复合式改性菱镁通风管道的研究与生产实践

朱玉杰

(中国菱镁行业协会山东科研基地　济南　250031)

摘要：本文重点论述了复合式改性菱镁通风管道提高韧性的研究及防止脆化的措施和内、外两层的菱镁胶结料改性研究及风管断面结构的设计,并探讨了管道变形的原因与防止措施和提高其耐水性。

关键词：复合式改性菱镁通风管道　韧性　变形　耐水性　断面结构

复合式改性菱镁通风管道也称第三代无机玻璃钢通风管道，是用改性的菱镁水泥作胶结料，用玻璃纤维布作增强材料而制成。主要技术关键是，①对菱镁胶结料的改性；②针对通风管道在使用过程中管道内外所处的介质环境不同，其断面结构采取了两种不同性能的菱镁胶结料复合在一起的新工艺。复合式改性菱镁通风管道主要用于集中制冷与供暖的建筑物的中央空调送风。目前我国的空调通风管道主要有 3 大类：①镀锌铁皮类，②菱镁类，③以玻璃棉板和其他矿棉板为基体，内外各敷以外保护层的玻璃棉板类。镀锌铁皮通风管道是一种传统产品。主要缺点是易锈蚀，通风时容易产生噪音，加工较困难，密封差易漏风。玻璃棉板类通风管道是一种新产品，还存在很多不如人意的缺点，目前我国使用较少。在我国菱镁类通风管道发展较快，建筑物上使用的越来越多；存在的主要缺点是易吸潮返卤，容易变形，不耐水，较笨重，脆性大，易脆化。复合式改性菱镁通风管道则克服了菱镁类空调通风管道的这些缺点，已逐渐成为空调通风管道的首选产品。

1　改善韧性及防止脆化的措施

1.1　改善韧性的研究

脆性大是菱镁类通风管道的一个突出缺点，以致在产品生产、运输、安装、维修中一旦受到撞击或较大的压力时，往往产生不同程度的损伤。要解决菱镁通风管道的脆性弊病，必须提高菱镁胶结料硬化后的韧性。这样在一般的外力作用下受力面产生弹性变形，使硬化的外表薄层能保持连续的整体完整性。这也是保证产品耐久性能的重要措施。要提高这类产品的韧性，应采取以下措施。

(1) 添加增韧剂

增韧剂的种类很多,要进行适当选择,具体效果见表 1。

表 1　增韧剂的增韧效果

编号	增韧剂加入量	试件表面产生初始裂纹的挠度值/ %
12212	0	8
12213	适量	15

从表 1 可以看出,添加适量增韧性可以显著提高制品韧性,物理、力学及耐久性能也有明显的提高,见表 2。

表 2　增韧剂对菱镁制品性能的影响

编号	增韧剂加入量 / %	28d 抗折强度 / MPa	28d 抗压强度/ MPa	吸水率 / %	抗折软化系数增长率/ %
1181	0	8.7	25.1	11.8	100
1184	0.25(910 #)	10.3	32.6	7.4	130
1185	0.25(671 #)	10.4	35	7.7	147
1186	0.25(671 #)	11.1	36.6	7	126

增韧剂加量很少,但可显著地提高制品的性能,28d 抗折、抗压强度分别提高 28 %、45 %,吸水率最高可降低 40 %,软化系数最高可提高 47 %。吸水率的降低和软化系数的提高表明了制品耐久性的提高和使用寿命延长。

(2) 设计合理的配方

复合式改性菱镁通风管道主要是无机材料,为了改性的需要,在不降低产品防火性能的前提下,也加入了少量有机材料。如在通风管道胶结料中加入适量的天然有机纤维,可以显著地降低制品的脆性。这些有机短纤维须进行预处理,要尽量不降低料浆的和易性,以便于生产操作。

(3) 适当减小表面胶结料层的厚度

材料的刚度和材料的厚度成立方关系 ($I = bh^3/12$)。菱镁通风管道截面都是薄板,表层的菱镁胶结料越薄,柔性越好,在受到外力作用时不容易产生表面裂纹;在产品加工时,风管的内外两个表面的菱镁胶结料层在能保护住玻璃丝布的前提下应尽量做

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

薄,以提高产品的韧性。

1.2 防止脆化的措施

制品脆化的主要原因有以下两方面:

