



HUAXUE

化 学

第 四 册

少年自学丛书

四川人民出版社

青年自学丛书

化学

第四册

主 编 成都市教育局

编写单位 成都市第四中学

成都市第一中学

成都市第八中学

执 笔 解子宜 杨为尹

张昌模

四川人民出版社

一九七九年·成都

青年自学丛书 化 学 (第四册)

四川人民出版社出版 (成都盐道街三号)

四川省新华书店发行 渡口新华印刷厂印刷

开本787×1092毫米1/32 印张15.375 字数340千

1979年11月第一版 1979年11月第一次印刷

印数: 1—106,000册

书号: 13118·18

定价: 1.05元

前 言

“一定要极大地提高整个中华民族的科学文化水平”。这是英明领袖华主席高瞻远瞩地向全党、全军、全国各族人民发出的庄严号召。这是激动人心的动员令，这是气吞山河的宣言书，这同样是对广大青年亲切的召唤。

青年是我们的希望，是我们的未来。为了适应广大青年向科学进军的需要，我们组织编写了一套“青年自学丛书”，供广大青年自学，在校中学生课外阅读和中学教师参考。

这套“青年自学丛书”的数理化部分，共十七册，即《数学》八册（《代数》三册、《几何》三册、《三角》二册）、《物理》四册、《化学》五册。考虑到这套丛书具有自学的特点，使读者学后能系统掌握基础知识和基本技能，编写时注意了基本理论、基本概念、基本规律和学习中难点的讲述，例题较详，习题较多，循序渐进，由浅入深，文字上努力做到生动活泼，明白易懂。同时，参照全国中小学通用教材教学大纲精神，还介绍了一些先进知识。要求通过对丛书的自学，使读者能达到高中或略高于高中的程度。

这是“青年自学丛书”的《化学》读本，按照基本概念、基本理论、重要物质的具体知识等方面的内容，编成五册。

这套丛书的编写出版，得到中共成都市委宣传部的亲切关怀和有关学校的支持。四川师范学院化学系协助了丛书《化学》读本的审稿工作。在此，我们谨致谢意。

由于时间仓促和编者水平所限，本书内容可能有缺点或错误。鉴于当前需要迫切，先以“试用本”出版，广泛听取意见。我们热忱欢迎广大读者批评指正，以便再版时修订。

编 者

一九七八年三月

目 录

第一章 氧气和空气	(1)
第一节 氧气	(1)
第二节 氮气	(14)
第三节 惰性气体	(17)
第四节 空气	(20)
第五节 臭氧	(22)
复习题	(25)
复习提要	(25)
第二章 水和氢气	(27)
第一节 水	(27)
第二节 硬水和软水	(31)
第三节 氢气	(39)
第四节 过氧化氢	(50)
复习题	(54)
复习提要	(54)
第三章 氯及卤族元素	(56)
第一节 氯气	(56)
第二节 氯化氢和盐酸	(67)
第三节 氯化物及其检验法	(78)
第四节 氯的含氧化合物	(87)
第五节 氟、溴、碘和它们的重要化合物	(90)
第六节 卤族元素.....	(105)
复习题.....	(111)
复习提要.....	(111)

第四章 碳和碳族元素	(114)
第一节 碳族元素	(114)
第二节 碳	(116)
第三节 碳的氧化物	(124)
第四节 碳酸和碳酸盐	(139)
第五节 硅和锗	(144)
第六节 二氧化硅 硅酸 硅酸盐	(149)
第七节 硅酸盐工业	(156)
复习题	(164)
复习提要	(165)
第五章 磷和氮族元素	(169)
第一节 氮族元素	(169)
第二节 氮的氧化物	(170)
第三节 氨和铵盐	(175)
第四节 硝酸和硝酸盐	(191)
第五节 磷 五氧化二磷 磷酸 磷酸盐	(203)
复习题	(211)
复习提要	(213)
第六章 硫和氧族元素	(215)
第一节 硫	(215)
第二节 硫化氢和氢硫酸	(220)
第三节 二氧化硫 亚硫酸	(229)
第四节 三氧化硫 硫酸和硫酸盐	(236)
第五节 氧族元素	(255)
复习题	(258)
复习提要	(259)
第七章 金属概论	(262)
第一节 金属的通性	(262)
第二节 金属冶炼的原理和一般方法	(279)

