引文格式：王娇. 铁路三维地理信息数据服务制作关键技术研究[J]. 地理空间信息, 2026, 24(1): 114-117. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2026.01.025

铁路三维地理信息数据服务制作关键技术研究

王　娇[1,2]

（1. 中国铁路设计集团有限公司，天津 300308；2. 城市轨道交通数字化建设与测评技术国家工程研究中心，天津 300308）

摘　要：针对铁路工程多源异构地理信息数据的特点，提出了一套基于S3M数据格式的铁路三维地理信息数据处理与服务制作发布流程。以京雄城际铁路为应用示范，采用WebGL技术研发了基于3DGIS+BIM的铁路地理信息数据服务平台，实现了铁路地理信息数据服务的三维可视化集成与展示，并搭建了基于铁路三维数据服务的勘测设计资料标准化交付与可视化管理平台，旨在提高铁路三维地理信息数据服务的质量和效率，为数字底座构建与数字化、智能化应用提供有力的技术支撑。

关键词：铁路地理信息服务；S3M数据格式；BIM模型服务；铁路工程矢量服务

中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2026）01-0114-04

Research on Key Technologies for the Production of Railway 3D Geographical Information Data Services

WANG Jiao[1,2]

(1. China Railway Design Corporation, Tianjin 300308, China;

2. National Engineering Research Center for Digital Construction and Evaluation Technology of Urban Rail Transit, Tianjin 300308, China)

Abstract: In response to the characteristics of multi-source heterogeneous geographical information data in railway engineering, we proposed a set of processing and service production and publishing procedures for railway 3D geographical information data based on S3M data format. Taking the Beijing-Xiong'an intercity railway as an application demonstration, we used WebGL technology to develop the railway geographical information data service platform based on 3DGIS+BIM, realizing the 3D visualization integration and display of railway geographical information data services, and established the standardized delivery and visual management platform of survey and design data based on railway 3D data services, intended to improve the quality and efficiency of railway 3D geographical information data services, providing strong technical support for the construction of digital infrastructure and the applications of digital and intelligent technologies.

Key words: railway geographical information service, S3M data format, BIM model service, railway engineering vector service

路网建设逐步加密使得基础地理数据类型不断丰富、数据量不断增加、数据冗余度不断加大、专业应用需求日益强烈，急需建设铁路行业基础地理信息平台[1-2]；但目前存在数据服务起步晚、维护成本大、基准格式内容不统一、重复建设情况严重等问题[3-4]。本文以铁路工程三维地理信息服务为核心，通过梳理多源异构铁路工程地理数据，提出了一套基于S3M数据标准的铁路三维地理信息数据处理与服务制作发布流程，旨在提高铁路三维地理信息数据服务的质量和效率，为铁路行业的数字化智能化建设提供有力技术支撑。

1　数据治理

多源异构铁路地理数据包括基础地理数据和铁路工程数据，其中基础地理数据包含数字正射影像（DOM）、数字高程模型（DEM）、数字线划图（DLG）、基础矢量数据、倾斜三维实景、控制点等；铁路工程数据包含铁路线路与设施相关的各类地理数据，如线路矢量、里程注记、工程模型等[5-6]。铁路地理数据治理主要包括数据标准化处理和数据建库。

