

鋼鐵工業知識

鑄鐵的性質和用途

李惠忠



科学普及出版社

本書提要

不論是煉鐵工人、鑄造(翻砂)工人、鍛造工人、熱處理工人或焊接工人，對於鑄鐵(生鐵)是經常接觸到的東西。但是，往往有許多工人對鑄鐵的性質、用途等科學知識並不完全了解，因而在提高生產和業務水平時有所限制。本書針對這個問題，介紹了幾種普通的鑄鐵如白口鐵、灰口鐵、變質鑄鐵的性質和用途，對於幾種新型鑄鐵如球墨鑄鐵、合金鑄鐵的性質和用途也作了詳細的介紹，同時也說明了有關熟鐵、生鐵、鋼之間的區別以及鐵的發展簡史和我國古代人民的貢獻。

總號：514

鑄鐵的性質和用途

著者：李惠忠

出版者：科學普及出版社

(北京市西便門外柳樹溝)

北京市書刊出版業營業許可證出字第091號

發行者：新華書店

印刷者：北京市印刷一廠

(北京市西便門南大街乙1號)

開本：787 × 1092 毫米

印張：8

1957年10月第1版

字數：17,500

1957年10月第1次印刷

印數：4,100

統一書號：15051·70

定價：(9)1角2分

鉄和人类的生活

“我想描述一幅情景，讓讀者吃惊一下。如果当人們突然發覺地球表面的鉄已全部逃走了，并且再也沒法重新得到它时，該怎么办呢？誠然，人們是非常想弄清这件事的。因为那时人睡的床要消失，所有家具要散掉，所有的釘子要坏掉，天花板要坍塌，房頂要毀坏，……；街道上是一片毀灭性的恐怖：無論是路軌、車箱、機車、汽車、馬車、鉄欄等等都消失了，甚至街道上的石头也要变成廢泥土，而一切植物則因失去生命不可缺少的金屬而枯萎了。

如果这种破坏像暴風一样扫蕩了整个地球，那末全人类的毀灭是不可避免的了。可是人不会等到这个时刻的来临，因为如果在人的身体和血液中失掉三克重的鉄，那他就会在上述描繪出来的事件开展以前便死掉了。”費尔斯曼院士在他的“有趣的矿物学”中談論鉄的一章，开头就有这样一段的描写。这里所提出的这个空幻的假想，指出鉄对人类的用途实在是广闊無边的。

在自然界里有七十多种金屬，其中为人类服务面最广的就是鉄。在全世界金屬总产量中，鉄占有绝对优势，約94%左右。这說明鉄为促进社会發展和改进人們生活跟其他金屬比較是起着何等重要的作用！

我們知道鉄能使我們深入地球內部，發掘地層里的宝藏；能幫助我們取得电能和其他的能；能幫助我們战胜自然和改造自然。

現代的建築物，不論是民用房屋或是車間厂房沒有它就不

能建成。鐵也是制造交通運輸工具——火車、汽車、輪船等不可缺少的原料。制造現代飛機雖然開始廣泛應用鋁、鎂等輕金屬，但是所用的鋼仍占50%。石油和煤是現代力能的泉源，如果沒有鐵就無法鑽探和開采，無法敷設長達數千公里的輸油管。在電機制造業中的發電機和電動機也需要采用特殊性能的鋼鐵來制造。

在農業生產方面，即使采用舊式的人工耕種方法，還脫離不了鋼鐵制的鋤、犁、鐮刀等工具，何況采用新式的拖拉機、收割機、播種機呢？

如果注意一下我們的日常生活，我們便會相信脫離鋼鐵將感到多么不方便，縫紉的針、取暖的爐子、切菜的刀……，都是用鋼鐵制成的。

標志着現代科學技術高度水平的電子學的發展，和原子能的利用，如果忽視具備各種特殊性能鋼鐵的發展，那末它們將得不到今天的輝煌成就。

為了鞏固國防，鋼鐵更是不可缺少的物資。軍艦、坦克、裝甲汽車、槍砲、炸彈、手榴彈以及行軍鍋灶都需要用到大量的鋼和鐵。

由此可見，對於國民經濟的繁榮，對於國防的鞏固，對於各族人民文化的發展，鋼鐵的作用是非常重大的。

鐵的發展簡史和我國古代勞動人民的貢獻

在尚未發現金屬和懂得使用火以前，人們是用粗笨的石器像石刀、石斧、石杵、石鋤等，以及野獸骨頭制成的工具和武器來勞動、自衛和跟自然作鬥爭的。人們學會了用火以後，在燃燒的過程中，偶然發現有幾種石頭在火中燒久後，就會熔化並有閃亮的液體從中流出。同時人們還發現，這些液體冷卻凝固

