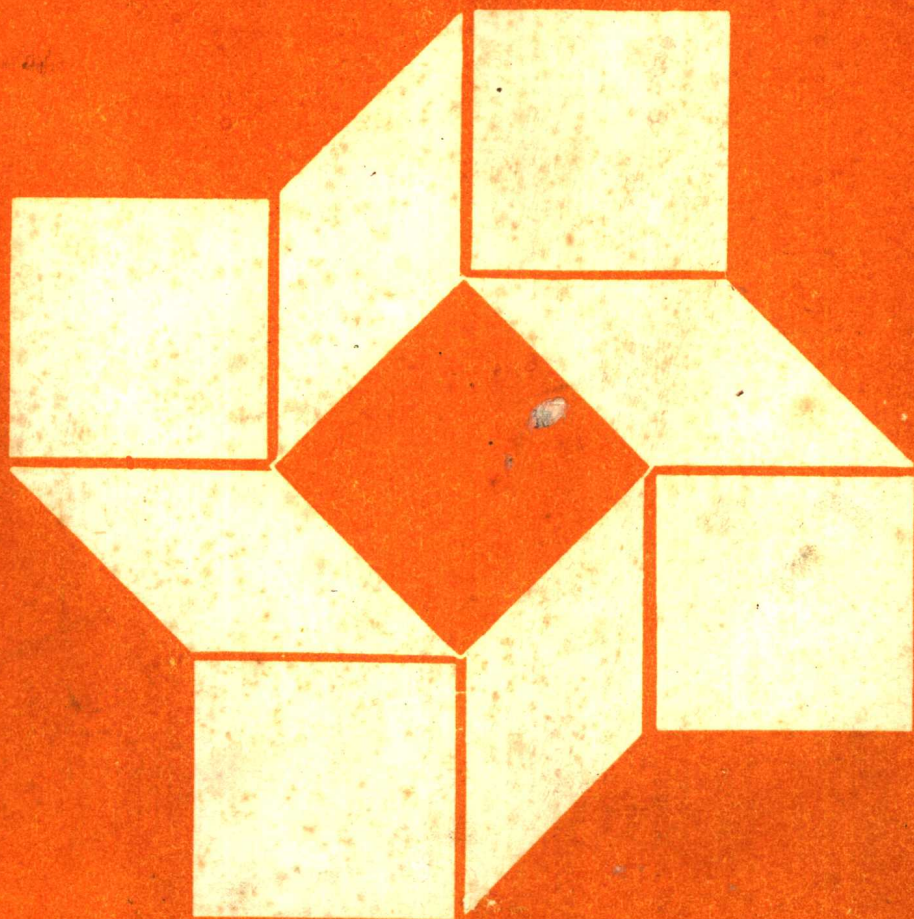


# 玻璃厂工艺设计概论

BOLICHANGGONGYISHE  
JIGAILUN

杨保泉 编著

高等学校试用教材



武汉工业大学出版社

高等学校试用教材

# 玻璃厂工艺设计概论

上册

杨保泉 编

武汉工业大学出版社

## 内容提要

本书经高等学校无机非金属材料类专业教材编审委员会审定为玻璃专业本科教学用书。

本书共计六章。较全面、系统地介绍了玻璃厂基本建设的程序及工艺设计的基本内容和方法。深入地阐述了平板玻璃的生产方法、工艺设备的选择原则和工艺设备布置应注意的问题，亦梗概介绍了工艺设计所需的其它专业知识。

本书除作为高等院校玻璃专业的教材，亦可作为从事玻璃生产、设计、管理工作人员进行系统基础知识学习的参考书。

高等学校试用教材

## 玻璃厂工艺设计概论

上册

杨保泉 编

\*

责任编辑：曹文聪 刘永坚

\*

武汉工业大学出版社出版 新华书店湖北发行所发行

开本：787 × 1092 1/16 印张：17.125 字数：416.48千字

1989年8月第一版，1989年8月第一次印刷

核工业中南三〇九印刷厂印刷

印数：1—2000册 定价：3.45元

ISBN 7-5629-161-9 / TQ · 0004

# 前 言

《玻璃厂工艺设计概论》是高等工业院校玻璃专业的一门专业课程。通过本课程的学习，使学生了解玻璃厂工艺设计的基本内容、方法和步骤，为将来从事工厂设计打下一定的基础。

全书共分六章，以玻璃工艺设计为主。编者力图从玻璃生产方法、工艺流程、工艺设备选型、工艺布置等方面阐述工艺设计的基本知识。另外，对工程可行性研究、厂址选择、总平面布置及工艺设计所需的其它专业知识也作了简要介绍。

本课程是在学生学过《硅酸盐工业热工过程及设备》、《硅酸盐工业过程自动控制》、《玻璃生产机械及设备》、《玻璃工艺原理》等专业基础课和专业课的基础上进行的。因此对玻璃生产过程及原理、配料计算、热工计算、自动控制等一般不作重复叙述。为使学生对玻璃生产具备完整概念，对于其它课程未涉及的内容，本书将作必要的补充。

本书的内容既吸收了玻璃设计院、建材规划院和玻璃生产厂的经验，也总结归纳了编者本人设计和教学工作的经验，力求使玻璃厂工艺设计方面的知识做到较为系统、完整。

本书所提供的资料，供学生毕业设计时选用。生产企业、设计单位在参考和选用本书资料时，有关数据应进一步调查落实。

本书于一九八八年七月在大连召开的“第二届高等学校无机非金属材料类玻璃教材编组第三次会议”评审通过。由国家建筑材料工业局科学技术委员会副主任、高级工程师田维良总工程师担任主审。

