

玻璃技工学校教材

平板玻璃熔化与熔窑

(试用本)

本书为玻璃专业技工学校试用教材。内容分三篇：第一篇为玻璃熔窑，讲述平板玻璃熔窑的结构和常用耐火材料的性能及其应用，第二篇为玻璃熔窑熔制工艺，叙述玻璃熔制过程的物理化学反应和热工过程、熔窑操作技术、热工仪表的使用及自动控制，还介绍熔窑工艺新技术，第三篇为玻璃熔窑的冷修与热修，介绍冷修和热修的方法等。本书着重生产实践，但对基本理论也力求阐明。

本书也可作为在职技工培训进修教材，并可供玻璃厂技术人员和管理干部参考。

玻璃技工学校教材（试用本）

平板玻璃熔窑与熔窑

内部发行

建材部江油水泥工业技工学校发行

（四川省江油县二郎庙）

铁道部第二工程局印刷厂承印

（四川省成都市外西北巷子）

开本：16开 印张：14 1/4张 插图：121幅 字数 377,6 字千

1982年6月第一版

1982年6月第一次印刷

印数：1—12,000册

前 记

玻璃技工教材，我们这次共编写了五本。这五本教材，是在建筑材料工业部财务劳资局的具体组织领导下，本着适应培养中等技术工人的需要，并经过多次补充修改编写出来的。它是我国平板玻璃工业当前内容比较丰富、系统的技术培训教材。这套教材的简要内容和编审人员是：

《玻璃的物化性质》

本书以基础理论为重点：力求理论联系实际，结合国内生产情况。第一章属于玻璃的通性，全面而概括地介绍玻璃的特点。第二章是基础理论部份，重点是有关玻璃结构的基础理论。第三章是玻璃的十个物化性质，从玻璃结构观点出发论述玻璃成份及温度对性质的影响，并结合国内生产情况适当吸取了有关生产实践的经验。第三章实验部份，是根据国内实际情况及现有的通用设备而编写的。

编写：高名苓、钟代发同志。主编武汉建材学院讲师高名苓同志。

审稿：唐惠卿、隋福安、蔺景涛、杨廉同志及秦皇岛玻璃技校工艺组教师。主审：建材部秦皇岛玻璃研究所付总工程师唐惠卿同志。

《平板玻璃原料》

本书分六章二十四节。主要介绍平板玻璃的各种原料、种类与性质、矿山开采、原料加工、配料、生产过程及设备；配方及计算方法。

主编：通辽玻璃厂助理工程师杨廉同志。

审稿：唐惠卿、隋福安、蔺景涛、高名苓同志。主审：建材部秦皇岛玻璃研究所付总工程师唐惠卿同志。

《平板玻璃熔化与熔窑》

本书分玻璃熔窑、玻璃熔化工艺、玻璃熔窑的冷修与热修三部份。共八章三十六节。主要介绍玻璃熔窑结构和常用耐火材料，玻璃的熔制理论、熔化操作、热工仪表的使用及自动控制，熔窑冷修热修方法等。

编写：李凤翔、傅锦屏、杨荣臣、朱伯煊、那文津同志。主编：上海耀华玻璃厂工程师李凤翔同志。

审稿：陈华南、李立华、曹文聪、邵鹤鹏、侯宝珩同志及秦皇岛玻璃技校工艺组教师。主审：建材部玻陶局工程师陈华南。

《平板玻璃成型工艺》

本书分垂直引上法玻璃成型工艺、平拉法与压延法玻璃成型工艺、浮法玻璃成型工艺三部分。共十六章三十四节。主要介绍有槽、无槽，对辊三种垂直引上法、水平拉制法、压延法、浮法制造平板玻璃的成型理论、生产设备、操作方法以及退火、切裁、质量检验等。

