

基于 Cesium 的地震应急信息三维可视化平台研究与实现

竹一飞¹ 黄 猛¹ 张 淞¹ 崔珂玮¹
ZHU Yifei HUANG Meng ZHANG Song CUI Kewei

摘 要

为了更好地开展地震灾后的救援工作,解决由受灾区域情况复杂导致的地震灾情信息展示不够直观、现场状况难以掌握等问题,基于 Cesium 设计并实现了地震应急信息的二三维一体化展示平台。利用 Cesium 处理和加载二维地图、三维模型数据,结合 PostgreSQL 数据库存储查询丰富的空间数据类型以及 Geoserver 的地图数据发布和服务功能,从多维度展示地震信息要素与地震受灾区域状况,提供灵活快速的震情灾情综合展示,为灾后救援工作提供有力支持,有效帮助决策者和救援人员做出准确决策和应对措施。

关键词

Cesium; 三维可视化; 地震灾情展示; 二三维一体化

doi: 10.3969/j.issn.1672-9528.2024.09.021

0 引言

地震是一种具有破坏性的自然灾害,会给人们的生命财产安全带来严重威胁。在地震发生后,准确地把握灾情和迅速将震情和灾情向救援人员展示,对于决策者和救援人员做出有效响应和应对具有积极的意义。传统的地理信息系统一般为二维地理信息系统,二维地理信息系统理论非常成熟,数据加载效率较高,分析功能较为完善。文献[1]利用天地图研发了一套地震采集观测系统,帮助野外施工人员设计施工预案时,准确可靠地进行物理点优化设计。文献[2]采用 Google Maps API 和 AJAX 实现了震情灾情信息关联与分类显示,实现了二维震情灾情态势的直观展示。而相较二维地理信息系统,三维地理信息系统在空间数据展示方面具有明显优势,可以提供地形地貌和建筑物等的立体展示。文献[3]利用 WebGIS 技术构建了绿地资源信息化系统,解决了传统绿地资源信息数据管理方式可视化效果差的问题。文献[4]基于 3D WebGIS 构建一套包含数据可视化、空间分析等功能模块的三维可视化水利信息管理平台,解决了水利管理缺乏真实三维模型细节展示等问题。

然而在面对一些地质条件复杂或发生严重灾害的地区时,二维展示方式无法完全呈现其复杂性和多维特征;相较二维地理信息系统,三维地理信息系统又存在空间数据加载效率较慢的问题^[5]。鉴于目前的二三维地理信息系统相分离的状况,需要探索一种二三维一体化的展示方式,以提供更全面、直观的地震灾情展示方案。Cesium 的出现很好地解决了这个问题,它是一个开源的纯 JavaScript 地图前端三维地

球平台,支持可视化多种地理信息数据,能够同时加载展示二维地图和三维模型数据。文献[6]基于 Cesium 建设了三维智慧光伏运维一体化平台,解决了智慧光伏场站管理的难题。文献[7]利用 Cesium 构建了实景三维地图服务,实现了三维虚拟校园的可视化。

过去的灾情展示大多是在二维场景中展示,只能在平面上展示灾害发生情况,无法提供现场三维地形和建筑物信息,无法立体直观地表现灾前和灾情现状。由于灾后应急场景的复杂多样性,如果用户难以准确把握地形、地貌、灾害发生场景现状等情况,容易导致用户产生信息理解上的模糊或误导。而采用二三维一体化展示,用户可以进行深入的地理信息分析,直观立体地查看灾害现场情况。本文将结合实际业务需求,采用二三维一体可视化引擎 Cesium,运用数据库、数据处理和可视化等技术实现地震灾情二三维一体化展示平台的研究与设计。系统采用 B/S 架构,兼容性强,支持多种跨平台使用,期望为地震应急管理提供更加高效、直观的决策支持。通过本研究,希望能够推动地震灾情展示技术的创新和发展,提升地震应急响应的能力,最大程度减少地震灾害带来的损失。

