

浅析不发火混凝土在浅圆仓架空层中的应用

韩明欣

中交一公局第七工程有限公司，河南郑州，450000；

摘要：本文针对浅圆仓架空层的特性与需求，阐述了不发火混凝土的特性、工作原理、应用优势及施工要点。通过对比其与普通混凝土的性能差异，结合浅圆仓储存物资的易燃易爆特点，论证了其应用的必要性与可行性，还探讨了原材料选择、配合比设计等方面，为类似工程提供理论与实践指导。

关键词：不发火混凝土；浅圆仓架空层；防火防爆；应用分析

DOI：10.69979/3029-2727.25.10.018

引言

浅圆仓作为一种高效的粮食仓储设施，凭借其大容量、占地少、装卸便捷等优势，在粮食仓储行业中得到了极为广泛的应用，成为保障国家粮食储备安全的重要基础设施。其架空层结构不仅肩负着支撑上部庞大仓体的关键使命，还为仓体下方提供了一定的作业和通风空间。然而，由于架空层相对封闭、空气流通不畅的空间特点，粮食储存过程中产生的甲烷等易燃易爆气体，以及装卸作业时扬起的粮食粉尘极易在此积聚，形成了潜在的安全隐患。在日常运营中，人员的频繁走动、各类工具的搬运与使用，以及设备的运转维护等活动，都可能导致金属物件与普通混凝土地面发生摩擦或撞击，进而产生火花。这些火花一旦接触到积聚的易燃易爆物质，就极有可能引发火灾甚至爆炸事故，后果不堪设想。而不发火混凝土在受到冲击、摩擦等机械作用时，不会产生红灼火花或火星，能够从源头上遏制此类安全事故的发生，显著提高浅圆仓的整体安全性。因此，深入研究不发火混凝土在浅圆仓架空层中的应用，对于切实保障粮食仓储安全、推动粮食仓储行业的稳定健康发展具有重大而深远的意义。

1 不发火混凝土的特性与工作原理

1.1 特性

不发火混凝土在防火防爆要求高的场所优势显著，特性如下：

不发火性：核心特性，金属或坚硬石块与之摩擦冲击，不会产生红灼火花或火星，从根本上杜绝火花引发火灾或爆炸的可能，如金属工具掉落碰撞也无火花，大幅降低安全风险。

较高耐磨性：经合理骨料选择和配合比设计，能承受长期摩擦，相同条件下磨损程度低于普通混凝土，减少后期维修更换成本。

良好抗压强度：可将上部荷载均匀传递到地基，确

保结构稳定，且能按设计调整以满足不同承载需求。

抗渗性：阻止雨水、熏蒸药剂残留液体等渗透，避免侵蚀下部结构和引发其他安全问题。

抗冲击性：吸收分散动态冲击能量，减少结构破坏，保障架空层完整性。

1.2 工作原理

不发火混凝土的不发火特性源于原材料选择和配合比设计：

骨料选择：采用白云石、大理石等莫氏硬度较低的骨料，硬度低于普通混凝土用碎石，摩擦或撞击时不易产生高温和火花。如白云石莫氏硬度约 3，远低于易产生火花的硬质材料，与金属摩擦时表面不易产生高温和尖锐突起，避免火花。

添加剂作用：部分配方添加特殊添加剂，改善混凝土微观结构，使其更密实，减少孔隙和缺陷，增强骨料与水泥石粘结力，分散外力作用能量，降低局部能量集中产生火花的风险，还可能有润滑作用，减少摩擦能量转化。

配合比优化：科学设计配合比，保证各组分比例恰当，在满足强度、工作性等常规性能的同时，最大限度发挥不发火特性。如精确控制水泥用量，避免结构疏松；合理调整骨料级配，提高密实度，增强不发火性能。

2 浅圆仓架空层的特点及对建筑材料的要求

2.1 结构特点

浅圆仓架空层位于仓体底部与地面之间，通过架空支撑仓体并形成空间，采用柱、梁、板体系。柱传递上部荷载到基础，梁连接柱和支撑板并传递荷载，板直接承受人员、设备等荷载。空间高度通常 2-5 米，便于通行、维护和通风，大型浅圆仓架空层可能设通风、电气等附属设施。