编写：李凤翔、刘鹤禄、魏西平、赵兴积、揣忠义、杨荣臣、那文津同志。主编：上海耀华玻璃厂工程师李凤翔同志。

审稿：黄钧、许关禄、陈文有、史惠玲、邵鹤鹏、黄国良同志及秦皇岛玻璃技校工艺组教师。

主审：建材部秦皇岛玻璃研究所付总工程师黄钧和上海建材专科学校讲师许关禄同志。

《玻璃工业燃料》

本书分发生炉煤气的生产与设备、天然气及生产与设备、煤气的洗涤，其它气体燃料和重油的性质、贮存、输送及喷嘴结构与燃烧过程等。

主编：秦皇岛耀华玻璃厂工程师刘永淳同志。

审稿：王继廷、倪光耀、张惠琴同志及秦皇岛玻璃技校工艺组教师。主审：建材部秦皇岛玻璃设计院工程师王继廷同志。

在编审教材期间，各有关地区、学校、企业给予了很多支持和协助，特致以谢意。由于我们水平有限，时间短促，书中的缺点错误在所难免，恳切希望读者提出批评指正。

一九八一年十月

目 录

第一篇 玻璃熔窑

概述.....	1
第一章 玻璃池窑结构	
第一节 玻璃池窑的熔化部.....	6
一、窑池的结构.....	6
二、上部结构.....	12
第二节 玻璃池窑的分隔设备.....	16
一、气体空间的分隔设备.....	16
二、窑池（玻璃液）的分隔设备.....	17
第三节 冷却部（澄清部和通路）.....	19
一、冷却部的作用.....	19
二、冷却部的尺寸、结构及砌筑.....	19
第四节 燃烧设备——小炉.....	22
一、小炉的作用.....	22
二、小炉的结构.....	23
第五节 废气余热利用设备.....	28
一、蓄热室.....	28
二、换热式.....	33
三、余热锅炉.....	33
第六节 烟道与烟囱.....	37
一、烟道.....	37
二、烟囱.....	38
第七节 燃烧重油的玻璃熔窑.....	39
一、油燃烧器（喷嘴）的一般安装位置.....	39
二、小炉型式.....	40
三、蓄热室.....	42
四、烟道部分.....	43
第八节 熔窑钢结构.....	43
一、熔窑上部钢结构.....	43
二、蓄热室钢结构.....	44

三、小炉钢结构	44
第九节 窑体的保温与冷却	45
第十节 玻璃熔窑的主要技术指标简介	50
思考题与习题	
第二章 玻璃熔窑常用耐火材料性能及其应用	
第一节 耐火材料的性质	55
一、耐火度	55
二、荷重软化温度	55
三、热稳定性	57
四、抗渣性	57
五、重烧收缩、重烧膨胀	57
六、气孔率	58
七、体积密度	58
八、真比重	58
九、热膨胀性	58
十、导热性	60
十一、热容量	60
十二、耐压强度	60
第二节 玻璃池窑常用耐火材料的性能特点	60
一、硅质耐火材料	61
二、粘土质耐火材料	64
三、高铝质耐火材料	66
四、镁质耐火材料	67
五、电熔耐火材料	69
六、保温材料	72
七、耐火混凝土	75
八、玻璃熔窑常用耐火材料发展动向	76
思考题	

第二篇 玻璃熔化工艺

第一章 玻璃的熔制过程

第一节 玻璃熔制的五个阶段	82
一、硅酸盐形成阶段	82
二、玻璃形成阶段	88
三、玻璃液的澄清	88
四、玻璃液的均化	92
五、玻璃液的冷却	93

70	第二节 料堆熔化的热工过程	94
71	一、配合料料堆的熔化现象	94
72	二、料堆、玻璃液与火焰的热交换	96
73	三、料堆、玻璃液与窑砌体的热交换	97
74	四、料堆与其下部玻璃液的热交换	97
75	五、理论热耗与热效率	97
76	思考题	
77	第二章 玻璃的熔化操作	101
78	第一节 温度曲线与火焰控制	101
79	一、温度曲线	101
80	二、煤气加热熔窑的温度与火焰控制	104
81	三、油加热熔窑的温度与火焰控制	106
82	第二节 投料与液面控制	116
83	一、投料机	116
84	二、投料操作	120
85	三、液面与液面控制	121
86	第三节 泡界线与玻璃液流的稳定	123
87	一、造成玻璃液流动的因素	124
88	二、泡界线的形成和稳定	126
89	第四节 窑压与窑压控制	128
90	一、窑压的分布	128
91	二、窑压指标的确定	129
92	三、窑压过大的原因及处理方法	130
93	四、窑压对熔化温度和成型的影响	130
94	五、窑压的测量与自动控制	131
95	第五节 换向设备及操作	133
96	一、烧煤气熔窑的换向设备	133
97	二、烧煤气熔窑的换火操作方法	135
98	三、烧油熔窑的换火操作方法	137
99	第六节 油的二次加热	139
100	第七节 特殊事故处理	141
101	第八节 玻璃熔制过程中产生的缺陷	141
102	一、气泡	141
103	二、玻璃体夹杂物	142
104	三、非透明体夹杂物	143
105	思考题	
106	第三章 热工仪表的使用及自动控制	
107	第一节 自动控制的基本知识	147

一、自动调节的基本原理	147
二、自调系统中的各功能元件	147
第二节 测量元件的使用及其特性	148
一、测温元件	148
二、测压元件	151
三、重油流量测量元件	152
四、物位测量元件	155
第三节 单元组合仪表简介及其应用	155
一、DDZ—Ⅱ型单元组合仪表简介	156
二、DDZ—Ⅱ型单元组合仪表在烧油玻璃熔窑上的应用	162
三、DDZ—Ⅲ型组合仪表的特点	167
四、QDZ（气动单元组合）仪表简介	168
第四节 电子计算机应用情况简介	174
一、计算机在玻璃工业中的应用情况	174
二、计算机在玻璃生产中的功能	175
三、玻璃生产应用计算机控制的范围	176
四、玻璃厂计算机应用的发展趋势	177

思考题

第四章 玻璃熔制新技术

一、熔化工艺	180
二、窑炉结构	182
三、废气余热利用	183
四、熔化工艺参数辅助监视手段	184
五、消除污染	185

第三篇 熔窑的冷修与热修

第一章 熔窑热修

一、池壁砖的热修	186
二、下间隙砖的热修	187
三、小炉挂钩砖的热修	187
四、前脸挡墙及水管的热修	187
五、蓄热室格子砖的热修	187
六、小炉喷出口平碛、反碛的热修	188
七、引上大梁的热修	189
八、小炉舌头碛的热修	189
九、小炉闸板台的热修	189
十、喷嘴砖的更换	190

