

室内恒温泳池保温材料应用分析

——无机质碳酸钙发泡板在高湿高氯环境下的技术可行性论证

第一章 室内恒温泳池环境痛点分析

室内恒温泳池是建筑保温材料面临的严苛应用场景之一。泳池空间长期处于高湿、高温、含氯化学气氛的叠加环境中，对保温材料的物理化学稳定性提出极高挑战。

1.1 环境特征参数

| 环境参数 | 典型数值 | 对保温材料的影响 |
|------|--------------------------------|---------------|
| 空气温度 | 27~32°C (常年) | 加速有机材料老化分解 |
| 相对湿度 | 70%~90% (常年高湿) | 材料吸水受潮，导热系数上升 |
| 氯气浓度 | 0.5~3.0 mg/m ³ (持续) | 腐蚀金属面板、降解有机材料 |
| 冷凝水 | 墙体/风管表面持续结露 | 材料吸水膨胀、脱落风险 |
| 温差循环 | 日间开池/夜间停池交替 | 热胀冷缩加速材料疲劳 |

1.2 常规保温材料失效模式

[聚氨酯 (PU) 喷涂/板材]

受潮粉化：高湿环境下 PU 吸水率 3~5%，长期暴露后保温层内部含水，导热系数急剧上升；紫外线+氯气加速表面老化脆化，1~2 年后出现粉化脱落；防火隐患：燃烧释放氰化氢剧毒气体，泳池为人员密集场所，安全风险极高。

[橡塑海绵 (NBR/PVC)]

发霉变黑：橡塑材料在持续高湿环境下表面极易滋生霉菌，外观变黑、散发异味；老化开裂：使用 5~8 年后表面龟裂，水汽侵入内部，保温性能断崖式下降；氯气腐蚀：PVC 成分遇氯气加速降解，材料发硬、失去弹性。

[岩棉/玻璃棉]

吸水失效：吸水率>15%，在泳池高湿环境中如海绵般吸水，导热系数上升 20%~30%，保温几乎失效；纤维脱落：潮湿后纤维更易脱落，悬浮在空气中危害健康；沉降塌陷：长期受潮后材料自重增加、沉降变形，产生空鼓和热桥。

上述材料在泳池环境中的平均有效使用寿命仅为 3~8 年，频繁更换不仅增加维护成本，更导致泳池停业损失。

第二章 无机质碳酸钙发泡板优势论证

无机质碳酸钙发泡板凭借其独特的理化性能，逐一解决泳池环境的核心痛点：

▶ 闭孔防潮 — 终身不吸水

吸水率<1%，闭孔率>95%，真空隔热微孔结构彻底阻断水汽渗透。在泳池常年 70%~90%高湿环境中，保温性能不衰减、不霉变、不腐烂。导热系数 0.030 W/(m·K)长期稳定，不因吸潮而上升。

痛点对应：解决 PU/橡塑/岩棉受潮粉化、发霉变黑、保温失效问题

▶ B1/A2 级防火 — 人员密集场所安全保障

燃烧性能等级 B1 级（难燃）/ A2 级（不燃），遇火仅碳化、离火即熄、无熔滴、无毒烟。泳池为人员密集场所，一旦发生火灾，无熔滴和无毒烟特性为人员疏散争取宝贵时间。

痛点对应：解决 PU 燃烧释放氰化氢的致命风险

▶ 耐氯气腐蚀 — 化学稳定性的关键

无机质碳酸钙发泡板以碳酸钙等多种矿物质为主，化学性质稳定，对弱酸弱碱和氯气环境具有良好耐蚀性。不像金属面板被氯气锈蚀，也不像有机材料（PVC/PU）被氯气加速降解。注意：高浓度氯气环境建议咨询技术人员确认。

