

戰時常識叢書

戰地工程

馬地泰著

商務印書館發行

188
298
3



3 1763 9109 6

馬地泰著

戰時常識
戰地工程

商務印書館發行

戰地工程書

我們要用最新的科學

的工程抵抗民族敵人

馮玉祥題



序

本書初稿，完成於去年五月九日，正是意大利宣佈併吞阿比西尼亞的一天，也就是我中華民國的國恥紀念日。其後請曾世英先生校閱，遵照他的意思，修改一次。後經訓練總監部審查，於今年四月二十九日，奉編字第一二二號批，准許出版。待稿發下，又修改了一次，編成現在的形式。

戰爭原是殘酷的野蠻的行爲，但當敵人的槍對準我們放，敵人的刀對準我們戮的時候，我們爲民族的生存，爲祖國的光榮，作除暴的抗戰，那是正義的鬥爭，神聖的舉動。方今國難益亟，凡我國民，不能沒有準備。著者鑒於工程在戰時的重要，而關於戰地工程的書籍，坊間尙無，（最近沈君怡先生譯戰時工程備要，頗可參考。）於是不揣愚陋，編纂成書，以供非常時期之參考。

術者本想取 Mitchell 之 Army Engineering 而譯之，但該書有三大缺點：一、編制雜亂，太欠嚴整；二、簡略處不易明瞭；三、有許多地方，不合我國情形。於是重爲改編，刪其繁者，補其略者，加以其他有價值而適合於國情之材料，務求便利閱讀，切合實用。第恐不免錯誤，尙祈賢達教正。

本書承馮副委員長題詞，曾先生校閱，謹此誌謝！

民國二十六年六月著者識於上海復旦大學

本書之主要參考書

Mitchell's Army Engineering; 1936 訂正本; Society of American Military Engineers 出版。

The R. O. T. C. Manual, Engineers, Basic; 1935 訂正本; The Military Service Publishing Co. 出版。

交通學教程; 民國二十三年改訂本; 中央陸軍軍官學校編著。

築城學教程; 民國二十年改訂本; 中央陸軍軍官學校編著。

架橋教範草案; 民國二十年十一月公佈; 訓練總監部編。

輕便鐵道教範草案; 民國二十一年七月印行; 訓練總監部編。

築營教範草案; 民國二十二年八月印行; 訓練總監部編。

德國野戰築城教範; 陸軍工兵學校譯。

簡易測繪; 民國二十四年三月新版本。

關於偽裝之研究; 民國十八年初版本。

以上八書係南京軍用圖書社發行。

趙元益譯，行軍測繪

汪振聲譯，營工要覽

徐壽譯，營城揭要

江南製造總局印；出版年月不可攷。

原著者皆英人。

孟廣厚編，戰時的鐵路；民國二十五年二月初版本；中華書局

出版。

交通雜誌。

道路月刊。

目 錄

第一章 測繪	1
1. 測繪之重要	1
2. 戰時之測繪工作	1
3. 距離測量法	2
4. 角度測量法	3
5. 高低測量法	7
6. 繪圖法	8
7. 縮尺	9
8. 標題	11
9. 符號	11
10. 方格座標	12
11. 圖之內容	14
12. 道路圖	14
13. 鐵道圖	15
14. 河流圖	16
第二章 道路	18

15. 道路之重要	18
16. 戰時的築路工作	19
17. 道路之分類	19
18. 戰時建築的道路	20
19. 泥路	22
20. 碎石路	23
21. 木板路	24
22. 建築工程	25
23. 護養工程	27
24. 地雷坑	29
25. 礮彈穴	29
26. 運輸需求量	30
27. 道路供給數	31
28. 速算條件	32
第三章 鐵道	35
29. 鐵道之重要	35
標準軌距鐵道	35
30. 標準軌距鐵道	35
31. 鐵道之建築	36
32. 建築人工	38

33. 建築材料.....	39
34. 鐵道之護養.....	40
35. 戰時之鐵道管理.....	41
36. 時間表.....	42
輕便鐵道.....	44
37. 輕便鐵道.....	44
38. 機車與車輛.....	46
39. 輕便鐵道之建築.....	48
40. 建築人工.....	50
41. 建築材料.....	51
42. 輕便鐵道之護養.....	52
43. 輕便鐵道之撤收.....	52
44. 輕便鐵道行車之管理.....	53
戰時鐵道之破壞與保護.....	54
45. 鐵道之破壞.....	54
46. 鐵道之保護.....	55
第四章 橋梁.....	57
47. 橋梁之重要.....	57
48. 戰時之橋梁建築.....	57
49. 戰時建築的橋梁.....	59

50. 橋梁之構造.....	60
51. 橋座.....	60
52. 橋床.....	60
53. 橋墩.....	65
54. 桁架橋.....	66
55. 木樁橋.....	68
56. 斜撐橋.....	71
57. 柵箱橋.....	71
58. 桁架橋.....	72
59. 吊橋.....	72
60. 浮橋.....	72
61. 筏橋.....	73
62. 輕便礮行橋.....	74
63. 建築人工.....	76
64. 原有橋梁之利用.....	78
65. 船、筏、灘、冰.....	80
第五章 築營	81
66. 軍隊之營宿.....	81
67. 軍營設計之要則.....	81
舍營.....	82

68. 舍營	82
69. 舍營地之選擇	82
70. 營房	83
71. 病房	85
72. 馬廄	85
73. 廁所	86
儲藏庫	88
74. 儲藏庫	88
75. 儲藏之面積	89
76. 儲藏之房屋	90
露營	90
77. 露營	90
78. 露營地之選擇	91
79. 營幕	92
80. 營舍	93
給水	94
81. 給水	94
82. 水量與水質	94
83. 水源之選取	95
84. 築壩	97

85. 鑿井	97
86. 淨水法	98
第六章 築城	101
87. 築城	101
88. 築城之目的	101
障礙物	102
89. 障礙物	102
90. 絆網、繫蹄	103
91. 鐵絲網	103
92. 鹿角	104
93. 拒馬	105
94. 木柵	105
95. 陷坑	105
96. 氾濫	106
戰壕	107
97. 戰壕	107
98. 戰壕之斷面	107
99. 戰壕之經始	110
100. 戰壕之障壁	110
101. 戰壕之排水	111

102. 掘壕之用器	112
103. 掘壕工事	113
104. 戰壕之掘築	114
礮壘	115
105. 礮壘	115
106. 礮火防禦	116
107. 礮壘之建築材料	116
108. 礮壘之防水工程	117
109. 礮壘之基礎	120
掩蔽所	120
110. 掩蔽所	120
111. 掘開式掩蔽所	121
112. 坑道式掩蔽所	122
113. 掩蔽所之防毒設備	123
第七章 河港	125
河道之通性	125
114. 河道之通性	125
115. 河水之流速	126
116. 河水之流量	127
117. 河流之攜挾力	128

河道之治理.....	129
118. 河道之治理.....	129
119. 護岸.....	130
120. 束流.....	131
121. 塞支強幹.....	133
122. 裁灣取直.....	134
123. 浚濬.....	135
124. 化河爲渠.....	137
洪水之防禦.....	139
125. 洪水之防禦.....	139
126. 造林.....	139
127. 蓄水.....	140
128. 隄防.....	140
港灣.....	141
129. 港灣.....	141
130. 港灣應具之要件.....	141
131. 外港設備.....	142
132. 內港設備.....	143
第八章 偽裝.....	144
133. 偽裝.....	144

134. 偽裝之要點	145
135. 偽裝材料	146
136. 各種設備之偽裝	147
137. 假工事	151

附 錄

軍事委員會委員長行營修正軍工築路暫行準則.....	153
---------------------------	-----

戰地工程

第一章 測繪

1. 測繪之重要 孫子曰：『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。』又曰：『不知山林險阻沮澤之形者，不能行軍。』可知地形對於軍事之重要矣。欲知地形，必先得有地圖。因為地圖能顯地面各物之方位，并各處之險要。一切戰守計策，如列陣、圍攻、移兵、屯營等，皆可由是而定。故為將者，應能於倉猝之際，一覽地圖，即知山川遠近阨要所在而了然於心胸之間。但地圖之成，由於測繪，故測繪為軍事之最重要最基礎之工作。

2. 戰時之測繪工作 測繪工作，即是測量繪圖；將地面各物，或天成或人造，如山谷、江河、城池、路橋等，測量而得其相互的位置高低，然後移置紙上，成為地圖。

測量工作大別為二：一測各物之相互方位；即測角度與距離。二測各物之相互高低。測角度用經緯儀，測距離用卷尺，測高

(南)

低用水準儀，此種尋常的測量方法，專書論述者甚多，學者可自參考之。戰時之測量，基本方法與原理，與普通者無不同，惟為情形所限，實行不無改變耳。因為在作戰時候，大敵當前，從容精測，勢所不能，而需用儀器，又往往未備。所以戰時測量，要以用簡單儀器，在倉猝之際完成，而不失相當準確為能事。雖然，如建築城堡、營壘、房屋等事，必先有精確的測量，是與尋常者無異，本書不縷述焉。

3. 距離測量法 倘有經緯儀且距離不遠，測量距離之最迅速方法，為視距法 (stadia method)。用視距法測距離，公式如下：

$$D = \frac{f}{i}s + (f+c)$$

D為水平距離，s為二距絲所指測桿上之距離，稱桿距 (rod interval)， f/i 與 $(f+c)$ 為二常數，因儀器而異，通常 f/i 為100， $(f+i)$ 為1呎，或自0.23至0.38公尺。故如桿距為一呎半，距離即等於 $100 \times 1.5 + 1 = 151$ 呎，桿距為64公分，距離即為 $100 \times 0.64 + 0.30 = 64.3$ 公尺，法至便也。

若距離遠，或無經緯儀，而為簡便計，則用步測法或音測法以得概略距離。譬如，欲測與某處之距離，向某處步行(或騎馬)，計其步數，以平均步長乘之，即得概略的距離。步測法於軍用測量，為用甚大，亦有種種儀器，可以應用，如步數計、步程計、輪轉

計等。步數計狀如時錶，可藏於身邊，每人行一步，其指針因步行之震動，向前推進，故可從指針之所示，知行走步數。步程計狀似步數計，惟有訂正螺絲，可依步長訂正，使其指針所示，即為距離長度。輪轉計繫裝於車輪，以計車輪之旋轉數，若用輪周乘之，即得距離長度。

音測法，即利用音之速度以測量距離。在尋常溫度，平靜之空氣中，音之速度約為每秒340公尺或1100呎。故若令一人在遠處放槍，當見其火光，即計算時間，至聞槍聲而止，將其間秒數乘以音之速度，即得距離之概數。若無時錶計時，可按脈膊以計之，脈膊跳動，大約每分七十五至八十為常。

又有用人目視力，測定距離之粗法。若天氣晴朗，大約相距二千二百公尺，視人馬如細點；相距一千二百公尺，視馬已能清楚；相距八百公尺，人之行動能見之；相距四百公尺，視人首已能清楚。不過目力因人而不同，此法極不可靠。

4. 角度測量法 測量角度，莫便於用羅盤儀。羅盤儀中之磁針，有定向之性。任何直線與磁針所成之角稱方位角(bearing)。從各線之方位角，便可測得彼此相互間之角度。羅盤儀輕便易帶，行軍常用之。關於羅盤儀之構造，以及用羅盤儀之測法，各種測量書，皆有詳細說明。

有時無羅盤儀而欲測角度，於是不能不想其他方法。德國軍

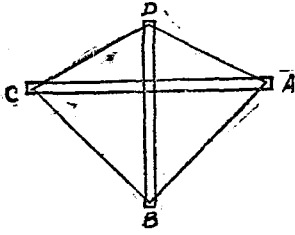


圖 1

隊，有一種簡單儀器，可以概測角度。用二條木尺，相交成直角，如圖 1 所示。OA, OB, OC 各相等，OD 爲 OA 之半。於 A, B, C, D 各插一針，以作對準之用，則

$$\angle OAB = \angle OBA = \angle OBC = \angle OCB = 45^\circ;$$

$$\angle OCD = \angle OAD = 30^\circ; \quad \angle ODA = \angle ODC = 60^\circ;$$

$$\angle BAD = \angle BCD = 75^\circ; \quad \angle ABC = 90^\circ; \quad \angle ADC = 120^\circ.$$

利用此器，即可測知角度之大概。

或用尋常有鉸鏈之木尺，兩臂可以開合，如圖 2 所示。以一臂指某點，將他臂徐徐開合，對準他點，然後以兩臂所張之角，與圖 3 之方紙相較，即得角度之概值。圖 3 爲一長方形紙，對摺之



圖 2

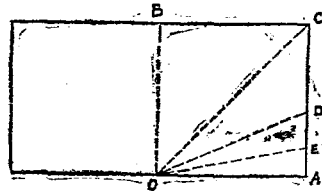


圖 3

使底邊疊合，則得摺痕 OB，復使 OB 與 OA 疊合，得 OC，再使 OC 與 OA 疊合，使 OD 與 OA 疊合摺之，則

$$\angle AOC = 45^\circ, \quad \angle AOD = 22^\circ 30', \quad \angle AOE = 11^\circ 15'.$$

如是繼續行之，可得極小角度。譬如圖 2 木尺之二臂，適與圖 3 之 AOD 合，則其角度即為 $22^{\circ}30'$ 。

又將一手伸出，以食指指某物，拇指對他物，其間之角，約為 11° ，亦可揣定角度。



圖 4

上述粗法，頗為便捷，但實行之者，須時時揣摩練習，方能無誤。

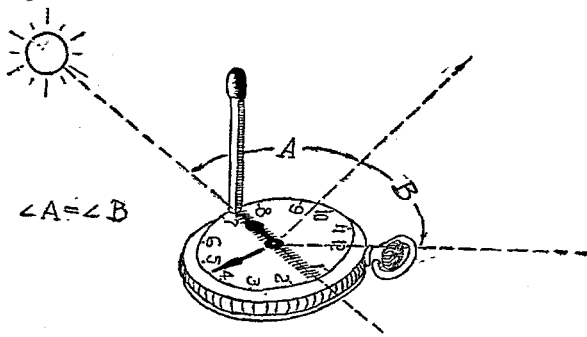


圖 5

無羅盤儀如欲定南北經線，可取一時錶，平置地面，使其時針之方向，正指太陽，如圖 5 所示，則平分時針與『12 點』所成之角的直線，便正指南方。或如圖 6，於地面 O 點，立一直竿，以 O 為圓心，在地面畫一圓，於午前午後若干時，視竿之影，

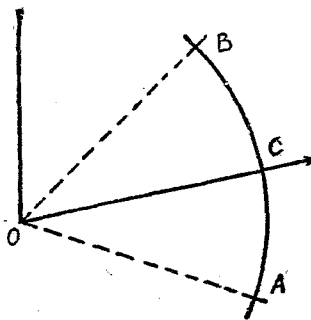


圖 6

而記其影與圓相交之點，如 A 與 B。平分弧 AB 於 C，則 OC 即為南北經線。或利用北極星，亦可以定南北經線。一人於二足間，在地上立一樁，他人持燭火或手電筒於胸前，向北後退，或左或

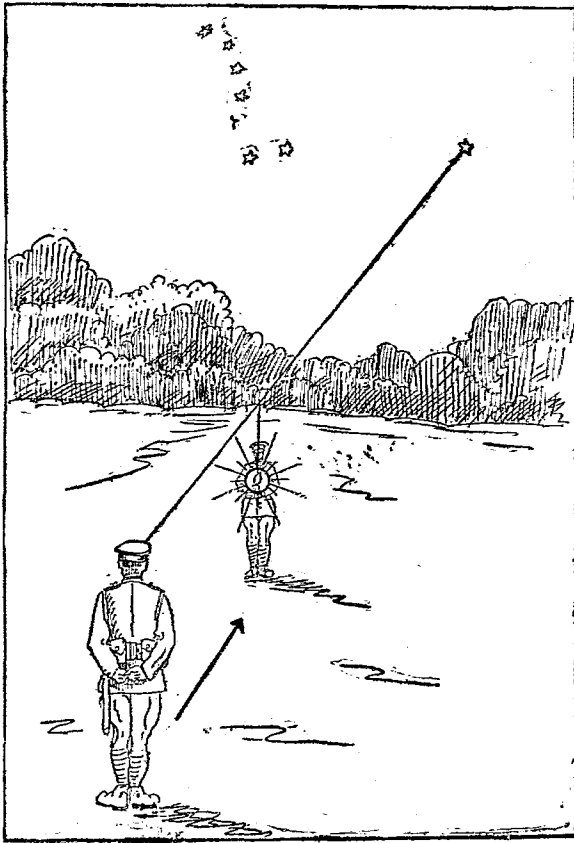
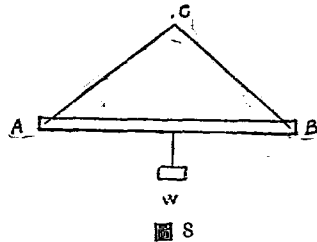


圖 7

右，至適在北極星下而止。亦於二足之間，在地上立一樁，則二樁之直線，即為南北經線(圖 7)。

5. 高低測量法 測量高低，其目的有二：一為測量高度之相差，一為測量二點之斜度。測量高度之相差，尋常用水準儀。倘水準儀不易得，則用手提水準儀 (hand level)。手提水準儀輕便易帶，且比水準儀運用迅速，結果亦頗準確。法國軍隊中，有用所謂瓶水準者，以測高低。瓶水準之測量方法與原理，與普通水準儀者無異。惟結構簡單，製造容易。用一長約三尺之空管，空管以銅或以錫為之，橫裝於三脚架上，復以二短管，相連於其兩端，短管之口，各容玻璃瓶，注水瓶中，則看瓶水之面，即知為水平面矣。

又法：用木尺一條，如圖 8 AB，中繫小錘 W，以免受風之搖動，以繩 ACB 繫其二端而懸之，則 AB 為平線。今若欲測 P, Q 二處高度之差，將此器掛於 P 處空中，使 A 與目齊，B 對 Q 方，細察 B 所指之地點 M，(若另有一人在前探指更好)，前行至 M，則 M 比 P 所高的即等於人目離地之高。再從 M 進行至 Q，在 PQ 之間所測之次數，乘入目離地之高，即 Q 高於 P 之數也。



倘欲測者非為絕對高差，而為二處斜度，則可用圖 9 之器。

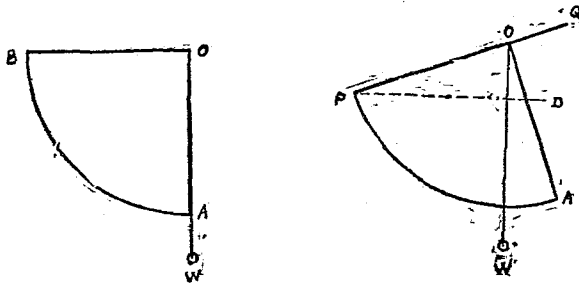


圖 9

器可用厚紙或銅片或木板爲之，爲圓之四分之一，在圓心 O 垂一線，下繫小錘，在弧 AB 上刻度數。今如欲測 PQ 之斜度，從器上讀得角 AOW ，卽爲角 DPQ ，亦卽 PQ 之斜度也。

倘高度之相差甚大，可用氣壓表測量。蓋因離海面愈高，氣壓愈低，故可從氣壓之高低，知離開海面之近遠。但普通水銀氣壓表笨重易碎，不便攜帶，故行軍時常用空盒氣壓表。空盒氣壓表大不過數吋，攜帶極便，且良好者能自動釐訂溫度之變化，結果頗精確。

6. 繪圖法 既由測量知地面各物之相互位置，欲移置紙上，繪成地圖，無異常法。繪圖有三要：一曰準，二曰清，三曰簡。軍官之號令，軍隊之行動，皆以圖爲主，所以要準。戰地匆忙，不及從容披閱，所以要清。閱覽圖者，並不一定是專家，普通軍人，都要能懂，所以要簡。戰爭之時，往往無如許閒暇，可以先行測量，然

後繪圖，總是依據已成地圖，補入行軍所必需之事物。所以已成地圖，於軍事測繪，大有幫助，不可忽略之。或隨測隨畫，當場成圖，則平板儀尚矣。平板儀測量，對於軍事，可謂必要，須熟習爲之。有時敵軍當前，連粗略的測量，也無暇舉辦，祇可一望而得其大略，默記心中，歸而繪於圖。所以對於角度與距離之揣度，應平時多多練習。若遇鄉鎮城市，能從高樓或高塔上，畫其大概方位，比較便利多矣。

地圖所欲表示者，一爲平的方位，一爲直的高低。要在地圖之平面上，顯示地形之高低上下，大非易事。曾有許多方法，最通用而醒目者爲同高線 (contour) 法。一切地勢，如山嶺、谿谷、江河、沼澤，無不賴同高線以表示。關於同高線之測定與勾描，甚爲重要，應參考專書，細心研究。

7. 縮尺 縮尺亦稱比例尺，爲地圖上某段距離與其代表的地面上該段距離之比，即圖上之尺寸與其本物之尺寸之比數也。表示縮尺之方法有三：第一、比數法，如有一路，長 1000 公尺，而在圖上長 2 公分，則縮尺爲 2 公分與 1000 公尺之比，即 1:5000，或五千分之一的縮尺。第二、反述前法，不言一公分等幾公里，而言幾公分等一公里，如實長 1000 公尺，而圖上爲 12 公分，則言 12 公分代 1 公里。他若五吋代一哩，三吋代千碼均可，不必將單位化爲相同。第三、圖表法。

凡圖之縮尺，不可任意而定。圖之大小，各適其用，愈大則愈詳而愈準確。必詳審圖之等次性質而定其縮尺。我國陸地測量局所採用者，有二十萬分之一，十萬分之一，而以五萬分之一為多，另於軍事上重要區域，用二萬分之一，更於特別區域用一萬分之一，五千分之一。今錄美國軍部所採用之縮尺，以資參考。

美國地圖，分標準圖 (standard map) 與特種圖 (special map)。標準圖平時印製，供普通之用。特種圖備特殊軍事之用。標準圖之縮尺為：

統制圖 (control map)——1:20,000 (約 3 吋 = 1 哩)，
 戰略圖 (tactical map)——1:62,500 (約 1 吋 = 1 哩)，
 航空圖 (air navigation map)——1:500,000 (約 1 吋 = 8 哩)，
 地理圖 (geographic map)——1:1,000,000, 1:2,500,000,
 1:7,000,000, 1:11,000,000, 1:16,000,000。

惟後者三種，甚不普通。

特種圖之縮尺，因詳略而為

1:62,500——同高線距 20 呎，
 1:20,000——同高線距 20 呎，
 1:10,000——同高線距 10 呎，
 1:5,000——同高線距 5 呎。

舊時所用的特種圖之縮尺，則為：

表 1 地圖通用符號

	運河及閘		橋梁		小河		砂礫地		竹林
	排水或瀑布		旋迴橋		小流及源泉		砂丘		桑田
	水及路		人行橋		面斜 河川		濕地		茶園
	送水管		吊橋		高水線		泥地		葡萄園
	大路		拱橋		瀑布		池沼		荒地
	小徑		浮橋		池沼		水田		水田
	單軌鐵路		渡船處		流水		鹹濕地		棉田
	雙軌鐵路		水塔		貯水池		耕地		甘蔗田
	單軌鐵路 電報線		板牆		貯水池		草地		三角測點
	雙軌鐵路 電報線		石牆		流運貯水池		樹		平板儀測點
	電報線		樹籬		等高線		闊葉樹		普通測點
	電力線		石牆		屋地		針葉樹		B.M. 123 平準標
	木造房屋		石牆						
	磚石造房屋		挖土						
			填土						
			堤防						

1吋 = 1哩,

3吋 = 1哩 (同高線距 20 呎, $60 \div 3 = 20$),

6吋 = 1哩 (同高線距 10 呎, $60 \div 6 = 10$),

12吋 = 1哩 (同高線距 5 呎, $60 \div 12 = 5$)。

8. 標題 地圖除本體之外,應有標題記載各種說明。標題之文字,必簡潔而詳盡。其適宜之位置,在圖之下方右角。應行標明之事項爲:

- a. 圖之種類測區;
- b. 測繪者之姓名,負責機關之名稱;
- c. 縮尺之記載,及縮尺圖;
- d. 指北線;
- e. 同高線距;
- f. 平準基面;
- g. 測量日期,編纂日期,材料來源;
- h. 圖中某著名點之經度及緯度;
- i. 測量所依據之永久點之位置;
- j. 符號,凡例。

9. 符號 符號之於地圖,猶文字之於文章。地面各物,必有一定符號,使各人用之無不同,則繪者可依循爲之,閱者便一目了然,庶無隔膜之誤。地圖所用之符號,慣取簡單之象形,雖取義有不同,而大體則一致。各種通用符號,列載於表 1。

10. 方格座標 方格座標，我國尚未通用。法將軍用地圖，分成小方，每邊可為 1000 公尺，自左而右，自下而上，連續記以數碼，即成為方格座標(grid coordinates)，如圖 10 所示。在原點之東者稱 x 座標，在原點之北者稱 y 座標。一點之位置，即以其座標而定；寫時，將 x 座標寫在前， y 座標寫在後，中介一橫線，而以括弧括之。如 P 為(185.824—367.635)，其單位為 1000

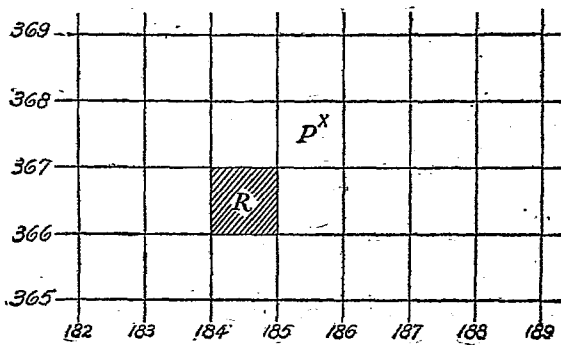


圖 10

公尺。故如準確度至 1 公尺，小數三位；準確度至 10 公尺，小數二位；準確度至 100 公尺，小數一位；如

$$(185.824-367.635),$$

$$(185.82-367.64),$$

$$(185.8-367.6)。$$

倘所記者為整個一小方，則用下方左角之座標以記之，不加

括弧，如 R 爲 184—366。直線則以直線之起迄兩端點之座標記之，中間一橫線連繫之，如從點 (184.6—365.7) 至點 (186.8—367.2) 之直線，寫作 (184.6—365.7) — (186.8—367.2)。

往往爲省略起見，在同一圖內，相同數字，略去不寫。如圖 11 之 x 座標，即不寫 18，y 座標即不寫 36，P 點即可寫作 (5.824—7.635)。此方格座標之所以比普通矩形座標 (rectangular coordinates) 簡便也。矩形座標之橫座標必爲與縱軸之距離，其縱座標必爲與橫軸之距離，不如方格座標之能分能合，故軍用地圖常用之。

美國軍隊所用地圖之座標，每邊長 1000 碼。美國全境，分爲七區，每區闊爲經度 8° ，兩邊各餘 $\frac{1}{2}^\circ$ ，以與鄰區疊合。如下表，C 區自經度 $84^\circ 30'$ 至經度 $93^\circ 30'$ ，中心經線爲 89° 。每區自成一座標，其原點 (origin) 選取在該區全面積之西南，以使各

