

转炉鼓风设施

熊 柳 彬 著

冶金工业出版社

轉 爐 鼓 風 設 施

熊 柳 彬 著

冶 金 工 業 出 版 社

本书叙述了轉炉需用风压和风量的确定；
轉炉鼓风机的規格和性能；送风管路的計算和
敷設；风压和风量的測量以及鼓风机的安装、
操作及維護等知識，可供轉炉炼鋼車間技術人
員和工人了解、選擇和管理轉炉鼓风設施的参
考。

轉爐鼓風設施

熊柳彬 著

— * —

冶金工业出版社出版（北京市灯市口甲45号）

北京市書刊出版業營業許可証出字第093号

五三六工厂印刷 新华書店发行

— * —

1959年8月第一版

1959年8月北京第一次印刷

印数2,020册

開本850×1168·1/2·60,000字·印張2 $\frac{24}{32}$ ·插頁6

— * —

統一書号 15062·1831 定价0,44元

目 录

第一章 氧在吹炼过程中的作用.....	5
第二章 轉爐需用风压和风量的确定.....	7
第三章 鼓风机的性能.....	12
第一节 国产鼓风机的种类、規格及性能.....	12
1) 罗氏鼓风机.....	12
2) 叶式鼓风机.....	15
3) 二級离心式鼓风机 (东风牌鼓风机)	18
4) 多級离心式鼓风机.....	20
第二节 轉爐鼓风机的传动及其系列.....	22
第三节 离心式鼓风机的特性.....	34
1) 鼓风机的一般特性曲綫.....	34
2) 管路特性曲綫.....	36
3) 鼓风机风量的調节曲綫.....	38
4) 鼓风机的“飞动”区.....	39
第四节 鼓风机并联及其使用范围.....	40
第四章 送风管路.....	43
第一节 风管直径的确定.....	43
第二节 风管的阻力.....	43
第三节 风管壁厚的确定.....	47
第四节 送风的系統.....	48
第五节 管路的敷設.....	53
第五章 风压和风量的測量.....	56
第一节 測量风压和风量的意义.....	56
第二节 风压的測量.....	57
第三节 风量的測量.....	58
第四节 測量仪表的安設.....	68

第五节	用孔板测量风量的计算公式及例题	69
第六章	鼓风机的安装、操作、维护及检修要点	77
第一节	罗氏或叶氏鼓风机的安装、操作、维护 及检修要点	7
第二节	东风牌鼓风机的安装、操作、维护及检修要点	79
第三节	O ₄ -200-125 型鼓风机的安装、操作、维 护及检修要点	84

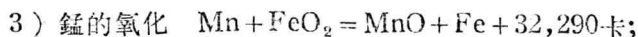
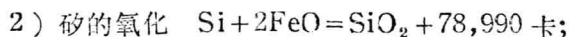
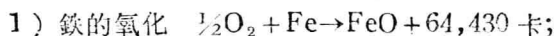
第一章 氧在吹炼过程中的作用

轉爐煉鋼過程的實質，就是用空氣中的氧氣氧化鐵水中雜質的過程並將這些雜質〔如碳（C）、矽（Si）、錳（Mn）、磷（P）和硫（S）等〕，降低到一定程度。這些元素，都是與氧起化學作用，特別是矽、錳和碳，與氧的化學作用更為活躍。

供入轉爐內氧氣的方法，就是將具有一定速度壓頭的空氣送入爐內，促使在爐內的鐵水流動和分散，並進行攪拌。這樣，空氣中的氧，就有可能在更大的範圍內，與鐵水中的鐵、矽、錳和碳等元素起氧化作用。在氧化過程中，放出了大量的熱，鐵水的溫度，便得到了提高，而用不着靠其它燃料來燃燒了。

