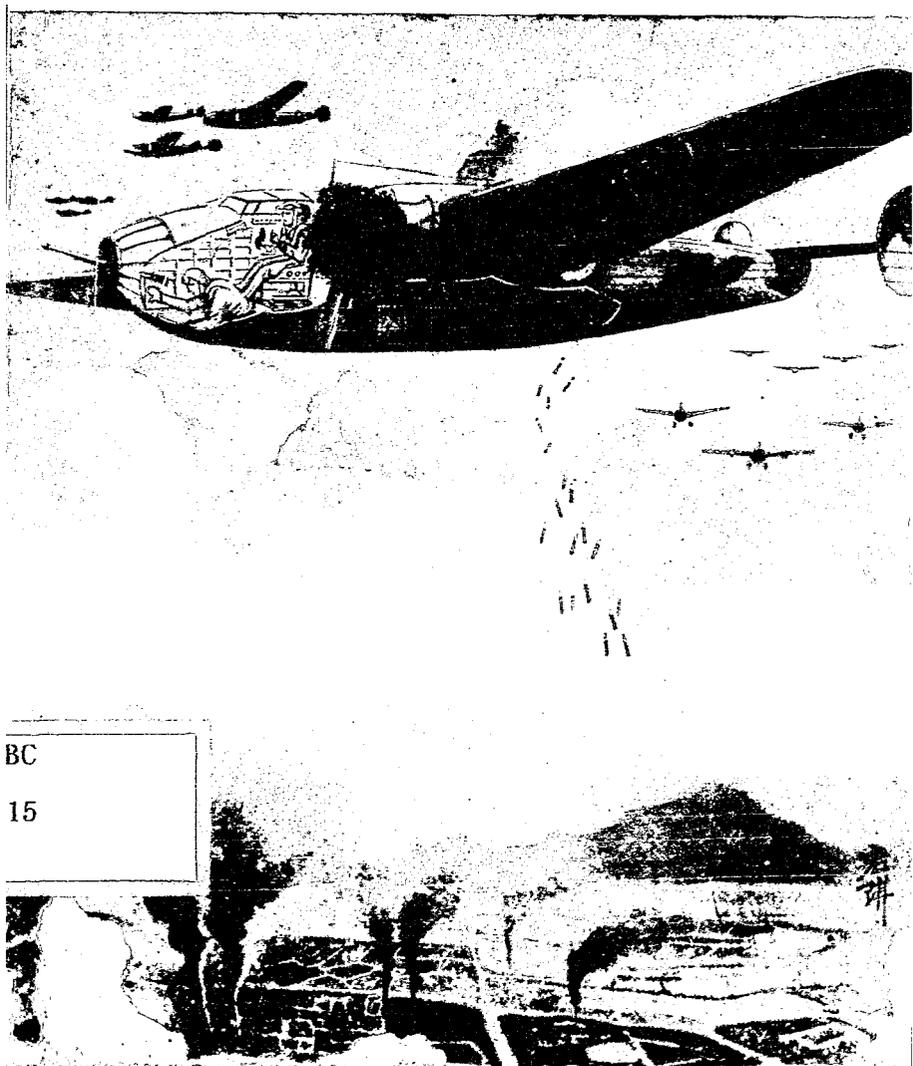


城市防空



BC

15

MG
E/15
18

中國科學社科學書報叢書

城市防空

J. THORBURN MUIRHEAD 著

黃立之 譯



中國科學圖書儀器公司



3 2167 8597 6

序

此書原名“Air Attack on Cities”，是一冊指示負責市民和市政當局如何防備空襲的討論書，也可說是一冊戰時的市政工程書。它在 1938 年，即此次歐戰開始的前一年，出版於倫敦。

此書的貢獻甚多，指出現代市民對於敵機空襲的威脅，並非是完全沒有防衛辦法的；苟能採用了建築上和其他簡單的消極防禦方法，社會的種種活動仍可進行無阻。

譯者黃立之君是上海的建築師，於前年春間將全書譯稿見示，囑為出版。余以國內交通阻梗，除定期刊物外，書籍不能郵寄內地，為廣流傳計，徵得黃君同意，將譯稿分期刊載於科學畫報，俾內地人士亦得閱讀參考。此冊即係科畫各期刊文之單行本。所有原書所載之鋅版圖仍一併插入，其他銅版圖原係編者在科畫中逐期臨時加入，今已悉數刪去，以存其真。

楊孝述

三十年七月於上海

目 錄

序	
第一章 防空問題的檢討	1
防空問題	
空襲的條件	
防空的條件	
消極防空的範圍	
第二章 飛機炸彈的種類及其威力	8
烈性爆炸彈	
燒夷彈	
第三章 化學戰爭	12
化學兵器	
芥氣	
毒氣噴射	
防毒設備	
第四章 烈性爆炸彈的威力	19
衝擊力 (炸彈命中)	
氣體壓力	} 爆風
空氣壓力	
摧毀力 (磚石坍落)	
破片力	
地衝力 (與地震同)	

第五章 烈性爆炸彈防禦法	22
防禦方法	
如何減少烈性爆炸彈的破壞力	
衝擊力、氣體壓力、空氣壓力、摧毀力、破片力、地衝力等防禦法	
第六章 高層建築防禦爆風的建築原理	31
第七章 燒夷彈防禦法	37
原有房屋	
新建房屋	
第八章 房屋與街道的防禦芥氣	39
房屋、屋頂、地板、道路、與其他建築物	
第九章 房屋的防毒	44
結構上的缺點	
第十章 防空避難所	47
防空避難所的檢討	
避難室的保護	
房屋的分析與避難室的選擇	
獨立避難所	
爆炸聲的排除與減少	
第十一章 城市計畫與防空的關係	58
住房、危險區域	
第十二章 主要公用事業	62
與城市計畫有關的主要公用事業	
主要公用事業的保護與維持	

自來水、煤氣、電

第十三章 細菌戰爭.....67

第十四章 破壞處的修理.....69

殘物的清除

道路的修理

原 書 插 圖 目 錄

第一圖	一九一四年和一九三七年飛機炸彈載量的比較	2
第二圖	走廊防毒法(重布帷幕)	17
第三圖	現代鋼架屋的構造	32
第四圖	在均佈壓力下高屋之偏度	33
第五圖	在爆風壓力下高層建築的『落後』趨勢	34
第六圖	高層表面所受不平均的爆風壓力	35
第七圖	『安全活戶』式結構和鋼骨混凝土結構的聯合	35
第八圖	窗的防毒法	45
第九圖	門上鑲板, 牆壁等裂縫閉塞法	45
第十圖	外部流線型的鋼骨混凝土拱形避難所	54
第十一圖	防禦炸彈命中的獨立避難所	56

城市防空

第一章 防空問題的檢討

防空問題

我們先要約略檢討一下現代的市民防空問題，並予以簡單的說明。

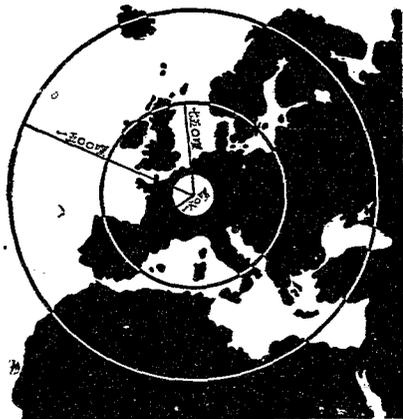
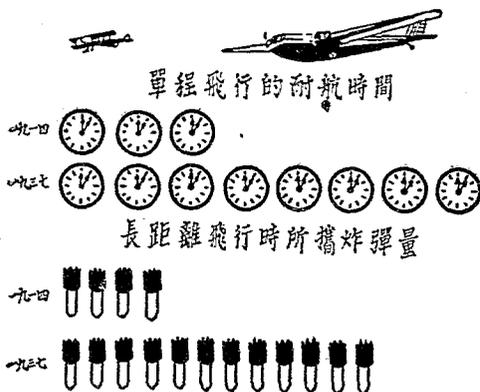
現代戰爭不幸和敵機轟炸市區（包括大量使用烈性爆炸彈、毒氣彈、燒夷彈、與毒氣噴射等），具有相同的意義。留心大眾福利的社會人士，尤其是和管理房屋、道路、以及主要公用事業有關的人們，對於飛機轟炸這一點的考慮，須重新加以相當的調整。

空襲似乎是突然而來，也許與宣戰同時發生。有人辯論，空襲需要準備的時間，在宣戰和實際開火之間，必有一段遷延期限，然而要曉得民用機，即潛伏的軍用機，是立能變為轟炸機的。

自1914—18年大戰以來，飛機的設計與構造，真是日新月異，空襲的潛力與恐怖，自然也同樣加增，這非但擴大了昔日為海陸所限制的作戰範圍，而至今認為可免受空襲的區域，也不能不在目前採取防衛手段了。

由於轟炸機潛力之不斷增大，不列顛全土，甚至那些較為安

全的地方，如北非洲，挪威，冰島等，都易於受歐洲任何列強不



第一圖 一九一四年和一九三七年飛機炸彈載量的比較：地圖中心小圓示上次世界大戰時轟炸機的航行半徑，中國示今日轟炸機的航行半徑，外圓示目前建造中轟炸機的航行半徑。

費力的空襲侵害。而且轟炸機的炸彈載量也同樣增加了，美國外交一書內，曾刊有上頁的比較圖表，說明1914年來軍用航空術的進步，和全歐洲遭到襲擊的範圍（見第一圖）。

幾個較小的沒有海軍的歐洲國家，在1914年間被人認為不足為奇，但因目前具有新式空軍，其中有幾國竟擁有速率超過每小時三百哩以上的戰鬥機，勢非予以高的估計不可。故不管這禍害將來出現的地點是如何遼遠，但為謹慎與公眾安全計，現在就要選取有效的防空方法了。

世界上各強國，都早已認為飛機轟炸的存在，乃是一種潛伏的危險；防空手段的選取，被視為一國國防佈置的重要項目之一。在1914年大戰期內所獲得的經驗，感到每一政府，必須籌畫預防方法來保護人民，此項方法，足以與平常使工廠、學校等防火的安全手段，作切實的比較。

未來空戰中所用擲射物的大小，和攻擊的強度，全要大大超出上次大戰時的標準。此外，還有施放毒氣，向平民採取攻勢的可能性存在着。依照1899年海牙會議的條約看來，締約國同意禁止使用專以散布毒氣為目的的擲射物。但在上次大戰期內，已證明這一條約的無效。化學戰爭迄今仍為日內瓦國際聯盟條約所禁止，1905年的日內瓦毒氣議定書，大抵係對一般重要的列強（少數國家除外）在敵方也保持同樣態度時，禁止從事攻勢的毒氣戰爭。然簽字國附有保留條件如下：

（甲）凡簽訂及批准本議定書之各簽字國，始受毒氣議定書之

束縛。

(乙)若敵國武力或其同盟國，不尊重本議定書，則簽字國對於該國，即可不再受本議定書之束縛。

簽字國未曾保證：

(甲)在承平時期，禁止純粹防禦與研究性之試驗及製造。

(乙)在承平時期，一般商用而可製造毒氣之材料，必須限制進口或出口。

我們要知道，日內瓦議定書祇束縛毒氣之被用作攻擊的武器，何況該議定書更具有相互之權義。其中保留條件的成立，祇在選取實際的防禦方法，以備議定書失效後之用。根據以往經驗，凡認為值得簽約的國家，特別是在迫不得已時，都有破壞條約的可能，而且找個口實來說明行動合理，也並非是件難事。

空 襲 的 條 件

飛機轟炸的主要目的，為阻礙工業的生產，及引起普遍的不安，而使人心動搖。廣續生產若不易維持，尤其是在主要公用事業，如煤氣、電、自來水等中斷的時候，勢必人心擾亂，足使工業產額與人民精神上大受打擊。不知所措的恐怖，最能搖動人心。上次大戰時的統計指出：在敵機轟炸期間，無論何時，工作得繼續進行而不遭妨礙，則工人的精神，就一直不受絲毫打擊。在大戰時期，雖然鐵軌交叉點常受重大損傷，但火車仍能繼續開行。大部份投擲下來的燒夷彈，皆未能引起大火。工廠之單因飛機轟炸的破壞而停工，比

較起來究屬少數。大多數的停工原因，反而由於屢次的空襲警報，工人精神上因之頗受影響。

敏捷是現代戰爭的要素。欲求速勝，必須特別在動員的早期內，與海陸軍接戰之前，打擊敵人的神經中心。最能達到此目的之方法，就是空襲敵人的後方，將政府所在地，軍事及文化中心，和食糧供給等等地點，予以集中的攻擊。這樣看來，空襲平民的可能性頗為顯著，而且毒氣也難免是要使用的，因為毒氣所引起物質方面的破壞，雖比較烈性爆炸彈為小，而其影響精神的效果，確較為巨大。關於這一點，請記住，如果敵方能憑藉其他恐怖手段以獲得好果，那麼他就會注意到減少物質方面的損失至最低限度的這件事。不要再以為化學戰爭是一種恐怖，或野蠻敵人想出來的補助性的把戲，而應該看作凡是交戰國都能使用的一種重要的武器。

