

工业生产知識丛书

土法炼铁参考资料

福建省冶金工业廳編

福建人民出版社

內 容 介 紹

本书共分两大部分：第一大部分是德化鉄厂土法煉鉄講課資料；第二大部分是永春鉄厂土法煉鉄講課資料。这两个鉄厂的講課內容大都是参考有关資料和根据本厂土法煉鉄的实现和經驗而成的。这本小冊子主要是介紹了土法煉鉄所需的原料及耐火材料的一般常識；还着重介紹了土法煉鉄炉及其附属设备的构造、生产原理及操作方法。此外，也介紹了煉鉄炉在生产过程中所遇到的一些困难和解决这些困难的措施和办法。

本书可供工业干部、农村干部及煉鉄工人参考，也可以作为各地煉鉄訓練班學員的补充讀物。

土 法 煉 鉄 参 考 資 料

福建省冶金工業廳編

*

福建人民出版社出版

(福州河东路得貴巷13号)

福建省书刊出版业营业許可証出字第001号

福州第六印刷厂印刷 福建省新华书店发行

*

开本737×1092 1/32 印張 1- $\frac{1}{2}$ 字數31,000

1958年10月第1版 1958年10月第1次印刷

印數1—165,000

統一書号：T15104·7

定 价：(6)——角四分

出 版 者 的 話

在“鼓足干劲，力爭上游、多快好省地建設社会主义”的总路綫的光輝照耀下，本省的地方工业正在展翅高飛。地方工业是一項新兴的事业，大家迫切地要求學習有关工业方面的科学知識和广泛地交流經驗，以便促进地方工业更迅速地发展。为了满足大家的要求，我們特地出版这一套“地方工业生产知識丛书”；在这套丛书里，或比較系統地介紹为发展地方工业所必需的科技知識（如机工常識、鑄工常識等），或介紹各种切合本省实际情况的生产經驗（如土法煉鉄、土法煉鋼等），供大家學習和参考。不过，由于我們水平有限，这套丛书难免 許多缺点，希望大家多多提供寶貴的意見，幫助我們改進編輯工作；同时也希望大家供給稿件，使这套丛书能夠更加丰富，更加充实。

目 录

出版者的話

范化鉄厂土法煉鉄講課資料·····	(1)
第一章 原料及耐火材料·····	(1)
第二章 煉鉄炉的构造·····	(6)
第三章 煉鉄炉的作业·····	(13)
第四章 煉鉄炉操作所遇到的困难及解决的办法·····	(19)
永春鉄厂土法煉鉄講課資料·····	(25)
第一章 煉鉄炉的构造·····	(25)
第二章 煉鉄炉的生产原理和操作·····	(32)
第三章 土高炉的附属设备和附属車間·····	(40)
后記·····	(45)

德化鉄厂土法煉鉄講課資料

第一章 原料及耐火材料

一、鉄 矿

(一) 鉄矿的选择: 鉄矿除了含鉄程度須合于一定的标准外, 还要考虑它的杂质成分、矿石的物理状态及矿区距鉄厂的远近等等因素来决定。鉄矿含鉄多少当然是决定矿价值的基本因素。对于煉鉄來說, 我們應該知道含鉄50%的鉄矿才可以算合格; 如果含鉄太少, 杂质百分率就自然增加, 便会造成很多的炉渣和减低鉄的产量, 同时也浪费許多燃料和熔剂; 杂质的化学成分如果含有較多的盐基性物质, 就要少加石灰石; 若含硫和銅很高, 即使是富鉄矿, 也是不能应用的。鉄矿的物理状态对操作的关系很大, 軟而粉碎的鉄矿往往会堵塞炉中的空頂, 使煉鉄炉在冶煉时容易发生故障, 或者造成大量炉座的損失, 使煉鉄炉煤气的应用經濟价值也受到严重的影响; 坚实而块状大的鉄矿需要超量的燃料及較長的时间还原, 因此在冶煉前須破碎。矿区距厂远近, 对生鉄成本影响頗大(因运输費用問題)。現在德化鉄厂所用的是阳山鄉的赤鉄矿与磁鉄矿, 含鉄量有50—60%, 含二氧化矽5.22%, 磷0.369%, 硫0.269%和部分錳。

