濕度公式及儲量計算公式的運用

張 教 育

儲量計算是綜合勘探工作成果的一個重要工序，它是在完成一定的地質勘探階段後，對礦床前途進行評價並決定進一步勘探工作方向的依據。而儲量計算的精確程度，首先決定於礦床構造的複雜程度和礦床的勘探程度。此外亦決定於用於計算中的基本參數的準確性和儲量計算公式的選擇。根據目前所提交的一些鐵礦地質總結報告來看，在儲量計算中對濕度公式及儲量計算公式的應用還存在一些不同的意見，現就這些意見來談一下我們的看法。

一、濕度公式的運用

儲量計算時，應計算礦產在地下自然狀態的儲量，即計算濕礦石量。但化驗室在確定有用組份時，均把樣品或礦樣放在 105°～110°C 溫度下烘乾後再進行分析化驗的，因而確定出的是乾品位。實際上每一固體礦產中均含有一定的天然濕度，因此就必須進行濕度測定，並對有用組份的含量進行濕度校正。目前在濕度問題上主要是對計算公式的運用存在着分歧。現在計算濕度有兩種不同的公式：

(1) $B=\frac{P_1-P_2}{P_1}\times 100$　(2) $B=\frac{P_1-P_2}{P_2}\times 100$

B＝濕度（以百分數表示）；

P_1＝濕礦石重量；

P_2＝乾礦石重量。

根據驗證結果，我們認爲採用其中那一個公式都是對的，計算出的最終金屬量是相等的。過去所以對這兩個公式的應用有分歧，主要是在求校正係數時，一般均採用 $K=\frac{100-B}{100}$，這樣計算出的結果當然會不相同。在計算公式的運用方面應該是：

當採用 (1) 式時，則濕度修正係數 $K=\frac{100-B}{100}$；

當採用 (2) 式時，則濕度修正係數 $K=\frac{100}{100+B}$。現可用數學公式來驗證 $P_1C_1=P_2C_2$。P_1＝濕礦石重量；P_2＝乾礦石重量；C_1＝濕品位；C_2＝乾品位。

如採用 $B=\frac{P_1-P_2}{P_1}\times 100$ 來計算濕度，

$$\text{則：}\quad P_1C_1=P_1\times\frac{100-B}{100}\times C_2=P_1\times C_2\times\frac{100-\frac{P_1-P_2}{P_1}\times 100}{100}=P_1\times C_2\times\frac{P_1-P_1+P_2}{P_1}=P_2C_2$$

如採用 $B=\frac{P_1-P_2}{P_2}\times 100$ 來計算濕度，

$$\text{則：}\quad P_1C_1=P_1\times\frac{100}{100+B}\times C_2=P_1\times C_2\times\frac{100}{100+\frac{P_1-P_2}{P_2}\times 100}=P_1\times C_2\times\frac{1}{\frac{P_2+P_1-P_2}{P_2}}=P_2C_2$$

從上面的驗證可以看出，不管採用那一個公式，只要濕度修正係數的計算公式運用的正確，最終得出的金屬量是相同的。但從地質觀點來看，因礦石中含的水份是隨着季節的變化而不同的。這樣 P_1（濕礦石重量）就不是一個固定數，而是一個隨着季節變化的變數。但 P_2（乾礦石重量）是不受季節變化影響的，是一個固定數。因而在濕度計算時還是用 $B=\frac{P_1-P_2}{P_2}\times 100$ 較爲合理。

二、儲量計算公式的運用

儲量計算中應用的公式有：

稜柱體公式：$V=\frac{1}{2}(S_1+S_2)L$

截錐體公式：$V=\frac{1}{3}(S_1+S_2+\sqrt{S_1S_2})\times L$

圓錐體公式：$V=\frac{1}{3}S_1L_1$

楔形公式：$V=\frac{1}{2}S_1L_1$

在討論儲量計算公式運用之前，先談一下如何計算兩面積相差之比的問題。對此現有兩種計算方法：

（1） $\dfrac{\text{大面積}-\text{小面積}}{\text{大面積}}\times 100\%$ = 兩面積相差之比

（2） $\dfrac{\text{大面積}-\text{小面積}}{\text{小面積}}\times 100\%$ = 兩面積相差之比

對這問題可舉例說明如圖 1，$ABCD$ 面積 $=10\times 10=100m^2$，而 $ABFE$ 面積 $=10\times 4=40m^2$，從圖中可以清楚的看出兩面積相差之比爲60%，如以公式來計算，

