

ICS 81.040.01

CCS Q 30

JC

中华人民共和国建材行业标准

JC/T XXXXX—XXXX

平板玻璃生产企业节能技术指南

Guidance of energy saving technology for flat glass manufacturers

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(报批稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	1
5 生产系统节能技术	2
6 辅助系统节能技术	5
7 综合能源管理	6
附录 A （资料性） 浮法玻璃生产主要工序流程示意图	7
附录 B （资料性） 浮法玻璃生产典型节能技术效果参考数值	9
参 考 文 献	10

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国建筑材料联合会提出。

本文件由建材工业综合标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：中国建材检验认证集团秦皇岛有限公司、北京国建联信认证中心有限公司、中国耀华玻璃集团有限公司、河北南玻玻璃有限公司、河北视窗玻璃有限公司、信义环保特种玻璃（江门）有限公司、艾杰旭汽车玻璃（苏州）有限公司。

本文件主要起草人：孟照林、马玉聪、武庆涛、王长军、赵建军、方群、韩艳丽、武林雨、李康乐、曹昶、张锐、钱俊、卢忠伟、郭佳欣、张红媛、吴娇、李佳颖、郭建娜。

平板玻璃生产企业节能技术指南

1 范围

本文件规定了平板玻璃生产企业节能技术的术语和定义、总则、生产系统和辅助系统的节能技术及综合能源管理。

本文件适用于浮法玻璃生产企业节能技术的应用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 15764 平板玻璃术语

GB/T 23331 能源管理体系 要求及使用指南

GB 50435 平板玻璃工厂设计规范

GB/T 50527 平板玻璃工厂节能设计标准

3 术语和定义

GB/T 15764界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

全氧燃烧 oxygen fuel combustion

助燃气体含氧量大于90%的燃烧方式。

3.2

电熔技术 electric melting technology

采用电能部分或全部代替燃料加热，加速配合料熔融的技术。

注：电熔技术一般分为辅助电熔技术和全电熔技术。

4 总则

4.1 本文件中所给出的节能技术，均符合国家相关法律、法规和平板玻璃产业政策要求，技术取得一定应用规模，且被实践证明应用可行、经济合理。

4.2 通过技术创新或集成减少能源消耗和废物产生，提高二次能源的资源化水平，实现行业内部资源能源利用效率最大化。

4.3 本文件中所给出的节能技术，全面覆盖玻璃生产线主要工序及源头消减、过程控制、末端治理等主要环节。

- 4.4 平板玻璃生产线节能设计按 GB50435 及 GB/T50527 执行。
- 4.5 随着科学技术的不断发展，新技术开发和应用为生产企业节能提供了广阔的空间，本文件不排斥其他相关领域的新技术开发和应用，鼓励先进节能技术在平板玻璃生产企业的探索与创新应用。
- 4.6 附录 A 中给出了浮法玻璃生产工序流程示意图，生产企业可根据工序流程探索相关节能技术。
- 4.7 附录 B 中给出了典型节能技术效果参考数值供生产企业参考选用。

5 生产系统节能技术

5.1 配料工序

5.1.1 原料配方设计

5.1.1.1 玻璃成分设定

成分的合理设定要先考虑玻璃的物化性能，使配合料在较低的温度下熔化，降低对熔窑的侵蚀损耗。玻璃中 Na_2O 和 K_2O 的总含量，宜控制在14%左右。 CaO 和 MgO 的总含量，宜控制在12%~13%。 SiO_2 、 Al_2O_3 的含量对熔化难易也有着很大影响，在保证玻璃性能的前提下可适当下调。

5.1.1.2 配合料含水率和温度

配合料含水率宜控制在3.5%~4.5%。

配合料温度控制宜大于36℃。

5.1.1.3 碎玻璃加入量

生产无色透明平板玻璃时碎玻璃加入量宜控制在10%~20%；生产本体着色平板玻璃，碎玻璃加入量宜控制在12%~25%。加入的碎玻璃宜优先采用在线回收的碎玻璃，如需外购，需监控其成分，并避免引入外来杂质。