(二) 鉄矿的处理: 上面已說过鉄矿如含鉄量很低, 而含硫、磷及其他杂质很多, 那么这种鉄矿直接加入炉內, 在經濟上

既不合算，操作上也是非常困难的。另外大块及粉末鉄矿对煉鉄炉内还原效率頗有影响，因此自矿中出来的鉄矿在冶煉以前都須經过处理来增加含鉄量，或用破碎及篩分来改进鉄矿物理状态，使矿块大小尽量均匀，然后才能用。一般是采用如下几种处理方法：

1. **手选：**含鉄量多的矿石比重大，所以可选用重的，不是鉄矿或輕的要选掉；也可用鏈子敲，把不好的敲掉。
2. **干燥：**去水份，可以节省運費及燃料。
3. **焙燒：**去水份及化合水，降低硫份，去碳酸气，使无磁性鉄矿变成磁性鉄矿，便利进行磁性富集法及改进矿的物理性质。
4. **洗滌：**去土、沙、岩石等杂质。
5. **燒結：**用燒結机把粉末的鉄矿燒結成块。
6. **压碎、篩分：**将大块矿压碎到小于最大块限度，然后再篩过，分为二、三种同样块度使用。

二、燃 料

煉鉄炉用的燃料随煉鉄事业的发展而变化，最早是用木炭、木柴，后用无烟煤、蜂窝焦，現代煉鉄是用副产焦，有的采用电热化鉄。

木炭的原料以槭樹、榆樹、樺樹、松樹等堅木樹为最好，因为可得到堅实可用的木炭。优良的木炭是灰黑色，有光澤，堅硬，有金属声。木炭含固定碳一般是70—75%左右，揮发物20—30%，硫0.03—0.04%，磷0.018—0.030%及灰份

1.15--3.93%。因为木炭內含有害物及灰份少，并且含化合碳低，揮发物高，所以很適宜煉鉄用。大致說，它的好处是：①煉鉄炉冶煉一吨生鉄所需的木炭比焦炭节省；②每煉一吨生鉄只需要焦炭煉鉄炉三分之一的石灰石作熔剂；③在同样产量下所用的風量仅需焦炭煉鉄炉的65%。木炭虽有优点，但也有缺点，如容易着火，特别是炉內发生滑落时可能发生很大的危險。現在世界上除一些土炉子使用木炭以外，一般都不用木炭了。

由于木炭物理性能（即負載力）的限制，超过 150 吨的煉鉄炉就不能使用木炭作燃料；同时大炉子需用木炭量很多，因此大量供应木炭是有很多困难的；尤其木材可以造紙，造人造纖維和造絲、造棉，也可以織布，它在科学上以及交通运输、建筑、國防等各方面都有极大的用处，所以不宜大量及長久采用木炭。我省无烟煤很多，应研究尽量使用无烟煤煉鉄。

三、熔 剂 及 空 气

（一）熔剂：鉄矿及燃料中含有杂质的耐火度很高，必須加入熔剂来降低它的熔点。加入熔剂的目的就是要使它与耐火度很高的杂质組成一种低熔点化合物，在炉子操作温度下完全液化，而且保持有相当的流动性，以达到金属鉄与杂质分离的作用，也便于煉鉄作业；另一目的就是要造成对于有害杂质亲和力很强的炉渣，以提高生鉄質量。我省所用的鉄矿多半是酸性物质，因而須加入碱性物质作熔剂。熔剂最經常采用的是石灰石和白云石。石灰石产地应靠近鉄厂，以便充分供給及減省運費。石灰石化

学成份及物理性質都要合格。普通用的石灰石的大小是半吋至3吋，細末宜筛掉，以免影响炉內原料的空隙度。純淨的石灰石（ CaCO_3 ）并不适用。

（二）空气：冶炼生鉄所需的原料之一是空气，空气占的重量为最多，比如，炼一吨生鉄只需2吨矿石，半吨熔剂和1吨燃料，而空气就要4吨。空气占原料总加入量的54%（我厂2吨土高炉送入的風量、風压是風压水柱130—160公厘），这些空气鼓入炉內，在風嘴附近与木炭燃烧后，就产生了一氧化碳气体，使鉄的氧化物还原为金属鉄；同时空气还可供給大量的热，作为冶炼及熔化鉄与渣使用，以完成炼鉄作业。