第一篇 玻璃熔窑

概 述

玻璃的熔化是玻璃生产工艺中最重要的过程之一，它的任务是用气体或液体燃料把符合质量要求的配合料，在熔窑中加热熔化，制得化学质量均匀的玻璃液供给成型用。玻璃的熔化过程是在熔窑中进行的，熔窑是生产玻璃的关键热工设备，它在玻璃生产中起着十分重要的作用，可以比作玻璃工厂的“心脏”。

在生产过程中，熔窑结构和作业极大地影响着产品的产量、质量、燃料消耗与成本。如果熔窑砌体受到损坏，就会直接影响或破坏熔化的热工平衡状态和正常的工艺制度，使产品质量下降。因此，除了要求熔窑结构先进合理，还要正确合理地使用熔窑，加强对熔窑的维护和采取必要的热修措施，使之正常运行，以期达到延长熔窑使用周期、挖掘生产潜力的目的。

解放前，在帝国主义残酷掠夺和国民党的反动统治下，我国玻璃工业比较落后，只有几座大型池窑，即秦皇岛、沈阳和大连三座平板池窑，大量的中小型玻璃窑炉则是窑型陈旧、设备简陋、操作繁重、技术指标甚低。解放后，玻璃工业技术发展很快。从1958年至1969年底兴建了大批窑炉，仅平板大中型池窑就有洛阳、株洲、昆明、兰州、太原、厦门、杭州等，全国共有大中型平板池窑20多座。

随着平板玻璃的发展，新型窑逐步建成，如浮法池窑，无槽引上池窑，压延窑。熔窑结构也有很大改进。燃料品种以前只用煤气，现已采用重油和天然气。优质耐火材料正在推广使用。熔窑技术经济指标已有较大的提高，如九机窑的熔化率可达1.56吨/米²天以上，一座四机无槽窑最长使用周期为4年多。另外，熔制新工艺新技术正在研究推广，热工自动控制日益完善，正在向完全自动化方向前进。

目前我国玻璃熔窑在以下几个方面尚存在不足的地方，即熔窑热效率低，燃料消耗大，砌筑熔窑用的耐火材料品种不全，质量较次，尺寸不规整，性能达不到高要求。熔窑作业控制自动化程度较国外先进水平还差，因而产品的产量、质量与国外同类产品相比还有一定距离。因此，节约能源，降低燃耗，选用优质耐火砖材，改善熔窑结构，进一步实现熔窑热工自动控制、微型电子计算机控制，电视监视，以求更好地稳定熔化作业制度，以及采用高速优质生产的浮法窑型，是我国平板玻璃工业发展方向。

玻璃熔窑有许多窑型结构，我国大、中型平板玻璃熔窑都是“连续作业的蓄热室式横火焰平板玻璃池窑”。对这一名称的含义将在下面予以说明。

1. 连续作业窑

e. 按玻璃熔制过程可将熔窑分为连续作业与间歇作业两种。

je 连续作业是指玻璃熔制过程，从投料、熔化、冷却到成型是连续进行的，窑内各处温度是稳定的。

间歇作业是指玻璃熔制过程是间歇进行的，在同一部位进行投料，而后熔化，高温熔融后冷却到成型要求，最后成型，料出完后，再重新投料。如日池窑和坩埚窑。

2. 蓄热式窑

按废气余热回收设备型式可分为蓄热式和换热式两种。

蓄热式是利用耐火砖作蓄热体，积蓄从窑内排除的废气的部分热量，换向后用来加热将进入窑内的空气或煤气。蓄热窑结构简单，可将气体加热到较高温度，但蓄热式系间歇作业，加热温度不稳定，需要的设备多，占地面积较大。

换热式是利用耐火构件或金属管道作传热体，窑内排除的废气通过传热体把热量传给进入窑内的空气和煤气（用耐火构件作传热体时，只能加热空气），换热式的优点大体上与蓄热式相反。

我国生产的平板玻璃熔窑的熔化量都比较大，熔化温度也比较高，并且多半用煤气或重油作燃料，少数用天然气。鉴于以上特点，大中型平板玻璃熔窑都采用蓄热式。

3. 横焰式

按窑内火焰流动的方向可将熔窑分为横火焰、马蹄形火焰与纵火焰窑三种。横焰窑是指窑内火焰方向从窑的一侧喷向另一侧，横越熔窑的宽度，并与玻璃液流方向相垂直。横火焰容易控制窑长方向的温度分布、压力、气氛制度和泡界线，并且火焰复盖面积大。马蹄焰窑的火焰成马蹄形流动，火焰能充分延伸，燃烧完全，并且小炉只要一对，操作保养简便，对中、小型窑合适。但在窑宽方向温度波动大。纵焰窑的火焰成纵向流动。

