

建材情报资料

总第8028号

玻 璃 类

国内外平板玻璃发展现状与差距

建材部技术情报标准研究所

1980年8月



一、国外平板玻璃发展概况及科技发展趋势

(一) 国外平板玻璃发展概况

透明窗用平板玻璃的成型方法，现在世界上大体可以分为垂直引上和水平拉引两种方法。根据其成型机理不同又可分为：垂直有槽引上法、垂直无槽引上法、平拉法、浮法和旭法（我国称之为对辊法）等几种。

以上三种传统的成型工艺方法（有槽、无槽、平拉），因互有利弊，差别不太明显，故有三足鼎立之势，已达半个世纪之久。自1959年英国皮尔金顿公司宣布浮法工艺试验成功，并投入工业性生产之后，开始打破这种局面，并逐渐向浮法转向，特别是近十年来，转向趋势异常明显。

1963年英国皮尔金顿公司开始出售“浮法工艺”技术专利，同年，美国匹兹堡公司首先向英国购买专利，引进浮法生产线，接着其他国家相继引进。据统计至1980年底，全世界二十三个国家和地区将建成投产81条浮法生产线，其分布是：美国31条，日本8条，英国8条，西德5条，意大利5条，比利时4条，法国3条，加拿大3条，西班牙2条，捷克2条，墨西哥、苏联、波兰、瑞典、南非、澳大利亚、委内瑞拉、伊朗、埃及、巴西、土耳其、南朝鲜、丹麦各一条。

目前，除浮法发展很快之外，旭法发展也较快。旭法是1971年由日本旭玻璃公司研究成功的一种新工艺。到目前为止，该公司已向：芬兰、泰国、菲律宾、印度尼西亚、匈牙利、罗马尼亚、波兰、缅甸、墨西哥、伊朗、南朝鲜、东德、西德等十三个国家和地区（不包括我国输入了旭法生产技术，共128台垂直引上机。此外，还有四个国家和地区正与该公司接触和商我国）谈买卖。

1975年世界平板玻璃总产量中，各种成型工艺占的比例是：有槽法33.5%（主要在苏联和中国），无槽法17.5%（主要在欧洲），平拉法17.5%（主要在日本和比利时），旭法1.5%（主要在日本和第三世界国家），浮法30%（主要在美国、日本和西欧）。

近十年来，由于浮法高速发展，所以世界各国新建玻璃厂几乎没有用有槽法和平拉法生产的。个别国家新建了一些无槽厂，但为数不多。用传统方法生产的老厂改造，也大多采用浮法。

从近几十年的实际转向情况和今后的发展趋势来看，浮法越发展，传统生产方法的淘汰就越明显。但是由于世界各国工业水平不同，国情不同，经济发展程度不同，建厂规模和产品要求不同，国民消费水平不同等，因而选择成型方法的标准和角度是各不相同的。

在工业发达的资本主义国家，在七十年代基本完成了采用浮法取代其他传统方法。美国是目前拥有浮法生产线最多的国家，至1980年底将建成投产的浮法线共31条。

目前，浮法玻璃产量占全国平板玻璃产量的90%以上，其他传统生产方法，无槽法发明，最后两座“匹兹堡”无槽引上法工厂关闭，最后两条平拉线也于去年

和今年相继关闭,只剩下生产装饰用压花玻璃,安全用夹丝玻璃的压延生产线。而十年来,平板玻璃产量,从1968年的1.965亿米²增加到1978年的3.67亿米²,产量几乎翻一番。发生了这样大的变化,是由于美国总的工业水平,投资能力和国民消费水平决定的。此外,美国在进出口政策上,由于采取了鼓励浮法玻璃出口的作法,降低其出口税,提高其进口税,而对普通窗玻璃却相反。因此,也导致了美国对普通窗玻璃宁可进口,也不生产的现状。

英国计划1980年将建成日产为714吨的第五条浮法生产线,至此,英国已将传统的生产方法及机械磨光法全部改为浮法,全部采用浮法生产平板玻璃。

目前西欧国家,浮法玻璃生产也均占有绝对优势,约70%以上平板玻璃是以浮法生产的。

苏联平板玻璃产量居世界第二位,主要是靠有槽法和无槽法生产的,至1976年底,共有326台垂直引上机,成为世界上拥有垂直引上机最多的国家。苏联仅有一条浮法生产线。其中有槽法生产的平板玻璃占全国平板玻璃总产量70%左右,无槽法占25%。

苏联第九个五年计划(1970~1975年),主要是靠老厂的革新、挖潜和改造,来提高玻璃的产、质量的。如1970年与1975年相比,玻璃带总宽度由625.7米增加到718.5米,玻璃产量增加了3750万米²,即产量增加16.9%,一级品率达84~85%,特级品达6.7%。靠老厂的革新、挖潜和改造(即加宽加高或增加引上机等)却增加11.7%,而靠建新厂只增加3.3%,靠增加窑令增加1.9%。在这一期间劳动生产率提高45.7%,也主要靠老厂的革新、挖潜和改造。

在生产工艺方法上,苏联总结了十多年发展无槽垂直引上法所走的弯路和主要经验教训,于1965年宣布无槽法试验成功,而大力发展无槽,至此,无槽窑逐年增多,截止1976年,苏联已有十二个无槽厂投入生产(其中四个无槽厂中也有有槽引上法同时在生产),成为世界上拥有无槽窑最多的国家。

