**中华人民共和国黑色冶金行业标准**

**《转炉和电炉用透气砖》编制说明**

（征求意见稿）

中国钢研科技集团有限公司

二○一二年十二月

编制说明

# 1、任务来源

根据工业和信息化部办公厅文件（工信厅科[2012] 182号）的“关于印发2012年第三批行业标准制修订计划的通知”要求和全国耐火材料标准化技术委员会（耐标委秘字[2012] 27号），受中国钢铁工业协会委托，《转炉和电炉用透气砖》（计划号2012-1579T-YB）标准项目由中国钢研科技集团有限公司负责制定。经过多方的调查研究，完成了本标准的初稿。

# 2、转炉和电炉用透气砖基本术语及本标准制定原则

## 2.1 基本术语

转炉和电炉用透气砖也称供气元件。指以耐火材料为基体，通过一定工艺（如等静压工艺等）把一定数量的不锈钢气道或环缝镶嵌在耐火材料基体中，在转炉、电炉炼钢时可通过该产品向炉内吹入气体（包括N2、Ar、压缩空气和CO2），给钢液提供底吹搅拌动力的复合功能元件。透气砖包含或不包含套砖和下座砖。

## 2.2 制定原则

转炉、电炉用透气砖产品标准的制订原则是严格贯彻国家的有关方针、政策、法规；合理利用国家资源；积极采用国际标准；保障安全，保护环境；充分考虑使用要求，做到科学合理，明确实用，尽可能使本标准水平达到国际同类标准水平。

根据编制原则，经过查阅YB/T、ISO、ASTM、ANSI、EN、JIS、BS、DIN、TOCT、NF、CNS等国内、国外标准，尚未发现有关转炉和电炉用透气砖产品标准。

## 2.3 目的和意义

顶底复合吹炼是转炉炼钢技术发展的一个重要方向。采用底吹技术可以缩短冶炼时间，降低渣中氧化铁含量，提高金属收得率，降低铁合金消耗，使钢液的温度和成分均匀。另外，随着纯净钢和优质特殊钢的市场需求不断扩大，转炉复合吹炼技术已经成为炼钢工艺必不可少的技术手段，目前在国内外发展十分迅速。底吹透气砖是实现转炉复合吹炼技术的核心，它的安全性和经济性是实现有效底吹的关键。

国内转炉和电炉用透气砖的研制工作达30多年，实现向钢厂供货已有20多年的历史。目前，国内市场上转炉和电炉底吹透气砖基本上实现了全国产化，但是国内一直没有相关标准出台。各个生产企业的透气砖结构、性能等产品标准不尽相同。作为生产企业，提高透气砖生产和加工质量对保证其使用寿命有重要作用，为满足顶底复吹转炉和电炉炼钢的有效进行，提高底吹透气砖使用寿命，调研了现行透气砖生产、技术、市场等状况后认为有必要制定转炉和电炉透气砖标准，以规范该产品的生产经营活动，为生产、设计单位和用户提供相应的设计和验收依据。

# 3、主要内容的确定

## 3.1 适用范围

本标准适用于转炉和电炉用透气砖。

## 3.2 产品的分类

本标准根据产品应用分为两类：转炉透气砖、电炉透气砖。转炉透气砖型号为CT；电炉透气砖型号为ET。转炉透气砖分为CT-20、CT-18、 CT-16、CT-14等4个牌号。电炉透气砖分为ET-16、ET-14、ET-12、ET-10等4个牌号。牌号中的C是转炉英文Converter的首字母，E是电弧炉英文Electric arc Furnace的首字母，T是透气砖英文Tuyere的首字母。其中的数字代表碳含量的质量百分数。

从结构形式上分为可更换式透气砖和不可更换式透气砖，二者都采用定向多微管或环缝式供气形式。可更换式透气砖是指可以在一次炉役中进行热态更换的透气砖。包含透气芯砖、套砖和下座砖，热更换仅针对透气芯砖或环缝枪。透气芯砖中镶嵌不锈钢气道，向转炉、电炉内提供搅拌动力源；套砖和下座砖对透气芯砖起支撑和保护作用。不可更换式透气砖是指在新炉役砌炉时安装使用，炉役期间无法进行热更换，直至本次炉役结束。一般为透气芯砖（其中镶嵌不锈钢气道）或环缝枪（外加保护套砖），向转炉和电炉内提供搅拌动力源；包含或不包含下座砖。

## 3.3 国内常用产品性能

**表1 国内厂家1**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 转炉透气砖 |
| 化学成分，% | MgO + C > 88 |
| 体积密度，g/cm3 （after 1500°C x 3h ） | >2.85 |
| 常温耐压强度，MPa （1500°C x 3h ） | >25 |
| 破裂模数，MPa （1500°C x 3h ） | >8 |
| 最高工作温度，°C | 1850 |
| 使用 | 转炉精炼 |

