

正确认识玄武岩纤维（版权所有，请勿转载）

宜兴百泰绝热材料公司 智欧等

摘要：玄武岩纤维的“好”在以前许多文章中都有介绍，本文在介绍玄武岩纤维发展历史及现状的同时，列举玄武岩纤维的先天不足及其目前生产工艺上的缺陷，并探讨了其在今后在我国发展方向。

《关键词》玄武岩纤维 铂铑合金 漏板 高强纤维

一、概述

近年来，国内似乎又形成了一股“玄武岩纤维热”，其“热”主要体现在两个方面，一方面有关玄武岩纤维方面的文章大量涌现，有的文章甚至把玄武岩纤维捧得似乎无所不能，另一方面国内有好几家企业上马玄武岩纤维生产线项目，尤其自从“玄武岩连续纤维及其复合材料”项目 2002 年被列入国家 863 计划，人们对玄武岩纤维项目更是热情有加，似乎那个地方有玄武岩资源，就有了上马玄武岩纤维项目的最大优势。据了解目前已经建成了至少两家玄武岩纤维生产厂，还有一些地方也在准备抓紧上马玄武岩纤维生产线。从建成的生产线厂家来看，目前的在市场的开拓方面也是不容太乐观。有些厂家为了降低成本，提高成纤率，在玄武岩原料中，掺加一些助溶剂，如萤石，碎玻璃等，这样如果没有经过科学论证的外加剂的加入，将进一步劣化玄武岩纤维原有的性能，而且应该不是严格意义上的玄武岩纤维了。

此外，有些文章也利用一些不实的数据及猜测，过分渲染了玄武岩纤维在美国及其它西方发达国家的生产及应用事实，例如，宣扬美国建了几条玄武岩纤维生产线，又是采用 800 孔漏板拉丝，加拿大、德国又有几条玄武岩纤维生产线等等。事实上，过分夸大对玄武岩纤维的宣传，引用一些不可靠消息与数据，只能给我国的玄武岩纤维发展带来消极影响，给有关投资者造成损失。

其实，“玄武岩连续纤维及其复合材料”能在国家 863 项目中列项，本人认为除了玄武岩纤维确实在某些性能上也一定优势外（特别是其具有前苏联军工材料家族血统）还有一些相关单位的一些“私利”，例如列入国家 863 等项目，也许就意味着更容易申请到国家的有关项目费。至于目前的玄武岩纤维到底能否承载得起所谓的“高技术纤维”等的美誉，本文想做一番初步的探讨，以期对玄武岩纤维有一个正确的评价。

二、玄武岩纤维的发展历史与现状

玄武岩纤维是指用天然玄武岩作为唯一原料生产的连续纤维材料。玄武岩纤维所用的原料是自然界中分布最广的玄武岩。目前，玄武岩主要用作一些低附加值的建筑及道路用的填料石子，也可用作一些较高附加值的矿物棉原料，另外，也有少量用于制造铸石。

最早的玄武岩连续纤维制造技术，出现在 1922 年的美国专利（US1438428）上，是由法国人 Paul 提出的。但后来并没有实质性的工业化生产。到了六十年代初，为了满足军事工业发展的需要，特别是先进导弹的开发，急需高强度玻璃纤维。美国的某些玻纤公司，如 Owens Corning 等公司都对玄武岩纤维进行了独立的研发工作，由此也产生了一些有关玄武岩纤维的专利。可是到了七十年代，在寻找到了性能更为稳定的高强玻璃纤维后，这些美国公司基本都放弃了玄武岩纤维开发项目，其中以 Owens Corning 公司开发的高强玻纤 S-2 最具代表性。

