

## 根据岩心轴夹角校正地质剖面上岩层倾向 的赤平极射投影法

胡 火 炎

(中国科学院长沙大地构造研究所)

在编制勘探线地质剖面图的过程中, 准确地将岩心轴夹角(轴心角)校正到剖面图上, 使之更好地符合地质实际情况, 这对于分析地质构造、进行岩(矿)层层位的对比和连接, 以及提高储量计算的精度等, 都有着重要的意义。目前常用的校正方法, 有计算法、表算法和图算法三种。如所周知, 计算法虽然精度较高, 但所用公式比较复杂, 特别是当剖面与岩层走向不垂直时, 其计算公式尤为复杂, 故实际应用中殊感不便。表算法和图算法, 目前一般还只有剖面与岩层走向垂直、孔斜校正取垂直(正)投影时所用的图表, 如校正岩心轴夹角的( $\lambda'$ )诺模图和岩层真视倾向角换算表等。对于剖面不垂直岩层走向、孔斜校正取其他投影法时(如岩层走向投影法、倾向投影法、垂迹投影法等), 虽可借用校正岩层倾向角的( $\delta$ )诺模图, 但这种图仍欠理想, 因为: (1) 其所求结果既不直观, 有时也不够全面, 即把岩层倾向相同, 倾向不同的二解性作为一解处理; (2) 在某些情况下, 如孔斜方位与岩层倾向间的夹角较小, 钻孔天顶角和岩心轴夹角又较大时, 或者是孔斜方位与岩层倾向间的夹角及钻孔天顶角均较大, 而岩心轴夹角又较小时, 则从图上难以求得解; (3)

精度上有时难以保证。鉴于这些情况, 进一步完善和简化岩心轴夹角的校正方法是完全必要的。

应用赤平极射投影法解决这方面的问题则比较理想, 它既可代替种类繁多的图表, 又可弥补前人方法中的不足, 特别是有利于处理日常实际工作中遇到的一些复杂问题。实践证明, 这是一种比较多快好省的方法。现提供给同志们参考, 并希指正。

应用赤平极射投影法解决这方面的问题, 就是根据已知的三个夹角(剖面方位与岩层走向的夹角、剖面方位(或岩层倾向)与孔斜方位的夹角、以及岩心轴夹角)的条件, 采用直径20厘米的较为准确的吴氏网作底网, 在透明纸或聚脂薄膜上通过简单的作图, 先求得岩层的产状, 再求得剖面上的岩层视倾向角。这就与孔斜的校正方法无关, 因为不同的孔斜校正方法, 其岩心轴夹角的投影(校正)结果是不相同的, 而剖面上的岩层视(真)倾向角则是固定的, 故直接校正剖面上的岩层视(真)倾向角要比直接校正岩心轴夹角来得简单、可靠。但剖面上地质界面与钻孔轴相交的位置, 则仍由孔斜的校正方法所决定。

现根据不同情况分别讨论如下:

一、剖面方位与岩层走向垂直，孔斜方位与剖面方位一致时，根据岩心轴夹角校正剖面上的岩层倾角

在这种剖面上的岩层倾角，必为其真倾角。岩心轴夹角的投影，其大小不变。但岩层产状一般可有二解。现举例如下：

例 1、岩层走向  $N 0^\circ$ ，钻孔某段孔斜  $W 270^\circ \angle 70^\circ$ ，岩心轴夹角  $40^\circ$ ，求在  $W 270^\circ$  方位剖面上的岩层产状？

