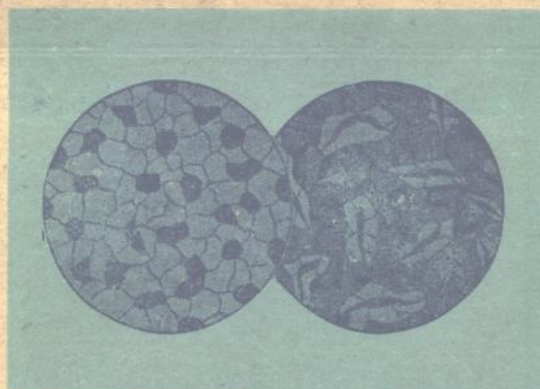


苏联鑄造工人科学普及丛书

Б. П. 扎哈洛夫 著

鋼和鑄鉄的性能与組織



机械工業出版社

75.6/129

苏联 Б. П. Захаров 著 'Свойства и структура стали и чугуна' (Машгиз 1956 年第一版)

\* \* \*

著者: 扎哈洛夫 譯者: 錢世民

NO. 1951

1959 年 4 月第一版 1959 年 4 月第一版第一次印刷  
787×1092  $1/32$  字数 44 千字 印張 1  $15/16$  0,001— 8,050 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 T15033·1817

定 价 (9) 0.22 元

## 出版者的話

[苏联鑄造工人科学普及丛书] 共分两輯，第一輯由八本篇幅不多的小冊子組成，第二輯由十本組成。這些小冊子都通俗地介紹了有关鑄造生产某一方面的知識，对鑄造工人进一步掌握鑄造生产的原理和实际工作会有帮助。

这套丛書的第二輯介紹的是熔鑄各种鑄件的理論和实际工作方面的知識。它包括下面十本小冊子：1. [鋼和鑄鐵的性能与組織]；2. [鑄鐵鑄件和鋼鑄件的爐料和它的制备]；3. [鑄鐵的冲天爐熔化]；4. [鋼的电爐熔煉]；5. [金屬的澆鑄和凝固]；6. [鑄件的清澗和清理]；7. [鑄鐵鑄件]；8. [鋼鑄件]；9. [鋁合金鑄件]；10. [銅合金鑄件]。

本書是第二輯的第一本。它比較系統地介紹了鋼和鑄鐵的化学成分、熔煉方法及性能。并詳細地講解了測定各种性能的方法和原理。另外，本書以一半左右的篇幅介紹了鋼和鑄鐵的組織結構，以極通俗的敘述方式講解了鋼、鐵在加热时的組織变化，并結合圖表加以說明。

本書适于 2~5 級的鑄工同志閱讀。

# 目 录

|              |    |
|--------------|----|
| 鋼和鑄鉄         | 3  |
| 單純物質和复杂物質    | 3  |
| 合金是怎样制得的     | 5  |
| 鋼和生鉄是怎样制得的   | 6  |
| 鋼            | 7  |
| 鋼的分类         | 9  |
| 鑄鉄           | 12 |
| 碳的两种形式——两种鑄鉄 | 13 |
| 这和什么有关系      | 14 |
| 鋼和鑄鉄的性能      | 16 |
| 最重要的性能       | 16 |
| 什么是机械性能      | 17 |
| 怎样測定机械性能     | 18 |
| 哪一种性能比較重要些   | 21 |
| 塑性           | 22 |
| 鋼的机械性能       | 23 |
| 鑄鉄的弯曲試驗      | 25 |
| 冲击韌性         | 26 |

|                      |    |
|----------------------|----|
| 硬度                   | 28 |
| 灰口鑄鉄的分类              | 29 |
| 鋼和鑄鉄的組織              | 32 |
| 組織是什么                | 32 |
| 研究組織的方法              | 33 |
| 金相分析                 | 34 |
| 鋼的显微組織               | 37 |
| 加热时鋼显微組織的变化          | 39 |
| 鋼的状态圖                | 43 |
| 鋼的热处理                | 46 |
| 鑄鉄的显微組織              | 49 |
| 灰口鑄鉄的組織              | 52 |
| 为什么灰口鑄鉄的强度比鋼<br>的强度低 | 55 |
| 澆包中的冶金过程             | 57 |
| 高强度鑄鉄                | 59 |
| 結束語                  | 62 |

