

# 新型复合材料“碳金”板材的研究进展

费少雷,李巧玲\*

(中北大学理学院化学系,山西太原030051)

**摘要:**综述了碳金板材的性能、工艺流程及研究状况,分析了其中存在的问题并进行了展望。

**关键词:**碳金板材;性能;复合材料

**中图分类号:**TQ325.3

**文献标志码:**A

**文章编号:**0253-4320(2014)06-0016-03

## Research progresses of new composites carbon gold plates

FEI Shao-lei, LI Qiao-ling\*

(Department of Chemistry, School of Science, North University of China, Taiyuan 030051, China)

**Abstract:** Carbon gold plates as a kind of green environmentally construction, furniture, decoration materials, have attracted considerable attention due to its low cost, no secondary pollution, recycling property, corrosion resistance, friction resistance, waterproof and fire prevention. The performances of carbon gold plates, process and research status are reviewed in this article. The problems are analyzed. The prospects of carbon gold plates in the future are proposed as well.

**Key words:** carbon gold plates; performance; composites

碳金作为一种新型的建筑装饰材料,是煤炭在1 000℃以上经高温燃烧后剩余的富含二氧化硅和三氧化二铝、三氧化二铁、氧化钙等高钙物质,应用现代高温提纯融合技术,按照现代生活要求的品质,加工提炼而成的,具有耐高低温、导热性能优、不怕水、不怕潮、不霉变、无辐射等特性。

另一方面,现代社会,煤电产业在支撑经济快速发展的同时,也产生了大量的工业固废,比如粉煤灰。目前中国粉煤灰的排放量已经达到5.4亿t,但是利用率却远远低于发达国家。世界粉煤灰联盟主席 Graing Heidrich 说,目前一些发达国家的粉煤灰利用率都超过了80%,利用率最高的是日本,达到了98%以上,其次是欧洲,利用率为90%,而中国的利用率仅为68%。如何对煤炭经济进行创新的综合利用,积极创新,是摆在现代人面前的难题。

2013年9月6日,亚洲粉煤灰及副产石膏处理与利用技术国际交流大会在山西省朔州市举行,旨在交流粉煤灰、脱硫石膏综合利用技术,展示产学研成果,促进国际合作,推动煤炭资源综合高效利用。

碳金板材的出现,成功解决了粉煤灰对地球环境的污染问题,正是符合这个宗旨及“国家废弃物资源化”的政策,而且突破了传统板材甲醛超标和

成本高的缺点。本文中综述了碳金板材的性能、工艺流程及研究状况,分析了其中存在的问题并进行了展望。

## 1 碳金板材

### 1.1 碳金材料的特性

碳金板材是由碳金材料和聚氯乙烯树脂,添加适当的加工助剂,并在合适的工艺条件下,压制或者挤出成型的复合材料。

碳金材料的主要成分是粉煤灰,是一种熔点为1 250~1 450℃的人工火山灰质混合材料,不同来源的煤和不同燃烧条件下产生的粉煤灰,其化学成分差别很大<sup>[1-2]</sup>。粉煤灰的主要化学成分是SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,其总量约占80%。矿物成分主要有石英、莫来石、赤铁矿、磁铁矿、玻璃体等,其中玻璃体是粉煤灰的主要组成部分,是其活性的决定性因素,玻璃体的多少主要取决于煤灰的冷却速度,冷却速度较快,玻璃体含量较多<sup>[3]</sup>。粉煤灰中的中空微珠和玻璃微珠圆而光滑,具有质轻、导热系数小、耐磨、耐高压、耐酸碱、隔热绝缘和高吸附量等优异性能,应用于填充树脂中具有新的使用价值<sup>[4]</sup>。玻璃微珠颗粒间聚集度很小,加工时易均匀分散到树脂中<sup>[5]</sup>,使其加工流变性得到明显改善。用粉煤灰制

收稿日期:2014-01-08

基金项目:国家自然科学基金项目(20871108,51272239);山西省青年科学基金项目(2010021022-3);山西省高等学校科技项目(2010115)

