



喷射混凝土



主要内容

- 1 喷射混凝土的现状与发展
- 2 喷射混凝土的原材料及配合比
- 3 喷射混凝土的施工工艺
- 4 喷射混凝土的应用实例
- 5 喷射混凝土的特点
- 6 存在的问题



1 喷射混凝土的应用现状

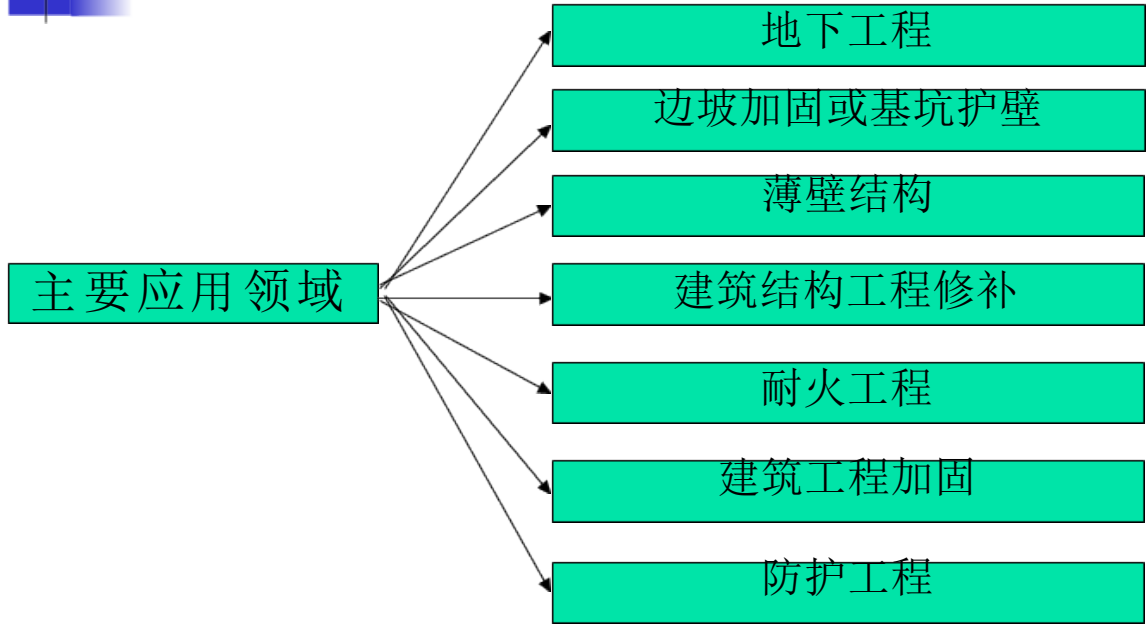
■ 1.1 喷射混凝土的定义

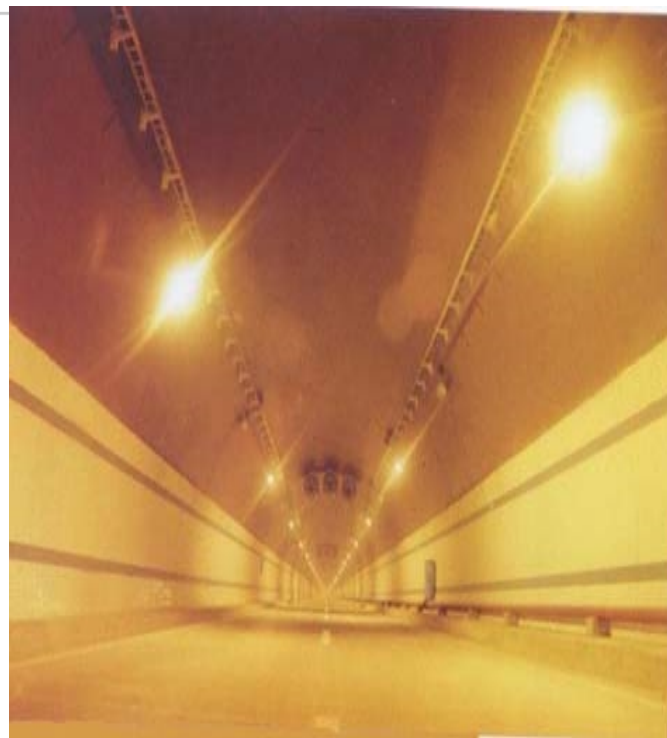
利用压缩空气或其他动力,将按一定配比拌制混凝土混合物沿管路输送至喷头处,以较髙速度喷射于受喷面,在很短的时间内凝结硬化而成的一种混凝土。喷射混凝土与传统的混凝土不同,它不需要架模、振捣,而是依赖喷射过程中水泥与骨料的连续撞击,压实而形成冲击挤压密实的混凝土。



