

金屬材料的节约使用

湖北省物資委员会編



湖北人民出版社

15.71
12

金屬材料的節約使用
湖北省物資委員會編

湖北人民出版社出版 (武漢解放大道392號)
武漢市書刊出版業營業許可證新出字第1號

湖北省新华書店發行

湖北省地方国营新生印刷厂印刷

787×1092毫米 $\frac{1}{32}$ × 2 $\frac{1}{16}$ 印張 · 48,000字

1960年11月第 1 版

1960年11月第 1 次印刷

印數：1—6,000

統一書號：15108·196

定 價：(6X) 1.15元

編者的話

節約、代用和綜合利用原材料以及采用新的原材料，是當前技術革新和技術革命運動中的一個重要內容。這不僅可以降低產品成本，為國家節約大量的資金，而且還可以為工業生產開辟新的材料來源，為國家增加大量的財富。因此，隨着我國經濟建設飛躍發展的需要，千方百計地節約原材料、尋找代用品、綜合利用原材料，以及開辟新的原材料的來源，對工業、交通運輸業的持續大躍進，是有着十分重要意義的。

我省工業、交通運輸戰綫，在過去幾年來，在黨的領導下，通過開展以技術革新和技術革命為中心的增產節約運動，在節約、代用和綜合利用原材料以及采用新的原材料方面，取得了很大成績。僅在1959年，我省就節約了鋼材二萬二千多噸，煤炭七十六萬八千多噸，木材六萬多立方米，有力地支援了社會主義事業的蓬勃發展。為了交流、推廣這方面的經驗，我們編輯了“革新技术節約煤炭”、“木材的綜合利用”、“建築材料的節約使用”、“金屬材料的節約使用”等四本書，交湖北人民出版社出版，以供有關部門和廣大職工在工作中的參考。

但是由於我們的水平有限，在書的內容編排取舍方面，不免有疏漏和不妥的地方，希讀者指正，以便再版時修訂。

1960年4月

目 录

高硫可鍛鑄鉄生产經驗.....	1
制造球墨鑄鉄曲軸的經驗.....	10
改进自由鍛造为胎模鍛造的經驗.....	31
以零代整套样下料的經驗.....	45
改进工艺設計节约原材料的經驗.....	50
廢金屬屑末回收使用的經驗.....	57
生产流程用玻璃管代替鋼管的經驗.....	59

高硫可鍛鑄鐵生产經驗

为了生产的需要，我厂全体职工，在党委的正确领导下，与武汉市机电局热处理研究所等单位协作，在坩鍋爐及冲天爐中进行了高硫可鍛鑄鐵試制工作。开始試驗时，首先碰到的困难是，鉄水含碳低，含硫高，鑄件澆不到。我們对这个問題采取了措施，提高含碳量（由2.4%C增高至2.9—3.1%C），降低含硫量（增加去硫剂或用硫量較低的土鉄），以及增加澆注系統截面积，因而得到了完好的成型鑄件。在鑄件上，我們又改进了退火规范，使鑄件的韧性提高，一般抗拉强度在42—47公斤/平方毫米，延伸率在4%左右。根据这个数据完全可以代替白心可鍛鑄鐵及高級孕育鑄鐵。这种鑄鐵除了它的延伸率以外，其他机械性能与加錳球墨鑄鐵几乎相等。

生产高硫可鍛鑄鐵是用100%白口土鉄和不加鉄合金的方法进行的，化学成分变动强度允許比可鍛鑄鐵大，因此，不仅廢品低，而且成本比可鍛鑄鐵低廉，同时設備要求比較簡單，小批生产亦可进行，宜于普遍推广。

1960年开始，我厂坚决貫徹党所提出城市支援农村，工业支援农业的号召，进一步破除了迷信，又扩大了高硫可鍛鑄鐵的使用范围，广泛的代替鍛鋼，将几种开山錘、开山鋤、寬口鋤、手錘等試制成功，这些錘子，經過鉴定，不仅質量优良，同时也价廉物美，深受农民兄弟的欢迎。

