

高炉炼铁
(下册)



(下册)

高炉炼铁

冶金工业出版社

冶金
社

76.213
164
3:1

高 炉 炼 铁

下 册

东北工学院炼铁教研室 编

310524/35



内 容 提 要

《高炉炼铁》系由东北工学院炼铁专业教师集体编写。全书共五篇，分上、中、下三册。上册为高炉冶炼原料部分，重点是烧结矿和球团矿；中册为高炉冶炼原理和操作部分；下册为高炉构造和设计部分。

本书为下册，其内容较多地联系了我国高炉炼铁的生产实际，以大、中型高炉炼铁为主，适当地反映了小型企业的经验。可供冶金高、中等院校炼铁专业教学参考，也可供从事炼铁生产的技术人员、工人和干部使用。

高 炉 炼 铁

下 册

东北工学院炼铁教研室 编

*

冶金工业出版社出版

新华书店北京发行所发行

山西新华印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 印张 12 5/8 字数 301 千字

1978年10月第一版 1978年10月第一次印刷

印数00,001~13,000册

统一书号：15062·3365 定价（科四）1.30 元

目 录

第五篇 高炉构造与设计

第二十三章 高炉炉型	1
第一节 炉型概述	1
第二节 炉型各部分的尺寸及其比例关系	2
第三节 炉型设计	6
第二十四章 炉 衬	15
第一节 炉衬的工作条件和破损机理	15
第二节 高炉用耐火材料	17
第三节 炉衬的设计与砌筑	24
第二十五章 高炉冷却	36
第一节 高炉冷却设备	36
第二节 冷却器的工作制度	43
第三节 高炉的给排水系统	46
第四节 汽化冷却	48
第二十六章 原料系统	54
第一节 原料的卸车、储存与运输	54
第二节 贮矿槽	58
第三节 贮矿槽下运输和称量	59
第四节 料车坑	62
第五节 上料机	65
第二十七章 炉顶装料设备	73
第一节 大钟与大料斗	73
第二节 布料器	81
第三节 大小料钟的传动	86
第四节 探料装置	92
第五节 几种新式装料设备	93
第六节 装料系统工作图表	96
第二十八章 高炉钢结构与基础	99
第一节 高炉钢结构	99
第二节 高炉基础	107
第二十九章 送风系统	112
第一节 高炉用鼓风机	112
第二节 鼓风机的选择	116
第三节 提高风机出力的途径	120
第四节 蓄热式热风炉的构造	121
第五节 蓄热式热风炉传热的基本公式	132
第六节 高风温热风炉的设计	134

第七节 管道及热风炉附属设备	139
第三十章 高炉喷吹设备	148
第一节 固体燃料喷吹设备	148
第二节 液体燃料喷吹设备	156
第三节 气体燃料喷吹	159
第三十一章 煤气除尘系统	161
第一节 荒煤气管道	162
第二节 粗除尘	163
第三节 半精细除尘	164
第四节 精细除尘	167
第五节 脱水器	170
第六节 煤气系统的附属设备	171
第三十二章 渣铁处理	175
第一节 风口平台及出铁场	175
第二节 炉前设备	177
第三节 铁水处理	181
第四节 炉渣处理	184
第三十三章 高炉车间设计	189
第一节 设计简介	189
第二节 厂址选择	190
第三节 高炉车间的规划	191

第五篇 高炉构造与设计

第二十三章 高炉炉型

第一节 炉型概述

高炉炉型指的是通过高炉中心线的剖面轮廓。近代高炉炉型由炉缸、炉腹、炉腰、炉身和炉喉五部分组成。炉型各部名称及尺寸代表符号见图23—1。

高炉生产实践表明：内型合理与否，对高炉一代的技术经济指标及高炉寿命有很大影响。

图23—1所示的圆断面五段式炉型，符合现代冶炼工艺过程的要求：竖立的炉体使料可以借重力自动下降，同时和上升煤气流接触进行物理化学反应；上部的横断面逐渐扩大适应了加热后炉料的膨胀，减少炉料下降过程的阻力，同时也与煤气上升过程中温度下降，体积缩小相适应；炉料在炉内继续下降，由于熔化体积缩小，下部的横断面也向下逐渐缩小。

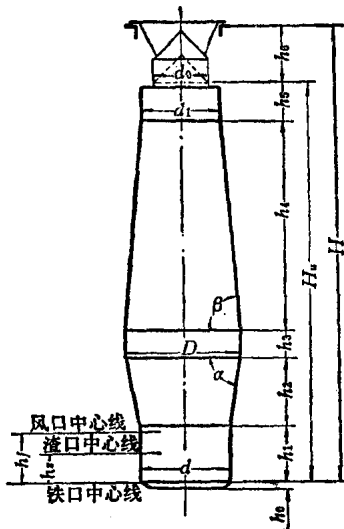


图 23—1 我国高炉内型尺寸的表示方法

H —全高，毫米； H_u —有效高度，毫米； h_c —炉顶法兰盘至大钟下降位置的底面高度，毫米； h_s —炉喉高度，毫米； h_2 —炉身高度，毫米； h_1 —炉腹高度，毫米； h_0 —死铁层高度，毫米； h_f —铁口中心线至风口中心线的高度，毫米； h_x —铁口中心线至渣口中心线的高度，毫米； d_0 —大钟直径，毫米； d_1 —炉喉直径，毫米； d —炉缸直径，毫米； D —炉腰直径，毫米； α —炉腹角； β —炉身角。

