

以共軍步兵直射武器效能探討我城鎮防禦工事構築之研析



作者簡介：

馮秋國少校，志願役軍官 87 年班，工兵學校正規班 95 年班，曾任排長、連長、營參謀主任、教官，現任職於步兵學校戰術組聯戰小組。

提要：

- 一、城鎮作戰中敵人的重要任務，就是摧毀強化堅固的工事或建築物內的人員與武器，針對共軍現役主要步兵武器，分析探討其對城鎮中不同目標材質之侵澈力，俾利構築足以防護該種武器之防禦工事。
- 二、台灣鋼筋混凝土建築物的建築面積佔全國95%以上，是全世界比率最多的地區，對我城鎮防禦作戰提供很大的防護效果，我們要能確切掌握這些城鎮作戰的先天優勢。
- 三、我們要認清自己、瞭解敵人、熟悉環境，掌握城鎮地形、進而善用地形，以堅固建築物整體規劃運用，構建強固完整之城鎮防禦體系，能有效掩蔽敵火，並發揚火力，以強化地面部隊防禦韌性。

關鍵詞：工事、侵澈、建築物、步兵武器、城鎮作戰、破壞工具

壹、前言：

隨著都市化程度的逐漸提高的趨勢下，未來將有 85% 以上的作戰會發生在城鎮地區¹，因此城鎮不僅成為人類活動的主要場所，也將是未來軍事作戰的重要戰場，其作戰節奏與本質，將因個別的威脅與任務而更為多變，但城鎮戰仍將是能讓敵我立足點

¹ 黃文啟譯，〈美國陸軍「城鎮戰戰術、戰技與程序準據」〉《國防譯粹》，（台北：國防部史政編譯局譯印，民國 92 年 3 月），第 30 卷 4 期，頁 113。

平等的環境，戰鬥部隊如未充分準備，將會在這種環境付出慘痛代價²。

城鎮作戰中敵人的重要任務，就是摧毀強化堅固工事或建築物內的人員與武器，而步槍、輕重機槍、火箭筒等是城鎮戰中最主要與最普遍的步兵武器，我們必須深入瞭解敵人每種步兵武器、彈藥的侵澈力、穿透力對我所構築的防護工事所造成的破壞效能，俾利於我城鎮防禦時可以構築足以防護該種武器之陣地工事，不要造成自以為固若金湯，實際卻不勘一擊。本文介紹共軍現役步兵武器對城鎮建築物或工事目標的侵澈效能，探討台灣城鎮建築物結構類型，針對我城鎮防禦工事構築實施現況檢討，並提出精進作法，期能落實城鎮防禦工事構築，確保戰力與火力發揚。

貳、共軍步兵直射武器概述：

城鎮戰中以步槍、輕機槍、重機槍、火箭筒等輕、重型步兵武器為主，本文以探討共軍現役主要步直射兵武器，分別將其諸元、性能以及對城鎮中不同目標材質之侵澈效能分別分析探討，俾利我城鎮作戰中防禦工事構築之參考，共軍步兵直射武器概述如下：

一、95 式 5.8mm 步、機槍：

95 式自動步槍於 1989 年提出研製指標要求，於 1995 年設計定型，命名為 95 式 5.8mm 口徑自動步槍（如附圖 1），簡稱 QBZ95（Q-輕武器，B-步槍，Z-自動）。QBZ95 式步槍與 QBB95 式班用機槍（如附圖 2）以及短槍管 QBZ95B 短突擊步槍，這三種武器一般簡稱為 95 式槍族（重要諸元如附表 1）。95 式自動步槍為無槍托結構，導氣式自動方式，自動機採用短行程導氣式活塞，機頭迴轉式閉鎖，可單、連發射擊。95 式槍族其內自動機構件完全通用，步槍與班用機槍之間通用件的比例高。為目前共軍制式自動步槍之一，也是共軍第一種大規模列裝部隊的小口徑自動步槍，現已陸續裝備部隊³。

² 余忠勇譯，〈城鎮戰在轉型時面臨的挑戰〉《陸軍軍事譯粹選輯（第十五輯）》（桃園），頁 236。

³ 長戈，〈大閱兵—中國輕兵器英姿〉《輕兵器》（北京），2009 年第 10 期 上半月版，輕兵器雜誌社，2009 年 9 月 20 日，頁 31。

附圖 1：95 式 5.8mm 自動步槍



資料來源：<http://www.globalmil.com/military/army/china/infantry/2010/0609/264.html>

附圖 2：95 式 5.8mm 班用輕機槍



資料來源：http://group.tiexue.net/WEAPON/post_4511978.html

附表 1：

95 式 5.8mm 步、機槍諸元表			
品名 諸元	QBZ95 自動步槍	QBZ95B 短突擊步槍	QBB95 班用機槍
口徑	5.8mm	5.8mm	5.8mm
全長	760mm	609mm	839mm
槍管長	463mm	326mm	600mm
全重	3.35kg	2.9kg	3.88kg
初速	920m/s	790m/s	952m/s
理論射速	650rds/min	650rds/min	700rds/min

戰鬥射速	40rds/min (單發) 100rds/min (連發)	40rds/min (單發) 100rds/min (連發)	40rds/min (單發) 120rds/min (連發)
有效射程	400m	300m	600m
彈藥	5.8×42mm	5.8×42mm	5.8×42mm
彈匣容量	30rds	30rds	80rds

資料來源：中華人民共和國公安部治安管理局、中國兵器裝備集團兵器裝備研究所，《槍械識別圖典》（瀋陽：萬卷出版公司，2008年7月），頁13、17、126；筆者製表。

二、67-2 式 7.62mm 通用機槍：

1967 年共軍成功研製一種輕重兩用機槍，命名為 1967 年式 7.62mm 通用機槍，在該槍基礎上，又推出性能更優的 67-1 式與 67-2 式通用機槍⁴。67-2 式 7.62mm 通用機槍（如附圖 3）是 67 式輕重兩用機槍的第二次改進型（重要諸元如附表 2），於 1982 年設計定型，並大量裝備部隊，是共軍目前主要通用機槍。