编写过程中得到田维良总工程师的热情帮助，国家建筑材料工业局人才开发司教材处范令惠处长给予了大力的支持和帮助，国家建筑材料工业局蚌埠玻璃工业设计院、秦皇岛玻璃工业设计院、杭州新型建筑材料设计院、中国建筑东北设计院、洛阳玻璃厂、秦皇岛耀华玻璃厂、上海耀华玻璃厂等单位的许多老同事给予了很大的帮助；另外，在本书编写前曾得到北京建材规划院高级工程师蒋文达副总工程师的热情鼓励，在此谨向他们表示衷心感谢！

由于知识更新速度很快，编者知识和能力有限，编写时间仓促，书中必然有不少不足之处，有些观点也未必完善，敬请读者予以指正。

编 者

1988年8月



## 绪 论

工厂设计的任务是，按照国家或国内外用户要求的产量和质量标准，在可能的情况下，综合国内外业已成熟的工厂设计 and 专业设计的最优方案进行设计，达到完成既定产量及质量的要求，并尽可能降低造价、节约能源和相应考虑今后生产定额及工厂的改建、发展。这是一个政策性、技术性和经济性很强的综合技术工作，是基本建设全过程中最为重要的环节，为工厂建设及建成后投入生产提供基本条件。因此设计内容是否先进、可靠直接影响到工厂开工后的产量、质量和生产成本，应予以足够的重视。

国内设计必须贯彻我国的经济和工业政策。设计工作必须坚持基本建设程序。设计时力求做到技术先进可靠、经济合理、安全适用，使工厂建成后能获得预期的经济效益和社会效益。

工厂设计是各种专业人员共同劳动、集体智慧的结晶。在玻璃工厂设计中，总工艺师首先根据客观情况，决定采用何种工艺方法，因此玻璃工艺设计师起着主导作用。在一般情况下首先由工艺设计师确定生产方法及已定生产方法的工艺流程、工艺计算、专业设备和车间布置，然后依据工艺特点及车间布置向各有关专业提出要求，各专业在保证生产情况下协同工作。因此，工艺设计人员不仅要精通工艺知识，还必须掌握与工艺有关的其它专业知识，这样才能提出正确的、系统的工艺设计方案，为其他专业工作创造必要的基础条件。才能共同完成工厂的整个设计。

当前，我们正处在知识爆炸的时代，新工艺、新科学技术正在不断出现。面对新技术革命的挑战，工艺设计人员应该不断学习，不断进取，在新的科学技术基础上不断开拓。

# 目 录

结 论 .....	I
第一章 玻璃工厂设计的基础知识, 基本建设前期工作 .....	1
第一节 基本建设程序 .....	1
第二节 建厂可行性研究 .....	2
第三节 生产工艺方法的选择 .....	5
第四节 计划任务书 .....	10
第五节 厂址选择 .....	11
第六节 设计阶段和基础资料 .....	14
第二章 玻璃工厂的厂内规划设计 .....	21
第一节 工厂总平面图的内容和设计步骤 .....	21
第二节 工厂总平面图设计基础知识 .....	22
第三节 厂内运输 .....	28
第四节 工厂总平面布置的发展趋势和实例 .....	34
第三章 工艺设计 .....	40
第一节 工艺设计的基本原则和程序 .....	40
第二节 工艺计算 .....	43
第四章 车间工艺流程的选择和工艺设备的选型 .....	51
第一节 选择车间工艺流程和设备的基本方法 .....	51
第二节 物料的破碎及其他加工 .....	53
第三节 物料的储存 .....	81
第四节 玻璃窑炉及玻璃熔制车间设备选型 .....	90
第五节 平板玻璃成型原理及主要设备的选型 .....	125
第六节 平板玻璃产品的切裁、包装及发运 .....	157
第五章 车间工艺布置设计 .....	168
第一节 车间工艺布置的要求 .....	168
第二节 车间工艺布置 .....	170
第三节 车间设计的一些参考资料 .....	186
第六章 工艺设计所需的其它专业知识 .....	203
第一节 土建 .....	203
第二节 动力和照明 .....	216
第三节 给水排水 .....	222
第四节 暖风和除尘 .....	230
第五节 热力 .....	231
第六节 环境保护 .....	249
第七节 技术经济 .....	252

# 第一章 玻璃工厂设计的基础知识, 基本建设前期工作

## 第一节 基本建设程序

和其它基本建设项目一样, 国内一个玻璃工厂从计划建设到建成投产, 一般要经过下列程序:

### 一、项目建议书

各部门、各地区、各企业根据国民经济和社会发展的中长期规划、玻璃行业规划、地区规划等要求, 经过调查、预测、分析, 确定在某地区建一玻璃工厂, 这就要求提出该项目的建议书。

项目建议书应包括以下主要内容: 1. 建设玻璃工厂项目提出的必要性和依据(引进技术和进口设备的, 还要说明国内外技术差距和概况, 以及进口的理由); 2. 确定生产方法、拟建规模、产品方案和建设地点的初步设想; 3. 资源情况、建设条件、协作关系(包括引进的内容, 引进国别、厂商)的初步分析; 4. 投资估算和资金筹措设想(利用外资项目要说明利用外资的可能性, 以及偿还贷款能力的大体测算); 5. 项目的进度安排; 6. 经济效益和社会效益的初步估算。