區 名	中 經 線	限 經 線	
A	73°	$68^\circ 30'$	$77^\circ 30'$
B	81°	$76^\circ 30'$	$85^\circ 30'$
C	89°	$84^\circ 30'$	$93^\circ 30'$
D	97°	$92^\circ 30'$	$101^\circ 30'$
E	105°	$100^\circ 30'$	$109^\circ 30'$
F	113°	$108^\circ 30'$	$117^\circ 30'$
G	121°	$116^\circ 30'$	$125^\circ 30'$

點座標無不爲正。以在每區之中經線與 $40^{\circ}30'$ 緯線之交點西 1,000,000 公尺南 2,000,000 公尺之一點，選作原點，則橫座標自 600 (西界線) 至 1400 (東界線)，橫座標 1000 恰與中經線合。縱座標自 500 (北緯 28°) 至 3000 (北緯 49°)。

11. 圖之內容 圖之內容，視其用處及性質而定。實際上，沒有一張圖能將一切應有事項，記載無遺，成爲十分完全之圖，使人人滿意，人人合用。譬如，鐵路工程師要想有地勢之高低與地土之性質之記載；航行者却要有水之深淺與水流之大小之記載。軍用地圖亦然，要想在一張地圖上，將行軍所需各事，羅列無遺，勢不可能。騎兵步兵所需要者，爲傾斜之坡度，隱匿之所在。而砲兵更欲知道路之寬度，橋樑之載重。工兵所需要者更多，如河流之闊狹、深淺，河底之性質等等。所以繪圖者應視圖之性質，圖之用處，分別詳略記載之。

12. 道路圖 道路圖應具事項爲：

道路——坡度；路基性質；路面寬度，種類，與情狀；邊溝之深與闊，或濕或乾；沿綫二旁籬笆牆垣之情形，與其間之距離；開挖與填築，註明高於六呎之路堤，以及大於 45° 之邊坡 (side slope)；註明車輛何處不能通行，何處不能並行，何處車行道與籬笆或牆垣之間，軍隊不能步行。

橋梁——橋墩與橋座之材料；上層建築之材料與種類，如鈹

梁、桁架、拱形、吊式、木、鋼、石等；路面寬度；安全載重量；橋墩間可以通航之闊度；高水低水時橋穴離水面之高度。

河流——名稱；闊，深，與水流速度；兩岸之高低；高水位；附近可涉的淺灘；河底之性質；河堤之高與闊；通航所達之上下距離，可以航行之船隻（輪船、帆船、划船）；可涉之淺灘，於騎兵不能深於4呎4吋，於步兵不能深於3呎6吋，於坦克車、軍火車不能深於2呎6吋。

鐵道——名稱；軌距；單軌或雙軌；站臺與旁軌之所在與長度；鄰近站名；距離；最近的軍庫機廠之所在。

鄉野——種植物之性質；森林之區域與疏密；沼澤墻垣籬笆地土之性質；地面之大概形勢，如高山、大水、峻嶺、深谷、斷崖、削壁。

城市村落——名稱；人口；經過之街道；道旁房屋之材料（如石、磚、木、構架等）、大小（如一層、二層、三層）、分佈（或集中、或分散）；車站、郵局、電話局、電報局、水源地、儲藏庫、機械車輛製造廠之地址；主要房子（如學校、教堂、寺廟、銀行、法院、監獄等）之地址，大小與屬主；給水量；通達鄰村之道路；曠場。

13. 鐵道圖 鐵道圖應具事項爲：

路綫——名稱；起迄點；車站間之距離；軌距；單軌或雙軌；坡度；路基，枕木，軌條之現狀；排水狀況；會否淹沒或沖毀；修理

設備；沿綫兩旁可否行軍。

隧道，橋梁——數目與所在；大小；橋梁之載重量；毀壞與修理之方法；妨礙交通之方法。

車輛——機車與車輛之多寡及性質；某二處間之軍隊運輸量；裝置鐵甲車設備，如剩餘軌條，舊汽鍋等；機廠與停車場之地址及容量。

車站——名稱與位置；貨車、戰車、馬匹、上車、下車之便利與否；屯營之便利與否；站台之長；旁軌之多寡；軌閘之位置；起重機；轉車盤；水櫃；煤；汽油；棧房；醫院。

其他交通——電報綫；電話綫；電報局、電話局之地址；電綫之多寡與聯絡；並行的道路、河流、運河；通至鐵道之方法；與他綫之連接和交叉；相互高度；在交叉道間或在車站處，設臨時軌閘與旁軌之便利與否。

防禦——俯瞰全綫之高處；車站之防禦；路線與電綫之防禦；易受拆毀之建築；攻守之方法；狹路與河津。

14. 河流圖 河流圖應具事項爲：

川流——闊，深，水流速度；通航情形；航行障礙之性質，能否除去或避免；洪水季；淺水季；平均漲落；漲落之故與緩速；水之成分；沈澱物之多寡與種類；兩岸之土質（面向下流，在右者爲右岸，在左者爲左岸）；冰凍期與冰之厚薄。

流域——大概地勢；二旁分水嶺之高；越嶺的道路；高地帶，能俯瞰全城，架砲掃射；兩岸森林，土質與種植；與河並行的道路，通達方法。

支流、運河——闊，深，流速，航情；渡越方法；運河之性質與開鑿之目的；閘之位置、大小、啓閉；封閉時間；毀閘之方法，與毀壞之影響。

橋梁、淺灘

第二章 道路

15. 道路之重要 軍用道路，包括在平時建築與在戰時建築者兩種。平時建築的軍用路，其軍事價值，在國內的軍隊調遷與運輸，是以其性質原為防禦的永久的建築。此種軍用路與普通民用路之建築，並無差異，亦依照同樣的道路工程學原理。惟有一點不同，即路線位置之選定，對於商業價值，遠不如軍事需要之為重。

羅馬人民，建築了很多鋪砌的軍用道路。拿破崙建築之道路，亦多有軍事作用。可是鋪砌的道路，對於軍事價值之絕對的需要，至今而更為明顯。汽車盛行，鋪砌便不可少；因為在雨天，汽車即不能在泥路上迅速通行，若用拖車機拖挽，又難得完美結果。

道路於軍事行動，極為重要，必不可少。無良好道路，軍事行動，即難進行。歐洲大戰，極明顯的揭示道路之重要。即在祇有馬車之時，良好道路，對於軍事之價值，亦甚重大。況今軍事行動，需用汽車之處極多，無良好道路，汽車就簡直無用。所以要盡量的使軍用道路，能合於工程原理，橋梁，涵洞，均須格外強固，因為軍隊載重，常比普通者為大。

16. 戰時的築路工作 戰時築路，比平時為難。在戰事開始之時，用具設備以及運輸一切，往往不十分充足。即在戰事既開始以後，也不會達到充足的時候。但即使所有設備，僅足供極小部分之工作，工作亦必須進行。欲達到成功目的，首應盡量的減少新路之建築，注意於舊路之護養。與其從事於新建築，不如多注意於護養。次則於材料人工，更須盡量利用，所有沿線原有或易得之材料，毋使廢棄，在可能範圍內，築成良好道路。故先從已成道路，加以護養，如時間充餘，再在護養最費之處，開始加以改築，至最後一步，纔建築新路。

總之，戰時築路之最大企圖，無非為使時間節省，護養減少，並運輸便利耳。不必過分強固，過分經久，雖然要使足能荷重，以及護養不大，便能得到相當之經久程度矣。

17. 道路之分類 道路可以其能夠容納的車行數而分為單線路、雙線路、以及三線路等等。單線路只能容一行車行，雙線路能容二行車往來並行，三線路可有三行車同時並行。每行車至少佔路面三公尺（九呎），所以路面鋪砌，少於六公尺之道路，皆為單線路。在六公尺與九公尺之間者，稱雙線路。此就全路之大體而言，若全路之中，有幾段比較狹小，雖然容量因之大減，不過道路線數並不因之改稱。在此種狹路之處，對於交通管理，務須特別小心。主要之軍用路，全部路面，至少應闊十公尺，方能使快車

通行無阻。左右二旁，供不絕的運輸之用，中間行客車，或其他雜車，雙方往來；若二車相遇，互讓右旁行過。

道路亦可以其方向分類。道路方向，大部與戰線垂直者，稱 axial road，其大部方向，與戰線並行者，稱 belt road。又有所謂單程路者，祇許一方向之交通，雙程路則可往來雙方交通。單程雙程，祇就交通之方向管理而言，與道路之容量無關，不可與單線雙線，混為一談。單線雙線，以路面寬度而指道路之容量而言。譬如三線路可以為單程路，若只許向一方交通，則三車並行，同向齊驅。

18. 戰時建築的道路 戰時建築的道路之要素，與平時建築者無異，一為中心線，二為縱斷面，三為橫斷面。連結路面中央諸點之線，謂之中心線。道路之方向及彎曲之形狀，均由中心線決定之。中心線固以直線為最好，但因種種關係，非改變方向不可。在方向之改變處，用弧形曲線連接之。曲線之半徑，不應太小，使車輛迴旋，發生困難。其最小限度，如表 2 所載。

關於中心線之選定，除坡度不宜太陡，曲半徑不可太小之外，更當竭力求對於敵人敵機視察之遮蔽，以及敵人砲火襲擊之避免。

縱斷面者，乃依中心線縱截道路之斷面。道路縱方向之斜坡可由此決定。道路坡度，最低為 0.5%，方能使排水良好，最高不

表 2 軍用道路曲線半徑之最小限

通過部隊之種類	半 徑		
	平 地	高 原	山 陵
野戰兵	8 公尺	15 公尺	20 公尺
騎兵 裝載	6 公尺	10 公尺	15 公尺
野戰重砲兵	15 公尺	20 公尺	25 公尺
車輛 裝載	6 公尺	10 公尺	15 公尺
汽車	15 公尺	20 公尺	25 公尺
裝軌式汽車	10 公尺	12 公尺	15 公尺

得超過某限度，限度之規定，如表 3 所載，在坡度變換處，應設置適當之豎曲線，以利車行。

表 3 軍用道路之坡度最高限

道路之種類		坡 度		
		平 地	高 原	山 陵
急造道路	野戰兵	8 %	10 %	12 %
	騎兵 裝載	12 %	14 %	16 %
	重砲兵	5 %	6 %	7 %
	汽車	6 %	8 %	10 %
長時日使用之道路		4 %	5 %	6 %

橫斷面為與中心線垂直橫截道路之斷面，為決定路闊之要素。道路闊狹，影響交通甚大，普通單線路，應闊三公尺，至於軍

用道路之闊度，視通過之部隊而異，詳載表 4。

表 4 軍用道路之闊度最低限

道路之種類		路 闊	
急 造 道 路	四列側面縱隊之徒步兵 二列縱隊之騎兵	2.5 公尺	
	野戰兵	2.5 公尺	
	山嶽兵	繫繩	1.5
		馱載	1.0 公尺
	野戰重砲兵	3.0 公尺	
	輜重	車輛	2.0
		馱馬	1.0 公尺
	汽車	3.5 公尺	
裝軌式汽車	4.0 公尺		
長時日使用之道路		5—7 公尺	

戰時建築的道路之主要種類有三：泥路，碎石路，與木板路。於此三者，碎石路最為良好；因其比較經久，而且即在修理時期，仍可通行車輛。但有時為使在極短期間，鋪砌成路，或路基太弱，不能載受集中重量，則非用木板路不可。木板路最好僅供臨時之用，其距離大都甚短。泥路除非在乾燥之區域，方可用之。在乾燥區域，若能時時刮刷，除去轍槽，尚可維持路面，能使輕車通行。不過一遇天雨，泥濘污瀾，便完全無用；縱在晴天，重車行過，泥土亦極易壓碎，故泥路於軍用，總非所宜，非萬不得已，不常用之。

19. 泥路 泥路之良否，賴土質與含水量二者而定。土質堅實者，對於普通馬車，尚可負載。若土質疏鬆，即容易壓碎。若土

質過粗，如沙石之類，不易行人，車行其上，更易顛播。泥路所含之水量，於載荷重量，亦大有關係。若所含水量，適足使泥土凝結堅固，則載重力便大。水量太多，便成污泥，使車輪下陷，不能通行。水量太少，路面鬆散，亦有礙於通行。所以對於泥路，排水尤當注意。

排水方法，固然甚多，不過於軍用道路，倉猝建築，以用邊溝爲宜。邊溝形式，如圖 11 及圖 12 所示。圖 11 所示者，適用於土質良好，路基廣闊之情形。若土質低濕，路基較狹，則用圖 12 所示形式，較爲妥當。因

其所佔之地位較少，
溝身較深，不過挖掘
費事，而且容易壅塞。
倘時間從容，更於路
面設路拱（crown），



圖 11

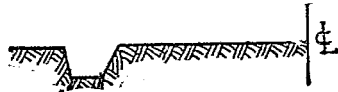


圖 12

所謂路拱，即使道路之橫斷面成拱形，則路面中部高出，向兩旁傾斜，雨水下降，即分流而注入邊溝排去。

20. 碎石路 碎石路之斷面，如圖 13 所示。路面用碎石鋪砌，碎石係由大石塊用人工鎚擊或機器軋碎。石質須堅硬，因重車之擊撞，易碎之石，易於磨蝕。底層石塊，須較路面爲大，其厚視路基之堅固與否而定，不過至少二十公分（八吋），否則難免

損及路基。

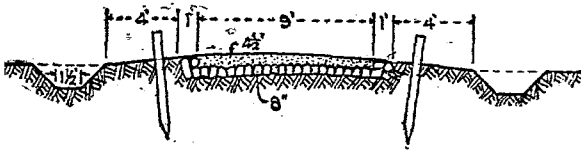


圖 13

21. 木板路 圖 14 示木板路之斷面。建造木板路，先將枕木放好，再釘木板。木板之厚，以十三公分（五吋）為最宜，八公分（三吋）則太薄，容易磨蝕，十公分（四吋）亦勉強可用。又有稱木排路者，用相同大小之木頭，對劈成二，將梢與根，相錯排列，以代木板。木排路之路面，甚不平坦，常須鋪以泥土，方可通行汽車。木板路與木排路，車行既利，亦尚經久，木材豐富之處，材料不虞缺乏，甚可用之。

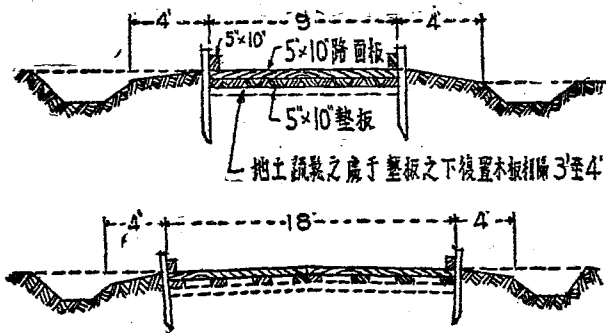


圖 14

22. 建築工程 建築道路，必須三事，機械、材料，與人工，缺一不可。戰時築路，欲求迅速有效，機械更爲重要，不論建築何種道路，蒸汽軋路機、刮路機、洒水車、運貨車、馬、犁、手車、鏟等，

表5 單線路所需材料表

一公里單線路	數 量	三噸貨車之裝載車數	貨車運輸之佔路距離
碎石路, 30 公分厚			10 公里
大碎石	850 公噸	315	
小碎石	590 公噸	218	
總 計	1440	533	
木板路			3 公里
12公分×25公分×3公尺路面板	4000 條	104	
12公分×25公分×3公尺枕木	1500 條	40	
12公分×25公分×3公尺緣板	750 條	20	
20公分洋釘	25000	1	
總 計		165	
一哩單線路	數 量	三噸貨車之裝載車數	貨車運輸之佔路距離
碎石路, 12 吋厚			10 哩
大碎石	1525 噸	508	
小碎石	1055 噸	352	
總 計	2580	860	
木板路			3 哩
5"×10"×9' 路面板	6400 條	167	
5"×10"×9' 枕木	2400 條	63	
5"×10"×9' 緣板	1200 條	32	
8"洋釘	40000	1	
總 計		263	

爲不可少之必需品。但在緊急時期，其中數者，或可省去，不過速率一定較低，結果一定較劣。無相當之機械設備，爲戰時築路之最大困難。

機械之外，尚需材料，由表 5 可知道路需料甚多。表 5 所載爲單線路所需之材料，於雙線路倍之即得，但木板路之緣板材料，雙線單線，原是一樣，不必加倍。譬如新建一公里雙線碎石路，需石料 2880 公噸；一公里雙線木板路，需路面板 8000 條，枕木 3000 條，緣板 750 條。

最後論及人工。築路需工極大，表 6 示一公里及一哩單線路所需之人工，以人日計，所謂人日，即一人一日所作之工。於雙線路倍之即得。但有應注意之一點，即建築道路工程，工作人數有限，超過限度，雖然增加人數，却不能增加工作之速度。

表 6 築路平均人工表

碎石路	一公里單線路	一哩單線路
合度	620 至 800	1000 至 1300
裝石	310 至 370	500 至 600
運石	370 至 500	600 至 800
卸石	250 至 310	400 至 500
鋪石	500 至 750	800 至 1200
總計	2050 至 2730	3300 至 4400

木板路	一公里單線路	一哩單線路
合 度	560 至 750	900 至 1200
裝木板	80 至 160	130 至 260
運木板	60 至 75	100 至 120
卸木板	80 至 160	130 至 260
鋪木板	100 至 100	160 至 160
打 釘	50 至 60	80 至 100
總 計	930 至 1305	1500 至 2100

機械、材料、人工三者備焉，然後可以言建築。道路之建築工程，專書甚多，本書不贅述焉。

23. 護養工程 道路損壞之普通原因有三：即

- (1) 排水不良，
- (2) 路基不良，
- (3) 護養缺乏。

第一原因祇能使水溝暢通補救之。第二原因除非為排水不良所致，補救方法，惟有重新改造，使有堅固之路基。至於第三原因，則由於忽略所致。

軍用道路，若無適當護養，其使損壞，有甚於排水與路基之不良者焉。軍用道路，須時時加以護養，否則便淪於損壞。小不經意之罅隙，因重車之擊撞，極容易成為不可收拾之大洞。遺留在路面之泥漿，亦能速道路之損壞。所以於軍用道路，護養極為重

要。

道路護養，要使適當，必須有相當人數，指使護養。人數多寡，視道路之性質，運輸之多寡，以及所受之轟擊猛烈與否而定。表 7 列載各種氣候，運輸情形之下所需要的護養人數。一覽斯表，即可見變化極大，有每公里一人已足者，亦有一公里需要六十人者，材料亦如此，自每公里 1.2 公噸至每公里 45 公噸，視氣候運輸之不同而異。

表 7 一公里雙線碎石路之平均護養表

氣候情形	運輸性質	一日所需之人數	所需材料公噸數
晴天	通常	1	1.2
雨天	通常	2	1.8
寒天(凍結凡融消)	通常	10	10
春融天	通常	50	45
雨天	平靜區域之普通運輸	10	9
雨天	不絕運輸	30	14
雨天	在轟擊之下的不絕運輸	60	23

護養之外，尚須修理，應組織修理隊，擔任修理工作，護養為局部的小修理，修理則比較大部的。修補隙洞，應該正方開挖，倘使底層有損，應小心用新石鋪好，然後將磨蝕面放上而夯實之。

至於泥路，若護養得當，時時刮刷，即或在不良天氣，亦可使路面良好，利輕車之通行。護養泥路，第一使排水暢洩，第二要迅

速的除去路面之一切窪陷，以免車輪滾動，土質鬆散，水量侵入，而成污泥。

24. 地雷坑 在平地之上的地雷坑，其體積為

$$\pi R^2 D / 3。$$

D為其深，R為其口之半徑；是假定其所成者為一圓錐體。倘道路為地雷坑所阻，則修理之第一步工作，為建造繞道（detour），以備車馬之通行。繞道無須鋪砌，若木材易得，木板路即可充用。寧可省下時間，修補地雷坑。至於修理時間，視器具材料之供給而定。表8所示，係各種方法遲速之比較，可因器之備而選擇用之。

表8 地雷口之平均修補時間表

修 理 方 法	所 需 人 時
用鏟	4×體積之立方公尺數
用鏟與手車	2×體積之立方公尺數
用鏟與貨車(距離小於200公尺,貨車數為人數之 $\frac{1}{4}$)	2×體積之立方公尺數
用鏟與刮路機	1×體積之立方公尺數
用標準橋桁架(工人有訓練)	15×直徑之公尺數
用木材(鄰近有樹,工人有訓練)	60×直徑之公尺數
木排繞道(鄰近有木材)	18×直徑之公尺數
木板繞道	9×直徑之公尺數

25. 砲彈穴 砲彈落地，將道路炸成地穴，阻礙交通，速應

修理。修理之第一步，將砲彈穴挖成如圖 15 上之形狀，夯實鬆土，復用沙袋大石或石片填充之，然後鋪築路面如圖 15 下。倘穴中有水，未填之前，先將水抽乾，若轟擊已久，路面已為泥漿遮蔽，寧可找尋舊路，毋重新建造。即舊路完全轟毀，路面碎片，尚可找得利用，因為在戰爭之時，材料極不易得，當師古人珍藏竹頭木屑之意，雖些微碎石，亦不可棄置糜費也。

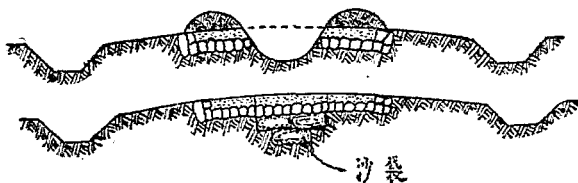


圖 15

修補砲彈穴，並不十分困難。歐戰時，有一工程隊，曾在一夜之間，將戰事尚甚激烈的一路之砲彈穴完全修好。

26. 運輸需求量 運輸量視地位與行軍之重要與否而定。若祇有一路，供給一軍之運輸，則運輸量便甚重大，管理就甚難矣。如一九一八年，從十月十一日至十七日，一星期之中，經過化原思 (Varennes) 路之車輛，共有二萬五千八百五十五輛，以普通每輛相隔二十七碼計，可排成三百九十一哩之長行。又如凡爾登 (Verdun) 路之每天平均運輸量，竟達五千噸，車輛可排成八十哩長。在這種大量運輸的情形之下，交通管理，務須甚為小心。

凡爾登路上之往來車輛，有一定時間，幾與火車無異。

上述二例，乃非常情形，不過非常情形，乃是決定條件。不能應付非常情形，在如化原思之進攻，或如凡爾登之圍攻的時候，必難勝任。次劣之道路，自然發生次劣之結果。倘使化原思路之容量較小，美國軍隊之進行，必無如此神速。倘使凡爾登路之路面較狹，凡爾登早已失守矣。

是以建築道路，宜視需求如何，以期應付。驅馳於軍用道路上之車輛，種類甚多，載重不一，自極輕的馬車，以至四十噸之大坦克車皆有。

27. 道路供給數 既知需求，可計供給，但我國於道路之運輸量，軍隊之需求，均稀統計，無可根據。茲據美國情形，例示於下。表 9 所載，為道路與鐵路之每日平均載重，利用此表，可概略的計算行車所需之道路與鐵道。

表 9 道路與鐵路之每日平均載重量

路 之 種 類	每方向之噸數
鋪砌的雙線路	3,000
雨天的泥路	無
晴天的泥路，牲畜運輸	1,000
單線輕便鐵路	1,000
單線標準軌距鐵路	11,000
雙線標準軌距鐵路	33,000

前線軍隊，每人每日約需三十磅之供給，如糧食、衣被、汽油、郵件等等。若尚有軍火與工程用品（包括道路鐵路之建築材料）之運輸，及軍隊之調遷，則在平靜區域，每人又須另加三十磅，在進攻之時，每人須加八十磅（總共每日六十磅至一百十磅）。

假使旅（division）每人每日需三十磅，師（corp）與軍（army）每人每日需一百磅，則得下表：

軍 隊	人 數	每日需求噸數	輕便鐵路	雙線鐵路	標準軌距鐵路
旅	20,000	300	0.30	0.10	0.03
師	84,000	4,200	4.20	1.40	0.39
軍	323,000	16,150	16.15	5.38	1.47

上述二表，一切數字，係指平均而言。在緊急時期，雙線路之載重量，在暫時的數天之內，能增至每日一萬噸。不過在如此重載之下，道路易損壞，且車輛亦不敷應用。而在平靜之時，師與軍每人所需，不及一百磅，在緊急期間，却大過之。

28. 速算條件 在戰爭時間，民工不易得，一切築路工作，兵士皆須爲之，而且機械設備，又不如平時之完備，故用戰時人工與機械築路，下列概略的條件，足供速算之用。

(1) 一輛三噸貨車能載之石料，可築單線碎石路二公尺。

一輛三噸貨車能載之木料，可築單線木板路六公尺。

(2) 鬆土之平均重量 = 1300 公斤 / 立方公尺 (80 磅 / 立方呎)

碎石之平均重量 = 1600 公斤 / 立方公尺 (100 磅 / 立方呎)

木材之平均重量 = 640 公斤 / 立方公尺 (40 磅 / 立方呎)

(3) 每人每小時平均能鏟拋

鬆土, 沙, 或泥土 2.00 立方公尺。

碎石 (搗碎在外) 1.25 立方公尺。

(4) 每人每小時能卸佈 $2\frac{1}{2}$ 立方公尺之泥或碎石。

(5) 每人每小時能築碎石路十分之一方公尺 (包括劃定路線, 合度工作, 建造路基, 鋪砌路面等一切工作) 。

(6) 每小時一人一貨車能載運

$$\frac{60}{6 + \frac{\text{運距公尺數}}{300}} \text{車。}$$

(7) 每小時一人一手車能運

$$\frac{3 \times 60 \times 0.9}{\left(1.25 + \frac{\text{運距公尺數}}{300} \right) \times 4 \times 14} \text{立方公尺。}$$

(8) 每小時一人一馬與一刮路機能運

$$\frac{60 \times 75 \times 0.2}{\frac{\text{運距公尺數}}{3} + 120} \text{立方公尺。}$$

(9) 蒸汽輾路機每小時能壓碎石路 25 方公尺。

(10) 建築新碎石路, 每方公尺需水 38 公升 (10 加倫) 。

(11)碎石滾壓後，減少體積百分之二十。

(12)建築單線木排路，若沿路有樹，手法熟練者，每人每小時能鋪三公尺（包括伐木、劈木、鋪木）。

(13)建造路基，平均一公尺單線路，需要開挖一立方公尺。

第三章 鐵道

29. 鐵道之重要 近代戰事進步，軍需增重，作戰勝負，有賴於運輸之便利與動員之迅速者甚大。

鐵道對於軍事之重要，德國首先注意。其於一八六六年之伐奧，一八七〇年之攻法，全賴鐵道集中軍隊。在一八七〇年，利用六路幹線，於十五天內，開行列車一千二百另五次，運送兵士四十五萬六千人，馬十三萬五千匹，槍械車輛一萬四千。從一九〇九年至一九一四年，五年之間，德國政府，一心致力於鐵道之建築，以備軍隊之集中。但觀一九一四年前之德國地圖，便見亞爾薩斯與洛林之鐵道，密如蛛網；在哥羅尼與比利時邊境之間，亦有同樣之鐵道網。

法國因鑒於德國亟亟於軍事鐵道之經營，起而倣效，在南錫之南部東部，建造鐵道。但至歐戰爆發，法國尚未準備至如德國之程度。即因為鐵道密佈，運輸便利，使德國能在戰事發動的數天之內，集中大軍於邊境，應付戰爭。

