

# 水硬性材料对石膏制品的改性研究

31-53

西南工学院材料系

王玉平

吕淑珍

周开伟

TQ177.376

**摘要:**石膏制品因其耐水性差、抗折强度较低,限制了它的应用。采用掺入水硬性材料来改善其缺点是一种简单、经济实用的途径。本文叙述了在石膏制品制备时掺入一定量的水硬性水泥,达到提高抗折强度 13% 以上,抗压强度 15%~35%,耐水性显著提高的结果,并探讨了其发展规律及其原理。

**关键词:**胶凝材料 石膏制品 改性 抗水性。

**Abstract:** The application scope of gypsum products is limited for its lower water resistance and bending strength. As a simple, economic, useful method, to add hydraulicity materials will improve the above properties. The article describes, that the result may be achieved as follows: to increase tensile strength more than 13% and compressive strength 15%~55%, to raise water resistance remarkably by means of addition definite hydraulicity cement during preparation gypsum products. The changing regularity and modification principle are discussed in the article.

**Keywords:** cementing material, gypsum product, modification

## 一、前言

在建筑工业中,由于石膏制品具有质量轻、生产效率高、隔热、隔音、耐火等优点,愈来愈多地受到重视。但由于耐水性较差,影响了产品的

使用范围和效果。

用水硬性材料对石膏改性,既可提高制品的强度,又能大大改善其抗水性。本文研究了上述改性的方法,并探讨了其内在的发展规律,获得了较为实用的结果。

表 4 复合卷材实测性能

项 目	卷材实测性能
抗压强度(MPa)	0.31
剥离性能(N/25 mm)	11.3
耐热性(80 C, 5 h)	无变化
耐紫外光老化(169 h)	无变化
导热系数(W/m·K)	0.056
面密度(kg/m <sup>2</sup> )	14.0

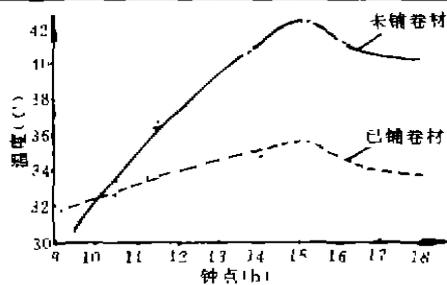


图 7 室内温度变化曲线

## 四、结 语

防水保温复合卷材在工厂已将保温材料与

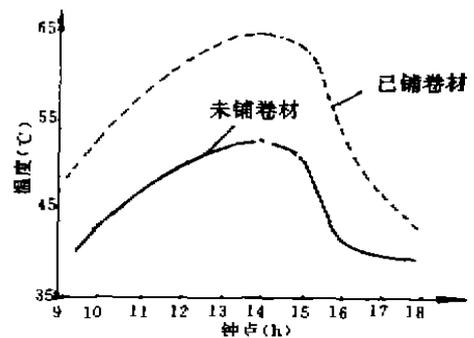


图 8 室外(屋面)温度变化曲线

防水材料复合为一体,在施工现场将保温、找平、防水等三道工序合并为一次施工,大大简化了施工操作步骤,缩短了整个工程的施工工期,减轻了屋面的荷载,避免保温、找平、防水等各工序间的相互扯皮。为屋面的防水与保温等工程提供了可靠、新型、便于施工的材料。

作者地址 200032 上海市宛平南路 75 号

收稿日期 1996-06-28

## 二、试 验

### 1. 试验材料

石膏：普通建筑用石膏粉，其性能满足国标要求。

水泥：硅酸盐水泥 425<sup>#</sup>，高铝水泥，硫铝酸盐水泥。

### 2. 试验原理及工艺

当普通石膏制品处于饱和水状态时，强度损失可达 70%，这主要是石膏硬化浆体中的水化产物具有较大的溶解度，特别是浆体中的结晶接触点处更大。如二水石膏的溶解度为  $6 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$ ，而水化硅酸钙的溶解度仅为  $8 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$ ；另外硬化体中也存在着严重的结构缺陷，使制品的强度、抗水性受到影响。

