

东华大学科技园

创视角

纺织前沿科技成果动态小专题

——玻璃纤维

玻璃纤维

1. 玻璃纤维简介

玻璃纤维是以无机非金属矿石为原料，如叶腊石、石英砂、石灰石等，通过高温熔融拉丝制得的纤维。作为复合材料中**增强材料**、**电绝缘材料**和**绝热保温材料**等广泛应用于军工、民用各行各业。



玻璃纤维与其他纤维材料性能参数比较

分类	直径/ μm	密度/ g/cm^3	比强度 / Gpa/gam^3	比模量 / Gpa/gam^3	热膨胀系数 / $10^{-6}/\text{C}$	断裂伸长 率/%
玻璃纤维	3.8-25	2.1-2.7	1.2-1.8	26-34	2-8	3.37
玄武岩纤维	7-17	2.6-2.8	-	34-38	-	-
芳纶纤维	12	1.2	2.23-2.8	53-129	-0.6	2.4
碳纤维	5-12	1.7-2.18	5.6-38	2.8-21	-0.5	1.5
聚乙烯纤维	27-38	0.97	2.6-3	117-120	90	3.5
碳化硅纤维	10-20	2.55	1.1-1.56	75	3.1	1.6

玻璃纤维

2. 发展历史

- ✓ 美国**OC公司**，玻璃纤维工业生产方法研究，开发出**E玻纤**。
- ✓ 我国**上海中国玻璃纤维工业社**拉制**1kg连续纤维**。

1926-1939年

- ✓ 国外**玻纤池窑拉丝技术投入运行**，初期池窑年产量1000吨，后成为主流生产技术。
- ✓ 我国玻璃纤维工业开始，上海耀华玻璃厂**投产500吨玻璃纤维**。

1958-1959年

- ✓ 国外**纯氧燃烧技术**应用于玻纤池窑。
- ✓ 我国**首条400孔坩埚拉丝生产线建成投产**。

1982年

- ✓ 美国OC公司推出**Advantex™玻纤**。
- ✓ 由南京玻纤院设计，国内**首条万吨级玻璃纤维池窑拉丝生产线**在山东泰山玻纤公司**投产**。

1997年

- ✓ 美国欧文斯科宁推出**Hiper-tex玻璃纤维**。
- ✓ 我国**HS4高强玻璃纤维实现量产**，泰山玻纤纯氧燃烧技术应用；**HS6高强玻璃纤维研发成功**；**E-CR、R改性及低介电玻纤开发**。

2002-2008年

3.玻璃纤维分类

玻璃纤维的品种很多，其**化学成分、生产方法、形态、性能与用途**也各不相同。玻璃纤维主要成分为 SiO_2 、还含有 Al_2O_3 、 CaO 、 MgO 、 B_2O_3 、 Na_2O 等多种氧化物。按生产原料组分不同，可分为E-玻璃纤维（无碱）、C-玻璃纤维（中碱）、A-玻璃纤维（高碱）、其他高性能玻璃纤维等多种。

a. E-玻璃纤维（无碱）

R2O含量小于0.8%，是一种铝硼硅酸盐成分。它的化学稳定性、电绝缘性能、强度都很好。主要用作电绝缘材料、玻璃钢的增强材料和轮胎帘子线。

优点：绝缘性和机械性能好；
缺点：耐酸性差，易被腐蚀。

b. C-玻璃纤维（中碱）

R2O的含量为11.9%-16.4%，是一种钠钙硅酸盐成分，因其含碱量高，不能作电绝缘材料，但其化学稳定性和强度尚好。一般作乳胶布、方格布基材、酸性过滤布、窗纱基材等。

