

平板玻璃 无槽引上法

建筑工程部玻璃陶瓷工业管理局

合編

建筑工程部建筑工程出版社

建筑工程出版社

平 板 玻 璃 无 碯 引 上 法

建筑工程部玻璃陶瓷工业管理局 合編
建 筑 工 程 出 版 社

江苏工业学院图书馆
藏 书 章

建 筑 工 程 出 版 社 出 版

• 1 9 5 9 •

內 容 提 要

在这本由苏联資料汇编的小册子里，分別介紹了平板玻璃无槽垂直引上法的生产工艺，引上通路的结构、板边的成型問題、热工特点，以及推广此法的工厂的經驗。虽然書中部份內容，尚屬探討性的，但却是很有参考价值的材料。

本書可供玻璃工业的設計和研究人員、玻璃工厂的技术人員參閱。書中最后一篇文章，是一篇較通俗的技术性讀物，适合于工人閱讀。

平板玻璃无槽引上法

玻璃陶瓷工业管理局 汇编
建筑工程部 建筑工程出版社

1959年4月第1版 1959年4月第1次印刷 3,060册
787×1092· $\frac{1}{32}$ · 65千字 印張 2 $\frac{7}{8}$ · 定价 (10) 0.36元
建筑工程出版社印刷厂印刷 新华書店发行 書号: 1560

建筑工程出版社出版 (北京市西郊百万庄)
(北京市書刊出版业营业許可証出字第052号)

編 者 的 話

在技术革命中，我部所屬的平板玻璃厂先后試驗了无槽垂直引上平板玻璃的方法。采用无槽引上法生产平板玻璃，可以改善玻璃的質量，加快引上速度，提高引上机的生产能力，是改进平板玻璃生产的一个重要方向。但是，无槽引上法对我们來說 还是新的东西，目前尚缺乏完整而系統的資料。为了配合这项具有重大革新意义的工作，我們从苏联杂志和書籍中选譯了几篇有关文章汇编成冊，以供我国玻璃厂的同志們参考。虽然書中的个别文章尚屬探討性的，但也有其参考价值。各厂可以結合我国具体情况正确地运用外国經驗，使无槽引上法得以普遍推广。

編 者

1959年3月

目 录

- 一、从玻璃液的自由面上垂直引上玻璃原板
(无槽法) Ф·Г·索列諾夫 (1)
- 二、无槽法垂直引上平板玻璃的引上通路的结构
..... И·О·塔瑪謝維奇、И·Д·狄卡欽斯基 (31)
- 三、采用无槽垂直引上法玻璃的原板板边的成型
問題 И·Д·狄卡欽斯基、И·О·塔瑪謝維奇 (45)
- 四、无槽法引上玻璃的热工特点
..... Н·А·札哈利柯夫 (58)
- 五、論无槽引上法成型通路的结构
..... А·Г·彼罗夫 (65)
- 六、我們怎样掌握了无槽引上玻璃的方法
..... 斯大林獎金获得者 А·斯捷克連金 (72)

一、从玻璃液的自由面上垂直

引上玻璃原板

(无槽法)

Φ·Γ·索列諾夫

由于从玻璃液的自由表面上引出玻璃原板这一方法的发明，我們便有可能制得筋纒最少的玻璃原板，并能在保証玻璃質量的前提下，延長引上机的連續作业時間。以下便是采用此法时，对不同結構的引上室所进行的研究。此法共有两个方案：1)引上室的大梁沉入玻璃液中，并在大梁之間形成寬度为600—800公厘的自由液面；2)引上室的大梁悬在玻璃液面之上，且自由液面的寬度超过第一个方案所采用的寬度。

第一方案

大梁沉入玻璃液中引上玻璃原板

这一无槽法引上方案，适用于有槽法操作时引上室的結構。当采用这种方案时，無論是引上机并列配置在通路中，或者是玻璃液直接供給引上机，其通路无需經過很大修改，就可以采用无槽引上法。

