

地面平台式开发在宁马城际车辆段的应用与实践论证

范梦娜

南京地铁集团有限公司 江苏 南京 210000

摘要：本文以宁马城际滨江车辆段项目为研究对象，聚焦地铁车辆段上盖开发的模式选择难题，系统对比地下下沉、地面平台、地上高架三种模式的适用性。研究核心论证地面平台式模式成为本项目最优解的必然性，深入剖析其三大创新实践要点：一是通过场地标高与轨顶标高的协同设计，创新性破解“北高南低”地形的土方平衡难题；二是结合终端高架站特征，规划沿街商业与酒店式公寓，实现站城融合与土地价值提升；三是利用盖板空间构建连接车站的步行廊道与景观绿坡，有效延续城市绿轴、激发片区活力。本研究为类似地形条件下的车辆段综合开发提供关键技术依据与可复制的实践范例。

关键词：地铁车辆段；上盖开发；地面平台式；竖向设计；站城融合

1 引言

中国城市化进入存量提质阶段，土地集约利用成为城市可持续发展核心议题。轨道交通导向型开发（TOD）模式因能高效整合交通与城市功能，是破解“大城市病”、优化空间结构的关键策略，而地铁车辆段上盖开发作为占地最大、区位价值突出的轨道设施开发形式，更是践行 TOD 理念、实现土地增值反哺轨道建设的重点^[1]。

车辆段上盖开发并非简单“加盖”，模式选择是决定项目技术可行性、经济合理性与社会效益的首要复杂决策，不同模式对应差异显著的造价、开发强度、技术难度及空间形态。目前行业虽认知地下下沉式、地面平台式、地上高架式三种模式^[2]，但针对地形高差显著、站

场关系特殊等复杂约束项目，其科学决策与创新设计仍需深入研究并总结可推广经验。

2 车辆段上盖开发模式的理论辨析

2.1 模式定义与分类

地铁车辆段上盖开发根据其在地面标高的关系及工程特征，可划分为以下三种基本模式：

2.1.1 地下下沉式开发模式

该模式将车辆段全部核心功能（停车列检库、联合检修库等）布置于地下空间，结构转换设备层在其上或并置，使得物业开发的平台与城市地坪无高差，这使得地面可完全释放用于城市建设。此模式能最大程度减少对城市环境的噪音、振动和视觉割裂，土地价值释放最为彻底。

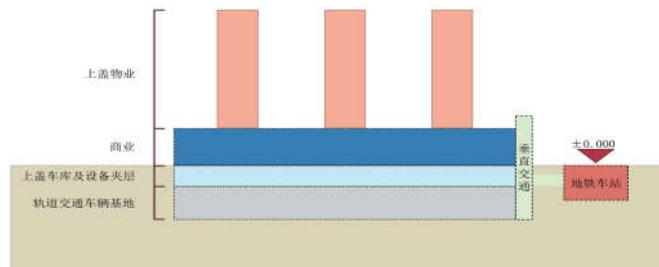


图1 地下下沉模式车辆段典型开发模式示意图

技术特点：土方及支护工程量巨大，防水、消防、通风、采光技术要求极高，工程造价最为昂贵，工期长。

适用性：通常仅适用于土地价值极端高昂的城市核心区，且地质条件优良、地下水位低的项目。

2.1.2 地上高架式开发模式

地上高架式开发模式常用车辆进入基地的轨道坡度有要求，高架轨道引坡过长易影响大片区域，故需选地

势较低处抬高、架空车辆基地，以匹配正线与运用库标高。该模式下，下部与盖上空间均可开发：下部沿界面设商业（借人流优势），非沿街处设生活配套；上部建办公、公寓、住宅等。相邻地铁高架站点为基地物业提供开发动力与便捷交通，基地物业又为站点带来稳定人流，形成互馈系统，助力双方在区域开发中提升价值。