图23—2为我国古代炼铁炉的炉型，国外也有类似的原始炉型。这些炉型虽然古老，但它是人类在长期生产斗争中不断总结而得来的。它基本上符合上述冶炼过程的基本要求，符合当时当地的冶炼条件。

原始炉型尽管是多种多样的，但由于当时一些条件的限制，它都具有下列特征：

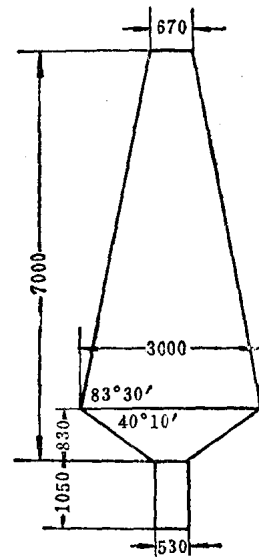


图 23—2 我国古代炼铁炉型

- 第一，由于鼓风机的能力小，炉缸都很窄，有利集中热量；
- 第二，由于木炭和无烟煤等的机械强度低，因而限制了高炉高度的增加；
- 第三，由于人工装料就不能加大炉喉的直径。

在这样的情况下，要增加高炉的容积只有扩大炉腰的直径。结果容积得不到充分的利用，冶炼指标也不好。

当高炉用焦炭做燃料和应用蒸汽鼓风机之后，经过一段实践，高炉生产出现了一个新的飞跃。人们逐渐认识到扩大容积不应只循着扩大炉腰直径这个方向发展，而应同时扩大炉缸直径、高炉高度以及炉喉直径。

在炉型发展史上出现过片面强调扩大炉缸直径以扩大炉容的所谓“瓶式高炉”，也出现过过分增加高炉高度(H_u/D 达4~5)的“细长高炉”，但均未达到预期效果。

就高炉内型曲线来说，各部分之间是互相影响，互相制约的，片面的强调某一部分，扩大其尺寸都会给冶炼带来不良后果。内型曲线各部分间应该有一个合适的比例关系。这个比例关系随着高炉原料、燃料条件的改善，随着合理炉衬结构的采用，以及高炉的大型化和技术的发展，还在不断地变化。

第二节 炉型各部分的尺寸及其比例关系

一、有效容积和有效高度

高炉大钟下降位置的下缘到出铁口中心线间的高度称为有效高度(H_u)。在有效高度中间的空间称有效容积(V_u)。出铁口中心线至炉顶法兰盘(也叫炉顶钢圈的)之距离称高炉全高(H)。

高炉有效高度对煤气热能和化学能的利用有很大意义。增加高度能延长煤气和炉料在炉内的接触时间，有利于还原和传热过程的充分进行，因而有利于降低焦比。

但是，从料柱有效重量的角度着眼，过分增加料柱高度，有效重量增加很小，甚至不增加，而只能增加料柱对煤气的阻力和形成自然料拱的几率，不利于炉料松动和顺行。

高炉有效高度还应与原料、燃料条件相适应。过去用木炭做燃料时，有效高度最高仅为15~18米。用焦炭做燃料则对其转鼓指数有一定要求，对高度大于25米的大型高炉焦炭的转鼓指数不应低于310公斤。随容积的扩大，有效高度仍在逐渐地增加，有的高炉有效高度已达到了30~32米(表23—6)。

高炉有效高度一般是随着炉容的增大而增加，但不是正比关系。近几年来新建高炉容积增长率远比有效高度的增长率来得快。有些大修的高炉则往往不变有效高度而只在各部分的径向加大以扩大炉容，即向“胖”发展。

描述高炉细长或矮胖程度时，习惯用 H_u/D 来表示。 H_u/D 和炉容有关，大型高炉 $H_u/D=2.5\sim 3.1$ ，中型高炉 $2.9\sim 3.5$ ，小高炉 $3.7\sim 4.5$ 。如前所述，近些年来这一比值在不断降低，个别大型高炉 H_u/D 已降至1.97，从这个意义上也可以说，炉型向着“矮胖”方向发展。

二、炉 缸

高炉炉缸呈圆筒形，铁口、渣口和风口的位置都在炉缸部分。炉缸下部盛高温铁水和熔渣。赤热的焦炭在风口带进行激烈的燃烧反应。炉缸部分的工作很重要，它应能保证燃烧足够数量的焦炭和由风口喷吹的其它燃料，并能容纳一定数量的渣和铁。在炉型各部分

