

先进复合材料在民用领域的研究 发展及应用

沈阳飞机设计研究所
陈绍杰

※先进复合材料的民用发展※

前言:复合材料技术是典型的军民两用、军民兼容技术,近年来其向“多元化”、“多种经营”方向发展趋势十分明显,民用规模远大于军用规模。当今世界上强调高新技术向民用发展,“军转民”已成普遍的趋势和潮流。在知识经济时代,成功者未必是新技术的开发者和发明者,但必须是把相关产品投放市场的开拓者,以加强高新技术领域的竞争,新兴市场的争夺。

※碳纤维的产耗量概述※

我从碳纤维（CF）的产耗量入手进行先进复合材料在民用领域发展应用的研究。

- 以2004年计世界CF的产能约为35000吨/年，实际产量约22000吨/年左右，经扩产2005年可达25000吨/年左右。2008年产能约66050吨,产量约46235吨.近年产量不会再增加了.
- 中国的CF耗量已达8000吨/年左右，加上台湾的1000吨/年左右，已是世界总耗量的1/4左右。
- 世界分析指出：中国将是世界上潜在的最大的复合材料制造商和终端用户。中国的CF耗量已引起高度关注和惊呼：“中国是一个巨大的新市场，还是对现有碳纤维工业的威胁？”