### 二、进行可行性研究

按照批准了的项目建议书, 各部门、地区或企业负责组织建厂可行性研究, 对项目在技术、工程、经济和外部协作条件上是否合理和可行, 进行全面的分析和论证并作多种方案比较, 认为项目可行后, 推荐最佳方案, 编制可行性研究报告。

项目可行性研究报告, 根据国家各级审批权限, 报审批机关。

### 三、编制计划任务书

计划任务书又称设计任务书, 是在可行性研究的基础上确定项目的基本轮廓。

计划任务书对建设项目的建设规模、生产方法、产品方案、资源、原材料、燃料及公用设施落实情况, 建厂条件和厂址方案等作明确的规定。

计划任务书是项目决策的依据。它的产生, 是建厂条件已基本具备的集中表现, 对于负责该厂的筹建、勘测、设计、施工等部门, 以及一切直接、间接参与该厂建设的人员来说, 都是统一行动的指令性文件。

### 四、进行厂址选择

有了正式批准的计划任务书以后, 才能进行建厂厂址具体位置的选择。厂址的确定关系到工厂的建设和生产, 这是一个非常重要的问题, 一般应组织厂址选择工作组, 深入现场, 对建厂的各种条件进行综合的调查研究, 经过对有条件建厂的厂址进行综合比较, 由工作组提出厂址选择报告, 推荐优点较多的方案供审批机关审批确定。

### 五、初步设计

在厂址选择报告经上级机关批准之后, 厂址的具体位置即已正式确定。筹建部门即可组

组勘探部门对厂区、矿区的工程地质、水文地质进行勘探和地形测量，并对水、电、交通运输等方面在已取得有关部门协议的基础上，进一步落实具体技术条件，如供电的电压、专用线的接轨点等。这些勘探测量资料和各项技术协议是玻璃工厂建设与生产的重要基础资料，也是开展设计所必须的原始资料。此外，对于原料工艺性能试验和新原料、新工艺的试验研究等，也要求在这阶段内完成，以便及时开展设计。

设计准备工作完成后，根据计划任务书的要求，开展初步设计工作。

在我国建国初期因设计经验较少，曾将玻璃厂初步设计分为方案设计、初步设计、扩大初步设计三个阶段进行。现在，由于设计已较成熟，可以把三阶段合在一起进行，称为初步设计，也可称扩大初步设计。

#### 六、施工图设计

初步设计经批准后，便可全面开展施工图设计。编制详细的、能据以施工和订货的图纸和设备、材料清单，进行施工前的准备。

上述各项工作是在工厂的基本建设工程正式开工以前必须要做好的一系列工作，统称为基本建设前期工作。

#### 七、施工和安装

在施工图设计得到批准，工程列入基建计划后，便可按施工图的设计内容进行施工和安装。

#### 八、竣工验收

工厂建成后，经过单机试车、系统试车、试生产，最后进行竣工验收和交付生产使用。

上述的基本建设程序是我国多年来基本建设实践的总结，是使基本建设顺利进行所必须遵循的步骤。我们建设一个玻璃厂必须坚持按程序办事的原则。

对于设计单位来说，在正式开展设计以前，应详尽地作调查研究，积极做好设计前的准备工作；在施工图交付后，应派设计人员驻在现场，进行技术服务，负责介绍设计内容，解释设计意图，协助筹建单位和施工、安装单位研究处理有关设计的问题；施工完毕后参加设备试运转，试生产。在施工和生产实践中检查设计工作，从而认真总结设计经验，以利不断提高。并把施工中修订的具体设计统一在原设计图上修订，完成竣工图。

## 第二节 建厂可行性研究

可行性研究是美国在三十年代为开发田纳西河流域开始推行的方法，几十年来这种方法得到不断充实和完善，已扩大到各个建设领域。诸如农业、林业、城市建设、旅游、交通运输、工业等。尤其是工程项目的可行性研究更为普遍，现已成为一整套系统的科学研究方法。这种方法已被世界上的很多国家所采用。

在国外，一项工程项目的建设，大体可分为三个时期：投资前时期，投资时期和生产时期。投资前时期分四个阶段：选定投资机会(项目意向)；初步选择阶段(初步可行性研究)；制订项目规划阶段(技术经济可行性研究)；估价和决定阶段(估价报告)。投资时期也有四个阶段：谈判和签订合同阶段；项目设计阶段；建设阶段；试车阶段。

所谓“可行性研究”就是在投资前期对工程项目的一种考查和鉴定，对拟议中的项目进行



全面的、综合的技术、经济调查研究，其目的是要判断该项目是否技术上可行，经济上合理。最本质的是产品能否畅销，工厂能否获得最大利润。为此，必须涉及到投入的资金数量及资金来源，资源、能源、主要技术劳动力的来源及预计建设时间等。为建设项目的投资决策提供技术经济依据。

国外的投资前期研究，有时就泛称为“可行性研究”，一般分为机会研究、初步可行性研究、可行性研究和评价研究四个阶段。在我国则分为规划和可行性研究两个阶段。规划阶段也是项目鉴定和初步确立项目阶段，根据国民经济发展的总方针，制定地区、部门和资源开发规划及具体行业的规划，在此阶段大致相当于西方国家的机会研究阶段。我国可行性研究根据项目的具体情况和复杂程度，可先做初步可行性研究，认为初步可行时，再做可行性研究，也可直接做可行性研究。我国的可行性研究相当于西方国家的初步可行性研究、可行性研究和评价研究三个阶段。

