

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2013.01.025

聚碳酸酯板的特性及其在建筑领域的应用^{*}

顾书英¹, 许乾慰¹, 张懿²

[1. 同济大学材料科学与工程学院, 同济大学先进土木工程材料教育部重点实验室, 上海 201804;

2. 拜耳材料科技(北京)有限公司, 北京 100176]

摘要:介绍了一种节能环保,可持续发展的建筑材料——聚碳酸酯(PC)板材,着重从安全性、可加工性、设计性和节能环保等方面阐述了PC板材的性能特点和潜在应用。

关键词:聚碳酸酯板材;安全性;加工性;设计性;节能环保

中图分类号:TQ322, TQ050.4

文献标识码:A

文章编号:1001-3539(2013)01-0105-04

Characteristics of Polycarbonate Sheets and Their Applications in Construction Fields

Gu Shuying¹, Xu Qianwei¹, Zhang Yi²

[1. Key Laboratory of Advanced Civil Engineering Materials, Ministry of Education, School of Materials Science and Engineering, Tongji University, Shanghai 201804, China; 2. Bayer Material Science(Beijing) Company Limited, Beijing 100176, China]

Abstract: A kind of energy saving and environment friendly sustainable construction materials—polycarbonate sheets were introduced. Characteristics and potential applications were analyzed from the views of safety, easiness of processing and installing, strong designability, energy saving and environment friendliness.

Keywords: polycarbonate sheets; safety; processability; designability; energy saving and environment friendly

当代建筑设计理念越来越关注如何营造一个空间,使它能与特定的社会和自然环境共存,材料及其构件作为建筑的基本元素,在当前新建筑空间艺术表现中有了新的理解和文化价值^[1]。随着新技术的不断涌现,新材料给现代建筑的结构设计、安全、可持续性发展和降低维护费用等提供了越来越多的可能性。聚碳酸酯(PC)板材就是其中佼佼者之一。

PC是一种独特的热塑性工程塑料,用它制成的板材集透明、轻质、保温、抗冲击、隔音、耐候、耐久为一体,成为近年来建筑、装饰业最理想的采光材料之一,广泛应用在大型公共设施、屋顶采光、商业建筑、安全建筑的幕墙或高侧窗带、屋面采光带或采光天幕、建筑配套设施、内饰、隔音等领域^[2]。2011年,我国市场对PC板材的需求约为11万t,其中多层板约占一半,主要用于屋面和立面。并且,PC板市场正在快速发展,拜耳材料科技PC事业部半成品部全球技术和生产部负责人Michael Schmidt预测:到2015年,中国PC板材市场的年均增长率将达到10%左右,据此推算,届时中国将需要15.5万t PC板材,其中6.5万t为多层板,9万t为实心板^[3]。

笔者现从安全性、可加工性、设计性和节能环保等几个方面阐述了PC板材的性能特点和潜在应用。

1 安全性

PC是热塑性工程塑料中抗冲击性最佳的一种,6 mm

厚的PC多层板,4 mm厚的PC实心板的冲击强度分别达160 N·m和400 N·m(测试标准为GB/T 14485-1993),分别约为普通玻璃的80倍和200倍,安全玻璃的16倍和40倍以上^[4],具有打不破,敲不碎的特点。用3 kg落锤从2 m坠下冲击也无裂痕,有“不碎玻璃”和“响钢”的美称。并且,PC板不会像钢化玻璃那样发生自爆现象,因此,PC板使用安全性高。

此外,PC的密度为1.2 g/cm³,为玻璃密度的一半不到,质量轻,施工、安装方便,节省运输、搬运、安装以及支撑框架的成本,而且支撑龙骨小巧美观,可避免大量笨重结构杆件产生的凌乱线条和阴影,所以PC多层板和实心板(见图1)特别适合于大型公共建筑的大跨度的屋顶、悬吊罩棚和幕墙^[5-6]。可插接的多层板更适用于大面积有隐框要求的幕墙铺装。

PC板材已经成功应用在很多国际大型体育场馆的建设中,建成的看台罩棚和外墙具有透明度高,确保充足的日光照射,最大程度减少了支撑结构,因此,轻盈而透明,为体育场馆建造出非同寻常的屋面和面墙造型^[2]。例如:天津奥林