求法（图 1）\*：

1）在标有与吴氏网相对应的圆周刻度和方位的透明纸（最好是绘图用的聚脂薄膜）

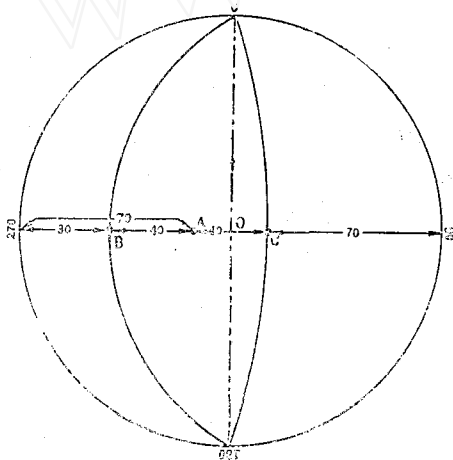


图 1

上，作  $W 270^\circ$  方位剖面线，并使之与网的赤道方位一致；

2）据孔斜  $W 270^\circ \angle 70^\circ$  标出钻孔段极点 A；

3）在 A 两侧分别取  $40^\circ$  角距（岩心轴夹角），得 B、C 两极点（即岩层倾向线极点）；

4）读出包含 B、C 点的两经线大圆（弧）所代表的岩层产状分别为  $W 270^\circ \angle 30^\circ$  和  $E 90^\circ \angle 70^\circ$ ，表明剖面上岩层产状有二解，如要从中确定一解，则需确定岩层倾向方

可。如果岩层倾向  $E 90^\circ$ ，则剖面上的岩层产状便是  $E 90^\circ \angle 70^\circ$ ；反之，则取另一产状。剖面上的岩心轴夹角为角距  $AB = AC = 40^\circ$ 。

例 2、岩层走向  $N 0^\circ$ ，钻孔某段孔斜  $W 270^\circ \angle 50^\circ$ ，岩心轴夹角  $30^\circ$ ，求在  $W 270^\circ$  方位剖面上的岩层产状？

求法（图 2）：

1）在透明纸上作  $W 270^\circ$  方位剖面线，并使之与网的赤道方位一致；

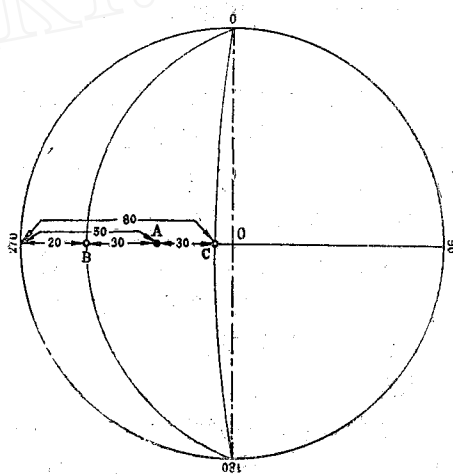


图 2

2）据孔斜  $W 270^\circ \angle 50^\circ$  标出钻孔段极点 A；

3）在 A 两侧分别取  $30^\circ$  角距（岩心轴夹角），得 B、C 两极点（即岩层倾向线极点）；

4）读出包含 B、C 点的两经线大圆（弧）所代表的岩层产状分别为  $W 270^\circ \angle 20^\circ$  和  $W 270^\circ \angle 80^\circ$ ，表明剖面上的岩层产状即使同一走向和倾向情况下仍可有倾角不同的二解（图 3），如要从中确定一解，则需根据其地质条件方可。剖面上的岩心轴夹角为角距  $AB = AC = 30^\circ$ （图 2）。