优点：化学稳定性、耐酸耐水性好；
缺点：机械强度低于E-玻璃纤维。

c. A-玻璃纤维（高碱）

R2O含量等于或大于15%的玻璃成分。如采用碎的平板玻璃、碎瓶子玻璃等作原料拉制而成的玻璃纤维。可作蓄电瓶隔离片、管道包扎布和毡片等防水、防潮材料。

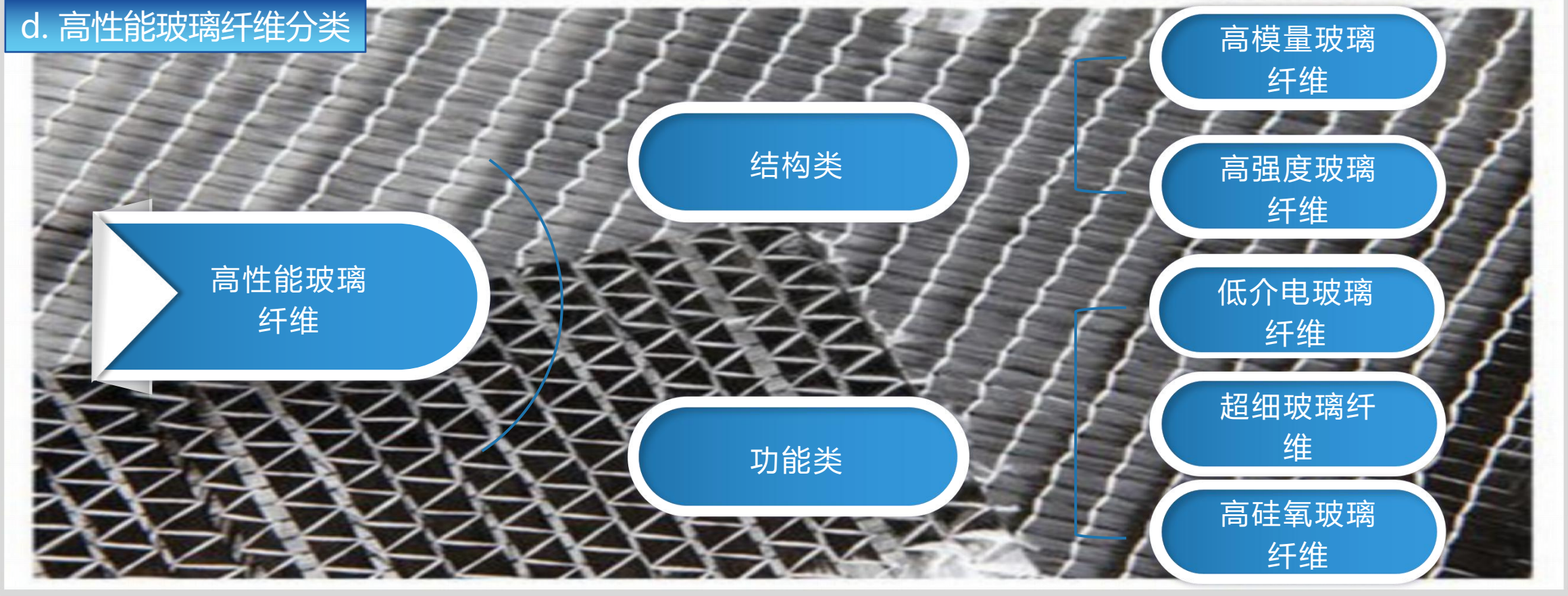
优点：耐酸性好；
缺点：耐水性差。



3.玻璃纤维分类

高性能玻璃纤维是相对普通无碱玻璃纤维而言，**具有更好的力学性能、耐腐蚀性能、耐高温性、电绝缘和介电性能等**。主要用于满足纤维复合材料的高端应用及产业化技术创新发展需求。

d. 高性能玻璃纤维分类



3.玻璃纤维分类

根据**纤维形态**和**长度**大体可分为三大类:

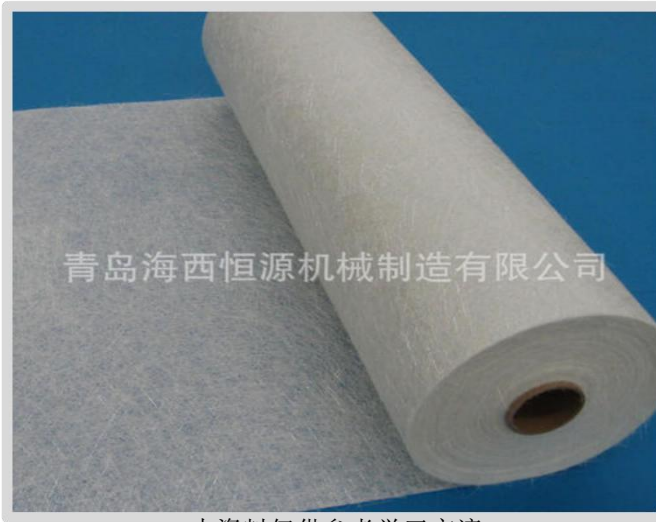
连续玻璃纤维或称纺织 玻璃纤维

其生产方法主要是**熔融玻璃液经耐高温材料制作的漏板流出,用高速旋转的滚筒拉制多根纤维束而成.经纺织加工后**,可制成玻璃纱、布、带、绳和无捻粗纱等制品.



