

玻璃絲和玻璃棉

星 人

科學普及出版社

目 次

一、概論	(1)
二、玻璃絲的性質和生產方法	(4)
(一)玻璃絲的性質	(4)
(二)玻璃絲的生產方法	(8)
三、玻璃棉的性質和生產方法	(18)
(一)玻璃棉的性質	(18)
(二)玻璃棉的生產方法	(20)
四、玻璃絲和玻璃棉的加工製品	(23)
(一)玻璃絲的加工製品	(23)
(二)玻璃棉的加工製品	(24)
五、玻璃絲和玻璃棉的應用	(24)
(一)在民用建築和日常生活上的應用	(25)
(二)在工業上的應用	(26)
(三)在運輸上的應用	(26)
(四)其他用途	(27)
六、結束語	(27)

一、概 論

“玻璃”大家都知道过去主要是为城市建設服务，是人們日常生活中的必需品。作为建筑材料方面使用的玻璃，由于我国工业的发展，已經由普通平板玻璃的生产，发展到近年来少量的工业技术玻璃的生产。这种玻璃有鋼化玻璃、夹层玻璃等，它們对于工业的发展起了一定的作用。农业生产大跃进后，农村将用玻璃建筑暖房，进行育苗，提高复种面积，增加产量。随着工农业生产高速度的发展，建筑上用的玻璃除原来的平板玻璃外，增加了十数种新品种。其中主要的有玻璃絲、玻璃棉、玻璃鋼、玻璃管等。这些产品的生产使玻璃在工业生产的领域中成为一項重要的工业，为各个工业部門提供了不少新型的结构材料。

玻璃究竟是用什么东西制造成功的呢？它的主要原料是砂子、石头、碱和石灰石等。将这些原料拌和后，經過1,400多度的高溫熔化，再用机器和人工做成各种形状。玻璃的原料主要是砂子，它的成份是二氧化矽。这样的玻璃叫做矽酸盐玻璃。玻璃具有很多的特点，不怕火、不怕水、不怕酸碱、不传电。我們今天要談的玻璃絲和玻璃棉，就是用这种玻璃制成的，所以它也具有玻璃的这些特点。玻璃很容易碎，但将玻璃拉成絲，吹成棉后却非常柔軟。玻璃絲、玻璃棉和玻璃虽然是成份相同，但它們的外觀却截然不同。

玻璃纖維非常細，最細的比人的头发还要細30—40倍，1公斤的玻璃可以拉成长为18,900公里，直径为5微米的玻璃絲，它的纖細程度，簡直使人用目力很难看出来。尽管它細到这个程度但它的抗拉强度却特別大，在受拉力时它比任何

纖維都結實，它比棉花結實 6—7 倍；比蠶絲結實 5—6 倍；普通鐵絲和它比也要差上 1 倍；如果把最細的玻璃絲并成小拇指粗細的繩，可以吊起好幾十噸的重量。用玻璃吹成棉花后，它的隔音、隔熱性能特別好，而且不吸水，不怕虫蛀，不會霉爛。玻璃絲還有一個最大的優點，就是彈性很大，裝在車上、船上做保溫材料，用過幾年之后不會結成團，如果採用其它纖維（象礦渣棉、石棉等）經過震動就要結團，結了團就會使保溫效率大大降低。

玻璃纖維包括可以紡織的連續纖維，和定長纖維兩種。普通也稱連續纖維為長纖維，定長纖維為短纖維；長纖維也叫玻璃絲，短纖維也叫玻璃棉。它們都是用和普通玻璃差不多的成份的玻璃製成的。我們通常所說的玻璃絲襪、玻璃雨衣、玻璃書包、玻璃雨衣等，都是用有機合成塑料製成的，這種塑料叫做有機玻璃。它和我們要談的玻璃纖維是完全不同的東西。

