

地下车库与人防工程合建条件下平面优化设计研究

吴素菊

河北天艺永筑工程咨询有限公司, 河北 保定 071051

[摘要]随着城市地下空间资源越来越紧张,地下车库和人防工程合建成了土地集约利用、平战功能融合的重要方式。但是合建情况下平面设计存在功能分区协调、停车效率和人防要求的矛盾、出入口疏散系统布置、设备管线综合等诸多技术难题。文中对上述问题的出现和原因进行了系统的分析,从功能分区优化、停车效率提高、口部及疏散系统布置、管线综合、BIM协同设计等方面提出相应的优化措施,以期给类似工程的设计实践提供一定的技术参考。

[关键词]地下车库;人防工程;合建条件;平面优化;BIM协同

DOI: 10.33142/sca.v9i7.20027

中图分类号: TU926

文献标识码: A

Research on Plan Optimization Design of Underground Garage and Civil Air Defense Engineering under Joint Construction Conditions

WU Suju

Hebei Tianyi Yongzhu Engineering Consulting Co., Ltd., Baoding, Hebei, 071051 China

Abstract: With the increasing scarcity of urban underground space resources, the combination of underground parking garages and civil air defense projects has become an important way for land intensive use and the integration of peacetime and wartime functions. However, in the case of joint construction, there are many technical difficulties in the graphic design, such as the coordination of functional zoning, the contradiction between parking efficiency and civil air defense requirements, the layout of evacuation systems at entrances and exits, and the integration of equipment and pipelines. The article systematically analyzes the occurrence and causes of the above-mentioned problems, and proposes corresponding optimization measures from the aspects of functional zoning optimization, parking efficiency improvement, layout of mouth and evacuation systems, pipeline integration, BIM collaborative design, etc., in order to provide some technical reference for the design practice of similar projects.

Keywords: underground garage; civil air defense engineering; joint construction conditions; plane optimization; BIM collaboration

引言

随着城市化速度加快,城市土地资源日趋紧张,合理开发利用地下空间成了城市发展不可避免的选择。地下车库是解决城市停车问题的重要设施,在建设过程中经常和人防工程一起设置,既具有平时停车的功能,又具有战时防护的功能。人防工程一般与地下车库一起修建,在满足平时和战时两种功能的基础上,合理性和经济性是设计工作中的主要要求。从提高空间利用率的角度出发,将人防工程和地下车库合建,可以最大限度地减少防护单元的数量,减少人防门的设置,减少人防报建审图等程序,从而大大节省成本。合建条件下,一方面人防工程可以按照“平战结合、防护可靠、平时便捷、战时能用”的原则融入日常使用,另一方面两种功能在平面布置上存在的差异也会给设计带来许多技术难题。地下停车库和人防工程合建时,

怎样才能使平面布局达到最优,这是工程设计领域急需解决的重要问题。

1 地下车库与人防工程合建工程平面设计的基本原则

地下停车库和人防工程合建工程的平面设计应该符合功能融合、安全防护相结合的原则。第一,人防工程建设要按照和地面建筑同期配建、同期规划、同期设计、同期施工的原则进行,合建工程在总体规划阶段就要确定人防要求与地下停车库功能的衔接方式。第二,地下车库设计的先后原则是先平时后战时,车位及平面布置最优再考虑人防平面,在满足战时防护要求的基础上优先保障平时停车功能的最优布置。第三,防火分区和防护单元的划分应重叠设置,不能出现风管穿过人防单元间隔墙或者临空墙的情况。第四,平战结合的设计要保证平时好用、战时

管用，统筹兼顾达到两种功能的有机结合。另外，合建工程还要充分考虑设备管线综合、口部空间利用等关键技术的要求，城市地下综合体人防工程设计必须坚持“长期准备、重点建设、平战结合”的方针，在保证人防工程战备效益的基础上充分发挥其社会效益和经济效益。

