

物質燃燒与扑救方法

И. Г. 迭米多夫 著



商 务 印 書 館

本書系根据苏联俄罗斯苏維埃联邦社会主义共和国公用事業部出版社 (Издательство министерства коммунального хозяйства РСФСР) 1955 年出版的迭米多夫 (П. Г. Демидов) 著“物質燃燒与扑救方法” (Горение веществ и способы тушения) 一書譯出。

这本小冊子簡略地敘述了某些單質的特性。闡明了燃燒过程發生、进行和停止的条件。

本書对可燃物質在火灾危險方面起决定作用的特性: 自燃点, 閃点, 燃点, 蒸气、气体、灰塵等的空气混合物的爆炸限, 以及对这些特性的測定方法, 也作了闡述。

本書供消防初級干部学校中的學員和消防工作人員閱讀之用。

本書由公安部消防局王承緒同志譯, 潘孝智同志校。

物質燃燒与扑救方法

П. Г. 迭米多夫著 王承緒譯

商 务 印 書 館 出 版

上海河南中路二一—号

(上海市書刊出版業營業許可証出字第〇二五号)

新 华 書 店 总 經 售

京 华 印 書 局 印 刷

(15017·69)

1957 年 9 月初版

開本 787×1092^{1/82}

1957 年 9 月北京第一次印刷

印數 0001—1,800

印張 3^{13/16}

字數 80,000

定價 (10) ¥0.48

序

保衛社会主义財產免受火災損害是消防工作人員的光榮任務。因此，研究防火措施和正確的救火方法就具有非常重要的意義。

為了有效地解決這些問題，消防工作者必須研究火災發生的原因、可燃物質的化學性質和物理性質，並要學會正確地測定它們的火災危險程度。

火災中的主要過程是燃燒，因此本書作者的任務是要通俗地闡明燃燒過程發生和進行的條件以及停止燃燒的方法。

這本小冊子簡略地敘述了在消防實際工作中最常遇到的單質及其化合物的特性。屬於這類物質的有：氧、氫、硫、磷、碳、酸類、鹽類等等；對於這些物質的物理性質和化學性質，均各辟專節分別加以敘述。此外，對可燃物質在火災危險程度方面起決定作用的特性：閃點，燃點，自燃點，蒸氣，氣體以及灰塵與空氣混合後的爆炸限，以及測定這些特征的方法等也作了研究。

本書系根據消防軍士學校的教學大綱寫成，適於廣大消防工作者參考。

目 录

序	4
第一章 單質及其化合物	1
§1. 氧(1) §2. 氫(4) §3. 硫(6) §4. 磷(8) §5. 碳(9)	
第二章 燃燒过程	13
§1. 氧化(13) §2. 燃燒(15) §3. 受熱自燃(20) §4. 熱值(27) §5. 燃燒产物·烟(29) §6. 火焰(30) §7. 燃燒溫度(35)	
第三章 低溫自燃	37
§1. 自然和低溫自燃(37) §2. 油和脂的低溫自燃(38) §3. 鉄的硫化物的低溫自燃(42) §4. 煤和泥煤的低溫自燃(43) §5. 植物質产品的低溫自燃(46) §6. 化学物質的低溫自燃(47)	
第四章 可燃液体的特性	52
§1. 液体的蒸發(52) §2. 飽和蒸气(54) §3. 飽和蒸气濃度的求定(60) §4. 閃点(64) §5. 燃点(68) §6. 測定閃点的仪器(69) §7. 液体的帶电(71)	
第五章 可燃气体、蒸气和粉塵的空气混合物的爆炸性能	72
§1. 蒸气和气体的爆炸限(72) §2. 爆炸的溫度限(79) §3. 粉塵及其空气混合物的特性(82)	
第六章 液体与木材的燃燒过程	87
§1. 液体的燃燒过程(87) §2. 液体的燃燒速度(89) §3. 液体的加熱深度(92) §4. 木材的燃燒过程(95)	
第七章 停止燃燒的方法	100
§1. 停止燃燒的条件和方法(100) §2. 滅火剂(110) §3. 用水扑救木材的燃燒(114) §4. 用泡沫扑救液体的燃燒(116)	
参考書目	113