根據不同性質，玻璃纖維有幾種不同的分法，按粗細來分，有四種：

1. 粗纖維—直徑 20—30 微米；
2. 紡織纖維—直徑 5—12 微米；
3. 特細纖維—直徑 3 微米；
4. 超細纖維—直徑 1 微米。

按所含成份分類，可以分成六類：

1. 無硼高鹼纖維；
2. 低硼高鹼纖維；
3. 高硼低鹼纖維；
4. 含硼無鹼纖維；
5. 無硼無鹼纖維；
6. 特種成份（包括帶色）。

人們通常根据玻璃纖維的粗細把它們分成高級纖維与低級纖維。但高級纖維和低級纖維的正确区分法，应以它的成份和产品的用途为根据。如果按照以上原則来分类，則含硼无碱、与无硼无碱、特种纖維由于具有特殊优异的性能，應該算是高級纖維。

玻璃絲和玻璃棉的生产方法有很多种。生产玻璃絲的方法可分为三类，①棒拉法、②漏板法、③坩堝法。生产玻璃棉的方法有①离心法、②平吹法、③立吹法、④超細棉。玻璃絲和玻璃棉由于生产方法不同产品的质量也不同，用途也完全不一样。

早在古代埃及玻璃工人就已經能用玻璃抽成絲，繞到瓶罐上作为裝飾。但大量地进行工业性生产并作为工业材料，还是最近20多年的事。因此說玻璃纖維是一門新兴的工业。1914年第一次世界大战时，德国用棒拉法生产玻璃纖維代替石棉。由于棒拉法生产量小，不能滿足需要，发明了坩堝法；1934年左右美国发明了吹制法，使用高压蒸汽来噴吹已熔化的玻璃，使它成为玻璃棉，到1940年又有了飞跃的发展，生产了无碱玻璃絲并制成了各种电絕緣产品；美国到1950年产量已有7万吨。英国自1930年开始生产玻璃纖維，到目前为止每年可以生产数千吨。日本生产玻璃纖維，是从1936年开始的，当时为了防止海軍潜水艇用的蓄電池鉛隔板由于震动而产生的脱落鉛塊的現象，便使用玻璃纖維墊。1950年日本年产为4,480吨。1950年全世界生产玻璃纖維为10万吨左右，到1956年已經增加到年产50万吨。

由于玻璃纖維的用途广，世界各国都在大力发展这一門年輕的新兴工业，苏联准备在三、五年內，要将玻璃纖維产量提高到現有的5倍。我国过去沒有发展这門工业，几年来仅有少数工

厂进行生产，年产量不过1,000吨左右，而且都是粗的玻璃纤维，仅能作一般隔热及蓄电池隔板使用。在鼓足干劲、力争上游多快好省地建设社会主义的总路线的光辉照耀下、在积极贯彻中央与地方同时并举、大中小企业同时并举、土洋同时并举的方针下，我国的玻璃纤维工业，也象其他工业一样，正在全国各地遍地开花。从1957年开始各地采用了多种生产方法，试制成功了各种不同成份、不同细度的玻璃丝和玻璃棉，并且用玻璃丝加工织成了各种产品。在今天工农业生产大跃进的形势下，玻璃纤维工业正在以一个崭新的姿态出现在我国工业生产当中，并且由于它的发展，尤其是玻璃纤维与塑料相结合的玻璃钢的试制成功，将引起其它工业部门一系列的技术革命。我国的纤维工业在第二个五年计划期间，在我们党正确的领导下将会在原来的空白点上出现一个大跃进。

二、玻璃絲的性質和生产方法

(一)玻璃絲的性質

玻璃絲从外觀看，与日常应用的玻璃可以说没有一点相同之点。它和其他紡織物及人造纖維一样，可以紡成紗、織成布、擰成帶、压成墊、可以制造成各种不同的形状，外表光滑柔軟，但仍然保持玻璃的特性。玻璃絲主要具有以下几点性能：

