



苏联大百科全书选译

氧在冶金中的应用

重工業出版社

苏联大百科全书选译

氧在冶金中的应用

重工业出版社

鋼在冶金中的应用

重工業出版社翻譯組 譯

重工業出版社 (北京市灯市口甲45号) 出版

北京市書刊出版業營業許可証出字第〇一五号

* * *

重工業出版社印刷厂 印

一九五六年六月第一版

一九五六年六月北京第一次印刷 (1—4,040)

787×1092·1/32·14,500字· $\frac{24}{32}$ 印張·定价 (10) 0.14元

書号 0492

* * *

發行者 新華書店

目 錄

I	冶金中的用氧問題.....	1
II	氧在高爐生產中的应用.....	3
III	氧在煉鋼中的应用.....	6
IV	氧在有色冶金中的应用.....	12
V	氧在化鉄爐中的应用.....	15

I 冶金中的用氧問題

氧在冶金中的应用是指在火法冶金中，也就是在高温煉制各种金屬与金屬合金的技術中应用濃度高於通常空气中的濃度氧气含量的問題。提高氧气濃度能大大改变火法冶金过程的化学反应歷程、热制度，以及各种物理参数。同时，各种熔煉產物——金屬（合金）、爐渣和爐气的質量也將有重大的改变。由此可見，在冶金中应用氧气是一个复雜的綜合性的科学問題和技術經濟問題。

有几千年的时间，人类只是利用未預热过的大气氧來生產热能和金屬。將空气預热，以便使热工設備，特別是冶金設備达到高温，是在十九世紀向前迈进的一大步。關於改变冶金中所用的空气本身的成分，以及空气的增氧問題，Л.И. 門捷列夫在他的著作“化学基礎”中，曾經簡明的、經典性的而且是極正确的提出过：“……因为在这种气体（富氧空气—編者）中所進行的燃燒，能得到極高的溫度，这种溫度對於許多方面（特別是在照明和冶金方面）的应用都是有益的，因而在各种工厂和各种實踐中开始用上述方法使空气增氧的时期將會來到”。冶金过程本身是化学反应与热量作用於金屬或含金屬物料（特別是礦石）的綜合过程，这种过程一般是在高於 1000° 的溫度下進行的。空气中的氮在實質上不参与冶金的化学过程，而是和其他物料一起被加热到高温，但最后几乎是全部随煙气棄入大气中。氮气的一部分顯热，可以有效地用來加热爐料（高爐煉鐵法），或是用蓄热的方法使其回到冶金設備中（平爐煉鋼法）。但是，消耗在氮气加热时的热量，大部分是無益地損失掉，因而引起燃料的非生產性消

耗。由此可見，氮在冶金生產中是降低金屬熔煉經濟效益的惰性物。此外，氮气不參與還原和氧化的化學過程，因而它會減低還原和氧化介質中有效反應劑的濃度，拖長反應時間，從而阻礙冶金工藝過程的強化。最後，氮在吹煉法中，對於金屬性質也有不良的影響，如果用氧來代替氮，則不僅會加速金屬的熔煉過程，而且會大大提高金屬的質量。

用氧來部分代替或全部代替進入冶金設備中的空氣中的氮（直到應用含 O_2 達 96—99% 的工業純氧），能在下列幾個主要方面大大改善金屬的熔煉過程：（1）加速熔煉過程；（2）降低燃料消耗量；（3）改善金屬的質量（轉爐煉鋼法）；（4）在原有設備中生產新品種的產品，例如在高爐中冶煉某些鐵合金，以及生產有着特種成分（對於該種冶煉過程來說）和特種工業用途的爐渣和爐氣；（5）使最難的熔煉過程易於進行，例如在電爐中熔煉低碳鋼，生產高合金生鐵的異形鑄件（這種高合金生鐵在普通的熔煉條件下，其流動性對於鑄造是不夠的）；（6）便於防止某些故障和破壞工藝過程的現象發生（轉爐和化鐵爐中金屬溫度過低等）。

在工業上實現氧在冶金中的應用，曾被氧氣的价格昂貴所限，這是因為用低效率的制氧法只能制取少量氧氣所造成的。目前（1953年）已在使用巨型制氧設備制取氧氣，這種設備在消耗電能約 0.5 仟瓦小時/米³的條件下每小時的生產率達幾萬立方米。減低氧的价格，將使氧氣在黑色冶金和有色冶金中獲得廣泛的應用。

