

# 加錳結構鋼

B·A·楚卡諾夫著

王楷阳 胡庆坪 平煥坤 高明輝 譯

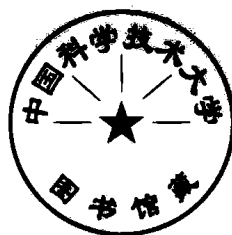
2.41

中国工业出版社

# 加 錳 結 构 鋼

B · A · 楚卡諾夫著

王楷阳 胡庆坪 平漢坤 高明輝 譯



中 国 工 业 出 版 社

作者根据多方面的試驗研究数据，論証了以較多的錳使結構鋼合金化的可能性，并批判了目前对錳元素的一些看法。

本书介紹了多元合金錳鋼的性能、熔煉和处理工艺及其应用范围。

本书对我国目前发展硅錳系合金鋼及寻找高强度結構鋼的代用鋼均頗有参考价值。

本书适合冶金工业及机械制造工业的金属材料科研单位和产品設計部門的工程技術人員閱讀。对高等院校金相及热处理专业的师生亦有裨益。

В. А. Цуканов

ЛЕГИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ МАРГАНЦЕМ

Машгиз 1959

\* \* \*

加 錳 結 構 鋼

王楷阳 胡庆坪 平煥坤 高明輝 譯

\*

机械工业图书編輯部編輯 (北京苏州胡同141号)

中国工业出版社出版 (北京修羅閣路西10号)

(北京市书刊出版事业許可証出字第110号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

\*

开本  $850 \times 1168 \frac{1}{32}$  · 印張  $6 \frac{7}{16}$  · 字数 158,000

1963年6月北京第一版·1963年6月北京第一次印刷

印数 0,001—2,497 · 定价(10-6)1.05元

\*

統一書号: 15165 · 2153(一机-463)

## 前 言

苏联的鋼产量逐年增加。为了满足机械制造业的需要，对特殊鋼和合金鋼的生产，以及对增加低合金鋼的生产給予极大的重視。

随着机械工业的发展，对改进机器的质量，減輕其重量，降低成本，延长使用寿命提出了一系列的要求。所有这些都要求采用大量的高强度鋼。而生产高强度鋼时，需要特殊的合金元素，其中很多属于稀缺元素（鎳，鉬，鎢等）。因高强度鋼价格昂貴，往往使其应用受到限制。

对汽車，拖拉机，农业机器等大量生产的产品來說，不能采用稀缺而昂貴的鋼种。用在大量生产的机器上的低廉高强度鋼种的缺乏，严重地阻碍着一系列技术問題的解决。因此，系統地寻求以非稀缺合金元素为基的高强度鋼种是非常现实的問題，应时刻引起研究人員的注意。

根据作者所做的試驗工作，可以証实现有的某些对錳的合金化作用的观点已經陈旧，并且妨碍进一步寻求新型錳基鋼种。

众所周知，苏联的錳矿蘊藏量很富，这就有可能生产出必需数量的不同牌号的錳鉄，并为在这方面的研究工作創造出良好的前提。

錳具有許多良好的性能，首先是它能提高鋼的强度极限和淬透性。問題是在于用新的观点来对待鋼的綜合合金化，以便更好地利用錳的这些有价值的性能。

根据本书載列的大量研究試驗結果，便有可能确定用錳使以其他合金为基的鋼合金化，从而制成具有良好机械性能和淬透性的鋼种。

目前，現有結構鋼的代用鋼，往往因其主要缺点——相对的

淬透性差和冲击韧性低，在很多情况下，不能代替一系列的合金鋼。

解决結構鋼的加錳問題对机械制造业的发展有重要意义，因为这可以节约大量的稀缺合金元素，降低鋼的成本，扩大机械制造业中采用高强度材料的可能，并延长单独部件及整体机器和車輛的使用寿命。

