

城市更新背景下人防工程改造与管理的创新研究

梁晓伟 王寿康 陈忠伟 许 森 田晓阳
济南市人防建筑设计研究院有限责任公司 山东 济南 250000

摘要：城市更新背景下，旧城等人防工程分布不均、设施老化、功能单一等问题突出。本文剖析现状与关键矛盾，提出功能复合化、技术集成化、管理机制创新等路径，分类探讨改造模式与实施策略，构建规划、资金、政策、技术标准保障体系，为构建功能复合、互联互通、可持续运营的区域防护新格局提供参考。

关键词：城市更新；人防工程；改造管理；创新路径；保障体系

引言：城市更新是城市发展的必然进程，人防工程作为城市防护体系重要部分，改造与管理面临诸多挑战。旧城等人防工程受历史条件限制，存在空间、功能、管理、技术等多方面矛盾。在此背景下，探索创新改造与管理路径，提升人防工程效能，对保障城市安全、促进城市可持续发展具有重要意义。

1 城市更新区域人防工程现状与核心问题

1.1 区域特征与工程现状

旧城、旧街区、旧厂房及历史城区作为城市更新的重点对象，人防工程分布呈现显著不均衡性。这些区域受历史建设条件限制，人防工程多以分散式、小型化形态存在，难以形成系统化防护网络。既有工程普遍面临设施老化问题，通风、照明、排水等基础系统运行效率低下，部分工程已出现结构安全隐患。功能单一化是另一突出特征，多数工程仅满足战时隐蔽需求，缺乏平时服务功能延伸，直接造成资源闲置与浪费。连通性差进一步削弱工程效能，独立建设的工程单元间缺乏有效衔接，应急状态下无法形成整体防护能力。与此同时，产权关系复杂、技术标准不统一等问题，进一步增加了统筹更新改造的难度。为突破现状瓶颈，需在后续更新中优先推动工程间的标准化衔接与系统性提升，通过整合分散资源、引入智能运维等手段，逐步构建功能复合、互联互通、可持续运营的区域防护新格局。

1.2 关键矛盾分析

空间矛盾体现在人口密度与工程承载能力的严重失衡。更新区域往往聚集大量居住人口，既有工程规模有限，战时人员隐蔽与物资储备需求难以得到满足，平时服务功能扩展更受空间条件严格制约。功能矛盾表现为战时防护需求与平时服务功能的错位配置^[1]。传统人防工程侧重战时功能，对平时使用的舒适性、便捷性考量不足，社区居民参与意愿持续走低，设施利用率长期处于低位。管理矛盾源于传统静态管理模式与城市更新动态

需求的脱节。既有工程管理多依赖行政指令，缺乏市场化运作机制，难以适应更新后功能复合化、运营多元化的新要求。技术矛盾集中于历史保护要求与现代化改造的冲突。历史城区人防工程改造需兼顾建筑风貌保护与结构安全提升，传统施工方式易对历史遗存造成不可逆损伤，新技术应用又面临成本高、周期长等现实困境，施工团队往往在保护与改造之间难以找到精准平衡点。

2 人防工程改造与管理的创新路径

2.1 功能复合化创新

平战结合的多功能体系构建为人防工程注入新活力。在旧城更新中，可将人防空间与社区商业、文化服务深度融合，日常作为便民超市、图书阅览或健身场所，战时迅速转换为物资储备点与人员隐蔽所。这种转换依赖模块化设计的灵活支撑，通过可拆卸隔断与标准化构件，实现空间功能的快速重组。例如，轻质隔墙可在4小时内完成拆装，满足不同场景下的使用需求。垂直空间拓展则突破平面局限，通过与地铁站点、综合管廊的立体衔接，形成上下贯通、功能互补的地下网络。这种衔接不仅提升工程连通性，单工程日均客流量可提升500人次，更借助既有设施的客流优势，增强人防工程的日常使用频率，实现战备效益与平用效益的双重提升。进一步推动功能融合，需注重空间设计的兼容性与转换便捷性，明确日常与战时管理标准，确保功能切换高效有序。同时应加强公众宣传与体验活动，提升社会对人防复合功能的认识与参与度，使其真正融入城市生活圈，成为服务民生、保障安全的重要节点。

2.2 技术集成化创新

智能化改造赋予人防工程感知、决策与响应自主能力。物联网整合环境监测、设备控制与人员定位系统，实时反馈温湿度、空气质量等数据，为管理决策提供精准依据。智能通风系统依人员密度自动调节换气频率，每提升10人/平方米，换气次数增1次/小时。照明控制结合自

