

玻纤多轴向增强材料行业研究报告

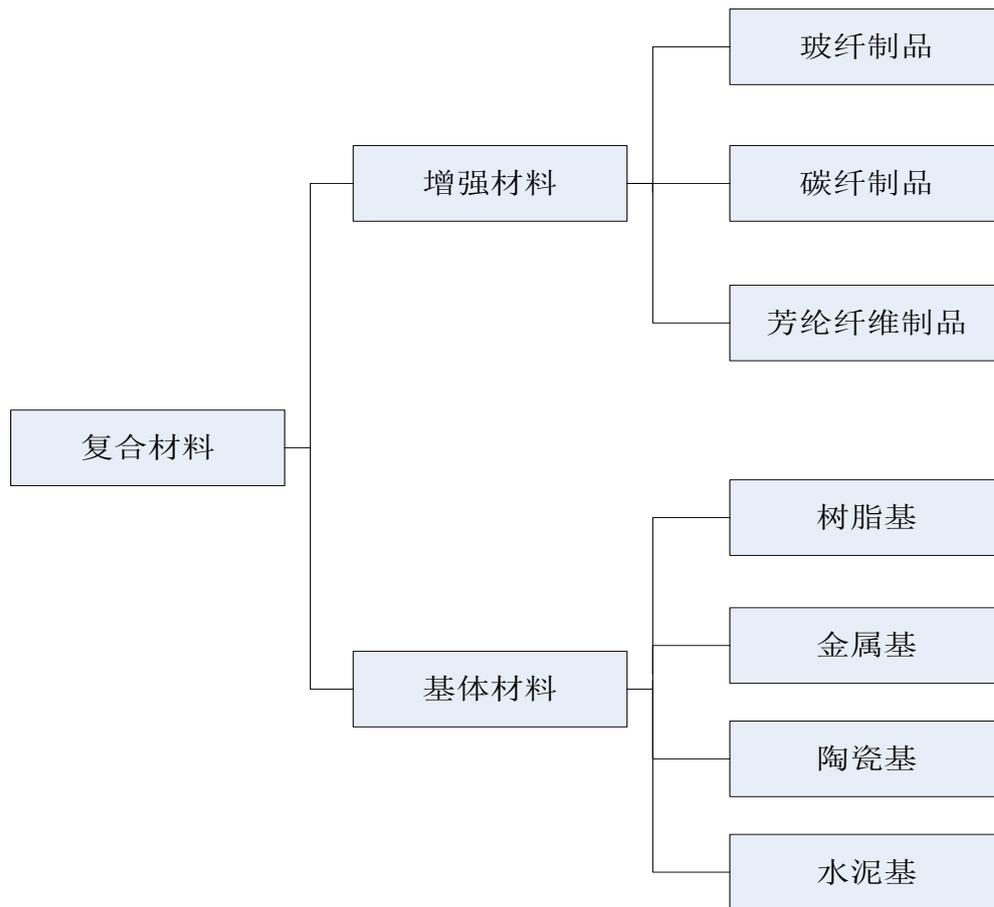
作者：许刚

一、新材料和复合材料概述

21 世纪以来，新材料对社会发展的推动作用越来越显著。新材料产业是产业关联度高、经济带动力强、发展速度快、综合效益好的新兴产业之一，是先进制造业发展的基础，也是当前最具发展潜力的产业领域之一。新材料产业已被国家列为加快培育和发展的七大战略性新兴产业之一。新材料产业涉及的材料种类多，行业跨度大，涉及范围广，不同分类之间相互交叉和嵌套。从物质组成结构上可分为复合材料、金属材料、非金属材料、高分子材料等四大类。



复合材料是指由两种及以上不同物质以不同方式组成具有新性能的材料，是新材料领域的重要组成部分。复合材料一般由两种材料构成：增强材料与基体材料。增强材料主要是为复合材料提供强度与刚度，多为纤维状材料，包括玻璃纤维、碳纤维、芳纶纤维等。基体材料的作用是将增强材料粘接成固态整体，保护增强材料，传递载荷，阻止裂纹扩展，包括树脂基、金属基、陶瓷基和水泥基。在复合材料中，树脂基玻纤增强复合材料是目前全球产量最大、应用最广的复合材料，约占复合材料的 90%。



二、玻纤制品行业概述

玻璃纤维是一种以石英砂、叶腊石、石灰石、白云石、纳长石、硼钙石、硼镁石、硼酸、纯碱等主要矿物原料和化工原料生产的无机非金属材料，具有众多优越性能，如：耐高温、抗腐蚀、强度高、比重轻、吸湿低、延伸小、电绝缘及性价比高等，广泛应用于建筑建材、电子电器、轨道交通、汽车制造等传统工业领域及风力发电、复合材料船艇、体育用品和航空航天等新兴领域，在替代钢材、木材、水泥等传统材料方面作用日益明显。

目前，世界玻纤产业已形成从玻纤、玻纤制品到玻纤复合材料的完整产业链。

玻璃纤维按标准级规定，可以分为E级、S级、C级、A级、D级等几类；根据玻璃中碱含量的多少，可分为无碱、中碱和高碱玻璃纤维。无碱玻纤具有良好的电气绝缘性及机械性能，耐高温，主要用于制造热固性增强塑料制品和覆铜

