

美、共軍及國軍軍事地形分析異同之研究

作者/許朝安少校、陸軍聲上校

提 要

- 一、「混合障礙透明圖」為判斷敵軍行動及提供兵力部屬之依據，而軍事地形分析是繪製「混合障礙透明圖」之基礎，故研究美軍及共軍軍地形分析並比較其差異，有助於提升國軍判斷敵軍行動之準確性。
- 二、相較於美軍或共軍針對軍事地形分析方面，我雖已有相關之準則及標準，然多散於各兵科準則與各類相關研究中，未如美軍或共軍成立專門之準則或學科，而主要不足處，在於未能明確律訂各地形要素分析標準。
- 三、國軍須建立軍事地形分析模式及標準，適切利用民間現有地形資料，掌握敵軍裝備更新與戰術戰法，提升戰場環境分析準確度，以免錯估敵可能之行動。

關鍵詞：地形、地貌、軍事地形分析、地形要素、越野運動

前 言

孫子兵法〈地形篇〉有云：「夫地形者，兵之助也。料敵制勝，計險阨遠近，上將之道也。知此而用戰者必勝；不知此而用戰者必敗。」故指揮官必須準確的瞭解及運用地形，方可於作戰時，作出正確之決策。共軍為掌握戰場環境，於 2010 年進行了 15 次航太發射，並擴大了天氣情報、監視、偵察、導航、氣象以及通信衛星星群；¹另針對地形對其軍事活動之影響，成立一門獨立《軍事地形學》，²足以顯示共軍對地形之重視。而國軍近年發展數位化建軍，在準則及思維方面多參照美軍「戰場情報準備」及「陸軍指參作業程序」，其中「地形分析」為繪製「混合障礙透明圖」之基礎，亦左右敵可能行動及我軍行動方案之研擬，故深入瞭解各軍地形分析模式，將有助提升國軍地形分析能力。

1 Office of the Secretary of Defense ,Military and Security Developments Involving the People's Republic of China 2011, 25 August 2011, P5.

2 總參謀部測繪局，《軍事地理學教程》(北京：解放軍出版社，2003 年 4 月)，頁 1。

地形與軍事地形分析之意涵

一、地形之定義

美軍地形分析準則定義「自然地形」係由地貌(坡度)、植被、土質、水系、障礙(包含交通運輸)等組成。³而共軍認為地形要素，是構成地形類型的基本要素，主要有地貌與土質、居民地、道路、水系和植被；⁴我軍認為，地形之意義是軍事上地貌和地物的總稱，即指地表面高低起伏的狀態和分布在地表面的固定性物體。⁵故地形為各類地形要素所組成，經考量居民地、橋梁、道路等交通運輸系統屬建築類，可歸類為地物。本文定義地形為：地貌(含坡度)、植被、土質、水系和地物等地形要素所組成。

二、軍事地形分析之定義

美軍指出地形分析是戰場情報準備的開端，並且在軍事行動上扮演重要的角色；⁶共軍認為研究作戰區域的地形類別和分布特點，判斷地形對作戰行動影響的過程，稱為地形分析。⁷我軍對於「地形分析」則定義為分析預期作戰地區的山系、水系、城鎮、交通、坡度、障礙、土質、植物分布及灘岸狀況等地形因素，分別繪製成透明圖的作業，以利進一步分析部隊越野通行性、接近路線、機動走廊與地形要點。⁸綜上所述，地形分析既為提供軍事決策之參考依據，故軍事地形分析係泛指可供軍事及作戰方面決策之地形分析。

美、共軍及國軍軍事地形分析探討

考量國軍準則有關軍事地形分析通常以「觀測與射擊、隱蔽與掩蔽、障礙、地形要點、接近路線」等地形五大要素為主，⁹而美軍地形分析準則納入越野運動、空降場、機降場等分析，以下就各軍有關地形五大要素、越野運動、空降場、機降場分析實施探討：

一、地形五大要素分析

(一)觀測與射擊

觀測者，乃吾人運用監視器材，觀察作戰地區之地形、地物、敵軍動態及

3 Department of the Army, Terrain Analysis, FM5-33, (Headquarters, Department of the Army, US, Washington, 11 July 1990.), P.1-1~1-15.

4 李根生、馮曉明、劉福余，《軍事地形學》(山東：黃河出版社，2002年7月)，頁191。

5 陸軍戰術學編纂委員會，《陸戰戰術學第一冊》(桃園：陸軍總部，民90年10月31日)，頁2-51。

6 同註3，P.i。

7 李根生、馮曉明、劉福余，《軍事地形學》(山東：黃河出版社，2002年7月)，頁238。

8 國防部頒行，《國軍軍語詞典》，93年3月15日，頁5-6。

9 國防部陸軍司令部，《陸軍戰場情報準備作業教範(第二版)》(桃園：陸軍司令部，民98年4月13日)，頁3-7。

氣象等狀況，藉以獲致有價值之情報資料，俾利分析其對戰術行動(運動、射擊與防護等)之影響。射擊係指武器之射界，以及天氣、地形對武器投射系統特性之影響而言，¹⁰依美軍「戰場情報準備」、共軍「軍事地形學」與我軍「戰場情報準備」，各軍分析均採用是否通視決定觀測與射擊是否良好，概可區分兩點間通視、觀測方向線通視、觀測地區通視等 3 類，分析時將作戰地區內天氣、坡度、植被、地物納入考量，以求得兩點、觀測方向線及地區是否通視，目前其分析演算法則已漸趨完備，¹¹亦可運用地理資訊系統(GIS)¹²展現 3D 數位模擬戰場或實施分析，故本項分析各軍分析方式相同。

(二)隱蔽與掩蔽

1.隱蔽

(1)美軍

針對地區內植被及建築物分布情形進行分析，以評斷該地區隱蔽性是否良好。以植被而言，首先將植被分類(如表一)，並於地圖中以不同代號區分，利用航照圖研判樹冠密度，進而判斷遮蔽率。

