

部定大學用書

化 學 戰 劑

下 冊

Augustin M. Prentiss 著

陳	時	偉	編	譯
左	宗	杞		
曾	昭	掄	校	閱

國立編譯館出版
商務印書館印行

部定大學用書

化 學 戰 劑

下 冊

Augustin M. Prentiss 著

陳	時	偉	編	譯
左	宗	杞		
曾	昭	掄	校	閱

國立編譯館出版
商務印書館印行

中華民國三十四年十一月重慶初版
中華民國三十五年十二月上海初版

金(62762C 滙報紙)

部定大學
學用書

化學戰劑

冊下

Chemical in War

定價國幣伍元貳角

印刷地點外另加運費

版權所有
翻印必究

Augustin M. Prentiss

發行所	印刷所	發行人	校閱者	編譯者	原著者
商務印書館	各埠印刷廠	朱經農	曾昭掄	陳宗杞	左時偉
		上海河南中路			

下 冊 目 錄

第四編 化學攻擊的防禦1

第十九章 個人防護 1

第一節 第一次歐戰中的發展 1

第二節 第一次歐戰後的發展10

第三節 防毒面具以外的個人防護26

第二十章 毒氣偵檢29

第一節 試驗室中的檢驗29

第二節 毒氣的嗅味及刺激性41

第三節 戰場上的偵檢42

第二十一章 集團防護44

第一節 概念44

第二節 防毒掩蔽部45

第三節 關閉處所內毒氣的排除48

第四節 地面的消毒49

第五節 建築物的消毒52

第六節 衣服的消毒54

第七節 軍需品及彈藥的防護56

第八節 食物及水的防護59

第二十二章 戰術防護63

第一節 化學情報63

第二節 毒氣偵察67

第三節 應付化學空襲的方法69

第四節 向戰場行進間的毒氣防護74

第五節 戰鬪間的毒氣防護77

第六節 化學戰局的估計	79
第二十三章 平民防護	84
第一節 城市佈毒	84
第二節 防禦毒氣空襲應有的準備	86
第三節 正當空襲時的防護	89
第四節 空襲後的消毒	91
第五節 毒氣傷害的醫療	93
第五編 泛論	97
第二十四章 化學工業與化學戰爭的關係	97
第一節 毒氣與商用化學藥品的關係	103
第二節 染料工業的重要性	110
第三節 德國染料工業的貢獻	111
第四節 協約國對於化學工業的努力	116
第五節 美國的染料工業	116
第六節 政府製造的缺點	117
第七節 染料工業對於國防的價值	118
第二十五章 化學戰爭的效力	122
第一節 戰鬪哲學	122
第二節 第一次歐戰中交戰各國兵力的損失	124
第三節 造成毒氣傷亡所費的軍事力量	130
第四節 各種毒氣造成傷害的相對價值	137
第五節 第一次歐戰中主要的毒氣攻擊	139
第六節 美國方面的毒氣傷亡	152
第七節 化學戰爭的事後效應	162
第八節 化學戰爭與人道	166
第九節 第一次歐戰中毒氣使用增加的情況	167
第二十六章 對於化學戰爭的國際立場	172
第一節 第一次海牙和平會議	172
第二節 第二次海牙和平會議	173
第三節 毒氣發射無規範的失敗	174

第四節 第一次歐戰以後的觀點	176
(A) 華盛頓會議	176
(B) 日內瓦毒氣草約	178
(C) 軍縮會議	180
(D) 結論	181
第二十七章 結論	183
附錄	187
參考書目	189
中外名詞對照表	245
索引	275

化學戰劑

第四編 化學攻擊的防禦

第十九章 個人防護

第一節 第一次歐戰中的發展

任何軍隊，如欲完成其作戰任務，必須保護其本身；必須在資源 (resources) 及戰鬥力 (fighting power) 方面，力謀避免過大的犧牲，以保持其實力的完整。故在戰爭中，無論所用兵器為何，個人防護 (individual protection) 及集團防護 (collective protection) 均屬必需。戰爭的歷史，可認為係殺人利器的發展與保全生命的方法之長期鬭爭。

