

## 第四章 地籍圖之誤差與精度評估

本章將依次分析早期農地重劃地籍原圖及地籍圖測繪過程各階段之誤差來源及其精度後，由誤差傳播定律推求成圖精度之理論估值。其次，對於測算面積之精度以及複丈時檢核地籍圖之精度規範亦將一併探討。

### 第一節 地籍原圖之誤差來源及精度

由第二章所述早期農地重劃地籍圖之測繪程序中歸納，地籍原圖主要誤差來源包括三角補點測量、圖根測量、展繪已知點、戶地平板測量及繪圖（原圖著墨），茲分述如下：

#### 一、三角補點測量

在測區內缺乏三角點時，必須採三角測量之方法測設三角補點，大約以 50 公頃設一點為準，供圖根測量之需要。表 4-1 所列為當時之精度要求，依據臺灣省地政局（1961）規定，三角補點測量三角形閉合差之限制為  $180^\circ \pm 20''$ <sup>42</sup>。

設三角形三內角的觀測值分別為 A、B、C，其閉合差  $\omega$  為

$$\omega = A + B + C - 180^\circ$$

因 A、B、C 為等精度觀測，由誤差傳播定律得

$$m_\omega^2 = m_A^2 + m_B^2 + m_C^2 = 3m_{a1}^2$$

---

<sup>42</sup>原地籍測量規則（1944~1975）並未有三角補點之規定，1975 年訂定地籍測量實施則第 21 條「在三角系圖形中三角點之距離較遠，得設補點，但必須與其他三個以上三角點之方向通視以定之」（現行地籍測量實施規則條次調整為第 28 條）；一般對補點的看法，認為其精度較同一等級之正規點位低一等級（朱子緯，1986）。

$$m_{a1} = \frac{m_{\omega}}{\sqrt{3}}$$

取  $\omega = \pm 30''$  代入，得

$$m_{a1} = \pm 17.32''$$

假設三角補點測量之邊長為 1000m，則其位置誤差可概估為

$$M_{\text{三角補點}} = \frac{m_{a1}}{\rho''} * 1000 = \pm 0.084(\text{m})$$

惟由於三角補點並不直接作為測圖之根據，其誤差量由點位間之圖根點吸收，對於地籍原圖精度之影響可忽略不計。

表 4-1 早期農地重劃三角（補點）測量精度規範

法規條次	條文內容
地籍測量規則（1944~1975）	
第 37 條	三角點水平角觀測，用方向觀測，測回數，應視使用儀器之精度而定，但至少須觀測三測回。
第 38 條	水平角各測回，測值與其中數之差，不得超過 10 秒。
第 38 條	水平角觀測，每三角形之閉塞差，不得超過 12 秒。
臺灣省地政局「臺灣省實施農地重劃參考資料暨有關法令彙編」（1961）	
第 29 頁	(1)以測回法觀測三測回；水平角各測回觀測值與其中數之差，因補點測量應用儀器最小讀數為 20 秒，故誤差界限以 20 秒為準。
第 30 頁	(2)水平角觀測每三角形之閉塞差，依地籍測量規則第 39 條規定不得超過 12 秒，補點測量可放寬為 $180^{\circ} \pm 20''$ 。

## 二、圖根測量

早期農地重劃圖根測量係依三角點或三角補點之成果，採導線法或交會法施行，作為測圖之根據；一般係使用 20"~1' 讀經緯儀測角，竹尺量距，茲將當時適用之主要精度規範整理如表 4-2。

按傳統附合導線受圖形之幾何強度影響甚大，因缺乏相關資料無法精確分析其點位精度，以下僅由測角與量距之精度規範，概略估計圖根點對地籍圖精度之影響。

由地籍測量規則（1944~1975）第 68 條，距離測量往返施測 2 次之較差

$$d = 0.01\sqrt{S} \quad (4-1)$$

可估算單向距離測量之誤差

$$m_L = \frac{d}{\sqrt{2}} \quad (4-2)$$

往返施測 2 次平均值之誤差

$$m_x = \frac{m_L}{\sqrt{2}} \quad (4-3)$$

將(4-1)(4-2)(4-3)式整理後，得距離觀測量之精度

$$m_x = \frac{0.01\sqrt{S}}{2} \quad (4-4)$$

將導線邊長概略以 200m 帶入(4-4)式，可得

$$m_x = \pm 0.07(\text{m})$$

另由地籍測量規則（1944~1975）可看出單一角度觀測之精度為

$$m_\Delta = \pm 60''$$

則圖根測量對點位精度之影響可概估為

$$M_{\text{圖根}} = \pm \sqrt{\left(\frac{m_{\Delta}}{\rho''} S\right)^2 + m_x^2} = \pm 0.091(\text{m})$$