成型原理

有槽法成型原板时，玻璃液是經耐火粘土槽子磚的窄縫構成原板輪廓。而采用无槽法則不同（見第1图），玻璃原板是在大梁構成的引上室中从玻璃液面上直接成型的。成型原板所要求的玻璃粘度，由懸掛的遮热板使玻璃液局部隔

热以保証之。此时，遮热板下面的上层玻璃液的粘度剧烈下降，因而沿原板成型宽度可能布有玻璃液流，且液流外形会改变。由于在遮热板之間的外露空間的寬度是自中心向外減小的（当采用有槽法时，是槽子磚口两端狭窄），故在引上过程中便能制得厚度均匀的原板。

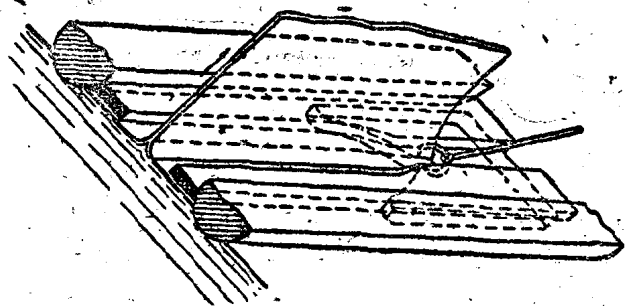


图 1 大梁沉入引上室中，从玻璃液自由面上成型原板过程图

原板板边的成型，和用有槽法时的原理相同。为了成型板边，向引上室两端处的玻璃液中，放下带有窄切口的耐火粘土边型板。此边型板的前端切口类似槽子磚口的末端。在引制原板边缘时，经过此切口流动的玻璃液即构成边缘。边缘的保持和用有槽法时相同，也是用钳形拉边器。

在遮热板之间的玻璃液面、板根和玻璃原板，同样也是借助水冷却器来冷却。在玻璃液向引上处流动的途中，阻力极小（没有槽口），而且静水压力也不大。当采用无槽引上时，由于底部玻璃液层重力的作用，板根外廓向内凹入。此处玻璃原板所受的拉力很大（较用有槽法时）。这是由于采用有槽引上法，在引上过程中以其重力影响原板的玻璃液的宽度只限于槽口的宽度，可是在采用无槽法引上时，就没有这样的限制了。

影响引上原板成型过程和质量的各项因素

当采用无槽法引上玻璃原板时，引上机的生产率取决于引上的玻璃液量，并与下列因素有关：

(1) 玻璃的物理化学性质；

(2) 引上室内的玻璃液面、板根和玻璃原板等的冷却强度；

(3) 引上室内玻璃液外露面的宽度；

(4) 引上室内玻璃液面的总宽度；

(5) 遮热板的热阻力；

(6) 通路中玻璃液的温度；

(7) 引上机辊子引上原板的速度。

玻璃的物理化学性质 在无槽法引上过程中，玻璃液的物理化学性质，仍然和用有槽法引上时具有同样的意义。玻璃液越“短”，则其在单位时间内引上的玻璃液量就越多。由于被成型原板的玻璃液的表面层以及板根受到的辐射热很大，同时原板承受着很大的张力，所以必须采用快速硬化的玻璃液。

引上室内玻璃液面、板根和原板的冷却强度 在引上室内，除板根和玻璃原板直接受水冷却器及空气的影响以外，遮热板之间的外露玻璃液面也直接受其影响。十分明显，玻璃液表面冷却得越加剧烈，则进入板根用以成型原板的玻璃液的粘度增加得就越快，因而引上机的生产率也就越高（影响引上机生产率的板根和原板的冷却强度，见上述有槽引上法）。

引上室内外露的玻璃液面的宽度 引上室内外露的玻璃液面宽度的大小，乃是采用无槽法引上时确定引上机生产率（以玻璃液量计）的主要因素之一。如果外露的玻璃液面

寬，則玻璃液在成型之前，受引上室內冷卻器和空氣冷卻作用的時間就長，因而即可使單位時間內玻璃液的引上量增加。同時可以看出，採用無槽法引上時，玻璃液在成型原板以前，其冷卻表面是相對的加大了。為了引出高質量的原板，在通路中採用更高的作業溫度是極為重要的。這就是無槽引上法的主要優點之一。

