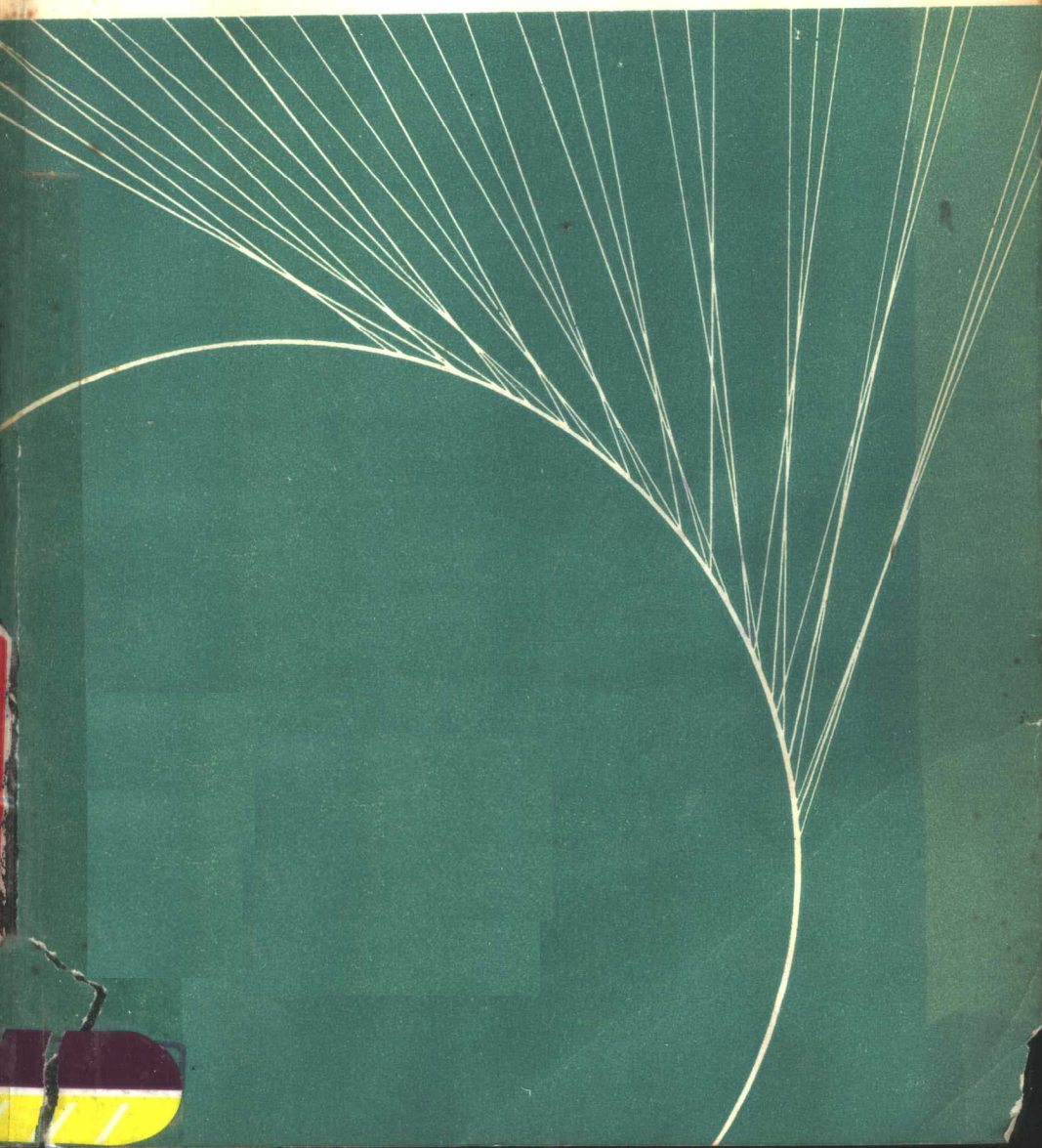


怎样用土法生产玻璃丝



怎样用土法生产玻璃絲

陕西省建筑工程局編著
西安冶金学院

陕西人民出版社出版（西安北大街109号）
西安市书刊出版业营业許可証出字第001号
西安第二印刷厂印刷 陕西省新华书店发行

*

787×1092 1/25·3 $\frac{12}{25}$ 印張·74,520字

1959年10月第一版

1959年10月第一次印刷

印数：1—400 定价：（9）四角八分

统一书号 1515094·40

前 言

随着祖国工农业全面大跃进的发展，基本建設規模和速度也是空前的，特別1959年是第二个五年計劃决定性的一年，单从基建投資数量来看，要比去年增加一倍半以上，要超过第一个五年計劃投資的总和，这就是說，1959年一年要等于过去五年的工程量。为了尽量節約建筑用鋼材，使国家可以制造更多的机器，因此广泛的采用代用材料和制造新材料，就是当前迫切的任务。经过实际試驗和应用，已証实玻璃絲混凝土构件完全可以代替部分鋼筋混凝土构件。哈 尔 濱 市 的“四无大楼”建成和全国各地陸續出現的“五无大楼”和“新技术大楼”，就是很好实例。特別通过1958年年底在上海召开“玻璃纖維玻璃鋼技术經驗交流會議”以后，全国各省市都已开始积极生产代替建筑鋼材用的中級玻璃纖維（俗称玻璃絲）。本市在省委和市委重視和领导下，也已对生产三万吨中級玻璃絲作出具体安排，而且各部門都已积极生产，创造了不少新的生产方法。为了更快更全面推广玻璃絲的生产技术，动員全省力量也都立即投入生产，省、市委指示要組織力量彙編外地及本市在土法生产中級玻璃絲的經驗。