

# 流动形变监测系统

(中 册)

——大地形变数据处理软件

主编 薄万举

地 震 出 版 社

# 流动形变监测系统

## (中册)

——大地形变数据处理软件

薄万举 李胜乐 杨国华 张 希  
董运洪 杜雪松 王太松 孙少安等著

地 震 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

流动形变监测系统. 大地形变数据处理软件/薄万举主编.

—北京:地震出版社,2008.10

ISBN 978-7-5028-3309-1

I. 流… II. 薄… III. 地壳形变测量—数据处理—应用软件 IV. P227

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 128007 号

地震版 XT200800074

流动形变监测系统(中册)

——大地形变数据处理软件

薄万举 李胜乐 杨国华 张 希 董运洪 杜雪松 王太松 孙少安等著

责任编辑:刘晶海

责任校对:郭京平

---

出版发行:地震出版社

北京民族学院南路 9 号

邮编:100081

发行部:68423031 68467993

传真:88421706

门市部:68467991

传真:68467991

总编室:68462709 68423029

传真:68467972

E-mail:seis@ht.rol.cn.net

经销:全国各地新华书店

印刷:北京鑫丰华彩印有限公司

---

版(印)次:2008 年 10 月第一版 2008 年 10 月第一次印刷

开本:787×1092 1/16

字数:275 千字

印张:10.75

印数:001~500

书号:ISBN 978-7-5028-3309-1/P·1384(4070)

(全三册)定价:100.00 元

版权所有 翻印必究

(图书出现印装问题,本社负责调换)

# 流动形变监测系统

主 编:薄万举

副主编:章思亚 丁 平

顾 问:张祖胜 李 克 宋彦云

编 委(按姓氏笔画为序):

丁 平 刘广余 李胜乐 李 辉 余书明 张 鹤  
杨心平 杨国华 章思亚 董运洪 程 林 薄万举

## 序

地壳运动的监测作为地震预测预报研究的重要手段和依据,在我国的防震减灾、地学研究、国民经济建设、国防建设等方面,发挥了重要作用。经过近 40 年的努力,中国地震局相继建成了基本覆盖我国主要地震活动带和部分经济发达地区的地壳形变流动监测网,同时也获取了大量的观测资料。无论在观测技术、仪器研制、数据采集、资料处理、地震预测预报等各个方面,我国地震工作者都进行了艰苦的探索,积累了丰富的经验,同时建立起了一支高素质的监测和科研队伍,取得了一大批科研成果。

地壳形变流动监测作为地震前兆观测中主要的专业手段之一,在长、中、短期地震预报中起到了其他手段不可替代的作用。在海城、唐山、丽江、大同等地震前都发现了不同程度的地形变前兆异常,并给出了相当于中长期尺度的预测意见。20 世纪 80 年代,根据精密水准复测资料绘制的全国垂直形变图,较清楚地勾画出了我国主要的地壳形变梯度带,成为强震中长期预测、全国地震烈度区划以及相关科学研究的重要参考依据,取得了显著的社会效益。依托于 2000 年完成的国家重大科学工程“中国地壳运动观测网络”迅速发展起来的 GPS 流动形变观测网已日臻完善并覆盖全国。应用其观测结果,在印度尼西亚  $M_s 8.7$  特大地震后对我国的震情发展趋势给出了及时、正确的判断。卫星定位的高新技术在地震预测这一应用基础研究领域开始崭露头角。

在取得成绩的同时,我们也要清醒地看到,由于多年来投入不足等原因,地壳形变流动监测工作面临许多问题。主要有:布网思路落后,各类监测网的功能单一,跨断层观测场地所跨空间尺度较小,综合化水平不高,布局不够合理;观测网破坏严重,不少观测线路点位破坏超过 50%,影响了正常监测工作的开展;设备陈旧,现有的观测仪器及仪器检定设备已使用多年,大部分仪器都超期服役,缺少数字化仪器,急需进行技术更新、改造,仪器的标定、检测、维护系统尚未建立;数据信息系统落后,监测数据的数字化采集、传输、管理、存储、分析、处理不适应需求,软、硬件设备明显落后于其他学科,不能满足防震减灾事业的需要。