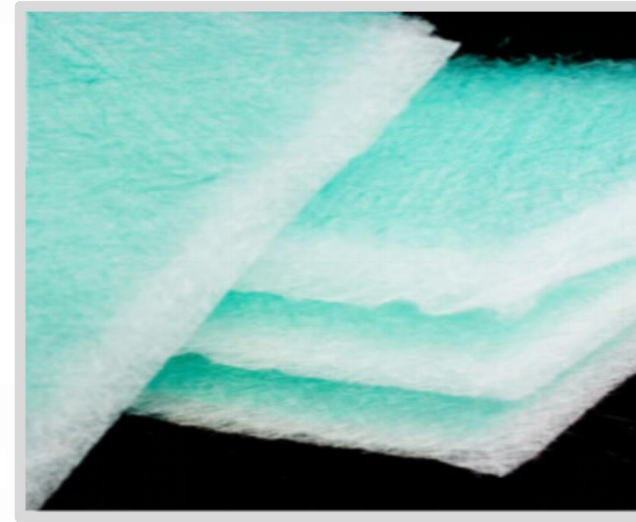
定长玻璃纤维或称玻璃 长棉

它是一根根杂乱的单纤维,可制成毡片或毛纱,毛纱也可制成布、带.定长玻璃纤维是**采用高速气流喷吹或将熔融玻璃液体拉制成纤维后再经切制而成.**



玻璃棉

玻璃棉是一种纤维长度较短的玻璃纤维,在形态上组织蓬松,类似棉絮,也称为玻璃短棉.玻璃短棉是**经蒸汽喷吹、离心法、离心喷吹及火焰喷吹等方法加工而成.**



3.玻璃纤维分类

从**长度分类**分可以分连续玻纤、短玻纤（定长玻纤）和长玻纤（LET）：

连续玻纤

是国内目前**应用最广**的玻纤，就是通常说的“长纤”，代表厂家有巨石，泰山、兴旺等。其生产方法**主要是熔融玻璃液经耐高温材料制作的漏板流出，用高速旋转的滚筒拉制多根纤维束而成。经纺织加工后**，可制成玻璃纱、布、带、绳和无捻粗纱等制品。



短玻纤（定长玻纤）

定长玻纤就是通常说的“短纤”，一般是外资改性厂与国内部分企业在用，代表厂家有PPG，OCF及国内的CPIC，巨石泰山也有少部分。它**是一根根杂乱的单纤维，可制成毡片或毛纱，毛纱也可制成布、带**。定长玻璃纤维是采用高速气流喷吹或将熔融玻璃液体拉制成纤维后再经切制而成。



长玻纤（LET）

代表厂家有PPG,CPIC及巨石，从碱金属含量可分为无碱、低碱、中碱、高碱，通常**改性增强用无碱**，也就是E玻纤，国内改性一般使用E玻纤。它是一种**纤维长度较短的玻璃纤维，在形态上组织蓬松，类似棉絮**，也称为玻璃短棉。玻璃短棉是经蒸汽喷吹、离心法、离心喷吹及火焰喷吹等方法加工而成。



玻璃纤维

4.玻璃纤维制备工艺

玻璃纤维生产工艺有两种：**两次成型-坩埚拉丝法**，**一次成型-池窑拉丝法**。其中池窑法工艺温度合理，工艺比较稳定，该方法生产的玻璃纤维占全球总量的90%以上，是目前国际的主流工艺。

坩埚拉丝法

玻璃配合料

高温熔融

玻璃球

高速拉丝

玻璃溶液

坩埚中电加热二次融化

玻璃纤维原丝

坩埚拉丝法缺点：**工艺繁多、耗能高、成型工艺不稳定。**

池窑拉丝法

把叶腊石等原料在窑炉中熔制成玻璃溶液，排除气泡后经通路运送至多孔漏板，高速拉制成玻纤原丝。窑炉可以通过多条通路连接上百个漏板同时生产。这种工艺工序简单、节能降耗、成型稳定、高效高产，便于大规模全自动化生产，成为国际主流生产工艺，用该工艺生产的玻璃纤维约占全球产量的90%以上。

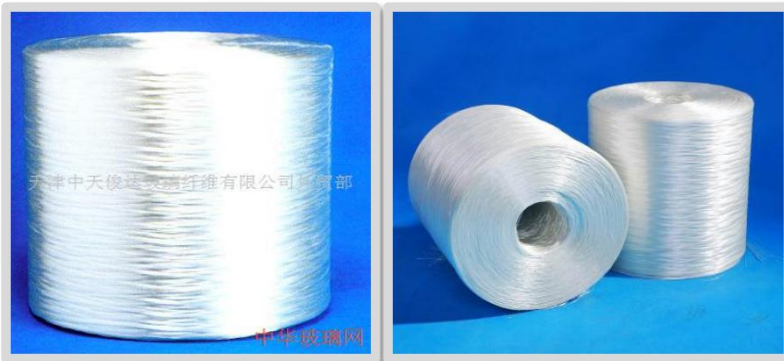


5. 主要产品

无捻粗纱

无捻粗纱是由平行原丝或平行单丝集束而成的。无捻粗纱按玻璃成分可划分为：**无碱玻璃无捻粗纱**和**中碱玻璃无捻粗纱**。生产玻璃粗纱所用玻纤直径从12~23 μm 。无捻粗纱的号数从150号到9600号(tex)。**无捻粗纱可直接用于某些复合材料工艺成型方法中**，如缠绕、拉挤工艺，因其张力均匀，也可织成无捻粗纱织物，在某些用途中还将无捻粗纱进一步短切。