苏联起初曾试图自己试验研究浮法,研究多年宣告失败后来在1967年购买专利,1970年建成投产了第一条浮法生产线。

苏联第十个五年计划(1976~1980年)期间平板玻璃工业发展的技术政策十分明确,即提高平板玻璃产量和质量,主要不是依靠建新厂和采用新的成型工艺方法,而是对老厂的革新、挖潜和改造,并使各厂生产达到先进厂的技术指标。

目前苏联已停止建设垂直引上系统。据苏联期刊报导,苏联正在进行日产千吨窑的设计研究工作,预计苏联第十一个五年计划期间,即可能在1982年与英国浮法专利合同期满后,要大力发展新的浮法生产线。

日本平板玻璃产量居世界第三位,该国几种成型工艺方法都有,但浮法所占的比重最大。1978年采用浮法生产的玻璃为13900万米²(折合2毫米厚度),其他工艺生产的为18200万米²(折合2毫米),浮法约占40%。自1976年以来,随着国民消费水平的不断提高,对浮法玻璃的需求量逐渐增长。而传统生产方法逐渐减少,到目前为止共有8条浮法生产线。

但是,在六十年代中后期,尽管浮法工艺已经有了较大的发展,但由于浮法玻璃成本高,销售价比普通成型方法高,2毫米及2毫米以下薄玻璃生产困难,而且又不经济,因此日本旭玻璃公司,于1967~1971年间致力于研究新的垂直引上法—旭法。1971年旭法研究成功之后,在1971~1975年间,将其所属的33台有槽引上机全部改为旭法,并大力输出旭法生产技术。但到了1979年,33台旭法引上机只有9台还在生产,而把一条已经停产了的浮法线

又恢复了生产。这说明旭法工艺技术对日本来说,并不是发展方向,而目前仅仅保留一座窑九台旭法引上机作为输出专利技术的样板而已,而今后重点仍是大力发展浮法。

在东欧各国中,捷克早在1969年就开始引入浮法技术了,现在正准备建立第二条浮法线,捷克这样做是为了出口。

匈牙利和罗马尼亚等国情况与捷克不同,60年代,匈牙利平板玻璃一直短缺,始终依靠进口来补足缺额。目前为了满足国内需求量的增长,没有选用浮法和有槽法,而是选择了无槽法。在1970年与苏联签定协议,由苏联帮助建设无槽厂,于1974年投产。此外,从日本引进了旭法,对有槽老厂进行了改造,提高产质量。

罗马尼亚目前尚未引进浮法,而是积极地引进旭法,目前旭法引上机已达42台。

从世界平板玻璃生产总的发展趋势来看,主要是浮法。浮法的主要特点是:

浮法玻璃表面质量高。可代替机械磨光,而一次投资可减少一半左右;生产能力高,目前4毫米玻璃的拉引速度可达1300米/小时,单机拉引量达715吨/天;产品品种多,规格范围广,可充分满足现代高级建筑和多种用途玻璃的需要,可生产1.7~30毫米各种玻璃,板宽达5~6米。生产已完全实现了高度自动化,劳动生产率极高,从而使产品成本不断下降,如美国1972年~1975年,浮法玻璃价格降低23%,而窗玻璃价格上涨13%,目前浮法玻璃与普通窗玻璃价格一样。基建投资也在逐渐减少,一般单位投资(按2毫米计算)为0.92~1.3美元/米²。

旭法发展也有较快的原因,主要是用于有槽法老厂改造上,其主要特点是:表面质量比有槽法和平拉法好,可与无槽法相媲美,而引上速度比有槽法高,约比有槽法增产5~18%,宜于生产2~3毫米和2毫米以下(0.7~1.6毫米)的薄玻璃。采用旭法改造有槽法老厂简易可行,投资费用少。

由于旭法具有以上特点,所以第三世界国家多用于有槽法的老厂改造上。

从目前平板玻璃工业总的发展趋势来看,浮法逐渐取代其他的传统工艺方法,浮法工艺的推广与发展占有绝对优势地位,但三种传统的工艺方法在一定时期内,一些地区,一些国家仍将占有一定的地位。

(二) 国外平板玻璃科技发展动向

1. 浮法工艺的新发展

浮法工艺在原基础上,发展了电浮法和匹兹堡新浮法,从而可生产多种带色的吸热玻璃和热反射玻璃,被广泛用于节约能源及薄玻璃的生产上。

目前浮法生产技术的发展趋势是:扩大生产规模,一般日产达500~700吨,提高热效率,降低热耗,降低成本,进一步提高薄玻璃的生产。

2. 积极改善原料和配合料质量

(1) 建立原料基地,集中供应合格粉料—国外玻璃工业原料的生产,是在原料产地进行选矿和加工,集中供应玻璃厂合格的粉料,其优点是资源能得到合理的利用,可节省投资和减少经营管理费用大约35%,有利于实行专业化分工协作,提高劳动生产率,减少原料运输费

