

玻璃纖維小叢書之一

中級玻璃纖維的生產經驗

(棒法及漏板法)

清華大學土木系玻璃纖維生產小組等 著

建築工程出版社

內 容 提 要

本書介紹用棒法（小坩堝法）和漏板法（大坩堝法）生產中級玻璃纖維的經驗。其中有清華大學的用电加热的棒法及以干餾煤氣為燃料的漏板法，有天津第五玻璃廠的半煤氣熔爐漏板法，以及上海厚德玻璃纖維製造廠使用鎳鉻絲的經驗。生產玻璃纖維的棒法及漏板法都是容易推廣的生產方法，尤其是天津第五玻璃廠的直接燒煤的方法。本書着重介紹生產上的經驗，內容比較具體，適合於各工廠、機關、學校及各地人民公社的有關生產人員參考。

中 級 玻 璃 纖 維 的 生 產 經 驗 (棒法及漏板法)

清華大學土木工程系玻璃纖維生產小組等 著

1959年3月第1版

1959年3月第1次印刷

5,060冊

787×1092· $\frac{1}{32}$ ·30千字·印張1 $\frac{3}{4}$ ·插頁1·定價(10)0.25元

建築工程出版社印刷廠印刷 · 新華書店發行 · 書號: 1518

建築工程出版社出版(北京市西郊百萬莊)

(北京市書刊出版業營業許可証出字第052號)

出版者的話

玻璃纖維的生产是一門新兴的工业，也是近代尖端技术之一。玻璃纖維具有許多独特的优良性能，可以应用在建筑、电气、化学、煤炭等各种工业生产中。根据我国大力生产玻璃纖維的需要，我們把有关玻璃纖維生产和使用的經驗編成丛书，介紹出去；但願它对我国玻璃纖維工业的发展有所补益。

我們的編輯工作經驗不多，玻璃纖維生产知識更为有限，要想編好这套丛书，有賴于作者和讀者們的热心帮助。敬乞不吝賜教，多加指导。

建筑工程出版社

一九五九年一月

目 录

I. 用棒法及漏板法生产中級玻璃纖維	
..... 清华大学土木系玻璃纖維生产小組 (1)	
前言	(1)
一、棒法 (小坩埚法)	(2)
(一) 原材料	(2)
(二) 小坩埚的制备	(5)
(三) 拉絲設備	(9)
(四) 技术操作过程	(12)
(五) 生产 6 公尺長玻璃纖維的技术要求	(13)
(六) 生产中的安全技术問題	(14)
(七) 經濟分析	(14)
二、漏板法 (大坩埚法)	(15)
(一) 爐膛結構	(15)
(二) 砌爐的要求	(17)
(三) 燃燒	(19)
(四) 漏板	(21)
(五) 工艺过程	(24)
(六) 技术操作中的几点体会	(28)
(七) 生产中安全技术問題	(30)
(八) 技术經濟分析	(31)
II. 半煤气熔爐漏板法生产中級玻璃纖維	
..... 天津市第五玻璃厂 (33)	
(一) 主要設備	(33)
(二) 設備投資	(38)
(三) 工艺过程	(39)
(四) 操作情况	(39)

(五) 經濟效果	(45)
(六) 几点体会	(45)
Ⅲ. 利用鎳鉻絲坩堝拉制中級玻璃纖維	
..... 上海厚德玻璃纖維制造厂	(47)
(一) 鎳鉻絲坩堝的制造及应用	(47)
(二) 电源接綫法	(49)
(三) 棒法拉絲的工藝过程	(49)
(四) 安全操作規程	(51)

I. 用棒法及漏板法生产中級玻璃纖維

清华大学土木系玻璃纖維生产小組

前 言

为了貫徹党的教育与生产劳动相結合的教育方針，1958年7月26日我們开始了玻璃纖維的試制和生产工作。在試制和生产过程中，我們按照党的指示，發揮羣众智慧，虛心向北京市有关工厂的老工人学习，鼓足干劲，敢想敢干，苦心鑽研，因而取得了一些成績。其成績主要表现在以下几方面：

