

业务 1:

“地质灾害非接触式图像监测关键技术研发”委托业务内容和技术要求

（一）委托业务名称

地质灾害非接触式图像监测关键技术研发

（二）委托业务项目背景

目前地质灾害监测预警主要使用裂缝计、GNSS 等接触式监测设备，仅能对设备所在位置的形变进行监测，亟需研发能对灾害体多点多方位进行监测的技术方法，更有效更全面的把握灾害体变形特征。通过调研，认为基于视频类的非接触式图像监测是目前解决接触式设备存在问题的有效补充手段，但在监测精度、夜间适应性、多点多方位同步监测等方面仍有部分技术需突破。

本项目作为滑坡监测技术与智能预警应用示范的一部分，遵循滑坡监测技术与智能预警设备研发的总体发展思路与研究方向，以保证视频监测仪在地质灾害监测中应用的关键技术研发，本项目采购内容为采购人用于支撑非接触式视频类监测预警设备研发方向需求，本项目中的研发内容包括但不限于：

1. 适应大尺度裂缝环境的视频监测技术；
2. 滑坡体面密集点位相对位移高精度高频度监测技术；
3. 地质形变多要素视频监测仪综合监测与解算技术。

（三）委托业务目标任务

序号	研究内容	工作目标
1	适应大尺度裂缝环境的视频监测技术	针对市场现有机械拉线式裂缝仪受限于地表裂缝尺度和地表安装环境条件的问题，研究大尺度适用的视频裂缝仪。其中关键难点在于大尺度变形复杂情况下，如何达到毫米级精度要求，以及日夜可观测的适用性。
2	滑坡体面密集点位相对位移高精度高频度监测技术	针对现用 GNSS 监测方法，很难实现高密度、高频度、高精度相对变形位移量监测的缺陷，研究用一个或数个组合起来的宽像场视频监测仪实现在同一瞬间监测到坡体面上密集点位间的相对形变位移量。并且，以主分量分解与合成的方法，提供灾情预警测预警所需要的高密度、高频度、高精度的信息。
3	地质形变多要素视频监测仪综合监测与解算技术	针对市场现有大多数地质灾害监测仪器都只是监测一种要素的缺陷，研究利用视频检测仪综合监测位移、加速度、倾角变化率等要素的方法。其中最重要的是能够对一个尺度较大的崩滑体坡，布设足够数量、足够密度的靶标点。以及架设能够达到视频微分摄影测量要求的布局形式的监测仪器，使是能达到高精度监测，并且，研究适应地质灾害预测预警要求的数学模型和参数解算方法，使监测成果能方便地提供后续工作使用。

（四）委托业务主要技术指标要求

序号	研究内容	服务内容及指标要求
1	适应大尺度裂缝环境的视频监测技术	1. 能自动接收来自现场的视频摄像数据，自动编排，剔除恶劣影像，能处理白天和夜间影像。 2. 具有快速高精度的影像几何匹配软件工具。自动匹配计算精度达 0.1 像元。 3. 在一个像场范围内最多能够检测 5-10 条断面线，每条断面线上不少于 4 个检测点位。 4. 研发“中心投影交比不变性原理”的地表裂缝宽度变化量检测算法及软件，用以消除摄像仪不稳定对裂缝宽度变化检测的影响。有理论证明和实验验证
2	滑坡体面密集点位相对位移高精度高频度监测技术	1. 能使用一个摄像仪对坡体面上最多 100 个点位进行摄像监测。 2. 具有影像几何匹配和小波去噪能力的软件工具，能对序列视频影像进行处理，从中检测同一帧场景中各点位之间的相对位移变化值，精度达 0.1 像元。 3. 研究双摄影机三维动态检测所需的“视频的微分三维摄影测量”算法及软件，以数学算式证明理论，以软件和数据作为实验验证。

序号	研究内容	服务内容及指标要求
3	地质形变多要素视频监控仪综合监测与解算技术	1. 用一种仪器同时实现现有 GNSS 倾角仪和加速度计的功能，完成对一个崩塌滑坡体的三维位移，倾角变化和加速度值的监测。 2. 研发由高密度、高频度、高精度监测数据解算坡体总体三维动态变化倾角矢量变化和加速度矢量变化的算法和软件，提交算法和软件。
4	其他要求	1. 为保证项目的顺利完成，技术人员定期对设备进行检查，维护； 2. 保证网络数据传输的安全、完整、真实性； 3. 确保数据的完整性，技术人员不定时对数据进行人工分析，并提出意见供参考。 4. 提供一年免费，软硬件设备的不断升级改造。

