

深圳平湖南铁路货场上盖开发研究

叶勇

中铁第四勘察设计院集团有限公司

摘要:在城市高质量发展与铁路货运向现代化物流发展的背景下,为缓解物流中心用地需求规模大和城市供地不足的矛盾,铁路货场用地受限条件下开展铁路装卸线上盖开发系统性工程研究。本文结合深圳市铁路货运发展现状,基于深圳平湖南铁路货场,阐述了铁路货场上盖开发的意义,分析了铁路货场上盖开发的控制因素以及上盖、盖下设计的影响,提出铁路货场的平面布置模式、结构设计、消防设计、交通设计等技术研究,以期打造全球领先的综合物流枢纽。

关键词:铁路货场;上盖开发;物流仓储;综合物流枢纽

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.09.058

一、研究背景与项目概述

(一) 研究背景

根据中国国家铁路集团有限公司(以下简称“国铁集团”)数据,近年来,我国铁路物流发展迅猛,铁路主要货物运输量逐年提升。2023年,国家铁路完成货物发送量39.1亿吨,创历史新高^[1]。铁路货场是直接对接社会运输市场的重要阵地,铁路货场的开发建设对于铁路货物运输质与量的提升有着重要意义。

在城市建设与发展方面,由于用地权属与城市规划等原因,大多数铁路货场与周边城市关系割裂,这种现状一方面导致铁路货场运输作业影响周边的城市秩序与风貌,另一方面导致周边的城市活动限制了铁路货场的作业条件与规模扩大^[2]。为了加快推进铁路建设,国家支持铁路投融资体制改革,坚持“多式衔接、立体开发、功能融合、节约集约”的原则,对铁路站场及毗邻地区特定范围内的土地实施综合开发利用。

在城市物流用地日益稀缺,现代社会对物流供应链的需求日益增强,城市的保供稳价、市场保供、应急保供必须得到充分保障的要求下,打造绿色化多式联运综合物流枢纽的契机就应运而生。本文以深圳平湖南铁路货场为例,在路地合作开发建设的模式下,实现了平湖南铁路货场向平湖南综合物流枢纽的升级,反映了社会发展新阶段的现实性、引导性、创新性的要求。

(二) 项目概况

深圳平湖南铁路货场位于深圳市龙岗区南湾街道,在广深铁路平湖南站接轨,货场总占地约1170亩,包含集装箱作业区、电商快运及特货作业区、多元开发功能区、仓储作业区和办公生活区等。响应国家支持铁路建设实施土地综合开发的相关政策要求,顺应城市发展统筹用地开发提升需求^[3],根据国铁集团关于平湖南铁路货场综合开发的批复,拟在货场铁路快运和商品车装卸线上盖开发,按照盖下铁路站场、盖上物流高标仓库的开发模式,实现“铁路用地+产业用地”的有机融合、立体开发,促进场站及相关设施用地布局协调、交通设

施无缝衔接、地上地下空间充分利用、交通运输能力和城市综合服务能力大幅提高,形成铁路建设和城镇及相关产业发展的良性互动机制。

二、技术条件研究

(一) 场地建设条件

项目建设地块属丘陵区,地基良好,地形起伏较小,海拔高度多在40~80m之间,范围内原地貌主要为农田(非基本农田),既有集装箱作业区建成后对本次上盖项目范围进行填土,建设条件较好。

(二) 总体平面布局

平湖南铁路货场按空间布局可以分为北、中、南三部分,其中北部为货场门区、进门缓冲区和仓储作业区,中部为主要物流功能区,南部为办公生活区和多元开发功能区。

货场中部以运输、装卸、仓储堆存、流通加工及配送等核心功能为主,采用与车站横列式相融布置模式,自西向东依次为集装箱装卸作业区、集装箱辅助箱区、站台边货车装卸作业区、铁路站台、铁路快运装卸线、铁路站台、集卡车道、铁路站台、铁路快运兼商品车装卸线、商品汽车停放区。