1. 机械强度大 玻璃纤维的外觀呈光滑的圓柱形，它和有机纖維表面带有很深的皺紋是截然不同的。由于它表面光滑，纖維間的結合力非常小。用它制造强度大的紙張是比較困难的。但另一方面，由于它是圓柱形的，能够把纖維間的空隙填充密实，强度也比較高。

2. 比重大 玻璃纖維和普通纖維相比較，它的比重很大。无碱纖維一般比含碱纖維的比重為大。在同等重量同樣細度的情況下，尼龙紗可比玻璃紗長2.2倍。下面是各種纖維比重的比較。

纖維的比重

羊毛	1.28—1.33
蠶絲	1.3—1.45
棉花	1.5—1.6
人造絲	1.5—1.6
尼龙	1.14
无碱纖維	2.6—2.7
含碱纖維	2.4—2.6

3. 拉力强度大 拉力强度大，是玻璃纖維的突出的特点，它的拉力强度超过絕大多數人造纖維的强度10倍以上。由于玻璃纖維具有这一种特点，就使它代替了多年来一直用的石棉、碎布等来做为塑料的加强骨材。例如2—6微米的玻璃絲，拉力强度为200—600公斤/平方公厘，而15—20微米的醋酸纖維拉力强度只有15—20公斤/平方公厘。

各種纖維的抗張强度及其直徑

種類	抗張强度(公斤/平方公厘)	直徑(微米)
羊毛	11	15
棉花	34.5	10—20
麻	35	16—50
尼龙	30—66	—
蠶絲	44	18
玻璃纖維	100—300	5—8
鉄	50—200	—

关于玻璃纖維的强度，有許多不同的說法，有的說纖維直

径愈小，它抗张强度愈大。这种说法认为，玻璃纖維内部或表面会由于种种原因存在着微纹，当它受到拉力时，这一弱点便成为断裂的原因，愈细则微纹愈少而小，因此断裂机会少。另一种说法确定玻璃纖維的强度不决定于它的直径，而是认为拉制纖維的温度为主要因素。如在不同的温度下拉制相同直径(约10微米)的玻璃纖維，它们的强度是不同的。例如同是直径为20微米的纖維，在摄氏1,110度的温度下拉制强度为60公斤/平方公厘，而在摄氏1,250度温度下拉制强度为120公斤/平方公厘。从这一点说明玻璃纖維的强度主要取决于其成型的条件。所以会认为玻璃纖維愈细强度愈高，是因为在较高的温度下拉制出的玻璃纖維比较细的缘故。关于以上两种不同见解，是需要我国玻璃纖維工作者，通过不断试验来加以证实的。

关于长度与强度的关系，细度完全相同的单纖維，仅就其长度不同进行试验，所得结果是玻璃纖維愈短，其平均的拉伸强度愈强。反之，玻璃纖維愈长它的强度愈弱，原因是短的纖維纹少。玻璃纱或玻璃带用试验机所测定的强度值有时不一定就能表示出实际长度的强度，这点必须引起注意。

玻璃的化学成份对纖維强度有一定影响，碱性成份的单纖維其强度要比不含碱性成份的约低20%。但又有一种说法玻璃纱含碱1%的反而无碱的高，这可能是由于玻璃单纖維在集束方法上的不同影响了强度。

4. 电绝缘性能高 玻璃纖維的电气绝缘性高，耐电压大，电阻高达 10^{15} — 10^{16} 欧姆公分，比脱脂棉大24倍，比石棉大1,000倍，可耐电压(绝缘强度)8,000伏/公厘，可使电机的寿命比用棉織物作绝缘时大4—5倍，因此可以使电机外形尺寸缩小，并可使重量减轻25—40%。使用在变压器方面，不仅可以缩小体积，还可降低铜的重量15%。使用玻璃纖維绝缘能使电