此外，唯一带有政府色彩的玄武岩纤维研发工作是由华盛顿州立大学的 Subramanian 教授领导的课题组主持的，该课题组从玄武岩纤维的成分到玄武岩熔制与纤维成型再到玄武岩纤维的物理化学特性做了 20 多年的系统研究工作。例如，玄武岩纤维中铁氧化物中 $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ 的比例对玄武岩纤维抗拉强度的影响就是他们取得重要发现之一。当时我们也与 Subramanian 等专家有过通信交流，那时美国国内仅有的两条玄武岩纤维试验生产线由于种种原因也已被拆除，自 1997 年 Subramanian 离开华盛顿州立大学后，该大学在玄武岩纤维方面的研发工作也随之终止。但据他讲，尽管当时他已退休，但还有又不少做玄武岩纤维市场的公司经常向他咨询有关玄武岩纤维应用方面的问题。今年年初偶然看到国内不少文章，介绍美国已有两家公司建成了玄武岩纤维生产线，并且已用 800 孔的漏板拉丝，很是吃惊美国这几年如此大的变化。于是，最近又向以前的美国玄武岩方面的专家进行了咨询。其中

之一，就是玄武岩特种制品公司（原名，玄武岩纤维公司，有文章将之列入美国玄武岩纤维的生产商之一）的总裁 **Anthony Fanale** 先生，**Anthony** 也是美国玄武岩纤维市场开发的元老，从事玄武岩纤维的市场开发工作已达 18 年之久。他明确告诉我目前为止美国市场上的玄武岩纤维均是从俄罗斯或乌克兰进口的，美国目前为止仍然没有玄武岩生产线，更谈不上用什么 800 孔漏板生产玄武岩纤维。其中。他自己的公司去年从乌克兰与俄罗斯进口 80 吨左右的玄武岩纤维，据估测，目前美国每年进口的玄武岩纤维充其量不会超过 660 吨。不过他仍然对玄武岩纤维在美国今后的市场增长比较乐观。从本人了解的情况来看，有文章统计的另两条在加拿大、德国及比利时的连续玄武岩纤维生产线也是子虚乌有，他们基本上是进口贸易商，充其量用进口的玄武岩纤维作一些简单的深加工产品。但是，目前也有一家西欧公司在与乌克兰人在谈有关建立生产线事宜，美国也有公司有意与俄罗斯人或乌克兰人合作筹建玄武岩纤维生产线。但目前为止，由于资金等问题还都没有达成协议。**Anthony** 的公司本来最有希望成为美国在本土上第一家生产玄武岩纤维的公司。2002 年在纳斯达克 **OTCBB** 版上市的一家在德州的名叫 **Empyrean** 通讯公司在寻找新项目过程中看好玄武岩纤维在美国的发展前景，于是终止了原先的宽带业务，收购了 **Anthony** 的两家经营玄武岩纤维的公司，准备在这一新领域大干一番，遗憾的是经过种种周折，由于资金及市场等多方原因，最后，筹建玄武岩纤维生产线的项目也于 2005 年完全终止，其在田纳西州购置 5 万平方英尺厂房的计划也只能放弃。尽管这几年经受了如此大的挫折，今天的 **Anthony** 仍然看好玄武岩纤维在美国的市场，孜孜不倦地做着玄武岩纤维的市场开发工作。还有一家美国新泽西州的名叫 **Wooding Technologies** 的公司，据称该公司总裁 **Wooding** 拥有 80 多项专利，并拥有专利化玄武岩纤维生产工艺。1999 年曾宣称开始生产玄武岩纤维，不过没过多久，就草草收场。2005 年 7 月 **Wooding Technologies** 公司新成立的全资子公司---**Ecomelt** 公司又另辟蹊径计划在美国缅因州的华盛顿县投资 250 万美元建立玄武岩纤维生产厂，据说当时该公司还握有来自本田、丰田及通用电气等大公司的订单。但至今为止资金仍没有落实，未能有实质性的进展。目前一些老牌的玻纤公司，如，**Owens Corning**，**PPG** 及 **Saint-Gobain** 等并未见有迹象介入玄武岩纤维的生产。