另外，我們还利用高硫可鍛鑄鐵成套生产了自来水管零

件、電綫裝置零件。我們估計今後使用高硫可鍛鑄鐵還可以代替中小型高級孕育鑄鐵件，使它用在更重要的機件上去。茲將我們的試制過程介紹如下：

一、鑄造工藝：

我省所產的土鐵，一般碳、矽低，而含硫高，因此收縮性較大，鑄造性能比普通鑄鐵要差，熱裂敏感性強，因此我們在鑄造工藝上必須考慮土鐵的特點。

1. 型板設計：由於是大量生產，我們採用型板造型，這樣其生產效率不僅可以提高，同時可以保證鑄件幾何形狀的精確。例如我廠生產花鼓筒採用型板造型，每套型板8小時可造400余箱，花鼓筒1600只以上，而且低級造型工及青工均能勝任這種造型工作。

(1) 澆注系統：高硫可鍛鑄鐵，由於它的澆注系統具有一定的特性，如果用土焦吹鑄，發熱量不高（爐溫有時也不高），因此，要想得到鑄件成型，可以將澆注系統斷面積加大。如果鐵水溫度在 1380°C 以上，鑄件不需要加大澆口斷面積也能成型。

(2) 安擋渣器減少夾渣：在橫口內安裝鋸齒狀擋渣器（圖1）使上浮的渣子集聚在鋸齒狀集渣器中，以減少鑄件夾渣。



(3) 改進模型設計：由於高硫可鍛鑄鐵熱裂敏感性強，因此設計模型不允許存

圖1 澆注系統示意图

在有尖角處，如果有尖角交界處，可以根據具體情況增大圓角半徑，以減少鑄造應力集中現象。否則產生廢品也是很大的，例如我廠所制的一部分大花鼓筒，就由於模型存有尖角處，而產生廢品，後來在製造300型花鼓筒時，我們將模型改正後，熱裂廢品就全部消除了（圖2）。

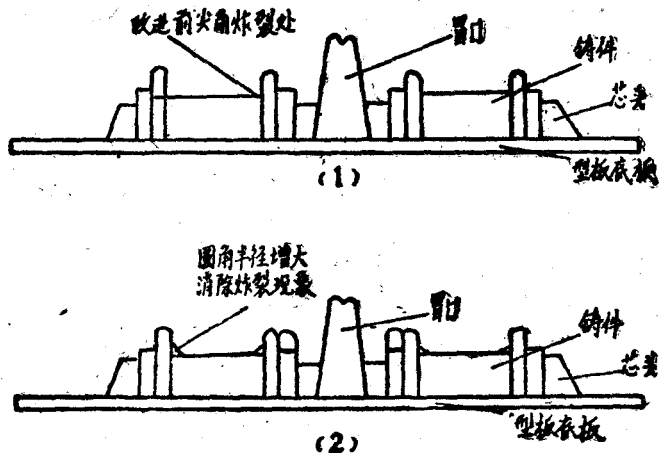


图2 花鼓筒铸件型板改进设计示意图

(4)型砂：高硫可锻铸铁，要求型砂有一定压溃性和透气性较高为好，其他油砂泥芯也必须烘烤干透，最好能掺入0.5—1.0鋸屑，这样既有压溃性又可增强透气性（开始使用可能不习惯，但有利于减少气孔和热裂现象），另外还可以加3%的烟煤粉，增加铸件光洁度。

2. 解决气孔问题：土铁另一个特点是含气体较多，在铸造时容易产生集中和分散的气孔，我厂在开始生产花鼓筒拖拉机零件时，产生皮下气孔现象比较多。为了堵绝皮下气孔的毛病，我们采用了以下措施：

(1) 严格控制面砂水分：水分含量不超过6.5%，要求湿透气在40%以上。

(2) 改用花板压铁（图3）：应用花板压铁可以在盖箱上扎出及芯头处扎出气孔，效率良好。

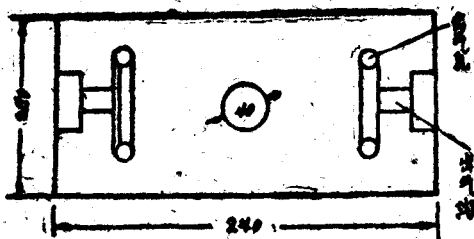


图3 花板压铁图

(3) 提高爐溫：這是解決皮下氣孔的有效辦法，我們認為皮下氣孔的形成可能是由於高硫土鐵溶解大量氣體造成的，當爐溫低鐵水流動性差時，鐵水流入冷而濕的砂型中表面時，很快就會凝固成壳，隨後鐵水溫度降低析出的氣體無法逸出，以致形成皮下氣孔，對這種現象如果能將澆注溫度提高至 1380°C 以上，皮下氣孔毛病是可以完全消除的。

