

基于多源数据城市人防工程平战转换技术探究

童矗

江苏杰防科技有限公司 江苏南京 210000

DOI: 10.12238/ems.v7i3.12288

[摘要] 现代城市的人防工程不再仅是传统的防空掩蔽设施,更成为日常生活与战时防护的复合型地下空间。基于多源数据开展人防工程平战转换研究,不仅需要考虑现有工程的结构特征与功能需求,也要结合区域威胁态势、经济要素分布与三维数字化技术,为相关部门在突发情境中制定高效应对方案提供技术支撑。本文围绕人防工程平战转换需求与信息化技术路线展开探讨,兼顾平日功能与战时防护的重要性,提出了平战转换专题数据库设计方法,并阐述了辅助决策模型及综合决策支持系统的实现途径。

[关键词] 人防工程; 平战转换; 多源数据

一、城市人防工程平战转换需求

随着城市化进程的加速与地下空间开发力度不断增强,人防工程不仅在数量上迅速增加,功能上也呈现出综合化态势。平时时期,部分工程承担公共停车、商业及市政基础设施职能;当危机或战争情形出现,这些地下空间又须快速转变为掩蔽、医疗救护和物资仓储等战时用途。如此双重定位意味着城市人防工程需要在建设之初就纳入平战转换的前瞻规划,同时对转换时可能出现的设备改装、结构加固与应急调配进行可行性研究。因而,城市要立足于宏观防空布局与动态经济发展趋势,统筹工程平日使用与战时防护,使之能够兼具稳定运营与紧急转换能力。如今,信息化与数据化程度不断提升,地下空间管理部门可利用多源信息对人防工程进行全生命周期监控与评估,从而使未来的平战转换更具可实施性和灵活调度性。

二、平战转换技术路线

1. 人防工程平战转换技术预案分析

在制订平战转换预案时,需要充分梳理城市现有和在建人防工程资料,结合宏观防空方案和地方应急管理规定,将工程使用模式、周边交通状况与人口分布纳入综合考量。通过多源数据集成,可准确把握工程在转换时的关键点,如内部改造所需时长、防护设备兼容性及对外通道的可达性。然后根据不同危机级别设定预案方案,采用层级化指标来反映工程规模、防护能力以及转换效率,为后续具体执行提供翔实参考。

2. 具有转换项目的人防工程划分

对于广泛分布于城市核心与周边区域的人防工程,往往存在多样的结构类型与建筑功能。可依据空间尺寸、通风系统、排水能力等指标,将那些具备较高改建潜力、可在短时间内完成战时功能切换的工程划为重点转换对象,而对通风和排水能力较弱或扩容难度大的项目则进行普通转换或不适用划分。此过程借助地理信息系统中的自动检索与属性筛选机制,能在海量工程中快速定位优先改造与普通改造工程,让人防主管机构在应急部署中有据可循。

3. 基于重要经济目标的威胁分析

城市关键经济目标往往集中在金融机构、通信枢纽或能源供应网络附近。一旦它们遭遇冲击,会对城市整体功能与民众生活产生重大影响。基于此,需要构建面向威胁的分析模型,识别不同目标承受打击或中断后所产生的连锁反应,并将人防工程对这些区域的防护作用纳入评估体系。通过对

威胁源可能的作用范围和破坏方式进行模拟,可以为人防工程的布局优化、功能增强以及平战转换方案提供定量化决策支撑。

4. 既有工程资料的三维数字化

既有的人防工程文档通常分散在不同管理部门或档案系统,且缺乏统一的数字化标准。通过运用激光扫描、BIM和三维可视化技术,可将各类结构图纸与现场测量数据转化为三维模型,并在同一坐标基准下完成空间对齐。这样不仅能在电子平台中直观呈现工程分布与内部结构,还可在需要时关联通风管线、水电系统与紧急出口等信息,为后续部署和维护提供全面的数字依据。

