

# 数字地铁信息资源集成研究

黄天印<sup>1</sup> 尤 江<sup>2</sup> 林桓桓<sup>3</sup>

(1. 上海申通地铁集团有限公司, 201103, 上海; 2. 上海申通轨道交通研究咨询有限公司, 201103, 上海;

3. 班联(上海)信息技术有限公司, 200433, 上海//第一作者, 高级工程师)

**摘 要** 从地铁信息化建设的实际出发, 提出了融合 BIM (建筑信息模型)、GIS (地理信息系统)、SVG (可扩展矢量图) 和其他业务数据的数字地铁信息资源集成模型。给出了数字地铁信息资源集成模型的数据构成和应用架构。通过上海轨道交通智慧车站的试点验证了模型的可行性。

**关键词** 数字地铁; 建筑信息模型; 信息资源集成; 智慧城市

**中图分类号** U29-39; F530.7

DOI: 10.16037/j.1007-869x.2020.05.036

## Research on the Integration of Digital Metro Information Resource

HUANG Tianyin, YOU Jiang, LIN Huanhuan

**Abstract** Based on the information construction of urban rail transit, an application model of digital metro information resource is proposed, which integrates building information modelling (BIM), geographic information systems (GIS), scalable vector graphics (SVG) and other business data. The data composition and the application framework of the model are provided. The feasibility of the model is verified through a pilot smart station project of Shanghai metro.

**Key words** digital metro; BIM; information resource integration; smart city

**First-Author's address** Shanghai Shentong Metro Group Co., Ltd., 201103, Shanghai, China

信息化技术在上海轨道交通得到了较为充分的应用: 上海轨道交通 10 号线为国内首条 GoA (自动化等级) 为 4 级的全自动驾驶系统; 多条线路采用了 CBTC (基于通信的列车控制) 技术, 建立了集中调度中心; 将 BIM (建筑信息模型) 技术应用于轨道交通项目建设和运营维护<sup>[1]</sup>; 通过 GIS (地理信息系统) 技术来获取和应用车站周边的地理环境数据的<sup>[2]</sup>; 通过 SVG (可扩展矢量图) 技术, 对车站内部的地理环境进行图形描述和应用。

在实际应用中, 空间信息技术存在一些问题:

1) 各系统兼容性和可扩展性不足, 缺少统一的高精度地理位置和设备信息模型, 未能规范处理整个城市的轨道交通地理位置信息。

2) 现有应用基于单点业务, 而模型及其附加的业务信息没有得到整合规划。

3) 由于各类业务的信息资源缺少共享, 各类业务相互独立, 信息资源与业务流程无法深度融合。

为解决上述问题, 迫切需要建立基于空间位置的城市轨道交通空间信息模型, 并以此为基础加载设施设备的动静态数据资源, 建立以设施及设备三维数据模型为核心的信息服务体系, 统一存储、管理和使用数据, 形成集约共享的信息资源和应用环境, 为城市轨道交通信息综合利用和分析提供基础条件, 支撑规划、建设、运营、维护、管理及应急业务信息系统运行, 从而提升管理水平、降低信息化建设成本。数字地铁已作为轨道交通信息技术现代化的重要内容提上日程。

## 1 数字地铁

数字地铁可简单地描述为地铁设施设备信息模型, 是以地铁设施设备空间数据和基本属性数据作为基础, 并加载设施设备的动静态业务数据资源, 进而形成的地铁大数据管理可视化数字基础平台。

从信息资源集成的角度看, 数字地铁能够灵活应用各项技术。在大场景中运用 GIS 技术, 在中小场景中, 将 BIM 技术和 SVG 技术有机结合, 通过整合地铁公共空间信息资源, 实现了地铁空间数字化定义和描述, 为智慧地铁的实现提供了重要设施和基础能力<sup>[3]</sup>。