机的工作溫度由摄氏55度提高到摄氏180度，如此則可以使制鋼廠的高溫条件下的軋機所用的电动机寿命得以延长；又如卷揚机，常常容易使电动机发生超过負荷的現象，使用玻璃纖維絕緣可以提高它的安全程度。

絕緣电阻力的大小，决定于纖維中碱的含量的多少。电气絕緣用玻璃絲必須用无碱纖維，主要因为无碱纖維的电阻較高。

由于具有上述优良性能，玻璃纖維的应用范围非常广泛。自从与有机塑料(树脂)結合制成的层压制品出現以后，更互相發揮了无可比拟的优良性能。

5.弹性系数大 玻璃纖維是完全弹性的物質，它的弹性系数比人造纖維大5—8倍，具有良好的抗振性。在玻璃纖維上施加拉力，其伸长的长度是和所加的力成正比，而且这种关系一直保持到玻璃纖維断时为止。更重要的是这种力即便反复合多次的作用也不会象普通纖維那样产生永久变形。因此，玻璃絲垫被广泛应用为精密的防震材料。上述性能仅适于常温的条件下，如溫度在摄氏100度以上則玻璃纖維也会产生永久变形。在常温的情况下，如果在玻璃纖維上加荷重維持十几天时，它的变形虽然是微小的，但恢复这种变形却是相当緩慢的。这些也是玻璃纖維的特点，普通玻璃就沒有这种現象。

6.吸水率低 普通的棉和蚕絲，一經吸收了湿气，就会膨胀，它的强度也发生很大的变化。如果認为玻璃纖維是不吸水的，因而就說它和湿度沒有关系是不对的。玻璃纖維吸湿性的大小，取决于玻璃纖維的化学成份和化学安定性。含碱的单纖維受到水湿后，它的强度会立刻下降，但无碱纖維却不下降。这是因为含碱玻璃中的碱份被水溶解，也就是說玻璃的表面受到了水的侵蝕。实验証明将含碱玻璃纖維放到水中，若加

入甲基橙指示剂时，会立刻变红，但无碱玻璃纤维却不发生这种现象。当空气相对湿度等于65%时，玻璃纤维的吸水率为0.2%，而棉花的吸水率则为10%。

7. 温度稳定性好 玻璃纤维的温度稳定性取决于它的化学成份，有碱玻璃纤维的温度稳定性为摄氏450度，无碱玻璃纤维的温度稳定性为摄氏700度以上。

8. 化学稳定性好 玻璃纤维除了氢氟酸，浓碱和热的浓磷酸外，对一般的化学药品都有良好的化学稳定性。玻璃纤维还具有无机物的特性，不怕霉、不会腐蚀、也不怕虫咬。除了具有以上各种优越的性能以外，它的原料在我国来说，几乎到处都可以找到，加上生产工艺过程简单、投资很小，所有这些都是促使玻璃纤维和玻璃纤维制品工业迅速发展的有利条件。

玻璃纤维除具有上述优良性能外，在实用上尚存在一定的缺点，缺点有下列几点：

(一) 玻璃纤维性质脆，制品的耐挠性和耐磨损性小。同其它人造纤维相比较，它的脆度最大，但也具备了一定的耐挠性，因此能满足纺纱织布的要求。

(二) 因为表面光滑，结合力小，所以难以制成纸张。

(三) 10微米以上的纤维对于皮肤有刺激性。

玻璃纤维所具有的缺点，可以用改变制品的形状或者结合有机物来弥补，在使用中尽量发挥它的优点，并针对实际情况加以改进使用，这样就可以使玻璃纤维找到更广泛的用途。

(二) 玻璃丝的生产方法

玻璃丝根据用途要求不同，有无碱、低碱和有碱玻璃的区别。所谓无碱即是指含碱量在2%以下，低碱指含碱量在

2—6%，有碱指含碱量在10—16%。如果作为电绝缘玻璃纤维，使用在电工方面，就必须有良好的电绝缘、耐湿、耐温等性能。为了达到以上的要求，作电绝缘用的玻璃纤维就应该选择无碱或低碱料方。而作为层压材料的骨材用就需要有优良的拉力和抗弯强度，虽然也不希望有吸湿的现象，但较电绝缘纤维要求差，有碱纤维料方，尚可选用。