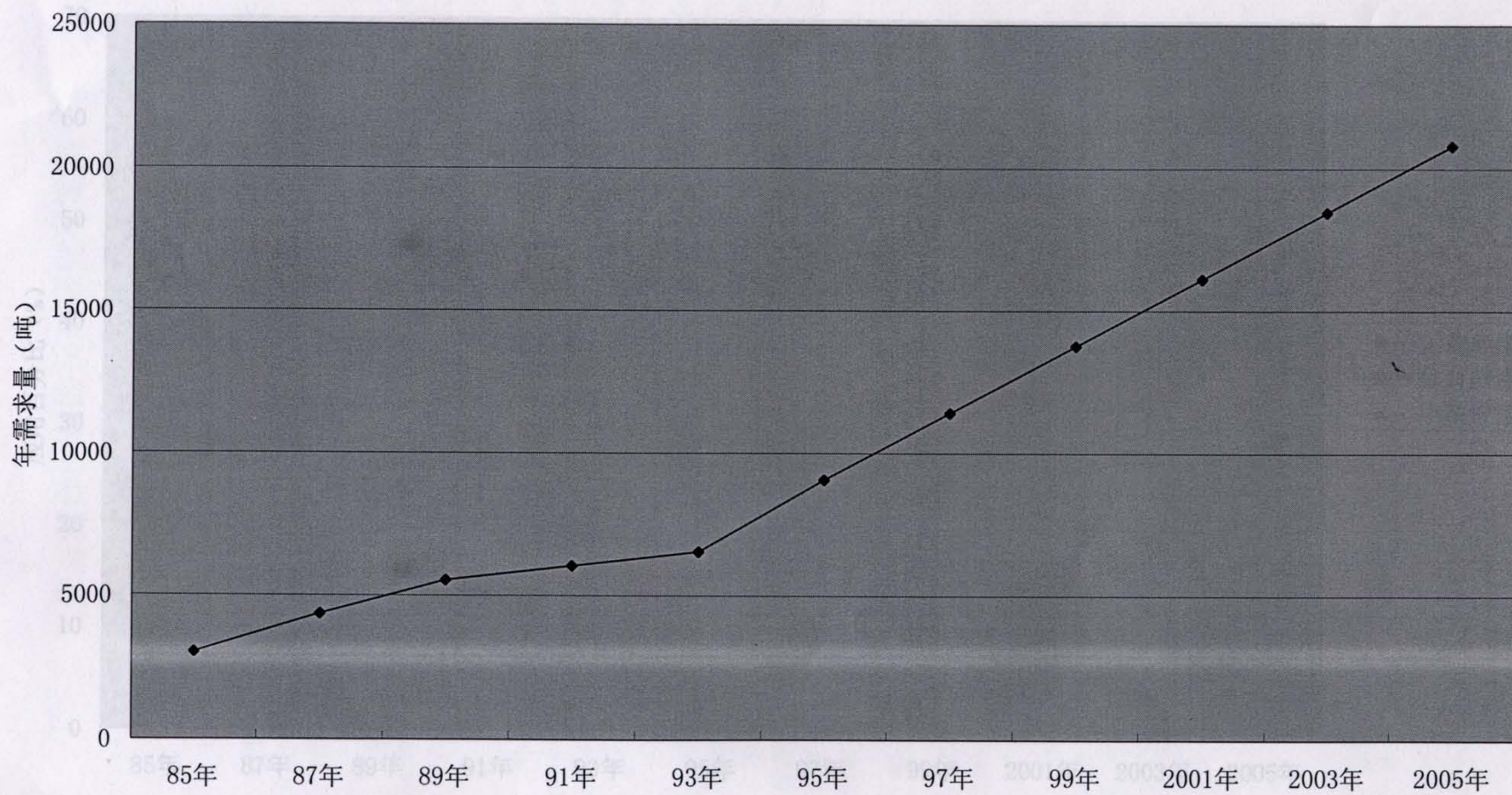


图1 全球碳纤维需求量

复合材料的三大应用领域

先进复合材料的应用历来分为三大领域：

1. 以航空航天为主的国防军工系统应用，目前约占**20%**左右：

1.1 航空：军机、民机、直升机、无人机、发动机等

1.2 航天：导弹、火箭、人造卫星、宇宙飞船等

1.3 其他：舰船、兵工、电子、陆军等