## 2 数字地铁的信息资源集成

### 2.1 数字地铁的数据构成

数字地铁的数据构成如图 1 所示。由图 1 可

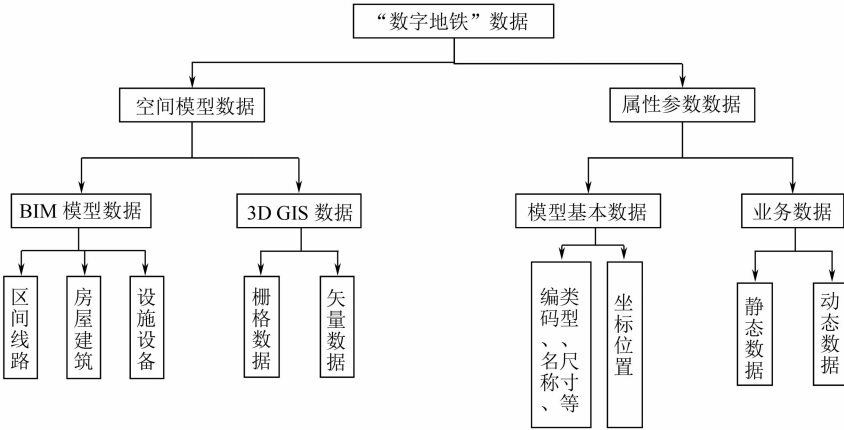


图 1 数字地铁数据构成

见,数字地铁数据包括空间模型数据及属性参数数据。

空间模型数据以 BIM 数据为核心,以 GIS 数据为属性补充,包含设备设施的空间坐标位置及外观形状等等信息。

属性参数数据包括描述对象属性的基本信息数据(如编码、名称、类型、型号、尺寸、质量、颜色、用途及主要配件等)<sup>[4]</sup>,以及设施设备的动静态业务属性数据。

地铁公共数据统一存放在数据中心的主数据库中,并实时更新。

地铁业务数据包含静态的历史及属性数据,以及实时动态的生产关联数据。其中,历史及属性数据包含技术参数、固定资产信息、设备台账、建设履历、维修履历、文档信息、采购信息,生产关联数据为运营管理数据、采购管理数据、设备状态数据、维修管理数据、应急抢修数据、建设管理数据、资产管理数据等。

业务数据存放在各业务数据库中。根据业务需求,数字地铁按照统一的设施设备编码对业务数据进行调用,从而实现业务架构级的融会贯通,在车站管理中实现各业务的数据融合、数据共享及数据互通,通过数据可视化技术对车站管理模式进行数字化升级,并依照各业务系统自身的维护周期进行数据的维护与更新<sup>[5]</sup>。

2.2 量测模型

数字地铁集成的量测模型是整个地铁信息化系统的有机组成部分,是对功能位置和物理设备量测属性的规范化描述。量测模型由量测模板、量测和量测值三个对象组成,其具体结构如图 2 所示。

量测模板对功能位置(包括功能点和功能容器)及物理设备对象的量测属性进行规范化描述;量测是实际功能位置和物理设备根据已定义量测模板产生的实例化量测数据的集合;量测值是实例化量测数据的历史数据。

2.3 图形交换

图形交换采用 SVG 进行描述。数字地铁中的数据模型(包含数字地铁图形、网状拓扑及资源属性等信息)通过数据对象的唯一有效标识,在 BIM 及 SVG 等系统间实现交换。于是,数字地铁的图形数据可通过 SVG 来表达,并通过数据中心提供的服务来完成数据的增、删、改及查等处理。这有利于将数字地铁中设备变化的情况及时地反映给数据中心和其它共享系统。

2.4 数据交换与共享

数字地铁的信息数据交互是实时动态的。实时数据在特定的应用业务场景中参与到业务要处理的聚合对象中,成为聚合对象的实时状态属性。数字地铁的数据交换与共享如图 3 所示。

实时数据平台作为数据交换共享的中心平台,是数字地铁构建上层业务应用的基础。数字地铁数据实时动态推送的示意图见图 4。对数字地铁中的功能位置及物理设备建立量测模板,能支撑不同业务对不同层次实时数据的访问需求(如 GIS 对拓扑变化推送的服务需求等)。

