

深圳人民医院内科大楼工程医用物流轨道 小车系统 BIM 应用总结分析

胡 焕¹ 郭孔旭²

(1. 中车信息技术有限公司, 北京 100084; 2. 深圳市建筑工务署, 深圳 518000)

【摘要】在深圳人民医院内科大楼工程项目实践的基础上总结 BIM 技术应用成果得失, 参照轨道交通行业设计方法, 提出限界设计的理念, 并采用 BIM 辅助设计方法, 用于医用物流轨道小车系统的设计方法和步骤, 并提出 BIM 辅助设计过程中不同 LOD 等级下模型的深度和设计方法。

【关键词】物流轨道; BIM; BIM 辅助设计; 限界设计; LOD

【中图分类号】TU17 **【文献标识码】**A

【版权声明】本文被《土木工程信息数据库》、中国知网重要会议论文全文数据库(CPCD)收录上网, 未经授权严禁登载。

1 医用轨道物流系统介绍

医用轨道物流小车系统广泛应用于大型综合医院中, 通过计算机集中控制, 在医院各功能科室站设置物流收发站点, 以合金轨道作为运输路径、智能运输车作为运输载体, 建立医疗物品运输专用通道, 在各个科室站间实现快速传递物品, 系统由控制系统、收发工作站、智能运输车、轨道、转轨器、空车存储站等子系统组成。

深圳市人民医院内科大楼工程项目建筑分为南北塔楼, 轨道小车系统涵盖了南塔 24 层、北塔 21 层、及原有外科大楼 4 层裙房, 包括病理科、中心药房、门诊药房、放射科、静脉配药中心以及各层病房共设置 54 个站点。2014 年与施工图同步完成图纸设计, 施工准备期由总包单位进行了 BIM 建模, 对图纸成果进行验证, 土建施工阶段完成了楼板、井道、内墙孔洞预留, 装修、净化和轨道小车专业承包商于 2018 年陆续进场后对孔洞情况进行核实, 结合医院需求的变更对轨道做了诸多调整, 目前系统安装完毕, 进入验收和移交阶段。

在本工程的实施中, 深刻体会到轨道物流小车

系统的复杂性, 实施跨越周期漫长, 用户需求变更更多, 安装中需要协调的参建单位众多, 项目组采用 BIM 技术应用于辅助设计和工程管理, 在项目中即取得良好的应用效果, 同时也遇到了很多困难, 工程实践获得诸多宝贵的实施经验, 借此大赛论文计划分享 BIM 和轨道物流小车行业同仁, 以丰富和促进 BIM 技术在此领域的应用。

2 BIM 应用的概述

本工程实践中特别注重了对专业技术和 BIM 技术的结合, 及时总结成功经验和失败教训, 通过本项目的摸索尝试, 我们提出了物流轨道小车系统基于 BIM 辅助设计的全新设计工艺和项目管理方法, 其中包括:

(1) 尝试采用 BIM 技术进行辅助设计, 并实践和总结了 BIM 辅助设计的方法和步骤;

(2) 引入轨道交通行业中限界设计的理念, 用于设计阶段的资料互提和全生命周期中各个工程参与方之间的协调技术方法;

(3) 尝试规定 BIM 模型 LOD300 ~ 400 的颗粒度, 规范建模方法, 避免在不同阶段不适合的建模

【作者简介】 胡焕(1968 -), 男, 工程师, 一级注册建造师, 项目经理, BIM 产品中心总工程师, 主要负责 BIM 软件产品需求分析、BIM 技术和软件产品在工程技术和和管理领域的应用推广工作; 郭孔旭(1987 -), 男, 工程师, 土建工程师, 负责项目技术管理及施工管理。

深度带来不必要的工作效率浪费；

(4) 提出工程实施阶段 BIM 模型维护的重要性。

3 工程应用的技术难点

构成轨道物流小车系统的部件和子系统众多,虽单体部件和子系统并不复杂,但因多系统多组织工作相互交叉、项目周期长,造成整体工程高度复杂,工程设计、组织和实施具有一定的技术风险,稍有策划和组织不周,有可能带来质量、进度、投资甚至是安全上的风险。

