中华人民共和国黑色冶金行业标准

《高炉喷注料》编制说明

**标准制定工作组**

**2020年04月**

**《高炉喷注料》编制说明**

# 一、任务来源

根据工信厅科[2017]106号文件和全国耐火材料标准化委员会（耐标委秘字[2017]37号）文件通知，《高炉喷注料》列入行业标准制定计划，计划编号为2017-1346T-YB。该标准由北京联合荣大工程材料股份有限公司等负责制定，由全国耐火材料标准化技术委员会归口。

# 二、主要工作过程

## 2.1预阶段（项目前期的调研、信息收集、汇总和分析）

时间：2019年4月-2019年12月

本阶段所做的主要工作：

成立标准编制工作组，明确成员分工和工作时间进度等。对高炉喷注料产品的市场现状及发展趋势、近年来产品的质量控制情况、技术参数及产品使用情况等进行搜集，并进行相应的试验验证。制定标准的目的是对高炉喷注料的技术要求完善和统一，提高材料方案及质量控制的通用性。根据不同部位用料和不同结合剂特点，分类讨论，制定高炉内衬湿法喷注材料标准。

## 2.2起草阶段

时间：2020年1月-4月

本阶段所做的主要工作：

为使高炉喷注料技术指标要求符合实际生产及使用需求，编制组组织相关技术人员召开了专题讨论会，对现有同类标准进行了讨论，提出了需要完善和统一的内容，确定了标准的制定方向。综合目前高炉喷注料国内有代表性用户及生产企业的实际理化指标的统计结果，2020年3月底完成了《高炉喷注料》标准草案。

2020年3月初，编制组计划将国内高炉喷注厂家所提供高炉喷注料理化指标汇总，整理对比后讨论，结合实际使用情况，调整相关指标要求，形成统一标准；另外，对新标准喷注料统一命名，命名原则是简单易懂，仅从材料名称即可看出结合方式、用料部位，供使用者评判。

2020年4月初，待讨论分析后，完成《高炉喷注料》编制说明初稿，上报给全国耐火材料标准化委员会秘书处。

### 2.3 征求意见及处理阶段

时间：2020年4月-2020年12月

本阶段所做的主要工作：

2020年4月份，耐标委对标准征求意见稿及编制说明进行审核确认后，将《高炉喷注料》征求意见稿及编制说明发送多个全国耐火材料标准化委员单位，征求意见。为使标准制订的技术指标科学、合理、符合生产实际及使用要求，标准编制组就全国耐标委委员单位提出的修改意见，修订意见稿和编制说明，形成《高炉喷注料》意见处理汇总表、送审稿及编制说明，于2020年12月底将标准报批稿上报全国耐火材料标准化委员会秘书处。

# 三、高炉喷注料制定原则

## 3.1高炉喷注料概述

湿法喷注技术是采用湿法喷涂的方式实现高炉内衬无模浇注，达到理想的内衬运行效果。国内湿法喷注技术起步相对较晚，前期主要是干法喷涂，采用这种方式新造炉衬只是作为开炉保护，其实际使用寿命较短；湿法喷注技术的诞生，彻底改变了原有高炉内衬喷补理念，采用更专业的材料和更专业的施工技术，大大提高了新喷补内衬的使用寿命。经过近几年实际应用，现国内绝大多数高炉造衬采用了此项技术。

高炉喷注料是湿法喷注技术的重要组成部分。目前常用的高炉喷注料按结合方式分两种：水泥结合喷注料和硅溶胶结合喷注料。水泥结合喷注料，常温强度高，耐磨损、抗冲击性能好；硅溶胶结合喷注料，和易性好，防爆性能突出，抗热震稳定性强。

高炉喷注料使用环境为还原性气氛，要求其具有良好的抗CO侵蚀性能。材料内Fe2O3作为侵蚀反应的催化剂，会加快材料的溶蚀和脱落，因此材料中Fe2O3含量需严格限定。

**目前国内高炉喷注料分类：**

**（1）使用部位分类：**高炉炉腹、炉腰部位喷注料，称高炉喷注下部料；高炉炉身部位喷注料，称高炉喷注上部料；

**（2）结合方式分类：**水泥结合喷注料、溶胶结合喷注料；

**（3）材质分类：一般**以骨料类型分类，分高铝质、莫来石质、刚玉质、碳化硅质。

材料分类中，需说明几点：有厂家将炉身中下部用料归为高炉喷注下部料，本次标准制定考虑到“炉身中下部”无法严谨界定，因此将炉身全部区域归为上部，将炉腹炉腰归为下部；材质分类中，以骨料类型分类，实际多为复合材质，如高铝+刚玉复合料、刚玉+碳化硅质复合料等；碳化硅质喷注料，经调研，目前只有少数国外厂家应用，本次标准制定暂不做考虑。