有合理比例关系的先决条件下，同类型高炉炉缸断面大小和产量有直接关系。有些国家以单位炉缸截面积的产量作为高炉利用系数。这种表示方法有它的片面性，但却能说明炉缸直径大小对高炉冶炼的重要意义。炉缸也不宜过大，过大必然导致炉腹角过大，造成边缘气流发展和中心堆积而不利操作。

高炉有效容积 (V_u) 愈大，炉缸截面积 (A) 也愈大，两者有一定的比例关系。大高炉 $V_u/A=22\sim27$ ，中型高炉为 $15\sim22$ ，小高炉 $10\sim13$ 。

炉缸高度应保证在炉缸内容纳下两次出铁时间内所生成的，以及由于外部事故等原因而造成的时间耽误所生成的渣铁。除此还要考虑在风口安装时适应结构需要所留的位置。

渣铁口中心线间的距离称为渣口高度，它取决于原料条件、渣量大小、放渣次数和考虑到因事故所引起的渣铁量的波动。渣口过高则下渣量增加，对铁口维护不利，反之渣口过低，渣中容易带铁并烧坏渣口，势必要增加出铁次数，影响冶炼强化。大中型高炉渣口高度多在 $1.5\sim1.6$ 米。

设计时炉缸高度可以按经验选定，也可以按经验公式分别计算出渣口高度和风口高度，再加上风口安装的位置，即风口中心线到炉腹下沿的距离（简称风口结构尺寸）。

风渣口具体高度可参考下述公式计算：

渣口高度， h_z ：

$$h_z = h_{\text{铁}} \times b/c$$

$$h_{\text{铁}} = \frac{P}{N\gamma_{\text{铁}}A} = \frac{4P}{N\pi\gamma_{\text{铁}}d^2}$$

$$h_z = \frac{4bP}{N\pi c\gamma_{\text{铁}}d^2} = 1.27 \frac{bP}{Nc\gamma_{\text{铁}}d^2}$$

式中 $h_{\text{铁}}$ ——两次出铁之间铁水面最大高度，米；

P ——生铁日产量，吨；

b ——生铁产量波动系数，一般取 $b=1.2$ ；

N ——每日出铁次数；

$\gamma_{\text{铁}}$ ——铁水比重，一般取 7.1 吨/米³；

c ——炉缸容积（渣口以下）利用系数，一般在 $0.55\sim0.60$ ，（炉容大，渣量大则选低值）；

A ——炉缸截面积，米²；

d ——炉缸直径，米。

风口高度， h_f ：

$$h_f = \frac{h_z}{p}$$

式中 p ——渣口高度与风口高度的比，一般 $p=0.5\sim0.6$ （渣量大，取低值）。

炉缸高度， h_1 ：

$$h_1 = h_f + a$$

式中 a ——风口结构尺寸，一般 $a=0.35\sim0.5$ 米， a 值与炉容大小有关（表 23—1）：

不同容积高炉风口结构尺寸

表 23—1

高炉有效容积(米 ³)	55	100	250	600	1000	1500	2000
a	0.35	0.35	0.35	0.35	0.4	0.4	0.5

渣口数目应根据炉容大小和原料条件而定。一般小高炉设一个渣口，大中型高炉设二个渣口，高低渣口标高差一般为100~200毫米。2000米³以上高炉渣口数目应和铁口数目一起考虑，如有二个铁口可以设二个渣口。如设一个铁口但渣量大，则可设三个渣口。

风口数目应和炉容大小及风机能力相适应。风口数目多有利于减少炉缸“死区”，使起始煤气流分布均匀，也有利于喷吹燃料。

风口数目的增多，主要受间距限制。由于高炉金属结构上的改进，目前多采用大框架，取消了炉缸支柱，为缩小风口间距提供了有利条件。

如果原料、燃料条件较差，风机能力不足，工作风口数就不能太多，否则，由于中心部位不能吹透有可能造成中心堆积。

确定风口数目要考虑很多因素，但主要的是炉容大小，特别是炉缸直径(d)，所以提出的一些经验公式，多数都为风口数目(n)与炉缸直径(d)的函数。

中小型高炉常用

$$n=2(d+1)$$

大型高炉可用

$$n=2(d+2)$$

风口数目也可以用相邻风口间距来计算即

$$n = \frac{\pi d}{S}$$

式中 S ——风口中心线在炉缸圆周上的距离，米。

近年来由于原料条件不断改善，喷吹燃料不断增加，这一间距有减小的趋势。推荐值如下：

大型高炉 1.3~1.5 米；

中型高炉 1.2~1.4 米；

小型高炉 1.0~1.2 米。

表23—2列举了国内外部分高炉炉容、炉缸直径、风口数目及风口间距的关系。

不同容积高炉风口数目与其间距

表 23—2

炉容 (米 ³)	通用设计 255	本钢 334	鞍钢 1002	首钢 1200	包钢 1800	鞍钢 2025	日本福山 2004	日本福山 4197	日本水岛 3363	苏联标准 设计 2700
炉缸直径(毫米)	4200	3900	7200	8080	9700	10000	9800	13800	12400	11000
风口数目(个)	10	12	14	18	20	22	27	40	36	24
风口距离(米)	1.32	1.02	1.62	1.41	1.52	1.43	1.14	1.08	1.08	1.44

