

開明少年叢書

火與燄

章士倬譯



6
14

火 與 燄

白井俊明 著

章士倭 譯



明開
少年叢書

明開書店

目 錄

第一章 火的歷史 1

我們的祖先和火 從前的人怎樣造火

第二章 火的觀察 7

火是什麼 炭火 煤氣火燄的構造 混合了空氣的煤
氣火燄 火燄的明暗 火燄的顏色 火燄的化學 蠟
燭的火燄 木柴與煤的燃燒情形 火燄的使用法

第三章 可燃氣體和不燃氣體 35

可燃氣體——氧 能够產生氧的藥物 其他的可燃氣
體 不燃氣體——氮和碳酸氣及其他

第四章 能夠燃燒的東西 48

容易燃燒的狀態 硫黃 磷 能燃燒的金屬 木炭和
煤 油類 燃料

第五章 爆發 70

氣體的爆發 煙火和火藥(一) 煙火和火藥(二) 煤灰
等的爆發 燒夷彈

第六章 不能燃燒的東西 83

耐火物,陶瓷器,玻璃 耐火處理法

第七章 煙87

火和煙 無火生煙的東西 煙幕

第八章 發火法.....91

火柴 火花 特殊的點火法 自然發火——煤 自然
發火——纖維、油等

第九章 電火102

電熱 電花和電弧光 雷電 桅頭電光

第十章 神祕的火.....110

“神祕”的意義 “不知火” 人魂和鬼火 冷火

第十一章 火災119

火災的成因 滅火和滅火機 火災的預防 失火的時
候

第一章 火的歷史

一 我們的祖先和火

請閉起眼睛想想：假使有一天，因為偶然的機會，你突然到了一個無人島上，那時你將處在一個怎樣的環境裏呢？也許你將想像：這個島是南洋羣島之一的“常夏島”，山上長着許多果樹，結着甘美可口的果實；海邊魚兒成羣結隊地游來游去，你的生活將如暑假期中出外旅行時一樣快樂。但是，老實說吧，這祇是你的想像罷了；如果你真的到了一個無人島上，決不會再能這樣逍遙自在了。試再仔細想想看，如果那時你想在島上永久住下，你所缺乏的東西真是數也數不清；即使你想逃出這島，你也得搬出你所有的智慧來，深謀遠慮地想個法子。

如果你極認真地想下去，就不難再想到：遠古時，我們的祖先過的是怎樣的生活；我們目前毫不費心機而能用得得心應手的種種器物，都是經過多少人的苦心，纔一件件地發明出來的。

我們的祖先積了長久的經驗，纔知道某種草可以吃，某種果實是有毒的；接着又漸漸知道了有許多不能生吃的東西，煮熟或燒熟之後，便都成了易於下嚥的美味。但是，他們怎樣知道用火來煮或燒東西吃的呢？當然，也許從他們焚火取暖時無意中發現

的，但是他們的焚火又是怎樣造成的呢？

想起來，大概我們祖先造火的方法，是與今日許多未開化的地方的土人相同的。但是遠在更古以前，他們是不知道自己造火的方法的，因此，那時他們只能利用因火山噴火而成的山火，及刮大風時，樹與樹互相摩擦發生的火。最初我們的祖先看見山火時，一定是驚懼萬分，但接着他們便想到可以怎樣充分地利用它一下，更進一步，纔想到怎樣來自己造火，因為火不但可以用來防禦猛獸的侵襲，及製作食品器物，並且也可以靠着它遷移到較寒的溫帶地方去住。一般說來，我們人類的知識，是從知道了使用火之後，纔有了長足的進步的。

至今，有的地方還住着近似猿類的野蠻人。此外某處並住有像黑猩猩那樣近似人類的聰明的“類人猿”。有的人說：人與猿的分別，就是在乎人知道利用火，猿不知道利用火。

火是我們的恩物，但當我們稍一失慎而釀成火災時，又是一種最可怕的東西了。由此，我們不難想像從前的人們，對於火是怎樣看重它和尊敬它的。他們寧可不先去設法建造房子做為晚上安息的地方，卻費盡心機來設法保存火和製造火。我們遠古祖先的生活是：男的出外狩獵，女的在家屋或居穴附近，看守着火堆，不時添置柴草，防它熄滅。