1.2 喷射混凝土的发展历程

1914年美国在矿山和土木工程中首先使用了喷射水泥砂浆；1948-1953年兴建的奥地利卡普隆水力发电站的米尔隧洞最早使用了喷射混凝土支护，这也就是后来被工程界人士所认同的“新奥法”理论。后来，世界各国相继在土木建筑和水利工程中采用了喷射混凝土技术。





隧道施工



矿山井巷



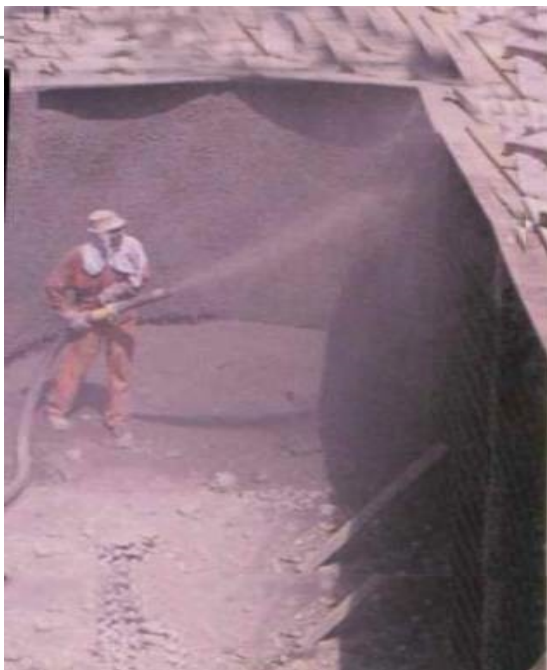
桥梁加固



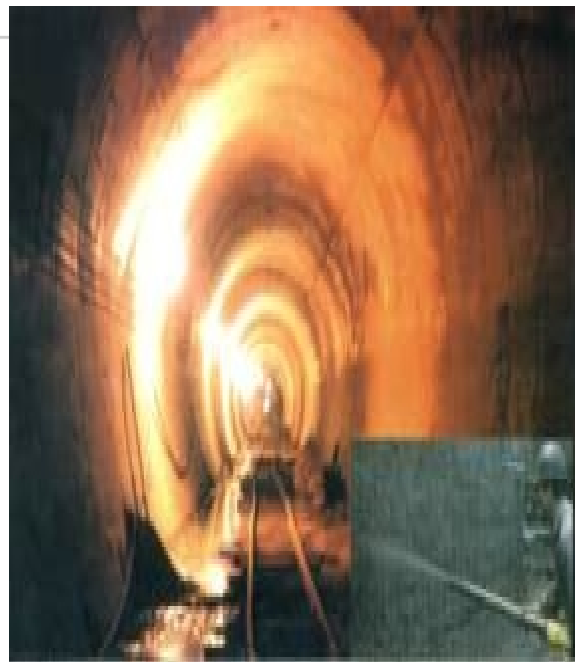
市政工程




岩土护坡



游泳池施工



铁路隧道



1.3 喷射混凝土的支护作用原理

- 1.3.1 支撑作用

喷射混凝土具有良好的物理力学性能，特别是抗压强度较高，可达20MPa以上。因此能起到支撑地压作用。又因其中掺有速凝剂，使混凝土凝结快、早期强度高，紧跟掘进工作而起到及时支撑围岩的作用，有效地控制了围岩的变形和破坏。



■ 1.3.2 充填作用

由于混凝土的喷射速度高，能很好地充填围岩的裂隙、节理和凹穴，大大提高了围岩的强度。



1.3.3 隔绝作用

喷射混凝土层封闭了围岩表面，完全隔绝了空气、水与围岩的接触，有效地防止了风化潮解而引起的围岩破坏与剥落；同时，由于围岩裂缝中充填了混凝土，使裂隙深处原有的充填物不致因风化作用而降低强度，也不致因水的作用而使原有充填物流失，使围岩能保持原有的稳定和强度。



