

# 合金結構鋼

B.A. 捷列 著

楊惠華 譯

冶金工業出版社

15536

# 合金結構鋼

B.A. 捷列 著

楊惠華 譯

冶金工業出版社

本書系根据苏联国立黑色与有色冶金科技書籍出版社 (Металлургиздат) 1953 年莫斯科 (Москва) 版、捷列 (В.А.Делле) 著 “合金結構鋼 (Легированная Конструкционная Сталь)” 一書譯出。

書中叙述關於合金結構鋼性能和性質的現代學說基礎；闡明合金元素对加热和冷却时轉變的影响；詳細討論了这种鋼的可硬性，机械性能，回火脆性以及它的断口和缺陷。

本書适用于冶金工業、机器制造工業、工厂實驗室和研究所的工程师、技術員和科学工作者，也可适用于高等学校金屬学和鋼热处理專業的学生。

本書由楊惠华翻譯，曾經石霖、何忠治、孙珍宝和章守华等审阅並提供意見。

## 合金結構鋼

楊惠华 譯

---

1956年3月第一版    1959年1月北京第四次印刷 2,000册 (累計7,056册)  
787×1092·1/25。398,000字·印張 14·插頁 5·定價 1.50元  
國家統計局印刷厂印    新华書店發行    書号 0331

---

冶金工業出版社出版 (地址：北京市灯市口甲 45 号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 093 号

# 目 錄

|                                       |         |
|---------------------------------------|---------|
| 著者的話 .....                            | ( 5 )   |
| 第一章 合金結構鋼概論 .....                     | ( 6 )   |
| 1. 結構鋼的一般特性 .....                     | ( 6 )   |
| 2. 結構鋼性能和質量的特點與冶金工藝的關係 .....          | ( 9 )   |
| 第二章 鐵碳合金中的合金元素 .....                  | ( 26 )  |
| 1. 金屬元素的結晶組織 .....                    | ( 26 )  |
| 2. 合金元素與鐵的合金 .....                    | ( 33 )  |
| 3. 合金結構鋼中的碳化物 .....                   | ( 42 )  |
| 4. 結構鋼中合金元素的分佈 .....                  | ( 49 )  |
| 第三章 合金元素對加熱時鋼中發生的過程的影響 .....          | ( 51 )  |
| 1. 加熱時鋼中的轉變 .....                     | ( 51 )  |
| 2. 元素對加熱時奧氏體晶粒長大的影響 .....             | ( 59 )  |
| 3. 元素對加熱時奧氏體晶粒長大的影響機構 .....           | ( 71 )  |
| 第四章 冷卻時合金鋼中的轉變 .....                  | ( 76 )  |
| 1. 碳素鋼中過冷奧氏體的轉變 .....                 | ( 76 )  |
| 2. 合金元素對過冷奧氏體等溫轉變的<br>影響的一般性質 .....   | ( 81 )  |
| 3. 鐵與合金元素的無碳合金中冷卻時的轉變 .....           | ( 94 )  |
| 4. 合金元素對過冷奧氏體轉變過程的影響機構 .....          | ( 97 )  |
| 5. 連續冷卻時合金鋼中發生的過程 .....               | ( 103 ) |
| 第五章 回火時合金鋼中的轉變 .....                  | ( 108 ) |
| 1. 回火時轉變的一般特徵 .....                   | ( 108 ) |
| 2. 合金元素對回火時的轉變的影響 .....               | ( 115 ) |
| 3. 合金元素對鋼回火時所發生的過程的影響機構 .....         | ( 123 ) |
| 第六章 合金結構鋼的可硬性 .....                   | ( 129 ) |
| 1. 淬火合金鋼的組織對它在回火狀態下的<br>機械性能的影響 ..... | ( 129 ) |

