

## 数字化区调系统(RGMAP)存在的问题及误差分析

赵培松, 刘登忠, 刘海军, 崔志强

(成都理工大学 地球科学学院, 四川 成都 610059)

**摘 要:** 数字化区调中, 在 PRB 资料入库前的几个阶段, 容易产生一些误差, 这些误差累积起来会产生较大的误差, 影响野外数据采集的质量和精度. 从数字化区调过程中的几个阶段分析了误差产生的原因, 重点介绍了因多路径效应造成 GPS 的点漂移, 形成 GPS 点与实际位置间的误差. 采用软件修正的方法能减小因 GPS 点漂移产生的误差, 从而提高野外数据采集的质量和精度.

**关键词:** 数字区调系统; 误差; 点漂移; GPS

数字化区调系统 (RGMAP) 从野外地质调查数据采集、数据处理与室内综合研究入手, 实现了从数据采集、整理及图件编制的全过程信息化. 空间数据是 RGMAP 系统最基本和最重要的组成部分, 数据质量的优劣直接影响着系统应用分析结果的可靠程度和系统应用目标的真正实现. RGMAP 数据质量的好坏不是一个绝对的概念, 目前比较公认的定义是指数据对特定用途的分析和操作的适用程度. 数据质量问题在很大程度上可以看作数据误差问题. 由于生产 RGMAP 产品的“原料”——数据本身包含着不可避免的误差, 描述数据的地质模型也只能是客观实体的一种近似, 并且 RGMAP 产品的“生产”过程——各种空间操作和处理中也会引入新的误差和不确定性. 这种误差和不确定性常使得由 RGMAP 生成的各种地质图件与其内在质量不相符合. RGMAP 数据误差处理和分析是针对上述背景而提出的, 其研究的主要对象是 RGMAP 数据中的固有误差和操作处理中产生的误差; 其研究内容为这些误差的性质、度量和传播; 其最终目的是最大限度地减小误差, 生产高精度的地质图件<sup>[1]</sup>.

前人有关数字化区调的文章多为数字化区调系统应用介绍, 多结合项目实例论述数字区调的过程, 有的介绍了数据的检查内容及检查方式<sup>[2-4]</sup>, 但对检查出的问题及处理方式未加叙述. 作者从实践的角度出发, 分析了数字区调几个阶段误差产生的原因, 重点介绍了因多路径效应造成 GPS 定点误差产生的原因.

### 1 数字化区调系统误差分析

RGMAP 空间数据误差通常认为是数据与真值的偏离 (概念与数量). 由于数据来源众多, 因而产生误差的原因也很多, 可以综述为以下 2 个方面: 自然界的固有属性误差——变化和模糊是自然界的两个固有属性, 它们影响着信息的准确表达; 测量的固有属性——利用测量仪器设备进行的任何测量都不可避免地引入误差, 这种误差主要受观测条件即仪器、观测者和外界环境等三方面因素的影响<sup>[1]</sup>.

#### 1.1 数字区调工作流程

在工作项目开展之前, 要收集前人在该区的资料与成果, 并对成果加以筛选. 然后对收集到的资料进行 GIS 预处理, 这一阶段的主要工作是生产数字化地形图 (即地形图矢量化)、遥感地质解译、前人专题图分析等, 同时还要准备数字化区调所需的硬件设备 (GPS、掌上机、笔记本电脑、数码相机). 在经过野外踏勘之后, 开展实测地层剖面与野外路线调查, 同时进行室内资料整理. 在对野外采集的数据整理后, 进行 PRB 资料入库, 进而生成各种成果图与相应的报告. 整个过程如图 1 所示.

#### 1.2 数字化地形图生产过程

利用 RGMAP 系统, 需将地形图作为背景资料输入到掌上机中, 同时也供野外地质人员浏览工作区地形特征或利用数字地形图进行数字高程分析, 提取地貌地形特征并与遥感影像进行整合叠加分析来获取隐藏信息. 若该地区已有数字地形图, 可直接利用, 如没有则要根据纸质地图进行数字化. 方法大致有两种, 其一是根据遥感影像直接获取数字高程再绘制地形等高线, 其二是通过数字化传统的纸质地形图来获

