

以錐體斷面法直接做重力地形改正

王建立

國立成功大學地球科學系暨研究所

摘要

重力異常 (gravity anomaly) 一般定義為大地水準面的實測重力值與正常地球橢球面正常重力值的差值。但大地水準面的重力值並無法直接測量，所以需將地表測量的重力值歸算至大地水準面上。重力歸算主要包含二步驟：一為自由空間改正；一為去除測站與大地水準面層間質量引力的重力地形改正。傳統上重力地形改正先作布格改正 (將測站附近視為無限延伸的平坦地形)，再移去及補上高出測站或低於水平面地形質量的引力 (圖 1)。本研究為捨棄傳統方式，採扇形錐體斷面法直接計算大地水準面上層間質量對測站的引力。

扇形錐體斷面法為將測站視為原點，將地形劃分為等圓心角的扇形，並以各扇形中心線的斷面 (剖面) 代表各扇形區塊的地形變化，圓心角愈小表現的地形也愈真實。扇形區塊依斷面數值 (相對測站的距離及高程) 再細分為更小扇形圓錐區塊，再計算及累計各扇形錐體區塊對測站的引力。扇形錐體的內半徑及外半徑並不等高，並且以大地水準面為基準面直接計算。有別於漢默法將各扇形視為平坦且以測站水平面為基準面計算方式。

本研究先以圓錐模型測試第三章推導的扇形錐體引力公式 (圖 2、式 1)，再選擇 4 點地形變化較大，並能代表不同類型地形特徵，分別為山頂 2 點、山谷 1 點及山腰 1 點進行實際地形測試，以圓心角 $\pi/6$ (相差 $\pi/12$ 建制之斷面資料) 之扇形錐體作測試，誤差最大為青山 (山腰) 1.576mGal (表 1、圖 3)。在真實地形測試方面與傳統漢默法比較，除玉山 (山頂) 約 13.4 mGal，其它 3 測試點誤差皆在 4 mGal 以內 (表 2、圖 4)。由測試結果得到，在圓錐模型或真實地形測試方面，錐體斷面算法的引力大於傳統漢默法，這是因漢默法將修正的扇形區塊視為平坦地形 (取平均高程) 的關係。

參考書目

- 李坤哲，2001，重力地形修正之探討，國立中央大學地球物理研究所碩士論文，桃園，72 頁。
- 陳國華，2004，整合 TWVD2001 水準及 GPS 資料改近台灣區域大地水準面模式已應用於 GPS 高程測量，國立成功大學測量及空間資訊學系博士論文，台南，154 頁。
- 蕭宇伸，2002，嚴密正高改正，國立交通大學土木工程研究所碩士論文，新竹，67 頁。
- 胡明城，2003，現代大地測量學的理論及其應用，測繪出版社，北京，476 頁。
- 孔祥元、郭际明、劉宗泉，2002，大地測量學基礎，武漢大學出版社，武漢，265 頁。

