

城市轨道交通数字孪生标准体系研究

覃文波^{1,2} 周诚^{1,2} 陈健^{1,2}

(1. 华中科技大学 国家数字建造技术创新中心, 武汉 430074;
2. 华中科技大学 土木与水利工程学院, 武汉 430074)

【摘要】随着国家“新基建”战略对于建设数字孪生城市建设的指引,我国城市轨道交通工程作为城市公共基础设施的重要组成部分进入了新的发展时期,通过构建数字孪生体系将会加快推动城市轨道交通工程全生命周期智能化进程。本文主要研究了城市轨道交通数字孪生标准体系构建的重点方向:首先阐述了城市轨道交通数字孪生标准体系构建的目的与意义以及当前城市轨道交通数字孪生标准化现状,并就标准体系构建的重点原则进行了分析;其次结合目前制造业的数字孪生模型架构和技术体系,建立了城市轨道交通领域的数字孪生标准体系架构;最后结合国内目前城市轨道交通领域技术体系标准制定的现状,详细分析了物理实体、虚拟实体、平台与服务、连接与集成等技术标准的构建基础与思路,以期促进数字孪生技术在我国城市轨道交通领域的全面推广应用。

【关键词】城市轨道交通;数字孪生;全生命周期;标准体系;技术标准

【中图分类号】TU17

【文献标识码】A

【文章编号】1674-7461(2024)01-0008-07

【DOI】10.16670/j.cnki.cn11-5823/tu.2024.01.02

引言

近年来,我国城市轨道交通建设与运营规模持续增长。截至2020年末,全国共有50个城市开通城市轨道交通运营线路,线网总规模超过9000km,运营车站达到5343座,全年累计完成客运量236.9亿人次、进站量146.3亿人次^[1,2]。城市轨道交通工程建设周期通常长达五年以上,工程专业划分众多,施工环境复杂,工程建设后移交运营管理的时间长达数十年乃至上百年,运营过程也存在载客量大、空间相对封闭等管理难点。在传统项目管控模式下,城市轨道交通工程的建设与运营参与单位之间难以较好地实现工程信息的有效流转与各方协同工作,项目成本、进度、质量、安全等管控效率迫切需要得到提升^[3]。随着物联网、大数据、人工智能等新一代信息技术在城市基础设施建设管理中的大规模应用实践,为城市轨道交通工程信息化管理变革带来了新的契机。数字孪生技术由于其可视化、可验证、可诊断、可预测、可学习、可决策以及可交互等技术特点在提升工程管控水平方面的

巨大潜力,受到广泛的关注和重视。

1 标准体系构建目的、现状与原则

1.1 标准体系构建目的

数字孪生是城市轨道交通基础设施智能建造与运维的必然发展路径,能够促进城市轨道交通持续健康的高质量发展。《国家“十四五”规划纲要》明确提出,要“探索建设数字孪生城市”,为数字孪生城市建设提供国家战略指引^[4],而城市轨道交通作为城市公共基础设施建设的重要组成部分,对优化城市空间布局,缓解城市交通拥堵,促进城市可持续发展具有重要作用。因此,构建一个覆盖城市轨道交通系统全生命周期的数字孪生技术标准体系势在必行。

1.2 标准体系构建现状

当前,数字孪生技术已经发展成为支撑各个行业发展的重要手段,数字孪生标准制定也已经吸引了ISO、IEC、IEEE等国际或区域标准化组织的关注。我国于2019年启动了数字孪生相关标准制定工作,已经正式发布了两项面向工业制造的数字孪生国标,全

【基金项目】国家自然科学基金重大项目(编号:52192664)