建厂可行性研究大体分为调查研究、制定方案、技术经济综合评价三个步骤。其中调查研究是基础，制定方案是核心，技术经济综合评价是关键，三者相互制约又步步深入。

## 一、调查研究

### 1. 项目研究

首先研究建设项目本身，明确任务和要求。

对新建项目要研究根据什么建厂？生产何种产品？销路如何？用什么原料？建在哪里？对生产方法、产品方案、生产规模、工艺流程以及外部条件……等进行调查研究。

若是老厂改建、扩建，就要研究是增加产品或付产品的产量？还是增加或改变生产品种？现有企业的条件怎样？是否改变生产方法？另外，对产品数量、品种、质量的要求等综合技术经济指标，及环境保护方面的要求等诸多问题也要进行调查研究。

### 2. 市场调查和预测

兴建一个项目，首先要进行市场调查，了解市场（包括国外）对这个项目所生产的产品的需要程度，产品主要流向，对潜在供应的估计。既要了解同类现有企业的生产能力、产量、价格和实际供应量，又要对拟建项目可达到的市场渗透程度进行预测，获得在一定时期内市场对该项产品需要的数量、质量的预测资料。通过调查和预测，提出建设项目的雏型，为确定工厂规模和投产后的经济效益、社会效益提供可靠依据。

### 3. 建厂条件调查

### 4. 厂址初步选择调查

## 二、方案制定

在调查研究的基础上，制定方案，包括综合性方案和专题方案，提出两个以上方案进行比较，选取最佳方案。

### 1. 综合性方案：主要包括

- (1) 初步确定项目的建设规模、产品品种及数量；
- (2) 采用的生产方法、工艺流程及主机设备的选型；
- (3) 提交各项已落实的建厂条件协议书或有关意见；
- (4) 计算出建设资金的估算投资明细表，生产成本的估算，主要技术经济指标，以及经济效果的评价；

(5) 保证项目实现的各项具体措施和要求;

2. 专题性方案: 主要包括

(1) 建设资金筹措方案及偿还方法;

(2) 厂址选择方案;

(3) 新工艺、新技术开发方案;

(4) 环境保护方案;

(5) 外部协作方案。

### 三、技术经济综合评价

1. 经济计算及财务分析

(1) 估算建设资金

工程项目的建设资金, 是从筹建到建成, 直至达到正常生产所需要的全部资金。包括基本建设投入资金, 生产流动资金两大部分。

基本建设投资用于工程项目的筹建、设计、施工建设、试运转。如要利用国外资金, 还应包括资本化利息, 因通货膨胀而引起的工程投资提价, 技术转让等费用; 生产流动资金用于原料、燃料、材料、中间产品、最终成品的储备、人员工资等生产流通过程的资金。负责技术经济的人员应随着工程的不同进展阶段对基本建设投资估算和生产流动资金估算进行精确的经济计算和调整。

(2) 估算产品生产成本

一般应根据产品在生产过程各个环节所消耗的各种原材料、能源定额, 主机设备的技术经济指标和全厂定员及折旧费等因素考虑。在可行性研究中, 还提不出确切数据, 通常是参照同类型企业的实际单位消耗, 按成本开支项目, 结合工程的具体特点来估算。

(3) 偿还贷款能力的分析和计算

当前, 国内实行基本建设贷款。投资贷款的偿还能力是反映工程项目、方案选择、经济效果优劣的一个综合指标。投资效果好的工程项目, 偿还能力就强, 还款时间短; 反之, 偿还能力就差, 还款时间长。

2. 经济效果评价

建设项目投资效果的分析和评价方法很多, 常用的有下面几种:

(1) 静态分析法: 指对以下几方面的分析: 单位产品投资额; 投资回收期; 投资收益率; 追加投资回收期等。

(2) 动态分析法: 包括以下几个方法: 贴现法(DCF)——投资收益率; 净现值法(NPV); 年成本法。

(3) 财务平衡表法(一般称半动态分析法)。

经济评价的目的是为了从国民经济的角度判别建设项目的经济效果好坏, 并且在多方案中选择经济效果最佳的方案, 为有关部门作决策提供经济上的依据。在很多情况下, 经济评价具有举足轻重的作用。

但对建设项目来说最后决策是依靠综合评价。综合评价一般应包括政治评价、国防(军事、安全)评价、经济评价、财务评价、环境生态评价和自然资源评价等诸方面。

工程项目的确定是一个由粗到细, 由浅入深, 循序渐进的研究和分析过程。研究作得越

具体，可供选择的范围也就越小。技术上是否可行，经济上有无生命力，财务上能否盈利；资金数量及资金来源，建设时间，以及在施工和生产中需要动员多少人力、物力、资源等问题的结论就越明确，这样就可得到该建设项目的可行性研究报告。而最终对建设项目的投资决策就是在对可行性研究报告进行评价审议之后作出的。上级机关就可以下达设计计划任务书。尽管在以后的工程设计和建设阶段，一般都有不少具体调整和补充，但大局已定，从整个项目来说事实上已进入实施时期了。

可行性研究对于工厂建设以及工厂建成后的长期生产都有着重要的意义。如果建厂前没有作充分的技术经济调查，或作为研究的依据资料不足，或分析和预测有错误，都必然会给建厂工作带来损失，并会导致开工后产品成本高、经济效益小，甚至使工厂亏损。而如果迟至已开工生产才发现这些问题，则采取补救措施为时已晚，即或得以调整、补充，也要付出很高的代价。因而，必须充分认识建厂可行性研究工作的重要性，对其每一步骤每一环节必须谨慎从事。

