中华人民共和国黑色冶金行业标准

**《莫来石质流钢砖》编制说明**

**(**征求意见稿**)**

《**莫来石质流钢**砖》行业标准编制小组

二0一六年四月

**1、任务来源和工作简况**

**1.1任务来源**

根据工业和信息化部工信厅科[2015]115号文“工业和信息化部办公厅关于印发2015年第三批行业标准修订计划的通知”，马钢（集团）控股有限公司（以下简称“马钢”）作为主导单位,承担《莫来石质流钢砖》（项目号：2015-1005T-YB）行业标准制定工作。

**1.2工作简况**

马钢全资子公司安徽马钢耐火材料有限公司承担《莫来石质流钢砖》标准起草工作。

安徽马钢耐火材料有限公司于2015年10月20日召开了标准起草启动会并成立标准编制小组，在收集国内外相关生产企业与使用单位的企业标准与检测数据的基础上，结合相关研究机构的成果资料等，编制了标准文本和标准编制说明初稿。

**2.莫来石质流钢砖的产品现状与标准编制原则**

**2.1莫来石质流钢砖**

莫来石质流钢砖是以莫来石相为主要物相组成，用于冶金模铸浇注生产用的流钢砖。在硅酸铝系统中的莫来石是以3Al2O3•2SiO2为矿物相，化学成分为：Al2O3 71.8%；SiO2 28.2%。

莫来石具有高温结构强度高，抗热震等优点，刚玉相具有很高的耐火性能和化学稳定性，耐酸、碱侵蚀；将刚玉和莫来石有机地搭配，在高温状态下，既有很好的抗侵蚀性能，又具有良好的抗急冷急热性，是用于生产莫来石质流钢砖的合适材料。据三峡大学和武钢的研究表明，莫来石质流钢砖比高铝（同等三氧化二铝含量）流钢砖显示出更好的抗侵蚀性能。

莫来石质流钢砖用于低合金钢、合金钢模铸生产，具有显著降低钢中夹杂的效果。

**2.2莫来石质流钢砖标准制定原则**

充分考虑到莫来石质流钢砖产品在特钢生产中的技术要求，标准中各项技术指标在满足冶金生产实际需要的基础上适当提高，同时也兼顾生产企业的质量控制与检测水平，指标功能过剩系数合理。

**2.3莫来石质流钢砖的现状和标准制定的意义**

由于使用抗耐侵蚀性差的粘土流钢砖，钢锭在生产过程中易造成钢锭夹杂导致产品报废。合金钢一般价格昂贵因此造成的经济损失更大，迫切需要耐侵蚀性和抗冲刷的流钢砖来减少钢锭的夹杂。普通高铝质流钢砖的热震稳定性差，耐侵蚀性能力不理想，不能很好地满足特殊合金钢生产的要求。近年来莫来石质流钢砖得到许多合金钢企业广泛采用，能够满足特殊合金钢生产的要求。

目前标准体系中没有高铝或莫来石质流钢砖的国家或行业标准，生产与使用单位缺少标准参考依据，原模铸生产普遍采用采用的YB/T5109-1993《粘土质流钢砖》，随着连铸坯生产方法的普及，粘土质浇钢砖很少使用，该标准也已废止。由于莫来石流钢砖产品没有相应的国家（行业）标准，生产者与客户订货一般是参照企业标准或签订技术协议，技术要求不一，不利于行业的发展；随着莫来石流钢砖在国内外广泛应用，为稳定与提高莫来石流钢砖产品的质量水平，为便于生产与使用单位提供统一的行业技术规范，制定《莫来石质流钢砖》行业标准具有十分重要的意义。

**3、莫来石流钢砖产品性能分析**

由于使用领域原因，莫来石流钢砖是空芯的、形状较为复杂的异特型砖，虽然是一次性使用，但是为了减少合金钢锭夹杂，在使用过程中要经受高温合金钢液冲刷和侵蚀等作用，化学、物理项目指标和外观尺寸偏差必须确定。

