

石膏复合胶凝材料研究岩土工程师考试 PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

[https://www.100test.com/kao\\_ti2020/644/2021\\_2022\\_\\_E7\\_9F\\_B3\\_E8\\_86\\_8F\\_E5\\_A4\\_8D\\_E5\\_c63\\_644470.htm](https://www.100test.com/kao_ti2020/644/2021_2022__E7_9F_B3_E8_86_8F_E5_A4_8D_E5_c63_644470.htm) 把岩土师站点加入收藏夹

摘要：研究了石膏胶凝材料复合改性的两种方法，即掺合料复合与添加外加剂。通过改性，能有效地解决石膏制品存在地两大缺点：强度低和耐水性差,为扩大石膏建材应用范围提供了有力的技术支持。 关键词：石膏；掺合料；外加剂

；强度；耐水性 1.前言百考试题 - 全国最大教育类网站(www.Examda.com) 石膏作为一种气硬性胶凝材料，因其特有的材料功能和工作性能，如凝结快、收缩小、资源丰富、价廉、化学性能稳定等而被广泛用作各类建筑制品的原材料。由它加工而成的建筑石膏制品具有质轻、隔热、隔音、防火、防蛀、制作工序简单、加工性能好等优点。但是由纯建筑石膏制造的石膏建筑制品存在两个很大的缺点：强度低和耐水性差。一般随着湿度的增加石膏制品的强度急剧降低，其强度损失可达70%甚至更大，同时蠕变性增大,易发生翘曲变形。而石膏制品的吸水率在45%~50%左右，软化系数仅为0.2

~0.3[1]，这些不足极大地限制了它的应用面,因此通常只是把建筑石膏制品应用于室内。为了扩大石膏的范围，研究人员开始了石膏复合胶凝材料的研究，即通过加入其它组分改变石膏的部分性能，使之更好地发挥作用，适应不同条件、不同环境、不同用途的需要。而掺入的组分主要有两种：水硬性胶凝材料和化学外加剂。 2.掺合料对石膏的复合改性 石膏复合胶凝材料的主要是在石膏材料内加入水硬性掺合料。常用的掺合料有生石灰、水泥、粉煤灰、化铁炉渣和高炉水淬

矿渣粉。 2.1 生石灰来源：[www.examda.com](http://www.examda.com) 向石膏内掺入少量的生石灰代替消石灰，则石膏的耐水性及强度都将增大。

2.1.1 生石灰使石膏的强度增高的作用原理 生石灰经磨细后的比表面积大约是消石灰比表面积的1/100,因此在表面湿润它需要的水比消石灰少得多。这样石灰在水灰比小的情况下能生成流动的便于加工的材料，也能保证得到高密度，从而获得高强度。生石灰不只是石膏简单的稀薄剂，在生石灰内和石膏内还要发生一些效应：化学水化效应、物理结晶效应以及形成强度的机械效应。由于生石灰的水化硬化，它的强度能比消石灰强度提高20~40倍。当石膏本身的强度高出生石灰强度时，随着生石灰的掺量增加石膏石灰复合胶凝材料的强度降低。反之，生石灰在任何比例下都发挥高强度的作用。生石灰的最佳产量为10%~20%，此时石膏石灰复合胶凝材料的抗压强度最高。

2.1.2 石灰掺合料对于石膏耐水性的作用以及生石灰粉的特殊作用（一）石灰掺合料对于石膏耐水性的作用来源：考试大从物理化学观点看，无论是生石灰还是消石灰，它们的存在使石膏的溶解度降低。石灰在空气的碳酸气的影响下会转变为碳酸钙，碳酸钙的溶解度是每升0.0132g，约为石膏溶解度的1/200。此时制品内的石膏细粒实际为不溶于水的碳酸钙的保护壳所包覆，因此石膏石灰混合物的耐水性大幅度提高，这特别表现在提高石膏的耐动水溶蚀性能上。不过消石灰作掺合料并不能提高石膏的耐水性，原因在于它的掺入使石膏浆的标准稠度增大，密实度减小。而生石灰则不同。首先，生石灰的存在不仅不使石灰浆的标准稠度增高，有时反使其降低，使制品密度增大，因此也就提高了石膏的耐动水溶蚀性。其次，生石灰的水化凝固，