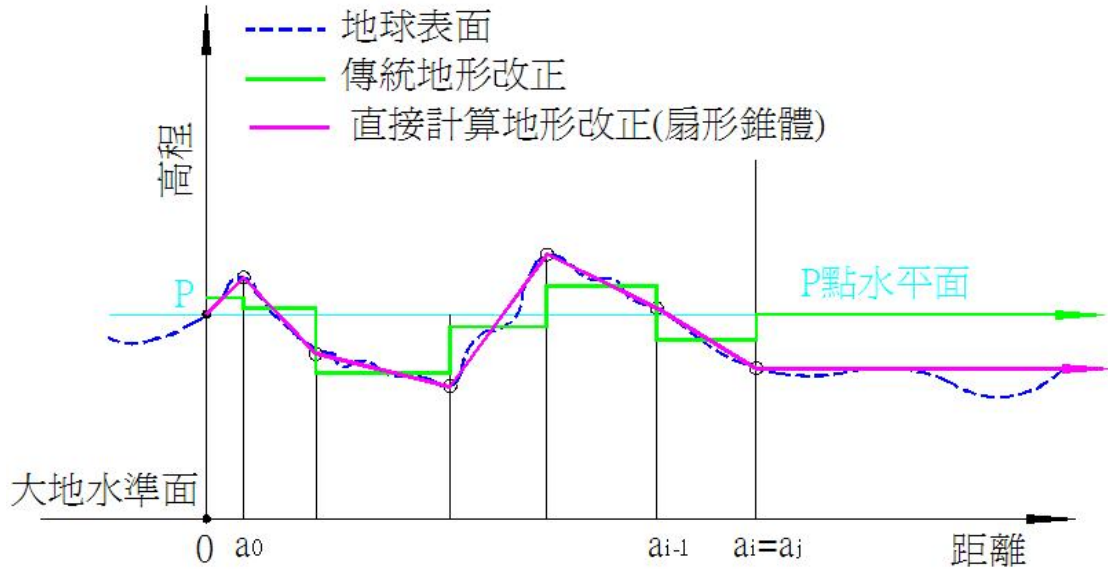


圖 1 傳統地形改正及直接計算地形改正的斷面示意圖

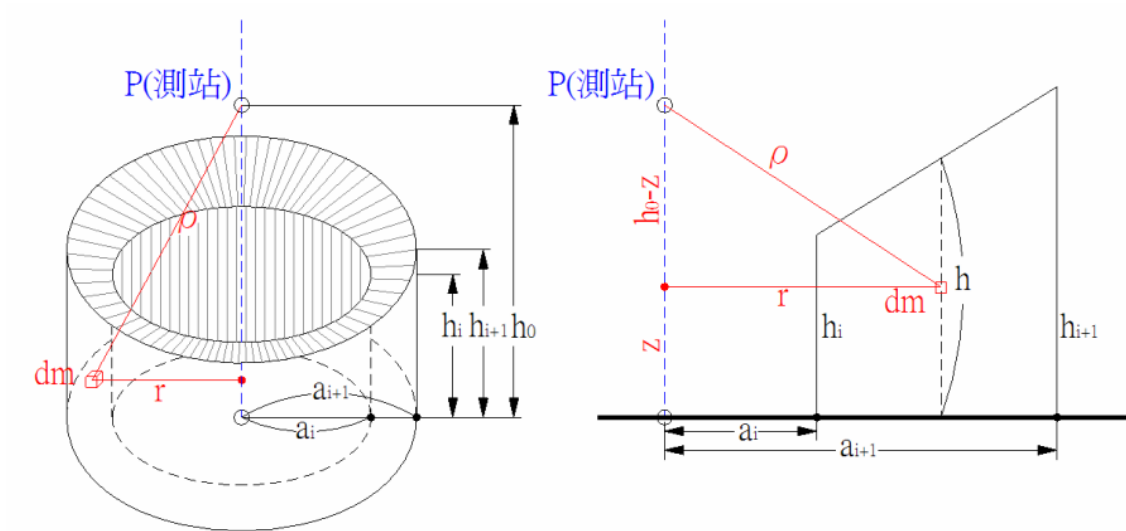


圖 2 環狀錐體模板對 P 點引力示意圖

錐體模板引力公式：

$$F_z = \frac{2\pi G\delta}{\sqrt{(m^2+1)}} \left[\left(\sqrt{(a_{i+1}+p)^2+q^2} - \sqrt{(a_i+p)^2+q^2} \right) - p \cdot \ln \frac{\sqrt{(a_{i+1}+p)^2+q^2} + a_{i+1} + p}{\sqrt{(a_i+p)^2+q^2} + a_i + p} \right] - 2\pi G\delta \left(\sqrt{a_{i+1}^2+h_0^2} - \sqrt{a_i^2+h_0^2} \right) \quad (1)$$

$$m = \frac{h_{i+1} - h_i}{a_{i+1} - a_i} \text{ (斜率)}, \quad k = \frac{a_{i+1}h_i - a_i h_{i+1}}{a_{i+1} - a_i}, \quad p = \frac{m(k - h_0)}{m^2 + 1}, \quad q^2 = \frac{(k - h_0)^2}{(m^2 + 1)^2}$$

編號	測點名稱	測點高程(m)	重力地形改正(mGal)			最大差值(mGal)
			12等分A	12等分B	24等分	
1	大霸尖山(山頂)	3491.51	305.137	304.346	304.741	0.791
2	玉山(山頂)	3952.38	335.407	334.442	334.924	0.965
3	靳珩橋(山谷)	255.69	-22.413	-22.931	-22.672	0.517
4	青山(山腰)	1349.48	118.378	116.802	117.590	1.576