## 3.2标准制定原则

在对国内高炉用湿法喷注料产品目前生产状况和产品质量控制情况进行调研的基础上，确定如下标准制订原则：

（1）以国内各高炉湿法喷注料的生产、使用和技术现状为基础制订的；

（2）根据湿法喷注料的发展趋势，提出相应指标，以推动行业的发展，同时考虑到现有的技术水平，确保技术指标符合产品实际生产质量控制水平和用户实际要求。

# 四、主要内容的确定

## 1. 适用范围

本制定标准适用于高炉喷注料。

## 2. 产品的分类

高炉喷注料市场调研结果表明，不同的材料供应商，所提供的牌号不同，造成了市场上材料牌号参差不齐、五花八门。有的生产单位以“公司名称+材料结合方式+喷注部位”命名，也有生产单位以“公司名称+喷注部位+材料内某项主要化学成分含量”命名，区分材料档次，另有生产单位以“公司名称+结合方式+主要原料名称”命名，等等。上述多种形式的命名，虽各具特色，但实际对应的技术指标杂乱无章，检测过程容易发生分歧，无据可依。

针对以上情况，搜集整理，将不同厂家提供的产品牌号和技术指标规范统一，按照“高炉+结合方式+喷注+材料内某项主要化学成分含量”命名牌号；理化指标按结合方式及材料档次分类。具体分类与牌号制定参照下文。

## 3. 国内部分厂家产品的技术指标

国内部分厂家的技术指标见表1—表12。

**表1 国内A厂高炉喷注料性能指标**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | 单位 | 保证值 | |
| 化学成分 | Al2O3 | % | ≥70 | ≥55 |
| SiC | % | ≥12 | — |
| SiO2 | % | ≤9 | ≤42 |
| 常温耐压强度 | 110℃x24h | MPa | ≥22 | ≥26 |
| 1400℃x3h | MPa | ≥42 | ≥62 |
| 常温抗折强度 | 110℃x24h | MPa | ≥4 | ≥4 |
| 1400℃x3h | MPa | ≥11 | ≥13 |
| 体积密度 | 110℃x24h | g/cm3 | ≥2.7 | ≥2.3 |
| 反弹率 |  | % | ≤5 | ≤5 |
| 结合方式 |  |  | 硅溶胶 | 硅溶胶 |
| 使用部位 |  |  | 炉腹、炉腰、炉身中下部 | 炉身中上部 |

**表2 国内B厂高炉喷注料性能指标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 应用部位 | | 炉腹、炉腰  炉身下部 | 炉身中上部 |
| 结合方式 | | 水泥 | 水泥 |
| Al2O3，% | | ≥60 | ≥55 |
| SiC，% | | ≥10 |  |
| SiO2，% | |  | ≤35 |
| 耐压强度（MPa) | 110℃×24h | ≥30 | ≥30 |
| 1350℃×3h | ≥70 | ≥65 |
| 线变化率（%） | 1300℃×3h | ±0.5 | ±0.5 |
| 体积密度（g/cm3) | 110℃×24h | ≥2.65 | ≥2.4 |

**表3国内C厂高炉喷注料性能指标**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **项目** | | 指标 |
| 化学成分，% | Al2O3 | ≥70.5 |
| SiC | ≥15.5 |
| CaO | ≤0.5 |
| 耐压强度，MPa | 110℃×24h | ≥20 |
| 1000℃×3h | ≥40 |
| 1400℃×3h | ≥60 |
| 线变化率，% | 1400℃×3h | ±0.5 |
| 体积密度，g/cm3 | 110℃×24h | ≥2.65 |
| 结合方式 | 硅溶胶 | |
| 使用部位 | 炉腹、炉腰、炉身中下部 | |

**表4 国内D厂高炉喷注料性能指标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **项目** | | 指标 | |
| 化学成分，% | Al2O3 | ≥45 | ≥60 |
| Fe2O3 | ≤1.5 | ≤1.0 |
| CaO | ≤0.5 | ≤0.5 |
| 耐压强度，MPa | 110℃×24h | ≥16 | ≥20 |
| 1000℃×3h | ≥40 |  |
| 1400℃×3h |  | ≥40 |
| 线变化率，% | 1000℃×3h | ±0.5 |  |
| 1400℃×3h |  | ±0.5 |
| 体积密度，g/cm3 | 110℃×24h | ≥2.30 | ≥2.60 |
| 结合方式 |  | 硅溶胶 | 硅溶胶 |
| 使用部位 |  | 炉身中上部 | 炉腹、炉腰、炉身中下部 |