5.1.2 配合料的均匀度

配合料混合均匀可以改善和提高熔化质量，每付配合料均方差宜控制为小于等于0.3%。

5.2 熔化工序

5.2.1 熔窑结构

5.2.1.1 熔窑结构改进

使用阶梯式池底及挡坝技术可以缩短熔窑长度，减少熔窑散热面积，从而减少热量散失。

5.2.1.2 熔窑结构保温和气封

在保证结构安全情况下，窑体保温宜采用全保温的方法，即从小炉侧墙、顶碓、斜坡碓，到玻璃窑大碓、侧墙、池壁、蓄热室碓、侧墙、支烟道、主烟道、余热烟道等全方位加强保温。

采用新型密封材料、保温材料和保温涂料。宜选用的新型的熔窑保温材料有钛钠硅保温毯、微孔隔热板、纤维喷涂材料、高发射率节能材料等。针对玻璃窑炉不同部位使用适宜的新型复合保温材料，能更好的降低窑体表面温度，一般可降低燃料消耗3%~5%。

在孔口的部位加强密封效果，并利用玻璃窑炉循环烟气中的 CO_2 ，通过气封、气帘等方式对玻璃窑炉投料口、火焰观察口、烟道等易漏风的部位进行隔离，减少辐射散热，降低空气进入量，既可减少热力型氮氧化物的产生，又可降低烟气循环量，可有效达到节能减排的效果。

5.2.1.3 蓄热室

蓄热室中的格子体是蓄热性能的载体，宜采用高蓄热、耐热冲击、耐侵蚀等性能的格子体砖。蓄热室中烟气显热在热损失中所占比例较大，宜单独调节每对小炉的气体量和温度，提高助燃空气预热温度、降低出口烟气温度。

5.2.2 燃烧技术

5.2.2.1 全氧燃烧

全氧燃烧技术和空气助燃技术相比可减少燃料消耗约15%~20%。同时可以降低燃烧后烟气排放量和氮氧化物的生成量。

5.2.2.2 富氧燃烧

在助燃空气中掺入一定量的氧气加强燃烧的措施，氧气含量宜控制在28%左右。合理采用富氧燃烧技术可节能约3%~5%。

5.2.2.3 低氮燃烧

采用氧气和窑炉循环烟气中的 CO_2 配成富氧作为助燃气体，以低氮燃气作为燃料用于玻璃窑炉富氧燃烧，可节约燃料5%左右、减少湿烟气20%以上。

5.2.2.4 梯度增氧燃烧

在每支喷枪下面增加全氧喷枪，通过调整喷入氧气参数，在燃烧过程中对火焰空间实现上、中、下梯度燃烧，提高燃烧效率，减少助燃空气量。以熔化量900t/d，天然气为燃料的玻璃熔窑为例，如增氧燃烧 $1500\text{Nm}^3/\text{h}$ ，可降低助燃空气量约10%，可以减少燃料消耗3%~5%，降低氮氧化物排放20%~30%。

5.2.2.5 0号枪全氧燃烧

在玻璃熔窑1#号小炉和L型吊墙之间增设一对全氧燃烧喷枪（即0号枪），用于加快刚入窑配合料的快速熔化，可节约燃料约3%~5%。

5.2.2.6 燃烧喷枪的选择

根据燃料的类别，选用适宜的燃烧喷枪，以提高燃烧效率。以重油为燃料时，燃烧器宜选用雾化效果好，火焰调节方便的喷枪；以天然气为燃料时，宜选用自增碳效果好、氮氧化物生成量少的喷枪。

5.2.2.7 雾化介质加热

对使用重油等液态燃料的生产线，雾化介质（压缩空气）对油枪喷出的燃油进行雾化，以形成较小的油滴，增大燃油的表面积，提高燃油的燃烧效率，对雾化介质进行预加热，可以减少低温度的雾化介质吸热，从而达到节能降耗目的。

5.2.3 熔化工艺

5.2.3.1 鼓泡技术

鼓泡器宜安装在热点附近，通过鼓泡的翻腾搅拌作用提高池底温度，降低热点区碯顶温度，加强玻璃液的热交换，能显著改善玻璃液的澄清效果及化学均匀性与热均匀性。

5.2.3.2 辅助电熔

电助熔加热棒宜安装在化料区及热点位置，起辅助熔化作用，热点的装机功率要高于化料区，可以加强热点的热障作用，提高热点与化料区的温度梯度，减少新熔化玻璃液往成型方向流动的速度。由于电加热棒直接插入到玻璃液内部，其热效率约为火焰热效率的1.3倍，能耗得到显著下降。尤其在生产本体着色玻璃和熔窑后期，对提高玻璃质量、提高产量、降低单耗、减少窑炉烧损能够起到显著效果。