第三节	金属的锈蚀和防锈	(288)
第四节	化学电源	(300)
复习题		(306)
复习提要		(307)
第八章	钠 碱金属	(309)
第一节	钠	(309)
第二节	钠的氧化物和氢氧化物	(315)
第三节	钠盐	(328)
第四节	碱金属元素	(334)
第五节	化学肥料	(337)
复习题		(346)
复习提要		(347)
第九章	镁和钙 碱土金属	(350)
第一节	镁及其化合物	(350)
第二节	钙及其化合物	(356)
第三节	碱土金属	(363)
复习题		(366)
复习提要		(367)
第十章	铝	(369)
第一节	铝	(369)
第二节	合金 铝合金	(381)
第三节	铝的化合物	(384)
复习题		(391)
复习提要		(392)
第十一章	铁 钢铁工业	(394)
第一节	铁元素在周期表里的位置、原子结构和性质	(394)
第二节	铁的化合物	(398)
第三节	铁合金 钢的种类	(406)
第四节	重要的铁矿石和生铁的冶炼	(410)

第五节	炼钢的化学原理 纯氧顶吹转炉.....	(417)
第六节	钢铁工业在国民经济中的重要意义.....	(421)
复习题		(424)
复习提要		(425)
第十二章	过渡元素	(428)
第一节	过渡元素在周期表中的位置、原子结构和特性...	(428)
第二节	铜及铜的化合物.....	(434)
第三节	锌和锌的化合物.....	(448)
第四节	钛的性质和用途 钛合金.....	(452)
第五节	铬、钼、钨的性质和用途.....	(457)
第六节	重铬酸钾及高锰酸钾是常用的氧化剂.....	(460)
第七节	镧系元素在现代工农业生产、国防和科学技术方 面的应用.....	(466)
第八节	锕系元素 铀 超铀元素.....	(472)
复习题		(477)
复习提要		(478)

第一章 氧气和空气

中学化学的基本知识除了前面两册所讲的有关物质结构的基本理论、基本概念和基本定律外，还有许多重要的元素和化合物的知识。本册将运用那些重要的理论、概念来研究重要元素的单质和化合物。

自然界里物质是多种多样的，不可能一一都加以研究。但是因为组成物质的元素种类并不太多，现今已正式命名的仅107种，其中最常见的元素不过三十种左右，这些元素组成我们生产和生活上常见的各种物质。所以我们学习物质知识，要以元素作基础，应该首先学习那些由最常见和重要的元素所组成的单质和化合物。

氧跟生产和生活关系非常密切，它大量存在于空气中，所以我们研究元素首先从氧开始。

第一节 氧 气

在107种元素中，氧元素跟我们的关系非常密切。所以首先研究它。

氧元素构成的单质——氧气，是我们很熟悉的一种气体。下面我们来系统学习氧气的知识。

氧气的分子式是 O_2 。它的结构式，过去根据价键理论认为是两个氧原子的最外能层上 $2S^2 2P^4$ 电子共有两个电子对以

双键结合而成分子的,即它的结构式用 $\ddot{\text{O}}::\ddot{\text{O}}$ 或 $\text{O}=\text{O}$ 来表示。但是到了本世纪四十年代发现了顺磁共振光谱,并且还证实了顺磁共振光谱是由分子中未成对的电子所引起的。上面结构中氧原子上所含有的电子都是成对的,这种结构应该是一个抗磁性的分子。但顺磁性光谱的实验却证明了氧分子具有顺磁性,还证明了氧分子里含有两个未成对的电子。所以上面那种双键结合的氧分子结构式并不符合实际。因此,氧分子的结构式要以这样来表示: $:\text{O}::\text{O}:$, 式中 $\cdots$ 代表三电子键,它是由在两个轨道的三个电子形成的,式子中间处于三电子键中部的横线表示两个氧原子共有的一对电子。三电子键只有在两个相同的原子间或电负性相差很小的原子间才能形成,形成时放出的能量约为一对电子形成的单键的一半,所以三电子键不稳定。