### 第三节 生产工艺方法的选择

在新厂设计和老厂技术改造工作中正确地选定先进、适宜的生产工艺方法，关系到设计的工厂今后发展和存亡。如“六五”计划中，大、中型玻璃工厂的建设，由于没有充分认识到技术的发展给今后生产带来的影响，采用了落后的生产方法，致使工厂在开工后出现严重亏损。为了便于工艺设计师和工厂的业主今后选择适宜的生产方法，兹将国际上平板玻璃生产的简要发展过程和工艺特点，按发展的大致顺序介绍如下：

#### 一、吹制法成型

这是最早的成型方法，原以手工吹制，自1802年出现机筒法以后，历经近二百年的演变，现在，这些古老、陈旧的方法已被淘汰了，逐步由后来的机械化成型生产工艺所替代。这是因为前者生产效率低、成品质量差、工人劳动强度大、操作环境差。现在只限于在吹制生产一些特种玻璃产品时使用，例如某些有色的信号玻璃、眼镜玻璃和所谓古代玻璃。因为这些玻璃品种多而需要量少，采用机械化大型生产在经济上是不适宜的。

#### 二、压延法成型

压延法成型有两种——间歇压延法和连续压延法。

目前间歇压延法只在特殊情况下采用，即需要生产少量的如各种色彩的饰面玻璃、特厚玻璃等。

连续压延法是技术上成熟和生产能力较高的方法。各种光面和压花的建筑玻璃、夹丝玻璃和毛坯玻璃均可用这种方法生产。在浮法成型工艺产生以前，就是用连续压延法生产出光面的平板玻璃，然后经研磨抛光生产成磨光玻璃，由于后来浮法玻璃质量已达到磨光玻璃的水平，因而连续压延法已不再用于生产光面的磨光玻璃的原坯，而主要用来生产压花和夹丝玻璃。

#### 三、有槽垂直引上法

有槽垂直引上法又称弗克法。是比利时人艾米亚·弗克于1902年提出的专利申请。此方法是将槽子砖在粘性玻璃液中沉入到足够深度时，玻璃液在静压力下，经过槽口向上溢出。

引拉而制成玻璃板，经引上机膛退火而成。1913年开始在工业生产中采用。解决了从熔融玻璃液中直接连续拉引平板玻璃的生产工艺，在成型技术上有突破性的进展，三十至四十年代期间它曾是窗用平板玻璃的主要生产方法。经过半个多世纪不断地完善和改进，产品质量及生产工艺已有很大提高。我国目前的平板玻璃还有60%以上应用此方法生产。

这种生产方法的优点是：

(1) 生产历史悠久，我国从1924年就开始应用此方法生产，生产工艺技术已很成熟，设备已趋定型，生产经验丰富，建设投产有把握。

(2) 一座熔窑可以安装1~10台引上机，所以可以同时生产出不同厚度的玻璃制品。

(3) 原板玻璃在高度为6~10m左右的垂直引上机机膛内进行成型、退火和冷却，不需要建造很长的退火窑。

(4) 窑炉成型部构造较简单，对玻璃液的热均匀性和化学均匀性要求容许波动范围较宽。

(5) 可以生产厚度为1.2mm的薄玻璃。

(6) 随着生产技术的不断发展，目前引上速度已可提高到110m/h以上(2mm)，原板宽度可达3.5m，大型熔窑每台引上机单机产量已可达年产20万重箱，即一座九机窑年产量可达180万重箱以上。

有槽垂直引上法的缺点是：

(1) 与其他各种生产方法比较，拉引速度还是很低的，还不到浮法的十分之一。而且由于受横向温差大和大型槽子砖制造困难的限制，原板终究不能过分展宽，单机产量很小，即使可以一窑多机，但相应劳动力使用也多，所以最终的生产效率较低。

(2) 被引上的玻璃带与由耐火粘土质制成的槽子砖唇口相接触，因槽子砖在高温下受到玻璃液的侵蚀和机械磨损，加上槽子砖原料质量和制造中的缺陷，所以不可避免地经常在玻璃带上形成气泡、砂粒、波筋等缺陷，从而造成玻璃原板光学畸变重，表面质量差，所以用有槽垂直引上法生产的玻璃质量远不及无槽垂直引上法生产出的玻璃，更勿庸与浮法玻璃相比。

(3) 由于沉入玻璃液中的槽子砖经使用一段时间后，在槽口和引上窑内逐渐产生析晶，也由于槽子砖使用一段时间后，因断裂、翘曲、“掉牙”等事故而不得不中断引上作业，实行“打炉”或更换槽子砖。一般来说每隔7~10天应“打炉”一次，每次打炉、上炉要停产8小时左右。近来国内有些厂为增加产量而千方百计地延长打炉间隔周期，有的厂延长到30天，甚至60天才打炉一次，但带来的后果是产品质量严重下降。所以，有槽法引上机利用系数最好的水平也不过0.97左右，较多的厂由于槽子砖制造质量低等原因，多年来引上机利用系数一直停留在0.7~0.8左右。

(4) 玻璃原板被垂直向上拉引而成型，随着引上速度的提高，为了保证必要的退火时间和降低采板温度，引上机已逐渐加高，相应地引上楼面、切装车间也随之抬高。另外，玻璃原板在高层厂房采板，切裁后还要垂直运到楼下入库储存。这样就造成了垂直引上法需要建设高层厂房，土建造价高，施工周期长。引上机按工艺生产要求排列，较难实现厂房土建设计施工的预制装配化；生产过程由下而上，再由上而下的运转，玻璃破损率大，实现连续机械化、自动化较为困难。