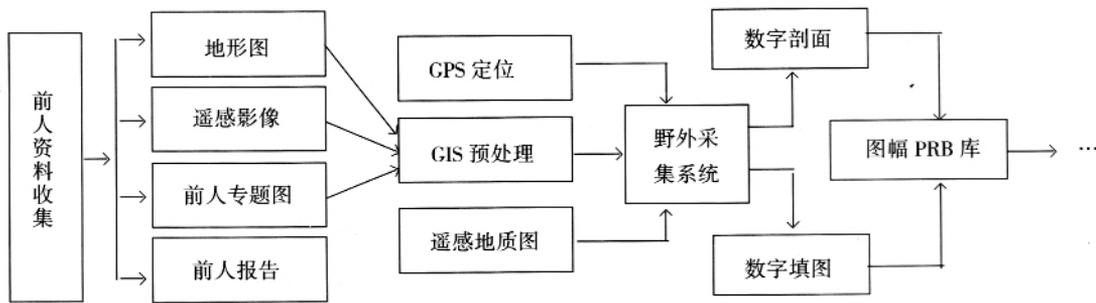


图 1 数字化区调流程图(部分)

Fig. 1 Flow chart of digital regional geological survey

取。前一种方式精度虽然高,但专业性太强,需要专业人员才能完成。第二种方式操作相对简单,可以通过扫描后利用相关的矢量化软件或直接用数字化仪进行跟踪输入。地质数据大都与空间位置有关,而这些空间数据是通过特定的坐标系来定位的,空间数据的定位不准确直接影响地质底图的精度<sup>[2]</sup>。

在生成地形图过程中,误差分为两类,一类是系统误差,误差是由于软件系统造成的,误差一般很小,可以忽略不计;还有一类是人为误差,这种误差是因为操作人员的视觉错位或操作失误造成的,误差可大可小,在某种程度上也会造成数据精度的下降。譬如,在地形图矢量化的过程中,由于人为操作过程中造成等高线偏移。如果地形图矢量化时校正误差过大,在野外数据采集时会发生所有的 GPS 点普遍往一个方向“漂移”的现象。

### 1.3 利用 GPS 野外数据采集阶段

数据采集与输入是在硬件支持下,通过野外采集系统提供的数据采集模型来实现野外数字化数据采集的。这个模型定义了区调数据的概念分层模式和各层的数据结构,用户通过系统提供统一的数据记录格式来记录野外观察数据<sup>[2]</sup>。这一阶段产生的误差和掌上机野外数据采集系统、手持 GPS 等有关。在前几个阶段中产生的误差会累积、传递到这一阶段中,主要表现在掌上机数据采集系统使用的背景图层中。

GPS 作为数字化区调野外数据采集系统中的重要组成部分,在整个系统中起很大的作用。它可以提供地质现象位置信息,同时作为一个单独的图层,也是 PRB 过程的重要依据。GPS 定位精度直接影响到野外数据采集的质量。数字化区调系统数据质量规范要求,在 GPS 图层中,GPS 点的位置与地理底图中地质点(P)的实际位置误差小于 1 mm<sup>①</sup>。中国地质调查

局对野外填图系统中使用的 GPS 定位精度没有具体要求,不同型号和厂家的 GPS 定位精度也不一样,产生的误差大小也不同。

影响 GPS 定位精度的因素一般分为与卫星有关、与传播途径有关、与数据处理有关 3 类<sup>[5]</sup>。野外数据采集系统一般采用的是具有蓝牙功能的手持 GPS,芯片集成了数据接收、处理和传输的功能。本文主要针对传播途径中影响 GPS 精度的环境因素进行分析。由于接收机周围环境的影响,使得接收机所接收到的卫星信号中还包含有各种反射和折射信号的影响,这就是所谓的多路径效应。多路径误差是指 GPS 信号射至其他的物体上又反射到 GPS 接收天线上,对 GPS 信号直接射至 GPS 接收天线上的直接波的干扰。天线附近的地形地物,例如道路、树木、建筑物、池塘、水沟、沙滩、山谷、山坡等都能构成镜反射。因此,选择 GPS 点位在这些地形地物时,GPS 定位精度会受一定的影响。另外,GPS 定位时间过短也能造成 GPS 定点的不精确。在野外进行数据采集时,有时在同一个地方两次或多次进行 GPS 定位,但出现的 GPS 位置却在不同的地点。特别是在陡坎、深谷等地形比较复杂的地方,GPS 点“漂移”的距离会更远。如果在 GPS 信号还不稳定的情况下就匆忙地进行 GPS 点采集,然后进行 PRB 过程操作,可能会造成地质信息位置的不精确。

在野外进行数据采集的过程中,有时会碰到一些 GPS 点位置与实际位置不符的情况,例如实际位置在河边的小路上,但 GPS 采点位于河中;有时实际位置在山谷里,但采集到的 GPS 点却在半山腰,这种情况作者称之为“点漂移”现象(如图 2)。作者在四川雅安地区进行 1:5 万野外路线实地调查试验,随机选取了 10 个点在桌面系统中进行误差分析。GPS 点的坐

①于庆文,李超龄,等.中国地质调查局数字填图技术应用培训教材.2004.

