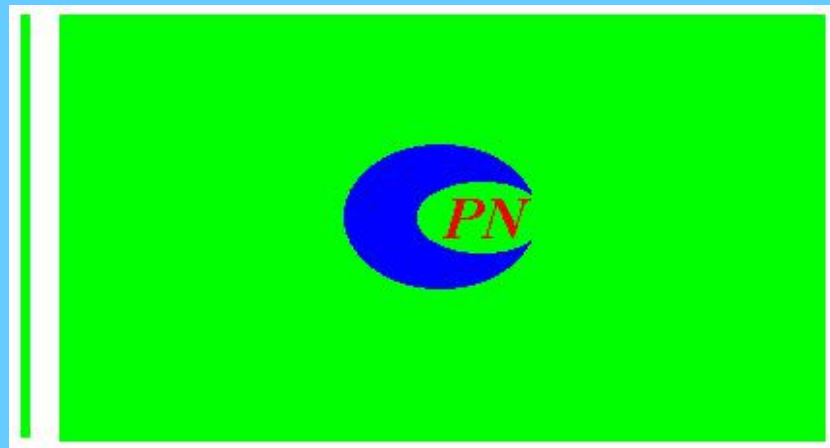


循环流化床锅炉用快干耐磨浇注料 研制和使用

濮耐股份（股票代码 002225）薛鸿雁



濮耐概述



濮耐股份 (002225)

PRCO





www.punai.com

濮耐集团董事长简介



濮耐集团董事长：刘百宽

- 教授级高级工程师
- 留美耐材专家
- 濮耐高温材料(集团)股份有限公司董事长
- 濮耐高新技术耐材研究所所长
- 中国耐火材料行业协会副会长
- 河南耐火材料行业协会会长
- 武汉科技大学、北京科技大学、
西安建筑科技大学三校兼职教授
- 河南省人大代表、党代表
- 全国劳动模范



