

CG-6型相对重力仪在松辽盆地冬季冰面上的应用

施苏利

中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所

DOI:10.12238/gmsm.v3i6.923

[摘要] 区域重力观测主要针对特定区域内的地质体在地球引力下的重力异常的观测,并对重力异常进行解释和评价,分析其异常体的形态、分布、结构等。同时介绍了CG-6型相对重力仪的性能和参数,其在东北地区和华北地区冬季全冰和半冰半水条件下的实际应用中的性能表现及观测方法。此次区域深部地层有小隆起,正位于德都—大安断裂的南端与富裕—泰来断裂形成非异常叠加区域,经验证其结果准确。

[关键词] CG-6型相对重力仪; 松辽盆地; 冰面; 区域重力异常

中图分类号: TU755.8 **文献标识码:** A

随着全球变暖厄尔尼诺现象频繁显现,中国东北地区近几年经常发生龙卷风、高温、台风过境等反常的自然气候。2019-2020年,东北地区的降水量比往年成倍增加。例如:2019年,嫩江流域黑龙江段洪水积水面积相对2018年增加100%,2020年积水面积相对2018年增加80%。并且2020年9月东北地区连续3次台风从黄海直接登陆直接袭击中国东北地区,造成基本农田区的玉米及水稻被大面积浸泡、减产。

1 仪器简介

CG-6型相对重力仪是加拿大Scintrex公司生产的一种全自动重力仪,是通过整体熔融石英弹簧,在不同重力作用下,伸长量的变化来测定重力加速度的变化。当作用在负荷上的重力加速度 g 变化了 Δg 时,石英弹簧的伸长量 L 随之变化相应的 ΔL ,根据弹簧弹力和负荷重量之间的经历平衡方程(即牛顿定理),可以得到。

$$m(g + \Delta g) = k(L + \Delta L),$$

式中, m 为负荷的质量,单位:kg; k 为石英弹簧的弹力常数。

因此,通过观测不同地点的石英弹簧的伸长量变化,即可测定两地点之间的重力加速度差值。

CG-6型相对重力仪读数分辨率 $0.1 \mu\text{Gal}$,标准差 $<5 \mu\text{Gal}$,测量范围为 8000mGal (全球范围),残余漂移 $<20 \mu$