## 出版者的話

[苏联鑄造工人科学普及丛书] 共分两輯，第一輯由八本篇幅不多的小冊子組成，第二輯由十本組成。这些小冊子都通俗地介紹了有关鑄造生产某一方面的知識，对鑄造工人进一步掌握鑄造生产的原理和实际工作会有帮助。

这套丛書的第二輯介紹的是熔鑄各种鑄件的理論和实际工作方面的知識。它包括下面十本小冊子：1. [鋼和鑄鐵的性能与組織]；2. [鑄鐵鑄件和鋼鑄件的爐料和它的制备]；3. [鑄鐵的冲天爐熔化]；4. [鋼的电爐熔煉]；5. [金屬的澆鑄和凝固]；6. [鑄件的清澇和清理]；7. [鑄鐵鑄件]；8. [鋼鑄件]；9. [鋁合金鑄件]；10. [銅合金鑄件]。

本書是第二輯的第一本。它比較系統地介紹了鋼和鑄鐵的化学成分、熔煉方法及性能。并詳細地講解了測定各种性能的方法和原理。另外，本書以一半左右的篇幅介紹了鋼和鑄鐵的組織結構，以極通俗的敘述方式講解了鋼、鐵在加热时的組織变化，并結合圖表加以說明。

本書适于 2~5 級的鑄工同志閱讀。

# 目 录

|              |    |
|--------------|----|
| 鋼和鑄鉄         | 3  |
| 單純物質和复杂物質    | 3  |
| 合金是怎样制得的     | 5  |
| 鋼和生鉄是怎样制得的   | 6  |
| 鋼            | 7  |
| 鋼的分类         | 9  |
| 鑄鉄           | 12 |
| 碳的两种形式——两种鑄鉄 | 13 |
| 这和什么有关系      | 14 |
| 鋼和鑄鉄的性能      | 16 |
| 最重要的性能       | 16 |
| 什么是机械性能      | 17 |
| 怎样測定机械性能     | 18 |
| 哪一种性能比較重要些   | 21 |
| 塑性           | 22 |
| 鋼的机械性能       | 23 |
| 鑄鉄的弯曲試驗      | 25 |
| 冲击韌性         | 26 |

|                      |    |
|----------------------|----|
| 硬度                   | 28 |
| 灰口鑄鉄的分类              | 29 |
| 鋼和鑄鉄的組織              | 32 |
| 組織是什么                | 32 |
| 研究組織的方法              | 33 |
| 金相分析                 | 34 |
| 鋼的显微組織               | 37 |
| 加热时鋼显微組織的变化          | 39 |
| 鋼的状态圖                | 43 |
| 鋼的热处理                | 46 |
| 鑄鉄的显微組織              | 49 |
| 灰口鑄鉄的組織              | 52 |
| 为什么灰口鑄鉄的强度比鋼<br>的强度低 | 55 |
| 澆包中的冶金过程             | 57 |
| 高强度鑄鉄                | 59 |
| 結束語                  | 62 |

## 鋼 和 鑄 鐵

鋼和鑄鐵……這是我們大家多么熟悉的普通詞兒啊！誰不知道什麼是鋼或什麼是鑄鐵呢？鑄造工人用鋼和鑄鐵制成鑄件，機械加工工人在機床上加工鑄件，裝配工人將鋼鑄件和鑄鐵鑄件裝配成各種不同的機器和機構。難道他們不知道什麼是鋼和什麼是鑄鐵嗎？

事實上，所有的鑄造工人都知道鋼和鑄鐵是合金的。他們也知道這些合金的基礎是鐵。但是，不見得所有的鑄造工人都能明白合金到底是一種什麼東西，合金的性質如何，以及在談到合金及其性質的時候為什麼幾乎常常使用一個令人不太了解的詞兒——“組織”。

