

地下室的使用效率提升设计策略

文 / 陈 希 同济大学建筑设计研究院

摘要：当前地下车库在规划布局、交通组织、空间利用、设施配置及管理运营方面存在诸多影响使用效率的问题。例如交通拥堵、流线混乱，车位进出耗时过长；地上地下空间无紧密联系；空间利用不充分造成资源浪费；设施陈旧无法满足现代停车需求等。针对这些问题，文章以笔者参与设计的上海张江水泥厂项目地下室为例，提出了在设计初始阶段具有针对性的使用效率提升策略，从与总平面的结合、外墙轮廓的划定、柱网设计、车库细节设计、设备用房布置几个方面展开，旨在为设计提供切实可行的指导，更好地满足城市停车需求。

关键词：地下室；总平面；外墙轮廓；柱网设计；车库细节；设备用房

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.07.096

引言

随着城市汽车保有量的迅猛增长，地下车库作为重要的停车场所，其使用效率备受关注。而现今项目中存在不少使用效率不高的现象，在很大程度上影响了地下车库的品质，比如：1. 地上地下空间无联系：地下室出入口选取位置不合理，交通易拥堵；总平面设计未考虑对地下布局的影响，导致后期深化过程中因地面建筑间距的限制影响车位排布。2. 地下室外墙轮廓不规则：增加车库无效面积，给防水施工、维护设计增加难度，增加项目成本。3. 柱网设计不合理：柱网布置与车道、停车位规划不适配，空间利用不充分。4. 车库细节设计考虑不周全：车道组织不合理，客车、货车流线混乱；停车位沿车道单边停放，停车效率低；忽略车道上卷帘的导轨厚度，以及人防门开启对车位的影响，导致交付后车位无法正常使用；防火分区和人防分区划分不当，人防口部占用过多车位。5. 设备用房布置不合理：主楼下方未合理利用，挤占车位空间。

基于以上问题，下文以张江水泥厂项目地下室为例展开分析，为在设计初始阶段优化设计、提升地下室使用效率提供一定的实践意义。

张江水泥厂位于上海市浦东新区张江中区单元41街坊41-13地块，是在原川沙水泥厂遗址上进行城市更新的改造项目，力求打造一个集文化展览、体育休闲、科研办公于一体的新型办公产业综合园。用地面积11.7万 m^2 ，总建筑面积44.5万 m^2 ，地下建筑面积（不计容）14万 m^2 。本项目设计两层地下室（局部设置地下一层夹层），地下二层的室内地面至室外出入口地坪的埋深不超过10m。主要功能为机动车库、非机动车库、员工餐厅、设备辅助用房等，防空地下室设于地下二层。本项目在如下几个方面的设计中着重关注了如何提高地下室的使用效率。

一、与总平面的结合

本项目用地共设置了3个机动车出入口：在次干路张衡路上设置1个，在支路沈括路、川泥厂一号路上各设置1个。根据园区主要功能分区，三个出入口均可供机动车、消防和行人进出，未来北侧出入口主要供体育、文化设施进出，西侧主要供办公塔楼进出，东侧供花园办公进出。

（一）坡道位置的选取

坡道数量和位置的确定是地下室交通组织的首要工作。数量依据地下室的规模而定，位置的选取需方便使用，保障人员、机动车交通安全。本项目规模大、后期建成对周边交通现状将产生一定影响，设计时征询了规划编审中心、建管委、交管部门、专业交通评估单位，综合给出交通影响评价意见，从而确定出入口的数量和位置。

本项目地下室共设机动车停车位2379辆，场地北侧、东侧出入口附近各设置坡道1、坡道2为客车双车道单进单出口；西侧出入口附近设置坡道3为客车双车道双入口，坡道4兼做货运及地下设备区的运输通道（货车双车道单进单出、客车双车道双出口），方便机动车就近直接进入车库。由于从北侧张衡路进出项目的交通量较大，坡道1早高峰入场服务水平较高，而其他坡道通行通力略有富余。建成使用后在坡道1附近设置引导设施，或结合人工引导。若坡道1出现拥堵的情况，将交通量引向坡道2/3，使各坡道交通量保持较为均衡的状态。



