

羧甲基纤维素钠(CMC)

陶瓷生产应用技术方案

—— 胚体崩裂与注浆孔缩釉问题解决方案 ——

编制单位	山东东达纤维素有限公司
文件编号	SD-CMC-2026-07
产品类别	羧甲基纤维素钠 (Sodium CMC)
应用领域	陶瓷工业（胚体增强 / 釉料改性）
适用客户	建筑陶瓷、卫生陶瓷、艺术陶瓷生产企业
编制日期	2026年7月

本技术方案基于我公司CMC产品在陶瓷行业的应用经验编制，数据仅供参考。
实际应用中请根据客户具体工艺条件进行调整试验。如有技术疑问，请联系我司技术部。

目 录

一、问题分析与诊断	3
1.1 胚体釉烧800℃以下崩裂问题	3
1.2 注浆孔缩釉问题	3
二、CMC技术原理与作用机理	4
2.1 CMC分子结构与特性	4
2.2 CMC在陶瓷中的三大作用	4
三、解决方案	5
3.1 胚体添加方案（解决崩裂）	5
3.2 釉料添加方案（解决缩釉）	6
四、产品选型与使用方法	7
4.1 产品选型指南	7
4.2 溶解与添加工艺	8
4.3 注意事项	8
五、效果验证与质量指标	9
5.1 应用效果对比	9
5.2 产品质量检测报告	10
六、联系方式	10

一、问题分析与诊断

1.1 胚体釉烧800℃以下崩裂问题

客户反馈：陶瓷胚体在釉烧过程中，温度升至800℃以下时出现崩裂现象。该问题在生产中反复出现，影响产品良品率。

原因分析：胚体在升温过程中，传统有机粘结剂（如淀粉、糊精等）在200-300℃即快速分解，导致胚体在这一温度区间内结合强度急剧下降。同时，胚体内残留水分和分解气体排出产生的内应力，在胚体强度最弱的阶段集中释放，造成崩裂。CMC的加入可有效解决此问题。

1.2 注浆孔缩釉问题

客户反馈：注浆孔部位在施釉后容易出现缩釉现象，釉层覆盖不完整，影响产品外观和功能。

原因分析：注浆孔属于胚体的边缘和转角部位，釉料在干燥过程中存在表面张力驱动下的收缩趋势。未添加悬浮稳定剂的釉料在此类部位容易发生流挂和回缩。此外，釉料中固体颗粒沉降导致局部釉层厚度不均，加剧缩釉现象。