作者简介:费少雷(1990-),男,硕士生;李巧玲(1965-),女,博士,教授,主要研究方向为新型材料的制备和研究,通讯联系人,0351-3923197, qiaolingl@163.com。

成的碳金材料不仅提高了其力学性能,而且降低成本,更加经济化。

聚氯乙烯(PVC)树脂是综合性能优良的通用塑料之一,具有耐腐蚀性、耐磨性、价格低廉、材料来源广泛等优点。但PVC存在冲击强度低、硬而脆等缺点,因此用粉煤灰粉体增韧改性PVC,在很大程度上提高了其力学性能。

### 1.2 碳金板材的工艺流程

由于粉煤灰与聚合物材料基质的界面性质有所不同,造成两者的亲和性差,使其作为聚合物填充剂受到限制。因此,首先应对粉煤灰进行活化处理。通常采用的活化方法有化学沉积法、共聚接枝法、偶联剂法等。制作碳金基材的工艺流程见图1。

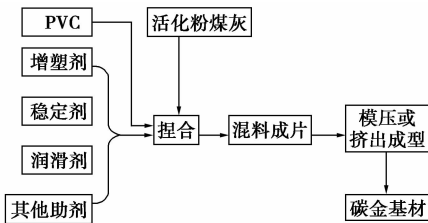


图1 碳金基材的工艺流程

碳金基材经砂光→四面刨→双端铣→砂光→修补→砂光底漆→砂光UV漆→面漆→检验→打包→成品库,最后制成碳金板材。

通过对碳金材料的运用,人类将减少对木材的原料需求,减少对森林植被的破坏,保护地球环境,让地球变得更美。由此也为人们带来了绿色、低碳、健康、环保的碳金生活方式。

### 1.3 碳金板材的性能

(1)碳金板材采用粉煤灰为主要材料,解决国家固废利用难题,甲醛释放量达到国家标准,无辐射、无污染,并可循环使用。其中均含有适量活性炭,可以净化空气,减少污染。

(2)碳金板材的主材从1 000℃高温烧制的粉煤灰中提炼而得,富含高钙物质,因此硬度高,抗冲击性能强,且耐腐蚀,耐老化,有效阻止霉变或虫蛀。

(3)碳金板材质地细密,材质中富含防水性能极佳的高分子物质PVC,能有效阻止水分渗透。

(4)碳金板材的耐磨损转数(IP)达到9 000,能有效抗击各种类型的磨擦损伤。

(5)防火阻燃。碳金板材具有优秀的防火阻燃性能,碳金地板经高温压制成型,因而有良好耐高低温特性。此外,还具有防滑、防静电等性能,其综合性能优于其他板材。

## 2 碳金板材的研究概况

20世纪80年代到90年代,国内曾经开展超细粉煤灰填充PVC复合材料的高附加值应用研究,但人们对碳金板材的研究是最近才开始的,很多只停留在实验室阶段,研究人员都对其进行了不同程度的研究。

为了提高粉煤灰的利用率,提高其填充量,很多工作者对粉煤灰进行了表面活化处理,经活化改性后,增加粉煤灰与高分子材料的结合力,可提高填充量,改善加工性能,提高制品的力学性能。

杨玉芬等<sup>[6]</sup>研究了在 $\text{Ca}(\text{OH})_2-\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$ 体系中,即在加热过程中,矿浆中的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 与粉煤灰中激发出来的活性 $\text{SiO}_2$ 和 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 反应,其生成物在粉煤灰颗粒表面沉积、生长,实现粉煤灰颗粒的表面包覆,包覆后的粉煤灰的比表面积和白度分别提高了3倍和2倍以上。同时还研究了粉煤灰在PP中的填充性能,表明其力学性能均有所提高。