相當於 1/1200 地籍圖上 0.08mm。

表 4-2 早期農地重劃圖根測量精度規範

法規條次	條文內容
地籍測量規則 (1944~1975)	
第 63 條	道線之邊長，以 150 公尺為適宜，每一幹道線之點數，應在 40 點以內，支道線應在 30 點以內，如為地勢所限得稍變通之。
第 64 條	交會法所用方向線之長，應在 300 公尺以上。
第 67 條	導線點及交會點之水平角，均用經緯儀施測之，用方向觀測法，應觀測二測回，用複測法，應觀測四倍角。
第 68 條	距離測量，用鋼捲尺或竹尺，往返施測二次，採其中位數算至公分為止，二次之差不超過 1 公分 $\sqrt{S}$ ， $S$ 為邊長，以公尺為單位，但在平坦地應減 20%，在山地得增加 20%。
第 71 條	道線水平角之閉合差 $fB$ 不得超過左列限制： 幹道線 $fB = 1' \sqrt{N}$ ；支導線 $fB = 1' \sqrt{N} + 1'$ ，式中 $N$ 為導線點之總數，包括起迄兩已知點。
第 73 條	道線之位置閉塞差： $fS = \sqrt{fX^2 + fY^2}$ 不得超過左列之限制： 平坦地： $fS = 0.01$ 公尺 $\sqrt{4(S) + 0.0050(S)^2}$ ； 起伏地： $fS = 0.01$ 公尺 $\sqrt{6(S) + 0.0075(S)^2}$ ； 山地： $fS = 0.01$ 公尺 $\sqrt{8(S) + 0.0100(S)^2}$ ； 式中「 $S$ 」為邊長總合， $fX$ 為縱距閉塞差， $fY$ 為橫距閉塞差，均以公尺為單位。

### 三、展繪已知點

按當時適用之地籍測量規則（1944~1975）並未規定展繪之誤差限制；參照 1975 年發布之地籍測量實施規則第 113 條後段：「其展開誤差不得超過 0.2 公釐」可推估展繪已知點之精度為  $\pm 0.2(\text{mm})$ ，即

$$M_{\text{展繪已知點}} = \pm 0.2(\text{mm})$$

表 4-3 早期農地重劃展開已知點精度規範

法規條次	條文內容
地籍測量規則（1944~1975）	
第 82 條	展開已知點，應依各點之縱橫線，就圖廓及方格網，按既定之比例尺，嚴密施行，並以距離檢查之。
地籍測量實施則（1975 年發布）	
第 113 條	展開已知點，應依各點之縱橫線，就圖廓及方格網，嚴密施行，並以距離檢查之，其展開誤差不得超過 0.2 公釐。 註：本條文於 2000 年地籍測量實施規則修正後，條次調整為第 90 條。

### 四、戶地平板測量

早期重劃區地籍原圖上，保留地及重劃區外圍界係將重劃前地籍圖上經界線依據坵形（界址）測量結果套繪移寫後，實地釘立界樁；而參加重劃之耕地部份經界線則係依規劃設計（中心樁、農水路寬度）及分配結果（邊長及面積）繪製後，實地釘樁標示界址。

農地重劃測繪地籍圖，係依已繪製完成之原圖決定實地界址，雖與一般地籍測量依實地界址測繪者有所不同，然既認為屬地籍測量性質，其精度限制，應援引戶地平板測量之規定，茲整理如表 4-4。

由地籍測量規則（1944~1975）第 85 條、86 條可看出依施測補助點之精度為 0.2 公釐，另參照楊寬盛（1979）研究之結果，平板測量一般綜合誤差約為圖上 0.3mm 及 1986 年增訂之地籍測量實施規則第 93 條規定，戶地平板測量之誤差可推估為

$$M_{\text{戶地平板測量}} = \pm 0.3(\text{mm})$$

表 4-4 早期農地重劃戶地測量精度規範

法規條次	條文內容
地籍測量規則（1944~1975）	
第 85 條	圖解交會法，應用三方向線以上，前方交會或側方交會，角度須在 30 度至 120 度之間，其示誤三角形，圖上邊長不得超過 0.2 公釐。
第 86 條	圖解道線應於已知點間連接之，其圖上閉塞差，不得超過 0.2 公釐 $\sqrt{N}$ ，並應平均配賦於各點，式中 $N$ 為總邊數。
第 87 條	戶地平板測量，應用光線法、導線法、半導線法及交會法，但使用導線法及半導線法時，應隨時檢查閉塞之。
地籍測量實施則	
第 93 條	戶地測量採圖解法測繪者，其圖根點至界址點之圖上位置誤差不得超過 0.3 公釐。 註：本條文係於 1986 年修正地籍測量實施則增列，於此之前並無相關規定；2000 年地籍測量實施規則修正後，條次調整為第 75 條。

## 五、繪圖（原圖著墨）

地籍原圖測繪完成後，須依實測鉛筆線描繪著墨，並依規定之圖式整理原圖。茲將當時適用繪圖精度相關之精度規範整理如表 4-5，由其中第 110 條可知繪圖之誤差為

$$M_{\text{繪圖}} = \pm 0.2(\text{mm})$$

表 4-5 早期農地重劃繪圖精度規範

法規條次	條文內容
地籍測量規則 (1944~1975)	
第 107 條	戶地原圖測竣後，應與鄰圖接合無誤後，方可著墨。
第 108 條	原圖互相接合圖上之差，除因圖紙伸縮影響外，其在十分之四公釐以上者，應實地檢查更正之。
第 109 條	繪圖普通應用線號如左： 一、一號線寬 1/5 公釐； 二、二號線寬 1/10 公釐； 三、三號線寬 1/20 公釐。
第 110 條	圖廓用紅色三號線，一號地之界址，以黑色三號線，依實測鉛筆線描繪，但爭執未確定之界址，應用紅色線繪圖，誤差不得超過十分之二公釐。
第 119 條	原圖著墨後，原鉛筆線不得擦去。