实践证明，间距 S 小的高炉有利于提高冶炼强度。例如，表23—2中所列的本钢高炉，间距为1.02米，冶炼强度曾达到1.5~1.7。我国新定型设计中风口数目较过去有所增加。

日本新建的高炉风口的数目都较多(表23-2),接近 $n=3d$ 。间距仅1.1米左右。日本在扩大高炉容积的同时采用了较多风口,为免于炉缸堆积,主要是采用了小风口(直径140毫米)以增加鼓风动能。风口风速一般在200米/秒以上。

有炉缸支柱的高炉,风口数目应与支柱数目相配合,一般为支柱数目的整数倍。在考虑铁口、渣口、风口平面布置时,要将它们互相错开,避免将风口安设在铁口或渣口的正上方。

必须指出,目前还没有严格的确定风口数目的计算方法,炉缸直径相同的高炉其风口数目可能相差2~4个,甚至更多,但是有可能获得相近的指标。这是因为在生产中可以用调节风口直径、风口形状和风口伸入炉缸距离的方法来消除由于风口数目不同所造成的影响。

死铁层深度(h_0):铁口中心线到炉底砌筑表面谓之死铁层。死铁层的作用在于防止炉底受炉渣、煤气侵蚀和冲刷,使炉底温度均匀稳定。通常死铁层深度为450~600毫米,新设计大型高炉多在1000毫米左右或更高。

三、炉 腹

炉腹呈倒锥形,其主要参数为炉腹高度(h_2)与角度(α)。从工艺过程来看,它的形状应适应炉料熔化后体积收缩的特点,并使风口前的高温区所产生的煤气流能够远离炉墙,不致烧坏风口上面的炉衬。由于有炉腹存在,也可以使风口前的燃烧带处于炉喉边缘的下方,这正是矿石多下料快的地方,故能使炉料松动,有利于炉料顺行。

从煤气运动的角度来看,有炉腹,才能使燃烧带处于合适位置,有利于气流均匀分布,否则必将引起边缘发展而不易克服。

炉腹高度随高炉容积大小而不同,但不能过高或过低。过高,有可能在炉料尚未熔化时就进入炉型逐渐缩小的炉腹,易于产生悬料;过低,等于取消炉腹。近代大中型高炉炉腹高度接近,一般为3.0~3.6米,小高炉则低些(表23-4, 23-5, 23-6)。

炉腹角 α 一般为 $79^\circ\sim 82^\circ$,过大除不利煤气流分布外,也不利于产生稳定的渣皮保护层,过小则不利于炉料顺行。

四、炉 腰

炉腰使炉身和炉腹合理过渡。由于在炉腰部位有炉渣形成,粘稠的初成渣使这里的炉料透气性恶化。所以,增加炉腰的直径能减小煤气流的阻力。在渣量大时可适当扩大炉腰直径,但仍要和其他部位尺寸保持合适的比例关系,只是比值取上限而已。

炉腰高度大小对高炉冶炼过程影响不很显著,在设计时常用炉腰高度来调整高炉容积,一般为0.5~3.0米。大中型高炉炉腰和炉腹高度之和常在5.0~5.5米左右。

D/d 与 α 一起可以说明高炉下部的尺寸关系。大高炉 $D/d=1.10\sim 1.15$,中型高炉 $D/d=1.15\sim 1.25$,小型高炉 $D/d=1.25\sim 1.5$ 。

五、炉 身

炉身呈截锥形,由上向下逐渐扩大,以使炉料遇热体积膨胀后不致形成料拱,并能减小炉料下降阻力。炉身角(β)大小对炉料下降和煤气流分布有很大影响。炉料在下降过程中较重的矿石趋于垂直运动,而焦炭则有被推向边缘的趋势。这样,就造成靠近炉墙部分的炉料透气性好,沿炉墙形成一个透气性好的环带,炉身角愈小,这个环带所占的面积就愈大,边缘气流就愈发展。反之,炉身角过大,有利于抑制边缘气流但不利于炉料的

下降，会影响高炉的顺行。

设计炉身角时，应考虑它在一代炉令多数时间里能使高炉获得好的指标，而且在开炉后不太长一段时间内就能达到。同时也要考虑到炉衬侵蚀后在临近停炉时也能控制煤气流在操作调剂范围内，而不致于造成无法控制的边缘气流。目前设计炉型 β 均在 $82^\circ\sim 85^\circ$ 之间。对于人造富矿率高和经过筛分的炉料， β 可以大些。反之，粉矿多的炉料 β 应该小些。大型高炉炉身角小些，小型高炉则大些。

