

第 1 章 绪 论

1.1 本设计的意义、目的及设计任务

浮法玻璃池窑是浮法玻璃生产的重要热工设备，设计合理与否直接关系到浮法玻璃的质量等级。我国许多的池窑工作者积累了大量的珍贵经验并且吸取国外一些先进的设计理念将之应用到池窑设计当中，取得了很大的进步，但在浮法玻璃池窑的寿命、玻璃质量能耗等技术指标方面与先进的浮法玻璃池窑仍然还有一定的差距。因此，本设计可以让学生很好的了解浮法玻璃池窑的结构及各局部工作原理，使学生对浮法玻璃池窑生产工艺流程有一个全面的了解。同时，可以培养学生严谨的工作作风和求真务实的科学态度，弄清浮法玻璃池窑工艺制度的设计方法，进一步培养学生独立思考、综合运用已学理论知识及其它途径分析和解决实际问题的能力、锻炼学生理论结合实际的能力、制图和看图的能力、设计和科研的能力。

本设计要求设计日产 600 吨平板玻璃工厂浮法玻璃池窑结构。需要依次进行玻璃成分设计，配料计算、浮法总工艺计算；玻璃工厂储库、堆场及堆棚设计计算；玻璃池窑结构设计计算；绘制池窑结构图及耐火材料排布图；绘制全厂总平面布置图。

1.2 目前国内外浮法玻璃开展状况

1、国外浮法玻璃开展状况

自 1959 年 2 月，英国 Pilkington 玻璃兄弟宣布浮法工艺成功以来，浮法玻璃技术得到了迅速推广。截止 2001 年末，世界各地已建成投产的浮法玻璃生产线约 280 条，其中亚洲约 130 条，欧洲 79 条，北美洲 56 条，南美洲 10 条，非洲和大洋洲 5 条，280 条浮法线日熔化总能力约为 13 万吨，年生产能力可达 3600 万吨以上^[1]。其中，西欧占 27%，约 894 万吨；东欧占 5%，约 165 万吨；北美占 23%，约 761 万吨；中国占 30.8%，约 1020 万吨（2.04 亿重量箱）；日本占 11%，约 364 万吨；非洲及中东地区占 3%，约 99 万吨^[2]。截至 2003 年底，全世界已有 36 个国家和地区（不包括中国内地）建成了 140 多条浮法玻璃生产线，总产量到达 3 亿吨左右，并占到平板玻璃总量的 80% 以上。截至 2010 年，世界浮法玻璃生产利用效率已经高达 94%，库存约小于 6%，其中市场消耗优质浮法玻璃已经超过了 10 亿重量箱以上。目前，国外一些大公司掌握了较为先进的玻璃制造技术，可以生产出 0.5~25mm 之间各种厚度不等的浮法玻璃，其玻璃熔窑拉引规模也在 150~1000t/d 之间不等。

当今玻璃与玻璃加工业国际市场被五大玻璃公司所垄断，五大公司玻璃生产能力约占世界总量的 61%，其中日本旭硝子公司占 18%，英国皮尔金顿公司占 12%，美国 PPG

公司占 11%，法国圣哥班公司占 11%，美国国家迪安公司占 9%。其中，日本旭硝子公司和法国圣哥班集团公司凭借其综合实力已经跻身世界 500 强，特别是日本旭硝子公司是单靠玻璃生产进入 500 强的，其拥有 37 条浮法玻璃生产线，资产达 157.8 亿美元，年销售额 67 亿美元。

2、国内浮法玻璃开展状况

1981 年“中国洛阳浮法”玻璃生产工艺的诞生，使中国玻璃工业进入了一个快速开展时期。浮法玻璃技术的推广，使一批采用“洛阳浮法”技术的浮法玻璃生产线陆续建成。

截至 2003 年底，我国已成为世界上生产规模最大的平板玻璃生产国，拥有浮法玻璃生产线 98 条，其中具有我国自主知识产权的“洛阳浮法”技术的生产线多达 80 余条，日拉引量为 300~700 吨，原板厚度 1.1~25mm 多个品种，总生产能力到达 1065 万吨/年（2.13 亿重量箱/年）。截至 2005 年年底，我国浮法玻璃生产线到达了 146 条，产量到达 3.06 亿重量箱，占平板玻璃总产量的 76.7%^[3]。截至 2006 年年底，我国已建成浮法玻璃生产线 162 条，其中全部或主要采用中国浮法技术的生产线达 135 条，占中国浮法玻璃生产线数量的 83%。2006 年平板玻璃总产量达 4.54 亿重量箱，浮法玻璃占 81.87%，其中优质浮法玻璃产量占 20%以上^[4]。到 2007 年，我国浮法玻璃生产行业的生产能力为 4.4 亿重量箱。