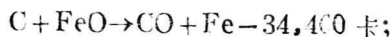
側吹轉爐在吹煉初期（又叫爐渣構成期），首先氧化的是鐵水中的鐵元素，隨後氧化鐵與鐵水中的矽、錳起反應。矽是以較大的速度氧化着，錳的氧化稍為緩慢，而碳的氧化則非常慢。這些元素氧化的產物，形成爐渣和氣體；氣體伴隨着一部分的石灰粒，不斷地經轉爐的噴口吹出去，而爐渣則參與熔煉過程，並逐漸地形成下來，浮在鐵水表面。

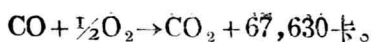
此時，爐內所起的氧化反應如下：



吹煉過程中的第二期，也就是碳的燃燒期。當吹煉初期，鐵、矽、錳逐漸氧化提高鐵水溫度約至 1450°C 時，碳才開始氧化，到 1550°C 時反應急劇進行。這時不僅有形成的一氧化碳的反應，而且它還與游離氧燃燒生成二氧化碳而使溫度顯著地提高，並使碳的氧化愈來愈強烈。

此時，爐內的反應如下：





大多数的碳，在第二期已經氧化完了，爐气中的一氧化碳含量也大大地減少，而鉄的氧化却增加着。由于鉄的强烈氧化，火焰中便夹有褐色的氧化鉄爐气，这就是吹炼的終期。

由此看来，吹炼过程中的物理和化学作用，空气中的氧是起着很重要的作用。

第二章 轉爐需用風壓和風量的確定

在吹煉過程中，風量主要是用來與鐵水中的碳、矽、錳和鐵等元素氧化。而風壓* 則是為了攪拌鐵水，使空氣中的氧更好地與鐵水中的元素氧化；更主要的是具有一定的風壓（動壓）後，才能往轉爐內送入空氣。因此，保持必要的風壓，不但可以送入足夠的空氣量，而且還能使空氣中的氧，更有效地被利用來縮短吹煉時間。然而，風壓是有限度的，過大了，鐵水的吹損增加，而且嚴重地影響到爐襯的壽命。

攪拌爐內的鐵水，是靠速度的動壓力來實現的。空氣從鼓風機輸送到轉爐風箱後，由於安裝在爐襯里的風阻斷面積縮小，這樣，一部分的靜壓力，乃轉變為具有速度的動壓力了。

在同一鼓風機規格以及料柱阻力不變的條件下，風阻斷面的大小與動壓力（速度）有一定的關係。風阻的斷面大，動壓力就小，速度也慢；斷面小，則動壓力就大，速度也快。然而，必須指出，由靜壓力轉變為動壓力，轉變為速度能，有一部分的压力，却被損耗而不能歸還了，這就是所謂風阻的壓力損失。轉變的動壓力愈大，則壓力損失也愈大。當動壓力提高到一定的極限值時，由於產生的壓力損失超過了轉換得來的動壓力，這時，實際上的動壓力，不但不增加，反而逐漸地減小了，

因此，根據鼓風機的額定風壓特別是當鼓風機的能力在實際運轉中不足時，正確地選擇風阻的斷面，包括每個風阻的直徑，個數以及排列方式等具有重大的意義，以力求得到最大的動壓力，使空氣流動速度最快，相應地送入爐內的空氣也就愈多。

這方面，我們正在進行研究中。在蘇聯，曾根據鼓風機的風量和風壓，結合吹煉的情況進行過分析和研究。一些作者推薦出

* 這裡所說的風壓，是指轉爐風阻的出口壓力。

风阻的断面积与轉爐容量的比例关系数值，以及风阻个数和排列方式等。例如，对容量为5吨以下的轉爐，当风阻直径不小于30~35公厘时，每吨容量应有的风阻总断面积，大約是30~50公分²。

除了风阻的压力損失（局部阻力）外，还有由于空气在送风管内摩擦而产生的压力損失，叫做摩擦阻力；也还有由于管道上配件（如弯头、三通、閘門和異径管等等）而引起的压力損失，叫做局部阻力。