- (1) **喷射用无捻粗纱**：适合于玻璃钢喷射成型使用的无捻粗纱；
- (2) **SMC用无捻粗纱**：SMC即片状模塑料，主要用于压制汽车部件、浴缸、水箱板、净化槽、各种座椅；
- (3) **缠绕用无捻粗纱**：缠绕法用于制造各种口径的玻璃钢管、贮罐等；
- (4) **拉挤用无捻粗纱**：拉挤用于制造断面一致的各种型材；
- (5) **织造用无捻粗纱**：无捻粗纱的一个重要用途是织造各种厚度的方格布或单向无捻粗纱织物，它们大多用于手糊玻璃钢成型工艺中；
- (6) **预型体用无捻粗纱**：在预型体工艺中，无捻粗纱被短切并喷附在预定形状的网上，同时喷少量树脂使纤维网固定成形，然后将成形的纤维网片移入金属模具中，注入树脂热压成形，即得制品。对于这种工艺的无捻粗纱的性能要求与对喷射无捻粗纱的要求基本相同。



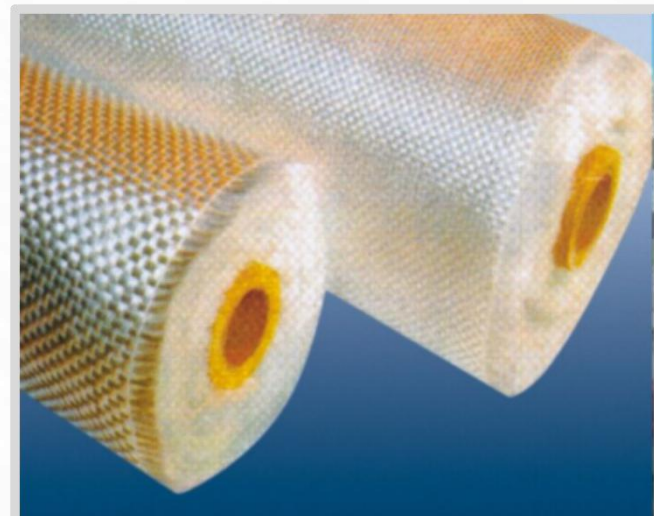
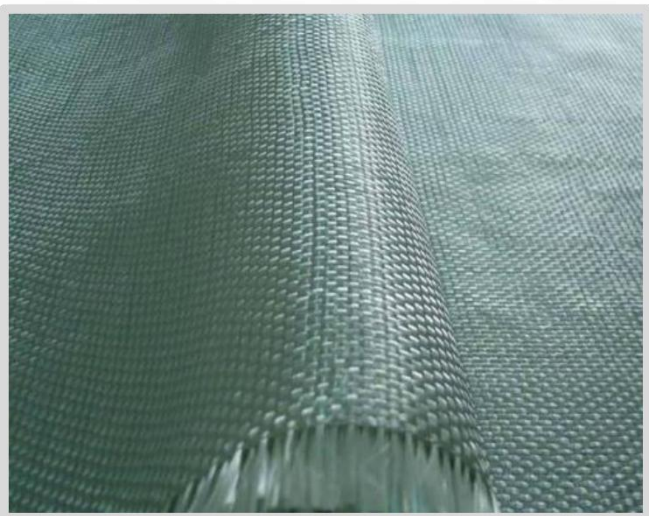
5. 主要产品

无捻粗 纱织物

方格布是无捻粗纱平纹织物，是手糊玻璃钢重要基材。方格布的强度主要在织物的经纬方向上，对于要求经向或纬向强度高的场合，也可以织成单向方格布，它可以在经向或纬向布置较多的无捻粗纱。

对方格布的质量要求如下：

- ① 织物均匀，布边平直，布面平整呈席状，无污渍、起毛、折痕、皱纹等；
- ② 经、纬密，面积重量，布幅及卷长均符合标准；
- ③ 卷绕在牢固的纸芯上，卷绕整齐；
- ④ 迅速、良好的树脂透性；
- ⑤ 织物制成的层合材料的干、湿态机械强度均应达到要求。用方格布铺敷成型的复合材料其特点是层间剪切强度低，耐压和疲劳强度差。