2 合建条件下平面设计存在的问题

2.1 功能分区协调与空间利用率不足

地下车库和人防工程合建时，功能分区协调、空间利用率低是平面设计的第一个问题。人防工程要划分防护单元和抗爆单元，设置防毒通道、滤毒室、进风机房等专用功能区，这些空间的设置会占用大量的停车面积。人防中较多的口部、设备用房需要较多空间，若无空闲位置则会直接造成停车位损失。人员掩蔽所设计时，车库人防工程除战时出入口利用主楼楼梯占用部分主楼地下室面积外，不宜将主楼地下室和车库合为一个防护单元，因为主楼地下室和地库防火等级不同，主楼剪力墙数量对通风影响大，目前很多类似项目建成后通风短路、死角较多。空间利用率的又一瓶颈就是主楼剪力墙、柱网同人防功能区的相互影响，加大了平面布局的复杂程度。人防工程在满足战时掩蔽、物资储备等功能的同时还要满足防火、通风、设备安装等要求，防火分区和防护单元各自对配电系统及线路敷设等有不同要求，设计不当会进一步影响空间利用效率。

2.2 停车效率与人防要求存在矛盾

停车效率和人防要求之间存在的矛盾，就是合建条件下平面设计的主要难题。人防工程口部设置、防护密闭门安装、临战封堵位置等都会占用一定的空间，这些位置常常是停车位布置的黄金区域。独立式地下车库按照标准柱网布置的人防口部建筑，一般会占用较多的停车位。怎样才能有效地利用车库的柱网布置口部建筑，使之与标准柱网相吻合，是关键所在。人防口部设置应布置在不影响停车的地方，尤其不能布置在车道旁^[1]。一个完整的防护单元至少要设有一个战时的主要出入口和一个战时的次要出入口，主要出入口必须设在室外，主口应设为室外出入口，次口可以借用住宅内的楼梯作出入口。人防地下室疏散宽度比原地下室消防疏散宽度大得多，如果不能依靠其他疏散宽度来解决，直接增加更多的楼梯，不仅会造成车

位的损失，还会造成造价的增加。地下车库最小柱网尺寸一般为 $7.8\text{m} \times 5.3\text{m}$ ，人防设施与柱网匹配度影响停车位布置的灵活性。

2.3 出入口与疏散系统布置不合理

出入口和疏散系统布置不合理，是合建条件下平面设计的又一主要问题。按照人防规范的要求，每一个防护单元至少应有 2 个出入口，战时主要出入口应设在室外。地下车库要设置满足日常使用需求的汽车坡道和人员出入口，人防工程要设置专门的战时出入口和疏散通道，两种功能出入口的要求很难统一。汽车坡道为非人防区，战时需做人防封堵处理，封堵方式有门式封堵和板式封堵两种。相邻两个防护单元可以在防护密闭门外共设一个室外出入口，两者的防地面超压不同时，共设的室外出入口应按抗力高的等级设计。设计不合理的人防口部布局会干扰人员疏散效率，人防分区布局会干扰车库防火分区和停车位的使用效率。在多层地下室的情况下，按照规范 GB50038-2005 第 3.2.6 条设计的多层防空地下室，如果上下相邻楼层划分为不同的防护单元，那么位于下层及以下的各层仍需要划分防护单元，但可以划分抗爆单元，这就使得口部布置更加复杂。

2.4 设备管线综合设计复杂

合建条件下设备管线综合设计会遇到许多技术难题。人防通风、给排水、电气管线与车库管道混杂布置，管线和设备还要满足战时和平时两种运行模式的要求。管线综合基本原则为合理排布、减少绕行、交叉，同类管线尽量归并路径，以美观、减少支吊架、减少交叉碰撞机会。风管穿过人防单元间隔墙、临空墙时，在实际工程中是不可避免的，现行的人防图集没有临战封堵方案可以选用。另外，核心设备区如滤毒室、防毒通道等还要满足特殊空间的要求，防毒通道、滤毒室面积太大，换气次数不够的问题时有发生，滤毒室换气次数不能少于 15 次，面积太大则滤毒通风设备数量和管径等可能不足^[2]。过滤吸收器安装后距离墙体应留有不小于滤器宽度尺寸 630mm 的通道直至门外，风机房应与墙保持不小于单人通行的宽度。人防工程在普通地下室上方的，应按规范 4.8.12 条的要求，对底层普通地下室墙体、竖井、设备管线孔口等进行防护密闭。

