

毒氣及防毒 余大猷編

第一章 概論

上古之戰鬥，力大勇者勝，所角爲筋肉臂膀之力，無所謂技術，文化日開，智力增進，戰鬥方法，漸運用乎技術，弓矛斧劍，各具其長，穿楊貫虱，別有其巧，此不僅鬥力而已；再進而槍砲諸武器次第發明，一切戰爭，多用機械，烏孟之勇，不足以當及寸之彈丸，科學愈進步，武器愈精良，所鬥者爲智而非力，以上可目之爲物理戰爭。第一次大戰以還，軍事技術，日新月異，除將飛機、戰車及炸彈、爆炸物應用於疆場外，更藉化學物質之毒性以殺人，散布氣霧與毒液，使敵千萬雄師因生理上發生障礙，非自斃則喪失戰鬥力，而俯首就縛，是爲毒氣，合火藥、烟霧、縱火劑、信號、照明等化學產物，名爲化學戰爭。現時軍事學家，復欲利用各種病菌作爲武器，敵人染受病疫後則無鬥力，戰爭之中，將無聲無臭，無論爲兵工爲人民，幾無噍類，此名爲生物戰爭。此次世界大戰，秘密武器尤層出不窮，磁性魚雷、火箭、飛彈、雷達、原子彈等均應用於戰場，其設計奧妙，其威力無匹，可名爲物理化學綜合之戰爭，亦直可謂爲科學發明之競賽矣。本書所及，乃化學戰爭中毒氣一節門，八年抗戰中，日寇利用毒氣以屠殺吾人之悲慘事實，亦復不尠，每次傷亡有數百、有萬千、甚至有全師殉國者，故毒氣及其防禦救療之研究，仍未可稍忽也！

第一節 毒氣之定義

毒氣爲有毒之化學物質，或稱化學戰劑，其少量可使人體組織

織發生生理上之傷害，用於作戰使敵人創傷而減失戰鬥力者。毒氣一名詞，並非學術上嚴格之名稱，其較適當之稱謂為毒劑。因有毒化學戰劑在常溫（攝氏 20° ）常壓（每方呎14.7磅）下，多數為液體，次為固體，氣體為數反少，惟最初使用之氯氣乃屬氣體，沿用已久，迄未便改；但有毒物於常溫為液體者，在某種溫度下，可變化為氣體以增加其散佈範圍，其屬固體者，亦必藉子彈爆炸力或高熱，而成為氣霧或微粒以發揮其作用，故毒氣仍因舊名，於實際尚不甚悖。

第二節 毒氣之沿革

毒劑被用作武器，由來已久，紀元前二千六百餘年，黃帝戰蚩尤於涿鹿，尤作大霧，帝製指南針以定方向，尤所作之霧或係燃燒硫磺與木材，實已肇毒氣戰之端。紀元前481—404年間，斯巴達人用硫磺及瀝青塗於木片，焚燒之成刺激性之煙，以攻下雅典軍所佔 Platea 及 Belium 二城。紀元後 680 年 Kallinikos 發明所謂希臘火，乃硫磺、瀝青與松香、生石灰之混合物。1900 年八國聯軍會攻天津時，曾一度施放氯氣砲。

第一次世界大戰，德軍於 1915 年四月二十二日下午五時由 Haber 及 Nernst 二教授設計第一次施放氯氣 168 噸於法國 Ypres 六公里之前綫，法軍死亡五千人，被俘萬餘人；第二次於後二日施放於 Langemarck 戰場，英軍雖已戒備，但亦有千五百人中毒。直至是年九月二十一日英軍方以氯氣於 Loss 反攻，後因氯氣較易防禦，德軍於本年未改用另一猛烈窒息性之光氣攻擊，聯軍乃製口鼻罩以防護；德軍嗣用催淚性毒氣使作噴嚏勢必除下面具而被他種毒氣中傷，刺激眼部，聯軍改用防毒面具以防衛，德軍採用可透面具之噴嚏性毒氣，聯軍復於面具之濾毒綫加上濾烟層以防止之；1917 年七月十二日德軍改用使全身中毒糜爛性之芥子氣，聯軍因