近十几年，国内外多数高炉都采用了喷吹技术。喷吹量加大后，高炉冶炼出现了中心气流发展，边缘负荷加重的趋向。这是由于炉缸煤气量增加，初始气流分布发生变化，以及因炉料中焦炭量相对减少，矿石量相对增多的缘故。从这个角度看炉身角可以适当缩小一些。

六、炉 喉

炉喉呈圆筒形。炉喉直径 d_1 与炉腰直径 D 应和炉身角 β 一并考虑。 d_1/D 和 β 一起可以说明高炉上部的比例关系。目前 d_1/D 常在 $0.65\sim 0.72$ 之间，大中型高炉可取 0.7 ，小型高炉可取 0.67 。

炉喉与大钟的间隙，用 $(d_1-d_0)/2$ 表示。它的大小决定着炉料堆尖的位置。间隙过小堆尖靠向炉墙，对发展边缘气流不利，而且也会使炉喉煤气流速过大，造成炉尘吹出量增加；间隙过大又会使堆尖靠向高炉中心，容易造成边缘气流过分发展，也不利于操作。间隙大小应和矿石粒度组成相适应，一般含粉末多的炉料间隙应大些。炉喉间隙大小还要考虑炉身角 β 大小的影响。例如 β 大，炉喉间隙可取大些， β 小，间隙可取小些。

不同炉容炉喉间隙见表23—3。

不同炉容的炉喉间隙

表 23—3

高炉有效容积(米 ³)	55	100	250	600	1000	1500	2000
炉喉间隙 (毫米)	500	550	600	700	800	900	950~1000

炉喉高度应以能起到控制炉料和煤气流分布为限。一般在2米左右。过高的炉喉会使炉料挤紧而影响下料，过小不利于改变装料制度来调节气流分布。

第三节 炉 型 设 计

高炉内型设计应满足“高产、优质、低耗、长寿”的要求。具体说应符合如下要求：

第一，适应原料、燃料和操作条件，从而获得顺行的效果；

第二，多产铁，利用系数高；

第三，充分利用煤气的化学能和热能，焦比较低并适应喷吹燃料后的冶炼特点；

第四，内型设计必须和炉衬结构及冷却方式相配合，获得较长的一代寿命。

炉型设计主要在于寻求高炉各部分之间的合理比例关系。内型各部分尺寸是互相制约、互相影响的。片面强调某一部分的作用，过分地扩大某一部分的尺寸都会给冶炼带来不利后果。这个比例关系又要与具体的冶炼条件（原料条件和操作条件）及炉衬结构和冷却特点相适应。

设计炉型时要考虑到炉衬的变化，即既要考虑到开炉初期的情况又要考虑到冶炼过程中各部分可能变化的情况。

高炉投产后各部分炉衬将不同程度地被侵蚀，侵蚀程度则与所在部位和冷却方式有关。在实际生产中大部分时间里，正是变化后的内型在起作用。因而掌握冶炼过程中炉型各部分的变化规律对设计合理炉型是非常必要的。

以图23—3与图23—4为例，炉喉受到炉喉钢砖的保护，一代中这部分尺寸可以认为无变化。

炉身部分采用支梁式水箱（图23—3），它有支托上部砖衬的作用，加之这以上部分炉墙的侵蚀作用也弱，因而，上部分炉身径向扩展不大，而下部径向扩展较大。若采用密排扁水箱，箱前留一砖厚炉衬，径向就不会有太大的扩展；而厚墙炉身与炉腰配合冷却壁（图23—3），则在径向的扩展就大。这样的结构，炉腹向上延伸，炉身角也变小。

薄壁炉腹（图23—4）和炉腰采用冷却壁冷却，只有一砖厚的侵蚀量，而后靠渣皮工作，所以变化较小。

炉缸上部受风口和冷却器的限制在径向不可能有太大的变化。

上述这些变化规律在设计炉型时应予以考虑。

鉴于高炉冶炼过程复杂，而且高炉内型又与冶炼原料、燃料条件的变化，新的炉衬结构的采用以及其它新技术的应用（比如喷吹技术等）有密切关系，所以，目前设计炉型都是用经验数据，还没有一种理论计算方法能把上述变化情况和不同容积高炉的内型完整地考虑到一起。一些由统计方法而得来的经验公式和经验数据显然要随上述情况的变化而变化。因而，对过去的公式和数据就不应生搬硬套，对新的经验公式和经验数据也应根据设计条件做具体分析加以应用。

