

TU955

21

# 聚丙烯纤维网纤维喷射混凝土

新加坡 B. E. S. T 有限公司 张洁 栾峰 编写

## 1 引言

由聚丙烯合成的纤维网纤维作混凝土的微加强筋系统,是 80 年代中期美军工兵罗博特工程协会专为防空工事加固而研制的专利产品,由美国纤维网公司投入生产并推向全球市场。目前,已在 60 多个国家和地区推广使用,以其良好的效益引起各国的高度重视。纤维网适用于任何混凝土工程。本文将简单介绍纤维网喷射混凝土的特点、使用说明及施工方法。

## 2 纤维网及其用于喷射混凝土的优点

### 2.1 纤维网的化学和物理特性

聚丙烯纤维网纤维的主要化学物理性能如下:

吸水性	无
比重	0.91
纤维网长度	12~51mm
熔点	160~170℃
燃点	590℃
热传导性能	低
酸碱阻抗	高
张力强度	560~770MPa
杨氏弹性系数	3500MPa

### 2.2 纤维网纤维用于喷射混凝土的优点

自 80 年代以来,聚丙烯纤维网纤维喷射混凝土之所以能在世界各国很快推广,主要是因为采用纤维网能够大大提高工程质量和降低总成本。据统计,各国乐于采用这项技术,主要是基于以下理由:

- (1)能形成更厚的喷射混凝土层;
- (2)具有更高的粘稠性,能大幅度降低混凝土回弹,降低成本;

(3)能阻止收缩龟裂;

(4)增大抗冲击能力;

(5)明显提高弯曲强度;

(6)疲劳强度能提高 3 倍;

(7)该喷射混凝土的射流初速度仅为使用其他材料时的 70%~80%,减小了对已喷混凝土的冲击,利于提高混凝土的强度;

(8)泵送容易,不会损伤机械设备;

(9)纤维能抗酸碱腐蚀,没有锈蚀、老化问题;

(10)能改善混凝土的水密性,故能对主筋结构形成最佳保护,对延长混凝土的寿命有重要意义;

(11)不需改变原来的混凝土配合比;

(12)同金属丝网相比,纤维网纤维更易于储存、运输和使用;

(13)纤维网以三维方式均匀自动地分布在混凝土中。

## 3 纤维网纤维喷射混凝土的施工

### 3.1 纤维网的使用说明

(1)长度选择 目前美国纤维网公司推荐在混凝土中所使用纤维的长度为 19mm。

(2)混合顺序 纤维网纤维加入混合器,可以在其他混合料加入之前加入,也可在其他混合料加入之后加入,也可同时加入,加入量为  $0.9\text{kg}/\text{m}^3$ ,加入时按配比整包投入(无需拆包)即可。

(3)搅拌时间 搅拌 4~5min 即可,但延长搅拌时间不会影响纤维的分布和强度。

(4)配比设计 纤维网纤维加强混凝土是机械作用而不是化学作用,它的加入不需要附

加水和改变原来的混凝土配合比。

### 3.2 纤维网纤维喷射混凝土的施工

美国纤维网公司生产两种类型的纤维网纤维,即 Fibermesh™和 Harbourite™,适用于干喷和湿喷,从喷射效果考虑,最好采用湿喷。

采用干喷时,骨料的选择很重要,其最大粒径不得超过 4.75mm。干喷施工中,对混凝土质量影响最大的是水灰比,这只能通过工人高水平地操作来实现。采用湿喷则要省事得多,喷射手无需关心控制水量的准确程度,只要在拌合时将水灰比控制在 0.35~0.45 之间即可,应该说明的是,当按 0.9kg/m<sup>3</sup> 的量掺加聚丙烯纤维,其中有 5%起润滑作用,将减小输送管壁与骨料间的摩阻力,从而降低了泵送压力。

### 4 效果分析

现在纤维混凝土常用的纤维有钢纤维、玻璃纤维和纤维网纤维,不少人对这几种纤维的使用效果作过调查,其中较好的是 G. W. 克兰兹工程师的调查报告,现将其要点综述如下:

(1)不推荐在喷射混凝土中掺加玻璃纤维,除非有对反应加剧和由于碱腐蚀造成硅石失效加以保护的特殊意图。

(2)在高水灰比的喷射混凝土中加入钢纤维,腐蚀是影响其功能的根源,钢纤维增加了混凝土的导电性,因而助长了电解化学腐蚀。

(3)聚丙烯纤维是非腐蚀的化学填入物,它对矿质、酸碱基质和无机盐有很好的化学阻抗作用,故聚丙烯纤维有效地阻止了混凝土的塑性收缩和龟裂。

(4)有纤维和无纤维的喷射混凝土抗压强度的区别是明显的,但不是引人注目的,在抗弯强度方面的区别却是激动人心的。

(5)加有聚丙烯纤维的混凝土试件同加 AR 玻璃纤维的试件相比,其 7 天和 28 天抗压及抗弯强度要高出很多,与加钢纤维的试件相比,其抗弯强度更高,但抗压强度低于钢纤维的试件(玻璃纤维试件的抗压强度也比钢纤维试

件低)。

最后要强调的是,钢纤维在实际应用中还存在几个致命的弱点,即成本过高,对喷射设备有严重的损伤,难以拌合均匀。

### 5 应用实例

(1)1985 年,瑞典国家研究院对掺加钢纤维、聚丙烯纤维的喷射混凝土及普通喷射混凝土作了对比试验,结果加纤维的喷射混凝土的抗压强度比不加纤维者高 34%,抗弯强度高 46%。在矿山加固等工程实用中实测的回弹量为:没加纤维时为 25%,加钢纤维后为 10%,加聚丙烯纤维后为 4%~5%。

(2)美国亚利桑那州的运河防洪工程加固所用的喷射混凝土,全部用纤维网纤维取代金属丝网,喷射厚度为 100~150mm。

(3)1989 年,美国新墨西哥政府修建了两条泄洪河,为了便于比较,一条用传统的钢筋混凝土结构加固,另一条用纤维网纤维混凝土加固,据结算,用纤维混凝土者节约了 25%的投资。

(4)香港新隧道工程,出于环保、电力和商业服务要求,用纤维网取代了钢纤维,在喷射混凝土中掺加 19mm 的纤维,喷射厚度 75mm,效果非常好。菲律宾的某隧道用纤维网纤维混凝土加固洞门仰坡和作洞内初期支护,都很成功。

### 6 结论

近年来,纤维网纤维的应用在亚洲得到较快发展,特别是 1995 年以来,在中国的广东、山东、陕西、河南、上海、河北等地已取得较为成功的经验。相信纤维网纤维加强混凝土的技术,将会很快地被中国正在进行的大规模基建工程的设计所采用。

本文在编写过程中,得到美国纤维网公司国际市场董事 A. L. LANDAU 先生的大力支持,在此表示感谢。