1.1　数据标准化处理

数据标准化处理包括统一数据坐标系、制定数据分类与命名编码、统一数据存储结构等步骤。

1）统一数据坐标系。铁路工程数据涉及施工坐标系、1954北京坐标系、1980西安坐标系，均需统一为2000国家大地坐标系，坐标系统编码为EPCS4490。

2）制定数据分类与命名编码。根据多项目数据管理与应用需要，赋予铁路地理数据图层统一分类和

项目来源：国家铁路局基金资助项目（KF2024-078）；中国铁路设计集团有限公司基金资助项目（2024A0253807）。

作者简介：王娇（1982—），硕士，高级工程师，研究方向为铁路地理信息数字化与智能化应用，E-mail：wangjiaoxx@163.com。

命名编码，以面向对象的方式满足数据自动化识别和组织管理需求。数据分类在参考《铁路工程三维地理信息数据技术规范》的基础上进行了应用拓展与归类简化：第一级为铁路项目，第二级为数据类型，第三级为数据实例。铁路项目是区分不同项目间的数据对象，命名规则为项目名称首字母编码，如京雄城际项目的编码为JXCJ。数据类型是区分同项目中不同类型的数据对象，包含大类、中类和小类；大类分为基础地理数据（JCDL）和铁路工程数据（TLGC）；基础地理数据的中类和小类分类编码见表1；铁路工程数据包括线路（XL）、桥梁（QL）、路基（LJ）、隧道（SD）、站场（ZC）、工经（GJ）、轨道（GD）、环保（HB）、接触网（JCW）、给排水（GPS）、建筑（JZ）、信号（XH）、电力（DL）、牵引变电（QYBD）、信息（XX）等。数据实例是区分同一类型中不同的数据对象，编码采用001~999的3位数字码，若实例数少于2，可以省略。

表1　基础地理数据的中类和小类分类编码

中类数据	编码	小类数据	编码
数字正射影像	DOM	Google	Google
		TM	RM
		高分卫星	GF
		航空摄影	HKSY
数字高程模型	DEM	SRTM	SRTM
		航空摄影	HKSY
数字线划图	DLG	2000/5000/10000	2000/5000/10000
控制点	KZD	CPI	CPI
		CPII	CPII
		CPIII	CPIII
		CORS	CORS
基础矢量	JCSL	行政区划	XZQH
		道路交通	DLJT
		水系	SX
		地名地址	DMDZ
倾斜三维实景	QLSWSJ	–	–

1.2　数据库建设

铁路地理信息数据类型众多，既有结构化数据也有非结构化数据。结构化空间数据库包括PostGIS、Oracle、MySQL等，非结构化数据库包括MongoDB、HBase等。目前应用较多、相对成熟的结构化空间数据库为PostGIS，非结构化数据库为MongoDB。结合铁路地理信息的数据类型，制定不同的储存策略。基础地理信息数据库，根据数据类型和存储方式，通过数据库+文件管理的方式完成存储管理；铁路勘测设计数据库则通过Oracle数据库进行存储管理，对勘察设计专业二维交付资料进行入库管理，采用名称和里程建立关键字索引。

2　服务构建

2.1　数据服务类型

常用的标准三维地理数据服务包括OGC推出的3D Titles格式、I3S和T/CAGIS推出的空间三维模型数据格式Spatial 3D Model（S3M）等[7]。3D Titles以JSON格式通过瓦片层次集合来表达三维要素，可根据用户的视角和距离动态加载相应瓦片，从而实现快速渲染和浏览；但在大数据量下的渲染效率有待提高，目前支撑工具少，应用成熟度不高。I3S的数据格式为SLPK，利用LOD进行层级切换，可加快SLPK数据的渲染，减少客户端的资源请求[8]；但目前支持I3S工具也很少，与其他格式转换时效率低、复杂度高。S3M是超图自主研发的一种高效、紧凑的三维数据格式，适合大规模三维场景的存储与传输。采用树形结构组织海量三维数据，支持多源三维数据在不同终端的存储、高效可视化、共享与互操作[8]。超图还推出了它与OSGB、FBX、3D Titles等多种常用数据格式的快速转换工具，数据交换共享方便。本文研究的铁路工程三维地理信息数据服务制作流程，以国产超图软件为数据处理与服务发布平台，数据服务类型主要采用S3M格式。

2.2　数据服务制作

以超图数据处理与服务发布软件为基础，铁路地理信息数据服务制作是将铁路地理数据经过格式转换、投影转换、数据编辑、裁切分幅、符号化处理、切片处理等步骤，生成S3M格式的三维切片缓存数据，再发布服务[9]。根据铁路工程地理数据类型和应用特点，不同类型的数据服务制作流程还需进一步优化。