4. 平板玻璃池窑

玻璃熔窑按产品种类分为平板玻璃窑、球窑、管窑等。而平板玻璃窑又可按引上机、平拉机的台数来称呼，如有槽九机窑，无槽八机窑、二机平拉窑等。

我国目前大中型熔窑，不论采用什么成型方式，何种燃料，都是连续作业的蓄热室式横火焰平板池窑。现将我国几座平板玻璃熔窑列于表1—0—1中。

平 板 玻 璃 熔 窑 举 例

表1—0—1

厂 名	成 型 方 法	燃 料 种 类	成 型 机 台 数
秦皇岛耀华玻璃厂	有槽引上	重 油	9
沈阳玻璃厂	有槽引上	重 油	9
大连玻璃厂	有槽引上	发生炉煤气	9
洛阳玻璃厂	浮法	重 油	一条浮法生产线
株洲玻璃厂	压延法	发生炉煤气	一条压延生产线
兰州玻璃厂	有槽引上	重 油	6
杭州玻璃厂	有槽引上	发生炉煤气	6
上海耀华玻璃厂	无槽引上	重 油	4
太原玻璃厂	无槽引上	发生炉煤气	4
自贡玻璃厂	平拉法	天 然 气	单机平拉生产线

第一章 玻璃池窑结构

我国平板玻璃生产目前以有槽引上法和无槽引上法为主，逐步推广浮法。压延、平拉、对辊几种生产方法占的比例较小。各种方式的窑型虽有不同，但它们的结构有共同之处，都是由熔化部、冷却部、成型作业室、小炉、废气余热利用设备、空间分隔设备、窑体保温与冷却设施、废气的排除与鼓风助燃装置以及窑体钢架结构等部分组成。

目前，我国平板玻璃熔窑，包括有槽引上、无槽引上、浮法、压延、平拉、对辊等方法成型的，均采用蓄热室式横焰窑。而有些规模较小的窑，如平拉法小窑采用了换热式双磁顶池窑，单机彩色平板单元窑采用金属换热器。虽能向社会提供急需的平板玻璃，但因单位热耗是一般平板玻璃热耗的二至三倍。因此本章仅对蓄热室式横火焰窑的结构分别讲述如后。并为此特选取六对小炉九机连通式蓄热室玻璃池窑的平面、横剖面示意图，分隔式蓄热室玻璃池窑的平面、横剖面及纵剖面示意图以及燃油熔窑的横剖面示意图，分别列于图 1—1—1、图 1—1—2、图 1—1—3、图 1—1—4、图 1—1—5 及图 1—1—6，以供讲述时参考。

