



CHANYE ZHUANLI
FENXI BAOGAO

产业专利分析报告

(第14册) —— 高性能纤维

杨铁军◎主编



知识产权出版社
全国百佳图书出版单位





CHANYE ZHUANLI
FENXI BAOGAO

产业专利分析报告

(第14册) —— 高性能纤维

杨铁军◎主编



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位



内容提要

本书是高性能纤维行业的专利分析报告。报告选取了碳纤维和芳纶为主要研究对象，探索了上述两个领域的重点技术、重点产品和重要创新主体的专利技术和布局状况，并首次从产业链、可保护主题的角度对产业的整体专利状况进行梳理。本书是了解高性能纤维行业技术发展现状并预测未来走向，帮助企业做好专利预警的必备工具书。

读者对象：高性能纤维行业的企业管理者、研发人员、知识产权预警及管理的研究人员。

责任编辑：卢海鹰 胡文彬 责任校对：董志英
版式设计：卢海鹰 胡文彬 责任出版：卢运霞

图书在版编目（CIP）数据

产业专利分析报告. 第14册 / 杨铁军主编. —北京：知识产权出版社，2012. 12
ISBN 978 - 7 - 5130 - 1792 - 3

I. ①产… II. ①杨… III. ①专利 - 研究报告 - 世界 IV. ①G306.71

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 309318 号

产业专利分析报告（第 14 册）

——高性能纤维

CHANYE ZHUANLI FENXI BAOGAO

杨铁军 主 编

出版发行：知识产权出版社	
社 址：北京市海淀区马甸南村 1 号	邮 编：100088
网 址： http://www.ipph.cn	邮 箱： bjb@cnipr.com
发行电话：010 - 82000860 转 8101/8102	传 真：010 - 82005070/82000893
责编电话：010 - 82000887 82000860 转 8122	责编邮箱： huwenbin@cnipr.com
印 刷：保定市中国画美凯印刷有限公司	经 销：各大网络书店、新华书店及相关销售网点
开 本：787mm × 1092mm 1/16	印 张：18.5
版 次：2013 年 3 月第 1 版	印 次：2013 年 3 月第 1 次印刷
字 数：412 千字	定 价：60.00 元（附光盘）
ISBN 978-7-5130-1792-3/G · 553（4627）	

出版版权专有 侵权必究
如有印装质量问题，本社负责调换。

编 委 会

主 任：杨铁军

副主任：葛 树 冯小兵

编 委：卜 方 张清奎 崔伯雄 魏保志

朱仁秀 孟俊娥 张 鹏 张伟波

诸敏刚 蔡文克 郭震宇 张小凤

李超凡

序

党的十八大提出实施创新驱动发展战略，为我们依靠创新推动发展指明了方向。当今世界，专利技术日益成为经济发展的动力和市场竞争的焦点，分析利用专利技术信息成为助力各类创新主体提高创新水平，强化专利保护，避免专利纠纷，提升竞争实力的一项重要基础性工作。

“十二五”期间，国家知识产权局组织实施了专利普及推广项目。项目选择战略性新兴产业、高新技术产业等关系到国计民生的重点产业开展专利分析，致力于推动产业的知识产权工作，培育知识产权服务业。目前已完成了26个行业的专利分析研究报告，内容涵盖装备制造、电子信息、新材料、食品药品等多个领域。该项目在研究过程中得到了行业主管部门、行业协会和企业的大力支持，多名相关领域的院士、知名学者为课题研究提供了指导和帮助。

作为项目成果的重要载体，《产业专利分析报告》（第1~6册）受到了相关行业、企业和科研人员的认可，也受到了从事专利分析和竞争情报研究部门和单位的关注。本次出版的《产业专利分析报告》（第7~16册），内容汇集了农业机械、液体灌装机械、汽车碰撞安全、功率半导体器件、短距离无线通信、液晶显示、智能电视、高性能纤维、高性能橡胶、食用油脂等10个领域的专利分析研究报告。同时，为了普及专利分析方法，研究人员在课题研究的基础上注意梳理研究思路，总结凝练分析方法，编著出版了《专利分析实务手册》。目前，《产业专利分析报告》系列丛书与《专利分析实务手册》已经对各行业和各领域开展专利分析工作提供了重要指引和参考，在培育和发展中国知