假使承認空襲市區是未來戰爭的特點，或許是驚人的孤注一擲，那麼完善的防禦，顯然必要的；並且一國的武裝部隊，沒有獨負防護責任的理由，市民應當人人負責。

防 空 的 條 件

防空分為二大類：(甲)積極防空，(乙)消極防空。

積極防空，包括戰鬥機、轟炸機與高射砲的反攻，這些都歸防空部隊負責，故在本書範圍之外。

消極防空，包括地面上所採取的種種防禦手段，極力減少空襲對於工作人員及物質方面的效果。消極防空分為下列各項事務。

- (甲)燈火管制。
- (乙)爲市民準備避難所。
- (丙)保護重要的地點、工作人員、和工業。
- (丁)維持各種公用事業，如供應、運輸、電、煤氣、自來水、郵政、電報、無線電等等。
- (戊)組織修理團體，包括清除殘物和消防。
- (己)採取防毒手段，如避難所的消毒和防毒。

消 極 防 空 的 範 圍

使用於現代戰爭中的飛機炸彈，其重量及動能真是大得可驚，所以使房屋足以抵禦重量烈性爆炸彈的命中顯然是不可能。可是即使在劇烈的空襲時，房屋之被炸彈命中而遭全毀的，比較上究屬少數。

在地面下三十呎處，造一堅固的水泥隱蔽所，就能防禦炸彈命中，破片及爆風 (blast) 打擊，可是它對於防禦水溢和毒氣等設備，也就可觀了。

爲市民計畫一個抗抵烈性爆炸彈命中的方法，在經濟上很難實行，但是，我們能相當地防禦其他的破壞如下：

- (甲)五百磅以上炸彈的爆裂。
- (乙)五百磅以上炸彈的破片。
- (丙)自來水或陰溝總管的破裂而氾濫。
- (丁)煤氣總管的受損或起火。

(戊)各種毒氣彈,包括芥氣。

(己)飛機的噴射毒氣。

(庚)高射砲的砲火。

(辛)燃燒彈的命中。

以上(甲)至(辛)各項,實際上均有同時發生的可能。

第二章 飛機炸彈的種類及其威力

烈性爆炸彈

現代百磅或百磅以上的烈性爆炸彈，大抵都能貫穿普通房屋。此類炸彈若與鋼架或石建築的任何部份相接觸，即可使彈偏向或預先爆炸。這種現代炸彈的平均重量，必然超出1914——18年大戰時所投擲者甚多，那時已經用過300 仟克（六六〇磅）的炸彈。這些能一直貫穿到房屋的基礎，除非樓板的結構特別堅固。100仟克的炸彈，也有同樣的貫穿能力。大多數普通房屋，都不能抵住一個50仟克炸彈的穿入，然而一個300 仟克炸彈的重大破壞力和屠殺的潛勢力，只限於較小的局部，其面積和普通城市比較起來實微乎其微。

根據上次大戰時的轟炸紀錄，其中指出死傷者和大量投下炸彈的關係，是異常微小的，並且還指出，即使接近炸彈命中的地點，也居然有人毫無損傷，或者僅受微傷，培根海軍上將（Admiral Bacon）在他所著的那本『1915——1917年多佛巡視記』中（Dover 為英國軍港），發表鄧叩克（Dunkirk 為法國軍港）一地，曾被拋擲炸彈達7514枚之多，結果死者計233人，傷者336人。他說明死傷人數所以比較小的原故，是因為當地居民在轟炸時，能普遍地利用避難所。

燒 夷 彈

燒夷彈通常都是小而輕的(一仟克的最為普通)。彈體一經與任何障礙物相碰,其中引火的化合物即發生燃燒。此類炸彈專供焚毀財產之用,除擲中外,不易予工作人員重大的傷害。在上次大戰時,燒夷彈僅偶然生效而已。然此項被命中的房屋,大概均無人居住,故起火之後,都不能及時予以撲滅;雖間或有些大火,純粹由於燒夷彈所致,但其引起的嚴重火患仍不多見。

混凝土屋面,可以防禦燒夷彈。至於脆性瓦片、板條、木板、椽子,以及灰塵堆積的氣樓所構成的舊式屋頂,即使遇到最小的燒夷彈,也能惹起火災。

燒夷彈以迅速焚燒房屋與其內容物為目的,因為彈體內化學品所產生的火焰和熔化金屬,具有猛烈的性質。燒夷彈引起火患的地方,不管炸彈爆裂處的熱度是多麼高,可速用手提唧筒,努力抽水噴射,而勿使蔓延,水頭要大而強,且連續不斷。但在任何情形下,切勿以少量的水澆在炸彈自身上。如果沒有水,可用沙或鬆土來撲滅,惜沙土缺少冷卻的功效。單單澆幾桶水反使火勢四濺,無益而又危險;潑幾鏟的沙土也無用,要密集地以沙土掩蓋,始有效果可言。

燒夷彈大略分為二種:

(甲)單效燒夷彈,(乙)多效燒夷彈。

(甲)單效燒夷彈僅使一個地點起火,其效力基於彈體之落在

易燃的材料。普通均係小型，一隻相當小的飛機，可載之數極大，譬如一隻載重二噸的飛機，就能攜帶二千個。此類炸彈大抵都不能照準投下，但可向廣大地區內的目的地物散佈，如郊外的住宅區，或食糧生產地。

(乙)多效燒夷彈包含許多燃燒個體，炸彈達到目的地時，這些個體就被逐出，分散在相當廣闊的面積上。這種炸彈普通比較單效燒夷彈重得多，所以飛機攜帶之數也少得多。彈體常造成能投擲準確的形狀，並具備鋼製尖頭，使易於貫穿堅固的屋面。此項炸彈用來攻擊較為重要的建築物，如工廠及公共機關。

含油或磷的炸彈，可視為介於單效和多效炸彈之間的另外一種燒夷彈。這種炸彈大小具備，彈體破裂之後，其中燃燒的油或磷，即向四周洒開。

目前使用的重要的燃燒劑為鎂，鋁熱劑 (thermite, 為鋁粉及氯化鐵的混合物，燃燒時能發生二千至三千度的高熱——譯者)，熱合金 (thermalloy, 即鋁熱劑和硫黃的混合物，可鑄成各種形狀)，礦質油，和磷之溶於二硫化碳中。以上鎂和礦質油，似乎最有效果。現在歐洲大陸上各列強所巨量製造的，係一種小型的鎂彈或稱電子炸彈 (electron bomb), 重計一仟克。

因為這種炸彈彈體輕小，其外部輪廓又無適當的流線，所以投擲起來，不能照準特殊的目標。根據實驗，將這種炸彈從任何高處拋下來，它的終點速度並不高，約每秒鐘三百呎。此類炸彈能貫穿平常住房的瓦片屋面，但 $\frac{1}{2}$ 吋厚的木板上，鋪以瓦輪鐵皮，就可抵

住不使穿入。

彈中信管引起的燃燒，會發生微弱的爆裂聲，譬如有一種炸彈，當彈體內化合物燃燒時，接近信管的二小孔處，即有氣體噴出，發出嗞嗞的聲音，約經二分鐘之久，直到化合物全部燒完為止，那時鎂質彈殼已鎔化，並發極亮的光。此項嗞嗞聲往往嚇阻人們去撲滅炸彈，因為人家還認作是烈性爆炸彈上裝配的定時信管（time fuse）所發出來的聲音呢。不過大戰時德國製的炸彈，其中化合物的燃燒，則寂靜無聲。

鎂在空氣中燃燒很慢，約歷十分鐘之久。鎔化的鎂，能從地板隙縫中流下，使大火蔓延，但這種金屬的比重不高，所以它的影響，還不十分顯著。燃燒時間的延長，一方面使鎂成爲一種有效的燃燒劑，然另一方面，在其施展全部力量之前，可及時予以撲滅，或將其移往安全的地點。彈中化合物的燃燒，並不需要空氣，但鎂質彈殼的燃燒，則非有氮氣或氬氣不可。此類氣體大概從空氣中取得。如果沒有氮氣或氬氣的話，即使這樣一個炸彈落在油槽中，鎂也不會着火了。氮氣可從水中取得，如滅火之水，這樣看來，水就不能滅火，而且異常危險，因為它要散布燃燒的鎂，並產生氫氣，引起爆炸。

這種炸彈不會燒穿平常的波紋白鐵皮；最經濟的防禦方法，是在波紋鐵片上，鋪以約二吋厚的細乾土。

第三章 化學戰爭

化學兵器

『觀察事物的正確的方法祇有一個，就是觀察事物的全部』，巴斯德(Pasteur)說的這些話，特別適用於化學戰爭，比應用於任何現代問題更為適當。

在1914——18大戰時，平民並不受到毒氣攻擊，然戰鬥部隊則不斷地遭到各種毒氣的襲擊，而有過嚴重的結果。後來發現了有效的方法，在可以忍受的範圍內能抵禦毒氣的攻擊，這樣就保持了軍隊的士氣。

經驗是一種最強的教育力量。美國警察之用化學兵器，倒是一件饒有興趣而增人智識的事。我們很明白，在這科學時代，與社會福利大有關係的問題中，毫無偏見或感情主義的餘地。這也指出在未來戰爭中，毒氣將不顧一切和平人士善意的努力，而將被繼續採用，因此和美國警察之使用催淚氣是一個道理——它可以奏效啊！

毒氣特別適用於戰爭，因為它的密度比空氣重得多，而毒氣戰爭由於性質的特殊，人們一有機會就秘密準備。大多數國家，已公開表示他們從事防禦之研究，大家都理會得沒有一個敢冒這種嚴重性疏忽的危險。所以，除非一切軍備，尤其是毒氣，被普遍地廢除，否則，在和平時期，消極防空必然戒備為情勢所許的最高程度。

凡相信在最緊急時期內可以臨時完成，或者臆斷將來自具有相當的警告的，這簡直是幻想，勢非遭殃不可。

大多數現代戰爭中用的化學藥劑，是製造顏料，肥料，和藥用化學品的副產物，或微有不同的變化物，製造容易而又便宜。以上各種東西，幾乎都是有機化學應用到工業上的結果。凡擁有大化學廠的國家，都可以製造毒氣，並憑藉龐大而有實力的空軍，就能有效地使用一下。這些東西將地理上的種種考慮和障礙撤除，所以戰爭也易於進行了。

化學兵器按其物理的性質，分爲：氣體、液體、固體三種；按其生理的作用，則分爲窒息性、催淚性、糜爛性、中毒性等四種。

氯氣和光氣(二氯化碳)，宜於作雲狀的毒氣攻擊。這兩種氣體各半混合後的毒性，比純粹的氯氣強四倍。將這混合氣體從天空大量拋下，可得頗高的濃度，用以攻擊平民極有效果。地面上的氯氣，則往鄰近低地迅速降落，惟有風始可將其逐漸吹散。在空曠的地方，光氣在尋常溫度時，經十分至三十分鐘就消散了。氯化苦劑(Chloropicrin，即硝基三氯甲烷 nitrochloroform)蒸發起來大約和水一樣快。這種毒氣，濃厚的僅吸入稍許，就要使人嘔吐，大量吸入使人呼吸困難。這是一種窒息性毒氣，很容易被人發現。

固體毒氣以毒烟(toxic smokes)爲代表，它的作用使人打噴嚏。

芥 氣

在化學戰爭中，芥氣(即二氯乙硫醚，dichlorethyl sulphide)對於毒害人畜最為有效。在平常溫度時係一種液體，具有微弱的麝香氣味，然人吸入後不久，就不再感覺，因為它能使嗅神經麻痺。蒸發起來較水約慢三百倍。若為氣體，則濃厚的吸入稍許，亦足以使眼睛發炎，呼吸困難。為液體，則使皮膚發泡，並有透入最厚衣服的威力。由於它的作用遲緩，故接近這種毒氣的人，幾毫無所覺，致受毒很深。在液態時，受日光的溫暖，蒸發極慢，一塊極小的毒區，能連續幾天發揮毒殺的力量。

一個中芥氣毒者，容易不知不覺地，直接染沾幾十人。由芥氣發生的水泡，足歷數星期之久，治療極感困難。曾經有幾個工人，在一塊混凝土上面坐了之後，他們的臀部，就發生水泡，歷數週之久。後來發現那混凝土上面，在二年前曾被芥氣所浸染，而且以後還鋪過泥土以防危險呢。

