

数字地质填图系统的几点改进意见及实用技巧

郭福生^{1,2} 吴志春^{1,2} 谢财富¹ 刘林清^{1,2} 姜勇彪¹ 时 国¹ 周万鹏^{1,2}

(1. 东华理工大学地球科学学院, 江西 抚州 344000; 2. 江西省数字国土重点实验室, 江西 抚州 344000)

摘要: 本文简要介绍了数字地质填图系统的功能及其优点, 该系统功能齐全, 实用性强。在实际应用过程中, 笔者也发现了该系统存在的一些不足: 在实测地层剖面过程中, 由于方位角、坡度角和坡长的测量存在误差, 随着剖面的增长, 误差逐渐积累, 最终导致剖面终点有时偏离实际终点比较远; 在有放射性矿产远景区测量剖面时, 需要进行能谱测量, 而在数字剖面系统中无法将能谱数据直接融入系统中; 在数字剖面系统中, 地层厚度计算未考虑特殊剖面的岩层厚度计算问题, 例如剖面由于地形、建筑物等影响, 出现部分回测现象时, 在数字剖面系统中回测部分地层厚度会重复累加; 在数字地质罗盘中测量的产状需在平板机中进行数据转换, 不能直接显示所测的产状, 这样就大大限制了数字地质罗盘的推广使用。文中对上述问题的解决办法进行了详细阐述, 并结合野外和室内工作体会, 对数字地质填图系统的应用给出了一些简单实用的小技巧。

关键词: 数字地质调查系统; 数字地质填图系统; 数字剖面系统; 数字地质填图

中图分类号: P623.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2012)01-0252-08

自从 1999 年国土资源部、中国地质调查局实施“计算机辅助区域地质调查系统”等项目研究与应用以来, 数字地质填图技术一直受到区域地质调查学界的高度关注^[1-7]。2010 年, 李超岭等把原数字填图野外数据采集系统、数字剖面系统、固体矿产野外数据采集系统、矿产资源调查数据处理与综合分析系统、资源储量估算系统和矿体三维显示系统等 6 大系统集成成为一体化的数字地质调查系统软件^⑧。数字地质调查系统不是一个简单开发的应用程序, 而是一个数字地质调查的综合平台, 是新技术在地质调查中的应用; 它不是简单地模拟传统工作方式, 而是对以往地质工作模式的变革^⑨。它的出现在中国区域地质调查中具有划时代的意义, 标志着中国区域地质调查进入数字化时代。

数字地质填图系统是数字地质调查系统中四大子系统之一。它是基于 GIS、GPS、RS 技术为平台的区域地质调查野外数据的数字化采集及数字化成果

一体化的软件系统, 以 GIS 贯穿于区域地质调查的始末, 实现了多源地学数据的整合与再现^[10]。该系统主要功能有: 整合显示地理、地质、遥感等多源地学数据; GPS 导航与定位; 电子罗盘测量; 路线地质调查地质点、地质界线、点间分段路线地质(不定长的)数据描述; 产状、素描、化石、照片、样品、地球化学数据、重砂、矿点检查等数据采集; 路线信手剖面自动生成; 实测地质剖面导线、分层、地质描述、素描、照片、采样、化石等野外数据采集等。

数字地质填图系统的推广应用, 对已经习惯了的传统工作模式是一种挑战, 因而从它一问世至今, 备受关注和评议。笔者在开展江西 1:5 万陀上、鹿冈、乐安县幅区调过程中, 严格按照数字地质填图系统要求操作, 深深体会到该系统功能非常强大, 实用性强。但在实际应用过程中, 也发现了系统存在一些不足, 本文就系统改进和应用技巧提出了一些粗浅的看法, 以供程序设计和应用人员参考。

收稿日期: 2011-07-05; 改回日期: 2011-08-20

基金项目: 中国地质调查局工作项目(1212011120836)资助。

作者简介: 郭福生, 男, 1962 年生, 博士, 教授, 主要从事区域地质调查与沉积学研究工作; E-mail: fsguo@263.net。

1 数字地质填图系统功能强大实用

1.1 数据采集精准化、自动化及智能化

数字填图过程中,数据的采集全过程实现了数字化。数字地质罗盘与平板机运用蓝牙相链接,实现了 GPS 点采集的精准化、自动化。数字地质罗盘测量产状时,一次性可以获得走向、倾向和倾角。绘制分段路线时,系统能够自动计算该分段路线的长度和方位角。系统提供了“字典库”的编辑功能,工作人员可以根据具体情况编辑“字典库”。在采集地质要素时,正确使用“字典库”能够使地质要素记录格式标准化。

