

玻璃纤维增强复合材料在建筑节能中的应用^{*}

郭明林¹ 莫华林² 耿运贵³

(1. 河南师范大学, 新乡 453000; 2. 开封大学, 开封 475000; 3. 河南理工大学, 焦作 454000)

摘要 介绍了玻璃纤维增强复合材料的优良性能及其在建筑节能中的应用情况。指出我国建筑业能耗占有产业能耗的30%,采用节能环保材料是未来一段时间内降低建筑能耗的必由之路。通过分析表明,在建筑工程推广使用玻璃钢管道、玻璃钢门窗等产品可为国家节约大量能源。结合目前我国严峻的节能形势,指出了今后发展玻璃纤维增强复合材料的方向和建筑节能的对策。

关键词 玻璃钢 管道 门窗 建筑节能

当前,节能和环保已成为人类改善生存环境和社会寻求良性发展的主题,越来越受到人们的重视。据统计,我国建筑业能耗约占所有产业能耗的30%^[1-4],这对日益匮乏的自然资源造成极大的威胁。因此,推进建筑节能是我国走可持续发展之路的必然趋势,特别是采用节能环保材料对既有建筑的节能改造和新建建筑的节能选材设计是未来一段时间内降低建筑能耗的必由之路。玻璃纤维增强复合材料(俗称玻璃钢)凭借其优异的性能,在建筑节能方面的应用日益受到人们的青睐。

1 玻璃钢的优良性能

(1) 轻质高强,力学性能好

玻璃钢具有比强度高、比模量大、抗疲劳性能及减振性能好等优点。玻璃钢的密度通常为 1.7 g/m^3 左右,而其强度可以达到甚至超过普通碳素钢的强度,作承力构件可发挥其独特的优良力学性能^[5]。

(2) 可设计性优良

玻璃钢的成型工艺灵活,其结构和性能具有很强的可设计性。通常玻璃纤维的强度和弹性模量比树脂的强度和弹性模量大几十倍。可以通过改变玻璃钢中纤维的含量和分布方向,将潜在的性能集中到必要的方向上,使纤维更有效地发挥作用。还可以根据需要制作兼具刚性、韧性的玻璃钢制品以最大限度地满足工程使用性能的要求。另外,还可赋予玻璃钢阻燃、防静电等功能特性^[6-7]。

(3) 优良的耐化学药品性和耐候性

玻璃钢与普通金属的电化学腐蚀机理不同,其表面电阻为 $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{22}\ \Omega$,在电解质溶液里不会有离子溶解出来,因而对大气、水和一般浓度的酸、碱、盐等介质有着良好的化学稳定性。另外,在玻璃钢中加入相关的辅料可有效改善其耐老化性等

性能。

(4) 隔音性能好

玻璃钢的阻尼性能很好,对声音的阻隔可以达到26~30 dB。

(5) 优良的电性能

玻璃钢的介电性能好,具有良好的绝缘性能和透波性能。通过设计可使其在很宽的频段范围内都具有良好的透微波性能。

(6) 良好的热性能

玻璃钢的热导率为 $0.03 \sim 0.05\text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ ^[2],比普通材料低得多。同时,在一定温度范围内,玻璃钢具有较好的热稳定性。其线胀系数和玻璃接近,低于钢和铝合金。

2 玻璃钢在建筑节能中的应用

2.1 玻璃钢管道

近年来,我国新建城市供水工程所用管材多数为金属管、预应力钢筋混凝土管。由于金属管需做防腐处理,长距离的管道防腐不但增加成本,而且质量也难以得到保证;预应力钢筋混凝土管在运行中易出现爆管、渗漏等质量问题,节能效果较差。而玻璃钢管道由内衬层、结构层和外保护层构成,管道内衬层含有丰富的树脂,耐腐蚀且内壁光滑,输送介质摩擦系数小;结构层用玻璃纤维增强,为承受全部荷载的受力层,使用安全可靠。玻璃钢管道与金属管道等其它管道相比,输送介质时运行阻力小、能耗低。当输水量相同时,所需的玻璃钢管道的管径可至少小一个等级。如用相同管径的管道输送相同的水量,玻璃钢管的用电量可比钢管、铸铁管、水泥管低30%~40%,或在相同输送能耗下输送能力提高

^{*} 河南省科技攻关项目(961100130)