根据用途不同，玻璃丝的生产方法，一般来说有棒拉法、漏板法和坩埚法三种。凡是制取10微米以下（以生产5—7微米为主）可作为纺织用的细纤维都用坩埚法。棒拉法和漏板法一般用来生产中粗纤维（棒拉法也能制造细长纤维），即18微米左右的纤维。

1. 棒拉法 棒拉生产方法的历史最悠久，方法最简便，100年前在欧洲已成为家庭工业，30年前已经工业化。它的制造方法是先将玻璃制成直径为4—5公厘，长为1.2—1.5公尺的玻璃棒，再从玻璃棒拉制成玻璃纤维。这种玻璃棒可直立排列很多根，在玻璃棒下端用煤气或电加热使它软化，它受到拉丝筒的牵引作用，制成连续的丝，缠绕在卷筒上，如图1所示。牵引速度为550—1,500公尺/分钟（一般为1,000公尺），玻璃棒拉法设备每台每小时能生产0.5—1公斤的玻璃纤维。用这种方法生产的玻璃丝，一般比较粗，直径为10—50微米。它们都是含碱的，目前国内已有几十家用这种方法生产粗纤维的工厂。在民主德国用这种方法能够生产低碱

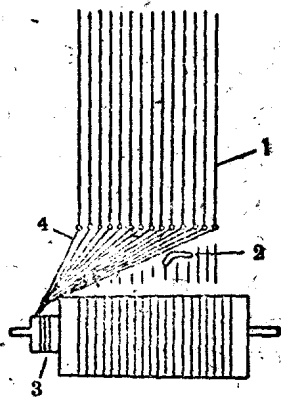


图1 棒拉法:

1. 玻璃棒 2. 加油器
3. 拉丝卷筒 4. 火焰加热

的細纖維。我国現在正在進行試驗。目前可用这种方法生产紡織纖維(直径为5—7微米)但玻璃成份中含碱量較多(4—6%)。用棒拉法亦可控制石英玻璃纖維。在生产中要求纖維粗細均匀,因此尽可能采用一定粗細的玻璃棒。

应用玻璃棒拉方法生产时,可以設法使玻璃纖維交錯成为一定角度,纏繞在卷筒上,或使卷筒往复运动,纖維这时就自动卷成斜交状,可直接用来制作玻璃絲垫。經過加工可以做蓄電池隔热板,空气和高温气体的滤过材料,并可制成隔热保温用的絲垫及粗布和工业用的滤过布。

采用棒拉法的主要优点是投資少,設備简单(主要設備为制造玻璃的棒設備、加热熔化玻璃棒設備及卷筒等)要求日产600公斤玻璃絲的棒拉法車間(14排玻璃棒組,14台卷筒),投資只要40万元,如包括煤气設備在內,亦不到100万元。棒拉法的主要缺点为产量低,玻璃成份含碱不能太少。

2.漏板法 漏板法生产的主要設備是拉絲塔窑,它是一座小型池爐,窑底由四块大型異形砖(底砖)組成,每块底砖各具有熔化池和漏碗,漏碗下边設有四个耐火粘土制的漏板,每块漏板上有280孔(孔分为2.5—5.0公厘直径),每块漏板的生产能力为2.5公斤/小时(为18—20微米的纖維)。制造漏板的材料有很多种,如耐火材料的漏板,耐热鋼漏板和陶磁漏板等。对于漏板的要求,必須有均匀的孔径,而且具有光滑的表面、最小的厚度、要耐急冷、急热,耐侵蚀、不粘附杂物。漏板孔径有2.5、3.0、3.5、4.0、5.0公厘等几种,可以控制不同細度的纖維。每块漏板的孔沿着圆心成螺旋綫排列并互相錯开,这样可以避免玻璃液与粘化状态的玻璃絲互相接触而粘結,还可以使温度較均匀地分布在漏板上。如果用耐热鋼作成的漏板,由于加工問題,漏孔應該成棋盘式排列。

