

纤维增强复合材料在体育器材上的应用

杜希岩, 李 炜

(东华大学, 上海 201620)

摘要: 文章介绍纤维增强复合材料在体育器材领域的应用, 主要从其应用在体育器材方面的优势, 以及选材原则、产品品种、应用实例及现状等方面进行了阐述。

关键词: 纤维增强复合材料; 体育器材; 玻璃纤维; 碳纤维; 应用

中图分类号: TS102

文献标识码: A

文章编号: 1009-3028(2007)01-0050-03

1 前言

随着经济的发展, 人们的生活水平不断提高, 越来越多的现代人走进各类运动场所放松身心, 而现代竞技体育的发展在要求体育专家讲求科学训练的同时, 还要重视对体育器材的改进与研制。由于纤维增强复合材料具有重量轻、强度高、可设计自由度大、易加工成型等特点, 在体育器材方面获得了广泛的应用。

2 纤维增强复合材料应用到体育器材中的优势

众所周知, 在纤维增强复合材料未问世之前, 用作体育器材的材料主要是木材、钢材、不锈钢、铝合金等。与这些材料相比, 纤维增强复合材料在以下方面具有明显优势:

2.1 质轻

多数体育器材是靠人力来使其运动, 因此要求器材越轻越好, 如网球拍、高尔夫球杆、自行车、滑雪板等。纤维增强复合材料在此方面具有不可比拟的优势。例如由碳纤维增强材料制成的高尔夫球杆, 采用碳纤维布卷带成型法, 其力学性能较金属杆提高了许多, 而重量却比金属杆轻 30%~50%。

2.2 力学性能好

体育器材要有良好的可用性能必须具有优良的力学性能。纤维增强复合材料具有突出的比强

度、比模量和比弹性模量, 更适合于用作体育器材。复合材料具有良好的阻尼减震性能也是其作为体育器材原料的原因之一。

2.3 可设计性强

复合材料成型技术的发展使得其设计自由度较传统材料大大增强, 各种产品总能找到相应的成型方法, 因而, 可根据选手本身的不同情况分别加以设计, 而且维修方便, 费用较低。

2.4 其他方面

在体育器材的开发过程中, 环保及性价比也是必须考虑的问题。复合材料在使用过程中不会散发有害气体, 而热塑性复合材料一般可以回收使用, 同时, 生产复合材料的原材料价格一般比较低, 加工成本低廉, 利于产品的普及和推广。

3 增强用纤维材料及织物结构

增强用纤维材料主要包括普通玻璃纤维、碳纤维、合成纤维等。这些纤维材料可以加工成纱、布、带、毡、短切原丝等形态使用。

3.1 无机纤维

3.1.1 玻璃纤维

具有吸湿性小、尺寸稳定、耐热性、耐老化性、耐化学性和阻燃性好、弹性模量大、拉伸强度大、伸长率低等优点。玻璃纤维增强复合材料是一种开发较早、应用较广的复合材料, 其拉伸、弯曲、冲击强度及刚度都较大。

3.1.2 碳纤维

具有较高的强度与模量, 它与树脂的润湿性、粘附性较差, 在制备复合材料前, 需对纤维进行表面活化处理。碳纤维增强复合材料是一种强度、刚度、耐热性均较好的复合材料。

3.1.3 硼纤维

硼纤维是一种高强高模纤维, 可用来增强树脂和金属。硼纤维增强环氧树脂复合材料是高强高模纤维增强塑料中性能最好的一种复合材料。

3.1.4 碳化硅纤维

碳化硅纤维拉伸强度大, 模量高, 耐热性好, 可耐 1250 ℃的高温, 相容性好。碳化硅纤维树脂基复合材料的抗压、抗冲击强度及耐磨性优于碳纤维增强树脂。

3.2 高强高模合成纤维

3.2.1 芳香族聚酰胺纤维

该纤维最大特点是低密度、高强度、高模量、耐高温, 与树脂粘结性好。它所增强的复合材料的拉伸强度优于玻璃纤维和碳纤维增强材料, 弹性模量是玻璃纤维增强材料的 2 倍, 但低于碳纤维增强材料。

3.2.2 超高模量聚乙烯纤维

该纤维具有极高的强度, 化学稳定性、生物适应性好, 密度低, 但在用于复合材料时受粘着性差的限制, 必须经过等离子体烧蚀、辐射诱导接枝等不同方法的表面改性处理。

3.2.3 混杂纤维

混杂纤维增强指两种短纤维混杂或两种长丝单向增强, 也可以是两种不同纤维组成的包芯复合纱作增强材料, 然后再与一种树脂基体复合。混杂纤维增强复合材料除了单一纤维特点外, 还有一些特殊的性能, 可满足不同的应用需要。

3.3 增强用织物结构

纤维增强复合材料的增强相除了采用分散装的短纤维或长丝束, 还可以是通过织物成型方法制成的绳、带、毡及各种不同的织物结构, 即预成型件, 它没有分散状纤维的纤维间无缠结、剪切效应等缺陷。这种预成型件可以根据复合材料最终产品的需要, 制成不同的结构和不同的形状, 如机织物、针织物、编织物、非织造织物、多层织物、三维织物等结构, 采用这些形式的纺织结构材料作增强相, 不必机械加工, 一次成型便可制成工字梁、L 型梁、十字梁、锥形、螺旋状等异形结构件。