收稿日期:2008-02-19

20% 以上。玻璃钢管道的质量只有相同管径、相同长度钢管的 $1/6 \sim 1/3$ 、铸铁管的 $1/9 \sim 1/7$ 、混凝土管的 $1/15 \sim 1/10$, 因此可大大降低施工费用。玻璃钢管的维修费用一般只占安装和材料费用总和的 1%, 而钢管则为 3%。玻璃钢管道的生产能耗低, 分别为功能相同钢管和铸铁管的 66.7% 和 22.3%。5 年前玻璃钢管道的价格较同样的钢管价格高 30% ~ 50%, 从而影响了其推广使用, 近几年尤其是 2007 年以来钢材价格上调幅度较大, 玻璃钢管道的价格比同样钢管价格高 2% ~ 4%。但采用玻璃钢管可使整体工程造价降低 20% ~ 30%。河南理工大学等研发的高强双抗煤矿玻璃钢管道已在河南平顶山、山东兖州及河北邯郸等较大的煤矿企业推广使用, 吨煤成本明显降低。高压玻璃钢管在大庆、胜利等油田得以广泛使用。以武汉理工大学为代表研制的纤维缠绕夹砂玻璃钢管道生产技术装备已达到目前国外同类技术装备水平。市政用玻璃钢管道在逐年增加^[8-12]。

目前我国城市供水管材料主要还是铸铁管、钢管、水泥压力管和硬质聚氯乙烯管等, 较少采用玻璃钢管道。近几年我国城市供水量逐年增加, 各项费用也在逐年提高。若修建一个供水量 30 万 t/d 的水厂, 一般需要 2 条直径 1.6 m 以上的管道, 而修建一个 50 万 t/d 的水厂, 需要 2 条直径 2 m 以上的管道, 如果用玻璃钢管敷设, 可为国家节约大量的能源。玻璃钢管在城市旧排水管道改造工程中有着独特的优越性, 根据国外的经验, 在要改造的旧排水管道断面中可引入小于原管直径的玻璃钢管, 这样既不影响排水, 又不用拆除旧管道。目前我国城市有很多排水管道因年久失修需要改造和更换。因此, 预计玻璃钢管道在城市给排水管道改造中将会得到广泛的应用。

2.2 玻璃钢门窗

从能源流失来看, 房屋建筑的能源损失中 50% 是通过门窗流失的, 尤其是公共建筑的窗墙比高达 70%, 更加大了能源的损失。因此, 门窗节能在整个节能建筑中起到至关重要的作用^[13-14]。玻璃钢门窗是以无碱玻璃纤维及其制品为增强材料, 不饱和聚酯树脂为基体材料, 通过拉挤工艺生产出空腹型材, 经过切割、组装、喷涂等工序而制成。玻璃钢门窗既有钢、铝门窗的坚固性, 又有一般塑料门窗的耐腐蚀、保温、节能性能, 更具有自身独特的隔音、抗老化、尺寸稳定等性能, 被誉为 21 世纪建筑门窗的绿

色产品。玻璃钢门窗与目前市场大量使用的铝合金门窗和塑钢门窗相比, 节能效果非常好。该材料轻质高强, 其拉伸强度为 350 MPa 以上, 弯曲强度为 260 MPa 以上, 为铝合金的 2 倍、塑钢的 4 ~ 5 倍, 从而弥补了塑钢门窗强度低、易变形的缺点。玻璃钢门窗的热绝缘系数为 $9.96 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, 远大于塑钢窗框和隔热断桥铝合金窗框的热绝缘系数(分别为 5.93 、 $0.16 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)^[14-17]。优质玻璃钢门窗的保温性能优于国家标准(GB 8484 - 1987)中规定的保温性能一级指标。玻璃钢门窗尺寸稳定、隔音性好。玻璃钢型材热变形温度为 200℃, 线胀系数与建筑物和玻璃相当, 在冷热温差变化较大环境下, 不易与建筑物及玻璃之间产生缝隙, 可大大提高玻璃钢门窗的密封性能。据有关部门检测, 优质玻璃钢门窗型材符合 GB 18584 - 2001《室内装饰装修材料家具中有害物质限量》和 GB 6566 - 2001《建筑材料放射性核素限量》规定的各项有害物质限量指标。甲醛释放量和可溶性铅、镉、铬、汞等项目均为标准限量的 $1/6 \sim 1/600$, 达到 A 类装修材料要求, 符合绿色环保建材产品重点推广条件^[15-19]。