附圖 3：67-2 式 7.62mm 通用機槍



資料來源：

http://tupian.hudong.com/a4_70_29_01200000012881119414295974446_jpg.html

附表 2：

67-2 式 7.62mm 通用機槍諸元表			
口徑	7.62mm	理論射速	650rds/min

⁴ 鐵血工作室，《戰場收割者—機槍》，（北京：人民郵電出版社，2011 年 1 月），頁 16。

全長	1350mm	戰鬥射速	300rds/min
槍管長	606mm	有效射程	1000m
全重	15.5kg	彈藥	7.62×54mm
初速	840m/s	彈箱容量	250rds

資料來源：中華人民共和國公安部治安管理局、中國兵器裝備集團兵器裝備研究所，《槍械識別圖典》（瀋陽：萬卷出版公司，2008年7月），頁135；筆者製表。

三、QJZ-89 式 12.7mm 重機槍：

89 式 12.7mm 重機槍（如附圖 4）是共軍現役步兵遠程火力支援的主要武器。該槍全重 26.2 公斤（重要諸元如附表 3），為世界上最輕的現役 12.7mm 重機槍；其運作方式是特殊氣動操作與後座作用混合方式⁵，有效減低射擊時的後座力，配用彈藥主要為 89 式穿甲爆炸燃燒彈和 89 式穿甲燃燒曳光彈等兩種，可以對付一般輕型裝甲目標，以平射為主，用以殺傷集群目標、制壓輕型火力點、毀傷輕型裝甲目標。

附圖 4：QJZ-89 型 12.7mm 重機槍



資料來源：

<http://act3.news.qq.com/3002/work/show2-id-1845.html>

附表 3：

QJZ-89 型 12.7mm 重機槍諸元表			
口徑	12.7mm	理論射速	600rds/min

⁵ 床井雅美，《最新世界機槍圖鑑》（新北市：楓書坊文化出版社，2011 年 8 月），頁 96。

全長	1192mm	戰鬥射速	450rds/min
槍管長	1003mm	有效射程	1500m
全重	26.2kg	彈藥	12.7×107mm
初速	825m/s	彈箱容量	50rds

資料來源：中華人民共和國公安部治安管理局、中國兵器裝備集團兵器裝備研究所，《槍械識別圖典》（瀋陽：萬卷出版公司，2008年7月），頁140；筆者製表。

四、QLZ87 式 35mm 自動榴彈發射器：

87 式 35mm 自動榴彈發射器（如附圖 5）是共軍第一代步兵制式榴彈發射器，目前已大量裝備共軍地面部隊，主要配賦在班、排階層，增加了戰場上的火力支援能力。可使用 DFS87 式殺傷彈、DFJ87 式破甲彈等多種彈種：發射殺傷彈，可以制壓 800 公尺內火力點，殺傷 1750 公尺內暴露和隱藏的集群有生目標；發射破甲殺傷彈可毀傷 600 公尺內輕裝甲目標，可以對點和面目標給予毀滅性破壞（重要諸元如附表 4）。該發射器是一種輕重兩用型班組支援壓制武器，作為輕型武器使用時，用兩腳架進行射擊，作為重型武器使用時，發射器安裝在三腳架上進行射擊⁶。

附圖 5：QLZ87 式 35mm 自動榴彈發射器之重型狀態（左圖）與輕型狀態（右圖）。



資料來源：

http://military.china.com/top01/11053250/20110716/16651801_7.html

⁶ 何鄧海，〈再創中國第一：QLZ 式 35mm 自動榴彈發射器〉《輕兵器》（北京），2009 年第 1 期 下半月版，輕兵器雜誌社，2009 年 1 月 5 日，頁 13。

附表4：

QLZ87式35mm自動榴彈發射器諸元表			
口徑	35mm	理論射速	480rds/min
全長	970mm	戰鬥射速	45rds/min
初速	190m/s	有效射程	1750m
全重	輕型：12 kg 重型：20kg（附三腳架）	彈箱容量	6發或15發彈鼓供彈
彈藥	DFS 式 35mm 殺傷彈、DFJ87 式 35mm 破甲彈、DFR87 式 35mm 燃燒彈。		

資料來源：何鄧海，〈再創中國第一：QLZ 式 35mm 自動榴彈發射器〉《輕兵器》（北京），2009 年第 1 期 下半月版，輕兵器雜誌社，2009 年 1 月 5 日，頁 13~15，筆者製表。

五、69 式反裝甲榴彈發射器：

69 式 40mm 榴彈發射器（如附圖 6）為蘇聯著名 RPG-7 仿製版，為肩托式砲口裝填榴彈發射器，可由 40mm 砲管發射多種具穩定尾翼的推進榴彈（如附表 5），於 1969 年成為共軍制式武器⁷，大量裝備基層步兵單位，成為破甲攻堅武器。

附圖 6：69 式反裝甲榴彈發射器



資料來源：http://news.xinhuanet.com/mil/2011-06/10/c_121519094.htm

附表5：

⁷ 同註 5，頁 207。

69式反裝甲榴彈發射器諸元表				
口徑	40mm		發射筒長	910mm
初速	120m/s		發射筒重	5.6 kg
彈藥種類	重 量	直 徑	有效射程	備 註
69-1 式	2.2 kg	85 mm	300m	標準反裝甲榴彈
69-2 式	2.9 kg	94 mm	200m	針對現代化裝甲車輛
69-3 式	2.3 kg	94 mm	290m	增加射程，增強穿甲能力
84 式	1.8 kg	85 mm	350m	適合遠距離攻擊
84-1 式	2.7 kg	92mm	1800m	高爆燃燒榴彈
84-2 式	2.7 kg	76mm	1500m	反人員高爆榴彈

資料來源：維基百科，筆者製表。

六、92 式輪型步兵戰車：

92式輪型步兵戰車全稱為ZSL92式輪型步兵戰車（如附圖7）（也稱作WZ551步兵戰車），該型戰車可水陸兩用，在車體尾部有2個槳舵合一的導管螺旋槳推進裝置，水上推力大，用於支援步兵和運載步兵作戰，可遂行機動作戰任務（如附表6）。其主要用於消滅敵輕型裝甲車輛、簡易火力陣地和反裝甲支撐點，殺傷有生力量，並具有對低空目標自衛能力。砲塔武器為一門ZPT90式25mm機砲和一挺並列的86式7.62mm機槍，ZPT90式25mm機砲採用雙向供彈，它與電氣控制系統、開門轉換系統和供彈系統配合，可變換彈種、變換射速和射擊方式。射手可根據不同目標快速地選擇彈種（榴彈或脫殼穿甲彈），射擊方式有單發、3連發、5連發或連發，射速100發/分或200發/分。該砲的高低射界為-8~+52度，方向射界360度，彈藥基數400發，其中彈倉內有待發彈200發，另在砲塔內備有120發榴彈和80發穿甲彈；使用脫殼穿甲彈時，直射距離為1500公尺⁸。