本书不仅对科研机关，而且对工厂技术人员有实际和科学意义，因为书中列举了许多錳基鋼种研究方面的广泛的实验資料和在生产試驗的基础上所得出的結論。

希望本书在探索錳基新鋼种方面，对更广泛地开展研究試驗工作有所帮助。

在这方面广泛的交流經驗，往往可以防止重复劳动和額外的物力消耗。

作者

# 目 录

## 前言

## 第一章 錳鋼和含錳合金的綜述。錳对鋼性能的影响 ..... 5

1. 常用的几种合金元素的概述..... 5
2. 錳在結構鋼中的作用..... 7
3. 工具鋼中的錳..... 9
4. 特殊合金中的錳..... 9
5. 錳及其对鉄碳系合金的影响..... 10
6. 含錳量低于2%的錳鋼的性能..... 14
7. 含錳量高于2%的錳鋼的性能..... 15
8. 各种合金元素分别对錳鋼性能的影响..... 19
9. 結論..... 22

## 第二章 不同含錳量和含碳量的錳鋼性能 ..... 23

10. 研究用鋼的成分和临界点 ..... 23
11. 加錳合金化鉄素体性能 ..... 31
12. 几种合金元素对加錳合金化鉄素体性质的影响 ..... 36
13. 低碳合金的組織 ..... 38
14. 含錳1~4%, 含碳0.10~0.35%的鋼的性能与  
    淬火温度的关系 ..... 40
15. 油淬及空冷时鋼的性能 ..... 47
16. 鋼在回火后的性能 ..... 50
17. 鋼的显微組織和晶粒度 ..... 55
18. 結論 ..... 57

## 第三章 添加合金元素对含錳3%的錳鋼性能的影响 ..... 61

19. 某些含錳3%的多元合金鋼的性能 ..... 62
20. 含3%Mn和Al的多元合金化錳鋼的性能 ..... 63
21. 同时添加硅和鉬对錳鋼性能的影响 ..... 76
22. 含鉬和鉍的多元合金化錳鋼的机械性能 ..... 78
23. 某些含錳高于3%的多元合金鋼的机械性能 ..... 81

|              |    |
|--------------|----|
| 24. 結論 ..... | 83 |
|--------------|----|

#### 第四章 以較高的錳使結構鋼合金化的原理。

|                   |    |
|-------------------|----|
| 含硅鉬的錳鋼的某些性能 ..... | 84 |
|-------------------|----|

|                                                    |     |
|----------------------------------------------------|-----|
| 25. 根据新的試驗数据評定錳的性能 .....                           | 84  |
| 26. 以較高的含錳量使結構鋼合金化的可能性 .....                       | 85  |
| 27. 添加合金元素硅和鉬的含 3% 錳的低碳鋼的性能 .....                  | 88  |
| 28. 添加合金元素硅、鉬的含錳 3%、含碳 0.25~0.38% 的<br>錳鋼的性能 ..... | 96  |
| 29. 生产炉中炼制的几种多元合金鋼的性能 .....                        | 103 |
| 30. 結論 .....                                       | 118 |

#### 第五章 关于多元合金鋼性能的一些补充資料 .....

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 31. 鋼对过热的敏感性 .....          | 119 |
| 32. 鋼的疲劳試驗 .....            | 121 |
| 33. 靜力試驗时鋼对缺口的敏感性 .....     | 124 |
| 34. 鋼对低温冲击韧性变化的敏感性 .....    | 125 |
| 35. 花鍵軸在試驗台上的比較試驗 .....     | 126 |
| 36. 大截面鋼的淬透性及机械性能的示例 .....  | 128 |
| 37. 用热膨胀分析法研究多元合金鋼的轉變 ..... | 132 |
| 38. 用磁性分析法研究多元合金鋼的轉變 .....  | 140 |
| 39. 渗碳状态下的多元合金鋼的某些性能 .....  | 150 |
| 40. 結論 .....                | 169 |

#### 第六章 某些成分的鑄鋼热处理后的性能 .....

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 41. 鑄鋼的化学成分和断口 .....        | 171 |
| 42. 鑄鋼的机械性能 .....           | 175 |
| 43. 拖拉机鑄造履帶板的性能 .....       | 181 |
| 44. 試驗鑄造履帶板在拖拉机上的比較試驗 ..... | 187 |
| 45. 結論 .....                | 190 |

#### 第七章 多元合金錳鋼的某些工艺特点 .....

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 46. 鋼的熔炼 .....  | 190 |
| 47. 热压力加工 ..... | 193 |
| 48. 鋼的热处理 ..... | 197 |
| 49. 結論 .....    | 201 |