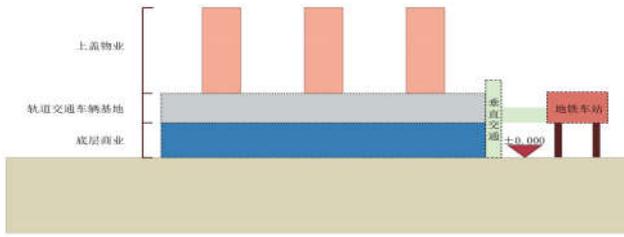


图2 地上高架模式车辆段典型开发模式示意图

技术特点：物业开发受限于柱网结构，空间体验较差；列车运行的振动与噪音对上盖物业干扰显著；结构转换相对简单，成本较低。

适用性：主要适用于高架线路段的的车站或小型停车场，对于作业流程复杂、空间需求巨大的车辆段而言，此模式基本不适用。

2.1.3 地面平台式开发模式

地面平台模式地铁车辆基地直接坐落于地坪层，基地内的停车列检库、架修库等功能用房顶部经过结构转换直接形成可供开发的大平台，上盖物业开发在此平台上完成，该模式是当前车辆段开发的主流选择。此种模式对于城市交通、景观、风貌、尺度等都有巨大，其通过在车辆段运营库房上方构建一个大型的结构转换层（盖板），将下部列车作业区与上部物业开发区在物理

上进行垂直隔离，从而实现“下车上人”。

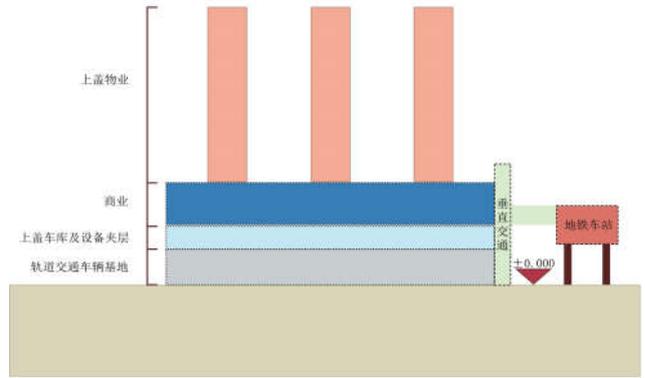


图3 地面模式车辆段典型开发模式示意图

技术特点：能有效隔绝振动与噪音，为上盖开发创造优良环境；上部可规划自由度大，可支持高强度、多业态的综合开发；需解决大跨度结构转换、超大超长结构设计、消防疏散等关键技术难题；初始投资大，但整体经济效益最优。

适用性：适用于城市建成区边缘或新区的大规模车辆基地，是平衡工程可行性、经济效益与环境影响的最佳模式。

表1 三种地铁上盖开发模式比较

特性	地下下沉式	地上高架式	地面平台式
示意图			
适用区位	城市中心区	城市新区或郊区	城市中心区或新区
开发强度	较高强度	低强度	高强度
投资成本	很高	中等	高
典型功能	商业、办公	居住、商业	综合功能（居住、商业、办公）
优点	提高土地使用率，不影响城市原有面貌，物业开发经济效益高。	缓解地形带来的影响，提高土地的使用率，物业开发能产生经济效益。	运营建设成本低，提升土地使用率。
缺点	建设成本大幅度增加，运营条件恶劣，调度管理安排难度大。	对原有城市面貌影响小，运营成本增加较多，调度管理安排难度增加。	对原有城市风貌影响较大，盖上物业与周边有较大高差。
典型案例	北京焦化厂车辆段 ^[3]	南京1号线南延线停车场	北京车公庄车辆基地 ^[4]

