



空间基准全国重点实验室 2025 年度开放基金课题指南

空间基准全国重点实验室

2025 年 4 月

目 录

方向一、天地一体参考框架演化理论与构建.....	- 1 -
课题 1: 地球椭球参数 J2 时变特性及其对空间基准影响机制研究.....	- 1 -
课题 2: 顾及物理激发机制的地球定向参数预报研究.....	- 2 -
课题 3: 基于大型环形激光陀螺的 EOP 测定技术	- 3 -
课题 4: 多空间大地测量技术观测值层面融合处理方法研究.....	- 4 -
课题 5: 基于我国 LLR 观测数据的月球历表构建技术研究	- 6 -
课题 6: X 射线脉冲星历表构建技术研究.....	- 7 -
方向二、陆海一体基准框架精化理论与弹性构建.....	- 8 -
课题 1: 中国近海海面地形和潮汐模型精化.....	- 8 -
课题 2: 水声精密定位导航中声速误差的分层映射改正方法研究.....	- 9 -
课题 3: 水下声速场精细化方法研究.....	- 10 -
课题 4: 海陆边界区域三维负荷形变探测与机制解释.....	- 11 -
方向三、全球影像基准框架构建.....	- 12 -
课题 1: 星载激光点云与光学影像联合标定技术研究.....	- 12 -
课题 2: 卫星多视影像的精细三维智能构建.....	- 14 -
课题 3: 多模态遥感影像高精度智能化配准和联合处理.....	- 15 -
方向四、空间基准泛在智能服务与应用.....	- 16 -
课题 1: 基于空间基准的轨迹数据治理与应用.....	- 16 -
课题 2: 基于统一时空基准的时空数据融合与分析挖掘.....	- 17 -
课题 3: 影像基准驱动的动态目标快速定位与智能服务.....	- 18 -
课题 4: 多源异构时空数据与自然语言跨模态多维度语义对齐方法研究.....	- 20 -

方向一、天地一体参考框架演化理论与构建

课题 1：地球椭球参数 J2 时变特性及其对空间基准影响机制研究

【研究目标】

地球重力场 J2 参数作为表征地球形状和质量分布的重要参数，直接表征地球扁率及其质量分布不均匀性，是空间基准建立的关键物理参数。随着国际地球参考框架精度要求提高到毫米级甚至亚毫米级，J2 变化引起的系统性影响已成为限制空间基准精度的重要因素。针对 J2 参数时变特征与全球质量重分布关系尚未完全明确的问题，开展多源观测数据协同反演研究，探索 J2 参数时空变化规律及其物理机制，建立考虑 J2 动态变化的空间基准维持新方法，为提升我国空间基准服务能力和实现更高精度的全球空间基准提供理论支撑。

【研究内容】

- (1) 地球重力场 J2 参数高精度获取策略研究；
- (2) J2 参数时空变化特征监测与分析；
- (3) J2 变化与全球质量重分布的定量关系研究；
- (4) 考虑 J2 动态变化的空间基准维持与改进策略研究。