2. 体育休闲用品，目前约占**20%**左右（下面详述）

3. 工业领域应用，目前约占**60%**左右（下面详述）

后两者属于民用领域的应用，为本**PPT**的主要内容。

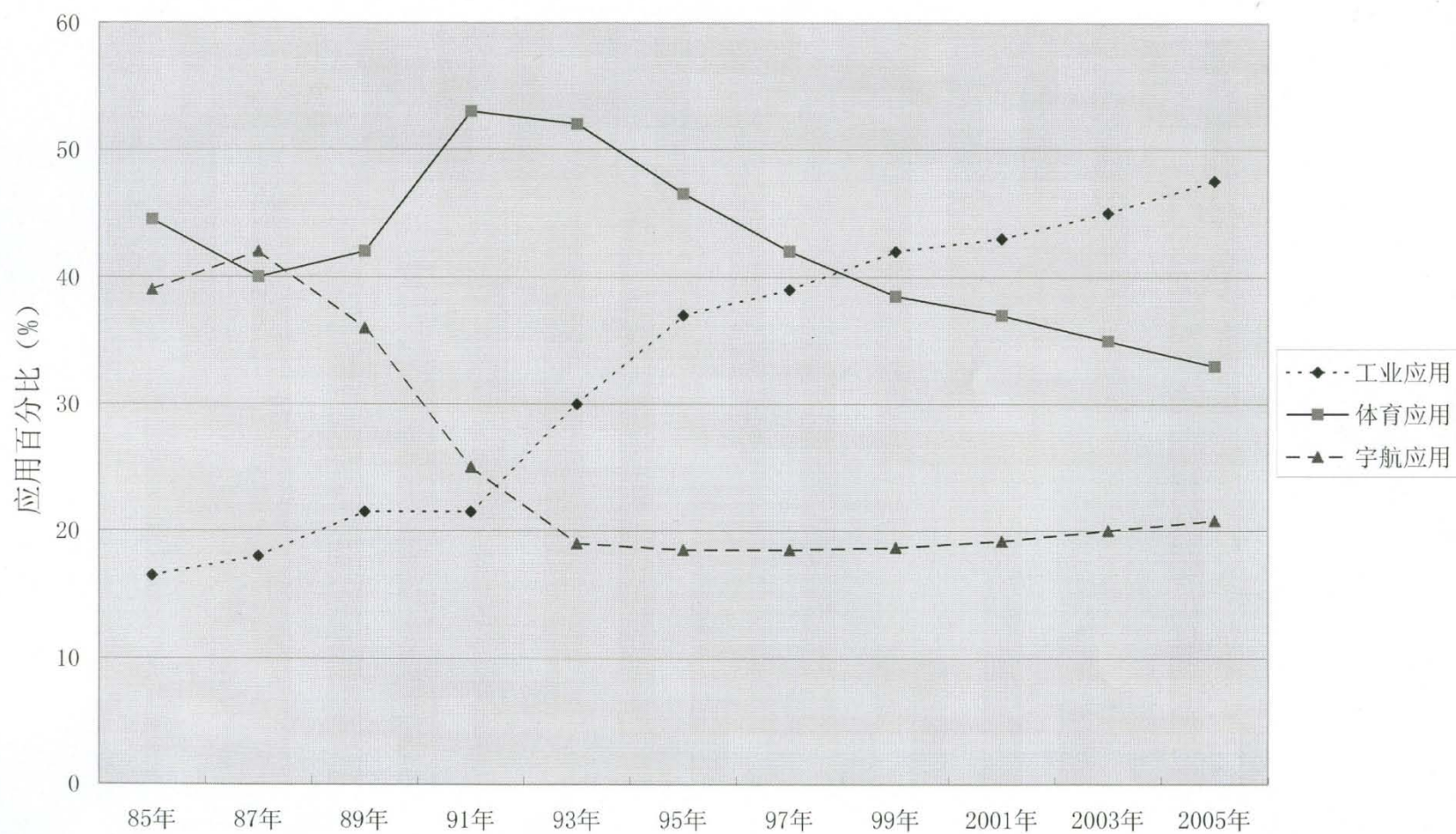
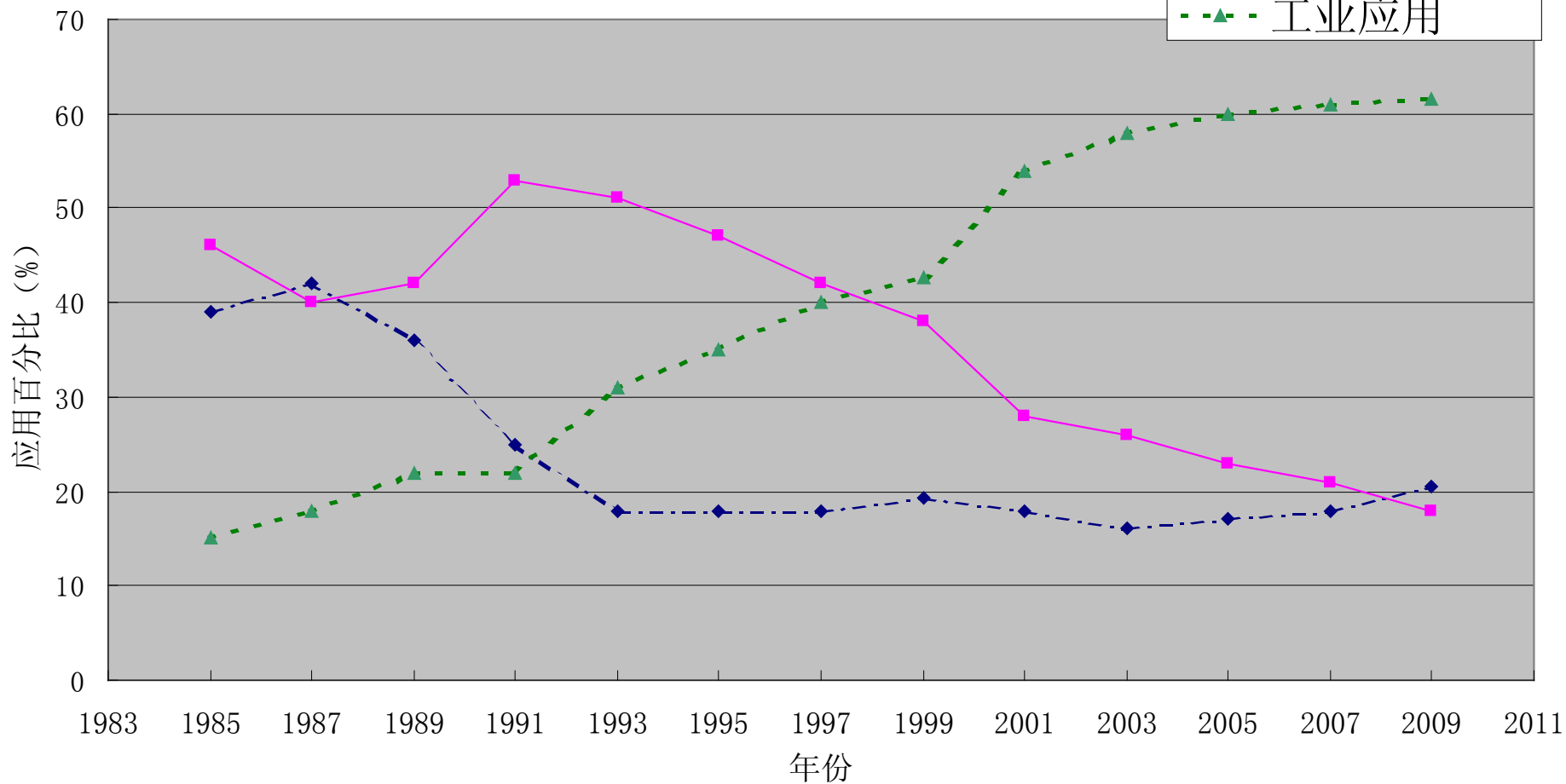
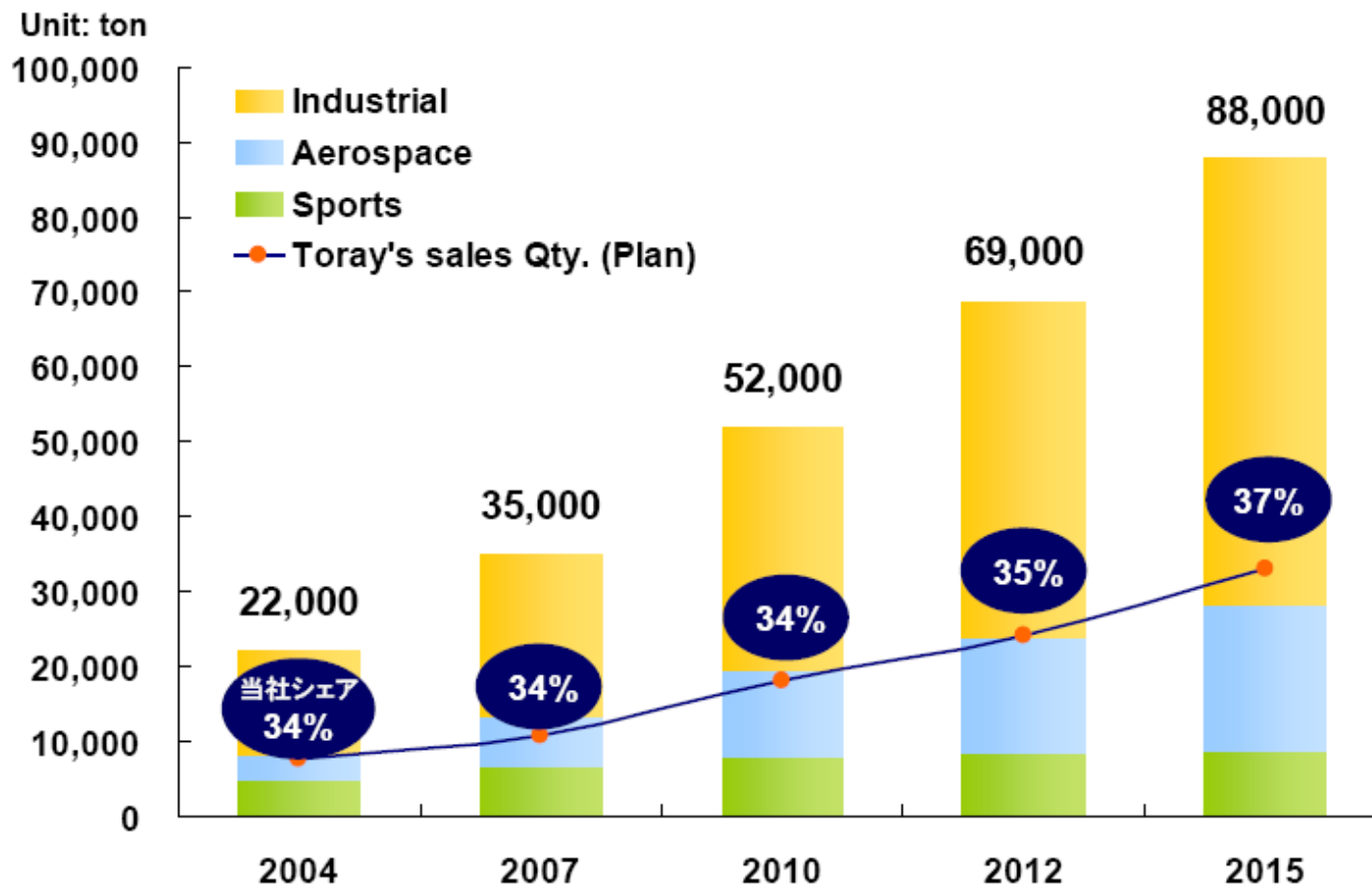