(5) 引上作业较复杂，劳动强度大。如要经常“铲槽子”，打炉时要求大烧大搅，上炉后

一般需要经几小时后才能正常采板，作业过程中稍有疏忽即容易发生掉炉事故等。培养引上工人需要时间长，是一种个人技艺性强的工种。

#### 四、无槽垂直引上法

无槽垂直引上法又称匹兹堡法(*Pittsburgh sheet process*)。由美国匹兹堡公司发明提出并申请专利，约在1930~1931年在工业生产中开始采用。此种方法的问世，晚于有槽垂直引上法和平拉法，所以它是在综合保留上述两种生产方法优点的基础上，力求克服它们存在的缺点的一种生产方法(如保留了在引上机膛内成型并进行退火，保留了从玻璃自由液面上引上，取消了槽子砖，成型的玻璃带垂直拉引而不转90°弯等)。

无槽垂直引上法的优点是：

(1)与有槽法相比，引上速度较高，一般提高30%左右。引上板宽可达3.5米，一座六机无槽窑年产玻璃可达150万重箱，单机产量达25万重箱。

(2)玻璃光学质量好，超过有槽法，一般来说也超过平拉法的产品。

(3)引上作业周期长于有槽法，一般可连续不停机生产1000~4000小时(较有槽法提高了5~20倍)，打炉及上炉时间短(一般3~5小时)。上炉引上操作简单一般不需加热，只要闷炉即可，生产中不易掉炉。

(4)无槽法玻璃成分中 $\text{Na}_2\text{O}$ 含量较有槽法玻璃低1.5~2%左右，碱耗量低，产品成本相应地略可降低，产品的化学稳定性好。

(5)无需制造槽子砖，从而也无更换槽子砖的复杂操作。虽然还要使用引砖和桥砖等特殊耐火制品，但是这些制品一般使用寿命长于槽子砖，而且近年来国外已广泛地用电熔耐火材料制造，基本上做到不需更换。

无槽垂直引上法的缺点是：

(1)一般无槽法较难于生产2mm以下的薄玻璃。

(2)由于无槽法引上速度较高，所以为了保证玻璃原板在引上机膛内有必要的退火时间，无槽引上机高度较高(国外已有多达40对辊子的12~14m高的引上机)。这样，就需要3~4层修边楼，整个熔制和切装车间的厂房高度相应也高，提高了土建工程造价，但原板采板温度仍然是较高的。

(3)由于无槽法是表面流成型玻璃，原板从自由液面进行引上，所以玻璃液的化学均匀性、温度均匀性以及引上室内气流的控制要求十分严格，满足不了这些必要的成型条件，无槽法的优点就很难充分显示出来。也就是说无槽法要比有槽法的生产条件严格得多。此外，培养引上工人也如有槽引上一样，需要时间长，技术性强。

#### 五、平拉法

1898年着手研究，1910年技术上臻于成熟。1916年首先由利比·欧文斯平板玻璃公司用于工业生产。这种生产方法由美国人欧文·柯尔本发明，故又称柯尔本法(*Colburn sheet process*)。它与无槽法类似，玻璃原板也是从自由液面引上，但引上到距玻璃液面700mm左右处经过一个转向辊而沿水平方向拉引成型。

采用平拉法的地区和国家不普遍，即相对地集中在某些国家(美国、比利时、西德、日本等)的几家大公司。我国近年引进几条生产线，玻璃质量较好，特别适宜生产2mm以下的薄玻璃，但我国自行设计的小型平拉玻璃厂问题很多，极需消化引进，予以提高。

平拉法的优点是：

(1) 拉引速度高于有槽法和无槽法，据日本平板玻璃公司介绍，2mm玻璃拉引速度可达270m/h(相当于有槽法的2.5倍，无槽法的2.2倍)，板宽可达3.5~4m，单线产量可达40万重箱/年(相当于有槽法2~3机)，一窑可以1~3条生产线，可以同时生产出不同厚度的玻璃，也可以同时生产出透明平板玻璃、压花玻璃或夹丝玻璃。

(2) 产品质量高于有槽法而低于无槽法，主要难以克服的特有缺陷是板面上有“麻点”疵病，但七十年代采用气垫转向技术后已消除了这一缺陷，所以质量有了明显地提高，已接近无槽法产品的水平。

(3) 产品厚度变化范围大，可以生产出0.4~30mm厚的玻璃。

(4) 连续生产周期长，在生产稳定的情况下可以达到连续几年生产。这是因为平拉法不使用槽子砖等耐火制品，转向辊已可以在不停炉情况下更换的缘故。

(5) 容易实现全线机械化、自动化。平拉法由转向辊水平拉引的玻璃带经平拉机组，退火窑可以保证必要的退火质量，可以较易地实现纵切、横切、检验、分片、装箱等工序的机械化，不需建设高层厂房，投资省，建设速度快，劳动生产率较高。

(6) 同无槽法一样，平拉法玻璃成分中 $\text{Na}_2\text{O}$ 含量可低于有槽法1.5%左右，故碱耗量低。

平拉法的缺点是：

(1) 同无槽法一样，对玻璃液的化学均匀性和热均匀性以及成型室内气流控制要求严格，特别由于它是在浅池内成型，在浅池的成型室内玻璃液基本上全以成型流参与成型，没有回流，所以要保证上述的均匀性。平拉法的成型室结构十分复杂，一般均需要用底火、侧墙火、后墙火间接加热保温，成型室的池盆砖要求是整体的，以防漏玻璃液，其制作加工很困难。