因集装箱作业区采用轨道式门吊或正面吊进行装卸作业,考虑作业高度、作业效率和经济效益等方面影响,集装箱作业区不作为上盖研究范围。上盖研究范围为电商快运及特货作业区,盖下铁路货场(一层)主要功能包括成件包装(快运)、商品汽车等铁路货物运输、装卸,货物前置安检,公路车辆货物装卸,货物拣选、转运、存储等操作。上盖物流仓库总用地面积约33.4万平方米,容积率2.55,建设4层物流仓库,总建筑面积为85万平方米,计容建筑面积85万平方米。上盖二至五层主要为物流存储区,用于公路货车卸货、货物初分、细分、囤货及装车操作。一层及盖上层均需设置现场办公等配套区。

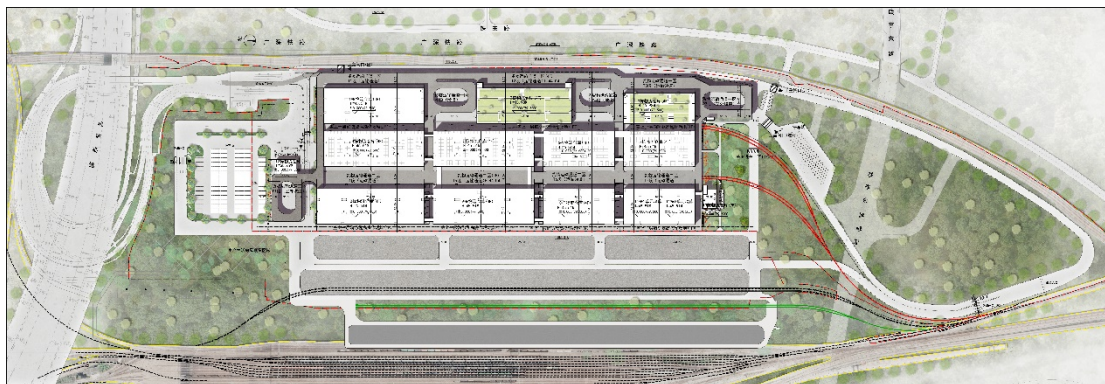
货场北部以辅助配套设施为主,东侧为仓储作业区,用于集卡停车或集装箱堆放;西侧布置铁路货场门区、上盖仓库盘道及门区、进门缓冲区。

货场南部以生活辅助、生产辅助和必要设施设备为主,规划建设办公生活区、设备区和多元开发功能区。

(三) 交通组织条件

盖上层主要为公路物流,盖下层主要为铁路运输的车流,社会车辆和需进入铁路货场运输的车辆在管理模式存在一定差异,在交通组织层面上将两类交通组织分离开,同时设置盖上物流仓库与盖下铁路货场分离独立的门区,能够方便后续管理。

由于货场北侧机荷高速节点主要解决远距离进出需求,南侧联李东路节点主要解决中近距离进出需求,节点服务功能存在明显错位,因此,原则上按照“北进北



平湖南铁路货场盖下铁路层示意图

出、南进南出”进行整体性交通组织。

交通组织研究力求符合车流人行的轨迹，使之交通便捷通畅，同时规划注重人车分流，减少相互干扰，以创造符合物流园区特征的动静态交通环境。动态交通组织在规划区内部完成，道路布置形成环状车行道与消防车道并用，地面停车主要考虑集中停放，不影响内部环境。项目区域内需要对场地实施封闭式管理，提高场地人员操作及货物流转安全性。上盖仓库需要设置满足运输需求的上下车盘道，满足货车上下多层通行，车辆与人员出入口安装车闸、人闸安检设备及监控系统，设置门卫室等。

三、上盖开发方案研究

针对铁路层存在铁路作业线和铁路站台等设施，重点对柱网结构和层高、盖板荷载取值、主体结构的基础选型及沉降控制、消防设计等方面进行研究。

(一) 铁路层结构柱网和层高研究

物流库内部空间的利用率和货品的存储效率是评价物流仓库的重要因素之一，对货架布置分析是提高建筑内部空间利用率和货品的存储效率的基本手段。通过对不同的货架排布方案寻求合理、高效的库房屋高及柱网尺寸。要进行铁路层上盖仓库项目的荷载取值的研究，首先需要深入研究层高及柱网，作为下一步荷载研究的基础条件。

