

## 第六章

### 內容大綱

共分五小節，如圖 6-1 所示。

6-1 誤差的分類:說明 GPS 衛星定位測量時，測量主要誤差的來源。

6-2 GPS 衛星有關的誤差:與 GPS 衛星有關之誤差，可分為兩種:衛星軌道誤差(星曆誤差)以及衛星時鐘誤差。

6-3 傳播路徑上的誤差:信號傳播的誤差有-大氣折射誤差以及多路徑效應差;其中大氣折射誤差又可分為電離層延遲誤差與對流層延遲誤差。

6-4 與接收設備有關的誤差:接收設備的誤差包含:觀測誤差、接收儀時鐘誤差、相位中心誤差與載波相位觀測之週波未定值誤差。

6-5 SA 效應與 AS 效應影響及對策:解釋 SA 與 AS 效應的主要用途，以及如何改善此兩種效應的影響。

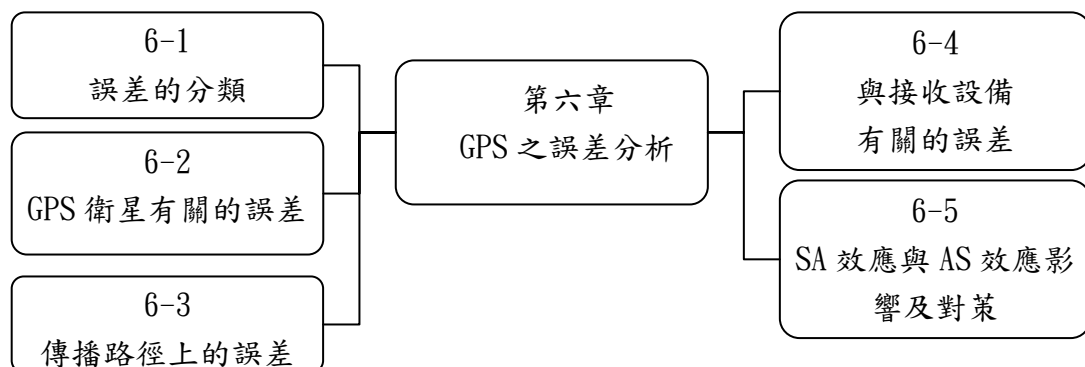


圖 6-1 第六章內容大綱

## 教學時間

本章授課時間建議 3 節(三小時)。

\*以一般大學教授「GPS 測量理論與應用」課程，一學期十八週，去除期中、期末，實際授課十六週，二學分，一週二小時為教學時間計算基礎。

## 本章重點

- 衛星測量定位最重視的就是測量之精度，本章便是在說明 GPS 衛星定位時，影響測量精度的主要誤差來源。
- GPS 衛星定位主要誤差來源有三:GPS 衛星有關之誤差、信號傳播有關之誤差與接收儀有關之誤差。
- 誤差所造成之影響如表 6-1 所示:

誤差種類	GPS 衛星誤差	信號傳播誤差	接收儀誤差
誤差大小(m)	1.5~15	1.5~15	1.5~5

6-1 主要誤差精度影響之範圍(周忠漢;1992)

- GPS 衛星誤差有:軌道誤差與時鐘誤差。衛星實際之位置與經由衛星星曆得知之衛星空間位置之差，稱為軌道誤差，又稱衛星星曆誤差。求解的方式是以初始位置、初始速度以及已知作用力，求得任何時刻衛星之位置。計算方式可用解析法或是數值積分法，實際應用時，基於精度與方便性考量，多採用數值積分法。
- 提供衛星星曆的方式有兩種:預報星曆(廣播星曆)與後處理星曆(精密星曆)。預報星曆是由追蹤資料預估求得，主要提供 GPS 使