5. 主要产品

玻璃纤维毡片



短切原丝毡

将**玻璃原丝**（有时也用无捻粗纱）**切割成50mm长**，将其随机但均匀地**铺陈在网带上**，随后施**以乳液粘结剂或撒布上粉末结剂经加热固化后粘结成短切原丝毡**。

连续原丝毡

将拉丝过程中形成的玻璃原丝或从原丝筒中退解出来的连续原丝呈8字形铺敷在连续移动网带上，经粉末粘结剂粘合而成。连续玻纤原丝毡中纤维是连续的，故**其对复合材料增强效果较短切毡好**。

表面毡

采用中碱玻璃（C）制成，故赋予玻璃钢耐化学性特别是耐酸性，同时因为毡薄、玻纤直径较细，还可吸收较多树脂形成富树脂层，遮住了玻璃纤维增强材料（如方格布）的纹路，**起到表面修饰作用**。

针刺毡

短切纤维针刺毡是将玻纤粗纱短切成50mm，随机铺放在预先放置在传送带上的底材上，然后**用带倒钩的针进行针刺**，针将短切纤维刺进底材中，而钩针又将一些纤维向上带起形成三维结构。

缝合毡

短切玻璃纤维从50mm乃至60cm长均可**用缝编机将其缝合成短切纤维或长纤维毡**，前者可在若干用途方面代替传统的粘结剂粘结的短切毡，后者则在一定程度上代替连续原丝毡。

5. 主要产品

磨碎纤维

短切原丝

短切原丝分**干法短切原丝**及**湿法短切原丝**。**前者用在增强塑料生产中，而后者则用于造纸。**用于玻璃钢的短切原丝又分为增强热固性树脂（BMC）用短切原丝和增强热塑性树脂用短切原丝两大类。对增强热塑性塑料用短切原丝的要求是用无碱玻璃纤维，强度高及电绝缘性好，短切原丝集束性好、流动性好、白度较高。增强热固性塑料短切原丝要求集束性好，易为树脂很快浸透，具有很好的机械强度及电气性能。

磨碎纤维

磨碎纤维系由锤磨机或球磨机将短切纤维磨碎而成。磨碎纤维主要在增强反应注射工艺（RRIM）中用作增强材料，在制造浇铸制品、模具等制品时用作树脂的填料用以改善表面裂纹现象，降低模塑收缩率，也可用作增强材料。



玻璃纤维

5. 主要产品

玻璃纤维织物



玻璃布

分为**无碱**和**中碱**两类，国外大多数是无碱玻璃布。

玻璃带

玻璃带分为**有织边带**和**无织边带**（毛边带）主要织法是平纹。

单向织物

是一种**粗经纱和细纬纱织成的四经破缎纹或长轴缎纹织物**。

立体织物

从**一维二维发展到了三维**，大大提高了复合材料的层间剪切强度和抗损伤容限。

异形织物

异形织物的形状和它所要增强的制品的形状非常相似，必须在**专用的织机上织造**。

槽芯织物

由**两层平行的织物，用纵向的竖条连接起来所组成的织物，其横截面形状可以是三角形或矩形**。

玻璃纤维缝编织物

是一层经纱与一层纬纱**重叠在一起**，通过缝编将经纱与纬纱编织在一起成为织物。

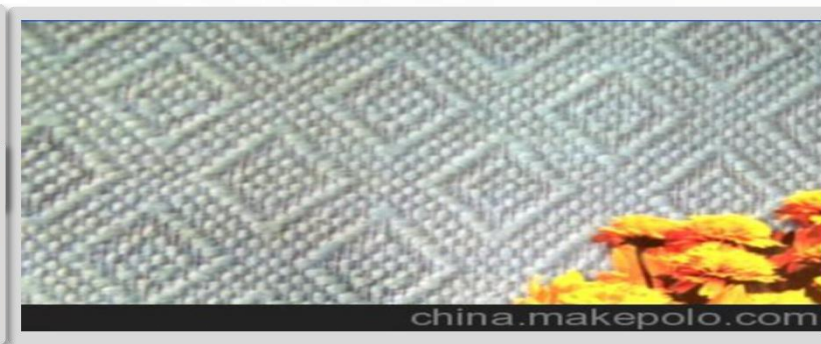
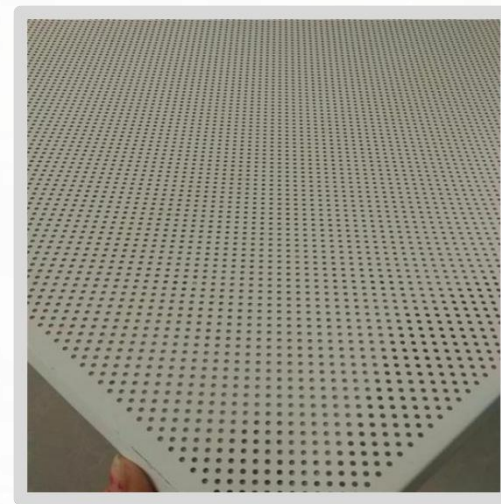
玻璃纤维绝缘套管

