

小型酸性轉爐設備

И. Р. 克里亞寧 著

北京鋼鐵工業學院煉鋼教研組 譯

冶金工業出版社

小型酸性轉爐設備

И.Р.克里亞寧 著

北京鋼鐵工業學院煉鋼教研組

陳良緒 曲英 唐仲和 王弘毅 譯

冶金工業出版社

И. Р. Крынин

МАЛОБЕССЕМЕРОВСКИЕ УСТАНОВКИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ
ЗАВОДОВ

МАШГИЗ (Москва—1949)

小型酸性轉爐設備

北京鋼鐵工業學院煉鋼教研室

編輯：劉應妙

設計：魯芝芳 趙香苓

校對：劉腹芸

1953年11月第一版 1958年12月北京第一次印刷40,000冊

850×1168 • 1/32 • 99,000字 • 印張 $4\frac{8}{32}$ • 插頁 4 • 定價 (10) 0.55元

中央民族印刷廠印

新華書店發行

書號 0915

冶金工業出版社出版 (地址：北京市燈市口甲45號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第093號

出版者的話

轉爐煉鋼投資少，收效大，是我國目前發展煉鋼工業的主要煉鋼方法。為了高速度增加我國的鋼產量，在極短的時間內超過英國和趕上美國，今年將在各地新建許多煉鋼爐，今後還將建設更多的煉鋼爐，這些煉鋼爐大部分都將是轉爐。為配合煉鋼轉爐的大發展，特將蘇聯出版的“小型酸性轉爐設備”翻譯出版，供各地參考。

本書介紹了小型酸性轉爐設備的設計計算方法，設備的布置方法。所敘述的雖然是小型酸性轉爐設備，其計算和布置方法對直筒型側吹碱性轉爐也同樣適用。

目 录

引言	5
第一章 轉爐的构造	9
1. 轉爐金屬部件的結構	9
2. 轉爐尺寸	12
3. ЦНИИТМАШ标准轉爐的技术特性	17
4. ЦНИИТМАШ 1.5 吨标准轉爐主要尺寸的計算	20
5. 向轉爐供送空气	23
6. 爐衬	29
第二章 轉爐的力学計算	34
1. 轉爐重心的确定	34
2. 轉爐爐体传动机构的計算	58
第三章 鑄鋼車間熔炼工段設備的布置图	69
1. 化鉄爐及轉爐的现有布置	69
2. ЦНИИТМАШ所拟定的鑄造車間內熔炼 工段的标准布置图	73
3. 应用小型貝氏爐的二联及三联炼鋼法	96
第四章 小型貝氏爐操作的組織	102
1. 过程的热控制	102
2. 生产的信号設備	109
3. 設備的說明書	114
附录 1 化鉄爐說明書	122
附录 2 轉爐說明書	123
参考文献	135

引 言

1863年在俄罗斯，貝塞麦法操作首先是在沃特金斯克开始的，以后在塔吉尔工厂中进行。

在彼得堡的奥布霍夫工厂（1872年）中以及稍后在烏拉尔的下薩尔达工厂中建立轉爐以后，此法才开始广泛地应用。

俄罗斯冶金学家——Л.К. 契尔諾夫（在奥布霍夫工厂）及 К.П. 波連諾夫（在下薩尔达工厂）曾經研究出以低矽生鉄来冶炼的独特方法，称之为“俄式貝塞麦法”而列入了冶金史。

貝塞麦法的发展使鋼的产量迅速增加，并使鋼的成本显著降低。在发展及研究貝塞麦炼鋼法中俄罗斯冶金学家：Л.К. 契尔諾夫，К.П. 波連諾夫，Н. 頓科夫，В. 李宾，В. 格魯姆—格尔近日洛等都起了很大的积极作用。

