

PAN 基碳纤维产业发展专题研究报告

一、PAN 基碳纤维产业发展现状

（一）国际 PAN 基碳纤维产业发展状况

1、国际 PAN 基碳纤维生产情况

2014 年全球 PAN 基碳纤维产能约为 12.8 万吨，其中小丝束碳纤维约为 9.2 万吨，占 72%；大丝束碳纤维约 3.6 万吨，占 28%。

按照开工率 70% 计算，2014 年全球碳纤维总产量约为 9 万吨。

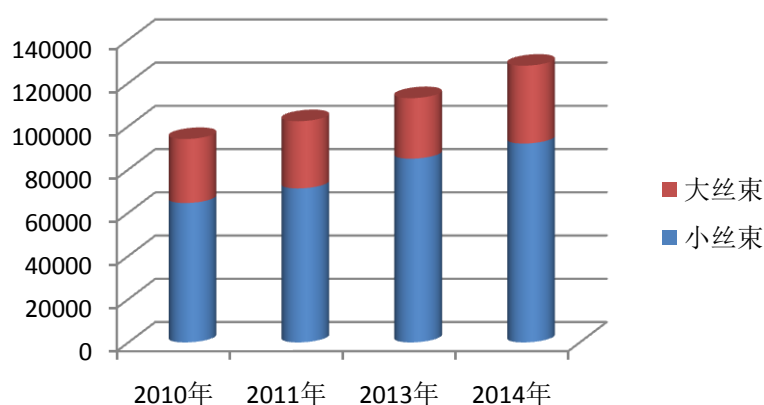


图 1、2010 年-2014 年全球碳纤维生产能力

2、国际 PAN 基碳纤维产品及消费情况

（1）产品情况

目前全球碳纤维工业化产品仍以 PAN 基碳纤维为代表，其力学性能最高，应用领域最广，占全球碳纤维总产量的 90% 以上。目前，已经开发出高强度、高模量和高强高模三大系列约三十项品种。

目前，全球范围拥有 PAN 原丝、PAN 基碳纤维、织物、预浸料、单向预浸带、片材至复合材料制品全套产业链的企业，主要有日本东

丽、日本东邦 Tenax、日本三菱丽阳、美国 Hexcel、美国 Cytec、德国 SGL 等。其中日本东丽公司生产的碳纤维，无论质量、产量还是品种都居世界前列。

(2) 消费情况

碳纤维及其复合材料由于具有密度小、强度高、耐高低温等特点，最早应用于航空航天及国防领域，如大型飞机、军用飞机、无人战斗机及导弹、火箭、人造卫星等。约占总消费量的 22%。

碳纤维及其复合材料既能作为结构材料又能作为功能材料，在工业领域具有广泛的应用，如：汽车、电缆、风能发电、海洋产业、电子器件、工业器材和土木建筑等。约占总消费量的 62%。

碳纤维制成的体育休闲用品，质量更轻、硬度更强、吸收震荡和振动效果更好，同时延长了体育用品的使用寿命，其中最主要的应用是作为自行车、钓鱼杆、网球拍、高尔夫球杆和游艇等材料。约占总消费量的 16% 。

2014 年国际上碳纤维在航空航天、工业、体育休闲三大领域的应用比例为 22:62:16，预计 2020 年将变为 20:75:5。在全球范围内，碳纤维复合材料总量的 50%以上应用于工业领域，特别是在风电叶片和汽车领域，体育休闲用品所消耗的碳纤维复合材料占比不到 20%，并呈逐年下降之势，而在中国 50%以上的碳纤维主要应用于体育休闲用品，但工业用碳纤维逐步提高。

表 1、国际碳纤维应用领域统计表

应用领域	2012 年		2013 年		2014 年	
	用量 (吨)	占比	用量 (吨)	占比	用量 (吨)	占比
航空航天	7770	15%	11914	20%	15070	22%
工业应用	32634	63%	35742	60%	42470	62%
体育休闲	11396	22%	11914	20%	10860	16%
总计	51800	100%	59570	100%	68500	100%

3、国际 PAN 基碳纤维投资情况

近年来，随着大型飞机进入商业飞行及风力发电、汽车领域等工业需求量扩大，各碳纤维生产企业纷纷扩大其生产规模，而且非常具有针对性。东丽为扩大在飞机制造领域的份额，计划在南卡州新建碳纤维生产线，满足民航飞机等需求；三菱丽阳计划提高美国加州子公司的产能，满足美国风电、汽车、压缩天然气瓶（CNG）和氢气瓶增长需求；新兴企业如韩国晓星也将提高产能，用于本国内火车和公共汽车等的轻量化材料，并销往中国和东南亚；俄罗斯复合材料公司千吨级碳纤维生产线也建成投产。

表 2、2014 年世界主要碳纤维生产企业及产能汇总表

类别	生产企业	2014 年
小丝束	日本东丽	26100
	日本东邦	13900
	日本三菱	10100
	美国 CYTEC	2300
	美国 HEXCEL	8200
	土耳其 AKSA	3500
	韩国晓星	2000
	韩国泰光	2000
	中国台塑	8750
	中国大陆	15000
	合计	91850
大丝束	日本卓尔泰克 Zoltek	17600
	德国西格里 SGL	12000
	日本三菱 MRC	2700
	日本东丽 Toray	300

类别	生产企业	2014 年
	蓝星 Bluestar	3700
	合计	36300
总计		128150

4、国际 PAN 基碳纤维重点企业

国际 PAN 基碳纤维生产厂商主要有日本 Toray(东丽)、Toho(东邦)、Mitsubishi Rayon(三菱人造丝)，美国 Hexcel(赫氏)、Cytec(氰特)和 Zoltek(卓尔泰克)等公司。PAN 基碳纤维是当今世界碳纤维发展的主流，占世界碳纤维市场的 90%以上。

