



# 中华人民共和国轻工行业标准

QB/T 5640—2021

## 全电熔玻璃窑炉 通用要求

Full electricity glass melting furnaces — General requirements

2021-12-02 发布

2022-04-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

## 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。

本文件由中国轻工业联合会提出。

本文件由全国日用玻璃搪瓷标准化技术委员会（SAC/TC 377）归口。

本文件主要起草单位：承德华富玻璃技术工程有限公司、东华大学、国家眼镜玻璃搪瓷制品质量检验检测中心、上海市眼镜玻璃搪瓷产品质量监督检验站。

本文件主要起草人：刘贺涛、孙环宝、赵文娟、郭琳、尹凤义、王贺兰、秦诚、徐晓健、吴嘉许。

本文件为首次发布。

# 全电熔玻璃窑炉 通用要求

## 1 范围

本标准规定了全电熔玻璃窑炉的分类和命名、要求、标志、标签、随行文件、包装、运输和贮存，描述了相应的试验方法，界定了相关的术语和定义。

本标准适用于日产玻璃液不大于 100 t 的全电熔玻璃窑炉（以下简称“电熔炉”）的设计和制造。

## 2 规范性引用标准

下列文件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 700 碳素结构钢

GB/T 1094.1 电力变压器 第 1 部分：总则

GB/T 1094.11 电力变压器 第 11 部分：干式变压器

GB/T 3994 粘土质隔热耐火砖

GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB 4706.1 家用和类似用途电器的安全 第 1 部分：通用要求

GB/T 5750.4 生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标

GB/T 10228 干式电力变压器技术参数和要求

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB 19517 国家电气设备安全技术规范

GB/T 34188 粘土质耐火砖

GB 50033 建筑采光设计标准

GB 50034 建筑照明设计标准

GB 50054 低压配电装置设计规范

JB/T 3890 碳化硅特种制品 硅碳棒

JC/T 493 玻璃熔窑用熔铸锆刚玉耐火制品

JC/T 2014 硅钼棒

IEC 60076.11 电力变压器 第 11 部分：干式变压器（Power transformers - Part 11: Dry-type transformers）

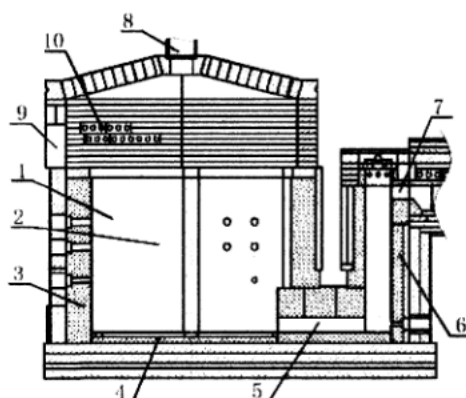
## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**全电熔玻璃窑炉（电熔炉）** **full-electricity glass melting furnace (electricity furnace)**

