

(64) 出国参观考察报告之69

英国丹麦玻璃和陶瓷生产 研究单位参观报告

(内部资料·注意保存)

中华人民共和国科学技术委员会情报局编印

一 九 六 四 年 五 月

說 明

我有关部门曾派范希朋、何欧里、刘公诚、李济元四位同志赴英国、丹麦参观访问。参观小组曾于1963年10月至12月先后参观了丹麦建筑展览会、英国国际建筑展览会和水泥、玻璃陶瓷方面的一些工厂和研究单位；并于回国后编写了参观报告。这些报告在付印之前，又经建工部建筑材料研究院技术情报室进行了整理和加工。

为了满足各单位的需要，将全部报告分玻璃陶瓷及水泥两部分印发有关部门参考。

目 录

一、英国谢菲尔德 (Sheffield) 大学玻璃工艺系参观记要	(1)
二、丹麦Korsør Glasværks玻璃工厂参观记要	(5)
三、英国第格拉斯玻璃纤维公司(Deeglas Fibre Ltd.) 参观记要	(7)
四、丹麦矿物棉工厂参观记要	(11)
五、不列颠陶瓷研究所(British Ceramic Research Association) 参观记要	(15)
六、英国约翰·司泰文通卫生陶瓷厂 (John Steventon & Sons Ltd.) 参观记要	(19)
七、英国威廉·鲍尔通陶瓷机械设备公司 (William Boulton Ltd.) 简介	(21)
八、丹麦诺尔顿瓷器厂 (The Norden Porcelain Factory) 参观记要	(22)
九、英国理查釉面砖和地砖厂 (Richards tiles Ltd.) 参观记要	(23)
十、丹麦哈斯雷墙地砖及耐火砖厂(A/S Hasle Klinker and chamottestensfabrik) 参观记要	(26)
十一、英国基朋窑炉公司 (Gibbons brothers Ltd.) 参观记要	(32)
十二、英国通用耐火材料公司 (General Refractories Ltd.) 参观记要	(33)
十三、丹麦建筑展览会简介	(34)
十四、国际建筑展览会简介	(37)

英国、丹麥玻璃和陶瓷生产研究 單位參觀報告

建筑材料參觀小組

一、英国謝費尔德 (Sheffield) 大学 玻璃工艺系參觀記要

该系由 R. W. Douglass 教授领导, 系內还有六人进行教学和科学研究工作: 如 J. O. Isard 教授(负责玻璃电性能研究); R. F. Sykes 先生(负责化学分析方面研究工作); T. Bates (研究颜色玻璃); M. Cable 博士(研究玻璃形成过程); S. Parke (研究玻璃粘性); A. E. Owen (研究玻璃有关结构方面) 等人。该系內有研究生: 三年的 21 人, 二年的 5—6 人, 一年的 2—3 人。该系內共有学生 50 人左右, 每年招收 15 人左右。另外, 还有两个短期一年的訓練班: 一是为大学毕业的工程师在玻璃科学研究方面进行訓練; 另一是为学生取得博士学位, 补教一些课程。

该系只进行玻璃科学研究方面的工作, 对工业上和工艺上的研究由玻璃研究所和工业部门的研究单位进行。

(一) 研究項目

1. 玻璃电性能的研究。

主要研究含鈉、鉀普通硅酸盐玻璃、铝硼系统玻璃和鈉、鋰、硅系统玻璃(作为玻璃电极用)。研究在不同频率、不同溫度下的导电性能和介电性能。主要仪器有: 可测 10^{14} 电阻的交流电桥, 波长 200 千周和波长 8 毫米的介电性能测定仪器(采用波导管), 以及在玻璃退火溫度下的电导测量仪器。这些仪器都可在溫度 500°C 以下进行测量。

2. 玻璃的化学稳定性的研究。

主要研究含鉀或鈉硅酸盐简单玻璃系统在水溶液中的浸蝕机理。研究不同溫度、不同时间水对玻璃浸蝕的过程。方法是采用粉末法; 放在水溶液中, 测其汲出的物质, 测定溶液的 pH 值, 和用电子显微鏡观察玻璃表面的 SiO_2 层的变化, 其耐水性试验方法比较好。

3. 相平衡的研究。

研究鋰、鋅、硅酸盐三相系统的结晶机理, 其目的是想得到微晶玻璃。研究方法, 是用高温显微鏡研究其结晶生长过程, 并自己设计一套高温显微鏡以及电子显微鏡观察晶核和结晶, 该项研究工作已作了三年, 目前已得出一部分结果。

4. 研究玻璃的机械性能。

此部分实验进行的很少,未作详细介绍。

5. 研究玻璃中变价元素,在氧化和还原条件下的平衡关系。

主要研究在不同气氛条件下Cr和Fe在玻璃中的变价情况。褐色玻璃在S或氧的气氛中熔融,研究Fe是以何种状态存在的,是 Fe^{3+} ,还是硫化铁。研究方法是:采用小型白金丝加热电炉,向炉内通入不同气氛的熔融玻璃,然后用分光光度计测定吸收光谱,研究其存在状态,此外,用化学分析方法来测定水溶液中的Cr或Fe的不同价及其颜色(用光电比色计),以便与玻璃的颜色相比照。

6. 研究从原料到形成的过程。

主要研究:原料颗粒度对玻璃成气泡的影响,氧化与还原气氛中熔融对生成气泡的影响,再生气泡的问题;研究玻璃的均匀性和其测定的方法;研究玻璃中气泡的气体组成和其测定方法,以及气泡的溶解和扩散速度等。

7. 研究玻璃的红外透过率与折光率的变化。

(二) 各试验室情况

1. 电性能试验室

该室由J. O. Isard博士领导,有2—3人在此工作。主要分为三个部分:

(1) 电阻:

利用交流电桥,测玻璃的电阻,一般测到 10^{14} ,玻璃试体尺寸 $\phi 5$ 厘米,厚2毫米左右。测高温电阻时,电极用不锈钢,一般金属电极可在 400°C 以下测定,可涂银浆,贴银片或金片。