2.2 环境特点

易燃易爆环境：粮食呼吸产生甲烷等易燃易爆气体，架空层封闭、通风差，气体易积聚；粮食装卸运输产生粉尘，浓度达标时也易燃易爆，遇火源易引发事故。

湿度变化较大：为保证粮食质量，浅圆仓采取通风、除湿措施，导致架空层湿度波动大，高湿度易使材料腐蚀、变形。

温度影响：外部环境温度随季节和昼夜变化大，架空层受其影响，夏季高温、冬季低温，温度频繁变化使材料热胀冷缩，易开裂、剥落。

2.3 对建筑材料的要求

防火防爆性能：架空层易燃易爆，材料需具备此性能，不发火混凝土可避免摩擦、撞击产生火花，保障安全运行。

耐久性：在湿度、温度变化大的环境中，材料需抗腐蚀、变形和热胀冷缩，不发火混凝土通过合理选材和配比，具备较好抗渗性、抗冻性等，延长使用寿命。

承载能力：需承受上部仓体及人员、设备等荷载，不发火混凝土抗压强度高、结构性能好，满足承载要求。

施工便捷性：为提高效率、降低成本，材料需便于施工，不发火混凝土可采用常规工艺和设备施工，过程易控制，满足工程进度。

3 不发火混凝土在浅圆仓架空层中的应用优势

3.1 提高安全性

应用不发火混凝土，从根本上降低了架空层因火花引发火灾或爆炸的风险。日常使用中，人员、工具、设备的摩擦和撞击不可避免，普通混凝土可能产生火花，而不发火混凝土即使受强烈作用也无火花，避免点燃易燃易爆物质，保障人员和粮食储备安全。

3.2 满足耐久性要求

架空层环境对材料耐久性考验大，不发火混凝土经精心选材和优化配比，耐久性出色。其抗渗性阻止水分和有害化学物质侵入，避免内部结构腐蚀；在高湿度环境中，能保持结构完整，延长寿命；抗冻性和抗热胀冷缩性能好，温度频繁变化也不易开裂、剥落，减少后期维护成本，提高经济效益。

3.3 与架空层结构适配性好

不发火混凝土力学性能与架空层结构特点和承载要求适配。较高抗压强度可承受上部荷载并均匀传递，确保结构稳定，配合比调整可满足不同承载需求；抗冲击性应对车辆急刹车等动态冲击，减少结构破坏；与钢筋粘结性好，使钢筋混凝土结构协同工作，提高整体性能。

3.4 施工工艺成熟

其施工工艺与普通混凝土相似，成熟可靠。施工时可用常规设备搅拌、运输、浇筑和振捣，便于施工单位操作，保证质量，减少问题；还能提高效率，缩短周期，降低成本，为项目顺利实施提供保障。

4 不发火混凝土在浅圆仓架空层中的应用案例分析

4.1 案例基本信息

某大型粮食储备库的部分浅圆仓架空层采用不发火混凝土铺设地面，用于储存小麦、玉米等。该库位于城郊，周边有工业设施和居民区，单仓容量5000吨，架空层高3米，地面面积200平方米，为满足防火防爆要求选用不发火混凝土。

4.2 设计与施工过程

设计阶段：设计单位根据架空层结构、承载和环境条件，设计不发火混凝土配合比。选优质水泥作胶凝材料，严格筛选白云石作骨料，添加适量特殊添加剂，经多次试配和测试确定配合比。结构设计上，合理布置柱、梁、板尺寸和配筋，确保安全承载。

施工阶段：施工单位按设计和规范操作。先处理基层，清除杂物等，保证平整坚实；用专用设备搅拌原材料，控制时间和速度；运输中防离析和坍落度损失；浇筑时分层进行，每层厚300-500毫米，用振捣棒振捣密实，避免触碰金属预埋件；浇筑后及时抹面，初凝前完成，之后覆盖保湿养护不少于14天。

4.3 应用效果评估

不发火性能：专业机构检测，模拟金属与地面摩擦撞击，未产生火花，符合设计和标准，提供可靠防火防爆保障。

强度与耐久性：现场钻芯取样检测，抗压强度达设计等级，满足承载要求。使用一段时间后，地面无明显裂缝、剥落等问题，结构稳定，耐久性良好。

经济效益：虽原材料成本略高，但耐久性好减少后期维护成本，且提高安全性，避免火灾或爆炸的巨大损失，经济效益和社会效益显著。

5 不发火混凝土在浅圆仓架空层应用中的施工要点

5.1 原材料选择与控制

水泥：选质量稳定、强度等级 ≥ 42.5 级的普通硅酸盐水泥，安定性合格。采购正规厂家产品，检查出厂报告和合格证，确保质量。

骨料：粗骨料选莫氏硬度 ≤ 3 的白云石、大理石等，质地均匀无杂质，粒径合理；细骨料用洁净河砂或机制砂，质地坚硬粗糙，粒径0.15-5mm，含泥量 $\leq 3\%$ ，有机

物含量 $\leq 0.5\%$ 。储存运输中防混入金属碎屑等杂质。

添加剂: 按需添加减水剂、增塑剂等, 减水剂降低胶比, 增塑剂改善工作性, 密实剂增强密实度。选与其他材料相容性好的添加剂, 按说明书控制掺量。

5.2 配合比设计

强度设计: 据架空层承载和结构设计确定强度等级, 一般不低于 C30。按《普通混凝土配合比设计规程》(JGJ55), 以保证强度为前提, 结合不发火特性计算各材料用量, 试配调整确保满足强度和不发火等性能。