第一，白手成家。三天內从自制土設備到拉制出玻璃纖維，并在國內最先試制和生产出适合于建筑工程上用的6公尺長的玻璃纖維，这就为研究大型玻璃纖維混凝土构件創造了条件。

第二，敢想敢干，試驗成功了多种新技术，并找到了降低成本的途徑。例如，以窗玻璃板条代替玻璃棒拉制玻璃纖維，使成本下降了100%以上；試用普通耐火土代替供应困难的、在玻璃厂配制的耐火土；試用土的漏板法代替要耗費大量电阻絲的小坩埚法等等。

第三，鑽研技术，用自行装配的簡單仪器来測定玻璃纖維的性能。

用玻璃纖維代替鋼筋用在混凝土工程上有很多好处：生产玻璃纖維用的原料是玻璃，原料来源較容易；玻璃纖維的生产工艺簡單，投資少；玻璃纖維混凝土比鋼筋混凝土成本低廉，用窗玻璃条生产的玻璃纖維，成本为0.93元/公斤，而鋼筋成本为0.60元/公斤，而1公斤玻璃纖維可以頂3公斤以上的鋼筋使用；玻

玻璃纖維的受拉破壞強度在5,000—10,000公斤／平方公分，比三號鋼大。所有這些優點說明，生產玻璃纖維代替鋼筋以節約鋼材具有重要的現實意義。我們的口號是“代鋼帥出馬，要鋼筋讓路”，我校土木系玻璃纖維混凝土屋面板組、玻璃纖維混凝土管組曾分別與北京市第二建築公司、北京市制管廠合作試制成功了6公尺大型屋面板和1公尺內徑的下水管。這一生產實踐，生動地証實了玻璃纖維工業是一門很有發展前途的工業。

一、棒法（小坩堝法）

棒法又稱小坩堝法，是用玻璃棒或玻璃板條插入埋有電阻的耐火粘土小坩堝中，通電加熱，然後用拉絲設備把熔融的玻璃液拉制成纖維。

（一）原 材 料

1）玻 璃 棒

玻璃棒的直徑粗細對出絲有一定影響。因坩堝出口孔徑有一定大小，細直徑之玻璃棒在坩堝內易暢流出絲，粗直徑之玻璃棒出絲較慢。起初我們所用玻璃棒的直徑有兩種規格：5—7公厘（北京市玻璃廠供應）及4—6公厘（北京市電子管廠供應）。前者不但鹼性低，有利於玻璃纖維混凝土，而且抽絲容易。玻璃棒之長度，以50公分左右為宜，過長時壓力較大，出絲粗；過短時壓力不夠，出絲困難。

棒的質量一定要均勻，且有柔性，以保證拉絲順利，提高玻璃纖維的強度。

我們使用的玻璃棒的組成及配方示於表1、表2：

玻璃棒的化学組成

表 1

組 成 %	第 一 种 棒 (直徑5—7公厘)	第 二 种 棒 (直徑4—6公厘)
SiO ₂	70.5	71.9
Al ₂ O ₃	5	2.0
CaO	5	5.5
MgO	2	3.5
K ₂ O	0	1.0
Na ₂ O	17.5	16.1

玻璃棒的配 方

表 2

配 料 %	第 一 种 棒 (直徑5—7公厘)	第 二 种 棒 (直徑4—6公厘)
石 英 砂	54	75
長 石	25.04	—
白 云 石	5.04	16.6
磷 酸 鈣	0.19	—
純 碱	12.33	5.32
硝 酸 鈉	1.63	—
黃 石	1.05	—
砒 霜	—	0.38
硝 酸 鉀	—	2.2
氧 化 鋁	—	0.5

2) 普通玻璃板条

将玻璃板裁成寬 5—8 公厘的板条，即可当棒使用。此种原料供应多而价廉，能大大降低玻璃纖維成本。另外我們还試制成

功适用于玻璃板条的扁方形坩埚，此坩埚用寬約3—5公分的玻璃板条即可直接拉絲，这样更是經濟、省工。

3) 耐火粘土

要求耐火度在 1500°C 以上，可塑性好，多搓动不开裂，干后无裂縫，强度大，散热系数小。我們曾用过的几种耐火粘土的成份及其性能比較如下：

①鍋爐房耐火粘土：拌和后要湿润6—15天才能使用。我們用时因時間关系，只燜3—4天。所以易生裂縫。

②坩埚泥：由北京玻璃厂門市部买来。其成份是：

焦宝石	21%
腊石	17%
粘土	$\left\{ \begin{array}{l} \text{輕土} \\ \text{黑土} \end{array} \right.$
	12%
	10%
熟料(用过的坩埚)	20%
燒石	10%
其它	10%

