

77224 國立清華大學叢書

軍事衛生工程

陶葆楷著

商務印書館發行

國立清華大學叢書

軍事衛生工程

陶葆楷著



3 0646 9166 4

商務印書館發行

弁 言

二十六年九月，作者自爪哇返國，時抗日戰事，爆發將近兩月，軍醫署已有衛生工程隊之組織，衛生署亦有組織防疫隊之擬議，而衛生工程人員極感缺乏，即已有之人員，對軍事衛生工程之常識，亦鮮了解。十一月，乃由作者在京、漢、湘三處招班訓練，以大學土木工程科畢業生訓練六個月為衛生工程司，以中學畢業生訓練三個月為衛生稽查員。在訓練期內，除授以普通衛生工程之知識外，對軍事衛生工程之技術，尤加注意，惟教材多散見中外各書，致學員自修頗為困難。

二十七年終，作者任教於國立西南聯合大學，在該校工學院授軍事衛生工程一科，而該校工學院長施嘉煬教授已有編著軍事工程叢書之計劃，爰就教學之暇，編撰是書，以應各方面之需要。惟作者學淺識陋，對軍隊工作，尤少經驗，書中謬誤不當之處，在所難免，尚望讀者有以教之。

中華民國二十八年六月，陶葆楷識於昆明。

目 錄

第一章 緒論	1
1. 軍事衛生工程之意義	1
2. 工作人員	2
3. 工程要則	2
第二章 軍營之設計	4
4. 軍隊之營宿	4
5. 軍營設計之要則	4
6. 營地之選擇	5
7. 營地之面積與佈置	6
8. 營房	6
9. 露營	11
10. 醫院	13
第三章 給水	15
第一節 概論	15
11. 軍隊給水之重要	15
12. 用水量	15
第二節 水之採取	17
13. 水源	17
14. 水源之勘測	18
15. 水量之測算	19
16. 鑿井	20
17. 寬井	21
18. 管井	22
19. 深井	26
20. 人工攪井法	27
21. 水源之保護	39
第三節 水之淨治	42

22. 水質之檢驗	44
23. 水之淨治	46
24. 除濁	48
25. 沉澱	48
26. 混凝	48
27. 砂濾	52
28. 臭味之減除	54
29. 消毒	55
30. 漂白粉用量	56
31. 消毒實施	57
32. 餘氯檢驗	58
33. 霍樂克試驗法	60
34. 漂白粉餅	62
35. 消毒水袋	62
36. 除毒	63
37. 臨時水廠	65
38. 淨水車	65
第四節 水之配送	70
39. 軍陣輸水	70
40. 水站	72
41. 唧機	73
42. 沐浴設備	74
第四章 下水處理	78
43. 下水管之設計	78
44. 下水之排洩	79
45. 稀釋法	79
46. 灌溉法	80
47. 滲坑法	80
48. 污水調治	80
49. 篩濾	81
50. 除油	81
51. 化糞池	81
52. 消毒	81

第五章 糞便及垃圾之處理.....	83
第一節 軍用廁所.....	83
53. 廁所種類	83
54. 廁所位置	83
55. 廁位數目	86
56. 小便池	88
57. 廁所設備	88
第二節 糞便處理.....	89
58. 糞便處理之重要	89
59. 稀釋法	89
60. 焚化法	89
61. 掩埋法	90
62. 肥田法	90
63. 消毒法	91
64. 各種處置方法之比較	91
第三節 馬糞處置	91
65. 馬糞處置法	91
66. 堆積法	91
67. 曝曬法, 施肥法及焚化法	92
第四節 垃圾之收集	92
68. 垃圾之種類	92
69. 垃圾之收集方法	93
第五節 垃圾之處置.....	93
70. 軍中垃圾處置方法	93
71. 填窪	94
72. 掩埋	94
73. 飼畜	94
74. 焚化	94
75. 死屍之處置	97
第六章 傳病動物之防制	100
76. 傳病動物	100

第一節 蚊之防制	100
77. 蚊之生活史及形態	100
78. 蚊傳疾病	103
79. 瘧疾	103
80. 防瘧	104
81. 排水工程	104
82. 洒油滅蚊法	108
83. 巴黎綠滅蚊法	110
84. 養魚滅蚊法	112
85. 防除成蚊	113
第二節 滅蠅	113
86. 蠅之生活史及習慣	113
87. 剷除蒼蠅繁殖地	114
88. 斷絕蒼蠅食物	114
89. 捕殺成蠅	115
第三節 鼠之防制	115
90. 鼠之爲害	116
91. 鼠之防制	116
92. 防鼠建築	116
93. 食物貯藏與廢物處理	117
94. 鼠之殺滅	117
第四節 滅蝨	117
95. 蝨之生活史及傳播之疾病	117
96. 滅體蝨法	118
97. 滅頭蝨及陰蝨法	122
98. 滅蝨程序	122
第五節 薰蒸消毒	123
99. 薰蒸消毒之功用	124
100. 二氧化硫薰蒸法	124
101. 氰化氫薰蒸法	124
附 錄	129
(1) 參考書目	129
(2) 度量衡折算表	131

594.8
399
2

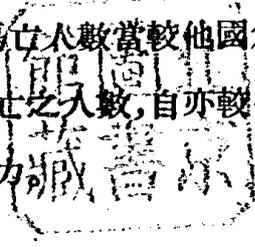


軍事衛生工程

第一章 緒論

1. 軍事衛生工程之意義 軍事衛生工程之目的，為改善軍隊之生活環境，防止傳染病之發生，以增強軍人之健康，而保持其戰鬥力。營地之選擇，營房之建築，給水之設備，污水之排洩，糞便與垃圾之處置，傳病動物之殺滅，及傷兵醫院之設計，皆與衛生工程有關，其範圍至廣，而意義至為重大。

軍隊生活，團集而擁擠，故傳染病之傳播極易，軍事衛生之講究，實較普通公共衛生，尤為重要。證諸歐美各戰役，軍隊死亡主因，往往不為傷亡而為疾病。1828年俄土之戰，兵士死於疾病者 80,000 人，死於戰場傷者僅 20,000 人。美國南北之戰，北軍死亡 804,000 餘人，其中死於疾病者，竟達 186,000 人之多；此外尚有 24,000 人雖不能確定其致死之由，但均與疾病有關。1904年日俄之戰，日本軍隊死於戰場者有 47,387 人，因受傷而死者有 10,970 人，而因疾病而死者則有 21,802 人，佔死亡總數之百分之二十七。我國軍隊作戰時，因軍械不良，傷亡人數當較他國為高，但以軍隊之生活環境不合衛生，因傳染病而死亡之人數，自亦較多，而霍亂痢疾與瘧疾之流行，尤足減低軍隊之戰鬥力。



(南)

軍隊中傳染病之預防，軍醫之責任固重，但衛生工程之設施，尤為切要。胃腸傳染病之傳播，大半以飲水及糞污為媒介；故適當之給水設備與糞污處置，實為軍隊作戰時不容忽視之事。蟲媒傳染病之徹底管理，更不可無衛生工程司之合作。以今日醫學之發達，尙未能完全控制呼吸系傳染病，但營房與病院之通風與採光狀況，如能設計得宜，則於軍士及傷兵之健康，有莫大裨益焉。

2. 工作人員 軍事衛生工程宜由衛生工程隊專負其責，軍部、師部及團部均宜有此項工程隊之組織。團衛生工程隊對軍隊之衛生工程事項，直接負責，故尤為重要。軍衛生工程隊及師衛生工程隊則掌理全軍或全師之衛生工程事項，對於團衛生工程隊處於監督與指導之地位。工作人員應有工程司、衛生稽查及衛生工程兵。每團衛生工程隊宜有工程司一人，衛生稽查 3 人至 6 人，衛生工程兵 12 人至 20 人。工程司須受過土木工程及衛生工程之基本訓練，並富有實地工程經驗。稽查及工程兵須對水源保護，廁所消毒與滅蚤滅蚊等方法，有相當之訓練。衛生工程隊須隨軍隊行動，如佔領敵人城池，必須與前鋒同時開入城內，作調查水源，檢查水質，修理房屋與清除街道等事，決不可逗留於後，置軍隊衛生於不顧。

3. 工程要則 平時衛生工程首宜求其穩固與經濟。軍事衛生工程之設計與建築，則當以簡捷為第一條件。蓋軍隊時有移動，一切設備自當求其簡單，便於隨軍遷移。其不能攜帶之設備與建築，供用之時期既較短，如建築過於穩固，殊非經濟之道。

軍事工程之進行，必須迅速，故不可斤斤於工程費之節省，而貽誤

時日。欲求簡捷與經濟之並顧，一切工程與設備，宜力求標準化，不特建築及製造較易，修理時亦較便利。

第二章 軍營之設計

4. 軍隊之營宿 軍隊營宿，可分三類：曰固定營，曰集合營，曰露營。固定營為永久性之建築，與稠密之小城市相似，士兵處於嚴密紀律之下，其秩序與衛生狀況較易管理。集合營為半固定之組織，一面用以集中新軍轉往前方，一面用以駐紮前方調回休養或轉往他處之部隊。營內人員時有更換，且新募之兵，來自民間，每患各種傳染病，自前方調回之兵，往往多蚤，故營內之衛生工程設施，尤不可忽視。露營則分臨時與半固定二種。臨時露營僅為軍隊營宿十日以內之用。如軍隊沿一定之路線前進時，露營地即可為半固定者，以便各部隊相繼使用。倘因事實上之需要，軍隊營宿亦可借用民房。

固定營與集合營之建築，通稱營房，以木料為主要建築材料。露營時軍隊或住於營幕，或用茅舍，或露天而宿，其設備至為簡單。

5. 軍營設計之要則 平時建築，須注意於安全、持久、價廉、美觀與舒適等方面。軍用建築，不論在戰場，或不在戰場，皆宜以軍事原則為懷，一切建造設計，務期簡單，迅速而能應急需。軍營之需用時期，輒不能一定，如建造過分堅固持久，殊不值得。又因戰時建築工具常感缺乏，從事者又非嫻熟工人，故設計務須力求簡單，材料必須力求經濟，使處處可以適用，人人能夠裝修。關於衛生狀況，只求無礙於軍士之健康，不可用尋常房屋之衛生標準也。

設計軍營，應顧到將來之擴充，在有擴張可能之處，應使易於擴張。

惟建造之程序，應使每一獨立單位，分批建造，完成一部即能有一部可用。從建築的經濟言，若將全營內之同樣結構，同時建造。於人工材料，固較經濟，但非待全部完成，不能使用。倘中途軍略變更，致建築必須停止，則全部廢棄，損失更大。

6. 營地之選擇 營地之適當選擇，對於士兵之健康及戰鬥力之保持，關係頗巨。選擇時應先由負責之軍官及工程司勘測地勢，工程司須攜帶地圖、望遠鏡、指南針及手水準等，如有當地之航空測量照片尤佳。茲述擇地時應詳加研究之問題如下：

(a) 地質須乾燥，以砂土為最佳。雨水及污水之排洩須不生困難，而決無受水淹注之可能，故軍營切不可駐紮於山谷或乾涸之河底中。

(b) 營地面積應能容納全部軍隊住宿，不使過於擁擠。營地內或營地附近應有適當之場處，作為軍隊之操場及射擊場。

(c) 營地附近須有水源，足供軍士及牲畜飲用。

(d) 軍官應注意樹林及山水等地勢，務求與戰略有利，並易與其他軍隊通信聯絡。

(e) 營地宜擇蔽風之處所。

(f) 水陸交通，宜求便利，使軍隊本身與軍械軍需之運輸，不發生困難。

(g) 潮濕新耕之地不可紮營，有瘡疾嫌疑之處尤當遠之。

(h) 營地附近應有牲畜飼草之地。

(i) 軍營建築之材料應在當地可以購辦，當地並須有相當技能之工人。

(j) 營地附近應有天然浴場，如河溪、湖泊或海濱，使士兵有沐浴之便利。營地最好鄰近市鎮，使士兵有正當娛樂之機會。

7. 營地之面積與佈置 營地所需之面積，視駐軍之種類而異，如騎兵營佔地應較步兵營為廣。美國軍政部規定之約數，在半固定之軍營，其應佔之營地面積^①如下：

每一兵士平均佔地	42 方公尺
每一牲畜平均佔地	50 方公尺
每一車輛平均佔地	250 方公尺

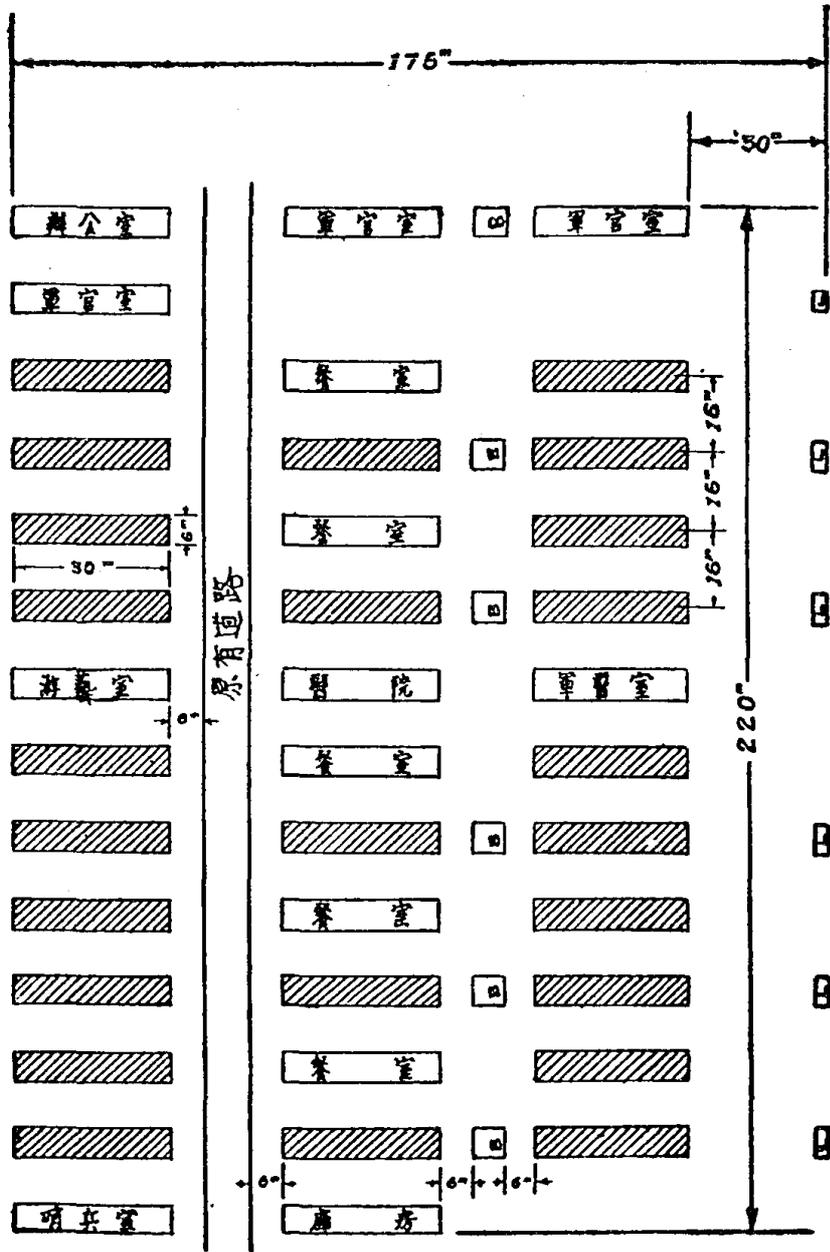
普通每團軍隊應佔營地 15 至 20 公頃，每旅應佔 40 公頃，每師應佔 100 公頃左右。

軍營內應有宿舍、餐室、廁所、浴室、辦公室、醫院、庫房、遊藝室、哨兵室及軍官室等。騎兵營內並應有馬廄及飲水槽等設備。宿舍及餐室應在營之前部，廁所應在最頻數風向之下方，並離宿舍約 30 公尺。浴室及取水站宜靠近，但須遠離廁所。牲畜及車輛應集中於營之後部，與餐室及取水站遠離。第一圖示美國以千人為單位之營房佈置。^① 第二圖為英國一營軍隊露營時之營地佈置。^②

8. 營房 營房衛生最應注意者，為勿使過於擁擠，每個兵士須佔有適當之空間與地板面積。空氣中所含二氧化碳，尋常為 0.03%。吾人呼吸，每人每小時約吐出二氧化碳 0.017 立方公尺，而空氣中所含

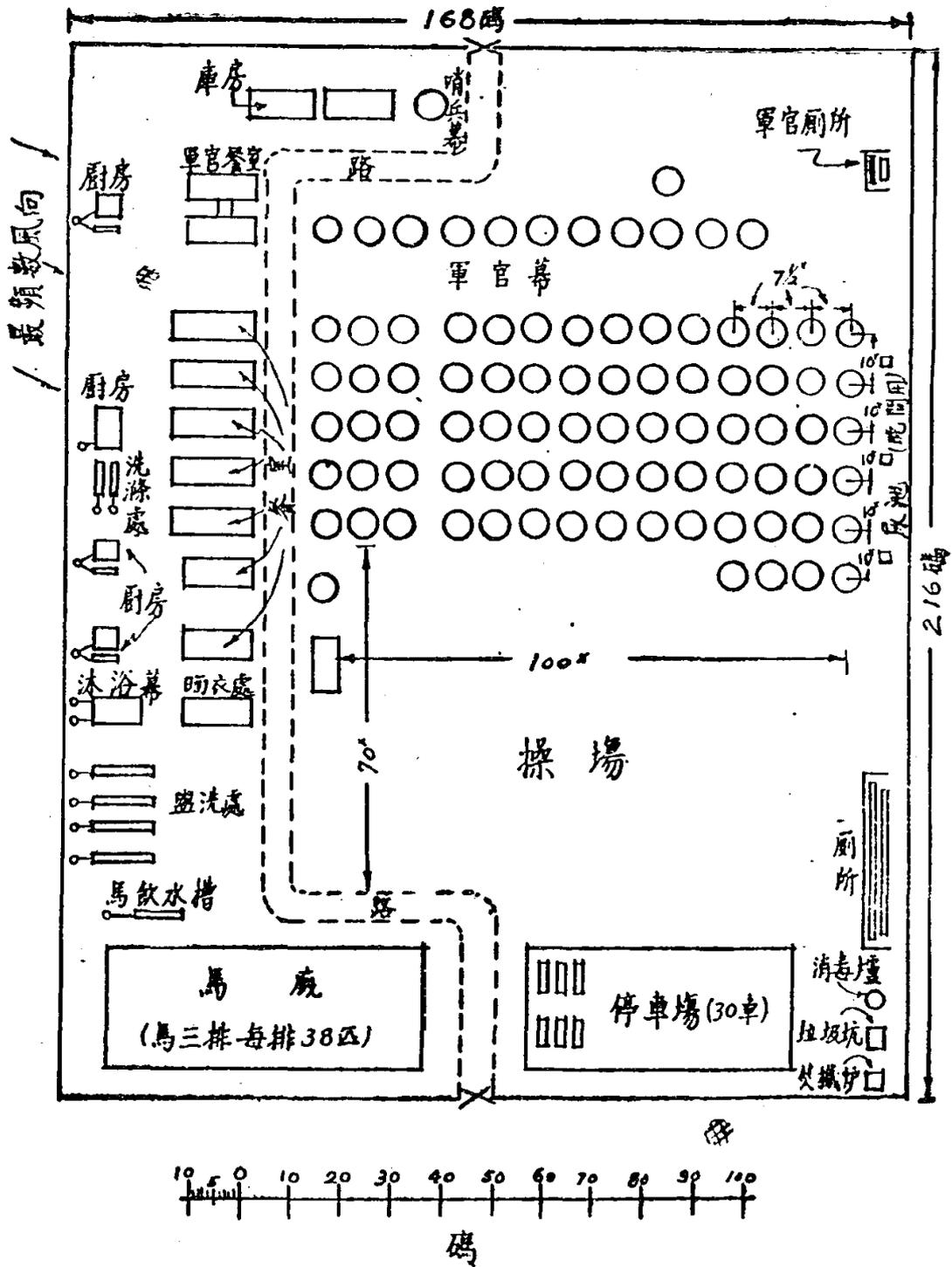
① U. S. War Department: Engineer Field Manual, Vol. II, Part 8, p. 8.

② British War Office: Army Manual of Hygiene & Sanitation 1934, p. 80.



第一圖 營房佈置示例 (1000人)

B = 浴室 L = 廁所



第二圖 英國一營軍隊露營地之佈置

二氧化碳如超過 0.06% 至 0.1% 時,呼吸即將稍感不舒。如以 V 代表每人每小時所需之新鮮空氣,以立方公尺計,則

$$0.06\% = \frac{0.017 + 0.0003V}{V}$$

$$V = \frac{0.017}{0.0006 - 0.0003} = 57 \text{ 立方公尺}$$

故吾人每小時約需 50 至 60 立方公尺之新鮮空氣。以普通房屋之構造,室內空氣每小時約可更換三次,則每人約需 17 至 20 立方公尺之空間。普通房屋之高度,如假定為 3.1 公尺,則每人應有 5.5 至 6.0 方公尺之地板面積。

據最近試驗結果,空氣內所含二氧化碳,超過 0.06% 至 0.1% 時,對吾人生活尚無大害,① 故上述標準,在設計營房時,如以事實上之需要,不妨稍為降低。美國軍政部規定每一兵士在營房內至少須佔 11 立方公尺之空間。② 英國國內駐防軍每兵佔 17 立方公尺之空間。③ 德國每一騎兵佔 16 立方公尺,每一步兵佔 13 立方公尺。④ 至於地板面積,美國規定為每人平均應有 4.6 方公尺,⑤ 在英國陸軍兵營每兵佔 5.5 方公尺。⑥

美國營房之設計,尋常以每所容 50 人為標準,長 30.5 公尺(100 呎)寬 6.1 公尺(20 呎),其構造如第三圖。⑦ 牆用木板做成,屋頂用

① Ehlers & Steel: Municipal & Rural Sanitation, p. 278.

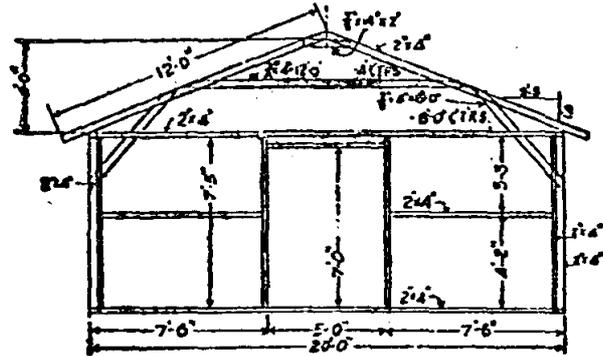
② U. S. War Department: Engineer Field Manual, Vol. II, Part 3, p. 2.

③ Army Manual of Hygiene & Sanitation, 1934, p. 65.

④ 軍醫署: 軍醫必攜, 第 199 頁。

⑤ U. S. War Department: Engineer Field Manual, Vol. II, Part 3, p. 23.

木板或波形鐵皮覆蓋，惟在氣候變遷較劇之區，不宜用鐵皮，因其易於傳熱，室內夏季嫌熱而冬季嫌冷也。此種營房，裝拆極便。不過拆裝一次略有損失，若運用小心，損失約僅百分之十耳。



第三圖 美國營房構造

營房內通風及採光狀況，設計時宜加注意。窗口宜大而便於日光之射入，藉以殺菌。窗戶面積，尋常應至少為地板面積之十分之一，並須在室之兩面開窗，使空氣得以流通。門窗洞孔，均宜敷紗，以防蚊蠅之襲入。

室中溫度，亦宜在可能範圍內，加以調節，尋常以百度計 15 度至 20 度為最適宜。蓋溫度過高或過低，皆有礙於軍士戰鬥力之保持；而集團生活中，如溫度過高，尤易增長呼吸系傳染病之傳播。在今日中國軍營內，固不能採用歐美之新式調溫方法，但增加窗戶面積，並擇樹蔭之地紮營，可以減少夏日之炎熱。至冬季之取暖，則視軍隊之財力而定也。

宿舍內牀位之佈置，每同層並排二牀之中心相距至少應有 2 公尺，換言之，二牀相隔至少 1 公尺。在美國軍營宿舍內，如二牀間距離不及 1.5 公尺，即使兵士首足互相顛倒而臥，以增加每兩人頭部間之距離。

營房內地面應用木板或混凝土建築，或用石灰將土地打緊，務使灰塵不致飛揚。室內應備痰盂，士兵絕對不得任意吐痰。

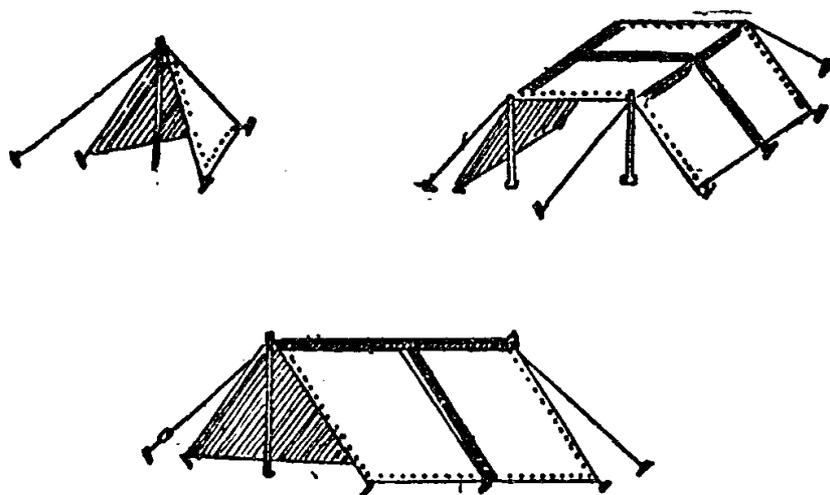
營房之環境衛生，應按照軍醫署規定之大綱，^①由衛生工程司及衛生稽查員視察並管理。該大綱規定應視察之各項如下：

- (1) 建築：(a) 建築之式樣，(b) 房屋間之距離。
- (2) 宿舍：(a) 每人所佔地位之面積，(b) 通氣狀況，(c) 採光良否，(d) 沐浴設備，(e) 距離廁所之遠近。
- (3) 廚房及飯堂：(a) 清潔情形，(b) 蠅之防制。
- (4) 給水：(a) 水質，(b) 消毒，(c) 水量。
- (5) 廁所：(a) 式樣，(b) 蠅之防制，(c) 糞便之處理。
- (6) 理髮室：(a) 清潔情形，(b) 檢查情形。
- (7) 馬廄：(a) 清潔情形，(b) 馬糞之處置。
- (8) 廚餘：(a) 收集方法，(b) 處理方法。
- (9) 營房清潔法：(a) 區域分配，(b) 工作之詳細計劃。
- (10) 普通醫院：(a) 清潔情形，(b) 用過紗棉等之處理。
- (11) 傳染病醫院：(a) 隔離方法，(b) 消毒方法，(c) 穢物之處理。
- (12) 記錄：(a) 調回之部隊，(b) 派出之部隊，(c) 自傳染病區調回之部隊的隔離。
- (13) 訓練：(a) 軍官，(b) 士兵，(c) 衛生工程隊。

9. 露營 軍隊露營，或宿於營幕，或宿於茅舍，或露天而宿。營幕

① 軍醫署：軍醫必攜 第 201 頁。

用厚幕布搭成，其大小形式，視住宿兵士之多寡而異。法國規定每步兵在營幕中應佔有 1 方公尺之地位，每騎兵則有 2.6 方公尺。^① 大概兵士一人，至少應佔地 0.75 方公尺。馬一匹佔長 3 公尺，寬 1.5 公尺，高 2 公尺。第四圖示各種簡單之營幕。



第四圖 簡單營幕

營幕雖為軍隊暫時住宿之所，但亦應在可能範圍內，使環境安適，無礙衛生。天氣寒冷時，可用藁草樹枝，編成低牆，圍於營幕之四周，以防寒氣冷風之侵入。營幕四週應掘淺溝，以洩雨水。若營地低濕，排水不良，可於地面鋪砂礫一層，並敷設乾草。營幕經二星期之住宿，宜撤收幕布，將地面曝於日光。

架搭營幕時，曳拉繩子，須四面用力平均，方不致發生繩斷幕裂之弊。架搭既畢，應注意四面繩子，是否根根着力，處處堅固，以免被風吹拔。大雨時，略將四面繩子放鬆，因繩受水濕，收縮易斷。營幕之兩端，須於日間挑起，以免夜間士兵休息時感受空氣惡濁之苦。廁所切不可與廚

① 軍醫署：軍醫必攜。第 205 頁。

房設於一處，並當在最近營幕 15 公尺以外。

營幕中每日須檢查一次。士兵每帶食物回營，致幕角常有棄置食物之積存，應取出立刻掩埋，務使幕營地之衛生不遜於固定之營房。

急行軍所用之二人帳幕，不過用以蔽風雨，因其甚低，致二人不能同時於其中坐起。此項二人帳於每晨起牀後，立即拆開，捲於二人被服之內，準備出發。此時衛生稽查應詳察營地是否清潔，否則當派人整理，以免影響於後至之軍隊。

軍隊露營之時日，若比較長久，則可建茅舍，用竹木構架，上蓋蘆葦或茅草，取當地易得之材料而用之。茅舍較營幕不易傳熱，故禦寒禦熱，皆較適宜，惟建造不若營幕之便利。

軍隊露天而宿，僅在不得已情形下行之，應擇樹蔭無風之處，地上宜鋪乾草蘆葦。

10. 醫院 醫院之設備，應能容納全部軍隊人數之百分之五至百分之十五。但若戰事延長，兵士生活環境又不舒適，醫院設備常須超過百分之十五以上，此在軍械較遜之國家尤然。

醫院內每病人所佔之地位，應較營房內每士兵所佔者為多。美國傷兵醫院病房內，每一病人至少須有 5.5 方公尺。^① 醫院之辦公室及手術室等亦須有相當面積，平均每病人約須 3 方公尺，故設計醫院時，每病人須有 8.5 方公尺之建築面積。後方醫院應有 500 至 1000 病牀，兵站醫院應有 100 至 250 病牀。每一病房內之病牀，在可能範圍內不

① U. S. War Department: Engineer Field Manual, Vol. II, Part

宜超過 30。

受傷或患病之兵士，應有安靜休養之環境，故病房內最宜溫暖通風，須有暖爐浴室等設備。醫院為治療傷兵之處，決不可使傷兵在院內再有傳染傷寒、霍亂、或瘧疾之可能，故院內應有隔離病房，以處理患傳染病之士兵，並應注意患傳染病士兵用物及病室之消毒。又軍士身上往往多蚤；醫院內須有滅蚤室之設備，除受傷甚重之兵外，其他傷病兵入院時，必須經過滅蚤手續後，方准送入普通病房。倘因受傷過重，不能施行滅蚤手續時，則至少須將全身洗濯乾淨，必要時並將毛髮均行剃去。

第三章 給水

第一節 概論

11. 軍隊給水之重要 水爲人類日常生活一刻不可缺乏之物，戰時亦然。營宿所至，給水問題，必先解決。軍隊用水，可分三類：一爲兵士飲用之水，二爲牲畜飲用之水，三爲機械用水。兵士飲用之水，必須考究清潔，不含毒質，不含病菌。傷寒、霍亂、赤痢等傳染病，在軍營中最易流行，考其致病之原，大半由於飲水不潔。故吾人欲防止軍隊中之胃腸傳染病，必先注意飲水之衛生。水源尚有爲敵軍散毒之可能，故檢驗水中毒質，尤爲作戰時不可忽略之事。牲畜飲用之水須不含毒質，不含病菌，但清潔狀況則無須過事考究。機械用水，如鐵甲車、坦克車與運輸所用之汽車、火車等，需水極少，且無衛生方面之關係，惟如水質過硬，則宜軟化之。

12. 用水量 軍隊之用水量，視各國人民平時用水之消耗而不同。第一表示英國軍政部^①與美國軍政部^②估計之用水量。

我國都市平時用水，遠較歐美都市爲低。在歐美之固定營房中，普通皆有配水管及水沖廁所，而我國之軍營，則此項設備目前均不可能。我國較大都市，其居民用水量平均不過每人每日 50 至 60 公升。^③據

① British War Office: Military Engineering, Vol. VI, p. 303.

② U. S. War Department: Engineer Field Manual, Vol. II, Part 3, p. 54.

③ 陶葆楨：給水工程學，第 57 頁。

民國二十五年著者在江寧縣之調查，農民每日用水量約僅 8 公升。^① 軍隊生活較為簡單，用水量自較都市為低。吾人參酌各種情形，以第二表為計劃軍營給水之參考。

第一表 英美軍隊用水量表

用 水 者	用 水 環 境	用 水 量 (以每頭計)		附 註
		英 國	美 國	
士 兵	軍部 (在平時)	230	380	有水沖廁所
	營房(固定的與半固定的)	140	120—210	有水沖廁所
	營幕 (臨時的)	20	20	無水沖廁所
	行軍及守哨時	1.5	3—6	
	作戰時	1.5	1.5	此為最低限度，不得超過三天。
牲 畜	露營時	40	40	
	行軍及作戰時	12	12	此為最低限度。英國習慣，馬飲水後可 48 小時不飲，但該馬在此期內不能操苦工。
	標準軌距			每日約需水 25,000 公升
機 車	凝水的 (Condensing)			每馬力小時約用水 7.5 公升
	不凝水的 (Non-Condensing)			每馬力小時約用水 15 公升
	內 燃 機			每馬力小時約需水 1—2 公升

① League of Nations-Inter-governmental Conference of Far Eastern Countries on Rural Hygiene-Report of China. p. 49.