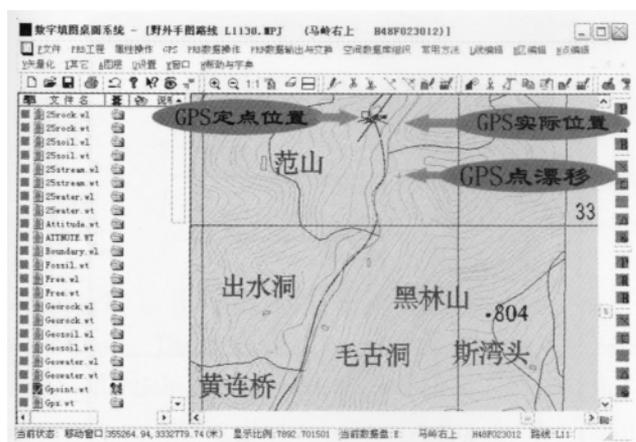


图2 GPS 点位与实际位置误差

Fig. 2 Error between point by GPS and actual point

标通过读取 P 的属性值获得, 实际位置坐标在填图桌面系统中读取, 分析的结果如表 1 所示。

由表 1 可以看出, 误差的平均值为 62.56 m。X 方向最大误差为 110.88 m, 最小值为 0.74 m。Y 方向误差最大值为 75.88 m, 最小值为 0.14 m。其中 3、8 两点误差偏离较大, 经过检查, 系矢量化过程中小路绘制不准确所致, 其余点误差皆是由环境因素影响造成的。排除这两点之后, 误差的平均值为 50.21 m, 在 1:5 万地质填图的要求范围内。单对误差的个体而言, 有些还是大于 50 m 的, 若不采取某种措施减小误差, 会影响实际材料图及地质图的精度。

从上面可以看出, 影响 GPS 卫星信号的因素是多方面的, 这些因素同样也影响野外数据采集系统中 GPS 点在掌上机的定位精度。野外地质填图是在地质现象变化的地点进行标记, 这些地方有的是河边、湖边, 有的是陡壁下的公路边; 有的是山谷中的树林等。以上环境因素的影响是不可能完全避免的, 我们所能做的是某种程度地修正 GPS 的定点位置, 使其和实际位置重合或接近, 达到减小误差的目的。

#### 1.4 室内资料整理阶段

对野外采集系统采集的路线或剖面数据, 经过系统的文件转换直接将数据转换成相应 GIS 系统支持的数据格式并转入图幅数据库, 进入室内数据的整理和编辑阶段。这一阶段的重要工作之一即是数据编辑与修改<sup>[4]</sup>。RGMAP 支持对空间及属性数据进行编辑修改, 如可以从区域上考虑地层的总体出露特征来修改局部界线的走向, 使图面更加合理; 也支持对地质点、地质界线等属性信息的编辑与修改, 如对编号的完整性检查、描述文本信息的修改等<sup>[2]</sup>。

在室内资料整理的过程中, 个别地方移动地质点

(P), 移动线(B)和连接线(R), 移动这些地质属性要素使它们更加合理。在这个过程中也会产生一些误差, 其原因可能是图层的误操作造成点移动等。

#### 2 误差处理

上述几方面的误差, 有的形成正误差(大于实际值), 有的形成负误差(小于实际值), 在野外数据采集过程中会相互抵消一部分, 但这种抵消只是局部的、个别的, 对数据的误差整体没有较大的影响。对系统误差, 我们能做到的是保持数据采集处理软件和 GPS 良好的工作状态, 发现问题及时维护、维修, 用正确合理的方法操作野外数据采集系统, 从而最大程度地减小系统误差。