蘇聯學者在研究冶金工業用氧問題方面居優先地位。在蘇聯所組織的對於理論和實踐兩方面的廣泛研究，已經解決了在這方面所產生的許多複雜問題。1948年，以И.П.巴爾金為首的一組

苏联学者，由於在採用氧气强化平爐煉鋼过程方面所做的工作，而荣膺了斯大林獎金。

II 氧在高爐生產中的应用

在高爐煉鐵中採用富氧鼓風，目前还处在工業實驗階段。第一次用氧實驗（鼓風中的含氧量僅為 23%），是 1913—1914 年在比利时烏格拉工厂進行的。後來，用富氧鼓風的經常性實驗熔煉，主要是在苏联進行的：1932—1934 年，在契尔諾列欽斯克工厂容積為 28 米³ 的高爐中進行過實驗，1940—1941 年，在德涅伯·罗彼得罗夫斯克工厂容積為 218 米³ 的高爐中又進行過實驗。德國曾在 1933—1934 年和第二次世界大战时期（1939—1945），在古捷弗努格斯修特工厂容積為 70 米³ 的高爐中進行過熔煉實驗。契尔諾列欽斯克工厂採用含氧 30—60% 的冷風，而其他工厂採用含氧 25—33% 的热風。多次實驗証明，採用富氧鼓風有可能大大強化煉鋼生鐵、鑄造生鐵和特种生鐵的熔煉过程，大大降低生產鐵合金时的燃料消耗量以及用某些非焦化燃料（如干泥煤、褐煤）來代替冶金焦炭。所有的實驗都肯定，採用富氧鼓風時普通的高爐耐火磚砌体的耐久性仍可認為滿意。

增加鼓風中的含氧量，能够大量減少鼓風量和 1 公斤碳在風口区燃燒時生成的爐气；同時會增加爐气中一氧化碳的含量和提高焦炭的理論燃燒溫度（表 1）。

減少 1 公斤碳燃燒時生成的爐气量，可在爐中使气体上昇速度不加快的情况下強化爐子進程（高爐煉鐵过程）並能用增加燃料在單位時間內的燃燒量的办法，使生產率增加到相當程度。但如鼓風中含氧量很高，則由於燃燒过程的速度很快而出現燃燒

区域縮減的現象，这就使料柱在爐中不易下降，並使邊緣气流过分的發展。

表 1

富氧鼓風在煉鉄过程中引起的变化

指 标	干鼓風中的含氧量，%					
	21	25	30	40	60	96
風口区燃燒 1 公斤碳：						
(1) 消耗風量 (含有 1% 水分)，米 ³	4.38	3.7	3.09	2.33	1.56	0.97
(2) 獲得气体量，米 ³ ...	5.33	4.66	4.04	3.27	2.5	1.9
在風口区生成的气体中 CO 的含量，%						
	35	40	46.2	57.1	74.8	98
热到 1400° 的碳 (燃燒成 CO) 的理論燃燒溫度 (風温为 600°)，°C						
	1880	2060	2280	2680	3290	4050

在冶金过程高度强化的情况下，礦石留在爐中的時間大大縮短，这就会使鉄的氧化物的直接还原得到强烈的發展，同时焦炭的消耗率随之增加。

虽然理論燃燒溫度猛烈地增高 (表 1)，但使用富氧鼓風时爐气的实际溫度僅在風口前范围很小的燃燒区内才有顯著的升高，这是因为爐缸中生成的爐气与下降至爐缸中的液体熔煉產物之間有很强烈的热交換的緣故。僅在大量消耗焦炭和相应提高煤气与液体產物的数量比例时 (例如熔煉鉄合金)，爐缸溫度才会顯著上昇。在这种条件下提高爐缸溫度，会促進难还原的元素 (砷、錳、鉻) 还原，並可以有效地用來制煉几种鉄合金 (例如鉻鉄或高砷鉄) 和特种爐渣 (水泥工業用的高鋁氧渣，以及电石渣

