

玻璃生产合理化的经验

С.И. 柯罗列夫 著

周 炎 译

建筑材料工业出版社

玻璃生产合理化的經驗

С.И. 柯罗列夫 著

周 炎 譯

內 容 提 要

本書是作者——發明家 С.И.科羅列夫（斯大林獎金獲得者）自述其創造的總結報告。作者總結了自己在建築玻璃和技術玻璃生產合理化方面多年的工作經驗。

作者的這些發明和建議都是以他在玻璃成型和加工方法上長期的觀察和研究為根據的。

由於欲使我國玻璃工業的技術水平提到更高度的愛國思想，促使作者提出了許多原則上新穎的生產方法。

本書對玻璃工業生產者以及玻璃工業科學研究機構的工作人員都是有意义的。

С. И. КОРОЛЕВ

МОЙ ОПЫТ РАЦИОНАЛИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА СТЕКЛА

ПРОМСТРОЙИЗДАТ (МОСКВА)

玻璃生產合理化的經驗 周炎譯

1957年2月第一版 1957年2月北京第一次印刷 2055冊

850×1168· $\frac{1}{32}$ ·93,000字·印張3 $\frac{1}{2}$ ·定價0.70元

北京市印刷一廠印 新華書店發行 書號0055

建築材料工業出版社出版(地址:北京市西單區什八半截中沈簞子胡同3號)

北京市書刊出版業營業許可証出字第094號

目 录

作者的話	4
前 言	6
第一章 現有玻璃引上法的合理化	11
玻璃原板在普通槽子磚中成型	11
玻璃原板在有溫度調節器的槽子磚中成型	20
厚玻璃板的切割	29
切好的厚玻璃板的採板	31
厚玻璃板的冷卻室	32
厚玻璃原板在引上機短機腔中的退火	33
特薄平板玻璃的製造方法	39
厚平板玻璃和特薄平板玻璃引上機中的幾點改革	42
提高現用平板玻璃垂直引上機產量的途徑	45
引上平板玻璃用的成型裝置的製造	60
第二章 平板玻璃的軋制	74
第三章 建築玻璃和技術玻璃的新生產方法	79
玻璃厚板的無槽引上法	79
顏色玻璃，貼層玻璃，異形玻璃和其他形狀玻璃的水平 引出法	94
“合片”玻璃引上法	96
建築用空心玻璃制品的引上	98
特殊用途的制品和定形玻璃的引上法	103
玻璃引上的自動裝置	113

作 者 的 話

我国的玻璃工業，在偉大的十月社会主义革命以前，是最落后的經濟部門之一。它只拥有二百个位于偏僻处的小型手工操作的工厂。一般地說来，用机器（尤其是用專門机械）来成型和加工，那时在玻璃生产中是很少有的現象。

作者是在上世紀末在玻璃工厂中开始自己的劳动生活的，繁重的奴隶劳动曾使数千玻璃工人早期衰老和死亡的景象还都保留在作者的回忆中。

苏維埃政权却使我国的玻璃工業能够提高到过去从未达到过的高度。党和政府一貫地引导着玻璃工業向工業化、运用先进工艺、最大限度地利用科学和技术成就的道路上發展前进。

現在，玻璃的生产已經是我国强大社会主义工業中的巨大部門之一。玻璃工厂都机械化了，并以現代技术装备起来了。

在資本主义国家中，建筑玻璃和技术玻璃的生产技术，自从引用了弗克、柯尔拜尔恩、格列戈利烏斯等的發明以后就毫無成就地停滯在这一水平上了，可是，很多生产上和技术上極其复杂的問題都被苏联的玻璃工作者們解决了。

旧的，所謂典型的玻璃生产工艺已被徹底更改或廢棄了。举出下列一点就足以說明：苏联玻璃工人們用垂直引上法引上平板玻璃的速度已是世界第一。

然而，我們不能滿足于取得的成就。列宁和斯大林教导我們要不断地前进。我們面前还摆着許多新的任务。

社会主义国家对玻璃工業提出要求：大大增加产量，坚决地改进产品的质量，生产新品种以滿足工業上和生活中的不同需要。为了解决这些問題，我們必須創造新的技术，把現有的生产加以改善并使之合理。

