



更精细、更全面、更快速

——基于无人机的南极达尔克冰川业务化观测

主讲人：赵天成

# 目录

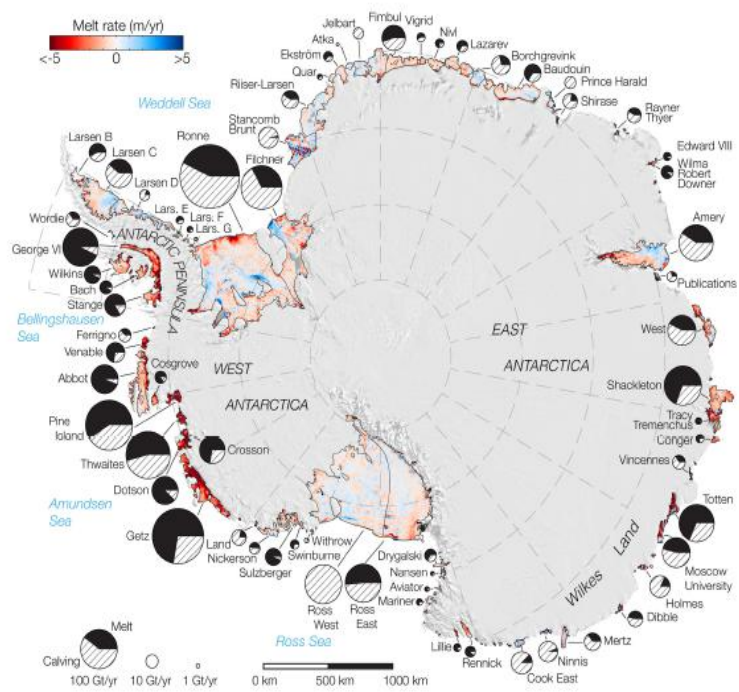
- 研究背景
- 工作历程
- 成果展示
- 展望未来

# 目录

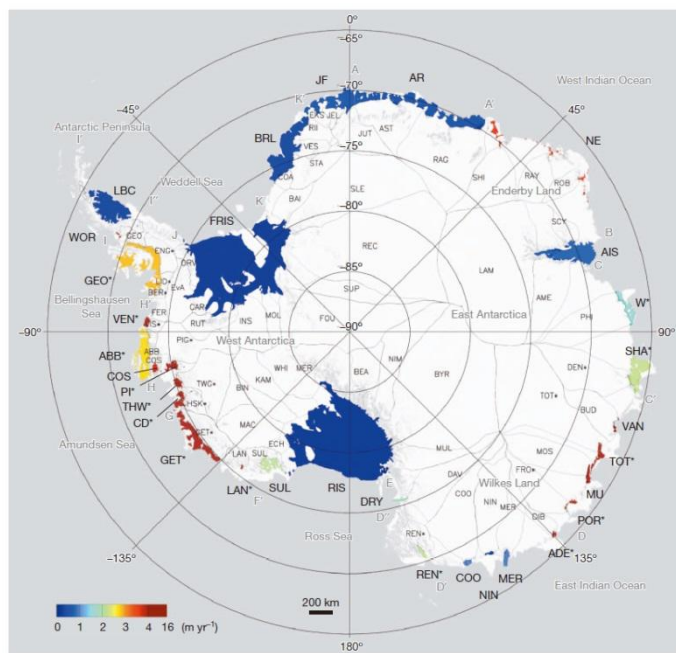
- 研究背景
- 工作历程
- 成果展示
- 展望未来

# 研究背景

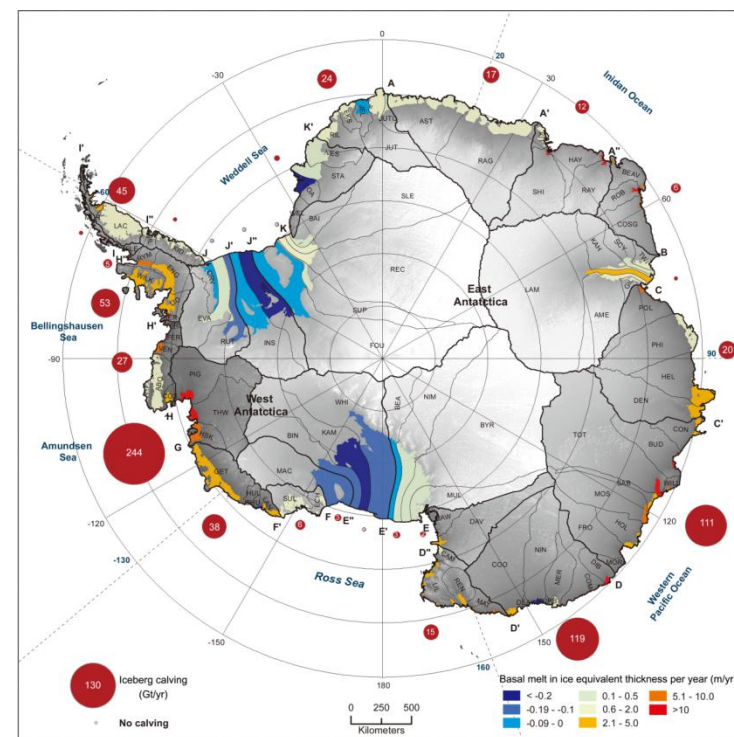
- 南极冰盖边缘冰架的快速的变化成为当前南极研究的热点和焦点。
- 近年的研究表明，南极大型冰架整体处于较为稳定的扩张状态，**而仅占南极冰架总面积18%的小型冰架，其底部消融占南极冰架底部消融总量的67%，崩解占南极冰架总量的85%。**



