

城市防灾减灾工程规划与设计

刘福江

临沂市罗庄区自然资源局 山东 临沂 276000

摘要：城市防灾减灾工程需构建多层次规划体系，涵盖总体、详细与专项规划，明确防灾分区与生命线工程布局。设计要点聚焦防洪、抗震、消防及应急避难场所，通过空间布局、多目标协同与动态适应性方法提升韧性。保障机制强调跨部门协同、公众参与及技术创新，依托新材料、数字化技术实现精准防控。本文系统梳理了规划层级、设计原则及实施路径，为构建全灾种、全链条防御网络提供理论支撑与实践参考。

关键词：城市防灾减灾；规划体系；工程设计；动态适应性；保障机制

引言：城市化进程加速使城市面临地震、洪涝、火灾等多重灾害威胁，传统防灾模式难以应对复杂风险。城市防灾减灾工程规划与设计需突破单一灾种防御框架，构建覆盖宏观战略到地块实施的多层级体系，统筹空间布局、设施配置与技术创新。通过科学划分防灾分区、优化生命线工程、强化结构抗震与消防设计，并融合应急避难场所功能，可实现灾害防御与城市发展的动态平衡。

1 城市防灾减灾工程规划体系

1.1 规划层级与内容

城市防灾减灾工程规划需构建多层次体系，以统筹不同尺度下的灾害防御需求^[1]。总体规划层面聚焦宏观战略，明确防灾减灾核心目标与实施路径，包括灾害风险识别、空间布局优化原则及重大防灾设施选址。例如，针对地震、洪涝等高影响灾害，需划定城市安全格局，确定避难体系骨架，并协调防洪堤、抗震疏散通道等设施与城市功能区的空间关系。详细规划层面则深化至地块尺度，通过防灾分区划定实现风险差异化管控，结合道路网络设计多级疏散通道，并依据服务半径与人口容量配置固定与临时避难场所，确保灾害发生时人员快速撤离与临时安置。专项规划层面强调专业领域深度整合，针对防洪、抗震、消防、人防等单一灾种或综合灾害，制定技术标准与设施布局方案，重点解决跨部门协调问题，例如消防站布局需兼顾服务范围与交通可达性，防洪工程需与城市排水系统衔接，形成覆盖全灾种、全链条的防御网络。

1.2 防灾分区体系

防灾分区是落实风险管控的基础单元，其划分需综合灾害风险等级、土地利用类型及人口密度三方面因素。依据历史灾害数据与地质环境调查，将城市划分为高、中、低风险区，其中高风险区涵盖活动断层、行洪通道、易燃易爆场所周边等区域，中风险区包括地质条件复杂或人

口密集的老旧城区，低风险区则为地势较高、开发强度较低的郊区。针对不同分区实施差异化管控措施：高风险区严格限制高层建筑与大型公共设施建设，提高建筑抗震设防等级，并优先布局应急指挥中心与物资储备库；中风险区需强化既有建筑加固，优化道路断面以保障疏散效率，同时增设社区级避难场所；低风险区则侧重生态缓冲带建设，通过湿地、绿地等自然系统降低灾害冲击，并预留应急扩展空间。

1.3 生命线工程规划

生命线工程是维持城市基本运转的关键系统，涵盖交通、供水、供电、通信及医疗五大领域。其规划需遵循“冗余设计+互联互通”原则，通过多路径布局与备用设施配置提升系统可靠性。例如，供水系统应构建环状管网，结合地下水源与移动式净水设备形成多源供应；供电系统需采用双回路设计，并在重要区域部署分布式能源与应急发电装置；交通系统则需规划专用疏散道路，确保灾害发生时救灾车辆与人员分流。此外，生命线工程关键设施需满足更高抗灾标准：医院、消防站等应急服务设施应按重点设防类标准建设，具备抗震、防洪及抗爆能力；通信基站需配置不间断电源与卫星链路，保障极端条件下信息传递；跨河桥梁、地下隧道等交通枢纽则需通过结构加固与智能监测，降低次生灾害风险。

2 城市防灾减灾工程设计要点

2.1 防洪工程设计

防洪工程设计需以科学确定防洪标准与设防等级为核心，依据城市所在流域水文特征、历史洪灾记录及经济社会发展需求，划分不同防护对象的设防标准^[2]。城市防洪工程体系构建需遵循“挡、排、蓄、调”综合治理原则，通过堤防工程形成外围防护屏障，结合地形与水流方向合理确定堤线走向与断面形式，提升堤防结构稳定性；排涝泵站设计需根据内河水位与排水需求，优化

