科学通报 2015 年 第 60 卷 第 19 期：1850
简 报 www.scichina.com csb.scichina.com
《中国科学》杂志社 SCIENCE CHINA PRESS

基于冰雷达探测的东南极冰盖中山站-昆仑站考察断面复冻结冰结构

唐学远[①*], 孙波[①], 郭井学[①], 刘小军[②], 崔祥斌[①], 赵博[②], 陈昀[①]

① 国家海洋局极地科学重点实验室, 中国极地研究中心, 上海 200136;
② 中国科学院电磁辐射与探测技术重点实验室, 中国科学院电子学研究所, 北京 100190
* 联系人, E-mail: tangxueyuan@pric.org.cn

国家自然科学基金(41376192, 40906101)、全球变化研究国家重大科学研究计划(2012CB957702, 2013CBA01804)、国家海洋局极地考察办公室对外合作支持项目(IC201214)和上海市自然科学基金(13ZR1445300)资助

冰雷达探测获得的复冻结冰结构(Freeze-on ice)是由于汇集于冰盖底部的水热传导冷却, 或当水从冰下山谷谷壁被挤迫而上遭遇超级冷冻时而重新冻结的冰体与周围其他冰体的热力学和晶体结构产生差异的结果. 复冻结冰在揭示冰盖底部过程, 估算吸积冰分布, 寻找冰下湖、底部融化区以及年代较古老的冰样等方面有着重要的应用.

研究区域中国中山站-昆仑站冰盖考察断面所在的伊丽莎白公主地兰伯特冰川流域的冰川学环境是人类所知甚少的区域. 2012/2013年中国第29次南极考察队使用150 MHz冰雷达系统获得了中山站-昆仑站冰盖考察断面上~1300 km的雷达数据, 以及该断面的复冻结冰分布. 该雷达系统带宽为100 MHz, 天线发射功率为500 W. 最大探测深度为3500 m, 垂向分辨率为1 m. 位置信息由全球定位系统(GPS)实时采集, 使用ReflexW软件处理雷达数据. 通过雷达波从发射至返回的双程走时及波在冰体中的平均传播速度计算出冰厚. 一个典型的复冻结冰结构被发现, 分析表明, 复冻结区所在的冰盖区域的表面高程约为3610~3750 m, 冰厚为910~2250 m, 其冰厚显著小于最早发现复冻结冰的冰穹 A 区域的冰厚. 有下列几个要素表明图1显示的冰盖内部结构是复冻结冰结构而不是冰岩界面或者大倾角反射地形: (1) 相互交叉的雷达测线下方的连续底部反射; (2) 比较基于数值实验计算出的底部温度与融点曲线证明该区域底部处于融点之上; (3) 该区域较深的山谷地形及临近甘布尔采夫一个冰下水系统; (4) 该区域的冰盖表面梯度与冰下地貌特征. 图1显示的冰盖底部反射特征与在冰穹A发现的复冻结冰雷达图像类似, 具有复冻结冰结构特征的雷达测线长度为~10 km, 平均厚度为~300 m. 复冻结冰的存在可能改变了冰盖的热力学性质和晶体结构, 使冰盖底部和表面地貌产生相应变化, 从而对冰盖的演化历史产生影响.

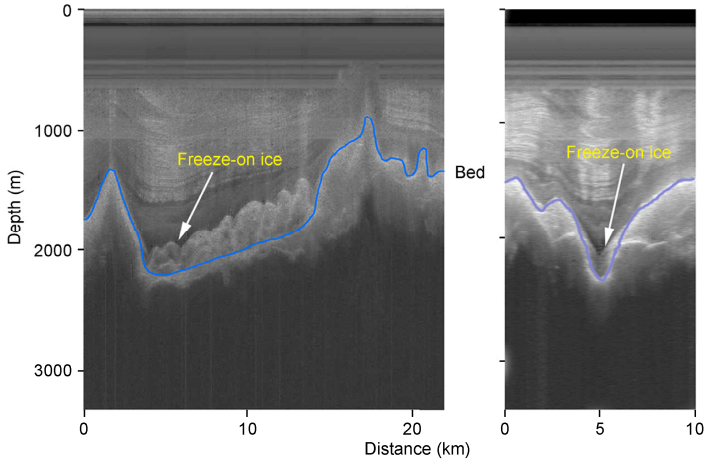

图 1 (网络版彩色)东南极冰盖中山站-昆仑站考察断面的复冻结冰雷达成像, 雷达数据来自 150 MHz冰雷达探测, 本复冻结冰分布区沿着考察断面距中山站海岸 1044~1056 km

全文见: Tang X Y, Sun B, Guo J X, et al. A freeze-on ice zone along the Zhongshan-Kunlun ice sheet profile, East Antarctica, by a new ground-based ice-penetrating radar. Sci Bull, 2015, 60: 574–576, doi: 10.1007/s11434-010-0180-9