

地下重力測量與地層密度

方 俊

(經濟部地質調查所)

徐家匯天文台雁月飛神父於民國二十二年七月在唐山礦區測量重力兩點，一在西山礦務局內，測點拔海為三十九公尺。一在第十層礦洞內，拔海為海平面下五百四十公尺，兩點相差達五百七十九公尺。所用儀器為荷雁兩氏彈性擺，精確度約在 5 mgal 左右。

此種結果已發表多年，但尙未有利用以作地層密度之研究者。實則在靜重力儀之製造，尙未臻十分完善之今日，在礦洞內測量重力殊非易事。除 Airy 曾在 Durham 之三百八十三公尺以下，及 Sterneck 曾在 Pfibram 九百七十二公尺以下，試作此等測量外，其更深者殊不多觀。今雁氏之結果雖未能視為十分精確，但頗足以利用之以說明重力與地層密度之關係。

地面上重力之大小視測點之高低而異，其原因有二：

1. 測點拔海愈高，則距地心愈遠，故其間之引力亦愈小。此種改變為空間之差數，故稱為空間改正數，平均計算每公尺相差 0.308 mgal。所謂空間改正數，乃視測點與海平面間為一空間，按其高度加入重力。

2. 實際上測點與海平面間乃一有質量之地層，故測點除受大地重力外，尙受此地層引力。故欲將測點重力改正至海平面，除須加入空間改正數外，尙須減去此層之引力。此種引力稱

爲 Bouguer 改正數，其值爲：

$$B = 2\pi \cdot k \cdot d \cdot h$$

式中 $k = \frac{200}{3} \times 10^{-9}$ ， d 爲地層平均密度， h 爲拔海。

測點若在地下，則其情形與上述者迥異。蓋因地下測點非但減少與海平面間之引力，且受此地層之逆引力。其方向適與重力方向相反，其量則爲一圓球截體引力之垂直分力。故地下測點實受之大地重力爲：實測之重力加圓球截體之垂直引力。此引力甚易計算，可按下式求之：

$$F = 2\pi k \cdot d \cdot h \left(1 - \frac{2}{3} \sqrt{\frac{h}{2R}} \right)。$$

式中 R 爲地球半徑，等於 6,370 公里。其他字母與上同。因 h 與 R 之比較乃一極小數，故上式括弧中第二項可以不計。故

$$F = 2\pi k \cdot d \cdot h。$$

今唐山礦洞內之測點爲拔海 -540 公尺，假定其間平均密度爲 d ，則按上述公式計算，其引力爲 $F = 22.6 d \text{ mgal}$ ，

同理，此點受山形之引力爲 $1.6 d \text{ mgal}$ 。雁氏在礦內所測之結果爲 980203 mgal 。故實際之重力應爲：

$$\begin{aligned} g &= 980203 + 22.6 d + 1.6 d \text{ mgal}, \\ &= 980203 + 24.2 d \text{ mgal}。 \end{aligned}$$

此重力改正至海平面爲： $g(0) = g + 0.3086 \times (-540) - B(h = -540)$ 。山上測點之重力爲 $g' = 980146 \text{ mgal}$ 。改正至海平面爲：

$$g'(0) = g' + 0.3086 \times (39) - B'(h = +39)。$$

此兩值必須相等，故

$$g + 0.3086 \times (-540) - B = g' + 0.3086 \times (39) - B'。$$

或 $g - g' - 0.3086 \times (579) = B - B' = -2\pi \cdot k \cdot (579) \times 10^2 \times d$ 。

故

$$24.2 d = 121.6。$$

故

$$d = 2.31。$$

計得地層之平均密度爲 2.31。此與雁氏所假定者完全相符合。