附圖7：92式輪型步兵戰車，砲塔武器為1門ZPT90式25mm機砲和一挺並列的86式7.62mm機槍。

⁸ 中華網，〈92式輪式步兵戰車〉，

<http://big5.china.com/gate/big5/wqzb.military.china.com/military/html/669/index.html>



資料來源：<http://blog.udn.com/YST2000/3360094/>

附表 6：

92式輪型步兵戰車性能諸元表			
車長	6.63m	車寬	2.8m
車高	2.8m	戰鬥重量	15.3 噸
最大時度	85 km	巡航里程	600~800 km
越障高度	0.7m	越壕寬度	2m
渡水深度	1.5m	浮游時速	8~10 km
武器系統	ZPT90 式 25 mm機砲	彈藥種類	榴彈、脫殼穿甲彈
乘員	車員 3 人，另外搭載步兵 9 人		

資料來源：同註 8。

參、共軍步兵直射武器在城鎮作戰效能分析：

彈藥威力是指子彈的侵澈力與殺傷力；侵澈力又區分為對硬目標的侵澈力和對軟目標的侵澈力，對硬目標的侵澈力係以子彈的速度與動能來衡量，對軟目標的侵澈力係以子彈的斷面比能來衡量⁹。在建築物密集的城鎮環境中，武器效能受建築物的影響甚巨，減低了彈藥的侵澈力，增加彈藥跳彈的危險性，據統計在射入磚石瓦礫建築物地區的彈藥中有 25%消耗在跳彈中¹⁰，以下探討共軍步兵武器在城鎮中常見目標的侵澈力如下：

⁹ 越智，〈面臨挑戰的小口徑槍彈〉《輕兵器》（北京），2005 年第 12 期 上半月版，輕兵器雜誌社，2005 年 11 月 20 日，頁 31。

¹⁰ Headquarters Department Of The Army, 'An Infantryman's Guide To Combat In Built-Up Areas (FM90-10-1) (Washington, DC, 12 May 1993), p. 8-1.

一、95 式 5.8mm 步、機槍：

步、機槍是城鎮戰中常見的武器，子彈的侵澈力因射擊距離、目標材質、撞擊角度等會產生不同結果，QBZ95 式自動步槍所使用 5.8mm 子彈在射擊後約 200 公尺處的目標時穿透力最強，射程小於 25 公尺時穿透力大為減弱，木結構房屋與單疊磚造牆壁對 5.8mm 子彈的侵澈力而言，僅有些許保護作用，在城鎮中大部份的建築材料可以抵擋單發子彈射擊，但持續或集中射擊仍可以對一般常見的建築材料造成破壞（如附表 7）。

附表 7：

5.8mm 口徑子彈對城鎮內不同種類目標的侵澈力（射程 25-100m）			
目 標 種 類	厚 度	侵 澈 力	所 需 彈 藥 量（發）
鋼筋混凝土	8 英吋（20.3 公分）	初步貫穿	35
		造成破口	250
三層磚牆	14 英吋（35.6 公分）	初步貫穿	90
		造成破口	160
空心磚牆加單層膠合板	12 英吋（30.5 公分）	初步貫穿	60
		塌陷缺口	250
空心磚裝砂	12 英吋（30.5 公分）	造成破口	35
雙層堆疊砂袋	24 英吋（61 公分）	初步貫穿	220
樹幹或木牆	16 英吋（40.6 公分）	初步貫穿	1~3
輕鋼製門板	3/8 英吋（0.95 公分）	初步貫穿	1
附 記	「初步貫穿」、「造成破口」、「塌陷缺口」均是連續射擊的子彈散布所取樣獲得。「初步貫穿」是指彈丸出現首次穿透；「造成破口」是指彈著點密集區整體脫落，形成較大孔洞，可供觀察、射擊、投彈；「塌陷缺口」是指彈著點密集區及其週邊出現大面積塌陷，可供人員通過。		

資料來源：同註 10，p. 8-4.（筆者估算）

二、67-2 式 7.62mm 通用機槍：

7.62mm 通用機槍可以提供遠距離的火力支援，7.62mm 子彈在 600 公尺距離的侵澈力最好，但在城鎮中大部份目標距離較

近，據統計在城鎮中通常最遠的作戰距離約為 200 公尺或更近¹¹；在近距離下單發 7.62mm 子彈侵澈力（如附表 8），在 50 公尺的距離無法穿透單層砂袋，但可以在 200 公尺時穿透 7 英吋砂袋，在 600 公尺時可穿透厚達 10 英吋之砂袋。7.62mm 子彈侵澈力受射程與目標種類不同而受到影響，在城鎮中大部份的建築材料可以抵擋單發的 7.62mm 子彈，但持續或集中射擊仍可以對一般常見的建築材料造成破壞（如附表 9）。

附表 8：

7.62mm 口徑單發子彈的侵澈力				
射程 (公尺)	材 質 與 侵 澈 深 度			
	松木板	乾沙	空心磚	混凝土
25	13 英吋 (33 cm)	5 英吋 (12.7 cm)	8 英吋 (20.3 cm)	2 英吋 (5.1 cm)
100	18 英吋 (45.7 cm)	4.5 英吋 (11.4 cm)	10 英吋 (25.4 cm)	2 英吋 (5.1 cm)
200	41 英吋 (104.1 cm)	7 英吋 (17.8 cm)	8 英吋 (20.3 cm)	2 英吋 (5.1 cm)

資料來源：同註 10，p. 8-5.

附表 9：

7.62mm 口徑子彈對城鎮內不同種類目標的侵澈力（射程 25m）			
目 標 種 類	厚 度	侵 澈 力	所 需 彈 藥 量 (發)
鋼筋混凝土	8 英吋 (20.3 公分)	造成破口(7 英吋)	100
三層磚牆	14 英吋 (35.6 公分)	造成破口(7 英吋)	170
空心磚牆加單層膠合板	12 英吋 (30.5 公分)	造成破口(6 英吋)	30
		塌陷缺口(24 英吋)	200
雙層磚牆	9 英吋 (22.9 公分)	初步貫穿	45
空心磚裝砂	12 英吋 (30.5 公分)	初步貫穿	18
雙層堆疊砂袋	24 英吋 (61 公分)	初步貫穿	110

¹¹ 同註 10，p. 8-5.