现正研究 $\text{B}_2\text{O}_3 \cdot (0.35) \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot (0.317) \text{BaO}$ 系统玻璃(编号B[6]6),此玻璃电绝缘性能很高。此玻璃在 300°C 时,介电损失为0.001。

(2) 介电性能:

有频率200千周和8毫米波长的介电损失测定仪器。8毫米波长测定是采用波导方法,可测不同温度下的介电损失(估计在 1000°C 以下)。试体是用 $\phi 3$ 毫米的玻璃棒。主要研究介电损失小的玻璃的结构问题。根据试验情况推出假想:原子量大的元素,介电损失小,原子量小的元素,介电损失大。这种想法,尚未能用实验证明。现在研究Si、B、U、K对玻璃介电性能的影响。

(3) 退火温度与电导关系:

主要研究在不同退火温度、不同退火速度和往复冷却,以及升温对电导的影响。研究证明,玻璃在一定速度由退火温度冷却,测其电阻,然后再按原定冷却速度升温到原温度,再逐点测其电阻,则后者电阻比前者稍高。如此往复下去则电阻逐渐升高,则各电阻可联成一直线,可能成为平衡的关系。原因是与玻璃的活化性能有关。据了解,法国也正在研究此问题。退火炉用一管式电炉,为了使炉内温度均匀,炉内膛的两端各用铁块堵塞。

测高温电阻用设备见示意图1。

2. 玻璃化学稳定性试验室

主要研究玻璃对水的耐久性。采用K—Si和Na—Si两简单系统,研究在水溶液中不同时间对其浸蚀的影响,并研究加入第三种成分对它的影响。研究方法:是将玻璃放在水中,加热至一定温度,分析其浸出的物质。采用500cc银制圆形容器,加入500cc水,将玻璃研成一定颗粒的粉末,放在白金网笼内,在银制容器的外部加热,温度可由 $50-100^{\circ}\text{C}$ (自动调节),

温度可控制在 $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$ ，并用真空泵调节容器的压力。每隔一定时间取10cc水，分析水中的 SiO_2 、 K_2O 、 Na_2O ，有时分析 CaO 。 SiO_2 用比色计测定， K_2O 、 Na_2O 用火焰光度计测定。这套耐水性测定设备比较好，测出的数据比较稳定。水对玻璃的浸蚀机理：水首先将玻璃表面上的K、Na溶去，暴露出 SiO_2 ，而 SiO_2 又溶解于水中一部分，在水溶液中含有 SiO_2 。在开始时，溶解速度是时间的平方。当玻璃表面的 SiO_2 胶膜加厚时，水对K、Na的溶解速度减慢，以后溶解速度与时间不成平方关系，而成直线关系。玻璃表面的 SiO_2 胶层可用电子显微镜观察，如用 CaO 代替 SiO_2 ，可提高其耐久性。

3. 相平衡研究室

研究 $\text{Li}_2\text{O}-\text{ZnO}-\text{SiO}_2$ 系统的相平衡，方法采用淬火法。用自制的高温显微镜研究其熔融温度，结晶的生长。用电子显微镜研究其成核过程，用X光和显微镜研究其矿物组成和结晶结构。在 $\text{Li}_2\text{O}-\text{ZnO}-\text{SiO}_2$ 三元系统内共有五个区域，经研究试验发现有 $\text{Li}_2\text{O}-\text{ZnO}-\text{SiO}_2$ 固溶体区域。现主要研究其结晶机理，研究此系统是否能得到与微晶玻璃相同的结果。用高温显微镜研究 $\text{Li}_2\text{O}-2\text{SiO}_2$ 的结晶过程，已得出初步结果。自制高温显微镜示意图如图2。

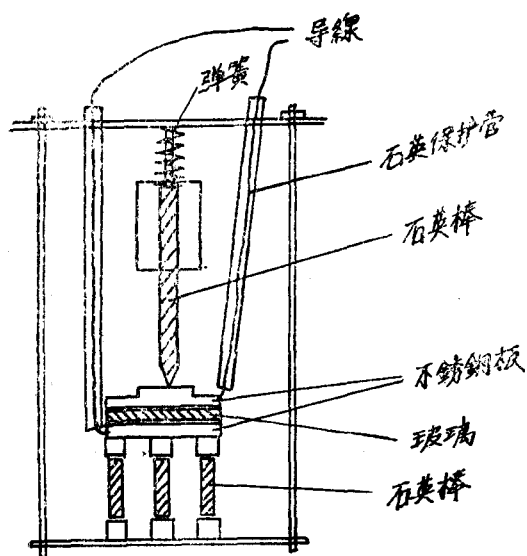


图 1

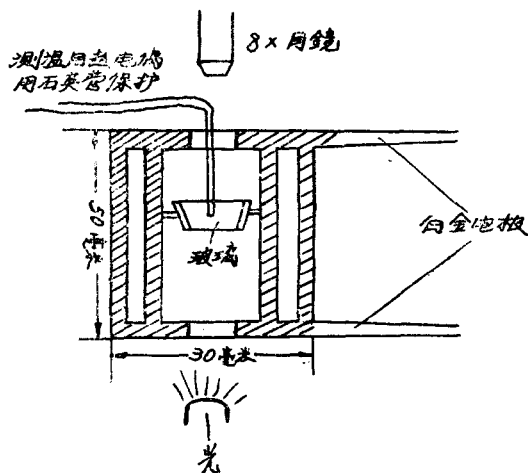


图 2

(1) 高温粘度计系采用白金圆锥体回转法测定可制 $10^3-10^{6.5}$ 。

(2) 折晶电炉是立式梯度电炉，可放9个样品，玻璃样品放在白金制锥形小包内。

(3) 内耗测定设备，在真空条件下，测玻璃丝的内耗。

4. 氧化或还原气氛熔制玻璃，对离子变价的影响。

(1) 主要研究Cr在玻璃中的变化。Cr在玻璃中可能是 Cr^{3+} 或 Cr^{6+} 。研究此问题是比较复杂的，首先要决定测定方法。现采用二种方法：

①化学方法：

用分光光度计，火焰光度计和单色光火焰光度计来测定含一定数量的 Cr^{3+} 或 Cr^{6+} 的水溶液或硫酸溶液等的颜色，以研究 Cr^{3+} 或 Cr^{6+} 的颜色变化。