全世界的許多民族，各有種種不同的宗教，但是任憑那一種宗教，都有一種相同的習慣，就是在那神聖的祭壇上，燃火不斷。這可以說是保持火種的努力的遺風。又如上次世界亞林匹克運動大會開幕時，曾舉行將聖火從遠處運到會場去的儀式，這種儀

式，或許也是我們的祖先運火時遺下來的風習。這些例子都可證明火是怎樣被人看重和尊敬的东西了。

也許由於你至今還未嘗過流落無人島的滋味，所以對於火的曾經被人尊敬到那樣程度，還有些半信半疑。那麼請你丟開了火柴，自己去設法造火看，這樣你就可以知道製造火種，是一件怎樣困難的工作了。

二 從前的人怎樣造火

我們的祖先是怎樣造火的？像前節所述那樣，從因暴風或火山噴火肇成的山火中取來的嗎？是的，不過那種機會真是千載難逢，況且我們人類一度知道使用火之後，從此便再也不能讓它與日常生活分離了的，當那從山火得來的火種一度熄滅後，他們的痛苦可想而知，他們沒有耐心去等第二次山火的來臨，因此，便不得不運用所有的智力，來設計自己創造火種了。

暴風起時，山林中的樹與樹之間，時時發生強烈的摩擦，樹脂較多的樹木經此磨擦，不久便起火燃燒，我們的祖先，也許就是看見了這種情形，纔想到了發火的方法的。至今世上還有相當數量的野蠻人在用兩塊木頭互相磨擦取火。他們恐怕就是



圖一



圖 二

就發出火來，這時只要取易燃的枯草或草穗放在上面，將火引大就好了。這種取火方法在我們看來，確是麻煩得很，但在不知道別的方法時，已感十分簡便了。

首創進化論學說的達爾文氏，曾在一次著名的世界旅行時，看見塔西提島(Tahiti Isl. 南洋羣島之一)的土人擦木取火，自己也照樣去試試，卻始終沒有發出火來。

更迅速的擦木取火法，如



圖 三

圖三，是用錐鑽的方法。有許多土人又利用圖四所示的弓，使錐轉動加速。其中最進步的，如圖五，是在錐上裝置一個輪盤形的圓錘。這種錐的上部，繞着一段繩子，繩的兩端，繫在一根橫木上。使用時，將橫木按下，纏在錐上的繩子，便被拉直解開，錐子也趁勢旋轉過去。同時因為錐上的重錘受震反動逆轉，所以重又

我們祖先取火的好榜樣了。

未開化地方的土人，最簡單的取火方法，如圖一，是在一塊木頭上鑿成一條凹溝，另用一條堅硬的木棒在溝中來回磨擦。或如圖二用兩根木棒互相磨擦。當磨擦到相當時候，受磨擦的地方



圖 四

下的燧石破片和黃鐵礦碎塊。

因此，我們不難想像：遠在猛獁居住的時代的人類，已經知道用黃鐵礦和燧石來打火了。

自從有了火之後，人們不但知道了食物的烹調

法，並且又知道可以用來從各種礦石中燒出大量的銅、鐵等金屬。同時，因為有了鐵，取火的方法也更加便利：只要將易燃的火絨，放在鐵與燧石間打擊起來就行了。不過這種方法，如果要用慣了火柴的人用起來，卻仍非易事，說不定將感到像達爾文在塔西提島所發生的一樣困難。雖然這鐵刀燧石取火法，在一世紀前還是世界風行的取火術。

將繩繞起。這樣一按一鬆，反復做去，就能使錐連續旋轉了。

此外，我們的祖先又根據拋石塊時，看見石與石相碰，能夠發出火花來的經驗，知道兩種堅硬的東西互相撞擊便能發火。至今常常有人在掘得遠古猛獁(mammoth)時代的牙骨時，發見附近常有我們祖先遺



圖 五

使用木片磨擦和燧石來取火的方法，是經過一個極長的年代的。直至西曆一六八三年發現了“磷”後，纔淘汰了那些方法，產生了初期的火柴。至半世紀前的十八世紀中葉，纔完成了我們今日所用的安全火柴，關於這火柴及其發明的經過，我們後面將有說到。這裏請你先想想，在火柴還未發明的時候，我們的祖先所過的是多麼困難的生活！