樹幹或木牆	16 英吋 (40.6 公分)	初步貫穿	1
輕鋼製門板	3/8 英吋 (0.95 公分)	初步貫穿	1
附記	「初步貫穿」、「造成破口」、「塌陷缺口」均是連續射擊的子彈散布所取樣獲得。「初步貫穿」是指彈丸出現首次穿透；「造成破口」是指彈著點密集區整體脫落，形成較大孔洞，可供觀察、射擊、投彈；「塌陷缺口」是指彈著點密集區及其週邊出現大面積塌陷，可供人員通過。		

資料來源：同註 10，p. 8-6.

三、QJZ-89 型 12.7mm 重機槍：

12.7mm 口徑子彈在遠距離（約 800 公尺）侵澈力最好，可以在 200 公尺射程穿透 14 英吋（35.6 公分）的砂袋，12.7mm 口徑子彈要幾乎可以貫穿城鎮中各種輕型的建築牆壁，但不易直接貫穿鋼筋混凝土結構建築牆壁（如附表 10）。

附表 10：

12.7mm (0.5 英吋) 口徑子彈對城鎮內目標的侵澈力 (射程 35m)			
目 標 種 類	厚 度	侵 澈 力	所 需 彈 藥 量 (發)
鋼筋混凝土	10 英吋 (25.4 公分)	造成破口 (12 英吋)	50
	10 英吋 (25.4 公分)	塌陷缺口 (24 英吋)	100
	18 英吋 (45.7 公分)	造成破口 (7 英吋)	140
磚牆	12 英吋 (30.5 公分)	造成破口 (8 英吋)	15
		塌陷缺口 (26 英吋)	50
空心磚牆加單層膠合板	12 英吋 (30.5 公分)	造成破口 (10 英吋)	25
		塌陷缺口 (33 英吋)	45
雙層堆疊砂袋	24 英吋 (61 公分)	初步貫穿	5
樹幹或木牆	16 英吋 (40.6 公分)	初步貫穿	1
裝甲板	1 英吋 (2.54 公分)	初步貫穿	1
附記	「初步貫穿」、「造成破口」、「塌陷缺口」均是連續射擊的子彈散布所取樣獲得。「初步貫穿」是指彈丸出現首次穿透；「造成破口」是指彈著點密集區整體脫落，形成較大孔洞，可供觀察、射擊、投彈；「塌陷缺口」是指彈著點密集區及其週邊出現大面積塌陷，可供人員通過。		

資料來源：同註 10，p. 8-7.

(四) QLZ87 式 35mm 自動榴彈發射器：

在城鎮建築物密集地區採近距離射擊，榴彈可以通過孔洞、窗戶或穿透玻璃打擊或制壓建築物內的人員，對建築物進行準確又密集的射擊，可以產生強大的破壞力。榴彈採用觸發引信，所以無論射程遠近，穿透力相同，單發的高爆彈可穿透 6-8 英吋磚牆，下表列出高爆榴彈的侵澈力（如附表 11）。

附表 11：

35mm 高爆榴彈的侵澈力	
目標種類	侵澈力
沙袋	20 英吋（50.8 公分）
空心磚填沙	16 英吋（40.6 公分）
松木	12 英吋（30.5 公分）
鋼板	3 英吋（7.6 公分）

資料來源：同註 10，p. 8-8.（筆者估算）

五、69 式反裝甲榴彈發射器：

69 式 40mm 反裝甲榴彈發射器是目前共軍步兵班反裝甲的主力，其靈活與機動性，在城鎮作戰中有一定的精準度。榴彈對於裝甲車輛具有中度的破壞力（如附表 12），在用於對付城鎮中的鋼筋混凝土等硬目標效果有限，爆炸後會造成小破口，運用三層堆疊的砂袋可以有效防護 40mm 榴彈。另其採用電壓引信，對付城鎮中的目標時，有很高的機率會因擦過跳彈成為啞彈¹²。在不影響我射界可以架設鐵絲網，因為這類彈頭採用電壓引信，一但被鐵絲網纏住就會發生短路，變成不發彈。

附表 12：

69式反裝甲榴彈發射器使用不同彈種貫穿力統計表				
彈藥種類	裝藥種類	貫穿力 (均質鋼板)	殺傷範圍	備註
69-1 式	錐形裝藥	15 cm	—	

¹² 同註 10，p. 8-17~18.

69-2 式	錐形裝藥	18 cm	—	
69-3 式	錐形裝藥	18 cm	—	
84 式	錐形裝藥	18 cm	—	
84-1 式	高爆燃燒	15 cm	20m	含 1500 塊碎片
84-2 式	高爆燃燒	—	15m	含 900 顆鋼珠

資料來源：維基百科，筆者製表。

六、92 式輪型步兵戰鬥車：

在 92 式輪型步兵戰鬥車上的 25mm 口徑機砲是一種在城鎮建築物密集地區非常有效的武器，提供猛烈直瞄的火力支援。25mm 機砲對目標的射擊角度不同，產生不同程度破壞效果，以垂直（0 度傾斜角）射向目標時侵澈力最強，其根據不同目標快速選擇脫殼穿甲彈或榴彈，兩種彈藥的穿透力略有不同：單發脫殼穿甲彈貫穿 6 英吋鋼筋混凝土牆壁後仍有足夠能量對人造成殺傷，城鎮中常見的混凝土牆、磚牆可輕易摧毀（如附表 13），攻擊掩體目標時可貫穿厚度達 36 英吋（91.4 公分）砂袋；榴彈穿透深度不及脫殼穿甲彈，但他能炸掉目標上大塊材料，多次射擊造成目標更大損毀，對城鎮中磚牆單發榴彈不能穿透目標，但可逐次打掉外面覆蓋層（如附表 14）。

附表 13：

25mm 機砲使用脫殼穿甲彈對城鎮內不同種類目標的侵澈力			
目 標 種 類	傾 斜 角 度	造 成 破 口	塌 陷 缺 口
3 英吋（7.6 公分） 磚牆	0 度	22 發	75 發
3 英吋（7.6 公分） 磚牆	45 度	22 發	35 發
5 英吋（12.7 公分） 磚牆	0 度	32 發	50 發
8 英吋（20.3 公分） 鋼筋混凝土牆	0 度	22 發	75 發 鋼筋完好
8 英吋（20.3 公分） 鋼筋混凝土牆	45 度	22 發	40 發 鋼筋完好

