

人防工程建筑设计优化与地下空间高效利用研究

徐笑涵

泰国格乐大学中国国际语言文化学院 泰国 曼谷 10220

摘 要：针对当前人防工程中存在的设计理念滞后、标准不统一、结构设计不合理等问题，本文提出了引入现代设计理念、统一设计标准、提高结构稳定性等优化方法。同时，结合人防工程与地下交通、商业、综合管廊等设施的实践案例，展示了地下空间高效利用的可行性。研究表明，人防工程与地下空间结合能提升城市的安全性与发展能力，为城市建设和防灾减灾提供了新思路。

关键词：人防工程；设计理念；地下空间；结构设计；城市建设

人防工程作为城市防灾减灾的重要组成部分，其设计与建设质量直接关系到城市的安全与可持续发展。当前，人防工程设计中存在设计理念滞后、标准不统一等问题，影响了人防工程的防护效果和使用效率。因此，本文旨在探讨人防工程建筑设计的优化策略，以及如何实现地下空间的高效利用，为城市建设和防灾减灾提供理论支持和实践指导。

一、人防工程建筑设计现状中存在的问题

（一）设计理念滞后与标准不统一

1. 设计理念滞后

部分人防工程的设计仍停留在传统观念上，未能充分考虑现代战争和自然灾害的特点，以及战后快速恢复和重建的需求，导致人防工程在应对突发情况时无法充分发挥其应有的防护功能。同时，设计理念中缺乏对战时和平时使用需求的综合考量，使得人防工程在功能设置上往往过于单一，实用性不强。

2. 设计标准不统一

我国人防工程的设计标准繁多，不同地区、不同功能的人防工程执行的标准存在差异。这种不统一性给施工设计带来了较大难度，也容易导致工程质量参差不齐。此外，标准的不统一还限制了人防工程在跨地区协作和资源共享方面的潜力。

（二）结构与防护能力不足

1. 结构设计不合理

部分人防工程在结构设计中存在地下空间利用率低、结构稳定性不足、抗震性能差等问题，不仅影响人防工程的整体性能，还可能给战时人员疏散和生存带来安全隐患，并导致施工过程中的资源浪费和成本增加。

2. 防护设备设计不符合实际需求

人防工程的防护设备如防护密闭门、通风过滤设备等，在设计上往往未能充分考虑实际战时需要与平时的使用要求^[1]。例如，防护门的尺寸、材质和开启方式不符合规范要求，通风系统的过滤效率和风量

无法满足战时需求，将直接影响人防工程的整体防护效果。

（三）平战转换设计与功能布局问题

1. 平战转换设计不完善

人防工程的平战转换设计是实现其功能多样性的关键，但部分工程在平战转换设计上存在缺陷，如转换机制不灵活、转换时间过长等，导致战时功能无法充分发挥，平时使用效果不佳。

2. 功能布局不合理

一些工程在功能布局上缺乏科学性和合理性，如出入口数量不足、内部空间划分不合理等，这些问题将增加人员在战时的疏散难度和伤亡风险。

（四）施工技术与材料问题

1. 施工技术不成熟

部分人防工程施工技术尚不成熟，如地基处理、防水施工等关键技术环节存在缺陷，将直接影响工程的质量和使用寿命。同时，施工技术的不成熟还可能导致施工过程中的安全隐患和环境污染问题。

2. 施工材料质量不达标

人防工程的施工材料如钢材、混凝土等，其质量直接关系到工程的整体性能和安全性。但部分工程在施工材料的选择上存在质量不达标的问题，严重影响人防工程的防护效果和使用寿命。

二、人防工程建筑设计优化方法

（一）设计理念优化

1. 引入现代设计理念

现代战争和自然灾害具有突发性强、破坏力大等特点，人防工程的设计必须充分考虑这些特点，确保在紧急情况下能够迅速响应并提供有效的防护。可引入绿色建筑、智能建筑等现代设计理念，提高人防工程的环保性、节能性和智能化水平，使其更加符合现代城市的发展需求。例如，采用绿色建筑材料和技术，减少能源消耗和环境污染；或利用智能化系统实现人防工程的自动化监控和管理，提高应急响应速度和效率。

2. 统一设计标准

目前,我国人防工程的设计标准存在地区间、功能间的差异,导致工程质量参差不齐,给战时与平时的利用带来安全隐患。因此,需要建立全国性的设计标准体系,明确人防工程在设计、施工、验收等环节的具体要求,确保各地人防工程在标准上的一致性。在制定标准时,要充分考虑人防工程的实际需求和特点,确保标准既符合战时的防护要求,又适应平时的使用需求^[2]。同时,标准应具有可操作性,便于设计、施工和验收等环节的执行。例如,在标准中明确人防工程的出入口数量、疏散通道宽度等具体要求,确保人员在战时的快速疏散和生存。