|                                      |                |
|--------------------------------------|----------------|
| 2. 淬火時連續冷卻的速度對合金鋼的組織<br>和性能的影響 ..... | ( 142 )        |
| 3. 評定合金鋼可硬性的方法 .....                 | ( 147 )        |
| 4. 合金元素對可硬性的影響 .....                 | ( 162 )        |
| <b>第七章 結構鋼的回火脆性 .....</b>            | <b>( 171 )</b> |
| 1. 概論 .....                          | ( 171 )        |
| 2. 不可逆回火脆性 .....                     | ( 172 )        |
| 3. 結構鋼的回火脆性傾向的因素 .....               | ( 181 )        |
| 4. 關於鋼的回火脆性性質的主要假說 .....             | ( 198 )        |
| <b>第八章 合金元素對結構鋼機械性能的影響 .....</b>     | <b>( 203 )</b> |
| 1. 合金元素對純鐵體機械性能的影響 .....             | ( 204 )        |
| 2. 合金元素對不淬火鋼的機械性能的影響 .....           | ( 222 )        |
| 3. 合金元素對淬火狀態下鋼的機械性能的影響 .....         | ( 235 )        |
| 4. 合金元素對熱調質狀態下鋼的機械性能的影響 .....        | ( 252 )        |
| <b>第九章 結構鋼的斷口 .....</b>              | <b>( 281 )</b> |
| 1. 根據斷口評定鋼的性能的方法 .....               | ( 281 )        |
| 2. 結晶斷口 .....                        | ( 283 )        |
| 3. 纖維狀斷口 .....                       | ( 289 )        |
| 4. 乾纖維狀斷口 .....                      | ( 296 )        |
| 5. 綫狀斷口和石狀斷口 .....                   | ( 297 )        |
| <b>第十章 合金鋼的特種缺陷 .....</b>            | <b>( 301 )</b> |
| 1. 鋼中缺陷的一般概念 .....                   | ( 301 )        |
| 2. 白點 .....                          | ( 308 )        |
| 3. 石板狀（層狀）斷口 .....                   | ( 323 )        |
| <b>参考文献 .....</b>                    | <b>( 335 )</b> |
| <b>名詞對照表 .....</b>                   | <b>( 345 )</b> |

## 著者的話

本書嘗試綜合合金結構鋼在科學和生產方面最重要的金屬學研究，它的目的是闡明關於這種鋼的性質和性能的現代學說。在著作本書時，著者廣泛地利用了本國研究者們的著作，以及著者本人的許多著作。

本書內容是研究合金元素對加熱和冷卻時結構鋼中轉變的影響，合金元素對奧氏體晶粒的長大、可硬性、斷口形狀和各種組織狀態下的機械性能的影響。對於闡明結構鋼中所遇到的缺陷的性質以及回火時所發生的脆性也給予一定的注意。

書中沒有闡明結構鋼的機械試驗方法和強度理論問題，因為它們屬於現代科學的獨立科目。本書敘述的內容是要使讀者通曉金屬學和鋼熱處理學的基本原理。

著者對本書評閱者科學院院士古爾久莫夫（Г.В.Курдюмов）和技術科學博士波克什金（С.З.Бокштейн）的許多寶貴意見表示深刻的感謝。著者對學術編輯技術科學碩士拉赫金（Ю.М.Ляхтин）講師大有成效的校閱工作表示感謝，並對幫助選擇某些材料的弗魯密爾（Л.А.Фрумер）工程師表示謝意。

# 第一章

## 合金結構鋼概論

### 1. 結構鋼的一般特性

用作製造機器和機構的零件以及金屬構築物的鋼，叫做結構鋼。

假使結構鋼的成分中含有普通碳素鋼內所沒有的特殊加入的化學元素，或其中含Si大於0.8%和含Mn大於1%，則這種鋼叫做合金結構鋼。

根據合金元素含量多少，ГОСТ 5200—50 將合金鋼分為三組：

- 1) 所含合金元素總量不超過2.5%的低合金鋼；
- 2) 所含合金元素為2.5—10%的中合金鋼；
- 3) 所含合金元素總量大於10%的高合金鋼。

表1中列入現代結構鋼中合金元素的含量範圍。

結構鋼按用途分為兩大組：1) 建築鋼組；2) 機器製造鋼或機器鋼組。

用來做金屬結構和金屬構築物構件的鋼，叫做建築鋼。

用來製造機器和機構的各種零件的鋼，叫做機器製造鋼或機器鋼。

一定的機械性能是各種結構鋼的性能的基本指標。

表2中指出現代結構鋼的機械性能的變化範圍與熱處理的關係。

現代結構鋼中合金

| 鋼的種類和合金元素<br>的含量範圍            | 元 素 含   |          |          |         |         |           |
|-------------------------------|---------|----------|----------|---------|---------|-----------|
|                               | Cr      | Ni       | Mo       | Si      | Mn      | V         |
| 結構鋼.....                      | 0.4—3.0 | 0.3—4.5  | 0.15—0.6 | 0.8—2.0 | 1.0—1.8 | 0.10—0.30 |
| (1) 機器製造鋼 (最<br>常採用的含量範圍)     | 0.8—1.7 | 1.0—3.75 | 0.2—0.3  | 0.9—1.2 | 1.0—1.4 | 0.10—0.20 |
| (2) 建築鋼 (最常採<br>用的含量範圍) ..... | 0.4—0.8 | 0.3—0.8  | 0.2以下    | 0.2—0.5 | 0.4—0.8 | —         |