**表5国内E厂高炉喷注料性能指标**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **项目** | | 指标 |
| 化学成分，% | Al2O3 | ≥55 |
| Fe2O3 | ≤1.2 |
| 耐压强度，MPa | 110℃×24h | ≥40 |
| 800℃×3h | ≥50 |
| 1200℃×3h | ≥60 |
| 线变化率，% | 1200℃×3h | ±0.5 |
| 体积密度，g/cm3 | 110℃×24h | ≥2.40 |
| 结合方式 | 水泥 | |
| 使用部位 | 全内衬喷注 | |

**表6国内F厂高炉喷注料性能指标**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | 单位 | 保证值 | |
| 化学成分 | Al2O3 | % | ≥65 | ≥55 |
| SiC | % | ≥9.5 | — |
| Fe2O3 | % | ≤0.5 | ≤1.2 |
| 常温耐压强度 | 110℃x24h | MPa | ≥50 | ≥60 |
| 1450℃x3h | MPa | ≥80 | ≥80 |
| 常温抗折强度 | 110℃x24h | MPa | ≥8 | ≥8 |
| 1450℃x3h | MPa | ≥12 | ≥12 |
| 体积密度 | 110℃x24h | g/cm3 | ≥2.65 | ≥2.40 |
| 结合方式 |  |  | 硅溶胶 | 水泥 |
| 使用部位 |  |  | 炉腹、炉腰、炉身中下部 | 炉身中上部 |

**表7国内G厂高炉喷注料性能指标**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | 单位 | 保证值 | |
| 化学成分 | Al2O3 | % | ≥63 | ≥50 |
| SiC | % | ≥9.5 | — |
| Fe2O3 | % | ≤0.5 | ≤1.2 |
| 常温耐压强度 | 110℃x24h | MPa | ≥20 | ≥40 |
| 1000℃x3h | MPa | ≥40 | ≥50 |
| 1450℃x3h | MPa | ≥60 | ≥60 |
| 常温抗折强度 | 110℃x24h | MPa | ≥4 | ≥3 |
| 永久线变化率 | 1450℃x3h | % | ±0.5 | ±0.5 |
| 体积密度 | 110℃x24h | g/cm3 | ≥2.70 | ≥2.40 |
| 结合方式 |  |  | 硅溶胶 | 水泥 |
| 使用部位 |  |  | 炉腹、炉腰、炉身中下部 | 炉身中上部 |

**表8国内H厂高炉喷注料性能指标**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | 单位 | 保证值 | |
| 化学成分 | Al2O3 | % | ≥65 | ≥55 |
| SiC | % | ≥15 | — |
| Fe2O3 | % | ≤0.5 | ≤1.2 |
| 常温耐压强度 | 110℃x24h | MPa | ≥60 | ≥50 |
| 800℃x3h | MPa |  | ≥60 |
| 1000℃x3h | MPa | ≥70 |  |
| 1200℃x3h | MPa |  | ≥70 |
| 1450℃x3h | MPa | ≥80 |  |
| 永久线变化率 | 1200℃x3h | % |  | ±0.5 |
| 1450℃x3h | % | ±0.5 |  |
| 体积密度 | 110℃x24h | g/cm3 | ≥2.75 | ≥2.45 |
| 结合方式 |  |  | 水泥 | 水泥 |
| 使用部位 |  |  | 炉腹、炉腰、炉身中下部 | 炉身中上部 |

**表9 国内I厂炉腹炉腰部位喷注料性能指标**

| 耐火材料品种 | | | 硅溶胶结合复合高强喷涂料 | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项 目 | | 单 位 | 指 标 | 备 注 |
| 1 | 耐火度 | | ℃ | ≥1690 | GB/T7322 |
| 2 | 体积密度 (110℃×24h) | | g/cm3 | ≥2.78 | YB/T5200 |
| 3 | 安全使用温度 | | ℃ | ≥1700 |  |
| 4 | Al2O3 | | ％ | ≥72 | GB/T6900 |
| 5 | Fe2O3 | | ％ | ≤0.7 | GB/T6900 |
| 6 | SiC | | ％ | ≥16 | GB/T16555 |
| 7 | 烧后线变化率（1450℃×3h） | | ％ | ±0.5 | GB/T5988 |
| 8 | 耐压  强度 | 110℃×24h | MPa | ≥30 | GB/T5072 |
| 1450℃×3h | MPa | ≥50 |
| 9 | 抗折  强度 | 110℃×24h | MPa | ≥7 | YB/T5201 |
| 1350℃×3h | MPa | ≥14 |

