

也谈钻孔剖面投影问题

钟仕兴

(山东省煤炭工业总公司)

关于斜孔的剖面投影,已经提出了若干种投影方法,王子国在《斜孔在剖面上的投影方法》(《煤田地质与勘探》1983年第6期)一文中,对此作了系统的总结。笔者在此基础上,就这些方法的主要优缺点和使用范围提一些补充商榷意见,意在更臻完善。

一、几种投影方法的简述

王子国同志归纳出五种投影方法,并定名为垂直投影法、走向投影法、垂向倾斜投影法、直角四面体投影法和斜向倾斜投影法。为了便于讨论这些投影方法的优缺点和使用范围,先简述一下这几种投影方法,如图1所示,CA为钻孔铅垂轴线,CB为钻孔

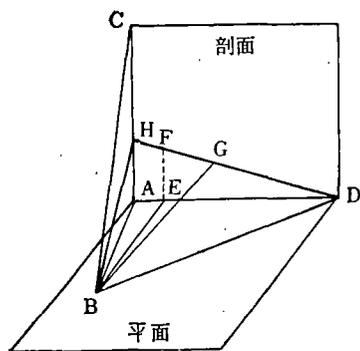


图 1

实际歪斜轴线, B为见煤点的空间位置, BD为煤层走向, $\triangle BDH$ 为煤层在三度空间的位置, $BE \perp DA$, $BG \perp DH$, 则E、D、F、G、和H分别为上述五种投影方法在AD剖面上的投影位置。

二、几种投影方法主要优缺点评述

从理论上说,由于孔斜而使见煤点位于剖面之外时,可根据煤层的产状以任意方向向剖面投影。但为了尽量减少误差和便于资料的使用,当选择投影方向时应力求:第一、尽量缩短投影距离;第二、尽量使见煤点标高与剖面投影点的标高保持一致或相近。此外也要考虑到作图或计算方法的简便与实用。

从图1可知,直角四面体投影法可使投影距离达到最短(因 $BG \perp DH$),从理论上说,它具有最高的精确度。但因其计算程序或作图方法都相当复杂,实际上使用不便,故难于推广。

垂直投影法和垂向倾斜投影法具有相同的投影方向,区别在于后者要按投影方向煤层的伪倾角修正投影点的标高。然而前者虽不作标高修正,但它要求在 $EF \approx 0$ 的条件下使用,只要我们严格掌握其使用条件,两法所得投影点的位置便很接近。两法的主要优点是可使见煤点与剖面投影点的水平距离达到最短(因 $BE \perp DA$),在缓倾斜地区,一般可以达到近似直角四面体投影法的精度。而且计算或作图方法比较简易,是值得推广的斜孔投影方法。但垂直投影法必须在具备使用条件时使用,否则要影响制图精度。

走向投影法的最大优点在于它可使见煤点标高与剖面投影点的标高保持不变(因B、D处于同一走向线),计算或作图简便,并便于剖面图与煤层底板等高线图对照。其主要缺点在于要不同程度地增长投影距离,但在适当的条件下使用,仍可达到所要求的精度,所以也是一种较实用的投影方法,已被较普遍地采用。

斜向倾斜投影法是由王子国同志提出的一种新方法。实际上它不是立面投影,而是

轴线投影(即投影于钻孔的铅直轴线上)。其特点是所得投影图可适用于任意方向的剖面。因其计算或作图方法一般要比垂直投影法和走向投影法复杂,特别是它既不能尽量缩短投影距离又无法保持投影点标高与见煤点标高一致,故其实用性还有待于进一步实践检验。

