

平板玻璃原料及生产技术

PINGBAN BOLI YUANLIAO JI SHENGCHAN JISHU

徐志明 余海湖 徐铁梁 编著



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

平板玻璃原料及生产技术

徐志明 余海湖 徐铁梁 编著
伍洪标 审阅

北 京
冶 金 工 业 出 版 社
2012

内 容 提 要

本书是作者多年来从事玻璃原料工作的经验总结, 主要介绍平板玻璃原料和矿山资源、各种玻璃原料的选择和加工要点、玻璃配合料配制的关键技术、配合料对玻璃产量和质量的影响等。在一些章节中, 作者介绍了节能降耗及降低生产成本的观点和措施。

本书可供从事玻璃生产的工程技术人员参考, 对年轻的玻璃专业技术人员有更多的指导作用, 也可作为高等院校相关专业的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

平板玻璃原料及生产技术/徐志明, 余海湖, 徐铁梁编著.
—北京: 冶金工业出版社, 2012. 3
ISBN 978-7-5024-5837-9

I. ①平… II. ①徐… ②余… ③徐… III. ①平板玻璃—原料 ②平板玻璃—生产技术 IV. ①TQ171. 72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 012102 号

出 版 人 曹胜利
地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009
电 话 (010)64027926 电子信箱 yjchs@cnmip.com.cn
责任编辑 李 梅 于昕蕾 美术编辑 彭子赫 版式设计 孙跃红
责任校对 石 静 责任印制 张祺鑫

ISBN 978-7-5024-5837-9

三河市双峰印刷装订有限公司印刷; 冶金工业出版社出版发行; 各地新华书店经销
2012 年 3 月第 1 版, 2012 年 3 月第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16; 19.5 印张; 472 千字; 298 页

59.00 元

冶金工业出版社投稿电话:(010)64027932 投稿信箱: tougao@cnmip.com.cn

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100010) 电话:(010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

前 言

玻璃原料是玻璃生产的重要组成部分。玻璃生产依赖原料，而原料依赖资源、矿山。因此了解玻璃原料资源分布、矿山及产品质量，更好地应用到玻璃生产中是玻璃研究人员和玻璃生产技术人员必须进行的基本工作。只有充分了解玻璃原料资源、原料加工，才能提高配合料的质量，达到熔化出优质玻璃液的目的。在进行玻璃熔化、成型、玻璃质量（缺陷）分析时亦须考虑原料的影响。所以重视玻璃原料对玻璃生产具有重要意义。

国内不少研究院、设计院、大专院校和玻璃企业在平板玻璃原料方面开展过多方面的研究工作，取得了许多成果，使玻璃原料工艺不断更新，产品不断升级，玻璃制品质量不断提高，也使玻璃行业在过去二三十年间发生了巨大变化，高质量的平板玻璃产品不仅能满足国内的需求，而且还走向了世界。

我国已出版了一些与玻璃原料或配合料相关的书籍。这些书籍中有的详细介绍了原料厂内加工及配合料制备的设备、设施及系统自动化控制方面的硬件，对玻璃生产、科研以及教学起到了很好的指导作用。不过，在已经出版的书籍中还存在两方面欠缺：

一是在资源矿山方面介绍较少或不够全面。资源与地质有关，把资源、地质、采矿、选矿、玻璃生产结合进行介绍，已经出版的书籍存在不足。资源因玻璃工业及其他工业飞速发展变得越来越贫乏，尤其是湖南、湖北等地区问题更为突出。在保护资源，充分发挥有限资源的作用，延长矿山开采年限，以及利用较差品位资源方面已经出版的书籍讨论较少。二是原料及配合料制备硬件操作过程介绍较多，涉及原料与玻璃生产调整和控制方面的关键内容介绍较少。

本书对相关原理、操作过程、原料与玻璃生产调整和控制方面的关键技术进行讨论，可弥补已有著作的不足。

本书介绍了资源和矿山，结合地质以加深对矿物的认识。同时结合原料在玻璃中的应用，分析讨论了在玻璃生产中应如何巧用矿物的特性。在节能降耗

及降低成本方面，本书介绍了不同的观点，并贯穿在各章节中。为突出上述内容，对平板玻璃原料及配料硬件及过程方面，本书不作详细叙述。当然，为了说明原料和配料工艺中的问题及解决方法，方便读者阅读和理解本书的内容，书中有时也述及工艺流程、设备硬件等。