5.2.3.3 全电熔

全电熔电加热棒有从底部、侧部、顶部多种插入方式，由于直接利用玻璃液作为焦耳热效应的导电体，所以玻璃电熔化的热效率高于火焰熔窑，热效率大于85%。

5.2.3.4 深层卡脖水包

宜合理设置深层卡脖水包和鼓泡器参数设置相匹配，达到节能目的。

5.2.3.5 工艺制度

针对玻璃熔化不同阶段采用不同的温度制度、减少对流，从而提高对玻璃液的传热，降低玻璃液的熔化、澄清、均化、冷却时间。

根据玻璃熔制过程中熔化、澄清、均化的工艺特点来优化工艺制度，例如：采用熔窑燃烧余氧检测技术，优化熔窑内部气氛、温度制度等。

5.3 成型工序

5.3.1 成型工艺

5.3.1.1 宽板成型

宽板成型技术是指玻璃经锡槽成型能够达到4.88m以上合格板宽的生产技术。通过电加热、空间水包、锡液冷却器等控制锡槽内玻璃温度，通过挡旗、挡坎、直线电机等控制锡液对流，合理控制成型参数等措施实现宽板成型。通过此技术，可以在生产薄玻璃时不用降低玻璃拉引量，提高成品率约2%，从而达到节能的目的。

5.3.1.2 智能控制系统

熔窑、锡槽、退火窑三大热工设备采用计算机集中智能控制系统（DCS），实现对全部热工参数采集以及重要工艺参数智能化控制，从而实现能源的综合有效利用。

5.3.1.3 锡槽密封

加强对锡槽气氛和槽压的控制。通过采用合适的氢气比例及分布，加强锡槽边部、入口及出口的结构密封，并结合采用适宜的气封措施。

5.3.2 锡槽废气的回收利用

锡槽高温区易产生氧化亚锡、硫化亚锡等易挥发的气体。由于这种气体中含有金属锡，可设置导流收集装置来回收提纯锡，减少对环境的污染。

5.3.3 成型设备

5.3.3.1 冷却风机的选择和布置

采用变频控制系统控制冷却风机的运行状态,风机可以根据实际使用负荷的变化提供相应的冷却能力。可以在锡槽底板设置温度传感器,控制器根据监测到的温度变化对变频器的输出频率实时调控,以达到最佳的节能效果。在保证锡槽槽底冷却风系统安全可靠性的前提下,可同时对风机冷却喷嘴直径和送风距离与喷嘴间距进行优化组合。

5.3.3.2 冷却水包、拉边机杆保温

针对冷却水包、拉边机杆机头及波纹管在玻璃板边部与锡槽边封以内的部分,通过缠绕石棉绳或使用保温毡结合不锈钢薄板进行保温,结合选用石墨机头,可减少玻璃板和锡液的横向温差,降低能源消耗。

5.4 退火工序

5.4.1 冷却风变频技术

在退火窑冷却风系统中合理采用变频技术,通过调整电机转速来调整退火冷却用风量的大小,既保证了退火温度的稳定,也减少了电能消耗。

5.4.2 退火窑的保温、密封

通过对退火窑壳体、轴头及操作孔、观察孔等用优质保温材料进行密封,提高壳体的保温隔热效果。

5.5 余热利用

5.5.1 熔窑余热预热配合料

利用熔窑产生的高温余热制成高温蒸汽对配合料进行预热。

5.5.2 熔窑余热取暖、制冷

利用熔窑产生的高温烟气,可通过余热锅炉产生高温蒸汽可以对厂区及生活区进行供暖;可通过制冷真空制冷机对工厂用水进行制冷,提高能源综合利用效率。

5.5.3 熔窑余热发电

在配合料熔化过程中,燃料的平均利用率约为45%,会产生大量的余热,其中约30%以废气余热的形式存在,利用余热发电可达到节能环保的作用。

5.5.4 退火窑热风利用

宜充分利用退火窑A、B、C区引风机引出的高温余热,如预热原料、冬季室内取暖或加热生活洗浴用水等。

6 辅助系统节能技术

6.1 中小型三相异步电动机、空气压缩机、水泵等满足相关规定前提下宜选用高能效等级的设备及变频技术;