在編写过程中除了簡略介紹生产玻璃絲的原理外，着重解决如何用本省原料、用土办法拉制玻璃絲的方法，以适合于普遍生产的需要。参加編写的同志除省建工局刘树一同志外，还有西安冶金学院建工系，玻璃絲試制生产研究組全体同志，計有教师：王宗哲、司徒成生、浦聿修、刘志鴻，和建工系同学：余平治、李鴻謀、沈国光、刘汉文、楊宏才、曾伍獅、毛节庆、姚志礼、王兆祥、尹乐修、李汉耀、吳冠群、宋祖琪、周敏、林健仁、邱云深、馬爱玉、陈萍、陈福荣、黃印礼、郑新、

郑国矫、潘宗生、蔡由龙、刘挺生、顧玲琍、何保康、张立庭、呂尙鉗、賀設楚、閔克明。

最后，由于土法生产玻璃絲还没有很成熟的經驗，加上編写时資料不夠齐全，錯誤和遺漏在所难免，尙望讀者随时賜教，更希望各单位能陸續创造新的生产方法，而本書仅作拋磚引玉之意。愿土法生产玻璃絲在本省和外地普遍开花，共同为完成党所提出的建設任务而奋斗。

目 录

I. 玻璃絲的一般知識.....	(1)
II. 几种生产玻璃絲的簡易方法.....	(7)
一、反射炉加热法.....	(7)
二、干餾煤气漏板法.....	(16)
三、半煤气屋脊形小池炉法.....	(23)
四、玻璃液电阻法.....	(32)
五、小坩埚法.....	(56)
六、半煤气熔炉法.....	(73)
附 拉制玻璃絲土坩埚的試制和配方研究.....	(81)
一、土坩埚拉制有碱玻璃絲的試用簡結.....	(81)
二、拉制低碱玻璃絲耐火坩埚的研究.....	(83)
三、无碱玻璃絲用的坩埚試制.....	(90)

