



井深验证平差方法

石延东

在钻探施工中，每钻进100米就要进行井深验证，验证结果小于超差范围者，应于最后一回次或最后若干回次中消差；验证结果大于超差范围，则应进行系统平差。如何进行系统平差？原东北冶勘公司一〇五队的《钻探地质暂行操作方法》和吉林冶勘公司1975年7月编的《吉林省冶金地质工作暂行操作方法》中均介绍了同一平差方法。为便于讨论，现抄录如下：

- “平差法L：记录井深的米数，
- L_1 ：验证井深的米数，
- K：平差系数，
- h：原进尺米数，
- h_1 ：修改后进尺米数。

有两种情况：

当 $L > L_1$ 时， $K = \frac{L - L_1}{L}$

$$h_1 = h - hK = h(1 - K) \dots\dots\dots ①$$

当 $L_1 > L$ 时， $K = \frac{L_1 - L}{L}$

$$h_1 = h + hK = h(1 + K) \dots\dots\dots ②$$

表 1

平差修改进尺数（米）			进尺数（米）		
自	至	进尺	自	至	进尺
0.00	2.50	2.50	0.00	2.00	2.00
2.50	3.75	1.25	2.00	3.00	1.00
3.75	5.00	1.25	3.00	4.00	1.00
5.00	8.75	3.75	4.00	7.00	3.00
8.75	10.00	1.25	7.00	8.00	1.00
10.00	11.88	1.88	8.00	9.50	1.50
11.88	12.50	0.62	9.50	10.00	0.50

平差示例：某钻孔原记录井深10米，验证井深12.50米，平差后其数值修改如表1。

由上表可知， $L_1 > L$ ， $L = 10.00$ ，

$$L_1 = 12.50, K = \frac{2.50}{10.00} = 0.25 \text{ 故应采用②}$$

式，即 $h_1 = h(1 + K)$ 。最后一个回次“自米数”应是：

$$h_1 = 9.50(1 + 0.25) = 11.88, \text{ 进尺米数为 } 12.50 - 11.88 = 0.62$$

同理，8.00乘1.25得修改井深10.00，依次推改直至差值消除为止”（引录完）。

由上述可看出：

（1）原进尺米数h系指“自米数”，而不是每回次进尺米数；

（2）平差系数 $K = \frac{L - L_1}{L}$ 或

$$K = \frac{L_1 - L}{L};$$

（3）平差的进行系从最后一个回次的“自米数”开始用公式计算平差修改后的“自米数”，修改后的回次进尺由验证井深减去修改后的“自米数”而得。

我们认为，上述方法对计算每一个钻孔第一段验证范围（即100米），无疑是正确的，但这一套方法也只能适用于每一孔第一段验证范围内的平差，而对于第二段、第三段……则就不正确了。

让我们举例来说明，设表1所列的进尺米数为第一段验证范围，表2所列的为第二段验证范围。设 $L_1 > L$ ，验证井深为25.00米，记录井深为22.50米。

表 2

平差修改进尺数 (米)			进尺数 (米)		
自	至	进尺	自	至	进尺
11.88	12.50	0.62	11.88	12.50	0.62
12.50	15.55	3.05	12.50	14.00	1.50
15.55	17.22	1.67	14.00	15.50	1.50
17.22	17.78	0.56	15.50	16.00	0.50
17.78	19.44	1.66	16.00	17.50	1.50
19.44	22.22	2.78	17.50	20.00	2.50
22.22	25.00	2.78	20.00	22.50	2.50

注：由于平差方法不符合本段实际，左栏修改后的结果是完全错误的。

我们仍用上述方法进行计算，因 $L_1 > L$ ，

故 $K = \frac{2.50}{22.50} = 0.111$ ，应用②式：

$$h_1 = 20.00 (1 + 0.111) = 22.22 \text{ 米，}$$

最后一回次进尺为 $25.00 - 22.22 = 2.78$ 米，其余类推，见表 2 左边所列。

显然，这些结果是错误的。当按上法平差至第二段验证井深的头一个回次时(12.50~14.00)，由于12.50米为上次验证井深，这个“自米数”已不能再修改，而本回次虽记录进尺为1.50米，却得出了3.05米的修改回次进尺！在表 2 左边内对比一下，便可看出，1.50米的回次进尺修改值应为1.66米，3.05米比这个数字超出了1.39米。为什么会出现这种情况？其根本原因就是上述方法忽略了第二次验证范围是 $22.50 - 12.50 = 10$ 米，第二段验证的误差2.50米是这10米的误差，而不是整个记录井深22.50米的误差这个基本事实。在用 $K = \frac{L_1 - L}{L}$ 求平差系数时，就会人为地用第一段验证井深来缩小第二段验证范围的平差系数，亦即将第二段验证误差配分到第一段井深中去，成为它的一部分。

在计算平差系数时人为地将2.50米中的一部分($0.111 \times 12.50 = 1.39$ 米)配分到第一段井深12.50米中去，而第二段却只配分了

$0.111 \times 10 = 1.11$ 米。这样，钻井越深，人为地配分到本次验证区段的部分就越少，配分到本次验证前井深中去的部分就越多，以致造成本次验证范围中第一个回次的修改进尺突然增大的错误，如12.50~14.00回次出现回次平差修改进尺3.05米的情况。