识产权服务业的进程中有力推动了我国专利信息利用水平的持续提升。

衷心希望更多的行业关注和重视专利信息分析，更多的创新主体和市场主体掌握专利分析方法，加速推动我国技术创新水平向高端发展，努力实现经济发展方式转变的战略目标。

国家知识产权局副局长

杨铁军

前言

《产业专利分析报告》系列丛书之第1~6册自出版以来，受到各行业广大读者的广泛欢迎，有力推动了各产业的技术创新和转型升级。专利分析普及推广项目始终坚持“源于产业，依靠产业、推动产业”的工作原则，紧紧围绕战略新兴产业、高技术产业开展专利分析工作。行业认可和读者关注，对专利分析普及推广项目而言，是巨大的肯定，对所有研究人员而言，是极大的鼓舞。

2012年度，专利分析普及推广项目在立项之初，通过多种渠道广泛收集行业需求，得到了工信部等多个部委、中科院等科研院所以及行业协会的热烈回应，累计收集项目需求建议书共50多份，并最终确定了10个行业开展研究工作。一年来，70多名专利审查员参与项目研究，同时邀请了多名院士、二十多家行业协会、学会、联盟，以及近百家企业和科研院所的200多名行业和技术专家参与课题研究，为课题研究出谋划策。

为了促进普及推广，特将2012年度的研究成果汇集为《产业专利分析报告》第7~16册正式出版。10份研究报告，共计300余万字，千余幅图表。报告共计检索和分析了近百万条专利数据信息。为便于相关领域企业自行开展专利分析研究，丛书所附光盘中提供了各报告的专利数据集。这些专利数据集可为产业各界开展专题分析提供可靠的数据基础。

方法创新，是专利分析普及推广项目和全体研究人员的自觉行动和一致追求，更是项目发挥示范引导作用的根本。2012年度的专利分析报告对专利分析方法的创新主要聚焦在三个方面：

第一，体系化的研究维度。在产业和专利紧密结合的情况下，建立了行业研究体系和企业研究体系。行业研究包括：技术路线图、产业链、产业联盟、标准、出口市场专利分析等。企业研究包括：申请人、发明人团队、重要产品专利、诉讼专利、专利保护主题分析等。

第二，多层次的信息融合。在专利信息利用方面，开拓了研究新视角，做到“跳出专利看专利”。不仅注重专利信息和分析利用，而且还充分利用行业信息和文献信息对专利信息进行佐证和研究。例如，智能电视行业专利分析利用专利信息及其产品信息、非专利文献等相关情报，梳理出产品和专利之间的联系。农业机械行业专利分析引入气候、地理信息并结合专利技术制订了技术研发空间研究路线。

第三，新形式的成果展示。例如，涉及申请人的专利布局网图、企业发展历史地铁图、研发合作模式图、产业高地布局图、“专利博弈圈图”、专利纠纷“战争史图”、组合气泡图以及涉及发明人的“翅膀图”、“罗盘图”和“对比旋风图”。

在三年项目研究积累和课题研究不断创新的基础上，专利分析普及推广项目已经形成了一套完善的专利分析流程，包括技术和行业调研、专利技术分解、专利分析检索、数据去噪、专利数据标引、图表制作、图表解读、报告撰写等8个关键环节，并完整全面地呈现在《专利分析实务手册》（已由知识产权出版社于2012年10月出版）。

2012年度高质量的专利分析报告以及方法创新得到了社会各界的广泛关注。例如，高性能纤维课题的研究成果得到了两院院士师昌绪先生的关注和肯定。报告中的部分研究成果已在各种行业峰会、学术会议和合作单位进行了宣讲。为了使专利分析报告能够进一步有效推动产业、服务创新，项目将继续加强和深化与行业、企业的合作研究模式。在公开出版研究报告的基础上，项目将继续深入行业和企业举行报告研究成果宣讲和专利分析方法培训，培育各行各业的专利分析人才。希望各相关行业、各地方政府、相关企业以及科研院所能够充分发掘专利分析报告的应用价值，为行业政策研究提供有益参考，为