1 关键技术

为了实现地震应急信息的二三维一体化,利用瓦片技术、3D Tiles 切片和 Cesium 开源框架等完成数据格式的处理和地图、模型的加载。通过瓦片金字塔技术,可以有效处理二维数据,如 shp 和 tif 等格式;使用 3D Tiles 切片技术,可以处理倾斜摄影模型等三维数据。然而,要实现加载功能,在当前主流开源框架中,只有 Cesium 提供了同时加载并融合二维和三维数据的方式。这种一体化展示方式可以全面展示地

震灾情信息，并提供灵活的可视化操作，有效解决了灾情信息展示与现场状况不清晰的问题。下面将对这些关键技术进行简要的总体介绍。具体技术路线图 1 所示。

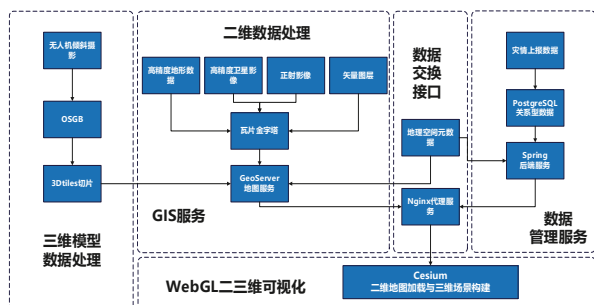


图 1 总计技术路线

1.1 瓦片技术

瓦片技术通常用于处理大规模地理数据，通过将地理数据划分为小块（称之为瓦片），以多个层次的瓦片金字塔的形式组织和存储，建立地图瓦片金字塔模型。地理数据通常以层次结构的方式组织和存储这些瓦片来提高地理数据的访问和处理效率。每个瓦片通常表示一个矩形区域，可以是栅格瓦片（像素值组成的网格）或矢量瓦片（几何形状和属性）。瓦片金字塔模型如图 2 所示。

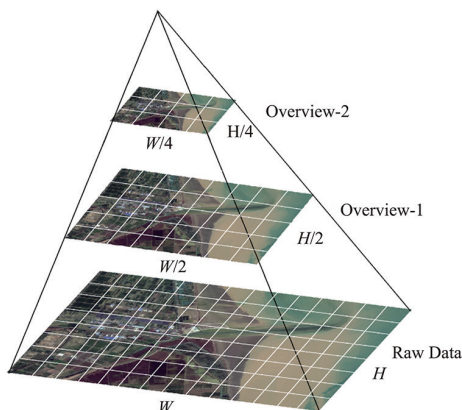


图 2 瓦片金字塔模型

假设遥感影像的原始分辨率为 r_0 ，像素矩阵大小为 $w \times h$ ，瓦片的大小为 d 像素 $\times d$ 像素，遥感影像的金字塔的构造最多级数可以根据原始影像的大小 L_D 和分辨率进行计算。设金字塔的级数为 N ，金字塔级数满足的条件为：

$$\frac{L_D}{d \times 2^N} \geq r_0 \geq \frac{L_D}{d \times 2^{N+1}} \quad (1)$$

式中： L_D 表示原始遥感影像的覆盖范围。当瓦片切割完成后，遥感影像金字塔的构建中要对瓦片进行编码。假设 latitude 和 longitude 分别代表某点的经度和纬度，则该点所在的 level 级的瓦片编码的运算公式为：

$$r = \left\lfloor \frac{\text{latitude} + 90}{L_D \times 2^{\text{level}}} \right\rfloor \quad (2)$$

$$c = \left\lfloor \frac{\text{longitude} + 180}{L_D \times 2^{\text{level}}} \right\rfloor \quad (3)$$

同时，对金字塔地图瓦片进行线性四叉树瓦片索引，可以加快图渲染速度。通过生成分级的点线面数据图层，并将其附带的属性信息进行绑定，可以构建地震三维场景金字塔瓦片地图服务^[8]。随后，基于 WebGL 三维图形技术进行场景、相机、光线等三维场景的初始化设置，使用 ArcGIS 提供的开源高程数据，对其进行拼接转换，并进行下采样，生成多层地形 Mesh 对象，并加入 LOD 模型，以构建多层次的地形。最后，加载瓦片服务图层，以构建地震三维可视化场景。可以降低数据的复杂度，提高渲染效率，同时实现地震数据的可视化展示。