【牵引性指标】

(1) 利用至少 2 种独立观测数据(GRACE/GRACE-FO 卫星重力、SLR 等)反演 J2 时变特性；

(2) 时间序列长度应覆盖完整的年代际变化周期(≥ 20 年)，以确保对长期趋势、准周期变化和突变特征的可靠识别；

(3) 全球质量重分布引起的 J2 速率变化反演精度应优于 10^{-17} 年。

【成果形式】

(1) 开发并登记 1 项软件著作权；

(2) 以实验室为第一完成单位至少发表 1 篇 SCI/EI 检索期刊论文；

(3) 研究报告 1 份。

课题 2：顾及物理激发机制的地球定向参数预报研究

【研究目标】

地球定向参数 (EOP) 是连接天球参考系与地球参考的必要参数，其精度直接影响卫星定轨、深空探测导航、地球系统动力学研究及全球坐标框架的稳定性。当前，国际地球自转服务组织发布的 EOP C04 序列通过融合多源空间大地测量技术数据，成为全球高精度地球定向参数基准产品。然而，受限于观测技术与数据处理流程的复杂性，各技术手段获取 EOP 的时效性存在显著差异，难以满足实时卫星定轨、空间飞行器自主导航等应用的迫切需求。传统统计方法虽能部分缓解延迟问题，但对非线性信号和跨圈层耦合效应的适应性不足。本课题针对现有预测方法在中长期尺度上仍受限于地球物理流体角动量数据的滞后性与模型不确定性，研究如何突破多源数据融合瓶颈、构建兼顾物理机制与机器学习的高精度 EOP 预测模型，为卫星精密定轨与深空探测等提供技术支撑。

【研究内容】

- (1) 多圈层角动量联合建模与极端气候事件响应机制研究；
- (2) 物理约束的深度学习框架设计与优化；
- (3) 多模型动态融合与自主化系统实现。

【牵引性指标】

- (1) 预报模型需通过连续 2 年的 IERS C04 产品验证；
- (2) 短期预报（30 天），实现极移分量预报精度（MAE）优于 10mas，LOD 分量 MAE 优于 0.25ms，UT1-UTC 分量 MAE 优于 6ms；
- (3) 长期预报（360 天），实现极移分量预报精度（MAE）优于 30mas，LOD 分量 MAE 优于 0.4ms，UT1-UTC 分量 MAE 优于 100ms。

【成果形式】

- (1) 提交地球自转参数预报算法 1 套；
- (2) SCI 检索期刊论文 2-3 篇，其中以实验室为第一完成单位至少 1 篇；
- (3) 研究报告 1 份。

课题 3：基于大型环形激光陀螺的 EOP 测定技术

【研究目标】

甚长基线干涉测量（VLBI）技术是目前测定 EOP 的主要手段，其世界时（UT1）测量精度可达数十微秒量级，但该方法的实时性相对较差，1 天仅获取 1 组 EOP，且需要全球布站。随着

现代空间导航和深空探测等技术的不断发展，对 EOP 的实时性及测量精度要求越来越高。采用高精度光学陀螺测量 EOP 成为一种新的方法。这种与地球固联的大型光学陀螺在随地球自转运动的过程中可以实时测量地球瞬时自转角速度，通过建立地球自转角速度与世界时的对应转换关系，将大型激光陀螺的高精度角速度输出转换为高时间分辨率的 UT1 参数，为 UT1 参数的获取提供了一种新的测量方法。

【研究内容】

- (1) 大型环形激光陀螺测定 EOP 的机制研究；
- (2) 高精度激光陀螺降噪技术；
- (3) 高精度激光陀螺参数长期稳定性研究；
- (4) EOP 解算与性能评估技术。

【牵引性指标】

- (1) UT1 测量精度 2ms@天；

【成果形式】

- (1) 申请 1 项专利；
- (2) SCI/EI 检索期刊论文 2 篇，其中，以实验室为第一完成单位至少 1 篇；
- (3) 研究报告 1 份。

课题 4：多空间大地测量技术观测值层面融合处理方法研究

【研究目标】

面向建立我国自主可控的地球参考框架重大需求，开展

GNSS/LEOs/SLR/VLBI/星间链路等多空间大地测量技术观测值层面融合处理方法研究，利用多技术原始观测值直接构建融合的观测方程，突破少量地面站约束的高精度空间基准建立的关键技术，实现中低轨卫星轨道、钟差、站坐标、地球定向参数及地心运动等框架参数的统一高效解算，评估不同基准约束条件下多技术地面并置及空间并置对于上述参数估值的影响效果，为我国独立地球参考框架的建立与维持提供理论依据和技术支撑。