綜上所述，將早期圖解農地重劃地籍原圖測繪過程之誤差來源及其精度限制整理如表 4-6，由誤差傳播定律可計算出早期農地重劃地籍圖界址點位置精度之理論推估值為圖上 0.42mm（相當於實地 0.50m）。

表 4-6 早期農地重劃地籍原圖之誤差來源及精度

誤差來源	精度
三角補點測量	可忽略
圖根測量	圖上 0.08mm
展繪已知點	圖上 0.20mm
戶地平板測量	圖上 0.30mm
繪圖（原圖著墨）	圖上 0.20mm

## 第二節 數化地籍圖之誤差來源及精度

目前於早期農地重劃區辦理複丈主要使用之數化地籍圖，係由地籍原圖複製之地籍圖數化而成；除承襲地籍原圖之誤差外，尚包含複製地籍圖之誤差以及數值化之誤差；另數值化後地籍圖之伸縮誤差雖可由坐標轉換之方式予以改正，惟仍存有不規則變形之誤差無法消除。茲分別探討如下：

### 一、由地籍原圖複製地籍圖

重劃區地籍原圖清繪、整飾完成後須依地籍原圖同一比例尺，複製地籍圖交地政事務列入地籍管理，而數值化作業亦係依此地籍圖辦理。當時複製地籍圖係採人工轉繪方式，經描繪聯絡圖、由聯絡圖移繪至地籍圖以及清繪地籍圖（著墨）三個過程複製，並將原圖四幅（200間\*250間）拼接為一幅（400間\*500間）。

依地籍測量規則（1944~1975）第 110 條（見表 4-5），描繪之容許誤差為 0.2mm；複製地籍圖須經三次描繪，其中誤差

$$M_{\text{製圖}} = \sqrt{3}m_{\text{描繪}} = \pm 0.35(\text{mm})$$

### 二、數值化作業

新竹縣內圖解地籍圖均係採掃描後螢幕點圖數化之方式於 2001~2004 年間建檔完成。影響其數化精度之因素如下：

#### (一) 掃描儀精度

數化當時所採用之 EskoScan 2636、A0 尺寸平臺式掃描儀，絕對精度為 0.1mm（100 $\mu$ m）。



## (二) 螢幕點圖數化精度

螢幕點圖數化精度與掃描影像之解析度有關，當時掃描之解析度為 200dpi，估計螢幕點圖精度可達 1 個像元，即 0.127mm。由誤差傳播定律，數化精度之估值為

$$M_{\text{數化}} = \sqrt{m_{\text{掃描}}^2 + m_{\text{螢幕點圖}}^2} = \pm 0.16(\text{mm})$$

## 二、圖紙伸縮

以薄棉紙繪製之早期農地重劃地籍圖，伸縮率相當大，且伸縮情形並非均勻。茲將新竹縣內全數早期農地重劃地籍圖合計 281 幅，依數化成果所計算之伸縮率整理如表 4-7。由表 4-7 可知，新竹縣內早期農地重劃地籍圖之伸縮率在-1.117%~1.091%之間，且左右（縱向）伸縮率較上下（橫向）伸縮率大；又對於面積之影響在-1.188%~1.605%之間。

地籍圖經數化後可由坐標轉換之方式改正圖紙伸縮，而一般地籍圖上可供轉換控制的點位有二類，即圖廓之四角點及展繪於圖上之圖根點。由於早期農地重劃地籍圖上並無圖根點，因此僅能依圖廓之四角點進行。另六參數轉換功能較四參數轉換完備，當圖籍含有線性畸變，諸如二方向的伸縮率不一致、縱橫交軸不正交等，六參數轉換有能力顧及（陳鴻益，1984）。

