

站 2012 年一年的连续重力变化的观测数据，其平时检测与维护较完善、记录较稳定，观测数据全部为秒采样。具体分别位于松潘县、若羌县和于田县，所处位置分布相对较均衡，在我国大陆各处，具有一定代表性。

2.2 Gphone 重力仪

gPhone 重力仪组成的硬件有：(1) 数据采集系统仪器箱：由传感器和数据采集系统两部分组成^[3] (2) 具有 UPS 和定时模块的电子箱：由 GPS 同步授时铷钟定时模块、隔绝电源波动对系统影响的 UPS 以及电源和输出接头三部分组成 (3) 用来获取重力及 GPS 数据且运行 gMonitor 控制软件的笔记本电脑。这三部分硬件由电缆连接。

3 台站变化数据预处理

3.1 数据预处理方法简介

重力固体潮观测值与理论值的差即残差就是预处理的数据对象。其中重力台站固体潮模拟理论值 $y_{mod}(t)$ 的表示如下式：

$$y_{mod}(t) = \sum_{n=1}^N \delta_n \sum_{m=1}^{M_n} H_{nm} \cos(\omega_{nm}t + \phi_{nm} + \Delta\phi_n) \quad (2-1)$$

式中， n 为波群数， N 为波群总数， δ_n 为第 n 个波群的模型振幅因子， m 为第 n 个波群的潮波分量数， M_n 为第 n 个波群的潮波分量总数， H_{nm} 为第 n 个波群第 m 个潮波分量的模型振幅， ω_{nm} 为第 n 个波群第 m 个潮波分量的角频率， ϕ_{nm} 为第 n 个波群第 m 个潮波分量的初始相位， $\Delta\phi_n$ 为第 n 个波群的模型振幅因子和相位滞后^[4]。

重力台站固体潮实际观测值 $y_{obs}(t)$ 的表示如下式：

$$y_{obs}(t) = y_{mod}(t) + b \cdot P(t) + \varepsilon(t) \quad (2-2)$$

式中 b 为大气重力导纳值， $P(t)$ 为气压观测值， (t) 为观测残差。

以松潘 2013 年 3 月的数据预处理过程为例，五个通道表示了五个观测数据，包括重力固体潮观测数据的原始观测值、气压的原始观测值、重力固体潮的理论观测值、经气压修正后的重力固体潮残差值、预处理后残差值从上到下依次显示如图 1 所示。

3.2 基于 TSOFT 的台站重力变化数据预处理

通过经验特征可以将干扰信号总体分为四种情况，即突跳（又称尖峰，它主要是由电脉冲或仪器本身的原因造成的）、间断（它主要是由于仪器断电或故障而导致的）、阶跃（主要是由于仪器自身产生的阶跃）和地震扰动（主要是由于地震活动等干扰造成的信号扰动），在上述这四类的干扰信号中，前三类的成因一般是内因即仪器或供电故障，最后一类的成因为外部的地质活动。

针对以上的四类干扰信号类型，Tsoft 潮汐处理软件给出了四种不同的修正器改正方法 (Correctors)，即线性插值 (Linear Interpolation)、三次多项式插值 (Cubic Interpolation)、阶跃和间断修正器 (Step/Gap)，它们是由连

成线的圆点在软件界面显示出来的，圆点即为节点^[5]。干扰器就是通过良好的人机交互界面来实现的人工平躁处理。Tsoft 通过以上修正器等的作用提供了精确的可视化修正成果，并且成果的可信度较高。