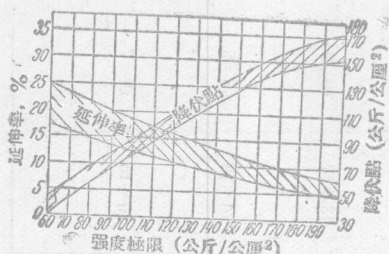


圖 1 降伏點和延伸率的變化與優質機器製造鋼的強度極限的關係

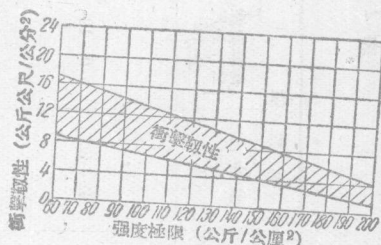


表 2 衝擊韌性的變化與優質機器製造鋼的強度極限的關係

圖 1 和圖 2 中指出熱處理後的合金結構鋼最重要的機械性能的相互關係。

利用圖 1 和圖 2 的數據，可能根據已知的強度極限，最近似地確定降伏點、延伸率和衝擊韌性的可能數值。

合金結構鋼分為優質鋼和高級優質鋼兩種。

被氣體、非金屬夾雜物和有害雜質沾污的程度最小有一定化學成分的鋼，叫做高級優質鋼。它在熱處理狀態下具有大的組織均勻性和高的機械性能。在高級優質鋼中不允許有大於 0.030% 的硫和大於 0.035% 的磷。生產高級優質鋼的整個冶金過程的特點是採用最完善的操作方法以及極其仔細地控制這些操作。

這種鋼通常在鹼性電爐或酸性平爐中熔煉。在最小允許重量的鋼錠模中進行

表 1

元素的含量範圍

| 量 %     |         |           |         |          |         |         |          |
|---------|---------|-----------|---------|----------|---------|---------|----------|
| W       | Cu      | Ti        | Al      | B        | Nb      | Zr      | P        |
| 0.5—1.2 | 0.2—1.5 | 0.05—0.15 | 0.7—1.2 | 0.004 以下 | 0.1—0.4 | 0.1—0.3 | 0.15 以下  |
| 0.6—0.8 | 0.9—1.2 | 0.05—0.10 | 7.5—1.2 | 0.003 以下 | 0.1—0.3 | 0.1—0.2 | 0.04 以下  |
| —       | 0.2—0.6 | —         | 0.4 以下  | —        | —       | —       | 0.046 以下 |

結構鋼的機械性能與其熱處理的關係

| 鋼 的 種 類     | 合 金 元 素<br>含 量 | 最 終 熱 處 理 種 類 | 熱 處 理 狀 態 下 的 顯<br>微 組 織 | 縱 試 樣 的 機 械 性 能                  |                                |              |                                                 |
|-------------|----------------|---------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------|-------------------------------------------------|
|             |                |               |                          | 強 度 極 限<br>(公斤/公厘 <sup>2</sup> ) | 降 伏 點<br>(公斤/公厘 <sup>2</sup> ) | 延 伸 率<br>(%) | 衝擊韌性<br>(公斤公厘 <sup>2</sup><br>公分 <sup>2</sup> ) |
| 建築鋼.....    | 低              | 不進行熱處理        | 純鐵體和珠光體                  | 50—60                            | 30—40                          | 18—25        | 6—10                                            |
| 建築鋼.....    | "              | 正火            | 同上                       | 55—65                            | 35—45                          | 18—25        | 8—12                                            |
| 機器製造鋼.....  | 中              | 熱 調 質         | 索 氏 體                    | 80—120                           | 60—100                         | 13—17        | 13—6                                            |
| 機器製造鋼.....  | "              | 淬火和低温回火       | 馬 丁 體                    | 140—200                          | 130—170                        | 6—13         | 8—2                                             |
| 渗碳機器製造鋼(心部) | "              | 同上            | 馬丁體和純鐵體;<br>低碳馬丁體        | 75—115                           | 55—80                          | 10—15        | 12—7                                            |