因此，鼓风机的需用压力，就必须克服这些阻力，即

鼓风机需用压力 = 风管內的摩擦阻力 + 风管道的局部阻力 + 轉爐吹炼需用的压力。

轉爐吹炼需用的压力，是用来克服鉄水的重力，攪拌鉄水，并保証送入一定的风量。它与鉄水面距风阻的深度，鉄水温度以及爐型結構等等有关系。

虽然，轉爐吹炼需用的压力，远远地大于风管的各种阻力。然而，特别是当鼓风机的額定风压，不是較富裕的时候，尽量减少风管的摩擦阻力和局部阻力，不論在經濟方面，或者在技术方面，均有它一定的意义。

通常，不同容量的轉爐所需要的风压如下：

轉爐容量 (吨)	0.5	1~1.5	3	6	10
需用风压 (公尺水柱)	1.5~2.0	2.0~2.	3.0	4.0	6.0

一定数量的鉄水需用的空气量与鉄水中含杂質的多少，以及送入轉爐內的空气，氧的利用率等有很大关系。鉄水中含杂質少，氧的利用率又高，則吹炼单位数量的鉄水，所需要的空气量就少，且吹炼時間縮短。可以用下列的式子来表明：

$$\text{吹炼時間 (分鐘)} = \frac{\text{总的需用空气量 (公尺}^3\text{)}}{\text{单位時間內送入的空气量 (公尺}^3\text{/分)}}$$

根据不同的鉄水成分，可以核算每噸鉄水所需用的空气量*。

例如，生鉄的化学成分为：碳 4.2%，錳 1.0%，矽 1.0%，硫 0.10%，磷 0.80%；吹炼終了后变成鋼水的化学成分为：碳 0.06%，錳 0.3%，矽 0%，硫 0.04%，磷 0.05%；金属里除去各元素的百分数，应为：碳 3.6%，錳 0.7%，矽 1.0%，硫 0.06%，磷 0.75%。

1. 碳燃烧所需要的空气量：

去碳量为 $1000 \times 3.6\% = 36$ 公斤。

1) 假定 60% 的碳氧化成二氧化碳，即 $36 \times 60\% = 21.6$ 公斤，碳氧化成二氧化碳的反应为 $C + O_2 = CO_2$ 。

其所需要的氧气量设为 x 公尺³，则

$12 \text{ 公斤} : 21.6 \text{ 公斤} = 22.4 \text{ 公尺}^3 : x \text{ 公尺}^3$ ，

$$x = \frac{22.4 \times 21.6}{12} = 40.32 \text{ 公尺}^3。$$

空气中氧与空气的体积比 = 21:100，故所需要的空气量为

$$40.32 \times \frac{100}{21} = 192.5 \text{ 公尺}^3。$$

2) 40% 的碳氧化成一氧化碳，即 $36 - 21.6 = 14.4$ 公斤，碳氧化成一氧化碳的反应为 $C + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO$ 。

所需要的氧气量设为 x 公尺³，则

$12 \text{ 公斤} : 14.4 \text{ 公斤} = 0.5 \times 22.4 \text{ 公尺}^3 : x \text{ 公尺}^3$ ，

$$x = \frac{0.5 \times 22.4 \times 14.4}{12} = 13.44 \text{ 公尺}^3，$$

折合空气量为 $13.44 \times \frac{100}{21} = 64 \text{ 公尺}^3$ 。

碳燃烧所需要的空气量为 $192.5 + 64 = 256.5 \text{ 公尺}^3$ 。

* 每噸鉄水所需要之空气量的核算，系摘录方汉庭編著的轉爐煉鋼一書，科技卫生出版社出版。

2. 錳燃燒所需要的空氣量:

去錳量為 $1000 \times 0.7\% = 7$ 公斤。

錳氧化成氧化錳的反應為



其所需要的氧氣量設為 x 公尺³，則

$$56 \text{ 公斤} : 7 \text{ 公斤} = 0.5 \times 22.4 \text{ 公尺}^3 : x \text{ 公尺}^3,$$

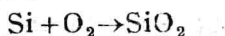
$$x = \frac{0.5 \times 22.4 \times 7}{56} = 1.4 \text{ 公尺}^3,$$