2009 年上半年，我国浮法玻璃又新增了 8 条生产线，3158 万重量箱产能，到 2009 年末，我国日熔化能力 500t 以上熔窑占浮法玻璃纵容化能力的 75.4%，600t 以上占 54.48%，700t 以上占 28.83%。600t 以上熔窑占浮法玻璃总熔化能力比重首次超过 50%，成为我国浮法玻璃主力窑型。浮法玻璃生产线规模结构的提高，提高了我国浮法玻璃生产的能源利用效率，降低了污染物和二氧化碳排放水平。从产能上看，700t 以上 36 条的能力占 28.83%，600~620t 的 42 条能力占 25.65%，500~550t 的 40 条能力占 20.92%，400~480t 的 38 条能力占 16.51%，400t 以下 26 条能力占 8.08%^[6]。

2010 年我国平板玻璃总产量达 7.07 亿重量箱，约占全球总产量的 50%以上。在建的浮法玻璃生产线中有日熔化能力 200t 甚至缺乏 200t 的熔窑用于生产光伏玻璃或彩色玻璃。截止 2011 年，全国共有 242 条浮法玻璃生产线。

1.3 本设计指导思想

本设计要求学生能够贯彻和执行有关的方针政策，积极采用合理可靠的先进技术，提高产品质量，增加产量。在高温、粉尘、重力等方面，尽量改善操作条件。在设计中应留有适当的开展余地。在广泛收集国内外有关详尽资料的根底上，作出合理可靠的、正确的、先进的设计。

第2章 配料计算

2.1 原料的选择与成分设计

2.1.1 原料的选择

工业生产用玻璃的原料，根据它们的用量和生产工艺及制品的作用可分为主要原料和辅助原料。其中，主要原料主要有石英砂、硅砂、砂岩、白云石、硼镁石、菱镁矿、石灰石、长石、叶蜡石、高岭土、纯碱、芒硝等^[7]。但每个玻璃工厂根据自己工厂产品、本钱、地域等的不同而选择不用的原料。

本设计选用的原料主要有砂岩、白云石、石灰石、纯碱、芒硝、长石及煤粉。各原料化学组成见表 2-1。

表 2-1 原料化学组成 单位：%（质量分数）

	L	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Na ₂ CO ₃	Na ₂ SO ₄	C
砂岩	1.5	98.76	0.56	0.08	0.14	0.02	0.19				
白云石	0.3	0.69	0.15	0.13	31.57	20.47					
石灰石	2.0	0.3		0.07	55.4	0.2					
纯碱	3.0						57.94		98.5		
芒硝	4.2	1.1	0.29	0.05	0.5	0.37	41.47			95.03	
长石	2.0	66.0	19.5	0.4			8.5	5.5			
煤粉	2.0										87.12

2.1.2 燃料的选择

燃料的种类有很多，按状态不同，可以分为气态、液态、固态燃料；按来源不同，可以分为天然燃料和人造燃料；按化学成分不同，可以分为重油、煤气、天然气、煤炭等燃料。玻璃工厂将会考虑工厂本钱、地域、运输、燃料品质等多方面的因素而选择最适合自己工厂的燃料。

本设计选用的燃料为重油，其化学成分见表 2-2。

表 2-2 重油化学成分单位：%（质量分数）

C_{ar}	H_{ar}	O_{ar}	N_{ar}	S_{ar}	A_{ar}	M_{ar}	$Q_{net,ar}$ (kJ/kg)
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------------------

87.22	11.50	0.30	0.25	0.21	0.02	0.30	40.14
-------	-------	------	------	------	------	------	-------

