GPS、GIS 在变形监测中的应用

李金平[1] ,王宏伟[2]
(1. 黑龙江工程学院 测绘工程系 ,黑龙江 哈尔滨 150050 ;2. 核工业 243 大队 ,内蒙古 赤峰 240000)

摘 要:论述了 GPS 形变监测网的建立和观测方法 ,提出一种利用 GPS 数据计算监测点坐标的方法 ,实现了应用 GIS 科学地管理各种变形监测信息。

关键词: GPS ; GIS ;变形监测 ;数据处理
中图分类号: P228 ; P208 **文献标识码**: A **文章编号**:1006 - 7949(2006)04 - 0055 - 03

Application of GPS/ GIS in deformation monitoring

L I Jin-ping[1] ,Wang Hong-wei[2]
(1. Heilongjiang Institute of Teachnology ,Harbin 150050 , China ;2. 243 Team of Nuclear Industry , chifeng 240000 , China)

Abstract: This paper discusses establishment of GPS monitoring network for deformation and observation. It puts forward a means to calculate coordinate using GPS data. The scientific management of the deformation monitoring information in GIS is realized.

Key words: GPS ; GIS ; deformation monitoring ; data processing

随着国民经济建设的蓬勃发展 ,交通、水利、各种矿产资源开发等工程项目的大量实施 ,原有的地质构造和自然环境受到破坏 ,地表产生形变。当形变达到一定程度就会引发地质灾害 ,严重影响正常生产 ,人民生命财产安全受到威胁 ,因此 ,对变形体进行形变监测十分重要。GPS 空间定位技术以其点间无须通视、速度快、定位精度高和同时获取三维坐标等优点取代了传统的形变监测方法 ,国内许多应用表明 GPS 用于短基线变形网监测也能达到精度要求。监测长期性和多周期性必然导致大量的数据和信息存在 ,为科学地管理和分析各种监测信息 ,建立变形监测信息系统是十分必要的。

1 GPS 观测与数据处理

1.1 监测网布设

大庆油田长期的石油开采已产生较大的地表形变 ,同时造成微小断层的滑动 ,影响油井的正常生产。对变形区进行监测 ,并根据各种变形信息 ,采取一定措施(如加压、注水) 保证油井持续生产。形变监测区位于大庆油田南二区西部 ,中心为东经 124. 9 °,北纬 43. 5 °,区域内有断层 156、155、151、138 通过 ,均为第四纪覆盖 ,覆盖厚度约 50 m。针对监测区域有断层存在 ,GPS 网点选择时应满足以下要求 :点位尽可能选在基岩上 ,保证其稳定性 ,便于长期保存和利用 ;点位周围障碍物高度的视角须小于 15 °;每天保证能连续 3 h 观测 4 颗卫星 ;点位尽量远离水库、河流、湖泊 ; GPS 网点应较均匀地分布在各断层两侧。

为保证观测成果的精度 , GPS 点采用钢套管结构 ,建造嵌有直接安置仪器的强制归心盘永久固定观测墩。根据监测区周围的地质构造条件和断层的分布情况 ,布设了由 15 个 GPS 监测点构成自由网 ,如图 1 所示。

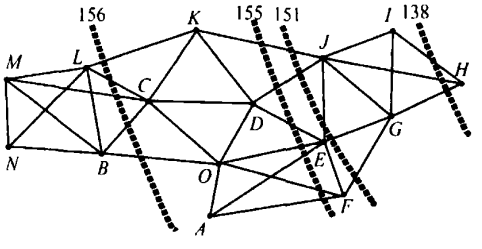


图 1 GPS 变形监测网

1.2 GPS 观测

变形监测所用仪器为 Leica - AX1230 GPS 接

收稿日期:2006 - 05 - 10
作者简介:李金平(1964～) ,男 ,副教授.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

收机,观测时使用 7 台 GPS 接收机同步观测,多台 GPS 接收机同步观测会产生较多的同步观测环,而同步观测环闭合差很小。变形监测网共进行了 3 期 GPS 观测,每期观测时 GPS 接收机台数不变,观测时选择最佳卫星分布且卫星较多的时段,GPS 卫星个数在 5 颗以上,卫星空间几何分布均匀,同步观测时间段为 2 h,数据采样间隔为 15 s,卫星高度角为 15°,GDO P 值 ≤6。考虑数据处理的需要,每期在 *A* 点上 GPS 接收机观测时间为 12 h。