一、氧气的物理性质

氧气是无色、无臭、无味的气体,比空气略重,在标准状况(0°C 和1个大气压)下,1升氧气重1.429克。

氧气在很低的温度(-183°C)变成淡蓝色液体,在更低的温度(-219°C)变成淡蓝色的雪花状固体。

在通常状况下,氧气仅微溶于水, 20°C 左右和大约1个大气压1升水中能够溶解大约30毫升的氧气。水生动植物就是全靠溶解在水里的氧气维持生命的。

二、氧气的化学性质

氧元素在周期表里第二周期、第VIA族里,原子序数为8,氧原子的电子层结构为: $1\text{S}^2 2\text{S}^2 2\text{P}^4$ 。易从外界反应物的原子中夺得两个电子而形成稳定结构($2\text{S}^2 2\text{P}^6$),它的化

合状态一般显示 - 2 价。

氧气是一种化学性质活动的气体，它能与许多单质和化合物发生化学反应。

(一) 氧气与非金属的化合反应

氧气易与氢气、碳、硫、磷等化合生成水、二氧化碳、二氧化硫和五氧化二磷等物质。

〔实验1—1〕 取一小块木炭放在燃烧匙里伸进盛有氧气的集气瓶，看不见有什么现象发生。取出燃烧匙给木炭加热至发红，再伸进盛有氧气的集气瓶。这时立刻可以看到，木炭比在空气中更剧烈地燃烧，发出白光（如图1—1）。等到燃烧停止时，立即向瓶

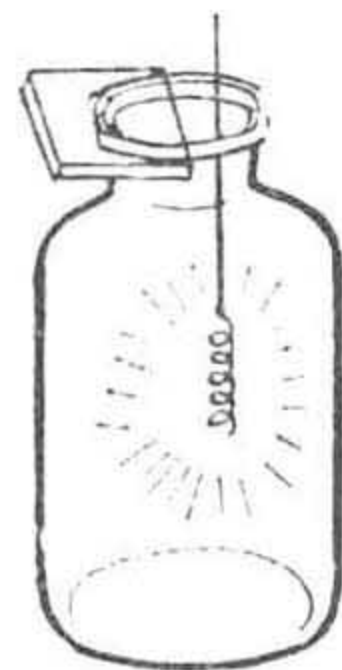


图1—1 木炭在氧气里燃烧

内倒进一些澄清的石灰水，振荡一下，石灰水变浑浊。

木炭是碳元素的一种单质，主要成分是碳，常温它不与氧气反应，但红热后在氧气里与氧剧烈化合发热发光，发生了燃烧现象，燃烧后生成的无色气体能和澄清石灰水生成不溶性的碳酸钙而使石灰水变浑浊，证明这种气体是二氧化碳。



图1—2 硫在氧气里燃烧

〔实验1—2〕 取少量硫磺放入燃烧匙中，在火上加热至发火燃烧，这时它发出微弱的淡蓝色火焰。将燃烧匙伸进盛有氧气的集气瓶中，可以看到硫在氧气里也比在空气里燃烧更剧烈，发出明亮得多的蓝紫色火焰，并可嗅到一种强烈刺激性气味，如图1—2所示。加入紫色石蕊液振荡后变红色。