2.1.3 玻璃成分的设计

玻璃成分的设计因满足以下要求：

- (1) 玻璃化学组成必须在玻璃形成区内；
- (2) 玻璃性质必须到达要求的指标；
- (3) 玻璃化学组成必须符合环境保护要求；
- (4) 玻璃化学组成设计满足工艺性能要求；
- (5) 原料能大量供给，质量稳定，本钱低廉。

综合以上要求，本设计设计的玻璃化学成分见表 2-3。

表 2-3 玻璃化学成分 单位：% (质量分数)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	总计
72.6	0.9	0.05	8.2	3.6	14.2	0.15	0.3	100

2.2 配料计算

2.2.1 配料的工艺参数选择

本次设计选取的配料工艺参数主要有以下一些数据：

纯碱挥散率：1.5%	芒硝含率：3.0%
碳粉含率：4.2%	玻璃获得率：82.5%
碎玻璃掺入量：20%	配合料含水量：4%
计算根底：100kg 玻璃液计算精度：0.01	

2.2.2 配料计算

1、纯碱和芒硝用量计算

设芒硝引入量为 x kg，根据芒硝含率得下式：

得到： $x=1.03\text{kg}$

那么由芒硝引入的各氧化物的量见表 2-4。

表 2-4 芒硝引入的各氧化物的量 单位：质量份

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O
0.01	0.003	0.001	0.005	0.004	0.43

2、煤粉用量

设煤粉用量为 x kg，根据碳粉含率得：

得 $x=0.05\text{kg}$

3、砂岩与长石用量计算

设砂岩用量为 x kg，长石用量为 y kg，那么：

得 $x=71.81\text{kg}$ $y=2.53\text{kg}$

可知由砂岩与长石引入的各氧化物的量见表 2-5。

表 2-5 由砂岩与长石引入的各氧化物的量单位：质量份

原料	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O
砂岩	70.92	0.40	0.06	0.10	0.01	0.14	
长石	1.67	0.49	0.01			0.21	0.14

4、白云石与石灰石用量计算

设白云石用量为 x kg，石灰石用量为 y kg，那么：

得 $x=17.47\text{kg}$ $y=4.66\text{kg}$

那么由白云石与石灰石引入的各氧化物的量见表 2-6。

表 2-6 由白云石与石灰石引入的各氧化物的量单位：质量份

原料	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
白云石	0.12	0.03	0.02	5.52	3.58
石灰石	0.01		0.003	2.58	0.009

5、校正纯碱用量与挥散量

设纯碱用量为 x kg，挥散量为 y kg，长石引入的 K₂O 也归入纯碱，那么：

得 $x=22.92\text{kg}$

得 $y=0.35\text{kg}$

6、校正砂岩与长石用量

设砂岩用量为 x kg，长石用量为 y kg，那么有：

$$\text{得} \quad x=71.78\text{kg} \quad y=2.38\text{kg}$$

7、原料用量

将上述计算结果汇总成原料用量表，最终原料用量结果见表 2-7。

表 2-7 原料用量单位：质量份

	用量	占混合料 质量分数	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	含水量	干基	湿基
砂岩	71.78	59.50	70.89	0.40	0.06	0.10	0.01	0.14			1.5	952	966.5
白云石	17.47	14.48	0.12	0.03	0.02	5.52	3.58				0.3	231.68	232.38
石灰石	4.66	3.86	0.01		0.003	2.58	0.009				2.0	61.76	63.02
纯碱	22.92	19.29											
挥散率	0.35								13.48		3.0	308.64	318.19
芒硝	1.03	0.85	0.01	0.003	0.001	0.005	0.004	0.43			4.2	13.6	14.20
长石	2.38	1.97	1.57	0.46	0.01			0.20	0.13		2.0	31.52	32.16
煤粉	0.05	0.04									2.0	0.64	0.65
合计	120.64	100										1599.84	1627.10
碎玻璃													400
总计													2027.10