# 第一章 錳鋼和含錳合金的綜述。

## 錳對鋼性能的影響

### 1. 常用的幾種合金元素的概述

經常用於使結構鋼合金化的元素有：硅、錳、鉻、鎳、鉬、鎢、鈮、鈦、鋁等。上述元素對鋼的性能的影響各不相同，加入量也各異。每一種元素的作用是根据它對鋼性能及鋼在生產和加工中的工藝特性的影響來評定的。

某些元素稀缺，因此其消耗量受到嚴格的限制。由於各種元素的原料來源和生產的勞動量不同，所以它們的價格也各有高低。

硅鐵和錳鐵類的鐵合金價格低廉，鉻鐵稍貴，而其餘元素的價值就更貴了。

煉合金鋼時，各種元素的採用取決於下列主要因素：

**硅** 用作鋼的脫氧劑，也作為合金元素加入彈簧鋼（2.8%以下）、結構鋼（1.6%以下）（33XC、37XC、40XC、27Cr、25XrC、30XrC等）、某些工具鋼（9XC、6XC、XrC等）、某些具有特殊電磁性能的鋼種，以及某些特殊的耐熱耐酸鋼中。

只含硅的鋼的淬透性和衝擊韌性不好，因此結構鋼的含硅量不超過1.6%。

只有將硅和其它元素一起加入，才能使鋼的強度、淬透性增加，並在某種情況下（特別是在淬火後進行低溫回火時）使鋼的衝擊韌性增高。

因此，雖然硅是廉價的元素，但用它作為結構鋼的合金元素來使用是有其局限性的。

**錳** 是易於獲得而又便宜的合金元素之一，因之被廣泛地用於鋼中（後面還將詳細地談到這一點）。錳也可作為鋼的脫氧劑。錳具有許多有價值的性能，但是尚未得到應有的重視；做為鋼的

合金元素，錳并未得到最充分地利用。因此本书专门阐述了錳对鋼的性能的影响和广泛地利用錳做結構鋼的合金元素的可能性。

**鉻** 也是較便宜的合金元素。它被大規模地用作結構鋼、工具鋼、不銹鋼、耐酸耐熱鋼和合金，以及一些有特殊电磁性能的材料合金元素，它对鋼性能的影响已有很好的研究。据我們的看法，鉻作为合金元素在結構鋼中的应用已經很广泛了。

从参考文献[2]中可看出，在80多种結構鋼中有66种加有合金元素鉻。在一般的結構鋼中，含鉻量通常不超过1.8%，仅在某些情况下达2.2% (ЭИ355)，甚至在渗碳鋼20X3中达到3.2%。

**鎳** 是煉制結構鋼和其它鋼种的最有益的合金元素之一。用鎳作基本合金元素制成了优质的鋼种。在煉制优质渗碳鋼以及在制造要求有良好淬透性的大型鍛件时，鎳至今还是一种不能取代的元素。含鎳結構鋼有34种以上，其含量达3.75~4.5%。鎳和其它合金元素結合起来能增加鋼的淬透性、强度和韌性，但鎳是一种昂貴而稀缺的元素。因此减少鎳的消耗，用較便宜的鋼种来代替含鎳的鋼种，就具有很大的經濟意义。

**鋁** 是一种較貴的合金元素。含鋁的結構鋼有30种，其特点是具有較高的机械性能和淬透性。結構鋼的含鋁量在0.5%以下。鋁不能单独作为基本合金元素加入結構鋼中。

**錳** 用作煉制某些結構鋼 (18XHBA 和 25XHBA) 的合金元素。錳也不能作为基本合金元素加入結構鋼中，它作为小量添加成分获得了愈来愈广泛的应用 (代用鋼中的鋁)。

**鈮** 在結構鋼中作为細化晶粒和提高淬火鋼的回火稳定性的变性添加剂。根据鈮对鋼性能的影响，它不能作为基本合金元素使用。含鈮結構鋼有11种以上。

**鈦** 也是作为細化晶粒的变性添加剂加入結構鋼中。鈦能降低淬透性，并在某种程度上防止渗碳鋼淬火后产生殘余奧氏体。鈦作为小量添加成分用于ЭИ274 和 18XIT 等鋼中，不能作为結構鋼的基本合金元素。

**鋇** 在煉鋼时作为脫氧剂，也作为添加元素加入渗氮鋼中

(35X10A、35XM10A等)。根据鋁对鋼的性能和质量的影响，它不能作为基本合金元素使用，也不能作为添加剂加入具有高强度及高淬透性的結構鋼中。鋁、釩、鈦和銅亦可加在弥散硬化的鋼中。

