

用廢鋼和生鐵熔煉的 新鋼種——石墨鋼

第一机械工业部新技术宣傳推广所編



机 械 工 业 出 版 社

用廢鋼和生鐵熔煉的新鋼種 —— 石墨鋼

石墨鋼又稱石墨化鋼，也就是提高了硅含量的高碳鋼。它的化學成分是：C 15%；Si 19%；Mn 0.4%；P 0.03%；S 0.03%。合金中由於硅量增高，促使鋼中部分碳呈游離狀態出現，因而這種鋼的金相組織除珠光體基體外，還有石墨存在。珠光體經淬火成馬丁體，具有高的硬度。存在於組織中的石墨，可以吸收潤滑劑，並且它本身也是潤滑劑，因此減少了模子表面的摩擦，使工件具有高的硬度和耐磨性。

石墨鋼的機械性能取決於它的化學成分和熱處理過程。其大致範圍如下：

強度極限 $\sigma_b = 60 \sim 105$ 公斤/公厘²

屈服點 $\sigma_s = 40 \sim 95$ 公斤/公厘²

延伸率 $\delta = 2 \sim 14\%$

斷面收縮率 $\psi = 4 \sim 27\%$

沖擊韌性 $\alpha_k = 0.5 \sim 185$ 公斤公尺/公分²

布氏硬度 $H_B = 170 \sim 285$

所以在強度上，石墨鋼並不比結構鋼差。由於其中含有退火碳，故具有和珠光體可鍛生鐵一樣的加工性。除有良好的鑄造性能外，也可以軋壓成棒料，適應各種零件加工的要求。

石墨鋼不僅可以代替鍛鋼製造拖拉機曲軸、軋輥等，而且還可用來製造拉模、沖模、印模、工具、滾珠軸承內外套等等。所得沖制件且無印痕、剝刺和擦痕。這種鋼所制沖模的耐用度，為 Y10A 號鋼沖模的 10 倍，並為高價的 X12M 鋼的有效代用品。此外，它還可以代替高錳鋼製造礦山機械中的一些零件。

根據蘇聯資料介紹的石墨鋼使用範圍，都是在冷狀態下工作的零件。能不能在熱狀態下工作呢？我們沒有找到答案。在技術革命運動中，為了解決氧氣瓶拔伸模子的關鍵，我廠工具科和中心試驗室職工，以大胆革新的精神，創造性的把石墨鋼運用到熱沖模上去。想用它代

替白鋼模子，解決氧氣瓶拔伸模子的關鍵。經過在氧氣瓶二道拔伸模子的試驗，石墨鋼已初露鋒芒，一次連續使用壽命達到了186個，預計可能拔伸200~300次。且在拔伸過程中，模子越拔越光滑，內孔的尺寸也越穩定。它比同樣的白口鐵模子壽命高10倍，並不比不銹鋼堆焊的模子差。我們正在組織進一步的生產試驗，以取得最後的結論和正式投入生產。

一、石墨鋼的熔煉和鑄造

使用設備：試驗時我們用ЛТИЗ-60型高頻爐熔化，每次容量50公斤。

原料配制：本溪2號生鐵28%；

60號鋼廢鋼圈72%（系生產車間切下料頭）；

硅鐵2%。

熔煉：爐料裝滿坩堝，在熔化過程中不斷攪料使下沉，並補充新料。硅鐵最後加入，並留出少量硅鐵碎粒在出鋼前作脫氧之用。

出鋼溫度為：1450~1500°C。

澆鑄溫度為：1380~1420°C。

造型：用普通干砂模鑄造。

二、石墨鋼的熱處理及金相組織

退火：鑄造石墨鋼模子的鑄態硬度為 $H_B 3.7 \sim 4.0$ 。我們曾經在退火試驗中發現，石墨鋼於870~890°C範圍內長期退火保溫時，有純鐵體析出。硬度雖降至 $H_B 4.5 \sim 4.8$ ，但切屑加工性不好，且淬火後硬度較低。因此我們僅在690°C保溫2小時，降低表面硬度，便於加工。關於退火的詳細問題，尚待今后的研究。