泵站规模与布局,采用智能化控制系统实现水位自动调节;蓄滞洪区规划需结合土地利用现状,明确分洪时机与水量控制标准,配套建设安全设施与撤退通道,降低分洪对居民生活的影响。城市内涝防治需构建“源头减排-过程控制-末端调蓄”全链条防控体系,雨水管网设计应提高排水标准,采用大口径管道与高坡度设计,增强排水能力;调蓄设施建设可结合城市绿地、广场等开放空间,设置地下蓄水池或雨水花园,削减峰值流量;透水铺装推广需根据区域功能选择适宜材料,如透水混凝土、透水砖等,提升地表渗透能力,减少地表径流产生。

2.2 抗震工程设计

抗震工程设计需以地震动参数区划为基础,明确建筑抗震设防标准,结合场地类别与建筑功能确定设计地震分组及特征周期。建筑结构抗震设计应注重抗震构造措施落实,通过合理布置结构构件、增强节点连接、控制轴压比等手段提升结构延性;针对高烈度区或重要建筑,可采用隔震与消能技术,通过设置隔震支座或阻尼器,延长结构自振周期,降低地震能量输入。非结构构件抗震设计同样关键,需对设备、管线、装饰装修等附属构件进行抗震加固,避免地震时次生灾害发生,例如采用柔性连接固定管道,对悬挂设备增设防坠落装置,确保建筑整体抗震性能。

2.3 消防工程设计

消防工程设计需围绕“快速响应-有效处置”目标展开,合理规划消防站布局,依据城市规模与功能分区确定消防站服务半径,确保从接到报警至到达现场时间符合规范要求,例如城市建成区消防站响应时间不宜超过5分钟;消防供水系统设计应构建多水源保障体系,结合市政管网布局消火栓,在重点区域设置消防水池,并充分利用天然水源,如河流、湖泊等,通过建设取水码头或消防车通道保障供水可靠性,消防水池有效容积需满足火灾延续时间内消防用水需求;消防通道与救援场地设计需满足大型消防车辆通行与作业需求,道路宽度、转弯半径及净空高度应符合标准,同时预留消防车登高操作面,避免建筑周边障碍物影响救援效率,例如高层建筑周边应设置环形消防车道。

2.4 应急避难场所设计

应急避难场所设计需根据灾害类型与持续时间分类配置,长期避难场所应具备生活保障、医疗救护、物资储备等完整功能,可依托公园、广场等开放空间建设,配套临时住房、卫生设施、应急供电等系统;中期避难场所侧重临时安置与基本服务,可利用学校、体育场馆等公共设施改造,设置简易住宿区与物资分发点;短期避难

场所则以快速疏散为主,可结合社区中心、绿地等设置,配备基本应急物资与标识系统。功能配置方面,需统筹考虑避难人员基本需求,生活保障区应设置饮水点、餐饮区与垃圾处理设施,医疗救护区需配备急救设备与专业人员,物资储备区应分类存放食品、药品等物资并定期更新;标识与疏散路径设计应清晰直观,通过统一标识系统引导人员快速抵达避难场所,同时规划多条疏散路线,避免单一路径拥堵,确保灾害发生时人员安全有序转移。

3 城市防灾减灾工程规划与设计方法

3.1 空间布局方法

空间布局需以灾害风险评估为基础,通过量化分析地块受灾概率与潜在损失,确定差异化开发强度控制指标^[1]。高风险区应限制高层建筑与高密度开发,优先布局应急服务设施与疏散通道;中风险区需强化建筑抗震与防洪标准,合理控制容积率;低风险区可适度提高开发强度,但需预留防灾缓冲空间。防灾空间与绿地系统融合设计可提升城市韧性,通过将避难场所、疏散通道与公园、广场等开放空间结合,形成“平灾结合”的复合功能网络,既满足日常休闲需求,又能在灾害发生时快速转换为应急避难区域。地下空间防灾利用需统筹人防工程、地下交通与地下储备设施建设,通过连通性设计构建多层次地下防护体系,例如利用地铁隧道作为疏散通道,结合地下商业空间设置应急物资储备点,提升土地利用效率与灾害防御能力。

3.2 多目标协同设计

防灾功能与城市功能兼容性设计强调资源整合,例如公园设计可融入避难场所功能,通过设置可快速启用的应急设施与标识系统,实现日常游憩与灾害避难的双重用途;学校操场可规划为临时疏散场地,配套建设地下储水设施与应急供电装置。防灾设施与市政设施共享设计需突破部门壁垒,例如供水系统可兼顾消防需求,通过增设消防专用管网与高位水池,确保火灾时水压与水量满足灭火要求;通信基站可与应急广播系统共建,提升灾害信息传递效率。防灾工程与生态工程结合设计可实现环境效益与防灾效益统一,例如湿地建设可通过调蓄洪水、净化水质提升城市防洪能力,同时为生物提供栖息地,促进生态修复;山体绿化工程可结合截洪沟建设,减少水土流失与滑坡风险,形成生态防护屏障。