製防毒衣者以抵禦，至是攻防之法備矣！

第三節 毒氣之分類

毒氣分類頗多，各國所用者亦不同，依毒氣在常溫下狀態之物理性質分：1. 氣體，2. 液體，3. 固體；或分為：1. 揮發性，2. 黏着性。依所含成分之化學性質分：1. 氯化物，2. 溴化物，3. 砒化物，4. 硫化物，5. 氰化物；或分為：1. 鹵化物，2. 硝基化合物，3. 砒化物，4. 氰化物，5. 硫化物，6. 不飽和氧化物；或分為：1. 酸性毒氣，2. 氧化性毒氣，3. 還原性毒氣。依軍用情況及效用分：1. 進攻性，2. 防禦性；或分為：1. 暫時性，2. 持久性；或分為：1. 傷害性，2. 擾亂性；或依毒氣彈之標記分為：1. 綠十字，2. 白十字，3. 藍十字，4. 黃十字。依對人體組織之毒效及生理反應分：1. 窒息性，2. 催淚性，3. 噴嚏性，4. 糜爛性，5. 中毒性，此法為我國現所常用者。

第四節 毒氣之性能

毒氣之強弱以下列各性能判別之。

1. 濃度——以體積計：毒氣濃度常以每百萬分空氣中所含之體積量為標準。例如十萬立方公分空氣中含2立方公分之毒氣，則每百萬分所含之體積量為20，普通噴嚏性毒氣引起刺激之濃度，其每百萬分之體積量為幾十分之一。以重量計：常以每升空氣中所含毒氣之毫克數為標準。例如500立方公分中所含0.5毫克，則每升所含之毫克數為1。或以每立方公尺空氣中所含之毫克數為標準。例如5立方公尺中含1毫克，則每立方公尺所含毫克數為0.2，普通催淚性毒氣引起流淚之濃度，每升之毫克數為萬分之幾，其每立方公尺之毫克數較前數大1千倍，噴嚏性毒

氣引起噴嚏之濃度，其值較之催淚性毒氣尤小，此等體積量或毫克數之數值愈小則毒效愈高。

2. 不能忍受量——常人於毒氣空氣中不能忍受1分鐘之濃度稱為不能忍受量。其濃度以每立方公尺空氣中所含毫克數為標準。催淚性及窒息性毒氣之不能忍受量常為幾十，此量數值亦愈小而毒效愈高。

3. 致死積——毒氣濃度每立方公尺空氣中所含之毫克數乘以時間之致死時間（單位每分鐘），其積稱為致死積。窒息性毒氣之致死積由數千至數百，其他毒氣之值常達數千，例如光氣之致死積為450，即每立方公尺空氣中含450毫克之光氣1分鐘內可致死，如其濃度每立方公尺中含45毫克，則需10分鐘致死，是濃度愈高，致死愈速，而久留於稀濃度毒氣中亦能發生生命之危險。按常人1分鐘吸入之空氣量為8升，光氣之致死積為450，即每升中含毒量0.45毫克，則1分鐘內吸入之毒量0.45毫克，乘8為3.6毫克。

4. 危險值——以不能忍受量除致死積所得之商稱為危險值。窒息性毒氣之危險值常為幾十，例如光氣不能忍受量為每立方公尺中含20毫克，其致死積為450，則危險值為 $450 \div 20 = 22.5$ ，其意謂在光氣毒空氣中如濃度22.5倍於其不能忍受量，1分鐘內可致死，或在不能忍受量之毒空氣中呼吸22.5分鐘亦可致命。

第五節 軍用毒氣應備具之條件

有機化合物多至二十餘萬種，第一次大戰中交戰國經研究之毒氣達三百餘種，惟僅五十餘種實際使用，及至末期認為功效較大者只十餘種。良以軍用毒氣應備具若干條件，然後始可發揮其效力。