由于存在以上诸多问题,严重影响了地壳形变流动监测系统的运行,在很大程度上限制了效益的发挥,也阻碍了科学研究的进展。因此地壳形变流动监测系统的优化、改造势在必行。建设好一个现代化的、有针对性的、融合多种观测手段于一体、彼此联系的流动监测网,将对我国地震预报和地球动力学的研究起到积极的推进作用,使地震预测和研究再上一个新台阶。

为此,“十五”期间在中国地震局监测预报司主持下,作为中国地震局“十五”重大项目“中国数字地震观测网络”中前兆观测网络的一部分,进行了“地壳形变流动监测系统”的改造建设。由中国地震局第一监测中心提出初步方案,其他参加单位共同完善并实施。“地壳形变流动监测系统”项目共有6个子项目,包括:①完成川、滇、陕、甘、宁、青和晋、冀、蒙3个重点监视区的垂直形变监测网和流动重力监测网改造及坐标测定;②建设20处长度为50km的跨断层综合观测剖面并进行坐标(水准、重力、GPS)测定;③进行全国地震基本重力网的维修改造和重力测定;④购置相对重力仪、数字水准仪及记录器等仪器设备;⑤建立数字水准仪、条形码尺标定维修系统,完善流动形变观测仪器的综合标定维修系统;⑥研制大地形变数据库及相关数据管理、处理与共享的软件系统。

项目由中国地震局第一监测中心负责组织立项以及设计和成果的整合,第一监测中心、第二监测中心、地震研究所、中国地震应急搜救中心和四川省地震局等五个单位共同完成。总经费为3588.6万元。项目于2007年完成并通过中国地震局的验收。

“地壳形变流动监测系统”项目产出的成果包括:完成了川、滇、陕、甘、宁、青和晋、冀、蒙3个重点监视区的地壳形变综合流动监测网的改造及坐标测定;共选建水准标石618座;水准观测13980km;区域流动形变监测网改造821个点,建筑面积2812m<sup>2</sup>,新建点181个;建成跨断层综合观测场地20处,共选建综合点标石380座并完成坐标测定(GPS、重力和水准观测);完成全国地震重力基本网的改造,共选建重力点标石189座,进行重力测量8万余千米;购置数字水准仪及条形码尺16套,流动重力仪8台,记簿器50台,GPS接收机2台套,手持GPS3台;图件制作软件1套;完成天津及西安两处数字水准仪、条形码尺标定检修系统的建设;建成大地形变数据库;研制了用于大地形变测量数据处理和分析的软件包(MapStrain1.0)以及野外观测数据采集传输软件;完成了1995~2004年区域水准观测、断层形变监测、GPS观测及重力观测资料的收集和录入;锻炼和培养了一批年轻的科技和管理人才。

为了系统地展示成果和总结经验,更好地发挥“地壳形变流动监测系统”的作用,现将项目中与大地形变数据库、大地形变测量数据处理和分析软件包(MapStrain1.0)、人才培养与学术交流有关的研究成果进行汇集出版,供今后参考和借鉴。

本书分为上、中、下三册。上册主要内容为《大地形变数据库》,由第二监测中心程林高级工程师主笔;中册主要内容为《大地形变数据处理软件》,由第一监测中心薄万举研究员主笔;下册主要内容为《人才培养与学术交流》,由第一监测中心章思亚主任主笔。全书由薄万举研究员负责统稿和主审工作。

张祖胜

2008年5月

# 前 言

地震预测是防震减灾的一个重要环节,也是地球科学的难题之一。而对地震的认识则主要通过对地球各种信息的观测与分析。为了捕捉地震孕育过程中的各种信息和信息的时空变化,并开展对地震预测的研究,分析地壳形变的时、空(场)的各种信息则成为其重要的组成部分。

地壳形变分析涉及到的方法比较多,既有数学方法,也有物理方法,如各种滤波分析、谱分析、统计检验分析、拟合分析、运动与位移分析、应变分析等;此外,分析范围也比较广,既有连续观测资料的分析,也有流动观测资料的分析,以及从一维到多维的“点、线、面、场”的空间分析等。在日常的地震预测分析工作中,分析人员须面对大量的观测资料,从中提取、分析其时空演化特征、识别异常信息和排除干扰等已成为必要且繁重的工作。