1）地形服务制作。首先将DEM数据导入超图软件UDB，并添加到三维场景；然后生成三维缓存，设置缓存类型为S3M，配置存储路径、存储类型、分块大小等参数；最后点击确定，即可生成S3M格式的地形缓存数据，用于发布地形服务。铁路地形数据服务制作在常规流程的基础上，需合并不同等级精度的S3M格式地形缓存数据。低精度地形缓存数据为铁路线路工程全范围的大场景地形数据，高精度数据通常为铁路线位左右两侧500 m范围内的条带状小场景地形数据。基于超图的铁路地形数据服务制作流程见图1。

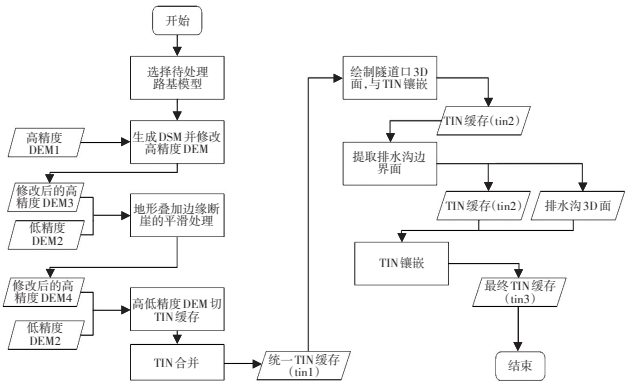


图1 铁路地形数据服务制作流程图

不同精度S3M格式的地形缓存数据合并后，还需与路基、隧道、排水沟等BIM模型进行镶嵌融合。利用超图软件绘制BIM模型与地形融合处理范围3D投影面，再利用3D投影面与S3M数据格式地形数据进行镶嵌，形成融合后的地形切片缓存数据，用于发布铁路地形数据服务。融合前后效果对比见图2。

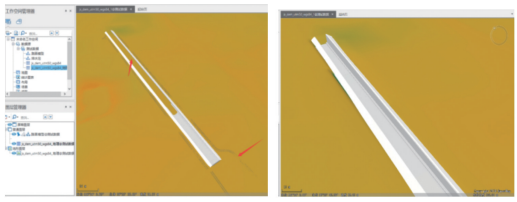


图2 铁路地形数据与BIM模型融合处理前后对比图

2）影像服务制作。首先将分块DOM数据导入超图软件，若将多幅影像制作成一个服务，则需进行影像校正与镶嵌；然后生成三维缓存，设置缓存类型为S3M，配置存储路径、数据类型、影像金字塔级别等参数；最后点击确定，生成S3M格式的影像缓存数据，用于发布影像服务。铁路影像数据服务通常分为低精度影像服务和高精度影像服务，各等级精度影像单独制作，发布各自数据服务，最后统一集成到铁路三维项目应用场景中。低精度影像数据为铁路线路工程全范围的大场景影像数据，高精度数据通常为铁路线位左右两侧500 m范围内的条带状小场景影像数据。由于铁路工程线路呈细条带状，建议高精度影像数据按区域进行分块，制作多个影像数据服务，可加快数据切片处理效率，且便于三维场景动态加载。

3）BIM模型服务制作。首先利用超图数据格式转换插件，将BIM模型转换为超图UDB格式文件；再进行赋色、分类等处理；最后在超图桌面端软件中进行S3M方式切片处理，设置缓存类型为S3M，生成BIM模型的三维切片缓存数据，用于发布BIM模型服务。铁路工程BIM模型通常体量较大，在应用过程中需进行轻量化处理。在导入UDB数据库之前进行BIM模型轻量化处理效果最佳[10-11]。数据导入UDB数据库后，利用超图提供的三角网简化等BIM模型轻量化功能也可在一定程度上简化BIM模型体量。利用属性表将模型数据集合中顶点数较多的复杂模型导出到单独UDB中；再设置简化参数，利用三维地理设计模块下的三角网简化工具对模型进行简化；最后将简化后模型替换原数据集中的原有模型。BIM模型数据简化示例见图3。