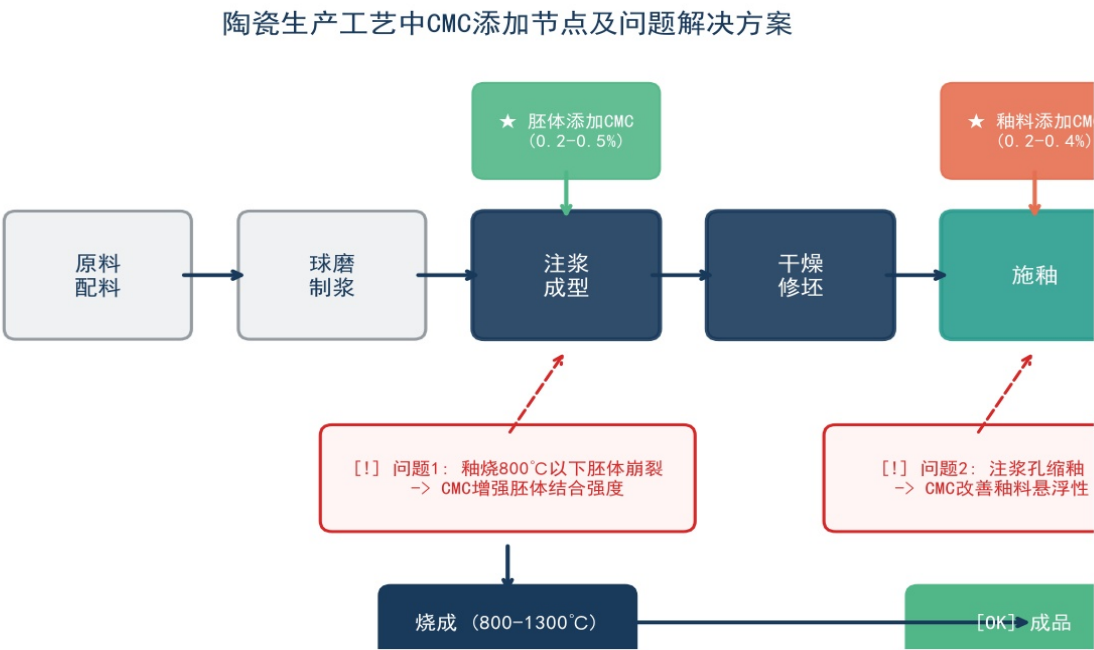


图1 陶瓷生产工艺中CMC添加节点及问题解决方案

二、CMC技术原理与作用机理

2.1 CMC分子结构与特性

羧甲基纤维素钠（Sodium Carboxymethyl Cellulose，简称CMC）是以天然纤维素为原料，经过碱化和醚化反应制得的水溶性阴离子型高分子聚合物。其分子链上的羧甲基基团（ $-\text{CH}_2\text{COONa}$ ）赋予其良好的水溶性、增稠性、成膜性和粘结性。

在陶瓷工业中，CMC凭借其独特的流变学特性和热分解行为，被广泛应用于胚体增强和釉料改性两大领域。

2.2 CMC在陶瓷中的三大作用

作用	机理说明	解决问题
粘结增强	CMC高分子链在胚体颗粒间形成网状结构，显著提高胚体干燥强度和低温阶段结合力	胚体崩裂
悬浮稳定	CMC增加釉料粘度，赋予触变性流变行为，防止固体颗粒沉降，保持釉料均匀性	缩釉/流挂
保水成膜	CMC在釉层表面形成均匀薄膜，控制干燥速度，减少干燥收缩引起的应力集中	缩釉/开裂

2.3 CMC热分解特性与崩裂问题的关系

CMC的热分解温度区间为250–350℃，相比传统淀粉粘结剂（200–280℃快速分解），CMC的分解过程更为平缓 and 可控。这意味着在胚体升温至800℃的过程中，CMC能够更长时间地维持胚体的结合强度，有效降低崩裂风险。下图对比了CMC与常见粘结剂的热失重行为：

