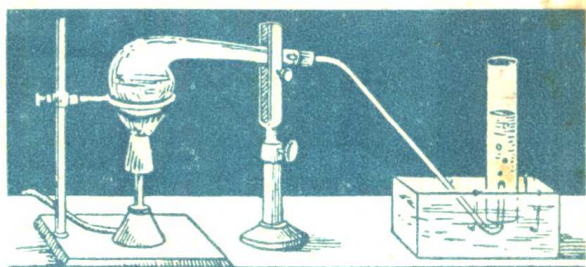


人 民 科 學 叢 書

氧 氣

費 道 羅 夫 著 孫 懷 民 · 李 吟 蓓 著



氣 氧

著夫 羅 道 費
譯波 吟 李 民 懷 孫
校翔 龍 張

行印社版出下天

人民
叢書

氧氣

原著者 費道羅夫
翻譯者 孫懷民·李吟波
印行者 天下出版社

版權所有
不准翻印

一九五一年四月北京初版（一）

出版者的話

本書爲蘇聯技術學碩士費道羅夫（А.С.Федоров）所著，是蘇聯國立技術理論叢書出版局所出普及科學叢書之一種，譯文是根據一九四八年版的俄文本譯出的。

本書原名“Огненный воздух”，應譯『火氣』，這是瑞典化學家卡爾·謝列在發現氧元素時的命名。『火氣』這個名詞在中文中並不流行，且還包含別的意義，因此把它改譯『氧氣』。這樣可以顧名思義，把書的內容更明顯地表示出來。

本譯文是孫懷民、李吟菰、余輝玲集體翻譯的，並曾經張龍翔教授校閱。

人民科學叢書

第一輯

宇宙的構造	地球的歷史	地球在宇宙間
生命的起源	空中世界	人怎樣開始講話
人體的故事	水底世界	人怎樣征服自然
物質的變化	植物的綠色	做母親的指南

第二輯

晝夜與四季	雷電風雨	氧氣
煤	火山	地球站在那裡？
玻璃的故事	地震	軟毛動物的生活
玻璃的時代	雷達	我們周圍的化學

本書根據蘇聯國立技術理論書出版社、蘇聯武裝力量部軍事出版社、全蘇科學政治普及協會等編印之科學普及叢書編譯而成。原作者均係蘇聯當代著名學士、教授、科學院士，為普及人民科學知識而寫作；運用馬列主義觀點，深入淺出的文筆，闡明自然現象和日常生活，以及各種科學上的問題；內容充實廣泛，譯文流暢，且附有插圖甚多，更有助長學習興趣，洵為大眾的知識寶庫，科學的入門書籍。

郭沫若先生序云：「科學在今天改變我們的思维方式，也是我們的生活方式，是我們人類精神所發展到了最高階段。一切的生活沒有經過科學的洗禮，都是不合理的存正，那是應該讓它早早消滅的。……科學生活的客觀目標，是在使全體人類能够生活得更合理，更幸福，科學的應用正應該適合於這種目標。真正的科學和科學家的精神，一句話歸結，就是在為人民服務。」

「我們今天需要真正的科學，要使科學回復到為人民服務的本位上來，使它成為不折不扣的人民科學，今天蘇聯的科學和科學家所走的正是這個方向。我們願意向他們看齊。在這兒遊覽了這套「人民科學叢書」，不僅要使科學知識大眾化，而且要使科學精神大眾化。不僅普通的讀者應該在這兒找尋精神糧食，就是專門的科學家也應該在這兒受一番再教育。」

天下出版社

北京地安門內米糧庫三號
電報掛號七九二七號

定價 \$ 3000

目 錄

緒言	一
在一個偉大的科學家實驗室中	二
氧的發現	四
在大自然的寶庫裡	五
怎樣從空氣中製取氧氣	六
一點簡單的物理學	八
一個簡單而又重要的裝置	九
空氣的潔淨	二
冷凝機器	四
低溫的保持	五
從高壓力到低壓力	六
低壓冷凝機	八
怎樣防止液體空氣蒸發	九
液體空氣的性質	二二

百萬分之一的大氣壓——高真空	二二
幾個有趣可是不太實用的計劃	二五
純淨氧氣的獲得	二八
氧氣匣	三〇
液氧炸藥	三三
稻草也可以爆炸	三四
液氧怎樣重新變為氣體	三六
從水中得到的氧氣	三八
用火處理金屬	四〇
海底和河底的寶藏	四三
最方便的燃料	四五
怎樣從煤中取得可燃性氣體	四六
技術上一個偉大的勝利	四八
冶金用的氧氣鼓風爐	五二
氧在工業上和生活中的應用	五六
未來的金屬與化學聯合工廠	五八