淬火：800~900°C，油或水冷，硬度為 $R_C 60 \sim 63$ 。

金相組織為馬丁體+石墨。

石墨鋼淬火溫度可以在較寬的範圍內變動，都能達到要求的溫度，不過淬火溫度的高低，對淬火馬丁體的粗細有關。

回火：400~500
°C，保溫 1 小時空冷，
硬度為 $R_C 46 \sim 50$ 。
金相組織為托氏-索
氏體組織 + 石墨。

採取高溫回火，
適合於熱沖模用。用
於冷狀態下工作的零
件，可採用低溫回火
(160~180°C) 消除淬
火應力，仍能保持高
的硬度。

三、氧氣瓶二道拔 伸模子(圖 5)的

試驗情況

淬火：840~860
°C，水淬 $60 \sim 63 R_C$ 。

回火：400~420
°C，空冷 $48 \sim 50 R_C$ 。

局部退火：用高
頻加熱外圈表面達到
700~750°C 後空冷。

試驗的磨損情
況：內表面沒有裂紋
和龜裂，而且越用越
光滑，連續拔伸到 485
個活時，內孔尺寸為
 $\phi 263.5$ ，還可繼續使

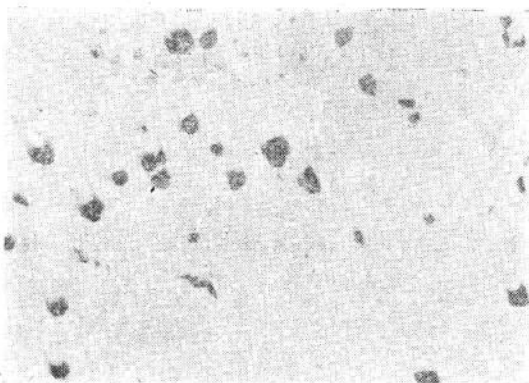


圖 1 球狀石墨分布情況，100×



圖 2 鑄造狀態：珠光體 + 石墨，500×

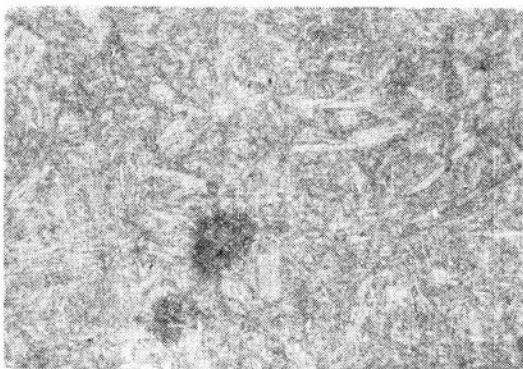


圖 3 淬火狀態：馬丁體 + 石墨，500×

用。

沒有繼續使用的原因不是模子本身問題，而是該批原料已用完了

根據有關資料介紹和我廠初試的結果，我們認為：在工具或機械製造部門石墨鋼有着廣泛的前途。從它的性能來看，它可以部分代替

鍛鋼製造零件，還提高了零件的質量。就經濟意義講，它是用廢碳鋼加少部分生鐵熔化而成。這樣可節約和回收大量鋼材，具有政治和經濟上的重大意義。且其熔化簡單，工藝性能良好，成本低廉，在機械製造業中確有着無限的展望。

目前，我們在這方面的工作，除繼續進行石墨鋼熱拔伸模子的試驗外，並正在進行石墨鋼軸承內外套及冷沖模的試驗。

附錄：我們現在試制的是簡單石墨鋼，蘇聯現在還有合金石墨化鋼。合金元素的加入，可提高它的質量，增加硬化深度，及減少淬火時的變形。其大致成分見下表。

據介紹，石墨鋼中可加0.2%鋁，鋁是石墨化劑，可降低硅含量到0.2~0.45%，淬火後表面硬度68~69 R_C ，中心硬度38~40 R_C ，它的石墨呈球狀分布，機械性能也可提高。

關於合金石墨化鋼，我們也正準備研究，用來製造較複雜的工具。

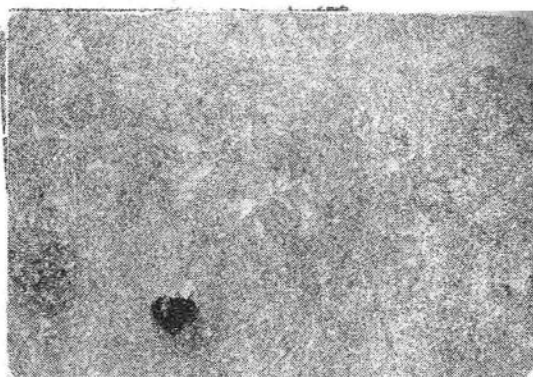


圖4 高溫回火：托氏-索氏體+石墨，500×

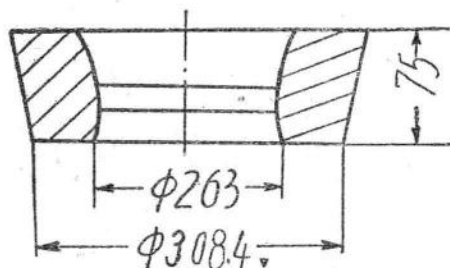


圖5 氧氣瓶二道拔伸模

成 分	鉬 石 墨 鋼	鈳鉬石墨鋼	錳鉬石墨鋼	鉻 石 墨 鋼
C	1.25~1.35	1.45~1.6	1.35~1.55	1.4~1.45
Si	0.8~1.1	0.5~0.85	0.85~1.2	0.15~0.3
Mn	0.35~0.6	0.35~0.5	0.75~1.0	0.2 ~0.4
Mo	0.2~0.3	0.4 ~0.6	0.2 ~0.3	—
W	—	2.5~3.25	—	—
Al	—	—	—	0.1 ~0.2
Ni	≤0.25	≤0.25	≤0.25	≤0.25
Cr	≤0.25	≤0.25	≤0.25	≤0.25
S	≤0.025	≤0.025	≤0.025	≤0.025
P	≤0.025	≤0.025	≤0.025	≤0.025

參考資料

1. “苏联机器制造百科全书”第四卷第一章。
2. “热处理工艺学”。
3. “金属学与热处理”，波尔赫維奇諾夫著。

編著者：第一机械工业部新技术宣傳推广所
NO. 2622

1958 年11月第一版 1958 年11月第一版第一次印刷
850×1168 $1/32$ 字数 4 千字 印張 $1/4$ 0,001— 6,100 册
机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版
机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版业营业
許可証出字第 008 号

統一書号 T15033·1507
定 价 (9) 0.03 元