本书对长期从事玻璃原料工作的技术人员有参考价值，对年轻的技术人员有指导作用，因为硬件设备、操作过程可以在比较短的时间掌握，但经验和技术诀窍需要长时间摸索和积累。当然因作者水平有限和工作接触面的局限性，书中仍难免存在疏漏，恳请读者指正。

感谢武汉理工大学环境资源学院李晔教授，湖北省非金属地质公司原副总工程师教授级高级工程师陈荣显和高级工程师任畏三、谭冠民，湖北省建材总公司教授级高级地质工程师舒干清，安徽蚌埠玻璃研究设计院矿山设计教授级高级工程师王鄂生、杨文华，北京管庄建材研究院教授级高级工程师刘强华，中技国际工程有限公司高级工程师华二米，武汉理工大学吴正明教授、许超教授以及留校任教的同学们，并感谢中国玻璃控股有限公司吕国先生。感谢他们对我的技术工作和本书的编写所给予的大力支持和帮助，尤其感谢伍洪标对书稿的修改审定做了大量细致的工作。

参加本书编写的还有邓炜、徐铁巨。

本书的出版工作得到了冶金工业出版社的大力支持，在此表示感谢。

徐志明

2011年11月于武汉

目 录

1 绪论	1
1.1 玻璃组成和氧化物的作用	1
1.1.1 玻璃组成	1
1.1.2 各氧化物的作用	1
1.2 玻璃原料概述	2
1.2.1 主要原料	2
1.2.2 辅助原料	3
1.2.3 碎玻璃	3
1.2.4 原料选择原则	4
1.3 配合料概述	4
1.3.1 原料的主要组分及各组分的熔化参数	4
1.3.2 平板玻璃的组成及典型的配合料单	5
1.4 原料车间操作流程	6
1.4.1 原料输送-加工流程及粒度控制	6
1.4.2 脏碎玻璃清洗分选流程	8
1.4.3 配料系统及配料流程	8
2 硅质矿物原料	13
2.1 硅质矿物原料概述	13
2.1.1 硅砂定义与分类	13
2.1.2 石英的主要物理化学性质	13
2.2 硅质原料矿的分类	14
2.2.1 按矿物组成与岩相学分类	14
2.2.2 按状态分类	15
2.2.3 按成因分类	15
2.3 硅质原料矿地质工作要求	17
2.3.1 硅质原料矿床勘探类型及勘探工程网度	17
2.3.2 矿石质量主要测试项目要求	18
2.3.3 玻璃用硅质原料矿储量要求	18
2.4 平板玻璃用硅质原料化学成分要求	18
2.5 硅砂的主要用途及主要选矿方法	19
2.5.1 硅砂的主要用途	19

2.5.2 硅砂的主要选矿方法	19
2.6 中南部分地区硅质原料资源	20
2.6.1 硅质原料资源概述	20
2.6.2 硅质原料资源实例介绍	20
2.7 硅砂矿山加工实例	32
2.7.1 概述	32
2.7.2 加工实例介绍	32
2.8 硅质原料应用实例分析	48
2.8.1 几种硅砂应用实例	48
2.8.2 浮法用四种硅砂对比	55
2.9 硅砂的选择	57
2.9.1 硅砂化学成分和 SiO_2 含量稳定性问题	57
2.9.2 硅砂熔点问题	59
2.9.3 岩石节理发育的优点	61
2.9.4 硝石矿作硅砂的改性	62
2.9.5 粒级要求	63
2.9.6 综合效益	63
2.9.7 有害矿物与选矿试验	63
2.9.8 其他注意事项	66
2.10 硅砂加工要点	66
2.10.1 强化均化	66
2.10.2 粒度优化	68
2.10.3 强化擦洗和磁性预处理	69
3 碳酸盐矿物原料	71
3.1 碳酸盐矿物原料的分类及其性质	71
3.1.1 按矿物组成分类	71
3.1.2 按化学成分分类	71
3.1.3 按岩石成因分类	71
3.2 白云石矿物原料	74
3.2.1 白云石矿物定义	74
3.2.2 白云石矿分类及性质	74
3.2.3 白云岩的成矿时代与质量	77
3.2.4 白云石的用途	77
3.2.5 白云岩矿床地质工作要求	78
3.2.6 玻璃用白云石质量要求	78
3.2.7 湖北白云岩矿床分布地	78
3.3 菱镁矿矿物原料	79
3.3.1 菱镁矿的定义	79