加热的硫磺跟氧气也发生剧烈的化合反应，生成一种有刺激性臭的无色气体二氧化硫，并放出热量和发出蓝紫色的光。



生成的二氧化硫溶于水后变成亚硫酸，显酸性反应，故能使紫色石蕊变成红色。

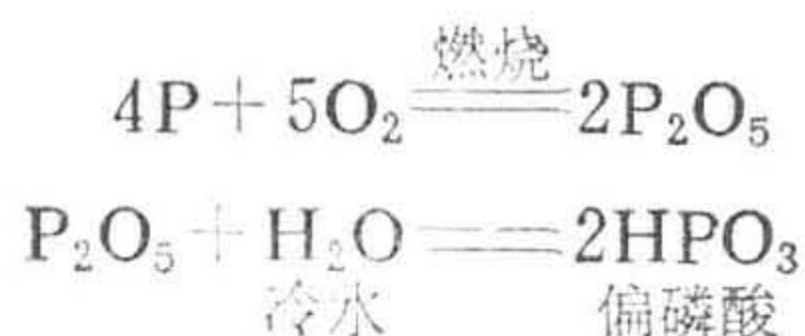
〔实验1—3〕 取少量红磷放燃烧匙里加热。可以看到，红



图1—3 红磷在
氧气里燃烧

磷在空气里燃烧得相当剧烈。再把燃着红磷的燃烧匙伸进盛有氧气的集气瓶，可见到燃着的红磷燃烧得更为剧烈，发出耀眼的强光，同时生成极浓的白烟(1—3)。燃烧停止后，可看到瓶底和瓶壁附有一层白色固体。加水溶解后，滴入紫色石蕊液变成红色。

红磷加热后在氧气中和氧剧烈化合生成白色粉末状的五氧化二磷，溶于冷水生成偏磷酸。



氧气还能在加热时与氢气化合生成水。



除了卤素外，氧能跟很多非金属直接化合生成非金属氧化物。

(二) 氧气跟金属的化合反应

氧气不但能跟很多非金属化合，而且还能跟绝大多数的

金属（除银、铂、金以外）直接化合。很多在空气中不会燃烧的金属，在纯氧里也会剧烈燃烧。

〔实验1—4〕 取铁丝网上的细铁丝 2 至 3 根在笔杆上把它弯成螺旋状，并把它的一端紧系一根火柴梗，一端拴在粗铁杆上。点燃火柴梗，直至火柴快燃尽前立即伸进盛有氧气的集气瓶（瓶里在收集氧气时保留少量水，以防反应时生成的炽热四氧化三铁接触瓶底而爆裂），可以看到，铁丝在氧气里剧烈地燃烧，引起火星四射。燃烧停止后，还可看到瓶底有黑色固体四氧化三铁生成（图1—4）

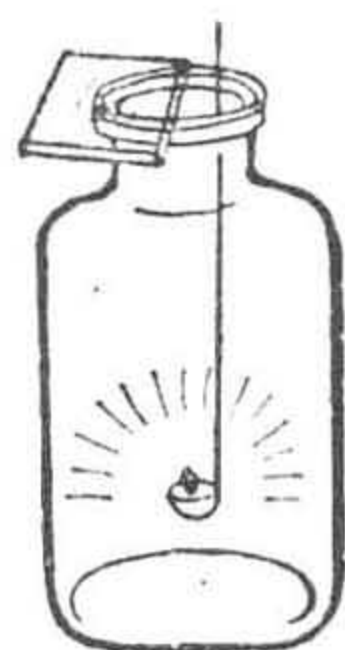
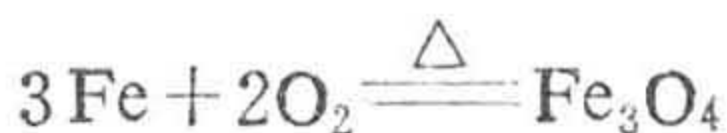


