

· 方法技术 ·

微机绘制实测地层剖面图方法研究

李 家

(辽宁师范大学地理系)

摘要 介绍了用微机实现圆弧法绘制地层剖面图的主要步骤和原理,在圆弧法中引进了扇区的概念和确定扇区的方法,扩展了圆弧法绘制地层剖面图的适用范围。同时,给出了处理剖面上的断层和岩脉、组成剖面扇区、连接岩层线、处理变质岩的波浪线和特殊线型、确定矿物花纹的位置、方向和大小等问题的具体方法和步骤。

绘制实测地质剖面图,是地质部门经常要做的基础地质工作。为了提高此类图件的标准化程度和制图速度,把地质技术人员从复杂的绘图工作中解放出来,笔者以地质部门普遍使用的圆弧法^[1]人工绘制实测地层剖面图过程为设计原型,以国际《区域地质图图例(1:50000)》^[2]为设计标准,开发了微机绘制实测地层剖面图系统。该系统采用 C 语言和 Auto CAD(计算机辅助设计)软件及 Fox BASE 数据库软件相结合,进行数据输入、汉字信息处理、矿物花纹库建立、数据计算和图件绘制,可以绘制沉积岩、变质岩的实测地层剖面,能够处理剖面中出现的褶皱、断层和岩脉穿切等复杂地质情况,可完成剖面图、柱状图、图例等全部图件的绘制,适于地质技术人员掌握和使用。下面,就系统中的核心部分——圆弧法绘制剖面图的过程做一较详细的介绍。

1 圆弧法绘制剖面图的原理

圆弧法是巴斯克(Busk)提出的用于描绘平行褶皱的一种方法。这种方法假定褶皱是由许多相切的圆弧构成的。其具体作法是:在地面上选取一些产状作为制图的基础,过各个产状点作产状倾斜线的法线(以下简称产状法线),相邻法线间的岩层线用这两条法线的交点为圆心的圆弧画出,这样画出的褶皱各段的圆弧是相切的,褶皱岩层是等厚的(图 1)。这种方法将有不同倾角的岩层用相互平行的圆弧画出,既保证了岩层线的相互平行,又表现了岩层的产状变化,所以也被广泛用于绘制具不同倾角岩层的地质剖面图,是地质工作者绘制实测地层剖面图时普遍使用的方法。

为了实现计算机制图,笔者在圆弧法中引进了扇区的概念,将上述作法中相邻两条产状法线之间的区域作为一个扇区,这两条法线的交点为扇区的圆心,扇区里由地形线及其近似平行线限定的剖面范围内距扇区圆心的最大距离和最小距离分别为扇区的大小半径(图 2)。这样,可将圆弧法绘制地层剖面图的基本原理表述如下:一个地层剖面根据产状法线分为若干个扇区,如果一个剖面有 N 个产状,则可将该剖面分为 $N+1$ 个扇区,第 1 和第 $N+1$ 个扇区由一条产状法线构成,其中的岩层线用垂直于该法线的直线画出;其它扇区由相邻两条产状法线构成,其中的岩层线用围绕该扇区圆心的弧线画出。扇区的大小半径限定了该扇区内岩层线的绘制。如果某一岩

层线距该扇区圆心的距离在该扇区的大小半径之间,则在该扇区中画出这条岩层线;否则不画(图 2)。

如果剖面中出现了不对称褶皱,即从褶皱核部所在扇区的圆心到某层起始位置的距离和到该层结束位置的距离是不等的,这时无法用一段圆弧画出该扇区内的岩层线。在这里笔者对经典的圆弧法做了一些扩展,采用圆弧样条函数进行曲线拟合,用以绘制不对称褶皱。

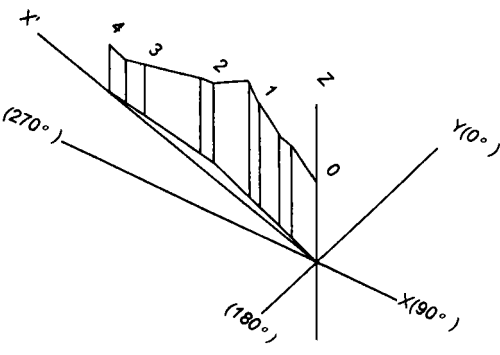
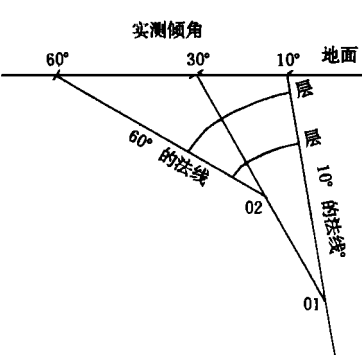