【研究内容】

(1) GNSS/LEOs/SLR/VLBI/星间链路等多大地测量技术观测值融合处理方法研究；

(2) 空间大地测量多参数高效解算方法研究；

(3) 多大地测量技术空间并置在框架参数解算中的应用研究。

【牵引性指标】

(1) 地面站坐标天解 STD：北/东方向优于 4mm，高程方向优于 6mm；

(2) 地球定向参数：章动优于 0.2mas，极移优于 0.2mas，UT1 优于 0.1ms，LOD 优于 0.1ms/d (1σ)；

(3) 卫星轨道差异 RMS：北斗 MEO 卫星优于 6cm，LEO 卫星优于 3cm。

【成果形式】

(1) 以实验室为第一完成单位至少发表 1 篇 SCI 检索期刊

论文；

(2) 研究报告 1 份。

课题 5：基于我国 LLR 观测数据的月球历表构建技术研究

【研究目标】

随着我国嫦娥四期工程、月球科研站建设和载人登月任务的推进，月球表面将布设多个月面反射器以开展高精度地月距离测量。针对我国在建的高精度地面激光测月站，考虑到我国在激光测月数据处理方面尚处于起步阶段，本课题旨在构建高精度激光测距测量模型，研究激光测距与月球历表和月球动力学参数的函数关系，利用我国自主的激光测月数据，解算月球历表和月球天平动参数，为我国后续月球探测和月球科学提供技术支撑。

【研究内容】

1. 高精度激光测月观测量模型构建技术；
2. 激光测月多因素高精度改正技术；
3. 基于激光测月的月球历表和天平动参数解算技术。

【牵引性指标】

1. 实现利用我国激光测月数据解算月球历表和天平动参数，20 年月球历表解算精度优于 10m；
2. 激光测月解算精度优于 6cm。

【成果形式】

- (1) 开发并登记 1 项软件著作权；

(2) SCI/EI 检索期刊论文 3 篇，其中，以实验室为第一完成单位至少 1 篇；

(3) 研究报告 1 份。

课题 6: X 射线脉冲星星历表构建技术研究

【研究目标】

脉冲星能够为人类深空活动提供精确的时空基准，X 射线空间探测是建设脉冲星深空基准的重要手段。针对 X 射线探测技术应用于脉冲星计时导航尚面临噪声作用机理研究不深入、星历自主构建精度分析不透彻等问题，尝试从 X 射线探测机理、噪声影响规律、滤波算法处理、星历精度分析等全链路研究分析，研究脉冲星空间噪声的作用机理，针对性提出 X 射线空间探测的噪声抑制方法，进而分析 X 射线探测对脉冲星空间基准自主构建的贡献，指导我国深空基准探测装备的研制，提升我国天基脉冲星深空基准自主构建能力。

【研究内容】

- (1) 面向毫秒脉冲星的 X 射线探测作用机理；
- (2) 基于 X 射线探测的空间观测噪声影响规律分析；
- (3) 基于 X 射线探测的脉冲星观测噪声抑制方法；
- (4) X 射线脉冲星探测能力及星历表构建精度分析。

【牵引性指标】

- (1) 噪声抑制方法：不少于 2 种，覆盖时频和频域方法；
- (2) 噪声抑制效能：提升 20% 以上；

(3) 星历表：不少于 3 颗脉冲星。

【成果形式】

(1) 申请 1 项专利；

(2) 以实验室为第一完成单位至少发表 1 篇 SCI/EI 检索期刊论文；

(3) 研究报告 1 份。

方向二、陆海一体基准框架精化理论与弹性构建

课题 1：中国近海海面地形和潮汐模型精化

【研究目标】

近海海域地形复杂、岸线形态多样、区域差异显著、动力过程活跃，现有海面地形和潮汐模型不够精细，难以满足国家在海洋工程、资源开发、航海安全、防灾减灾等方面的需求。本课题充分发挥海洋数值模式和观测数据各自优势，模式提供空间连续性和物理一致性，观测数据提供局部高精度信息，采用数据同化技术融合高分辨率海洋数值模式和多源观测数据（卫星测高、验潮站、浮标等数据），构建近海复杂海域的高精度海面地形模型和潮汐模型，通过模式-数据双驱精化优化提高模型精度和可靠性。

