

下沉式城市轨道交通车辆基地上盖平台建设成本分析及经济效益评价

巫玲玲 纪沿光

(广州地铁设计研究院股份有限公司, 510010, 广州 // 第一作者, 高级工程师)

摘要 城市轨道交通对于城市发展来说,是拉动经济发展,提升土地价值的重要方式。但城市轨道交通车辆段和停车场占地面积大、土地利用率低,不利于城市的空间整体发展。结合广州地铁上盖开发项目,对下沉式车辆基地上盖建设进行成本分析;通过盈亏平衡分析,对不同结构形式下沉式盖板总投资费用及其在不同容积率下的房价盈亏平衡点、不同房价下的容积率盈亏平衡点进行了经济效益评价。

关键词 城市轨道交通;下沉式车辆基地;上盖平台;成本分析;盈亏平衡分析

中图分类号 F570.73

DOI:10.16037/j.1007-869x.2021.09.010

Cost Analysis and Economic Efficiency Evaluation of Overhead Platform Construction of Sunken Urban Rail Transit Vehicle Base

WU Lingling, JI Yanguang

Abstract Urban rail transit is an important way to stimulate economic development and increase land value for urban development. However, the metro vehicle depot and parking lot occupy large area, and the land utilization rate is low, which is not conducive to the overall development of urban space. Taking Guangzhou Metro overhead property development project as study case, cost analysis of the overhead construction of sunken vehicle base is carried out; through break-even analysis, the economic efficiency evaluation is carried out towards total investment amount of sunken cover under different structure conditions, house price break-even point under different plot ratio conditions, and plot ratio break-even point under different house price conditions.

Key words urban rail transit; sunken vehicle base; overhead platform; cost analysis; break-even analysis

Author's address Guangzhou Metro Design & Research institute Co., Ltd., 510010, Guangzhou, China

车辆基地是负责城市轨道交通车辆维修、清洗、整备的场所,其主要功能房间占地大、层高较

高、跨度大。传统的城市轨道交通车辆段占地面积大、建筑密度较小、用地强度低、功能单一。车辆段本身及周边的土地利用仍处于较低水平,是城市土地集约节约利用的一个短板,与日益紧缺的城市土地资源之间产生了矛盾。

由于车辆基地具有占地面积大、建筑单体柱网规整、上盖平台空间利用率高等特点,因此可以利用车辆段上部空间进行物业开发,结合城市规划开发成住宅及公建设施。车辆基地采用下沉式布置形式能够有效减少对规划路的分割,能与周边地块较好地融合成一体,既有利于提高土地开发效益,也有利于为城市轨道交通提供稳定的客流,以支持城市轨道交通及各项城市建设的可持续发展。经济效益评价是上盖平台开发建设是否立项的重要依据,所以对上盖平台建设进行成本分析和盈亏平衡分析具有重要的研究意义。

1 两种不同结构形式上盖平台成本分析

盖板与车辆基地采用一体化设计,二者需同步设计、同步实施。关于盖板的工程费用,为了体现普遍的规律性,本文选取广州地铁已建和在建的两种不同结构形式的车辆段上盖项目进行分析研究。其中一个项目是采用核心筒落地结构形式的广州地铁6号线萝岗车辆段上盖项目,另一个项目是采用全转换结构的广州地铁22号线陈头岗停车场上盖项目。另外,由于各个项目采用的编制期不同,造价水平受工料机信息价影响较大,本研究统一将工料机信息价折算到2018年10月份水平。同时,依照穗府办函[2015]55号文规定:盖板及支撑盖板的梁、柱、基础等主体费用计入盖板,因下沉引起侧壁、底板、围护结构、土方工程量变化等土建费用全部计入盖板工程费用。

萝岗车辆段盖板采用盖上加核心筒落地结

构形式,陈头岗停车场盖板采用盖上开发全转换结构形式,其工程费用指标详见表 1。

经测算,盖上开发核心筒落地结构的车辆基地上盖首层盖板的费用指标为 6 905.39 元/m²,盖上开发全转换结构的车辆基地上盖首层盖板的费用指标为 8 705.20 元/m²。

表 1 两种不同结构形式首层盖板费用					
项目	单价	萝岗车辆段盖板		陈头岗停车场盖板	
		工程量	费用/元	工程量	费用/元
土石方	80 元/m ³	5.16 m ³	412.90	1.66 m ³	133.10
桩基础	2 500 元/m ³	0.92 m ³	2 311.13	1.85 m ³	4 613.28
混凝土(含模板)	1 100 元/m ³	0.91 m ³	1 006.07	1.03 m ³	1 135.97
钢筋	6 500 元/t	0.15 t	968.29	0.17 t	1 122.85
支架、机械台班	1 000 元/m ²	1 m ²	1 000.00	1 m ²	1 000.00
屋面及防水工程	700 元/m ²	1 m ²	700.00	1 m ²	700.00
钢结构	15 000 元/t	0.03 t	507.00		
费用合计			6 905.39		8 705.2