数字地质罗盘的使用,不仅降低了地质工作者的野外劳动强度,提高了野外数据测量的速度与精度,而且使地质调查工作从源头上实现了数字化及自动化。数字地质罗盘在测量产状时,可以同时获得倾向、倾角和坐标,在测量剖面时,可以同时获得方位角和坡角。数字地质罗盘与平板机运用蓝牙相链接,系统提供了自动采点方式(时间间隔自动采点方式和距离间隔自动采点方式)和手工采点方式。自动采点方式可以等时间或等距离告知工作者所处地理位置,一系列等时间或等距离采集的 GPS 点绘制出工作者前行的路线轨迹,这可以为点间路线绘制精确定位。手工采点方式可以随时告知工作者所处地理位置,并为地质点、采样、素描、照片等提供精确定位。

在平板机中绘制分段路线时,将自动计算该分段路线的长度和方位。在分段路线描述对话框中,点击“段首”按钮,在描述框中将自动添加该段路线属于第几段路线、前面各分段路线总长度、该段路线长度和该段路线方位角。地质点和产状能够进行自动“动态标注”。在平板机操作系统中还提供了“复制”功能,能够复制前面地质要素的描述。

1.2 剖面自动绘制及数据有效管理

数字剖面系统提供了 6 种剖面厚度计算方法:真厚度计算、真厚度计算(自选产状)、按产状分段分层计算、按室内分层编号厚度累计、高精度剖面计算、高精度剖面计算(按室内分层)。自选产状剖面厚度计算,允许根据不同层的具体情况选择合理的产状参与计算;按产状分段分层计算剖面厚度,较好地解决了向斜、背斜厚度的计算;高精度剖面厚度计算,真厚度就是导线的长度。运用上述 6 种剖面厚度计算方法,能够较快计算出每一分层厚度。计算完分

层厚度后,可以自动生成剖面图。能够自动生成地质点、素描图、照片、样品和产状标注,并放置在剖面对应位置的正上方。

在数字剖面系统中绘制剖面与传统的在厘米纸上绘制剖面相比,不仅工作效率有了很大的提高,而且在剖面库中能够较容易地修改剖面。在剖面数据库,不仅记录了剖面测量过程中的原始导线、分层、分层描述、素描、照片、地质点等原始数据,而且记录了群、组、段的分层界线、分层批注、分层厚度和剖面小结等后期过程数据。数字剖面系统为剖面原始数据、过程数据及剖面成果图提供了一个有机整合的平台,这个平台使得剖面数据处理更简单,修改更容易,存储更完整,查询更方便,管理更有效和共享性更好。

1.3 跨平台数据转换

数字填图系统包括野外数据采集系统和桌面系统,分别安装在平板机和计算机上。桌面系统中提供了“野外手图转到 CF 卡”和“CF 卡转入野外手图”两大功能,实现了平板机与计算机桌面系统之间的数据相互转换,但对于剖面数据只能从平板机中转到数字剖面桌面系统。

在数字填图桌面系统中可以将实测剖面线投影到图幅 PRB 库中,可清楚地反映出该条剖面测量所经过的路线、采样及分层位置等剖面信息。在 PRB 库中可以直接浏览到该实测剖面的剖面图和柱状图,而不需要进行系统平台的切换。数字填图系统不仅很好地解决了剖面路线与地质图上剖面线完全一致问题,而且不需要切换软件平台就能查询到整个图幅内的剖面图和柱状图,因此提高了图件的准确性,增加了图件的信息量,实现了跨平台数据调用,免除了大量的重复工作。

系统还提供了路线信手剖面自动生成、产状自动旋转、地质体(地质点、矿点、钻孔及产状等)自动标注、样品自动统计及 PRB 数据质量快速检查等功能。

2 系统的不足之处及其解决方案

2.1 平面总导线误差问题

在实测剖面过程中,方位角、坡角和坡长的测量存在误差,随着剖面的增长,累积的误差就越大,最后剖面线终点与实际终点偏离较大。在植被发育、地形起伏较大、通视条件差的地方,剖面足够长时,剖面线终点与实际终点相差可达数十米。最终,将实测

