

收发距变化对固定翼时间域航空电磁响应影响的分析

李文杰

中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所, 河北廊坊, 065000

大磁矩发射、高灵敏度宽带三分量接收等是固定翼时间域航空电磁测量系统实现大勘探深度、提高电性分辨能力的硬件发展趋势。固定翼时间域航空电磁测量系统主要被用来探测地下良导体, 作业时发射线圈架设在飞机上, 接收传感器位于飞机后下方 100 多米处。受气流、侧风、飞行高度、速度等变化的影响, 发射和接收线圈间的几何位置关系不能保持恒定, 造成二次场响应受到很大干扰, 影响和限制了系统探测和识别良导体的能力^[1]。

作者基于中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所(物化探所, IGGE)研制的国内唯一自主技术固定翼时间域航空电磁系统——iFTEM (IGGE's Fixed-wing Airborne Time-domain Electromagnetic Survey System), 在均匀大地模型上应用不同系统装置参数, 计算了收发距发生水平和垂直位移后, 对系统二次场响应的影响。计算结论有助于为系统硬件设计和完善、野外飞行作业时设定合理的系统收发距装置参数选取等提供辅助参考信息。

1 iFTEM 系统简介

物化探所在十一五期间, 在 863 计划支持下研制了基于国产 Y12IV 型飞机的固定翼时间域航空电磁系统^[2]。系统的主要性能参数如下: 发射波形为近似方波, 基频 12.5~270Hz 可选, 脉宽 2~10ms 可选, 峰值电流 600A, 峰值磁矩 500,000Am², 接收带宽 0~20kHz, 等效接收面积 20,000m², X、Y、Z 三分量接收。

2 模型参数

收发距变化的计算利用了澳大利亚 EMIT 公司

的 Maxwell v5.3.8 层状模块。大地模型为均匀半空间模型, 电阻率 100 欧姆·米, 相对介电常数为 1.0, 相对磁导率为 1.0, 飞机距离地表 120m 高。为研究, 水平收发距、垂直收发距变化的影响, 以 $dx=105m$ (和 155m)、 $dz=60m$ 为零点, 改变 dx 或 dz , 求取二次场响应后, 计算其相对于零点的变化量。Geotem 系统实测收发距偏差的标准差: dx 约 $\pm 0.5m$, dz 为 $\pm 0.9m$ ^[3]。这里计算时取 $dx=\pm 1.0m$ 和 $dz=\pm 1.0m$ 。

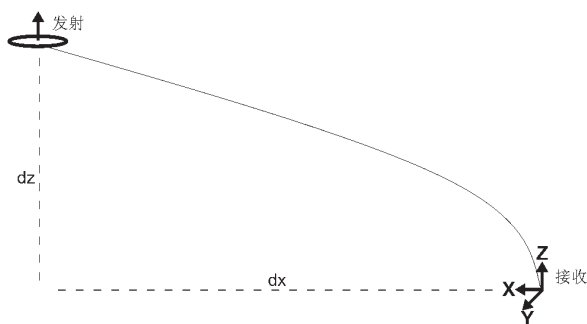


图 1 iFTEM 系统飞行时收发距关系

3 计算结果

因系统发射为垂直分量, 接收端 Z 分量信号质量最佳, 所以主要针对 Z 分量进行计算和分析。图 2 中左图为垂直收发距 $dz=60m$ 不变, 水平收发距在 $dx=105$ (和 155m) 处前后位移 $\pm 1.0m$ 时, 即三分量探头向前(飞行方向)和向后位移 1.0m 时, 系统二次场响应相对变化情况。可以看到, 最大变化到 1.0m 时, 相对于设定位置, 二次场响应变化了约 2.0% (和 0.2%)。

图 2 中右图是水平收发距 $dx=105m$ (和 150m) 不变, 垂直收发距在设定位置(零点) $dz=60m$ 处上下变化 $\pm 1.0m$ 时, 系统二次场响应相对变化量。可以看到, 最大变化到 1.0m 时, 相对于设定位置,

注: 本文得到 863 计划【2013AA063903】课题、地质矿产调查【12120113099400】、【12120113098900】项目资金帮助。。

收稿日期: 2013-03-13; 改回日期: 2013-03-31; 责任编辑: 黄敏。

作者简介: 李文杰, 男, 1971 年生, 博士, 教授级高工, 长期从事航空电磁系统研发及数据处理技术研究工作, email:liwenjie@igge.cn。

二次场响应变化了约 8.0% (和 4%)。

由计算结果可知, 在接收探头相对位置变化的影响因素中, 同等位移量时, 垂直变化量相对与水平变化量对二次场的影响更大。这就要求接收吊舱的气动设计尽量保证其在飞行测量时不产生或少产生上下漂移。另外, 长吊挂相对于短吊挂, 发收距变化对二次场的影响要小些, 但长吊挂增加了设备重量和飞行难度。上述分析结论有利于系统设计完善和飞行作业时选择适当的参数, 以尽量避免和减小发收距变化对系统探测性能的影响。

参考文献 / References

- [1] Richard S. Smith, 2001, Tracking the Transmitting-receiving Offset in Fixed-wing Transient EM System : Methodology and Application, ASEG 15th Geophysical Conference and Exhibition
- [2] 胡平, 李文杰等, 2012, 固定翼时间域航空电磁勘查系统研发进展, 地球学报, 33(1):p7-12
- [3] Richard S. Smith, 2001, Tracking the Transmitting-receiving Offset in Fixed-wing Transient EM System : Methodology and Application, Exploration Geophysics, 32, 014-019

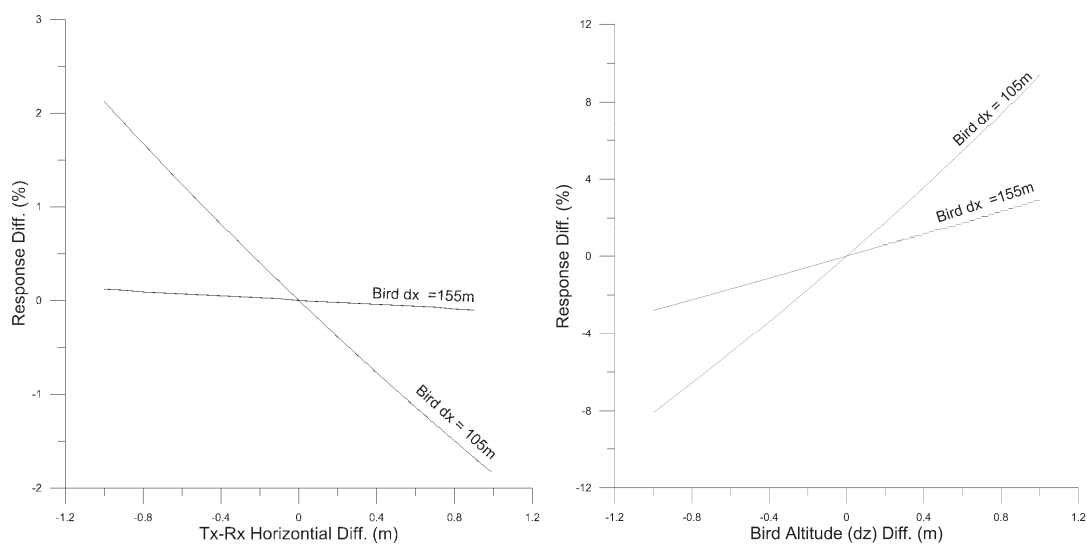


图 2 iFTEM 水平 (左图) 和垂直 (右图) 发收距变化与系统影响影响的对比关系