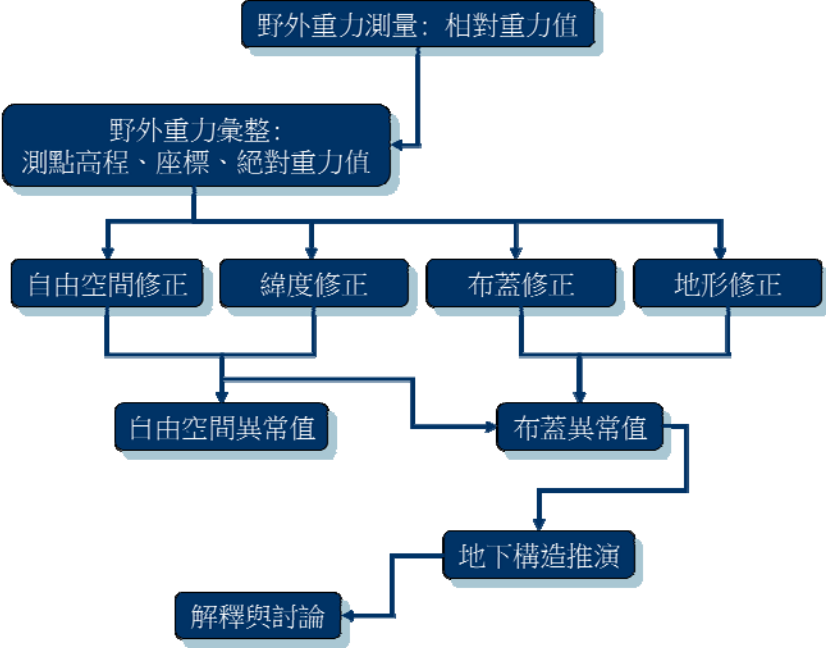


## 地球物理實習課程：重力測勘

課程	重力測勘實習
英名	gravity survey practical training
時數	2 小時 (含儀器解說及野外施測)
方法原理	<p>重力研究的基本原理為萬有引力定律，兩物體間引力大小 <math>F</math> 和兩物體之質量 <math>m</math> 與 <math>M</math> 之乘積成正比，和兩物體間之距離 <math>r</math> 的平方成反比：</p> $F = -G \frac{mM}{r^2}$ <p>，式中 <math>G</math> 為萬有引力常數。</p> <p>重力探勘大都以“毫伽(mgal)”為重力加速度的單位，1 毫伽=10<sup>-3</sup> cm/sec<sup>2</sup>。</p> <p>重力測量可為絕對重力測量和相對重力測量。最新的絕對重力測量採用上拋式自由落體絕對重力儀，測量精度可達 1 微伽 (μgal)。相對重力測量則是利用重力儀量測兩點間的重力差值，若已知其中一點的絕對重力值，則另一點的絕對重力值即可求得。最先進的重力儀是全自動化且自動水平的可攜式電子重力儀，其測量精度可達 1 微伽 (μgal)。</p> <p>重力測勘需先定出各測點的位置和高程，以供重力修正用。測勘流程如下：</p> <div style="text-align: center;">  <pre> graph TD     A[野外重力測量: 相對重力值] --&gt; B[野外重力彙整: 測點高程、座標、絕對重力值]     B --&gt; C1[自由空間修正]     B --&gt; C2[緯度修正]     B --&gt; C3[布蓋修正]     B --&gt; C4[地形修正]     C1 --&gt; D1[自由空間異常值]     C2 --&gt; D1     C3 --&gt; D2[布蓋異常值]     C4 --&gt; D2     D1 --&gt; E[地下構造推演]     D2 --&gt; E     E --&gt; F[解釋與討論]             </pre> </div> <p>地表的重力會受到儀器、潮汐、緯度、高程、地形等因素影響，將各測點的絕對重力值去除這些影響，再減去理論重力值，稱為重力異常。最常用的有「自由空間重力異常」和「布蓋重力異常」。</p> <p>地表測點的絕對重力值，經過自由空間與緯度修正後，可獲得自由空間重力異常。但因自由空間修正只考慮測點到基準面高程差的重力效應，並未考慮地表面到基準面間的岩層質量，所以自由空間重力異常反映的是地表面以下的質量分布情形，常用於檢查是否到達均衡 (isostasy)。</p>

將自由空間重力異常扣除測點與基準面間岩層質量所引起的重力效應及地形修正之後，稱為布蓋重力異常。布蓋重力異常是基準面以下因側向密度不同所造成重力效應之總和，可用於推估地下岩層密度分布情形，進而描繪地下構造形貌。