則：

（1） $\dfrac{100-40}{100}\times 100\%=60\%$

（2） $\dfrac{100-40}{40}\times 100\%=150\%$

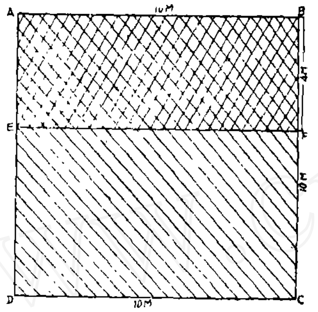

圖 1

從公式求得的結果可以明顯的看出，採用（1）式是正確的，而採用（2）式是錯誤的。

（一）稜柱體公式及楔形公式的應用：

當分成塊段的礦體截面面積大約相等的條件下，體積可按稜柱體公式（$V=\dfrac{S_1+S_2}{2}\times L$）來計算，如圍着塊段的兩截面面積相差超過40%，並截面面積爲不等軸形，但兩截面面積中有一軸恒等，則仍可用稜柱體公式。舉例證明，如圖 2，設 $abcd=S_1=50\times 10=500m^2$，$a'b'c'd'=S_2=10\times 15=150m^2$，$l$ = 兩勘探綫間距離 $=50m$

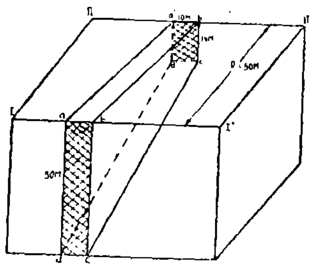

圖 2

從上述情況可知 $aa'd'd$ 面積 $=bb'c'c$ 面積。現在先採用梯形公式求出 $bb'c'c$ 的面積：

$bb'c'c$ 面積 $=\dfrac{15+50}{2}\times 50=1625m^2$

∴該塊段體積 $V=1625\times 10=16250m^3$

用這種方法求得的塊段體積是最正確的，可以這數字來驗證用其它公式計算結果的正確性。

如採用稜柱體公式 $V=\dfrac{S_1+S_2}{2}\times L=\dfrac{500+150}{2}\times 50=16250m^3$

如採用截錐體公式 $V=\dfrac{1}{3}l\,(\sqrt{S_1S_2}+S_1+S_2)$ $=\dfrac{1}{3}\times 50\,(500+150+\sqrt{500\times 150}=\dfrac{1}{3}\times 50(650+273.9)=15398m^3$

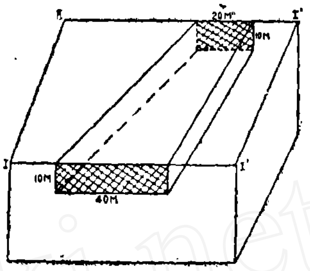

圖 3

可見採用稜柱體公式計算出的結果是正確的。同樣，當礦體爲層狀或似層狀時，雖然其勘探工程間距不等，兩截面面積相差大於40%，但其厚度相等，故仍應用稜柱體公式，其理由與上舉的例子相同（如圖 3）。

如果在礦體邊緣部份的塊段只有一個截面，根據礦體的形狀來看，是呈層狀或似層狀，則其尖滅的趨勢一定是一條綫，而不是一個點，塊段所形成的形狀是楔形，而不是錐形。故要用楔形公式 $V=\dfrac{1}{2}S_1L$ 來計算該塊段的體積（如圖 4）。

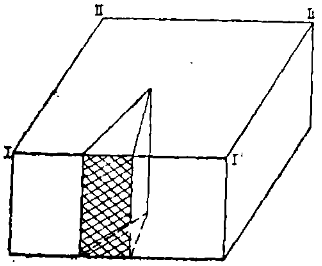

圖 4

（二）截錐體公式及圓錐體公式的運用：

假如圍着塊段的兩截面其面積具有等軸形狀而大小彼此很不同（相差40%以上），則可應用截錐體公式。現舉例證明（如圖 5）：

$l_1=104m,\quad S_1=30\times 30=900m^2$

設 $S_1\sim 0=V_1$　則 $V_1=\dfrac{1}{3}S_1l_1=\dfrac{1}{3}\times 900\times 104=31200m^3$

