

缓凝剂对石膏作用效果的影响*

李先友^{1,2}, 陈明凤¹, 彭家惠¹, 吴莉¹

(1.重庆大学 建材系,重庆 400045;2.贵州省遵义市房屋拆迁管理处,贵州 563000)

摘要:缓凝剂在石膏中作用效果如何,取决于石膏 pH 值、石膏细度、石膏品种、石膏水灰比及水化温度等诸多因素,主要考察了石膏 pH 值、石膏细度和石膏品种对缓凝剂作用效果的影响。结果表明:石膏 pH 值、石膏细度和石膏品种不同,缓凝剂对石膏凝结时间和强度的作用效果不同。

关键词:石膏;缓凝剂;凝结时间;强度

中图分类号:TU502 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-7329(2004)04-0092-04

Factors Influencing the Effect of Retarder for Building Gypsum

LI Xian-you^{1,2}, CHEN Ming-feng¹, PENG Jia-hui¹, WU Li¹

(1. Department of Building Materials, Chongqing University, Chongqing 400045, P. R. China; 2. Guizhou Zunyi Management Office of Housing Demolition, Guizhou 563000, P. R. China)

Abstract: The retarding effect of retardants in building gypsum depend on many factors such as pH value. Fineness of gypsum particles, gypsum type, water/gypsum ratio and hydration temperature. In this paper, the influence of pH value, fineness and sort of gypsum on the effect of retarders are studied. Results show that for the gypsum with different pH value, fineness and of different sort, the effects of retarders on its setting time and strength are different.

Keywords: gypsum; retarder; setting time; strength

缓凝剂对石膏作用效果的影响因素是多方面的,包括水膏比、温度、PH 值、石膏颗粒细度、石膏种类等^[1-4]。在一定温度和标准稠度用水量下,分别从石膏的 PH 值、石膏细度和石膏品种三个方面考察缓凝剂对石膏的凝结时间和强度的影响,从而了解缓凝剂在不同的影响因素作用下对石膏的作用效果,有助于探明缓凝剂对石膏的作用机理。

1 原材料

本研究采用的石膏基本性能指标如表 1 所示。缓凝剂及其它化学试剂均为市售。

表 1 石膏主要性能指标

石膏品种	产地	标准稠度需水量(%)	初凝时间/min	终凝时间/min
建筑石膏	重庆璧山	63.3	14	23
建筑石膏	四川眉山	65.0	12	18
脱硫石膏	重庆华能珞璜电厂	66.7	7	11

2 试验方法

2.1 标准稠度用水量、凝结时间和强度测定

当石膏初凝时间在 30 min 内时,按照 GB9776-88《建筑石膏》标准测定,当初凝时间超过 30 min 时,按照 JC/T517-93《粉刷石膏》标准测定。强度测定按 GB9776-88《建筑石膏》标准进行。

* 收稿日期:2004-02-10

基金项目:国家自然科学基金资助项目(50078055)

作者简介:李先友(1969-),男,贵州遵义人,硕士,主要从事建筑工程研究。

2.2 pH 值调节和测定

酸性用 0.02% 的盐酸(HCl)调节,碱性用 0.01g/ml 的氢氧化钠(NaOH)调节。pH 值用数字型 pH 计测定。

3 结果与讨论

3.1 在不同 pH 值下,缓凝剂与石膏凝结时间和强度的关系

通过研究 pH 值对缓凝剂作用效果的影响,一方面可以在一定掺量下,调节 pH 值使缓凝剂的作用效果达到最佳;另一方面,有助于了解缓凝剂在石膏中形成沉淀或络合物的稳定性,从而对缓凝剂的缓凝机理研究有一定的指导作用。本文选取柠檬酸、多聚磷酸钠和骨胶三种典型的缓凝剂,测定其对石膏凝结时间和强度的影响。固定水膏比为 0.617,固定其凝结时间相近时的掺量,用 NaOH 和 HCl 调节酸碱性,测试结果如图 1~6 所示。