1. 柱网间距

物流仓库常用货架分为：横梁式货架、阁楼式货架、自动立体仓储。其中横梁式货架系统简单、存取方便、快捷，通用仓库应用最普遍，是项目结构研究的重点研究对象。通用仓库的柱网间距的确定直接影响着物流库的空间利用率和使用效率，与单元货物尺寸相匹配的货架、柱网可大大提高物流库的空间利用率。经过综合分析，通用仓库柱网开间方向采用12.0m比较经济；以典型的柱断面800x800为例，进深方向选用10.0m柱网的幅面利用率为 $8300/9200=90.2\%$ ，选用11.4m柱网幅面利用率为 $10500/10600=99.1\%$ 。考虑到不同结构体系的结构柱断面的大小差异，通用仓库进深方向采用11.4m~12.0m均是可行的。

本项目为高层仓库，底层柱截面预估在1200mm以上，经过综合分析，通用仓库的柱网采用12.0m×12.0m是最经济合理的；同时采用12.0m的柱网，对应的次梁

间距为3.0m，与消防喷淋的间距模数3.0m最匹配，土建安装综合造价最低。

2. 层高研究

通用仓库的层高主要是根据货架的层数及净高、设备净空、结构梁高、建筑面厚度等综合确定。货架竖向排布模数较为简单，通用单层货架高度有1500mm、1800mm两种。从典型的货架仓库竖向分布来看，货架竖向排布模数较为简单，1500mm货架对应的净高模数为7500mm、9000mm及10500mm，1800mm货架对应的净高模数为7200mm、9000mm及10800mm。即各楼层的有效净高应控制在7500mm、9000mm和10800mm等三个模数上都是比较经济合理的层高。

按照目前通用仓库最常用的6层货架库，按1500mm的货架模数计算，仓库净高9m，考虑到不同结构体系的结构梁高等差异，层高10.80m~11.20m均是经济合理的，综合权衡后采用层高11.0m。

(二) 铁路层顶盖荷载取值研究

1. 现状调研仓库荷载取值情况

经过前期调研，并综合现有规范依据、不同企业标准的不同荷载需求，选取十几家代表性物流企业的多层仓库的地面、楼面荷载取值统计分析，同样的通用仓库6层货架，楼板取值 45kN/m^2 偏大，次梁取值 22.5kN/m^2 偏小，需进一步细化研究后修正，保证后续项目结构设计荷载更加经济合理。

针对仓库存在冷库或冷库预留的区域情况，要依据不同的温区、不同的功能分区（货架区、走道区、分拣区、冷间、穿堂等）选取对应的荷载及对应的环境类别按冷库设计标准选用。对于采用货架储存货物的冷库楼面，根据货架层数及货物密度按实换算，并根据不同的货架布置、货架层数、单个托盘重量等基本荷载条件，按不同结构构件（楼板、次梁、主梁、柱、基础）的受力特性分别进行等效均布活荷载的等效换算，按需设计，保证经济合理。

2. 通用仓库的楼面活荷载等效换算

按照仓库现状情况，高标仓库以货架仓库居多，荷载研究也是以货架仓库为主。针对多高层货架库来说，单个货架的大小、货架的排布方式、货架的层数、每个托盘的重量等参数，随着不同使用要求而有差别。货架区根据不同结构构件的受力特性及货架布置、货架层

数、单个托盘重量等基本荷载条件，按不同结构构件（楼板、梁、柱、基础）分别进行等效均布活荷载的等效换算，按需设计才是经济合理的。

以本项目柱网12.0m×12.0m单元，6层普通货架（底层地堆+5层货架），单个货架尺寸1.2m×2.8m，通道宽度3m，每个托盘不重于1000kg，货架按货物重量的10%考虑。其中底层地堆荷载按8.0kN/m²，叉车通道区域按8.0kN/m²考虑。根据实际的货架排布情况，得出实际的货架集中力，针对不同的结构构件（基础、柱、主梁、次梁、板）进行合理的荷载分析，参照荷载规范进行等效活荷载的换算是可行的、满足规范要求的。

（三）铁路层地基、基础及沉降限值研究

1. 地质条件及常用基础形式

根据项目对应相邻地块的勘察报告及典型地勘剖面，综合评价场地稳定性为基本稳定，场地内特殊性岩土较发育，对工程有一定的影响，但经过合适的工程措施处理后，工程建设适宜性为较适宜。

