

高爐先進操作法

И.Г.波洛夫欽科 著

В.П.別夫佐夫

殷 勤 譯

冶金工業出版社



高 爐 先 進 操 作 法

И. Г. 波洛夫欽科 著

В. П. 別夫佐夫

殷 勤 譯

10329

冶金工業出版社

本書系由苏联冶金出版社出版的 И.Г. 波洛夫欽科和 В.П. 別夫佐夫著的“高爐先進操作法”1956 年版本譯出。

本書敘述了捷尔任斯基工厂高爐車間优秀工作組的先進操作方法。載有七号高爐（冶煉貝氏生鉄）工長們在高爐冶煉和遵守穩定的操作制度方面所应用的特殊方法的实例。

書中敘述了七号高爐在改进結構和在生产中采用下列新技术所取得的效果：使用自熔性鉄錳燒結矿，高压爐頂操作，按爐子高度上煤气压力的讀数調节爐子行程，防止結瘤，生鉄爐外脫硫和熔煉低錳生鉄等。

本書供技術人員使用，对高爐車間的工人亦有所裨益。

И.Г. ПОЛОВЧЕНКО В.П. ПЕВЦОВ

МЕТОДЫ РАБОТЫ ПЕРЕДОВЫХ БРИГАД ДОМЕННЫХ ПЕЧЕЙ
МЕТАЛЛУРГИЗДАТ (Москва—1956)

高爐先進操作法

殷 勤 譯

編輯：陳 略 設計：趙 苓、魯芝芳 責任校對：趙崑芳

1958年5月第1版 1958年8月 沈陽第2次印刷5,000冊(累計7,100冊)

850×1168·1/32·61,800字·印張 $3\frac{4}{32}$ ·定價(10) 0.55 元

沈陽市第一印刷厂印 新华書店发行 选题号56—364 書号0832

冶金工业出版社出版(地址：北京市灯市口甲45号)

北京市書刊出版业营业許可証出字第093号

目 录

序言.....	4
第一章 七号高爐的構造.....	5
第二章 高爐的原料与操作条件.....	14
第三章 高爐的操作制度。工長与煤气工的工作.....	21
第四章 貯矿場和貯料槽的作業。高爐的裝料 与冶煉产品的收集.....	57
第五章 高爐采用新技术和先进劳动方法的效果.....	81
結束語.....	96
参考文献.....	99

序 言

影响高爐操作指标的最重要因素之一，就是爐子及其主要部件以及各种設備的構造。捷尔任斯基工厂过去和現在对改进高爐各种设备的裝設以及查明妨碍提高生产率的部分等方面都非常注意。

七号高爐在取得改进爐子裝備的經驗方面起着特別重要的作用，該高爐在長时期內（由建筑时起）不断地在結構方面进行了各种重大的改变。

改进七号高爐構造的經驗后来在建筑和大修其他高爐时也为該厂所利用，因而能够大大改善高爐結構，並为达到先进的操作指标与技术經濟指标創造了可靠的基础。

这些經驗对于进一步改进苏联煉鉄生产的技术具有重大的意义，因此，必需对这一問題作簡要的分析，使能正确地了解捷尔任斯基工厂高爐小組获得高的操作指标的途徑。

高爐小組先进的操作方法也是首先在七号高爐上产生的，然后才在其他高爐上推广。因此在叙述上主要是談七号高爐。而其他高爐的操作經驗則叙述得很簡短。

第一章 七号高爐的構造

七号高爐是按国立冶金工厂設計院第一标准設計建造成的，並於 1932 年首次开爐投入生产。

在操作过程中七号高爐的結構經過許多次改变，已經根本上改变了它原来的形狀。

a) 高爐內型

有效容积为 943 公尺³。为了寻找爐子內型各部分尺寸間最适宜的配合比例，爐子的設計（建筑）內型参数在整个操作期間不止一次地作了改变，改建后七号高爐內型尺寸示于表 1 中。

七号高爐內型的主要尺寸 表 1

爐 子 部 份 名 称	直 徑 公尺	高 度 公尺	截 面 积 公尺 ²	容 积 公尺 ³
爐缸.....	7.0	3.03	38.5	117.5
爐腰.....	7.85	1.86	48.4	90.2
爐喉.....	5.63	3.16	24.9	85.5
大鐘.....	4.1	—	—	—
小鐘.....	1.8	—	—	—
爐腹.....	—	3.24	—	140.4
爐身.....	—	14.205	—	511.4
爐子有效高度.....	—	—	25.8	—
爐子全高.....	—	—	23.5	—
出渣口中心綫到出鉄口中心綫間 的距离.....	—	1.42	—	—
風口中心綫到出鉄口中心綫間的 距离.....	—	2.54	—	—