1. 無色無嗅——無特殊顏色與嗅味之毒氣，不易為敵人識別。最好在毒性未發作前難於覺察，假於不知不覺中中毒。氯氣顯有顯著黃綠色，故儘竟廢棄不用。惟全無嗅味之條件不易達到。即優良戰劑之芥子氣，亦稍有芥子味。

2. 較空氣重——空氣之平均分子量為29，毒氣之分子量應比此為大，以比重言，空氣每升約重1.293公分，毒氣之每升之重量較此為大，當其化為氣體後，方可停留在地面上2.2公尺高之處。不致上升被風吹散，而下沉於地面，深入戰壕及掩蔽部。中毒性毒氣之氯化氫及一氧化碳，毒性固甚強，但因分子量各為37及28，均不適於軍用。

3. 氣體易於液化——氣體毒氣須受壓力後易於液化，以便運輸與使用，但除去壓力後則又易於揮發。

4. 液體易於氣化——液體毒氣須有相當高揮發度，一時即可造成有效濃度，如催淚性之溴二甲苯刺激性雖強烈，但揮發性過低不合要求。

5. 固體熔點不可過高遇熱不分解——固體毒氣之熔點過高則不易被子彈爆炸熱所氣化，且爆炸時遇熱不可分解而成為無毒物。含氮之毒氣如氮溴甲苯等均易於爆炸時遇熱分解，是其缺點。

6. 穩定性——具穩定性始可耐久而便於儲藏，應不溶於水。光氣、雙光氣與水作用甚速，故僅利於短距離之進攻及爭奪前方陣地而佔領之。

7. 易溶於有機質中——一般毒氣均為有機質，如有溶於有機質之性質，混合時可互相溶解，如窒息性之光氣及氯化苦劑，則能互相溶解而混合施放。又人體組織亦屬有機質，毒氣具此性質，方能深入皮膚使其吸着，以增加毒效。

8. 毒性猛烈而持久——軍用毒氣非具此性質不足以言殺傷，

且滯留時間頗較久以增加毒害，惟進攻時所用毒氣則不宜持久。因我方佔領敵方陣地後亦必妥為消毒，否則致危及本身。

9. 製造原料低廉而製法簡單——毒氣之原料以本國自給為原則，如成本低而易製則可大量生產矣！

第六節 毒氣之使用法

放射毒氣之兵器，一為特別設計專供放射之用，一為本供應用，總亦適用於放射，計有氣筒，拋射器，毒氣迫擊砲彈，毒氣砲彈，藥擲，榴彈，飛機散毒等，茲略述如下。

氣筒——第一次大戰德軍首先施放氯氣即以此法，使氯氣在高壓下成液態，貯於鋼筒內，解除壓力時則恢復成大量之氣體。計1升液態氯氣可化為463倍體積之氣體。筒為鋼製之空心圓形，長18吋，直徑8吋，空筒重18磅，裝藥劑可達30磅，使用時將筒運至前線，每隔一、二公尺埋於地下，筒口連以鉛管，毒氣噴出時使鉛管直豎，當扭開活門，則毒氣由管噴出順風吹至敵方。此法應用之毒劑須具低沸點，俾在常壓下迅成氣體，受天障地障之限制頗嚴，適宜之風速為每秒3公尺，事先準備頗煩，噴氣時並伴噓噓大聲，易於發覺。

拋射器——1917年英人Livens發明拋擲毒彈放射器，為形式簡單之迫擊砲，其初用以拋擲光氣彈，後用於混合毒氣，雜以噴嚏性、糜爛性毒劑與縱火劑。毒劑貯於藥彈內，裝入一端閉口直徑20公分之鋼管，內裝有發射火藥，有鋼質底板。施放時常集25個同時使用，噴發末期，砲人曾用1,000個同時放射。埋於地下，管口與地面成45°之角度，由管上鋪之鉛絲為電使各管火藥爆發，藥彈射程約4,500呎，拋擲至敵陣後，積有鉛質爆管與彈殼，自行炸裂散毒。全器重量225磅，裝彈約30磅，貯毒劑約40磅。