表 1 測試點錐體斷面法計算比較

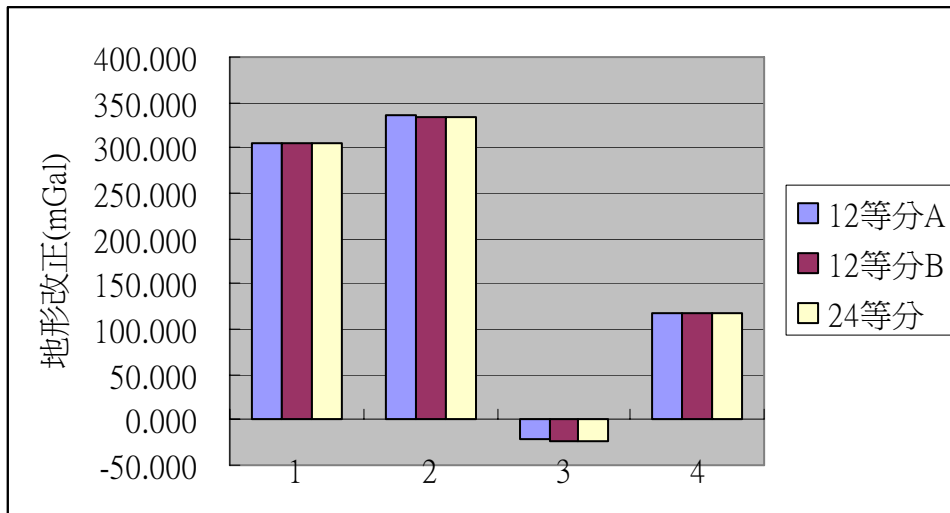


圖 3 錐體斷面法計算結果比較圖

編號	測點名稱	測點高程(m)	重力地形改正(mGal)			差值(mGal)	
			漢默法 (Yen,1995)	錐體斷面法	直接計算法 (蔡坤哲,2001)	錐體-漢默	直接-漢默
1	大霸尖山	3491.51	300.71	304.74	279.36	4.03	-21.35
2	玉山	3952.38	321.5	334.92	300.87	13.42	-20.63
3	靳珩橋	255.69	-25.36	-22.67	-27.43	2.69	-2.07
4	青山	1349.48	114.38	117.59	111.20	3.21	-3.18

表 2 三種地形改正方法計算比較表

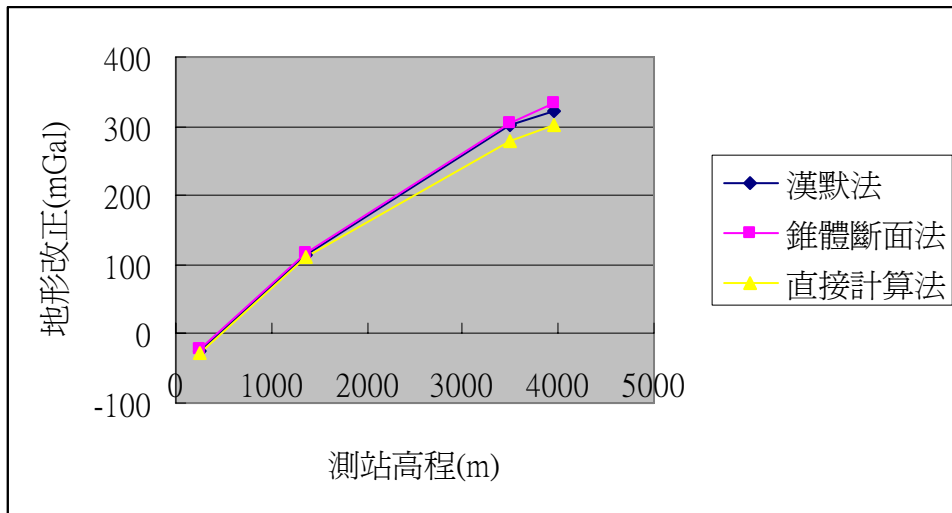


圖 4a 三種地形改正法計算比較圖

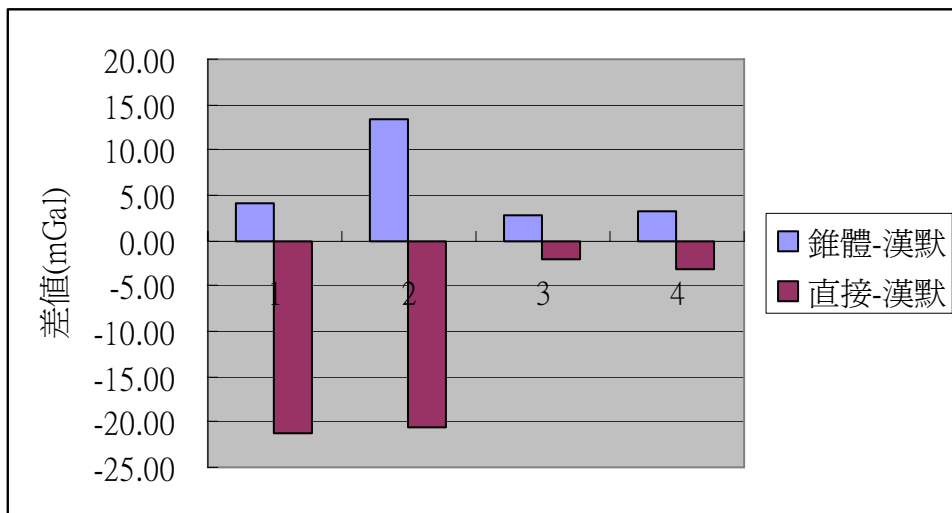


圖 4b 三種地形改正法差值比較