

GOCE 卫星测量恢复地球重力场模型的理论与方法

刘晓刚

信息工程大学 测绘学院, 河南 郑州 450052

Theory and Methods of the Earth's Gravity Field Model Recovery from GOCE Data

LIU Xiaogang

Institute of Surveying and Mapping, Information and Engineering University, Zhengzhou 450052, China

研究 GOCE 卫星测量恢复地球重力场模型的理论与方法。论文的主要工作和创新点有:

(1) 建立扰动重力梯度张量各分量没有奇异性的详细计算模型, 解决重力梯度张量 T_{xx} 分量在两极地区计算的奇异性难题。

(2) 系统研究卫星重力梯度数据向下延拓的解析法、泊松积分迭代法和卫星重力梯度数据格网化的移动平均法、反距离加权法、普通克里金法, 建立相应的数学模型, 导出相应的计算公式, 并采用“直接法”和“移去-恢复法”两种方案对其向下延拓和格网化效果进行了测试。

(3) 分析能量守恒方程中各项误差对沿轨扰动位计算结果的影响, 建立利用 GOCE 模拟数据确定地球重力场的最小二乘直接法、调和分析法、最小二乘配置法的实用数学模型, 并做了大量的模拟计算。

(4) 建立利用扰动引力梯度张量各单分量和组合分量确定地球重力场的最小二乘直接法去奇异性计算模型; 推导利用扰动引力梯度张量单分量和组合分量的解算地球重力场的调和分析法模型; 进一步推导扰动引力梯度张量各个分量之间的自协方差和互协方差函数及其与引力系数之间协方差函数的具体计算公式。

(5) 推导利用不同类型重力测量数据确定地球重力场的联合平差法数学模型, 介绍并分析模型中各类数据最优定权的参数协方差法和方差分量估计法。

(6) 论述谱组合法的基本原理, 给出多种类型重力测量数据联合处理的谱权及谱组合的通用表达式, 基于调和和分析方法推导了 $SST + SGG$ 、 $SST + SGG + \Delta g$ 和 $SST + SGG + \Delta g + N$ 恢复地球重力场模型的谱组合公式及对应谱权的具体形式。

(7) 推导利用迭代法联合不同类型重力测量数据反演地球重力场模型的基本原理公式, 并给出其具体实现步骤。

(8) 分析并计算重力卫星轨道高度、卫星星间距离和

卫星轨道倾角的设计指标; 讨论双星轨道长半轴的一致性要求、双星姿态俯仰角的控制要求以及双星编队保持机动的的时间间隔要求。

(9) 确定 KBR 系统的星间距离、星间距离变化率和星间加速度的精度指标; 设计星载 GPS 系统的卫星轨道位置和速度以及加速度计测量的精度指标; 计算加速度计检验质量质心到卫星质心的调整距离精度指标; 分析恒星敏感器的姿态角测量精度和稳定性; 计算参考重力场模型对于累计大地水准面精度和积分卫星轨道的影响。

(10) 研制一套利用卫星重力测量数据反演地球重力场模型的软件平台, 可对卫星重力测量数据处理及其精度评估提供一些基本方法, 并为我国卫星重力测量系统的总体战技指标和主要有效载荷技术指标的量化分析、论证提供理论和技术支持, 为我国未来的卫星重力测量系统提供可能的积累和参考。

中图分类号: P223

文献标识码: D

文章编号: 1001-1595(2012)01-0315-01

基金项目: 国家自然科学基金(41174026; 40804001); 卫星导航与定位教育部重点实验室(B类)开放基金(GRC-2009010); 中国科学院研究生院地球科学学院博士后基金(2010046); 信息工程大学博士学位论文创优基金

收稿日期: 2011-08-28

作者简介: 刘晓刚(1983—), 男, 2011年6月获信息工程大学测绘学院测绘科学与技术专业工学博士学位(指导教师: 吴晓平教授), 主要从事卫星重力测量研究。

Author: LIU Xiaogang(1983—), male, PhD in Geomatics Science and Technology from Institute of Surveying and Mapping, Information and Engineering University, majors in the satellite gravimetry.

E-mail: liuxiaogang_1949@163.com