拌和后要湿润7—8天才能用。使用效果較好，但供应困难。燒后的廢坩埚泥，磨細后再用时可塑性很差。

③普通耐火泥：采用我校土电厂所用之耐火泥来代替玻璃厂配制的耐火泥，拉絲情况良好，供应更不成問題。

来源：石景山鋼鐵厂。

成分：

SiO_2	56—62%
Al_2O_3	40—35%
Fe_2O_3	2—1%
杂质	<2%

4) 电 阻 絲

質量較好的电阻絲为24号鎳鉻盘絲，通电及放热都均匀，电阻絲和坩堝不易燒坏，可連續生产12小时以上，質量不好的易使坩堝局部受热而損坏。

我們用的电阻絲是24号220 伏、1000 瓦的电爐絲，也曾用过盘絲，用盘絲較為經濟、耐久，但市場供应較少。

(二) 小坩堝的制备

坩堝質量的好坏，影响使用寿命，是玻璃纖維生产及成本核算的关键。

1) 电阻絲的纏繞

将电爐絲套在一小鉄棍或釘子上旋轉，然后将电爐絲上下拉長（如用盘絲則无此步驟）。在繞絲模上先固定几圈（图1），然后搖手柄至10—11圈，再用鉗子剪断。要求繞得均匀，各圈之

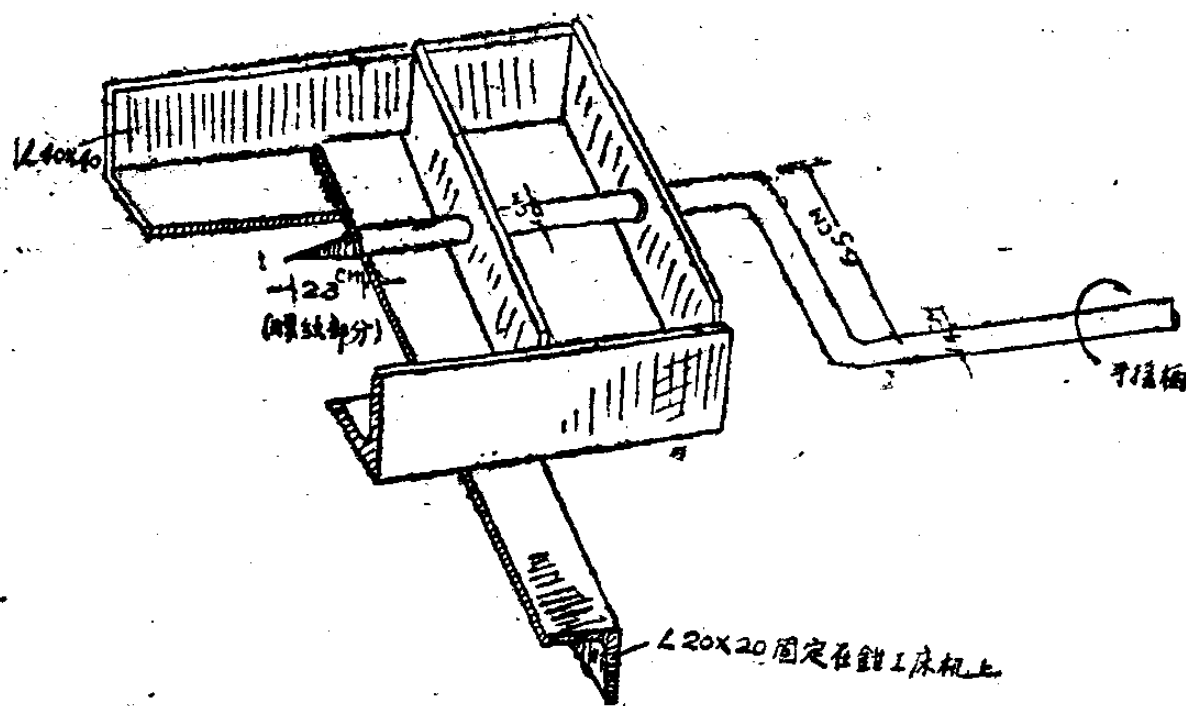


图 1 繞絲模

間不要貼接，以免通电短路。

將繞好的电阻絲（圖2左）的兩腿作成小弯鉤，以便在耐火泥坩堝中固定，拉絲時不致发生电阻絲脫落現象。小弯鉤長度为电阻絲圈長的二分之一或三分之一，使兩腿的長度在联接時够用便可，約3公分長，兩腿之間的距离不宜过大，且要大約保持成平行，否則电阻絲易燒坏。