10 國防部陸軍司令部，《陸軍戰場情報準備作業教範(第二版)》(桃園：陸軍司令部，民 98 年 4 月 13 日)，頁 3-8。

11 地形的可視化及分析演算方法，可參閱周啟鳴、劉學軍，《數字地形分析》(北京：科學出版社，2006 年 5 月)，頁 249-267。

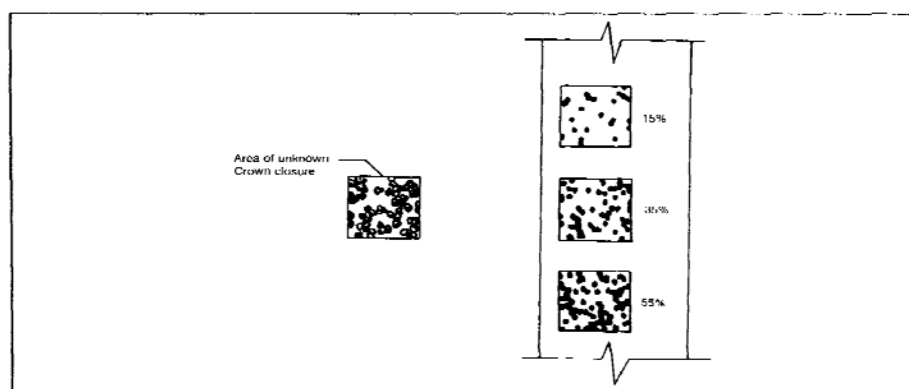
12 GIS 是英文 Geographic Information System 的縮寫，在台灣稱為「地理資訊系統」，共軍稱為「地理訊息系統」，為一套能處理地理資料的電腦硬軟體系統，並依據使用者需求，將所需的地理資料建成地理資料庫，使用者擷取資料庫資料、模式或知識準則等，透過軟體所提供的分析功能及模擬過程，將地理資料組合成有意義的資訊，以供決策者規劃之用。林金樹，《GIS 概論與 MajorGIS 快速入門》(台北縣中和：新文京開發出版股份有限公司，民 93 年 9 月 25 日)，頁 2-3。

表一 美軍植被種類於地圖之編碼

編碼	植物類別
A1	農作物(乾燥的作物)
A2	農作物(潮濕的作物,稻米)
A3	農作物(梯田)
A4	農作物(轉換耕作中)
B1	灌木(高度低於 5m，間距較寬)
B2	灌木(高度低於 5m，密集)
C	針葉林/長青樹林
D	落葉樹林
E	混合樹林(針葉林/落葉林)
F	果樹林/農場(橡膠、棕櫚樹、水果等)
G1	草原、牧草地、草地
G2	草原內有散布的樹木或灌木叢
H	森林的空地(被砍伐(焚燒)後的地區等)
I	沼澤地(紅樹林、柏等)
J	沼澤，泥塘(沒有樹木的泥塘、青苔沼澤地)
K	溼地
L	葡萄園
M	竹子
N	裸露地(空地)
W	湖
X	建築地區
編碼 C、D、E、F、I 後方可增加 1~4 數字代表其遮蔽率(遮蔽率為樹木之樹冠於地區內所遮蔽地區之百分比，判斷標準詳如圖一)，數字所代表之遮蔽率詳表二。	

資料來源：Department of the Army, Terrain Analysis, FM5-33, (Headquarters, Department of the Army, US, Washington, 11 July 1990), P3-7.

圖一 樹冠密度比例圖示



資料來源：Department of the Army, Terrain Analysis, FM5-33, (Headquarters, Department of the Army, US, Washington, 11 July 1990), P3-10.

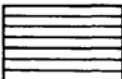
表二 植被數字代碼所表示之遮蔽率百分比

數字	遮蔽率(%)
1	0~25
2	25~50
3	50~75
4	75~100

資料來源：Department of the Army,Terrain Analysis,FM5-33,(Headquarters, Department of the Army,US, Washington, 11 July 1990),P3-10.

在建築物分析部分，係依地區內建築物所占之比例，區分其建築物隱蔽效果(如表三)；在乾、濕季隱蔽效果(如表四)。

表三 建築物隱蔽效果(針對空中偵察)

圖示	覆蓋率(%)	建築散佈狀況	隱蔽狀況
	75~100	擁擠	優
	50~75	密集	好
	25~50	適度	尚可
	5~25	稀疏	差
	0~5	開闊地	無

資料來源：Department of the Army,Terrain Analysis,FM5-33,(Headquarters, Department of the Army,US, Washington, 11 July 1990),P4-20.

表四 在乾、濕季隱蔽效果(針對空中偵察)

類別	建築物覆蓋率(%)	植被種類		被偵知的百分比
		乾季	濕季	
優	>40	C4、D4、E4、F4、I4	C4	0~25
好	20~40	C3、D3、E3、F3、I3	C3	25~50
尚可	<20	B2、C2、E2、F2、I2、M	B2、C2、E3、E4	50~75
差	0	A1、B1、C1、D1、E1、F1、G1、G2、H、I1、J、K、L、N	A1、B1、C1、E1、E2、*D、*F、*G、H、J、K、L、N1、N2	75~100
*或者樹間距為 5m				

資料來源：Department of the Army,Terrain Analysis,FM5-33,(Headquarters, Department of the Army,US, Washington, 11 July 1990),P5-7.

(2)共軍

「地形隱蔽」包括隱蔽、遮蔽和掩蔽三層意義。「隱蔽」係指利用天然地形條件，把部隊的行動、部屬隱藏起來，不被對方觀察發現，並能在一定程度上削弱對方的火力殺傷，¹³其分析係以植被為分析要素，有關「遮蔽和掩蔽」於下一小節探討。

共軍將植被區分為森林、灌木林、其他(竹林、高草地、農作物)¹⁴，而隱蔽程度計算公式為：¹⁵

隱蔽率=有隱蔽作用之面積/分析地區總面積

針對樹林的隱蔽程度係以樹冠的隱蔽率作為分級，對空(垂直)公式如下：¹⁶

$C=3.63(R/d)^2$ (垂直隱蔽率 C、R 為樹冠半徑，d 株距)

敵觀察所進行斜視觀察，其斜視隱蔽度公式：

$C' = 2Rhctg\alpha + \pi R^2/\sqrt{3}d^2$ (斜視隱蔽度 C' ， α 觀察視線俯角，h 為樹高)，計算出隱蔽率後，區分為隱蔽地、半隱蔽地、開闊地(如表五)。

表五 觀察程度的分級

類別	隱蔽地	半隱蔽地	開闊地
垂直隱蔽面積	>23%	4%~23%	<4%
斜視隱蔽面積	>65%	15%~65%	<15%

資料來源：李根生、馮曉明、劉福余，《軍事地形學》(山東：黃河出版社，2002 年 7 月)，頁 213。

(3)國軍

隱蔽可藉森林、樹叢、深草、雪堆、農作物等獲致。¹⁷《軍事地質學》中將植被區分為：樹木(森林)、灌木、草與農作物 4 大類，¹⁸森林視為隱蔽良好，灌木與草則受一定之影響，農作物(高莖植物)隨其種類與季節而異(如表六)。