廣義言之，毒氣乃係一種戰爭武器，用以毒化敵軍陣地的大氣，以危害敵人者。化學戰劑中，有些毒性至烈，在其高濃度下呼吸幾次即能窒息致死。亦有侵害身體表面，由灼燒作用以產生傷害者。故每人必須備有一種防護器具，在空氣被吸入或與身體接觸以前，即將此等有毒物質 (noxious substances) 自空氣中除去。此即所謂個人防護的問題。

毒氣均較空氣為重，故有靠近地面流入低窪處所的趨勢。及山峽、山谷、及窪地等處，其效力遠較在通風的高地能以保持長久。其滲入戰壕、隱蔽所、及穿過尋常建築，一如清潔的空氣。樹林可增長其持久性，因尋常防禦砲火的掩蔽，不但對於毒氣無效，且能形成所謂『毒氣團』 (gas pocket)，實足幫助毒氣效力的發揮。毒氣於施放以後的持續作用 (continuing action) 亦應計及；蓋毒氣彈的爆裂，僅為其效應的發軔，不若高級炸藥彈爆裂時，其效應隨破片停止而告終也。

此等事實，大增毒氣防護問題的複雜性。對付毒氣，不獨需要特殊的防護設備；調整此項防護設備，亦須有及時預先警告的方法。且防毒面具不能長久佩戴；佩戴面具時不能飲食，亦不能得良好的休息。故必須設法，使士兵可以卸下其面具，俾能稍事休息及飲食。參謀及負有特殊任務的人員，佩戴面具足以妨礙其工作，亦必須設法，使其於執行職務時可不佩戴面具而不受毒氣的侵害。凡此各節，皆屬於集團防護的問題。

④ 最後，戰術單位 (tactical units)，必須時刻予以防護，俾能抵禦化學攻擊，得以完成其任務，而不受過大的毒氣傷害。此乃戰術防護 (tactical protection) 的問題。

由上所述，可知化學攻擊的防護方面之問題，可分為三類；即：(1) 個人防護，(2) 集團防護，與 (3) 戰術防護。第一、二兩類，一般地皆屬消極性質的防禦方策，主要地為個人防護器具的準備及使用，與集團防護的設備。此兩項將於本章及第二十一章中分別討論之。至於第三項 (戰術防護) 則係討論動作的方式及部隊的指揮等；即在實施軍事計劃時，如何方可避免毒氣傷害，此項問題將於第二十二章中討論之。

欲求避免毒氣的傷害，必須事先從速檢知之，是以毒氣偵檢，乃為防禦毒氣的先決問題。遭遇毒氣襲擊時，必須探知毒氣的種類，毒化區域的範圍，然後乃能因勢制宜，確定防護的對策。關於偵毒的一般原理，則於第二十章討論之。

當德軍於 1915 年四月首次使用氯氣雲攻擊英法聯軍時，聯軍方面因毫無防護，遭受巨大的死傷數目 (一萬五千人) 及巨大的死亡百分率 (33%)。英法政府受此嚴重打擊後，乃於數星期內，竭盡一切能力以製備毒氣防護工具；其所獲結果，至足令人驚奇。兩星期內，在前線的每一名英國士兵，均頒發一具曾在碳酸鈉 (sodium carbonate) 及硫代硫酸鈉 (sodium thiosulfate) 溶液中浸過的棉布口鼻罩 (cotton pad)。將此罩繫於面部，即可防護當時所用的唯一毒氣 (氯氣)。

關於英國方面此項最初的努力，法克司 (Foulkes) 將軍 (參考 12, 第 35 頁) 說過：——

『緊在德國施行第一次毒氣攻擊以後……奇陳納爵士 (Lord Kitchener) 立即派著名科學家哈如鄧博士 (Dr. Haldane) 及柏克爾教授 (Professor Baker) 二人，赴法國研究毒氣防護問題；並向英國民衆發出呼籲，

從速製造類似戰場上臨時製備的墊褥式呼吸防護器 (pad respirator)。在數日之內，由於英國婦女界的特別努力及紅十字會 (Red Cross) 的調度得宜，英國遠征軍 (B. E. F.) 的每一名士兵，均備有一隻防禦毒氣的器具。