用和提高产品质量。

(2) 玻璃原料节碱代碱

由于纯碱的短缺，国外玻璃工业界早就在寻找各种节碱、代碱的途径，开展节碱代碱的研究，并已取得了一定效果。

探索利用储量十分丰富的天然碱，是当前工业发达国家解决纯碱来源不足的重要途径。如美国合成纯碱的产量逐年下降，从1975年的320吨下降到1980年的90万吨（预计产量），而用含碱天然矿加工提纯生产的天然碱却逐年增加，从1975年的760万增加到1980年的960万吨（预计产量）。用烧碱代替纯碱是国外玻璃工业近几年来值得注意的另一动向。在配合料中加烧碱引入氧化钠，不仅可节省或代替部分纯碱，而且可提高熔化速度，节省燃料，降低熔化温度。为此，日本、西德、美国、波兰等国都进行了大量试验，并取得一定成效。此外还有用高炉矿渣代碱，用含碱的天然岩石，如粗面岩、霞石、正长岩、珍珠岩、伟晶花岗岩和响岩等作纯碱的代用原料。也有的用水泥厂电收尘的灰尘代碱，据称可促进熔化，提高产量，降低玻璃成本。

(3) 配合料压块粒化和预热 国外实践已经证明，熔化经过予热反应的粒化料、块化料可以把温度降低到 $\leq 1430^{\circ}\text{C}$ ，这样可以节省燃料，减少空气污染。所以从六十年代以来，日本、美国、西德、东德、苏联等国对此都很重视。尤其是近几年来，各国都在研究配合料的压块和粒化技术，其中日本进展的较快。据《美国玻璃汇报》杂志1978年第一期报导，美国福特汽车公司已取得配合料压块和予热技术的专利权。压制的料块用废气予热，生产一吨玻璃可节省燃料费2~4美元。目前国外实际应用还仅限于小型池窑。

3. 提高熔化温度，强化生产，降低热耗，提高热效率

目前国外普遍地提高熔窑耐火材料质量，采用了高温熔化，适当提高熔化温度；同时还采用了池窑鼓泡、机械搅拌、薄层投料、纯氧助燃、熔窑保温、废热利用等综合措施，大大提高了熔化能力和热效率。内部燃烧法是一种新的方法，是参照电加热的特点，于火焰窑内，采取在玻璃液内部燃烧与传热的方法。

目前国外采用电熔窑和辅助电加热熔窑愈来愈多。利用电能熔化玻璃，玻璃质量好，热效率高，没有污染。辅助电加热是用于补充火焰加热来熔化玻璃的，一般可提高生产能力10~60%，熔化率可达3~3.5吨/米²·天，热效率可增加到35~40%。

4. 研究发展高质量多品种的新型耐火材料，提高熔窑的使用寿命

目前国外由于耐火材料质量和品种的发展，国外玻璃熔窑越来越多地采取高温熔化，强化生产。熔化温度高达1600℃或更高，熔窑寿命可达6~8年。

广泛应用氧化锆含量高的优质电熔锆刚玉耐火材料，烧结耐火材料，胶结耐火材料。由于加强了窑体的保温，还出现了各种优质保温材料。近年来，在品种质量和生产技术上等方面都有很大的发展。

5. 发展新品种玻璃

为了适应近代建筑发展的需要，近年来，国外作墙体用的大面积高级平板玻璃、吸热玻璃、热反射玻璃、保温隔音、中空玻璃等等新品种玻璃有了较大的发展。

6. 生产高度实现机械化自动化

国外先进的平板玻璃厂，尤其是浮法厂，机械化自动化程度较高。按生产程序控制，从原料粉料散装进厂，空气输送入库，电子称自动配料，混合机程序控制，熔窑液面与投料，窑压与闸板，温度与燃料量及燃料与风的比例均自动调节；火焰情况通过工业电视监视，成型液流也自动调节；成型方面，锡槽温度和气氛自动控制，玻璃带位置和拉边机情况，以工业电视监视；板宽板厚扫描测定，纵向和横向退火温度自动控制，出退火窑后板面缺陷自动扫描检验，并据此自动切裁，最后自动分片自动码、堆、装、运，整个生产过程很少依靠人工操作。

(三) 国外平板玻璃应用的发展

建筑平板玻璃向多品种及多功能方面发展，为现代化建筑开拓了更广阔的前景。

在现代建筑中，平板玻璃已由过去单纯作为采光和装饰用的材料，向作为控制光线，调节热量，节约能源，控制噪音以及降低建筑物自重，改善环境等多种功能方面发展。同时也已经成为现代化建筑的一种重要材料，被广泛地应用作建筑物的外墙体、隔墙板、门窗、围墙、透光屋面以及其他一些特殊用途的建筑构件。许多品种的玻璃构件，也象其他建筑材料一样，是在工厂里制成预制构件，然后直接拼装或安装在建筑物的需要部位。此外随着现代化建筑的发展，许多高级建筑物的主立面几乎全部为玻璃所占。目前发展较多较快的主要有以下几种：

1. 中空玻璃构件

是一种两层或两层以上平板玻璃构成，四周密封，中间充入干燥空气还可以涂以不同颜色或不同性能的薄膜，整个构件是在工厂里制成的。目前整个生产工业已实现了机械化和部分自动化控制，主要生产国家有美国、西德、法国、比利时、日本、芬兰。近年来，东德、捷克、波兰、匈牙利、罗马尼亚、南斯拉夫、意大利、苏联等国也大量生产和使用中空玻璃构件。美国1978年产量达4306万米²，西德73年达1000万米²，同年西欧为2000~2400万米²，苏联目前年产量为200万米²。