对以上应用較广的合金元素的概述表明，能用来炼制高强度結構鋼的合金元素是很有限的。硅、錳、鉻属于这类元素。而其它元素或者在某种程度上是稀貴的，或者按其对鋼的性能的影响，在寻求新鋼种时不宜作基本合金元素。鉻作为結構鋼的合金元素已得到了广泛的应用，据我們的看法，其潜力已得到充分发挥。

这样，就只有錳尚須較詳細地、批判地加以探討。錳作为鋼的合金元素的潜力尚远远沒有挖掘尽。下面对加錳合金化的各个鋼号作批判性的分析。

## 2. 錳在結構鋼中的作用

錳和其它許多元素一样，無論在普通碳素鋼中，还是在大部分合金結構鋼中都含有一定的数量。鋼的含錳量在 0.8% 以下时，一般在标号中不作表示。含錳量在 0.9% 以上則标以相应的符号《Г》，这表明該鋼号是用錳作合金元素炼制的。有 10 种碳素鋼含有 0.5~0.8% 錳。

按 ГОСТ 1050—52 含錳 1.8% 以下的鋼号有 14 种。这組鋼种均标有符号《Г》，其含碳量为 0.15% (15Г) 到 0.50% (50Г2)。这些大都是比碳素鋼具有較高的淬透性的調质鋼，按其机械性能，这类鋼超过普通碳素鋼。

假如按某些錳鋼的性能和工艺性来評定，特別当含碳量較高时，它們确实有許多缺点，这些缺点一般都由于錳的影响所致。这种鋼对过热很敏感，冲击韌性不高。鋼中碳和錳的含量愈高就愈易发生脆性回火和回火脆性現象。含錳量在 0.8% 以下的合金結構鋼有 20 种左右 (ГОСТ 4345—48)。但在这类鋼 (如 45X、40XH、40XHMA、45XHМΦA 等) 的标号中沒有相应的符号，虽然在多元合金鋼中的含錳量应比碳素鋼和純錳鋼中表現得更为鮮

明。

許多多元合金鋼中的含錳量为1.1~1.9%。在这些鋼中已标有相应的符号(20XГ、30XГC等),以表示含有合金添加成分錳,这类鋼有17种。

上述鋼号的簡要介紹表明,多元合金鋼比用单一合金元素炼制的鋼(任何一种元素,包括錳在內)具有更好的性能。甚至有时少量加入其它元素就能使鋼得到大大地改善。

可用35XГ2A鋼来作例子。这种鋼比与其近似的35Г2鋼具有更高的机械性能,更好的淬透性,而且无过热敏感性。实践証明,加入0.4~0.7%鉻就能显著地改变純錳鋼的性能。

35XГ2A鋼在860~880°C淬火和油冷后具有很高的机械性能( $\sigma_B=85\sim95$ 公斤/毫米<sup>2</sup>,  $\sigma_K=10\sim15$ 公斤米/厘米<sup>2</sup>),并具有韌性的纖維状断口。这种鋼的唯一缺点就是回火脆性的敏感性很高。例如:回火(600~640°C)后水冷时冲击韌性为10~15公斤米/厘米<sup>2</sup>,而随炉緩冷时,冲击韌性下降到1~2公斤米/厘米<sup>2</sup>。

錳和其它元素对某些鋼性能的影响可見表1所列数据。

表1 某些合金元素对鋼性能的影响

| 鋼 号      | 机 械 性 能 要 求                            |                                            |                   |               |                                         |         | 淬透性<br>(断面,<br>毫米) | 热处理方式  |
|----------|----------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------|---------------|-----------------------------------------|---------|--------------------|--------|
|          | $\sigma_B$ ,<br>公斤/<br>毫米 <sup>2</sup> | $\sigma_{0.2}$ ,<br>公斤/<br>毫米 <sup>2</sup> | $\delta_5$ ,<br>% | $\Psi$ ,<br>% | $\sigma_K$ ,<br>公斤米/<br>厘米 <sup>2</sup> | $H_R$   |                    |        |
| 35       | 52                                     | 30                                         | 18                | 45            | —                                       | 187     | 20                 | 正火     |
| 35Г2     | 63                                     | 37                                         | 13                | 40            | 6                                       | 177     | 35                 | 正火     |
| 35XГ2(A) | 85                                     | 70                                         | 12                | 45            | 8                                       | 268~235 | 60                 | 淬火高温回火 |
| 30XГC(A) | 110                                    | 85                                         | 10                | 45            | 5                                       | 325~388 | 60                 | 淬火高温回火 |
| 35XГC(A) | 165                                    | 130                                        | 9                 | 40            | 6                                       | 486~514 | 60                 | 淬火低温回火 |