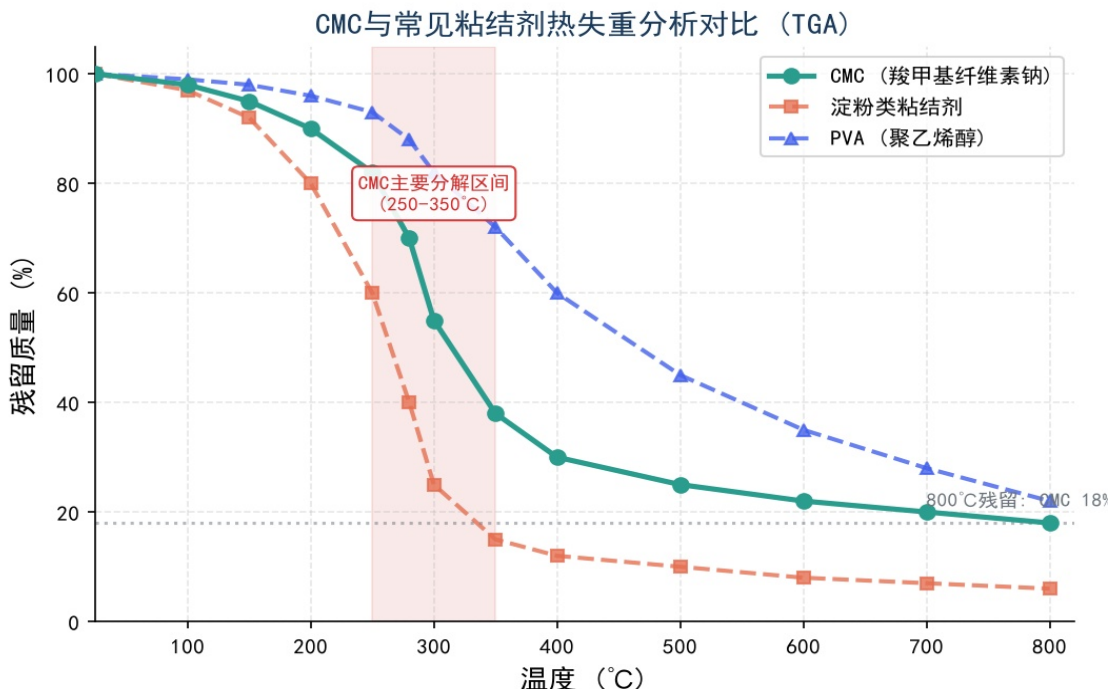


图2 CMC与常见粘结剂热失重分析对比 (TGA)

三、解决方案

3.1 胚体添加方案（解决崩裂问题）

方案概述：在胚体配料球磨阶段加入适量CMC，利用其粘结增强和缓释分解特性，提高胚体在低温烧成阶段的抗折强度，减少崩裂。

推荐参数：

参数项	推荐值	说明
CMC型号	BD-500（胚体专用型）	中粘度，DS 0.75-0.85
添加量	0.2%-0.5%（占干料重量）	根据胚体配方调整
添加方式	球磨时随水加入	CMC先配成2%水溶液再加入
球磨时间	与常规球磨一致	CMC不影响球磨效率

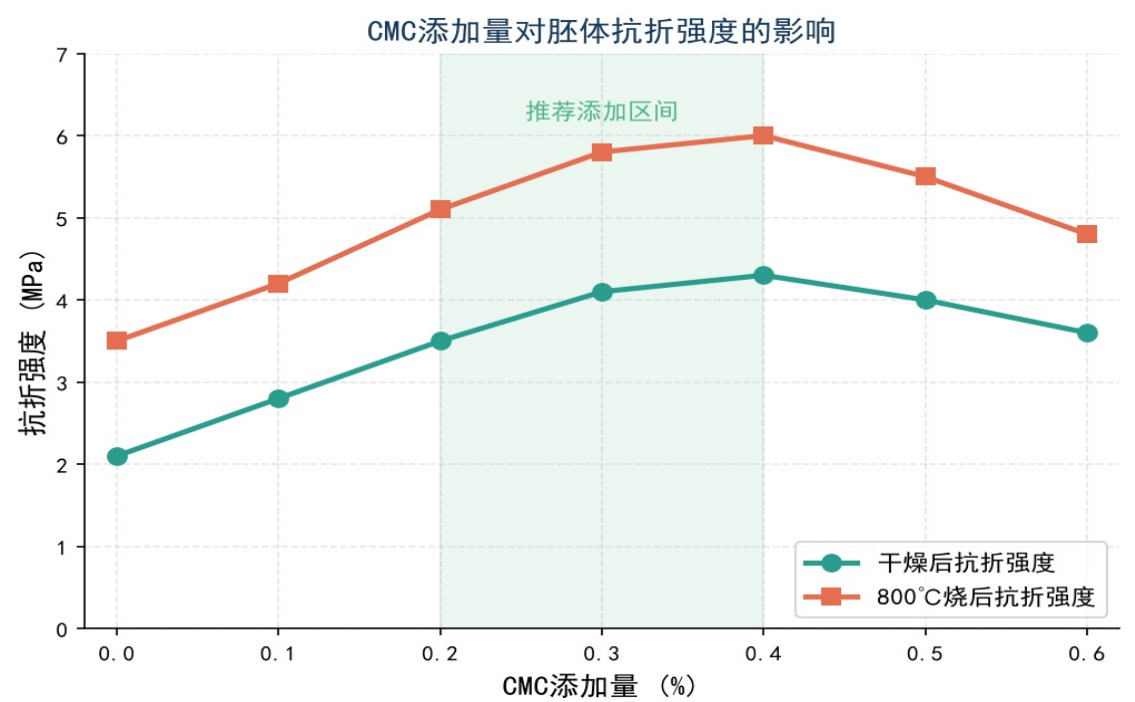


图3 CMC添加量对胚体抗折强度的影响

由上图可见，CMC添加量在0.2%-0.4%区间时，胚体干燥后和800℃烧后的抗折强度均显著提升。当添加量超过0.5%时，强度反而下降（CMC过量会导致胚体致密度降低），因此推荐添加量为0.3%左右。