澆注。

具有一定化學成分、其性能和指標接近於高級優質鋼，但性能的均勻性較小而沾污度較高的鋼，叫做優質鋼。在優質鋼中允許含硫在 0.040% 以下和含磷在 0.040% 以下。現在生產出的合金結構鋼，絕大多數是屬於優質鋼類。

表 3 和表 4 中列入 ГОСТ 4543—48 規定的優質和高級優質合金結構鋼的主要指標。

由於它的成分特殊（碳和合金元素的含量不大），所以在絕大多數的情況下合金結構鋼屬於珠光體級 [182]，而在平衡狀態下是亞共析鋼 [185]。然而，許多最高合金結構鋼鋼號（總共含有約 4—6% 或者更多的合金元素）常常屬於馬丁體級。

## 2. 結構鋼性能和質量的特點與冶金工藝的關係

根據在液態下煉鋼方法的不同，分為鹼性平爐鋼和酸性平爐鋼，鹼性電爐鋼和酸性電爐鋼，以及順次在兩種爐內熔煉的鋼，即用雙聯法煉出的鋼。

鹼性平爐鋼的特點是成本較低和機械性能很好，它的機械性能與電爐鋼性能的區別很小。

根據梅爾采莫夫 (А.Ф.Мырцымов) [1] 的資料，表 5 中列入由鹼性平爐和電弧爐中煉出的軋製合金結構鋼機械性能的平均值。

從表看出，當把縱試樣作試驗時，鹼性平爐鋼的機械性能和同一成分的電爐鋼的機械性能沒有顯著的差別。祇有 13H2A 和 12XH3A 號低碳鋼，電爐鋼才顯出較高一些的優越性。當橫試樣和切向橫試樣進行試驗時，電爐鋼現出更高的性能。然而，在這種情況下，平爐鋼的機械性能始終也處於很高的水平。由此得出結論，鹼性平爐鋼能代替鹼性電爐鋼，而在各個別情況下，還能代替酸性平爐鋼，這一點已被現代的實踐所證實。只有一些個別的情況是例外。

如果對結構鋼的橫試樣或切向橫試樣的機械性能方面提出嚴格的要求，通常不採用鹼性平爐來熔煉合金結構鋼。在這種情況下，則在鹼性電弧爐或酸性平爐內熔煉。

鹼性電爐鋼縱試樣上的機械性能相當於酸性平爐鋼的機械性能。個別的電爐鋼在橫試樣或切向橫試樣的機械性能方面也不亞於酸性平爐鋼。但是，如果注意到統計數據，以及用有向性係數表示鋼的有向性，那末就可能看出酸性平爐鋼較鹼性電爐鋼稍優越。有向性係數是縱方向上某種性能的數值與橫方向或切線方向上該種性能的數值之比值。