I. 玻璃絲的一般知識

一、玻璃絲是怎样的一种东西

玻璃絲(国际上通称玻璃纖維)听来似乎是一个生疏的名字。因为大家在日常生活中,所接触到熟悉的玻璃制品,都是坚硬透明而很脆的东西,却很少听说玻璃成絲的。也有的人誤认为玻璃絲就是一般說的制成玻璃雨衣、玻璃台布、玻璃絲袜的有机合成塑料。其实我們今天所說的玻璃絲,和那种有机合成塑料是完全不同的。那么,玻璃絲究竟是怎样的一种东西呢?简单的讲:用极快的速度把熔化的玻璃液,抽拉成非常細的棒(一般指粗細在30微米(註)以下的玻璃棒),这种棒它不但很細,同时有着較良好的象棉綫、麻、蚕絲一样的柔軟和比蚕絲拉强度更高的特性。所以我們叫它作玻璃絲。制造玻璃絲的原料和制造窗玻璃原料成分差不多,不外乎是砂子、石头。如果大家学习一些玻璃方面的生产知識,进行初級、中級玻璃絲制造是完全可能的。

二、玻璃絲工业兴起的簡况 及在国民經济中的重大意义

当我们拿玻璃条放在火焰上加热时,在一定高热下,玻璃条就会軟化,靠着玻璃本身的粘性,就可拉成很細的絲。所以用手工制取玻璃絲并不很难,因而世界上第一根玻璃絲的出生,早是千年前的事了。埃及人很早很早即会制造用于裝飾方面的玻璃絲,我国在解放前

(註)一微米等于千分之一公厘。

山东博山也同样会生产裝飾用玻璃絲。但是玻璃絲利用在工业上还是新近发展的結果。1914年当第一次世界大战爆发后，首先是德国由于隔热材料——石棉的缺乏，便采用了玻璃絲作代用品。他們为满足大量的需要，研究出了把熔化的玻璃由熔炉底的細孔中拉出，再用机器捲絲的大量生产的方法。这就是坩鍋式連續生产玻璃絲的方法，就是玻璃絲工业化的开端。我国玻璃絲工业的发展是经过一段時間試制后，于1950年才正式投入生产的。几年来在党的关怀支持下，加上广大玻璃制造业职工的积极努力，目前我国有很多大型或小型的玻璃絲厂，不但在控制单机产量上，由一天几公斤提高到几十公斤，而且如上海耀华、斯美等玻璃厂，已用洋法和土法生产出高級的紡织玻璃絲，达到了国际的产品質量水平。总之，近几年玻璃絲工业，在国内有着很大的发展。

由于玻璃絲具有不燃燒、非高溫高压下不导电、耐化学品侵蝕、隔热、保温、抗拉强度高、单位重量轻等其他纖維不如的特性，因而在实用上就很广泛。在电气工业上，可用做电纜、馬达、发电机、变压器、誘导线圈、电阻、导线及高压线等的絕緣材料；在建筑方面，可用来代替石棉等作保温、隔热、隔音等建筑材料制品，或代替鋼筋制玻璃絲筋混凝土梁、柱、板等；在化学、石油工业上，可用玻璃絲作管道或液体、空气的过滤材料等；在交通运输业上，可用做铁路枕軌、飞机跑道板、涵管等等。如果我們把玻璃絲和各种物質，如塑料、水泥、橡胶、石膏等結合起来，又可制成各种高强度材料。特别是玻璃絲和塑料的結合（所謂玻璃鋼），它具有比鋁轻、比鋼强等特性。利用这种性能，可制成各种复杂的大型制品，如汽車外壳、飞机的机体、艦舶的艦体、采煤用的水枪管道、工字鋼、槽鋼、角鋼等，能代替大量的金屬板和鋼材。因之，玻璃絲的生产和普遍应用，在我国国民經济建設中，有着极其重要的意义。

三、玻璃絲的几种性質

玻璃拉成絲后，如抗拉、柔性等物理性質，比起玻璃有很大的变化，但玻璃絲并未改变玻璃原料本身的化学性質。因而玻璃絲的不怕火、不怕潮湿、不腐烂、不傳电和具有金屬抗拉等性能，主要取决于玻璃配料成分和生产中的技术控制二个因素。现将单玻璃絲的几种性質略述于下：

