# 一、项目名称

省级应急三维辅助决策平台关键技术研究与应用

**二、提名者及提名意见**

提名单位：陕西省测绘地理信息学会

提名意见：基于大数据中心基础设施资源层与大数据服务层，进行质检软件云上部署，利用大数据计算资源池搭建环境简单快捷等特点，对质检软件所需的基础环境快速搭建，缩短前期准备时间和项目质检周期。利用服务器物理资源和虚拟化软件构成的大数据计算资源池，充分利用服务器整体资源，发挥云环境 弹性调配物理资源特性，为质检软件的云上作业提供灵活可控的配置策略，以支撑质检员调取查看并操作整体数据集的业务需求。基于云端软硬件设施，对已有质检软件改造和封装、部署，实现质检业务依托大数据资源池与云平台环境，满足传统质检业务向信息化转型的存储和云计算能力需求，提高数据加载、可视化和处理能力，提升作业效率和质量。项目先进性：该项目利用云平台环境进行大数据质检创新，在省内甚至国内都是首创，充分结合生产实际项目进行验证测试，结果表明该项目技术手段先进科学，系统部署完善成熟，推广价值较高。应用效果：基于云环境的质检平台已实际应用到地理信息资源建设项目、实景三维中国建设、自然资源调查等多个项目中使用，并在陕西局下属四个单位已开展使用，应用效果良好，提高了工作效率20%，节约了工作成本30%左右。对行业引领性作用：本项目的研究充分利用云平台技术提升海量数据批量化、自动化检查效率，搭建和部署适宜的云端质检软件业务场景，实现质检生产业务与大数据中心基础设施的有机协同。

提名该项目为陕西省科学技术进步奖三等奖。

# 三、项目简介

1、技术内容

本项目紧密结合省级应急信息化管理与辅助决策应用需求，针对省级应急地理信息数据形式较为单一、分析和服务能力相对不足等问题，开展了海量三维数据管理、三维数据融合优化、多源三维集成建模、多维应急地理信息服务集成联动等关键技术研究，形成了省级应急三维辅助决策平台解决方案，完成了省级应急三维地理信息指挥系统的设计与实现。

1）海量三维地理信息数据管理与调度技术

对省级海量三维数据组织、管理和渲染技术进行了研究：提出了非关系数据库和关系数据库的数据存储混合架构模式，通过高效的文件组织、针对不同管理对象的统一索引构建，实现了三维数据的高效管理；研发了大规模复杂场景实时渲染技术、实时遮挡裁剪、数据动态装载等算法技术，实现了三维场景的高效调度。

2）多源三维数据融合和优化技术

对矢量、影像、地形、模型等多源三维数据的融合和优化技术进行了研究：一是研发了一套不同分区之间数据自动内插、平滑、羽化的算法，实现数据的无缝集成；二是针对三维场景道路塌陷、架空，模型飘在空中或钻入地下等问题，提出了一套兼顾地表地物信息的三维地形修正和优化技术，攻克了海量地形数据处理、道路坡高比自动优化、DEM跨图幅接边、DEM数据置平、DEM过渡接边等技术难题。

3）多源三维数据集成建模技术

融合倾斜摄影、正射影像、车载激光扫描、室内移动扫描等多源三维数据资源，提出了从传统手工建模、倾斜摄影建模、室内三维激光扫描和点云建模、批量化放样建模等面向不同建模场景、全流程的解决方案：针对建筑物建模，形成了基于倾斜摄影操作工艺的数据建模方案；针对室内建模，提出了基于SLAM技术和高精度POS辅助核心的室内真三维建模技术方案；针对道路建模，融合车载激光扫描数据成果， 提出了基于规则的参数化批量三维建模技术，通过定义一系列规则和模板，驱动和约束三维模型的自动构建。

4）通用实景数据处理与应用服务技术

对实景数据的采集、处理与应用技术进行了研究，形成了一体化、全流程、专业化的实景数据生产体系和解决方案：一是对目前主流厂商的全景数据格式进行了深入研究，构建了通用的实景数据模型；二是针对道路实景和室内实景的不同应用需求，开发研制了兼容轻量级室内全景与重量级道路实景的产品应用模型；三是采用分布式主从部署模式和服务分发技术，实现了海量实景服务的快速响应。

5）多维多源应急地理信息服务集成和联动

针对应急地理信息共享服务应用需求，引进了Redis内存数据库、Shiro统一权限认证体系、分布式日志、规则引擎等技术，为应急管理提供了包括二维、三维、实景等内的一站式的地理信息服务应用。提出了基于空间消息驱动的多维地理信息联动展示分析技术方案，实现了各类应急业务在二维地图、三维地图、街景地图和室内实景地图的同步查询、多屏展示和联动分析功能。