第二表 我國軍隊用水量估計表

用水者	用 水 環 境	用 水 量 (以每頭每 日公升計)	附 註
兵 士	軍部(在平時)	50	此為最低限度，時期不得超過三天。
	營房(固定的與半固定的)	8—20	
	營幕(臨時的)	5	
	行軍及作戰時	1—1.5	
牲 畜	露營時	20	此為最低限度，馬每次飲水後可 24 小時不飲。
	行軍及作戰時	每次 12 公升	

第一表與第二表所列之數，僅適用於溫帶區域，如在熱帶區域作戰，用水量自須增加。又夏季氣候炎熱，最高月用水量約增加百分之二十五。

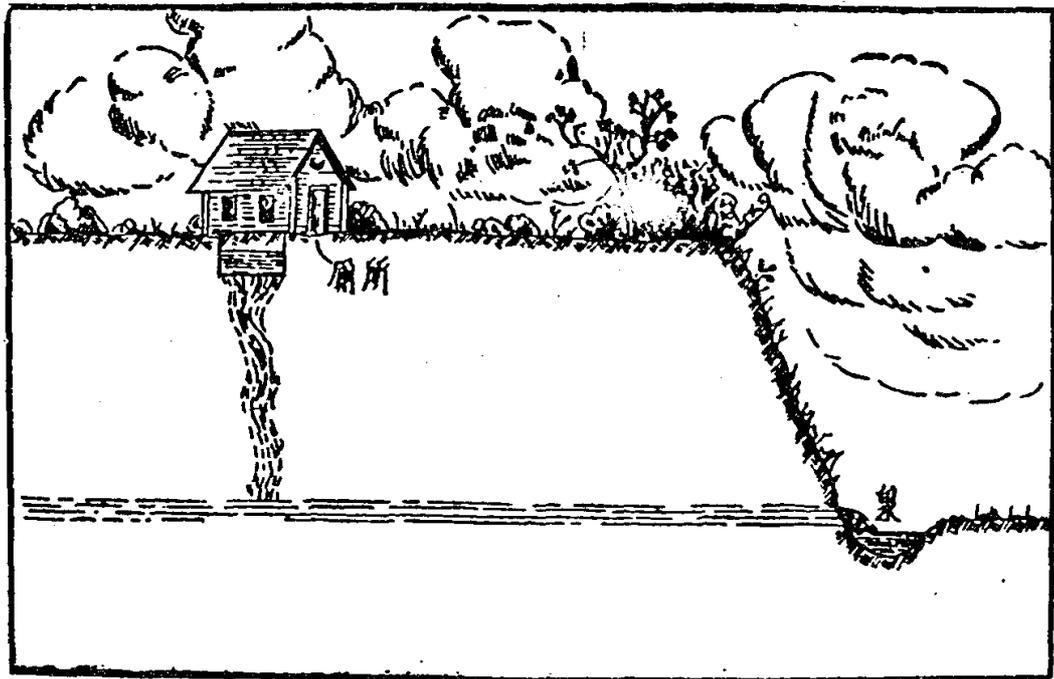
第二節 水之採取

13. 水源 水源可分地面水與地下水二種。地面水即江河湖沼之水，地下水即井水及泉水。水源之採擇，視水量水質及運輸之便利而定。

(a) 地面水 地面水取用較便。如地面水源之量充足，水質清潔，紮營宜靠近河溪或湖泊，以求汲取與輸運之便利。人烟稀少之區，地面水受污染之機會較少。但植物之腐朽，動物之污染，及城市污水之灌注，均足以沾污水源，故地面水常須經過相當之淨治手續，始供兵士飲用。在河流中，兵士取水站宜在牲畜飲水處之上游。池沼之供牲畜飲水者，不可再作兵士之取水站。

(b) 地下水 地下水分泉水與井水二種。就普通情形而論，地下水

較地面水為清潔，因水流過地層時，有一種滲濾作用。但如井泉之附近，有滲坑廁所或其他污染淵源時，則此項泉水或井水，即不能直接供飲用。第五圖示泉水受附近廁所之污染情形，故水質之良否，須經詳細勘測水源附近之環境，並用簡單方法化驗後，始可斷定。



第五圖 泉水受廁所之污染

14. 水源之勘測 衛生工程隊調查水源時，除普通勘測應帶之物品外，尚須攜帶水樣瓶數個，每個容量自 2 至 4 升，以便隨地採取水樣，攜回化驗。勘測之目的，為尋得一適當水源，估計其水量是否敷用，取用時有無困難，水質是否必須淨治，淨治手續耗費是否過多。此外並應注意水源之掩蔽，以防敵人毀壞。

如欲用地下水為水源，則下列各點，可為勘測時之指示：

(1) 草木茂盛及草色特為蔥郁之地，地下水面必高，掘井必易成功。

(2) 有泉水或地下水豐富之地，清晨或黃昏往往可見濃厚之水汽。

(3) 昆蟲常喜聚飛於潮濕地面之上。

(4) 叢山之間，羣谷交會，必有泉水。

(5) 深井之開鑿，須視地層之結構，宜徵求地質學家之意見。如以為任何地點，只須深鑿，必可得水，且開鑿愈深，水量愈多，實為錯誤。吾人如置地水面上之地層不論，則地下水量之多寡，往往與深度成反比。倘對地層之結構，不加研究，徒事深鑿，則勞民傷財，於事無補。

勘測水源，關於地點及水量各項，均應詳加記錄。調查河水時應注意下列諸點：(1) 河名及流域；(2) 河道之寬度及深度；(3) 水流之緩急（流緩者水質多劣，流急者水質多佳）；(4) 水量；(5) 水色之清濁；(6) 水中有無惡臭；(7) 河底情形（河底多爛泥者，水質每不良）；(8) 上游附近有無污水流入；(9) 上游附近居民是否衆多；(10) 附近有無挑水碼頭，挑水夫是否赤足入水；(11) 上游兩岸是否採用糞便肥田；(12) 水中有無毒質；(13) 取水處至營房之距離，及運水之方法。

調查井水時，應注意下列諸點：(1) 井之位置；(2) 井徑及深度；(3) 井之出水量；(4) 井壁構造；(5) 有無井欄；(6) 井之四周，是否高出地面；(7) 井之附近，有無廁所（在普通情形下，廁所在地下水流上游距井 30 公尺以內者，有污染井水之可能）；(8) 附近之土質；(9) 水中有無鹹味；(10) 水中有無毒質；(11) 水井至營房之距離，及運水之方法。

15. 水量之測算 水源勘測之主要工作之一，為測量水源之水量。欲測河水之流量，可在河中放一木片，令其隨水飄流，而計其從 A 點

至 B 點所需之時間，再量得 A 點與 B 點間之距離，即可算得河水之流速 (V)。再用木尺或粗繩量河身之寬度及水之深度，以求河水之剖面面積 (A)。於是以流速乘剖面面積，即得流量 $Q = AV$ 。河水流量復可用量水堰測得。量水堰宜置於河流寬深均勻之處，然後用量水堰公式，以算得流量。

欲測井水之多寡，可先將井內之水，汲出若干，然後計其匯流復原所需之時間，即可算得井之出水速度。再以該流速乘井之橫剖面面積，即得井之出水量。

欲求泉之出水量，可用一已知容量之水桶，置於泉下盛水，而計其裝滿該桶所需之時間。

16. 鑿井 河水及泉水取用便利，故在可能範圍之內，軍營應盡量採用。但若營地附近缺乏河水泉水，或以河水泉水之量不足，或以河水之質不潔，則須鑿井以爲飲料。作戰時不易覓得優良之工人，故深井之開鑿，常有困難，於是不得不用淺井。但淺井之水，每易取附近糞坑或人畜之污染，故井之環境，須設法保護，俟第二十一節論之。

井深在 30 公尺以內者，謂爲淺井，井深在 30 公尺以外者，謂爲深井。淺井又可分爲寬井(亦稱掘井 dug wells)與管井(tubular wells 或 driven wells)二種。

井之出水量，視潛水地層之組織而異。石灰石及白雲石普通潛水有限，但常有裂縫及穴洞，爲積水處所。黏土之孔隙雖多，而以其土粒甚細，所包含之水，有毛細管作用，故不易透水，不可以爲井源。最好之潛水層，爲砂石層，混合石層及砂礫層。耕土 (till) 爲砂、礫、黏土及圓石

(boulder)之混合物，成分頗不一致，滯水之多少，亦無一定。就普通言，耕土常為可用之滯水層。流砂層含水極多，惟以細砂易於流入罅隙，故築井極為困難。在流砂層內鑿掘寬井為事實上不可能，如鑿管井，而用尋常之濾水管，不久即為流砂堵塞。

17. 寬井 寬井之出水量恆不多，普通口徑約自 1 公尺至 1.5 公尺，有時達 5 公尺。深度輒不過 20 公尺。井徑之大小與井筒之深度，須視地下水流量之大小與滯水層之深淺而定。增加井之直徑，所增加之出水量不多，而建築費則較貴。不過大井蓄水較多，可以調節用水量之變遷，如一時需用大量之水者，寬井可以預為儲蓄。

吾國舊式淺井，多為寬井。鑿掘方法，以人工用普通鋤鏟等物浚掘，再以斗罐起泥，搭架司其升降。如土質鬆軟，則鑿掘後必須以木板支撐，以防塌陷。挖掘時，務使井穴不圍積水，致礙工作，或就穴中挖一小潭，用抽水機汲取，或於井穴四周，打入管井四五口，用抽水機汲升管井中之水，以降低地下水面。後法雖貴，但較妥善，既無妨井穴中工作之進行，穴壁泥土，亦不致為地下水流入而呈崩潰之狀。吾國鑿井，往往以缺乏抽水機，即以人工用轆轤汲水，故有汲水太慢，而礙工作進行之弊。

井穴成後，井壁可用磚石砌，或用混凝土。井壁或不透水，水由井底流入；或於滯水層中，將磚石之豎縫分離，不用灰漿灌砌，任水由井壁流入。二者之中，後者較為普通。井壁如係磚砌，其厚度可約如第三表。

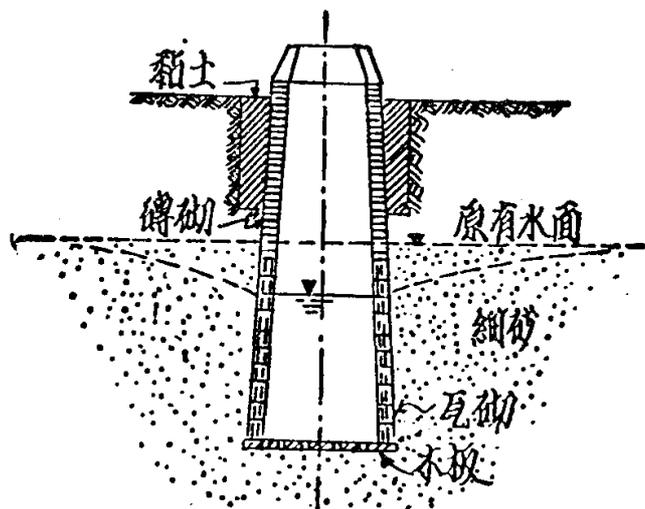
第三表 磚砌井壁厚度表

井 之 內 徑	井 壁 厚 度
1.0 公尺	0.18 公尺

1.5	0.18
2.0	0.25
2.5	0.25
3.0	0.38
3.5	0.38
4.0	0.51
5.0	0.51

在臨時性質之軍營中，寬井常用木板為壁，板上鑽以細孔，取其建造簡捷也。

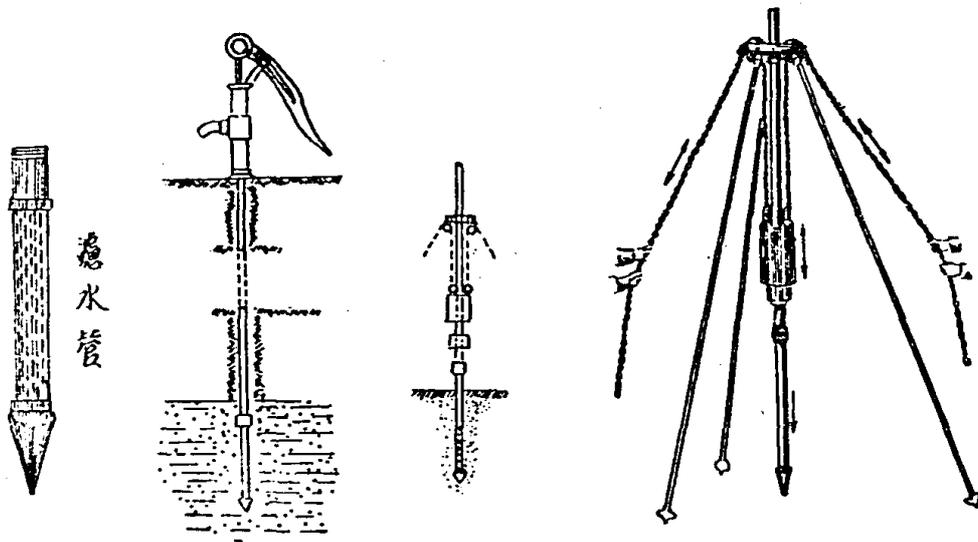
江浙一帶，常於井底置木板一塊，上挖多孔，四周以整瓦立砌為壁，其上層則為以灰砂砌築之磚牆，向上逐漸收口，砌至較地面略高處，乃安置井欄，如第六圖。



第六圖 吾國普通寬井之構造

18. 管井 此類井之直徑極小，1869年諾登(Norton)於阿比西尼亞(Abyssinia)戰役中用之甚夥，效能顯著，故又稱阿比西尼亞井。

鑿法用徑約 5 公分之鐵管，以鐵錘打入地下，鐵管下端，有一尖頭。第七圖示打井架，係由三脚架，鐵錘及鐵砧而成。三脚架上設滑車二具，用鐵索或繩索將錘舉高，一經鬆手，錘即擊砧，而管遂入土。除錘力外，有時佐以高壓之水流，使冲刷井筒中之泥土，以利井管之入土。第八圖示應用水流以助鑿井之設置，鐵錘重 450 公斤，水壓為 5 氣壓。

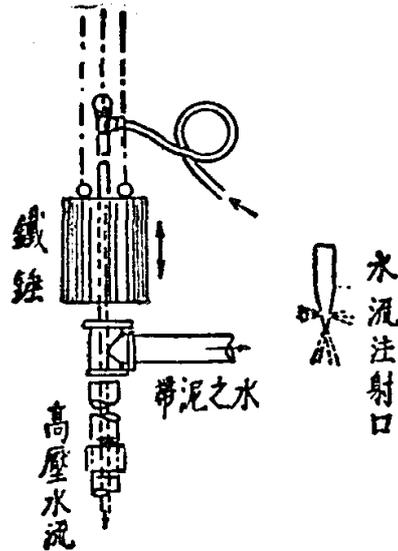


第七圖 管 井

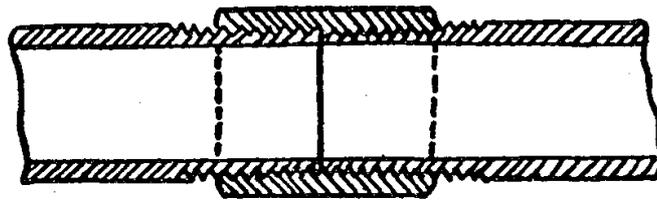
此類管井之深度，尋常約自 25 至 35 公尺。鐵管每節長約 1.2 至 1.5 公尺，各節用螺旋相接，如第九圖。如管過長，槌打較難，且常易彎屈。鐵管下部，須有徑約 1.5 至 3 公厘之小孔，備地下水之流入。小孔之總面積，宜為鐵管橫剖面面積之三倍或四倍。濾水孔之總面積愈大，其為泥沙堵塞之危險愈小。如地層係屬細砂，濾水管之外部，可包以棕皮絲或銅絲網二三道，以防細砂堵塞濾水孔。

管井最適宜於鬆軟之砂礫層，因土質易於塌陷，使寬井之挖掘較

難，而管井之槌鑿較易。如槌至堅硬地層，不能繼續槌鑿，鐵管可以拔出再用。管井為泥砂堵塞時，可用高壓水流沖洗。



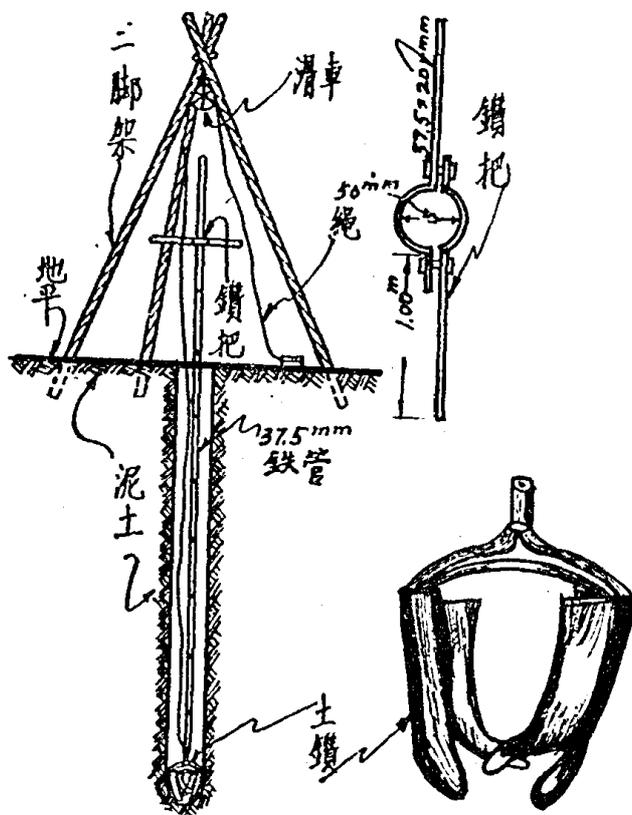
第八圖 應用水流以助鑿井之設置



第九圖 鐵管之螺旋結合

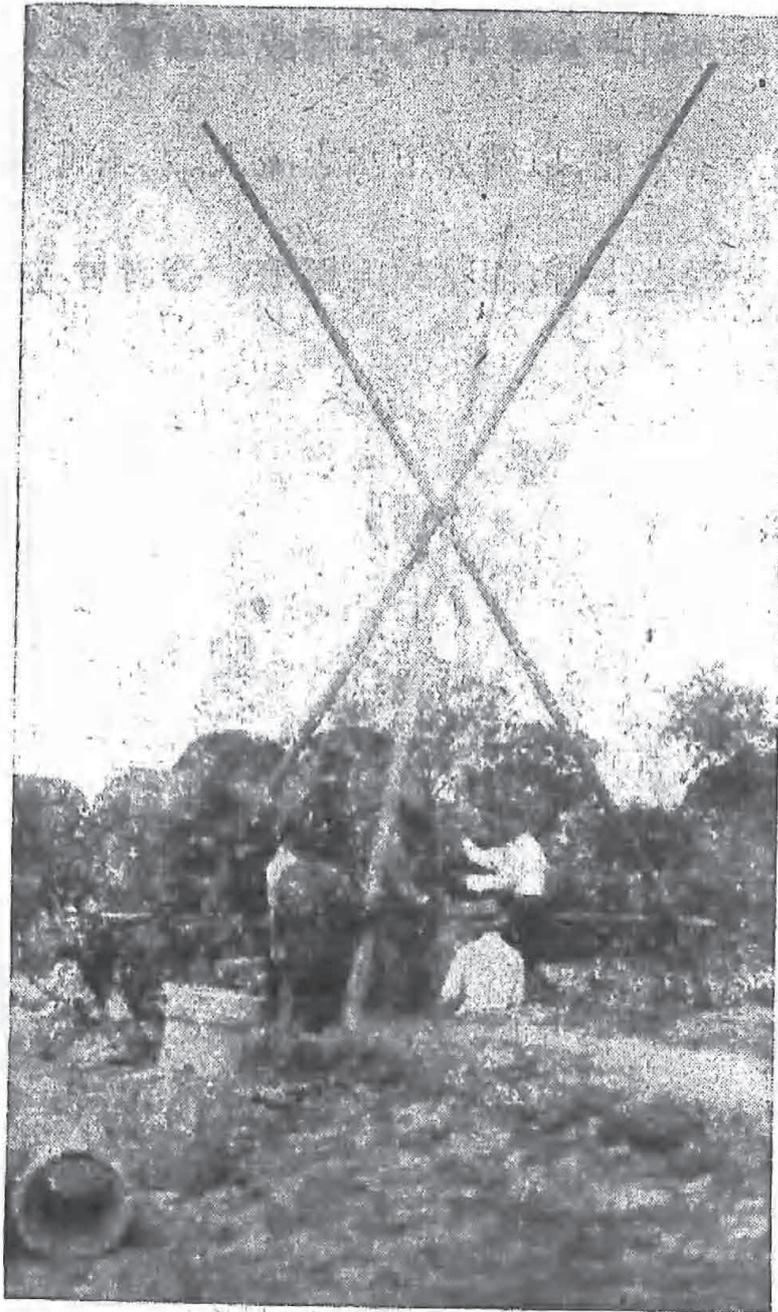
管井復可用土鑽以人工旋轉而成，第十圖示一 40 公分土鑽及鑽井時之設備。土鑽以鋼製成，鑽時需工人五名，先置鐵管於土鑽上，管上加鑽把，一人居中管理鐵管，不使傾斜，其餘四人，分兩邊推動鑽把而旋轉之。土鑽旋轉，泥入鑽中，及其已滿，起而去之。如是進行，至 1 公尺左右深度時，土鑽不易拉起，可搭三脚架，利用滑車，用繩索將鑽曳起。俟

鑽至相當深度，即在洞中放置井管。井管或為鐵管，或為瓦管，或為混凝土管，管之下部亦鑽小孔，以備地下水之流入。此項管井，遇堅硬之石層不能應用，惟在較鬆之土層，開鑿頗為經濟。著者曾在南京市及江寧縣



第十圖 土 鑽

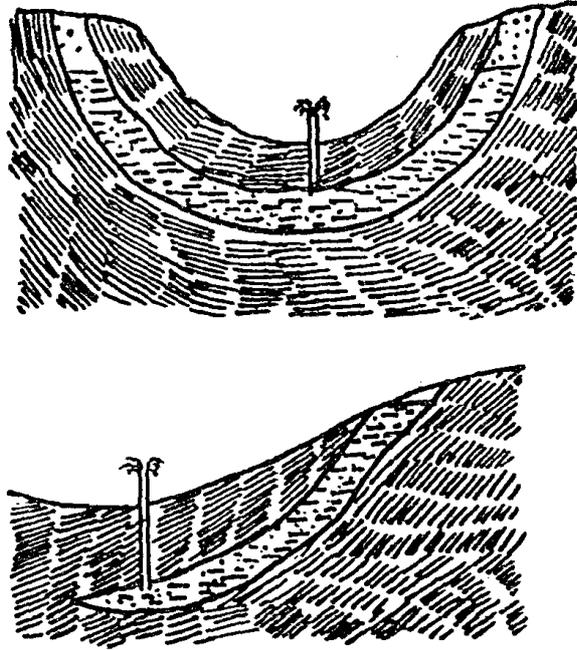
鑿成甚多，每井工料連唧機僅國幣五十元左右。此次中日之戰，軍政部防疫隊亦曾在蘇、贛、湘、陝等省開鑿此類管井。第十一圖示鑿井時之情形。



第十一圖 江寧縣開鑿管井情形

19. 深井 深井可分為普通深井及自流井二種。如滯水層下陷而為不透水層所掩覆，下端又有相當之阻礙，則滯水層內之水受壓力，吾人鑿井穿過不透水層而至滯水層，則水能上升，是謂自流井。若地形適宜，壓力甚大，則井水可以外溢，或竟高湧。第十二圖示自流井之高湧者。

開鑿深井，俱須用鑽，故可名鑽井 (drilled wells)。井之口徑，自 75 至 1000 公厘，深度自 30 公尺至 2000 公尺不等。給水工程之取



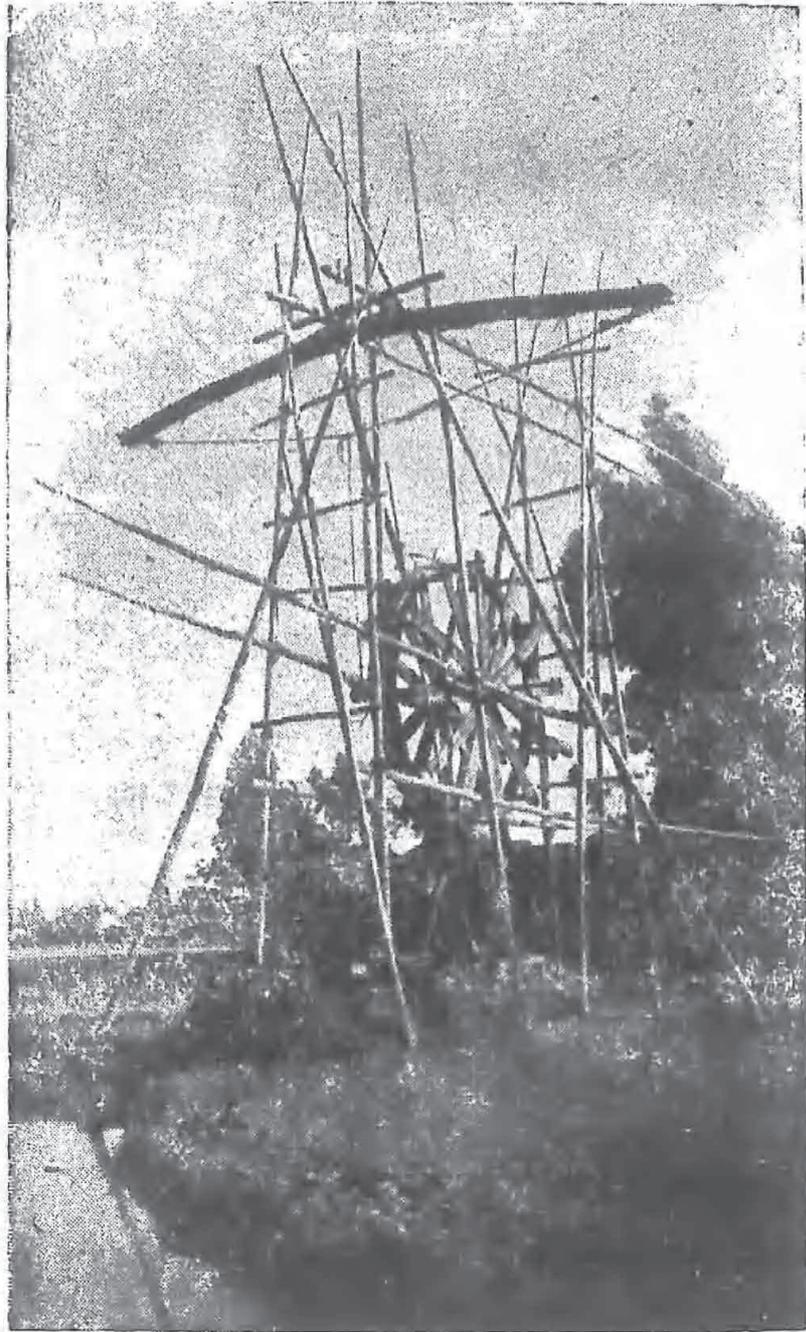
第十二圖 自流井

用地下水源而規模較大者，多用鑽井法，因任何口徑與深度，與堅硬之岩層，皆可適用。惟深井之開鑿，耗時較久，軍營中每以事實上之困難與需要之迫切，不能採用深井。著者在給水工程學書中，對於深井之鑽法，有詳細之敘述，讀者可參閱該書。我國普通採用之人工鑿井法，設備簡單，隨地均可舉辦，茲節錄該書第八章如下。

20. 人工鑽井法 『鑿井之術，我國發明最早，四川之鹽井火井，約始於漢代以前，至今尚用土法開鑿。其鑿井之深度，有達 1000 公尺者；考其方法，或藉轆轤之升降，或用竹木之彈力，與華北、上海各處人工鑿井之方法，大致相同。

『鑿井之設備：——人工鑿井，設備極為簡單，均可隨地舉辦。約略述之於下：

(a)井架 用以安置木輪竹弓等物，以施工鑿井者。其結構一如棚架，如第十三圖。高約 10 公尺。柱桿均以圓杉木爲之，柱基深入地內，用橫木分格支撐，兩側斜置扶桿，使之穩固。連接處，均用繩索綑緊結



第十三圖 人工鑽井設備

實。架之上端，置大橫木一根，以爲懸竹弓及下井管之用。架之中間，可置平板，以便工人上下。架之底部，置橫木數根，鋪以厚板，中間留一方孔以爲鑿井之用。

(b)木輪 其式樣一如舊式之紡輪，直徑約 4 公尺，以木板編成。

結構處均用木栓楔緊，以便拆除遷動。橫木輪之軸，爲直徑 30 公厘之圓鐵，軸之兩端，置於井架橫木凹槽上，以便旋轉。用時人立其中，以足踏之，木輪即隨之轉動，以爲纏繞竹條之用也。

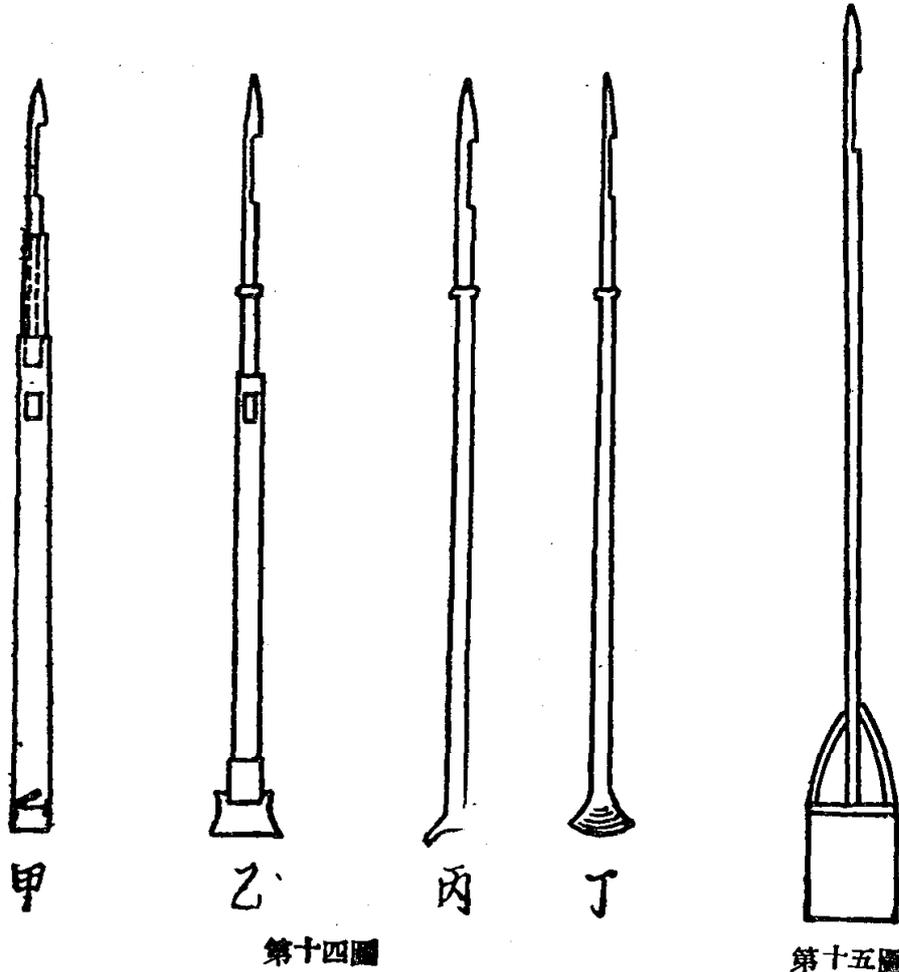
(c) 竹弓 以直徑 30 公厘許毛竹若干根，首尾參雜，細成一束。長約 5 公尺，粗約 200 公厘。以粗繩一根，束其兩端，一如弓弦。置於井架上端橫木之下，用粗繩細緊，所以司鑽之升降。

【鑿井工具：——

(a) 竹條 用多根厚竹片接成，寬約 25 公厘，每根長約 6 公尺許。竹片兩端連接處刻有凹痕，扣以鐵箍，楔以竹梢，可連接至任何長度。至最末一根，與鐵尾相接，鐵尾上有接筭，以爲繫鑽之用。

(b) 鐵鑽 鐵鑽用以掘泥沙及碎石者也。約分二種：一爲鐵杵鑽，一爲鐵筒鑽。鐵杵鑽爲圓形，以鐵製成。長約 3 公尺至 5 公尺，徑約 30 公厘至 40 公厘。上細下粗，用以鑿碎石者，其頭如斧（第十四圖甲），用以鑿泥沙者，其頭如爪（第十四圖乙）。上端爲尖尾，接筭處，恰與竹片上之鐵尾相合。接筭之下有凸出之圓，以爲遺落打撈之用。鐵筒鑽以 50 公厘鐵管製成，長約 6 公尺，鑽頭爲一鏟狀，栓於鐵管箍之上。箍之上，有活門，能向上開，泥沙流入管內，即不能流出。鑽提出後，用鐵鈎由下端將活門上抵，則筒內泥沙，可以噴出淨盡。管之上端有圓孔以爲通氣排水之用。孔之上爲尖形鐵尾，可與竹片上之鐵尾相連結（第十四圖丙）。

(c) 抽泥筒 抽泥筒，用厚白鐵片製成圓筒，徑約 50 公厘，長約 6 公尺。下端爲上開活門。上端爲一圓孔，其構造一如鐵筒鑽。但與竹片



第十四圖

第十五圖

連接之處，則爲一竹尾，合以木板，釘入筒內，取其輕便也。用時將抽泥筒降至井底，按下數十次，使泥沙吸入筒內，然後拽出井孔外，用鐵鉤將活門向上抵動，筒內泥沙，即行噴出（第十四圖丁）。

(d) 測孔器 井孔之大小，須適合於井管之外徑，故於井孔告成之時，須用測孔器探視，庶下管時不致發生阻礙。測孔器之式樣，上端爲一鐵杵，下端爲一圓筒，其外徑須比井管之外徑，略爲增大，用時將圓筒降至井底，然後拽出，使井壁光滑，再行下管（第十五圖）。

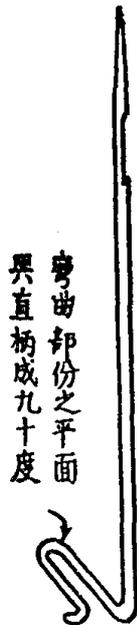
(e) 撈鑽鈎 撈鑽鈎以鐵製成，有爲直鈎者，爲打撈鐵管鑽及抽泥

筒之用。有為橫鉤者，其鉤尖向外（第十六圖），為打撈鐵杵鑽之用。用時將鐵鉤與竹片連結，插入井底，徐徐轉動，使橫鉤套入鐵杵之凸環下，然後輕輕拽出。用力不宜過猛，否則反使竹片中斷，無法拽出也。

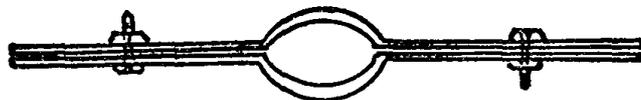
(f) 修理工具 鑿井工具與竹片接筍處，須隨時檢查，如有損壞，當即修理。故凡鐵匠所用之工具，如鐵錘、鐵砧、鐵鋸、鐵銼等；木匠所用之工具，如木鋸、斧頭等；均應先事購置，以備不時之需。

(g) 下管工具 下管工具，亦應先事購置，其名稱如下：

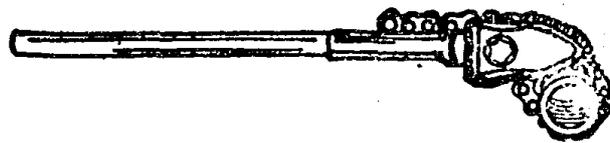
(1) 滑車 用以拽起井管，預備放下者也。以檀木為之，普通圓木店均有出售，其構造甚為簡單，茲不贅述。



第十六圖



第十七圖



第十八圖

(2) 棕繩 小者徑約 13 公厘，用以拽起井管，預備放下。大者徑約 30 公厘，以為下井管之用。每根長約 20 公尺。

(3) 夾板 用鐵板二塊製成，長約 600 公厘，寬約 100 公厘，厚

約 20 公厘，中間爲弧形或三角形，用 25 公厘螺絲栓兩根栓住，上帶螺絲帽及墊圈，以便鬆緊（第十七圖）。

（4）鏈子鉗 所以爲連接井管，旋轉螺絲之用。長約 1 公尺，口徑 65 公厘至 200 公厘之井管均適用之。最少宜預備兩條，一爲上管轉螺絲之用，一爲制止管身不動之用（第十八圖）。

（5）螺絲搬 用以旋轉夾板上之螺絲栓者也，其式樣不一，有爲彎形者，有爲直形者；其開口處爲 13 公厘，20 公厘，25 公厘不等，須適合於螺絲帽之大小，普通均用熟鐵製成，隨地均可製造。

（6）鐵絲鉗 以爲束棕皮細鉛絲之用，普通所用者，長約 150 公厘。

『工程實施：——

（a）井址之選擇 在城市鑿井以供飲料或工業之用，井址每爲地位所限制，業主所指定，當然無選擇之餘地。然在鄉村鑿井，以供灌溉及飲料者，即當先考察其水源之所在，及工作便利之點，再行施工，以免耗費，故井址殊有選擇之必要。茲將井址之要件，略述於下：

（1）井址須在距離廁所 30 公尺以外。

（2）井址須在距離鄰井 60 公尺以外。

（3）井址須在交通便利之點。

（4）在高亢之地，其中有一處獨潮濕者，其下必有泉源。

（5）在青草地，其中有一處獨茂者，其下必有泉源。

（6）在曠野蚊蟲羣集之處，其中一部份之蚊蟲，獨飛集於高處，成一圓柱形者，其下必有泉源。

以上所述，不過大概情形，若夫地層之構造，水源之深淺，則以根據地質之調查，及鄰井之情形，為較可靠。

(b) 工人之支配 凡鑿井工程，以迅速為宜；一經開工，即不宜間斷。故工作異常勞苦，每日八小時，雖強健者，亦殊難勝任。最好分為兩組，每組最少四人，最多六人，工頭一名，整日監視。如遇緊急之時，則加用雙班，日夜工作。蓋在黏土層，或黏板岩層之井孔，極易傾陷，一經鑿穿，即宜迅速達至相當深度，以便下管也。

(c) 工作之步驟 井址選擇既定，首當將井架佈置穩固，於架下掘一池。池之周圍宜高出地面 300 公厘以上，內用黃泥或水泥黃沙塗抹，至不漏水為止。將清水注入池內，於池之中央，鑿一比井管較大之井孔，深約 3 公尺許。貫以木筒，露出地面約 150 公厘，使鑽頭出入有據，然後繼續下鑿。鑿時宜時時將清水注滿，使井內壓力平均，不致傾陷。每鑿下 1 公尺許，即將鑽提起，換用抽泥筒，將泥沙抽出，再行繼續下鑽。如遇石層，則用鐵杵斧頭鑽；如遇石礫，則用爪頭鑽；如遇泥沙則用鐵筒錘鑽；宜隨時更換。鑿井時將竹片與鐵鑽栓牢，繫於弓弦上，在距離井孔相近之處，栓一扶手橫木，將橫木按下，使鑽頭向下衝擊。復借竹弓之彈力，使鑽頭上升。換鑽時，人立於木輪中，以足踏之，使木輪旋轉，將竹條纏繞於木輪之上。順踏則鑽頭提出，反踏則鑽頭降下。

