

负温井壁混凝土用多功能防冻剂的研究

杨明飞

(安徽理工大学, 安徽淮南232001)

摘要: 为了使负温井壁混凝土能够在负温条件下凝结与硬化, 并满足其各项性能要求, 采用高效减水剂+防冻剂+早强剂+引气剂复合的技术路线, 通过正交试验设计复配了适应负温早强流态井壁混凝土的复合多功能防冻剂。结果表明: 针对负温混凝土, 影响强度的主要因素是高效减水组分的掺量, 而影响凝结时间的主要因素是防冻组分的掺量, 综合考虑混凝土所处环境等因素后, 最终确定各组分掺量之间的最佳配比。复合防冻剂的掺量为水泥质量的4.5%, 可起到减水、早强、防冻及抗冻的作用。

关键词: 防冻剂; 负温混凝土; 高效减水剂; 引气剂

中图分类号: TU37 文献标志码: A 文章编号: 0253—2336(2008)04—0028—04

淮南地区井壁建设项目中, 由于井壁混凝土始终处于恒定负温, 因此解决混凝土在恒定负温条件下的凝结硬化问题尤为突出, 解决这个问题一方面可以采取保温措施, 避免混凝土早期受冻, 另外就是混凝土本身能在负温条件下凝结硬化, 防止混凝土的冻害, 方法主要是研制混凝土复合外加剂, 同时需要外加剂为混凝土提供早强、流态等要求。

本文采用引气减水组分、防冻组分、高效减水组分、早强组分来复配, 复配的重点是解决防冻、早强、减水、引气组分的合理掺量以及相互之间的相容性, 此外, 尽可能的减少对混凝土的工作性能、力学及耐久性能的负面影响, 真正达到提高早期强度、防冻、抗冻等目的^[1-3]

1 复合多功能防冻剂的原料。

A引气减水剂(木钙粉); B防冻剂(亚硝酸钠); c高效减水剂(NF高效减水剂); D早强剂硫酸钠)。

2正交设计试验方案^[2-4]

2.1 影响因素

水泥采用凤阳产32.5级的普通硅酸盐水泥, 试验测得的指标符合要求。砂子采用的是细度模数为2.89的河砂, 属中砂。石子为龙岗地区碎石粒径为5~25 mm连续级配, 压碎指标为9.45。混凝土拌和用水为自来水。外加剂按正交设计的9种试验方案添加。

2.2 试验情况及结果分析

首先对拟采用的外加材料进行全面分析, 初步组合, 并借助相关试验将次要成分的品种、掺量固定将主要的4种外加剂按照 $L_9(3^4)$ 设计方案进行混凝土性能试验。

按照《混凝土防冻剂》(JC478—92)的要求随料、拌和、浇筑、振捣混凝土, 控制混凝土入模度在10℃左右, 坍落度(80±10)mm, 以 $f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6, f_0$, 工以及凝结时间作为试验指标其中 f_1, f_2, f_3 分别表示受检混凝土在规定负温条件下(-5℃)养护3, 7, 28 d后从低温箱中取出, 并常温化冻5 h后进行抗压试验的实测强度, MPa; f_4, f_6 为受检混凝土在规定负温条件下(-5℃)养护7 d后再转入标准条件下(20±3)℃养护28 d和56 d后的抗压实测强度, MPa; f_5 为基准混凝土标准条件下养护28 d后的实测强度, MPa; 工为掺用外加剂的混凝土在标准条件下养护28d的抗压实测强度, MPa。因素与水平见表1。

安全科普知识

- ◆ 不断发展的三维地震勘探技术
- ◆ 钻探勘查技术
- ◆ 中国煤炭能源新产业发展现状
- ◆ 中国煤炭煤质特征
- ◆ 中国煤炭煤质特征1
- ◆ 中国煤炭分类国家标准中各类煤
- ◆ 怎样做好煤矿新工人安全教育培训
- ◆ 我国煤矿职业危害的防治对策
- ◆ 数字解读山西煤炭
- ◆ 数字化矿井筑起安全保障线

[更多>>](#)

专家答疑

- ◆ 通讯
- ◆ 主巷道的风力
- ◆ 煤矿启封密闭的安全技术措施
- ◆ 主井的防腐处理
- ◆ 上隅角瓦斯治理
- ◆ 请问有没有办法让烟煤变成无烟煤变无烟煤
- ◆ 请问缺失挥发份的值怎么计算
- ◆ 证件
- ◆ 皮带断带的问题

[更多>>](#)

表3 单项指标极差计算结果^[6]