在地震灾情展示中，需要加载广阔区域的遥感影像，因此需要使用瓦片金字塔技术将地图数据按照不同的层级进行切分，以层次结构的方式组织和存储这些瓦片来提高地理数据的访问和处理效率，加快地图加载速度，提升用户体验，以实现地震灾区的背景地图展示。同时，瓦片技术支持地图的平移、缩放和旋转等操作，使用户可以灵活地查看地震灾区的背景地图信息。

1.2 倾斜摄影与 3Dtiles 切片

倾斜摄影模型是一种通过倾斜摄影技术获取的具有高精度的地物三维模型。使用特殊设计的倾斜摄影机或多个相机安装在飞行器上，以一定的倾斜角度对地面进行连续拍摄。摄影机通常具有旋转和倾斜的能力，通过多个角度的拍摄获得具有立体感和倾斜视角的影像，可捕捉目标区域的不同视角，以实现实景三维重建的过程。相较于传统建模方法，倾斜三维建模具有更高的效率、更真实的模型效果和更低的生产成本^[9]。

3Dtiles 切片是一种用于管理和传输大规模三维地理数据的技术，它为在 Web 和移动平台上高效加载、渲染和交互式地浏览三维场景提供了一种标准化的方法。在一个三维空间，包含一个边长为 L 的正方体区域。将该正方体划分为一系列边长为 I 的小块，每个小块称为一个切片。切片的数量取决于所选择的切片大小和切片的层级。切片的层级可以通过参数 n 来表示，其中 $n=0$ 表示最高层级， $n=1$ 表示下一级，以此类推。每个层级上的切片数量是 2 的 2^n 次方，也就是 4 的 n 次方，如图 3 所示。

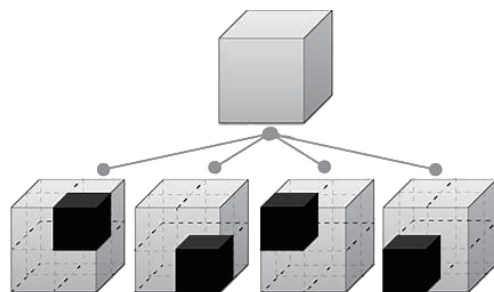


图 3 切片层级示意图

在一个特定的切片中，假设位于层级 n 的索引为 (i, j, k) ，这个切片的边长为 $I/(2^n)$ ，其中 I 是最高层级的切片边长，使用公式（4）可以计算该切片在三维空间中的位置。

$$\begin{aligned}x &= i \cdot \left(\frac{I}{2^n}\right), \\y &= j \cdot \left(\frac{I}{2^n}\right), \\z &= k \cdot \left(\frac{I}{2^n}\right).\end{aligned}$$

(4)

式中： x 、 y 、 z 是该切片在三维空间中的坐标。

通过这种切片方式，可以将三维空间分解为一系列规则的切片，并且可以根据需要选择加载和渲染的切片层级，以提高性能和效率。低层级的切片提供了大致的外观和形状，而高层级的切片可以提供更多的细节，形成了一个层次结构，类似于金字塔瓦片技术，使数据可以按需加载，从而提高数据传输和渲染的效率。

在地震应急信息展示系统中，倾斜摄影模型生成的影像和数据可以用作 3D Tiles 的数据源。通过倾斜摄影模型获取的倾斜影像可以被切分成瓦片，并与相应的地理数据进行关联。倾斜摄影模型生成数据可以用于创建地表或建筑物模型，这些模型可以被切分成 3D Tiles，用于展示和可视化。由于涉及地形地貌、建筑物以及基础设施的展示，使用 3D Tiles 切片技术加载和呈现地形数据，可以提供地形曲率、高程等更真实的地理环境和建筑物、桥梁、道路等人造结构物的可视化展示，帮助应急人员了解地震发生地区的地形和建筑物受损、道路堵塞等情况。

