

变方向折线剖面数学模型的建立 及作图方法讨论

龙文成

(甘肃省地矿局酒泉地质矿产调查队)

摘要 变方向折线剖面是在地形、地质情况较为复杂地区普遍采用的实测地质剖面方法。其地质剖面图^獭目前一般用几何作图方法以投影法成图。这种方法成图过程繁琐,误差大,存在一系列问题。笔者提出了一套准确的坐标法计算方法及与其相适应的展点作图方法;对传统的岩层厚度计算方法进行了革新,提出了一个非判别选择的通用公式;对完善地质剖面图的编制方法进行了讨论。

1 问题的提出

根据目的、要求及具体情况,实测地质剖面可选择不同的测制方法和作图方法。按测制方法分,可分为定方向直线剖面和变方向折线剖面;按作图方法分,可分为投影法和展开法以及兼顾二者的分段投影法;按作图过程分,可分为几何作图法和展点作图法。在地形、地质情况简单,地质目的较为单一的情况下,一般选择定方向直线剖面,其计算比较简单,作图比较容易。但是在地形、地质情况复杂多变地区,由于目的、要求不同及条件限制,又不得不测制变方向折线剖面。

对于变方向折线剖面,长期以来用几何作图方法以投影法成图。其平面图系用一个假定的或估算的方向代替剖面总方向,作为作图的基准方向^獭,用导线方位角及计算出的导线平距,以几何作图方法逐段作出各段导线而成。其剖面图是在平面图的基础上,以作图基准方向作为投影基线,垂直投影得到各导线点的水平位置,以计算出的各导线点高程标定其在剖面图上的具体位置,依次通过各导线点绘出地形线,然后从平面图中将各种地质要素点^獭,同样以作图基准方向为投影基线投影到剖面地形线上,最后填绘出地质内容,即成剖面图。其投影方法如图1所示(省略地质内容)。

从上述作图方法分析,显然剖面总方向应准确定义为剖面起点至终点连接线的方向,即图1中导线点 P_0 至 P_3 的直线方向,并以此作为投影基线。而实际作图时由于使用了一个不准确的作图方向(即图1中 P_0 至 P_3 的直线方向),并以此作为投影基线,必然造成地质剖面图的实际总方向、总长度及各导线点、地质要素点位置的系统误差。假如用试作平面图的方法或其它方法确定了比较准确的剖面总方向,以此作为作图的基准方向,用上述几何作图方法作出平面图,即使尽可能的减小作图的积累误差,也极难使剖面终点恰好落在总方向线上。如此分析,上述作图方法必然产生剖面总方向与投影基线的方向差(图1中 θ 角),这是产生上述各种误差的根本原因。

獭 本文中地质剖面图指包括平面图和剖面图的综合地质剖面图。

獭 本文中所谓剖面总方向、作图基准方向均以方位角表示。

獭 本文中地质要素点是指各种地质界线、断层线、采样点、标志点等在剖面导线上的交点或位置。

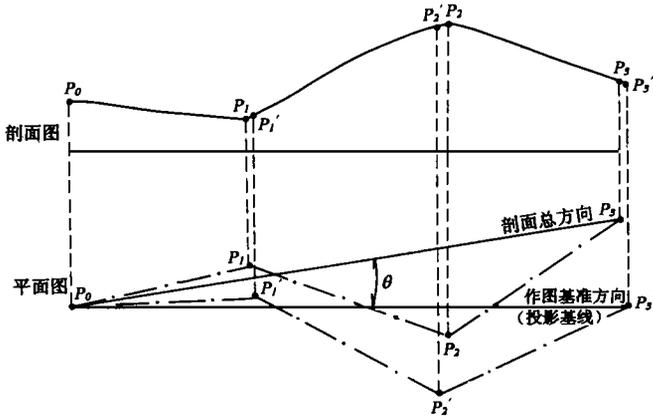


图 1 剖面总方向与投影基线不重合产生点位误差
 Fig. 1 Point position error produced by coincidence of the general direction of the section and its projection base line