【第一作者】覃文波(1993-),男,在读博士研究生,主要研究方向:基础设施结构服役可靠性。

【通信作者】周诚(1982-),男,教授,博士生导师,主要研究方向:数字建造与工程安全。

国信标委物联网分委会数字孪生工作组正在推动工业领域数字孪生相关国标的制定与立项^[5]。

城市轨道交通工程不同于一般的工业产品，具有工程项目建设的一次性、整体性等特点，制造业数字孪生标准不能涵盖城市轨道交通工程独特的建设生产环节，需要制定专门的标准体系来指导城市轨道交通数字孪生。然而我国城市轨道交通数字孪生标准体系建设落后、标准缺失问题较为突出，存在各应用主导单位的技术体系不统一、实施标准不一致以及应用效果缺乏评价依据等问题，导致技术研发不能形成合力，应用落地缺乏有效指导^[6]。

1.3 标准体系构建原则

城市轨道交通数字孪生标准体系的制定除了要遵循协调性、可操作性和先进性等一般的标准体系制定原则基础上，还要引领城市轨道交通数字孪生技术与管控水平的发展进步，主要包括以下几个方面：

(1) 打通全生命周期各阶段和主体，构建贯穿城市轨道交通工程全生命周期各阶段以及各主体的协同演进的数字孪生体；

(2) 与新一代信息技术深度融合，建立项目管理模式与数字孪生技术相融合的城市轨道交通工程全生命周期管控体系；

(3) 促进技术功能的集成实现，顺应发展技术交叉融合应用的新趋势，在标准体系重点考虑如何实现各种技术的集成。

2 数字孪生技术标准体系架构

本文结合陶飞等提出的数字孪生五维模型架构^[7]以及制造业数字孪生标准体系^[8]，从城市轨道交通全

生命周期应用管控需求出发，提出了城市轨道交通数字孪生标准体系框架。标准体系框架具体划分为基础标准、数据标准、技术标准、安全标准和应用标准五个部分，如图1所示。

2.1 基础标准

与大多数标准体系的基础标准类似，城市轨道交通数字孪生标准体系的基础标准包括术语定义、参考架构和适用准则三个部分。术语定义标准界定了有关概念和缩略语，虽然《城市轨道交通工程基本术语标准》(GB/T 50833-2012)已对城市轨道交通工程领域相关术语做出说明，但数字孪生技术相关术语，以及在城市轨道交通工程领域融合应用而发展出的新术语仍缺少标准界定；参考架构标准是为城市轨道交通数字孪生提供的标准化架构，明确了数字孪生体系的结构，帮助使用者构建各种不同类型的数字孪生应用框架；适用准则规定了城市轨道交通数字孪生的适用要求，帮助决策判断城市轨道交通数字孪生应用的总体性能指标、功能可用性、可靠性、可维护性和安全性等方面是否满足于工程需要。

2.2 数据标准

数据是数字孪生的驱动力，城市轨道交通孪生数据的来源主要包括城市轨道交通工程全生命周期过程中工程物理实体的监测数据，虚拟实体的仿真分析数据以及应用数字孪生服务产生的业务数据等。我国国家标准体系中已经针对城市轨道交通数据制定了部分标准，如《城市轨道交通设施设备分类与代码》(GB/T 37486-2019)规定了数据的分类标准，《轨道交通地理信息数据规范》(GB/T 37120-2018)对轨道交通地理信息的分类与编码规则、数据描述、生产更新、组织管理、



图1 城市轨道交通数字孪生标准体系

交换与互操作以及数据质量等方面做出了全面的要求。但整体而言，城市轨道交通孪生数据还涉及到结构监测数据、维护管理数据等多方面孪生数据的表示、分类、预处理、存储及使用等问题，需要建立统一的孪生数据体系，提升数据的通用性及互操作性。

2.3 技术标准

城市轨道交通数字孪生技术标准包括物理实体标准、虚拟实体标准、连接与集成标准、平台与服务标准四部分，如图2所示。物理实体包括城市轨道交通建设和运营活动的全要素感知对象，包括人员、设备、材料、机械和环境等；虚拟实体是对物理实体的全部映射，包括几何、物理、规则和行为模型等，通过动态映射物理实体，实时监控生产活动全过程；连接与集成是各个模块之间交互的桥梁，保证了物理实体、孪生模型、应用服务之间的互联互通；平台与服务通过数据融合分析、同步仿真计算和统一的孪生业务平台可视化呈现城市轨道交通工程全要素、全过程业务管理。

