

新型调湿涂料调湿性能的初步试验研究

李双林 吴玉庭 马重芳 孟 声

(北京工业大学环能学院, 传热强化与过程节能教育部重点实验室, 北京 100022)

摘 要 本文对不同湿度下调湿材料的吸湿性能进行了试验研究, 得到了不同湿度下调湿材料的吸湿性能曲线, 同时还成功研制调湿涂料, 并将其涂于瓷砖上, 并对调湿瓷砖的调湿性能进行了实验验证。调湿涂料在实现调湿的同时克服了传统空调除湿能耗高的缺陷, 具有很好的应用前景。

关键词 关键词: 湿度控制; 调湿涂料; 吸放湿特性

中图分类号: TK124 文献标识码: A 文章编号: 0253-231X(2004)03-0502-03

AN EXPERIMENT STUDY ON THE MOISTURE ABSORPTION AND DESORPTION CHARACTERISTIC OF NEW HUMIDITY CONTROLLING COATING

LI Shuang-Lin WU Yu-Ting MA Chong-Fang MENG Sheng

(College of Environmental and Energy Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100022, China)

Abstract The moisture absorption characteristic of the humidity controlling material at different relative humidity was studied by experiment and the moisture equilibrium content under different humidity condition was obtained. At the same time, the humidity controlling coating was successfully developed, which was painted on the ceramic tile. The experiment of humidity control ability of this tile shown that the humidity control coating can realize the humidity control without the high power consumption compared with the traditional air condition.

Key words humidity control; humidity controlling coating; moisture absorption and desorption characteristics

1 引 言

空气湿度是一个与人们生活生产密切相关的重要的环境参数。一个合适的相对湿度对人的健康, 产品的生产以及物品的保存都具有十分重要的作用。加拿大学者 Anthony V. Arundel 等综合了各种因素, 推荐最佳的相对湿度范围在 40%~60%^[1] 之间。此时可以使细菌、病毒等数量最少, 将各种病症和对人有害的各种化学作用发生的可能性降到最低, 且同时能保证空气中一定的臭氧发生率, 使空气得到清新净化。

调湿材料具有调节相对湿度的作用, 它不需要机械能源和机械设备, 依靠自身的吸湿放湿特性对空间内的相对湿度进行调节。当空间内的相对湿度

过高时, 它可以吸收空气中大量的水蒸汽, 使湿度降低。当空间内的相对湿度过低时, 它会放出材料中吸收的水分, 使空气保持一定的湿度。选择合适的添加物与调湿材料混和, 包括成膜物质、颜料、溶剂、表面活性剂、稳定剂和分散剂等, 可以将调湿材料制成调湿涂料, 用于建筑物内壁、储存设备内壁的表面涂饰, 从而达到调湿的目的。以一个北京地区的房间为例, 夏天需要除湿, 冬天需要加湿, 加湿负荷和除湿负荷有很大一部分可以互相抵消。因此使用调湿涂料可以将夏天的余湿吸收起来, 到冬天在释放出去, 对建筑物节能有重要的指导意义, 有着良好的应用前景。

传统的方法一般采用空调系统来控制相对湿度。当空气中湿度过低时, 一般采用的增湿方法有:

收稿日期: 2003-12-09; 修订日期: 2004-03-11

基金项目: 国家 973 计划资助项目 (G2000026304); 北京工业大学校青年基金资助项目 (JQ0506200364)

作者简介: 李双林 (1978-), 男, 天津人, 在读硕士研究生, 主要从事建筑节能与湿度控制方面的研究。

向供气中喷射水蒸气或雾化的液滴; 使空气通过湿润的纤维板。当空气中湿度过高时, 一般采用的除湿方法有: 对空气进行冷却或降压, 将一部分水凝结出来, 然后再用水分离器将水分离出来; 利用硅胶、氯化钙等固体吸湿剂减湿^[2]。这些传统的方法没有考虑余湿的回收利用, 并且设备投资、机械的日夜运转及其能量消耗等方面的花费昂贵, 不符合建筑节能的要求, 因此人们从 60 年代就开始着手研究节省能源的调湿材料研究。目前已开发出多种调湿材料, 但这些调湿材料能否直接应用到室内调湿, 还需进行进一步研究。在调湿涂料的研制方面, 国内还属一片空白。因此为了得到符合室内调湿要求的调湿材料和调湿涂料, 有必要对调湿材料的调湿性能进行研究。