板，广泛应用于风电叶片、电子电气、管道、船艇。中碱和高碱玻纤则因耐酸碱腐蚀在建筑领域有大量应用。

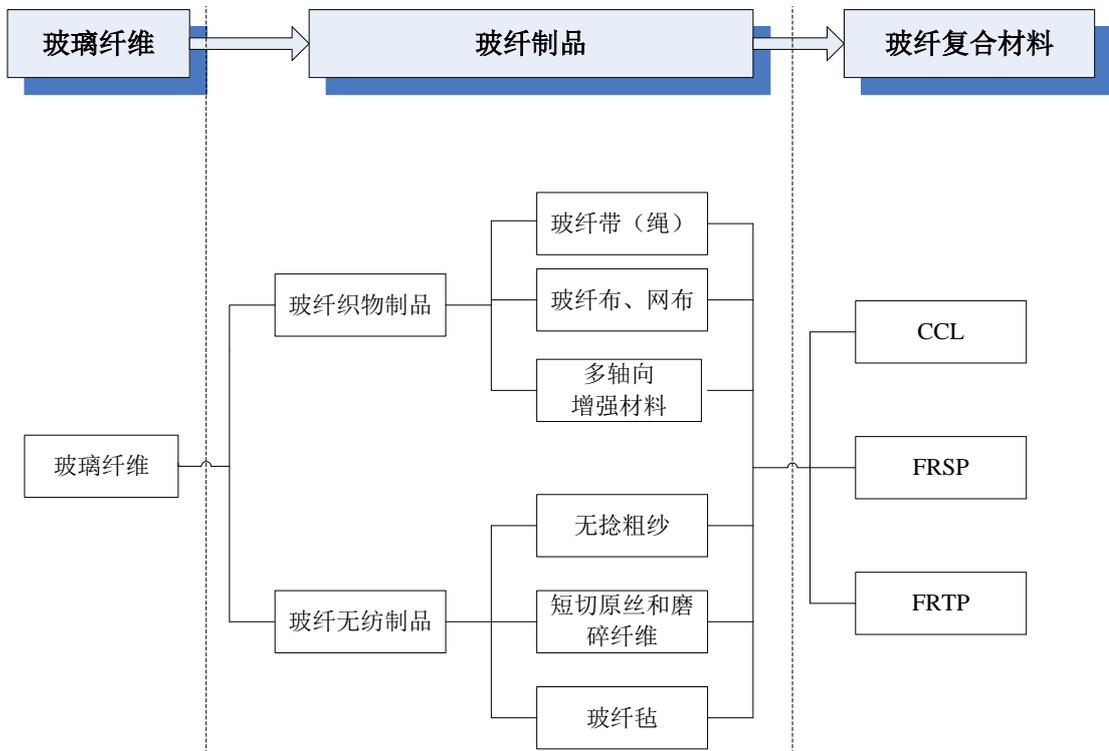
玻纤制品由玻纤进行加工制成，分为织物制品和无纺制品两大类。玻纤织物是通过机织、针织等手段制成各种用途的玻璃纤维增强材料，包括玻纤带（绳）、玻纤布、玻纤网布、多轴向增强材料等。在玻纤织物当中，满足特殊用途的高性能玻纤多轴向增强材料，由于制造工艺复杂、技术含量高，仅为少数几家玻纤深加工企业所掌握，具备较高的产品附加值和较强的抗经济周期性。玻纤无纺制品包括无捻粗纱、短切原丝、磨碎纤维和玻纤毡。无捻粗纱、短切原丝、磨碎纤维等为玻纤初级制品，作为增强材料还需进一步深加工变成玻纤织物或玻纤毡。

主要玻纤制品基本情况简介

品种	成型方式	主要产品	复合材料成型工艺	主要应用领域
玻纤毡	无纺	有短切毡、湿法薄毡、连续毡	手糊成型、模压成型	模具制造、造船、汽车、农业机械、卫浴设施等
玻纤带	针织、编织	玻纤保温隔热带、硅橡胶玻纤防护隔热带、玻纤防辐射保温隔热带	缠绕成型	制造高强度、介电性能好的电气设备零部件。
玻纤布	机织	无碱布、中碱布、耐碱布	手糊成型、模压成型	电绝缘层压板、印刷线路板、贮罐建筑构件、游泳体育设施等
玻纤网布	机织	建筑网布、砂轮网布、土工网布和格栅	手糊成型、模压成型	墙体增强、补裂及外墙保温、屋面防水；砂轮骨架增强材料；道路、机场和水利等工程的软土基及表面增强等

多轴向增强材料	针织(经编)	风电、体育用品、船艇和航空航天用多轴向增强材料	真空灌注成型	风电叶片、体育用品、复合材料船艇等
---------	--------	-------------------------	--------	-------------------

玻纤复合材料是由玻纤制品和树脂基等基体材料复合形成。作为增强材料，玻纤复合材料主要包括热固性增强塑料制品（FRSP）、热塑性增强塑料制品（FRTP）、覆铜板（CCL）等。玻纤行业产业链图示如下：