等)，而在採用普通鼓風的高爐中，生產這些產品在技術上是不可能的或在經濟上是不合算的。

使用富氧鼓風時爐氣的數量較少，因此爐氣在從爐缸向爐頂上升的途中比用普通鼓風時冷卻快些，這就使爐子上部的溫度顯著降低。熔煉鐵合金時，爐頂煤氣的溫度能夠降低到 250° 或者更低一些（用普通鼓風時溫度很高），這就能大大提高熔煉過程的熱效率，而且是大大降低焦炭消耗量（達 25%）的主要原因之一。熔煉煉鋼生鐵和鑄造生鐵時，富氧鼓風對燃料消耗率的影響問題比較複雜。一方面，在用富氧鼓風時下列因素起着降低燃料消耗率的作用：（1）隨爐氣損失的熱量減少（但是不像熔煉鐵合金時減少那樣多，這是因為在這種情況下熱量的損失還是很多的）；（2）由於加速熔煉過程，外界熱損失減少；（3）用於分解鼓風中水分的熱量消耗減少。另一方面，降低高爐爐身的溫度，就會使爐身中鐵的間接還原、碳酸鹽的分解和水分的蒸發過程減慢，並會促進鐵的直接還原強烈發展，因而增加焦炭的消耗量。要使降低燃料消耗率的因素勝過增加燃料消耗率的因素是困難的，但是可能的。為了解決這個問題，曾提出過各種方法（如將氣體燃料鼓入爐身等），但目前這些方法還研究得不充分。

採用含氧量達 35% 的鼓風，似乎還沒有必要對高爐的一般結構和各種附屬設備做重大的改變。進一步增加鼓風中的氧氣，就要求減小高爐的高度和爐缸直徑。

當然，富氧鼓風會降低爐氣中的含氮量。爐氣的發熱量由於含氮量的降低而增加，這樣就使爐氣可能用於動力和工藝方面的範圍擴大。採用焦炭並採用含氧 35% 的鼓風時，能夠獲得發熱量不低於普通發生爐煤氣的煤氣。如在高爐煉鐵時採用未碳化過

的燃料（例如，塊狀泥煤），則因其在高爐分解時會產生大量揮發物，而有可能獲得高發熱量的煤氣。這種煤氣按性質來說近似照明煤氣，適用於公用煤氣供應的某些方面，以及用於化工生產。除煤氣外，還能獲得大量的焦油（達干泥煤重量的10%），經回收後用作化學工業的貴重原料。

在使用焦炭的高爐中，如果鼓風中含氧50—55%，則所獲得的爐氣當其中所含的一氧化碳轉化（按反應 $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$ ）、並用化學吸收劑除去二氧化碳後，可變為體積比為 $\text{H}_2:\text{N}_2=3$ 的氮氫混合物，它適用於氮的合成。進一步增加鼓風中的含氧量，會同時降低爐氣中的含氮量，因而能夠利用這種爐氣來生產人造液體燃料。

III 氧在煉鋼中的應用

在煉鋼過程中採用氧氣具有很大的前途，因為這些過程都是氧化過程而且是在高溫下進行的。平爐和煉鋼電爐中的鋼液，一般系借助於空氣、鐵礦石或氧化鐵皮中所含的氧來氧化，以除去金屬中不良的雜質。在轉爐煉鋼法中（貝塞麥煉鋼法和托馬斯煉鋼法）氧化過程幾乎是全靠空氣中的氧來進行的。煉鋼過程所需要的高溫，是靠生鐵中各種元素的氧化（轉爐法）、燃料的燃燒（平爐法），或消耗電能（電爐法）所發生的熱量來達到的。

氮佔空氣體積的78%，它是不參與鋼液氧化和燃料燃燒反應的惰性物。有氮存在，會減低氧化反應可能達到的速度，並從爐膛中帶走大量的熱。

為使鋼液中的元素氧化而加入礦石和氧化鐵皮，就需要額外消耗熱量，以使礦石和氧化鐵皮加熱到金屬的溫度並使氧化鐵進

行吸热的分解反应。礦石和氧化鉄皮又必然会帶入一些二氧化矽，致使渣量增加，促使鋼液沾染非金屬夾雜物。

如果用氧來代替空气、鉄礦和氧化鉄皮的一部或全部，以作为鋼液的氧化剂或燃料燃燒时的助燃剂，則上述缺点就能完全消除或大大减少，因而这是强化煉鋼过程最有效的方法。此外，在轉爐煉鋼法中採用氧气，鼓風中氮的濃度降低，金屬在吹煉时期吸收的氮减少，还能提高鋼的質量。

1925 年以來，在煉鋼生產中所進行的实验和半工業性用氧实验，已使得氧气在工業上獲得了相当廣泛的应用。

在貝塞麥煉鋼中，目前最常採用含氧量为 25—30% 的富氧鼓風。此时轉爐的結構仍旧和採用普通鼓風时一样，因为爐牆和爐底的寿命並沒有顯著的縮短。富氧鼓風能縮短吹煉時間，即提高轉爐生產率約 20%，並能使用 30% 的廢鋼（一般只能用 5% 左右），这是因为减少了氮气帶走的热損失；此外还能吹煉低矽生鉄，矽的氧化是貝塞麥煉鋼法中主要的热源。