目前，国际碳纤维市场以日本企业为主导，日本企业占全球碳纤维市场份额的 55%。其中，小丝束碳纤维产品主要被东丽、东邦和三菱丽阳三家企业垄断，但由于中国、土耳其和韩国等新兴国家碳纤维产业的崛起，三家企业在小丝束碳纤维市场的份额已由前几年的约 70%下降至 55%；大丝束碳纤维主要有 Zoltek、SGL 和三菱丽阳三家生产商。

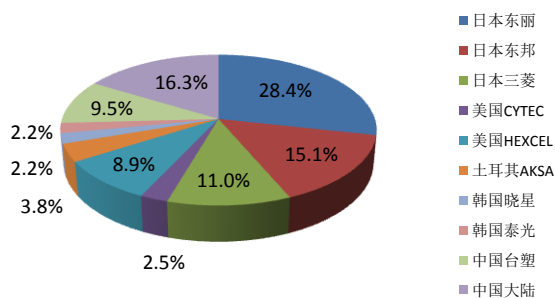


图 2、全球碳纤维产业份额（小丝束）

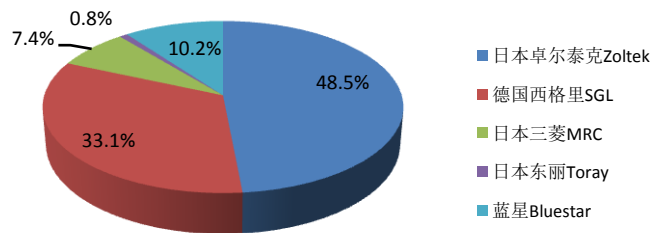


图 3、全球碳纤维产业份额（大丝束）

5、国际 PAN 基碳纤维生产技术与装备情况

(1) 原丝生产技术与装备

国际主要 PAN 基碳纤维生产线多是从原丝开始，直到碳纤维以及中、下游产品开发。例如：日本东丽、东邦、三菱公司，美国 Hexcel 公司，中国台湾地区的台塑和土耳其的 AKSA 都是从聚合、纺丝开始。国外主要企业原丝工艺技术及性能参数对比表见表 3。

表 3、国外主要企业原丝工艺技术及性能参数对比表

公司名称	所属国家	溶液	工艺技术	碳纤维性能
东丽公司	日本	DMSO	湿纺、干喷湿纺	3.5~7.06GPa 的高强系列 290~590GPa 的高模及高强中模系列
东邦公司	日本	ZnCl ₂	湿纺	强度最高达 5.8GPa 的高强系列 模量为 155~650GPa 的低、中、高模系列
三菱公司	日本	DMF	湿纺	类似东丽 T800 级系列
Hexcel	美国	NaSCN	湿纺	类似东丽 T700~T800 系列

日本碳纤维生产线上所需关键机械设备都是由所属的机械加工工厂自行加工研制，自产自用，对碳纤维原丝制备工艺路线和生产设备严格保密，仅对固定合作伙伴提供原丝，而生产设备和工艺技术一概不对外出售。目前国外主要原丝生产设备制造商，意大利 MAE 公司、

日本川崎重工等。

(2) 碳纤维碳化生产技术与装备

能够提供预氧化炉的主要国外厂商有：德国埃森曼(Eisenmann)，美国 DESPATCH 和美国 LITZLER。能够提供生产碳化炉的主要国外厂商是美国哈泊公司(Harper)、德国埃森曼(Eisenmann)、美国 LITZLER 和台湾聚川(联川)公司等公司。

(3) 碳纤维收丝卷绕设备

碳纤维收丝卷绕领域技术领先者是日本神津(KAMITSU)和德国萨姆(SAHM)。

(二) 国内 PAN 基碳纤维产业发展状况

1、国内 PAN 基碳纤维产业现状

(1) 国内 PAN 基碳纤维生产情况

截至 2014 年 12 月，国内主要有 18 家企业从事 PAN 原丝生产，年生产能力超过 5 万吨。其中大陆有 17 家生产单位，年生产能力近 4 万吨；台湾塑胶工业股份有限公司，产能为 1.5 万吨/年。国内主要有 25 家企业从事 PAN 碳化生产，年生产能力约为 2.4 万吨。其中大陆主要有 24 家生产单位，年生产能力为 1.5 万吨；台湾塑胶工业股份有限公司，产能为 8750 吨/年。国内主要生产原丝和碳化的具体企业生产情况参见表 4。

表 4、国内 PAN 原丝及碳纤维主要生产企业统计(2014 年底)

所属省份	企业名称	原丝产能 (吨/年)	碳丝产能 (吨/年)
山东	威海拓展纤维有限公司	5500	2600
江苏	中复神鹰碳纤维有限责任公司	12000	5000

	江苏恒神纤维材料有限公司	7500	5000
	中简科技发展有限公司	200	100
	江苏航科复合材料科技有限公司	100	25
吉林	中石油吉林石化公司	260	115
	吉林碳谷碳纤维有限公司	5000	0
	方大江城碳纤维有限公司	0	500
	吉林市神舟碳纤维有限责任公司	0	50
	吉林市吉研高科技纤维有限责任公司	0	175

(2) 国内 PAN 基碳纤维主要企业及产能分布

在国家相关部委的推动下，我国碳纤维产业在产业化和规模化发展方面取得了重大突破。碳纤维产业进入前所未有的新的发展阶段，在我国完整的碳纤维研发链条下的碳纤维工程化研发出现了加速发展的势头，初步形成了以山东、江苏和吉林等地为主的碳纤维产业聚集地，培育了威海拓展、中复神鹰和江苏恒神等碳纤维生产骨干企业和一批碳纤维复合材料及制品企业。同时，先后建设了碳纤维制备及工程化国家工程实验室（依托威海拓展）、碳纤维制备技术国家工程实验室（依托山西煤化所）、结构性碳纤维复合材料国家工程实验室（依托北京航空材料院）、功能性碳纤维复合材料国家工程实验室（依托北京航天材料所）四个国家工程实验室，有效地提升了碳纤维制备和复合材料等方面的自主创新能力。

根据统计，2010年—2014年期间，我国碳纤维产能从6445吨增至15000吨，增长了2倍，年均增长23.5%；产量从1500吨增至3700吨，增长了2.5倍，年均增长25.3%。目前我国生产的碳纤维全部为小丝束，其中12K占比超过90%，1K、3K、6K各有产量。