Rignot et al., Science, 2013



Rignot et al., Science, 2013

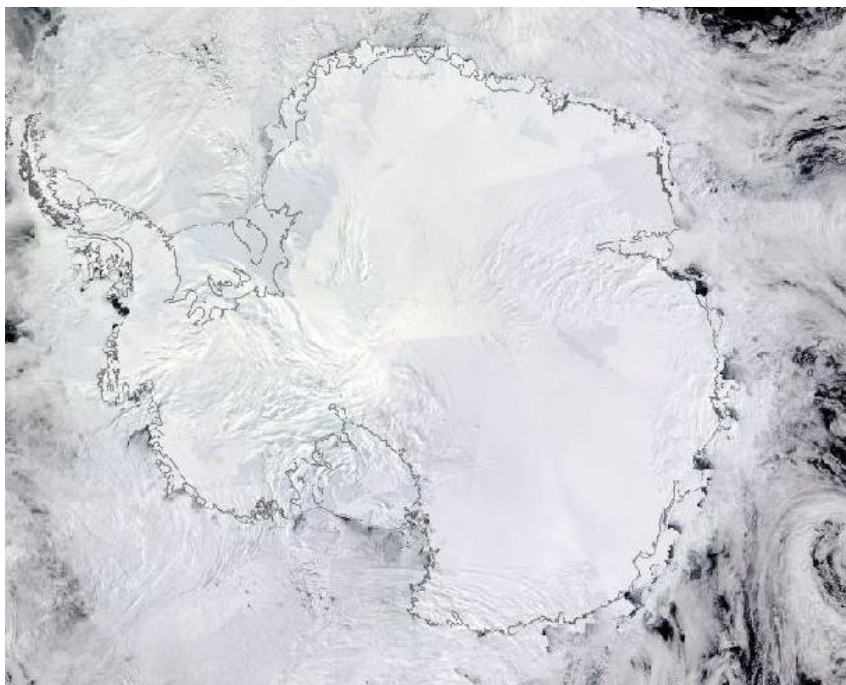


Liu et al., PNAS, 2015



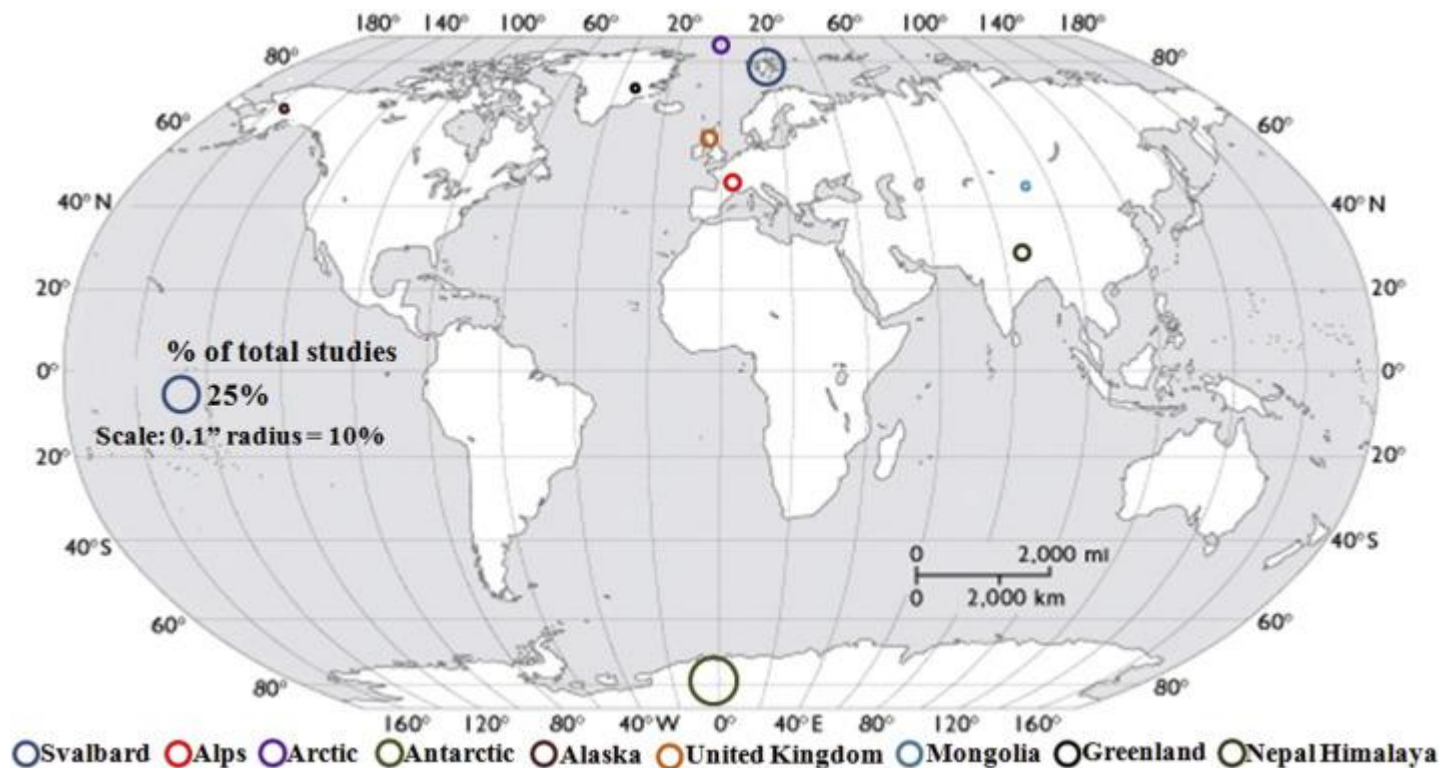
# 研究背景

- 卫星遥感：成像质量差，重访周期长，分辨率低
- 传统地面工作：以点代面，而且费时费力
- 急需一种手段，可以全面、高效、安全地调查特定冰川的变化情况。



# 研究背景

超过30%的无人机冰川观测项目在南极开展  
其中只有一项来自于中国



Bhardwaj et al., Remote Sensing of Environment, 2015

# 目录

- 研究背景
- 工作历程
- 成果展示
- 展望未来