由此可见，尽管经过长期的市场开发，玄武岩纤维在今天的美国市场占有率还有限，其几百吨的年用量根本不能与其它玻璃纤维市场及碳纤维市场同日而语。

在上世纪七十年代初，前苏联的在玄武岩纤维方面的一些科研论文与成果开始陆续出现在某些出版物上，再一次引起其他一些国家的关注，如美国和我国的一些玻璃纤维科研人员均开展了一些研发工作，当时，美国的一位学者 **Raff** 还发表了一篇名为“玄武岩纤维---美国潜在的新产业”的文章，遗憾的是他的这一预言至今为止并没有成为现实。而巧的是，三十多年后的 2006 年 8 月，**Composites Technology** 杂志的助理编辑 **Anne Ross** 又在其刊物上发表了“玄武岩纤维---玻璃纤维的替代？”似乎对玄武岩纤维的发展也有乐观期待。

上世纪七十年代，在前苏联国防部的支持下，玄武岩纤维作为国家级的军工项目也实现了工业化的生产。事实上，当时前苏联不仅开发了连续玄武岩纤维，而且也开发了由连续玄武岩一次初丝，采用火焰喷吹技术生产的玄武岩超细纤维棉，该材料主要用于高端的隔热应用。前苏联的玄武岩纤维的项目的主要研发及生产基地在乌克兰的基辅。1991 年前苏联解体，玄武岩纤维项目开始公开，并用于民用项目。同时目前玄武岩纤维的生产厂基本上集中在俄罗斯及乌克兰两个国家。

我国的玄武岩纤维开发在上世纪七十年代也做过一些基础研发工作，但由于种种原因，并没有持续几年就不了了之。上世纪八十年代末，我国也开发了专利化高强玻璃纤维，基本满足了军工项目对高强玻璃纤维的需求。到了上世纪九十年代中后期，为了满足某军工翻版项目的需要，国家又专拨经费重新启动了玄武岩纤维项目，而本次启动的玄武岩纤维项目主要是开发生产玄武岩纤维棉，用作隔热应用。在大约 2 年后，建成一条小型玄武岩超细纤维棉生产线。其间，也邀请了一些乌克兰的技术专家作了有关玄武岩纤维生产的技术咨询。由于超细玄武岩棉与传统隔热材料相比在隔热性能上并无明显的优势，而生产成本又高，因此目前的超细玄武岩棉仅在某些军工项目上得到极少量的应用。

三、玄武岩纤维的先天不足

1、玄武岩的成分波动大

由于玄武岩是由地球熔岩形成的，因此造成它的先天不足，就是其成分的波动，不仅不同矿床成分波动较大，就是同一矿点化学成分也有一定的波动范围。表一为天然玄武岩矿石的化学成分范围。另外，有些成分的价态及晶相结构不同矿点也会有波动，如玄武岩中铁的价态也有不同， Fe^{3+}/Fe^{2+} 的比例在不同矿点都有差别。正是因为玄武岩成分波动范围大，化学成分也较为复杂，因此很少将之用于玻璃、陶瓷等配合料的原料中。

表一为世界各地玄武岩化学成分的大致范围：

化学组份	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ /FeO	CaO	MgO	TiO ₂	Na ₂ O	其它杂质
最低 wt%	45	12	5	4	3	0.9	2.5	2.0
最高 wt%	60	19	15	12	7	2.0	6.0	3.5

事实上，在科技高度发达的今天，高科技纤维在原材料的选择与配比都要进行一系列严格的科学设计与筛选，并可通过对其化学结构的设计，实现对其性能的预期。例如，原材料的配合料的选择不仅要考虑到最终产品的性能特点还应兼顾到材料的融制与成型温度，以及料性的长短，还包括应考虑原材料与最终产品对人体与环境的相融性。目前，具有较高技术含量的矿物纤维的成分范围（包括原材料的选择）都被申请专利保护，例如，我国的高强玻璃纤维就申请有专利保护，其配合料的配比范围见表二

表二 国产高强玻璃纤维配合料配比范围

化学组份	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CeO ₂	Li ₂ O	B ₂ O ₃
最低 wt%	50~60	23.5~26.5	0.5~1.5	10~19.5	0.5~8	0~0.9	2.5