$l_2=34m,\quad S_2=10\times 10=100m^2$

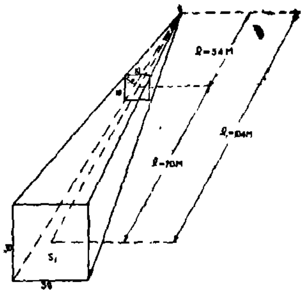

圖 5

設 $S_2 \sim 0 = V_2$ 則 $V_2 = \frac{1}{3} S_2 l_2 = \frac{1}{3} \times 100 \times 34 = 1133m^3$

∴該塊段體積

$V = V_1 - V_2 = 31200 - 1133 = 30077m^3$ ……①

以此種方法求得的塊段體積數是最準確的，可以此數字來校對用其它公式計算出的體積的精確性。

如採用稜柱體公式

$V = \frac{S_1+S_2}{2} \times L = \frac{900+100}{2} \times 70 = 35000m^3$ ②

如採用截錐體公式

$V = \frac{1}{3} \times L(S_1+S_2+\sqrt{S_1S_2}) = \frac{1}{3} \times 70(900+100+\sqrt{900\times100}) = \frac{1}{3} \times 70 \times 1300 = 30333m^3$ ③

把②③式求得的結果與①式求得結果進行比較則：

$$\frac{35000-30077}{35000} \times 100\% = 14\% \quad \cdots\cdots①②$$

$$\frac{30333-30077}{30333} \times 100\% = 0.8\% \quad \cdots\cdots①③$$

根據計算出的誤差可以看出採用截錐體公式計算的結果誤差爲 0.8%，採用稜柱體公式計算的結果誤差爲14%，故採用截錐體公式計算較爲合適。

如兩截面面積不是等軸形，且兩截面中的軸均不相等，兩截面面積相差亦超過40%時，也應當採用截錐體公式來計算塊段體積，可擧例證明（如圖６）：

把 $ABCD \sim A'B'C'D'$分割成若干個體積，

設 $A'B'C'D' \sim GBHE = V_1 = 20 \times 30 \times 75 = 45000m^3$

$AGHF \sim A'D' = V_2 = \frac{1}{2} \times 20 \times 30 \times 75 = 22500m^3$

$HECK \sim D'C' = V_3 = \frac{1}{2} \times 50 \times 20 \times 75 = 37500m^3$

$FHKD \sim D' = V_4 = \frac{1}{3} \times 50 \times 20 \times 75 = 25000m^3$

設 $ABCD \sim A'B'C'D' = V = V_1+V_2+V_3+V_4 = 45000+22500+37500+25000 = 130000m^3$

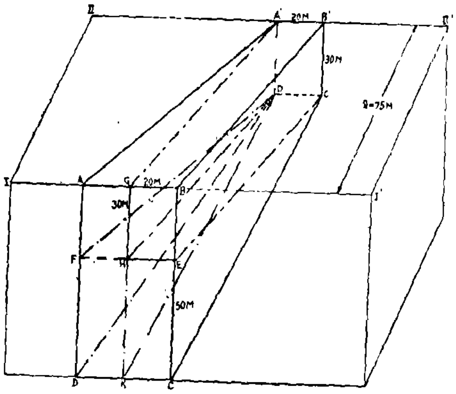

圖 6

用這種方法求得的塊段體積是最正確的，可以這數字來驗證用其他公式計算結果的正確性。

如採用稜柱體公式

$V = \frac{S_1+S_2}{2} \times l = \frac{3200+600}{2} \times 75 = 142500m^3$

以此公式求得的結果與最正確的數字來比較，其誤差爲：$\frac{142500-130000}{142500} \times 100\% = 8.8\%$

如採用截錐體公式 $V = \frac{1}{3} \times l\ (S_1+S_2+\sqrt{S_1S_2}) = \frac{1}{3} \times 75\ (3200+600+\sqrt{3200\times600}) = \frac{1}{3} \times 75\ (3800+1385.7) = 129642m^3$

以此公式求得的結果與最正確的數字來比較，其誤差爲：$\frac{130000-129642}{130000} \times 100\% = 0.27\%$

從計算出的誤差來看，當採用稜柱體公式時誤差爲 8.8%，當採用截錐體公式時誤差爲 0.27%，故應採用截錐體公式計算較爲合適。

在計算礦體邊緣部份的塊段體積時，邊緣部份的塊段只有一個截面，根據礦體尖滅特點，其體積的計算有錐形及楔形兩公式，到底選擇那一個計算公式，這就需要考慮礦體的形狀。如果礦體的形狀爲透鏡狀，扁豆狀或彷錘狀時，則礦體邊緣部份的相隣剖面中，塊段的體積計算一定是採用截錐體公式，這時邊緣部份的塊段體積計算就應採用錐形公式，因爲礦體的尖滅是一個點，而不是一條綫，塊段所成的形狀是一個錐形，而不是楔形，故應採用錐形公式 $V = \frac{1}{3} S_1L_1$。

