

炼铁生产问答

石 健 在 編

科技卫生出版社

內 容 提 要

本書以問答形式着重敘述了土高爐和小高爐煉鐵中存在的問題，包括高爐的構造和爐型、高爐的爐衬、高爐的原料、高爐開爐、冶煉、高爐的故障與防治、高爐的熱風設備、高爐的指標及產品等方面。本書對幫助各地煉鐵過技術關有一定的作用。

本書可供全國各地從事煉鐵的工作人員參考。

煉 鐵 生 產 問 答

石 健 在 編

科 技 衛 生 出 版 社 出 版

(上海南京西路2004號)

上海市書刊出版業營業許可証出093號

上海市印刷五廠印刷 新華書店上海發行所總經售

開本787×1092 1/32 印張1 1/4 字數26,000

1958年12月第1版 1958年12月第1次印刷

印數1—30,000

統一書號: T15119·1127

定價: (七) 0.11 元

前 言

在生鉄产量大跃进后，在炼鉄的群众运动中，最主要的任务是提高质量、减少次鉄、消灭燒結鉄。怎样才能完成这个艰巨的任务呢？那就是要突破技术关。

本書就是为了迅速配合这一形势而赶写出来的，以問答形式着重叙述了土高炉和小高炉煉鉄中存在的問題，根据作者了解，目前很多地区由于技术力量不足，还存在着很多沒有解决的关键問題，因此希望通过本書能对过技术关有所帮助。

由于作者水平所限，加上缺乏更多的調查研究，因此归納的問題也极不全面，无的放矢和不妥之处一定很多，希望广大讀者提出宝贵的意見和批評，以便在再版时修正和补充。

作 者

目 录

一、高炉的構造和炉型	1
高炉按高度可划分成哪几个部分	1
炉体各部分的主要作用是什么	1
为什么現代高炉的炉頂是封口的	2
土高炉与标准高炉在炉型上有何区别? 为什么	2
高炉內形的曲綫为什么要两头小中間大	3
目前土高炉炉型还存在哪些缺点	3
二、高炉的炉村	4
高炉炉村常用哪些耐火材料	4
最近各地創造了哪些小、土高炉用的耐火材料	4
炭搗炉料有什么优点? 它的簡單制造过程怎样	5
高炉炉村损坏的原因有哪些	6
决定炉村寿命的因素有哪些? 怎样保护炉村	6
三、高炉的原料	8
高炉中各种原料的作用怎样	8
怎样評定铁矿石的好坏	8
怎样才能保証矿石的成分稳定	10
高炉燃料的一般要求怎样	10
高炉用的燃料有几种? 它們的优缺点如何	11
用白煤煉鉄有哪些特点? 应该注意些什么	11
为什么在小、土高炉中常用部分白云石作熔剂	12
配料的实质是什么	13
四、高炉开炉	15
高炉开炉有什么特点? 应该注意些什么	15

为什么开炉时所用的燃料要比正常生产时多得多	16
五、高炉冶炼	18
高炉冶炼主要是一个什么变化过程？为什么	18
高炉冶炼有哪些主要过程	18
影响燃烧带大小的因素有哪些	22
如何判断炉况	23
怎样用肉眼来判断铁水成分	23
在高炉中怎样去硫	24
为什么土高炉的去硫效果不好	25
高炉中煤气压力与煤气温度的变化是怎样的	26
高炉中热的收入与支出情况是怎样的	27
六、高炉的故障与防治	29
目前土高炉在生产中常碰到哪些问题	29
怎样才能治好土高炉的“腸胃病”	29
怎样保证炉底不因积渣而发生故障	31
为什么土高炉常常发现渣多铁少、生产率不高的现象	32
渣多铁少是否与原料有关	32
为什么在正常生产后要稳定料线位置	32
怎样才能保证小高炉正常生产和提高产量和质量	33
七、高炉的热风设备	34
现在有哪些简单的热风炉形式	34
八、高炉的指标及产品	36
什么是高炉的有效高度和有效容积	36
高炉的大小是用什么来表示的	36
高炉冶炼的经济指标怎样	36
什么是冶炼强度？提高冶炼强度是否会增加焦比	37
高炉有哪些产品？它们的主要用途怎样	38