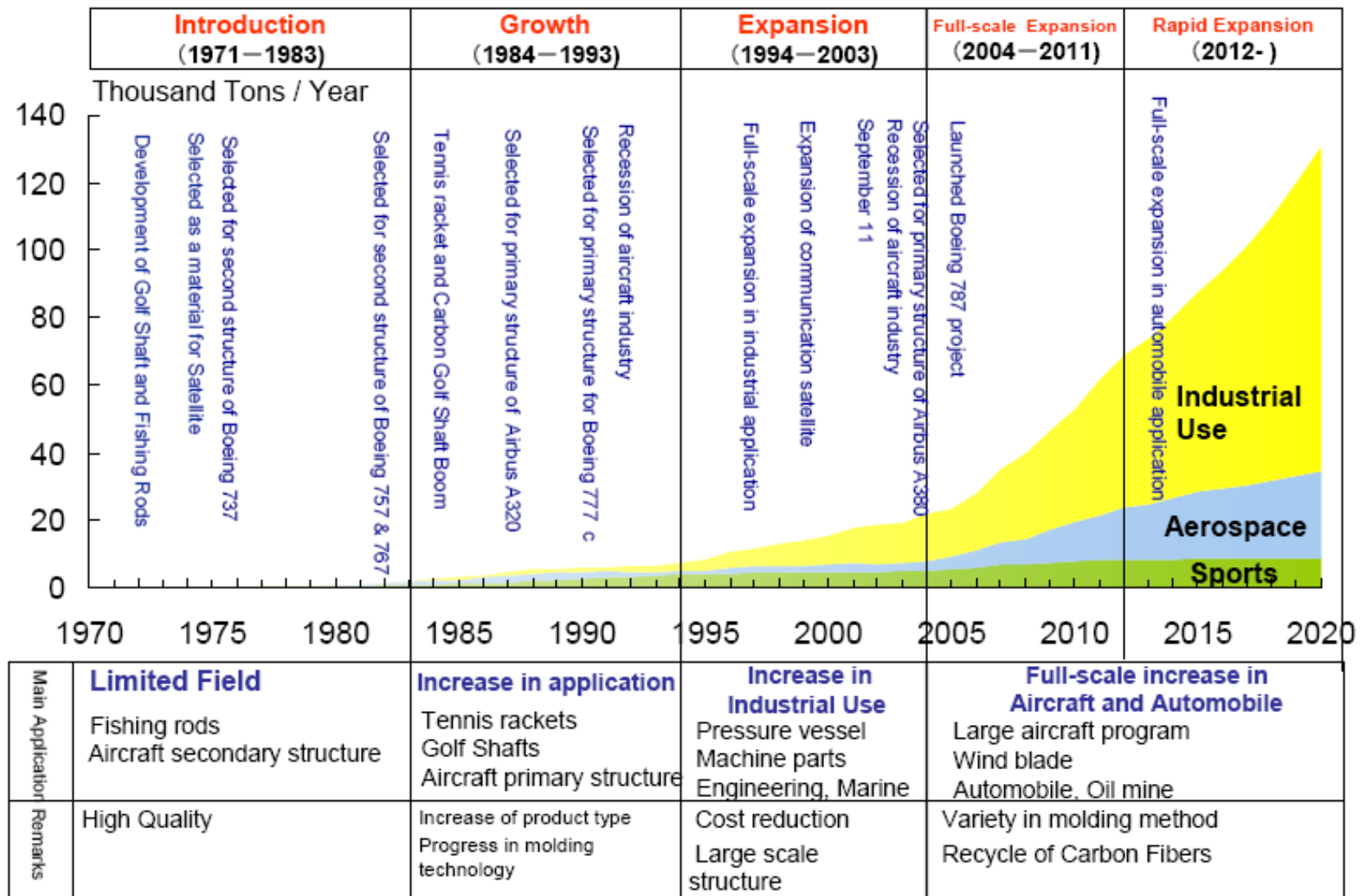
图2 三大领域碳纤维需求量百分比

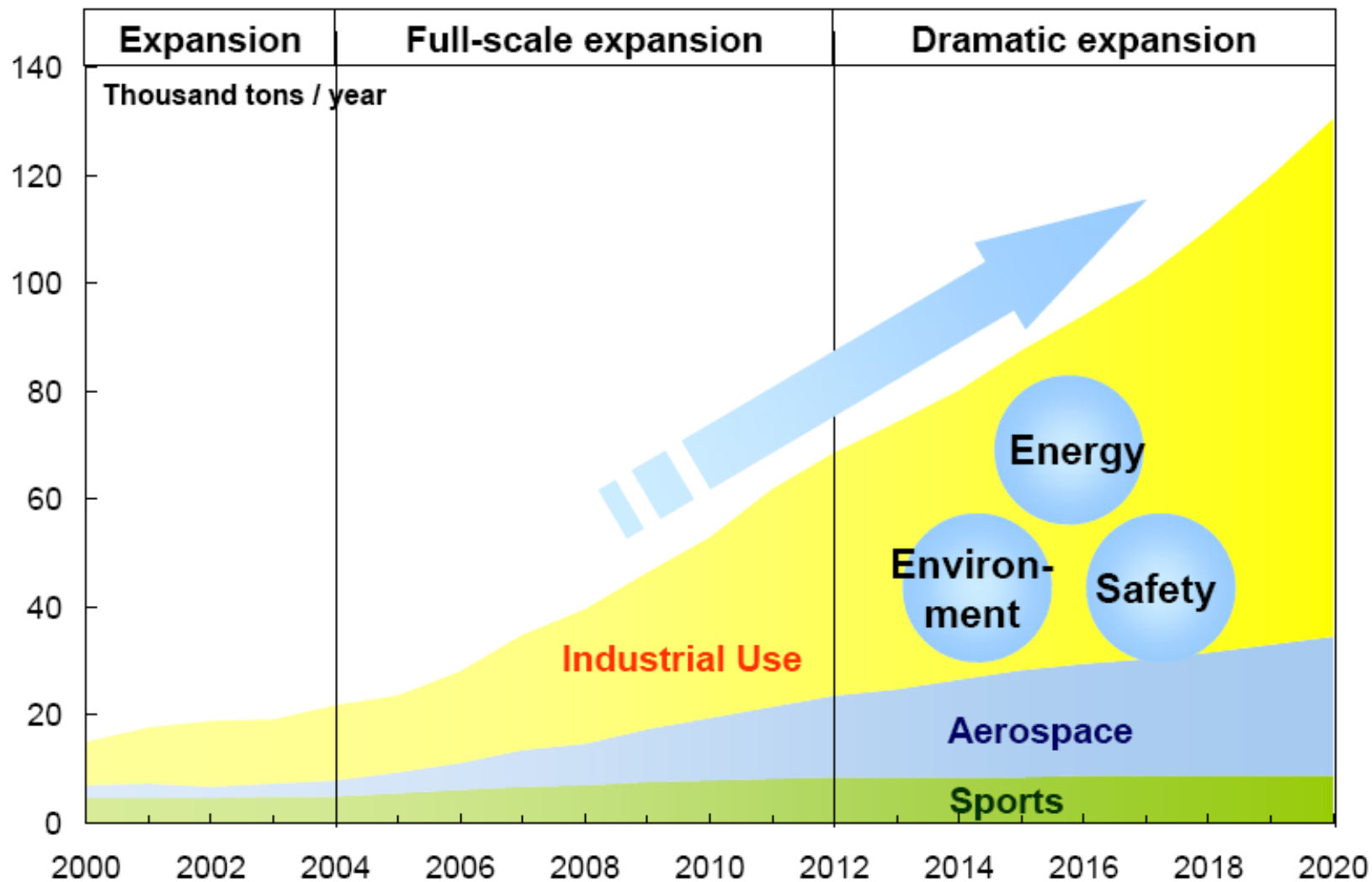
三大领域碳纤维用量百分比

- ◆--- 宇航应用
- 体育休闲应用
- ▲--- 工业应用

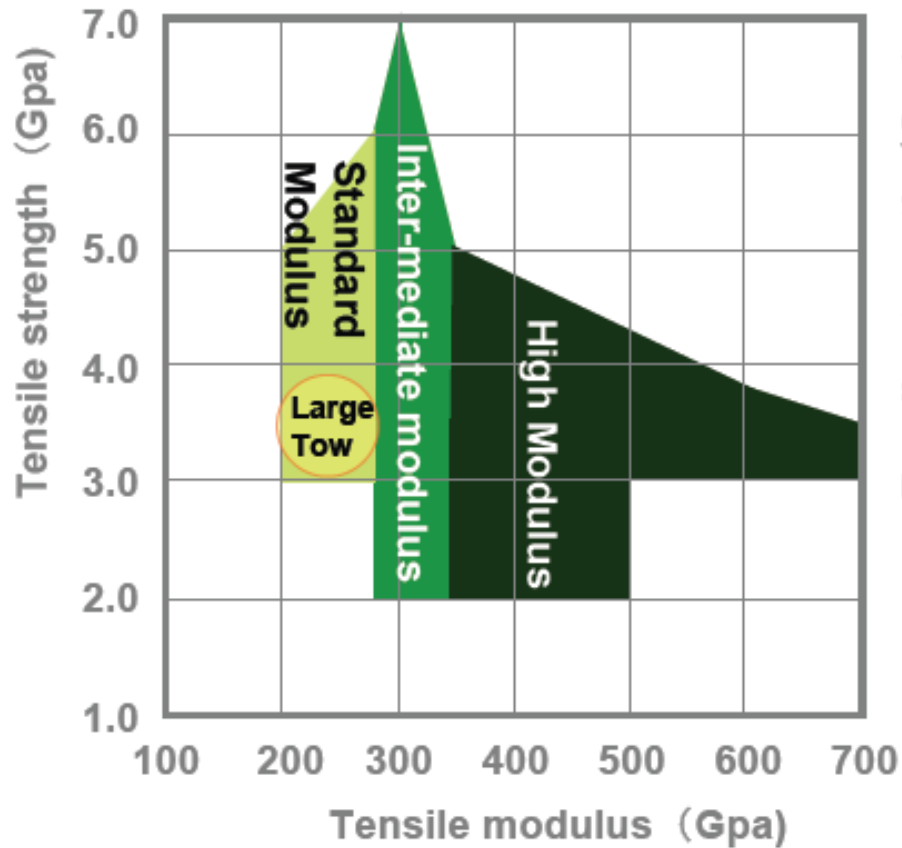




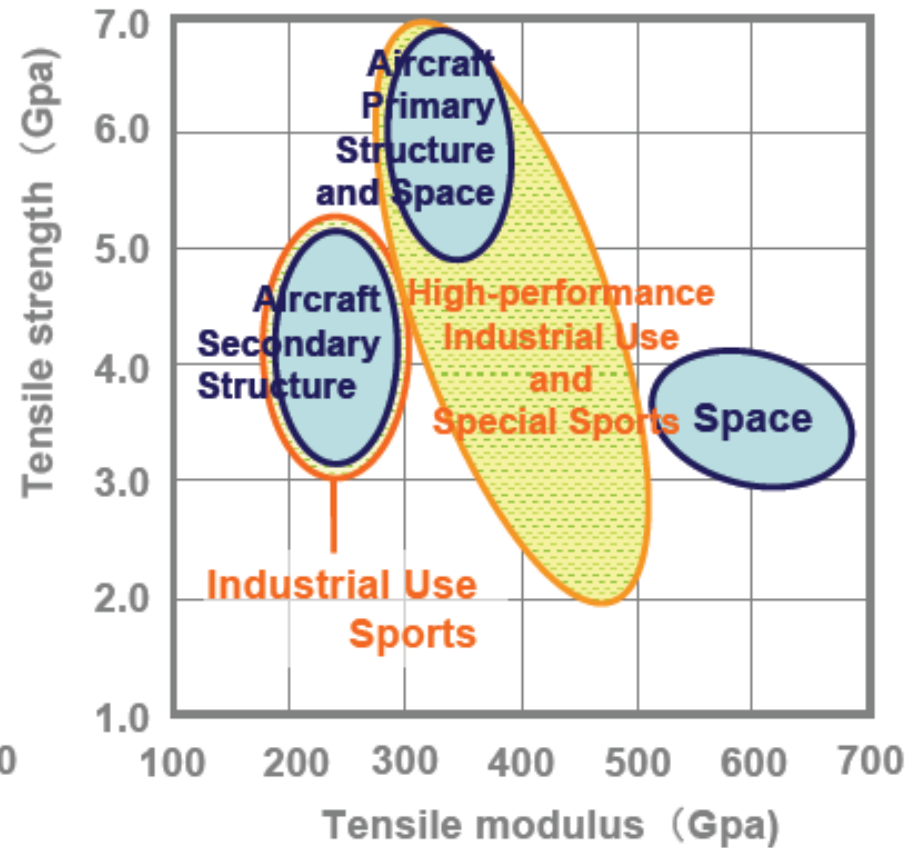


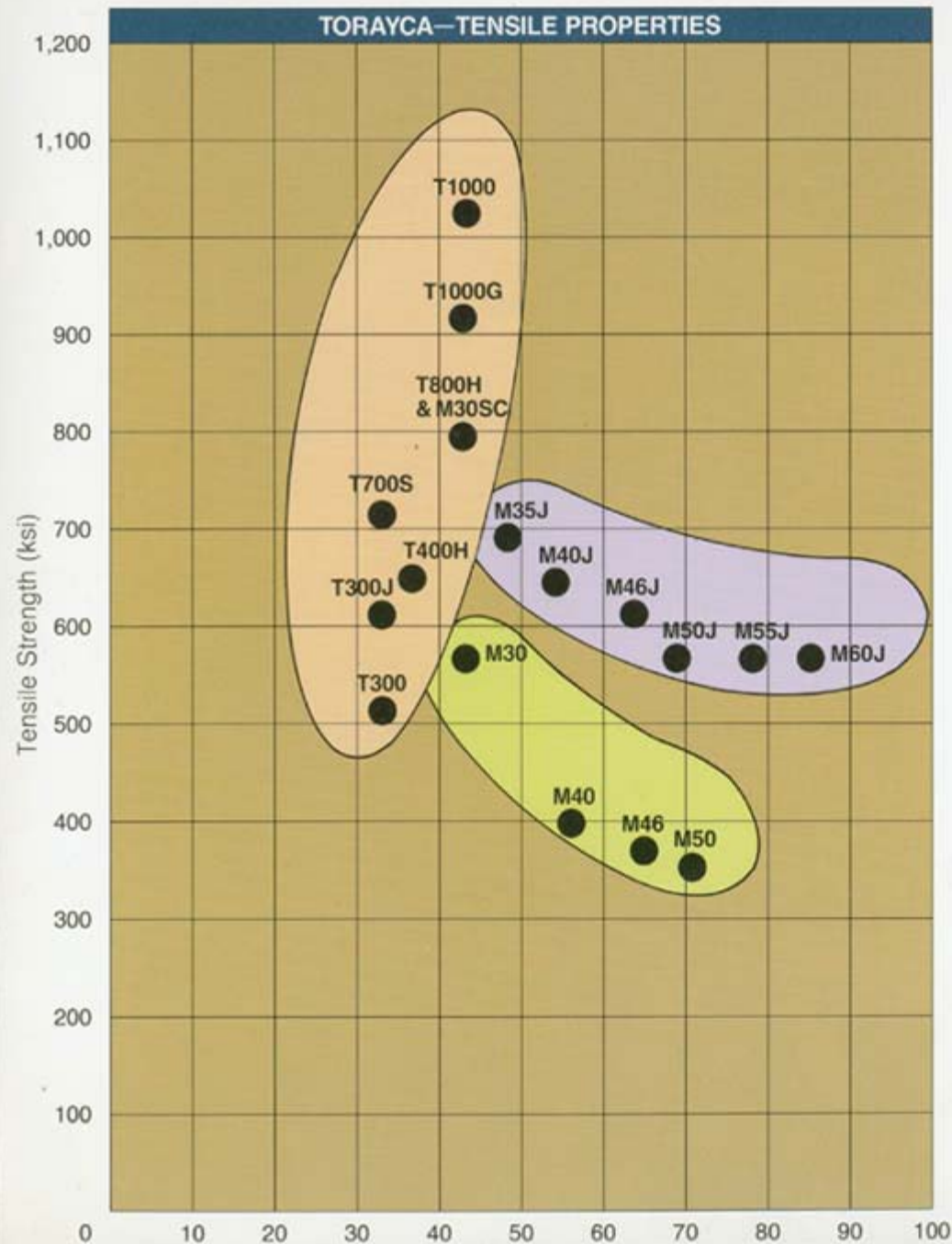


**Classification by
Mechanical characteristic 1**



**Classification by
Mechanical characteristic 2**





Why Torayca?

Because Torayca offers reliability based on