②物理方法：

用分光光度计测其吸收光谱， Cr^{3+} 在6000埃， Cr^{6+} 在3600埃吸收， Cr^{3+} 在6000埃吸收

光谱不明显,而 Cr^{6+} 在3600埃处吸收很强,在此处 Cr^{3+} 亦略有吸收,可略而不计。

以 $3\text{Na}_2\text{O} \cdot 7\text{SiO}_2$ 玻璃为基础,在O, S, H, CO_2 , SO_2 等不同气氛下熔制,首先熔制不加入Cr的,然后加入 Cr^{3+} 的或 Cr^{6+} ,以及加入 Cr^{3+} 和 Cr^{6+} 按不同比例熔制出玻璃,以研究其对玻璃颜色变化的关系。这种方法是假定在无其他离子,尤其是不能存在 Fe^{2+} 的条件下进行的。试验证明,在氧气氛中,用温度1400°C,熔融40小时可使 Cr^{6+} 平衡,如时间再长则 Cr^{6+} 挥发(Cr^{6+} 比 Cr^{3+} 易挥发)。研究目的,是想得出 Cr^{3+} 与 Cr^{6+} 在玻璃中的定量关系,只得出初步结果,一般可用肉眼即可观出不同气氛熔制时,含Cr玻璃颜色的变化。一般加入 Cr_2O_3 0.06%。

另外也研究加入CuO对玻璃颜色的影响,CuO一般加入0.6%。

据了解,该室采取了另外的方法,进行研究离子的变价与氧化或还原条件下熔融的关系。目前尚无结果,没有详细介绍。

研究琥珀玻璃,在S与氧的气氛中熔融观察其颜色的变化,研究Fe与S的定量关系,Fe是以 Fe^{3+} 存在,还是以FeS状态存在。在试验中加S或C作为还原剂。

5. 原料和玻璃形成研究室

主要研究:

- (1) 原料颗粒度对气泡生成的影响;
- (2) 氧化与还原气氛对再生气泡的影响;
- (3) 玻璃均匀性测定方法;
- (4) 玻璃中气体的组成和其精确的分析方法;
- (5) 玻璃中气体的溶解和扩散速度,玻璃在熔融时采用坩埚回转的方法来进行研究。

玻璃均匀性测定方法原理,是将玻璃粉碎成一定粒度,放进比玻璃的折射率高的溶液中混合,当升温时,溶液的折射率降低,如玻璃本身均匀,则与溶液的折射率相同,如不均匀则出现折射率差别,以差别大小测定玻璃的均匀性。

该室正研究用氦(He)及其他气体分析玻璃中气体组成,并制造了一套自动化设备,可自动给出气体成分信号。

在玻璃熔融时,保持一定温度,送入不同的气体以研究再生气泡与熔融气氛的关系。

6. 结构试验室

利用1~15微米红外分光光度计(共有二台)研究:

- (1) 熔融石英中水的影响;
- (2) 研究玻璃的红外吸收和折射率来探讨玻璃的结构。

7. 其他仪器设备方面

(1) 化验室:

- | | |
|-----------|-----|
| ①光电比色计 | 1台 |
| ②火焰光度计 | 1台 |
| ③单色光火焰光度计 | 1台。 |

单色光火焰光度计是英国Unicam型,比一般火焰光度计分析正确,可测定微量杂质,分析Ca、K、Na、Cl、Ba、Fe、Al、B等元素。Ca准确度可达到1/10万。使用乙炔和氧气可使火焰高一些。这种仪器一般在医学上用的较多。

(2) 熔化室:

- | | |
|------------|----|
| ①SiC电炉(小型) | 7台 |
|------------|----|

②小方型煤气熔化炉	6 台
③方型退火炉	2 台
④棒式搅拌机	1 台

(3) 学生试验室: 此处专为学生作教学试验用。

①软化温度测定炉	1 台
②Na ⁺ 迁移测定设备	1 台
③用圆棒法测抗张温度设备	1 台
④测定糖浆粘度设备	1 台 (模仿玻璃液粘度)
⑤折晶电炉	2 台
⑥X光结构分析仪	1 台

此外, 该室还研究用不同比重液测定玻璃比重。

从所参观到的情况来看, 有以下几点比较突出:

1. 该系除了教学以外, 主要在玻璃基础理论方面进行了一些研究。在 8 个教授、博士或有工厂实际经验的人领导下主要依靠研究生进行研究工作。此 8 人中有 3 人是物理学家, 3 人是化学家, 2 人是玻璃工艺方面专家。可见在基础理论方面的力量是比较强的。

2. 人员比较少, 研究题目比较少, 一个题目研究时间比较长, 因此研究的内容比较细, 比较深, 比较系统, 如玻璃的化学稳定性, 耐水方面已研究了三年, 玻璃的锂、锌硅酸盐系统相平衡也研究了三年。现在还在继续进行。

3. 研究试验用仪器设备比较多, 除通用的仪器, 如光谱, 分光光度计、显微镜测温仪器等是购买的以外, 一些玻璃专用的仪器设备, 如粘度计、结晶电炉、高温显微镜和电性能测定仪器等很多都是自己设计和制作的。在这些仪器上进行了大量研究试验工作, 一部分仪器是专为某个研究题目制造的。

另据 R. W. Douglass 教授介绍, 玻璃研究所就在该校附近。该所主要接受各工厂的委托任务, 经费亦由有关工厂供给, 主要是在工艺方面进行研究, 主要研究内容有: 燃料和燃烧、玻璃窑炉热工、玻璃的强度等。

二、丹麦Korsør Glasværks玻璃

工厂参观记要

该厂主要生产平板玻璃和双层层合玻璃。

1. 平板玻璃

有 5 台垂直引上机的池窑一座, 系有槽垂直引上。年产量为 360 万米² (按 2 毫米厚计祿), 其中 50% 用来制造双层层合玻璃。所用原料除石灰石是丹麦的以外, 其他都是国外进口: 硅砂和白云石——比利时; 纯碱——英国或西德; 长石——挪威。原料都是粉料进厂, 因此该厂无原料破碎和过筛设备, 原料由轮船运入工厂分别入库。库下设有原料称量设备, 配料时分别称量后用皮带输送机送至混料机, 每次混合 1000 公斤, 约混合 6—7 分钟, 混合时加水并加入 25% 的碎玻璃。配合料由吊斗送至窑头小料仓内。窑头装有两台堆式下料机。池窑的宽度约为 6 米, 长 35 米左右, 有小炉 6 对, 使用 4 对。窑内最高温度为 1480—1500°C, 燃料为重油, 采用自动控制燃烧, 并附有手动输送设备一套, 以防自动设备发生