- 6.2 备用设备宜在满足使用条件下一备多用；
- 6.3 在综合性价比相同的条件下，宜优先选用性能先进、能耗低、可靠耐用的工艺设备；
- 6.4 风机选型和风管路布置及燃烧系统宜符合 GB/T 50527；
- 6.5 照明节能设计宜充分利用自然光；车间、仓库及办公室等的照明宜采用节能型灯具；在保证照明质量的前提下，宜优先采用开启式灯具和分组控制方式；厂区路灯照明宜设置自动控制器，条件允许时，宜使用太阳能路灯；
- 6.6 充分利用生产厂房、办公用房及厂内空闲用地安装太阳能光伏发电装置；
- 6.7 实行错峰用电，合理优化用电设备的开机频率；
- 6.8 在满足生产工艺要求的前提下，缩短各工序之间物料运输距离。

7 综合能源管理

企业宜按照GB/T 23331进行能源管理并采用能源集中智能化管理系统，对监控全厂区能源消耗、寻找提升空间、改进能源绩效、实现企业内部资源、能源利用效率最大化。

附录 A

(资料性)

浮法玻璃生产主要工序流程示意图

根据浮法工艺进行平板玻璃生产的特点，图A.1～图A.5给出了生产工艺流程及各主要工序流程示意图。

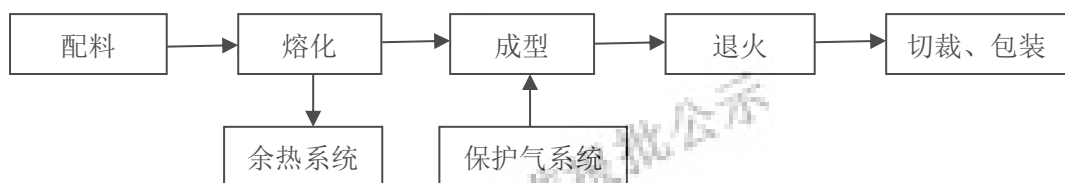


图 A.1 浮法玻璃生产工序流程示意图

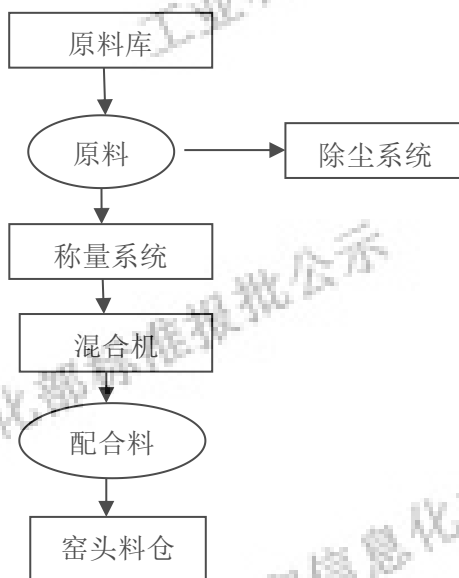


图 A.2 配料工序流程示意图

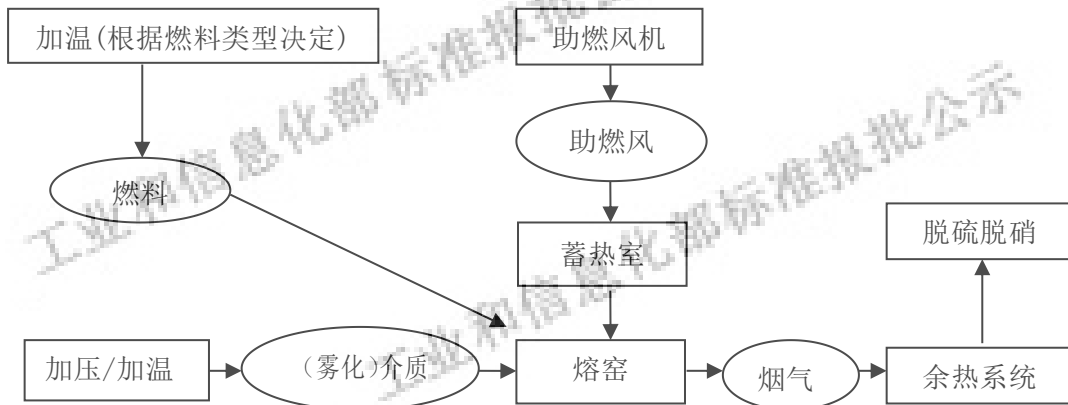


图 A.3 熔化工序流程示意图

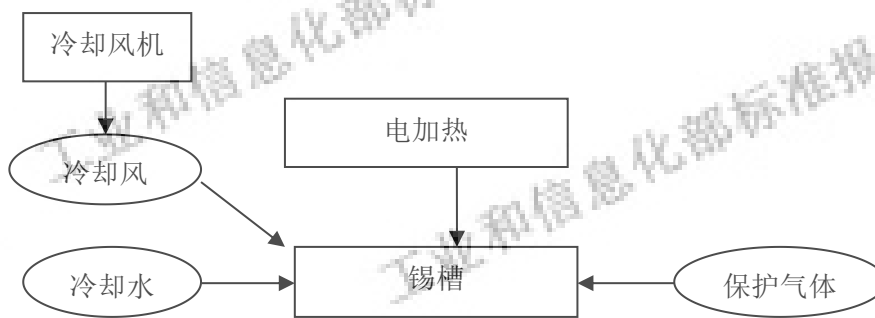


图 A.4 成型工序流程示意图