剖面线投影到图幅 PRB 库中,未校正的实测剖面线偏离实际测量路线,在剖面线上群、组、段划分位置与实际地理位置不一致,所计算的地层厚度也有误差。

笔者认为,实测剖面需要进行校正。校正方法是,在实测剖面中添加一定数量的控制点,控制点可以是剖面起点、终点、地形突变点和重要地质界线点等。通过这些控制点校正相邻两个控制点之间的各导线的方位角、坡角和坡距。因为这些误差都是随机误差,所以可以通过平均误差法把误差分配到每一根导线。这样可以减少误差,并把剩余误差控制在两控制点之间,而不会将误差传递、累积给后面的导线,使得剖面更加精准。

2.2 能谱测量数据无法融入系统

在有放射性矿产远景区进行区调时,实测剖面测量过程中需要等间距进行放射性测量,一般每隔 20 m 测量一次。野外放射性测量一般有两种:能谱测量和伽马测量。能谱测量涉及到 4 个值,即铀(U)、钍(Th)、钾(K)的含量及伽马射线总量(Tc)。需要将上述 4 种数据转换成点数据并投影到实测剖面上,再将每一类数据点逐个依次连接,形成 4 条能谱曲线。这 4 条能谱曲线应与实测剖面相对应。在计算机桌面系统中没有这一绘图功能。面对如此大的数据量,操作既繁琐又容易出错,需要一种简单、快速的方法。

经过反复摸索后,笔者总结出一个相对比较简易实用的方法。在测量每个能谱值时,记录好该测量点的地理位置(X,Y)。地理位置需采用高精度 GPS 测量,使得误差尽可能的小。能谱数据处理操作步骤如下:

(1)将 excel 表的能谱数据另存为文本文件数据。在 Mapgis 6.7 软件的投影变换系统中,运用“用户文件投影转换”功能,将文本文件数据投影转换成

Mapgis 6.7 软件中的点数据,生成一个点文件(.WT)。

(2)用直线将起点与终点相连,该直线的方位与剖面总方位相同。运用 Mapgis 6.7 软件中的“整图变换”功能,将直线和所有点都旋转至直线水平状态(图 1)。最左侧的点为起始点,最右侧的点为终点。

(3)将所有的点投影到起始点与终点相连的直线上。在 mapgis 6.7 软件中,点编辑中的“对齐坐标”功能,运用“水平方向对齐”功能,可以较容易地实现所有点投影到该条水平线上。

(4)将所有点属性导出成 excel 表格数据。以起始点为原点,计算每个点到原点的距离,部分数据见表 1。

(5)以每个点到原点(剖面的起始点)的距离为 x 值,以 U、Th、K 及 Tc 值为 y 值,U、Th、K 和 Tc 值对应的 y 值表示为 y_U 、 y_{Th} 、 y_K 和 y_{Tc} 。分别以 (x, y_U) 、 (x, y_{Th}) 、 (x, y_K) 和 (x, y_{Tc}) 组成的 4 种点数据重新投影成点文件,操作方法同(1),对应生成 U、Th、K 和 Tc 4 个点文件。

(6)将 U 点文件中各点用线依次连接,连接后的折线就是铀能谱曲线(图 2)。Th、K 和 Tc 能谱曲线制作方法相同。再将能谱曲线放置在实测剖面图正上方。

2.3 数字地质罗盘功能的局限性

数字地质罗盘同时可以获取俯仰角、横滚角、方位角、经度、纬度、时间、海拔和温度等 8 个参数,在测量产状时屏幕上显示的并不是真正的产状要素。在使用数字地质罗盘时,应先运用蓝牙将它与平板机相连接,所测产状要在平板机中进行数据换算,即将俯仰角、横滚角和方位角换算成产状(方位角、倾向及倾角)或方位角和坡角,转换后的数据在平板机中显示。一旦数字地质罗盘脱离平板机,将丧失其地质罗盘的功能,且数字地质罗盘只提供了经纬度坐