6）基于地理信息的应急辅助决策自动建模框架

提出了面向应急决策指挥的信息集成建模框架，基于微服务架构理念，研究基于事件驱动的空间信息服务组合技术，实现应急辅助决策集成建模和计算，形成了以应急事件为主线，以地理信息决策分析为依托，从事件接报、辅助分析、大数据展示、预案参考、态势标绘、事件评估等一套智能化的应急突发事件处置方案。

# 四、客观评价

1）评价1：2018年7月，国家测绘地理信息局陕西基础地理信息中心组织专家对“陕西省应急三维地理信息指挥系统”项目进行了初步验收，结论是：丰富了应急地理信息数据内容，提高了应急地理信息数据的现势性和准确性，提升了应急地理信息的应用表现能力，扩充了应急地理信息的服务能力，对提升陕西省应急管理能力具有重要意义。

2）评价2：2018年12月，陕西省测绘地理信息局邀请有关专家对“陕西省应急三维地理信息指挥系统”进行专项验收，结论是：达到了建设目标、组织协调有力、质量控制严格、施工管理规范。

用户评价

1）评价1：陕西省人民政府总值班室

基于项目成果，针对陕西省重大紧急情况管理和省政府领导决策指挥需求，构建了陕西省三维地理信息指挥系统，丰富了地理信息数据内容，扩展了多源数据保障能力，提升了重大紧急情况地理信息辅助决策能力，满足了三维环境下的重大紧急情况管理和应用需求，为重大紧急情况管理和省政府领导决策指挥提供科学、有效的地理信息数据和服务支撑。

2）评价2：内蒙古自治区地图院

基于项目成果，针对内蒙古测绘应急保障的实际业务需求，开发了内蒙古自治区应急服务地理信息平台，构建了集信息采集、应急管理、查询统计、综合分析及辅助决策等为一体的突发公共事件应急决策地理信息平台，体现了测绘地理信息对应急管理的保障服务能力，为应急指挥、综合协调等工作提供信息支撑和决策支持。

# 五、应用情况

通过本项目的研究，构建了省级应急三维辅助决策平台解决方案，形成了包括三维时空数据管理、三维数据融合优化等管理工具，开发了街景、全景、多源异构服务汇聚、应急自动建模等软件产品，项目相关成果已应用于陕西省应急三维地理信息指挥系统、内蒙古应急地理信息平台等重大工程中，为应急管理工作有效应对重特大灾害及突发事件提供了准确的地理信息分析服务和数据支撑，全面提升了应急管理部门应对重大灾害、突发事件的防灾减灾能力和快速响应处置水平。

1）基于项目成果，针对陕西省重大紧急情况管理和省政府领导决策指挥需求，开发了陕西省三维地理信息指挥系统，丰富了地理信息数据内容，扩展了多源数据保障能力，提升了重大紧急情况地理信息辅助决策能力，满足了三维环境下的重大紧急情况管理和应用需求，为重大紧急情况管理和省政府领导决策指挥提供科学、有效的地理信息数据和服务支撑，对陕西省国民经济建设和社会发展具有极大的社会效益。

2）基于项目成果，针对内蒙古测绘应急保障的实际业务需求，开发了内蒙古自治区应急服务地理信息平台，基于SOA体系架构，使用三维地理信息技术、全景地图技术等，构建全区三维地理信息数据场景，实现二维、三维及全景地图一体化集成和展示，并通过二次开发、服务调用、数据共享等方式在自治区政府办公厅、司法厅、巴彦淖尔市纪委监察局等相关单位得到了具体应用，取得了显著的经济效益和社会效益。

3）基于项目成果所形成的实景技术和相关软件产品，为各类地理信息应用提供了直观、丰富的地理信息应用体验，道路街景技术和成果已在“天地图陕西”、镇安县街景信息系统等项目中得到应用，实现了街景数据的整合、编辑、发布和应用；室内实景技术成果已成为各类地理信息应用展示的标配，目前已在陕西省移民搬迁信息管理平台、陕西省农业地理信息平台等项目中得到深入应用。

4）基于项目所形成的三维地形匹配与优化技术，已应用于陕西测绘地理信息局相关基础测绘DEM数据生产中，能够简化地形处理的工作流程，降低工作难度和生产成本，质量、效率满足项目生产要求。