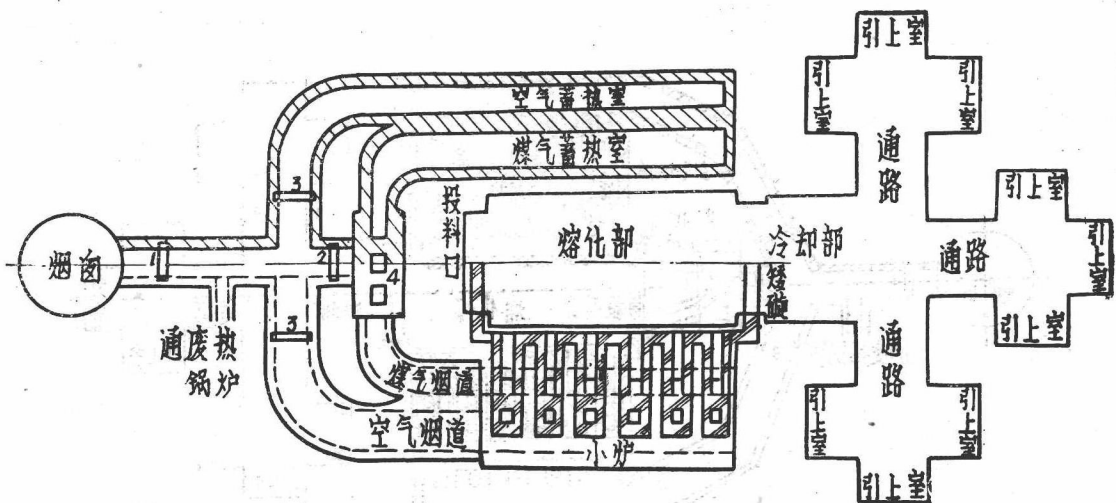


图 1—1—1 六对小炉九机连通式蓄热室玻璃池窑平面

1—大闸板； 2—中间闸板； 3—空气交换器闸板； 4—煤气交换器

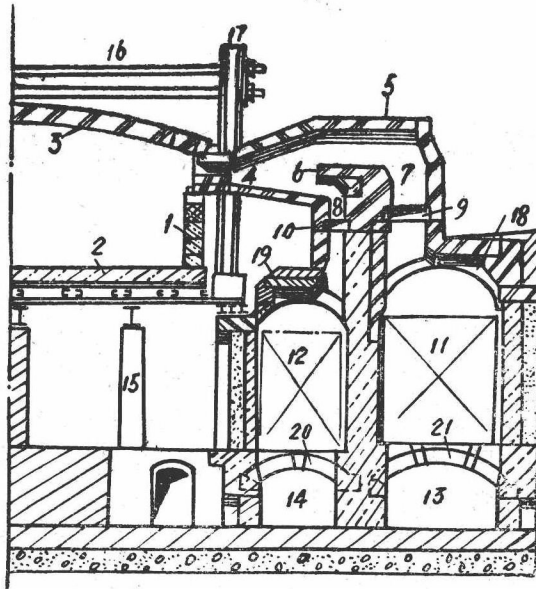


图 1—1—2 池窑熔化部横剖面

1—池壁；2—池底；3—大碛；4—喷出口；5—小炉；6—舌头；7—空气上升道；8—煤气上升道；9—空气闸板；10—煤气闸板；11—空气蓄热室；12—煤气蓄热室；13—空气烟道；14—煤气烟道；15—大柱；16—拉条；17—工字钢立柱；18—空气蓄热室半圆碛；19—煤气蓄热室半圆碛；20—煤气蓄热室炉条；21—空气蓄热室炉条