表 1 合建条件下平面设计主要问题汇总

问题类别	具体表现
功能分区协调与空间利用率不足	人防专用功能区占用大量停车面积；主楼地下室与地下车库防火等级不同、通风短路与死角问题普遍
停车效率与人防要求存在矛盾	人防口部占用黄金停车位；室外主要出入口增设楼梯损失车位；人防疏散宽度要求增加疏散设施面积
出入口与疏散系统布置不合理	地下车库与人防工程出入口要求不统一；坡道非人防区需战时封堵处理；口部布局影响疏散效率
设备管线综合设计复杂	人防与车库管线混杂交叉；风管穿越临空墙缺乏封堵方案；滤毒室面积与换气次数需求矛盾；设备空间不足

3 地下车库与人防工程平面优化设计策略

3.1 优化功能分区与空间布局

优化功能分区和空间布局属于合建环境下的第一项平面设计策略。设计之初合理选择合建模式,独立式地下车库、满铺式地下车库各有各的适用场合。当地下室面积较大时,人防区域布置较为灵活,人防区域应选在塔楼较多、停车位较少的地方。独立式地下车库中汽车坡道一般从地下车库外围进入,坡道本身不会影响车库内部柱网布置,利于人防口部集中布置。当主楼地下室与地下车库面积比接近时,主楼地下室与车库应分别设不同的防护单元。电站位置应便于设备运输,一般设在有坡道的出入口附近,坡道两侧为主口和移动电站,两口部均与车库的标注柱网相配合,布置位置均紧靠车库外墙边,充分利用了车库死角无法停车的面积。根据地下多层情况,对人防工程竖向布局进行系统规划,合理确定人防功能区和普通地下室的竖向关系,充分利用主楼地下室和车库的建筑差异设置不同的防护单元,防止通风短路、死角等问题。

另外还要加强人防工程同停车、设备用房、仓储、物业管理空间等各方面的统筹协调,减少功能交叉、流线冲突。对人员疏散通道、物资运输路线、设备检修通道进行一体化规划,保证战时转换和日常使用都满足要求。利用 BIM 技术对空间进行模拟分析,提前发现布局矛盾、管线碰撞等各方面的矛盾,提高地下空间利用率、工程品质,为后期运营管理创造有利条件。

3.2 提高停车效率与人防协调设计

提高停车效率要从柱网优化、口部整合、设备用房布置等几个方面入手。垂直式停车最小柱网尺寸一般为 $7.8\text{m} \times 5.3\text{m}$,人防口部应采用模块化布置方案,按标准柱网进行设计。地下车库连通的两个人员掩蔽单元应共用一个室外出口,可以减少室外楼梯。设备用房应尽量利用车道下方无效空间和塔楼投影下对空间不敏感的区域,车道两边是车位布置的黄金宝地,设备房不应挤占停车位置,可利用塔楼下方、边角空间等不方便停车的位置布置设备房。乙级人防不需要每一个防护单元都设通往室外露天的楼梯,可以借用相邻的防护单位,腾出大量的车位。设计方案阶段就应进行车位梳理和优化,先平后战,车位及平面布置最优再考虑人防平面。上海某项目设计亮点就是将地下人防楼梯和汽车坡道疏散流线整合在一起,使防护单元口部楼梯共用,竖向交通集约高效;合并平战通风竖井和机房,节省了宝贵的空间。