使它起着使胶凝材料在水下也凝固并生成高强度的特殊“水硬性”胶凝材料的作用。（二）生石灰粉的特殊作用 由于生石灰能提高石膏的密实性，从而对其抗冻性也有显著提高。同时由于掺入生石灰改进了和易性，减少了用水量，使石膏制品的干燥速度加快。生石灰在水化过程中所放出的热量比石膏多9倍，此时的生石灰的强烈水化放热特性使制品发生内部加热，这将使水分从材料的里层向外层移动，加速了干燥过程。但必须指出生石灰在石膏内发生有利作用的条件是引出水化热，特别是在水灰比小的情况下，如果不进行石灰水化热的引出则不可避免地在材料内要产生高的热应力，材料会发生体积膨胀，可能发生材料的完全破坏。

## 2.2 水泥采集者退散

建筑石膏中掺入适量的水泥，其强度、耐水性能和耐溶蚀性能都有所提高。

### 2.2.1 硅酸盐水泥对改善石膏性能的作用机理

用硅酸盐水泥作为建筑石膏的掺合料，主要是利用水泥中的C3A和石膏生成钙矾石，以达到提高石膏的强度和水硬性。反应式如下：当水泥掺量较低时，其水化过程基本呈现建筑石膏的水化特征，但水泥对建筑石膏的改性作用也较为明显，如硬化体强度、耐水性、抗溶蚀性能有较大提高，主要原因为：在混合体系中，水泥单独或水泥与建筑石膏共同水化形成了一些高强度、耐水性较好的水化矿物，其反应时体积的变化对硬化体具有破坏作用或危险性（如钙矾石）。

### 2.2.2 水泥的配置系数

考虑到体积安定性问题，掺加水泥的品种、掺入量、养护制度应加以控制，其中水泥的品种以硫铝酸盐水泥和硅酸盐水泥为好，掺入量在10%~20%之间，养护制度以自然养护为好。

## 2.3 粉煤灰百考试题论坛

粉煤灰是活性矿物质，与石灰配合作石膏掺合料同样也可制成复合胶凝材

料。粉煤灰的早期水化活性比较差，要利用粉煤灰，关键是如何充分合理激发其火山灰活性。一般采用复合碱激发与复合外加剂，形成多种方式激发粉煤灰的潜在活性，并通过复合型的早强减水剂来改善硬化体孔结构，以提高其强度和耐水性。

### 2.3.1 粉煤灰掺合料对石膏强度提高的作用机理

半水石膏的水化硬化特点是半水石膏经过快速溶于水中形成过饱和溶液，并析出二水石膏晶体。二水石膏无自硬性，粉煤灰的活性激发对胶凝材料水化硬化及强度发展起着关键作用。石灰及C3S水化形成的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 对粉煤灰起碱激发作用，部分二水石膏参与水化反应形成钙矾石，对粉煤灰起着硫酸盐激发作用。而硬化体的强度提高主要依靠钙矾石和水化硅酸钙凝胶。

### 2.3.2 粉煤灰掺合料对石膏耐水性的影响来源：

石膏粉煤灰胶凝材料硬化体是以二水石膏晶体和钙矾石为结构骨架，未水化的粉煤灰颗粒作为微集料填充于空隙中，而水化硅酸钙凝胶作为“粘结剂”将各相结合成整体。石膏粉煤灰胶凝材料的上述微结构，使其具有较好的耐水性。即石膏硬化体的水化产物为耐水性差的二水石膏晶体，而石膏粉煤灰硬化体增加了大量溶解度低的水硬性钙矾石晶体与水化硅酸钙凝胶，部分钙矾石与水化硅酸钙凝胶分布在二水石膏晶体周围，对二水石膏产生包裹保护作用，阻止、削弱了水对二水石膏晶体的侵蚀作用。侵入硬化体内的水既可使部分二水石膏发生溶解侵蚀，对硬化体结构产生破坏作用，同时又能促进未水化粉煤灰进一步水化，有利于硬化体结构的修复和发展，亦即水对二水石膏的侵蚀与对胶凝材料后续水化作用并存。