資料來源：同註 10，p. 8-32。

附表 14：

25mm 機砲使用榴彈對城鎮內不同種類目標的侵澈力			
目 標 種 類	傾 斜 角 度	造 成 破 口	塌 陷 缺 口
3 英吋 (7.6 公分) 磚牆	0 度	10 發	20 發
3 英吋 (7.6 公分) 磚牆	45 度	20 發	25 發
5 英吋 (12.7 公分) 磚 牆	0 度	30 發	60 發
8 英吋 (20.3 公分) 鋼 筋混凝土牆	0 度	15 發	25 發 鋼筋完好
8 英吋 (20.3 公分) 鋼 筋混凝土牆	45 度	15 發	30 發 鋼筋完好

資料來源：同註 10，p. 8-34。

肆、城鎮建築物結構類型與防護力分析：

本島城鎮受西方城市規劃理論、環保觀念及新興建築之科技影響，使城鎮結構呈現多元化的發展型態，建築主體結構類型有木構造、磚造、加強磚造、鋼筋混凝土構造、鋼骨構造、鋼骨鋼筋混凝土構造等，以下針對城鎮中及其週邊地區具備軍事價值可作為防禦工事之建築物或附屬建物，依城鎮外圍要點、民生基礎建設、核心固守地區，依「建築技術規則」就城鎮建築物的高度、牆壁的厚度、建築的材質等深入分析，並探討各種建築物結構對步兵直射武器防護力，期能有效運用各種建築物的特點。

一、城鎮建築物結構類型分析：

- (一) 磚構造建築物：指以紅磚、砂灰磚、混凝土空心磚為主要結構材料構築之建築物¹³，其建築高度不得超過 9 公尺，簷高不得超過 7 公尺，樓高不超過 2 層；混凝土空心磚造建築物之簷高不得超過 11 公尺，樓高不超過 3 層。外牆依材質不同牆壁厚度略有差異，其最小厚度為 19 公分（如附表 15、16）。此類型為早期建築結構，在現代城鎮中較為少見。

附表 15：

¹³建築技術規則建築構造編，第 131 條，(民國 100 年 06 月 21 日 修正)，內政部營建署網站，<http://cpami.gov.tw/>

磚構造建築物牆壁最小厚度彙整表		
牆身長 樓層高度	5 公尺以上	5 公尺~10 公尺以上
一層樓平房	23 cm	35 cm
二層樓以上	35 cm	46 cm

資料來源：建築技術規則建築構造編，第 142 條，內政部營建署網站，<http://cpami.gov.tw/>

附表 16：

混凝土空心磚構造建築物牆壁最小厚度彙整表			
房屋層數	第一層	第二層	第三層
一層平房	14 cm		
二層樓房	19 cm	19 cm	
三層樓房	19 cm	19 cm	14 cm

資料來源：建築技術規則建築構造編，第 142 條，內政部營建署網站，<http://cpami.gov.tw/>

- (二) 加強磚造建築物：指磚結構牆上下均有鋼筋混凝土過樑或基礎，左右均有鋼筋混凝土加強柱；過樑及加強柱應於磚牆砌造完成後再澆置混凝土¹⁴，使樑、柱能與磚牆連成一體。其建築高度不超過 12 公尺，簷高不超過 10 公尺，樓高不超過 3 層，其牆壁之最小厚度為 23 公分（如附表 17）。此類型建築其橫向力量不足，容易在地震時坍塌，城鎮中多為三層樓以下獨棟住宅、連棟街屋等建築。

附表 17：

加強磚造建築物牆壁最小厚度彙整表			
房屋層數	第一層	第二層	第三層
一層平房	23 cm		
二層樓房	23 cm	23 cm	
三層樓房	35 cm	23 cm	23 cm

¹⁴建築技術規則建築構造編，第 165 條，(民國 100 年 06 月 21 日 修正)，內政部營建署網站，<http://cpami.gov.tw/>

資料來源：建築技術規則建築構造編，第 165 條，內政部營建署網站，<http://cpami.gov.tw/>

- (三) 混凝土構造建築物：建築物的基礎、樑柱、樓板、承重牆及屋頂等主要結構，以混凝土為主要構材，並輔以鋼筋一體澆置完成。因混凝土自重大不適用於高層建築，建築最高約 30 層樓，其外牆係以鋼筋混凝土為主，牆壁厚度約為 18-24 公分，此類型在城鎮中數量最多、最為普遍，根據內政部營建署的統計，其建築面積約佔全國 95% 以上，同時也是全世界比率最多的地區¹⁵。
- (四) 鋼骨鋼筋混凝土構造建築物：建築物的主要構造以型鋼、I 型鋼、槽型鋼等鋼骨材為主要架構，加輔助鋼筋後，在澆置混凝土包覆而成。其建築以高層（16 層以上）及超高層（40 層以上）為主，其外牆係以鋼筋混凝土為主，牆壁厚度約為 18-24 公分，此類型建築物造價高在城鎮中為數不多。
- (五) 鋼構造建築物：建築物主要樑柱以鋼骨組立而成，外牆用帷幕牆系統建構，樓板以輕浪板組立而成，室內隔間則多採用輕型隔間系統。其建築多運用於超高樓層（40 層以上）之商辦大樓，其外牆不承重多用帷幕牆系統建構，如金屬帷幕牆、PC 板帷幕牆、玻璃結構帷幕牆等輕質系統材質，牆壁厚度約 2~8 公分，此類型在城鎮中數量不多，以超高層大樓為主。

二、城鎮建築物對步兵直射武器的防護力分析：

(一) 城鎮建築物牆壁結構分析：

在城鎮中常見的建築物有高樓層、公寓式、透天式等不同類型，依「建築技術規則」每一種建築物對建築高度、結構型式、牆壁設計等均有明確規範，從建築外觀與樓層高度約略可以判斷其牆壁厚度（如附表 18），三層或三層樓以上鋼筋混凝土建築物具有一定強度與厚度的樑柱及牆壁，國內城鎮鋼筋混凝土結構的建築物面積約佔 95% 以上，其外牆牆壁厚度約 18-24 公分，通常牆壁抗壓強度混凝土牆的抗壓強度於每平方公分 210 公斤以上，提供城鎮作戰良好的防護效能。附表 18：