上面這些問題都應搞清楚。這本小冊子就是為希望搞清楚這些問題的人編寫的，雖然，通過這本小冊子只能使這些同志搞清楚一些主要問題。

### 單純物質和複雜物質

我們周圍的世界和其中存在着的一切東西，都是物質的各種形式——各種不同的物質。物質的數量是極多的。有些物質以成品的形式存在於自然界中，例如砂子、粘土、水、花崗石、石油、礦石、各種不同的礦物。另一些物質是在工廠或實驗室中由人工制成的。這就是紙、磚、橡膠、瓷器、塑料、礦物油、紡織品等。合金也是人工制成的物質。在自然界中幾乎還沒有碰到過成品形式的合金。例如，自然界中既沒有鋼也沒有鑄鐵。

00466

合金是一些复杂物質，它是由两种或几种單純物質組成的。对于自然性質沒有根本上的改变，且不能再分解成更簡單的物質的物質叫做單純物質。單純物質也叫做化学元素。

总之，合金就是以人工方法用元素制成的复杂物質。

現在已發現的化学元素有一百多种，其中大多数(80种左右)是金屬。鉄、銅、鋁、鎂、錳、鎳、鉻、鎢、鈳、水銀等都是金屬。一切金屬都是彼此各不相同的。但它們都有一些共同点：它們都是可以鍛造的；有很好的导热性和导电性；具有所謂“金屬光澤”。在常溫(室溫)下，除水銀外，所有金屬都呈固体状态。

其余元素沒有这些特点。这些元素叫做非金屬元素或类金屬元素。类金屬比金屬少得多，总共約有 20 种。属于类金屬元素的有硫、磷、硅、碳等。混合成空气的两种气体——氧和氮属于非金屬元素这一类。

鋼是由鉄(它在合金中占98~99%)和碳組成的。除这些主要元素外，鋼还含有錳、硅、磷、硫等雜質。鑄鉄同样也是由組成鋼的这两种元素組成的，但鑄鉄中的鉄較少(92~96%)，其它元素較多些。

黃銅是由銅和鋅两元素組成的合金。青銅同样也是合金，它是由銅和錫組成的(錫青銅)，或是由銅和鋁組成的(鋁青銅)，或是由銅和鉛組成的(鉛青銅)。因而，每一种合金最少都是由两种元素組成的，許多合金是由三种、四种以及更多的化学元素組成的。

所有組成合金的元素对合金性質的影响是各有不同的。有些元素是基本的，是完全必要的；沒有这些元素合金也就不存在了。鉄和碳就是鋼中的基本元素。合金中的其它元素不是必要的，沒有这些元素合金也能存在。这些元素就是雜質。一般說来，不



是有意識地加入合金內的化學元素，而且其存在（在一定的限度內）不改變合金的性質的都叫做雜質。雜質一般是不可避免的。它們都是在製造合金時進入合金的。例如：可以使鋼中硅，錳含量很低，但不可能制出不含硅和錳的鋼來。

在以後談到鋼和鑄鐵的時候，我們應認為它們僅僅是由基本元素——鐵和碳組成的。這樣對我們研究鋼和鑄鐵來說就方便得多。到我們研究與鋼和鑄鐵有關的主要問題時，我們再提出“雜質”這一問題來，並研究它們有哪些影響。

### 合金是怎樣制得的

為了製造某一種合金，必須取組成合金的各基本元素，並將它們熔合。例如，如果我們要製造黃銅，我們就得取銅和鋅並將它們熔合。

但從哪里能得到銅和鋅呢？自然界中有這些元素——銅和鋅嗎？原來，自然界中可以說沒有現成的純銅和純鋅。天然銅偶而還能碰到，但自然界中是根本沒有天然鋅的。銅、鋅及其它一切金屬在自然界中幾乎都是以礦石形式存在的。礦石是含有金屬的天然礦物。金屬以各種化學化合物的形式存在其中。例如，銅礦中銅以硫化物或氧化物形式存在。鋅礦中鋅也以硫化物的形式存在。錫礦中含有錫的氧化物。