(二) 结构设计优化

1. 提高结构稳定性

在人防工程的结构设计中,应采用先进的结构设计技术,如有限元分析、抗震设计等,对结构进行精确的计算和分析,确保结构的稳定性和安全性。同时,优化地下空间的布局,减少结构不规则性,降低地震等自然灾害对结构的影响。例如,在设计中合理设置抗震支撑和隔震装置,提高结构的抗震性能;或采用高强度钢材和混凝土等高性能材料,提高结构的承载能力和耐久性。

此外,在人防工程的结构设计中,应充分考虑结构的细节处理,如节点的连接、构件的截面尺寸等。例如,在节点的连接处采用焊接或螺栓连接等可靠的连接方式;在构件的截面尺寸上合理设置,确保结构的承载能力和稳定性。

2. 增强防护能力

在人防工程的设计中,应采用高性能的防护材料和设备,如高强度钢材、防爆门、通风过滤系统等,这些材料和设备具有优异的防护性能和耐久性,能够在战时提供有效的防护作用。同时,加强结构构件的防护设计,如设置防护层、增大构件的厚度等,提高人防工程的整体防护能力。

此外,还需在人防工程中设置必要的防护设施,如防爆墙、防爆门等,能够进一步提高工程的防护能力^[3]。同时,加强防护设施的管理和维护,确保其处于良好的工作状态。例如,定期对防爆门进行检查和维修,确保其能够正常开启和关闭;对通风过滤系统进行定期清洗和更换滤芯,确保其能够持续提供清洁的空气。

(三) 平战转换设计优化

1. 简化平战转换流程

在人防工程的平战转换设计中,应注重流程的简化和效率的提高。利用模块化设计、标准化组件等方式,实现平战转换的快速、灵活和低成本。例如,在人防工程中设置可拆卸的防护设施和设备,如防爆门、通

风过滤系统等,使其在战时能够快速安装和投入使用;同时,采用标准化的组件和接口,方便不同设备和设施之间的连接和配合。

此外,还需制定详细的平战转换计划和应急预案,明确转换的具体步骤和责任人,确保在战时能够迅速、有效地实现功能的转换。同时,加强平时的演练和培训,提高相关人员的应急响应能力和操作技能。例如,定期组织人防工程的平战转换演练,模拟战时情况下的转换过程,检验转换计划的可行性和有效性。

2. 提高平战转换能力

加强转换设施的建设和管理,如储备必要的转换材料、设备和人员等,确保在战时能够迅速、有效地实现功能的转换。同时,采用先进的转换技术和方法,如自动化控制系统、远程监控等,提高转换的效率和准确性。此外,还需定期对转换设施进行检查和维护,确保其处于良好的工作状态。例如,对防爆门、通风过滤系统等关键设施进行定期检查和维修,确保其能够正常开启和关闭。

(四) 施工技术与材料优化

1. 推广先进技术

可采用预制构件、自动化施工等先进技术,降低施工难度和成本,提高施工效率和质量。例如,采用预制构件进行施工,可以减少现场浇筑和养护的时间,提高施工速度和质量;同时,预制构件具有尺寸精确、质量稳定等优点,有利于保证人防工程的整体性能和安全性。此外,推广先进技术还需要注重技术的创新和改进,不断研发新的施工技术和方法,进一步提高人防工程的施工效率和质量。例如,采用新型的施工机械和设备,如自动化吊装设备、智能施工机器人等,可以进一步提高施工效率和安全性。

2. 加强材料质量控制

在人防工程的材料选择上,应注重材料的质量和性能,严格地执行检测和筛选,确保所选材料符合规范和设计要求^[4]。例如,对钢材、混凝土等关键材料进行严格的力学性能测试和化学分析,确保其满足人防工程的强度、耐久性等要求;同时,对防水、防火等特殊性能的材料进行专项检测和测试,确保其满足特定的使用需求。

此外,加强材料质量控制还需要注重材料的管理和储存。通过建立完善的材料管理制度和流程,确保材料在采购、运输、储存和使用等环节中的质量和安全。例如,对材料的采购进行严格的审查和把关,确保采购的材料符合规范和设计要求;对材料的运输和储存进行严格的控制和管理,防止因运输和储存不当导致的材料损坏和质量问题。同时,加强相关人员的培训和管理,提高他们的专业技能和责任意识,确保在材