苏联的玻璃工作者光荣地担任着这些任务。玻璃工業中的技术革新者的力量在不可估量地增長着。

在廿五年以前，我国工業中的合理化建議者和發明家还是屈

指可数的。現在他們已是不可数計了。他們的隊伍逐年在增長，他們勇敢而堅決地开辟着新的道路。

這本書當能引起讀者們的注意，作者就自己力量所及和可能範圍內在玻璃生產合理化方面也曾盡了一分微力。

本書敘述的就是作者在這方面所做的一些工作。

我並不認為我的建議就能最完善地解決摆在玻璃工業面前的這些新的技術問題。

但是，假如由於我們同志用批判眼光去領會了本書中的建議，並依靠着這些力量（玻璃工業中的發明家和合理化建議者）開展創造性的競賽，將能找到更完善的解決方法，那我就很滿意地認為我的目的已經達到了。

前 言

很久以前平板玻璃是先吹成球形，然后把它做成圓板的方法制造的，制出的这种玻璃叫做“月形”玻璃。

圓板的尺寸比較小，它只能制造小規格的玻璃。

大塊平板玻璃需要的增長决定了由“月形”玻璃的生产轉到圓筒形玻璃（或“筒子”*）的生产。

上述这个方法是把玻璃吹成合于規格的中空圓柱体——毛坯，再經過一些加工程序后做成平板玻璃的。

吹制“月形”玻璃，尤其是“筒子”是在極端繁重的操作条件下进行的，需要耗費的体力很大。人工生产平板玻璃的生产率很小，質量也低：制出的玻璃厚薄不同，碎玻璃和廢料量很多（达到50%）。