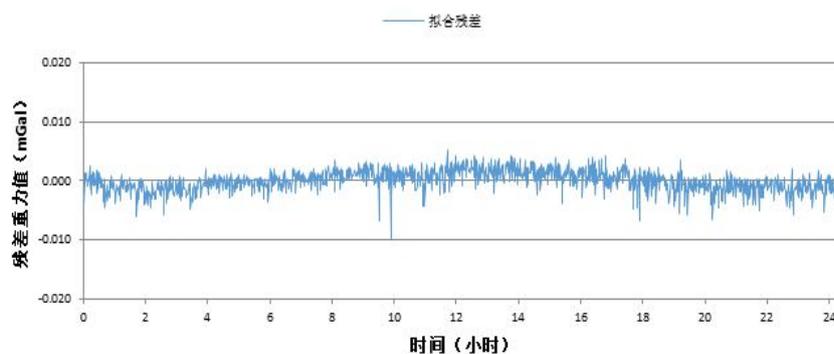


图1 CG6-01 静态试验残差值拟合曲线

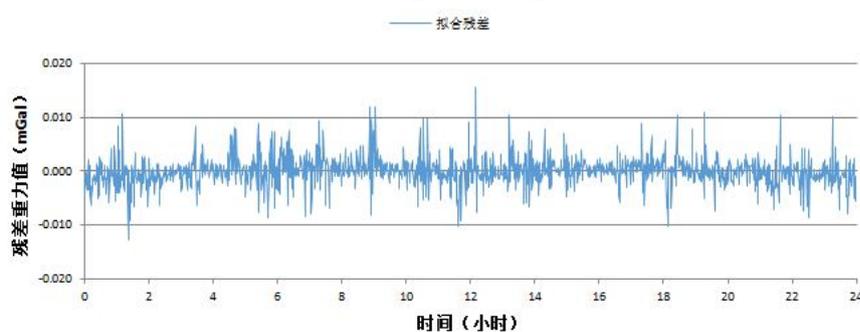


图2 CG6-02 静态试验残差值拟合曲线

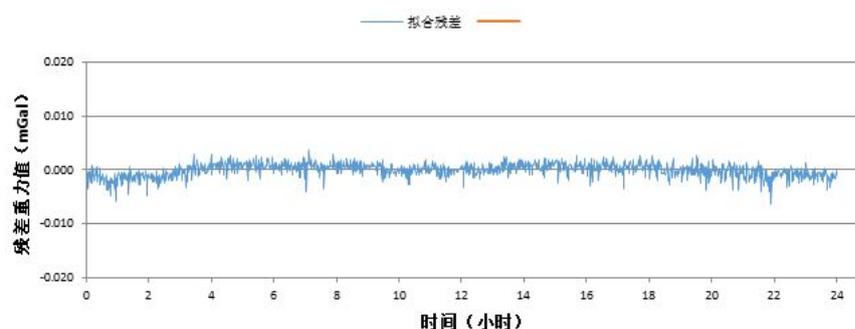


图3 CG6-03 静态试验残差值拟合曲线

Gal且具有自动改正(潮汐、倾斜、漂移和温度改正),仪器可在(-40℃to+45℃)环境下作业。可用于油气勘探、矿产勘探、区域重力研究等领域应用。

2 区域重力异常观测

地球表面的任何物体都受到地球重力的作用,即受到地球的引力和地球自转引起的惯性离心力的合力的作用,地球表面的重力随地点而变化。重力的变化与地下物质密度分布不均匀有关;而物质密度的分布又与地质构造及矿产分布有密切的联系。因此,研究地下物质密度分布不均匀引起的重力变化(称为重力异常),可以了解和推断地球的结构、地壳的构造,以及勘探矿产资源等等。在重力勘探中不是根据一个点上的重力异常值的大小,而是根据一条测线上或一块面积上的重力异常进行研究,这时关注的是一条测线或一定面积上的重力异常变化。当重力异常变化值为零时,也习惯上说没有重力异常。在一条测线或一块面积上以某一点的重力值作为正常值,而以其他测点的重力值与之比较得到的差值称为相对重力异常。^[1]

此次区域调查主要是台风过境的草原泄积水地区和去年洪水过水后的浅滩地区的重力异常。观测前,首先把参加观测的3台CG-6型重力仪在北京灵山格值标定场进行短基线的标定,再将运输至工区内。由于长距离运输,我们先对仪器进行倾斜调试,再进行24h静态试验,对采集的数据进行数据处理,得到静态线性漂移结果。再进行动态试验,选定两个之间重力差值大于3mGal的周边干扰小的测点,两点间单程观测时间间隔不大于20min,通过交通工具运输,试验不低于12h。然后3台仪器进行一致性试验,选定一条测线,不少于15个测点,两点之间重力差值不小于3mGal。试验结束后,得出3台仪器的一致性、稳定性的结论后,方可将仪器投入区域重力观测。^[2]

我们从静态试验的残差值的零漂曲线可以看出(见图1,图2,图3),3台CG-6的零漂曲线趋势一致性很好,残值零漂也在正常范围内,仪器是可以投入使用的。

11月下旬,草原地区积水基本结冰厚度达到了15cm左右,大部分地区积水已完全转为冰体。仪器操作员可徒步或乘车进入至设计测点,通过冰面开凿验证测量冰面厚度或冰面至土层的距离。从观测的数据发现,操作员在半冰半水的测点附近行走,会对下层未结冰的积水产生共振扰动,采集的数据的变化量在20 μ Gal~300 μ Gal之间。但人员平均原地静止20min后,观测数据则较为稳定,变化量低于10 μ Gal。在全冰的测点区域,采集的观测数据非常稳定,变化量低于10 μ Gal。观测的同时,工作组对工区进行了GNSS的定位及高程测量,调查区域为草甸土,无较大起伏的冲刷沉积平原,无需进行近区地改。

经过室内数据处理,得到该区域的重力异常图(图4),经过与收集的大比例尺重力异常图对比,表现趋势及形态是基本一致的,CG-6的分辨率更加清晰,断层界面明显。

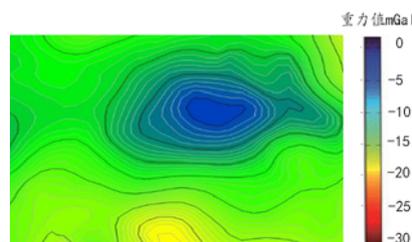


图4 区域重力异常图(CG-6成果)



图5 区域重力异常(收集资料成果)

3 结论

松辽盆地是位于华北板块、西伯利亚板块和佳木斯地块古生代缝合基底上的一个大型中生代含油气裂谷盆地,具有丰富的油气资源。在新元古代至早二叠世末期,松辽盆地受古亚洲洋构造域控制;在早二叠世末期,海西运动剧烈,南部的华北板块与北部的西伯利亚板块相互碰撞,形成了统一的亚欧板块;在晚三叠世时期,盆地受环太平洋构造域控制,由此形成了统一的松辽汇水盆地。^[3]CG-6型相对重力仪此次调查中,自动潮汐、倾斜、漂移和温度改正非常出色,通过重力仪的重力差值,反应出可能深部地层有小隆起,经验证此次区域正位于德都一大安断裂的南端与富裕一泰来断裂形成非异常叠加区域。^[4]见此次成果(图4)与收集的资料(图5)进行对比可以看出,异常叠加的地理位置基本一致,且CG-6型做出的数据分辨率更高,断层界面明显,从图中看出其他区域构造形态非常清晰,可继续更深一层或其他地球物理方法验证。

[参考文献]

- [1]曾华霖.重力场与重力勘探[M].北京:地质出版社,2005.
- [2]陈涛,隋建政,王锦标,等.CG-5型相对重力仪在密云矿道重力分布测量中的应用[J].现代矿业,2019,604(8):165-166+169.
- [3]曹金华.松辽盆地综合地球物理剖面地质解释[D].长春:吉林大学,2017.
- [4]马国庆,孟庆发,黄大年.基于重力异常的松辽盆地构造特征识别[J].吉林大学学报(地球科学版),2018,48(02):169-178.

作者简介:

施苏利(1982--),男,汉族,江苏东台人,本科,工程师,从事地质机械仪器研究。