图1 项目地块鸟瞰图

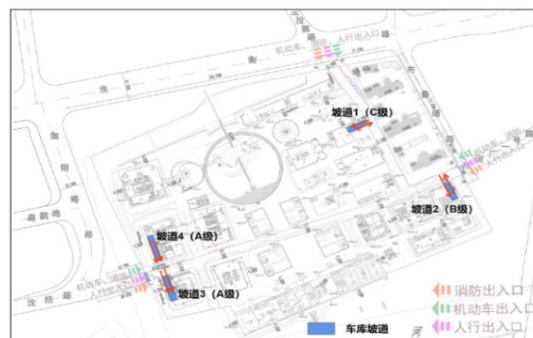


图2 总平和坡道服务水平示意图

（二）与地上建筑的协调

在进行总平面设计时，应充分考虑地上建筑与地下空间的协同性。地上建筑群体、单体之间应在满足采光、通风、消防、绿地和景观需求的前提下保持合理间距，同时兼顾地下车道、车位设计的适配性。两栋单体的距离应至少满足一组垂直双边停车的空间。当主车道受地上建筑柱网限制不能沿直线贯通时，可在地上建筑间距允许、不影响空间效果的前提下微调楼栋位置，柱子避让车道，使其尽量拉通。这样车辆的行驶路线能够一目了然，减少倒车、转弯、掉头等动作，尤其在高峰时段可以避免拥堵，提升车库的使用体验感。同时也可避免因车道不通造成的空间闲置或浪费，增加更多的有效车位数量。

二、地下室外墙轮廓的划定

外墙轮廓应尽量规则，避免过多复杂的凹凸变化导致应力集中，也利于防水卷材等措施的施工，减少渗漏隐患，同时为围护设计减少困难。规则的外墙轮廓使地下内部空间相对规整，停车区域布局更加清晰有序，减少因形状不规则而产生的消极角落。同时地下室外墙轮廓需与上部建筑的柱网、墙体布局相呼应，同一单体的柱子及核心筒应尽量全部落到地下外墙范围内，保证竖向荷载传递合理。地上结构体系连贯稳定，也有助于提升地下室结构体系（顶板、柱、外墙、基础等）的工作性能，减少因荷载分布不均导致的不均匀沉降。地下空间和地上核心筒保持竖向交通的连贯性，可以大大减少通行时间，提升使用的便利性。

三、车库柱网设计

（一）柱网尺寸规划

车库区域的柱网布置应结合结构设计统筹考虑。通常停车位按照小型机动车设计，外廓尺寸为2.4x5.3m，车位边线距离墙面、柱等构筑物最小间距为0.3m。而当两柱之间容纳3~4个车位时最合理，因此横向柱网间距宜为8~8.4m。一般情况下，采用正方形柱网时，梁的截面高度较大，影响车库净高；若柱网间距过小，又会增加土建成本，降低停车效率。因此，柱网纵向间距在车道处考虑为满足一个双车道净宽5.5m，再依据柱子大小确定柱网尺寸为6.1~6.5m。在双排停车位处由背对背停车的长度，确定柱网尺寸10.3m分两跨。从而车库区域的柱网布置为纵横大小跨的方式较为适宜。

（二）转换柱的利用

当地上建筑的个别柱子落到地下交通流线的主要车道上时，可采用转换柱的方式避开车道。设计时需注意转换梁的截面相对较大，应避免其下方穿越大截面的设备管线，保持合理流线的同时保证该区域净高能满足正常使用需求。

四、车库细节设计

（一）车道和货运流线

车道是车辆进出车库和在内行驶的通道，能有序引导车辆流向，确保其快速、顺畅地到达或离开车位。车库功能与地上核心筒关系相对不紧密，通常将无地上单体建筑的、较完整开敞的那部分地下室作为停车区，保

证车道和停车区域的连通性和完整性，对提高行车效率和对智慧停车指示系统的设置都大有益处。在柱网设计的同时，结合前序确定好的坡道出入口规划出纵横方向的主要客车道，再依据环卫、货运设施的位置规划出货车道，二者应独立且清晰，切勿相互干扰。