(2) 在距液面700mm处玻璃尚处于塑性状态，即与转向辊接触，在不采用气垫转向辊的条件下，转向辊长期在高温及窑内气氛作用下，即使进行风冷或水冷，仍侵蚀十分严重，结果导致产品出现“麻点”缺陷。而且在使用耐热合金材料制造转向辊时，一般也需一周左右时间进行快速旋转抛光转向辊。一个月左右需更换一次转向辊。

(3) 横向温差较难控制，故产品的厚薄差一般偏大。

#### 六、对辊引上法 (又称旭法或A法)

1971年日本旭玻璃公司宣布在有槽法的基础上成功地发明了一种“新的引上法”，并以该公司命名此种方法为旭法(*Asahi Drawing Process*)。旭法的基本特点是鉴于有槽法成型温度和玻璃析晶温度相近，所以在槽子砖唇部不可避免地有析晶现象，致使在玻璃板中出现“波筋”缺陷，为此而需要经常打炉，另外槽子砖本身带来的气泡、线道等缺陷也是难以避免的。旭法则用二根与玻璃液接触且互相平行配置的(耐火制品复合金属材料的)中空回转辊子代替槽子砖，两根辊子之间形成的缝隙，类似槽子砖槽口。两根辊子可以以极慢的速度向外反方向旋转(1~5mm/天)，产生的析晶可随辊子的旋转带到玻璃液中再熔化。

旭法的优点是：

(1) 在一定程度上克服了有槽法的某些缺点，产品质量有显著的提高，可达无槽法产品质量。

(2) 同有槽法一样可以稳定地生产出薄玻璃，而且产品厚度均匀，厚薄差很小。

(3) 引上机作业周期较有槽法长，据称生产率较有槽法提高了20%左右。



(4)在原来的有槽法基础上较易进行改建,投资省,工程量小,收效快。

旭法的缺点是,只解决了有槽法的部分缺陷,垂直引上法存在的很多问题它也存在;而且至今旭法还作为旭玻璃公司的专利,该公司要收专利费用。

综合以上四种引上方法,不难看出最高年产量都不超过200万重量箱,要求玻璃液的温度均匀性和化学均匀性都很高,培训引上工人因个人技艺要求很强,也需花费时间,生产的成本又一般都比浮法工艺高,故世界上各工业大国都普遍废弃以上四种工艺方法,关闭工厂改用浮法生产。即或旭法在我国仍暂时保留专利权,但在其本国该方法已被淘汰,工厂关闭。不难看出在我国进一步完善和新建我国自行研制和自行设计的浮法工艺生产方法的工厂具有现实和长远的意义。

## 七、浮法

最早对浮法玻璃生产工艺技术的研究者,是美国人希奇柯克和里尔,他们在1902年申请专利,但因为当时没有试验条件而停止继续研究。1940年英国皮尔金顿公司在实验室里对平板玻璃的浮法成型工艺作了探索性研究。1951年根据A·皮尔金顿和K·比凯尔斯塔夫二人提出的设想开始了研究,1953年他俩申请了英国专利,1957年建立了第一条浮法工艺生产线,1959年才宣布浮法工艺成功并获得专利权。

浮法工艺生产方法的产生是平板玻璃工业发展史上一次革命性的飞跃,是玻璃工业发展的一个里程碑。

熔融玻璃液流入锡槽,在熔融的锡液面上向前漂浮,完成抛光、展薄(或积厚)、冷却、硬化后,由传动辊抬起而离开锡槽,进入退火窑中退火,连续玻璃带经过冷却、切割、掰断,成为所需要尺寸规格的平板玻璃。用这种方法制造平板玻璃的过程,称为“浮法成型工艺”。

浮法的优点:

(1)玻璃表面质量好,可以达到机械磨光玻璃,即镜面玻璃的水平。

(2)拉引速度极高,很难准确估计它的最高极限。目前1mm玻璃拉引速度国际上达到1300m/h,浮法生产因不受玻璃任何性能(如粘度)的限制,可以将产量提高到熔窑的熔化能力所允许的最大限度。拉引速度快,产量高。

(3)浮法玻璃具有高温快速成型和玻璃析晶倾向小的特点。故可以采用高钙低碱成分,适应快速硬化的要求,因此可以减少纯碱的使用量,降低成本,也改善了玻璃化学稳定性。

(4)产品品种、规格在不断扩大。开始只能生产6.5mm玻璃,现在已可生产1~30mm玻璃,甚至更薄的产品,宽度可达5~6m,品种已发展到可以生产吸热玻璃、热反射玻璃、彩色玻璃等。

(5)可实现熔窑的大型化,每昼夜合格玻璃液的产量可高达1000吨;并可进行完全自动化的连续生产,大幅度降低单位成品的耗能量;劳动条件好;生产率很高,产品成本不断下降。

浮法的缺点,确切地说是它的一些要求:

(1)从基建投资方面看,浮法远低于机械磨光生产线的建设;但是如将浮法玻璃厂与普通平板玻璃厂投资相比,则浮法厂由于要建设锡槽和与其相应的保护气体生产系统,电气控制系统,切装机组等单项工程,综合起来投资要多些。另外,浮法每重箱玻璃耗电15~20度,而普通平板玻璃为2~4度。若对每生产1重量箱玻璃的基建投资和生产成本进行综合计算,

浮法产量达到一定规模时，每生产1重量箱的浮法玻璃的基建投资比其他四种方法都低；而生产成本因产量大，熔化率高，总能耗低，质量升价，也比其他四种方法低，故经济收益好。