**3.1 国内有关企业标准或技术条件的性能指标与检测数据**

起草组搜集到国内莫来石流钢砖的典型值、产品企业标准、用户技术条件，见表1～表4，为确定检验项目和试验技术方案提供参考。

表1 国内部分生产企业提供的莫来石流钢砖技术指标

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Al2O3  % | Fe2O3  % | 气孔率% | 耐压强度  MPa | 荷重软化温度; ℃ | 加热永久线变化率  % | |
| 山东某企业 | ≥65 | ≤1.8 | ≤25 | ≥40 |  | - 0.2～0.1 | 1450℃×2h |
| 浙江企业1 | ≥65 | ---- | ≤28 | ≥35 | 1510 | - 0.5～0.1 | 1500℃×2h |
| 浙江企业2 | ≥75 | ---- | ≤28 | ≥40 | 1530 | -0.5～0.1 | 1500℃×2h |
| 河南企业1 | ≥70 | ---- | ≤23 | ≥46 | 1540 | ± 0.5 | 1450℃×2h |
| 河南企业2 | ≥60 | ----- | ≤24 | ≥38 | 1560 | ± 0.6 | 1450℃×2h |
| 山西某企业 | ≥68 |  | ≤28 | ≥20 | 耐火度  ≥1780 | 0.3～-0.1 | 1350℃×2h |

表2 连续三年马钢莫来石流钢砖理化指标典型值数据

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 检测项目 | 牌号 | 检测时间 | 平均值 | 检测典型值 |
| ω（Al2O3），  % | JMS-70 | 第一年 | 70.84 | 70.50 72.32 70.25 72.15 70.14 70.82 69.59 69.13 70.14 69.45 74.50 71.23 |
| 第二年 | 71.02 | 70.23 70.42 70.90 71.10 70.54 71.4  71.32 72.25 71.15 71.14 70.32 71.50 |
| 第三年 | 71.43 | 70.52 71.90 72.10 71.54 71.6 71.23  69.56 73.13 72.80 72.1 70.87 69.82 |
| JMS-62 | 第一年 | 63.75 | 63.57 64.10 64.21 63.75 63.23 63.45 62.7 64.32 63.90 64.15 62.89 64.8 |
| 第二年 | 63.87 | 62.10 64.89 62.67 64.78 63.56 63.12 63.45 64.98 63.87 64.75 64.86 63.47 |
| 第三年 | 63.50 | 62.41 64.52 63.80 64.25 63.89 63.81  63.27 63.31 63.21 62.75 63.53 63.35 |
| ω（Fe2O3）/% | JMS-70 | 第一年 | 1.68 | 1.75 1.68 1.65 1.57 1.75 1.70  1.69 1.78 1.59 1.76 1.71 1.64 |
| 第二年 | 1.65 | 1.71 1.73 1.65 1.59 1.68 1.68  1.49 1.54 1.59 1.76 1.67 1.76 |
| 第三年 | 1.68 | 1.78 1.59 1.76 1.71 1.64 1.69  1.68 1.69 1.70 1.73 1.6 8 1.58 |
| JMS-62 | 第一年 | 1.43 | 1.47 1.42 1.43 1.48 1.39 1.45 1.38 1.47 1.38 1.38 1.43 1.48 |
| 第二年 | 1.41 | 1.41 1.47 1.40 1.38 1.45 1.40  1.39 1.47 1.35 1.40 1.41 1.43 |
| 第三年 | 1.41 | 1.42 1.38 1.48 1.41 1.47 1.40  1.38 1.35 1.48 1.36 1.49 1.37 |
| 耐火度/℃ | JMS-70 | 第一年 | ＞1780 | ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞178 0 ＞1780 |
| 第二年 | ＞1780 | ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780  ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780 |
| 第三年 | ＞1780 | ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780  ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780  ＞1780 ＞1780 |