標準軌距鐵道

30. 標準軌距鐵道 軌距者，二軌條間之距離也。所謂標準

軌距，即四呎八吋半之軌距。美國鐵道，於南北戰爭時，感覺最大困難者，為各路線軌距之不統一。因各公司築路時，多依各地方之情形，各工程師之個人見解，各自規定各路之軌距。有六呎者，有五呎六吋者，有五呎者，有四呎十吋者，有四呎九吋者，有四呎八吋半者，因此各路不能聯接，使軍事運輸，極感困難。於是聯邦政府，命令各路公司，悉將鐵道軌距，改為四呎八吋半。其後世界各國，即採四呎八吋半為標準軌距，我國則採一千四百三十五公釐為標準軌距，數與四呎八吋半相當。惟亦有少數鐵道，採用其他軌距：如中東路之軌距為五呎，正太路為一千零五十四公釐，滇越路為一公尺，天圖路溪城路各為二呎六吋，雙城路為二呎二吋。

不過，世界各國仍有採用其他軌距者。如西班牙、葡萄牙之鐵道，採用五呎六吋之軌距。俄國採用五呎之軌距。此於國防之防禦鞏固，甚為有助，因敵軍侵入，不能以彼之列車，馳行於我之鐵道。但於進攻，則殊多不便，因我方之列車，不能直接馳入於敵境。如一八七七年之俄土戰爭，當俄軍越羅馬尼亞侵入土耳其，因二國鐵路軌距之不同，在二國邊境之上，必須多一層轉換麻煩，致生許多遲誤與不便。

31. 鐵道之建築 建築鐵道，可分三步程序：

(一) 選定路線：

(二)築造基礎；

(三)鋪設軌道。

鐵道之起迄端末，以及通過之主要地點，應戰略之需要，由高級軍官決定之。但由工程觀點言之，選擇路線，應詳察地勢，取其平直。若傾斜起伏，或曲折繚繞，建築費事，均非所宜。故築路之前，應先行測量。測量分三步，勘察、預測、與定測。勘察為概略的迅速的對於地形地勢之視察。依據勘察之結果，選定可能的路線，就此路線，測量其距離、高低、地形等，謂之預測。依據預測，擇定路線，更就實地，正確測設，謂之定測。關於鐵道測量，有專書論述，本書不詳焉。

基礎支承軌道，包括路基與道碴。基礎最重要者為排水設備，蓋水為路基之大患，應酌設溝渠涵洞，務使宣洩暢通。道碴之主要功用，使重力均勻分佈於路基，排洩雨水，使軌枕常乾，不致腐爛。須質地堅硬，能受壓力不碎。宜粗細適中，太粗則孔隙多而耐力小，太細則易成塵土，隨車飛揚，且易為雨水沖散。普通用者，為碎石、礫石、礦滓、煤屑等。

基礎既成，可鋪軌道。先鋪軌枕，後鋪軌條。軌枕之材料，或石、或木、或鋼，石鋼皆過於堅硬，木材具彈性，最為適宜。其鋪設方法，或縱鋪、或橫鋪，橫鋪較為普通。軌條大都鋼製，其輕重視列車之速度，車輛之載重而定。中國所採用之標準軌重為每公尺

四十三公斤（每碼八十五磅），輕軌為每公尺三十二公斤（每碼六十五磅）。至於軌條之接合，詳見專書，不復贅述。

32. 建築人工 標準軌距鐵道之建築人工，簡直難定，因為地勢之不同，合度工作，大有差異。在地勢平易之區，大概每哩需一千至五千人日，地勢不平之處，工作便大增。表 10 及表 11 所示，係合度工作已經完成後，單線鐵道所需之平均建築人日。若於雙線鐵路，將表中數字，各以 1.5 乘之可矣。換言之，所需人工，並不二倍，僅增加百分之五十也。

表 10 鋪設標準軌距單軌鐵道所需之平均人工

	(用鋪軌機)	
	每公里	每哩
鋪設軌枕	11 人日	18 人日
鋪設軌條	15	24
運轉列車	3	5
連結	20	32
調整	5	8
	54 人日	87 人日

表 11 鋪設標準軌距單軌鐵道所需之平均人工

	(材料用貨車運輸)	
	每公里	每哩
裝載軌枕與軌條	13 人日	20 人日

運輸軌枕與軌條	25	40
鋪設軌條	15	24
鋪設軌枕	11	18
連結	25	40
其他	5	8
	94 人日	150 人日

上表數字，係就普通情形而論，而於軍用鐵道，首貴迅速。歐戰時，有一條奧勃維爾-亞普累蒙 (Aubreville-Apremont) 軍用鐵道，在九月二十六日開工，十月十八日完成至化原思，十一月四日，即完成至亞普累蒙，共計正軌二十公里，旁軌七公里。同日起始展長，至十一月十日，完成至格隆普累 (Grand Pre)，長14.4公里，其迅速可見一斑矣。

33. 建築材料 標準軌距鐵道建築所需之材料，詳載於表12，可見道碴需用最多，約佔百分之九十。如許道碴，備辦不易，運輸又難，所以初建鐵道，往往省去不用。不過不用道碴，甚為危險，因無道碴承托，軌道即容易不平，釀成出軌之禍。而在路基低濕之處，更無論如何，縱然臨時性質，亦不可不用道碴。

表12 標準軌距單軌鐵道所需之材料

材 料	每 公 里 之 所 需	
43 公斤軌條	10 公尺軌條 180 條	88 鐵
	7 公尺至 10 公尺間軌條 22 條	
枕木	23公分×15公分×2.44公尺枕木1800條	100

道碴	深 30 公分, 1230 立方公分	1500
其他	夾接板 208 對 螺釘, 螺塞 1530 副 狗頭釘 6550	8
	總 共	1694 墩
材 料	每 哩 之 所 需	
85 磅軌條	30 呎軌條 318 條 24 呎至 30 呎間軌條 34 條	150 噸
枕木	9"×7"×8.5' 枕木 2640 條	179
道碴	深 12", 1983 立方碼	2680
其他	夾接板 358 對 螺釘, 螺塞 2148 副 狗頭釘 10560	15
	總 共	3024 噸

表 13 標準軌距鐵道每哩所需之道碴 (立方碼)

(9"×7"×8.5' 枕木, 相隔 2 呎)

深 (呎)	頂闊, 單軌			頂闊, 雙軌		
	10呎	11呎	12呎	21呎	22呎	23呎
12	1,738	1,983	2,179	3,575	3,771	3,967
18	3,010	3,303	3,596	5,872	6,166	6,460

34. 鐵道之護養 凡百事物, 一經使用, 必漸損壞, 鐵道亦然。軌道自鋪設後, 暴露野外, 受風雨之侵蝕, 車輛之擠壓, 必漸損壞, 若不隨時護養, 勢至不堪復用。故護養工程, 亦甚重要。軍

用鐵道，建築無平時之堅實，車輛又特別繁重，護養更為重要。護養工作，使軌道平直，加添道碴，疏通溝渠，替換軌條。護養所需之人員，視情形不同，而有多寡，就平均而論，大概在平靜時期，每哩需一人至三人，在戰爭時期，每哩需二人至五人。

35. 戰時之鐵道管理 鐵道運輸效率之大小，全賴鐵道管理之得法與否。戰時鐵道之管理，比平時尤為複雜，而於運輸之影響更大，須由專家詳細研究，充分準備，方不至倉惶失措，擾亂大局。

戰時之鐵道，可分二區，後方區與戰事區。後方區之鐵道，可仍屬各該管理機關管理，受軍事機關之監督。戰事區之鐵道，應受軍事機關管理。所謂鐵道之軍事管理，並非全由軍人管理。管理鐵道，需要專門學識。鐵道運輸，與公路迥異，有種種限制，列車之開行，速度之變更，皆足以影響大局。非普通軍人所能管理。歷次戰爭，對於鐵道管理之最大困難，由於軍人之不明管理原則。以為戰時鐵道及鐵路人員，應受軍人命令之支配。每有行動，即下令開行臨時專車，不知一次臨時專車，須耽誤多少的預定程序，影響若干列車之開行運輸。往往為軍事長官個人眷屬財物之運送，破壞鐵道運輸之計劃。故為軍官者，應有相當之鐵道學識；而鐵道人員，亦須有相當之軍事學識。知運輸之先後，軍隊之組織，能由軍事觀點，估量鐵道之運輸，作適宜之支配。如是雙方合作，

方能收運輸之大效。

戰時鐵道管理之另一困難，為車輛之缺乏。戰時之運輸頻繁，車輛決不敷應用。所以對於車輛之使用，務求最為經濟。運送貨物之車輛，開往前線，往往不立時卸落，任其堆積，以車輛為儲藏倉庫。則前方之旁軌，滿停未卸之貨車，以致交通阻塞；而後方之車站，感覺車輛缺乏，發生恐慌。此外短程拖運，亦必須避免。很短路程，亦欲鐵道裝運，實乃對戰時鐵道之最不經濟的使用。故軍事機關，應規定在一定限度內之短路，有適當公路可用，或非急需物品，不應由鐵道裝運，俾節省車輛，作長途的重要運輸之用。尚有輕載裝運，亦當避免，常為運送不過半噸之物品，佔用一輛足裝五噸或十噸之貨車，使車輛之周旋不靈。補救之法，可由汽車至各地收集，運至適當車站，彙交鐵道裝運。

36. 時間表 戰爭之時，火車時間，時常變更，且運輸頻繁，非安排得當，難免種種困難。一八五〇年，有一鐵道總管，發明一種方法，用圖表排時間，簡單而便利。其狀如圖 16，第一行為站名，第二行為距離。以距離為縱坐標，自上至下。以時間為橫坐標，分二十四大格，每格為一小時，每一大格，又分十二小格，每格為五分。將此圖表，釘於大木板上，便可用排時間。

已知列車之速度，假定二站之間的速度相等，列車之運動，便可在圖表上畫一直線表明之。在車站約有數分鐘之停留，列車

之運動，就以一條平線表示之。圖 16 所示者，為一單軌鐵路之火車時間表。因為只有單軌，列車須在站上相遇，互相經過。所以代表火車運動之直線，必相交於站上之平線。

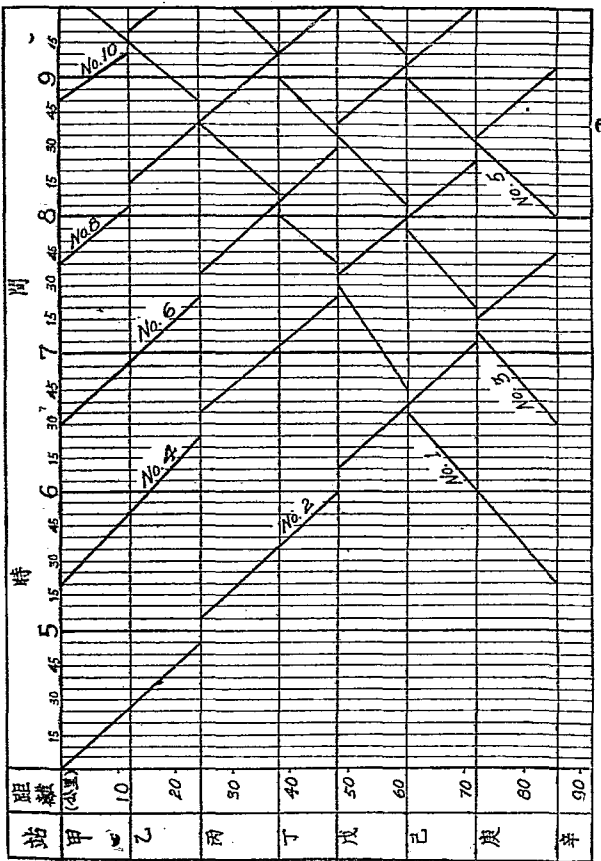


圖 16

火車之運動，可用綿線代表。如爲醒目起見，可以不同顏色，代表不同列車。綿線二端，各標籤條，以誌識別。倘列車之速度變更，或有一列車停開，即可以變動別針，變更綿線之方向。倘有新車開發，知其速度與時隔，可在時間表上排入，或略將他線更改，亦是易事。

故知列車之速度，可設法排配，使無相互之衝突。慢車應行旁軌道，可使快車通行無阻。倘慢車比快車先行，則令慢車停於旁軌道，待快車過後再行。所以最好方法，將各車分類，令慢車在快車之後開發，則可減少慢車之停留。

雙軌路之時間表，亦是同樣。不過更爲簡單，因爲一往一來，無須一定要在站上相遇。

輕便鐵道

37. 輕便鐵道 輕便鐵道，對於軍事運輸之功用甚大，爲後方鐵道與前線戰壕之重要聯絡。且可在輕便鐵道上，應用特殊車輛，裝置八吋口徑之大砲，或以小鋼砲裝在鐵甲車上，往來行駛，成爲活動之砲台，使敵軍無由定我方砲火之出發點。在歐戰爆發初年，對於輕便鐵道，尙未加以重視，至一九一七年，始漸漸認識其價值。總計歐戰所用輕便鐵道之里程，約有七千哩。其中屬德國者特多，約有五千哩，其原因爲德國國內，缺乏橡皮車胎，與汽

油，不能用汽車運輸。但其煤鐵，因會侵奪法比邊境之煤鐵產區，可以應用。

輕便鐵道，建造容易，工料皆少。不過不利於長距離之運輸。載重量亦不如標準軌距鐵道之大，每一列車，平均能掛車八節，每日之運輸量，約為一千噸（單線）。車行速度，亦頗為遲緩，平均為每小時十公里（六哩）。

輕便鐵道之軌距，通用者為六十公分（二十三又八分之五吋）。歐戰時，英、美、德、法之輕便鐵道，均採用六十公分之軌距。但據軍事工程專家之意見，以為六十公分之軌距太狹，若用較重之機車，難免有出軌覆車之危險，故有主張用二十八吋或三十吋之軌距者。

輕便鐵道之軌道，有二種形式：一、與標準軌距鐵道同，用三十呎長之軌條，釘在小枕木上，枕木相間，每隔二呎，如圖 17 所示。二、用五公尺長之軌條，預先配釘於軌枕上，成所謂軌匣。歐

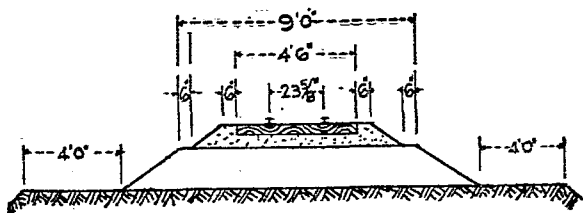


圖 17

戰時，法國所採用之鋼軌，為每公尺重九斤，用一公尺長之鋼枕釘連之。英國用每碼重二十磅之鋼軌，鋼枕與木枕兼用。德國用每碼十七磅之鋼軌，以鋼枕連釘之。美國採用每碼重二十五磅之鋼軌，連釘之於鋼枕上，鋼枕長三呎七吋，如圖18及圖19所示。

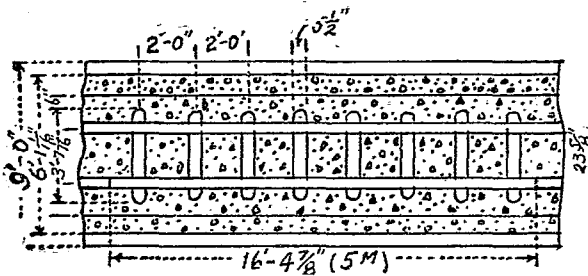


圖 18

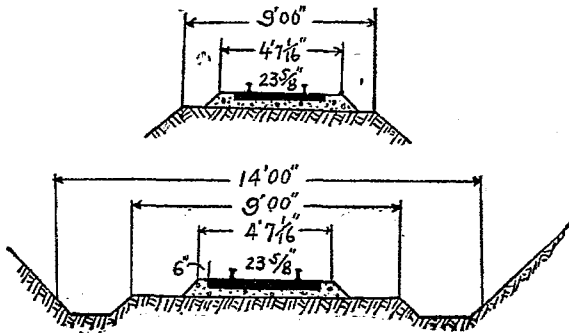


圖 19

38. 機車與車輛 輕便鐵道所用之機車，普通有二種：一為蒸汽機車，一為汽油機車。為安全起見，蒸汽機車之使用，有相當

限制。蒸汽機車前進達戰線區內，至距戰壕五千碼，不能再向前進，因機車之煤烟，不能使不為敵方察見，藉悉我方之行動也。於是改用汽油機車，拖引前進，至路線終點，再用汽車或人力畜力搬運物品，分發於各戰壕。

歐戰時，法國所用之蒸汽機車，全長十八呎九吋，闊五呎二吋，高九呎五吋，重三萬一千磅。美國採用者為 Baldwin 式，有五十馬力，全長二十一呎七吋，闊六呎五吋，高九呎三吋，重三萬四千五百磅。美國所用之汽油機車，有三十五馬力與五十馬力二種，三十五馬力之機車，全身十呎九吋，闊四呎八吋，重八千磅。五十馬力之機車全長十三呎，闊五呎二吋，重一萬四千磅。機車所需之燃料，蒸汽機車每一輛每哩約需煤四十八磅（每公里約需煤二十七市斤）；三十五馬力之汽油機車，每一輛每哩約需百分之三十五加倫，（每公里約需油 1.32 市升）。各種機車之拖引量，如表 14 所載。

表 14 輕便鐵道機車拖引量

機車	在 平 地			在百分之三之坡地		
	公 斤	磅	裝重貨車 輛數	公 斤	磅	裝重貨車 輛數
35馬力汽油機車	216,000	480,000	21	18,000	40,000	1.8
50馬力汽油機車	432,000	960,000	42	36,000	80,000	3.6
蒸 汽 機 車	898,000	1,992,000	90	75,000	166,000	7.5

輕便鐵道所用之車輛，種類甚多，就普通言之，約有五種：一、蓬車 (covered box car)，二、邊車 (gondola car)，三、平車 (flat car)，四、卸料車 (dump car)，五、櫃車 (tank car)，專運飲料，供給前線戰壕內之兵士。他若病車，救險車，亦須備用。病車專停留於戰地，為救護傷兵，拖送後方醫院之用。救險車於車上裝起重機，專為舉起傾覆或出軌之車輛之用。各種車輛之容量、大小、重量，詳載於表 15。

表 15 輕便鐵道車輛表

名稱	容 量	全 長	全 闊	重 量
蓬 車	550 立方呎，22,000 磅	24'1"	6'6"	10,000磅
邊 車	210 立方呎，22,000 磅	24'1"	5'7"	9,000磅
平 車	22,000 磅	24'1"	5'7"	8,000磅
卸料車	27 立方呎	6'8"	4'9"	1,050磅
櫃 車	2,000 加倫	24'1"	5'7"	12,200磅

39. 輕便鐵道之建築 輕便鐵道之建築，亦如標準軌距鐵道之建築，可分三步程序。

關於輕便鐵道路線之選擇，除戰略關係之外，尚須顧慮及坡度與曲度。路線之坡度，不得超過百分之三或百分之四。凡小於四十分之一（百分之二·五〇）之坡度，於列車之運行，無甚妨礙，概稱之為緩坡度。凡大於四十分之一之坡度，若其長度，在相當限制之內，尚得以一機車牽引。三十五分之一（百分之二·八

六)之坡度,其長不得過三百公尺。三十分之一(百分之三·三三)之坡度,其長不得過二百公尺。二十五分之一(百分之四·〇〇)之坡度,其長不得過一百公尺。若坡度為十八分之一(百分之五·五六),而長過七十公尺,則須將列車分割,或添用補助機車,方能前進。但因此發生遲滯,減小輸送之效率,故非萬不得已,必須避之。

路線之曲度,務求緩和,以採用大曲半徑為宜。可以直軌匡敷設,曲線之最小半徑為二百公尺。但若將半徑過度增大,則曲線之長,亦因之增大,故通常選取半徑,以三百公尺為最宜。若用曲軌匡敷設曲線,則半徑可小。曲軌匡之曲度不等,自半徑一百公尺至半徑三十公尺。故選擇路線,其曲度之半徑,不得小於三十公尺。故於路線選定之前,須先行測量。至於輕便鐵道之測量,與普通鐵道測量之方法無異,惟求手續簡單,進行迅速而已。

既經測量,選定路線之後,可開始築造路基。路基之闊,單線者為二公尺半,雙線者為五公尺半。路基之橫方向,應使水平,路基之縱方向,應使合度。築造之時,除其凸者,填其凹者,使之平坦。有時路基之土地,不十分結實,須鋪以道碴,或木材,以增加其負擔力。構築輕便鐵道之最困難的問題,為道碴之缺乏。道碴品質之良否,影響於運輸能力極大。歐戰時,德國所用道碴,均為堅固石子,故其輕便鐵道之運輸能力,比他國為大。據某戰地記

者稱：利用戰區內被砲火所毀房屋之碎磚石子，充作道碴，結果良好。

路基既備，可鋪設軌匣。先將軌匣鋪於路基，留相當空隙，使之連結，得能使軌匣車通行之程度。軌間空隙，通常為五公釐。在用直軌匣敷設曲線之處，其外側之空隙，宜較大於內側之空隙。相差之數，於二百公尺之半徑，為十五公釐，三百公尺之半徑，為十公釐，四百公尺之半徑，為七公釐半。復於軌道之方向高低，加以修正，緊定連結處之螺栓，而於枕板之下，以泥土道碴填塞之，使軌道安定，得能通行列車。填塞軌道，於曲線之處，外軌應比內軌略高。超高之數，於三十公尺之半徑為五公分，六十公尺之半徑為三公分，一百公尺之半徑為一公分半。若曲線之半徑，大於二百公尺，以直軌匣敷設者，則通常可不施超高。輕便鐵道鋪設既畢，最好再事偵察，加以方向高低之修正。

40. 建築人工 輕便鐵道之建築人工，因地方情形而不同。尤其合度工作，相差更大。若建築材料，須由鐵道運輸，而建築必須由起點進行，則每日所成，最多一哩。若材料能預先用貨車沿線輸送，而建築能分段進行，則建築速度，可增加不少。根據歐戰之經驗，建築輕便鐵道，每公里需一千零九十五至一千四百五十人日。據英國稱：於一九一七年九月，建築輕便鐵道，平路基，置路軌，鋪道碴，每公里需一千三百人日。據一九一八年四月出版

之法國輕便鐵道稱：平均每人每日能築四分之三公尺，換言之，即每公里需一千三百三十三人日。據美國稱：在法西境建築輕便鐵道，每公里平均需一千五百五十人日，是因其工程較為堅固，人工亦比較為大也。

表 16 所示者，係輕便鐵道所需之平均人工(合度工作，不計在內)。

表 16 輕便鐵道所需之人工

建 築	每公里之所需		每哩之所需	
	用軌條軌枕者	用軌匣者	用軌條軌枕者	用軌匣者
鋪軌道				
裝軌條軌枕等	12 人日	6 人日	20 人日	9 人日
運軌條軌枕等	12	11	20	18
鋪軌枕	12	—	20	—
鋪軌條	30	—	50	—
鋪軌匣	—	25	—	40
共 計	66 人日	42 人日	100 人日	67 人日
鋪道確				
裝載	37 人日	18 人日	60 人日	30 人日
運輸	44	22	70	35
卸落	37	18	60	30
鋪設	56	37	90	60
共 計	174 人日	95 人日	280 人日	155 人日

41. 建築材料 輕便鐵道所需之建築材料，如表 17 所載。

表 17 輕便鐵道所需之材料

材 料	每公里之所需		每哩之所需	
	數 量	重 量	數 量	重 量
用軌匠者				
五公尺軌匠	200	40 鐵	322	74 噸
道渣	340 立方公尺	310	560 立方碼	560
共 計		350 鐵		634 噸
用枕木者				
枕木	1640	24 鐵	2640	43 噸
鐵軌	220	24	355	43
魚尾鉸等	—	2.2	—	4
道渣	—	773	—	1385
共 計		823 鐵		1475 噸

42. 輕便鐵道之護養 輕便鐵道，須時時加以護養。加添道渣。修理橋梁。保持軌道之方向，並左右前後之高低，使之平正。疏通溝渠涵洞，以使排水暢洩。若在凝凍融消時期，更宜注意於路面之平正。護養所需之人數，據英國稱：每哩須駐養路工人十四名，修理工作，頗為繁重，平均每星期內，需修換被毀之路軌約一千五百呎至二千呎。就平均而言，在平靜區域，每公里約需三人，在戰爭區域，每公里約八人。

43. 輕便鐵道之撤收 輕便鐵道不用時，應將上部建築撤收，以備以後之應用。先將軌道上之土砂，掃除乾淨；後將連結處

之螺釘解散，然後撤收軌匡，積載之於軌匡車，向後引退，交還於運轉隊部。

44. 輕便鐵道行車之管理 輕便鐵道之行車速度遲緩，故管理比較簡單。歐戰時，英國之管理制度：每線設一調度總站，於各分段另設調度分站。總站分站及各車站間，用電話聯絡，互通消息，支配車輛。各站列車之開出或到達，事前事後，均須報告總站。總站備有調度牌，依照該路線地圖，以有凹形小槽之小木條代表路軌，釘於調度牌上，無論正軌旁軌車站等，均確實表現，與鐵路模型無異。沿線各站，均編號碼，附註於牌上。另以有鉤之小牌代表列車，掛於小木條上。根據各站之行車報告，以小牌前後移動，表明列車之行駛。小牌有紅綠二種，紅者代表裝列車，綠者代表空列車。如是一覽斯牌，列車之行駛情形，極為瞭然。

每一列車起運之前，填一列車行運表，詳載機車之號數，起運站之站名，司機、伙夫、車守之姓名，列車之次數，到達站之站名，到達與開出之時間，貨物裝卸之情形等。每一貨車，又另填車輛行運單與提貨單各一紙，車輛行運單載貨車號數，於某日某時，附掛於某次列車，於某站裝某貨，於某時到某站。提貨單載寄貨人收貨人之姓名，運出站到達站之站名，貨物之種類與重量。將此三種單據，會集一起，便可知列車車輛之詳細情形。與調度牌上之小牌，夾在一起，掛在小木條上，隨列車之行動，前後移

動。

於調度牌上，每一站設置一小匣，內分二格，一格代表裝，一格代表空。當一列車行抵某站，將某一貨車解下，停於該站之旁軌時，即將該貨車之行運單自小牌取下，放入該站小匣之裝格內；待貨物卸空，將行運單由裝格移置空格。則全線車輛之或裝或空，所在地點，均可一目瞭然。

除調度牌之外，尚有分段車輛記錄牌；每段設一牌，表現各種車輛之實情。則於車輛之調度，可從容應付，不致手足無措，礙及軍機也。

戰時鐵道之破壞與保護

45. 鐵道之破壞 軍事工程之所應研究者，不僅建築，尚有破壞。蓋因軍事家每以破壞敵人之交通為重要戰略，使敵方之軍隊及給養之運輸，完全停頓，予以嚴重之打擊。而當自己敗退時，亦必拆毀自己之交通，以之為阻止敵人之前進，延緩敵人追擊之手段，絕不肯遺下完善之鐵道，供追擊者之應用。美國南北戰爭時，南北雙方，俱有專門組織，從事於鐵道之破壞。破壞鐵道，不外焚燬枕木，拆毀軌條，以及毀壞機車車輛等等。

對於鐵道之破壞，最有效方法，為用炸藥，或拔出狗頭釘，脫除魚尾鉞，拆下軌條。或將枕木軌條，搬棄他方，藏匿於不易尋覓

之處。或將枕木堆積一處，將軌條橫置其上，灌油燃之，則枕木化爲灰燼，鋼軌亦燒成彎曲，不可復用。更有應用機車之力，以破壞鐵道者；法於二枕木間，掘一可半呎深之溝，以堅固之鐵鏈，通過此溝，將二軌束起，在中間結緊，另以一二端有掛鉤之粗鐵索，將其一端鉤在鐵鍊上，他端鉤在機車上，將機車徐徐開動，便可將軌道拆除。

