

# 人防工程建筑设计及地下空间利用

尹卓

天津华汇工程建筑设计有限公司 天津 300384

**【摘要】**：随着城市化进程的加速与土地资源的日趋紧张，地下空间的综合利用已成为城市可持续发展的关键课题。人防工程作为城市地下空间的重要组成部分，其设计理念正从单一的战时防护向“平战结合、综合利用”深度转型。本文基于住宅项目案例，系统探讨了人防工程设计在满足战时防护效能的前提下，与地下空间开发利用相融合的策略与方法。论文首先概述了工程的整体情况与设计约束；其次，详细阐述了该人防工程在战时功能定位、防护等级、口部设计及平战转换等方面的核心设计要点；最后，结合案例实践，从规划协同、功能融合、技术集成与管理创新四个维度，提出了优化人防工程与地下空间一体化建设的可行性建议。本研究旨在为新时期城市地下空间的集约化、复合化开发与人防工程的现代化建设提供理论参考与实践路径。

**【关键词】**：人防工程；建筑设计；地下空间；综合利用

DOI:10.12417/2811-0536.26.05.096

## 引言

在现代城市建设的进程里，地下空间成了拓展城市功能、舒缓交通困境、提升综合承载能力的宝贵资源，人民防空工程作为国防建设里的关键部分，其战略价值持续上扬，传统的人防工程设计一般与城市总体规划相互独立，和平年代利用效率欠佳，引起了空间资源的隐性浪费现象。推动人防工程建筑设计跟地下空间利用深度交融，达成“战时能起到防护功效、平时可实现利用价值”的双重目标，是目前城市建设与人防事业发展面临的核心课题，这种融合不仅会大幅提高城市地下空间开发效益及投资回报，还可增强城市整体抵御灾害的韧性，本文以某住宅项目为例，全面剖析其人防工程设计方面的方案，并基于此案例基础，探讨在设计中怎样系统地融合防护需求与平时使用功能，从而为城市地下空间的科学、高效、安全利用给出可借鉴的思路。

## 1 工程概况

本工程为一座位于城市核心区域的大型综合体项目，总占地面积为 85,420 平方米，总建筑面积达到 328,760 平方米，容积率为 3.85，是一个集高端商业、精品公寓、品质住宅及配套公共服务于一体的城市综合社区。项目整体划分为 E、F、G 三个地块。其中，E 地块定位为商业与公寓综合区，占地面积约 32,150 平方米，规划建设一栋 32 层的智慧型公寓塔楼及一座 5 层的商业裙楼，是项目的人流与商业活力核心。F 地块与 G 地块均为纯住宅区，占地面积分别为 28,470 平方米和 24,800 平方米，分别规划建设多栋 18-26 层的高层住宅楼，营造静谧宜居的居住环境。

为便于未来做好统一管理维护事，最大程度挖掘

主要商业区域地下空间价值，项目做出决策，将附建式人防工程集中布置于开发强度最高、地下空间价值最大的 E 地块，E 地块的地下空间为三层结构：地下一层跟二层主要是商业配套停车场、设备用房以及部分仓储空间；人防工程在地下二层跟三层的局部区域集中开展布置，战时可达成人员掩蔽、物资储备及专业队装备掩蔽等功用，此集中布局策略，既契合法定的人防面积要求，还躲开了 F、G 住宅地块地下布置分散人防单元产生的管理不便及对住宅车位产权的潜在影响，达成人防建设与项目整体开发逻辑的协调一致。

## 2 人防工程建筑的设计要点

### 2.1 明确战时功能和防护等级体系

本项目人防区战时功能定位为甲类防空地下室，体系内设有为住户提供的甲类二等人员掩蔽部，甲类六级人防物资库用于储备应急物资，同时配备甲类五级专业队装备掩蔽部与专业队队员掩蔽部以保障救援力量，并独立设置甲类五级固定电站，为战时区域供电。该体系通过分级与分类相结合的防护设计，确保在预设威胁环境下人员与物资获得相应级别的保护，形成一个功能完整、等级清晰的战时防护单元<sup>[1]</sup>。

### 2.2 优化平面布局和防护单元划分

结合 E 地块地下二层、三层的柱网布局与车行流线，800 平方米的人防区域做精细化分区操作，设计丢掉了简单均质的划分途径，采用“大单元整合”的策略，将两个面积较大的二等人员掩蔽部和物资库竖向进行叠加布置，使这两个能共享主要人员出入口跟物资运输通道，大幅度减少独立口部数目，省下了防护密闭门、防爆波活门等昂贵装置，在保障防护功效的