底磚好壞，直接影響拉絲的壽命，所以底磚也應該能耐急冷、急熱、耐侵蝕、含鐵量亦應該少，因為玻璃里滲雜了鐵，常常會產生小泡，拉制時會使斷絲增多。

拉絲設備中另一重要部份，是傳動系統和拉絲滾筒，拉絲滾筒的直徑為800公厘、寬為800公厘、轉數為300—450轉/分鐘。在拉絲中要求轉運平穩而振動小，尤其是在高速轉運時更需要注意轉運保持平穩。

生產時用的燃料是重油，其主要設備是噴嘴、空氣壓縮機、油泵等，也可以採用高熱值煤氣。

採用漏板法生產玻璃絲的拉絲工藝過程比較簡單，熔爐安置在離地面2—3公尺上的地方，將經過清洗的玻璃塊投入窖內進行熔化，玻璃熔液就流到漏碗下邊的漏板，再由漏板的漏孔漏出。這時應該將所有的纖維集中起來並用手拉，使直徑變細，再把它纏在拉絲機的滾筒上，滾筒以一定的轉速轉運，拉制成連續的玻璃纖維。如圖2所示。

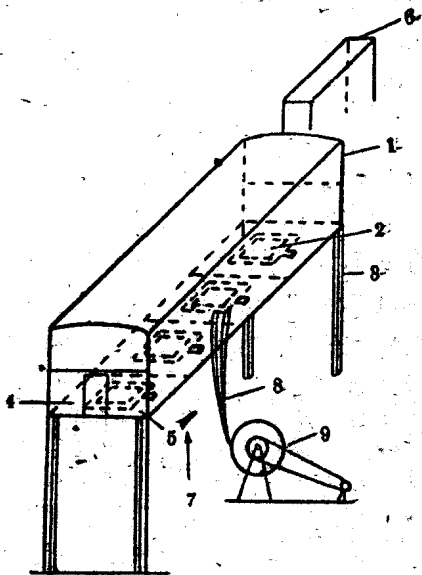


圖2 漏板法：

1. 熔窯 2. 漏板 3. 支柱 4. 投料口
5. 噴火口 6. 出口烟道 7. 潤滑劑噴嘴
8. 玻璃纖維 9. 拉絲滾筒

在生產工藝過程中主要要求保證生產質量好、產量高、成本低的一定直徑的纖維。根據漏板法的特点在操作中必須掌握漏板上的孔徑、拉制纖維的速度、玻璃熔液的溫度和深度。溫

度是拉絲生产中的最主要关键，因为温度变动会直接影响玻璃液粘度的急剧变化，破坏了拉絲生产。温度低了玻璃液粘度增加，玻璃液便不能及时漏下，不能满足拉絲的要求，玻璃纖維的直径因而也变細，变得容易断絲。温度高了，則玻璃液粘度过小，玻璃液流下的速度过快，引起操作困难，玻璃纖維直径就加粗，同时也增加玻璃液对耐火材料的侵蚀。此外，温度的分布也是生产中很重要的一个环节，如沿窑的温度分布，各块底砖的温度和漏板上的温度分布必須严加掌握。

据建筑工程部玻璃研究院的經驗，耐火粘土漏板使用期限为6—8小时。如漏板长期使用，由于玻璃液的侵蚀作用，漏板上的孔眼逐渐扩大，纖維直径也会逐渐增加。陶磁漏板則更差，只能使用3—4小时，这是由于它的耐侵蚀性差，接触玻璃液的一面，很快就熔化的緣故。耐热鋼漏板使用时间长的可达20—30天，并且有以下优点，同样孔径的漏板，在同样轉速下拉成的纖維直径較用耐火粘土漏板的較細、較好、不易断絲。每次