對於機車之破壞，最簡單方法，即將汽鍋炸毀。破壞列車，可將必要分量之炸藥，置於二列車之內，然後將二列車迎頭開動，令司機伏夫等即時躍下，使互相擊撞轟炸。破壞車輛，灌油焚燬之可也。

46. 鐵道之保護 戰時鐵道，既時時處處有被破壞之可能，故對於鐵道之保護，甚爲重要。關於保護鐵道之設備，最要者爲要塞砲臺之建築，但必須於平時建築完備，不能臨時設置也。至於戰時之保護設備，則爲保護防舍之設置，鐵路沿線，每隔一公里半，設防舍一座，駐兵守衛，輪流巡邏，以防敵人之襲擊與破壞。至於兵士多寡，視情形而不同。美國南北戰爭時，每哩派哨兵十二人，擔任守護。德國軍事家，據歐戰經驗，謂欲保護鐵道，每二十四公里需兵士一千人。不但對於敵國軍隊，應該防其侵襲，更須防敵國居民之破壞。如軍事進展，深入敵境，爲防制居民之破壞，可制定懲罰規章。美國南北戰爭時，南方居民，時時破壞鐵

道，於是聯邦政府，公告戰地居民，凡參加鐵道破壞工作之人民，捕逮治罪，或驅逐出境。倘鐵道、列車、倉庫、或車站等，有被居民破壞者，則沿線十公里內之居民，均須負修理之責。頗為見效。裝甲列車亦為戰時保護鐵道方法之一種，不僅可用以保護鐵道，且可用以攻擊敵方，為戰時護路防敵之重要工具。

第四章 橋梁

47. 橋梁之重要 河流對於軍事行動，為莫大障礙。關於河流之障礙，理當預先顧及，而思所以渡越之法，是以建築橋梁，亦為軍事工程之一。已成橋梁之有無，新建橋梁之能否，影響於戰略甚大。若軍隊進行，遇江河之阻礙，而後方敵軍又追迫而至，則全軍勝負，全在橋梁之能否迅速建築也。戰地築橋，頗非易事。往往欲造橋而對岸已為敵軍所佔據。在此種情形之下，不得不設法在對岸得一立足地，以保護築橋人工；或從他處渡越而至對岸，造成橋座；或用浮橋小橋渡越而奪得對岸，將敵軍驅回至火線之外；然後建造橋梁，使大軍通過。

48. 戰時之橋梁建築 平時築橋，除強固之外，凡價格，外觀及持久，均在設計者考慮之內。平時築橋，祇能適合上述諸點，所需時間，幾不顧及。此等橋梁，總是結構複雜，需多人之設計，長時間之建築，方能完成。

在戰時，迅速與強固，為先決條件；他若價格，外觀與持久皆次之。軍事工程師之最大責任，即欲在最短的時間之內，造成能夠經受最大的載重之橋梁。幾小時之耽延，即失去幾小時之時機，損失極多人之生命；反之，建造之迅速，即間接的減少戰爭之

時間，節省無數金錢，拯救無數生命。軍事建築之浪費時間，其罪有甚於民事建築之浪費金錢也。

軍用橋梁因欲在短時期內迅速完成，而且又無適當設備，須具有三種特點：(一)結構簡單，(二)橋基淺，(三)跨度短。

在軍事忙迫，刀馬倥傯之際，為節省時間起見，為工程師者，往往將民用橋梁之設計與建築之步驟方法，盡量減少。於是不能不在平時將標準橋梁預先設計，將各部結構，預先造好，或交輜重隊輸送，或交軍需庫貯藏，以備臨時之用。此種預造橋梁，與在戰地建造者同，須結構簡單，橋基淺，跨度短。

軍事工程師，除建造務求迅速之外，尚有一重大責任，即材料之備辦。時間與材料之限制，使不能周詳設計，審慎處理，為軍事工程之最大困難。故為工程師者，應有先見之明，知欲造橋，預先在近地蒐集可用材料。在戰爭時期，一切外來材料，供給斷絕，惟全賴當地材料，以事建築。往往為材料不易得，先造小橋，使步兵通過，然後逐漸增大，使騎兵砲兵過河。

戰時築橋，對於地點之選擇，甚為重要。凡河岸，河寬，流速，水深均須注意。河岸務擇其堅固平坦者，河寬以狹小者為宜，但河寬狹小，流速必大，故當權衡輕重，決定取捨。測量流速，可用木浮標，拋於河之中流，計其流下之時間與距離，相除即得。測量河寬，如圖 20 所示，於對岸選取一物 A，如樹木大石之類，以為

瞄準，在此岸地上，作一記號 B，
向右行若干距離至 C，復折而向
右行若干距離至 D，由 D 瞄準 A，
命視線與 BC 相交於 E，則

$$AB = \frac{BE \times EC}{CD}。$$

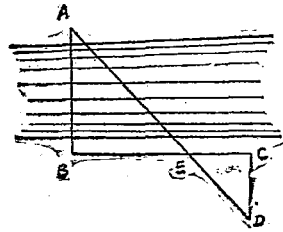


圖 20

BE, EC, CD 皆在地上，可直接量

得也。至於水深，可用標桿測量之，倘標桿欠長，則可用一繩繫大石，沈於河底，量繩之入水長度而得之。

49. 戰時建築的橋梁 各種橋梁，不論桁架橋，木樁橋，桁架橋，拱橋，翹橋，吊橋，在戰時皆曾用過，雖簡陋臨時，且多用當地材料建造。軍用橋梁，因其橋墩之固定與浮游而分為固定橋與浮游橋；亦可以其建築之工事而分為永久橋與臨時橋。按軍用橋梁之用途，而異其寬狹強弱，則又可分如下述：

徒步橋——供單行步兵之通過者，橋面寬度為一公尺（三呎），載重為每公尺一百五十公斤（每呎一百磅）。

小幅橋——供雙行步兵或單行騎兵（騎者下馬步行）之通過者，橋面寬度為二公尺（六呎），載重為每公尺三百公斤（每呎二百磅）。

縱隊橋——分輕縱隊橋及強縱隊橋二種，輕縱隊橋供四行步兵或雙行騎兵之通過者，橋面寬度為三公尺（九呎），載重為每

公尺六百公斤(每呎四百磅),強縱隊橋供四噸貨車之通過。

耐重橋——耐重橋堪耐重車之通過,爲永久橋。

50. 橋梁之構造 橋梁之構成有二部:

(a) 上層建築——包括橋床、桁架、桁梁等;

(b) 下層建築——包括橋墩與橋座。

橋床包括橋板,緣材,支持橋板之縱桁,以及支持縱桁之橫桁。倘橋墩相隔甚近,橋墩用木樁、桁架、柵箱、船或筏爲之,則無須橫桁,縱桁即直接放置於橋墩上。倘橋墩相隔甚遠,則用鈹梁、桁架、或鋼索支持橋床,傳達重量而分佈於橋座橋墩。

51. 橋座 橋座之構築,直接影響於橋梁之抗力。普通軍用橋梁,其橋座可如圖 21。先使二岸之地面平坦,將橋座材就位,用橋座樁固定之,又爲保護縱桁之端末,復置橋座板於其端。

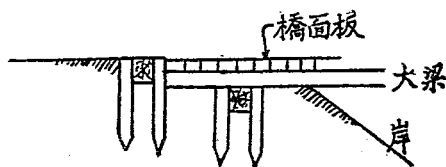


圖 21

52. 橋床 普通橋梁,大抵用縱桁五條,以等間隔配置,使車輛之車輪,轉動於縱桁之上,則橋板之支持,得以確定。若橋梁狹載重輕,有或用三條或用二條已足者。縱桁粗度,如表

18 所載。

表 18 縱桁粗度表

橋 梁	桁 材	跨 度 (公 尺)					
		3	4	5	6	7	8
輕縱隊橋	杉圓木	0.12	0.15	0.17	0.19	0.21	0.24
	杉方木	0.11	0.13	0.15	0.17	0.18	0.20
強縱隊橋	杉圓木	0.20	0.22	0.24	0.25	0.29	0.31
	杉方木	0.17	0.18	0.20	0.21	0.24	0.26
耐重橋	杉圓木	0.24	0.27	0.30	0.33	0.36	0.39
	杉方木	0.20	0.22	0.25	0.27	0.30	0.32

若用矩形縱桁，可將上表中方木粗度，長邊每增一公分，短邊減一公分半，使長邊與短邊成七與五之比。將長邊豎立。緣材之粗及長，以與縱桁同一為宜，因其與下方外桁緊結，可使縱桁之負擔力增大。橋板之厚，縱隊橋至少三公分，耐重橋至少六公分。普通使其厚之吋數，等於縱桁間隔之呎數。

關於縱桁橋板等材料之粗度，計算複雜，理論高深，有專書論述。惟於軍用橋梁，計算不必過精，方法務求簡單，可利用表19以作簡算。

表 19 橋梁材料粗度簡算表

材料	橋梁種式	A 應於配置之係數		B 應於安全 率之係數	C 應於木材之係數				D 圓材徑或方 材邊之比
					杉	松	檉	楸	
冠材	支冠柱	2	3	$\frac{11+m}{15}$	1	9	4	7	$\frac{6}{5}$
	輕縱隊橋	$15+\frac{3L}{2}$	9+L		10	5	10		
	強縱隊橋	$16+\frac{3L}{2}$	$11+\frac{9L}{10}$						
	耐重橋	18+2L	$11+\frac{5L}{4}$	$\frac{12+m}{18}$					
樁柱	縱隊橋	$9\left(\frac{15+L}{18}\right)\left(\frac{4+H}{6}\right)$		$\frac{16+m}{20}$	1	9	4	7	$\frac{8}{7}$
	耐重橋	$11\left(\frac{15+L}{18}\right)\left(\frac{4+H}{6}\right)$		$\frac{16+m}{20}$					
縱桁 (五條)	輕縱隊橋	5+2L		$\frac{11+m}{15}$	1	9	4	7	$\frac{6}{5}$
	強縱隊橋	$12+\frac{7}{4}L$							
	耐重橋	$12+\frac{10}{4}L$							
橋板	輕縱隊橋	$\frac{1}{20}L$		$\frac{11+m}{15}$	1	9	4	7	
	強縱隊橋	$\frac{1}{13}L$							
	耐重橋	$\frac{1}{9}L$		$\frac{11+m}{16}$					

表中 L 爲橋節之跨度 (公尺), H 爲樁柱之高度 (公尺), l 爲縱桁間隔 (公分), m 爲安全率, 通常用三至六。將 A, B, C 三項數值, 相乘而得方材每邊之長 a (公分)。若用圓料, 可將求得之 a 乘 D 項之係數, 即得圓料之直徑, 法至便捷也。惟於縱桁計算, 假設用縱桁五條者; 倘縱桁之數大於五, 設爲 n , 則在用橫桁之處, 縱桁材料, 可略減小, 將求得粗度, 以 $\frac{16}{11+n}$ 乘之, 然在不用橫桁之處, 該 $\frac{16}{11+n}$ 係數, 以省略爲宜。蓋在戰爭之時, 首重安全, 不在些微材料之減省也。

例如有強縱隊橋, 橋節跨度六公尺, 樁柱高五公尺, 橋幅闊三公尺, 用縱桁七條 (用橫桁)。求冠材, 樁柱, 縱桁, 橋板之粗度 (材料用杉木, 安全率爲 4)。

冠材: 設二樁柱支承之。由表 19:

$$\left(16 + \frac{3L}{2}\right) \left(\frac{11+m}{15}\right) \times 1 = \left(16 + \frac{3 \times 6}{2}\right) \left(\frac{11+4}{15}\right) \times 1$$

$$= 25 \text{ 公分方杉木,}$$

$$\text{或 } 25 \times \frac{6}{5} = 30 \text{ 公分直徑圓杉木。}$$

樁柱:

$$9 \left(\frac{15+L}{18}\right) \left(\frac{4+H}{6}\right) \times \frac{16+m}{20} \times 1$$

$$= 9 \left(\frac{15+6}{18}\right) \left(\frac{4+5}{6}\right) \times \frac{16+4}{20} \times 1$$

=16 公分方杉木，

或 $16 \times \frac{8}{7} = 18$ 公分直徑圓杉木。

縱桁：

$$\begin{aligned} \left(12 + \frac{7}{4}L\right) \left(\frac{11+m}{15}\right) \times 1 \times \frac{16}{11+n} \\ = \left(12 + \frac{7}{4} \times 6\right) \left(\frac{11+4}{15}\right) \times 1 \times \frac{16}{11+7} \\ = 20 \text{ 公分方杉木，} \end{aligned}$$

或 $20 \times \frac{6}{5} = 24$ 公分直徑圓杉木。

橋板：

$$l = \frac{300}{6} = 50 \text{ 公分}$$

$$\left(\frac{1}{13}\right) \left(\frac{11+m}{15}\right) \times 1 = \frac{50}{13} \times \frac{11+4}{15} \times 1 = 4 \text{ 公分厚杉板。}$$

縱桁配置於固定橋墩，通常如圖 22 所示。中央桁及車轍桁



圖 22

每橋節交互左右配置。

外桁前端略狹，納於前節外桁後端之內側。各縱桁之兩端，超出冠材約二十至三十公分而固定之。橋桁在橋脚船上

之配置，如圖 23 所示。若橋梁之載重大，則縱桁之配置，應在同

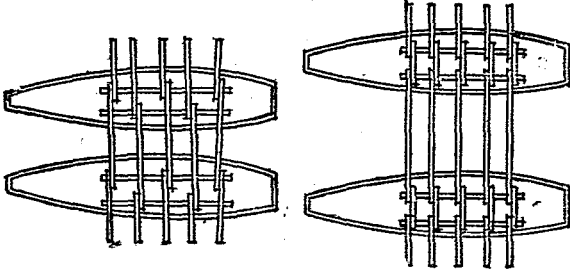


圖 23

一直線上，用挾接板及螺釘(bolt)連結，如圖 24 所示。

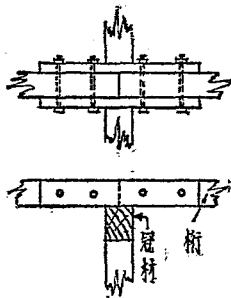


圖 24

53. 橋墩 橋墩之責任，一方支承橋床，一方抵禦水流，務須強固有力。軍用橋梁之橋墩有二種：固定橋墩與浮游橋墩。固定橋墩用杙架、木椿、斜撐或柵箱等，浮游橋墩用船或筏等。橋墩之選擇，視河川之狀況，材料之有無而定。

54. 桁架橋 桁架橋 (trestle bridge) 與木樁橋在戰時之用甚大,可作臨時用,亦可作永久用。比其他軍用橋梁,建造容易,而且材料亦容易得到。在地基結實,水流緩和之處,可用桁架。其實,任何地面,每方呎皆能受四分之三噸之載重,鬆土或濕沙能受一噸,沙礫至少可受二噸半。倘河基鬆散,而泥濘無多大之載重力,或多沙而活動,有沖刷之危害,則應用木樁。樁柱與冠材之粗度,可利用表 16 計算。惟欲求建造迅速,採用簡單的標準設計,預先備辦材料,儲於倉庫,至需用之時,便可立即運至築橋場所,以敷應用。

標準桁架橋之構造,示於圖 25。其跨度為十五呎,其高有十

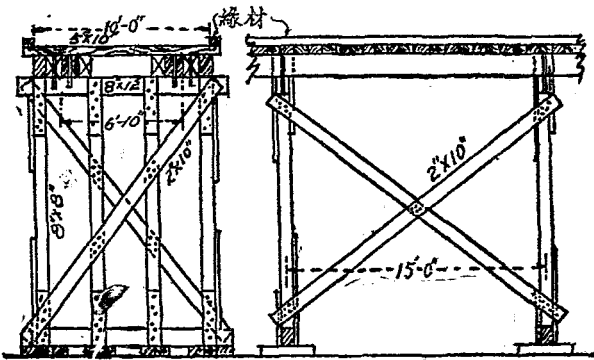


圖 25

呎、十二呎、十四呎、十六呎、十八呎、二十呎、二十二呎數種,若再高便用二桁架架疊。桁架橋每節所需之材料,載於表 20。諸

此材料，共重約五噸，可以四輛一噸半貨車裝載輸送。

表 20 標準桁架橋（跨度 15 呎高 10 呎）之材料

材 料	大 小	
下層建築		
木柱	8"×8"×8'	4
橫繫材	2"×10"×15'	2
縱繫材	2"×10"×17'	4
冠材	8"×12"×12'	1
底樁	8"×12"×12'	1
泥樁	4"×12"×2'3"	10
夾板	2'×8"×2'4"	12
螺釘	14"× ³ / ₄ "	22
錨釘	14"× ³ / ₄ "	8
洋釘	50 d	120
上層建築		
縱桁	8"×16"×16'	4
橋板	5"×10"×11'	18
緣材	6"×6"×14'	2
欄杆	3"×3"×15'	2
欄柱	3"×3"×4'	6
欄撐	3"×3"×4'	2
螺釘	14"× ³ / ₄ "	12
錨釘	20"× ³ / ₄ "	14
道釘	9"× ³ / ₄ "	195
洋釘	50 d	50

55. 木樁橋 木樁橋於河底不固或水流太深，不能用机架之處常用之。標準木樁橋之構造，如圖 26 所示。其跨度為十五

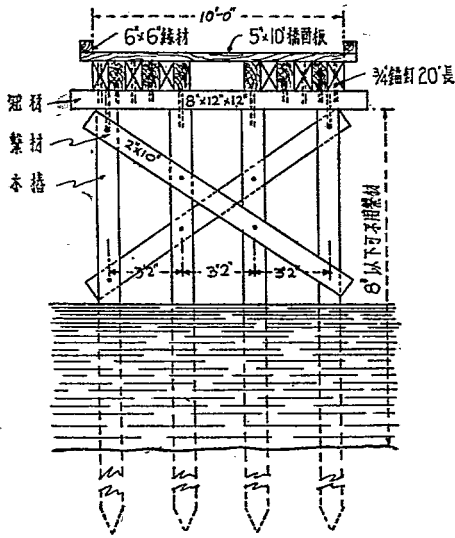


圖 26

呎，樁長為二十呎，所需材料如下：

表 21 木樁橋材料

材 料	大 小	數 量
圓 木 樁	長 20 呎，小端粗 5 吋，低端粗 14 吋	4
冠 材	8'' × 12'' × 12'	1
繫 材	2'' × 10'' × 14'	2
鐵 釘	20'' × 5/8''	4
洋 釘	9'' × 3/8''	25

他若縱桁、橋板、緣材、欄杆等，悉如上節所述。諸此材料，共重約四噸，可以三輛一噸半貨車裝載輸送。

木樁橋之力，賴木樁之大小，木樁之多少，打入泥中之深淺，以及泥土之性質而定。每樁所支承之重量，等於一排之總重量，除以樁數。至於木樁所能支載之安全重量，倘用落錘法打樁，可用惠靈吞 (Wellington) 氏公式計算。假設 W 為錘之重量(磅)， h 為落下之高度(呎)， R 為木樁之載荷量(磅)， D 為連續槌擊數次中木樁之平均下沈吋數，則如用落錘打者：

$$R = 2Wh / (D + 1);$$

用蒸汽錘打者：

$$R = 2Wh / (D + 0.1)。$$

上述二公式之安全率為 6。不過應用之時，有一點要注意者，即在未舉行試驗槌擊之前，須先使樁頭結實，倘樁頭已毛，應鋸去然後試。先計算各樁應支載之重量，復在打樁之時，應用上述公式，時時驗核，倘達載重程度，便可停止打擊，則無謂工作，可節省不少。但打樁入土，至少須八呎，方能使樁子穩定。

木樁之載荷量，亦可由表 22 定之（樁之平均直徑為一呎）。

表 22 木樁載荷量

泥土之性質	入土之呎數	安全載荷量之磅數
汚 泥	15	4,500
	30	10,000
疏 鬆 黏 土	10	7,000
	15	10,000
	20	13,000
	30	20,000
濃 厚 黏 土	10	15,000
	15	23,000
	20	30,000
	30	45,000
結 實 沙	8	16,000
	10	20,000
	12	24,000
	15	28,000
	20	36,000
	30	48,000
沙 礫	8	20,000
	10	24,000
	12	28,000
	15	34,000
	20	43,000
	30	60,000

56. 斜撐橋 斜撐橋墩為傾斜於縱方向之橋墩，於河流寬度在四十呎以下者，可以用之。斜撐材與橋床面所成之角，決不

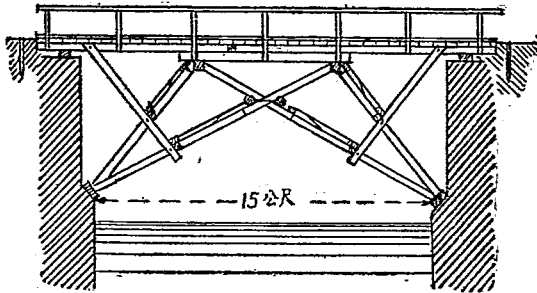


圖 27

可在 30° 以下，以 45° 為最宜。斜撐腳點，務選定於水面之上，方可支撐堅定。（圖 27）。

57. 柵箱橋 柵箱 (crib) 由縱橫疊木桿而成。用之為橋墩，甚為良好。惟需木材甚多，且因其所佔河流之面積較大，容易為水衝動。（圖 28）。

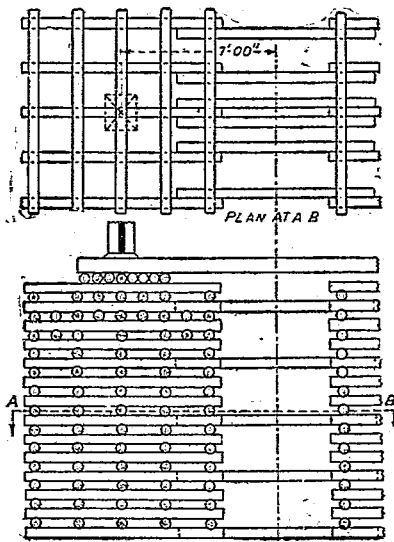
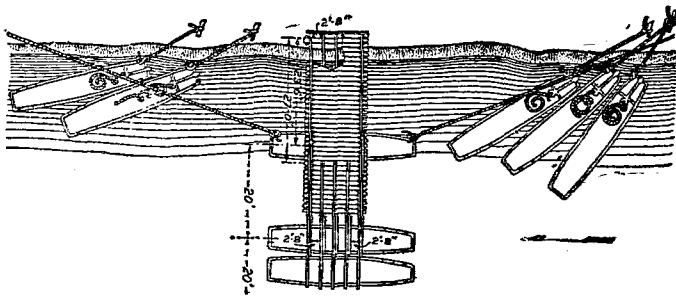


圖 28

58. 桁架橋 倘河面遼闊，河水甚深，以用桁架橋 (truss bridge) 爲最宜。不過戰爭之時，實際用桁架橋者甚少，因其所需材料，不易蒐集，又難臨時搭成。

59. 吊橋 如欲跨越深峽大江，桁架橋不易造，則吊橋常用之。但如載重太大，吊橋稀能勝任，因爲用就地蒐集之材料，甚難建造穩固也。

60. 浮橋 浮橋以船爲橋脚，如圖 29 所示。用爲橋脚之船，須堅牢而無浸水之虞，形狀大小舷高與浮力，務求同一。因船



■ 29

之吃水不同，則軍隊通過，必生不齊之搖動，致促橋梁之離解。若不得已而用不同之船，則橋節之跨度，須應於船之大小與浮力而決定。將大船配置於近岸處，或加適當重量，以加減吃水。浮橋之橋脚，亦可以船匡充之，船匡之構造，如圖 30 所示。

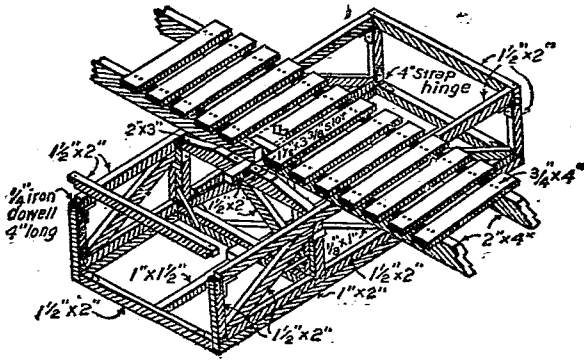


圖 30

61. 筏橋 筏橋將筏緊繫而成。筏如竹、木、板、桶、空罐、小船，凡一切能浮之物，皆可為之。筏面應平，最好鋪以木板，以利進行。筏之浮力，可以每加倫八磅計算，如五十加倫桶完全沈沒時，約有浮力四百磅；或以每公升一公斤計算。不過許可浮力，僅其四分之三。

圖 31 所示者，為木筏橋之構造，每十二呎需

4" × 4" × 6' 方木 22 條；

3" × 12" × 12' 木板 3 條；

2" × 4" × 12' 木桁 2 條；

20' 長索 1 條；

釘 150 枚；

引索 1 條；

共重約一千一百磅。

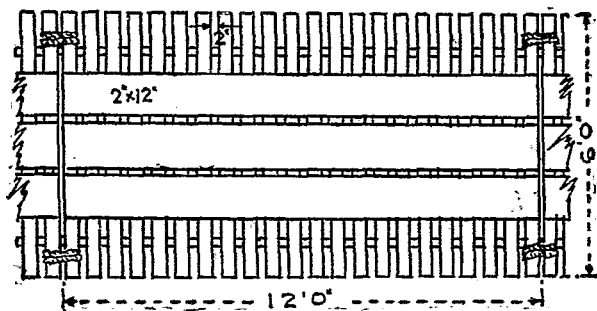


圖 31

圖 32 所示者，係用桶組成之木筏。

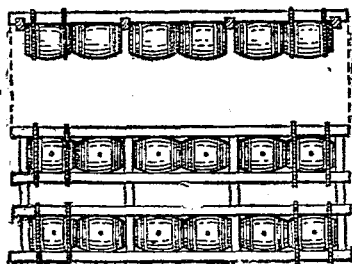


圖 32

62. 輕便砲行橋 輕便砲行橋可隨砲車輸送。渡越狹小障礙，如水溝、戰壕、彈穴等，極為便利。用後撤收，隨帶以備後用。其構造分二部，每闊四呎，二部相並，成單線路之闊，如圖 33 所示。其需用材料（長十二呎）如下：

材 料	大 小	長 度	數 量
縱 桁	3"×8"	12'	8 條
緣 材	2"×4"	4'	12 條
橋 板	2"×6"	4'	48 條
底 槽	2"×6"	4'	4 條
洋 釘	20d		50 磅