所列举的数据表明了鋼中添加合金元素的优越性,并且随着合金化程度的增高,在机械性能方面可以对鋼提出更高的要求。

其它的含錳鋼的性能在各种文献中都有叙述。

含錳的鋼号总数不多,其原因大概是在技术书籍中尚未消除对錳的“偏見”。新的实验数据証明,对錳的看法应当加以改变。

这种改变应建立在新的研究数据的基础上，并应考虑到锰对钢性能影响的全面研究结果。

### 3. 工具钢中的锰

锰用作添加元素而加入低合金工具钢中。在XГ钢中含锰量为0.45~0.70%，在XГC、XBГ、9XBГ和5XBГ钢中达1.1~1.2%，而在5XГM模具钢中达1.6%。

此外，在5XHМ和5XHT钢中的含锰量为0.5~0.8%。

有理由认为，往工具钢中加进大量的锰是不适宜的，因为如此会在淬火时产生大量残余奥氏体，并增加钢的脆性。

锰还可加入某些弹簧钢中（55ГC、50XГ、50XГΦ等），其含量为0.8~1.0%，这类钢有8种。在其它钢号（60C2、60C2BA等）中含锰量也达到0.8~0.9%，虽然在钢的代号中并无表示。

ШX15Г滚珠轴承钢的含锰量为0.9~1.2%。

在所有上述的情况下，锰的加入是为了提高钢的淬透性，仅在5XГM钢中锰代替了镍（5XHМ钢的代用钢）。

### 4. 特殊合金中的锰

锰应用在许多非磁性合金和具有特殊物理性能的合金中。这些具有工业用途的合金列于表2〔2〕。

表2 几种特殊合金的化学成分

| 钢 号         | 化 学 成 分 (%)         |                     |                     |             |                     | 其它元素          |
|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------|---------------------|---------------|
|             | C                   | Mn                  | Si                  | Cr          | Ni                  |               |
| ЭИ256或Г13   | $\frac{1.0}{1.4}$   | $\frac{11.0}{14.0}$ | $\leq 0.70$         | $\leq 0.50$ | $\leq 0.60$         | $\leq 0.10 P$ |
| ЭИ94(铁心钢)   | $\frac{0.70}{0.90}$ | $\frac{13.0}{15.6}$ | $\leq 0.70$         | $\leq 0.50$ | $\frac{2.75}{3.75}$ | $\leq 0.01 P$ |
| 55Г1Н(非磁性钢) | $\frac{0.45}{0.55}$ | $\frac{8.0}{9.0}$   | $\frac{0.17}{0.38}$ | $\leq 0.20$ | $\frac{8.0}{9.0}$   | $\leq 0.05 P$ |
| ЭИ269(非磁性钢) | $\frac{0.50}{0.60}$ | $\frac{4.5}{5.5}$   | $\leq 0.60$         | $\leq 0.25$ | $\frac{18.5}{21.5}$ | $\leq 0.05 P$ |

(續)