在制品中掺入适量能与石膏反应，并形成低溶解度、高结合力的水硬性物质，将有利于石膏制品的性能改善。理论研究表明，最有效的可能是钙矾石。

钙矾石是水泥水化时，铝酸盐与石膏或硫铝酸盐与石膏共存的产物。它极易发育为难溶于水的针状晶体结构，具有很高的强度及稳定性，抗水性良好。其它水硬性物质，如 C—S—H 可改善石膏的性能，但存在生成速率的差异而影响制品的制造过程。在石膏制品中，这些水硬性的物质可以弥补石膏结晶体的高溶解性，及在高湿度条件下吸收一定水分的性能；在正常使用条件下发挥其针状结构及与其它物质交叉，共生而产生增强作用的优势，从而使石膏制品的绝对强度、抗水性能及干湿交变性能有一个较大的提高。

试验工艺流程见图 1。

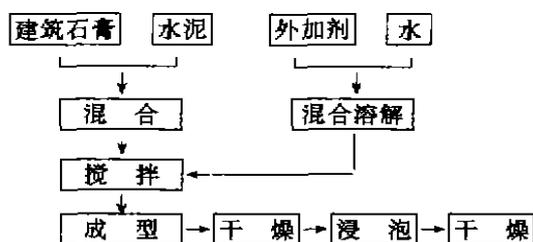


图 1 工艺流程

本试验测试了成型干燥后的样品以及干燥

再浸泡的样品和浸泡再干燥的样品，以便评价不同配比时的性能。

## 三、试验结果及讨论

### 1. 制品的物理性能

试验选高铝水泥作为制品掺入物，试验以标准稠度为基础，确定水灰比为 0.7，成型后干燥并测定凝结时间、抗折强度、抗压强度等指标。表 1 为不同掺量的高铝水泥对凝结时间的影响。

表 1 高铝水泥掺量对石膏制品凝结时间的影响

序号	高铝水泥(%)	初凝	终凝
1	0	3'10"	6'30"
2	2	4'30"	8'7"
3	3	4'35"	8'10"
4	4	5'15"	8'10"
5	6	5'25"	8'14"
7	10	5'38"	8'30"

结果表明，掺入高铝水泥越多，凝结时间越长。特别是初凝延缓达 40% 以上，随掺量增加而较大增长，终凝达到一定水平时则影响减弱。这可能与高铝水泥水化的诱导期有关。但不论其原理如何，凝结时间的变化对石膏制品的使用是有利的。

高铝水泥掺入后石膏制品的强度性能测定结果如图 2 所示。

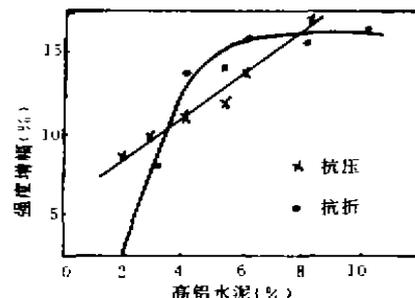


图 2 高铝水泥对石膏制品强度的影响

图 2 中的纵坐标为掺入不同量高铝水泥的石膏制品与纯石膏制品相比的强度增长百分率。可见随着水泥的增加，制品的抗压强度几乎是直线上升，而抗折强度则表现为开始增幅大，而后变缓的趋势。综合考虑抗折、抗压的影响，其掺量在 4%~8% 之间可取得最好的效果。

抗折强度的影响规律，可能与钙矾石形成

特点有关,在少量钙矾石形成时,由于它分布于结构体内,且以针状晶体出现,体积也有一定的膨胀。因此,加强了结构体的强度,特别是抗折强度。随着晶体含量的增加,过多的膨胀则抵消了新相生成所带来的好处,因此抗折强度变化率减小。