【研究内容】

(1) 基于海洋再分析的中国近海海面地形建模；

(2) 中国近海海洋潮汐模型精化；

(3) 中国近海高程/深度基准转换模型研究。

【牵引性指标】

(1)海面地形模型：中国近海网格分辨率 $1/30^\circ$ ；精度 10cm；

(2) 13 个分潮潮汐模型：中国近海网格分辨率 $1/30^\circ$ ，水位预报精度 20cm。

【成果形式】

(1) 海面地形模型 1 套；

(2) 中国近海 13 个分潮调和常数；

(3) SCI 检索期刊论文 2-3 篇，其中，以实验室为第一完成单位至少 1 篇；

(4) 海面地形研究报告；

(5) 13 个分潮潮汐模型研究报告。

课题 2：水声精密定位导航中声速误差的分层映射改正方法研究

【研究目标】

针对海洋环境中声速时空变化对水下声学精密定位导航的影响问题，对声速误差高精度分层修正模型展开研究。利用实测声速剖面簇和海洋数值模型，研究构建局部海域声速场的方法，提取海洋局域的声速时空变化规律。基于提取的声速时空变化规律和海洋基准之间的水声测量数据，研究声速误差的分层映射改正方法，构造与深度、入射角、方位角、时间及距离相关的函数模型，为水下不同深度处的高精度声学导航定位提供支撑。

【研究内容】

- (1) 海洋声速时空变化规律研究；
- (2) 声速误差分层修正模型构建；
- (3) 水下定位导航验证与应用。

【牵引性指标】

- (1) 分析局部海域声速的垂向分层特征及时域周期性与空间梯度分布特性；
- (2) 建立分层误差修正模型；
- (3) 在水深约 3 km 的深海海域、控制网覆盖的 10km×10km 范围内，实现用户终端水下导航定位精度优于 10m。

【成果形式】

- (1) 声速误差分层建模方法；
- (2) 期刊论文 4 篇，其中 SCI/EI 检索期刊论文不少于 2 篇，以实验室为第一完成单位至少发表 1 篇 SCI/EI 检索期刊论文；
- (3) 研究报告 1 份。

课题 3：水下声速场精细化方法研究

【研究目标】

海洋声速场对水下定位导航、地形测绘、目标探测、通信传输等领域至关重要。得益于各类海洋平台、传感器的持续迭代更新，声速场数据的获取方式更加丰富、获取难度也相应降低。但声速场数据或模型对其在各类应用场景下使用效果的影响少有系统性研究。本研究旨在揭示各类水下声学应用效能与声速场间的定量关系，提出声速场精细化方法，建立科学合理的量化评

估体系，为设备选型、系统设计提供依据，为声速测量及声速场模型构建提供参考。

【研究内容】

- (1) 现有声速场模型对水下声学应用效能影响分析；
- (2) 多尺度声速场模型精化方法研究；
- (3) 水下声学应用效能与声速场精细化程度评估体系构建。

【牵引性指标】

- (1) 水声应用覆盖声学定位、目标探测、地形测绘等场景；
- (2) 建立的量化评估体系对水下声学应用效能的评估准确率达到 85% 以上；
- (3) 多尺度声速场模型精化的置信度在 85% 以上。

【成果形式】

- (1) 水下声学应用效能与声速场精细化程度评估模型；
- (2) 全球水文、声场等数值模型若干；
- (3) SCI/EI 检索期刊论文不少于 2 篇，其中以实验室为第一完成单位至少 1 篇；
- (4) 研究报告 1 份。

课题 4：海陆边界区域三维负荷形变探测与机制解释

【研究目标】

针对海陆边界区域地壳形变复杂和机制不清的科学难题，构建海陆物质迁移交换的天基多源感知方法体系，发展沿岸 GNSS 测站三维负荷形变信息精确获取技术，构建三维海陆负荷