¹⁵ 蕭志勝，〈建築物 SRC 構造設計施工之探討〉《現代營建》（台北），293 期，現代營建雜誌社，2004 年 5 月，頁 65。

城鎮中各種類型建築物牆壁結構分析表			
建築物結構類型	牆壁建築材料	高度(層)	牆面平均厚度(公分)
磚構造	紅磚、砂灰磚	1-2	23
混凝土空心磚造	混凝土空心磚	1-3	19
加強磚造	紅磚、砂灰磚	1-3	23
鋼筋混凝土構造	鋼筋混凝土	3-30	18~24
鋼骨鋼筋混凝土構造	鋼筋混凝土	16-40	18~24
鋼構造	金屬、PC 板、玻璃帷幕牆	16-100	2-8

資料來源：筆者製表

(二) 城鎮建築物對步兵直射武器的防護力分析：

國內建築物一般而言以鋼筋混凝土構造最多，牆壁厚度約 18-24 公分，其防護步兵武器的效果最好，可作堅固工事及形成堅固之防禦體系，單發各種口徑的子彈均無法直接穿透鋼筋混凝土結構外牆，持續集中射擊仍可以射穿、擊碎混凝土，但對牆壁內之鋼筋無法直接截斷；城鎮作戰中亦常運用砂袋堆疊防禦陣地，加強防護效能，砂袋可以吸收子彈的大量能量，對 5.8mm 或 7.62mm 小口徑武器具有良好防護效能(如附表 19)；而木結構、輕鋼構(鐵皮屋)等簡易構造建築物，僅能作為隱蔽，對敵火射擊甚少防護作用，必須經過強化加固後才能提供有效保護，因此在選擇防禦陣地時要能初步辨識建築物牆壁材質及厚度，以僅需少量改善加固即可取得良好防護能力的建築物為首選。

附表 19：

建築物與砂袋對步兵直射武器的防護力分析表(射程 25-100m)				
建物種類	子彈數			
	口徑	子彈數	口徑	子彈數
	5.8mm	7.62mm	12.7mm	25mm

鋼筋混凝土牆 8 英吋 (20.3 公分)	250 發	100 發	50 發	15 發
磚牆 14 英吋 (35.6 公分)	160 發	140 發	15 發	10 發
雙層堆疊砂袋 24 英吋 (61 公分)	220 發	110 發	5 發	1 發
木牆 (樹幹) 16 英吋 (40.6 公分)	3 發	1 發	1 發	1 發
輕型鋼板 3/8 英吋 (0.95 公分)	1 發	1 發	1 發	1 發

資料來源：同註 10，p. 8-4~34，筆者統計製表。

伍、城鎮防禦工事構築現況檢討：

一、城鎮工事構築訓練準則不詳：

城鎮地區工事構築與一般野戰工事構築型態不同，在城鎮鋼筋混凝土等堅固環境中，工事多運用砂袋、混凝土塊等採堆疊方式構築，另對建築物牆壁實施開鑿射口編成火網，我軍針對城鎮作戰防禦工事構築在「城鎮戰教範」、「工事教範」等現行準則中，對城鎮村落之工事構築僅條列式原則性闡述，部隊無法據以落實訓練。

二、城鎮防禦工事構築訓練不實：

城鎮中工事構築係運用堅固建築物外牆開鑿射口，編成火網，另打通建築物內牆或樓版，俾利兵力轉用與連絡，或以砂袋推疊加強防護效能等，現今城鎮作戰訓練場在硬體設施上大致上能符合現況，有平房、樓房、街道，並且步、機槍射口、內牆通道、砂袋堆疊均已完成開設（如附圖 8），陣地編成、火網編成相關設施也已完成設置；在現行城鎮防禦課程的訓練多僅是進入陣地，直接利用已完成開設的各種設施，幾乎沒有實施城鎮地區開鑿射口、開設通道、堆疊砂袋等相關工事構築訓練，城鎮防禦中工事構築訓練並不落實，實際上無法讓學生充分學習發揮城鎮內地形、地物的利用與工事構築的技巧。

附圖 8：城鎮戰訓練場中射口、通道、沙袋等均是事先完成的，防禦課程的訓練多僅是進入陣地直接利用。



資料來源：筆者拍攝。

三、堅固建築物破壞工具組不夠：

城鎮中利用堅固建築物可以增加工事的防護力，在「城鎮戰教範」工事構築及射口開設要領中僅敘述「可打通牆壁構成運動捷徑」、「利用牆角開設射口」¹⁶等，至於用什麼工具去開設射口與打通牆壁並未提及。在城鎮環境中所面臨最困難的行動之一就是磚牆或鋼筋混凝土¹⁷的破壞，在堅固的牆壁或樓版要開鑿射口或打通牆壁，若沒有適當破壞工具是一件不容易的事，步兵部隊中並未配賦破壞工具組或具備爆破能力，這將直接影響其整體作戰效能。