二、剖面方位与岩层走向垂直，孔斜方位与剖面方位不一致时，根据岩心轴夹角校正剖面上的岩层倾角

\* 本文所用赤平极射投影，概用下半球投影。

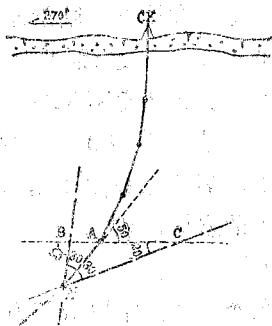


图3、AA'段孔斜W270°/50°，岩心轴  
夹角30°时，岩层产状为W270°/80°或W  
270°/20°。

在这种剖面上的岩层倾角，必为其真倾角。投影前后的岩心轴夹角之差，随孔斜方位与剖面方位间的夹角增大而加大。岩层产状一般可有二解。现举例如下：

例3、岩层走向N40°E，钻孔某段孔斜W270°/60°，岩心轴夹角50°，求在N310°W方位剖面上的岩层产状？

求法（图4）：

1）将透明纸270°方位转至吴氏网赤道的西径，据孔斜W270°/50°标出钻孔段极点A；

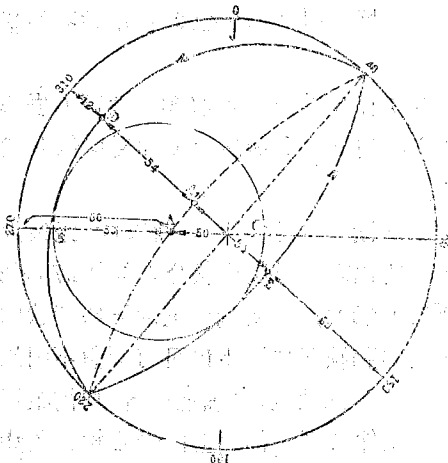


图4

2）在A两侧分别取50°角距（岩心轴夹角），得B、C两点；

3）以角距BC为直径，用圆规作一投影圆（即岩心层面椭圆长径绕钻孔轴旋转一周的轨迹投影圆）；

4）将透明纸40°方位（岩层走向）转至吴氏网的北径（这时剖面线与网的赤道一致），读出与投影圆相切的两经线大圆（弧）M、N所代表的岩层产状分别为N310°W/12°和S130°E/69°（因岩心层面椭圆长径必包含在实际的层面上，故只有与长径轨迹圆锥面相切而又满足岩层走向条件的斜面才可能成为实际的层面），表明剖面上的岩层产状有二解。如要从中确定一解，则需确定岩层的倾向方可。投影于剖面上的岩心轴夹角为角距A<sub>1</sub>D=A<sub>1</sub>E=54°，A<sub>1</sub>为实际钻孔段极点A在剖面上的投影。

例4、岩层走向N0°，钻孔某段孔斜N70°E/50°，岩心轴夹角25°，求在W270°方位剖面上的岩层产状？

求法（图5）：

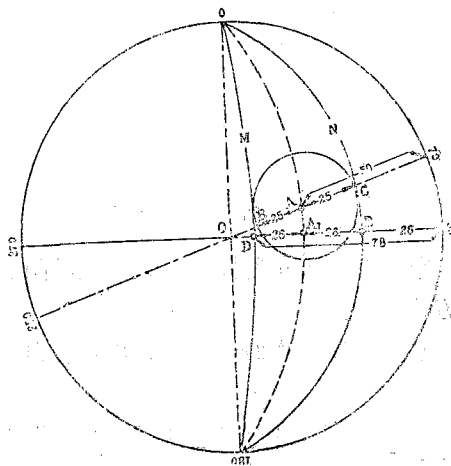


图5

1）将透明纸70°方位转至吴氏网的东径，据孔斜N70°E/50°标出钻孔段极点A；

2）在A两侧分别取25°角距（岩心轴夹角），得B、C两点；

3）以角距BC为直径，用圆规作一投

影圆；

4) 将透明纸  $0^\circ$  方位 (岩层走向) 转至吴氏网的北径 (这时剖面线与网的赤道一致), 读出与投影圆相切的两经线大圆 (弧) M、N 所代表的岩层产状分别为  $E90^\circ \angle 78^\circ$  和  $E90^\circ \angle 26^\circ$ , 表明即使是同一走向和倾向的岩层产状, 在剖面上仍可有不同倾角的二解, 如要从中确定一解, 则需根据其他地质条件方可。投影于剖面上的岩心轴夹角为角距  $A_1D = A_1E = 26^\circ$ 。  $A_1$  为实际钻孔段极点 A 在剖面上的投影。

### 三、剖面与岩层走向不垂直, 孔斜方位与剖面方位一致时, 根据岩心轴夹角校正剖面上的岩层倾角

这种剖面上的岩层倾角, 必为其视倾角。投影 (校正) 前后的岩心轴夹角之差随剖面与岩层走向间的夹角变小而加大。剖面上的岩层视产状一般可有二解。现举例如下:

例 5、岩层走向  $N30^\circ E$ , 钻孔某段孔斜  $E90^\circ \angle 75^\circ$ , 岩心轴夹角  $35^\circ$ , 求在  $W270^\circ$  方位剖面上的岩层视产状?