随着计算机技术的飞速发展,为地震预测水平的提高提供了一个必要的平台。在中国地震局监测预报司的主持与领导下,我们在前人工作的基础上,借助于 GIS 平台,研发并推出了大地形变数据处理软件系统,英文名定为“Map-Strain1.0”系统,专门用于地壳形变资料分析,也称之为《基于 GIS 的大地形变资料处理系统》(1.0),并研制了由外业采集到分析处理间的数据传输软件,希望能为地震科技的进步贡献一份微薄的力量。该系统除为地震分析预测人员服务外,也可为地学有关学科或有关专业的科技人员服务。本书以介绍地壳形变分析方法和应用方法为主,并兼顾使用和操作方法。

本项工作除得到了中国地震局监测预报司的大力支持外,也得到了中国地震局第二监测中心、湖北省地震局、中国地震应急搜救中心及有关专家黄立人、江在森、张鹤、张晓亮、张四新等的真诚合作与无私奉献,同时还得到了《基于 GIS 的地震分析预报系统》编制者所提供的有关源码文件等,使得我们的工作得以顺利完成。本册书是集体合作的结晶,软件界面设计主要由李胜乐同志负责。各软件原作者均在书中给出;水准、GPS 处理软件主要由杨国华、张希提供;重力数据处理软件主要由李辉、孙少安提供;跨断层数据处理软件由薄万举、张鹤提供;电子水准仪记簿程序由王太松、马庆尊提供;第 1、2、3、5 章由董运洪、李胜乐主笔;第 4 章由杜雪松、薄万举主笔;附录 A 由王太松主笔,附录 B 由李胜乐主笔;薄万举负责统稿和最后修改。

在本项工作中,虽然我们尽力而为,但由于学识有限,及地壳形变学科正处在蓬勃发展之中,所以不足与遗漏甚至存在不妥之处在所难免,敬请诸位专家、同仁和广大读者批评指正。

杨国华

2008年4月于天津

# 目 录

|                                          |      |
|------------------------------------------|------|
| 第 1 章 大地形变数据处理软件(MapStrain1.0)系统概述 ..... | (1)  |
| 1.1 MapStrain1.0 系统的安装 .....             | (1)  |
| 1.2 MapStrain1.0 运行 .....                | (1)  |
| 第 2 章 区域水平形变 .....                       | (6)  |
| 2.1 水平形变平滑计算 .....                       | (6)  |
| 2.2 水平运动二维多面函数逼近 .....                   | (8)  |
| 2.3 刚性与弹性欧拉参量计算 .....                    | (10) |
| 2.4 测边网平差计算(大地四边形平差) .....               | (14) |
| 2.5 二维最小二乘配置形变应变计算 .....                 | (18) |
| 2.6 板块运动 DDA .....                       | (28) |
| 第 3 章 区域垂直形变 .....                       | (33) |
| 3.1 垂直形变平滑计算 .....                       | (33) |
| 3.2 垂直运动数值逼近计算 .....                     | (35) |
| 3.3 水准网平差预处理 .....                       | (36) |
| 3.4 水准网平差计算 .....                        | (38) |
| 3.5 水准网点位速率 .....                        | (45) |
| 3.6 最小二乘配置拟合(不考虑构造) .....                | (46) |
| 3.7 最小二乘配置拟合(考虑构造) .....                 | (51) |
| 3.8 最小二乘配置拟合(考虑板块) .....                 | (55) |
| 3.9 垂直形变速率梯度场计算 .....                    | (59) |
| 3.10 垂直剪切变形与扩张变形计算 .....                 | (61) |
| 3.11 掀斜运动 .....                          | (65) |
| 3.12 二维富里叶分析 .....                       | (67) |
| 第 4 章 跨断层形变 .....                        | (71) |
| 4.1 水准、基线测值求断层活动量 .....                  | (71) |
| 4.2 两条基线求断层活动量 .....                     | (73) |
| 4.3 信息合成 .....                           | (75) |
| 4.4 畸形参数附带卓越周期拟合法 .....                  | (83) |
| 4.5 斜率差信息法 .....                         | (86) |