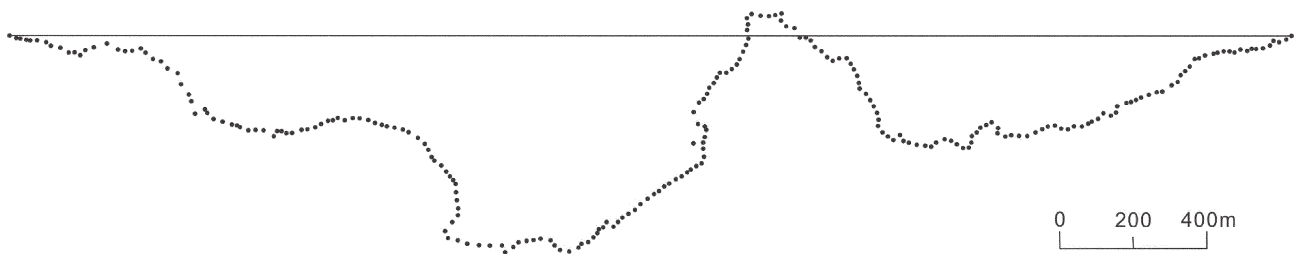


图 1 旋转后的测量点轨迹

Fig.1 Measuring points trajectory after rotation

表 1 能谱数据处理
Table 1 Energy spectrum data processing

NO	X	Y	U/10 ⁻⁸	Th/10 ⁻⁸	K/10 ⁻²	Tc/10 ⁻²	两点之间的距离/m	每个点到原点的距离/m
1	399649	3062130	407.458	2797.674	590.071	453.263	0.00	0.00
2	399639	3062106	386.609	1469.388	282.997	294.601	26.00	26.00
3	399637	3062095	219.365	2368.238	343.026	330.801	11.18	37.18
4	399633	3062072	180.89	1854.692	288.853	309.235	23.35	60.53
5	399631	3062061	381.648	2286.514	321.415	330.416	11.18	71.71
6	399631	3062036	503.423	1897.068	309.846	329.26	25.00	96.71
7	399622	3062006	420.206	1494.124	245.19	291.521	31.32	128.03
8	399609	3061991	617.999	1720.968	262.849	309.62	19.85	147.88
9	399603	3061958	615.339	1946.697	389.942	362.764	33.54	181.42
10	399586	3061930	413.689	2171.722	350.81	347.745	32.76	214.17
11	399584	3061912	234.893	2186.095	274.581	314.242	18.11	232.28
12	399575	3061891	341.965	1893.808	235.486	287.67	22.85	255.13
13	399591	3061875	347.566	1560.691	214.754	276.117	22.63	277.76
14	399600	3061843	341.67	1965.837	260.377	303.844	33.24	311.00
15	399611	3061800	516.588	1646.283	280.613	316.552	44.38	355.39
16	399590	3061763	483.762	1673.951	235.724	296.142	42.54	397.93
17	399584	3061738	315.034	1812.591	243.345	294.216	25.71	423.64
18	399583	3061715	609.597	1465.379	292.468	318.863	23.02	446.66
19	399591	3061685	759.26	1359.946	228.827	306.154	31.05	477.71
20	399576	3061669	808.592	1715.293	205.428	316.167	21.93	499.64
21	399554	3061646	646.83	1828.365	214.05	308.85	31.83	531.47
22	399545	3061618	700.461	1634.875	189.308	306.154	29.41	560.88
23	399521	3061596	668.957	1496.144	204.022	302.303	32.56	593.44

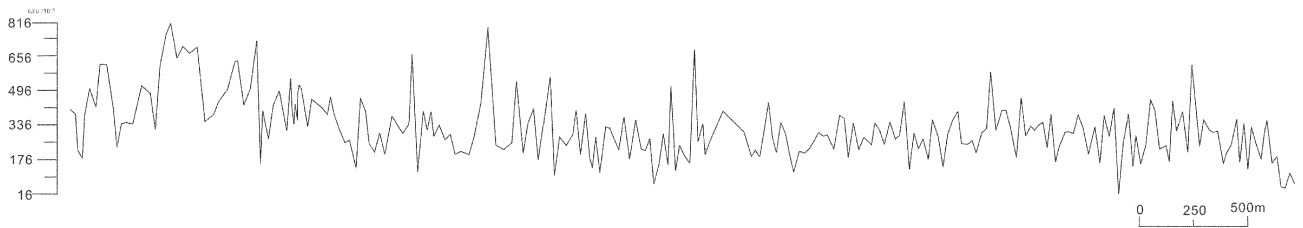


图 2 铀能谱曲线
Fig.2 Uranium energy spectrum curve

标系类型,坐标系类型过于单一,因此限制了它的广泛使用。

对于地质工作者来说,数字地质罗盘的出现无疑是对传统地质罗盘的一次重大变革。笔者认为应充分发挥其长处,须对其进一步改进;数据的转换应在数字地质罗盘中完成,屏幕上直接显示产状数据,