13 李根生、馮曉明、劉福余，《軍事地形學》(山東：黃河出版社，2002 年 7 月)，頁 264。

14 同註 13，頁 208-209。

15 同註 13，頁 265。

16 同註 13，頁 210-211。

17 國防部陸軍司令部，《陸軍戰場情報準備作業教範(第二版)》(桃園：陸軍司令部，民 98 年 4 月 13 日)，頁 3-9。

18 陸軍軍官學校，《陸軍軍事理論叢書二-二-二軍事地質學》(陸軍總部戰法暨準則發展委員會，91 年 9 月 1 日)，頁 14-1。

表六 國軍植被分類與隱蔽程度

種類	隱蔽程度	備考
樹林	良好	—
灌木	尚可	—
草	尚可	應具一定之高度(1~4M 以上)。
農作物	差	玉蜀黍與甘蔗需注意收割時節。

資料來源：筆者自行整理。

(4)小結

美軍、共軍及國軍於分析隱蔽時，所需地形要素及分類方式歸納如表七所示。我軍於隱蔽分析時，未納入建築物及使用公式計算。

表七 美、共軍及國軍隱蔽分析所需地形要素分類表

地形要素	分類方式		
	美軍	共軍	國軍
植被	依種類及其遮蔽率區分為 4 類隱蔽效果	依公式計算所得之隱蔽度區分為 3 類隱蔽效果	依種類區分為 3 類隱蔽效果
地物 (建築物)	依建築物覆蓋率區分 4 類隱蔽效果	無	無

資料來源：筆者自行整理

2.掩蔽

(1)美軍

在敵火下獲得掩蔽，是軍事行動中非常重要的部分，例如：岩石、河岸、植物、採石場、牆和大樓、可提供掩護，¹⁹坡度、植被、地物等地形要素達「掩護」要求標準(如表八)。

19 Department of the Army,Terrain Analysis, FM5-33,(Headquarters, Department of the Army, US, Washington, 11 July 1990).P5-6.

表八 在直射武器下可達「掩護」標準表

類別	地形要素	要求標準
好	坡度 遮蔽率 C3 C4 D3 建築物覆蓋率**	>30% >50%* D4 E3 E4 >40%
尚可	坡度 Canopy closure(遮蔽率) C3 C4 D3 建築物覆蓋率**	10~30% <50% D2 E1 E2 20~40%
差	坡度 無樹木 建築物覆蓋率**	<10% A1 B G <20%
* 或者樹距為 5m		
** 如果可評估(或計算)		

資料來源：Department of the Army, Terrain Analysis, FM5-33, (Headquarters, Department of the Army, US, Washington, 11 July 1990), P5-5。

(2) 共軍

遮蔽係指能遮斷對方地面觀察和直射武器的殺傷。掩蔽係指能遮斷對方空中和地面觀察，並具有一定防敵砲火毀傷能力。²⁰對於遮蔽的程度，取決於起伏的地貌、溝壑、堤坎和居民地建築物；而分析地形掩蔽程度，主要清查預設陣地範圍內，已有可供掩蔽之洞穴、堅固建築物、地下室、地下人防工程²¹、礦井等分布與數量。

(3) 國軍

掩蔽係藉塹壕、坑洞、堤壩、起伏地、彈坑、圍牆、建築物，以及路基、凹道等獲致。²²

(4) 小結

美軍使用地貌(坡度)、植被種類、遮蔽率及建築物覆蓋率等地形要素進行分析，其餘兩軍僅以地貌及建築物來識別地形可否提供掩蔽(如表九)。

20 李根生、馮曉明、劉福余，《軍事地形學》(山東：黃河出版社，2002年7月)，頁264-265。

21 人民防空工程(civil air defence works)，簡稱人防工程，也叫人防工事，是指為保障戰時人員與物資掩蔽、人民防空指揮、醫療救護而單獨修建的地下防護建築，以及結合地面建築修建的戰時可用於防空的地下室。百度百科，《人防工程》，轉引自 <http://baike.baidu.com/view/3985372.htm>，檢索日期：民國101年4月21日。

22 國防部陸軍司令部，《陸軍戰場情報準備作業教範(第二版)》(龍潭：陸軍司令部，民98年4月13日)，頁3-9。

表九 美、共軍及國軍掩蔽分析所需地形要素分類表

地形要素	所需條件		
	美軍	共軍	我國
地貌	岩石，河岸，植物，採石場，牆和大樓	溝壑、堤坎、洞穴	塹壕、坑洞、起伏地、彈坑
坡度	依坡度百分比區分 3 類	無	無
植被	C3、C4、D3 類別，且依遮蔽率區分 3 類	無	無
地物	依建築物覆蓋率區分 3 類	居民地建築物、堅固建築物、地下室、地下人防工程、礦井	堤壩、圍牆、建築物，路基、凹道

資料來源：筆者自行整理

(三)障礙

「障礙」係指地面任何天然或人為之地形、地物，足以妨礙觀測、射擊、部隊運動者均屬之，²³國軍因採用美軍戰場情報準備，故兩軍相同，其分析步驟原則為：²⁴先評估作戰地區內適切的障礙物、決定每一種障礙物對於機動能力之影響、將每一種障礙物之影響結合成障礙分析產品及地形要點。

地形要點的選定，主以部隊任務為基礎，不受部隊間戰鬥地境的限制，亦無須考慮敵、我兵力部署或兵力運用計畫。²⁵由於國軍戰場情報準備係採美軍準則，故僅探討共軍與國軍之分析標準，分析如后：

1.共軍

依「防禦」及「攻擊」等任務目的，對地形要點則有不同之要求²⁶。而在進攻接近路線部分，則選擇路線上兩側約3公里範圍內的地形進行研究²⁷，找出接近敵時，具有重要影響之地形，特別針對平坦暴露地段、隘路、山口、交通樞紐、直條形谷地、橋樑與渡口等，易中埋伏之地段，以免中敵之埋伏。

2.國軍

23 同註 22，頁 3-8。

24 Department of the Army, Intelligence Preparation of the Battlefield, FM 34-130, (Headquarters, Department of the Army, Washington, 8 July 1994.)P.2-14。

25 國防部頒行，《國軍軍語詞典》，93 年 3 月 15 日，頁 5-17。

26 防禦要點應具有之地形條件：1、障阻作用大；2、觀測與射擊良好；3、地幅適當(依防禦部隊類型及大小判定)；4、機動支援便利。攻擊時，進攻配置地區之地形條件：1、有一定阻礙作用(特別針對敵坦克)；2、觀測與射擊良好；3、隱蔽條件良好；4、便於工事構築；5、便於向前運動。參考資料：同註 25，頁 277 及頁 301。

27 同註 25，頁 294。

地形要點之選定，以部隊任務為考量因素。攻擊時，如為擊滅某部敵軍，應選擇攻占後有助於擊滅敵軍有生力量，如為占領或掩護某地區，則選擇可支援武器觀測與射擊之瞰制地形。防禦時，選擇條件為：²⁸可觀測及瞰制接近路線之地形；能發揚火力，以掩護障礙之地形；足以影響部隊指揮、管制與預備隊運用之重要交通樞紐。

