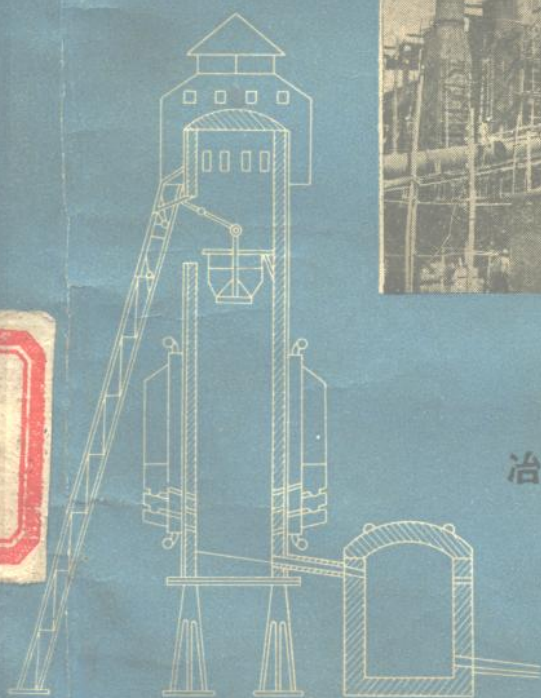


化鉄炉構造 及其附属设备

田 長 游 編 著



冶金工业出版社

化鉄爐構造及其附屬設備

田長游 編著

編輯：劉應鈔 設計：周广、韓晶石 校對：王坤一

冶金工業出版社出版（北京市灯市口甲45号）

北京市書刊出版業營業許可證出字第097号

北京西四印刷厂印 新华書店發行

1959年7月第一版

1959年7月北京第一次印刷

印數8,520册

开本850×1168·1/16·90,000字·印数8³⁰/₃₂·附頁4

統一書号 15062·1640 定价 0.42 元

出版者的話

正確地了解化鐵爐的構造及其附屬設備對於鑄造車間及轉爐煉鋼車間的工作人員都是十分重要的。尤其是現在轉爐正在過技術關的時候，合理的選擇和使用化鐵爐設備，對整個轉爐煉鋼車間多快好省地發揮生產能力具有重要的意義。

本書就化鐵爐的結構及其附屬設備的基本知識、工作原理、國內外的使用經驗以及如何選擇、設計、使用等方面均作了較詳盡而系統的介紹。文字通俗易懂，深入淺出。可以供車間的領導幹部、工人和技術人員閱讀，也可以供大學及中等專業學校鑄造及煉鋼專業的学生參考。對於設計人員，也是一本有用的參考書。

目 录

第一节 引言	1
第二节 生铁的熔炼	3
第三节 化铁爐基本尺寸的决定	7
(一)爐徑	8
(二)高度	9
(三)裝料口、出鉄口及出渣口	10
(四)送風系統	11
(五)前爐	14
第四节 化鉄爐的各部結構	20
(一)地基	20
(二)爐底部分	20
(三)爐缸部分	23
(四)爐身部分	28
(五)化鉄爐的爐襯	28
(六)爐身的冷却結構	42
(七)进風部分	45
(八)上料裝置	49
(九)爐頂部分	51
(十)前爐	53
(十一)过鉄道过桥	55
第五节 化鉄爐的附屬設備	56
(一)化鉄爐用鼓風机	56
(二)化鉄爐的控制仪表裝置	62
(三)鉄水包	76
(四)化鉄爐使用的手工工具	83
第六节 化鉄爐的热風裝置	84
(一)外加燃料的热風裝置	85
(二)利用化鉄爐物理热的热風裝置	87
(三)利用化鉄爐的物理热和化学热的热風裝置	89
(四)利用热風化鉄爐可以用褐煤代替部分焦炭	99

(五)自动操縱的热風化鉄爐	99
第七节 特种化鉄爐	101
(一)三排風口化鉄爐	101
(二)小風口化鉄爐	103
(三)連貫縫隙風口的化鉄爐	105
(四)加氧送風的裝置	106
(五)碱性襯料及高爐爐型化鉄爐	110
(六)用粉狀固体或气体燃料的化鉄爐	116
(七)廢气回用的化鉄爐	119
参考文献	122