www.punai.com

濮耐集团概况

注册资金	4.015亿元
总资产	12.416亿元
净资产	7.3470亿元
占地面积	45 万平方米



www.punai.com



濮阳濮耐高温材料
(集团) 股份有限公司



濮耐功能材料有限公司

濮耐高温材料事业部

营口濮耐镁质材料有限公司

乌克兰濮阳格拉米特有限责任公司

濮耐炉窑工程有限公司

濮耐北京科技研发中心

濮耐集团

PRCO GROUP

我们只提供一流的产品和完善的服务！



全资子公司 濮阳市濮耐炉窑工程有限公司

2003年注册，从事电力锅炉、
加热炉、冶金等炉窑施工。现
有员工930余人。



濮耐镁质材料生产基地



子公司 ——营口濮耐镁质材料有限公司

2005年在辽宁营口高新技术产业开发
区投资兴建。



- 年产10万吨镁质不定形耐火材料
- 年产6万吨镁碳砖



濮阳园区综合材料生产基地

■ 不定形车间：

2008年8月将投产的二条自动化生产线，年产电力、冶金等行业用不定形耐火材料10万吨

■ 滑板车间：

08年9月份投产的年产1万吨滑板的自动化生产线

■ 三大件车间：

2009年8月份将投产年产5000吨三大件自动化生产线



www.punai.com

合资子公司

——乌克兰濮阳格拉米特有限责任公司



2005年5月在乌克兰顿涅茨克州成立中乌合资公司，该公司由濮耐集团控股，2005年5月20日正式运营：

■ 目前主要是销售，08年正在建2万吨不定形耐火材料及5000万吨预制件生产线。



濮耐集团

PRCO GROUP

我们只提供一流的产品和完善的服务！

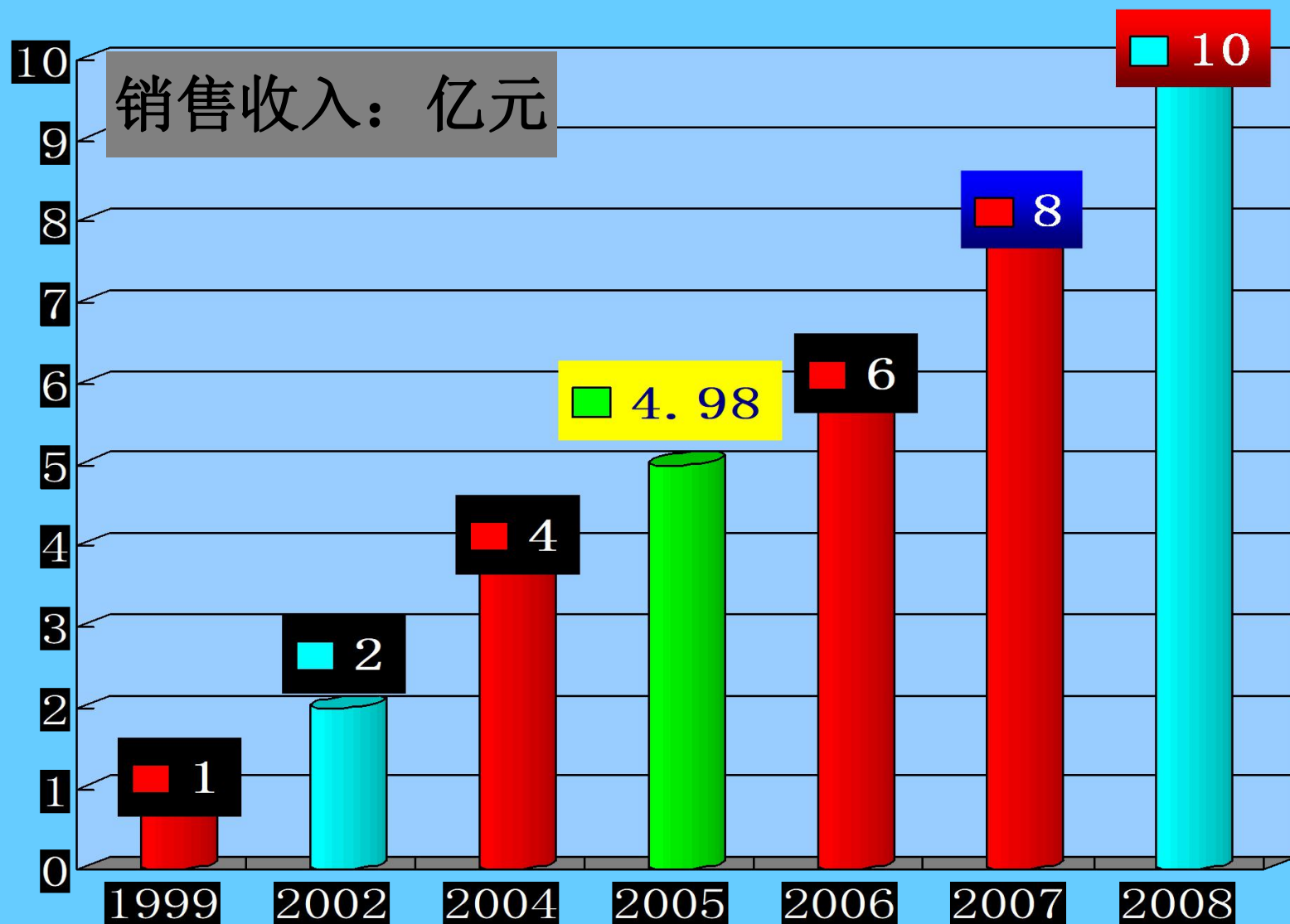
濮耐产品应用领域

产品主要应用领域





濮耐高温材料有限公司年度销售情况



濮耐集团

PRCO GROUP

我们只提供一流的产品和完善的服务！



www.punai.com



- ✓ IS09000质量管理体系，1998年通过认证，现运行IS09001：2000
- ✓ IS014000环境管理体系，2008年2月通过
- ✓ OHSAS18000职业安全健康管理体系，2008年2月通过

濮耐集团

PRCO GROUP

我们只提供一流的产品和完善的服务！



www.punai.com

濮耐科技

濮耐集团

PRCO GROUP

我们只提供一流的产品和完善的服务！



www.punai.com



技术保障
**企业技术中心（国
家级）**



博士后科研工作站

濮耐集团

PRCO GROUP

我们只提供一流的产品和完善的服务！



www.punai.com

濮阳濮耐高温材料有限公司
高温陶瓷材料试验检测中心



No.L2147

中国实验室国家认可委员会(CNAL)

技术保障

濮耐高温陶瓷材料试
验检测中心（国家级）

河南出入境检验检疫局

耐火材料

注册实验室

河南出入境检验检疫
局注册实验室（省级）

濮耐集团

PRCO GROUP

我们只提供一流的产品和完善的服务！



www.punai.com

濮耐技术中心简介

技术中心下设机构

- 技术质量部
- 项目部
- 高新技术研究所
- 知识产权部
- 试验检测中心
- 科研管理部





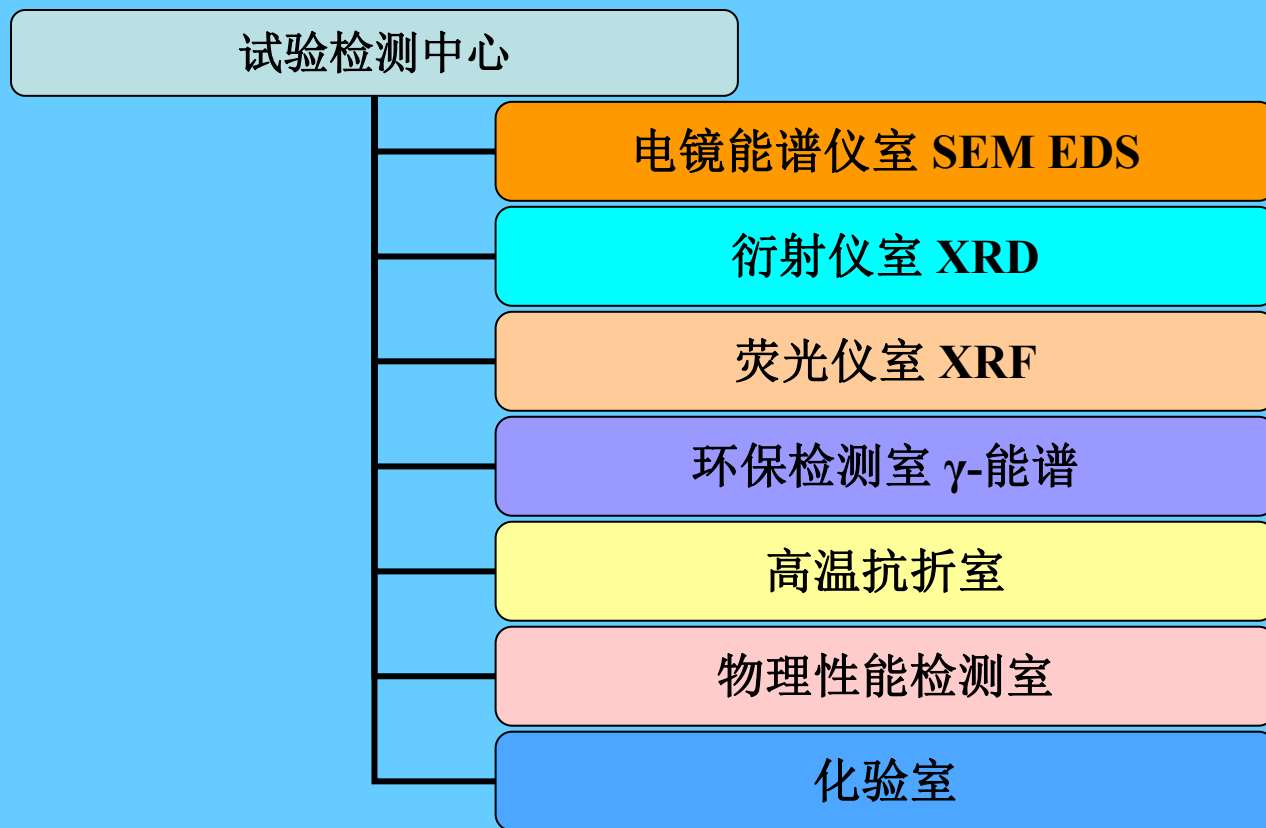
技术研发创新成果

- 拥有高新技术产品14个、国家级重点新产品5个
- 截止2008年6月底共申报专利51项，其中发明专利13项，
已授权专利29项，其中发明专利1项
- 承担国家级、省级、市级科技项目28项
- 荣获国家、省、市科技成果奖32项
- 2007年高新技术产品产值约占企业总产值的52%，所有新产品销售收入约占企业总产值的60.1%
- 科技资产7500万元，约占企业总资产8.3%