与大型貝塞麦爐生产軋制鋼材用的鋼錠的同时，小型貝塞麦法也发展而用来专门生产異型鑄件。

那时的小型貝塞麦法为在下面鼓风的轉爐內吹炼少量的生鉄。

在上世紀的最后 80 年代里小型貝塞麦法开始采用特殊型式的側吹轉爐，这种轉爐与原来的轉爐不同，它的风咀配置在轉爐的側壁，因此，改变轉爐的傾斜度，便可以将空气吹向金屬的表面或深处。

第一次研究小型貝塞麦炼鋼法的工作是由俄罗斯冶金家达維多夫在彼得堡兵工厂中进行的，并发表于 1910 年。

轉爐的側面鼓风吹向金屬的表面或深处时，便改变了底吹时所具有的操作特性。

在吹炼的开始阶段金屬的氧化主要发生在金屬的表面，因此根据被氧化雜质的氧化物之分解压的数值关系鉄應該較多地被氧化。

当鼓风通过爐底时分散成很細的金屬小粒，这种金屬小粒与空气很接近于理想混合。在此情况下雜质氧化速度的比例接近于

理論值。側面吹煉金屬時所起的反應比從下面鼓風時所發生的反應離平衡狀態要遠些。

借金屬的機械混和，以及與金屬表面接觸的空氣中的氧的強烈氧化作用爐渣中含有多量的鐵粒及氧化鐵。

在開始吹煉時，當時溫度還比較低，除了鐵以外，錳及矽部份地被氧化。這時的爐渣主要由氧化鐵所組成。

從金屬完全為爐渣復蓋的時候起，矽與錳便加速氧化，反應在爐渣與金屬之間進行，而不像底吹時在金屬與空氣之間進行。在此時期由於氧化反應的放熱，溫度很快地上升到 1450°C 。

熔煉期內，與馬丁爐及電爐內所發生的過程相似，在熔煉期金屬與爐渣之間（而不是金屬與空氣之間）的反應占着優勢。

當鐵水溫度在 1450°C 時，借空氣中的氧與鐵水中的碳發生着激烈的氧化作用，當氧足夠時，碳幾乎完全變為二氧化碳。碳的氧化同樣也靠氧化鐵及爐渣中其它氧化物的氧。當有剩餘的氧時在轉爐內所生成的一氧化碳便氧化成為二氧化碳。

在小型貝氏爐內，由於一氧化碳氧化為二氧化碳的結果，每單位碳能比在大型貝氏爐內放出更多的熱量。小型貝氏爐煉鋼法的此一特點保證所煉成的鋼能達到鑄造所需要的溫度 $1650\sim 1700^{\circ}\text{C}$ 。

在發展的開始階段轉爐是固定式的（圖 1），沿周圍以輻射狀配置六個陶土製成的風咀。爐子放在基礎上，爐子的外殼由二部份組成，並砌以耐火材料。空氣從風咀環箱 1 送入排列在靠底部的風咀 2。爐子的上部有小室 3，裝入熔池的金屬先在此室

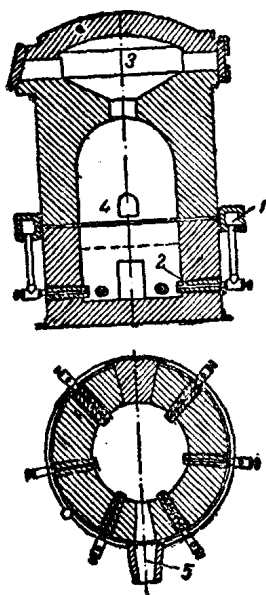


圖 1 最初的轉爐構造

1—風咀環箱；2—風咀；3—預熱金屬室；4—鐵水注入口；5—出鋼口

內以废气預热。从化鉄爐来的鉄水經开口 4 倒入，而炼好的鋼液从开口 5 放出。

炼鋼用的轉爐逐漸地便不采用固定式的，而采用比較方便的旋轉式爐子。

下面鼓风的并能旋轉的轉爐构造是貝塞麦轉爐的标准式样，这种轉爐在冶金工厂中用来炼鋼。

起初的小型貝氏爐空气也从下面穿过爐底送入，但是发现了用这种方法供給空气的缺点之后，轉爐便做成側面鼓风了。

側吹轉爐如图 2 所示。空气通过五个风咀送入，风咀是这样排列的，使空气流股能使熔池圍繞垂直中心綫作旋轉运动，在开始鼓风时，这些气流接触到熔池的表面而当爐子傾側后气流便穿过金屬。