還有許多別的化學藥劑，皆無敘述的必要，可一一分別歸入上述簡略的分類中。惟有賴教育與充分的防備，纔能預防死傷。

一個毒氣彈在街上爆發時，彈中液體，由於爆發時所生之熱所致，一部份化為氣體，一部份變成飛沫四射，更有一部份則在爆發地點及其附近聚積成一個水潭。

至今在戰爭中所使用的液體原料，全有較水為高的不同的沸點(芥氣的沸點在二百度以上)，所以在平常溫度時，它們的蒸汽壓力(vapour pressure)確是很低。

由爆發而生的蒸汽，一部份在爆發地點附近的空中散開，一部

份則冷而凝結，變為極細的滴子，再形成霧狀，隨氣流飄散。上面述及的水潭和飛沫，所佔範圍是很大的，並繼續不斷地在空氣中蒸發。

擊中房屋的毒氣彈如係中型，就常在該房屋上面幾層地板上爆裂，在那裏引起禍害。氣體能穿過下面幾層地板，迅速降落；液體毒氣祇能逐漸滲漏下去，慢慢地沾染全屋。

毒 氣 噴 射

由飛機噴射液體毒氣，液體隨即化為微點，其中下降時尚未蒸發者，就形成極細的水點，落在地面上聚積起來。如果一隻飛機向建築物噴射，則微點狀的毒質，便聚積在屋頂或外牆上，那建築物便層層都是危險的了。不過若窗戶和屋頂裝得密閉，屋內就沒有什麼危險可言。細點狀的芥氣，在鄰近一帶消散頗速，一半由於蒸發，一半由於潮氣作用。

防 毒 設 備

目前已有各式各樣的防毒設備，使人在有毒的空氣中，可以自由工作和行動。此類防毒設備分為下列兩種：

(甲)防毒面具，用以保護眼睛，並將吸入的毒氣，予以濾清和排除。

(乙)防毒衣靴用以保護身體的其他部份，藉免持久性液體及氣體毒氣的侵襲，如芥氣。

(甲)防毒面具：防毒面具因為種種技術上的理由，決不能絕對

地防禦毒氣。當一個人通過毒區，或在毒區工作的時候，防毒面具的主要用途，是保護他身體上最易受損的部份。

(乙)防毒衣靴：平常衣服僅可藉以延滯氣體毒氣的侵入，並減少液體毒氣的沾染，是以中毒者並不立即感受毒氣的影響。在出人不意的毒區中，平常衣服爲害很大，因其使毒氣貼近皮膚。倘若中毒後，趕快脫去衣服，並將皮膚澈底沖洗，當可避免或減少損害。

時常暴露在濃厚液體或氣體芥氣中的人，必須用不滲透性的衣靴來防護身體。一種特製的油布，最能抵抗芥氣的侵入，這種材料是在布上塗以收潮的油做成的。

穿了防毒衣服也祇能在相當時間內安全。液體芥氣在天熱時能透過油布質料，比較在天冷時快兩倍。實在的穿透時間，當然按油布的好壞而有所不同。通常用以做防毒手套的堅固油布，在新的時候，不論氣候如何，可以抵禦液體芥氣至少歷四小時之久。油布製就的衣服，如用水糞來消毒，就要減少防毒能力。經過這種消毒手續之後，穿在身上，勿可超出三小時。

在天熱時，油布防毒衣對於專做手工的人大有妨礙，因爲油布質地無孔，致阻留體熱和汗水，而引起疲勞。

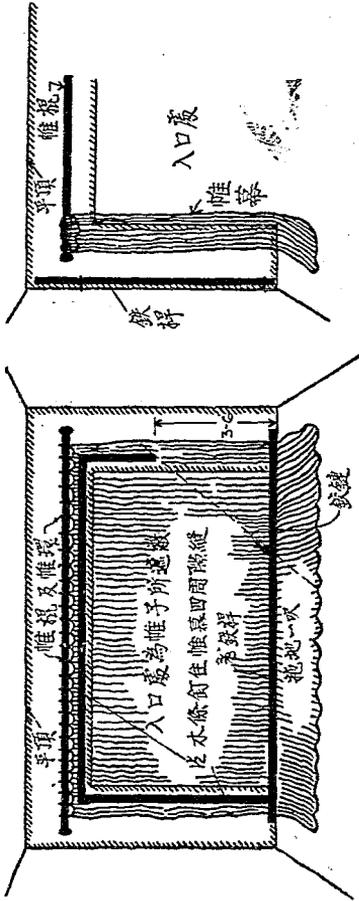
一套完全的防毒裝束，須包括以下各物：

(甲)油布衣服，褲子，頭巾，和手套。

(乙)橡皮長統靴。

(丙)防毒面具。

或者是一套連衣褲的服裝，包括一塊頭巾，做粗笨工作的靴子



帷幕扯開時情形

帷幕關閉時情形

第二圖 走廊防毒法(加重帷幕)注意:

1. 將防毒帷幕封閉走廊入口處。
2. 將鐵桿壓住帷幕底邊。
3. 用木條釘住帷邊，轉角留三尺半地位，以便退出。

和手套，再加上一隻防毒面具。

有一種連衣褲的服裝，裏面空氣能循環交換，穿了可以延長舒適，並且有膨脹作用，更可增加舒服。

防毒材料製就的靴子，配以特別堅固的靴底，較平常的橡皮靴為優，特點是更能阻止芥氣的侵入，並且易於消毒。

近來在英國，有人新發明一種保護布料的漿水。防毒材料上塗有此項漿水，即具備對抗毒氣和消毒的高度效力；此外，更無黏著性缺點，而尋常油布都難免這種可惡的缺點，所以不容易長期收藏。

塗有此項漿水以防毒氣的布料，用作避難所門窗上面和走廊內的防毒帷幕也頗有效力（第二圖）。

第四章 烈性爆炸彈的威力

烈性爆炸彈是個最難防禦的東西。有了獨立避難所，或建立於屋內的特殊避難室，就可以充分防禦毒氣彈，燃燒彈的侵襲，可以說經濟而又簡單。但是一般巨廈與躲避場所，其中百分之九十九，都經不起重量烈性爆炸彈的打擊，所以問題是在如何能盡量減少此類炸彈的破壞。

烈性爆炸彈的效力，有以下七種：

(甲)此項炸彈的無可阻止的動量(momentum)，甚至能使彈體貫穿普通最厚的混凝土屋面板。

(乙)炸彈引信燃着彈體內爆炸藥，由此爆發的氣體壓力使周圍形成破壞圈。

(丙)爆發更產生空氣波，因此附近房屋感受壓力與吸力。

(丁)鄰近發生和地震具有相同性質的地動。

(戊)巨塊混凝土和磚石，猛擊四周房屋(摧毀力)。

(己)炸彈破片也同樣亂射附近房屋。

(庚)烈性爆炸彈有時還帶有燃燒性。

在建築方面計劃防禦工作，是抵抗烈性爆炸彈的最妥善辦法。

高層建築所遭遇的破壞力，有下列依嚴重性而分先後的六種：

(甲)衝擊力，(乙)氣體壓力，(丙)空氣壓力，(丁)摧毀力，(戊)破片力，(己)地衝力。

(甲)衝擊力 (若炸彈命中) 炸彈的顯著動量,係按其重量、形狀、衝擊的速度,以及墮落的高度而決定。

建築物的強度,能左右烈性爆炸彈的貫穿力,如同炸彈本身的直徑和形狀,左右其貫穿力一樣。

(乙)氣體壓力 炸彈爆裂而生的氣體壓力,因測量器械的易於受損,故不能正確測定其強度。然而那破壞地帶還是可以測量的,譬如一個20仟克,內裝三硝基甲苯 (Trotyl即所謂T.N.T.俗稱黃色炸藥,是一種極重要的近代炸藥)的烈性爆炸彈,在空氣中爆裂時,可產生一個灼熱的直徑約二十二呎的氣體球,大破壞就在這個範圍內出現。

(丙)空氣壓力 烈性爆炸彈因爆發而生的球狀壓力波,其速度較聲波為高;再由於空氣分子突然的互相壓縮與堆積,遂產生高壓力和低壓力。所以,有時一座房屋,一邊受低壓力的影響,同時另一邊,則受高壓力的影響。房屋的門、窗、柱子等,時常受低壓波的襲擊,而被拋到爆發中心去,這是因為低壓波緊隨在高壓波後面的原故。此處低壓波指空氣吸力,高壓波指空氣壓力。

大多數國家,已根據炸彈爆裂而獲得的經驗,為一般易遭轟炸的工廠,倉庫等,規定安全範圍和危險地帶。

(丁)摧毀力 就高層建築而言,摧毀力在烈性爆炸彈所有的破壞力之中,佔着很重要的地位。

像美國的實驗指出:136仟克的烈性爆炸彈,能拋起65立方米突的泥土;1000仟克的炸彈,能拋起750立方米突的泥土。此項巨量

土石造成的破壞，比空氣壓力或地衝力更厲害。上次歐洲大戰時，一個命中某工業建築的炸彈，曾將一塊十五噸重的混凝土基石，拋至六十呎以外的地點。

(戊)破片力 用來攻擊工作人員的破片炸彈(splinter bomb)最普通的重7至16仟克，內裝百分之十至十九的炸藥，具有撞發信管(direct action fuse)，與地面碰撞，立刻爆裂，故不待穿入地中，即轟炸周圍的目標。

測定房屋所受破片力的實驗，在美國已經做過。各種重量和結構不同的炸彈，放在離開一所磚砌房屋 75.50和25 米突的地點，一一予以爆炸。厚殼炸彈的破片，能貫穿內外牆壁和屋頂；薄殼炸彈的破片，僅能亂射外牆面，而不能穿入。

破片的速度，超出尋常子彈甚遠，請看下面的事實便知：

一隻12仟克內裝黃色炸藥的炸彈，放在埋於地下混凝土中直徑一米突半，深二米突半的生鐵汽鍋內爆裂。破片貫穿汽鍋5毫米厚的鋼壁，再透過混凝土基礎，而深入土中。洞口染有深藍色，並鎔成圓形。高熱的鋼質破片，由於極高的衝擊能所致，已被熱到鎔點以上的程度，故變作液體鋼滴，貫穿了汽鍋的鋼壁。

(己)地衝力(與地震同) 烈性炸彈所起的地衝力，其進行速度較空氣為速，可是微弱得多。曾有一具德國的地震計，記錄過1000仟克炸彈的爆發。地下傳導的震力，不過在接近爆裂的地段，方始在地震計上看得出來。

砂是一種比岩石為劣的地震傳導物，濕泥則較乾土為優。

第五章 烈性爆炸彈防禦法

如果飛機炸彈能夠垂直擊中其目標，那麼防禦結構就要簡單很多。然而事實並非如此，因為和垂直面作成的衝擊角 (angle of strike)，是與飛機速率成正比例，並與其高度成反比例。

假定 h 為建築物的高度， s 為其跨度 (span)， a 為炸彈和垂直面作成的衝擊角，則在飛機炸彈轟擊之下，此建築物的受損闊度，當然是： $s+h$ 正切 a 。

防禦烈性爆炸彈的方法如下：

(甲)使爆炸偏向。

(乙)使炸彈預先爆裂。

(丙)使爆發力限於局部。

(甲)爆炸的偏向 使炸彈落下的方向偏斜即可。將避難所外部，造成弧形或脊形，則炸彈的尖端就會碰着斜面而偏向。

(乙)炸彈的預先爆裂 假定炸彈是偏向了，那麼在穿入避難所的屋頂之前，必須使其先行爆裂。用混凝土造成起爆層 (bursting layers)，將其形狀附合防禦處的輪廓，便可達到這個目的。

(丙)爆發力的限於局部 利用足以抵禦空氣壓力的堅固隔牆，即能完成此項任務。

即使輕微的爆炸，也易使窗戶及屋頂大受打擊。屋頂的設計，平常僅根據其對於靜載重、雪、和風壓力的抵抗。烈性爆炸彈在房

屋附近爆發時，其所起的壓力波，遠勝房屋距離爆發地點最遠的一面上的大氣壓力。在氣樓中產生的高壓力，使屋頂向外爆開，故屋頂離開爆發地點最遠的一面，反而時常遭到破壞。

德國工兵(Pioniere)雜誌，曾刊有論文一篇，敘述爆風力的特徵，據說油毛毯及內襯木板的瓦屋頂，最易遭受破壞。屋上瓦片，全被吹去，但屋頂結構，連木條在內，則絲毫未受損失。峻峭的屋頂，受損亦小，所以屋頂內空處，比較屋面斜度來得重要。這樣看來，利用堅固隔牆，將氣樓分隔數小間，藉使爆風力限於局部（燃燒力亦附帶受了限制），的確是有效的辦法。

那論文說明圓形及弧形屋頂，足以減少爆風吸力，因為此類屋頂最能抵抗爆風的漩渦運動。

總之，普通屋頂，實在抵不住烈性炸彈所產生的掀力和吸力。

如何減少烈性爆炸彈的破壞力

烈性爆炸彈的破壞力，前面已約略敘述過了，現在要講的，是如何在建築上採用預防方法，以減少物質方面的破壞。

上面(甲)至(戊)各項破壞力之中，(甲)衝擊力和(乙)氣體壓力，都是直接的力量，要在炸彈命中的附近，纔會感覺到。在人烟稠密的都市，炸彈命中的機會，實數見不鮮；至於人口疏散開的郊外，或孤立的目標，則命中的情形，就比較少得多，故防禦爆風（即空氣壓力）、破片、地衝等、比較防禦炸彈命中更為重要。