可見，無論是对提高引上機生產率來說，或者是对改善玻璃質量來說，最好加大引上室內外露的玻璃液面的寬度。

引上室內玻璃液面的總寬度降低用以成型原板的玻璃液表面層的溫度，不僅僅限於遮熱板之間外露的玻璃液面上，而且也應使遮熱板下面的溫度降低，當然，在遮熱板下面的溫度降低程度是相當小的。因此，擴大引上室內玻璃液面的寬度，甚至在遮熱板之間外露的玻璃液面不變時，也可以使引上機的生產率（以引出的玻璃液量計）提高。同時，如果加寬引上室，則可使遮熱板之間外露的玻璃液面具有更大的寬度。

遮熱板的热阻力 大家知道，遮熱板的热阻力的大小，取決於它的表面輻射係數、厚度，以及製造遮熱板的材料的導熱係數，當這些因素的作用減低，以及遮熱板的導熱係數提高時，則在遮熱板下面流動着的玻璃的散熱量就加大，引上機的生產率（以引出的玻璃液量計）就會提高。但是當裝設之遮熱板的热阻力小時，則會使遮熱板下面的玻璃液的粘度下降，致使板根“冲裂”，并使原板的厚度更為不均。

通路中玻璃液的溫度 隨着通路中溫度的降低，引上機的生產率會提高，這和用有槽法引上時相同。但是，從另一方面來看，玻璃液的溫度降低卻是不好的，因為會使玻璃液的均勻性減低，結果使玻璃的質量變壞。

引上机輥子引上原板的速度 由于用无槽引上法引上时，玻璃原板所受的拉力較用有槽引上法时为大，所以引上机的生产率随着原板引上速度而变化的情况亦有些差别。当遮热板之间的距离等于240—260公厘，外露玻璃液面的温度为970°C时，则 $W\delta$ 和引上速度之间的关系，如第2图所示。

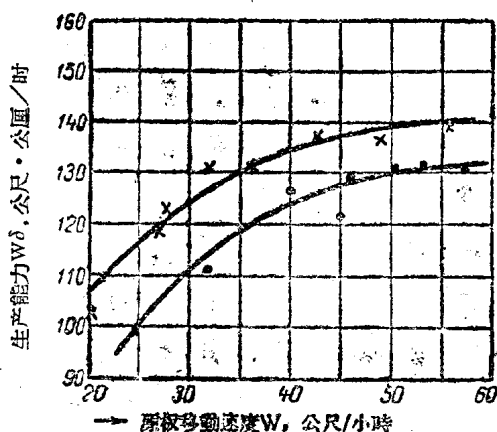


图2 引上机的生产能力（以引上之玻璃液量计）和玻璃原板的引上速度（由大梁沉入玻璃液中之引上室内的自由液面上引上玻璃原板）间的部分情况

由此可见，按 $W\delta$ 计算，开始时引上速度提高得很快，后来就看不出它的增长。曲线的迅速增长，是由于在开始时随原板厚度的缩小，其硬化加速。此时与以慢速引上厚玻璃板时的情况相同，原板中间层的冷却强度，显然是较外层为迟，因此，原板的阻力系数由于拉力作用而降低。