行业技术创新提供有效支撑，为专利信息利用提供工作指引。

由于报告中专利文献的数据采集范围和专利分析工具的限制，加之研究人员水平有限，报告的数据、结论和建议仅供社会各界借鉴参考。

《产业专利分析报告》丛书编委会
2013 年 2 月

项目联系人

李超凡：62083762 / 13810803618 / lichaoфан@sipo.gov.cn

褚战星：62084456 / 13810154361 / chuzhanxing@sipo.gov.cn

汪 勇：62085406 / 15210282098 / wangyong_2@sipo.gov.cn

目 录

第 1 章	研究概况 / 1
1.1	研究背景 / 1
1.2	研究对象和方法 / 6
第 2 章	高性能纤维专利态势分析 / 9
2.1	高性能纤维全球/中国专利分析 / 9
2.2	碳纤维专利分析 / 11
2.2.1	专利申请趋势 / 11
2.2.2	专利区域分布 / 12
2.2.3	专利技术分布 / 13
2.2.4	主要申请人 / 15
2.3	芳香族聚酰胺纤维专利分析 / 16
2.3.1	专利申请趋势 / 16
2.3.2	专利区域分布 / 17
2.3.3	专利技术分布 / 19
2.3.4	主要申请人 / 20
2.4	芳香族聚酯纤维专利分析 / 20
2.4.1	专利申请趋势 / 20
2.4.2	专利区域分布 / 21
2.4.3	主要申请人 / 21
2.5	超高分子量聚乙烯纤维专利分析 / 22
2.5.1	专利申请趋势 / 22
2.5.2	专利区域分布 / 23
2.5.3	主要申请人 / 24
2.6	芳杂环类聚合物纤维 / 25
2.6.1	专利申请趋势 / 25
2.6.2	专利区域分布 / 26

	2.6.3 主要申请人 / 26
第3章	碳纤维重点技术专利分析 / 28
	3.1 PAN 基碳纤维生产工艺专利分析 / 28
	3.1.1 申请量分析 / 28
	3.1.2 技术集中度分析 / 31
	3.1.3 技术路线图 / 33
	3.1.4 重要专利 / 35
	3.1.5 中国市场 / 38
	3.1.6 日本市场 / 41
	3.1.7 美国市场 / 43
	3.2 PAN 聚合技术—功效分析 / 44
	3.2.1 技术概述 / 45
	3.2.2 总体分析 / 47
	3.2.3 热点技术分析 / 53
	3.2.4 非热点技术分析 / 60
	3.3 东丽产品专利技术分析 / 66
	3.3.1 东丽碳纤维产品发展历程 / 67
	3.3.2 东丽产品牌号对应授权专利技术分析 / 68
	3.4 碳纤维复合材料在大型民用飞机中的应用 / 83
	3.4.1 发展历程 / 87
	3.4.2 供应链 / 92
	3.4.3 环氧树脂的增韧改性 / 96
	3.4.4 成型技术 / 98
	3.4.5 碳纤维织造技术 / 102
第4章	芳砒纶专利分析 / 106
	4.1 全球/中国专利申请概况 / 106
	4.1.1 技术发展路线 / 106
	4.1.2 全球/中国专利申请态势 / 108
	4.1.3 中国专利布局及其演进 / 110
	4.1.4 国内各省市专利申请概况 / 113
	4.2 国外来华专利分析 / 114
	4.2.1 杜邦公司在华申请 / 114
	4.2.2 东丽来华申请 / 130
	4.3 国内外专利申请文件对比分析 / 131
	4.4 可保护主题分析 / 134