(d) 泥沙之保存 抽泥時所出泥沙種類，宜用木盒，按照其所在深淺距離，分格記錄保存，以計算吸水節之位置，及井管之長度。

(e) 井孔之完成 井孔之大小，須適合於井管之外徑。故井孔鑿至相當深度時，須將測孔器試探，降至井底，然後拽出，反覆數次，使井孔

光滑，毫無阻礙，然後下管。

(f) 困難之解決：

(1) 鑿井時如過膠質黏土層，井孔必易於傾陷；傾陷時可用黃泥做成泥丸，大如雞卵，徐徐放入井孔內，將空隙填滿，然後繼續下鑿，即成一新泥孔，不至再傾陷矣。

(2) 鑿井時如過磊石存在，小者宜用小鑽頭撥開，大者宜用鐵杵鑽搗碎，再繼續下鑿。惟磊石之大者，常誤認為岩石，人工鑿井者遇之，多以爲已達石層，不再下鑿，或竟以工作困難，發生恐慌，致停止下鑿，前功盡棄。故鑿井者，宜檢查其鑿出之碎石，與附近岩石相比較，或因鑽頭之震動，沉着者爲岩石，活躍者爲磊石，以決定之。

(3) 鑿井時如遇鑽頭遺落，陷入甚深；或被石塊楔住，不能拽動；須先用小鑽頭將石塊打碎，徐徐聳動，使鑽頭與井壁離開，然後用撈鑽鈎鈎之拽出。如不見效，則須用起重機設法取出，或另鑿一孔。切不可將竹片及鑽頭推開，深入井壁之內，繼續鑿孔，以致將來水質發生臭味，或含鐵質大多也。

(g) 水源之斷定 人工鑿井，井孔中常將清水注滿，井孔是否已達水源，除天然噴泉外，無由得知。故欲知水源之所在，須依井孔之地層而斷定之。茲述之於下：

(1) 凡表土之下，有極深之砂礫層，其下爲黏土層，或黏板岩層所托者，必有水源。

(2) 岩石之下，有空隙之處，必有水源。

(3) 黏土層與砂礫層相間，其間必有水源。

(4) 砂礫層上爲黏板岩，下爲堅石者，必有水源。

(h) 水質之鑑別 水量之多寡，及水質之良窳，當考察潛水層之性質及位置，始能確定。茲述之於下：

(甲) 關於水量之多寡者：

(1) 凡砂層深者，其水量必多，淺者必少。

(2) 凡砂質粗者，水量必多，細者必少。

(3) 凡黏土層之下，其砂層含水量較多。黏板岩之下，其砂層含水量較少。

(4) 凡水成岩之下，含水量較多，火成岩之下，含水量較少。

(乙) 關於水質之良窳者：

(1) 凡石灰岩之下，其水多硬。

(2) 凡砂層在表土之下，其水多污穢。

(3) 凡砂質色帶赤褐者，其水質每多鐵質。

(4) 凡砂粒晶圓者，其水質必佳良。

(5) 砂細而層厚者，其水質必澄清。

(6) 凡砂層含有蚌殼者，其水必腥臭。

(i) 砂質之檢查 依上所述，欲知某砂質，是否合於水源之用，首當辨別砂質純潔與否，但在細砂層之砂質，每非目力所能辨者，故必須用顯微鏡以檢查之。

【井管之裝置：——

(a) 井管之選擇 凡井管應用標準重量熟鐵管；飲料及漂染用者，以白鐵管爲宜，工業及灌溉用者，得用黑鐵管。管身宜堅固，圓形宜準

確，通身挺直，毫無彎曲，方能使用。其接筭處須為標準絲扣，完整尖銳，且堅固者，否則易於中斷。

(b) 濾水管的構造 井管之吸水節為濾水管，其種類甚多。然合於人工鑿井用者，厥為下之三種：

(1) 特製之濾水管，管以銅質做成，其濾孔外窄內寬，且有斜度，故易於進水而同時可以防砂；且管身外部平滑易於裝置。但其價值甚昂；且僅適宜於砂礫層及粗砂層，而不適宜於細砂層也。

(2) 碎石濾水管，用雙管套成；如以口徑 80 公厘之鐵管套入口徑 150 公厘鐵管內是也。雙管底部，均旋入特製之腳鐵。內外管皮，均鑿成細直縫，中間以直徑約 3 公厘小碎石注滿。上部留約 3 公尺之長度，不鑿直縫，亦用小碎石注滿，以為補充下部空隙之用。上端用鉛固封或用電鍍鍍牢，即成一良好之濾水管，粗砂及細砂均適用之。

(3) 網式濾水管，於鐵管上，橫豎每隔 25 公厘，鑽小圓孔，孔徑約 10 公厘。外以棕櫚等皮絲及銅絲網等色護之，以防砂粒之侵入，普通人工鑿井均適用之。

(c) 井管之長度 井管之長度，以井孔之深度為限。但上端宜突出地平 300 公厘許，以便裝置抽水機，下端宜深入井底 1 公尺許，以為存儲泥砂之用。

(d) 井管之大小 人工鑿井所用之井管，普通以口徑 65 公厘至 150 公厘為最多，間亦有用 50 公厘及 200 公厘者，其大小依出水量之多寡而定。但地層出水量與井管出水量，有密切關係。故鑿井者，最好根據鄰井出水量之記錄，以決定其井管之大小，否則殊無把握也。

(e) 濾水管之安置 井孔完成後，須檢驗地層之土樣及砂層之成分，以決定其所用濾水管之位置及長度。普通井孔，常鑿至良好之砂層或砂礫層為止，故濾水管之位置，應在井管之底部，其長度應等於砂層或砂礫層之深度。但因地層之關係，砂層每與黏土層相間，故可於井管底部濾水管之外，復於井管中間裝置一節濾水管；此則須視砂層之位置及其成份如何而定耳。

(f) 井底之完成 人工鑿井，在井管之底部，無裝置瀝水機頭之必要。通常用木塞塞住，或預裝於下管之先，或插入於下管之後。木頭浸水，即行膨脹，自然封塞，故井底泥砂，無法上流。

(g) 井壁之封固 井孔比井管之外皮，須略為增大，方能下管。故在井孔與井管間之空隙，必須妥為填封之，以免上層污水流入濾水管之砂層。普通方法，於濾水管之上節，包裹棕皮數段。棕皮下端，用鉛絲綑緊，上端用麻繩繫住。井壁泥砂，墜入棕皮內，即將空隙周圍塞固，其功用與橡皮圈同，法至簡便也。

(h) 井管之套插 人工鑿井之深度，普通在 100 公尺以內者，得用同一直徑之井管，直通至井底為止。如須鑿至較深處，則非減小井管之直徑，不能繼續工作。故鑿至相當深度，得先用較大直徑之井管，下入井孔。然後繼續下鑿，至預定之深度，將小管連接，套入大管之內，然後猛然放下，藉管身之重量，自然下降，直達井孔底部也。

(i) 套管間之封塞 小管套入大管之下，上端須與大管複疊，約 3 公尺至 5 公尺。其間空隙，須以相當封料固封之。普通在小管複疊之處，用棕皮包裹數段塞以黃泥。下管之後，空隙自然塞緊，其法至為簡便。其

次有用軟鉛，做成塞圈，厚薄一如空隙，上平下銳，由井口徐徐降下，再用鐵杵敲打緊者。再其次則用海帶細於小管之上端，下管後，海帶浸入水中，自然膨脹，成一良好之封料。

(j) 濾水管之封塞 普通深井，在 100 公尺以內，其水質不佳者，常有繼續下鑿之必要；而其已裝之濾水管，須嚴密固封之。故小管插入大管之內，須將大管之濾水管，全部複疊，於空隙間，以相當封料封之，使大管上濾水管之水，不得滲入管內，其法一如上節所述，用棕皮將小管複疊之部，包裹數道，充以黃泥塞入空隙，下管後，黃泥即將大管濾水管全部堵塞，鑿井者多利用之。

(k) 井管之連接 井管之連接，有用螺絲接頭者，有用鐸接者。用鐸接須將井管放置，成一準確垂直線，然後燒鐸，稍有偏歪，則井管全部不能放下。且拽出時，須將井管每節割斷，方能拽出，故人工鑿井，多不適用。普通均用螺絲接頭，與管箍之內螺絲，一一旋緊。因管箍之內螺絲，恰與管身成垂直，故下管時決無歪曲之弊，且螺絲容易鬆動，拽出後，易於拆除也。

(1) 井管之放置 先將首節井管放入井孔中，至距離井架下平台約 1 公尺之處，用夾板夾緊，懸於平台木板上；再將次節吊起，套入首節之管箍，旋緊後，於上端用大繩細住，束以小繩。大繩之上端，須懸掛於井架上大橫木之上。下端須縛繞於井架大橫木兩圈，以便隨意收放，不致滑動。放下時，由兩人將大繩拉住，用力將井管向上提升。如繩不滑出，則知管已縛緊，同時將夾板螺絲拴略鬆，使井管下降；如繩仍不滑動，即將夾板移至管箍上，略微扣住，使井管仍得活動降下。至相當位

置，將夾板扣緊，使管身全部重量，均懸繫於夾板上。然後將大繩解開，再行安放次節。如此繼續在最後一節，即將夾板移開，大繩解放，使井管自身下降，而下管完成矣。但井管之重量甚大，如井底之泥質鬆軟，井管有時降至地平之下；亦有因井底之泥質堅固，井管不能全部降下而高出於地平者；故於下管之後，須測其高低；高則割去，另套螺絲，低則加裝短管，以適宜於裝置抽水機為度。

(m) 井管之試驗 井管下完後，即將小池攔開，積水放盡。先用抽泥筒將管內泥砂抽盡，然後用抽水機試驗吸水。如吸水無效，可注清水於內，再行抽泥，復行試吸。須繼續至水量增加，出水清潔，方能停止。否則，或因濾水節損壞，或因砂層出水不佳，或因砂層非水源之所在，須設法改良，或另行重鑿一孔也。』

21. 水源之保護 水源選定後，即須注意管理，妥為保護。

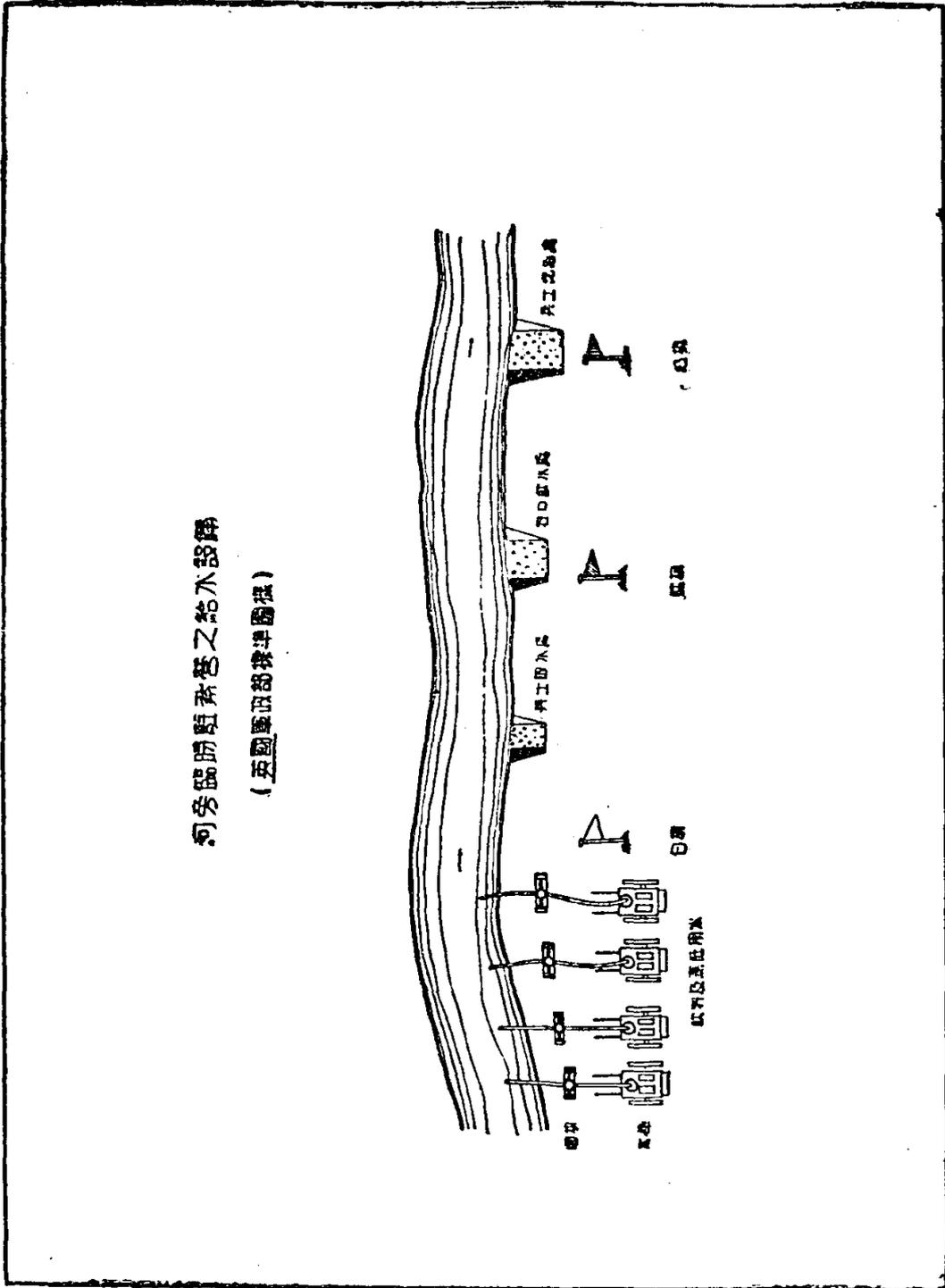
(a) 保護河水 如軍隊以河水供飲用，則取水處，須築碼頭。並將該河段劃分為三，分別豎立旗標。上游取兵士飲用之水，中游供驛馬飲用，下游方准洗浴澆濯，並須禁止將糞便垃圾等物傾入河中。第十九圖及第二十圖^①示英國軍政部規定之河旁臨時駐紮營及長期駐紮營之給水設備，兵士飲水處用白旗，牲畜飲水處用藍旗，兵士洗浴處用紅旗，作為標識。

(b) 保護井水 淺井之水，往往受地面及地下物料之污染，故保護極為重要。淺井應離廁所糞坑 30 公尺，以免污水隨地下水流入井中。寬井上部之井壁，須以不透水之材料為之，最好用混凝土，其深度普通

^① British War Office: Military Engineering, Vol. VI.

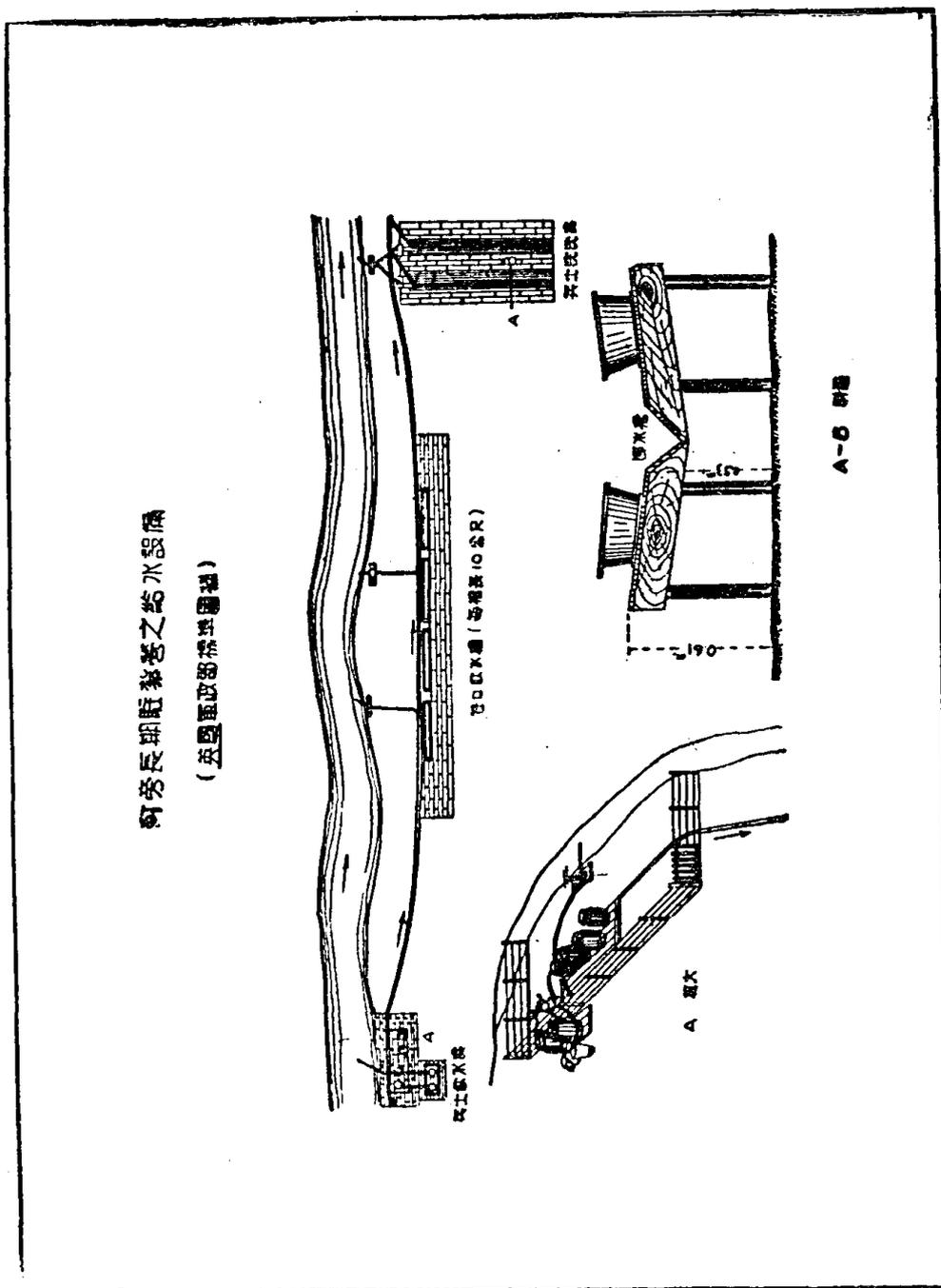
河旁臨時駐紮營之給水設備

(英國軍政部標準圖樣)



第十九圖 河旁臨時駐紮營之給水設備

阿勞長期駐紮營之給水設備
(英皇軍政部標本圖樣)



第二十圖 河旁長期駐紮營之給水設備

至少 2 或 3 公尺。井口宜有覆蓋，最好用混凝土築成向外傾斜之井台，與井壁聯結，上置唧機。井壁上部及井台如用磚砌，則應用 1:2 水泥膠粉刷，使不透水。倘不用唧機，井上應有井欄，並加木蓋，蓋上加鎖，以防散毒。第二十一圖示淺井之保護方法。

(c) 保護泉水 如用泉水為水源時，應於泉水湧現之地，建造泉室，以資收聚。泉室大小，依水量之多寡而定，室內水之流速，以不超過每秒 10 公分為度。其形式尋常為長方形或半圓形，用磚石或混凝土製成。泉室構造，應注意下列事項：

(1) 泉室應防止天然及人為污物之混入。

(2) 泉水如含砂質，應設法阻止其流出泉眼，或另設沉澱室。沉澱室中水之流速，應不超過每秒 1 至 5 公分。

(3) 泉室之頂，須高出地面，以防地面污水流入。

(4) 泉室各部，應便於視察。

(5) 泉水如含氣味，應設氣管，使之外洩。

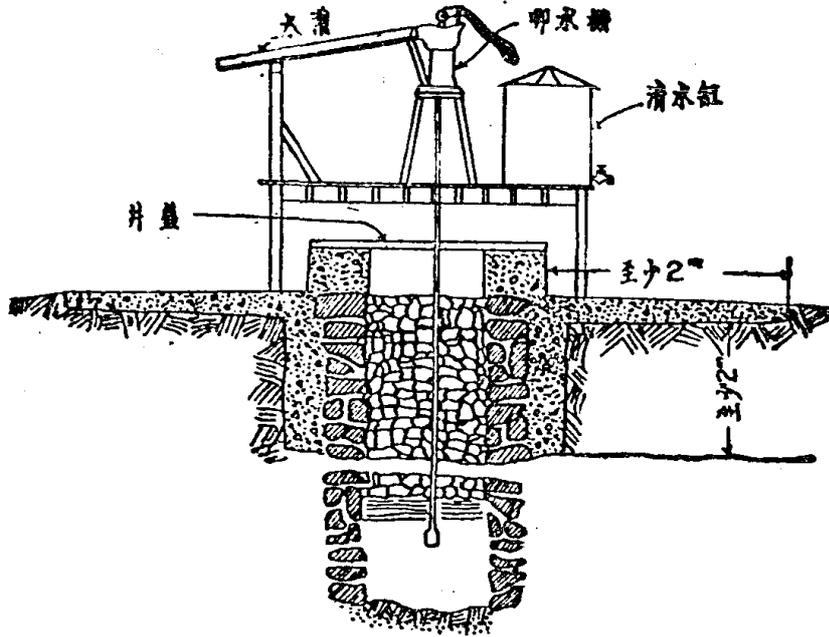
(6) 為保持泉水之原有溫度，泉室之上，應用泥土覆蓋。

(7) 蚊、蠅、蛙、魚等物，應使不得由氣管、溢水管及門牖等處，潛入泉室。

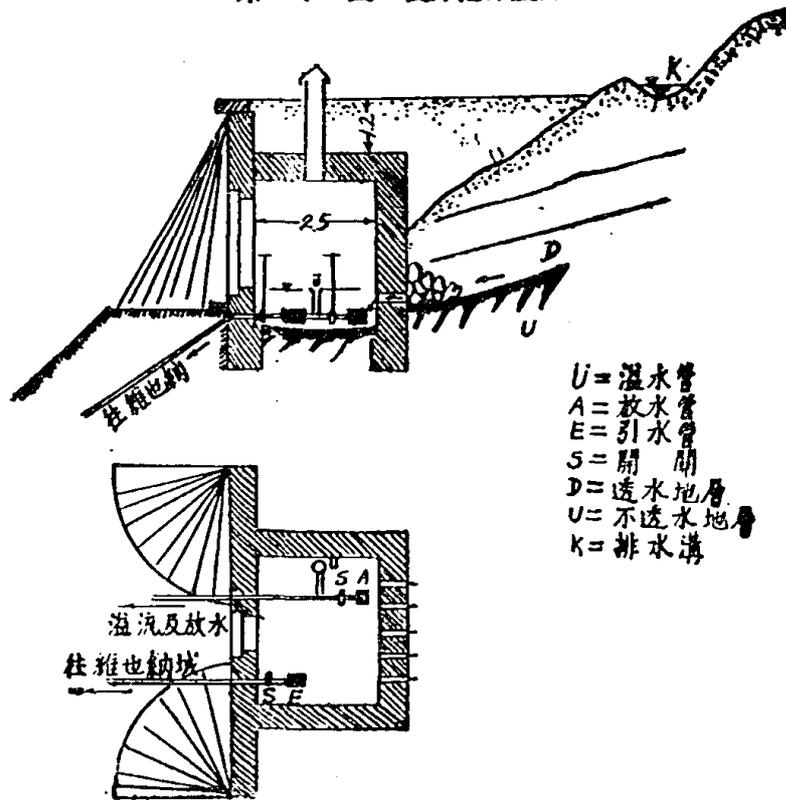
第二十二圖示奧國維也納之泉室。

(d) 保護池水 池沼之水，質地多劣，必須淨化消毒後，始供飲用。並須嚴禁傾倒垃圾，及在池中洗濯，以防污染。

第三節 水之淨治



第二十一圖 淺井之保護方法



- U = 溢水管
- A = 放水管
- E = 引水管
- S = 開關
- D = 透水地層
- U = 不透水地層
- K = 排水溝

第二十二圖 維也納之泉室

22. 水質之檢驗 水質是否適於飲用，須賴檢驗明之。軍隊飲水之基本條件有二：一為水中不含病原菌，二為水中不含毒質。高地之溪水，深井或自流井之水及少數之泉水或能滿足此基本條件，普通水源能滿足上述條件者甚少。

軍隊飲水之次要條件有四：(1)水中所含挂懸物體不得過多，水之渾濁度不得超過相當限度，(2)無色，(3)無嗅味，(4)水中不得含有過量之溶解物。鍋爐用水，不得過硬，以免產生水垢，減抵燃料之功能。

水質之檢驗，分物理檢驗、化學檢驗及生物學檢驗三種。第四表為普通水質檢驗應包括之項目及其標準：

第四表 水質檢驗標準

項 目	不 得 超 過 之 標 準
渾濁度	10 (矽砂標準)
色度	20 (白金鉑標準)
嗅味	無
固體總量	1000 (每公升中公絲數)
氯化物	250 (每公升中公絲數)
細菌總數	100 (每公撮水內)
大腸菌數	1 (每 100 公撮水內)

檢驗手續，頗為繁瑣，讀者宜參閱專書。^①在固定營內，應採取水樣，送試驗所辦理之。但渾濁、色、嗅味及餘氯檢驗，可在野外行之。衛生工程

① A. P. H. A.: Standard Methods for Examination of Water & Sewage

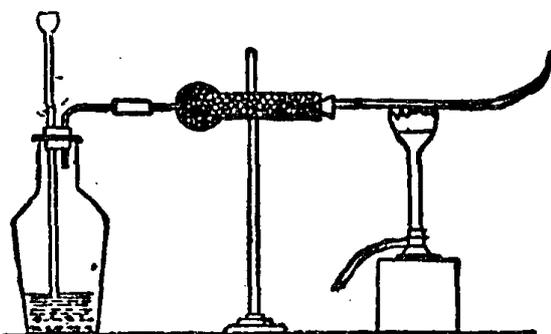
方乘：飲料水標準檢驗法。

隊應隨帶色及渾濁之野外試驗器^①與化驗餘氯之必要設備，^②裝於木箱內。

軍隊在作戰期間，活動地域大都為鄉村山野之區，所遇水源，什九不潔。水經汲取後，除以曾被敵人投入毒品，需要特別檢驗及除毒手續外，往往無暇檢驗其曾否遭受污染與其物理及化學性質，應即假定水源為不良，而施以簡單適當之淨治。

水中含有毒質，在戰爭期間，在所難免，必須隨時檢驗，以便判斷。茲將砷、鉛、銅等重要毒物之檢驗法，略述如下：

(1) 驗砷法 驗砷以馬許氏(Marsh) 試驗法為最佳。先置水及鋅於燒瓶中，注入硫酸，發生氫。倘水中含砷，則砷與氫化合而成砷化氫，由玻璃管導出，燃之，使火焰與白瓷器相觸，則器上發現光可鑑人之砷鏡(arsenic mirror)。見第二十三圖。



第二十三圖 馬許氏驗砷法

① U. S. Geological Survey: Measurement of Color & Turbidity in Water, U. S. Geological Survey, Division of Hydrography, Circular 8, 1902. 此項野外驗色器，係以色度不同之標準玻璃片，裝於金屬試管之一端，而與水樣比色。野外驗濁器，係用一公厘徑之白金絲，懸於水中，白金絲沉至相當深度，即不能見，然後由此深度以定水之渾濁。

② British War Office: Military Engineering, Vol. VI, Part 115. Horrook's Testing Case.

(2) 驗鉛銅法 取水 200 公撮，加氯化銨 1 公分，煮之使沸，然後通入硫化氫。倘水中有鉛或銅，則與硫化氫化合，而得黑色之硫化物沉澱。由黑色沉澱之多少，可知含毒之輕重。水中含鉛，不應超過百萬分之 0.1，含銅不應超過百萬分之 0.2（按重量計）。

(3) 驗氰化物法 取半試管之水樣，加氫氧化鈉 1 公分，及硫酸亞鐵溶液 5 滴。煮沸，再加鹽酸，待試管內之溶液澄清為止。靜置 30 分鐘，管內發現藍色，即為含有氰化物之證明。

上述之驗毒設備，或為軍隊所無有，則可採用動物驗毒法，利用貓狗之類，與水飲之。或視水中魚類之生存與否，以為判斷。

23. 水之淨治 近代淨水方法，精益求精。但在軍營及當作戰期內，一切軍事設施，均須合於簡便迅速之原則，故平時適用之淨水法，往往因繁複耗費，不適用於軍隊之用。軍隊中之淨水法，可分為三類：(a) 除濁，即減去水中所含之掛懸物質及色與臭味等；(b) 消毒，即殺滅水中所含之病原菌；(c) 除毒，即除去水中所含毒質，如砷、鉛、銅、汞及氰化物等。三者之中，後二者直接影響士兵之生命與健康，絕對不可忽略。至除濁則所以改進水質，關係較輕。

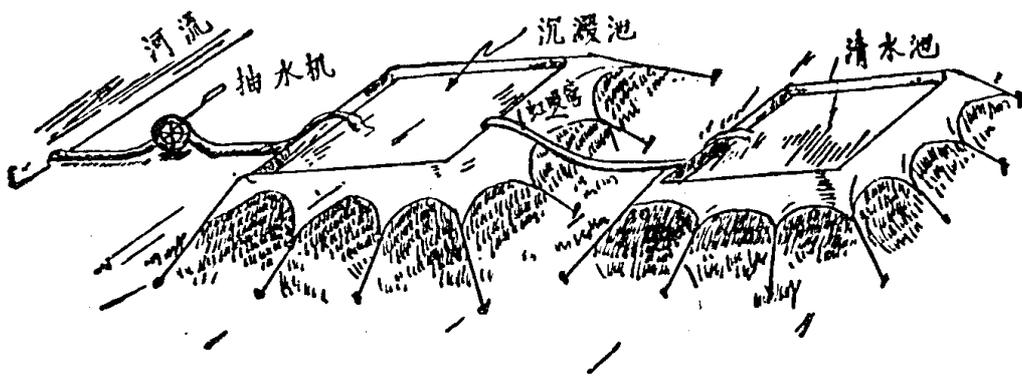
24. 除濁 軍用除濁法，有沉澱、混凝、砂濾與除味四種。除濁設備，當力求簡單，最好能隨軍移動。茲分述各法如下：

25. 沉澱 水之渾濁，大部份因水中含有掛懸物體所致。如將水蓄於池中，停留若干時間，掛懸物因重力而下沉，此為最經濟之淨水法。惟僅用沉澱法，往往不易達到淨水應有之標準，故混凝與砂濾諸法之兼用，每為必要。

水在天然湖泊，亦有沉澱作用，故水得以自淨。都市之自來水廠，常築鋼筋混凝土之沉澱池，規模較小之給水工程，每用鐵製沉澱池。軍營中則常用帆布沉澱池，其形狀往往為方形。英國軍隊所用之帆布蓄水池，以中夾橡皮之雙層帆布製成。美國尋常以帆布塗柏油三道，柏油須先煮沸，每道須乾透後，始得塗第二道。缺乏柏油時，可用桐油代之。帆布池在不用期間，必須曬乾存儲，否則易於腐損。

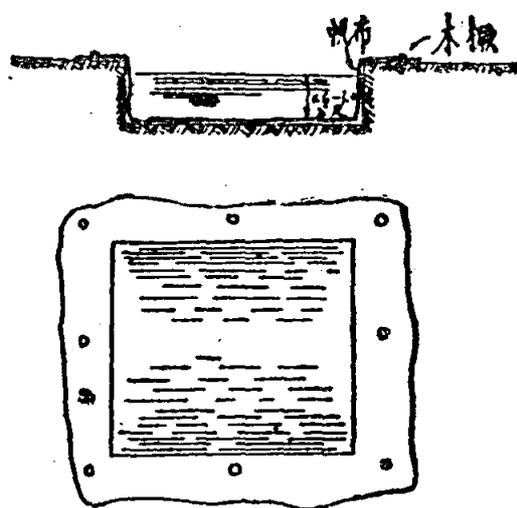
裝置帆布池時，先在地面依池之大小掘一方坑，置池其中，四周以繩索木楔繫緊，如第二十四圖。如不宜掘坑，可於地面用木樁將帆布池繫牢，如第二十五圖。或用石塊砂袋等物築成攔水牆，置帆布池於其內，如第二十六圖。

帆布池之容量，如第二十五圖所示，為一萬公升。在普通情形下，沉澱 2 小時，掛懸物體之沉下者約有百分之五十，如沉澱時間超過 2 小時，掛懸物體沉下之百分數，增加有限，故以 2 小時為最有效而經濟。①



第二十四圖(甲) 帆布沉澱池及清水池

① 陶葆楷：給水工程學，第 276 頁。



第二十四圖(乙) 帆布水池

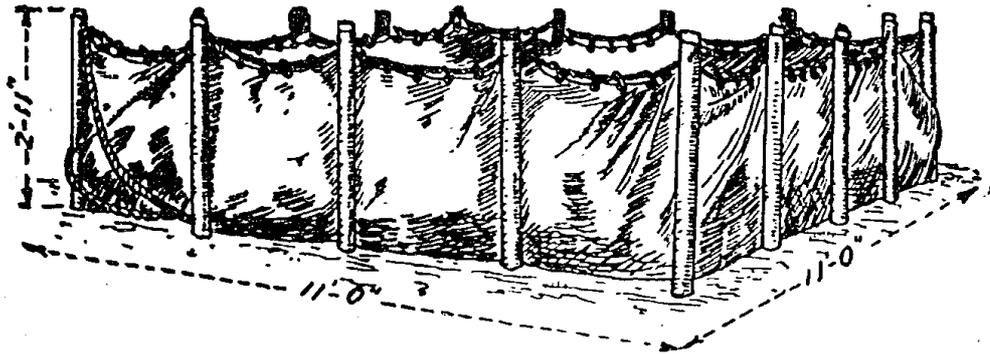
但在軍用沉澱池內，有時因水質過於渾濁，有時因缺乏砂瀝設備，往往將沉澱時間延長至 12 小時以上。水經沉澱後，可用唧機或虹吸管引至清水池，儲蓄備用，見第二十四圖。

26. 混凝 上述沉澱方法，曰簡單沉澱，可用以沉澱水中較大之懸物粒，但過於渺小之物體，不論其為懸懸的、膠質的、或溶化的，極難於沉澱，須加一種化學品，引起混凝作用，始能沉下。混凝之目的，在促成混凝體之產生，以減除水中之渾濁及色，而與增進快性砂瀝之效能，亦有重大關係。

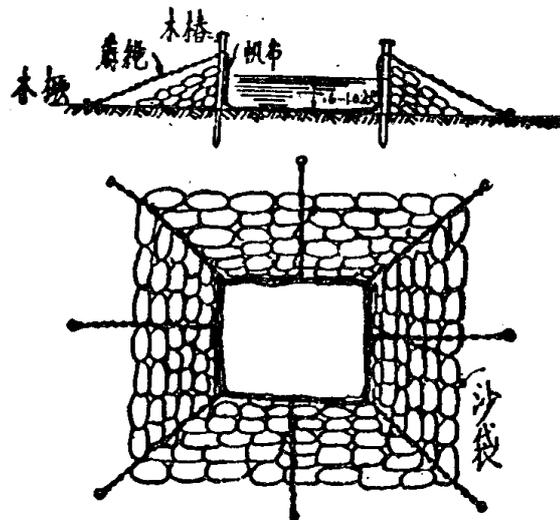
常用之混凝劑，為硫酸鋁 ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$)、硫酸亞鐵 ($\text{Fe SO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$)、碳酸鈉 ($\text{Na}_2 \text{CO}_3$) 及石灰 (CaO) 等。硫酸鋁即普通所稱之明礬，為最常用之混凝劑，加入水中，即與水中含有之鹼度，如碳酸鈣，化合而成氫氧化鋁 ($\text{Al}(\text{OH})_3$)，為一種膠質之固體，吾人名之曰混凝體。

容量 10.5 立方公尺 (2300 英加侖)

(英國軍政部標準圖樣)