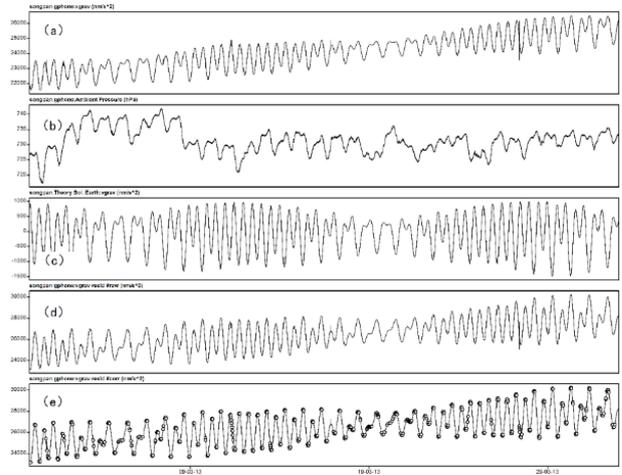


图 1 数据预处理示意图

(a) 重力固体潮原始观测数据 (nm/s²) (b) 气压原始观测数据 (hPa) (c) 重力固体潮理论观测数据 (nm/s²) (d) 经气压修正后的重力固体潮残差值 (nm/s²) (e) 经过预处理后的重力固体潮残差数据 (nm/s²)

3.2.1 数据的格式

原始重力和气压数据经过初步转换后得到的数据是秒采样的，但由于一秒的数据出现的高频噪声太大，进行预处理需先对其进行降采样，其过程利用了国际地潮中心推荐的低通滤波器（该滤波器为 fortran 语言）来对 gPhone 重力仪的原始秒采样数据过滤掉高频数据，以 60s 间隔降采样得到分钟采样数据，最后在 Tsoft 软件中将降采样后的重力气压数据合成为一个月的，即可对每个月的原始数据进行数据预处理。

3.2.2 数据残差值计算

在得到分钟采样数据后，考虑到预处理过程是在固体潮观测值的残差水平上进行的，进行预处理还需对重力潮汐的残差值进行计算，即需要在实际观测潮汐值的基础上去除理论潮汐值，本文处理过程中采用了合成潮汐法即利用理论公式计算观测台站的重力固体潮的理论值，再从重力固体潮实测值中减去此值，得到重力固体潮残差值。固体潮残差值 $\varepsilon(t)$ 为：

$$\varepsilon(t) = y_{obs}(t) - y_{mod}(t) \quad (2-3)$$

上式中， $y_{obs}(t)$ 为重力仪固体潮观测值， $y_{mod}(t)$ 为固体潮理论值。

3.2.3 间断

间断即数据在某一段时间中存在缺失的情况，一般是由观测仪器自身的供电或其他故障问题所引起，广泛存在在最初获得的原始的重力仪固体潮观测资料中。本文针对间断

处理使用 Tsoft 潮汐处理软件中的插值修正器工具进行数据填补,适用于缺失时间较短的间断部分。当面对缺失重力数据的时间段较长的间断情况时,一般会选择利用固体潮理论值进行填充。

3.2.4 突跳

突跳是由于电脉冲的作用或者仪器本身的原因而引起的,它与地震活动等外部作用带来的干扰信号的不同之处在于其信号分布特征不具有规律性,且信号突然突出,较为简单且便于识别,持续时间相较于地震等活动更短。Tsoft 针对突跳处理一般采用先删除后填补的方法,即首先使用间断修正器(New Gap Corrector)对数据中偏差极大的干扰信号进行删除,使其形成新的间断,再采用上述描述的间断处理方法进行差值处理,根据实际情况选择线性或是三次插值,即可完成处理。

3.2.5 阶跃

阶跃的形成原因由仪器自身带来,如测量过程中仪器所处位置的调整。阶跃相对于其他三种干扰信号的处理过程相对复杂,因为较小阶跃的存在会使仪器产生一定的漂移和失真,会对其基础上的数据分析与较长周期重力测定带来一定误差干扰。Tsoft 提供的阶跃修正器(New Step Corrector)可直接进行处理,在窗口内人工筛选出阶跃并根据阶跃前后数据曲线趋势手动调整,不断逼近最接近的曲线,得到修正后结果。