故障。油加热到 120°C ，并在30公斤压力下过滤，然后以11—12公斤压力往窑内输送，空气压力约为3—4公斤/厘米²。20分钟自动换火一次，换火时先进空气，经几秒钟后再进油。引上机中4台宽为2米，1台为2.5米，引上室内采用拉边器（按德国专利）。槽子砖口温度约为 915°C 。引上的玻璃质量很好，玻璃边很小，约有4—5毫米宽，切裁时边损失很少。引上速度：2毫米为70米；3毫米为45—50米。经约8天打炉，重新引上一次。采板，用自动采板机，切裁和包装是人工操作，无机械设备。全厂人员共约400人，其中职员200人，层合玻璃生产工人150人。

玻璃成分： SiO_2 71.72； Al_2O_3 0.75； Fe_2O_3 0.07； CaO 7.3； MgO 4.55； R_2O 15.00

每星期作一次玻璃的全分析，每天作混合料的分析。

根据平板玻璃生产情况来看有以下几点比较突出。

（1）特别注意玻璃质量，玻璃质量比较好。表现在没有波筋和气泡，仅有个别的小砂点，玻璃厚薄均匀，颜色浅淡。单片观察与磨光玻璃近似。玻璃炸裂也很少，退火程度也比较均匀，除4—5毫米的边以外，都可切裁成成品。质量好的原因有以下几点：

- ①原料都是粉料进厂，粉料成分与粒度比较均匀，波动少；
- ②烧油系统易于控制，尤其采用自动化设备，窑内温度波动少；
- ③熔化温度较高， $1480—1500^{\circ}\text{C}$ ，熔化质量少；
- ④引上速度慢，2毫米厚的为70米，3毫米厚为45—50米；
- ⑤耐火材料采用锆莫来石砖（由法国和美国进口）；
- ⑥引上室采用拉边器，引上的玻璃边质量稳定，切裁率高。

（2）粉尘少，原料车间输送及混合设备等密闭较好，混合时无粉尘飞扬，窑头下料机密闭也是如此。

（3）人员少，平板玻璃生产，包括切装仅200人左右。

2. 双层玻璃

由两块玻璃边部用宽12毫米左右的铅条涂以橡胶质粘结剂密封而成。在铅条框架内装有硅胶粒，用以吸收双层玻璃中间的水份。主要制造工序如下：

（1）铅条制备。

铅条由外厂订制，其形状如图3所示。先将铅条一头用锡焊牢，从另一端倒入硅胶粒，装满后用锡将这一端也焊死，硅胶粒从铅条上的小孔吸收湿气。

（2）玻璃制备，与铅条粘合。

将垂直引上的平板玻璃（一般厚为3—4毫米），擦洗干净，在玻璃的四边用尖咀形喷枪涂一条宽4毫米，厚1毫米的胶结剂，放在太阳灯下稍加烘干，然后将铅条放上胶结。然后将四条铅条相接处用锡焊好。

（3）上层玻璃的胶结。

将另一块擦洗干净的同样玻璃的四边也喷以胶结剂，再复盖在已粘在玻璃上的铅条上，然后在四边用铁夹子（夹子口垫有橡皮，以免磨伤玻璃）夹在玻璃边上，在室温下放置24小时，使其粘牢（参看图4）。

（4）封上下边。

将夹子去掉后，在玻璃外边仍涂上胶结剂，将铅条外边弯向玻璃，使其与玻璃粘牢。四边铅条接头用锡焊好后，送入 40°C 的室内烘干，使其牢固（参看图5）。

(5) 修整边部及擦拭。

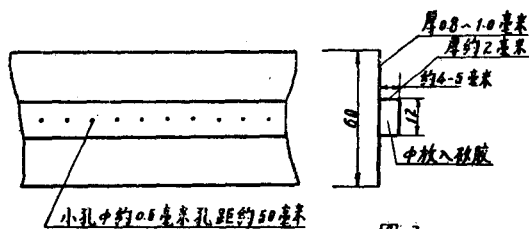


图 3

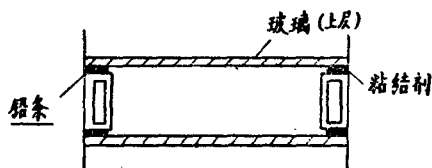


图 4

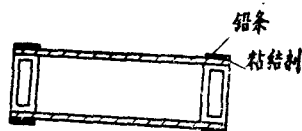


图 5

产品规格根据用户要求制做。

将上述粘牢的玻璃取出，修整铅条边缘并用酒精将玻璃表面擦洗干净，即成为成品。

(6) 粘结剂。

由美国进口，是Minnesoth Mining Co. 生产，据说是一种橡胶制剂，呈黑色有如沥青一样。

(7) 冷冻试验。

在化验室试验，一面为 -40°C (用干冰)，另一面为室温，试验双层玻璃内有无湿气凝结，确定吸湿效果。

(8) 双层玻璃的价格。

双层玻璃的价格最低为平板玻璃的5倍。丹麦建筑用量很大，该厂一年生产的仅能满足需要量的三分之一。

另外该厂还制造压花、磨砂等双层玻璃，这些玻璃原板由国外进口。

三、英国第格拉斯玻璃纖維公司 (Deeglas Fibre Ltd.) 参观記要

英国制造玻璃席工厂共三家：(1) 第格拉斯玻璃纖維公司；(2) 透納兄弟公司 (Turner Brothers Ltd.)；(3) 玻璃纖維公司 (Fibre glas Ltd)。