威海拓展、中复神鹰和江苏恒神等碳纤维龙头企业通过自主研发，均已形成了碳纤维制备工艺技术和关键装备自主设计和制造。同时，为了完善产业链建设，这些企业也正在向不同的碳纤维应用领域延伸，如威海拓展配套碳纤维预浸料、经编织物及各种管材、型材、重大基础设施等；中复神鹰配套风力发电叶片、游艇、模具、自行车等；江苏恒神配套工程机械装备关键部件和建筑结构工程制品等。另外，河北硅谷化工配套碳纤维复合电缆芯，中石油吉化公司配套抽油杆等，一定程度上带动了碳纤维复合材料及制品行业的发展，较好地拓展了碳纤维消费市场的需求。围绕这些骨干企业，已初步形成碳纤维产业集群。

目前，形成具有技术基础和发展特色的碳纤维代表生产企业：

①威海拓展纤维有限公司

威海拓展纤维有限公司成立于 2002 年，是国内最早从事专门致力于高性能碳纤维研发和生产的民营高新技术企业，总资产 14 亿元。其主要产品逐步形成了以航空、航天重点型号为代表的高端用户群，从而确立了市场先入优势，自 2011 年以来实现了连续盈利。

该公司通过产学研用相结合，自主创新和引进消化吸收再创新，相继突破了碳纤维及织物系列化生产、碳纤维预浸料系列化生产、碳纤维复合材料制品系列化生产、碳纤维核心生产设备成套生产等关键技术，形成了具有自主知识产权的研发体系。其中系列化碳纤维产品包括 T300、T700、T800、M40 和 M40J 级碳纤维产品，已经实现了工程化与产业化生产，部分产品性能与日本东丽水平相当。2012

年作为国内碳纤维行业龙头企业主持制定了《聚丙烯腈基碳纤维》国家标准（GB/T 26752-2011）。此外，威海拓展在碳纤维生产装备设计制造和产品检测方面也有着较强的实力。

②江苏恒神股份有限公司

江苏恒神股份有限公司成立于 2007 年 8 月，于 2015 年 1 月由江苏恒神纤维材料有限公司更名而来，主营业务为国产高性能碳纤维、增强增韧树脂及先进复合材料的研发、生产、销售和售后服务，产品主要为国家重大装备、轨道交通、海洋工程及其他国民经济领域，提供质量可靠的高性能碳纤维及复合材料制品。

目前，恒神股份已建成年产国产碳纤维湿法纺产业化线 3 条，产能 3000 吨（其中 T300 级碳纤维 2 条，产能 2000 吨；T700 级碳纤维 1 条，产能 1000 吨）。在建干喷湿法纺、湿法纺丝生产线各 1 条，单线产能 1000 吨，生产 T700/800 级碳纤维。

③中复神鹰碳纤维有限责任公司

中复神鹰碳纤维有限责任公司由中国复合材料集团有限公司、连云港鹰游纺机有限责任公司和江苏奥神集团有限责任公司于 2008 年共同出资成立，注册资本为 27000 万元。公司现有碳纤维原丝产能 12000 吨，碳纤维产能 5000 吨，是国内第一家实现千吨级纤维产业化生产的企业，是国内第一家研发出干喷湿纺技术制备高性能碳纤维的企业，公司自主研发建成的全套高性能碳纤维原丝和碳化生产线，掌握了超大容量聚合、干喷湿纺、均质预氧化碳化等核心技术工艺和关键设备制造，并能批量规模化稳定生产 SYT49（相当于 T700S 级）、

SYT55（相当于 T800S）级高性能碳纤维。

目前中复神鹰运行 2 条干喷湿法原丝线，合计 7500 吨；3 条碳化线，合计 1700 吨，产品可达到 T700 级。此外，还有 100 万平方米预浸布及年产 10 万辆碳纤维自行车的产能，并在常州有复合材料生产企业和研究院，从事下游复合材料及制品的研发、设计与生产。

（3）国内 PAN 基碳纤维产品与消费情况

①进口情况

近年，中国碳纤维市场进口产品以碳纤维、碳布、碳纤维预浸料及制品为主，据我国海关统计数据：2014 年碳纤维及制品进口量为 11726.9 吨，贸易方式以加工贸易为主，占 59.5%，以进料加工为主，占 57.2%；一般贸易占 35.7%。日本仍是最大的进口国，2014 年进口量为 5747.1 吨，同比下降 6.7%，但仍占进口量的 53.1%，值得注意的是，从韩国进口的碳纤维及制品已超过台湾地区，上升到第二位，2014 年进口量为 1646.0 吨，同比增长 46.9%，已占进口总量的 14%，原因是韩国晓星和东丽尖端材料(韩国)公司的相继投产，导致日本进口量下降，而韩国进口量大幅增长。其后依次为台湾地区、土耳其、匈牙利、美国等。

表 5、2014 年碳纤维及其制品分贸易方式进口情况

	进口量 (吨)	同比 (%)	进口量 占比例	进口额 (万美元)	同比 (%)
总计	11726.9	-5.3%	100%	37813.9	-1.3%
一般贸易	4,181.4	-2.8%	35.7%	12796	14.2%
加工贸易	6,983.1	-7.0%	59.5%	22359	-8.4%
其中：来料加工	273.5	-18.2%	2.3%	782	-8.4%
进料加工	6,709.6	-6.5%	57.2%	21577	-8.4%
海关特殊监管区域	421.3	-22.7%	3.6%	2489	-5.5%
其他贸易	141.2	436.4%	1.2%	169	234.5%