1.3.4 转化作用

高速喷射到岩而上形成的混凝土层，具有很高的粘结力和较高的强度，混凝土层与围岩紧密结合，能在结合面上传递各种应力，再加上充填，隔绝作用的结果，提高了围岩的稳定性和自身的支撑能力，因而使混凝土层与围岩形成了一个共同工作的力学体，具有把岩石荷载转化为岩石承载结构的作用，从根本上改变了支架消极承压的弱点。



2 原材料及配合比

2.1 水泥

优先选用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥,这两种水泥凝结硬化快,保水性好,早期强度增长快。标号应不小于**32.5**,性能符合现行水泥标准。



2.2 细骨料

- 选用细度模数为2.5-3.0的中砂,含水率控制在5%-7%范围内,筛除杂质和超径砂粒,不宜用细砂。
- 其中直径小于0.075mm的颗粒不应超过20%,否则将影响水泥浆与骨料表面的良好黏结。




2.3 粗骨料

- 碎石表面粗糙,多棱角,利于在喷射中嵌入塑性的砂浆层内,能减少回弹量,混凝土强度也高。卵石表面光滑,有利于管道输送,能减少堵管现象。粒径为5-10 mm连续级配。
- 粗骨料的**最大粒径**对管道输送和**回弹量**有很大影响。国产混凝土喷射机规定粗骨料最大粒径一般为25mm,大多数国家规定不大于20mm。为了减少回弹量,不宜大于15mm。



2.4 活性掺和料


- 占水化产物的70%以上,对喷射混凝土的强度起关键作用的是C-S-H凝胶的数量。根据研究,凝期28d时的水泥中各种矿物成分没有完全水化,水泥的实际利用率仅为60%-70%,相当一部分水泥起到填充作用。由此看出过高的水泥用量无助于提高强度,甚至会损害后期强度。这是由于后期水化带来的体积不稳定性。


- 
- 考虑在喷射混凝土中掺入一些活性物质,以促进水泥水化产物的转化,提高喷射混凝土的强度,同时掺入一些遇水后呈粘性的物质,有助于降低回弹率。
 - 使用这些高活性细掺料替代30%水泥时, 1)喷射混凝土强度可以提高20%; 2)遇水后有粘聚性,附着力强,有利于降低回弹和粉尘;3)有微膨胀作用,以便补偿干燥收缩,从而提高喷射混凝土的抗渗性;4)价格低廉。



2.5纤维掺和料

- 用于支护的混凝土具有较好的塑性, 以抵抗深井巷道变形, 但混凝土材料是一种脆性材料, 喷射混凝土也不例外。研究表明: 纤维能有效的改善混凝土的脆性。


- 
- 过去隧道施工遇到不良地质,就用钢纤维喷射混凝土支护,及时制止了坍塌,施工顺利,尝到了甜头。但掺钢纤维也有其难度;成本高昂、配料搅拌时易结团、喷射时易堵管和钢纤维回弹易伤人,并且由于钢纤维的锈蚀使混凝土表面出现锈斑等。

- 
- 铁道部第十八工程局五处杨昌泉等人采用新型材料超混杂纤维代替钢纤维喷射混凝土的研究,其各项物理性能与掺钢纤维混凝土相当,但喷射效果优于掺钢纤维混凝土,且成本低廉,经济效益显著,很有推广价值。



2.6 外加剂

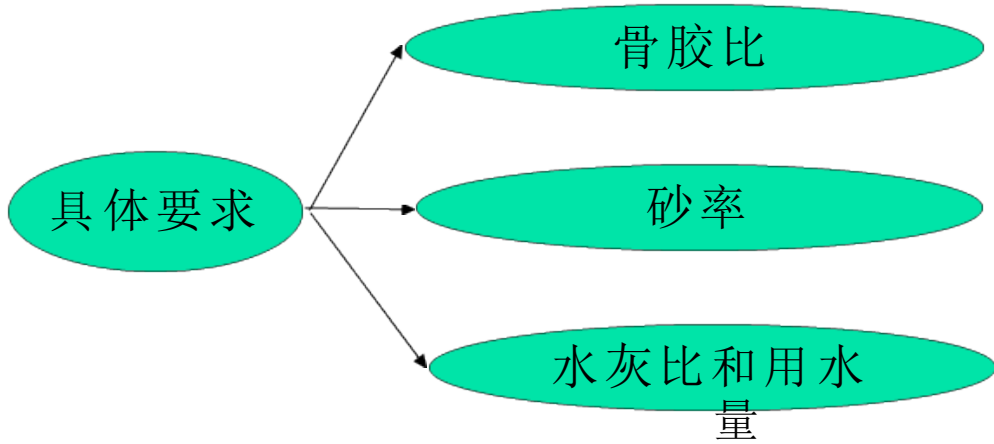
- 在喷射混凝土中一般使用的外加剂为速凝剂。加入速凝剂可加快喷射混凝土的凝结、硬化,提高其早期强度,减少喷射混凝土施工时因回弹和重力引起混凝土脱落。增大一次喷射混凝土厚度和缩短分层喷射的间隔时间。