叠加作用模型，综合空间大地测量、验潮站及海洋陆地模式等多源数据，定量解析区域三维负荷形变贡献源及其效应，揭示海陆边界地壳三维负荷形变的响应过程、规律和成因机制，为建立高精度全球参考框架提供科学支撑。

【研究内容】

- (1) 海陆物质迁移交换的天基多源感知方法；
- (2) 复杂区域质量变化精确定量与负荷效应建模；
- (3) 海陆边界三维负荷形变时空变化特征及成因机制。

【牵引性指标】

- (1) 海陆负荷三维叠加作用原理与建模方法；
- (2) 厘清海陆边界区域三维负荷形变贡献源；
- (3) 解析全球海陆边界 GNSS 测站不少于 40 个。

【成果形式】

- (1) SCI 检索期刊论文不少于 2 篇，以实验室为第一完成单位至少 1 篇；
- (2) 研究报告 1 份。

方向三、全球影像基准框架构建

课题 1：星载激光点云与光学影像联合标定技术研究

【研究目标】

星载激光点云与高分辨率光学影像多模态协同观测可为大范围高精度测图和影像控制点提取提供关键技术支持。但在轨环境复杂多变，易影响不同传感器之间的几何关系，对高精度测

绘和影像控制点提取带来挑战。亟需开展多波束光子计数激光载荷与高分辨率光学相机载荷的联合标定技术研究，以提升不同传感器之间的几何一致性，保障测绘精度。本课题拟通过实现光子点云和高分光学影像的精准几何配准，建立高分辨率相机与多波束激光的几何关系，实现多波束激光测高仪和光学像机的联合标定，重点发展基于数字化标定场的星载激光点云与光学影像联合标定技术，为卫星高精度影像控制点提取应用提供坚实的基础。

【研究内容】

- (1) 多波束光子体制星载激光测高数据与高分辨率相机数据仿真算法研究；
- (2) 光子点云和高分辨率光学影像高精度配准算法研究；
- (3) 激光点云与光学影像联合标定算法研究。

【牵引性指标】

- (1) 在图像的信噪比 (PSNR) 35dB 以上的条件下，激光点云与影像数据配准平面误差小于 2 像素激光点云与影像数据配准平面误差 $\leq 2\text{m}$ ；
- (2) 激光测距误差 $< 0.1\text{m}(1\sigma)$ ，激光指向的误差小于 0.5 角秒(两轴， 1σ)；
- (3) 联合标定后，激光点云在影像上的位置误差小于 2m。

【成果形式】

- (1) 提交算法模型 1 套；
- (2) 以实验室为第一完成单位至少发表 1 篇 SCI/EI 检索期

刊论文；

(3) 研究报告 1 份。

课题 2：卫星多视影像的精细三维智能构建

【研究目标】

随着遥感技术的快速发展，卫星多视影像获取能力不断提升，通过多源数据融合与智能处理技术，可实现对境外区域复杂地形与建筑区域的高精度三维构建。本课题旨在构建高精度、高效率、高智能的卫星影像三维重建技术体系，充分利用深度学习与神经辐射场等先进技术对多视卫星影像进行精确配准与建模，结合图神经网络实现建筑结构的语义识别与精细重建，提升对复杂场景的三维感知与理解能力，提高三维模型几何与纹理重建的质量与效率。

【研究内容】

- (1) 多源多视卫星影像高精度配准与区域网平差技术；
- (2) 融合几何先验的卫星影像神经辐射场三维重建技术；
- (3) 基于多模态深度学习的场景语义多层次提取技术；
- (4) 基于图神经网络的建筑结构高精细自动重建技术。

【牵引性指标】

- (1) 多源多视卫星影像配准精度，平坦区域优于 1 个像素，复杂地形区域优于 2 个像素；
- (2) 建筑高程精度优于 2m，建筑轮廓的平面精度优于 2.5m；
- (3) 大型建筑提取准确率优于 90%；

