

附件 1

2026 年度拉萨市重点科技攻关 “揭榜挂帅”制项目榜单

一、发榜单位：拉萨市科学技术局、拉萨市自然资源局、尼木县自然资源和林业草原局

二、发榜项目名称：琼穆岗嘎冰川智能监测系统及示范应用

三、项目研究背景：

琼穆岗嘎（日）冰川位于拉萨市尼木县麻江乡（ $29^{\circ} 54.162' N, 90^{\circ} 01.521' E$ ），紧邻新藏公路北侧，总面积约 16 平方公里。山体由花岗岩构成，经冰川侵蚀形成角峰、刃脊等复杂地貌，发育有悬冰川、冰斗冰川等。其南坡冰川末端下延至海拔 5300 米处，形成高差超 1700 米的冰瀑布群。琼穆岗嘎冰川地处青藏高原腹地，是“亚洲水塔”的重要组成部分，其消融进退动态直接关系到区域水资源安全与下游民生保障。

当前，高海拔冰川监测主要依赖人工巡检，面临多重瓶颈：一是极端环境适应性差，常规设备难以在 $-40^{\circ}C$ 低温、强风及积雪覆冰条件下长期稳定运行；二是高海拔地区地形陡峭、气候恶劣，冰川陡坡、裂隙区等高危区域人工难以抵近，监测盲区大，形变、消融数据精度低；三是冰雪表面强反光易致视觉设备“雪盲”失效，制约毫米级精细化观测；四是冰川腹地通信受阻，监测数据难以实时传输，灾害预警能力不足，冰崩、融雪泥石流等

灾害前兆信息难以及时捕捉；五是缺乏标准化监测体系与专属数据库，数据格式不一、难以共享应用。亟需依托智能感知与无人装备技术，突破极端环境自适应防护、多参数高精度智能识别等关键技术，构建无人化、智能化、立体化的冰川智能监测体系，为“亚洲水塔”保护、冰川防灾应急与流域水资源调度提供科技支撑。

四、项目研究目标：

（1）攻克极端环境适应性硬件设计与防护技术，研制能在 5300 米以上、 $-40^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ 、强风环境下长期稳定运行的高海拔冰川智能监测成套系统，支撑冰厚、形变位移、表面温度、裂隙分布、积雪覆盖及气温、降水等要素的稳定连续观测；

（2）攻克冰雪强反光条件下冰川多参数高精度智能识别技术，按监测要素分级明确观测精度与时间尺度：形变位移、冰裂隙开合变化实现毫米级精度与日尺度高频观测，冰厚变化、消融速率按旬/月尺度累积观测并达到相应标定精度，表面温度及气温、降水等环境要素实现分钟级连续采集，完成冰川三维形态重构；

（3）构建“无人机+智能机巢+仿生视觉”全天候立体监测体系，实现冰川全域 24 小时无人值守连续监测、大范围巡航、近距离抵近观测、全域扫描、高频数据采集，实现冰川全域动态监测、逐日逐月动态变化追踪与末端进退精准测量；

（4）揭示冰川变化对气候变化的响应机制，依托历史观测

数据与项目期连续监测积累，建立气温、降水等气象要素与冰川消融/积累的初步定量响应模型，支撑物质平衡定量分析；

（5）建立冰川消融趋势智能研判与灾害预警模型，基于毫米级形变、裂隙扩展、消融速率及气温降水等前兆信息的融合分析，实现冰崩、融雪泥石流等灾害前兆识别与分级短临预警；

（6）开展周边生态环境协同监测与物质平衡动态评估，获取植被覆盖度、河流径流量及水质等基本参数，形成冰川生态影响初步评价。

五、项目研究内容：

（1）极端环境适应性硬件研制：优化设备结构布局与核心元器件选型，采用耐高低温特种合金、防积雪覆冰密封结构与宽温域元器件，配套太阳能储能供电与抗紫外涂层，完成冰厚、形变位移、表面温度、裂隙、积雪及气象等监测要素的传感器选型与载荷集成，以及样机设计、组装、调试与稳定性测试，实现设备高海拔野外长期连续稳定运行，满足高原特殊监测环境；

（2）高海拔无人机全域智能巡航体系构建：组建抗高寒缺氧轻量化无人机及智能机巢，攻克大高差陡坡地形下的自主航线规划与避障技术。明确监测范围为琼穆岗嘎冰川约 16 平方公里区域（重点覆盖南坡 5300 米末端至冰瀑布群高危隐患区），冰裂隙、形变及植被巡视；径流、水质等辅以地面断面监测；