3.2.6 地震等其他活动造成的干扰

地震或其他运动会导致地球物理场发生变化,引起重力固体潮原始观测资料在一定范围内产生曲线的震荡,通常表现为明显的高频现象,被干扰程度在观测信号上的体现取决于地震的震级与仪器所处位置的远近。地震活动带来的干扰与突跳类似,为了不影响对于长周期内观测数据的后期分析处理,需消除这类高频数据干扰。通常先将干扰数据信号用间断修正器删除,此处干扰信号变为数据间断情况,再对其按照间断进行处理。

3.2.7 数据去漂移

由于重力台站实际观测数据中受潮汐变化的影响最大,因此重力观测信号变化也应与理论固体潮保持一致。将去除干扰预处理后的观测数据与重力固体潮理论数据对比后发现,虽然预处理后的原始观测数据没有干扰信号且连续光滑,但呈现出的数据曲线的整体走向趋势与重力固体潮理论数据间仍存在一定的出入。这是由于台站重力固体潮数据在仪器观测过程中受仪器位置改变、仪器漂移等不可抗因素的影响所造成的数据漂移现象,其会使仪器观测数据与实际重力潮汐理论值存在较大偏差。漂移在各种因素的影响下具有多样性的特点,分为线性漂移与非线性漂移,本文对其分别采用线性拟合和切比雪夫多项式拟合,其相较于传统线性方法处理效果更好。

3.3 台站重力变化观测值处理结果

本论文对获取的松潘、于田和若羌台站 2012 年一年的重力原始观测数据进行相关的预处理以及去漂移步骤,最终获得良好无干扰的观测数据,为接下来的数据分析研究提供了数据基础。最终得到的数据结果表明, Tsoft 潮汐数据预处理软件是台站重力固体潮原始观测数据预处理工作较为理想的处理平台。

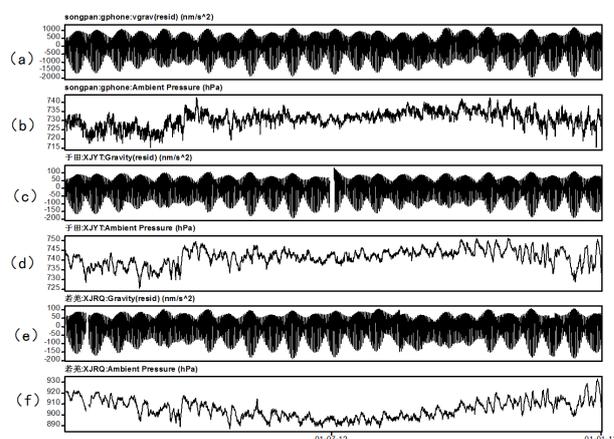


图 2 最终各台站重力变化观测值处理结果

(a) 松潘站重力观测值 (b) 松潘站气压观测值 (c) 于田站重力观测值 (d) 于田站气压观测值 (e) 若羌站重力观测值 (f) 若羌站气压观测值

4 结论

本文基于 gPhone 重力仪所获取的重力固体潮连续观测数据,利用 Tsoft 潮汐预处理软件在残差上进行各种干扰信号的修正并获得连续稳定的台站重力变化数据,以用于后续数据的调和分析工作。通过本文中各台站重力固体潮原始观测资料效果较为理想的预处理结果,可看出 Tsoft 软件的功能足以完成对原始观测资料中各类干扰信号的判断与修正,具有在台站潮汐数据处理领域中推广使用的意义。

参考文献

- [1] 陈晓东.武汉九峰台超导重力仪固体潮观测资料的预处理和分析结果[D].中国科学院研究生院(测量与地球物理研究所),2003.
- [2] Doodson A T.1997. The analysis of tidal observation[J]. Philosophical Transaction of the Royal Society, 1928,A. Acta Geodaetica et. Cartographica Sinica,26(4):307-314.
- [3] 张晓彤.gPhone重力仪格值因子变化研究[D].中国地震局地震研究所.2014.
- [4] 陈晓东,孙和平.一种新的重力潮汐数据预处理和分析方法.大地测量与地球动力学[J].2002;22:83-7.
- [5] 徐伟民.中国大陆连续重力数据非潮汐量的获取与初步分析[D].中国地震局地球物理研究所.2012.