# 工作历程

## 需求分析

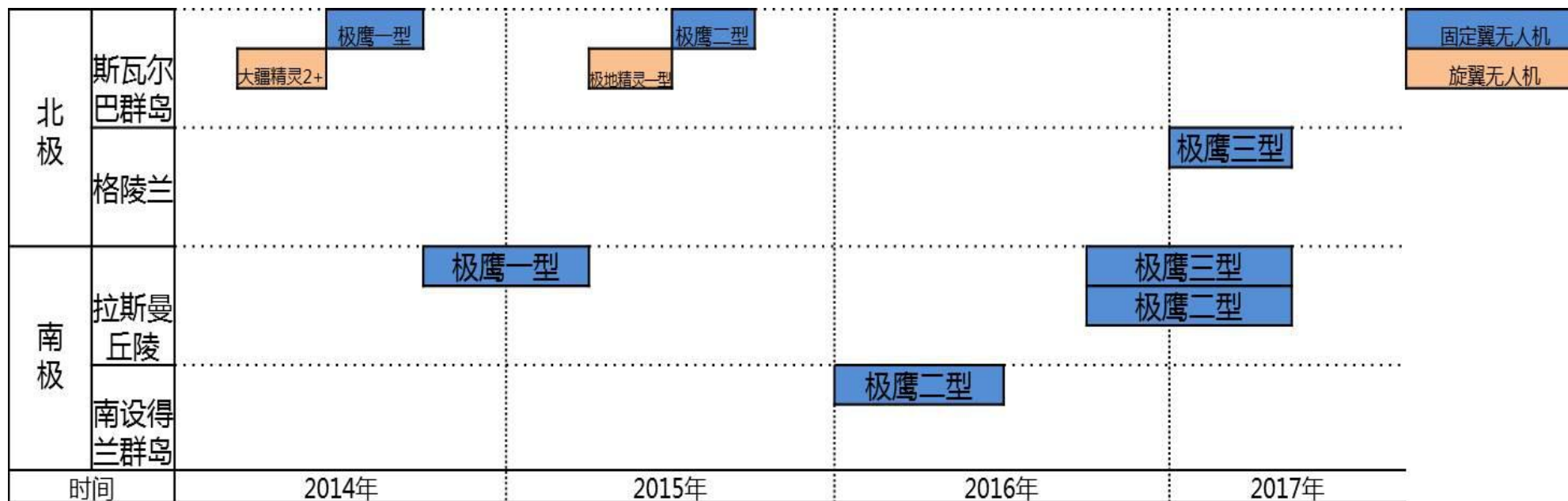
- 低温
- 大风
- 高纬度
- 复杂起降场地

	黄河站	中山站	长城站
纬度	79° N	69° S	62° S
考察区海拔	0-850m	0-400m	0-50m
主要考察区面积	50km <sup>2</sup>	60km <sup>2</sup>	10km <sup>2</sup>
夏季平均气温	约3° C	约-3° C	约1° C
夏季平均风力	3-4级	4-5级	3-4级
起降场地情况	瓦砾海滩，少量硬质地面	硬质地面，冰面，雪面	硬质地面，雪面





# 工作历程



- 工作开端于2013年，第一次南北极现场实验开始于2014年
- 截止到2018年，共进行极区作业超过10次，总飞行架次超过50架次，总数据量超过500G
- 从2014年的一架精灵2和一架“大白”，两名飞手，发展到现在拥有6种型号10余架飞机，8名飞手

# 工作历程

机型对比:

极鹰一型: 油动, 操作困难, 作业效率低

极鹰二型: 电动, 操作适中, 作业效率适中

极鹰三型: 飞马F1000及其改进型, 操作简单, 作业效率高





# 工作历程

- 现场照片

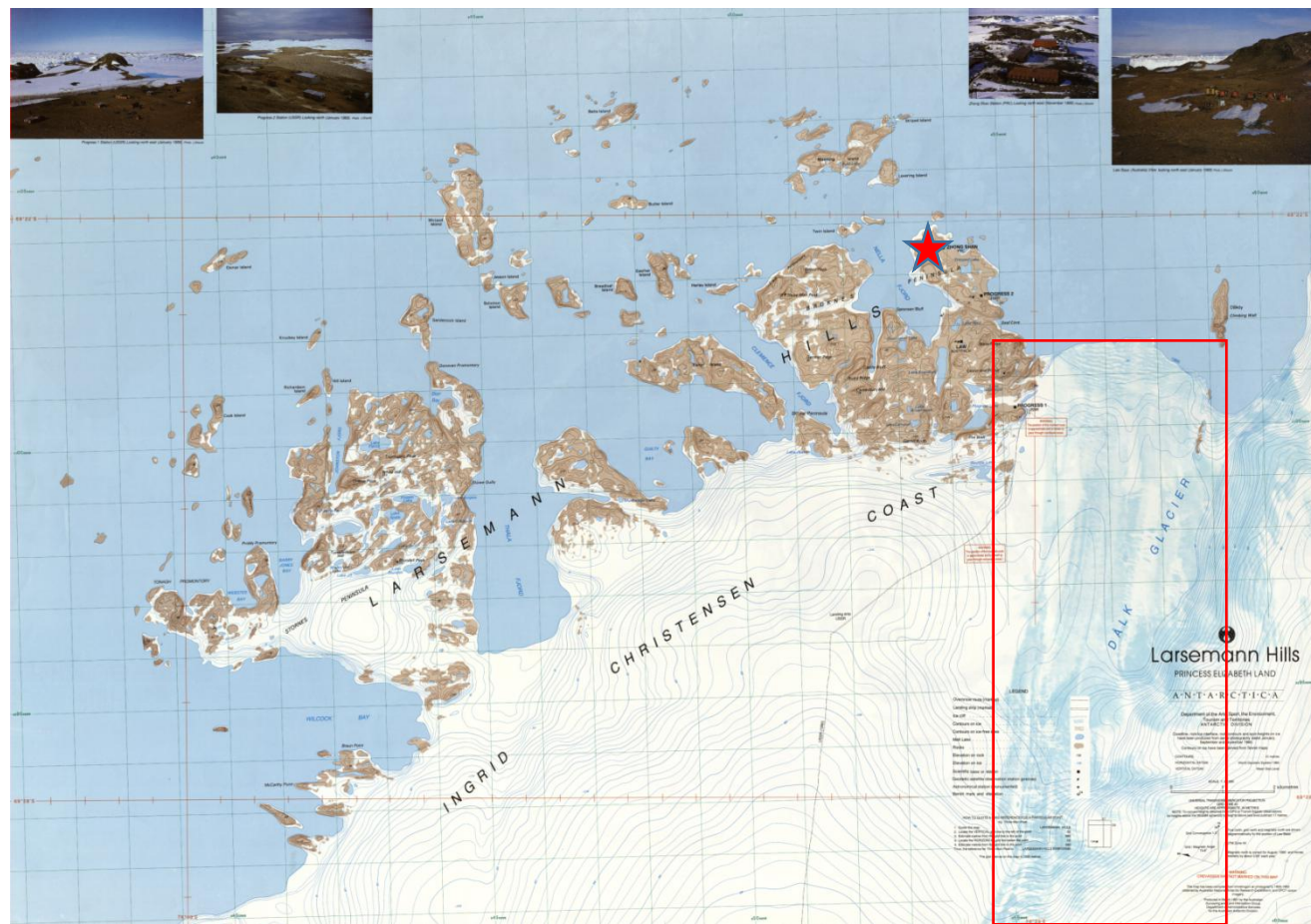


# 目录

- 研究背景
- 工作历程
- 成果展示
- 展望未来

# 成果展示

- 达尔克冰川:
- 全长约12km，前端宽度约3km;
- 达尔克冰川前端到中国南极中山站的直线距离不足3km，是距离中山站最近的冰川。



达尔克冰川及周边区域地形图（Australian Antarctic Division, 1991）



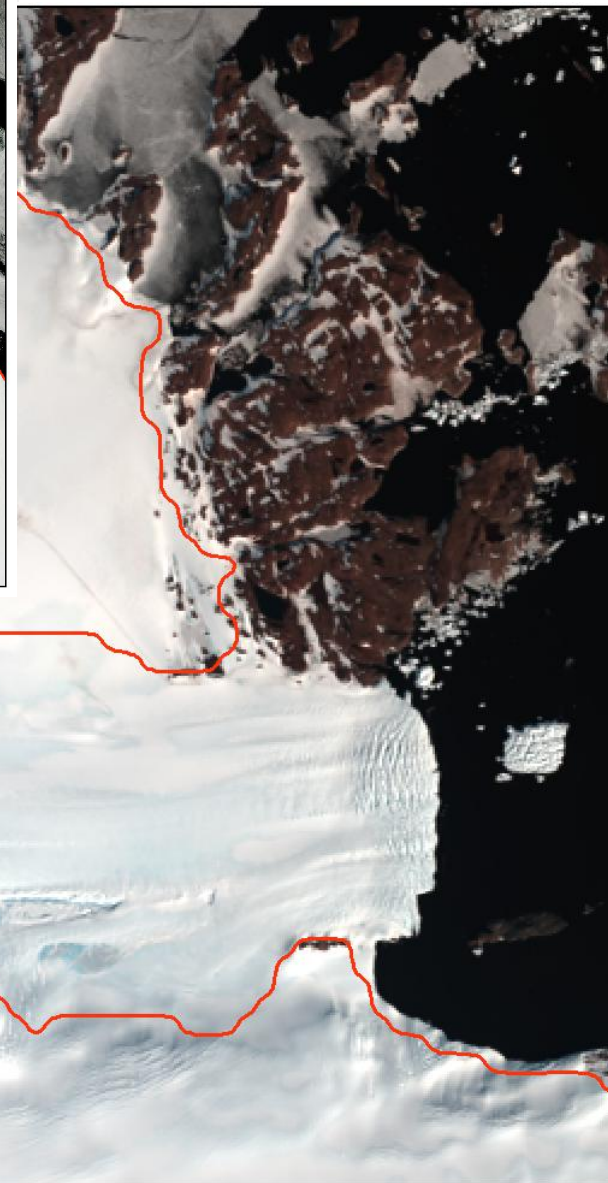
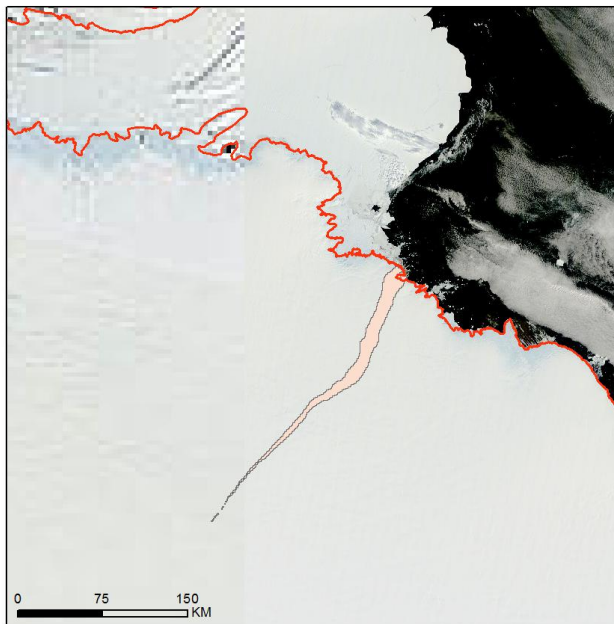
# 成果展示