2.2 模式选择的核心决策因子

模式选择并非主观偏好，而是基于项目内在条件进行的客观决策。其核心取决于以下四个关键因子：

区位与规划因子：项目所在区域（城市核心区、边缘区或新区）的定位，上位规划对地块开发强度（容积

率）、功能配比（商业、住宅、办公比例）的要求；

地形地貌因子：基地地形是否平坦，是否存在显著高差，地质条件及地下水文情况；

（3）轨道制式因子：车辆段的规模、工艺流程、轨顶标高要求，衔接车站的类型（地下站、地面站或高

架站)；

(4) 经济效益因子：不同模式的初始投资、运营成本及预期收益，能否实现资金平衡或盈利。

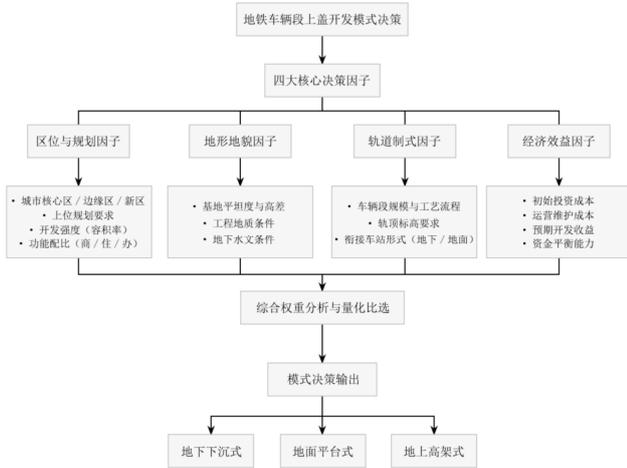


图4 核心决策因子流程图

科学的决策需对上述因子进行综合权重分析和量化比选。

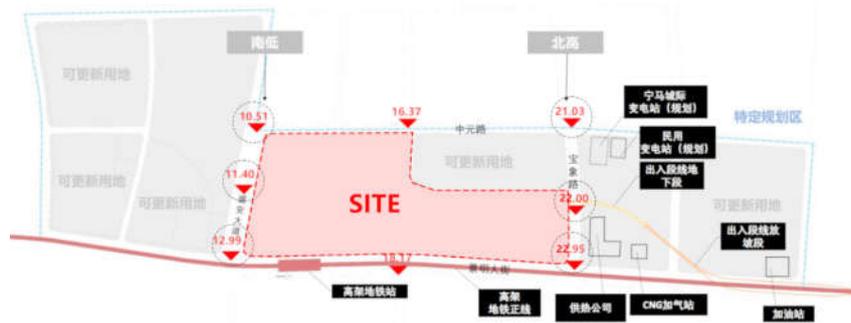


图5 场地标高示意图

(2) 站城关系约束：终端高架站的衔接。线路终点站——盛安大道站为高架站，位于车辆段地块南侧。如何高效、舒适地将车站庞大客流引导至车辆段上盖及周边区域，避免出现交通“终点”而非“枢纽”的孤岛效应，是项目面临的另一大挑战。

3.2 基于决策因子的模式比选

基于第二章建立的决策模型，我们对三种模式进行逐一筛选：

3.2.1 地面下沉式模式论证

地下下沉式模式：否决。

否决主因：地形与经济性的矛盾。在已有10米自然高差的场地进行全地下开挖，土方和支护成本将呈几何级数增长，经济性完全不可行。此外，车辆段功能并非必须地下，该模式在此属于“过度投入”。

否决其他原因：

3 宁马车辆段地面平台式模式的必然性选择论证

3.1 项目概况与核心约束

3.1.1 项目概况

宁马城际线滨江车辆段及盛安大道站位于南京江宁滨江新城中部，该新城是南京滨江新门户、生态文明示范区与创新产业聚集地，其中中部组团为产城融合重点片区，鼓励导入城市配套功能。车辆段地处锦文路生态轴线与盛安大道生态轴线之间，规划以居住功能为主，发展生产性与生活性服务业，打造新城美好生活核心区。^[5]

宁马车辆段承担线路车辆的停放、清洗、检修、调试等核心功能。项目总占地面积约32公顷，总建筑面积约22.3万平方米。除承担生产功能外，其还被赋予了带动片区发展、完善城市功能的重要使命。

3.1.2 项目面临两大核心约束：

地形约束：“北高南低”的显著高差。基地自然地势北侧比南侧高出约11米。这一地形特征意味着若采用常规开发思路，将产生巨大的土方挖填工程，不仅耗资巨大、工期漫长，且对生态环境不友好。

永久超高运营成本（24小时机械通风与照明、终身防水除湿、高昂消防监控）；临近长江导致地下水位高，基坑防水、降排水及抗浮风险大；大跨度无柱结构技术难度与造价高。

3.2.2 地面高架式模式论证

地上高架式模式：不适用。

(1) 否决主因：轨道制式。该模式针对“高架轨道线路”设计，适用于列车在高架轨道上通行的场景（如高架车站、小型高架停车场），核心是利用轨道下方闲置空间。而宁马车辆段是地面作业设施，核心功能是车辆停放、检修、调试，需要大面积平坦地面与无遮挡的室内空间，而非高架轨道下方的“附属空间”。