关于变方向折线剖面的投影法作图方法,有关著述中论述不一。对于剖面总方向,认为可以用估计法^[1,3]、目测法^[2]、加权平均法^[2,3]、图解法^[4]、甚至算术平均法^[3]等方法来选定,而投影基线还可以选一条近似平行于总方向的水平线来代替^[1-3]。这些方法缺乏数学基础,不易操作,因人而异,加之几何作图方法实质上是图解法代替计算的一种粗略方法,因而很难作出比较准确的地质剖面图。

那么,如何精确计算剖面总方向和摆脱几何作图方法呢?这就是以下要研究的中心问题。

2 数学模型的建立

2.1 导线点坐标的计算

地面上给定的任何一个点,在定义的空间直角坐标系中都对应着它唯一的坐标。如点 M ,其空间位置可用它的坐标 $M(x, y, z)$ 来描述。同样,地质剖面测制的一个导线点 P ,如果能计算出它在某一坐标系中的坐标,则可用它的坐标 $P(x, y, z)$ 来确定它在平面图和剖面图上的位置。展点作图方法所用的导线点坐标的计算,可分四步进行。

2.1.1 导线点原始坐标的计算 首先建立原始坐标系。即以横轴 X 和纵轴 Y 构成一个平面直角坐标系,以 Y 轴的正方向即 OY 标定为方位角的起始方向(0° 或 360°)。任何两个相邻导线点所限定的一段导线 L ,有它野外测量的一组数据,即导线方位角 α 斜距 l 、坡度 β 。其中导线方位角定义为导线前进方向,以方位角表示,其取值范围为 $0^\circ \sim 360^\circ$;斜距为相邻两导线点之间的斜长;坡度定义为顺导线方向上坡为正值,下坡为负值,其取值范围为 $-90^\circ \sim 90^\circ$ 。计算导线点原始坐标时,首先将剖面起点定位于坐标原点 O ,然后从原点起依次计算相邻两导线点的坐标增量。如图 2 所示,计算导线 P_a 至 P_b 的坐标增量。设 P_a 点坐标为 $P_a(X_a, Y_a)$, P_b 点坐标为 $P_b(X_b, Y_b)$, 则 P_b 对 P_a 的坐标增量 ΔX_{ab} 和 ΔY_{ab} 定义为

$$\left. \begin{aligned} \Delta X_{ab} &= X_b - X_a \\ \Delta Y_{ab} &= Y_b - Y_a \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

由三角函数的定义^①可推导出坐标增量的计算公式为(推导从略)

$$\left. \begin{aligned} \Delta X_{ab} &= S_{ab} \sin \alpha \\ \Delta Y_{ab} &= S_{ab} \cos \alpha \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

式中 S_{ab} 是 P_a 点至 P_b 点的水平距离即平距; α 是 P_a 点至 P_b 点的方位角。根据平距与斜距的关

① 以下文中导线方位角、导线斜距、导线坡度均同此定义。

② 本文中引用的三角函数等概念,均为推广意义即任意角的三角函数。

系可知:

$$S_{ab} = l_{ab} \cos \beta_{ab} \quad (3)$$

式中 l_{ab} 是 P_a 点至 P_b 点的斜距; β_{ab} 是 P_a 点至 P_b 点的坡度。(3) 式代入(2) 式得

$$\left. \begin{aligned} \Delta X_{ab} &= l_{ab} \cos \beta_{ab} \sin \alpha_{ab} \\ \Delta Y_{ab} &= l_{ab} \cos \beta_{ab} \cos \alpha_{ab} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

坐标增量数值的正负号由(4) 式直接产生, 它取决于该段导线的方位角 α 值, 即该段导线实际上定位于原始坐标系中哪一象限(图2)。由(4) 式可推知, 任一导线点 P_n 对其前一点 P_{n-1} 的坐标增量为

$$\left. \begin{aligned} \Delta X_n &= l_n \cos \beta_n \sin \alpha \\ \Delta Y_n &= l_n \cos \beta_n \cos \alpha \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