折合空氣量為 $1.4 \times \frac{100}{21} = 6.66$ 公尺³。

3. 矽燃燒所需要的空氣量:

去矽量為 $1000 \times 1.0\% = 10$ 公斤，

矽氧化成二氧化矽的反應為



其所需要的氧氣量設為 x 公尺³，則

$$28 \text{ 公斤} : 10 \text{ 公斤} = 22.4 \text{ 公尺}^3 : x \text{ 公尺}^3,$$

$$x = \frac{22.4 \times 10}{28} = 8 \text{ 公尺}^3,$$

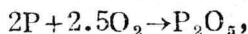
折合空氣量為 $8 \times \frac{100}{21} = 38.09$ 公尺³。

4. 硫氧化量甚少，所需要的空氣量可以不計。

5. 磷氧化所需要的空氣量:

去磷量為 $1000 \times 0.75\% = 7.5$ 公斤，

磷的氧化反應為



其所需要的氧氣量設為 x 公尺³，則

$$62 \text{ 公斤} : 7.5 \text{ 公斤} = 2.5 \times 22.4 \text{ 公尺}^3 : x \text{ 公尺}^3,$$

$$x = \frac{2.5 \times 22.4 \times 7.5}{62} = 6.77 \text{ 公尺}^3,$$

$$\text{折合空气量为 } 6.77 \times \frac{100}{21} = 32.24 \text{ 公尺}^3.$$

6. 鐵氧化所需要的空氧量（包括渣中的氧化鐵及爐口噴出的氧化鐵）：

設鐵氧化成渣及經氧化而噴出的鐵量為 7 %，

$$1000 \times 7\% = 70 \text{ 公斤},$$

氧化生成物均為氧化亞鐵，其反應式為，



其所需要的氧氣量設為 x 公尺³，則

$$56 \text{ 公斤} : 70 \text{ 公斤} = 0.5 \times 22.4 \text{ 公尺}^3 : x \text{ 公尺}^3,$$

$$x = \frac{0.5 \times 22.4 \times 70}{56} = 14 \text{ 公尺}^3,$$

$$\text{折合空气量为 } 14 \times \frac{100}{21} = 66.66 \text{ 公尺}^3.$$

一噸鐵水吹煉至終點成鋼，所需要的空氣量為

$$256.5 + 6.66 + 38.09 + 32.24 + 66.66 = 400.15 \text{ 公尺}^3.$$

送入轉爐內的空氣中的氧，不可能百分之百的被利用。設空氣的利用率為 80%，則每噸鐵水吹煉成鋼所需要的空氣量為

$$400.15 \times \frac{100}{80} = 500.19 \text{ 公尺}^3.$$

看來，提高氧的利用率，對減少送風量，縮短吹煉時間具有很重大的意義。為了提高氧的利用率，如上所述，必須要有足夠的風壓，適當的風咀數量及其排列方式，以便拌動鐵水，增加氧與鐵水中各元素氧化的接觸機會；此外，提高鐵水溫度，使氧化過程更加強烈，也是很重要的條件之一。

一般說來，容量較小的轉爐，氧的利用率要差些。或者說，單位鐵水所需要的空氣量要多些。

第三章 鼓风机的性能

第一节 国产鼓风机的种类、规格及性能

由于工作原理不同，鼓风机分为旋轉活塞式的和离心式的两大类。在旋轉活塞式鼓风机中，空气的压缩，是在二个腰形轉子所形成的空气室中，借轉动时的压缩作用，使空气容积减少来实现的。通常所说的罗氏鼓风机和叶氏鼓风机，就属于这一类。它較适用于轉爐吹炼，能随阻力的变化来增加或减少鼓风机的风压，而风量基本上仍保持不变。

离心式鼓风机的叶輪轉动时，空气是靠离心力的作用，从叶輪內拋出来；并以很高的空气速度轉变为风压的。根据叶輪級数的多少，离心式鼓风机分为一級离心的、二級离心式和多級离心式的。用于轉爐吹炼的离心式鼓风机，一般都不少于二級。例如，东风牌鼓风机，是二級的，而0₄-200-125型鼓风机，則是多級的。