Deeglas玻璃纖維公司是其中之一。该厂系属B.T. R集团，共有16个工厂，其中包括聚酯树脂制造工厂等。

该厂使用窗用碎玻璃经清洗再经过白金坩埚拉制纖維制造玻璃席及粗纱，供自制玻璃钢及对外销售。该厂自己不用玻璃布，也没有纺织设备，如需用无碱玻璃纖維时，全部设备可以照常使用，唯原料采用自美国进口的玻璃球。

该厂没有出售专利的经验，现在正与罗马尼亚、波兰联系出售设备，过去曾把制玻璃席的设备卖给苏联。聚酯树脂专利出售正与土耳其谈判中，他们自己不能制造纺织、落纱设备，但能自己设计制造制席设备，美国也有制席的标准产品。

制玻璃席厂以年产1000吨比较经济，每个工厂包括拉丝设备在内 (不包括制球) 约需750,000英镑投资，其中40万英镑是为白金坩埚拉丝用设备等费用。

年产1000吨玻璃纖維席需要30台白金坩埚 (200孔)，每台重3900克，12—18个月重制一

次，白金损失包括冶炼损失为 2 %。白金是由苏联进口的。粗纱 (Roving或束)落纱设备有标准产品，每台年产100吨，价仅600镑，配合1000吨纤维席需要2000吨树脂，才能制成玻璃钢。2000吨树脂生产设备投资 5 万镑即可，其中包括专利费。专利的具体付款条件，一般每年抽佣金 5 % (系全部产值的 5 %)。英国纤维和树脂的销售价见表 1。

表 1

名 称	单 位	价 格	备 注
有 机 纤 维 席	每 磅	3 先令 9 便士	如訂貨数量大还可以有折扣
聚 酯 树 脂	每 磅	1 先令 8 便士	
粗紗 Roving A級	每 磅	2 先令 9 便士	
特 种 树 脂	每 磅	3 先令	
E 級 纤 维	每 磅	比A級貴 6 便士	

(一) 纤维工厂

窗用碎玻璃→粗碎→清洗，作为加到白金坩埚去的原料。洗滌机系圆筒式，与国内洗混凝土用的洗石机相类似。

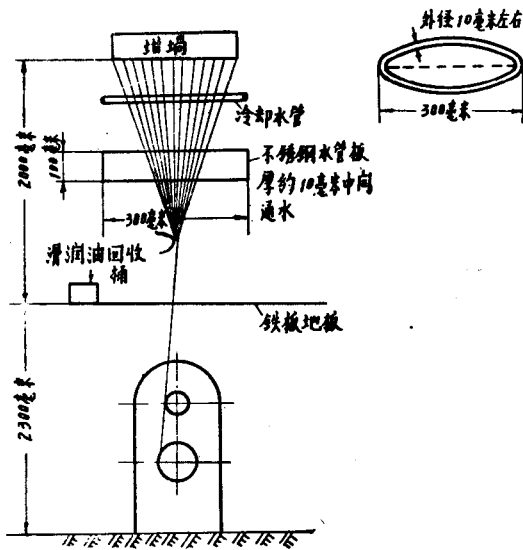


图6 拉丝设备示意图

每台24小时产200~240磅粗纱，目前生产的有 6、12、15、30、60股的粗纱。6、12、15股 每 圈 (每个成品纱团) 2/3镑。外退绕式30，60股每圈(每个成品纱团) 30镑，内外均可退绕。拉丝设备见图 6。粗纱牌号见表 2。

表 2 中品种均经“Silon”处理，如需用 Chrome处理，需在订货时说明，用作“预制面团模压”用的粗纱需切成1/4”，1/2”，1”及 2”四种，需要Silon及Chrome处理均可。

玻璃席生产示意图 7。

传送带的前进速度约 4 米/毫米，生产宽度为72吋或36吋两种。生产牌号及其在玻璃钢上的应用见表 3。

表2 粗 紗 牌 号 及 用 途

形 式	股	退 繞	每个重量	成 份	用 途
A 10	60	內 边	30	A	聚酯树脂
E 10				E	聚酯树脂或环氧树脂
A 29	60	內 边	30	A	噴枪用, 聚酯树脂
E 29	60	內 边	30	E	噴枪用, 聚酯或环氧树脂
A 12	6, 12, 15	外 边	3	A	織布, 制管子, 聚酯树脂
	30, 60	內 外 边	30		
E 12	6, 12, 15	外 边	3	E	聚酯, 环氧树脂
	30, 60	內 外 边	30		

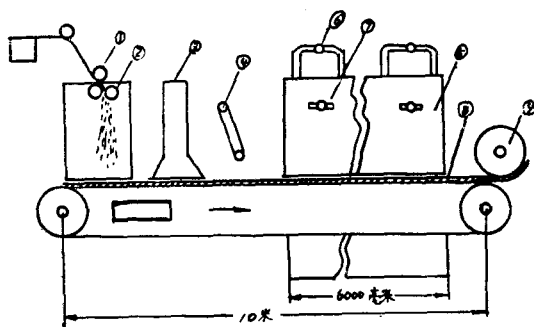


图7 玻璃麻生产示意图

图例:

- (1) 纖維入口共有6个束;
- (2) 切裁刀具切成50毫米长的短纖維;
- (3) 噴粘結剂;
- (4) 一个小压桿直径約10—15毫米, 外面包上一层白色塑料;
- (5) 烘干箱长约5—6米, 上面用二个燃烧器, 用油加热, 离两米多, 在顶部附近温度为300°C;
- (6) 鼓风机調节烘干箱內温度;
- (7) 小型噴嘴油燃烧器;
- (8) 馬眼网絲传送帶;
- (9) 卷取成品的輪子。

(二) 玻璃鋼厂

此厂只参观了30分鐘, 主要看了些公开部分, 尚有政府订货与加工部分因系保密关系未能参观。

该厂有350吨压机3台。Danicl牌, 压机特点是台面大, 能压4呎×4呎成品板材, 这些板材主要用短切纖維在平板进行预成型后加压, 每块重55磅, 用来拼装成貯水槽。

在用聚酯树脂制造时加上黑顏色, 产品规格如表4。

板材达到的强度:

抗拉 (磅/吋 ²)	10,000~15,000	抗压 (磅/吋 ²)	约25,000
抗弯 (磅/吋 ²)	15,000~20,000	楊氏膜数	0.75~1.3×10 ⁶

1. 噴枪成型

该厂接到公用建筑与工厂部的订货, 制造400加仑的圆形玻璃钢貯水桶, 特别说明是貯饮料的, 空桶淨重155磅, 高4呎7½吋 (貯水高), 外形高4呎10吋, 最大处直径4呎6吋, 用上下二个半节胶接成整体, 頂上有18吋人孔, 放水凡尔在底部。

这个貯水桶采用喷枪成型法，內模也在支架上装好，可以摆动，转速可以调节，一般约4转/分，喷枪喷上树脂与纤维后有二个工人用压滚（与人工油用压滚同），在表面滚平纤维即可。喷射完毕后用红外光进行干燥。

表 3

編 号	型 号	成 份	特 点	
1	A 106	A	易浸透，玻璃钢表面沒有纤维痕迹，树脂/纤维为2/1~2.5/1。	接触模压法均能适用，透明板，电器材料，耐热，耐潮比A106好一些。
	E 106	E	同上	
2	A 136		与A106比，高体积系数，粘結剂不易溶解，不易浸透树脂，树脂/纤维为3/1，如用真空袋压法时，树脂含量可少一些。	因为体积系数较大，所以适用于较大厚度与纤维含量少的物质，也适用于其他压力成型。
	E 136	E	同上	
3	E 107	E	粘結剂是特别的，使尽量减少纤维表面的痕迹，与相应合适的聚酯树脂配合使用。	制造高透明度的板材用。
4	A 105	A	精细的，低溶解度，低体积系数。	模压盘子，机器罩子等温度不大的制品。
5	E 105	E	精细的，36吋~72吋宽，1.1 ¹ / ₂ ，20Z/呎 ² 更輕或更重均可制。	
6	deformat 針縫層	E或A	2吋短切纤维制，用Cellulase网状織物或玻璃纤维表层毡作为表面針縫，不含粘結剂，所以易于浸透，1 ¹ / ₂ 与20Z/呎 ² 二种。	模压或袋压法制深形状产品，如帽子等。

2. 预成型

厂内有大小不同的预成型机，制造帽子与椅子的座位，工艺与一般介绍方法相同。

3. 小型模压机和卷管机

表 4

規 格	容积 (加仑)	售价 (英鎊)
4呎×4呎×4呎	400	82
8呎×8呎×4呎	1,600	190
16呎×16呎×4呎	6,400	490
32呎×32呎×4呎	25,600	1,433

厂內装有小型模压机，压制家用盘子，在盘上鋪一层印花布，所以压成盘子有彩色花纹。另有卷管机一台。它用来在铁轴上卷纸的，用途不明，与国内一般三滚卷管机类似。

4. 手工成型

主要制造长方形貯料仓，长方体，四角用角钢加强，高6呎6吋，截面3呎8¹/₂吋×4呎，容积60呎³，底部成漏斗形，空仓时重量310磅，如需要加大容积时，可以做到7呎6吋，高容积76呎³，据说占地面积比袋装小，可以节约貯藏用地，从而节约貯存費用，所以能被采用。

据介绍，该集团的树脂厂能生产40多种不同型号的聚酯树脂，工厂未曾参观。

工厂内无严格的空调系统，从外观上看不出有空调装置。

5. 几点看法

(1) 这是一个全套制造纤维、树脂、玻璃钢的企业并且愿意出售专利。他们的工艺系统有利于今后改进玻璃纤维生产方法参考。

(2) 对玻璃钢的制造、用途有进一步启发,可以确定,含碱纤维可大量用于玻璃钢。

(3) 从看到的纤维用原料来说,要求并不太高,玻璃钢生产也是一般设备,估计生产控制水平不能太高,但玻璃钢加工与政府订货部份未看到,对他水平不能下最后结论。

(4) 从树脂的简单介绍来看,他的品种是比较多的,但从当时赠送几公斤样品还要等一个多星期的情况来看,他经常生产品种并不太多。

四、丹麦矿物棉工厂参观记要

该厂属于丹麦考雷尔公司 (I/S kähler & Co) 所经营的。该厂于1937年建成,1953—1954年进行了扩建,1961年又建了新的生产线,预定在1964年还要扩建一部分。生产方法过去是采用蒸汽喷吹方法,在第二次世界大战以后购买了美国专利,采用轮式离心喷棉方法。此后,矿物棉质量有了很大提高,并且在北欧地区有轮式离心喷棉方法的专利权。该厂有三台Cupola式熔矿炉,日产3000米³ (每米³30公斤约90吨/日),品种也比较多,有各种不同规格,附加不同材料的制品约有30余种。销路较好,也运销到国外。

该厂由麦考雷尔公司自己设计、自己制造设备、自己进行安装建厂的,因此,对矿物棉生产和设计有相当经验,并拥有自己的专利。(如耐压强度高的矿物棉毯)该厂曾于1937年卖给瑞典和1945年卖给德国有关矿物棉制造设备。

该厂是沿山坡建厂的,因此减少了许多原料提升和输送设备,也简化了厂房建筑物,看来设计的是比较经济的,生产工序的机械化和自动化程度比较高。棉毡制品加工、运输和碎棉装袋等都采用了机械化设备,并采用了光电和同位素控制密度等自动控制仪器。

该厂约有320多工人,70多名职员,并有专为运输矿物棉用的大型汽车。

现将该厂生产的品种、性能及生产工艺过程分别叙述如下:

(一) 产品品种和性能

1. 品种: 约有30余种,其主要的品种约有七种:

(1) 矿物棉毡块 (Rock Wool Batts112):

规格60×90厘米和40×45厘米,厚度由10毫米至125毫米,使用温度不超过250°C,容重近于30—35公斤/米³,主要作为船舱隔热材料用。

(2) 矿物棉卷毡 (Rock wool Rollbatts):

规格500×90厘米,厚度10~30毫米和20~50毫米两类,10种厚度,容重30和50公斤/米³,主要作为建筑保温材料。

(3) 矿物棉毡板:

规格60×90厘米,厚度分10~100毫米、10~75毫米、10~60毫米三类21种不同厚度,在低于250°C条件下使用。用途较广,可作地板,可以装嵌在混凝土中,可作通风及导管隔热保温用,亦可作为工业建筑房屋顶棚用。

(4) 矿物棉席,包以沥青油纸, (Rock Wool mats Typ2) 规格500×90厘米,厚15~75毫米9种,可在120°C以下使用,容重55—70公斤/米³,主要用在建筑保温和隔音用。

(5) 矿物棉席,表面涂以沥青,上贴牛皮纸 (Rock Wool mats Typ3)。规格500×90厘米,厚15~80毫米10种,可在250°C以下使用,主要作隔热用,如管道、油罐以及其他隔热用。

(6) 矿物棉管 (两半的, Rock Wool Pipe Section) 可分为铜管用($\frac{1}{2}$ 吋和 $\frac{3}{4}$ 吋), 导管用($\frac{3}{8}$ 吋~2吋)和蒸汽管用(2吋)三种, 可在 250°C 以下使用。据介绍, 其制作的方法是先将棉毡切成一定直径的圆片叠起, 外用沥青和牛皮纸包, 用冲床将中间冲成圆孔, 然后再将圆管切开两半即成。并未看到此种作法的机械设备。

(7) 松散矿物棉, 容重 $100-150$ 公斤/米³可在 800°C 以下使用。可作为工业锅炉和窑炉保温用。

(8) 耐高压玻璃毡板, 此种棉毡表面贴以塑料板, 一人站在上边棉毡并不变形, 是该厂一个专利。制造过程未曾见到。主要原理是沿着棉毡的纤维方向切断, 将其立起, 并排粘在塑料板上, 当在塑料板上受重时, 则各部分纤维都承受荷重, 有一定的耐压强度, 不易变形。(见图9)

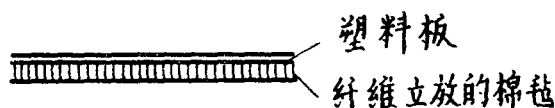


图 9

2. 性能

(1) 矿物棉熔化温度 1200°C 。

(2) 可以在 800°C 以下使用 (不涂树脂的); 涂树脂的可在

250°C 以下使用。

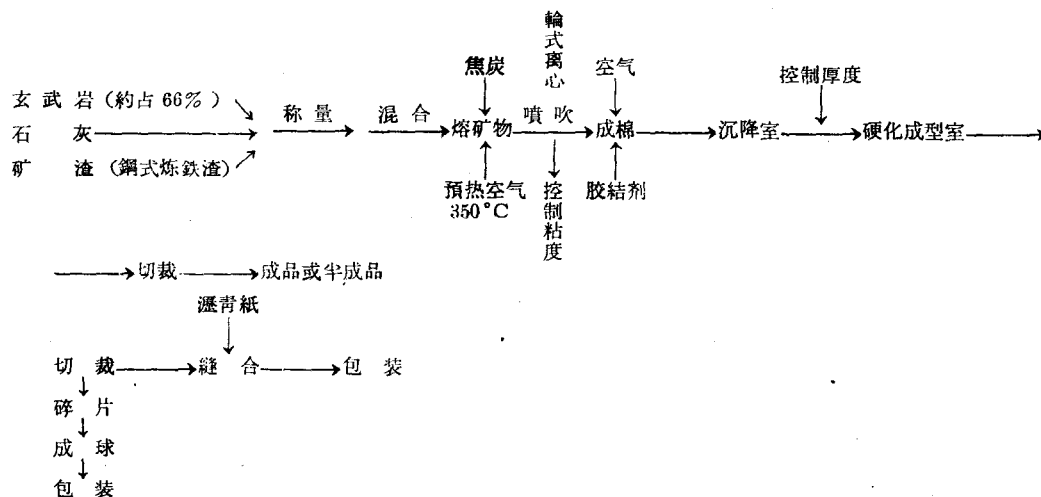
(3) 纤维直径不大于5微米, 长30毫米。

(4) 含球量0.25以下占12%, 英国标准是小于15%。

(5) 导电系数, $0.03/\text{米}\cdot\text{小时}\cdot\text{度}$, 10°C 时一般以0.035计标。

(二) 工艺和设备

1. 工艺流程介绍 (图10)



2. 轮式离心喷吹机

该设备是美国的专利, 主要结构是四个不同直径、不同厚度的圆轮。为了防止高温烧蚀, 通以冷却水, 四个圆轮, 上二个为一组, 下二个为一组, 一组用一个马达联动, 都是互相从相反的方向, 向内回转, 回转速度为6000转/分, 以达到高速离心的目的 (见图12), 四个圆轮直径一个比一个大, 分别为120毫米、150—180毫米、250—350毫米、350—400毫米

左右。第一个轮的宽度约为40毫米，并带一条三角形沟槽（见图11），其他三个为平轮，其宽度约为60毫米、80毫米、100毫米。

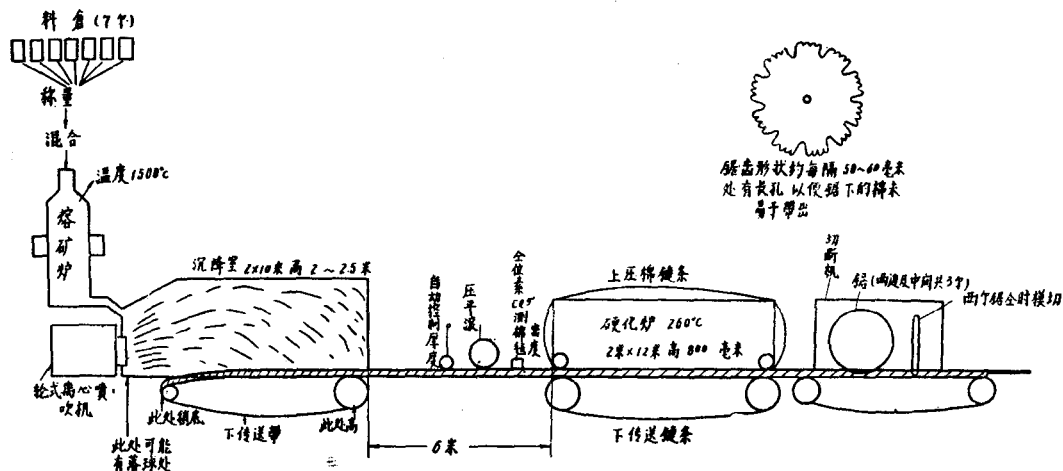


图10 工艺流程示意图

说明：

1. 沉降室较高又较长，喷飞出的矿物棉达不到对面的墙上，看其矿物棉喷飞出的情况，喷出的压力较大，棉成团状飞出，落在下传送带上，在罐前有4—5水柱压力表，可能是控制沉降室抽出压力的。
2. 棉宽度约为2米，输送带约为2.2—2.4米左右。
3. 胶结剂喷布的均匀。