求法 (图 6):

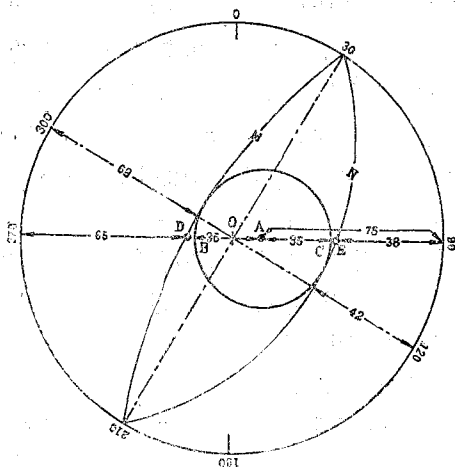


图 6

1) 将透明纸  $270^\circ$  方位 (剖面方位) 转至与吴氏网的赤道方位一致, 并绘上剖面

线。据孔斜  $E90^\circ \angle 75^\circ$  标出钻孔段极点 A;

2) 在 A 两侧分别取  $35^\circ$  角距 (岩心轴夹角), 得 B、C 两点;

3) 以角距 B C 为直径, 用圆规作一投影圆;

4) 将透明纸  $30^\circ$  方位 (岩层走向) 转至网的北径, 读出与投影圆相切的两经线大圆 (弧) M、N 所代表的岩层产状分别为  $N300^\circ W \angle 68^\circ$  和  $S120^\circ E \angle 42^\circ$ , 说明满足已知条件的岩层产状有二解;

5) 标出大圆 M、N 与剖面线的交点 D、E, 量度出 D、E 所代表的层面与剖面的交线产状分别为  $W270^\circ \angle 65^\circ$  和  $E90^\circ \angle 38^\circ$ 。如要从中确定一解, 则需确定岩层的倾向方可。剖面上的岩心轴夹角为角距  $AD = 40^\circ$  或  $AE = 37^\circ$ 。

例 6、岩层走向  $N320^\circ W$ , 钻孔某段孔斜  $W270^\circ \angle 45^\circ$ , 岩心轴夹角  $20^\circ$ , 求在  $W270^\circ$  方位剖面上的岩层视产状?

求法 (图 7):

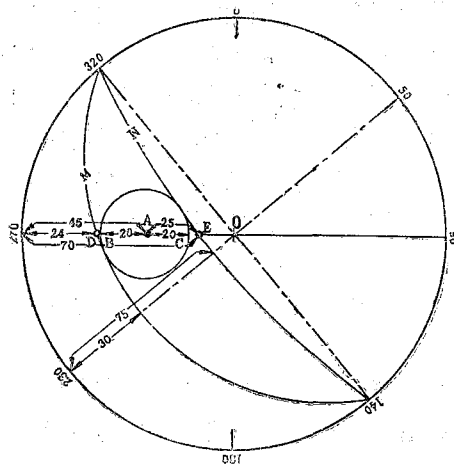


图 7

1) 将透明纸  $270^\circ$  方位 (剖面方位) 转至与吴氏网的赤道方位一致, 并绘上剖面线。

据孔斜  $W270^\circ \angle 45^\circ$  标出钻孔段极点 A;

2) 在 A 两侧分别取  $20^\circ$  角距 (岩心轴

夹角), 得B、C两点;

3) 以角距BC为直径, 用圆规作一投影圆;