- the world's widest range of user qualifications, utilizing technology backed by Toray's broadly based research and development activities
- highly consistent product quality, a result of Toray's comprehensive quality control system
- a smoother yarn that ensures superior handling and processing
- the largest variety of carbon fiber product specifications, with numerous strength and modulus combinations available
- a quality control system that has satisfied audits by a number of aircraft manufacturers

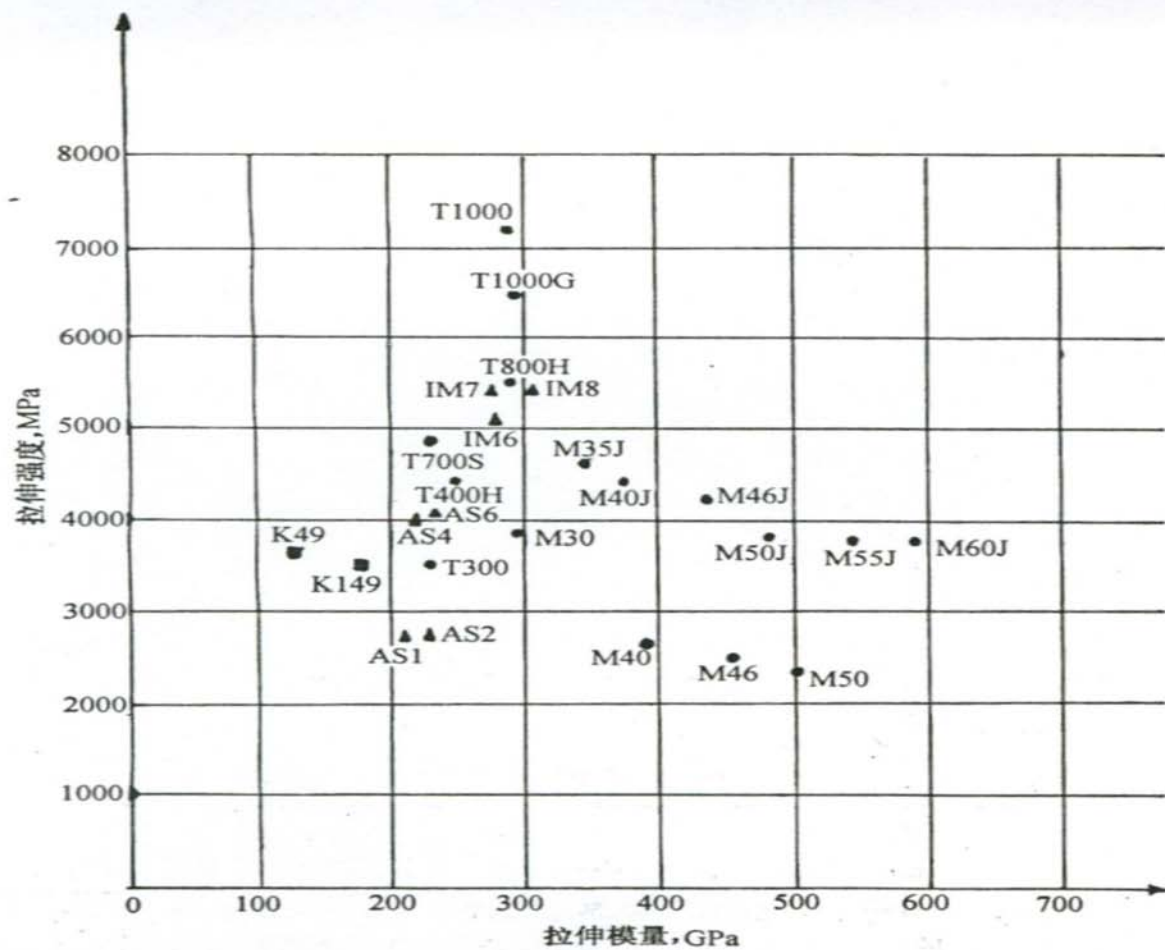


图 1-15 几种典型碳纤维力学性能图

一、体育休闲用品应用

这是一个开发较早，现仍有稳定需求的应用领域，但已有渐趋饱和的态势。

1. 高尔夫球拍：4000万只/年，约占总数的80%以上，“已碳化了”。
2. 其他各种球拍（网球拍、曲棍球拍、羽毛球拍等）：1000多万只/年，几乎独占市场。其中网球拍占80%以上。
3. 钓鱼杆：1200万只/年，约占总数的50%以上。
4. 自行车：20万辆/年以上。
5. 其他：赛艇、赛车、弓箭、滑雪板、杆[400万套/年]、滑板等。
 - 前4项约占CF耗量的85%左右，其他只占15%左右。
 - 我国的台湾有“复合材料体育用品王国”之称，但近年来已陆转移。台湾碳纤维2007年可有3000吨/年的产能。