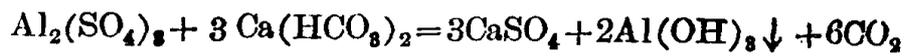


第二十五圖 蓄水池



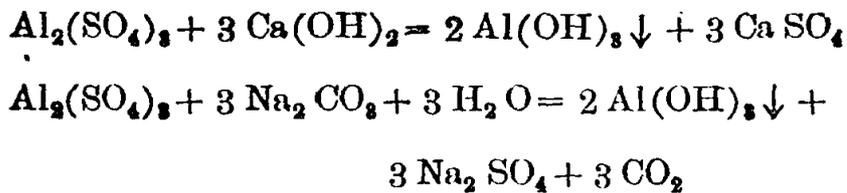
第二十六圖·帆布水池

其化學公式如下：



如水之鹼度過低（低於百萬分之二十時），則須先加石灰或碳酸鈉，其

式如下：



氫氧化鋁不溶解於水，其比重及面積較水中之渺小物體為大，故當其沉澱時，能網羅水中挂懸之渺小物粒，並吸收水中溶化或膠質的渺小物體，帶同沉澱。水之顏色，大部由膠質物而來，亦可恃混凝法淨除之。

明礬用量，約為水重量百萬分之十至五十，即每公升水中，用明礬 10 至 50 公絲，視水質而異。水中如含多量之泥沙，易於沉澱，則所需混凝劑極少，如含多量之溶解植物或膠質黏土等，則需用之量較多。最好按期作明礬用量之試驗，取相等容量之水筒或玻璃瓶若干個，內盛同量之水，投入不同量之明礬，攪和 5 分鐘至 15 分鐘，然後檢查水之現象。在加明礬量適當之筒或瓶中，水內發現適當量之混凝體，不久即沉水底，而使水澄清。如加明礬過少，則混凝體不能產生。如加明礬過多，則沉澱物過多，且不經濟。加明礬於帆布沉澱池時，先根據試驗所得之適當用量，計算全池所需明礬總量，置於小水筒中，加水溶化，然後洒入池內，而攪和之。

以明礬為混凝劑，水中須含鹼質。若加多量之明礬，混凝體仍不能產生，往往為水係酸性之證。應同時投入石灰或碳酸鈉，重行試驗，以決定明礬及石灰或碳酸鈉之適當用量。就普通情形言，水中應含鹼度與明礬之量，約成一與二之比。

軍隊中有時為時間所限，有時因缺乏人員，不能作混凝劑用量之試

驗,則明礬之用量,可參考第五表及第六表。① 水之顏色及渾濁,用野外試驗器極易判定,然後可以根據色度及渾濁度,求得明礬之適當用量。

第五表 水之渾濁與所需明礬量之關係

渾 濁 度	明礬之平均用量 17.5% Al_2O_3 百萬分之分數
10 以下	10
15	14
20	17
40	19
60	21
80	22
100	24
120	25
150	27
200	30
250	33
300	36
400	39
500	42
600	47
700	50
800	53
900	55
1000	58

① Flinn, Western & Bogert: Water Works Handbook, 1927, p. 658

第六表 水色與所需明礬量之關係

色	明礬之平均用量 17.5% Al_2O_3 百萬分之分數
10	13
20	16
40	26
60	38
80	40
100	44
120	48
150	54
200	64

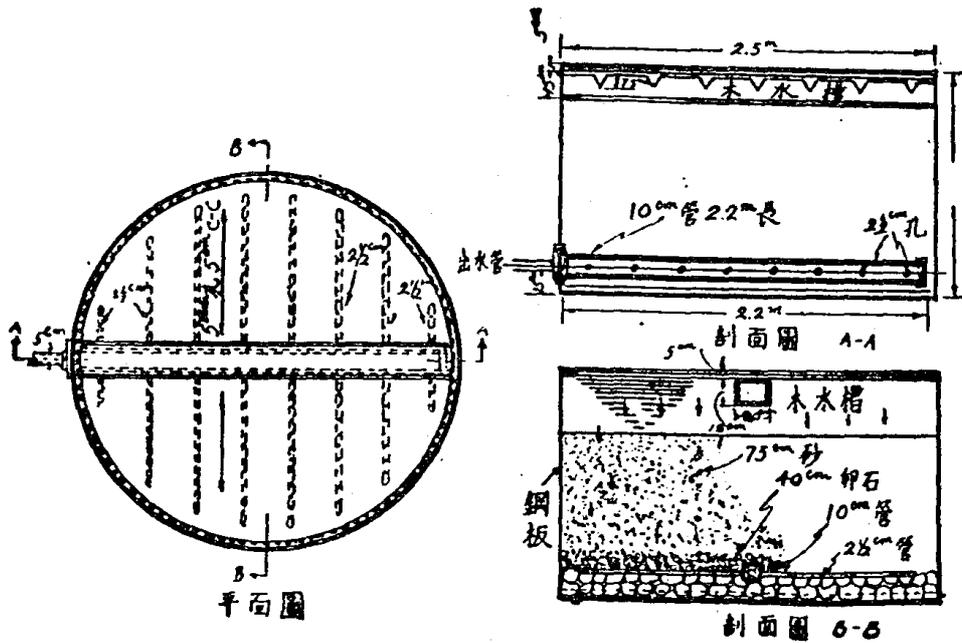
加明礬後，須將帆布池內之水充分攪和，否則混凝效能不能充分發展。攪和後，使水沉澱，其沉澱之時間，普通約自 2 小時至 6 小時。但軍營內如缺乏砂瀝設備，水經混凝沉澱後，即須供用，則沉澱之時間，往往須延長至 12 小時至 24 小時。

27. 砂瀝 水經混凝沉澱後，其所含之微小物體，如細菌與黏土等，尚有一部份仍留於水中，應用砂瀝法淨治之。砂瀝法分慢性砂瀝與快性砂瀝二種，其設計與運用方法，較為複雜，讀者宜參閱專書。^①在軍隊給水工程中，砂瀝池之應用，與城市給水，稍有不同，茲約略說明之。

慢瀝 如河床之土質為砂層，可在岸上相當距離之處，掘一深坑，使河水經過地下砂層，則水中所含泥砂及其他掛懸物體，大部濾去。

① 陶葆楷：給水工程學及顧康樂：淨水工程學。

快瀝 軍用快瀝池常為木製或鐵製之水箱，內貯碎石或卵石層厚約 40 公分，砂層厚約 75 公分，見第二十七圖。砂粒直徑約自 0.35 至 0.60 公厘，卵石直徑在底層約為 5 公分，在上層約為 3 公厘。



第二十七圖 軍用快瀝箱

箱底安放洩水管，管為鐵製，底面鑽成 5 公厘之小孔，每二孔間之距離約自 5 公分至 7.5 公分。水經瀝過後，即由洩水管通至清水池，施以消毒，即可飲用。

快瀝箱內之砂層，經過相當時期之運用，必須清洗。最普通之洗砂方法，為用水反沖，使約每平方公分 1 公斤壓力之清水，由洩水管上沖，經過砂層，攜其污穢而流入排水槽。排水槽為木製，置於箱之上部。洗砂水之用量，約為瀝箱出水量之百分之二至百分之四。在普通情

形下，瀝箱每隔 12 小時，應洗砂一次，每次洗砂之時間，約自 5 至 6 分鐘。

快瀝箱之瀝水速率，約為每日 125 公尺，換言之，每平方公尺之砂面積，每日可瀝水 125 立方公尺。如每日給水量需 380,000 公升（100,000 加侖），水箱直徑約須有 2.2 公尺（7 呎），高度約須有 1.5 公尺（5 呎）。快瀝箱內之水面，應高於清水池內水面至少 3 公尺，方能維持應有之瀝水速率。

快瀝與混凝，常須並用。水經加明礬沉澱後，其混凝體之一部份，隨水流入快瀝箱，在砂面結成一黏層。快瀝箱瀝水效能之高低，與水中細菌之清除程度，大半視此項黏層之完整與否以為衡。黏層約須 4 公厘至 1 公分之厚度。

軍用快瀝箱，往往安裝在淨水車內。用砂瀝濾，其效固大，但砂重不便運輸，有時用炭屑或棕皮替代，雖較輕而移動亦不靈便，且濾水功能遠不及砂。故淨水車常用帆布、法蘭絨、或細夏布等為濾布，替代瀝砂，其設置俟第 38 節論之。

28. 臭味之減除 水之臭味，因溶化之有機物，微生物與腐解之氣體等而起。在水之消毒工作中，常加氯以殺菌，苟無節制，則水中易發生氯之臭味。臭味減除之主要方法，有氣化與活性炭二種。軍隊給水，以氣化法最為便利。河流中之亂流現象，與風浪之衝擊，使水與空氣有密切混合之機會，為天然之氣化。吾人如在河中築一石壩，使水從壩上流下，形成薄層，則水與空氣之間，亦得有密切混合之機會，可以交換氣體。水經氣化後，水中之二氧化碳與其他揮發之氣體減少，而氧氣增加。揮發

之氣體常使水發生不良之嗅味，而氧氣增加即增進氧化有機物之能力，並能改善水之嗅味。

除上述方法之外，尚有吹風氯化與噴水氯化二法，軍隊中採用之機會較少。吹風氯化法，以有壓力之空氣吹入水中，費用較大。噴水氯化法使有壓力之水，從小孔射出，尋常之噴水池，即屬此類。

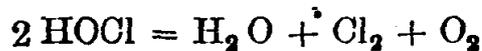
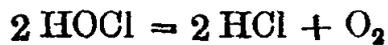
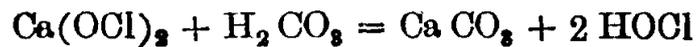
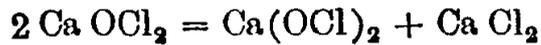
活性炭為炭之經過特種燒熱步驟，以增加其吸收氣體之能力，故能消除水中之不良嗅味。施用之方法，或研磨成末，加入水中；或使水瀝過 60 公分或 75 公分厚之炭床。如用炭末，宜在砂瀝前加入，其用量每升約 10 至 15 公絲。如用炭床，則瀝水速率約為每小時每平方公尺 5 立方公尺。倘軍營中缺乏活性炭，亦可以普通木炭為瀝床，惟效能較低。

29. 消毒 水經混凝、沉澱砂瀝後，所含之病菌，往往不能全部消滅；快瀝池瀝水較速，細菌較易存留水中，故常用消毒之法，使瀝過之水，再經一番殺菌手續，然後始供飲用。消毒僅能殺細菌，使水不致傳染疾病，但不能改進水之物理狀況，如色、味與渾濁等，故混凝、沉澱與砂瀝，仍為治水之重要方法。當軍隊作戰時，砂瀝或為事實上不能採用，但加明礬沉澱並施消毒，則轉而易舉，為淨水必不可少之手續。

消毒之方法，可分三類：(1)加化學品，(2)用紫外線，(3)加熱。紫外線消毒費用較大，不宜軍用。沸煮為飲水消毒之可靠方法，軍營中如缺乏化學品，則使兵士飲用沸水，最為安全。但水之煮沸，首須生火，並需要相當時間。故軍隊中消毒大量飲水，自以使用化學品為最簡捷而經濟。化學品之用於飲水消毒者頗多，最普通者為氯及漂白粉。

氯消毒須有加氯機，都市內之自來水廠多用之，惟在軍隊則以用漂

白粉爲最便。漂白粉 ($4 \text{ Ca OCl}_2 \cdot 2 \text{ Ca(OH)}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 之主要成份爲氯化石灰 (Ca OCl_2)，加入水中後，約發生下列變化：



變化後新生之氧、氯、及鹽酸，均有殺菌及氧化之能力，與漂白粉原含之游離氯，共同作用，以完成消毒之工作。

漂白粉加入水中後，其所產生之氧、氯、與鹽酸量，約與漂白粉內所含之氯量成正比，故漂白粉在使用前，須知其所含之可用氯量 (available chlorine) 爲若干。普通市上所售乾燥上等漂白粉，約含 30% 至 35% 之可用氯。漂粉精約含 56% 之可用氯，故行軍時以攜帶漂粉精爲輕便。漂白粉內所含之氯，極易散失，故必須妥爲儲存，或預先製成溶液，儲存備用。

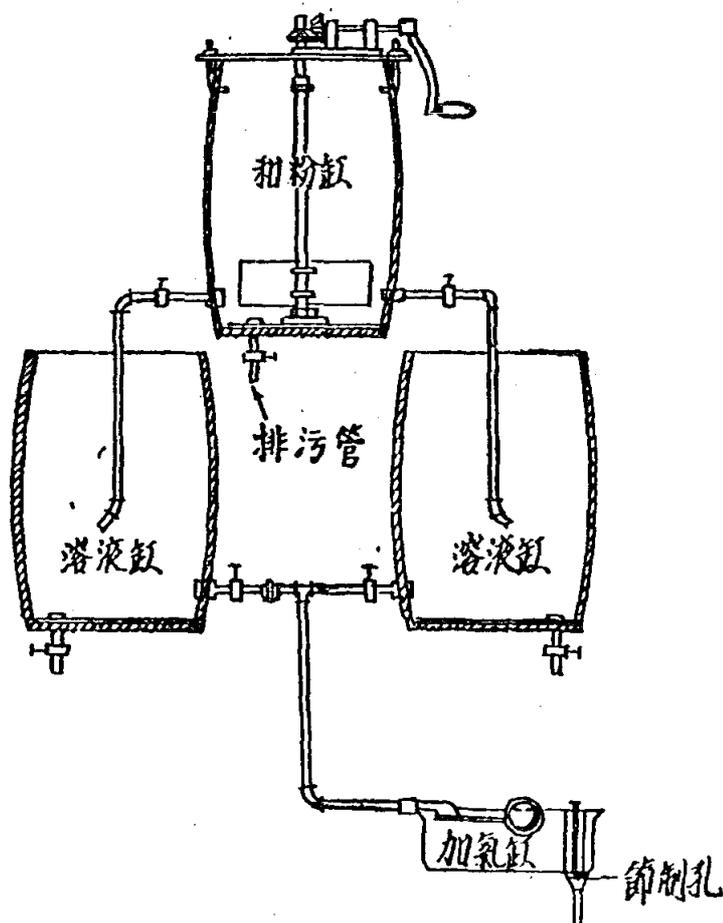
30. 漂白粉用量 漂白粉消毒用量，視其所含之可用氯量及水中之有機物及細菌之數量而變易，尋常以餘氯 (residual chlorine) 爲準繩。所謂餘氯，乃指加漂白粉後，經過相當化合時間，水中尚餘之氯量，其功用爲預防水在消毒後之污染。但餘氯過多，每易使水中發生臭味，且亦失於經濟。都市給水，每公升水須有 0.1 至 0.2 公絲 (0.1 至 0.2 p.p.m.) 之餘氯。軍用飲水，污染機會較多，故餘氯量往往須增至每公升 0.2 與 0.5 公絲之間。餘氯量之多少，可用極簡易之方法檢驗得之，見第 32 節。

餘氯檢驗，宜隨時行之，漂白粉用量，即可依此而定。如因事實上之困難，不能作餘氯之檢驗，則普通未經劇烈污染之水中，每公升投入 1 至 2 公絲（1 至 2 p.p.m.）之氯量，應可足用。如用漂白粉，則每公升水須加 3 至 6 公絲，如用漂粉精，則每公升水須加 2 至 4 公絲。

31. 消毒實施 加漂白粉之法，宜先將粉製成溶液，然後加定量之溶液於水中。製備漂白粉溶液，可在瓷器或玻璃器內為之。先置漂白粉於器內，加水少許，和成稀糊，再加水使成 1% 溶液，徐攪約 10 分鐘，靜置 20 分鐘，待灰質完全沉澱後，取出上層清液，儲存顏色玻璃瓶或瓷甕中待用。行軍之際，往往無暇檢驗漂白粉及漂粉精所含之氯量，可假定漂白粉之氯量為 30%，漂粉精之氯量為 50%。在每公斤漂白粉加水 30 公升，或每公斤漂粉精加水 50 公升，即得 1% 之氯溶液。

漂白粉溶液製就後，即可投入擬消毒之水中。消毒可在井中、缸中、淨水車中、帆布池或消毒水袋內行之。如加氯量為百萬分之二（即每公升水內加氯 2 公絲），則每立方公尺之水，須加漂白粉溶液 200 公撮，然後用竹竿攪和，經 20 分鐘後，始可供用。

第二十八圖示一種軍用漂白粉消毒設備，漂白粉先在和粉缸（mixing tank）內與水攪和。攪和之法，或用人工或用輪葉。攪和後，使水靜置，其沉澱之雜物，由排污管洩出。澄清之溶液則通至溶液缸（solution tank），在缸內沖淡至 1% 溶液。然後送至加氯缸（feed tank），缸內有節制孔（regulating orifice）以調節溶液之用量。此項設備可應用於恆流之蓄水池、井、及泉室等。



第二十八圖 軍用漂白粉消毒設備

32. 餘氯檢驗 測驗餘氯之標準方法，為以隣甲苯胺 (ortho-toluidine) 溶液滴入水內，與標準色管相比色。^① 此項隣甲苯胺溶液，係用 1 公分之隣甲苯胺溶於 1 公升之 10% 稀鹽酸內而得。標準色管內之色液，係用硫酸銅溶液與重鉻酸鉀 (potassium dichromate) 溶液配合而成。硫酸銅溶液以 1.5 公分之硫酸銅與 1 公撮之濃硫酸，加於蒸餾水中，沖成 100 公撮而得。重鉻酸鉀溶液以 0.025 公分之重鉻酸鉀

① A. P. H. A.—Standard Methods for Examination of Water & Sewage, p. 44.

及 0.1 公撮之濃硫酸，加於蒸餾水中，沖成 100 公撮而得。以上二種溶液，依據第七表成份配合，再加蒸餾水沖成 100 公撮，注入玻璃管，即得標準色管。

第七表 餘氯檢驗標準色管之成份

餘 氯	硫 酸 銅 溶 液	重 鉻 酸 鉀 溶 液
每公升公絲數 p. p. m.	公撮	公撮
0.05	0.4	5.5
0.1	1.8	10.0
0.2	1.9	20.0
0.3	1.9	30.0
0.4	2.0	38.0
0.5	2.0	45.0

檢驗餘氯時，將消毒後經過 20 分鐘之水，取出 100 公撮於試管中，加隣甲苯胺溶液 1 公撮，搖蕩之，然後靜置 5 分鐘，若現黃色，即為水中有餘氯之證。色愈黃，餘氯愈多；餘氯之多寡，可由黃色之深淺，與標準色管比較而得之。

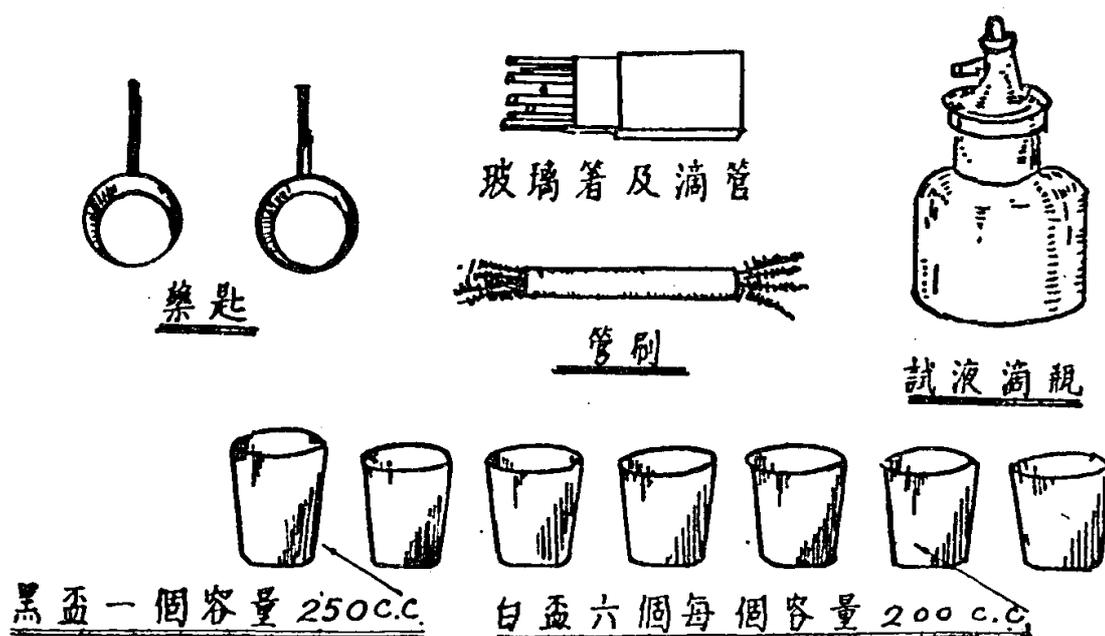
上述之餘氯標準檢驗法，須攜帶標準色管，在作戰區域頗有不便。可用顏色玻璃驗氯器，^① 較為便利。或省去定量試驗，僅作定性試驗，則可不攜標準色管，僅取已消毒之水一玻璃管，滴入甲士立定，水現黃色即為已有餘氯之證，可以飲用。

行軍時又可用澱粉碘化鉀試紙以測驗餘氯。將紙浸入水中，倘水

① 美國 Wallace & Tiernan 公司製。

中有餘氯，則紙變藍色。澱粉碘化鉀試紙之製法如下：取澱粉 (starch soluble) 2 公分，加入 100 公撮蒸餾水中，煮之使溶化。又取碘化鉀 0.2 公分，溶化於 5 公撮蒸餾水中。將此兩溶液混和，置濾紙於其中，浸透後取出晒乾之即得。此項澱粉碘化甲試紙，便於攜帶，極宜軍用，惟其靈敏度，不若甲士立定耳。

33. 霍樂克試驗法① 英國軍隊常用霍樂克試驗法 (Horrock's test) 以定漂白粉之用量，手續頗稱便利。其用具及物品約如下述 (見第二十九圖)：



第二十九圖 霍樂克試驗用具

- (1) 容量 250 公撮之黑色搪瓷杯一只；
- (2) 容量 200 公撮之白色搪瓷杯六只；

① British War Office: Army Manual of Hygiene & Sanitation, 1934.

王樹芳：陸軍戰時淨水法，公共衛生月刊第二卷第十一期。

- (3) 藥匙二只 (約可平裝 2 公分重之漂白粉)；
- (4) 碘化鉀及澱粉試液一瓶 (製法與澱粉碘化鉀試紙所用之溶液同)；
- (5) 試液滴瓶一只 (或以滴管代替)；
- (6) 滴管六只 (最好採用有刻度者，每滴等於 1/20 公撮)；
- (7) 玻璃箸四只；
- (8) 洗滴管刷一打；
- (9) 漂白粉一罐。

以上各件，統裝一木箱內，以便攜帶，實施手續如下：

- (1) 取漂白粉一平藥匙，置黑杯中，略加清水，用玻璃箸和成稀糊，再加水至滿杯，攪和，靜置使渣滓沉澱。
- (2) 注擬消毒之水於六白杯中，與杯口齊。
- (3) 以滴管取黑杯中溶液，加白杯中；第一杯一滴，第二杯二滴，餘類推，再以淨玻璃箸攪和，靜置 20 分鐘。
- (4) 30 分鐘後，取澱粉碘化鉀試液，每白杯內滴入二三滴，攪和。
- (5) 以上六白瓷杯內之水，有現顯明之藍色，有略現藍色，或不現色者。其現顯明藍色，而加入漂白粉溶液最少之一杯，所注入漂白粉溶液之滴數，即代表每立方公尺水中，應加漂白粉之匙數。如前三杯無藍色，後三杯均現藍色，則每立方公尺水中，應加漂白粉四匙。若六杯均無藍色，可將六白杯之水盡予傾去，重新裝滿，仍以黑杯內漂白粉溶液，在第一杯內，滴入七滴，第二杯八滴，餘類推，試驗如前，直至發現藍色時為止。

每立方公尺 (1000 公升) 水中之漂白粉用量決定後,即可推算擬予消毒之水須用漂白粉若干。應加之粉,先製成稀糊,再加水成溶液,攪和後靜置使渣滓沉澱,於是傾入水中。

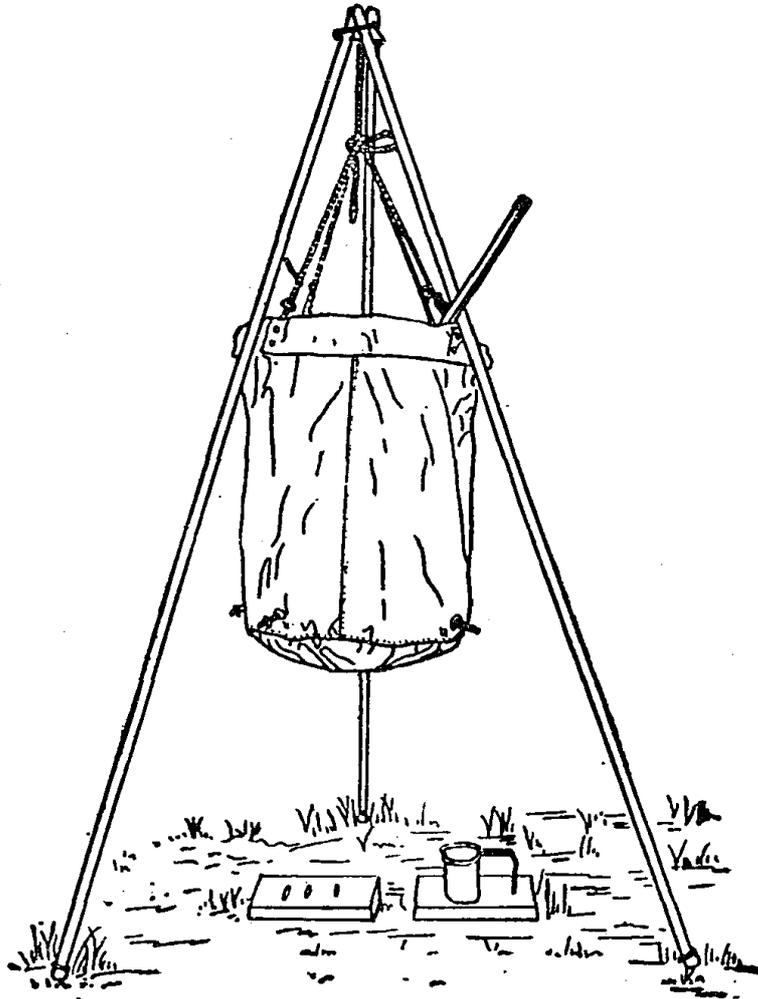
本試驗法之優點,在無論漂白粉所含可用氯量為若干,均易確實估定其劑量,且無須事先製備 1 % 氯液,直接攜帶漂粉,較為輕便。其缺點則為試驗頗費時間。讀者宜就實際情形,酌量取捨。搪瓷杯之形狀,宜上口大,而下口小,以便彼此套裝,藥匙可以搪瓷或鋁製之。

84. 漂粉餅 行軍時如感上述方法過於繁複,攜帶器具過於不便,可將漂白粉或漂粉精製成藥餅。餅之分量不宜過大,必要時可摻加和料如石灰等,使每餅可以消毒一定容量之飲水 (如預定每餅可以消毒若干帆布水袋,煤油桶或水壺之水)。用時先以水溶化漂粉餅,然後傾入擬消毒之水內,過 20 分鐘,用澱粉碘化鉀試紙檢驗餘氯。漂粉餅須臨時製備而密封之,於短期內使用,否則氯有散失之虞。普通在封裝極密之容器內,每月約散失氯 0.5% 至 1%。如能將定量之漂白粉裝入密封無口之小玻璃管 (ampoules) 內,既便攜帶,氯亦不致散失,最為穩妥,惟價值較昂耳。

35. 消毒水袋 以帆布製成水袋,如第三十圖,攜帶輕便,可為臨時消毒飲水之容器。英美軍用之消毒水袋,容量約 150 公升,可供一連人一次灌滿水壺之用。應用時手續如下:

(1) 在可能範圍內,先將飲水沉澱澄清,傾入水袋至滿。(或於袋上置濾布一塊,水自濾布上傾入。)

(2) 加入預製之 1% 氯溶液 30 公撮,或臨時配製氯液加入之。



第三十圖 消毒水袋

(3) 以潔淨之竹竿，澈底攪和。由各龍頭放水少許。

(4) 20 分鐘後，開放任一龍頭，放水少許廢棄之，然後取水作餘氯檢驗。

(5) 袋底存有污泥渣滓時，每次用畢，須取下洗淨之。水袋存儲前，須曬乾，免致霉壞。

86. 除毒

(1)除砷法 水中含砷,常為砷酸鹽或亞砷酸鹽類。砷酸鹽類可用適量之鐵礬,使之沉澱,而後用砂濾之。亞砷酸鹽類則須先用漂白粉,使氧化成為砷酸鹽,經5分鐘後,再用鐵礬沉澱之。普通每0.3公分砷酸鈉,須用鐵礬0.06公分,經15分鐘後,能使砷完全沉澱。倘每公升水中所含酸性砷酸鈉多於4公分時,則須和以石灰少許,再加鐵礬,而需礬之量,即不與砷酸鹽為正比,因一部分砷酸鹽,可變成砷酸鈣而沉澱也。

砷酸鹽亦可用多量之三氯化鐵及苛性鈉除去之,但除砷之後,水中略存鹼味。

(2)除鉛法 加明礬及硫化鈉($\text{Na}_2\text{S}\cdot 9\text{H}_2\text{O}$)於水中,則鉛成硫化物,而逐漸沉澱,再用過濾方法,將沉澱物除去之。明礬為混凝劑,故必須首先加入,加明礬後,至少經15分鐘至半小時,始行過濾。

(3)除銅法 加石灰於水中,使銅成氫氧化物而沉澱,再用過濾法除去之。

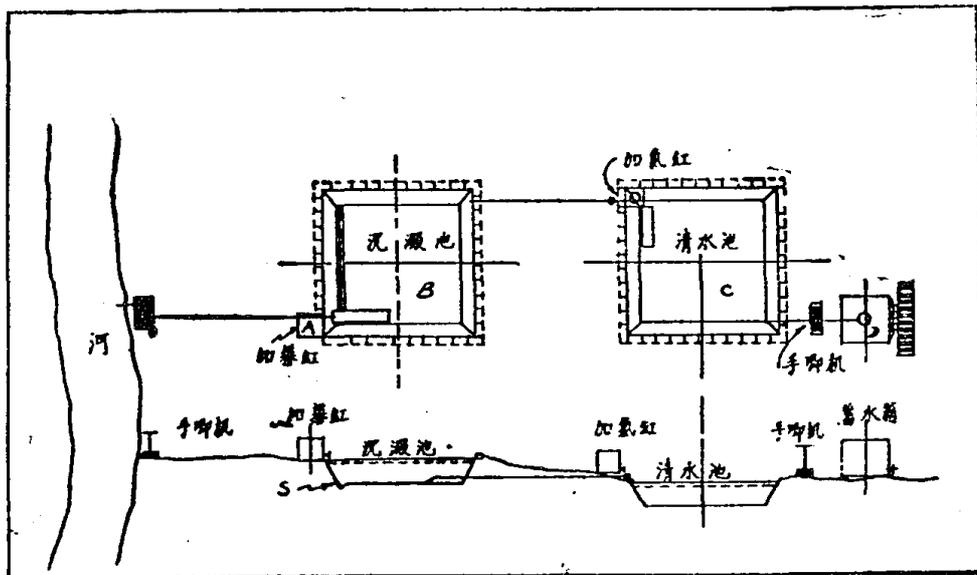
(4)除氰化物法 除氰化物之法,先加苛性鉀於水中,使成鹼性,再加入硫酸亞鐵,混和之,約10分鐘之後,則氰化物化成亞鐵氰化鉀($\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$)而沉澱,而後用砂濾法除去之。

水中如含毒質,其檢驗及除毒工作,應由化學人員為之,但衛生工程司如發現某一水源為敵人散放毒質,即宜進行尋覓其他不含毒質之水源,以供軍用。苟附近水源,全有毒質,則用車馬從較遠處運水,或較用化學方法除去水中毒質猶為簡便經濟。

井中發現死屍及糞便等,為較常有之事。應將穢物全部取出,再加

漂白粉，然後抽除積水，過相當時期後，井水即可供用。歐戰時法國有一井為敵人用糞便填塞後，先行澈底清除，加漂白粉 3 磅，過數小時後，竭力抽水數小時，再加漂白粉，並繼續抽水。4 日後，該井水質變為良好，可以供用。

37. 臨時水廠 第三十一圖示臨時水廠之設備，甚為簡單。水從河內用手唧機打入帆布沉澱池中，同時製備適當濃度之礬液，由 A 箱注入沉澱池內，經充分攪和後，使沉澱約 8 小時。於是引上部清水，至帆布清水池內，加漂白粉溶液消毒，過 20 分鐘後，即將水打入蓄水箱 D，並取水樣作餘氯檢驗。沉澱池之出水管，須高出池底至少 10 公分，池之他



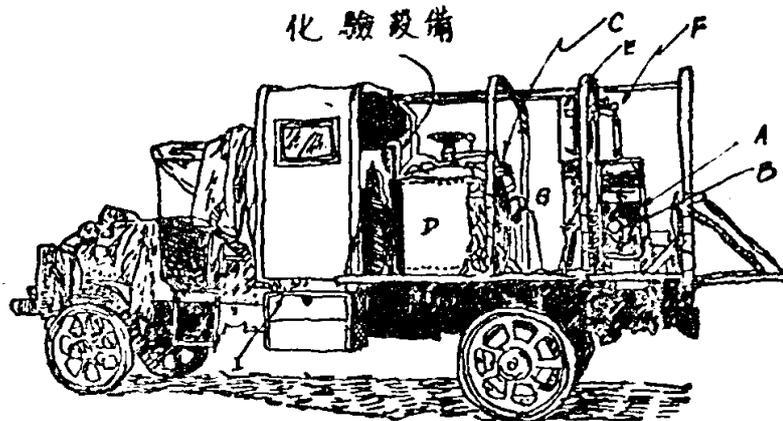
第三十一圖 臨時水廠

端須有一小坑，池底並須向坑坡斜，以便清除池底之污泥。清水池之進水管須有開關。

38. 淨水車 行軍時給水問題之解決，當以淨水車之設備為最完

善。淨水車猶如小規模之自來水廠，所有淨水設備，全裝置於載重汽車上。美國之軍用淨水車^①（第三十二及三十三圖）係一種特製之 $3\frac{1}{2}$ 公噸載重車，車上裝置如下：

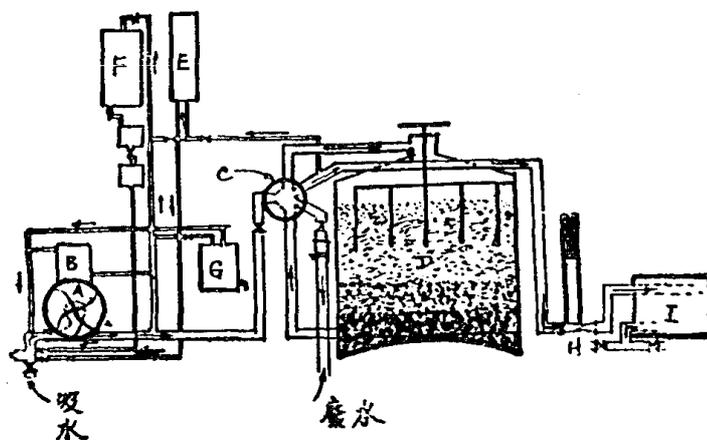
- (1) 單級之 5 公分離心唧機一只，與 25 馬力之四筒汽油機相接。
- (2) 五路開關一只，其五項功用為 (a) 普通瀝水，(b) 廢棄瀝水，(c) 沖洗瀝沙，(d) 越過砂瀝池（即使水由唧機直達儲水箱），(e) 關閉。
- (3) 加氯機一只。
- (4) 加礬缸一只。
- (5) 蘇打缸一只，容量約 45 升。



- | | |
|---------|--------|
| A. 唧機 | E. 加氯機 |
| B. 汽油機 | F. 蘇打缸 |
| C. 五路開關 | G. 加礬缸 |
| D. 砂濾箱 | I. 儲水箱 |

第三十二圖 淨水車

^① U. S. War Department: Engineer Field Manual, Vol. II, Part. 3, p. 85.