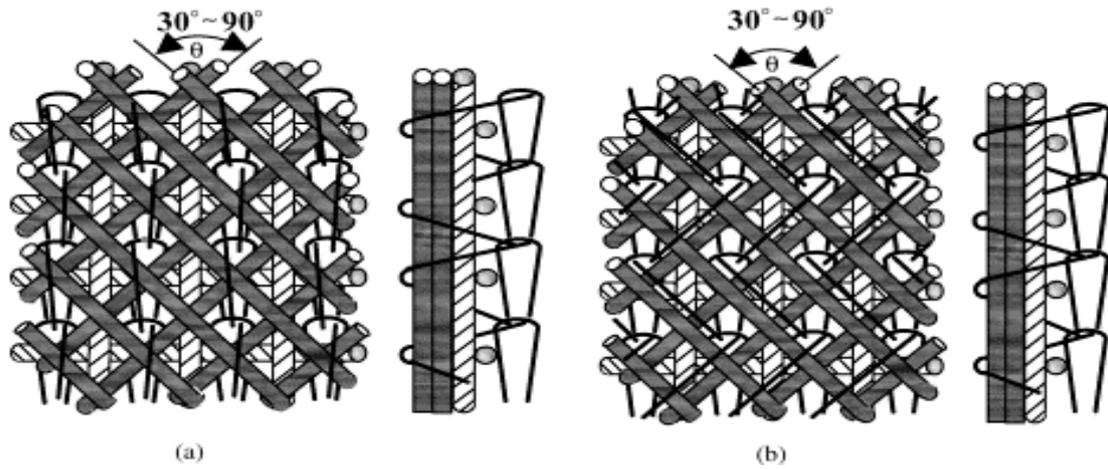


三、多轴向增强材料行业概况

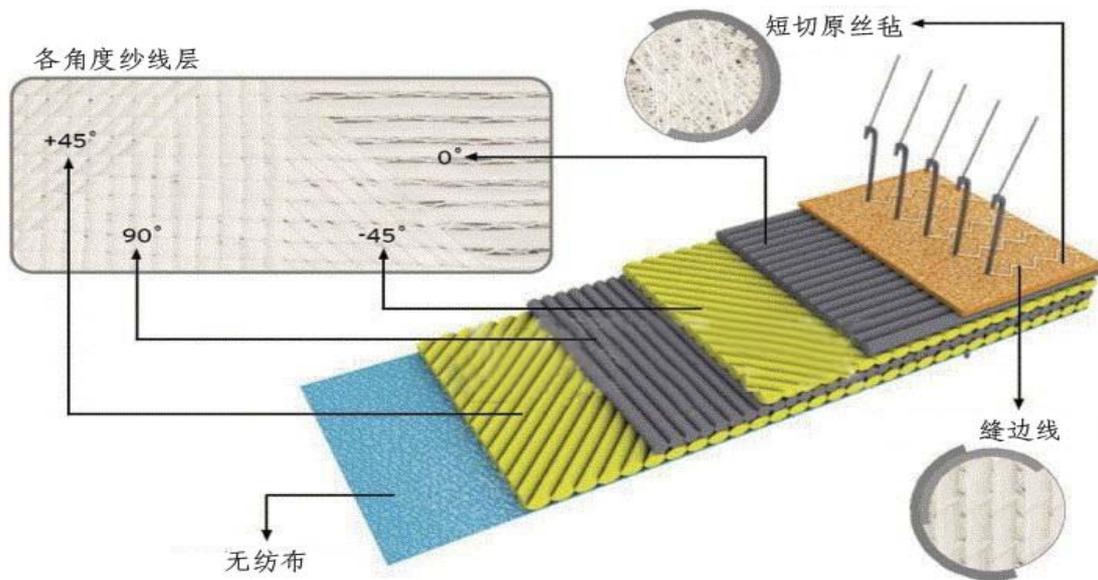
(一) 多轴向增强材料简介

多轴向增强材料是由通过厚度方向的编链或经平组织将经向、纬向和斜向纱线缝编形成，体系中的一层或多层丝束能够保持无屈曲的平行顺直状态，因此又称为无褶皱增强材料(NCFs, Non-Crimp Fabrics)。

多轴向增强材料典型结构 (a) 编链缝编 (b) 经平缝编



多轴向增强材料结构示意图



多轴向增强材料使用的增强纤维有玻璃纤维、碳纤维和芳纶纤维，绑缚纱一般为聚酯纤维纱线，除多层结构中的纤维外，还可在多轴向增强材料中加入平面纱线或短(玻璃)纤维毡片层，起到固定纱线的作用。目前多轴向增强材料使用的增强纤维主要为玻璃纤维，约占 90%。

(二) 多轴向增强材料的开发背景

过去, 复合材料制造厂商用手铺单向带的方法制造多轴向层合制品。这种劳力密集型工艺要求用手把多层铺层铺设到正确方向上, 这就存在一定的人为操作的风险, 特别是取向角的错误。

相比之下, 增强用的机织物可提供更高的复合材料成型效率和准确性。机织物包括两组分别取向于 0° 和 90° 方向的交织纤维。使用机织物, 可用更少的劳力铺叠成制品。此外, 层间的嵌锁有助于防止分层, 从而使制品具有很高的抗冲击性。因此, 要求厚度和刚度的实心制品常用机织物来制造。然而, 机织物的上下交织过程容易使纤维屈曲, 研究表明, 0° 和 90° 交织的织物之性能不能与同样重量的用两层单向布按 0° 和 90° 方向铺成的产品匹敌。为获得相似的性能, 使用机织物的复合材料厂商必须增加织物的铺层数。在此形势下, 用两层以上不同方向的平行纤维铺叠、用聚酯纤维缝编线或聚合物粘结剂(或二者兼用)固结的多轴向增强材料应运而生。这种增强材料将多层增强纤维组合在一起, 可以方便、迅速而准确地构成复合材料的铺层。因为这种方法不引起或引起很少的纤维屈曲, 同样重量的多轴向增强材料的强度比机织物高 50% 之多。

在过去很长一段时间, 多轴向增强材料都被认为是特殊的、定制的、高价的增强材料。然而随着多轴向生产设备和织造工艺的改进, 多轴向增强材料厂商具备了设计和制造低成本多轴向增强材料的能力, 多轴向增强材料越来越普遍地获得了应用。

(三) 多轴向增强材料的发展历程

多轴向增强材料是当今复合材料行业中发展最快的材料之一。多轴向增强材料最早出现于 20 世纪 70 年代后期, 是欧美先进工业国家针对低成本复合材料液体成型工艺开发的一种新型纺织材料增强体, 最初应用于航空飞行器复合材料制品上。当时美国 OC 公司开发了航空航天用多轴向增强材料产品, 美国国家航空航天局对 OC 公司的产品进行了鉴定, 证明多轴向增强材料是适合于航空、航天领域使用的高性能材料。

多轴向技术在 20 世纪 80 年代中期开始成熟，多轴向增强材料作为一种新的增强材料开始在国际上得到广泛的推广和应用，当时世界年产量约为 2,300 吨。进入 21 世纪，随着全球风电、游艇以及航空航天业的发展，多轴向增强材料行业呈现出高速增长的态势。据 2005 年初的资料报道，当时在美国约有制造多轴向增强材料的机器 20 台，在世界其他地区有 110 台，大部分都是在 2000 年以后安装的。

目前多轴向增强材料研究开发较先进的国家有美国、德国、法国、英国、挪威等发达国家。随着多轴向增强材料市场的成长，供应商的数量也越来越多。一些多轴向增强材料方面的先驱保持着其专家的地位。德国 Saertex 公司是最早开发多轴向增强材料的企业之一，经过约 10 年的发展时间，已经拥有各类多轴向经编机 50 多台，目前仍专注于多轴向增强材料。Saertex 公司与多轴向设备供应商德国卡尔迈耶公司和利巴公司合作非常紧密，并通过对所购的机器进行改进，从而保持其产品的竞争力。

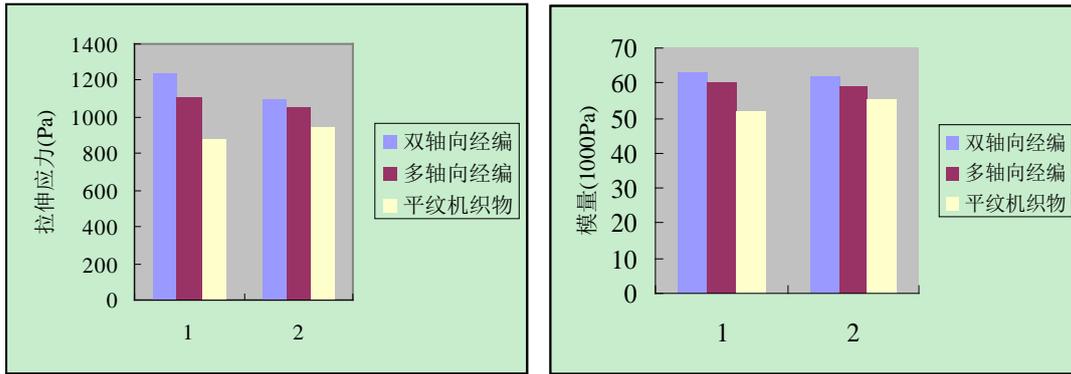
国内对多轴向增强材料的需求始于军工、航空航天、风电叶片等行业，由于行业技术门槛较高加上国外企业实行技术封锁，2005 年以前我国的多轴向增强材料主要依赖进口，当时国内企业没有能力生产，因此我国玻璃纤维工业协会把开发多轴向增强材料列入“十一五”规划重点发展方向。自 2006 年起，随着以宏发新材为代表的一批国内多轴向增强材料制造企业的快速成长，我国的多轴向增强材料主要依赖进口的格局被迅速打破并已实现出口销售。