第一节 引言

化鉄爐（或称为熔鉄爐、冲天爐）是用于熔化生鉄的，它是属于对流式連續性生产的豎爐，也就是說，它是一种豎立式的爐子，爐料由上面加进去向下运行，而热的爐气向上昇，可以定时的由下面出鉄口放出鉄水，这样能在一段時間內进行連續性的生产。

化鉄爐主要是用于这样两个方面。机械制造工厂鑄造各种生鉄鑄件。用生鉄作的零件在机器上佔着很大的一个比重，所以熔化生鉄的设备——化鉄爐，在机械制造工厂也佔着很重要的地位。

在我国的轉爐煉鋼車間除了馬鞍山和八一鋼鉄厂用高爐鉄水外，其他各厂差不多都使用化鉄爐。此时，轉爐煉鋼所需的鉄水，是把生鉄在化鉄爐內熔化了以后再注入轉爐內吹煉。在化鉄爐內放出的鉄水，其質量（包括溫度和成份适合而穩定）的好坏，会直接的影响轉爐鋼的質量。平爐热裝所需的鉄水也有的由化鉄爐供給。

从十八世紀末有了化鉄爐以后，到现在对其結構及操作方面累积了丰富的經驗，証明这种爐子是熔化生鉄的一个有力的工具，因为：

1. 它可以調整改变生鉄的化学成分，使它合乎使用要求。
2. 燃料及电力的消耗比較經濟。
3. 具有比較高的生产率。
4. 它可以用于轉爐煉鋼車間的連續流水作業，也可以用于机械厂鑄造車間間歇阶段作業。

5. 操作及控制比較簡單。

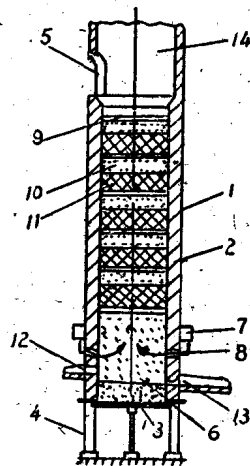


圖 1 化鉄爐簡圖

圖 1 是化鉄爐的簡圖，整个爐子是由爐壳 1 和內面砌以耐火

材料2組成的，它的重量是压在底板3上，而底板是由支柱4支持住的。在爐子上部有一个裝料口5，操作时，先將爐子裝以底焦6，点燃后，空气由鼓風机鼓入風帶7經風口8进到爐子內使焦炭燃燒，由加料口將石灰石（熔剂）9、批焦10、批鉄11一批一批地加入。生鉄熔化以后，渣由出渣口12，鉄水由出鉄口13定期排出，廢气則由烟囱14引出。

爐子生产率大小用每小时熔化鉄水的吨数表示。

第二节 生铁的熔化

使用化铁爐的目的为的是使生铁熔化和过热并且获得质量良好的铁水，生铁的熔化和过热所需的热源是由燃料的燃烧而获得的，由鼓风机鼓出的空气从风口进入化铁爐内，吹向爐子中心，然后朝向爐子上方的边缘，空气形成这样的流动，就相应的使爐气的等成分线发生了弯曲，如图2所示（也就是将含 CO_2 量相等的各点联结起来）。由图可看出， CO_2 的量在趋向爐子中心的方向上，起先迅速的增加，然后缓慢下来，在风口稍上靠近爐壁处 CO_2 的增长达到了最大值，自由氧存在的界限形成一个锥形，也就是说在风口附近氧含量高，而距离愈远，氧量渐降，而 CO_2 和 CO 的量就随之上升，再向上方，由于 $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$ 还原反应的结果，使得 CO 的浓度增大而 CO_2 的浓度降低。再向上超过一段距离后，爐气的成分就没有什么改变了，因为此时温度已较低，化学反应的速度也较小，气体的通过也较快。