本项目 BIM 从施工准备期介入,包括了孔洞预留、物流线路组织等工作内容,并在承包商的招标采购中发挥了辅助指导作用,但在安装实施不甚顺利,工程实施中发生了很多不可预见的问题,无论是经验还是问题都值得在此进行总结,作为一种风险措施加以参照。

在设计过程中,由于轨道小车设备的专业性比较强,民用建筑设计院工程师大多缺乏轨道交通设计经验,在项目部未与厂商达成采购合同前,图纸不能得到设备商的大力支持,施工图在深度和质量上,以及专业配合协同方面达不到满意效果,导致工程图纸的权威性和正确性降低,给后期工程变更埋下隐患。

专业协调配合方面,轨道小车所涉及专业繁多,包含建筑、结构、电气、消防、精装、净化;设计、招采和工程安装过程中,往往因缺乏规范配合的方法和流程,使得配合协同困难,只有建立良好的协同机制、方法、工具和流程,才能避免工程后期实施过程中冲突矛盾的产生,工程中包含的一些协同问题罗列如下,作为一种可能发生的风险点,供同类工程参考借鉴:

在设计初期医疗功能设置,站点布局,运力指标等技术关键点影响设计、采购和安装阶段系统的总体方案;

土建前期阶段楼板和结构墙上的孔洞需要在结构施工图中做好专业配合,在施工图纸上明确位置和尺寸,做好结构孔洞的预留工作;

二次砌筑阶段的孔洞,需要在建筑图或结构图纸体现,避免现场指挥,随意切割拆改;

物流垂直井道维护结构需在建筑图中体现,井道的门扇防火性、井道内电源、消防报警、桥架、接

地、照明等,轨道出入井道的防风门等需要在图纸中具体体现;

施工图需处理好与消防防火分区、墙体耐火性的技术细节,避免在施工阶段更改;

需要指定强电配电点,划分专业分工界面,与电气协调好电源预留;

精装施工阶段,精装大部内容是基于结构的房中房结构,由石材、装饰板、吊顶等基本构件组成,需在精装图纸上落实孔洞及收边收口细节做法;

轨道小车经过区域,限高与净空相互关联,而净空又从方案和施工图阶段就与 MEP 的布置息息相关,净空的调整往往造成小车轨道路线的大面积修改;

轨道小车在特种净化区,如 PCR 室、病理科、血液病房、手术室等重要区域间的通过,需要与特种医疗专业相互协调,这种协同具有一定的特种专业复杂性。

轨道小车行走路线上,门扇、内窗、风口、照明灯具、墙壁上的开关插座设备等需与之相互避让,密切关注协同。

技术变更:因医疗工程的复杂性,使得频繁变更不可避免,轨道小车系统与几乎所有专业系统都需协同配合,大部分医疗工艺、建筑装饰布局、科室功能使用、设备安装等方面的变更都会牵一发而动全身地影响到轨道小车的实施,小车轨道的调整,反过来又影响扩大化到相关专业如门窗吊顶、建筑布局的设置;

招采过程的不确定性:不同厂商的产品技术细节与原设计图纸间一般会存在差异,工程技术需要供应商尽早确定,而工程投资控制希望设备尽量推迟到货,轨道小车承包商往往在工程后期才能确定,在此期间,施工图与确切采购产品之间的规格参数差异,可能导致技术的不确定性,轨道小车承包商进场以后,会导致孔洞、电源、标高、井道等大面积的修改变更;

总包配合:轨道小车系统承包商多缺乏工程配合能力,不具有工程协同和建筑相关专业技术的能力,总包也多对物流小车缺乏实践经验,如总包不能有效地协助小车承包商,常常造成各自为政,导致技术质量进度的风险。