台湾的复合材料产业：

- 台湾素有“复合材料体育用品王国”之称，当局一直把复合材料产业作为24项支柱产业之一予以支持发展。
- 规模大、产品新、市场观念强、重开发、注意成果转化形成生产力，经费充足、人才档次高，原材料可部分解决、产品大部分外销，向大陆转移已成定局。
- 2003年与美国联办了SAMPE年会：“From Made in Taiwan to Designed in Taiwan”,2004年底召开了“碳谷”国际会议。2006年又与美国联办了SAMPE年会。
- 2011年台塑碳纤维产能达8750吨。世界第四。





Fishing rod



Golf Shaft



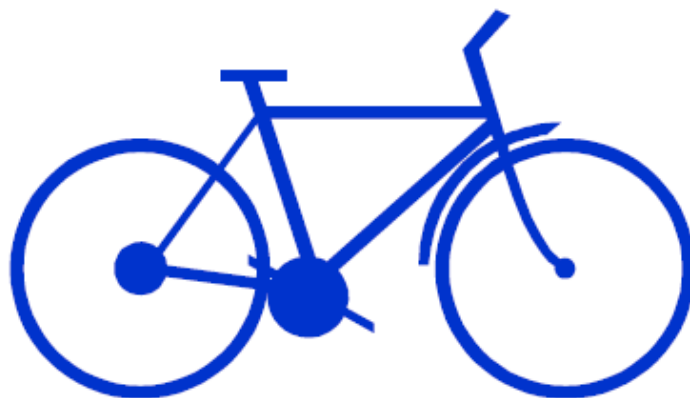
Tennis racket



Hockey stick



Softball bat



Bicycle

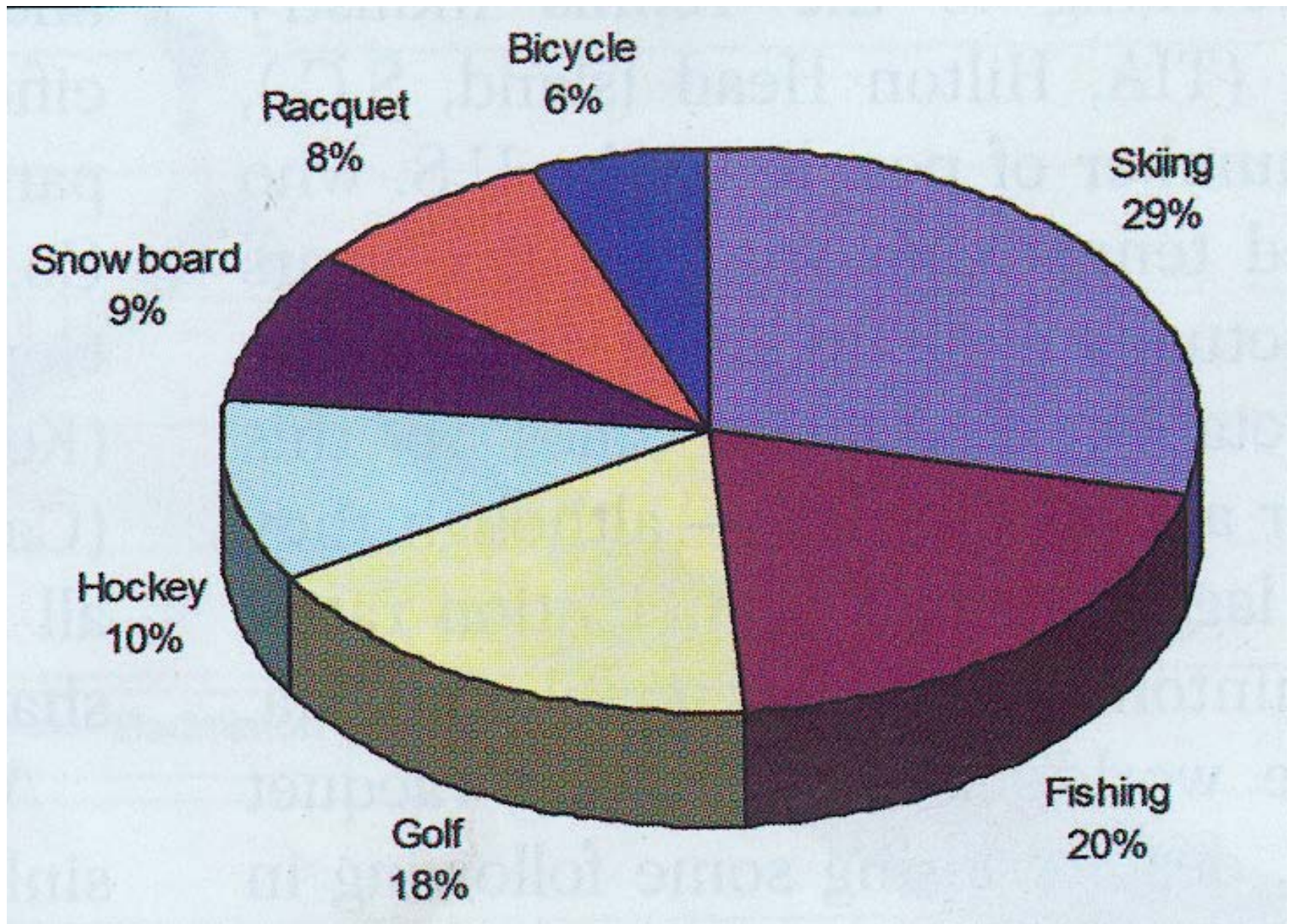
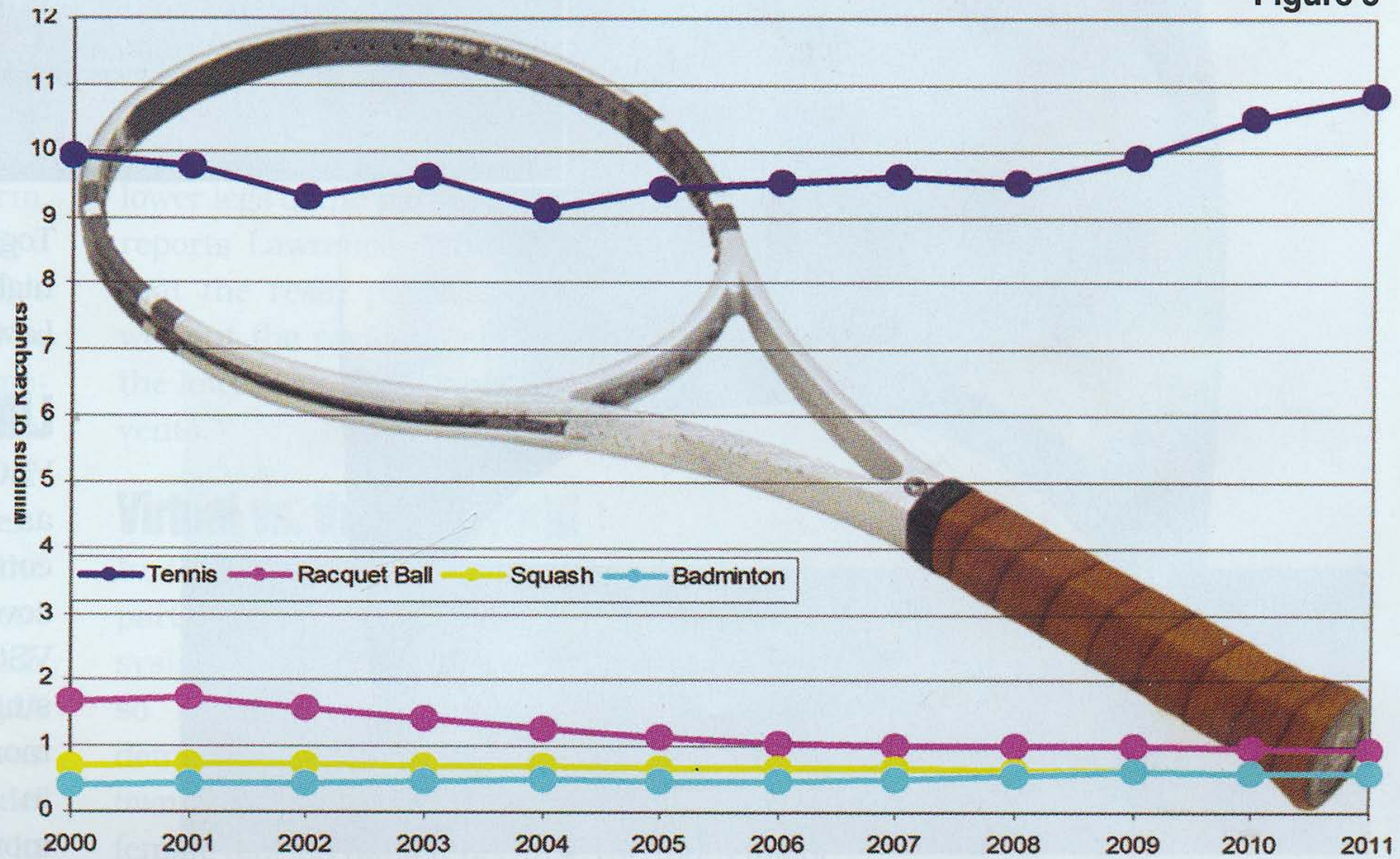