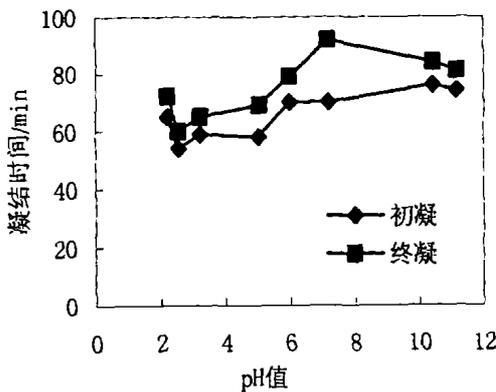


图1 在不同 pH 值下,建筑石膏掺加 0.1% 柠檬酸的凝结时间

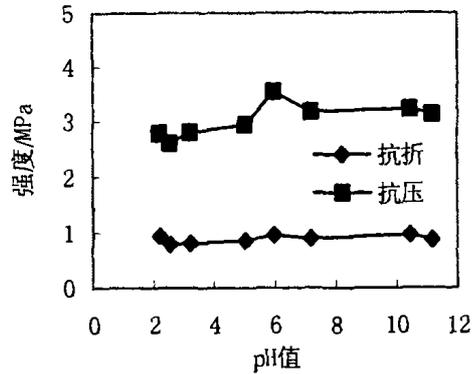


图2 在不同 pH 值下,建筑石膏掺加 0.1% 柠檬酸的 1 d 抗折、抗压强度

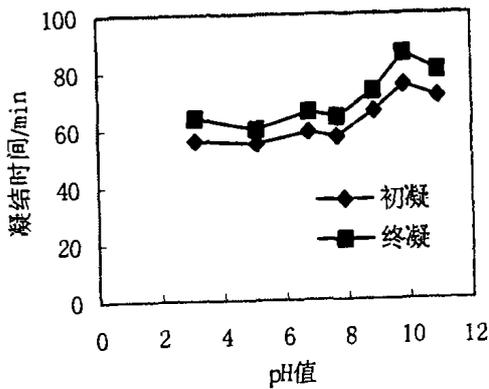


图3 在不同 pH 值下,建筑石膏掺加 0.2% 多聚磷酸钠的凝时间

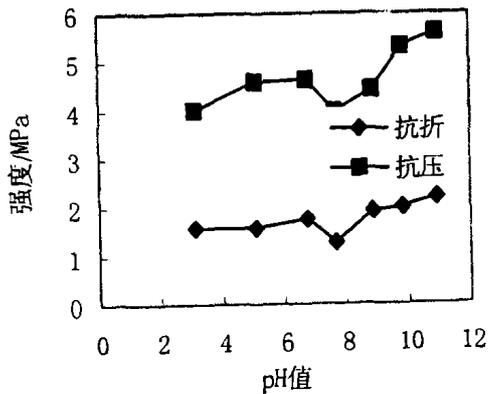


图4 在不同 pH 值下,建筑石膏掺加 0.2% 多聚磷酸钠的 1 d 抗折、抗压强度

3.1.1 在不同 pH 值下,柠檬酸与石膏凝结时间和强度的关系 从图 1 可知,在 pH 值 7~10 阶段,掺加柠檬酸的石膏凝结时间最长,pH 值低于 7 或高于 10 时,凝结时间都比 7~10 阶段要短。在 pH 值超过 10 时,凝结时间呈现降低趋势,但仍比酸性条件下凝结时间长,因而柠檬酸调节石膏凝结时间适于偏碱性环境。从图 2 可知,总体来看,掺加柠檬酸后,pH 值的变化对石膏的抗折、抗压强度影响不明显。石膏中掺加柠檬酸后,石膏在中性和碱性环境中强度偏高,在酸性环境中强度偏低。不掺加酸或碱时,掺加柠檬酸的石膏浆体 pH 值为 3.2,因而要达到较长的凝结时间和较高的强度,需要掺加一定量的碱将 pH 值调到偏碱性,但碱性不宜过高,pH 值不要超过 10。

3.1.2 在不同 pH 值下,多聚磷酸钠与石膏凝结时间和强度的关系 从图 3 可以看出,掺加多聚磷酸钠后,当 pH 值小于 7.7 时,凝结时间与 pH 值基本无关;当 pH 值在 7.7~10.9 阶段时,凝结时间随 pH 值增加而延长;当 pH 值大于 10.9 后,凝结时间又略有下降,而且碱性条件比酸性条件下的凝结时间长。从