## • 达尔克冰川:

• 冰川总面积约 $30\text{km}^2$ ，其中冰架部分面积约  $20\text{ km}^2$ （根据AISID接地线数据估算）；

• 流域面积  $1900\text{km}^2$ ；

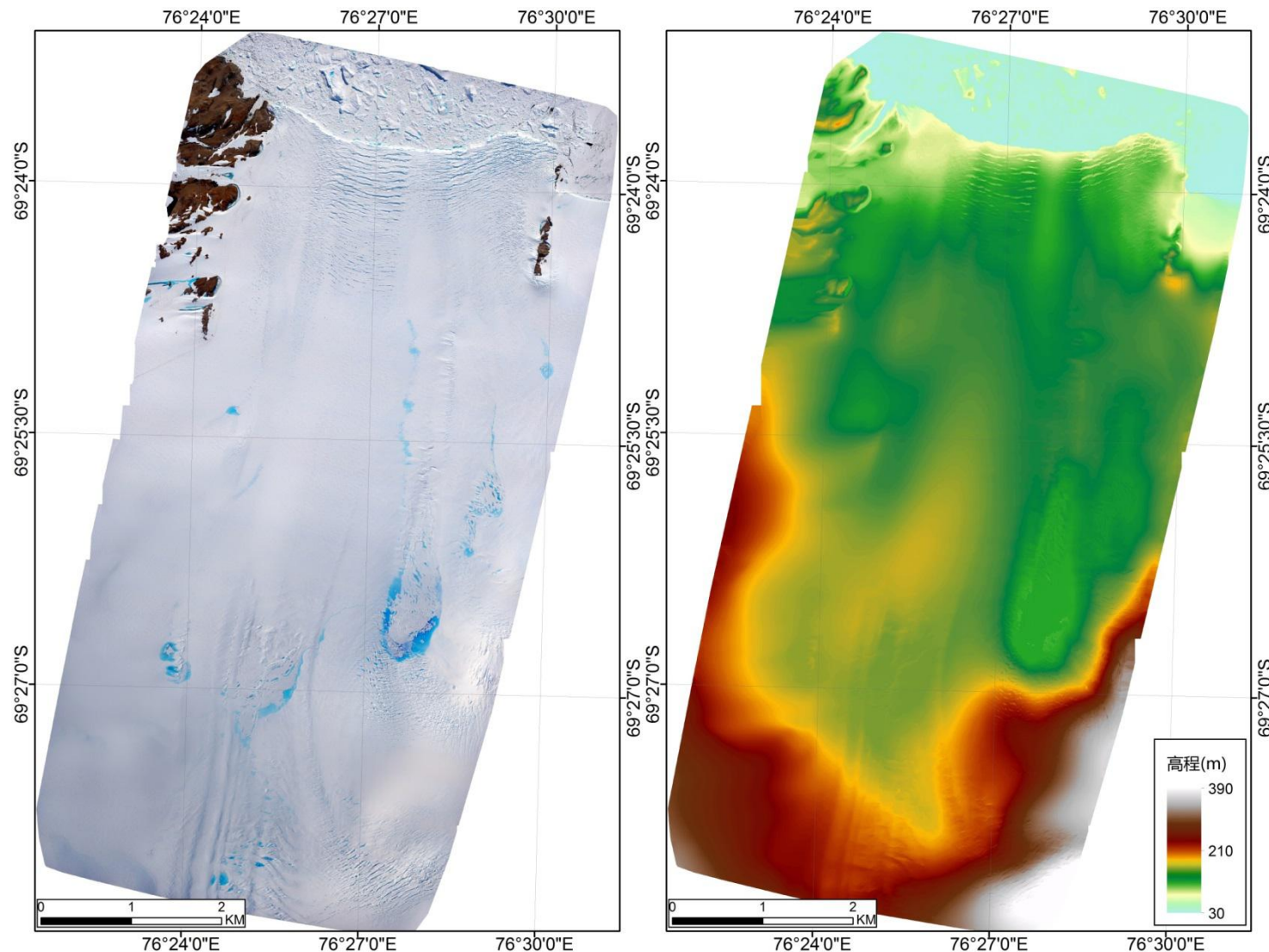
• 前端变化速度快