，放射時不受天時影響，可造成濃厚毒區，但準備亦費時，發生火光與大聲，亦易於覺察。

毒氣迫擊砲彈——1917年英人Stokes創用毒氣迫擊砲，形式與普通迫擊砲相同，施放法亦獨異，砲管鋼質，口徑4吋，重30磅，有鋼底板，有腳架，砲彈重25磅，內貯毒劑7.5磅。施放時將彈倒置砲管中，彈頭爆炸藥與砲底撞針相撞即炸，彈射至敵方陣地將毒質炸散。空砲總重279磅，每分鐘可放射10—20發。射程3,200呎，後經改良可達3,000公尺。大砲口徑已由4吋改進為4.2吋，構造與前者類似，但砲腔非光滑者而作求復絨形，砲彈增重8兩，內貯藥劑及8磅，空砲總重約267磅，射程可達7,200呎，此種砲常用以放射窒息性、催淚性、糜爛性，及中毒性毒劑，亦屬於縱火劑，放射不受天時影響攜帶及施放俱極便利，命中準確，惟放射欠速，故毒效不大。

毒氣砲彈——用各種口徑砲從7.5公分至24公分放射各種毒氣彈。此法歐戰時廣用之，試觀第一次大戰中由化學戰隊所施放毒氣為16,150噸，由砲兵所施放者則有103,050.5噸，以首彈發，毒氣彈使用66百萬枚，其他砲彈有1,389百萬枚。毒氣砲彈製堅厚，足以阻賴火藥爆炸時之震動，放射時砲手宜佩防毒面具以防不測。常用之15公分砲專以放射暫時性而高度揮發之毒劑。射程45,000呎，彈為鋼製，引信下加裝炸藥，以備炸開彈殼而散毒，如用固體毒劑，則中置爆管，如為易與金屬化合之毒劑，可貯於玻管或磁管中，欲知射擊目標，則加裝發烟劑如四氯化錫(SnCl_4)等，德軍在彈殼外標以各顏色之十字或綫，或文字標記，以示毒劑之種類，初用以放射白十字毒氣，繼用綠十字，藍十字，黃十字及中毒性毒氣。放射時不受天時影響，射程遙遠，命中準確，惟口徑15.5公分以上之重砲，放射遲緩，搬運困難，軍用效

量極低，彈內所裝藥劑常僅及彈重十分之一，故毒量亦有限。

藥燭——噴嚏燭常用之毒劑為氯化二苯胺腴，燭係金屬圓筒，高6.25吋，直徑7吋，裝毒劑約9磅，可用火柴頭着火，使無烟火藥燃燒之熱將毒劑蒸發，藉有利風向帶至敵方。催淚燭常用之毒劑為苯氯乙酮，形式較噴嚏燭稍小，射出之蒸氣毒性不強，與噴嚏燭均無甚軍用價值，惟軍隊訓練或制止羣衆暴動時用之。

榴彈——第一次大戰中初期由步騎工兵等所用毒氣手榴彈約裝毒氣八百噸，承平時適於警察制止羣衆暴動之用，計分手榴彈及槍頂彈二種，多用以放擲催淚性毒劑或發烟劑，可用手拋擲或置步槍發射，使用至爲便利。手榴彈含爆管、引信、保險針等，通用彈大外徑約3吋重約1磅，投擲後5秒鐘爆炸。槍砲彈亦含爆管、引信及保險針，射程較遠約及700呎，通用者最大直徑2.4吋，長4吋，放射後5秒鐘爆炸，炸時離地面約30呎。

飛機散毒——飛機放毒在上次大戰未充分應用，將來有大量應用可能，據各方面估計，由飛機擲下200噸光氣彈，可將巴黎居民於半小時斃命，3,000噸芥子氣與燒夷彈同投於倫敦上空，在數小時內使全城生物遭害，100噸路易毒劑用於紐約，全部人員及牲畜可以殺盡，其威力之大實至可畏。一城市面積爲100平方公里，以芥子氣從空中毒化之需1,000噸，如用光氣毒彈只需30噸則足佈毒此一區域。飛機散毒之方式，一爲投擲毒氣炸彈，其重量約25磅至100磅，或用較此輕便之毒彈，從機上擲下，無須特殊裝置，另一方式爲噴霧器，使液體毒氣噴射雨下造成高濃度毒氛，使用之毒劑，應具較低揮發度及稍持久者，使在其未達地面前不至大量蒸發。