所有这一切都肯定了生产平板玻璃必須要以机械化进行。

但是使平板玻璃生产机械化的多次嘗試，很多時間沒有成功。仅在廿世紀初期才使这项生产机械化的想法得到了实现。

圓柱体——“筒子”的制造最先采用机械化，它是柳布別尔斯建議的，这个方法的要点如下：

玻璃液从玻璃熔池倒入一个燒粉托盤內，此盤由底連在一起的二个“鍋”1組成（圖1），它并能繞水平軸轉动，在它的下面設有一个帶煤气噴燃器或石油噴嘴2的燃燒室。

托盤在圓柱体引上的整个过程中一直在加热。固定在提昇裝置上并与空气供給管联接的金屬鉗3首先浸到玻璃液中，浸入的深度不大，而在放置不久后就慢慢往上提昇。

同时开始把空气送入圓柱体内。

当引上的圓柱体达到需要的長度时，在下面把它切断，搬到水平位置后，把它放到一个特殊架子上，并切成若干环，然后沿圓筒的構成綫裁开，在引平爐中加热，攤成平板。

* 筒子(хольца)系吹成的玻璃圓筒，作製制平板玻璃之用。（譯者註）

这种方法对玻璃液的成份没有任何特殊要求。利用这种方法能制造十分之几公厘到10公厘或10公厘以上厚的玻璃，可以保证玻璃面的质量很好，并且不需冷却器。

但是除了这些优点以外，这种方法还有许多严重的缺点：

(1) 操作过程是断续的，必须逐步把圆柱体变成平板；

(2) 燃料消耗量大，因此产品成本高；

(3) 空气送入圆柱体是自上往下，因此在圆柱体与金属钎连接点的玻璃液过度冷却；

(4) 在紧接着钎的玻璃环中能产生使圆柱体断裂的机械应力和热应力；

(5) 间断地向托盘内送入玻璃液，不能保证引上圆柱体的过度稳定。

所有这些缺点使得柳布别尔斯法在目前几乎已经完全被其他较为经济的大量生产平板玻璃的方法所代替了。

这些能直接制得带状玻璃的方法，是由柯尔拜尔恩、富尔科、格列戈利乌斯等提出的。

按照柯尔拜尔恩法，玻璃是由自由的熔融玻璃液面引上的。带状原板的边用水冷却的条纹面滚子成型，滚子成对地装在原板两边，并紧靠在玻璃液面上。

这些滚子紧夹着引上来的原板的两边，使它的宽度固定。

在滚子夹紧处的后面，玻璃原板用冷却器冷却。

引到高度达60—65公分的原板用煤气喷燃器的火焰软化，同时用特殊的辊子将它由垂直引上方向转到水平方向，此后让原板通过退火窑。

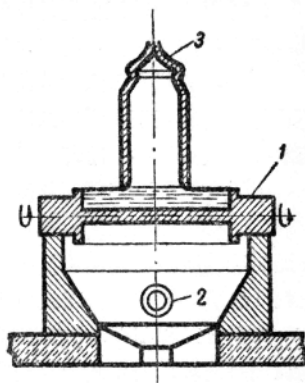


圖 1 柳布別爾斯法
1—“鍋”；2—噴嘴；3—鉗

柯尔拜尔恩法的主要缺点是：

(1) 引上玻璃板根内外层的温度差很大，能达到 100° ；在玻璃原板表面产生张力，并需装置退火用的炉膛。

此外，当单向将水送入冷却器时，引上的玻璃原板冷却得就不均匀。玻璃原板在水进入冷却器的一端比冷却器另一端（这里的水温比较高得多）冷却快得多。

由于有这个温度差别就使玻璃原板的厚度不均。

(2) 必须精确地保持玻璃原板弯折地方的温度状况。温度一提高玻璃原板就要粘住辊子；温度一降低，在弯折时玻璃原板上就可能形成裂纹。从而使原板折断。

比利时工程师 3. 井克拟制了一种制取玻璃原板的方法，它的原理是将玻璃液由耐火粘土槽子磚（舟形磚）口中挤出（圖 2）。

当将槽子磚沉入玻璃液时，玻璃液由于受流体静压力的作用从槽子磚縫内挤出，由“餌”*抓住，并用引上机辊子往上引。

为了防止原板变窄，在它两旁装置金属冷却器，水在这些冷却器内不停地流动。冷却器冷却着原板，使它的外部形成一层硬壳，因此使原板保持着规定宽度。

弗克式玻璃原板引上机乃是一个高度在5225公厘以上，宽度从1200公厘到2500公厘的机膛（圖 4）。

引上机安装在成型通路上，或者顺次装成一直线，或者装成每个引上机直接单独供给玻璃液的形式。

在引上机依次排列的通路上，各个引上室由预热室间隔开。

由池窖流来的玻璃液直接供给引上机时，通路上没有加热室，因此通路的温度状况完全决定于窖的温度状况。

弗克氏法也有许多大缺点。引上的原板经常在宽面的厚度上多多少少显示出均匀，并且有筋（縱筋），这些缺点使透过玻璃看出的东西歪曲。

* 我国通常称作拍子——譯者註。

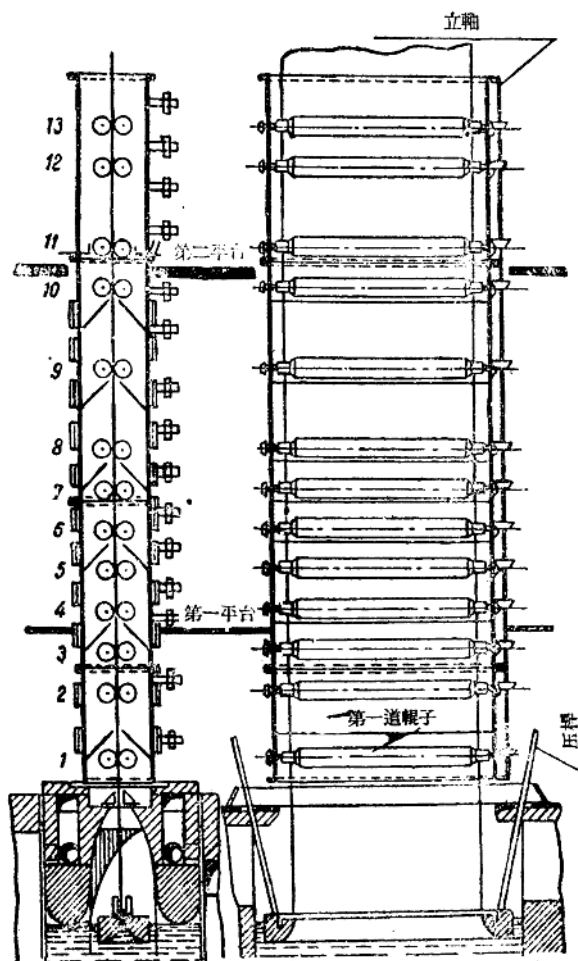


圖 2 弗克氏法

按格列戈利烏斯法，玻璃原板也是在垂直方向成型的，但是原板是由熔融玻璃的自由液面引上的。在用这种方法引上玻璃原板时由于玻璃液的温度不均匀也会产生弗克氏方法所具有的主要缺点——引上的玻璃原板在寬里的厚薄不均。但是制得的玻璃，表面極好，并且很少看到有筋。