2．经济效益和社会效益

通过项目研究，形成了省级应急三维辅助决策平台解决方案，已应用于陕西省应急三维地理信息指挥系统、内蒙古应急地理信息平台等工程中，取得了显著的经济效益和社会效益。

1）经济效益

目前，项目成果推广至陕西省人民政府总值班室（陕西省三维地理信息指挥系统，项目投资2700万元）、内蒙古自治区地图院（内蒙古自治区应急服务地理信息平台，项目投资900万元）、陕西省移民（脱贫）搬迁工作办公室（全景采集部分100万元），取得直接经济效益3600余万元。

2）社会效益

目前相关成果已应用在省政府、省军区、省武警总队等重点应急管理部门，在我省山阳滑坡、白河地灾、榆林水灾等重大应急处置任务中发挥了重要作用，提高了应急指挥的及时性、准确性、科学性，保障了公众的生命财产安全，对国民紧急建设和社会发展具有极大的社会效益。此外，通过项目研究，培养、锻炼了一批既精通应急管理业务，又熟悉地理信息技术的研究人员，对提高我省应急管理能力和水平具有重要意义。

# 六、主要知识产权和标准规范等目录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **知识产权类别** | **知识产权 具体名称** | **国家(地区)** | **授权号** | **授权**  **日期** | **证书编号** | **权利人** | **发明人** |
| 1 | 计算机软件著作权 | YouMap地名地址服务引擎系统 | 中国 | 2020SR0472721 | 2020年05月19日 | 2020SR0472721 | 自然资源部陕西基础地理信息中心 |  |
| 2 | 计算机软件著作权 | 省级应急三维地理信息指挥系统 | 中国 | 2020SR04 72657 | 2020年05月19日 | 2020SR047265 7 | 自然资源部陕西基础地理信息中心 |  |
| 3 | 计算机软件著作权 | YouMapVR360软件 | 中国 | 2018SR10 76599 | 2018年 12月26日 | 2018SR107659 9 | 自然资源部陕西基础地理信息中心 |  |
| 4 | 计算机软件著作权 | 地理信息公共服务平台服务管理系统 | 中国 | 2020SR09 73281 | 2020年08月24日 | 2020SR097328 1 | 自然资源部陕西基础地理信息中心 |  |
| 5 | 计算机软件著作权 | 优图地理信息服务系统软件 | 中国 | 2016SR00 8773 | 2016年 01月13日 | 2016SR008773 | 自然资源部陕西基础地理信息中心 |  |
| 6 | 论文 | 内蒙古自治区应急三维地理信息辅助决策系统建设研究 | 中国 | 第22卷第 2期 | 2020年 06月30日 | 测绘技术装备 | 自然资源部陕西基础地理信息中心 | 权西瑞 |
| 7 | 论文 | 三维电子地图道路地形修复关键技术及实现 | 中国 | 第35卷第 2期 | 2019年06月30日 | 测绘标准化 | 自然资源部陕西基础地理信息中心 | 王凯 |
| 8 | 论文 | 浅谈测绘应急保障快速出图服务体系建设 | 中国 | 1672-1589（2012）03-0073-05 | 2012年06月30日 | 地理信息世界 | 自然资源部陕西基础地理信息中心 | 曹建成 |
| 9 | 论文 | 基于WebGL的三维WebGIS应用研究 | 中国 | 第19卷第 2期 | 2017年06月30日 | 测绘技术装备 | 自然资源部陕西基础地理信息中心 | 黄玉青 |
| 10 | 论文 | 基于Android平台的“天地图•陕西”街景地图研究与实现 | 中国 | 第18卷第 3期 | 2016年09月30日 | 测绘技术装备 | 自然资源部陕西基础地理信息中心 | 曹建成 |