| 鋼 号                   | 化 学 成 分 (%)         |                    |                   |                     |                     | 其它元素                 |
|-----------------------|---------------------|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
|                       | C                   | Mn                 | Si                | Cr                  | Ni                  |                      |
| ЭИ123(非磁性鋼)           | $\frac{0.60}{0.70}$ | $\frac{8.0}{9.0}$  | $\frac{0.2}{0.4}$ | $\frac{2.5}{3.2}$   | $\frac{8.0}{9.0}$   | $\leq 0.08 P$        |
| ЭИ429                 | $\frac{0.15}{0.25}$ | $\frac{6.0}{7.0}$  | —                 | $\frac{11.0}{15.0}$ | $\frac{10.0}{13.0}$ | —                    |
| ЭИ278                 | $\frac{0.70}{0.80}$ | $\frac{2.0}{3.0}$  | $\leq 0.60$       | $\frac{7.0}{9.0}$   | $\frac{33.0}{35.0}$ | $\frac{3.0}{4.0} Mo$ |
| X13H4Г9<br>ЭИ100(耐酸鋼) | $\frac{0.15}{0.30}$ | $\frac{8.0}{10.0}$ | $\leq 0.8$        | $\frac{12.0}{15.0}$ | $\frac{3.7}{5.0}$   | $\leq 0.06 P$        |
| ЭИ481(耐热鋼)            | $\frac{0.34}{0.40}$ | $\frac{7.5}{9.5}$  | $\leq 0.8$        | $\frac{7.0}{9.0}$   | $\frac{11.5}{13.5}$ | $\leq 0.12 Ti$       |

加錳于特殊合金中，除了能节省鎳外，还能改善合金性能，因为鎳錳非磁性合金的奥氏体在冷变形或冷却到液态空气温度时比较稳定，不易轉变成磁性状态。

### 5. 錳及其对鉄-碳系合金的影响

純錳呈三种异形体： $\alpha$ 、 $\beta$ 和 $\gamma$ 。

$\alpha$ -錳呈体心立方晶格，晶格常数为 8.89 埃。 $\alpha$ -錳的晶胞含有 29 个原子。按原子間的距离， $\alpha$ -錳和 $\gamma$ -鉄的晶格相似。 $\gamma$ -錳呈面心立方晶格，晶胞中有 4 个原子。

$\gamma$ -鉄和 $\gamma$ -錳仅在晶格常数上有些区别。这两种形态間由于有几乎相同的晶体结构，所以能无限地互溶 [3、4]。实验証明，在正常温度下，錳在 $\alpha$ -鉄中的溶解度达到 15~18% [5]。