然光与人员轨迹按需供给,节能率超40%。绿色化升级聚焦资源循环与生态友好,针对人防工程特点,采用分布式光伏方案。利用附属空间铺光伏板,单工程年均发电2万度,优先供给工程设备运行。雨水收集系统结合地面区域与排水管网建设,收集雨水经净化后用于绿化灌溉与消防储备,年节水量超500立方米,构建自给自足微型生态。针对历史建筑保护区人防工程,结构加固采用微扰动施工方案。植入碳纤维布或增设阻尼器提升性能,规避对原貌破坏,实现保护与功能平衡。施工引入监测设备全程跟踪关键指标,保障历史建筑稳定。

2.3 管理机制创新

动态评估机制以城市更新进度为基准,定期开展人防工程适应性评价。通过分析区域人口变化、功能调整等要素,动态优化工程配置,确保防护能力与使用需求匹配。协同治理模式构建政府、市场与社区的共生关系:政府制定规则框架与监督标准,市场主体参与运营维护与资源整合,社区居民通过意见反馈机制参与决策,形成规划建设运营全周期的治理闭环。数字化管理平台整合工程档案、设备状态与应急预案等信息,通过三维可视化界面实现一键调度。在突发事件中,系统可自动生成最优响应路径,协调物资调配与人员疏散,为韧性城市建设提供技术支撑^[2]。为提升管理效能,需建立跨部门数据共享机制,打破信息壁垒,推动评估、治理与平台运行深度融合。同时应定期开展多主体协同演练与培训,强化应急响应能力,并通过智能化手段持续优化管理流程,形成“监测-评估-响应-优化”的良性循环,确保人防工程在全生命周期内保持高效、灵活与可靠。

3 人防工程改造的模式选择与实施策略

3.1 改造模式分类与适用性

整体更新模式适用于连片旧城区地下空间开发。该区域人防工程分布零散、标准不一,有大量早期失效工程,需以加固修复+功能植入为核心,统筹规划整治失效工程结构安全、升级设施,同步构建防护网络。规划结合城市更新总体方案,明确工程定位与连通要求,兼顾战时防护与日常便捷,将分散工程整合成多节点、多通道地下空间体系。局部优化模式聚焦单体早期失效工程加固再利用,针对设施老化或功能单一工程,优先隐蔽加固结构,同步植入民生功能,单工程改造周期6个月内,保留战时防护力提升日常价值。人防工程缓解老旧城区停车难优势显著。老旧城区地面空间稀缺难建大型停车场,人防工程多在人口密集区地下,空间规整承载力强,加固改造后可直接作停车场。与新建地下停车设施比,利用人防工程改造无需额外征地,大幅降低成

本与周期;智能化管理提升利用率,单工程改造可新增30—80个车位,填补停车缺口。复合利用模式面向高密度城区,结合商业、文化需求打造地下综合体,与人防工程与轨道交通、商业中心无缝衔接,形成多功能立体空间,高效利用土地。

3.2 分阶段实施策略

短期重点强化应急功能,完善避难标识系统,增设应急物资储备点,打通关键疏散通道,确保战时或突发事件中人员快速转移。同步开展既有工程结构安全检测,对存在隐患的部位实施临时加固,为后续改造筑牢安全根基,保障基础防护能力。短期实施中还应建立常态化巡查与维护机制,将工程状态纳入城市应急管理体系进行实时监控,确保设施始终处于有效可用状态。中期推进服务功能升级,嵌入社区商业网点、健身设施、养老服务站或智能停车模块,通过功能复合化提升工程日常利用率。例如,利用人防空间建设社区菜市场或增设智能立体停车位,既解决居民生活与停车刚需,又为工程维护提供稳定资金支持。中期改造需注重功能配置的灵活性与可持续性,建立功能动态调整机制,适应社区需求变化。长期目标构建韧性防护体系,将区域人防工程与城市生命线工程深度融合,形成覆盖电力、通信、给排水等关键设施的地下防护网络,提升城市应对灾害的持续运行能力。长期规划中应强化政策保障与跨部门协同,通过立法和标准制定确保防护网络的系统性和完整性,最终实现从独立工程到网络化韧性体系的战略转型。

3.3 利益相关方协同机制

政府发挥主导作用,制定改造规则与技术标准,监督工程实施质量,并通过财政补贴降低企业参与门槛。例如,对采用新技术、新模式的项目给予税收减免或资金奖励,激发市场创新活力。企业作为技术投入与运营主体,负责工程改造方案设计、商业功能开发及长期维护管理,通过市场化运作实现可持续运营。社区通过居民议事会、需求调研等方式反馈实际诉求,参与改造方案论证与验收评价,确保工程贴近民生需求。建立多方参与的听证与仲裁制度,对改造中的利益冲突进行协调,例如通过第三方评估机构平衡商业开发与防护功能的关系,明确防护优先级与开发边界,保障各方合法权益,形成共建共享的治理格局。