第5章	重要申请人分析 / 137
5.1	碳纤维重要申请人——东丽 / 137
5.1.1	东丽简介及企业动态 / 137
5.1.2	东丽全球专利申请及布局 / 141
5.1.3	主要技术的构成 / 146
5.1.4	研发团队 / 149
5.1.5	合作申请 / 154
5.1.6	保护策略 / 155
5.1.7	小结 / 162
5.2	芳香族聚酰胺纤维重要申请人——杜邦 / 162
5.2.1	杜邦芳香族聚酰胺纤维专利合作申请 / 162
5.2.2	Kevlar 保护策略 / 164
5.2.3	芳砒纶保护策略 / 167
5.2.4	杜邦 VS 帝人 / 171
第6章	日本碳纤维产业联盟 / 178
6.1	联盟概况 / 178
6.1.1	历史沿革 / 178
6.1.2	组织结构 / 179
6.1.3	联盟会员 / 182
6.2	各部会和委员会的主要活动 / 191
6.2.1	统计部会的主要活动 / 191
6.2.2	通商部会的主要活动 / 193
6.2.3	用途开发部会的主要活动 / 194
6.2.4	环境部会的主要活动 / 195
6.2.5	回收利用委员会的主要活动 / 196
6.2.6	技术委员会的主要活动 / 196
6.3	碳纤维回收利用技术的研究开发 / 197
6.3.1	专利申请情况概述 / 198
6.3.2	技术发展路线分析 / 198
6.3.3	“碳纤维回收利用技术的实证研究开发”项目 / 201
6.3.4	对我国碳纤维产业联盟发展的启示 / 209
第7章	主要结论 / 212
7.1	高性能纤维国内外专利申请格局 / 212
7.2	碳纤维的生产技术、重点产品和应用市场 / 213
7.3	高性能纤维的主要申请人 / 215

7.4	日本碳纤维产业联盟的范式 / 217
附录	/ 219
附表 1	专利申请人名称的约定 / 219
附表 2	东丽涉及聚合反应体系领域的专利申请 / 228
附表 3	三菱丽阳涉及聚合反应体系领域的专利申请 / 231
附表 4	中国申请人涉及聚合反应体系领域的专利申请 / 237
附表 5	涉及引发剂体系领域的专利申请 / 243
附表 6	东丽中国复合材料和应用相关申请 / 248
附表 7	杜邦在美国市场的芳纶专利申请法律状态 / 252
附表 8	杜邦涉及 Kevlar 的申请 / 255
图索引	/ 259
表索引	/ 262

第1章 研究概况

1.1 研究背景

(1) 技术发展现状

高性能纤维是近年来纤维高分子材料领域一类迅速发展的特种纤维，它是具有高强度、高模量、耐高温、耐气候、耐化学试剂等所谓高物性纤维的统称。

高性能纤维主要包括碳纤维、芳香族聚酰胺纤维、超高分子量聚乙烯纤维、芳香族聚酯纤维和芳杂环类聚合物纤维，以下是上述五种主要高性能纤维的技术发展现状。

1) 碳纤维

碳纤维是由碳元素构成的无机纤维，纤维的碳含量大于 90%。一般分为普通型、高强型、高强中模型和高强高模型碳纤维。

碳纤维的商业化生产始于 20 世纪 70 年代的日本，由日本东丽株式会社（Toray，以下简称“东丽”）、东邦人造丝株式会社（2001 年 7 月更名为东邦特耐克丝株式会社，Toho Tenax，以下简称“东邦”）和三菱丽阳株式会社（Mitsubishi Rayon，以下简称“三菱丽阳”）发起。这些公司目前仍跻身于世界上最大的碳纤维生产商行列。20 世纪 80 年代中期，美国卓尔泰克公司（Zoltek，以下简称“卓尔泰克”）、氰特工业公司（Cytec，以下简称“氰特”）和赫氏公司（Hexcel，以下简称“赫氏”）也开始生产碳纤维。

在目前所使用的高强型和超高强型碳纤维中，约 90% 为聚丙烯腈（PAN）基碳纤维，世界总生产能力已超过 4 万吨。国外 PAN 基碳纤维的主要生产商为日本的东丽、东邦、三菱丽阳三大集团和美国的卓尔泰克、阿克苏诺贝尔公司（Akzo Nobel，以下简称“阿克苏诺贝尔”）、阿尔迪拉公司（Aldila）及德国的西格里碳素公司（SGL，以下简称“西格里”）等，其中，日本三大集团的生产能力约占世界生产能力的 75%，其次是美国，其产能占世界产能的 14%。

我国于 20 世纪 60 年代中期开始了 PAN 基碳纤维的研制。目前，我国碳纤维的总产量在 200t 左右，主要是小丝束，但产品质量不稳定。与国际先进水平相比，国产碳纤维由于原丝质量等因素的制约，其产品强度低，均匀性和稳定性较差。而且，我国碳纤维生产企业缺乏具有自主知识产权的核心产业化技术。因此，对碳纤维领域进行专利分析，为我国碳纤维企业提供知识产权方面的保障是急迫、十分必要的。