(1)使用了高碱玻璃丝布,引起产品脆化。目前市场上的玻璃纤维布有高碱、中碱、无碱和耐碱四种;菱镁胶结料是弱碱性体系,一旦体系中的玻璃丝被腐蚀,力学强度就很低了,制品也就产生严重脆化。所以要防止产品脆化,一定要坚持用中碱玻璃丝布(无碱或耐碱的则更好)。

(2)菱镁胶结料中掺加了高碱成分,加速玻璃纤维被腐蚀而导致产品脆化。菱镁胶结料体系的 PH 值一般为 8～9,显弱碱性。为了制品改性的需要,有的添加了碱性物质,如日本专利 JP57 188 438 则添加碳酸钠($Na_2CO_3 \cdot H_2O$)。这类物质可提高体系的碱度,但会加速对玻璃纤维的腐蚀,所以在以玻璃纤维作增强材料的菱镁通风管道配方中是不可取的。有些物质的加入能防止菱镁制品的脆化,如本文研究生产的菱镁专用抗水粉能显著减少制品的脆化弊病。

2 管道变形原因及其防止措施

菱镁通风管道大多是一些厚度小、幅面大的产品,生产和使用过程中很容易出现的一个质量问题就是易变形。因此,研究解决该类产品在生产和使用过程中的变形是保证产品质量的关键。

2.1 风管内外层厚度不同而导致的变形

菱镁制品的硬化过程是一个连续的体积膨胀过程。每种硬化产物的形成过程都伴随着相应的体积膨胀。在产品生产时若面层和底层厚薄不同,两层就会产生不同的膨胀内应力。当膨胀内应力超过了自身的约束力时,两层就会产生不能同步的胀缩而造成产品的变形,两层厚度不同是生产操作造成的。只要加强管理和生产控制,使风管的内外两层厚薄一致就可避免这一弊病的发生。

2.2 养护及硬化不充分导致的变形

(1)养护不充分造成变形

菱镁制品硬化过程是一个连续的体积膨胀过程。根据这一硬化膨胀特点,对刚生产的菱镁制品必须加强养护,使硬化反应在养护过程中尽可能完全。只有达到这一程度才能赋予制品以良好的物理力学及耐久性能。

许多菱镁制品生产厂不重视制品的养护。养护温度达不到要求;不注重保潮养护,使制品内部水分很快散失而处于干燥状态。制品终止了硬化反应,致使其内部存在着大量的游离的 MgO 和 $MgCl_2$。这种制品一旦遇到适宜的温度及湿度,内部游离的 MgO 和 $MgCl_2$ 会再度进行反应,产生膨胀内应力,造成制品变形,乃至出现表面裂纹。

(2)局部硬化不充分导致制品变形

制品养护控制的主要技术指标是湿度、温度和养护时间。若制品形状复杂,外廓尺寸比较大,养护措施又不很得力,往往在同一个产品各处养护程度不均衡而造成风管变形。还应特别指出的是水在菱镁制品养护和硬化反应中起到双重的作用。水一方面参与了硬化反应的化学反应过程:$5MgO + MCl_2 + 13H_2O = 5Mg(OH)_2MgCl_2 \cdot 8H_2O$。另外水还是硬化反应的媒介。基于此,复合式改性菱镁通风管道生产中必须有一段时间的保潮养护。

3 提高耐水性的措施

菱镁通风管道使用环境比较复杂。根据调查,有的游泳馆使用的通风管道输送的空气介质温度高达 40～50 ℃,空气湿度 85 %以上。地下室、厕所、卷烟厂、纺织厂的通风管道也基本长期处于比较潮湿的环境中。处于这些环境,菱镁类通风管道必须具备良好的耐水性能,表 3 列出了未经抗水改性的普通菱镁制品的耐水性实验结果。

表 3 未经抗水改性的普通菱镁制品的耐水性

编号	28d 抗折强度 / MPa	28d 抗压强度 / MPa	浸水 1 个月软化系数	
			抗折	抗压
8151	7.95	21	0.38	0.32
8152	7.60	19.6	0.38	0.19
1181	8.70	25.1	0.38	0.52

由试验结果可以看出,未经抗水改性的菱镁制品在水中浸泡一个月,强度丧失 60～80 %,基本失去使用性能。表 4 列出了经抗水改性的镁镁硬化体浸水半年的耐水性能试验结果。

表 4 改性菱镁硬化体浸水半年的耐水性能

编号	半年干抗折强度/ MPa	浸水半年湿抗折强度/ MPa	半年抗折软化系数	半年抗压强度/ MPa	浸水半年湿抗压强度/ MPa	半年抗压软化系数
14 - 2	5.8	6.6	1.14	19.8	18.8	0.95
14 - 3	6.7	7.1	1.06	20.9	20.2	0.97
14 - 4	5.1	6.7	1.3	19	20	1.05
14 - 5	5.4	5.8	1.07	16.9	17.7	1.05