茲將新竹縣內 281 幅地籍圖試依圖廓角點控制按六參數轉換，其轉換後中誤差之平均值為圖上 0.47mm（如表 4-8）。

數化地籍圖經坐標轉換後，可消除多數之圖紙伸縮誤差，其因不規則變形，無法消除之誤差，由觀察轉換後圖廓線之變形狀況（如圖 4-1），概估為

$$M_{\text{圖紙伸縮變形}} = \pm 0.20(\text{mm})$$

表 4-7 新竹縣早期農地重劃地籍圖伸縮率分析

左邊			右邊		
伸縮率(%)	邊數	百分比	伸縮率(%)	邊數	百分比
~-1.0	1	0.36%	~-1.0	0	0.00%
-1.0~-0.5	6	2.14%	-1.0~-0.5	6	2.14%
-0.5~ 0.0	77	27.40%	-0.5~ 0.0	88	31.32%
0.0~ 0.5	177	62.99%	0.0~ 0.5	161	57.30%
-0.5~ 1.0	18	6.41%	-0.5~ 1.0	25	8.90%
1.0~	2	0.71%	1.0~	1	0.36%
最大值		1.091%	最大值		1.069%
最小值		-1.117%	最小值		-0.839%
平均值		0.136%	平均值		0.136%
絕對值平均值		0.272%	絕對值平均值		0.267%
下邊			上邊		
伸縮率(%)	邊數	百分比	伸縮率(%)	邊數	百分比
~-1.0	0	0.00%	~-1.0	0	0.00%
-1.0~-0.5	6	2.14%	-1.0~-0.5	1	0.36%
-0.5~ 0.0	181	64.41%	-0.5~ 0.0	137	48.75%
0.0~ 0.5	86	30.60%	0.0~ 0.5	139	49.47%
-0.5~ 1.0	8	2.85%	-0.5~ 1.0	4	1.42%
1.0~	0	0.00%	1.0~	0	0.00%
最大值		0.779%	最大值		0.583%
最小值		-0.614%	最小值		-0.522%
平均值		-0.067%	平均值		0.003%
絕對值平均值		0.166%	絕對值平均值		0.133%
面積			註：圖幅數合計 281 幅		
伸縮率(%)	圖幅數	百分比			
~-1.0	2	0.71%			
-1.0~-0.5	25	8.90%			
-0.5~ 0.0	84	29.89%			
0.0~ 0.5	127	45.20%			
-0.5~ 1.0	34	12.10%			
1.0~	9	3.20%			
最大值		1.605%			
最小值		-1.188%			
平均值		0.104%			
絕對值平均值		0.363%			

表 4-8 新竹縣早期農地重劃地籍圖圖廓角點六參數轉換精度

地面精度(m)	圖面精度(mm)	圖幅數	百分比
0.0~0.5	0.00~0.42	3	1.07%
0.5~1.0	0.42~0.83	136	48.40%
1.0~1.5	0.83~1.25	116	41.28%
1.5~2.0	1.25~1.67	24	8.54%
2.0~	1.67~	2	0.71%
合計		281	100.00%
平均值	地面精度 0.56m (圖面精度 0.47mm)		

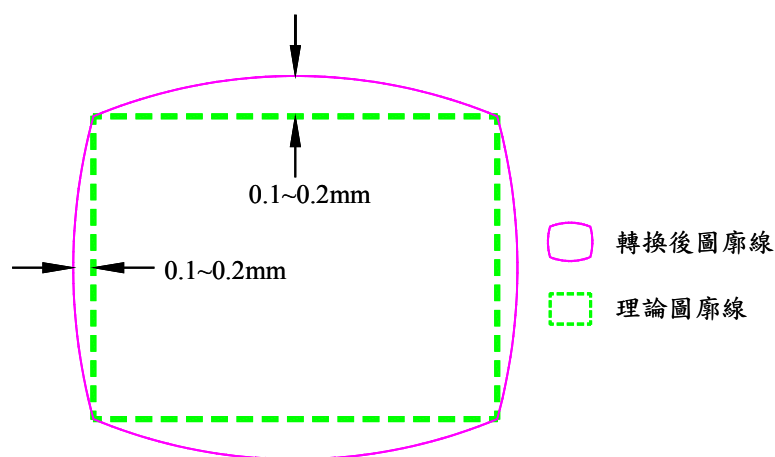


圖 4-1 圖廓線變形示意圖

綜上所述，將早期圖解農地重劃數化地籍圖成圖過程之誤差來源及其精度整理如表 4-9，由誤差傳播定律可計算出數化地籍圖精度之理論推估值為圖上 0.60mm (相當於實地 0.72m)。

表 4-9 數化地籍圖誤差來源及精度

誤差來源	精度
地籍原圖	圖上 0.42mm
製圖 (複製地籍圖)	圖上 0.35mm
數值化作業	圖上 0.16mm
圖紙伸縮變形 (無法改正部份)	圖上 0.20mm

### 第三節 面積測算之精度

地籍測量之精度不僅為「點位精度」，尚須考慮土地買賣、重劃換地清算及課稅公平，其應得必要之精度即所謂「面積精度」，倘僅求面積之高精度而不問點位誤差亦毫無意義，俱全之地籍測量精度兩者不可缺一（楊寬盛，1979）。

在量測方法沒有進步到能夠把實地形狀測繪成精確相似形以前<sup>43</sup>，田坵的面積都是採實地量距來計算面積；而自測量技術進步至可將實地坵形測繪成精確的相似形後，實地量距計算面積，雖極易計算之長方形亦捨棄不用採用圖上計算面積<sup>44</sup>（陳新民，1974），以致面積計算之精度，不論採用何種方法<sup>45</sup>，均受限於圖解之解析度。另雖自 1966 年辦理地籍圖修正測量以後，逐漸重視採用實量之邊長計算面積<sup>46</sup>，以提升面積測算精度，然僅限於都市土地。

茲將當時適用面積測算之主要精度規範整理如表 4-11。其中地籍測量規則（1944~1975）第 132 條之公式，為圖上計算面積之精度要求，即

$$\Delta F = 0.01M\sqrt{N} + 0.0004M\sqrt{F} + 0.0003F$$

式中  $0.01M\sqrt{N}$  為面積測算誤差之常數部份； $0.0004M\sqrt{F}$  為面積測算誤差比例部分； $0.0003F$  為圖廓之展繪誤差。而單筆宗地於

