

新型耐火材料在火电厂锅炉的应用

刘凤萍 刘岫云 江山

【摘要】 阐述了耐高温不定形耐火材料的发展过程，并对新型不定形耐火材料在首钢自备电站220t/h锅炉的成功应用作了详细介绍。

【关键词】 电站锅炉 耐火材料 密封

Application of New Refractory in Utility Boilers

Abstract The developmental process of high temperature unshape refractory is elaborated and the successful application of new type unshape refractory in 200t/h boiler of Beijing Iron and Steel Complex is described in detail in this paper.

Key words utility boiler refractory sealing

0 前言

首钢自备电站4号机组220t/h锅炉是钢铁企业为节约能源、降低成本、保护自然环境而利用高炉煤气发电的工程项目。该机组已于1996年11月投入运行，我院承担了该工程耐火材料的研制、生产及工程应用工作。

4号炉为杭州锅炉厂设计耐火材料如下：喷燃器——刚玉质耐磨浇注料；炉膛——高铝质耐火浇注料；炉顶——微膨胀可塑料。

针对锅炉各部位的使用条件及施工特点，与承担该锅炉的施工单位进行了认真的商讨，配制了微膨胀耐火喷涂料、自流平耐火浇灌料、刚玉质耐磨浇注料等系列不定形耐火材料。这些材料在220t/h锅炉的应用，具有施工方便、效率高、性能优良、可靠等优点。

1 不定形耐火材料的发展

我国不定形耐火材料的发展大致可分为3个阶段：

70年代前，品种单一，主要是矾土水泥浇注料、磷酸盐浇注料、水玻璃浇注料及少量的捣打料。

70年代前期，随着冶金系统武钢一米七工程和电力系统大港、元宝山等许多工程的引进，耐火可塑料在我国得以迅速发展，该材料具有热震稳定性好等诸多优良性

能，取得了较好的使用效果。随着应用范围的扩大，存在的问题也很突出，可概述如下：(1)可塑料呈胶泥状，需捣固或捣打施工，工期长，劳动强度大。(2)可塑料是在耐火材料厂经配料、混炼、脱气后制成各种需要的形状，并密封包装，到现场直接使用的。虽然省却了现场拌和的过程，但随着存放时间的延长，保水性降低，水分散失而变硬，围绕保存期给生产者 and 使用者带来了许多麻烦。(3)为延长保存期，许多生产厂往往采取多加生粘土和水的办法，干燥时收缩大，产生严重干裂，干燥后强度低，影响使用寿命和效果。(4)结合剂用量大，高温加热时低融物多，1000℃以上产生明显收缩。如不加膨胀剂，1350℃热处理后，总收缩可达7%，强度随温度变化大，抗剥落、开裂性差。

为弥补上述不足，70年代末研制成功了粘土结合浇注料，性能基本与耐火可塑料相当，还可以浇注施工，且大大延长了保存期。很快取代了耐火可塑料，大量用于均热炉、加热炉和铁水沟等热工设备。由于能够保证施工质量，使用效果更加优良。但常温强度太低，也限制了它的发展。

进入80年代以来，为减少资源浪费，各种高性能的人工合成原料被大量地制造出来，特别是引入超微粉的低水泥浇注料、超低水泥浇注料、无水泥浇注料、自流平耐火浇灌料的研制成功，减少了水泥浇注料及化学结合浇注料在使用过程中低融物和有害气体所产生的危害，浇注料的物理性能显著改善，这些材料在工业炉窑应用，炉体寿命提高3~5倍。

实践证明：这些材料同样适用与火电厂锅炉的各个部位，火电厂锅炉也应针对不同的使用条件选择耐火材料，形成适用于电厂的系列产品，以达到最佳节能长寿效果。

2 首钢自备电站220t/h锅炉各部位用耐火材料

2.1 喷燃器用刚玉质浇注料

喷燃器经常受到温度骤变，气流冲刷及火焰偏斜的作用，选择普通材料损害较快，影响锅炉正常运行。为此，选择刚玉质耐火浇注料制作喷燃器。

刚玉浇注料具有高温熔点高、抗火焰冲刷性好、抗磨损能力强、强度高、化学稳定性好等一系列优良性能，广泛用于冶金、石化、机械工业中高温、磨损严重的部位。刚玉浇注料性能指标如表1所列。

表1 刚玉浇注料理化性能指标

演化成分/%	Al ₂ O ₃	90.7
体积密度/g·cm ⁻³	110 × 24h	2.98
	1500 × 3h	2.96
线变化率/%	110 × 24h	-2.02
	1500 × 3h	-0.15
抗折强度/MPa	110 × 24h	> 14
	1500 × 3h	> 14