(甲)衝擊力(炸彈命中)防禦法

徹底防禦炸彈命中是不經濟的辦法，更爲一般人財力所不許。然而具備十足防禦能力的混凝土板，是能用公式計算出來的。

1000仟克的炸彈，能貫穿七呎厚的混凝土板。因爲目前各國製造的最重炸彈，約有二噸重，使所有建築物都能防禦這種炸彈，事實上是辦不到的。建築物之具有耗財的防護設備，即使撇開龐大的造價不談；其防禦能力也並非十分可靠。防禦衝擊力的最合理方法有二：

(一)建造防彈屋面，或經濟的鋼骨混凝土避難所，假定能抵抗10仟克以上的輕量炸彈。

(二)當重量炸彈穿入建築物時，妨礙或阻止其衝擊力，藉以減少其效力。

此二大原則，係根據重量炸彈(因其價昂與數目有限)之僅用於攻擊特殊目標，以及輕量炸彈之普遍使用。

建造鋼骨混凝土或純鋼屋面，及架設金屬網等，即可減少衝擊力，然此項設備的經費極大，祇能用於重要的軍事與工業建築。

笨重而昂貴的防彈屋面，並非十全十美，因炸彈貫穿這種屋面而在室內爆炸，比在無防彈屋面的建築物中更多危害。此外，防彈屋面增加建築物的靜載重，對於土地衝動就更難防禦。這種屋面又違反基本的建築原則：一、在經濟方面不合實用；二、不適合現代建築需要與發展。如爲土地面積所許可，最好是建造獨立的鋼骨水泥避難所，或者，在房屋底層內部，建造此種避難所亦可。

(乙)氣體壓力防禦法

在某德國雜誌中，漢資加(Hezka)寫了一篇關於炸彈爆發的報告，地點是在一所鋼架外包混凝土的建築物的地下室中。所有混凝土樓板，均置於鋼架的支持部份，而不連接在一起。爆發力依最小抵抗線前進，毀壞外牆、平頂、升降機坑等，但鋼架本身，毫未受損。他認為純粹鋼骨混凝土房屋的樓板，對於爆發力，具有極大的抵抗，以致傾覆時連帶拖倒整個支持結構。漢資加根據經驗，斷定平時最合用的鋼骨混凝土房屋，未必有防禦爆發力的效果。

特別是關於橋樑，漢資加認為鋼是支持構架最適用的材料。

另一專家摩勒(Muller)說：至於磚砌房屋，則牆壁及其與樓板連接處的抵抗力，完全根據其載重與磚塊間的水泥膠漿。用平常方法造成的磚屋，即使支持部份祇有一處遭到破壞，時常連整個房屋一起坍塌，因為屋頂和地板，一旦失去支持物，當然跟着就坍塌了。

由此看來，減少氣體壓力的最好辦法，是在爆發力進行的路線上，移去一切障礙物，以關一最小抵抗線。這樣，主要的支持結構，便可免遭破壞，因為支持結構是建築物最重要的部份啊。如果建造高層建築，即能完成這個目的，其中主要的支持結構，須用鋼料築成；易受破壞的構架部份，須極力減少其面積；在構架部份之間的孔隙處，則填以輕量的牆壁材料，並儘量使之暴露在外。

重視鋼架建築而反對鋼骨混凝土建築，是有理由的。有一次某彈藥庫突然爆炸，當時離爆炸地點不遠的實心牆築成的房屋，均被轟毀。爆發所生的空氣壓力，僅能掀起該彈藥庫鋼架間的鑲嵌部份，但鋼架本身，則仍屹立不動，未遭坍塌。爆發力消散得甚至該倉

庫的內部，也毫無損失。但其他鄰近的房屋，則皆遭破壞。

一般易遭轟炸的倉庫與工廠，尋常均築有極低的實心牆，以抵抗其內部炸彈爆發力為度，與一廣大的輕量屋頂，務使其抵抗盡量減低，俾可引導爆發力向上發揮。在法國，這些倉庫，都是三層重厚的實心牆，和第四層故意使爆發力能夠衝出的玻璃牆所組成。

最能抵抗氣體壓力的建築物，須備下列五條件：

(1) 堅固的支持結構，須有高度抵抗能力的鋼架，與少數的暴露表面。

(2) 極力減少外牆，平頂，與屋面的抵抗，並使上項部份易於坍塌。

(3) 構架與平頂，地板，屋面間的連接處，無須密接一起。

(4) 用輕量材料做牆壁、地板、平頂、與屋面，俾向內坍塌時，可減少摧毀與損失。

(5) 牆壁、地板、屋面等在翻造時，須具備迅速與經濟兩點。

(丙) 空氣壓力防禦法

空氣壓力與風壓比較起來，二者性質稍微相同，前者歷時僅數秒鐘而已。至於空氣吸力，則大抵歷時較為長久。

關於房屋受空氣壓力的影響，書籍中甚少記載。美國某炸藥棧在爆炸後，曾有人將附近各種房屋所受的損壞，一一予以研究。據說空氣壓力為害最大，破片力與摧毀力的破壞，比較起來要差些。鋼架房屋比鋼骨混凝土房屋能抵抗空氣壓力。房屋之建有輕屋頂者，其所受損失，較建有重屋頂者為小。防禦破片的線骨玻璃，並不

優於尋常玻璃，前者的碎塊，反較後者為大。鋼骨混凝土房屋，雖接近爆炸地點，但並未坍塌。在多窗洞的房屋中，四周牆壁和屋內內容物，都很少遭到破壞。

(丁) 摧毀力防禦法

高層建築，最易受摧毀力的打擊，惜少實際的觀測與試驗。大概凡破壞力微弱的建築材料，皆可選為防禦摧毀力之用，譬如鋪天井的材料，地氈青優於重石板。

鋼骨混凝土牆壁，富有防止摧毀的價值，因為根據爆炸的實情，證明四周的鋼骨混凝土牆壁，都被炸成粉末，所以鄰近的房屋，未遭巨塊磚石猛擊的損害。

凡是摧毀力甚低的建築材料必須：

(1) 能抵抗烈性爆炸彈的爆發力。

(2) 一旦遭炸彈破壞，便能澈底粉碎，務使碎塊不致擊壞鄰近房屋。

前面述及的骨骼式構架，四周填以具有彈回能力的輕量材料，當可防禦摧毀力。

(戊) 破片力防禦法

海斯·曉資培格 (Hans Schoszberger) 在他所著的防空建築術 (Bautechnischer Luftschutz) 一書中，敘述1915年間比國炮台的調查報告。鋼骨混凝土房屋遭彈片擊穿，但牆面毫未破裂。彈片擊中處的混凝土，已被拋開，可是沒有裂縫，且絕無破裂的模樣。擊中處的上部，一點看不出有任何不堪支重的現象，鋼條也並

未鬆開，擠出來的混凝土變成實塊。

同樣的破片，在磚牆上擊成特殊的星形裂縫，致房屋坍塌甚速。

石砌房屋，皆被擊倒，坍下來的石塊，形狀很小。

照實驗與分析的結果，混凝土是一種優於磚石的防空材料。

就建築材料抵抗破片穿入的能力而言，實心材料較薄片疊成者為佳，當後者遭破片鑽入時，含層次的薄片，反使破片的原有重量和破壞力增加。

此外，凡是建築物或建築材料的彈性愈大，若其慣性並不太高，則其抵抗彈片貫穿的程度亦愈大。

建築材料，抵抗五百磅炸彈破片的程度(距爆炸處50呎，彈片約重12英兩)如下：

九吋磚牆的抵抗力，甚為薄弱，十一吋空心磚牆亦然。五吋鋼骨混凝土牆，亦無甚防禦價值，其實反而更多危險，因彈片所擊出的碎塊，將到處亂射。至少一呎厚的鋼骨混凝土，或至少一呎三吋厚的純粹混凝土，始能充分防禦破片。

其他如柴墊、厚紙、稻草、粗麻布、金屬綿(metal wool)等，都極能抵抗彈片的貫穿。二呎六吋厚的泥土或砂，足以防禦烈性炸彈的破片，因此類材料的分子，含有惰性存在。

歐洲專家的意見，認為要完全避免五百磅烈性爆炸彈的侵害，鋼骨混凝土須厚十五呎，泥土須厚三十呎。要完全避免二百五十磅炸彈的侵害，鋼骨混凝土至少須厚十呎半。

(己)地衝(與地震同)防禦法

據德人勃列斯克(Briske)的意見，他認定烈性炸彈所起的地衝，頗與地震相同。

地震和爆發，雖有量的差別，但二者各在其半徑圈內，使房屋感受類似影響。所以上次大戰時，地震計曾被用作記錄開炮所起的地衝力，藉以測定敵方重砲的砲位。此外，地衝的速度，與地質及地層大有關係。

地衝的影響，比較起來，尚不顯著。在地震區域規定的建築規則，指出房屋防禦地衝的辦法，其原則如下：

(甲)屋頂須輕。

(乙)輕量載重，為抵抗地震的唯一條件。

(丙)地衝力與房屋的慣性成正比例，前者的施力點，在後者的重心上。

(丁)地衝力與風不同，前者對於房屋的表面不起作用，但影響整個房屋。

(戊)鞏固外牆，俾房屋強度增加。

另一專家弗里曼(Freeman)斷定鋼架房屋，比較混凝土房屋更能抵抗地衝力。前者較後者為輕，故可減少損失。鋼還比較能抵抗扭曲與連續性壓力。弗氏認為純鋼與鋼骨水泥的混合構架，最為相宜。

勃列斯克研究各種房屋的地震抗力，而得下列結論：

(甲)磚砌房屋，最不相宜，因為要使其抵抗地震，在經濟上難

以實現。

(乙)小型房屋，以木築者最爲經濟。

(丙)如須防火，則最經濟莫若鋼骨混凝土房屋。

(戊)具有混凝土與鋼架結構之房屋，最宜防禦地震。

總而言之，抵抗地衝力的主要建築原則有三：

(甲)凡是構架建築，均較實心牆築成者爲佳。

(乙)房屋的重量須輕。

(丙)房屋結構，須非常堅固。

惟有將地震和炸彈爆發的震動曲線加以比較，始可決定二者的正確關係。如果把地震區域的建築原則，全盤應用到防禦地衝力的結構上去是不大妥當的。

第六章 高屋防禦爆風的建築原理

尋常作荷載與封圍之用的牆壁，對於爆風力，實在缺少防禦上的價值，如果要減少炸彈爆發的危害，則非另想他法不可。前在氣體壓力防禦法一節中所說的那種結構，可稱為『安全活戶』式結構（“Safety-valve” construction），其原則如下：

(1) 具有鋼或鋼骨混凝土築成的堅固構架，其易受烈性爆發力打擊的牆壁面積須極小。

(2) 填塞在構架間的材料，須為最輕和最多孔性的物質所組造，如煤屑混凝土。

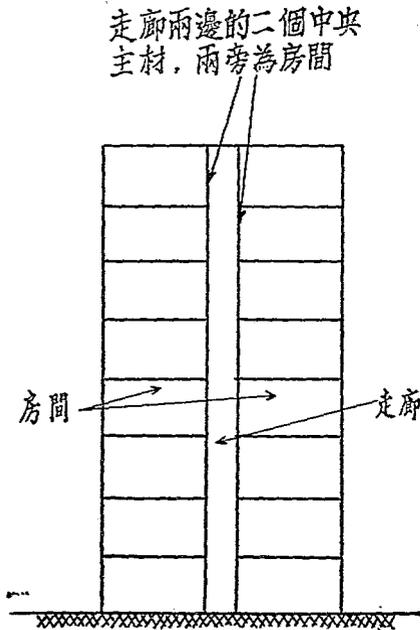
(3) 屋頂以鋼骨混凝土平板建成者為佳，其厚度至少須四吋半，俾可抵禦最普通的一杆克燒夷彈。

上列各原則，其目的在使做牆壁的鑲嵌材料，對於附近烈性爆炸彈所起的氣流壓力，具備最小限度的抵抗。氣流壓力（即爆風力）對於實體結構的屋將使牆壁屋頂整個坍塌，但對於此種輕量的鑲嵌材料僅擊成碎片，而其鋼構架或鋼骨混凝土構架仍得屹立不動，毫未受損。混凝土板屋頂被爆風吹起之患亦減至極小。至於磚石砌成的房屋，就難免要全部傾覆了。

在德國雜誌中，曾載有38至51厘米厚的牆壁，遭爆風破壞的記錄。此項爆風，能摧毀整個磚屋，但僅能擊倒構架建築的外殼，何況構架建築，又易於修理。鋼骨混凝土牆壁，因本質強固，且有彈回能