以后比石头要坚硬得多。这样，人們就漸漸地發現了金屬。

据說，我国大約在四千多年前已經会用熔化金屬矿石的方法来鑄造銅器。不过現在还没有实物証明。但是从現在發掘出来的实物来看，我国在商代（大約三千多年以前）的确有了銅器和青銅器，如銅制的箭头、矛、刀和裝飾品等。

冶煉青銅要比冶煉鋼鉄容易得多了，因为青銅的熔点（攝氏 900 度左右）远比鋼鉄的熔点（攝氏 1,300—1,500 度左右）低。因此人們大多是先学会冶煉銅器。

虽然銅器要比石器好得多，但是随着生产的發展，人們对金屬性能的要求就愈来愈高。因为青銅不論在鍛造性能、强度、硬度等都是較低的，因此必須有另一种性能較好的金屬来代替。当人們学会了从燃燒中得到高溫的技术，从而学会了煉鉄的方法之后，人类的历史就漸漸地进入了鉄器时代。

据历史的記載，在三千年前的周代初期，中国古代劳动人民可能已經發現并使用了鉄。在春秋末年和战国的文献如“墨子”、“管子”、“韓非子”等書中，已出現了許多鉄器的名称，如鉄椎、鉄甲、鉄劍、鉄鎛、針、刀、斧、鋸、錐、鑽等，以及鉄制的农具耒、耜等。“左傳”中記載着昭公 29 年（公元前 513 年）时的晉国，曾普遍向人民征收过鉄，并把刑律鑄造在鉄鼎上。因此可以断言，在兩千多年前，我国古代劳动人民已經普遍使用鉄器了。那个时候，西欧各国的民族还用石斧来保衛自己的安全。我們不能就此肯定，說人們学会了鑄造銅器之后，才学会鑄造鉄器。其实各民族的历史并不完全一样，像非洲有些民族就是由石器时代直接过渡到鉄器时代的。

有人考証，我国煉鉄事業到第十世紀（宋朝）已有相当發展，估計当时年产量已达到 2,800 多吨以上。那时的煉鉄爐已和現在我国留存下来的土法煉鉄爐差不多。这些土法煉鉄爐在

山西、陝西、云南、四川、貴州等地都找得到。

在十七世紀初期（明朝末年）宋應星所著的“天工開物”一書中，對煉鋼煉鐵的生產操作過程作了詳細的記載。從這本書的記載中就可以看出當時冶煉鋼鐵的一般情況。下面簡單敘述一下這本書中關於冶煉鋼鐵的記載：

為了製造生鐵、熟鐵和鋼（這些名詞的意義在後面再解釋），必須用一爐子（圖1），這個爐子是用鹽和泥土砌成的。在爐旁有一風箱，為的是向爐內鼓入空氣，提高爐內的燃燒溫度。如果將木柴、煤炭或木炭和鐵礦石一起放在爐子裡燃燒，



圖1 古代土法煉鐵過程。

就可得到鐵。因為在自然界中的鐵總是和氧化合在一起成為鐵礦石。當鐵礦石在爐中被加熱到很高溫度時，鐵礦石中的氧就跟一部分碳化合變成氣體（二氧化碳和一氧化碳）跑掉。一部分碳進入鐵中，同時另一部分碳燃燒，使鐵在高溫中熔化，

熔化后的鉄水就从爐腰間的一孔流出。如果要使鉄具有一定形狀，只要將鉄水流入一定形狀的模子里就可以了。这种方法所得到的鉄是生鉄。

如果要想得到熟鉄，可將鉄水流入另一槽（方塘）中，并用木棍不断地攪拌鉄水，同时向鉄水撒泥灰。这样就能使鉄水中的碳、硫、磷等雜質通过攪拌和空气接触，跟空气中氧化合成氧的化合物。这些化合物和加入的泥灰相互作用后，就跟鉄水分离，最后得到較純的鉄——熟鉄。