2 调湿材料的调湿性能实验

2.1 调湿材料的饱和吸湿性能实验

饱和蒸汽压下的吸湿量的测量在干燥器中进行。将干燥器中的干燥剂取出, 加水至液面接近隔板, 这样如果将盖子盖上时干燥器内空间就形成了一个封闭环境, 可以近似认为是一个饱和湿度环境。在分析天平上称取一定质量的调湿材料(质量记为 W_0), 置于培养皿中, 放到干燥器中的隔板上, 盖上干燥器后每隔一定的时间将培养皿取出并测出调湿材料的质量 W_t , 此时刻的含湿量为 $W_t - W_0$, 含湿率为 $(W_t - W_0)/W_0$ 。以吸湿率对时间做图, 即可得到饱和蒸汽压下的调湿材料的吸湿曲线, 对比相同条件下硅胶吸湿曲线如图 1 所示。

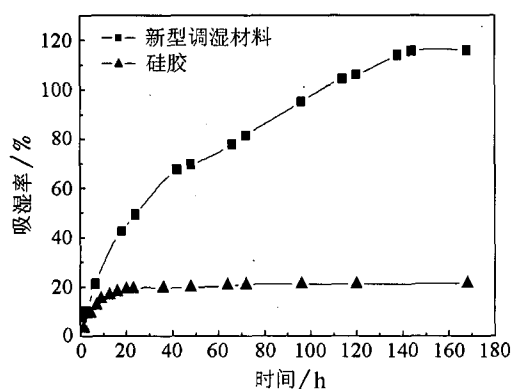


图 1 饱和蒸汽压下调湿材料的吸湿曲线 ($T=23^{\circ}\text{C}$)

从图 1 中可以看出, 新型调湿材料的饱和吸湿量远远高于硅胶, 吸湿达到饱和时新型调湿材料的吸湿率达到了 120% 左右, 而在同等实验条件下硅胶的饱和吸湿率只有 20%。另一方面, 硅胶作为一种无机高分子材料初期吸湿速度较快, 但它的饱和

吸湿量较小, 因此达到饱和吸湿量的时间也较短。而新型的调湿材料平衡吸湿量要远远高于硅胶, 虽然其初期的吸湿速度也比较快, 但是达到平衡吸湿量的时间较长。从而可以看到这种材料在高湿情况下吸湿的性能要强于硅胶。

2.2 不同相对湿度下调湿材料的调湿性能实验

干燥器的下部放置饱和盐溶液, 将装有调湿材料的培养皿置于干燥器的隔板上, 最后将干燥器置于恒温箱中, 使其温度保持在 $20\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。与饱和盐溶液上表面相接触的密封空间的湿度可保持恒定。 20°C 时各种饱和盐溶液上空间的相对湿度 (Greenspan 1977) 列于表 1 中^[3]。

表 1 饱和盐溶液的相对湿度 (20°C)

名称	分子式	相对湿度 (%)
氯化锂	LiCl	11.3±0.3
氯化镁	MgCl ₂ •6H ₂ O	33.1±0.2
溴化钠	NaBr	59.1±0.4
氯化钠	NaCl	75.5±0.1
氯化钾	KCl	85.1±0.3

实验结果如图 2 所示, 与图 1 相比, 随着环境湿度的降低, 新型调湿材料的吸湿速度和饱和吸湿量都随之减小, 可见吸湿材料在高湿的环境下吸湿效果比较好。

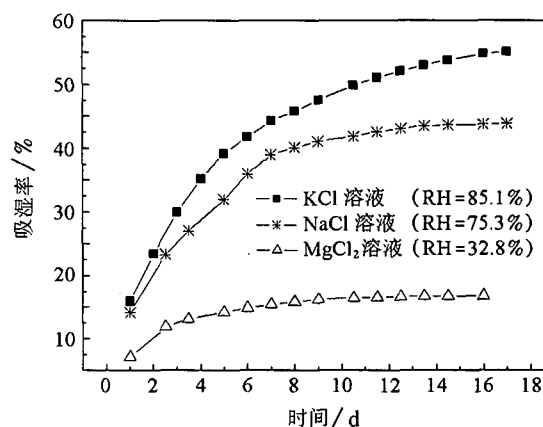


图 2 不同相对湿度时调湿材料的吸湿曲线 ($T=20^{\circ}\text{C}$)