2、天然玄武岩原料的料性短

实验表明，玄武岩成分的析晶上限温度与其拉丝成型温度非常接近，成纤温度范围窄，而且在温度梯度炉中的析晶温度测试进一步表明玄武岩的析晶温度点处，其析晶温度点有较大的离散性。这样就大大降低了玄武岩熔体成纤工艺的稳定性，经常会出现断丝等现象，这种熔制、均化不充分的玄武岩熔体不宜用高孔数的拉丝漏板控制纤维，而且这样的玄武岩熔体即使纤维在拉制过程中未出现断丝，也会给纤维拉伸强度等方面的特性产生较大的波动。

3、玄武岩原料内部的微晶相结构差异

玄武岩的成分波动以及其所经受的热历史的差异，也造成了玄武岩原料内部某些结晶物的差别，某些微晶物（如石英等）具有较高熔点，在玄武岩原料不充分的熔制过程中，这些微晶体未能得到充分的融化与均化，因此在玄武岩纤维成型过程中，这些熔制不充分的微晶体在拉丝过程中极易成为晶核而加速析晶现象的出现。因此受目前熔制工艺的限制，高 SiO₂ 含量的玄武岩原料还很难作为合适的玄武岩纤维生产的原料。有关天然玄武岩原料的物化性能及其晶相结构在美国专利 US3557575 有较为详细的介绍。

4、FeO/Fe₂O₃ 的比例的波动

造成玄武岩纤维性能波动的另一个原因是铁氧化物中 FeO/Fe₂O₃ 的比例，实验表明，玄武岩纤维中 FeO/Fe₂O₃ 的比例愈高则纤维的抗拉强度就愈大，一般而言，在典型的玄武岩原料成分中，FeO 含量一般比 Fe₂O₃ 的含量大 5 倍左右，但经过熔制拉制成纤维后，这一比例将明显的减少。而这一比例的变化主要取决于窑内的熔制气氛，如果使用的是还原性气氛或在惰性气氛下拉丝，则玄武岩纤维中可继续维持 FeO/Fe₂O₃ 的高比例。因此在玄武岩原料中，添加一些还原剂如淀粉、石墨等可以进一步提高玄武岩纤维的抗拉强度。例如，美国专利 US2005103058 就介绍了采用石墨电极来熔制玄武岩，一方面对玄武岩原料辅以电熔，另一方面又对玄武岩熔体提供了还原剂。当然只能是添加一些弱还原剂，否则，金属铁将会还原析出，而影响正常的玄武岩熔制过程。

5、玄武岩原料中高铁氧化物含量

玄武岩原料中的高含铁量一方面使玄武岩熔体的透热性差，融化不易充分，熔制效率低，另一方面对铂铑合金漏板的侵蚀大，而且稍有不慎，铁离子将被还原成金属铁，导致铂铑合金漏板中毒。此

外，高含铁量也势必导致了玄武岩纤维的比重明显高于其它玻璃纤维，例如，高强玻纤 S-2 的比重仅为玄武岩纤维的 88%左右，这样也影响到玄武岩纤维在某些对重量敏感领域中的应用。