一种在高温玻璃液中由电极（3.7）输入交流电，通过玻璃液中的离子导电所产生的焦耳热来直接熔制玻璃的窑炉，图1为电熔炉截面示意图的示例。



1—熔化电极；2—熔化池；3—池壁砖；4—铺底砖；5—流液洞；6—上升道；  
7—上升道出料口；8—窑炉烟囱孔；9—窑炉加料口；10—硅碳棒孔。

图 1 电熔炉截面示意图示例

### 3.2

#### 熔化池 melter

窑炉中熔化、澄清玻璃的池体部位（见图1）。

### 3.3

#### 流液洞 throat

位于熔化池（3.2）下部，供玻璃液流向上升道（3.4）的通道（见图1）。

### 3.4

#### 上升道 riser

垂直或倾斜于流液洞（3.3），使玻璃液达到工作液面高度的井式通道（见图1）。

### 3.5

#### 熔化能力 melting pull

$M$

窑炉 24 h 熔化的最大玻璃液质量。

注：单位为吨每天（t/d）。

### 3.6

#### 熔化单耗 melting unit consumption

$e$

熔化单位玻璃液（通常为 1 kg）所需的电能。

注：单位为千瓦时每千克（kW·h/kg）。

### 3.7

#### 电极 electrode

将电能输入到玻璃液的元件，按在窑炉中的使用部位不同，可分为熔化电极（见图1）、澄清电极、

流液洞电极和上升道电极等。

### 3.8

#### 水冷却系统 water cooling system

用软化循环水使电极及窑炉局部降温的系统，主要包括软水装置、水泵、管网、降温、电极冷却套及测温装置、应急储水系统等。

### 3.9

#### 风冷却系统 cooling air system

用吹风的方式使电极及窑炉局部降温的系统，主要包括吹风装置、管网、风压报警装置等。

### 3.10

#### 池壁砖 side-wall blocks

与配合料、玻璃液接触的窑炉侧墙的耐火材料（见图1）。

### 3.11

#### 铺底砖 bottom paving blocks

与玻璃液接触的窑炉底部的耐火材料（见图1）。

## 4 分类和命名

### 4.1 分类

#### 4.1.1 以熔制的玻璃成分分类

以熔制的玻璃成分不同分为钠钙硅玻璃、乳浊玻璃、硼硅玻璃、铅玻璃、微晶玻璃、玻璃纤维、高铝玻璃等。

#### 4.1.2 以熔化电极插入方式分类

以熔化电极插入方式不同分为平插电极窑炉、顶插电极窑炉、底插电极窑炉和斜插电极窑炉。

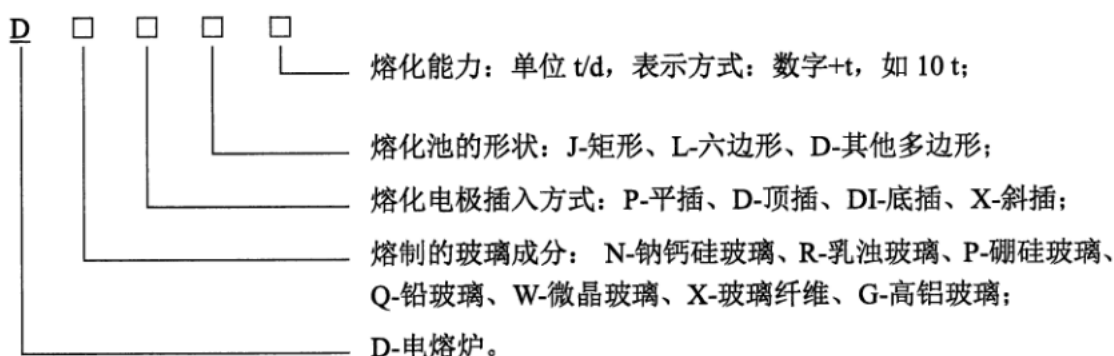
#### 4.1.3 以熔化池的形状分类

以熔化池的形状不同分为矩形窑炉、六边形窑炉和其他多边形窑炉等。

#### 4.1.4 以熔化能力( $M$ )分类

以熔化能力不同分为大型窑炉( $M > 50 \text{ t/d}$ )、中型窑炉( $15 \text{ t/d} < M \leq 50 \text{ t/d}$ )、小型窑炉( $3 \text{ t/d} < M \leq 15 \text{ t/d}$ )和微型窑炉( $M \leq 3 \text{ t/d}$ )。

## 4.1.5 命名



示例:

熔化能力为10 t/d、熔化池形状为其他多边形、熔化电极插入方式为平插的小型钠钙硅玻璃电熔炉: D-N-P-D-10t。

## 5 要求

## 5.1 工作条件

5.1.1 电熔炉安装场地应为工业厂房,其面积应大于窑炉占地面积并留有适当的操作、维修空间,其承载和平整度应符合窑炉安装要求。

5.1.2 车间采光和照明应符合 GB 50033 和 GB 50034 规定。

5.1.3 35 kV 及以上的供电电压正、负绝对值之和不超过标称电压的 10%; 20 kV 及以下三相供电电压偏差为标称电压的 $\pm 7\%$ ; 220 V 单相供电电压偏差为标称电压 $+7\%$ ,  $-10\%$ 。

## 5.2 筑炉材料及元器件

5.2.1 窑炉用耐火材料应符合国家或行业相关标准的规定。

5.2.2 变压器应符合 GB/T 1094.1、GB/T 1094.11、GB/T 4208、GB/T 10228、IEC 60076.11 的规定。

5.2.3 电气元件及材料应符合 GB 50054 的规定。

5.2.4 控制仪表的精度不低于 0.3 级。

5.2.5 钼电极成分要求: 钼含量 $\geq 99.95\%$ , 碳含量 $\leq 30 \times 10^{-6}$  mg/kg。

5.2.6 硅碳棒符合 JB/T 3890 的规定。

5.2.7 硅钼棒符合 JC/T 2014 的规定。

5.2.8 碳素结构钢符合 GB/T 700 的规定。

5.2.9 其他筑炉材料及元器件应符合相关国家标准或行业标准的要求,并具有出厂合格证。

## 5.3 功能要求

5.3.1 控制系统应对功率、电压、电流、温度、液面具有显示和控制的功能。

5.3.2 水冷却系统应具备自动降温、自动补水的功能,出水口温度不高于 55℃,还应有回水流量监测系统;同时应配备应急水源。

5.3.3 风冷却系统应具备监测和报警功能。

5.3.4 应在熔化池、流液洞、上升道等部位设置测温点,并能实现温度显示或控制。

5.3.5 应安装窑炉关键部位的巡检监察系统。

5.3.6 窑炉及辅助设备运行参数的记录应具备可追溯性。

#### 5.4 设计基本要求

5.4.1 接触玻璃液的砌体砖缝应符合表 1 规定。

表 1

单位为毫米

| 砌体部位 | 熔化池池壁砖 | 铺底砖 | 流液洞 | 上升道 |
|------|--------|-----|-----|-----|
| 砖缝 ≤ | 1.0    | 0.7 | 0.5 | 0.7 |