1.3 Cesium

随着 WebGIS 的广泛使用，基于 Web 端功能实现的库函数也变得更加完善。基于当前流行的一些地理信息系统开源框架和工具，如 Openlayers、Leaflet、Cesium、NASA Web Wing 等，都提供了用于加载渲染和交互的地图显示功能，可以显示各种地理空间数据^[10]。基于上述所提到的问题与需求，为了提高二三维一体化展示效果，对这些框架与工具进行了比较，结果如表 1 所示。

表 1 地理信息系统开源框架对比

地图框架	优点	缺点
Openlayers	二维 GIS 功能非常全面，学习成本低。	地图样式简单，难以定制高颜值的可视化效果。
Leaflet	入手简单，学习成本低。	不支持 webgl 渲染，只支持简单地理信息可视化。
Cesium	强大的三维渲染，二三维一体化可视化，经纬度坐标，支持球体。	对硬件要求略高
NASA Web Wing	支持二三维一体化	功能有限，资源少，学习成本高。

相较于其他几种开源的 GIS 框架与函数，Cesium 除了具有二维地图展示功能以外，在三维 GIS 实现方面功能更加丰富，作为一款强大的开源 GIS 框架，它具备很多优势。

WebGL 是一种在 Web 浏览器中进行图形渲染的 API，基于底层的图形处理单元（GPU）加速渲染，而 Cesium 是结合了 WebGL 技术和 GIS 概念，即使用 WebGL 技术实现了 webgis 框架。通过利用 GPU 的并行计算能力，Cesium 能够高效地处理大规模的三维场景和复杂的渲染效果，包括地形、模型、贴图、光照和阴影等。同时，WebGL 提供的功能和特性使得 Cesium 能够绘制和渲染复杂的三维图形，它支持顶点着色器和片段着色器编程，可以对三角形网格进行变换、光照计算和纹理映射等操作。

使用地理坐标系（经度、纬度、高度）来表示地球的位置和实体的位置，二维地图图层使用 Web 墨卡托投影，三维地球模型使用地理坐标系，通过坐标系转换，将二维地图图层的坐标与三维地球模型的坐标进行对应，以确保它们以无缝的方式加载和集成二维地图数据和三维模型数据，为用户提供了统一且完整的地理信息视觉。

Cesium 提供了用于控制场景视图的 API，可以通过更改其属性来控制视角、缩放和旋转等操作。通过 viewer.camera 来访问当前场景的相机对象；通过更改相机的位置（position）和朝向（direction）等属性，可以调整场景的视角来观察特定的位置或方向；通过更改相机的视距（frustum）属性来控制场景的缩放级别。Cesium 还提供了用户交互控制器（如鼠标、键盘控制器），方便用户通过鼠标和键盘操作来控制场景视图。

这使得 Cesium 二三维一体化展示方面表现出色。而在加载倾斜摄影模型上，也做了详细的了解与对比，potree 主要使用点云数据的可视化，对于其他类型的三维模型支持较弱，在高级渲染与交互功能方面有限，无法满足复杂场景的需求。Threejs 在创建和渲染自定义的三维场景和动画方面非常强大，但 Cesium 专注于地理信息系统和地球可视化，提供了强大的地理数据处理和地球表面渲染能力。因此，对于实现构建虚拟地球、地图应用和二三维地理数据高精度展示与模型加载方面，Cesium 无疑是一种最适合的选择。通过 Cesium 场景渲染、坐标系转换、视图控制等功能，可以加载遥感影像数据、地形数据以及建筑物、道路等高精度二维地图与三维模型，实现数据与实景的套合，将地震灾情数据以二三维一体化的方式展示，为应急响应和决策提供强大的可视化工具。