(4) 场景重建效率优于 $20\text{km}^2/\text{h}$ ，建筑单体化重建效率优于 $4\text{km}^2/\text{h}$ 。

【成果形式】

- (1) 提交算法与原型软件各 1 套；
- (2) 以实验室为第一完成单位至少发表 1 篇 SCI/EI 检索期刊论文；
- (3) 研究报告 1 份。

课题 3：多模态遥感影像高精度智能化配准和联合处理

【研究目标】

多模态遥感影像配准以摄影测量与遥感基础理论研究、与跨模态遥感图像融合、拼接、变化检测等相结合的应用技术研究为目标，克服多种影像之间因成像机制差异导致的几何畸变、辐射特性差异和特征表达不一致等困难，重点研究特征提取、特征匹配、影像配准等智能算法，构建稳健精准的多模态匹配特征，提升影像的配准精度，实现多模态遥感数据的智能化处理。在此基础上，选取同一区域光学、SAR 影像，LiDAR 点云等多模态遥感数据，完成典型区域的实验。

【研究内容】

- (1) 多模态影像一致性特征提取算法研究；
- (2) 跨模态图像语义一致性匹配算法研究；
- (3) 基于深度学习的多模态特征融合技术研究。

【牵引性指标】

- (1) 支持多模态遥感数据类型不少 4 种（异源光学、光学-SAR、光学-LiDAR 深度图、光学-红外等）；
- (2) 多模态数据配准精度在 2 像素以内；
- (3) 影像自主定位优于 2 倍基准影像精度。

【成果形式】

- (1) 提交算法与原型系统各 1 套；
- (2) 以实验室为第一完成单位至少发表 1 篇 SCI/EI 检索期刊论文；
- (3) 研究报告 1 份。

方向四、空间基准泛在智能服务与应用

课题 1：基于空间基准的轨迹数据治理与应用

【研究目标】

在时空轨迹数据广泛应用的背景下，地理信息的准确性和时效性日益成为制约空间智能分析与决策支持系统发展的关键因素。然而，传统地理信息动态更新中存在数据噪声干扰大、特征提取精度低、更新时效性不足等问题。针对高精度地理信息构建需求，亟需开展空间基准赋能的轨迹数据精度提升和地理信息更新方法研究，重点解决轨迹数据位置精度提高、去噪补全、时空聚类与特征提取、匹配更新等技术难题，支撑地理信息的构建和快速迭代更新，为精细化空间管理与服务体系建设和提供可靠空间基底。

【研究内容】

- (1) 轨迹大数据的清洗、去噪与补全技术；
- (2) 基于空间基准的轨迹位置精度提升技术；
- (3) 基于深度学习的轨迹分类与时空聚类技术；
- (4) 轨迹中心线快速提取与航道动态更新技术。

【牵引性指标】

- (1) 噪声（异常轨迹点）滤除率 $\geq 95\%$ ；
- (2) 轨迹位置精度提升 50%；
- (3) 轨迹分类准确率 $\geq 90\%$ ；
- (4) 轨迹数据处理的深度学习模型不少于 2 种；
- (5) 支持每小时 $\geq 100\text{km}$ 的实时航道更新。

【成果形式】

- (1) 提交算法模型 1 套；
- (2) 发表 SCI/EI 检索期刊论文 2 篇，其中以实验室为第一完成单位至少 1 篇；
- (3) 研究报告 1 份。

课题 2：基于统一时空基准的时空数据融合与分析挖掘

【研究目标】

基于统一时空基准框架，充分利用 AI 工具和技术，深入分析挖掘不同数据间的时空关联模式，结合知识图谱建立泛在地理实体之间的内在关联与作用关系，突破数据融合与语义关联技术，构建高精度、高可靠、智能化的时空数据治理技术体系，实现多源、异构、海量时空数据的融合，提升对空间上“人、地、