3.小結

共軍在進攻接近路線，特別考量對進攻有影響的「地形要點」，何地會暴露位置、遭敵伏擊、埋伏等；國軍則對於部隊大小及特殊狀況下所應選擇之地形要點有較明確之律定。

(四)接近路線

彙整各軍準則對接近路線選定因素(如表十)。美軍及國軍接近路線均以「混合障礙透明圖」為基礎，於標繪機動走廊後，再評估接近路線；共軍則明確律定接近路線視射界分析距離。

表十 各軍接進路線選擇條件表

準則	美軍—戰場情報準備	共軍—軍事地形學	國軍—戰場情報準備
內容	同國軍戰場情報準備	◎便於機動。 ◎隱蔽條件良好。 ◎視射界開闊(裝甲部隊視射界縱深3~4公里，步兵2公里)。 ◎有掩護地形。	◎標示機動走廊。 ◎組合機動走廊成為接近路線。 ◎評估接近路線。 ◎賦予各接近路線優先順序。

資料來源：筆者自行整理

二、越野運動分析

越野運動係針對戰術機動及戰鬥前進所需地形進行分析，並延續「障礙」所提到針對機動車輛於非道路實施機動實施探討。

28 國防部陸軍司令部，《陸軍戰場情報準備作業教範(第二版)》(龍潭：陸軍司令部，民98年4月13日)，頁3-14。

(一)美軍

針對坡度、植被、土壤等地形要素分析，以越野運動公式計算，
 $Speed(kph)=F_{1/2} \times F_3 \times F_{4w} \times F_5$ 或 $Speed(kph)=F_{1/2} \times F_3 \times F_{4D} \times F_5$ ，再依運動速度評斷通行性²⁹(如表十一)。

表十一 依運動速度分類越野運動圖

速度(公里/小時)	通行性	於越野運動圖分類編號
>30	可通行	1
>15 ≤ 30	受限制	2
>5 ≤ 15	緩慢	3
>1.5 ≤ 5	非常緩慢	4
≤ 1.5	無法通行	5
---	無法通行(水域)	6
---	不評估(建築地區)	7

資料來源：Department of the Army, Terrain Analysis, FM5-33, (Headquarters, Department of the Army, US, Washington, 11 July 1990), P6-3.

(二)共軍

依戰場範圍，把道路以外影響機動的因素，劃分成可通行、通行困難和不能通行，分析之地形要素(如表十二)所示，分述如后：

表十二 越野運動分析的地形要素

地形要素	分析因素
地貌	坡度、特殊地貌分布、土質類型
居民地	類型、密度、建築物性質
水系	江河、水渠的寬、深、流速、底質和岸況；湖泊、水庫的分布與水障的範圍；沼澤的水深與泥深
植被	森林的株距、胸徑、樹種；密集灌木林的性質與高度

資料來源：李根生、馮曉明、劉福余，《軍事地形學》(山東：黃河出版社，2002年7月)，頁248。

29 $Speed(kph)$ 為載具之預估速度(每小時公里數)， $F_{1/2}$ 為地形坡度對載具運動速度降低之影響結果， F_3 則為植被對於載具可通行與不可通行之決定因子， F_{4w} 及 F_{4D} 分別為土質(土壤)承载力於乾燥與潮濕狀況對於載具運動速度之影響，而 F_5 為地表粗糙度因子(為地表影響載具之常數)，相關計算過程與方式參閱 Department of the Army, Terrain Analysis, FM5-33, (Headquarters, Department of the Army, US, Washington, 11 July 1990), P.6-1~6-14。

1.地貌

(1)坡度³⁰：依機動車輛爬坡能力劃分(如表十三)，以戰車越野機動為例，17°以下能通行；17°~30°通行困難；30°以上無法通行。

表十三 戰鬥車輛在不同坡度上運動速度

兵種、武器和裝備	不同坡度上的運動速度(公里/小時)				極限坡度
	3°~6°	6°~10°	10°~15°	15°~20°	
高性能越野車	20~15	15~12	12~8	8~5	20°~30°
履帶牽引車 (帶拖車)	12~10	10~7	7~5	5~3	17°~25°
戰車和自走砲	15~12	12~10	10~6	6~4	30°~35°

資料來源：李根生、馮曉明、劉福余，《軍事地形學》(山東：黃河出版社，2002年7月)，頁193。

(2)特殊地貌：依機動車輛的克服障礙能力(如表十四)，區分能通行和不能通行。

表十四 戰鬥車輛克障能力

裝備種類	可通過堅壁高度(米)	可通過溝渠寬度
坦克和自走砲	0.85 以下	2.4 以下
履帶牽引車	0.4~0.6	1.6~2.0
高性能越野汽車	—	0.5~0.8

資料來源：李根生、馮曉明、劉福余，《軍事地形學》(山東：黃河出版社，2002年7月)，頁195。

(3)土質：如表十五所示。

30 坡度：用以表示斜坡的斜度，常用於標記丘陵、屋頂和道路的斜坡的陡峭程度。這個數值通常以三角函數的正切函數(tangent)的百分比或千分比數值來陳述，即「爬升高度除以在水平面上的移動距離」。若以角度(°)表示，其換算為 0°=0%、5°=9%、10°=18%、30°=58%、45°=100%、60°=173%、90°=∞。資料來源：維基百科，《坡度》，轉引自 <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%9D%A1%E5%BA%A6>，檢索日期：民國101年4月21日。

表十五 共軍土質越野通行性

類別	步兵	輪型車輛	履帶車輛
一般土質	可通行	可通行	可通行
砂質(如沙漠)	通行困難(1.5~2公里/小時)	不可通行	通行困難
砂礫	可通行	通行困難	可通行
石塊地(指高海拔岩石受冰凍與風化作用)	通行困難	通行困難	通行困難
鹽鹼地	不可通行	不可通行	不可通行
鹽鹼地(乾旱地區)	通行困難	通行困難	通行困難
龜裂地(戈壁或有黏性土的地區)	可通行	可通行	可通行

資料來源：筆者整理，李根生、馮曉明、劉福余，《軍事地形學》(山東：黃河出版社，2002年7月)，頁196~197、頁248。

2.居民地因素分析：一般應避開居民地，通常把密集居民地，視為不能通行；散列式和分散式居民地，視為通行困難。

3.水系因素分析：如表十六所示。

表十六 共軍水系越野通行性

類型	分析標準	通行性	備考
江河、水渠	車輛涉渡時不需較大準備即可涉渡。 ³¹	可通行	
	需實施泅渡與潛渡。 ³²	通行困難	
	只能依靠渡河器材和工程保障 ³³ 才可渡河。	不能通行	
湖泊、水庫	—	不能通行	船渡例外
沼澤	泥深<20cm。	可通行	針對坦克
	泥深20~40cm。	通行困難	
	泥深>40cm。	不能通行	

資料來源：筆者整理，李根生、馮曉明、劉福余，《軍事地形學》(山東：黃河出版社，2002年7月)，頁249。

31 涉渡：河水不深,部隊可以涉渡。漢典，《涉渡》，轉引自 <http://www.zdic.net/cd/ci/10/ZdicE6ZdicB6Zdic89355373.htm>，檢索日期：民國101年4月21日。