二、高硫可鍛鑄鐵熔化的情況：

1. 設備：

(1) 14瓩電動機。

(2) 離心式鼓風機：風壓550厘米水柱，風力60米³/分。

(3) 帶有前爐的沖天爐（採取用小風口爐），規格如下：

爐內徑700毫米。

有效高度3800毫米。

主排風口直徑50毫米（每排風眼6個），斜度 8° 。

二排風口直徑40毫米，斜度 12° 。

風口總面積0.01784平方米。

爐膛截面積0.4244平方米。

風口總面積占爐膛斷面積4%。

(4) 修爐情況：內砌耐火磚，表面每天必須修理。

修爐材料：60—70%頂石粉（分化石）。

30—40%白泥粉。

加水混合均勻即可使用。加水應當少，以能粘結為原則，材料愈干愈好。以上材料耐火度較好，一般熔化時間在11小時左右不會穿爐，最多熔化時16小時。

2. 熔化情況：

底焦高1.2—1.3米。

熔化率3.5噸/小時。

鐵焦比，普通鐵1:11—12。

高硫可鍛鑄鐵鐵焦比1:8。

出爐溫度：普通鐵1340—1380°C（最高達1400°C），高硫可鍛鑄鐵在1370°C以上。

兩年以來，我廠使用小風口爐情況良好，能提高爐溫；特別是它能適用塊度較小的土焦，這樣由於焦炭塊度小，爐料的密度就大，在風壓較大的情況下，小風口就比較適宜，能使風送入爐的中心（對大風口而言），同時可以減少風口掛渣現象。這樣爐壁侵蝕減少，能提高熔化率，使原來每小時熔3噸，提高到3.5噸。

風量適中對熔化也很重要，以前我們兩噸沖天爐由於風量太低，溫度、熔化率都低，因此使高硫球墨鑄鐵件不能成型。後來在3噸沖天爐中，熔煉風量掌握得比較適中（60立方米/分），溫度就保持在1380°C左右。不過，在焦炭方面以發熱高強度大的焦炭較好，它可以保證高硫可鍛鑄鐵件成型。此外，熔化對化學成分的增減情況；高硫可鍛鑄鐵爐料中含硫高，在熔化中增碳現象不多，爐料中含碳在2.7左右，鑄件含碳量一般在2.9—3.1，而生產黑心可鍛鑄鐵增碳在0.9—1.0，顯然增碳較少。

砂：高硫可鍛鑄鐵配料，用土灰口和土白口鐵，不另加鐵，

因此砂鐵燒損較少，一般20%左右。

錳鐵：錳鐵燒損情況，我們進行了幾次測定不太穩定，不過大多燒損情況在30%左右，真實數據還待進一步試驗。

3.土鐵原材料：湖北土鐵一般碳、錳低，矽、硫高，宜于製造高硫可鍛鑄鐵。

武汉市土鐵化學成分：

土 鐵 名 稱	碳	矽	錳	硫	磷
本廠庫存土鐵1號	3.05	1.69	0.07	0.37	0.15
本廠庫存土鐵2號	2.40	0.86	0.09	1.53	0.087
本廠庫存土鐵3號	2.92	1.17	微 量	0.6	0.029
調 入 土 鐵	2.77	2.33	0.13	0.49	0.07
8立方米高爐鐵	3.20	2.00	0.13	0.3	—