^{*} 拜耳教育基金项目(tb20120001)

联系人:顾书英,教授,主要从事高分子材料改性和纳米复合材料的研究

收稿日期:2012-10-31

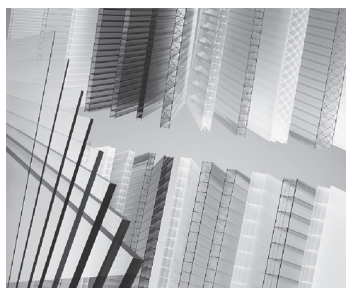


图1 PC多层板和实心板

匹克中心体育场是2008年北京奥运会的比赛场馆之一,体育场建筑面积15.8万 m^2 ,南北长380 m,东西长270 m,标高53 m,占地约7.8万 m^2 ,可同时容纳8万人观看比赛。体育场造型是椭圆形的“水滴”形。“水滴”的屋面由三种材料组成,屋面系统由内向外类似于3个椭圆形的环套在一起,内圈为模克隆®PC实心板,中圈为金属板,外圈为高强玻璃,俯瞰整个体育场,PC板、金属板、高强玻璃自上而下分层铺设形成“水滴”顶部透明、中间一圈封闭,下边一圈透明的变换视觉效果,以此来充分表现“水滴”的时尚动感之美^[7-8],见图2。

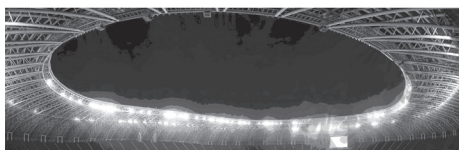


图2 天津奥林匹克中心体育场的屋面

同济大学土木工程防灾国家重点实验室多功能震动台实验室大门(图3),由两扇8 m宽,6 m高,上下移动的门开启,每扇大门是两层5X/40 mm(即5层,总厚度40 mm,下同)的PC多层板,由金属框架固定,选用乳白色的多层PC板,不仅外表美观,而且与选用岩棉彩钢板相比,每扇门自重降低576 kg(50%),提高了门上下移动的安全性。



图3 多功能震动台实验室大门

2 可加工性

PC板加工性强,可手工切割、钻孔、铣槽,不易断裂,施工简便,常温下无需加温,可冷弯,亦可热弯,最小弯曲半径小,如16 mm厚的三层加强型PC板的最小弯曲半径为2800 mm。因此,可依设计图在工地现场采用冷弯方式,安装成拱形、半圆形等曲线结构。如:容纳6万名观众的沈阳

奥林匹克中心体育场部分屋顶选用模克隆®防紫外线3X/25 mm多层板材(见图4),其拱形的屋面设计不仅充分体现了PC的加工和安装灵活性,同时赋予了建筑物艺术表现力。

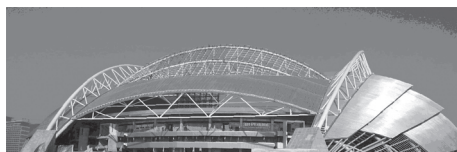


图4 沈阳奥林匹克中心体育场

PC板安装容易,方式多样,位于青浦城区中心的上海青浦区体育馆选用质量轻、强度大的乳白色模克隆®实心PC板,使用编织的方法将其固定在后面的钢架上,在原建筑外侧加一个装饰层,使原建筑物改颜换貌,城市面貌发生了巨大的变化^[9-10]。并且PC板通过共挤出,将紫外线保护层和PC板材均匀牢固地复合在一起。这种坚固、厚实的保护层与基材结合牢固,不剥落、不龟裂,可以为板材提供卓越的紫外线保护,以防止PC板材长年使用后颜色发黄,质量变差。因此,从2008年2月建成至2012年8月体育馆外层装饰层保持了原有的整体效果,无开裂,无变形,见图5。



图5 上海青浦区体育馆

3 设计性

PC板除了加工容易,能够设计成各种复杂形状外,其颜色的选择性丰富,可以根据需要选用不同颜色、不同透明度的产品,从而设计出具有各种艺术效果的建筑风格。德国驻华大使馆的INFORM艺术装置(图6)采用白色、红色、蓝色防紫外实心板,利用热成型方法构造出三维立体艺术装置,面积超过1300 m^2 ,每张板均由手工制成。