自 1915 年四月執行首次大規模毒氣攻擊起，以迄第一次歐戰告終，交戰雙方，均盡量利用其資源，以使毒氣防護，得與毒氣在攻勢應用方面的迅速發展相抗衡。協約國方面，對此尤為努力；此實為古代矛與盾的競賽之加速率地重演於今日。在三年半的毒氣戰爭期間內，英國政府先後曾發出防毒面具七種，共計有五百萬具，以保護在法國作戰的二百萬軍隊，平均每人先後會配備面具二十五具之多。然此事並非浪費，乃係下列各種事件逼迫使然。

在第一次歐戰期間，德國曾使用下列各種毒氣：

(1) 氯氣——在 1915 年四月二十一日德國首先使用氯氣以攻擊毫無防護的部隊。同年五月三日英國部隊，即分發曾在碳酸鈉及硫代硫酸鈉水溶液中浸過的棉布口罩罩，並附以廢棉若干箱，令士兵於繫上口鼻罩之前，取此廢棉一撮，填塞其口鼻。此項口罩罩，須時常浸入上述溶液內。此種形式的防護器具，乃屬一種臨時應急的方策。

是年五月十日，在依迫 (Ypres) 地區的英國部隊，已備有黑色幕蓋呼吸器 (black veil respirator)。此項呼吸器，係將一塊一碼長八英寸寬的黑色紗布疊成四層，中央塞以棉花，用碳酸鈉、甘油 (glycerine)、及水飽和之。甘油係用以保持呼吸防護器的潤濕，此項呼吸防護器有漏氣的缺點，迅即為較新式的設計所替代。

(2) 催淚毒氣——用催淚毒氣 T-物質 (T-stoff) 裝填的砲彈，最初係在 1915 年一月使用。同年五月及六月，復大量使用之。此種催淚毒氣，當其濃度為氯氣的致死濃度之六千分之一的時候，即有劇烈的催淚作用，使無防護的人員，失去作戰能力。英國為應付此項威脅起見，乃製備一種海波面罩 (Hypo Helmet) 分發於部隊。此項面罩，係一種用法蘭絨 (flannel) 製成的囊狀物，可自頭上罩下，將開口處塞入外衣內。絨布須先用大蘇打 (Hypo) (即硫代硫酸鈉)，洗濯蘇打 (washing soda) ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)，及甘油浸透。此項面罩，嵌有一片長方形狀的賽璐珞 (celluloid) 片以保持視線。此種賽璐珞片甚易破裂，且面罩並未備有出氣活門 (valve)，以致二氧化碳聚

積罩內，爲其另一缺點。此項面罩，於 1915 年七月六日遍發於所有戰場上的部隊。

(3) 光氣——光氣在 1915 年十二月十一日開始使用。光氣的毒性，約十倍於氯氣。1915 年七月，即知德軍將於十二月內使用光氣。英國情報署 (British Intelligence Service) 不僅探得此項重要消息，而且確知其準備攻擊的地點。有此五個月的準備時間，英國乃創製一種所謂 P 式面罩。此項面罩的形狀，與海波面罩相似，但係用小法蘭絨 (flannellette) 製成，嵌有玻璃護目片兩塊。此外並裝有橡皮製就的呼氣活門 (expiratory valve)，與現在所用面具的出氣活門，極爲相似。面罩係在苛性鈉 (caustic soda)，石炭酸 (phenol) 及甘油中浸過。苛性鈉與石炭酸起作用，變成石炭酸鈉，可以中和光氣，故名 P 式面具 [P Helmet 即石炭酸鹽面具 (phenolate helmet) 的省寫]。1915 年十二月十九日在畢康 (Pilekum) 地方附近的大規模光氣攻擊，英軍即用此項面罩作防護。雖則對於高濃度的毒氣，不能完全令人滿意，但此項面具的應用，確曾保全許多生命。