(一) 外表——玻璃絲为光滑的圓柱体，成束的玻璃絲在阳光的反射下，稍有耀眼的光泽，尤其是較粗級的玻璃絲，这种現象比較突出。吹制法制成的玻璃絲棉，往往还含有微小的玻璃球，然而它們的截面，都是完整的圓形。棉花、人造絲等則不然，它們表面有很深的皺紋，且断面的形状很不規則。若將它們放在一起比較，就很容易見到它們之間的显著不同。

(二) 比重——玻璃絲的比重比普通棉花、蚕絲等为大，比鋼鐵等金屬类小（見表1）。

表 1

物 名	比重 (重量/公升)
玻 璃 絲	2.40~2.70
棉 花	1.50~1.60
蚕 絲	1.30~1.45
羊 毛	1.28~1.33
鋼	7.70~7.83
鐵	7.80

(三) 拉伸强度和彈性——玻璃絲是比起其他纖維較脆的物質，扭曲和柔性亦較差，并且它的伸长率較低，仅为千分之二左右。但是它富有的彈性性質，却是高超于其他纖維的（大概等于其他纖維的 7

~8 倍)。所謂它彈性的高超，就是當在玻璃絲的極限強度內，反復施加作用力，而它不會象普通纖維那樣，產生永久變形的現象。更重要的是玻璃絲的拉伸強度，幾乎等於鋼高於鐵（見表 2）。當然，這

表 2

名 稱	直徑 (微米)	伸長強度 (公斤/平方公厘)
高級玻璃絲	5~7	±300
初級玻璃絲	30	50~80
蠶 絲	18	44
麻	16~50	35
棉 花	16~20	34.5
鐵	—	50~200

並不是說任意制出一根玻璃絲，都有這樣高的拉伸強度。從表 2 可看出制取的玻璃絲粗細，對拉伸強度的影響是很大的，即直徑越小強度越高，柔性越好。此外，如玻璃絲的長短，和選取的玻璃原料中鹼性料占的成分等，亦會影響到玻璃絲的強度。所以控制紡織上和建築工業上要求高些的玻璃絲，必須在玻璃配料和拉制的過程中，進行有效的控制。

（四）不傳電性能——玻璃絲具有一種不傳電性能，通常在乾燥的情況下，是電器工業上良好的絕緣材料。但由於玻璃組成成分中的鹼性氧化物質，受空氣中水分侵蝕後，又往往會導致傳電，所以玻璃絲在各種環境下，隔絕電阻能力的大小，取決於玻璃絲原料含鹼成分的高低。經國內外多次試驗，結果是含鹼量小的，隔絕電阻大，絕緣能力高。

（五）吸濕性——當纖維的吸濕度大時，由於體積的膨脹，強度即會劇烈下降。但玻璃絲是吸濕性較小的材料，當溫度在 20°C，相對濕度 65% 的時候僅為 0.2%，而棉花卻為 10%。因此，玻璃絲尤其不

含碱的玻璃絲的吸湿性，对强度的影响是不甚大的。

(六) 耐热性——玻璃絲的耐热性能好坏，主要决定于玻璃絲原料的成分。含碱玻璃絲在 500°C 时；无碱玻璃絲在 700°C 时均会变軟，漸漸失去原有的强度。但当溫度在 300°C 以下时，玻璃絲的抗拉强度不但不降低，反而还有增强的趋势。根据电机上对絕緣材料的耐热程度的要求，玻璃絲完全可做为高級耐热絕緣材料的配料。

(七) 耐化学侵蝕性——玻璃絲耐化学品的腐蝕性是較高的。除氫氟酸、浓碱和热的浓磷酸外，对大多数的溶剂，如油类、二硫化炭、低浓度的酸类等，均有着較良好的抗蝕性，比起天然纖維要好得多了。