一、高炉的构造和炉型

〔問〕高炉按高度可划分成哪几个部分？

〔答〕高炉按高度可以划分为五个区域（图1）。最下部的圓筒形部分是炉缸；炉缸上面，上大下小的部分是炉腹；炉腹上面，炉子最寬的部分是炉腰；炉腰上面，向上縮小的部分是炉身；最上面的圓筒形部分是炉喉。

〔問〕炉体各部分的主要作用是什么？

〔答〕按高炉內形分成的五个部分，其作用如下：

（1）炉缸：炉缸是儲存或积集液体炉渣和鉄矿中还原出来的鉄水的部分，在炉

渣以上的一部分，还进行着焦炭的燃燒。一般炉子的出鉄口不是在炉缸的最低处，在出鉄口的下面还有几百公厘深的容积。这样可以保証鉄水出过后，留下一部分鉄水，避免炉渣与炉底的耐火材料直接接触，不使炉底被炉渣侵蚀。

（2）炉腹：是固体的矿石，經过还原、熔化变为液体



图 1

鉄，熔剂和炉料中的杂质熔合形成液体渣的地带，它是向下縮小的。

(3) 炉腰：这个区域是炉腹和炉身之間的緩冲地带，也是炉子最寬的区域，它有利于炉渣的形成和炉內其他反应的进行。实际經驗証明，有炉腰的高炉較无炉腰的高炉生产操作順利。

•(4) 炉身：这是高炉中容积最大的部分，在这个区域中，主要是炉料被加热后，原料分解（水分蒸发、揮发物分离和石灰石分解等）和矿石被炉气中的一氧化碳还原。为了使炉料能疏松地下降，以及适合炉气上升体积縮小的性質，炉身断面是向下逐漸扩大的。

(5) 炉喉：在炉喉的上下有大小料鐘。炉喉部分的作用主要是使原料能很均匀的加入炉中，同时也能防止高炉煤气由炉頂跑到空气中去。

〔問〕为什么現代高炉的炉頂是封口的？

〔答〕高炉炉頂从开口变成封口是一个重大的革新，对增加高炉产量起了很大作用。因为在高炉开口时，炉內煤气的上升速度肯定比封口时要大得多，这样大的煤气上升速度，对炉料有一个托起的作用，阻止料柱的下降运动，使高炉生产进行緩慢。同时封口也改善了原料的預热等条件。所以，改进高炉炉口的結構，降低了煤气的上升速度，就可以提高生产率。

〔問〕土高炉与标准高炉在炉型上有何区别？为什么？

〔答〕土高炉的炉型比标准高炉要简单得多，一般只有炉缸、炉腹、炉身三部分。它的外形比較矮胖。这主要是因为土高

炉采用强度比較差的燃料（如木炭、白煤）的緣故。其次土高炉的炉腹角也比較小，就可以使炉料下降得慢一些，以提高炉腹及炉缸部分的温度。

〔問〕高炉內形的曲綫为什么要两头小中間大？

〔答〕这是根据炉料下降、炉气（煤气）上升的特点决定的。炉料加入高炉时，温度很低，后来在下降过程中逐渐被加热，体积膨胀，因此炉身部分是逐渐扩大的。炉料繼續往下降，矿石被还原，开始熔化和造渣，体积縮小，所以炉体断面也应该隨着减小。对于炉气來說，它的运动方向正好与炉料相反，是自下而上的，燃料在风口附近燃燒，它所产生的气体在向上运动中，与冷的炉料接触，把热量傳給炉料，使自己的温度降低，体积縮小。由此可见炉子断面上逐渐縮小是合理的。

〔問〕目前土高炉炉型还存在哪些缺点？

〔答〕現在修建的土高炉，由于对炉型与冶煉的关系了解不够，所以建造得不够合理，造成土高炉生产的不正常現象。主要毛病是把炉子建成上下一样粗的直筒型，或者是底部修得很大。这是不符合炉料下降及炉气上升的特点的。直筒型炉子的煤气很容易从炉口逸出，煤炭燃燒产生的热沒有被很好利用，就隨着煤气迅速逸出而損失了。本来土高炉的温度就不够高，这样更造成了炉子温度下降，使生产受到严重影响。高炉底部太大就会使炉料还来不及作用就落到炉底，以致煉不成鉄。正确的炉型應該是两头細中間粗，这样就可以避免上述缺点了。

