

他山之石——对话专家：《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》直播问答

2022-06-23 北京

天方研究院整理

4月27日，中国国际复材展组委会邀请广州赛奥碳纤维技术股份有限公司总经理、在业内享有盛誉的林刚先生来到直播间，为大家深度解析《2021 全球碳纤维复合材料市场报告》内容，揭秘碳纤维火热市场背后的行业全貌。

在近两个小时的直播过程中，主持人从汇总的近40个专业问题中梳理糅合了9个，请林总进行了现场解答。为了方便业内同仁交流学习，经林总同意，中国国际复材展组委会将报告文字整理。问题解答如下：

问题一：沥青基碳纤维，特别是中间相沥青基碳纤维的发展前景如何？如果现在进入该领域还有前途吗？

林刚：我对沥青基碳纤维仅有一定的了解。相对于PAN基碳纤维来说，它具有高模高导热特性，但成本更高。对于低成本沥青基碳纤维的研究国内外都在进行，目前还没形成较大规模的产业化成果。

个人认为，由于沥青基碳纤维的应用特殊，目前国内现有的几家企业技术优势明显。现在入行，除非掌握了日本、美国系高水平成熟技术，否则不建议投资该行业，因为技术上远比PAN基碳纤维难得多，获得利润也更难。

问题二：全球市场对大丝束碳纤维的需求比例越来越高，但国内市场似乎更偏爱小丝束碳纤维。是否大丝束碳纤维的主要市场需求还在国外？另外，国产大丝束碳纤维的发展瓶颈在哪里？

林刚：第一个问题。首先大家不要觉得大丝束碳纤维有多么神秘，它就是丝束粗一些，单丝数量多一些。其次，从世界范围来看，目前尚无有效的、甚至革命性的技术来有效降低碳纤维的生产成本，那么此时的大丝束碳纤维就因为单线产能大、平均成本低，而凸显了优势。只要是应用领域对低成本有强烈需求，包括商用航空，都可能成为大丝束碳纤维的用户，而这不是国内国外的问题。

我们现在看到的国外大丝束碳纤维应用比较好，有两点原因。第一，国外的风电技术发达，因此大丝束在风电领域的应用能力较强，这是造成差距的最主要原因。第二，大丝束碳纤维的制造工艺从头到尾都有许多很高、很复杂的技术门槛，从工程制造角度（不是技术角度）来说，难度大于小丝束碳纤维。

整个工艺过程，从聚合、纺丝，到氧化碳化，再到卷绕，可以说每个环节二者都有较大差异。所以，正如我提到的，上海石化的大丝束技术，是根据国际标准大丝束的技术体系研制出的，而不是从小丝束借用来的，二者工艺过程从头至尾存在差异。可以说，**我国的大丝束碳纤维制造技术与国外仍存在一定的差距，这或许是国产大丝束碳纤维发展的最大难题。**

问题三：近几年，碳纤维生产企业纷纷推出了扩产计划，基本上也都将在未来一两年建成达产，动辄上万吨的体量十分惊人，请您预测一下未来碳纤维和碳纤维原丝的价格走势。

林刚：这一点确实令人担忧。扩产势头太猛，几乎每家企业都在扩产。关于这个问题我要讲两点。

第一点，我非常鼓励包括吉林化纤在内的国内碳纤维企业做原丝扩产的，为什么呢？因为

这么做可能给全世界带来一种新的发展模式。大家都知道，原丝是极其重要的战略资源，是不会轻易售卖的，它不是商品。而吉林化纤是全世界第一家把原丝做成商品的企业，而且不管买方是不是竞争对手，都卖。这样，客户企业只需要做碳化就可以了。我们不评价这种模式的好坏，对于行业来讲这至少是一种创新模式。当然，吉林化纤拥有雄厚的腈纶生产实力，这是它发展碳纤维原丝的基础。