兩部共重一千四百四十磅，可以一輛子彈車裝載輸送。

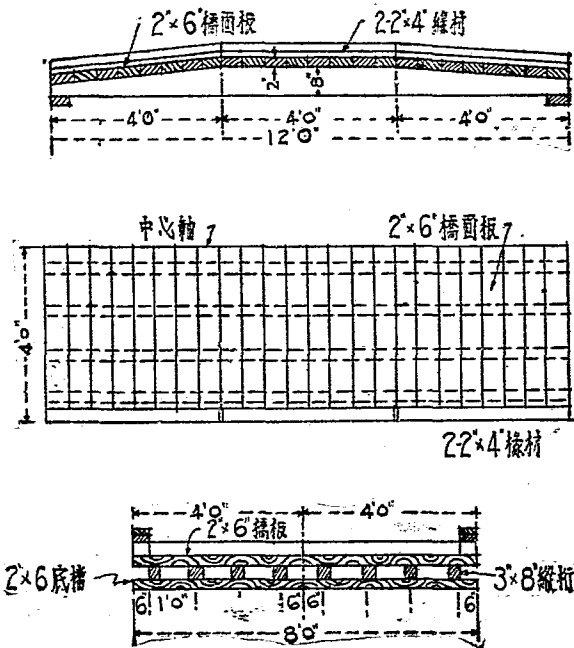


圖 35

63. 建造人工 軍用橋梁之建造人工不一。譬如木樁橋，打樁所費之時間，大有影響於建造之人工。小的木樁橋，以小樁用大鎚手打爲速。又如杙架橋，備造橋基，將杙架在河中就位，費時甚大，倒不如搭建杙架便捷。搭建杙架，甚爲迅速，是以與其臨時構築杙架，不如預先造就，遠程輸送，至需用處搭建，較爲省時。惟我國內地，公路不通之處甚多，運輸難免困難耳。開設引橋，亦甚費時間，往往開設引橋比搭建正橋之人工大。故建造橋梁之人工，殊難言也。茲舉實例數則，以見一斑：

(a) 徒步橋——一九一八年，十一月十日夜，在牟斯(Meuse)河搭一徒步筏橋，長一百八十呎，共費七分鐘。對岸有敵軍，幸天霧槍火難中。

(b) 浮橋——一八六二年，十二月十一日，在夫累得利克堡(Fredericksburg) 拉巴罕諾克(Rappahannock) 河搭浮橋五條，長約四百二十呎，料車在上午三時抵岸，待天明搬運安放，若無敵軍阻擾，則二三小時可以完成。上流數橋，爲敵軍阻滯不少。下流二橋，一在上午九時完成，一在十一時完成，後者因距料車停處較遠，故需時較多。

一八六四年，六月十四日，詹姆士(James)河橋，正橋長二千三百呎，自下午四時起至下午十時五十分完成；約費七小時。

一九一七年，九月一日，在里加(Riga)附近之杜璠(Duna)

河，建浮橋三：

(1)長一千一百七十五呎，用机架十三，浮船五十四爲橋脚，費五小時半而完成。平均每小時完成二百二十呎。但引橋更需二小時之工。

(2)長八百三十五呎，費三小時五十分而完成。平均每小時完成二百二十呎。

(3)長九百九十呎，用机架八，浮船五十六，費五小時四十分完成。平均每小時完成一百七十五呎。

(c)机架橋——美國南北戰爭時，在小彼底(Little Peedee)河架一机架橋，長一百呎，天曉開工，至下午四時完成，約費九小時十分鐘。

一九一八年十一月十三日，在浦伊利-牟斯(Pully Mause)河，建一雙軌机架橋。共長二百五十六呎，在二十四小時完成單軌，四十八小時完成雙軌。

(d)波以耳戰爭之大橋：

(1)科普(Koop)河橋，長三百零六呎，高二十呎。工兵一百人，鄉民三百人，四日七小時完成。

(2)摩得(Modder)河橋，慶伯利(Kimberley)線，長二百十三呎，臨時橋。工兵三連，鄉民三百人，步兵四百人，七日半完成。

(3)德拉貢(Delagon)港橋，長三百五十呎，高二十六呎。用

一跨度一百呎之桁架，餘者用杙架，工兵一連，三十四日完成。

(4) 多恩 (Doorn) 河橋，長一百九十呎，高十呎至三十三呎。工兵二連，鄉民三百八十人，三十二小時完成。

(5) 摩得河橋，布隆方丹-比勒陀利亞 (Bloemfontein-Pretoria) 線，長一百五十一呎，高十呎；永久橋。建時戰事已停，無緊急之險。工兵一連，步兵一百人，鄉民六十人，十七日完成。

64. 原有橋梁之利用 利用原有橋梁，須先詳加偵察。因為已成橋梁，或破舊，或損壞，其載重初不如設計時之大，應考其情狀，定其載重。如有損壞，宜加修理，如強度不足，則設法加強之。固定支架之受傷者，或於其旁打新樁，或加強固之木撐。木樁之斷者，可用鐵攀聯結之。受損之縱桁，與不堪再用之橋面板，均應換新。加強之法，通常添加橫桁及中間橋脚。橫桁本身，雖不能增加橋梁之抗力，但連結妥當，有分佈荷重於縱桁之效。中間橋脚設於跨度之中間，支撐橋床，無異將橋梁之跨度減短，便增加橋梁之抗力。通常公路橋梁，至少有四條縱桁支承車輛，橋板厚之吋數，至少等於縱桁間隔之呎數。縱桁之力，可由下述二式計算：

(a) 木縱桁(就普通木材而言，若於其他木材，則安全率大。

$$W = 50bd^2/L。$$

W 為每一縱桁上之集中安全載重 (磅)；b 為縱桁之闊 (吋)。

1 爲縱桁之厚(吋); L 爲跨度, 即縱桁二端支棟間之距離(呎)。

表 23 縱桁之最大安全跨度

圓木縱桁	矩形木縱桁	工字鋼梁縱桁	最大安全跨度(呎)	
			貨車及輕載	一噸半車及 4.7 噸
d (吋)	b × d (吋)	d (吋)		
5	2×6	3	5	—
6	8	4	11	5
7	10	4	12	7
—	12	5	16	10
—	3×6	3	7	4
8	8	4	12	6
—	10	5	16	10
9	12	6	20	14
—	4×6	4	9	5
—	8	5	14	8
—	10	6	18	13
—	12	7	23	17
—	6×6	4	13	7
—	8	6	18	12
10	10	7	26	18
—	12	9	34	22
—	8×8	7	23	16
11	10	9	31	21
—	12	10	40	27

(b) 鋼縱桁 (就工字梁之平均闊而言, 若於其他特形, 則安

全率大。):

$$W = 1000d^2/L。$$

W爲每一縱桁上之集中安全載重(磅); d爲縱桁之深(吋); L爲跨度(呎)。

表 23 所載之最大安全跨度, 已因橋床之重量, 酌量減小矣。

65. 船、筏、灘、冰 若河流不大, 築橋費時, 可以船, 筏, 或擇淺灘, 厚冰之處渡越之。

木浮橋船每艘約能載重十噸, 船舷離水二十公分(八吋)。風平浪靜時, 能載武裝步兵四十人, 但不堪擁擠, 普通以載三十人爲常; 若流速浪大, 祇能載步兵二十人, 較爲穩妥。

筏可用竹, 木, 空桶之類建造。以浮橋一節與船二艘造成之筏, 載重量與浮橋同。若再於中間加船, 載重量更可因之而增。

遇淺水緩流之灘, 可涉而過之。但於步兵, 水深不得過一百公分(三呎半), 於騎兵不得過一百四十公分(四呎半), 於貨車及輕砲, 不得過一百公分(三呎), 於重車不得過八十公分(二呎半)。

至於冰, 亦能載荷重量。倘凍結堅實, 浮於水面者, 厚五公分(二吋)能載單人行走, 厚十二公分(五吋)能載步兵一小隊, 厚十五公分(六吋)能載騎兵一小隊, 厚二十公分(八吋)能載輕砲及輜重, 厚三十公分(一呎)能載重砲及重車。

第五章 築營

66. 軍隊之營宿 軍隊宿營，其法有三：爲舍營，露營，及村落露營。舍營於戰鬥之準備，不甚便易，然因有營房蔽禦風雨，於人馬之休養，甚爲暢適。露營與舍營適相反，於戰鬥準備，甚爲便易，於人馬休養，則不甚舒適。村落露營，散居各方，於統領甚爲困難。故宿營方法，全按戰術上之要求，由指揮長官決定之。

67. 軍營設計之要則 戰時建築，不論在戰場不在戰場，皆爲戰事之一，若不時時以軍事原則爲懷，稀不失敗者。無論何處，戰事一起，一切物質供給，均感缺乏。所以在戰時的極端困難情形之下，從事建築，應較量緩急，擇切要急需者建築之。又因爲戰時建築，無相當設備，而從事者又往往非熟嫻工人，故一切設計，務須簡單，使處處可以通用，人人能夠修裝。

平時建築，大半注意於安全、持久、價廉、美觀等，凡此種種，在戰時建築，皆非所計。安全固然要緊，但無須過分，足夠而已。譬如，軍隊之糧食給養軍需用品，全賴某一碼頭裝卸，則其建築，應與平時同樣堅固，同樣安全。如有很多房屋，造作棧貨住兵之用，則其工料，不妨稍爲減省；縱使塌頽一二所，亦無關係。每所房屋省料之所得，與一二所房屋塌頽之所失，抵償有餘。而且

軍事建築之需用時期，又未一定，祇要能暫時應用，建造過分堅固持久，徒然浪費，大不值得。

設計軍營，應顧慮將來之擴充，在有擴張可能之處，應使易於擴張。而建造之程序，又當使每一獨立之單位，繼續建造，完成一部，即能有一部可用，則可以立應急需。縱使軍路變更，營地遷移，建造中止，亦不至全部無用。若將結構同樣者，同時建造，雖於人工材料，比較經濟，但非待全部完成，不能使用。倘營房未成，戰略先變，勢必廢棄全部，損失不反更大？

總之，在戰時的一切建造設計，務期簡單，迅速，能應急需，未可以常則衡之也。

舍 營

68. 舍營 軍隊駐紮，若為日較久，應取舍營，以利休養。舍營與露營之不同，在舍營之營房，所用材料，比較良好，建造亦比較完備，不如露營之草率。

69. 舍營地之選擇 選擇舍營地，務期適合下列諸條件：

- (1) 面積廣大，可以收容部隊，不至擁擠。
- (2) 給水充足，可供人馬之用。
- (3) 有適當的操場——或在其間，或在附近。
- (4) 有適當的射擊場——或在其間，或在附近。

(5) 近於鐵道或公路，使給養之運輸便利，軍隊之調動迅速。

(6) 不受洪水之侵害。

(7) 地土易排水者。

(8) 環境合於衛生者。

(9) 有天然浴場，如江、河、湖、泊。

70. 營房 營房之材料以用木板為最多。其構造形式，如圖 34 及圖 35 所示。圖 34 為簡單之一種，每人約需板料六方公尺。

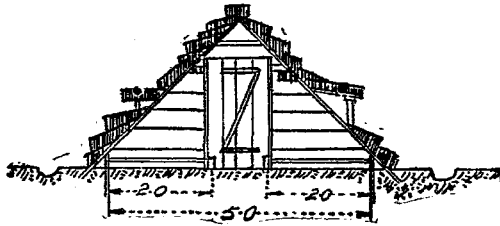


圖 34

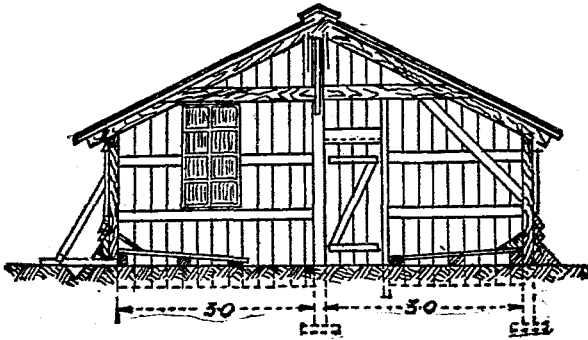


圖 35

圖 35 較爲完備,每長十公尺需料如下:

三公尺寸柱·····十二條	屋頂、壁、床木板··百八十方公尺
四公尺半柱·····三條	床板支柱·····六十條
三公尺寸斜材·····六條	屋頂掩覆物·····一百方公尺
冠材·····三十條	大釘·····一千八百枚
四公尺半椽··二十二條	小釘·····一千枚
五公尺橫材·····三條	

歐戰時,美國駐法軍部所用營房,如圖 36 所示,長一百呎,寬二十呎,住一百人。屋頂與圍壁,或用木板,或用波形鐵板。

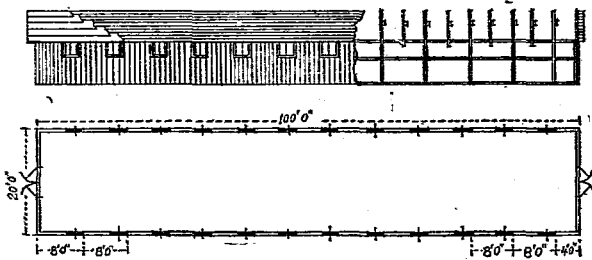


圖 36

若用木板,八十八日可成,用波形鐵板,七十日可成。此種營房,可造成可以拆卸的,每闊四呎,裝拆極便。不過拆裝一次,略有損失。若運用小心,木造者約損失百分之十,波形鐵造者,約損失百分之二五。

71. 病房 受傷或疾病之兵士，應運至病房，令其安靜休養，給以醫藥看護。病房與普通兵房之不同，最宜溫暖通風，居之暢適，須有暖爐浴室等設備。又因病重或傷重者，往往不能走動，須扶持以行。故病房之門，不宜旁開，應在中間，能直通室內，使移動病人，便易無阻。

歐戰時，美國駐法軍隊總司令部，初規定病房之設備，須能容納百分之七或八之兵士，但其後傷病漸增，竟達百分之十五。在休戰前，突然增加，達百分之十二三。突增原因，或以最後激戰所致，纔造成如此之高記錄。若戰事不烈，時期不長，病房設備，能容兵士之百分之七已足。劇烈的激戰，纔需要百分之十的設備。但恐中國軍隊之傷病率，較此為高，惜無統計可資根據耳。

至於每一病人所佔之地位，初規定為六十方呎。但實際每人所佔者，為四十五方呎至七十七方呎。是比無病兵士之二十方呎地位已多不少。但病房除病人之外，尚有醫生看護，故平均每一病人，總共佔地約六十五方呎至一百零八方呎。

72. 馬廄 一馬所佔之地位，以長三公尺，寬一公尺半，高二公尺為至少。馬廄之建造，視需用之久暫而異。圖 37 所示者，係暫用之簡單馬廄。其前面與屋頂，均可用藁草或厚幕布蓋之。但不可用油布，因油布遇風振蕩有聲，使馬驚怖。又繫馬之韁繩，須拴於木樁，不可縛在屋柱，免致拉倒。馬鞍與飼料，可置於 a

處，馬夫即住其間。圖 38 所示者為繫二列馬之馬廄。馬首相向，中隔竹籬或幕布，以免爭吵。切不可使馬首對牆，因牆用藁草編成，咬之便致破壞。

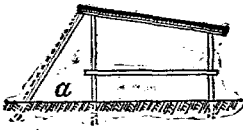


圖 37

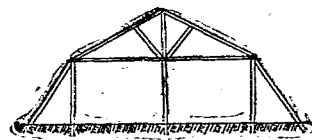


圖 38

73. 廁所 廁所應位於軍營之下風向，與營房水源，相距不可太近。因穢氣傳來，有礙衛生；而污穢滲入水源，兵士飲之，致罹疾病，為害尤烈。廁所之四周，宜有排水溝，使地面流水，不至入內。

廁所之設置，至少能供百分之二或三之兵士同時登廁，若能每十五人或二十人共有一廁，最為適宜。譬如有兵士一百人，應能供五六人同時登廁。

廁所之建造須簡單。若供短時之用，可挖一狹長之溝，闊約三十公分，深約五十或六十公分，其長視人數之多寡而定，大約每人需寬六十公分。若住宿較久，溝深便須增加，住宿二星期，深約 1.2 公尺，過此每一星期加深 30 公分，如住六星期，則溝應深 2.4 公尺。倘不掘長溝，可掘並行數溝，如圖 39 所示，其四周圍以幕布。如廁既畢，用乾土一鏟，掩蓋其上，以免穢氣之四散。

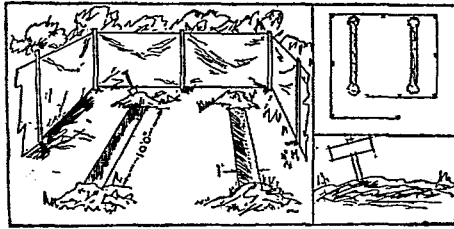


圖 39

久之，視將填滿，即用泥土鋪平，插一木牌標示之。

若有木板，可造如圖 40 之廁座。座孔成卵形，其上裝蓋板，能自動關閉，是以長木一條，釘為靠背，使蓋板開啓，不能過垂直位置，則如廁者起立，蓋板即自動關閉。座內之前面，有鐵片一塊，使小便轉流入坑。其後面向後斜下，免受排洩物之沾污。若無木板，即用木桿二條，相交置溝上，中架一橫桿，於登廁時坐在其上。（圖 41）。或將交桿之一伸長，釘上、中、下三橫桿，登廁時坐在中桿上，以下桿踏腳，上桿靠背。

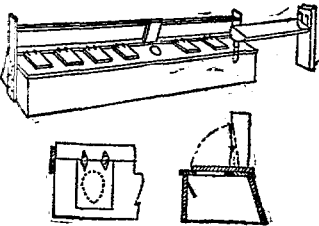


圖 40

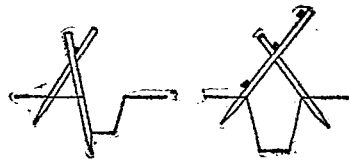


圖 41

儲藏庫

74. 儲藏庫 軍隊作戰，需糧食、飼料、汽油等之供給，槍械須時常修理與更替，軍火須時常補充與接濟。凡此糧食、飼料、槍械，軍火等給養，軍隊隨身所能攜帶者，甚為有限。若事事物物，須從遠處產地運輸而來，勢必中斷。軍志曰：『雖有石城十仞，湯池百步，無粟不能守也。』故鼂錯論安邊之策，要在積穀；充國建破羌之議，先務屯田。非僅糧食應當積儲，其他軍需亦然。孫子曰：『軍無輜重則亡，無糧食則亡，無委積則亡。』蓋無輜重則器用不供；無糧食則軍餉不足；無委積則財貨不充。器用不供，軍餉不足，財貨不充，而不敗亡者，未之有也。是以儲藏於軍事，必不可少。須將各種軍需給養，集合儲藏於適當之處，則在需要之時，便可輸送前方。

倘軍需不多，就地棧房，或可應用，無須新建倉庫。但有許多不便，勢所難免。因為此等棧房，位置四散，不便防守。且其鄰近，又往往無鐵路通過，卸貨極為費事。內部佈置，亦常不宜於軍需儲藏之用。故莫如新建倉庫，以備儲藏。

儲藏庫中，以火藥庫為最應注意。其位置之選擇，務使能避免一切災害。能保持適當之溫度與濕度，故於排水及換氣之設置，尤宜顧慮及之。

75. 儲藏之面積 從以往經驗，可精確的計算各種軍需給養每日每月之需求量。所以欲計算各種軍需給養儲藏所需之面積，亦屬可能。軍需之儲藏，有者需要遮蓋，有者無需遮蓋，即放在露天可矣。惟是於儲藏時期，大有關係。如短期儲藏，若一月二月，可放在露天，若長期如半年一年，非有遮蓋不可。

表 24 軍署儲藏所需面積（方公尺）

儲藏物品	儲 藏 期			
	六 月		一 月	
	遮蔽面積	露天面積	遮蔽面積	露天面積
軍需	197,600	153,500	105,000	251,100
軍器	34,900	41,800	18,600	58,100
醫藥	27,900	41,600	14,000	55,800
標記	7,000	69,800	4,700	72,100
工程材料	20,900	465,000	4,700	481,300
汽車運輸	36,400		36,400	
航空設備	40,200	167,400	40,200	167,400
化學戰品	1,700	900	1,700	900
輕便鐵道	8,900	111,600	8,900	111,600
總 共	375,500	1,051,800	234,200	1,193,300

表 24 所載者，為百萬人一月所需之各種軍需給養儲藏之地位。表 25 示在通常情形下各種軍需品儲藏地之遮蔽面積與露天面積之比較。

表 25 儲藏面積之遮蔽與露天之比較

物 品	遮蔽面積	露天面積
軍需	48 %	52 %
軍器	50 %	50 %
醫藥	85 %	15 %
標記	60 %	40 %
工程材料	6 %	94 %
汽車運輸	65 %	35 %
航空設備	65 %	35 %
化學戰品	57 %	43 %

76. 儲藏之房屋 儲藏所用之庫房，式樣甚多，而以法國軍隊所用者為最簡。法國通用之庫房，闊約十五公尺，長約一百二十或一百五十公尺，用木架構成，其屋頂與圍牆，俱用波形鐵板。此種棧房，實與涼棚無異，四周圍牆，常付缺如。即有圍牆，亦僅砌至離屋頂三十或四十公分之處，上部全空，賴屋簷庇護，是專為儲藏易壞物品者，如麵粉、糖之類。無窗亦無門，僅在出入口，用帆布遮掩。地板大部亦無，若儲藏物品，易受潮濕，則在地上，橫放木樺，上鋪木板，以禦潮濕。

露 營

77. 露營 軍隊露營，或住於營舍，或住於營幕，或就露宿。

營幕用幕布搭成，營舍爲臨時的小屋，藉禦風寒而蔽雨露。露宿應擇樹蔭無風之處，地上宜鋪以乾草蘆葦。如臥於平地，在跨骨凸處，將土挖成凹形，以免腰痛。

78. 露營地之選擇 選擇營地，首當不背於戰術上之要旨。營地往往爲敵火攻擊之目標，亦表露我方之兵力策略。故對於敵軍之射擊與偵察，均宜設法避免。是以營地所在，總當有森林可以蔽掩，有山崖可以傍依。但深谷低陷之處，務宜避之，防受毒瓦斯之侵襲也。

戰術之外，選擇營地，所當注意者，尙有三事：一、軍隊之健康，二、供給之便利，三、統領之便利。要使於軍隊之健康有益，營地須廣大而合乎衛生。要使供給便利，營地應取近於陸路水路之交通。要使統領便利，軍隊住宿，宜集中團結，與司令部相近。

合乎衛生之營地，必排水良好，遠離沼澤，舊營或其他不衛生之場所。一切污水，能迅速排去，或由泥土滲濾而下，或由日風蒸發乾淨，或由溝、渠、江、河、流往他處。暑天之兵營，應在有風之地；寒天之兵營，應在無風之地。

反之，不衛生之營地，其地土大多爲泥土，經過耕植的田地，或在森林深處，或在卑濕低原，蔓草叢生，蚊蚋橫飛，最有害於軍隊之健康。倘使萬不得已，不能不宿營於比較不衛生之處，則其他種種，應慎重選擇，使合於軍隊之健康。爲軍隊休養之安適，兵

營所在,不應位於人跡頻繁之路旁,免使軍隊受嘈音之擾與飛沙之困。

79. 營幕 營幕用厚幕布搭成,其大小形式,視住宿兵士之多寡而異。大概兵士一人,至少佔地0.75方公尺(1.5×0.5),馬一匹佔長三公尺,寬一公尺半,高二公尺。簡單之營幕,有如42,43,44三圖所示者。



圖 42

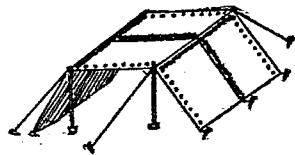


圖 43

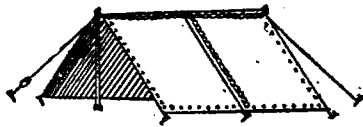


圖 44

營幕雖為暫時居住之所,亦當竭盡可能,使軍隊居之安適,無礙衛生。當寒冷節季,用藁草樹枝,編成低壁,圍於營幕之四周,以防寒氣冷風之侵入。若露營地低濕,排水不良,應於地面鋪以沙礫,或敷設編條乾草。營幕經二星期之居住,宜撤收幕布,將地面曝於日光。

架搭營幕之時,曳拉繩子,須四面用力平均,纔不至發生繩

斷幕裂之弊。架搭既畢，注意四面繩子，是否根根着力，處處堅固，以免被風吹拔。大雨時，略將各面繩子放鬆，因繩受水濕，收縮易斷。

80. 營舍 若居留時日，比較長久，則營幕不能用，應造營舍以代之。建造營舍，可用竹木構架，上蓋木板，幕布，蘆葦，或茅草之類，取當地易得之材料而用之。圖 45 及圖 46 所示者，為最簡單之形式。若在冬季，茅屋蘆舍，皆不足以禦寒，應造木房。木



圖 45



圖 46

房四壁，用木桿架疊而成，或橫或直，高約三四呎。相疊處，上下鑿缺口以銜接之，則成堅固而無罅隙之牆壁矣。積疊時，根梢粗細不同，當相互間隔，以免高低不等之患。若欲於牆壁中開設窗戶，先在架疊之時，鋸斷一木，待完成之後，再擴鋸成窗，免生傾覆之虞。屋頂用橫枋一條，與椽木數條構成。用厚幕布或葦草蓋於其上。圖 47 所示者，為美國南北戰爭時所用之木房。牆角之外，有一木桿煙囪，內置火爐，上置一木桶，供空氣之流通。

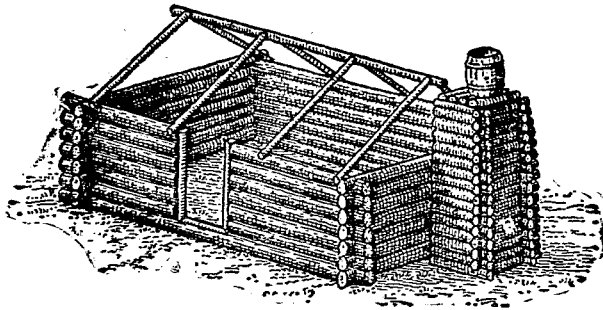


圖 47

給 水

81. 給水 水爲人生所不可少，人可月餘不食，不能數日無水。故營宿所至，給水問題，必先解決。而水質之潔淨污穢，影響於兵士之健康尤大。許多傳染疾病，皆飲不潔之水所致。給水問題，一方設法增加水量，以期足用，一方設法改良水質，以求合用

82. 水量與水質。人馬需用之水量，並不一定，視氣候與身役之狀況而異。據以往經驗，統計所得列表如下：

表 26 兵士馬匹所需之平均水量

兵士一人每日需用水量	{	飲用、烹飪、盥洗.....	11 公升 (3 加倫)
		沐浴.....	20 公升 (5 加倫)
		洗濯及雜用.....	15 公升 (4 加倫)
馬匹一頭每日需用水量	{	飲用 (每日飼水二三次) 每次	11 公升 (3 加倫)
		雜用.....	12 公升 (3 加倫)

表 27 兵士馬匹所需之最大水量

	兵士每人一日需用水量	馬匹每頭一日需用水量
舍營，後方	210 公升 (55 加倫)	56 公升 (15 加倫)
病房，後方	210 公升 (55 加倫)	56 公升 (15 加倫)
病房，前方	95 公升 (25 加倫)	38 公升 (12 加倫)
舍營，前方	38 公升 (10 加倫)	38 公升 (10 加倫)
露營	20 公升 (5 加倫)	38 公升 (10 加倫)

多數疾病，如傷寒、霍亂，多由不潔之水所致。不潔之水，有礙於兵士之健康甚大。故水質須潔淨。水之最潔淨者，莫若蒸餾水，然以供飲料，既不合經濟，亦無補衛生。故所謂潔淨，但求能適合飲食洗濯之用而已。潔淨之水：