如果是現代的人們，特別是那些愛讀冒險小說的人們，一旦流落到一個無人島上，也許他只要有機會找到一片玻璃，或利用水滴，做成一面凸透鏡，就可用以集中太陽的直射光線於透鏡的焦點，取火來燒燃東西了，但是古時的人們是不知道用玻璃等材料來製造凸透鏡的！

第二章 火的觀察

一 火是什麼

火是什麼？火是“熱”和“光”，是物質受到熱而放出光來的一種現象。因此，受了熱的東西都有光輝。但是這裏所說的“熱”，並非僅指我們平常所能感到的熱，這是指五〇〇至六〇〇度以上的溫度。物質的溫度達到攝氏五〇〇至六〇〇度以上時，就開始隱約地顯露了紅色的光輝，至一〇〇〇度以上後，那種光輝就逐漸耀目了。通常在六〇〇度左右時，稱為“赤熱狀態”；熱至一〇〇〇度以上時，稱為“白熱狀態”。市上所售的白熾燈泡，燈泡裏面所裝置的鎢絲，就得以二千數百度以上的溫度纔能放光。

火山中所發出來的火，就是在地下保持了一千度以上的溫度，而融化了的巖石所噴射出來的。那些灼熱的熔巖滾滾流出後，入了山林，便將樹燃着，釀成可怕的“山火”。山火逐漸擴大，不久就可看見所有的樹叢都成一片火光而焚化了。白熾燈泡裏面的固體金屬絲，受白熱後所發生的光，也正和熔巖相同，不過熔巖是液體的罷了。至於山火中所見的紅蓮一般的火簇，那是由於樹木受熱所發生的氣體被燃燒而成的。

現在再讓我們回頭來看看太陽吧！誰都知道“太陽是一個大火球”。太陽的表面籠罩着保持六〇〇〇度溫度的氣體。我們在日全蝕時，可以從太陽黑影四周，看見從太陽表面噴出來的發

光的氣體。我們稱它爲日珥，或“紅燄”。

如果照這樣說下去，火的種類真可說是不計其數。但是還有比這更難說明的，那就是世上還有只有光沒有熱的東西。我們上面已經說過，物質只要增加到五〇〇至六〇〇度以上的溫度，就能發光。但是有光的東西卻不一定只限於受了熱的東西。那麼，我們對於這些沒有熱的光，是不是也稱它爲火呢？例如螢火蟲是沒有熱而能發光的；又如我們渡海時，常常可以在夜間看見波濤滾滾的海面上鋪着一片微光，那就是“夜光蟲”所發的光。此外，相仿的例子很多。對於它們，似乎可以稱爲“冷火”，但嚴格想起來，又似乎應該稱之爲“冷光”纔對。總之，我們必須記住：世上還有這種沒有熱的火。

在某種場合，我們又常常對於一種有光的東西，辨別不出它是否有熱存在。月亮就是一個例子。雖然至今已經不會有人再對於月亮是冷的表示懷疑了，但在從前，人們還不知道月亮是冷的時，也許有人會疑心它是一個火球。其實，月亮的光比螢光更缺少了火的資格。因爲螢光雖沒有熱，它的光總還是它本身發出來的，月的光卻不是它自身發出來的。月亮不過是一面反射日光的鏡子，我們當然不能把鏡子喚做火。

那麼星呢？這卻得分開門類來說了。譬如火星和木星等較大的星，都與月亮一樣，只是幾面“反射鏡”罷了。但那些看上去極小的，多得無數的繁星，卻都是自能發光的灼熱的火球。只因它們距離地球太遠，多數熱度已經無從測知，但據各種方式的研究結果，它們都確是和太陽一樣的火球，並且其中有許多，它們的

溫度都已測知了。通常我們將火星和木星等出沒靡常的星，稱為行星；對於那些與太陽一樣，但因距離過遠，致只能望見極小的光輝的，永久循着一定的位置，作有規則的出沒的普通的星，稱為恆星。關於這兩個名字，讀者大概已經在教科書中讀到過了把？