4 BIM 辅助设计

本工程最初采用传统方式进行施工图设计,

BIM 团队在施工阶段从简单翻模开始尝试 BIM 应用,针对技术细节,对轨道、收发站、井道建立不同 LOD 深度的模型族,通过建模实施对技术的理解和施工图的检验,并验证了在同类项目应用中,可以使用既有族的资源和建模方法开展设计阶段的 BIM 辅助设计,提高设计效率和质量,并在全生命周期的 BIM 理念下,为工程提供技术指导和专业协同配合。

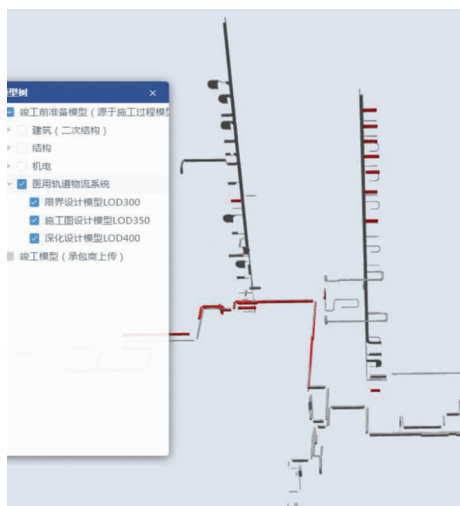


图 1 平台展示的三维小车系统结构视图

但 BIM 辅助设计的同时,通过对项目的实践,认识到事前防范可能存在的技术风险。以 BIM 辅助设计需自始至终贯穿全生命周期过程,以模型和轻量化平台作为信息工具载体,需贯穿于方案、施工图设计和施工阶段深化图纸设计,甚至是竣工阶段图纸的工作中,这就要求设计院、承包商、设备制造商、施工总包等均具备 BIM 建模能力,BIM 工作应由建设方长期坚持和主持,如中间阶段承包商脱离和放弃了 BIM 应用的方法,将可能导致系统用于记录施工技术的介质(如图纸和模型)出现断裂,使得 BIM 的应用效果反而表现为不如传统方法,竣工后期无论是图纸还是模型均无法详细描述和记录工程信息,导致工程管理的混乱状态。

5 BIM 辅助设计的步骤和内容

因轨道小车专业性比较强,通用民建设计规范中表述不多,我们认为设计步骤可分成以下内容:

(1) 系统设计

确定站点位置和站点数量;规划竖向和横向行走路线;确定停靠检修、维修场地;确定小车、轨

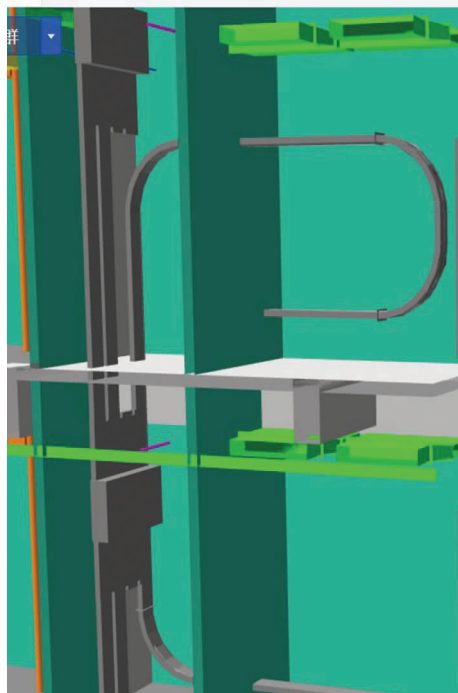


图 2 井道和收发站轨道局部剖切三维模型视图

道、吊箱尺寸。

(2) 限界设计

借鉴轨道交通行业的设计方法,限界定义为包含轨道、小车、吊箱和安全净距的空间行走扫掠区域的设计,在不确定设备品牌规格的设计前期,无需把图纸做得非常详细,仅以限界表述小车的轨迹范围;限界设计作为相关专业施工图的基础资料使用,用于门窗天花板布置、区域净高设计、设备布置,限界设计应作为相关专业避让的红线,是设计工作的阶段性成果,是相关专业共同遵守的技术依据,也是工程中不能随意修改的技术文件。限界的断面设计根据小车和轨道空间限定宽度和高度,水平方向路径应根据制造商的技术要求确定,弯道一般为 3.5 倍转弯半径,纵向根据建筑布局和净空高度情况可做坡度变化,利用这些技术要求,采用 REVIT 软件中矩形风管的设计方法辅助表述,收发站和转轨器采用常规机械族模板非标设计,以风管连接件设置轨道和转轨器之间的连接。