下面就分別介紹以上所述的几种鼓风机。

1) 罗氏鼓风机

罗氏鼓风机的主要結構，如图1所示，是由二个腰形轉子2組成。依靠主动軸上的一对斜齿輪，帶动从动軸上的斜齿輪，使得二个轉子为等速运动。主动轉子和从动轉子之間，以及轉子和机壳之間，均保持一定的間隙（0.25~0.4公厘），以避免轉子和轉子，以及轉子和机壳发生摩擦，此外，也保証不致因空隙过大，而使空气过度的倒流。

在主动軸上装有一皮带輪，用三角皮带与电动机或其它原动机联接。当电动机或其它原动机轉动时，装在主动軸上的皮带輪，也跟着轉动。如果立在皮带輪的正面看，主动軸是順时針方向轉动，而从动軸則是反时針方向轉动。

在主动軸齒輪箱的一端，裝有小齒輪油泵一台，当主动軸轉動時，齒輪油泵也跟着轉動。由于齒輪油泵的轉動，在齒輪箱下部儲油箱中的潤滑油，便壓送到齒輪箱上端，并噴到齒輪上去，以保證斜齒輪的潤滑和冷卻。然后，油經過濾油斗流回到儲油箱內，这就形成了冷卻潤滑系統。

这种鼓风机，应用在压力低于 0.35 計示大气压以下。轉子的轉數，根据极限允許的圓周速度来选择，即

$$n = \frac{60 \times u}{\pi \times D}$$

u ——圓周速度，采用 8~15 公尺/秒；

D ——轉子的外径（公尺）。

轉子的长度一般为：

$$l = (1.0 \sim 1.7) D \text{ (公尺)}。$$

罗氏鼓风机的实际送风量可按式計算

$$Q = \eta_v \frac{\pi \cdot D^3}{3} \ln \text{ (公尺}^3/\text{分)}$$

式中 Q ——鼓风机的送风量（公尺³/分）；

η_v ——容积效率，采用 0.75~0.85；

D ——鼓风机轉子的直径（公尺）；

l ——鼓风机轉子的长度（公尺）；

n ——轉子的轉數（轉/分）。

由上式可以看出，鼓风机的轉數是与风量成正比例的。轉數愈高，风量就愈大。

驅動鼓风机所需要的功率为：

$$N = \frac{Q (P_1 - P_2)}{60 \times 102 \eta_v \eta_m} \text{ (瓩)}$$