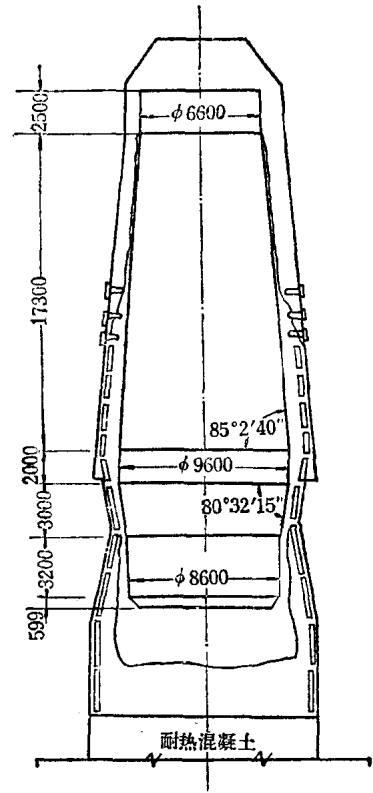


图 23—3 鞍钢某高炉内型侵蚀图

鞍钢某高炉内衬及冷却设备（参见图23—3）

部 位	内 衬		冷 却 设 备	
	砖 种	厚度 (毫米)	型 式	段 数
炉 底 ^①	粘土砖	5873	光面冷却壁	2
炉 缸	粘土砖	1035	光面冷却壁	1
			镶砖冷却壁	1
炉 腹	粘土砖	345	镶砖冷却壁	1
炉 腰	粘土砖	345~805	镶砖冷却壁	1
炉 身	粘土砖	805~920	镶砖冷却壁	4
			支梁冷却箱	3
炉 喉	粘土砖			
炉 顶	钢 砖			
	粘土砖			

注：①炉底砖与冷却壁之间有厚750~950毫米的炭捣预制块。

目前多采取比较的方法设计新炉型，即根据设计要求的日产量定炉容，再根据所给原料、燃料条件和其它条件（如风机能力等），去和炉容与生产条件相近而生产技术指标较好的炉型相比较。设计中应参照选用几个主要参数，如 α ， β ，有效高度 H_u 和控制各部分合理的比例关系，即前一节所论述的各部分比例关系。为了得到所要求的炉容要经过几次

反复验算，适当改变几个尺寸，最后得出一个符合设计要求的炉型。这种方法不仅对新建高炉，而且对大修改建的高炉也适用。这种方法需要有生产和设计实践经验，而且应该有认真细致的调查研究。为便于比较，将我国的通用设计以及国内外的部分高炉炉型尺寸列于表23-4、5、6、7。

炉型的计算方法很多，根据统计的时间、条件不同有各种经验公式。在算法上有的从全高和炉腰直径算起；有的从有效高度和炉缸直径算起。无论采用哪种算法，都不应把算得的数值太绝对化，允许适当地增减和取整数，但结果应符合上面讲的一些比例关系。

下面推荐一些经验公式供学习设计时参考。

在考虑有效高度 H_u 时可参考下述公式：

大型高炉：

$$H_u = 6.44V_u^{0.2}$$

620米³以下高炉：

$$H_u = 4.05V_u^{0.265}$$

炉缸直径的计算可参考下述经验公式：

大型高炉：

$$d = 0.32V_u^{0.45}$$

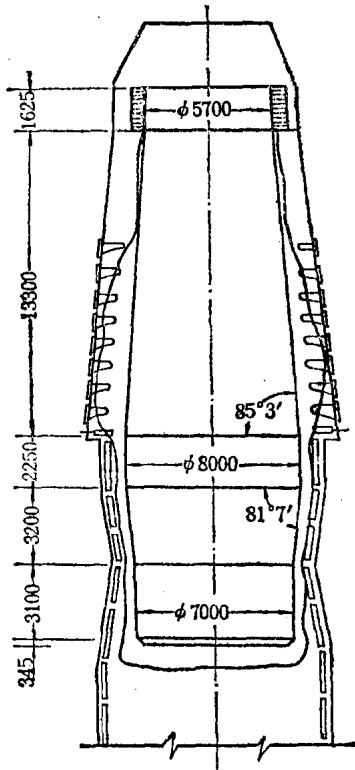


图 23-4 本钢某高炉内型侵蚀图

本钢某高炉内衬及冷却设备（参见图23-4）

部 位	内 衬		冷 却 设 备	
	砖 种	厚度 (毫米)	型 式	段 数
炉 底	粘土砖	4140	镶砖冷却壁	2
炉 缸	粘土砖	610~575	镶砖冷却壁	2
炉 腹	粘土砖	345	镶砖冷却壁	2
炉 腰	粘土砖	345	镶砖冷却壁	1
炉 身	粘土砖	1265~920	支梁式水箱	8
炉 喉				
炉 顶				