力，故極能抗拒爆風。

照專家的意見，影響牆面的爆風衝力，使牆身發生振動，週期增長，直到衝力完全被牆吸收而止。週期之長短與吸收衝力之速率，係由牆身的厚度與密度所支配。



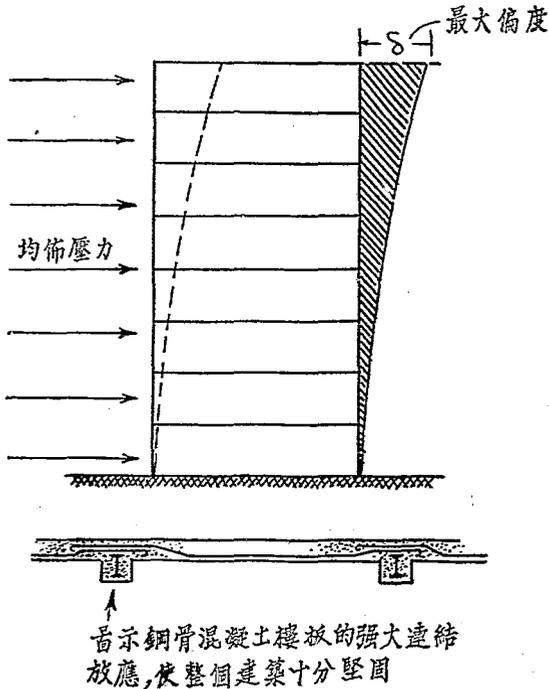
第三圖 現代鋼架屋的結構。

直長的牆壁，稍加以凸出部份，便可完成防禦爆風的任務。此類凸出部份，遭空氣壓力波由斜向打擊時，能將沿牆面前進的氣流，逐漸使之偏向與分散。

現代鋼架建築的樓板結構，普通總是與走廊兩邊的中央主材合成一體，房間則在走廊的兩旁，以資在地平向內的補強，如第三圖。假定全部構架頗堅固，一旦有均佈壓力（如風）施於此種建築物的表

面，則其最大偏度(maximum deflection) 略如第四圖所示。房屋的堅固性，當然受鋼骨混凝土樓板與主要支柱的連繫強度所支配，炸彈在高層建築附近爆發時，其表面所受壓力是不平均的，何況壓

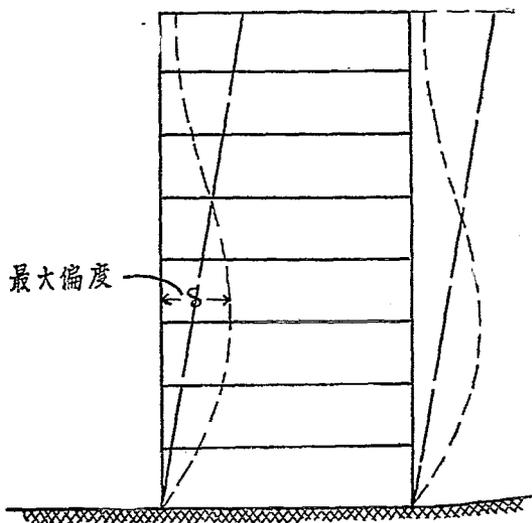
力更是突然而來，故其上部遂呈現『落後』(“lag”)現象。所生的最大偏度，並不如受有均佈壓力時之在上部(見第四圖)，而是在該建築表面的某點(見第五圖)。



第四圖 在均佈壓力下高層之偏度。

烈性爆炸彈發生的爆風，使鄰近建築的表面，遭受不平均壓力，如第六圖所示。此項爆風是一種空氣波，具有衝力與吸力的二

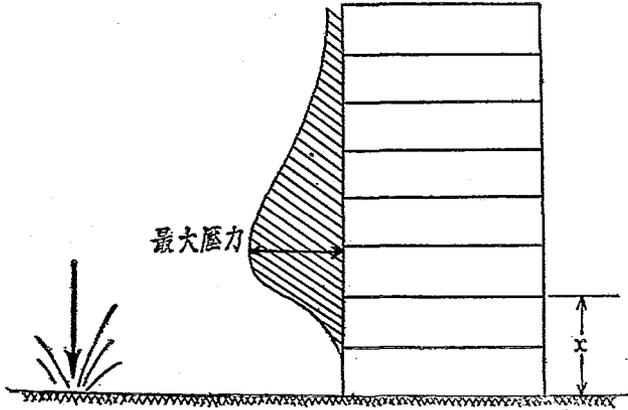
重作用，據專家說，其週期為二十分之一秒。



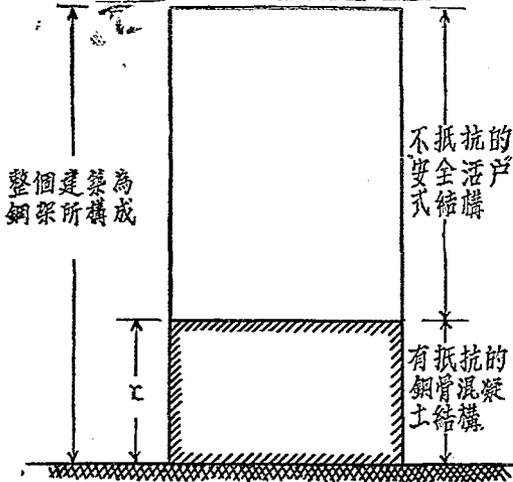
第五圖 在暴風壓力下高屋上部的「落後」趨勢。

如果房屋先遭爆風的壓力而未傾覆，則對於緊隨在後面的吸力，就更能抵禦了。牆壁向外坍塌，是由於吸力的原故。為抵抗爆風力起見，高層建築應有相當的彈回能力，若更能加以鋼骨混凝土構架的強力，尤為相宜。只要將鋼骨混凝土建築的水泥樓板（見第四圖），與其支持結構密接一起；或者鋼架建築，則強化其結構部份的所有接合處，那麼強固一點，就自然不成問題了。

這樣看來，最能減少爆風破壞的高層建築，要輸到『安全活戶』式建築，即填以輕量牆壁的鋼架結構；或是均勻的鋼骨混凝土建



第六圖 高層表面所受不平均的爆風壓力。



第七圖 「安全活戶」式結構和鋼骨混凝土結構的聯合。

築，連有堅強的樓板，及穹窿混凝土屋頂。關於防空效力，一派專家認前者較後者為優；另一派則恰正相反。不過最好是將這兩派的意見合而為一，成爲一種混合式建築，俾在

爆風壓力之下，有最大限度的抵抗力。此混合式建築如第七圖，其全部骨骸，均係鋼架構成，底下兩層，則為鋼骨混凝土結構。

第七圖中的 x ，為鋼骨混凝土部份的有效高度，俾五百磅炸彈在附近爆發時，能夠抵住爆風力的打擊。第六圖指出，建築物表面所受的爆風壓力是不平均的，在高度 x 以上的爆風壓力，比較微弱得多，所以鋼骨混凝土結構最好築至 x ，再上則採用『安全活戶』式結構，以便對爆風壓力具備最小抵抗與最大彈回能力，這樣建築物當然不會傾覆了。

在圍有牆壁處(如天井)的爆風力，與在空曠處的爆風力，二者比較起來是不同的，大概前者可視為後者的兩倍。

第七章 燒夷彈防禦法

前已提過普通燒夷彈的效力，現在略述此類炸彈對於房屋的損害，和幾種防禦方法。

這種炸彈，除烈性燃燒效應之外，更須估計其貫穿力。炸彈從極高的地方落下來，其速度可真驚人，約為每小時一百至一百五十哩，尋常屋面是抵不住的。防禦燒夷彈，須注意下列各點：

(甲)尖屋頂防禦燒夷彈，較平屋面困難而費錢。

(乙)防禦燒夷彈的尖屋頂，易於使炸彈偏向而墜入鄰近房屋中，以致引起火患。

(丙)房屋之築有木屋頂與木製內部結構者，為減少火災起見，應將一切廢物與易燃性物，完全搬出。

(丁)築有斜屋頂之房屋，如果原有平頂，不堪支持附加的防禦平頂的重量，則此項防禦平頂可另由支撐木承受之。

(戊)混凝土屋面板，大概厚約四吋半，即足以阻止普通燒夷彈（特別是一仟克者）的貫穿。

(己)在木質或其他可燃性樓板或屋頂上面，鋪以二吋至三吋厚泥砂，即可抵住燒夷彈貫入，並能防止其燒穿樓板或屋頂，更可阻止燃燒的蔓延。

關於防止屋頂與樓板內結構木材因燒夷彈而起火之主要問題，可分下列兩項述之：

- (一)原有房屋的處理。
- (二)設計與建造新屋時所加的預防法。

一 原 有 房 屋

結構木材的表面，可塗以防火油漆，水溶液 (aqueous solution)，或鋪砂土一層，使之防火。軟性木材上，刷以防火油漆與鉍鹽溶液 (ammonium salt solutions)，即能減低其燃燒率，並使火勢不易蔓延。

氣樓平頂上，可鋪以砂或土，然一般舊房屋的平頂木材，類皆孱弱無用，甚至鋪二三吋厚的砂土，即足坍塌而有餘，故須特別留心。倘砂土為燒夷彈擊散，其防禦價值即大見減少。

二 新 建 房 屋

新建房屋對於高度抵抗燒夷彈火勢的能力，應可辦到。其法有二：

- (一)以不可燃性材料代替木材，如樓板欄柵用輕鋼料構成，在板面輾凹間填以空心磚，或輕量混凝土塊。
- (二)採用防火木材。

第八章 房屋與街道的防禦芥氣

各種毒氣與其一般效力，已在第三章中略述過了。事實告訴我們，芥氣是一種最難防禦的毒氣，因此芥氣防禦法，應該特別加以注意。

房屋與道路的防禦芥氣，有二種方法如下：

- (甲) 勿用難以消毒的滲透材料。
- (乙) 使房屋的佈置及結構上，易於進行消毒工作（主要為沖洗）。

少量的芥氣可侵及廣大的區域，所以特別在圍住的或擁擠的地方，勢非採取廣泛的防毒準備不可。

芥氣沾染的來源可分為二種：

- (甲) 液體(或固體)芥氣。
- (乙) 汽體芥氣。

純粹芥氣的蒸汽壓力，隨溫度的上升而增加頗速。關於這一點，我們不妨談談熱帶區域中的房屋和道路，在日間遭飛機噴射芥氣後的情形如何。地面和房屋的表面，都很灼熱，落在上面的芥氣，蒸發頗速，因而產生極濃厚的蒸汽，此項蒸汽最為危險。所幸者不致歷時太久，因芥氣在熱帶氣候中，極易消失其在溫帶氣候中所保有的持久性。所以在炎熱區域，宜建造矮小房屋，彼此相隔，務使

其間的空氣儘量流動，不受阻礙，這樣，毒氣就易於迅速蒸發了。

至於人數衆多的建築物，如工廠、學校、醫院等，避難所是不可少的，以備工作人員在危急時期內藏身。此類避難所，須能防禦爆風、破片、與毒氣，更須有強迫通風，吹過濾毒裝置。在炎熱氣候中，由於穿防毒衣服的不適，通風設備，更感需要。

在寒冷氣候中，降落於建築物上的芥氣，則依然保持液體或固體，是以危險性比在炎熱氣候中少得多。對於建築材料，須特別留意，因芥氣未能由於蒸發作用而自然消散，而有更多的透穿時間，故消毒就成爲必需的手段了。

下面是歐洲各國所提倡的芥氣預防法，如果在溫暖地區建造房屋與道路，則此項預防法就值得注意。

房 屋

(甲)如果建造房屋不能採用釉面材料，其內部又未築有混凝土樓板，則所有牆面均可用極佳的石膏作成，並刷以頭等磁漆。此種牆面雖然不能抵抗芥氣的侵蝕，但是極易沖洗。

(乙)木料與無釉面的磚塊，不宜用作房屋外表的材料，因此等材料可爲芥氣所滲透，而且難於消毒。木製品上面塗以優良磁漆，即能相當抵禦毒氣的侵襲。用石臘塗抹，也大可增進其抵抗。

(丙)鋼骨混凝土建築的牆壁間，如有空氣地位，大概對於防毒頗有效果，因芥氣不易透過此種牆壁。鋼骨混凝土較磚石爲佳，因其滲透性較後者爲低。

(丁)凡房屋有圓石子外牆面者，是不易消毒的；牆面粉有水泥的房屋亦然。外牆上刷以石灰漿，也極不妥當，因此類牆面均能吸收毒氣。

(戊)芥氣不能透過玻璃，鉛，鐵等材料，並且此等材料，可用射水沖洗，使之消毒；然鐵製品必須塗以油漆，因鐵銹了就不易消毒。

(己)有平滑牆面，而毫無凸出部份的房屋，最易用射水沖洗。其外牆面可用尋常油漆或含矽酸鹽的油漆塗抹，以減少吸收芥氣。

(庚)在房屋附近裝置自來水龍頭，一旦遭芥氣沾染，即易用水沖洗。關於這一點，專為消毒用的排水設備，例如雨水坑，虹吸管等，也應裝置，俾含毒質的污水可迅速聚積一起，並防止其蔓延鄰近地面，或流入原有溝渠中。