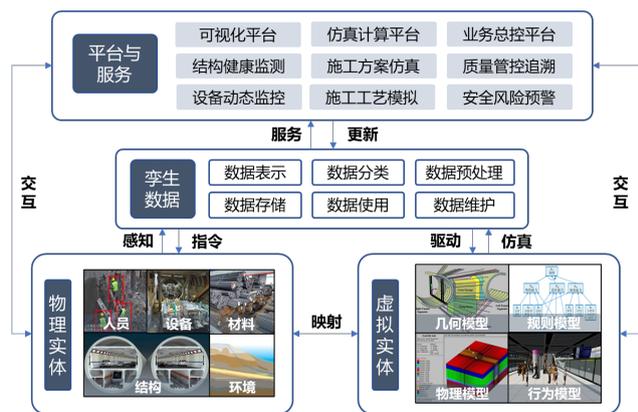


图2 城市轨道交通数字孪生技术架构

技术标准所构建的技术体系能够实现城市轨道交通工程涉及到的物理实体到虚拟实体模型的多尺度映射，对采集和挖掘的孪生数据进行融合分析，将全生命周期过程中产生的多源异构数据实时传送到虚拟空间对应的虚拟实体，全方位监控城市轨道交通工程生产要素，实现对物理空间的实时反馈控制，提高城市轨道交通工程管理水平 and 效率。

2.4 安全标准

安全标准包括物理系统安全要求、功能安全要求、信息安全要求三个部分，用于规范数字孪生体系中的人员作业安全、设备使用安全以及信息管理安全等技术要求。物理系统安全要求，如《城市轨道交通工程安全控制技术规范》(GB/T 50839-2013) 主要对建设过程的物理实体施工安全控制作出要求，《城市轨道交通

通安全防范系统技术要求》(GB/T 26718-2011) 对物理实体在运营阶段的安全防护措施作出了要求；功能安全要求主要从数字孪生系统层面分析系统功能使用过程中的风险和安全完整性，《轨道交通可靠性、可用性、可维修性和安全性规范及示例》(GB/T 21562-2008) 为城市轨道交通数字孪生的功能安全要求制定提供了指导；信息安全要求主要用于规范网络服务、数据防护等数字孪生系统信息安全措施，如《城市轨道交通安全防范通信协议与接口》(GB/T 38311-2019) 的相应要求。

2.5 应用标准

应用标准是技术标准的使用规范，城市轨道交通工程全生命周期数字孪生过程涉及到设计、施工和运营等多方面的参与单位，考虑数字孪生在不同阶段场景上应用的技术差异性，需要结合各阶段应用需要与特点对数字孪生应用的落地进行规范。如针对应用对象需求的适用性评价标准，在数字孪生体系搭建过程中指导技术选型、实施过程和验收测试的应用标准，以及落地后的管理与应用效果评价标准等。由于应用标准的缺少，数字孪生技术在城市轨道交通工程中的推广应用难以顺利实施，面对多场景的广泛应用需求，应用标准能够推动降低数字孪生技术在相应场景的应用门槛。

3 数字孪生技术标准内容分析

数字孪生技术标准是城市轨道交通数字孪生标准体系的核心，也是体现城市轨道交通数字孪生区别于其他领域数字孪生的重要部分。城市轨道交通工程的建设过程不同于工业生产，从启动到完成不能重复，更不可能推倒重来，同时还面临着从建设到运营期的巨大安全风险，必须建立完善的技术体系，时刻把控工程各生产要素信息并进行反馈控制。因此，本文将重点分析城市轨道交通数字孪生标准体系中的技术标准内容。