緒 言

本書所談的是世界上最普遍的化學元素——氧氣，我們到處都可以碰見氧氣，它構成空氣和水的一部分，差不多存在在所有的礦物裡面，並且是一切動植物有機體組成中不可缺少的成份。氧氣可以說是地球上生命的基礎。如果在大氣中沒有這種氣體，那麼動植物便不能生存，恐怕惟一的例外，只是少數的單細胞細菌纔能生存。

假使沒有氧氣的話，那麼有絕大多數的工業過程都是不可思議的了。燃料的燃燒，金屬的熔煉，以及許多化學物質的製取，都是需要氧的供給的。

不限於此，氧氣現在已很廣泛的被應用在各種生產設備中了，許多年來它已被應用於焊接和切斷最難熔解的金屬及合金，許多的科學研究證明，利用氧氣可以明顯地加快很多工業過程。

在冶金爐中，在化學工業的機械中，以及在廉價固體燃料的氣化裝置中，加入一定數量的氧氣時，不只能增加產品的數量，而且能提高它的品質。

因此，氧氣在工業中的用途日益廣泛，而且製氧裝置的機器工業就變成機器製造中一個重要的部門了。

本書簡單的敘述氧氣的性質和工業上從大氣中提取氧氣的機器裝置及其工作的原理，並且介紹怎樣在國民經濟的各個部門中利用氧氣。

在一個偉大的科學家實驗室中

夜深時候，閃爍的燈光，把朦朧的暗影投射在燦黑了的天花板頂上，在屋子中間，爐子裡燒着木炭，在許多曲頸瓶——接着封閉的長頸玻璃瓶——中流動着稠厚的液體，這些都是熔了的金屬——鉛，錫，在火上將它們加熱一小時，就變成了脆的粒狀東西——熔渣。

一個高的寬肩膀的人站了起來，靈活的用鐵鉗夾住了一個曲頸瓶，帶到桌子邊，謹慎的把它放到天平的稱盤上，在另一個盤中擺着青銅的法碼。在試驗之前，這些法碼恰好平衡了曲頸瓶和裡面的物質的重量。

指針勸得出乎意料的慢，好像每一秒鐘都過得很長，振動愈來愈小了，最後指針的尖端正對着『零』的標記停住了。又完成一個實驗。裝着錫的容器，如果是密閉的話，那麼不管在火上燒多久，它的重量並不改變。第二個曲頸瓶的結果也證實了這一點，第三個，第四個，第十個……亦是如此。昨天的，前天的，過去一週的結果都是如此。

『好，現在一切都明白了。』

實驗者用突然的動作移開了天平，打開一本厚書，浸黑了鵝毛筆，急速的寫着。

『在密閉的容器中做了一些實驗，爲了要研究金屬的重量在單純加熱時是否增加，實驗的結

果證明了有名的洛伯特·波依耳的意見是錯了，因為如果沒有外部空氣的透入，那麼燒過的金屬仍保持原來的重量。」

這幾行是天才的俄國科學家密哈依·瓦西里維契·羅曼諾索夫在一七五六年所寫的，他奠定了祖國科學的基礎，建立了重要的現代化學及物理的定律。

遠在羅曼諾索夫之前許多年，燃燒現象已在化學界中引起了很大的興趣。那時候關於燃燒有一種荒謬的錯誤理論，認為在一切物體裡面，都含有一種特殊的可燃的物質——燃素，相信這個燃素學說的人們，認為燃素的重量比「沒有」還少，就是說具有負重量，在燃燒燃料或者灼燒金屬時燃素離開了物體，因此已燃物質的重量較燃燒以前增加。這種對燃燒現象的解釋在羅曼諾索夫時代的學者都認為是正確的，可信的。

然而羅曼諾索夫不能同意這種荒唐的燃素學說，他假定在燃燒和加熱作用中，就是最平常的空氣參加作用。於是這位偉大的科學家就來作灼燒鉛和錫的實驗，以證明這個新的思想。

金屬在曲頸瓶中灼燒時，發生了什麼作用呢？這是空氣的一部分和金屬化合而生成熔渣（校者註：就是氧化物）。如果曲頸瓶是密閉的，它的重量比燃燒以前沒有改變。如果打開了曲頸瓶的封口，讓外面的空氣湧進來，佔據以前在容器中的空氣（就是在金屬變成熔渣時消失了的空氣）的地位。那麼曲頸瓶的重量就比以前增加了。

羅曼諾索夫的這些實驗，不但證明了空氣在燃燒中的作用，並且發見了「在化學變化時，如果一種物質有所損失時，那麼另一種物質一定有所增加。」這個物質不滅定律成了現代化學的基礎，偉大的俄國科學家在法國化學家拉瓦西發現這個定律前三十年就把它發現了。