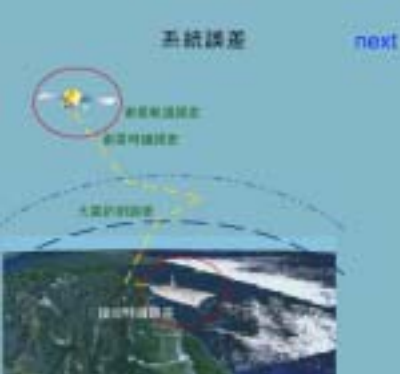
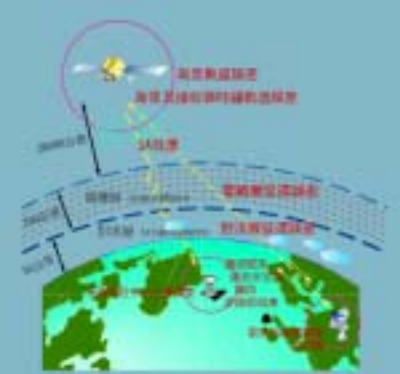
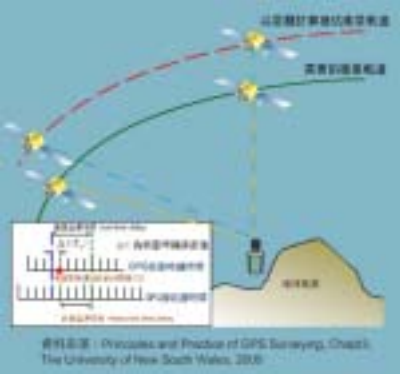
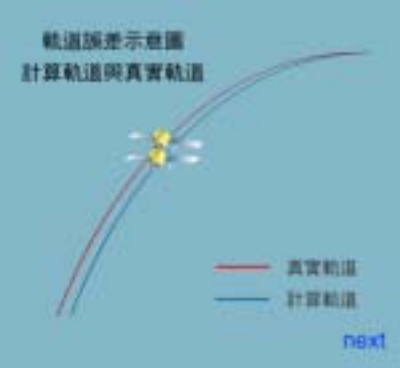
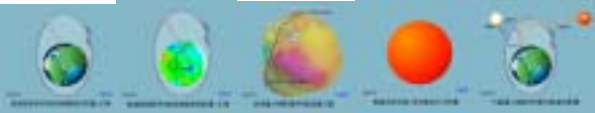
用者即時應用；後處理星曆是由已知地面座標之衛星接收站，長期接收衛星之數據整理計算而得。後處理星曆所得之精度較高，又稱為精密星曆。

- 處理衛星軌道誤差的方法有：1. 忽略軌道誤差，即採用廣播星曆  
2. 採用高精度之後處理星曆 3. 利用軌道計算軟體進行軌道調整  
4. 以同步觀測之方式，降低衛星軌道誤差之影響。
- 衛星時鐘與接收器之時鐘誤差量乘以光速就等於測距誤差。修正誤差的方式是由地面主控站，依據一段時間追蹤之資料推算求得；並經由衛星導航資訊傳遞給地面使用者。修正後之結果，距離偏差將不會超過 6m，故一般導航應用均忽略此一影響。
- 信號傳播誤差包含：大氣折射誤差和多路徑效應誤差，其中大氣折射誤差又可分為電離層延遲誤差以及對流層延遲誤差。
- 電離層為離地面約 50-1000 公里間之大氣範圍，範圍內充滿電子與微粒；因而對電磁波訊號有極大之折射作用。
- 因電離層所造成之誤差量如下：  
(a) 天頂最大誤差約為 50m (b) 水平最大誤差約為三倍天頂最大誤差量 (c) 白天最大誤差量約為晚上最大誤差量之五倍 (d) 隨時間與太陽黑子週期而不同。
- 修正電離層延遲誤差之方式：1. 採用雙頻接收儀 2. 使用高精度之

- 精密星曆 3. 若使用單頻接收儀，可利用廣播星曆之電離層模式加以修正 4. 盡量於晚上觀測。
- 對流層指的是由地表面算起約 40 公里處之大氣範圍，對電磁波之影響與訊號之頻率無關；因而無法藉由雙頻的特性來消除折射量，只能用數學推算模式來計算可能誤差量。
  - 對流層誤差量之大小：(a)天頂誤差約為 2.3m(b)水平方向學為 20~30m。
  - 修正對流層誤差量之方法：1. 忽略誤差，但避免採用低於 15 度進行衛星觀測 2. 採用對流層模式(Hopfield……)進行修正 3. 將其視為待估參數，與數據平差時在求解 4. 由觀測量直接求差 5. 使用水氣輻射儀精確測定。
  - 接收器除了直接接收衛星訊號外，尚可能接收到地物反射之衛星訊號；因而造成接收器相位中心之時間不同步，產生所謂之多路徑效應。
  - 多路徑效應改善之方法：a. 定位時應避開較強之反射面 b. 選擇造型適宜良好之天線 c. 增加觀測時間，求其數據平均值 d. 利用數學模式推估可能之誤差量。
  - 與接收設備有關之誤差有：觀測誤差、接收儀時鐘誤差、相位中心誤差以及載波相位觀測之週波未定值誤差。