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| 第 5 章 流动重力 .....            | (90)  |
| 5.1 引导文件的建立 .....           | (90)  |
| 5.2 重力网平差计算 .....           | (94)  |
| 5.3 流动重力观测点位图 .....         | (101) |
| 5.4 流动重力联测网图 .....          | (103) |
| 5.5 流动重力计算 .....            | (104) |
| 第 6 章 专业工具 .....            | (107) |
| 6.1 大地线反算 .....             | (107) |
| 6.2 大地主题正算 .....            | (110) |
| 6.3 大地主题反算 .....            | (113) |
| 6.4 割圆锥等角投影正反算 .....        | (115) |
| 6.5 高斯投影正反算程序 .....         | (119) |
| 6.6 地球空间直角坐标与大地坐标转换 .....   | (123) |
| 6.7 水平速率基准转换 .....          | (127) |
| 6.8 绘需要生成边界的数据点图 .....      | (132) |
| 6.9 保存生成的边界数据 .....         | (133) |
| 6.10 拟准鉴定法块体划分 .....        | (135) |
| 附录 A 电子水准测量数据自动记簿程序介绍 ..... | (145) |
| 附录 B 安装正版 MapInfo .....     | (155) |
| 参考文献 .....                  | (162) |

# 第 1 章 大地形变数据处理软件 (MapStrain1.0)系统概述

## 1.1 MapStrain1.0 系统的安装

MapStrain 是基于 GIS(MapInfo)的大地形变资料处理系统(见本册后附录 2MapInfo 简介),因此用户必须先安装 MapInfo 系统,并且至少运行一次 MapInfo,才能安装 MapStrain 系统。

MapStrain 系统需要 MapInfo6.0(RunTime 版)或更高版本 MapInfo 的支持。

安装 MapStrain1.0 的基本软硬件要求:

- PⅢ 以上的机型;
- 64MB 以上的内存空间;
- 400MB 以上的硬盘空间;
- 800 \* 600 或更高分辨率的显示器;

安装 Windows95、Windows98、Windows Me、Windows2000 或 Windows XP;

为了使 MapStrain1.0 运行得更加顺利,请使用较高性能的计算机。

MapStrain1.0 的安装非常简单:

安装前必须把一切应用程序(包括杀毒软件)关闭,否则不能保证顺利安装。

把 MapStrain 系统盘放入光驱,在光盘里有两个文件分别为:MapData 和 MapStrain。

- 安装 Mapdata

运行 Mapdata 安装程序里的 setup.exe,按提示安装 Mapdata 程序。

- 安装 Mapstrain

先运行 Mapstrain 安装程序里的 setup.exe,按提示将 Mapstrain 安装在 Mapdata 的安装目录下。

注:请购买正版 MapInfo,否则,勿安装 Mapstrain 系统。

## 1.2 MapStrain1.0 运行

双击桌面上的 MapStrain 图标运行本程序,即出现主界面(图 1-1)。

MapStrain 系统有 9 个主选单,分别是:文件、MapInfo 功能、区域水平形变、区域垂直形变、跨断层形变、流动重力、专业工具、其他工具、地图资源,下面给予分别介绍。

(1)“文件”选单。

介绍初始工作参数设置、打开表、打开工作空间等操作,见图 1-2;