同时增进了空间利用率,专业队掩蔽部毗邻车道坡道而布置,保障车辆进出顺畅,各个防护单元由厚重的钢筋混凝土防护隔墙隔开,其抗力切实对应各自防护等级的要求。

### 2.3 集约化和隐蔽性的口部防护设计

口部作为人防工程的防护关键与薄弱环节,本设计力求在满足防护要求的前提下,实现集约布置与隐蔽处理。人员主要出入口及车辆坡道均结合地下车库日常使用的楼梯间与坡道设置,通过加装防护密闭门及密闭通道,实现平战快速转换。通风口部统筹战时与平时需求,将战时进、排风井与平时消防补风井、排烟井协调布局,部分采用贴壁式风道,减少对停车空间的占用。战时专用的扩散室、滤毒室等均设于独立的防护单元内,避开主要车行区域,在确保防护效能的同时,优化地下空间整体利用效率。

### 2.4 系统化的平战转换预案

为确保本工程能在规定时限内完成战时转换(早期转换30天、临战转换15天、紧急转换3天),设计制定了系统化的平战转换预案,重点落实多项“事前设计、事前预埋”措施:对战时需封堵的车道口、通风口等在墙体内预埋封堵框,并就近设置封堵构件储藏室;将平时防火卷帘门的轨道与预埋件与战时加装防护密闭门的需求结合设计;单独设置战时人员饮用水与生活用水水箱,确保其独立于平时消防与生活水池;此外,平时即明确标识战时干厕位置并完成管线预埋。这些措施体现了防护功能与平时使用在建设阶段的深度融合,从技术上保障了人防工程战时效能的可靠实现<sup>[2]</sup>。

## 3 人防工程建筑设计与地下空间利用的优化建议

### 3.1 强化规划引领,构建对规合一的协同设计机制

在一般情况下,人防工程规划、城市地下空间规划、轨道交通规划、市政管网规划等由不同部门主导,编制时间未一致,技术标准衔接欠佳,后期建设中易引发空间冲突与功能割裂问题,优化途径为强化顶层设计的协同性,提议在城市重点发展片区、城市更新项目及轨道交通站点周边地段,实行“地下空间综合利用与人防工程”的专项一体化规划行动。在实施控制性详细规划的阶段,由自然资源、住建、人防、交通等部门联合开展,共同谋划地下空间的竖向分层开发规划,厘定各层的功能指南、互联互通要求,以及人防工程的布局准则、规模与互联网络框架,在本项目初始的前期阶段,若能依靠此平台去明确:商业开发的地下车库,其层高、柱网模数需与人防掩蔽部设

计要求相呼应;大型市政管廊的走向需为人防主干道预留好接口;考虑把轨道交通的风亭、出入口和人防工程的战时通风口、次要出口进行结合设计,实施一体化的设计。这种从起始阶段开展的协同,可从本质上杜绝后期“打补丁”式调整,省下大量建设花销,保障地下空间骨架在科学与韧性上达标,尤其是针对新区建设工作,更应主张编制“地下空间产权地图”,清晰划定各类地下设施的空间归属与相互关系,为人防工程和其他设施开展共建共享、互联互通工作奠定明确的权责基石<sup>[3]</sup>。

### 3.2 深化功能融合,设计平战两宜的弹性空间

传统“停车场兼做人防”模式不易充分发挥地下空间的价值,也阻碍了人防工程平时服务经济社会发展的潜能释放,未来设计需积极探究多元、动态的功能融合途径。针对建在商业中心区、交通枢纽、大型公共服务设施底下的中型及以上规模人防工程,其具备坚固、大跨、密闭特点的空间,为功能升级提供了独特优势,可以深入考量在平时把部分空间用作地下智慧物流配送中心、高性能云计算数据中心、城市级应急物资储备库、新能源汽车集中充换电站,甚至作为博物馆、体育馆的附属空间或种植工坊,这些功能对空间安全性、承载水平、温湿度把控或电力保障方面的要求,与人防工程的结构特征十分契合。就技术设计层面而言,应着力推广“弹性空间”及“可变结构”设计理念,针对规划成为人防物资库的大跨度空间,能采用装配式、可移动的货架系统加上轻质隔断,使其在平时可灵活变换为自动化仓储或展示空间;人员掩蔽部内部可预先规划标准化接口,利于安装可迅速拆装的设备平台,以符合不同日常功能的要求。更关键的一点是,应当在建筑设计初始阶段,就对平战转换的界面做精细化、模块化设计,把战时必备的防护密闭门、滤毒通风设备等,设计为可隐匿于装饰墙面之后或组合到设备模块当中,保证它在平时不影响空间的美观效果与使用功能,在战时可迅速启用运转。