第一章 單質及其化合物

§ 1. 氧

氧是無味、無色和無臭的气体，是一种單質。化学符号是O。它的分子由两个原子組成，故以 O_2 表示之。氧是自然界中分布最广的元素。在大部分复杂物質（木材、紙張、水、醇类、酸类等）中都含有氧。在作为气体混合物的空气中，氧是以游离状态而存在的。

在工業中，氧气是用电流把水分解，或把空气液化再从其中排除氮气后得到的。在實驗室中，氧是用將含大量氧的物質加热而制取的。氯酸钾($KClO_3$)、氧化汞(HgO)、过锰酸钾($KMnO_4$)、过氧化氢(H_2O_2)等都是这类物質。

实验 把重量比例为2:1的氯酸钾和二氧化锰(MnO_2)的混合物，盛进容量为250—500厘米³的曲頸瓶內，裝至曲頸瓶整个容量的1/4为止。二氧化锰用作催化剂，也就是作为本身不参加反应，但能降低氯酸钾分解温度的物質。把仪器裝配好以后（如图1所示），开始用酒精灯或瓦斯灯4小心地加热曲頸瓶里的混合物。氯酸钾在加热下分解为氧和氯化钾。要想知道氯化钾是否已开始分解，可將燃着的木片持近气体导管的口边。如果木片爆燃起来，那末这就說明正在分解出氧来。这时把裝滿水的儲气器2下部开口中的塞子取出，然后把連在曲頸瓶上的气体导管插进儲气器的下部开口中。从导管中跑出的氧穿过水而充滿儲气器，同时水被挤出儲气器而流进金屬盤3中。在儲气器充滿氧气后，就停止加热曲頸瓶，并把气体导管从儲气器中取出，然后用塞子把口塞住。儲气器內的氧，可以根据需要取出，取出的方法是把漏斗中的水放进儲气器而把氧排挤出来。

氧能与惰性气体（氦、氖等）以外的一切元素化合。它与

單質或复杂物質的相互作用往往發出大量的熱和光。這種反應就叫做燃燒。

實驗 把氧從儲氣器中灌進三個容量各為1—3升的玻璃瓶內，方法如下：首先將瓶子用水灌滿，並用厚紙或木片做成的圓板蓋上。再把瓶子顛倒過來，使瓶底朝上後放入盛水的容器里，然後在水中把紙板拿出，並依次把連在儲氣器上的氣體導管插到每個瓶子的瓶口底下。氧把水擠出而充滿玻璃瓶，但不要完全充滿，還要留下達2—3厘米高的水層。然後用紙板將瓶子蓋好，從水中把它們取出，並顛倒過來放在桌子上。

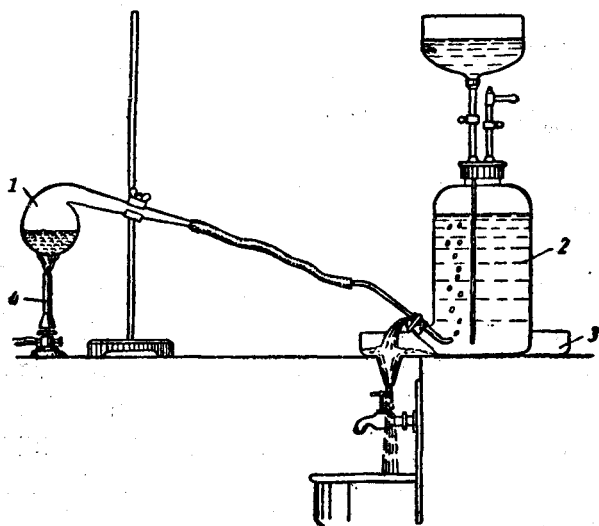


圖1. 氧的制取方法：

1—曲頸甎；2—儲氣器；3—金屬盤；4—燃燒器。

a) 把盛有氧氣的玻璃瓶稍稍打開，持入陰燃的長木片（圖2, a），這時陰燃的長木片立即閃火並以光亮的火焰進行燃燒。長木片停止燃燒後，往玻璃瓶內注入少量透明的石灰水（熟石灰的水溶液），並加以搖攪。這時水便顯混濁，這是由於木材燃燒所生成的二氧化碳氣體和熟