二、高炉的炉衬

〔問〕高炉炉衬常用哪些耐火材料？

〔答〕現代高炉炉衬几乎全部采用标准的高炉粘土磚，这种粘土磚的主要成分是氧化铝，随着氧化铝含量的增加，耐火度也增加，当氧化铝含量超过40%以上时，就称为高铝磚，它是高炉中采用的一种耐火材料。最近在大小高炉上都采用炭质材料，这是一种比粘土磚更为优越的材料。在砌筑高炉时还需要用耐火泥浆来填塞縫隙，使耐火磚粘結成一个整体。耐火泥浆应该与所用的砌磚性質一致，除了用粘土外，还要用一半以上的熟料放在一起拌和。另外还要有各种填充料，使耐火材料在使用之后有膨脹的余地，以免破坏炉壳，并且可以防止漏气。

〔問〕最近各地創造了哪些小、土高炉用的耐火材料？

〔答〕除了炭捣炉衬和普通粘土磚以外，各地还使用了下列几种耐火材料：

(1) 缸磚（做缸用的磁土制成的磚）或直接用水缸倒合而成；

(2) 砂石，是一种天然的岩石，在使用时必须加工到所需要的尺寸；

(3) 用粘結性很好的黃泥，捣成浆，并拌入12%的稻芒；

(4) 用紅瓦末和粘土。

〔問〕炭搗爐村有什么优点？它的簡單制造过程怎样？

〔答〕炭搗爐村是1945年捷克斯洛伐克最先使用的，这一先进經驗很快地在各国推广。炭搗爐村有以下几点特点：

(1) 有很高的耐火度，不会发生軟化和熔化；

(2) 炭搗爐村的耐磨性很大；

(3) 气孔率小，只有粘土磚的 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4}$ ，因此对于碳銨和其他有害物質不发生沉积作用；

(4) 由于爐村是中性的，所以抗渣性能良好；

(5) 炭搗爐村导热性大，热膨胀系数小，能耐急冷急热，不会开裂；因为爐渣不会粘結，所以爐村表面光滑，消除了爐缸燒穿和結瘤事故。

总之，使用炭質爐村之后，中修和大修的次数大为减少。一般粘土磚的高爐寿命为8~10年，使用炭搗爐村之后，寿命可增長到10~15年。

炭搗爐村的原料是焦末、瀝青和煤焦油，一般的配料比是：焦炭80%，瀝青5~7%，煤焦油15~13%。

炭搗爐村的簡單制造过程如下：

(1) 原料的处理。将焦炭粉碎成0.5公厘以下的粉末；原煤焦油要經過脫水和蒸餾(如果直接購到加工后的焦油，就可省去这一工作)。

(2) 拌和。先将焦末放在鋼板上加热至100°C以上，排去水分，同时将煤焦油和瀝青混合加热到100°C以上，再用噴油器噴洒在焦末上，充分攪拌，然后用鉄桶盛好，加盖备用。

(3) 搗打。將配好的原料倒入爐壳與圍板之間，材料的溫度應保持在 $100\sim 120^{\circ}\text{C}$ ，搗打工具也應加熱至 $70\sim 80^{\circ}\text{C}$ 。搗打採取分批錘搗的方法，先輕後重。小型高爐的炭搗厚度為 $150\sim 345$ 公厘，風口周圍應加一圈耐火磚，厚度為 $150\sim 230$ 公厘，否則風口附近的炭搗爐村會被燒去的。