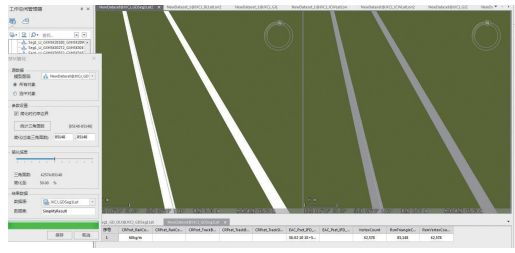


图3 铁路BIM模型数据简化示例

4）矢量服务制作。铁路工程矢量数据包括基础地理矢量和铁路工程矢量，其中基础地理矢量数据包含行政区、道路、交通、水系和地名地址等[12]；铁路工程矢量数据为铁路设计、施工、运营过程中产生的相关数据，包括项目数据、工点数据和勘察设计成果等。项目数据主要包括项目定义、标段和工区等；工点数据主要包括定义、注记、矢量等；勘察设计成果包括用地红线、规划红线、环保区域数据等。基础地理矢量采用标准WMTS服务，在超图软件中通过专业配图将行政区、道路、交通、水系和地名地址等数据制作成一张二维地图，再利用瓦片数据集工具创建生成基础矢量地图瓦片。铁路工程矢量数据需导入到三维场景中，通过三维配置后，利用S3M数据生成工具生成铁路工程三维矢量切片缓存数据，用于服务发布。基于超图的铁路矢量数据配图效果见图4。

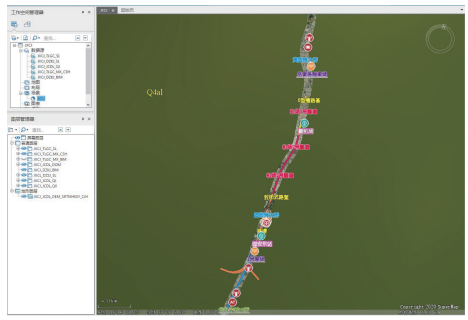


图4 铁路矢量数据配图效果

2.3 服务发布管理

铁路地理数据服务采用工作空间进行统一集中管理，以项目为单元一键式集中发布和维护。项目空间采用“项目—分类—图层”3级数据组织结构

（图5）。利用SuperMap iServer进行数据服务的集中发布与管理，数据服务采用“项目—服务类型”两级分类管理，每类服务可查看和调用单个图层的数据服务。

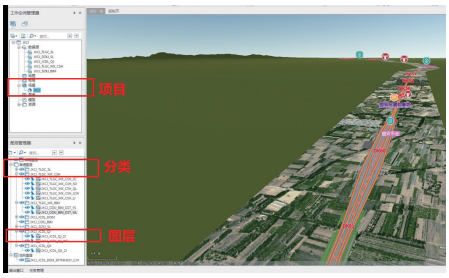


图5　铁路地理信息数据服务组织管理

3　应用展示

以京雄城际铁路为应用示范，对基础地理数据和铁路工程数据进行规范化处理与服务制作发布；再采用WebGL技术研发基于3DGIS+BIM的铁路三维地理信息数据服务平台[13-14]。平台有效整合了铁路基础地理矢量、铁路工程矢量、铁路BIM模型和勘察设计资料，不仅构建了基于铁路地理信息数据服务的三维可视化集成展示平台，还提供了铁路三维地理数据的标准化服务接口信息，便于铁路工程数据服务的共享使用。铁路三维地理信息数据服务集成与查询展示效果见图6。按照里程和名称两种方式建立了铁路勘察设计成果与铁路BIM模型服务的关联索引关系，围绕交付目录、工点名称、线路名称、图纸名称、模型查询等，实现了基于3DGIS+BIM的铁路勘测设计成果的标准化交付与可视化管理（图7）。