(3) 施工图设计

具体化轨道的路线、竖井的分割砌筑细节、墙楼板上孔洞的设置、必要的预埋件、电源及桥架布置、转轨器隔离窗的布置、电缆布置等。

(4) 施工深化图纸

在施工图基础上基于确定采购的产品,由施工

方负责完善图纸；包含对基础、固定支吊架,以及详图细节的描述；施工深化图纸应遵从施工图设计的成果。

(5) 竣工图

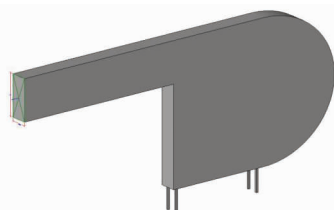
基于前述各个阶段的成果,加入工程中变更内容,并用于竣工审计、移交、结算和运维使用。

6 模型深度要求

根据《建筑信息模型施工应用标准》GB/T 51235-2017,模型的深度按照不同阶段分为 LOD300 ~ 500,本项目曾探索过多种建模的方法,在此提出一些建议性的模型深度要求供参考者借鉴。

表 1 上出式收发站 LOD300 模型深度示范

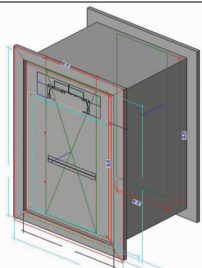
采用 REVIT 形状设计表述轨道小车的扫掠空间；以实例属性参数化设置小车最低点限高,收发站工作台长度,距离出口尺寸,工作台高度；并以风管连接件的形式设置轨道限界连接。



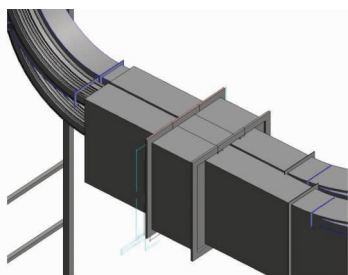
上出式收发站族三维形状

表 2 墙穿越孔洞及隔离窗 LOD300 模型深度示范

采用风管附件族的形式设计,可在限界风管系统族模型上直接附着,可进行墙厚、限界高度和宽度的参变设计,并作为物流专业提供结构设计的技术资料使用。



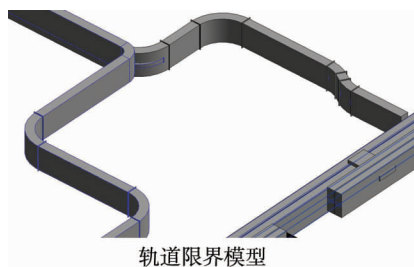
墙穿越孔洞风管附件族



基于限界设计的墙穿越结构三维视图

表 3 轨道 LOD300 模型深度示范

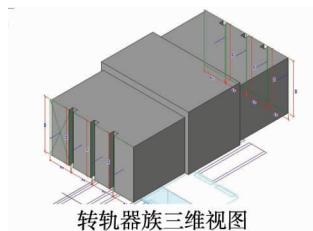
采用矩形风管替代使用,转弯接头根据轨道转弯半径设置；可通过风管的尺寸设置限界截面的高度和宽度；通过风管的高度和调整限界的高度。



