

# 大地測量學講義

## 第一回

504920-1



社團  
法人  
考  
試  
證  
照  
考  
試  
升  
學  
考  
試  
檢  
定  
考  
試

考  
友  
社

出版  
發行  
考  
試  
證  
照  
考  
試  
升  
學  
考  
試  
檢  
定  
考  
試

# 第一講 概 論

## 命 題 重 點

### 壹、大地測量作業步驟、精度需求及其應用

大地測量之成果，一方面可作為測圖之控制，另一方面亦可用以計算地球形狀及大小，為講述方便計，大地測量又劃分為物理大地測量 (Physical Geodesy) 及數學大地測量 (Mathematical Geodesy)：

物理大地測量 乃講述應用大地測量之成果，以計算地球形狀及大小，甚至推述地球之內部構造之學理以及有關此種問題之測量作業。

數學大地測量 乃將地球視為有規則之數學體—旋轉橢圓體 (Spheroid)。

在地球表面上作控制測量時，如何將其推算為旋轉橢圓體上之位置，以及如何實施此等控制測量，是為數學大地測量所論述者。

大地測量之主要測量工作包含：

三角測量 (含基線測量) 或三邊測量、導線測量 為測算視地球為數學體表面上各級控制點位置之作業。

水準測量 為測算地面上高程位置之作業。

天文觀測 (Astronomic observation) 為測算地球實際表面上之位置 (天文位置 Astronomic position) —經緯度及方位角之作業。

重力測量 (Gravity measurement) 為測算地球表面上測點之重力強度值之作業。

磁力測量 (Magnetic observation) 為測算地球表面測點之磁偏角 (Magnetic declination)、磁力強度 (Magnetic intensity) 及磁傾角 (Magnetic dip) 之作業。

以上五種測量，其前三者之成果，以數學大地測量上應用為多，後二者於物

理大地測量上用之。

測製大比例尺地圖，土木工程、水利工程及農業工程等之應用，所涉及之大地測量，大部份為數學大地測量。

地面控制點之測量原理與方法，與平面測量學 中所述者相似，惟大地測量中該項測量係屬一、二等主系，其作業應自基本着手，茲分述其內容概要如次：

**三角測量** 應先測定地面上一段距離之長度，即基線測量，以所得基線長度為準，組成三角形，測定其內角，以計算其他各點間之邊長，並藉天文觀測，測定其中一點之經緯度及方位角為基準點，應用旋轉橢圓體上之數學公式，以求各三角點之位置—大地經度 (Geodetic longitude)、大地緯度 (Geodetic latitude) 及大地方位角 (Geodetic azimuth)，並為便於實地作地形測量之應用，計算三角點於地圖投影 (Map projection) 面上之平面座標之作業，是為大地測量中之三角測量。測量所得之成果，應包含三角點之地面位置及投影面上之位置，是故完成三角測量之作業步驟，順序為：

- ① 基線測量 地面上已知邊之測定工作。
- ② 選點 在地面上選定三角點，構成三角形、四邊形或多邊形之作業。
- ③ 埋石、造標 表示地上永久性位置之三角點標石之埋設，以及為測量時使用之標的建造之作業。
- ④ 觀測 各三角形頂角之觀測及三角點垂直角觀測之作業。
- ⑤ 計算 推求三角系中各三角點位置之各種必要之計算。

應用長距離電子測距儀器可測定長達三、四十公里之距離（見第七講），是故測定三角形邊長之三邊測量 (Trilateration) 方法，在大地測量中廣泛應用之。如三角形中觀測角度並量各點間之邊長者，名之為三角三邊測量 (Triangulation) 在大地測量中亦應用之。

**導線測量** 平面測量學中已述及導線測量原理。此種測量亦為測定地面控制點之一種測量工作，其不同於三角測量者，三角測量為面的控制，導線測量則為線的控制。在平面測量上應用較廣，大地測量中則於全國性控制系統，遇地形限制不能實施三角測量時，如我國甘肅、寧夏邊區、新疆沙漠地區，則可應用之。