用寬的玻璃板条直接拉絲的坩堝，其大小可依出絲孔的多少而定（圖2右）。



圖 2 纏繞电阻絲

2) 坩堝的制造



圖 4 制备坩堝

將耐火粘土搓成条形，粗細接近模型（圖3）寬度。先加些粘土，用以固定电阻絲，挖槽后放入电阻絲，用土压实。四周土的厚薄应均匀。太薄易裂，太厚浪費粘土。压实后按住底板脫模，脫模后修理（圖4）。出口眼处要保持一定大小（2.5—3.5公厘），电阻絲要靠近出口，以保証出口溫度，但不

能露出。我們曾有一个时期沒有注意这点，結果电阻絲常跟着拉絲拉出而損坏。坩堝寿命很短，平均只用12小时。坩堝內部用一小团湿潤的棉花擦一下，使稍露出电阻絲，以便加热玻璃棒（电阻絲直接和玻璃棒接触可以减少热量損耗）。坩堝修理好后，自然干燥24—48小时，然后通电預热。

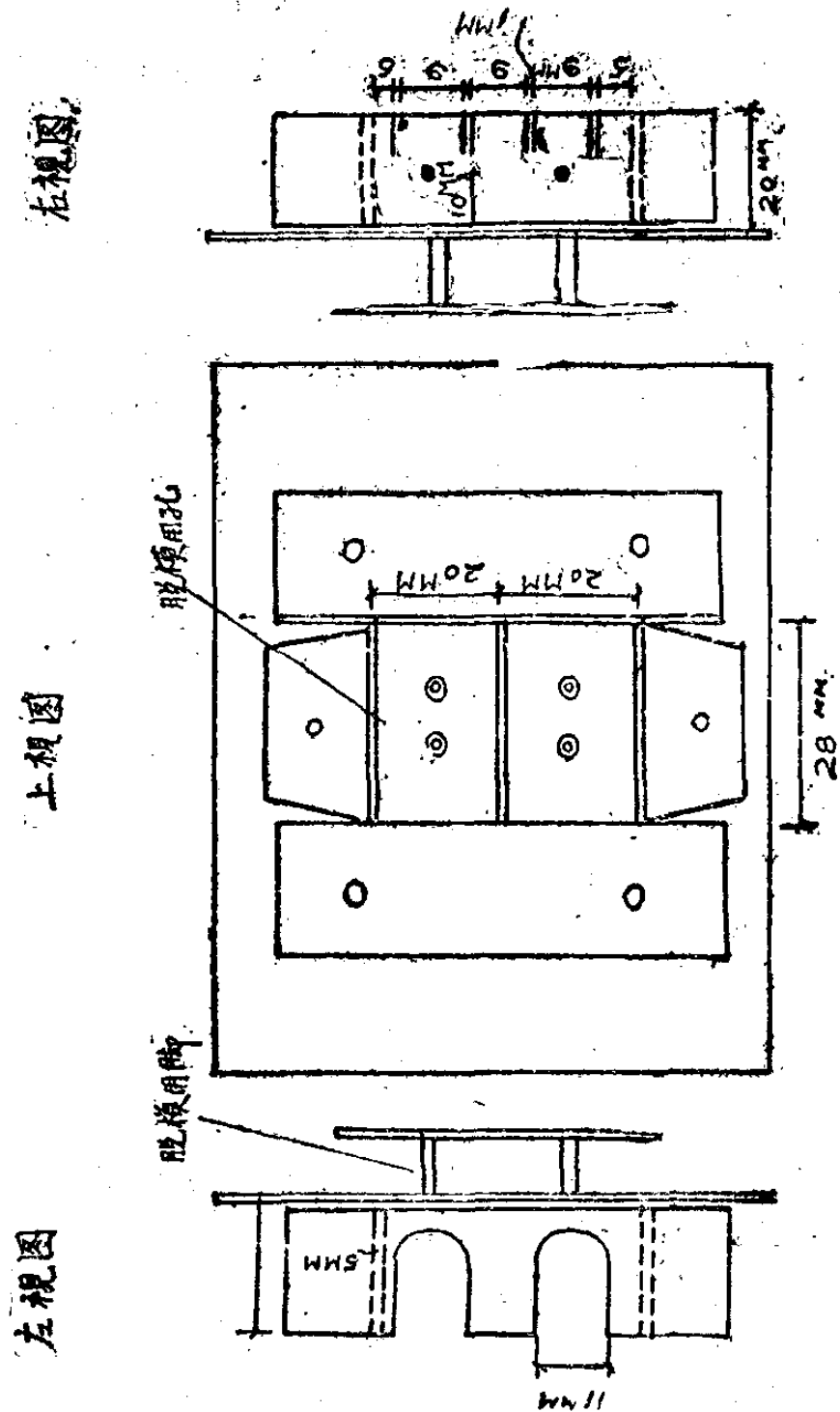


图 3 坩堝模

3) 使用坩埚时应注意的事项

(1) 綁扎宜小心謹慎，否則容易弄破。

(2) 坩埚在使用之前，应通电流进行預热，以免燒坏。預热时多帶一批空坩埚，溫度不要过高。

(3) 坩埚損坏的原因，一般是由于电阻絲受到剧烈氧化而燒断。防止方法主要是使其与空气隔离，避免氧化，故涂以耐火泥。

(4) 两个坩埚的电阻絲連接不紧密时，造成电阻加大而燒坏。