3 数字地铁信息资源集成应用

数字地铁的信息资源集成应用的框架如图 5 所示。

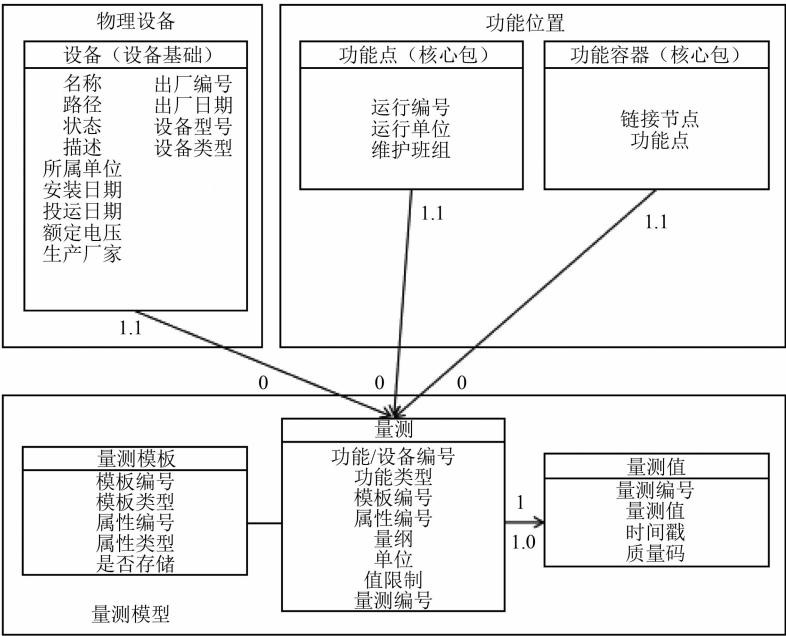
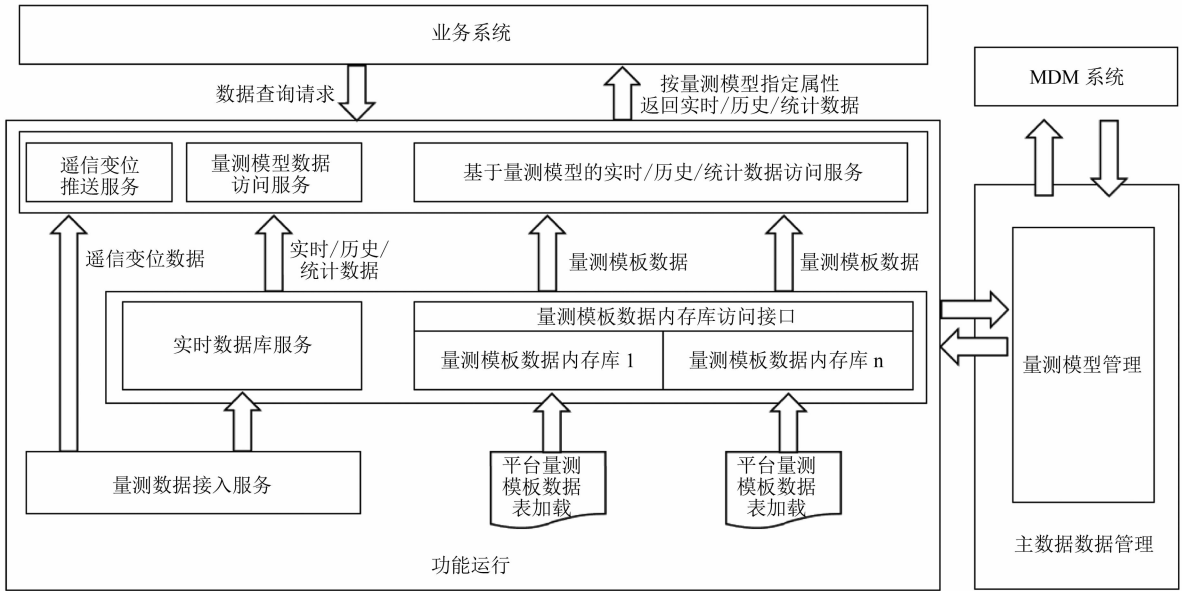


图 2 数字地铁的量测模型结构



注：MDM——量测数据管理

图 3 数字地铁数据交换与共享示意图

针对不同的地铁业务应用场景,数字地铁建议的位置空间模型如图 6 所示。

在线网级、线路级和车站周边的大场景中,建议主要采用 GIS 数据来支撑“轨道交通调度智慧”和“轨道交通线网规划”等功能;在车站区间和设施设备的中小等场景中,建议主要采用 SVG 和 BIM 数据来支撑客流监控、导航查询、设备状态监视和设备无维修管理等功能。

2018 年的上海地铁的智慧车站试点成功应用了数字地铁的信息资源集成应用框架。作为“智慧地铁”的样本工程,智慧车站能实现对车站全方位监测对象的感知和互联,自主完成设备故障的分析诊断和运营场景的智能判别,以“人机协作”的方式实现车站业务的精准执行。图 7 为智慧车站功能示意图。