第二章 毒氣分論

第一節 窒息性毒氣(Lung Injurant)

據一次大戰中各軍陣亡總數68,320,000人，總受傷人數21,119,212人。其中受毒氣致傷者1,205,656人，總死亡人數6,717,011人，其中受毒氣致死者91,198人，而中窒息性毒氣致死傷者乃達876,853人，所用毒氣總數125,000噸，其中窒息性竟佔100,500噸，本次戰爭中日軍對我亦曾使用，足見此類毒氣之重要性！

窒息性毒氣施放時，毒濃度一時可以造成極高，但不甚持久，極適合進攻時施用，亦宜於佔領毒化後之陣地。窒息性毒氣對人體整個呼吸器官有劇烈破壞作用，其主要作用為對於呼吸道黏膜層之強烈刺激，故中毒後鼻腔、咽喉及氣管均極不適，以致劇咳吐血，中毒重者肺部受損，血液之水份聚集於肺氣泡，而形成肺水腫，呼吸因之困難，並造成心臟肥大，窒息呼吸以致命，茲例論本類氣氣之重要者四種如下：

一、氯——分子式 Cl_2 ，構造式 $Cl-Cl$ 。氯在常溫時為一黃綠色氣體，有漂白粉刺激臭味，氣體比重2.5，（空氣比重為1），在 $18^{\circ}C$ 時加以16.5倍大氣壓力能變液體，沸點 $-33.6^{\circ}C$ ，液體比重1.4（水比重為1），遇水能漸緩作用，溶於四氯化碳（ CCl_4 ），宜貯於乾燥鐵筒內，因對乾燥金屬無作用，潮溼時甚易腐蝕之。在空氣中不持久，夏季露天支持5分鐘，森林中20分鐘，冬季露天10分鐘，森林中1小時。毒性不強，每升空氣中含0.01毫克能嗅其味，10分鐘內之最低刺激濃度為每升空氣中含0.029毫克，達0.1毫克不能忍受10分鐘，達2.5毫克半小時內即致死，如達5.6毫克10分鐘即致命，致死積為500。使用時常混之與光氣

及氯化苦劑混合置於筒中。中毒作用主對吸呼道上部，呼吸器官初覺喉管發燒、咳嗽，甚者呼吸短促，肺部腫痛，對血液阻礙氧化作用，致脈搏遲緩，對眼部引起紅腫，漸失視力。對胃部作用引起吐白沫及嘔吐。此毒劑因有色有味兼之化合力強，第一次大戰經使用不久則棄之矣。防衛法：可用防毒面具，簡單之法以紗布或棉布浸於重碳酸鈉(NaHCO_3)、硫代硫酸鈉($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)、甘油與水之溶液內，覆於口鼻部，緊急時則用手巾浸肥皂水或裹以溼土，亦稍可防禦。消毒法：用上述鹼性溶液。急救法：使病人靜臥，保持體溫，呼吸新鮮空氣，注射強心針，惟忌用麻醉劑及施人工呼吸。

二、光氣，二氯化碳醜——分子式 COCl_2 ，構造式 $\text{O}=\text{C}<\begin{matrix} \text{Cl} \\ \text{Cl} \end{matrix}$