32 泅渡：游泳而過。：漢典，《泅渡》，轉引自 <http://www.zdic.net/cd/ci/8ZdicE6ZdicB3Zdic8513120.htm>，檢索日期：民國101年4月21日；潛渡：是指戰車像潛水一樣完全進入水裡，借助密封手段和潛渡設備，沿河底從水下通過。潛渡作戰屬於一種非常規的作戰手段。漢典，《泅渡》，轉引自 <http://zhidao.baidu.com/question/169157186.html>，檢索日期：民國101年4月21日。

33 工程保障：為保障軍隊作戰行動而採取的一切工程措施的總稱，屬戰役、戰鬥保障和行軍、輸送、宿營保障。是軍事工程學研究的主要內容之一。保障軍隊作戰行動採取的工程措施主要有：實施工程偵查，構築工事，構築、設置和克服障礙物，實施破壞作業，構築和維護道路、橋樑、渡場、港口和野戰機場，採取工程技術措施實施偽裝，構築給水站，以工程手段消除核武器襲擊的後果等。互動百科，《工程保障》，轉引自 <http://www.hudong.com/wiki/%E5%B7%A5%E7%A8%8B%E4%BF%9D%E9%9A%9C>，檢索日期：民國101年4月21日。

4.植被因素分析：如表十七所示。

表十七 共軍植被越野通行性

類型	分析標準	通行性	備考
森林	株距>6m 或 4~6m 胸徑<坦克重量 1/2 坡度<10°	可通行	1.胸徑指樹木在人胸部高度處之樹徑單位為 cm 2.坦克重量單位為噸 3.須滿足所有條件
	株距 4~6m 胸徑：坦克重量 1/2~全重 坡度<10°	通行困難	
	除上述情況外	不能通行	
密灌	坦克通行	通行困難	指密集灌木林
	輪型車輛	不能通行	
註：若僅探討樹木間距對坦克之影響，則以株距大於 6~8m 視為可通行，5m(且樹徑 20~25)以下視為不可通行。			

資料來源：筆者整理，李根生、馮曉明、劉福余，《軍事地形學》(山東：黃河出版社，2002年7月)，頁210、頁249。

(三)國軍

分析標準原則上與美軍相同。另《地圖編繪學》中以中型戰車³⁴陸地運動之性能為標準，劃分為不可能、困難至不可能、困難至十分困難、受限制至困難、受限制以及適宜等6區，³⁵區分條件如表十八所示。

34 中型戰車定義：重 41.8 公噸、地面壓力每平方公分 0.9 公斤、最大爬坡率 60%、涉水深度 1.3 公尺、最大垂直阻礙 1.2 公尺、最大跨越寬度 2.4 公尺。黃光輝，《地圖編繪學》(中正理工學院編印，民 60 年 10 月 30 日)，頁 134。

35 黃光輝，前揭書，頁 136。

表十八 中型戰車針對地形越野通行性

編號	通行性	地形條件(均須滿足)			
		坡度	土質	植被	其他
1	適宜	<5%	土壤積水時亦能承載中型戰車重量	草原、乾作物、荒地或疏林 ³⁶	
2	受限制	<5%	有中度承載力及排水尚稱良好之土壤	草原、乾作物、荒地或疏林	
3	受限制至困難	>5%； ≤20%	土壤排水不良之地區。	樹林或密度不大之矮林。	除已編入「4」、「5」、「6」區之地區外。 土質或植被符合一項即可。
4	困難至十分困難	>20%； ≤45%	—	較大居住地區	除已編入「6」區之地區外。
		>5%； ≤20%	—	樹林	
5	困難至不可能	—	—	扣除經常積水稻田以外的稻田區域。	
6	不可能	>45%		經常積水之沼澤、濕地、稻田、鹽場、梯田（高度須高於1.3公尺）、密林、崎嶇山地（雨裂 ³⁷ 、流土 ³⁸ 、洞穴等）	

資料來源：筆者整理，黃光輝，《地圖編繪學》(中正理工學院編印，民60年10月30日)，頁136。

36 樹林區別為：樹枝張開度小於兩樹間距 25%者為疏林；樹枝張開度介於 25%至 75%間者為密林；樹枝張開度超過 75%者為叢林。黃光輝，前揭書，頁 135，

37 雨裂：落到地表面的雨水雖滲入表土層，但是，如果降水量比每個單位時間的入滲量還多，則雨水就會“像倒水桶似地”溢滿地表面。溢出的雨水雖暫時積在平坦的地方，但在坡地卻向最大坡度的方向逕流，邊侵蝕地表面的土壤，邊沖刷出許多稱為雨溝的小溝。每當降雨，雨溝就會變寬和加深，不久就會發展成稱為雨裂的小槽。百度知道，《雨裂》，轉引自 <http://zhidao.baidu.com/question/28434660.html?fr=qrl&cid=162&index=4>，檢索日期：民國 101 年 4 月 21 日。

38 流土：在滲流作用下，局部土體隆起，浮動或顆粒群同時發生移動而流失的現象。互動百科，《流土》，轉引自 <http://www.hudong.com/wiki/%E6%B5%81%E5%9C%9F>，檢索日期：民國 101 年 4 月 21 日。

而《陸軍戰術學(第一冊)》在坡度方面，針對戰車機動性區分三級(如表二十)；³⁹水系方面依《河川戰教範(草案)》河川可徒涉標準：戰車及車輛依車輛性能適應水深不同；人員徒涉水深則不應超過 90 公分，流速約 1.5 公尺/秒以下為宜。裝甲車輛漕渡條件為：兩岸坡度不超過 40%、流速不超過 8 公里/小時，且河川平直、河底堅硬、無沉雜物、沙壩與其他障礙。⁴⁰

(四)小結

經歸納地形要素計有：坡度、植被、土質、水系、地物(居民地)等 5 類實施分析，然台灣鄉鎮居民地區集中，須使用為道路始可機動經過；此外戰場情報準備「混合障礙透明圖」水系部分僅將無法徒涉之河流、沼澤、湖泊、河塘等標示，並視為障礙，並非區分可行與不可行，故此兩項地形要素不納入越野運動分析(如表十九)。

表十九 美軍、共軍及國軍越野運動分析地形要素區分

地形要素	分類狀況		
	美軍	共軍	國軍
坡度	以公式計算出速度後，實施分類。	依坡度區分 3 類通行狀況	可劃分 6 類或 3 類
植被		依樹木及密灌狀況區分	依植被種類區分
土質		依一般土質、砂質、砂礫、石塊地、鹽鹼地、龜裂地等分類(未提供各類地質劃分標準)	考量土壤含水狀況(未有實際數據可提供劃分標準)