| 耐火度/℃ | JMS-62 | 第一年 | ＞1780 | ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780  ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780 |
| 第二年 | ＞1780 | ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780  ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780 |
| 第三年 | ＞1780 | ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780  ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780 ＞1780 |
| 显气孔率/% | MJMS-70 | 第一年 | 25.7 | 23.8 26.4 26.1 25.4 26.4 25.7 27.1 27.8 23.2 24.5 25.2 24.4 25.9 24.7 26.9 27.7 |
| 第二年 | 24.9 | 22.5 24.7 25.8 24.4 27.1 23.4 26.4 24.7 26.1 25.4 23.2 24.5 25.2 24.4 25.9 24.7 |
| 第三年 | 25.2 | 26.9 27.7 22.5 26.5 25.7 23.4 26.4 24.8 23.9 25.7 23.6 26.8 26.4 22.7 23.8 26.4 |
| JMS-62 | 第一年 | 25.5 | 22.7 23.8 26.4 26.1 25.4 26.4 25.7 27.1 26.4 23.2 23.5 24.2 25.4 27.4 26.7 27.8 |
| 第二年 | 26.2 | 24.7 25.8 27.4 26.8 26.4 27.4 26.7 27.8 26.7 23.5 24.2 25.4 26.9 27.7 26.9 25.4 |
| 第三年 | 26.3 | 23.2 23.5 24.2 25.4 26.9 27.7 26.9 27.7 25.5 26.8 26.4 22.7 23.8 22.5 24.7 25.8 |
| 常温耐压强度  /MPa | JJMS-70 | 第一年 | 35.8 | 32 31 35 37 40 44 26 37 33 30 41 22 32 36 49 45 47 32 39 31 38 31 |
| 第二年 | 35.6 | 40 27 37 35 30 34 28 29 39 38 45 47 32 39 33 37 35 30 29 35 38 48 |
| 第三年 | 36.0 | 36 37 31 38 40 44 36 37 34 32 41 32 39 32 35 38 48 38 45 37 36 38 |
| JMS-62 | 第一年 | 35.1 | 35 45 33 39 30 48 24 34 36 31 33 26 39 35 30 34 45 41 35 31 32 37 |
| 第二年 | 35.6 | 49 39 38 35 47 32 38 34 38 34 31 25 31 42 30 34 28 29 39 36 38 39 |
| 第三年 | 36.7 | 31 38 31 42 28 34 32 31 34 38 40 44 36 30 34 45 41 40 41 39 41 39 |
| 加热永久线变化（1350℃×2h）  % | JJMS-70 | 三年测量值 | 0.16 | 0.3 0.3 0 0 0.1 0.1 0.1 0.2 0 .2 0.2 0.2 0.1 0.1 0.1 0.1 0.2 0.3 0.2 0.1 0.1 0.2 0.0 0.1 0.2 0.3 0.3 0.2 0.2 0.0 0.3 0.1 0.3 0.3 0.1 0.2 0.1 0.2 0.1 0. 1 0.3 0.2 0.2 0.2 0.2 0.3 0.1 0.1 0.2 0.3 0.0 0.3 0.2 0.1 0.3 0.1 0.1 0.1 0.3 0.0 0.2 0.1 |
| JMS-62 | 三年测量值 | 0.17 | 0.3 0.2 0.3 0.3 0.2 0.1 0.3 0.2 0.2 0.1 0.0 0.2 0.2 0.1 0.1 0.3 0.2 0.2 0.2 0.2 0.3 0.1 0.1 0.2 0.1 0.1 0.3 0.2 0.1 0.2 0.2 0.3 0.3 0.2 0.2 0.1 0.3 0.2 0.1 0.1 0.3 0.0 0.2 0.1 0.3 0.1 0. 2 0.1 0.1 0.1 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 |
| 莫来石相含量% | JMS-70 | 三年测量值 | 48.75 | 55 45 45 50 |
| JMS-62 | 三年测量值 | 43.75 | 40 46 43 46 |