图6　铁路三维地理信息数据服务集成与查询

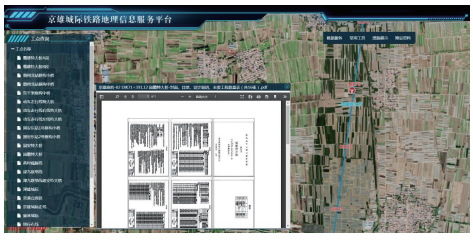


图7　铁路勘察设计成果标准化交付与可视化管理

4　结　语

本文对铁路三维地理信息数据服务制作的关键技术进行了深入研究，明确了铁路工程地理数据服务制作的标准化要求。针对铁路工程数据特点和应用要求，详细阐述了基于S3M格式的铁路三维地理数据服务制作流程和注意事项。以京雄城际铁路为示范应用，在标准化数据处理和服务制作发布的基础上，搭建了基于3DGIS+BIM的铁路三维地理信息服务平台，实现了铁路地理信息数据服务的三维可视化集成展示；通过建立铁路BIM数据服务与铁路勘测设计成果之间的关联索引，实现了基于铁路三维数据服务的勘测设计资料标准化交付与可视化管理。本文研究成果为铁路地理信息服务制作提供了重要的理论和实践指导，有助于推动铁路行业的数字化发展。随着科技的不断进步，进一步探索铁路地理信息服务与人工智能、机器学习等创新技术的深度融合[15]，必将为铁路管理提供更高效更智能的决策支持。。

参考文献

[1] 孙嵘. 京张高铁GIS地理信息系统构建研究[J]. 铁道勘察，2020,46(1):7-11

[2] 欧其健，徐永书，夏定辉. 地理信息服务的思考与探究[J]. 地理空间信息，2011,9(3):79-80

[3] 鲍榴，杨斌，杨威，等. 基于BIM+GIS的铁路工程建设管理一张图关键技术研究及应用[J]. 铁道标准设计，2021,65(5):55-60

[4] 黄旋诗，赵亮亮，董凤翔. 基于BIM与GIS融合技术的铁路工程信息化管理应用研究[J]. 铁路技术创新，2021(1):78-83

[5] 马帅. 铁路地理信息服务平台数据整理与符号配置[J]. 铁道勘察，2020,46(6):39-44

[6] 赵亮亮，董凤翔，黄旋诗. 铁路三维电子沙盘搭建及其应用研究[J]. 铁道标准设计，2024,68(8):50-57

[7] 黄一昕，杨全亮，蒋函珂，等. Q/CR 9157-2020《铁路三维地理信息数据技术规范》内容解析[J]. 铁道标准设计，2021,65(4):71-75

[8] 张立立，周芹，冯振华. S3M空间三维模型数据格式的特点和应用[J]. 北京测绘，2020,34(1):23-26

[9] 李宝. 地理信息公共平台地图服务发布关键技术研究[J]. 地理空间信息，2017,15(10):27-29

[10] 周松. 地理信息公共服务平台关键技术的研究与实现[D]. 南京:东南大学，2017

[11] 范登科. BIM与GIS融合技术在铁路信息化建设中的研究[J]. 铁道工程学报，2016, 33(10):106-110

[12] 沈蕾，李乃强. 多源矢量数据的电子地图整合更新技术研究[J]. 地理空间信息，2021,19(7):119-122

[13] 闫昶，宋伟凯. 面向多源数据的开源三维GIS关键技术研究[J]. 地理空间信息，2024,22(6):39-42

[14] 吕东，王婧，杨璟林，等. 基于WebGL引擎的铁路工程BIM+GIS平台研发及(设计阶段)应用[J]. 铁道标准设计，2023,67(10):62-69

[15] 王同军，王万齐，李平，等. 模数一体化平台赋能下的智能高铁2.0关键技术展望[J]. 中国铁路，2024(7):1-6