* 贸易方式的比例是占总进口量的比例，产品的比例是占该贸易方式的比例。

②消费情况

从表 6 中可以看出，体育休闲和工业领域是进口碳纤维及其制品应用的主要去向，其中工业领域应用份额逐年扩大，而且未来将是碳纤维应用的主要去向。

表 6、2010 年—2014 年进口碳纤维及制品主要应用领域

进口年度	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
合计（吨）	10966.0	10725.0	8560.2	12386.2	11726.9
体育休闲	7071.9	5347.3	4388.7	5931.6	5349.2
工业用	2294.5	2660.9	2451.3	2540.9	3080.6
航空航天	65.1	113.8	248.6	366.9	547.1
其他	1534.6	2603.2	1471.5	3546.8	2749.9

从 2014 年进口产品应用分类看，体育休闲类产品占进口量的 45.6%，工业用占 26.3%，航空航天领域占 4.7%。

据我国 2014 年海关统计数据统计：碳纤维及制品用于渔具的进口量首次上升到首位，达到 1500.8 吨，占进口量的 12.80%，紧随其后的依次为渔具、球拍球类、自行车、风力发电、建筑材料，分别占进口量的 11.75%、11.34%、8.45%、6.21%、5.61%。进口量较大的排在前几位的均是体育休闲类，但占比均有所下降，而工业用占比小幅增涨，见表 7。

表 7、2014 年进口碳纤维应用细分表（前十位）

	2013 年进口量(吨)	占比例	2014 年进口量(吨)	占比例
总计	12386.2		11726.9	
球拍球类	1650.8	13.33%	1330.3	11.34%
高尔夫球具	1603.6	12.95%	1378.3	11.75%
渔具	1593.7	12.87%	1500.8	12.80%
自行车	951.3	7.68%	990.9	8.45%
风力发电	741.6	5.99%	728.1	6.21%
航空航天	366.9	2.96%	547.1	4.67%

机械配件	354.5	2.86%	465.8	3.97%
建筑材料	343.0	2.77%	658.1	5.61%
气瓶	224.9	1.82%	268.9	2.29%
防火隔热	159.4	1.29%	382.9	3.27%

从 2014 年进口产品品种看，风力发电叶片、气瓶、船艇、机械配件、电子、建筑材料、隔热材料等工业用领域均有不同程度的增长，表明了中国碳纤维的应用领域再逐步向工业领域发展，见表 8。

表 8、国内碳纤维主要应用领域

类别	应用领域
成熟市场	航空航天及国防领域：飞机、卫星、火箭、导弹、雷达等； 体育休闲：高尔夫球杆、渔具、网球拍、羽毛球拍、自行车、赛艇等； 工业用：建筑补强、风力发电叶片等
待开发市场	压力容器、摩擦材料、海洋装备，汽车结构材料及零部件等

(4) 国内 PAN 基碳纤维技术装备情况

在高温碳化炉方面，我国碳纤维行业发展初期，限于国外在碳纤维碳化炉上对中国的出口控制，国内不少碳纤维生产企业自己设计开发预氧化炉及高、低温碳化炉，而且国内目前碳纤维生产最大的两家企业，威海拓展和中复神鹰都具有成熟的机械装备生产经验，为设计、制造保密性要求高的碳纤维生产装备提供了保障。此外，鉴于国外碳纤维生产设备的稳定性及技术先进性，国内不少企业采用引进的方法，如江苏恒神、方大江城碳纤维等。目前国内专业生产碳纤维高温碳化炉的有西安富瑞达科技发展有限公司，为中复神鹰和中简科技等多家碳纤维生产企业提供了高温碳化炉。

预氧化炉方面，威海拓展、中复神鹰、北京化工大学和山东大学等单位都有自行设计制造预氧化炉的能力。台湾聚川(联川)公司目前已进入大陆市场并在上海设有销售机构，业务范围包括氧化炉、低温

碳化炉、高温碳化炉、废气燃烧炉、石墨化炉。

低温碳化炉方面，威海拓展和中复神鹰自行设计制造的低温碳化炉在生产中得到了验证；西安富瑞达科技发展有限公司已向国内多家企业提供了低温碳化炉。

表 9、国内碳纤维生产企业技术装备情况

企业名称	预氧化炉	低温碳化炉	高温碳化炉
中复神鹰碳纤维有限责任公司	进口和自行制造	进口和自行制造	进口和自行制造
江苏恒神纤维材料有限公司	德国埃森曼	德国埃森曼	德国埃森曼
威海拓展纤维有限公司	进口和自行制造	进口和自行制造	进口和自行制造
蓝星集团	美国进口	德国进口	德国进口
河北硅谷化工有限公司	山东大学	山东大学	山东大学
中简科技发展有限公司	自行设计制造	自行设计制造	西安富瑞达
方大江城碳纤维有限公司	德国埃森曼	德国鲁斯楚特	德国鲁斯楚特

(5) 国内 PAN 基碳纤维产业布局

我国碳纤维的发展特点是：①生产厂家的分布趋于合理，初步形成了江苏、山东和吉林为主的产业集群；②工艺技术趋于多元化，PAN 原丝的溶剂路线有 DMSO 法、DMF 法、DMAC 法、NASCN 法、HNO₃ 法，聚合工艺有水相聚合、溶液间歇聚合和连续聚合，还有低、中和高转化率之分，纺丝有湿纺和干喷湿纺，预氧化和高温碳化炉的来源也趋于多样化，有国产设备和美、德、日等引进设备，国产石墨化炉也初步得到了应用；③从事碳纤维生产的厂家包括多种所有制企业，并涵盖化工、纺织、冶金、石化、石油、航天、房地产等行业；④2015 年和 2020 年预测的碳纤维总产能将分别达到 18000 吨和 30000 吨，产量有望分别达到 4000 吨和 21000 吨；⑤已突破碳纤维

性能可达到 T800 和 M40J 的水平，未来有望逐步实现产业化，2020 年高模量 M55J 级碳纤维有望实现突破；⑥中国碳纤维的市场需求，2020 年预计将达到 22000 吨/年。

从生产分布看（2014 年）：江苏省市场占有率：54%，山东省市场占有率：22%，吉林省市场占有率 10 %。

表 10、国内碳纤维需求预测表

	2014 年需求量基数 (吨)	年均增长率估算	2020 年需求总量 (吨)
总量	10600	13%	22000
其中：体育休闲	5200	8.8%	9800
工业用	4850	17.4%	10950
航空航天	550	15.7%	1250