式中 l_n 是导线点 P_{n-1} 至 P_n 的斜距; β_n 是导线点 P_{n-1} 至 P_n 的坡度; α 是导线点 P_{n-1} 至 P_n 的方位角。由(1) 式可知, 任一导线点 P_n 的原始坐标为:

$$\left. \begin{aligned} X_n &= X_{n-1} + \Delta X_n \\ Y_n &= Y_{n-1} + \Delta Y_n \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

即:

$$\left. \begin{aligned} X_n &= X_0 + \Delta X_1 + \Delta X_2 + \dots + \Delta X_n = X_0 + \sum_{i=1}^n \Delta X_i \\ Y_n &= Y_0 + \Delta Y_1 + \Delta Y_2 + \dots + \Delta Y_n = Y_0 + \sum_{i=1}^n \Delta Y_i \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

将(5) 式代入(6) 式得:

$$\left. \begin{aligned} X_n &= X_{n-1} + l_n \cos \beta_n \sin \alpha \\ Y_n &= Y_{n-1} + l_n \cos \beta_n \cos \alpha \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

即:

$$\left. \begin{aligned} X_n &= X_0 + \sum_{i=1}^n l_i \cos \beta_i \sin \alpha \\ Y_n &= Y_0 + \sum_{i=1}^n l_i \cos \beta_i \cos \alpha \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

由于剖面起点 P_0 定位于坐标原点, 所以:

$$\left. \begin{aligned} X_0 &= 0 \\ Y_0 &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

(10) 式代入(9) 式得:

$$\left. \begin{aligned} X_n &= \sum_{i=1}^n l_i \cos \beta_i \sin \alpha \\ Y_n &= \sum_{i=1}^n l_i \cos \beta_i \cos \alpha \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

(8) 式或(11) 式为任一导线点的原始坐标计算公式。

2.1.2 原始坐标系旋转角度的计算 由于剖面终点 P_m 的原始坐标计算结果中的 Y 轴坐标 Y_m 等于零(剖面终点恰好位于 OX 轴上)的可能性极小, 所以必须将原始坐标系绕坐标原点 O 逆时针方向旋转一个角度 φ 使 OX 轴与剖面起点至终点的连接线重合。旋转后的坐标系称之为转置

坐标系,如图 3 所示。根据剖面终点 P_m 的原始坐标 $P_m(X_m, Y_m)$,可推出计算旋转角度 Φ 的公式为(推导从略)

$$\Phi = \text{Arccos}\left(\frac{X_m}{\sqrt{X_m^2 + Y_m^2}}\right) \quad (Y_m \geq 0) \tag{12}$$

或

$$\Phi = 360 - \text{Arccos}\left(\frac{X_m}{\sqrt{X_m^2 + Y_m^2}}\right) \quad (Y_m < 0) \tag{13}$$

由于余弦函数属周期函数,而旋转角度 Φ 值可能超出其函数主值,即 $\Phi > 180^\circ$ 。所以计算旋转角度之前,应根据剖面终点的原始坐标 $P_m(X_m, Y_m)$ 进行判别。当 Y_m 为负值时选用(13)式计算 Φ 值,否则选用(12)式计算 Φ 值。

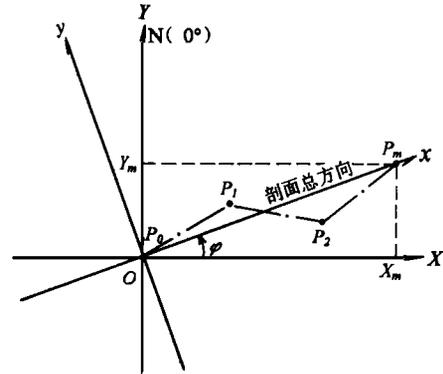
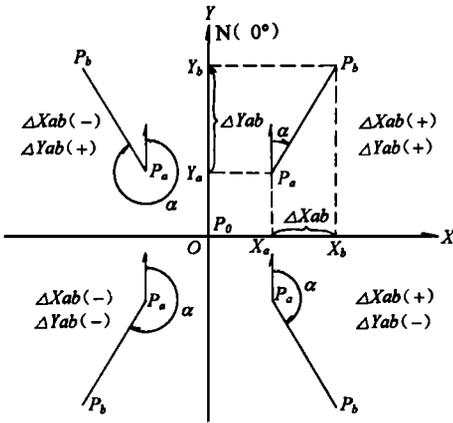