2) 芳香族聚酰胺纤维

芳香族聚酰胺纤维是由芳香族二元胺和芳香族二羧酸或芳香族氨基苯甲酸经缩聚反应所得的聚合物纺成的特种纤维。主要品种有间位芳纶、对位芳纶和芳砜纶。

1960 年，美国杜邦公司（Du Pont，以下简称“杜邦”）研制出聚间苯二甲酰间苯

二胺（PMIA）纤维（即间位芳纶），商品名为“Nomex”，并于1967年开始批量生产。1972年，日本帝人株式会社（Teijin，以下简称“帝人”）也开始生产商品名为“Conex”的PMIA纤维。2004年，烟台氨纶股份有限公司（以下简称“烟台氨纶”）实现PMIA纤维的工业化生产，推出商品名为纽士达（Newstar）的PMIA纤维。

1971年，杜邦成功试制聚对苯二甲酰对苯二胺（PPTA）纤维（即对位芳纶），商品名为“Kevlar”，并于1981年开始批量生产。1986年，阿克苏诺贝尔也开发出商品名为“Twaron”的PPTA纤维。

我国对对位芳纶的研究始于1972年，取得了一批科研成果，但并未实现产业化。直到21世纪初，我国在对位芳纶的工业化方面取得了重大突破，主要研究单位有东华大学、中国石化仪征化纤股份有限公司和烟台氨纶。

聚苯砜对苯二甲酰胺纤维（PSA，芳砜纶）的性能与芳纶相似，但它在抗燃和抗热氧老化上显著优于芳纶，还具有良好的染色性、电绝缘性、抗化学腐蚀性、抗辐射等性能。其主要用于制作消防服、特种工作服、高温过滤材料、绝缘纸等。

3) 超高分子量聚乙烯纤维

超高分子量聚乙烯（UHMW-PE）纤维又称高强高模聚乙烯纤维，是由分子量在100万~500万之间的聚乙烯纺出的纤维，是目前世界上比强度和比模量最高的纤维。

1975年，荷兰帝斯曼公司（DSM，以下简称“帝斯曼”）试制出UHMW-PE纤维。1990年，开始生产商品名为“Dyneema”的UHMW-PE纤维。

1985年，联合信号公司（Allied Signal）购买了帝斯曼的专利权，并对制造技术加以改进，以矿物油为溶剂开发出商品名为“Spectra”的UHMW-PE纤维。

20世纪80年代，日本三井化学（Mitui）以石蜡为溶剂，采用凝胶挤压—超拉伸技术开发出商品名为“Tekmilon”的UHMW-PE纤维。

目前，国际市场UHMW-PE纤维产品被荷兰的帝斯曼、美国的霍尼韦尔公司（Honeywell，以下简称“霍尼韦尔”）与日本的三井化学公司（以下简称“三井”）所垄断。

我国在UHMW-PE纤维方面的研究始于20世纪80年代，先后由中国纺织科学研究院、东华大学、天津工业大学、中国人民解放军总后勤部军需装备研究所、北京合成纤维技术研究所等单位完成了小试工作。在我国浙江、江苏、湖南和北京等地先后建立了具有数十至数百吨/年规模的UHMW-PE纤维生产线。我国是目前全球拥有UHMW-PE纤维相关核心技术的极少数国家之一。我国单套生产线最大产能为400吨/年，相当于国外的一半，因此，在技术上仍有很大的进步空间。

4) 芳香族聚酯纤维

芳香族聚酯纤维是将芳香族聚酯加热熔融，而后经纺丝、热处理形成的纤维。由于在加热熔融的同时使芳香族聚酯处于各向异性的液晶态，在剪切作用下，液晶态熔体流经喷丝孔道，使刚性大分子在流动过程中获得高度取向，而当纺丝细流离开喷丝孔时几乎不发生解取向，因此卷绕丝具有较稳定的取向结构，无需后拉伸，经热处理后，纤维的强度和模量均大幅提高，可与芳香族聚酰胺纤维媲美。

20世纪70年代，美国金刚砂公司研制了芳香族聚酯纤维，当时强度只有10g/d左右。到了20世纪70年代中期，杜邦研制出了强度高达30g/d的全芳族共聚酯纤维，

芳香族聚酯开始引起人们的重视。随后，美、日两国的多家公司竞相开展研究，专利申请量也开始逐渐增长。然而，芳香族聚酯纤维经过十多年的研发，在工业化问题上遇到了不少麻烦，产业界和学术界对芳香族聚酯纤维的发展前景也产生了两种截然不同的看法。因此目前芳香族聚酯纤维的发展并不是很好。