資料來源：筆者自行整理

三、空降場分析

(一)各軍分析標準：依各軍準則對於空降場選定之標準彙整(如表廿)。

39 陸軍戰術學編纂委員會，《陸戰戰術學第一冊》(桃園：陸軍總部，民 90 年 10 月 31 日)，頁 2-65。

40 國防部陸軍司令部，《河川戰教範(草案)》(桃園：陸軍司令部，民 90 年 12 月 24 日)，頁 2-15~2-16。

表廿 美、共軍及國軍空降場分析標準表

準則	內容
美軍—FM5-33	◎坡度小於10%是優先的，30%以內是允許空降。 ◎距離關鍵城市30公里內。 ◎空降場需靠近連絡線。 ◎在1公里範圍內沒有變化。 ◎必須有進入或撤退的路線。 ◎空降場可獲得掩蔽和隱藏。 ◎最小寬度和長度依靠類型，飛機規格和速度，表面風，空降人員的數量或者貨物的類型，以及能見度。
共軍—反空降與反空中機動作戰教則	◎應靠近預定奪取目標。 ◎無妨礙著陸之障礙物。 ◎一般一個營一個空降場，需要面積2.5平方公里。
國軍—空降導航及地面導引訓練教範	◎依據任務，選定對達成任務最有利之地區。 ◎依據敵情狀況，選定最有利之狀況、犧牲最小、成功公算最大者。 ◎天候(空降場之空中、地面之風向、風速、能見度、雲幕高、天氣情況、特蘇氣象足以妨礙信號、標誌之作業，必須納入) ◎地形(遠離湖泊、河川，並避免使用地面障礙物過多的地區) ◎機型(執行空降任務之飛機類型、性能與限制) ◎航線(通常進航須有5分鐘之直線距離，以便能通視目標及利於導航修正) ◎航高(航高計算，為空降絕對高度及目標區障礙物標高之總和) ◎空降作業方式(單機門或雙機門作業) ◎空降場幅員(空降場之長寬，與機型、航速、編隊、機數等均有密切關係)

資料來源：筆者整理美軍「FM5-33」P7-10、《反空降與反空中機動作戰教則》頁1-18；《空降導航及地面導引訓練教範》頁2-4~2-5。

依「反空(機)降阻絕具體作為之研究」⁴¹文獻指出，台灣本島適合空降與著陸之地區為「開闊地、台地、高爾夫球場、空曠之山嶺、小叢林起伏地、坡度較小之山麓蔗園、茶林及林間空地。」，而需靠近軍事設施(高級司令部、通信中樞、勤務設施、倉庫區、軍事生產設備、要塞、雷達站、飛彈基地、機場、港口及交通樞紐)及非軍事性重要設施(水庫、發電廠、油井、煉油廠、重工業設備、核子科學設備、氣象台、船屋)。

(二)小結

剔除有關指揮官企圖與任務導向部分，可歸納出有關空降場地形分析在地

41 吳文藝，〈反空(機)降阻絕具體作為之研究〉《陸軍學術月刊》(桃園)，第37卷425期，民90年1月16日，頁40-41。

形要素方面選定標準(如表廿一)。美軍在坡度及奪取目標之距離有明確律定，其餘概略相同。

表廿一 美、共軍及國軍空降場地形要素選定條件

地形要素	所需條件		
	美軍	共軍	國軍
地貌 (含坡度)	坡度小於 30%	無	遠離湖泊、河川，並避免使用地面障礙物過多的地區
植被	具隱蔽與掩蔽	具隱蔽與掩蔽	開闊地、台地、高爾夫球場、草地、蔗園、茶林、空地
地物	接近地形要點 30 公里內	接近作戰目標	須接近目標

資料來源：筆者自行整理

四、機降場分析

(一)各軍分析標準：依各軍準則對於機降場選定之因素彙整(如表廿二)。

表廿二 美、共軍及國軍機降場分析標準表

準則	內容
美軍—FM5-33	◎小於15%坡度是允許提供機降。 ◎障礙比率⁴²10：1(沒有垂直或地面障礙超過或等於18英吋)。 ◎機降場靠近連絡線。 ◎穩定土壤。 ◎機降面積須考量任務、敵軍、地形、部隊與時間之可行性。
共軍—反空降與反空中機動作戰教則	◎著陸區選擇敵未設防或防空火力薄弱處。 ◎便於己方遠程砲兵支援。 ◎應盡量接近突擊目標或於目標上著陸。 ◎無妨礙著陸之障礙物。 ◎通往目標之接近路線。
國軍—空降導航及地面導引訓練教範	◎依任務、敵情狀況、天候及機型與空降場選定概同。 ◎UH與OH型直升機可於斜坡度15度內著陸。 ◎大型通用及CH型直升機可於斜坡度7度內著陸。 ◎土質必須堅硬，可支撐直升機重量。 ◎地面應避免為沙地或雪地。 ◎雜草的高度低於0.5公尺。 ◎障礙比率 10:1
備註：以%及度(°)表示坡度，兩者之關係詳註31	

資料來源：筆者自行整理。

42 因直升機在正常狀況下以 8~10 度的角度起飛及著陸，為求飛行安全，起降點應與障礙物保持安全距離，此距離與障礙物高度之比率，稱為「障礙比率」。資料來源：國防部陸軍司令部，《空降導航手冊》，民 91 年 10 月 8 日，頁 4-7。

依共軍《軍事地形學》指出，機降場考量因素為：⁴³

1.地面平坦、土質好，坡度應小於 5°，不應有岩石、坑穴，土質要堅硬，不能有浮土和鬆雪。

2.有一定之地幅(一個步兵連著陸場約為 0.5 平方公里；一個步兵營約 2 平方公里)。

3.隱蔽條件良好。利用地摺、樹叢、居民地等遮斷敵地面觀測和防止直射武器的殺傷。

4.應有明顯之地標，便於識別。

5.符合戰術要求。

(二)小結

剔除有關指揮官企圖與任務導向部分，歸納有關機降場地地形分析在地形要素方面選定標準(如表廿三)。各軍地形選擇標準概略相同，若直昇機採用繩降特種部隊則可忽略坡度及土質條件。

表廿三 美、共軍及國軍機降場地地形要素選定條件

地形要素	所需條件		
	美軍	共軍	國軍
地貌 (含坡度)	坡度小於 15%	坡度小於 5 度	我軍依機型不同而有所不同(採用斜坡度)
植被	1.具隱蔽與掩蔽 2.障礙比率 10：1 (沒有垂直或地面障礙超過或等於 18 英吋)	隱蔽條件良好	1.障礙比率 10：1 2.雜草的高度低於 0.5 公尺
土質	穩定土壤	不應有岩石、坑穴，土質要堅硬，不能有浮土和松雪。	1.土質必須堅硬。 2.地面應避免為沙地或雪地
地物	依任務考量	1.依任務考量。 2.應有明顯之地標，便於識別。	依任務考量