以**玻璃纤维纱编织成管。并涂以树脂材料制成的各种绝缘等级的套管**。有PVC树脂玻纤漆管。

5. 主要产品

组合玻 璃纤维

- (1) 短切原丝毡+无捻粗纱织物
- (2) 短切原丝毡+无捻粗纱布+短切原丝毡
- (3) 短切原丝毡+连续原丝毡+短切原丝毡
- (4) 短切原比毡+随机无捻粗纱
- (5) 短切原丝毡或布+单向碳纤维
- (6) 短切原丝+表面毡
- (7) 玻璃布+单向无捻粗纱或玻璃细棒+玻璃布



6.评价玻纤好坏的主要指标

第一个指标：玻纤在拉丝过程中所使用的表面活性处理剂

表面活性处理剂也就是通常所说的浸润剂，浸润剂主要是偶联剂与成膜剂，另外还有一些润滑剂、抗氧化剂、乳化剂、抗静电剂等，**成膜剂的成分与其它助剂的种类对玻纤有决定性的影响**，所以在选择玻纤时就根据基料与成品要求选择合适的玻纤。像PPG、CPIC等公司短纤牌号较多，就是因为表面浸润剂不一样，这样就针对性比较强。



第二个指标：单丝直径

临界玻纤长度只与剪切力和单丝直径有关，从理论上讲，如果**单丝直径越小，产品的力学性能与表面外观越佳**。目前国内玻纤直径一般都在10 μ m，13微米，像CPIC就有开发7 μ m的玻纤。

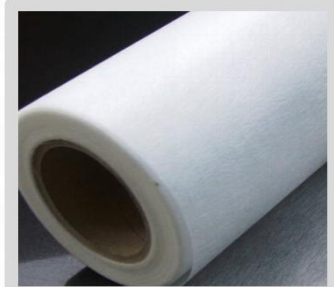


7. 国内玻璃纤维湿法毡主要分类

(1) 屋面毡 用于改性沥青防水卷材、彩色沥青瓦等防水材料的基材



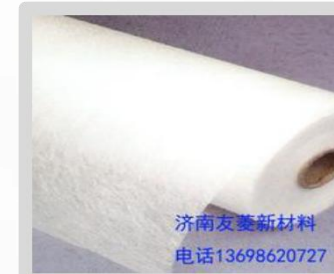
(2) 管道毡 用于石油、天然气管道的包覆，与沥青结合防止地下管道腐蚀



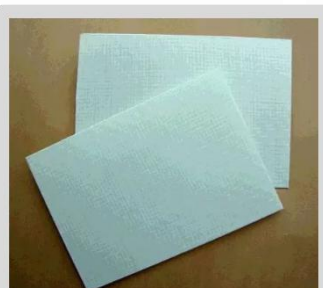
(3) 表面毡 玻璃钢制品的塑形和表面抛光



(4) 贴面毡 用于墙面和天花板，可以防止涂料的开裂、橘皮，多用于装饰大型会议室、高档酒店



(5) 地板毡 用作PVC地板的基材



(6) 地毯毡 用作方块地毯的基材



(7) 覆铜板毡 贴附于覆铜板可增强其冲、钻性能



(8) 蓄电池隔板毡 用作铝酸蓄电池隔板毡的基材。



8.产业现状

国际市场

玻璃纤维是非常好的金属材料替代材料，随着市场经济的迅速发展，玻璃纤维成为建筑、交通、电子、电气、化工、冶金、环境保护、国防等行业必不可少的原材料。由于在多个领域得到广泛应用，因此，玻璃纤维日益受到人们的重视。全球玻纤生产消费大国主要是美国、欧洲、日本等发达国家，其人均玻纤消费量较高。欧洲仍然是玻璃纤维消费的最大地区，用量占全球总用量的35%。