以后曲线慢慢上升，这是因为玻璃板到达一定厚度后，其中间层和外层的冷却速度逐渐缩小，而在原板同一厚度上的拉力，则随引上速度的提高而继续增长。此时引上机生产

率的增加就緩慢了。

当采用有槽法引上时，由于作用在原板上的拉力減低，則随着速度而变化的 $W\delta$ 之增長就进行的更为勻調。

用无槽引上法成型原板的各个阶段，确定所引上的原板質量的各項主要因素为：

- (1) 遮热板切口的形状；
- (2) 玻璃液的热均一性和化学均一性；
- (3) 原板在引上室内的冷却制度；
- (4) 玻璃的結晶性質。

遮热板切口的形状 当用化学均一和热量均一的玻璃液成型时，沿原板寬度上的厚度均匀性，决定于遮热板切口的形状。如果遮热板的切口是平直的，則引出的玻璃原板，其边缘部分就較中間为厚。这样的原板，常常发生中間裂口，致使切边困难。当遮热板的切口弯曲得相当大的时候，遮热板之間中心处的自由空間就較边缘部分为大，則成型的原板的中間加厚。切口外形最为适宜的遮热板，应当在該种情况下适合于通路中玻璃液的溫度分布条件。为此，可以利用曲綫（第3图）来表示遮热板各部分的切口寬度和其中間的最大寬度之間的关系（根据苏联庫尔洛夫工厂的資料）。选择遮热板的切口形状时，应当注意到其与边型板相适应。如第3图所示，在第二种情况下，就会出现原板的边缘部分变厚的現象，而由遮热板过渡到边型板点1上形成的厚度更大。

其它因素 至于影响原板質量的其它因素，則和用有槽引上法具有相同的作用。应当特別指出，只要当玻璃液的热均一性和化学均一性受到影响时，則立刻就会影响到成型之玻璃原板的厚度不勻或出現綫道。

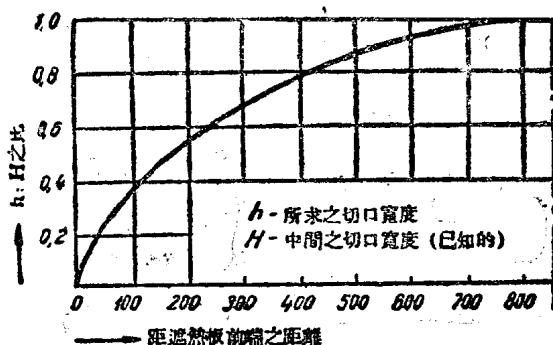


图 3 遮热板中間的最大寬度和切口前端距間的寬度比之間的
关系

引 上 室

如果采用无槽法引上，并采用引上机并列配置的通路，則成型过程的組織会产生很大的困难，这是由于每个引上室內玻璃液的溫度分布各不相同而引起的。至于以玻璃液直接供給引上机的通路，到目前仅只采用引上窖池伸出在大梁以外的引上室。企图在引上窖池不伸出外大梁范围以外的引上室內用无槽法来引上玻璃原板，还没有得到良好的結果；引上室外壁附近的玻璃液的溫度較低，因而使板根倒向外墙那方面，致使引上过程的正常进行受到破坏。

当采用此方案的无槽引上方法时，引上室的主要設備极其簡單（第 5 图），系由固定在引上室端部附近玻璃液表面上的耐火粘土边型板，用水管冷却器掛在距玻璃液面 2—3 公分高的遮热板、冷却器和鉗形拉边器所构成。

边型板（第 6 图）厚 100—120 公厘，而其外部的寬度則决定于引上室的玻璃液面的寬度^①。在切口末端和边型板

① 当裝置大梁下浮槽时，認為两浮槽之間的距离就是引上室沿玻璃液面的寬度。

后面之间的距离則約为200公厘，这一方面决定于边型板材料的强度，而另一方面則决定于引上室的宽度。边型板的錐体长度为60—70公厘，錐体前端的板叶长度为300公厘。关于板叶之最适宜的長度問題，还不能算是最后的决定。長板叶的优点是在某种意义上，由錐体型边过渡到自由面时这种情况下更为平稳。長板叶的缺点是当引上机長期作业时，在玻璃液和板叶下表面相接触的边界上形成失透結晶，并分布在很大的原板幅面之上。板叶的幅度，决定于通路中玻璃液的温度；温度越高，則板叶的幅度就应当越大。