5. 平战转换专题数据库设计

专题数据库的构建需覆盖工程基本信息、防护设备参数、改造可行性评价及周边环境等多维度内容。其核心是将海量数据进行统一标识,借助元数据管理方式实现高效索引与快速检索。此类数据库通常包含工程名称、位置坐标、规模等级、防护设备类型、日常用途、潜在可改建容量等关键字段,也可与威胁分析结果进行关联,从而依据不同情境检索合适的工程资源。针对隐私或保密级别较高的数据,还需在数据库层面设置多级访问控制与安全机制。

6. 战时辅助决策模型设计

战时辅助决策模型需兼顾威胁预测、资源分配与应急响应度。根据初步分析,模型可分为若干子模块,如威胁态势推演、疏散策略模拟、物资保障评估等。针对威胁预测,可引用历史事件、地理要素与实时监测信息,借助统计与机器学习算法对潜在打击方式进行评分,并在出现预警信号后对人防工程进行动态调度。针对资源分配与调度,应当结合道路交通与人口分布特征,通过优化算法计算最优的人员撤离路线与应急物资投放点,并向指挥部门提供可行的选择。

7. 决策支持系统的设计与实现

平战转换的执行需一个可操作、可视化的综合平台支撑,决策支持系统因此应整合前文所述的数据库与模型功能。系统通过后台调用三维数据与分析模型,为管理者呈现城市地下空间布局及各工程状态,支持不同威胁场景下的快速切换与自动预案生成。在平时,系统可开展工程日常维护、数据更新与风险评估工作;在战争或重大突发事件期间,系统则转入应急指挥模式,实现信息共享、实时监控以及人防工程的统筹调配,具备协同指挥和辅助决策的关键作用。

三、平战转换信息化处理过程分析

1. 人防工程平战转换预案分析

在信息化背景下,平战转换预案的分析不仅涉及模板的数字化建模与快速适配,还需针对不同防护需求构建合理的转换方案,以保障工程在突发情况下的有效应对。由于人防工程建设时间跨度较长,部分预案信息存在缺失现象,且防护设备的维护方式、管理标准及保养周期缺乏系统梳理,影响了工程转换的完整性和可操作性。为提升预案的科学性,优化防护设备的维护策略,需依据相关技术标准和管理规定,提炼各类防护功能下的转换要求,并制定预案信息数字化的统计体系。结合城市防空规划与动态监测系统,可实现多级别预案的自动生成,并依据威胁态势调整关键参数,使管理者能够在工程转换前精准掌握设备状态及可用性。

2. 具有转换功能的人防工程划分

为便于自动识别具有转换潜力的工程,可在数据库中预先标注结构完好度、设备扩展性与周边配套条件等评判指标。信息系统将依此对工程进行评分并自动划分等级,有助于在发生危机时迅速定位可投入使用的重点转换工程。至于配套条件不足的设施,可以在日常阶段得到升级改造建议,以稳步提升城市整体人防水平。

3. 基于重要经济目标的威胁分析

在现代战争形态下,敌对方通常将关键经济目标作为主要打击对象,战场经验表明,对这些区域的有效防护在战争防御体系中占据重要地位。基于此,需通过信息化平台构建多层次的防护策略,将城市内的重要经济节点与核心区位纳入动态监测范围,并结合GIS系统实现空间可视化标注。通过分析人口构成、城市功能分布及区域威胁因素,可将防护重点划分为关键设施与核心区域两大类,并建立精细化的防护信息表,以明确各区域的防护级别、地理坐标及潜在风险等级。同时,依据武器系统杀伤半径、爆炸冲击波范围及次生灾害影响,对潜在威胁进行归类建模,形成威胁性武器数据库。在辅助决策模型的支持下,通过算法计算受威胁区域的防护需求,动态调整人防工程的转换批次和调度方案。

4. 既有工程资料的三维数字化

在信息化处理环节,三维数字化流程通常与工程普查及测绘同步进行。对较陈旧或缺乏数字图纸的工程,可优先使用点云扫描得到骨架数据,然后在后期与CAD资料或BIM参数进行匹配修正。完成数字化的工程可在系统三维地图中实现实时浏览,一旦有需求,管理人员可一键查询到该工程的位置、容纳量及应急出口等核心信息。