現在配料：1號8立方米高爐鐵170公斤。

白口鐵 180公斤。

澆口鐵 150公斤。

錳 鐵 0.75公斤。

2號8立方米高爐 200公斤。

白口鐵 150公斤。

澆口鐵 150公斤。

錳 鐵 0.75公斤。

以上配料只供參考，但是配料變化主要根據原材料化學成分不同加以調配，目的要求達到高硫可鍛鑄鐵所要求化學成分即可。

高硫可鍛鑄鐵生坯化學成分控制範圍：

碳 矽 錳 硫 磷

2.6—3.1 1.3—1.8 0.1—0.2 0.20—20.6 0.2以下。

根据我們半年多以来的生产体会，只要化学成分控制在它的範圍內，生产質量均能够保持稳定，抗拉强度42.51—47.27公斤/平方毫米，延伸率3.45—4.4%。

三、热处理方面：

1. 石墨化問題：高硫可鍛鑄鐵中的石墨化与可鍛鑄鐵一样，是在退火中形成的。关于石墨化过程，有不同的看法，还在討論研究中，有的認為是由碳化鐵直接分解而得，有些人則認為是碳化鐵先溶于奥氏体，然后分解，我們認為高硫可鍛鑄鐵也应该与可鍛鑄鐵石墨化过程相同。

据資料介紹：高硫可鍛鑄鐵生坯在退火温度，主要存在有三相，奥氏体(F_{γ})、碳化鐵($F_{\gamma}C$)、硫化物，当保温时，在奥氏体中的硫化物按照一定速度扩散，存在于碳化鐵与奥氏体交界間；而石墨不是按照一定速度向外扩散，于是以硫化物为核心，而进行石墨化。

2. 关于高硫可鍛鑄鐵石墨球状化：根据硫化物存在于鑄鐵中在石墨化时是以硫化物为核心，又因硫化物表面自由能扩散，速度与石墨表面自由能成长速度相同，因此而成等轴成长。但是硫化物必須沒有析出，并以此为核心，石墨才能球化。根据我厂生产情况来看，如果錳量提高，鉄中硫化錳增多，石墨不球化而有呈团絮状。

3. 化学成分与热处理，对机械性能的影响：

(1) 化学成分：化学成分直接影响退火，也影响着机械性能，根据我們生产中的体会，只要化学成分在控制範圍內是有利于退火的。

碳：对第一段石墨化影响不大，增加含碳量对第二段石墨

化有促进作用。因为土鉄含硫高，在熔炼过程中增碳少（对可鍛鑄鉄而言），一般含碳量均在2.6—3.1%范围以内。生产中証明，含碳量的高低对其机械性的影响，不象可鍛鑄鉄那样敏感。在化学成分合格的条件下，含碳量在2.7%左右，抗拉强度在45公斤/平方毫米，含碳量在3.0%左右亦无强度降低现象。这个原因可能是因为高硫可鍛鑄鉄石墨呈球状切割基体有害作用較小的緣故。

砂：对第一段及第二段石墨化作用都很大，含砂高可以使退火周期大大縮短，但过高的含砂量可使石墨结构松散，可是含砂过低則很难退火。我們以含砂量0.8—1.4%的鑄件放入同一爐中退火，发现后者保温8小时一次渗碳体全部分解，而前者还残留有大量渗碳体，一般讓含砂量在1.3—1.8%，如果硫錳比值高，可以允許含砂量在規定限度以上。

錳：有促进碳在鉄中的溶解度，有反石墨化作用。在制高硫可鍛鑄鉄时，含錳高石墨則容易松散，一般要求錳愈低愈好，如果含錳低那么含硫量也可随之而低，这样容易得到純鉄体基本組織。但是錳的含量我們認為在0.1—0.2%范围内为宜。

硫錳比值：硫錳比值均控制在1.5—5倍，比值高低都直接关系着退火温度。比值在2—3倍，第一段退火在970°C左右，如果比值在4以上，我們要求退火温度在980°C以上。

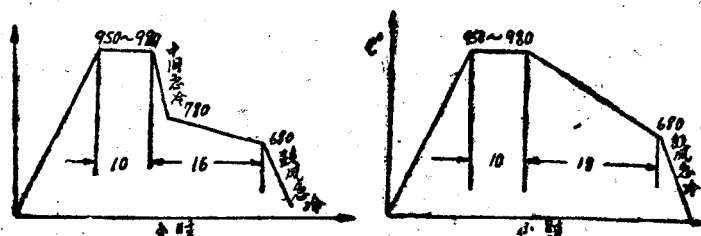
磷：湖北土鉄含磷均不太高，对質量无影响。

(2)热处理对机械性能的影响：高硫可鍛鑄鉄的退火对机械影响极大，根据我們試驗結果，以同样規格化学成分的鑄件处于两种不同退火规范，所得的强度都有很大出入，一次因温度高(990°C)，而且保温时间长，鑄件断面呈黑色，机械强度21.04—23.4公斤/平方毫米，延伸率极微，在金相显微鏡下石墨呈团状和瓜状；而另一次以温度在980°C保温，等一次渗碳分