我们对市场还是比较乐观的，报告中我们曾预测，2030年国际碳纤维市场可能达到四五十万吨，如果简单计算，原丝差不多要有100万吨。所以，关于大力发展原丝，我是支持的。

当然，也确实存在一个问题，那就是**对相同品质的原丝进行碳化，很容易造成碳纤维产品的同质化**，市场竞争不可避免，这个问题该怎么去解决？

这就是我要讲的第二点，这恐怕也是令人感到忧虑的一点。2021及2022年，全国的产能扩建速度过快，而技术进步幅度不大，导致扩建的产品并不具备国际竞争优势。另一方面，2021年，国产碳纤维的产能为2.9万吨，而国际市场需求是11.8万吨，中间相差的7、8万吨的市场价值都在东丽等日美欧洲企业手中。那我们能在国际市场上抢到更多订单吗？如果国际市场这块蛋糕不好抢，我们要回到国内自己打价格战吗？这恐怕不是太好的选择。因此，我更希望国内的碳纤维企业能大力加强技术、提升品质、降低成本，从而提高产品的国际竞争力，在国际市场有所作为。

问题四：您在报告中提到风机叶片中碳纤维的应用势头很好，很多的大型风机，特别是海上风机都大量应用了碳纤维拉挤板来制作主梁。但是2021年的实际情况是碳纤维一丝难求，价格上升，同时，叶片企业的整体售价在下降，而成本在提高，好多企业都处在亏损的边缘。另一方面，玻纤企业也纷纷推出了高模高强的新产品，叶片企业也随之开发了采用玻纤拉挤主梁的全玻纤叶片，这会不会对碳纤维在未来风电行业的应用产生影响呢？

林刚：风电这一点我在报告里有提到。不管采用拉挤板材还是织物增强，材料复合的根本原理是两种材料的模量要相互匹配，不管用复合材料方式如何去弥补，性能都不可能出现跳跃性增长。

大家都知道，材料是一个方面，结构是另一个方面。一张纸没什么特殊的力学性能，你把它折几下，结构改善了，它的刚性也会提升。那么，不要说碳纤维、玻璃纤维，只要纸的尺寸足够大，在一定的叶片大小范围内，我用纸也可以糊一个风电叶片。总体上来说，如果从这个角度去思考，那碳纤维根本没机会，但其实风机叶片追求的核心技术是要能降低度电成本LCOE，而不是单位千瓦造价。

按照国际惯例，风电行业需要考虑的是以技术为导向的度电成本因素，但国内目前很多企业只是以成本为导向来衡量，而这是风电行业需要与下游客户沟通，甚至引导的。如果不以技术为导向，你就很难用的上碳纤维，而其实风机的度电成本才是应该关注的第一大问题。

在实际应用中，对比玻纤，碳纤维在风电叶片上起着更为显著的减重作用，随着叶片尺寸的日益增大，二者的减重效果在叶片本身、塔筒、电机、安装、运输，以及海上风机吊装船等方面存在一系列的差别，只有全面考虑了这些因素，账才能算过来。

第二个要说明的是，确实确实这两年的碳纤维价格虚高，以前110-120元/公斤都接受不了，现在却卖150-160元/公斤，风电厂只能更郁闷。那么这种磨合阶段，碳纤维企业要做的应该是通过技术进步去降低成本，让出一份利，回报一个大的应用领域。

所以，风电和碳纤维行业要亲密合作起来，合作哪些东西呢？合作整个产业链的技术创新，尤其与成本降低有关的创新。比如，为风电定制碳纤维，两个产业深度合作，各自解决各自的产业问题。那么我相信，不管陆上风电，还是海上风电，大梁的制造还是躲不过碳纤维。不管你现在玻纤上用什么样的方法去改良、去提升，但玻纤材料的本质就已经决定了其性能的提升是有天花板的。