**表10 国内I厂炉身中部喷注料性能指标**

| 耐火材料品种 | | | 硅溶胶结合高铝质高强喷涂料 | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项 目 | | 单 位 | 指 标 | 备 注 |
| 1 | 耐火度 | | ℃ | ≥1690 | GB/T7322 |
| 2 | 体积密度 (110℃×24h) | | g/cm3 | ≥2.4 | YB/T5200 |
| 3 | 安全使用温度 | | ℃ | ≥1600 |  |
| 4 | Al2O3 | | ％ | ≥60 | GB/T6900 |
| 5 | Fe2O3 | | ％ | ≤1.0 | GB/T6900 |
| 6 | 烧后线变化率（1450℃×3h） | | ％ | ±0.5 | GB/T5988 |
| 7 | 耐压强度 | 110℃×24h | MPa | ≥35 | GB/T5072 |
| 1450℃×3h | MPa | ≥55 |
| 8 | 抗折强度 | 110℃×24h | MPa | ≥7 | YB/T5201 |
| 1350℃×3h | MPa | ≥15 |

**表11 国内I厂炉身上部喷注料性能指标**

| 耐火材料品种 | | | 硅溶胶结合高铝质喷涂料 | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项 目 | | 单 位 | 指 标 | 备 注 |
| 1 | 耐火度 | | ℃ | ≥1690 | GB/T7322 |
| 2 | 体积密度 (110℃×24h) | | g/cm3 | ≥2.3 | YB/T5200 |
| 3 | 安全使用温度 | | ℃ | ≥1500 |  |
| 4 | Al2O3 | | ％ | ≥55 | GB/T6900 |
| 5 | Fe2O3 | | ％ | ≤1.0 | GB/T6900 |
| 6 | 烧后线变化率（1450℃×3h） | | ％ | ±1.0 | GB/T5988 |
| 7 | 耐压强度 | 110℃×24h | MPa | ≥35 | GB/T5072 |
| 1450℃×3h | MPa | ≥55 |
| 8 | 抗折强度 | 110℃×24h | MPa | ≥7 | YB/T5201 |
| 1350℃×3h | MPa | ≥12 |

**表12 国内I厂炉顶封罩喷注料性能指标**

| 耐火材料品种 | | | 喷涂料 | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| CN-140G | | |
| **序号** | 项 目 | | 单 位 | 指 标 | 备 注 |
| **1** | 耐火度 | | ℃ | ≥1610 | GB/T7322 |
| **2** | 体积密度 (110℃×24h) | | g/cm3 | ≥2.0 | YB/T5200 |
| **3** | 安全使用温度 | | ℃ | ≥1400 |  |
| **4** | Al2O3 | | ％ | ≥50 | GB/T6900 |
| **5** | Fe2O3 | | ％ | ≤1.0 | GB/T6900 |
| **6** | 烧后线变化率（1300℃×3h） | | ％ | ±0.5 | GB/T5988 |
| **7** | 抗折强度 | 110℃×24h | MPa | ≥8 | YB/T5201 |
| 1300℃×3h | MPa | ≥8 |
| **8** | 耐压强度 | 110℃×24h | MPa | ≥35 | GB/T5072 |
| 1300℃×3h | MPa | ≥30 |

## 4. 标准名称的制定

高炉喷注料按结合方式分为两类，即硅溶胶结合和水泥结合两种。其中硅溶胶结合喷注料分为四个牌号：GGP-45、GGP-55、GGP-60、GGP-70；水泥结合喷注料分为四个牌号：GSP-45、GSP-55、GSP-60、GSP-70。其中硅溶胶结合喷注料四个排号中第一个字母G表示高炉“高”的汉语拼音首字母；第二个字母G表示硅溶胶“硅”的汉语拼音首字母；水泥结合喷注料四个牌号中字母G表示高炉“高”的汉语拼音首字母；S表示水泥“水”的汉语拼音首字母；所有的P均表示喷注料“喷”的汉语拼音首字母；阿拉伯数字表示该牌号对应材料中Al2O3最低含量，分别用来区分各部位材料档次。