图1—4 铁丝在氧气里燃烧



〔实验1—5〕 取少许铜粉盛入试管中加热，并通入氧气（图1—5），可以看到铜粉与氧气发生剧烈化合反应而发热发光，最后生成黑色的氧化铜。

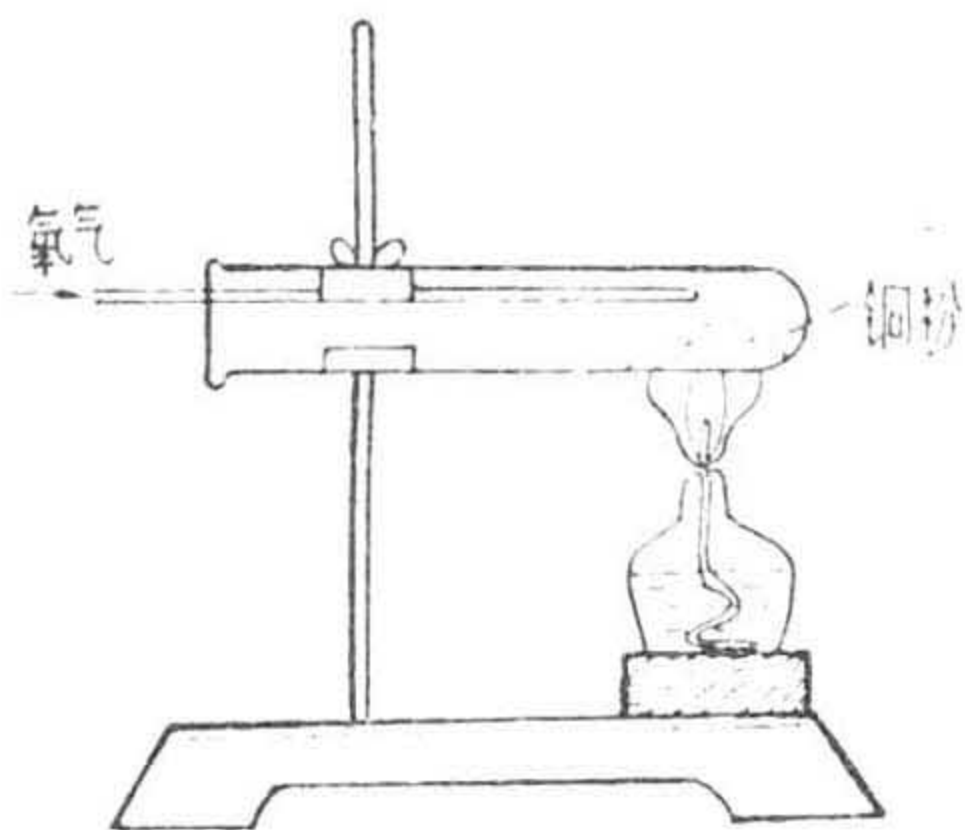
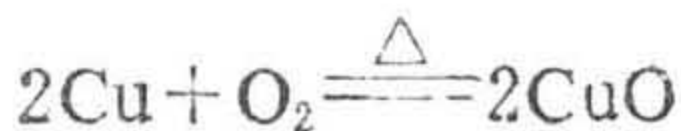


图1—5 铜粉与氧气反应发生燃烧现象

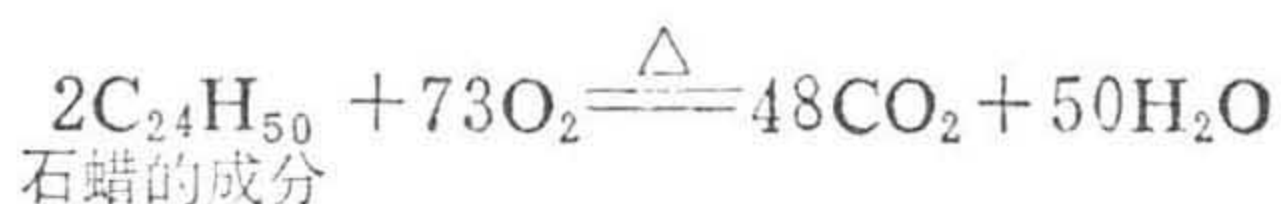


（三）氧气跟多种化合物反应

氧气还能跟许多碳氢化合物（如煤、汽油、酒精、天然气、电石气、石蜡等）在加热时发生燃烧。这些化合物成分里的碳和氢分别与氧化合而变成二氧化碳和水，并同时发光、放出大量的热。这可以用蜡烛（主成分为石蜡 $\text{C}_{24}\text{H}_{50}$ ）和木材〔主成分为纤维素 $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ 〕