4 创新实施的保障体系

4.1 规划衔接保障深化

城市更新中的人防工程改造需突破传统二维规划思维,建立三维空间统筹模型。通过数字孪生技术构建地

上地下一体化信息平台,将人防工程与周边市政管线、建筑基础、交通枢纽等要素进行空间碰撞检测,避免施工冲突。同时引入地质勘察数据与周边建筑沉降监测信息,强化模型动态修正能力。例如在旧城核心区改造中,可利用BIM技术模拟地下空间开发强度,确保人防工程与地铁隧道保持安全间距,单工程与地铁结构净距控制在3米以上。规划部门应建立跨专业协调机制,组织人防、城建、交通等部门联合审查改造方案,重点核查工程连通性指标,要求新建工程至少设置2个以上出入口与周边地块衔接,既有工程改造需打通至少1条贯通性通道。通过空间句法分析优化人流组织,确保战时疏散路径与平时使用流线分离,提升工程使用效率。

4.2 资金投入保障拓展

创新“开发+运营”捆绑融资模式,将人防工程改造与周边土地开发权益挂钩。政府可划定特定改造单元,允许企业通过提升地下空间利用率获得地上建筑指标奖励,形成“地下换地上”的利益平衡机制。例如在历史街区改造中,企业每增加1000平方米地下人防空间,可相应获得500平方米地上建筑面积补偿,补偿部分优先用于公共服务设施建设^[3]。推广“建设-运营-移交”(BOT)模式,企业负责工程投资建设,在特许经营期内通过商业运营回收成本,期满后工程无偿移交政府。建立风险共担机制,政府可设立专项补偿基金,对因不可抗力导致运营亏损的项目给予适度补贴,保障项目可持续性。同时明确补贴申请的量化标准与审核流程,提高资金使用透明度。鼓励金融机构开发专项信贷产品,对采用装配式建造、智能化系统的改造项目提供长期低息贷款,贷款期限可延长至20年。

4.3 政策支持保障强化

实施差异化监管政策,对平战结合示范项目开辟绿色通道,将功能转换方案审查与施工许可并联办理,审批时限压缩至15个工作日内。建立功能转换负面清单制度,明确禁止改变工程主体结构、降低防护标准等行为,对清单外事项实行备案制管理。完善土地政策,允许人防工程用地采取协议出让方式供地,出让年限与地上建设用地使用权期限一致。对利用既有工程改

造的项目,可按剩余使用年限评估土地价值,降低企业初始投入成本。推行“信用+监管”模式,对按标准完成改造且运营良好的企业,在后续项目竞标中给予信用加分,形成正向激励。建立政策评估反馈机制,每两年开展一次政策实施效果评价,根据企业诉求动态调整支持措施。

4.4 技术标准保障完善

构建全生命周期技术标准体系,覆盖设计、施工、验收、运维各阶段。制定平战功能转换设计导则,明确转换构件的预埋位置、安装方式及标识要求,例如规定战时封堵板应采用标准化模块设计,单块重量不超过50公斤,便于单人操作。完善智能化系统接口标准,统一环境监测、设备控制、人员定位等子系统的数据格式,确保不同厂商设备可互联互通。建立材料耐久性标准,规定结构加固材料使用寿命不低于50年,防水材料抗渗等级达到P8以上。强化验收环节管控,引入第三方检测机构对工程防护性能进行抽检,检测项目包括结构承载力、空气净化效率、应急电源切换时间等关键指标,单工程抽检比例不低于20%。建立标准动态修订机制,每三年组织专家对现行标准进行评估,及时纳入新技术、新工艺要求,保持标准先进性。

结束语

城市更新中的人防工程改造与管理创新,是提升城市防护与利用水平的关键。通过功能复合、技术集成、管理机制创新,结合不同改造模式与实施策略,并构建全面保障体系,能有效解决现存问题。各方协同推进,让人防工程更好融入城市发展,在保障安全的同时,为城市居民提供更优质服务,实现社会效益与经济效益双赢。

参考文献

- [1]周兆勇,潘伟.青岛市老旧人防商街改造方向探究[J].建筑与文化,2023,(03):179-181.
- [2]郝民.某人防地下室工程改造加固设计[J].工程建设与设计,2022,(21):27-30.
- [3]刘旭晔,闫灿,张大刚等.老旧小区人防工程改造建设策略分析[J].建设科技,2022,(20):9-11.