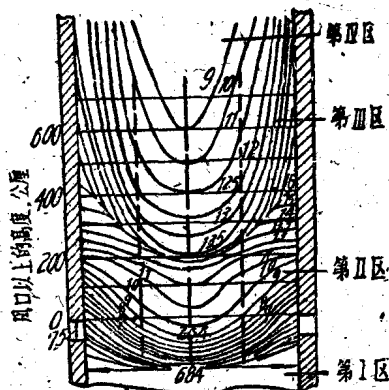


圖2 化铁爐爐气的 CO_2 等含量曲线(实线)和自由氧存在的界限(虚线)

这样可以把化铁爐分为四个区域，如图3所示。

1. 預热帶 在爐子的上部，它的作用是进行爐料的預热，这时的爐料都是呈固体状态，化学变化进行得很有限。爐料逐渐下降，温度則逐渐上升。

2. 熔化帶 铁塊的熔化就处于这个地区，由上面来的生铁就在这个区域的下部轉变为液体状态，一滴一滴的向下滴落。熔化

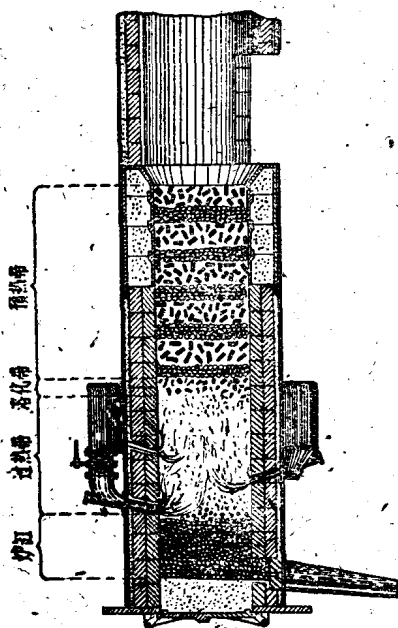


圖 3 化鐵爐的四个区域

区的高度在一定程度上是由底焦的高度来决定的。底焦过高，熔化区域也升高，这样焦炭的消耗会更多；如果底焦过低，熔化区域就会靠近风口附近，这样使下面的过热带缩短，因而不能充分的过热。所以化铁炉要维持适当的底焦以保持正确的熔化区域。

3. 过热带 在熔化带下是一个高温区域，在这个地带燃料发生猛烈的燃烧，铁块在熔化区熔化成铁水，顺着赤热的焦炭空隙中向下滴，再一方面又受着向上昇的高温气流的影响，于是铁

压力、温度及爐气成分沿爐高的变化情况

表 1

距風口的距离 (公厘)	爐 气 成 分 (%)						燃燒系数 $\eta = \frac{\text{CO}_2}{\text{CO} + \text{CO}_2} \times 100$	爐气压力 (公厘水柱)	溫度 (°C)
	CO ₂	CO	O ₂	N ₂	H ₂	CH ₄			
風口	18.7	6.1	1.5	75.6	1.0	0.6	76	400~450	1650~1700
500	15.9	8.9	0.7	75.3	1.0	0.6	64	385~345	1690~1730
700	13.8	10.6	0.4	75.1	1.0	0.6	57	290~330	1630~1680
800	11.6	12.9	0.1	74.3	1.0	0.6	47	200~260	1500~1600
900	9.4	15.1	0.1	74.7	1.0	0.6	38	165~205	1440~1510
1100	8.1	17.0	0.1	74.5	1.0	0.6	32	125~150	1325~1380
1400	10.2	14.0	0.1	74.6	1.0	0.6	42	75~90	1225~1380
1800	12.6	11.8	0.1	74.6	1.0	0.6	52	15~25	850~940
2200	13.2	11.2	0.2	74.1	1.0	0.6	54	0~0	700~800
裝料口	15.7	9.4	0.4	73.3	1.0	0.6	62	-10~0	350~500

水就受到了过热而向下流到爐缸內儲存。

4. 爐缸 爐缸的作用是盛受鉄水及熔渣，鉄水由上面滴下时，还会从焦炭里吸收炭及硫，發生渗炭及增硫的現象。

表 1 是化鉄爐內各地帶压力、溫度及爐气成分变化的情况。

圖 4 和圖 5 是用小型化鉄爐試驗出的曲綫。圖 4 說明在風口以上到加料口之間不同的高度处气体（氧、二氧化碳、一氧化碳）流动程度的变化情况。由圖可看出，在風口以上 300 公厘处