3.3.2	菱镁矿分类及性质	79
3.3.3	菱镁矿的用途	81
3.3.4	菱镁矿的地质工作要求	81
3.3.5	玻璃用菱镁矿质量要求	82
3.3.6	湖北菱镁矿矿床分布地	82
3.4	石灰石矿物原料	82
3.4.1	石灰岩定义及方解石特性	82
3.4.2	石灰石分类	83
3.4.3	石灰岩的主要用途	86
3.4.4	石灰石矿床地质工作要求	87
3.4.5	平板玻璃用石灰石质量要求	87
3.4.6	石灰岩资源分布	87
3.5	碳酸盐矿物原料的识别	88
3.5.1	常用碳酸盐矿物原料重要技术参数	89
3.5.2	碳酸盐矿物辨认	89
3.5.3	碳酸盐矿物对玻璃密度的影响	90
3.6	碳酸盐矿物原料矿山实例	91
3.6.1	白云石矿	91
3.6.2	菱镁矿	95
3.6.3	石灰石矿	96
3.6.4	湖北方解石矿	99
3.6.5	某地镁质石灰石矿	100
3.7	碳酸盐矿物原料应用	100
3.7.1	源潭分矿白云石矿应用	100
3.7.2	富山白云石矿应用	102
3.7.3	武昌石灰石应用	104
3.8	碳酸盐矿物原料的选择	110
3.8.1	主要成分	110
3.8.2	黏土矿物	110
3.8.3	加工性能	111
3.8.4	含硫-碳酸盐矿物	112
3.9	碳酸盐岩类“八大区”	115
3.9.1	相平衡系统讨论	116
3.9.2	成分和熔点	117
3.10	白云石岩类“四小类”	119
3.10.1	矿物及化学成分	119
3.10.2	硬度和加工性能	120
3.10.3	结构对熔化的影响	120
3.10.4	矿物的晶体缺陷对熔化的影响	121

3.11 白云石的特性	122
3.11.1 临湘白云石与富山白云石特性	122
3.11.2 几种白云石复盐最重要的特性	123
3.11.3 白云石成矿年代	124
3.12 碳酸盐矿物原料加工	124
3.12.1 概述	124
3.12.2 破碎方面的改进	125
3.12.3 筛分方面的改进	125
3.12.4 收尘方面的改进	126
4 铝硅质矿物原料	127
4.1 长石矿物原料分类	127
4.2 长石矿物特性及钾钠长石的区别	128
4.2.1 长石矿的矿物特性	128
4.2.2 钾长石和钠长石的区别	129
4.3 长石矿物的用途及质量要求	130
4.3.1 长石矿物的用途	130
4.3.2 长石矿物质量要求	130
4.4 玻璃用长石类型及选矿方法	131
4.4.1 玻璃用长石类型	131
4.4.2 玻璃用长石主要选矿方法及分选原理	131
4.5 长石矿物资源与开发利用介绍	132
4.5.1 钾长石矿	132
4.5.2 湖北稀有金属矿尾矿	138
4.5.3 钠长石矿	139
4.5.4 锂长石矿	140
4.5.5 火山凝灰岩	142
4.6 长石矿应用实例	143
4.6.1 滙水钾长石的应用	143
4.6.2 罗田长石的应用	144
4.6.3 钽铌尾矿在浮法玻璃中试用	147
4.7 长石应用的经济效益计算	154
4.7.1 概述	154
4.7.2 按供应价格计算其效益	154
4.7.3 按折合纯碱和硅砂计算其效益	155
4.7.4 活泼元素助熔与侵蚀利和弊	156
4.8 长石的选择与评价	156
4.8.1 要求长石铝含量稳定	157
4.8.2 要求长石颜色纯正	157