3 调湿涂料的制备及性能测试

3.1 调湿涂料的制备

经过对多种吸水性树脂的调湿性能进行了比较分析, 初步选择了一种性能较好的吸水性树脂, 通过添加其他成分, 主要是有机添加剂, 目前已初步制备出一种可以涂于金属壁、墙壁、瓷砖等表面的调湿涂料。图 3 是涂有调湿涂料的瓷砖图片。



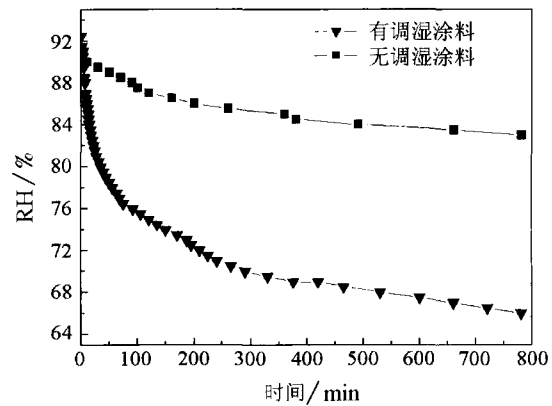
图3 涂有调湿涂料的瓷砖

3.2 调湿涂料性能测试装置

调湿涂料的性能测试装置是由密闭罐、温湿度测试装置和湿度控制装置组成。密闭罐是一个正方体不锈钢罐。为取放试验物品方便,在罐的前边设有一圆形前盖,另外在罐的后边设有许多出口,用以将来模拟外界湿负荷。在罐的中部还设有温湿度探头,用以测定环境的温湿度,湿度控制装置采用法国 EL2D 型电极加湿器。

3.3 调湿涂料调湿性能测试结果分析

在其他条件相同的情况下,我们分别对涂调湿涂料和不涂调湿涂料两种情况下密闭空间的湿度变化规律分别进行了 13 个小时的测试,结果如图 4 所示。从图 4 中可以看出,当不涂调湿涂料时,密闭空间内环境相对湿度在 13 小时内只降低了 7.5,即相对湿度由 90.5% 降低到 83%。当将涂有调湿涂料的瓷砖放进去后,在 40 分钟内,相对湿度就降低了 13%,即相对湿度由 92.5% 降低到了 79.5%,在 13 小时内相对湿度就降低了 26.5%,即由 92.5% 降低到了 66%,由此可见调湿涂料的吸湿性能还是比较明显的。

图4 有无调湿涂料时密闭空间内环境湿度的对比 ($T=18^{\circ}\text{C}$, $P=101325\text{ Pa}$)

4 结 论

本文对新型调湿材料的吸湿性能进行了初步实验研究,将其性能与其它常用的调湿材料的吸湿性能进行了比较,在比较中可以看到无论是从饱和吸湿量还是从吸湿速度上来说新型调湿材料的性能都要强于传统调湿材料。在此基础上制成调湿涂料的吸湿性能也比较明显,这种调湿涂料在建筑、文物保护及人居环境等方面的产业化应用上有良好的应用前景,对北京市的建筑节能事业都有重要意义。

参 考 文 献

- [1] Anthony V Arundel, Elia M Sterling, Judith H Biggin, et al. Indirect Health Effects of Relative Humidity in Indoor Environments. *Environment Health Perspectives*, 1986, 65: 351-361
- [2] 陆耀庆. 实用供热空调手册. 北京: 中国建筑工业出版社, 1983
- [3] L Greenspan. Humidity Fixed Points of Binary Saturated Aqueous Solutions. *J. Res. Nat. Bur. Stand.(U.S.)*, 1977, 81A: 89-96