- (1) 無不爽之色味，而適於飲用。
- (2) 無傳染病菌或有毒物質。
- (3) 無妨礙洗濯之礦質。

水色水味，極易察知，或腥、或臭、或澀、或鹹、或清、或濁，皆可賴目視、鼻聞、舌嘗感覺之。惟病菌毒質以及礦質之有無，須待檢驗分析而後知。

83. 水源之選取 空中水汽，遇冷凝結，下降成雨。分為二途：其一經行地面，流入江、河、湖、泊；其一滲入土壤，伏流地下，隨遇而殊，成為泉井。故給水之水源，不外地面水與地下水兩者。地面水流經地面，吸收地面上之一切不潔物質，須經滌濾或消毒

而後可用。地下水經過地層之天然瀝濾，水質較潔，然其中常含有硬性鹹質，亦須設法去之。

選取水源，先行偵察，注意掩蔽，以防敵毀；檢定水質與水量。水質須潔淨，水量須充足。欲測井水之多寡，可將井內之水，取出若干，待匯流復原，而計其時。欲測河水之多寡，可擇寬深最勻之處，置一矩形缺口 (rectangular weir) 於中流，如圖 48 所

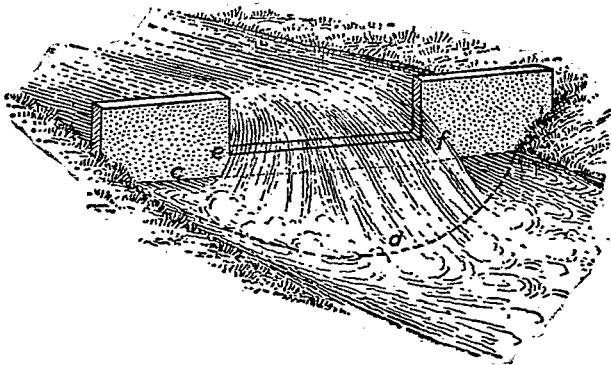


圖 48

示。則由弗蘭西斯(Francis)公式，可求得水流量為：

$$Q = 3.33(b - h/5)\sqrt{h^3}$$

式中， Q 為水流量之每秒立方呎數， h 為壓頭(head)之呎數， b 為 ef 闊之呎數。因 $h/5$ 為數甚小，粗略之計，可以省去，似無兩端收縮 (end contractions)。欲使水流平均， ef 之闊，至少應為壓頭之三倍， cd 之深，至少應為壓頭之二倍。又關於水發水涸，

及平時水之漲落，亦當就鄰近居民，探詢知之。

84. 築壩 若河水量小，不足供給，應設法節制。節制之法，莫便於築壩。於江河下流，橫築土壩，使水不能流洩，截留之以供用。築壩之土，須細末均勻，不易滲漏。土壩賴重量抵抗水力，故須大至不能為水所沖動。壩身兩面之坡度，普通約為二比一，至少須為三十度，方不至崩瀉。故祇能用在淺於十公尺之水流；過此，水壓力大，則土壩之面積過大，建造甚為不便。壩之設計，專書論述者甚多，本書不詳焉。

85. 鑿井 若營地本處，無存積之水，則或開池以蓄天雨水，或鑿井以集地下水。然雨量因地因時而不同，若雨量不豐富，雖有大池，亦不得水。鑿井之初步工作，為探求水源。探尋水源，須先知地下水層之狀態，必專家行之。但簡單的依土地之特徵，亦可約略察知之。紀曉嵐記新疆邊防有云：『伊犁城中無井，皆出汲於河。一佐領曰：「戈壁皆積沙無水，故草木不生。今城中多老樹，苟其下無水，樹安得活？」乃拔木就根下鑿井，果皆得泉，特汲須修綆耳。』可知草木茂盛及草色特為葱郁之處，其下皆有水。又粘土質之高地，其下常有水層。叢山之麓，羣谷交會，其下必有水。

鑿井以管井為便。管井分為封口及開口二種。封口管下端成尖頭，有無數小孔，用錘擊入地下，至水流而止。祇能用於鬆土

及沙層之在二十五公尺以內者。於硬土及沙層深於二十五公尺以外者，則須用開口管。開口管下端亦有小孔，但為開口。用高壓力擊管入地下，隨時抽出管中之泥沙，或用水沖洗，土鬆尤易打入。此法可打至三四十公尺以下。

井管用熟鐵製成，為直徑一寸許之空圓管，長數尺，因水之深淺而配接。配接之法，用套管。井管之外，尚有附件三，一為重

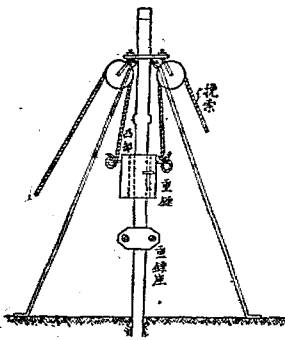


圖 49

錘，一為錘座，一為滑車。重錘重約八十磅（四十公斤），中空，能套在管上，兩旁有耳，繫以挽索，通過滑車，拉放挽索，錘便起落。錘座分為二塊，於井管之凸部相合，而用螺絲旋緊之，以承受錘力。（圖 49）。

井如不用時，須將管起出。起管

之法有三：

- (1) 如土質鬆，用鉗夾管轉之，即可拔起。
- (2) 用鐵鏈繞井管，逼近地面，鏈頭用大鏈圈貫之，復加一套圈，將鐵桿插入，下墊木塊，則將桿柄壓下，管便上升。
- (3) 將重錘翻轉，套於錘座下，以下端向上，則將重錘上提，與錘座相擊，井管自漸漸上升。

86. 淨水法 污濁之水，不合於用，清潔之水，又不易得，所

以欲保持兵士之健康，淨水甚為重要。淨水之法甚多，簡便易行者，有如下述：

沈澱法——水中不潔之物，如為不溶解的固體渣滓，如泥沙之類，可用沈澱法除去之。法使水靜止，或使徐緩流下，則不溶解之固體物，自然沈澱。不過輕小者不易沈澱，需時甚久，可加藥物凝結之，促其沈澱。普通常用之藥物為明礬，將明礬少許，加入水中，而攪拌之，則不溶解物漸次沈降，水即澄清。

瀝濾法——瀝水所用之材料，為絨布、棕櫚、乾草、砂礫等，但以木炭骨炭為最良好。因炭能吸收氣體，有消滅有機物與惡臭之效。瀝水器有二種，一種使水在沙炭層上漸漸落下，一種使水在沙炭層下漸漸上升。通常將二法合用，如圖 50 所示。將不潔之水，注入右桶，使經過沙炭各層，漸漸落下，由 a 管通至左桶；後經過沙炭各層自下向上升，至 b 流出，便為淨水。因其中之不潔物，皆為沙炭所遺留。沙炭用久，積污太多，應該更換。

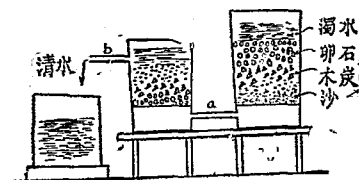


圖 50

消毒法——凡化學藥劑之有毒性者，均可用以殺菌，但為飲料之用，總以不致傷生為要。常用者為漂白粉或液體氯。兩者之

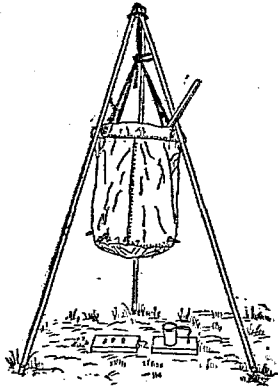
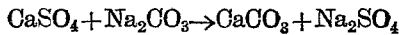


圖 51

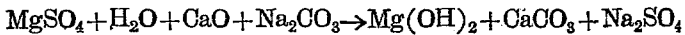
殺菌效力均甚大。裝置可如圖 51 用一幕布水袋，底部有活栓，懸於三腳架上，盛水其中，將漂白粉或液體氯少許，加入水袋，攪拌之，約半小時，作用完全，水便可用。水盡時，將袋洗淨，再行消毒。

煮沸法——多數微菌，在攝氏六十度，便不能生存，若至一百度，則傷寒、霍亂等病菌均死。故淨水之最簡單的方法，為煮沸。煮水令沸，數分鐘後，其中之一切病菌，皆死滅不復為害矣。

軟水法——水中若含有碳酸鹽或硫酸鹽，不易溶化，曰硬性水。硬性水用以洗濯，則費肥皂。碳酸鹽遇熱分解，硬性便消失，是曰暫時硬性。欲去硫酸鹽，須加化學藥劑。譬如水中所含者為硫酸鈣，可加碳酸鈉：



碳酸鈣沈澱而出，硫酸鈉溶化水中，不為人害。如水中所含者為硫酸鎂，更加生石灰：



氫氧化鎂與碳酸鈣沈澱而出，可濾除之。

第六章 築城

87. 築城 築城爲保持並增強防守及攻擊之軍力的工程建築，亦屬軍事工程。築城之學，複雜精深，本書難以詳論，略述其概而已。築城可分二類：永久築城與臨時築城。二者並非全異，有許多地方大致相同。永久築城建築在重要的軍事地，防禦敵人，凡要港、都城、大橋、兵工廠、鐵道中心等重要地點，常築永久城壘以保護之。永久城壘在平時建造，故可周詳設計。其建築的工程與其他普通的建築無異，總期使價格不高，工事不大，而建築堅固。不過事關軍機，務須祕密，一切關於位置與內部之設計與建築，皆不可與外人道也。戰時固無論矣，卽在平時，亦不可走漏消息，使他方探悉內情。

臨時築城應行軍之需，用普通兵士當地材料在戰時臨時建築。一切臨時的防禦建築皆屬之。臨時築城因施工之粗精，需時之暫久而分爲急造城壘與緩造城壘。急造城壘爲逼近敵軍倉猝築成者，緩造城壘離敵軍較遠，從容建造者，如保護倉庫、交通、運輸的防禦建築，其工程比較完備與堅固。

88. 城築之目的 城壘之建築，雖有不同，但其目的，無非改變當地之天然形勢，使能以寡敵衆，以弱制強，盡自衛阻敵之

能事。自衛與阻敵，爲城壘之最大目的：自衛即使守軍有壘壁之恃，得盡展所長，增強其戰鬥力，阻敵即阻制敵軍之前進，使敵無所逞，以減小其攻擊力。

要達到自衛與阻敵二目的，須將當地形勢改變之使：

- (a) 在防守線之前，有廣闊無阻的擊射界。
- (b) 守兵有遮障，可以隱匿，以禦敵軍之槍火，以避敵軍之覬覦。
- (c) 有障礙，阻制敵軍近前。
- (d) 守軍行動便利。
- (e) 敵軍行動阻滯。

障 礙 物

89. 障礙物 障礙物之目的，在阻止敵軍之前進。或利用天然地形，或設置人工構築。使敵軍來攻，不得不先除去障礙物，以是阻制其前進。

設置障礙物，當不使敵人認識，則敵來攻時，庶可不意遇之，倉惶失措，效果尤大。欲達此目的，必須善用地勢，而裝設方法，亦須變幻莫測。障礙物須開設通路，以防逆襲，不過此等通路，遇必要時，亦可閉塞。障礙物之地位，如在我方之砲火線內，有保護之可能，則其價值愈將增高，蓋當敵人企圖毀除之時，可用砲火

射擊之。

90. 絆網、繫蹄 絆網如圖 52 所示。其用在抵禦步兵及騎兵。木樁應藏於地面植物中，如稻麥茂草，以為掩蔽。樁頭離地約十公分至二十公分，用無刺細鐵絲纏在樁頭，或用兩爪釘釘在樁頭，緊張之，便成絆網。每 1000 方公尺需短樁 300，鐵絲 2000 公尺，兩爪釘 600 枚，工人六名，八小時內可以構成。以上材料，共重約一噸，大概馬車一輛，可以裝載。至於構築所需之工具，則為槌一，斧二，鐵絲鉗一，扁擔二副，手套六副。

繫蹄亦用以抵禦步兵及騎兵，其障礙力雖小，但構築簡單，隱匿容易，用作小區域之障礙，甚為良好。(圖 53)。

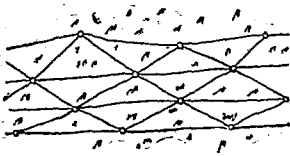


圖 52

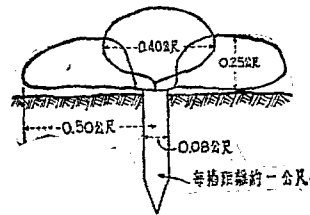


圖 53

91. 鐵絲網 鐵絲網之形式甚多，通用者如圖 54 所示。a 為長木樁，b 為相互交叉聯繫各樁的無刺鐵絲，c 為縱向緊張之有刺鐵絲，d 為聯繫兩旁短樁的無刺鐵絲，e 為縱向緊張於兩旁之有刺鐵絲。鐵絲網之主要功用，在抵禦步兵、騎兵、馬車、汽車。每構築 100 公尺 (300 呎)，計需材料為 1.50 公尺 (5 呎)

木樁 35 根, 35 公分 (14 吋) 木樁 70 根, 細鐵絲 25 公尺, 無刺鐵絲 300 公尺, 有刺鐵絲 600 公尺, 兩爪釘 300 枚。

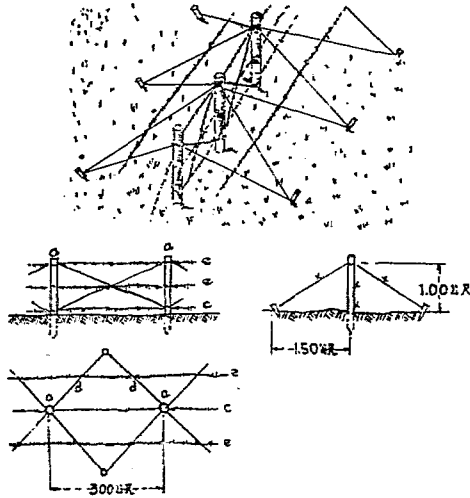


圖 54

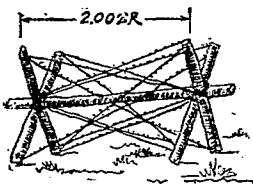


圖 55

又有一種可以攜帶的鐵絲網, 如圖 55 所示, 構築極便, 不過拆除也甚容易。此種鐵絲網, 每具需有刺鐵絲 45 公尺, 圓木 (8—10 公分徑) 8 公尺。

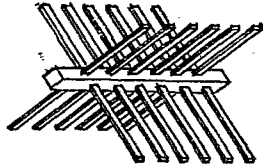
92. 鹿角 鹿角用樹幹或樹枝造成。將樹木砍下, 去盡樹葉, 削盡樹枝, 交錯置地上, 使樹梢向敵, 樹根向內, 其向內之樹

根深入土中，與地固定。障礙力甚大，如圖 56 所示者。



圖 56

93. 拒馬 拒馬用長三公尺半（十二呎）方二十五公分（九吋）堅固之木爲幹，每十五公分（半呎）橫穿或鐵或木之桿，兩端削尖，如圖 57 所示。木幹之一端有鉤，一端有



第 57 圖

眼，可以每架相連，是與圖 54 之鐵絲網相似，極易拆除，且須木匠製造，費時費料，不能立時齊備。

94. 木柵 木柵用堅固之木柱造成，如圖 58 所示。將木柱之頂削尖，斜埋入地內，用橫梁兩條，連固各木柱，排成木柵。木柵有數行，相錯排列，爲效甚大。

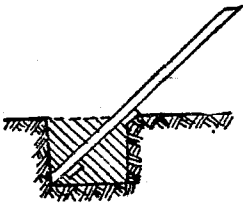


圖 58

之，陷落其中，不能運動。

95. 陷坑 陷坑障礙戰車之前進，如圖 59 所示，使戰車遇



圖 59

96. 氾濫 氾濫乃利用近傍之流水，以堰堤壅塞之，使其水面高升，瀰漫地上，用以阻止敵人。阻水之法，如圖60, 61, 62三圖

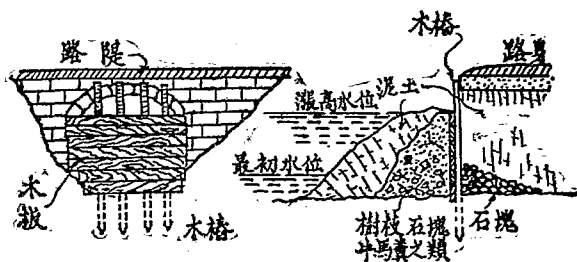


圖 60

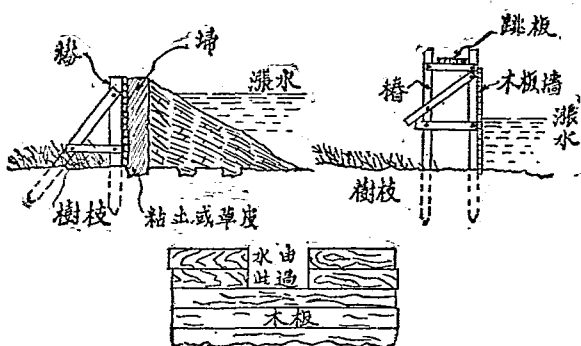


圖 61

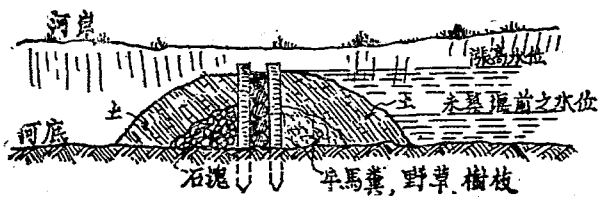


圖 62

所示。圖 60 爲阻斷公路或鐵路之涵洞法；圖 61 爲阻斷水小之河流法；圖 62 爲阻塞溪水或小河法。

戰 壕

97. 戰壕 戰壕可以其斷面形狀而分爲散兵壕與交通壕。散兵壕爲掩護開放槍火的兵士的戰壕，交通壕爲掩護從一處行動至他處的兵士的戰壕。

戰壕亦可以其方向分類：戰壕之方向，與戰線並行者稱直行壕；與戰線垂直者，稱橫行壕；與戰線斜交者，稱斜行壕。

98. 戰壕之斷面 戰壕之斷面，因情形不同而異，圖 63 示戰壕斷面之各部名稱。

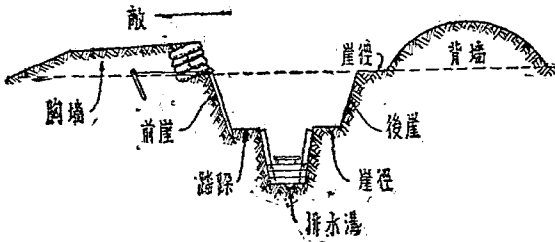


圖 63

美國軍隊採用之戰壕，有二種標準斷面：

A式——如圖 64 與圖 65 所示，爲迅速完成的戰壕，以能立射爲度，除踏梁外無障壁。此種戰壕，祇於土質堅實能自立而

不積圯之處可用，若泥鬆應擴為B式。

B式——如圖 66 與圖 67 所示。比A式深且闊，下半全用構架撐護，上半雖無障壁，但崖徑闊，斜坡平，免受槍火而至壅塞。

尺寸與圖樣，但示人以準則，當須參酌情形，因地制宜不可固執也。

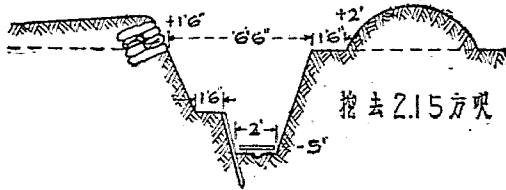


圖 64 散兵壕A

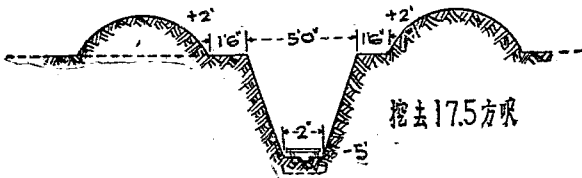


圖 65 交通壕A

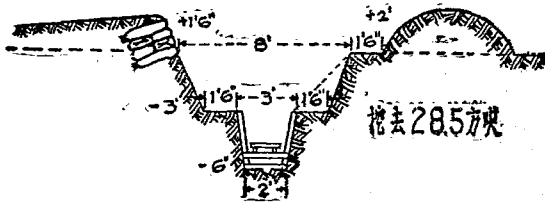


圖 66 散兵壕B

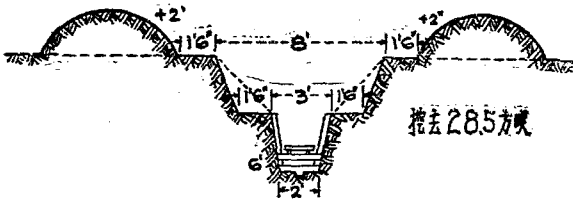


圖 67 交通壕B

有時為應緊急之需，無充分時間，則掘築簡單之斷面如圖 68 與圖 69 所示備伏射膝射之用。

如因攻擊，須作長時間之停留，或因守禦，而有築城之必要，可在適宜之處，於各兵士間，構成交通壕，以資聯絡。

交通壕之遮蔽高，以能遮蔽全身為則，若屈體或匍匐以行，略可減少。交通壕之底寬，若一行進行通常為六十公分（二呎），二行進行為一公尺

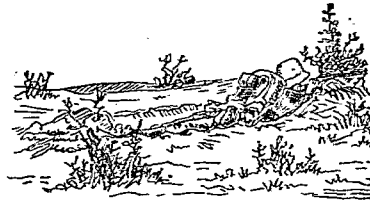
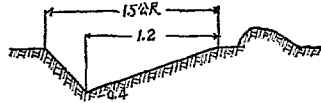


圖 68 散兵壕（伏射用）

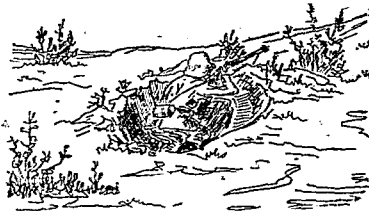
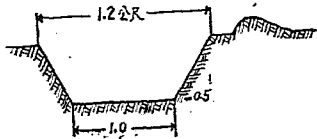


圖 69 散兵壕（膝射用）

(三尺半),在曲折處應增大之。

99. 戰壕之經始 經始云者,將建築物之主要稜線,投影標示於地上之謂也。所謂戰壕之經始,即戰壕之行徑也。戰壕之經始,常用者有六:八角形、之字形、波形、迴形、鋸齒形、旋回迴形,各如圖 70,71,72,73,74,75 所示。圖中實線指 B 式壕之平面,虛線指 A 式壕之後邊,各圖之上邊向敵。

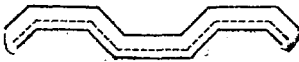


圖 70 八角形經始



圖 71 之字形經始



圖 72 波形經始



圖 73 迴形經始



圖 74 鋸齒形經始

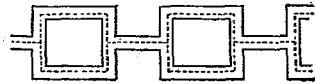


圖 75 旋回迴形經始

波形經始易與地形適合,且交通靈便。不過難於掩蔽。八角形及之字形經始,掘築容易,交通亦便。迴形,鋸齒形,及旋回迴形工事頗大,且交通不便,惟掘築容易耳。

100. 戰壕之障壁 戰壕兩壁,或泥土鬆散,須加障壁 (revetment) 以防崩頽。障壁有二種:護牆式 (retaining wall type) 與被覆式 (superficial type)。護牆式障壁,能自立不圯,宜於填堤。

被覆式障壁，須有獨立的支持物支撐之，故有被覆泥土的被覆物，以及支持被覆物的支持物。被覆式障壁不另佔地位，故宜於挖掘。障壁之材料甚多，如沙袋、編條、草皮、樹枝、木板、磚、石等皆可用之。

沙袋障壁如圖 76，堆築簡便，迅速，甚合緊急之用，且修復容易，彈擊其上，不生碎片，不過三四月後，沙袋腐朽，故僅可作臨時之用，若於其表面用細鐵絲網包圍之，可經久不腐。大概每

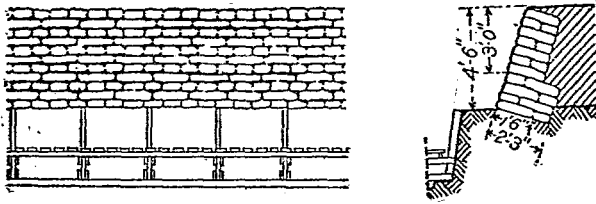


圖 76

100 公尺散兵壕之前崖，從踏堞障護至胸牆頂，需沙袋 4680，鐵絲網 6 捲，約為一輛一噸半貨車之載重。草皮障壁比沙袋障壁經久。編條障壁常用於高填堤之障護，磚石障壁遇彈立成碎片，甚為危險，故不常用。

他若木板，樹枝，鐵絲網，波狀鐵板亦可為障壁之用，或以構架或以繫留樁支持之。

101. 戰壕之排水 水之為害，有時幾較砲火為烈，對於戰壕

亦然。所以掘築戰壕，關於排水，應加深切注意。排水不良，影響於士兵之健康甚大。在高燥之地，排水設備，尚可簡單。若在低濕之處，則排水問題，極為困難。關於戰壕之排水，最先應使地面水迅速排洩，或掘溝收容之，或築堤阻止之，勿令流入壕內。因為一入戰壕，排除便比較困難。排水溝渠不應與戰壕相離太近，否則易致泥崩落，壅塞戰壕。戰壕底面，縱橫兩方，背宜成傾斜，並於中央掘水溝，導至排水井或滲水地層。為防止壕內之泥濘，可將砂礫樹枝敷設於壕底，更完善者，鋪設木格板。大概每百公尺之壕，需木格板 600 斤。

102. 掘壕之用器 掘築戰壕之用器，其主要者為圓鍬，十字鎬，以及斧，鋸，鐵絲剪等。

圓鍬為掘土之要器。使用圓鍬，一手執柄之末端，一手握其下方。掘土時，以足用力踏鍬之肩部，使易入土。投土時，某手向前，土即應向某側投去。若欲撒布除土，則使圓鍬面微轉，繞身作弧形運動。鍬上若附着泥土，足以減小工作效能，應用木片除去之。

使用十字鎬，應以左手執柄端，右手握柄之下方，向上高舉，用力鋤之，並於落地時，前手沿柄滑退。斧之用法，與十字鎬同。伐木時，在樹之一面砍一缺口，再於其反面較高之處，砍第二缺口，或用鋸鋸之，則樹便向第一切口倒下。用鐵絲剪剪鐵絲，使鐵

絲深入剪刀之交叉部，與刃正交，兩手緊握柄之末端而剪之；一手可托置於在前屈曲之膝上，以增加壓力。

103. 掘壕工事 工作之效率，並不因工作時間之增加而加多。終日工作，結果難得良好，須有相當休息，方能效率增大。人當疲乏之時，工作之速度銳減。欲保持體力，不使工速減低，最好每半小時作一次短小之休息。休息對於效率之影響，可於表 28 及表 29 見之。

表 28 每人平均挖土量

土質	用器		挖土量		
	十字鏟	圓鍬	一小時	四小時	八小時
硬土(1)	2	1	0.43 立方公尺 (15 立方呎)	1.13 立方公尺 (40 立方呎)	1.90 立方公尺 (67 立方呎)
常土	1	1	0.64 " (22.5")	1.70 " (60")	2.83 " (100")
鬆土(2)	1	2	0.55 " (30 ")	2.26 " (80")	3.77 " (133")