3.3 动态适应性设计

气候变化背景下防灾标准调整需基于最新气候数据与灾害预测模型,动态修订设计参数,例如提高沿海城市防洪堤标高以应对海平面上升,强化建筑抗震设防标

准以适应地震活动性变化。城市发展过程中的防灾设施更新需与城市更新同步推进,针对老旧城区管网老化、疏散通道狭窄等问题,通过分阶段改造提升设施性能,例如将老旧排水管网替换为大口径管渠,拓宽背街小巷作为次级疏散路径。应急预案与工程设计联动机制需强化数据共享与协同演练,例如将避难场所布局、疏散路线等信息纳入城市信息模型,通过虚拟仿真优化设计方案;定期组织跨部门应急演练,检验工程设施实际效能,并根据演练反馈调整设计细节,确保防灾体系持续适应城市发展需求。

4 城市防灾减灾工程规划与设计的保障机制

4.1 跨部门协同机制

城市防灾减灾需构建多部门协作框架,明确规划、建设、应急、气象等核心部门职责边界。规划部门负责统筹防灾空间布局与设施配置,建设部门落实工程实施与质量监管,应急部门主导预案制定与救援指挥,气象部门提供灾害预警与风险评估支持^[4]。信息共享平台建设是协同基础,通过整合地质、气象、人口等数据资源,建立“一图统管”的数字化管理系统,实现灾害风险动态监测与设施状态实时更新。联合决策机制需制定标准化流程,针对重大防灾项目建立跨部门联席会议制度,明确决策节点与责任主体;应急响应阶段则通过预设指挥链条与资源调配规则,确保灾害发生时各部门快速联动,形成“预防-处置-恢复”全周期管理闭环。

4.2 公众参与机制

公众参与是提升防灾体系实效性的关键环节。社区防灾意识培养需通过常态化教育实现,例如将灾害知识纳入中小学课程、在社区设置防灾科普展板、定期组织专题讲座,强化居民风险认知与自救意识。应急技能培训应注重实操性,针对地震、火灾等常见灾害设计模拟场景,开展疏散演练与急救技能实操训练,确保居民掌握避险方法与基础救援能力。公众反馈需嵌入规划与设计全流程,通过问卷调查、公众听证会等形式收集居民对避难场所选址、疏散路线规划的意见,对合理建议予以采纳并调整方案;建立灾后评估机制,总结居民在灾害应对中的实际需求,为后续防灾工程优化提供依据。

4.3 技术创新支撑

技术创新为防灾减灾提供技术保障。新材料应用可显著提升工程抗灾性能,例如高强度混凝土能增强建筑结构抗震能力,智能材料如形状记忆合金可用于隔震支座,通过自动调节刚度降低地震能量输入;纤维增强复合材料可应用于管道修复,延长市政设施使用寿命。新技术集成推动防灾设计数字化转型,BIM技术可实现工程全生命周期模拟,优化结构设计与管线布局;GIS技术支撑灾害风险地图绘制,辅助精准划定防灾分区;物联网技术通过传感器网络实时监测桥梁、堤防等设施状态,提前发现安全隐患^[5]。智能化监测与预警系统建设需整合多源数据,利用大数据分析预测灾害趋势,通过移动终端、广播等多渠道发布预警信息,为居民争取避险时间,同时为应急指挥提供决策支持。

结束语

城市防灾减灾工程规划与设计需以风险管控为核心,通过多层次规划体系明确防灾目标,以差异化设计提升工程抗灾性能,以动态适应性方法应对不确定性挑战。跨部门协同机制可破解条块分割难题,公众参与机制能增强社区自救能力,技术创新则为精准防控提供技术支撑。唯有统筹规划、设计、实施与保障全流程,才能构建安全、韧性、可持续的城市防灾体系,切实保障人民生命财产安全。

参考文献

- [1]冯谦.城市与重大基础设施的智能防灾减灾[J].湖北应急管理,2025,(02):33-34.
- [2]倪立坤,张维博,陈先康.城市信息模型(CIM)平台在智慧城市防灾减灾工程中的应用价值[J].工程与建设,2024,38(04):749-751+780.
- [3]陈弼成.基于台风灾害影响下的城市防灾减灾生命线工程应急保障规划研究——以福鼎市“玛利亚”台风灾害影响为例[J].福建建筑,2021,(11):27-31+50.
- [4]王静.城市防灾减灾规划设计与应对措施研究[J].灾害学,2021,36(1):1-5.
- [5]王建国.城市防灾减灾宣传教育的现状与对策[J].中国公共安全,2022(6):44-47.