图 1 和图 2 为鉄-鎳和鉄-錳平衡图。

两个平衡图的左面区域相似。錳和鎳都能影响鉄的临界点的改变。但錳比鎳的影响程度更大。

錳对鉄-碳平衡图的影响同鎳的影响相似。

鉄-碳-錳系的结构图列于图 3 [4]。

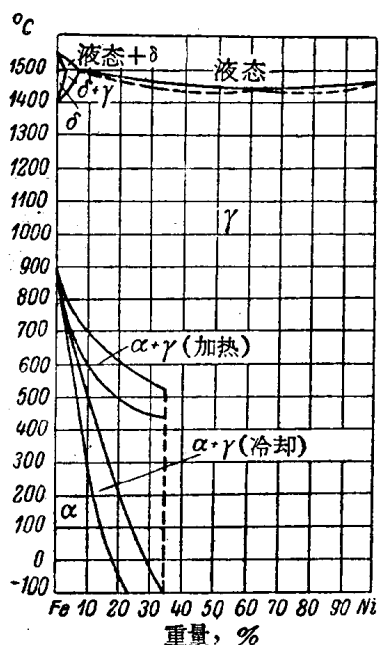


图1 鉄—鎳平衡图。

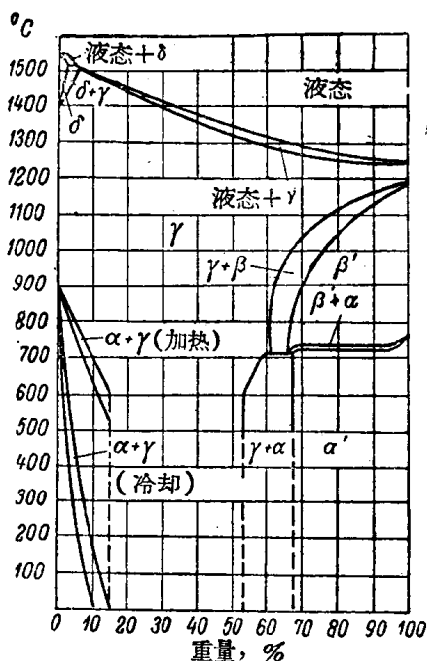


图2 鉄—錳平衡图。

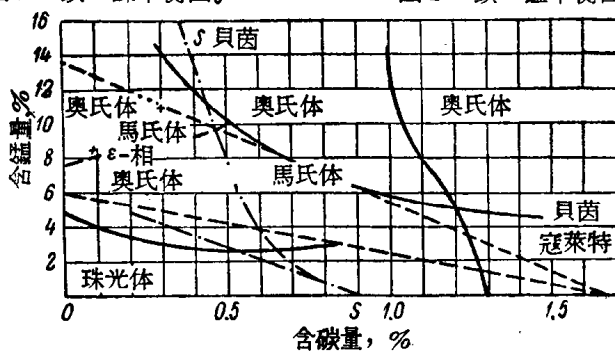


图3 空气中冷却的 Fe—C—Mn 合金的结构图。

由于錳的影响，鋼的临界点下降。具有一定的含錳量时，自  $\gamma$ -区空冷就会在鋼中生成各种不同組織：托氏体，奥氏体或馬氏体。

錳能降低共析点的碳濃度。在一些文献中〔6〕列举了作者們的一系列試驗平均数据。当含錳量为 1% 时，共析点的含碳量約

为 0.78%。含锰量为 2% 时，含碳量为 0.67%。含锰量为 3~5% 时，含碳量约为 0.50%。很可能这些数据还需要进一步查实和校准。

锰是一种较弱的碳化物生成元素，它与碳生成碳化锰 ( $Mn_3C$ )。锰的碳化物生成能力较铁强，但是较铬为弱。钢中一部分锰与碳合成碳化物，其余部分与铁组成固溶体。实验 [7] 说明，约 20% 的锰存在于碳化物中，其余则溶于固溶体。固溶体中的锰能使铁素体强化 [3, 4, 5, 8, 9 等]。

锰能大大地增加奥氏体的稳定性和过冷度，降低马氏体转变点，同时锰对增加淬火钢中残余奥氏体量的影响也很大 [10, 11, 12, 13]。这可参阅图 4 的曲线。

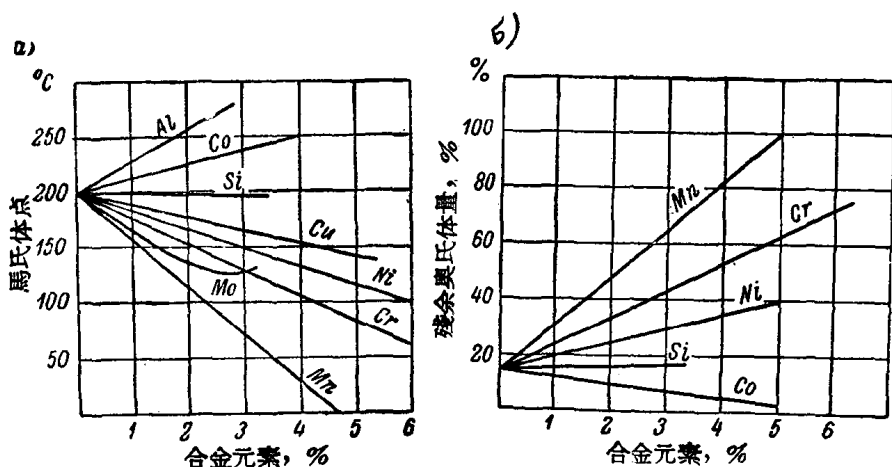


图 4 合金元素对马氏体转变点 (a) 和残余奥氏体数量 (b) 的影响。钢的含碳量 ~1% [按沙多夫斯基 (В. Д. Садовский)、秋金 (В. И. Зюзин) 和巴兰秋克 (С. И. Баранчук) 的示意数据]。

由于这个原因，钢的淬火临界速度随着含锰量的增加而剧烈降低，这能大大地改善钢的淬透性。在这方面锰是一种很宝贵的合金元素。含锰量对临界点位置的影响如图 5 所示。图中表示了锰对含碳量为 0.3~0.4% 和 0.8% 左右的钢的影响。应该指出，含碳量为 0.3~0.4% 的钢  $A_{r1}$  点比含碳量为 0.8% 的钢要低得