**表2 国内常用产品2**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 转炉透气砖 |
| 化学成分，C% | 14 |
| 体积密度，g/cm3 | 2.93 |
| 常温耐压强度，MPa | 40 |
| 使用 | 转炉、电炉 |

**表3 国内常用产品3**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | 透气砖 | | |
| MX-XFH | MX-2RP | MX-RP1 |
| 化学成分，% | MgO | 75.0 | 76.3 | 78.1 |
| F.C． | 17.8 | 19.1 | 19.5 |
| 显气孔率，% | | 3.8 | 4.5 | 5.5 |
| 体积密度，g/cm3 | | 2.90 | 2.90 | 2.87 |
| 常温耐压强度，MPa | | 49 | 42 | 37 |
| 高温抗折强度，1400℃ | | 17.8 | 19.1 | 19.5 |
| Application | | Standard | Long life | Super Long life |

**表4 国内厂家2**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 透气砖 |
| MgO，% | ≥76 |
| C，% | ≥14 |
| SiC，% | ≤0.5 |
| CaO，% | ≤1 |
| Fe2O3 | ≤0.5 |
| B.D.，g/cm3 | ≥2.85 |
| A.P.，% | ≤3.5 |
| C.C.S.，MPa | ≥35 |
| MOR，MPa（1500℃×3h） | ≥10 |

**表5 国内厂家3**

|  |  |
| --- | --- |
| 项 目 | 供气元件 |
| MgO， % | ≥76 |
| C，% | ≥14 |
| 体积密度，g/cm3 | ≥2.88 |
| 显气孔率， % | ≤4.0 |
| 常温耐压强度，MPa | ≥40 |
| 高温抗折强度，MPa（1400℃，30min） | ≥10 |

## 3.4 项目及技术指标的确定

转炉和电炉透气砖标准指标参照现有镁碳砖和相关耐火浇注料标准设置。镁碳砖通常要求化学成分、显气孔率、体积密度、常温耐压强度和高温抗折强度（1400℃，30min）。耐火浇注料通常要求化学成份、110℃烘干后耐压强度，烧后耐压强度以及烧后线变化率等。参照上述现行标准，在大量试验室研究工作之后开发出的转炉和电炉透气砖一直保持稳定的理化指标。在此基础上提出转炉和电炉透气砖技术指标。

### 3.4.1 化学成分

转炉和电炉透气砖一般由电熔镁砂、石墨、结合剂及一些抗氧化剂组成。石墨在使用过程中会氧化形成CO和CO2等气体，在透气砖内部形成气孔。结合剂在烘烤过程中碳化，也会形成一定的气孔。抗氧化剂的添加是为了减缓透气砖中石墨的氧化，其在透气砖内部优先被氧化生成氧化物，甚至形成致密保护层而延缓碳源的氧化。

化学成分是表征材料基本特征的关键指标，其对产品在生产和服役过程中形成稳定而性能优良的矿物、抵抗高温作用及化学侵蚀以及获得理想的物理性能起着决定性作用。为了合理使用原料，本标准规定化学成分即MgO和C指标，确定的化学成分指标如表6和表8所示。

### 3.4.2 显气孔率和体积密度

显气孔率和体积密度是表征耐火材料中气孔体积的多少和材料的致密程度。这是材料常规性能的最基本表征。故设置透气砖烘烤后的显气孔率和体积密度指标，确定的指标如表6、表7和表8所示。

### 3.4.3 耐压强度

耐压强度是承载材料的一项重要指标，是评定其力学性能的可靠方法。耐压强度与原料的特征及配比、颗粒大小和级配以及颗粒间的结合、成型方法和烧结状态即与材料的显微结构有关。常温耐压强度是检验现行工艺状况、间接地评定其它性能（如抗弯、抗拉、耐磨、耐冲击等）优劣的重要指标。因此，常温耐压强度是判断质量的常规检验项目。根据转炉和电炉用透气砖在转炉、电弧炉的使用工况条件，透气砖一般烘烤完即砌筑投入使用。故设置指标为烘烤后常温耐压强度，确定的指标见表6、表7和表8。

### 3.4.4 高温抗折强度

高温抗折强度是评价材料在高温热态下的质量（特别是其结合相质量）的重要指标。耐火材料的抗折强度受与耐压强度相同的因素所支配。耐火材料中的基质、结合剂和组织结构（如气孔和裂纹等）的特征，对材料的高温抗折强度影响非常明显。根据转炉和电炉透气砖在转炉、电弧炉的使用工况条件，设置指标为1400℃×30min的高温抗折强度，确定的指标见表6和表8。

### 3.4.5 线变化率

高铝浇注料的烧后线变化指标是一项重要使用性能指标。其对浇注料的体积稳定、减少缝隙，提高密封性和耐侵蚀性，保障炉体结构稳定、安全具有重要意义。影响高铝浇注料烧后线变化率的重要因素为原料矿物组成、颗粒配比以及使用温度下的一些物理化学反应和部分组分的晶型转化等。设置指标为1500℃×3h的线变化率，确定的指标见表7所示。