（五）委托业务预期成果：

- 1、算法及软件研究报告（包括软件著作权申请报告）
- 2、视频监控仪地质灾害监测应用技术报告

（六）经费控制数（万元）

本项业务经费预算控制数 90 万元。

（七）实施周期

2021 年 9 月-2022 年 3 月

业务 2:

“基于形变特征与致灾因素驱动的滑坡预警判据和阈值发现功能模块研发”委托业务内容和技术要求

（一）委托业务名称

基于形变特征与致灾因素驱动的滑坡预警判据和阈值发现功能模块研发

（二）委托业务项目背景

随着我国山区经济的大发展，滑坡等自然灾害将与人类社会长期共存，防灾减灾是人与自然和谐共生的永恒课题。中国地质环境监测院已在全国范围内建设约 2.5 万个地质灾害监测点，实现了包含降雨、形变等多种要素的实时自动监测。“阈值预警法”已在我国滑坡防灾减灾取得了巨大的成效，但建立滑坡雨量或位移等阈值多采用统计方法，人为主观因素影响较大，且雨量和位移等监测要素之间缺少有效的融合，因此阈值预警法仍存在较大的改进空间。

利用人工智能技术进行地质灾害精准预警，是当前国内外重要的科技攻关方向。在构建降雨和位移监测的大数据环境中，研发基于形变特征与致灾因素驱动的滑坡预警判据和阈值发现功能，并利用降雨和位移监测在滑坡演变的空间与灾变属性上进行融合，对于切实提升防灾减灾意义重大。

（三）委托业务目标任务

利用中国地质环境监测院的地质灾害监测网络，构建监测预警样本库，在此大数据环境中挖掘滑坡变形演化阶段的关键特征，并研发

降雨等诱发因素与滑坡演化状态之间的关联，构建基于降雨过程的滑坡预警判据及其阈值，研发基于形变特征与致灾因素驱动的滑坡预警判据和阈值发现功能模块，实现滑坡演化趋势的实时预警。

（四）委托业务主要工作内容及其工作量

工作内容包含现场模型研发、数据分析处理、编写代码、室内试验等。

1.监测预警样本库建设

依据滑坡监测点的空间分布、岩性、地形因子，对滑坡灾害点进行分类，构建监测滑坡点群的分类标准，构建以降雨(当次降雨和前期降雨)以及位移为关键索引因子的样本训练库，为后续的机器学习训练提供大数据环境。

2. 降雨诱发滑坡整体失稳的雨量阈值模型

以样本库的滑坡分类为标准，对每一类滑坡进行模型概化，并针对每一类滑坡开展：① 降雨诱发的斜坡失稳面积比与整体滑坡滑动的关联函数；② 研发基于破坏面积比的降雨参数化滑坡阈值曲线，并能够实现基于雨量的滑坡多级预警技术。

3. 位移监测变形演变阶段与阈值智能识别

以样本库的滑坡分类为标准，搜集每一类滑坡涉及的位移和雨量监测数据，并针对每一类滑坡开展：① 变形演变进程的关键阶段和阈值的挖掘与识别；② 以①为基础，识别诱发变形关键阶段的典型降雨过程和监测雨量；③ 研发基于累积变形为初始场的滑坡形变监测预警模型，并实现基于形变阈值的滑坡预警模型。

4. 雨量-位移监测要素融合技术与滑坡预警

以识别的典型降雨过程和监测雨量为牵引，研发雨量阈值模型与位移阈值模型的融合算法与技术，构建链式多参数监测的多级预警模型，实现滑坡演化趋势的在线动态预警。

5.协助完成滑坡预警判据和阈值发现功能模块与地质灾害智能预警系统的集成。

（五）委托业务预期成果

1. 滑坡预警判据和阈值发现功能模块；
2. 滑坡预警判据和阈值发现功能模块使用与说明文档；
3. 滑坡预警判据和阈值发现算法设计文档；
4. 滑坡预警判据和阈值发现功能模块研发成果报告。