注:表中核算的“工程量”和“费用”均为每平方米的工程量和费用。

2 下沉式车辆基地上盖平台建设成本分析

以两种不同结构形式的首层盖板费用指标为基础,分别对下沉式双层盖板(以赤沙车辆段为例)、下沉式单层盖板(以槎头车辆段为例)、半下沉式单层盖板(以广钢新城车辆段为例)三种形式的盖板进行成本分析。

2.1 下沉式双层盖板建设成本分析

2.1.1 盖上开发核心筒落地结构形式

双层车辆基地含地下一层、地面一层。推导过程分两步:首先根据上文中核心筒落地结构的车辆基地上盖首层盖板的费用指标测算地面核心筒落地形式双层盖板造价如下:

$$412.90\text{ 元/m}^2\times 0+2\,311.13\text{ 元/m}^2\times 1\text{ m}^2+1\,006.07\text{ 元/m}^2\times 2\text{ m}^2+968.29\text{ 元/m}^2\times 2\text{ m}^2+1\,000.00\text{ 元/m}^2\times 2\text{ m}^2+700.00\text{ 元/m}^2\times 1\text{ m}^2+507.00\text{ 元/m}^2\times 2\text{ m}^2=9\,973.8\text{ 元/m}^2$$

地面核心筒落地双层盖板按投影面积测算的造价为 9 973.85 元/m²。采用下沉式,会引起侧壁、底板、围护结构、土方工程量变化,测算其工程费增加约 7.31 亿元(测算费用指标详见表 2),按盖板投影面积折算为 5 622.23 元/m²。核心筒落地下沉式双层盖板工程费用按投影面积测算的造价为

$$9\,973.85\text{ 元/m}^2+5\,622.23\text{ 元/m}^2=15\,596.08\text{ 元/m}^2。$$

表 2 核心筒落地结构形式双层盖板采用下沉式后增加费用测算表			
项目	工程量	单价	费用/万元
底板	104 000 m ³	1 100 元	11 440
侧壁	35 000 m ³	1 100 元/m ³	3 850
钢筋	22 240 t	6 500 元/t	14 456
连续墙,墙厚 1 m	62 500 m ³	3 800 元/m ³	23 750
锚索(孔 150 mm,钢索 1 d15.2)	110 000/m	180 元/m	1 980
钻孔桩(孔直径 1.2 m)	6 000 m ³	2 500 元/m ³	1 500
支撑	1 500 m ³	1 100 元/m ³	165
钢中立柱	232 t	15 000 元/t	348
土石方	1 950 000 m ³	80 元/m ³	15 600
费用合计			73 089

2.1.2 盖上开发全转换结构形式

根据上文全转换结构的车辆基地上盖首层盖板的费用指标测算的地面全转换双层盖板造价如下:

$$133.1\text{ 元/m}^2\times 0+4\,613.28\text{ 元/m}^2\times 1\text{ m}^2+1\,135.97\text{ 元/m}^2\times 2\text{ m}^2+1\,122.85\text{ 元/m}^2\times 2\text{ m}^2+1\,000.00\text{ 元/m}^2\times 2\text{ m}^2+700.00\text{ 元/m}^2\times 1\text{ m}^2=1\,1830.92\text{ 元/m}^2$$

采用下沉式其工程费增加约 7.31 亿元。按盖板投影面积测算的二层盖板造价折算为 5 622.23 元/m²。全转换结构下沉式双层盖板工程费用按投影面积测算的造价为 11 830.92 元/m²+5 622.23 元/m²=17 453.15 元/m²。

2.2 下沉式单层盖板建设成本分析

2.2.1 盖上开发核心筒落地结构形式

下沉式地下一层车辆段,盖板采用核心筒落地结构形式,下沉后会引起侧壁、底板、围护结构、土方工程量变化。以广州地铁 12 号线槎头车辆段为例进行测算。下沉后其工程费用增加约 8.61 亿元,按盖板面积折算为 4 802.35 元/m²。其中土石方为下沉后基坑的土方总量,应在原盖板费用中扣除该项费用。则核心筒落地单层盖板工程费用约为 6 905.39 元/m²-412.90 元/m²+4 802.35 元/m²=11 294.84 元/m²。

2.2.2 盖上开发全转换结构形式

下沉式地下一层车辆段,盖板采用全转换结构形式。同样以广州地铁 12 号线槎头车辆段为例进

行测算。下沉后增加费用约 8.61 亿元,按盖板面积折算为 4 802.35 元/m²。在原盖板费用中扣除土石方费用。则全转换单层盖板工程费用约为 8 705.2 元/m²-133.1 元/m²+4 802.35 元/m²=13 374.45 元/m²。