那麼物質要怎樣纔會發熱呢？太陽、恆星和地球的內部的熱是怎樣發生的呢？這個問題，回答起來十分複雜，況且也無法做種種實驗，所以這裏只好暫且置下不談。此外，白熾電燈的鎢絲，是因通了電流纔發生白熱的，其他一般的東西，多是因燃燒生熱的，同時與那些已在燃燒的東西相接觸的東西也會生熱。

我們平時關於火的大部分常識，都是從燃燒上得來的，如燒炭或煤時，看見了火，燃燒氣體時看見了火。在一切火中，最與我們接近的要算是這種炭火和氣體的火燄了。現在讓我們就這兩種火，來分別詳細的觀察一番看：

二 炭 火

平常我們最接近的火，可說是炭火盆和炭爐裏的火了。火盆是用鐵製的，好像大面盆似的東西，裏面盛滿了灰，灰的上面堆着燃燒得很美麗的炭。“灰”——誰都知道——是炭燒盡後遺下的東西，最不易燃燒，甚至幾乎是不能傳熱。——這是最重要的事，因為如果灰善於傳熱，那麼不但與火盆底相接觸的地方，勢將都被燙焦，而且由於炭火的熱被灰大量散發，必致使得火力漸

小，終於熄滅。試將極小的火種放到鐵板上去，火燄不是立刻熄滅了嗎？這就是因為鐵板的強大的傳導作用將火的熱迅速奪取了去所致。當然，如果換了較大的火種，因為它本身的燃燒作用遠勝於鐵的傳導作用，就不會熄滅了。但是那時與鐵板相接的地方卻將被燙焦了。灰的應用價值，就是在於它不會像上述那樣將熱分散，同時也沒有鐵板那樣的傳導作用，能够使與它相接觸的東西立刻燒焦。又在冬天，我們如將較小的火種：如擦着了的火柴，香煙的餘燼等直接投在冷卻了的灰中，火種便能迅速熄滅。這是因為冬天的灰堆冷卻後，常含有一些溼氣。這些溼氣乾燥時，是需要吸收大量的熱，因此，能使火的溫度迅速下降，終致熄滅。不消說，如果換了較大的火種，就不會發生這種現象了。

炭火被堆積起來時，炭的向內的一面，大都現出通紅的火光，熊熊盛熾。試仔細望上去，可以看見在那表面上時時有灰脫落下來。現在試將這燒得通紅的一面轉向外面來看，在那表面不是立刻被滿了白色的灰屑，同時紅的火光也迅速減退了嗎？在這一部分向着內方時，上面雖也不絕地有灰脫落下去，露出了熟炭的新的表面，可是這些新的面層互相將熱反射，結果溫度便不致下降了。

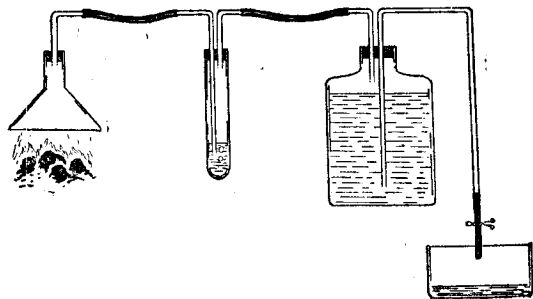
試向炭火吹一口氣，便見灰屑飛揚，火勢加烈。這是由於炭火去了灰屑之後，與空氣愈相接近，有助於燃燒的緣故。被了灰屑的炭火，燃燒必不熾烈，但卻能使燃燒持久。通常用泥和炭屑製成的炭結的灰粒，比木炭的灰粒為粗，空氣通過的機會便也比較更少，因此，炭結的燃燒力遠較木炭持久而文靜。當我們欲得

持久和文靜的火力時，常常特地在炭結上或木炭上覆以一層薄薄的灰，也就是應用了這個原理。此外，我們又常常將剩餘的炭火，退在一個有蓋的鐵製或土製的壚中，使火迅速消滅。這個原理，讀者當也不難想見。

反之，如果要令灰層迅速脫落，新的空氣大量侵入，使火勢熊熊盛熾，我們又該怎樣做呢？我們家中所用炭爐的構造，就是一個很好的答覆。誰都知道炭爐的構造是將炭載在鐵格子上，使空氣由下面供給，同時可使從炭上脫落的灰，隨時從鐵格子的縫隙落下。