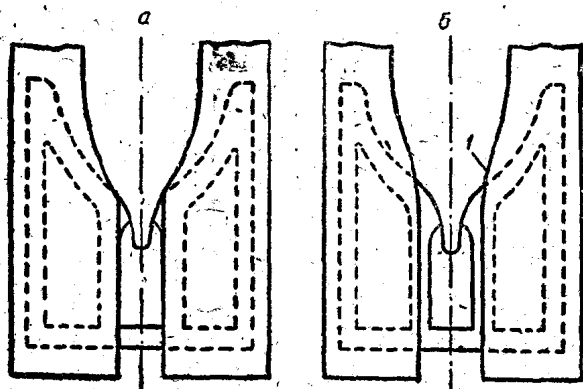


图 4 遮热板与边型板的結合图

錐体末端的宽度为28—30公厘，其前端的宽度为38—40公厘。錐体部分較边型板的上表面低25—30公厘；这样就可以易于使玻璃液流向成型边缘。錐体前端处的降低部份应停止降低；否則当前端和錐体接合时板叶即沉入玻璃液的水准以下，致形成原板的边缘变厚而引起原板中之应力加大。由于这种应力的作用就导致原板破裂，且不能消除边缘裂口，而且在切边时使廢品增加。边型板的上面有凹槽，它的用途是

使边型板的浮力加大。必須使遮热板和边型板的上表面紧密衔接，以免它和玻璃液面相接触。边型板系用制造磗子磗同

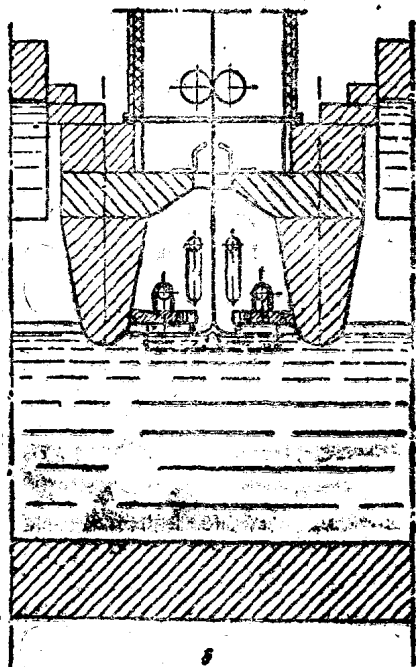


圖 6 將大梁沉入玻璃中从玻璃液自由面上引上玻璃原板的引上室

样的耐火粘土坯料以干法捣固制成。边型板在烧成之后，并在一定的温度下置于引上室内。

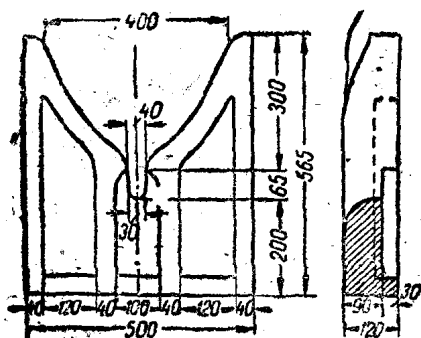


图 6 边型板

热绝缘盖板（第 7 图）系用石棉粘土坯料（按体积比 80:20）加上钢筋作成的。这种坯料成分，要保证热绝缘盖板能进行可塑成型，要具有足够高的耐火度，而且尤其主要的是具有经受温度剧烈变化而无外观变形的性能。机械强度小，乃是这种成分的坯料的缺点，因此热绝缘盖板的使用寿命较短。

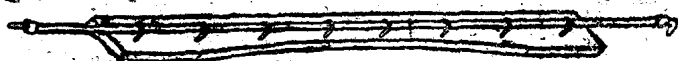


图 7 固结在冷却器上的热绝缘盖板

热绝缘盖板的厚度为 40—50 公厘，其长度等于引上室的长度，而其两端的宽度则等于引上室的宽度的一半减去 50—60 公厘，热绝缘板间的这段空间留作放边型板之用。热绝缘盖板的切口长度，视引上室的宽度而定，当原板的有效宽度为 1600 公厘时，其切口长度即为 1700—1750 公厘。