中空玻璃构件主要特点是隔热、隔音效果好，结构轻便，制做和安装便于工业化，而且经济，因而在建筑方面的应用越来越广泛。目前广泛应用于现代化建筑物中，以节省能耗，减少噪音，一般可节约能耗16.6%。据罗马尼亚资料分析，冬季采暖的能耗可降低25~30%，噪音由80分贝降至30分贝，据报导，HE-3型中空玻璃，总厚度为28~30毫米，每年每使用100米²，可节约1300升石油。据西德《玻璃世界》杂志介绍的一种中空玻璃，透光率为70%，能充分利用阳光，隔热性能比普通玻璃提高70%，相当于37厘米厚的砖墙。加拿大新建皇家集团总部大楼的四个外墙壁采用的是加拿大匹兹堡公司生产的双层反射中空玻璃，冬天可比单层玻璃窗减少70%热损失，夏天可反射掉45%的太阳热能，从而减少了采暖与空调用的能源。

2. 吸热和热反射玻璃

目前这种玻璃多是用电浮法工艺生产的，是一种可以控制阳光，能全部或部分吸收热射线，同时仍能保持良好透明度的玻璃。这种玻璃的主要特点是吸收或反射太阳辐射热能达70%以上，日晒时室内能保持室内一定的温度和光线，改善玻璃窗的隔热能力，节省采暖和空调用的能源。

3. 波形玻璃

是一种较新的建筑玻璃制品，它的特点是强度高，刚度大，具有较好的抗冲击强度，有足够的透光性能。

波形玻璃有加筋和不加筋两种。加筋波形玻璃受到破坏时，碎片不会从网丝上掉下来，火灾时，不会受热而开裂。波形玻璃可用来作透明的厂房屋面，透光的墙体，保温屋面，天窗等。目前波形玻璃是采用压延法生产的。

4. 玻璃门

一般是采用钢化玻璃制成的，有透明的、磨砂的或夹丝的和着色的几种。目前在美国、西欧、日本等国使用较多，在英国家庭中已十分盛行，但每年引起的事故也很多。

近年来英国生产了一种用一块丝网作基料，以0.76毫米厚的高度透明和抗撕裂的聚乙烯醇缩丁醛作为中间层，把两块玻璃胶结在一起的构件，可大大减少其事故的发生。

5. 槽形玻璃

主要用作建筑物竖向非承重的围护结构，内隔墙、天窗、透光屋顶、阳台和走廊的围护屏蔽，以及月台，遮雨棚等屋面材料。

这种玻璃可通过采用双列安装的方法，靠空气层达到良好的隔热、隔音效果，用双排槽形玻璃构件建造的墙体隔热、隔音性能不亚于砖墙和其他一些建筑材料。

槽形玻璃还有其他一些品种，如压花加网，夹丝槽形玻璃等。

目前，比利时、法国、西德、英国、日本、苏联、东德、捷克和匈牙利等国广泛生产和应用了这种玻璃。

6. 安全玻璃

汽车工业和其他交通运输车辆上用的安全玻璃，主要是钢化玻璃和夹层玻璃，均以平板玻璃加工而成的。钢化玻璃是以普通玻璃经过热处理制成的，它的强度比普通玻璃要大3~5倍，化学钢化是一种新的方法，只有十几年的历史。

钢化玻璃和夹层玻璃广泛用作汽车的侧窗、后窗和前风挡玻璃。

目前出现一种名为“特里温”的风挡玻璃，采用两片2.3毫米的浮法玻璃作夹层，中间夹一层0.8毫米厚的高抗穿透性塑料层制成的。这种新型风挡玻璃安全性大大提高，而重量能减少22%，美国和西德六十年代研制成了一种抗穿透性能的夹层玻璃，简称H.P.R.，它比普通夹层玻璃的抗冲击强度高三倍以上，目前美、日、英、西德生产的小轿车，前窗几乎全部

采用这种玻璃。

电热风挡玻璃在飞机上早已采用，近年来也用于汽车上，它能消除霜冻及霜露。

7. 平板玻璃用作太阳能收集器

随着能源的供应紧张，平板玻璃已开始用作太阳能收集器。目前的太阳能收集器有平板型和管形等几种。据美国杂志报导，太阳能收集器将是建筑的一部分，用这种收集器收集太阳能，以热水的方式把太阳能储存起来，供居民使用，还可以把收集来的太阳能产生蒸气，然后把蒸气升压推动涡轮机发电，供采暖、照明等使用。据报导，美国加利福尼亚州的巴斯图附近建造一座实验性太阳能发电厂，发电量为10兆瓦，足够一座7000~10000居民的城镇使用。该发电厂用3万块玻璃片制成巨大的日光反射镜，装在泡沫塑料夹心板上，并装上钢衬作增强骨架，最后制成日镜，用于发电。

日本的日立化成公司自1964年以来就销售太阳能热水器，十四年来已售出40万台，每台3万日元。美国匹兹堡玻璃公司也制作了太阳能热水器，与日本的结构大致相似，冬天用来室内取暖，或作为热水的预热器。