问题五：目前，碳纤维产业链中的主要卡脖子技术和产品有哪些？

林刚：早些年我们确实在技术、品种、装备、设备零部件等方面存在众多卡脖子的地方，这 10 年很多重大技术问题得到了有效解决，整个碳纤维行业已经有了些底气。所以，我不觉得国产碳纤维现在还有什么特别卡脖子的问题。

总体上，如果说还有卡脖子的问题，那就是我们自己卡自己脖子的问题。我们由于热销忽略了质量管理，质量在下降；忙着扩产，忽略了对技术的深入研究；学者也纷纷参与到产业建设的大浪潮中，基础科研工作有所减弱，这些无疑会放慢行业进步的速度。

今天，我的这个说法可能不是特别严谨，但我认为下一轮是要拔除自己卡自己脖子的问题，很多是观念和思想上的教训。我们只有回到对碳纤维技术和质量的关注点上，真正把自己做大做强，我想那时恐怕谁也卡不了你的脖子。

问题六：轨道交通领域碳纤维的大规模应用还有多远？

林刚：大概在 2011 年，我曾受邀做过一项调研，后来这个数据大家也在引用，具体数字记得不太清楚了，大家可以到网上去查。这个调研中，我们对比了自行车、汽车、高铁、飞机满载情况下的各种数据，并得到了将 1 名乘客运送单位距离所需的时间和对应的车体自重。结果发现，要达到同样的效果，高铁的人均自重巨大，为 750kg，这就意味着巨大的能源损耗，以及惊人的路轨建设成本。所以从这些基本的道理上的思考，高铁的轻量化，尤其采用碳纤维的轻量化，就是一个明确的必然的趋势，这是第一个要点。

第二个要点，大家都很清楚，以前的高铁技术中心在日本、在法国、在德国。近几年，随着中国高铁建设事业的长足发展，世界高铁中心已经挪到中国来了。但是，创新性尤其原创性的技术还不是太擅长。我们应该给应用单位一点时间。假如在我们中国完成了对高铁的大幅度轻量化，就能让高铁在大部分线路上实现真正的盈利。

说到盈利，我国的高铁在很多地方路轨又贵、耗电又多，所以都不挣钱，而这会制约整个产业的发展。反过来，如果实现了轻量化，这将是一个很大的契机。

至于什么时候产业化，我们知道上海晋飞、中石化上海石化一直在跟中车合作。因为刚起步，很多东西需要积累，现在应该是在小批量的试用。根据丁叁叁总的预测，轨道交通领域未来也会有几十万吨的市场规模。

问题七：目前，碳纤维生产是碳排放比较高的过程，您认为它会是影响碳纤维的应用和未来发展发展的关键问题吗？

林刚：前两年，应上海石化黄翔宇副总经理的要求，我们对碳纤维的碳排放进行了研究，这里给大家报几个数字。日本企业产生 1 吨碳纤维大概排放 24 吨二氧化碳，欧洲和美国企业的数字大概在 30-40 吨。同时，日本和美国企业都对碳纤维全生命周期碳排放量进行了研究。比如，把碳纤维用在波音飞机上，尽管碳纤维的生产和飞机部件的制造过程都有不少的碳排放，但飞机的服役过程中由于轻量化节省了能源，减少了碳排放。因此，全生命周期算下来，碳纤维应用于飞机的碳减排效果是比较显著的。汽车也有，但是没有飞机显著。研究发现最显著的是把碳纤维用在风电叶片上。因为风电叶片运营的过程中，它是清洁能源，因此效益是巨大的。

所以总体两个结论，第一点，碳纤维生产肯定是一个高排、高能、高耗的过程；第二点，由于碳纤维是目前结构轻量化的最优选择，因此如果在下游应用的全生命周期里算总账，它是降低了碳排放的，这一点在可再生能源领域效果极其显著。