（6）碳纤维价格变化

以日本 T700 级碳纤维为例，自 2009 年以来国内进口碳纤维产品在中国市场上的销售价格，如下图所示：

单位：元/公斤

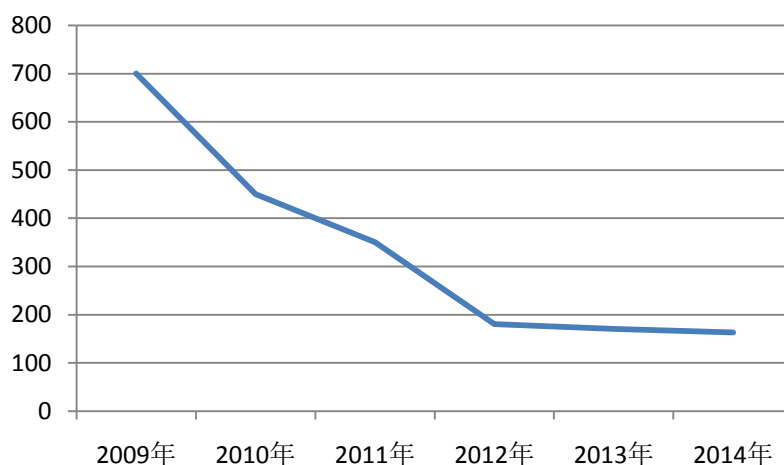


图 4、2009 年—2014 年日本 T700 级碳纤维进口价格走势

据最近的合同报价，日本东丽 T700 级碳纤维（12K）为 19-23 美元/公斤，依此价格计，国内用户的购买价格最低为 163 元/公斤。

二、我国 PAN 基碳纤维产业存在的主要问题

（一）我国碳纤维产业与国外的差距

我国碳纤维产业发展整体水平目前还处于初级阶段，碳纤维产业发展仍存在诸多方面的问题，主要体现在以下几个方面：1、产品质量

虽然我国碳纤维产业现已突破工业化制备技术并已实现产业化，但产品批次稳定性、可靠性仍有待于进一步提高，国产碳纤维整体性能与国际发达国家产品相比尚存差距。目前，我国真正实现规模化和连续化生产的只有 T300 级和 T700 级碳纤维，T800 级产品虽突破制备技术实现小批量生产，但尚未完全产业化，高模、高强高模系列等高端碳纤维品种产业化仍在攻关。2、应用体系

从应用领域来看，美国应用重点在航空航天，欧洲重点在工业应用，亚洲偏重于体育休闲。目前国内碳纤维在航空航天、体育休闲和工业应用三大领域的用量比例是 4%、67%和 29%。其中，体育休闲占绝大多数，而在民用航空、交通工具、新能源装备、工程建设等方面的应用虽然已经开始起步，但应用水平偏低，碳纤维复合材料的设计水平不足，配套的材料缺乏，相关的应用标准体系不健全，导致应用领域窄。此外，树脂、上浆剂等配套材料品种少、性能不足，复合材料用辅助原料还不能完全实现自主供给，部分品种还依赖进口等，不仅制约了碳纤维复合材料在高端制品上的应用，同时还严重影响着国产碳纤维的市场应用。

目前国内外一致认为，最富有前景的应用领域是工业应用，如汽车工业，应用碳纤复合材料可以减轻重量，节约能源，增加可靠性；

风力发电是能源领域增长最快的，其叶片使用碳纤维量可观；用碳纤维加固、修复混凝土基础设施已经是一项新技术，市场前景十分广阔。

表 11、碳纤维三大应用领域国内、国际成熟度对照表

应用领域	国内	国际
航空航天	航天成熟，航空起步	成熟应用
其中：航空	性能较差，应用于非承力结构件	大量应用于 1、2 级结构件
航天	导弹、火箭应用成熟	导弹、火箭、航天飞机等
工业用	研发、起步阶段	应用推广，用量逐步扩大
其中：风力发电叶片	75 米 5M 风力发电叶片应用	技术成熟，应用上升
抽油杆	小批量生产和应用	
建筑补强	大量应用，年用量在 1000 吨以上	
电缆导线芯	实现规模化生产	
体育休闲	用量最大，产业化生产	市场份额已经处于逐渐降低的态势
其中：高尔夫杆	预浸料用量大，搓管工艺成熟，市场用量稳定	
钓鱼竿	2014 年进口量处于首位，渔具产量和国际市场份额世界领先	
球拍球类	2014 年用碳纤维 1330 吨，占总进口量 11.3%	

3、国产装备

装备自主是发展碳纤维及其复合材料产业的关键，而提高关键装备的国产化更是实现低成本化的重要途径。国产碳纤维产业发展初期，受国外的出口管制，国产碳纤维生产装备只能满足 T300 级工业化生产的需要。而且，国产装备在工艺适应性、可靠性和精细化控制水平等方面与发达国家相比还有差距，导致国产碳纤维在成本、性能上不具备竞争优势。

此外，国内碳纤维生产企业规模普遍偏小。据统计，目前国内碳纤维生产企业中真正具有千吨级以上产能的只有 3—4 家。碳纤维生产专用装备制造水平的偏低，生产企业规模的偏小，直接导致了我国碳纤维生产成本的居高不下与产品性能的不稳定。

表 12、2014 年我国碳纤维市场用量占国际市场的比例

项目	数据（吨）	占比
国际产能	128000	
其中：中国大陆产能	15000	11.7%
国际产量	≈90000	
其中：国内产量	≈3700	4.1%

从产能上比较，国内产能占国际市场的 11.7%，从产量上比较，国内产量仅占国际市场的 4.1%，有着明显的差距。

4、国际竞争

目前，随着日本、美国和欧洲的碳纤维制造企业都在积极调整发展战略，以求保持竞争优势，如美国的国家制造业创新网络，确立了开发碳纤维复合材料等轻质材料，3D 印刷技术和智能制造三大研究领域。而为应对我国碳纤维产业的快速发展，国际领先的碳纤维制造商一方面继续加强对我国严密封锁碳纤维制造技术，另一方面也采取降低中低端产品价格和逐步放开高端碳纤维对我国的出口管制等措施。此外，国际新兴国家发展碳纤维所带来的冲击和挑战也日益明显，土耳其、韩国、印度、俄罗斯等均大力发展碳纤维，从海关进口数据也可显示出由土耳其和韩国进口的碳纤维显著增加，我国的碳纤维企业正面临着严重的价格压力和市场威胁。