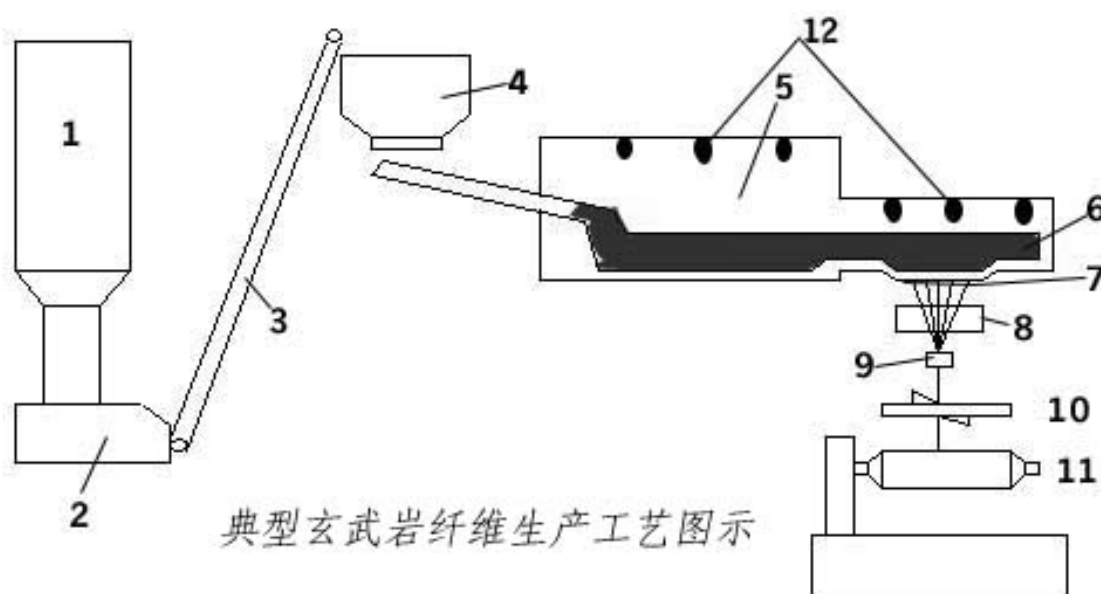
上述玄武岩原料先天不足，直接导致了玄武岩纤维性能波动大，使其在高端领域上的大量应用受到限制。表三为玄武岩纤维及其与其它无机非金属纤维的有关性能比较。

表三为玄武岩纤维及其与其它无机非金属纤维的有关性能。

纤维性能参数	玄武岩纤维	E-玻纤	S-玻纤	国产高强纤维	碳纤维
抗拉强度(Mpa)	3000~4800	3100~3800	4590~4830	4363~5047	3500~6000
弹性模量(Gpa)	79 ~93	76~78	88~91		230~600
最高使用温度()	500~600	380~400	300~350	300~350	500~700

四、玄武岩纤维生产工艺及其缺陷

目前玄武岩生产工艺基本上前苏联的玄武岩生产模式。其生产工艺流程见下图。图中，1. 料仓；2. 给料器；3. 提升输送机；4. 定量下料器；5. 原料初级熔化带；6. 二级熔制带（前炉）；7. 拉丝漏板；8. 施加浸润剂；9. 集束器；10. 纤维张紧器；11. 自动卷取器；12. 天然气喷嘴。



以下为目前典型的玄武岩纤维生产过程：首先要选用来自合适的玄武岩矿原料，经破碎，清洗后的玄武岩原料储存在料仓中待用，经喂料器喂入单元熔窑，玄武岩原料在 1500 左右的高温下熔化，目前玄武岩熔制窑炉均是采用顶部的天然气喷嘴的燃烧加热，由于含铁量高的玄武岩熔体透热性差，因此真正流动的玄武岩熔体深度不足 100mm。熔化后的玄武岩熔体流入拉丝前炉，为了确保玄武岩熔体充分熔化，其化学成分得到充分的均化以及熔体内部的气泡充分的挥发，一般需要适当提高拉丝前炉中的熔制温度，同时还要确保熔体在前炉中的较长停留时间。为此，有些厂家据称在前炉熔制中还采用了一些辅助电熔技术，但又有厂家宣称为了确保纤维质量等原因，只采用天然气来加热。最后，玄武岩熔体进入两个温控区，将熔体温度调至约 1350 左右的拉丝成型温度，初始温控带用于“粗”调熔体温度，成型区温控带用于“精”调熔体温度。来自成型区的合格玄武岩熔体经 200 孔的铂铑合金漏板拉制成纤维，拉制成的玄武岩纤维在施加合适浸润剂后经集束器及纤维张紧器，最后至自动绕

丝机。目前，前苏联玄武岩纤维生产工艺的模式也有一定的局限性，特别是其熔制工艺。与普通玻璃纤维池窑熔制工艺相比较，目前使用的玄武岩熔制工艺的主要缺陷：

1、熔制效率低

由于玄武岩熔体的透热性差，采用的加热模式又是天然气表面加热，因此只能采用浅料位熔制，一般液位深度均小于 100mm。为了提高玄武岩原料的熔化效率，人们试着采用电熔方式对熔体进行整体加热，但由于原料中含铁氧化物量较高，一方面对加热电极产生较大的侵蚀，另一方面，电熔加热方式能加快比重较大的铁氧化物向窑底富集，如果不对现有窑炉结构作相应的改变，则铁氧化物更容易富集在铂铑合金漏板周围而加速对铂铑合金的侵蚀。