4) 将透明纸N320°W方位(岩层走向)转至网的北径, 读出与投影圆相切的两经线大圆(弧)M、N所代表的岩层产状分别为S230W∠30°和S230W∠75°。说明满足已知条件的岩层产状有二解;

5) 标出大圆M、N与剖面线的交点D、E, 量度出D、E所代表的层面与剖面的交线产状分别为W270∠24°和W270∠70°, 如要从中确定一解, 则需根据其他地质条件方可。剖面上的岩心轴夹角为角距AD=21°或AE=26°。

#### 四、剖面与岩层走向不垂直, 钻孔方位与剖面方位不一致时, 根据岩心轴夹角校正剖面上的岩层倾角

这种剖面上的岩层倾角, 必为其视倾角。投影(校正)前后的岩心轴夹角之差, 除了与岩层走向和剖面方位之间的夹角、以及孔斜方位与剖面方位之间的夹角有关外, 还与钻孔孔斜的校正方法有关。剖面上的岩层视产状一般可有二解。现举例如下:

例7、岩层走向N330°W, 钻孔某段孔斜N310W∠70°, 岩心轴夹角40°, 求在S260°W方位剖面上岩层视产状?

求法(图8):

1) 在透明纸上作S260°W方位剖面线;

2) 将透明纸上的N310°W方位转至吴氏网赤道的西径, 据孔斜N310W∠70°标出钻孔段极点A;

3) 在A两侧分别取40°角距(岩心轴夹角), 得B、C两点;

4) 以角距BC为直径, 用圆规作一投影圆;

5) 将透明纸N330°W方位(岩层走向)

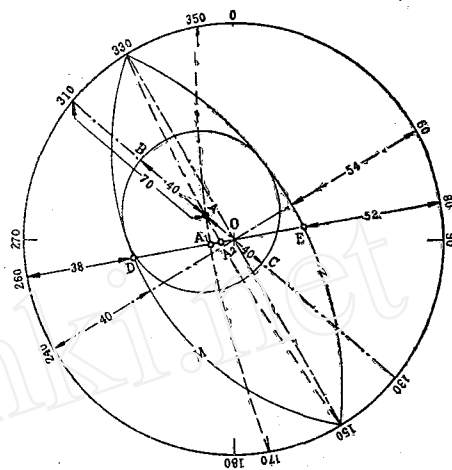


图 8

转至网的北径, 读出与投影圆相切的两经线大圆(弧)M、N所代表的岩层产状分别为S240W∠40°和N60E∠54°, 说明满足已知条件的岩层产状有二解;

6) 标出大圆M、N与剖面线的交点D、E, 量度出D、E所代表的层面与剖面的交线产状分别为S260W∠38°和N80E∠52°。如要从中确定一解, 则需确定岩层的倾向方可。剖面上的岩心轴夹角, 如果孔斜校正取垂直投影法, 钻孔段极点A则投影于A<sub>1</sub>(S260W∠77°), 这时剖面上的岩心轴夹角为角距A<sub>1</sub>D=39°或A<sub>1</sub>E=51°; 如果孔斜校正取岩层走向投影法, 钻孔段极点A则投影于A<sub>2</sub>(S260W∠82°), 这时剖面上的岩心轴夹角则为角距A<sub>2</sub>=44°或A<sub>2</sub>E=46°。

例8、岩层走向N0°, 钻孔某段孔斜S260W∠40°, 岩心轴夹角70°, 求在N290°W方位剖面上的岩层视产状?