（六）经费控制数（万元）

本项委托业务经费预算控制数 75 万元。

（七）实施周期

2021 年 9 月-2022 年 3 月

业务 3:

“典型地区崩滑灾害图像监测工程实验与验证”委托业务内容和 技术要求

（一）委托业务名称

典型地区崩滑灾害图像监测工程实验与验证

（二）委托业务项目背景

近年来，重点聚焦“降雨与地表形变”6个测项，开展了滑坡仪I代定型研发，在确保仪器可靠性与精度需求的前提下，重点推进“两个提高、两个降低”，提高可靠性，提高设备集成度和新技术应用，以智能化、一体化、小型化为研发方向，推进仪器设备从简单模块集成到复杂电路与芯片集成，降低功耗通过新型传感与传输技术应用，优化常态、应急与休眠等模式智能转换，降低设备功耗，降低成本通过新型传感器应用、精简功能、选择适当精度，提高集成度，优化安装方式等，降低综合成本。

但目前研发的设备多为接触式技术设备，面对山高、坡陡人员难以到达的崩滑隐患点时，存在接触式监测设备难以布设、数据获取困难等问题，典型地区崩滑灾害图像监测工程实验与验证项目主要解决研发的非接触式技术设备在实际工况中的验证工作，通过实验验证设备实际工况适用性，进一步促进相关技术的发展以及指导研发方向。

（三）委托业务目标任务

为测试视频监测仪达到比现有机械拉线式裂缝仪，更高的性能指标和环境适应性；实现一台视频监测仪观测多个靶标，其精度优于现

有 GNSS，能实现昼夜和雨天不间断观测；同时解决不可能到达岩壁的崩滑灾害监测难题，有必要开展视频监测仪地质灾害工程实验。

序号	工作内容	工作目标
1	地表裂缝仪工程试验	完成一个地表裂缝监测站的工程试验，验证视频检测仪用于地表裂缝监测的可行性及优点。
2	树木覆盖的滑坡体形变位移视频监测实验	1) 用不少于 3 个的靶标验证规避树木遮拦，实现高精度监测的效果，给出精度验证指标。 2) 用不少于 2 个的夜光靶标验证在夜间和雨天监测效果，给出精度验证指标。 3) 工程监测实验时间不少于 90 天。
3	陡峭岩壁崩滑灾害视频检测实验	1) 所选岩壁高度不少于 100 米，近乎垂直，人员无法到达。 2) 所选天然靶标监测数量不少于 20 个。 3) 位移动态变化监测精度不低于滑坡仪规范标准，水平 10mm+1ppm，垂直 20mm+1ppm。

（四）委托业务主要技术指标要求

序号	工作内容	服务内容及指标要求
1	地表裂缝仪工程试验	1. 选择一个长度不小于 30 米，裂缝宽度不小于 5 米，超过机械拉绳式裂缝仪可作业范围的裂缝现场进行实验。 2. 要求完成不少于 3 条裂缝断面线，每条断面线不少于 4 个检测点的监测实验。 3. 假设场景范围内的场面是不稳定的，要求场基及杆塔的不稳定不影响检测效果。设备须带有“中心投影交比不变性”相关处理方法。 4. 监测成果达到现有规范标准即监测精度不低于 1.0% F · S。
2	树木覆盖的滑坡体形变位移视频监测实验	1. 用彩色图案和杆件制成不低于 5 米的靶标，实现在有树林的坡面能够被通视摄像。同时，靶标图案适合与现有的视频监测仪软件工具检测，精度不低于 0.1 像元。 2. 制作有微型太阳能电源支持的 LED 灯靶，研发自动监测软件和控制设施，实

		现夜间和雨天可靠观测。 “3. 实现一台摄像仪对坡体上多个靶标的同时观测，获取多点为观测数据。
3	陡峭岩壁崩滑灾害视频监测实验	1. 所选岩壁高度不低于 100 米，近乎重垂，人员无法到达。 2. 在一个坡面上监测点数不少于 100 个，实现同一坡面点影在同一瞬间相对位移变化量监测精度达 0.1 像元。 3. 实现双摄像机三维动态监测，使用必须带有“视频微分三维立体摄影测量”软件的设备，完成满足规范标准中不低于 GNSS 监测精度（水平 10mm+1ppm，垂直 20mm+1ppm。）