1.3 数据处理

数据处理应用徕卡测量系统有限公司随机提供的 MOVE3 版本 3.1.5 软件,采用 3D 最小约束网平差,坐标基准为 WGS - 84 大地坐标系,平差后得到各 GPS 监测点的三维大地坐标和各点间的基线边长,不进行大地坐标到高斯平面坐标的转化。

考虑到传统变形监测网各点的坐标系统为高斯平面直角坐标系,而 GPS 变形监测网点的坐标系统为 WGS - 84 大地坐标系,为使各期观测成果的坐标系统一,对 GPS 观测成果进行了进一步的处理。鉴于没有可信度高的固定点或拟稳点作基准,平差计算时要求网的重心坐标不变即采用一定的近似坐标系统,故采用测边网秩亏平差方法,约束条件为 0。计算时使用的近似坐标值为上期坐标的平差值,边长使用解算的最小三维约束平差的 GPS 基线边长,观测的误差采用 $M_S = a + b \cdot D$, a、b 分别为 GPS 接收机的标称精度中固定误差和比例误差,D 为边长,平差后得到各监测点统一的平面直角坐标值,使不同观测手段获得的坐标可以对比。

2 变形监测信息分析与管理

GIS 具有优秀的分析和管理空间数据功能,建立形变监测信息系统,通过对监测信息的分析和管理,为控制形变和保障安全生产提供决策支持。针对大庆油田南二区西部监测区情况,建立了变形监测信息系统来分析和管理各种变形信息。

2.1 系统的主要功能

1)数据输入功能。GPS 软件和秩亏网平差软件处理后的坐标和边长数据一般是以文本形式保存在数据文件中,通过导入方法将文件中的坐标和边长存储到按一定结构格式建立的数据库中,数据可以进行编辑处理。

2)数据分析功能。根据三维坐标,可以计算各期之间水平、垂直位移量、水平位移方向的方位角;各期水平、垂直位移累积量、累积位移方位;各期边长之间边长变化量;各点在断裂带方向上位移分量;各活动块体(相邻断裂带之间区域)位移量和活动方向。