而当 $L_1 < L$ 时，则会由 $K = \frac{L - L_1}{L}$ 得出和上

述截然相反的情况。不管那种情况，都会使钻孔地质柱状图的记录不符合矿体存在的实际位置，人为地降低了钻井工程质量，甚至在矿床开采中给国家造成巨大的浪费。

那么，怎样才能正确地进行全孔的系统平差呢？根据我们的实践，只要对上述公式加以修改即可。

设： L ：记录井深米数，

L' ：验证井深米数，

n ：验证次数， $n = 1, 2, 3, 4, \dots$

则 L_n ：第 n 次验证的记录井深米数，

L'_n ：第 n 次验证井深米数，

$L'_{(n-1)}$ ：上次验证井深米数，

h ：每回次进尺米数，

h_1 ：每回次平差修改进尺米数，

当： $L_n > L'_n$ 时， $K = \frac{L_n - L'_n}{L_n - L'_{(n-1)}}$

$$h_1 = h - hK = h(1 - K)$$

…………… I

当： $L'_n > L_n$ 时， $K = \frac{L'_n - L_n}{L_n - L'_{(n-1)}}$

$$h_1 = h + hK = h(1 + K)$$

…………… II

这样，在求出每回次的平差修改进尺米数后，既可以在每个验证范围的第一回次由上次验证井深求出第一回次的“至米数”（平差修改后的），也可以由本次验证井深

求最后一回次的“自米数”。对于表 2 所列的第二段验证范围应用 II 式进行计算如下：

$$K = \frac{25.00 - 22.50}{22.50 - 12.50} = 0.25$$

$$h_1 = 2.50(1 + 0.25) = 3.125, \text{ 或}$$

$$h_1 = 1.50(1 + 0.25) = 1.875$$

则最后一回次的平差修改“自米数”为

$$25.00 - 3.125 = 21.875$$

本次验证范围第一回次“至米数”为

$$12.50 + 1.875 = 14.375$$

各回次平差修改结果见表 3。

从表 3 可看出，每一回次都把本段的误差按平差系数均匀分配了。

对比较熟悉平差过程的同志来说，还可以根据求出的平差系数和每回次的进尺米

数，直接估计每回次增（减）的厘米数而得出平差修改后的进尺米数，则将更为简便。

表 3

平差修改进尺数（米）			进尺数（米）		
自	至	进尺	自	至	进尺
11.88	12.50	0.62	11.88	12.50	0.62
12.50	14.375	1.875	12.50	14.00	1.50
14.375	16.25	1.875	14.00	15.50	1.50
16.25	16.875	0.625	15.50	16.00	0.50
16.875	18.85	1.875	16.00	17.50	1.50
18.85	21.875	3.125	17.50	20.00	2.50
21.875	25.00	3.125	20.00	22.50	2.50

注：为说明平差分配均匀程度，修改栏中小数点后第三位未进位。

找矿者的哲学

一九七七年 8 月 6 日至 9 日，在加拿大多伦多召开的勘探者和开发者协会会议，进行了一次题为“找矿哲学”的小组讨论会。下面是一些发言摘要：

乔治·曼纳尔德把找矿历史中当今的这一时代称之为“地质学家的时代”。他总结了从英法殖民地的早期直到 1850 至 1950 年一百年间加拿大找矿工作的发展概况。该期的找矿工作限于地表和近地表的勘探，发现了许多金、铁、多金属、镍和石棉的露头矿。

“第二次世界大战期间技术的发展和由于世界迅速工业化而对金属的渴求，为 1950 至 1970 年这二十年时期的发展开辟了道路，这一时期是找矿地球物理学家的全盛时代。应用航空磁力仪和各种航空电磁系统就能够比较容易地发现近地表的隐伏多金属块状硫化物矿床，镍、铁矿床以及其磁化率或导电性可允许用这些方法探测的其它矿床。”

“我们可以认为，在这物探活动达到高峰的二十年间，在大部分地质条件有利的地区，从基岩地表至 300 英尺深部这一‘顶面’已被粗略地勘探过了。”

曼纳尔德提出，进一步认识全球构造及其对矿床分布的影响将会标志着找矿地质学家的飞跃。“矿床并非自然

界孤立的变种，可以认为它们是产于其中的那种岩石家族中主要和同时代的成员。应用概念模式有助于了解一个矿床的整个环境，而当矿体未出露或物化探技术未能解决问题时，这种方法给予地质学家用钻探方法去勘探它的勇气。”

曼纳尔德的意见遭到了 W. 洛克哈特的反驳，他批评曼氏的意见哄人进入思想安逸的状态，使他们相信，如果在某一地区未能圈定出异常，那么该地区就没有矿。

S. 霍尔麦斯则强调年青的找矿勘探者必须具备“地质特长”。“在过去二十年间，就找矿哲学来说，也许最有意义的变化就是有关矿床产出和成因的最新的科学思想，五十年代以前，指导勘探事业的哲学是根据热液的构造垂直概念。这些概念和伴随的哲学留下许多尚未解决的问题。”

“早期找矿工作的尝试和错误及瞎猫碰死耗子的方法现在已代之以一种发现哲学即根据完全正确的地质前提和概念来找矿。按照基本的定义来说就是（1）挑选可能赋存有某一特定类型的矿体的地质环境或地区，着手进行找矿工作，（2）地质模式，这是根据已知矿体的类型、大小、品位、几何形态及其它特征的地质研究而得出的一种概念化的观念或预想。

（据《加拿大采矿杂志》1977 年 98 卷第 4 期）