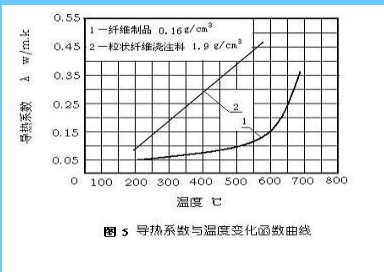
www.punai.com

检测中心介绍



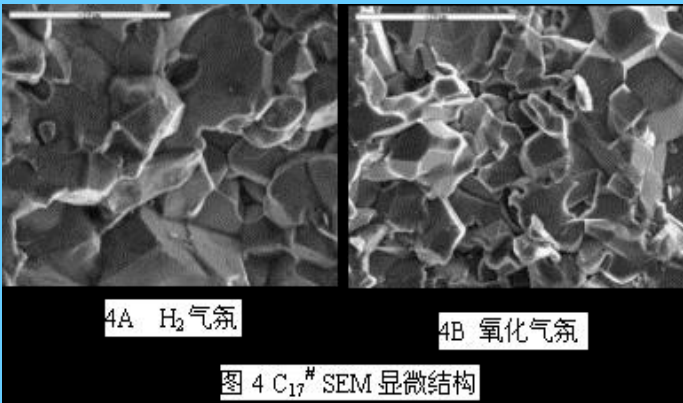
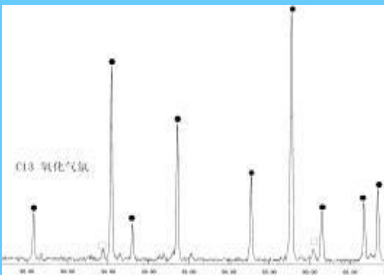


www.punai.com

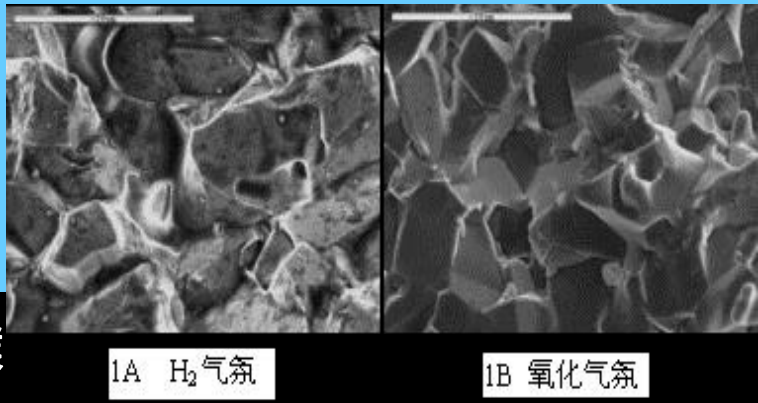


试验检测中心的检验范围

- ✓ 耐火原料物理性能检验
- ✓ 耐火成品的物理性能检验
- ✓ 化学成分分析
- ✓ 显微结构分析
- ✓ 物相分析



濮





www.punai.com

日本电子(JEOL) 产扫描
电子显微镜

分辨率 3.5 nm
最大放大倍数 30万倍

英国牛津公司出产的INCA
能谱仪(EDS)





www.punai.com

飞利浦公司
出产的X射线
衍射仪 XRD



飞利浦公司生产的X射线荧光
光谱仪 XRF

测量范围：从 ^9F ~ ^{92}U

测量精度：可达10PPM

濮耐集团

PRCO GROUP

我们只提供一流的产品和完善的服务！



www.punai.com

濮耐现状

中国耐材企业排名：

■ 综合实力：第一位

- ① 研发能力强
- ② 人才结构合理
- ③ 管理水平高
- ④ 销售网络及其成长性好
- ⑤ 产品品种齐全

■ 营业收入：第二位



www.punai.com



截至2008年6月：

- 濮耐拥有国内客户总数：1186个
- 国内常设办事处：35个
- 施工项目：67个
- 施工人员：930名

数据截至日期：2008年6月23日

濮耐股份

PRCO GROUP

我们只提供一流的产品和完善的服务！



濮耐公司的技术战略

技术中心研发体系

高新技术研究所

与研究院学校合作

引进人才

自主研发

- 基础研究
- 产品前瞻性研究
- 影响因素规律性研究

- 研究所引进博士、博士后进站工作，或者引进国内外高水平人员短期研究

- 研究所和项目部工程师自主开发

多渠道打造自主品牌



濮耐北京科技研发中心



濮耐集团

PRCO GROUP

我们只提供一流的产品和完善的服务！



濮耐公司的技术战略

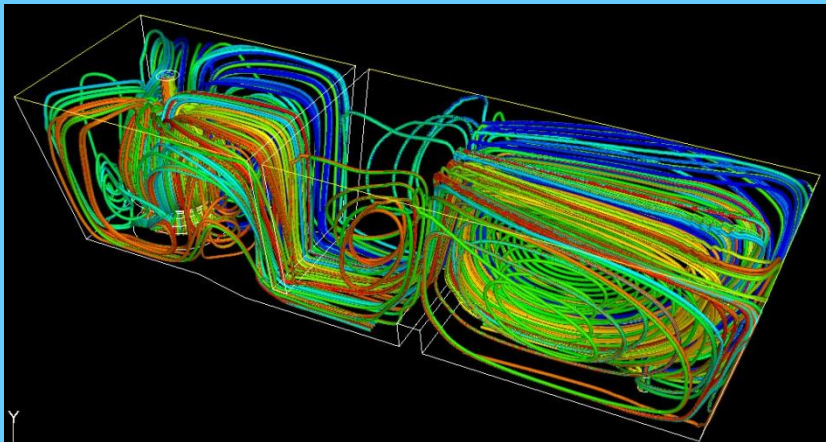
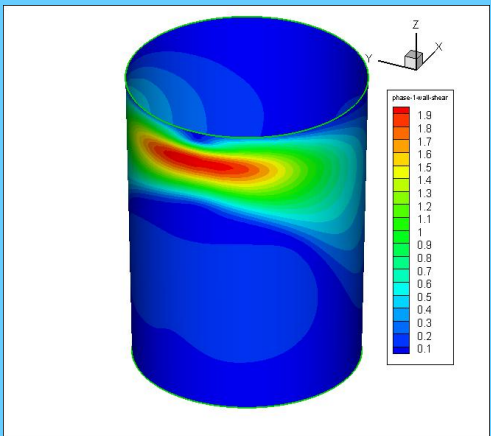
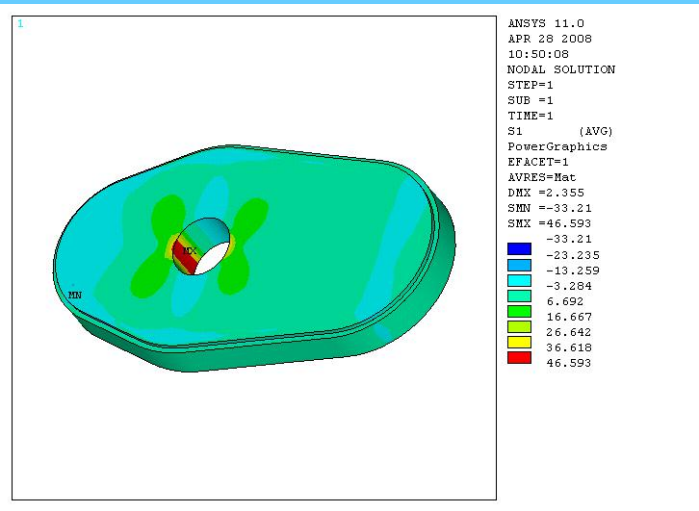
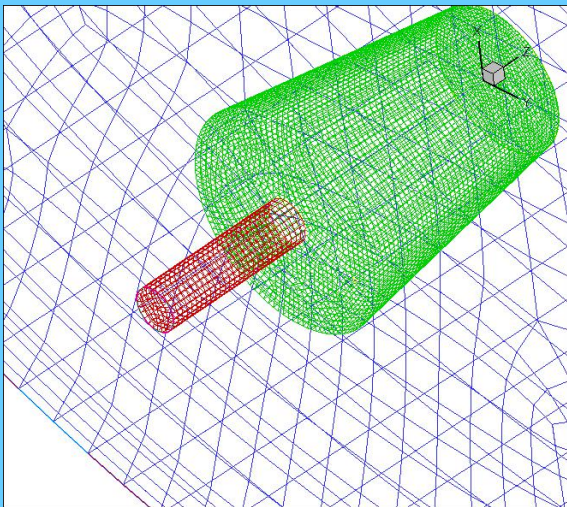
建立北京研发中心