不应该借助外部的软硬件对数据再次处理才能得到所需的结果;数字地质罗盘应该提供多种坐标系类型,充分满足不同坐标类型的需求。通过上述改进才能充分发挥其功能,真正替代新五件(数码相机、摄像机、GPS、掌上电脑和录音笔)之一的GPS和老三件(罗盘、放大镜和锤子)之一的罗盘,才有可能真正

成为野外地质工作者人手一部的仪器。

2.4 岩层真厚度计算未考虑特殊剖面条件

剖面厚度有正负之分，负厚度为重复测量了的岩层厚度，计算岩层厚度时应该减去负厚度。在剖面测量过程中，由于受地形障碍影响迫使导线突然反向前进，如图 3 中的③号剖面路线，这种情况称为剖面回测现象。在数字剖面系统中，如果碰到剖面回测现象，生成的剖面线来回折叠在一起或折叠相交，回测的导线计算出的地层厚度也为负厚度。出现负厚度的情况可以归纳为以下 3 种情况^[11-12]：(1)导线前进方向与岩层倾向相同，坡向与倾向相同， $|\beta| > \alpha'$ (β 为地面坡度角； α' 为岩层真倾向角，下同)；(2)导线前进方向与岩层倾向相反，坡向与倾向相反；(3)导线前进方向与岩层倾向相反，坡向与倾向相同， $|\beta| > \alpha'$ 。其中(2)、(3)两种情况见于特殊剖面条件，即当岩层由于层内揉皱造成局部倾向反向时，或受地形障碍影响迫使导线突然反向前进时(即剖面回测)。

笔者在教学和科研实践中，曾对岩层真厚度计算方法做过详细研究，在前人研究基础上提出了岩层真厚度计算改进方法^[11-13]。计算公式为：

$$D=L \cdot [\sin \alpha \cdot \cos \beta \cdot \cos (\lambda - \phi) + \sin \alpha \beta \cdot \cos \alpha]$$

D 为岩层真厚度； L 为导线长度； α 为岩层真倾向角； β 为地面坡度角(地面坡度角有正负之分，沿导线前进方向仰角为正，即上坡，俯角为负，即下坡)； λ 为岩层倾向之方位角； ϕ 为导线前进方向之方位角。

每一导线段的单层厚度(D 值)可以是正值或者负值，计算各层总厚度时，取 D 值的代数和，这样在各种实测剖面情况下都适用。

在计算机桌面数字剖面系统中提供了 6 种剖面厚度计算方法，这些方法基本能够满足一般剖面厚度的计算，也能够解决因产状变化产生的地层负厚度的问题。但当剖面回测时，该系统计算的剖面厚度就会出现不正确的情况。

假设图 3 设计的①、②和③号剖面路线所经过的地层为同一地层单位，地层产状为 $123^\circ \angle 20^\circ$ 。通过相关数据可以计算得到导线库及岩层厚度(表 2)。理论上这 3 条剖面路线所经过的岩层厚度应该相等，用笔者提供的方法计算的 3 条剖面路线的岩层厚度确实相等。但用数字剖面系统计算，①和②号剖面路线的地层厚度相等(也与笔者方法计算的结果相等)，而与③号剖面路线地层厚度不相等。问题在于，在 1-2 导线，笔者提出的方法计算结果为-