# 七、主要完成人情况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **姓名** | **排名** | **职务/职称** | **工作/完成单位** | **对本项目贡献** |
| 王博 | 1 | 高级  工程师 | 自然资源部陕西基础地理信息中心 | 主要贡献对应于创新成果四、六  负责完成了通用性移动测量数据处理及服务应用技术研究，构建了通用的全景数据模型；开展了全景产品的架构设计和原型开发工作；开展了应急辅助决策的业务模型调研、分析和梳理工作 |
| 贠建明 | 2 | 高级  工程师 | 自然资源部陕西基础地理信息中心 | 主要贡献对应于创新成果一、二、五、六  负责项目具体实施，负责技术架构设计、技术选型和关键技术试验工作，负责完成了相关创新成果的集成和应用工作 |
| 权西瑞 | 3 | 工程师 | 自然资源部陕西基础地理信息中心 | 主要贡献对应于创新成果五、六  采用基于空间消息驱动的多维地理信息联动展示分析技术，实现了各类应急业务在二维地图、三维地图、实景地图的同步查询、多屏展示和联动分析功能。实现了面向应急辅助决策的业务模型，提高了应急决策的自动化、智能化水平 |
| 金鼎 | 4 | 高级工程师 | 自然资源部陕西基础地理信息中心 | 主要贡献对应于创新成果六  开展了三维地理信息平台研究和试验，开展了应急辅助决策的业务模型研究工作 |
| 张永振 | 5 | 工程师 | 自然资源部陕西基础地理信息中心 | 主要贡献对应于创新成果一、二、三  研究地形修复方法，解决了地形与影像不匹配的问题，显著提高三维场景可视化效果；研究不同比例尺数据融合接边问题，实现了地形数据的无缝集成；研究批量化建模方法，提高数据建模效率 |
| 王祖亮 | 6 | 高级工程师 | 自然资源部陕西基础地理信息中心 | 主要贡献对应于创新成果一  参与了三维地理信息平台的研究和试验，在二三维数据组织实施方面做出了贡献 |
| 吕佩 | 7 | 助理工程师 | 自然资源部陕西基础地理信息中心 | 主要贡献对应于创新成果一、二、三。  研究三维可视化，显著提高三维场景可视化效果；研究不同比例尺数据融合接边问题，实现了地形数据的无缝集成；研究批量化建模方法，提高数据建模效率 |

**八、主要完成单位及创新推广贡献**

自然资源部陕西基础地理信息中心：1）紧密结合省级应急信息化管理与辅助决策应用需求，基于最新的三维地理信息技术、虚拟现实技术、云计算等技术，解决了海量三维数据管理、三维数据融合优化、多源三维集成建模、多维应急地理信息服务集成与联动、基于地理信息的应急辅助决策自动建模等关键技术，形成了省级应急三维辅助决策平台解决方案，为省级应急三维辅助决策平台构建提供技术支撑，相关研究成果在国内应急管理和省级三维地理信息建设方面处于领先地位。 2）通过项目研究，形成了三维时空数据管理、数据融合优化等工具软件，开发了街景、全景、异构服务汇聚、应急辅助决策等软件产品，构建了数据集成、软件开发等相关工艺流程，为方便、快捷地搭建省级应急三维辅助决策平台提供了解决之道，目前，相关研究成果已应用于陕西省应急三维地理信息指挥系统、内蒙古自治区应急服务地理信息平台，有助于提升政府管理部门应对重大灾害、突发事件的防灾减灾能力和快速响应处置水平，经济和社会效益显著。

# 九、完成人合作关系说明

省级应急三维辅助决策平台关键技术研究与应用，紧密结合省级应急信息化管理与辅助决策应用需求，针对省级应急地理信息数据形式较为单一、分析和服务能力相对不足等问题，开展了海量三维数据管理、三维数据融合优化、多源三维集成建模、多维应急地理信息服务集成联动等关键技术研究，形成了省级应急三维辅助决策平台解决方案，完成了省级应急三维地理信息指挥系统的设计与实现。

项目完成人均为完成单位相关项目主要参与人员，合作方式包括论文合著、共同立项、共同知识产权、共同获奖等。第1完成人为王博，负责完成了通用性移动测量数据处理及服务应用技术研究，构建了通用的全景数据模型；开展了全景产品的架构设计和原型开发工作；开展了应急辅助决策的业务模型调研、分析和梳理工作。第2完成人为贠建明，负责项目具体实施，负责技术架构设计、技术选型和关键技术试验工作，负责完成了相关创新成果的集成和应用工作。第3完成人为权西瑞，采用基于空间消息驱动的多维地理信息联动展示分析技术，实现了各类应急业务在二维地图、三维地图、实景地图的同步查询、多屏展示和联动分析功能。实现了面向应急辅助决策的业务模型，提高了应急决策的自动化、智能化水平。第4完成人为金鼎，开展了三维地理信息平台研究和试验，开展了应急辅助决策的业务模型研究工作。第5完成人为张永振，研究地形修复方法，解决了地形与影像不匹配的问题，显著提高三维场景可视化效果；研究不同比例尺数据融合接边问题，实现了地形数据的无缝集成；研究批量化建模方法，提高数据建模效率。第6完成人为王祖亮，参与了三维地理信息平台的研究和试验，在二三维数据组织实施方面做出了贡献。第7完成人为吕佩，参与研究了三维可视化，显著提高三维场景可视化效果；研究不同比例尺数据融合接边问题，实现了地形数据的无缝集成；研究批量化建模方法，提高数据建模效率。