我国建筑门窗行业形成了以工程塑料、建筑铝材、彩色涂层钢板、不锈钢板等材料为主的多元化、多层次的产品结构体系, 为建筑门窗产量最多的国家。目前全国城镇建筑市场的门窗需求量已经达到 2 亿 m^2 , 其中塑钢门窗市场占有率约 32%, 铝门窗、铝幕墙市场占有率约 40%, 彩钢板门窗市场占有率约 8%, 其它门窗(包括木门窗、木复合门窗、不锈钢门窗、卷帘门窗、玻璃钢门窗等)的市场占有率约 20%^[15, 20-22]。由于玻璃钢门窗特有的保温、节能等优点, 目前已得到社会各界的认可和国家有关部门的重视与支持。

从 1999 年我国耀华玻璃集团与加拿大 Inline 公司的玻璃钢门窗合资线投产以来, 唐山添晖、山东鲁能及北京房云盛、华实等公司也相继引进国外先进技术, 批量生产高质量玻璃钢门窗^[13, 23]。在我国北方地区, 玻璃钢门窗得到迅速推广, 市场已初具规模。玻璃钢门窗是一种值得推广的新型环保节能门窗, 市场前景十分广阔。尽管如此, 我们也要看到目前玻璃钢门窗的市场占有率还很低, 玻璃钢门窗行业的发展还任重道远。

2.3 其它应用

目前国外新推出一种玻璃钢地板, 可用作停车场地板和平台地板等, 节能环保, 是陶瓷地板优良的

替代产品。在采暖通风工程中,玻璃钢也是很好的节能环保材料,目前已用于制造冷却塔、通风厨、送风管、排气管、栅板、防腐风机罩等。另外,玻璃钢也在冷库、活动房屋、岗亭、仿古建筑、移动剧院、透波塔楼、屏蔽房、水箱、井盖、电缆桥架等领域得以广泛应用,在建筑节能中发挥了重要作用^[24-25]。

3 发展趋势及对策

3.1 节能形势和发展趋势

到目前为止,尽管我国人均资源占有量为世界平均值的40%,但能源消费总量已达世界第二。其中建筑用能源成为我国能源消费的大户,因此,建筑节能势在必行。笔者认为玻璃钢以其优异的节能性能必将成为未来新建节能建筑选材和既有建筑节能改造的首选材料,以代替传统的非节能建材。从国外的应用情况来看,玻璃钢是国际市场上产量最大、用途最广的产品。在美国、日本、德国等工业发达国家,玻璃钢已经进入大规模使用阶段。在新铺设的自来水管中,玻璃钢管所占比例:美国为30%,中东为100%,我国台湾省为70%。目前我国玻璃钢在建筑中的应用已达到40%,但是在建筑节能中的应用还不高,其在建筑节能中的发展还有很大潜力^[3,18,26]。

3.2 建筑节能对策

(1) 建立配套完善的建筑法律法规,规范建筑节能市场,加强建筑节能工作的行政监督。多渠道树立人们的建筑节能意识,引起社会各界的高度重视,促进高效建筑节能市场的建立,从而实现建筑节能的目标。

(2) 利用宏观调控规范建筑市场,利用市场推进人们对节能工作的重视,逐步提高人们的节能意识。据有关部门2001年估算,如果把我国非节能门窗的40%改造为节能门窗,全国可节省煤炭1.56亿t,同时也少向大气层排放7000万t灰尘和大量的有毒气体^[13,19]。

(3) 加大科技创新力度。我国是一个人口众多的国家,能源危机将不可避免,应加大创新力度,大力发展适合我国国情的节能型新材料。同时,玻璃钢产业应立足我国的现实情况,努力与国际接轨,引进新理论、新材料、新设备和新工艺,向科技要能源,推动我国建筑节能工作全面、快速健康的发展。

4 结语

随着我国城镇化进程的加快,建筑业投资越来越多,我国“十一五”规划中明确指出,从2005年起

新建采暖居住建筑应在此前国家节能要求的基础上再节能30%,建设部在节能专项规划中指出,“十一五”期间25%既有建筑要进行改造。建筑节能越来越受到人们的重视,既有建筑的节能改造和供热系统的改造工作量巨大,所以玻璃钢的市场前景广阔,绿色环保、阻燃、节能型的新型建筑材料必将大有作为。

