

## 无碱液体速凝剂的性能和试验

徐瑾瑜

陕西友邦新材料科技有限公司, 陕西 西安 710065

[摘要] 为了研究无碱液体速凝剂的性能, 对掺加了无碱液体速凝剂的水泥净浆、砂浆和现场喷射混凝土, 进行了凝结时间、强度和回弹率的试验。试验结果表明: 无碱液体速凝剂与普通硅酸盐水泥适应性良好。掺加无碱液体速凝剂的喷射混凝土与掺加有碱速凝剂对比, 28 天强度的保有率可达到 90% 以上, 现场喷射混凝土的回弹率可保持在 10% 以内。

[关键词] 无碱液体速凝剂; 适应性; 强度; 回弹率

DOI: 10.33142/aem.v1i4.1042

中图分类号: TU528.042

文献标识码: A

### Performance and Test of Alkali-free Liquid Rapid Coagulant

XU Jinyu

Shaanxi Youbang New Materials Technology Co. Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710065, China

**Abstract:** In order to study the performance of alkali-free liquid accelerator, cement paste, mortar and field shotcrete with alkali-free liquid accelerator are tested for setting time, strength and resilience. The test results show that alkali-free liquid accelerator has good adaptability to ordinary Portland cement. Adding alkali-free liquid accelerator can increase strength retention rate of 28 days, reach retention rate more than 90% and rebound rate of field shotcrete can be maintained within 10%.

**Keywords:** alkali-free liquid accelerator; adaptability; strength; rebound rate

#### 引言

近年来由于环境保护和施工质量的要求, 粉体速凝剂所占市场比例迅速下降。液体速凝剂的发展和正在受到越来越多的重视, 特别是无碱液体速凝剂已成为国内外研究的重点课题。速凝剂普遍应用于水利、电力、矿山、铁路、隧道、抢险等各种工程项目的喷射混凝土施工中, 其性能和质量直接影响着喷射混凝土的质量和成本。无碱液体速凝剂是速凝剂的发展方向, 也是工程应用的必然趋势, 具有良好的推广和应用前景。

#### 1 性能

无碱液体速凝剂是应用在湿喷工艺的喷射混凝土施工中, 现今市场上的无碱液体速凝剂, 通常用硫酸铝、氢氧化铝、氟化钠、有机醇胺和聚丙烯酰胺等材料配置而成, 属于无机盐类复合水溶液。市场上生产厂家和品种繁多, 质量良莠不齐。

(1) 无碱液体速凝剂不是一个统一的性能配方, 需要根据水泥的品种、用量、水灰比的不同调整配方和掺量以达到其促凝作用和保障混凝土物理性能的发展。

(2) 环境温度会影响喷射混凝土的凝结速率和早期性能, 添加无碱液体速凝剂的喷射混凝土, 可以同时添加超塑剂, 合理降低水灰比提高混凝土的粘聚性, 以提高喷射混凝土的耐久性和最终的力学性能。

(3) 无碱液体速凝剂具有碱含量低 (<1%)、不含氯盐、储存稳定性好、无结晶沉淀、黏度低、容易抽取等特点。在喷射混凝土中可以做到无碱骨料反应隐患; 耐久性好、可作永久支护; 后期强度几乎不损失。避免了有碱液体速凝剂存在的稳定性差、储存时间短容易分层沉淀、腐蚀性强、容易造成碱骨料反应等缺点。

(4) 无碱液体速凝剂可使喷射混凝土与岩石表面更好的粘结, 有效啮合喷射混凝土层, 减少回弹。与不加速凝剂并充分振实的基准混凝土相比, 喷射混凝土的喷实率可达 90%, 可有效降低隧道渗水内的有害物质对混凝土的侵蚀。

(5) 试验检测中无碱液体速凝剂与普通硅酸盐水泥的适应性普遍良好, 按国标水泥凝结时间测定掺量范围在 3-6%。早期强度高 (一天强度 8-12MPa), 后期强度基本无损失并可与普通混凝土一样持续增加 (28 天强度可达到设计强度的 90-110%)。有碱速凝剂 28 天强度一般损失在 25-30%, 后期强度还会持续降低。