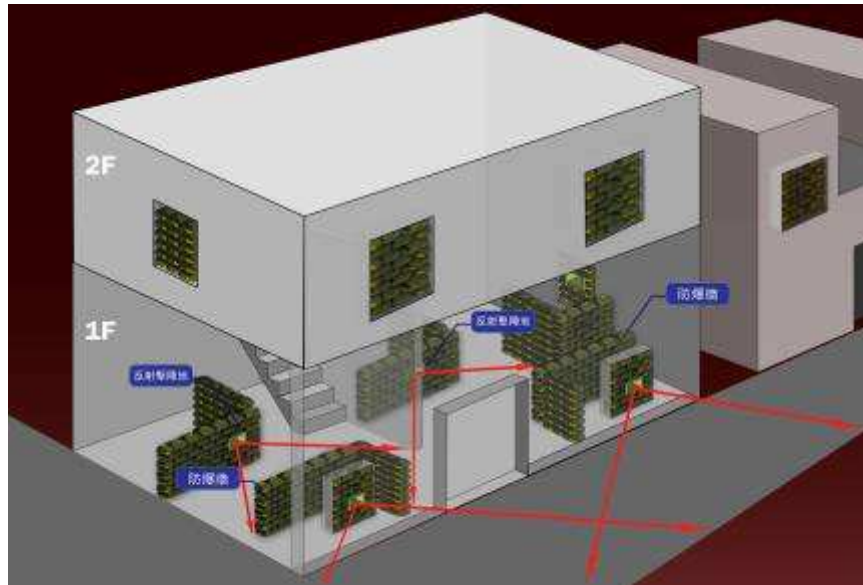
四、室外砂袋工事防護厚度不足：

砂袋可以吸收成型裝藥爆炸後的大量能量，對直射武器或砲彈破片具良好防護效能，傳統防護工事運用砂袋（通常採用小型約長 68 公分，寬 50 公分之小型沙袋）堆疊而成，在建築物內因空間限制，係運用門、窗堆置砂袋工事予以強化，規劃適當射口形成交叉火網，並於各射擊陣地側方以沙袋構築防爆牆（如附圖 9），避免敵突入後對內投擲手榴彈，其單層堆疊之砂袋足以防護 7.62mm 以下之輕兵器與手榴彈之侵澈，符合本軍現行訓練規範。唯建築物外的空間寬闊，若以小型砂袋單層堆疊之厚度約 36 公分（約 14 英吋）（如附圖 10），對於重兵器或榴彈槍可穿透 20 英吋砂袋，25mm 機砲可穿透 36 英吋砂袋，砂袋堆疊厚度不夠，其防護能力不足，無法達到堅固持久效果。

¹⁶ 葉建成，《城鎮戰教範（第二版）》，（桃園：國防部陸軍司令部，民國 97 年 7 月 14 日），頁 4-103。

¹⁷ 依 CNS382-R2 規定紅磚之最小抗壓強度應在 150 kg/cm²；依鋼筋混凝土牆壁設計，以低強度混凝土最小抗壓強度為 210 kg f/cm²（3000PSI）。

附圖 9：城鎮建築物內限制空間工事運用單層沙袋堆疊之掩體，足以防護輕兵器與手榴彈之侵澈。



資料來源：陸軍步兵學校戰術組伍班戰鬥小組，〈100 年本軍城鎮戰示範資料〉。

附圖 10：城鎮建築外空間寬闊，以砂袋單層堆疊掩體，其厚度為 36 公分（14 英吋），無法防護重兵器的侵澈。



資料來源：筆者拍攝。

五、裝載吊運機械掌握運用不善：

在城鎮防禦工事構築作業中多以人力裝填砂袋逐一堆疊防禦陣

地，這往往費時、耗力，每人每小時約可以裝填 40 個砂袋¹⁸，若運用裝土機（鏟斗容量 2.75 立方公尺）一小時約可以裝填相當 9600 個砂袋，運用機械與人力構築工事之作業效率相差高達 240 倍。在預警時間短，作戰節奏快的現代戰場上，絕不能仍依靠人力去構築工事，必須有效掌握各類型工程機械，提高作業效率。

六、防禦工事實彈驗證數據不足：

在城鎮環境中多為鋼筋混凝土建築、瀝青混凝土路面，各項野戰工事不利於向下挖掘，利用堅固建築物輔以砂袋堆疊強化為主。土石材料中抵抗侵澈能力，依序為堅硬石塊、磚、穩定土壤、礫石、砂、瀝青及各種土壤；相同密度的材料，顆粒較細者貫入度較大；密度增加貫入度減小；含水量增加貫入度增加¹⁹。採用不同種類土石材料、不同的含水量其防護能力相差甚鉅，我們對於各種類土石材料的實彈驗證經驗數據不足，無法有效作為工事構築時土石材料選擇及所需防護厚度之參考，將影響工事整體防護效能。

七、城鎮地形兵要整備研析不行：

國際上衝突的發生已漸發展為城鎮中心，而城鎮的地形複雜，市區內建築物林立、街道縱橫交錯、地下通道四通八達等是一個三度空間立體的作戰環境，不是從軍用地圖就可通盤瞭解的，以往兵要調查僅注重作戰地區內地形分析、天氣變化等相關數據，並未針對城鎮防禦之城鎮類型、建物分佈、建物結構、地下室及地下管道等分布情形實施調查及研析，兵要整備是否完備，攸關作戰成敗關鍵。

八、預鑄式模組化工事發展不佳：

預鑄式模組化野戰工事具有設置速度快、防護效能強、作業兵力少、機動性能強、掩蔽效果好等特點，非常適合運用於城鎮地區，符合未來地面作戰需求，目前僅後備部隊有運用鋼筋混凝土預鑄之野戰工事（如附圖 11）一種樣式；在城鎮防禦作戰仍以砂袋堆疊防禦工事為多，對於預鑄式模組化工事未能積極發展有效納入運用，在缺乏堅固工事的支撐下，將使部隊防護

¹⁸周冠維，《工事教範》，（桃園：國防部陸軍司令部，民國 91 年 9 月 25 日），頁附 2-1。除土作業基準量，以鬆軟土壤計算，使用大圓鋤，每人每小時可以除土 0.75 立方公尺。裝填砂袋容量約 0.017 立方公尺，每人每小時約可裝填 40 個砂袋（不含堆疊）。

¹⁹ 郝文風，《軍事工程教範》，（桃園：國防部陸軍司令部，民國 94 年 4 月 15 日），頁 2-36。

能力不足，不利於我軍戰鬥力持續。

附圖 11：鋼筋混凝土預鑄式工事



資料來源：筆者拍攝。

陸、精進我城鎮防禦工事構築作法之研析：

一、研訂城鎮工事構築準則，提供部隊據以落實訓練：

針對城鎮類型屬性、建築物結構、防禦位置、武器種類，建議編撰「城鎮工事構築作業手冊」，對於砂袋堆疊、開鑿射口等以程序、步驟、要領研究編寫相關準則，俾能提供部隊據以落實城鎮工事構築訓練。

二、規劃運用國軍荒廢營區，實施城鎮工事構築訓練：

現今重要城鎮守備任務，無論後備或常備部隊在訓練、戰力測考或實兵演習時，受現實環境限制都無法進入城鎮實地實物的工事構築與驗證，然而在實戰狀況下部隊進入城鎮，所有射口、通道與防護工事都必須由部隊自行構築，這與我們平時的訓練落差較大；工事構築乃戰場經營諸要項之首，建議可以規劃利用荒廢（置）營區或準備要拆除之營舍，予部隊運用破壞工具或爆破實施城鎮工事構築之訓練，強化部隊於城鎮中工事構築之作業能力。