## 合 金 結 構 鋼

| 組<br>號 | 鋼<br>組     | 鋼<br>號  | 化 學       |           |           |
|--------|------------|---------|-----------|-----------|-----------|
|        |            |         | C         | Si        | Mn        |
|        |            |         | 優 質       |           |           |
| 1      | 鉻鋼.....    | 15X     | 0.12—0.20 | 0.17—0.37 | 0.30—0.60 |
|        |            | 20X     | 0.15—0.25 | 0.17—0.37 | 0.50—0.80 |
|        |            | 30X     | 0.25—0.35 | 0.17—0.37 | 0.50—0.80 |
|        |            | 35X     | 0.30—0.40 | 0.17—0.37 | 0.50—0.80 |
|        |            | 40X     | 0.35—0.45 | 0.17—0.37 | 0.50—0.80 |
|        |            | 45X     | 0.40—0.50 | 0.17—0.37 | 0.50—0.80 |
|        |            | 50X     | 0.45—0.55 | 0.17—0.37 | 0.50—0.80 |
| 2      | 鉻鉍鋼.....   | 15XΦ    | 0.12—0.20 | 0.17—0.37 | 0.30—0.60 |
|        |            | 20XΦ    | 0.15—0.25 | 0.17—0.37 | 0.40—0.70 |
| 3      | 鉍鋼.....    | 15M     | 0.10—0.18 | 0.17—0.37 | 0.40—0.70 |
|        |            | 20M     | 0.15—0.25 | 0.17—0.37 | 0.40—0.70 |
|        |            | 30M     | 0.25—0.35 | 0.17—0.37 | 0.50—0.80 |
| 4      | 鉻鉍鋼.....   | 12XM    | ≤0.16     | 0.17—0.37 | 0.40—0.70 |
|        |            | 20XM    | 0.15—0.25 | 0.17—0.37 | 0.40—0.70 |
|        |            | 30XM    | 0.25—0.35 | 0.17—0.37 | 0.40—0.70 |
|        |            | 35XM    | 0.30—0.40 | 0.17—0.37 | 0.40—0.70 |
|        |            |         |           |           |           |
| 5      | 鉻矽鋼.....   | 33XC    | 0.29—0.37 | 1.00—1.30 | 0.30—0.60 |
|        |            | 37XC    | 0.32—0.42 | 1.00—1.30 | 0.30—0.60 |
|        |            | (40GX)  |           |           |           |
|        |            | 40XC    | 0.37—0.45 | 1.20—1.60 | 0.30—0.60 |
| 6      | 鉻錳鋼.....   | 15XΓ    | 0.12—0.20 | 0.17—0.37 | 1.10—1.40 |
|        |            | 20XΓ    | 0.15—0.25 | 0.17—0.37 | 0.90—1.20 |
|        |            | 40XΓ    | 0.35—0.45 | 0.17—0.37 | 0.00—1.20 |
|        |            | 35XΓ2   | 0.30—0.40 | 0.17—0.37 | 1.60—1.90 |
|        | 含鈦鉻錳鋼..... | 18XΓT   | 0.16—0.24 | 0.17—0.37 | 0.80—1.10 |
|        |            |         |           |           |           |
| 7      | 鉻錳鉍鋼.....  | 18XΓM   | 0.16—0.24 | 0.17—0.37 | 0.90—1.20 |
|        |            | 40XΓM   | 0.37—0.45 | 0.17—0.37 | 0.90—1.20 |
|        |            | (38XΓM) |           |           |           |
| 8      | 矽錳鋼.....   | 27CΓ    | 0.22—0.32 | 1.10—1.40 | 1.10—1.40 |
|        |            | 35CΓ    | 0.30—0.40 | 1.10—1.40 | 1.10—1.40 |
| 9      | 鉻矽錳鋼.....  | 20XΓC   | 0.15—0.25 | 0.90—1.20 | 0.80—1.10 |
|        |            | 25XΓC   | 0.22—0.30 | 0.90—1.20 | 0.80—1.10 |
|        |            | 30XΓC   | 0.25—0.35 | 0.90—1.20 | 0.80—1.10 |
|        |            | 35XΓC   | 0.30—0.40 | 1.10—1.40 | 0.80—1.10 |
|        |            |         |           |           |           |
| 12     | 鎳鋼.....    | 25H     | 0.20—0.30 | 0.17—0.37 | 0.50—0.80 |
|        |            | 30H     | 0.25—0.35 | 0.17—0.37 | 0.50—0.80 |
| 13     | 鎳鉍鋼.....   | 15HM    | 0.10—0.18 | 0.17—0.37 | 0.40—0.70 |
|        |            | 20HM    | 0.17—0.25 | 0.17—0.37 | 0.40—0.70 |
|        |            | 40HM    | 0.37—0.45 | 0.17—0.37 | 0.50—0.80 |
|        |            |         |           |           |           |