张弘张<sup>[7]</sup>将粉煤灰经筛选、表面处理加入到塑料制品中,分析了粉煤灰的粒径和添加量对制品的影响,说明了粉煤灰在PVC管材中应用,发现以50份活性粉煤灰微珠加入PVC树脂中,制成的PVC填充管材,其性能符合GB 10002.1—1988《给水用硬质聚氯乙烯管材》标准要求,但价格降低了4%。并对填充粉煤灰制品与其他金属矿粉的塑料制品进行了比较,认为粉煤灰作为塑料制品的填料具有明显的经济和社会效益。

张云怀等<sup>[8-10]</sup>研究了钛酸酯偶联剂活化粉煤灰微珠填充PVC板材的加工性能,结果表明,填充体系加工性能优良,且流变性、力学性能和耐腐蚀性优于活性 $\text{CaCO}_3$ 填充的PVC材料。同时研究了325目粉煤灰微珠填充PVC板材的试验情况,试验表明,粉煤灰/PVC复合板材的流变性和加工性得到了明显改善,而拉伸强度和冲击强度都有所下降,但也达到了国家标准GB/T 13520—1992的要求。

董金虎等<sup>[11]</sup>分别针对粉煤灰表面改性剂的种类、改性剂的用量及粉煤灰的含量,对PVC/粉煤灰复合板材性能的影响进行了研究。结果表明,只有KH550对PVC/粉煤灰复合板材的力学性能有所提高,当KH550质量分数为1.5%,粉煤灰的质量分数为10%的时候,其拉伸强度、断裂伸长率和冲击强度都增加。

Lin等<sup>[12]</sup>用热压法制备了不同粒度及质量分数粉煤灰的聚氯乙烯复合材料,并测试了复合材料的

硬度、冲击强度及摩擦性能等力学性能。实验结果表明,当粉煤灰的质量分数低于 40% 时,复合材料的硬度随着粉煤灰质量分数增大而提高;当粉煤灰的质量分数相同时,随着粉煤灰粒度的减小,复合材料的硬度增大;当粉煤灰的质量分数高于 50% 时,复合材料的硬度和耐磨性降低。复合材料的冲击强度随着粉煤灰质量分数的增加而先增加后降低,在质量分数为 40% ~ 50% 时,冲击强度达到最大值 (1.97 kJ/m),比纯 PVC 的冲击强度高 2 倍。当添加质量分数 50% 的 74 ~ 147  $\mu\text{m}$  的粉煤灰,其有最高的力学性能和最低的磨损率。

2010 年 8 月 6 日,苏州富通电器塑业有限公司申请的粉煤灰高填充聚氯乙烯塑料地板生产专利。传统聚氯乙烯塑料地板以碳酸钙或高岭土等作为填充物,用粉煤灰代替碳酸钙作为聚氯乙烯塑料地板的填充剂,不仅制品的耐磨性和尺寸稳定性好,且其各项性能均达到国家塑料地板标准。其基础配方为聚氯乙烯树脂 100 ~ 120 份,粉煤灰 400 ~ 500 份,二甲基二巯基乙酸异辛酯锡 8 ~ 10 份,邻苯二甲酸二辛脂 25 ~ 30 份,硅烷偶联剂 4 ~ 5 份,将上述配方高速混合,在 140 ~ 160 $^{\circ}\text{C}$  的双棍炼塑机上塑化拉片,在 140 ~ 160 $^{\circ}\text{C}$ 、180 ~ 200  $\text{kg}/\text{cm}^2$  的压力下模压成型。申请的双层粉煤灰高填充聚氯乙烯塑料地板专利,其各项性能均达到国家塑料地板标准<sup>[13-14]</sup>。

2013 年 3 月 26 日,以润臻朔州公司独立拥有核心生产技术的碳金材料为基材,经改版升级生产的碳金地板,在上海举行的第十五届中国国际地面材料及铺装技术展览会上,作为世界上首块碳金地板,以其集多种材质于一身的优良功能,在品牌云集、竞争激烈的地板市场上,赢得了海内外客商的青睐。2013 年 3 月 22 日,朔州润臻新技术开发有限公司申请了一种粉煤灰门套线生产专利。其主要配方由粉煤灰 80 ~ 90 份、聚氯乙烯 8 ~ 12 份、PE 蜡 4 ~ 6 份组成,经封闭式加温搅拌机充分混合搅拌,在 170 ~ 190 $^{\circ}\text{C}$  的温度下,置于坯体模具内进行挤压成型<sup>[15-16]</sup>。产品质地坚硬,不吸水,防污染,耐酸碱,抗老化,绿色环保,无放射性毒害,经过国家安全检查,可以安全使用。