另外，玻璃絲还具有隔音、吸音、絕热等优良性質，本文不再一一詳述。

四、玻璃絲的分类

玻璃絲的分类至今尚不大一致，一般都是按照三种方法分的：

(一) 按玻璃絲的原料組成分类

1. 无碱玻璃絲——含碱量在2%以下；
2. 低碱玻璃絲——含碱量在2~6%之間；
3. 有碱玻璃絲——含碱量在10~16%之間。

(二) 按玻璃絲的直径分类

1. 高級玻璃絲——直径5~8微米。这种絲主要供給紡織工艺和作电絕緣材料用；
2. 中級玻璃絲——直径9~20微米之間。可用于鋼筋混凝土代替鋼筋，或作玻璃鋼的基材等；
3. 初級玻璃絲——直径20~30微米之間。一般使用于液体、气体的过滤，和作普通絕热板、隔音板等。

(三) 按玻璃絲的長短分類

1. 連續性的長玻璃絲——任意長度的絲（一般均為坩堝法制取）；

2. 短玻璃絲——由於生產方式的不同，長度有着一定限制的絲（通常都叫它為玻璃絲棉，一般是採用吹制或離心法制取）。

五、玻璃絲原料的組合 及其各組成成分的作用

(一) 玻璃絲原料的幾種主要組成成分的作用

1. 氧化矽 (SiO_2)：取自砂岩、石英砂、石英岩等，是玻璃中主要成分。它在熔制中能和各种氧化物形成矽酸鹽類，而成為玻璃。

2. 氧化鋁 (Al_2O_3)：主要來源是長石、高嶺土、礬土、矽鋁石等。它能增強玻璃的耐蝕性和強度，並能調節玻璃熔融液的粘度。

3. 氧化鈣 (CaO)：來自石灰石等。它能增加玻璃的耐久性，且具有助溶和澄清玻璃液的作用。

4. 氧化鎂 (MgO)。取於白云石、方解石等。它能幫助降低玻璃液的熔化度和粘度。

5. 氧化硼 (B_2O_3)：取於硼砂、硼酸等。在低鹼、無鹼玻璃絲原料中，為一種重要的助熔劑。

6. 氧化鈉 (Na_2O)：來源為純鹼、芒硝、硼砂等。是含鹼玻璃原料熔融時的助熔劑。

(二) 玻璃絲原料成分合成

玻璃絲原料的配方，在實用上並不甚固定，其化學成分大體列如下表，供做參考（見表3）。關於各種成分的材料配合計算，可參看建築工程出版社出版的劉士雄編著的“玻璃工廠設計”一書。

表 3

玻璃絲种类	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	SO ₃	B ₂ O ₃
无碱	54	14.5	—	17	4.5	—	—	8
低碱	53	15	—	14		5	—	10
有碱	72	1.5	—	7	3.5	14	—	—

II. 几种生产玻璃絲的簡易方法

一、反射炉加热法

西安冶金学院建筑工程系的师生，發揮了集体智慧，克服了重重困难，进行了多次試驗，終于用反射炉燒煤加热碎玻璃，用耐火土做坩堝，抽出了玻璃絲。由于这种方法所用的生产設備比較簡單，生产技术也很容易，投資少，建炉快，而且不必用鎳鉻电阻絲和白金坩堝，所以可以普遍推广。

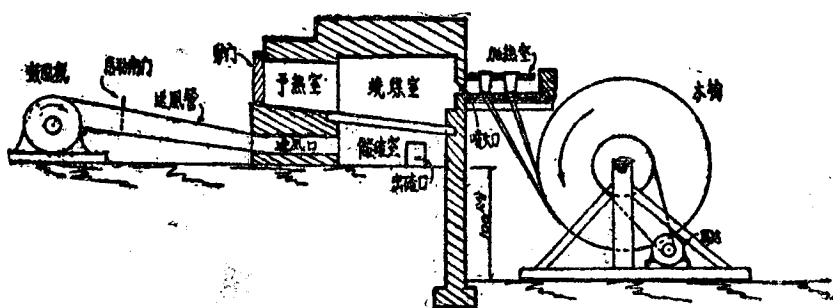
(一) 反射炉的构造

建筑学院所用的反射炉，是把土法炼鋼的反射炉加以改建而成的。经过全民炼鋼的伟大运动以后，大家对这种炉子是非常熟悉的，人人都会砌筑，人人都会使用。

用反射炉加热生产玻璃絲的基本方法是：让煤在預热室中預热后，进入燒煤室中燃燒，用鼓风机或风箱把火焰由噴火口吹向加热室。在加热室中排放有杯形坩堝，坩堝中的碎玻璃受热而熔化为液体，并由抽絲口中流出。再用鉄镊子拉成絲，掛在快速旋轉的木輪上，如（图一）。