大地測量中之導線測量對方向之控制較嚴密，是故尚須於導線端點及中間點施測天文方位角。其作業步驟含：

- ① 導線點之選定及埋設。

- ② 距離測量。
- ③ 角度測量—方位角及折角觀測。
- ④ 計算—導線網平差及導線點位置之計算。

水準測量 大地水準測量僅應用直接水準及間接三角高程測量兩種，其原理與平面測量學上所述者相同。直接水準測量類別為精密水準測量。但因於工作須細密，作業步驟含：

- ① 選點。
- ② 埋石。
- ③ 觀測。
- ④ 計算。

三角高程測量常併於三角測量中進行，於水平角觀測之空隙時間，實施垂直角觀測，以便求兩點間之高程差。

天文觀測 大地測量上實施之天文觀測，除特殊目的外，常在三角點上或三角點附近施測之，其用意乃控制三角系之方位及測算垂線偏差 (Deflection of the vertical) 研究地球形狀之用。其作業以如何應用天文觀測儀器，選定何種恆星觀測之，以得測點之天文經緯度及方位角為主。

上述各種測量，以達一、二等精度為主，茲將其規範，列如表 1.1:

表 1.1a 三角測量規範

	一 等	二 等
平均邊長	15公里以上	10 公里以上
圖形強弱：基線間	不超過 20~25	不超過 60~80
每一圖形 $R_{min}$	不超過 5~10	不超過 10~30
$R_{max}$	不超過 10~15	不超過 25~60
基線測量標準誤差	1:1000000	1:900000
使用之經緯儀	可讀 0."2	可讀 0."2
觀測對區數	16	16
各次觀測與平均值之差	不超過 4"	不超過 4"
三角形閉合差	不超過 3"	不超過 3"
全系中三角形閉合差平均值	不超過 1"	不超過 1."2
邊長檢核	不超過 0."3	不超過 0."4
方位角之觀測標準誤差	0."45	0."45
方位角閉合間之圖形數	6~8	6~10
方位角閉合差	$2''\sqrt{N}$	$3''\sqrt{N}$

長度及位置經圖形條件適合後之 閉合誤差	1:100000	1:50000
------------------------	----------	---------

表 1.1b 三邊測量規範

	一 等	二 等
邊長長度	10 公里以上	10公里以上
組成三角形之角度大小	不小於 25°	不小於 25°
邊長測量標準誤差	1:1000000	1:750000
方位角標準誤差	0."45	0."45
方位角閉合間之圖形數	6~8	6~10
方位角閉合差	2'' $\sqrt{N}$	3'' $\sqrt{N}$
位置經圖形條件適合後 之閉合誤差	1:100000	1:50000

表 1.1c 導線測量規範

	一 等	二 等
邊長長度	10~15公里	4 公里以上
邊長測量標準誤差	1:600000	1:300000
折角觀測應用之經緯儀	可讀至 0."2	可讀至 0."2
角度觀測對回數	16	8
各次觀測與平均值之差	不超過 4'''	不超過 4'''
方位角之觀測標準誤差	0."45	0."45
方位角閉合間之測站數	5~6	10~12
方位角閉合差	2'' $\sqrt{N}$	3'' $\sqrt{N}$
位置經方位角平差後之閉合誤差	1:100000	1:50000

表 1.1a 至表 1.1c 中之 N 表所經圖形或測站數。

表 1.1d 水準測量規範

	一 等	二 等
每一測段往回閉合誤差	3 <sup>mm</sup> $\sqrt{K}$	6 <sup>mm</sup> $\sqrt{K}$
每公里之標準偶然誤差	1.5 <sup>mm</sup>	3.7 <sup>mm</sup>
每公里之標準系統誤差	0.3 <sup>mm</sup>	0.7 <sup>mm</sup>

K 為以公里為單位之測段距離。

精選試題

一、試述大地測量之主要測量？

答：請參閱命題重點壹。

二、試述導線測量之作業步驟？

答：請參閱命題重點壹。

三、試述地球形狀？

答：請參閱命題重點貳。