大家都知道，苏联玻璃工作者不仅改进了，而且还徹底修改了玻璃垂直引上法。近几年来我們創造出了許多新結構的成型通路和新的礮子礮，制定了許多高生产率的工艺制度，这些制度保證了各种不同厚度平板玻璃的引上速度达到最高峯。

在最近几年內我們玻璃工業應該大大地增加平板玻璃和工業玻璃的产量，并且要迅速改善它們的質量。

为了解决这个問題，玻璃工業的工作者不仅應該开展使現有的生产方法进一步合理化的斗争，而且應該依靠苏联科学与技术的巨大成就創造出生产能力大至無數倍的新方法。

第一章 現有玻璃引上法的合理化

玻璃原板在普通礮子磚中成型

我們玻璃工業上所廣泛採用的平板玻璃垂直引上法是利用玻璃液從礮子磚礮口里擠出的方法形成原板的。

成型原板的玻璃液最初由於它與礮子磚耐火粘土壁接觸而受到冷卻，擠出礮口以後被冷卻器冷卻。

因此玻璃液的流速和表面溫度都降低。在此時通過礮口中心的玻璃液內層冷卻得非常輕微，因此它的流速和溫度都比和礮子磚壁接觸的玻璃液層高。已經查明，板根的中層和內層（應為外層——譯者）之間的溫度差為 $75-100^{\circ}\text{C}$ （原板開始成型的玻璃液部分叫做板根或錐體）。與礮子磚內壁接觸的玻璃液層的溫度是 970° ，而中層的溫度是 1070° 。這就造成了原板成型及以後退火的不利條件。

因玻璃原板厚度上的溫度不同而產生的應力不能完全消除，而這個應力往往就是使原板以後在機腔內冷卻時發生碎裂的原因。

進入礮子磚的玻璃液溫度的劇烈變動，會使板根的體積發生變化，或是縮小或是增大。而板根體積的變化又會使引上的玻璃原板的厚度和質量發生變化。

當玻璃液溫度降低時，板根增大，因而引上原板就逐漸變厚，為了減小引上原板的厚度，常常把礮子磚昇高一些或者加快原板的引上速度。

當溫度昇高時，板根就向礮唇流散，形成“羅漢松”現象，同時引上的原板逐漸變薄。為了消除這種現象，可加快冷卻器中的水流速度，把冷卻器移近板根部，減低引上速度并把加熱室內的

温度降低 $10-15^{\circ}$ 。

其次，板根的体积也可能由于玻璃液面的变动，或者是槽子砖压下深度的改变而发生变化。池窑里和机器通路里的玻璃液面降落时，板根体积缩小，玻璃原板变薄，同时槽口两边的冷玻璃液被带走，使原板上出现筋纹。为了使板根的体积正常，要把槽子砖更深地压入玻璃液中。当通路里的玻璃液面升高时，板根就增大；为了消除这一毛病，要把压板松开，使槽子砖升高一点。如果槽子砖周围玻璃液已凝结，槽子砖不能上升或下压，那就必须把原板打断，或者用煤或“小木条”烧槽子砖周围的玻璃液。