解后立即冷却进行二次石墨化，那么抗拉强度就高出很多，一般在42.51—47.27公斤/平方毫米，延伸率均在3.45—4.4%，石墨多呈球状。我們估計这个情况可能是温度高且保温時間长而增加了石墨表面的自由能，使之能很快成长，破坏了石墨等轴成长状态、恶化石墨形状和降低了机械性能的结果。

4. 改进退火规范，节约人工和燃料：

我厂生产高硫可鍛鑄鉄以代替可鍛鑄鉄，不但要求高强度，而且应有一定韧性，于是要求純鉄体基体組織。在退火时，我們采用第一段及第二段恒温保温，如图4(左)所示。为了提高鑄件抗拉强度及具有韧性，我們改进了退火规范，如图4(右)所示。高温保温后二次石墨化采用随爐保温，使之得到珠光体，純鉄体基体組織。这样不但可以获得高强度45公斤/平方毫米左右，延伸率也可达4%左右，可以节约很多燃料和人工，在目前烟煤質量不够好的情况下，我們采用升温鼓风，使氧气供应更充足，燃燒更完全，大大縮短升温時間，原来500°C至600°C每小时升温16°C，鼓风后每小时升温41°C。



改进前退火规范

改进后退火规范

图4 高硫可鍛鑄鉄退火规范

四、存在问题及今后改进意见：

1. 改进澆注系統設計：为了适应目前土焦炭生产，使能得到完好成型鑄件，可以加大內橫澆口断面积，使鉄水能快速入型。

2. 夹渣现象：铸件有时也有夹渣现象，今后在这方面还要加以研究改进。

(武汉铸造厂)

制造球墨鑄鉄曲軸的經驗

在党的社会主义总路线的光辉照耀下，我厂在制造4160型(90HP)煤气机中，在党的正确领导下，全体职工发挥了敢想敢干的共产主义风格，在大闹技术革新和技术革命的基础上，以球墨鑄鉄代替了45号优质炭素鋼，制成各项部件，克服了原材料一时供应不足的困难，并大大地节约了材料（見原材料节约对比表），有力地支援了社会主义建设事业的飞跃发展。

4160型煤气机部件用材料节约对比表

零件名称	工序数	材 料	毛 重	备 注
鋼 曲 軸	32	45 号 鋼	590 公 斤	45号是优质炭素鋼
球墨鑄鉄曲軸	20	CT450-2	285 公 斤	改用后是球墨鑄鉄
鋼 桃 軸	28	20号のせ	47.8 公 斤	20号是蘇峰鋼
球墨鑄鉄桃軸	25	CT450-2	26 公 斤	改用后是球墨鑄鉄
鋼自由鍛連杆	26	45 号 鋼	35 公 斤	
模 鍛 連 杆	19	45 号 鋼	28 公 斤	

从以上对比数字看来，从它的工艺来说每个零件都减少了工序，材料的减少数字是很大的，每一零件的加工生产周期也大大地压缩了，对完成生产任务起到一定的作用。

单从曲轴来看，未改球墨鑄鉄时，工序多，周期长，到热处理就是三道工序，而且每一道工序得一至二天的周期。现在用一次

热处理,可以节约許多煤炭和油(正火回火用)。在加工过程中,也容易打坏刀子,从整个重量上看,每根可节约45号优质炭素鋼325公斤。所以我們在現有的基础上进一步提高球墨鑄鉄的質量,还准备用球墨鑄鉄試制連杆,成功后又可以节约大量的优质鋼材。茲將試制球墨鑄鉄曲軸的技术資料及工艺过程介紹如下:

一、試制球墨鑄鉄曲軸的几項依据:

几年来鑄造工作者已成功地找到了球墨鑄鉄代替鍛鋼曲軸及鑄鋼曲軸的可能性。球墨鑄鉄有不少的优点,是鍛鋼和鑄鋼所莫及的,今归納如下:

- 1.机械性能在强度方面等于中碳鋼,甚至超过某些中碳鋼;
- 2.耐磨性比中碳鋼好,几乎等于經過热处理后的合金結構鋼;