图 2 原始坐标系及坐标增量计算

图 3 原始坐标系旋转为转置坐标系

Fig. 2 Calculation of the primitive

Fig. 3 The primitive coordinate system is rotated

coordinate system and coordinate increment

to form a transposed coordinate system

2.1.3 导线点转置坐标的计算 原始坐标系 XOY 绕原点 O 旋转 Φ 角度后形成的转置坐标系 xOy , 其 x 轴的正方向 Ox 则为剖面总方向,显然 y 轴的正方向 Oy 已不代表方位角的起始方向。将导线点的原始坐标换算为转置坐标,可直接引用解析几何学中的坐标系旋转变换公式

$$\begin{cases} x_n = X_n \cos \Phi + Y_n \sin \Phi \\ y_n = Y_n \cos \Phi - X_n \sin \Phi \end{cases} \tag{14}$$

式中 x_n, y_n 是任一导线点的转置坐标; X_n, Y_n 是任一导线点的原始坐标; Φ 是原始坐标系旋转为转置坐标系的旋转角度。

2.1.4 空间直角坐标系的建立 如果在转置坐标系中通过原点 O 引一条垂直于 xOy 坐标面的竖轴 Z , 则可构成一个能完全表示剖面导线点空间位置的空间直角坐标系。在该系中,剖面起点 P_0 仍然定位于原点 O ; x 轴的正方向 Ox 仍然代表着剖面总方向; Z 轴坐标则代表了导线点的高程,剖面起点高程则为 Z 轴的基准坐标 Z^0 。任何两相邻导线点之间的高差,可以理解为导线 P_n 对其前一点 P_{n-1} 的 Z 轴坐标增量 ΔZ_n , 由三角函数可推知

$$\Delta Z_n = l_n \sin \beta_n \quad (15)$$

式中 l_n 、 β_n 定义同(5)式中说明。根据高程与高差的关系,任一导线点 P_n 的高程即该点的 Z 轴坐标 Z_n 为

$$Z_n = Z_{r1} + \Delta Z_n = Z_{r1} + l_n \sin \beta_n \quad (16)$$

或

$$Z_n = Z_0 + \Delta Z_1 + \Delta Z_2 + \dots + \Delta Z_n = Z_0 + \sum_{i=1}^n l_i \sin \beta_i \quad (17)$$

(17) 式中的 Z_0 即剖面起点高程,可假定为零或按实际高程标定。合并(14)式与(16)式或(14)式与(17)式

$$\left. \begin{aligned} x_n &= X_n \cos \Phi + Y_n \sin \Phi \\ y_n &= Y_n \cos \Phi - X_n \sin \Phi \\ Z_n &= Z_{r1} + l_n \sin \beta_n \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

或

$$\left. \begin{aligned} x_n &= X_n \cos \Phi + Y_n \sin \Phi \\ y_n &= Y_n \cos \Phi - X_n \sin \Phi \\ Z_n &= Z_0 + \sum_{i=1}^n l_i \sin \beta_i \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