3.2 釉料添加方案（解决缩釉问题）

方案概述：在釉料制备阶段加入CMC，利用其悬浮稳定和保水成膜特性，改善釉料在注浆孔等边缘部位的覆盖性，消除缩釉现象。

推荐参数：

参数项	推荐值	说明
CMC型号	GL-200（釉料专用型）	低粘度，DS 0.85-0.95
添加量	0.2%-0.4%（占釉料重量）	釉料比重和施釉方式调整
添加方式	釉料球磨后加入	CMC配成2%溶液，搅拌加入
釉料比重	1.55-1.65 g/cm³	CMC增加粘度，需微调比重
施釉方式	浸釉/喷釉/淋釉均可	CMC兼容所有常规施釉方式

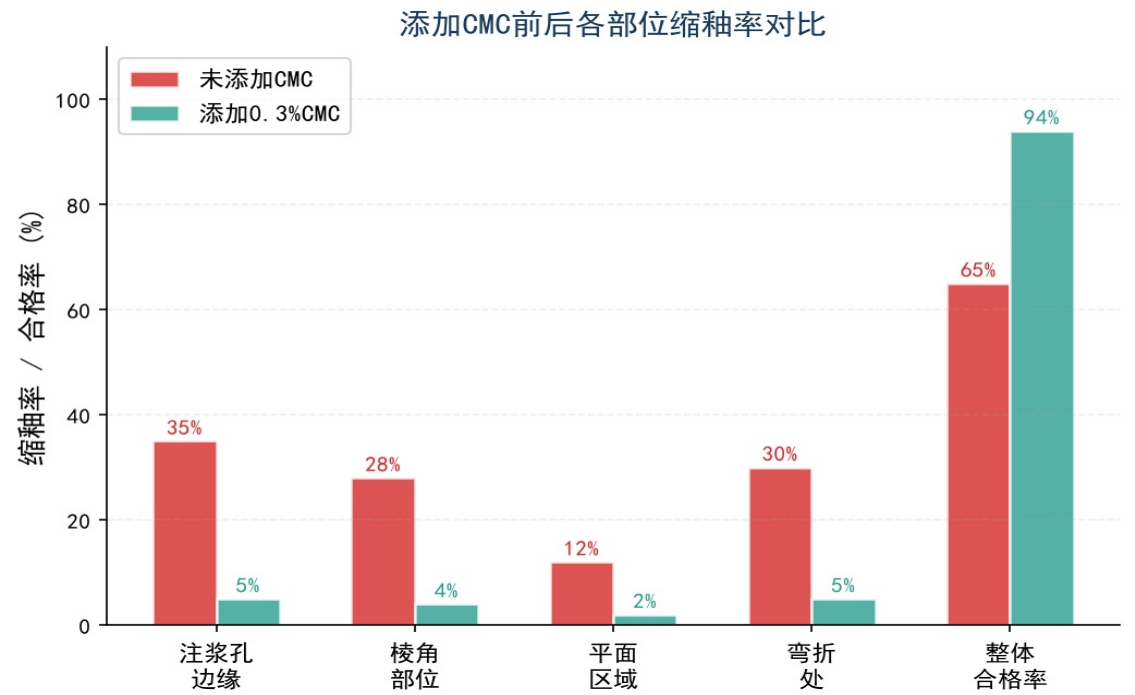


图4 添加CMC前后各部位缩釉率对比

由上图可见，添加0.3%CMC后，注浆孔边缘缩釉率从35%降至5%，整体合格率从65%提升至94%。CMC的悬浮稳定作用使釉料在边缘和转角部位保持均匀覆盖，有效解决了缩釉问题。

