

铸 工 工 艺 学

下 册

全国技工学校教材编审委员会编

机 械 工 业 出 版 社

54
2

这原是一套技工教材，经过几次修订再版，这次重印又作了个别修订。

此书内容系统，取材丰富。上册主要介绍造型工艺，下册则介绍了金属熔炼，钢、有色金属和特种铸铁的铸造，造型的机械化，铸件的清理和检验，对特种铸造及特种造型也有论述，每章后均附有习题。

本书不仅可作技工学校教材，对于铸造工人业余学习也是一本良好的读物。

铸 工 工 艺 学

下 册

(修订第二版)

全国技工学校教材编审委员会编

*

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可証出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $10\frac{3}{8}$ · 插页 2 · 字数 232 千字

1960 年 4 月北京第一版

1965 年 8 月北京第二版 · 1973 年 3 月北京重排第五次印刷

印数 92,401—267,400 · 定价: 0.90 元

*

统一书号: 15033 · 3345

目 录

第十四章 铸铁的熔炼	1
一 熔炼铸铁用的熔炉和构造	1
二 冲天炉的附属设备和控制仪表	5
三 冲天炉的工作原理	11
四 熔炼铸铁用的炉料	14
五 冲天炉的操作和炉前检验	16
六 铸铁配料的计算	25
七 冲天炉的改进方法	31
复习题十四	35
第十五章 特种铸铁的铸造	37
一 孕育铸铁	38
二 可锻铸铁	43
三 球墨铸铁	49
四 冷硬铸铁	64
五 合金铸铁	67
复习题十五	69
第十六章 钢的铸造	70
一 概述	70
二 获得健全钢铸件的主要条件	72
三 造型材料和造型	80
四 冷铁和铸筋的运用	84
复习题十六	101
第十七章 有色金属铸造	102
一 有色金属的分类和牌号	102
二 有色合金的铸造特点及熔炼	106

IV

三 铜合金的熔化和造型	114
四 铝合金的熔化和造型	119
五 镁合金的熔炼与造型	130
复习题十七	133
第十八章 造型工作的机械化	134
一 概述	134
二 机器造型用的工具和附具	134
三 造型机的分类及表示方法	144
四 造型机的拔模方法	146
五 造型机的实砂原理	150
六 造型机	156
七 造芯机械	172
八 造型机械的维护及保养	184
九 铸造工作的机械化自动化	184
复习题十八	191
第十九章 铸件的出砂和清理	193
一 铸件的出砂工作	193
二 铸件浇冒口的去除	197
三 铸件泥芯的清除	201
四 铸件表面的清理	203
五 铸件的修整工作	210
复习题十九	213
第二十章 铸件废品的分析和检验	215
一 铸件缺陷的种类	215
二 铸件缺陷产生的原因和防止方法	216
三 铸件的检验	233
四 缺陷的修补	237
复习题二十	240
第二十一章 特种铸造	241

一 金属型铸造	241
二 压力铸造	257
三 离心铸造	260
四 精密铸造	264
五 壳型铸造	278
复习题二十一	283
第二十二章 特种造型	285
一 干燥辊筒的造型	285
二 5吨气锤气缸的造型	288
三 齿轮的造型	289
四 水轮机蜗轮体的造型	290
五 水轮机整个蜗形外壳的造型	292
六 螺旋桨水泵的转向器的造型	295
复习题二十二	297
第二十三章 铸造工艺规程	298
一 铸造工艺规程的实质与作用	298
二 制订工艺规程的资料	299
三 工艺规程的制订内容	300
四 施工文件	307
复习题二十三	322
第二十四章 安全技术与防火	323
一 安全生产的意义	323
二 安全技术的一般知识	324
三 铸造车间防火的一般知识	328
复习题二十四	330

第十四章 铸铁的熔炼

铸铁的熔炼工作，除了把固体金属熔化成为液体，还要使金属能够达到预定所需要的化学成分和温度。正因为这样，我们才把它叫做“熔炼”，而不叫做“熔化”。

用高炉来冶炼生铁，也能得到大量的铁水。但如用这些铁水来浇注铸件，不仅在生产时很不方便，而且很难得到所需要的化学成分。所以在目前机器制造工厂的铸造车间中，都建有各种熔炼设备。