4 用纤维增强复合材料制造的体育器材

体育器材种类繁多, 以下就常见的纤维增强复合材料体育器材作一简单罗列(见表 1), 并对

其中几种产品作详细介绍。

表 1 纤维增强复合材料在体育器材上的应用实例

形式	应用
板状结构	滑雪板、冲浪板、风浪板、乒乓球板、滑翔机翼板条和翼梁等
管状结构	网球拍、羽毛球拍、钓鱼竿、高尔夫球棒、垒球棒、冰球棒、撑杆、箭杆等
薄片结构	各种头盔、高尔夫球棒头、各种艇类的船体结构
其他结构	比赛用的各种车辆、剑类、登山用绳、各种线类等

4.1 滑雪板

滑雪运动中, 滑雪板关系到运动员的生命安全和运动成绩, 而滑雪板的结构和材料比较复杂。一般滑雪板有木质、金属和纤维复合材料(一般为玻璃纤维)之分。木质的轻而价格便宜, 但易受潮变形。铝合金制金属滑雪板价格较高, 对雪地的要求高, 适应性差。纤维复合材料滑雪板适合任何雪质的雪地, 且维护方便。目前市面上性能优异的滑雪板一般是以夹芯复合材料制成的。这种滑雪板的芯材是由木材或 PU、PVC 等制成, 滑雪板的弹性正是来源于此; 碳化纤维位于芯层上部, 可加强滑雪板屈伸度; 玻璃纤维置于芯层上方, 能起到一定的连接作用, 可连接面板和芯层, 增加滑板的韧度, 也能够让滑板更有力度。

4.2 高尔夫球杆

1972 年美国 Shakespear 公司用长丝缠绕法制成高尔夫球杆, 同年, 美国的 G. Brewer 采用 CFRP(碳纤维增强复合材料)制成球杆, 此后, 为了适应球的飞行距离和方向稳定性要求, 在重量、尺寸和负荷等方面加以改善。现在高档的高尔夫球杆, 采用碳纤维复合材料, 密度小, 强度高, 弹性高, 耐冲击, 使高尔夫球杆变得可多次重复使用, 而且也使运动员可充分发挥挥杆打球的力量和技术。

4.3 自行车

20 世纪 80 年代中期, 意大利、法国、英国和美国相继开发成功了用碳纤维管和铝合金接头粘接成车架的碳纤维自行车。其车架重量较铬钼钢车架轻, 强度、刚度却比铬钼钢车架高, 因此一经研制成功, 便被用作专门的比赛用车。曾获得男

子自行车公路赛冠军的德国著名车手乌尔里希的“坐骑”就是用碳纤维增强复合材料作的支架,质量仅7.5 kg。目前一般使用树脂传递模塑工艺(RTM)来批量生产自行车。

4.4 网球拍

目前世界上高、中档网球拍大多是用碳纤维复合材料制成的。最早把碳纤维应用于网球拍的是1974年美国Chemold等数家公司。碳纤维复合材料可制大型网球拍,减震吸能性能好,设计自由。与其他材料相比,碳纤维应用于网球拍有以下优势:①可制造大型网球拍:与过去木制的相比,在同样重量下,球拍面积可增加1.5倍左右,网线的张力比普通拍提高20%~45%。②减震吸能性能好:碳纤维复合材料的减震阻尼性能出类拔萃,它不易起振,起振后也易停振。③设计自由度大。

5 国外和我国研制生产纤维增强复合材料体育器材简况

近年来发达国家利用其在材料及工程技术领域的优势,使复合材料在体育用品领域的应用不断扩大,已取得了令人瞩目的成就。目前已研制出采用GF、CF、芳纶纤维或陶瓷纤维增强复合材料为骨架的网球拍;滑雪棒以采用层压的复合材料制造;划桨、高尔夫球、曲棍球棒等也有类似的情况。

中国大陆地区在制造FRP体育器材方面也作了大量工作。如上海玻璃钢结构研究所早在

20世纪60年代采用南京玻璃纤维研究设计院研制的高模量玻璃纤维制成FRP撑杆。浙江富春江水上运动器材厂和富春江体育器材厂等单位研制开发出ACM(先进复合材料)系列赛艇,除供国内选手外,还远销国外参加国际比赛,为发展纤维增强复合材料体育器材做出了重要贡献。

6 结束语

纤维增强复合材料在体育器材领域已形成了较大的市场。1997年全世界运动器材中复合材料消耗量为50 000t,所占比例达到了25%。业内人士分析认为,随着体育运动对运动器材越来越苛刻的要求,将纤维增强复合材料运用到体育用品中来是21世纪体育用品产业发展的主流。

参考文献:

- [1] 张文光, 颜晓音, 葛 怡, 郭曼丽. 产业用纺织品与复合材料[J]. 产业用纺织品, 1998, (6): 1.
- [2] 陈惠兰. 体育用纺织品[J]. 产业用纺织品, 1999, (8): 39—40.
- [3] 李昌华. 碳纤维的性能与用途[J]. 广西化纤通讯, 2002, (2): 23—24.
- [4] 吴国庆. 高性能纤维与体育运动[J]. 中国纤检, 2002, (8): 45.
- [5] 陶 浩, 段红杰, 杨向东. 碳纤维自行车车架的研制与开发[J]. 玻璃钢/复合材料, 1997, (4): 18.
- [6] 高悦. 体育用品催生高科技材料[J]. 文体用品与科技, 2004, (5): 53.
- [7] 毕鸿章. FRP在体育器材方面的应用[J]. 建材工业信息, 1997, (6): 12.

Fiber Reinforced Composites Used in the Sport Instruments

DUXI-yan, LI Wei

(Donghua University, Shanghai 201620, China)

Abstract: The application of fiber reinforced composites in the sport instruments is introduced from the aspects of the advantage of the application, selection rule, goods variety, material selection examples and present condition for sport instruments. At last, the bright future of application in sport instruments was prospected.

Key words: fiber reinforced composites; sport instrument; CFRP; GFRP; application