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

由表 4 可以看出,经过改性后,在水中浸泡半年试体抗折和抗压软化系数基本不降低,多数都有所提高,显示了良好的改性效果。

解决菱镁制品耐水问题主要有 3 种措施:①在制品中添加经筛选的憎水剂,使其在硬化后的制品内部的毛细孔壁和孔隙及孔洞内壁表面形成一层憎水薄膜,以尽量减少制品硬化产物受到水的溶蚀。同时这些添加剂还应具备对体系有很强的消泡作用,以增加制品密实性,阻止水分向制品内部渗透。②添加一些具有一定活性,能进行硬化反应的抗水剂,使其在制品内部自身进行硬化反应或参与菱镁组分的硬化反应,产生具有一定强度且耐水的新硬化物相,这样可以保持制品的长期耐水性。第三种措施是在体系中添加某些外加剂,改变菱镁硬化物相的结晶状态,使结晶体本身和结晶体之间的相互结构更加细小、致密,晶体间相互粘连牢固。增加了制品的抗水性能,如磷酸及其盐类就是国内外使用较普遍的一类。但这类产品品种甚多,并非每一种都能达到上述目的,使用前一定要经过试验筛选。

表 5　改性菱镁硬化体长期耐水性

试验编号	水中浸泡时间/ a	表面摩氏硬度/ 级	相当硬度
1	10	3	方解石
2	10	4	萤石
3	10	4	萤石
4	10	4	萤石
5	室内存放 10a 的未浸水对比样	3	方解石

表 5 列出了改性菱镁硬化体的长期耐水性试验结果。试件在更换的淡水中浸泡 10a,表面不起砂、不粉化、硬度不但不降低,反而有所增长。复合式改性菱镁通风管道就是用这种改性良好的菱镁水泥作胶结料而制成的,由此保证了制品具有良好的物理、力学及耐久性能。

4　管道断面结构的设计

复合式改性菱镁通风管道用于夏天通冷风冬天通热风。根据使用环境的湿度要求,有时还要在管道内加湿,因此管道内经常处于潮湿状态。管道外部则不同。根据这一特点,通风管的断面结构设计成内层和外层性能不同的两种结构层。制作内层的改性菱镁胶结料配方应特别耐水,强度高、韧性好,体积稳定性好,不易变形。用于内层的玻璃纤维布一定保证在风管长期使用中的抗腐蚀性。

风管的外层除具有良好的使用性能外还应具有良好的外观性能。根据用户的不同要求可以制做成不同色彩的产品。在外层改性菱镁胶结料的配方设计上要特别注意不能吸潮返卤,不能泛霜,要具有足够的强度和韧性,防止在运输安装和使用过程中因碰撞损坏管体。

复合式改性菱镁通风管成型时,在内层成型完毕后紧接着在内层上表面敷设外层。内层和外层胶结料都属同类改性菱镁材料,所以两层粘接特别牢固,不会出现分层现象。断面结构见图 1 所示。用户若对通风管道有保温要求时,可以制做保温型管道。具体做法是在内层和外层之间加一层聚苯乙烯泡沫板玻璃棉板或矿棉板,其结构见图 2 所示。

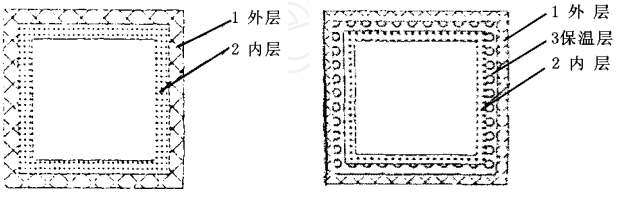


图 1　空调通风管断面结构　　图 2 保温型空调通风管断面结构

经过几年的生产和应用实践证明,复合式改性菱镁通风管道的断面结构是合理的,应用效果良好。

关于解决复合式改性菱镁空调通风管道的易吸潮返卤问题,因已有专文,不再赘述。

5　结　语

(1) 复合式改性菱镁通风管道近两年通过北京等几大城市几十个大工程的应用,皆取得良好效果,实践证明这项专利技术是比较成功的。

(2) 本文对菱镁制品的易变形及耐水性差的问题进行了探讨并提出了相应的解决措施。

(3) 脆性大和易脆化是困扰玻璃纤维增强菱镁制品的主要技术难题之一。菱镁胶结料增韧改性并选用不易被腐蚀的中碱或耐碱玻璃纤维布作为增强材料使复合式改性菱镁通风管道避免了脆性大和易脆化的弊病。