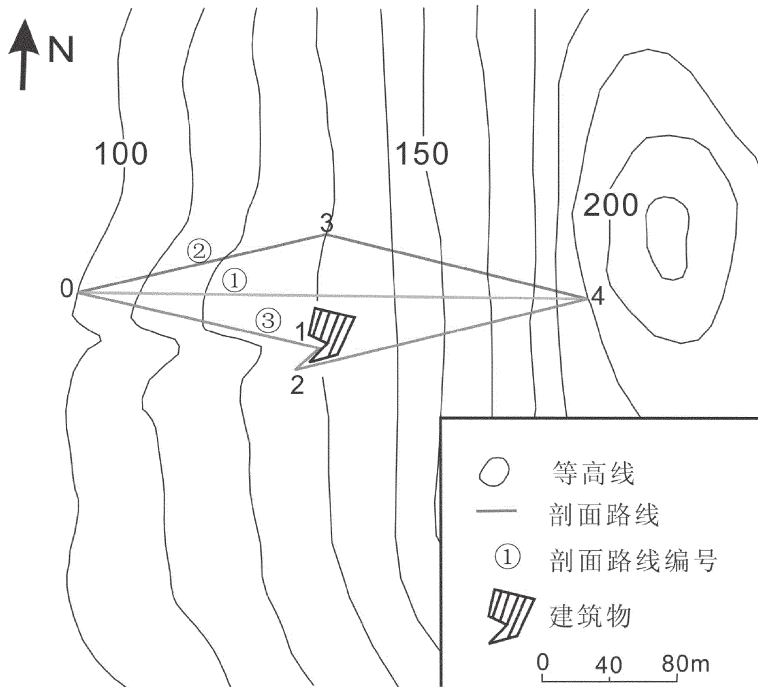


图 3 导线测量
Fig.3 traverse survey

表 2 导线库及岩层厚度
Table 2 Wire library and strata thickness

剖面 路线	导线号	方位角/度	斜坡距/m	坡角/度	系统计算导线 段真厚度/m	系统计算 的 岩层厚度/m	用笔者方法计算的 导线段真厚度/m	用笔者方法计算的 岩层真厚度/m
①	0-4	90.6	294.6	17.8	165.63	165.63	165.6278	165.6278
	0-3	76.6	143.2	12.1	61.23		61.2324	
②	3-4	103.7	160.1	22.0	104.27	165.5	104.2745	165.5069
	0-1	102.9	139.1	12.5	71.91		71.9094	
③	1-2	227.9	20.4	-8.2	4.51	174.67	-4.50987	165.6511
	2-4	75.8	179.7	20.5	98.25		98.2516	

4.509 87,而系统计算的结果为 4.51(方位角、斜坡距和坡角采用四舍五入法保留到小数点后 1 位数,系统计算的岩层厚度保留到小数点后 2 位小数,因此与公式计算的结果绝对值稍微有点相差)。系统计算的③号路线岩层厚度比①和②号路线岩层厚度多加了两倍的 1-2 导线的岩层厚度。

运用笔者提出的方法可以很好地解决剖面回测的厚度计算问题。如果数字剖面系统在编制岩层厚度计算时,考虑以上改进方法,将会使系统得到进一步完善。

3 系统操作中的一些实用技巧

3.1 数据存储

在野外工作过程中,要保证数据的安全,防止数据丢失带来不必要的损失。操作平板机时,数据应存储在存储卡中。数据直接在存储卡中运行,虽然运行速度稍微慢一点,但是可以避免平板机死机或出现硬件故障时导致数据的丢失。在软件运用过程中多使用“保存”按钮保存数据,可以有效地降低数据丢失的可能性。每天回到住地后,应及时对未改动的原始数据和照片拷贝到计算机中进行备份。路线备份时,文件夹名称宜采用“路线号+地名+日期”的方式命名,便于以后进行数据的查找。

3.2 路线整饰

设计路线时,应该尽量使路线的线型和颜色与背景图层线文件(WL)和区文件(WP)具有较大反差,易于区分与查找,并将路线号与第一个地质点号标注在该条路线的起始位置。设计好的路线导入平板机后,应及时检查路线工程文件是否能打开,背景

图层是否齐全。在平板机“图层管理”中关闭暂时不需要使用的图层,并放大图层,减少屏幕所需要显示的内容,加快平板机屏幕显示速度。移动屏幕中显示的内容,将该条路线的起始点位置放置在屏幕中心,以便于在野外时快速找到该条路线的起始位置。上述技巧可以有效地节约时间,提供效率及减少错误。

3.3 平板机中线类型的选择

在触屏平板机中绘制分段路线和点间界线时,提供了 3 种线型:流线、曲线和折线。用流线输入时,笔与屏幕接触后不抬起,沿着需要画线的轨迹轻轻滑动,抬笔后该线结束。用折线和曲线绘制线条时,按一定间隔,用笔在屏幕上点击,系统会自动按顺序连接各点绘制出线条。曲线与折线不同之处是,前者是根据点的分布自动绘制出曲线,后者则点与点之间为直线。在画完曲线后,线的形状会发生很大的变化,可以用笔在屏幕上修正,但比较难控制修改效果,特别是所画曲线弯度较大时,可能会与实际需要相差较大。用流线画的线条,虽然其轨迹比曲线和折线稍微更准确一点,但是流线中会自动产生大量的点,造成室内修改线时非常麻烦,工作量非常大。依笔者经验,野外绘制线时宜选择折线方式,回到室内在计算机中可以通过添加和调整点来修正折线,使其更符合实际情况。为了线的美观,也可以将折线改为曲线,再通过调整点的位置,使得曲线更符合实际轨迹。