1976年美国安装的平板玻璃太阳能收集器的成本约为11美元/平方英尺。

以单层或双层钢化玻璃板，涂层的吸热铜板和铜制导水管组装，加以密封和绝缘保温，使被玻璃盖板收集起来的太阳热能通过吸热铜板传到与它焊接的导水管来加热水，并用水泵送入蓄热水箱。据估计，每平方米每天可收集250~2500千卡热量，每天可供四口之家的住户用0.3立方米的热热水，一年中可供用45~60%的时间，设备投资为单供热水每户为1500~2500美元，如兼供暖气则为5000~10000美元。

利用太阳能热水，目前在国外已逐渐在推广应用。

8. 其他

其他玻璃品种如玻璃空心砖，釉面玻璃、夹丝玻璃，着色吸热玻璃，光致色玻璃，防火玻璃等等也发展的较快。

二、目前国内平板玻璃现状与国外主要差距

(一) 目前国内平板玻璃现状

1. 基本情况

解放前只有秦皇岛、大连、沈阳三个平板玻璃厂，共27台有槽垂直引上机，1949年产量为107万标箱，1950年职工人数为3239人。

1952年8月上海耀华玻璃厂二机窑建成投产。从1958年至1979年底，先后又有株洲、洛阳、兰州、昆明、太原、蚌埠、杭州、上劳玻、厦门、江苏、彰武、青岛、威海平板玻璃厂相继建成投产，至1979年底，全国共有17个大中型平板玻璃厂，垂直引上机116台，熔窑21座(其中浮法窑1座，无槽垂直引上法熔窑2座，有槽引上熔窑16座，压延窑2座)。1979年

年产量为2370万标箱，其中小厂为700万标箱。

成型工艺方法：除有槽法外，还有无槽法、平拉法和浮法。

2. 玻璃品种

除窗用玻璃，磨砂玻璃、压花玻璃外，还有夹丝、钢化、夹层、磨光、弯形玻璃等十二个品种，吸热、导电、防弹、照像干板、双层中空、有机玻璃、模具玻璃、釉面玻璃、泡沫玻璃等也有少量批生产。

3. 国内平板玻璃产量与递增速度的(见表1)

国内平板玻璃产量及递增速度的

表 1

时 期	年 份	总 产 量	递 增 速 度	大中型厂产量及递增速度的		小型厂产量及递增速度的	
		(万标箱)	(%)	产量(万标箱)	递增(%)	产量(万标箱)	递增(%)
“一五”	1952年	213.6		213.6			
	53	241.4		241.4			
	54	311.1		311.1			
	55	332.5	16.7%	332.5	16.7%		
	56	307.5		307.5			
	57	461.6		461.6			
“二五”	58	526.7		526.7			
	59	600.2		600.0			
	60	669.6	-2.9%	668.1	-2.9%		
	61	332.0		330.9			
	62	399.4		398.0			
“调整”	63	538.1		536.9			
	64	584.8	19.9%	583.4	19.2%	1.4	117%
	65	687.2		674.9		14.3	
“三五”	66	807.6		756.9		41.3	
	67	652.0		599.2		45.6	
	68	646.2	8.9%	570.5	5.5%	66.4	61.5%
	69	934.0		809		106.4	
	70	1053.2		880.5		157.3	
“四五”	1971年	1173.9		981.0		192.9	
	72年	1188.4		995.5		192.9	
	73年	1176.2	6.6%	944.0	5.3%	229.0	15.4%
	74年	1170.9		937.0		233.8	
	75年	1453.1		1142		321.7	
	76	1449.9		1097.5		352.4	
	77	1697.2		1288.5		408.7	
	78	2004.4	11.3%	1404.4	7.1%	599.96	23.1%
	79	2370		1670		700	