光氣之名由其製法以氯與一氧化碳在日光接觸下面成得名。此毒劑1915年12月德軍首用之，為最有效窒息性劇毒戰劑。光氣除用鋼筒或裝彈施放外，常用於混合毒劑，能被浮石吸收，1918年春季德軍則曾用光氣浮石彈。光氣在常溫時乃無色氣體，有玉蜀黍味或腐敗水菓味，氣體比重3.5，沸點 8.2°C ，液體比重1.38，液體變為氣體324倍，溶於水，故不持久，夏季在露天支持10分鐘，森林中半小時，冬季露天20分鐘，森林中2小時。烏羅托品(Urotropine, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4$)遇之立即分解，因為酸性毒氣，遇鹼性物尤易起中和鹼性作用。毒性較氯強10倍餘，其特點在刺激力較弱，使中毒者初不自覺而吸入多量毒質。中毒後呼吸困難，發炎咳嗽，與肺部之水迅速化合成二氧化碳及鹽酸致成肺水腫，對神經可使失去知覺，對循環系可引起循環弛緩至於停滯。每升空氣中含0.0044毫克可嗅得氣味，10分鐘內之最低刺激濃度為每升空氣中含0.005毫克，如至0.02毫克之含量不能忍受10分鐘，達0.

36 毫克半小時內致死，達 0.5 毫克 10 分鐘即致死，致死積為 450。能與氯及氯化苦劑互溶；對乾燥金屬無作用，潮溼時甚易侵蝕，故宜貯於乾燥鋼管中。防禦法：用防毒面具。消毒法：用水蒸氣能水解之，鹼類或鹵類物質亦有效。急救法：使病者鬆解服裝，禁止動作，予以充分氧氣，飲以熱茶及咖啡等以維持體溫，尿素酵母(urcase)注射能制止肺水腫，必要時須放血，不可施人工呼吸。

三、雙光氣，氯甲酸三氯甲酯——分子式 $\text{ClCO}_2\text{CCl}_3$ ，構造式 $\text{Cl}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\overset{\text{Cl}}{\text{C}}-\text{Cl}$ 。雙光氣之名初與光氣無關，以分子量適

為光氣之二倍，遂誤沿用此名。1916 年夏德軍使用此毒劑，以製造法較困難，上次大戰中幾為德軍之專利品。本毒劑在常溫時係無色油狀液體，易於裝彈，液體比重 1.65，沸點 127°C ，氣體比重 6.9。有腐敗肥料之不快意酸味而使人窒息，遇水及鹼性物亦分解，熱至 300°C 則分解為二分子之光氣，毒性雖比光氣稍弱，但其優點則不易揮發，在空氣中持久性頗強，夏季露天 15 分鐘，森林中 1 小時，冬季露天半小時，森林中 3 小時。惟易於發覺，因兼有催淚性質。對人之生理作用與光氣相似，每升空氣中之濃度達 0.008 毫克可嗅得其味，每升空氣中含 0.4 毫克不能忍受 10 分鐘，致死積為 500。水解作用較緩，能與光氣，氯化苦劑及二苯胍互溶，最低刺激濃度及致死濃度，對金屬之作用、防禦、消毒及急救法與光氣同，眼部受傷用 4% 硼酸(H_3BO_3) 水消毒。

四、氯化苦劑，硝基三氯甲烷——分子式： CCl_3NO_2 構造式 $\text{O}=\text{N}-\overset{\text{Cl}}{\text{C}}-\text{Cl}$ 。此毒劑由漂白粉與苦味酸($\text{C}_6\text{H}_2\text{OH}(\text{NO}_2)_3$)

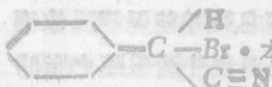
化合而成，故得斯名。1917年1月德軍採用之。常溫時氯化苦劑爲一無色油狀液體，液體比重1.66，沸點 112°C ，氣體比重5.6，有腐敗蛋臭或臭虫味，甚難溶於水，易溶於脂肪、二硫化碳(CS_2)，及酒精、苯(C_6H_6)等有機物體，因爲氧化性毒氣，不與鹼性物或氧化劑作用，惟可被亞硫酸鈉(Na_2SO_3)及硫化鈉(Na_2S)等還原性化合物所還原，灼熱至高溫則分解產生氯。毒性較氯約強4倍，在空氣中持久性強，夏季露天1小時，森林中4小時，冬季露天12小時，森林中1星期。每升空氣中含0.0073毫克可嗅到氣味，10分鐘內之最低刺激濃度爲每升空氣中含0.009毫克，達0.05毫克則不能忍受10分鐘，如至0.8毫克半小時內致死，2毫克則10分鐘致死，致死積爲2,000。對金屬僅可使其失去光澤，可久置鋼質容器中，能與氯及光氣相溶。中毒現象對氣管刺激特爲顯著，咳嗽甚劇，肺部亦發生肺水腫，體溫降低，心臟衰弱，刺激眼鼻，引人流淚鼻涕，並致嘔吐，故又稱爲嘔吐氣，液體狀態時兼有糜爛作用。防禦法：用優良防毒面具，活性炭之質量與吸收此毒劑之量有極大關係，其能吸收與此毒劑等量之大氣中水蒸氣。消毒法：用上述還原性化合物。急救法：與氯同，最宜注意安靜，並須用4%硼酸水或0.5%重碳酸鈉溶液洗眼，防止喉部病菌傳染。