(5) 电阻絲应全部埋入坩埚中，不应外露，最好能用变压器，保証电压的穩定，这样能延長使用寿命，电压可用250伏。我們曾在生产中，特別标出一組进行观测試驗：电阻外露，不用变压器的使用期限平均是12小时；而帶变压器的則提高到20小时以上。观测的結果列于表 3 中。

帶变压器的坩埚使用寿命的实测

表 3

坩埚編号	連續生产時間		損 坏 原 因	实 測 电 压 (伏)
	小 时	分		
1	12	19	鉗子碰到尾巴燒坏	246
2	14	51	燒尾巴	243
3	16	3	坩埚里面燒坏	200
4	16	3	燒尾巴	200
5	17	6	燒尾巴	150
6	17	15	底部电阻絲被拉出	150
7	18	23	因棒太粗坩埚里面燒坏	148
8	20	47	因棒太粗坩埚里面燒坏	170
9	21	27	燒尾巴	170
10	21	23	坩埚里面燒坏	160
11	22	4	燒尾巴	139
12—24	23	以暫停生产仍未坏		

(三) 拉 絲 設 备

1) 傳 动 系 統

我們是用从別的机器上拆下的 1 / 2 馬力的馬达，經皮帶輪（用平皮帶或三角皮帶）帶動鼓筒（实际使用时馬达馬力宜稍大一点，大約 2 个馬力）。鼓筒轉速为 120 轉 / 分；鼓筒直徑为 2 公尺；綫速度为 720 公尺 / 分。鼓筒支于支架上，支架可用木料做成（或用混凝土支座，但在混凝土外要包上木板，以防漏電）。傳动系統如图 5。