（二）我国 PAN 基碳纤维产业存在的技术问题

1、单线产能

国内碳化单线能力与国际比较，国际最大的单线能力为 2700 吨/年，我国引进生产线单线能力为 1000 吨/年，虽然目前国产装备单线能力也可以达到 1000 吨/年，但不能满负荷生产，从规模效益上与

国际没有竞争优势。

表 13、国内、国际单线产能对比表（单位：吨/年）

单线产能	国内		国际
	国产装备	全套引进	
平均			1800
最大	1000	1000	2700

注：威海拓展设计制造的碳化线产能可达到 1000 吨/年。

2、产品系列 T300 级基本能达到相应的技术指标，军工应用成熟，民用市场逐渐开拓；T700 级高性能碳纤维突破干喷湿法纺丝工艺，产业化生产及应用逐步加快；T800 级碳纤维已小批量试产，但尚未完全实现产业化；MJ 系列高性能碳纤维已突破关键制备技术。

表 14、国内与日本东丽碳纤维产品系列对比表

产品	国内	日本东丽
T300 级	已符合标准，军工应用成熟，民用市场逐渐开拓	质量稳定，成本优势
T700 级	干喷湿法纺突破，产品已进入市场	成熟产品，工业用和民用量巨大
T800 级	小批量生产	B787 使用
T800 以上级	无	T1000G
M40J 级	小批量生产	比较早期的高模量品种
M40J 以上级	无	M46J~M60J

3、碳纤维生产成本

因国内工艺路线和装备情况不一，现仅某地区 12K 碳纤维生产成本做分析，原料成本占总成本的 67.75%，动力部分占 13.41%，管理费用占 1.06%，折旧费用占 4.52%，工资、福利费用占 11.23%，总成本约为 100 元/Kg。

表 15、国内某企业生产成本表（12K，2013 年 12 月）

总成本	原料	动力	工资、福利	维修、管理费

元/Kg	元	占比 %	元	占比 %	元	占比 %	元	占比 %
100	67.75	67.75	13.41	13.41	11.23	11.23	46381	30.2

说明:生产一吨碳纤维原丝需要量 1—1.2 吨丙烯腈, 生产一吨碳纤维需要 2.1—2.5 吨左右碳纤维原丝。

4、碳纤维标准

国内碳纤维标准从发展来看经历了两个阶段：一是发展初期的应用主导阶段，在这个阶段，纤维产品基本全部应用到国防、军工、航天航空等急需领域，生产单位则主要依靠大专院校、科研机构及很少的定点生产单位，年总产能很少，在使用的过程中需要解决检测、规范、试验等问题主要由使用单位来主导碳纤维相关标准的制订。二是随着“十一五”期间国产碳纤维实现工业化生产，开始进入生产主导阶段，碳纤维是一种商品，需要建立其自身的标准体系，以规范生产和贸易流通各个环节。这就需要建立符合我国碳纤维技术、产业化制备与应用现状的标准体系，以形成我国具有国际竞争力的碳纤维产业体系，促使我国碳纤维产品的质量水平不断提高，满足国民经济和国防军工不同领域对国产高性能碳纤维的需求。2012年3月1日由威海拓展纤维有限公司主持起草的《聚丙烯腈基碳纤维》（GB/T 26752-2011）国家标准正式实施。

三、全球 PAN 基碳纤维发展趋势和需求分析

（一）发展趋势

1、产能发展

为了巩固现有优势，抢占市场，日本碳纤维公司均计划扩大碳纤维生产能力，并根据应用领域在市场所在地扩大产能，如东丽为扩大

在飞机制造领域的份额，计划在南卡州新建碳纤维生产线，满足 B-777X 飞机等需求；三菱丽阳计划提高美国加州子公司的产能，满足美国风电、汽车、压缩天然气瓶（CNG）和氢气瓶增长需求；新兴企业如韩国晓星也将提高产能，用于本国火车和公共汽车等的轻量化材料，并销往中国和东南亚。

2、研发方向美日都在研发更高性能的 PAN 基碳纤维，强度可达到 9GPa 以上，主要面向国防军工；在降低生产成本方面，德国碳纤维产业联盟计划在现有的基础上，将碳纤维生产成本降低 90%，以扩大在汽车等产业领域应用；美国橡树岭国家实验室的腈纶大丝束原丝，PAN-CF 成本预期会下降 50%；日本金沢工业大学成立了“创新复合材料研发中心”，计划于 2023 年使碳纤维等高性能纤维的生产效率提高 100 倍，而成本下降至 1/10，实现材料革命。

3、辅料助剂研发

为满足不同客户的需求和提高产品性能，日韩等国均加大对特定用途的新型纤维和上浆剂的研发，如日本东邦 Tenax 开发了亲和性优良的上浆剂系列和新型纤维，可织成织物、多轴向布、混合纱、三维织物等，更加适用于航空航天部件，同时也开发了适用于电子仪器外壳等用途的产品；三菱丽阳开发的高强高模 PAN 基碳纤维，能更好地适用于缠绕压力容器；德国 SGL 碳公司开发高性能的牵切纺新一代 PAN 基碳纤维适用于汽车部件。

（二）市场需求

国外相关企业均公布扩产计划，与 2010 年相比，预计 2015 年

全球 PAN 基碳纤维市场需求将达 6 万吨。未来随着风力发电、汽车工业、飞机制造、高压容器等产业的需求的大幅增长，到 2020 年，PAN 基碳纤维市场需求预计将达 14 万吨。