同時俄國人發明『優洛託賓』 (urotropine) [學名六次甲四胺 (hexamethylenetetramine)] 可以中和光氣。英軍得悉此項消息後，即改用所謂 P. H. (phenolate hexamine 的省寫) 式面罩，以代 P 式面罩。此兩式面罩，構造完全相似，唯用以浸漬的保護溶液不同，P. H. 式面罩所用的溶液爲優洛託賓，苛性鈉、石炭酸、及甘油的混合物。是項面具的有效期間爲繼續使用二十四小時，且在高濃度下亦可支持，故其防護效力，較 P 式面具爲佳。

1915 年下半年，德國人開始大規模使用催淚劑。有時單獨使用，有時則與致命劑聯合使用。P. H. 面具，對於催淚劑，不能防護，因於是年九月，英軍發出一種嵌有雲母鏡片 (mica eyepieces) 的橡皮風鏡 (goggles)，與 P. H. 面罩聯合應用。旋以佩戴困難，乃改製一種所謂 P. H. G. 面罩，其護風鏡係嚴密地黏於面罩上。但此項面罩，佩戴亦甚困難，故不久即被廢棄，隨後又發明箱形呼吸器 (box respirator)，分發使用，但仍保留 P. H. 式面罩，作爲箱形呼吸器偶爾損壞或失落時的代替品。

(4) 增高毒氣濃度——毒氣濃度的增高，始於 1916 年。以往所準備的防護器材，至此遂不適用。英國方面，相信面罩式防護器已發展至最高階段，但仍不能令人完全滿意；於是乃另闢途徑，發明一種大號箱形呼吸器 (large

box or tarbox respirator)。此乃最初的英國軍用防毒面具，配有一隻內裝中和化學藥劑 (neutralizing chemicals) 的濾毒罐 (canister) 者。所用中和劑為粒狀木炭、鹼石灰 (soda lime)，及高錳酸鉀 (KMnO_4)。戴於臉上的面罩 (facepiece) 部分，僅掩蓋下顎及口鼻，經由一根橡皮管與濾毒罐聯接。面罩部分，係用鋅酸鈉 (sodium zincate) 及優洛託賓浸透的棉布 (muslin) 二十四層製成；裝有一鼻夾 (noseclip) 以阻止鼻孔呼吸，並有一橡皮口圈 (mouth piece)，聯接濾毒罐上。使用時呼吸用口；吸入空氣，須先經過濾毒罐。防止催淚性毒氣的辦法，則用風鏡。

(5) 氯化苦劑及類似的綠十字毒氣——此類毒氣，係於 1916 年三月二十六日起開始採用，氯化苦劑的毒性，四倍於氯氣；在化學上，此物性質極不活潑，故非當時所用任何呼吸器所能有效地吸收。

大號箱形呼吸器，甚為笨重，且其對於催淚劑的防護不夠，因此遂為一種改良的面具，即小號箱形呼吸器 (small box respirator) 所替代。小號箱形呼吸器，係於 1916 年四月首次發出備用。此後繼續用以供給英國軍隊及一部份的美國軍隊，直至戰爭告終為止。此項呼吸器，為一隻較小的濾毒罐（內裝木炭、鹼石灰、及高錳酸鉀等層），一條縐摺管 (corrugated tube)，及一隻掩蓋全面部的面罩所組成。面罩係用橡皮製造，因須防禦催淚劑，故面罩必須密合面部。橡皮口圈及鼻夾，仍然保留，俾佩戴者僅能吸入經過濾毒罐的空氣。

(6) 芥氣（黃十字）——芥氣在 1917 年七月首次採用。芥氣的毒性，為氯氣的三十六倍。小號箱形呼吸器，足以保護眼鼻，使其不受芥氣的傷害，但芥氣不論使用於任何處所，均可支持數日。其嗅味極微，受毒者當時亦無不快的感覺。長時佩戴面具，又極感不適。且芥氣可透過衣服，以侵害人體各部分。是以使用芥氣，曾經造成極大數目的傷亡。對於芥氣的適當防護方法，迄未獲得。所幸製造上的困難，頗予德國供給方面以限制。