指 标	因 素				
	A	B	C	D	
f_1	K_1	13.7	13.5	13.7	12.2
	K_2	14.8	15.3	14.8	15.0
	K_3	15.0	14.7	15.0	16.3
	R	1.3	1.8	1.3	4.1
f_2	K_1	33.5	41.0	36.4	33.6
	K_2	35.7	35.8	36.0	41.3
	K_3	46.8	39.2	43.6	41.1
	R	13.3	8.6	7.6	7.7
f_3	K_1	65.5	72.7	64.8	69.0
	K_2	64.0	67.5	70.0	71.4
	K_3	77.9	68.2	73.6	68.0
	R	13.9	5.2	8.8	3.4
f_4	K_1	107.1	117.5	105.0	109.9
	K_2	110.2	108.9	109.9	112.5
	K_3	113.5	108.4	117.9	110.4
	R	6.4	9.1	12.9	2.4
f_5	K_1	114.6	118.7	108.6	112.0
	K_2	114.1	112.8	113.2	118.2
	K_3	118.8	116.0	125.9	117.3
	R	4.7	5.9	17.3	6.2

表1 因素和水平

水平	因素用量/%			
	A 引气减水剂	B 防冻剂	C 减水剂	D 早强剂
1	0.1	1.0	0.8	1.0
2	0.2	1.5	1.0	1.5
3	0.3	2.0	1.2	2.0

试验方案见表2, 结果见表3。

表2 外加材料正交试验结果及极差计算结果

号	因 素				实测强度/MPa				
	A	B	C	D	f_1	f_2	f_3	f_6	f_0
1	1	1	1	1	3.2	9.5	21.2	34.9	35.4
2	1	2	2	2	5.1	10.2	22.0	35.2	37.1
3	1	3	3	3	5.4	13.8	22.3	37.0	42.1
4	2	1	2	3	5.3	12.6	22.1	38.4	38.6
5	2	2	3	1	4.6	10.9	21.9	38.7	39.1
6	2	3	1	2	4.9	12.2	20.0	35.1	36.4
7	3	1	3	2	5.0	18.9	29.4	42.2	44.7
8	3	2	1	3	5.6	14.7	23.6	35.0	36.6
9	3	3	2	1	4.4	13.2	25.9	36.3	37.5

基准混凝土标准条件下养护28 d强度 f_0 为31.2 MPa; 受检混凝土的含气量在4.5%~5.

5%。基准混凝土的用水量为 185 kg/m^3 , 含气量为2.1% (体积分数)。极差的计算: K_1 K_2 K_3 R的计算方法与A组分对应的一列为例: 与 f_1 对应的 K_1 K_2 K_3 分别是A引气减水剂(水钙粉) 掺量选择水平1, 2, 3时对应的工之和, R是 K_i ($i=1, 2, 3$) 值之间的最大差值。

混凝土凝结时间测试结果见表4。通过试验分析可以看出, 影响强度的主要因素是C组分掺量, 然后依次是A组分掺量、D组分掺量、B组分掺量, 原因在于在混凝土养护早期由于C和A组分的减水作用, 减少混凝土拌和物单位用水量, 在减水的同时还存在D组分早强效果, 能提高混凝土的早期强度, 在强度继续发展的后期, 由于B组分即抗冻组分的降低冰点作用, 使混凝土的水化反应得以继续进行, 同时由于A组分的引气作用, 使混凝土内部形成合理的抗冻孔结构, 保证了强度在负温条件下的发展, 从强度考虑选用 $A_3B_2C_3D_2$ 为复配方案。通过对混凝土凝结时间(初凝和终凝)的测定说明: 第3组、第5组、第7组, 混凝土的凝结时间较短, 通过分析4种外加剂的作用原理认为影响混凝土凝结时间的主要因素是D组分、B组分, 然后是A组分以及C组分, 但从总体上看, 凝结时间的长短受各个组分之间比例关系的制约, 从凝结时间考虑宜选用第7组A, B, csD: 为复配方案, 综合考虑强度和凝结时间要求, 本文以强度为第一出发点, 因此在凝结时间方案的基础之上适当增加了B组分的掺量, 最终复合方案按照 $A_3B_2C_3D_2$ 进行。

表4 混凝土凝结时间测试结果

编 号	因 素				初凝时 间/s	终凝时 间/s
	A	B	C	D		
1	1	1	1	1	8.53	10.83
2	1	2	2	2	7.83	10.38
3	1	3	3	3	6.75	7.90
4	2	1	2	3	7.08	8.77
5	2	2	3	1	6.80	7.92
6	2	3	1	2	7.75	9.05
7	3	1	3	2	6.25	7.42
8	3	2	1	3	7.77	8.25
9	3	3	2	1	8.12	10.07