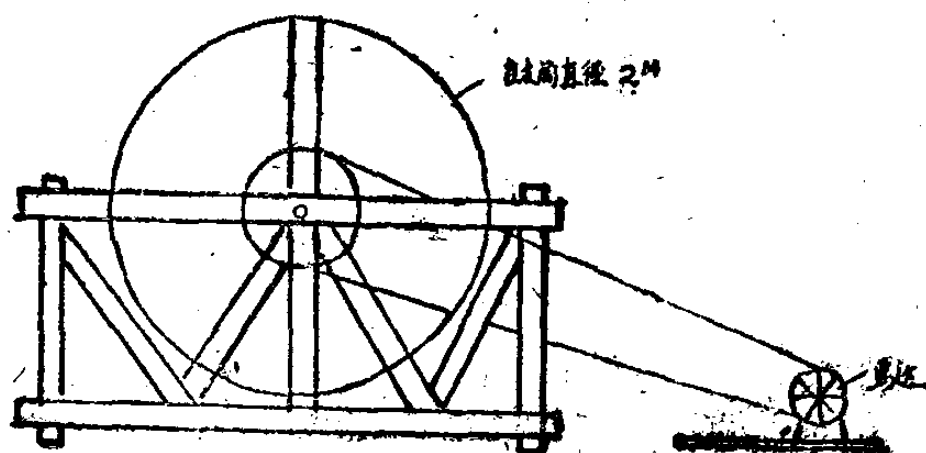


图 5 傳动系統

2) 电 力 系 統

坭埭电路系統一般用 220 伏的普通照明电路，有串联、并联及 380 伏电路三种（图 6）。

（1）串联 将已經做好并烘干过的小坭埭綁在支架上，将两相邻之电阻絲擰紧。

（2）并联 用 220 伏之普通照明綫，将火綫接在坭埭之两端，将中心綫（0 綫）接在坭埭之中部。該电路之主要特点，是可带更多的坭埭，其数超过串联的一倍，因此效率提高一倍，接綫时可以用电試笔測知火綫与中心綫。