爐子的某些其他尺寸如下所示：

爐身傾角.....	85°21'55"
爐腹傾角.....	82°21'27"
大鐘和爐喉壁間的縫隙，公尺.....	0.765
大鐘行程，公尺.....	0.6
小鐘行程，公尺.....	0.9

6) 高爐結構的特点

爐子結構有下列主要改变：

1. 在熔池和爐底部分砌有帶兩排內徑為 $1\frac{1}{2}$ " 水管的冷却壁。

在風口区 and 爐腹嵌有帶內徑為 $1\frac{1}{2}$ " 管子和填有耐火磚的冷却壁。安裝了許多大塊冷却壁，由于其中冷却用水强烈吸热的作用，对于防止爐缸被燒穿因而發生跑鉄的事故是極為可靠的。

2. 七号高爐与大部分同容积的高爐的不同之处，就是其爐身是用嵌磚式帶肋冷却壁来冷却的，它裝在爐壳和砌体之間，距支圈 8.25 公尺的高度上。在冷却壁之上保持有三排单独排列的臥式冷却器，如图 1 所示。这种方法根本地改变了爐腰和爐身耐火磚襯的服务条件，使合理的爐子工作內型能經常保持良好的状态。

3. 風口数目增加到 16 个。風口直徑為 180 公厘，風口伸出長度為 350 公厘。如像下列实践所示，在爐缸直徑約 7000 公厘的高爐中，將風口数由 12 个增至 16 个以后，能大大改善氧化帶的工作，並能使爐料和煤气沿爐子工作空間整个横断面和爐子邊緣上的运动更加均匀，因而能使爐况順行和提高生产率。

4. 根据捷尔任斯基工厂工作人員 A. Г. 瑞罗夫的建議，在爐喉采用由各个弓形板組成的新式保护圈結構。整个裝置借助于腹板（“刀形板”）和托架独立地懸掛在爐子护板上。

这种保护装置比过去的保护装置大大地增加了它的使用期限，並有助于更長期地保持爐子爐喉部分的正常內型。

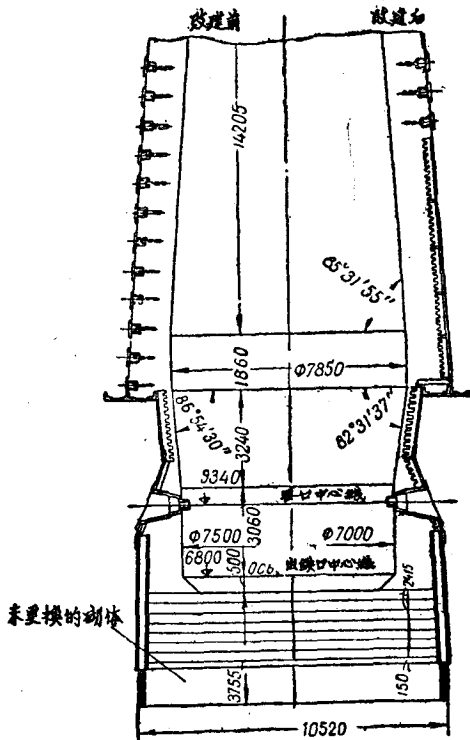


图 1 爐身冷却壁的冷却系統图

5. 采用帶水封的旋轉佈料器以代替最初的帶干封的佈料器。

旋轉小料斗和小鐘的傳动机械置于佈料器一旁，这样就使佈料器的工作条件和維護得到大大改善。

В) 爐子的設備

高爐裝有起重能力為 15 噸、由單電動機帶動的主料車卷揚機，以保證料車運動速度為 1.7 公尺/秒。料車容積為 6 公尺³。為了提高卷揚機的工作能力，改變了電動裝置，這樣使料車運動速度增到 1.85 公尺/秒，並使運動時間縮短到 42—46 秒。裝有壓縮空氣氣缸來開閉大小鐘，氣缸是用由減速器、電動機和極限開關組成的機械及四通閥來操縱的。大小鐘可以自由地打開。測量爐中料綫是用自動探尺（通條）來進行的。

探尺構造經過 И.Л. 卡爾達布涅夫改進後，提高了探尺的壽命並改善了測量料綫工作的質量。七號高爐與其他一些工廠採用的測量料綫的方法不同之處，就是它採用連續測量，這樣能夠檢查料綫的整個變化。