3.1 物理实体标准

城市轨道交通物理实体是数字孪生中建模仿真的前提和对象，包括城市轨道交通工程基础设施本身以及参与全生命周期数字孪生过程中的人员、设备和环境，以及感知其空间位置、性能参数等信息的传感设备。随着物联网技术的进步，许多物理实体及生产活动过程都可以自动实时监控，包括识别危险情况、监控工人行为以及监控静态和动态建筑环境等。如表1所示，现有城市轨道交通实体感知标准中，《城市轨道交通设施运营监测技术规范》(GB/T 39559-2020) 已经

表 1 现有标准与相关研究中的部分物理实体感知参数

感知对象		感知参数			
结构	桥梁	振动 索（吊杆）力	变形 裂缝	转角 支座变位与反力	应力
	隧道	竖向位移 应力	水平位移 接缝变形	净空收敛	裂缝宽度
	轨道和路基	几何尺寸 钢轨接头轨缝	钢轨探伤 钢轨接头错牙	焊接接头探伤 道床裂缝	钢轨磨耗 道床沉降
人员	基坑	围护墙顶部水平位移 围护墙内力	围护墙 / 顶部竖向位移 支撑轴力	深层水平位移 立柱内力	立柱竖向位移 锚杆轴力
	—	身份识别	移动定位	不安全行为	生理状态
设备	起重机械	起重力与力矩 大车运行偏斜	升降高（深）度 水平度	运动行程 回转角度	幅度
	盾构机	油缸推力 贯入度 总推力	油缸行程 推进速度 同步注浆压力	刀盘工作压力 刀盘转速 同步注浆流量	刀盘渗漏油温 刀盘扭矩 盾尾间隙
环境	—	温度 地震	湿度 撞击	风速 噪声	地下水位 空气颗粒物
		周边建筑位移	周边建筑倾斜	周边建筑裂缝	

对桥梁、隧道、轨道和路基等永久结构实体的感知参数类型、频次和阈值等作出了规定，基坑支护等临时结构感知目前主要参考《建筑基坑工程监测技术标准》（GB50497-2019）等通用工程标准。总体而言，城市轨道交通结构实体的现有规范标准较为全面。

在城市轨道交通人员实体方面，住建部在《建筑工人实名制管理办法（试行）》（建市〔2019〕18号）中对施工现场员的基本信息采集和更新作出了规定，并要求设立进出场门禁系统，应采用移动定位、电子围栏等技术实施考勤管理，人员实时位置感知还被用于监测违规进入吊装作业等未授权作业区域。随着计算机视觉、深度学习和生理计算等技术的发展，未佩戴安全帽、基坑支撑行走等常见工人不安全行为识别算法，以及监测工人在恶劣条件下生理需求的生物传感技术已被开发出来，并成功应用在轨道交通工程中。可以看出，现有人员实体感知技术与应用发展已经远超过了标准制定的速度，目前人员实体感知标准制定还处于空白的状态，应当制定相应标准规范人员实体的感知范围，还特别应注意在制定获取人员感知参数范围时涉及的隐私问题，避免过度监控人员的生理状态和行为。

在城市轨道交通装备实体方面，盾构机以其自动化程度高、速度快、安全经济、占地面积小和对环境影响程度低等优势，成为了城市轨道交通施工中最常

用的掘进工具。现有盾构机相关国标，如《全断面隧道掘进机泥水平衡盾构机》（GB/T 35019-2018），仅规定了数据的记录、查询和报表生成等基础要求，对盾构机运行参数的实时感知监控能够快速诊断和检测盾构机故障，保证地铁隧道施工的正常进行。但盾构机厂家众多，所采用的产品标准各不相同，建立统一的盾构机实体感知标准有利于保障城市轨道交通项目中的盾构机实体接入效率。除了盾构机，门式起重机、汽车起重机等起重机械也是城市轨道交通施工中常用的机械设备，按照《起重机械安全监控系统》（GB/T 28264-2017）的相关要求，大型起重机械基本都实现了监控系统接入，但监控参数较为有限，状态判断简单。因此，装备实体标准需要在现有标准基础上着重补充装备的数据接口方面的要求，保证装备实体数据能够以规范的形式上传并满足于数字孪生分析诊断需求。