曾在貝塞麥轉爐中用含氧 25% 的鼓風試驗煉制含 C 約 1% 的双联煉鋼所用半成品，这一实验証明，如 1 噸金屬消耗 8 米³ 氧气，轉爐的生產率約可提高 38%；同时加入轉爐中的廢鋼量可比一般的增加 100%。如果吹入氧气（佔重量的 60%）和水蒸汽（佔重量的 40%）的混合物，則轉爐生產率提高 44%，此时一噸的半成品消耗 6.7 米³ 氧气。

貝塞麥轉爐採用富氧鼓風，鋼中含氮量能减少到 0.003—0.012%（採用一般的空气鼓風，鋼中含氮量为 0.012—0.030%）。採用氧同水蒸汽或二氧化碳的完全不含氮的混合物，能煉出含氮量更低（0.004—0.005%）的貝塞麥鋼（關於水蒸汽分解时析出的氫气会对鋼的性質有不良影响的顧慮，並未由实验証实。）

小型貝塞麥煉鋼法目前最常採用的是含氧量約30%的鼓風。在這種情況下可以吹煉含矽0.5—0.7%的低矽生鐵。吹煉時間縮短將近46%。出鋼溫度（在轉爐中不補加矽鐵）平均是1770°，而在一般的情況下出鋼溫度是1660°—1680°。這對生產異形鋼鑄件具有重大的意義。大家知道，小型貝塞麥鋼的含氮量一般比所謂大型貝塞麥鋼的含氮量少些，因為用小型貝塞麥法空氣不透過整個金屬層，而僅僅吹入金屬層的表面。小型貝塞麥爐採用富氧鼓風煉出的鋼，總共含 N_2 0.005%左右，而採用空氣鼓風煉出的鋼則含 N_2 0.008—0.01%。

托馬斯煉鋼法和貝塞麥煉鋼法一樣，現在最常採用含氧量約為30%的富氧鼓風。在此情況下轉爐中可加入13%的廢鋼（採用空氣鼓風時可加入約5%的廢鋼），而且可以得到含氮量低至0.008%的鋼（一般的鋼含氮0.011—0.025%）。進一步減少鋼中含氮量（減少到0.005%）的方法是用鐵礦石或氧化鐵皮代替廢鋼和用石灰石代替一部分的石灰（1噸生鐵大約加60公斤石灰石）。這是因為鋼液被鐵礦石或氧化鐵皮氧化時，以及石灰石分解時，都需要消耗熱量，從而使金屬的溫度降低，而溫度降低就能減少金屬吸入的氮量。石灰石分解時放出二氧化碳，也會減少金屬的吸氮量，因為放出二氧化碳會降低轉爐爐氣中氮氣的分壓。如果同時採用含氧30%的鼓風、鐵礦石和石灰石，則可煉出含 N_2 0.004%的鋼。用含氧達30%的鼓風，吹煉時間比用空氣鼓風縮短32—39%。

用氧和水蒸汽的混合物（按重量計，氧佔63%，水蒸汽佔37%）代替空氣鼓風，能煉出含氮很低（0.002—0.003%）的托馬斯鋼。根據某些資料，用這種方法煉出的沸騰鋼，其機械性能不亞於平爐鋼。用氧和水蒸汽的混合物鼓風，吹煉一噸生鐵需氧

55 米³。吹煉時間比用空氣鼓風縮短 45%。

為了同樣的目的——獲得不含氮的鼓風且能調節鼓風中的含氧量——目前還在托馬斯轉爐中進行着採用氧和二氧化碳的混合物吹煉的實驗。

在托馬斯煉鋼法中採用氧氣，有可能將低磷生鐵煉成鋼，大家知道，磷的氧化可以產生出熔煉過程所必需的热量。

在普通轉爐設備（貝塞麥爐、小型貝塞麥爐、托馬斯爐）中採用純氧鼓風的實驗證明，此時必需採用水冷風口來代替普通風口，以及用壽命很高的爐襯等。因此有人提出將工業純氧經爐口吹入轉爐（完全沒有風口的轉爐）的方法，並已得到工業上的應用（暫時只用於托馬斯煉鋼生產中，奧地利）。氧氣是通過一種用流水冷卻的噴嘴（由兩根套在一起的管子組成，中間有空隙）在稍高於鋼液表面的地方吹入的。在此情況下轉爐中有可能加入 27% 的廢鋼。煉出的鋼含 N₂ 不高於 0.005—0.006%，根據初步的數據，其機械性能不次於優質平爐鋼。