(辛)凡房屋的結構部份，都採用易於消毒的建築材料，則芥氣就不致為害無窮。

屋 頂

尋常瓦屋頂，如未受天氣侵蝕太久，則不致立被芥氣滲透，且可用射水沖洗。白鐵，瓦片，混凝土，水泥，鉛皮等等，皆宜於作屋頂材料。

在斜屋面上，鋪以特別能抵抗芥氣的材料，並不大有裨益，因為實際上工作人員是不易接觸此種屋頂而中毒的。

即以最易遭毒氣滲透的屋頂，例如素燒瓦而論，最大的害處亦不過是屋頂材料逐漸吸收毒氣，但亦逐漸蒸發，終於無害。

地 板

水泥地板之有排水溝道者，最適於工廠採用。此項地板上塗以矽酸鈉則更佳。凡重要工場或工房，均應築以排水溝道，俾在緊急時，房屋的整個內部易於沖洗。沖洗工作的有效與否，全視自來水的供給量而定。

道 路

路面須儘量使之平滑而不透水，藉以

(甲)阻止芥氣透入；

(乙)用射水沖洗，使之消毒。

根據實驗，柏油路上的芥氣，是極難消除的；因柏油頗易吸收芥氣，且消毒工作反使其軟化。所以，要消毒溶液完全接觸這種軟滑的表面，的確非常困難。木塊排成的道路，也有同樣的缺點。

混凝土可築成不透水的路面，若塗以矽酸鈉，則更能不透水。爲防水起見，其他東西上面塗以矽酸鈉，也比較塗有柏油者爲佳。此種路面內的伸縮接合 (expansion joints)，不致發生困難，因爲可把它們局部塗以消毒劑。總之，路面愈不透水，平滑，與堅硬，則愈易消除液體芥氣的沾染。消毒工作必須迅速，因街上的交通，使芥氣易於蔓延。

道路須有適當的路脊及排水設備，在相當的地段，須有充足的自來水以便沖洗。

其他建築物

工業方面防禦芥氣的建築物，最好須用混凝土築成；牆上覆以釉面磚，並須有適當的通風設備。地板也是混凝土構成，築以排水溝道。門窗框子須不為毒氣所滲透。在牆壁齊平頂處裝以水管，管上配以間隔開的噴射器。此項設備，對於牆壁的消毒頗有效力，單單旋開一個總龍頭，即可沖洗四周牆壁，祇需一個消毒人員就行了，亦不致像用皮帶管噴洗那樣有濺濺污水和沾染毒氣的危險。

上面的防毒設備，當然不限於工業性質的房屋，凡原有的公共建築物，都不妨添裝之；其他在計劃中者，則須儘先採用之。總之，要防芥氣，第一，須避免用多孔性與有吸收性的材料；第二，在內部牆壁上，刷以硬性的磁漆，務使不能吸水，及便於洗滌。

第九章 房屋的防毒

在未來戰爭中，濃厚的烈性毒氣，是必然要製造出來的。在入烟稠密的區域，毒氣的散布率，較在空曠的鄉野為低；如果窗上玻璃遭炸彈震碎，那麼瀰漫在街上的毒氣，一定會侵襲到房屋的內部。

房屋的結構，都難免有易使毒氣侵入的缺點，此等程度不同的缺點如下：

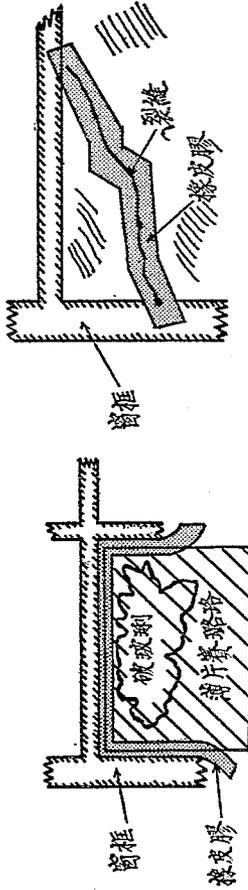
- 裂罅
- (1) 裂開的磚牆。
 - (2) 多孔性的磚塊。
 - (3) 磚牆接合處的灰泥不佳或無用。
 - (4) 磚塊間嵌縫不妥。

地板 地板無陰陽接榫，若外牆出風洞又未曾封閉，則毒氣自必侵入房中。

- 屋頂
- (1) 屋頂有漏隙，致平頂不能防毒。
 - (2) 屋簷下孔隙，使毒氣得穿入屋面及平頂之間。
 - (3) 平頂粉刷開裂。
 - (4) 平頂天窗處未曾封緊。

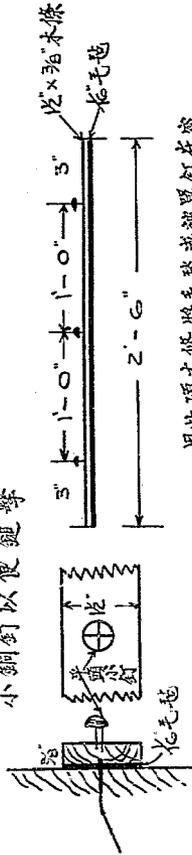
粉刷 牆壁與平頂粉刷開裂。

- 窗
- (1) 窗框裝配不妥。
 - (2) 窗框扭歪。



第八圖 窗的防毒法：(1)用木條將破厚或毛毯釘在窗上。(2)以紙糊在破玻璃窗上。(3)將薄片塗膠漆覆在破玻璃窗上，並用橡皮膠貼在四周。(4)玻璃裂縫須用3"橡皮膠封住如右圖。

- (一) 用3"潤橡皮膠封住裂痕
- (二) 薄毛毯及木條上敲平頭小銅釘以便鑄擊



用此項木條將毛氈或被單釘在窗上，或將藤子釘在入口處四周。

第九圖 門上鑄板，牆壁等裂縫閉塞法。

- (3) 玻璃破裂或破碎。
- (4) 普通窗框做得無論如何好也難密不透氣。

門

- (1) 門上鑲板破裂或收縮。
- (2) 門下垂。
- (3) 門框在磚牆上裝置不妥。
- (4) 尋常門做得無論如何好,也難密不透氣。

壁爐 毒氣由烟囱侵入。

其他

- (1) 管子穿過牆壁,四周有孔。
- (2) 衛生器皿的排水管上未裝防臭瓣。
- (3) 通氣管子。
- (4) 害蟲蛀穿的洞。

第八與第九兩圖,表示簡單的防毒方法,藉以校正門窗和牆壁上的缺點。

第十章 防空避難所

防空避難所的檢討

我們大家都知道，防禦烈性爆炸彈的最佳場所，當然是在地下；人們遇有空襲，自必往地下避難所中藏身，如建築物的地下室或地窖。然而這些地方，常常易遭嚴重危險的打擊，其中最顯著的有以下三種：

(甲) 自來水總管，陰溝，儲水池，儲水櫃等因破壞而氾濫。

(乙) 濃厚毒氣的下降(除非避難所的防毒十分完善)。

(丙) 遭泥土瓦礫陷埋。

勿使避難所集中一處，的確是非常合理的辦法，這樣就可防止多數人聚集在一起，如炸彈命中一處避難所，則可減少驚惶危險與死傷人數。在英國，普通避難所的最大容量，以五十人為限。

避難所之能抵禦爆風，破片，毒氣，以及燃燒彈者，最為大眾所需要。這種避難所必須：

(甲) 政府為其公務人員而建。

(乙) 地方當局為其服務人員而建。

(丙) 私人事業為其工作而建。

(丁) 個人為其家族而建。

下面舉出的六種地方，可以作為臨時的避難所，但各有缺點：

- (甲)房屋的內部。
- (乙)地下室。
- (丙)貼近房屋的地方。
- (丁)天然的穴洞。
- (戊)礦山中的坑道。
- (己)隧道。

房屋裏面的地窖，下層或上層的房間，依靠在鄰近建築的小屋等等，皆可作為避身之用。這些地方，雖有其防空上的優點，然也各有其缺點，易遭毒氣，水管或煤氣破裂，摧毀力，爆風力，破片力，出口閉塞等損害，各視其情形而定。

近代住宅，因其結構並不堅固，尤其在人烟稠密的區域，對於防空上甚少價值。至於巨大的公共建築物，如劇場，影戲院，教堂，禮堂等，大概祇有輕量屋頂，而無分間牆壁，在空襲的時候，最不宜作躲避之用。其實在空曠的地方，比較在這些建築物的裏面，要安全得多。此在普通人看來是不明白的，他們誤認此等房屋有厚牆而無窗戶，足供防空之用，其實恰正相反，廣大的牆面，最易受爆風力打擊。

普通鋼骨混凝土造成的，供商用或工業方面辦公用的高大建築物，因其升降機坑與樓井等處，具有相當的防空能力，如結構上許可，不妨改作防空避難室。此外因其避難地點之接近，使安全感提高，故在空襲期間，辦事人員的工作效力，便不致減低。

上述地點作為避難室甚為相宜，因為關於樓井部份的建築規則，大抵規定四周牆壁須為實心結構，俾可支持大量載重，並須兼能防火。在升降機坑中的避難所，其優點為防禦破片貫穿的面積是極小，且命中可能性也極少；不過樓井的出口處，須能抵抗烈性炸彈的爆風力和破片力，最好還能防毒。

然而，此項樓井和升降機坑，有一個大缺點，就是在轟炸期間，不能供人長久佔用。

鋼骨混凝土建築，因其中牆壁，樓井，升降機坑等部份，均頗堅實而強固，當然最合避難所的條件。

至於原有的鋼骨混凝土房屋，如政府或市政機關，以及商用辦公樓等，則可在底層內，選一適當的房間或走廊，將其改為避難所的用途；這一點，在結構上是辦得到的，而且所費無幾，但須儘量利用房屋本身的防空能力。在房屋擁擠的城區，上項辦法甚為適用，因為沒有餘地來建造完善的防空避難所啊。

避 難 室 的 保 護

在原有房屋中選擇避難室，其式樣與地位，頗為重要。問題是：毒氣，燃燒，破片，空氣壓力，摧毀力，與氾濫等，那一項算是最厲害的危險？是否此等危險都是一樣嚴重，須一概加以防禦？如同意後者的話，那麼，究竟是地下層，一層或二層，方為避難室最適當的地點？

在空襲時期，一般重要的實心牆建築成的房屋，可採取下列的

防護手續：

(1) 天井內臨時性質的房屋，必須出空。

(2) 接近屋頂樓與水櫃的上層房間，必須出空。

(3) 房屋的任何部份，由於地位關係，或許要遭到碎磚破瓦的打擊，必須出空。

(4) 築於屋面上的水櫃，遇有空襲警報，須立即將水放盡。備而不用的水櫃，須設於該項避難室中特別安全的部份。

(5) 所有地室的窗戶，以及其他暴露於外的孔眼，均須以沙袋保護之。請記住：沙袋比鋼蓋板更有防禦彈片的效力。

(6) 外牆和天井四周，至少在十五呎的高度以內，須加以保護。

(7) 所有外牆門口，須儘量縮小之，以備添築防禦工事。

(8) 至於重要的多層建築，在飛機轟炸時，工作人員應退出地下室，由於下列三種危險：

(1) 總水管的破裂而生氾濫。

(2) 濃厚毒氣的下降。

(3) 工作人員遭破碎磚瓦的襲擊。

(9) 特別是沿走廊處的避難室，宜盡量用活動隔牆分成數部份；這樣，破片，燃燒，空氣壓力等，便可限於局部，凡關有避難室各層的升降機口和樓梯口，也可用同樣的活動遮蔽物擋起來。

(10) 凡關有避難室各層所有之窗，須用遮蔽物或沙袋擋住，以防破片和空氣壓力。

(11) 與外間空氣壓力直接相通的壁爐與其他孔眼等，必須使

之防毒。

(12)凡關有避難室各層的牆壁，門，防禦遮蔽物，反光表面等，均可刷以白色油漆，使避難室在佔用時，有充分的光線射入。

(13)在二層樓或三層樓上的避難室，雖在濃厚的毒氣帶以上，還是難免要遭受襲擊的。一旦上層建築被毒氣彈命中，則避難室上部，就勢必要受毒氣的侵入，故該室一切窗戶均須預為防護。

(14)避難層所有平頂，必須加強之；或用支持物撐住，以能抵抗每方呎五百磅的載重為限。較高一層之平頂，普通係吊起的鋼絲網與灰泥所構成，則須再覆以鋼絲網，以防巨塊灰泥墮落傷人。

房屋的分析與避難室的選擇

就重要建築物而言，凡其中擬闢避難室者，應加以精密的分析。建築物的檢視，工程計算書的查勘，以及避難室的佈置等，均須非常詳細，並須包括以下各點：

- (1)建築式樣。
- (2)四周界線，與附近房屋的種類及用途。
- (3)結構特點，如層數，屋頂，交叉的牆壁等。
- (4)地下室的數目，深度，面積等。
- (5)高樓，坑井，烟囱等數目與細樣。
- (6)水櫃。
- (7)電線，自來水，煤氣等管子。
- (8)燈與暖氣裝置。