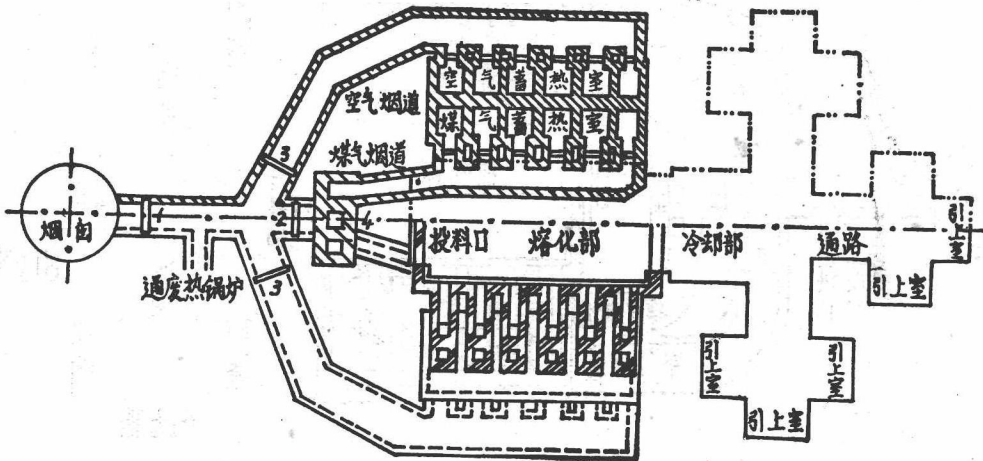


图 1—1—3 六对小炉九机分隔式蓄热室池窑平面

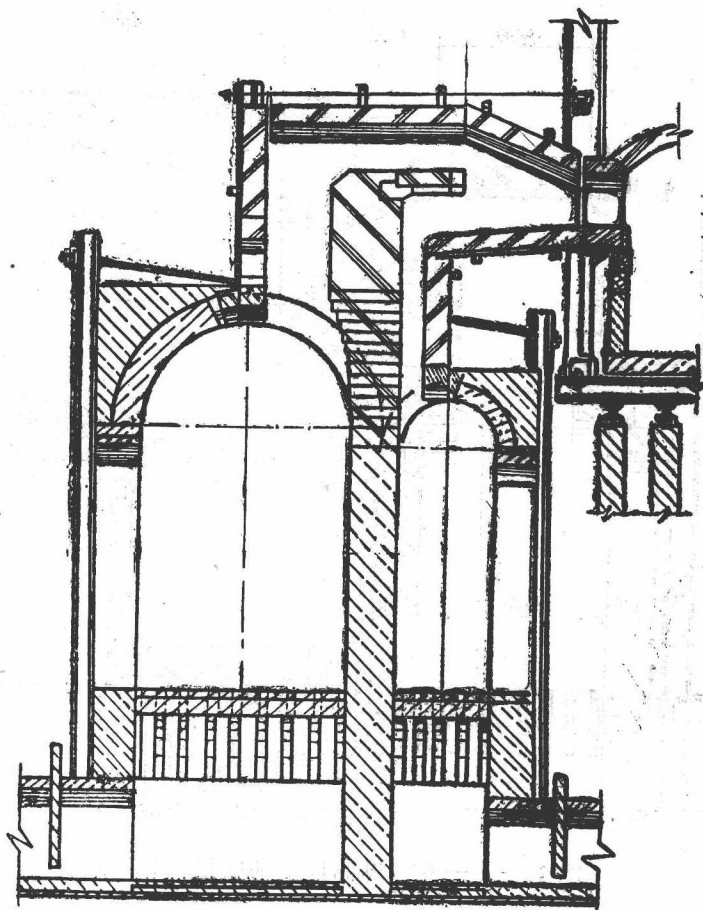


图 1—1—4 熔窑横剖面

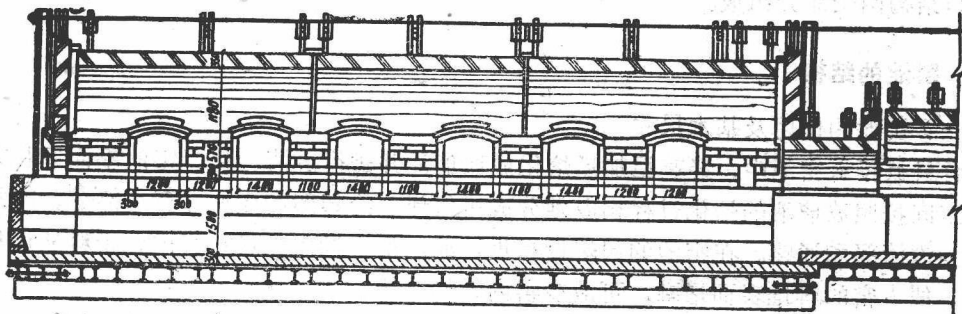


图 1—1—5 玻璃池窑纵剖面

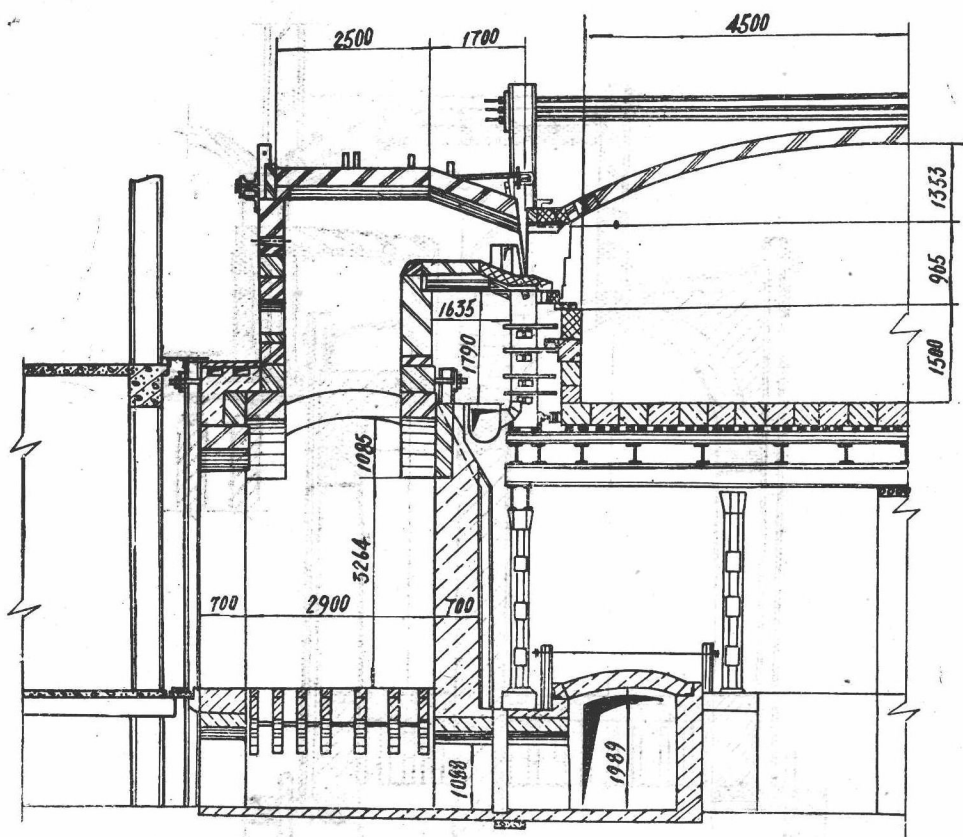


图 1—1—6 燃油玻璃池窑横剖面

第一节 玻璃池窑的熔化部

玻璃熔窑的熔化部是由熔化玻璃原料和盛装玻璃液的窑池和窑池以上的包围火焰空间的熔窑上部结构两个部分组成。

一、窑池的结构

(一) 窑池的作用及基本尺寸

配合料被投入窑池中，经高温加热熔化成玻璃液并进行澄清均化。窑池平面呈长方形，沿窑长方向按照玻璃液的熔化过程相应地分成熔化部、冷却部和成型部三个部分。冷却部本身又分为澄清部和通路。在窑池的起端设有投料池，配合料由此投入窑内。投料池还起预熔的作用，使入窑的料堆表面熔融，可减少窑内粉料飞扬。

为了满足产量要求，窑池应具有一定的熔化面积。窑池的熔化面积，当初设计时，是根据计划生产能力，即生产规模，再根据具体条件选取适当的熔化率来进行计算的。当然必要时可通过热工计算来核对。计算熔化率时，按国家规定从投料池末端到最末一对小炉中心线外一米处，是指这个部分火焰覆盖的熔化部的部分面积。而熔窑熔化部的面积应算到矮碛、