- | | | |
|---------|--------|---------|
| A. 唧機 | D. 砂瀝箱 | G. 加礬缸 |
| B. 汽油機 | E. 加氯機 | H. 文得利表 |
| C. 五路開關 | F. 蘇打缸 | I. 儲水箱 |

第三十三圖 淨水車水流方向圖

(6) 快砂瀝箱一只, 徑 1 公尺, 高 1.5 公尺, 附手搖攪沙器一具。

(7) 文得利表 (Venturi meter) 一只。

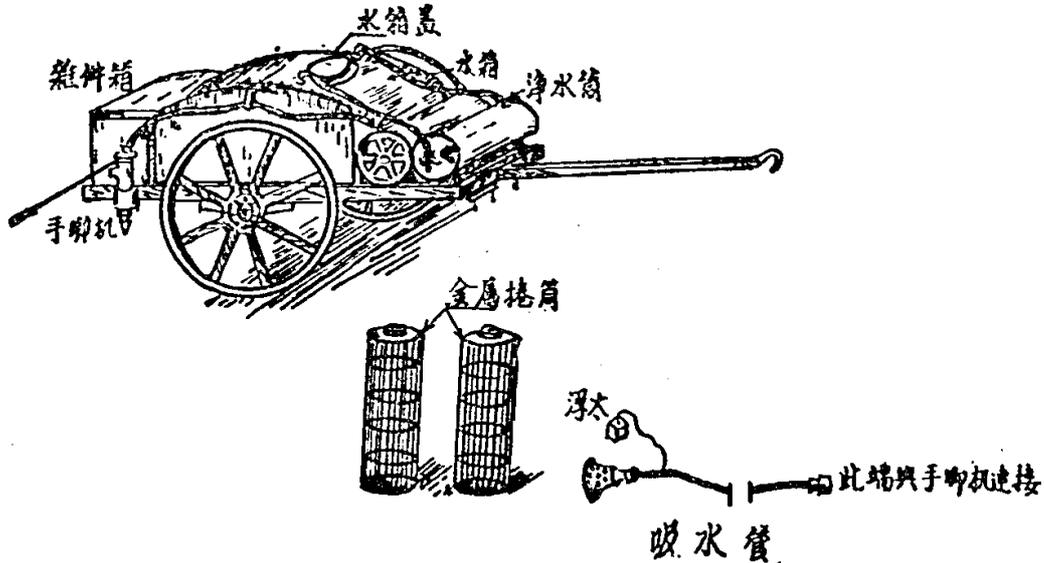
(8) 儲水箱容量約 120 公升。

(9) 簡單化驗設備, 可作酸度、鹼度、色、渾濁及餘氯等檢驗。

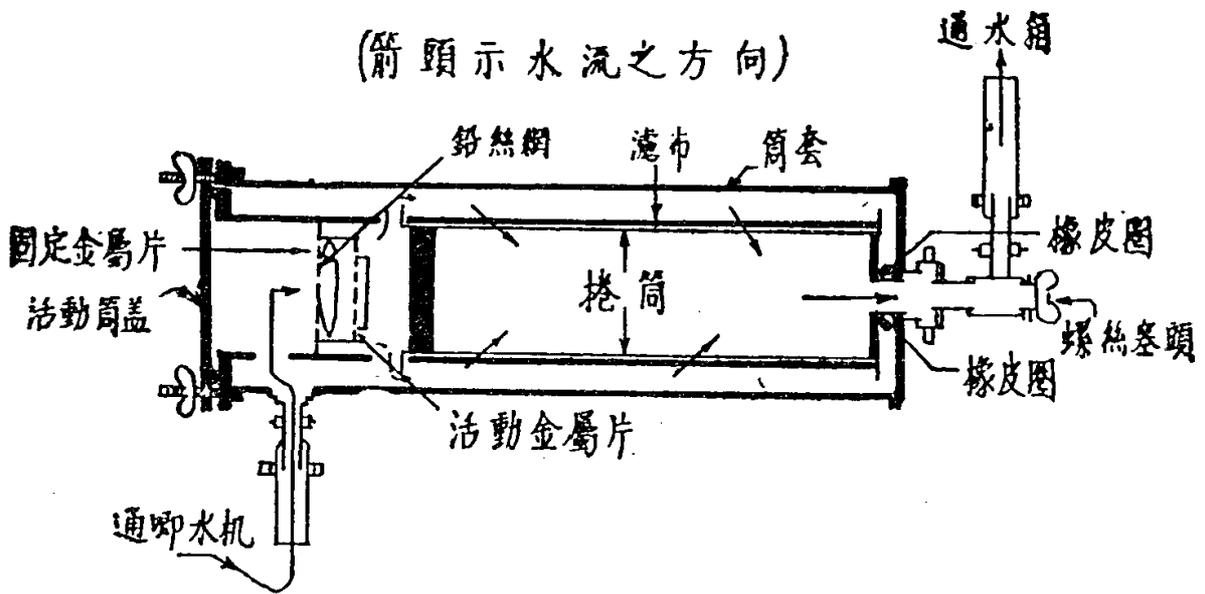
此項淨水車使用時, 先用離心唧機汲水, 經五路開關而至砂瀝箱。氯液與礬液均加在唧機之吸水管內, 使與水有充分混和之時間。如水呈酸性, 或其鹼度不足產生凝體時, 則可加蘇打 (2 或 3% 碳酸鈉溶液) 少許於吸水管內。水經砂瀝後而至儲水箱, 箱之兩旁皆有出水管, 以供取用。

英國軍隊之淨水車^① (第三十四及三十五圖) 用布濾水, 其效果

^① British War Office: Army Manual of Hygiene & Sanitation, p. 220



第三十四圖 英國團用淨水車



第三十五圖 英國團用淨水車之淨水筒

雖遜於砂滙，但簡單輕便，極合行軍需要。該車容量約 400 公升(100 加侖)，用馬二匹曳行。淨水一次，可供 400 人灌裝水壺之用。其各部構造如下：

(1) 水箱 用鍍鋅鐵板製成，內以豎擋板分爲四格，俾於水車運行時，減少水之搖蕩。擋板下部，有小圓孔若干，便於水之流通。箱上有鐵蓋，爲檢查、洗刷、及投入消毒氯液時之入口。鐵蓋兩旁，有粗橡皮水管各一，通至淨水筒。箱後下部，有供灌裝兵士之水壺用之放水龍頭四個，箱底有爲排洩污泥用之洩水龍頭一個。

(2) 淨水筒 車上備金屬製淨水筒二個（見第三十四圖）。筒之最外層爲筒套，筒套一端，爲一活動筒蓋，及連接唧機之橡皮水管。他端爲一螺絲塞頭，及連接水箱之橡皮水管。活動筒蓋之內，有鍍鉛金屬片凡二，一爲固定者，一爲帶鉸鏈插梢而可活動者，均滿鑽小孔。兩片之間，有鉛絲網二層，內置凝滲劑，水經此而通至金屬捲筒，筒外包裹濾水布三層，過濾後流入水箱。濾水布須密織耐洗而不收縮。

(3) 帆布吸水管 長約七八公尺，一端爲銅接頭，與唧機連接，一端繫一浮標及一大孔濾水器(strainer)。

(4) 手用唧機二具 裝置於車後左右兩方。每具唧機之出水管上，宜有調節活門(relief valve)一只，當出水壓力超過一定限度時（尋常爲每方公分 1 公斤），即自動開啓。

(5) 藥品箱一個 內儲漂白粉數罐與淨水粉一罐，淨水粉係二份明礬，一份碳酸鈉之混合劑。箱內並放容量約 6 公分之藥匙一個。

(6) 霍樂克試驗箱一個。

淨水步驟如下：

(1) 擲吸水管之濾水器於水源內，藉浮標之力，濾水器懸於水中。吸水管他端，與唧機接連嚴緊。

(2)取下淨水筒之活蓋，及筒內之金屬捲筒，捲上濾水布三層墊緊，置淨水粉四匙於鉛絲網內，然後仍將金屬捲筒裝入淨水筒內，蓋緊活蓋。

(3)卸下淨水筒他端之螺絲塞頭。

(4)唧水入淨水筒，唧機不可搖動過速，以免水與淨水粉不得適當混和。若搖動過速，則調節活門自動開啓，應即慢搖。

(5)唧機初次搖動數分鐘內，混凝體尙未產生完全，渾水入筒，應任其自他端流出廢棄之。俟出水澄清，此時濾布外層，已積有適宜厚度之混凝體黏層，阻止水中挂懸物之通過，即將螺絲塞頭關緊，清水放入水箱內。

(6)清水初入水箱時，開啓車後放水龍頭，洩水少許以沖去箱內積污。

(7)水箱充水約半小時，施行霍樂克試驗。

(8)根據霍樂克試驗結果，傾漂白粉溶液於水箱內，繼續充水，利用進水之衝擊，使氯液與水混合均勻。

(9)水箱注滿後 30 分鐘，開啓車後放水龍頭，放水少許廢棄之，然後檢驗餘氯。

第四節 水之配送

89. 軍陣輸水 固定營房之送水與配水方法，與普通都市相同。惟在半固定營房及當軍隊露營或前進時，其輸水問題，與平時給水迥異，設備既不周全，復須敏捷而經濟，工程司宜根據當地情形而決定輸水之

工具。

軍陣輸水之工具，可別爲二類：一爲水管，一爲車船。水管之供軍用者爲鐵管，木管及竹管。軍用輸水鐵管徑約自 2 公分至 10 公分，以螺旋接合之鋼管爲最普通。鑄鐵管較重，運輸較難。如用技術熟練之工人，每日應可安裝 10 公分管約 6 公里。軍隊作戰，如遇敵人抵抗，其前進之速度，普通亦難超過此數。但水管之安置，往往不能到達最前線 5 公里之內。

我國所用鐵管，大都係外國貨，價昂管重，運輸極爲不便，故除固定營房外，其供軍用之可能性頗小。木管與竹管較爲輕便，惟木管如不永久爲水盛滿，每易漏水；竹管之竹節如不除淨，減低輸水量甚多，且木管與竹管之接合，製造不易，故亦不宜大規模採爲軍用。要之，用管輸水，費錢多而手續繁，軍隊應在可能範圍內用他法輸水，不宜安裝許多水管也。

軍陣輸水之最適宜工具，爲水車。在河運便利之區，可用水船。如有輕便鐵路，則用火車運水，最爲迅捷，每一鐵路水車之容量約爲 8000 公升。裝水箱於載重汽車，亦稱便利，水箱之容量尋常爲 2000 公升。倘水源離宿營甚近，則用馬車或人力車輸水亦可。馬車之水箱容量約爲 500 至 800 公升，人力車之水箱容量約爲 250 至 300 公升。

戰線延長，軍隊散處，不論用水管輸水，或用水車運水，皆嫌繁難，故衛生工程司之職責，首須在戰區覓得水源，使各單位之飲水，均能自給，毋庸長途運輸。原有之河水、井水、及泉水，皆應設法利用，非至萬不得已，不可長途輸水也。

40. 水站 水站之設立，乃為求配水之便利，故其位置，應在其供水區域之中心地點。如獨立分散之水源不多，則宜多設水站。水站之功用，為蓄水與配水。如在前線，則蓄水池往往以帆布為之，如在後方區域，則蓄水池可用木料或鋼板製成。帆布蓄水池之大小及做法，與沉澱池相同。水站並須有兵士與馬匹飲水之設備，第三十六圖示一兵士用水站，設在公路之旁，帆布池容量 10,000 公升，用木塔架高 3 公尺，出水管為 10 公分，配水管為 5 公分，上裝龍頭，以便兵士取水。每一水站之配水管，不應超過四個，兩配水管之距離，約為 10 公尺。



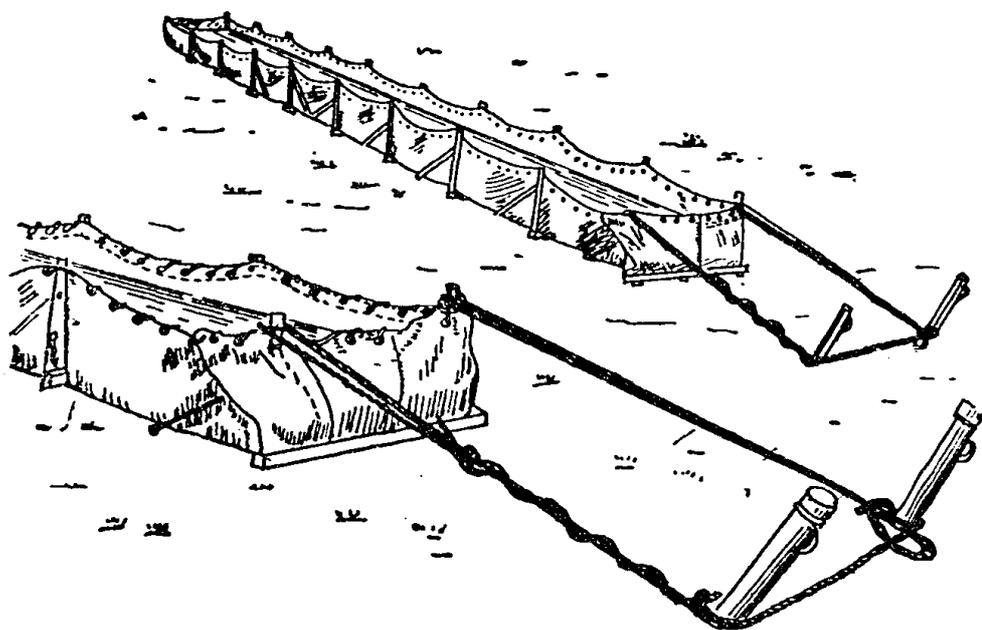
第三十六圖 兵士取水站

馬匹飲水槽 (第三十七圖) 亦可用帆布為之，最好靠近河邊，如第二十圖。牲口飲水，不須消毒，如河水相當澄清，即可直接飲用。每馬飲水，約須 5 分鐘，飲水時約佔 1.2 公尺之槽邊。尋常在 1 小時之內，應使全部牲口有飲水之機會。如有馬 400 匹，飲水槽應長 40 公尺。槽寬約需 1.3 公尺，槽前須用磚石鋪地約 4 公尺之寬。

水站須有負責人員，管理水池之清潔與消毒，防止浪用及維持秩序。水站須有樹木蔭蔽，以防敵人偵察與轟炸。

容量 2.7 立方公尺 (600 英加侖)

(英國軍政部標準圖樣)



第三十七圖 牲口飲水槽

41. 唧機 軍隊給水所用唧機，除須供給必要之出水量與出水壓力外，並須具備下列條件：——

- (1) 輕便而易於運輸。
- (2) 堅固而不易損壞。
- (3) 機件須標準化，便於修理。
- (4) 節省燃料。

軍用唧機以手唧機 (hand pump)，戽斗唧機 (bucket pump) 及

離心唧機 (centrifugal pump) 爲較普通。手唧機便於攜帶，且易運用，惟出水量較小，普通不過每分鐘 20 公升。我國各地淺井，水之汲取，尙無唧機之設備，多用柳罐或木桶，繫於繩索，恃轆轤曳之上升，此法在行軍時隨地可以採用，極稱便利。至於尋常灌溉所用之水車及翻車等，均爲戽斗唧機，以木製、竹製、或鐵製之戽斗浸入水內，恃人力或畜力之推動，藉以取水，構造亦頗簡單，隨地均可製造。

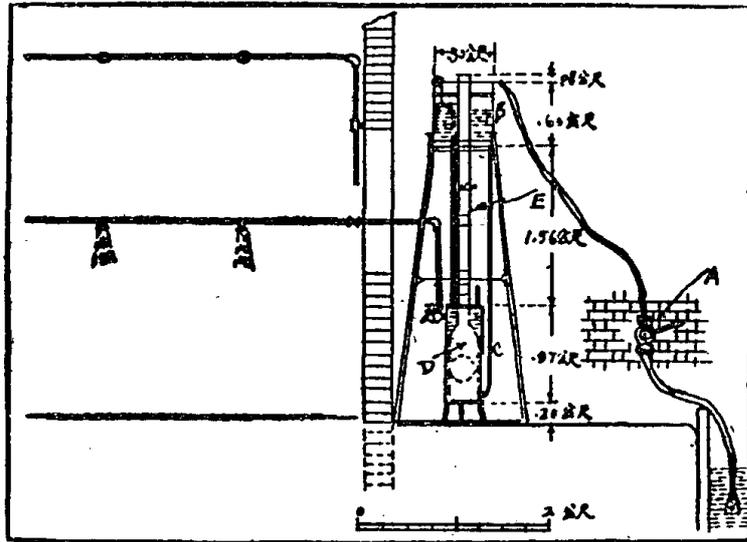
離心唧機，因其佔地頗小，且機件簡單，運用與修理，均較變位唧機 (displacement pump) 爲便利，故軍隊給水用者特多。離心唧機之驅動，在軍營中常恃柴油機，因蒸汽機及蒸汽輪機之烟火，往往予敵人以偵視之便利。

唧機之吸水高度，尋常不過 6 公尺。如水面過低，可築唧機室於地下。離心唧機之吸水管如有正水頭，則其運用較在負水頭吸水情況下更佳。從深井汲水，須置離心唧機之驅輪於水中，而用豎軸將驅輪連接於原動機上。離心唧機之大小，通常以其出水管徑爲表記。

軍用輕便唧機之裝設，宜在接近水源之處，擇一平地，吸水高度愈小愈佳。蓋增加吸水高度，即減低唧機之唧水量與出水壓力，普通每多 10 公分之吸水頭，即減低出水頭約 50 公分。吸水管可用帆布爲之，但決不可有漏氣之處。吸水管之下端，宜有底活門 (foot valve)，使已吸上之水，不致再落回水源。活門之外，用濾水頭 (strainer) 以防水中粗形物體之上昇，使唧機減少堵塞之危險。濾水頭宜放置水中，但不可沉於水底，最好繫一浮木，使濾水頭懸於水源之中。

42. 沐浴設備 軍旅時常移動，其沐浴設備，宜求裝置簡易，便於

攜帶。噴水浴省時省水，最為適宜。第三十八圖示一軍用沐浴器，● 其一切設備，分述如下：



第三十八圖 軍用噴水浴設備圖

(1)手唧機 A 一架，吸水管(徑 2.5 公分)通入水源，出水管(徑 2.5 公分)通於高水箱。

(2)高水箱 B，直徑 50 公分，高 60 公分，下有一管 C 連於鍋爐。

(3)大三角架，鐵製，高 2.73 公尺，用以支架高水箱。小三角架，鐵製，高 20 公分，用以支架鍋爐。

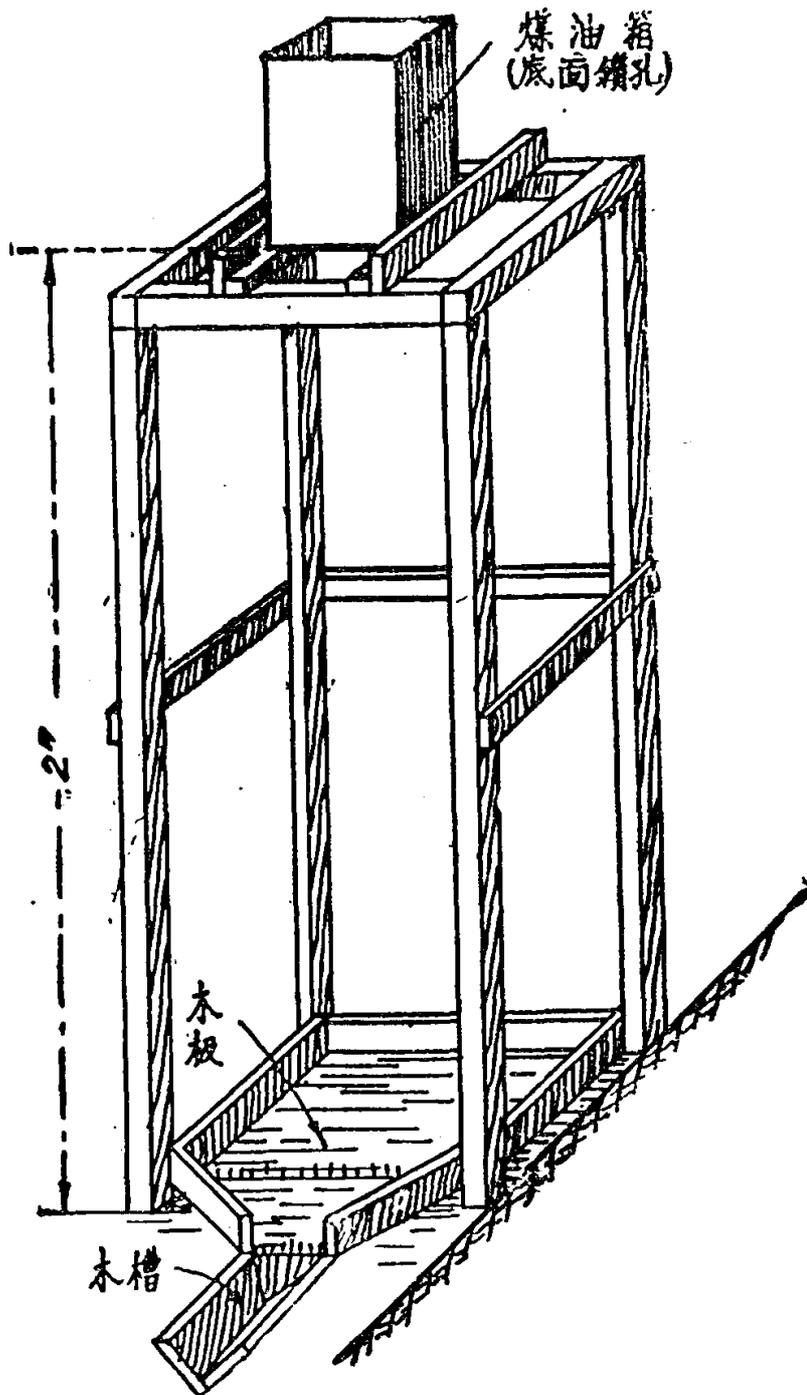
(4)鍋爐 D，上有鐵管烟囱 E。

(5)水管(徑 1.3 公分)，上裝蓮蓬頭八個。

全副器具，可裝於四個木箱中，以便運輸。應用之時，使工人一名管理抽水機，另一人管理鍋爐。水之溫度，宜保持在百度計 37 度至 45 度

● British War Office: Army Manual of Hygiene & Sanitation, p. 119.

之間。每日沐浴 8 小時，可供 600 人至 1000 人之用。耗水量每蓮蓬頭每分鐘約 1.25 公升，如以 600 人計算，則每人約用水 8 公升，至為經



第三十九圖 臨時沐浴設備

濟。浴時宜令兩人同在一蓮蓬頭下。

浴室之大小，長寬俱不宜少於 4.2 公尺，而高度最少應為 2.1 公尺。若在夏季，可利用大樹下，周圍以帆布或蘆蓆障之。更衣室須與浴室相連，其長寬須各 6 公尺，每次至少能容 30 人。

上述沐浴器如不能置備，可用煤油箱置木架上，如第三十九圖。箱底中部鑽成小孔，先將水燒熱至 40°C ，然後傾 4 公升水於箱內，水流可維持 5 分鐘，足供一人洗浴之用。如用砂 1 公斤，以手巾包裹，放置箱內，牽以繩索，沐浴者可拉曳之以節制水流，或繫繩於木架，即使水任意流出。

第四章 下水處理

43 下水管之設計 都市下水可分為污水與雨水，污水為自住宅、商店、或工廠等處排洩之水，雨水係指雨時自地面上流瀉入溝之水。下水管之排洩污水者為污水管，宣洩雨水者為雨水管。二管並設為分流制。如污水與雨水混合在一管內排洩者，為合流制。

軍營之位置後方者，其營房醫院內之一切衛生工程設備，應與都市相同，下水管之建築與下水之處理，均須詳細規劃。雨水量可根據當地之雨量記錄用下列公式估計之：

$$Q = ci A$$

式中 Q 為一地域內之泛流量 (run-off), i 為雨量密度 (intensity of rainfall), c 為泛流係數 (run-off coefficient), A 為該地域之面積。污水量約為給水量之 60% 至 70%。苟用合流制，則污水量殊無關重要，因其量遠較暴雨量為小也。

下水管之設計，凡下水工程書籍內均有論述。計算管徑，以庫特公式 (Kutter's formula) 為最合用。管徑不宜小於 10 公分，其形式以圓形與蛋形為最適宜。方形管之水力效能較低，不宜採用。下水管之材料，以熔瓦 (vitrified tile)，磚及混凝土為普通，其埋入地下之深度，應至少為 1 公尺。下水道每隔 50 至 100 公尺，及改變方向與改變坡度之處，均須設置窰井。窰井尋常為磚砌，井口直徑約 60 公分，可容一人入內。

下水之排洩

44. 下水之排洩 下水之最後排洩，或入江河湖海，藉江河湖海之水，以資稀釋，是謂稀釋法；或注於耕田，利用其肥料價值，是謂灌溉法；或造滲坑，使水滲於地下，是謂滲坑法。何者可以採用，則視當地情形而決定。

45. 稀釋法 排洩下水於江河湖海之中，為最普通而簡便之方法，惟須注意下水排入之後，對於江河湖海是否發生惡劣之影響。河水必須流急量鉅，否則須將下水先行調治，然後洩入河中。英國①規定河水量須 500 倍於下水量，始可將下水直接洩入河內，而臻稀釋之効。不過此項規定，事實上往往不易達到。美國普通採用之標準，為每 1000 人之下水，須有每秒鐘 0.1 至 0.17 立方公尺（3.5 至 6.0 立方呎）之河水稀釋量；②如以比例表示，約僅 50 倍。二國之標準相差甚遠，一方面因英國人民用水量，較美人為低，故其下水較濃；另一方面則因英國人口分佈較為稠密，河流之污染較為普遍，故稀釋標準，不得不稍求嚴格。就我國目下情形而論，排洩下水於河內，稀釋量當為 100 至 200 倍。

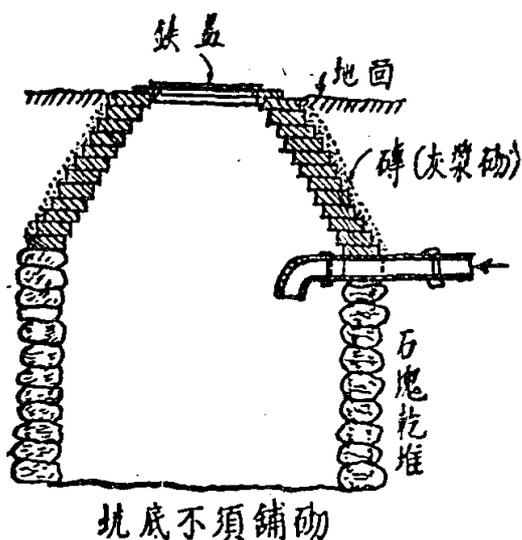
如飲料之取給與下水之排洩，須特同一河流，則下水之出水口，須在飲水水源進水口之下游，並須遠隔相當距離，使取水處絕對不受下水污染之影響。傷寒菌在水中，三日內約有 50% 之死亡，二星期內約有 90% 之死亡。苟吾人置下水出水口於飲水水源之上游，則飲水之淨治，為不可忽略之事。

① Royal Commission on Sewage Disposal, 1912.

② Metcalf & Eddy—Sewerage & Sewage Disposal, p. 413.

46. 灌溉法 下水灌溉，在德國施行最有成效，柏林全市所用菜蔬，其四分之一係下水田所產生。採用此法，以污水與雨水分流，較為相宜。將污水注入耕地，一部份滲入地內，一部份蒸發揮散。其存留地面之固體與滲入地中之液體內所含氮、鉀、及磷質之化合物，大部可化為肥料，而為植物所吸收。如污水內含油脂及肥皂過多，則易堵塞土壤之孔隙，妨礙植物之吸收肥料，宜先使水沉澱，除去其油脂及肥皂成分。灌溉法既可排洩污水，復可肥田，一舉兩得。惟此法每易招致蒼蠅，故施行時宜選擇距離營幕較遠之地。

47. 滲坑法 此法掘地為坑，通污水於其中，坑壁以磚石堆砌，坑中置碎石磚塊，污水即滲入地下。滲坑地址，須離開飲水井 30 公尺以外。此項地下洩水法，普通僅適用於污水，因雨水量多，掘坑頗不經濟，不若地面排洩為佳。第四十圖示滲坑之建築。



第四十圖 滲坑

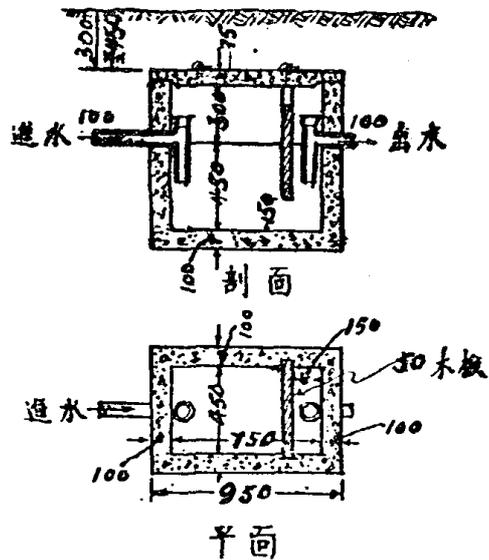
污水之調治

48. 污水調治 污水內常含有大量之固體物，如排洩河中，河水之稀釋量或有不足。如用灌溉及滲坑方法，則污水內所含油脂肥皂等物，每易堵塞土壤空隙。污水內又有時含有病原菌，更足妨礙水源及植物。故排洩之前，往往須加以適當之調治，減輕其含污量，始用稀釋，灌溉或滲坑法排洩之。

污水之調治方法頗多，近代都市復各精益求精，使污水調治之後，極為澄清。惟此種調治，不適於軍用，茲僅就軍用之簡單調治法說明之。

49. 篩濾 在污水缸或滲坑之內，橫放或縱置篩柵，用以濾去較大之固體。篩可以竹、柳、或鐵製，其空隙約為 1 至 2 公分。

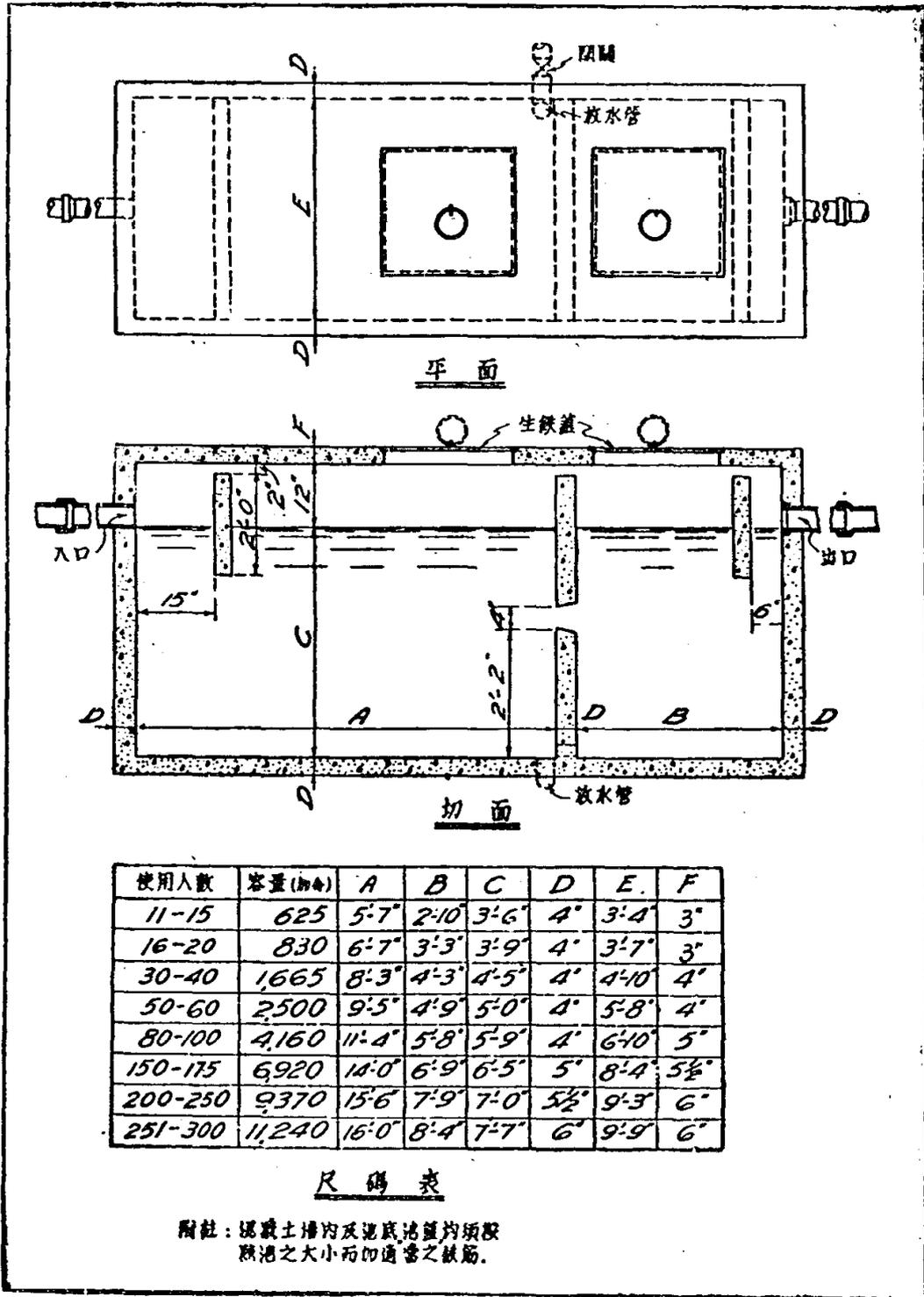
50. 除油 除油缸（第四十一圖）尋常應離廚房約 5 公尺，污水通至該缸時，已冷卻，於是脂肪肥皂泡沫等物，均凝結漂浮於水面，隨時揭蓋取去之。缸之容積，每供 250 人膳食之廚房，約須 1 立方公尺。又除油器亦可用柴堆替代，不需除油缸，法以乾柴放置竹篩或其他底部有孔之容器上，污水自上傾入，然後流至排洩地點。



第四十一圖 除油缸

51. 化糞池 此為固定營房常有之設備。污水在化糞池內，先行沉澱，然後流至滲坑，河溪或耕地中。下沉之污泥，在池之下部發生消化 (digestion) 作用，臭味減少，容積減小，普通每隔一年始須清除。化糞池之設計，讀者宜參閱污水工程專書，第四十二圖為衛生署設計之標準化糞池。

52. 消毒 污水消毒普通不須施行，僅在傷兵醫院內有時有實施之必要。消毒之法與飲食消毒同，以漂白粉或漂粉精為最便，普通所用氣量，至少應在污水重量百萬分之十以上。



第四十二圖 化糞池

第五章 糞便及垃圾之處理

第一節 軍用廁所

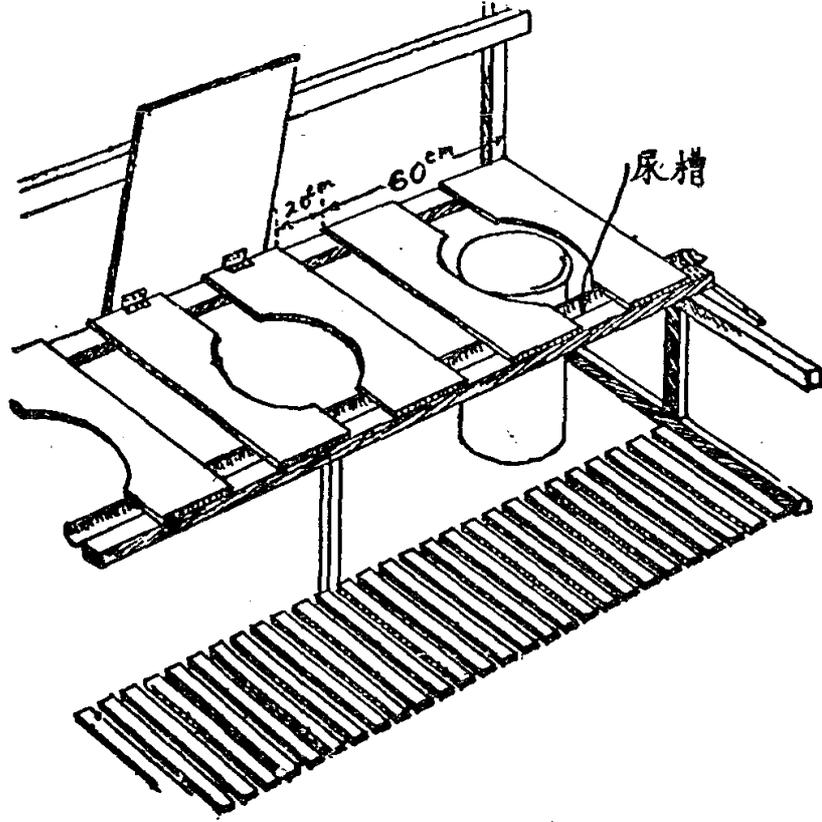
53. 廁所種類 軍用廁所之式樣，視設置之地點而異。在營房及後方醫院，性質較久，可採用水沖廁所，便桶廁所或糞窖廁所等。如遇露營或在前線，則為時較暫，可用糞坑廁所或鑽孔廁所。茲將各種式樣，略述如下：