(9) 天窗與牆洞。

(10) 天井的數目與細樣(連通地下室的低地在內)。

(11) 升降機坑。

(12) 樓梯間。

此外，須略為估計建築物所遭種種可能的空襲影響。至於較為重要的實心牆築成的房屋，大概有下列各特點：

(1) 該項房屋因外牆厚，故頗能抵抗強度氣流壓力。

(2) 如有炸彈在屋面上爆炸，則可擊落大量磚石，(在屋面上磚石等重量，平均約為每方碼二百二十四磅)。此項摧毀力可與烈性爆炸彈的破壞力相等。

(3) 該房屋的較輕部份，大都被氣流壓力毀壞。

(4) 築於天井中的臨時房屋，極難保護。

(5) 接近樓搭的頂層房間，是非常危險的，因塔和房屋本身，都有被摧毀的可能。

(6) 由於自來水管子的爆裂而氾濫，故尋常地下室，處境極危。

獨 立 避 難 所

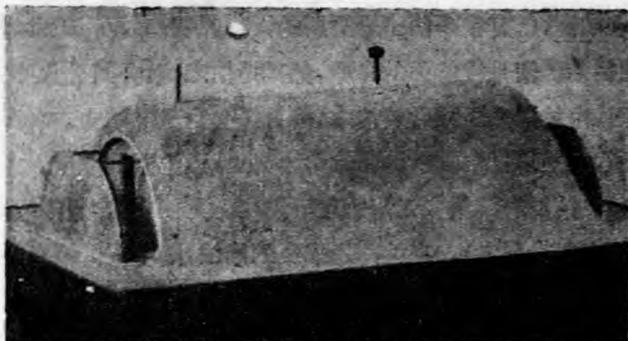
往地下室躲避時易於遇到的危險，已在前面予以敘述，現在要講一種重要的地面上的避難所。此項避難所具有最大限度的防空能力，除非被重量的烈性爆炸彈命中。我們知道，對於這種成本極昂的重量炸彈，要徹底防禦其命中破壞，在經濟上是辦不到的，好在它的命中機會甚微，大可置之不顧。

在歐洲，已有很多防空避難所的計劃，設計者更保證此等避難所，能絕對防禦飛機炸彈的命中，然其造價之高，亦真令人咋舌；主要原因，由於掘土工程過於浩大，而且需要巨量混凝土。此類地下避難所，雖足以抵禦多數炸彈的命中，但易遭氾濫的危險，或毒氣的侵襲。將原有建築第二層或第三層中的房間，改作避難場所（如某數國家所提倡者），也並非是安全的辦法；因坍塌的屋頂，樓板，牆壁，和其他從炸毀處摔下來的磚石，皆能發生危險。

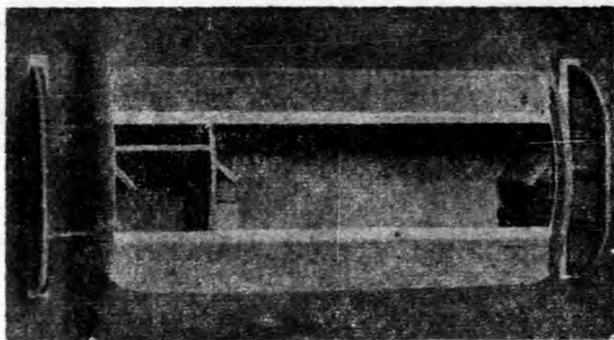
我們所需要的，是一種防毒，防破片，防爆風，與防燒夷彈的戶外避難所，或是一種建於室內的避難所；二者皆須築於高出地平線的地點，並須使人心理上有安全的感覺，但又不致與地下避難室，或防空壕之易遭氾濫，毒氣，頹垣斷瓦等嚴重危險；上項危險，在空中佔着最可怖的地位。

簡單與經濟，加上最高的破片、爆風、毒氣、燃燒等防禦力，全是避難所設計的基本要素，此項設計，有希望叫防空機關，地方當局、工廠、公司等，為保護其工作人員，以及豢養家畜者為保護其牲口，而考慮到大量建造。避難所的設計，須根據實驗為原則，切勿近於幻想，更須非常簡單，佔地極少，建造尤須容易而迅速。第十圖是一種有效的戶外獨立避難所。在承平時期，可改作其他用途，而且容易構築，造價低廉，特別宜於防空之用，下列各場所，均須建造之：

- (1) 普通家庭。
- (2) 公寓。
- (3) 工廠。
- (4) 學校。
- (5) 醫院。
- (6) 警務，消防，與公用事業等機關。



第十圖A 外部流綫型的鋼骨混凝土拱形避難所。



第十圖B 同上俯視圖，表示剖面與內部佈置。

(7) 易遭空襲的公園，廣場等。

(8) 擁擠的住宅區。

(9) 後方的軍隊駐紮點。

關於地板面積與通風設備，這種戶外避難所均能符合防空當

局所定的標準，即每人所佔地板面積約 5.5 方呎，以便休息及稍事活動；一人就檯桌或小機器工作，約佔地 50 方呎；在緊急時刻，每人約佔地 3.5 方呎，以便站立。如根據上述標準，則每座避難所可容之人數如下：

(甲) 五人就檯桌或機器工作。

(乙) 五十人坐下休息。

(丙) 七十五人站立。

(丁) 十人以上之家庭，在較長時間內，不致感到侷促。

這是一種英國式的設計，分爲下列二種：

(甲) 獨立戶外避難所(見第十圖)。

(乙) 戶內避難室。

以上二種避難所，是根據防空標準而設計的，並經英國內政部防空司核准，即：

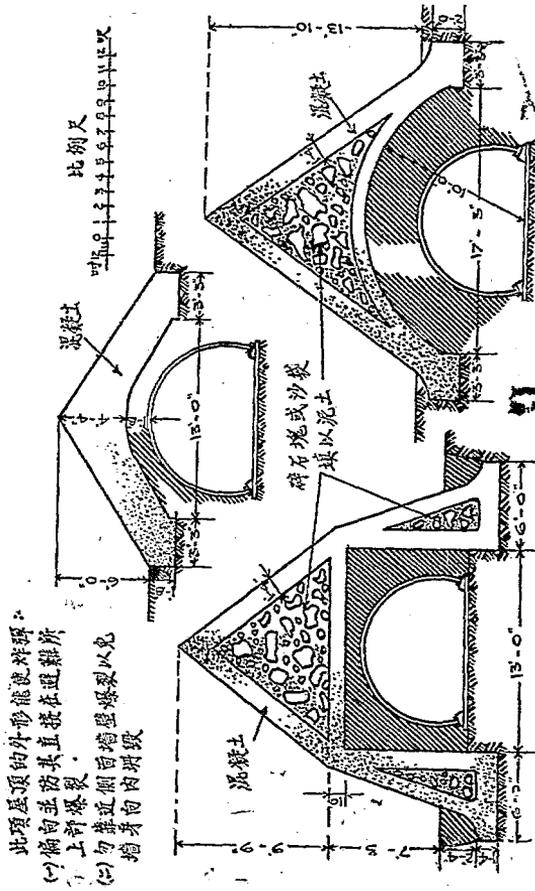
(1) 六吋厚混凝土，用以防禦輕量燒夷彈，毒氣彈的命中，以及重量炸彈的破片與爆風。

(2) 十五吋厚鋼骨混凝土，用以防禦廿二磅以內較重的燒夷彈，毒氣彈的命中，以及重量炸彈的破片與爆風。

(3) 十五呎厚鋼骨混凝土，用以防禦一切的空襲破壞力，包括五百磅以上烈性爆炸彈的命中。

這種避難所的主要特點爲：

(1) 鋼骨混凝土拱外殼，係由狹的肋骨形鋼骨混凝土片用螺栓釘合而構成，所以易於輸送，且配合與拆卸，均感簡便。



第十一圖 防禦炸彈命中的獨立避難所。

(2)流線式外形,對爆風具備最小的抵抗,並有最大的掩蔽作用,以避敵機發現。

(3)金屬綿製的防護屏,用以抵禦破片與爆風。

(4)此種鋼骨混凝土肋片釘合的拱結構,對於戶外或室內避難所同樣適用。

這一種避難所,不僅簡單與價廉,而在承平時還可供汽車間,儲藏所,辦公室,工場等之用;所以一般易遭空襲打擊的國家勢必予以普遍採用,這確在我們的意料之中。

第十一圖為三種戶外獨立避難所,都能使烈性爆炸彈偏向而滑去,並能防禦破片、爆風、與燃燒,然因所需混凝土與碎石塊過多,故造價頗高。

爆炸聲的排除與減少

進一步的處置,如減少房屋或避難所中的炸彈爆炸聲,在目前還不能視為十分需要,何況又不易達到目的。凡普通表面之具有高度吸音能力者,遇有毒氣侵襲,即可變為危險物。這種表面極易吸收毒氣,尤其是芥氣,一旦遭毒氣沾染,其危險性歷時頗久。

至於有隧道作出入的地下隱蔽所,外面的爆炸聲,是不易傳入的。然築有鋼骨混凝土進路的避難所,由於堅硬混凝土表面反射聲波之故,當然爆炸聲就要延長時間了。在牆面上鋪以吸音材料來緩和聲音的強度,也未必有顯著的效果;最好用金屬綿遮蔽物,或別種類似的消散物,以防強烈音波的傳入,比較上是適宜的辦法。

第十一章 城市計畫與防空的關係

城市計畫與房屋位置，對於空襲破壞的範圍上極有關係，如果忽視這一點，勢必引起嚴重而難以補救的錯誤，包括生命與財產的大受損失。

城市遭飛機轟炸蹂躪，其中爆風力的破壞，大抵佔最重要的地位，狹長街道兩旁的擁擠房屋，尤其易受爆風壓力波的打擊；狹長街道是引導此項壓力波至很遠地點的凹槽，凡面對此種凹槽的建築物，即使離開爆發處很遠，也極易全部被毀。

易遭空襲的城市，須特別注意此項爆風力。凡狹長而垂直的街道，如無可避免，則須在可能範圍內建造微小的凸出部份，以分裂其連續線，藉使爆風壓力波偏向與消散。此外，如屬可能，則屋頂形狀，須改為流線型。

城市計畫與工業建築的佈置，為一國的防空政策所支配；下面敘述的，不過是其中顯著的一般原則而已。

計畫城市，務須設法保留最多的空地，以備建設公路，花園，廣場，馬路等等。

關於城市中空地的擴充以及關於用寬闊的廣場，花園，街道來隔開建築物，為城市計畫者所應注意，其目的有二：一，減少炸彈的命中；二，阻止燒夷彈所致火災的蔓延。

工業地帶的形成：工廠建築的過於集中，與公共建築，如銀行

等的集中，均須避免之；因此等房屋，全是敵機的主要目標。其他顯著的目標，如炸藥庫，電力廠等，如屬可能，則須造在地下。

一切公共性質的建築，如營房、學校、醫院、機關，與其他房屋之不特別需要位於城市中心者，都應該築在郊外區域；因為在戰時，城內的公共機關，大半要被迫停止活動，某種醫院，亦不能作為傷兵醫院之核心。

關於這一點，有人認為造在市區中的大醫院，與其他類似的公共機關，由於地價的昂貴，就經濟上看來，甚不合算，在衛生方面，亦不相宜。

有一種建議，是城市中的醫院，須建於離市中心約一二十哩的地帶上。城中各處的死傷清除站，須組織完善的救護汽車隊，俾與上述醫院保持聯絡。這一辦法，使病人和戰時死傷者的輸送方向離開中心，而非如目前之趨向中心。

在飛機猛烈轟炸時，上項辦法的益處，就非常顯明。現下的反對論，雖然為數很多，而又相當重要，但與戰時的益處比較，便毫無一駁的價值，況且，無論平時或戰時，在現代交通的喧嘩聲中，醫院與其他公共機關，正需要寂靜的環境呢。

重要建築，尤其在空中易於認明的孤立房屋，如營房，電力廠等，其外形須和四周房屋相像，任何顯著或不同的特點，皆須避免之。然在城市中心，劃一的類似性，反不甚緊要，因房屋太多，故難於一一辨認。

在圍有牆壁的天井中，如遭炸彈爆發，其影響所及，尤其猛烈

驚人；所以天井與庭院等，須極力避免之，如果可能，房屋的布置，須採取下列形式：



原有的重要場所，如發電廠、煤氣櫃、油池等，由於其地位或構造關係，特別易受損害，故宜施以偽裝，以免被飛機發現。將特殊目的物的外形，與其周圍環境混合一起，務使其宛似自然地形，如此，則偽裝效果，就可獲得。或者，將其真相加以隱蔽，使其外表類似無關緊要的目的物。如欲偽裝重要的商業建築，工廠，燃料貯藏所，火車站，橋樑等等，則專家的指導，切不可少。偽裝是一種精巧的技術，在施行時須非常小心。上次大戰時此項工作，大概委託藝術家辦理，故切勿由毫無經驗者嘗試之。在地下建造道路，廣場，公園，與重要房屋等，顯係難於實行的事，所以如屬可能，不妨多種植參差的草木，以便施行偽裝。