完善物理、化学检测设备，
加强模拟现场试验装备

建立我们的计算机流场、
温度场、应力场模拟仿
真系统



www.punai.com



CFD及有限元分析的应用

濮耐集团

PRCO GROUP

我们只提供一流的产品和完善的服务！



濮耐为中国CFB锅炉领域提供优质产品和服务

濮耐的电力行业部分客户：

序号	客 户 名 称	锅炉规格 (吨/时)	供货范围	备注
1	广西金桂浆纸1#、2#	670	全部	新建
2	内蒙准能矸电1#机、2#机	490		大修
3	山西保德神东电厂	480	全部	大修
4	洛阳龙羽热电7#、8#	480	全部	大修
5	东莞玖龙纸业1#、2#	320	全部	新建
6	重庆玖龙纸业1#、2#	320	全部	新建



濮耐为中国CFB锅炉领域提供优质产品和服务

濮耐的电力行业部分客户：

7	内蒙久泰能源1、2、3#	240	全部	新建
8	唐山三友热电	240		中、小修
9	岳阳纸业1#、2#	240	全部	新建
9	河南中原大化煤化工1#、2#	170	全部	新建
10	韶关钢铁公司热电厂	130	分离器顶	完善改造
11	APP集团宁波中华纸业		冷渣器	大修
12	湖南永州湘纸自备电站	90	全套	新建

循环流化床锅炉用快干耐磨浇注料 研制和使用

濮耐股份（股票代码 002225）薛鸿雁

1.前言

- 循环流化床锅炉所使用的耐磨浇注料一般为低水泥结合高铝质浇注料，实践证明，低水泥浇注料具有密度大、致密性好、气孔率低、强度高等优点，而且解决了传统浇注料中温强度低的缺点，显著的提高了各种热工设备用耐火材料的使用寿命。然而其缺点也是显而易见的，主要是在浇注体的烘干过程中水汽难以排除，极易发生爆裂，这就在很大程度上限制了低水泥浇注料的广泛使用。在国外，由于有着良好的自动化控制设备和操作软件，可以部分的改善这种不良影响，而国内的热工制度和设备很难保证严格按照事先制定的烘烤方案执行。因此，低水泥浇注料虽然在国内循环流化床锅炉上得到了良好的推广应用，但其严格的烘炉曲线和较长的烘炉时间显然不能满足电力行业的发展要求。因此，如何缩短浇注料的烘炉周期具有十分重要的意义。

2. 实验过程及性能检测

根据循环流化床锅炉用耐磨浇注料的损毁特点，循环流化床锅炉用耐磨浇注料应具备以下性能：

- 具有良好的施工性能，满足循环流化床锅炉施工空间小，施工体厚度较薄的特点。
- 具有适宜的脱模强度，在烘烤使用前不会损坏。
- 在操作温度下具有良好的体积稳定性。
- 具有良好的热震稳定性。
- 在800-1000℃环境具有下良好的抗磨损性。

2.1 原材料的选择

- 本课题特级高铝熟料选择对辊破碎后的1-0mm颗粒料。一级高铝熟料只选择5-3mm及3-1mm颗粒料，该一级高铝熟料选择在煅烧特级高铝熟料过程中自然碎裂形成的熟料，外形接近球形。这种接近球形的一级高铝熟料氧化铝含量通常在80-85%之间，可筛分成5-3mm和3-1mm。由于生产条件的限制，<1mm的颗粒极少。
- 基质主要有亚白刚玉细粉、二氧化硅微粉、氧化铝微粉、Secar71水泥及复合外加剂等。