2008年以来，全世界的玻璃纤维企业对扩产计划变得更加谨慎，世界玻璃纤维生产能力增长缓慢。2010年，全球连续玻璃纤维产能为471.5万吨，预计为530万吨。



国内市场

我国玻璃纤维企业经过多年的发展，产品质量已处上游水平，深加工产品比例逐年提升。中国玻璃纤维行业的领先企业毛利率在25-35%之间，明显高于国外巨头10%的毛利率。世界玻璃纤维行业长期以来一直是寡头垄断格局，中国作为新生力量，经过近几年来年均20%以上的产能增速，预计将占据全球60%以上的份额，成为国际玻璃纤维市场上的新寡头。

与国际相比，我国玻纤产品品种规格少，应用范围窄。但这些情况也从另外一个角度说明，我国的玻纤产业还存在大量市场空间未被挖掘，尤其是在一些应用领域，许多细分市场甚至根本未被开发。



9. 重点企业分析

中国巨石股份有限公司

企业简介

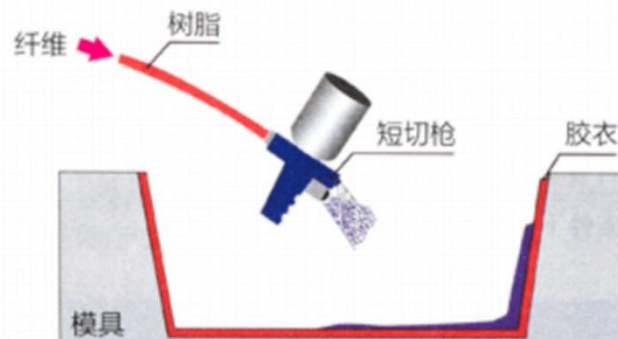
中国巨石股份有限公司(以下简称“中国巨石”),是中国建材股份有限公司(以下简称“中国建材”) **玻璃纤维业务的核心企业**,以玻璃纤维及制品的生产与销售为主营业务,是我国新材料行业进入资本市场早,企业规模大的上市公司之一。1999年,中国巨石在上海证券交易所上市(股票简称:中国巨石,股票代码:600176)。经过多年的努力,中国巨石已成为治理完善、战略清晰、资产优良、文化优秀、管理精细、技术先进、营销网络完整的行业龙头企业。**公司已建成玻璃纤维大型池窑拉丝生产线10多条,玻纤纱年产能超过110万吨;公司玻纤产品品种广泛、品类齐全,有20多个大类近500个规格品种。**

主营产品

玻璃纤维及其制品,无碱直接纱,无碱合股纱,无碱增强纱。

喷射成型工艺

使用喷射机将玻璃纤维短切并与树脂一起喷到模具表面,经辊压除泡固化成型。



9. 重点企业分析

泰山玻璃纤维有限公司

企业简介

泰山玻璃纤维有限公司系中国中材股份有限公司全资子公司、世界同行业5强企业、国家重点高新技术企业、国家863科技成果转化基地、国家科技兴贸重点出口企业、海关总署红名单企业。泰山玻纤技术研发实力雄厚，拥有我国玻纤行业唯一的国家级技术中心、首家企业博士后科研工作站，并被山东省人民政府授予“泰山学者”岗位。近年来，**公司自主研发省级以上新技术、新产品400余项，拥有50项专利技术**，17项产品获得国家、省、市各类科技进步奖，**其中高Tex数无碱无捻玻璃纤维直接纱项目获得国家科技进步二等奖。**

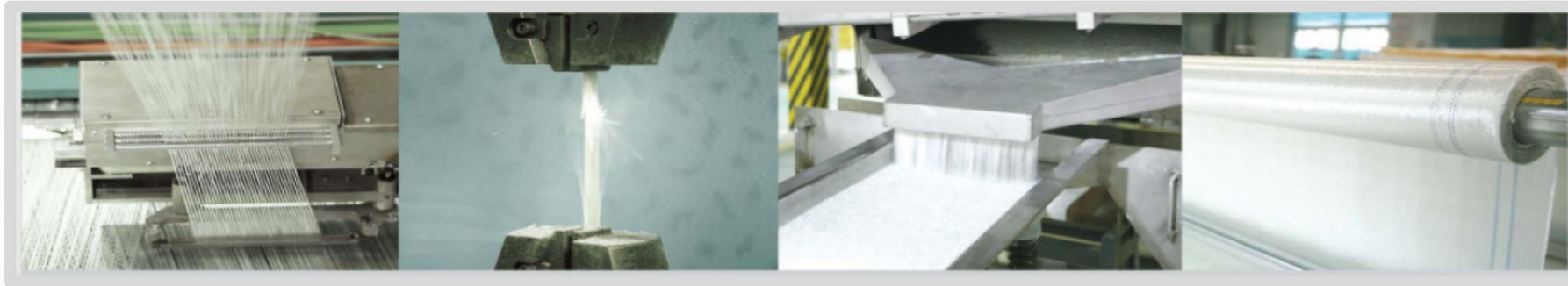
主营产品

主导产品有无碱玻璃纤维毡系列产品、无捻粗纱系列产品、电子级纺织纱、无碱玻璃纤维缝编织物、多轴向织物、方格布、短切纤维、耐碱纤维**共7大类59个品种，1350多个不同规格。**