- 5.4.2 熔化池电气相位平衡。
- 5.4.3 配备无功补偿系统，功率因数不低于 0.92。
- 5.4.4 变压器的设计容量是其最大输出功率的 1.3~1.6 倍。
- 5.4.5 中央控制室内应设有“紧急停电”按钮。对于大、中型电熔炉应保证电网谐波分量所产生的电压谐波不高于 2%。
- 5.4.6 应配备备用电源，用于网电停电时电熔炉的生产或保温。
- 5.4.7 玻璃液在出供料道前要配备接地装置。
- 5.4.8 钼电极的表面负荷应小于  $2 \text{ A/cm}^2$ ，氧化锡电极的表面负荷应小于  $0.7 \text{ A/cm}^2$ 。
- 5.4.9 玻璃液对钼电极有侵蚀或表面负荷不应小于  $0.8 \text{ A/cm}^2$ ，钼电极应留有续进量。
- 5.4.10 水冷却系统管道应采用不污染水源的管材。
- 5.4.11 水冷却系统的储水池内壁做防钙镁离子渗出的处理。
- 5.4.12 熔化能力的实际值与设计值间的偏差不应大于  $\pm 5\%$ 。
- 5.4.13 正常运行出料量不应低于熔化能力的 85%。
- 5.4.14 需配置满足荷载的钢筋砼基础。
- 5.4.15 窑炉底部操作空间高度不应小于 2 000 mm，窑炉四周操作空间宽度不应小于 2 000 mm。

#### 5.5 安全要求

- 5.5.1 电气系统安全应符合 GB 19517、GB 4706.1 的规定。
- 5.5.2 钢筋砼基础的每根立柱都要求接地，接地电阻不应大于  $4 \Omega$ 。
- 5.5.3 冷却水总硬度不应大于  $0.5 \text{ mmol/L}$ 。
- 5.5.4 电极冷却水断水时间不应超过 3 min。
- 5.5.5 变压器的外壳（油浸式）或夹持钢架（干式）均应接地。
- 5.5.6 严禁单条负载导线穿过闭合的金属回路。
- 5.5.7 熔铸锆刚玉砖严禁接地。
- 5.5.8 在熔化池下方地面，设有漏料或放料用的储料池。
- 5.5.9 负载导线有绝缘防护措施。
- 5.5.10 电极、硅碳棒、硅钼棒应有绝缘安全防护装置。
- 5.5.11 备用风冷却系统，以备窑炉后期应急冷却。

#### 5.6 能耗要求

电熔炉的熔化单耗应符合表 2 规定。

表2

单位为千瓦时每千克玻璃液

| 窑炉类型    |       | 大型          | 中型          | 小型          | 微型          |
|---------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 熔制的玻璃成分 | 钠钙硅玻璃 | 0.95 ~ 1.10 | 0.95 ~ 1.15 | 0.97 ~ 1.30 | 1.05 ~ 2.20 |
|         | 乳浊玻璃  | 0.85 ~ 1.10 | 0.85 ~ 1.10 | 0.95 ~ 1.20 | 1.05 ~ 2.05 |
|         | 硼硅玻璃  | 0.96 ~ 1.25 | 0.96 ~ 1.35 | 1.05 ~ 1.85 | 1.90 ~ 2.55 |
|         | 铅玻璃   | —           | 0.88 ~ 1.12 | 0.95 ~ 1.28 | 1.26 ~ 1.66 |
|         | 高铝玻璃  | —           | 1.36 ~ 1.75 | 1.68 ~ 2.35 | 2.38 ~ 3.45 |
|         | 微晶玻璃  | 0.96 ~ 1.32 | 0.97 ~ 1.55 | 1.38 ~ 1.78 | 1.95 ~ 2.65 |
|         | 玻璃纤维  | 0.95 ~ 1.26 | 0.97 ~ 1.35 | 1.25 ~ 1.65 | 1.80 ~ 2.60 |