3.4 剖面系统中数据修改

在实测剖面系统中,在分层数据库进行增加、修改、插入等分层数据编辑时,需要确认是否在需要修改的导线下。如果不是,需在导线库中选择该导线。

在进行照片、产状、素描、化石、地质点录入和插入时需要先确认是否为当前数据采集的导线和分层,如果不是,则需要选择在该导线和分层下进行添加和插入。

3.5 路线插入、删除地质点

在一条路线中需插入一个地质点,则该插入地质点号之后的地质点号都需加 1。插入地质点时,不能直接按正常顺序修改该地质点号后的其他地质点号,包括分段路线、点间界线、样品、照片、素描和化石所需填写的地质点号,不然会依次覆盖掉后面的内容与描述。应该从最后的地质点号开始加 1,并保存,依次向前修改。删除一个地质点,与插入一地质点操作顺序相反。

3.6 野外点间界线的绘制

绘制点间界线(B 过程)时应养成一种习惯,如从左到右、从上到下,在填写左、右地层时就不易出错,即使出错也较容易发现和改正。

4 结 语

数字地质填图系统功能强大,实用性强,它的出现标志着中国区域地质调查进入数字化时代。但是数字地质填图系统还处于推广与完善阶段,在某些硬件、软件与模块方面还不尽人意,但是经过众多研究人员和使用人员的不懈努力会逐渐得到改进和完善,也将逐步被广大地质工作者接受并乐于采用。该系统的广泛应用将大大提升中国区域地质调查水平,使地质工作更好地为中国经济建设和社会发展服务。

参考文献(References):

- [1] 方成名,葛梦春. RGMAP 的特色与效果[J]. 新疆地质, 2003, 21: 12-15.
Fang Chengming, Ge Mengchun. Features and efficiencies of RGMAP system[J]. Xinjiang Geology, 2003, 21:12-15 (in Chinese with English abstract).
- [2] 李超岭. 我国数字填图技术研究现状与发展趋势 [J]. 新疆地质, 2003, 21:1-6.
Li Chaoling. Studying of digital geological survey techniques in our country [J]. Xinjiang Geology, 2003, 21:1-6 (in Chinese with English abstract).
- [3] 于庆文,李超岭,张克信,等. 数字地质填图研究现状与发展趋势 [J]. 地球科学—中国地质大学学报, 2003, 28(4):370-376.
Yu Qingwen, Li Chaoling, Zhang Kexin, et al. Digital geological mapping and its development [J]. Earth Science—Journal of China