- (2)“MapInfo 功能”选单。
- 集成了 MapInfo 6 的绝大部分功能,见图 1-3;
- (3)“区域水平形变”选单。

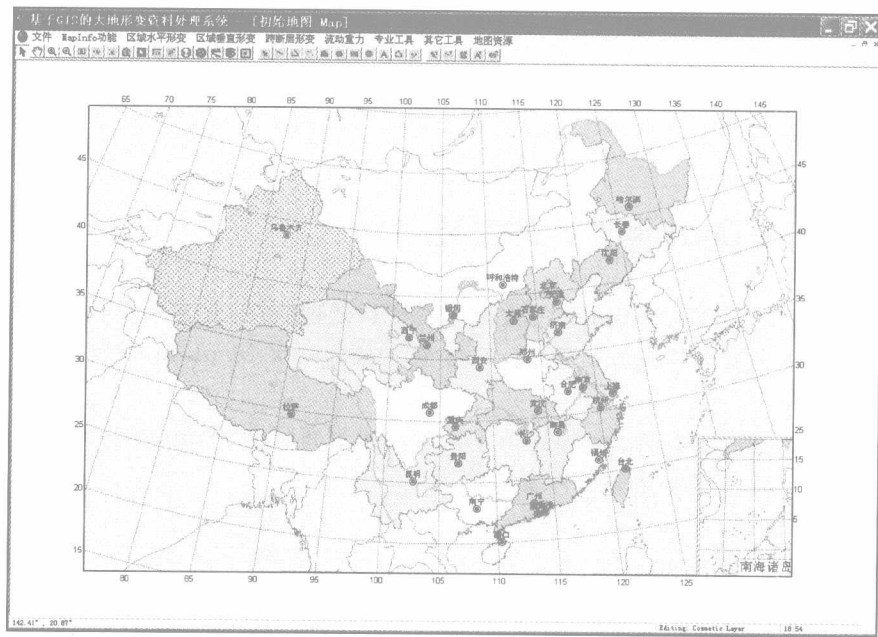


图 1-1 基于 GIS 的大地形变数据库及软件系统

|                    |        |
|--------------------|--------|
| 1.新建表              | Ctrl+N |
| 2.打开表...           | Ctrl+O |
| 3.打开工作空间           | Ctrl+A |
| 4.缺省工作空间           | Ctrl+D |
| 5.关闭表              |        |
| 6.全部关闭             |        |
| 7.保存表              |        |
| 8.另存表为...          |        |
| 9.保存检索出的地震目录...    |        |
| 10.保存工作空间(不保存表)... |        |
| 11.保存工作空间(保存表)...  |        |
| 12.保存工作空间(缺省)      |        |
| 13.保存工作空间(知识库)     |        |
| 14.图像存盘...         |        |
| 15.复原表             |        |
| 16.打印设置...         |        |
| 17.打印...           | Ctrl+P |
| 18.退出              |        |

图 1-2 “文件”选单

包括水平形变平滑、水平运动二维多面函数逼近、刚性与弹性欧拉参量、测边网平差(大地四边形平差)、形变应变的二维最小二乘配置和板块运动 DDA 等计算程序,见图 1-4;

|      |   |
|------|---|
| 1.编辑 | ▶ |
| 2.对象 | ▶ |
| 3.查询 | ▶ |
| 4.表  | ▶ |
| 5.地图 | ▶ |
| 6.窗口 | ▶ |

图 1-3 MapInfo 功能

|                    |
|--------------------|
| 1.水平形变平滑计算         |
| 2.水平运动二维多面函数逼近     |
| 3.刚性与弹性欧拉参量计算      |
| 4.测边网平差计算(大地四边形平差) |
| 5.二维最小二乘配置形变应变计算   |
| 6.板块运动DDA          |

图 1-4 区域水平形变

(4)“区域垂直形变”选单。

主要是垂直形变平滑计算、垂直运动数值逼近计算、水准网平差预处理、水准网平差计算、水准网点位速率、最小二乘配置拟合(不考虑构造)、最小二乘配置拟合(考虑构造)、最小二乘配置拟合(考虑板块)、垂直形变速率梯度场计算、垂直剪切形变与扩张形变计算、掀斜运动和二维富里叶分析等程序,见图 1-5;

|                   |
|-------------------|
| 1.垂直形变平滑计算        |
| 2.垂直运动数值逼近计算      |
| 3.水准网平差预处理        |
| 4.水准网平差计算         |
| 5.水准网点位速率         |
| 6.最小二乘配置拟合(不考虑构造) |
| 7.最小二乘配置拟合(考虑构造)  |
| 8.最小二乘配置拟合(考虑板块)  |
| 9.垂直形变速率梯度场计算     |
| 10.垂直剪切变形与扩张变形计算  |
| 11.掀斜运动           |
| 12.二维富里叶分析        |