表 3

的 標 準 鋼 號

| 成         | 分         | % |           |           |    |    |           |
|-----------|-----------|---|-----------|-----------|----|----|-----------|
| Cr        | Ni        | W | V         | Mo        | Al | Ti |           |
| 鋼         |           |   |           |           |    |    |           |
| 0.70—1.00 | ≤0.40     | — | —         | —         | —  | —  |           |
| 0.70—1.00 | ≤0.40     | — | —         | —         | —  | —  |           |
| 0.80—1.10 | ≤0.40     | — | —         | —         | —  | —  |           |
| 0.80—1.10 | ≤0.40     | — | —         | —         | —  | —  |           |
| 0.80—1.10 | ≤0.40     | — | —         | —         | —  | —  |           |
| 0.80—1.10 | ≤0.40     | — | —         | —         | —  | —  |           |
| 0.80—1.10 | ≤0.40     | — | —         | —         | —  | —  |           |
| 0.80—1.10 | ≤0.40     | — | —         | —         | —  | —  |           |
| 0.80—1.10 | ≤0.40     | — | 0.10—0.20 | —         | —  | —  |           |
| 0.80—1.10 | ≤0.40     | — | 0.10—0.20 | —         | —  | —  |           |
| ≤0.30     | ≤0.30     | — | —         | 0.40—0.55 | —  | —  |           |
| ≤0.30     | ≤0.30     | — | —         | 0.40—0.55 | —  | —  |           |
| ≤0.30     | ≤0.40     | — | —         | 0.40—0.55 | —  | —  |           |
| 0.80—1.10 | ≤0.30     | — | —         | 0.40—0.55 | —  | —  |           |
| 0.80—1.10 | ≤0.40     | — | —         | 0.15—0.25 | —  | —  |           |
| 0.80—1.10 | ≤0.40     | — | —         | 0.15—0.25 | —  | —  |           |
| 0.80—1.10 | ≤0.40     | — | —         | 0.15—0.25 | —  | —  |           |
| 1.30—1.60 | ≤0.40     | — | —         | —         | —  | —  |           |
| 1.30—1.60 | ≤0.40     | — | —         | —         | —  | —  |           |
| 1.30—1.60 | ≤0.40     | — | —         | —         | —  | —  |           |
| 0.40—0.70 | ≤0.40     | — | —         | —         | —  | —  |           |
| 0.90—1.20 | ≤0.40     | — | —         | —         | —  | —  |           |
| 0.90—1.20 | ≤0.40     | — | —         | —         | —  | —  |           |
| 0.40—0.70 | ≤0.40     | — | —         | —         | —  | —  |           |
| 1.00—1.30 | ≤0.40     | — | —         | —         | —  | —  | 0.08—0.15 |
| 0.90—1.20 | ≤0.40     | — | —         | 0.20—0.30 | —  | —  |           |
| 0.90—1.20 | ≤0.40     | — | —         | 0.20—0.30 | —  | —  |           |
| ≤0.30     | ≤0.40     | — | —         | —         | —  | —  |           |
| ≤0.30     | ≤0.40     | — | —         | —         | —  | —  |           |
| 0.80—1.10 | ≤0.40     | — | —         | —         | —  | —  |           |
| 0.80—1.10 | ≤0.40     | — | —         | —         | —  | —  |           |
| 0.80—1.10 | ≤0.40     | — | —         | —         | —  | —  |           |
| 1.10—1.40 | ≤0.40     | — | —         | —         | —  | —  |           |
| ≤0.30     | 0.50—0.90 | — | —         | —         | —  | —  |           |
| ≤0.30     | 0.80—1.20 | — | —         | —         | —  | —  |           |
| ≤0.30     | 1.50—2.00 | — | —         | 0.20—0.30 | —  | —  |           |
| ≤0.30     | 1.50—2.00 | — | —         | 0.20—0.30 | —  | —  |           |
| ≤0.30     | 1.50—2.00 | — | —         | 0.20—0.30 | —  | —  |           |