### 2.3.3 石膏粉煤灰胶凝材料配置系数采集者退散

粉煤灰掺量越大越大，软化系数越高，材料的强度也呈升高趋

势，所以其掺量可为50%~100%。养护方法最好为蒸汽养护法，也可采用自然养护。作为碱性激发剂的石灰，产量可以在30%以上此外，活性高的矿渣（如高炉水淬矿渣粉和化铁炉渣）也是很好的石膏掺合料，在实际工程中应用也很广泛。

### 3. 外加剂对石膏的作用

石膏胶凝材料在调水后的溶解、水化、胶凝及结晶过程中的连续作用决定于原料质量、煅烧程度、细度、存储时间以及其它条件。建筑石膏的快凝是一直是其施工中需解决的问题，因此石膏胶凝材料外加剂的研究最早是从其缓凝剂开始的。以此为起点，为适应逐渐扩大的石膏的应用范围，其它种类的外加剂如减水剂、保水剂、防水剂等也得到了迅速的发展和运用。

#### 3.1 调凝剂 来源：考试大

##### 3.1.1 调凝剂的两种作用机理

（一）罗兰德和里捷尔等人研究了半水化合物溶入溶液结晶为石膏的机理后指出：提高石膏（半水石膏）溶解度的物质是促凝剂，降低溶解度的物质是缓凝剂。水化速度既取决于被溶解物质的性能，又取决于它在溶液中浓度。来源：考试大

（二）W.C. 汉森提出了半水化合物不直接溶解，它是形成二水化合物，经过溶解生成溶液，从中生长出石膏的宏观晶体的理论。他们认为：加快或者减慢石膏凝结是因为掺入的某些物质如盐类作为石膏晶核的结果。因此凡能降低石膏放热速度的盐类，都能产生石膏结晶较慢的溶液，凡能提高放热速度的盐类，都能产生石膏结晶较快的溶液，而与这些盐类溶液中的石膏溶解度无关。

##### 3.1.2 调凝剂的主要种类

（一）缓凝剂：柠檬酸，酒石酸，多聚磷酸钠，醋酸钙，硝酸锶等。

（二）促凝剂：硫酸，硝酸，硝化物，溴化物和碳化物，氯化铝等。

##### 3.1.3 使用调凝剂的注意事项 来源：www.examda.com

（一）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。

(二) 调凝剂对于石膏的最终强度有不利影响,因此在调整凝结过程中,因注意其强度。不过有些调凝剂如柠檬酸钾,对石膏既能起缓凝作用,又能提高强度,是石膏缓凝剂发展的方向。

(三) 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]

(四) 使用钠、镁和铁盐的缓凝剂会使石膏凝结后的颜色发花;使用酸及酸性盐类的缓凝剂会使石膏膨胀,并在内部形成较大的孔隙。

### 3.2 减水剂来源:考试大

使用减水剂是改善石膏基材料性能的重要途径。添加减水剂可在水膏比(W/G)不变的情况下,提高石膏浆体的流动性.或在保持流动性不变的情况下减少需水量,以提高石膏硬化体的强度。常用的石膏胶凝材料减水剂有三大类: FDN类萘系减水剂,主要成份为萘磺酸盐甲醛缩合物和SM类(密胺树脂类减水剂),主要成份为三聚氰胺磺酸盐甲醛缩合物和多羧酸系(HC)。现就前两类减水剂作用机理讨论如下:

#### 3.2.1 FDN类减水剂作用机理

萘系减水剂掺入水泥或石膏中,减水剂分子中的磺酸根很容易和水分子中以氢键形式缔合起来,会影响减水剂的吸附平衡浓度和水泥颗粒的 $\zeta$ 电位等。当石膏中掺入萘系减水剂后,石膏颗粒表面吸附的减水剂借助上述氢键缔合作用及水分子间的氢键缔合作用,在石膏颗粒表面形成一层稳定的水膜,使石膏颗粒之间容易滑动,从而减少拌和需水量,同时也增强石膏水化物的密实性,改善石膏硬化体的强度。