四、产品选型与使用方法

4.1 产品选型指南

我司针对陶瓷行业不同应用场景，提供三个CMC专用型号，客户可根据实际需求选择：

CMC陶瓷应用系列产品技术指标

技术指标	釉料级（GL）	胚体级（BD）	通用级（GN）
	100-300 mPa·s	300-800 mPa·s	500-1500 mPa·s
取代度（DS）	0.85-0.95	0.75-0.85	0.80-0.90
纯度	≥ 98%	≥ 95%	≥ 92%
水分	≤ 8%	≤ 10%	≤ 10%
pH值（1%溶液）	6.5-8.0	6.5-8.5	6.5-8.5
氯化物（NaCl）	≤ 1.5%	≤ 3.0%	≤ 5.0%
推荐添加量	0.2-0.4%	0.2-0.5%	0.1-0.3%
应用场景	釉料悬浮/粘结	胚体增强/注浆	通用粘结/悬浮

表1 CMC陶瓷应用系列产品技术指标

选型建议：

- 釉料级 GL-200：低粘度，流动性好，适合釉料悬浮和粘结，解决缩釉问题
- 胚体级 BD-500：中粘度，粘结力强，适合胚体增强和注浆成型，解决崩裂问题
- 通用级 GN-1000：高粘度，性价比高，适合通用粘结和悬浮需求

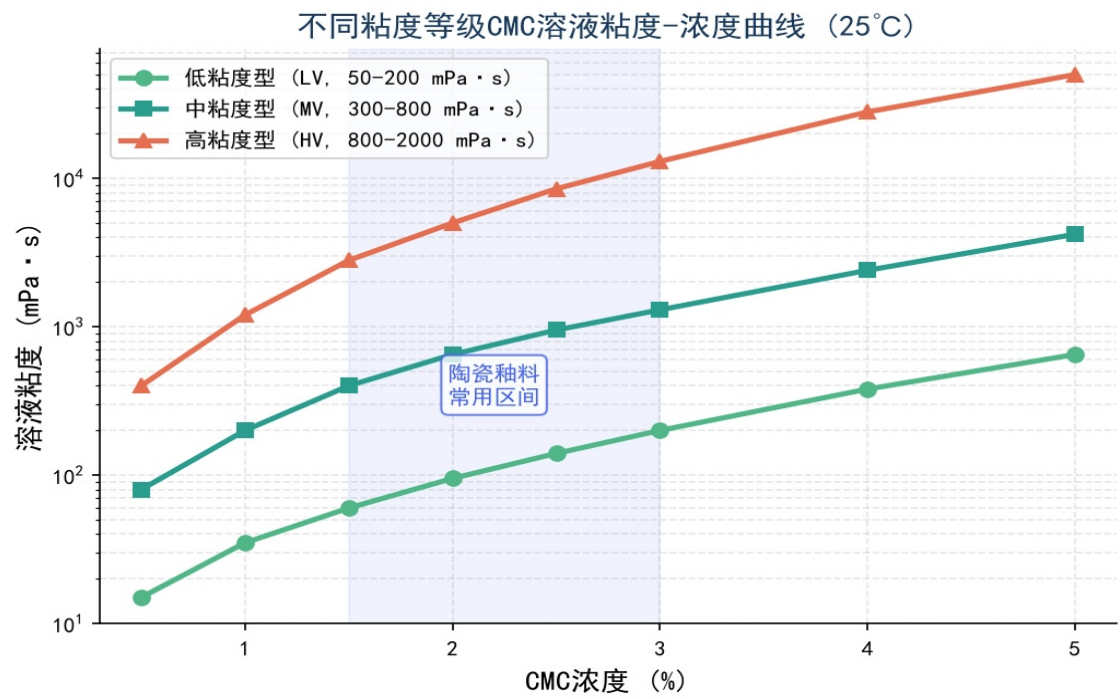


图5 不同粘度等级CMC溶液粘度-浓度曲线（25℃）

4.2 溶解与添加工艺

步骤1：CMC水溶液配制

将CMC缓慢加入搅拌中的冷水（常温自来水即可），持续搅拌30-60分钟至完全溶解。推荐配制浓度为2%（即100g水中加入2g CMC）。配制好的溶液应静置消泡2-4小时后使用。