物、事件”的认知，支撑数据智能与计算智能。

【研究内容】

(1) 基于空间基准的多模态时空数据融合与语义关联技术研究；

(2) 时空数据知识图谱动态构建技术研究；

(3) 基于统一时空基准赋能的数据治理框架与标准体系构建。

【牵引性指标】

(1) 多源数据融合精度达厘米级；

(2) 数据治理效率提升 40% 以上；

(3) 时空知识图谱推理准确率 $\geq 85\%$ 。

【成果形式】

(1) 提交算法模型 1 套；

(2) 发表 SCI/EI 检索期刊论文 2 篇，其中以实验室为第一完成单位至少 1 篇；

(3) 研究报告 1 份。

课题 3：影像基准驱动的动态目标快速定位与智能服务

【研究目标】

传统定位技术依赖 GNSS 信号或人工标定，难以适用于 GNSS 不可用场景，且精度与效率无法满足无人平台作业要求。全球影像基准通过融合多源数据构建统一时空框架，为复杂场景下的动态目标快速定位与智能服务提供了新思路。基于全球

影像基准，开展影像基准驱动的大差异目标图像检索定位、影像基准辅助的目标图像精确配准、面向边缘智能的动态目标智能感知服务等技术研究，为无人机等自主平台提供快速定位技术支撑。

【研究内容】

- (1) 影像基准驱动的大差异动态目标图像检索定位技术；
- (2) 影像基准辅助的动态目标图像精确配准技术；
- (3) 面向边缘智能的动态目标智能感知服务技术；
- (4) 影像基准辅助的复杂场景动态目标实时定位技术。

【牵引性指标】

- (1) 基于光学影像基准实现光学和红外多波段图像检索定位；
- (2) 支持大倾斜图像检索定位，倾斜角不低于 45°条件下，检索成功率优于 75%；
- (3) 动态目标图像配准误差小于 2 个像素；飞行高度 200m 条件下，定位误差优于 5m；
- (4) 单张影像动态目标定位时间少于 40ms。

【成果形式】

- (1) 提交算法模型 1 套；
- (2) 发表 SCI/EI 检索期刊论文 2 篇，其中以实验室为第一完成单位至少 1 篇；
- (3) 研究报告 1 份。

课题 4: 多源异构时空数据与自然语言跨模态多维度语义对齐方法研究

【研究目标】

多源异构时空数据与自然语言描述之间的语义鸿沟, 已成为制约智能地理分析、灾害应急响应、城市治理等领域的核心瓶颈。传统跨模态对齐方法多聚焦于静态单一模态映射, 难以有效解译时空数据的动态演化特征、多维度关联性及语义层次复杂性。现有技术对异构时空数据的统一表征能力不足, 忽略时空-语义耦合机理, 导致语义对齐精度受限、可解释性弱, 无法支撑复杂场景下的多模态协同推理。本课题旨在突破时空数据与自然语言跨模态语义解耦与耦合的理论框架, 构建语义逻辑协同驱动的多维度对齐模型, 实现从底层特征到高层语义的跨模态动态映射, 为时空知识服务、智能决策提供理论支撑与技术基础。

【研究内容】

- (1) 多源时空数据统一表征与语义解耦机制;
- (2) 跨模态动态语义对齐模型构建;
- (3) 多维语义融合与可解释性增强。

【牵引性指标】

- (1) 跨模态对齐精度: 在遥感地信数据集 (如 SpaceNet、Sentinel-2) 与自然语言标注库上, Top-5 语义匹配准确率 $\geq 80\%$;
- (2) 模型泛化能力: 支持异构时空数据 (光学影像、SAR、多光谱) 与自然语言跨模态交互, 端到端推理;
- (3) 应用效能提升: 在灾害应急响应、智能地理分析等场

景中,多模态语义检索召回率 $\geq 80\%$,语义关联推理 F1 值 ≥ 0.85 。

【成果形式】

(1) 提交跨模态语义对齐核心算法库 1 套,包含专利 3 项(含发明专利 1 项);

(2) 以实验室为第一完成单位至少发表 SCI 检索期刊论文 1 篇;

(3) 研究报告 1 份。