1.4 PostgreSQL 数据库

目前，当下流行的空间数据库在存储、读写性能方面各有优劣，在面对大容量的地理空间数据的储存和使用时，其费用、效率和可操作性都会成为考虑因素^[11]。由于是在二三

维一体化展示平台中，空间数据的特征多样性和多维性使得数据存储的使用比其他数据复杂^[12]。相比于 MongoDB、OracleSpatial 等数据库，PostgreSQL 以数据完整性和可靠性为重点进行设计和实现，采用了多版本并发控制（MVCC）技术，并且支持热备份和流复制等机制，可以提供高度可靠的事务处理，保证数据的一致性和完整性。PostgreSQL 拥有活跃的开源社区，提供了大量的文档和教程帮助用户理解使用，降低学习成本。最重要的是，PostgreSQL 通过 PostGIS 扩展提供了强大的地理空间数据存储和查询功能，支持丰富的地理空间数据类型、空间索引和运算符，具有广泛的空间函数和算法，适用于各种地理空间应用场景。

1.5 Spring

Spring 是一个轻量级的 Java EE 开源框架。在项目中，使用 Spring 框架来构建后端应用程序，实现该项目中灾情统计的数据管理和分析功能，同时 Spring 提供了依赖注入和面向切面编程等特性，可以实现代码的模块化和可维护性，还提供强大的 AOP 支持，用于处理日志记录、事务管理等关注点。目前 Spring 已经是全球范围内最流行的开源 Java 应用框架，已经经过众多商业应用检验，可以良好地支撑起本平台对数据进行管理和分析的需要。

2 系统平台实现

2.1 系统功能设计

本平台系统性融合高精度卫星遥感影像数据、高精度地形数据、三维倾斜模型和正射影像图，搭建三维可视化引擎。同时，建立行政区划、断裂带、历史地震、地质灾害隐患点及其他重要目标点等地理信息数据库，以每次地震作为一个专题，实现数据与实景三维成果套合。功能包含高精度卫星遥感影像数据展示、高精度地形数据展示图层展示、高精度倾斜摄影三维模型展示、视角跳转等功能。详细功能如表 2 所示。

表 2 平台功能清单

序号	功能	详情
1	高精度遥感影像展示	提供广泛覆盖范围，了解灾情地区基础情况，为后续图层展示提供基础底图。
2	高精度地形数据展示	基于 DEM 数据反映地表真实情况，可用于地理空间分析。
3	高精度正射影像展示	垂直视角拍摄保持地物准确比例，帮助灾情监测与评估。
4	高精度三维倾斜模型展示	加载灾后倾斜摄影模型快速了解灾情实况。
5	要素图层展示	基于道路、人口密度图层数据，指导灾后救援工作。
6	视角跳转	根据搜索地名、选取行政区域等方式，跳转到指定地点。

2.2 影像服务实现

2.2.1 地图服务引用

目前可引用的在线影像地图服务包括天地图卫星、ArcGIS 卫星、必应卫星和部分地区可用的谷歌卫星，此外还可直接使用其内置的 Bing Maps、ESRI World Street Map、OpenStreetMap 等网络地图服务。而电子矢量地图服务方面，常见的有天地图、OSM 地图、高德地图和百度地图等。以天地图在线服务为例，可通过提供的服务 URL 及相关参数（如图 4 所示）进行访问和调用。

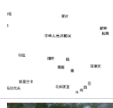
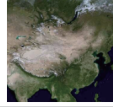
缩略图	图层名称	服务地址	投影类型
	矢量地图	http://t0.tianditu.gov.cn/vec_c/wmts?tk=您的密钥	经纬度投影
		http://t0.tianditu.gov.cn/vec_w/wmts?tk=您的密钥	球面墨卡托投影
	矢量注记	http://t0.tianditu.gov.cn/cva_c/wmts?tk=您的密钥	经纬度投影
		http://t0.tianditu.gov.cn/cva_w/wmts?tk=您的密钥	球面墨卡托投影
	影像底图	http://t0.tianditu.gov.cn/img_c/wmts?tk=您的密钥	经纬度投影
		http://t0.tianditu.gov.cn/img_w/wmts?tk=您的密钥	球面墨卡托投影