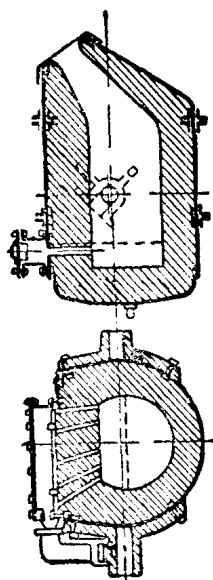


图 2 側面供給空气的轉爐

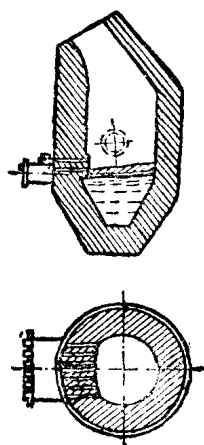


图 3 双排风咀的轉爐

当空气从側面鼓入时能以 0.25 大气压的压力来代替底吹时的 1.5~2.0 大气压进行操作。轉爐构造除了单排风咀以外，也曾有过双排平行排列的风咀

这种轉爐的結構如图 3 所示，以下是这种轉爐构造的特点：

- 1) 二排风咀中的一排位于金屬液的下面，而第二排风咀則位于金屬熔池平面以上；
- 2) 轉爐的下部縮小；
- 3) 风咀突出爐衬很多。

通过上排风咀送入的空气能帮助一氧化碳在爐內更完全地燃烧而生成二氧化碳，这使吹炼过程加速，并提高了溫度。实验指出，双排风咀的轉爐并不比单排风咀的轉爐有任何优点。突出于爐衬之外的很多风咀很快就被损坏。

设备简单，經營費用便宜，操作灵活以及电力消耗較低，因此使小型貝塞麦法在苏联发展着的机器制造工业中有了很快发展的可能性。

为了更进一步成功的发展这种炼鋼方式 需要 有指 导性 的資料，而首先是轉爐的計算以及鑄造車間熔炼工段的設計。

下面援引了中央机器制造与工艺科学研究所（ЦНИИТМА-III）所研究的和收集的一些材料，它們能用来解决在机器工厂中与小型貝氏爐设备的設計及构造有关的问题。

第一章 轉爐的構造

1. 轉爐金屬部件的結構

現代工廠的鑄鋼車間中應用最廣的是單排風阻的轉爐。在構造方面它可分為可拆式的及不可拆式的爐身。

爐身不可拆下的轉爐

這種類型轉爐的特點是爐身不能取下來，而是固定在支環（圖4）內或者具有固定的爐耳（圖5）。當所有設備停工時爐襯即在就地進行修理（冷卻，把磚塊敲出，砌磚，干燥及烘烤）。