(18) 式或(19)式的计算结果,则为地质剖面图展点作图时所直接利用的任一导线点 P_n 的空间坐标 $P_n(x_n, y_n, Z_n)$ 。

2.1.5 反向剖面的识别与数据变换 按照图件编绘的基本规定,地质剖面图的放置方向规定为:将剖面线^獭两端方向中 0° 至小于 180° 方向的一端放置于图纸右侧,左侧则为 180° 至小于 360° 方向的一端。依此规定,为使图式统一^[5]和便于作图,剖面起点应位于图纸左侧,则剖面终点位于图纸右侧。所谓反向剖面,是指不符合上述规定的剖面反向测制或反向作图。反向作图属作图格式错误,此不多述。反向测制由预见性反向及非预见性反向造成。前者系因剖面测制时由于地形、交通等原因人为的反向测制,而后者系因变方向折线剖面在南北向两侧多次折返后,经坐标计算或图解发现的反向。

对于预见性的反向剖面,在计算导线点原始坐标前,应作反向处理,即对各段导线的方位角、坡度作如下变换

$$\left. \begin{aligned} \alpha' &= \alpha + 180^\circ (\alpha < 180^\circ) \\ \beta'_n &= -\beta_n \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

或

$$\left. \begin{aligned} \alpha' &= \alpha - 180^\circ (\alpha \geq 180^\circ) \\ \beta'_n &= -\beta_n \end{aligned} \right\} \quad (21)$$

(20) 式和(21)式中 α' 、 β'_n 是任一导线的反向方位角、反向坡度; α 、 β_n 是任一导线的原向方位角、原向坡度。原始数据反向处理后,可利用各段导线的反向方位角 α' 、斜距 l_n 、反向坡度 β'_n ,从剖面终点(定位于原始坐标系坐标原点 O) 至起点反序进行原始坐标、旋转角度、转置坐标、高程等计

^獭 本文中剖面线定义为剖面起点至终点的连接线。

算,最后从剖面终点向起点正常作图。

对于非预见性的反向剖面,在计算出各导线点的原始坐标之后,通过对剖面终点 P_m 的原始坐标 $P_m(X_m, Y_m)$ 的判别,方可识别出反向剖面。即如果以下不等式组 $X_m < 0$ 或 $\left. \begin{matrix} X_m = 0 \\ Y_m < 0 \end{matrix} \right\}$ 中任一组成立,则可识别为反向剖面。

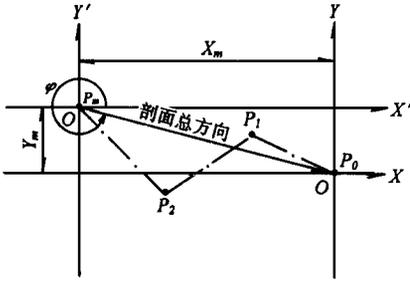


图 4 原始坐标系平移为移轴坐标系
Fig. 4 The primitive coordinate system is translated parallelly to form an axis-shifting coordinate system

对于识别出的反向剖面,可不对其导线的原始数据进行反向处理后重新计算原始坐标,可以利用坐标轴平移方法,将原始坐标系原点 O 从剖面起点 P_0 移至剖面终点 P_m (图 4), 平移后的坐标系可称之为移轴坐标系。显然,原来反向的剖面在移轴坐标系中已经不属于反向剖面。将移轴前的导线点原始坐标变换为移轴坐标系中的移轴坐标,可引用解析几何学中坐标系平移变换公式

$$\left. \begin{matrix} X_n' = X_n - X_m \\ Y_n' = Y_n - Y_m \end{matrix} \right\} \quad (22)$$

式中 X_n', Y_n' 是任一导线点的移轴坐标; X_n, Y_n 是任一导线点的原始坐标; X_m, Y_m 是剖面终点 P_m 的原始坐标。导线点原始坐标变换为移轴坐标后,首先应利用剖面原起点 P_0 的移轴坐标 $P_0(X_0', Y_0')$ 计算移轴坐标系的旋转角度 φ 然后从剖面终点至起点用各导线点的移轴坐标反序进行转置坐标、高程等项计算。