达尔克冰川影像图（大图底图数据为2015年2月2日 Landsat-8可见光影像，左上小图底图数据为2015年2月2日MODIS可见光影像）

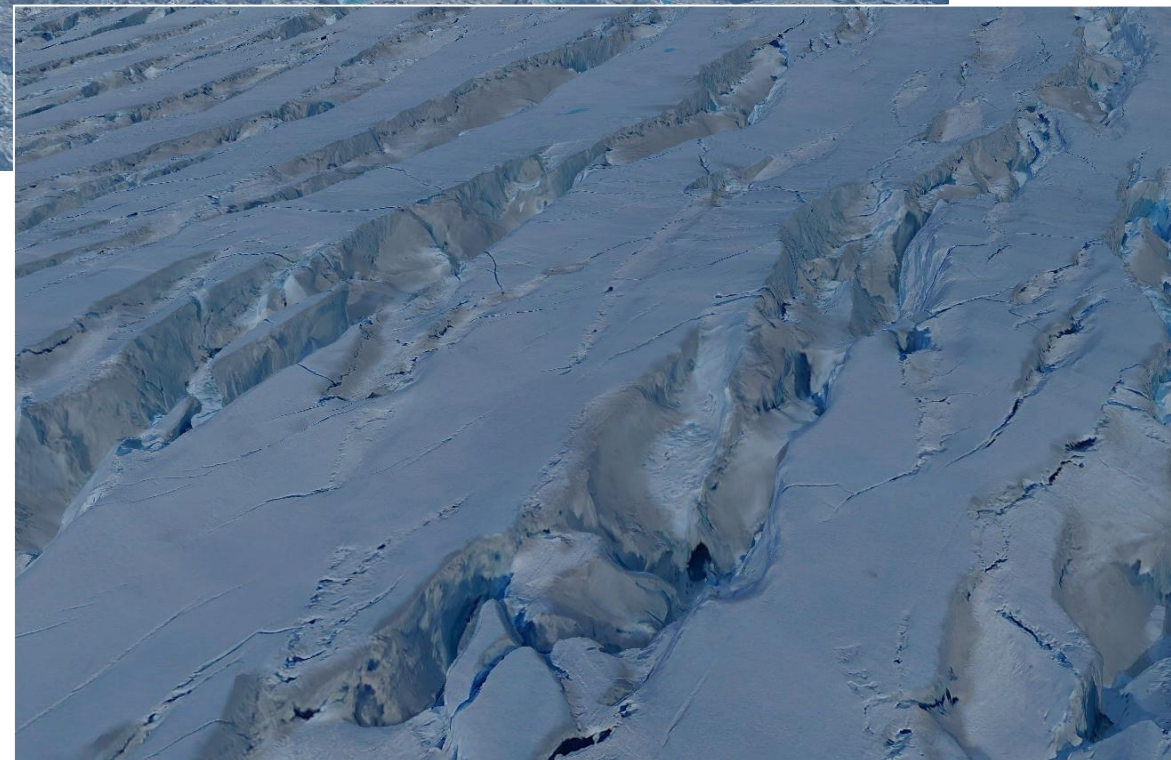
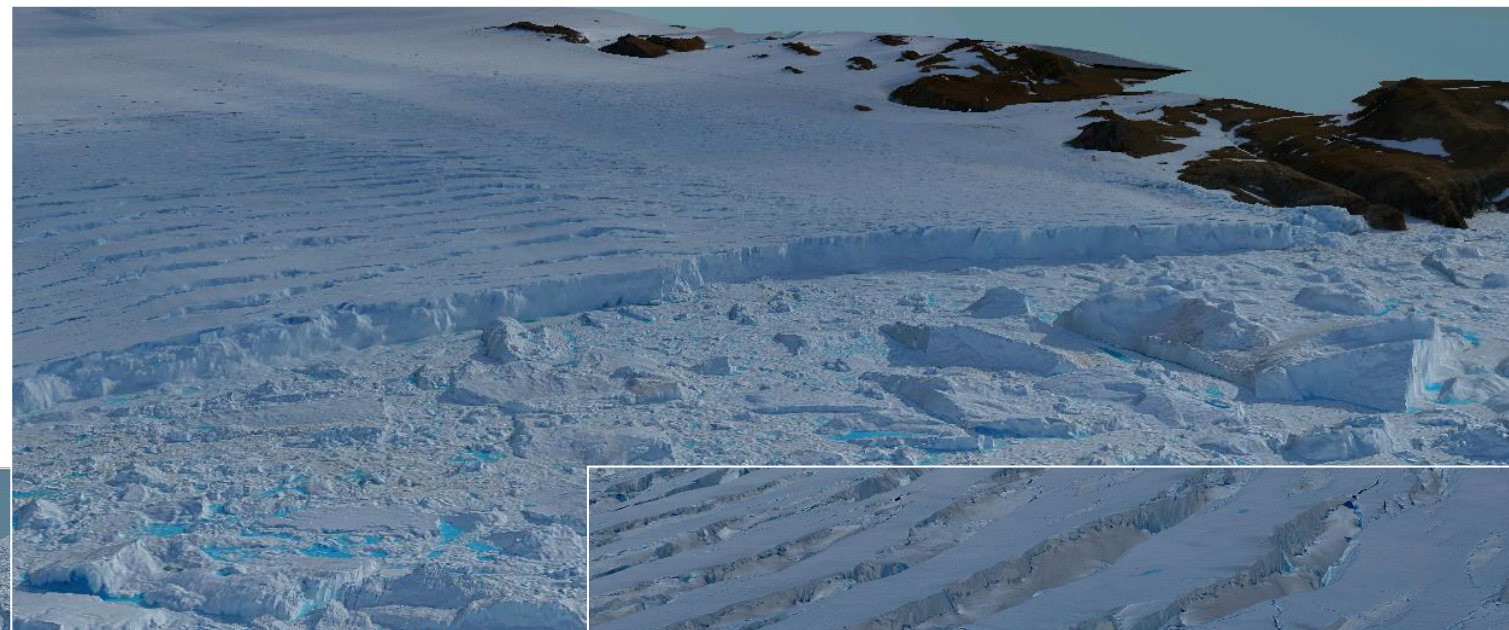
# 成果展示