(7) 毒煙（藍十字）——藍十字物質，最初係於 1917 年七月採用。有些毒煙，在其濃度為氯氣致死濃度的二萬分之一時，對於喉鼻即有激烈的不可忍耐的刺激效應，使無防護的人員，不能繼續作戰。所有上述各種面具，均可為此項煙粒所透過。德國人自發現對於喉鼻有可怖的刺激效應的毒煙以後，即開始大規模使用之。德國方面，曾經製造藍十字砲彈一千四百萬枚，對之有絕大的期望，希望能迫使敵軍卸下面具，以致遭受其他毒氣的傷害。

英國早見及此，乃製備一種可作部分防護的增添箱 (extension)，加於小號箱形呼吸器上。此物隨後雖曾屢加改變，但實際上從未製出適當的防護器具。所幸德國砲彈，並非十分有效，故因此所受損失甚小。（煙粒祇有在某種大小的左右，方能有效地透過面具）。

由上述事實，可見第一次歐戰中化學戰爭在攻擊與防禦兩方面競爭的激烈。

(A) 防毒面具的發展

第一次歐戰中英國所用防毒面具發展的過程，略如上述。美國加入歐戰時，其陸軍即係採用英國式的面具。

最早的德國呼吸器，為一種浸漬硫代硫酸鈉，及碳酸鈉溶液的口鼻罩，隨後則為密合於口鼻的吸收布 (absorbent cloth) 所製成之長鼻形面具。

1915 年秋季，德國改用濾毒罐式 (canister type) 的呼吸器。此項防毒面具的面罩部分，係用塗有汰油 (tar oil) 及牛脂 (tallow) 的皮革製成，使其不透水或漏氣。面罩蓋住整個面部，兩眼亦包括在內。面罩嵌有分為兩層的眼鏡 (eyepieces)，外層為玻璃，內層為曾用化學藥品處理過的賽璐珞片，（處理的目的，在於防止眼鏡的模糊）。面罩下部，開有一個螺旋眼，旋入一隻內裝吸附劑的長圓形小濾毒罐。空氣的吸入及呼出，均須經過此項濾毒罐。濾毒罐的裝填物，最初為浸漬碳酸鉀的矽藻土 (kieselguhr)，或泥粒，上部覆以木炭粉末及木炭顆粒一層，其上再覆以浮石 (pumice) 與『優洛託賓』的混和物。至 1918 年四月，始不用泥粒而改用木炭及氧化鋅 (zinc oxide)。

隨後為防止刺激性煙粒起見，復於濾毒罐之上，安一有孔的金屬容器，其中嵌入一層紙板過濾層 (paper disk filter)。

嚴密為此項面具的優點，但因其未備出氣活門，佩戴者須繼續吸入一部分自己呼出的空氣。且面具及濾毒罐的全部重量，均在頭部；佩戴不久，頸部筋肉即感疲勞。

法國曾經製造三種防毒面具，即 M2 式，梯索 (Tissot) 式，及特別呼吸器 (appareil respiratoire special；簡作 A. R. S.)。

M2 式面具為一種掩蓋面部的長鼻形面具，係以曾用中和劑飽和的洋紗三十二層製成。眼鏡則用賽璐珞片，面具中未備有出氣活門，空氣的吸入及呼出，均經過洋紗層。

『梯索式面具』的面罩部份，係用純粹橡皮製成，該部分經一長管，與負於背上的化學濾毒罐相接。此項面具之所以值得注意，在於其係使吸入的空氣，行經眼鏡，以防止模糊之第一種面具。梯索式面具，爲法軍及美軍的砲兵及特殊觀測人員 (special observers) 廣泛地採用。但因其甚爲笨重，調整困難，故不適用於前線部隊。

其後法國模仿德國式長鼻形濾毒罐面具，製造一種 A. R. S. 面具。此項試驗係在 1917 年九月開始。是項面具爲德國製品的一種改良；因其同時應用梯索式面具的原理，使吸入的乾燥空氣，行經眼鏡以防止模糊；同時並備有出氣活門一個，爲德國式面具所無者。但法國長鼻形濾毒罐的防護效能，略遜於德國式。且德國令每一士兵，攜帶一隻預備濾毒罐，法國則非係如此。