### 3.3 推动集成技术,赋能智慧建造和运维管理

以新一代信息技术跟绿色低碳技术为驱动力,全面增强人防工程设计、建造及运维的智能化程度,乃是提升其综合效能的要点,全面采用建筑信息模型(BIM)及城市信息模型(CIM)技术,在工程完整的使用寿命之内,打造包含地质状况、主体结构、防护设施、各类管线与平战转换节点的全要素、高精度数字孪生模型。该模型能用于多专业协同工作、冲突检查以及性能模拟;实现可视化技术交底跟精益建造;该模型成为智慧管理的中枢,实时采集传感器的数据,

对结构健康、环境质量以及设备运行的状态进行监控,支持开展新型防护材料及绿色建造技术研发应用。促进高性能混凝土、纤维增强复合材料、自修复防水材料等在工程里应用,以较薄、较轻的结构实现同等或更上佳的防护效能,释放出更多可用空间,求索模块化、装配式人防单元建造技术,在施工现场仿若“搭积木”一样快速组合,可极大缩短工期、减小对周边环境的影响,强化工程建设质量<sup>[4]</sup>。应把高效节能的通风空调系统、雨水收集与中水回用系统、光伏发电等低碳技术集成起来,减少日常运转的能耗,建设起绿色节能的地下空间示范体,这恰是“平战结合”应具备的意义内涵,也贴合可持续发展的时代需求。

### 3.4 创新管理模式,健全长效的法治与市场体系

再顶尖的设计,若没有高效又可持续的管理,其效能会急剧降低,必须把人防工程产权制度与使用管理模式加以创新,解决“谁来把控管理、怎么规范管理、钱从哪弄来”的问题,就法律和政策方面而言,可探索在保证战备资产的国家终极所有权以及战时可无条件征用权的基础上,明确人防工程平时状态下的使用、经营收益权,采用特许经营、公开转让使用权、作价入股等方式,引来优质社会资本及专业运营机构

参与进来。实施“政府监管、市场运作、专业维护”的新路子,政府人防部门承担制定维护管理标准、监督战备效能效果、组织演练考核程序的工作;中标的专业运营公司开展日常维护、安全检查以及平战转换物资管理事务,依靠合法经营停车、仓储、商业等空间获取收益,部分收益投入到工程的维护改造,达成“通过使用促进管理、依靠管理促进作战”的良性循环<sup>[5]</sup>。要硬性实施人防工程专业化、智慧化的物业管理,凭借前面提到的BIM运维平台,实现设施设备的预先性维护与数字化巡查,经由完善法治、引入市场且运用技术,构建权责分明、激励相符的长久管理机制,保证这些宝贵的地下空间资源无论什么时候都处于最优状态,随时扛起守护人民安全的重大使命。

### 4 结语

人防工程建筑设计与地下空间利用的深度融合,是现代城市走向集约化、韧性化发展的必然选择。本文通过具体工程案例的分析表明,通过前瞻性的规划协同、创新性的功能复合、智慧化的技术集成以及市场化的长效运营,才能在坚实保障战时防护效能这一根本前提下,提升地下空间在和平时期的利用效率与经济价值。

### 参考文献:

- [1] 文改娥.人防工程建筑设计与地下空间的利用[J].建材发展导向,2024,22(23):41-43.
- [2] 王椿新.人防工程建筑设计与地下空间综合利用分析[J].铁道建筑技术,2025,(01):105-107+143.
- [3] 刘素娟.民用建筑平战结合人防地下室的设计研究[J].四川水泥,2023,(04):84-86.
- [4] 白杨.探析人防工程建筑设计与地下空间利用[J].中华建设,2022,(11):21-22.
- [5] 胡汉.人防工程建筑设计与地下空间利用策略[J].住宅与房地产,2021,(22):102-103.