3)报表输出功能。将各期观测坐标与边长和数据分析结果按一定格式以报表形式显示或打印输出。

4)图形生成和输出功能。监测网点位移矢量图,如图 2 所示。

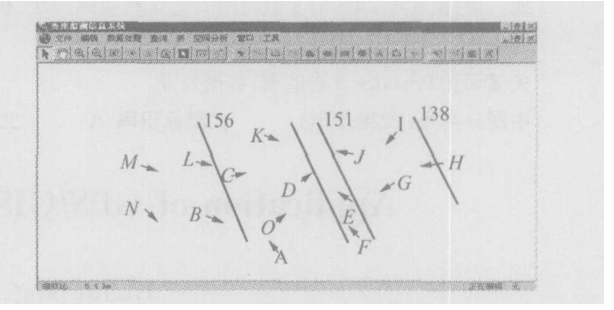


图 2 监测网点位移矢量图

监测网点高程变化等值线图,如图 3 所示。

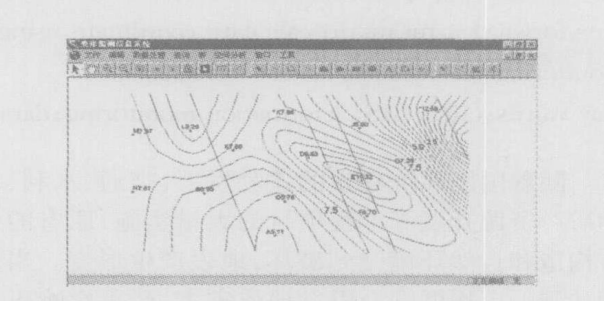


图 3 监测网点高程变化等值线图

监测网点高程变化断面图,如图 4 所示。

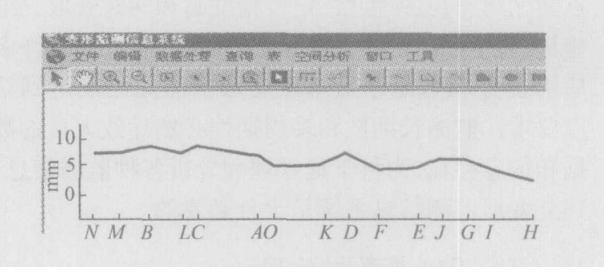


图 4 监测网点高程变化断面图

2.2 系统的主要特点

1)具有类 Windows 的优良的界面设计,操作简单。

2)使复杂的计算、绘图、统计工作通过下拉菜单中的选项就能实现。

3)具有可视的图形输出功能。

3 结束语

利用 GPS 进行形变监测应以解决问题为基准,对于短基线网也能达到规定的监测精度,并且效率明显提高。随着 GPS 应用领域的不断拓展,软、硬

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

件技术的提高,必将推动 GPS 技术在变形监测方面的广泛应用。应用 GIS 分析和管理各种形变监测信息,可以快速准确地得到各种高质量的图、表,提高管理水平,还可以结合一定的地质资料进行应变、应力分析等,这有待今后进一步研究。

参考文献

[1]周忠谟,易杰军. GPS 卫星测量原理与应用[M]. 北京:测绘出版社,1992.
[2]陈永奇,吴子安,吴中如. 变形监测分析与预报[M]. 北京:测绘出版社,1998.
[3]李连营,李清泉,李汉武. 基于 MapX 的 GIS 应用开发[M]. 武汉:武汉大学出版社,2003.
[4]栾元重,韩李涛. 矿区 GPS 变形监测与变形分析[J]. 测绘工程,2002,11(2):49-51.
[5]石杏喜,岳建平. GPS 变形监测信息管理系统的研制及其应用[J]. 黑龙江工程学院学报,2002,16(3):42-44.
[6]李金平,薛泮成,孟祥来. 城市地下管网信息系统设计与实现[J]. 测绘工程,2004,13(4):25-27.
[7]肖建虹. GPS 在矿区地表形变监测中的应用[J]. 昆明冶金高等专科学校学报,2003,19(1):24-26.
[8]王军. 城市 GPS 地面变形监测网的精度研究[J]. 测绘通报,2004(7):6-8.

[责任编辑:刘文霞]

(上接第 44 页)

```
        ……
    }
    }
    void CModifyShape::UndoMoveObj()
    {
      MoveObjStruc *pStruc = (MoveObjStruc *)m_pOldParam;
      m_pCurShape->Move(-pStruc->dOffsetX,-pStruc->dOffsetY);
    }
```

在该操作中,将参数 pStruc 结构内的两个成员变量取负,用于 CShape 类的 Move 函数中执行,就得到了移动前的图形。同理当执行 Redo 操作时,

m_pCurShape->Move(-pStruc->dOffsetX,-pStruc->dOffsetY) 换成 m_pCurShape->Move(pStruc->dOffsetX,pStruc->dOffsetY) 就可。

4　总结

实践证明,利用上面的数据存储结构与算法,可以有效地实现数据库地图制图软件图形的编辑和 Undo/Redo 操作,而且有较高的空间和时间效率。要注意的是,当编辑完成后,应该立即将改变后的图形数据更新数据库的 Shape 字段,以维护空间索引。

参考文献

[1]Oracle 公司. oracle 817 spatial guide[S]. 2000.
[2]陈建春. 矢量图形系统开发与编程[M]. 北京:电子工业出版社,2004.
[3]祝国瑞. 地图学[M]. 武汉:武汉大学出版社,2004.
[4]谭明金. Visual C++ 图形编程技巧与实例[M]. 北京:人民邮电出版社,2002.
[5]孙劲松. 用 VC++ 在制图软件中实现 AutoCAD 的夹点编辑功能[J]. 江苏测绘,2002,25(3):39-42.
[6]田增平,周傲英,施伯乐. 适合地图数据库应用的可扩充数据模型研究[J]. 计算机工程,1997,23(4):39-43.
[7]孙家广. 计算机图形学[M]. 北京:清华大学出版社,2002.
[8]韩存兵. C++ 数据库编程实战[M]. 北京:科学出版社,2003.

[责任编辑:刘文霞]

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net