住 房

防空問題之中，不可忽略城區住房的分布；為減少空襲的損失及危險起見，房屋的距離和位置極為重要。房屋的正面間距離，最好大約與其背面間距離相等。

普通按城市計畫規定而建之房屋，由於分散與稀鬆的原故，在整個方面看來，當能避免烈性爆炸彈的打擊。至於郊外的住房，由

於地位的孤獨，鮮有遭受炸彈的命中，所以危險性是要少得多了。

公寓建築，與密集於同等地面上的住房比較起來，前者具有相當的防空價值，倘使造高之後，還有較高的防禦能力。漢斯·曉資培格 (Hans Schoszberger) 曾在其所著房屋的防空一書內，提出一種節制房屋密度與高度的方法，藉以減低住戶所受的危險，惜其內容過於專門，故不贅述。

危險的區域

市內凹處或洞穴裏面，有積聚濃厚毒氣的危險。因此，地方當局，得用其管轄區的地形模型，來指出此等危險區域。至於易遭氾濫的地方，亦可用同一方法定其界限。在人烟稠密地方的巨大總水管，一旦破裂時，易使街面下發生氾濫；故地方當局，須將地下排設的自來水總管，陰溝等，予以系統的研究，俾可劃出：

(甲) 氾濫區域。

(乙) 安全區域。

第十二章 主要公用事業

關於主要公用事業與市城計畫的關係，有下列諸要點：

照普通規則，凡是總管子，都不可接近地面（煤氣總管子除外），須埋於地下隧道中，在重要地點，上面並須加以保護。煤氣總管，不可如其他總管之埋於類似的隧道中。

自來水 在地面下築造水櫃，普通容量為五百至一千立方呎，相隔距離，勿超過一千五百呎。新房屋庭院地下的小水櫃，其容量約一百至三百立方呎，可與上項一串水櫃連接起來。

電 遭空襲時，為電燈與電力幹線等易於修理計，可儘量增加發電廠，分廠等之間的交通線數目，但勿使設備費用太高為限。

煤氣 為經濟的理由，要使煤氣製造廠不集中一處，尤其是建有近代蒸餾廠者，原是不可能的。可是新建煤氣廠的位置，如屬方便，應儘量離開人烟稠密的中心。但煤氣櫃常能有利的分置各處，即郊外的供給站，可增加其數目。此項辦法，足以改進本身事業，平時有益公眾，戰時可減少空襲威脅。總管與煤氣櫃的數目，如宜於擴充，應極力擴充之。

主要公用事業的保護與維持 主要公用事業，如自來水、電、煤氣等，在戰時須加以保護與維持，這是不待言的大事。所以在承平時際，必須確定種種計畫，俾戰時得應付裕如。此項計畫如下：

(甲)保護主要供給來源。

(乙)保護傳送與分布系統。

(丙)維持最低限度供給。

在敵機空襲期間，即使地方當局努力維持各主要公用事業，但正常供給，或許會大為減少。自來水、煤氣、電等三者，因住家與工業方面的廣大使用，一旦中斷，當然就發生恐慌。這樣看來，在緊急時所能維持的最少供給限度，須予以最謹慎的考慮。嚴重局面的形成，往往起於主要供給來源的被毀。所以一切可能的辦法，再在某種區域內，加以採用供給網系(grid supply system)應受嚴格的檢討。

自來水供給的保護 保護貯水池或其他水源，以防敵彈襲擊，是極感困難的；然抽水機廠與分布系統中的重要機器，頗能施以局部的保護。此項保護方法，須包括防禦破片與爆風，最好連防禦炸彈命中在內。在緊急的時候，須極力利用當地隨手可得的材料。

使自來水染毒一回事未必能實現，雖然敵人或可將某種砷化合物或細菌投入自來水中，以達下毒目的。這種工作，大概不會由飛機執行，但或許會出於當地間諜奸細的破壞。若貯水池偶然被毒氣彈擊中，也未必能使自來水發生嚴重的染毒，所以在實際上，防毒一項不是真正需要的。

普通自來水的供給地點，最能遭受重大損害，平時必須預先籌畫對策，俾緊急時得保持最低限度的水量，以應付居民需要。除住家與工業方面用水之外，滅火與消毒所需的耗量甚大，這是應當注意的。

一切可以替用的水源，均須預定，並善加檢驗，俾貯水池、抽水機廠、或總水管遭大規模破壞，以致不可修理時之利用。

煤氣供給的保護 雖然煤氣並不如水之不可少，但在空襲時，應同樣予以保持，自屬毫無疑問；因為除照明街道，與作為工業方面熱源等用途之外，其在居民的廚房，醫院，與類似的場所中，已成為主要的烹飪工具之一。

關於煤氣廠的位置及其供給系，須隨時顧到防空上的需要。有時，彼此接近的大廠，因可互相供給，故甚為有益。但新建煤氣廠，為安全起見，首須避免過度集中；此外，如補充的便捷與養廠的布置等問題，同屬重要，亦須在防空方面加以考慮。平時煤氣單位定價，當然須儘量低廉。但在另一方面，為安全措施起見，雖在經濟上有重大犧牲，亦是值得。總之，如經濟方面無重大困難，則防護工作實為決定因素。

為煤氣廠準備充分的防護，確有很大的困難，因此等機關，是敵機明顯的目標，何況轟炸所起的影響，尤萬分嚴重。第一種防護方式是偽裝，凡是能遮蔽空中視線的人造或自然方法，或使航空員不易認明其性質的方法，皆宜於採用。

為煤氣廠計畫防禦炸彈的命中，乃是不能實行的，但是大可設法使破片與爆風的影響減小至最低限度。這對於巨型煤氣櫃，尤為重要，因爆發時足以毀滅廣大地區。

將所有地下密佈的煤氣管予以總的防禦，也是不能實行的。但是在險要地點，凡屬可能，均應施以局部的保護。在敵機轟炸時，煤

氣總管勢必蒙受巨大損失。

電供給的保護 特別是在郊外區域，今日電已是住家、工廠、醫院、電話局、警察局、救火會與交通管理機關的主要發光來源；此外，電還用作街道照明和機器的發動力，真是有增無減。由於電用途的廣大與其必需性，若供給方面，一旦遭受破壞，非但日常生活要感到痺麻，就是空襲時必要的種種對策，也遇着阻礙而無可實行。所以，保護或補足其供給的方法，最爲吾人重視。

城區產電，爲經濟上的理由起見，一竟集中在一二巨大的電廠，故防空條件，極感不足。此等龐大電廠，一旦停止產電，其影響所及，是非常廣大的。即使憑藉技術上的熟練，可以將其他小電廠傳來的電流，接入發電的幹線中，然於整個大局，實無顯著效果。普通龐大的發電廠，其地位與外形，常是敵機易認的目標，並易遭炸彈命中的破壞。是以發電廠有一新發展，對於防空要點，首須加以注意。

電流之用於工商業方面者，在緊急時，可歸用戶自己處理；平日須擬就計畫，以定消費的多寡，更須實行必要的節制。有時重要場所，宜裝置蓄電器，發電機等，俾在短期內，或電力減低時，能自己供給電流。

發電所與其險要地點，必須能抵抗破片和爆風。裝有重要機器的房屋，除能防禦爆風與破片外，更須充分強固，以耐震動；屋內最易蒙受損害的部份或機器，應施以特殊的保護。

因發電廠係明顯的目標，故爲偽裝設施不可缺少，藉以遮蔽敵

方航空員的視線。

芥氣對於機器，未必有險惡的影響。因此，發電廠與其他工場等，並不一定要防毒；然油類易於吸收毒氣，故於工作人員，頗有危險。

電纜、變壓器等，最易遭敵彈的破壞，但後者可局部保護之，以防爆風與破片。

第十三章 細菌戰爭

細菌戰爭的基本目的，是在敵國內散布疾病，摧毀其民氣，以瓦解其人民的抵抗。

防備細菌戰爭威脅民氣，其法莫善於充分教育大眾，使能準確估計其利害。

1921年開華盛頓會議時，有幾位科學家曾經研究細菌戰爭的可能性，他們的見解有下列四點：

(一)細菌戰爭的效果，不單限於一個國家或人羣。

(二)攻擊者與被攻擊者，同樣要遭傳染的危險。

(三)現代自來水的過濾與處理，能使普通城市中居民澈底防禦傷寒與霍亂。

(四)今日衛生學與微菌生物學的充分知識，大可限制傳染病的蔓延。

美國科學家福克斯 (Fox) 曾著文敘述細菌戰爭，並將細菌攻擊的方法分為三種如下：

(甲)傳染病。

(乙)藉子彈或炸彈染毒於傷口。

(丙)將構造物或材料染以細菌。

他認為(甲)種不適於戰爭，因現代治療法能預防急性疾病的蔓延。

他認為(乙)種不可實行。

他認為惟有(丙)種尙可見諸事實，但未必被人採用，因同樣使用毒氣反較便當。

凡有聲望的作家，莫不在道德的立場上，譴責細菌戰爭；此外，他們認為一般中立強國，一旦蒙受不利影響，勢必挺身而出，來阻止此項戰爭。

科學家反對細菌戰爭，其理由有三：

(一)如攻擊者能夠散布病菌，則最後其本身也不免引起反應。

(二)欲使敵方人民全染病毒，在事實上是辦不到的。疾病的發生，絕非偶然，而基於時節，地方，與情況。

(三)在空襲時使用培養細菌，就技術上看來是不可能的。此等細菌過於微弱，故不能用於炸彈；而可以使用的微菌，則又缺少必要的毒質。

所以，我們敢斷定，用菌作空襲的武器，事實上難以見效；直到目前，由於實際困難的無可克服，細菌已不能用於戰爭了。

第十四章 破壞處的修理

殘物的清除

戰爭一旦爆發，因敵機猛襲城市，故破磚碎瓦勢必隨地皆是。此項殘物的清除，實在是件困難的工作，何況工作人員與設備，未必立可用以對付如此大量的破壞。因此，重要道路上祇限於清除殘物，在危急時保護建築物與其他類似工作活動之用。

殘物的清除，與運輸甚有關係；此項工作，須與道路的修理包括一起，最好歸地方當局負責，俾得利用本地工程師或測量師監督之下的原有的公路修理機關；況且這些機關，已備有必要的工作人員，輸送工具，應用器械，並可於緊急時，藉本地資源加以迅速的擴充。遭空襲破壞的地點，大概是參差不齊的，有些地方蒙受重大損失，有些地方則微遭打擊。後一地方的修理人員與器械，可組成一後備隊，在管理當局指揮之下，如任何地點需要增援，即可調往服務。要工作進行順利，必須與建設方面的工程人員合作，因為他們不但能供給幹練的技術人員，並且還具備大量的工具。

道路的修理

在空襲的時候，道路的修理應該包括煤氣、電、自來水等總管的修理。在大多數的區域，此等主要總管均埋設在地下，或非常接

近路面，故地下總管須修理完畢後，始可輪到道路的本身。

道路修理隊與殘物清除隊，在必要時，必須同時能處理陰溝的損壞。地下暗渠亦須顧到，但由於深入土中的原故，地面通常比別種管子具有較高的防禦能力。

飛機轟炸的時間一長，道路所罹損害必遍於廣大部份。故主要道路必須先行修理之。開闢代替路線以利交通，這一點亦頗為重要。

重要橋樑必須特別加以保護，務須在可能範圍內使其長期通行無阻。

有時因缺乏工作人員和材料，對於其他道路自必延遲修理，須待形勢較為和緩時，始可進行工作。已經被毀的自來水或煤氣總管，必須立即修理之，以防自來水或煤氣過於浪費，致受更大損失。

修理之急速進行，全賴工作人員與材料之即刻可得。在普通城市中，應急的勞力與材料，大概立時可以利用，在短時空襲期內當能維持主要道路及公用事業的進行。然空襲一旦延長，局面就不易控制，致公用事業和交通多半要停止活動。

由此看來，在承平期間須努力準備，以便緊急時可應付裕如，因此時供給問題之發生困難，誠非吾人所能設想；所以本地資源，必須竭力利用之。在戰時，一切修理工作，未必能符合平時的標準；然惟一目的，仍在完成此項臨時的修理工作，俾受損的道路、建築物、公用事業等，得安然供人利用。

楊孝述主編
中國科學社科學畫報叢書

城市防空

中華民國三十年七月初版
全一冊實價國幣捌角伍分

版權所有 翻印必究

原 著 者	英 國 J. T. Muirhead
譯 述 者	黃 立 之
發 行 人	楊 孝 述
發 行 所	中 國 科 學 公 司
印 刷 所	上海福煦路六四九號

1