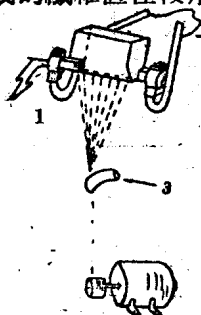


图3 坩埚法：

1. 电极夹头冷却水管
2. 地面 3. 調滑槽
4. 接变压器通入电流的电极

拉絲間隔時間較耐火材料漏板为短。

漏板法制造的产品用途与棒拉法的相同。比紡織纖維粗得多，主要用来作为隔热、隔音材料，不但导热系数低，吸音系数高，而且产量高，成本低。和棒拉法来比較，漏板法生产的玻璃纖維質量較好、生产量較大、成本較低。

3. 坩埚法 坩埚法是在坩埚底下开許多小孔，把从小孔中流出的玻璃，用极高的速度拉引卷取而成細絲的方法。

如图3所示。

制坩埚的材料，有白金、高鋁質的

人造鋼玉和普通耐火粘土。此外还有石英玻璃、矽綫石等，在性能上也都能达到耐高溫、耐侵蝕的要求，但这些材料如何滿足工艺上应用的要求，还有待于今后的不断試驗。

現在將我国目前采用的几种不同材料制造的坩堝的拉絲情况擇要介紹如下：

(1)白金坩堝：制造高質量无碱玻璃纖維，須要采用白金坩堝，坩堝是一个长方形的槽，尺寸为 $30 \times 15 \times 10$ 公分，壁厚为4公厘，重量为1—2.5公斤，坩堝底部設有小孔2排，孔数为100—200个，孔径为1.2—1.5公厘。在坩堝二端直接通电加热，所用的电流为3,000安培，电容量为8—20瓩，为了消除杂质和自动喂料，可以把作为原料的玻璃預先制成直径为15—20公厘，重为7—10克的小球也即是儿童所玩的玻璃弹子一样大小的球。經過严格检查后，把玻璃球放进喂球机，每隔一定時間喂球机將它們一个一个地送到坩堝內。当玻璃球受热而熔融后，玻璃液經小孔流下来便成絲状，坩堝內部的温度为摄氏1,300—1,500度。玻璃絲由迅速轉动的圓筒卷繞着，它的直径一般为5—7微米左右，卷筒直径为10—15公分，轉速每分鐘为4,000—6,000次，拉制速度为每分鐘1,000—3,000公尺（一般为1,600—1,800公尺）。生产能力每小时为1—1.5公斤。白金坩堝制造的玻璃纖維，多应用于电气絕緣方面，如漆包綫等，織成布后亦可作为化学工业过滤布及隔热与防火布、窗帘、銀幕等用。

我国上海耀华玻璃厂，目前采用白金坩堝塔制低碱玻璃进行拉絲。在試制中上海耀华玻璃厂采用了三种坩堝，一种为两端通电白金耳朵豎放的坩堝，有漏孔104个，孔径較小，为1.2公厘；一种为通电白金耳朵横放的坩堝，漏孔102个，孔径1.45公厘；第三种为仿苏式耳朵立放的坩堝，面积大，壁較

薄，并带有盖子。由于白金本身化学性质稳定、耐侵蚀、耐磨损、纯白金在高温下只有微量挥发，如上海耀华厂坩埚重为2.3879公斤，经使用567小时后，重量为2.37468公斤，白金损失为12.91公两（根据理论计算挥发为2.7公两），它能在高温下长久地保持正确的形状尺寸，这样玻璃纤维的质量也就可以得到保证。白金能耐摄氏1,800度的高温，经常使用温度在摄氏1,500度。上海耀华厂低碱含硼玻璃成份的作业温度为：坩埚内温度为摄氏1,250—1,350度，漏板温度为摄氏1,135—1,155度。应用白金坩埚对耐高温、耐侵蚀来说是一个重要的保证。目前耀华玻璃厂每24小时生产玻璃纤维22.5公斤，这样的生产率尚未达到预算要求须要通过生产实践逐步提高。