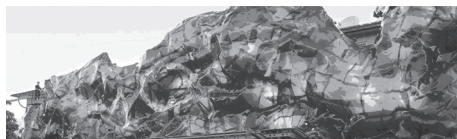


图6 德国驻华大使馆的INFORM艺术装置

新加坡PILL城市娱乐中心幕墙(图7)采用防紫外线PC透明板,利用热成型方法,用四个不同的模块创造出每张板的形状和颜色,令人联想起怪诞的水晶体和埃舍尔画中的不规则碎片图形,赋予你一种美的享受,给人留下深刻的印

象。

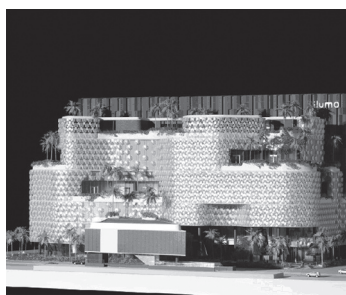


图7 新加坡 PILL 城市娱乐中心幕墙

4 节能环保

现代建筑的设计越来越重视环保、绿色和可持续性,注重材料的生态功能。从生态原理出发,运用技术手段关注材料的生态功能,塑造新型高技术建筑空间,在设计中贯入生态理念和生态精神,通过技术将材料和空间结合。围护结构不仅能起到划分空间的作用,同时也是建筑内外能量交换的媒介,立面设计和节能概念最终体现在围护结构的采暖、降温设计及太阳能的利用上。PC 板材料的热导率低,多层板具有中空结构,其隔热性远远优于其它实心建材,甚至中空玻璃,所以是一种节约能源的材料^[11]。如:3X/16 mm 多层板 K 值为 $2.2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$,遮蔽系数 (SC)=0.71,而 6+9+6 中空白玻璃 K 值为 $2.87 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$,SC=0.81。因此,PC 板可以减少取暖和制冷成本,提高了能源利用率。

位于昆山德国工业园区内的德中绿色孵化基地 (图 8),根据当地气候条件对项目进行节能模拟,采用防紫外线乳白色多层板作外墙外保温系统,是按照德国节能标准建设的绿色厂房项目^[12]。



图8 德中绿色孵化基地效果图

武汉火车站 (图 9) 的屋面选用透光率为 20%~25%, K 值为 $1.83 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, $\text{SC} \leq 0.32$,850 mm 宽,16 mm 和 25 mm 厚,有 UV 防护层的乳白色多层 PC 板采光带与 2700 mm 宽的铝合金形成交替的结构设计。尽管屋面采光带面积超过 24%,但整体围护结构的综合能耗计算结果仍符合《公共建筑节能标准》^[13] 要求,PC 多层板的节能保温特性在其中起了重要的贡献。

新型的模克隆®Low-E PC 多层板,通过特殊的工艺处理能够使板材有效阻隔红外线照射带来的热能,实现隔热效果,与市场同类产品相比,性能更稳定,表现更出色。在气温较低的季节,Low-E PC 多层板通过其中空结构,能够减少热