資料來源：筆者自行整理。

43 李根生、馮曉明、劉福余，《軍事地形學》(山東：黃河出版社，2002 年 7 月)，頁 304-305。

提升分析戰場環境之能力

一、季節與天候影響地形

季節與天候會對地形分析產生影響，而季節與天候主要對地形要素植被、土質、水系等三項產生影響。綜整各軍軍事地形分析歸納出所需之地形要素(如表廿四)中可知，全部軍事地形分析將受其影響。以植被為例，主要係影響落葉林及農作物部分，落葉林應注落葉季節，而農作物應注意為甘蔗、水稻及玉米，有關甘蔗的生長期一般為 18 個月，每年 1 到 3 月是甘蔗的春植期，7 到 8 月是甘蔗的秋植期，1 到 5 月是甘蔗的補植期，甘蔗收成的尖峰時期是 12 到 4 月，⁴⁴所以植被若為甘蔗，則在 12 到 4 月的隱蔽效果最佳。水稻一年可收成兩次，於插秧時期，因稻田灌溉而對戰車造成障礙，且依地區不同，插秧期有所不同。⁴⁵以土質及水系而言是「水」的改變，土壤的含水量、河川的流速、深度等，故執行軍事地形分析時應一併納入季節與天候對植被、土質及水系產生之影響。

表廿四 軍事地形分析所需地形要素分類表

類別	地形要素
觀測與射擊	坡度、植被、地物(建築物)
隱蔽與掩蔽	地貌(含坡度)、植被、地物(建築物)
障礙	坡度、植被、土質、水系、地物(居民地、橋樑、道路等交通運輸系統)
地形要點	依任務性質選擇
接近路線	經障礙及越野運動分析後研判機動走廊後，再結合機動走廊成為接近路線。
越野運動	坡度、植被、土質、水系
空降場	坡度、植被、地物(地形要點)
機降場	坡度、植被、土質、地物(依任務考量)

資料來源：筆者自行整理。

44 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所，《甘蔗的一生》，轉引自 <http://library.taiwanschoolnet.org/cyberfair/2002/C0233970023/tsc2-4.htm>，檢索日期：民國 101 年 4 月 21 日。

45 稻米小百科，《水稻的栽培與管理》，轉引自 <http://agrapp.coa.gov.tw/RICE/knowledge/knowledge-4.htm>，檢索日期：民國 101 年 4 月 21 日。

二、與現行使用地形資料庫比較

國軍現行使用之地形資料庫建置坡度、軍圖、航照圖等資訊，雖可模擬 3D 戰場實景，惟無法滿足軍事地形分析所需之資訊。以「樹林」為例，資料庫無提供其疏密、株距、樹徑等資訊，以致國軍無法利用較科學及精準的方式判斷戰場之隱蔽度、越野通行性等。目前軍事地形資料庫應建置何種資訊，目前國軍並無規範律定；另經查詢內政部國土資訊系統及經濟部自然環境整合供應倉儲系統，⁴⁶可提供地形、坡度、植被、地質及土壤等相關資料，惟滿足軍事地形分析之地形要素相關資訊仍有所不足。

未來欲建置地形資料庫時，可依本研究分析各軍執行軍事地形分析所需之地形要素，進而蒐集相關資訊，整合現行民間地形資料庫，以建立符合國軍運用之分析模式與資料庫，改善目前人工作業耗力費時之作業模式。

三、共軍裝備更新造成之影響

由於軍事地形分析之障礙標準，隨著裝備性能的提升，裝備體積變小、重量變輕等因素造成限制地形條件減少，在未來可能不再是障礙。以戰車為例，共軍改良原 63 式為 63A 水路兩用戰車，其能力適合在多河流、多湖泊、沼澤和水田地區執行戰鬥和偵察任務，⁴⁷為目前攻台主力戰車；我軍應研討是否調整以往律定為藍色海灘之地形。此外，該戰車雖可在多河流、多湖泊、沼澤和水田地區機動，但能越過流速、深度為多少之河流及水稻田等，尚未有相關的報告或研究，故應深入瞭解或研究該戰車所能克服之障礙，始能正確分析地形之影響。

四、由軍事地形分析觀點檢視敵最大可能行動

戰場情報準備在分析作戰地區時，由上述比較中可知共軍與我軍在地形要點及接近路線選定思考模式上不同，共軍係在確認敵情及任務後，先選擇出有利完成任務與目的之「目標或地形要點」後，再以「障礙」與「越野運動」分析「接近路線」，進而考量接近路線上「觀測與射擊」、「隱蔽與掩蔽」之良莠與進攻路線上何處會遭敵所伏擊之「地形要點」；我軍則採用 OCOKA(觀測與射

46 內政部，《內政部國土資訊系統基本地形圖資料庫分組》，轉引自 http://ngis.moi.gov.tw/lan_ch/，檢索日期：民國 101 年 5 月 2 日；經濟部，《經濟部自然環境整合供應倉儲系統》，轉引自 <http://ngis.moea.gov.tw/ngisfxweb/Default.aspx>，檢索日期：民國 101 年 5 月 2 日。

47 漫談坦克，《中國大陸的兩棲坦克、空降坦克和輪式裝甲車》轉引自 <http://city.udn.com/3011/3632576>，檢索日期：民國 101 年 4 月 21 日。

擊、隱蔽與掩蔽、障礙、地形要點、接近路線)分析步驟，故情報部門在研判敵可能行動時，應以敵軍軍事地形分析觀點對戰場環境實施分析，再以其戰術思想及裝備之能力進行研判，方可精準揣摩敵軍之行動。

結 語

國軍現行在軍事地形分析尚未建立模式，以空降場分析為例，在綜合各軍分析條件後，本項分析模式首先須決定敵軍欲攻取之軍事設施或重要設施，再針對設施 30 公里範圍內之坡度、植被與面積三方面進行分析(坡度大於 30%視為無法空降；植被種類為開闊地、台地、高爾夫球場、草地、蔗園、茶林、空地等，其面積至少須大於 2.5 平方公里)。另國軍實施軍事地形分析，涉及運用「植被」及「土質」兩項地形要素時，未確立分析標準，如隱蔽分析時，植被種類為樹林，視為隱蔽良好，未如美軍或共軍係以遮蔽率來區分；而越野運動分析中「土質」係考量土壤含水狀況，卻未明確律定含水量標準。我軍應針對上述類況，盡速建立分析模式及標準，始可提供分析之參據。

筆者認為國軍戰場情報準備及指參作業程序既已採用美軍準則，且美軍之軍事地形分析已有一套作業程序，為使其思維與邏輯脈絡一致，相關分析之標準可採用美軍標準，國軍只需依其模式，建立台灣地形要素相關資訊之資料庫，並整合民間資訊，即可提供指揮官及參謀客觀分析戰場，達成戰場資訊化。