爐身可拆下的轉爐

這種類型轉爐的特點是爐身用楔子固定在支環上（圖6）。當修理爐襯時爐身用起重機自環中取出，運送至工段上。

在此種情況下風箱的裝置可能為：

1. 風箱的一端固定在轉爐的支環上，而另一端則固定在焊接于爐身上的法藍盤上，如圖6所示。

當需要把爐身自支環中取出時，法藍盤便與風箱脫離，而後爐身即告解脫。這種裝置系統是 ЦНИИТМАШ 的標準設計。

2. 風箱與風阻用氣管連接，氣管在爐體從環中取出以前拔出，而當安裝爐身時重新插入，並密封地連接起來，這種轉爐裝置的構造如圖7所示。

這種風箱的裝置構造的缺點為：

- 1) 從支環到風阻的路上空氣受到很大的阻力；
- 2) 鋼制的氣管與風箱的連接較複雜（用螺栓）；
- 3) 由於爐身與風箱管子連接得不緊密，故有漏氣的可能；

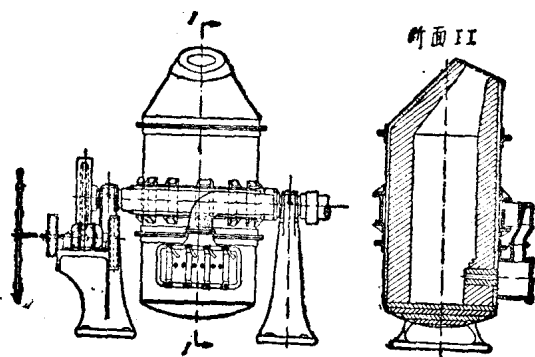


图 4 爐身不能拆下的轉爐

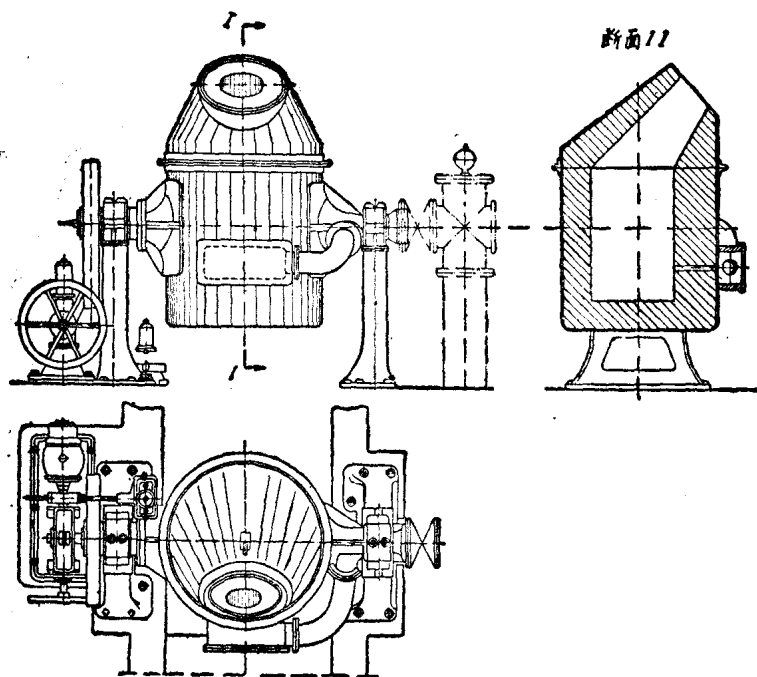


图 5 无支环而用鉚接使耳軸与爐身相联的轉爐

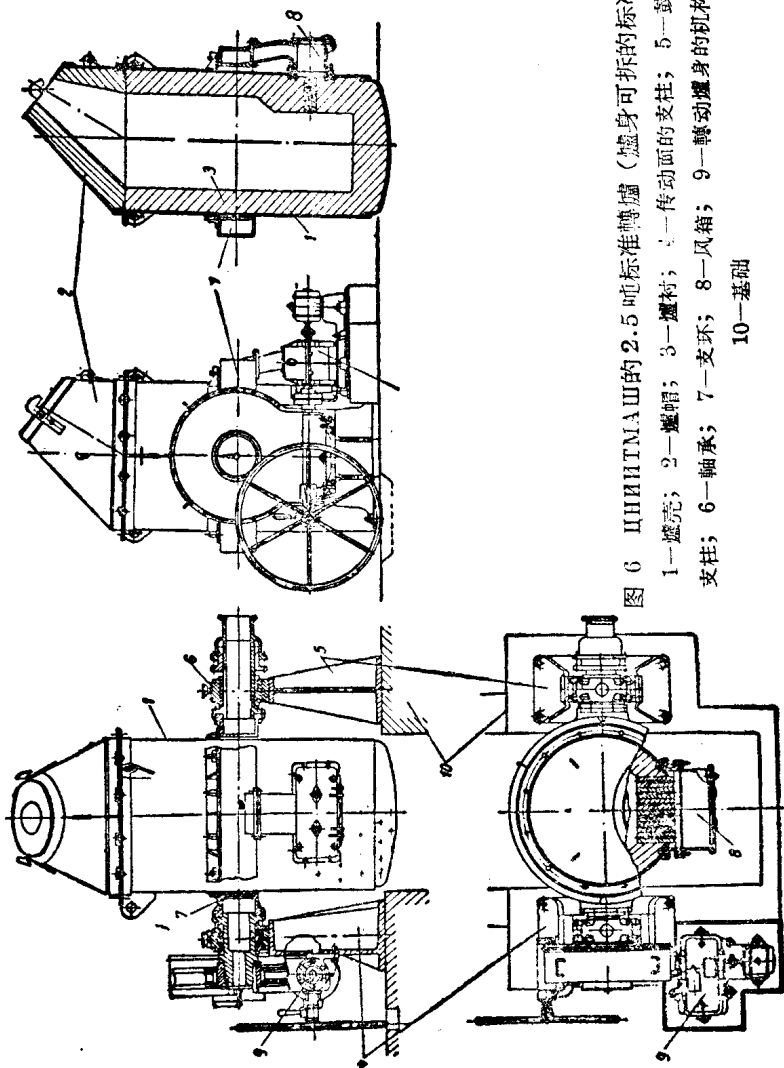


图 6 ЦНИИТМАШ 的 2.5 吨标准转炉 (爐身可拆的标准装置)