2、熔化与均化都不充分

天然玄武岩原料中，也含有微量的挥发性成分，在熔制、均化过程中，一方面要充分挥发熔体中的气体，保证熔制好的熔体不含气泡，保证拉丝工序的稳定性；另一方面，气泡的生成与最终的破裂本身也有助于熔体的充分搅动与均化过程。而这一过程又需要一定熔体温度与适宜的粘度来保障，但目前用的熔窑结构及较高的熔体粘度，也不易使熔体产生较大的动压头，来搅动均化玄武岩熔体。此外，玄武岩熔体在深度方向上的温度梯度较大，也就造成了在深度方向上的熔体粘度梯度相应也较大，因此通过上下温差对流来均化熔体也极为困难。因此虽然在理论上化学成分相似的玄武岩矿石均可用于制造玄武岩纤维，但是就目前的前苏联熔制模式的局限性，对使用的玄武岩原料有一定的选择性，一般要求玄武岩原料中的基本没有耐高温的晶相，这种晶相在不完全的熔制工艺中易形成二次结晶的晶核而影响玄武岩拉丝过程的稳定性。

3、产量低，生产效率低下。

由于目前熔炉的熔化效率低，直接导致了其低的生产能力。所以，目前采用的只能是单通道的 200 孔漏板生产模式，与目前普通玻璃纤维采用的多通道 4000~8000 孔漏板的生产模式相比，其生产效率十分低下。

五、玄武岩纤维的发展方向的建议

1、玄武岩纤维的生产成本

仿照目前的前苏联玄武岩纤维生产工艺，连续玄武岩纤维生产线是否在我国有生命力，主要取决于生产成本。本人没有做过成本核算，不敢妄言。但就目前的成熟的生产工艺而言，玄武岩原料成本几乎可以忽略，生产成本主要成本集中在所用的天然气燃料，铂铑合金漏板的消耗量及其使用寿命。而这两种材料与俄罗斯、乌克兰相比较在我国都是高成本材料。我国的工业体系改革开放前一直是在沿用着前苏联模式，玻璃纤维工业也不例外，由于铂金储量丰富，前苏联在玻璃纤维窑炉上，大量使用铂金材料，我国铂金资源贫乏，因此在池窑拉丝工艺之前，我国一直采用了“代铂炉”来熔制玻璃纤维，以节省铂金的使用量。近几年来，我国的铂金首饰用量激增，进一步抬高了铂金等贵金属材料的的价格。天然气资源对于俄罗斯而言又是生产玄武岩纤维的一大优势，由于其价格低廉，因此，生产用的燃料成本要明显低于我国。如果我们生产的玄武岩纤维价格高于进口，我国的玄武岩纤维制造厂就很难生存。这样，最好的办法也许可以像日本人那样通过在乌克兰或俄罗斯建立合资或独资企业，利用玄武岩纤维的价格优势，来促进玄武岩纤维在我国的推广应用。

2、拉丝用铂铑合金漏板的改良

拉丝用漏板也是玄武岩纤维生产工艺中的关键设备之一，它直接影响着纤维生产的效率，纤维的质量及检修周期，最终影响玄武岩纤维的生产成本。自 1941 年 Slayter 发明铂铑合金漏板用于玻璃纤维拉丝以来，在玻璃纤维成型用的漏板材质一直未有重大的变化，目前主要还一直沿用铂铑合金材料。目前工作于 1350 以上铂铑合金漏板，也有明显的缺陷，其一是随着漏板温度的提高，其高温蠕