木炭被燃燒時，所產生的是些什麼東西？讀者大概都已知道：上述的灰燼就是其中之一。但這只是屬於副產物一類的無關緊要的一部分，最重要的還是我們所熟知的碳酸氣。關於碳酸氣的產生情形，讀者也許在學校裏看見過了，但是因為它在本文裏十分重要，所以這裏仍擬將它的實驗方法來詳細說說：——

實驗時的裝置，如圖六所示：右端是一隻盛滿了水的大玻璃瓶。一根彎曲玻璃管通過瓶口，將水導出，另一根彎曲管子用來將空氣補入。空氣的來源，如圖所示，是從火鉢上發出，通過一



圖六

隻小瓶所貯的石灰水而來。這裏的空氣因為取自炭火的上面，所以已經飽含了從炭火產生的碳酸氣，碳酸氣通過石灰水時，石灰水便與碳酸氣起化學作用，產生一種不溶於水的白色碳酸鈣，沈澱於瓶底。這就是炭火中產生了碳酸氣的證據。

讀者一定已從教科書上知道：碳酸氣不能助燃，也不會自燃。它是一種比空氣重的氣體。它的產生，除了炭火之外，更有其他種種方法，例如將大理石投入鹽酸中等。若將碳酸氣壓縮後，從一有着一個極小的孔的袋中噴出，袋中就會遺下一種雪一樣的東西。把它製成固體後，就成為冷的“乾冰”了。住在都市裏的人也許在夏天曾經看見過：這種固體碳酸常被投入冰淇淋的容器裏。

燃燒木炭的能够產生碳酸氣，在今日幾乎已經是家喻戶曉的常識了。但是關於炭火還有一種更重要的事，得請詳細觀察一下：就是木炭堆燃燒時只有面內的部分燃燒熾烈，面外的大部分都仍露着它的黑色的場合，或木炭堆的下部燃燒特別熾烈，顯出極強的紅色的場合，我們不是看見炭的上部有着一叢藍色的火燄嗎？這就是我們現在所要說的炭火了。不消說，這叢火燄是氣體被燃燒時產生的。那麼被燃燒的是什麼氣體呢？它當然不是碳酸氣，因為我們已經知道碳酸氣是不會燃燒的。劣質的炭中含有種種氣體，當這些氣體噴射出來時，也常會發火，但那些大都是含有煙塵的，或呈黃色的，或成了大量的煙射出來的，反之，最優等的木炭，它的火燄常常顯出極清晰的藍色。這種藍色必須在木炭充足，火的溫度高至白熱狀態時纔能產生，不是平常單單把它

燒紅時所能出現。這種火燄，是由叫做“一氧化碳”的含有劇毒的氣體燃燒而成。

請到廚房裏去看看你們那隻炭爐：爐的上半截特高，裏面堆滿了木炭，下半截所開的很大的洞門，可使空氣充分送入，將火燃熾。當空氣與炭火相接觸時，所產生的一氧化碳，並不立時燃燒，卻鑽入炭與炭的縫隙間，向上方穿出。如將這一氧化碳混入適量的空氣，送入汽車的發動機裏，就成為木炭汽車了。關於這種木炭汽車，讀者中一定已有許多人看見過了。那是一種背負着一個圓筒形炭爐的汽車。它的構造原理，就是將我們所習見的藍色炭火，送入發動機去，成為一種推動力。

但是造成這藍色的火燄的一氧化碳，究竟不是什麼好玩意兒，我們上面已經說過，它遠比碳酸氣更毒。當火盆在門窗密閉的室中盛熾時，常常使我們感到頭痛的，就是這一氧化碳在作怪的緣故。

三 煤氣火燄的構造

最和我們接近的火，除了炭火外，值得我們注意的要算是可燃氣體的火燄了。當然，“可燃氣體”的範圍是很大的，這裏我們先就如今都市裏常用的煤氣來說說：

煤氣中除了含有氫、甲烷、一氧化碳、乙烯等能燃的氣體外，並含有些微從煤中分離出來的氮。這裏我們最應注意的是：煤氣中既含有一氧化碳，所以不要忘了它也是一種極毒的氣體。

煤氣不但有毒，而且當它與空氣混和時，遇着了火還會爆