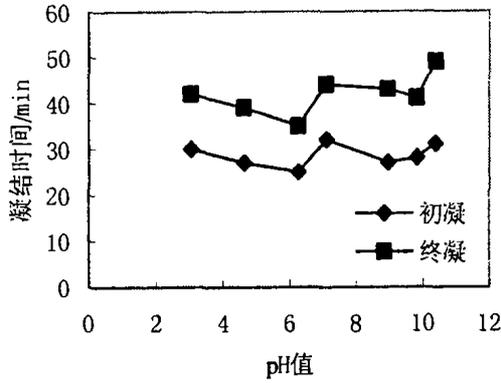


图 5 在不同 pH 值下,建筑石膏掺加 0.3% 骨胶的凝时间

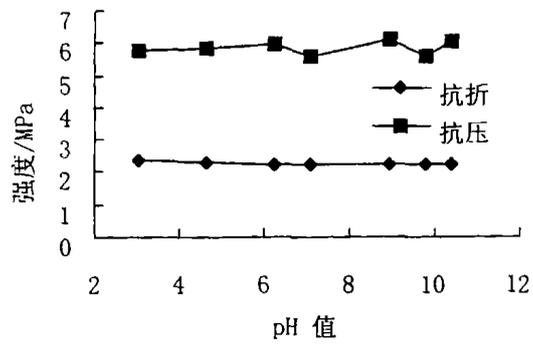


图 6 在不同 pH 值下,建筑石膏掺加 0.2% 骨胶的 1 d 抗折、抗压强度

图 4 可知,掺加多聚磷酸钠后,石膏强度在碱性条件下较高,在酸性条件下较低。不掺加酸或碱时,掺入多聚磷酸钠的石膏浆体 pH 值为 8.9,因而采用多聚磷酸钠作缓凝剂时,应加碱调节水化环境到碱性(pH 值为 8.9~10.9),可以使石膏凝结时间偏长,同时强度偏高。

3.1.3 在不同 pH 值下,骨胶与石膏凝结时间和强度的影响 从图 5~6 可知,石膏中掺入 0.3% 的骨胶,在调节的 pH 值范围内,凝结时间无明显变化,初凝时间在 30 min 左右波动,终凝时间在 40 min 左右波动。在中性和碱性条件下,略微比在酸性条件下凝结时间长,pH 值对掺加骨胶的石膏强度亦无明显影响。骨胶在不掺酸或碱时的 pH 值为 7.1,为中性条件,因而使用骨胶作石膏缓凝剂时,可不用调节 pH 值直接使用。

3.2 缓凝剂在不同细度石膏中的作用效果

本实验将璧山建筑石膏分别粉磨一定时间,得到四种比表面积的不同石膏,在标准稠度下考察其不掺和掺加 0.1% 不同缓凝剂后的凝结时间和绝干强度,从而了解缓凝剂对不同细度石膏的作用效果。

表 2 缓凝剂在不同细度石膏中的作用效果

缓凝剂种类	石膏比表面积/ $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$	凝结时间/min		绝干强度/MPa	
		初凝	终凝	抗压	抗折
无	5 265	11	18	12.06	4.19
	8 164	8	10	13.43	4.27
	10 571	7	9	12.05	3.72
	11 236	10	13	3.37	1.66
柠檬酸	5 265	86	95	5.84	1.93
	8 164	45	50	7.60	2.76
	10 571	40	44	5.11	2.18
	11 236	40	45	4.89	1.74
多聚磷酸钠	5 265	55	74	9.47	3.42
	8 164	21	27	6.77	2.74
	10 571	18	22	6.20	2.46
	11 236	19	29	5.08	2.32
六偏磷酸钠	5 265	66	82	8.57	3.24
	8 164	13	20	8.04	2.93
	10 571	10	16	6.64	2.55
	11 236	12	16	4.90	2.10

由表 2 可知,从前三种细度看,无论是否掺入缓凝剂,石膏凝结时间均随细度增加而缩短,但当石膏比表面积达到 $11\ 236\ \text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ 时,凝结时间却又略有升高。石膏掺加缓凝剂后,石膏细度从 $5\ 265\ \text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ 增加到 $8\ 164\ \text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ 时,石膏凝结时间大幅度缩短,可知,比表面积增大对缓凝剂的作用效果具有一定的抵消作用。当细度达到 $8\ 164\ \text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ 后,凝结时间与细度关系不大。因此,掺加缓凝剂后石膏颗粒比表面积在 $5\ 165 \sim 8\ 164\ \text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ 时,石膏细度对石膏凝结时间影响显著。建筑石膏细度的变化对石膏硬化体的绝干强度影响不如对凝结时间影响显著。随着石膏细度的增加,石膏硬化体的绝干强度基

