访 台 观 感

赵渠森　张志民　陈　博

由中国复合材料学会组织的,以于翘为团长,张志民、陈博为副团长的一行14人,应台湾强化塑胶协进会邀请于6月28日至7月8日赴我国台湾省参加首届两岸复合材料研讨会。代表团除参加研讨会外,还参观了三座大学(清华、交大、成功)、三个研究所(工研院材料所、化工所和航太所)、6家工厂(威山、森湖、耐特、HCG、台玻和良机)以及一个试验中心。广泛的接触与较深入的交流,沟通了两岸复合材料界的关系,增强了两岸复合材料同仁的友谊,为今后两岸复合材料学术与企业的合作打下了一定的基础。

复合材料,在台湾包括碳纤维复合材料和玻璃纤维复合材料两部分。复合材料是台湾的支柱产业之一,现有厂家428个,从业人员1.4万,1995年总产量15万吨,产值近450亿新台币(约16亿美元),其中高附加值复合材料产品280亿台币,其间航空复合材料2.4亿台币。

在台湾,复合材料虽然在飞机业(如经国号、中正号、自强号)已获得较大范围应用,但主战场依然是民生工业,碳纤维体育用品一直被视为一种骄傲。为此,本文围绕复合材料体育器材发表一点观感。

1 发展与现状

1979年第一个碳纤维复合材料网球拍在台湾诞生以来,几乎所有器材(例如钓鱼杆、高尔夫球杆、自行车、滑雪板等)都在更换材料,即采用高强度、高模量又低密度的碳纤维复合材料取代原先的木材或金属材料,以提高档次、提高水平。目前欧美的75%～85%的复合材料器材市场被台湾产品占有。复合材料自行车和高尔夫球杆也许是热门商品之代表,为此本文对此将作一简要介绍。

1. 复合材料自行车

复合材料车架、车轮、前后叉、座垫和手把均已成功地开发出来并进入市场。其中以车架款式与制造最受人关注。此次耳闻目睹的有:以搓卷或缠绕法制成的空心管、用铝合金或不锈钢接头将它们连成的组合式车架;在金属内衬或可溶性芯管上铺叠与缠绕预浸料,带前后叉和座垫架的半硬壳式车架。车轮的生产方式也有以单螺杆注射,铺叠预浸料带等。第一辆自行车车架于1985年问世,1988年台湾生产5000架,1993年车架生产增至88000架,其中有1990年开发的钻石牌整体式和半硬壳式车架。1995年台湾耐特公司研制出以热塑性树脂为基体的车架,以环境保护观点,这是有远见的举措。

当今世界对复合材料车架年需求量为:整体式和半硬壳式1～1.5万台,组合式车架13～15万台。台湾的生产厂商有:巨大、美利达、立得、展鸣、台辉、大明和乔大。海外的厂商有 Miyata、Look、Trek、CCI、C4和 Vites。

2. 高尔夫球杆

复合材料的高阻尼特性在高尔夫球杆得到了很大的发挥,因此,用碳纤维球杆取代木杆与铁杆已是势不可挡。高尔夫球杆是体育用品中碳纤维消耗量最多的一种产品,每年需碳纤维2000吨(世界范围内),这一数字约为渔杆的4倍,网球拍的5倍,自行车的22倍。台湾的球杆产品在国际市场上约占40%。

复合材料高尔夫球杆的生产方式多半是沿用生产渔杆的搓卷法,近期又开发出缠绕法,两种生产方式各有其长。搓卷法生产效率较高,技术易于掌握,但需要昂贵的以热熔法制备的预浸料(这种预浸料要求甚高,目前中国国内是从韩国和美国少量进口,以满足生产碳纤维渔杆的需要);以缠绕法制备的产品品质较稳定,可在7°～90°内任意调整纤维取向角度,并容易实现自动化,但0°取向线难于缠绕,使杆的弯曲刚度略有降低,不过当前市场售价缠绕法的比搓卷法的高出30%～50%左右。