(2) 否决其他原因：

①工艺冲突：地上高架式结构与车辆段核心工艺需求存在根本性冲突。其密集的立柱体系将严重破坏检修

库所需的无遮挡大空间与巨大净高，导致桥式起重机等大型设备无法作业。同时，高架结构难以经济承受检修平台、轨道群及重型设备带来的巨大荷载，且会割裂复杂的列车、物料与人员作业流线，危及运营安全与效率，致使车辆段无法正常运行，在技术上不可行。

②规模不匹配，经济性与技术性失衡：地上高架式方案面临严重的规模不匹配问题。滨江车辆段占地达32公顷，为其建造高架平台需解决超大跨度结构难题。为减少对下部作业的干扰，必须采用极其昂贵且技术复杂的超大跨度转换结构，导致工程造价远超经济实用的地面平台式方案，性价比极低，完全不具现实可行性。

③对宁马车辆段项目特殊性的排斥

其一，“北高南低”地形本已复杂，再建高架平台将导致竖向衔接困难，无法利用地形。其二，为对接高

架站厅，物业平台需进一步抬高，形成城市“孤岛”，割裂与周边联系，完全违背TOD融合初衷。

3.2.3 地面平台式模式论证

地面平台式模式：唯一可行且最优解。

区位与规划因子：滨江新城定位高标准新区，要求高强度、多功能综合开发，平台式可完美满足。

地形地貌因子：通过柔性竖向设计可化解“北高南低”地形问题，甚至转化为项目特色。

轨道制式因子：“下车上人”是车辆段综合开发的经典成熟模式，天然匹配项目需求。

经济效益因子：虽初始投资高，但创造的可售物业面积最大，土地价值提升显著，全生命周期经济效益最优。

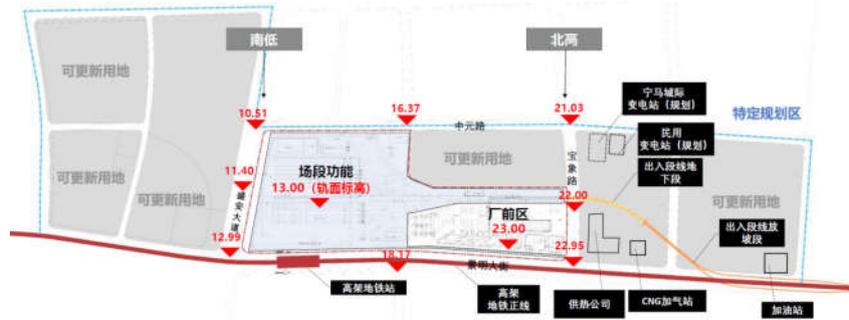


图6 宁马车辆段项目基地现状地形分析图

3.3 论证结论

表2 宁马城际滨江车辆段上盖开发模式比选论证总结

评估维度	地下下沉式模式	地上高架式模式	地面平台式模式
比选结论	否决	不适用	唯一可行且最优解
核心否决原因	经济性致命缺陷：土方、支护、运营成本极高，完全不可行。	功能性根本错误：模式本质是针对高架车站及小型高架停车场，与地面车辆段功能冲突。	
经济性	极差 初始天量土方、支护成本。 永久性超高运营成本（通风、防水、照明）。	极低 超大跨度结构导致造价畸高，性价比极低	最优 初始投资虽高，但创造的可售物业价值最大，全生命周期经济效益显著。
技术可行性	不可行 高水位地质下，防水、抗浮风险极大。 大跨度无柱结构技术难度高。	不可行 密集立柱破坏作业净空，工艺冲突。 无法承受重型荷载，流线被割裂。	成熟可靠 “下车上人”为经典模式，技术成熟。 能有效解决振噪问题，结构可行。
地形适应性	极差 无视“北高南低”地形，造成巨大浪费和成本飙升。	差 加剧竖向复杂度，使交通衔接困难。	良好 可通过设计克服并转化（如利用高差实现土方平衡、多层级接入）。
功能匹配度	错位 车辆段功能无需地下，属于“过度工程”。	根本冲突 彻底破坏车辆段生产工艺，无法正常运行。	完美匹配 天然适应车辆段流程，实现“下车上人”，功能分离清晰。
站城融合	一般 虽能释放地面空间，但高昂成本制约开发价值。	割裂 平台标高被迫抬高，易形成“孤岛”，违背TOD初衷。	最佳 利于打造繁华城市界面，无缝衔接高架站，完美实现站城融合。