石灰化合而生成了不溶于水的碳酸鈣的緣故。

6) 把一塊体积約 1 厘米³ 的木炭置入圓錐形的螺旋絲內(圖 2, 6,) 然后放到燃燒器的火焰上灼燒。

当木炭开始隱燃后, 就向它吹气, 然后放进盛有氧气的第二个玻璃瓶內。炭在氧气中燃燒得比在空气中更光亮。燃燒停止后, 往瓶內注入少量石灰水, 搖晃时石灰水就变混濁。

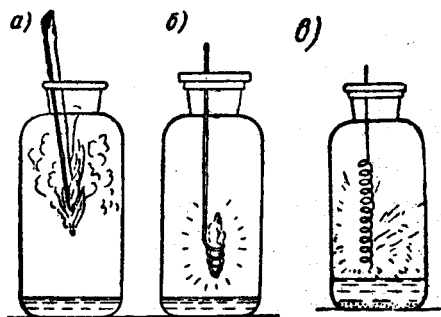


圖 2. 氧气中的燃燒:

a—隱燃的長木片; b—木炭; c—鉄。

6) 往第三个盛有氧气的瓶里撒入一

層 2—3 厘米厚的干淨的砂子。把一小塊軟木系在弯成螺旋綫的細鋼絲的末端(圖 2, 6), 并将軟木点燃。然后把系着軟木的螺旋綫放进盛有氧气的瓶里。这时鋼絲被燃燒着的軟木点燃, 并發出大量的火花。火花落在水中的砂子上熄灭, 不致引起瓶子的破裂。

从这些实验可以看出, 物質在氧气中比在空气中燃燒得更为猛烈。这是因为在 1 升空气中的氧分子的数目要比 1 升純氧中的氧分子数目少得多的緣故。氧不仅在高溫下能与可燃物質相互作用, 而且在很多情况下也能在低溫时与可燃物質相互作用。如黃磷、鈉、鉀、鋁就是在溫度 10—15 度的情况下氧化的。

在氧与單質相互作用时就会生成氧化物。

氧化物再不能进一步和氧化合, 也就是說再也不能燃燒, 因而有些氧化物能用来阻止燃燒(水、二氧化碳)。然而, 氧化物能够彼此發生相互作用, 也能和其他物質發生相互作用而生成酸类、鹼类和鹽类物質。

在國民經濟中廣泛地使用着氣態氧和液態氧。氣態氧用來氣焊和切割金屬以及加速高爐內燃料的燃燒過程等等。在消防方面，在充滿煙霧的房屋中供呼吸使用的隔絕式氧氣呼吸器中也利用氣態氧。液態氧也可以用來製造炸藥（液氧炸藥）。氣態氧儲存在鋼筒內，在氣態氧的鋼筒上塗着淺藍色，寫有“氧”字，筒內壓力達 150 個大氣壓。

在實際生活中，曾發生過氧氣鋼筒的活門及減壓閥爆炸的事件。其原因是由於有油或脂濺入了活門或減壓閥中，當打開氧氣鋼筒時，油或脂即行自燃并爆炸。在火災中，如果裝有氧氣的鋼筒被加熱到高溫，則鋼筒本身也能發生爆炸。因為鋼筒內氧的壓力在這種情況下驟然上升，致使其爆炸。

§ 2. 氫

氫的化學符號是 H。它的分子是由兩個原子組成，故以 H_2 表示之。氫是最輕的氣體（其重為空氣的 $\frac{1}{14.4}$ ），因此在空氣中它總是要往上跑，所以其濃度在房間上部比在房間下部要大。在自然界中氫的分布是極廣的。但是游離狀態的氫很少遇見，其數量也不多（散布在上層大氣中）。氫主要是含在動植物來源的一切物質中，以及含在石油、煤和許多無機物質（水、酸等）中。在工業中，氫主要是由水中用金屬將它置換出來或電解水的方法制取的。鹼金屬（鉀和鈉）和水相互作用時，即使在常溫下都能從水中置換出氫。