為了打開出鐵口裝有電動鑽機和柯斯金風動氣錘。堵塞出鐵口是用烏拉爾重型機器製造廠（УЗТМ）製造的活塞式電動泥炮來進行的，這種泥炮能使出鐵口堵泥打入出鐵口中的壓力達公斤/公分²。泥炮筒直徑為 550 公厘，活塞衝程為 1265 公厘，炮筒有效容積為 0.285 公尺³。

放上渣時打開和堵塞出渣口是用機動渣口塞來進行的。出鐵場的工作平台使用 15 噸的電動橋式吊車來進行工作（收集廢鐵、垃圾和運送修補流鐵溝和流渣溝的材料）。

檢測儀器室裝有許多檢查爐況和控制爐子操作的儀器。大多數檢測儀器和調節儀器（除很少一部分的指示式儀器外）都是自動記錄式儀器，指示式儀器大多數也是與記錄儀器安裝在一起，以便校核記錄儀器。

利用記錄儀器可以檢查下列爐況指標：

1) 風壓、風溫 and 風量。

- 2) 爐頂煤气压力和溫度（每个煤气上升管中的溫度）。
- 3) 爐身砌体三个水平面上的溫度：下層和中層水平面上各六点的溫度，保护圈下方的上層水平面四点的溫度。
- 4) 爐腹两个水平面上溫度，每一水平面上各四点的溫度。
- 5) 爐子四面（保护圈下）边缘煤气中和总爐頂煤气（除塵器中）中的二氧化碳含量。
- 6) 冷風管中的空气溫度。
- 7) 沿爐身高度上四个水平面的边缘煤气压力。
- 8) 爐喉两个相对点上料綫的变化。
- 9) 佈料器漏斗的旋轉角。
- 10) 热風爐爐頂溫度。
- 11) 热風爐格子房下部的溫度。
- 12) 用于加热热風爐的净煤气压力和消耗量。
- 13) 爐子冷却系統中水的压力和消耗量（指示式仪表）以及一些与爐子操作有关的其他指标。
- 14) 風溫、热風爐中煤气与空气的比例和净煤气压力的自动調节。

此外，在檢測仪器室中还有指示裝料机械工作情况的信号灯。

爐子裝备有使用加湿鼓風的設備和机器，还有用蒸汽和水將鼓風加湿的設備。裝有測定鼓風湿度的仪表，这种仪表能用来进一步自动調节湿度和爐子使用一定湿度鼓風时的操作。

г) 热風爐

在新建时期（1932年），爐子配备三座具有三層格子房的热風爐，每座热風爐的加热表面为 16160 公尺²。

燃燒煤气的燃燒器的風扇生产能力为 每小时 24000 公尺³ 空

气，这就能保证每小时燃烧 22000 公尺³ 煤气。

在大修期间（1951 年），热风炉经过改建。在实践中证明是不正确的那种三层式格子房改为单层的，格子孔尺寸为 60×60 公厘，这样就稍为减小了热风炉的加热面积。修理后每座热风炉的加热面积为 14250 公尺² 或三座热风炉的总加热面积为 42750 公尺²，即 1 公尺³ 的高炉有效容积有 46.15 公尺²。

能力小的旧燃烧器换成了新式大型燃烧器。新燃烧器每小时能送出达 32000 公尺³ 空气或保证每小时燃烧达 30000 公尺³ 煤气。同时煤气与空气混合物的调节也自动化了。

虽然减小了热风炉的加热表面，但这些措施却大大地提高了热风炉的加热能力，并使炉子能采用高温操作和同时强化了炉子的鼓风制度。

π) 爐子設備的缺點

上面曾經說過，由于工厂員工不断地改进爐子本身設備和高爐冶煉过程的工艺，因而大大地改变了爐子 原来的 結構 及其 設備，使之更趋完备。但是，在爐子及其輔助設備的構造上还有許多缺點，这些缺點有一部分是不能消除的，有一部分缺點在將來可以消除。

缺點如下：

1) 料車上升速度需达到 3 公尺/秒，而主卷揚机經改建之后才达到 1.85 公尺/秒；

2) 沒有第四座热风爐；

3) 地下貯矿場需有可靠的通風設備，在冬天要將貯矿槽很好加热。采用大型称量車，並需用远距操縱的方法来管理它；

4) 所使用的 3-2-030 型电动泥炮，在技术操作指标方面不能令人滿意，今后需用更完善的泥炮代替它。

由于捷尔任斯基工厂全体职工对七号高爐不断地进行改善爐子構造及其設備的工作，更主要是由于采用了帶筋冷却壁来冷却爐身，改建了爐缸和爐腹，裝置了 16 个風口代替了原来的几个風口，以及选择了合理的爐喉尺寸和裝料設備等，七号高爐在技术操作上比捷尔任斯基工厂同一有效容积的其他高爐更好。