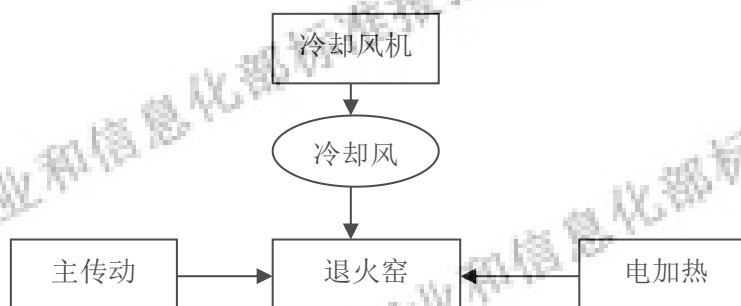


图 A.5 退火工序流程示意图

附录 B

(资料性)

浮法玻璃生产典型节能技术效果参考数值

根据本文件涉及的相关节能技术，表B.1给出了典型节能技术效果参考数值。

表 B.1 浮法玻璃生产典型节能技术效果参考数值

序号	工序	技术主要内容	节能效果参考值
1	5.2 熔化	5.2.1.2 熔窑结构保温 节：针对玻璃熔窑不同部位使用适宜的新型复合保温材料	降低燃料消耗 3%~5%。
2		5.2.2.1 全氧燃烧	减低燃料消耗约 15%~20%；同时可以降低燃烧后烟气排放量和氮氧化物的生成量。
3		5.2.2.2 富氧燃烧	节能约 3%~5%。
4		5.2.2.3 低氮燃烧	节约燃料约 5%，减少湿烟气 20%以上。
5		5.2.2.4 梯度增氧燃烧	减少燃料消耗 3%~5%，氮氧化物排放降低 20%~30%。
6		5.2.2.5 0 号枪全氧燃烧	节约燃料约 3%~5%。
7		5.2.3.2 辅助电熔技术	热效率约是火焰辐射的 1.3 倍。
8		5.2.3.3 全电熔技术	热效率大于 85%。
9	5.3 成型	5.3.1.1 宽板成型技术	生产宽板时提高总成品率约 2%。
10	5.5 余热利用	5.5.3 熔窑余热发电技术	一座装机容量为 3MW 的余热电站，年发电量可达约 1800 万 kW·h。

参 考 文 献

- [1] 国家工业节能技术装备推荐目录
- [2] 国家工业节能技术应用指南及案例

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示