本项目车库内主要采用双向交通组织，局部货车及小汽车采用单向组织。装卸货车位就近货运出入口坡道设置，坡度不大于12%，车辆回转场地和环卫车辆进出车道宽度不少于4m，便于环卫车辆作业。环卫设施配置从规模上分为垃圾收集点和收集站两类，其中每栋建筑的地下一层货运电梯厅附近设置垃圾收集点，安置小型分类垃圾桶，由短驳车通过短驳车道将其汇集至南、北侧的两座垃圾收集站。在A1研发楼附近地库设置一座服务于整个园区的员工餐厅，卸货和厨余服务流线围绕餐厅厨房设计。

（二）停车位

行车道上应优先选择停车面积最小、效率最高的双边垂直、后退式停车的车位布置方式。应避免出现仅在车道一侧停车的情况，当仅有一侧空间满足垂直停车尺度，另一侧可少量布置平行或斜向车位。

车道上设置防火卷帘时，应考虑卷帘两侧的安装构造占用的空间，避免交付后与车位线冲突导致无法使用。双向行驶车道的最小宽度为5.5m，当土建宽度有富余时，卷帘可中装，此时考虑卷帘导轨占用尺寸为两侧各约150mm；当土建宽度无富余时，卷帘需侧装设计避免占用车道宽度，此时考虑导轨占用空间为约500mm，同时应复核卷帘构造与车位线之间的间距。

人防门开启时会占用一定的车道宽度，人防门框也比门洞本身占用更多净高。设计时需要为人防门的开启预留足够的空间，包括门体完全打开所占的平面面积以及开门过程中所需要的摆动空间等，避免交付后车位无法使用。

（三）视距三角

视距三角是为了保证车辆驾驶员在特定位置能有足够清晰的视野，看清交叉路口或弯道处的其他车辆、行人状况。若在三角区布置遮挡物，驾车人因视距不佳，会频繁减速、停车观察，原本可以顺畅通过的区域也变得通行缓慢，特别在高峰时段，会极大影响车库的使用效率。所以在视距三角区域，应尽量避免设置墙体、机房、楼梯等障碍物；并应合理安排消火栓、各类指示、警示标识、通风管道等设施。

（四）标识设计

地下车库标识设计应醒目、间接且具有引导性。本项目根据地上建筑群体的划分，对应地下车库区域设置不同的分区标识，并于后期交由专业的交通标识设计单位深化实施。各单体门厅入口处做了一定的后退处理，形成缓冲空间，避免人员在进出电梯厅时，因与车道之间距离过近而与经过的车辆发生碰撞。同时，利用精装吊顶以及适当的立面装饰在门厅前方的车库空间划分出外摆区域，引导人员顺利找到电梯，也美化了地下空间，提高使用效率的同时提升舒适度。

（五）消防设计

地下室防火分区最大允许面积为：在设置自动灭火系统的条件下，车库区域 $< 4000 \text{ m}^2$ 、机房区域 $< 2000 \text{ m}^2$ 、餐厅厨房等各分区 $< 1000 \text{ m}^2$ 。设计时，车库防火分区面积尽量做大，因此分区数量少，疏散楼梯和配套机房的数量必然减少；但也不宜顶格设计，避免深化阶段的调整导致无法平衡。防火分区应尽量方正，避免特别异形的或者长度过长的划分，从而因防烟分区超长导致机电管线布置冗余、需额外增设排风排烟机房，占用停车空间。安全出口应尽量利用地上建筑核心筒布置，当分区大面积范围内无地上建筑时，可增设出地面的疏散出口，同时结合景观设计融入周边环境。带有人防的地下车库，一个防火分区通常包含两个人防防护单元，人防单元应与防火分区结合布置，方能确保各专业以此为基础设计的合理性。防火分区隔墙在划分时应尽量减少横跨车道的情况，相应会直接减少人防门的数量，有助于增加停车位数量。

五、设备用房布置

为了提升地上空间的使用效率和美观性，隔离设备运行的噪音，许多为地上服务的大面积设备房间也设置在地下，布置时应优先考虑。不同功能的机房均配备系统管线，管线交叉处、穿结构构件处、穿卷帘处都需在细节方面加以考虑，因此机房、管线之间的协调工作也是地下室设计的重难点。本项目采用的设计原则是：服务于整个园区的大型设备机房布置在塔楼或裙房下方，一可充分利用不便停车的区位；二可使设备房间获得更大的净高，便于管线接入地上楼栋管井；同时集中布置设备用房也便于投入使用后的运营管理。服务于地下车库部分的小型设备机房，则在服务半径范围内分散布置在不方便停车或停车效率低的区域。