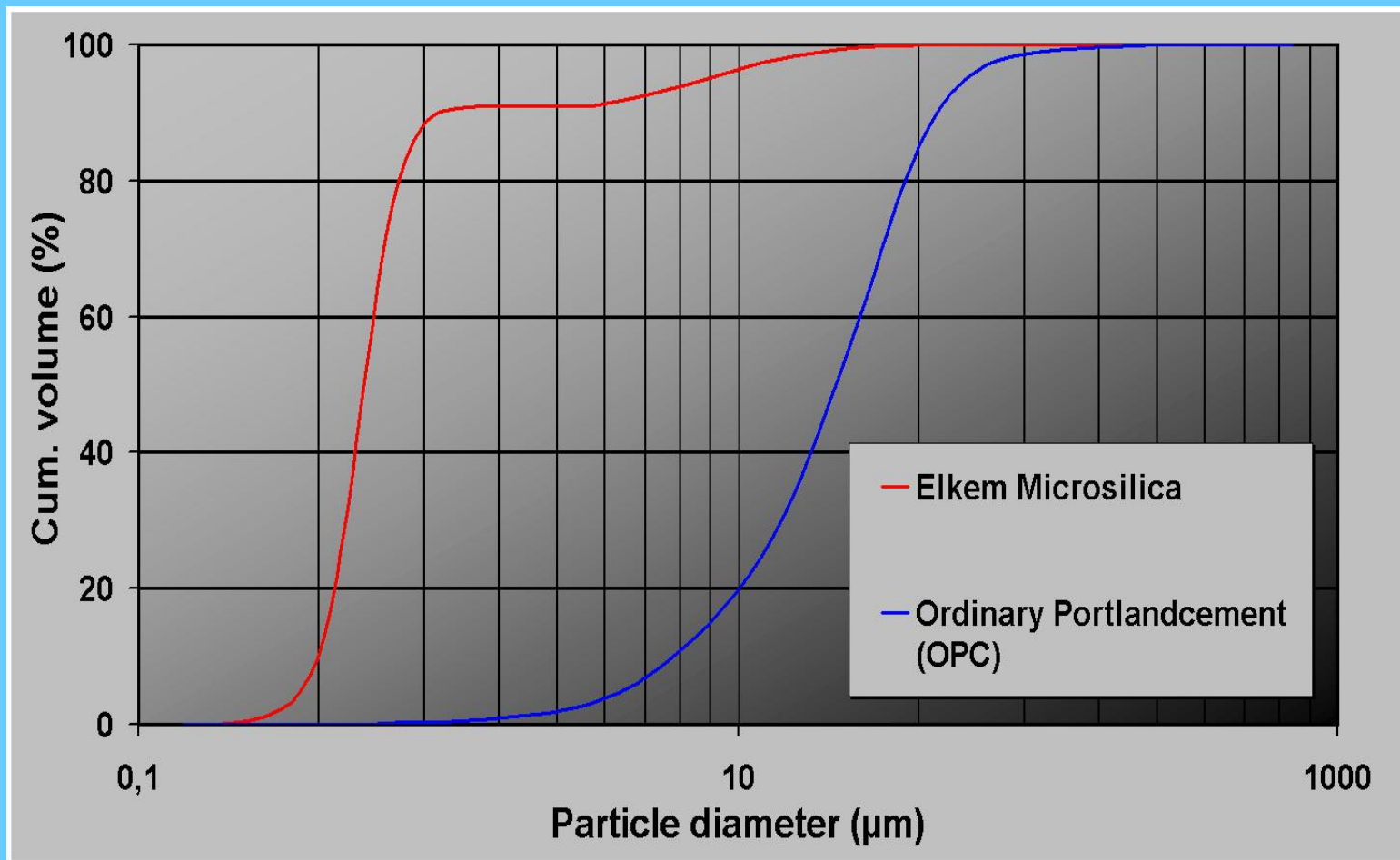


图2.1 埃肯二氧化硅微粉和水泥的粒度分布曲线

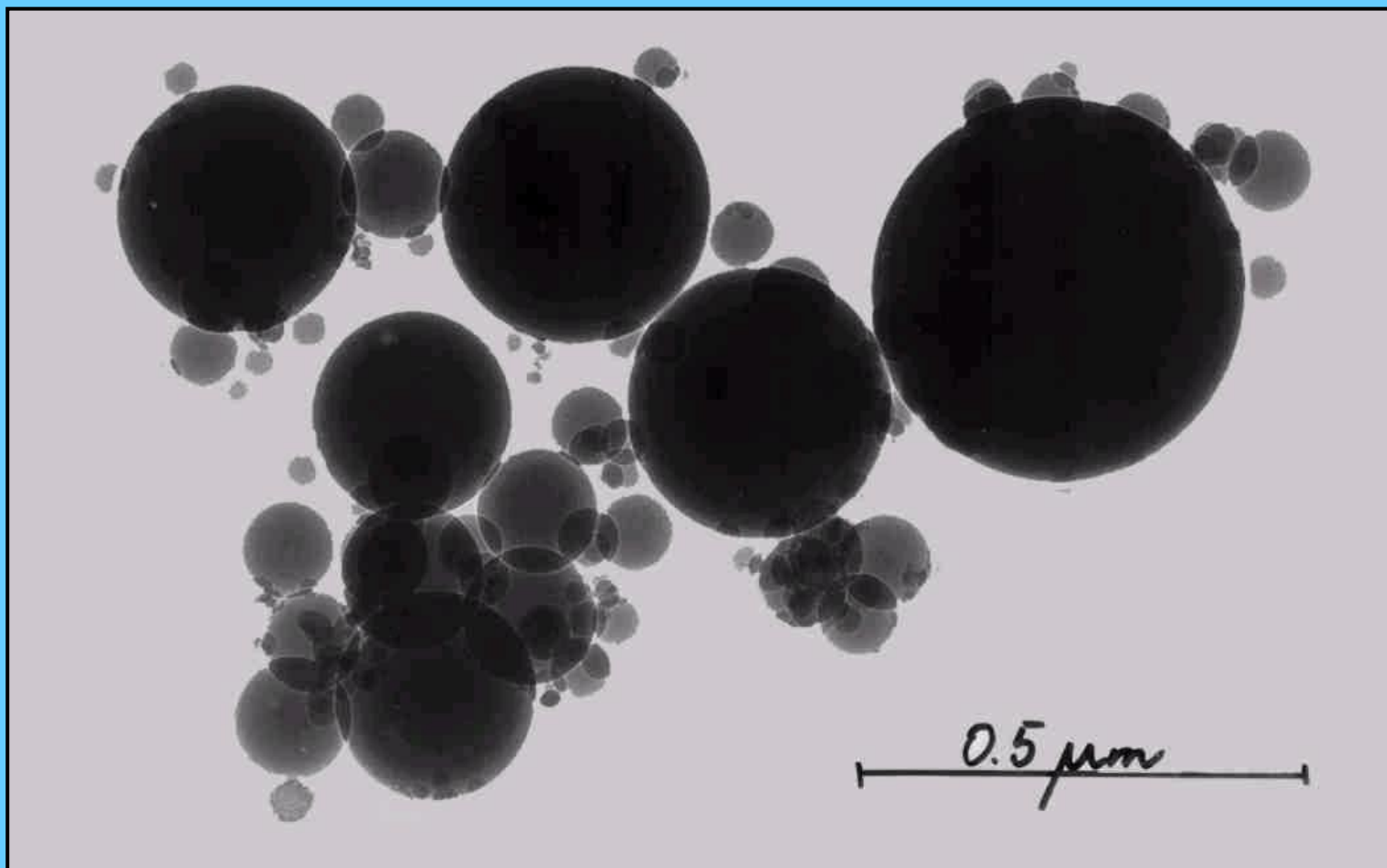


图2.2 埃肯二氧化硅微粉的电镜照片

表2.1 主要原材料的理化性能

原料	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	吸 水率,	体积密度,
	%	%	%	%	%	%	%	g/cm ³
一级高铝熟料	11.32	82.67	1.47	0.4	0.21	0.05	2.6	3.0
特级高铝熟料	7.75	86.83	1.48	0.29	0.24	0.1	2.5	3.2
亚白刚玉	0.53	97.5	0.1	0.27	0.05	0.04	-	-
Secar71水泥	0.22	70.12	0.13	29.2	0.01	0.23	-	-
氧化铝微粉	0.02	99.6	0.02	0.06	0	0.18	-	-
二氧化硅微粉	94.75	-	-	-	-	-	-	-