随着生产的不断向前发展，铸铁的熔炼工作不仅要求在最经济的条件下进行，而且要求提高熔炉的生产率和铁水的温度，这些都需要我们作进一步的研究。

一 熔炼铸铁用的熔炉和构造

铸造车间熔炼铸铁的熔炉，有搀炉（猴子炉）、三节炉和冲天炉等几种型式。但其中以冲天炉应用得最普遍。

1 搀炉 搀炉是由炉身1，炉底2和支座3三个部分组成（图14-1）。炉底的两旁固定有两根转轴，转轴搁在支座上。工作时，将炉身吊放在炉底上面，并用螺栓紧固，以免出铁时炉身向前倾倒。炉底的后面固定一个把手4。搀炉在出铁时的倾斜角度，是由把手抬高起的高度来控制的。炉底和炉身的外壳常用铸铁铸成，而内壁是用石英砂和耐火泥的混合料筑成的炉衬。在熔炉下部温度较高的地方，在炉衬的表面还可敷上一层焦炭粉（用熔过的焦炭制成）和耐火泥的混合料来保护。在熔炉的前面做有一个出铁口5，在后面

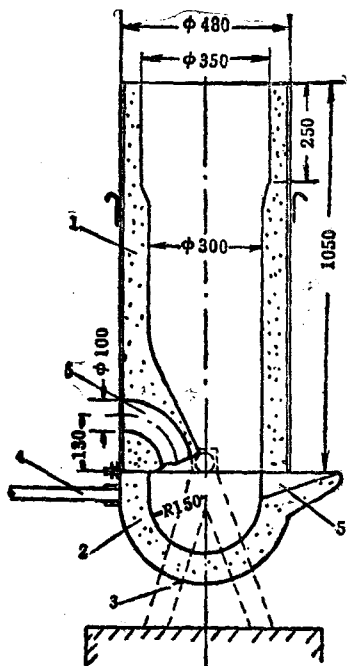


图14-1 挽炉；

1—炉身；2—炉底；3—支座；4—把手；5—出铁口；6—进风口。

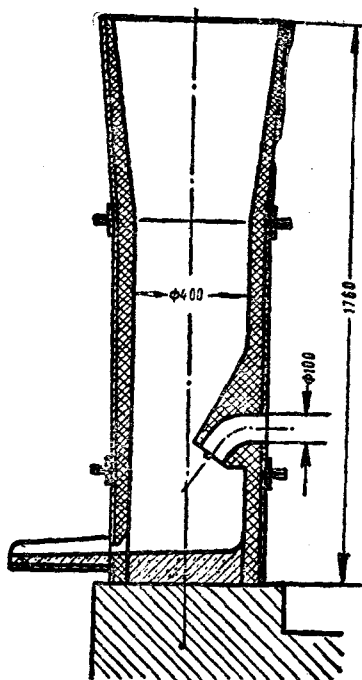


图14-2 三节炉。

开有一个进风口6。为了使送入的空气能进入熔炉的中心，并防止金属液进入进风口中，进风口应修搪成凸向熔炉中心的形式，并向下倾斜。

挽炉的构造简单，出铁工作也比较容易进行；但熔炉低小，热量损失大，焦炭消耗多，每小时的熔铁量常在1吨以下，故挽炉只在小型的铸造车间采用。

2 三节炉 三节炉由上中下三节组成(图 14-2), 所以叫三节炉。三节炉的构造与搀炉很相似, 不同的地方在于熔炉不能倾转, 铁水是凿开炉前出铁口中的泥塞而放出的。由于熔炉不需要进行倾转, 因而可比搀炉做得较为高大些, 炉壳也可以用铁皮制成。普通大的圆形汽油桶是很容易改制成三节炉的, 这点很适合一些小型的铸造车间的要求。三节炉每小时的熔铁量一般在 1 吨左右, 大的每小时可熔铁 2~3 吨。它的主要缺点与搀炉相似, 热量损失大, 焦炭消耗多。

3 冲天炉 在较大的铸造车间中, 熔炼工作的经济性是一个很重要的要求, 另外前面所述的搀炉、三节炉也很难满足对熔炉所提出的许多要求(如高的生产率、高的铁水温度等), 因而在这些车间中常采用下面所述的冲天炉进