量向外散发,从而保持温度并达到节能效果,与相同厚度的传统板材相比,能源可节省 50%。因此,在不同的季节都会使室内获得令人愉快舒适的气候环境。

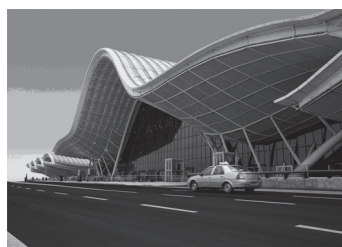


图9 武汉火车站

此外,每生产 1 kg PC 多层板能量需求共计为 116 MJ,总共释放出 6.3 kg 的 CO_2 ^[14]。根据 GB/T 2589-2008《综合能耗计算通则》^[15]、GB 4871-1995《普通平板玻璃标准》^[16],以 500 t/d 的熔窑计算,平板玻璃产品的综合能耗为 20.5 kg 标准煤/质量箱,1 kg 玻璃综合能耗约合 0.41 kg 标准煤,相当于 12.015 MJ 能量。另外,根据 IPCC 数据库,典型煤种如褐煤、焦煤的碳含量为 25.8 kg/GJ,相应 CO_2 排放量为 94.6 kg CO_2 /GJ,因此,标准煤的 CO_2 排放因子为 2.7725 t CO_2 /t 煤,即燃烧 1 t 标准煤释放 2.7725 t CO_2 ,那么生产 1 kg 玻璃要释放 CO_2 1.137 kg。虽然,生产 1 kg 的 PC 的综合能耗及 CO_2 的排放量比生产 1 kg 玻璃要高,但是 PC 的密度小,并且多层板具有中空结构,每平方米的质量只有 2.5 kg (以 3X/16 mm 为例,面密度为 2.5 kg/ m^2),使得生产每平方米 PC 多层板生产综合能耗及 CO_2 排放量降低。如:每平方米 16 mm 的 PC 板综合能耗 290 MJ, CO_2 排放量为 15.75 kg;而每平方米 6 mm 厚的双层中空玻璃的质量为 30 kg (玻璃的密度以 2.5 g/ cm^3 计算),生产综合能耗为 360 MJ,生产过程中 CO_2 排放量为 34.11 kg,所以,生产每平方米的 3X/16 mm PC 多层板与生产每平方米 6 mm 厚的双层玻璃相比,综合能耗节约 20%, CO_2 的排放量降低 54%。PC 多层板生产过程中能耗、 CO_2 排放量低,如果再考虑使用过程中的能源消耗,PC 板将具有更大的优势。因此,从环保和生态的角度更体现出 PC 板材的可持续性和环境友好性,为气候的保护做出了积极的贡献。

5 结语

PC 板质量轻,冲击强度高,安全性高,安装简便,赋予了现代建筑物更大的设计空间。多层 PC 板的中空结构和智能化设计,使光线选择性透过,可以获得更多的可见光,同时减少热量进入;在气温较低的季节,能够减少热量向外散发,从而保持温度并达到节能效果,使工业和住宅建筑实现智能化和节能化解决方案成为可能。此外,PC 板材是完全可再回收利用的材料,可重复加工成型,废品和边角余料也能回收利用,不会造成环境污染,可以达到环保要求。因此,PC

板材及其构件应用在建筑的屋顶和外墙等领域,能充分发挥其时尚、透光、温馨怡人的特点,不仅能满足人们对现代建筑艺术表现力的需求,而且大幅降低 CO₂ 气体排放量,降低能源消耗,是一个可持续发展的解决方案。

参考文献

- [1] 王丽,等.工程与建设,2006,20(1):65-68.
Wang Li, et al.Engineering and Construction, 2006, 20(1):65-68.
- [2] Benz V W. 塑料挤出,2002(2):5-11.
Benz V W.Plastics Extrusion, 2002(2):5-11.
- [3] 佚名.上海化工,2011,36(11):46.
Anon.Shanghai Chemical Industry, 2011, 36(11):46.
- [4] 张亦豪,等.工程塑料应用,2000,28(3):40-41.
Zhang Yihao, et al.Engineering Plastics Application, 2000, 28(3):40-41.
- [5] 佚名.化工新型材料,1997(10):33-35.
Anon.New Chemical Materials, 1997(10):33-35.
- [6] 江镇海.河南化工,1997(12):12-13.
Jiang Zhenhai.Henan Chemical Industry, 1997(12):12-13.
- [7] 拜耳材料科技.建设科技,2008(3):39.
Bayer Materials Science.Construction Science and Technology, 2008(3):39.
- [8] 拜耳材料科技.中国建筑装饰装修,2006(5):172-173.
Bayer Materials Science.Interior Architecture of China, 2006(5):172-173.
- [9] 佚名.城市环境设计,2010(7):144-147.
Anon.Urban Environment Design, 2010(7):144-147.
- [10] 邵方晴.建筑创作,2008(5):48-91.
Tai Fangqing.Archicreation, 2008(5):48-91.
- [11] 佚名.中华建设,2005(6):57.
Anon.China Construction, 2005(6):57.
- [12] 佚名.http://news.idoican.com.cn/zhjzb/html/2011-11/22/content_3147143.htm, 2012-10-08.
Anon.http://news.idoican.com.cn/zhjzb/html/2011-11/22/content_3147143.htm, htm, 2012-10-08.
- [13] GB 50189-2005 公共建筑节能设计标准[S].
GB 50189-2005 Design Standard for Energy Efficiency of Public Construction[S].
- [14] Ian Boustead.http://www.apme.org/media/public_documents/20010821_112344/41.pdf, 2012-10-08.
- [15] GB/T 2589-2008 综合能耗计算通则[S].
GB/T 2589-2008 The general principles for calculation of comprehensive energy consumption[S].
- [16] GB 4871-1995 普通平板玻璃生产标准[S].
GB 4871-1995 Production Standard for Ordinary Flat Glass[S].

