

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≤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，异常时延长时间或检查原料。

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、尺寸准确，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≤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≥14d，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100m²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》(GB50204)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)、耐磨损性(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，建立质量管理制度，加强监督检查，及时解决问题。

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].