(1) 均須用十字鏟掘鬆者 (2) 極少須掘鬆者

表 29 A式戰壕掘築所需之時數

土質	散兵壕				交通壕			
	每小時休息一次		每小時休息二次		每小時休息一次		每小時休息二次	
	1公尺	1.5公尺	1公尺	1.5公尺	1公尺	1.5公尺	1公尺	1.5公尺
硬土	90%*	60%*	5.5	7.25	7.0	80%*	4.00	5.75
常土	5.25	8.00	3.5	5.00	4.0	6.5	2.75	4.00
鬆土	3.20	5.75	2.5	3.50	3.0	4.5	2.00	3.00

* 為八小時內所完成者

夜間工作之效率，常不如日間之爲大，約爲日間工作的三分之二。夜間工作，不但易使人疲勞，減少體力，且黑暗滋擾，軍隊之調動集散，亦復費時。故如可能，切勿在夜間工作。

表 30 掘築戰壕之平均人工

A式戰壕	每公尺之挖土量	工兵一伍掘築十公尺所需之時數
散兵壕		
急成壕	0.85 立方公尺	4.7
標準壕	2.00 立方公尺	11.2
交通壕		
急成壕	0.65 立方公尺	3.7
標準壕	1.63 立方公尺	9.2

104. 戰壕之掘築 掘築戰壕之實際方法，視敵軍之接近與否而定。在敵火之下掘築戰壕，與在後方者方法大不相同。若情勢從容，時間餘裕，築壕工作，可分設計、經始、與掘築三部。

築壕未經周詳設計，不能貿然從事。周詳設計，雖稍費時間，但將來之收穫，有甚於現今之所失者。蓋因周詳設計，可使工作容易，收效更大。先於戰壕經過之地，加以勘察，探知泥土之性質，決定合於地形的經始，估計戰壕之長度，作一草圖，示戰壕之行徑，註明主要各點對於已成建築之方位。

戰壕之位置，既經決定，乃將其經始，標示於地上。用標尺或繩索以大釘或木栓釘於地上。若無標尺或繩索，可用十字鐮劃一

小溝。通常標示於地上者，僅有一線，於散兵壕爲其前緣，於橫行壕爲其右邊。沿線放標杖(gauge stick)，每約隔五十呎，以示戰壕之闊。

掘築戰壕，有兩種方法：一、一齊作業法，二、端末作業法。一齊作業法，係將兵工配置於經始線上，同時開掘。端末作業法，係由戰壕之端末，逐次進掘。一齊作業法之工作進行比端末作業法迅速；先將兵士配置於經始線上，每隔五呎（或一公尺半，或二步），因爲五呎之隔，可使一人工作，不受掣肘。配置既終，即令開始掘築。先於壕之前緣，次於壕之後緣，各劃一小溝；然後由前線着手開掘，掘出之土塊，草皮，或作障壁，或作偽裝，其他除土，則先積於胸牆部，次及於背牆部，至相當之高而踏實之。

若在敵火之下，掘築戰壕，以一部分之兵卒任射擊及警戒，他部分之兵卒任掘築，取伏臥之姿勢，先掘成伏射用壕而據之，再擴掘成跪射用立射用之壕，然後左右延伸而連接之。任射擊警戒兵卒與掘壕兵卒，應交互更替，以免偏勞。至於端末作業掘壕法，視斷面與情狀而異，無定法可言。

礮 壘

105. 礮壘 礮壘之建築，其主要目的，在使礮與礮架有穩固不陷之礮座，使士兵有適宜之平台及通路，則礮之裝彈，運用，

放射可以十分容易，十分迅速。礮壘亦所以保護軍械士兵，以禦敵火，供軍火與其他軍需之適宜儲藏。礮壘因其位置，礮之大小，礮架之式樣與擊射界之廣狹而異。關於礮壘之設計，本書不能詳述，惟將重要原則，略述一二。

106. 礮火防禦 礮壘亦所以防禦礮火，保護士兵與軍械。防禦礮火，在昔時用厚混凝土牆爲多，以爲是最好的礮火防禦。其實不然，混凝土易爲礮彈擊碎，而混凝土之碎片，甚爲危險，礮彈與混凝土相擊，促礮彈之爆裂，更且混凝土毀壞之後，要修復非重新建造不可。

反之，如礮彈落於沙堤之上，無碎片釀成危險。礮彈在爆裂之前，必入沙少許，則在爆裂之時，沙裹其外，轟炸力因以減小。而且脩理損壞，極爲容易，僅須將破洞用沙填補，便歸完善。

爲此現今用禦礮火者，大抵爲沙堤，而混凝土不過在地位狹小，不足堆沙，或牆堤須與地面垂直之處偶用之。

107. 礮壘之建築材料 建築礮壘，鋼骨混凝土之爲用甚大。此種混凝土與尋常所用者無異。所用混合料，大都爲碎石，若有礫石，亦可用之，至於沙之品質良好者，不難於附近之地得之。各種成分之比數，與尋常混凝土同樣決定，常用者爲 $1:2\frac{1}{2}:5$ ， $1:2:4$ ，或 $1:3:6$ ， $1:3\frac{1}{2}:7$ 亦常用之。

設計鋼骨混凝土，與尋常設計所採用之原則，大有不同。在

普通設計，假定中和軸 (neutral axis) 以上的全部混凝土，承抵擠壓力。然而於礮壘則不然。礮壘天花板之混凝土，其上部受彈火之打擊，其內部又往往設置防水層。爲此，在設計鋼骨混凝土時，假定地板之厚，僅爲擔承混凝土重量之所需者，而其餘超此最小厚度之混凝土，不過增加重量，無補抵力。譬如，礮壘之天花板，跨度 27 呎，混凝土厚爲 12 呎，其重量爲每方呎 1800 磅。承受此重量，一 27 呎之梁，須厚約 36 吋，假使鋼條面積，比斷面百分之一略少。所以計算鋼條，就當作梁之總厚爲 36 吋，其餘混凝土之重量，亦假定由此 36 吋厚的天花板擔負。

108. 礮壘之防水工程 礮壘內部之潮濕，爲害甚大。潮濕之所致，或自外由於混凝土之滲漏，或自內由於水蒸汽之凝結。防水工程，一方防止外水之滲入，一方減少水汽之凝結。

阻止外水，其法有三：或在混凝土之外面，即將水排除，以免滲入；或在混凝土中，設防水層，阻其滲入；或在內部設法處置，不致使水入室。

若混凝土之外面，暴露無泥層遮掩，可將其表面傾斜，復使其上層以肥混凝土 (dense concrete) 爲之，則水能迅速排除，不致滲入。但混凝土爲不良傳熱體，暴露空中，受寒暑之變化，難免有細小裂痕。此種細小裂痕，漸大漸深，以至滲漏。爲防止此種裂痕，於數吋之下，縱橫放鋼條。此種鋼條，並不能免除裂痕之發

生，不過可阻止裂痕之擴大。亦曾在混凝土之上面，敷鋪一層防水物，如柏油、油氈之類，但結果不甚良好，因此等防水物，不能經久，待黏性消失，便裂縫漏水。

若混凝土之外面，有泥層掩遮，則防水設置不難；祇須將混凝土之表面成適當之傾斜，鋪一層防水物，如柏油、土瀝青或油氈，而置多孔之瓦於其上，水便能迅速排除。在此防水層之所以有效，因有泥層遮掩，不受風吹日晒，其黏性能經久不失，故裂縫漏水之患甚少。

混凝土之中部，溫度變化，不如表面之為甚，而且變化徐緩，不至有裂痕發生。所以如在混凝土之中部，設防水層，與外層隔絕，則水不能滲入內層，其結果比在表面設置防水工程，為效尤大。實行時常將二法同時並用，將混凝土之表面，敷設防水物，其上層以肥混凝土為之，其下放鋼條，制止裂痕之擴大，復於中部設防水層，則水無由滲入矣。

舊築礮壘，如無上述防備，不得不設法處置，免使水入室內。若於混凝土之內面，敷塗防水物，無補實益。最好方法，不如另築小室容水，導至他處。不過地位因之減小，是為大患，尤其於舊礮壘，本來已經太小，如此更小矣。

空氣之中，含有大量水汽。空氣所能含之水汽量，端賴空氣之溫度。溫度增加，其量亦遂增加。在某溫度下的空氣，若其所含

水汽，達其所能含的最大量時，則謂此空氣飽和矣。若此時溫度略降，則所含水汽，超於其所能含的最大量，於是超餘水汽，不為空氣所容，便凝結而成水滴。倘空氣溫度之降低，由於經過混凝土之冷表面所致，則水滴便凝結在混凝土面上。

欲免水汽之凝結，有三種方法：一、除去空氣中之水汽；二、排除包含水汽的暖空氣之入內；三、使已入內的空氣之水汽減少凝結。第一法，顯然不切實際；第二法，亦不可能，因為礮壘在用，窗戶不能全閉；於是唯恃第三法，就是使已入內的水汽，減少凝結。既然凝結是因為空氣受混凝土表面冷影響之所致，所以減少凝結之問題，全在提高或保持礮壘四壁之溫度。

這是很明顯的，當潮濕暖空氣流入室中，遇四壁之冷影響而水汽凝結，空氣所失去之熱與凝結時所放出之潛熱，俱為四壁所吸收。如是四壁之溫度漸增，而水汽之凝結漸少，最後四壁之溫度與空氣同，則凝結便完全停止矣。故如使暖空氣流通迅速，使內部牆壁所吸收之熱不散失，即可減少水汽之凝結。所以在四壁內部，用有孔之瓦磚砌成，既可免熱之散失，減少水汽之凝結，即有凝結成水，亦被瓦磚吸收，不至生害。或在四壁開氣孔，與外面空氣相通。氣孔設門，倘外面溫度比內部牆壁低，將門緊閉，倘內部牆壁之溫度，比外面空氣低，將門開放。如此調節啓閉，亦可保持四壁之溫度。或導入乾燥之暖空氣，使四壁溫暖，減少凝結。

109. 礮壘之基礎 礮壘之基礎，其建築與其他建築物之基礎無異。不過礮壘之位置，往往由軍事地位決定，其所在地層，未必結實堅固，是為絕大難題。有時全部地面，須造鋼骨混泥土地板承受重量；有時須打樁擔受重量。不但此也，尚有一困難之問題，就是礮壘之重，各部不均，其前部之重，大過後部多多。故如將礮壘建築在不堅實的基礎之上，前部之陷落，比後部為甚，則礮壘有向前傾倒之勢。欲免除此種陷落不均以致破裂傾倒之患，於適宜之處，設所謂薄弱面 (plane of weakness)，使局部陷落，不致牽累全部。

掩蔽所

110. 掩蔽所 掩蔽所之目的，為對於兵士兵器之掩護，藉禦敵火而蔽風雨。掩蔽所按其抗禦力之大小，分為輕掩蔽所、中掩蔽所、及重掩蔽所三種，各如圖 77, 78, 79 三圖所示。

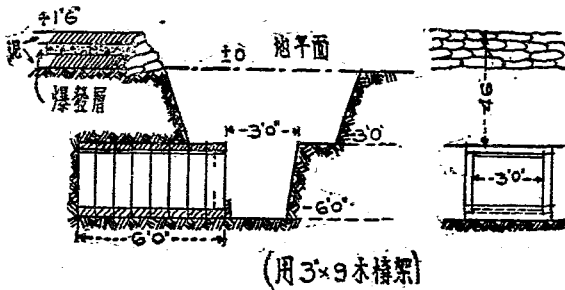


圖 77 輕掩蔽所

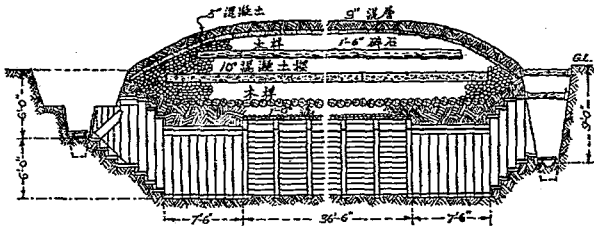


圖 78 中掩蔽所

掩蔽所又因其掘築法之不同，分爲掘開式掩蔽所與抗道式掩蔽所。掘開式掩蔽所爲掘開地面，用掩蔽料掩蓋其上而成。坑道式掩蔽所爲掘入地中，深至其上泥土足資掩護而成。

掩蔽所內，宜有座位臥床，及敏捷警報之設備；其外宜巧施偽裝，力求隱匿，一切通行足跡，應隨時消滅，以防敵人之偵知。

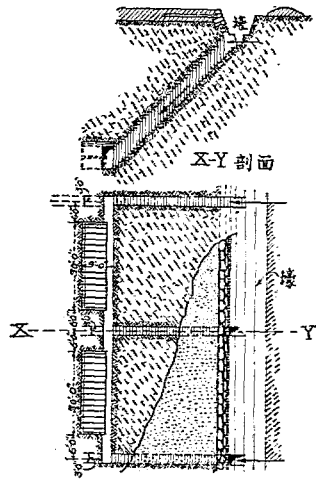


圖 79 重掩蔽所

111. 掘開式掩蔽所 掘開式掩蔽所便於進出，掘築容易而迅速，但需料較多，隱匿不易。掩蓋所用之材料，通常爲木板或木桿，上掩泥土，至於厚視土質木料之不同而異。乾燥土之抵禦力比潮濕土大，碎石尤富抵禦力，草皮質鬆，凍土易碎，抵禦力均

弱。杉木之抵禦力，強於松木。茲列各種材料之抵禦子彈強度表於下，以資比較。

表 31 抵抗子彈材料厚度表（公尺）

材 料	步 槍	機關槍 在四百公 尺以內	開花彈及爆裂塊		完全命中彈	
			野 砲	野戰重砲	野 砲	野戰重砲
碎石	0.15	0.20	—	—	—	—
小石	0.20	0.25	—	—	—	—
泥土	0.60	0.75	0.40—1.00	1.00	2.00	3.00
沙土	0.40	0.50	—	—	—	—
溼泥	0.70	0.85	—	—	—	—
溼沙	0.60	0.70	—	—	—	—
草皮	0.80	1.20	—	—	—	—
束把	5.00	6.00	—	—	—	—
鬆積雪	3.00	3.00	—	—	} 8.00	—
搗固積雪	2.00	2.00	—	—		—
凍結積雪	1.50	1.50	—	—		—
松木	0.65—0.90	1.30	} 0.08	0.16	—	—
杉木	0.55—0.70	0.70		0.30—0.50	—	—
鐵板鋼板	0.012	0.014	—	—	—	—
磚牆	0.35	0.38	0.25	0.25	1.00	2.00
混凝土牆	—	—	—	—	—	1.00

112. 坑道式掩蔽所 坑道式掩蔽所不宜於近敵之處採用，因進出困難，無異陷阱；除非在特殊地形，如在背敵的懸崖之下，方可構築；亦必須有多數出口，免致阻塞。坑道式掩蔽所之入口，

普通與地面成 45° 之傾斜，亦可用垂坑道。用垂坑道入口，出入雖不便，但薄弱部甚少，且比較有節省材料之利。

113. 掩蔽所之防毒設備 毒瓦斯之性質，常沈聚於低凹處。故深入地下之掩蔽所，須有防止毒瓦斯侵入之設備，使內部空氣清潔，棲息安全。防止毒瓦斯，其構造原理不外二種：一為氣密掩蔽，一為過濾掩蔽。氣密掩蔽，於通路設隔障，與外部隔絕。隔障至少須二重，若二重完全密閉，則隔障間之空氣，即為二隔障所封鎖，不能內外流通。是以打開外層隔障，走入隔障間時，內層隔障尚緊閉，及至打開內層隔障，走入掩蔽所時，則外層隔障已密閉，故外面毒氣，不易侵入。隔障可用特製之防毒板扉或布幕為之。板扉對於氣密之保持，雖甚良好，但構築不易，於斜坡階級等處，且不適用。布幕容易懸掛，將其四周與框架密接，而幕之下端，壓以重物，保持氣密。(圖 80)。

過濾掩蔽之設備，較為複雜。法以抽氣機吸收

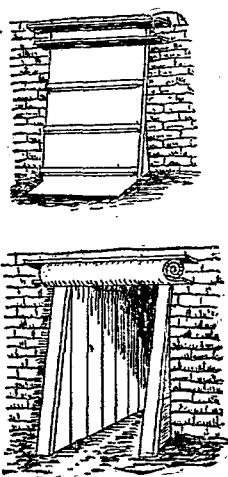


圖 80

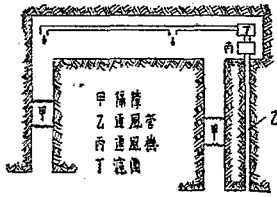


圖 81

外氣，使經過濾函，以消除所含之毒氣，再將濾過之清潔空氣導入掩蔽所，供人呼吸。（圖 81）。

第七章 河港

河道之通性

114. 河道之通性 天然河道，成直線形者，常不多見，大都紆迴彎曲，蜿蜒蛇行。此種現象之所致，因沿岸地質不同，抵抗力弱之處，易為水流所侵蝕，於是略成凹形。微凹既成，水行至灣，則趨於凹岸者多，趨於凸岸者少，凹岸之水流較速，凸岸之水流較緩。多寡緩速之不均，足以侵蝕凹岸之河岸，刷深凹岸之河床。則凹岸日見侵蝕，更加凹陷；而被冲刷之泥沙，漸漸沈積於流速較緩之處。遂使河道左右彎曲，河床起落不平，此乃河道之通性也。

河道之彎曲，河床之起落，乃由流勢流速之所致。但河道之彎曲，河床之起落，又影響於流勢流速，更生變化。如是因生果，果化因，更生他果，遵照自然法則，輾轉推移，務期達到彼此均勢，不至再生變化，成所謂平衡狀態而後已。不過平衡狀態，祇能維持一時；此時之流量、流速、水坡，此種之河道、河床，成為平衡；略變其一，平衡立破，變化即生，重行要求成一新的平衡。

河道在平衡狀態時，形狀必左右彎曲；水流最深之處，必在

凹岸附近，最淺之處，在凸岸附近；深流線之位置，由此岸移至彼岸，而於凹岸與凸岸轉換之處，中隔淺灘；其寬度以彎曲線之頂點為最大，由此遞減，至凹凸轉換之處為最小，如圖 82 所示者。

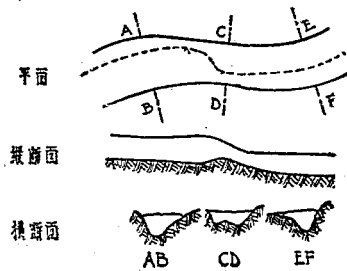


圖 82

115. 河水之流速 流速者，河水流行之速度也。河水流動，由於水坡。水坡者，水面之斜度也；為二點水面高度之差與其間距離之比。靜水中每一分子所受之壓力，與在水面下之深度成正比。流水之中，因為水面低之相差，每一分子所受到的各方向之壓力不等，於是便向壓力較小之方向流動。

流速之大小，因水坡之急緩，斷面之形狀，以及河床之性質而不同。故在同一河流之內，流速隨處而異，即在同一斷面之中，上下左右之流速，亦各不同。一、最大之流速，在水面相近之處。二、由水面向下愈深，流速愈小；如水坡愈大，水深愈小，則流速向下減小之程度亦愈烈。三、在直立之方向中，平均流速約為水面流速七分之六；平均流速距離水面之深度，約為水深十分之

六. 計算平均流速之公式甚多, 其源皆基於舍齊(Chezy)氏公式:

$$V=C\sqrt{RS}。$$

式中V爲流速, C爲常數, 因河床之性質與斷面之形狀等等而異, S爲水坡, R爲水力半徑 (hydraulic radius)。所謂水力半徑, 卽斷面積與濕周界(wetted perimeter)之比也。

河水流速除應用上述公式計算之外, 並可實地測驗。測驗方法, 或用浮標, 或用流速計。浮標是一種很輕物體, 由上流隨水 flowing 下, 測其一定時間內流行之距離, 卽可知水流之速度。流速計具有迴轉輪, 因水力之衝動, 測其迴轉數, 可算出水流之速度。

116. 河水之流量 流量者, 在一定時間通過河流某處之水量也; 亦卽該處之河流斷面積與流速之乘積也。河水來源, 全靠天然下降之雨雪。不過雨雪下降, 並非全部流入河道; 其中或耗費於蒸發, 或消失於滲漏。蒸發與空氣之溫度或濕度有關, 而與空氣之流盪亦有關係。空氣之溫度愈高, 水汽愈少, 蒸發愈快。地勢之高低, 草木之多寡, 亦於蒸發有相當影響。斜坡之處, 蒸發較少, 草木茂盛之地, 其蒸發較空曠之平原爲少。至於滲漏, 視地土土質之堅鬆與土壤含水之多寡而異。砂土容易吸水, 滲漏最多, 黏土則滲漏較少。故如流域之內, 地勢陡峻, 森林稀少, 或地質堅固, 不易滲水, 雨水之流入河道者必大。又若土壤乾燥, 吸水量大, 則雖暴雨, 亦多爲吸收, 極少流入河道者; 反之, 若土壤含水,

已達飽和程度，則雖小雨，亦不為所容，必至汎濫地面。雨水經蒸發成爲水汽，消散空中，由滲漏而至於地下者，成地下水，漸漸而歸入河道。當乾旱之時，河水淺涸，地下水之流入河道者甚多，爲河水之主要來源。在河水盛漲之時，河水反將滲入地中，河水來源，乃以地面流水爲主。

117. 河流之攜挾力 河流之攜挾砂礫，其途有二：或浮游於水中，或推移於水底。其攜挾之力，視水流之速度而異。

河流對於砂礫之推動力，與砂礫之直徑平方以及水流之速度平方成正比。若令 F 代推動力， D 代砂礫之直徑， V 代水流之速度，則

$$F = K_1 D^2 V^2。$$

河流推動砂礫之力，亦與砂礫之重量成正比，若令 W 代砂礫之重量，則

$$F = K_2 W = K_3 D^3。$$

因砂礫之重量與砂礫之體積成正比，即與砂礫直徑之三次方成正比也。設此二力相等，則

$$K_3 D^3 = K_1 D^2 V^2。$$

$$D = \frac{K_1}{K_3} V^2 = K_4 V^2。$$

代入第一式，得

$$F' = K V^6。$$

K_1, K_2, K_3, K_4, K 皆爲常數，因單位而異。

由此可見河流推動砂礫之力，與流速之六次方成正比。此式並不十分準確，因砂礫之密度與形狀有不同。據實驗結果：

每秒十五公分之流速，能推移塵土與泥土。

每秒三十公分之流速，能推移粗沙。

每秒一百公分之流速，能推移二公分半大之卵石。

若流速略低，河流之推移力便銳減，遂不得不沿途棄置，先爲大石，次爲小石，復次爲卵石，粗沙而至細沙。河流之速度雖極小，仍能挾帶泥沙，浮游其間。其所挾帶泥沙之量，視速度而異。流速增加，泥沙量亦增加，流速減小，一部分之泥沙沈澱。當河流溢出二岸，流速聚減，超餘泥沙，便沈澱於河道之二旁，則二旁岸堤，愈積愈高。

河道之治理

118. 河道之治理 治理河道，其最大目的，無非防禦洪水，以及改良航路；除此之外，則爲保護河岸。對於洪水，要把高水位時之水流，拘束於一定水路之內，不使氾濫四溢。對於航路，要維持相當水深，使在低水期內，亦能航行無阻。戰時之運輸，或由陸路，或由水路，故治理河道，便利通航，亦研究軍事工程者所當注意也。

航路之安全便利者，必具有下列條件：

- (一) 河流比船隻之吃水深；
- (二) 河面不可太窄，使船隻不能往來；
- (三) 河道彎曲不可過甚，使船隻難於移動；
- (四) 河流不可太急，使船隻上下難以操縱。

故改良航路之治河工程，種種設施，不外增加水深，與調治水坡耳。或護岸，或束流，或塞支以強幹，或裁灣而取直，或浚濶以去淤，或化河而為渠，淺則深之，狹則闊之，紆則直之，高則平之，方法繁多，本書第論其概焉。

大凡天然河道，其流量、流速、水坡、與橫斷面之大小形狀，河床之性質等等，皆有相互關係，而成所謂平衡狀態。改變其一，他者亦隨之而變更，成一新平衡狀態。此種平衡狀態，遵照自然法則，有一定條件，方能成立。故治河之時，必審度情形，因勢利導。靳文襄公有曰：『治水須得法也，因乎地形，察乎水勢，而加以精思神用也。』切不可削足就履，頭痛醫頭。

119. 護岸 河道之天然形狀，蜿蜒曲折，有如蛇行。河水流經彎曲之處，因離心力之關係，在河灣凹岸之水流較速，凸岸之水流較緩。故水量之趨於凹岸者多，而趨於凸岸者少。多寡緩速之不均，足以刷深凹岸之河床，齧蝕凹岸之河岸。而被冲刷之泥土，遂沈積於流速較緩之凸岸。日積月累，凹岸日益崩坍，凸岸日

益伸張，遂使凹岸傷而成險，凸岸淤而成灘。此管子所謂『水行至曲，則衝而有所損傷』也。於是在河流之凹灣，爲免岸土之崩坍，河床之刷深，不得不設法以保護之。

護岸之法有二：一用橫壩或縱壩，以抑制水流，緩和流勢，使岸能維持其天然狀態；一用材料掩護河岸及河床，使能抵抗水流之衝擊。掩護工可分爲二種：一爲高出低水面者，一爲在低水面以下者。前者比較簡單，可在低水時施工，或掩以草皮，或鋪以磚石，視水勢之緩急，岸坡之坦陡，以及就地易得之材料而定。後者須堅固，方能抵抗強流，或用拋石，或用沈梢，或用沈褥。沈褥爲以柳枝木條紮成帶束，富有彈性，容易變形，能緊貼河底。將此沈褥沈下，以保護河床岸脚，復在水面以上，用磚石鋪砌。

120. 束流 河面過闊，則水流緩滯，土沙沈積，使水面低淺。乃築壩束流，借流攻沙，使變更水勢，水流集中於中泓，土沙沈積於兩旁，河道於是以直，水流於是以深。壩分二種：一與河流橫交，稱橫壩；一與河流並行，稱縱壩。

橫壩因與水流所成之角度，可分三種：一、與水流方向成直角者，稱正挑橫壩；二、向上流斜行者，稱上挑橫壩；三、向下流斜行者，稱下挑橫壩。上挑橫壩雖頭部附近，水勢甚急，對於護岸漲沙，成績最優；而下挑橫壩，使水流分向二旁，結果最劣。故通常所用者，多爲上挑橫壩；其與河岸所成之角度，約爲七十度至

八十度。橫壩之布置，務使兩岸之壩，彼此對列，其方向交於河流之中線，如圖 83 所示。若左右參差，如圖 84 所示者，則水流曲折，難生沈澱，忽左忽右，航行亦覺不便。亦有於橫壩之端，加設與河流並行之翼壩，引導流勢，防阻旋渦（圖 85）。至於橫壩之位置、距離、高度、形狀、與流量、水坡、河床之構造，砂礫之質量，俱有關係，未可一概而論也。

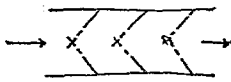


圖 83

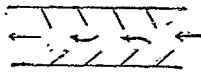


圖 84



圖 85

縱壩之方向，與河流並行。直接將中水位以下之河面束狹，以增水深。至高水位之水流，即越過壩頂，流入壩後，發生沈澱，填埋縱壩與河岸之空間。然而高水位時，流勢甚猛，若任其越過縱壩，奔流瀉柱，致使壩後發生深槽。為免此弊，並促進泥沙之淤積，於縱壩背後，加設格壩。又為助長沈澱起見，在格壩附近之處，於縱壩上酌留缺口，使濁流入內停淤。（圖 86）。