反射炉共由三部分組成：預热室，燃燒室和加热室。

1. 預热室：



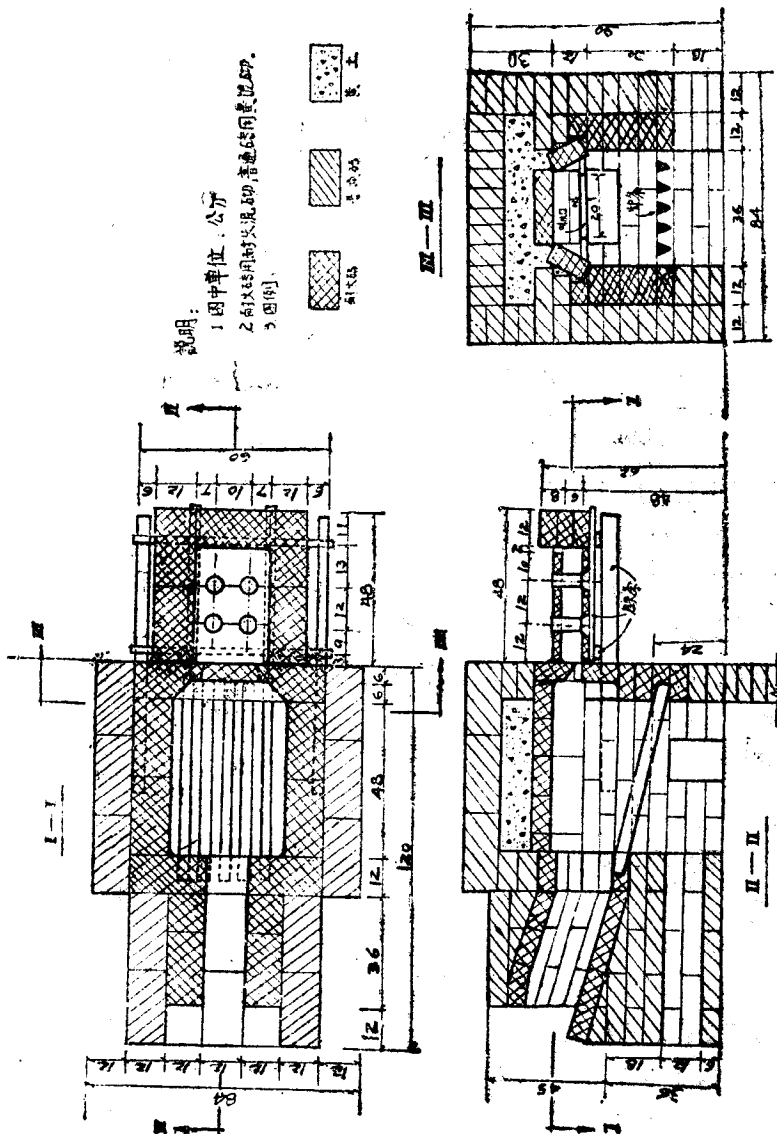
图一、玻璃絲生产方法示意图

預熱室的作用，是使煤在进入燃燒室以前先行預熱。如果不使煤預熱，当加入大量冷煤时，会使燃燒室內的溫度很快降低，以致使抽絲中斷。因此，煤的預熱是很重要的。預熱室的內壁和頂、底部，都要用耐火磚砌筑，否則，靠近燒煤室的部分，由于溫度很高，就可能把普通磚燒坏，使預熱室塌落，以致反射炉不能繼續使用。冶金学院在第一次試驗时，就因为預熱室的內壁普通磚被燒流而造成了預熱室頂塌落的事。預熱室的尺寸長約50公分（兩磚），寬約12公分（半磚），高約20~24公分（ $\frac{3}{4}$ 磚~1磚）。預熱室的底和頂应有 20° 左右的坡度。預熱室爐口应安有爐門，爐門最好用鑄鐵板做成，使能靈活開閉，密不透風。如实在沒有鑄鐵板时，用磚堵住，并用黃泥糊好也可以。詳細构造如（图二）。

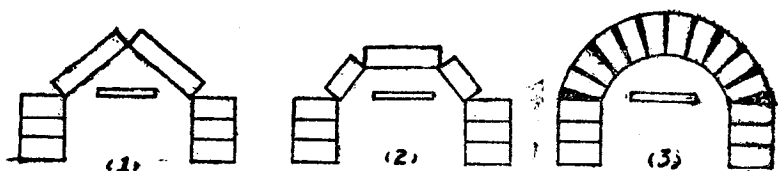
2. 燃燒室:

燃燒室是反射炉的主体。它由燒煤室、儲渣室、出渣口、炉条、進風口、噴火口等部分组成（见图一）。

燒煤室的內壁及頂盖要用耐火磚砌好，并在其外再包一层普通磚。灰縫要用耐火泥挤紧，爐頂之上最好鋪上10~20公分厚的黃土，做为保溫之用。燒煤室內壁耐火磚厚度为12公分（半磚）。爐頂的形式可于下列三种形式中任择一种（图三）。第一种形式（图三(1)），