(2)浮法工艺生产的基建特点决定了它不适宜于小规模生产。从前面的分析看出新建一个生产建筑玻璃的浮法厂规模小于150万重量箱/年的工厂是不适宜的，它束缚了浮法优越性的充分发挥，折旧费增大，在技术上和经济上均不合理。

(3)浮法玻璃是在还原气氛的锡槽中成型的，玻璃液中的杂质铁较易还原成两价铁离子( $Fe^{2+}$ )，而 $Fe^{2+}$ 比 $Fe^{3+}$ 对玻璃着色程度高十倍，所以要求浮法玻璃生产的原料中铁的含量尽量低，否则浮法玻璃更易着色，颜色加深，透光度降低。另外，原料和窑内气氛中的硫含量也要求低，否则易使锡生成硫化物，增大了锡耗，故熔化浮法玻璃以少用芒硝为宜。

浮法在国际上代表了平板玻璃工艺生产方法的发展方向，为此，西欧、北美、日本先后废除其他方法，改建浮法，其发展速度在平板玻璃工业史上是前所未有的。它的生产规模也不断扩大，日产玻璃从200吨、300吨、500吨、700吨、800吨，直至900吨级以上。技术的完善程度也是日新月异的，在这个新的技术领域内由于把近代电子计算技术、激光技术、自动化技术、电脉冲着色、气相离子交换钢化、表面喷涂等广泛地引入应用，从而使浮法玻璃工艺生产技术推进到现代化工业生产的范畴之内。

当今世界，人类正在开发太空，设想在月亮或其他星球上生产玻璃；或者研究出一种更为崭新的具有各种优点的工艺方法。这是我们期望的，也是应该去探索的，生产技术的发展总是无穷尽的。

## 第四节 计划任务书

计划任务书又称设计任务书。批准的计划任务书是确定基本建设项目、编制设计文件的主要依据。所有新建、改建和扩建项目都要根据国家发展国民经济的长远规划和建设布局，按照项目的隶属关系，由主管部门组织规划、计划、设计等单位，提前编制计划任务书。

计划任务书应包括以下主要内容：

### 一、根据经济预测、市场预测确定项目建设规模和产品方案

1. 需求情况的预测。
2. 国内现有企业生产能力的估计。
3. 销售预测，价格分析，产品竞争能力

产品需要外销的，要进行国外需求情况的预测和进入国际市场的前景分析。

4. 拟建项目的生产方法、规模、品种和发展方向的技术经济比较和分析
- 扩建项目要说明原有固定资产的利用情况。

### 二、资源、原材料、燃料及公用设施落实情况

1. 经过储量委员会正式批准的资源储量、品位、成分以及开采、利用条件。
2. 原料、辅助材料、燃料的种类、数量、来源和供应可能。
3. 所需公用设施的数量，供应方式和供应条件。

### 三、建厂条件和厂址方案

1. 建厂的地理位置、气象、水文、地质、地形条件和社会经济现状。

2. 交通运输及水、电、气的现状和发展趋势。

3. 厂址比较与选择意见。

4. 技术工艺, 主要设备选型, 建设标准和相应的技术经济指标

成套设备进口项目要有维修材料、辅助材料及配件供应的安排。引进技术设备的, 要说明来源国别, 设备的国内外分交, 或与外商合作制造的设想, 对有关部门协作配套件供应的要求。

5. 主要单项工程, 公用辅助设施, 协作配套工程的构成, 全厂布置方案和土建工程量估计。

6. 环境保护, 城市规划, 防震, 防火, 防洪, 防空, 文物保护等要求和采取的相应措施方案。

7. 企业组织, 劳动定员和人员培训设想。

8. 建设工期和实施进度。

9. 投资估算和资金筹措

(1) 主体工程和辅助配套工程所需要的投资(利用外资项目或引进技术项目则包括用汇额)。

(2) 生产流动资金的估算。

(3) 资金来源, 筹措方式及贷款的偿付方式。

10. 经济效益和社会效益

对建设项目的经济效益要进行分析, 不仅计算项目本身的微观效益, 而且要衡量项目对国民经济的宏观效益和分析对社会的影响。经济效益可以根据具体情况计算几个指标, 其中对投资回收期必须计算。进行经济效益分析的技术经济参数, 由各主管部门和地区根据部门地区的特点, 自行拟定, 报国家计委备案。

设计任务书是项目决策的依据, 应按规定的深度做到一定的准确性, 投资估算和初步设计概算的出入不得大于10%, 否则将对项目重新进行决策。

设计任务书应能满足大型、专用设备预订货的要求。

各部门、各地区可以根据上述要求的深度, 结合部门、地区的特点, 对设计任务书的内容加以调整、补充。

利用外资项目、引进技术和进口设备项目的审批, 按国家有关规定办理。

建设项目的计划任务书经批准后, 如果在规模、产品方案、建设地区、主要协作关系等方面有变动以及突破投资控制数字, 应经原批准机关同意。

## 第五节 厂址选择

厂址选择是基本建设中的一个重要环节。是一项政策性和技术性都很强的综合性工作。厂址选择是否得当, 不仅影响工程项目的建设投资、建设进度, 而且对工厂建成后企业的生产条件和经济效益都有着决定性的影响。因此必须严肃认真地对待这一工作。

厂址选择必须认真贯彻基本建设的各项方针政策。要贯彻既有合理的工业布局, 又要节约用地和有利生产方便生活的原则。要根据当地资源、燃料供应、电力、水源、交通运输、工