(3) 380伏的三相电路 380伏的电路，易出安全事故。連接方法，是将两根火綫接于两端，将0綫掉出，掛于支架上，不連接坩堝。

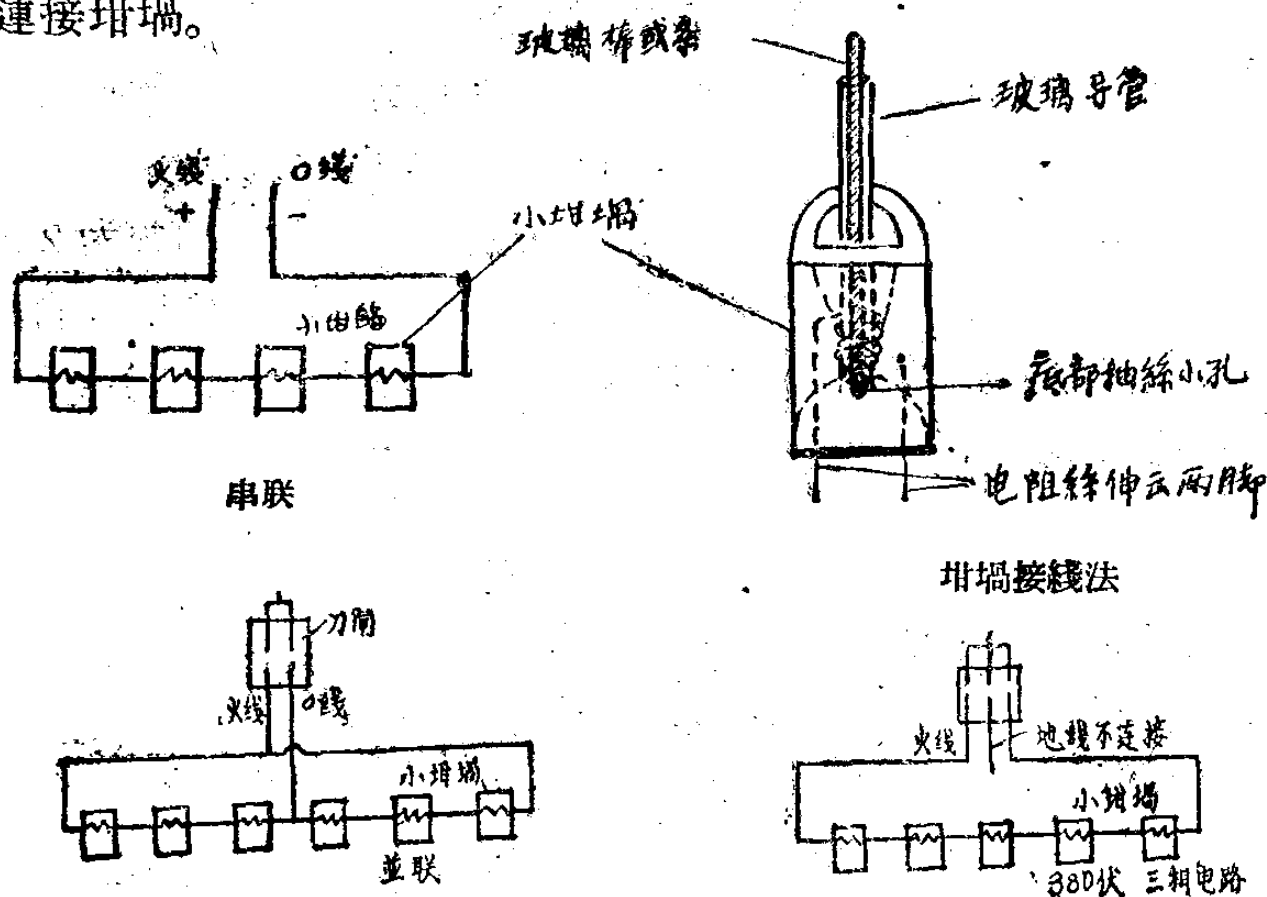


图 6 坩堝連接的电力系统

3) 輔助設備

(1) 坩堝架(图 7) 用木和鋼条制成，在鋼条上鑽孔，孔間距約为 2 公分，孔徑 α 約 2—3 公厘，孔的数目由綁扎坩堝的

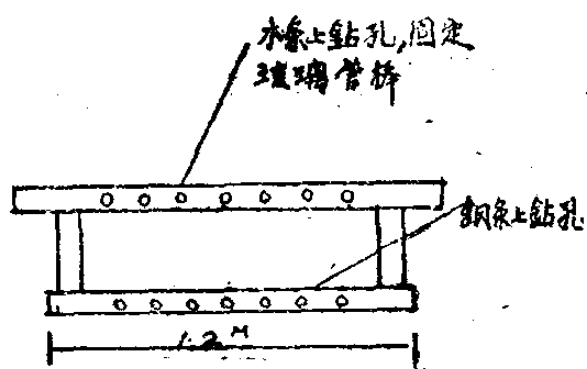


图 7 坩堝架

数目决定。在木条上鑽孔若干个，間距为 2 公分，直徑略比玻璃导管的直徑粗，通常为 1.4 公分。有时不用鑽孔，而用細鉄絲圈繞成导管槽，这样比較方便。总的要求是应该直，不能翹曲。架子的長度可