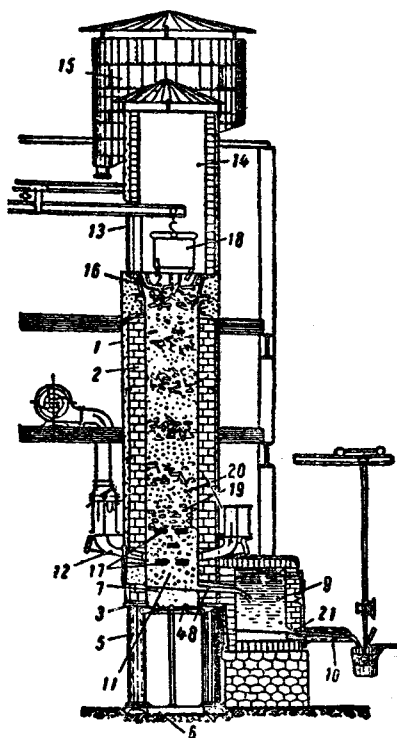


图14-3 冲天炉;

1—炉壳; 2—耐火砖; 3—底板; 4—炉底门; 5—支柱; 6—炉基; 7—炉床; 8—铁水流道; 9—前炉; 10—前炉出铁槽; 11—底炭; 12—风带; 13—装料门; 14—烟囱; 15—火花捕捉器; 16—铁砖; 17—风口; 18—料桶; 19—层铁; 20—层炭; 21—出铁口。

行熔炼。

图 14-3 是一个比较完善的冲天炉，它是一圆柱形的竖立熔炉。全炉由下而上可分成炉底、炉身、烟囱和炉顶四大部分。炉身和烟囱的外壳 1 用钢板制成，在它的里面砌有耐火砖 2。炉身下半部的耐火砖的耐火性应当高些，而上半部和烟囱部分的耐火砖的耐火性可以差些。耐火砖砌的炉壁与炉壳间应留有空隙，并填入废砂或炉渣，使炉壁在受热时有膨胀的余地，并减少热量的散失。冲天炉的整个炉身安放在铸铁或铸钢底板 3 上。底板的中间开有等于冲天炉内径的孔洞，这个孔洞在工作时是用两扇可以开闭的炉底门 4 来关闭的。底板放在炉基 6 上的四根铸铁制的支柱 5 上。炉床（也叫炉底）7 是用型砂搋成的。铁水流道 8 位于炉床的最低部分的炉壁上，以便把铁水放入前炉 9 或直接放入铁水包中。

在冲天炉前面设置前炉的主要优点是：便于积聚更多的铁水，这样可使铁水中的化学成分和温度更加均匀；由于铁水不是积贮在炉内，就可减少铁水吸碳和吸硫的机会。前炉中的铁水通过底部的出铁口 21 放出，熔渣通过出铁口侧面上方的出渣口放出。

炉料是从装料门 13 加入，图中是用料桶 18 进行装料的。在装料门下沿的砖，因经常受到炉料的冲击，所以这个地方的砖，都是用铸铁制的铁砖 16。供给燃烧的空气由鼓风机送出，沿着风管进入风带 12，再分配到各个风口 17 而进入炉中。近代的冲天炉都做成交错排列的三排风口。在每个风口的外面还装有可以开闭的观察孔，以便观察炉中的熔化情况和去除积聚在风口附近的熔渣。进入炉中的空气，与燃料发生作用，进行剧烈的燃烧而放出大量热量，使炉中的金属材料逐渐熔化。所产生的废气经过烟囱 14，通过火花捕捉器 15

排除出去。

在烟囱的顶部装置火花捕捉器，可以用来捕集从烟囱出来的火花和红热的灰尘，以改善工厂的安全和卫生。火花捕捉器是利用废气在改变流动方向时，其中质量较大的灰尘由于惯性和重力的作用而下沉，而其中质量较小的气体仍能向上而排出的原理而制成的。下沉的灰尘沿着斜面而积聚在火花捕捉器的最低处，此处设有一个开口，灰尘可以通过这个开口放出。

冲天炉的生产率是以每小时平均能熔得多少铁水来决定的。比如，平时叫的3吨冲天炉就是指它的生产率为3吨/小时。三排风口冲天炉的一般尺寸如表14-1所示。

二 冲天炉的附属设备和控制仪表

1 鼓风机 熔化时，炉内所需的大量空气是由鼓风机供给的。常用的鼓风机有离心式和硬压式两种：

1) 离心式鼓风机 图14-4就是这种鼓风机的示意图。它有一个蜗形的外壳5，里面装有一个可以转动的叶轮3，在叶轮上装上许多风叶2。当开动鼓风机时，由于叶轮的高

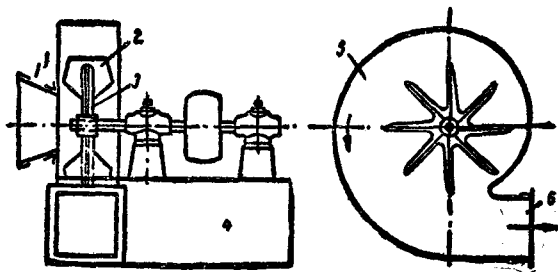


图14-4 离心式鼓风机：

1—进风口；2—风叶；3—叶轮；4—机架；5—外壳；6—出风口。

表14-1 三排风口冲天炉的一般尺寸 (毫米)