2.2 剖面总方向计算

2.2.1 利用旋转角度计算剖面总方向 在已知原始坐标系或移轴坐标系旋转角度 φ 的情况下,剖面总方向 A 应根据 φ 值选用下式之一计算(图 3)

$$A = 90^\circ - \varphi \quad (\varphi \leq 90^\circ) \quad (23)$$

或

$$A = 450^\circ - \varphi \quad (\varphi > 90^\circ) \quad (24)$$

2.2.2 加权平均法计算剖面总方向 如果变方向折线剖面的导线方位角的变化范围,不在方位角起始方向即 0° 方向线两侧跨越,可以使用以下简易公式计算剖面总方向 A

$$A = \frac{\sum_{i=1}^m \alpha_i \cos \beta_i}{\sum_{i=1}^m l_i \cos \beta_i} \quad (25)$$

若令 $S_i = l_i \cos \beta_i$, 则

$$A = \frac{\sum_{i=1}^m \alpha S_i}{\sum_{i=1}^m S_i} \quad (26)$$

(25) 式和(26)式中 α 是各段导线方位角; l_i 是各段导线斜距; β 是各段导线坡度; S_i 是各段导线平距; m 是剖面的导线总数。有的文献^[3]中推荐使用算术平均法计算剖面总方向,此法不可取。

2.3 岩层厚度计算

编制地质剖面图时如需绘制地层柱状图,则要计算岩层厚度(真厚度)。关于岩层厚度的计算

方法,国内外著述较多并推导出一组7种计算厚度的公式,需根据不同的地形、地质情况判别后选择使用。据作者查证,传统的岩层厚度计算的综合性公式,由前苏联列昂托夫斯基(ЛЕНТОВСКИЙ)及美国曼迪包和桑福德(Mandelbaum and Sanford)等人提出,即

$$T = l(\sin \alpha \cos \beta \sin \gamma \pm \cos \alpha \sin \beta) \quad (27)$$

式中 T 为岩层厚度; l 为沿导线的厚度层斜距; α 为岩层真倾角; β 为沿导线的厚度层斜距段的坡度; γ 为岩层走向与导线的夹角。使用这一公式时,每层厚度的计算都要先判别岩层倾向与厚度层斜距段地形坡向属“反向”或“同向”,以此来决定式中括号内两项应相加或相减。这样的判别不但十分繁复,而且有时极为困难,稍一疏忽可能造成难以发现的错误计算结果。

作者经过多方推导论证,提出以下计算岩层厚度的通用公式(推导从略)

$$D = |l(\sin \alpha \cos \beta \cos \delta + \cos \alpha \sin \beta)| \quad (28)$$

式中 D 为岩层厚度, l 、 α 定义与(27)式中说明相同, β 则是厚度层斜距段的坡度($-0^\circ \leq \beta \leq 90^\circ$); δ 则是岩层倾向与厚度层斜距段导线方位角之差^獐($0^\circ \leq \delta \leq 360^\circ$)。该式适用于各种情况下的岩层厚度计算。某种情况下计算结果为负值时,应取绝对值。这一公式使原来令人十分困惑的“反向”、“同向”判别概念数量化,并以隐含形式影响公式的结构。

3 地质剖面图的编制及作图方法讨论

3.1 地质剖面图的编制

对于变方向折线剖面,在利用坐标法计算出各导线点的空间坐标 $P_n(x_n, y_n, Z_n)$ 及剖面总方向 A 之后,以展点方法采用投影法绘制地质剖面图,将变得比较轻松和便捷。为了便于作图,在计算导线点坐标时定义的空间直角坐标系中,分解出两个互相垂直的坐标面,即以 Ox 轴与 y 轴所确定的 xOy 坐标面和以 Ox 轴与 Z 轴所确定的 xOZ 坐标面。这两个坐标面分别定义为平面图坐标系和剖面图坐标系,如图5所示。