(6) 可以在喷射混凝土搅拌过程中添加高性能的减水保塑剂, 不影响速凝剂的凝结时间和喷射效果。①可以使混凝土的粘聚性达到最佳, 提高混凝土的坍落度值到 14-16cm, 使混凝土在卸车和管道输送的过程中更加容易; ②降低水

灰比,从而降低水泥用量(可节约水泥 10-15%),同时加快混凝土凝结时间;③保塑剂的添加还可以保证混凝土的长距离运输和停放时间的延长,增加混凝土运输量,有效提高施工效率。

## 2 试验

(1) 试验室水泥凝结时间检测, 试验目的: 测试水泥与无碱液体速凝剂的适应性, 确定掺量, 调整配方。

表 1 凝结时间

试 验 条 件	水泥 (g)	水 (g)	无碱液体速凝剂(g)		温度 (°C)
	400	152	16 (含固量 48%)		28
1	凝结时间 min:s	初 凝	≤3 : 00	2 : 25	备注
		终 凝	≤8 : 00	5 : 35	尧柏 P. 042. 5
2	凝结时间 min:s	初 凝	≤3 : 00	3 : 45	备注
		终 凝	≤8 : 00	6 : 05	冀东 P. 042. 5
3	凝结时间 min:s	初 凝	≤3 : 00	2 : 05	备注
		终 凝	≤8 : 00	5 : 45	声威 P. 042.

表 2 凝结时间

试 验 条 件	水泥 (g)	水 (g)	无碱液体速凝剂(g)		温度 (°C)
	400	148	24 (含固量 48%)		10
1	凝结时间 min:s	初 凝	≤3 : 00	3 : 40	备注
		终 凝	≤8 : 00	7 : 35	尧柏 P. 042. 5
2	凝结时间 min:s	初 凝	≤3 : 00	4 : 25	备注
		终 凝	≤8 : 00	8 : 05	冀东 P. 042. 5
3	凝结时间 min:s	初 凝	≤3 : 00	3 : 15	备注
		终 凝	≤8 : 00	6 : 45	声威 P. 042.

从表 1 表 2 中得出, 试验温度的变化直接影响到速凝剂的掺量和凝结时间, 冬季通过试验室水泥凝结时间试验确定掺量。不同品牌的水泥与速凝剂的适应性有差异, 但同一地区同一品种的水泥差异不大。

(2) 试验室砂浆强度试验, 试验目的: 通过对无碱液体速凝剂和有碱液体速凝剂的强度检测, 对比速凝剂对混凝土 1 天、28 天强度的影响, 作为喷射混凝土配合比设计的参考数据, 从而确定水灰比和水泥用量。

序号	检测项目	标准要求（一等品）	检测结果	备注
1	砂浆 1d 抗压强度, MPa	≥7.0	10.2	无碱
	砂浆 28d 抗压强度比,%	≥75	98	速凝剂
2	砂浆 1d 抗压强度, MPa	≥7.0	12	有碱
	砂浆 28d 抗压强度比,%	≥75	69	速凝剂

通过试验数据, 无碱液体速凝剂, 在后期强度的增长上明显优于有碱速凝剂, 大量的试验数据和现场数据表明, 传统的有碱速凝剂虽然产品价格低廉, 但使用工程中回弹大混凝土强度损失大, 与无碱速凝剂配置的混凝土相比, 成本是大大增加了的, 并且会造成大量耗材和建筑垃圾, 并对环境造成二次污染。

### 3 施工现场喷射混凝土喷射试验

试验目的: 测试喷射混凝土回弹率, 并通过试验指导施工, 使混凝土回弹量控制在 10%之内。

减少喷射混凝土回弹量的技术条件:

- (1) 喷射手的操作: 熟练规范对喷射距离的合理掌握。
- (2) 速凝剂的质量: 达到 JC477-2005《喷射混凝土用速凝剂》一等品标准要求。

湿喷混凝土设计要领: ①胶凝材料用量, 根据现场材料情况在 400-450Kg 为宜; ②较大的砂率 45-50%为宜, 以保证混凝土较好的粘聚性; ③满足施工要求的最小水灰比 0.45-0.5; ④5-15mm 的米石(其中 10-15mm 米石所占比例在 10-15% 为宜)。以上为参考数据, 具体配合比确定需根据施工现场原材料状态和施工工艺要求试验后确定。

试验 1 现场试喷喷射混凝土配合比

水泥	砂子	碎石	水	速凝剂	减水剂
460	820	820	255	27.6	-
起始坍落度	30min 坍落度	混凝土状态			回弹率
20	17	二次加水: 混凝土发散, 粘聚性差			18

试验 2 现场试喷喷射混凝土配合比

水泥	砂子	碎石	水	速凝剂	减水剂
460	820	820	225	27.5	-
起始坍落度	30min 坍落度	混凝土状态			回弹率
18	15	混凝土粘, 流动性差			12

试验 3 现场试喷喷射混凝土配合比

水泥	砂子	碎石	水	速凝剂	减水剂
460	820	820	205	23	3.68

起始坍落度	30min 坍落度	混凝土状态	回弹率
20	17	混凝土流动性粘聚性良好	8

经现场喷射试验结果,实际操作中的喷射混凝土应该注意一下事项:(1)试喷前对速凝剂的用量有一个准确的率定和称量;(2)坍落度不宜大于 17cm;(3)严格控制水灰比,严禁中途加水;(4)一次喷射混凝土层厚度,喷拱不低于 10cm,喷边不低于 15cm;(5)根据施工现场的混凝土状态和施工温度,操作手可以通过流量调控器,随时调整掺量,以达到降低回弹率的效果,提高掺量除了降低回弹率,不会影响混凝土其他性能。

#### 4 结束语

我国的无碱液体速凝剂的研制和发展已经经过了十年时间,产品质量越来越稳定,生产工艺和质量把控已经成熟,生产过程中不加热常温反应,操作简单无污染。实际应用中取得了施工单位的一直好评,在降低混凝土损耗、提高混凝土质量、提高施工效率上明显优于传统速凝剂。虽然其成本较高,市场销售价高于传统速凝剂,但市场份额在近两年已占到 30%,高速铁路项目已明确规定只能用无碱速凝剂,国家大型重点工程更是早已淘汰了有碱速凝剂。2018 年的环保严差是碱价格直线上涨,有碱速凝剂已无价格优势,无碱速凝剂在今年已被广泛应用,越来越多的高速公路项目也明确规定,淘汰干喷工艺,优先考虑无碱液体速凝剂。

#### [参考文献]

- [1]甘杰忠.无氯、无碱液体速凝剂的组成性能及机理研究[D].北京:中国建材科学研究院,2014.
  - [2]武萍,尚建丽,李国新.影响液体速凝剂作用效果的试验研究[J].化学建材,2006(01):40-41.
  - [3]吴华明,张建纲,于诚.水泥特性对无碱液体速凝剂的适应性影响[J].隧道建设,2016(05):537-543.
  - [4]潘志华,程建坤.水泥速凝剂研究现状及发展方向[J].建井技术,2005(02):22-27.
  - [5]王锦宇,王进春,康静.喷射混凝土用低回弹低碱液体速凝剂及制备方法[D].南京:南京工业大学学报,2014.
  - [6]贺雄飞,张讯.无碱液体速凝剂组分的速凝机理探讨[J].隧道建设,2014(12):12.
  - [7]秦廉,张雄,张永娟.新型喷射混凝土用无碱液体速凝剂的研制与优化配伍[D].绵阳:西南科技大学学报,2014.
- 作者简介:徐瑾瑜(1980-),本科学历,工程师。