(a) 水沖廁所 此項廁所，最為清潔，惟須經污水管道流出而處理之。污水之處理方法，已於前章述及。歐美各國之固定營房及後方醫院，均有水沖廁所，而我國軍營中，則鮮有此種設備。

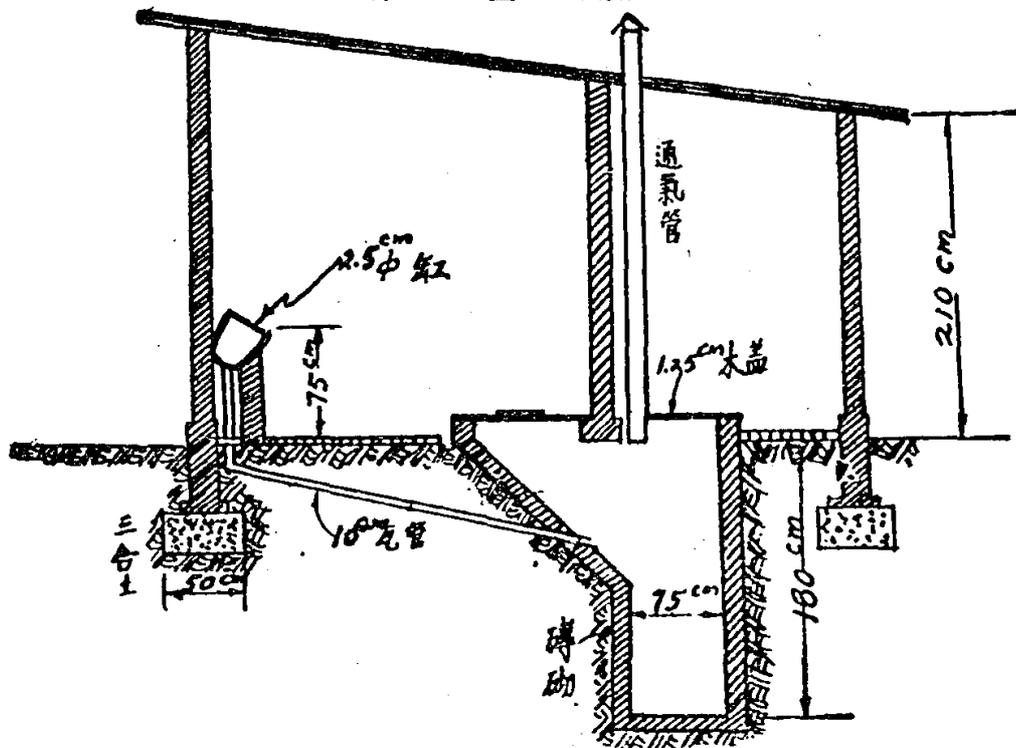
(b) 便桶廁所 普通為坐式，桶為木製，或用白鐵，置木座中，有蓋覆之。桶內糞便，應逐日收集洗刷，妥為處理。或用桶二只，以洗刷過之空桶，每日與用過之桶相換。此種廁所，宜於傷兵醫院之用。如糞便須焚化，可在坐板下設尿槽一道，使尿流至滲坑（第四十三圖）。

(c) 糞窖廁所 此種廁所，宜為蹲式。先掘坑深約 1.2 至 2.0 公尺，以磚砌壁，並用洋灰漿抹刷，使不透水，無污染地下水之危險，有時以缸埋置坑中，以代砌壁。廁位之下，築成 45 度至 60 度之斜坡，使糞便流入窖內。營房及醫院內，均可採用此類廁所，其設置如第四十四圖。

(d) 糞坑廁所 可分淺坑與深坑二種。軍隊營宿時期在三日以內者，可用淺坑式。坑寬 35 公分，深 60 公分，長約 1 公尺，排列成行，如

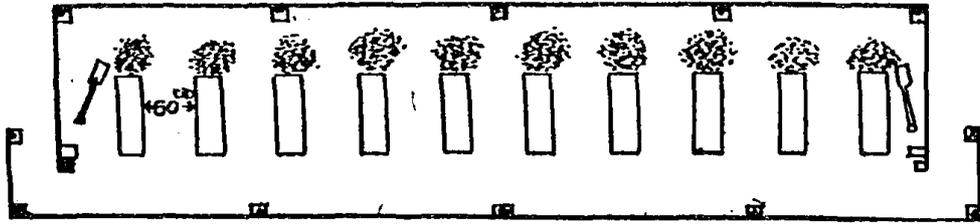


第四十三圖 便桶廁所



第四十四圖 糞窖廁所

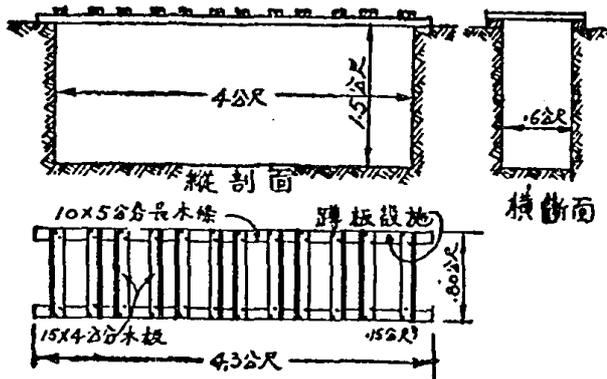
第四十五圖。坑內挖出之土，宜堆於坑後，士兵便後，即用鏟取土，覆蓋糞便，以防蒼蠅飛集。二坑間之距離，至少須 60 公分，便時跨坑，則坑



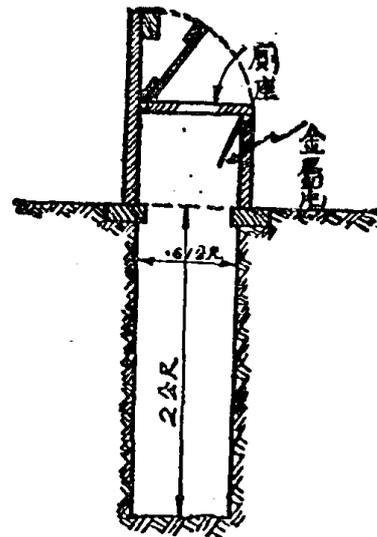
第四十五圖 淺坑廁所

外地面不致為糞便沾污。廁所周圍，可以帆布或蘆蓆為籬。糞物堆積至離地面 15 公分時，宜用土填坑，另挖新坑。

深坑廁所，尋常為一長坑，寬約 0.6 至 1 公尺，深約自 1.5 公尺至 3 公尺，其長度則視人數而定，每人須佔 0.65 至 1 公尺長之地位。露營時期之在四日以上者，往往用深坑廁所。第四十六圖為蹲式之深坑廁所，第四十七圖為坐式之深坑廁所。糞物堆積至離地面 1 公尺時，即將坑填塞，而以坑上建築移於新坑之上。



第四十六圖 深坑廁所(蹲式)



第四十七圖 深坑廁所(坐式)

(e) 鑽孔廁所 亦稱爪哇式廁所 (第四十八圖), 孔徑約 40 公分, 深度自 2.5 公尺至 6.5 公尺, 視土質之鬆密, 使用人數之多寡與地下水之高低而定。鑽孔之工具及方法, 與第十圖所示之管井相同。如土質鬆軟, 可用竹篾或木板支撐廁洞。洞中須有地下水至少深 50 公分, 糞便在水中發生消化作用, 體積因之減小。且以糞便深藏土中, 惡臭不易外揚, 洞底黑暗, 蒼蠅無由飛集。如地下水面較高, 則宜將地填高, 始放蹲板。普通地下水面應離地面至少 1.5 公尺, 否則洞中浮於水面之糞渣, 仍將招致蒼蠅。

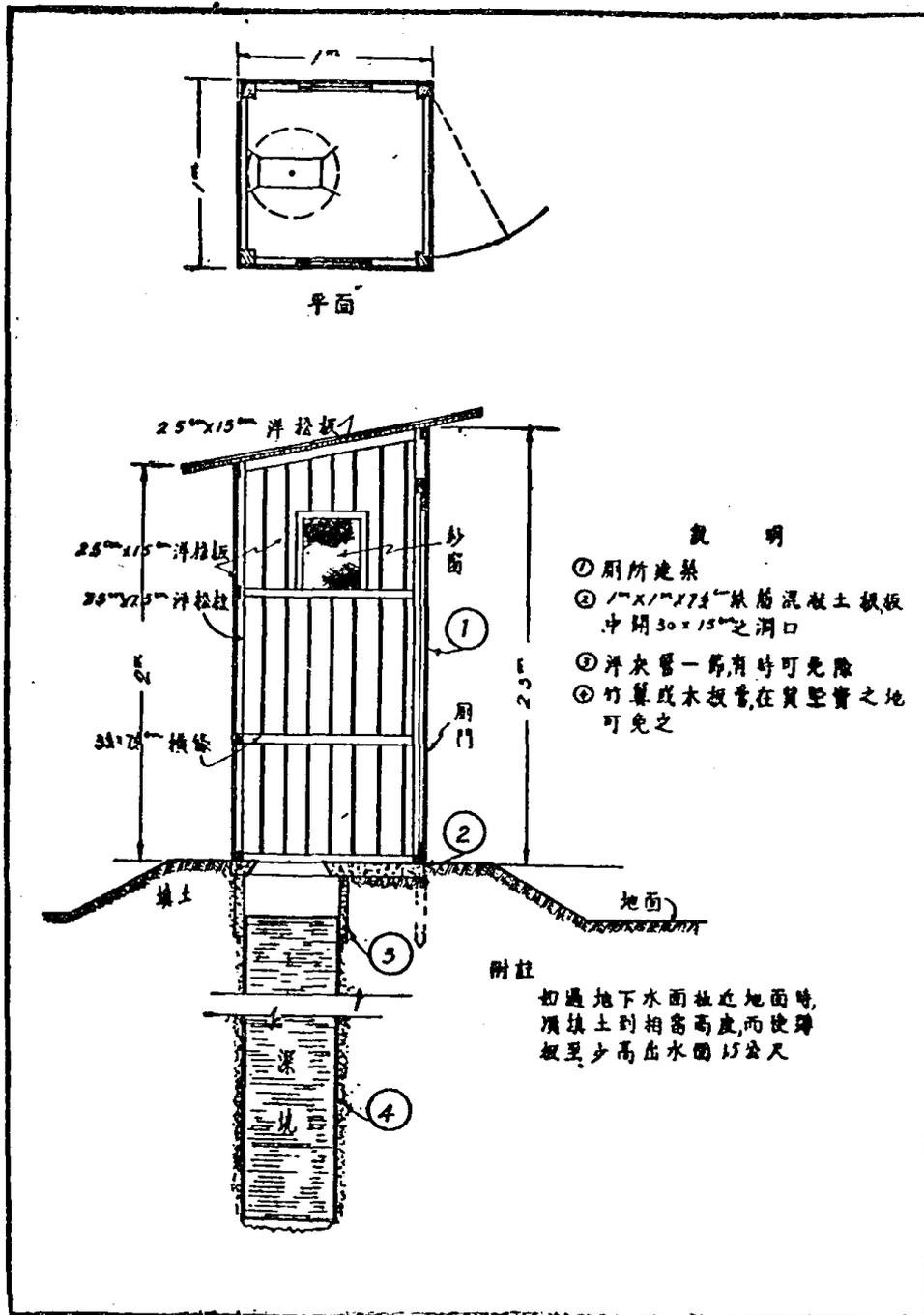
54. 廁所位置 地下水能攜運大腸菌至 60 公尺以外, ① 故欲絕對免除井水之受污染, 廁所應離水井 60 公尺以上。惟病原菌隨地下水流行之距離, 較大腸菌為短, 在普通情形下, 水井與廁所間之距離, 在地下水流之方向, 如超過 30 公尺, 井水即不致受污染。鑽孔廁所, 最易污染地下水, 故其對水井之位置, 如在地下水流之上方決不可相距在 30 公尺以內。廁所之儲糞器, 如用不透水材料建築, 使污水無由滲入地下, 即無污染井水之危險。

廁所每易為蒼蠅繁殖之所, 即有防蠅設備, 亦往往不能絕對消除蠅類之出入, 故廁所應離廚房及宿舍 30 公尺。

55. 廁位數目 廁座或廁坑之數目, 按使用人數決定之。人數如在 24 以下, 每 12 人需廁位一個。人數 25 至 60, 每 15 人需廁位一個。人數 60 至 100, 每 20 人需廁位一個。人數如在 100 以上, 每 25 人需廁位一個。據李廉 (Lelean) ② 之意見, 軍隊營宿僅一日者, 廁位數

① Ehlers & Steel: Municipal & Rural Sanitation, p. 21.

② Lelean: Sanitation in War, p. 226.



第四十八圖 鑽孔廁所

目應爲兵士總數之 3%，營宿在一日以上者，廁位數目應爲兵士總數之 5%。

56. 小便池 臨時露營，小便池之建築，極爲簡單，可掘一淺坑，寬約 1 公尺，長約 3 公尺，深約 15 公分。坑底之土，再掘鬆 15 公分，使尿易於滲入地中。每 250 人需坑一道。掘出之土堆於坑後，軍隊開拔時須將坑填好。

在性質較久之軍營中，常築尿槽。尿槽或用磚砌，上抹灰面，或用白鐵皮製。尿槽外邊，應高出地面 0.5 公尺。槽之一端築出水管，通至滲坑，坑內放置碎石碎磚等物。

57. 廁所設備 性質較爲永久之廁所，其設備應合下列標準：

- (1) 窗戶面積，須大於地板面積十分之一。
- (2) 廁所內，應全部明亮，便利清潔，日間容納日光，夜則加燈。
- (3) 應有紗窗紗門等防蠅設備。
- (4) 地面應略傾斜，以利泄水。
- (5) 廁內供給便紙，以便使用。

野外廁所應有下列設備：

- (1) 廁所如僅用帆布或蘆蓆作圍牆，遇久雨之季，可利用茅柴蘆蓆，以爲屋頂。
 - (2) 便紙應置於入口處之筐中，以便取用。
 - (3) 淺坑廁所，須有鏟泥之具，以便取泥覆糞。
 - (4) 廁板木架等物，以利用當地材料，或便於行軍攜帶者爲原則。
- 軍用廁所，輒無水冲設備，故廁所之清潔問題，必須特別注意。無論

採用何種式樣，如對於普通清潔之保持，加以疏忽，則建築雖佳，亦無濟於事。此項工作宜由衛生稽查負責。

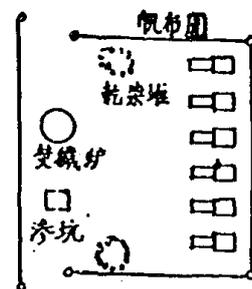
第二節 糞便處理

58. 糞便處理之重要 糞便內所含有機物，極易腐化，胃腸傳染病者之排泄，復含有病原菌或病原蟲之卵，如不加以適當處置，則臭氣四溢，蒼蠅滋生，為傳染病之媒介。糞便若為地面或地下之水沖入飲料水源中，病菌更將四散分播，往往釀成大疫。軍隊之中，士兵衆多，接觸頻繁，傳染之危機更大。故軍營內糞便之適當處置，實關重要。

吾人糞便之排洩量，約為每人每日大便 0.2 公升，小便 1.2 公升。處置方法，要在穩定糞便中之有機物質而絕惡臭，殺滅病原菌，並不使蒼蠅與糞便接觸而免病菌之傳播。茲列舉各項軍用糞便處置法如下。

59. 稀釋法 將糞便放入江河湖海，是謂稀釋。此法之應用，與下水之稀釋法同。若水量不足，或水中氧氣短少，則污染天然水，而生種種惡劣現象。普通稀釋水量須大於糞量至少二萬倍。

60. 焚化法 殺菌除污，以焚化法最為澈底。其法先將糞便濾去水分，和以易於燃燒之垃圾，傾入焚穢爐中燃燒之。當歐洲大戰時，有用此法處置糞便，而築焚穢爐於廁所內，隨時將糞物焚去者，如第四十九圖。每一廁位有二便器，前器用盛小便，後器先置乾柴，以承大便。兵士便後，取出便器，將糞便與乾柴



第四十九圖 糞物焚化法

一併傾入爐中焚燒之，至小便則另傾入滲坑中。焚穢爐之建築，俟第五節討論垃圾處置時再為詳述。

61. 掩埋法 前述之糞坑廁所，用畢後以土覆蓋，即為掩埋。倘有另掘溝坑，專為掩埋糞便者。溝寬約 30 公分，深約 40 公分，長度則視糞量而定。將糞傾入，及糞離地面約 15 公分時，用土掩蓋。其旁立牌警告，以防行人誤陷其中。

糞埋土中，初起氧化，未幾土中之氧漸少，遂行消化 (digestion)。糞便之消化，大部因土壤內細菌之作用，渣滓漸消，其複雜之有機化合物，漸成簡單物質，而臻穩定，恃氮化細菌之力，使有機物逐漸變為亞硝酸鹽及硝酸鹽類。消化時所生水份，滲入地中，於是大氣及鄰土內之氧，乃乘隙而入，恢復土壤之氧化能力。

氮化細菌多在土壤之中，故埋糞之溝愈狹，則氮化菌與糞便之接觸愈多，而糞便中之有機物愈易穩定。土中含氧之量與含菌之數，愈深愈少，50 公分以下，所存至鮮，故溝不宜深。溫帶地域，糞便埋後六個月，其有機物質即全成穩定化合物，而無惡臭矣。

62. 肥田法 農家肥田，恆用糞便。然新糞之中，往往含有病原菌，傳播疫病，危機非渺。按克利格勒 (Kligler) 之試驗，^① 傷寒菌在糞內約能生存十日，其他胃腸病原菌生存之時期較短，故糞便之用為肥料者，須存貯於有蓋之缸中，至少十日始可應用。至於糞中鈎蟲卵之死滅，須經三個月之貯畜。或用堆肥 (composting) 之法，將糞便與廢棄之植物

① Rockefeller Monograph, No. 15, 1921.

混和堆貯，使之發酵，溫度可提高至 50°C .,^①於是寄生蟲卵及蠅蛆均不能生活矣。

63. 消毒法 糞便消毒，係用化學品殺死糞內所含病原菌以及寄生蟲卵。常用之化學品較經濟而易行者，以漂白粉為先，石灰次之。如用漂白粉應製成 5 % 溶液，再以此溶液與等量之糞便徹底混合。如用石灰，應取大塊煨石灰，略洒以水，使崩潰成粉末，再加水四倍成石灰乳，與同量之糞便徹底拌合。糞便經消毒後，靜置 2 小時以上，無論棄入水中，或埋置地下，均無甚危險。

64. 各種處置方法之比較 軍用糞便處置方法，約如上述，究宜採用何法，則視當地情形而決定。稀釋法僅合用於軍營附近有較大江河之處。焚化法最為衛生，惟經費大而管理難，且焚穢爐須離營稍遠，以防臭氣。掩埋法處置雖便，但應注意勿令污染地下水源。肥田法廢物利用，頗稱經濟，惟施行前糞便須先經貯蓄。消毒法直接殺菌，惟當大規模實施時，消毒藥品之經費亦甚可觀，且消毒後仍須設法處置。

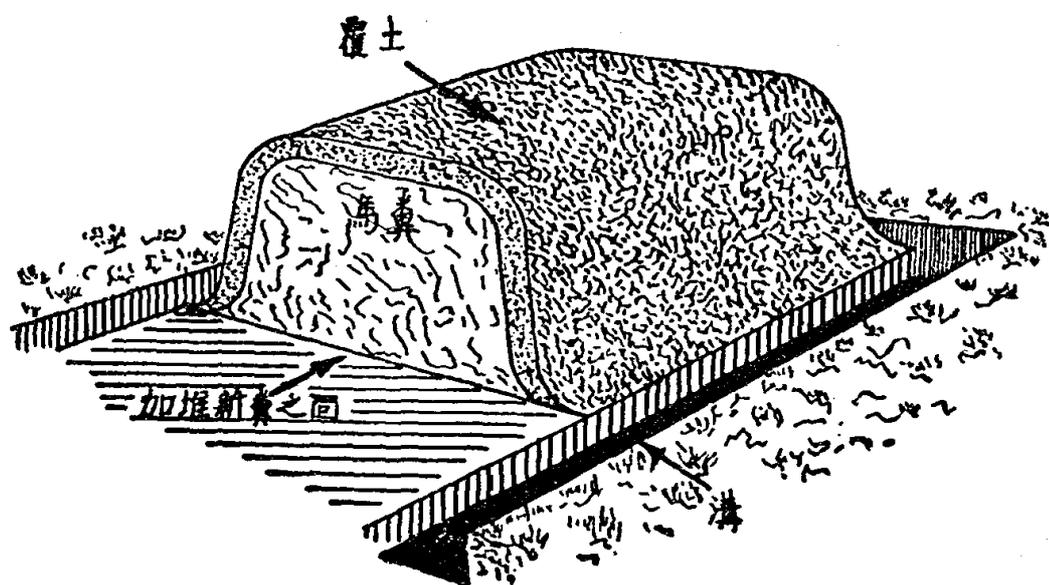
第三節 馬糞處置

65. 馬糞處置法 馬糞為蒼蠅滋生之所，須每晨收集，無所遺留；收集後妥為處置，要以殺滅蠅蛆及隔絕成蠅為原則。處置方法可分堆積、曝曬、施肥與焚化四種。

66. 堆積法 就適當之地，堆積馬糞。先打實地面，寬約 3 公尺，長

① Winfield: Composting in North China as a Farm Process to Control Fecal-borne Diseases and to Increase Fertilizer, 1930.

約 20 公尺。地面打實後，用桐油灌注，使成硬結。周圍掘小溝；寬約 45 公分。然後在打實之地面上，分層堆糞，每層厚 15 公分，洒水打實。堆至約 2 公尺高度時，用溝內掘出之土覆蓋，厚約 10 公分，僅留一空面以便加入新糞，至 20 公尺長度時，即將全部糞堆用土密蓋，使發酵生熱，於是堆內蠅蛆多死，而外面亦無蠅飛集產卵矣。



第五十圖 馬糞堆積法

67. 曝曬法，施肥法及焚化法 曝曬法鋪馬糞於地上，利用日光，曬乾之。地面亦宜打實，如能灌注桐油最佳。糞層厚約 5 公分，曬乾後，蠅不來集。施肥法將馬糞散於田地，然後耕入土中。焚化法用鐵軌多條，平行置於支架上，中留空隙，以為焚糞之爐，惟焚燒時臭氣甚烈，故須在營房里許以外行之。

第四節 垃圾之收集

68. 垃圾之種類 軍中為集團生活，垃圾之適當處理，影響環境衛

生頗大，亦為衛生工程司須深切注意之問題。軍營垃圾約可分為三類：(1)廚餘，多為有機物，最易發生腐臭，常與蒼蠅以滋生之機會。(2)灰燼，此類垃圾，本無大害，惟隨風吹揚，則頗惹人憎厭，且與細菌以附貼之機會。(3)雜類垃圾，包括廢紙、破布、樹葉、木屑及碎瓶等，對於衛生上之危險性較少。

69. 垃圾之收集方法 垃圾之收集方法，因最後處置方法而不同。普通收集法可分二種：一為混合制，一為分類制。前者將一切垃圾混於一桶，後者將垃圾分桶儲存，以便分別處置。我國都市現均採用混合制，惟在軍營，士兵處於嚴密紀律之下，易於管理，似以分類制為佳。或將廚餘，灰燼及雜類垃圾分別收集，或將灰燼及雜類垃圾混合，僅將廚餘分開。

垃圾盛器，以有蓋之白鐵圓桶為宜，質輕而便於清理。或用木製垃圾箱，箱須有蓋，以防蒼蠅飛集。垃圾箱分有底式與無底式二種，無底式垃圾箱清理時僅須將箱抬開，即可運除垃圾，極為便利。

垃圾之運輸，可用木製手車、馬車、載重汽車，如在水運便利之處，可用垃圾船。軍營甚大者，宜設垃圾運輸站，站內設焚穢及清洗垃圾桶之設備。

第五節 垃圾之處置

70. 軍中垃圾處置方法 歐美各國，對於垃圾之處置，莫不力求其經濟而合乎衛生。或用以填窪掩埋，或用以飼畜，或採焚化提煉之法，利用其熔渣以製磚，提其脂肪以製燭與甘油，取其肥料成分以利農田。我

國人民之經濟生活，與外國迥異，其圾垃內所含之有機物，當亦較少，北平市之垃圾僅含廚餘約 5 %。^① 軍隊生活尤苦，其垃圾當無提煉之價值。如採用分類收集制，則廚餘可用以飼畜，或掩埋，或與其他有機廢物化爲堆肥，灰燼可用以填窪，雜類垃圾內可燃燒部分則可以焚化法處置之。如用混合收集制，則以填窪法最爲適宜。

71. 填窪 此法最爲簡便，如軍營附近有窪地，則採用此法，尤爲經濟，不特使垃圾得處置之所，且窪地填平，復可利用以供將來之耕種或建築。如以此法處置廚餘或其他易於腐爛之廢物，則須在垃圾上面蓋灰土 15 公分。最好加硼砂溶液於廚餘內，以殺死蠅蛆。上海處置垃圾所用之硼砂溶液，係以 1 公斤之硼砂溶解於 35 公升水中而成。

72. 掩埋 垃圾之掩埋，與糞便掩埋大致相同。溝深約 1 公尺，傾垃圾於其中，至距地面約 10 公分時，即以土掩蓋打實。廚餘往往用此法處置，至灰燼等則無掩埋之必要，因挖溝較填窪所費爲多也。

73. 飼畜 廚餘可利用以飼豬，平均每豬每日約須 5 公斤之廚餘。惟廚餘飼豬，每易使豬患霍亂或其他傳染病，不可不事預防。

74. 焚化 垃圾之可燃燒者，可築焚穢爐燒化之。廚餘及死屍，亦可焚化，惟須參加稻草等燃料，最好與可燃燒之垃圾混合一起，不足時再加稻草。焚化法將一切有機物化爲灰燼，最合衛生，且如燃燒溫度能維持至 600° C. 時，絕無惡臭發生，實最佳之處置垃圾法。惟在我國今日軍營中，大規模之焚穢爐設備，似非必需，可採用簡單之野外焚穢爐，

① 陶葆楷：中國都市圾垃之處理，中國工程師學會工程叢刊十一卷第三號，第 254 頁。

略述如下：

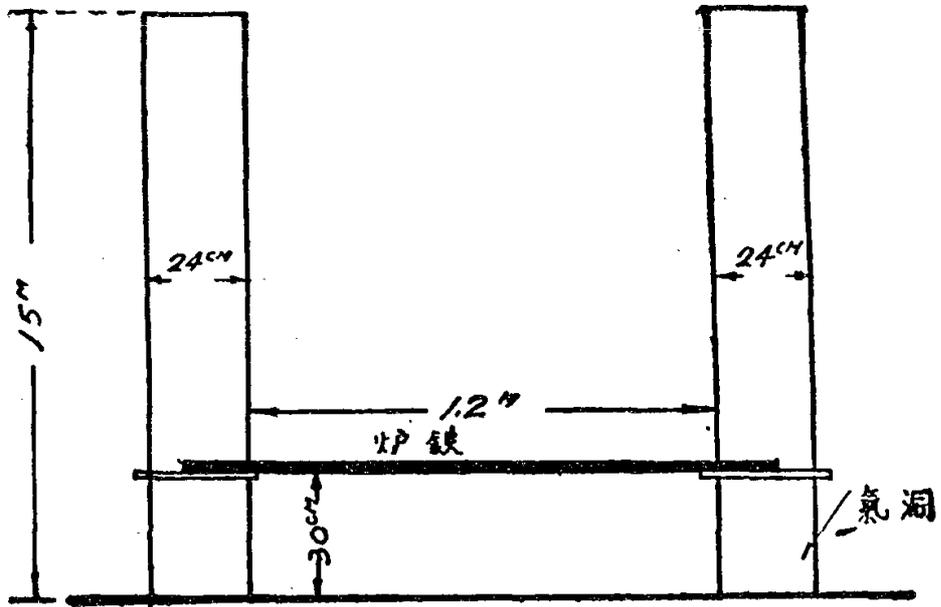
石堆焚穢爐（第五十一圖）多用於露營，其安置地點距離營幕最少須 150 公尺。爐為一大坑，中築一直立之坑心，以助氣流上升而助燃燒。坑壁及坑底均用碎石堆成，坑之內徑約 5 公尺，深 60 公分至 75 公分。坑心高 1.5 公尺至 2 公尺，下部直徑約 1.2 公尺，頂部直徑約 30 公分。坑外以土石填高，使成斜坡。如於坑壁下部開 20 公分方洞四個，更有助於氣流之通暢。



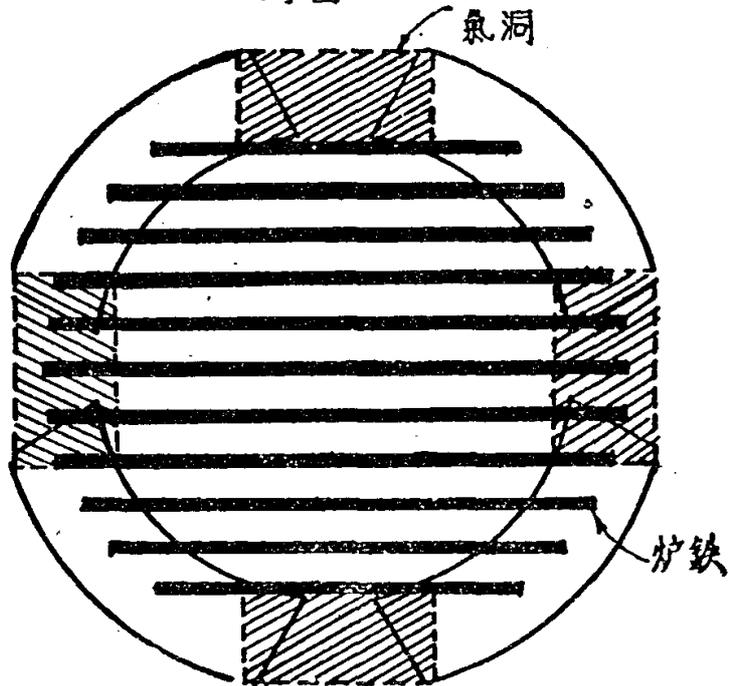
第五十一圖 石堆焚穢爐

英國軍隊露營時，常用草泥築成焚穢爐，如第五十二圖。先用草泥築圍牆，厚 24 公分，高 30 公分，內徑 1.2 公尺。牆內開氣洞四個，洞上架放鐵條，以承鐵柵。鐵柵之鐵條間距離為 5 公分。鐵柵放好後，即將圍牆加高至 1.5 公尺。如軍隊移動，可將鐵柵拆下攜走。

磚桶焚穢爐（第五十三圖）之爐身用磚堆成桶形，下為二道相交之溝，溝長約 3 公尺，寬 30 公分，垂直相交，溝底自兩端向中央傾斜。溝中心之深度約 50 公分。爐身有燃燒垃圾之鐵柵，為 5 公分距離之鐵條，在離地 15 公分之高度，嵌入爐壁使牢。爐底直徑約 1.5 公尺，頂端直徑約 1 公尺。

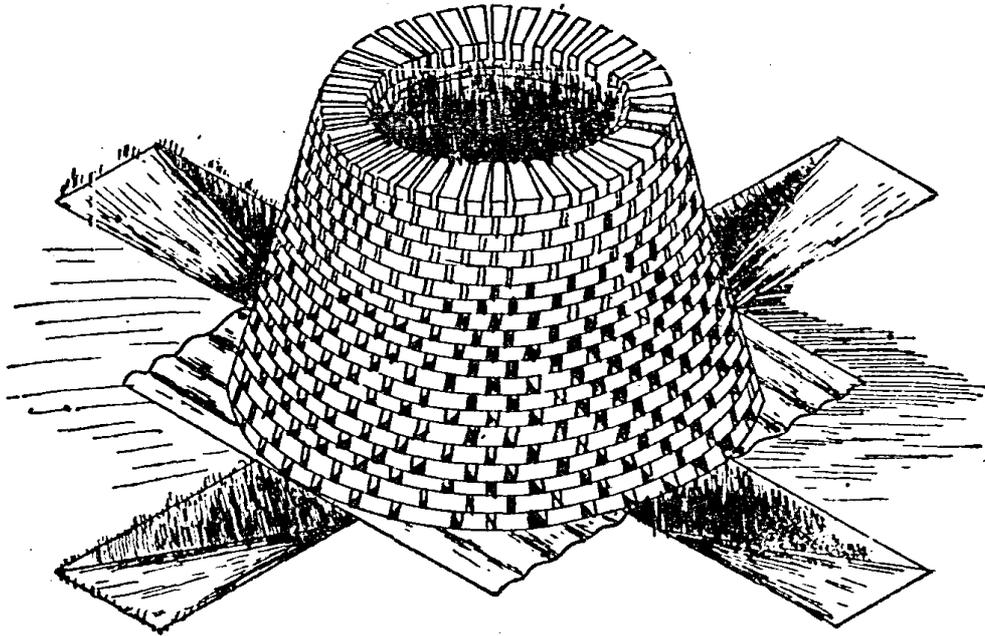


剖面



平面

第五十二圖 草泥焚燒爐

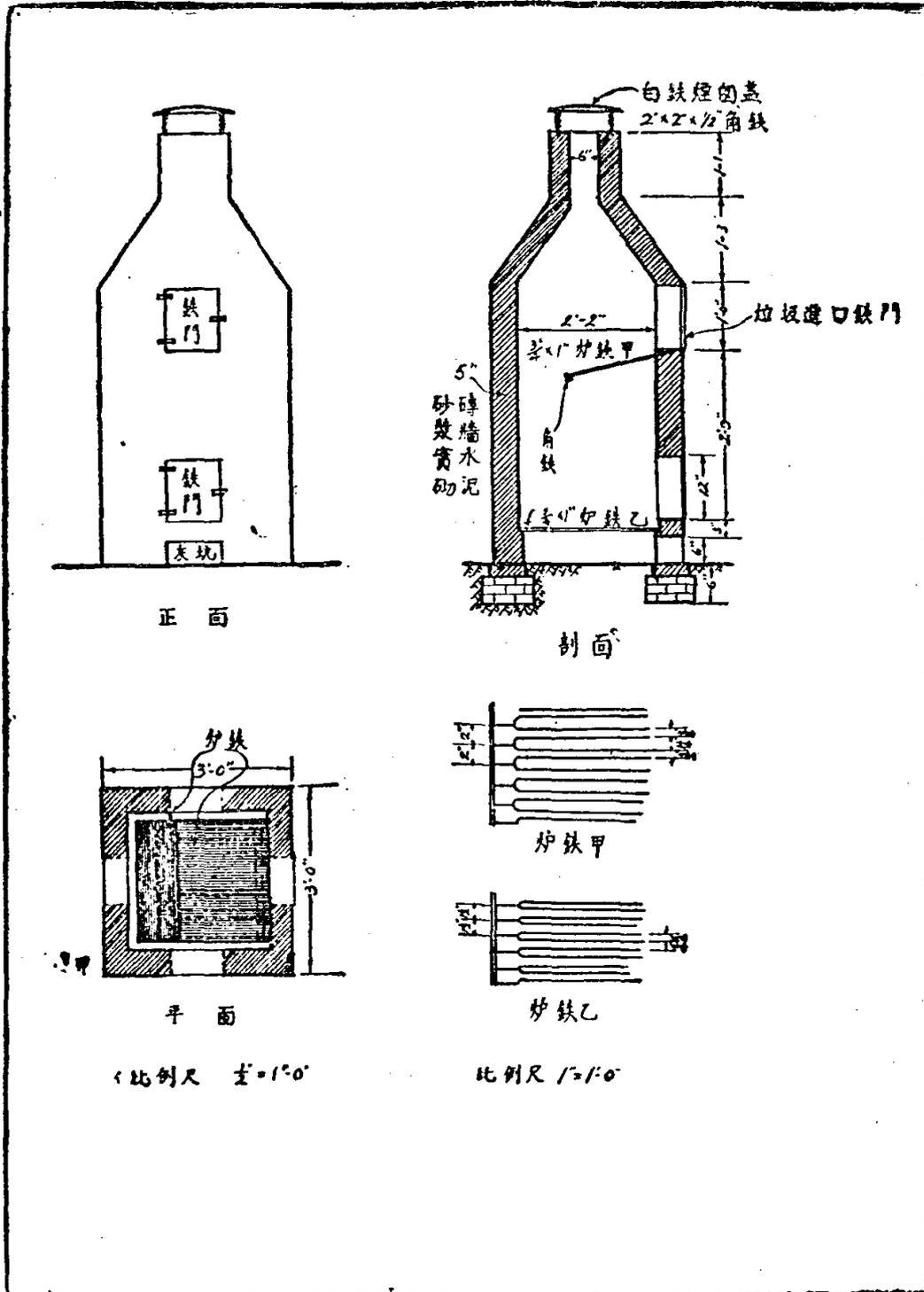


第五十三圖 野外焚穢爐

第五十四圖所示為衛生署設計之磚砌小型焚穢爐，內有鐵柵二道，圾垃先在高柵烘乾，然後推至低柵燃燒。高柵每次約承受 10 公分高之垃圾，低柵每小時約可焚燒垃圾 100 公斤。