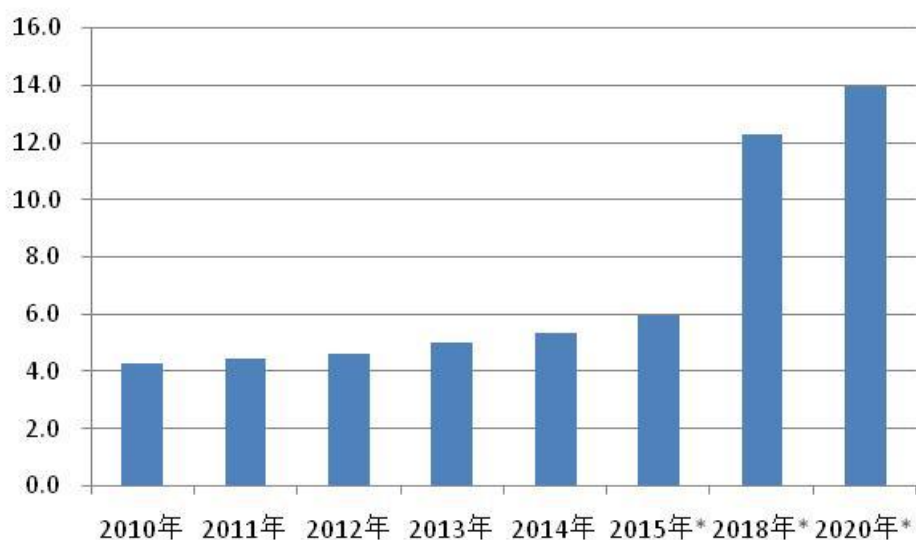


图5、全球碳纤维需求情况预测

总体上看，PAN 基碳纤维需求依然集中在航空航天、工业用途和体育休闲三大市场，但今后增长最快的领域是汽车工业，预期至 2020 年其需求将达到 2.2 万吨，相当于当年航空航天与军工的需求量的总和。工业用途中，CNG、氢气瓶和大型氢气储罐以及大型风力发电叶片和海上风电叶片将是今后的大市场。2014 年起全球风电市场恢复强劲增长，2017 年—2020 年将以 5.4% 增长。新兴应用领域的不断拓展，使全球碳纤维及增强复合材料的需求量大幅增加。据有关专家预测，2011 年—2020 年，碳纤维整体市场增速在 16%，其中：航空航天增速为 12%，工业用增速为 18%，体育休闲增速为 7%。主要是航天航空领域与工业应用领域增速明显，体育休闲领域已经趋于饱和。

表16、2015-2020年全球分领域碳纤维需求情况预测（单位：吨）

应用领域	2015年*	2016年*	2017年*	2018年*	2019年*	2020年*
航天航空	12300	14100	15200	17000	19300	22800
体育休闲	6000	6400	6900	7200	7800	8200
船舶应用	1070	1120	1180	1220	1290	1330
土木工程	2650	2800	3200	3500	3850	4300
汽车	7200	11000	13800	15800	17500	22000
压力容器	2900	3300	3500	3800	4250	4650
风电叶片	6000	8000	9000	10000	12000	14000

表 17、全球碳纤维生产能力预测（单位：吨）

	2014年	2015年*	2016年*	2017年*	2018年*	2019年*	2020年*
小丝束纤维	92000	101654	106145	109145	111145	113145	115600
大丝束纤维	36000	48700	50700	51700	52700	53700	53700
总能力	128000	150345	156845	160845	163845	166845	169300

四、国内 PAN 基碳纤维发展目标和重点

（一）发展目标

发挥骨干企业的技术创新和产业链优势，鼓励研发和实施多元化的碳纤维技术，实现单线产能年产千吨级上的碳纤维规模化稳定生产，T300、T700 级产品质量和成本具有国际竞争力，T800 级产品质量达到国外同等产品水平；实现单线产能年产 20 吨以上的高模量（M40 以上）碳纤维批量生产；实现与碳纤维匹配油剂、上浆剂自主研发和供应；实现高性能低成本航空级预浸料的规模化制备技术和配套树脂体系，满足自动铺丝、航空模具、各种成型工艺等要求；建立碳纤维复合材料结构的材料 / 设计 / 分析 / 检测和评价一体化技术；发展碳纤维复合材料结构可靠性设计，碳纤维复合材料结构设计的计算机模拟与仿真技术；建立可靠性模型，可靠性指标的预计和分配，故障模

式与数据库；建立产品检验测试平台，提供产品功能、安全测试，形成碳纤维复合材料结构健康监测与寿命预测的能力。

建立民用飞机、汽车、轨道交通、海洋工程、能源等领域碳纤维复合结构和部件的使用评价；形成碳纤维复合材料在民用飞机、汽车、轨道交通、海洋工程、能源等领域的规模化应用。

发展碳纤维长纤维的回收再利用技术，使回收的碳纤维具有较高的强度和刚度，同时减少废物污染、保护环境。

（二）发展重点

1、稳定 T300 级碳纤维技术工艺、提升品质、降低成本

目前已经实现产业化的 T300 级碳纤维产品，但是还无法做到稳定大批量、低成本生产，当前急需稳定工艺，提升品质，继续扩大生产规模，降低生产成本；同时加快高端技术研发，尽快取得突破，并推动其产业化、工业化生产。

2、实现高性能碳纤维制备工程化

实现干喷湿法纺拉伸强度 4.9GPa 以上高强碳纤维千吨级连续稳定运行，性能达到东丽 T700 级碳纤维水平，实现专用助剂（油剂和上浆剂）国产化。

拉伸强度 5.5GPa 以上高强碳纤维百吨级工程技术，实现连续稳定运行，碳纤维性能达到东丽 T800 级碳纤维水平，开展高强中模型（T800 级）碳纤维油剂和上浆剂研究，实现专用助剂（油剂和上浆剂）国产化。