| 組<br>號 | 鋼<br>組     | 鋼<br>號                                                                      | 化<br>學                                                                                                |                                                                                                                   |                                                                                                                   |
|--------|------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |            |                                                                             | C                                                                                                     | Si                                                                                                                | Mn                                                                                                                |
| 14     | 鐵鉻鋼.....   | 20XH<br>40XH<br>45XH<br>50XH<br>12XH2<br>12XH3<br>30XH3<br>12X2H4<br>20X2H4 | 0.15—0.25<br>0.35—0.45<br>0.40—0.50<br>0.45—0.55<br>≤0.17<br>≤0.17<br>0.25—0.35<br>≤0.17<br>0.15—0.22 | 0.17—0.37<br>0.17—0.37<br>0.17—0.37<br>0.17—0.37<br>0.17—0.37<br>0.17—0.37<br>0.17—0.37<br>0.17—0.37<br>0.17—0.37 | 0.40—0.70<br>0.50—0.80<br>0.50—0.80<br>0.50—0.80<br>0.30—0.60<br>0.30—0.60<br>0.30—0.60<br>0.30—0.60<br>0.30—0.60 |
| 高 級 優  |            |                                                                             |                                                                                                       |                                                                                                                   |                                                                                                                   |
| 1      | 鉻鋼.....    | 15XA<br>20XA<br>30XA<br>38XA<br>45XA<br>50XA                                | 0.12—0.18<br>0.17—0.24<br>0.25—0.33<br>0.34—0.42<br>0.42—0.50<br>0.47—0.55                            | 0.17—0.37<br>0.17—0.37<br>0.17—0.37<br>0.17—0.37<br>0.17—0.37<br>0.17—0.37                                        | 0.30—0.60<br>0.50—0.80<br>0.50—0.80<br>0.50—0.80<br>0.50—0.80<br>0.50—0.80                                        |
| 2      | 鉻鈳鋼.....   | 15XΦA<br>20XΦA<br>40XΦA<br>50XΦA                                            | 0.12—0.18<br>0.17—0.25<br>0.37—0.45<br>0.46—0.54                                                      | 0.17—0.37<br>0.17—0.37<br>0.17—0.37<br>0.17—0.33                                                                  | 0.30—0.60<br>0.40—0.70<br>0.50—0.80<br>0.50—0.80                                                                  |
| 3      | 鉻鋼.....    | 12MA<br>20MA<br>30MA                                                        | 0.10—0.16<br>0.17—0.24<br>0.26—0.34                                                                   | 0.17—0.37<br>0.17—0.37<br>0.17—0.37                                                                               | 0.40—0.70<br>0.40—0.70<br>0.50—0.80                                                                               |
| 4      | 鉻鉻鋼.....   | 15XMA<br>20XMA<br>30XMA<br>35XMA<br>352MA                                   | 0.10—0.18<br>0.17—0.24<br>0.25—0.33<br>0.32—0.40<br>0.32—0.40                                         | 0.17—0.37<br>0.17—0.37<br>0.17—0.37<br>0.17—0.37<br>0.17—0.37                                                     | 0.40—0.70<br>0.40—0.70<br>0.40—0.70<br>0.40—0.70<br>0.40—0.70                                                     |
| 5      | 鉻矽鋼.....   | 33XCA<br>40XCA                                                              | 0.29—0.37<br>0.37—0.45                                                                                | 1.00—1.30<br>1.00—1.30                                                                                            | 0.30—0.60<br>0.30—0.60                                                                                            |
| 6      | 鉻錳鋼.....   | 15XTA<br>20XTA<br>40XTA<br>35XT2A                                           | 0.12—0.18<br>0.18—0.25<br>0.37—0.45<br>0.32—0.40                                                      | 0.17—0.37<br>0.17—0.37<br>0.17—0.37<br>0.17—0.37                                                                  | 1.10—1.40<br>0.90—1.20<br>0.90—1.20<br>1.60—1.90                                                                  |
| 7      | 鉻錳鉻鋼.....  | 18XTMA<br>40XTMA                                                            | 0.16—0.24<br>0.37—0.45                                                                                | 0.17—0.37<br>0.17—0.37                                                                                            | 0.90—1.20<br>0.90—1.20                                                                                            |
| 9      | 鉻矽錳鋼.....  | 20XTCA<br>25XTCA<br>30XTCA<br>35XTCA                                        | 0.17—0.24<br>0.22—0.29<br>0.28—0.35<br>0.32—0.39                                                      | 0.90—1.20<br>0.90—1.20<br>0.90—1.20<br>1.10—1.40                                                                  | 0.80—1.10<br>0.80—1.10<br>0.80—1.10<br>0.80—1.10                                                                  |
| 10     | 鉻鋁鋼和鉻鉻鉻鋼.. | 35XIOA<br>38XMIOA                                                           | 0.31—0.39<br>0.35—0.42                                                                                | 0.17—0.37<br>0.17—0.37                                                                                            | 0.30—0.60<br>0.30—0.60                                                                                            |