- 使用极鹰三型（飞马 F200）获取的达尔克冰川正射影像图和数字高程模型。
- 数据获取时间2017年1月，数据分辨率0.1m





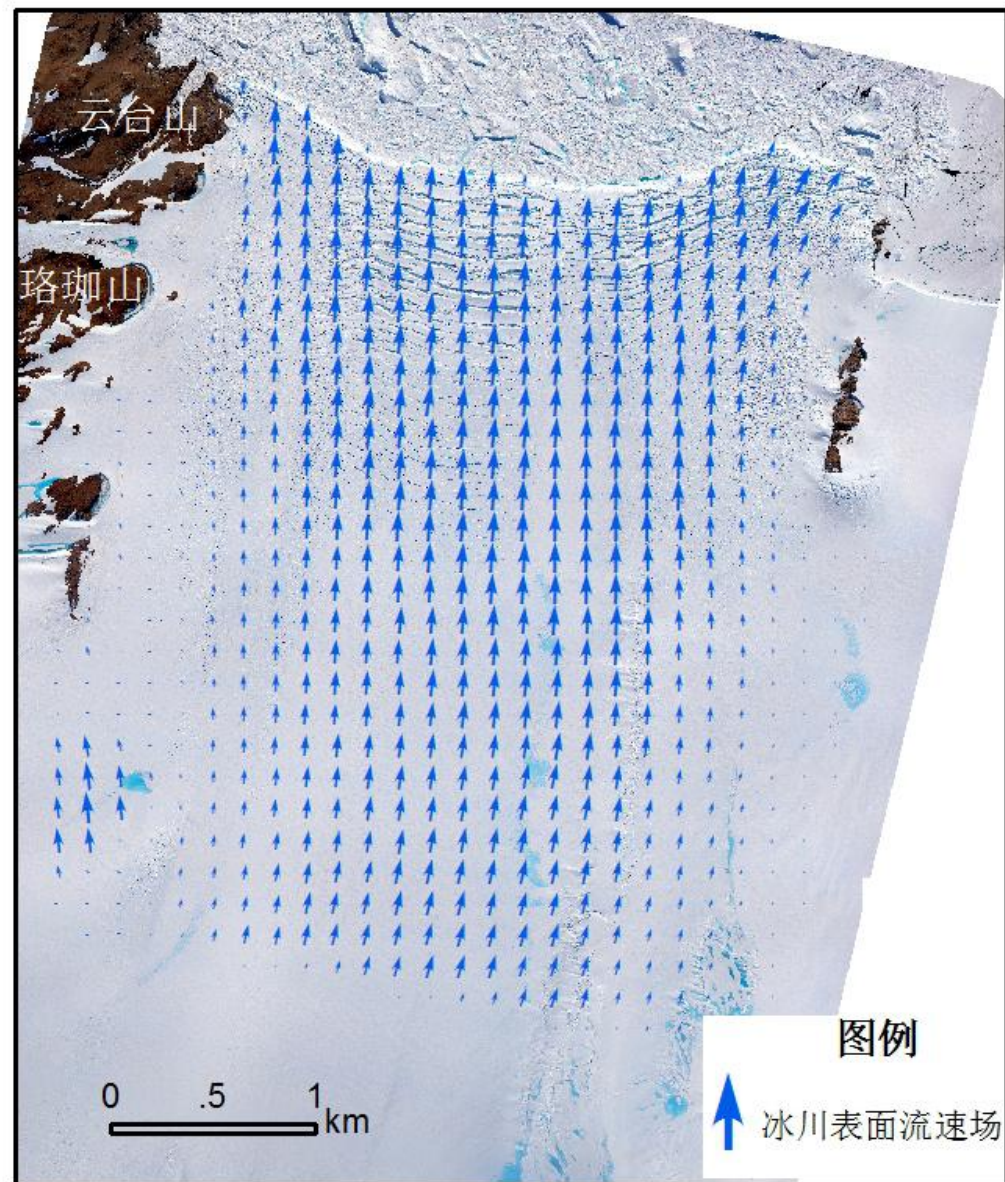
# 成果展示





# 成果展示

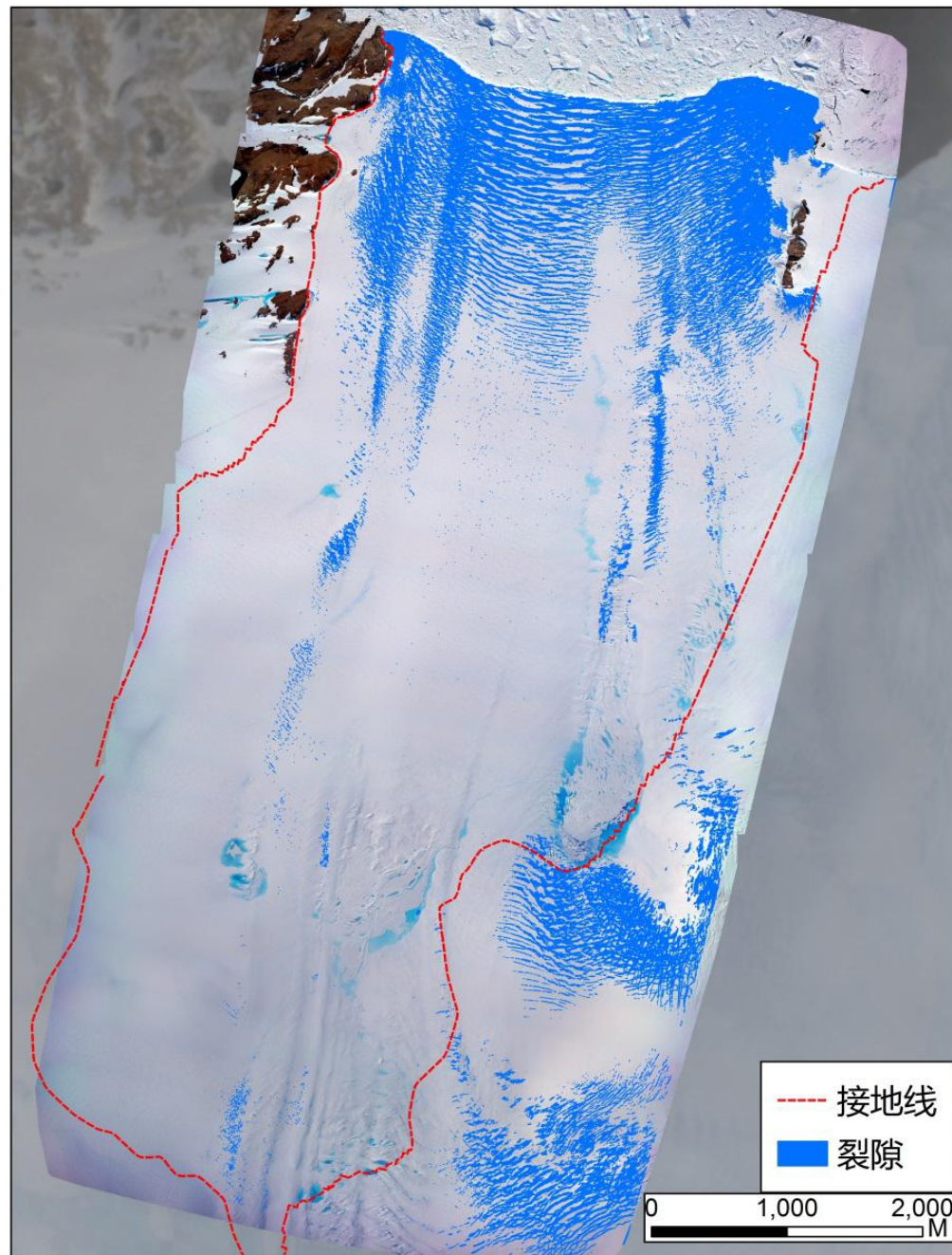
- 冰川表面的冰流速场
- 利用1周内两次观测的数据，监测冰川表面的变化情况。
- 数据源：极鹰三型（飞马 F200）
- 数据分辨率：1m（国际主流产品分辨率>100m）