图 4 天地图服务引用地址

Cesium 拥有完善的地图服务加载功能，通过获取天地图在线服务地址；使用 Cesium.createTileMapServiceImageryProvider 方法创建 ImageryProvider 对象，传入天地图影像图层服务地址作为参数，同时指定服务地址、图层、样式等相关参数；使用上一步创建的 ImageryProvider 对象，再创建一个 ImageryLayer 对象，使用 viewer.imageryLayers.addImageryProvider 方法将 ImageryProvider 对象添加到 Cesium 的图层中。图 5 为加载的天地图影像。



图 5 天地图影像

2.2.2 正射影像展示

正射影像是一种由图像瓦片组成的地理影像数据，通常是从卫星或航空平台以垂直视角拍摄地面获取的高分辨率影像。正射影像的数据格式一般使用栅格数据格式，其中最常见格式是 Geo TIFF，通过使用 Cesium.ImageryLayer 类来创建影像图层并加载正射影像。通过设置影像图层的参数，

指定正射影像的 URL、坐标参考系统等属性；将创建的影像图层添加到 Cesium 的场景中，使其在地球表面显示；最后，使用 Cesium.Viewer 对象来管理场景和图层。

2.2.3 地形服务

利用 GDAL 工具，根据 DEM 高程 TIFF 文件，生成 Cesium 可用的 Terrain 地形瓦片。生成后每个文件目录下包含有 *.terrain 文件，*.terrain 文件在发布时会用到，如图 6 所示。

名称	修改日期	类型	大小
0	2024/3/22 11:12	文件夹	
1	2024/3/22 11:12	文件夹	
2	2024/3/22 11:12	文件夹	
3	2024/3/22 11:12	文件夹	
4	2024/3/22 11:12	文件夹	
5	2024/3/22 11:12	文件夹	
6	2024/3/22 11:12	文件夹	
7	2024/3/22 11:12	文件夹	
8	2024/3/22 11:12	文件夹	
9	2024/3/22 11:12	文件夹	
10	2024/3/22 11:12	文件夹	
11	2024/3/22 11:11	文件夹	
12	2024/3/22 11:09	文件夹	
13	2024/3/22 11:00	文件夹	
14	2024/3/22 10:46	文件夹	
layer.json	2024/3/22 9:57	JetBrains WebSt...	2 KB
meta.json	2024/3/22 9:57	JetBrains WebSt...	1 KB

(a) 层级文件目录

名称	修改日期	类型	大小
2640.terrain	2024/3/22 11:00	TERRAIN 文件	1 KB
2641.terrain	2024/3/22 11:00	TERRAIN 文件	1 KB
2642.terrain	2024/3/22 11:00	TERRAIN 文件	1 KB
2643.terrain	2024/3/22 11:00	TERRAIN 文件	1 KB
2644.terrain	2024/3/22 11:00	TERRAIN 文件	1 KB
2645.terrain	2024/3/22 11:00	TERRAIN 文件	1 KB
2646.terrain	2024/3/22 11:00	TERRAIN 文件	1 KB
2647.terrain	2024/3/22 11:00	TERRAIN 文件	1 KB
2648.terrain	2024/3/22 11:00	TERRAIN 文件	1 KB
2649.terrain	2024/3/22 11:00	TERRAIN 文件	1 KB
2650.terrain	2024/3/22 11:00	TERRAIN 文件	1 KB
2651.terrain	2024/3/22 11:00	TERRAIN 文件	1 KB
2652.terrain	2024/3/22 11:00	TERRAIN 文件	1 KB
2653.terrain	2024/3/22 11:00	TERRAIN 文件	1 KB
2654.terrain	2024/3/22 11:00	TERRAIN 文件	1 KB
2655.terrain	2024/3/22 11:00	TERRAIN 文件	1 KB
2656.terrain	2024/3/22 11:00	TERRAIN 文件	1 KB