如果要制得鋼，可以將熟鉄和生鉄放在一起，在泥制的爐內加热到高溫。因为生鉄含碳量多，熟鉄含碳量少，所以它們熔化并混合后的鉄水的含碳量，就比熟鉄多，比生鉄少。通过錘打挤出其中的渣，并氧化除去部分的雜質，就成既韌，又坚硬的鋼。

必須指出，这些記載是古代劳动人民長期生产实践經驗的累积，最后才經過个别文人收集資料总结經驗編写成文而流傳下来的。可見远在文献記載的时间以前，我們的祖先已掌握了完全合乎現代科学原理的冶煉技术。对这些創造冶煉鋼鉄技术的先輩，應該給予很高的評價。

什么叫熟鉄、鋼、生鉄

鋼鉄这一名詞早已為我們所熟悉了。这不仅是因为它蘊藏量多、产量大，并且是因为我們在日常生活中已跟它發生了密切的、不可分离的关系。在我們日常接触的事物中，有时我們很習慣地將鋼和鉄制成的物件用正确的称呼把它們区分开来。譬如建筑材料中的“鋼筋水泥”这一名称，我們並沒有采用“鉄筋水泥”来代替它；又如切削水果或截切紙張所用的刀具，我們总叫它为“小鋼刀”，而不叫它“小鉄刀”。但是在某些时候，

我們稱呼鋼和鐵的制品是混淆不清的，沒有嚴格的區分。例如火車或電車的軌道，我們有時叫它“鋼軌”，有時也叫它“鐵軌”。甚至我們有時將鋼和鐵這兩字用錯。譬如我們對鋼進行錘鍛時，總是叫做“打鐵”，而不叫“打鋼”。不過這没有什么關係，因為我們已經習慣於用“打鐵”這一名稱了。

為什麼當我們應用鋼和鐵這二名稱時沒有一個較明顯的界限，有時還使用得不恰當呢？究竟在什麼情況下採用“鋼”，在什麼情況下採用“鐵”的名稱呢？甚至有時還聽到鐵有“生”“熟”之分，這是什麼一回事呢？我們要了解這些就首先要了解它們之間的區別，然後才可以知道它們的正確叫法。

熟鐵、鋼和生鐵它們之間的區別可以根據碳的含量，也可以根據它們能否承受鍛打的能力來區分：

1. 熟鐵

熟鐵是含碳量一般不超過0.1%、並且只含極少雜質的鐵碳合金。它的性質柔軟、強度較低，它可以進行錘鍛，制成各種用品。家用的熟鐵鍋就是一例。但是由於最近幾十年來煉鋼技術的發展，不論在產量、性能、成本等方面都壓倒熟鐵，因此熟鐵幾乎全部被低碳鋼（含碳量在0.1—0.25%）所代替了。不久的將來，熟鐵這一名詞將會成為歷史上的名稱了。

2. 鋼

鋼是含碳量大於0.1%、小於1.7%的鐵和碳所組成的合金。在工業上所應用的鋼，除去含不同量的碳外，它們都含有少量的矽、錳、磷和硫等雜質。鋼和熟鐵一樣，是可以進行錘鍛的。不過鋼中含碳量愈多，錘鍛愈困難，所以工業用鋼的含碳量是很少超過1.4%的。

3. 生鐵

生鐵是含碳量大於1.7%的鐵碳合金。它和鋼相似，除含

碳外還含有比鋼稍多的矽、錳、磷和硫等雜質。在實際應用中，生鐵的含碳量一般是在2.5—3.5%之間。它不能進行任何鍛，因此用它制成的工件是不能進行鍛造的。生鐵的制品是用澆鑄方法（普通所說的翻砂）制得的，所以生鐵又叫鑄鐵。至于生鐵為什麼不能進行鍛，這個問題留在後面再談。