Discussion on the Application of Digital Surveying Technology in Urban Cadastre Surveying and Mapping Engineering

Xiaoqiang Wang

Middling coal Aerial Survey and Remote Sensing Group Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710010, China

Abstract

Urban cadastral surveying and mapping is a fundamental task that directly affects the smooth progress of subsequent work and is of great significance for promoting the construction and development of urbanization in China. In urban cadastral surveying and mapping work, in order to effectively improve the quality of surveying and mapping work, and to combine the collection, storage, and processing of data information, the use of digital surveying and mapping technology can effectively solve this demand, allowing more data information to be shared on a larger scale, minimizing the problem of duplicate investment, and promoting China's modernization construction and development. Based on this, this article first analyzes the significance and current situation of the application of digital surveying technology in urban cadastral surveying and mapping engineering, and then analyzes the application strategies of digital surveying and mapping technology in urban cadastral surveying and mapping engineering for reference.

Keywords

digital surveying technology; Urban cadastral; application

关于数字测绘技术在城市地籍测绘工程中的应用探讨

王小强

中煤航测遥感集团有限公司, 中国·陕西 西安 710010

摘要

城市地籍测绘是一项基础性的工作,其直接关系到后续工作的顺利进行,对促进中国城镇化的建设与发展有着十分重要的意义。在城市地籍测绘工作中,为了使测绘工作的质量得到有效提高,同时也能够将数据信息的采集、存储和处理相结合,采用数字测绘技术能够很好地解决这个需求,让更多的数据信息能够得到更大范围内的共享,最大程度地减少重复投资的问题,促进中国的现代化建设与发展。基于此,本文首先分析了数字测绘技术在城市地籍测绘工程中的应用意义和现状,随后分析了数字测绘技术在城市地籍测绘工程中的应用策略,以供参考。

关键词

数字测绘技术; 城市地籍; 应用

1 引言

为了更好地掌握土地信息,强化国土资源管理,地籍工作已经成为社会稳定和迅速发展的一项重要工作。随着信息技术的迅速发展,中国将数字测绘技术引进到城市地籍测绘工作中,对传统的测绘工作的准确性和工作效率都有明显提高,数字化地籍图内容丰富,不仅能给工作人员提供精确的资料,还能有效地解决土地利用问题,将城市地籍测量工作推向一个新的台阶,逐步实现信息化、数字化,加速全国测绘项目的改革。

2 数字测绘技术在城市地籍测绘工程中的应用意义

将数字测绘技术运用到城市地籍测绘工作中,能使其在地籍测绘市场上具有较强的竞争力。随着市场的发展,数字测绘技术可以很好地满足用户的各种需要,根据用户的需要进行各种功能的开发应用。数字测绘技术的优势是其精确度更高,可以用科技手段把测绘结果数字化,免去了手工绘图的步骤。将数字技术引入到城市地籍测绘工作中,可以有效地减少测绘误差,因此可以节省相应的工作时间,提高总体工作效率。利用数字测绘技术可以使城市地籍测绘工作更加科学化、标准化。在城市地籍测绘工作中,由于数字测绘技术具有很强的计算能力,可以迅速地将数据信息转换成各种类型的数据,并由此得到更为真实、完备的资料,这对于国土工作的管理有很大帮助。在数字测绘技术中,通过计算机建立地质模型,使工程师能够根据所测成果建立地质模

【作者简介】王小强(1977-),男,中国陕西扶风人,本科,工程师,从事摄影测量与遥感,界限与不动产测绘,地形图编制,实景三维等研究。