在城市轨道交通环境实体方面，除了常规的温度、湿度、风速、噪声及污染物等空气指标外，地质环境对于绝大部分线路和车站都处于地下的城市轨道交通工程来说十分关键。特别是在基坑施工过程中，地质环境风险增高，并且对周边建筑物安全构成影响，需要实时有效的环境感知参数辅助施工安全控制。现有国家标准，如《城市轨道交通工程监测技术规范》（GB50911-2013）对于环境实体方面作出了相应的规定。

3.2 虚拟实体标准

城市轨道交通设施虚拟实体是对物理实体的全部映射，包括可视化显示物理实体构件尺寸信息的几何模型，反应结构在应力场、温度场及噪声场等条件下仿真性能的物理模型，以及管理人员和机械等具备能动性实体的行为和规则模型，如图3所示。由于其虚拟实体模型的建模深度、技术细节、实现方法、实施步骤及标准成果等缺乏标准指导，导致建筑项目各参与方均单独创建业务活动所需的模型，继而产生模型不一致、不兼容等情况，导致模型难以集成、利用效率低等问题。

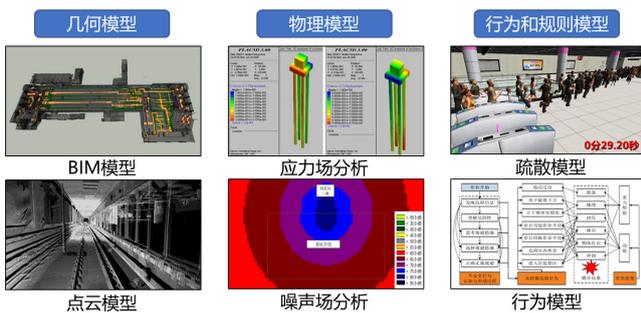


图3 虚拟实体类型

几何模型对物理实体的形状、尺寸、位置等基础几何信息以及装配关系进行了描述，包括BIM模型、GIS模型、点云模型等。我国早在2012年就启动了BIM标准的编制工作，并已发布了《建筑信息模型设计交付标准》(GB/T 51301-2018)等BIM国标，但這些BIM标准所涵盖的领域都局限为民用建筑，无法全面涵盖城市轨道交通涉及的隧道、桥梁、轨道等专业。中国铁路总公司在2013年提出了中国铁路BIM标准的体系框架^[9]，并牵头组建了“中国铁路BIM联盟”，制定了15项铁路BIM标准，基本解决了铁路工程信息模型构建的标准化问题，由于城市轨道交通工程与铁路工程的共通性，铁路标准为城市轨道交通虚拟实体标准制定可以提供很好的借鉴意义。

物理模型在几何模型的基础上采用ANSYS、FLAC 3D、ABAQUS等有限元分析工具建立了城市轨道交通工程在应力场、温度场等条件下仿真分析模型。由于地下工程施工不可避免地会对临近土体造成扰动并造成安全风险，例如临近地铁区间隧道基坑开挖施工，穿越既有隧道、桩基础等结构盾构施工等，在施工前做出高精度的仿真分析是有效的技术手段。但考虑到经济性和时间成本，有限元分析在城市轨道交通工程施工方案分析中的普及度并不高，城市轨道交通工程的有限元分析模型尚未形成标准指导有限元建模

依据、建模方法及有限元模型检查等内容。

行为和规则模型是物理实体随时间推进的行为演化、运行规则的模型表达，例如人员疏散模型、结构失效模型、列车运行图和检修计划等。对于城市轨道交通工程，行为和规则模型的建模技术大多处于研究中，距离实际工程应用还有一定的距离，与技术上已成熟应用的有限元模型等物理模型相比，行为和规则模型形成标准为时尚早，但在标准体系构建在也是不可忽视的一部分。