每燃烧料中有一定量的碳素，就需要一定重量的氧气，但是需要供給定量氧气的空气的体积是在随时改变的，它随气候的情况、空气进入鼓风机后的情况以及空气受处理的情况（預热或压缩等）而变化。每1吨木炭所需的空气的实在体积是随木炭成份及炼鉄炉的情况和其他因素而改变的。普通是每烧1吨木炭約需空气35.10—50.50立方呎。

炼鉄炉对气候的变化是非常敏感的，空气温度每升高 10°C ，就需增加鼓風体积2%；再一方面，空气的湿度对炼鉄也有相当影响；而大气压力多少也有一点影响。因此須經常注意气候的变化，在夏天时，可用增加風量来尽量减少因空气温度及湿度的升高以致造成产量降低的現象。如我厂日产2吨高炉冬天送入風量、風压正常在風压水柱130公厘，而在夏天就須由130公厘增加至150—160公厘。空气温度增高不但减少了氧气的含量，而且增高水气的含量，所以空气就需要通过处理（最簡易办法是預热、加風量和压缩三种），否則会影响质量。

四、耐火材料

炼鉄炉寿命的长短完全看炉衬物質抵抗机械、热力及化学侵蝕能力而定，因为炼鉄炉的操作是連續的，在操作期間不能停下修理，所以炉衬必須是很坚固的，象我們土高炉尤其是炉缸、炉腹和炉腰最重要，如损坏性較大，就会造成不应有的事故（如滲透鉄水、崩塌、結瘤等等），使設備、产品或人身方面等等都会造成損失。所以選擇適合的耐火材料是很重要的，这是决定炼鉄炉寿命的根本問題。炼鉄炉內各部分所受的侵蝕不大相同，上部是受机械的侵蝕較大，下部是受热力及化学的侵蝕較大。我厂2吨土高炉下部用的耐火磚是能耐 $1,700^{\circ}\text{C}$ 高温（就科学道理說，还要能耐壓 $3,500-6,000\text{kg/cm}^2$ ）。我厂是采用当地的耐火石（化学成份沒有通过化驗，可是比有些耐火磚耐用），还有涂在炉內衬的一层耐火泥（白胶土55%，耐火粉35%，炭子粉10%），耐火效果还算好，炉的寿命一般可达60天。