参考文献

- [1] 贾洁,郑宝华.建筑节能的发展方向——低能耗建筑技术[J].建筑节能,2006(1):16-18.
- [2] 耿运贵,张永涛.树脂基复合材料的应用与发展趋势[J].河南理工大学学报:自然科学版,2007,26(2):192-197.
- [3] 宋静艳.浅谈建筑节能[J].四川理工学院学报:自然科学版,2006,19(5):121-123.
- [4] 陈光,方正平,汪清阳,等.建筑系统节能初探[J].节能技术,2007(1):30-35.
- [5] 周曦亚.复合材料[M].化学工业出版社,2005:45-46.
- [6] 欧育湘,陈宇,王筱梅.阻燃高分子材料[M].北京:国防工业出版社,2001.
- [7] orsdy K, Hemming J D. Phenolic GRR and its application in mass transit[C]//Composites Institute, Society of the Plastics Industry. Proceedings of the Annual Conference, 1989.
- [8] 耿运贵,王正友,廖明成.玻璃钢管道在煤矿的应用[J].工程塑料应用,2001,29(8):27-29.
- [9] 张文渊.FRP管在城市供水工程中的应用[J].上海建材,2002(5):17-18.
- [10] 范正明.玻璃钢管道的应用[J].玻璃钢/复合材料,2001(6):44-45.
- [11] 王占杰.供水工程给水管道的选择[J].中国水利,2005(17):55-58.
- [12] 张双娣.性能优良的夹砂玻璃钢管[J].广东建材,2005(8):8-9.
- [13] 李学智.从节能战略看建筑门窗的发展[J].门窗,2008(1):31-35.
- [14] 赵会娟,尹洪武,王喜斌.玻璃钢门窗的保温节能性能研究[J].玻璃钢/复合材料,2004(3):33-35.
- [15] 杨天佑.建筑节能装饰门窗[M].广州:广东科技出版社,2003.
- [16] 石常军.玻璃钢门窗节能效果之研究[J].墙材革新与建筑节能,2003(9):30-32.
- [17] 杜宗翰.建筑节能与节能门窗[J].中国建筑金属结构,2005(5):4-6.
- [18] 薛忠民,陈淳.复合材料的应用与回顾[J].硅酸盐通报,2005(5):84-88.
- [19] 肖岩.浅谈玻璃钢门窗的节能效果[J].应用能源技术,2001(2):6-7.
- [20] 刘志海,周晓彦.玻璃钢节能门窗的发展现状及趋势[J].中国建材,2004(8):42-44.
- [21] 邱伟峰,蒋怀和.建筑节能与节能门窗[J].经济技术协作信息,2006(3):77-77.

[22] 宗树. 玻璃钢节能门窗的发展现状及趋势[J]. 广东建材, 2004(10) : 30 - 31.

[23] 刘志海, 周小彦. 玻璃钢节能门窗的发展现状及趋势[J]. 中国建材, 2004(8) : 42 - 44.

[24] 赵亚臣, 谢军, 蒋惠玲. 不饱和聚酯玻璃钢吊顶的探讨[J]. 纤维复合材料, 2007(4) : 27 - 29.

[25] 徐智, 梅全亭. 21 世纪建筑节能与可持续发展[J]. 训练与科技, 2005(1) : 95 - 97.

[26] 周清洁, 孙芹先. 建筑材料科学技术奖综述[J]. 中国建材, 2007(4) : 59 - 60.

APPLICATION OF GLASS FIBER REINFORCED PLASTICS IN
BUILDING ENERGY CONSERVATION

Guo Minglin¹, Mo Hualin², Geng Yungui³

(1. Henan Normal University, Xinxiang 453000, China; 2. Kaifeng University, Kaifeng 475000, China;
3. Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454000, China)

ABSTRACT The fine performance of glass fiber reinforced plastics and its application in building energy conservation are introduced. Building energy conservation in our country holds 30% of all the industry energy conservation. Adopting energy conservation and environment protection material is an indispensable way to reduce building energy conservation in the future. The analysis shows that spreading and popularizing of glass fiber reinforced plastics pipelines, doors & windows and other products in building engineering can save plenty of energy resources for our country. Combined the austere present situation of energy conservation in China, the directions to develop resin matrix composites and the countermeasures in building energy conservation are pointed out.