从上海耀华玻璃厂试制过程中看来，在拉丝工艺过程中要注意的是：①制造坩埚时坩埚厚薄必须符合要求并且要求非常均匀，因为厚薄不均匀就会影响电阻，这样各处的温度就不均匀。②在按装坩埚时，必须严格注意白金耳朵面及铜夹头面是否平整，接触是否很好。如接触不好，坩埚加热不均匀，同时若局部接触电流密度过大，则白金与铜，有生成合金的可能。白金坩埚耳朵上的铜夹头距离坩埚侧面的远近，可以调节二端的温度，它们的距离一般在20—30公厘左右，距离近可以降低温度，远则可以升高温度。生产时铜夹头要防止断水和漏水，防止铜板升高温度与白金成为合金。

坩埚铜夹头接上以后就接导线，按上进出水管，进行通水试验，而后用酒精将坩埚清洗一次（带有盖子的坩埚在按装前擦洗），最初通电将次级电压开到1伏，将坩埚预热，再逐渐调到2伏、3伏。在升温过程中首先注意耳朵根部是否先红，温度是否均匀，如不均匀则可能是白金坩埚壁的厚薄不均或者是铜夹头接触不严密，甚至于铜夹头的位置和循环水量亦要注

行調節。③通电試驗完毕，开始加料，先加入玻璃球100—150粒，加球量是要根据坩埚的大小而决定。升温时按每小时依次級电压升1伏上升至达到拉絲溫度，在漏板溫度达到摄氏950—1,000度，可陆續每分鐘加球10粒，保持溫度均匀，加到一定液面。上海耀华厂采用了苏联的配方，漏板溫度保持在摄氏1,155—1,176度在綫速度为1,500公尺/分的情况下，纖維細度为5—5.5微米。到达拉絲溫度后，玻璃液滴就自动滴下，携一次全絲(把一滴滴玻璃液拉成絲)需时1—2分鐘。

(2)鋼玉坩埚：南京建筑五金厂創造性地使用了高鋁成份的耐火材料，配备了有白金嘴(每个拉絲孔用白金嘴)的鋼玉坩埚生产玻璃絲方法，这种坩埚每个只要80元，每只坩埚仅用白金0.3公斤。这种坩埚同样能生产出合乎标准細度的低碱玻璃纖維(5—7微米)这种玻璃纖維在絕緣性能和其他主要性能上与白金坩埚生产的玻璃纖維的各种性能一样。这样生产的玻璃絲的質量已經达到了国际水平。

应用鋼玉坩埚生产目前存在的主要问题是，拉絲速度比使用白金坩埚要慢，产量要低，100孔坩埚每昼夜生产玻璃絲9公斤左右，坩埚使用寿命短，只有7天左右。鋼玉坩埚不能直接通电，采用矽炭棒間接加热，耗电量較高，矽炭棒价格高，每根100余元，加热要用六根(每根用24小时)，在間接加热方面，对溫度均匀的控制也比較困难。因此順利地連續进行生产会受到影响，根据該厂使用結果，坩埚在升温至摄氏800度左右时，容易发生断裂(拉絲不受影响)，由于产量低，成本也高，目前生产上主要的问题是如何提高坩埚質量，延长坩埚寿命、改变加热方法、提高产量、降低成本。

(3)粘土坩埚：上海斯美玻璃厂发明了粘土坩埚拉制玻璃絲的方法，采用煤气加热，水平拉制。可以制成5—7微米的