6 试验方法

6.1 冷却水总硬度

按 GB 5750.4 中规定的关于水总硬度的检测方法进行。

6.2 熔化单耗

按公式（1）统计电熔炉熔化池区域内（不含均化保温）的变压器负载侧72 h的耗电量、72 h熔化玻璃液的总量：

$$e = \frac{w}{m} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $e$  —— 熔化单耗，单位为千瓦时每千克玻璃液（kW·h/kg玻璃液）；
- $w$  —— 熔化72 h的耗电量，单位为千瓦时（kW·h）；
- $m$  —— 72 h熔制玻璃液的总量，单位为千克玻璃液（kg玻璃液）。

6.3 接地电阻

按GB 4706.1中一般规定进行检测。

6.4 接触玻璃液的砌体砖缝

砌筑完成后，对每条砖缝用符合要求的塞尺进行检测，最大值即为此条砖缝的数值。

6.5 水冷却系统出水口温度

在距离电极冷却套出水口不超过 5 m 处安装水温测量装置，测得的循环水的温度即为水冷却系统出水温度。

6.6 钼电极、氧化锡电极的表面负荷

按公式（2）计算：

$$f = \frac{i}{s} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- $f$  —— 电极的表面负荷，单位为安培每平方厘米（A/cm<sup>2</sup>）；  
 $i$  —— 对应所计算电极的电流值，单位为安培（A）；  
 $s$  —— 对应所计算电极浸入玻璃液中的表面积，单位为平方厘米（cm<sup>2</sup>）。

## 6.7 熔化能力

6.7.1 对于能够精准计算每个下料点玻璃液重量的窑炉，按公式（3）计算：

$$M=m_1+m_2+\cdots+n \cdots \cdots \cdots (3)$$

式中：

- $M$  —— 窑炉的熔化能力，单位为吨每天（t/d）；  
 $m_1, m_2, \cdots$  —— 对应的每个下料点 24 h 流出的玻璃量，单位为吨（t）；  
 $n$  —— 排渣、溢流 24 h 流出的玻璃总量，单位为吨（t）。

6.7.2 对于不能精准计算每个下料点玻璃液重量的窑炉，按照公式（4）计算：

$$M=M_p \times (1-q-S) + M_s \cdots \cdots \cdots (4)$$

式中：

- $M$  —— 窑炉的熔化能力，单位为吨每天（t/d）；  
 $M_p$  —— 24 h 加入窑炉内总的粉料重量，单位为吨（t）；  
 $q$  —— 玻璃配方中的气体率；  
 $S$  —— 配合料中含水量；  
 $M_s$  —— 24 h 加入窑炉内总的碎玻璃的质量。

## 7 标志、标签和随行文件

7.1 变压器合格证、检验报告及使用说明书。

7.2 各种仪表、开关及其他电气元件合格证、使用说明书。

7.3 接触玻璃液耐火材料的检验报告。

7.4 电熔炉标牌，应包含的基本内容：

- a) 设计、制造单位；
- b) 产品名称及型号；
- c) 制造日期。

7.5 安全警示牌，如：高温、带电、防撞警示牌等。

7.6 电熔炉说明书，至少应包含以下内容：

- a) 设备的主要性能指标；
- b) 设备的基本构造及工作原理；
- c) 设备启动需要具备的条件；
- d) 设备日常操作要求及步骤；
- e) 设备出现故障时的应对措施和操作步骤；
- f) 注意事项的警示和提醒；
- g) 易损件的备件明细、更换周期；
- h) 安全操作规程。

7.7 发货清单。

## 8 包装、运输和贮存

### 8.1 包装

8.1.1 包装应符合 GB/T 13384、JC 493、GB/T 34188 和 GB/T 3994 的规定。

8.1.2 包装内应附产品的合格证书、使用说明书、装箱清单。

### 8.2 运输

运输途中，包装箱及结构件不应受到雨、雪淋袭和机械损伤；长途运输时，应使用封闭的船舱和车厢；中途转运时，不应存放在露天仓库中。

### 8.3 贮存

电熔炉的控制柜及结构件应存放在阴凉、通风、干燥的环境内，并具有防雨雪、防晒措施，严禁与具有腐蚀性物质混存混放。

---

中 华 人 民 共 和 国  
轻 工 行 业 标 准  
全电熔玻璃窑炉 通用要求  
QB/T 5640—2021

\*

中国轻工业出版社出版发行  
地址：北京东长安街6号  
邮政编码：100740  
发行电话：(010) 65241695  
网址：<http://www.chlip.com.cn>  
Email：[club@chlip.com.cn](mailto:club@chlip.com.cn)

轻工业标准化编辑出版委员会编辑  
地址：北京西城区月坛北小街6号院  
邮政编码：100037  
电话：(010) 68049923

\*

版权所有 侵权必究  
书号：155019·5759  
印数：1—200册 定价：30.00元