4.8.3	长石中 K_2O 和 Na_2O 的比例与熔点	159
4.8.4	长石代用矿	159
4.9	长石开采加工要点	163
4.9.1	开采要点	163
4.9.2	加工要点	163
5	其他熔剂原料	166
5.1	概述	166
5.1.1	化工熔剂原料	166
5.1.2	矿物熔剂原料	166
5.2	纯碱	166
5.2.1	矿物原料	166
5.2.2	化工原料	170
5.3	芒硝	171
5.3.1	矿物原料	171
5.3.2	化工原料	174
5.4	萤石矿	175
5.4.1	萤石矿定义及物化性质	175
5.4.2	萤石矿分类	175
5.4.3	萤石矿的地质工作及质量要求	176
5.4.4	萤石矿的用途	177
5.4.5	萤石矿的分布地及部分矿点质量	177
5.5	钠硝石矿	178
5.5.1	钠硝石矿的定义及物化性质	178
5.5.2	钠硝石矿矿床特征及质量要求	178
5.5.3	钠硝石矿的用途及分布地	179
5.6	钾硝石矿	179
5.6.1	钾硝石矿的定义及物化性质	179
5.6.2	钾硝石矿矿床特征及质量要求	179
5.6.3	钾硝石矿的用途及分布地	180
6	原料粒子及粒级	181
6.1	概述	181
6.1.1	标准筛	181
6.1.2	粒子尺寸上下限和理想尺寸	183
6.2	硅砂粒度讨论	183
6.2.1	硅砂粒子粒级对玻璃生产的影响	183
6.2.2	硅砂粒子形状与混合均匀度	191
6.2.3	硅砂粒度的决定因素	192

6.2.4	硅砂粒度要求	195
6.3	碳酸盐矿物原料粒度讨论	196
6.3.1	粒度要求现状	196
6.3.2	粒度放粗的决定因素	197
6.3.3	分档次使用的设想	198
6.4	纯碱粒度讨论	198
6.4.1	飞扬(侵蚀)物的化学成分	199
6.4.2	倒碱操作不当带来熔化波动	199
6.4.3	“鼠洞”的形成与纯碱飞扬有关	200
7	原料数据处理与玻璃配方计算	202
7.1	原料样品分析及数据处理	202
7.1.1	采样和加工	202
7.1.2	数据分析和数据处理	203
7.2	玻璃配方及相关计算	205
7.2.1	常规人工计算法	205
7.2.2	外加外减速算法	209
7.2.3	经验粗算法	212
7.2.4	烧损法计算熔成率	214
7.2.5	日熔化量及日拉引量计算	218
7.2.6	原料搭配配料计算	219
7.2.7	料单快速复核计算	222
7.2.8	碳酸盐矿物中硫含量的计算	223
8	配合料质量控制	225
8.1	配合料质量要求	225
8.1.1	配合料的设计原则	225
8.1.2	配合料质量及混合均匀度概念	225
8.2	影响配合料均匀度的因素	226
8.2.1	物料粒度及形状	226
8.2.2	放料顺序与布局	226
8.2.3	物料水分与称量误差	227
8.2.4	混合时间及混合量	228
8.2.5	混合料温度及混合料水分	229
8.2.6	操作带来的影响	230
8.3	称量相关规定及处理	231
8.3.1	称量相关规定	231
8.3.2	错误频率规定及处理	232
8.4	水分控制	232

8.4.1	原料水分控制	232
8.4.2	配合料水分控制	236
8.5	配合料均匀度检测与管理	238
8.5.1	配合料均匀度检测内容及检测方法	238
8.5.2	质量目标与管理	238
8.5.3	碳酸钠分析值误差与样品处理	239
8.6	配合料质量监测盲区	239
8.6.1	输送过程中的损失	239
8.6.2	储存过程中的损失	240
8.6.3	窑内损失	240
9	调料控制与处理	241
9.1	生料成分调整和控制	241
9.1.1	氧化物对玻璃性能的影响	241
9.1.2	玻璃密度计算及控制	242
9.1.3	某厂 700t 浮法线几次密度突变分析	245
9.1.4	硅铝成分控制	247
9.1.5	钙镁成分控制	249
9.1.6	钙(镁)钠成分控制	250
9.1.7	镁的含量	251
9.1.8	生料事故处理	253
9.2	熟料超常量使用及控制	253
9.2.1	碎玻璃使用量及其计算	253
9.2.2	碎玻璃质量控制	254
9.2.3	碎玻璃除铁	256
9.2.4	碎玻璃使用过程中问题及处理	256
9.2.5	经济效益	264
9.3	原料及配合料氧化还原因素控制	265
9.3.1	概述	265
9.3.2	玻璃中气体的产生与气体的溶解度	267
9.3.3	澄清剂	268
9.3.4	还原剂及硫酸钠澄清总结	272
9.3.5	澄清剂、还原剂与气氛控制	273
9.3.6	芒硝和炭粉的影响	273
9.3.7	芒硝炭粉混合	275
9.3.8	气氛控制两次事故分析	276
9.3.9	芒硝、炭粉量控制范围实例分析	277
9.3.10	着色剂	279
9.3.11	氧化剂	280