痛点对应：解决橡塑 PVC 成分遇氯气降解、金属面板锈蚀问题

▶ 抗冷凝 — 杜绝结露隐患

闭孔结构+极低吸水率，表面不会因温差结露而吸水膨胀。墙体保温和风管保温层内部保持干燥，杜绝因冷凝水导致的脱落风险和霉变隐患。

痛点对应：解决冷凝水导致材料吸水膨胀、脱落的问题

▶ 近零 VOC — 室内空气质量保障

以无机质碳酸钙等多种矿物质为主，有机高分子为辅，VOC 释放量极低（以检测报告为准）。泳池空间密闭、人员密集，近零 VOC 保障室内空气质量和泳客健康。

痛点对应：解决有机材料 VOC 释放影响室内空气质量的问题

▶ 百年寿命 — 全生命周期成本最优

无机材质抗老化、不粉化、不脆化，使用寿命与建筑同寿（百年以上）。传统有机材料 3~8 年即需更换，而该材料一次施工终身免维护，全生命周期综合成本远低于竞品。

痛点对应：解决频繁更换带来的维护成本和停业损失

第三章 竞品性能对比

3.1 核心指标对比

| 对比维度 | 聚氨酯 (PU) | 橡塑海绵 | 岩棉/玻璃棉 | 碳酸钙发泡板 |
|---------------|-------------|-------------|--------------|----------|
| 导热系数[W/(m·K)] | 0.020~0.030 | 0.034~0.040 | 0.038~0.045 | 0.030 |
| 防火等级 | B1/B2/B3 级 | B1/B2 级 | A 级 | B1/A2 级 |
| 燃烧烟毒性 | 氰化氢剧毒 | 有毒烟雾 | 无毒 | 无毒烟 |
| 吸水率 | 3~5% | 较高 | >15% | <1% |
| 耐氯气腐蚀 | 差 (加速降解) | 差 (PVC 降解) | 一般 | 良好 |
| 抗冷凝结露 | 差 (吸水膨胀) | 差 (表面发霉) | 极差 (吸水如海绵) | 优 (闭孔防潮) |
| 使用寿命 | 10~30 年 | 5~8 年 | 15~20 年 (干燥) | 百年以上 |
| 泳池有效寿命 | 3~5 年 | 3~5 年 | 2~3 年 | 与建筑同寿 |
| VOC 释放 | 有 | 有 | 无 (但纤维有害) | 近零 VOC |
| 维护频率 | 3~5 年更换 | 3~5 年更换 | 2~3 年更换 | 免维护 |
| 泳池推荐指数 | ☆☆ | ☆☆ | ☆ | ☆☆☆☆☆ |

3.2 失效模式对比

| 失效模式 | 聚氨酯 (PU) | 橡塑海绵 | 岩棉/玻璃棉 | 碳酸钙发泡板 |
|------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 受潮粉化 | 2~3 年出现 | 3~5 年出现 | 1~2 年出现 | 不发生 |
| 发霉变黑 | 可能 | 3~5 年普遍出现 | 极易发生 | 不发生 |
| 保温失效 | 3~5 年明显衰减 | 5~8 年断崖下降 | 2~3 年基本失效 | 不衰减 |
| 氯气腐蚀 | 加速降解 | PVC 降解发硬 | 一般 | 耐蚀 |
| 脱落风险 | 中 (吸水膨胀) | 中 (老化开裂) | 高 (沉降塌陷) | 低 |
| 火灾风险 | 高 (剧毒气体) | 中 (有毒烟雾) | 低 | 极低 (无毒烟) |

第四章 应用建议

► 泳池空调风管保温

泳池空调系统全年运行，风管保温层长期暴露在高湿含氯空气中。碳酸钙发泡板闭孔防潮（吸水率 <1%）+ 耐氯气腐蚀，确保风管保温性能长期不衰减；B1/A2 级防火 + 无毒烟，保障人员密集场所安全；15mm 厚度即可满足常规保温需求，降噪 25dB 同步改善泳池声学环境。

► 泳池墙体/屋面保温

泳池墙体和屋面是结露重灾区，传统保温材料吸水后导热系数飙升、发霉变黑、脱落伤人。碳酸钙发泡板闭孔结构 + 抗冷凝特性，彻底杜绝结露隐患；建议配合铝板/不锈钢板保护层，构成完整的保温防潮体系。

► 设备机房管道保温

泳池设备机房（热泵、除湿机、水处理设备）管道密集，高温高湿+氯气环境对保温材料耐蚀性要求极高。碳酸钙发泡板耐酸碱、耐氯气，配合金属护面层，可实现机房管道长期免维护运行。

结论

室内恒温泳池是保温材料的极限考验场景。传统有机材料（PU、橡塑）和纤维材料（岩棉）在高湿、含氯、恒温环境下普遍存在受潮粉化、发霉变黑、保温失效、氯气腐蚀及脱落等问题，有效使用寿命仅 2~5 年。

无机质碳酸钙发泡板凭借闭孔防潮（吸水率<1%）、B1/A2 级防火（碳化不燃、无毒烟）、耐氯气腐蚀、抗冷凝、近零 VOC、百年寿命等核心优势，精准解决泳池环境全部痛点，是室内恒温泳池空调风管、墙体保温及设备机房管道的理想保温材料，全生命周期综合成本远低于传统方案。

免责声明

1. 本报告数据来源于产品检测报告及行业公开资料，仅供参考。
2. 具体技术参数以 CMA/CNAS 检测报告为准。
3. 不同厂家生产的同类型材料参数可能存在差异。
4. 防火等级判定依据 GB 8624-2012，实际应用需遵循 GB 50016 等现行国家标准。
5. 无机质碳酸钙发泡板 1/2 代产品燃烧性能为 B1 级（已上市），3 代产品为 A2 级（即将上市）。
6. 耐氯气腐蚀性能需根据具体浓度和工况条件确认，建议咨询技术人员。
7. 本报告不含价格信息，实际价格请向供应商询价确认。
8. 使用寿命为理论参考值，实际受施工质量、使用环境、维护保养等因素影响。
9. 本报告编辑完成后不再更新，如有冲突以现行标准为准。
10. 选材决策应自行技术论证并承担相应责任。