变会影响到纤维成型过程的稳定性及漏板的使用寿命，其二是熔体中的含铁类氧化物成分会明显增加对铂铑合金的侵蚀，并且，铁类金属在高温下与铂金接触会使铂金中毒，而失去其耐高温性能。其三，无法满足更高成纤温度的玻璃熔体的玻璃纤维生产。近年来，随着金属与陶瓷的复合技术的发展，如，爆炸粉末喷涂技术、等离子喷涂技术以及金属陶瓷自蔓延技术等，一些采用高温陶瓷基与高温合金的复合材料开始进入高温玻璃体成纤用漏板材料的选择视野，这种复合漏板既具有高温陶瓷的耐高温、抗高温蠕变与抗磨损的特点，同时又兼具高温合金的导热、导电性好等特点，此外，漏板表面对玻璃熔体应有较合适润湿角，以防止玻璃熔体在漏板表面出现“漫流”现象。美国一家名为 **Research & Technology** 公司的总裁 **Brik** 在玄武岩纤维拉丝用漏板的改良上也作了不少工作，如 US2006218972 等。

3、玄武岩纤维在我国的市场定位

即便国产玄武岩纤维价格上比进口仍有优势，其市场开拓工作仍有很长的路要走。目前，如果依靠玄武岩纤维出口，我国玄武岩纤维生产厂与乌克兰及俄罗斯比较而言显然基本无任何优势可言。在国内，高端军工市场，基本上为高强玻璃纤维及碳纤维所垄断，按目前玄武岩纤维的性能还不能有效撼动他们的主导地位，尽管目前它们价格都比玄武岩纤维要高，但其强度性能稳定可靠，耐高温方面，它也受到高硅氧纤维及石英纤维的竞争压力，例如目前采用经蛭石涂覆后的高硅氧布就是目前常见的防火布；在耐碱性方面，含锆耐碱玻璃纤维（如圣哥本的 CemFil 耐碱纤维）占领着纤维增强混凝土（GRC）行业；在耐酸腐蚀方面，也面临着无硼耐腐蚀玻璃纤维 E-CR 的巨大挑战。

就目前玄武岩纤维的市场定位，本人认为应该依靠其价格优势，通过进一步的市场开发，利用玄武岩纤维较高的耐温性，可以在高温过滤袋行业，高温防火布行业以及一些电热器具行业，占有可观的市场份额；利用玄武岩纤维的耐磨性能，在摩擦材料行业，代替石棉纤维用于摩擦增强材料；利用其高强及高弹的性能，在某些复合材料行业中占有一席之地。不过本人认为按目前玄武岩纤维的性能特点及价格，今后玄武岩纤维的市场发展充其量也只能定位在玻璃纤维的补丁市场。

4、玄武岩原料成分的优化

本人认为我国也不必一味模仿前苏联国家来发展我国的玄武岩纤维产业，也要根据我国的国情（如，天然气昂贵，铂金等贵金属资源短缺等）来开发新型玻璃纤维，并要有所创新，有所发明。例如，目前是否可以考虑用类似普通玻璃纤维配合料的办法来生产类玄武岩成分的玻璃纤维，这样尽管在原材料成本上比采用单一玄武岩原料要高，但通过配料可以有选择地剔除某些有害的成分，进一步优化类玄武岩纤维的化学成分，使得原料熔制、均化更为有效，窑炉熔化效率更高，拉丝工艺更为稳定，产能更经济。例如可以使用多通道，高孔数漏板的高效生产模式。例如，美国专利 US3929497 就报道了采用配合料制成类玄武岩成分的玻璃纤维，同时对其进行热处理，最后得到微晶化玻璃纤维，具有很好的耐温性能与抗碱能力。

有了优化的原料成分，在熔窑的加热方式选择上就更为灵活，可选用在我国更为经济的全电熔，或部分电熔的加热方式。例如，可采用类似我国高强玻璃纤维的熔制工艺模式。因为在玄武岩所有成分中都是一些普通易得的低成本原料，这样就保证了所用配合料的原材料成本增加的不会太高，而上述得益完全可能补偿原材料成本的增加部分。当然，用于配合料系统的一次性投资也会有一定增加。