75. 死屍之處置 人之屍體最好裝入棺木，然後掩埋。惟在前方作戰之時，屍體甚多，棺木無法備置，只可就地掩埋。埋時先掘地為坑，深 1.5 至 2 公尺，坑中四周洒以漂白粉或石灰，再將屍體放入，加土掩蓋，並作標記以便尋找。

動物死屍之處置，宜兼用掩埋與焚燒二法。蓋戰場上死馬甚多，如專用掩埋法，掘土過多，人工往往不敷分配；如專用焚化法，須有大規模之焚穢爐及大量之稻草與其他燃料，殊不經濟。尋常先將死屍運至距離營幕較遠之地，剖開馬腹而取出五臟，然後將五臟埋入地下。屍體內則



第五十四圖 焚穢爐

塞入稻草約 10 公斤，引火燃燒；此法並不將屍體全部焚化，不過可以烘乾屍體，減少其逐漸腐化時之危害。動物之以傳染病而死亡者，則須全部焚化，或掘坑深 2 至 3 公尺，洒漂白粉或石灰，而後掩埋之。

第六章 傳病動物之防制

76. 傳病動物 動物之爲傳染病傳染途徑中之媒介者，謂傳病動物，蚊、蠅、虱、鼠及蚤均屬之。此類動物之傳播疾病，或係直接帶菌，如蒼蠅之傳播胃腸傳染病，或因寄生蟲之寄居，如蚊之傳播瘧疾。上述動物中，除鼠外皆屬昆蟲，故其傳染之疾病，亦名蟲媒傳染病。

蟲媒傳染病種類甚多，爲害尤烈，歷年因患此類疾病而死亡者，實較任何大戰所殺戮者爲多。瘧疾、鼠疫、黑熱病、回歸熱、戰壕熱及斑疹傷寒等症之傳染，皆以昆蟲爲媒介，惟鼠疫則除蚤外，尚須有鼠爲中間物。此類傳染病，可稱爲標準地方病，其流行必限於昆蟲所聚居之地方。昆蟲繁殖於熱帶及溫帶潮濕之地，故所傳之病，尤多見於此種地帶。惟蚤之分佈，遍於世界各國，於戰爭及水旱災區尤甚，故因虱而致之疾病，亦遍佈於各地。

傳病動物既爲此類疾病傳染之必要媒介，故其預防，首在撲殺此類動物，並剷除其產生之場所。次則防止此類動物與病源接觸，並不使與吾人或吾人之食物有接近之機會。二者皆與衛生工程有關，茲分別討論之。

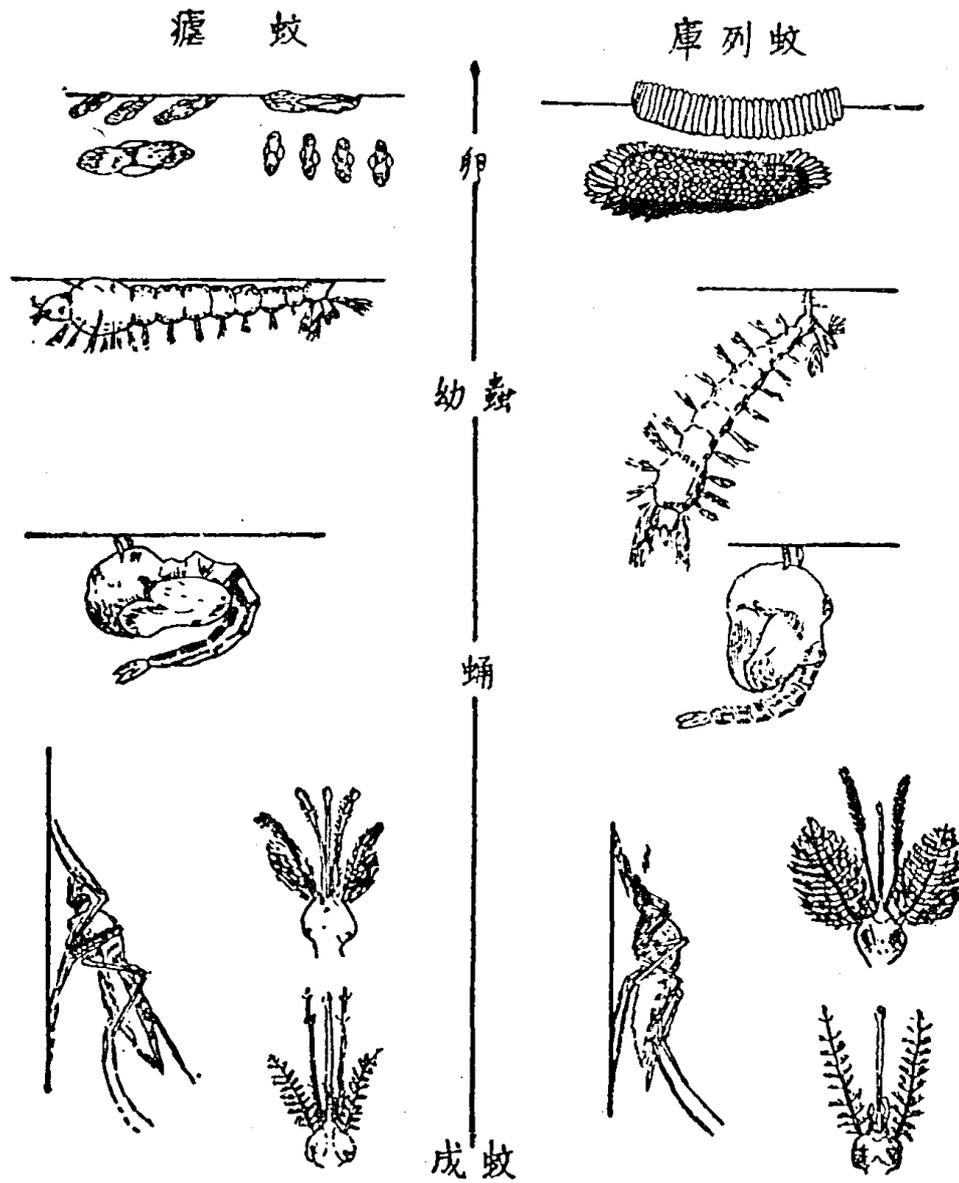
第一節 蚊之防制

77. 蚊之生活史及形態 蚊之種類約一千六百餘種，其與醫學有重要關係者，爲瘧蚊族(Anophelini)及庫列蚊族(Culicini)中之庫列蚊

與黑斑蚊。

蚊之發育，可分四期，即卵、幼蟲、蛹及成蚊（第五十五圖）。

(1)卵 雌蚊產卵於水面，色黑褐，形狹長，長度不逾1公厘。庫列



第五十五圖 蚊之發育程序

蚊族之卵有集三四百個而成舟狀之卵塊者，有一一分散者。瘧蚊族之卵均不相集，各個分散。且瘧蚊族之卵，其中部兩側有氣房，故易與庫列蚊族之卵區別。卵期之長短，普通約 3 日至 5 日。但在氣候炎熱時，一日即可孵化，若天氣寒冷，則有延長至十餘日者。

(2) 幼蟲 卵經孵化，蛻為幼蟲。體極小，不及 1 公分。瘧蚊族幼蟲之呼吸，恃其尾端之氣孔，故輒平行浮於水面，食水面之微小有機物。庫列蚊族幼蟲之尾端有延伸之呼吸管，故其頭均倒垂而與水面成一角度。幼蟲期約 8 至 12 日，但越冬之幼蟲則生存三四個月以上。幼蟲游行甚活躍，其孳生處，各類不同。瘧蚊幼蟲性喜淡水，如池沼、稻田、湖澤及河流兩旁有雜草處皆有之。黑斑蚊幼蟲則多產生於住宅附近之積水中。

(3) 蛹 蛹不食而能動，恃喇叭狀管呼吸。普通約二三日即羽化而為成蚊，雄蚊之蛹期常短於雌蚊。

(4) 成蚊 有三個顯明之部，即頭、胸、及腹。頭部附有毛，雄蚊毛長而密，雌蚊毛稀而短。雄蚊以植物之汁液為食，不吸血，極鮮飛入室內。雌蚊吸食人與哺乳動物之血。

蚊多喜黑暗之處。其飛行距離平均約半公里至 1 公里。瘧蚊停立時，其體與停立處之面，約成 45 度之角度，尾端向外，吻緣與體部在一直線上。庫列蚊停立時，其體與停立處之面，幾相平行，且吻緣與體部不在一直線上。瘧蚊翅上有斑點，而庫列蚊則無之。蚊之壽命，雌者較長，普通約一月左右。其繁殖極速，每一雌蚊能產卵 150 個至 200 個。嚴冬或酷暑時，雌蚊有停止吮血，停止產卵而隱匿者，越冬之雌蚊，其生命

能延長至六七月之久。

78. 蚊傳疾病 以蚊類爲媒介而傳播之疾病有四，即瘧疾、黃熱病、血絲蟲病及登革熱。瘧疾專由瘧蚊傳播，其他三症則由庫列蚊族傳播。血絲蟲病以庫列蚊而傳播，黃熱病與登革熱以黑斑蚊而傳播。瘧疾在我國傳佈頗廣，軍隊中爲害尤甚。我國黃熱病尙無發見，血絲蟲病及登革熱傳佈亦甚少。

79. 瘧疾 瘧疾之病原爲瘧原蟲，計有三種，即間日瘧原蟲，惡性瘧原蟲與三日瘧原蟲。瘧原蟲之確定宿主爲瘧蚊，中間宿主爲人。百度表 15 度以下之溫度，乃停止發育。人受傳染後，瘧原蟲入赤血球內，行無性生殖，越二三日即膨脹分裂（間日瘧原蟲每 48 小時膨脹分裂一次，三日瘧原蟲每 72 小時膨脹分裂一次，惡性瘧原蟲之膨脹分裂，較不規則，大約每 24 至 48 小時一次），分裂時並發生毒素，約經二星期，或俟每 1 公撮血內有數百瘧原蟲時，即使發生症狀。迨雌雄性瘧原蟲產生，瘧蚊吮吸病人之血液後，該雌雄性瘧原蟲即入蚊之胃中，行有性生殖，約 12 日後，瘧原蟲始發見於蚊之涎腺。此時無病之人如受其吮刺，瘧原蟲即隨蚊之唾液而輸入血內。

我國瘧疾分佈甚廣，^①除西北無瘧疾發現外，間日瘧散佈全國，其他各部，尤以東南諸省爲甚。滇、黔、桂諸省之瘴氣，近經調查，知爲惡性瘧疾。華中亦有惡性瘧之發現。三日瘧亦限於華中華南一帶，惟發見較少。瘧之分佈，與氣溫及雨量有密切之關係，而人羣團聚，尤增加傳染之

① League of Nations—Intergovernmental Conference of Far Eastern Countries on Rural Hygiene—Report of China, p. 62.

危險，故我國東南及西南部，每遇戰事，則瘧疾之傳播，常為最嚴重之問題。

80. 防瘧 瘧之預防法，一為用奎寧以得免疫性；二為隔離患者，使瘧蚊無與病原接觸之機會；三為用紗帳、紗窗、紗門，使瘧蚊不能與吾人接近；四為殺滅瘧蚊。前二者為醫師之工作，後二者則與衛生工程有關，而殺滅瘧蚊，實為防瘧之治本方法。

殺滅瘧蚊，首在剷除其產卵之場所，次則殺死其幼蟲，至撲殺成蚊，則下焉者也。瘧蚊之產卵，輒喜在停滯之淡水中，如池沼、水塘、及河流兩旁有雜草之處，吾人如能將居住地附近所有停滯之水，完全排除，使瘧蚊無處產卵，為滅蚊之最有效方法。殺死幼蟲之法甚多，主要者為洒油，撒巴黎綠及養魚三種。

81. 排水工程 排水工程，往往所費甚巨，設計時須詳細研究，務求經濟。工程之範圍，普通僅限於人類居住地之附近，在頻數風向之一方，約須顧到居住地周圍 2 公里之距離，其他各方則以 1 公里為工程所及之範圍即可。

排水滅蚊法，可分下列各項討論：

(1) 地面排水 築明溝以宣洩地面之水，為地面排水。進行該項工程之前，須先作地形測量，所有排水區域之河溪，池沼及農田等，均須測繪，並須作地質探鑽若干處，以明土壤之性質。設計時，須先決定出水口之地點；然後設計總溝，依次及於幹溝與支溝。溝之方向隨地形而定，應與等高線成直角，但溝之線路愈直愈佳，轉灣處宜用 60 公尺至 300 公尺半徑之曲線。溝之數目及大小，視宣洩之水量而定，普通應使積水能

在7日內洩盡。但非必要之處，不可虛設溝渠。支溝間之距離，約自 $\frac{1}{2}$ 至1公里。

明溝之坡降，普通約自 0.05% 至 1.5%，視地形與地質而異。支溝之坡降，應較幹溝總溝為大。出水口常在流量較大之河溪中，該處河床之高度，即為設計明溝坡降之起發點。溝之剖面形，以梯形為最常用，其兩岸之坡度，尋常為 1:1，但在堅硬之土壤中，可用 $1:\frac{1}{2}$ ，在鬆軟之土壤中，則須用 $1:1\frac{1}{2}$ 至 1:2。溝之深度，須能宣洩地面之水，普通支溝深約 1 至 2 公尺，總溝深約 3 至 4 公尺。底寬依據水量而算得，不宜過大，務使低流時之流速不致過小，但普通亦不宜小於 1 公尺。第八表示肯特 (Kent) 假定之普通土壤內之安全流速：

第八表 普通土壤內之安全流速^①

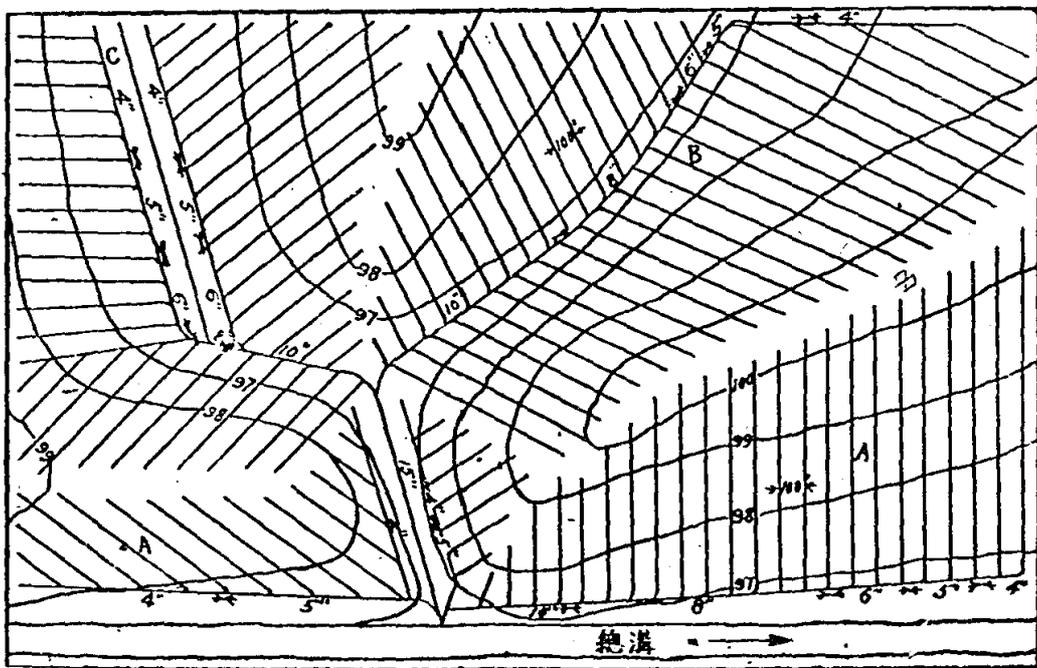
土 壤 種 類	安 全 流 速 (秒 公 尺)
純砂(pure sand)	0.34
砂土(sandy soil, 15% 黏土)	0.38
砂質壤土(sandy loam, 40% 黏土)	0.55
壤土(loam, 65% 黏土)	0.92
壤質黏土(clay loam, 85% 黏土)	1.45
農田黏土(agricultural clay, 95% 黏土)	1.90
黏土	2.22

明溝內挖出之土，可堆在溝之兩旁，以為土堤。每隔 150 公尺，宜擇地勢較低之處，在土堤內築進水口，使地面之水，得宣洩於溝內。或用地下排水之法，築暗溝引水入明溝中。明溝系統完工後，必須注意保養，

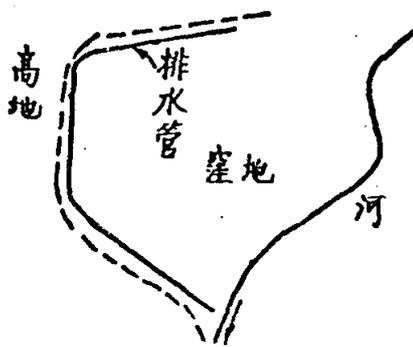
① Kent: Mechanical Engineer's Pocketbook, p. 755.

兩岸雜草宜隨時清除，溝內如有淤積之泥沙，宜隨時淘出，否則溝內水流阻滯，不惟失去排水滅蚊之意義，而明溝本身，將成爲蚊蟲產卵之最好場處矣。如能用毛石將溝底及兩岸鋪砌，則可省去養護之苦。鋪砌不必過求美觀，兩岸僅須鋪砌至中水位上約5公分之高度即可。

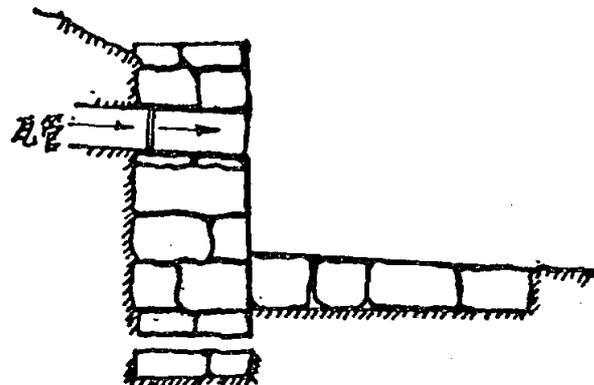
(2) 地下排水 地下排水之功用有二：一爲降低地下水面，使沼塘內之水，可以滲入地下，不致存積，如第五十六圖；二爲截斷山脚之地下



第五十六圖 地下排水示例一



第五十七圖 地下排水示例二



第五十八圖 排水管之出口

水,使不致滲溢而成沼塘,如第五十七圖。出水口之地點,亦宜先事決定。支溝常為平行的,與等高線成正交,其距離約自 20 至 50 公尺。

地下排水,常用瓦管,管徑根據排水量而計算,惟支溝則通常輒為 10 公分。瓦管每節長自 0.3 公尺至 1 公尺,埋於溝中,用開放接合,以便洩水。溝之埋入深度約自 0.8 至 1.5 公尺。支溝之坡降約為 0.25%,幹溝約為 0.15%,總溝約為 0.05%。總管之出水口,應造一石牆,以防土岸之毀塌,而堵塞水流,見第五十八圖。

地面排水與地下排水,常須兼用。因明溝不宜過密,如地面平坦而待排洩之水量又多,則宜用地下排水,以補地面排水之不足。尋常用 10 公分之瓦管,埋於地下,以收聚地面滲水,或截斷地下水,再引入明溝。

(3) 治河 河之流緩量小者,常為蚊蟲孳生之所,如兩岸雜草叢生,尤宜於幼蟲之生活。治河之目的,為使水暢流,其法為(a)縮小河槽,增加水之流速;(b)裁灣取直,減少河身曲度;(c)疏通河流,淨除河中之淤泥;(d)清除沿岸雜草;(e)泥土河岸,應約成 45 度斜面,使無崩潰而淤塞河身之虞,如能用石工或木工護岸更佳。

(4) 填平低窪之地 低窪之地,雨後蓄水,為幼蟲之良好生產地。如窪地面積不大,用排水方法耗資過多,甚不經濟,則宜填平,使不積水。煤渣及垃圾均可用為填窪之材料,惟用垃圾填窪,須在上面蓋 15 公分厚之土層,以防蠅蛆滋生。

(5) 稻田問題 稻田頗適於瘧蚊幼蟲之生活,據考有十二種繁育於稻田。^①我國稻田率無通暢之溝渠系統,灌溉與排水,往往用同一溝

^① 李鳳蓀, 吳希澄: 蚊蟲防治法, 第 61 頁。

渠。割稻之後，大部之水仍留於田中，致雜草叢生，與瘡蚊以絕好之產卵機會。補救之法，首宜將灌溉渠與排水渠分開，使水流通暢，割稻後即將田中之水洩去，並剷除雜草。不過我國農夫之守舊性甚強，故教育工作尤為重要。

排水為滅蚊防瘡之基本方法，在經濟許可範圍內，抗瘡工程司應盡量舉辦此項工程。至於其他殺滅幼蟲、蛹、及成蚊之法，皆為輔助方法而已。

82. 洒油滅蚊法 蚊之幼蟲及蛹，皆需空氣以生活，幼蟲腹片尾端有氣孔，蛹之胸部兩側亦有呼吸管各一，皆用以呼吸空氣。油較水輕，洒入水中，即分佈於水面而成一薄膜。幼蟲及蛹之呼吸管，不能穿通油膜以吸空氣，於是窒息而死。

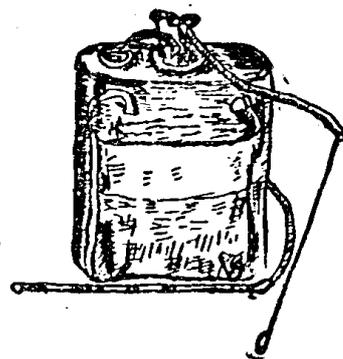
成蚊產卵時，皆停於水面，如水面有油膜，成蚊不能停落，因而不能產卵，蚊之孳生遂杜絕。然此法必用多量濃油，結厚膜於水面，故頗不經濟，用者極少。

洒油於水面，成一薄膜，使蚊之幼蟲及蛹窒息而死，為常用之方法。油類之沸點在百度計 100 度以上，260 度以下者，能於 30 分鐘內，殺死蚊之幼蟲及蛹。煤油之殺蚊力頗強，惟價昂，蒸發極速，且其油膜易破裂，故尋常以煤油與柴油或機器油混合用之。其混合之成分，視柴油與機器油之濃度而定；普通煤油用量為 20% 至 75%。

洒油乃臨時性質之滅蚊方法，每次洒油之有效期間，僅為 1 星期至 10 日。洒油之頻率，則視氣候之寒暖雨晴，油類之蒸發率及水面之情況而定。油膜必須佈滿於幼蟲及蛹所在之水面上，並須經久而不為風雨水

流所冲破，且不為蒸發所消耗。天氣溫暖之日，幼蟲約在 7 日至 10 日中能長成爲蚊，故每一星期應洒油一次。天氣寒冷時，幼蟲約須兩星期始能成蚊，故每二星期洒一次，已可消滅蚊蟲之孳生。洒油時所用油量之多寡，視油類黏性之強弱而定。黏性強者，油不易散開，故必較厚，所用油量亦較多。黏性弱者，極易散開，故可較薄，所用油量亦較少，但太薄則殺蚊力亦減。決定用油量之最簡單經濟而有効方法，爲當配油時，於太陽光下，試洒於水面，視其所洒油量最小，而能見水面發現油光者爲宜。在無水草之靜水面上，每公升油量洒於 25 至 50 平方公尺之水面，可得適當之油膜，此項油膜須在水面遮蓋數小時。洒油時如遇水草，致所洒之油，一部份爲所收留，則用油量須較多。普通油在水池中，常被風吹至一邊岸旁，故洒油一次，未必能將所有之幼蟲及蛹盡行殺死，必須繼續洒油，始能收效。最好隨時至池中尋找幼蟲，視其大小及多少，以檢查洒油之效果，並以決定下次洒油之時期。

幼蟲多滋生於水池之周圍及河流之兩旁，故池及河之中部往往無須洒油。洒時如用普通之噴壺，則油膜不易均勻。最好用洒油機，如第五十九圖。該機爲一鐵製扁圓桶，其中有一油桶，容量約 20 公升，上端有蓋，可嚴密封固，不使洩氣。機內並有一打氣筒，藉以將空氣打入油桶，桶中氣滿，壓力增加，隨將油由噴油管射出。噴油管有螺旋口，油噴射時，經螺旋口即成霧。螺旋口之大小，可以調節，以增減噴出油霧之量。洒油機之射程約爲 3.5 公尺。



第五十九圖 洒油機

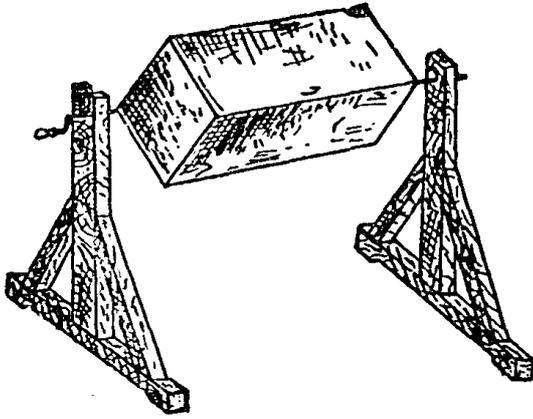
在流動之水中，如河溪及溝渠等，可用滴油之法。以普通鐵桶或煤油桶盛油置木架上，橫跨於河或溝之兩岸。桶之下端裝龍頭一枚，注油於桶中，開放龍頭，油即流出滴於水中。油量之多少，視水流速度而以龍頭調節之，同時並在河溝等之下流檢查幼蟲，以校正油量。

83. 巴黎綠滅蚊法 巴黎綠乃砷、銅與醋酸之化合物，化學成分為 $3\text{CuHAsO}_3 + \text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ 。純潔之巴黎綠所含無水亞砷酸 (arsenious anhydride) 佔 58.6%，市售之巴黎綠，雜質甚多，優良者約含砷之氧化物 55%。美國聯邦藥劑法規定，治蟲用之巴黎綠，至少須含砷之氧化物 50%。巴黎綠色濃綠，為微小結晶體，呈粉狀。

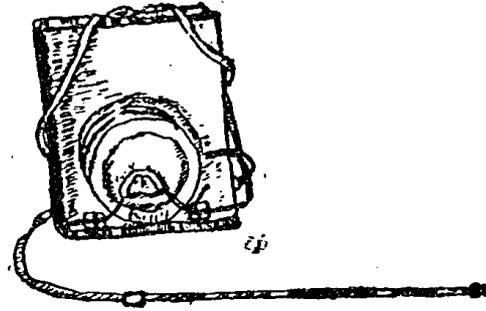
撒巴黎綠時，為求散佈容易及經濟起見，常和以灰末，粒細而浮，蚊之幼蟲食之即死。但普通蚊之幼蟲，不食水面浮物，僅瘧蚊之幼蟲，最喜食水面之浮物，故巴黎綠對於滅瘧蚊有特効，對於其他蚊族則無効。

巴黎綠毒性甚強，用時多以 1% 至 5% 之巴黎綠，與 99% 至 95% 之灰末調和均勻，而撒播於水面。灰末須乾而細，其粒之大小，普通應略小於 40 號篩孔。用熟石灰粉與巴黎綠調和，播散最為相宜，惟尋常以用乾土或爐灰最為經濟。遇水草較多之處及風大之日，巴黎綠之成分宜較高。調和巴黎綠與灰末，可用簡單調和機，如第六十圖，為一長方形木箱，對角裝軸，置於架上，旋搖約 300 次，箱內之巴黎綠與灰末即能調和均勻。

巴黎綠與灰末調勻後，成極細之粉，播散時須利用風力撒粉機，如第六十一圖。撒粉機為一扁形鐵箱，調和均勻之巴黎綠粉，即由箱上端之加藥注口注入。箱之底部，橫置一鐵筒，筒週遍開小孔，巴黎綠混合



第六十圖 巴黎綠調和機



第六十一圖 撒粉機

粉即由孔而入筒中，筒之一端接至箱背上之風箱。風箱鼓動，即將風吹入鐵筒內。鐵筒之他端，接一橡皮管，橡皮管之末端，再接一鐵管，鐵管之末端，裝一調節活門，粉即隨風而由活門吹出。粉之多寡，可以活門調節之。在較大之水面上撒粉，常採用巨型撒粉機，其風箱多用汽油機推動。

撒粉並須依順風向，借微風之力，使粉易於播散。如在逆風方向散播，則粉必被風吹送至岸上。用手動撒粉機時，撒粉人可立於岸上。如用巨型撒粉機，機件多裝於小汽船上。

巴黎綠混合粉之用量，視水面之大小及水草之多寡而異，普通每公斤巴黎綠和以 99 公斤之灰末，約可播散 2000 方公尺之水面。在溫暖地帶，每星期應撒一次，在較寒地帶，約每二星期播撒一次即可。最好在撒後約 3 小時，取水樣檢查瘧蚊幼蟲之死亡情形，以規定撒粉之頻率。

據哈克特 (Hackett)① 之試驗,用 1 立方公分巴黎綠撒於 1 方公尺之水面,經 24 小時後,水中尚有砷素發現,48 小時後,即無砷素。尼可斯(Nicholls)② 用 2 公分巴黎綠混合粉(巴黎綠 2 份,灰 98 份),撒於 1 方公尺之水面,越數日,加以檢視,得知稻類植物,絲毫未受損害。故用此法滅蚊,無礙農作物之生長,惟撒粉之水,若用作飲料,則宜俟撒粉後 48 小時,始為安全。但池沼湖泊之中心,往往不須撒粉,仍可隨時取水用為飲料。

在窄小之溝道中,亦有用手直接播散巴黎綠混合粉者,惟撒粉人,間患頭痛瀉痢。為安全起見,須注意二事:(1)撒粉人須立於風之上方,(2)播撒完畢,立換外衣,並洗淨雙手與臉面。

84. 養魚滅蚊法 蚊幼蟲之生物仇敵甚多,以魚類為最有效。魚之喜食蚊之幼蟲者,種類甚多,選擇時須注意其性情及生產習慣,是否適宜於當地之水質與氣候。1921 年,希爾勃蘭 (Hildebrand) 證實柳條魚 (Gambusia affinis) 為治蚊之最佳者。該魚體極小,長約 5 公分至 7 公分,呈橄欖色,而有光澤。其繁殖多在水塘中,凡停滯之池沼溪流,不論水之清濁,或淡或微鹹,均能生活。其主要之食物,為水面浮物,尤喜活食。蚊之幼蟲在水面呼吸之際,多數為其攫食。惟此魚天性,好自相殘殺,故魚缸或魚池內之初生小魚,須取出另養他處,以免小魚被母魚吞食。柳條魚並易為較大之肉食魚所食,故應將池內之肉食魚撲盡。

① Hackett: The Importance & Uses of Paris Green as an Anopheles Larvicide, China Medical Journal, Vol. 41, No. 5, p. 531, 1927.