砌筑方法简单，但因炉顶太高，对于喷火不利；第二种形式（图三（2）），砌筑方法也较简单，并避免了第一种形式的缺点；第三种形式（图三（3）），对火焰的反射很好，也最坚固，但砌筑费工，用耐火砖也多。冶金学院的反射炉采用了第二种形式。



图三、炉顶砌筑方法

烧煤室的长度约50公分（两砖），宽度约36公分（一砖半），高度为25~36公分（一砖到一砖半）。

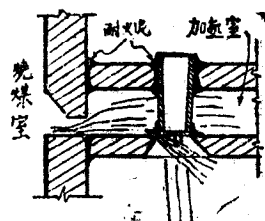
烧煤室下面是储碴室，储碴室用普通砖砌成。烧煤室和储碴室之间用铸铁炉条分开。一个反射炉要用炉条5~7根，炉条之间的净空不要太大，约2公分。喷火口可以做成圆形的或长条形的，圆孔的直径约5~6公分；长条形的宽约2公分，长约20公分。喷火口距炉条的高度一般为25~30公分。喷火口是用耐火砖凿成的，靠烧煤室的一面要大些，靠加热室的一面小些，成喇叭状或楔状。出碴口在储碴室侧旁，不要太小，宽度至少半砖，高度至少一砖。进风口位于预热室的下面，用送风管和鼓风机相连接。燃烧室的详细构造见（图二）。

3. 加热室：

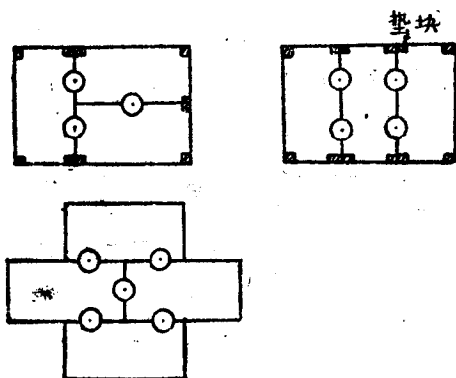
● 加热室是排放坩埚的地方。加热室的大小，可以根据其中排放坩埚数目而变化。当排放3~4个坩埚时，长度为48公分，宽度约60公分，高度约20公分（见图二）。为了抽丝的方便，加热室是用耐火砖砌筑在从烧煤室侧壁中伸出的两个悬臂铁条上，但要和烧煤室分别砌筑，以免当更换坩埚时破坏烧煤室。砌筑加热室要特别当心，各个接