<sup>43</sup> 約指日治時期以前，如劉銘傳清丈田畝時所用之面積計算方法；請參閱陳新民（1974）。

<sup>44</sup> 由表 4-11 所列規定可知，早期地籍測量面積之計算係以圖上計算面積為原則；至 1975 年發布地籍測量實施規則規定：「計算面積以坐標法測算為原則，無界址坐標時，應就原圖以圖上量距法或求積儀法測算之。」（第 173 條），而圖上量距法計算面積，「計算所用邊長，應以實量邊長為原則」（第 180 條），則改變為按實地測量距離測算面積為原則，純圖上測算為例外。

<sup>45</sup> 早期農地重劃主要係以三斜法、方格法或求積儀測算面積。

<sup>46</sup> 關於早期採實量邊長計算面積以提升精度，陳新民（1972）（1978）分別指出：「都市土地一般的坵形都能用算術方法來計算，所以今後都市土地地籍圖的更新，要採實量距離來計算面積」；「都市土地修正測量的時候，我們打算把戶地測量的界址，也用實地的長度來表示，和三角點、圖根點一樣全部採用數值來表示實地距離，這樣的圖才能解決三臺寸的界址糾紛」。

圖上測算面積之容許誤差為

$$M_{\text{圖上計算面積}} = \pm(0.01M + 0.0004M\sqrt{F})$$

依上式將宗地大小與面積測算精度之關係整理如表 4-10。由表 4-10 可知，宗地面積愈小相對精度愈低，因此使用求積儀測算面積過小時，依據地籍測量規則（1944~1975）第 131 條，應用倍演算法測算，其倍數應視面積微小程度而定，以提高精度。

表 4-10 圖上計算面積之精度

面積(m <sup>2</sup> )	容許誤差(m <sup>2</sup> )	相對精度
1	12.48	12.480
10	13.52	1.352
50	15.39	0.308
100	16.8	0.168
500	22.73	0.045
1000	27.18	0.027
2000	33.47	0.017
5000	45.94	0.009

按早期農地重劃宗地面積，多數並非單純由圖上測算。其若屬保留地，係依重劃前面積轉載，故登記面積、圖上面積及實地面積三者之差異，會因套繪移寫而增大；又若為重劃耕地，除少數不規則坵塊之面積由圖上計算外<sup>47</sup>，其登記面積即為分配面積，而實地量距設樁係依分配之設計邊長，故登記面積與實地面積之差異極小，主要僅由實地量距所產生；其次，因地籍圖上之分坵界線係依分配面積繪製，登記面積與地籍圖上面積之差異，除圖上量距所生誤差外，尚包含展繪誤差，應較單純於圖上計算

<sup>47</sup> 不規則之重劃耕地，通常亦至少有一邊之設計邊長供實地設樁，故理論上仍較全部由圖上測算面積之精度佳。

面積者大。

表 4-11 早期農地重劃面積測算精度規範

法規條次	條文內容
地籍測量規則（1944~1975）	
第五章 計算面積	
第一節 通則	
第 125 條	每一號地之面積，應就原圖算定之，以畝為單位，算至毫為止，毫以下四捨五入。
第 126 條	計算面積以用求積儀測算為原則，如求積儀不敷應用時，得以三斜法補助之。
第二節 求積儀測算面積	
第 130 條	用求積儀測算面積時，每一號地最少應施行二次。
第 131 條	一號地面積過小時，應用倍演算法測算，其倍數應視面積微小程度而定。
第 132 條	每幅原圖，除圖紙伸縮另計外，其純求積誤差 $\Delta F$ 不得超過左列之限制。 $\Delta F = 0.01M\sqrt{N} + 0.0004M\sqrt{F} + 0.0003F$ 圖之比例尺為 1：M；F 為總面積，與 $\Delta F$ 均以平方公尺為單位，N 為求積時劃分之塊數。
第 133 條	圖紙伸縮差與求積誤差，同時依各號地面積大小比例配賦之。
第三節 三斜法計算面積	
第 134 條	用三斜法計算面積時，每一號地最少應計算二次。
第 135 條	計算所用之邊長，應以實量距離為原則，如用圖上量距，應量至十分之一公釐。
第 136 條	誤差限制及誤差配賦，應用第 133 條規定。

## 第四節 複丈檢核地籍圖之精度規範

早期農地重劃地籍圖測繪完成後，並未實施任何精度檢查之程序，而當時地籍測量相關規範，除求積誤差外，亦未訂有檢查之精度標準。惟不論地籍圖於測繪當時是否實施成果檢查，於進行複丈作業之同時，都須先檢核包括界址點位置、界址點間邊長及面積是否符合容許誤差；若有超出者，則應先依法更正後，方可據以辦理複丈作業。

由於早期並無地籍圖位置之精度規範<sup>48</sup>，因此本節僅就複丈時檢核界址點間邊長以及面積精度相關規範探討之。

### 一、界址點間邊長之精度規範

界址點間之邊長誤差係指圖上測定之邊長與實測邊長之差，其一般式為

$$d_s = c + \beta\sqrt{S} + A \quad (4-5)$$

式中  $c$  為測距誤差之常數部份； $\beta\sqrt{S}$  為測距誤差之比例部分，與距離  $S$  之平方根成正比， $\beta$  為乘常數； $A$  指展點誤差。

地籍測量實施規則對於界址點間邊長精度之誤差限制係於 1975 年訂定地籍測量實施規則時增設，於此之前，並無相關規定；當時地籍測量實施規則第 95 條規定：「依圖解法測繪者，圖上邊長與實測邊長之差，不得超過左列限制：