的细条的燃烧为例来说明。

〔实验1—6〕 在燃烧匙上固定一小节鱼烛；把鱼烛点燃后将燃烧匙伸进盛有氧气的集气瓶。烛火更剧烈地燃烧，发出白光（图1—6）。待燃烧完毕后，取出燃烧匙可以看到瓶壁上有水滴出现。再向瓶里倒入少量澄清石灰水，振荡后立即变浑浊。



〔实验1—7〕 取一根细木条在火上加热点燃，吹熄木条上的明火只保留木条上有火星。速将有火星的细木条伸进盛

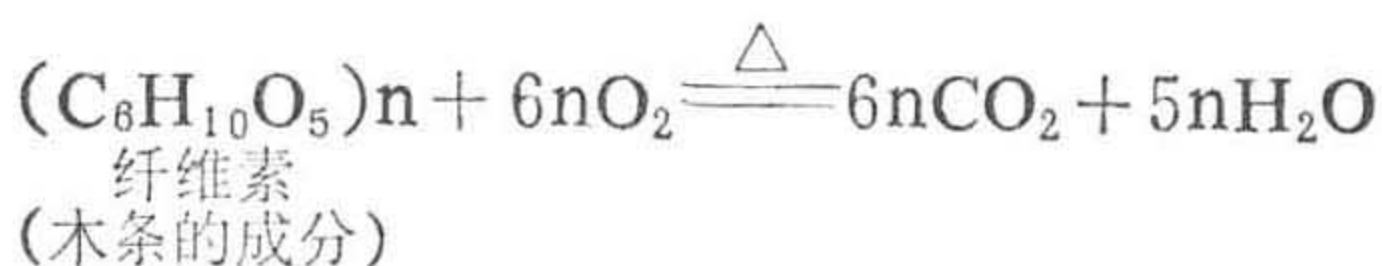


图1—6 蜡烛在
氧气里燃烧



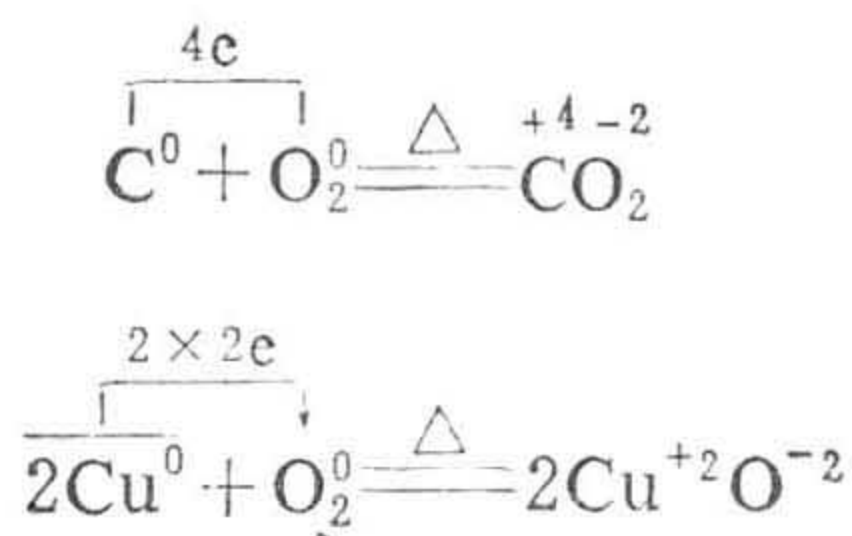
图1—7 有火星的细
木条在氧气里复燃

氧的集气瓶内，可以看到火星在纯氧气中复燃，如图1—7所示，这叫火星复燃法，可用以鉴别氧气。



综上所述可知，氧气是一种化学性质比较活动的气体，它能跟很多单质和化合物起反应并放出大量的热，这是氧气的一项极重要的性质。

物质跟氧气所发生的反应叫做“氧化反应”。发热发光的剧烈氧化反应就是燃烧。象上面所谈的木炭、硫磺、红磷、铁、铜、石蜡等物质跟氧气所起的反应都是剧烈的氧化反应，就氧而言则起的是还原反应，所以总起来讲，都是一个氧化——还原反应，它们的实质都是非金属或金属原子失电子，而氧原子得电子。这些氧化—还原反应的生成物都是由氧元素和其它一种元素组成的氧化物，例如二氧化碳、二氧化硫、五氧化二磷都是非金属氧化物，而四氧化三铁、氧化铜则是金属氧化物。



