2$  和  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的无机中性沸石经超细粉磨至粒径为纳米级的外加材料，该外加材料在机械研磨粉碎的过程中颗粒与冲击板及颗粒间的碰撞能量大部分转化成颗粒的内能和表面能，致使颗粒比表面积和比表面能增大，其力学性能发生明显变化，使其强度、硬度、抗老化性、耐久性等性能指标成倍提高。在水泥中掺入纳米级外加剂，能够加快水泥诱导期和加速期的水化反应，使汽-液-固三相通过饱和度达到相应的浓度梯度，改善了水泥凝固的三维结构；同时改善水

泥混凝土的堆积密度，既减表面水又减间隙水，使胶团产生聚合再聚合的作用。具有良好的胶结性、高减水率、高抗渗性、快凝性等性能，将其掺入到普通混凝土中，达到早强、低回弹率、提高一次喷层厚度、降低粉尘和防渗的目的。使混凝土的各项性能指标都得到很大的提高，为富水区的支护提供了必要的技术保障。纳米特种外加剂掺量占水泥含量的5~10%，尤其是10%时效果最佳；当纳米特种外加剂掺5%时，可以采取外加5%硅灰，加0.8%高效减水剂提高其综合性能。

速凝剂含量对各喷射混凝土配合比强度有较大影响，普通喷射砼速凝剂偏离最佳掺量的范围，不仅喷射砼终凝时间延长，同时对喷射砼最终强度也有不利影响。随着速凝剂掺量增大到6%以后，对纳米特种外加剂有促凝作用，喷砼可在2分钟内终凝，为确保喷射砼成功，速凝剂掺量也可增加到8%，原则上富水区速凝剂掺量在掺纳米特种外加剂后，小于6%掺量时喷射砼凝结时间长达10分钟以上，基本上为普通喷射砼效果。即速凝剂掺量达到6~8%效果最佳。

采用本配方的混凝土，其具有以下有益效果：

- ①降低喷射混凝土过程中的粉尘含量，回弹率由普通湿喷砼的15%下降至7.8%。
- ②粘结强度大大提高，可达到3.5MPa；一次喷射厚度可以达到0.5m以上。
- ③在一般渗水岩面可以正常喷射，大大减少岩面渗漏水现象。
- ④可将喷砼作为永久结构，可减少衬砌作业工作量。
- ⑤喷射砼可在1分钟内终凝，10分钟后有强度，其具有施工快速、灵活，可有效地改善洞内作业环境条件等优点。

## 具体实施方式

下面结合具体实施方式对本发明作进一步的阐述：

本发明的富水区喷射混凝土，包括水泥、砂石混合料、钢纤维、速凝剂、特种外加剂，特种外加剂为主要化学成份为 $\text{SiO}_2$ 和 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的无机中性纳米级沸石，沸石的粒径为 $327.7 \times 10^{-9}\text{m}$ ，还可以包括硅灰、减水剂。

以上配方的具体配比见下表：

试验编号	水灰比	每方混凝土材料用量 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )								坍落度 (cm)	7d 抗压强度 (MPa)	28d 抗压强度 (MPa)
		水	水泥	砂石混合料	钢纤维	特种外加剂	硅灰	减水剂	速凝剂			
A1	0.43	196	456	1585	40	45.6	—	—	27.36	18.0	34.6	44.5

A2	0.48	196	408	1641	40	40.8	—	—	24.48	18.5	33.1	41.2
A3	0.53	196	370	1685	40	37.0	—	—	22.20	17.0	28.2	36.6
A4	0.43	196	456	1585	40	22.8	22.8	1.824	27.36	16.5	32.5	41.9
A5	0.48	196	408	1641	40	20.4	20.4	1.632	24.48	15.0	29.1	37.6
A6	0.53	196	370	1685	40	18.5	18.5	1.480	22.20	17.5	25.3	33.8

喷射砼配合比水灰比范围在 **0.43~0.53** 之间(不包括掺合料比值), 加上掺合料水灰比范围在 **0.39~0.48** 之间。

以上配比经检测, 1) 单位容重 $\geq 23\text{KN/m}^3$ ; 2) 抗压强度 $\geq 38\text{MPa}$ ; 3) 抗折强度 $\geq 5.8\text{MPa}$ ; 4) 抗拉强度 $\geq 2.8\text{MPa}$ ; 6) 弹性模量 $\geq 3.0 \times 10^4\text{MPa}$ ; 7) 抗渗等级 $\geq \text{W18}$ ; 8) 与围岩粘结强度 $\geq 2.5\text{MPa}$ ;

将配方 A2 在现场使用, 坍落度为 18.5cm, 7 天抗压强度为 33.1 MPa, 28 天抗压强度 41.2 MPa。拱部回弹率 9.4%, 边墙回弹率 6.2%, 综合回弹率 7.8%, 凝结时间 1min, 喷后 10 min 后可承受铁锤锤击喷射砼, 一次喷射厚度为 25cm, 与围岩粘结强度最大为 3.53MP<sub>a</sub> 最小为 2.36MP<sub>a</sub>, 平均为 3.13 MP<sub>a</sub>。

采用 A5 配比的混凝土的坍落度为 15cm, 7 天抗压强度为 29.1 MPa, 28 天抗压强度 37.6 MPa。拱部回弹率 10.8%, 边墙回弹率 7.6%, 综合回弹率 9.2%, 凝结时间 4min, 一次喷射厚度大于 32cm。

以上试验中采用的喷射砼原材料选择宁远 P. 042. 5R 水泥, 自产的砂石混合骨料, 巩义市宏超建材有限公司生产的跨越 2000 砼速凝剂(液体), 成都双流宏达防水卷材厂生产的 HD-2 型纳米特种外加剂, 重庆富祥金属纤维有限公司生产的砼盾切断型钢纤维, 北京冶建外加剂生产的 JG-2 高效减水剂、成都东蓝星生产的硅灰。

本发明的喷射混凝土的具体使用方法如下:

- 1) 在富水区喷射岩面进行排水措施的辅助处理, 施作排水孔并预埋盲管。
- 2) 将以上所述配合比的水泥、砂石混合料、钢纤维、特种外加剂, 投入强制式拌和机, 震动拌和成喷射混凝土熟料, 观察、记录试验搅拌过程并使用砼

罐车运输至工作面，并放入 MEYCO 机械喷射台车的料斗中。

3) 用湿喷工艺经机械喷射台车喷射到岩壁上，喷射台车的喷嘴处混入速凝剂，喷射砼的拌合物将在数十秒与数分钟间达到终凝。喷射过程采用“自下而上，由外至里”的喷射顺序进行。

4) 进行数据采集、计算、分析。

采用上述 A2 配比的喷射砼一次喷厚可达 30cm 及以上，最大可达 50cm。其终凝时间最短可在 1min 完成，粘结力是普通砼的 7~8 倍以上，起到二次衬砌的作用，既可满足施工安全的及时支护需要，同时又能确保喷射质量。早强、低回弹率、提高一次喷层厚度、降低粉尘和防渗的目的。