图 1 圆弧法(据 E. 希尔斯,1981)

图 3 剖面空间位置示意图

Fig. 1 Circular arc method (after E. hills, 1981)

Fig. 3 Spatial position of a section

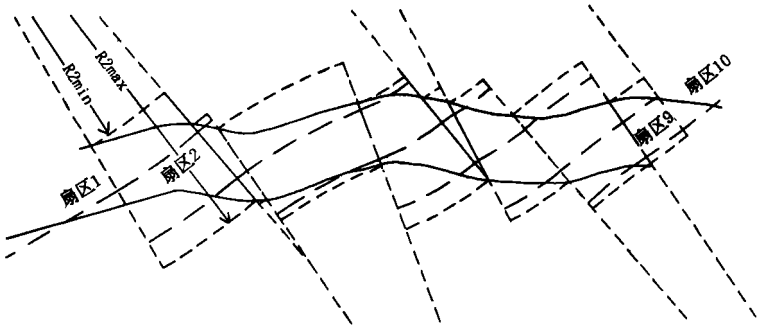


图 2 圆弧法绘制地层剖面图原理示意图

Fig. 2 Diagram showing the principle for drawing the stratigraphic section with the circular arc method

--- 扇区 --- 岩层线 —— 地形线确定的制图范围

2 计算机实现圆弧法绘制剖面图的步骤

首先输入及核对原始数据。将实测地层剖面中的导线号、导线方向、斜距、坡角、产状及位置、产状影响终止米距、层号、岩性、样品及位置等野外记录内容输入到原始数据文件中。岩性中矿物之间用小数点隔开,以便于区分各种矿物。具体内容见表 1。原始数据文件同时用于绘制柱状图和图例。然后根据原始数据绘出导线平面图、地质剖面图,在图上标出产状及样品的位置等。下

面以表 1 的数据为例,说明圆弧法绘制剖面图的具体步骤。

(1) 求出剖面方向,绘制导线平面图:首先建立空间直角坐标系,将座标的原点确定为剖面起点,将 Y 轴正向确定为方位角 0°方向,这样可将剖面的空间位置表示为图 3。将导线投影到 xy 平面上去,即可求得导线上各点的平面座标和剖面的总体方向。按照地质专业的视图习惯,当剖面方向小于方位角 180°时从左向右画出导线平面图;否则从右向左画出导线平面图(图 6)。

表 1 辽宁省建昌县瓦房沟景儿峪组实测地层剖面登记表
Table 1 Register of measured stratigraphic sections of the Jing'eryu
Formation at Wafanggou, Jianchang County, Liaoning Province

导线号	方向	斜距(m)	坡角	产状及位置	影响米距 (m)	层号	岩性描述	样品及位置
0-1	290°	0-10	23°	5m, 260°∠47°	10	0	灰白色中厚层(含燧石条带)·碎裂·微晶·白云岩	4m, b0, B0
		10-10		10m, 255°∠45°			断层	
		10-22		11m, 285°∠50°	20.5	1	灰白色中厚层不等粒碎裂·(轻微变质)·长石·石英·砂岩	14m, b1, B1
		22-27				2	黄绿色页岩	
		27-35		30m, 300°∠14°		3	灰白色中厚层中粒(硅质胶结)·石英·砂岩	30m, b3, B3
		35-45			45	4	黄灰色中厚层中细粒石英·(杂)·砂岩	39m, b4, B4
		45-47	0°			4		
		47-59				5	黄灰色薄层夹中厚层中细粒石英·(杂)砂岩	50m, b5, B5
		59-64		60m, 320°∠24°		6	黄绿色页岩	
		64-70	23°			6		
		70-92				7	紫灰色微薄层粗粒粉砂岩	
		92-94				8	黄绿色页岩	
		94-100				9	紫褐色薄~中厚层中细粒(铁质胶结)石英·砂岩	95m, b9, B9
1-2	290°	0-24	42°		7.5	10	灰色中厚层·泥晶·白云质·灰岩夹黄灰色中厚层粘土质·灰岩	23m, b10, B10, t10
		24-60	-38°	55m, 310°∠60°		10		
		60-100			82.5	11	灰色厚层·灰质·白云岩	63m, b11, B11, t11
2-3	280°	0-19	-14°	10m, 240°∠70°	18	11		
		19-60	-23°			11		20m, b10-1, B10-1
		60-100		70m, 75°∠60°		10	灰色中厚层·泥晶·白云质·灰岩夹黄灰色中厚层粘土质·灰岩	
3-4	280°	0-17	-20°			10		
		17-27					灰红色粗粒石英正长岩	
		27-50	10°					35m, b10-2, B10-2