這樣說來，如果按含碳量來排次序以區別鋼和鐵，那麼鋼正好在熟鐵和生鐵之間。熟鐵和鋼都有不同程度的鍛壓性能，而生鐵是不能進行任何鍛壓的。

本書將着重討論一下鑄鐵的性能和用途。

鑄鐵的種類、性質和用途

1. 鑄鐵內部的結構

按照近代工業製造鑄鐵和使用鑄鐵的情況，可將鑄鐵分為六種。各種鑄鐵由於它們內部的結構不同，所表現出的機械性能^①也就不同。因此，在談到各種鑄鐵的性質前，我們首先

^① 在這裡所提的機械性能只包括下面三種：

1. 拉斷強度 (σ_B)——就是指拉斷單位面積物體所需要的力。它的單位是用公斤/公厘²來表示的。

2. 延伸率——有些材料（例如鋼、鋁和銅等）在拉斷前，還會稍許伸長到一定的長度，這表明材料有一定的塑性。延伸率是表示材料塑性好壞的一個量，它就是伸長的長度和原來長度的比值：

$$\text{延伸率}(\sigma) = \frac{\text{試棒伸長後最大的長度} - \text{試棒原來的長度}}{\text{試棒原來的長度}} \times 100\%$$

延伸率愈大，材料的塑性愈好、愈韌；延伸率愈小，表示材料的脆性愈大。

3. 硬度——材料抵抗比它更硬物體壓入它內部的能力叫做材料的硬度。本書表示硬度大小所採用的硬度值——布氏硬度值 (H_B) 是這樣求得的：加一定的負荷於一個淬硬的鋼球上，使鋼球緩慢地陷入材料表面，然後除去負荷，根據鋼球在材料表面所留下壓印面積的大小，可測出硬度值 H_B 。如果加在鋼球上的負荷一定，壓印面積愈小，表示材料愈硬， H_B 值也愈大。反之， H_B 值愈小。 H_B 單位就是公斤/公厘²。

要对鑄鐵内部的結構进行簡略的討論。

鑄鐵的内部包括下面几种結構：

1. 純鐵体——它是一种几乎不含碳的鐵。在显微镜观察下純鐵体呈灰白色（圖2），并有明显的顆粒狀的外形。这些顆

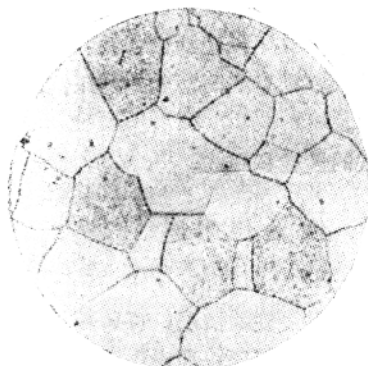


圖2 純鐵体显微結構。

粒称为品粒。品粒和品粒之間的交界處叫做晶界。純鐵体的性質近似純鐵，很柔軟。

2. 滲碳体——滲碳体就是碳化鐵(Fe_3C)。它是鐵和碳兩種元素的化合物。它的性質恰与純鐵体相反，很硬(硬度 H_v 超过700公斤/公厘²)，并且很脆，沒有絲毫延伸率。滲

碳体在显微镜观察下具有銀白色的光澤（如封二圖1上所示的銀白色部分）。

3. 珠光体——珠光体是純鐵体和滲碳体混合在一起的結構。它們之間是一層一層交錯地排列着。在显微镜下面可以看到这种結構显出了跟珍珠表面相近似的紋路和光澤（如封二圖2）。如果显微镜不能將珠光体中層次的結構显明出来，則珠光体在显微镜下呈暗色（如封二圖1上的暗色部分）。珠光体的性質是介于純鐵体和滲碳体之間，也就是硬度和强度比純鐵体高，延伸率比純鐵体低，但脆性并不大，因为珠光体中滲碳体的量要比純鐵体少得多（大約只有純鐵体量的 $\frac{1}{4}$ ）。純鐵体和珠光体的机械性能的比較如表1。

4. 石墨——鑄鐵中既不貯存在純鐵体内，也不跟鐵化合

表 1.