② 李鳳藻, 吳希澄: 蚊蟲防治法, 第 146 頁。

柳條魚覓食幼蟲，如水中雜草濃厚，幼蟲易於藏避，柳條魚即不得食，故宜將水草清除。嚴寒地方，此魚在野外不能越冬，須移入室內飼養，待來春氣溫增高後，再行放入水中。又已噴油及撒巴黎綠或硫酸銅之水中，不宜放入柳條魚。

85. 防除成蚊 在人烟稀少而蚊蟲繁殖之區，用排水、洒油、及撒巴黎綠諸法以滅蚊，殊不經濟。治標之法，可用紗帳及藥劑防除成蚊，最爲經濟。或在房屋上加裝紗門紗窗，使蚊蟲不能飛入室內。或用蚊帳裝於床上，或用紗罩覆蓋頭部，以阻擋蚊蟲與人接近。

殺滅成蚊之藥劑甚多，大別爲二類：一爲噴射劑，一爲燻燃劑。噴射劑之最普通者爲飛力脫(Flit)，燻燃劑之最普遍者爲蚊香，以除蟲菊粉製成。

第二節 滅蠅

86. 蠅之生活史及習慣 蠅之種類甚多，其爲胃腸傳染病之媒介者爲家蠅，喜集於糞便及垃圾之上，產卵其中，然後攜其污穢而飛集於吾人之飲食物上。蠅之發育，亦分四期，卵爲白色長圓形，聚集成堆，約二日孵化成蛆。蛆蠕行甚速，以腐化之有機物爲食物，越五六日即停止蠕行而變爲蛹。卵呈深黃色，蛻變而爲成蠅。氣候溫暖之季，蛹之蛻變約須四五日，至冬季則蛹可生存四五個月。成蠅之壽命，最多不過五六十日。每一雌蠅約產卵四次，每次產卵約 120 個至 150 個。

蠅之飛程并不遠，惟爲害頗烈。傷寒霍亂及其他胃腸傳染病之傳播，往往因糞便垃圾不得適宜處置，蒼蠅羣集之故。苟糞便垃圾中有病

原菌或病原蟲，則因蠅之媒介而傳於吾人之食物。滅蠅之法，首宜剷除蠅之繁殖，次則斷絕蠅之食物，再次則捕殺成蠅。第一項為基本工作，二三兩項為輔助工作。

87. 剷除蒼蠅繁殖地 人畜之糞便，垃圾及腐化之有機物，均為蒼蠅之適宜繁殖地。固定營房中，如有新式之污水管設備，而垃圾亦處置得宜，則蒼蠅失去其產卵之場所，無由繁殖；即有少數成蠅，亦無與糞便垃圾接觸之機會，不致再為胃腸傳染病之媒介。惟污水管設備在普通軍營中，往往不能設置，在作戰區域內，更非事實所容許，則宜建造具有嚴密防蠅設備的廁所，以減少或杜絕蒼蠅孳生及與糞便接觸之機會。關於廁所構造及垃圾處置之各種方法，已詳第五章。

如糞便垃圾中，已有蠅類產卵，則可用毒藥殺滅蠅蛆。在固體物質內，如馬糞及垃圾等，可用硼砂粉殺滅之，每立方公尺之馬糞及垃圾，撒以約 3.5 公斤之硼砂粉，然後以水噴之。若為流質或半流質之物，如糞便等，則用氰化鈉殺蛆，最為有效。氰化鈉之用量，約為糞便重量之千分之二，蠅蛆之死滅，可達 90% 左右。尋常每平方公尺之面積，約傾以 5 至 10 公升之 1% 氰化鈉液溶，亦可殺滅蠅蛆之大部。

蠅蛆演進成蛹時，喜向下移居，故常有利用溺蛆窠以滅蛆者。溺蛆窠之建造，為一淺池，池中盛水，上置木架，架上鋪以木條，間距約 1.5 公分，然後將馬糞或垃圾堆置架上，蠅蛹向下移居時，遂沉沒水中。此法易行且收效亦大。

88. 斷絕蒼蠅食物 蠅為雜食昆蟲，不論潔淨或污穢之物，如人類之食品，或排泄之糞便，剩餘之殘食廢物，均可資為食品。故欲斷絕蒼蠅

食物，應先從清潔着手。若環境能保持清潔，則蠅自絕跡。欲保持環境之清潔，應注意之事如下：

- (1) 糞便垃圾不得暴露空地。
- (2) 每日收集之廚房污水及剩餘殘食，應盛在有蓋之緊閉箱內。
- (3) 廚房廁所，須有紗窗紗門，以防蠅之侵入。
- (4) 食物應儲存於有紗門之櫃櫥內。
- (5) 馬廄應逐日掃除。

89. 捕殺成蠅 捕殺成蠅之法甚多，普通者有捕蠅器、黏蠅紙、噴蠅液、毒蠅藥及蠅拍等五種。捕蠅器或用玻璃製，或用鐵紗製，其構造甚為簡單，只須備一極小之進口，置誘餌於口，蒼蠅飛入器內，不能再由原路飛去。

黏蠅紙之製造亦簡，以松香 12 份，蓖麻油 5 份，粗黃石脂（凡士林）1 份拌勻後，加熱至松香盡行熔解為止，惟不可煮沸，然後以此項膠質，塗於紙上或金屬線上，可以招致蒼蠅黏附，而不能飛脫。噴蠅液之最簡單配合，^① 可以肥皂 1.2 公斤，與煤油 4 公升及水 2 公升混合而成，市售之飛力脫，亦頗有效。毒蠅藥之最有效者為亞砷酸鈉或福馬林 (formalin) 溶液，再加少許牛乳或糖漿。亞砷酸鈉之毒性甚強，普通以亞砷酸鈉 2 份和糖漿 10 份。福馬林之毒性較緩，以福馬林 6 份，石灰水 50 份和牛乳 44 份而成。

第三節 鼠之防制

^① British War Office: Army Manual of Hygiene & Sanitation, p. 144

90. 鼠之爲害 鼠爲鼠蚤之寄生場處。鼠蚤爲人類多種傳染病之媒介，其最烈者爲鼠疫。鼠疫在流行人間之前，必先流行於鼠類，由鼠傳蚤，由蚤傳人。鼠疫之傳佈極廣，我國東三省、陝西、福建等處，均曾發現，1910 至 1911 年，東三省鼠疫流行，死者逾四萬五千人。鼠不但傳播鼠疫，且能損害穀類，綿毛織品及房屋船舶等，故鼠之撲滅，爲衛生工程司不可忽視之事。

鼠之種類亦甚多，其最普通而爲害最大者，爲棕鼠及黑鼠。棕鼠較黑鼠略大，尾短，耳尖而小，喜居穴中，每年生育三至五次，每次產鼠八至十頭。黑鼠尾長，耳圓而大，每年亦生育三至五次，每次產鼠約五頭，喜居屋內牆壁及地板之縫隙。鼠類慣於夜間出行覓食，日間行動遲滯無決斷力。其行走喜緣牆壁或狹道，故捕鼠器及誘鼠食物宜置於此等地點。鼠喜食穀類，但缺乏清潔食品時，陳腐之肉類及污穢不潔之物，亦無不食，故甚易生存。且每因一地食物不能接濟或避免危險而移居他地，故欲盡滅鼠類，非十分努力不爲功。

91. 鼠之防制 防鼠之最好方法爲斷絕其食糧，食糧既絕，則生存不易，並減少其生殖能力，使天然消滅。欲絕其食糧，應注意於防鼠建築及垃圾處理。此外尚可用捕殺，毒物誘食及毒氣薰蒸諸法殺滅之。

92. 防鼠建築 貯藏五穀之倉庫，須用防鼠之建築方法。其最完善者，爲地面與牆壁用混凝土建築。如因經濟或事實所不容許時，則牆壁可用板造，但地面及牆基均用混凝土建造。牆基至少須高出地面 30 公分，深入地下 60 公分，牆厚須至少 7.5 公分。在混凝土材料缺乏之區，牆可以磚替代，磚牆厚須至少 1.25 公分。

房屋之非作貯藏用者，地面可鋪木板，但牆基仍須用混凝土或磚砌成，亦須高出地面 30 公分，深入地下 60 公分。軍營之中，此種防鼠建築或為事實所不能，則宜注意房屋各部之空隙，應盡量填塞，使鼠類不得用為藏匿之所或出入之處。雙層板壁之間及天花板之上，皆為鼠類之適宜住處，故營房之建築，以不用雙層板壁及天花板為佳。

93. 食物貯藏與廢物處理 吾人食物，應貯於嚴密之器具內，必要時可將貯器之邊緣，以鐵皮包裹。一切剩餘殘食，不得任意暴露，亦須收存於嚴密箱內，如是，則鼠患可除。

94. 鼠之殺滅 鼠之殺滅法有捕殺、毒物誘食及毒氣薰蒸三種。毒氣薰蒸法俟第五節再行詳述。捕殺及毒物誘食二法，用者頗多，收效亦大。捕殺或用貓，或用捕鼠器。誘鼠毒物最有效者為碳酸鋇，無味無臭，尋常以碳酸鋇粉末一份與誘餌四份混合，置於鼠穴附近，鼠食後，每渴而思出外飲水，故不致有死於鼠穴之虞。其他毒物如砒及磷等，亦有效驗，惟對人類及家畜毒性亦烈，故用時須加注意。

第四節 滅蝨

95. 蝨之生活史及傳播之疾病 蝨為寄生於動物身上之吸血昆蟲。寄生於人體者，有體蝨、頭蝨及陰蝨三種。蝨產卵於毛髮或衣襟上，受人體溫度之煦育，約經 7 日至 10 日孵成幼蟲。卵之一端有小蓋，幼蟲自小蓋孵出後，須蛻皮三次始變為成蝨。自產卵至變為成蝨約需 15 日至 20 日。蝨之生命約 3 至 5 星期。

頭蝨與陰蝨現尚未證明其能傳染疾病，但體蝨則已證明為斑疹傷

寒戰壕熱及回歸熱三種傳染病之媒介。陰蝨繁殖於人體毛叢中，頭蝨則祇繁殖於頭髮上，至於體蝨則人體及衣服被褥均為其繁殖處，其數目特多，且能匿居地板及床上。故滅蝨之法，頭蝨與陰蝨，祇須局部處理，而體蝨則須包括衣裝，房屋及傢具之處理，始能收效。

蝨之為害，尤以災區及戰區為甚，蓋戰區及災區內，人羣集居雜處，蝨媒傳染病最易流行。歐戰時，西線英軍染戰壕熱者甚衆，一時曾占軍醫院病人總數 60%。故今之談軍事衛生工程者，滅蝨實為一最重要之工作。

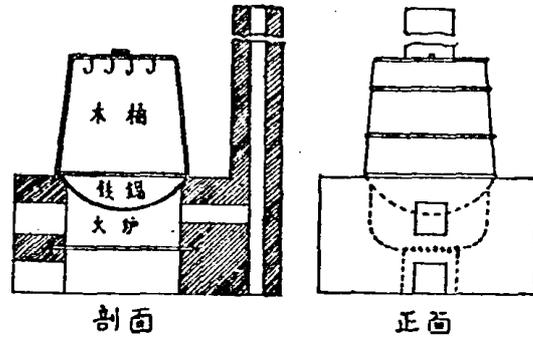
96. 滅體蝨法 體蝨之殺滅工作，包括人體、衣裝及房屋三部。人體應以熱水及滅蝨肥皂沐浴，滅蝨肥皂，可以軟肥皂與 5% 石碳酸溶液等量混和而成。地板傢具及牆壁，可用臭藥水遍加洗刷，但最好採用薰蒸消毒，其方法俟第五節述之。

衣裝之滅蝨，亦可用毒氣薰蒸法，但不如用熱氣法之簡易而經濟。蓋熱度之變遷，蝨類感覺最為敏銳，據實驗結果，蝨卵及成蝨在百度計 55 度之溫度，約 5 分鐘即斃，若在百度計 70 度，則祇需 1 分鐘即斃。但在實際上需時較長，蓋體蝨多藏在衣縫與衣裝深處，非經較長之時間，熱氣不能達到，故普通在緊閉之熱氣房中，所需時間為 15 分至 20 分鐘。

滅蝨所用熱氣，有熱空氣及水蒸汽二種。水蒸汽易透入衣服物品，且熱度易於管理，但能損害橡皮及皮革等物，故此種服裝之滅蝨，以用熱空氣為佳。如供普通之用，仍以水蒸汽為宜。熱空氣之溫度過高，每易損壞衣裝，不可不加以注意。熱空氣之溫度達百度計 140 度時，普通棉毛

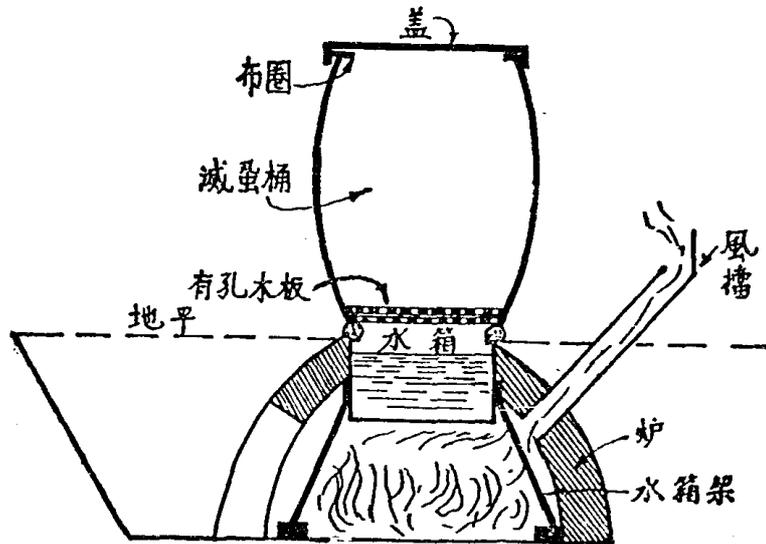
織品即被損壞；法蘭絨在百度計 127 度之熱空氣內半小時後，即不能再用；皮革及裘毛在 80 度之熱空氣內半小時後，亦損壞不能用。尋常滅蝨房內之熱空氣溫度，以百度計 60 度為宜。

水蒸汽滅蝨器之最簡單者，與廚房之爐灶同，如第六十二圖。



第六十二圖 滅蝨鍋

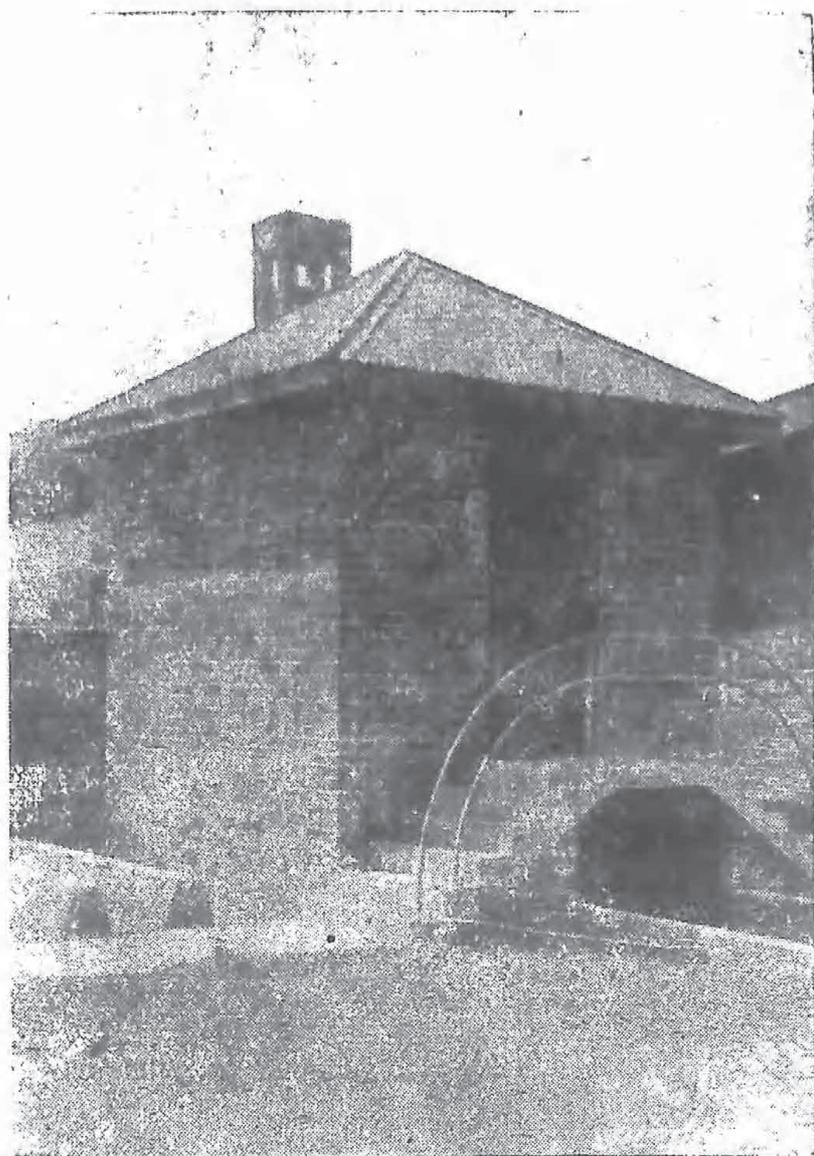
鐵鍋之上，放一竹格，覆以木桶，桶底裝鐵鉤數枚，以便懸挂衣服。用時將鐵鍋盛水，灶下燃火，俟水沸後，蒸汽經竹格而達於掛在桶內之衣服。桶之體積，約每 0.22 立方公尺，足容一人之冬衣。歐戰時塞比亞 (Serbia) 與保加利亞 (Bulgaria) 通用之軍隊滅蝨器，^① 製法亦甚簡易，如第六十三圖。



第六十三圖 塞比亞滅蝨器

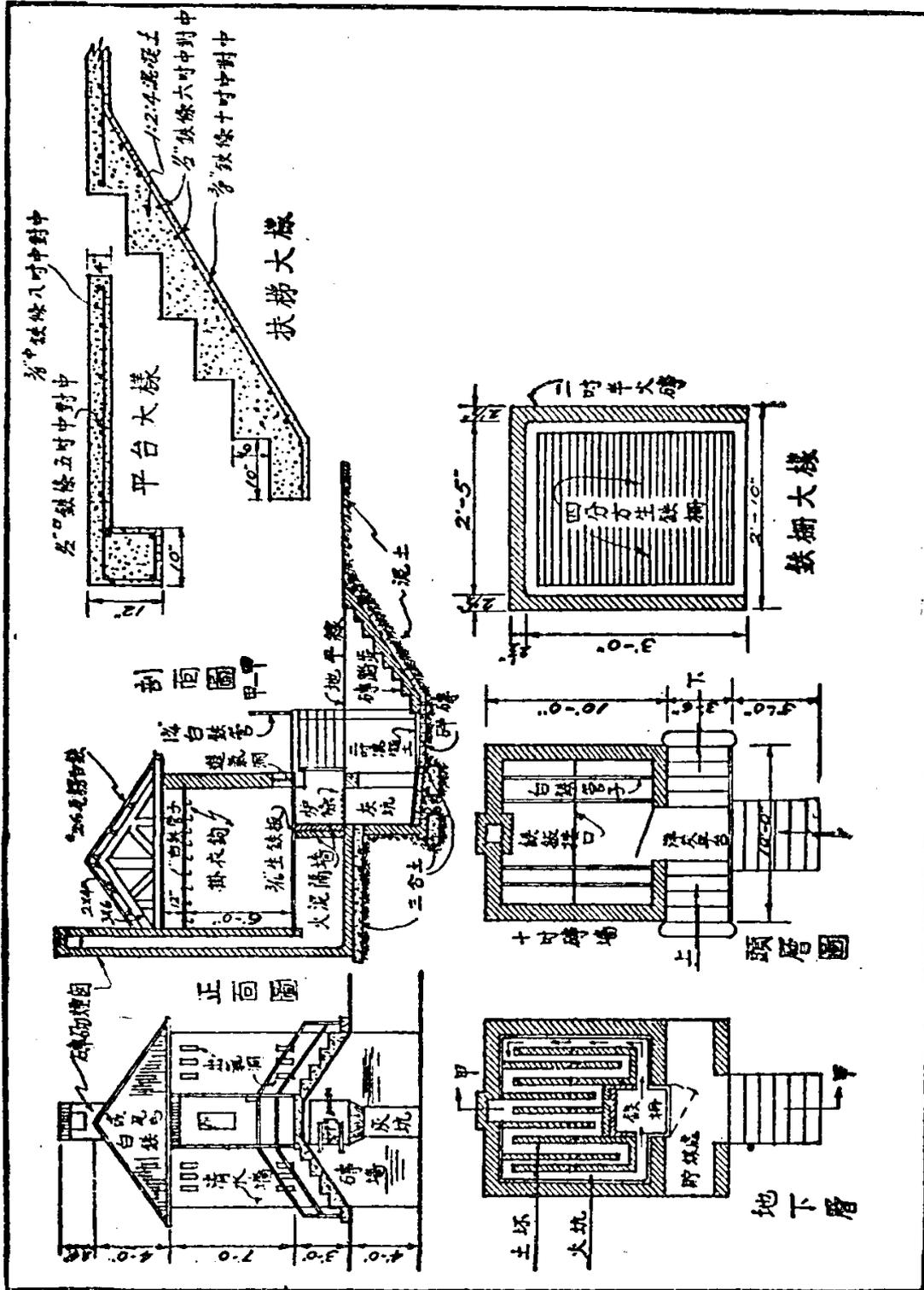
① Lelean: Sanitation in War, p. 295.

上述之滅蝨器，容積甚小，不能作大規模滅蝨之用。蓋冬衣厚重，每人之衣服，約佔 0.15 至 0.22 立方公尺之容積，以滅蝨一次，需時 15 分鐘，每日工作 8 小時計，則 0.22 立方公尺之滅蝨器，1 日祇可薰蒸 32 人之衣服。春秋二季衣服單薄，每次滅蝨之衣服可較多，但被褥等件，亦須經過滅蝨手續，故若須大規模舉行滅蝨，非建築一較大之滅蝨室則無濟於事。第六十四圖示衛生署在南京所建之熱氣滅蝨室，底



第六十四圖甲 熱氣滅蝨室

部爲土坯建築之火坑，火道曲折，上置生鐵板，以利燻熱掛衣室內空氣之用。



第六十四圖乙 熱氣滅蟲室

爲便利軍隊各部之滅蝨工作，常用滅蝨車，以滅蝨設備置於載重汽車或火車上。但滅蝨設備，極爲簡單，軍隊各部以就地製造爲宜。又據實驗所得，蝨不能忍受饑餓，在百度計 4.5 度十日不食即死，在 20 度可支持一星期，在 27 度則祇能支持二日，故最簡便之滅蝨法，爲將染蝨之衣物貯藏二三星期，令蝨自行死滅。不過軍士衣裝，往往不能隔二三星期不用耳。

97. 滅頭蝨及陰蝨法 頭蝨與陰蝨，祇須局部之處置。最有效及最簡便之方法，爲將頭髮或染蝨毛叢盡行剃去，剃下之毛髮，須立即焚燒。如此法不能施行，則可將頭髮以煤油及 10 % 醋酸之等量混合液洗滌之，再以浸濕此混合液之毛巾全裹頭部，1 小時後解除之，然後以溫水洗淨，用細篦梳去已死之蝨及卵。如尙留有未死之蝨，可重複施行此法數次。殺滅陰蝨之法，可用煤油 50 份，黃石脂（凡士林）20 份及軟肥皂 30 份製成之軟膏，頻頻塗於染蝨部份，至蝨滅爲止。

98. 滅蝨程序 施行滅蝨，應有一定之程序。除宿舍內各部之滅蝨，應在宿舍內施行外，人體及衣裝之滅蝨，應特闢一場所辦理之。此項滅蝨場，須包括脫衣室，掛號室，理髮室，浴室，領衣被室，穿衣室，滅蝨室及存衣室。凡染蝨之兵士，攜其衣被等物，入滅蝨場，即按下刊程序，——經過各室：

(一) 脫衣室，脫去衣服。

(二) 掛號室，將衣被鞋帽等項，全數交付掛號員。

(三) 理髮室，剃去頭髮。如原蓄短髮，經檢查而無頭蝨者，可無須剃髮。

(四)浴室,沐浴。

(五)領衣被室,沐浴後領回業經滅蝨之原衣被,或另外發給之清潔衣被。

(六)穿衣室,穿衣。

(七)出滅蝨場回至宿舍,是時宿舍內亦已實施滅蝨工作。衣被鞋帽等物,交至掛號室後,即經過下列程序:

(1)由掛號室工作人員立即送至滅蝨室,或用蒸汽,或用熱空氣,施行滅蝨手續。若將衣服等項,送入存衣室,利用貯藏以滅蝨,則士兵應另發給清潔衣服。

(2)領衣室內工作人員,至滅蝨室收取業經滅蝨之衣服等物,發還原主。

此種滅蝨程序,有下列三事應加注意:

(1)滅蝨場可分為染蝨的與清潔的兩大部份。如入口,脫衣室,掛號室,理髮室,浴室入口及由掛號室至滅蝨室之一段路程,為染蝨部份。浴室出口,領衣室,穿衣室,滅蝨場出口及自滅蝨室至領衣室之一段路程,為清潔部份。此兩大部份,在構造上佈置上,須絕對分開,工作人員亦須彼此隔離。

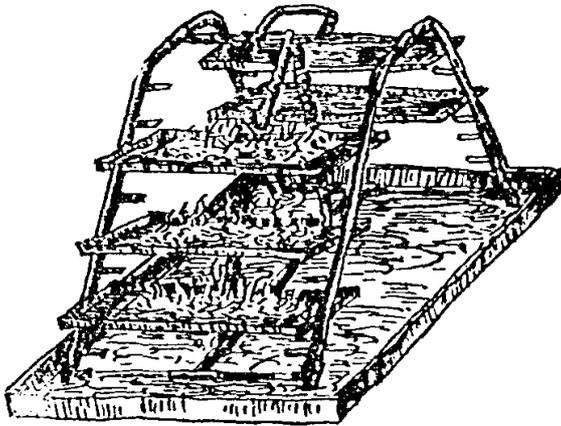
(2)滅蝨場每日工作完後,須將地面及傢俱拭淨,並用殺蟲劑沖洗。

(3)在染蝨部份工作人員,應穿着特製之防蝨衣,衣服與頸腕等處須緊貼,以免蝨潛入衣內。每日工作竣事,應自行滅蝨一次。

第五節 薰蒸消毒

99. 薰蒸消毒之功用 利用毒氣以殺滅動物之有礙衛生或對於經濟上有損害者，如蚊、蠅、蚤、蝨、臭蟲、蟑螂及鼠等，謂之薰蒸消毒。薰蒸所用毒氣，最普通者為二氧化硫與氰化氫。二氧化硫對於人類毒性較輕，但能使各種染色物退色，且殺滅上述動物之功效，不如氰化氫之大。氰化氫毒性較烈，效果立見，施用時如有相當之防護設備，亦無危險，故應用甚廣。消毒之前，應先將窗門及其他透氣之孔隙，用紙糊封，然後將衣服用具分佈室內，使其盡量暴露，而與毒氣接觸。

100. 二氧化硫薰蒸法 薰蒸法最普通而易行者，為燃燒硫黃粉

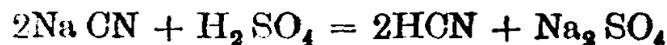


第六十五圖 多層燃燒硫黃器

末。先將硫黃粉末盛於盆中，該盆浮於另一水盆內，以防着火。然後加酒精或火油少許於硫黃堆上，引火而燃燒之。如燃燒多量之硫黃，可用多層燃燒器，如第六十五圖，先使低層着火，上層硫黃因受熱，亦漸次燃燒。每30立方公尺之空間，燃燒2公

斤之硫黃粉末，暴露4至6小時，則各項傳病昆蟲及鼠類，均可殺斃。

101. 氰化氫薰蒸法 普通用硫酸與氧化鈉化合而成氰化氫，其化學公式如下：



薰蒸之法有用盆盂與薰蒸機兩種。

(1) 盆盂法 此法較為簡易，但如設備不良及由無經驗之人施行，

則甚危險。先將稀硫酸（濃硫酸一份半加清水二份）傾於盆盂內，然後將氰化鈉裹以紗布投入。氰化鈉與稀硫酸之份量約為 1 與 3.5 之比，即每 1 公分之氰化鈉應配用 3.5 公撮之稀硫酸。據美國公共衛生學會所規定，殺滅傳病動物，每 30 立方公尺空間所需之氰化鈉量及暴露時間如第九表：

第九表

動物	氰化鈉量(公分)	暴露時間(小時)
蚊	15	$\frac{1}{2}$
蠅	75	$\frac{1}{2}$
臭蟲	150	1
鼠	150	2
蝨	30	2

第六十六圖示該法之實施情形，工作人員必須戴防毒面具。

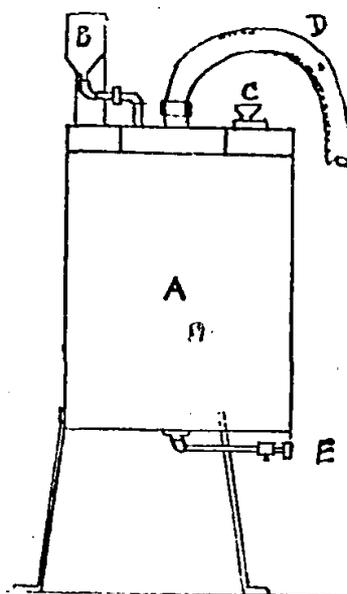
(2) 薰蒸機法 第六十七圖示衛生署設計之氰化氫薰蒸機，外部用鐵製，內部與硫酸接觸部份，須用鉛製。使用之法，先將稀硫酸從 C 孔注入，然後緊閉 C 孔，再由 B 將氰化鈉溶液徐徐注入，硫酸與氰化鈉起化合作用，氰化氫從橡皮管 D 出。E 為排水管，剩下之硫酸鈉可由此排出。氰化鈉溶液尋常用 30% 者。

氰化氫對於人類毒性甚烈，故施行薰蒸之前，必須為精密之準備，薰蒸完畢後，亦須詳為檢驗，始可任人入室。茲將薰蒸手續略述如下：

(a) 施行薰蒸必須戴防毒面具，面具之是否適用，須先行檢查。檢



第六十六圖 盆盂法薰蒸氰化氫圖



第六十七圖 氰化氫薰蒸機

查之法，將面具戴上，除下濾毒罐，以手掌按其出口而行深呼吸，如覺無空氣吸入，則為緊密。

(b) 薰蒸機是否緊密，亦須檢查。檢查之法，可用氯化銨及氫氧化鉀兩種溶液，先後注入機內，將各部緊閉。氯化銨與氫氧化鉀化合而成氫氧化銨 ($\text{NH}_4\text{Cl} + \text{KOH} = \text{NH}_4\text{OH} + \text{KCl}$)，若薰蒸機緊密可用，應無氫氧化銨之透出。

(c) 面具及薰蒸機檢查後，即可施行薰蒸。先將欲薰蒸之室內門窗關閉，僅留一門供出入用，並將門窗縫及其他透氣孔隙盡用紙糊封。

(d) 薰蒸之衣物及傢具，須儘量暴露於空間，使毒氣易於侵入。

(e) 將薰蒸機之橡皮管引入室中，管口須置於室之中央，或適宜地點，使氰化氫易於流動。

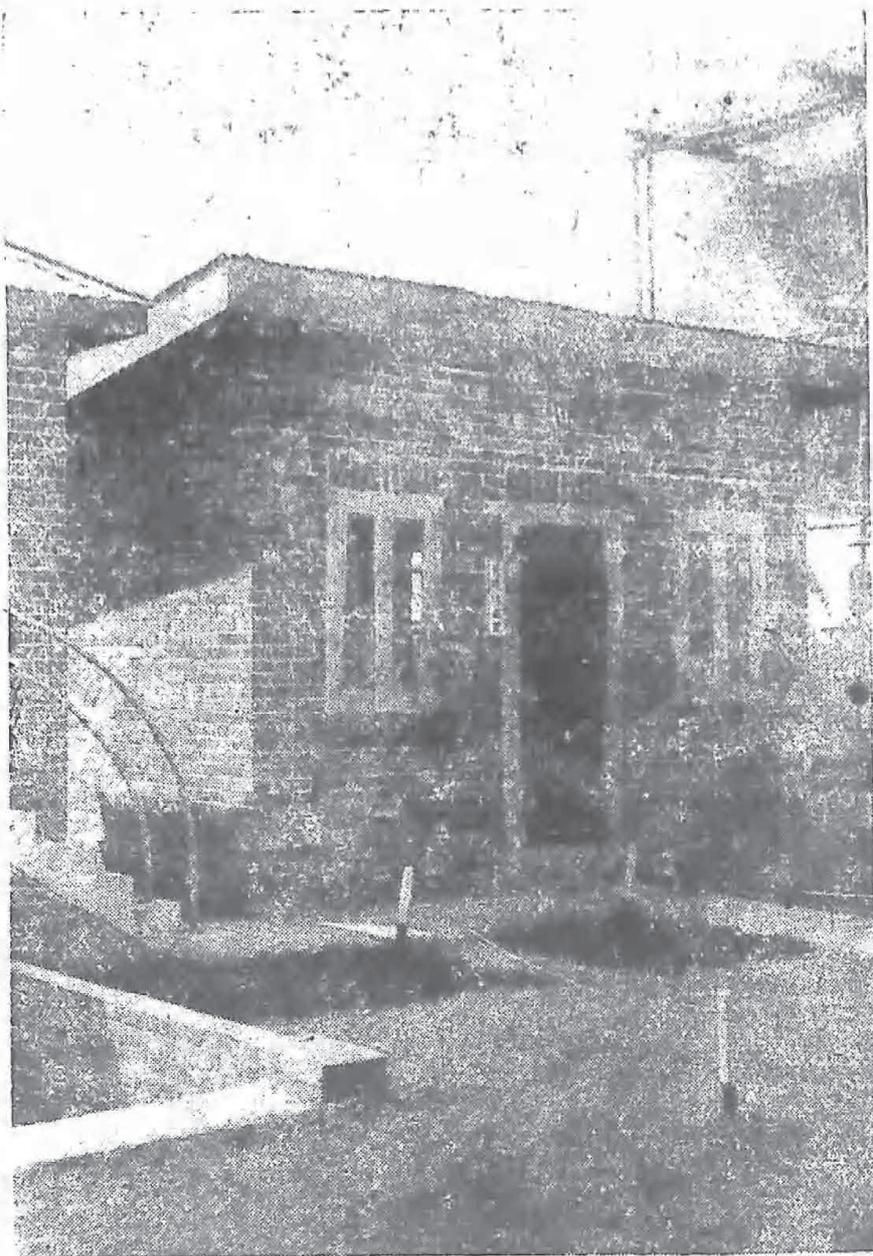
(f) 將橡皮管引入之處，用紙糊封完好。再視察室內一週，以視有無遺漏未加封閉之縫隙。

(g) 視察完好, 工作人員盡出室外, 將未封閉之一門亦加糊封。

(h) 開始蒸發氰化氫, 此時工作人員應戴面具, 以防不測。俟氰化鈉溶液盡注入機內 30 分鐘後, 將橡皮管曳出, 並將橡皮管穿入室內之孔, 速為封閉。

(i) 將薰蒸機內之硫酸鈉溶液排出, 再用清水沖洗數次, 使機內無餘液留存。

(j) 經過相當時間 (約 4 小時) 後, 窗戶可盡行開放, 使空氣流



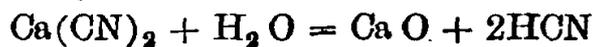
第六十八圖 薰蒸消毒室

通，入室啓窗時須戴面具。

(k)經 24 小時之通氣後，室內有無剩餘毒氣，可用兔試驗之。如兔在室內數小時尚能生存，則室內已無毒氣，但非經 48 小時後不得入室睡眠。

第六十八圖示衛生署氰化氫薰蒸室實施薰蒸消毒時之情形。

氰化氫之蒸發，除用硫酸及氰化鈉外，可用氰化鈣粉末，暴露於空氣，使與空氣中之水份化合，而生氰化氫。蓋氰化鈣爲不固定之化合物，其產生氰化氫之公式如下：



設不幸而發生氰化氫中毒，初受毒時，使受毒者在清潔空氣中行動，即可恢復。若受毒較深，則須施行人工呼吸，或使受毒者吸入亞硝酸戊酯 (amyl nitrite)，或注射四甲基藍 (methylene blue) 與亞硝酸鈉 (sodium nitrite)。

附錄(1) 參考書目

1. 王壽寶 給水工程學。
2. 全國經濟委員會衛生實驗處 環境衛生設備陳列場說明書。
3. 李吟秋 鑿井工程。
4. 李鳳蓀 吳希澄 蚊蟲防治法。
5. 沙玉清 農田水利學。
6. 沈怡 戰時工程備要。
7. 陶葆楷 給水工程學。
8. 軍醫署 軍醫必攜。
9. 馬地泰 戰時工程。
10. 衛生署 公共衛生月刊衛生工程專號。
11. 顧康樂 淨水工程學。
12. 顧康樂 溝渠工程學。
13. American Public Health Association: Standard Methods for the Examination of Water & Sewage.
14. American Society of Civil Engineers: Malaria Control for Engineers, Proceedings, February, 1939.
15. American Waterworks Association: Waterworks Practice.
16. British War Office: Army Manual of Hygiene & Sanitation.

-
17. British War Office: Military Engineering, Vol. VI, Water Supply.
 18. Dunham: Military Hygiene.
 19. Ehlers & Steel: Municipal & Rural Sanitation.
 20. Flinn, Weston & Bogert: Waterworks Handbook.
 21. League of Nations: Intergovernmental Conference of Far Eastern Countries on Rural Hygiene—Report of China.
 22. Lelean: Sanitation in War.
 23. Le Prince: Malaria Control—Drainage as an Antimalarial Measure.
 24. Metcalf & Eddy: American Sewerage Practice.
 25. Mitchell: Army Engineering.
 26. Overbeck & Stoker: Malaria in the Netherlands Indies & Its Control.
 27. Pickels: Drainage & Flood Control Engineering.
 28. R. O. T. C. Manual, Engineers, Basic.
 29. Rosenau: Preventive Medicine & Hygiene.
 30. U. S. War Department: Engineer Field Manual, Vol. II, Military Engineering, Part 3, Construction & Utilities

附錄(2). 度量衡折算表

(甲)長度表

公 里 Kilometer	=	公 引 Hectometer	=	公 丈 Decameter	=	公 尺 Meter
1		10		100		1000
公 尺 Meter	=	公 寸 Decimeter	=	公 分 Centimeter	=	公 釐 Millimeter
1		10		100		1000

1 吋 = 2.54 公分

1 呎 = 12 吋 = 30.48 公分

1 碼 = 3 呎 = 0.91 公尺

1 哩 = 1.61 公里

1 公分 = 10 公釐 = 0.39 吋

1 公尺 = 10 公寸 = 3.28 呎

1 公里 = 1000 公尺 = 0.62 哩

(乙)地積表

公 頃 Hectare	=	公 畝 Are	=	方 公 尺 Sq. Meter
1		100		10,000

1 方呎 = 144 方吋 = 0.093 方公尺

1 方碼 = 9 方呎 = 0.84 方公尺

1 噐 = 43560 方呎 = 0.4 公頃

1 噐 = 208.7 呎 × 208.7 呎

1 方哩 = 640 噐 = 2.59 方公里

1 公頃 = 2.47 噐

1 方公尺 = 10.76 方呎

(丙) 容量表

公 秉	公 石	公 斗	公 升
Kiloliter	Hectoliter	Decaliter	Liter
1	= 10	= 100	= 1000
公 升	公 合	公 勺	公 撮
Liter	Deciliter	Centiliter	Milliliter
1	= 10	= 100	= 1000

1 立方碼 = 27 立方呎 = 0.76 立方公尺

1 加侖 = 3.79 公升

1 加侖 = 231 立方吋

1 立方呎 = 7.48 加侖 = 28.4 公升

(丁) 重量表

公 噸	公 斤	公 分	公 絲
Metric Ton	Kilogram	Gram	Miligram
1	= 1000	= 1,000,000	= 1,000,000,000

1 公墩 = 0.984 長噸 (2240 磅)

1 公斤 = 2.205 磅

1 磅 = 0.453 公斤

中華民國三十年四月初版

★ I 五六

港

◆(83624)

國立清華大學叢書 軍事衛生工程壹冊

每冊實價國幣貳元

外埠酌加運費匯費

著者 陶 葆 楷

發行人 王 雲 五
長沙南正路

印刷所 商務印書館

發行所 各埠 商務印書館

版權所有
翻印必究

(本書校對者王煊蕃)



2169
351