多，这很可能是由于过剩碳化物（或者碳化物析出过快）对加速钢（含碳量0.8%）中 $\gamma$ -固溶体分解的影响所致。

锰和碳同时影响马氏体转变点。当钢的含碳量为0.8%和含锰量约9~10%时，马氏体转变点降到0°C，也就是说钢在正常温度下处于奥氏体状态。

各种合金元素对马氏体转变点的影响示于图6。

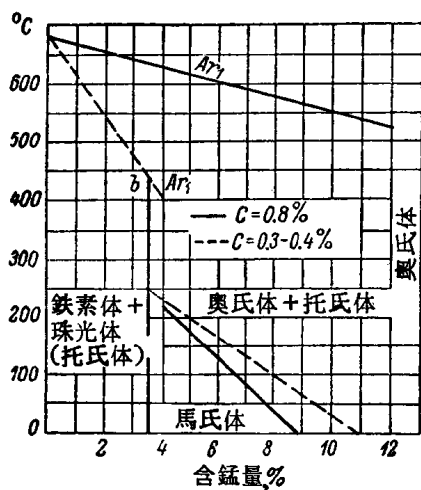


图5 临界点与含锰量的关系曲线图  
(Дежан)。

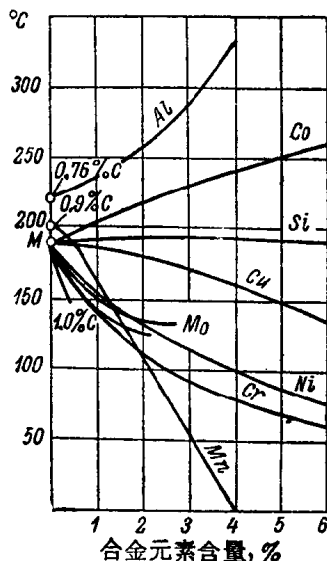


图6 合金元素对马氏体转变点  
 $M(Ar')$ 的影响(含碳量0.76~  
1.0%)。

锰和镍一样，对铁-碳系统的作用是扩大 $\gamma$ -铁区域。当含锰量很大(大于8%)时，在 $A_3$ 点的转变特性在加热和冷却时是不同的。 $\gamma \rightarrow \alpha$ 转变低于 $\alpha \rightarrow \gamma$ 转变，这是不可能与转变滞后现象有关系的[3]。 $\gamma \rightarrow \alpha$ 转变按马氏体转变形式进行，也就是说没有浓度的改变；而 $\alpha \rightarrow \gamma$ 转变则按固溶体转变的一般规律。

当含锰量为12~14%时， $A_3$ 点会降低到室温，此时产生奥氏体组织。

## 6. 含錳量低于2%的錳鋼的性能

許多文献都談到了含錳量低于2%的錳鋼的性能，并且大多数資料中都有着重复或近似的数据。

考虑到大多数工程技术人员和科学工作者，閱讀过許多文献，对錳鋼的性能有很好的了解，因此我們认为在闡述錳鋼的基本性能时，可以尽量压缩篇幅。

矿业学院的李宾（В. Н. Липин）教授第一个較全面地研究了錳鋼。他研究了含錳量在7%以下的鋼种，并指出含錳量6~7%左右的鋼很脆。那时，研究用鋼一般的含碳量約0.5~0.6%。在这种含碳量时，自然錳鋼和其它鋼种都具有較高脆性。李宾在自己的著作[14]中认为：含錳量高（高于2%）的鋼在實踐中意义不大。书中还談到，随着鋼中含錳量的增高，鋼对过热的敏感性减小，并可以在热加工时承受高溫加热。这一論点为本书之实验数据所証实。

但在后来的文献[8、15、16]里載有錳鋼对过热有敏感性的說法。

巴达普里葛尔（С. С. Подопрigor）对含錳量在1.81%以下的錳鋼进行了很詳細的研究[6]。在他的书里列举了許多有关錳鋼性能的数据。該书的結論基本上归結为下列几个要点：

含碳量0.3~0.4%和含錳量1.81%以下的錳鋼，在淬火和高溫回火后的机械性能不逊于鉻鋼和某些低鉻鎳合金鋼。

文章指出，和含錳量較低的鋼相比，含錳量較高（1.81%）的鋼晶粒更細和更有韌性。

在提出錳鋼对回火脆性敏感的同时，文章作者也指出，回火后錳所賦予鋼的脆性并不比在某些鉻鎳鋼中所見的为大。对此人們不能不表示贊同。因此当涉及到作为合金元素的錳的时候，必須經常注意到这一点。

該书里还认为，鋼的熔炼条件对鋼的回火脆性的敏感性有影响。