大型貝塞麥法與托馬斯法用氧的主要效果應當認為是含氮量的降低和鋼的質量有可能達到平爐鋼、甚至是電爐鋼的質量水平。大約從二十世紀二十年代起，由於機器製造業、運輸業和其他消費者對金屬質量的要求大大提高，貝塞麥鋼的生產急劇下降，而托馬斯鋼的生產也發展得很慢。完全可以設想，在轉爐中採用氧氣煉鋼這一方法的發展，將會重新恢復貝塞麥鋼和托馬斯鋼原來在工業上所佔的重要地位。

在平爐煉鋼法中，氧氣得到了最大的實際應用：（1）用來強化燃料的燃燒；（2）用氧氣流來割斷赤熱的廢鋼（在爐底上），使其加速熔化；（3）用來加速金屬的精煉。

1. 採用氧氣來強化燃料的燃燒，可以用下列方法來實現：

(1) 使氧通过空气閥和蓄热室的空气格子房，同燃燒用的空气一起進入爐內；(2) 使氧气通过平爐爐頭中的噴射燃燒器或燃燒嘴進入爐內；(3) 使氧气通过專門增設的燃燒嘴或噴射燃燒器進入爐內。第一种方法沒有在實踐中得到推廣，因为有大量氧气透过蓄热室的漏縫而損失掉，而且調節火焰也有困难。第二种方法如果鼓風中含氧不超过 27%，則是有效的。採用此法可在煉一噸鋼消耗氧气 12—25 米³的情況下，使爐子的小时生產率依工作条件（爐料中的廢鋼量，裝料的速度等）的不同提高 10—30%，節省燃料 17—25%。这种方法由於氧气的單位消耗量很大，而在實踐中应用得較少。第三种方法还处在實驗研究階段。

2. 以加速爐料的熔化为目的，使氧气流在爐膛中吹向放在爐底上的赤热廢鋼，能得到良好的效果。氧气在 5—7 大气压的压力下通过直徑 25—32 毫米的鋼管或帶水冷銅嘴的噴管吹入爐中。銅嘴噴管由裝料口的窺孔插入爐內。一噸廢鋼消耗氧气 1—1.5 米³，就可以大大縮短固体爐料的熔化時間（縮短 17—25%）。

3. 平爐煉鋼法中最普通的用氧方式，是把氧直接吹入鋼液中以加速金屬精煉的过程（使雜質氧化）。氧气流以超音速的速度經由直徑 19—25 毫米的普通鋼管吹入爐渣和金屬的分界面上。这种鋼管是通过裝料口的窺孔插入爐膛中的。也有人採用水冷銅嘴噴管，將其插在裝料口的窺孔中或爐子后牆上高出爐渣面 150—200 毫米的專用孔中。噴嘴將氧吹入爐渣表面。無論是用普通鋼管，或是用噴嘴送氧，氧气流都能冲進鋼液表面而滲入金屬中，鋼管在送氧过程中熔化。向 170 噸的爐子吹氧每一次作業消耗 20 米長的鋼管。氧化一噸金屬中万分之一的碳量，氧气的理論消耗量是 0.09 米³。但因为氧气流强有力地將爐渣和金屬攪合，使爐渣的氧化作用大大加强，故在鋼液中含碳量高（0.5%

或 0.5% 以上) 的情況下, 氧氣的實際消耗量僅是 0.05 米³。氧氣消耗量隨金屬中含碳量的降低而增加, 如果金屬中含碳量在 0.04% 到 0.03% 之間, 氧氣消耗量則相應地達到 2 米³。

吹氧入鋼液可使金屬的脫碳速度比鋼液用鐵礦石氧化時的脫碳速度快 1—4 倍。如果鋼液同時用氧氣和鐵礦石進行氧化, 則脫碳速度更快。

熔煉含碳量特別低的低碳鋼 (軟碳素鋼、軟鉻鋼等) 時, 採用氧氣使平爐中的鋼液氧化是很有成效的。鋼液中吹入氧氣也能使金屬的脫磷作用以更快的速度進行。

用吹氧法直接使鋼液氧化的方法的缺點是生成大量的褐色煙氣 (氧化鐵) 和使爐膛 (特別是爐頂) 砌體很快損壞。但是它可以採用設在水平煙道中的洗氣器收集起來。為了增加爐頂的壽命, 採用高耐火度的鉻鎂磚是有成效的。