2.3 半下沉式单层盖板建设成本分析

2.3.1 盖上开发核心筒落地结构形式

半下沉式地面一层车辆段,盖板采用核心筒落地结构形式,下沉后会引起侧壁、底板、围护结构、土方工程量变化。以广州地铁 10 号线广钢新城车辆段为例进行测算。下沉后增加费用约 4.96 亿元,按盖板面积折算为 2 105.95 元/m²。其中土石方为下沉后基坑的土方总量,应在原盖板费用中扣除该项费用。则半下沉式单层盖板工程费用约为 6 905.39 元/m²-412.90 元/m²+2 105.95 元/m²=8 598.44 元/m²。

2.3.2 盖上开发全转换结构形式

半下沉式地面一层车辆段,盖板采用全转换结构形式。同样以广州地铁 10 号线广钢新城车辆段为例进行测算。下沉后增加费用约 4.96 亿元,按盖板面积折算为 2 105.95 元/m²。在原盖板费用中扣除土石方费用。则半下沉式单层盖板工程费用指标约为 8 705.2 元/m²-133.1 元/m²+2 105.95 元/m²=10 678.05 元/m²。

2.4 各式下沉式盖板工程费用指标汇总

经测算,下沉式双层盖板、下沉式单层盖板、半下沉式单层盖板三种不同的下沉式车辆基地上盖平台工程费用详见表 3。

表 3 不同结构形式下沉式盖板工程增加费用测算表

结构形式	类型	工程费用/(元/m ²)	增加比例/%
盖上开发核心筒落地	下沉式双层盖板	15 596.08	126
	下沉式单层盖板	11 294.84	64
	半下沉式单层盖板	8 598.44	25
	地面单层盖板	6 905.39	
盖上开发全转换	下沉式双层盖板	17 453.15	100
	下沉式单层盖板	13 374.45	54
	半下沉式单层盖板	10 678.05	23
	地面单层盖板	8 705.2	

注:“增加比例”均相对地面单层盖板费用而言;下沉式双层盖板按盖板投影面积测算,其他类型按盖板面积测算。

从表 3 可以看出,全转换结构形式比核心筒落地形式的工程费用要高。以上费用是以广州市已

建或者在建的车辆基地为案例推导得出的,由于盖板成本受位置、地质条件、地形、上盖开发布置密度和高度等多种因素影响,因此实际盖板成本应根据具体方案进行测算。本文的重点是研究不同的下沉式车辆基地盖板的变化规律:半下沉单层盖板指标较地面单层盖板费用增加 25%左右;下沉式单层盖板指标较地面单层盖板增加 50%~60%;下沉式双层盖板指标较地面单层盖板增加 100%以上。

3 经济效益平衡点分析

一般情况下,上盖平台开发建设的工程费用占总投资的比重在 50%~60%左右,具体比例与项目实际的征拆规模、补偿标准、分摊原则等有很大的关系。本研究按上盖平台的工程费用占总投资比重 55%考虑,算出各种形式的总投资费用指标,详见表 4。

表 4 不同结构形式下沉式盖板总投资费用表

单位:元/m ²		
结构形式	类型	总投资费用
盖上开发核心筒落地	下沉式双层盖板	28 356.51
	下沉式单层盖板	20 536.07
	半下沉式单层盖板	15 633.53
盖上开发全转换	下沉式双层盖板	31 733.00
	下沉式单层盖板	24 317.18
	半下沉式单层盖板	19 414.64

注:下沉式双层盖板按盖板投影面积测算,其他类型按盖板面积测算。

盈亏平衡分析是通过盈亏平衡点(BEP)分析项目成本与收益的平衡关系的一种方法。分析各种不确定因素(房价、容积率)的变化项目的经济效果,当这些因素的变化达到某一临界值时,项目刚好处于 BEP。盈亏平衡分析的目的就是找出这种临界值,即 BEP,用以判断项目对各种不确定因素变化的承受能力。

本测算仅以盖板为研究对象,不包含段场白地。经测算,不同形式下沉式盖板的房价 BEP、容积率 BEP 详见表 5、表 6。

从房价盈亏平衡点可以看出,容积率在 1.5~2.5 之间的房价在 14 000~34 000 元/m² 之间。从近几年的房价来看,北京、上海、广州、深圳等一线城市平均房价远远高于此价格区间。另外,由于地铁线路大多贯穿于主城区,同时得益于地铁上盖轨