据辽宁省地矿局区调队, 1990。

(2) 求出剖面上各坡角转折点、分层点、产状点、样品采集点的剖面座标值:如图 3 所示,剖面方向为 X';将剖面上各点投影到 X'Z'平面上去,即求得了各点的剖面座标值。

(3) 绘制地形线:将求出的坡角转折点、产状点、分层点的剖面座标值代入圆弧样条函数^[3],拟合成地形线。实际上只用坡角转折点已能够控制地形线的形状,加入产状点和分层点是为了保证地形线通过这些点。在拟合后的地形线下方 1.7cm 和 2.5cm 的位置,分别做出该地形线近似的两条平行线,作为后面绘制剖面图的限制界线(图 4)。

(4) 处理松散堆积物:如果剖面上存在第三系、第四系的松散堆积物,则以一定的厚度(图上为 0.5cm)在剖面上部画出松散堆积物的花纹,同时改变限制剖面图制图范围的地形线的形状。

(5) 处理断层:如果剖面上存在断层或断层破碎带,则要在剖面上画出相应的符号(图 4),同时用断层断开剖面,以分段绘制剖面图。

(6) 用产状法线组成扇区:将产状倾角换算成剖面方向上的视倾角后,与视倾角方向垂直的直线为产状法线。通过剖面上各自产状点的相邻两条产状法线组成一个扇区(图 4),这两条线的交点为扇区圆心,扇区内地形线及其近似平行线上距扇区圆心最远距离为扇区的最大半径。距扇

区圆心最近距离为扇区的最小半径。

为了帮助用户正确处理复杂的地质剖面,系统提供了检查功能,检查由所给产状组成的扇区能否合理地画出剖面。在图形交互状态下,用户可方便地查阅各产状的产状值、产状位置、产状的影响范围;可按照地质技术人员意图,在影响范围内移动产状,删除不必要的产状,以简化剖面形态;可驱动菜单交互画出岩层线,进行剖面形态分析;检查后,可用改动后的产状重新组成扇区。