1—爐壳；2—爐帽；3—爐柱；4—传动面的支柱；5—鼓风面的支柱；6—軸承；7—支环；8—风箱；9—转动爐身的机构；

10—基础

4) 这种连接必须随时注意。

爐身可拆的轉爐具有这样的优点，它有后备的爐身，故能替代二个爐身不能拆下的轉爐。

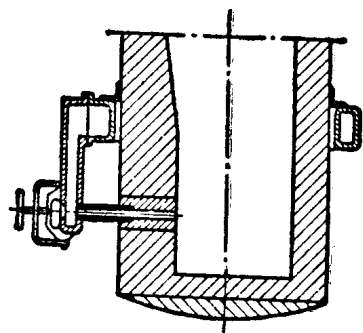


图 7 风箱与风咀用插入式的气管来联接的类型

2. 轉 爐 尺 寸

在表 1 中列出了一些实际爐子的經常遇到的尺寸。

轉爐是由二部份組成：爐帽 A 及圓柱体部份 B。轉爐的圓柱体部份 B 也可分为工作空間 b_1 及液体金屬所占的空間或被称为熔池 b_2 。

轉爐各部份的尺寸符号如下（另见表 1 及草图）。

爐 帽 A

d_1 —爐口直径；

h_1 —从爐帽底到爐口中心的高度；

r —从爐体中心綫到爐口中心之間的距离；

$\angle \alpha$ —爐帽偏角；

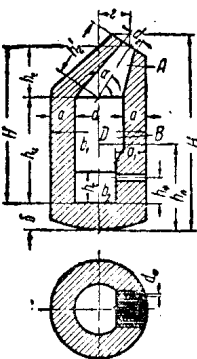
圓柱体部份 B

d —內径；

D —轉爐外亮直径；

轉爐的主要尺寸

表 1

																	
生铁 装入 量, 吨	转炉尺寸, m																
	d	D	d_1	z	e	H_0	h	h_u	h_z	h_ϕ	h_c	h_n	a	a_1	σ		
1.50	800	1374	220	360	32	2910	2225	1425	800	460	498	1290	275	450	430		
1.50	900	1525	350	350	35	2775	2180	1500	680	400	396	1115	300	500	340		
1.50	900	1630	270	572	—	3560	2980	2100	880	250	352	1530	350	450	400		
1.75	750	1424	320	296	28	3400	2750	2050	700	550	555	1400	325	350	400		
1.75	860	1374	300	360	30	2910	2520	1700	800	350	490	1245	245	415	300		
1.75	900	1632	300	590	32	3530	2960	2100	880	300	432	1520	350	500	400		
1.90	900	1630	350	572	—	3560	3050	2170	880	325	420	1530	345	360	330		
2.10	900	1420	360	500	—	2700	2095	1200	895	330	493	920	250	350	300		
2.50	980	1540	300	425	32	2730	2320	1550	770	450	530	1100	265	350	290		
2.85	900	1530	300	440	30	3200	2560	1700	880	530	735	1180	300	480	340		
生铁 装入 量, 吨	比例																
	n	d_ϕ	f	F_n	F_c	d_c	F_z	V	V_c	$\frac{V}{m}$	$\frac{V}{V_c}$	$\frac{H}{d}$	$\frac{a_1}{h_c}$	$\frac{F_n}{F_z}$	$\frac{f}{m}$		