純鉄体和珠光体的比較

性 能	珠 光 体	純 鉄 体
硬度 H_B 公斤/公厘 ²	180	80
拉断强度 σ_b 公斤/公厘 ²	85	30
延伸率 $\sigma\%$	10	40

成渗碳体，而是由許多微細顆粒結合而成的碳粒，我們叫它为石墨。石墨和純鉄体比較，强度几乎等于零，更談不到硬度和延伸率。石墨能够以多种形狀出現在鑄鉄內，如有長条形、細片形、棉絮狀、球狀等。

上述四种結構中的渗碳体、純鉄体和珠光体因它們都含有鉄的成分，并且在鑄鉄的結構中占据多数，因此通称它們为金屬基体。而石墨含量較少，对鑄鉄的性能又起着不良的作用，就叫它为石墨杂质。

正由于在鑄鉄中金屬基体的相对含量不同，以及石墨存在的量、形狀、大小和分布的不同，这就决定了各种鑄鉄具有不同的性能。

当我们初步了解鑄鉄內部的各种結構及其性能以后，我們就能够进一步深入研究各种鑄鉄和其性能的区别，从而来决定它們的用途。

2. 鑄鉄的分类和用途

鑄鉄主要可分白口鉄、灰口鉄、变质鑄鉄、可鍛鑄鉄、球墨鑄鉄和合金鑄鉄六种。以下我們將分別介紹它們的性質和用途。

1. 白口鉄 白口鉄中的碳全部是呈渗碳体形态存在，如封二圖 1 所示。圖中暗色部分是珠光体，白亮基体是渗碳体。由于这种鉄的断面是呈銀白色的，所以叫它白口鉄。

白口鐵的結構中滲碳體含量較多，這就說明它的性質既硬而且脆，是不能進行任何錘鍛、軋壓、切削等加工的，因此它只有用鑄造（翻砂）的方法製造器件。一般可以說沒有任何一個生產者敢用脆性很大的白口鐵來製造物件，即使用鑄鐵法時也很少採用白口鐵。只當製造某些表面需要很高硬度的大型鑄件時才使用它。如製造輾壓軋輥和冷鑄車輪等，它們的表面要求有高的硬度和耐磨性，因此在表面上就用了白口鐵，在這些鑄件的深處還不是白口鐵的結構，而是灰口鐵（什麼叫灰口鐵下面將要介紹）。

白口鐵也有其他的用途，例如制拉板、犁頭、壓延機、粉碎用的鐵球等。雖然白口鐵的直接用途不廣，但是在工業上有廣泛用途的“可鍛鑄鐵”（俗稱馬鐵）却是用白口鐵作原料製成的。另一方面，在冶金工廠中，白口鐵仍作為半成品生產着，這就是所謂“煉鋼生鐵”，用它來作為煉鋼的原料。

2. 灰口鐵 灰口鐵中的碳是全部或部分呈石墨片形存在的，石墨形狀如圖3黑色部分所示。由於白色的金屬基體和暗

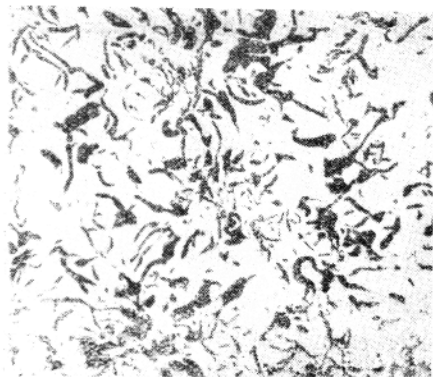


圖3 灰口鐵中的石墨形狀。

黑色的石墨片相混合，在鑄鐵的斷面呈暗灰色，所以叫做灰口鐵。

灰口鐵跟白口鐵一樣，也是從煉鐵爐中由礦石熔煉出來的。如果鐵水中含矽和碳的量較少，或者鐵水澆鑄後很快就凝固和冷卻，那末容易

得到白色断面的鑄鉄——白口鉄。与此相反，如果鉄水含矽和碳量較多，或者鉄水澆鑄后冷凝得較緩慢，那末容易得到灰色断面的鑄鉄——灰口鉄。

灰口鉄鑄件在工業上的应用比任何金屬、鑄鉄更为广泛，不論是机械制造、冶金、化学、建筑、国防工業，以及家庭用具，都不能缺少灰口鉄鑄件。按全部机械重量來說，灰口鉄重量占 50% 左右；按全部鑄件重量来計算，灰口鉄占十分之七八。由此可見，灰口鉄在工業上的应用是何等重要！