（五）委托业务预期成果

1. 3 个观测点不少于 90 天的监测运行数据；
2. 观测数据精度分析表；
3. 视频监测仪地质灾害工程实验报告。

（六）经费控制数（万元）

本项委托业务经费预算控制数 80 万元。

（七）实施周期

2021 年 9 月-2022 年 3 月

业务 4

“地表变形预警动态阈值设定功能模块研发”委托业务内容和 技术要求

（一）委托业务名称

地表变形预警动态阈值设定功能模块研发

（二）委托业务项目背景

对于单体滑坡，目前国际上最常用的预警方法为阈值预警。“阈值预警法”虽然在我国防灾减灾工作中取得了显著的成效，但随着监测点的不断增多，其较高的误报率、漏报率可能会对人们生产生活造成干扰，应研究和寻求新的滑坡预警方法。中国地质环境监测院牵头开展了普适型地质灾害监测预警技术装备的研发和连续三年的监测预警实验，目前投入试运行的地质灾害智能预警系统已达到亿级的监测数据汇聚。目前预警判据阈值基于已有监测数据和领域知识进行设置，不同时段监测数据是对滑坡不同形变阶段的有效反映，预警判据的阈值宜随着监测数据的动态实时增加实现动态设定，地表变形预警动态阈值设定功能模块研发在目前已有的工作基础上开展，研发的地表变形预警动态阈值设定功能模块需集成到地质灾害智能预警系统，实现地表变形预警动态阈值设定。

（三）委托业务目标任务

研发地表变形预警动态阈值设定功能模块，基于动态增加的监测数据，采用数据挖掘和机器学习等技术方法，逐步优化初始预警判据和阈值，实现预警判据阈值的动态设置，切实提升预警的精细度和准

确度。

主要任务包括：

1. 研发可视化地表变形预警动态阈值设定模块
2. 完成重要地表变形预警数据仓库
3. 完成重要地表变形预警阈值分析模型库

（四）委托业务主要工作内容及其工作量

1. 完成地表变形预警动态阈值设定模块

（1）地表变形预警数据阈值分析与挖掘

基于现有地质灾害监测数据，结合降雨等动态诱发数据挖掘地表变形特征，结合综合地表变形特征分析形变过程演化、成因与主控因素，利用组合分析结果与分析算法库挖掘不同滑坡体预警阈值模型，并进一步完成不同地表变形预警的动态阈值设定。

（2）阈值可视化管理功能

根据不同地表变形预警阈值分析模型，设计并实现模型参数调整可视化页面；对分析数据提供图表可视化呈现能力。

2. 完成重要地表变形预警数据仓库

设计并实现重要地表变形预警数据仓库，以变形事件为主题对地质监测数据进行结构化存储，包括对其中数据运营层、数据明细层、数据中间层、数据服务层、数据应用层的设计与实现，并需要在此基础上进行重要地表变形预警数据进行分析，对相关阈值进行挖掘计算；

3. 完成重要地表变形预警阈值分析算法库

地表变形预警阈值模型库包括但不限于多源协同分析、溯源分析、关联分析、回归分析与时序分析等分析方法中不少于十种分析算法。

4.协助完成地表变形预警动态阈值设定功能模块与地质灾害智能预警系统的集成。

（五）委托业务预期成果

- 1.地表变形预警动态阈值设定功能模块；
- 2.地表变形预警动态阈值设定功能模块使用与实施说明文档；
- 3.地表变形预警阈值分析算法设计文档；
4. 地表变形预警动态阈值设定功能模块研发成果报告。

（六）经费控制数（万元）

本项委托业务经费预算控制数 65 万元。

（七）实施周期

2021 年 9 月 - 2022 年 3 月

业务 5

“基于多源遥感的 AI 监测预警功能原型与验证”委托业务内容和技术要求

（一）委托业务名称

基于多源遥感的 AI 监测预警功能原型与验证

（二）委托业务项目背景

面对大范围、规模化的监测需求，回答从形变到致灾的问题，仍有许多工作要做，“研究原理、发现隐患、监测隐患、发布预警”，要求综合运用 InSAR、高分辨率卫星遥感、无人机遥感等多种新技术手段，进一步提高全国地质灾害形变调查监测精度，将技术逻辑与行政逻辑结合起来，研究地质灾害成因，加强工作应用性研究，要在发现隐患、监测隐患，特别是地质灾害可能发生的时间、地点、成灾范围和影响程度等监测预警方面下更大功夫。