**表6 透气砖（透气芯砖和套砖）的理化指标**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项 目 | 指 标 | | | | | | | |
| CT-20 | CT-18 | CT-16 | CT-14 | ET-16 | ET-14 | ET-12 | ET-10 |
| 显气孔率，％ 不大于 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| 体积密度，g/cm3 不小于 | 2.80 | 2.82 | 2.85 | 2.88 | 2.85 | 2.88 | 2.90 | 2.90 |
| 常温耐压强度，MPa 不小于 | 30.0 | 30.0 | 35.0 | 35.0 | 35.0 | 35.0 | 40.0 | 40.0 |
| 高温（1400℃×0.5h）抗折强度，MPa  不小于 | 8.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 12.0 | 12.0 |
| *w*(MgO)，%，不小于 | 70 | 72 | 76.0 | 78.0 | 76.0 | 78.0 | 78.0 | 80.0 |
| *w*(C)，%， 不小于 | 20.0 | 18.0 | 16.0 | 14.0 | 16.0 | 14.0 | 12.0 | 10.0 |
| 通气量\*，Nm3/h  （压差0.1~1.0MPa） | 提供数据 | | | | | | | |
| \* 出厂的每块透气砖都应进行通气量检验。 | | | | | | | | |

**表7 浇注成型的高铝质透气砖（下座砖）的理化指标**

|  |  |
| --- | --- |
| 项 目 | 指 标 |
| 显气孔率，% 不大于 | 18 |
| 体积密度，g⋅cm-3  不小于 | 2.55 |
| 常温耐压强度，MPa 不小于 | 60.0 |
| 常温抗折强度，MPa 不小于 | 14.0 |
| 耐火度，℃ 不小于 | 1790 |
| 线变化率(1500℃×3h)，% | ±1.00 |
| *w* (Al2O3)，% 不小于 | 60.0 |

**表8 镁碳质透气砖（下座砖）的理化指标**

|  |  |
| --- | --- |
| 项 目 | 指 标 |
| 显气孔率，% 不大于 | 5.0 |
| 体积密度，g⋅cm-3  不小于 | 2.70 |
| 常温耐压强度，MPa 不小于 | 30.0 |
| 高温（1400℃）抗折强度，MPa 不小于 | 8.0 |
| 耐火度，℃ 不小于 | 1790 |
| 线变化率（1500℃×3h）% | ±1.00 |
| *w* (MgO)，% 不小于 | 76.0 |
| *w* (C)，% 不小于 | 14 |

### 3.4.6 其它技术要求

除了转炉和电炉用透气砖中耐火材料的要求外，对透气砖中使用的金属构件也提出了相应的技术要求，见表9所示。

在一般技术要求外，特别提出了转炉和电炉用透气砖（透气芯砖）的气密性、耐压性和通气量的技术要求。即在密封条件下，初始压力2.0MPa，保压24小时后，压力降低量不大于5%；2.5MPa条件下各个焊接点等连接处无泄漏，具体要求见标准（征求意见稿）6.12节和附录A；气量满足0.01～0.3Nm3/（t⋅min）范围内自如调节。

**表9 透气砖（透气芯砖）金属构件技术要求**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 化学成分（质量分数），% | | | | | | | 标准 |
| C | Si | Mn | S | P | Cr | Ni |
| 1Cr18Ni9Ti | ≤0.12 | ≤1.00 | ≤2.00 | ≤0.030 | ≤0.035 | 17.00~19.00 | 8.00~11.00 | (Ti=%)GB1221 |
| SUS304  （0Cr18Ni9） | ≤0.08 | ≤1.00 | ≤2.00 | ≤0.030 | ≤0.045 | 18.00~20.00 | 8.00~11.00 | GB/T 20878-2007 |
| A3（Q235） | ≤0.22 | ≤0.35 | ≤1.4 | ≤0.05 | ≤0.045 |  |  | GB/T700-2006 |

# 4、试验方法

鉴于我国已制定镁碳砖、耐火浇注料试验方法的国家标准，故本标准草案中提出的技术数据均按国家标准的规定进行。试验试样的制备按GB/T 7321和YB/T 5202.1的规定进行。通气量实验方法按YB/T 4115的试验方法进行。

# 5、标准的属性

根据我国有关标准的法律、法规，本标准为推荐性标准。

# 6、标准技术水平

本标准中规定的技术指标是按国内先进生产厂家的产品水平提出，并在试验室按国标检验方法进行验证试验后提出。只要合理的选择原料，严格控制生产工艺及工艺参数，就能生产出本标准中规定的产品。本标准技术指标高于国内指标，达到国际先进水平。

本标准从审核通过颁布日开始实施。本标准建议由中国钢铁工业协会和全国耐火材料标准化技术委员会组织要求各企业执行，各企业结合自身的企业标准和本标准制定技术措施完成本标准技术要求。本标准未生效期间，各企业根据企业标准、客户要求等进行相关产品的生产和检验。