为什么人們对灰口鉄如此重視并广泛地应用呢？这主要是因为有下列几方面的优点：

1) 来源丰富，制造的成本比較低廉。我們知道煉鉄高爐是所有生产金屬的熔煉爐中容量最大、产量最多的爐子。普通高爐在一晝夜中能煉出 700 吨到 1,500 吨生鉄，苏联最大的高爐可达 2,000 吨以上。而灰口鉄只要把鉄矿、燃料和溶剂放在高爐中就能煉成。灰口鉄不像鋼还需要經過复杂的煉鋼操作，因此在制造成本方面就比鋼要低廉得多了。格尔梭維支教授在 1949 年比較鑄件的平均成本如下：

灰口鑄鉄	可鍛鑄鉄	鋼	有色金屬
100	130	160	600

2) 鑄造性能好。液体合金的鑄造性能主要包括兩方面：

I. 流动性 液体合金在澆入鑄型时，能填滿鑄件各个凹凸部分的能力叫做液体合金的流动性。流动性差的液体合金，在澆入鑄型后，往往不能全部充滿鑄型的內部，某些部分得不到金屬的填补，出現鑄件“掉肉”的缺陷，使鑄件成为廢品。灰口鉄就是属于流动性特別优良的合金。好的流动性能使我們得到用机械加工也很感困难的、甚至是不可能用其他方法制造的外形复杂的零件。另一方面，可使鑄出的物件更接近于成品的形

狀，因而节省了鑄件的加工手續和時間，減低了加工費用。

例如矿山机械中有許多大型的齒輪，汽車拖拉機制造業中的汽缸組、离合器、變速箱、制動裝置等的零件，它們外形雖然比較複雜，但用灰口鐵仍能澆鑄成滿意經用的器件。

Ⅱ. 收縮性 液体金屬在鑄型中从凝固开始，經過凝結过程到平常溫度，会引起体积的变化，它的体积膨脹和收縮的总和叫做收縮性。如果鑄件的鑄型設計得不良，收縮性大的金屬就会使鑄件产生集中的收縮部分，或多孔性的部分。这些部分形成以后，往往使鑄件走样，降低机械性能，变成了廢品。灰口鐵中由于石墨的存在，使鐵水凝固和冷却时的收縮性减小。这因为石墨比較疏松，并占据了一定的体积，因此可以抵消一部分鐵水因凝固时所造成的收縮。例如在相同的条件下，如果灰口鐵的收縮值是0.8—1.2%，而碳鋼的收縮值是1.8—2.2%。

3) 有好的机械加工性。由于灰口鐵中有柔軟的石墨片存在，因此它在切削加工时就比較方便。因为石墨片的存在破坏了金屬基体的完整性，因而在切削时容易产生鉄屑，并且这些鉄屑能很快地脫落下来，使切削材料的表面光滑，并成为尺寸准确的切削制品。另一方面石墨又起潤滑剂的作用，因此切削刀具的磨損很小，并且还可以允許高的切削速度，使机床充分地發揮它的生产能力。

4) 有优良的抵抗磨損的性能和吸收震动的能力。在工業上有許多机件是在剧烈的磨擦作用下进行工作的。例如蒸汽机和內燃机里的汽缸，它們在工作时連續不断地受到活塞往返地磨擦，因此对汽缸不仅要求能耐磨擦，并且要具有潤滑的作用，讓活塞比較省勁、自由地作往返运动。用灰口鐵制成的汽缸，基本上就能滿足这二个要求。因为在灰口鐵結構中有硬的金屬基

体——珠光体，它能起抵抗磨擦力的作用，减少机件的磨损。另一方面，灰口铁中柔軟的石墨也能起潤滑剂的作用，減小了活塞和汽缸的磨擦作用，使活塞行动得到方便。同时，当石墨从金屬基体上磨掉后，在汽缸壁上就出现了無數的小空洞，这些空洞可以貯存潤滑油，因而大大地減小了活塞和汽缸壁的磨损，延長了汽缸的寿命。許多运轉机械上的油泵、水泵、气閥、水閥和蒸汽閥等，在工作时都要承受着摩擦作用，如果用灰口铁制造这些机件，就很合适。