2.2 检测手段

- 抗爆裂温度
- 试验炉预先升温到设定温度，保温30m in。拉开载样车，将脱模后的3个试样(50 mm × 50 mm × 50 mm)的成型面朝上，以>50 mm的间距，平行放入载样车匣钵内，推进载样车。待炉温恢复至设定温度后，保温30 min，通过观察孔查看试样是否爆裂。如果试验未发生爆裂，取出试样后，将炉温升高50℃，用另一组试样，重复试验。3个平行试样中有1个爆裂，则认为该试样发生爆裂。如果试样在设定温度下不爆裂，而在高于此温度50℃时爆裂，则认为该设定温度即为试样的抗爆裂温度。

2.3 工艺参数的选择

热处理温度	抗爆裂温度	热震	常温抗折强度、 常温耐压强度	常温磨损量、显气孔率、 体积密度、显微结构
110℃×24h; 180℃×24h; 800℃×3h; 900℃×3h; 1000℃×3h	快干耐磨浇注料打成 50×50×50mm, 24h脱模后测不同 温度条件下的抗 爆裂温度	快干耐磨浇注料打成标砖 经 110℃×24h烘干后, 测900℃水 冷热震稳定	快干耐磨浇注料打成 40×40×160mm 试样经110℃×24h 烘干、800℃×3h、 1000℃×3h, 测常 温抗折强度、常 温 耐压强度。	快干耐磨浇注料打成 100×100×27mm试样 经110℃×24h烘干、 900℃×3h烧后, 测常 温磨损量、体积密度、 显气孔率。快干耐磨 浇注料打成 40×40×160mm, 分别经110℃×24h、 180℃×24h进行显微 结构分析。

2.4 制样参数的选择

- 各种所需物料放在搅拌机中搅拌2-3分钟，然后加水搅拌2-4分钟，测出锅后振动30s的流动值，将流动值控制在220mm。将搅拌好的耐磨浇注料倒入 $40 \times 40 \times 160\text{mm}$ 、 $50 \times 50 \times 50\text{mm}$ ， $230 \times 114 \times 65\text{mm}$ 、 $100 \times 100 \times 27\text{mm}$ 模具中在振动台上振动成型，24h后脱模，然后进行其它性能测定。

3 实验结果及分析

3.1 防爆剂

- 由于低水泥浇注料凝固时间的控制应基于以下两个因素：1) 过长的凝固时间会造成工期延长；2) 太短的凝固时间会阻碍气体的排除，增加气孔率，影响低浇注料的使用性能。

- 由于循环流化床锅炉施工受到工期限制，为了提高模板的综合利用率及周转率，需要适当缩短快干浇注料的固化时间，自然排气过程进行得不完全，造成浇注体中闭口气孔多，因此在烘烤特别是快速烘烤时更容易发生爆裂。

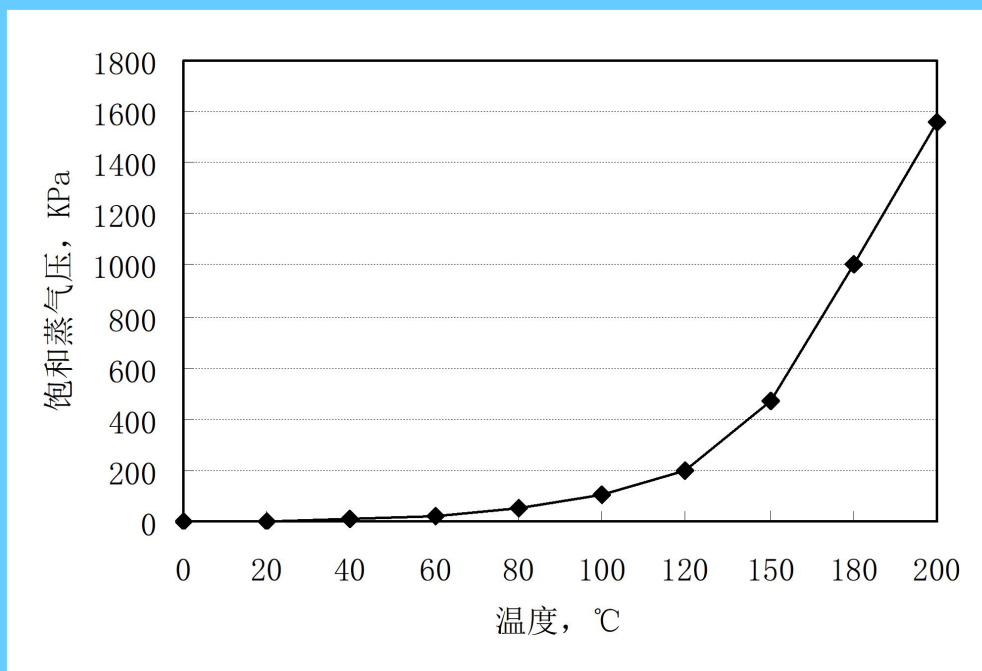


图3.1 水系的蒸汽压

饱和蒸汽压在150°C时为475.8Kpa，在200°C时为1555.9Kpa，这就意味着如果浇注料在高于100°C时气孔通道少，并且浇注料没有足够的强度来抵抗饱和蒸汽压，浇注料极有可能发生爆裂。因此关键是在浇注料温度升至爆裂温度之前，在浇注体中形成足够多的气孔通道，以便于水蒸气的排除。

- 1) 有机纤维，如聚丙烯纤维、聚乙烯纤维等。加入有机纤维后，当施工体加热烘烤到一定温度时，纤维即发生收缩、熔化，在耐火材料中形成细长的气孔通道，有利于水蒸气的排出，提高了浇注料的抗爆裂性。