- 根據經驗，一般認為觀測誤差約為信號波長之 1%;GPS 接收儀一般採用石英鐘精度不如 GPS 衛星採用之銩或銫鐘，因而有時少許之時鐘誤差。在精密測量定位，可以利用觀測值差分的方法消除時鐘誤差之影響。
- 週波脫落是由於接收器蒐集衛星訊息時，因訊息受到遮閉物的阻隔或受到干擾，造成訊息的短暫間斷，使得相位資料產生不連續或中斷之現象稱之。
- SA(Selective Availability)與 AS(Anti-Spoofing)是美國政府為軍事上的目的而降低平面精度的方法。
- 選擇性效應是增加衛星星曆與衛星時鐘誤差的方式來降低使用者定位精度，此一效應已於 2000 年正式取消。
- 反愚效應是避免使用者獲取 P 電碼之技術，其效應開啟時，會以加譯之 W 碼加於 P 碼上，使成為 Y 碼。Y 碼只有美軍或是特別授權之使用者才能透過解碼裝置接收到。
- 目前 AS 效應之影響可利用相對定位技術、後處理方式或是利用 DGPS 時定位技術來加以修正。





圖片說明

圖片	說明
	<p>系統誤差示意圖。</p>
	<p>影響 GPS 衛星距離觀測之各種誤差示意圖。</p>
	<p>衛星實際之位置與經由衛星星曆得知之衛星空間位置之差，稱為軌道誤差，又稱衛星星曆誤差。此為其示意圖。</p>
	<p>軌道誤差示意圖。按 next 鍵時，則會依序顯示影響衛星軌道誤差之示意圖。</p> 

<p>資料來源：國家時間與標準實驗室</p>	<p>衛星時鐘誤差處理流程圖。</p>
<p>資料來源：A website to monitor the effects of atmosphere on GPS/GNSS signals. Space Weather Prediction Center, 2003.</p>	<p>電離層離子與電子微粒會造成 GPS 訊號延遲之效應。</p>
	<p>因對流層的影響，造成訊號傳播時間的延遲而產生 GPS 對流程延遲誤差。</p>
	<p>多路徑效應示意圖，因此效應影響，造成 GPS 接收器，接收訊息錯誤。</p>

<p>GPS 多路徑效應於都市區域</p>	<p>多路徑效應，於都市地區會特別顯注。</p>
	<p>由於接收器蒐集衛星訊息時，因訊息受到遮閉物的阻隔或受到干擾，造成訊息的短暫間斷，使得相位資料產生不連續或中斷之現象稱為週波脫落。</p>
<p>資料來源：Coastwide GPS Array Data System, U.S. Geological Survey, North F. Slack, 2003</p>	<p>天線相位中心偏差示意圖。</p>
<p>資料來源：Comparison of GPS Receivers Under a Power Cavity with Selective Availability (U.S. United States Department of Agriculture Forest Service, 2003)</p>	<p>SA 效應是增加衛星星曆與衛星時鐘誤差的方式來降低使用者定位精度，此一效應已於 2000 年正式取消。</p>



Technique	Input	Operation	Output
Spreading			
Code spreading			
Code spreading for security			
Zerosing			

資料來源：Geometric and Frequency GPS receiver order and processing, Netherlands Commission and Research, P.11, 20/06/1995

反愚效應是避免使用者獲取 P 電碼之技術，其效應開啟時，會以加譯之 W 碼加於 P 碼上，使成為 Y 碼。Y 碼只有美軍或是特別授權之使用者才能透過解碼裝置接收到。該圖為示意圖。

## 教學評量

習題：

1. GPS 衛星測量定位誤差來源有幾種？
2. 試說明預報星曆(廣播星曆)與後處理星曆(精密星曆)之差異？
3. 何謂多路徑效應？試申述之。
4. 何謂週波脫落(cycle slips)？試申述之。
5. 何謂 SA 與 AS 效應？試申述之。
6. 試說明精密定位服務(PPS)與標準定位服務(SPS)。