5) 芳杂环类聚合物纤维

芳杂环类聚合物纤维，顾名思义，这类纤维在聚合物主链上具有含芳杂环的重复单元。常见的芳杂环类聚合物纤维包括聚苯并咪唑（PBI）纤维、聚对苯撑苯并双恶唑（PBO）纤维、聚苯撑吡啶并咪唑（PIPD 或 M5）纤维和聚对苯撑苯并双噻唑（PBT）纤维等。图 1-1-1 示出了这上述四种芳杂环类聚合物纤维的结构式。

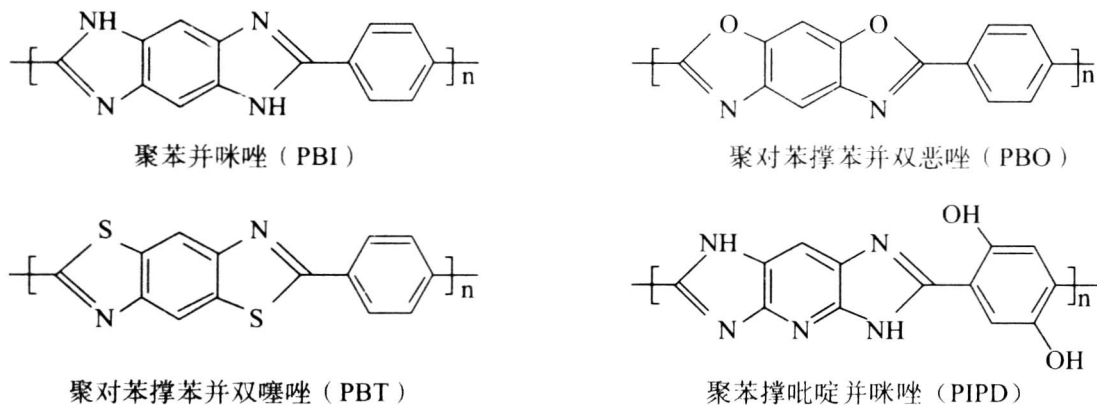


图 1-1-1 四种芳杂环类聚合物纤维的结构式

芳杂环类聚合物纤维因其在主链上引入了特殊的基团，导致大分子链的相互作用如粘结性、扭曲性、刚性与其他高性能纤维不同。例如，PIPD 纤维在主链上含有苯撑吡啶并咪唑，存在着大量的—OH 和—NH—，容易在分子间和分子内形成强烈的氢键，因此，其压缩和扭曲性能为目前所有聚合物纤维之最。另外，PIPD 纤维的刚棒分子结构决定了其具有较高的耐热性。此外，由于 PIPD 大分子链上含有羟基，因此，其具有高极性，这又能使其更容易与各种树脂基体粘接。上述性能使得 PIPD 纤维在许多尖端科研领域具有更加广阔的应用前景，例如，用于航空航天领域，用于制造防弹材料，用于制造如网球拍、赛艇等运动器材。^{①②}

PBO 纤维是具有代表性的芳杂环类聚合物纤维，号称高性能增强纤维中的超级纤维。该纤维最早由美国空军空气动力学开发研究人员发明。美国斯坦福大学研究所（SRI）拥有该纤维的基本专利。后来，美国陶氏化学公司（DOW Chemical，以下简称“陶氏”）得到授权，并对该纤维进行了工业性开发。随后，陶氏因发展战略的调整而停止了对该纤维的研发。但 1994 年，日本东洋纺株式会社（Toyobo，以下简称“东洋纺”）从美国陶氏化学购买了 PBO 专利技术，随后斥 30 亿日元巨资建成了年产 400 吨 PBO 单体和 180 吨纺丝的生产线，并于 1995 年春开始投入部分工业化生产。1998 年 10 月，年产约 200 吨的生产装置正式投产，开始进行商业化生产，商品名为“Zylon”，产

① 孙晋良，等. 纤维新材料 [M]. 上海：上海大学出版社，2007.