但礦石不僅僅只含有金屬與硫或氧的化學化合物。每一種礦石中還都含有很多其它物質：如砂子、石灰石、粘土、晶石。這些物質叫做廢石。認為廢石中完全不含金屬是不正確的，例如，石灰石中含有金屬鈣，粘土中含有金屬鋁。但在我們所談的情況下，開采銅礦不是為了得到這些金屬。開采銅礦是為了得到銅，而不是為了得到鈣和鋁。所以，銅礦中一切不含銅的物質，不論其是

否含有其它金屬，都叫做廢石。

为了从某些矿石（例如銅矿）中制得主要的純金屬（銅），就必須首先将这个主要金屬的化合物和廢石分离，然后再将这个化合物分解，以得到純金屬。冶金工人負責解决这一非常复杂而又困难的任务。我們鑄造工人則用冶金工人制得的純銅、純鋅、純錫、純鋁熔制成我們所需的合金：如黃銅、青銅等。

### 鋼和生鉄是怎样制得的

煉制鑄鉄过程的一般特点是这样的。將鉄矿石（其中鉄是以鉄与氧的化合物而存在的）和焦炭及石灰石一同裝入高爐中。焦炭燃燒并在高爐中产生很高的温度（达 $1700^{\circ}\text{C}$ ）。在这个温度下，高爐中便产生复杂的化学反应：由鉄中分离出来的氧和从焦炭中分离出来的碳化合成一氧化碳，并以气体的形式經過爐頂由高爐中排出。鉄从氧化物形态还原成純鉄。

但是，从氧化物还原的鉄，不可能在高爐中長期保持純鉄的形式，因为鉄与焦炭接触，焦炭中的碳便与鉄熔合。这样便得到鉄与碳的合金——生鉄。鉄矿中的廢石与石灰石化合，并因此很容易熔化而形成能浮在生鉄液面上的熔渣。此熔渣不断从高爐的出渣口排出。

在高爐中熔融的生鉄，由出鉄口注入大的生鉄澆包內，并送去澆成錠塊或直接送到煉鋼車間煉鋼。冶金工厂一般是在馬丁爐中将生鉄煉成鋼的。鋼和生鉄的不同点只是鋼中所含的碳和雜質較少。馬丁爐煉鋼的任务就是要將大部分的碳和雜質氧化掉，并排除所形成的氧化物。

为此，將过量的空气与燃燒用的煤气或石油一起吹入馬丁爐中。空气中的氧使熔融金屬的表面氧化并形成氧化鉄。氧化鉄由

爐渣進入熔融的金屬中，但它存在的時間並不長。碳、硅、錳、磷、硫與氧的亲合力都比鐵強，容易奪取氧化鐵中的氧而形成自己的氧化物。碳和硫的氧化物都是氣體，因此它們以氣泡的形式浮到金屬的表面上來，並經過爐渣層跑到大氣中去。其餘雜質——硅、錳、磷的氧化物呈固態或液態；它們能上浮並轉移到爐渣中去。

熔融的生鐵中碳和硅的含量逐漸減少，最後生鐵變成鋼。為了使碳和雜質的氧化過程加快，有時向熔融的金屬中加入鐵礦石。

在馬丁爐中制得的鋼含有大量的氧。這對鋼的性質有着有害的影響：這樣的鋼很脆，在軋制和鍛造時會產生裂紋。所以在由爐中放出鋼水以前，應使鋼脫氧，也就是說，去掉溶解在鋼中的氧。為此，要往鋼水中投入特殊的合金——錳鐵和硅鐵。硅鐵是鐵與硅的合金；錳鐵是鐵與錳的合金。硅和錳能與溶解在鋼中的氧化合，並以氧化物的形式轉移到爐渣中。鋼中的氧即清除掉了。

在機械制造工廠的異型鑄鋼車間中，將鋼水澆入鑄型中。在鑄型中凝固了的鋼便成了鑄件。

## 鋼

總之，鋼是合金。組成鋼的主要元素是鐵和碳。在不同牌號的鋼中含碳量可從萬分之幾到百分之一點五以上。

鋼的一切性質都決定於鋼的含碳量。鋼的含碳量越高，則鋼的強度越高，脆性也越大，並具有較高的硬度。但是，隨着鋼含碳量的增加，鋼的塑性和韌性都變小。含碳量多的鋼，其彎曲、鍛壓及拉延均比含碳量少的鋼困難。