實驗 把裝滿水的量筒 1 倒置在盛有水的缸 3 內（見圖 3），然後把量筒 1 夾在鐵架上，使筒口與缸底離開一定的距離，以便在水中能把裝有鈉的絲網送到筒口下面。

由煤油缸中取出鈉，用濾紙吸干鈉上的煤油，再切下幾塊豌豆粒大

的小塊。用干的銅絲網把這些鈉塊包好，用金屬鉗 2 夾住銅絲網的邊緣，並把它送到盛有水的量筒筒口下面。在水和鈉互相起作用時放出氫氣，並聚集在量筒的上部。俟量筒內充滿氫氣以後，就用薄木片在水中將筒口蓋住並翻轉過來。取下薄木片之後，把量筒口移近火焰，氫立即燃燒起來。

在鉀和鈉與水反應的同時，放出大量的熱。如果它們在有空氣的情況下同水起作用，那末所放出的氫便與空氣混合而生成爆炸混合物，爆炸混合物會因反應熱的作用而發生爆炸。

其他金屬，例如鎂和鋅在水溫到達沸點時均能由水中置換出氫。灼熱的鐵也能從水蒸汽中置換出氫來。但不能由此而得出

結論說：撲救火災時，落在灼熱的金屬結構上的水能夠析出氫來和空氣生成爆炸混合物並發生爆炸。這種現象實際上是不可能發生的，因為在火災中水蒸汽不能加熱到它的分解反應的溫度。

氫是可燃氣體，它在燃燒時出現淺藍色的火焰，這種火焰在亮光中不易察覺。氫和空氣或氧混合後就會形成爆炸混合物。由一個體積的氧和兩個體積的氫所構成的混合物，其爆炸的力量最大。這種混合物通稱為爆鳴氣。

實驗 在洋鐵罐底部鑿開一個小洞。將罐倒置在桌上，用手指封

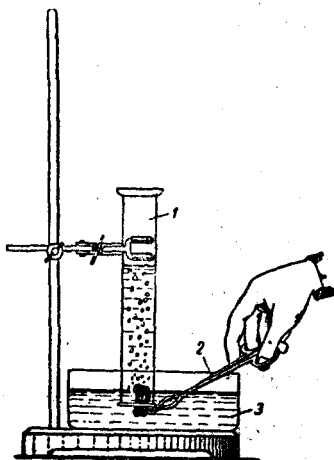


圖 3. 用鈉在水中作用的方法制氫：

- 1—量筒；2—夾有金屬鈉的鉗子；
3—裝有水的缸。

住洞口。然后再把制氢仪器的管子插到洋铁罐的下面。当氢充满洋铁罐以后，就把管子从铁罐下面取出。这时把封住洞口的手指拿掉，然后将从洞口中跑出的氢气点燃。氢气燃烧时呈现蓝色火焰。在氢气燃烧的同时，空气由下面流入罐内而与剩下的氢相混合。当在罐内形成爆炸混合物时，火焰跑进孔洞并发生强烈的爆炸。氢在燃烧时或和空气爆炸时都会生成水。

氢和氧反应的结果还可以形成另一种化合物——过氧化氢(H_2O_2)。这是一种在加热下能够分解为氧和水的液体，因此它是氧化剂。

氢容易和氯化合。假如把等体积的氢和氯在黑暗中混合起来，然后将该混合物拿到日光下，那末就会发生爆炸。由此可见，氢和氯的混合物在光能的影响下就能开始爆炸，而无需加热。

这种反应的结果会形成一种气体——氯化氢。氯化氢的水溶液称为盐酸。盐酸能和大部分金属起反应而生成盐类并析出氢。

析出的氢可以与空气形成爆炸混合物。盐酸本身并不燃烧，而落在可燃物质上以后，也不能引起可燃物质燃烧。盐酸可以和其他酸类一起保存。

§ 3. 硫

硫的化学符号是 S。硫是黄色的固体物质，其熔点是 119° 。硫不溶于水，但易溶于二硫化碳。在自然界中有以游离状态存在的硫以及和铁(FeS)、铜(Cu_2S)、铅(PbS)、锌(ZnS)等成为化合物而存在的硫。