冲天炉生产率 (吨/小时)	炉衬 内径	炉壳 内径	厚 度		有效 高度①	炉 缸 高度②	相邻两排风口 距 离	风 口③				风 带			
			炉 壁	炉 底				下 排 (第一排)		上 排 (第二及第三排)		外 径	高 度		
								数 目	宽	高	每排 数 目			宽	高
1.5	500	900	180	200	3000	200/400	200	4	140	70	4	40	30	1400	550
3	700	1250	230	220	3500	250/450	200	4	240	80	4	60	40	1800	650
5	900	1450	230	250	4000	300/500	250	6	260	80	6	65	40	2100	750
7	1100	1650	230	300	4500	300/550	300	8	300	80	8	75	40	2300	800
10	1300	1850	230	300	5000	300/600	300	8	330	100	8	80	50	2700	900

① 有效高度：为最下排风口中心线到装料门下边缘的距离。

② 炉缸高度：为最下排风口中心线到炉床的高度。

③ 风口向下的倾斜角，第一排为10°，第二排和第三排为15°。

速转动，使得机内的空气也具有很高速度，并产生很大的离心力。这样，一方面可以通过中间进风口 1 吸入空气，一方面将吸入的空气以一定的压力从出风口 6 送出。离心式鼓风机鼓出的风压不变，它的风量随着通路中的阻力的增大而减小，当通路中的阻力相当大时，会产生空气鼓不进炉内的情况。但这种鼓风机的构造简单、制造容易、价格便宜、修理方便，所以它被铸造车间广泛采用。

2) 硬压式鼓风机 它的构造如图 14-5 所示。在椭圆形的机壳 1 内装有一对转子 3，在转子转动时，就将空气从进风口 2 吸入，而从出风口 4 压出。转子和机壳的内部必须制造得很精确，以保证工作时能正常运转。这种鼓风机鼓出的风量是不变的，当通路中的阻力发生变化时，仍能将一定数量的空气鼓入炉中，保证熔炉工作能正常进行。但这种鼓风机制造困难、成本较高、占地较大、容易损坏，所以采用较少。

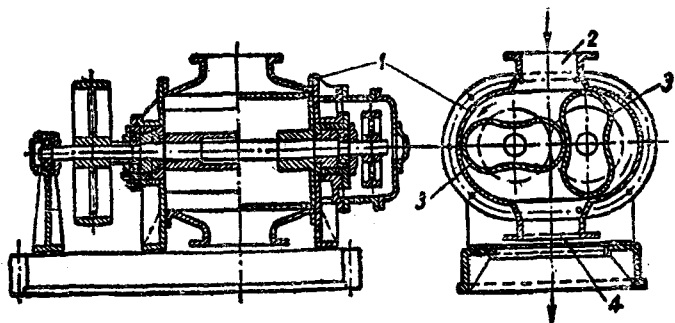


图14-5 硬压式鼓风机：

1—机壳；2—进风口；3—转子；4—出风口。

鼓风机鼓出空气的风压和风量在通路中难免会有些损失，所以一方面应尽量减少风管的弯曲与隙缝，另一方面在

选择鼓风机的规格时，应使其风压和风量都比需要量大些。在车间中如没有足够大的鼓风机，可以将几个小的鼓风机联合起来使用。图 14-6 表示两台离心式鼓风机并联与串联时的情况，并联能增加风量；串联能提高风压。硬压式鼓风机只可以并联使用。