Figure 3









Age Additives and Resins
UV/EB Curable Resins
Chemical Anchors(Cartridges and Capsules)





Carbon Fiber Ciclotte Monowheel Exercise Bike



图 1-27 预成形编网方法



▲ 編織



車管



焊接車架

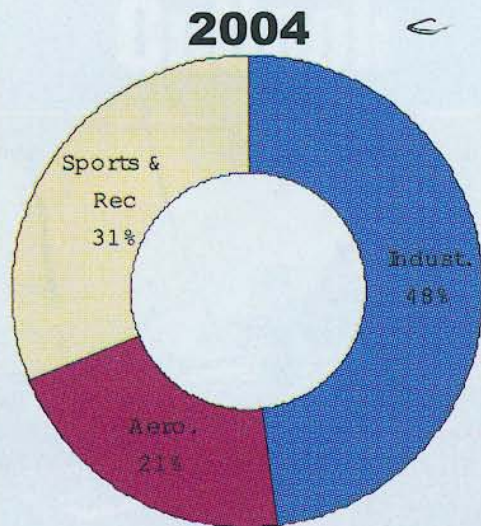


- 以复合材料自行车而言，包括车架，前叉、后叉、车把、座管、曲柄、车圈等制件，技术难度较大，技术含量较高，现已可以全复合材料化，其中曲柄和车圈是难度很大的制件。自1986～2011年实现了自行车的复合材料化。
- 中国是自行车王国，复合材料自行车涉及竞技体育、全民健身、缓解交通、低碳经济，国内虽有20多个厂家，但仍有发展的机会和空间。

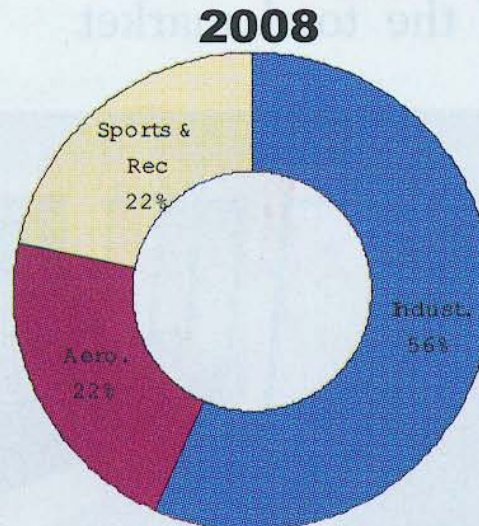
国内的碳纤维8000吨/年的耗量主要耗在该领域:

- 世界上60%以上的复合材料高尔夫球杆、各种球拍、钓鱼杆、自行车等均出自中国大陆，仅山东“威海光威集团有限责任公司”就可年耗CF 500~600吨，号称世界上最大的复合材料钓鱼杆厂。在我国的东南沿海分布着20多家复合材料自行车厂。
- 大陆的复合材料体育用品多数系由台海地区转移而来，初始的自主研发并不多。新的商机虽有，但已不是太大，CF总用量的百分比有下降的趋势。

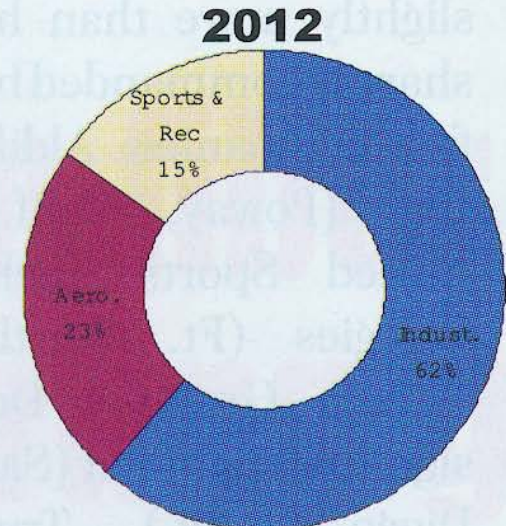
Change in Carbon Fiber Consumption by Market Segment



Total CF Deliveries:
24,700 MT



Total CF Deliveries:
35,100 MT



Total CF Deliveries:
54,200 MT

Source: Composite Market Reports (2007)