三、氧气的用途

物质的用途决定于物质的性质。氧气能够支持燃烧和供给呼吸，所以它在工农业生产和日常生活中有极为广泛的用途。

空气中的氧气支持燃料的燃烧和维持人类和动植物的呼吸作用。

比较先进的纯氧顶吹转炉炼钢，就是利用氧气代替空气提高炉温有利于氧化钢里杂质，把它们减少或除去，提高钢的质量和产量。

由于可燃物质在氧气里燃烧可以比它在空气中燃烧得更剧烈更迅速，可以短时间内达到更高的温度，所以机械工业上都用它来支持乙炔或氢气等燃烧，造成高温的氧炔焰或氢氧

焰。例如纯氧气帮助乙炔燃烧，可产生三千多度高温火焰，来焊接或切割金属。用来焊接金属的叫焊枪，用来切割金属的叫割枪，如图 1—8 所示。图 1—8 甲为常见的焊枪，使用

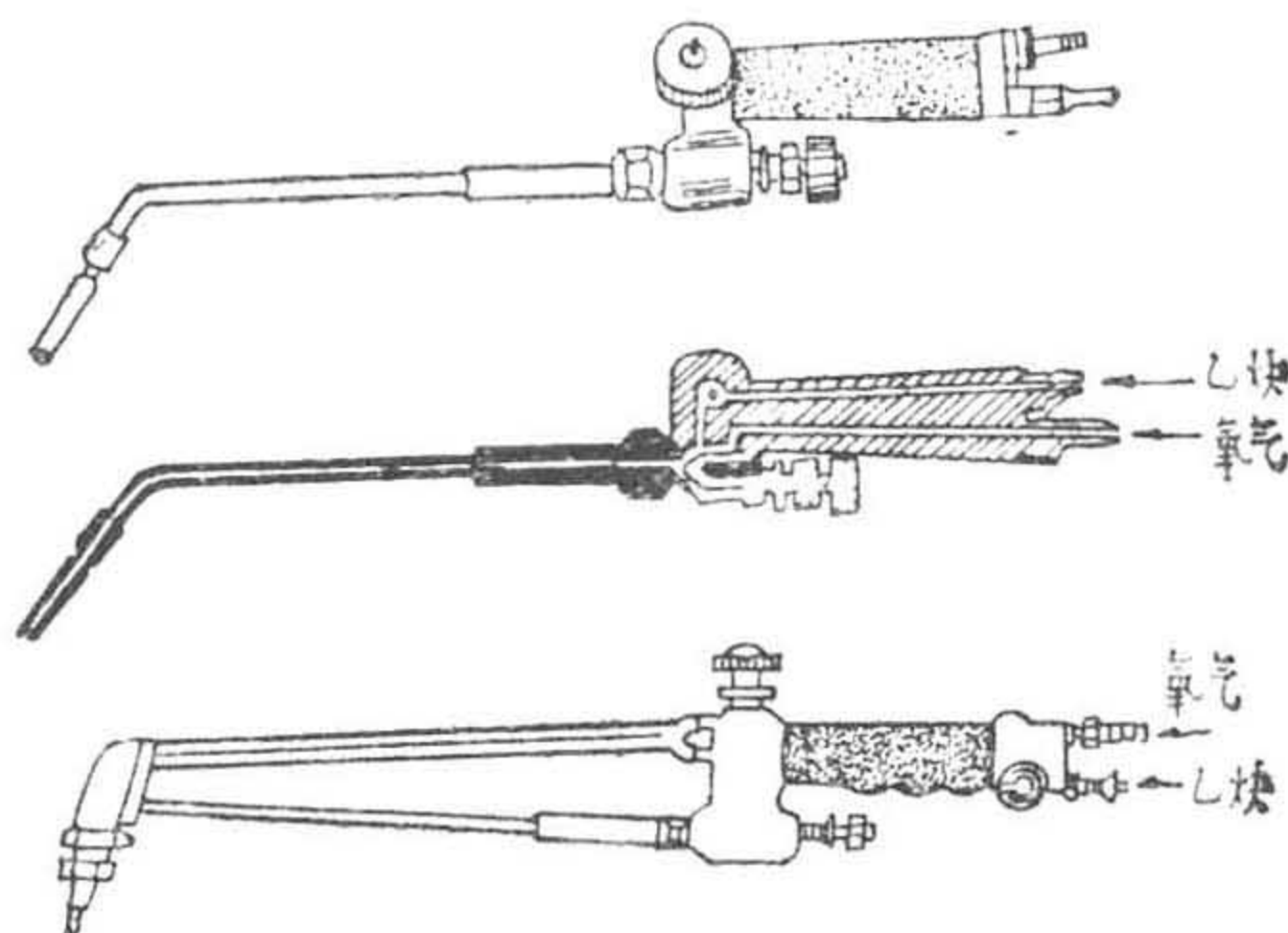


图1—18 焊枪（上）和割枪（下）

时先开乙炔阀门，在出口处点燃后，再开氧气阀门，随即产生高温的氧炔焰，把要焊接的部分烧红，同时把金属焊条熔化填入待焊接的金属间的缝隙里，冷却凝固后两块待焊接的金属就焊接在一起，这种焊接的方法叫做气焊。若要切割金属则使用图 1—8 乙的割枪，它比焊枪多了一个通入氧气的金属管。切割金属板时，当金属被氧炔焰烧红时，再从这管道通入更多的氧气，使红热的金属氧化燃烧成氧化物而被切断，这种切断金属制品的方法叫做气割。气焊和气割在机械工业方面应用十分广泛。

纯净的氧气常用以治疗窒息、肺炎、严重肺结核以及中毒的人，并可供高空飞行人员、登山队、潜水人员、消防队、矿坑里的救护队等呼吸。

