

## 聚丙烯纤维喷砼在黎南复线的试验应用

陈锋

(黎南复线建设指挥部 广西 南宁 530000)

**摘要:**聚丙烯纤维喷砼作为隧道锚喷支护中的新型支护方式,因其良好的性能,已经受到多方的高度重视。该文就聚丙烯纤维喷砼的试验应用进行了探讨,着重介绍聚丙烯纤维喷砼试验和施工工艺。

**关键词:**聚丙烯纤维 喷砼 施工工艺 试验应用

由聚丙烯合成的纤维作为砼的微加强筋系统,是 20 世纪 80 年代中期美军工兵 ROBERT 工程协会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。目前,已在 60 多个国家和地区推广应用,因其良好的效益引起了各国高度重视。国内多家公司也引进了这一技术,并开始了试验性研究。

### 1 聚丙烯纤维及其用于喷砼的优点

(1)具有更高的粘稠性,大幅度降低砼的回弹,节省成本;(2)能阻止收缩龟裂;(3)增大抗冲击能力;(4)明显提高弯曲强度及疲劳强度;(5)提高抗渗能力,改善砼的密实性,对主筋结构形成最佳保护,延长砼结构的使用寿命。

### 2 纤维砼的施工工艺

#### 2.1 长度选择

借鉴国内外喷砼工程中的成功经验,推荐使用的纤维长度

为 12~14mm。

#### 2.2 拌合顺序

聚丙烯纤维与骨料的拌合在干拌状态下进行,即将砂、石、纤维、水泥一起干拌,纤维投放不受其它混合料投放顺序限制。

#### 2.3 搅拌时间

试验证明搅拌时间为 4~5min 即可。

#### 2.4 原材料选择

2.4.1 水泥:优先选用不低于 425# 的普通硅酸盐水泥,当用于有严重硅酸盐侵蚀的环境时,应选用抗硫酸盐水泥。

2.4.2 砂:宜选用坚硬耐久的中粗砂,细度模数 > 2.5,其中直径 < 0.075mm 的颗粒不应超过 20%,砂的含水率控制 6%~8%。否则影响水泥与骨料的粘结。细骨料的颗粒级配应满足表 1 的要求。

的  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  含量,影响了这些书的使用价值。在国外铁矿选矿的文献资料中绝大部分都对铁精矿的  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  (S、P) 等含量有系统分析和记述。因为铁精矿送给高炉炼铁前必须配成一定碱度 ( $R = \text{CaO} + \text{MgO} / \text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 造块后才能使用。含  $\text{SiO}_2$  及  $\text{Al}_2\text{O}_3$  高,就需要多配入石灰石,影响入高炉料含铁量及其冶金性能。

所谓“精料方针”是指入高炉的炉料含铁要高  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  要低,而不是指铁精矿含铁高就是精料。含铁相同的铁精矿,其中  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  含量不同,其影响和价值是不同的,评价铁精矿起码应以 Fe、Si、Al 三元素含量来评价,只用铁的含铁量评价是不全面的。国内出现这种情况反映出我国选矿工作者头脑里对铁精矿中  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  在炼铁中的重大影响认识不足,对采取措施降低其中  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  的重大作用和意义认识不足。这对贯彻高炉炉料的“精料方针”不利,也会影响到冶金铁矿山能否持续发展的重要问题,值得引起我国选矿界朋友的注意。

1976 年起我国开始进口澳大利亚铁矿石,以后扩大到进口巴西、印度和南非铁矿石。1997 年铁矿石进口量达到 5511 万吨,1999 年为 5527 万吨,2000 年可能会增至 6000 万吨,由于国产铁精矿品位低,虽目前使用国内、国外两种资源,炉料的综合品位仍赶不上日本、西欧和北美。对于我国选矿工业,如何提高我国难选矿石的铁精矿质量,为我国冶金工业增产增效,仍是值得继续努力

的方向,仍是一个具有挑战性的技术课题。

#### 参考文献

- 蒲海清. 依靠科技进步调整结构,迎接中国钢铁工业新世纪挑战.《钢铁》. [J]. 增刊. 1999. Vol. 34.
- 张寿荣. 面对新世纪挑战的我国钢铁工业. [J]. 钢铁. 增刊. Vol. 34.
- 王义达等. 加入 WTO 对我国铁矿业的影响及对策. [J]. 金属矿山. 2000. 4.
- 许清兴. 论烧结矿技术进步与高炉操作技术的发展. 烧结球团. 2000. 1.

#### Preliminary Discussion on Some Problems Concerning Ore Dressing for Iron Mine in China

Yu Yonfu

(Changsha Research Institute of Mining and Metallurgy Changsha Hunan 410012)

**Abstract:** It introduces the rapid increase of Iron ore and the production of Iron and steel as well as the present condition of the blast furnace concrete at home. It also discusses on how to develop the ore dressing industry for Iron mine and some aspects should be concerned under the condition that the iron content in the blast furnace material reaches up to 54~60% and the great import of iron ore with high quality.