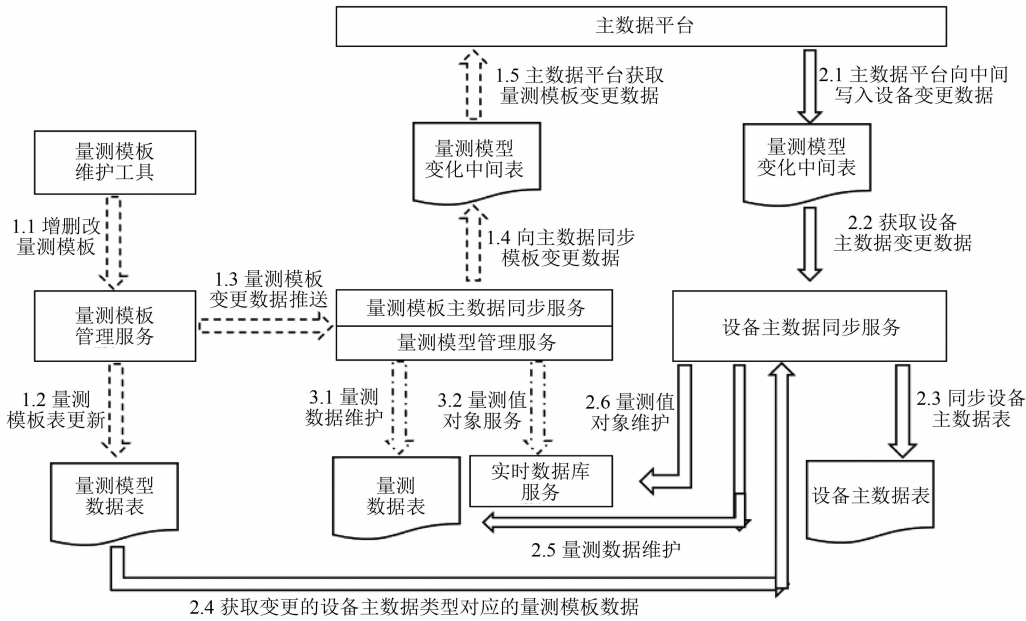
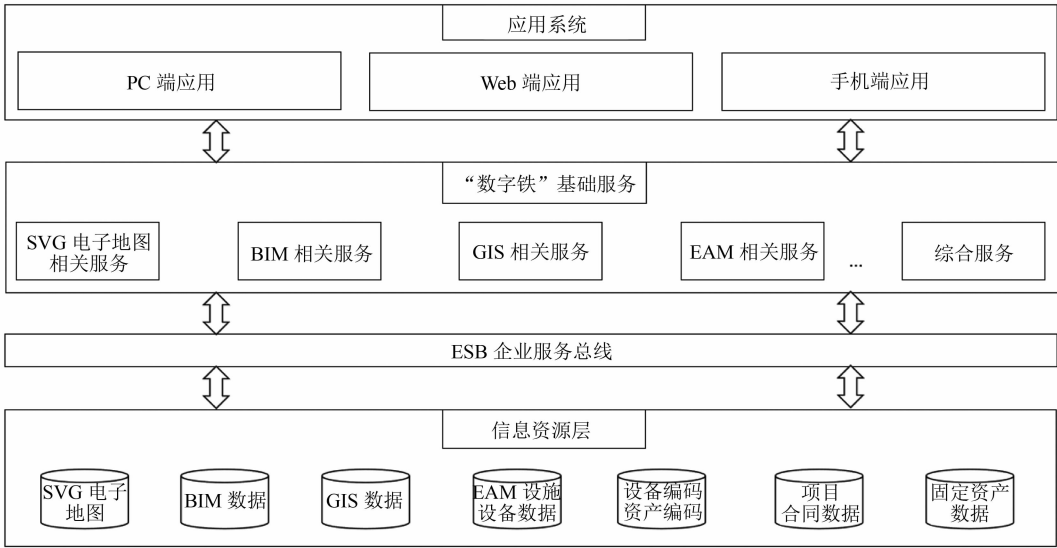