（三）委托业务目标任务

面向地质灾害监测预警需求，建立基于多源遥感数据的动态监测预警原型系统，从光学遥感、InSAR 等多源遥感测量的角度，以“形态、形变、形势”（三形）为观测内容，以定性识别位移变化位置、定量监测灾害体变形幅度，依靠多源遥感动态监测数据分析灾害隐患的活动范围与变形幅度、致灾的概率与程度有多大，提升形变调查监测能力。基于定性位移变化位置、定量变形范围与幅度、监测设备单点变形量，开发基于多源遥感的 AI 监测预警功能原型，在西北黄土典型地区开展示范应用工作。基于历年成功预警与有效预警正样本，

挖掘时序监测数据、预警模型与降雨、地灾类型、地形地貌等因子的关系，通过大数据挖掘技术有效提升地质灾害监测预警能力。

具体任务包括：

1. 基于多源遥感的动态监测预警模块开发
2. 典型地区应用示范与验证（西北黄土区）
3. 大数据挖掘与可视化展示

（四）委托业务主要工作内容及其工作量

1. 基于多源遥感的动态监测预警模块开发

基于多源遥感的动态监测预警模块开发包括基于 InSAR 的动态监测预警模块、基于 AI 技术的光学遥感影像监测预警模块。

（1）基于 InSAR 的动态监测预警模块包括 SAR 数据基本处理、InSAR 干涉测量、D-InSAR 地表形变动态监测、时序 InSAR 地表形变速率等地质灾害监测成果综合展示、分析与预警等功能。基于 2.5 万处地质灾害监测预警实验点时序监测数据验证并优化 InSAR 数据处理算法组合与关键参数，形成最优数据处理模型，处理得到可靠的灾害体定量变形范围与幅度。定期更新频率为 15-20 天。

（2）基于 AI 技术的光学遥感影像监测预警模块包括光学卫星遥感与航空摄影测量遥感影像获取、数据预处理、影像分割、样本标注、样本生成、模型搭建、模型训练、模型预测、成果输出；基于 AI 技术自动提取多期高分辨率光学卫星遥感数据、无人机遥感的有效变形区域，定性识别的位移变化位置，为预警处置提供宏观现象。

2. 典型地区应用示范与验证（西北黄土区）

基于光学遥感定性位移变化位置、InSAR 定量变形范围与幅度，与区域内 GNSS 等地表变形时序监测数据进行拟合分析，验证多源遥感动态监测成果的准确性，通过分析数值关系逐步优化 InSAR 数据处理算法组合、修正关键参数，形成西北黄土典型地区 InSAR 数据处理模型。

3. 大数据挖掘与可视化展示

基于历年成功预警与有效预警正样本，挖掘时序监测数据、预警模型与降雨、温度、地灾类型、地形地貌等因子的关系，优选 TensorFlow/Keras/PyTorch/Caffe/Deeplearning4j 等深度学习框架，探索决策树分类、神经网络、朴素贝叶斯分类、支持向量机、聚类等大数据挖掘算法，建立多参数监测数据规律与灾害体变形特征耦合关系模型，实现可视化展示。

（五）委托业务预期成果

1. 基于多源遥感的 AI 监测预警功能原型与验证成果报告；
2. 典型地区地质灾害 InSAR 专题图、专题报告与最有数据处理模型；
3. 典型地区光学影像监测专题图与专题报告；
4. 大数据挖掘与可视化展示原型系统；
5. 基于多源遥感的动态监测预警原型系统、大数据挖掘与可视化展示原型系统通过测试，正式上线运行。