求法(图9):

1) 在透明纸上作N290°W方位剖面线;

2) 将透明纸上S260°W方位转至吴氏网赤道的西径, 据孔斜S260W∠40°标出钻孔段极点A;

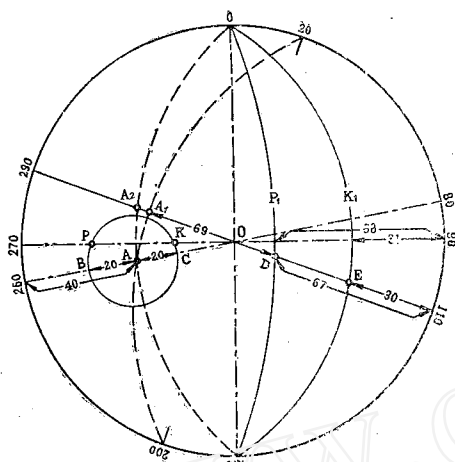


图 8

3) 在A两侧分别取  $20^\circ$  角距 (因岩心轴夹角太大, 不便作图, 故改用其余角一岩心层面法轴角作图), 得B、C两点;

4) 以角距B C为直径, 用圆规作一投影圆;

5) 将透明纸  $0^\circ$  (岩层走向) 转至网的北径, 投影圆与网的赤道西径的交点为P、K, 即层面 (法线) 极点, 与层面极点相对应的层面大圆则为  $P_1$ 、 $K_1$ , 其所代表的岩层产状分别为  $E90^\circ \angle 68^\circ$  ( $P_1$ ) 和  $E90^\circ \angle 31^\circ$  ( $K_1$ ), 说明满足已知条件下的岩层产状有二解;

6) 标出大圆  $P_1$ 、 $K_1$  与剖面线的交点D、E, 量度出D、E所代表的层面与剖面的交线产状为  $S110^\circ E \angle 67^\circ$  (D) 和  $S110^\circ E \angle 30^\circ$  (E), 如要从中确定一解, 则需根据其他地质条件方可。剖面上的岩心轴夹角, 如果孔斜校正取垂直投影法, 即钻孔段极点A投影于  $A_1$  ( $N290^\circ W \angle 44^\circ$ ), 这时剖面上的岩心轴夹角为角距  $A_1 D = 69^\circ$  或  $A_1 E = 106^\circ$ ; 如果孔斜校正取岩层走向投影法, 即钻孔段极点A投影  $A_2$  ( $N290^\circ W \angle 39^\circ$ ), 这时剖面上的岩心轴夹角则为角距  $A_2 D = 74^\circ$  或  $A_2 E = 111^\circ$ 。

## 几点说明

(一) 应用赤平极射投影法校正剖面上的岩层产状, 都是根据三个夹角 (剖面方位与岩层走向的夹角、剖面方位 (或岩层倾向) 与孔斜方位的夹角及岩心轴夹角) 的条件, 先求出岩层产状, 然后再确定其与剖面交线的产状。这种求岩层产状的方法, 同样可用于通过钻孔对地下地质构造的分析和研究上, 比如在浮土覆盖区, 当了解区域构造线方向以后, 根据单个钻孔的岩心资料便可求得岩层产状的双解 (当岩心轴夹角等于  $90^\circ$  时便只有单解), 进一步根据其他条件便可确定地下岩层的产状。这种方法可与其他单孔求地下岩层产状的方法相互补充和验证。

(二) 应用赤平极射投影法校正剖面上的岩层产状, 具有简便、直观、准确等特点。当采用直径20厘米的较准确的吴氏网作底网时, 则其精度与繁杂的计算法比较, 一般均小于  $1^\circ$ , 故完全可满足实际工作的要求。所用透明纸或聚脂薄膜应事先标出  $2^\circ$  间距的圆周刻度和  $10^\circ$  间距的方位读数, 这样在使用时就比较方便。作图的方法和步骤可以灵活多样, 本文为了叙述方便, 仅各举一例按常规法说明之。

(三) 上述各例题中, 除了求得剖面上的岩层视 (真) 产状要素外, 还顺便指出了剖面上的岩心轴夹角的大小, 这是为了说明它们两者间在赤平极射投影图上的关系, 但实际工作中, 可不必再求出岩心轴夹角, 而是根据孔斜校正后的特征点 (地质界面与钻孔轴交点) 位置, 直接按剖面上的岩 (矿) 层视 (真) 产状要素作图即可。特征点的位置, 则由孔斜的校正方法所决定。