硫是活泼的化学元素。在常温下它就能和氯、溴化合，而在加热下几乎能与所有金属化合。如果在空气中把它加热到

260°，那末它就会燃烧起来。硫的粉尘与空气混合后，则会形成爆炸混合物。硫燃烧时呈现蓝色火焰并析出窒息的二氧化硫。

二氧化硫易与水化合生成亚硫酸。

在催化剂的存在下二氧化硫能与氧化合，结果生成硫酸酐，它与水化合即生成硫酸。

硫酸是重液体，其容重是 1.844 千克/升。当溶于水时放出大量的热，此热量使水变成蒸汽，而引起液体的飞溅，造成不幸事故。因此溶解硫酸时应将硫酸注入水中，而不许将水注入硫酸内。这样，水就不会变为蒸汽，而酸也就不会飞溅了。

硫酸能够强烈地吸收空气中的和其他物质中的水分。硫酸落在含有氢和氧的有机物质（木材、纸张、秸秆、织物等等）上，即将这些物质中的水吸去，而使它们变成炭。但这不等于说，硫酸能引起有机物质的燃烧。在这种情况下生成的炭，是很难点燃的。硫酸落在其他可燃物质上也同样不能引起燃烧。只有专门制成的可燃物质和盐类氧化剂（氯酸钾、硝石、过锰酸钾）的混合物，在受到硫酸的作用时才会燃烧起来。

硫能与氢化合，生成硫化氢。

硫化氢是有毒的可燃气体，带有臭鸡蛋气味，与空气混合后会发生爆炸，碰到发烟硝酸时就能燃烧起来。在自然界中硫化氢存在于某些石油、天然气和矿质水中。另外在生产焦炉气、硫化染料、二硫化碳和粘液人造丝等等的时候也能产生硫化氢。

如果把硫的蒸气通过赤热的碳，硫又可与碳化合而生成二硫化碳。二硫化碳是可燃的重液体，它比水重并且不溶于水。二硫化碳的蒸气在加热温度并不高时（112°）就能着火。

甚至連加熱了的高压蒸汽采暖設備都能使其着火。在溫度 45° 時，二硫化碳的蒸汽與空氣會形成遇到着火源就能燃燒起來的混合物。

二硫化碳可應用於製造粘液人造絲，也可用來同農作物害蟲作鬥爭。它還用來製造可作滅火劑用的四氯化碳。

硫在國民經濟中應用很廣。它可以用來製造硫酸、黑色炸藥、二硫化碳、橡皮及其他物質。硫的化合物也可以應用於消防事業上。如硫酸、硫酸鋁或硫酸鐵均可作為滅火機的藥劑使用。硫酸鋁是泡沫粉的成分之一。硫酸鹽——硫酸銨是木材和織物防火劑的成分之一。

§ 4. 磷

磷的化學符號是 P。在自然界中，游離狀態的磷是不存在的。磷最普遍的是存在於磷酸鹽類（磷灰石、亞磷酸鹽）和其他化合物中。大家都知道，磷有好幾種變體。其中最普遍的有兩種——白磷和紅磷。白磷是一種固體物質，在常溫下很容易在空氣中氧化和自燃。因此要把它放在水中儲存，因為它不會與水起反應，也不會溶解於水中。但是它易溶於二硫化碳。溶解於二硫化碳中的磷溶液可用作引燃物質。沾有磷溶液的可燃物質，在二硫化碳蒸發時，磷就開始着火而將其燃着。白磷是有毒的，燃燒時呈現黃色火焰，並帶有白色濃煙——磷酐。磷酐是白色的固體物質，能強烈地吸收水分。它與水化合會生成組成不同的各種磷酸。這些磷酸不能燃燒，並且與其他物質化合時也不會引起燃燒。

在與空氣完全隔離的情況下將白磷加熱就能得到紅磷。紅磷是一種深紅色的固體物質。紅磷和白磷的特性不一樣。

紅磷在常溫下不會在空氣中氧化，因此也不能自燃。要使紅磷燃燒，須要把它加熱到 $240-260^{\circ}$ 。紅磷可以放在金屬缸內於空氣中貯藏，它一碰到氯就能燃燒起來。紅磷大量地被用來製造火柴頭。