图 1-5 区域垂直形变选单

(5)“跨断层形变”选单。

主要是水准、基线测值求断层活动量,两条基线求断层活动量,正常数据判定,四点组、标准化、最佳阈值计算,信息流合成,信息流绘图,畸形参数计算,畸形参数绘图,斜率差信息法计算,斜率差信息法绘图等分析程序,见图 1-6;

(6)“流动重力”选单。

该选单包括引导文件的建立、重力网平差计算、重力变化的计算、流动重力观测点位图、流动重力联测网图和流动重力计算结果等程序,见图 1-7;

|                     |
|---------------------|
| 1.水准、基线测值求断层活动量     |
| 2.两条基线求断层活动量        |
| ————— 信息流合成分析 ————— |
| 3.正常数据判定            |
| 4.四点组、标准化、最佳阈值计算    |
| 5.信息流合成             |
| 6.信息流绘图             |
| 7.畸形参数计算            |
| 8.畸形参数绘图            |
| 9.斜率差信息法计算          |
| 10.斜率差信息法绘图         |

图 1-6 跨断层形变选单

|                  |
|------------------|
| ————— 平差计算 ————— |
| 1.引导文件的建立        |
| 2.重力网平差计算        |
| ————— 结果分析 ————— |
| 3.重力变化的计算        |
| 4.段差的误差检验        |
| 5.系统误差检验         |
| ————— 文件管理 ————— |
| 6.流动重力观测点位图      |
| 7.流动重力联测网图       |
| 8.流动重力计算结果       |

图 1-7 流动重力选单

(7)“专业工具”选单。

包括大地线反算、大地主题正算、大地主题反算、割圆锥等角投影正反算、高斯投影正反算程序、地球空间直角坐标与大地坐标转换、水平速率基准转换、绘需要生成边界的数据点图、保存生成的边界数据、拟准鉴定法块体划分等程序。见图 1-8；

(8)“其他工具”选单。

包括电子幻灯、文件资料绘图分析、文件编辑管理、绘经纬度网、绘制边界、标注符号、地震目录格式转换、地震目录检索等

|                   |
|-------------------|
| 1.大地线反算           |
| 2.大地主题正算          |
| 3.大地主题反算          |
| 4.割圆锥等角投影正反算      |
| 5.高斯投影正反算程序       |
| 6.地球空间直角坐标与大地坐标转换 |
| 7.水平速率基准转换        |
| 8.绘需要生成边界的数据点图    |
| 9.保存生成的边界数据       |
| 10.拟准鉴定法块体划分      |

图 1-8 专业工具选单

功能模块；见图 1-9；

|                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.绘震中分布图<br>2.标注单个地震/标注已有地震                                                                        |
| 4.资料绘图、分析<br>5.资料编辑、管理                                                                             |
| 6.谱分析<br>7.周期分析<br>8.MatLab小波趋势、细节分析<br>9.MatLab小波去噪分析                                             |
| 10.空间标(绘城市符号)<br>11.绘制边界、河流<br>12.绘制断层<br>13.绘经纬网/标注经纬网<br>14.矩形区域裁剪                               |
| 15.数据网格化<br>16.绘等值线、矢量图<br>17.等值线to等值区域<br>18.设置地形图/等高线色彩<br>19.绘等值线剖面图(TAB表)<br>20.绘等值线剖面图(TAB文件) |
| ✓ 21.工具栏<br>✓ 12.状态栏                                                                               |
| 记事本<br>数据格式转换.exe                                                                                  |

图 1-9 其他工具选单

(9)“地图资源”选单。

提供一些基于 GIS 的地质地形图等，见图 1-10。

|                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------|
| 三峡地图<br>全国地图<br>地形图<br>地震灾害损失评估<br>山东省地震群测骨干点<br>江苏知识库<br>知识库<br>综合信息 |
|-----------------------------------------------------------------------|

图 1-10 地图资源选单

## 第 2 章 区域水平形变

### 2.1 水平形变平滑计算

- 功能:水平形变的平滑计算。
- 来源:杨国华十五程序《ycld》。
- 原理:  
水平形变平滑计算的公式:

$$\left\{ \begin{array}{l} \tilde{x}_i = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M x_i \\ \tilde{y}_i = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M y_i \\ \tilde{v}e_i = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M (ve_i \cdot sve_i) \\ \tilde{v}n_i = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M (vn_i \cdot svn_i) \end{array} \right. \quad (1)$$