- 
-
- 在使用前应做速凝剂与水泥的相容性试验及水泥净浆凝结效果试验。保证初凝时间不大于5min,终凝时间不大于10min,28d强度应不小于不加速凝剂试件强度的70%。



2.5 喷射混凝土的配合比设计


- 满足强度及其他物理性能的设计要求
- 与基材、钢筋等有良好的黏结性，混凝土密实度高。
- 回弹损失小
- 扬尘少
- 施工顺利，不发生管道堵塞或喷射面流淌坍塌






胶骨比

水泥与砂、石重量比称为骨胶比。由于喷射混凝土要求速凝、早强并存在28天强度损失及施工作业的特殊性，一般不采用普通混凝土的强度设计计算公式，而由经验与试验确定。



干式喷射胶骨比宜为 $1 : 4.0 \sim 4.5$;
湿式喷射胶骨比宜为 $1 : 3.5 \sim 4.0$ 。水泥用量过少，则回弹量大，早期强度增长慢；水泥用量过大，则经济效益下降，扬尘大，混凝土收缩增大。每立方米混凝土的水泥用量以 $375 \sim 400 \text{ kg}$ 为宜。为节约水泥并满足施工要求，可在拌和物中加入粉体掺合料，掺量经试验确定。



砂率

砂率对喷射混凝土性能有较大影响，一般选用砂率为45%~55%。较大的砂率有利于吸收二次喷射时的冲击能。使用粗砂时，砂率可以偏上限；使用粒度模数较小的中砂时，砂率偏下限。



水灰比和用水量

水灰比取决于对喷射物的稠度要求。水灰比应控制在0.40-0.45范围内,喷射混凝土表面平整有光泽,回弹量少,粉尘量也少,并能有效保证混凝土的强度。干式喷射时,水是由从喷嘴处加入的,由喷射操作工根据喷射面上混凝土的状况调整水阀,控制用水量。当喷射混凝土表面出现流淌、滑移、拉裂时,表明水灰比偏大;



若喷射混凝土表面出现干斑，施工作业粉尘大，回弹损失大，则表明水灰比太小；喷射混凝土表面平整，呈水亮光泽状，粉尘少，回弹小，则表明水灰比合适。



3 喷射施工工艺

- 喷射方式

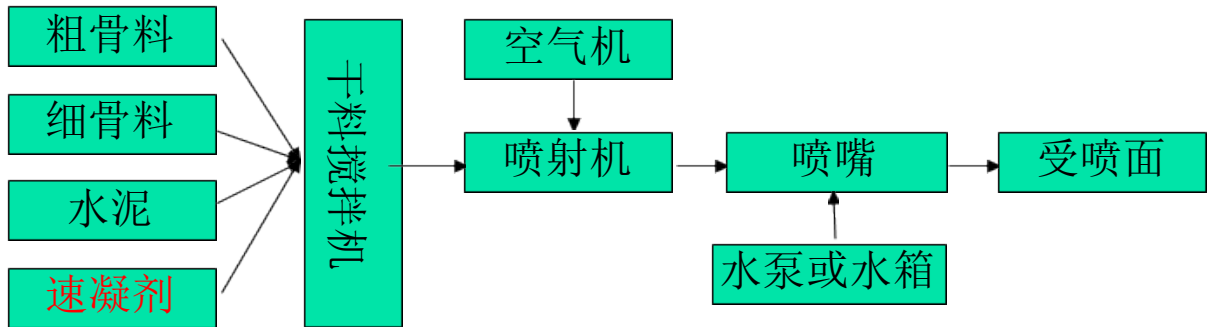
- 1 干式喷射法

- 2 湿式喷射法

- 3 造壳喷射法



■ (1) 干式喷射法





■ 干喷优缺点

优点：使用的干喷机结构较简单，体积小、重量轻，便于移动，适于高边坡及狭窄部位；机械清洗较容易，出现故障时可快速拆卸处理。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/388021071011006130>