式中 N ——驅動鼓风机所需要的功率（瓩）；

Q ——鼓风机的送风量（公尺³/分）；

P_1 和 P_2 ——鼓风机后和鼓风机前的空气压力（公斤/公尺²）；

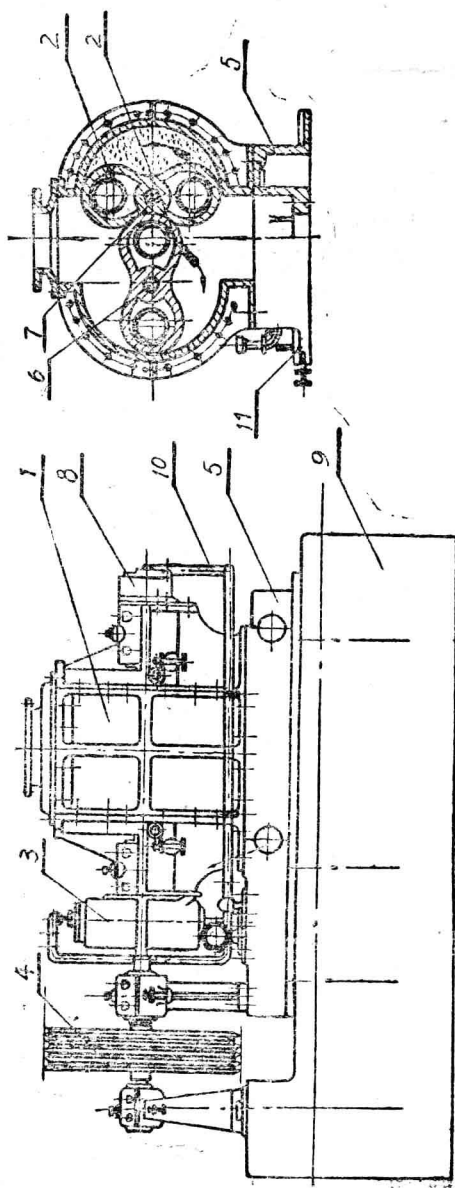


图 1 罗氏鼓风机主要结构图

1—机壳；2—腰形转子；3—齿輪箱；4—皮帶輪；5—机座；6—主动軸；7—从动軸；8—油泵；9—基础；10—油管；11—儲油箱

η_v ——容积效率 (0.75~0.85) ;

η_m ——鼓风机的机械效率, 其数值在0.82~0.95的范围内变动。

式中 n —— 鼓风机轉子的轉数 (轉/分) ;

国产罗氏鼓风机的規格及性能見表 1。

表 1

項 目	型 号	
	8	10
进风口徑 (公厘)	200	300
出风口徑 (公厘)	200	300
全风压 (公厘水柱)	3500	2800
风量 (公尺 ³ /分)	42	84
主軸轉速 (轉/分)	495	410
軸功率 (馬力)	42.2	84
需用功率 (瓩)	49	88
轉子 (公厘)	305×457	403×610
本机淨重 (公斤)	1600	2000

2) 叶氏鼓风机

叶氏鼓风机的工作原理与罗氏鼓风机相似, 也是有一个主动軸和另一个从动軸, 当主动軸轉动时, 借齿輪的作用, 从动軸也跟着轉动, 如图 2 所示。所不同的, 就是叶氏鼓风机主动軸有二个固定翼套, 它不随主动軸轉动。在翼套和机壳之間, 有三个阻风翼, 用圆盘与主軸連接 (圆盘系装在阻风翼的中間, 即二个固定翼的当中)。

叶氏鼓风机工作时, 机壳內的风翼运动位置見图 3。

这种鼓风机沒有齿輪油泵, 从而也就沒有象罗氏鼓风机那样的潤滑系統。

叶氏鼓风机的規格和性能列于表 2。

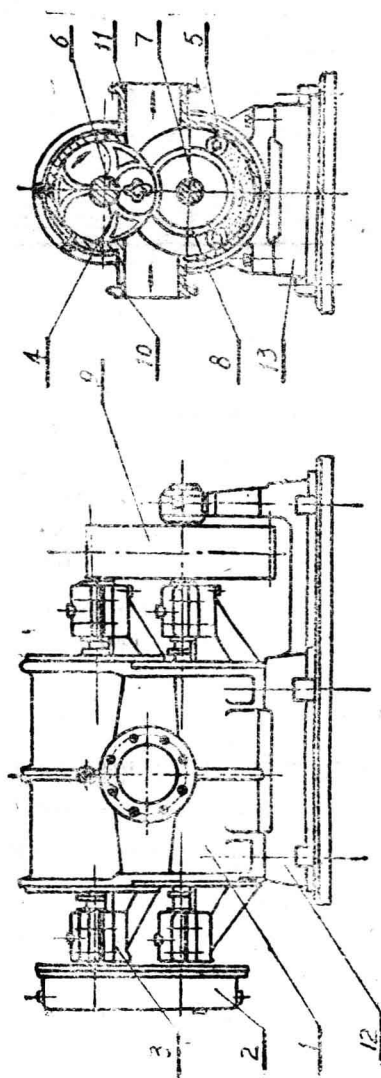


图 2 叶氏鼓风机的主要结构图

- 1—机壳；2—齿轮箱；3—轴承箱；4—风翼；5—阻风翼；6—从动轴；7—主动轴；
8—固定翼套；9—皮带轮；10—进风管；11—出风管；12—基础；13—机座