布蓋異常是地下不均質異常體所產生不同波長重力效應之總和。相同大小及密度對比在不同深度的異常體，在地表會造成不同波長的重力異常分布。大尺度的地下構造（造山帶、洋脊、隱沒帶）會造成長波常的重力異常，這種重力異常稱為區域性異常（regional anomaly）；淺層地下構造（石油探勘、金屬礦調查、活動斷層研究）所造成的重力異常波長較短，稱為剩餘異常（residual anomaly）。將區域性異常和剩餘異常從重力異常剖面分離出來，常採用移點平均或濾波的方法。

儀器

### 絕對重力儀原理

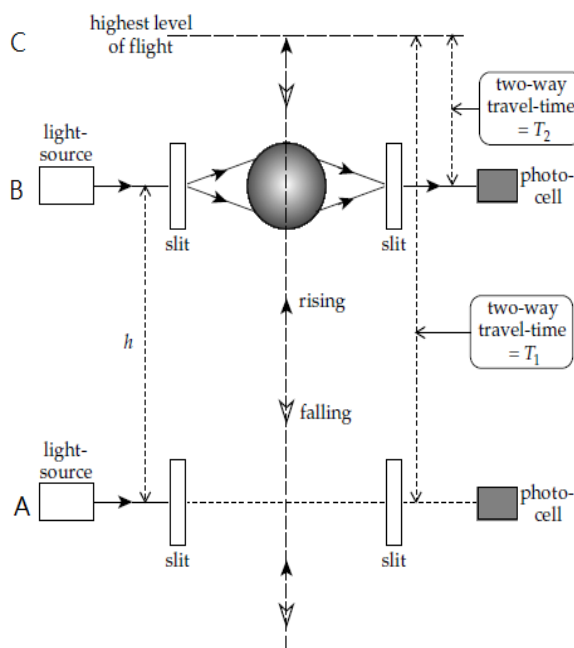
上拋式自由落體絕對重力儀，其基本原理是在真空管內的玻璃球由儀器下方彈出，再沿著相同路徑落下，當經過同一位置時的速度相同。在真空管內有 A, B 兩個位置，兩點距離為 h，玻璃球上拋的最高位置為 C。令從 A 點到 C 點再落到 A 點所用的時間為  $T_1$ ；從 B 點到 C 點再落到 B 點所用的時間為  $T_2$ 。又令 A 點到 C 點的距離為  $z_1$ ；B 點到 C 點的距離為  $z_2$ ，

$$z_1 = \frac{1}{2} g \left( \frac{T_1}{2} \right)^2 \quad z_2 = \frac{1}{2} g \left( \frac{T_2}{2} \right)^2 \quad h = z_1 - z_2 = \frac{1}{8} g (T_1^2 - T_2^2)$$

則絕對重力值

$$g = \frac{8h}{(T_1^2 - T_2^2)}$$

自由落體絕對重力儀原理



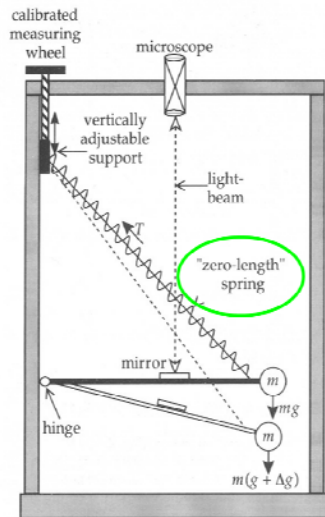
自由落體絕對重力儀 FG-5



## 相對重力儀原理

相對重力儀是以懸掛式彈簧懸掛一重物，根據虎克定律量測彈簧改變量，換算為重力值。懸掛式彈簧具有週期長和高靈敏度的特性。

### LaCoste-Romberg D 型微重力儀



$$\frac{\delta g}{\delta l} = \frac{T^2}{4\pi^2}$$

**Sensitivity**



Fig. 2.32 The principle of operation of an unstable (astatic) type of gravimeter.

## 施測

1. 精確的高程測量：重力值受到高度影響很大，布蓋及自由空間修正值約 0.2 mgal/m，故高程精度需達  $10^{-2}$  m。
2. 潮汐及儀器偏移修正：依測量精度要求，每一或兩小時作一迴圈修正。
3. 測點穩定度：儀器很靈敏，易受環境交通雜訊干擾，測點盡量選擇安靜的場址。