生物法对二甲苯在美获突破

总部在纽约的 Anellotech 公司近日表示,由生物化工路径生产芳烃获得突破,采用催化快速热解 (CFP) 技术可将对二甲苯的产率提高两倍。尽管该生产工艺目前仍处在实验室阶段,但该公司有望 2014 年达到示范装置规模,2018 年实现商业化生产。

Anellotech 公司是一家新成立的采用生物路线生产芳烃的公司。该公司现已获得美国马萨诸塞州 Amherst 大学的技术授权,采用 CFP 技术生产对二甲苯。CFP 技术由马萨诸塞州阿姆赫斯特大学教授乔治·胡贝尔发明,可利用非粮生物质生产苯、甲苯、二甲苯和烯烃。

Anellotech 公司 CEO 大卫·苏多尔斯基称,CFP 技术采用改进的沸石分子筛催化剂和流化床反应器,将化工行业广泛应用的催化剂沸石分子筛嫁接到生物原料路线上。

该工艺不同于传统的发酵工艺,不用将纤维素转化为糖类。木质纤维素生物质进入含有催化剂、生物质和气体混合物的流化床反应器,通过热分解形成热解蒸汽,再转化成目标产物芳烃和烯烃,以及副产物一氧化碳、二氧化碳和焦炭等。

大卫·苏多尔斯基认为,Anellotech 公司在生产对二甲苯方面将具有成本优势。首先,原料为木屑和玉米秸秆等非粮生物质,并且这些原料无需任何预处理。其次,所有的化学反应在一个流化床中进行,有助于提高产物效率。最后,改进的 CFP 技术可使对二甲苯的产率提高至 95%,从而极大地降低了产物分离成本。此外,工艺放大也比较简单。“假

如每吨干基生物质成本为 50 美元,我们的对二甲苯生产成本为 400~600 美元/t。再加上目前的绿色补贴有利条件,我很看好 CFP 法对二甲苯前景。当然,最终我们必须与石油基的对二甲苯进行竞争。”

生物基对二甲苯是近年来生物化学领域最热门的研究课题之一。例如可口可乐公司一直积极投资于这方面的公司和项目。该公司目前使用的 PET 瓶约 30% 是生物基的。自 2009 年这种生物基 PET 瓶推出以来,已售出了 100 亿只。可口可乐公司需要生物基对二甲苯以使 PET 瓶实现 100% 可再生。
(中化新网)

环氧甲酯增塑剂项目落户镇江

香港优裕科技控股有限公司环氧甲酯项目日前正式签约,落户镇江市新区绿色化工新材料产业园。

据了解,该项目总投资 1 亿美元,注册资本 4000 万美元,预计 2013 年一季度开工建设,2014 年一季度建成投产。该项目落户镇江市新区,将形成恒顺达生物柴油废弃油脂利用-环氧甲酯新型增塑剂-格林艾普 PVC 成品生产的绿色循环产业链,对提升镇江市新区绿色化工园区循环经济层次有重要意义。

环氧甲酯新型增塑剂是脂肪酸甲酯(生物柴油)深加工产品,是对废弃动植物油脂循环再利用的产物,是国际上公认的绿色无毒新型增塑剂。目前国内环氧增塑剂生产企业采用的是间歇式生产工艺,能耗大,效率低,而该项目采用中石化开发的连续化生产工艺,工序全程自控,能耗降低明显,产品质量稳定,没有固废产生。
(慧聪塑料网)