1.50	6	40	75.3	0.503	0.422	733	0.038	0.73	0.210	0.49	3.50	2.7	1.48	13.2	41.8		
1.50	6	35	57.7	0.636	0.530	823	0.096	1.08	0.210	0.72	5.10	2.42	2.08	6.6	34.0		
1.50	6	35	57.7	0.636	0.596	872	0.057	1.53	0.210	1.02	7.20	3.30	2.50	11.1	38.5		
1.75	7	38	79.1	0.440	0.440	750	0.080	1.05	0.245	0.60	4.30	3.67	1.35	5.5	45.2		
1.75	6	30	42.4	0.580	0.500	793	0.070	1.14	0.245	0.65	4.65	2.93	1.63	8.3	24.3		
1.75	6	35	57.7	0.636	0.566	850	0.070	1.53	0.245	0.85	6.20	3.30	1.97	9.1	33.0		
1.90	6	35	57.7	0.636	0.635	899	0.096	1.62	0.266	0.85	6.10	3.40	2.14	6.6	30.3		
2.10	6	30	42.4	0.597	0.597	872	0.102	1.08	0.294	0.51	3.70	2.33	1.77	5.85	20.2		
2.50	6	45	95.3	0.660	0.660	916	0.070	1.22	0.350	0.49	3.50	2.53	1.73	9.4	38.4		
2.85	6	35	57.7	0.636	0.544	832	0.070	1.34	0.400	0.47	3.35	2.86	1.13	9.10	20.1		

a —爐襯厚度;

h_y —從爐帽底到爐底的高度;

δ —爐底砌襯的厚度;

h_c —金屬層的高度;

h_{ϕ} —從風咀中心綫到爐底的高度;

a_1 —風咀區的爐襯厚度;

h_n —從轉爐中心到爐壳外底的高度;

H —從爐口中心到爐底的轉爐總高度;

H_0 —從爐帽的最高點到爐壳外底的轉爐總高度;

h'_i —從轉爐圓柱體部份的中心綫和爐帽中心綫的交點到爐口中心之間的距離。

轉爐的工作空間和爐帽

由於沸騰和劇烈的反應過程，金屬和爐渣噴得很高，而且金屬小粒和爐渣會一起噴出來。所以轉爐的工作空間容積應該比注入爐內的鐵水容積大很多。

當轉爐的工作空間容積不夠的時候，吹煉時鐵水的損失就將劇烈地增加。

為了使放出的一氧化碳燃燒成二氧化碳，工作空間的容積同樣具有重要的意義。當轉爐的容積小的時候，這個反應的大部份將在爐外發生而損失掉大量的熱。當爐子的尺寸很大的時候，一氧化碳在爐內得到最完全的燃燒，放出的熱量可用來加熱熔池。

現有轉爐按工作空間容積對爐料的容積之比值可以分為二類：第一類比值小於5，而第二類比值大於5。

第一類轉爐的工作空間具有每噸爐料為0.47—0.65公尺³的容積，這一數值相當於工作空間容積對金屬爐料容積之比為3.35—4.65。這樣的工作空間容積是不夠的，因為它不能保證在吹煉過程中爐渣的噴濺最少，亦就是說不能保證最少的吹損。