620米³以下高炉：

$$d = 0.564V_u^{0.37}$$

其它尺寸的计算可参考炉型各部分的尺寸及其比例关系一节或有关资料。

我国通用设计高炉内型尺寸

表 23-4

炉容 (米 ³)		容 量						
		8 ①	13	28	50	100	255	620
符 号	单 位	容 量						
		8 ①	13	28	50	100	255	620
d	毫米	1000/1150	1350	1700	2200	2900	4200	6100
D	毫米	1500/1600	1850	2300	2850	3700	5000	7100
d_1	毫米	1000/1000	1250	1540	1900	2500	3500	5000
d_0	毫米	500/500	600	800	1000	1400	2400	3400
H	毫米	8950/8050	9180	11550	12535	14590	20300	23650
H_u	毫米	6900/6000	7550	9750	11000	13000	17600	20800
h_0	毫米	—	75	228	302	302	450	760
h_Z	毫米	400/400	400	550	650	700	1200/1100	1500/1400
h_f	毫米	800/800	750	1000	1300	1450	2200	2800
h_1	毫米	1000/1000	1000	1250	1600	1800	2500	3200
h_2	毫米	1400/1200	1450	1700	2000	2500	3000	3000
h_3	毫米	500/400	600	800	900	1200	1100	1600
h_4	毫米	3400/2800	3700	5000	5500	6300	9200	10800
h_5	毫米	600/600	800	1000	1000	1200	1600	2000
α		79°52' / 79°23'	80°13' / 4"	79°59' / 38"	80°46' / 11"	80°54' / 40"	82°24' / 24"	80°32'
β		85°48' / 83°53'	85°21' / 12"	85°39' / 16"	85°03' / 29"	84°34' / 40"	85°20'	84°27'
$(d_1-d_0)/2$	毫米	250/250	325	370	450	550	550	800
A	米 ²	0.785/1.039	1.43	2.26	3.8	6.60	13.533	29.20
V_u/D		10.2/7.69	9.1	12.4	13.2	15.2	18.84	21.22
H_u/D		4.6/3.74	4.08	4.24	3.85	3.5	3.52	2.93
D/d		1.5/1.39	1.37	1.35	1.29	1.28	1.19	1.165
d_1/D		0.66/0.625	0.675	0.67	0.665	0.675	0.70	0.705
d_1/d		1.0/0.87	0.925	0.905	0.864	0.862	0.833	0.80
风口	个	4/4	4	5	6	6	10	14

注：①按原料条件不同设计两种炉型：表中分母的数据为白煤冶炼；分子数据为焦炭冶炼。

炉型计算例题。

下面炉型计算例题采取计算和选取结合的方法。

计算条件和要求：日产炼钢生铁2000吨，使用自熔性烧结矿，含铁50%，沟下过筛，焦炭转鼓指数320公斤，炉顶压力1.2公斤/厘米²。

计算步骤：

1. 定容积：选取 $\eta_0 = 2.0$ 吨/米³·昼夜。

$$V = \frac{P}{\eta_0} = \frac{2000}{2} = 1000 \text{米}^3$$

2. 炉缸

- (1) 炉缸直径

$$d = 0.32V_u^{0.45} = 0.32 \times 1000^{0.45} = 7.16, \quad \text{取 } d = 7.2 \text{米}$$

- (2) 炉缸高度 h_1

- ① 渣口高度

我国部分大型高炉内型尺寸

表 23—5

符 号	单 位	厂 别													
		鞍 钢	本 钢	鞍 钢	鞍 钢	太 钢	首 钢	武 钢	武 钢	包 钢	包 钢	本 钢	鞍 钢	武 钢	
V_u	米 ²	831	917	944	1062	1053	1200	1386	1436	1513	1800	2000	2025	2516	
d	毫米	6500	6800	7000	7200	7300	8080	8200	8400	8600	9700	9800	10000	10500	
D	毫米	7500	7700	7900	8200	8300	9120	9300	9500	9600	10500	10900	11000	11900	
d_1	毫米	5500	5760	5760	5760	5800	5900	6500	6500	6600	6800	7300	7200	8200	
d_0	毫米	4000	4200	4200	4200	4200	4200	4800	4800	4800	4300	5400	5200	6200	
H	毫米	27165	—	27232	27720	28750	—	30050	30050	30750	30750	31750	31900	32565	
H_u	毫米	24500	24717	24462	24950	26000	25500	27300	27300	28000	28300	28900	29200	30000	
h_0	毫米	450	450	997	1005	604	571	710	—	723.5	922	1000	1000	700	
h_z	毫米	1500~ 1400	1400/ 1300	1493/ 1382	1500/ 1400	1600/ 1400	1550/ 1550	1600/ 1400	1600/ 1400	1600/ 1400	1700/ 1500	1700/ 1500	1800/ 1600	1700/ 1600	
h_f	毫米	2800	2700	2718	2700	2800	2750	2800	2800	2800	3000	3200	3000	3200	
h_1	毫米	3200	3050	3050	3050	3200	3200	3200	3200	3200	3400	3800	3500	3700	
h_2	毫米	3200	3200	3000	3000	3200	3300	3200	3200	3200	3200	3100	3000	3500	
h_3	毫米	2250	3000	3000	2500	2000	1800	2000	2000	1800	2120	1500	2000	2200	
h_4	毫米	12950	13300	13260	14200	14800	14900	16300	16200	17300	17200	18500	18500	18000	
h_5	毫米	2500	3000	2152	2200	2800	2300	2900	2900	2500	2400	2000	2000	2600	
α		81°07'	82°	81°28'	80°32'	81°7' 10"	81°2' 40"	80°15'	80°15'	80°7' 10"	82°52' 30"	79°57'	80°32' 15"	81°4' 25"	
β		85°35'	85°49'	85°24'	85°5'	85°10' 20"	83°50'	85°	85°	85°2' 40"	83°51' 39"	84°26' 30"	84°08' 10"	84°07' 54"	
$(d_1 - d_0)/2$	毫米	750	780	780	780	800	850	850	850	900	1000	950	1000	1000	
A	米 ²	33.2	36.317	38.5	40.6	41.80	51.3	52.81	55.5	58.1	74.0	75.4	78.6	91.5	
V_u/A		25.00	25.25	24.5	24.7	25.20	23.4	26.24	25.9	26.04	24.3	26.6	25.8	27.5	
H_u/D		3.26	3.21	3.10	3.04	3.13	2.799	2.94	2.88	2.92	2.7	2.66	2.66	2.52	
D/d		1.15	1.13	1.13	1.14	1.13	1.13	1.13	1.13	1.12	1.08	1.11	1.10	1.10	
d_1/D		0.733	0.75	0.73	0.70	0.70	0.649	0.70	0.69	0.687	0.64	0.67	0.655	0.69	
d_1/d		0.846	0.85	0.823	0.799	0.795	0.731	0.792	0.77	0.766	0.7	0.745	0.72	0.76	
风口	个	14	12	14	14	14	18	16	16	18	20	22	22	24	