(4) 烘爐。烘爐前為了防止炭料被燒去，可以在爐村內壁塗一層耐火泥（厚 $15\sim 30$ 公厘），或者砌一層 $65\sim 80$ 公厘厚的耐火磚。

〔問〕高爐爐村損壞的原因有哪些？

〔答〕高爐是在高温和有着各種運動的狀態下工作的，因此工作條件惡劣。爐村損壞的原因主要有以下幾個方面：

(1) 靜壓力作用。爐內受到爐料的壓力，使爐村損壞。

(2) 固體原料和煤氣的摩擦作用。原料和煤氣的相對運動，對爐村產生摩擦作用，損壞了爐村。

(3) 高温鐵水和爐渣對爐村的侵蝕作用，其中包括熱和化學作用。

(4) 碳、鋅等有害元素滲入磚縫的破壞作用。

〔問〕決定爐村壽命的因素有哪些？怎樣保護爐村？

〔答〕影響爐村壽命長短的因素很多，主要有下列幾種：

(1) 爐村耐火材料的質量。

(2) 砌磚或打結是否正確。

(3) 烘爐工作是否做好。

(4) 開爐後是否能使爐內迅速造成一層渣皮保護。

(5) 爐頂布料設備按裝是否正確，加料時是否嚴重損壞爐牆。

(6)操作是否正确，是否尽量减少产生事故。

提高炉衬寿命除了上述几点以外，还可以采取下列措施：

(1)耐火磚在高温下表面軟化，可以抵抗煤气及灰尘的侵蝕和磨损，并使表面气孔盖住，防止煤气的渗入。

(2)炉渣在炉衬表面凝結一层渣皮，可以保护炉衬。

(3)附屬冷却设备的冷却作用，可以大大提高炉衬的寿命。

三、高炉的原料

〔問〕高炉中各种原料的作用怎样？

〔答〕高炉中最主要的原料是鉄矿石、熔剂（石灰石）和燃料（焦炭、木炭或无烟煤）。

鉄矿石是高炉中的主要原料，它的含鉄量为30~70%左右，通过高炉的还原反应，将鉄矿中的鉄提炼出来。

熔剂是造渣的材料，因为在鉄矿石及燃料中都含有一定量的杂质，如鉄矿石中的脉石（二氧化矽等）和燃料中的灰份，它們与石灰石結成一种低熔点的化合物，比重要比鉄水輕，因此成为熔渣浮盖在鉄水表面，使鉄和杂质分离。

燃料的身份是双重的，它一方面通过燃燒，供給鉄矿石、石灰石等分解及鉄的熔化等所需要的热量，又是使鉄从它的化合物中还原出来的还原剂，因为炭把鉄矿中的氧夺取过来，使自己成为一氧化碳气体，随炉气逸出。

〔問〕怎样評定鉄矿石的好坏？

〔答〕評定鉄矿石质量的主要方面是：含鉄量的多少；脉石（岩石）的成份和含量；有害杂质的含量；还原性的好坏及粒度的大小。

含鉄量在50%以上的叫富矿，50%以下的为貧矿，鉄矿石的含鉄量首先决定于矿石的资源，但是通过人为的方

法（如选矿）可以将铁矿石中的含铁量提高。矿石中含铁量提高后，可以减少燃料消耗及熔剂的用量，提高生铁产量。因此现代的冶金企业都设有选矿设备，以便更好地利用矿产资源，降低产品的最终成本。

脉石是铁矿石中没有用的杂质，是炉渣的主要组成部分，因此要求脉石含量愈少愈好。脉石的成分对熔剂和燃料的消耗量有很大的影响，一般铁矿石都含有 SiO_2 （二氧化矽）、 Al_2O_3 （三氧化二铝）、 CaO （氧化钙）、 MgO （氧化镁）等，而 $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ 比 $\text{CaO} + \text{MgO}$ 的数量多，冶炼时要加入石灰石等熔剂去中和多余的 $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ ，因此矿石中 $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ 与 $\text{CaO} + \text{MgO}$ 的量愈接近愈好，这样可以节省燃料和减少熔剂的加入量。

铁矿石中的有害杂质，常见的有硫、磷、锌等。硫在任何场合都是有害的（除极少数易削钢可最高含 0.3 % 外），在高炉中可以去除一部分。磷则全部由矿石进入生铁，除了碱性转炉要求较高的磷作为发热元素和少量磷能改善铸造生铁的流动性外，磷对钢的质量是有害的。锌虽然不会进入生铁，但是它会使高炉产生炉瘤而影响正常生产，或侵蚀炉衬，因此铁矿石中这些杂质的含量愈低愈好。

还原性是铁从它的氧化物中被还原的能力，容易还原的矿石冶炼时燃料的消耗量较少。铁矿石的还原性与铁矿的种类、粒度等有关，例如磁铁矿比较致密坚硬，还原困难，而赤铁矿和褐铁矿就比较容易还原。这是因为它们的化学成分和物理状态不同的结果。小粒度的矿石可以增大