3.3 优化出入口与疏散系统布置

优化出入口及疏散系统布置要从口部整合、流线共享、

规范对接三个方面着手。设计要积极地地下人防楼梯和汽车坡道疏散流线结合起来,使防护单元口部楼梯共享,达到竖向交通的集约高效。人防主要出入口应露在地面上,并设防雨设施或者做钢筋混凝土防倒塌棚架,既浪费又影响景观,应尽量减少,独立式地下车库人防主口可利用汽车坡道或室外楼梯,用坡道宽度作为战时人员疏散宽度。对于汽车坡道等非人防区,要事先制定战时封堵方案,封堵方式有门式封堵、板式封堵两种,以减少对日常停车的影响。疏散系统设计时应尽量把人防防火分区边界和民用防火分区边界重合,使车库规整、分隔墙不零乱。防护单元与防火分区一般相同,平时通风系统按防护单元、防火分区设置最为合理,减少了临战转换工作量^[3]。同时要核准人防防火分区隔墙和口部对疏散距离、疏散通道的影响,合理设置人防墙上的平时疏散门,人防门平时应 180° 开启以满足日常使用需求。

3.4 完善管线综合与 BIM 协同设计

完善管线综合设计是解决设备管线复杂问题的有效方法,要充分利用 BIM 技术进行全方位的协同。基于 BIM 的可视化、协同设计,配合三维管线展示、工程量统计,可以减少工程错、漏、碰、缺的发生,在管线布置、空间布局上也可以做些优化设置,从而达到节约工程造价、缩短工期的目的。传统的管线综合因为二维图纸的限制,空间碰撞问题很难被发现,而利用 BIM 技术辅助管线综合,三维可视化更能直观准确地反映出各个管线的信息,在施工图设计阶段可以有效地解决管线碰撞、困难点管线布置等问题。BIM 技术用三维数字化设计提前模拟出所有的管线走向和标高,并且可以进行碰撞检测。管线布置要遵循合理排布、减少绕行、交叉的基本原则,同类管线尽量集中于一路上。同时对滤毒室、防毒通道等重要的人防功能区进行 BIM 建模,模拟排布相关的设备,保证有足够的操作空间^[4]。浙江某住宅项目地下车库采用 BIM 技术进行管线综合设计,克服了传统平面施工图设计中高度方向信息丢失的不足,创建出可以三维展示的设计模型,给出管线密集排布的重要节点,从而找到管线排布和净高控制的方案。上海项目对于人防口部施工复杂的区域,充分利用轻量化模型,清楚地了解到复杂的钢筋排布、预埋件位置、设备安装顺序,从而大大减少错误和返工。

4 结语

地下车库和人防工程合建属于城市地下空间高效利用的重要形式,但是合建情况下平面设计会遇到功能分区协调、停车效率矛盾、出入口疏散布置、设备管线综合等

许多技术难题。本文对以上四种情况进行了系统的分析,给出了相应的优化功能分区和空间布局、提高停车效率和人防协调设计、优化出入口和疏散系统布置、完善管线综合和 BIM 协同设计等优化措施。经过研究发现,在合建条件下,平面优化设计的关键是平战功能的有效统筹以及数字化设计手段的深度应用,需要从理念设计、设计流程、设计方法三个方面进行系统的创新,以保证人防工程战备效益的同时达到日常使用功能最大化的目的。

[参考文献]

[1]周志民,王康成.浅谈人防工程与地下车库的平战结合

设计[J].四川水泥,2025(2):83-85.

[2]靳晓辉.居住区地下车库与人防工程的结合设计[J].建筑技术,2023,54(3):362-364.

[3]苏锡亮.地下车库和人防工程结合设计分析[J].福建建筑,2023(3):25-28.

[4]张同乐.人防工程与地下车库的平战结合设计思路[J].山西建筑,2015,41(33):21-23.

作者简介:吴素菊(1976—),女,汉族,河北石家庄人,高级工程师,石河子大学毕业,现就职于河北天艺永筑工程咨询有限公司,从事施工图审查工作。