国外部分高炉内型尺寸

符 号	炉 号	单 位	国 家 / 公 司										联 苏 联	
			日本福山 1#	日本福山 2#	日本福山 3#	日本福山 4#	日本水岛 1#	日本水岛 2#	日本水岛 3#	美国佛莱斯特冶金工厂	美国底特律钢铁公司	美国大湖冶金工厂	苏联 定型设计	苏联 定型设计
V_u		米 ³	2004	2626	3016	4197	2156	2857	3363	1557	1557	1810	1719	2700
d		毫米	980	11200	11800	13800	10000	11500	12400	8540	8690	9230	9100	11000
D		毫米	10800	12000	13000	15200	11000	12600	13600	9530	9530	10140	10200	12250
d_1		毫米	7300	8400	9000	10500	7450	8300	8800	6550	6700	7020	6900	8200
d_0		毫米	5300	6400		8300		7000	6800	4830	5030	5040	5000	6200
H		毫米								32000	32920	33600	31250	33650
H_u		毫米	28400	29200	29200	29900	30500	31408	32100	28860	28040		28500	31200
h_0		毫米	1000	1000	1500	1350	1000	1492	1500			610	1000	1100
h_z		毫米	2200	2300	2300	2500	2000	2258	2400			1500	1500/1400	1600
h_f		毫米	3500	3700	3700	3900	3300	3753	4000			2640	2800	3200
h_1		毫米	4000	4200	4200	4400	3900	4258	4600	3750		3050	3200	3600
h_2		毫米	3500	3775	3500	4000	3875	3400	3400	3480		3440	3000	3000
h_3		毫米	3000	2725	3000	2750	2225	2350	2200	2260		2440	2000	2000
k_1		毫米	16400	17000	17000	16750	18000	18400	18900	17150		18310	17800	20100
h_5		毫米	1500	1500	1500	2000	2500	3000	3000	2190			2500	2500

国外部分大型高炉内型尺寸

符 号	炉 号	单 位										苏 联	苏 联
		日本福山 1#	日本福山 2#	日本福山 3#	日本福山 4#	日本水岛 1#	日本水岛 2#	日本水岛 3#	美 佛 莱 斯 冶 金 工 厂	美 国 底 特 钢 铁 公 司	美 国 大 湖 冶 金 工 厂		
α		81°51'	82°27'	80°16'	80°04'		80°20'	79°59'	81°54'	82°21'	82°24'	79°36' 40"	78°14'
β		83°54'	83°57'	83°02'	82°01'		85°	85°46'	85°	85°21'	85°08'	84°42' 14"	84°15'
$(d_1 - d_0)/2$	毫米	1000	1000		1100		1150	1000	860	835	990	950	1000
A	米 ²	75.4	98.5	107.9	149.5	78.54	103.82	120.7	57.5	59.3	67.0	65.0	95.03
V_u/A		26.5	26.5	27.7	28	27.5	27.5	28	27.2	26.1	27.2	25.44	28.3
H_u/D		2.64	2.45	2.25	1.97	2.77	2.36	2.47	3.36	3.45	3.32	3.07	2.54
D/d		1.10	1.07	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.11	1.09	1.1	1.12	1.11
d_1/D		0.68	0.7	0.69	0.69	0.67	0.66	0.65	0.69	0.70	0.69	0.68	0.67
d_1/d		0.74	0.75	0.76	0.76	0.74	0.72	0.71	0.73	0.77	0.76	0.76	0.75
风 口	个	27	32	34	40	28	34	36			24	18	24