9.3.12	气氛决定气泡和色调	281
9.3.13	硫-碳着色	283
9.3.14	玻璃中气体含率与氧化还原控制	284
9.3.15	矿物原料澄清剂	287
9.3.16	助熔剂中杂质的澄清作用	290
9.4	玻璃成分控制中的几个异常问题处理	291
9.4.1	如何看待玻璃成分分析数据	291
9.4.2	窑内特殊情况与玻璃成分处理	292
附 录	294
参考文献	297

1 绪 论

玻璃生产过程十分复杂，优质低成本玻璃产品的生产涉及工厂（生产线）设计及建设、原料选择、原料加工、配合料制备、玻璃熔化、玻璃成型、玻璃退火、玻璃切割、包装等多个方面。本书重点论述与平板玻璃原料和配合料生产相关的矿山资源、原料选择和加工要点、配合料配制的关键技术、配合料对玻璃产量和质量的影响等问题。

要获得优质低成本的玻璃产品，首先要优化设计玻璃成分，然后精选原料，精细加工，严谨配料，正确将配合料输送至玻璃熔窑进行熔制。原料加工的各环节都要严格要求、严格管理才能获得预期的效果。为了便于本书后续章节的叙述和讨论，本章先对玻璃及配合料的制备作一些基本介绍，并进行简要讨论。

1.1 玻璃组成和氧化物的作用

1.1.1 玻璃组成

平板玻璃包括垂直引上玻璃、压延玻璃和浮法玻璃等，属钠钙硅酸盐体系，由酸性氧化物、碱性氧化物、碱土金属氧化物（或盐类）、中性氧化物组成，这些是传统玻璃成分。玻璃的化学组成决定玻璃的物理和化学性能，改变玻璃的组成将改变玻璃的结构，使玻璃性质发生变化。在实际生产中，总是通过改变玻璃的组成来调整生产工艺参数并实现对玻璃性能的调整。

玻璃的化学成分反映构成玻璃的各种氧化物的含量，通常用质量分数表示。玻璃的化学组成是计算玻璃配合料的主要依据。玻璃化学成分的设计是一项十分重要而复杂的工作，它将直接影响到玻璃产品的产量、质量以及各项经济指标。引入玻璃成分中的各种氧化物既有有利的一面，又有不利的一面，因此要选择一种各方面的性能和要求都很理想的配方相当困难。一般工厂不设计玻璃成分，设计院在进行工厂设计时会抓住主要方面设计一个基础玻璃成分，使产品的性能达到正常生产和制镜级、汽车级或建筑 A 级玻璃的要求。工厂通过选择合适的原料，确定配合料的组成，熔化后即可生产出符合配方要求的玻璃。工厂有时需要根据熔化操作工艺要求和所采用的原料对玻璃成分进行小的调整。

选择适当的原料（即采用哪些原料引入玻璃成分中的氧化物）十分重要，因为所作的选择将直接影响原料供应、玻璃的熔制工艺、玻璃产品的质量及成本等。

1.1.2 各氧化物的作用

平板玻璃是由多种氧化物（ Na_2O 、 CaO 、 SiO_2 等）组成的，各氧化物对玻璃的结构和性质的影响简述如下：

（1）二氧化硅。 SiO_2 是最佳的玻璃形成剂，是制造平板玻璃最主要的成

分, 约占平板玻璃成分的 71% ~ 73%。在玻璃中 SiO_2 以硅氧四面体 $[\text{SiO}_4]$ 结构单元形成不规则网络, 成为玻璃的“骨架”。 SiO_2 能赋予玻璃一系列优良性能, 能增加玻璃的黏度, 降低玻璃的结晶倾向, 提高玻璃的化学稳定性和热稳定性、玻璃的机械强度、透明度等。随 SiO_2 含量增加, 玻璃密度和线膨胀系数降低。 SiO_2 的缺点是熔点高 (熔点 1723°C)、黏度大, 因而熔化、澄清和均化困难, 热量消耗大。