市地：20 公釐+3 公釐  $\sqrt{S}$ +0.2 公釐  $M$

農地：40 公釐+10 公釐  $\sqrt{S}$ +0.2 公釐  $M$

山地：80 公釐+20 公釐  $\sqrt{S}$ +0.2 公釐  $M$

---

<sup>48</sup>地籍測量實施規則第 75 條：「戶地測量採圖解法測繪者，其圖根點至界址點之圖上位置誤差不得超過 0.3 公釐。」為 1986 年地籍測量實施規則修正時所增訂，並不適用於早期農地重劃地區。

式中  $S$  係以公尺為單位之界址點間距離， $M$  為地籍圖比例尺之分母。」由於精度要求過高，實際上並無法達到；爰於 1986 年將誤差限制修正為<sup>49</sup>：

市地：4 公分+1 公分 $\sqrt{S}$ +0.02 公分  $M$  ；

農地：8 公分+2 公分 $\sqrt{S}$ +0.02 公分  $M$  ；

山地：13 公分+4 公分 $\sqrt{S}$ +0.02 公分  $M$  。

上述誤差限制，雖係於早期農地重劃地籍圖測繪完成後所為之規定，然一般認為複丈時仍應適用<sup>50</sup>。茲依其農地邊長容許誤差之公式將邊長與容許誤差之關係整理如表 4-12。由表 4-12 可知，界址點間距離愈短，其相對誤差精度愈低；質言之，容許誤差對於短邊長者較寬裕。究其原因，乃為圖解法有無法避免展點誤差之影響，對於短距離之影響較大。

表 4-12 農地邊長容許誤差

邊長(M)	容許誤差(M)
1	0.340
5	0.365
10	0.383
20	0.409
50	0.461
100	0.520
200	0.603
300	0.666

<sup>49</sup> 1986 年修正後為 94 條，現行為第 76 條。

<sup>50</sup> 辦理圖解法土地界址鑑定作業注意事項第 21 點即規定：「複丈土地如有下列情形之一者，得依實地使用位置為鑑定之界址點：(一)複丈土地依第 16 點規定配賦後之邊長與實地使用位置間之邊長，經檢核無誤後，其較差在地籍測量實施規則第 76 條規定容許誤差範圍內者……」。



## 二、面積精度之規範

1982 年以前複丈時檢核原地籍測量面積測算結果之容許誤差為宗地面積之 2%，並未顧及面積測算誤差的常數部分以及區分精度等級；至 1982 年發布土地複丈辦法，始納入現行地籍測量實施規則第 243 所列公式（如表 4-13）。該公式係由三斜法導出，茲說明如下：（德敏，1966）

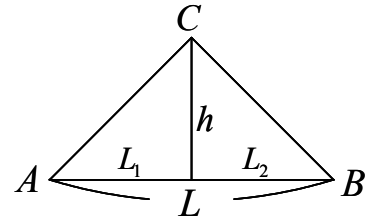
如圖，

$$L_1 = h \cot A$$

$$L_2 = h \cot B$$

$$L = L_1 + L_2 = h(\cot A + \cot B)$$

$$= \frac{h \sin C}{\sin A \sin B} \quad (4-6)$$



又三角形面積為  $F$ ，則

$$F = \frac{1}{2} hL \quad (4-7)$$

(4-7)式微分，得

$$d_F = \frac{1}{2} (L \cdot d_h + h \cdot d_L) \quad (4-8)$$

與三角形等面積之正方形邊長為  $S$ ，則

$$F = S^2 \quad (4-9)$$

由(4-6)(4-7)(4-8)式，得

$$h = \sqrt{\frac{2 \sin A \sin B}{\sin C}} \cdot S \quad (4-10)$$

$$L = \sqrt{\frac{2 \sin C}{\sin A \sin B}} \cdot S \quad (4-11)$$

(4-10)(4-11)式微分，得

$$d_h = \sqrt{\frac{2 \sin A \sin B}{\sin C}} \cdot d_s \quad (4-12)$$

$$d_L = \sqrt{\frac{2 \sin C}{\sin A \sin B}} \cdot d_s \quad (4-13)$$

將(4-10)(4-11)(4-12)(4-13)代入(4-8)，得

$$d_F = 2S \cdot d_s \quad (4-14)$$

式(4-14)即表示計算一次的面積誤差。

另因計算面積規定取二次之平均<sup>51</sup>，及每幅之圖紙伸縮誤差與求積誤差在限制內者，應依各宗地面積大小比例配賦<sup>52</sup>；假設調整配賦對於精度之提升與二次重複觀測相同，由誤差傳播定律得

$$d_{F0} = d_F \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = S \cdot d_s \quad (4-15)$$

(4-15)式中 $d_s$ 為距離計算之誤差，即

$$d_s = c + \beta\sqrt{S} + A$$

式中 $c$ 及 $A$ 合併，寫為

$$d_s = \alpha + \beta\sqrt{S} \quad (4-16)$$

由(4-9)(4-15)(4-16)可整理為

$$d_{F0} = (\alpha + \beta\sqrt{F})\sqrt{F} \quad (4-17)$$

(4-17)式即為現行複丈時檢核原面積測算結果之精度限制，式中 $\alpha$ 、 $\beta$ 為依精度等級不同規定之常數， $F$ 為以平方公尺為單位之宗地面積。