（一）给排水用房

本项目采用分区域集中供水系统。地下室 $\sim 1\text{F}$ 采用市政直接供水， $2\text{F}\sim$ 中楼层采用地下室生活水箱+恒压变频调速泵组统一供水，中楼层 \sim 顶层采用屋顶水箱统一供水。因此，将各地块建筑生活用低位贮水池、消防贮水池及相应的低区给水泵房，布置在建筑结构地震反应较小的各地块对应地下一层范围内靠近核心筒的位置。为自动喷淋系统配备的报警阀间，也分别利用各地块下方不便停车的消极空间设置。

各区域共用一个室内消防系统，消防水泵房在地下室二层靠地下室外墙设置，且靠近地上核心筒利用其楼梯间作为直通室外的安全出口。将雨水调蓄水池和泵房靠近室外地面雨水汇集处的地下室外墙布置，以此缩短重力流管道长度。当房间跨度大，局部顶板位于地上建筑投影线外围的室外降板区域导致净高不足时，采用房间局部底板降板，或顶板适当抬高方式满足净高需求。

（二）电气用房

本项目考虑由市政引4路35kV级双重电源供电，在园区A及F地块的地下一层分别设置1间用户35/10kV总降压站，同时结合供电半径及地块划分，在各地块的地下一层分区设置共9座10kV/0.4kV分变配电所。消防

用电除采用二路市政35kV双重电源供电外，还为园区内消防电源设置自备柴油发电机组作为第三路应急电源。柴油发电机房的进排风量较大，风井出地面位置应避免人员密集场所，因此将其设置在A地块两幢塔楼之间的空旷室外地面下方，并利用南侧塔楼边缘的局部空腔和外立面设置进排风井道和百叶。电气房间的走线方式，决定了房间的净高。各地块的地下分变配电所内高、低压柜电缆采用上进上出式、无电缆沟，梁底净高要求高，设置于地上单体投影范围内的地下空间；地下一层35kV高压配电间、35kV变压器室采用下进下出式、有电缆沟，梁底净高需求则相对低一些。

（三）暖通用房

根据建筑功能需求，以及地块市政配套、能源供给的要求，本项目不同地块采用不同冷、热源形式。A地块的办公区采用风机盘管加新风系统和热回收新风机组，新风机组集中设置于地下室及屋面。因此，将冷却水机房、空调水泵房、新风机房等大型、重要设备机房放在A地块各楼对应的地下投影范围内，管线就近接入地上核心筒的管井。车库的排风排烟机房、补风机房通常有进排风需求，因此尽量靠近地上建筑设置，便于风井结合地上建筑外墙设计。取风、排风口的百叶结合建筑立面设计，尽量选择对立面影响较小、平面消极空间的边角处。当无地上单体区域的地下空间需要单独设置疏散楼梯和风井时，可以将二者结合布置，将风井附设在楼梯侧墙，化零为整，减少对地面绿化景观的影响，同时景观设计也应结合出地面构筑物一同考虑。

结语

地下室的设计工作是一项充满挑战的任务，通过本项目的深入探讨与实践，实现了合理的功能配置，提升了地下车库的使用效率，为园区整体增添了高效的使用价值，也为今后类似地下建筑设计项目提供了有益的参考和借鉴。在地下室设计领域仍有诸多方面值得进一步探索与完善，期待能在不断的实践与创新中推动地下室设计更好地适应时代的需求。

参考文献

- [1] 《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》GB50067-2014.
 - [2] 《民用建筑通用规范》GB 55031-2022.
 - [3] 《建筑工程交通设计及停车库（场）设置标准》DG TJ 08-7-2021.
 - [4] 张娜，梁春杭. 行车动线维度下地下车库标识研究[J]. 中文科技期刊数据库全文版工程技术, 2024, (05): 218-220.
 - [5] 黄娟. 布置地下车库设备用房的方法和技巧——结合西安新筑新城东地块项目为例[J]. 中外建筑, 2019, (07): 163-166.
 - [6] 刘莉. 多层地下室中人防建筑设计探讨[J]. 名城绘, 2018, (08): 444-447.
- 作者简介：陈希（1988—），女，汉族，山东枣庄人，研究生，工程师，主要从事：建筑设计。