(2) 氧化铝。氧化铝 (Al_2O_3) 在平板玻璃成分中约占 1%。 Al_2O_3 的熔点 2050°C , 在玻璃中属于中间体氧化物, 是最有效的玻璃稳定剂。 Al_2O_3 能降低玻璃的析晶倾向和结晶速度, 降低玻璃的膨胀系数, 提高玻璃黏度、表面张力、软化温度、热稳定性、化学稳定性和机械强度。 Al_2O_3 对增加玻璃黏度的影响比 SiO_2 大, Al_2O_3 的熔点高, 会使熔化速度减慢和澄清时间延长, 不利于均化, 容易在玻璃板面形成波筋及线道, 对玻璃成型不利。因此, Al_2O_3 含量应严格控制。

(3) 氧化钙。氧化钙 (CaO) 在平板玻璃成分中约占 8.5%。 CaO 的熔点是 2573°C , 在玻璃中是二价的网络外体氧化物, 在玻璃中主要起稳定剂的作用。它能提高玻璃的化学稳定性、硬度及机械强度。 CaO 的含量在一定范围内, 高温时降低玻璃黏度, 有利于玻璃熔化和澄清; 低温时能增加玻璃黏度, 有利于成型。但 CaO 含量太高时, 玻璃结晶倾向增大, 而且发脆, CaO 含量不超过 12.5%。

(4) 氧化镁。氧化镁 (MgO) 约占平板玻璃成分的 4%。 MgO 的熔点是 2800°C , 在钠钙硅酸盐玻璃中是网络外体氧化物, 作用与 CaO 接近。适量的 MgO 可以降低玻璃的高温黏度, 玻璃成型时可减缓硬化速度, 改进料性, 降低结晶倾向和结晶速度, 防止析晶, 提高玻璃的化学稳定性、热稳定性和机械强度, 降低玻璃的膨胀系数。过高的 MgO 对玻璃黏度有复杂作用。

(5) 氧化钠、氧化钾。氧化钠 (Na_2O)、氧化钾 (K_2O) 约占平板玻璃成分的 14%。在玻璃成分中都作 Na_2O 计算。 Na_2O 中钠离子 (Na^+) 居于玻璃结构网络的空穴中, 是玻璃网络外体氧化物。 Na_2O 能提供游离氧, 使玻璃结构中 O/Si 比值增加, 发生断键, 因此大幅度降低玻璃黏度, 可以降低玻璃的熔化温度, 是良好的助熔剂。但 Na_2O 增加了玻璃的线膨胀系数, 降低玻璃热稳定性、化学稳定性和机械强度。所以 Na_2O 引入不能过多 (一般不超过 15%)。用少量 K_2O 代替 Na_2O , 因双碱效应, 能提高玻璃的化学稳定性, 减少析晶, 降低玻璃黏度, 还可以提高玻璃的光泽度。

(6) 氧化铁。氧化铁 (Fe_2O_3) 在无色透明平板玻璃中纯属有害杂质, Fe_2O_3 使玻璃着成绿色影响透明度。它还影响玻璃的黏度、透热性、硬化速度。但由于原料和加工过程引入 Fe_2O_3 , Fe_2O_3 在普通平板玻璃中总是不可避免的, 一般控制其含量在 0.1% 以下。

1.2 玻璃原料概述

生产玻璃的原料有许多种, 通常将原料分为主要原料和辅助原料两大类。此外, 碎玻璃也是生产玻璃的主要原料之一, 所以并入本节简单叙述。

1.2.1 主要原料

具体如下:

(1) 引入二氧化硅的原料主要是石英砂(硅砂)、石英砂岩、石英岩、脉石英等。一般平板玻璃只用前三种,很少用脉石英。

(2) 引入氧化铝的原料主要是长石(钾长石、钠长石)、高岭土、叶蜡石、钽铌尾矿等。一般平板玻璃用钾长石,用钠长石较少,用钽铌尾矿更少,用高岭土和叶蜡石几乎没有。

(3) 引入氧化钠的原料主要是纯碱、芒硝、氢氧化钠、硝酸钠等。一般平板玻璃用纯碱和芒硝,主要是纯碱。

(4) 引入氧化钾的原料主要是钾长石、碳酸钾、硝酸钾。一般平板玻璃用钾长石,其他很少使用。

(5) 引入氧化钙的原料主要是白云石、方解石、优质石灰石、含镁石灰石。一般平板玻璃用白云石和优质石灰石,较少用方解石和镁质石灰石。

(6) 引入氧化镁的原料主要是白云石、菱镁矿。一般平板玻璃用白云石,较少用菱镁矿。

1.2.2 辅助原料

具体如下:

(1) 澄清剂。常用的玻璃澄清剂是白砒、三氧化二铈、硝酸盐、硫酸盐、卤化物,还有复合澄清剂。一般平板玻璃用硫酸盐,主要是硫酸钠。

(2) 氧化剂。常用的是硝酸盐、氧化铈、五氧化二砷、五氧化二铈以及硫酸盐等。一般平板玻璃用硫酸盐。

(3) 还原剂。常用的是碳(煤粉、焦炭粉、木炭、木屑)、酒石酸钾、锡粉及氧化亚锡、二氧化锡、铈粉、铝粉等。一般平板玻璃用炭粉。

(4) 助熔剂。常用的是氟化物(萤石、氟硅酸钠、冰晶石等)、硼化合物(硼砂、硼酸)、含锂化合物(工业碳酸锂、锂云母、锂辉石、含锂尾矿)、硝酸盐及钡化合物(碳酸钡、硫酸钡)。一般平板玻璃用纯碱和芒硝,很少用其他助熔剂。

(5) 着色剂。常用的有锰化合物、钴化合物、铜化合物、铬化合物、铁化合物、金化合物、银化合物、硒与硫化镉、铈化合物等。生产颜色平板玻璃则需要研究使用哪些着色剂。透明平板玻璃不用着色剂,但原料带入的杂质,尤其是铁化物会引起玻璃着色,需研究用某些着色剂进行脱色。

(6) 脱色剂。常用的化学脱色剂有硝酸钠、硝酸钾(与白砒或三氧化二铈共用),二氧化铈(与硝酸盐共用),卤素化合物(萤石、氟硅酸钠、冰晶石、氯化钠等)。常用的物理脱色剂有硒、氧化钴、一氧化镍、氧化钼等。一般平板玻璃不专门引入脱色剂。

1.2.3 碎玻璃

玻璃生产中不可避免地产生边角料或废品,难免产生大量的碎玻璃。碎玻璃不但占用存放场地,还会污染环境,从环保角度出发和解决存放场所问题,工厂通常将碎玻璃回收利用。碎玻璃占有生料资源和燃料资源等,而资源是有限的,将碎玻璃加入配合料中从经济角度出发可以降低成本,具有长远意义。此外,这些碎玻璃具有特殊的性质,可以提高熔化率,有助于澄清和均化以及减轻窑炉负荷。从技术角度出发可以改善玻璃熔化性能和

延长窑炉寿命。

碎玻璃是一种特殊的原料，关于它的使用量、质量控制以及使用过程中的诸多问题的处理，将在 9.2 节中叙述。

1.2.4 原料选择原则

玻璃原料选择是一个复杂的问题，涉及原料资源、原料采集加工及运输成本、对生产设备的影响等。简单归纳如下：

(1) 质量要求。原料的化学成分、颗粒度及颗粒组成、氧化还原指数值、含水率等都要达到要求，并保持一定的稳定范围。

(2) 易于加工处理。易于加工处理可降低设备投资和生产费用，减少设备磨损和带入的铁杂质的量。

(3) 对窑炉耐火材料的侵蚀小。谨慎使用氟化物、硝酸钠等，减轻对窑炉耐火材料的侵蚀。

(4) 尽量采用适于熔化和无害的原料，对易飞扬、吸水结块、对人和环境有害的原料尽量少用或不用。

(5) 成本要低、储量要丰富，供应运输要可靠等。

原料选择细则将在后面有关章节中叙述。

1.3 配合料概述

配合料由几种原料按一定比例称量、混合配制而成。原料组分种类及组分的熔化参数决定原料比例，本节简要介绍原料组分及熔化参数和某些玻璃组分及典型的配料组成。

1.3.1 原料的主要组分及各组分的熔化参数

1.3.1.1 玻璃原料的主要组分

原料的主要组分见表 1-1。

表 1-1 原料的主要组分

原料名称	化学式	引入氧化物
硅 砂	SiO_2	SiO_2
白云石	$\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$	CaO 、 MgO
石灰石	CaCO_3	CaO
长 石	$\text{K}_2\text{O}(\text{Na}_2\text{O}) \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	Al_2O_3 、 SiO_2 、 Na_2O 、 K_2O
纯 碱	Na_2CO_3	Na_2O
芒 硝	Na_2SO_4	Na_2O

1.3.1.2 各原料组分的熔化参数

各原料及其杂质的熔化参数见表 1-2。