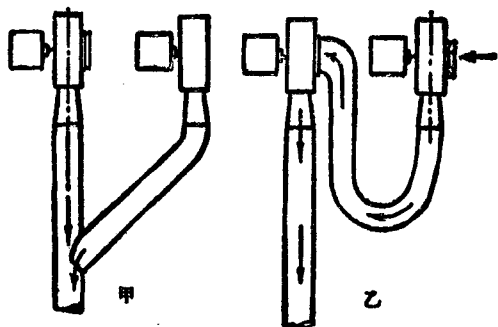


图14-6 离心式鼓风机的联接图：

甲—并联；乙—串联。

2 装料设备 将炉料装入冲天炉可以用手工进行，但要消耗很多劳动力。较大的冲天炉，每小时要装入几吨到几十吨炉料，这时常用装料设备来代替手工操作。机械化的装料方法如图 14-7 所示。工作时先将称好重量的炉料装入料桶中，用卷扬机吊起料桶沿着钢梁经过工作门送入炉中。然后慢慢放下吊绳，使料桶的凸缘 1 搁在支承板 2 上。当吊绳继续下降时，底部活动的锥形桶底 3，由于炉料的重量而自动开启，炉料便沿着桶底的锥面而均匀地落到炉中。

3 风压计 风压的大小是一个重要的数据，它是用水柱高度（以毫米为单位）来表示。送风管中的风压可用图14-8所示的水柱压力计来测量。它的构造很简单，在一块有刻度

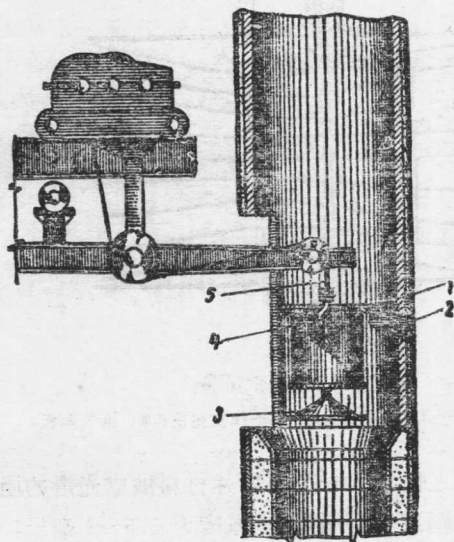


图14-7 机械化装料:

1—料桶上的凸缘；2—支承板；
3—锥形桶底；4—料桶；5—吊钩。

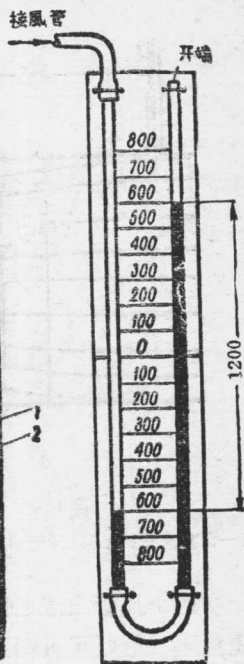


图14-8 水柱压力计。

的木板上，装上一根直径6~8毫米的U形玻璃管，管内装入有颜色的水。使用时，将玻璃管的一端接到送风管上，另一端就露置在空气中。鼓风机开动后，管中的水便会产生一个水位差，水位差的大小可由板上的刻度直接读出。如图14-8中就表示送风管中的风压为1200毫米水柱高。

4 风量计 风量是决定炉内燃烧作用的重要因素，过大或过小的风量对熔炼工作都是不利的。要经常测定风量的较简便而又可靠的方法为阻流隔板法，它的装置如图14-9所

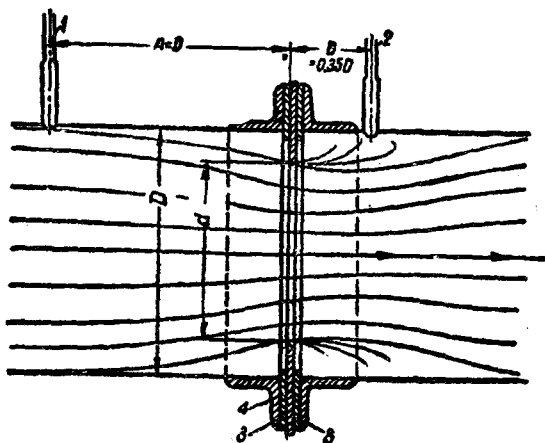


图14-9 用阻流隔板测定风量：

1—测定高压的地方；2—测定低压的地方；3—橡皮垫圈；4—阻流隔板。

示。在两个风管凸缘之间嵌入一个用薄片材料做成光滑的阻流隔板4（最好用黄铜或青铜制造），厚度为1.5~3毫米，由于阻流隔板对气流的阻力，使产生了一个不大的压力降，将隔板前后的压力差代入下列公式便可算出风量的大小。