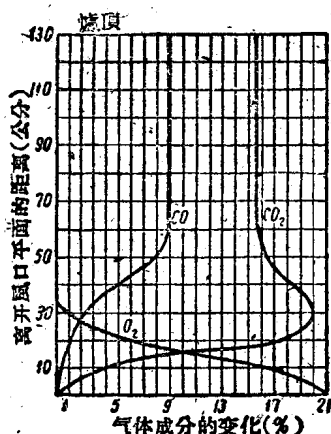


圖 4 气体成分沿爐身有效高度变化的情况(从風口到加料口之間)

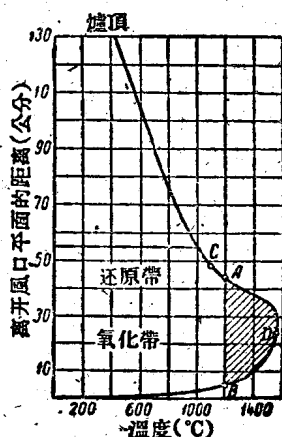


圖 5 气体溫度沿爐身有效高度(从風口到加料口之間)的变化

是 CO_2 含量最大的地方 (达到 20%)，这个地帶即是溫度最高的区域，它能达到 1600°C (如圖 5)。随着爐子高度的增高， CO_2 逐漸減少，而溫度也逐漸降低，一直到裝料口附近，溫度差不多只有三、四百度了。了解了化鉄爐各高度的溫度分佈及各种材料的熔点后，就可以确定被超过熔点的溫度所控制着的区域的高度。

由此看出，化鉄爐的最高溫度愈高，則熔化帶也就愈高。如果風口处溫度上升得愈陡，那么鉄水的过热也就愈大，过热的程度可以用圖 5 中的剖面綫面积的大小来确定。

具体來說，鉄水的过热程度將随下列条件而增大。

1. 鼓風量恰当的增大。

2. 焦炭的質量較好，而且用量恰當。
 3. 燃燒係數*的增大。
 4. 預熱送風，其風溫的增高。
 5. 燃燒區域熱量損失的減少。
-

* 燃燒係數 = $\frac{\text{二氧化碳}(\text{CO}_2)}{\text{一氧化碳}(\text{CO})}$ 的比值。

第三节 化鉄爐基本尺寸的決定

化鉄爐生产情况的好坏，和爐子各部分尺寸是否合理有很大的关系。到目前为止，从理論上，还没有一套完整的設計和計算

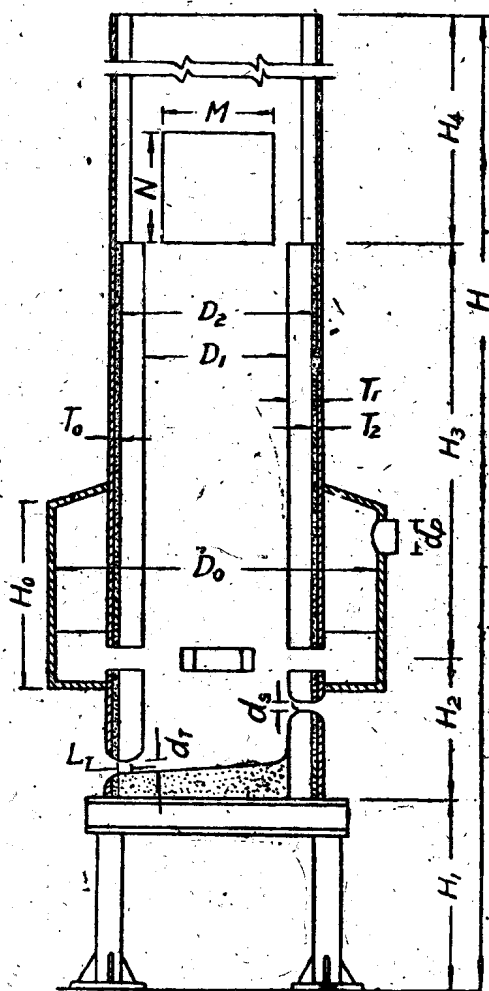


圖 6 化鉄爐尺寸

方法，但在主要的尺寸方面却可以运用一些經驗公式或数据，下面的一些設計数据和資料（見圖 6）可供設計時之參考。

（一）爐 徑

1. 化鐵爐的內徑(D_1)