作图时在计算方格纸上将平面图坐标系放置于图纸下部,其上为剖面图坐标系。两坐标系中的两条 Ox 轴水平且平行,其正方向均标定为剖面总方向(A 值), y 轴与 Z 轴竖直且在同一直线上,其中 Z 轴代表导线点的高程, Z 轴的原点高程根据剖面起点高程(基准坐标 Z_0)推算确定。两坐标系中的坐标轴长度单位统一且比例尺相同(图6)。作图步骤分五步进行:

- (1) 以各导线点的 x 、 y 值在平面图坐标系中展绘导线点,依次连接各点;
- (2) 将地质要素点按平距标绘在导线上,绘出平面图;
- (3) 以各导线点的 x 、 Z 值在剖面图坐标系中展绘导线点,依次通过各点描绘剖面地形线;
- (4) 将平面图导线上地质要素点平行 Oy 、 OZ 轴投影到剖面图地形线上;
- (5) 用以剖面总方向计算的视倾角绘制岩层等地质内容,即成剖面图。

由于剖面起点 P_0 的坐标标定为 $P_0(0, 0, Z_0)$,剖面终点 P_m 的坐标计算结果为 $P_m(X_m, 0, Z_m)$,显然,剖面起点至终点连接线必然与 Ox 轴重合,其方向为剖面总方向,剖面终点 P_m 的 x_m 值则为剖面投影总长度。

以上作图方法与传统的几何作图方法相比,不但工作量大大减少,而且消除了作图的积累误差,使地质剖面图上的总方向和投影总长度与地质图上的剖面线相吻合。

獐 应取绝对值。

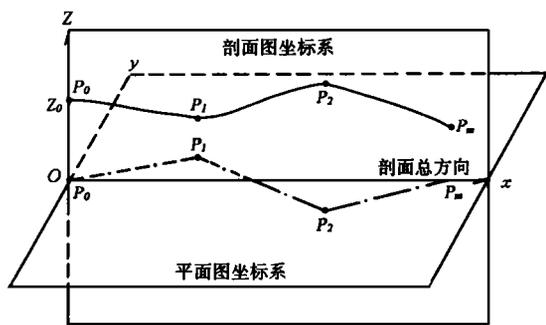


图 5 平面图坐标系和剖面图坐标系

Fig. 5 Coordinate systems of the plan and section

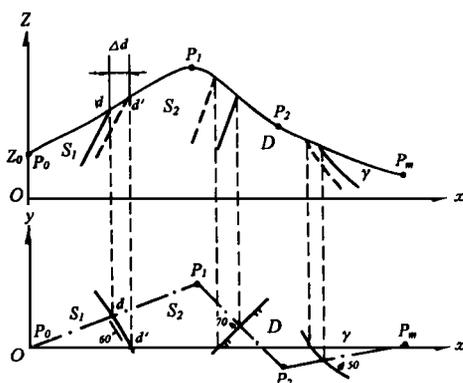


图 6 投影法产生地质要素点在剖面图上的水平位置差

Fig. 6 Difference of horizontal position of the geological element points in the section produced by the projection method

3.2 地质剖面图的作图方法

地质剖面图是选定的一条剖面线上地质情况的综合性形象化的表示形式,其真实性、准确性、形象化应是这种形式的基本要求。对于定方向直线剖面,用展开法或投影法作图,其图形相同,平面图和剖面图以及地质图上的剖面线三者的地形、地质要素点一一对应,位置相符。但对于变方向折线剖面,用投影法、展开法、分段投影法作图,则随作图方法不同而图形各异,其优缺点互为相补。3 种方法中应以投影法较为优越。而展开法或分段投影法,其地质剖面图无统一的总方向,剖面图长度必然大于平面图上的剖面线长度,剖面图上的地形、地质要素与地质图上的剖面线不能对应相符。所以对于变方向折线剖面,很少使用展开法或分段投影法作图。