<sup>51</sup>地籍測量實施規則第 157~160 條；二次計算面積之較差不得大於 $0.0003M\sqrt{F}$  ( $M$  為比例尺分母， $F$  為以平方公尺為單位所計算之面積)。

<sup>52</sup>地籍測量實施規則第 153 條：「每幅之圖紙伸縮誤差與求積誤差在限制內者，應依各宗地面積大小比例配賦之。前項求積誤差不得超過 $\Delta F = 0.2\sqrt{F} + 0.0003F$  ( $\Delta F$  為求積誤差， $F$  為總面積，均以平方公尺為單位)。」

表 4-13 複丈作業對於原測算面積之精度要求

---

臺灣省各縣市政府辦理土地複丈更正地籍圖冊實施程序（1949~1974）

---

第六點 複丈土地計算面積應注意下列程序

1. 一號地分割為數號地之總合如與原地號之全面積比較增減在百分之二以下者，應按各號地面積比例配賦，在百分之二以上者，應先重行計算，如誤差確在百分之二以上者，得照分割後新面積改正之。  
前項誤差百分比，應將圖紙伸縮乘數除去後比較之。
2. ……

註：臺灣省各縣市政府辦理土地複丈更正地籍圖冊實施程序於 1974 年廢止，本條規定納入臺灣省土地建物複丈規則第 14 條；臺灣省土地建物複丈規則於 1982 年廢止。

---

土地複丈辦法（1982~1990）

---

第 34 條 分割土地面積之計算，依下列規定：

- 一、一宗土地分割為數宗土地，該分割後數宗土地面積之總和，須與原土地面積相符。如有差數，經將圖紙伸縮成數除去後，其增減在左列公式計算值以下者，應按各地號土地面積比例配賦；在左列公式計算值以上者，應就原測量及計算作必要之檢核，經檢核無誤後依第 23 條規定辦理。

1/500 比例尺地籍圖： $(0.10 + 0.02\sqrt[4]{F})\sqrt{F}$   
（已重新實施地籍測量都市地區屬之）

1/600 及 1/1,000 比例尺地籍圖： $(0.10 + 0.04\sqrt[4]{F})\sqrt{F}$   
（未實施地籍圖重測之都市地區及已重新實施地籍測量農地、山地屬之）

1/1200 比例尺地籍圖： $(0.25 + 0.07\sqrt[4]{F})\sqrt{F}$   
（未實施地籍圖重測農地地籍圖屬之）

1/3,000 比例尺地籍圖： $(0.50 + 0.14\sqrt[4]{F})\sqrt{F}$   
（未實施地籍圖重測山地地籍圖屬之）

$F$  為一筆土地面積，以平方公尺為單位

- 二、……

註：土地複丈辦法於 1990 年廢止，本條規定納入同年修正發布之地籍測量實施規則第 258 條；2000 年修正地籍測量實施規則後條次調整為第 243 條。

### 三、早期與現行面積計算容許誤差之比較

茲將現行農地複丈檢核原面積測算結果之容許誤差與早期2%容許誤差依不同面積計算比較如圖 4-2。由圖 4-2 可知宗地面積約在 1000 m<sup>2</sup>時，其容許誤差相等，小於 1000 m<sup>2</sup>時依現行公式計算之容許誤差較大；而大於 1000 m<sup>2</sup>時，則依現行公式計算之容許誤差較小，在面積為 2000 m<sup>2</sup>時，差距為 7.88 m<sup>2</sup>，而在面積為 5000 m<sup>2</sup>時，差距則為 40.70 m<sup>2</sup>。

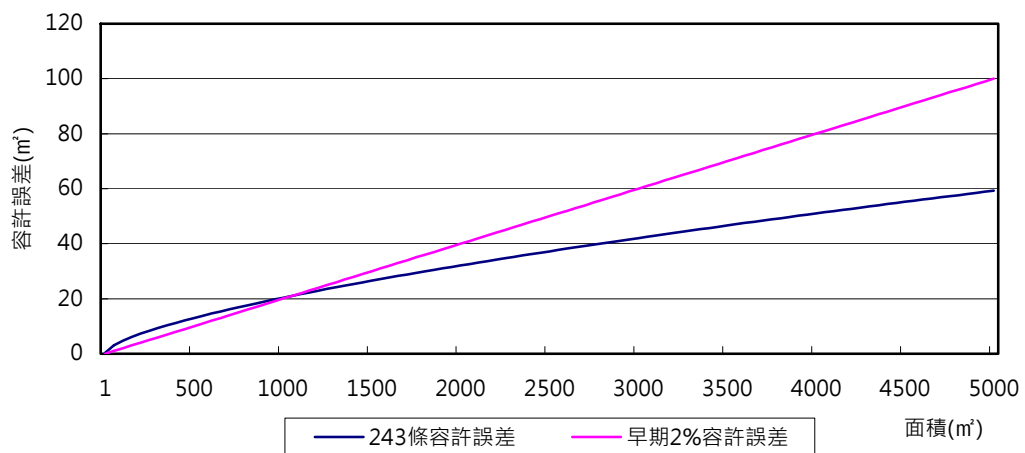


圖 4-2 早期與現行複丈檢核原面積容許誤差之比較（農地）

#### 四、邊長與面積精度之關係

由於圖解法面積測算之誤差，主要由量距誤差而引起（朱子緯，1986），依理二者應維持一定關係並取其均衡後，再依土地價值與面積大小，決定精度要求。現行地籍測量實施規則第 76 條量距之容許誤差係按市地、農地以及山地區分精度等級，而第 243 條面積測算之容許誤差則卻是依比例尺區分等級。