本试验证明了前述的假设,制品抗折强度提高 14%~17%,抗压强度提高 15%~17%的良好效果。

同样地,掺加能更快更好地形成钙矾石的硫铝酸盐水泥,能得到类似的结果,凝结时间略有延长,强度有所增加,见图 3。

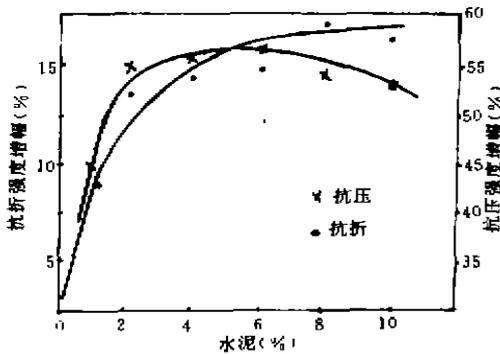


图 3 硫铝酸盐水泥对石膏制品的影响

随着水泥量的增加,石膏制品的抗折强度同样表现为开始增加很快,随后变缓的趋势,且抗压强度也表现了同样的规律,并迅速达到提高 50% 以上的水平。这表明了硫铝酸盐形成的水化产物可能比高铝水泥具有更高的结晶压力和更好的分布。

从图中数据来看,石膏制品中掺入 2%~6% 的硫铝酸盐水泥,即能提高抗压强度 50%、抗折强度 13% 以上,对改善制品的性能有更好、更经济的效果。

本试验还研究了掺加普通硅酸盐水泥的情况。图 4 为严格控制试验条件所得到的 W/C=0.7 时的结果。数据表明,硅酸盐水泥对石膏制品的影响更复杂,而且不稳定。开始一般情况下能提高强度,但当增加掺量或其它条件改变时,强度将有较大波动。因此,若能较好地控制制品成型条件,在掺量 2%~4% 时,制品有最佳强度,提高幅度均大于 15%,见图 4。

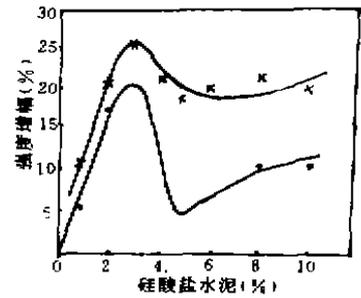


图 4 硅酸盐水泥对石膏制品的影响

## 2. 抗水性

通常衡量材料的抗水性用软化系数  $K_p$  表示。 $K_p = f_0 / f$

式中  $f_0$ —水饱和下抗压强度;

$f$ —干燥试件抗压强度。

这里,我们还定义抗水恢复系数  $K_R$  表示材料的抗水性。 $K_R = f' / f$

式中  $f'$ —干燥试件浸泡 24h 再干燥后的强度

本次试验以硫铝酸盐掺入石膏制品后的变化为主要例子,测定  $K_p$  与  $K_R$ , 以下标  $f, c$  分别代表抗折与抗压强度,测定结果如表 2;

表 2 外加物对石膏制品抗水性的影响

编号	外加物 (%) (硫铝酸盐水泥)	软化系数		恢复系数	
		$K_{pf}$	$K_{pc}$	$K_{Rf}$	$K_{Rc}$
1	0	0.25	0.27	0.80	0.91
2	2	0.30	0.38	0.83	0.95
4	4	0.42	0.50	0.91	0.95
5	6	0.45	0.62	1.00	0.98

试验结果表明,随着水泥加入量的增加,石膏制品的软化系数和恢复系数显著增加。很显然,由于制品中适量的不溶水化物的出现,大大改善了制品的抗水性,并且绝对强度大大高于纯石膏制品。这对于石膏制品进一步扩大使用范围具有显著的实用意义。

## 四、结 论

上述的试验结果果可以得出如下结论。

1. 石膏制品中掺入一定量的水硬性胶凝材料,可以显著改善制品的物理强度及抗水性。
2. 一般情况下,掺量不超过 6%,这与石膏本身的结构及掺物的特性有关。

作者地址 621002 四川省绵阳市

来稿日期 1995-10-19