可用水、泡沫和砂子撲救紅磷和白磷的火災。用胆礬溶液撲救白磷火災特別有效。

§ 5. 碳

碳的化學符號是 C。碳和磷一樣，也有好幾種形態：金鋼石、石墨、煤等等。

碳在常溫下不與其他物質起反應。但在高溫下能與氧、氫、硫、氮以及其他元素化合。

碳燃燒時沒有火焰。碳燃燒時能生成兩種氧化物——二氧化碳和一氧化碳。二氧化碳 (CO_2) 不能燃燒，所以把它當作滅火劑應用。空氣中含有 30% 的二氧化碳時，物質就不可能燃燒。在純二氧化碳中，大部分物質的燃燒都會立刻熄滅。

實驗 在一個容積為 5—6 升的大玻璃容器 2 內安置一個用洋鐵或粗鐵絲制成的蠟台 3 (見圖 4)。在蠟台的各台階上各插一根小蠟燭，並點着它們。然後將二氧化碳儀器 1 上的管

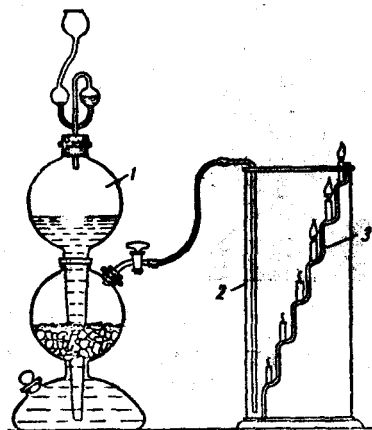


圖 4. 用二氧化碳熄滅蠟燭：

1—制取二氧化碳的儀器；2—玻璃容器；
3—蠟台。

子插到玻璃容器的底部，并通入二氧化碳气体。二氧化碳气体比空气重，因此它从底部开始逐渐充满玻璃容器，而使蜡烛一个跟着一个熄灭。

也有能在二氧化碳气体中燃烧的物质，如镁、钠和钾。这些物质是依靠二氧化碳中所含的氧燃烧的。

实验 把容积1升的烧杯，装满二氧化碳气体(图5, a)。为了证实烧杯内是否装满了二氧化碳气体，可将燃着的长木片放入杯内(图5, b)，如果长木片的燃烧熄灭，这就说明烧杯已装满了二氧化碳气体。然后把一根40厘米长的镁带条用玻璃棒卷成螺旋线。用钳子夹住螺旋线的一端，而把另一端点燃后放进烧杯内，这时不要使其碰着杯壁。镁在二氧化碳气体中燃烧，并发出轻微的劈裂声(图5, b)。

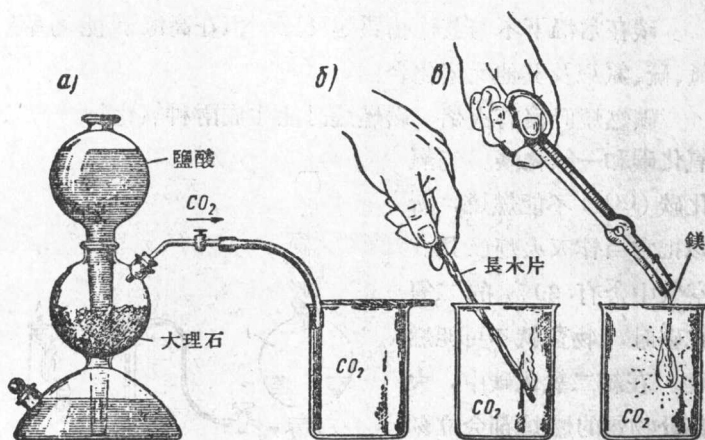


圖5. 鎂在二氧化碳气体中的燃燒:

a—用二氧化碳气体把燒杯充滿; b—燃着的長木片在二氧化碳气体中熄滅; c—鎂在二氧化碳气体中的燃燒。

二氧化碳气体是沒是毒的，但在空气中如果有大量二氧化碳时就会障碍呼吸，甚至有时候会引起死亡事故發生。这是因为空气中二氧化碳的含量增加，会使空气中氧的濃度降低

到能够維持呼吸的标准以下。

二氧化碳气体在加压下,即使在常温下也能凝为液体。二氧化碳气体是以液态装在鋼筒里保存和运输的。如果把液态二氧化碳迅速地由鋼筒放出的話,那末它在迅速的蒸發过程中就急剧地受到冷却,因而在蒸發时所形成的二氧化碳气体就会变成固体状态(干冰)。二氧化碳灭火器就是根据这一原理工作的。