本都呈现下降趋势。但对不掺缓凝剂和掺柠檬酸的建筑石膏,当石膏比表面积从 $5\ 265\ \text{cm}^2\cdot\text{g}^{-1}$ 增加到 $8\ 165\ \text{cm}^2\cdot\text{g}^{-1}$ 时,石膏强度有所增加。

3.3 缓凝剂对不同石膏的适应性

由于各种石膏的相组成、成分及杂质含量不同,缓凝剂在石膏中的作用效果也就不同,本实验在重庆璧山建筑石膏、四川眉山建筑石膏和脱硫石膏中分别掺入 0.1% 的柠檬酸、多聚磷酸钠和六偏磷酸钠,测定它们对石膏在标准稠度下的凝结时间和强度影响。

表3 缓凝剂在不同种类石膏中的作用效果

缓凝剂名称	石膏品种	凝结时间/min		绝干强度/MPa	
		初凝	终凝	抗折	抗压
无	脱硫石膏	7	11	5.50	18.94
	眉山石膏	12	18	3.74	12.58
	璧山石膏	11	18	4.19	12.06
柠檬酸	脱硫石膏	48	56	3.23	12.76
	眉山石膏	110	120	1.67	5.03
	璧山石膏	86	95	1.93	5.84
多聚磷酸钠	脱硫石膏	10	18	4.39	17.53
	眉山石膏	43	57	2.07	4.11
	璧山石膏	55	74	3.42	9.47
六偏磷酸钠	脱硫石膏	7	14	4.24	14.79
	眉山石膏	26	43	1.67	3.34
	璧山石膏	66	92	3.24	8.57

从表3可知,柠檬酸掺入眉山建筑石膏中,凝结时间最长,缓凝效果最好,璧山石膏次之,脱硫石膏最差;多聚磷酸钠和六偏磷酸钠掺入璧山石膏中凝结时间最长,掺入脱硫石膏中凝结时间最短。因此可以认为,柠檬酸适合作眉山石膏缓凝剂,多聚磷酸钠和六偏磷酸钠适合作璧山石膏缓凝剂,三种缓凝剂对脱硫石膏的缓凝效果均不佳。从强度来看,三种缓凝剂掺入脱硫石膏中最高,多聚磷酸钠和六偏磷酸钠掺入璧山石膏中强度也较高。柠檬酸掺入后对璧山和眉山石膏强度损失均较大,多聚磷酸钠和六偏磷酸钠掺入眉山石膏中对强度损失较大。

4 结论

1) 在不同 pH 值下,缓凝剂对石膏的作用效果是不相同的。柠檬酸适合在中性偏碱性的条件下作石膏的缓凝剂,多聚磷酸钠适合在碱性条件下作石膏的缓凝剂,骨胶则在中性条件下,对石膏的缓凝效果最好。

2) 石膏细度增加,缓凝剂的缓凝效果变差,石膏硬化体强度降低。

3) 柠檬酸掺入眉山建筑石膏中,凝结时间最长,但也使强度下降较大;多聚磷酸钠和六偏磷酸钠掺入璧山石膏中,凝结时间最长,且对其强度损失不大;柠檬酸、多聚磷酸钠和六偏磷酸钠三种缓凝剂对脱硫石膏的缓凝效果均不佳,同时对其强度影响也不大。

参考文献:

- [1] 余红发.缓凝剂对建筑石膏物理力学的影响[J].新型建筑材料,1999,(4):13-15.
- [2] 陈建中.缓凝剂对建筑石膏性能的影响[J].新型建筑材料,1993(1):20-22.
- [3] 李庚英,林芳辉,彭家惠.建筑石膏缓凝剂的研究[J].汕头大学学报,1998,13(2):27-32.
- [4] 陆熙炯,秦特夫.缓凝剂对不同石膏适应性的研究[A].中国硅酸盐学会石膏专业委员会年会论文集[C].山西太原,1999.