以下按早期農地重劃地籍圖比例尺為 1/1200 之條件比較二者規定是否均衡。

假設方形宗地之邊長分別為  $a \pm m_a$  及  $b \pm m_b$ ，由誤差傳播定律，面積之中誤差

$$m_F = \pm \sqrt{b^2 \cdot m_a^2 + a^2 \cdot m_b^2} \quad (4-18)$$

將正方形宗地（ $a=b$ ）以不同邊長代入，中誤差（ $m_a=m_b$ ）則以地籍測量實施規則第 76 條農地之容許誤差公式，即

$$d_s = 8 \text{ 公分} + 2 \text{ 公分} \sqrt{S} + 0.02 \text{ 公分} M \quad (4-19)$$

代入，所得  $m_F$  與依地籍測量實施規則第 243 條 1/1200 比例尺之容許誤差公式，即

$$d_{F0} = (0.25 + 0.07\sqrt{F})\sqrt{F} \quad (4-20)$$

所計算者比較，整理如圖 4-3。由圖 4-3 可知就長短邊相等之正方形宗地，二者差距不大。

另進一步將宗地面積設為 2000 m<sup>2</sup> 比較不同長寬比情況下之變化，整理如圖 4-4。由圖 4-4 可知，長寬比愈大依(4-18)式所計算者與依(4-20)式所計算者之差距愈大，即面積之測算愈不易符合容許誤差之限制。以早期農地重劃區為例，地籍圖上農水路之長寬比大多非常懸殊，其面積之測算，即難以符合規範之精度要求。

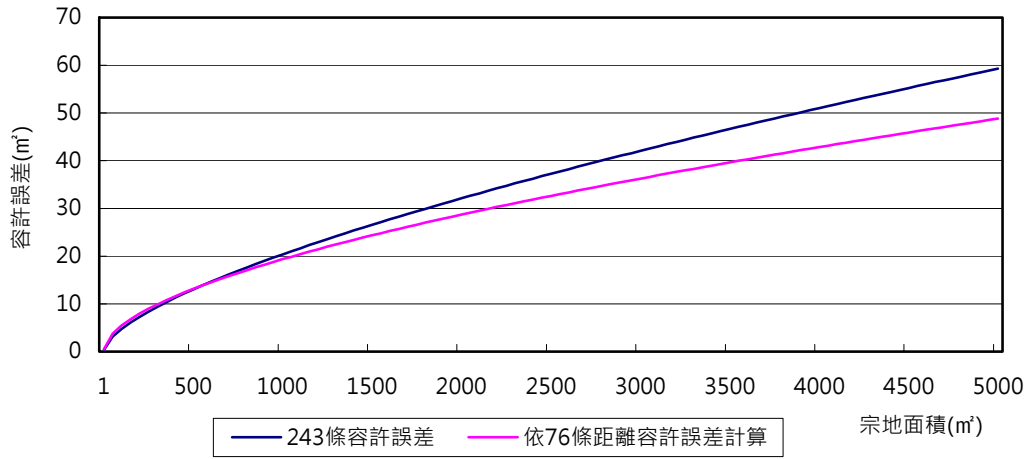


圖 4-3 宗地面積大小對面積測算精度之影響

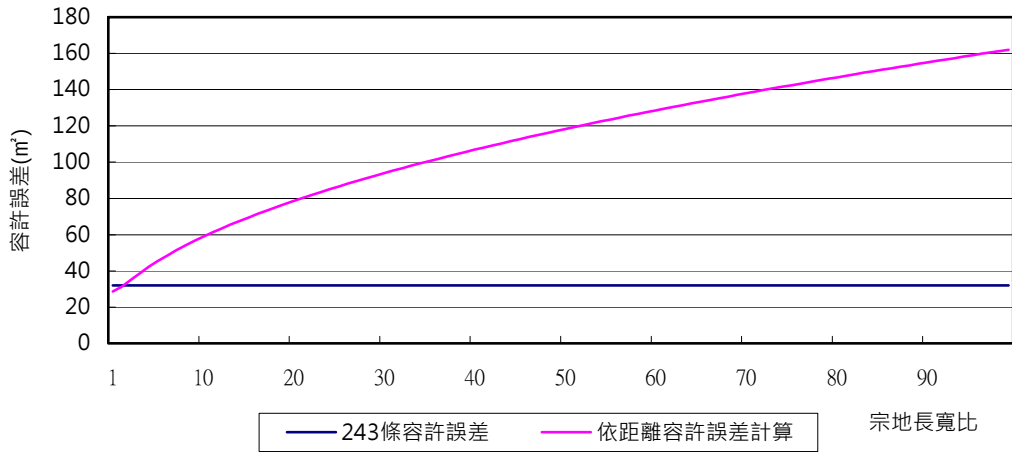


圖 4-4 宗地長寬比對面積測算精度之影響