最初的義大利防毒面具，頗似法國 M2 式面具；但此項面具迅即廢棄，改用英國式的小號箱形呼吸器。

第一次歐戰時俄國所用防毒面具，爲一隻頭罩 (head piece)，套住整個頭面；連兩耳亦包括在內。頭罩與支於胸部的濾毒箱 (canister box) 直接相聯。濾毒箱僅含木炭。此項面具，雖無口圈及鼻夾，但佩戴時仍感不適。

當美國加入第一次歐戰時，陸軍部以英國小號箱形呼吸器，乃當時所有面具中之最佳者，乃決定採用之。但美國化學戰爭事務署 (America Gas Service)，因當時芥氣的廣泛使用，勢須時間地佩戴面具，認爲英國式面具中極不舒適的口圈及鼻夾，應予取消；因此即開始試驗改良，中間曾經發展多種改良的形式，但迄無一種能完全適合於所需的條件。直至大戰將告結束，始行製出一種令人滿意的美國式面具。據稱在第一次歐戰時，美國總共製造面具 5,692,499 具，其中有 421,058 具運往法國。

美國製造的第一批防毒面具，係採英國式，共製二萬五千具，準備分發於第一師。惟在製造時，並未十分明瞭英國式面具的詳細結構及製造方法。因此雖在 1917 年運往法國，但旋即發覺欠佳，遂未將其分發於部隊。

隨後得悉構造詳細情形，乃於 1917 年七月，開始在美國製造與英國式完全相同的面具，以作訓練之用。面罩係用橡皮布製成，眼鏡則用賽璐珞片；同時並備有橡皮口圈及鼻夾，一如英國式。

製造訓練用面具 (training mask) 之後，隨即於 1917 年十月製造改良式英國面具 (corrected English mask；簡稱爲 C. E. 面具)。此時對

於面罩材料，曾經予以改良，使其能防禦所有的毒氣。（原來的面具，則面罩部分可為氯化苦劑所透過）。其他改良之處：一為加入鼓翼式出氣活門保護管（flutter valve guard）；一為用彈簧圈扣住眼鏡，俾能固定其位置；一為改變角管（angle tube），以減低呼吸阻力；一為用活性化的椰子殼炭（activated cocoanut charcoal），代替原來英國式濾毒罐中未行活性化的木炭。休戰以前，製成的 C. E. 面具，計達 1,864,000 具。

R. F. K. 面具，乃將 C. E. 面具，略加改良而成。其所以得名，係因其為與美國化學戰爭事務署有關的三位專家所設計；此三人即係黎加德森（Richardson），弗羅禮（Flory），及柯布斯（Kops）。值得注意的改良處，為使用旋入（spun-in）的鋁質眼窗（aluminum eyepieces），及改變面罩式樣與面罩密合框（face piece binder frame），以增加舒適的程度。自 1918 年二月以至休戰，共製造此項面具 3,050,000 具。

為適應增加舒適程度及減低呼吸阻力的需求起見，隨後復有幾種面具，頗堪注意；此各種面具可稱為目下美國軍用防毒面具的先驅。所有此等面具，均已免除口圈及鼻夾；而且利用梯索式面具使吸入的乾燥空氣行經眼鏡的原理。亞康橡皮公司（Akron Rubber Company）設計的 A. T.（Akron Tissot 的省寫）式面具。其面罩為橡皮所製成，上面包以橡皮布（stockinette）。在面罩內，有一 Y 形管，令吸入的空氣，偏斜地行經眼鏡；此外並備有一種海綿質橡皮（sponge-rubber）的下顎墊（chinrest）。此種面具的製造，始於 1917 年六月。至休戰時止，共製成 197,000 具。

另一種改良式樣，為柯布斯（Kops）氏所設計，名為 K. T. 式面具〔即柯布斯梯索式面具（Kops Tissot mask）的省寫〕。此項面具，含有一隻半彈性（semiflexible）的密合框，及一隻橡皮製的蝴蝶形空氣折射器（air deflector）；但並無角管，而係用彼此分開之入氣管及出氣管。此外不用 A. T. 式面具中的橡皮下顎墊而用一種有彈性的下顎托（chin rest strap）。A. T. 式面具的中央自動調正頭帶（self-centering adjustable head harness），此處亦利用之。在休戰以前，共製成此項面具 337,000 具。