圖 86

橫壩與縱壩，各有優劣。橫壩之優點：在一、工費低廉；二、空間漲沙容易；三、壩端可任意伸長，藉以約束河面。其劣點在一、水流經過壩端，忽然被束，而流經空間，又驟然擴展，致水流蕩漾，不便航行；二、淤沙未滿之前，其功用僅為掩護河岸，非待壩間全部漲沙之後，束狹河身之效，方能實現。縱壩之優劣，則適與橫壩相反。故治河設計之時，應審度情勢，因地制宜。在彎曲之處，凹岸宜建縱壩，凸岸宜建橫壩；在直河段內，水流離岸較近，則宜建縱壩，離岸較遠，宜建橫壩。

橫壩連接河岸之部分，名為壩根。突出河中之先端，名為壩頭。壩之表面，露出中水位以上者，是為壩頂。橫壩兩側之斜坡是為壩腰。壩根須深埋岸內。壩頂有坦坡，緊靠河岸處，壩頂與洪水面同高，向外傾斜，至壩頭而與中水面齊平。壩頭之坡度，較壩頂略陡。

121. 塞支強幹 河流分岐，則流弱水淺，有礙航行。故治河流，常將較小之支流塞堵，使淤積而成陸地，則幹流之水深便增。堵塞支流，其利有四：一、添漲田畝，可資耕種；二、增加水深，便利航行；三、減少被保護之河岸；四、除去障礙，以利上段積水之宣洩。塞支斷流，欲求工程簡易，奏效迅速，莫若築導壩，以變更幹流支流之平衡狀態，使河水逼入幹流，支流便絕漸淤塞。苟欲使支流於最短期內，完全堵塞，宜於支流內築鎖壩。水流遇

鎮壩之阻礙，砂量即逐漸洗澱。洗澱最多之處，在上流面之壩脚，日漸向後伸展，故鎮壩之位置，宜在支流之末端。設於支流口岸，建設橫壩，則支流之口，初被約束，大量水流，被逼而入於幹流，如水力強烈，則於橫壩之端，必生旋渦，破壞壩頂，洗掘壩脚，危險甚大。



圖 87

122. 裁灣取直 河流若彎曲過甚，則凹岸大受水勢之衝擊，容易崩坍。水流迂緩，容易淤塞。且船隻輾轉往來於蜿蜒曲折的航路之間，路程既遠，駕駛亦難。則或改造銳灣，使之和緩。或竟裁灣取直，以暢水流，而縮短河身。如圖 88，將 ABC 之水灣，改直為 AC，不過裁灣之後，影響甚大。

其結果，使上段之水面下降，水坡增陡。則如河床之地質，易於移動，必致刷深。而下方河段之水坡，較直河為小，於是漸次積淤，非用人工浚深，不能免除。

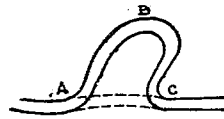


圖 88

裁灣必開新河，開挖新河，其法有二：或全部挑挖，或先掘一溝，引水入內，任其刷深展寬。是二法者，以前法較易見效。開挖之時，從河尾趨向河頭，於上下兩端，預留土梁，以防水之侵入。將挖出之土，堆積二岸成堤。俟全部工竣，先開下流之土梁，後開上流之土梁。若欲急圖速效，可再築壩堵塞舊河，則全部水量，盡

入新河。

123. 浚渫 若河床之地質堅硬，不為河流所冲刷，或冲刷費時，急圖速效，勢必用浚渫挖深河底。又如在河床之上，有局部隆起，橫於中流，則水坡發生曲折，水面為之湍激，阻礙航行，亦不得不用浚渫除去之。戰爭之時，萬事貴速，若發現河流太淺，不能行舟，尚須築壩束流，待河水之自然冲刷，費工費時，勢不可能。急欲圖效，惟有浚渫。故浚渫雖非治河之良法，而在戰時却常用之。

浚渫之法，或用人工，或用機械。挖泥機械，種類甚多，大別有四：吊斗式，勺斗式，畚箕式，吸筒式。人工浚渫，視河流之大小深淺而異。人工浚渫之初步工作，為築壩戽水。先欄河築壩，若河小流淺，可用土壩，若河面遼闊，流勢強烈，宜用樁壩。築壩既成，



圖 89 建築樁壩之打樁工程



圖 90 已成之樁壩

開始戽水，或用水車，或用水機。河水既乾，即可挖土。在未挖土之前，先設中心樁、邊樁、及坡樁。在中心樁上，註明應挖深度，於兩旁邊樁坡樁間，施排石灰線，以示應挖部分之大小高低。挖土方法，先將中心龍溝挖就，使地下水匯集歸溝。然後開挖河床。待河底行將完成，即着手整理岸坡，或自下而上，或自岸上灰線而

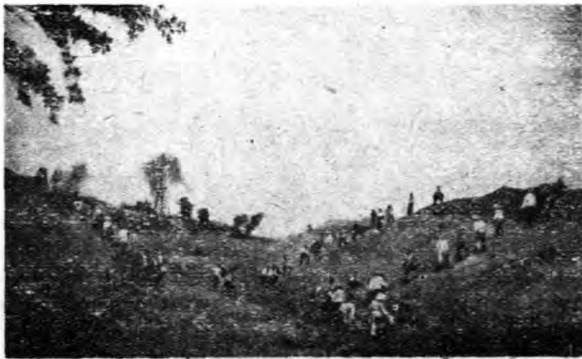


圖 91 整理岸坡工程



圖 92 完成之岸坡

下，用 1:1 及 1:1.5 坡弓兩種，時時驗核。俟一切工竣，拆壩放水，而浚深之事以成。

至於挖土速率，因土質而異。挖土用具，除鐵耙、鐵鏟、木勺等普通農用器具外，應備鐵銑與二龍，以起河泥與瓦礫。挖出之土，乾燥者可用竹筐挑去，污泥宜用洋油箱挑去。此外尚須備木板多條，因挖土之始，河床比較乾燥，尚可行走其上，一至稍深，地下水滲集，便泥濘不易行走，非鋪木板不可；而岸坡峻處，亦須用板架成斜面，以利上下。

124. 化河爲渠 若河道兩岸甚高，傾斜甚陡，則水量甚少，水流又急，上述之種種方法，難以維持航路。於是化之爲渠。法在河中築橫壩，堵住水流，以和緩水坡，增加水深。然因此壩上與壩下之水面，勢必成階層，如圖 93 所示者；故又另設船閘，調和水

位之差，使船隻能上下水壩。

壩與壩間之距離，可以壩之高度，船之吃水，與河道之傾斜——三者之關係求出。令：

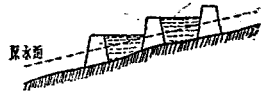


圖 93

S = 壩之距離，

H = 壩之高度，

D = 船之吃水，

i = 河道之傾斜。

則

$$S = \frac{H - D}{i}。$$

不過實際所用，常比算出者短。

船閘之主要構造為閘室。閘室二端，設二閘門，近上流者名上閘門，近下流者名下閘門。門旁各設通水溝。船隻欲由下流之低水面，上至高水面，先開下閘門，將船駛入閘室，然後關閉下閘門，啓上閘溝之活瓣，使上流之水，流入閘室，待室中水位與上流同，乃啓上閘門，船便可向上流駛行。下行船之通過，亦如法調劑，惟逆其順序而已。

至於橫壩之建築與船閘之構造，讀者可參考專書，本書不縷述焉。

洪水之防禦

125. 洪水之防禦 洪水之發生，因在流域之內，或以積雪融化，或以暴雨連降，以致流量陡增。如洪水之量，爲河道所不能容，則氾濫四溢，釀成區災，田廬漂沒，人畜淹溺，爲害甚大。洪水之發生，固由於水量陡增所致，但流域之內，地勢之峻坦，土質之鬆堅，森林之多寡，以及河面之寬窄，對於洪水之發生，亦均有重大關係。若地勢陡急，水流甚速，或土質堅實，吸水困難，則洪水之發生，大而且速。至河道之寬窄，更與水位之高低，有直接影響。洪水之發生，既有如此複雜之關係，故洪水之防禦，非簡單易舉之事，一朝一夕所能爲功也。

126. 造林 造林能減少洪水之說，主張之者頗多。以爲樹木能吸水，落葉能蓄水，樹根能制水，可使流量減少，流速減緩。惟有一派學者，反對此說，以爲樹木吸水，乃由根株從土壤吸收，故於地面流水，絕無影響。落葉誠能蓄水，然蓄水之量，甚是有限的，尋常雨水，猶不能盡容，況於暴雨。至於樹根，反使土壤結實，阻礙滲透。且洪水之生，非僅爲積雪之融化，蓋因雪之融化，極爲緩慢，僅此所得之水，不足以致洪水。必大雨降在積雪之上，雨雪併流，發生大水。則森林非惟無益，抑且有害。因空曠地上之積雪，或爲大風吹至山谷，或見日光早已融消，而在森林密處之積

雪，方在融化，土壤瀾濕，暴雨下降，便成洪水。

總之，森林對於調節中水位之水流，固然有益，對於洪水之減少，尚屬疑問，須待更進研究，方能斷定。

127. 蓄水 防禦洪水，有主張用蓄水池者。將暴雨時之過量雨水，儲蓄於池中，待洪水退後，徐徐放洩之。湖泊有調節河流，遏止洪水之作用，此法即師其意。不過建築蓄水池，工費甚為鉅大。或以為池中之水，可利用供發水力。要知防禦洪水之蓄水池，每經一次大雨之後，必須將池水放洩，以備下次大雨之儲蓄，而用蓄水池以發水力，必須使池水常滿，是與遏止洪水之旨相違矣。

128. 隄防 隄防為防禦洪水之最通用者；積土而成，以阻攔洪水之氾濫，保護田廬之安寧。但因隄防之建築，把河道之寬度縮小，洪水退後，所含泥沙，皆洗積於河道之內，使河床高升，洪水加大，非加高隄防不可。隄防愈高，危險愈大，一旦潰決，為害更烈。

建造隄防，必先選擇堤線，須求二堤之間，能暢瀉多量之水。並使堤身之位置，十分安穩。設二岸之土質疏鬆，不能載重，築堤其上，經久必致陷落，則宜放寬堤脚，計算堤基所受之壓力，莫使超過相當之限度。隄防之斷面，普通概為梯形。其外坡受水流之冲刷，必須平坦，即內向隄坡，亦須平坦，使洪水之侵潤線，常在堤

身之內，否則，水從堤足漏出，而堤上之土崩坍矣。故定隄防之斷面，所宜顧慮者，爲水之壓力，水流之冲刷力，浪濤之衝擊力，以及地鼠獾鼠之爲患。大概隄底寬度，爲水面高之四倍，隄身高度，超過洪水位二呎或三呎，外坡爲豎一平三，內坡爲豎一平二。築隄之土，以不透水者爲宜，設附近僅有沙土，可於隄之中心，堆積不透水之陶土，或向水一邊之隄坡，用不透水之土掩護之。

港 灣

129. 港灣 港灣爲環抱水面之一部，或爲天然之地勢，或爲人造之遮蔽，供船舶之出入碇繫，使得安全之處所。港灣通常可區分爲內港外港。外港較外海平靜，船舶碇繫，可以安全。內港專供人馬貨物之起卸，水陸運輸，藉以聯絡。

130. 港灣應具之要件 港灣之最大職責，爲使船舶之碇繫安全，貨物之起卸便利，故有種種要件，必須具備，方能成爲良港。

(一)地勢——港灣之外方，應有陸岸或島嶼之圍繞，其內部又須無淺瀨或暗礁之障礙，則港內水面，能常保平靜，而船舶碇繫可以安全。

(二)港口——港口之位置，以能避風爲宜，蓋因船舶入港，受強烈風浪之橫擊，操船極爲困難。港口之幅員，務求廣狹適宜，

若港口狹隘，船舶出入，甚覺不便，港口廣闊，則外海波浪，向內侵入，不能保持平穩，船舶難得安定。

(三)水深——港內水面之深度，與出入船舶之吃水，不可不適與相應。蓋水深過大，投錨不便，遂致船身動搖，碇泊不穩。反之，若水深過小，則大船不能入港，即幸而入港，亦不能近岸，因此水陸之聯絡斷絕。

(四)面積——港灣必具之面積，與出入船舶之大小，多寡，及港內設備之完善與否，大有關係。若出入船舶小而少，港內設備完善，則入港船舶，均得繫留於碼頭，或棧橋，則所需面積，自不必過廣。

131. 外港設備 外港設備，以使船舶之出入容易，碇繫安定，並保持內港之穩靜為目的。為保持內港之穩靜，設防波堤。為使船舶出入容易，設航路標識。為使船舶碇繫安定，設繫船浮標。

防波堤築於港灣之外部，其目的在阻防波浪之侵入，以使港內穩靜。

航路標識指示安全航路，錨泊地點，與港口位置，使船舶航行便利。航路標識，可大別為三：一為日中標識，一為夜中標識，一為霧中標識。日中標識大抵用浮標或立標。夜中標識則藉火光。霧中標識多藉音響。

船舶之碇繫，或靠岸壁，或在水中。水中繫船，其法有二：一為投錨，一為繫於繫船標。繫船標或浮或立。繫船浮標，通常鐵製，形為圓筒形，上部有鐵環，為繫船之用，下端有鐵鏈，以與海底大錨連絡。繫船立標，用多數木柱，鏈入水底，以為繫船之用。

132. 內港設備 內港設備，以完全水陸運輸之聯絡，使人馬貨物之起卸，能得便利為目的。其主要者為泊船渠，繫船岸，起重機，棚廠及倉庫等。

第八章 偽裝

133. 偽裝 偽裝即人工造作，用模倣或假裝等手段，祕匿我方之軍隊、行動、兵器、材料、及其他工事之性質與所在，以眩惑敵人，使其不知我方之軍情。偽裝並非遮蔽，遮蔽不過是簡單的偽裝之一小部而已。但掩蔽敵人眼目非偽裝之主旨；偽裝是詭計，其主旨在詐欺。不但不使敵偵知真情，且欲使認偽作真，則我可操奇制勝矣。孫子曰：『兵者，詭道也。故能而示之不能，用而示之不用，近而示之遠，遠而示之近，……攻其無備，出其不意，此兵家之勝，不可先傳也。』故偽裝對於軍事實甚重要。偽裝之術，創始極早，至歐戰而更形發達。一九一四年九月，法軍使畫家雕刻家至軍隊研究偽裝。次年二月，編成偽裝作業班，效果益著。英、美、比軍，亦在法軍指導之下，研究偽裝，其術遂大進。是亦因爲空中偵察、空中照相之進步，促進偽裝之發達也。

偽裝之事，須設置巧妙，務使與四圍景色分辨不清，無異天然；或使視若他物；或隱匿一切附近的人跡，或使敵無由知此種人跡之目的；有時更須建造假工事以誘敵。不可稍有忽略，微露破綻。蓋因不適當之偽裝，反啓敵人疑竇，引起敵人注意，誘致敵火之害也。

134. 偽裝之要點 偽裝之目的，在掩蔽偵察，詐欺敵人。偵察陣地，或用直接偵察，或用間接偵察。直接偵察用人目從展望台、或從飛機、或在地上直接視察，距離遠處，可藉望遠鏡助目力之不及。間接偵察，由研究空中照相而得，空中照相是最重要的偵察方法。相片是最準確的證據，鏡頭比人目還完全可靠。舉凡地上一切特徵，無不為照片攝取無遺。軍事專家研究空中照相，即能指言某處有壕，某處有路；歷歷如目見，誠非常人所能信。

事物之呈現於偵察者，或以其形狀，或以其陰影，或以其表面，或以其色彩，故設偽裝者，應於形狀、陰影、表面、色彩四者，加意研究。

形狀——普通天然物之形狀，以不規則為多，而人類心理，大致趨向於整齊。所以直線、尖角、平面、以及其他不自然之形狀，均應竭力避免，改為不規則之形狀，要使偽裝與天然物酷肖。僅須有一處略與自然不合，便顯現於照相上，引起敵人之注意。

陰影——陰影在近距離，概為可透性，其間物體，可以識別；然在遠距離，則為不透性，其間之物體，即難識別。故陰影能隱匿形狀，一切工事，均宜置於陰影之中，藉資隱匿。又因偽裝而發生之陰影，在遠處視之，幽明之分甚顯，亦須溶於天然物之陰影中以消滅之。

表面——表面指表面之凸凹而言，表面因凹凸之不同，光線

之反射亦不同，對於物體視象，大有影響。粗糙的表面，呈現於照相之顏色深，平滑的表面，在照相上之顏色淺。故在偽裝之時，須密切注意表面之凹凸。譬如，張設偽裝網，若不將網充分緊張，網之中部，即微生陷落，成稀薄之暗影，在近距離，雖難識別，而於空中照相，光明與陰暗之分，甚為明瞭。

色彩——色彩在近距離，雖得明瞭辨別，而在遠距離，則視若灰暗之混色。故欲賴色彩達偽裝之目的，僅限於近距離可能。而且照相所能顯現的顏色，惟黑白深淺。是以正確的色彩，並不重要，第須與四圍景色相似，避免入目之覺察而已。調配色彩，不可忽略表面之凹凸，色彩適當，若凹凸不合，便可於照相察知之。譬如，將麻布染以適當顏色，足以欺瞞眼目，但其平滑表面，極易於照相見之。

所以設置偽裝者，應知敵人如何研究空中照相，偵知我方陣地。亦當就照相研究之，置身於敵方，細心考察，看有無破綻，而加以修正。

135. 偽裝材料 偽裝之最好材料，莫過於天然物。蓋因天然物與當地情形，最相適合；且蒐集容易，用法簡單，故應盡量採用。天然物如野草、草皮、樹枝、蘆葦之類，或能自立，或張於架上網上，皆可作偽裝之用。不過須時時更換，否則枯萎改色，反易令敵偵知。凡闊葉之草木，皆易凋落，故偽裝時，草類應用禾本科及

羊齒科；樹木應用松柏科。

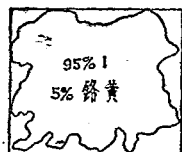
至於人造的偽裝材料，其重要者為偽裝網與幕布。偽裝網用細繩或鐵線作網，如漁網、鳥網亦可利用，上飾以野草、粗布、或其他有色物，擬成地面之各種狀態，以合四圍景色。在偽裝網上，裝配有色物，其法有二：（1）將布條或野草編在網內，（2）將野草或將粗布縱橫亂割成 6 吋至 15 吋長的布條，張之於網上。幕布用麻布製之，染以色彩，亦可以為偽裝。不過容易為風吹動，且其表面平滑，成顯著之光反射，不若偽裝網良好。

偽裝網與幕布之着色，應模擬當地色調，視氣候季節，隨時更換，使合於四圍景色。着色法分單色法及多色法兩種：單色法純取中和色，宜忌用。多色法係按四周天然色之分布，以各種色彩，雜相施用，成所謂迷彩。迷彩者，以各種顏色，雜施於物體，使發生彩色，以眩惑敵人之謂也。各地情形不同，環境異殊，應如何配色，方能相稱，非細心研究不可。美國駐法部隊，設計一套適合法國野景的迷彩模型，示於圖 94 以作參考。

136. 各種設備之偽裝

道路——道路在照相中，成白色粗線。要將道路掩蔽，大非易事。故選取路線，應有天然遮蔽。不過為避免直接偵察，可用屏障。屏障或用短樹或用麻布為之。張設屏障，視道路與敵線所交之角，而有不同的三種方法：（1）縱列屏障，（2）橫列屏障，（3）

斜縱列屏障,各如圖 95,96,97 三圖所示。



四月一日至六月卅日



三月十五日至十月十五日



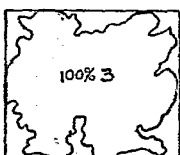
六月十五日至十一月五日



一月一日至十二月卅日



九月十五日至三月十五日

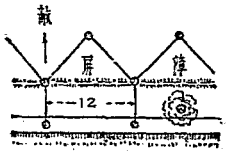


一月一日至十二月卅日

- | | |
|-------|-------|
| 1 淡黃綠 | 4 棕色 |
| 2 深綠 | 5 紅棕 |
| 3 黃綠 | 6 深紅棕 |
- R 麻布木色

圖 94

掩蔽道路,需料極大。若用短樹掩蔽,大約每公里需木柱一千七百公尺,無刺鐵絲一萬二千公尺,短樹四十二貨車。三十



路

圖 95

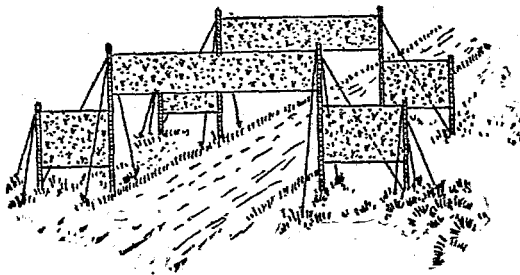
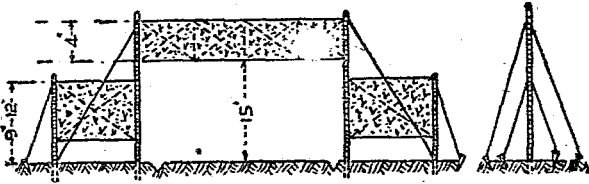
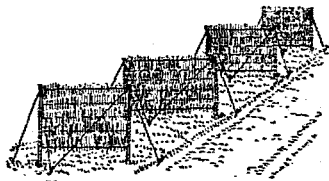
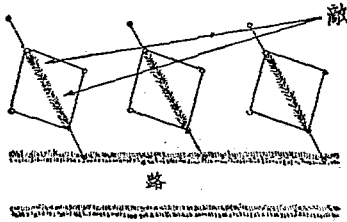


圖 96



斜縱列屏障

圖 97

人二天能構築一公里，大部工作在短樹之蒐集與運輸。若用薄幕布，三噸車一車的材料，即夠掩蔽一哩。但二三月後，必須更換，且不如短樹之緊密不透明。

戰壕——戰壕在照相中成陰影。欲以偽裝戰壕，避免攝影，殆不可能。但求能使散兵壕與交通壕不能區別，而於重要的短小部

分，裝置偽裝網，以資祕匿而已。

掩蔽所——從掩蔽所掘出之泥土，堆積成隆起之狀，掩蔽所之出入口，於戰壕之經始上，顯為黑點，皆易使敵人偵察。故應將掩蔽所位於樹林之下，而將掘得之土，適宜處置，并於出入口，加

以偽裝。降雪時，掩蔽所內居兵士，溫度上升，使上面入口部及換氣孔四周之雪溶解，呈現黑點，應時時散佈新雪，以免暴露。

礮壘——礮壘之整齊的形狀，與平滑的表面，呈顯著的不自然的形狀。故礮壘之外形，應竭力使之不規則，而於表面塗以顏色，更於四周種植草木，以資掩蔽。必要時，復設偽裝網於其上。

鐵絲網——欲隱匿鐵絲網之位置，不用特別偽裝，惟於構築時，注意下列數點：

- (1) 木樁不宜過高不宜過大。
- (2) 木樁務求隱匿於天然叢林之間。
- (3) 樁頭之新截面宜以泥土塗抹之。
- (4) 鐵絲之光澤預以藁火等消滅之。
- (5) 不可遺留構築時之足跡。

137. 假工事 在完全暴露之地形，各種工事，難於掩蔽，宜設假工事，以眩惑敵人。假工事之外觀，必須與真工事酷似，可使敵人誤認為真，招誘敵火，不向真工事射擊。傳說中國古時的赤壁之戰，諸葛亮用草人騙取曹操的箭，即巧用假工事之一例也。假工事之設置，應與真工事相離數百呎，否則，敵火射擊假工事，而真工事亦受其虞矣。假工事但須與真工事之外觀相似，內容可不同。譬如掘築假戰壕，為節省時間，可將兩壁掘成急峻之傾斜，增加陰影，以補深度之不足。欲設假掩蔽所，可僅築背牆與出入

口。不過有一點不可忽略，在假工事之近處，應添足跡轍痕等，但亦不可過甚，致反形其偽。

附 錄

軍事委員會委員長行營 修正軍工築路暫行準則

- 第一條 凡擔任軍工築路部隊，修築公路時，除法令別有規定者外，悉依本準則行之。
- 第二條 公路路幅寬度，不得小於八公尺；惟遇特殊情形時，得酌減一公尺。
- 第三條 路線灣道最小半徑在平原地為四十公尺；在山嶺地為二十公尺；視線距離，在平原地不得短於一百公尺；在山嶺地不得短於五十公尺。
- 第四條 兩個反向灣道之間，至少須有三十公尺長之直線以啣接之。
- 第五條 路線在灣道處必須身量加寬，並於灣道之外緣酌量加高。
- 第六條 路線最大坡度定為百分之六；遇特別情形時，得增至百分之八，惟其長度以二百公尺為限。在最大坡度處，不得設最小半徑之灣道。又在兩個不同坡度之間，應酌設

豎曲線，以期行車平穩。

第七條 路線溝道之起點或迄點，距橋之兩端，不得少於三十公尺。

第八條 凡公路橋梁如係木造者，其每孔跨度不得超過三公尺。橋面寬以五公尺為度。橋柱排樁直徑以二十五公分為度，中距以一公尺為度。每排樁上置橫樁一根，其大小（直徑或每邊）以二十五公分為度。橋桁（即直樁）圓形者其直徑以二十公分為度。方形者以十公分寬三十公分高為度。中距以四十公分為度。橋面板厚以八公分為度。橋面二緣須裝置導木及欄杆。橋梁材料應就地取材，但以松杉為適宜。

第九條 路面鋪砂分兩層，底層鋪石子，表面鋪砂子。其所鋪寬度規定為五公尺。鋪路石子之直徑以四公分為限。底層鋪石壓實厚度至少十二公分。表面所鋪砂子壓實厚度至少三分。鋪壓之後，中部宜較高，使成龜背形。

第十條 凡經各該省府已施行測量之路線，應按照原測路線修築，不得任意變更。如係新定路線，應先施簡易測量，並須預先呈報本行營核准。

第十一條 本準則如有未盡事宜，得隨時修改之。

第十二條 本準則自公佈日施行。

商 務 印 書 館 出 版

戰 時 常 識 叢 書

戰時適用法規概要	徐百齊編	一册	定價四角五分
兵 役	吳鵬飛著	一册	定價五角五分
戰時國際公法	李聖五著	一册	定價三角五分
自衛與侵略	鄭阮恭著	一册	定價二角五分
戰時教育	史國綱著	一册	定價二角五分
民族抗戰史略	黃覺民編	一册	定價二角
青年陸軍常識	傅緯平著	一册	定價二角五分
青年海軍常識	王錫綸編譯	一册	定價四角八分
青年軍事航空常識	王錫綸編譯	一册	定價四角
防空警察	王錫綸編譯	一册	定價五角
化學戰	陸紹基著	一册	定價五角五分
食料管爭	譚勤餘編	一册	定價三角
戰時安全設備	黃紹緒編	一册	定價二角五分
戰地工程	唐凌閣著	一册	定價五角
救護常識	馬地泰著	一册	定價六角
	周健孟編	一册	定價二角五分

中華民國二十七年七月初版

◎(86415)

戰時常識叢書 戰地工程 一册

每册實價國幣陸角

外埠酌加運費匯費

著者

馬

地

正

泰

發行人

王

雲

正

五

印刷所

長

沙

正

館

發行所

商

務

印

書

分發行所

漢口、重慶、成都、西安、南昌、金華、廣州、梧州、昆明、貴陽、香港、汕頭、福州

商務印書館

分館

館

版印必
所究

(本書校對者王煊蒼)

*F二二五九

港