综上，地下式因经济性被否决，高架式因功能性被排除，地面平台式是宁马项目技术可行、经济合理、规划匹配的唯一科学选择。决策核心在于如何通过精准设计应对两大核心约束。

4 地面平台式模式在宁马项目的创新实践要点

选定平台式模式只是第一步，将其与项目特殊性完美结合，才是设计成功的精髓。

4.1 要点一：以土方平衡为核心的竖向精准设计

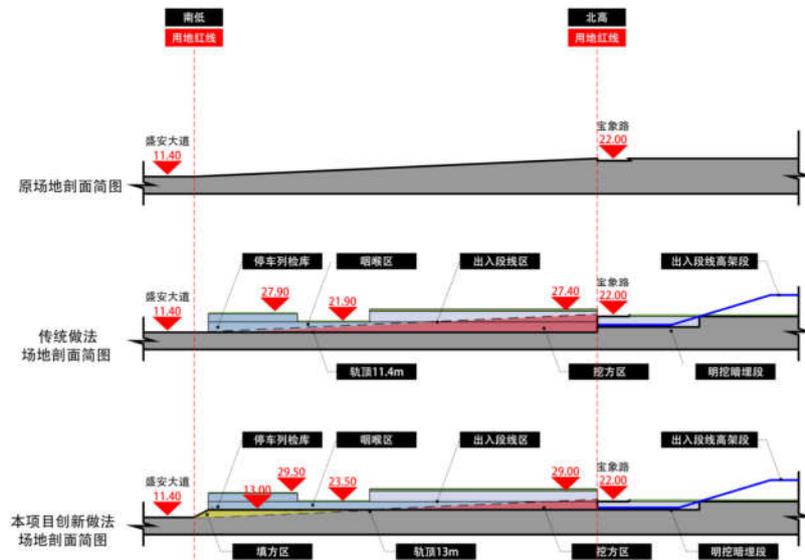


图7 竖向设计策略示意图

传统设计流程往往是先平整出一块大地盘，再在其上布置轨道和建筑。面对场地内近11米的高差，这种做法会导致要么北侧巨额开挖，要么南侧巨额填方，工程浪费惊人。

宁马项目的创新在于采用“反向协同，精准定标”的竖向设计策略：

以轨顶标高为绝对基准：车辆段的工艺流程要求轨面标高必须稳定且满足排水要求。设计将轨顶标高作为整个项目不可动摇的基准点。

反向推导场地设计标高：以此基准点为出发，综合考虑库内沟槽深度、道路衔接坡度、市政管网接口标高，反向精密推算出整个平台板及场地的最佳设计标高。

追求挖填方动态平衡：通过此方法，使北侧的开挖土方能够直接用于南侧的填方区，在现场及周边区域内实现土方的动态平衡，最大限度地减少土方的外运和购入，从源头节省了数千万元的工程投资并缩短了工期。

4.2 要点二：以TOD动线为纽带、站城融合为导向的盖板价值最大化设计

有效衔接终点高架站与上盖开发区域是实现真正融合的关键。本项目终点站盛安大道站站厅层标高为21.57米，而相邻的车辆段场地自然标高约为13.00米，两者存在近9米的高差。为消解这一显著高差，营造舒适连贯的步行体验，我们借鉴南京地铁10号线王武庄车辆段等

项目的成功经验，提出规划一条高效、愉悦的“TOD动线”作为衔接核心。该动线通过设置连续式扶梯系统，不仅有效化解竖向连接难题，更成为引导客流、激发商业活力的主要公共通道，是实现站城无缝衔接与价值提升的有利方式。