(4) 通风管道采用复合工艺制作。产品具有薄壁、高强、高韧性、外形美观等优点。它是无机玻璃钢通风管道的换代产品。

参考文献

1　北京建材,1997,(4)

2　建筑装饰材料世界,2000,(6)

(下转第 49 页)

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

和长期混合稳定性,须从溶剂化原则和溶解度参数相近原则入手选取合适的单体。

(2)用作 LPA 的共聚物的柔顺性、分子量大小、与 UP 树脂的相容性是取得收缩控制效果的主要因素。

(3)从微观相结构方面看,大多数 LPA 的收缩控制模式是:两相$\frac{\text{溶解}}{\text{混合}}$均相$\frac{\text{析出}}{\text{固化}}$两相,随着反应温度的升高,其中 LPA 相膨胀;当温度降低时,LPA 收缩,在两相相界上形成微孔抵消了 UP 树脂的固化收缩。采用合适的合成路线以使 LPA 和树脂体系在固化过程中形成两相结构,且 LPA 相能够在高温时尽量膨胀,以抵消 UP 树脂的固化收缩。在降温阶段,LPA 的收缩比 UP 固化物的收缩滞后,这样才能在相界上产生微孔。

(4)弹性体用作 SMC/BMC 的 LPA,其收缩控制效果很好,但制品表面光泽度差,作者认为这是由于弹性体在 UP 体系中的不稳定性造成的。因为弹性体的分散不均匀,导致在高温和低温两个阶段制品内部膨胀应力和收缩应力不均匀,引起表面凸凹不平。当平行光线照射在制品表面时发生漫反射,制品的表面光泽度也就差。

参考文献

1 江万松等. 车灯反光罩用注射团状模塑料. 玻璃钢/复合材料, 1999,(3)
2 董永琪. SMC 配制技术. 玻璃钢, 1992,(1)
3 尚钢等. SMC/BMC 低收缩添加剂发展动态及趋势. 玻璃钢/复合材料, 1998,(6)
4 吴和融等. 高分子物理. 华东化工学院出版社
5 刘载坚等. 接枝共聚合. 化学工业出版社
6 岳成业. BMC 再认识. 玻璃钢/复合材料, 1998,(2)
7 R.M. 奥戈凯威斯 热塑性塑料的性能和设计. 科学出版社
8 N. Ujikawa, etc. New Development in Low Profile Additives. 52th SPI, 1997
9 埃列娜·齐奥塞斯库. 聚丁二烯的结构和接枝高抗冲聚苯乙烯性能之间的关系. 高分子领域中的近期研究
10 Wen Li, L. James Lee. Effect of LPA and resin type on Shrinkage Control of Unsaturated polyester resin at Low Temperature cure. 53th SPI, 1998
11 Xia Cao, L. James Lee Effect of secondary monomer on shrinkage control of the Unsaturated polyester resin cured at Low temperature. 54th SPI, 1999
12 Shinichi Nonaka etc. The relationship between diameter of Dispersed LPA Particles and Color - uniformity. 53th SPI, 1998

RESEARCH OF LOW PROFILE ADDITIVES IN SMC/BMC

Zhou Zufu　　Cheng Yu

(Wuhan University of Technology)

Abstract: This paper introduces the development of the LPAs used in SMC/BMC and explicates the difference of LPA properties by their microstructure. These LPAs are PSt, PVAc and SBS. Some new developments in the research of LPAs are presented. A detail explication is give to synthesize PSt and PVAc. Their copolymer are used as LPAs in SMC/BMC process. Some conclusions here are useful for developing novel LPA applied in SMC/BMC processes.

Keywords: SMC/BMC　low profile additives(LPA)　shrinkage at cure　FRP　composites　process

(上接第 41 页)

STUDY AND MANUFACTURE OF MODIFIED MEGNESITIC COMPOSITE VENTILATION DUCTS

Zhu Yujie

(Shandong Magnesitic Research Center)

Abstract: The paper describes in details the research on toughening of magnesitic composite ventilation ducts to prevent from brittleness and modification of magnesitic gelation and structure design, probes the causes of duct deformation and precaution and discusses how to improve the water resistance.

Keywords: modified magnesitic composite ducts　toughness　deformation　water resistance　section structure

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net