- University of Geosciences, 2003, 28 (4):370-376 (in Chinese with English abstract).
- [4] 方成名,葛梦春,张雄华,等. RGMAP 系统在 1:5 万区调中的应用[J]. 新疆地质, 2004, 22(1):98-100.
Fang Chengming, Ge Mengchun, Zhang Xionghua, et al. Practical application of RGMAP on the 1:50000 regional geological survey [J]. Xinjiang Geology, 2004, 22(1):98-100(in Chinese with English abstract).
- [5] 董玉森,刘强,杨坤光,等. RGMAP 数字填图系统在周口店实践教学中的应用[J]. 中国地质教育, 2006, 2:92-95.
Dong Yusen, Liu Qiang, Yang Kunguang, et al. RGMAP digital geological mapping system applied in practice teaching at Zhoukoudian [J]. Chinese Geological Education, 2006, 2:92-95(in Chinese with English abstract).
- [6] 赵培松,刘登忠,刘海军,等. 数字化区调系统(RGMAP)存在的问题及误差分析[J]. 地质与资源, 2007, 16(3):229-233.
Zhao Peisong, Liu Dengzhong, Liu Haijun, et al. Error analysis and problems to be solved in RGMAP-based digital regional geological survey[J]. Geology and Resources, 2007, 16(3):229-233(in Chinese with English abstract).
- [7] 李丰丹,李超岭,刘畅,等. 数字地质调查系统中空间数据库建库流程关键技术的解决方案[J]. 地质通报, 2008, 27(7):980-985.
Li Fengdan, Li Chaoling, Liu Chang, et al. Solutions to the key techniques in the spatial database-buiding process flow in the digital geological survey system [J]. Geological Bulletin of China, 2008, 27 (7):980-985(in Chinese with English abstract).
- [8] 李超岭. 数字地质调查系统操作指南(上、中、下册)[M]. 北京:地质出版社, 2011.
Li Chaoling. Digital Geology Survey System (Volume one, volume two, volume three)[M]. Beijing:Geological Publishing House, 2011 (in Chinese with English abstract).
- [9] 李超岭. PRB 数字填图技术体系研究 [J]. 国土资源信息化, 2005, 6:16-20.
Li Chaoling. Technical architecture of PRB digital mapping[J]. Land and Resources Informatization, 2005, 6:16-20 (in Chinese with English abstract).
- [10] 方成名,葛梦春,李超岭,等. 数字填图技术理论基础[J]. 新疆地质, 2003, 21:7-11.
Fang Chengming, Ge Mengchun, Li Chaoling, et al. The theory base of digital geological mapping technology[J]. Xinjiang Geology, 2003, 21:7-11 (in Chinese with English abstract).
- [11] 郭福生,林银山. 岩层真厚度计算公式的修正[J]. 江西地质,1992, 6(3):280-286.
Guo Fusheng, Ling Yinshan. The revised formula for calculating the true thickness of strata[J]. Geology of Jiangxi, 1992, 6(3):280-286 (in Chinese with English abstract).
- [12] 郭福生,林银山,龙金花. 岩层真厚度计算公式评述——兼与佟再三、佟洁、许边远同志商榷[J]. 中国煤田地质, 1999, 11(2): 23-25.
Guo Fusheng, Ling Yinshan, Long Jinhua. Review of formula for

calculating the true thickness of strata [J]. *Coal Geology of China*, 1999, 11(2):23-25(in Chinese with English abstract).

[13] 郭福生, 龙金花. 在地形地质图上求解岩层(矿层)真厚度的简便方法[J]. *黄金地质*, 1999, 5(1):77-79.

Guo Fusheng, Long Jinhua. The convenient methods for evaluating the true thickness of strata (or ore beds) from a topographic-geological map[J]. *Gold Geology*, 1999, 5(1):77-79 (in Chinese with English abstract).

Some suggestions for the improvement of the regional geological mapping system and practical skills

GUO Fu-sheng^{1,2}, WU Zhi-chun^{1,2}, XIE Cai-fu¹,
LIU Lin-qing^{1,2}, JIANG Yong-biao¹, SHI Guo¹, ZHOU Wan-peng^{1,2}

(1. *East China Institute of Tehnology, Fuzhou 344000, Jiangxi, China*; 2. *Digital Land Key Laboratory of Jiangxi Province, Fuzhou 344000, Jiangxi, China*)

Abstract: The Regional Geological Mapping System, well operated in terms of its function and utilization, was briefly discussed in this paper. The authors found in its application that this system has some shortcomings. first, in the process of measuring the regional geological section, the increasing inaccuracy due to the increasing length of the section will finally lead to the remarkable deviation of the end of the section from its actual one because of the inaccuracy in measuring the azimuth angle, grading angle and slope length. Second, before the measurement of the section in a radioactive ore district, we need to measure the γ -ray spectrometry, but the resultant data can't be involved in the Regional Geological Mapping System. Third, the stratigraphic thickness of the special section will not be included in the calculation of the thickness of the strata in the Regional Geological Mapping System (RGSETION). For example, it's probable that some lines go backward while most of them continue going in their original direction. If this really happens, the thickness of the strata of these lines that go backward will be calculated again. Fourth, the attitude measured by the digital geological compass should be transformed in the tablet, but the use of the digital geological compass will be greatly limited because it can't directly display the attitude measured by it itself. For solving these problems, the authors put forward some suggestions in this paper. In combination with the experience obtained in the field and indoor work concering the utilization of the Regional Geological Mapping System, the authors also illustrate some practical skills in this paper.

Key words: digital geological survey system; Regional Geological Mapping System (RGMap); digital section system; digital geological mapping

About the first author: GUO Fu-sheng, male, born in 1962, professor, mainly engages in regional geological survey and uranium mineralization study; E-mail: fsguo@263.net.