第二節 催淚性毒氣(Lacrimator)

催淚性毒氣爲毒氣中最人道亦爲最經濟之一種，其作用主在暫時刺激而非殺傷，亦易於治療，歐戰時使用數量約達6,000噸，然未有重大傷害。一般之濃度每升空氣中含0.0003毫克則立能引起流淚，非戴面具不可，美國 Fries 將軍有云：一枚催淚彈在減低敵人戰鬥力之刺激效用而言，足當500至1,000枚之光氣彈。

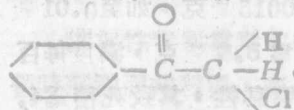
眼，並以5%熱碳酸鈉洗滌皮膚。

二、氯溴甲苯——分子式 $C_6H_5CHBrCN$ ，構造式



本品為歐戰中最有效之催淚劑，1918年7月法軍首先用以裝填砲彈，惟因為含氮化合物，易為彈藥爆炸熱所分解，軍用價值因之較低。常溫時乃一淡黃色結晶固體，比重1.47（水比重為1），熔點 25°C ，沸點 225°C ，氣體比重6.6，有酸水菓味，緩為水分解，在空氣中甚持久，夏季露天2日，森林中1星期，冬季數星期。對氫氧化鈉及氫氧化鉀(KOH)之醇溶液及有機溶劑四氯化碳(CCl_4)三氯甲烷(CHCl_3)，氯苯($\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$)等易於作用，高錳酸鉀(KMnO_4)，氯酸鉀(KClO_3)等須經長時間方可氧化之，易與多數金屬作用以鐵為甚，故其裝彈法亦一如溴丙酮。儲藏時可緩分解。能溶於光氣與氯化苦劑。10分鐘內最低刺激濃度甚靈敏，每升空氣中含量為0.00015毫克並能嗅得其味，含0.0008克時不能忍受10分鐘，至0.006—0.03毫克鼻喉及皮膚均受刺激，達0.9毫克半小時內致命，如為3.5毫克10分鐘致死，其窒息毒性與氯相似，致積為7,500。防禦法及急救法可溴丙酮。消毒法：用氫氧化鈉醇溶液有特效，或以其他鹼液及燃火法消毒。

三、苯氯乙酮——分子式 $C_6H_5COCH_2Cl$ ，構造式



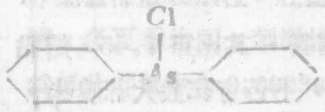
此毒劑第一次大戰未曾大量採用，然對熱穩定，適於實彈，殆為將來價最廉而效極著之催淚劑。常溫時係一白色結晶體，固體比重1.3，熔點 59°C ，沸點 247°C ，氣體比重5.2，有蘋果花味。性安定，不溶於水，對金屬及氧化劑