综上所述,笔者认为垂直投影法、垂向倾斜投影法和走向投影法可作为斜孔剖面投影的基本方法,但在实际工作中应根据不同的情况合理选用。

三、影响投影方法选择的基本要素

如图2,设MN为剖面线,A为线上斜

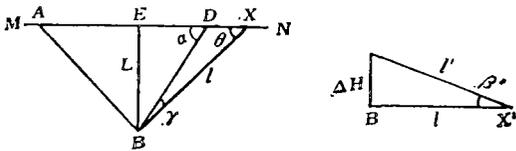


图 2

孔的孔口位置,B为其见煤点的平面位置,BD为煤层走向,它与剖面方向的夹角为 α , \overrightarrow{BX} 为投影方向,它与剖面线的夹角为 θ ,B点偏离剖面线的距离 $BE=L$;同时设煤层真倾角为 β ,投影方向的煤层伪倾角为 β' ,投影方向与煤层走向的夹角为 γ ,则有:

见煤点与投影点间水平距

$$l = L \cdot \csc \theta$$

投影点的标高改正值

$$\Delta H = l \cdot \operatorname{tg} \beta' = L \cdot \operatorname{tg} \beta' \cdot \csc \theta$$

见煤点与投影点间空间距离

$$l' = l \cdot \sec \beta' = L \cdot \csc \theta \cdot \sec \beta'$$

同时根据真、伪倾角关系,

$$\operatorname{tg} \beta' = \operatorname{tg} \beta \cdot \sin \gamma$$

从上述基本关系式可知,在选择投影方法时,应着重考虑两个要素:

第一,煤层倾角大小。煤层倾角大小对选择投影方法的影响,在已往的各类教材中

很少有所提及,故常为人们所忽视。对此笔者认为很值得提请大家注意。从上列关系式可知,除走向投影法外,投影点的标高改正值 ΔH 、与见煤点间的空间距离 l' 均与煤层倾角有关。在见煤点偏离剖面的距离 L 和剖面方向不变的条件下, ΔH 与 l' 都随煤层倾角的增大而增大,因而资料精度将相应降低。走向投影法,从计算或作图本身来说,与煤层倾角大小不发生直接关系,似乎不受此因素影响。但应注意,煤层倾角大小,往往对煤层走向的稳定性有一定影响。如缓倾斜地区,煤层走向的局部变化一般较大,采用走向投影法可能增加误差;急倾斜地区则线形构造发育,煤层走向的局部变化一般较小,比较适于采用此法。

第二,煤层走向与剖面方向夹角的大小。这一点是大家所熟知的。对走向投影法来说,煤层走向与剖面方向的夹角也就是投影方向与剖面方向的夹角(X 与 D 重合, $\theta = \alpha$)。从上述公式可知,这一夹角对投影距离有很大影响,是决定走向投影法是否适用的关键因素。对其他投影方法来说,煤层走向与剖面方向的夹角都不可避免地要影响投影方向的煤层伪倾角 β' ,从而影响到 ΔH 和 l' 值,因此也不同程度地受这一因素影响。

四、各种投影方法适用范围探讨

1. 垂直投影法 因垂直投影法不作投影点的标高修正,从理论上说,只有当煤层为水平状态($\beta = 0^\circ$)或剖面线完全垂直煤层走向($\beta' = 0$),即 $\Delta H = 0$ 时才可使用。这两种情况实际上都很少。为使这一最简易的投影方法得到推行而又不使资料精度太低,可在 $\Delta H \approx 0$ 的条件下使用,也就是使 ΔH 小到不超过产状测量误差和编图精度所允许的范围。有些同志曾提出以煤层走向与剖面方向的夹角达到 $85-90^\circ$ 作为使用本方法的条件(主要考虑到煤层走向测量误差可能达到

5°), 看来还不够完善。当采用这一投影方法时, X 与 E 重合, 故 $\theta = 90^\circ$, $l = L$, $\alpha + \gamma = 90^\circ$, 因此有 $\Delta H = L \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot \cos \alpha$ 。可见 ΔH 不仅与夹角 α 有关, 同时还与煤层倾角 β 、见煤点偏离剖面的距离 L 有关。笔者认为, 直接用 ΔH 值来规定此法适用范围似更合理。考虑到不同比例尺的剖面有不同精度, 笔者初步提出使用垂直投影法时应符合如下条件:

- 1:2000剖面 $\Delta H \leq 1$ 米;
- 1:5000剖面 $\Delta H \leq 2.5$ 米;
- 1:10000剖面 $\Delta H \leq 5$ 米。

实质上就是要求 ΔH 在剖面图上的长度不超过0.5毫米作为使用此投影法的条件。据此笔者按剖面比例尺和 L 值的不同编制出 β 角和 α 角的关系表(表1)。从表1中可知, 当剖面比例尺、 L 或 β 角较小的条件下, 此投影方法使用范围较大。如编制1:1万剖面, $L \leq 50$ 米且 $\beta \leq 5^\circ$ 时, 对 α 角可不受限制; 若编制1:5000剖面, $L \leq 50$ 米而 $\beta < 10^\circ$ 时, α 达到 73.5° 即可使用。不在表列范围的使用条件, 可利用公式直接求出。利用此表也可以编成 β 与 α 角的关系曲线图供使用。

2. 走向投影法 使用走向投影法时, X

表 1

L (米)	β°										
	I	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	II	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250
	III	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
		α°									
5	0	55	67.5	73.5	77	79	80.5	82	83	83.5	
10	55.5	73.5	79	82	83.5	84.5	85.5				
15	68	79	83	85	86						
20	74	82	85	86							
25	77.5	84	86								
30	80	85	87								
35	82	86									
40	83	86.5									
45	84	87									
50	85										

注:
I: 剖面比例尺为1:10000
II: 剖面比例尺为1:5000
III: 剖面比例尺为1:2000

与 D 重合, $\theta = \alpha$, $\beta' = 0^\circ$, $\Delta H = 0$, 故 $l' = l = L \cdot \operatorname{csc} \alpha$, 因此, 主要应控制煤层走向与剖面方向的夹角 α 不应太小(有的教科书把 $\alpha < 45^\circ$ 或 40° 作为使用此投影方法的条件显然是欠妥的), 以免不合理地增大投影距离而影响资料精度。但夹角 α 应大到什么程度才适用? 尚无严格界限。王子国同志提出以 $\alpha \geq 45^\circ$ 作为使用此法的界限, 笔者认为, 对缓倾斜和倾斜地区来说, 这个规定是适当的。在这种情况下, $l' = L \cdot \operatorname{csc} 45^\circ = 1.414L$, 就是说, 可把投影距离控制在不超过见煤点偏离剖面线距的1.4倍。但应指出, 在急倾斜地区, 应适当扩大走向投影法的使用范围, 因为这时垂直投影法一般不适用, 而使用其他投影方法都不可避免地要使投影距离大大超过见煤点偏离剖面的距离。现以垂向倾斜投影法与其作一简单比较。使用垂向倾斜投影法时, $\theta = 90^\circ$, $l = L$, 故 $l' = L \cdot \sec \beta'$ 。据计算, 当煤层倾角 β 大于 55° 而剖面方向与煤层走向夹角 α 大于 45° ; 或当 β 大于 $63^\circ 30'$ 而 α 大于 30° ; 或当 β 大于 71° 而 α 只要大于 20° ; 凡符合上述条件之一时, 垂向倾斜投影法的投影距离都要比走向投影法的投影距离还要长。因此, 笔者认为, 当煤层倾角陡达 60° 以上时, 可以把走向投影法的使用范围放宽到 $\alpha \geq 30^\circ$ 。这时 $l' = L \cdot \operatorname{csc} 30^\circ = 2L$, 即投影距放宽到不超过见煤点偏离剖面线距的2倍。

3. 垂向倾斜投影法 垂向倾斜投影法的适用范围较广。一般说 α 角对其影响不大, β 对其使用影响较大。在缓倾斜和倾斜地区, 这一投影方法可以普遍适用。在急倾斜地区, 由于投影距离增大, 精度相应降低。但当走向投影法又不适用(α 太小)时, 仍可勉强考虑使用。不过由于其计算或作图方法比垂直投影法和走向投影法复杂, 故只要后两者之一适用时, 就不必选用它。