鋼的含碳量越多，則鋼的焊接越困難。這就是焊接結構在大

多数情况下都用低碳鋼制造的原因。鋼的鑄造性能也决定于鋼的含碳量：含碳量越高，則鋼的熔点越低，流动性越好，体积收縮也越大。

除碳以外，每一种鋼中也都含有錳、硅、磷、硫。在普通鋼中，这些元素的含量不高，而且它們都是雜質。

正像我們已看到的那样，錳和硅是为了使鋼脫氧而故意在熔煉完畢后加入鋼內的。因此，錳和硅是有益的雜質。

磷和硫却是另一回事了。对于大多数鋼來說，它們都是有害雜質。这些元素使鋼的塑性和韌性显著地变坏。含磷量較多的鋼很脆，特別是在低溫（严寒）的情况下。有过这样的情况：冬天，在西伯利亞严寒的气候里，用含磷量較高的鋼軋制成的軌道出現过裂紋。

硫同样也能使鋼变得很脆，但与磷的作用有所不同，硫使鋼在高溫（鋼的軋制或鍛造溫度）下發脆。如果鋼的含硫量高，則鋼在鍛造或軋制时会生裂紋。硫使鋼具有热脆性。

磷和硫是由生鉄轉入鋼中的，而生鉄中的磷和硫則是在高爐熔煉过程中由矿石和焦炭中轉入的。如果要能将鋼中的这些有害雜質完全清除掉，那是最好不过了。但这是不可能實現的，所以就應該尽力使鋼中磷和硫的含量减少到最小，这一点只有在現代煉鋼技术的水平上才能达到。在普通鋼中，磷和硫的含量都不应超过0.05%。在質量較优的鋼中，甚至如此微量的磷和硫也都有有害的影响，因而这类鋼中仅允許有0.04%，而在高質量鋼中仅允許0.03%。

某些鋼中，特別加入一些普通鋼中所沒有的元素：鉻、鎳、錳、鈳等，以提高其性能。这类鋼叫做合金鋼，特別加入合金中的那些元素（鉻、鎳及其它等）叫做合金元素。与合金鋼不同，不

含有合金元素的普通鋼叫做碳鋼。

少量合金元素(1~4%)首先是提高鋼的強度。如果將含碳量相同的兩種牌號的鋼——碳鋼和合金鋼互相比較一下，那麼可以看出，合金鋼的強度高於碳鋼，有時高得很多。

如果鋼中的硅和錳大於一般含量——硅大於0.8%，錳大於1%的話，那麼硅和錳也算作合金元素。特別是在機器製造業中廣泛採用的硅彈簧鋼，其中含硅量約為1.5~2.0%。

合金元素含量高(10%和高於10%)能使鋼具有普通碳鋼所沒有的特殊性能。例如，往鋼中加入12~14%鉻，可使鋼變成不銹鋼。往鋼中加入12~14%錳，可使鋼具有很高的耐磨性，很多在工作中承受強烈摩擦的零件(掘土機斗部零件，抓取機零件及破碎機的頰板等)都是用高錳鋼製成的。加熱到高溫(1000°C)也不氧化的抗氧化的特殊鋼(常常錯誤地叫做耐熱鋼)約含有20%鉻，15~25%鎳和2%左右的硅。熱處理爐(例如馬弗爐)的一些構件就是用這種鋼製成的。

## 鋼的分類

根據用途不同，所有的鋼可分成結構鋼和工具鋼兩類。結構鋼可製成機器的零件：輾子、軸、彈簧、螺栓、螺釘、螺帽、齒輪、蝸杆、蝸輪葉片以及焊接結構。承受負荷較小的機器零件採用碳素結構鋼。承受負荷較大的零件採用合金結構鋼：鉻鋼、鉻鎳硅鋼、鉻錳鋼。