针对生成数字化地形图过程中产生的误差, 采取多级检验加野外检验然后室内修改的方法减小校正误差。在室内采取自检和互检的方式保障数字化地形图质量最优, 在野外踏勘时携带掌上机和 GPS 进行实地定点检验, 定点时点位一般选取在地形较易识别处(像路的交叉口、河流交汇处等)。若发现 GPS 点与实际位置相差较大, 则要找出原因, 如果是地形图校正误差过大则需室内重新校正, 如果是 GPS 问题则需维修或更换 GPS。

针对 GPS 定位时间过短造成的“点漂移”, 可适当增加 GPS 定位的时间, 一般情况下 GPS 信息显示的时间大于 10 秒之后进行定位, 可减少“点漂移”现象的发生。在地形较复杂的情况下, 也可以采取同一地点多次 GPS 定点的方式, 取位置最近两个 GPS 点中的一个作为地质信息的所在位置。

针对 GPS 的“点漂移”现象, 作者提出了软件修

表 1 GPS 定点误差  
Table 1 Error of positioning by GPS

序号	GPS 点误差 /m		距离差 /m
	(x-X)	(y-Y)	
1	-0.74	0.14	0.75
2	-64.10	-32.54	71.89
3	-110.88	1.03	10.89
4	-22.46	-31.54	38.72
5	-17.61	-33.36	37.722
6	-37.58	-2.19	37.642
7	59.43	-10.97	60.432
8	103.18	-45.93	112.94
9	-33.26	-75.88	82.85
10	50.70	-50.71	71.71
平均值			62.56

正的方法. 该方法的核心是对软件稍加修改, 通过设置误差修正对话框的方式, 接受 GPS 点位置的坐标与实际位置坐标的差值, 通过软件自动计算后将 GPS 点移到实际位置. 但这种接受的坐标误差值是在一定的控制范围内 (譬如小于 50 m), 超过此范围将不予接受. 误差校正分为两种类型: 图幅 GPS 点误差校正和个别 GPS 点误差校正. 图幅 GPS 点误差校正针对一幅图中大多数的 GPS 点朝向一个方向 “漂移” 的现象, 修正时在图幅内均匀分布选取若干 GPS 点, 求出坐标误差的平均值作为修正值输入对话框; 而个别校正针对个别因为环境影响而造成的 GPS 点 “漂移” 现象, 修正时采取直接将 GPS 点移动到实际位置, 但这种移动控制在一定范围内. 通过这种校正能使 GPS 点的位置与实际位置更加接近或吻合, 可以进一步减小误差, 提高数字化填图的数据精度.

由于野外数据采集时间紧任务重, 工作环境复杂, 在掌上机处理起来费时且不方便, 故作者建议把处理 “点漂移” 的过程放到室内的桌面填图系统中来处理. 室内桌面填图系统处理 “点漂移” 的过程可以大致分为以下几个阶段: 确定 “点漂移” 的类型, 若是单个的 GPS 点与实际位置不符, 可以采取直接移动点的方式处理, 然后分图层移动 PRB 过程的地质信息; 若是 GPS 点整体 “漂移” 向某一个方向, 则进行较为复杂的处理. 随机选取若干 (至少大于 3 个) GPS 点, 计算 GPS 点和实际位置的平均值. (3) 把取得的平均值输入对话框中, 进行 GPS 点的集体移动 (如图 3), 然后分图层移动 PRB 过程中地质信息的位置.

在室内资料整理阶段, 追求合理性的同时, 对 PRB 过程的各要素不应过多或范围过大地改动, 以免产生新的误差.

### 3 问题与结论

数字化区调系统从 2002 年投入使用, 虽然只有短短的几年, 却取得了巨大的成就, 具有广阔的前景, 是数字化区调的发展趋势. 同时, 处于发展中的数字化区调系统, 还有些不完善的地方, 譬如野外工作环

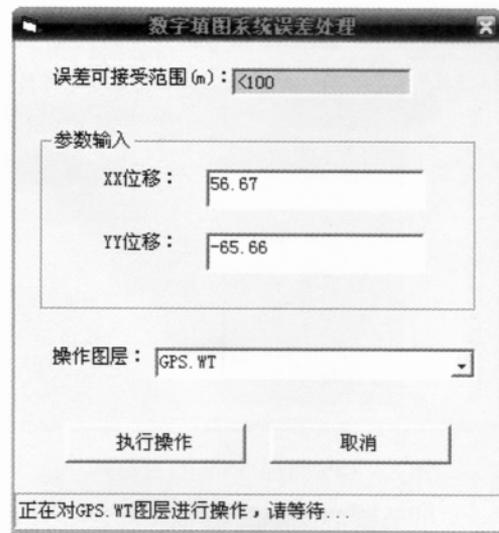


图 3 误差处理界面

Fig. 3 Interface of error processing

境复杂, 要求系统有一定容错性, 以及地质信息空间可视化的有效表达等. 系统中这些不完善的地方也会产生系统误差, 一定程度上影响着地质信息空间表示的精确程度.