4. 其他投影方法 直角四面体投影法,

如前所述,由于作图和计算复杂,一般不实用。只有在急倾斜地区而且其他投影方法又不具备使用条件的特殊情况下可考虑使用。斜向倾斜投影法的使用条件应与垂向倾斜投影法基本相同,但其投影距离一般多大于垂向倾斜投影法,故笔者认为其实用性有待于进一步检验。

五、几点注意事项

(1)在同一勘探区,由于各个斜孔所通过的剖面方向以及煤层产状可能不同,应根据各自不同情况选用不同的投影方法,不能要求所有斜孔都采用统一的投影方法。

(2)投影方法能否选择得合理,很大程度上有赖于对煤层产状的确定是否正确。再者,不论选用哪一种投影方法,煤层产状对计算或作图成果都有很大影响。因此,在选择投影方法之前,必须认真分析邻近地质资料,力求较准确掌握该处煤层产状。特别是在地质构造较复杂或者煤层倾角较陡的地区,做好这一工作尤为重要,其对资料精度影响之大甚至超过投影方法选择本身。

(3)对穿过断层的斜孔,投影时必须牢记一点,即不论选用哪一种投影方法,见煤点和断点应按煤层和断层各自不同的产状分别进行投影计算或作图。因此,只要断层走向与煤层走向不完全一致,斜孔实见断点的层位同剖面投影孔的断点层位必然是不一致的。即使两者走向完全一致,只要倾向或倾角不一致而又不是采用走向投影法,断点层位也要变化(为此笔者主张,见断层斜孔尽可能采用走向投影法)。断点层位可能向上或向下移动,而且投影距离愈长,断层走向与煤层走向的夹角愈大,断点层位的移动距也愈大,有时甚至可能移到钻孔投影线之外。在编制剖面图时应当注意,位于断点层位移动段的煤层投影点,不可使用。如图3, A点为斜孔实见断点的层位(3、4号煤

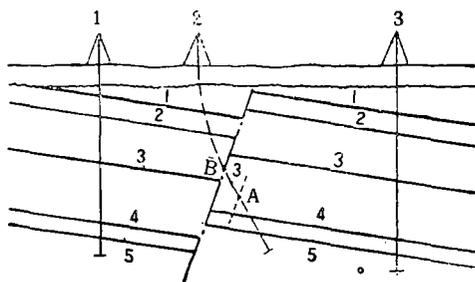


图 3

之间), B点为剖面投影的断点层位(2、3号煤之间), \overline{AB} 即为断点层位移动段,位于该段的3号煤投影点,不可与同一盘的3号钻孔的3号煤层点相连。为看图方便起见,可在斜孔投影图中,通过原断点层位A画一小段虚线与断层线平行。

(4)为便于剖面图与其他图件、资料的数据互相查对,凡剖面投影点标高经过修正的见煤点,在剖面斜孔投影图下应同时注记斜孔见煤点实际标高和剖面投影点的修正标高。

(5)位于剖面线之外而离剖面线不远(一般要求不超过50米)的直孔,如编制剖面时需要把它投影于剖面,上述斜孔剖面投影的原则和方法也完全适用。

☆中国地质学会探矿工程专业委员会煤田钻探学术报告会暨第三届专业委员会会议,于1984年11月上旬在西安召开。会议有近百篇论文和资料。本刊将陆续选登有关文章。

(本刊)

☆江苏省煤田地质专业委员会于1984年11月,在镇江举行地质报告、论文揭图、插图、照片作品评比会。对70多张地质构造图、测井曲线图、沉积岩相图、化石显微照片和素描图进行评选。选出9幅插图、1幅插图和5张照片,并给作者颁发了奖金和奖状。

(胡世忠)