

第五章 結論與建議

三維雷射掃瞄儀是一種嶄新的測量儀器，具有相當大的應用潛力；本研究目的在針對雷射掃瞄作業前的準備工作，進行反射標的環境狀況模擬與掃瞄距離的檢定。根據前面的資料處理與結果分析，可歸納出以下幾點結論：

1. 進行雷射掃瞄作業時，重複掃瞄次數的多寡和定位與其定位精度沒有很明顯的關係，以本研究中 25 公尺的距離為例，其定位可以達到 2 公釐以下的高精度，因此不必如傳統測量一般進行大量的重複觀測。
2. 針對目標物的掃瞄角度，我們以 70° 作為一個臨界指標，掃瞄角度在 70° 以內的掃瞄點可作為點雲疊合的共軛點，而掃瞄角度大於 70° 則無法判定。在可以判定的掃瞄角度 70° 之內，其標準偏差都在 1 公釐之內，而且定位出的反射標中心座標值都與基準相當接近，因此掃瞄角度小於 70° 時，我們可將角度對定位精度的影響忽略不記。
3. 反射標的外在環境對定位精度影響最大的因素是反射標的遮蔽情形，遮蔽程度越大，掃瞄得到反射標位置的偏離量也越大。在遮蔽少於一半時，所得到的精度約在 1 公分以內，而當遮蔽超過一

半時，其精度會大幅增加；而在遮蔽程度超過 5/8 以上之後，則會因為點資料太少而無法判定反射標位置。

4. 以本實驗的 GS200 為例，掃瞄距離對儀器的定位精度影響甚大，在 50 公尺以內時，掃瞄精度高而穩定，但在超過 50 公尺後，掃瞄距離增加明顯影響定位的成果，精度大幅降低。而造成檢定精度與原廠檢定報告不符合的因素，可能包括了國內與國外的氣候條件不同，例如環境影響的溫度、濕度、光度明暗等等因素，以及儀器影響的儀器溫度與內部系統誤差，甚至還包括人為影響誤差等等，都可能導致檢定成果精度的降低。
5. 七參數法在距離較短時，因原始成果精度已經很高，因此看不出誤差改正的成果；但在中長距離的情況下，則七參數法可確實利用尺度參數來吸收掉誤差，使點雲精度提升。

然而本研究仍有可繼續改善加強的地方，以下提出幾點注意事項與建議以供後續研究參考，茲分述如下：

1. 本研究因為距離的考量而選用戶外作為檢定場，而戶外檢定場最大的困難是無法控制環境因子，在本研究的實驗中，環境因素影響三維雷射掃瞄的精度，尤其是陽光對雷射光束的甚至可能達到十多公分的偏差，因此建議後續研究建議可針對這些因素進行控制，找出對雷射掃瞄精度影響較大的幾個關鍵的誤差參數進行整

合研究。

2. 由於陽光會影響雷射光束的精度，使雷射測距本身精度降低，加上太陽直射會使儀器溫度提高，也將影響到三維雷射掃瞄儀本身定位的精度，因此建議在實際作業上，盡量選用陰天或日曬不強烈的時段進行野外掃瞄。
3. 除了環境因素之外，選用不同廠牌的儀器與不同的反射標材質也可能影響定位精度，因此建議後續研究可針對不同廠牌的儀器對不同材質和顏色的反射標進行掃瞄測試，並分析不同儀器的精度以及顏色和材質對掃瞄精度的影響。
4. 對於反射標實驗與距離檢定，建議後續研究可再進行多次的實驗與掃瞄，已推求更精確的掃瞄臨界點。
5. 三維雷射掃瞄儀的數位觀景視窗和實際圈選的掃瞄區域不完全重合，因此在圈選掃瞄範圍時應擴大圈選，以確保掃瞄物完全在掃瞄的範圍之內。
6. 影響定位精度的誤差因子常常並非各自獨立，因此建議後續進行各種因素綜合探討的研究。