**Key words:** Iron ore; ore dressing; blast furnace utilizing coefficient

表1 细骨料颗粒级配表

筛孔尺寸 (mm)	通过百分数 (以重量比)	筛孔尺寸 (mm)	通过百分数 (以重量比)
10	100		
5	95~100	0.6	25~60
2.5	80~100	0.3	10~30
1.2	50~85	0.15	2~10

注:可根据现场具体施工情况调整

2.4.3 碎石:卵石或碎石均可,以前者为好。最大粒径 $\geq 15\text{mm}$ ,粗骨料的级配应符合表2的限度;

表2 粗骨料级配表

筛孔尺寸 (mm)	通过每个筛子的重量百分比	
	级配1	级配2
15.0	100	
10.0	85~100	90~100
5.0	10~30	40~70
2.5	0~10	0~15
1.2	0~5	0~5

2.4.4 拌合用水及外加剂:与普通喷射砼要求相同。

2.5 配合比

应满足设计要求的强度,粘附性好,不发生管道堵塞。

2.5.1 胶集比:水泥与骨料之比为1:4~1:5,每立方砼水泥用量以350~400kg为宜。

2.5.2 聚丙烯纤维:掺量为水泥重量的0.26%,即每立方拌合料掺量为0.6~0.9kg。

2.5.3 砂率:一般选用的砂率为45%~55%。

2.5.4 水灰比:应控制在0.4~0.5,其表面平整,呈水亮光泽。

2.6 聚丙烯纤维喷射砼的施工工艺

2.6.1 喷射方式:根据砼不同的搅拌和运输工艺不同,分为干喷和湿喷两种方式,从喷射效果来看,最好采用湿喷。

2.6.2 喷射工艺

2.6.2.1 岩面处理:用高压水将基岩表面松动岩块、石粉冲洗干净。喷射前,用喷射机在工作面上洒适量水,保持一定湿度,提高岩面粘附力。

2.6.2.2 钢筋配置:保持喷射工作不受干扰,获取较密实的喷射砼层。

2.6.2.3 喷射作业:喷嘴至工作面的距离一般为0.8~1.0m;喷射角度控制在80°~90°;喷嘴处的风压一般控制在0.3~0.5MPa;喷嘴应按螺旋形轨迹移动。

2.6.2.4 回弹量调整,开始时回弹量较大,形成塑性层后,粗骨料嵌入,回弹量减少,一次喷射砼厚度 $\leq 5\text{cm}$ ,在掺速凝剂的情况下拱部5~7cm,边墙7~10cm。

2.6.2.5 养护:应在砼终凝2h后,喷水养护,养护时间 $\leq 14\text{d}$ 。

2.7 喷射砼工艺流程

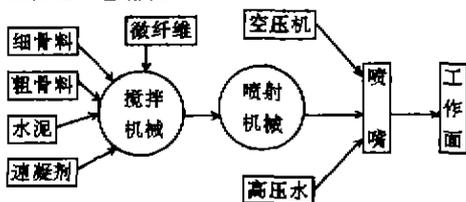


图1 干喷砼工艺流程

3 试验及结果分析

3.1 试验方法和地点

该次试验在黎南复线榭路隧道及羽四岭隧道进行,分别在隧道拱、墙做了测试,采用干喷方法。

3.2 试验材料

水泥:普通425#水泥,广西金钢水泥厂、普庙化宏水泥厂;

砂:中粗砂,细度模数2.0~2.81;

卵石:0.5~1.0cm,当地料;

速凝剂:贵州春林集团凯里分公司CI-2型,湖南冷水江TD-2型;

微纤维:长度14mm,掺量0.9kg/m<sup>3</sup>。

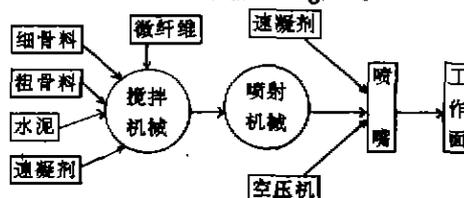


图2 湿喷砼工艺流程

3.3 试验配合比

表3 不同试验配合比对照表

材料含水	含水 (%)	用量(kg)		水灰比
		羽四岭隧道	榭路隧道	
水泥		1000	2050	
河砂	2	2100	4175	
碎石		2200	4175	
水		400	900	0.4~0.45
外加剂		50	6.2	
微纤维		4.5	4.5	

3.4 试验步骤

3.4.1 纤维与水泥、骨料一起混合,采用强制式搅拌机拌合4~5min,使纤维能均匀分散在干料之中;喷射时地上采用塑料布进行收集回弹物,并过磅称量。

3.4.2 试验结果

喷射砼总量16156.2kg,其中榭路隧道10406.2kg,羽四岭隧道5750kg;

回弹量:拱部:榭路隧道619.37kg(喷射砼总量4162.48kg),羽四岭隧道395kg(喷射砼总量2300kg);边墙:榭路隧道630.86kg(喷射砼总量6243.73kg),羽四岭隧道409.67kg(喷射砼总量3450kg)。

回弹率:拱部:榭路隧道14.9%,羽四岭隧道17.2%;边墙:榭路隧道10.1%,羽四岭隧道11.9%。

4 体会

从两座隧道的应用情况来看,加入微纤维的砼,能在岩壁上形成较厚的喷射厚度,喷射作业面的光洁平整度较好,回弹率拱部在18%以下,边墙在12%以下,而原工艺中不掺纤维的回弹量,拱部为20~30%,边墙为15~20%,回弹量明显降低,其抗裂性明显提高。综上所述,微纤维在喷射砼工艺中优势比较明显,建议予以推广应用。

参考文献

1.《铁路隧道新奥法指南》[M].北京:中国铁道出版社,1998.  
2.《锚杆喷射混凝土支护技术规范》(GBJ86-85).[S].1985.