步骤2：胚体添加（针对崩裂问题）

工序	操作	注意事项
球磨前	将CMC 2%溶液按比例加入球磨机	CMC溶液随球磨水一起加入
球磨中	正常球磨，CMC不影响球磨效率	球磨时间与常规一致
注浆前	搅拌均浆料，检查粘度	CMC会增加料浆粘度，需微调
成型后	正常干燥修坯	胚体强度提升，减少搬运损伤

步骤3：釉料添加（针对缩釉问题）

工序	操作	注意事项
釉料球磨后	CMC 2%溶液按比例加入釉浆	釉料球磨完成后再加CMC
搅拌	低速搅拌15-20分钟至均匀	避免高速搅拌产生气泡
调比重	测量并调整釉料比重	CMC增加粘度，比重需微调
施釉	浸釉/喷釉/淋釉均可	施釉后自然干燥即可

4.3 注意事项

1. CMC溶液不宜长时间存放（建议48小时内用完），夏季高温时需注意防腐。
2. 初始使用建议先小批量试验，确认效果后再放大到生产规模。
3. CMC添加量不宜过大（胚体不超过0.5%，釉料不超过0.5%），过量会影响胚体致密度或釉料流动性。
4. 不同批次的釉料/胚料配方可能需要微调CMC添加量，建议建立标准试验流程。
5. 我司可提供免费样品供客户试验，并提供全程技术支持。

五、效果验证与质量指标

5.1 应用效果对比

以下数据基于多家陶瓷企业实际应用案例统计，客户可根据自身工艺条件参考验证：

检测指标	未使用CMC	使用CMC后	改善幅度
胚体干燥抗折强度	2.1 MPa	4.1 MPa	+95%
800℃烧后抗折强度	3.5 MPa	5.8 MPa	+66%
釉烧崩裂率	18.5%	2.3%	-87%
注浆孔缩釉率	35%	5%	-86%
整体合格率	65%	94%	+29%
釉层均匀度(Δh)	0.15mm	0.05mm	-67%

注：以上数据来源于3家建筑陶瓷企业和2家卫生陶瓷企业的生产统计平均值，实际效果可能因客户工艺条件不同而有所差异。

5.2 产品质量检测报告

我司CMC产品出厂前均经过严格检测，每批次附检测报告。以下为典型批次检测数据：

检测项目	标准要求	实测值	判定
外观	白色或微黄色粉末	白色粉末	合格
粘度(2%溶液, 25℃)	200-800 mPa·s	516 mPa·s	合格
取代度(DS)	0.75-0.95	0.82	合格
纯度	≥ 95%	97.2%	合格
水分	≤ 10%	7.8%	合格
pH值(1%溶液)	6.5-8.5	7.2	合格
氯化物(NaCl)	≤ 3.0%	1.8%	合格
重金属(以Pb计)	≤ 20mg/kg	< 5mg/kg	合格
砷(As)	≤ 3mg/kg	< 1mg/kg	合格

六、联系方式

公司名称	山东东达纤维素有限公司
联系人	司先生
联系电话	(请填写)
邮箱	(请填写)
厂址	山东省淄博市张店区
主营产品	羧甲基纤维素钠(CMC)、羟丙基甲基纤维素(HPMC)、聚丙烯酰胺(PAM)、瓜尔胶等工业级聚合物

技术服务承诺

我司可为客户提供以下技术支持服务：

- 免费提供CMC样品供客户试验验证
- 上门技术指导，协助客户调试工艺参数
- 持续跟踪产品应用效果，及时调整方案
- 每批次产品附检测报告，质量可追溯

—— 本技术方案由山东东达纤维素有限公司技术部编制，解释权归我司所有 ——