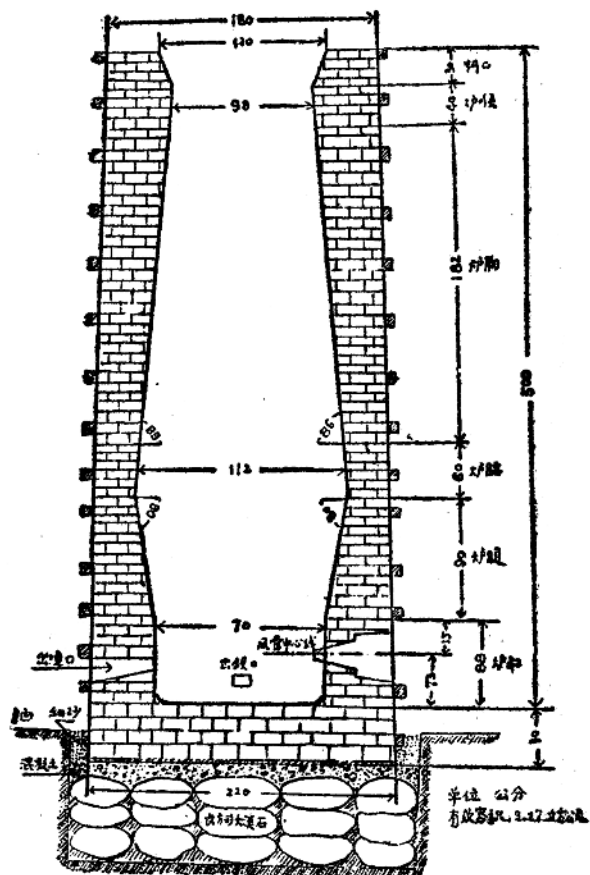
第二章 煉鉄炉的構造

一、煉 鉄 炉

(一) 煉鉄爐本身的一般情况: 煉鉄炉是用耐火磚(我厂是用当地耐火石插配一些耐火磚)及青磚砌成的, 高是5—16公尺(作为有效高度), 内部为直径不同的炉体空隙; 外面用鋼壳或鉄板条箍起来(我厂2吨土高炉是用 $0.4 \times 4 \times 750$ 的鉄板条箍起来的), 以加强炉子的結構。炉体空隙可分为三部分(见图一): 最底部分称为炉缸; 中部称为炉腹, 是一个上大下小的圓筒形; 上部叫炉胸, 是一个上小下大的圓筒形。炉腹与炉胸的連接处是个垂直錢的圓筒形, 簡称为炉腰。炉胸最上部有一直筒形的叫做炉喉; 炉喉上部有一圓形喇叭狀的叫做料口(也称为炉頂)。

(二) 煉鉄爐的爐基: 炉基是煉鉄炉的地基, 因为煉鉄炉本身重量很重, 再加上炉料、鉄水、炉渣等是更重的了, 所以需要有坚固的基地支撑。因此我們在未建厂之前, 就应选好地基。一吨以上煉鉄炉的炉基应能支撑四吨以上的重量。确定炉基深度要看地下土壤的情形作决定, 如果是泥沙或烂泥, 土質是不夠坚实的, 最好避免应用, 如果非用不可, 那就須挖得深, 打下木樁或用十字密排法的松木架排数层, 上面再用大溪石水泥浆砌数层, 再筑上一层10公分的90# 井混凝土, 上面再起磚基建炉。如日产4吨以上, 10吨以下的煉鉄炉, 要把大石层及混凝土层反复建筑

图一 德化鉄厂磚砌土高炉示意图



数层才能起磚基建炉。更大的煉鉄炉，那就需要用鋼骨水泥做炉基。

如果是一般坚实土地，就可挖到堅地層深約100公分以上，筑上大溪石数层（水泥浆砌），盖上10公分以上的90# 混凝土，就可起炉基（这是指日产2吨土高炉炉基）。

（三）爐缸：炉缸是做为接受炉子上部熔煉下来的鉄水及渣液使用的，它是一个圓柱体的結構，直径与高度是随炉子的大小而定的。炉缸系用高級火磚或耐火石砌成，日产2吨的土高炉，它的耐火牆厚在30公分以上，火磚要直砌，不能橫砌。炉底的火磚要砌成盆狀，要豎立交叉形砌，并且要尽量利用大块的。普通日产2吨以上的炉，炉缸直径可在60—70公分，高度可在88—100公分以上。由于炉缸溫度很高，又加上鉄水及渣液的重量、炉料及風的压力，必須有一个坚固的炉缸。因此在砌造时，要把磚縫互相避开，不能錯用火磚，否則某些較弱的地方可能被侵蝕，時間长了就会造成穿漏的严重事故，造成很大的損失。

我厂的2吨土高炉炉底只砌一层火磚，上面用二份白胶土粉、一份炭子粉混合涂厚5公分；再上一层約30公分高，是用三份炭子粉、二份白胶土粉混合春好的，再上約20公分高，是用五份炭子粉、三份白胶土粉混合春好的。为什么要这样配料做炉底呢？主要是炭粉不但能耐高热，也能发热，不容易发生裂縫。

（四）出鉄口：作为出鉄使用，位置在炉底阶形磚頂层，就是在白胶土粉及炭子粉混合层上面2公分处；出鉄口有3—4公分大的口徑（拱門內寬12公分，外寬20公分，高90公分）。出鉄时是用鉄鉗凿开，使鉄水自动流出。

（五）出渣口：作为出渣使用，通常只有一个，它的位置比

出鐵口高。我厂土高炉出渣口是在炉底上4公分处，砌口是长方形，长是12公分，高8公分。在出渣口以上8公分处，安一块炉門石，厚約10公分，长約30公分，寬15—18公分（出渣口的拱門內寬35公分，外寬78—85公分）。封閉出渣口时，系用炭子堵塞，用圓档搖密，要出渣时把它打开，进行清渣。