道交通的便利性加成,上盖平台的物业开发价格较一般房地产开发项目更高。目前广州在售的几个上盖开发项目,其售价均在 4 万元以上。所以,达到申报建设地铁要求的城市,其上盖平台物业开发的房价一般都会大于盈亏平衡点,具有良好的经济效益。从容积率盈亏平衡点来看,房价在 30 000 元/ m^2 时,对应的容积率为 0.8~1.7,如全是多层建筑,就属于环境一流的住宅项目。以广州地铁 6 号线萝岗上盖开发项目为例,该项目目前房价定价为 40 000 元/ m^2 左右,容积率为 2.14,远大于容积率盈亏平衡点。

表 5 不同结构形式下沉式盖板在不同容积率下的房价 BEP
单位:元/ m^2

项目名称		不同容积率下的房价 BEP		
		容积率 1.5	容积率 2.0	容积率 2.5
盖上加盖核心筒落地	下沉式双层盖板	30 630.42	24 722.82	21 178.25
	下沉式单层盖板	24 113.39	19 835.05	17 268.04
	半下沉式单层盖板	20 027.94	16 770.95	14 816.76
盖上加盖全转换	下沉式双层盖板	33 444.17	26 833.13	22 866.50
	下沉式单层盖板	27 264.32	22 198.24	19 158.59
	半下沉式单层盖板	23 178.86	19 134.15	16 707.32

表 6 不同形式下沉式盖板在不同房价下的容积率 BEP

项目名称		不同房价下的容积率 BEP		
		房价 20 000 元/ m^2	房价 25 000 元/ m^2	房价 30 000 元/ m^2
盖上加盖核心筒落地	下沉式双层盖板	2.7	2.0	1.5
	下沉式单层盖板	2.0	1.4	1.1
	半下沉式单层盖板	1.5	1.1	0.8
盖上加盖全转换	下沉式双层盖板	3.1	2.2	1.7
	下沉式单层盖板	2.3	1.7	1.3
	半下沉式单层盖板	1.9	1.3	1.1

(上接第 41 页)

参考文献

[1] NFPA. Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems; NFPA 130; 2017[S]. USA Quincy; NFPA, 2017.

[2] EN. Fire Protection on Railway Vehicles; Fire Resistance Requirements for Fire Barriers; EN 45545; 2013[S]. EN; Brussels, 2013.

[3] BSI. Code of Practice for Fire Precautions in the Design and Construction of Passenger Trains; BS 6853; 2002[S]. London; BSI, 2002.

[4] DIN. Preventive Fire Protection in Railway Vehicles; DIN 5510; 2009[S]. DIN; FSF 2009.

4 结语

随着国内城市轨道交通建设的快速发展,车辆基地上盖物业开发作为地铁项目可持续发展的新模式,已经在北京、上海、广州、深圳等城市开展起来。本研究对下沉式车辆基地上盖平台的建设成本和上盖物业开发的盈亏平衡进行分析,测算出半下沉式单层盖板、下沉式单层盖板、下沉式双层盖板三种不同的下沉式车辆基地上盖平台的建设成本较地面单层盖板的费用分别增加 25%、50%~60%、100% 以上,为以后下沉式车辆基地上盖平台建设的前期研究提供指标参考。通过房价和容积率盈亏平衡点分析,得出上盖平台开发建设具有良好的商业价值和经济效益的结论。本研究可为下沉式车辆基地实施综合开发提供经济效益可持续的理论支撑。

参考文献

[1] 广州地铁设计研究院有限公司. 广州市轨道交通 6 号线萝岗车辆段上盖平台土地整理项目工程可行性研究报告[R]. 广州:广州地铁设计研究院有限公司, 2014.

[2] 广州地铁设计研究院有限公司. 广州市轨道交通 22 号线工程陈头岗车辆段初步设计文件[R]. 广州:广州地铁设计研究院有限公司, 2017.

[3] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 地铁设计规范: GB 5017—2013[S]. 北京:中国建筑工业出版社, 2013.

[4] 广州地铁集团有限公司. 广州地铁 22 号线工程招标文件[R]. 广州:广州地铁集团有限公司, 2017.

[5] 喻祥, 宋聚生. 地铁车辆段上盖综合体设计探索——以深圳市前海湾车辆段上盖综合体为例[J]. 新建筑, 2013(3): 158.

[6] 周小伟, 张雄. 深圳地铁 3 号线横岗双层车辆段经济分析[J]. 铁道工程学报, 2012(3): 107.

(收稿日期: 2020-07-28)

[5] EN. Fire Resistance Tests Part 1; General Requirements; EN 1363-1; 2012[S]. EN; Brussels, 2012.

[6] EN. Fire Resistance Tests for Non-Loadbearing Elements Part 2; Ceilings; EN 1364-2; 1999[S]. EN; Brussels, 1999.

[7] BRI. Method for Determination of the Fire Resistance of Elements of Construction; BS 476-20; 2014 [S]. London; BSI, 2014.

[8] ASTM. Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials; ASTM E119; 2016 [S]. New York City; ASTM, 2016.

(收稿日期: 2019-09-05)