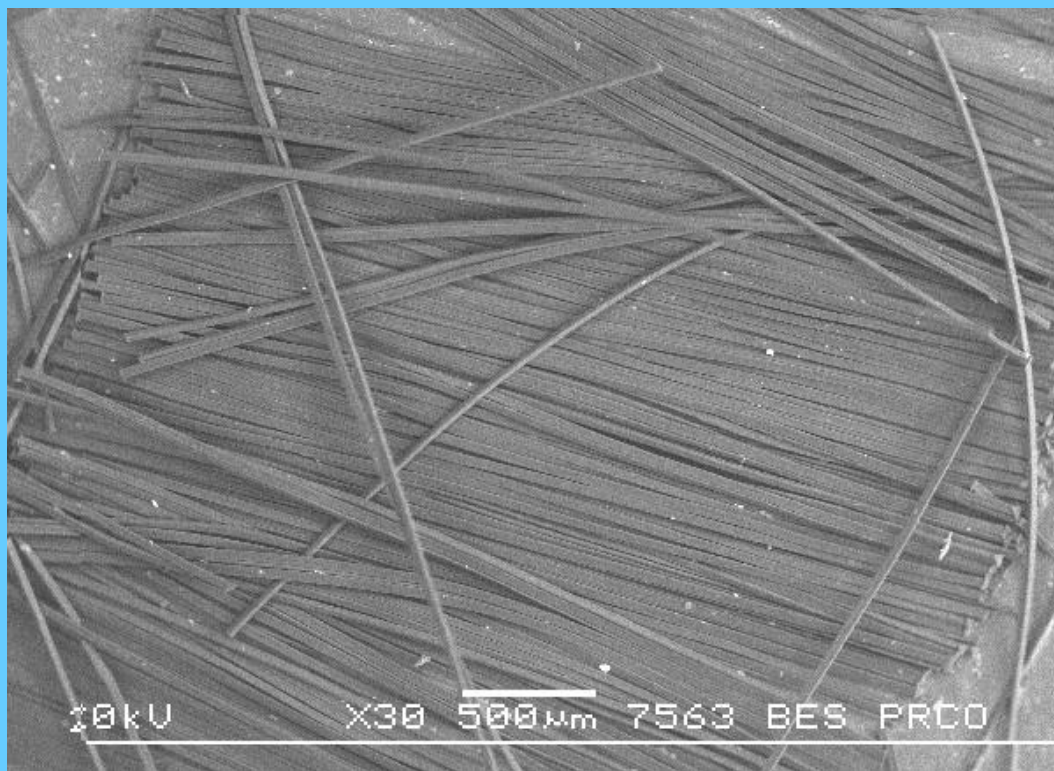


图3.2 有机纤维的电镜照片

2) 添加发泡剂，如偶氮甲酰胺在水泥及水的共同作用下，分解放出气体。气体逸出时，也将在浇注料中形成微细的开口气孔。



- 我们研究出了一种高效复合防爆剂，PN—A—102，其防爆性能远优于传统的防爆剂。

表3.1 防爆剂的影响

温度	PN—A—102	有机纤维	发泡剂
500℃	√	√	√
600℃	√	√	×
700℃	√	×	×
800℃	√	×	×
850℃	×	×	×

√: 不爆裂; ×: 爆裂.