攻克国产高模高强碳纤维制备关键技术，规格为 3K 和 6K。

研究回收长碳纤维的提取技术，如超临界水溶剂分解技术等，使回收的碳纤维具有较高的强度和刚度，建立 100 吨以上碳纤维回收生产线示范。

3、提高国产碳纤维复合材料制备与应用技术

(1) 高性能预浸料的产业化

开发高性能航空级预浸料的规模制备技术，重点发展满足自动铺丝、航空模具、各种成型工艺等要求的产品；开发匹配的系列化上浆剂，以及环氧树脂、双马树脂、热塑性树脂等各应用领域所需树脂体系，形成系列化。

(2) 国产 T800 级碳纤维在民用飞机领域的应用示范

完成包括大飞机、支线飞机、民用直升机等碳纤维复合材料机身、机翼等典型结构的设计验证。形成碳纤维复合部件包括水平尾翼、垂直尾翼、升降舵、方向舵、襟副翼等产品性能测试方法和测试规范。

(3) 国产低成本碳纤维在轨道交通领域的应用示范

轨道交通领域，完成高速列车碳纤维复合材料车体和转向架设计验证，形成设计方法和设计规范；形成碳纤维复合部件包括高速列车头罩、受电弓、导流板、裙板等产品性能测试方法和测试规范。

(4) 国产低成本碳纤维在汽车轻量化领域的应用示范

汽车轻量化领域，完成碳纤维复合材料主体结构、车门、轮毂、顶盖等典型结构的设计验证。研究汽车碳纤维复合材料的设计技术和适应于规模化快速生产的工艺技术。

(5) 国产低成本碳纤维在海洋工程领域的应用示范

海洋工程领域，形成深海油田钻井隔水管、采油立管、脐带式管缆、平台锚系缆绳等产品的设计验证，形成设计方法和设计规范；形成海上平台碳纤维复合结构材料（格栅框架、扶梯、辅助平台、电缆托盘、电缆桥架）的性能测试方法和测试规范。

4、建立复合材料用高性能树脂体系工程化

低成本、耐高温的高性能树脂体系，形成高性能树脂体系工程化应用能力。建立新型低成本低粘度环氧树脂千吨级/年产业化示范工程化。

5、提升关键装备国产化能力

立足于国内现有的碳纤维及复合材料工程化装备，联合国内化工、自动化控制、高端装备制造和碳纤维领域知名专家和企业进行集智攻关，深入研究设备的单元构造、控制原理、设备与工艺的协调性等，凝练装备的核心技术，提升国内碳纤维及复合材料先进工艺装备的自主设计制造能力。

6、强化高性能纤维产业标准化工作，尽快建立和完善我国的碳纤维标准化体系

国家《标准化事业发展“十二五”规划》明确提出“加快包括新材料产业在内的战略性新兴产业标准化步伐，并特别列举了‘研制碳纤维、芳纶、超高分子量聚乙烯纤维、聚苯硫醚纤维、聚酰亚胺纤维、芳砜纶技术标准及配套方法标准’”；还明确提出了“改进和加强技术委员会管理，加快战略性新兴产业等领域技术委员会建设”的要求。作为战略新材料的重要组成部分的碳纤维，更迫切需要建立和完善由

生产单位或专业协会来主导的碳纤维标准化体系，特别是亟待制定碳纤维生产各环节所涉及标准。

7、建立完善的碳纤维及复合材料评价公共平台

建立完善的针对高性能碳纤维及其复合材料的组成、结构检测方法体系，形成国家级的规范化、标准化高性能碳纤维及其复合材料评价平台，为高性能碳纤维及复合材料研发提供新的检测技术，建立国产碳纤维及树脂基复合材料性能数据库和专利体系。

五、政策建议

高性能碳纤维及其复合材料不仅是发展国防尖端技术和保障国家安全的材料，也是实现国民经济发展的物质基础之一，因此，必须认清形势和差距，切实采取有力措施引导、扶持，加快突破产业化瓶颈制约，加快实现扩大应用，让中国的碳纤维在国际上具有竞争力。具体建议如下：

（一）加强政府引导，明确企业主体

完善产业政策，支持企业为主体的技术创新，鼓励企业加大投入，整合中央、地方、企业和国际资源，合理布局、统筹发展。如给予贴息贷款、减免税、扶持资金、优惠电价等。

（二）做好计划衔接，促进有序发展

以国家重大重点项目工程需求为导向，重视从原材料、性能表征、产品设计、制造、维护直至回收利用等全产业链的工程化低成本复合材料技术的开发，根据高性能碳纤维及复合材料的重大问题、重点应用等，有计划给予支持。

（三）形成创新、工业、应用三大体系

引导形成我国碳纤维新技术的创新体系，工业体系（包括：工程化、装备国产化、原辅料国产化、技术自主化及生产制造、工艺设计、产品研发、标准、认证、评价、检测等）及应用研发体系。

（四）以应用为牵引，形成全产业链发展模式

以企业为主体，以需求为牵引，鼓励建立产学研用产业技术创新联盟，有效整合资源，加强碳纤维生产企业之间的合作，实现优势互补，发挥集群效应，加强人才引进和科技合作，为行业健康发展提供支撑。

（五）加快产业优化升级，打破国外封锁

通过采用新技术改造已建生产线，对传统技术实施二次集成创新，优化工艺、装备提升、降低能耗，以实现技术装备升级、经济效益好、产品质量稳定、清洁生产；对原料消耗大、生产过程能耗高、影响环境的生产线限期淘汰。研究防止西方国家打压我国碳纤维产业的预案，包括压价倾销、收购兼并、在中国建厂等；适当提高碳纤维及制品进口税率及其他非关税壁垒。

（六）继续推动“产、学、研、用”产业链一体化发展，培养高端技术人才

坚持以科技研发为发展先导，以产业化生产为发展支撑，以推广应用满足市场需求为发展方向，整合国内外优势资源，开展科技成果对接活动，开展“走出去、请进来”技术交流，继续加强与日本东丽、日本帝人等的技术交流与合作，锻炼培养一批高端的生产和应用技术

人才，加快推动碳纤维下游应用技术开发和市场推广。

注：报告中涉及碳纤维产品规格的表述均以东丽碳纤维产品牌号为依据。