（四）多轴向增强材料的特点

1. 力学性能

与机织物相比，无屈曲的多轴向增强材料具有更好的抗拉、抗弯和抗压性能。这主要是因为纤维始终是直的，避免了机织物的屈曲效应，从而提高了拉伸强度，减小了分层后患。再加上多轴向增强材料的纤维层数多，纤维方向多，纤维体积分数高，亦造成了更好的力学特性。

多轴向增强材料与机织物拉伸性能比较



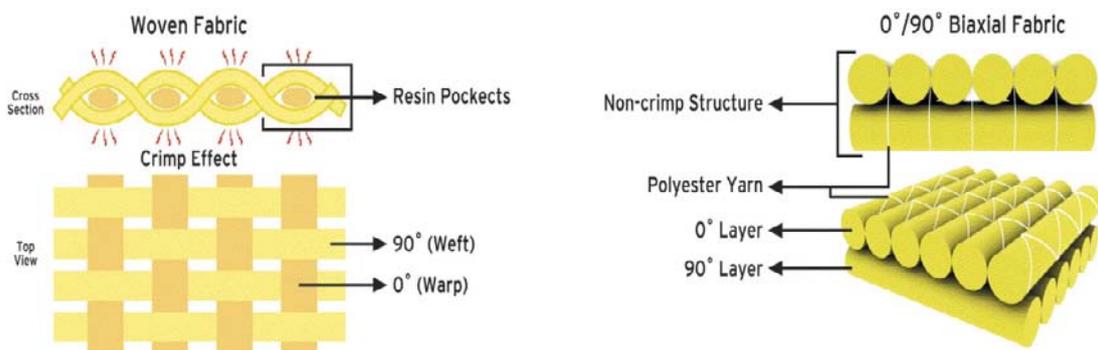
2. 抗疲劳性能

当机织物承受荷载的时候，在纤维束上下交织的各点都会发生应力集中，这将会在强度比纤维低得多的树脂中引起有破坏性质的应力。反复的加荷和去荷或周期疲劳会引起树脂破裂，使纤维无所支承，在压缩荷载下变得卷缩。而多轴向增强材料的纤维是直的，就无此现象发生。

3. 浸透性能

无屈曲的多轴向增强材料有利于树脂的流动。多轴向增强材料的基本结构使纤维束彼此靠得更紧，避免了机织物和短切原丝毡中蓄积树脂的空隙（下图）。同时，多轴向增强材料的层状结构提供了树脂路径，加快了树脂的流动，树脂容易渗透各层，保证在很短的时间内完全浸透。此外，多轴向增强材料特有的软结合也利于树脂渗透各层，改善层间的浸透。因为浸透性好，所以多轴向增强材料可以制得更高纤维含量的复合材料。

传统机织物与多轴向增强材料结构比较



4. 模塑成型性能

多轴向增强材料结合了多层纤维,因而可减少复合材料中的铺层,简化操作,缩短成型周期,节省劳动成本。由于多轴向织物结构灵活,它们可用于多种成型工艺:手糊、SMC、BMC、预浸料、拉挤、树脂灌注、真空吸注等。

5. 产品制造性能

多轴向制造技术十分灵活,可采用不同纤维制造或混杂制造。根据要求,织物中的层数、各层重量、纤维取向、纤维间距、结合形式都可以变化。多轴向增强材料还可通过改变缝编结构来调节织物柔顺性,这意味着多轴向增强材料可很快地适应最终应用的要求。

四、下游行业发展状况及其对本行业的影响

多轴向增强材料应用广泛,应用领域有风电、复合材料船艇、体育用品、航空航天、汽车及轨道交通等行业。目前风电行业是多轴向增强材料的热点消费市场,虽然国家宏观调控使得风电行业短期增速放缓,但未来仍将是多轴向增强材料重点发展的市场。随着复合材料船艇、体育用品、航空航天、汽车及轨道交通等制造领域对于多轴向增强材料应用的不断增加,这些领域也将成为多轴向增强材料行业新的增长点,多轴向增强材料行业未来仍将保持较快发展速度。

(一) 风电行业

1. 多轴向增强材料在风电行业的应用

目前风电行业是多轴向增强材料的最大应用领域。风电机组中使用多轴向增强材料的主要部件有风电叶片、机舱罩和导流罩等。

风电技术发展的主要标志之一是风电机组单机容量的增大。随着单机容量增大,叶片长度也相应增长。叶片的长度增加,则重量也增加,叶片重量与风轮半

径近似成 3 次方关系。风电叶片是风电机组的关键部件之一，约占整机成本的 22%。在风电叶片增强材料方面，主要采用多轴向增强材料，再通过树脂复合加工做叶片壳体蒙皮。这种多轴向增强材料具有较好的轴向剪切强度和较轻的重量，与普通结构材料相比约可降重 30%左右，尤其是目前随着 2.5 兆瓦以上风电叶片的应用，重量显得更为关键。以目前国内主流的 1.5 兆瓦风电叶片为例，平均每片叶片使用的多轴向增强材料为 3.4 吨，每套叶片使用的玻纤多轴向增强材料为 $3.4 \times 3 = 10.2$ 吨。

国内风电机舱罩和导流罩使用的玻纤织物主要为多轴向增强材料和玻纤机织物，但随着大兆瓦级风电机组的应用，机舱罩和导流罩使用的玻纤机织物将逐渐被多轴向增强材料所代替。以目前国内主流的 1.5 兆瓦风电机组为例，平均每个机舱罩和导流罩合计使用的多轴向增强材料为 1.68 吨。再加上风电叶片的玻纤多轴向增强材料用量，每台 1.5 兆瓦的风电机组使用的多轴向增强材料约为 12 吨。

2.全球风电发展现状

随着全球应对气候变化呼声的日益高涨以及能源短缺、能源供应安全形势的日趋严峻，可再生能源以其清洁、安全、永续的特点，在各国能源战略中的地位不断提高。风能作为可再生能源中成本较低、技术较成熟、可靠性较高的新能源，近年来发展很快并开始能在能源供应中发挥重要作用。

据全球风能协会（GWEC）统计数据显示，2014 年全球风电年新增装机容量为 5,148 万 kW，较 2013 年增长达 44.16%，达到历史新高。2014 累计装机容量达到 3.70 亿 kW，较 2012 年增长达 30.74%，实现持续增长。