8、玻璃获得率的计算

9、换料单的计算

：碎玻璃掺入量为 20%，各种原料含水量见表 2-7，配合料含水量为 4%，混合机容量为 2000kg 干基。

那么有如下计算：

2000kg 干基中砂岩的干基用量为：

根据设计要求配合料的含水量为 4%，那么有：

因此，混合时应另加水 39.57kg

第 3 章 浮法总工艺计算

3.1 总工艺计算目的

浮法总工艺计算是玻璃工厂生产不可缺少的局部，它关系到玻璃工厂的生产能否持续进行。为了保证玻璃生产能够持续不断的进行生产，那么需要了解玻璃工厂每天、每月、每年各种原料的用量，从而保证玻璃工厂能够储存足够生产的原料。同时，总工艺计算也关系到储库、堆场及堆棚的设计，储库、堆场及堆棚的大小、形式等的设计需要事先了解工厂各种原料的用量才能进行。因此，工厂设计就需要玻璃工厂进行总工艺计算，即产量计算。

3.2 浮法总工艺计算

1、总工艺计算依据：

- 1) 原板宽度：4m
- 2) 综合成品率：80%
- 3) 碎玻璃损失率：0.5%
- 4) 年工作日：340d
- 5) 玻璃规格：见表 3-1

表 3-1 玻璃规格

产品厚度 (mm)	3	5	8
产品百分比 (%)	70	15	15

6) 工厂储存定额：见表 3-2

表 3-2 工厂储存定额

	砂岩	白云石	石灰石	长石	纯碱	芒硝	煤粉	重油
储存天数 (d)	60	60	60	60	30	60	60	30

7) 拉引速度：

玻璃拉引速度可由以下公式计算：

$$V = \frac{Q}{24B\delta\rho} \quad [8]$$

式中， Q —玻璃日产量，t/d；

B —原板宽，m；

δ —玻璃板厚度，m；

ρ —玻璃密度，t/m³，浮法玻璃密度取 2.5。

根据上述公式可计算各个规格玻璃的拉引速度：

对 3mm: $V_1 = \frac{600}{24 \times 4 \times 3 \times 10^{-3} \times 2.5} = 833\text{m/h}$ 取 840m/h

对 5mm: $V_2 = \frac{600}{24 \times 4 \times 5 \times 10^{-3} \times 2.5} = 500\text{m/h}$

对 8mm: $V_3 = \frac{600}{24 \times 4 \times 8 \times 10^{-3} \times 2.5} = 313\text{m/h}$ 取 320m/h

那么本设计玻璃拉引速度汇总见表 3-3。

表 3-3 玻璃拉引速度

玻璃厚度 (mm)	3	5	8
拉引速度 (m/h)	840	500	320

8) 重量箱折算系数：重量箱折算系数见表 3-4

表 3-4 重量箱折算系数

玻璃厚度 (mm)	3	5	8
折算系数	1.5	2.5	4.0

2、玻璃成品产量计算

成品任务：

玻璃品种	百分率 (%)	年产重箱	年产平方米
3mm	70	224 万	14933333.3
5mm	15	48 万	1920000
8mm	15	48 万	1200000

完成各种产品所需要的生产天数：

3mm	$14933333.3 \div (24 \times 4 \times 0.8 \times 840) = 231.48d$	工作日比例: 0.7008
5mm	$1920000 \div (24 \times 4 \times 0.8 \times 500) = 50d$	工作日比例: 0.1514
8mm	$1200000 \div (24 \times 4 \times 0.8 \times 320) = 48.83d$	工作日比例: 0.1478
合计	330.31d	100%

因为 $330.31 < 340$ ，所以能完成任务。

各种厚度玻璃全年平均生产天数：

3mm $340 \times 0.7008 = 238d$

5mm $340 \times 0.1514 = 51d$

8mm $340 \times 0.1478 = 50d$

计算产量：

3mm $238 \times 24 \times 840 \times 4 \times 0.8 = 15353856m^2/a$ 折合 2303078.4 重箱

5mm $51 \times 24 \times 500 \times 4 \times 0.8 = 1958400m^2/a$ 折合 489600 重箱

8mm $50 \times 24 \times 320 \times 4 \times 0.8 = 1228800m^2/a$ 折合 491520 重箱

产量汇总见表 3-5。

表 3-5 产量汇总

玻璃厚度 (mm)	3	5	8	年产重箱总数
年产平方米	15353856	1958400	1228800	18541056
年产重量箱	2303078.4	489600	491520	3284198.4