加在石棉粘土坯料中的钢筋，具有 100×50 公厘孔眼的

焊接網扣，網扣系用直徑為 5—6 公厘的鐵絲作成的。末端焊接在網扣上以便將熱絕緣盖板掛在水管冷卻器上。成型熱絕緣蓋板的坯料，要仔細調和，並將其溫潤到可塑狀態。熱絕緣盖板，系在木板上用 40—50 公分的曲綫板成型。按照一對熱絕緣盖板的外形尺寸，把曲綫板固牢。

熱絕緣蓋板的切口，系用安置在木板中間的專用模板來作成所要求的輪廓。該模板的形狀，根據通路中玻璃液的溫度分布確定之。庫爾洛夫工廠是根據上邊繪出的曲綫確定的。捷爾任斯基工廠用第 8 圖所示之曲綫尺來做成的盖板得到很好的成績。

成型並切開的遮熱板，放在木板上置於小爐之間或者是在大砧頂上干燥 1—2 晝夜，然後用玻璃角尺把切口的里边打磨光滑。這樣做好了的热絕緣盖板，即可裝在引上室內，在引上室內把它掛在直徑為 1 吋—1 吋 1/4 吋的水管冷卻器上，並尽可能地靠近邊型板的上部表面（最好是與邊型板完全接觸），和引上室的大梁。如果熱絕緣蓋板和邊型板之間的空隙過大時，則其與邊型板表面相接觸的玻璃液很快的就凝固了。熱絕緣盖板之間中心處的距離為 260—300 公厘。

在引上機並列配置的通路中，從窖池那面流向板根的玻璃液的溫度，在大多數情況下較對面為高。由於板根向溫度較低的玻璃液那邊縮緊，致使其有些彎曲。為了清除板根彎曲現象，要使從窖池那面熱絕緣盖板之間的開擴空間——也就是從玻璃液溫度較高那面的空間——要比對面寬出 30—40 公厘。

冷卻器 為了冷卻引上室內的玻璃液，也和採用有槽法引上時一樣，板根和玻璃原板亦用高 200—250 公厘的普通冷卻器冷卻，該冷卻器裝置在距原板 50—60 公厘和距熱絕

緣盖板20—30公厘高的地方。除降低溫度的主要冷却器之外，还在引上室內裝置懸掛熱絕緣盖板的水管冷却器，水管冷却器經常用有獨立支管的自來水管供水。

拉邊器 當用本方案無槽引上法成型邊緣時，較用有槽引上法成型時進入之玻璃液更熱，因為引上室的兩邊部分經常用熱絕緣盖板蓋着，而且通路中也保持着更高的溫度。

當用無槽引上法引上時，邊緣的保持，乃是一個很困難的問題。為了保持邊緣，可採用和有槽法引上時相同的以“鉗尖”的開擴度進行調節的雙鉗形拉邊器。當引上速度低時，這種拉邊器對邊緣的保持可獲得令人滿意的結果。當採用高速度引上時，特別是當引上機制造薄玻璃時，保持邊緣是困難的。在這種情況下，採用輥式拉邊器是更為合適的。當用鉗形拉邊器作業時，鉗尖不是放在邊型板的錐體表面上，而是安裝在其上高25—30公厘的地方；在這種情況下拉邊器才能發揮有效作用。

玻璃液流動送體 當在引上機並列配置的通路中大梁沉沒的深度不大時，流向原板成型之玻璃液的表面流所具有的热量均一性較差。據溫度測量證明，在200—250公厘深的地方，玻璃液流的热量均一性較好，為了從這樣深度的地方取用玻璃液，有時在大梁下面裝置特種浮子——“槽子”（見第9圖）。從更加正確地劃分引上室中玻璃液面的觀點上來看，裝置槽子也是合理的，尤其是當大梁沾污或在運輸和操作過程中變形時更是如此。同時，裝置槽子也有其缺點，它可使引上室內的玻璃液自由表面的寬度縮小。

為了形成玻璃液流對板根的對稱流，以及減低深層的热輻射範圍對成型區域內之玻璃液冷却過程的影響，也採用雙流浮子，其中心部分沉入板根下面的玻璃液中（第10圖）。