问题八：国产碳纤维织物的制造技术目前跟日本的差距大吗？主要有哪些？

林刚：这里大家需要分清织物有几类。一类叫机织物，英文叫 weaving，有 2D 的、2D 半的，

还有 3D 的；另一类像小姑娘编辫子一样，叫编织物，英语里叫 braiding；还有缝织物，stitching，像缝纫机那样做成的织物。

现代纺织技术，就是把一维的纤维材料变成二维或者三维的形体，上面几种织物类型几乎在碳纤维上都有应用。其中，应用量最大的是机织物，通常采用剑杆织机、重型剑杆织机就可以把 3K 纤维织成布，斜纹的、断纹的、平纹的都有。

我们与日本的技术差异主要体现在织机装备上。相对整个纺织工业来讲，碳纤维纺织只是很小众的一个领域，全世界做剑杆织机的厂子，没有人专门为碳纤维去改造它的织布机，所以包括东丽在内，好多企业都是把别人的普通织布机拿过来，改造纱架、改造收卷、改造吸尘、改造电气柜，所以在这些方面，他们的经验非常丰富。所以说，关于织布机的技术、经验和对其进行的改造，是决定织物好坏的最重要的技术。这些年，我们国内厂家慢慢也掌握了不少相关技术。

所以从这个角度比，确实还是有点差异存在。机织物很多时候是用作汽车外壳、电子产品外壳等外观材料的，需要纹路非常美观，这一点和织布机的细节密切相关。而这些细节工作，是国内企业通过一段时间的努力就可以做得比别人好，至少可以与日本水平相当的。

问题九：国外碳纤维企业在其发展的历程中是怎样发展应用能力的？有没有值得我们学习的地方？

林刚：这里，我给大家举个例子，也许不是特别恰当。

Vestas 大家都非常熟悉，大概在 20 年前，他们采用碳纤维来做风电叶片的梁帽，首先是找便宜的，先找了 Zoltek，那时 Zoltek 刚刚起步，每一卷丝都不一样，卷内纤维的线密度也不一样。后来，找到英国的一个叫 SAP 的公司，费了很大力气做出预浸料，Vestas 咬牙用上了。同期，LM 也开始做。

我相信在这个过程中，整个产业链没有人受益，包括 Vestas 自己。由于纤维的一致性不好，预浸料的工艺本身非常繁琐，相信开始时预浸料性能也是非常不理想。但是随着后续研发工作不断开展，慢慢积累起了经验，直到前几年 Vestas 推出了碳纤维拉挤主梁，不再采用层层堆叠粘接的预浸料，避免了气泡、孔隙率等诸多问题，使碳纤维在风电领域的应用迅速成长起来。现在，Vestas 每年的碳纤维用量接近 3 万吨，这让整个风电行业都为之色变。Vestas 将全球碳纤维都揣进兜里了，别人还用什么呢？

这是一个例子，当然这个例子里面并没有太多的技术创新的奇迹发生，但是说明了几点，第一，有些应用是需要长期培育的；第二，不是什么都一成不变的。今天 Zoltek 的碳纤维拿出来也漂漂亮亮的，但比早期产品强了何止百倍。

最好的例子应该是波音 787 的 52% 碳纤维用量。从机翼、翼盒、机身、垂尾、水平舵，每一个零件、每一个部件，波音怎么就敢用？那么每一个部件，比如说水平方向舵，在哪用过？你会在美国的军用飞机上或在小一点的飞机上找到案例。你会发现，它是怎么样一步步发展过来的，这是最好的例子。

美国 NASA 的一个报告中曾经介绍过有些飞机部件要在天上做 15 年的实验。它的整个应用能力，不是说今天你所做的研究是否合适，而是我认准了要用，不管现在碳纤维产业是个什么水平，就要开始搞，尽管碳纤维及其应用的水平都不高，但可以齐头并进、共同成长。

这里面的故事非常多，应该说我们从体育器材钓鱼竿、网球拍开始，几乎每一个地方甚至很多地方隐藏着非常多、令人激动的革命性创新的故事，这些更多的是围绕着应用技术进行的，而不是仅仅将碳纤维 T300 提升为 T800 就能成就的。