4. 国内平板玻璃主要技术经济指标，工业总产值，全员劳动生产率(见表2)。

国内主要技术经济指标及单位成本、工业总产值、全员劳动生产率

表 2

年代	引上率 (%)	切线率 (%)	引上速度 (米/小时)	熔化能力 (公斤/米 ² ·天)	2m/m (%)	3m/m (%)	纯碱 (公斤/重量箱)	芒硝 (公斤/重量箱)	标准煤 (公斤/重量箱)	板 (m ² /重量箱)	电力 (度/重量箱)	单位成本 (元/重量箱)	工业 总产值 (万元)	全员劳动 生产率 (元)
1949年					72.1	21.8								
50					67.0	28.0								
51					66.6	16.5								
52	87.75	85.14	85.69	913	59.0	24.8	10.32		39.8		2.19	8.29		5796
53	82.69	79.38	90.58	1040	62.6	28.3	9.95		36.4		1.85	8.32		5967
54	84.81	87.91	100.70	1138	60.5	28.0	10.56		33.0		1.87	7.70		7454
55	85.66	87.45	102.66	1237	61.2	28.9	10.21		32.8		1.82	7.62		7983
56	84.02	88.07	96.57	1129	57.0	26.7	9.97		33.41		2.00	7.23		7385
57	83.54	91.71	95.56	1161	63.5	21.6	10.05		31.59		1.73	6.45		9753
58	82.17	92.06	106.83	1387	53.8	31.7	10.06		32.23		1.58	6.14		8727
59	81.35	92.13	115.44	1490	28.3	51.3	9.70		32.66		1.64	6.36		7576
60	73.30	92.20	117.60	1443	19.6	50.8	9.86		32.50		2.19	7.28		8355
61	70.20	92.30	98.70	1225	40.4	38.2	10.12		32.90		2.45	9.65		3760
62	80.28	94.02	92.58	1209	55.2	30.2	9.89		32.70		2.01	8.63		3529
63	85.10	95.41	91.80	1257	56.1	30.1	10.04		32.91		1.91	7.24		4888
64	85.38	95.41	93.40	1242	54.1	30.0	10.01		31.70		1.86	7.02		7706
65	82.41	98.44	89.83	1066	39.2	42.4	10.11		32.90		2.54	7.35		9207
66	79.20	94.20	88.60	1059	36.5	43.6	10.20		31.53		2.56	7.48		10178
67	78.85	89.50	86.06	949	30.6	50.1	10.28		32.66		2.80	8.52		
68														
69	81.6	90.90	92.10		23.20	57.3	9.94		32.27			7.81		
70	80.66	92.62	97.50	1089	20.8	60.7	9.89		36.43		2.84	7.53		11010
71	80.48	93.32	98.92	1187	21.2	59.7	9.63		35.59		2.78	7.32	18209.1	11645
72	81.21	92.22	99.39	1201	23.2	57.3	9.64		34.81		2.92	7.45	18874.9	7404
73	80.27	92.65	96.80	1250	23.93		9.72	2.15	36.04	0.0055	3.08	7.76	18887.4	7135
74	76.15	96.66	99.36	1139	20.30		10.09	2.04	43.83	0.0057	3.84	8.89	18088.6	6799
75	75.04	92.93	105.29	1237	14.1		9.95	1.97	45.92	0.0057	4.06	9.05	21226.0	6864
76							10.26	1.88	44.26	0.0060	4.58	9.49		7767
77							9.96	1.63	38.22	0.0058	4.04	9.01	22213.7	7390
78	76.95	94.77	105.47	1299	16.58	58.08	9.95	1.89	35.09	0.0057	3.79	8.61	26272.8	8264
79	77.06	95.39	103.67	1323	17.01	57.94	9.75	1.98	32.39	0.0058	3.74	8.58	29040.7	9118

(二) 国内平板玻璃生产存在的主要问题与国外的主要差距

1. 我国平板玻璃产量低，质量差，远远满足不了国民经济的需要

我国1979年平板玻璃总产量为2370万标箱，其中大中型企业生产为1670万标箱，而小厂生产为700万标箱。

我国1979年所生产的平板玻璃，实际上仅满足城市需要的40%左右，而广大农村根本无玻璃供应，而平板玻璃质量也远远落后于国外水平，其产量与国外差距较大如表3所示：

我国与美、苏、日等国平板玻璃产量

表 3

项 目	国 别							
		美 国	苏 联	日 本		西 德	意大利	中 国
1978年产量	万米 ²	36560	26600	窗 玻 璃 浮法玻璃	18200 13898	19730	11080	20044
1977 年 按 人 口 平 均	米 ² /人·年	1.69	1.04	窗 玻 璃 浮法玻璃	1.95 0.44	2.92	1.96	0.18

注：除美国、苏联、日本浮法玻璃以实际厚度表示外，其他国家(包括日本窗玻璃)均按折合成2毫米厚计算。

西德、意大利产量为1977年统计数字。

2. 我国平板玻璃各成型工艺方法(除有槽法外)尚未完善，各项技术经济指标与国外相比均有较大的差距

(1) 有槽垂直引上法

我国有槽法生产有近60年历史，已积累了较丰富的生产经验，技术水平比较高，目前我国约85%平板玻璃是以有槽法生产的。但与先进的国家，如日本、比利时等国相比还有差距，如表4所示：

我国有槽垂直引上与日本中央玻璃公司九机有槽垂直引上主要技术经济指标对比 表 4

项 目		国 别				备 注
		单 位	日 本	秦 耀 华 厂	全国大中型厂平均	
引上机台数		台	9	18	92	
年 产 量		万标箱	192	341.75	1670	
引 上 速 度	平 均			109.39	103.67	
	1.3毫米	米/小时	144.8~152.4			
	2毫米	米/小时	106.7~129.5	107.8		
	3毫米	米/小时	65.5~76.2	67.5		
	5毫米		30.5~32	32.7		
生产品种		毫米	1.3~5	2~12	2~12	
原板宽		米	2.64~2.84	2.5~3.0	2.4~3.0	
引上机利用率		%	96			
引上率		%	99.5	82.87	77.06	
成品率		%	74			
熔化量		吨/日	275~285	270		
一级品率		%		88.40	72.86	
2.3mmA级		%	30			
B级		%	70			