3、玻璃液熔化需要量

因为各种厚度玻璃日熔化量相同，那么：

产品碎玻璃量： $600 \times (1 - 0.8) = 120t/d$

因为碎玻璃损失率为 0.5%，所以

碎玻璃回窑量： $120 \times (1 - 0.005) = 119.4t/d$

由配合料熔成玻璃液量： $600 - 119.4 = 480.6t/d$

4、各原料用量

配合料日用量： $480.6 \div 0.8289 = 579.80 \text{t/d}$

那么各种原料用量见表 3-6。

表 3-6 各种原料用量

原料	干基 (t/d)	湿基 (t/d)	储存定额量 (t)	年用量/340d (t/a)
砂岩	344.98	350.23	21013.8	119078.2
白云石	83.96	84.21	5052.6	28600.8
石灰石	22.38	22.84	1370.4	7765.6
纯碱	111.84	115.30	3459	39202
芒硝	4.93	5.15	309	1751
长石	11.42	11.65	699	3961
煤粉	0.23	0.23	13.8	78.2

第 4 章 储库、堆场及堆棚设计

4.1 块状原料的储存

块状物料的储存设施主要有露天堆场、防雨堆棚、吊车库等。采用何种储存设施主要取决于工厂的规模、工厂机械自动化的水平、投资额的大小、物料的质量及对环境保护的要求等等。

采用露天堆场储存物料具有储存量大、投资省的优点；缺点是占地面积大、分堆码垛管理不善时会引起混料，如遇雨雪季节时，物料水分不易控制，劳动强度大。

堆棚储存物料主要用于南方多雨地区，为使物料水分易于控制，才使用堆棚。其建筑费用低，有利于控制水分，露天堆场的大局部缺点它也都存在。

吊车库储存物料具有取运物料方便灵活，存放物料容易，物料储存时可以免遭雨雪影响，机械化程度高，节省占地面积。其缺点是库的有效容积利用率较低、造价高、有一定的扬尘、在抓运的过程中会因为抓斗漏料而引起少量混料、各车间的工艺布置受到它的制约。