表3 特钢企业A与生产单位签定的莫来石流钢砖的协议指标

|  |  |
| --- | --- |
| 项 目 | 指 标 |
| ω（Al2O3 ）/% | 68～75 |
| 耐火度 /℃ | ≥1780 |
| 显气孔率 /% | ≤28 |
| 常温耐压强度 /MPa | ≥20 |
| 重烧线变化/ %，1350℃×2h | -0.1～+0.3 |

表4 特钢企业B莫来石流钢砖标准指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项 目 | 单位 | 指 标 |
| ω（Al2O3 ） | % | ≥65 |
| ω（Fe2O3） | % | ≤1.8 |
| 耐火度 | ℃ | ≥1790 |
| 显气孔率 | % | ≤26 |
| 热振稳定性（1100℃，水冷） | 次 | ≥11 |
| 重烧线变化（1400℃×2h） | % | -0.1～+0.4 |

**3．2 国外企业技术条件及指标情况**

表5 部分国外合金钢企业从中国进口莫来石流钢砖技术要求。

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Al2O3  % | Fe2O3  % | 显气孔率  % | 体积密度  g/cm3 | 耐火度  ℃ | 常温耐压强度MPa |
| 美国企业A | 60~70 | ≤1.9 | ≤27 | ≥2.27 | 1790 | ≥40 |
| 美国企业B | 65~75 | ≤1.5 | ≤27 | ≥2.35 | 1790 | ≥35 |
| 美国企业C | 63~68 | ≤1.5 | ≤25 | ≥2.35 | 1790 |  |
| 德国企业 | 65~75 | ≤1.5 | ≤26 | ≥2.30 | 1790 | ≥35 |

表6、外国耐火企业莫来石流钢砖产品检测技术指标数值

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 样 品 砖 | Al2O3  % | Fe2O3  % | 显气孔率  % | 体密  (g/cm3) | 耐火度  (℃) | 常温耐压强度(MPa) |
| 美国样品砖1 | 60.61 | 1.99 | 25.9 | 2.29 | 1790 | 44 |
| 美国样品砖2 | 61.62 | 2.0 | 26.5 | 2.27 | 1790 | 50 |
| 德国样品砖 | 71 | 1.35 | 26.5 | 2.35 | 1790 | 37 |

**3.1 化学、物理检测项目的确定**

**3.1.1 化学项目的确定**

化学成分确定检测项目为Al2O3和Fe2O3含量，指标按两档。莫来石流钢砖产品，其中的氧化铝含量对耐火材料的高温性质和抗侵蚀性能起决定性作用。莫来石流钢砖是以3Al2O3•2SiO2为主要矿物相，Al2O3 含量一般要在60%～75%；莫来石流钢砖中的Fe2O3含量影响到制品中莫来石矿物相含量的多少，对抵抗特钢中的一些合金的侵蚀性能有影响，优质莫来石流钢砖产品Fe2O3含量应该在1.5%～1.8%。

**3.1.2.物理检测项目的确定**

物理检测项目为常温耐压强度、耐火度、显气孔率、加热永久线变化、莫来石相含量。

**3.1.2.1常温耐压强度**

常温耐压强度是考察耐火材料力学性能的一项重要指标，是由其组织结构、显微结构等参数决定的。显微结构的形成受耐火材料制备过程中各种工艺因素，如原料质量特征和种类、配料比、颗粒级配间的结合、成型方法、烧结温度和烧成气氛等的制约。常温耐压强度，对制品的运输及抗冲刷等使用性能有直接影响，是耐火材料应用选择的重要依据之一。根据表1生产厂家的产品指标及表2用户对莫来石流钢砖的技术要求，确定了莫来石流钢砖的耐压强度，并作为产品出厂与质量验证的必检项目。

**3.1.2.2耐火度**

耐火度是指耐火材料在无荷重条件下抵抗高温作用而不熔化的特性。耐火制品的化学成分、矿物组成及其分布状态是影响耐火度的基本因素，杂质的种类及成分分布均匀性，都将影响耐火制品的耐火度。制品的耐火度并不表示它的实际使用温度，由于莫来石流钢砖为空芯体荷重软化开始温度检测样无法制备，因此该项指标作为必检项目。

**3.1.2.3显气孔率**

显气孔率是生产过程中控制产品质量的一项重要技术指标。就莫来石流钢砖而言，显气孔率是反映耐火砖致密程度的一项重要指标，同一生产工艺显气孔率小则砖致密，莫来石流钢砖抗渗透性就好，但考虑到浇钢砖热震稳定性、浇钢砖生产工艺特性，产品一次性使用等特点，显气孔率的指标不宜定的过低。在此同时参照粘土浇钢砖气孔率指标的确定，综合各生产厂家和国外产品指标，确定显气孔率指标，并作为产品出厂的必检项目。

**3.1.2.4加热永久线变化**

加热永久线变化是反映材料在高温下长期使用时外形体积保持稳定、不发生变化的性能。它可以衡量制品在烧成过程中的烧结程度，对高温窑炉而言是评价制品质量的一项重要指标。1500℃的加热永久线变化是耐火砖较普遍采用的检测条件，本标准确定JMS-70牌号莫来石流钢砖和JMS-62牌号莫来石流钢砖的指标都确定为－0.1%～+0.3%。根据生产厂家的生产装备现状及绝大部分用户的使用情况，该项指标需作为产品出厂必检项目。