（六）经费控制数（万元）

基于多源遥感的 AI 监测预警功能原型与验证委托业务经费预算

控制数 60 万元。

（七）实施周期

2021 年 9 月-2022 年 3 月

业务 6

国家地质灾害监测中心 Aiot 平台框架设计

（一）委托业务名称

国家地质灾害监测中心 Aiot 平台框架设计

（二）委托业务项目背景

我国地质条件复杂，构造与地震活动强烈，降雨时空分布不均，导致地质灾害隐患多、分布广、灾情重、风险大，是世界上地质灾害最严重、受威胁人口最多的国家之一。党中央、国务院始终高度重视地质灾害防治工作。尤其是党的十八大以来，防治工作力度不断加大，中央财政先后投入近 400 亿元、地方各级政府累计投入 800 多亿元用于地质灾害防治，初步建立了以调查评价、监测预警、综合治理和应急处置为核心的综合防治体系。

为进一步提升地质灾害防治水平，院于 2021 年开展国家地质灾害监测中心运行与维护，实现地质灾害监测数据实时采集传输、多源异构数据存储、复合灾源原始数据处理分析、机器学习智能研判、临灾预警实时云会商与人机结合风险预警等工作的常态运行；优化完善监测装备与技术为全国地质灾害监测预警实验应用提供全流程科技支撑；开展汛期地质灾害专家驻守与绩效评价工作，推进地质灾害防治国家队决策支撑与防御能力现代化；全面提升地质灾害监测预警防灾能力与科技水平。

（三）委托业务目标任务

通过对已有国家地质灾害监测中心现有平台的调研梳理，了解地

质灾害监测物联网平台业务运行模式，发现现有模式的缺点痛点，开展国家地质灾害监测中心 Aiot 平台框架的优化设计工作。从顶层的角度，完成需求调研与需求分析，提出对项目建设内容的相关技术规范与要求，提供保障项目建设与运营的机制制度与标准规范，作为指导后续中央和地方实施的总体纲领性文件，实现规划、建设、管理、服务、运营全周期智慧赋能。主要设计内容包括但不限于以下内容：短期、中期、长期可实现、可衡量、符合未来趋势的发展目标。包括业务架构、数据架构、应用架构、基础设施架构、安全体系、标准体系及产业体系进行架构设计。明确商务区建设各阶段需完成的任务与工程实施时序。 并以此制定 Aiot 实施路径规划，明确建设各阶段需完成的任务与工程实施时序同时为保障 Aiot 建设的顺利推进，需制定的体制机制、财政、人力等方面的保障措施。

（四）委托业务主要工作内容及其工作量

开展全国地质灾害监测预警平台顶层设计工作，从顶层的角度，完成需求调研与需求分析，提出对项目建设内容的相关技术规范与要求，提供保障项目建设与运营的机制制度与标准规范，作为指导后续中央和地方实施的总体纲领性文件，实现规划、建设、管理、服务、运营全周期智慧赋能。主要设计内容包括但不限于以下内容：短期、中期、长期可实现、可衡量、符合未来趋势的发展目标。包括业务架构、数据架构、应用架构、基础设施架构、安全体系、标准体系及产业体系进行架构设计。明确商务区建设各阶段需完成的任务与工程实施时序，并以此制定 Aiot 实施路径规划，明确建设各阶段需完成的

任务与工程实施时序同时为保障 Aiot 建设的顺利推进，需制定的体制机制、财政、人力等方面的保障措施，通过提高地质灾害监测技术装备集成化、智能化水平和风险预警能力，扩大地质灾害专群结合监测预警覆盖面，推动我国地质灾害防治加快实现“人防 + 技防”。具体工作量如下：

1.调研已有国家地质灾害监测中心物联网平台，梳理其所依存的网络拓扑、技术体系、部署框架、系统逻辑结构、运行时视图、业务流、数据流、人员角色权限设计等内容；

2.调研已有物联网平台在运行过程中遇到的难点、痛点，已经经常出现的问题；

3.以问题为导向，结合物联网、人工智能、大数据等新技术应用，开展全国地质灾害智能预警平台顶层设计优化工作，包括但不限于网络、部署、技术体系、系统逻辑、业务流、数据流、运行时、权限角色设计等；

4.明确国家级平台、省级平台等的建设和服务模式、平台建设内容、建设标准、保障机制等。

（五）委托业务预期成果

国家地质灾害监测中心 Aiot 平台框架设计

（六）经费控制数（万元）

国家地质灾害监测中心 Aiot 平台框架设计委托业务经费预算控制数 60 万元。

（七）实施周期

2021 年 9 月-2022 年 3 月