工作性设计: 根据施工工艺和浇筑方式确定坍落度, 泵送施工宜 120–160mm, 人工浇筑宜 80–120mm。通过调整骨料级配、砂率和添加剂掺量改善工作性, 合理砂率保证黏聚性和保水性, 避免离析、泌水。

5.3 施工过程控制

搅拌过程: 用强制式搅拌机, 搅拌前检查设备, 精确计量原材料。按骨料、水泥搅拌均匀后加水和添加剂的顺序搅拌, 时间 90–120s, 观察混凝土状态, 异常时延长或检查原料。

运输过程: 保持连续搅拌, 防离析和坍落度损失。运输车辆清洁, 缩短运输时间, 气温高时遮阳并缩短时间。坍落度损失大时, 可适量加外加剂调整, 严禁随意加水。

浇筑与振捣: 浇筑前检查模板, 确保牢固、尺寸准等, 基层洒水湿润无积水。混凝土连续浇筑, 间歇时间缩短, 在前层初凝前完成次层浇筑。用插入式振捣棒振捣, 移动间距 \leq 作用半径 1.5 倍, 时间 20–30s, 避免碰撞模板等。

抹面与养护: 浇筑振捣后及时抹面, 消除气泡和麻面, 初凝前完成。抹面后立即养护, 可覆盖薄膜、洒水等, 保持表面湿润, 养护 ≥ 14 d, 期间避免人员行走或堆放重物。

5.4 质量检测

不发火性能: 按《建筑地面工程施工质量验收规范》(GB50209), 用标准试件在混凝土表面摩擦撞击, 每 100 m²设检测区, 每区抽 3 点, 结果需符合要求。

强度检测: 标准养护 28d 后, 用钻芯法或回弹法检测, 数量按《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204) 确定, 不合格及时处理。

外观质量: 检查表面有无裂缝、蜂窝等缺陷, 及时修补, 保证平整坚实。

其他性能: 按需检测抗渗性(渗水试验, 6h 无渗水)、耐磨性(磨耗试验测磨耗量)。

6 不发火混凝土应用中存在的问题及解决措施

6.1 存在的问题

成本较高: 特殊骨料和添加剂价格高, 原材料成本比普通混凝土高 10%–30%, 增加工程投资, 让部分建设单位犹豫。

原材料供应不稳定: 对骨料要求严, 特定软质石料在部分地区资源匮乏, 供应不稳定影响施工进度, 且骨料筛选加工复杂, 质量可能参差不齐。

施工技术要求高: 虽工艺与普通混凝土相似, 但对施工控制更严, 搅拌不均影响不发火性能, 振捣不到位影响强度和耐久性, 需施工人员有高技能和责任心, 否则易出质量问题。

6.2 解决措施

优化配合比设计: 在保证性能的前提下, 减少高价原材料用量, 如合理调整骨料级配增加廉价骨料比例, 选性价比高的添加剂, 同时与供应商合作争取优惠, 降低成本。

建立稳定的原材料供应链: 调查开发原材料资源, 寻找更多供应商, 签订长期协议保证供应和质量, 严格管理运输和储存, 防骨料污染损坏。

加强施工技术培训: 培训施工人员, 使其熟悉特性和要求, 内容包括原材料性能、配合比等, 提高技能和责任心, 建立质量管理体系, 加强监督检查, 及时解决问

7 结论与展望

综上所述, 不发火混凝土凭借其出色的不发火性、强度、耐久性以及良好的施工适应性, 在浅圆仓架空层中展现出显著优势, 能够满足该区域对防火防爆等多方面的要求, 有效提升了浅圆仓的安全性。通过合理选择原材料、科学设计配合比、严格控制施工过程以及加强质量检测等措施, 能够保证其应用质量, 而成本较高、原料供应不稳定等问题也可通过相应办法得到缓解。随着行业的不断发展, 不发火混凝土的应用前景十分广阔, 未来可通过研发新型原材料、优化性能以及创新施工工艺等方式降本增效, 其在浅圆仓架空层的应用既可行又必要, 有望在更多领域得到广泛应用。

参考文献

- [1] 李兵. 不发火混凝土的研究与性能分析[J]. 福建建材, 2022(003):000.
- [2] 王宝民, 郭志强. 不发火混凝土的研究现状和应用[C]//中国混凝土与水泥制品协会; 北京混凝土世界杂志社. 中国混凝土与水泥制品协会; 北京《混凝土世界》杂志社, 2011.
- [3] 邹振华. 不发火混凝土及其制备方法: CN201710672774.2[P]. CN109384428B[2025-07-16].