（六）风嘴：它是插入炉內，与直吹管相接的。风嘴是鑄鐵造成的冷却管，它是分布在炉缸上部和炉腹下部的；数目随炉的大小而定。据我厂安装单风嘴的經驗，风嘴的中心綫离炉底16公分（指炭粉层上平面）。风嘴的全部面积与风量、风压有关，每个风嘴的口徑是由风嘴的全部面积及风嘴的数目决定的（按我厂安装单风嘴的經驗，风嘴口內徑6.7—7公分，外徑約16公分）。风嘴末端伸入炉內約2公分，风嘴的冷却要在不断循环，以免燒坏（风嘴拱門內寬23公分，外寬45公分，高由炉底至拱門內緣是80公分）。

（七）爐腹：炉腹是在炉缸的上部，为炉子最弱部分。它是一个斜坡圓筒形，建筑要特別小心，火磚仍是用直砌，不可橫砌，所砌的厚度要看炉的大小而定（2吨土高炉，火磚砌厚在30公分以上）。炉腹高度是随炉子有效高度而定的，（我厂2吨土高炉，炉腹高度是90—110公分）。

（八）炉胸及內竈：炉胸是包括炼鉄炉炉腹以上和料口以下的整个部分。通常分为三部分，即上內墙（称炉喉）、中內墙（称炉胸）、下內墙（称炉腰）。炉喉、炉腰都是垂直的，炉喉垂直，可以使气体集中，增加还原效率；炉腰垂直，可以使炉料下降較順利。在炉腰这一段，火磚是直砌，在炉腰上段，火磚橫直砌都可以。一般木炭高炉，炉腰与炉喉直徑对比是1：0.67—0.7，炉

胸的总高度是按炉的总高度而定。我厂2吨土高炉，炉腰直径是112—125公分，高度是40—60公分；炉胸高度是182—280公分；炉喉直径是90—98公分，高度是30—40公分；炉腰上段没有砌火砖，是砌青砖，因为在上段侵蚀性不大，只要能耐磨就行。

(九)炉腹角及炉胸角：炉腹角是炉腹炉衬与水平面所成的角度，以前的炼铁炉，炉腹与水平面所包含之角较小，约 70° — 75° 左右。经验证明，使用细碎的铁矿，炉腹角宜大；使用大块及不易还原的铁矿，炉腹角宜小。我厂土高炉是单风嘴，又是用粒块状的矿石，燃料绝大部分是用松木炭（因松炭体积大，物理性能疏松），同时设有较高的炉腰垂直，所以炉腹角不宜过大，约 75° — 80° ，炉腹不宜过高。炉胸角是炉胸炉衬与水平面所成的角度，一般宜在 86° 左右（粉矿用较小的炉胸角，块矿则用较大的角度）。

(十)炉顶设备：炉顶的一切设备必须合乎两个原则：第一，必须使炉料很均匀地分布在炉内，并尽可能使一切不合要求的因素除去或相互抵销；第二，必须能保持很少的固体物随气体带出炉外，例如炉内炉料发生滑动时，有大块或粒状的固体物自炉内跑出，此现象必须能予阻止，随气体带走的尘状固体必须愈少愈好；其他如炉顶发生爆炸时，炉顶一切设备必须能减少爆炸扩大，使得损失减少到最低程度。

料钟、料斗及煤气筒：目前我厂土高炉炉顶还是空的，只装有一个喇叭形料口，直径为110—120公分，高度为30公分，这种料口还只能装料。以后准备建筑单料钟、料斗及煤气筒，因为炉顶有了这些设备，不但操作时比炉顶的空较安全，而且还可以利用煤气作为焙烧矿、加热风、燃烧动力机、烘炉等使用。但是，炉

頂只設單料鐘、料斗、煤氣筒也有缺點，這就是在於料裝入料斗後，使料鐘打開時，爐內大部分煤氣便隨之逸出，造成了浪費。因此在大型高爐頂上都是使用雙料鐘、雙料斗，這樣就可以防止浪費煤氣；但由於雙料鐘、雙料斗的設備比較複雜，限於篇幅，我們暫時不去談它。

二、煉鐵爐的附屬設備

(一) 鼓風機：鼓風機有羅茨式電動鼓風機（風壓高），离心式鼓風機（風壓低）及木風箱等。目前我廠採用的是6吋口徑的离心式鼓風機，每架以三匹馬力帶動（動力機是螺旋式水輪機，用皮帶帶動）。