项目结构单体柱网大，天然地基不能满足要求，应采用桩基。由于本场地存在的特殊性岩土有人工填土和残积土，且厚度不均，填土中还夹碎石、砖块等，持力层起伏也很大。鉴于持力层为全、强及微风化粉砂岩，采用预制桩施工难度大，施工质量不易控制，桩型优先采用钻孔灌注桩。

2. 基础选型

高层仓库、运输通道、坡道下的单柱轴力均不小，采用天然地基无法满足要求，选用桩基是经济合理的。参照广东地标经验取值预估不同桩径、不同桩长的灌注桩的单桩承载力，按四种桩型（普通灌注桩）方案进行了典型中柱下的桩基布置，对不同单体的桩基方案试算。

典型基础选型方案表

桩型	桩径	桩端进入持力层深度	桩端持力层	单桩承载力特征值 Ra
桩型 1	800mm	20m	强风化粉砂岩 ⑩ ₂	4000KN
桩型 2	900mm	26m	强风化粉砂岩 ⑩ ₂	5500KN
桩型 3	1000mm	31m	强风化粉砂岩 ⑩ ₂	7000KN
桩型 4	1100mm	1D	微风化粉砂岩 ⑩ ₄	9000KN

高架平台和仓库柱底荷载大，优先选用桩型4，嵌岩桩持力层强度更高，单桩承载力更高，桩数少，工期造价更合理，工后绝对沉降最小。坡道柱底荷载相对小一些，选用桩型3对应的桩数为3桩，总体上比较经济合理。

3. 沉降控制标准研究

经过前期调研，并综合现有规范依据、不同企业标准的不同沉降控制标准，将现有的通用仓库的沉降控制

标准归纳整理后，大致分为三个档次。

沉降控制标准分档表

沉降标准分档	主体结构沉降限值	仓库地坪沉降限值	主要适用范围	备注
沉降控制标准 1	60mm	60mm	高标仓库 场地天然地基 条件很好	如遇厚填方地基，地坪处理成本高
沉降控制标准 2	100mm	100mm	通用仓库 场地天然地基 条件尚可	如遇厚填方地基，地坪处理成本中等
沉降控制标准 3	100mm	150mm	通用仓库 场地天然地基 条件较差	如遇厚填方地基，地坪处理成本较小

与铁路地基相邻的主体结构的基础的沉降应从严控制，优先选用沉降控制标准1，务必将对后期铁路线的运营的不利影响降至最低限度。与铁路地基不相邻的主体结构的基础的沉降控制标准，从造价合理性出发，选用沉降控制标准2。

（四）消防设计研究

项目整体定性为高层物流建筑群，盖下为架空层（四周全部敞开）铁路货运站场，为单层作业型物流建筑（站台装卸货，火灾危险性类别丙类2项）耐火等级为一级；盖上为高层物流建筑（火灾危险性类别丙类2项），耐火等级为一级。由于铁路货场上盖开发覆盖的铁路场站范围较大，该场景在现有的相关设计防火规范中均未有涉及，没有可参照执行的相关规范，需要采用性能化的设计手段，针对工程自身特点进行分析，提出相对应的消防措施。针对建筑特点及可能发生火灾的情况，模拟火灾场景，提出火灾的控制策略，包括防火墙分隔、人员疏散、烟气模拟及排放、消防设施的配置原则等^[4]。

四、结束语

本文以深圳平湖南铁路货场上盖开发研究为例，通过设计技术条件的梳理，对铁路货场上盖开发的关键技术进行研究，结合项目情况提出铁路货场地面层的结构柱网、层高、荷载及基础选型、沉降控制、消防设计等相关方案，对同类型铁路货场上盖开发项目技术方案设计、工程重难点解决起到参考和借鉴作用。

参考文献

- [1] 金朝力, 冉黎黎. 铁路客货运提速增量背后的经济回暖[N]. 北京商报, 2024-01-10 (002).
- [2] 彭南生, 刘峻君. 铁路货场一体化开发设计研究[J]. 运输经理世界, 2023, (23): 154-156.
- [3] 梁智敏. 既有铁路存车场类型上盖开发关键技术研究[J]. 交通科技与管理, 2023, 4 (19): 31-33.
- [4] 姚华伟. 铁路货场上盖开发研究[J]. 山西建筑, 2013, 39 (18): 126-128.

作者简介：叶勇，中铁第四勘察设计院集团有限公司线站院站场所工程师。