三、研購城鎮作戰破壞工具，遂行開鑿射口通道作業：

所謂「工欲善其事，必先利其器」，應研購如鋼筋混凝土鏈鋸、圓盤切割機（如附圖 12）等成套破壞工具組，更換不同種類鏈條或鋸片，即可對不同材質進行切割破壞，對於鋼筋混凝土牆壁、磚牆、石材、木牆、鋼筋、鐵門等在現場實施快速切割開鑿射口或通道，配賦於一般步兵部隊，俾利城鎮作戰工事構築

任務遂行。

附圖 12：鋼筋混凝土鏈鋸、切割機適用鋼筋混凝土牆壁切割，使用簡單，是城鎮作戰應具備的基本破壞工具。



資料來源：<http://www.cutway.com.cn/sping8.asp>、
<http://fireman.tw/forum.php?mod=viewthread&tid=7144>

四、增購大型沙袋快速裝填，強化工事整體防護效能：

防護工事最主要是當遭受敵人武器攻擊時，能夠保護掩體內人員生命安全，進而發揚武器效能，達到整體防護之目的。美軍於伊拉克、阿富汗戰場上大量使用英國 HESCO 公司生產可折疊鋼絲網與重型織物襯墊組成的半永久性砂袋（如附圖 13），依需要預製成不同尺寸，使用時運用工程機械協助快速裝填及吊運，多個掩體模組化堆疊組合，經測試厚度 24 英吋（60 公分）能防禦步槍子彈，厚度 5 英呎（150 公分）可防止火箭推進器的攻擊²⁰。以共軍現役步兵直射武器如 25mm 機砲、40mm 榴彈等重型武器，單發即可侵澈 36 英吋（91.4 公分）砂袋，可研購民間防汛使用大型大空包（長寬高 100 公分以上）（如附圖 14），

²⁰ HESCO bastion，

http://translate.google.com.tw/translate?hl=zh-TW&langpair=en%7Czh-TW&u=http://www.hesco.com/prod_raid.asp

單個堆疊即具備足夠防護厚度與高度，依該地區環境完成迷彩塗裝，輔以機械協助裝填吊運，除可加強防護能力，亦有效提升作業效率。

附圖 13：英國 HESCO 公司運用纖維織物與鋼絲網組成，裝填土石材料，採模組化堆疊組合掩體，加強防護能力。



資料來源：<http://www.hesco.com>、<http://www.steelwiremesh.net/gabion/hesco-bastion>

附圖 14：地方政府預備防汛使用之太空包袋，有足夠厚度（100 公分）可以作為工事掩體構築時運用。



資料來源：

<http://www.libertytimes.com.tw/2010/new/sep/1/today-south18.htm>

五、運用機械協助裝填吊運，有效提昇工事作業效率：

台灣有為數龐大的挖土機、起重機、吊卡車．．．等等各項重型機械（如附圖 15），必須有效掌握守備地區的各類型工程機具，完成動員編管，重型機械與操作員一併徵用，在戰時即可發揮龐大作業能量；運用大型砂袋以機械協助裝填與吊運，在城鎮中機械、車輛可到達之處即以機械吊運堆疊，增加工事構築作業效率。

附圖 15：城鎮中運用吊卡車等機械協助砂袋吊運堆疊，可以大量節約兵力，提昇作業效率。



資料來源：

<http://www.cdns.com.tw/20110419/news/dfzh/730020002011041819115507.htm>

六、實彈驗證防護工事效能，建立各類材質參考數據：

歷年演訓多以砂袋裝填砂、土構築工事，唯未經實彈驗證，不知我構築工事實際防護效能，建議能以不同武器實彈驗證城鎮中鋼筋混凝土、磚牆等不同建築材質，及常運用裝填砂袋之砂石、礫石、土壤等不同土石材料，建立每種材質、厚度對於不同武器的防護係數、經驗數值，俾利作為城鎮防禦工事構築之參考數據。

七、瞭解城鎮類型建築實況，建立城鎮地形的資料庫：

各守備部隊平時駐地與戰時守備地區並非同一地點，為充分掌握作戰地區城鎮地形實況，對守備地區內之城鎮地形現況？兵、火力之編組與部署位置是否適切？是否滿足作戰計畫及上級任務之需求？絕不可僅依賴圖上偵察來掌握城鎮地形。應針對守備地區城鎮建築物結構類型、位置、數量、運用價值等進行有組織、有系統、有目標的詳實調查，應建立資料庫，並適時更新修正，以利作為爾後陣地編成時兵力部署、火力運用及各項工事、阻絕及障礙設置之參考依據。

八、結合當地民生休閒設施，發展預鑄式模組化工事：

軍事建設投資甚鉅，以有限之國防預算，難以長期滿足國防建設，若能平時即適時建議民生建設配合調整，則在經費所耗不多下進行戰備整備建設，使「民生與國防合一」，將可使戰力無形中增強至鉅；如重要地區民間建築物強化抗炸能力，戰時可轉換為各種作戰用途，利用預鑄式野戰工事構建平時具備防災、防護、休閒等多重功能，戰時亦可快速組裝運用。故國防軍事投資建設時，應注意如何使軍、政、民間建立良好的溝通機制，主動參與各縣市城鎮建設之設施規劃，使國人瞭解民生建設之於軍事價值，引導國人支持軍事建設，支持民生建設配合軍事需要，以備未來作戰之需，平時即可規劃為民用設施，戰時迅速運用民間設施支援作戰，發揮相乘的效果。

柒、結語：

城鎮是未來軍事作戰的主要戰場，在面臨現代化都市街道巷弄中所進行的新時代戰爭，我們要以「勿恃敵之不來，恃吾有以待之」的態度來面對，孫子兵法謀攻篇云：「知彼知己，百戰不殆；不知彼而知己，一勝一負；不知彼，不知己，每戰必敗。」我們要認清自己，認清自己不足之處予以檢討改善；瞭解敵人，瞭解共軍步兵武器效能與相關戰術戰法，研擬剋制對策；熟悉環境，落實城鎮兵要整備，建立資料庫。掌握城鎮地形、進而善用地形，以堅固建築物整體規劃運用，構建強固完整之城鎮防禦體系，確實掌握在我之優勢，能有效掩蔽敵火，並發揚火力，以強化地面部隊防禦韌性。