- 3.吸震性能比鋼高3~4倍;

- 4.弯曲疲劳强度虽然比中碳鋼略低,但扭轉疲劳强度比中碳鋼高20~30%,而扭轉疲劳强度是所有曲軸特别是高速曲軸最主要的强度因素;

- 5.膨胀系数比鋼小,可以保证发动机在高温下順利工作,使軸承保持一定間隙,而不致嚙死;

- 6.有良好的切屑性能;

- 7.与鍛鋼曲軸比較,可节省大型的鍛压設備,压缩加工周期、成本可以降低70%左右;

- 8.与鑄鋼曲軸比較,有良好的鑄造性能。众所周知,鑄鋼熔点较高,鑄造技术难以掌握,鑄鋼縮管及縮裂的傾向較大。

但是球墨鑄鉄,仍然有一定的缺点:

- 1.鑄件品質不象鍛鋼件那样容易控制;

- 2.球墨鑄鉄件的弯曲疲劳强度較鋼略低(見球墨鑄鉄的优点4)。为了保证足够的弯曲疲劳强度,我們將曲臂加厚

4.5m/m;

3. 冲击韧性较锻钢为低。

根据理论和实践证明，曲轴材料的性能主要决定于材料的缺口疲劳强度，和延伸率、断面收缩率、冲击韧性等关系不大；在锻钢曲轴技术条件中，对延伸率、断面收缩率和冲击韧性的要求很严，但曲轴在运转时对延伸率、断面收缩率没有什么要求。虽则曲轴在停车、开车和加速运转时会受到一定的冲击负荷，但负荷并不大，因此，不能根据一般的冲击值来衡量材料的冲击性能，而应该以接近于曲轴在运转时所承受的冲击负荷来进行连续试验。根据文献所载，铸铁的连续冲击值比钢小得有限，甚至是相等的。所以，要求锻钢曲轴有一定的冲击值和延伸率，目的在于表明锻钢本身质量是否正常。因此铸铁曲轴的冲击韧性不必象锻钢曲轴那样要求严格。

基于上述各种情况，我厂选择了CH450—2的球墨铸铁作为铸造曲轴的材料，其化学成分和机械性能如表一及表二。

表一 化学成分

牌 号	化 学 成 分 %						
	C	S i		Mn	P	S	
		孕育前	孕育后			孕育前	孕育后
CH450—2	3.0—3.5	2.4 ~2.7	3.0 ~3.5	0.4 ~0.6	≤0.10	0.11	0.02

表二 机械性能

牌 号	抗拉强度 Kg/mm ²	伸长率 %	冲击值	硬度HB
CH450—2	50	2	1.5	220—280

为了确保机械性能的实现，訂出了相应的金相标准，作为鑄造和热处理部門的奋斗目标。

热处理前，金相組織为：

球状石墨+珠光体+铁素体+少量碳化物

1. 石墨球化須在80%以上，其余为团絮状石墨，不允許有片状石墨出現；

2. 珠光体数量应在45%以上，碳化铁在1%以下；

3. 不允許有三元磷共晶存在。

热处理后，金相組織中珠光体应达85%以上，其余应为铁素体，不允許有碳化铁存在。

以上鑄态金相組織規定，只作檢驗参考，不作报廢依据。

二、工艺方案的选择与証实：

为了获得優質鑄件，首先应当慎密的选择工艺方案；并应当获得証实后才能投入生产。因此，在編制工艺卡片时，必先考虑到經濟性和工艺性两个条件。

为了达到上述两个条件，在編制工艺时，应遵循下列五个原則：

1. 最小的机械加工余量；

2. 生产工人及輔助工人最容易实现的工艺过程；

3. 節約主要及輔助材料的消耗；

4. 尽可能利用現有生产設備及輔助設備；

5. 增加单位生产面积成品鑄件的生产。

我厂在試制过程中，为了造型方便，决定加工余量均匀为8毫米。造型方案，是按前述三个方案的順序进行的，开始是采用平澆平冷(图5)，冒口是側边大冒口，每一道內澆口均通过冒口进入鑄体本身，在橫澆口上設有撇渣閘門。这个澆注方案，为填充滿鑄型創造了以下有利条件：