耐压强度/MPa	110 × 24h	82
	1500 × 3h	100

2.2 炉膛水冷壁用耐火喷涂料

炉膛水冷壁水管排列密，间隔小，耐火材料施工厚度薄，最薄处为60mm，加之扒钉的影响，给施工带来了一定的困难。如果沿用电力系统的施工方法——微膨胀可塑料粘贴，则存在砌筑劳动强度大，常温固化慢等等缺点；如用耐火浇注料浇注成型，则由于施工体薄，振动棒无法插入，必将影响施工体质量。为此，选择耐火喷涂料喷涂施工。

近年来，喷涂料在冶金行业得到了广泛的应用，其主要优点是：(1)无需支模；(2)可以运送到高、远的场所；(3)高炉、转炉等冶金窑炉无需停炉即可喷射修补，节能长寿效果显著。缺点是存在一定的回弹损失。

喷涂料的回弹率与下列因素有关：(1)材质本身的特性；(2)施工部位；(3)施工设备；(4)操作水平。

我院曾对喷涂料作了系统的研究，研制成功的喷涂料具有快速凝固、高附着率、干燥后不收缩、性能优良等特点，成功地应用于高炉、热风炉、烟道、转炉、加热炉等的修补及基建施工。

首钢自备电站锅炉水冷壁采用喷涂施工，6~7个工人只用两个班即完成了全部喷涂作业，回弹料直接用于浇注渣斗，取得了满意的效果。

高铝微膨胀喷涂料理化指标如表2所列。

表2 喷涂料理化指标

化学成分/%	Al ₂ O ₃	> 62
	Fe ₂ O ₃	< 1.9
抗折强度/MPa	110 × 24h	6.5
	1000 × 3h	> 14
	1400 × 3h	> 13.6
耐压强度/MPa	110 × 24h	34
	1000 × 3h	70
	1400 × 3h	> 70
线变化率/%	110 × 24h	-0.05
	1400 × 3h	+0.42
体积密度/g·cm ⁻³	110 × 24h	2.50
	1400 × 3h	2.42

2.3 炉顶密封用自流平耐火浇灌料

锅炉炉顶密封多年来一直沿用微膨胀可塑料捣结施工，耐火可塑料呈胶泥状，有较高的粘塑性，捣固时工人劳动强度大，加之菱形钢板网的阻隔，缝隙处不宜完全填充，更主要的是该部位使用温度低，仅700~800℃，微膨胀可塑料中掺加的膨胀剂在此温度不起膨胀作用，密封效果差，漏风、漏灰、漏烟现象较为严重。为此，本锅炉选择自流平耐火浇灌料制作，自流平耐火浇灌料是在低水泥、超低水泥浇注料的基础上通过合理调整颗粒级配及改变浆体稠度发展起来的新一代耐火材料，它无需振动，可自流成型，自动找平，不泌水，各项理化性能指标相同甚至优于同材质的振动成型浇注料。特别适用于施工空间狭窄、形状复杂的部位，且施工速度快，劳动强度低，干燥快，不收缩。广泛用于轧钢加热炉水冷管包扎、水泥回转窑受料口、连铸中间包内衬等部位，可以确保施工质量，节能长寿效果显著。

自流平耐火浇灌料主要理化性能指标如表3所列。

表3 自流平耐火浇灌料理化性能指标

化学成分/%	Al ₂ O ₃	67
	SiO ₂	24
抗折强度/MPa	110 × 24h	4.5
	1000 × 3h	11.8
	1400 × 3h	12.9
耐压强度/MPa	110 × 24h	28
	1000 × 3h	60
	1400 × 3h	72
线变化率/%	110 × 24h	-0.05
	1400 × 3h	+0.34
体积密度/g·cm ⁻³	110 × 24h	2.52
	1400 × 3h	2.48
自由流动度/mm	跳桌法	220

用自流平耐火浇灌料施工一台220t/h锅炉炉顶，5~6个工人只需一个班即可完成，施工速度快，质量好，受到了施工单位的好评。

3 结论

3.1 首钢自备电站220t/h锅炉用耐火材料选材合理、材料性能优良可靠、施工速度快、效率高。

3.2 由于火电厂锅炉各部位的温度及对耐火材料的要求各不相同，应尽快打破可塑料一统天下的局面，形成适于火电厂锅炉特点的耐火材料系列化产品，以达到经济、合理、节能、长寿的目的。

3.3 近年来，冶金系统耐火材料取得了很多成果，在冶金炉窑使用效果极为显著，这些成果同样适用于火电厂锅炉，应加速科技成果的转化，更好地为电力建设服务。

作者单位：冶金部建筑研究总院（北京 100088）

收稿日期：1998-09-20

(责任编辑 苏 仪)