2008-2014年全球风电装机容量增长情况



数据来源：GWEC《全球风电装机数据 2014》

风电产业在全球普及的程度有所提高，截至 2013 年底，已有 80 多个国家开始发展风电，累计装机超过 100 万 kW 的国家有 24 个，有 9 个国家累计装机容量超过了 500 万 kW，6 个国家超过了 1,000 万 kW，中国和美国均超过 6,000 万 kW。

全球风机技术在进步，风机技术由原先传统双馈型风机逐步转化为直流驱动型风机。在风电产业中，直驱风机的数量持续增长。2013 年，全球超过 15 个风机供应商为风电市场提供直流驱动风机的安装方案，目前直驱风机占有所有风机供应的 25.1% 的份额。

3.我国风电发展现状

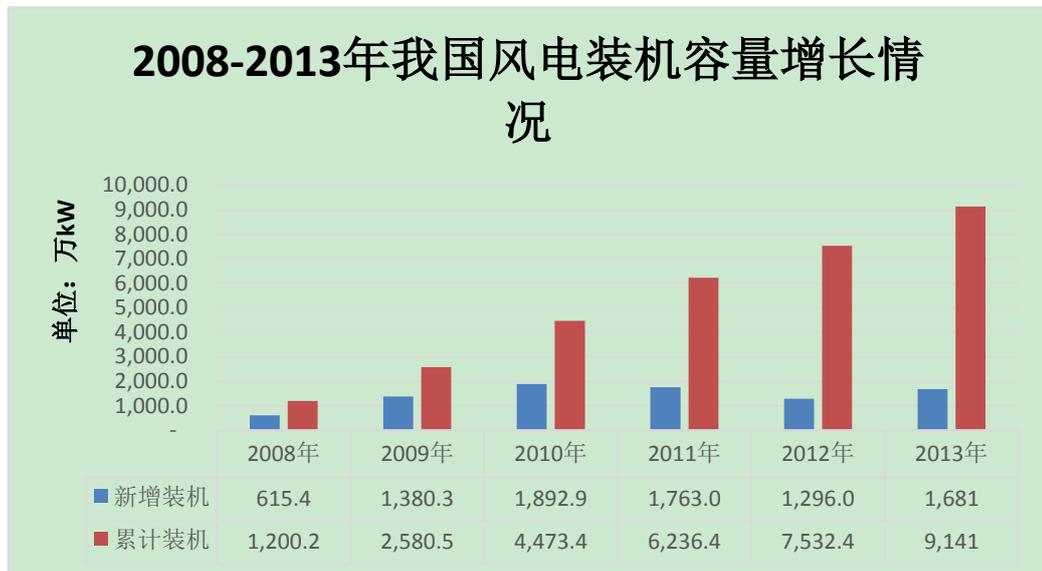
中国风电行业发展经历了四个阶段：1985 年-1995 年期间，通过建设运营风电场，中国开始学习国外风电设备制造技术；1996 年-2005 年期间，中国通过引进技术实现本地化风电设备制造；2006 年-2010 年期间，随着 2006 年国家实施《可再生能源法》，及之后相关政策陆续出台，我国的风电行业步入快速发展的阶段；2011 年初开始，由于过去几年风电行业爆发性增长，以及受上半年严峻的宏观经济环境及银根紧缩影响，风电行业进入结构性调整期。2013 年，全国

风能新增装机容量 16 万 kW，实现自 2010 年以来风电装机首次企稳回升，并持续增长。

(1) 风电行业在“十二五”期间快速发展，我国累计装机容量稳居世界第一

中国国土辽阔，海岸线绵长，风力资源丰富。研究表明，中国风能利用的潜力巨大，陆地和海上风能的可开发装机总容量达到约 7~12 亿 kW。其他评估报告提出的数据甚至可达 25 亿 kW 以上。因此，风电具有雄厚的资源基础，足以支撑其成为中国未来能源结构的重要组成部分。比较研究现有的五大风电强国，中国的风力资源量接近于美国，大大超过印度、德国和西班牙。《2014 年中国风电发展报告》显示，到 2013 年底我国风电装机累计容量为 9,141 万 kW，按照全国风电可装机容量 10 亿 kW 计算，已开发容量仅为可装机量的 9%，由此可见我国风能资源开发潜力十分巨大。

我国风电行业起步较晚，风力发电技术的研究始于 20 世纪 70 年代末 80 年代初，主要是小型风力发电机的研发和商业化批量生产。20 世纪 90 年代中后期，国家实施“双加”工程与“乘风”计划，国产并网风电设备开始起步。进入 21 世纪后，在国家鼓励风电产业的政策引导下，风电并网开发利用开始呈现加速趋势。2006 年国家实施《可再生能源法》，之后相关政策陆续出台，对新能源发电投资给予了多方支持和鼓励，在此背景下以五大电力集团为代表的传统能源生产企业对风电表现出了较强的投资意愿。



数据来源：中国风能协会

据中国风能协会的统计数据，2008年，我国风电新增装机容量达到615.4万kW，规模排名仅次于美国；截至2008年末，我国风电累计装机容量达到1,200万kW，约占全球市场份额的10%，排名世界第四，仅次于美国、德国和西班牙。2009年，我国风电新增装机容量达到1,380万kW，新增装机规模继续翻番并超过美国，成为风电新增装机世界第一的国家，风电累计装机容量已达到2,580万kW。2010年我国共新增风电装机12,904台（不包括台湾地区），新增装机容量达1,892万kW，自2009年后继续保持全球新增装机容量第一的排名。2010年底我国累计风电装机容量4,473万kW，直至2014年累计装机容量11,476kW，稳居全球第一。

（2）2011年开始我国风电行业进入结构性调整期，但长期向好趋势未发生改变

2011年是我国“十二五”规划开局之年，大力开发清洁能源，积极推动清洁能源的高效利用是“十二五”重要的指导思想之一，风电行业亦将成为其中重要的组成部分。作为风电中长期发展目标，《2014年中国风电发展报告》预测，常规发展情况下，以每年新增装机量18-20GW左右的速度平均发展，则到2020年可以完成总装机量200GW的规划目标。

而与此同时，国际、国内风电行业在经历了多年的爆发式增长后，逐步呈现出增长放缓的趋势，2011年严峻的宏观经济环境也给转型中的风电行业带来更多挑战，持续的银根紧缩政策使风电开发商项目贷款能力降低，风场运营建设进度和效益受到影响，从而对风电制造业的生产经营带来一定压力。2011年和2012年新增风电装机都出现下滑了。但2013年风电制造业开始回暖，新增装机达到1,681万kW，较2012年增长29.71%。