二氧化碳与水化合会生成碳酸。

碳酸是很不稳固的弱酸。它只能以溶液状态存在,并会迅速地分解为水和二氧化碳。

碳酸氢鈉(NaHCO_3),在与酸作用时能生成二氧化碳气体,因此可以放在灭火器中使用。

二氧化碳气泡从甘草溶液中跑出来时就被液膜遮盖住而形成泡沫。这种泡沫可扑救燃烧着的液体和固体物質。

在單粉和双粉的泡沫粉中都含有碳酸氢鈉。

碳的另一种氧化物(一氧化碳)是一种能够和空气組成爆炸混合物的可燃气体。它在燃燒时呈現藍色火焰,并生成二氧化碳。

一氧化碳是一种有毒的气体,不溶于水也不能与水化合。如空气中一氧化碳的濃度为 0.4% 时,就有生命危險。在火場的瀰漫烟雾的房間中,一氧化碳的含量为 0.01 至 0.65%,因此在那里进行工作时必須帶上隔絕式氧气呼吸器。

碳不仅能和氧起反应,同时又能和氢起反应而生成大量的新物質。最簡單的碳氢化合物就是甲烷。

甲烷是一种可燃气体,比空气輕,和空气混合会形成爆炸混合物,它不溶于水,而燃燒时呈現几乎是無色的火焰。甲烷

与氯的混合物在光的作用下能够自燃。甲烷存在于可燃的工业气体和天然气中。在薩拉托夫地方的天然气中含有 95% 的甲烷。

碳和氢又可化合成另一种在国民經济中广泛使用的化合物——乙炔。

水与碳化鈣(CaC_2)作用时就生成乙炔(C_2H_2)。

乙炔也是一种可燃气体，比空气輕，能溶于水。在 20°C 时 1 升的水能够溶解 1 升的乙炔。乙炔特別易溶于丙酮。由于乙炔具有这种特性，所以能够装在鋼筒內安全地貯存和运输。不容許运输压缩状态下的乙炔，因为当压力高于两个大气压时，受到冲击就会引起爆炸。因此装乙炔的鋼筒应先装入多孔的活性炭，然后用丙酮把活性炭浸透。压入鋼筒的乙炔溶于丙酮內，这时的乙炔就是在 30 个大气压下也不会爆炸。乙炔和空气能够組成爆炸混合物。有氨时它能与銅或銀的化合物生成爆炸物質。因此乙炔鋼筒的管件不可用銅制造。

乙炔遇到氯就能自燃，所以装有乙炔的鋼筒不得和装氯的鋼筒放在一起貯藏。

乙炔可用于气焊和制造合成橡膠、醋酸和許多其他物質。

第二章 燃燒过程

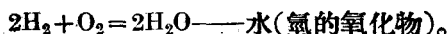
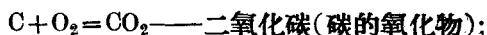
§ 1. 氧化

自然界中的化学现象很多。其中氧化占着特殊重要的地位。

物質与氧化剂化合的化学过程称为氧化。

下列單質：氧、氯、磷、氟、溴，以及在加热时分解而析出氧的某些复杂物質（氯酸钾、硝酸、硝石等）都是氧化剂。

氧化是非常普遍的过程。例如：燃燒、呼吸、生鏽、腐爛等等，所有这些都是氧化。單質和复杂物質均能氧化。像硫、磷、氢这些單質氧化时所生成的物質叫做氧化物：



复杂物質的氧化不仅能生成氧化物，而且还能生成其他化合物——醇、醛、酮、酸。

物質的氧化通常是依靠空气中的氧进行。因此以后我們对氧化的理解就是物質与空气氧的化合。

空气是由氮、氧和惰性气体組成。因为氮和惰性气体都不参与氧化过程，因此可把它們合并起来，而用下列方式来表示空气的組成：氧为 21%，氮为 79%（按体积計）。

空气中的氧，是以分子状态 O_2 或 $O=O$ 存在的。这样的氧不很活潑，所以在常溫下（ $0-20^\circ$ ）不能使大多数物質氧化。例如：汽油、煤油、木材、紙張、矿物油以及其他物質可長期于