式中:  $x_i$ 、 $y_i$ 、 $ve_i$ 、 $vn_i$ 、 $sve_i$ 、 $svn_i$  分别为 GPS 的坐标、东向速度、北向速度、东向误差和北向误差。

公式适用的条件:

$$(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2 \leq R^2 \quad R=0.5^\circ$$

- 算例:图 2-1 给出了水平形变平滑计算的示例。

算例中输入数据文件名为 yc2d.dat,其中内容及格式为:

| 经度    | 纬度 | 东向速度 | 北向速度 | 东向中误差 | 北向中误差 |
|-------|----|------|------|-------|-------|
| ..... |    |      |      |       |       |
| 经度    | 纬度 | 东向速度 | 北向速度 | 东向中误差 | 北向中误差 |

上述各字段间以空白符分隔;经、纬度单位:度小数;速度的单位:mm/a;一个点的数据排列一行,有几个点就排列几行。

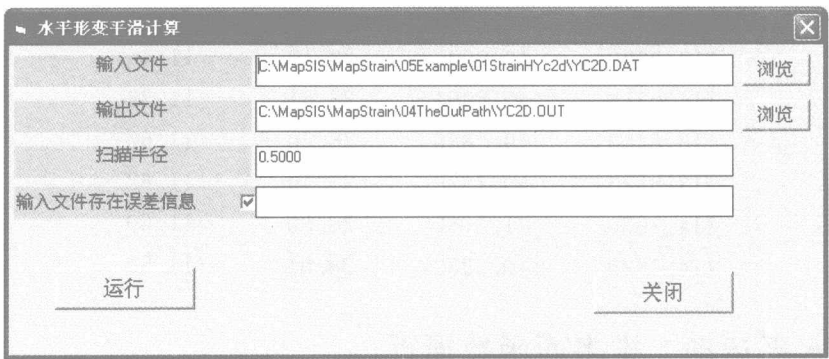


图 2-1 水平形变平滑计算示例

说明：输入文件存在误差信息时选择“√”，没有误差信息时不用选择。

本例的输入数据文件为 yc2d. dat,其中部分内容为：

|          |         |      |       |     |     |
|----------|---------|------|-------|-----|-----|
| 112.6142 | 41.2710 | 28.6 | -10.8 | 2.6 | 2.2 |
| 112.5635 | 40.8917 | 28.4 | -11.3 | 2.3 | 2.0 |
| 112.4802 | 40.5295 | 28.8 | -10.1 | 2.7 | 2.3 |
| 112.3540 | 40.1706 | 29.7 | -11.3 | 3.5 | 2.5 |
| 113.1322 | 41.0191 | 28.4 | -10.7 | 2.4 | 1.7 |
| 113.2126 | 40.7872 | 28.0 | -10.9 | 2.0 | 1.9 |
| 113.1960 | 40.4469 | 29.4 | -10.7 | 3.4 | 2.7 |
| 112.7271 | 40.0161 | 30.4 | -10.4 | 4.3 | 3.6 |
| 113.2405 | 40.1428 | 29.1 | -12.1 | 3.0 | 2.7 |
| 113.9889 | 41.1046 | 28.3 | -11.3 | 2.4 | 2.1 |

输出数据文件名为 yc2d. out,其内容和格式为：

经度  纬度  东向速度  北向速度

.....

经度  纬度  东向速度  北向速度

上面各字段间以空白符分隔；经、纬度单位：度小数；速度的单位：mm/a；每个点的数据排列一行，有几个点就排列几行。

本例的输出文件名为 yc2d. out,其中部分具体内容为：

|          |         |       |        |
|----------|---------|-------|--------|
| 112.5680 | 40.9908 | 28.58 | -10.79 |
| 112.4659 | 40.5306 | 28.79 | -10.92 |
| 112.5204 | 40.2387 | 29.39 | -10.60 |
| 113.1724 | 40.9032 | 28.16 | -10.79 |
| 113.1803 | 40.7511 | 28.37 | -10.77 |
| 113.2164 | 40.4590 | 28.54 | -11.15 |