# 成果展示

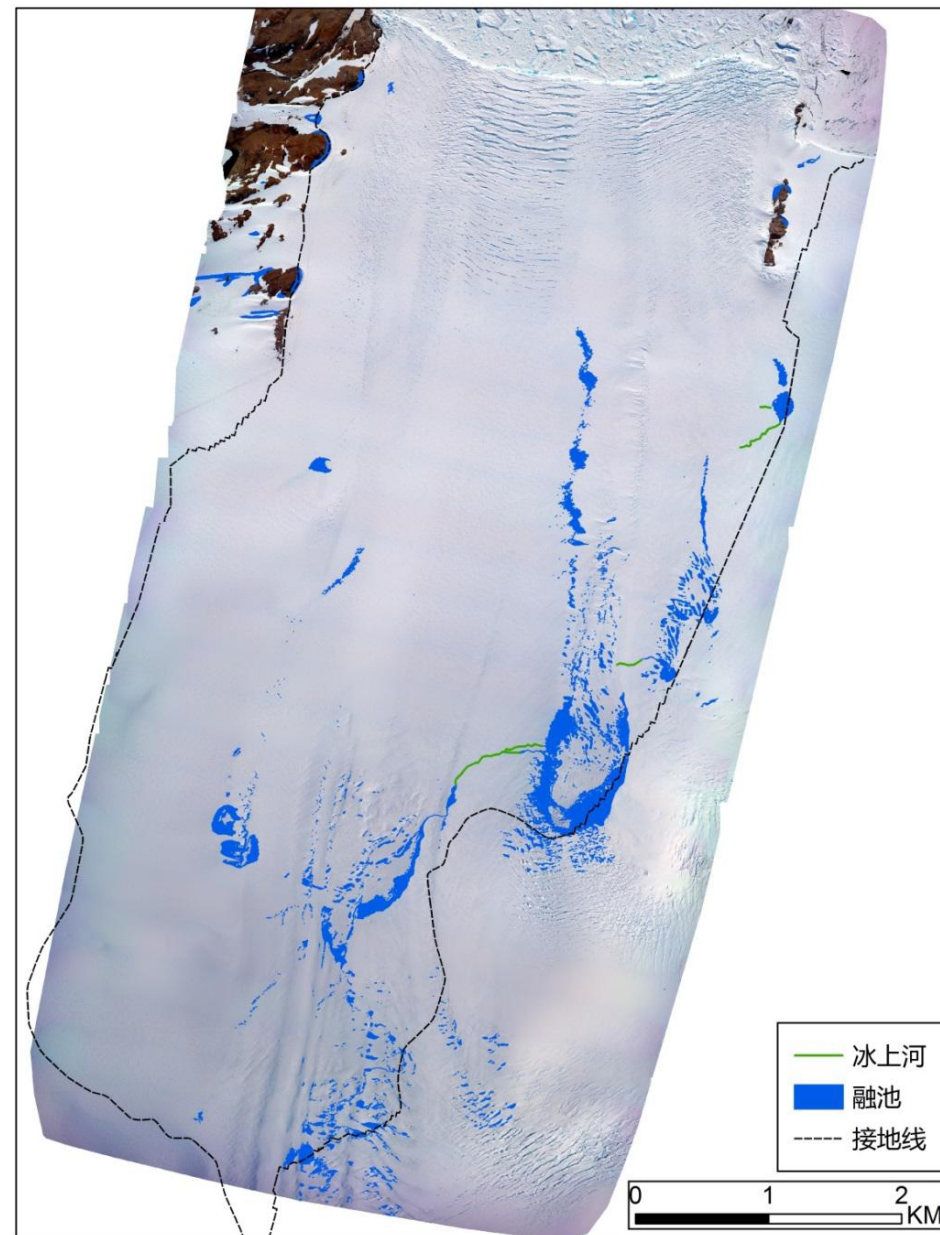
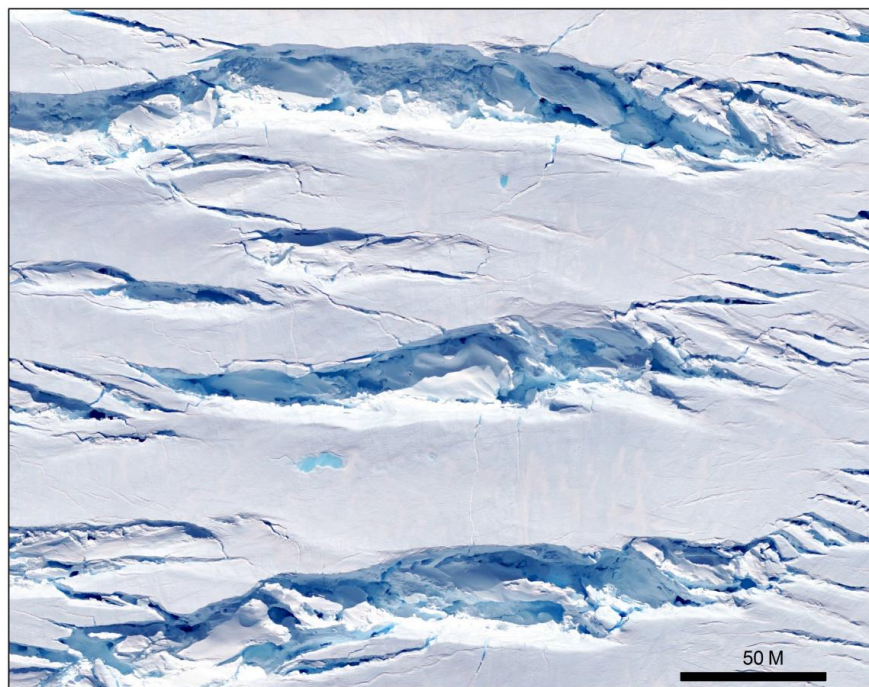
- 冰川表面特征-裂隙
- 无人机数据的帮助下，小到只有1m宽的裂隙都可以被观测到





# 成果展示

- 冰川表面特征-水系
- 高分辨率影像帮助提取小型融池
- 高精度DEM帮助分析冰面微地形对水系的影响



# 目录

- 研究背景
- 工作历程
- 成果展示
- 展望未来

# 展望未来

- 2013年及以前：四处搜集卫星遥感数据
- 2014年-2015年：将近半年的培训，辅助人员3-4名，每架次完整工作时间超过4小时
- 2016年-现在：飞马的帮助下：易上手，安全性高；每天可以飞行超过5架次，每次南极考察可以完整观测3次以上
- 未来：能在每个南极夏季对特定冰川进行5-8次观测，每次观测之间间隔时间控制在一周左右，同时飞机能覆盖距离更远，面积更大的冰川

# 展望未来

- 集群作业：整个作业区同时观测，进一步减小误差
- 多种传感器针对性观测：
  - 多光谱：冰川表面冻融
  - 激光雷达：冰川表面精细地形
  - 穿透性雷达：冰川厚度及冰川底部地形

# 致谢

- 特别感谢飞马无人机对本研究的大力支持
- 感谢自2014年来一同在极地无人机组奋斗的同事和同学们





**我们一直在前进!**