② 刘丹丹，等. PBO 纤维的性能及应用 [J]. 合成纤维工业，2005（5）：43-46.

品有Zylon AS 和 Zylon HM 两种。荷兰阿克苏诺贝尔纤维研究所和代尔夫特理工（DELFT）大学于 1997 年合作开发了商品名为 M-5 的新型 PBO 纤维，但至今仍处在开发阶段。目前，世界上只有东洋纺掌握了高性能 PBO 纤维的合成、纺制技术，该 PBO 纤维的抗拉强度和模量有大幅度提升，达到了对位芳纶纤维的两倍，并已经形成了垄断地位。

(2) 全球产业格局

目前，全球高性能纤维的格局是：美国、日本掌控先进技术，韩国、中国正在努力加大自主研发和崛起力度。

世界碳纤维生产商主要有日本的东丽、东邦和三菱丽阳，美国的赫氏，德国的西格里集，韩国泰光产业以及台塑集团等，以生产 T700（拉伸强度大于 4 500MPa）以上的高性能碳纤维为主。东丽是世界上最大的生产商，已经开发出高强型 T 1000（拉伸强度大于 7 000MPa）系列碳纤维，其抗拉模量为 295GPa，拉伸强度达 7.05GPa。随着碳纤维应用领域的不断扩大，碳纤维的市场需求日趋增加，碳纤维及其复合材料产业呈现良好发展态势。据相关部门预测，世界碳纤维需求将以每年大约 13% 的速度飞速增长，碳纤维的全球需求量在 2012 年将达到 6 万吨，2018 年将达到 10 万吨。

全球对位芳纶的主要生产商有美国的杜邦公司、日本的帝人、韩国的晓星株式会社（Hyosung，以下简称“晓星”）和可隆公司（Kolon）等。世界对位芳纶的发展历程如图 1-1-2 所示，主要生产国产能比较如图 1-1-3 所示。从图 1-1-2 中可以看出，对位芳纶自 1972 年问世以来，在经历了较长时间的技术开发和市场开发后，产能不断扩大，但主要产能集中于个别企业。杜邦自 1972 年实现对位芳纶（商品名为“Kevlar”）的产业化以来，初期规模为 2kt/a，现产能为 28.6kt/a，占世界总产能的近 53%。帝人的对位芳纶有 Technora 和 Twaron 两种牌号。Technora 是帝人利用独家技术开发的共聚型对位芳纶，1987 年实现产业化，实现产能 1.5kt/a。2000 年，帝人进行了三次大规模扩产。

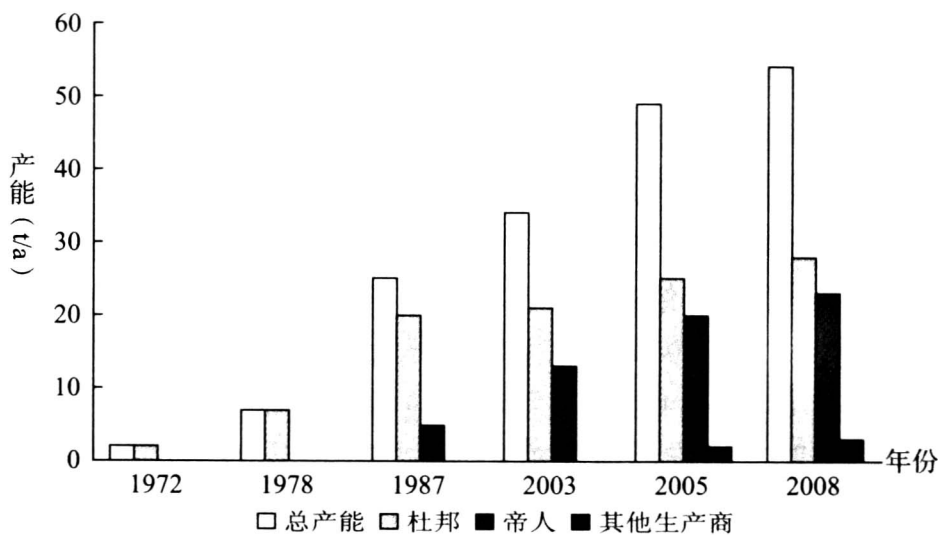


图 1-1-2 全球对位芳纶发展历程