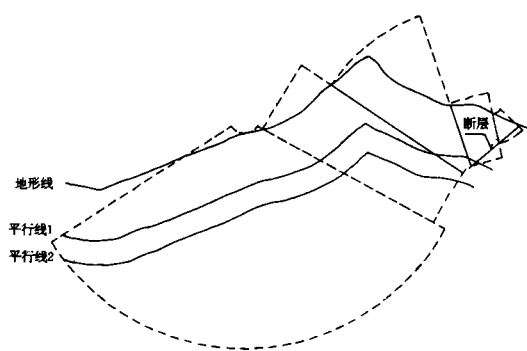


图4 地形线、断层及扇区示意图

Fig. 4 Diagram of topographic lines, faults and sectors

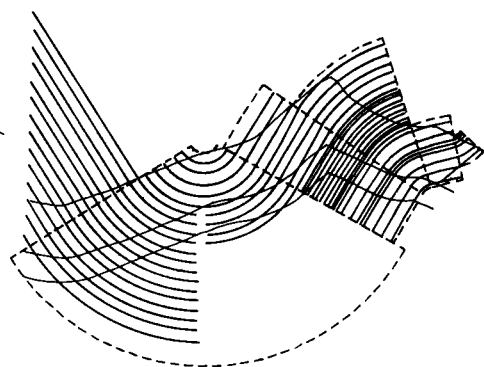


图5 各扇区中画出的岩层线

Fig. 5 Stratral lines in various sectors

(7) 求出各分层的厚度,分出夹层和互层:某一分层点与它所在扇区圆心的距离称为该分层在该扇区中的半径,因为相邻扇区的弧线是相切画出的,所以不难求出该分层在相邻扇区中的半径值,依次传递下去,可求出所有扇区中该分层的半径值。分层 N 与它后面的分层 $N+1$ 在某一扇区中的半径之差为分层 N 的图上厚度,每层的图上厚度,在无褶皱的情况下或在褶皱的同一翼,在各个扇区中是相等的。对有夹层或互层的分层,如果该分层的厚度足够大,则可以把所有的夹层和互层分别表示出来;否则只能表示主层或其中的某些层,去掉夹层或另一些层。

(8) 形成岩层线:某一分层包含的岩层线条数等于该分层的厚度与由该分层岩性描述中的层厚决定的该分层的单层厚度值之比。在一个扇区中,某一分层 N 的某一条岩层线的半径值可根据该扇区中 N 层和 $N+1$ 层的半径值用定比分点法求得。如果该条岩层线的半径值介于该扇区大小半径之间,则在该扇区中画出该条岩层线。对各分层的每条层面线在所有扇区中进行这一过程,形成剖面上所有的岩层线(图5)。

(9) 用地形线和岩脉界线断开岩层线:以上画出的岩层线超出了地形线及其近似平行线给出的剖面图制图范围,为了把岩层线限制在剖面范围之内,对是分层界线的岩层线用地形线及其平行线2断开(保留两者之间的部分),其它岩层线用地形线及其平行线1断开(图6)。

如果剖面中有岩脉穿插,要根据岩脉的产状求出岩脉界线,用岩脉界线切断通过岩脉的岩层线(图6),同时在剖面上画出岩脉界线和岩脉的矿物花纹。

(10) 从岩层线形成变质岩的波浪线及其特殊线型:经过以上处理后,对沉积岩如大理岩等岩性可以在剖面上画出岩层线。对剖面中需用波浪线表示的变质岩,要在岩层线的基础上形成波浪线。如果岩性为千枚岩、变粒岩、麻粒岩等用特殊线型表示的岩石类型,还需将波浪线用特殊线型

画出。

系统从岩层线形成波浪线的方法是:将岩层线按一定间距等分,将这些等分点沿通过该点的岩层线的法线方向上移或下移一定距离(奇数点下移,偶数点上移),将各点的座标值代入圆弧样条函数,拟合成为波浪线。相邻波浪线凹凸位置要对齐。

在线型的处理上,由于 Auto CAD 的线型功能只能把线段处理成比它更短的线型,不适用于将由很短弧段组成的波浪线表示成系统所需线型,所以系统采用逐段累计波浪线各弧段间抬笔落笔长度的方法来实现各种线型。

(11) 绘制地层矿物花纹:首先形成花纹线。花纹线是指在岩层线之间、穿过每个花纹中心的直线或弧线段的组合。其形成过程与岩层线类似,但位置在相邻两条岩层线中间。将花纹线按一定间距等分,各等分点就是花纹的插入点,各点处花纹线的切线方向就是花纹的插入方向,花纹的大小参照岩性描述中层厚、粒度来确定。对灰岩、大理岩、白云岩等,还需在相邻花纹线间传递花纹位置和名称,以便将花纹整齐地错开(图 6)。