目前，国内已建成的大中型玻璃厂大多数采用露天堆场与吊车库相配合储存块状物料，中小型玻璃厂那么采用露天堆场配合防雨堆棚。

本设计采用吊车库储存块状原料，堆棚储存粉状物料。

4.2 块状原料储存设施设计

4.2.1 砂岩、白云石、石灰石及长石吊车库设计

堆场、堆棚及吊车库的面积计算公式如下：

$$S = \frac{Q}{H \rho C \gamma} \quad [8]$$

式中： Q —要求的堆积量，t；

H —堆积高度，m；

C —堆积系数，一般 $C=0.6\sim 0.7$ （铲斗车或汽车运输）；

ρ —物料堆积密度， t/m^3 。

各原料的堆积高度均取3m，宽度取30m，每种原料均分成3堆堆放，那么每堆宽度10m，堆积系数均取0.7，那么各原料的堆积面积计算如下：

1、砂岩

砂岩的堆积密度为 $1.7t/m^3$ ，每日砂岩用量为 $350.33t/d$ ，砂岩储存期为60d，那么砂岩的堆积面积为：

那么砂岩的堆积长度为196.26m。

2、白云石

白云石的堆积密度为 $1.5t/m^3$ ，每日白云石用量为 $84.21t/d$ ，白云石储存期为60d，那么白云石的堆积面积为：

那么白云石的堆积长度为53.47m。

3、石灰石

石灰石的堆积密度为 $1.4t/m^3$ ，每日石灰石用量为 $22.84t/d$ ，石灰石储存期为60d，那么石灰石的堆积面积为：

那么石灰石的堆积长度为15.54m。

4、长石

长石的堆积密度为 $1.6t/m^3$ ，每日长石用量为 $11.65t/d$ ，长石储存期为60d，那么长石的堆积面积为：

那么长石的堆积长度为6.93m。

4.2.2 吊车库总面积及高度

1、吊车库总面积

吊车检修处的长度取 6m，那么吊车库总长度为：

吊车库的卸车线设在库外，吊车库专用线外侧预留宽度为 3.2m，专用线宽度为 2.8m，卸车坑宽度为 2.5m，那么吊车库的总宽度为 38.5m。

因此，可计算出吊车库的总面积为： $278.2 \times 38.5 = 10710.7\text{m}$

2、吊车库高度

吊车库的高度可根据以下公式确定：

$$H = (H_1 + H_2 + H_3 + H_4) \times 10^{-3} \text{ [9]}$$

式中： H —吊车库高度，m；

H_1 —吊车库最高部位至顶承重结构底部平面的高度，mm；

H_2 —吊车高部位至抓斗底面的高度，mm；

H_3 —吊车抓斗升到最高点时，其底面的高度，mm；

H_4 —设计地面至承料顶面的高度，依原料车间工艺布置要求而定。

对起重量 5t 的吊车， H_1 要 $\geq 100\text{mm}$ ，一般在 200~300mm 之间， H_2 一般为 5708mm， H_3 一般在 300~500mm， H_4 根据设计的堆料高度确定。本设计取 $H_1=200\text{mm}$ ， $H_2=5700\text{mm}$ ， $H_3=300\text{mm}$ ， $H_4=4500\text{mm}$ 。

那么可计算吊车库高度为：

4.3 粉状原料储存设施设计

4.3.1 纯碱、芒硝库的设计

纯碱、芒硝库堆存面积计算公式如下：

$$S = \frac{nQ}{qC} \text{ [9]}$$

式中： S —纯碱或芒硝堆存面积， m^2 ；

n —储存期即堆存天数，d；

Q —每天用量，t/d；

C —通道系数（利用系数），一般取 $C=0.6$ ；

q —单位面积物料堆存量, t/m^2 。

其中: $q = H C_1 \rho_1$ [9]

式中: H —堆积高度, m , 一般取 $3m$;

C_1 —堆积系数, 一般取 0.8 ;

ρ_1 —物料容积密度, t/m^3 。

1、纯碱库: 纯碱容积密度 $0.6 t/m^3$, 堆积系数 0.8 , 堆积高度 $3m$, 仓库利用率 0.6 , 那么纯碱库每平方米堆存定额为:

又纯碱储存期为 $30d$, 纯碱日用量为 $115.30t/d$, 通道系数为 0.6 , 那么纯碱库堆存面积为:

2、芒硝库: 芒硝容积密度 $1.1 t/m^3$, 堆积系数 0.8 , 堆积高度 $3m$, 仓库利用率 0.6 , 那么芒硝库每平方米堆存定额为:

又芒硝储存期为 $60d$, 芒硝日用量为 $5.15t/d$, 通道系数为 0.6 , 那么芒硝库堆存面积为
纯碱、芒硝库总长度取 $150m$, 那么可知其总宽度为 $44.88m$, 纯碱库的长度为 $142.73m$, 芒硝库的长度为 $7.27m$ 。

纯碱、芒硝库的高度按堆积高度和人的站立高度之和, 一般取为 $3+2=5m$, 那么纯碱、芒硝库的高度取 $5m$ 。

纯碱、芒硝库要求地面防潮, 此处采用防潮水泥地面, 库内要有良好的通风条件。

4.3.2 煤粉库的设计

煤粉容积密度 $0.5t/m^3$, 堆积系数 0.8 , 堆积高度 $3m$, 仓库利用率 0.6 , 那么煤粉库每平方米堆存定额为:

又煤粉储存期为 $60d$, 煤粉日用量为 $0.23t/d$, 通道系数为 0.6 , 那么煤粉库堆存面积为
煤粉库的长度与宽度取相同的值为 $5.65m$ 。

煤粉库高度取值原那么与纯碱、芒硝库高度取值原那么相同, 那么煤粉库高度为 $5m$ 。

4.3.3 粉库的设计

粉库是储存各种玻璃原料经过破碎筛分加工成的合格粉料的设施, 合格粉料储存在粉库中以备配料称量使用, 也可以防止破碎筛分机械出现故障而中断生产。粉库的排列方式可以分为塔库与排库两种排列形式。本设计的粉库采用排库的形式, 其具有布置形式简单, 施工操作方便等特点。