图 8 在坩埚架上安插玻璃棒

用水湿润，在轴毛上浸透水玻璃溶液，以防止着火燃烧。我們是用自行車軸上的圈毛，經濟且效果良好。軸毛應該特別加固，以防因离

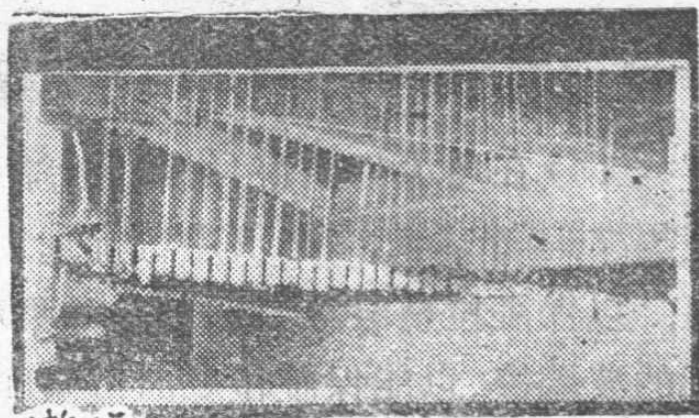


图 9 安插好的玻璃棒

心力而甩出。在鼓筒上部要安装擋风板，以免风太大而影响拉絲。擋风板可用油粘、薄板、鉄皮做成。

(4) 电流表 电压 220—250 伏 交流电表，量程約 40 安左右，将其串联于电路內（图 11）。其作用主要是在工作时能控

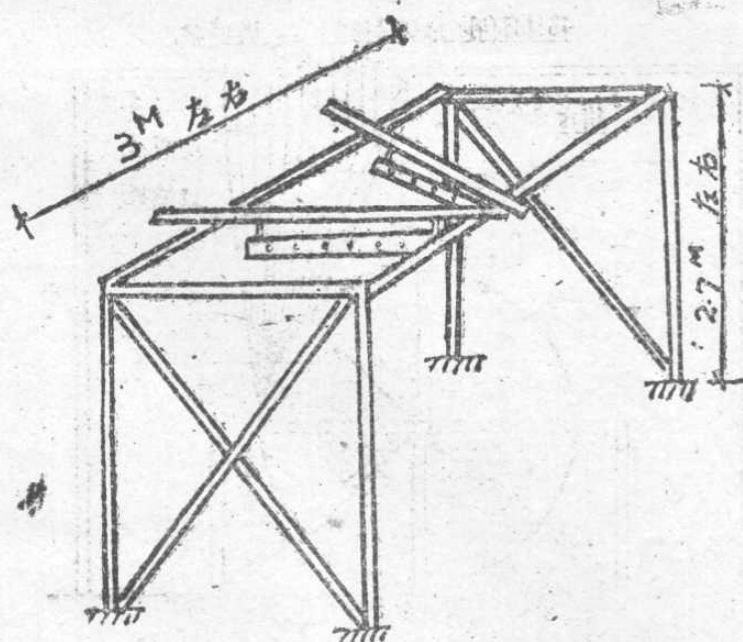


图 10 悬挂坩埚架的支架

制稳定的电流，使保持在15安左右，电流稳定可以提高电阻絲的利用效率。

(5) 光学高温計 用来观测坩埚的温度。

(6) 万能电表 用来量电压和电阻。

(7) 测电試笔 接线时，可以分析火綫与中心綫；也可測量电路是否有电流；特別有用的是，当电阻发生短路时，可及时地测知短路地点。

(8) 鑷子 用于甩絲操作或調整坩埚位置等。必須絕對絕緣，具有彈性，保證能够迅速回彈，甩出玻璃維纖头。

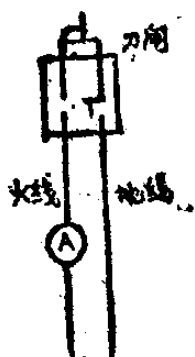


图 11 电流表安装

(四) 技术操作过程

1) 在坩埚架安好并接通电流后，插上玻璃棒和玻璃导管。在用玻璃棒以前，必須进行挑选；玻璃棒在各个方向一定要平直，以保証拉絲时流溢順利。如果玻璃棒有粗有細，最好选用較細的玻璃棒，以能保証拉絲时流溢順利。玻璃导管的主要作用是能支持新插入的玻璃棒。

2) 坩埚架的位置，在拉絲时要进行校正；若电阻絲燒断，則需拉开电閘，进行調整；电阻絲短路时，一定要将电路連接好后，方可繼續通电。

3) 通电加热，至玻璃棒熔化时，用鑷子

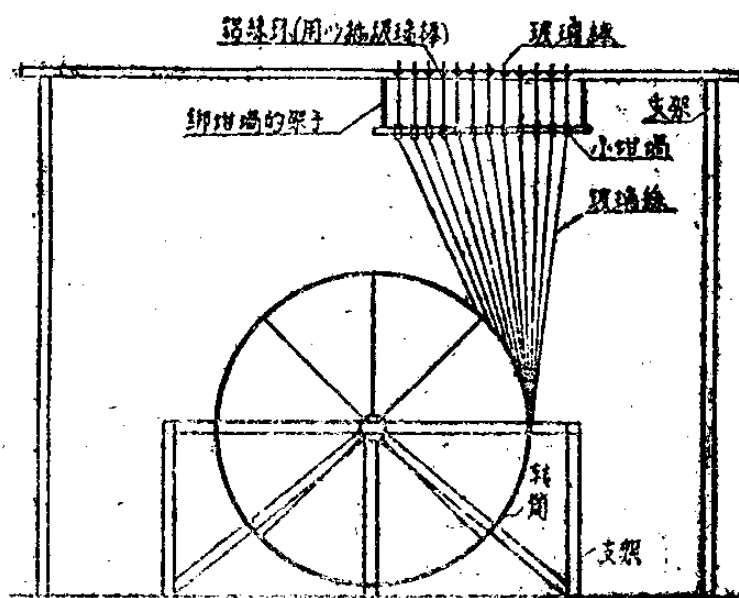


图 12 棒法拉絲情况