## 5. 理化指标的制定

本标准理化指标的制定，是根据最近几年部分生产企业及代表性用户的理化性能指标的统计和总结后，确定了合适的理化指标，具体指标见表13和表14。

表13 硅溶胶结合高炉喷注料

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项 目 | | 高炉喷注料 | | | |
| GGP-45 | GGP-55 | GGP-60 | GGP-70 |
| 推荐使用部位 | | 炉身 | 炉身 | 炉腹、炉腰 | 炉腹、炉腰 |
| *w*（Al2O3）∕% ≥ | | 45 | 55 | 60 | 70 |
| *w*（Fe2o3）∕% ≤ | | 1.5 | 1.2 | 1.0 | 0.8 |
| *w*（CaO）∕% ≤ | | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| *w*（SiC）∕% ≥ | |  |  | 10 | 14 |
| 体积密度∕(g/cm3) | 110℃×24h烘干后 | ≥2.30 | ≥2.40 | ≥2.60 | ≥2.70 |
| 常温耐压强度∕MPa  ≥ | 110℃×24h烘干后 | 18 | 20 | 20 | 25 |
| 热处理温度×3h烧后 | 40  (800℃) | 40  (800℃) | 40  (1000℃) | 50  (1000℃) |
| 热处理温度×3h烧后 | 60  (1200℃) | 60  (1200℃) | 70  （1450℃） | 70  （1450℃） |
| 常温抗折强度/MP  ≥ | 110℃×24h烘干后 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| 热处理温度×3h烧后 | 6  (800℃) | 8  (800℃) | 6  (1000℃) | 8  (1000℃) |
| 热处理温度×3h烧后 | 10  (1200℃) | 12  (1200℃) | 10  （1450℃） | 12  （1450℃） |
| 加热永久线变化∕% | 热处理温度×3h烧后 | ±0.5  (800℃) | ±0.5  (800℃) | ±0.5  (1000℃) | ±0.5  (1000℃) |
| 热处理温度×3h烧后 | ±0.5  （1200℃） | ±0.5  （1200℃） | ±0.5  （1450℃） | ±0.5  （1450℃） |

表14水泥结合高炉喷注料

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项 目 | | 高炉喷注料 | | | |
| GSP-45 | GSP-55 | GSP-60 | GSP-70 |
| 使用部位 | | 炉身 | 炉身 | 炉腹、炉腰 | 炉腹、炉腰 |
| *w*（Al2O3）∕% ≥ | | 45 | 55 | 60 | 70 |
| *w*（Fe2O3）∕% ≤ | | 1.5 | 1.2 | 1.0 | 0.8 |
| *w*（SiC）∕% ≥ | |  |  | 10 | 14 |
| 体积密度∕(g/cm3) | 110℃×24h烘干后 | ≥2.30 | ≥2.40 | ≥2.60 | ≥2.70 |
| 常温耐压强度∕MPa  ≥ | 110℃×24h烘干后 | 30 | 40 | 50 | 55 |
| 热处理温度×3h烧后 | 50  (800℃) | 60  (800℃) | 65  (1000℃) | 70  (1000℃) |
| 热处理温度×3h烧后 | 60  (1200℃) | 60  (1200℃) | 75  （1450℃） | 80  （1450℃） |
| 常温抗折强度/MP  ≥ | 110℃×24h烘干后 | 4 | 6 | 6 | 8 |
| 热处理温度×3h烧后 | 8  (800℃) | 10  (800℃) | 10  (1000℃) | 10  (1000℃) |
| 热处理温度×3h烧后 | 10  (1200℃) | 12  (1200℃) | 12  （1450℃） | 13  （1450℃） |
| 加热永久线变化∕% | 热处理温度×3h烧后 | ±0.5  (800℃) | ±0.5  (800℃) | ±0.5  (1000℃) | ±0.5  (1000℃) |
| 热处理温度×3h烧后 | ±0.5  （1200℃） | ±0.5  （1200℃） | ±0.5  （1450℃） | ±0.5  （1450℃） |

**五、涉及专利情况**

本标准不涉及任何专利。

# 六、与现行相关法律、法规、规章及强制性标准的关系

本标准的制定符合国家法律法规要求，未发现有涉及知识产权的问题。

# 七、标准的属性

根据我国标准性质的划分，制定后本标准属于推荐性行业标准。

# 八、标准技术水平

本标准制定结合生产和使用实际，以及国内先进生产企业和客户的先进标准，使修订后的标准更加科学，更加符合实际需求。可方便、完整地为生产者和使用者提供参考和选择。目前该标准处于国内领先水平。