四、平战转换专题数据库设计

平战转换专题数据库一般采取多层次架构,底层以结构化数据库方式存储人防工程基本属性和维护记录,中层利用空间数据库管理其坐标位置、三维边界与管线布置,而高层则通过元数据与索引机制整合要素字段,供决策支持系统及相关的应用访问。这样的分层设计既能保证核心数据的安全性和一致性,也可在应对高并发查询时保持较快响应速度。日常维护时,数据库可与巡检系统联动,为每一处工程的运行状态和历史修改记录提供连续追踪,一旦发生更新,自动触发相应的平战转换方案修订任务。

五、战时辅助决策模型的设计

在战时环境下,需要一套涵盖威胁预测、工程调配与疏散模拟的综合性模型体系,才能让平战转换过程具备更大灵活性。威胁预测模型根据传感数据与外部情报进行风险初判,并推演可能影响范围;工程调配模型则基于计算机优化算法,在有限资源条件下寻找最优的工程分布和功能匹配方案;疏散模拟模型结合交通仿真与人口密度信息,评估不同疏散路径的通行效率,为指挥者提供分流或错峰策略。上述子模型通过统一的接口调用数据库资源与城市基础信息,以实现实时或准实时的更新与反馈,帮助领导机构根据具体情势进行快速决策。

六、决策支持系统的设计与实现

1. 基础设施层

决策支持系统的基础设施层要求高可用的服务器和存储集群,容灾与备份机制同样不可或缺。为适配大规模多源数据的处理需求,可采用虚拟化技术和分布式部署模式,提高系统弹性与稳定性。跨区域或跨部门的协作还需安全而畅通的网络环境。

2. 数据资源层

数据资源层整合了空间数据、结构化属性数据及可能的实时传感信息。通过建立统一的数据协议与接口,能够分别管理工程三维模型、日常监控数据和预案场景信息,并且在访问时根据角色和权限进行分级过滤。如此一来,既能维护保密要求,也可对不同应用模块提供多样化的数据支持。

3. 应用支撑层

应用支撑层主要面对各种分析与运算需求,为战时辅助决策模型和平时巡检业务提供中间服务。其模块包括工作流管理、消息队列、模型计算引擎等。遇到突发状况时,该层能快速调度各类子模型并协调运算资源,以最短时间内生成疏散建议、工程启用方案或物资调配计划,然后通过信息交互组件下达给业务应用层。

4. 业务应用层

业务应用层则直面管理人员和一线指挥人员,采用可视化手段展示城市地下空间格局、人防工程实时状态与威胁态势推演结果。借助3D地图或交互式报表,指挥者能迅速定位重点区域或脆弱节点并选择相应措施。与此同时,该层也承载日常维护和预案训练等功能,如巡检部门可在应用端查看工程的最新维保记录并反馈问题,确保决策支持系统对人防工程管理的全周期覆盖。

七、结语

基于多源数据的人防工程平战转换技术研究,既要求在规划层面做好工程布局与功能拓展,也需在技术层面完善信息化平台与专题数据库建设。借助系统化的辅助决策模型与可视化平台,城市人防建设能够在日常阶段充分挖掘地下空间潜力,战时或重大突发情境下则通过精准调配实现快速防护与高效响应,从而切实保障重点区域与经济目标的安全运转。

[参考文献]

- [1] 付艳丽,张广春,孙海朋. 基于ArcGIS的人防工程图、属、档一体化管理研究[J]. 城市勘测, 2018, (01): 107-109.
- [2] 郭彦朋,秦有权,郑颖,等. 应对信息化战争的重要经济目标防护[J]. 科技导报, 2020, 38 (20): 106-112.
- [3] 郑华利,陈铁健,徐蕾,等. 作战辅助决策模型设计及评估方法[J]. 火力与指挥控制, 2021, 46 (10): 67-72.