(b) *.terrain 文件

图 6 生成的文件

把 *.terrain 文件放到 GeoServer 的静态文件夹内直接发布地形数据服务。使用 Cesium 加载该地形服务后，可通过相应的链接去访问。

2.3 三维倾斜摄影模型的处理与加载

对于倾斜摄影数据，使用软件生成模型，如 Smart3D (CC)、Pix4D、PhotoMesh 和武汉天际航公司的 DP-Modeler 等，这些软件能够生成 OSGB 格式的模型，其中部分软件也支持直接生成 3DTiles 格式的模型，但都属于商业软件，且在学习过程中需要一定经验，所以选择使用 CesiumLab 工具进行转换。如图 7 所示，CesiumLab 工具提供了将数据从 OSGB 格式转换为 3DTiles 格式的功能，以此可以在 Cesium 中加载使用。

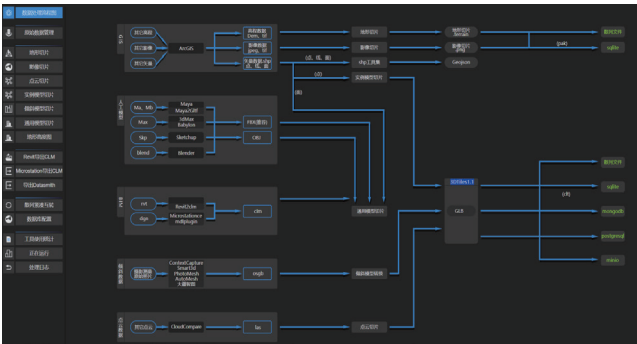


图 7 CesiumLab 对倾斜摄影模型数据进行格式转换

数据格式处理完成之后，使用 Cesium 加载 3DTiles 格式模型。对于 3DTiles 模型数据，先创建 Cesium Viewer 作为加载和显示 3D Tiles 数据的容器，使用 viewer.scene.primitives.add 方法加载 3D Tiles 数据时，提供一个指向 3D Tiles 数据的 URL，并将其传递给 Cesium.Cesium3DTilesset 对象，将该对象添加到 Cesium Viewer 的场景中。最后，将 HTML 文件在 Web 浏览器中打开，即可加载和显示 3D Tiles 数据。图 8 展示了一个区域内建筑模型最终的渲染效果。



图 8 倾斜摄影模型

2.4 要素图层加载

在要素图层加载中，选择 PostgreSQL 作为数据存储的解决方案。由于 Spring Data 提供对 PostgreSQL 数据库的集成支持，通过对 yaml 文件配置和使用注解，实现与 PostgreSQL 数据库的交互。通过定义实体类、仓库接口和查询方法，可以方便进行数据的增删改查操作。

另外，通过使用 Spring MVC 构建 RESTful API 来定义接口和路由，能够方便地接收和处理灾情上报的数据。使用 Spring 的 @RestController 注解创建 RESTful 风格的控制器类处理接口请求，并返回相应的数据或错误信息。

在服务层 (Service) 中，借助 Spring 的依赖注入和业务逻辑层，创建服务类来处理数据。服务类利用 Spring Data 提供的查询功能检索和处理灾情上报数据。

为了展示灾情上报的内容，使用 Spring MVC 创建视图，通过 Spring 的视图解析器和模板引擎 (如 Thymeleaf、FreeMarker 等)，将处理后的数据传递给视图进行动态渲染。这样可以方便地展示人员伤亡地点、救援人员位置、危险区

域位置和道路情况等信息。

考虑到灾情上报数据的敏感性,使用 Spring Security 模块来实现身份验证和授权,确保只有授权用户可以访问和分析数据。

2.5 视角跳转

项目中引入 Cesium 库,例如 Cesium.GeoJsonDataSource, Cesium.CzmlDataSource, Cesium.Entity 等处理不同类型地理数据的加载与解析;在前端设计一个搜索框,允许输入地名、行政区划名称或其他关键词,通过搜索算法,将用户输入的关键词与地理信息数据进行匹配和筛选;当用户选择或搜索到特定的地理位置时,获取该位置的经纬度坐标,使用地理编码服务,如 Cesium 提供的地理编码(Geocoding) API,将地理位置的名称或地址转换为经纬度坐标;使用 Cesium 提供的相机(Camera)对象,例如 viewer.camera.flyTo() 方法,通过设置目标地理位置的经纬度坐标和相机参数(如视角、倾斜角度、高度等),平滑地移动和定位相机视角到目标位置,以此来实现视角的跳转。