決定化鐵爐內徑的因素主要是由單位生產率來決定的，根據經驗，每平方公尺的爐膛面積每小時可以熔鐵 6~8 噸。

因此可得出：

$$D_1 = \sqrt{\frac{4Q}{\pi S}}$$

D ——化鐵爐內徑（公尺）；

S ——化鐵爐每平方公尺面積的生產率（噸/公尺²·小時）；

Q ——化鐵爐的生產率（噸/小時）；

π ——圓周率。

2. 爐壁厚度(T_1)

爐壁的厚度是指砌的耐火磚或樁實的耐火材料的厚度，它主要是隨爐子的內徑而變化，內徑愈大，它的厚度也愈厚，但是不能太厚，如果爐子過於厚，會使得爐壁的散熱慢了，因而減低了耐火材料的壽命，根據實際的資料可如表 2。

爐 壁 厚 度

表 2

爐子內徑(公厘)	500~800	800~1100	1100~2000	2000以上
爐壁厚度(公厘)	120	180	230	300
煙肉厚度(公厘)	70	70	120	120

3. 爐壁空隙(T_2)

爐壳與爐壁之間，應當留有一定的空隙，使它在受熱以後有膨脹的余地，這個中間應該填放一些軟性物質（如干砂、灰渣等），空隙的大小是隨爐壁的厚度而增大的，一般來說，它可在 20~50 公厘的範圍內。

4. 炉的外徑(D_2)

由上面看来, 爐子的外徑应当是

$$D_2 = D_1 + 2(T_1 + T_2)$$

(二) 高 度

1. 爐脚高度(H_1)

爐脚的高度是指从地平面到爐底板之間的距离, 这个高度應該照顧到操作及打爐的方便。

$$H_1 = \frac{1}{2} D_1 + 200 \sim 400 \text{ 公厘}$$

2. 爐缸高度(H_2)

爐缸的高度是指从爐底板到底排風口中心的高度, 爐缸高度有很多計算方法, 均較繁雜, 表 3 是一些实际的数据。

化鉄爐爐缸高度 (不帶前爐)

表 3

內徑(公尺)	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0
爐缸高度(公厘)	450~600	600~800	800~900
其中沙床高度*(公厘)	200	250	300

* 沙床高度包括在爐缸高度內。

3. 爐身的有效高度(H_3)

化鉄爐的有效高度是指風口中心綫到加料口之間的距离, 在这个高度內进行預热爐料和利用燃燒产物的热量。有效高度在理論上和爐子的內徑並沒有什么关系, 可是在实际中, 这个高度的决定是取决于爐子的內徑, 按照实际經驗:

$$H_3 = 2.5 \sim 5 D_1$$

化鉄爐的有效高度在上述範圍內, 結果是比較令人滿意的。如果高度过大, 超出上述範圍, 它会引起: 1) 掛料或因上面批料压力过大而將焦炭压碎; 2) 爐內的阻力增大; 3) 鼓風的压力需要过高, 因为熔化材料柱过高, 需要高的風压始能克服其阻力; 4) 厂房的建築費及上料機構的設置費也会增多。但有效高度过低,

則又会引起爐料預热不良的后果。按照爐子的大小，有效高度的决定，推荐下列数据：

小型化鉄爐 $H_3 = 3.7 \sim 5D_1$

中型化鉄爐 $H_3 = 3.0 \sim 4.5D_1$

大型化鉄爐 $H_3 = 2.5 \sim 3.5D_1$

4. 烟囪高度(H_4)

就是指裝料口以上到爐子頂部的距离，这个高度一般为爐子有效高度的 0.8~1，最大高度不超出 7 公尺，在厂房內，这部分是应伸出屋頂的。

5. 爐的总高(H)

化鉄爐的总高 $H = H_1 + H_2 + H_3 + H_4$ 。

(三) 裝料口、出鉄口及出渣口

1. 裝料口

以人工上料的裝料口，其尺寸可如表 4；至于机械上料的裝料口，則需根据机械裝备的尺寸来决定。

裝料口尺寸 (人工上料)