氧的發現

在羅曼諾索夫死後，又過幾年，一個年青的瑞典化學家卡爾·謝列做了一個這樣的試驗：他把磷地放在一個燒瓶裡，用塞子緊密的塞住瓶口，同時放一個燃着的燭火在瓶子下面加熱。幾秒鐘以後，因為瓶底的發熱磷塊發出了光亮的火焰，瓶內充滿了濃厚的煙霧，這些煙霧又很快的降到瓶底，變成白的，類似霜片的形狀。

當燒瓶冷卻後，謝列將它顛倒過來，小心的把瓶頸放在水裡，謹慎的拔除了瓶塞，水很快的升入到瓶中，佔據了五分之一的容積。

這位青年化學家又在閉塞容器中試驗燃燒其他物質，所得的結果亦是一樣。緊閉在這容器中的五分之一的空氣是消失了，水充滿了它的部分，燃燒後剩在瓶裡的空氣，已經不能幫助蠟燭燃燒，甚至易燃的磷亦不能再裡面燃燒了，老鼠在這裡面也將很快的因呼吸困難而死。

所有這些，啟發了謝列一種思想，包圍在我們周圍的空氣並不是同一性質的，像當時所認為

的那樣。他想這是由兩種不同的物質拼成的混合物。空氣中的一個成分，就是在磷或其它物質燃燒後留在燒瓶中的那一部份，謝列稱它爲『死氣』，不助燃的空氣。而失去的那一部份，能够維持燃燒的，是活氣或者是『火氣』。

很快的，謝列就知道了製備純淨的『火氣』的方法，並怎樣把『火氣』與其他無用的氣體中分離開來。他在玻璃曲頸瓶裡，裝了硝石的粉末，放在火上加熱，硝石熔化了，產生一種奇異的氣體，在這種氣體裡，已經熄滅了的木條，亦能輝煌的燃燒着。

於是，在一七七二年我們發現了一種新的化學元素：『火氣』，這是燃燒和呼吸所必需的物質，後來便稱它作『氧氣』。

在大自然的倉庫裡

大自然中擁有非常豐富的氧氣，這是一種最普通的化學元素，差不多整個的地殼都是由氧和其它元素的各種化合物所組成的，例如鐵鏽就是鐵和氧的一種化合物，河砂是氧和硅組成的，泥土內也包含有氧和鋁。

水中也包含有大量的氧，在一噸水中包含有八九〇公斤的氧和一一〇公斤與氧化合的氫，不僅如此，在我們知道的空氣中，有五分之一都是氧氣。這是一個難以想像的大數目。假使地球上

和大氣中所有的氧氣都變為液體的話，那麼整個的地面，包括高山、平原和海洋在內，將被包圍上一層厚至兩公尺以上的寒冷的淡青色的液體。

用灼燒硝石去得到氧氣的古老方法已經成為過去的了，現在氧氣的製取已經變成獨立的，同時是工業中一個非常龐大的部門了。在世界上所有的國家內，都有了特殊製造氧氣的工廠，利用取之不竭的空氣作原料。

怎樣從空氣中製取氧氣

空氣並不是一個單一的氣體。現在我們已經知道，它是由氮、氧，以及所謂稀有氣體的氫、氦、氖、氬，等混合組成的，此外還有極少數的氫和二氧化碳，空氣中重要的成份是氮，它佔據空氣的四分之三以上的體積。氧氣佔五分之一，剩下的氣體僅佔百分之一。

用什麼方法可以分離這些氣體，並且從空氣中取得氧氣呢？

三十年以前就已經相當廣泛地應用化學方法去製取氧氣了。這種方法利用銀和氧的化合物，（氧化銀），以製取氧氣。氧化銀具有一種有趣的特性，把它加熱到呈暗紅色（攝氏溫度五四〇度）時，氧化銀就強烈的和空氣中的氧結合，成為含有更多的氧的物質——過氧化銀。然而再繼續加熱時，過氧化銀又被分解放出氧氣而重新變為氧化銀，這樣得到的氧氣，可以儲存在一種

特別的容器——彈形鋼筒中。氧化銀降落到五四〇度時，又能再從空氣中吸取氧氣而變為過氧化銀了。

用這種法方製造氧氣，一個鐘頭內可以得到不少立方公尺的氣體。然而這種方法却是昂貴，笨拙，不便利的。此外氧化銀在製造過程中會漸漸失掉它吸收氧氣的性質。因此須要常常更換。後來從空氣中製取氧氣的化學方法，漸漸的被更完善的別的方法所代替了。

如果預先把空氣變成液體，那麼從空氣中把氧分離出來就比較容易得多了。

在尋常大氣壓力下，液體空氣的溫度是非常的低——零下一九二度。這就是說，在冰點下一九二度。同時，構成空氣成份的各種氣體，它們的沸點是不一樣的。比如說氮氣吧，它在零下一九六度時即開始沸騰和蒸發。氧氣是零下一八三度，二者相差一三度。因了這種差異，就能把空氣中各個組成氣體分離開來。