鉴于高尔夫既是一种娱乐,在某种程度上又是一种身份的象征,因此对高尔夫球杆的更新换代已达到孜孜不倦的程度。如采用高档碳纤维T700取代T300,并在高性能碳纤维中掺入弹性模量更高的硼纤维,从而球杆的身价倍增,这种球杆的售价甚至高于碳纤维自行车车架。

随着高尔夫球的平民化,各种档次的复合材料杆各有其市场,问题在于如何使品质更好,成本更低。

2 困惑与问题

1. 恶性竞争酿恶果

台湾的中小型企业处于风雨漂荡之中。在竞争十分激烈的当今, 互相杀价、以求生存也许是一种规律。其表现是产品售价一跌再跌, 如碳纤维网球拍, 1984年卖给美国中间商的为64美元, 1993年生产厂家风涌而上使售价大幅度降至24美元, 1995年跌到20美元。而与此同时, 原材料成本和劳动力成本一升再升, 每公斤 T 300–12K 的碳纤维从1993年的23美元猛涨到1995年的42美元, 劳力成本也成倍上翻。这一无情而残酷的事实使许多厂家包括像有 "球拍王国 "之称的光男公司疲惫不堪、叫苦不绝。虽然有些工厂被移至泰国和两岸之北, 但是由于种种原因仍无法遮盖其失落的窘态。

2. 原材料受人制约

当前台湾对碳纤维的需求量约为1700吨, 而岛上仅台塑具有生产碳纤维的能力, 今年产量约250～300吨。填补这一缺口, 就需从美国和日本进口。日本东丽公司的碳纤维价格忽而上扬忽而下滑, 受害者自然是台湾的制造商, 价格的波动使它们深受其苦。此外, 日本人为在高档次复合材料体育用品上保持其地位, 限制高性能 T 700碳纤维对台湾的出口, 每年仅供应数吨。

3. 借用品牌之苦

台湾虽号称为复合材料体育器材之王, 但至今仍没有自己的名牌, 大多为 OEM 形式, 借用别人(以美国为主) 的商标。这样虽然节省了昂贵的广告费、认证费和注册费, 但是永久无法建立国际权威之地位。没有自己世界知名的品牌, 行销通路就不健全, 也无法享受到品牌所能创造的财富与利润。

3 当前研究重点

"台湾复合材料何去何从? "已是当前台湾复合材料同仁思考的焦点。有识之士认为, 首当其冲的是应建立团队化、专业化、国际化分工模式; 提高品位、创出名牌, 以在国际市场占有实际席位; 扩大复合材料在工业界应用范围, 以使复合材料获更大发展。为此有关单位正着手组织审查下属提案:

1. 高性能复合材料应用技术研究, 其中包括次微米复合材料的开发与应用。此项提报1亿3千7百万台币的研究经费, 由工研院化工所和材料所主承担。

2. 汽车用复合材料高压容器研究, 以消除石油燃烧带来的污染, 此类高压容器需经过严格的一系列试验, 包括热冲击、落击、枪击、耐燃、爆破、损伤、疲劳和高低温环境, 此项提报980万台币, 执行单位为科学院。

3. 航空复合材料结构整体成型之设计及制造技术, 研究与航空整体结构相关的基体树脂、纤维取向优化、成型模具与成型条件选择。提报经费为6860万台币, 执行单位为科学院航发中心。

4. 热塑性树脂在体育用品中的应用, 研究将侧重于热塑性复合材料的缠绕成型技术, 热塑性复合材料的冲压成型技术, 热塑性复合材料隔膜成型技术和热塑性树脂薄膜渗透成型技术等, 提报经费为3600万台币, 执行单位为科学院航空研究所。