KEYWORDS glass fiber reinforced plastics, pipeline, doors & windows, building energy conservation

中国工程塑料市场未来 5 年发展强劲

Frost & Sullivan 咨询公司最近公布的一份报告称, 预计 2013 年中国工程塑料总体市场的年增长速度将达到 10.2%, 届时年需求量将接近 300 万 t。销售额增长的速度则略快, 未来 5 年保持 11.2% 的年均增长率, 2013 年销售额约为 115.6 亿美元。主要推动因素包括汽车、电气和电子行业的稳健发展, 以及在技术和应用方面的改进。该报告还指出, 中国的低生产成本将刺激对工程塑料生产的投资。该报告还对不同种类的树脂未来 5 年的发展前景进行了预测。

未来 5 年, 尼龙市场将恢复超过 16% 的高增长, 从而结束 2006 年的增长放缓情况。但该报告指出尼龙的价格和利润在不断萎缩。再生尼龙、金属和其它聚合物替代材料的使用对其发展产生了一定的冲击。

聚碳酸酯市场从 2005 年以来持续低靡, 主要是因为价格大幅上涨。客户们一改以往下大单的做法, 选择按照实际需求进行购买。该报告还将中国缺乏 DVD 生产的核心技术列为一项突出的市场制约因素。未来几年, 聚碳酸酯市场在产量上的年增长可能达到 9%, 销售额年增长将达 10%。

2006 年聚甲醛的销售呈负增长, 尽管其产量保持正增长, 价格略有回落。该报告预测, 未来一段时间该市场销售额将以每年 5% ~10% 的速度增长。

汽车领域的快速发展推动了对聚对苯二甲酸丁二酯 (PBT) 的强劲增长, 在产量和销量上都会有近 10% 的增长。

而高利润的聚苯醚市场正在吸引更多的企业入市, 包括中国本地企业和跨国公司。到 2013 年, 预计该市场的年增幅将保持在 10.7%。

该报告还强调了中国本地企业和跨国供应商在市场占有率上的不平衡。在国内, 有一半以上的工程塑料销售来自

大型跨国巨头, 如沙伯基础创新塑料(原 GE 塑料集团)、杜邦、宝理、三菱工程塑料、拜耳、旭化成、巴斯夫和帝人等, 市场竞争激烈。

(工程塑料网)

全球导电聚合物市场迅速扩大

根据美国 BCC 研究公司日前发布的预测报告, 2008 年全球导电聚合物市场需求预计达到 14.3 万 t (3.147 亿磅), 到 2013 年市场年均增长率为 5.4%。

其中, 2008 年本征导电聚合物 (ICP) 在整个市场所占份额将为 1 678 t (370 万磅), BCC 公司预计其未来将以年均 15.8% 的速度快速增长, 2013 年将达到 3 583 t (790 万磅)。

电容器是目前最大的 ICP 应用领域, 其次是紧急停车系统 (ESD)、传感器、纺织品和防腐领域。

(中聚网)

抗凝血聚碳酸酯提高血泵可靠性

RenalSolutions 与沙伯基础创新塑料通力合作, 开发出一种符合血泵的机械和物理要求的聚碳酸酯 (PC) 新材料 LexanHPM, 这种材料能够实现最优血液动力学泵的设计, 同时改进血液接触面的特性。与标准的 PC 相比, LexanHPM 树脂的性能经过强化, 可以降低血小板和纤维蛋白原结合的特性以及白细胞和 C3a 蛋白质的活性, 从而使 Pulsar 泵壁的凝结现象得以改善。

传统的蠕动 (滚压式) 泵是通过加压将血液压入透析器。而定压型 Pulsar 泵则对每个增压室中的柔性薄膜交替施加正压和负压, 从而降低在循环阻塞时病人穿刺部位受到的压力。此外, 与单针系统的转换在传统的蠕动 (滚压式) 泵中十分困难, 而 Pulsar 泵简化了这种转换过程, 只需在图形用户界面上选择单针模式即可轻松转换。

Pulsar 血泵采用 LexanHPM 树脂制造, 有助于防止在泵壁上形成血栓, 而血栓的形成可能会影响治疗效果。

(中聚网)