3.2 不同防爆剂对快干耐磨浇注料的性能的影响

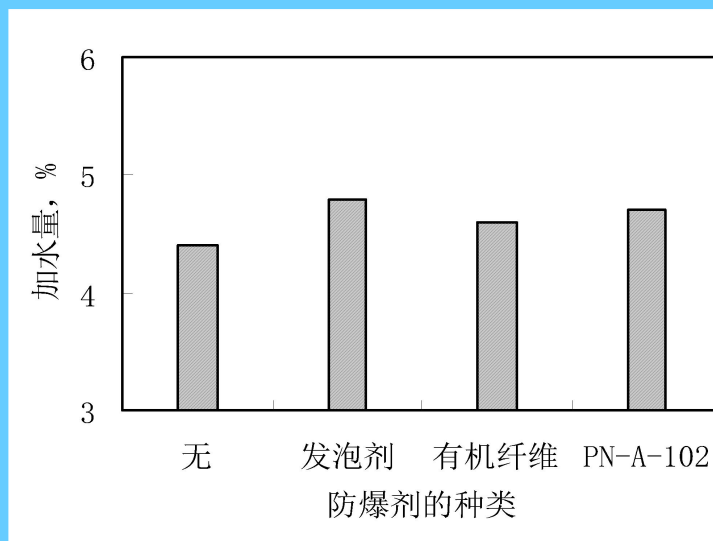


图3.3防爆剂的种类对快干耐磨浇注料加水量的影响

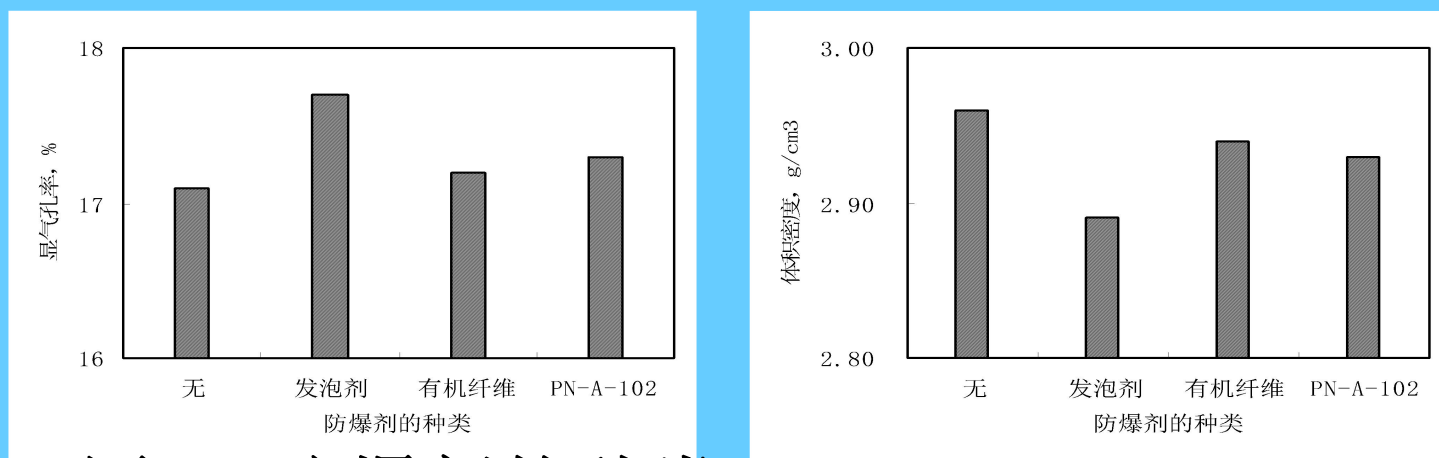


图3.4防爆剂的种类对快干耐磨浇注料体积密度和显气孔率的影响

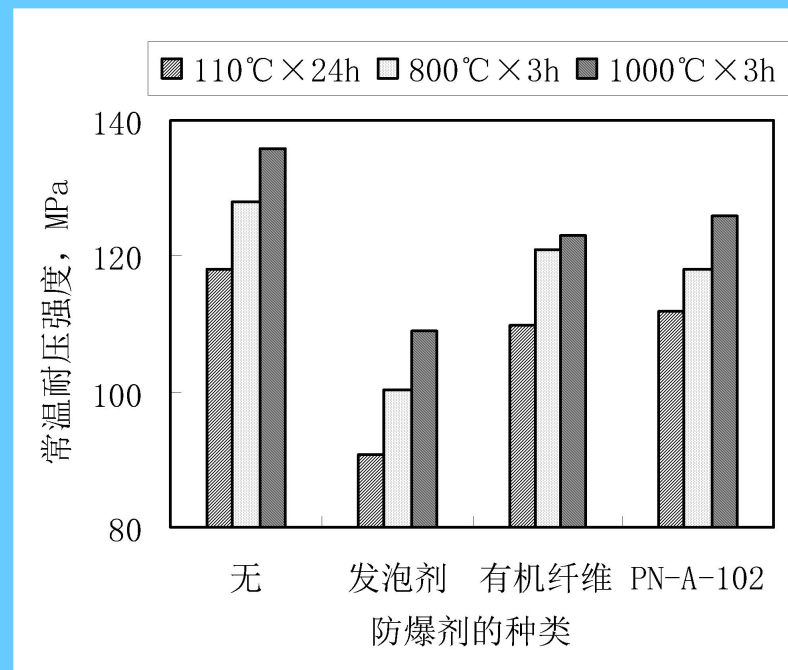
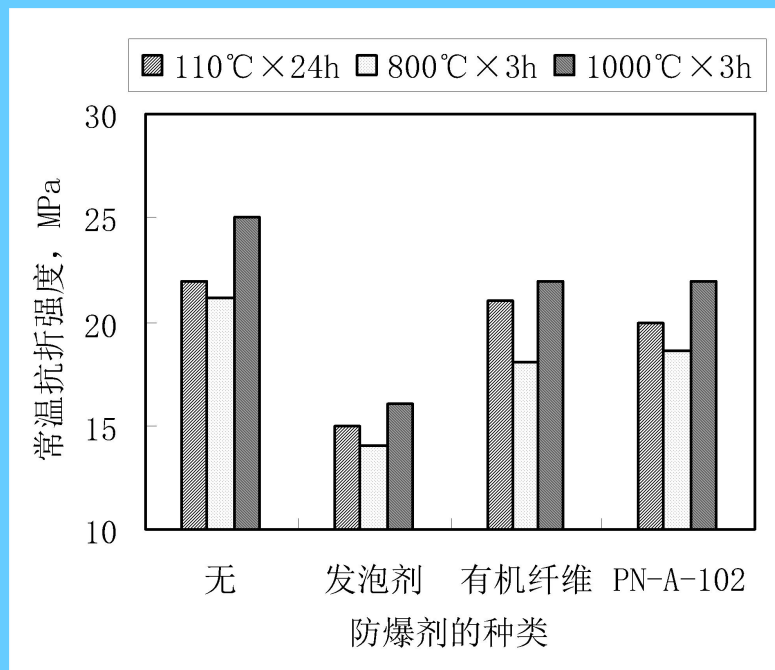


图3.6 防爆剂的种类对快干耐磨浇注料常温抗折强度、常温耐压强度的影响

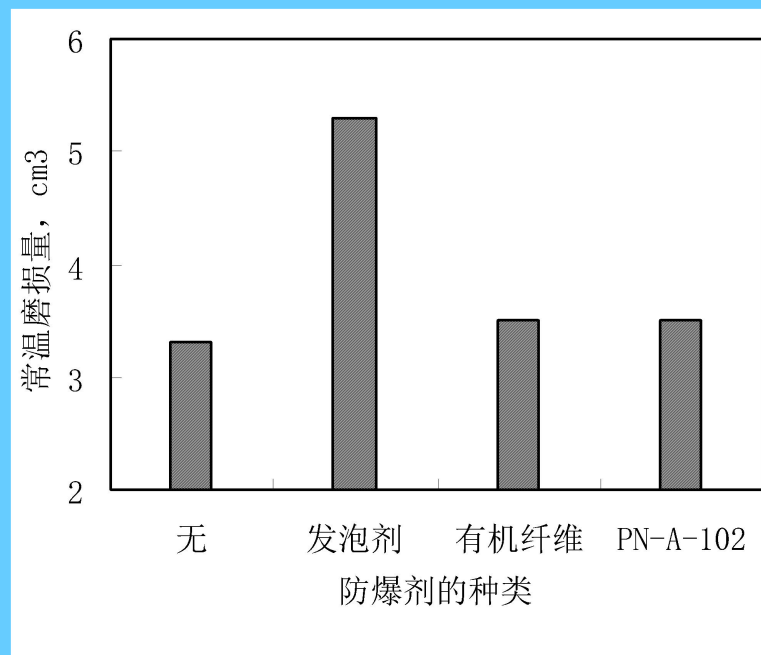


图3.7 防爆剂的种类对快干耐磨浇注料常温磨损量的影响



图3.8 加入PN-A-102防爆剂经110°C×24h、180°C×24h烘干后显微结构照片

3.3快干耐磨浇注料的理化指标

项 目		单位	指 标
常温磨损量	900℃×3h	cm ³	3.5
体积密度	110℃×24h	g/cm ³	2.93
常温耐压强度	110℃×24h	MPa	112
	1000℃×3h	MPa	126
常温抗折强度	110℃×24h	MPa	20
	1000℃×3h	MPa	22
烧后线变化率	1000℃×3h	%	-0.22
热震稳定性	900℃，水冷	次	≥25
耐火度	/	℃	1780
化学成分	Al ₂ O ₃	%	81.62
	Fe ₂ O ₃	%	1.32

4.快干耐磨浇注料的工业应用

- 濮耐（集团）开发的循环流化床锅炉用快干耐磨浇注料，已在山西保德神东电厂480t/hCFB、准能矸电480t/hCFB、中原大化集团热电厂170t/hCFB、泰格林纸集团湘江纸业90t/hCFB、泰格林纸集团沅江纸业75t/hCFB等锅炉上成功使用。由于耐磨浇注料采用了快干技术，减少了耐磨浇注料的烘烤时间，均取得了令人满意的效果。

5.结论

- 在耐磨浇注料中加入适量的**PN-A-102**防爆剂，能显著改善浇注料的抗爆裂性，虽然对耐磨浇注料的物理性能有一定影响，但不显著。
- 所研制的快干耐磨浇注料可以成功用于循环流化床锅炉的各部位，并可显著缩短烘烤时间，由**7天**以上缩短为**12-24**小时，为电厂赢得了宝贵的生产时间。

• 谢 谢 ！