**六要素数据工程软件化数据模型提供**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **要素** | **特征参数**  **（文献挖掘，前兆特征、过程特征、结果特征）** | **预处理工具及算法** | **特征参数相关数据** | **遥感数据**  **（梳理数据源）** | **演变**  **速变模型**  **（泛函、突变理论与人工智能的结合）** |
| 1 | 冰川跃动  (周增光) | 冰川面积和厚度 | 波段法、纹理法、随机森林、CNN、Transformer、高程地形变化检测方法、层流理论算法 | 图像、高程数据 | Sentinel-1 InSAR数据、ASTER立体像、Landsat OLI全色影像等 | 演变模型（冰川面积和厚度、冰川速度、冰川融水）：OGGM模型、convLSTM模型、时空分析模型  速变模型（冰川流速）：BFAST |
| 冰川速度和流向 | 光学影像特征追踪方法、形变算法、高程地形变化检测方法 | 时序图像、高程数据 |
| 冰川表面径流变化 | 光学影像特征追踪方法、形变算法 | 图像纹理变化、微波干涉信号特征 |
| 冰川前缘位置和变化 | 光学影像特征追踪方法、高程地形变化检测方法 | 时序图像、高程数据 |
| 冰川融水和冰碛物 | 冰川表面径流法、冰川面积变化法、物质平衡法 | 高光谱图像、水文数据 |
| 渗透水量和速度变化 | 水层渗透系数经验公式、解析单元方法 | 光谱、红外数据反演 |
| 冰川湖的形成和变化 | 高程地形变化检测法、RAMMS演进法、特征学习法 | 多波段时序图像、高程数据 |
| 2 | 冻融滑坡  (韩立钦) | 滑坡体地表形变 | 影像偏移量追踪/时序雷达反演 | 地表形变图像 | Sentinel-1/2、Landsat、GF、ZY、GPS/北斗 | iTransformer模型框架 |
| 滑坡体地下形变 | GNSS原位监测 | 站点数据 |
| 滑坡体土壤含水率 | 多光谱遥感反演 | 遥感反演影像 |
| 滑坡体几何形态 | 激光测高 | 地表三维模型数据 |
| 3 | 冰湖溃决(聂勇、任彦润） | 冰湖面积及其变化 |  | 时序遥感影像 | TanDEM-X，Sentinel-1A和Landsat8 OLI数据；SAR数据和SRTM-X DEM数据；风云卫星数据 |  |
| 冰湖水位及其变化 |  | 时序遥感影像、DEM数据 |
| 冰湖库容/储水量及其变化 | 库容-面积计算公式 | 时序遥感影像、DEM数据 |
| 冰湖坝体厚度和高度 |  | 时序遥感影像、DEM数据 |
| 输入/输出水量 |  | 水文数据、高光谱图像 |
| 冰湖湖底地形 |  | 遥感影像、DEM数据 |
| 湖面温度 |  | 遥感影像（包含热红外波段） |
| 集水面积 |  | DEM数据 |
| 关联冰川及其变化 |  | 时序遥感影像、DEM数据 |
| 与其他湖的水力联系 |  | 遥感影像、DEM数据 |
| 冰湖溃决洪水过程（溃坝过程、流量估算） |  | 时序遥感影像、DEM数据 |
| 气象要素（降水、气温） |  | 气象数据（再分析数据、主动遥感数据、站点数据） |
| 4 | 流动沙丘(王兆滨) | 沙丘形态 | CNN+transformer深度学习算法 | 图像数据 | Landsat 影像 |  |
| 沙丘沙脊线 | 基于RidNet的边缘检测网络 | 算法提取图像数据 |  |
| 沙丘移动速度和方向 | 基于深度学习的变化检测算法 | 沙脊线、时序图像 |  |
| 沙脊线移动与变化 | 基于深度学习的变化检测算法 | 时序图像 |  |
| 5 | 洪水泥石流  （盖孜河谷复现）  (龙银平) | 洪峰流量、洪峰出现时间、洪量、洪水过程 | 气象驱动空间降尺度算法、降水数据融合算法、超定量阈值洪水序列抽样算法 | 流量观测数据、气象观测数据、再分析资料、卫星降水 | FY-4A QPE、GPM、MODIS NDVI | （洪水泥石流的痕迹变化）  LSTM长短记忆网络模型、GBHM分布式水文模型、机器学习与物理模型混合模型 |
| 6 | 冰崩雪崩  (艾鸣浩) | 积雪深度 | UEB模型 | 气温、降水、气压、湿度、风速 | ERA5再分析资料 | 脆弱层强度：      稳定指数：  安全指数： |
| 雪水当量 |
| 冰储量 | V=0.0365A1.375  (Radić & Hock) | 冰川面积 | 第二次冰川编目/世界冰川编目 |
| 积雪斜坡坡度 | GIS坡度计算 | 高程 | DEM数据 |
| 冰川斜坡坡度 |
| 7 | 道路灾害  （刘景琦） | 升华量、传输度、能见度 | PIETUK | 时序数据 | ERA5气象再分析资料，GPM降水数据集 | 道路所在的模拟格点内发生风吹雪，则认为道路受到风吹雪灾害的影像 |
| 雪水当量 | UEB | 时序数据 | 道路所在的模拟像元存在积雪，则认为路面被积雪覆盖 |
| 雪深、雪密度、地表温度 | SnowModel | 时序数据 | 雪深<10cm，轻度；  10<雪深<20，中度 ；  雪深>20cm，重度 |
| 道路结冰 | MHRIP模型（Mountainous Highway Road Icing Prediction model） | 时序数据 | value<0，道路结冰；  0<value<1，混合态；  Value>1道路积雪 |
| 路面状况 | T-Net（深度学习神经网络） | 路面状况数据集、视频数据 |  | 根据预测概率判断路面状况，(1) dry road, (2) fully snowy road, (3) icy road, (4) snow-blowing roads, (5) snow-melting roads, (6) wet roads |
| 积雪面积 | CNN-LSTM（卷积+长短期记忆神经网络） | 时序数据 | MODIS等积雪数据集 | 道路所在的模拟像元存在积雪，则认为路面被积雪覆盖 |