液态的氧用在火箭发动机里和作开采矿石、开辟沟渠、挖掘隧道的液氧炸药（用多孔的可燃物质如木炭粉、木屑等

等和液氧混成，在密闭空间点火燃烧，在极短时间内产生大量高温气体，引起巨大的爆炸作用）。

氧气对人有很多用途，但也有害处。例如它会使许多金属制品氧化锈蚀引起破坏。因此我们要采取措施，防止这种作用，保护金属制品使它经久耐用。

四、氧气的制法

（一）工业上制法

氧大量存在于空气和水里。工业上制取氧气常用液化空气法来分离氧气和氮气。先将空气净化，除去其中的灰尘和二氧化碳，然后经过压缩机加压至200个气压，使空气体积大为缩小，同时放出热量，这时又迅速减压至常压，则压缩空气又吸热而剧烈膨胀，使它的温度大大降低（约可降低 50°C ），照这样反复加压、膨胀，重复几次，使空气的温度一再降低，最终可使空气液化而得淡蓝色的液态空气。再将液态空气分段蒸发，使沸点更低的氮（沸点 -195.8°C ）先变成气体蒸发出来，当液态氮蒸发完后即剩余液态氧。将液态氧再蒸发出来（沸点 -183°C ），经过压缩机压缩到150个大气压，把它储存在耐高压的氧气钢瓶中，以供工业上的使用。

在电力代价低廉的地方，也可用直流电电解水来制取氧气和氢气。

（二）实验室制法

实验室里常用含氧多而又容易受热分解的含氧化合物来制取氧气。一般用加热氯酸钾（常放入少量二氧化锰来加速分解反应）或高锰酸钾的方法。

1. 加热氯酸钾

〔实验1—8〕 取少量氯酸钾细粉放于试管中，用酒精灯