高爐的主要操作指标表明，在苏联南方許多工厂相同的原料条件下，七号高爐是在比較强化行程的条件下进行操作的，生产能力高且焦比低（表 2）。

在 1952 年和 1952 年前后几年中，車間內各座高爐的生产能力和有效容积利用系数都是很好的。

有效容积利用系数（КИПО）每月平均数字为 0.755—0.76，而在生产率高的时候則更低。

在 1952、1953 和 1954 年的許多月中，爐子的生产能力是不均匀的，並且由于許多原因（与車間和工厂工作人員無關）生产能力大大降低了。从 1952 年 3 月到 8 月，車間的矿石非常缺乏，不得不常常“窩工”或为了用另一种矿石来代替原用矿石而常常需重新配料。从 1952 年 3 月起，白云石質石灰石的供应也常常中断，这种情况一直延續到現在。

从 1952 年 7 月起，在查明加湿鼓風对生鉄質量的影响之前停止了加湿鼓風的使用。在爐子原料及其技术操作制度方面的所有这些改变，無疑地大大降低了爐子的操作指标，而这种指标本来是能达到非常高的。应当指出，这种經常改变爐子的操作条件是增加爐塵損失量的原因之一。

爐塵損失量高的第二个原因就是燒結矿的質量低，因为燒結矿含有大量碎塊，它可能被煤气流托住和从爐中被帶出。

在焦炭消耗量方面七号高爐經常是非常节省的，这是制定的工艺規程較為合理和操作人員严格遵守这些工艺規程的標誌。焦炭消耗量几乎每月都保持在熔煉平爐生鉄的高爐的同一水平上，

表 2

高爐車間与七号高爐的主要操作指标

指 标 名 称	車間和高爐	煉 出 的 生 鐵 的 年 代 和 牌 号								
		1940 平 爐 生 鐵	1941 上 半 年 平 爐 生 鐵	1947 平 爐 生 鐵	1948 平 爐 生 鐵	1949 平 爐 生 鐵	1950 平 爐 生 鐵	1951 4月起貝 氏生鐵	1952 貝 氏 生 鐵	1953 貝 氏 生 鐵
有效容積利用系数.....	車 間 { 七号高爐	1.12	0.87	1.17	0.91	0.88	0.85	0.89	0.83	0.81
焦炭消耗量:公斤/吨平爐 生鐵.....	車 間 { 七号高爐	1.06	0.87	—	0.85	0.90	0.86	0.81 ¹	0.78	0.83
公斤/吨貝氏生鐵.....	車 間 { 七号高爐	956	940	1010	945	993	978	980	912 ²	883 ²
公斤/吨貝氏生鐵.....	車 間 { 七号高爐	1119	—	1121	1015	1038	1025	955	924	933
生鐵質量(廢品,%)...	車 間 { 七号高爐	無数据	無数据	0.9	無数据	0.25	0.03	0.02	0.01	0.01
	車 間 { 七号高爐	同上	同上	無	同上	無	無	無	無	無

附註: 1. 七号高爐从 1951 年 4 月开始冶煉貝氏生鐵。

2. 从 1952 年起許多高爐是采用高压操作。

而在有些月度中甚至降低到更低的数字。

爐子減風操作（半行和慢行）的時間不長。但這樣的操作時間在增加風口水壓的情況下是能稍稍降低的，因為目前風口水壓是大大低於所必需的壓力的。結果使七號高爐風口的燃燒比其他高爐要強烈得多，並增加了更換風口時的停歇時間。

此高爐煉出的生鐵的質量是非常好的；號外鐵的數量很少超過 0.4%，而廢品則完全沒有。

比較一下七號高爐在大約相同的條件下在 1951 年、1952 年和 1953 年熔煉貝氏生鐵與 1948—1951 年熔煉平爐生鐵的各種指標是有意義的（見表 2）。甚至只要大致比較一下爐子操作結果就可證明，高爐在熔煉比較“易煉”（對高爐來說）的平爐生鐵時，高爐有效容積利用系數過去也達到 0.788，即比現在每月所達到的要差些。這一點表明爐子的操作人員、車間領導人員和研究者在改進勞動組織、操作技術和掌握已改善的操作技術上獲得了巨大的成績。