如果把液體空氣放在一種容器中，使之沸騰並蒸發。那麼最先蒸發的，就是佔空氣一大部分的氮氣，而剩下的液體空氣就大部分是氧氣了。這就是應用特殊機械從空氣中分離氧氣的基本原理。

在現代，液體空氣被廣泛的應用於工業上以製取氧氣，然而要使氣態的空氣變成液態，需要極低的溫度，因此這種現代的製取液體空氣的方法叫做「冷凝法」。

空氣的冷凝要在特殊的設備中進行。在說到它的工作情況以前，我們必須明瞭一點比較簡單的物理現象。

一點簡單的物理學

你會經給自行車胎打過氣嗎？假使打過的話，那麼，你一定注意到，在那時車胎微微發熱。這是自然界中很普遍的現象——機械能變為熱能。在我們打氣時，有一部分的功效成了熱，於是被壓縮的空氣的溫度便增高了。

我們現在來再做這樣一個實驗，拿一個大瓶子，裝上三分之一的水，用木塞將瓶口緊密的塞住，穿過這個塞子插入一個管子，管子一端，接着一個梨形的小象皮球。如果你用手壓緊這小球時，空氣就被壓縮到瓶中而且發熱了，你再稍等一會，然後突然放開小球，這時空氣擴張到原來的容積，水面上的空間就充滿了霧氣了（圖一），這是為什麼呢？因為空氣在膨脹時冷却了，一部分由水中來的蒸氣因冷却而凝成了小水滴。

可是為什麼在膨脹時空氣會變冷呢？

假使說在壓縮氣體時人或機器是做了功，那麼當被壓縮的氣體膨脹時，氣體也做了功，而損失了熱能。在由熱能變為功時，溫度同時也降低，這種現象在自然界中是很普遍的。



圖 1：證明空氣在膨脹時冷卻的試驗

任何於壓縮氣體的膨脹，可能通過兩種方式發生。比如說，由一個裝滿了壓縮空氣的鋼筒，打開活門的針孔而逐漸放出氣體，在這時氣體做了什麼功呢？它克服了分子的內聚力和分子對孔壁的摩擦力，可是用這種方法想要得到大量的冷卻是不可能的。因為它只做了極小的一部分機械功。

現在讓我們試用膨脹的空氣去推動一個小的空氣發動機的活塞，在這種情形下，氣體做了很明顯的機械功。在它冷卻的時候，發動機上很快的蒸滴了霜，廢氣成爲一種霧狀跑出來了。空氣的溫度如此明顯的降低，使本來在空氣中的水蒸氣，此時就變成了一些小水滴了。

這是使壓縮氣體膨脹的二種方式——普通的膨脹和對

一個簡單而又重要的裝置

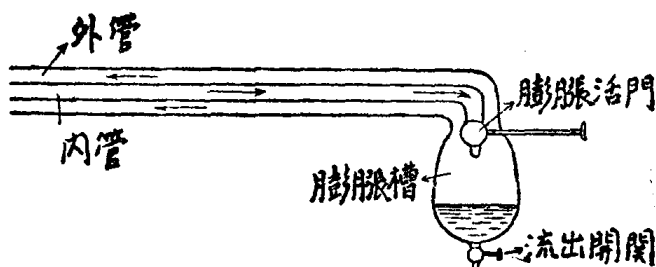


圖 2：熱交換器的結構——一個冷卻氣體用的簡單裝置

我們已經知道，在尋常大氣壓力下，液體空氣的溫度是非常的低，如果想用普通的氣體膨脹來達到這個溫度，必須事先把它的壓縮到異常大的氣壓，這不但需要很大代價，並且從技術的立場來看，亦是不切實際的。

可是有一種非常簡單的裝置，能够使空氣冷卻而不需要太大的壓縮空氣，這個裝置就是熱交換器，它是任何現代用以造成低溫的機器中所不可缺少的部分。

較簡易的熱交換器是由兩個金屬管構成，一個管子套在另一個管內（圖二），被壓縮好了的空氣就沿着內管通到一個特別的活門叫膨脹活門。經過活門出來的壓縮空氣，到膨脹槽內，就立刻膨脹，它的壓力降低到常壓，而槽內空氣的溫度也就下降了好幾度，冷卻了的空氣離開了膨脹槽，沿着外管向出口流去，這時內外管發生熱交換，外管的冷卻空氣，把內管中新進來的壓縮空氣的溫度降低；緊接着新的一部分已被冷卻的壓縮空氣又通過膨脹活門來到了膨脹槽，在槽內膨脹，使裡面的溫度再降低，這樣