4 几点体会

1. 以市场为本　　在决策研究项目时不在于能做什么和不能做什么, 而是在于市场需要什么。市场通常可分为现存市场和成长型市场。后者有一定风险, 决策得当, 也一定会有可观的收益。随着多媒体的开发, 高音质音响受到很大的重视, 而在碳纤维制作扬声器中振动膜是一种最佳选择。台湾工研院材料所已成功地研制出多种型号的碳纤维扬声器, 并已获得可观的经济收入。科学院正在开发的天然气高压气瓶则又是一例。

2. 科技成果全盘转让　　研究机构研究出的研究成果, 由于研究所的非赢利单位性质, 决定了它必需全部转让给制造厂生产。在完成这一转让时, 通常是研制人员连同研究成果一起转到工厂, 研究人员也不再成为原研究所的职员。这种全盘的转让方式确实有利于迅速实现产品化。

3. 提倡敬业神　　在参观工业技术研究院中, 六行醒目的以中英文对照的词组给笔者留下了非常深刻的印象: 创新、团队、互重、敬业、奉献、卓越。正是这种精神力量使成果硕累。

(下转第128页)

3 结 论

由以上分析,不难看出:有限层元素法是分析双模数复合材料层板的有效方法,它的最大特点在于成功地解决了双模数复合材料层板计算中选取拉压模数这一难题,分层越多(子层厚度越薄)、网格越细精度越高,拉压模数比(E_t/E_c)越大,优点越明显。

参 考 文 献

1 张根全,王俊奎.具有不同拉压模数的反对称角交铺设层板的柱形弯曲计算.复合材料学报,1992,9(1):93～99
2 张根全,孙珏.双模数纤维复合材料的一种新材料模型.太原工业大学学报,1992,23(2):59～65
3 张根全,张金文,王俊奎.双模数复合材料角交铺设厚层板的自由振动.复合材料学报,1994,11(3):89～96
4 Bert C W, *et al*. Analysis of thick rectangular plates laminated of bimodulus composite materials. AIAA/ASME/ASCE/AHS 21st Structures, Structural Dynamics and Materials coference, 1980, part 1: 177～186
5 Bert C W, *et al*. Vibration of thick rectangular plates of bimodulus composite materials. J of Applied Mechanics, 1981, 48: 371～375
6 Reddy J N, Phan N D. Stability and vibration of isotropic, orthotropic and laminated plates according to a higher-order shear deformation theory. J of Sound and Vibration, 1985, 98(2): 157～170

NEW APPROACH FOR ANALYSIS OF LAMINATED PLATES OF BIMODULUS COMPOSITE MATERIALS: FINITE LAYER ELEMENT METHOD

Zhang Genquan Tsun-Kuei Wang

(Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024) (Beijing University of Aeronautics & Astronautics)

Abstract A new approach for analysis of laminated plates of bimodulus composite materials called Finite Layer Element Method (FLEM) is presented. The difficulty for selecting tension modulus or compression modulus in analysis of laminated plates of bimodulus composite materials is overcome by using FLE Method developed here. Compared with the Finite Layers Method, the accuracy of solutions is improved significantly. The present solutions are compared with the numerical results existing in the literature for special cases, and good agreement is obtained.

Key words Finite Layer Element Method, composite laminated plates, free vibration, bimodulus composite materials

---

(上接第130页)

4.重视基础研究 以复合材料自行车为例,目前包括美国制造商在内的几乎所有厂家无一不采用热固性环氧树脂作为基体,唯耐特/工研院化工所的以尼龙为基的自行车车架独树一帜。尼龙不耐水、又不耐热、刚性也较低,正是深入基础研究才使上述问题获得一一解决。尼龙车架已通过80公斤载荷下25万次疲劳/水煮24小时/再次25万次疲劳的循环试验。

5.重视信息 就复合材料体育用品而言,款式是一种时尚,适应于千变万化就需要信息,需要了解市场,需要了解顾客心态,需要建立关系联络网。

两岸经济构型、资金状态和劳力分布等差异为复合材料合作创造了机遇,但良好合作尚需培育与爱护。