矿石与煤气的接触面积，使煤气的热能充分得到利用，加强还原作用。所以矿石在进入高炉以前，必须进行一番处理，使它具有不太大的粒度（但不宜小于5公厘）。

对矿石不仅要求几个质量的指标高，而且成分还要稳定，这样才能使生铁的生产正常。

〔問〕怎样才能保证矿石的成分稳定？

〔答〕从矿山采来的铁矿石，随着开采时间和地点的不同，成分是会波动的。为了使矿石成分稳定，可采取中和的方法。中和就是把先开采的矿石铺成同样高度的条堆，然后将后开采的矿石依次铺在各条堆之间。取用矿石时可以按堆料的横截方向或垂直方向来取，使每次取得的矿石就包括几个不同的部分，达到了中和的目的。根据这一个道理我们可以在各种不同的条件下，创造出更好的中和方法。

〔問〕高炉燃料的一般要求怎样？

〔答〕自从现代高炉出现以后，对高炉燃料的要求越来越高。因为它不仅对生产率有极大的影响，在经济上也有重大的意义。

高炉燃料应该具备下列各点：

（1）含碳量要高：含碳量高的燃料才能发出很大的热量，加强还原作用。

（2）有害的杂质和灰分要少，以改善生铁质量和提高燃料的发热能力。

（3）要有足够的机械强度。因为燃料在高炉内要受到很大的压力，同时在运输和进料时也会受到冲击，如果没有一定的强度，就会被弄得粉碎，这必然会阻碍气体的

上升，并且还会使煤气分布得很不均匀，同时也会使很多燃料在未到高炉风口时已被燃燒掉。过細的粉末还会随煤气逸出而造成損失。

(4) 应该有适当的气孔度。这对气体在上升过程中的均匀分布和順利通过都有好处。并且使热能更好利用。

〔問〕高炉用的燃料有几种？它們的优缺点如何？

〔答〕高炉用的燃料有木炭、无烟煤和焦炭三种。現代大型高炉煉鉄是用焦炭的。木炭曾經一度是煉鉄生产中采用的主要燃料。木炭的含碳量高，杂质少、气孔度高，但强度低，价格貴。随着黑色冶金工业的发展，高炉容积的增大和森林资源的缺乏，木炭就逐渐被焦炭代替了。

无烟煤虽然来源丰富，成本很低，但是含碳量低，杂质多，气孔少，强度和热稳定性不好，不能用在大型高炉上。土高炉可以采用无烟煤（白煤）作燃料，不过在生产中要重視燃料的选择和認真操作。

焦炭的含碳量虽然不及木炭，但是比煤高，杂质虽然比木炭高，但是也比煤少，而焦炭的气孔度很好，强度比炭或煤都要高得多。因此它可以很好地滿足現代高炉对燃料的要求。

〔問〕用白煤煉鉄有哪些特点？应该注意些什么？

〔答〕根据有关資料，白煤煉鉄有下列特点：

(1) 风压增高。白煤的比重较大，气孔率小，所以透气性不好，这使得煤气上升困难，风压增高。

(2) 炉頂的温度比較低。这是由于白煤的含水量和揮发物較多的緣故。

(3) 用白煤煉鐵的高爐，煤氣中含有較多的揮發物，因此用這種煤氣來預熱空氣，可以使空氣溫度較高，對生產很有好處。

白煤是一種價廉的高爐燃料，對於小型高爐或土高爐，只要操作掌握正常，仍然可煉出合格的鐵。根據經驗，使用白煤應注意以下幾點：

(1) 選擇含硫量較低、熱穩定性（即是不因高溫而碎裂的性質）較好的白煤。如果一定要用質量較差的白煤，可以先進行預熱，以改善熱穩定性。

(2) 為了使不同時期開採的白煤均勻中和，使成分及熱穩定性提高，可以仿效礦石中和的方法，平鋪直切，取料入爐。

(3) 入爐的煤塊不宜過大，應該大小均勻，一般小土高爐的煤塊象小皮球大小即可，對容易碎的稜角應該篩去。

(4) 做好清除積渣積灰的工作，防止爐底升高（可用酸性渣洗），避免煤氣管道堵塞和斷面減小。

(5) 在可能的情況下，提高空氣加熱溫度，可以彌補白煤發熱量低的缺點，還要使用全風量快速高溫燃燒的操作。

(6) 為了適應白煤的特點，使用白煤的高爐爐缸應該比較大，爐缸也應該採用較好的耐火磚。

〔問〕為什麼在小、土高爐中常用部分白云石作熔劑？

〔答〕高爐中最主要的熔劑是石灰石，石灰石中含有氧化鈣（ CaO ）、二氧化碳（ CO_2 ）和其他一些雜質（如二氧化矽）。白