图 4 数字地铁数据实时动态推送示意图



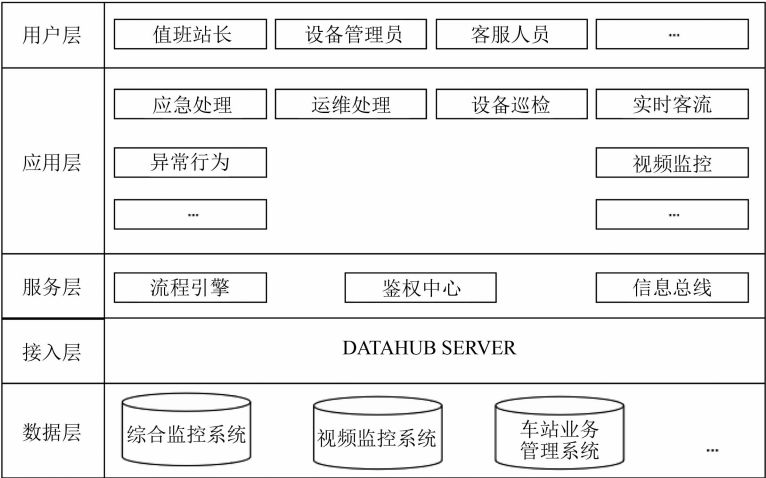
注：EAM——企业资产管理；ESB——企业服务总线

图 5 数字地铁的信息资源集成应用框架

	大场景(线网/线路/车站周边)	中场景(车站/区间)	小场景(设备/设施)
GIS 数据	轨道交通调度指挥 轨道交通线网级规划	区间设备信息 及 维修管理	
SVG 数据		站内客流状态 监视 站内 导航、 查询等 服务	站内 设备 状态 监视 站内 设备 维修 管理
BIM 数据			

图 6 数字地铁信息资源集成整合应用

智慧车站系统的数据主要来源于综合监控系统、视频监控系统及车站运营管理系统。主要业务数据包括设备台账数据、设备报警数据、客流数据、视频分析结果数据等。这些数据通过数据接口服务器接入至智慧车站系统的实时数据平台，实时数据平台提供了 BIM、SVG、GIS 三类系统服务，以分别满足用户的模型需求、空间信息需求和展现需求。



注：DATAHUB SERVER——数据接口服务器

图 7 智慧车站功能示意图

4 结语

为解决上海轨道交通 GIS、SVG 及 BIM 等应用系统的兼容性和规范化问题,本文提出了融合 BIM、GIS、SVG 和其他业务数据的数字地铁的信息资源集成模型。针对上海轨道交通不同业务场景,提出了数字地铁信息资源集成框架位置空间技术的规划建议,总结了成功运用于智慧地铁中的案例经验。

为更好地将数字地铁的信息资源集成应用到地铁智慧化建设的实践中,还需要进一步落实和深化的课题,包括数字地铁数据资源编码规则的编制

和数字地铁数据资源集成坐标规范的编制等。

参考文献

[ 1 ] 杨国伟.基于建筑信息模型(BIM)的轨道交通投资控制[J].城市轨道交通研究,2014(7): 4.

[ 2 ] 江男,陈能,施蓓琦,等.基于地理信息系统的轨道交通基础地理信息三维可视化[J].城市轨道交通研究,2007(9): 20.

[ 3 ] 杨斐.数字地铁基础信息平台的研究[D].北京:北京交通大学,2009.

[ 4 ] 赖华辉,邓雪原,陈鸿.基于 BIM 的城市轨道交通运维模型交付标准[J].都市快轨交通,2015(3): 78.

[ 5 ] 陈悦华,王一川,贾璐.基于 BIM 的地铁运维纯数字分类编码体系研究[J].施工技术,2018(3): 118.

( 收稿日期:2019-06-20 )

( 上接第 153 页 )

制策略管理提出了新的处理方式,因此可基于模型的系统工程、V 模式开发以及 AUTOSAR 架构等技术进行城市轨道交通车辆制动控制系统的开发。采用仿真等技术手段能够避免传统的先制造再测试方法的弊端,同时,借助于最新的技术手段,能够极大地降低了人力物力投入,更有利于产品的优化改进。

参考文献

[ 1 ] 刘腾飞.郑州地铁 1 号线车辆制动系统介绍及典型故障分析[J].铁道机车车辆,2017,37(2): 117.

[ 2 ] 夏德茂,奚鹰,李涛,等.广州地铁 3 号线基础制动装置及制动距离研究[J].城市轨道交通研究,2014(2): 101.

[ 3 ] 张萌.北京地铁 13 号线列车制动系统国产化应用性研究[J].铁道车辆,2015,53(7): 24.

[ 4 ] 吴颖,刘俊堂,郑党党.基于模型的系统工程技术探析[J].航空科学技术,2015,26(9): 69.

[ 5 ] 张新永,高珊,温从溪,等.轨道交通车辆架控制动系统建模及防滑控制研究[J].城市轨道交通研究,2017(7): 114.

[ 6 ] 李艳明,倪永亮,李申,乔凤普.基于 AUTOSAR 标准的车辆电气系统 CAN 通信协议栈研究[J].计算机测量与控制,2017,25(11): 239.

( 收稿日期:2019-02-10 )