**3.1.2.5莫来石相含量**

产品物相结构中莫来石相具有高温结构强度高，高温蠕变率低，抗侵蚀性强，抗热震等优点，莫来石相含量多少作为衡量莫来石流钢砖质量的重要指标之一，采用原料和生产工艺一经确定产品的产品物相结构莫来石相含量基本确定，因此该指标可作为莫来石流钢砖产品出厂抽检项目。

**3.2 莫来石流钢砖的尺寸允许偏差及外观**

本标准规定了产品的尺寸允许偏差及外观要求。根据莫来石流钢砖的使用特点、形状及尺寸的差异，对制品的尺寸偏差、扭曲、缺角长度、缺棱深度及熔洞直径也作了相应规定。为保证特钢铸钢过程的安全，对砖的子母口接头处、尺寸偏差、端头平面倾斜、裂纹的宽度和长度、扭曲都做出严格的规定，为减少特钢夹杂对工作面渣蚀规定不准有。与旧标准YB/T5109-93《浇铸用粘土质耐火砖》的要求比较：内筒直径＞50及接头处由±3 mm改为子母口尺寸±1 mm，尺寸允许偏差由＞100mm±2%改为＞300mm±1%；扭曲由2.5mm改为≤0.5%砖长度；裂纹长度由宽度≤0.25mm不限制、宽度＞0.5 mm不准有改为宽度≤0.10mm不限制、宽度＞0.25 mm不准有；端头平面倾斜由＜2 mm改为＜1mm；增加了工作面不得有附着物（粘沙、飞边、毛刺），与YB/T5109-93《浇铸用粘土质耐火砖》相比更加严格,见表7。

**3.3 材料验收标准的说明**

莫来石质流钢砖检测验收项目为Al2O3、常温耐压强度、显气孔率、耐火度；Fe2O3、莫来石相含量、加热永久线变化作为生产厂产品出厂检验和过程控制中的技术指标。产品抽样验收按GB/T 10325《定形耐火制品验收抽样检验规则》执行。

**表7 部分尺寸允许偏差及外观要求与YB/T5109-93对比** 单位为毫米

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 本标准要求项目及内容 | | | | | | YB/T5109-93指标 | | | |
| 尺寸允许偏差 | 子母口直径、高度或深度 | | | | ±1 | 内筒直径≤50及接头处 | | | ±2 |
| 内筒直径＞50及接头处 | | | ±3 |
| 其它尺寸 | ≤150 | | | ±2 | ≤100 |  | | ±2 |
| 151～300 | | | ±3 | ＞100 | 中心砖及其它 | | ±1.5% |
| ＞300 | | | ±1% | 漏斗砖、铸管砖 | | ±2% |
| 壁厚相对偏差 | 子母口 | | | 不  大  于 | 2 | 同一子母口  径相对偏差 | | ≤50 | 2 |
| 其它部位 | | | 3 | ＞50 | 3 |
| 裂 纹 长 度 | 宽 度≤0.10 | | | 不限制 | 宽 度≤0.25 | | | 不限制 |
| 宽度0.11～0.25 | | 工作面 | 25 | 宽度0.26～0.50 | | | 25 |
| 非工作面 | 50 | 50 |
| 宽 度＞0.25 | | | 不准有 | 宽 度＞0.50 | | | 不准有 |
| 端头平面倾斜 | 端面宽度或直径≤140 | | | 1 |  | | | 2 |
| 端面宽度或直径＞140 | | | 2 |  | | | 3 |
| 扭 曲 | 按长度 | | ≤200 | 1 | 2.5（上升孔面2） | | | |
| ＞200 | 2 |

**4、标准中涉及专利知识产权说明**

本标准公开部分不涉及专利。

**5、采用标准情况及相关标准关系**

本次制定未查询到与该产品相关国际与国家标准。

**6、标准的属性建议**

根据我国标准性质的划分，建议本标准为行业推荐性标准。

**7、标准技术水平**

目前国内没有完整的莫来石流钢砖产品标准。本标准综合国内外莫来石流钢砖生产、使用以及产品检测水平，提出相应技术指标。可方便、完整地为生产厂、使用单位、商贸部门提供技术依据，选择范围较宽。该标准填补国内空白，达到国内先进水平。

《莫来石流钢砖》标准编写组

2016年5月11日