下转第52页

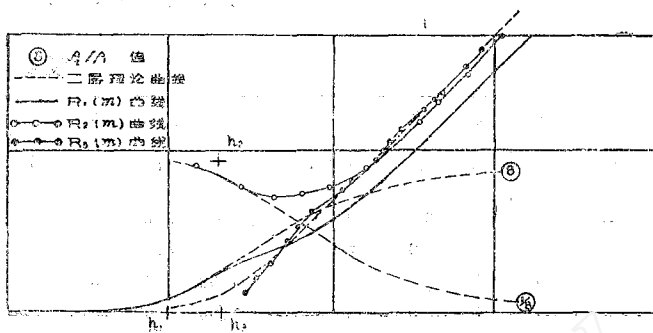


图 8

二层量板的解释结果, 所求出的第三层底板深度为 808 米, 该测深点附近已有钻孔表明青龙灰岩和长兴灰岩底板为 839 米。第四层底板解释深度为 1638 米, 由于上部高阻屏蔽作用, 解释底板深度显然偏大。

## 五、几点看法

1. 直接解释法采用二层 R (m) 理论量板对多层曲线进行解释, 比一般电测深简单、快捷, 精度并不比其它方法低。而该法的另一特点是可用作图法进行, 在某些方面, 它又优于其它数字解释的方法, 可以在没有电子计算机的野外队使用。

2. 影响该法的解释效率和精度主要在于将视电阻率曲线换算为函数曲线的时间和误差。当需要解释大量资料时, 在有条件的地方可以用小型电子

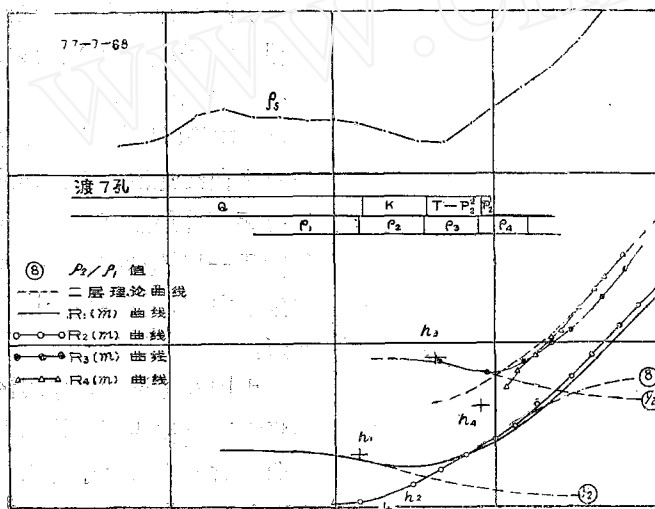


图 9

计算机进行换算, 然后再用二层量板进行解释, 这样可以提高直接解释法的效率和精度。

3. 由于核函数曲线比视电阻率曲线变化更为平缓, 显然等值范围要比后者大, 所以在应用二层量板法解释中, 必需掌握各层的电阻率或其变化范围, 才能保证解释精度。

上接第61页

本文曾蒙何绍勋教授审阅和指导, 特此致谢。

## 主要参考文献

- (1) 何作霖: 赤平极射投影在地质科学上的应用, 第2版增订本, 科学出版社, 1965
- (2) В.И.КузБмин, М.Я.Красноперов, 地质剖面上的岩层倾角作图法, 地质与勘探,

1972(1)

(3) 中南矿冶学院: 赤平极射投影在构造地质学上的应用(讲义), 1976

(4) 杨本锦: 根据岩心轴夹角绘制地质剖面方法的改进, 地质与勘探, 1976(2)

(5) 肖水清: 对《地质剖面上的岩层倾角作图法》一文的几点分析, 地质与勘探, 1976(5)

(6) 胡火炎: 赤平极射投影在单孔岩心钻探地质上的应用, 地质与勘探, 1978(1)