A. T. 式及 K. T. 式面具的主要缺點，為製造頗形困難。

1918 年十月，開始製造一種更加改良的面具，稱之為 1919 式模範（1919 model）面具，亦稱 K. T. M. 面具。在休戰以前，已製成兩千具，並已有每月製造十萬具的準備。

此項面具的面罩部分，係用特種橡皮化合物製成。向外之表面，覆以薄層的橡皮布。覆有橡皮布的面罩材料，係製成片狀，利用一種特製的鋼模 (die)，軋成一種形狀，經摺疊及將較短的兩邊縫合後，即成面罩形狀；縫合處則適在下顎。此種製造方法，極便於大量製造。嵌眼鏡之眼窗為橢圓形，以便眼鏡周圍的張力不相等，因此可將眼鏡隨意向前移動以適合於鬢角。此項面具，備有與 A. T. 式面具相似的角管一根，並有與 K. T. 式完全相同的空氣折射器。面具中不用下顎墊或下顎托；因對於如此製成的面罩，並非必要之故。此外備有一隻外包帆布的氈質頭帶墊 (head harness pad)，並有鬆緊扣 (buckles)，以便調正頭帶。

(B) 濾毒罐的發展 (美國)

最初美國式濾毒罐所用的裝填物，為 60 : 40 的炭與鹼石炭的混和物；罐身漆成黑色。因恐所用的炭，質料較劣，需要較大的份量，是項濾毒罐，較英國式大四分之一。嗣後乃知美國所製的炭，實較英國所製者為優，因即將濾毒罐減小，使其與英國式的體積相等。

C. E. 面具的濾毒罐，體積係已減小者，其表面漆成黃色。1918 年一月，加上棉質墊褥兩層，以作對於刺激性煙的防護；外表則仍漆成黃色。

當預備製造 R. F. K. 面具時，發覺濾毒罐的體積可更形減小，呼吸阻力亦可減低。此項改良的濾毒罐，漆成綠色。

在第一次歐戰中，曾經用過多種不同的防禦刺激性煙之過濾層 (irritant smoke filters)；例如紙、纖維素 (cellulose)、棉花等是。氈毯雖對於呼吸的阻力頗大，價格亦昂，但經證明最為有效。因此美國在濾毒罐方面的第二步改良，即為採用氈質濾煙層。此項濾毒罐，漆成藍色，用於 1919 年的面具。

(C) 攜帶裝置 (carrier) 的發展

最初美國式防毒面具，係裝於四方形的帆布囊 (canvas satchel) 中，荷於肩上。懸掛的帶 (sling or carrying strap)，能使帆布囊迅速地移至胸前的待機位置 (alert position)。另用一繩圍繞身上，繫住此項布囊。此種變換位置 (two-position) 的攜帶器具，殊不能令人滿意；且當俯伏時，欲自攜帶器具的待機位置調正面具，而不使身體過分顯露，亦甚為困難。因此乃發展一種側掛囊 (side satchel)。用此項側掛囊，及一根較長的綑摺呼吸管，則在調正面具之前，毋須變換布囊的位置。

第二節 第一次歐戰後的發展

(A) 防毒面具

第一次歐戰以後，關於防毒面具的發展工作，主要地在謀歐戰末期所製1919式軍用防毒面具的更加改良；並製備其他樣式的特殊面具，以應負有電話通訊〔隔膜面具 (diaphragm mask)〕，使用光學儀器執行觀測〔光學面具 (optical mask)〕，以及駕駛飛機〔航空面具 (aviation mask)〕等項特殊任務的人員之需要。

美國戰後防毒面具的發展工作，係根據一些節制面具設計的實際條件而進行。此項條件，可歸納成爲下列幾條：

- (1) 面具須對於一切化學戰劑，均能作適當的防護。
- (2) 呼吸阻力低。
- (3) 重量小。
- (4) 佩戴舒適。
- (5) 設計簡單，易於操作及修理，
- (6) 不甚妨礙視線。
- (7) 在戰場情況下，不致破損。
- (8) 易於大量製造。
- (9) 至少能存貯數年，並無顯著的損壞。
- (10) 在戰場上的使用壽命 (service life)，至少有幾個月。