(二) 風嘴：有純銅制的冷卻風嘴、鑄鐵制的冷卻風嘴及用白膠泥制的土管風嘴三種。德化鐵廠現在採用較簡易方法製造的、較經濟的鑄鐵風嘴，進風口是72公厘，出風口是68公厘，全長是40公分。這種風嘴較易與爐內的生鐵粘結，須經常用鐵鉗處理掉。

風嘴的進水管及出水管有用自來水管制的，我廠是採用橡膠管。每一個爐需要一個儲水桶以供風嘴的循環水之用，這種水要通過過濾，去掉土、沙等雜質，以免水管被堵塞。

(三) 盛鐵槽：最早的冶煉基本沒有設盛鐵槽，很簡單地讓鐵水流在地上，後來為着產品使用的關係，就弄了土模及沙模；但這樣操作花費了不少的人力與物力，如今已改為固定的鑄鐵槽及復帶式的生鐵鑄造機槽（自動化）。我廠現在是採用固定的鑄鐵槽，這種鑄鐵槽的內徑是上寬12公分，下寬10公分，高7公分，上長68公分，下長66公分。每盛過一次鐵水就掃一次石灰漿。這種設備簡單、便利、適用，而且人力與物力都可節省，產品規

格又好。

(四) 工具：我厂日产2吨土高炉所用的工具绝大部分是用铁造的(用木棍做手拉柄)共有十多样：火锨一支、炉钩四支、炉端一支、出铁钎一支、出铁钩一支、前门齿一支、风嘴调钎一支、上料矿筐八个、上料木炭簍八只、出铁圆档一支。这些工具要经常修理才能长期使用。

(五) 下料操作台：有的是以炉顶作为操作台，有的是在炉顶下100公分处用木板架搭操作台。目前我厂是采用木板架成的操作台。

附建筑日产2吨土高炉材料表(见表一)

表一 建筑日产2吨土高炉材料表

名 称	规格 (单位：公分)	数 量	用 途	备 注
青 磚	22 × 17 × 13 × 11 (长) (宽) (厚)	3,140块	作 爐 壳	
耐 火 石	31 × 16 × 8 × 10 (长) (宽) (厚)	700块	作爐缸、爐腰	
福州耐火磚	标 准 磚	700块	作爐底及爐腹	
铁 板 条	0.4 × 4 × 750 (厚) (宽) (长)	19条	做爐子外壳	
铁 板 钎	0.5 × 4 × 610 (厚) (宽) (长)	21条	做爐子外壳	
螺 絲 釘	8 (吋) × 40公分、出牙25公分	20支	做爐子外壳	配螺絲母20个
水 泥	90号	300斤	砌爐基用	

第三章 煉鉄炉的作業

一、开 炉

煉鉄厂及煉鉄炉的建筑全部竣工以后，要再经过詳細檢查，保証每个小的地方都不出毛病，各項冶煉設備及各項原材料都安排妥当了，才准备开炉。开炉包括四个主要工作：

(一) 修炉：我們要修炉，首先应掌握一个原則，就是以产質量高、炭耗低为原則来进行修炉。按照我厂使用单风嘴的2吨土高炉，修炉較为簡易。簡述如下：

1. 修炉的原料：完全是用耐火泥修的。耐火泥可分三种：第一种，是用耐火石粉35%，白胶泥55%，炭子粉10%，混合后掺小部分开水，搅拌均匀后，用人工把这种耐火泥舂得稀烂、均匀，由生土变成熟土，使它的粘韌性应达到象有纤维状后，才能使用；第二种烏死土，是用白胶土50%，炭子粉30%，石英砂20%，掺开水搅拌均匀，用脚踏得烂熟后，才可以应用；第三种烏松土，是用50%白胶土，50%炭粉掺配，掺水搅拌均匀后使用。

2. 打粗坯：就是把炉底、炉前墙，炉的兩側都用烏死土涂上，炉底厚約5公分，炉的兩側环厚約3公分，炉前墙是修成斜坡形（按坡度大小及风嘴与炉門石的相距而定），炉后墙是涂上耐火石泥，由炉底涂至炉腰垂直綫上緣；炉胸本身至炉頂都用烏死土涂厚2公分。经过这样打好粗坯后，便用悶火烤烘12小