關於礦石濕度公式應用問題的商討

盧　積　餘

精確地測定礦石濕度不僅能够提高儲量計算的準確性，而且可以正確地評價商品礦石。而礦石濕度的精確度除受測定過程中，操作技術的影響外，所用測定公式的選擇也有很重要的關係。

目前在有關參考書和規範中所列的濕度公式甚不統一。就其基本含義來說，可以劃分爲下列兩種：

（1）　$B=\frac{P_1-P_2}{P_1}\times 100$,

（2）　$B=\frac{P_1-P_2}{P_2}\times 100$

式中：B爲礦石濕度，P_1爲濕礦石重量，P_2爲乾礦石重量。

就其外表形式來劃分則有三種：

第一、$B=\frac{P_1-P_2}{P_1}\times 100$,

第二、$B=\frac{P_1-P_2}{P_2}\times 100\%$,

第三、$B=\frac{P_1-P_2}{P_2}\cdot\%$

濕度校正公式的形式也有 （a）$\frac{100-B}{100}$，（b）$\frac{100-B\times 100}{100}$，以及（$c$）$\frac{100}{100+B}$三種。在實際工作中對公式的應用亦極不一致。爲進一步探求此一問題，現就此談談個人意見。

（一）礦石濕度的基本含義問題

從前面列舉的（1），（2）兩公式可以看出，對濕度含義的理解是不一致的，因而在計算濕度方法上也各有不同。例如假設已知某鐵礦石共重2500公斤，其體重爲1立方公尺，其中含水份重500公斤，礦石品位爲50%。按體重的定義，該礦石的濕體重是2.5，乾體重是2，鐵的金屬量是1000公斤。這是毫無疑義的。若將這些數據求出濕度，循儲量計算的方法步驟計算其礦石量和金屬量，結果如下：

先代入(1)式 $B=\frac{P_1-P_2}{P_1}\times 100\%=\frac{2500-2000}{2500}\times 100\%=20\%$

（式中乘以百分比問題將在第二節中詳述）

根據濕礦石重量和礦石體積得濕體重（$D_{\text{濕}}$）爲2.5，用大多數參考書中所介紹的濕度校正公式把$D_{\text{濕}}$換算爲乾礦石體重（$D_{\text{乾}}$），則

$$D_{\text{乾}}=\frac{D_{\text{濕}}(100-B)}{100}=2.5\times\frac{100-20}{100}=2$$

（式中 $B=20$而不是20%，其原因將在第三部份中討論）

以此乾礦石體重值乘礦石體積得乾礦石量：$Q_{\text{乾}}=V\times D_{\text{乾}}=1M^3\times 2T/M^3\times 1000$ 公斤 $=2000$ 公斤，金屬量：$P=Q_{\text{乾}}\times C_{\text{乾}}=2000$ 公斤 $\times 50\%=1000$ 公斤。或者把品位換算成爲濕礦石品位 $C_{\text{濕}}=C_{\text{乾}}\times\frac{100-B}{100}=50\%\times\frac{100-20}{100}=40\%$。再以此濕礦石品位乘濕礦石量求金屬量 $P=2500$公斤$\times 40\%=1000$公斤。這些運算結果表明用（1）式求得的礦石濕度參與儲量計算所求得的乾體重或最終的金屬量都是符合事實的。

再將以上數據代入（2）式：

總之，儲量計算方法和計算公式的選擇，要以礦體形狀爲依據，特別是對兩剖面所控制的礦塊，應考慮礦體變化規律，同時亦應考慮兩截面面積軸的關係，而軸的變化是受礦體形態和勘探工程間距的控制。對上述公式的運用範圍主要是從幾何形態上，用數學公式來推證的。雖然實際上礦塊和礦體不會那樣規整，但總的來說，當礦體呈層狀或似層狀時，採用稜柱體和楔形公式計算塊段體積較爲合適；當礦體成透鏡狀、扁豆狀或紡錘狀時，採用截錐體和錐形公式較合適。但這僅是從一般的情況來說，在實際應用時，還要具體考慮礦體形狀和截面軸的變化，然後再確定應用的公式。