理想的防毒面具，乃對於一切已知毒氣均能作完全的防護者。在理論上，此種面具雖屬可能，但同時滿足上列各種實際條件，殊不可得。例如最大防護力的條件，即與低呼吸阻力及小重量的條件相反；因防護力係與所用化學藥品的份量及機械過濾層的容量 (capacity) 成正比例故也。所用化學藥品愈多，過濾層愈大，則濾毒罐的重量亦愈大。同樣地，如欲呼吸阻力減低，必須將過濾層的表面面積增大，因此勢必增加濾毒罐的大小及重量。

如濾毒罐小，則所裝化學裝填物必須減少，致使防護力降低；且若濾毒罐減小，過濾層亦必減小，此點即將增加呼吸的阻力。故軍用防毒面具，爲權衡上述十項條件（特別前三項）所得最適宜的折衷物。

再者，軍用防毒面具的設計，僅在防禦適於軍用的化學戰劑，此點必須注意。是以軍用面具，不應將其應用於任何其他目的。

(B) 濾毒罐

軍用防毒面具的濾毒罐，乃用以排除準備吸入的空氣所含化學戰劑之工具。濾毒罐包括的主要部分有三：即（1）化學藥品容器（chemical container），通常為金屬片所製，備有入氣口及出氣口；（2）過濾層（filter），藉機械的過濾，以除去固體或液體顆粒；（3）化學裝填物，藉物理式的吸附作用（physical adsorption），化學式的中和作用（chemical neutralization），或此兩者的聯合作用，以除去毒氣。濾毒罐為面具中的重要部分，其本身自須能適合上列一般條件。此等條件，實予可用物質或材料的數目以重大的限制。用作機械過濾層的材料，必須適當地緻密，足以阻止構成刺激性毒氣及煙霧的極細固體或液體顆粒之通過。此等顆粒微細的程度，甚至不能用尋常高倍的顯微鏡（microscope）觀察；即用超顯微鏡（ultra microscope）觀察，亦不過是反射光線的小點。在另一方面，過濾材料，亦不能太密，以致過分地妨礙空氣的吸入。用以除去毒氣的化學藥品，必須十分地多孔（porous），俾在小的空間內，可具有相當巨大的吸附表面。各種化學裝填物，必須不致互起作用，亦不侵蝕金屬容器。曝露於高濕度的空氣中，其效力必須不致有顯著的降低。其除去毒氣，必須極為迅速，吸入空氣的任何部分，其與濾毒罐裝填物接觸的時間，不過為一秒鐘的若干分之一。再者，所用化學藥品，必須具有除去大量毒氣的能力，（因濾毒罐不能時常更換之故）。其價格必須相當低廉，並能大量獲得；且須不致產生大的呼吸阻力。最後一種條件，對於過濾層亦然。

能大致滿足上述濾毒罐化學裝填物所有條件之唯一的簡單物質，即為小粒狀之活性炭（activated carbon）。一般言之，此項活性炭，以自甚為緻密的原料所製得者為最佳。第一次歐戰中。最能令人滿意的濾毒罐所用之活性炭原料為椰子殼（cocoanut shell）。他種堅硬的果殼、果核、以及其他物質，亦曾予以使用。戰後製造方法的改良，使較易獲得的材料亦可用作原料。炭（charcoal）為一種極富多孔性（highly porous）的物質，主要地為由有機物碳化（carbonization）而得的碳素所組成。如此所得的炭，名為初級炭（primary charcoal）。將初級炭用特殊方法加熱，並以蒸氣處理之〔此項手續名為活性化（activation）〕，初級炭所具吸附氣體的能力，乃大增加。

含有毒氣的空氣，經過活性炭，毒氣的分子即被吸引，物理地固着於炭粒中小孔的表面上，使清潔的空氣通過。此項排除毒氣的手續，名為吸附