自古以來很少有無法越過之地形，如三國時，魏國翻越摩天嶺向蜀國後方進兵、1800 年拿破崙越過阿爾卑斯山攻擊義大利、二次大戰德軍色當突破穿越阿登森林等戰史都證明了此一論點，故運用軍事地形分析成果時，仍須視敵軍作戰目的、戰術戰法、或超越障礙能力等多面考量，才不至於誤判敵情。

作者簡介

許朝安少校，國防大學軍事工程系 89 年班、國防大學軍事工程研究所 94 年班、陸院 101 年班；曾任排長、裁判官、連長，現任職於陸軍司令部工兵處軍事工程組工程官。

陸軍聲上校，中正理工學院 75 年班、工校正規班 117 期、陸院正規班 87 年班、戰研班 88 年班、國防管理學院決策科學研究所碩士；曾任排長、連長、營長、教官，現任職於國防大學陸軍指參學院軍事理論組副主任。

參考文獻

- 1.楊太源，《國防大學陸軍學院 101 年班敵情專題必讀資料彙編—敵情專題研究》(桃園：國防大學，民 100 年 10 月)。
- 2.總參謀部測繪局，《軍事地理學教程》(北京：解放軍出版社，民 92 年 4 月)。
- 3.國防部陸軍司令部，《陸軍戰場情報準備作業教範(第二版)》(桃園：陸軍司令部，民 98 年 4 月 13 日)。
- 4.李根生、馮曉明、劉福余，《軍事地形學》(山東：黃河出版社，民 91 年 7 月)。
- 5.陸軍戰術學編纂委員會，《陸戰戰術學第一冊》(桃園：陸軍總部，民 90 年 10 月 31 日)。
- 6.國防部頒行，《國軍軍語詞典》(國防部，93 年 3 月 15 日)。
- 7.周啟鳴、劉學軍，《數字地形分析》(北京：科學出版社，2006 年 5 月)。
- 8.林金樹，《GIS 概論與 MajorGIS 快速入門》(台北縣中和：新文京開發出版股份有限公司，民 93 年 9 月 25 日)。
- 9.陸軍總部戰法暨準則發展委員會，《陸軍軍事理論叢書二-二-二軍事地質學》(桃園：陸軍總司令部，91 年 9 月 1 日)。
- 10.黃光輝，《地圖編繪學》(桃園：中正理工學院編印，民 60 年 10 月 30 日)。
- 11.國防部陸軍總司令部，《河川戰教範(草案)》(桃園：陸軍總司令部，民 90 年 12 月 24 日)。
- 12.國防部陸軍總司令部，《反空降與反空中機動作戰教則》(桃園：陸軍總司令部，民 81 年 1 月 10 日)。
- 13.國防部陸軍司令部，《空降導航及地面導引訓練教範》(桃園：陸軍司令部，民 97 年 12 月 5 日)。
- 14.國防部陸軍總司令部，《空降導航手冊》(桃園：陸軍總司令部，民 91 年 10 月 8 日)。
- 15.池亞軍、薛興林等編著，《戰場環境與信息化戰爭》(北京：國防大學出版社，民 99 年 4 月)。
- 16.高俊主編，《數字化戰場礎建設》(北京：解放軍出版社，2004 年 11 月)。
- 17.吳文藝，〈反空(機)降阻絕具體作為之研究〉《陸軍學術月刊》(桃園)第 37 卷 425 期，民 90 年 1 月 16 日。
- 18.林家躍，〈美軍戰車穿越水稻田評估系統在台灣應用之可行性研究〉《國防大學中正理工學院軍事工程研究所碩士論文》，民 88 年 5 月。

- 19.姚詠蓀，〈應用地利資訊系統進行軍事越野運動分析之研究—以地形分析為例〉《國立中興大學土木工程學系研究所碩士論文》，民 94 年 6 月。
- 20.羅慶昌，〈數值地形圖測製及資料庫之建立〉《中華民國地籍測量學會會刊》，第 7 期，1988 年。
- 21.王明志、張聖傑，〈應用數值圖像萃取空間情資之模式化探究—以龍潭、大溪地區為例〉《地圖》，第 14 期，1988 年。
- 22.邱宗輝，〈戰術及地形分析 OCOKA 模型的建立與系統設計〉《國防科學技術大學研究生院碩士論文》，民 93 年 7 月。
- 23.全宏志，〈軍事地理資訊系統之應用〉《陸軍學術月刊》，429 期，民 90 年 5 月 16 日。
- 24.百度百科，《人防工程》，轉引自 <http://baike.baidu.com/view/3985372.htm>.
- 25.維基百科，《坡度》，轉引自 <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%9D%A1%E5%BA%A6>.
- 26.漢典，《涉渡》，轉引自 <http://www.zdic.net/cd/ci/10/ZdicE6ZdicB6Zdic89355373.htm>.
- 27.漢典，《泗渡》，轉引自 <http://www.zdic.net/cd/ci/8/ZdicE6ZdicB3Zdic8513120.htm>.
- 28.漢典，《泗渡》，轉引自 <http://zhidao.baidu.com/question/169157186.html>.
- 29.互動百科，《工程保障》，轉引自 <http://www.hudong.com/wiki/%E5%B7%A5%E7%A8%8B%E4%BF%9D%E9%9A%9C>.
- 30.百度知道，《雨裂》，轉引自 <http://zhidao.baidu.com/question/28434660.html?fr=qrl&cid=162&index=4>.
- 31.互動百科，《流土》，轉引自 <http://www.hudong.com/wiki/%E6%B5%81%E5%9C%9F>.
- 32.行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所，《甘蔗的一生》，轉引自 <http://library.taiwanschoolnet.org/cyberfair2002/C0233970023/tsc2-4.htm>.
- 33.稻米小百科，《水稻的栽培與管理》，轉引自 <http://agrapp.coa.gov.tw/RICE/knowledge/knowledge-4.htm>.
- 34.內政部，《內政部國土資訊系統基本地形圖資料庫分組》，轉引自 <http://ngis.moi.gov.tw/lanch/>.
- 35.經濟部，《經濟部自然環境整合供應倉儲系統》，轉引自 <http://ngis.moea.gov>.

tw/ngisfxweb/Default.aspx.

- 36.漫談坦克，《中國大陸的兩棲坦克、空降坦克和輪式裝甲車》轉引自 <http://city.udn.com/3011/3632576>.
- 37.Office of the Secretary of Defense , “Military and Security Developments Involving the People’s Republic of China 2011,” 25 August 2011.
- 38.Department of the Army, “Terrain Analysis, FM5-33,” Headquarters, Department of the Army, US, Washington, 11 July 1990.
- 39.Department of the Army, “Intelligence Preparation of the Battlefield, FM 34-130,” Headquarters, Department of the Army, Washington, 8 July 1994.