### 3 结论与展望

碳金板材作为一种新型的绿色环保型建材,具有循环再利用的属性,正在受到社会各界的重视。其利用废弃资源为原料制作而成。目前,用碳金材

料制成的地板、墙面、桌椅等均达到国家标准,并已经出口。碳金材料的使用,不仅可以减少粉煤灰的危害,净化空气环境;又可以减少人们对木材的依赖,进而减少了对森林的砍伐,将对环境保护做出巨大的贡献。

碳金板材的出现解决了粉煤灰污染的问题,但其添加量仅在质量分数 60% ~ 70%,另一方面粉煤灰对机器的磨损程度也比较大。如何提高粉煤灰的添加量,降低生产成本,提高其稳定性能,并生产多功能性的碳金板材是今后努力的方向。推动碳金材料和产品的壮大,更加平衡地发展,必须提高创新能力,掌握更先进的技术和设备。随着国家政策的倾向及碳金板材各项性能的优势,碳金板材必将得到广泛的应用。

### 参考文献

- [1] 薛群虎,杨源,袁广亮,等. 粉煤灰理化性能研究[J]. 煤炭科学技术,2007,35(11):91-94.
- [2] 杨久俊,王文娟,吴宏江,等. 不同燃煤电厂粉煤灰的特性及影响因素分析[J]. 粉煤灰综合利用,2008,(6):6-9.
- [3] Zhang Haiying, Zhao Youcai. Study on basic characteristics of fly ash from one shanghai municipal solid waste incinerator[J]. Journal of Environmental Technology and Engineering, 2009, 2(3): 92-98.
- [4] 凌友志,屠庆模. 粉煤灰“三步法”综合利用新工艺初探[J]. 新型建筑材料,2009,36(4):21-22.
- [5] 马进. 超细粉煤灰填充聚丙烯的研究开发[J]. 中国塑料,2001,15(7):54-57.
- [6] 杨玉芬,盖国胜,郝向阳,等. 纯化粉煤灰的改性及应用研究[J]. 中国矿业大学学报,2005,34(6):716-720.
- [7] 张弘张. 粉煤灰在塑料制品中的应用研究[J]. 塑料科技,1998,(6):20-22.
- [8] 张云怀,曹政权,唐思进,等. 铝酸酯活化粉煤灰微珠及其在聚氯乙烯塑料中的应用[J]. 粉煤灰综合利用,1995,(4):34-36.
- [9] 张云怀,张丙怀. 钛酸酯活化粉煤灰微珠填充 PVC 板材研究[J]. 工程塑料应用,2001,29(3):30-31.
- [10] 张云怀. 粉煤灰微珠/有机高分子复合材料及其偶联剂界面作用的研究[D]. 重庆:重庆大学,2004:1-25.
- [11] 董金虎,石振武,杨守洁,等. PVC/粉煤灰复合板的性能研究[J]. 塑料工业,2011,39(5):113-116.
- [12] Lin Jian-ming, Xiong Dang-sheng. Effect of fly ash content and grit size on mechanical and tribological properties of PVC composites[J]. Trans Nonferrous Met Soc China, 2005, 15(3): 457-461.
- [13] 陈健. 双层粉煤灰高填充聚氯乙烯塑料地板:CN,102373791A[P]. 2012-03-14.
- [14] 陈健. 粉煤灰高填充聚氯乙烯塑料地板:CN,102372880A[P]. 2012-03-14.
- [15] 胡勇. 一种粉煤灰门套线:CN,103172300A[P]. 2013-06-26.
- [16] 胡勇. 一种粉煤灰地板:CN,103172301A[P]. 2013-06-26. ■