①风电制造业现状

2013年风电行业总体发展全面回暖，弃风限电明显改善，行业发展逐步走出困境。招标同比增速较快且招标价格回升，提振了整个行业步入良性发展道路的信心。“十二五”规划中，能源局拟建核准的四批项目中，剩余未完成和未开

工项目足以支撑行业的中期发展需要，多项政策利好将助推行业景气加速回升。总的来看，国家从多个方面都对风电行业进行有力的支持，并已初步显现出成效，各企业和业内人士也均对今后风电发展的势头增添了更多的信心。

②2014 年风电行业政策变化

2014 年国家能源局即将或已颁布相关政策和知道意见，如《关于做好海上风电建设的通知》，《2014 年能源电力市场监管工作通知》和《2014 年能源工作知道意见》继续加强风电发展的支持力度。三部委在 5 月份联合下发《能源行业加强大气污染防治工作方案》，按照“远近结合、标本简直、综合施策、限期完成”的原则，加快重点污染源治理，着力保障清洁能源供应，推动转变能源发展方式。《方案》明确了要有序发展风电，提高机组利用效率，有限调度新能源电力，减少弃电。

4.我国风电发展展望

(1)政策的强力支持，坚定不移发展风电

党的十八大做出来建设生态文明的战略部署，将生态文明纳入中国特色社会主义事业的总体布局，鼓励发展可再生能源、低碳经济、推动循环经济，各大电力集团响应国家号召，大力发展清洁电力。电力结构调整明显加快。2012 年后火电新增装机容量延续下滑态势，从 5,065 千瓦降到 2014 年的 4,729 千瓦，占比从 63.2%降到 42.8%。水电、风电和光伏等清洁能源装机容量增长迅速，占比从 36.9%上升到 57.2%。我国水电、核电、风电、光伏等清洁能源实行优先调度，因此在电力供给宽松的情况下，火电容易受到清洁能源的挤压。2011 年日本发生的核泄漏事件引起人们对于核能安全性的关注，中国政府已经暂停了对核电项目的审批，从这个角度来说，为了填补核能停滞的空缺，新能源特别是风电将会受到更多的关注。

(2)风电作为可再生能源，成本低廉

随着全球大气污染等环境问题的日益恶化和全球能源危机的加剧，“雾霾”不仅仅是国人日日谈论的重要话题，也已经成为国际社会关注中国的重要内容之一。根据环境科学的研究结果，可以得到的初步判定，煤炭及其他化石能源各种方式的使用是“霾”形成的主要原因。

据国际可再生能源机构(IRENA)《2014年可再生能源发电成本》研究表明，在无财政支持的背景下，单个风电项目发电价格为每千瓦时0.05美元，而化石燃料发电厂的电力价格介于0.045至0.14美元之间。在亚洲，风电平均价格约为每千瓦时0.06美元，非洲为每千瓦时0.09美元，北美为每千瓦时0.07美元。如果考虑到对人体健康的危害以及二氧化碳排放的成本，化石燃料的发电价格将达到每千瓦时0.07-0.19美元。由此可见，可再生能源具备充分的竞争力。

(3)并网问题有所缓解，电网建设和风电消纳将提速

随着电网企业对风电认识的不断提高，过去几年里，电网公司对于吸纳可再生能源发电已经做了大量的工作。电网不再把风电视为垃圾电，加快了风电电网建设步伐，提高电网吸纳风电能力。作为中国风电发展的最大障碍的并网与消纳问题，正在逐步得到解决。《2013年全国电力工业统计快报》显示，截至2013年底，国家电网公司经营区域内风电并网装机容量7,548万kW，较2012年底增加6,062万kW，同比增长24.50%；收购风电电量1,401亿千瓦时，较2012年增加1,028亿千瓦时，同比增长36.35%。

2011年末，国家标准化管理委员会发布2011年第23号国家标准公告，批准了由中国电科院、电力规划设计总院为主要起草单位编写的国家标准GB/T19963-2011《风电场接入电力系统技术规定》，该标准于2012年6月1日开始正式实施。标准的颁布实施将促进我国风电健康有序地规模化发展，确保大规模风电并网后电力系统的安全稳定与可靠供电。如果电网建设和风电消纳能进一步提速，中国风电的发展将突破瓶颈，出现大幅度的增长。

(4)海上风电开发力度会加大

海上风电是未来风电的发展趋势。中国风能协会于近日发布的《2014年中国风电装机容量统计》显示，2014年，我国海上风电新增装机61台，容量达到22.93万千瓦，相比2013年3.9万千瓦的新增装机，增长了487.9%，其中潮间带新增装机容量为13万千瓦，占海上风电新增装机总量的56.69%。截至2014年年底，我国海上风电项目累计装机容量达65.79万千瓦，位列世界第五，占全国风电装机总容量的0.58%。

相比2013年近乎停滞的状态，2014年的新增装机容量让我国海上风电产业感受到了实实在在的暖意。“如今已至‘十二五’收官之年，我认为不必为‘500万千瓦’的目标能否完成担忧。”中国风能协会秘书长秦海岩表示，2014年海上风电电价政策出台，未来两年的核准计划也已发布，我国海上风电也就具备了加快推进的潜力。“目标”只是释放出发展海上风电的信号，更重要的是通过项目实践，使我国在海上风电工程开发、技术、设备、成本等方面得以完善和加强，为“十三五”打好基础。

(5)我国风电未来发展容量估计

根据《2014中国风电发展报告》显示，作为风电长期发展目标，报告分三种情况对2020年的风电发展规模进行预测。常规发展情况下，以每年新增装机量18-20GW左右的速度平均发展，则到2020年可以完成总装机量200GW的规划目标；在应对雾霾、大力提倡节能减排情况下，《能源行业加强大气污染防治工作方案》不仅提出了到2017年，煤炭占一次能源消费总量的比重降低到65%以下，而且明确了北京市、天津市、河北省和山东省净削减煤炭消费量分别为1,300万吨、1,000万吨、4,000万吨和2,000万吨。由此预测到2020年，风电装机规模将有可能达到250GW以上；以完成煤炭削减为目标，争取到2020年非石化能源占一次能源消费比重达到15%、到2020年单位国内生产总值（GDP）温室气体排放量比2005年减少40%-45%，乐观预测届时风电装机将有可能达到320GW上下。