检验结果见表5。表5中，抗压强度比为受检混凝土规定龄期强度与基准混凝土标准条件下养护28 d的强度之比式中， R_1 ， R_2 ， R_3 ， R_4 分别表示受检混凝土标准条件下养护28 d、负温养护7 d、负温养护7 d转正温标准条件下养护28 d和负温养护7 d转正温标准条件下养护56 d的强度与基准混凝土标准条件下养护28d的强度之比：

$$R_1 = \frac{f_0}{f_5} \times 100\%$$

$$R_2 = \frac{f_2}{f_5} \times 100\%$$

$$R_3 = \frac{f_4}{f_5} \times 100\%$$

$$R_4 = \frac{f_6}{f_5} \times 100\%$$

基准混凝土标准条件下养护28 d强度 $f_5=31.2$ MPa，凝结时间差是以基准混凝土作对比：掺有复合外加剂的受检各龄期混凝土强度值为： $f_0=44.7$ MPa， $f_2=18.9$ MPa， $f_6=31.6$ MPa，MPa。

检验表明：

1)按(JC475—92)的要求对复合外加剂行技术性能检验的结果可以说明，在外加剂掺量4.5%水泥质量且混凝土的坍落度为80 mm时，混凝土的含气量为5%左右，其强度及其他各项性均达到或超过(JC475—92)的要求。

2)复合外加剂主要通过改善混凝土的内部构来形成抗冻结构，与传统的抗冻剂相比，对混凝土的耐久性、后期强度损伤较小。

3)复合而成的高效外加剂对改善负温混凝土拌和物的和易性，提高负温混凝土早期强度及负混凝土的抗冻性、抗渗性、耐腐蚀性具有明显用。

4)通过对复配的高效复合外加剂系统的试表明该复合外加剂适宜配制负温早强流态井壁混凝土。

4 复合多功能防冻剂的特点

通过对复配的复合外加剂各个组分的性能进行分析，确定其品种以及合理的掺量，再使用正交表来安排正交试验分析各个因素对混凝土性能的影响确定主次因素，然后利用凝结时间试验综合考虑出复合外加剂最优的复合方案。通过试验测复配的复合型外加剂具有以下特点：

1)减水率大、泌水小。对凤阳32.5级普通硅酸盐水泥来说，水泥净浆减水率达到了37%，远远超过了一般外加剂的减水率，达到了高效减水剂的减水率。

对水泥用量小，坍落度大的大流动性混凝土有较小的泌水率；对水泥用量小，坍落度小的塑性混凝土基本不泌水。而基准混凝土在水泥用量少，坍落度不大时，就有较多水泌出；当水泥用量多，坍落度大，就有严重的泌水现象。

2)流动性经时损失小。在使用凤阳32.5级普通酸盐水泥的情况下，1 h之内损失最大在18.9%左右。

3)对负温早强有利。从防冻混凝土性能试验方法检验外加剂的结果来看，掺外加剂混凝土在坍落度达80 mm左右、含气量在5%左右的情况下，各龄期的强度，尤其早期强度明显高于技术指标的要求。

5 结 论

研制的复合多功能防冻剂由4种组分构成，满足负温井壁混凝土早强、防冻的施工要求，与普通

的复合防冻剂相比,改善了混凝土内部结构,形成了细小、密闭的孔结构,从而阻断了连通混凝土内部毛细管的通道,提高其抗渗性、抗冻性等耐久性,对钢筋无锈蚀,且经济性较好。

参考文献:

- [1] 石人俊. 混凝土外加剂性能及应用[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1985.
- [2] 马保国, 王迎飞, 钟开红. 一种多功能复合型防冻剂FD-1的研制[J]. 武汉理工大学学报, 2002(11).
- [3] 倪修全, 崔北名. 井壁用泵送混凝土的研究[J]. 建井技术, 1999(3).
- [4] 本书编写组. 正交试验设计法: Mj. 上海: 上海科学技术出版社, 1979.

作者简介: 杨明飞(1979—), 男, 辽宁朝阳人, 讲师, 从事工民建方面的教学和高性能混凝土方面科研工作。Tel: 13855406800。E-mail: ynff000000@163.com

[版权声明](#) [商铺介绍](#) [理事会章程](#) [广告招商](#) [CCTE网站联盟](#) [友情链接](#) [帮助中心](#)

主办单位: 煤矿与煤炭城市发展工作委员会
协办单位: 北京嘉诚禾力广告有限公司
联系地址: 北京市海淀区彰化路银利娜管理中心西区5号楼 邮政编码: 100097
电话: 010-51638370 传真: 010-51638371/72
E-mail: master@mtsbxn.com mtsbxn@163.com
网站备案号: 京ICP备05035317号