1噸裝入量的工作空間的容積大於0.7公尺³的轉爐工作經驗指出第二類轉爐的爐渣及金屬的噴濺量較少。在這些工廠中

轉爐的工作容積大於金屬爐料的容積 5—7 倍，即為 0.72—1.02 公尺³/每噸吹煉金屬。

當轉爐的工作空間對金屬爐料的體積之比值為 5—7 時得到較好的工作指標。

轉爐工作空間的最大直徑是根據容積或者金屬爐料量來選擇，根據選擇底吹轉爐直徑的類似方法，小型側吹貝氏爐的內徑（公尺）根據下列公式〔2〕來計算。

$$d = K\sqrt{T}, \quad (1)$$

式中 T ——金屬爐料量，噸；

K ——轉爐的容積系數。

系數 K 可以從表 2 中選取。

表 2

T	0.3—0.5	0.6—1.5	1.6—2.5	3.0	5.0
K	0.80	0.70	0.65	0.60	0.55

轉爐垂直軸向的高度 H 建議採用等於直徑 d 的三倍。

在現有的轉爐中（表 1）高度對直徑的比例波動在：

a) 當轉爐容量為 1.5—1.75 噸時此比值從 2.7 到 3.6；

б) 當轉爐容量為 1.8—3.0 噸時此比值從 2.5 到 3.4。

蘇聯工廠的實踐〔3〕以及最新側吹轉爐的研究工作數據指出，增加高度對直徑之比值是合理的。由於增加風阻和爐帽之間的距離改善了吹煉過程的條件。

轉爐高度 H （表 1）對直徑 d 之比值在容量為 1.5—1.75 噸的轉爐中採用 3.0—3.5 是合理的，而容量為 1.8—3.0 噸的轉爐採用 2.8—3.0。

爐帽口的直徑影響到金屬及爐渣的噴濺量，以及影響到風壓大小的選擇。轉爐橫斷面面積 F_k 對爐口面積之比值建議採用 8—10。

爐帽偏角 α 大約等於 30°。

熔 池

轉爐的熔池根据装入量来计算〔1〕，亦就是当轉爐爐衬的尺寸在正常的时候根据第一爐吹炼倒入的铁水量来计算。

熔池的深度 h_c （公尺）和表面面积有关。可用比值 $\frac{V_c}{F_c}$ 来表示，此外 V_c —金屬爐料的体积，公尺³，而 F_c —在静止状态下熔池的表面面积，公尺²。

金屬熔池的表面面积（或平面面积）可以根据格力德（ГелльД）公式〔4〕来计算：

$$F_c = \frac{\pi r^2}{2} + (d - 0.15d)(r - 0.30r)。 \quad (2)$$

当熔池的深度选择得正确时，鼓入轉爐的空气鋪散在熔池的上面（图8，a及b）把吹炼过程开始时所形成的爐渣赶到对面而使金屬暴露出来，这样使空气有可能和新的金屬质点相接触并把它氧化。

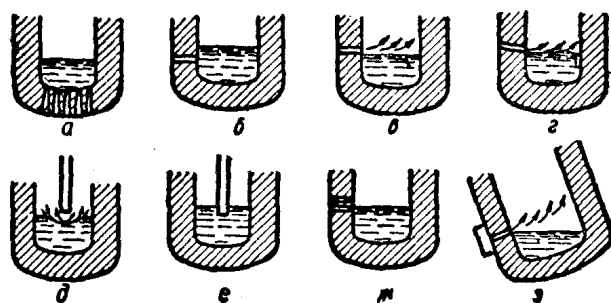


图 8 向金屬熔池供給空气的各种不同方式

經驗指出，当空气的鼓入不在金屬的表面上而从熔池的侧面經金屬的下面鼓入能使杂质的氧化过程加速进行。

在轉爐的熔池深度为 450 公厘及 530 公厘的試驗中指出，当风阻为水平排列，而熔池深度为 450 公厘时过程进行得最快。但是吹損比熔池深度为 530 公厘时的大。