3 结语

基于开源框架 Cesium,利用全球瓦片级地形和遥感影像的调用和部署,将工作区的 GIS 矢量数据、高分辨率遥感影像和倾斜摄影三维实景模型等空间地理要素整合并发布,在浏览器端进行数据传输和绘图渲染,打造了一个 WebGIS 综合应用平台,实现了二三维一体化展示功能,将震后灾情高效精确地进行了综合展示。为地震应急管理带来了许多好处。

(1) 地震应急信息可视化展示。二三维一体化构建方法将地震应急信息与地理空间数据相结合,实现了灾情的全面展示和多维度分析。通过融合灾情数据和空间地理信息,能够实时、动态地呈现震后灾情状况。

(2) 灾情了解。迅速准确地呈现灾难现场的外观和内部结构,包括建筑物、道路、树木等。这些信息使决策者能够更好地了解灾难现场的情况,从而制定更有效的救援计划。

(3) 协调多方行动。在复杂的灾难环境中,二三维一体化展示可以为救援团队提供一个共享信息的平台,使各方的行动更加协调。

综上所述,通过基于 Cesium 的地震应急信息二三维一体化展示平台,能够更好地应对地震事件,为相关业务人员开展灾害分析、抢险救援指挥等工作提供了有力的技术保障,推动地震应急管理向更高水平发展。

参考文献:

[1] 吴昱,高媛,赵君,等.基于天地图的地震采集观测系统设计与实现[C]//中国石油学会石油物探专业委员会.第二

届中国石油物探学术年会论文集(上册).武汉:中国石油东方地球物理公司,2024:4.

- [2] 娄世平,董翔,杨玉永,等.基于 Google Maps API 和 AJAX 的地震震情灾情展示系统[J].华北地震科学,2018,36(1):36-39.
- [3] 王亚波,蒲智,魏建新,等.基于 WebGIS 的绿地资源信息化系统设计与实现[J/OL].计算机技术与发展,1-9[2024-05-29].<https://kns-cnki-net.webvpn.cidp.edu.cn/kcms/detail/61.1450.tp.20240516.1012.026.html>.
- [4] 张丽丽,张磊,陈政,等.基于 3DWebGIS 的水利信息管理平台设计:以小清河淄博段为例[J].水利信息化,2024(2):74-79+86.
- [5] 宗维康.WebGIS 二三维一体化展示关键技术研究与实践[D].西安:西安电子科技大学,2017.
- [6] 姚远,张健,程正逢,等.基于 Cesium 的三维智慧光伏运维一体化平台建设[J].绿色科技,2024(2):255-260.
- [7] 杨柳,刘欢,孙金华,等.基于 Cesium 的实景三维校园可视化研究[J].测绘与空间地理信息,2024,47(5):1-3.
- [8] 王纪委,曲怀敬,魏亚南,等.基于四叉树分解和自适应焦点测度的多聚焦图像融合[J].计算机与现代化,2022(8):106-113.
- [9] 谭金石,黄正忠.基于倾斜摄影测量技术的实景三维建模及精度评估[J].现代测绘,2015,38(5):21-24.
- [10] FARKAS G.Applicability of open-source web mapping libraries for building massive Web GIS clients[J].Journal of geographical systems,2017,19(3):273-295.
- [11] 汤国安.地理信息系统教程[M].北京:高等教育出版社,2019.
- [12] 赵彦庆,程芳,魏勇.一种海量空间数据云存储与查询算法[J].测绘科学技术学报,2019,36(2):185-189.

【作者简介】

竹一飞(1999—),男,山西运城人,硕士,研究方向:灾害信息处理技术。

黄猛(1976—),通信作者(email:hm@cidp.edu.cn),男,河南新乡人,硕士,教授,研究方向:地理信息系统、三维可视化。

张淦(1998—),男,四川达州人,硕士,研究方向:灾害信息处理技术。

崔珂玮(2000—),男,山东临沂人,本科,研究方向:计算机科学与技术。

(收稿日期:2024-06-24)