燒一定要仔細填塞密实，在加热室和燒煤室的接縫处也一定要用耐火泥砌牢，以防漏火。加热室底板的上表面和噴火口相平，这样坩堝下部溫度較高，容易使玻璃熔化，便于抽絲（图四）。

坩堝底与加热室底板接縫处，也要用耐火泥（最好加入 1 % 的石綿）填塞严密。否則，由于火力很猛，会使接縫裂开，发生漏火現象，致使抽出之玻璃絲被火吹断（图四）。但在接縫处的耐火泥也不能抹的过厚，过厚又会使坩堝底部的溫度不易上升，不利于玻璃熔化。



图四、加热室砌筑图

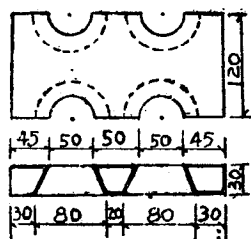


图五、坩堝排列图

坩堝上口与加热室頂板之間，也要用耐火泥塞紧（見图四）。并使頂板和底板之間的淨高度不少于 6 公分。在頂板和底板之間，用耐火磚块墊好。放墊块时，应注意不要过多的妨碍火焰的噴射（图五）。

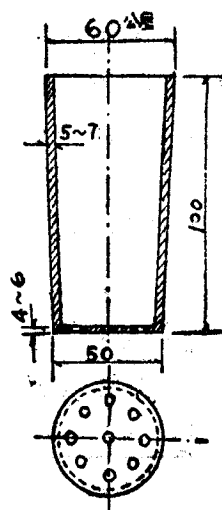
加热室的底板和頂板厚度，以 2 ~ 3 公分为宜。太薄則散热快，不但影响玻璃液的溫度，而且使抽絲时的工作条件不利，手和脸烤得很厉害；太厚則抽絲孔深，不易操作。而且由于玻璃絲出口处溫度太高，抽出来的玻璃絲硬化慢，强度低，不易成絲。

坩堝在底板上的排列，考虑到拉絲的方便，最好不要超过兩排。由于加热室的底板和頂板是用斧凿成的半片耐火磚（厚度为 3 公分）砌成的，在底板上可以布置 3 个，4 个或 5 个坩堝。其排列方法如



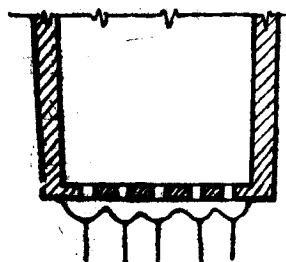
图六、孔口的形状和位置

冶金学院所用的坩埚是杯形的（图七）。下底直径5公分，上口直径6公分，高约10公分。壁厚5—7公厘，底厚4—6公厘。底厚应严格控制，如底太厚，则玻璃液流不出来。坩埚底抽丝孔的直径应和玻璃液的温度以及抽丝的速度配合起来。根据试验，抽丝孔的直径以3—5公厘为好。孔太细，玻璃液流不出来；孔太粗，玻璃液流出太快，来不及抽丝就变硬了。抽丝孔的排列要均匀，中心间距要在1公分以上。如果太密，抽丝时互相干扰，容易碰断，或流出的玻璃液可能粘在一起（图八）。每个坩埚



图七、杯形坩埚图

底可以钻9—13个抽丝孔。



图八、玻璃液粘连示意图

杯形坩埚是用耐火土做成的。所用的成分比例是：40%熟料（经过煅烧的生料），60%的生料，如能加上1%左右的石棉可防止乾裂。所用的耐火土要用筛筛过。加水量为耐火土重量的20—30%。坩埚成型后，要先在烘箱中烘乾，并用小刀修平，然后放到窑中焙烧。

焙烧温度应在800°—1,000°C之间。

杯形坩埚的优点是：尺寸小，形状简单，制造容易，受热面积