卡脖前为止。

熔化部的尺寸应符合所规定的该窑熔化能力，以求配合料在窑池中有足够的逗留时间来进行熔化、澄清、均匀化。

熔化部窑池基本尺寸包括：熔化面积、长度、宽度、深度和投料池的长度、宽度、深度。还有从未对小炉中心线外一米处到矮碛前的一段面积。

1. 熔化面积

$$F_{\text{熔}} = G/K \text{ (米}^2\text{)}$$

式中 G ——为窑池生产能力(吨/天)，即为每昼夜能熔化好的玻璃量。由成型工艺提出要求。

K ——熔化率，指熔化面积每平方米面积上每昼夜熔化的玻璃液量。单位：公斤/米²·天或吨/米²·天。

由此看出，熔化面积决定于熔化率，熔化率是熔窑一项重要的技术经济指标，它反映出单位熔化面积熔化能力的大小，同时又是一项综合性的指标，可以反映整个熔化作业的水平。熔化率与多种因素有关：如熔化温度、燃料种类和质量及其热值、窑规模大小、玻璃成分及颜色、熔窑结构、窑体耐火材料的质量、配合料的颗粒度及投料方式，是否采用辅助加热及澄清的措施等等。例如：熔化温度愈高，则熔化率愈高。一般烧重油比烧煤气的熔化率要高一些。因此熔化率的指标是上述诸因素综合的结果。选定熔化率指标时主要根据以上因素进行综合对比。根据新熔窑的条件，选取一平均先进指标，还要留有余地。我国大型平板玻璃池窑 $K = 1.3 \sim 1.6$ ；中型 $K = 0.9 \sim 1.1$ ；小型 $K = \sim 0.8$ ；中型压延窑 $K = 0.9$ 左右。目前，一般平板玻璃熔窑的玻璃成分，熔化温度、熔窑结构、燃料情况等因素变化较小，因此熔化率也比较稳定。