图8 TOD动线示意图

车辆段盖板是一项巨大投资，必须最大化其价值。本项目紧抓终端“高架站”这一特征，进行价值梯度布局。

黄金沿街面布局高价值业态：在紧邻城市主干道和景明大街高架站的盖板边缘一线，集中布置商业综合体和酒店式公寓。商业能直接承接车站客流，转化消费；酒店式公寓则服务于商务通勤人群，两者都是能承受较高租金、贡献充沛活力的业态。



图9 周边业态布局示意图
形成活力城市界面：此举将原本可能成为“背面”

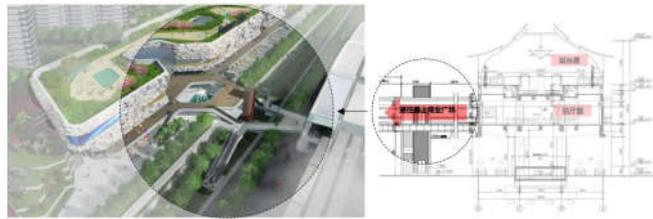


图10 步行廊道与城市连接分析图

构建空中绿色廊道：利用盖板的屋顶空间，设计了一条宽度充足、景观优美的步行廊道。这条廊道并非简单的通道，而是与景观绿坡、屋顶花园、休闲设施一体化设计，成为一个令人愉悦的线性公园。^[1]

无缝衔接交通枢纽：廊道一端直接接入景明大街高架站的站厅层，乘客出站后无需下到地面再上楼，即可通过这条空中花园走廊直达盖板上的各个功能区，体验流畅而舒适。

延续城市生态脉络：该廊道在设计 and 植被选择上与城市总体规划中的绿轴相呼应，不仅在物理上，更在视觉和生态上，将城市绿色系统引上了平台，跨越了车辆段的阻隔，实现了空间的连续性和体系的完整性。



图11 城市生态脉络延续分析图

5 结论与启示

5.1 结论

宁马城际滨江车辆段项目的实践表明，对于地铁车辆段上盖开发而言，模式选择是战略，精细化设计是战术。本项目通过严谨的决策分析，确立了地面平台式的战略方向，并针对性地运用三大战术解决了核心难题：

的车辆段边界，转化为繁华的“城市客厅”界面，彻底改变了基础设施项目冰冷的形象，实现了真正的站城融合与功能互补。

内部布局敏感性业态：将住宅等对噪音更敏感的业态布置在盖板区域中内部，享受平台带来的静谧和环境优势。

4.3 要点三：以绿色慢行为纽带的空间无缝连接设计本项目成功的关键一环，是解决了车站、车辆段上盖、城市绿轴的连接问题。

竖向精准设计解决了地形高差带来的工程经济性难题，变不利为有利。

价值梯度布局抓住了终端站的特点，最大化释放了土地经济价值，促进了站城融合。

绿色慢行连接以人性化的设计弥补了基础设施的割裂，提升了环境与社会价值。

5.2 启示

本项目启示我们，未来的基础设施工程建设，绝不能停留在满足单一功能的层面。工程师和设计师必须具备多系统整合的思维能力，将交通、规划、建筑、景观、经济等多个专业融为一体，在约束条件中寻找创新点，才能最终交付一个技术可靠、经济可行、环境友好、社会满意的精品工程，为城市的可持续发展贡献真正有价值的力量。宁马车辆段的经验，为众多面临类似复杂条件的TOD项目提供了一条清晰且可借鉴的实施路径。

参考文献

- [1]轨道交通车辆段上盖开发内外交通衔接模式[J].齐莹菲.都市轨道交通, 2015, (1):51-56
- [2]城市轨道交通车辆段物业开发研究[J].闫雪燕,崔屹;付勇.都市轨道交通, 2014, 27(6):41-45
- [3]北京轨道交通车辆段综合利用模式的演进与创新[J].纪诚;卢源.都市轨道交通, 2014, 27(6):35-40
- [4]轨道交通综合体的模式演进与设计创新--以北京地铁车辆段综合开发实践为例[J].卢源;纪诚;金山.建筑学报, 2015(04):100-105
- [5]南京市委市政府《南京市“十四五”城乡建设规划》[G]南京 2021