料的使用和管理中能够严格遵守规范和标准。

三、人防工程建筑设计与地下空间利用的结合

(一) 结合的必要性及可行性

1. 结合的必要性

①提高城市安全性与抵御能力。当前,国际安全形势依然严峻,现代战争呈现出信息化、打击精确化的特点,城市重要政治、经济、军事目标成为空袭的主要目标。人防工程作为保护人民生命财产、保证战争潜力的重要设施,与地下空间利用结合起来,能够形成一个完整的人民防空体系,提高城市的整体防护能力。通过连接分散的人防工程,使城市人防工程连成网络,不仅可以提高人防工程的平时利用率,还能在战时迅速转换为军事防卫设施,提供人员掩蔽和物资储备场所。

②促进城市可持续发展。随着城市化进程的加快,城市地面和空中空间的开发利用已接近饱和,由此引发的交通拥堵、环境污染、生态失衡等“城市综合症”日益严重。人防工程与地下空间利用的结合能够充分利用地下资源,缓解城市空间压力,同时完善地下防护空间体系。

2. 结合的可行性

①技术可行性。人防工程平战功能转换技术的长足发展,保证了城市地下空间开发利用与人防工程建设相结合的技术可行性。近年来,我国在人防工程平战功能转换技术方面取得了显著进展,创造出许多施工简便、防护可靠的转换新技术,为平战功能转换提供了可靠的技术保证。

②经济可行性。修建防空地下室不仅投资效益回报丰厚,还能增加使用面积,战时可掩蔽人员和物资,平时则可以利用为停车场、商业设施等,发挥经济效益。同时,防空地下室的建设还能加强上部建筑的整体性,提高建筑的稳定性,有效减轻地震等自然灾害对人们的危害。

(二) 结合的具体实践

1. 人防工程与地下交通设施的结合

以宁波市南部商务区 CBD 核心区为例,该区域按照“统一规划、地上单建、地下统建”的建设原则,将地下空间与人防工程集中整合、联合建设、统一管理。地下广场平时作为停车场,战时则转化为人防工程,用于人员掩蔽和物资储备。这种结合不仅极大地提高了地下空间开发综合效益,还有效缓解了交通拥堵问题。

此外,地铁作为城市地下交通的重要组成部分,也与人防工程紧密结合。地铁线路在规划时即考虑了人防要求,确保在战时能够迅速转换为军事防卫设施。地铁站周边多为大型综合体,如商场、办公楼等,它们的聚集效应将进一步吸引更远处建筑物的地下空间

与已有的系统相连接,使人防防护系统进一步扩大。

2. 人防工程与地下商业设施的结合

吉林市地下商场是一个人防工程与地下商业设施相结合的典型例子,该商场位于吉林大街与光华路交汇口,是人防建设与城市建设巧妙结合的典范。商场内部设有完善的交通网络和配套设施,平时作为商业设施使用,战时则可迅速转换为人员掩蔽和物资储备场所。随着市场经济的发展,地下商业街、地下购物中心等商业设施在城市中越来越普遍。这些设施在规划时即考虑人防要求,确保在战时能够发挥防护作用。同时,地下商业设施的建设还能带动周边地区经济的发展,提升城市活力。

3. 人防工程与地下综合管廊的结合

地下综合管廊作为城市基础设施的重要组成部分,也与人防工程紧密结合,例如,无锡市崇宁路人防工程。该工程旨在解决老旧人防工程的处理问题,同时满足城市地下管线布局需求,提升城市综合承载能力。改造过程中,采用挂钢筋网后喷注混凝土加固技术,对原有人防工程进行结构加固,并根据规划铺设各类管线,如给水、排水、热力、电力等,以满足城市基础设施需求。

无锡市崇宁路人防工程改造项目完成后,不仅实现了经济效益的显著提升,节约了报废支出和市政工程建设投入,还解决了电力、雨污水管线入地问题,改善了城市空间品质。该项目成功避免了“马路拉链”现象,消除了地面蜘蛛网式架空线,提升了城市形象。更重要的是,该项目兼顾了人防工程的要求,使得综合管廊在战时能够迅速转换为人员应急疏散通道和物资储备场所,为城市安全提供了有力保障。

四、结语

未来,人防工程建筑设计优化与地下空间高效利用将更加注重智能化、绿色化、模块化的发展趋势。通过引入先进的设计理念和技术手段,可以进一步提升人防工程的防护能力和使用效率,实现地下空间资源的高效利用。同时,加强人防工程与地下交通、商业、综合管廊等设施的融合发展,将有助于提高城市整体的防灾减灾能力和可持续发展水平。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 王宇丽. 探析人防工程建筑设计与地下空间利用[J]. 中国高新科技, 2024(05): 152-154.
- [3] 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.
- [4] 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.