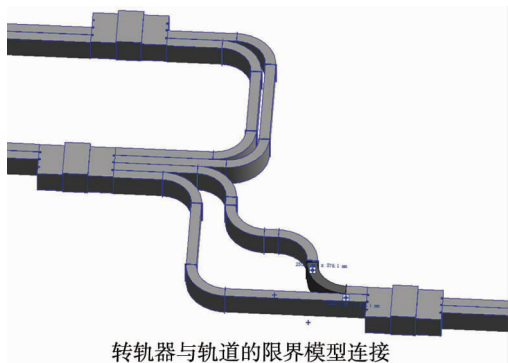
轨道限界模型

表 4 转轨器 LOD300 模型深度示范

以风管附件或风管设备的族形式设计,依据转轨器外形尺寸,并包含限界形状,采用风管连接的方式设置限界连接点,插入项目后可从转轨器引出限界,轨道可在转轨器间沟通连接和调整。



转轨器族三维视图



转轨器与轨道的限界模型连接

7 现场模型实物一致性检查和模型维护

通过整个系统的工程实践,我们把工程实施细分为土建预留预埋阶段、专业承包商进场施工准备阶段、轨道设备安装阶段、系统调试和验收阶段。基于每个阶段不同的工作主体和目的的任务,BIM 的模型配合在不同阶段中都是必不可少的。

土建预留预埋阶段:这个阶段需把握模型中孔

洞和实物预留预埋的一致性,基于轻量化平台,可以对这些预留预埋进行归集造表,把预留预埋做成基于数据化平台的任务清单,通过投放任务计划,现场检查纠错,构成管理学上 PDCA 的管理流程,保证预留孔洞在这个阶段里准确实施,并把过程数据通过数据平台记录和传递,作为后期工程商施工准备的技术资料。

专业承包商进场施工准备阶段:在这个阶段里,由物流小车供应商主导,主要任务是基于现场预留情况核对工程细节,在前期限界设计的基础条件下,结合招采产品参数做详细的轨道路径设计,现场与用户、精装承包商、特种净化承包商、总包进行技术沟通,这个阶段是设计和实施承前启后的衔接阶段,专业承包商应继承前期 BIM 辅助设计的成果,使用协同管理平台,采用 REVIT 工具进一步进行 LOD350 深度的设计,这是一个 BIM 辅助设计的工作,同时也是对前期 BIM 成果的维护。

轨道设备安装阶段:在这个阶段里,主要由承包商配合吊顶、装修、MEP 设备进度进行安装,变更

不可避免会发生,BIM 工程师需要追踪项目的进度和变更情况,技术在模型中体现现场安装的成果和变更的结果,这是一个漫长而枯燥的工作,可能承包商会耗费大量的人力成本,但忽视这个阶段 BIM 模型,很容易割裂 BIM 和实际工作的配合,使得 BIM 工作变成孤立的闭门造车行为,我们在本工程中初期发现这些问题的存在,后期在业主 BIM 咨询顾问的管理下,不断督促承包商进行模型的维护工作,同时,为提高工作效率节省人员成本,大胆采用全景照片的方法,由现场非专业 BIM 工程师定期上传现场工作进度全景照片,由远程的 BIM 建模工程师根据照片调整和细化模型,取得良好效果。

参考文献

- [1] 《地铁限界标准》(CJJ/T - 96 - 2018)。
- [2] 深圳市建筑工务署《医用物流传输系统设计技术指引》<http://www.doc88.com/p-7408439455030.html>。
- [3] 《建筑信息模型施工应用标准》(GB/T51235-2017)。

Analysis on BIM Application in Medical Logistics Trolley System of Internal Medicine Building Project of Shenzhen People's Hospital

Hu Huan¹, Guo Kongxu²

- (1. CRRC Information Technology Co., Ltd., Beijing 100084, China;
2. Bureau of Public Works of Shenzhen Municipality, Shenzhen 518000, China)

Abstract: This paper summarizes the gain and loss of implementing BIM technology application in practice of the internal medicine building project of Shenzhen People's Hospital. Referring to the design method of rail transit industry, this paper proposes the concept of gauge design, and adopts the method of BIM aided design in the design method and steps for medical logistics track car system. Also, the paper puts forward the development of model and the design method under different LOD levels in the process of BIM aided design.

Key Words: Logistics Track; BIM; BIM Aided Design; Gauge Design; LOD