均不起分解，僅使鋼稍失其光澤，儲藏時亦安定，能溶於氯化苦劑，三氯甲烷，氯丙酮 ($CH_2ClCOCH_3$) 為熱鹼液如碳酸鈉 (Na_2CO_3) 等所作用，在空氣中持久性尚強，夏季固體可支持數日，冬季數星期，惟燃燒時僅10分鐘，每升空氣中含0.0003毫克可嗅得其味，10分鐘最低刺激濃度為每升空氣中含0.0003毫克，達0.0045毫克不能忍受10分鐘，0.34毫克半小時內致死，0.85毫克10分鐘致死。致死積與溴丙酮相似，輕度傷害之眼可無須消毒，不久則愈，亦刺激鼻腔、喉、肺部，引起流涕咳嗽，嘔吐，高濃度時甚至使皮膚糜爛。防禦法與急救法同溴丙酮。消毒法：用熱碳酸鈉溶液，或其他鹼液及燃火法。

第三節 噴嚏性毒氣 (Sternutator)

當歐戰中期，窒息性及催淚性毒氣之防護，頗臻完善，噴嚏性毒劑遂應運而生，其施放法常利用子彈爆炸熱分解為固體微粒，浮沉於空氣中，可穿過防毒面具濾毒罐內之活性炭，引起敵人噴嚏，勢必除去面具，於是遭他種毒氣襲擊之虞，現有濾毒罐中之纖維濾層可稍事阻滯之，但高濃度時尚未能求其安全。此類毒氣多為固體含砷有機物，類似三氫化砷 (AsH_3)，其砷原子為三價，揮發性低須賴煙幕或高爆藥之作用而生效，其主要目的在於刺激鼻膜，一般濃度僅達至每升0.00025毫克之分量，即引起噴嚏，但毒性並不強，中輕毒者多能於十日內痊愈，故亦頗合乎人道之戰劑。如濃度增高，亦發有窒息及糜爛之傷害，將砷質帶入腸胃中可使消化器官中毒。歐戰中使用數量約計6,500噸，其死傷人數則僅約20,000人。茲舉此種有效毒劑三種略述之：

一、二苯氣胂——分子式 $(C_6H_5)_2AsCl$ ，構造式



• 1917年7月德軍首先實彈用於戰場。

稱為黃十字彈，因製備困難，協約國未嘗即用以反攻。常溫時為有色結晶，固體比重1.4，熔點 45°C ，沸點 358°C ，氣體比重11.7。惟燃放時實際均為固體並無蒸氣產生。有菲蒜臭或皮鞋的味，微溶於水，與水共煮沸可分解，易溶於有機溶劑，如三氯甲烷，丙酮 $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ 等，亦溶於光氣，氯化苦等毒劑中，對鋼鐵甚腐蝕，儲藏時可緩分解。如用為混合毒物，此毒劑使敵人除去面具而光氣等毒劑遂行其窒息毒害，遇漂白粉等氧化劑，則化合成無毒之物質。在空氣中持久性不強，燃放時用高級炸藥為5分鐘，用煙燭時為10分鐘，夏冬季均同。本次戰爭中日軍曾置入拋射器內使用。刺激性甚強，數秒鐘即見效，每升空氣中含0.0003毫克則覺察其味，10分鐘內最低刺激程度為每升空氣中含0.0005毫克，不能忍受10分鐘濃度為0.0012毫克，半小時內致死濃度為0.6毫克，10分鐘則為0.15毫克。濃度增高亦可引起咳嗽，胸痛，嘔吐，甚至血管破裂致命，致死積為4,000。防禦法：防毒面具濾毒罐中之纖維濾層可阻止之。消毒法：能被5%氫氧化鈉溶液或氯氣消毒。急救法：用稀濃度之氯氣，不可擦鼻而用10%食鹽水洗之，或嗅抗噁劑以止噁，其成分如下：酒精29份，三氯甲烷20份，氣乙烷20份，桉葉油(Eucalyptus oil)15份，樟腦 $(\text{C}_9\text{H}_{16}\text{O})$ 10份，苯甲酸銨 $(\text{C}_6\text{H}_5\text{COONH}_4)$ 5份，薄荷腦 $(\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O})$ 1份。

二、二苯胂——分子式 $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{As}_2\text{CN}$ ，構造式



，德軍最先使用之。常溫時係一白色固體，其比重1.45，熔點 31.5°C ，沸點 350°C ，氣體比重8.8，有杏仁或大蒜臭味。