顯然, 根據生產條件採用各種最適宜的用氧方法, 是能夠得到最大的效果的。

在電爐煉鋼法中, 鋼液吹氧的方法用於生產低碳鋼和在用鉻鎳廢鋼煉制不銹鋼時使用。大家知道, 鉻在較低的溫度下容易氧化, 而碳則在高溫下容易氧化。鋼液中吹入氧氣會提高熔煉過程的溫度, 因而能大大減少鉻的燒損, 並使鉻的利用率達到 90% (從爐料進入鋼中)。電爐熔池和爐膛中加入氧氣的方法和平爐煉鋼法中採用的方法相同。

電爐煉鋼法的氧氣消耗量與爐料成分有關, 若以入爐的 1 噸廢鋼計算, 在熔化時消耗 4—6 米³, 金屬精煉時消耗 8—25 米³。由於提高了碳的氧化速度 (比用鐵礦石時的氧化速度快 1—3 倍), 爐子每小時的生產率大約提高 30%, 電能消耗量降低 20%。

Ⅳ 氧在有色冶金中的应用

从矿石或精矿中制取铜、镍、铅、锌及其他有色金属时，硫化物、金属合金和燃料的氧化有着重大的意义。这些氧化过程常消耗大量空气（鼓风），特别是从氧化矿中提炼镍和从硫化矿中提炼铜消耗量更大（表 2）。

表 2

熔炼 1 吨铜、镍、铅和锌的空气消耗量

主 要 熔 炼 方 式	空气消耗量 (吨)
硫化铜矿的鼓风熔炼·····	184
铜精矿和镍精矿的反射熔炼·····	60
氧化镍矿的鼓风熔炼·····	582
铅的熔炼·····	8.7
锌的熔炼·····	44

进入炉中的空气，除在其成分中有氧化过程所必需的氧外，还有大量的氮气。在有色冶金过程中，空气中有氮必然会使氧化过程进行缓慢，会降低炉中温度，会使热量损失于塞入大气中的氮的加热；不仅如此，而且还因为生成极大量的炉气而降低了炉气中下列各种贵重组分的浓度：二氧化硫，一氧化碳，易挥发元素及其化合物的蒸汽，含有金属的烟塵等。这样，在有色冶金工艺中起很大作用的集塵工作就会遭到困难，利用气体中所含贵重元素的条件就会变坏。采用富氧鼓风，一方面能消除上面的缺点和改善熔炼时的热制度，同时又能提高其他的熔炼指标——炉子生产率，所得炉渣的成分等。

富氧鼓風最適合於处理儲量很大，但目前全世界都还未很好利用的原料——硫化礦及其精礦。

在有色冶金过程中，有各种物質在爐中呈固态或液态經受氧化作用。呈固态經受氧化的有：（1）焙燒和燒結过程中的硫化物，鼓風熔煉中在爐子上部進行反应的硫化物；（2）火法精煉过程中的金屬合金；（3）燃料。呈液态經受氧化的有：

（1）成雨点狀向鼓風爐本床的熔池中下降的硫化物或在吹爐中吹煉的硫化物；（2）火法精煉过程中吹煉的金屬合金。对各种物質氧化速度的研究，証明氧化速度与气体混合物中氧的分压成正比。

曾經研究过各种**固态硫化物**的氧化速度（以此时硫被燃去的程度計），証明气体混合物中如含有氧气60%，則硫化亞鉄、硫化亞銅、閃鋅礦、硫化銅礦、銅精礦和鋅精礦的氧化速度增加0.3—2倍。气相中氧气的濃度對於固态硫化物的氧化速度的影响，在溫度为500—600°时較大，在較高的溫度（900—1100°）下較小。在硫化物氧化过程中，例如鋅精礦進行懸浮焙燒时，採用富氧鼓風的實踐效果証實了上述的研究数据。

对液态硫化物的氧化速度也做过同样的研究，証明含40% O₂和60% N₂的气体混合物可使硫化亞銅的氧化速度比用空气时快20%。

鼓風中的含氧量对各种金屬氧化速度的影响，曾以純銅和銅合金做實驗來測定过。純銅在900—950°的溫度範圍內氧化时，在其表面形成致密的氧化膜，使以后的氧化过程不易進行。所以当溫度在950°以下时，銅在工業純氧中的氧化速度，僅比在大气中快4—5%，而在1000°时則快33%。銅錳合金在氧气中的氧化速度，在800°时最大，比其在空气中的氧化速度快40%。