- 1、1997年中国首条万吨池窑拉丝生产线；
- 2、2013年泰玻新区首条8万吨生产线；
- 3、1997年拉丝二层现场；
- 4、2013年新区首条8万吨拉丝二层现场

热塑性塑料增强用玻璃纤维



9. 重点企业分析

江苏九鼎新材料股份有限公司

企业简介

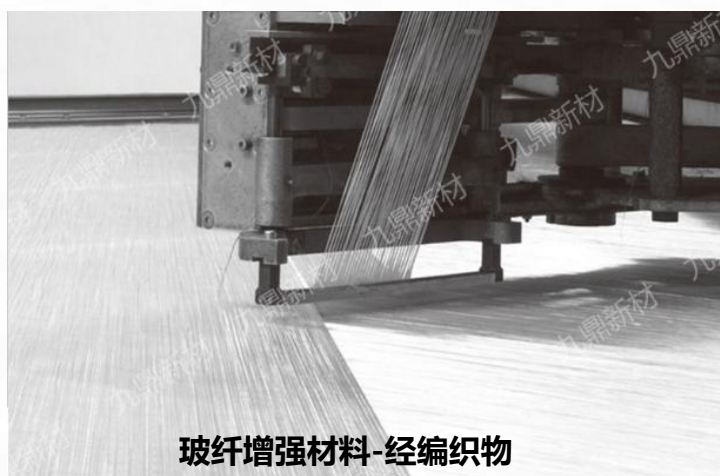
江苏九鼎新材料股份有限公司（原江苏九鼎集团股份有限公司），成立于1994年，注册资本33246.747万元人民币。公司专业从事玻璃纤维纱、织物及制品、玻璃钢制品的生产和销售，是国内规模型纺织型玻纤制品生产企业、全球增强砂轮用玻纤网片供应商、中国玻璃纤维制品深加工基地。目前，**公司形成了以玻纤拉丝、玻纤改性、织造技术、表面处理四大技术为核心，300多项专有技术组成的技术体系**，整体水平国内领先。公司主要产品包括“鼎”牌砂轮增强材料、建筑增强材料、道路增强材料、装饰装修材料等纺织型玻纤制品及玻璃钢系列产品，其中7个产品被评为国家级重点新产品，9个产品被评为江苏省高新技术产品；拥有100多个产品（技术）专利，主持或参加起草国家标准、行业标准13项。

主营产品

目前公司已形成玻璃纤维、玻璃纤维深加工制品、玻璃纤维复合材料制品的生产经营体系。



玻纤深加工制品-无碱玻璃纤维砂轮增强网布



玻纤增强材料-经编织物

本资料仅供参考学习交流



玻纤复合材料-拉挤型材

10.未来发展趋势

经过多年发展，我国玻璃纤维的产值现已居全球首位，但技术创新突破能力及玻璃纤维制品的品质稳定性还有一定的不足。

未来，**高性能玻璃纤维在做大产业化的同时，也要更加注重定制化生产服务，不断扩大高性能玻璃纤维增强复合材料及其应用领域，提升产业链价值。**

市场趋势

- 定制化服务；
- 随着下游应用领域拓展，不断丰富产品品种，满足不同领域的需求。

规模化技术

- 高性能玻璃纤维研发侧重规模化生产技术、生产工艺低能耗、降成本、减少污染。

产品品质提升

- 注重材料成分、结构与性能的基础研究，提升生产线工艺稳定性和产品质量。

回收处理

- 寻求产品回收处理的技术和方式突破，做好环保工作。

10.未来发展趋势

- ✓ 利用玻璃纤维**成分的可设计性**，开发满足**耐热、耐腐蚀性、光电性能及特殊性能（如耐辐射）**要求的**功能性玻璃纤维**；
- ✓ 利用玻璃纤维制品**形态的多样性**，发展玻璃纤维制品**深加工技术、性能改性技术、应用技术**，赋予玻璃纤维新型应用形态、应用性能，**扩大应用领域**；
- ✓ **提升功能性玻璃纤维规模化生产技术**，提高功能纤维的工艺性，实现**高效、节能、清洁生产**，并满足应用**性价比**要求；
- ✓ **开展玻璃纤维制品应用后的回收利用技术**，实现**可持续发展**。