注：1.上表为1979年统计数字 2.日本1标箱=9.29M²(2毫米) 3.日本熔化量系指引上玻璃液量

4.日本A.B.级约相当于我国特选品

从上表可以看出，日本有槽法各项技术经济指标略高于我国有槽法生产的水平，特别是质量方面，一般要高出国一个等级。

(2) 无槽垂直引上法

1971年我国太原第一个无槽厂投产，接着上海耀华玻璃厂有槽改为无槽法生产。通过较长时间生产实践，基本上掌握了这种成型工艺方法，积累了一定的生产经验，但与国外相比还存在着较大的差距，主要是拉引速度低，质量差，2毫米薄玻璃还不能稳定生产，其主要技术经济指标与国外对比见表5：

我国平板玻璃主要技术经济指标与国外的对比 表 5

项 目	国 别					备 注
	单 位	美国匹兹堡公司	日本中央硝子	秦耀无槽厂	上海耀华无槽厂	
引上机台数	台数	四机、六机	四机	四机	四机	
熔窑熔化量	吨/日	四机-200 六机-330	175~190	100		
日 产 量	标箱	四机-2170 六机-3800	1000,000 (月产量)	1300		
年 产 量	万标箱			46.6		

续

项 目		国 别					备 注
		单 位	美国匹兹堡公司	日本中央硝子	太原无槽厂	上海耀华无槽厂	
引 上 速 度	平 均	米/小时				110.74	
	2mm	"	145				
	2.3mm	"	134		80		
	3mm	"	90	100.6~106.7	70		
	5mm	"	56	51.8~60.9	34		
原 板 宽		米	2.55~3.25	2.69~2.77	2.4	2.4	
厚 薄 比	2.3mm	%	70				
	3mm	%	25		60	19.10	
	5mm	%	5		40	厚玻璃80.9	
厚薄公差2.3mm		毫米	0.2				
3mm			0.13		0.5	0.5	
引 上 率		%	90~95	98	60	81.46	
切 才 率		%	90	70	93	97.3	
劳动生产率		标箱/人·天	四机-7.66		1.3		
			六机-9.00				
单位热耗		千卡/公斤·玻璃液	2780		8000		
引上机高		米	11		7.27	7.68	

注：表中美国、太原无槽为1978年资料、日本、上海无槽为1979年资料。

(3)平拉法 我国平拉法生产厂多为地方小厂，设备简陋，技术条件差，成型工艺尚不完善，因此在产、质量、品种方面与国外有很大差距，如表6所示：

美国利比-欧文斯-福特公司平拉法与我国秦皇岛市平板玻璃厂平拉线技术经济比较 表 6

项 目	国 别		
	(单位)	美 国 LOF 公 司	秦 皇 岛 市 平 板 玻 璃 厂
熔窑日拉引量	吨/日	240	95~100
单机月产量	标箱/日	30,720	15,000
单机日产量	标箱/日	1,024	500
原板宽度	mm	3,917	1800~2000
可生产板厚度	mm	0.7~12	2.5~5
玻璃板厚度公差	mm	0.3~0.4	0.6~0.8
拉到速度(不同厚度)	米/时		
1.593~1.864(mm)	米/时	168~198	
2.296(mm)	"	140.2~144.8	2.2~3 ^(mm) 90~110
3.104(mm)	"	99	
4.851(mm)	"	62.5	
生产损失率	%	20	} 75~80
切裁损失率	%	20	
质 量		可达美国 AA 级标准可供制镜，汽车侧窗玻璃用	等外品

(4)浮 法

我国1971年在洛阳玻璃厂，将一条压延生产线改为浮法生产线，经过近十年生产实践，已基本掌握了浮法生产工艺技术，但尚未完善，主要是在拉引速度，玻璃质量、薄玻璃生产品种、生产规模、锡耗等方面，与国外对比，尚有一定的差距，如表7所示：

我国的和英国浮法技术指标对比

表 7

项 目	国 别			
	单 位	日 本	英国皮尔金顿公司	我国洛阳厂
熔窑熔化量	吨/日	430	580~680	230
原板宽	毫米	3200~3630	3500	2200
年产量	万标箱	228.8		120~145
拉引速度：	米/小时			
2毫米	米/小时		1190	
3毫米	米/小时	740	1133	500~585
4毫米	米/小时		850	
5毫米	米/小时		680	
6毫米	米/小时	360	567	350
19毫米	米/小时		143	28
可生产厚度范围	毫米	2~6	2~32	3~6
总成品率	%	76	80	70
熔窑熔化率	公斤/天·米 ²	1500~2200	1430~1600	1127
燃料消耗	千卡/公斤玻璃	1666~1715		
锡 耗		0.2吨/月	0.05吨/周	2.5吨/月
质 量		代替机械磨光玻璃	代替机械磨光玻璃	有小波纹 细毛筋等缺陷