$$Q = 60\mu F \sqrt{2g \frac{h}{r}}$$

式中 Q ——流过风管的风量（米³/分）；

μ ——系数，随 $\frac{d}{D}$ 的比值而定。 $\frac{d}{D}$ 的比值最好

为0.8，此时 μ 值也为0.8；

F ——风管截面积（米²）；

g ——重力加速度=9.81（米/秒²）；

h ——高压点1与低压点2的压力差（毫米水柱高）；

r ——空气密度，平均为1.29（公斤/米³）。

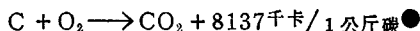
若 $\frac{d}{D}$ 的比值为 0.8，并将式中的常数代入，简化后可得：

$$Q = 185 F \sqrt{\frac{h}{h}}$$

三 冲天炉的工作原理

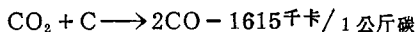
冲天炉在工作的时候，出现两行物质的流动：一行是上升的热气流，另一行是下降的炉料流。这两行物质流相接触就产生了燃料燃烧、铁料熔化等各种现象。

1 炉内燃烧情况和炉气炉温的变化 从风口进入炉中的空气遇到红热的燃料，空气中的氧与燃料中的碳便产生下面的氧化反应：



随着炉气的上升，炉气中的氧越来越少，而 CO_2 越来越多，这个反应直到氧耗尽为止。由于在反应过程中，放出大量的热量，所以上升着的炉气的温度，也是不断迅速增加着。从进风口起到氧完全耗尽的这个区域，叫做“氧化层”，因为在这个区域中，炉气是氧化性的。

当炉气继续上升，这个时候的 CO_2 是不稳定的，在遇到高温（高出 $1100^\circ C$ ）的碳便起下列的还原反应：



这个反应直到炉气上升到炉内温度较低处，不能再使 CO_2 还原生成 CO 时为止（这个决定是否能起反应的温度，叫做反应温度）。从反应的方程式中可以看出，虽然烧掉了碳，但反应的结果却还是吸热的，所以上升着的炉气的温度，是较显著下降着。由于在这个区域中的炉气，有着较强烈的还原作

● $C + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow CO + 2450 \text{ 千卡 / 1 公斤碳 (碳的不完全燃烧)}。$

用，所以这个区域叫做“还原层”。

炉气再继续上升，这时的 CO 与 CO_2 便不再变化，但炉气的温度由于预热炉料的关系，仍是慢慢下降着。从还原层顶端到加料口为止这一个区域，叫做“预热层”。

风口以下，没有燃烧现象。

图 14-10 表示从风口到加料口，炉中炉气和炉温的变化情况。

2 底炭 在知道了炉内燃烧情况和炉气炉温的变化后，现在来研究加入炉中的金属炉料应在炉中什么地带进行熔

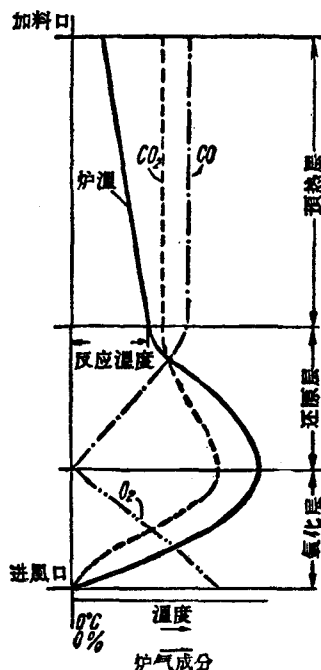


图14-10 炉中炉气和炉温的变化。

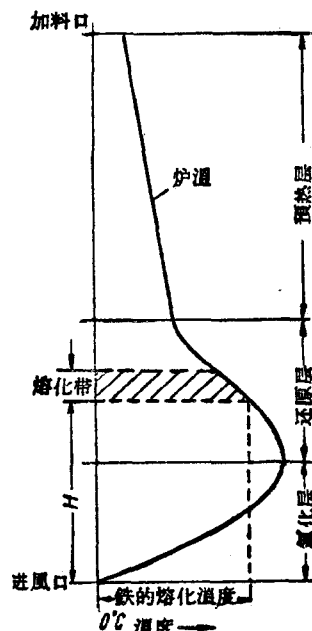


图14-11 最理想的底炭高度。