I、II两轮的中心不在一直线上，相差30~50毫米左右，III、IV两轮亦同，这样，能使玻璃液易于由I轮靠离心力摔到II轮上，再由II轮摔到III轮，由III轮以及到IV轮上，以达到多次离心摔出，使高温状态粘度很小的玻璃熔液变成微细的短纤维。

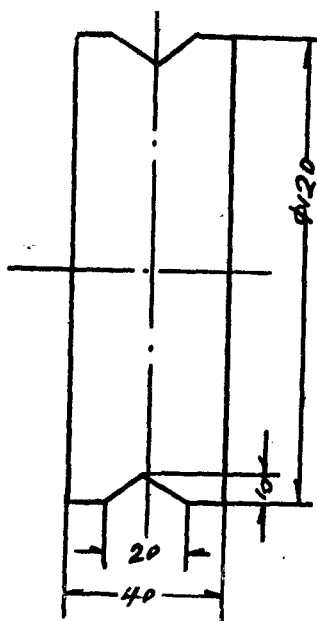


图 11

各转轮相互间的距离约为30—50毫米，玻璃液的流股约15—20毫米左右。喷出空气孔的压力约在3公斤/厘米²，此空气对喷吹玻璃棉成型不起何作用，仅是将玻璃液流经四次高速离心摔出成为纤维后，将其喷出到沉降室内，均匀地分散在输送网带上。

此种轮式离心喷吹棉机比一般立吹或平吹方法好，喷出的纤维直径小（5微米）均匀，玻璃珠直径小，而且含球量少，球中0.25毫米小于12%，产量大，每天一台熔矿炉可产30吨左右。这是一种制造矿物棉比较好的一种方法。

3. 胶结剂

采用酚醛树脂，另外加入少量的Ba(OH)₂和少量油脂。该厂有6—7台（直径为1.5×2米）树脂贮存罐，每二台一组（一台贮存苯酚，一台为甲醛）在使用时根据制品的要求，采取不同配比，进行机械混合，送经喷棉处，另外还有小型贮油罐4个，这些贮存罐的树脂输送和配制完全采用自动化设备，只有一人在此操作。

4. 矿物棉制品加工设备

- (1) 缝合机 3 台。
- (2) 玻璃棉分片机 1 台，将棉由中间分成两片，然后卷成卷。
- (3) 棉块运输机 3 台。

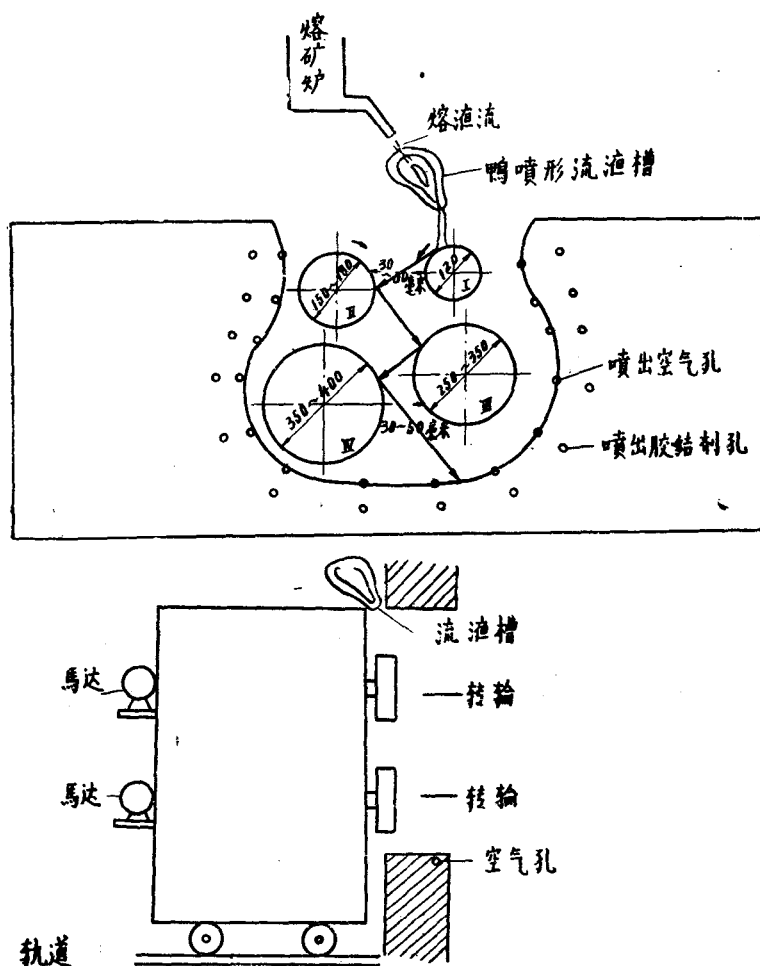


图 12

- (4) 自动棉席制造机 1 台，可以自动控制调节棉席厚度。

- (5) 碎棉自动装袋机 1 台。

5. 试验室及中间试验场

试验室约有200米²，试验场约有600米²，共有人员15人，试验室中有显微镜3台，棉厚度测定仪1台，棉耐压试验机1台，棉抗拉试验机1台，此外还作化学耐久性、渗透性试验。

试验场有中型试验炉一座，小型试验炉一座，小型轮式离心喷棉机1台，并无其他棉加工机械设各，看其试验设备情况，主要是进行熔化和喷棉试验。