第二章 高爐的原料和操作条件

1. 原 料

a) 燒 結 矿

燒結矿是七号高爐爐料中的主要含鉄原料。爐料中燒結矿的含量一般为 65—80%，有时低达 40%。降低燒結矿数量当然是不好的，因为用粉矿来代替一部份燒結矿会使高爐行程大大惡化。

高爐冶煉平爐生鉄时的操作經驗証明，在高爐爐料中采用優質燒結矿对于爐子的操作是有利的。但是在冶煉貝氏生鉄的高爐爐料中使用大量的燒結矿，許多工厂担心会使生鉄中硅的还原变坏和增高焦炭消耗量（因为燒結矿比矿石的还原性低）。

將燒結矿数量增加到 50% 的爐子操作 經驗証明，这种顧虑是毫無根据的，而对冶煉貝氏生鉄的爐子操作进行的研究証明，就是用 100% 的優質燒結矿代替粉矿也是完全合理的。

捷尔任斯基工厂高爐在爐料中使用大量燒結矿的良好經驗也为克里沃罗格工厂的試驗所証实，后者順利地使用含燒結矿达 70—75% 的爐料冶煉平爐生鉄和鑄造生鉄。

捷尔任斯基工厂的七号高爐和其他高爐在冶煉貝氏生鉄时采用两种燒結矿——貝氏生鉄燒結矿和平爐生鉄燒結矿。

貝氏生鉄燒結矿是含磷很少的煉貝氏生鉄矿石制成的，其中的含磷量是被严格規定的。

平爐生鉄燒結矿最初在工厂是用平爐生鉄矿石（供煉平爐生

鉄用)制成的;現在,在研究出了錳矿石的燒結方法后,平爐燒結矿是用鉄矿石和錳矿石制造的。

采用含 3.5—4.5% 錳的燒結矿是非常有效的 方法, 这样能由于降低随爐頂煤气帶出的爐塵而大大減少錳矿石的消耗量和改善爐料的透气性(由于錳矿石成塊), 以及大大減少爐頂煤气压力的“尖峯”数, 这种“尖峯”是在大量碎而湿的錳矿石加入爐中时形成的。

其他一些高爐通常也用平爐生鉄燒結矿作为煉平爐生鉄的主要爐料部份。当冶煉貝氏生鉄时, 平爐生鉄燒結矿的应用数量就受到限制(四分之一、五分之一、六分之一或七分之一), 这要視生鉄中的錳和磷含量而定。

兩种燒結矿都是在热态下加入高爐爐料中的, 因为用水冷却燒結矿的試驗, 使燒結矿大大破碎, 引起爐况不順和产量降低。

捷尔任斯基工厂高爐爐料的化学成分如表 3 所示。

从1954年末开始生产自熔性燒結矿: 貝氏生鉄燒結矿含 CaO 6—7%, 而平爐生鉄燒結矿含 CaO 5—6%。

由于矿石在貯矿場和燒結厂中进行中和不够, Fe 、 SiO_2 和 Mn 的含量波动很大, 这就使爐子热度和生鉄中含錳量發生波动。主要元素含量的波动范围达到 2%, 有时还高于此数。 FeO 的含量、燒結矿的强度、燒結矿的还原性和塊度也随燒結过程的变化而發生波动。

6) 第 12 級和 13 級鉄矿石

高爐爐料和燒結厂所用的第 12 級和 13 級矿石是混合堆成一堆貯存在貯矿場中的。

这两种矿石混合在一起, 是由于貯矿場的容积不够和裝矿机能力不足的原因, 因此不能將两种矿石单独分开貯存。

表 2

原料的化学成分

原料名称	化学成分, %							烧结时的 损失	转鼓指标 (吨度, 5 公厘)
	Fe	Mn	P	SiO ₂	FeO	CaO	Al ₂ O ₃	MgO	
貝氏生鉄燒結矿.....	58.48	0.16	0.022	14.66	21.14	1.13	—	—	22.2
平爐生鉄燒結矿.....	52.56	3.33	未測定	17.33	19.02	1.73	—	—	23.0
鉄矿石, 混合物 (第12級 + 第13級)	58.0	—	—	15.0	—	—	—	—	—
經過分級的鉄矿石.....	50.0	—	—	25.0	—	—	—	—	—
錳矿石, IV級.....	3.5	30.0	—	28.0	—	—	—	—	—
普通石灰石.....	3.0	—	0.004	3.0	—	50.89	0.68	1.06	—
白云石質石灰石.....	5.68	—	0.006	4.5	—	30.38	1.32	15.57	—
金屬加入物.....	70—80%								42.2