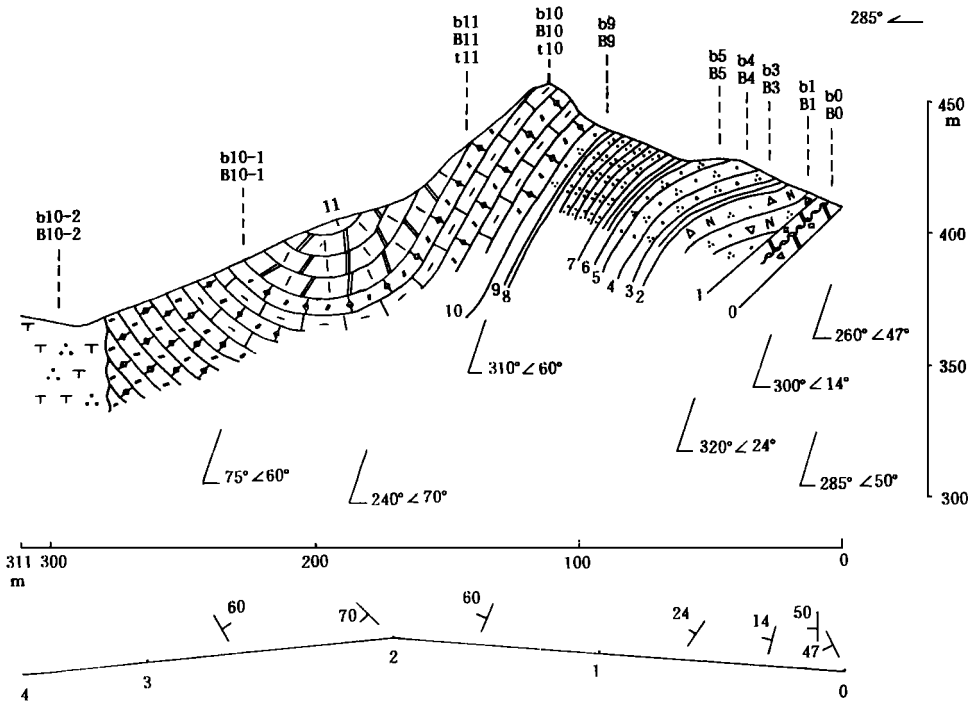


图 6 系统根据表 1 数据绘出的地层剖面图

Fig. 6 Stratigraphic section drawn on the basis of the data given in Table 1

(12) 在剖面上标出地层分层号、地层产状值、样品代号、剖面方向,画出标高尺、水平距离尺,这些内容在计算中确定的位置不一定很合适,在剖面上标出后,为了美观可交互进行位置移动。如对产状、样品代号可上下移动,对标高尺可左右移动,以调整到合适的位置。系统已将标高尺及其刻度值制成块,可方便地进行整体移动(图 6)。

至此,该地层剖面图的主要内容已绘制完成。

3 结语

在本软件系统的使用过程中,为辽宁省地矿局区域地质调查队二、三分队等单位绘制了《辽宁省建昌县大屯乡下马道子—上马道子村中元古界高于庄组三段—大屯组实测地层剖面图》、《建平县色木沟太古宙条带状黑云斜长片麻岩实测地层剖面图》等图件,为辽宁省地矿局区域地质调查队一分队绘制了《瓦房店市横山乡横山村青白口系南芬组三段—桥头组一段实测地层剖面图》、《瓦房店市三堂乡榆树山寒武系馒头组当十段实测地层剖面图》等图件。与人工绘制地层剖面图相比较,本系统绘图精度高、图面美观、符合专业要求,并极大地提高了制图速度。

因为系统在原始数据输入和管理中采用了 Fox BASE 数据库软件,在图形绘制中采用了 Auto CAD 平台,所以系统交互功能强,界面友好,易于用户掌握和使用。绘制较复杂的剖面时,系统提供了相应的交互工具,只需驱动菜单即可在产状位置、扇区大小等方面进行一些调整,以便根据地质技术人员的野外认识正确地画出地层剖面。

4 参考文献

- [1] 希尔斯 E. S., 1981, 构造地质学原理。地质出版社, 157—159 页。
- [2] 国家技术监督局, 1990, 中华人民共和国国家标准区域地质图图例(1:50000)。中国标准出版社, 1—35 页。
- [3] 祁欣、陆容, 1978, 曲线的光顺和圆弧拟合。国防工业出版社, 1—25 页, 77—82 页。

A METHOD FOR DRAWING THE MEASURED STRATIGRAPHIC SECTION WITH A MICROCOMPUTER

Li Jia

Abstract

This paper introduces the major steps and principle of drawing the measured stratigraphic section by using the circular arc method with a microcomputer. The concept of the sector is introduced in the method; thus the method can be applied to more complex stratigraphic sections. Detailed steps are given about dealing with the faults and dikes in a section linking stratal lines in several sectors, drawing wavy lines and special line types of metamorphic rocks, determining the position, scale and direction of mineral patterns and symbols.