国外平板玻璃单位热耗统计

表 8

国 别	项 目			
	成型方法	单 位 燃 料 耗 量	单 位 热 耗	时 间
美国LOF公司	平 拉 法	120公斤油/吨玻璃液	1176千卡/公斤玻璃液	1979年
日本板硝子玻璃公司	浮 法	170~175公斤油/吨玻璃液	1660~1710千卡/公斤玻璃液	1978年
	平 拉	220~230公斤油/吨玻璃液	2150~2250千卡/公斤玻璃液	1978年
	压 延	180公斤油/吨玻璃液	1700千卡/公斤玻璃液	1978年
美国PPG公司	六机无槽	天然气	2780千卡/公斤玻璃液	1978年
西欧一般	平 板		1400~1700千卡/公斤玻璃液	71~76
先进	平 板		1100~1200千卡/公斤玻璃液	71~76
苏 联		公斤标准燃料/吨成品	3040千卡/公斤玻璃液	1970年
		公斤标准燃料/吨成品	2830千卡/公斤玻璃液	1975年
		公斤标准燃料/吨成品	2820千卡/公斤玻璃液	1976年
萨拉托夫厂	1* 窑		2360千卡/公斤玻璃液	1976年
法 国	平 板	0.255标准煤/吨玻璃液	1320~1960	1975年
捷克杜赫佐夫一分厂	夹 丝	18瓦/吨玻璃液		
		0.295吨标准煤/公斤玻璃液	1925千卡/公斤玻璃液	1980年
波佐尔卡分厂	压 花		2065千卡/公斤玻璃液	1980年
苏联托马克斯基厂	无 槽		1970千卡/公斤玻璃液	1979年
捷克日杰尼茨厂	有 槽		2500千卡/公斤玻璃液	1980年

3.我国平板玻璃机械化、自动化水平低,能耗高,劳动生产率低,以玻璃热耗为例与国外对比(如表8、表9、表10)

1976年经互会成员国平板玻璃单位热耗

表 9

国 别	项 目			
	成型方法	单 位 热 耗	单 位 热 耗	备 注
保加利亚	有槽法	平均4.110百万千卡/吨成品 较好4.030百万千卡/吨成品	3190千卡/公斤玻璃液 3120千卡/公斤玻璃液	
匈 牙 利	有槽法	平均6.582百万千卡/吨成品 较好5.156百万千卡/吨成品	3500千卡/公斤玻璃液 2750千卡/公斤玻璃液	
东 德	有槽法	平均4.375百万千卡/吨成品 较好3.982百万千卡/吨成品	3500千卡/公斤玻璃液 3180千卡/公斤玻璃液	
波 兰	有槽法	平均3.450百万千卡/吨成品 较好3.260百万千卡/吨成品	2440千卡/公斤玻璃液 2310千卡/公斤玻璃液	
	无槽法	平均3.813百万千卡/吨成品 较好3.795百万千卡/吨成品	2690千卡/公斤玻璃液 2670千卡/公斤玻璃液	
捷 克	有槽法	平均4.700百万千卡/吨成品 较好4.600百万千卡/吨成品	3860千卡/公斤玻璃液 2780千卡/公斤玻璃液	
	无槽法	平均6.90百万千卡/吨成品 较好5.80百万千卡/吨成品	5050千卡/公斤玻璃液 4250千卡/公斤玻璃液	

国内大、中型平板玻璃厂单位热耗

表 10

年 份		单 位 燃 料 耗 量	单 位 热 耗	备 注
1974年	平 均	43.83公斤标准煤/重量箱	4100千卡/公斤玻璃液	秦耀华厂
	先进厂	35.62公斤标准煤/重量箱	3740千卡/公斤玻璃液	
	落后厂	224.93公斤标准煤/重量箱	11200千卡/公斤玻璃液	
1975年	平 均	45.92公斤标准煤/重量箱	4300千卡/公斤玻璃液	大 玻 厂
	先进厂	31.61公斤标准煤/重量箱	3090千卡/公斤玻璃液	
	落后厂	137.21公斤标准煤/重量箱	7400千卡/公斤玻璃液	
1976年	平 均	44.26公斤标准煤/重量箱	3830千卡/公斤玻璃液	沈 玻 厂
	先进厂	24.71公斤标准煤/重量箱	2600千卡/公斤玻璃液	
	落后厂	226.16公斤标准煤/重量箱	12300千卡/公斤玻璃液	
1978年	平 均	35.09公斤标准煤/重量箱	3440千卡/公斤玻璃液	秦耀华厂
	先进厂	26.28公斤标准煤/重量箱	2690千卡/公斤玻璃液	
	落后厂	63.6公斤标准煤/重量箱	4720千卡/公斤玻璃液	
1979年	平 均	32.39公斤标准煤/重量箱	3300千卡/公斤玻璃液	秦耀华厂
	先进厂	25.28公斤标准煤/重量箱	2620千卡/公斤玻璃液	
	落后厂	61.08公斤标准煤/重量箱	5200千卡/公斤玻璃液	

注:上表计算按

1.公斤标准煤(或标准燃料)发热值为7000千卡,公斤油发热值为9800千卡。1公斤油=1.4公斤标准煤。

2.吨玻璃液热耗=吨玻璃成品热耗×成品率

2.一重量箱为50公斤。

从表中可清楚地看出：国外平板玻璃单位热耗比较好的水平，一般为1100~1700千卡/公斤玻璃液，而国内比较好的水平为2600~3000千卡/公斤玻璃液。即我国比国外一般高一倍或更多。分析其主要原因是国外普遍采取了高温熔化、加强熔窑保温，废气利用，改进燃烧控制技术，改进窑型结构、池窑鼓泡、机械搅拌、电助熔等综合措施的结果。

而国内由于耐火材料质量差，品种少等原因，而不能采取如上的综合措施，致使我国平板玻璃单位热耗高。

(本所情报一室玻璃组供稿，赵开芝编写)