变方向折线剖面的投影法作图,尽管由于比其它作图方法优越而被普遍采用,但仍然存在难以克服的缺陷:(1) 平面图上的地质要素是按实际情况准确绘制的,而剖面图上的地质要素点由于从平面图导线上直接投影,其位置大多与实际不符。如图 6 所示,剖面图上的 S_1 与 S_2 之间的地质界线、 S_2 与 D 之间的断层线、 D 与 γ 之间的侵入接触界线的水平位置均发生了位移。例如地质要素点 d (S_1 与 S_2 界线点) 与它的实际位置 d' ,其水平位置差 Δd ,即反映了这种投影造成的偏差。(2) 投影法缩短了剖面图上大多数导线点间的平距。由于两点间的高差 (Z 轴坐标增量 ΔZ_n) 是由其斜距及其坡度计算所得,岩层倾角又是剖面总方向上的视倾角,从而造成不但歪曲了剖面图上导线点间的地形线,而且导致剖面图上的岩层厚度一般小于其真厚度。

作者在实践中曾提出用以下方法减小地质要素点在剖面图上的水平位置差,即根据地质要素的不同情况,采取相适应的投影方法:(1) 对于产状稳定的岩层界线、断层线等,将平面图导线上的地质要素点沿走向投影到平面图上的 Ox 轴上;产状不稳定的岩层界线、断层线及侵入接触界线、第四系覆盖界线等,按它们的实际延伸线确定其在平面图 Ox 轴上的位置;各种采样点、标志点等按两侧界线确定其在平面图 Ox 轴上的相对位置。(2) 将平面图 Ox 轴上的地质要素点平行 Oy 、 OZ 轴投影到剖面图地形线上,以此位置绘制剖面图上的地质内容。上述投影方法绘制的剖面图,其地质界线等要素点与地质图剖面线上的对应要素点位置基本相符。但这一方法操作性

差, 某种情况下可能造成要素点位置的错位, 所以应慎重使用。

实测地质剖面的计算及图件编制, 尽管在地质工作中是一项重要的基础性工作, 但地质专业著述中系统论述少, 更无具体的指导性规范。本文提出的计算方法及展点作图方法, 虽然有了严密的数学基础及比较规范的作图方法, 但计算工作仍然繁杂。为此, 利用计算机进行实测地质剖面的处理, 具有迫切的现实意义。作者已于 1993 年底研制成功了具有识别不合理原始数据和错误数据结构、识别反向剖面并作反向处理的实测地质剖面程序, 可以使实测地质剖面的计算及图件编制准确而便捷。作者认为, 对于变方向折线剖面, 无论采用何种方法成图, 难免还存在某方面缺陷。吁请有兴于此的同仁们集思广益, 提出更加完善的地质剖面表示形式, 以使地质剖面图的真实性、解析性、形象性和可操作性上达到完美的统一。本文如有谬误和不妥之处, 恳请批评指正。引用本文计算方法开发计算机应用软件, 请征求作者同意。

4 参考文献

- [1] 国家地质总局书刊编辑室, 1979, 区域地质调查野外工作方法, 第一分册。地质出版社。
- [2] 长春地质学院, 1979, 矿产地质基础, 下册。地质出版社。
- [3] 卢选元等, 1987, 地质调查基础知识。地质出版社。
- [4] 湖北省区测队, 1984, 区域地质调查手册。
- [5] 地矿部书刊编辑室, 1983, 区域地质矿产调查工作图式图例(1:50000)。地质出版社。

THE ESTABLISHMENT OF THE MATHEMATICAL MODEL FOR DIRECTION-CHANGING BROKEN LINE SECTIONS — WITH A DISCUSSION OF THE CONSTRUCTION METHOD

Long Wencheng

Abstract

The construction of the direction-changing section is a method of measuring a geological section applied commonly in areas with complex topographic and geological condition. The geological section is generally constructed using the geometric construction method and projection method. The construction process is overlaborate with a big error. In the paper the author proposes an accurate calculation method by use of coordinates and its related expanded point construction method, makes an innovation of the conventioned calculation of the thickness of strata and puts forward a universal formula of non-deterministic selection. Besides, he also discusses how to perfect the method of constructing a geological section.