粉库粉料存量一般按用量最大的原料存满一库可使用 1.5~2d 为根据进行设计粉库的尺寸。芒硝、煤粉库比其他库缩短 1m，以保证在下面能安装芒硝煤粉混合机。

本设计用量最大的原料为砂岩，其每日用量为 350.33t/d，按存满一库可使用 1.5d 为根据进行计算，可知一库可以存放 525.50t 砂岩。同时，查得砂岩粉料的堆积密度在 1.2~3.0t/m³ 之间，取 1.8t/m³。

那么可计算出粉库的体积为：

暂且只考虑粉库圆筒体局部，粉库的高度与直径之比一般在 1~2.5 之间，此处取高径比为 2，那么可计算出粉库圆筒体局部的高度与直径分别为 11.42m、5.71m。

圆锥体局部出口直径取 1m，休止角取 55°，那么可根据上述所得数据算出锥体局部高度为 3.36m，那么粉库整体高度为 14.78m。

因为芒硝、煤粉库比其他库短 1m，那么芒硝、煤粉库高度为 13.78m，其他尺寸与其他粉库相同。

4.4 成品库

4.4.1 储存天数

玻璃成品的储存期确定要考虑诸多因素，首先，要考虑工厂玻璃池窑的每日产量要求，产量大时储存期可短些，产量小时储存期可长些；其次，要考虑质量检验的要求，成品的储存期必须满足物料、成品质量检验或调整均化所需的时间；此外，还需要考虑生产工艺线数目、工厂规模、工厂生产管理水平和质量控制水平及装卸机械化程度等因素的影响。

本设计综合考虑各种因素后，选择成品的储存期为 15d。

4.4.2 成品库面积

玻璃成品是按箱堆放，并且每个箱不能重叠堆放，只能平行堆放。每箱的面积为 10m²，由总工艺局部可算出 3mm 厚的产品日产 64512m²，5mm 厚的产品日产 38400m²，8mm 厚的产品日产 24576m²，那么所有厚度的产品日产 127479m²。那么可计算出成品库的面积为 12747.9m²。

设计成品库的宽度为 50m，那么可计算出成品库长度为 254.96m。

4.5 油库和碎玻璃堆场设计

1、油库

重油的储存采用圆柱形筒体储存，重油库高径比取值为 2，重油容重为 0.97t/m³，每日重油的用量为 47t，重油的储存期设计为 30d，那么重油库的体积为：

根据重油库的高径比可计算出重油库的高度与直径分别为 19.5m、9.75m。

2、碎玻璃堆场

碎玻璃堆积高度取 3m，堆积系数取 0.7，堆积密度为 2.5t/m^3 ，每日产生碎玻璃的量为 120t/d，碎玻璃储存期设为 15d，那么碎玻璃的堆积面积为：

设计碎玻璃堆场的宽度与长度相同，那么可计算出其长、宽为 18.52m。

4.6 玻璃液存放坑

当玻璃池窑停产或者检修时，那么需要将玻璃液放出来在存放于玻璃液存放坑中，因此，玻璃液存放坑的设计布置是玻璃工厂中必不可少的设施。

本设计日产玻璃液为 600 吨，但池窑中还存在没有熔化或熔化不完全的原料，因此，玻璃液存放坑的尺寸要适当放大，本设计取玻璃液存放坑的高度为 5m，其长度和宽度均取 20m。

第 5 章 燃料消耗计算及燃料燃烧计算

5.1 燃料消耗计算

玻璃液形成温度为 1450°C ，其他数据可根据前面的配料计算及总工艺计算得知。

根据查图法^[10]，可查得烧重油时熔化 1kg 玻璃液耗热 5620kj，重油热值为 40.14Mj/kg ，本设计日产量为 600t/d，那么每天消耗重油量为：

每小时消耗重油量为：

每年（340d）消耗重油为：

5.2 燃料燃烧计算

5.2.1 空气量的计算

1kg 重油完全燃烧所需要的理论空气消耗量为：

取空气过剩系数 $\alpha=1.2$ ，那么实际空气消耗量为：

压缩空气占空气的 5%~10%^[11]，此处取值 5%，那么压缩空气消耗量为：

助燃空气消耗量为：

5.2.2 烟气量的计算

1kg 重油完全燃烧所生成的理论烟气生成量为：

实际烟气生成量为:

5.2.3 每日空气消耗量与烟气生成量

每日空气消耗量为:

每日压缩空气消耗量为:

每日助燃空气消耗量为:

每日烟气生成量为:

5.2.4 实际燃烧温度

热收入项有:

1) 重油的低位热值 $Q_{net} = 40.14 \text{Mj/kg}$;

2) 重油带入的物理热, 重油温度为 25°C 时, $c_f = 1.80 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$, 那么 $Q_f = 1.80 \times 25 = 45 \text{ kJ}$;

3) 空气带入的物理热, 实际空气消耗量为 $L_\alpha = 12.98 \text{ m}^3/\text{kg}$, 空气预热到 200°C 时, 空气的比热容为 $c_\alpha = 1.308 \text{ kJ}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$, 那么 $Q_\alpha = 12.98 \times 1.308 \times 200 = 3395.57 \text{ kJ}$ 。

热支出项有:

燃烧产物带走的物理热, 实际烟气生成量为 $V_\alpha = 5.08 \text{ m}^3/\text{kg}$, 那么 $Q_c = 5.08 c_p t_c$, 其他热支出项为零。

热支出项与热收入项相等, 那么有

设 $t_c' = 4400^\circ\text{C}$ 时, 查表得 $c_p = 1.71 \text{ kJ}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$, 那么

设 $t_c'' = 4500^\circ\text{C}$ 时, 查表得 $c_p = 1.92 \text{ kJ}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$, 那么有

因此, 有
$$\frac{4500 - t_p}{4500 - 4400} = \frac{43891.2 - 43580.57}{43891.2 - 42692.32}$$

解得
$$t_c = 4474.09^\circ\text{C}$$

气体燃料或固体燃料的窑炉高温系数在 0.78~0.83 之间, 此处取值 0.8。那么实际燃烧温度为:

第 6 章 池窑结构设计

6.1 玻璃熔制局部

6.1.1 熔化部设计

1、池窑的设计

1) 熔化区尺寸设计

对熔化量为 600t/d 的浮法玻璃池窑，其熔化率取 $K=2.605t/(m^2 \cdot d)^{[12]}$ ，那么池窑的熔化区面积为：

根据经验公式可计算熔化区宽度为：

熔化区长度有三种不同的计算方法，需要根据三种方法计算出的长度进行调整。

(1) 第一种方法计算出的熔化区长度为：

(2) 第二种计算熔化区长度的公式为：

其中 d_1 一般在 3.5~4m 之间， d_2 通常在 3~3.5m 之间，本设计取 $d_1=4m$ ， $d_2=3.5m$ 。

那么可计算出熔化区长度为：

(3) 第三种计算方法是根据熔化区长度与熔化部宽度存在的比例关系进行计算，其计算式如下：

式中： k —熔化区的长宽比，有 6~8 对小炉时， $k=2.5\sim 3.5$ （大型窑取低值）。

那么可计算出熔化区长度为：

综合考虑之后，取熔化区长度为 22.5m。

2) 澄清区尺寸设计

对熔化量为 600t/d 的池窑，其澄清率取 $K=3.629 t/(m^2 \cdot d)^{[13]}$ ，那么澄清区面积为：

因为熔化区宽度与澄清区宽度相同，那么澄清区长度为：

3) 熔化池深度

我国玻璃池窑过去大多数将池深设为 1.5m，而国外的浮法玻璃池窑那么一般将池窑深度设计为 1.2m。熔化池浅一些，不仅可以减少玻璃液的对流量，有利于节能，而且由于上层玻璃液流厚度与熔化池的深度成正比，熔化池改浅，上层流厚度随之减小，有利于玻璃液的澄清，有利于提高玻璃液的质量。本设计的玻璃组分中氧化铁含量 $<0.12\%$ ，那么池深设计为 1.2m。

4) 池壁与池底的砌筑

池壁采用整块大砖竖缝干砌，与玻璃液相接触的池壁最上一层砖容易被玻璃液侵蚀、冲刷，因此最上一层 200mm 高的砖厚度减薄 50mm。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/548000110020006075>