由于石墨的存在，灰口铁具有很强的吸收震动的能力（耐震性好）。有很多巨大机器的机座（譬如切削机床的車架），在工作时，由于馬达和許多齒輪的轉动，以及切削刀具切削硬的物件，都使机床产生很大的震动。如果不消除这些震动，車床就只能在动盪不定的环境下工作，那怎能車削出尺寸很精确的零件呢？如果支持車床的机架能吸收机床的震动，就好像彈簧能減緩震动的能力一样，那車床就会固定在平稳的支座上工作，保证了工作的質量。石墨在鑄铁中就能起吸收震动的作用，因此各种金屬切削机床的車架常用灰口铁制造。除切削机床的机座外，柴油机机座、压力机与鍛錘机的机座、运输机械的支梁等，也可用灰口铁制成。

灰口铁虽然有上述这些优点，但是也不能忽視它的缺点。灰口铁的缺点就是它的机械性能較差，也就是說它的拉断强度总是比鋼低，只有鑄鋼的 $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ ，約在20公斤/公厘²左右；同时灰口铁多半是比較脆的，延伸率几乎等于零。

为什么灰口铁的机械性能如此低呢？前面已經指出，鑄铁的性能是由它內部結構所决定的，也就是由鑄铁中的金屬基体和石墨片杂质所决定。石墨是柔軟不坚固的非金屬夹杂物，它在鑄铁內部的存在，好像使金屬基体内形成許多裂縫和空洞。

这就把一塊比較完整的金屬基体分裂成許多斷斷續續的金屬塊，削弱了整个金屬基体的强度。毫無疑問，这会使灰口鉄的延伸率降低，使灰口鉄失去承受任何鍛造变形的能力。石墨片越粗大，并且分布得越不均匀，它对鑄鉄的性質是起着越坏的作用的。另一方面，灰口鉄的机械性能还受到金屬基体的影响。如果金屬基体全部是由純鉄体組成的（圖4），則这类灰口鉄的强度和硬度就要比金屬基体全部由珠光体組成的灰口鉄（封二圖3）低。如果在金屬基体中既有珠光体又有純鉄体（封二圖4），那末这类鑄鉄的强度和硬度介于前二者之間。



圖4 純鉄体灰口鉄显微結構——白色純鉄体基体上分布着条狀的石墨。

虽然灰口鉄在拉力强度方面表現得很差，但是在压力的作用下，灰口鉄就表現出良好的耐压性能，因为石墨在压力的作

用下，它所起的坏影响（割裂基体的作用）就不太显著了。因此，在许多承受很大压力的机座和支持台架等就常用灰口铁铸成。例如空气阀和燃气阀的阀座，冶金工厂中马丁炉和加热炉前工作平台的台板等庞大的支架，如果采用铸钢，未免太不经济，如果采用灰口铁，那真是价廉物美、经济耐用的材料了。

灰口铁还可以作为建筑物的柱子、火车车厢的轴箱、巨型的砂箱、高炉的炉缸炉腹和炉胸的冷却器、渣口的拱门及外渣口等的材料。

灰口铁不仅在工业上的用途很广，在其他方面也有广泛的用途。例如家庭用具方面，灰口铁制成的物件是很常见的，取暖设备、卫生设备、加热用具及某些制成的器皿等都是用灰口铁制成的。

前面已经讲过，灰口铁的主要缺点是强度太低，制成品太笨重。这些缺点对上述一些用途来说，妨碍并不算大。但是，随着工业日新月异地发展，对铸铁性能的要求也愈来愈高，灰口铁在某些方面就不能适合需要，对它的性能必须进行一些改良。

近二十余年来，人们对如何提高灰口铁强度提出一系列的方法。我们知道正因为影响铸铁的机械性能的因素是金属基体的种类和石墨的大小、形状及分布情况，因此要想提高铸铁的机械性能就需要从这两方面着手：1）提高金属基体的机械性能；2）改善石墨的大小、形状和分布状况。

下面所讲的就是几种经过不同处理方法而提高机械性能的铸铁。

3. 变质铸铁 经过变质处理后的铸铁叫做变质铸铁。

什么叫变质处理呢？所谓变质处理就是在出炉后的铁水里加入某些物质，使铸件中石墨片的分布状况和金属基体的结构