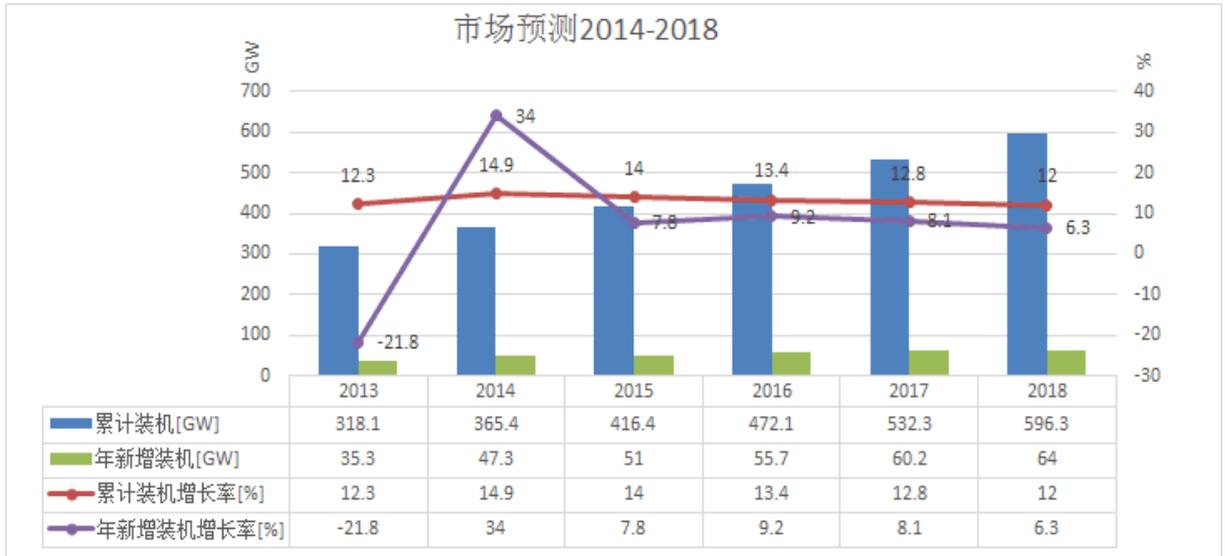
5.世界风电发展展望

过去几年间全球市场出现了多元化的趋势，这一态势在 2013 年更加明显，并将在未来几年进一步加剧。在经合组织之外的风电新兴市场日益涌现，并且这些新兴市场的规模也越来越大，更会在未来几年形成更加强劲的长势。

根据《2014 中国风电发展报告》，展望未来五年，根据全球历史会的预测，2014 年将会成为 2013 年后恢复增长的一年，2014 年的新增装机容量也将实现创纪录的增长。2014 年全球新增装机容量市场增长率有望达到 34%，新增装机容量将达到 47GW。装机主要发生在北美、亚洲和拉丁美洲。新兴市场巴西、墨西哥和南非将在未来几年显现其强劲的增长势头。全球累计市场增长率将在 2014 年达到 15%。而在 2014 年以后，市场将回归“正常”的增长，年新增装机市场将会以 6-10% 的增长速度持续到 2018 年。累计增长市场将在五年期末翻番，从 2013 年的 300GW 增加至 2018 年的 600GW。

从区域上来讲，风电发展还是会集中在亚洲、北美和欧洲。然而下一个五年，我们将看到更多的市场分化。巴西的风电将突飞猛进，有望在未来五年内达到全球前三或四。而非洲国家也将在南非的领军下迎来一个风电的小小腾飞。而未来几十年内更大变数则可能发生在中东，如沙特阿拉伯提出了大力发展可再生能源的目标。未来的十年，风电将从在欧美亚的高度集中发展态势转向分散于更广阔的区域，而未来的五年将是这一变化开始前的序曲。

2014—2018 年全球风电五年装机预测



数据来源：《2014 中国风电发展报告》

（二）复合材料船艇行业

1.多轴向增强材料在复合材料船艇行业的应用

复合材料船艇制造业属于船舶制造业的一个重要分支，指以玻纤制品等复合材料为主要原材料，为民用或军事部门建造船舶的活动。按照现有的材料技术水平，远洋商船和军舰大多由金属材料建造，复合材料主要用于游艇、赛艇、特种艇等小型船艇的制造。复合材料船艇建造数量大、增长迅速，在整个船舶制造业已占据了重要地位。

造船用复合材料以多轴向增强材料、玻纤布和玻纤毡为主，通常采用高分子聚酯类树脂或环氧树脂为基体，复合以高弹性模量纤维，具有重量轻、比强度高、耐腐蚀、抗海洋生物附着、可设计性好、工艺性好、产品成型时能耗低、维修保养方便等特性，在游艇、赛艇和特种艇制造中得到广泛应用。多轴向增强材料可用来制造船艇的所有结构部件：船身、舱壁、甲板、上部结构、桅杆和船帆等。选用纤维主要有玻璃纤维、碳纤维、芳纶等。

2.我国复合材料船艇行业发展现状

我国复合材料船艇行业的发展始于上世纪 70 年代末，为满足改革开放后内河水运和旅游事业发展的需求，沿海和长江中下游地区陆续发展起一批从事复合材料船艇生产的企业。随着我国经济的稳定快速增长、水上交通事业的发展和居民消费水平的升级，未来十年内，我国复合材料船艇制造业将迎来发展的黄金时期。

3.国内复合材料船艇的发展前景

根据欧美的发展经验，当地区人均 GDP 达到 3,000 美元时，游艇经济开始萌芽。2014 年，我国人均 GDP 已达到 7,485 美元。国内消费目前正在升级，休闲正成为时代的鲜明特征，我国沿海多个城市达到甚至远超过游艇经济的这一临界点，游艇消费的发展即将到来。

2009 年 12 月 1 日，国务院下发了《关于加快发展旅游业的意见》，首次提出把旅游业培育成国民经济的战略性支柱产业，并首次提出“把邮轮、游艇等旅游装备制造业纳入国家鼓励类产业目录”。2010 年 4 月发布的《国务院关于推进海南国际旅游岛建设发展的若干意见》提出：研究完善游艇管理办法，创造条件适应扩大开放水域，做好经批准的境外游艇停泊海南的服务工作；积极推进游艇码头建设；培育发展游艇等旅游装备制造业。

国内目前购买的游艇主要有三类：一是用于国家海洋局等海事部门和公安部门的特种艇；二是作为公务接待和各种商务、婚庆等的商务艇；三是作为私人消费的私人游艇。

（三）体育用品行业

由于多轴向增强材料具有重量轻、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，水上体育用品有复合材料皮艇、赛艇、滑艇、帆船、帆板、冲浪板等；球类运动器材有网球拍、羽毛球拍及垒球棒、篮球架的篮板等；冰雪运动中有复合材料滑雪板、滑雪杖、雪撬、冰球棒等；跳高

运动用的撑杆、射箭运动的弓和箭等也都选用复合材料代替传统的竹、木及金属材料。实践证明，很多体育用品改用多轴向增强材料制造后，大大地改善了其使用性能，使运动员创造出好成绩。