工具鋼用來製造齒子、車刀、銑刀、鑽頭、絲錐、鉸刀、各種模具及許多其它工具。

碳鋼(包括結構鋼和工具鋼)的分類是以含碳量為基礎的。每一種碳鋼都屬於某一定的牌號。碳鋼的牌號是非常多的。專門

的国家标准把主要的牌号法定起来了。苏联现行的国家标准叫做ГОСТ。“ГОСТ”是全苏国家标准的简称。

普通质量的碳素结构钢，其通用标准为ГОСТ 380-50(380——标准的编号，50——规定这个标准的年代或修改标准的年代)。这个标准把钢规定为七个基本牌号：Ст. 1, Ст. 2, Ст. 3, Ст. 4, Ст. 5, Ст. 6 和 Ст. 7。字母“Ст”代表钢，而数字则代表钢的牌号。数字越大，钢中的含碳量就越高，这一点从下列数据就可以看出来：

| 钢的牌号  | 含碳量(%)    |
|-------|-----------|
| Ст. 1 | 0.07~0.12 |
| Ст. 2 | 0.09~0.15 |
| Ст. 3 | 0.14~0.22 |
| Ст. 4 | 0.18~0.27 |
| Ст. 5 | 0.28~0.37 |
| Ст. 6 | 0.38~0.50 |
| Ст. 7 | 0.50~0.63 |

除普通质量的碳素结构钢以外，还有优质碳素结构钢，这种钢的化学成分和性能在ГОСТ 1050-52中规定下来了。优质碳素结构钢一共有16个牌号。这类钢的牌号用两位数字表示，这两位数字就是钢中含碳量的万分数。例如，牌号为30的钢，其中含碳量是0.30%。

优质碳素结构钢比普通质量的碳素结构钢有较好的性能。它们的强度较大，塑性及韧性较好，但是它们的成本自然也要高一些。所以这种钢用来制造比较重要的零件。

铸造用碳钢（铸钢）的牌号用ГОСТ 977-54标准把它规定下来了。这个标准规定有9种牌号的钢。铸造用钢的牌号的表示法与优质碳钢的牌号相同，也是用两位数字表示，但在数字后面

加土一个俄文字母Л(鑄造的): 15Л, 20Л, 25Л, 30Л, 35Л, 40Л, 45Л, 50Л及55Л。这些鋼的化学成分如下:

| 鋼的牌号 | 含碳量(%)    | 鋼的牌号 | 含碳量(%)    |
|------|-----------|------|-----------|
| 15Л  | 0.12~0.20 | 40Л  | 0.37~0.45 |
| 20Л  | 0.17~0.25 | 45Л  | 0.42~0.50 |
| 25Л  | 0.22~0.30 | 50Л  | 0.47~0.55 |
| 30Л  | 0.27~0.35 | 55Л  | 0.52~0.60 |
| 35Л  | 0.32~0.40 |      |           |

牌号为15Л和20Л的鋼, 含錳量应在0.35~0.65%范围内; 其余牌号的鋼, 其含錳量是0.50~0.80%。所有鑄造用鋼的含硅量相同, 是0.17~0.37%。

根据鋼的質量和鑄件的重要程度不同, 鑄鋼可分为三类:

第一类——标准鑄件用鋼;

第二类——优質鑄件用鋼;

第三类——特优質鑄件用鋼。

这三类鋼在含碳, 含錳和含硅量方面完全相同。在含硫和含磷量方面, 它們稍有不同。含硫和含磷量的不同也取决于熔煉的方法: 在平爐和电弧爐中熔煉出来的鋼, 硫磷含量比在貝氏轉爐中熔煉出来的鋼要低些; 而且, 在具有碱性爐襯(由鎂砂制成)

表1 鋼的含硫量和含磷量

| 鑄件类别  | 硫, 不多于(%) |      |      | 磷, 不多于(%) |      |      |
|-------|-----------|------|------|-----------|------|------|
|       | 煉 鋼 的 方 法 |      |      |           |      |      |
|       | 碱性爐       | 酸性爐  | 轉 爐  | 碱性爐       | 酸性爐  | 轉 爐  |
| 标准質量的 | 0.05      | 0.06 | 0.07 | 0.05      | 0.06 | 0.09 |
| 優質的   | 0.045     | 0.06 | 0.06 | 0.04      | 0.06 | 0.08 |
| 特優質量的 | 0.045     | 0.05 | —    | 0.04      | 0.05 | —    |