#### 3.2.2 SM类减水剂作用机理

SM类减水剂的减水及增强的效果要好于萘系减水剂,原因是SM类的活性基团较

多,与Ca<sup>2+</sup>的络合能力更强。减水剂的加入降低了标准稠度需水量,从而在石膏结晶后因水份蒸发形成的孔隙率将会降低,致使密度增加,从而强度提高;另一方面,SM类减水剂改善了石膏晶体的结晶性状,晶体间结点增多且接触点发育良好,相互的搭接更为紧密,形成较完整的结晶网络系统,从而改善石膏硬化体的力学性能,使其强度得以提高。[4]

### 3.2.3 减水剂的助磨功能

来源: [www.100test.com](http://www.100test.com) 减水剂一般为阴离子表面活性物质,原理上具有助磨功能。重庆大学的彭家惠教授通过试验证明减水剂磨前掺可显著提高石膏的粉磨效率,使其比表面积增加,颗粒分布细化。而且其分散能力也有显著提高,这为减水剂作为功能组分制备石膏基材料提供了依据以及工艺路线

### 3.3 保水剂

建筑墙体材料大多是多孔结构,它们都具有强烈的吸水性。而用于墙体施工的石膏建材,经加水调制后上墙,水分容易被墙体吸走,致使石膏缺少水化所必须的水分,造成抹灰施工困难和降低粘结强度,从而出现裂缝、空鼓、剥落等质量问题。提高石膏建材的保水性,可使施工质量得到改善,与墙体的粘结力也得以提高。因此,保水剂已经成为石膏建材的重要外加剂之一。我国常用的保水剂为羧甲基纤维素和甲基纤维素。这两种保水剂都是纤维素的醚类衍生物。它们都具有表面活性,其分子中存在亲水和憎水基团,有乳化、保护胶体和相的稳定性作用。由于其水溶液有较高的粘度,当添加至灰浆中使其保持较高的含水量,有效地防止了水分被底材(如砖、混凝土等)的过度吸收和降低水分的蒸发速度,从而起到保水效果。

### 3.4 防水剂

石膏的防水剂的作用途径主要有两条:一是通过降低溶解度,提高软化系数,二为降低石膏材料的吸水率。而降低系数率

亦可以从两个方面进行。一个是提高石膏硬化体的密度，即用减少孔隙率和减少结构裂缝的方法来降低石膏的吸水率，以提高石膏的耐水性。另一个是提高石膏的表面能，即用可使孔隙表面形成憎水膜的方法来降低石膏吸水率。减少孔隙率的防水剂通过堵塞石膏的微细孔隙，提高石膏体的密实度来起到作用效果。减少孔隙率的外加剂很多，如：石蜡乳液、沥青乳液、松香乳液以及石蜡沥青复合乳液等。这些防水剂在适当的配置方法下，对减少石膏孔隙率是有效的，但同时石膏制品也存在着这样那样的缺点。改变表面能的防水剂最典型的为有机硅。它能浸润了每一孔隙的端口，在一定长度范围内改变表面能，因而改变了与水的接触角，使水分子凝聚在一起形成液滴，阻截了水的渗入，达到了防水目的，同时保持了石膏的透气性。当然，这种防水剂，要求孔隙的直径不能过大，同时它不能抵挡压力水的渗入。该类防水剂的品种主要有：甲基硅醇钠，硅酮树脂，乳化硅油等。

4. 结语来源：考试大的美女编辑们 石膏建材作为一种新型材料，具有质轻、防火、隔音、隔热、加工性能好、生产能耗低、利于环保等特点，符合可持续发展的大方向。国外将它的特点概括为“安全”、“舒适”、“快速”。我国是石膏蕴藏量居于世界第一，但是长期以来，国内石膏科研和生产水平一直处于落后水平，这极大地限制了石膏建材的应用与推广。广大的科技工作者应深入研究，积极探索石膏改性途径，使得石膏胶凝材料这一古老而又年轻的绿色建材在21世纪能发挥其巨大的潜力。相关推荐：加固混凝土结构的原理与施工技术探讨 100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 [www.100test.com](http://www.100test.com)