在数字化区调生产过程中的几个阶段容易产生误差, 误差的累积会造成地质数据精度下降, 也会影响最后的成果. 作者分析了 PRB 数据入库前的几个阶段误差产生的原因, 并提出了软件修正的方法. 通过在实际工作中的检验, 作者认为这种方法是有效的、可行的, 能一定程度地减小误差, 提高野外数据采集质量和精度, 从而生产高精度的地质图件.

### 参考文献:

- [1]杨永升, 夏汉录. 论 GIS 数据质量研究中的若干问题[J]. 中国科技信息, 2005, (11): 35.
- [2]方成名, 葛梦春. RGMAP 数字区域地质调查方法及应用[J]. 东华理工学院学报, 2004, 27(3): 251—254.
- [3]方成名, 葛梦春, 李超龄, 等. RGMAP 系统数据管理与质量监控[J]. 新疆地质 2003, 21(增刊): 52—55.
- [4]方成名, 葛梦春, 李超龄, 等. 数字填图理论基础[J]. 新疆地质 2003, 21(增刊): 7—11.
- [5]李天文. GPS 原理及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2003. 151—152.

## ERROR ANALYSIS AND PROBLEMS TO BE SOLVED IN RGMAP- BASED DIGITAL REGIONAL GEOLOGICAL SURVEY

ZHAO Pei-song, LIU Deng-zhong, LIU Hai-jun, CUI Zhi-qiang  
( College of Geosciences, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: In the process of digital regional geological survey, errors occur commonly during the steps before the PRB data input. The accumulation of these errors will cause a greater error, which may affect the quality and accuracy of data collection in the field. This article analyzes the causes of the errors in each step of digital regional geological survey, particularly the error resulted from the point drifting of global positioning system ( GPS) because of the environmental factors. The method of software amending is adopted to diminish the error caused by GPS drifting, and then to improve the quality and accuracy of data collection in the field.

Key words: digital regional geological survey; error; point drifting; global positioning system

作者简介: 赵培松 (1979—), 男, 山东曹县人, 成都理工大学硕士研究生, 从事遥感资源勘查研究, 通信地址 成都理工大学研究生公寓 4 单元 5-3, 邮政编码 610059, E-mail/zps107@126.com

( 上接第 228 页)

## ERDAS-BASED DE-INTERFERED ANOMALOUS PRINCIPAL COMPONENT THRESHOLDING TECHNIQUE: Application in the mineral survey in Chabaqi, Inner Mongolia

YANG Li-jun, FENG Yu-lin  
( Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, Shenyang 110033, China)

Abstract: De-interfered anomalous principal component thresholding is a unique technique created in the extraction for RS anomalies of mineralized alteration and application study. It makes large-scaled projects of extracting mineral anomalies possible. The technique, which consists of three main parts: pre-processing, information extraction and post-processing, has been in successful operation for the systems of PCI and ENVI. After repeated testing, the authors have achieved the technology in the Erdas system. This method is applied in 1:50000 mineral resources survey in Chabaqi, Inner Mongolia. The result has proved the feasibility of the method.

Key words: de-interfered anomalous principal component thresholding technique; mineralized alteration RS anomalies; Erdas; Inner Mongolia

作者简介: 杨利军(1982—), 男, 2005年毕业于吉林大学遥感与地理信息系统专业, 主要从事环境遥感与资源调查工作, 通信地址 沈阳市北陵大街 25 号 沈阳地质矿产研究所, 邮政编码 110033.

( 上接第 166 页)

作者简介: 王喜宽(1969—), 男, 内蒙古呼和浩特人, 高级工程师, 硕士, 1991年毕业于中国地质大学(武汉)地球化学系, 现为在中国地质大学(北京)在读博士, 长期从事地球化学勘查工作, 通信地址 内蒙古呼和浩特市金桥开发区世纪五路 内蒙古自治区地质调查院, 邮政编码 010020.