引上玻璃原板的质量还决定于是否正确运用了冷却器和冷却装置。

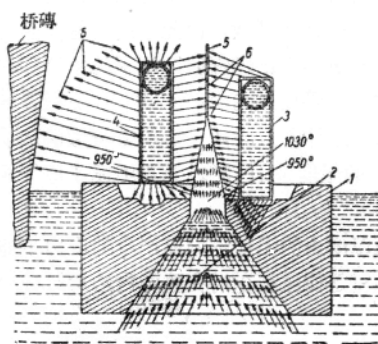


圖 3 冷却器安裝圖

- 1—槽子磚；2—成型时的玻璃液層；3—安裝在槽唇上的冷却器；
4—安裝在槽子磚邊緣平面上的冷却器；5—玻璃原板；6—箭头表
示的是冷却器对玻璃液的冷却作用

圖 3 左面所示的冷却器安裝法使槽子磚和桥磚之間的玻璃液冷凝很快，并且对原板的冷却也是不正确的；右面是冷却器的正确安裝法，它使玻璃原板受到强力冷却。

圖 4 所示的是用圓形冷却器的槽子磚。虽然这种冷却器的直径不超过 100 公厘，但是它們冷却板根还是比高冷却器要好得

多。此外，圓形冷却器還不致使礮子磚和橋磚中間的玻璃液冷凝。

礮口兩層時常被機膛里掉下来的碎玻璃打成缺口。此外，如果礮口兩層是用粗粒燒粉制成的，也會發生缺口或剝落現象。礮口兩層上有了缺口，就會使引上的玻璃原板上形成豎筋。

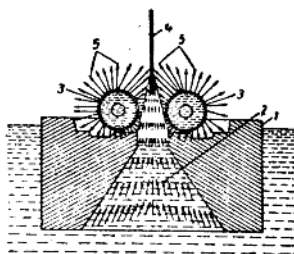


圖 4 圓形冷却器

1—礮子磚；2—成型時的玻璃液層；3—冷却器；4—玻璃基板；5—礮子磚周圍被冷却器冷却的空間

普通的礮子磚能引上 1.2 公厘到 6—8 公厘厚的玻璃基板。更薄或更厚的玻璃，由於引上基板在礮子磚寬度上的溫度里外不同，所以很難制成。但是如果把引上機的速度減低，並使玻璃液溫度降低時，可以引上厚達 30 公厘的玻璃。然而在這種情況下引出的玻璃表面有粗大的筋縷，甚至有稜。這時引上的速度約為 1.5—2 公尺/時。

要增加引上速度和減少玻璃筋縷，必須使礮子磚中的板根保持飽滿，這點不是經常能辦到的，當引上機順次地排列在一個通路上時特別困難些（由於玻璃液向回對流的影響）。

當溫度不均的玻璃液進入礮子磚中時，引上的玻璃可能發生“彎曲”現象，同時引上機輥子會把生彎的玻璃基板壓碎，隨後基板就會掉爐。

引上室的結構是使成型通路中玻璃液溫度不均的主要原因之一。礮子磚兩端和引上室牆之間不過 100—150 公厘，在這樣狹窄的空間里玻璃液流很快就冷却并凝結。圖 5 中的細條條部分是表示引上室深處和礮子磚兩端與引上室牆之間凝結的玻璃液層。玻璃液的成型流逐漸縮小，並且只在引上室中心流動，因此在基板寬度中間部分的溫度比兩邊高，這就是一般使引上玻璃質量變壞的原因。

玻璃液不均匀在很大程度上与現有池窖的深度也有关系。我們都知道，在深为 1.5 公尺的池窖池底上漸漸地会形成一很厚的髒玻璃液層，它的温度比上層的玻璃液低。当熔化温度昇高时，它被卷入了活潑的作業流中，因而使引上室中玻璃液的質量大大变坏。窖池現有的深度在理論上或是实际上都沒有任何充份論据認為一定要保持这样的。譬如，当用坩堝里熔化的玻璃液来制造制品时，剩下的玻璃液在下一大次熔化前一定要挖尽，这就不是一偶然的事情；因为要不挖尽它，下一大次熔化的玻璃就会具有各式各样的缺陷。