的平爐及电弧爐中熔煉出的鋼，其硫磷含量應比在具有酸性爐底的平爐及电弧爐中熔煉出的鋼低，這一點從表 1 中可看出。

## 鑄 鐵

拿製造鑄件用的普通鑄鐵和普通碳鋼作為例子來比較一下，馬上便可以看出：鋼和鑄鐵中的含錳量差不多相同。但鑄鐵的含碳量和含硅量大約是鋼的 10 倍。

|          | 鋼          | 鑄鐵，      |
|----------|------------|----------|
| 含碳量..... | 0.12~0.60% | 3.0~3.6% |
| 含錳量..... | 0.35~0.80% | 0.5~0.8% |
| 含硅量..... | 0.17~0.37% | 1.8~2.4% |

鋼和鑄鐵中有害雜質的含量也不同。正象我們已經知道的那樣，鋼中的含硫量和含磷量限制在萬分之幾的範圍內，鑄鐵中硫和磷的允許含量則較高，以千分之幾計：普通鑄鐵中硫允許不大於 0.15%，磷不大於 0.5%。在冲天爐熔煉過程中想除去硫和磷是不可能的。更壞的是，在冲天爐中熔化鑄鐵時硫的含量有所增高，這是因為熔融鑄鐵與赤熱的焦炭直接接觸，而焦炭的灰分中含有大量的硫。

對於鑄鐵來說，硫也是有害元素。硫之所以有害是因為它能使鑄鐵的流動性顯著的變壞，含大量硫的鐵水成稠狀，便喪失了流動性能，不能很好地填充鑄型。此外，硫能使原來就脆的鑄鐵變得更脆。

因此，應尽可能減少鑄鐵中的含硫量。提高含錳量能使鑄鐵中硫的有害影響減輕到一定的程度。錳跟硫化合而形成化合物——硫化亞錳 ( $MnS$ )。這種難熔的化合物甚至在鐵水中都呈固態。因為它比鐵水輕，所以容易浮到鑄鐵液表面上并轉入爐渣



中。因此，錳至少能除掉鑄鐵中一部分硫。而且，如鑄鐵中仍保留有細小的硫化亞錳微粒，則它使鑄鐵質量惡化的程度也不如硫化鐵那樣強烈。

至于磷，對鑄鐵說來，不能算是有害雜質；在某些方面，它甚至是有益的：特別是磷能提高鑄鐵的流動性。所以在製造薄壁鑄件（例如排水管）時，故意將磷的含量增加到0.7~1.0%，製造壁非常薄的藝術品鑄件時，增到1.0~1.2%。當然，這種鑄鐵是比較脆的。

### 碳的兩種形式——兩種鑄鐵

鑄鐵的性能——首先是鑄鐵硬度——在很大的程度上取決於鑄件的冷卻速度。用同一個澆包將同一種普通成分的鑄鐵澆入兩個鑄型：砂型和金屬型（硬型）內。在鑄件凝固後將它們折斷。砂型中鑄出的鑄件斷口呈灰色，而在金屬型中鑄出的鑄件斷口呈白色。假若我們用銼刀試着將這兩個鑄件加一下工，就會發現銼刀“銼不動”在金屬型中鑄出的具有白色斷口的鑄件。這種鑄件也不能鑽孔。而同時在砂型中鑄出的有灰色斷口的鑄件却易于鑽孔并能很好地用銼刀加工。

這是怎麼回事呢？要知道，這兩個鑄件的化學成分沒有任何差別，同時也不可能有差別，因為這兩個鑄件是用同一個澆包的鑄鐵（也就是說用同一種化學成分的鑄鐵）鑄出的。那麼這究竟是一回事呢？

看來，問題全在於鑄鐵中的碳究竟以什麼形式存在。

鑄鐵中的碳可能以兩種形式存在：或者是純碳的形式——石墨，它很象用來做鉛筆心的石墨；或者是與鐵呈化合物的形式。碳與鐵的化合物叫做碳化鐵或滲碳體。滲碳體很硬同時又是很脆