3.3 平台与服务标准

平台与服务提供城市轨道交通数字孪生所需的基础共性能力支撑，服务是数字孪生功能高效行使的媒介，而平台是数字孪生服务最终向用户呈现的形态。城市轨道交通数字孪生服务应当以全生命周期的服务模式提供给用户，才能够充分发挥数字孪生的优势，提升工程数字化价值。但在现实中，由于跨阶段的城市轨道交通项目各参与方会各自主导本阶段的数字孪生平台建设，提供本阶段特定的数字孪生服务，这导致了平台与服务的割裂，“信息孤岛”这一长期存在的问题依然难以解决，需要在平台与服务标准制定中引导打通现有的各阶段数字孪生平台及服务之间的业务接口。

在设计阶段，城市轨道交通数字孪生主要用于基于受力性能分析的结构优化设计、基于客流的车站建筑布置优化设计、导向标志优化设计等服务。数字孪生服务主要用于设计单位自身的设计工作中，最终以设计成果的形式交付给客户，建立数字孪生设计优化服务标准有利于设计单位提供规范化的设计优化服务，促进数字孪生技术在设计服务中推广。

在施工阶段，数字孪生服务主要以智慧工地为载体。住建部等部门在《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》(建市〔2020〕60号)中明确提出要大力推进智慧工地的研发与应用，各地方和社会团体也在积极制定智慧工地相关建设指南、建设标准和评价标准等指导文件，引导和促进智慧工地建设。智慧工地的推广为施工数字孪生打下了基础，但在实践中，智慧工地的具体应用平台与服务功能还需对不同建设管理内容所需要的软硬件设施提出要求^[10]，进一步完善智慧工地的建设与应用规范。

在运维阶段，数字孪生主要用于结构健康监测、服役性能评估等服务。现有标准《城市轨道交通结构

安全保护技术规范》(CJJ/T 202-2013) 已就检查、监测、评价和维修做出了较为详细的规定,但在检测技术朝着智能化方向发展的背景下,相关标准规范还需要进一步修订,以适应基于计算机视觉的渗漏水、裂缝检测等新技术支持下的运维平台与服务要求。

3.4 连接与集成标准

连接与集成标准主要实现数字孪生物理实体、虚拟实体、孪生数据以及服务之间的数据连接、映射、传输、交换与集成等,如图4所示^[11]。

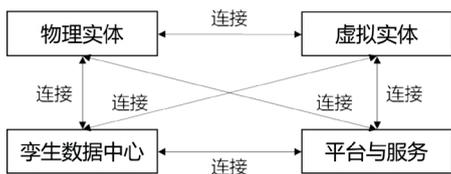


图4 连接类型

连接映射标准的核心是将各类数字孪生信息要素精准的匹配与表达,从而实现从物理实体到虚拟实体的全要素、多层次、多维度连接。物理实体的数据可以通过传感器、接口协议等获取,虚拟实体的映射可以通过数据可视化等手段实现,平台与服务通过孪生数据中的数据写入与读取来实现业务数据的实时更新,实现物理实体、虚拟实体、孪生数据和服务之间的互联互通。

传输标准在城市轨道交通数字孪生中是一个亟待破解的问题。城市轨道交通建设环境复杂,干扰源多,且场地布置随着施工的进展一直在发生变化,实现可靠传输首先需要保持长期恶劣的地下环境中网络的稳定连接。

为了解决组网传输问题,许多研究尝试了蓝牙、WI-FI、NFC、RFID、ZigBee等短距离无线通信赋予地下工程离散感知的能力^[12],但并未形成一套规范化的城市轨道交通工程组网传输标准,导致现有城市轨道交通工程的传输实时性和可靠性得不到保障。

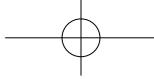
交互与集成标准的缺失会导致城市轨道交通数字孪生体各部分之间的输入输出不兼容、交互机制难以匹配、虚拟运行难以协同等问题^[8]。数字孪生服务需要调用的资源往往是多个模块协同提供的,例如盾构机吊装作业中需要物理实体感知、虚拟实体实时仿真计算和起重机构执行反馈调节等多个环节的配合,因此各部分之间的交互与集成对于数字孪生服务的成功实施至关重要。