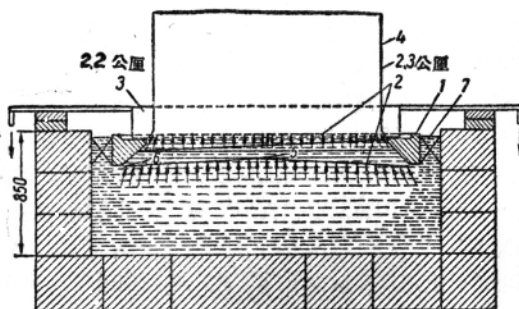


圖 5 裝有槽子磚的引上室剖面圖

1—槽子磚；2—玻璃液流动；3—冷却器；4—玻璃原板；5—玻璃液的加速流动；6—玻璃液的緩慢流动；7—凝結的玻璃液

实际上池窖是一个大型的坩堝，它們之間只有一点差别，就是在池窖里是殘存并积聚大量的坏玻璃液，而这正是使进入成型通路的玻璃化学成份和温度不均匀的經常原因。

因此制造原板的玻璃液在温度和化学成份方面是否均匀的問題对生产平板玻璃是具有决定性意义的。

問題就在于要找到一些方法，使我們能够依靠它們制出温度和化学成份方面都均匀的玻璃液来。

作者多年探討和試驗的結果拟出了許多新的方法和裝置，它們都能够保証制得温度均匀的玻璃液用来制成建筑玻璃和技术玻

璃。

首先，必須尽量減低池窖的深度，減低到 300 公厘。減低池窖的深度不但能提高玻璃的質量，而且由于傳熱條件的改善還能大大地加速熔化過程。圖 6 表示的是深度為 300 公厘的雙池池窖。

受溫度差的影響而從成型部流往熔化部的所謂“迴環流”是使池窖中玻璃液溫度和化學成份方面不均勻的重要原因之一。消滅這些迴環流或者在最不得已時盡量將它們局限在窖的個別區域，如果這樣就能使成品質量有顯著的改善。

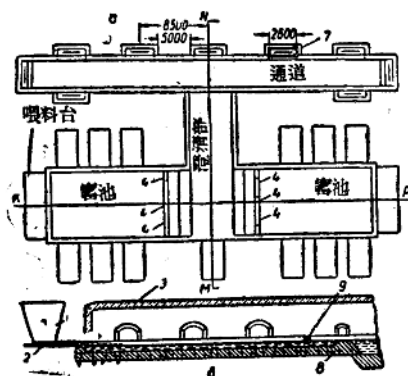


圖 6 深 300 公厘的雙池池窖

- 1—配料料倉；2—喂料機；3—窖池；4—流玻璃液的通路；
5—澄清部；6—作業通路；7—引上室；8—溫度調節器——
玻璃液質量穩定器；9—絕熱擋牆

改變引上室現有的結構也是一個同樣迫切的問題。應把引上室擴大 100 公厘，即把橋磚之間的距離由 500 公厘擴大到 600 公厘。根據作者的建議在斯大林哥美里工廠已建造了這樣的引上室。自引上室加寬後，引上機的生产能力有了顯著的提高：引上機引出的原板由每班（6 小時）100 塊增加到了 280 塊。

同時應當把引上室的長度每邊加長 400 公厘，這樣能夠消除矽子磚兩端和引上室縱牆之間的玻璃液凝結現象。

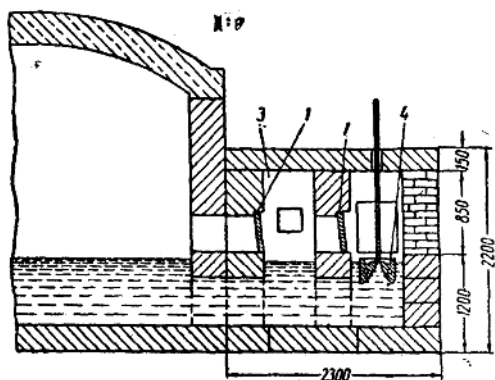


圖 7 有分隔牆的引上室（縱剖面圖）

1—加熱窗口；2—引上室；3—冷卻室；4—種子磚

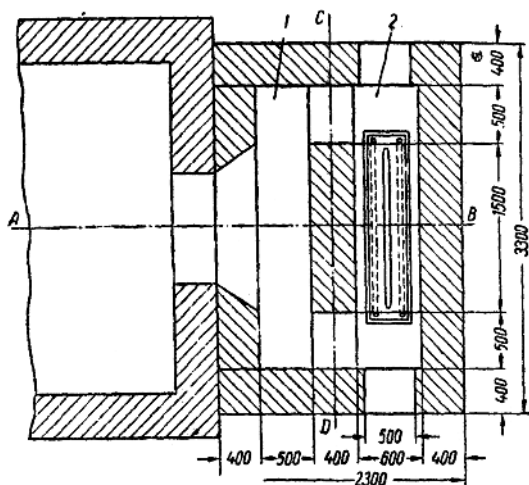


圖 8 有分隔牆的引上室（平面圖）

1—加熱窗口；2—引上室；3—冷卻室；4—種子磚