表 4

爐子內徑(公厘)	800 以下	800~1200	1200 以上
裝料口寬 M (公厘)	500	750	900
裝料口高 N (公厘)	500	650	650

2. 出鉄口

1) 位置 出鉄口的最低点 應該和砂底 平齐，不應該高出砂面，否則的話，就会使爐底存积鉄水，这样不但对鉄水的化学成分控制不穩，而且对打爐操作也帶來很多困难。

2) 出鉄口的直徑(d_T) 出鉄口直徑的大小，是 根据 流速来計算的，簡化后得出下列公式。

$$d_T = 0.65 \sqrt{\frac{D_1 V Q_0}{\tau}}$$

d_T ——出鉄口直徑 (公分)；

D_1 ——化鉄爐內徑 (公尺);

Q_0 ——儲積鉄水的数量 (公斤)

(不帶前爐的化鉄爐, 儲積鉄水的量为每小时生产率的 20%; 而帶前爐的則为每小时生产率的 10%);

τ ——放鉄水時間 (分)。

根据經驗所使用的数据如表 5。

出鉄口的直徑

表 5

生产率(吨/小时)		5 以下	5	10	15	20
出鉄口直徑(公厘)	無前爐	15	19	22	25	30
	有前爐	40	12	16	20	23

3) 出鉄口的斜度 出鉄口的斜度与爐底砂床的斜度应基本上一致 (或稍为大一点), 砂床的斜度是 $\frac{1}{12}$, 故出鉄口的斜度为 $\frac{1}{12} \sim \frac{3}{24}$ 。

4) 出鉄口的長度(L_T) 出鉄口不应开的过长, 否則容易冻结以致打不开, 一般应在 30~50 公厘, 即或是大爐子最長也不宜超过 80 公厘。

3. 出渣口

1) 位置 出渣口一般來說是对着出鉄口的方向, 其位置不可开的过高或过低, 过高則离風口太近, 这样的話, 渣口会常被風吹得使爐渣冻结, 过低, 則出渣口会流出鉄水。一般來說, 出渣口可开在風口以下 100~200 公厘处。

2) 出渣口直徑(d_s) 出渣口的直徑應該比出鉄口大一些, 一般为:

$$d_s = 1.8 \sim 2d_T$$

(四) 送風系統

化鉄爐送風系統的設計与計算是一个复杂的问题, 也是一个

爭論很多的問題，至今還沒有一個十分令人滿意的計算方法。

1. 風口

風口是化鐵爐的一個最重要的組成部分。設計得是否合理，對爐子的生產率、鐵水的質量、燃料的消耗量都有極大的影響。風口如果過大，則風速減低，使爐子中心燃燒不良，使鐵水溫度低，同時生產率也提不高。如果過小，則風速過猛，進風透入太深，爐子溫度也受到影響。

1) 風口的截面積 主風口的截面積與爐子截面積有下列的關係：

$$\frac{f_1}{F} = 0.1 \sim 0.3$$

F ——爐子截面積(公尺²)；

f_1 ——主風口的截面積(公尺²)。

主風口的截面積對爐子截面積的比值是隨鼓入風量的增加和爐徑的減小而增大的。也就是說，如果鼓入的風量愈大或爐子的直徑愈小，則其主風口的截面積與爐子截面積之比值就應該選得大一些，而爐徑愈大，那麼這個比值就應該選小些，以便使風力更容易的吹到爐子中心。一般的情況是主風口的截面積為爐子截面積的 20%。

如果化鐵爐的風口是多排的，那麼每排輔助風口的截面積為爐子截面積的 2.5%。

例如三排風口化鐵爐風口的總面積應該是爐子截面積的 25% (20% + 2 × 2.5%)。

2) 風口的個數 風口的個數如果太少（比如 1 個或 2 個），這樣將會造成“缺氧區”，要求進風均勻則需多用幾個風口，一般可參考表 6。

風口的個數

表 5

爐子內徑(公厘)	750 以內	750~1200	1200 以上
風口個數	4	6	8