（3）复杂极端环境下可靠通信传输路径攻关：明确数据传输路径，针对冰川腹地与陡峭崖壁造成的通信遮挡，研发“边缘

计算初筛预处理——大容量本地安全备份——断点续传机制——低轨卫星通信/微波/4G 自适应智能切换”的联合通信链路；

（4）多参数高精度智能感知算法研发：融合仿生视觉智能成像与环境传感模块，攻克冰川形变位移、冰厚变化、消融速率、冰裂隙分布等关键参数高精度提取，完成冰川三维重构；实现冰川末端进退逐日追踪，消融趋势研判算法建模，实现冰川动态变化准确识别；

（5）多源数据融合与标准化应用：制定数据采集、校准、存储标准化规范，研发多源数据融合算法，构建动态监测与风险研判一体化平台，研发基于形变突变、裂隙扩展、气象驱动等多源前兆信息融合的冰崩、融雪泥石流灾害预警模型；实现本项目监测网络与拉萨市现有自然资源/气象历史数据体系的衔接，数据全面对接现有业务平台；形成前兆识别判据与分级预警机制，开展冰川物质平衡与气候响应定量分析、周边生态环境协同评价，形成季度报告制度与后期运维保障方案，推进数据在灾害预警、生态保护、水资源调度中的应用。

六、揭榜方任务：

（1）交付高海拔冰川智能监测成套系统样机 1 套（工作温度 $-40^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ ，连续无故障运行 ≥ 60 天），支持 24 小时全天候无人值守连续运行（含自动供电管理、自主巡检触发、数据低功耗实时回传），实现冰川全域常态化巡航监测。配套无人机平台须具备起降海拔 5300 米以上、克服超 1700 米高差的爬升与巡航

能力；稳定续航不低于 1 小时，单小时巡视面积不低于 3 平方公里，常态日巡视频次不少于 1 次；

（2）建立稳定可靠的通信链路。在野外测试期间，依靠“边缘计算+卫星/多模通信”，监测数据完整率 $\geq 95\%$ ，通信成功率 $\geq 90\%$ ；

（3）交付冰川动态监测与风险研判一体化平台 1 套，具备与拉萨市已有业务平台的数据接口与集成能力；具备冰崩、融雪泥石流等灾害前兆识别能力，建立覆盖“监测数据—异常指标—灾害发生”全过程的分级预警机制并实现短临预警；实现形变位移、冰裂隙开合毫米级、环境要素分钟级的分级观测指标；冰川异常变化识别准确率 $\geq 90\%$ ，准确率以覆盖多季节的野外实测样本集为基准，采用查准率与查全率综合评价，由第三方检测评估确认；

（4）建成琼穆岗嘎冰川多维监测专属数据库 1 个，监测数据完整率 $\geq 95\%$ ，编制季度动态监测报告 8 份，实现逐日、逐月变化趋势分析，完成冰川物质平衡定量分析与气候响应初步定量模型、周边生态环境影响初步评价及相应专题报告；

（5）建立琼穆岗嘎冰川智能监测示范基地 1 个，形成标准化、可复制的高海拔冰川智能监测技术方案 1 套；

（6）形成完整运维保障方案 1 套，并在项目实施期内完成现场样机不少于 6 个月的驻场/远程技术运维服务；项目验收移

交后，由拉萨市自然资源局负责后续运维，系统具备不少于2年持续运行的技术能力；

（7）发表高水平学术论文2篇以上，申请发明专利1项以上，登记软件著作权1项以上；

（8）培养本地专业技术人才4人以上。

七、项目实施年限：

2年（地方标准批复时间、专利证书取得时间不计算在内，但揭榜方要对申报结果负责）。

八、项目支持经费：

本项目财政支持经费最高不超过240万元。

九、其他事项：

- 1.项目的软件成果归拉萨市自然资源局和揭榜方共同所有；
- 2.硬件设备归拉萨市自然资源局所有；
- 3.项目验收移交后，由拉萨市自然资源局负责后续运维，系统具备不少于2年持续运行的技术能力；
- 4.揭榜方任务包括但不限于以上内容，揭榜方可根据自身情况，增设相应的揭榜任务。