4 结语

本文首先分析了城市轨道交通数字孪生标准体系构建目的,结合当前数字孪生标准制定现状,提出了体系构建的重点原则。基于工业领域的数字孪生五维模型架构和数字孪生标准体系,提出了适用于城市轨道交通工程领域的数字孪生标准体系,具体包括基础标准、数据标准、技术标准、安全标准和应用标准五个部分。最后着重就城市轨道交通数字孪生技术标准的物理实体、虚拟实体、平台与服务、连接与集成这四部分技术的现有标准实施情况和构建思路进行了分析,以期在未来的城市轨道交通数字孪生标准体系构建过程中起到引导作用。

参考文献

- [1] 侯秀芳,梅建萍,左超. 2021年中国内地城轨交通线路概况[J]. 都市快轨交通,2023,36(01):9-13.
- [2] 中国城市轨道交通协会. 城市轨道交通2021年度统计和分析报告[EB/OL]. (2022-04-22) [2022-12-23]. <https://www.camet.org.cn/tjxx/9944>
- [3] 刘继强,张育雨,王雪健. 基于数字孪生的城市轨道交通建造智慧管理研究[J]. 现代城市轨道交通,2021(S1):120-125.
- [4] 陈才. 智慧城市的发展共识与“十四五”路径建议[J]. 中国建设信息化,2021(17):12-13.
- [5] 贾仕齐,韩丽,秦潮,等. 数字孪生应用与标准化需求研究[J]. 信息技术与标准化,2021(11):18-22.
- [6] 王可飞,郝蕊,卢文龙,等. 基于BIM的铁路数字孪生工程研究现状及展望[J]. 铁路技术创新,2021(04):45-51.
- [7] 陶飞,刘蔚然,张萌,等. 数字孪生五维模型及十大领域应用[J]. 计算机集成制造系统,2019,25(01):1-18.
- [8] 陶飞,马昕,胡天亮,等. 数字孪生标准体系[J]. 计算机集成制造系统,2019,25(10):2405-2418.
- [9] 李华良,杨绪坤,王长进,等. 中国铁路BIM标准体系框架研究[J]. 铁路技术创新,2014(02):12-17.
- [10] 陈珂,余璟,张芸菡,等. 基于智慧工地标准文本分析的智慧工地内涵及系统架构[J]. 施工技术(中英文),2022,51(11):7-11+17.
- [11] 郎为民,马卫国,赵卓萍,等. 数字孪生系统构成研究[J]. 电信快报,2022(09):1-5.
- [12] Rao A S, Radanovic M, Liu Y, et al. Real-time monitoring of construction sites: Sensors, methods, and applications[J]. Automation in Construction. 2022, 136: 104099.



Research on the Digital Twin Standard System for Urban Rail Transit

Qin Wenbo^{1,2}, Zhou Cheng^{1,2}, Chen Jian^{1,2}

(1. National Technological Innovation Center for Digital Construction, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430074, China;

2. School of Civil & Hydraulic Engineering, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: Under the guidance of the national "new infrastructure construction" strategy for the construction of digital twin cities, China's urban rail transit engineering, as an important part of urban public infrastructure, has entered a new development period. By constructing a digital twin system, the intelligent progress of the whole life cycle of urban rail transit engineering will be accelerated. This paper mainly studies some key areas of constructing a digital twin standard system for urban rail transit. Firstly, the purpose and significance of constructing the digital twin standard system for urban rail transit as well as the current status of standardization for digital twins in urban rail transit are elaborated, and some key principles of constructing the standard system are analyzed. Secondly, a digital twin standard system framework for urban rail transit is established based on the manufacturing industry's current digital twin model architecture and technical system. Finally, a detailed analysis is conducted on the constructing basis and schemes of technical standards for physical entities, virtual entities, platforms and services, connections and integrations based on the current domestic rail transit standards, which is expected to promote the comprehensive applications of digital twin technology in China's urban rail transit field.

Key Words: Urban Rail Transit; Digital Twin; Whole Life Cycle; Standard System; Technical Standard