2. 熔化部窑池长度

图 1—1—7、图 1—1—8、图 1—1—9 及图 1—1—10 列举了我国九机、六机有槽、四机无槽熔窑主要尺寸。

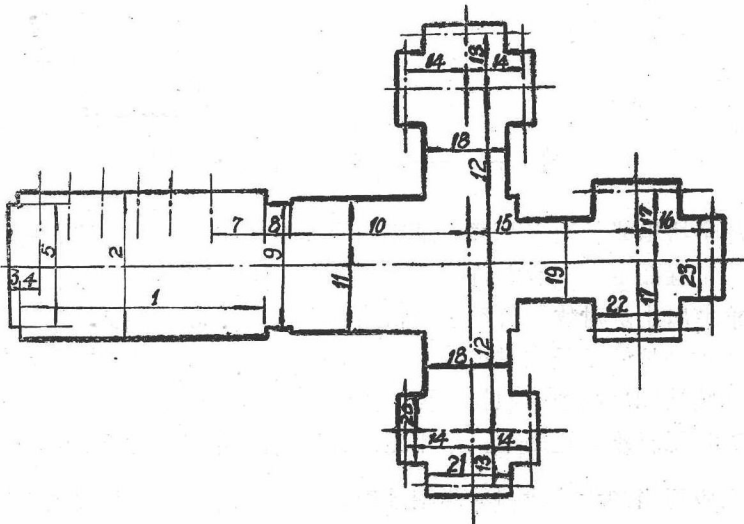


图 1—1—7 九机熔窑主要尺寸

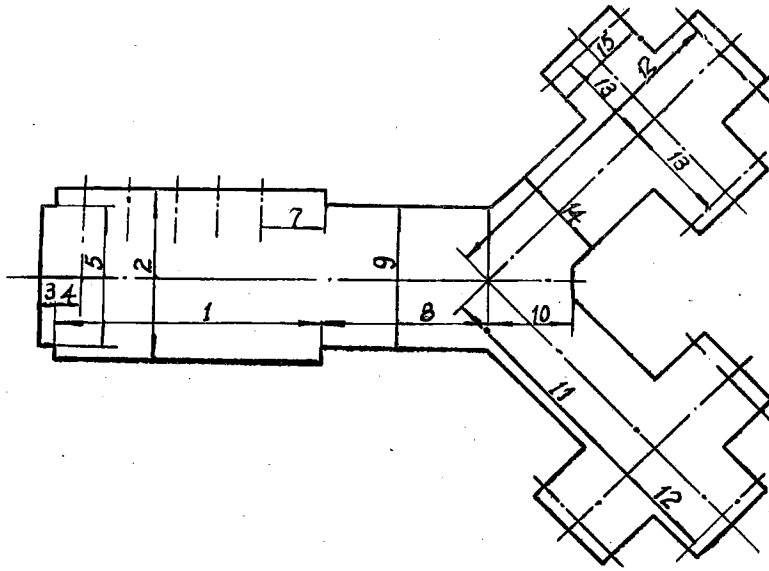


图 1—1—8 六机熔窑主要尺寸

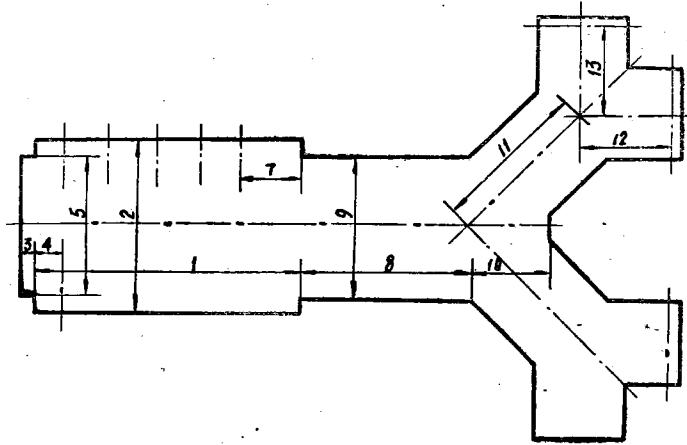


图 1—1—9 四机有槽熔窑简图

平板玻璃池窑熔化部长度主要考虑保证玻璃液熔化澄清过程进行得完全，同时根据小炉对数考虑小炉的布置而定。一般安排 3~7 对小炉，所以首先应根据熔窑规模和熔化工艺对温度制度的要求定出小炉对数，再经小炉粗略计算得出喷出口宽度，并确定第一对小炉与前脸墙的距离和各个小炉间距及末对小炉至卡脖的距离，然后得出熔化部长度。

为了减轻前脸墙和 1* 小炉的蚀损，而增大第一对小炉到前脸墙的距离，但此距离过大会造成投料池温度过低料堆前进困难。采用重油为燃料的熔窑，由于火焰辐射能力强，1* 小炉至前脸墙的距离应适当加大。我国大中型池窑 1* 小炉至前脸墙的距离列于表 1—1—1 和表 1—1—2 中。

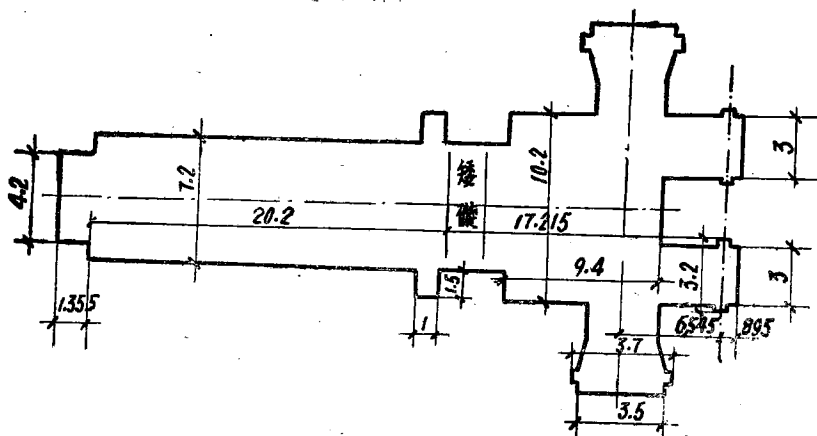


图 1—1—10 上海耀华四机无槽窑简图

各小炉喷出口宽度是根据燃料消耗量、助燃空气用量计算而定。两小炉外墙之间的距离要考虑热修操作的需要和火焰对液面的复盖，从热修考虑至少在一米以上。

末对小炉与卡脖（或分隔设备）之间的距离，一般布置冷却大水管，测温孔、大砖门、耳池等。我国部分大中型池窑末对小炉至卡脖的距离于表 1—1—1 和表 1—1—2 中。

3. 熔化部窑池宽度

窑池的宽度一般与火焰的长度有关，按窑池容积的不同，窑池宽度可达 6~10 米。我国大型平板玻璃熔窑池宽一般为 7.8~9 米。窑宽要以窑池面积和燃料品种等因素来选择。

另外，窑宽还受大碛跨度的限制，大碛跨度太大，势必增加碛股高度，才能维持其结构的稳定性。

由于窑池的长度和宽度都必须符合一定的工艺要求。因此窑池的长宽比是一个重要的设计数据。各厂熔化部长宽比一般在 2.3~2.8 之间。以上表中已列出我国部分池窑的宽度。

4. 投料池基本尺寸

投料池略窄于窑池（各厂的熔窑投料池约比窑池窄 2.2~3 米），使二侧配合料能熔化好，并且能减轻第一行池壁的侵蚀。投料池的宽度应与使用投料机的台数相适应。若使用辊式投料机则需适当加长投料池。

5. 熔化部窑池深度

窑池的深度是一个重要的结构指标，与熔窑规模、玻璃品种、颜色、熔化能力、保温措施及窑底耐火材料质量等因素有关。

窑池的深度应该尽量减轻池底砖对玻璃质量的影响。如果池越深，底部玻璃液温度越低，流动性差，形成一个相对不动层，当温度往高波动时，底层未熔透的玻璃液被带到成型部，影响玻璃质量。而且池愈深建筑费用愈高。从而希望池浅一些为好。当使用无刚玉砖复盖的粘土砖池底时，仍需维持一个玻璃液的相对不动层，以保护底砖。池底多采用阶梯式的，熔化部深，冷却部浅，成型部再浅一些，以减少玻璃液的回流和节约热能。

此外，池深还要适合玻璃液的粘度及透明度的要求，当玻璃液中铁含量低、透明度高，透热性好，窑池需深一些。我国六机、九机窑熔化部池深大部为 1.5 米，四机窑熔化部池深