中国人口众多，也意味着体育人口众多，体育消费潜力巨大，也就是体育产业发展潜力巨大。最近今年，国家对体育产业高度重视，从政策层面不断推动。2010年国务院办公厅发布的《关于加快发展体育产业的指导意见》，就将体育产业引入到了国家战略体系的高度，确立了其在国民经济发展中的重要地位，从宏观角度为体育产业发展指明了方向。2011年国家体育总局印发了《体育产业“十二五”规划》，首次明确了体育产业的目标，即“十二五”期间体育产业增加值以平均每年15%以上的速度增长，到“十二五”末期即2015年，体育产业增加值将超过4,000亿元，占国内生产总值的比重超过0.7%，从业人员超过400万。2012年中国足协改革试点标志着改革“双轨制”，解决政企不分进入了实质操作阶段。这次，国务院常务会议进一步全面部署，必将带动体育产业不断发展，促进体育消费全面提升。

我国体育产业仍处于发展初级阶段，产值占GDP比重还不到1%，与欧美发达国家有近10倍的差距。根据国家体育总局的全面健身计划，到2020年全国将会有40%的人口积极参加各类体育活动。目前我国用于体育用品的多轴向增强材料主要是出口海外，随着我国社会的发展，生活水平的提高，以及体育运动对运动器材越来越苛刻的要求，多轴向增强材料体育用品国内市场在未来多年内将呈现高速增长趋势。

（四）航空航天行业

航空航天业使用的多轴向增强材料主要以碳纤维为主。碳纤维多轴向增强材料因其具有很高的强质比，因此在航天航空业中的应用具有很大优势。

目前碳纤维多轴向增强材料已在新一代大型飞机空客A380、波音787和空客A400M等机型上得到成功应用。空客A380和波音787飞机的后承压框穹型框壳、A380外翼翼梁、A400M货舱门、A380窗口框均已采用碳纤维多轴向增强材料。

飞机制造水平是一个国家工业技术集成水平的体现，我国航空技术发展已经取得了巨大进步，中国的大飞机项目处于起步阶段，未来将实现跨越式发展，国产大飞机的发展规划指出：2009年至2014年，完成总装基地建设，并实现飞机研制保障能力；2015年至2020年，将实现150座级单通道大型客机的批量生产；2021年至2025年，将实现250座级双通道大型客机的批量生产。国内一些企业凭借多年来在玻纤多轴向增强材料生产技术和装配方面积累的经验，已成功开发出碳纤维多轴向增强材料，并且已具备小批量生产能力。

（五）轨道交通工具及汽车

1.多轴向增强材料在轨道交通工具及汽车的应用

多轴向增强材料符合轨道交通工具及汽车轻量化发展方向。在轨道交通工具上主要用于制造高速列车裙板、底护板、车厢材料及高速铁路轨道的充填式垫板等。在汽车上主要用于制造车体、发动机引擎盖、保险杠、板簧等结构。纤维主要选用玻纤和碳纤维。多轴向增强材料独特的性能和可预设性，不仅减轻了车体质量，节省了燃料，而且极大地提高了汽车和轨道交通工具的性能。

（1）碳纤维复合材料裙板情况介绍

CRH3 高铁动车车体技术从德国整体引入，目前已生产出国产的动车车体，并投入使用。使用过程中发现了一些问题，影响到使用安全，其中较为突出的问题之一是 CRH3 动车裙板锁孔的裂纹问题。

对裙板锁孔裂纹问题的分析表明，其主要原因是金属的疲劳裂纹产生与扩展。由于动车裙板在使用过程中会承受风压变化引起的疲劳载荷和各种不同来源（如车体内各种旋转部件、地面不平）产生的振动载荷，而金属结构对疲劳与振动载荷比较敏感，易于产生疲劳裂纹并扩展。由于多轴向增强材料有着优良的抗疲劳性能，再结合复合材料层压板的可设计性，提高结构刚度，降低锁孔附近的应力水平，从而制造出具有优良疲劳性能与车体同寿的裙板结构。

(2) 碳纤维复合材料底护板情况介绍

CRH3 高铁动车车体的底护板是保护车体底部设备免受外力飞石等物体冲击设计的防护板。现在采用铝合金蒙皮/铝蜂窝芯材的夹层结构,厚度约为 40mm,重量约为 40Kg, 安装需要 4 人操作。主要问题是在外部环境作用下, 容易出现铝蒙皮与蜂窝芯的开裂, 同时不耐冲击和划伤, 且与裙板存在疲劳性差的相同问题。车辆厂要求, 提高疲劳性能, 耐冲击和划伤性能, 降低厚度和重量。

采用碳纤维和芳纶纤维等高性能纤维可以有效解决底护板存在的问题, 同时可以减轻重量和厚度。

2.轨道交通工具发展趋势

由中机院 2014 年发表的《我国轨道交通产业发展现状与前景》显示, 2013 年 12 月 28 日, 厦深铁路、西宝高铁、柳南客专、衡柳铁路、渝利铁路、广西沿海铁路等 7 条铁路开通运营。至此, 我国铁路营运里程突破 10 万公里, 时速 120 公里及以上线路超过 4 万公里, 其中时速 160 公里线路超过 2 万公里; 高速铁路突破 1 万公里, 在建规模 1.2 万公里, 使我国成为世界上高速铁路运营里程最长、在建规模最大的国家。

高速铁路是国际交通领域的发展重点之一, 欧美发达国家纷纷制定相应的发展计划。我国提出构建以铁路客运专线、城际轨道客运系统和提速铁路为基础的铁路快速客运系统。2013 年已建成高速铁路 1,554 公里, 到 2020 年, 全国高速铁路营业里程将达到 12 万公里以上, 建设客运专线 1.6 万公里以上。高速铁路的发展使高速列车对高性能复合材料的需求发生爆炸式的增长。城市轨道建设、高速铁路发展及现有车辆升级将对复合材料产生较大需求, 轨道交通用复合材料保持持续较高的增长速度。

3.汽车产业发展趋势

中国汽车工业协会统计, 2013 年 1 月至 11 月我国汽车产、销量分别达到 1,999 和 1,986 万辆, 同比增长 14.3% 和 13.5%, 增速比同期快 9.8 个和 9.5 个百分点。

汽车轻量化是汽车制造行业未来的发展方向，复合材料的使用是汽车轻量化发展的主要手段，使用多轴向增强材料制造的轻质高强的汽车零部件将逐渐增加，我国汽车制造商也将逐渐提高复合材料的使用比例，汽车用复合材料需求增长速度将超过 30%。作为汽车轻量化发展的核心材料，多轴向增强材料汽车零部件发展将得到大力支持。