續表 3

| 成 分, %    |           |   |           |           |       |    |
|-----------|-----------|---|-----------|-----------|-------|----|
| Cr        | Ni        | W | V         | Mo        | Al    | Ti |
| 0.45—0.75 | 1.00—1.50 | — | —         | —         | —     | —  |
| 0.45—0.75 | 1.00—1.50 | — | —         | —         | —     | —  |
| 0.45—0.75 | 1.00—1.50 | — | —         | —         | —     | —  |
| 0.45—0.75 | 1.00—1.50 | — | —         | —         | —     | —  |
| 0.60—0.90 | 1.50—2.00 | — | —         | —         | —     | —  |
| 0.60—0.90 | 2.75—3.25 | — | —         | —         | —     | —  |
| 0.60—0.90 | 2.75—3.25 | — | —         | —         | —     | —  |
| 1.25—1.75 | 3.25—3.75 | — | —         | —         | —     | —  |
| 1.25—1.75 | 3.25—3.75 | — | —         | —         | —     | —  |
| 質 鋼       |           |   |           |           |       |    |
| 0.70—1.00 | ≤0.40     | — | —         | —         | —     | —  |
| 0.70—1.00 | ≤0.40     | — | —         | —         | —     | —  |
| 0.80—1.10 | ≤0.40     | — | —         | —         | —     | —  |
| 0.80—1.10 | ≤0.40     | — | —         | —         | —     | —  |
| 0.80—1.10 | ≤0.40     | — | —         | —         | —     | —  |
| 0.80—1.10 | ≤0.40     | — | —         | —         | —     | —  |
| 0.80—1.10 | ≤0.40     | — | 0.10—0.20 | —         | —     | —  |
| 0.80—1.10 | ≤0.40     | — | 0.10—0.20 | —         | —     | —  |
| 0.80—1.10 | ≤0.40     | — | 0.10—0.20 | —         | —     | —  |
| 0.80—1.10 | ≤0.40     | — | 0.10—0.20 | —         | —     | —  |
| ≤0.30     | ≤0.30     | — | —         | 0.40—0.55 | —     | —  |
| ≤0.30     | ≤0.30     | — | —         | 0.40—0.55 | —     | —  |
| ≤0.30     | ≤0.40     | — | —         | 0.40—0.55 | —     | —  |
| 0.80—1.10 | ≤0.30     | — | —         | 0.40—0.55 | —     | —  |
| 0.80—1.10 | ≤0.40     | — | —         | 0.15—0.25 | —     | —  |
| 0.80—1.10 | ≤0.40     | — | —         | 0.15—0.25 | —     | —  |
| 0.80—1.10 | ≤0.40     | — | —         | 0.15—0.25 | —     | —  |
| 1.60—1.90 | ≤0.40     | — | —         | 0.15—0.25 | —     | —  |
| 1.30—1.60 | ≤0.40     | — | —         | —         | —     | —  |
| 1.30—1.60 | ≤0.40     | — | —         | —         | —     | —  |
| 0.40—0.70 | ≤0.40     | — | —         | —         | —     | —  |
| 0.90—1.20 | ≤0.40     | — | —         | —         | —     | —  |
| 0.90—1.20 | ≤0.40     | — | —         | —         | —     | —  |
| 0.40—0.70 | ≤0.40     | — | —         | —         | —     | —  |
| 0.90—1.20 | ≤0.40     | — | —         | 0.20—0.30 | —     | —  |
| 0.90—1.20 | ≤0.40     | — | —         | 0.20—0.30 | —     | —  |
| 0.80—1.10 | ≤0.40     | — | —         | —         | —     | —  |
| 0.80—1.10 | ≤0.40     | — | —         | —         | —     | —  |
| 0.80—1.10 | ≤0.40     | — | —         | —         | —     | —  |
| 1.10—1.40 | ≤0.40     | — | —         | —         | —     | —  |
| 1.35—1.65 | ≤0.40     | — | —         | —         | 0.70— | —  |
| 1.35—1.65 | ≤0.40     | — | —         | 0.15—0.25 | 1.20  | —  |
|           |           |   |           |           | 0.70— | —  |
|           |           |   |           |           | 1.10  | —  |

| 組<br>號 | 鋼<br>組     | 鋼<br>號                                                                                 | 化<br>學                                                                                                            |                                                                                                                   |                                                                                                                   |
|--------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |            |                                                                                        | C                                                                                                                 | Si                                                                                                                | Mn                                                                                                                |
| 11     | 鉻鉬鉕鋼.....  | 35XМΦА<br>25X2МΦА                                                                      | 0.30—0.38<br>0.22—0.29                                                                                            | 0.17—0.37<br>0.17—0.37                                                                                            | 0.40—0.70<br>0.40—0.70                                                                                            |
| 12     | 鎳鋼.....    | 25HА<br>30HА                                                                           | 0.22—0.30<br>0.27—0.35                                                                                            | 0.17—0.37<br>0.17—0.37                                                                                            | 0.50—0.80<br>0.50—0.80                                                                                            |
| 13     | 鎳鉬鋼.....   | 15HMA<br>40HMA                                                                         | ≤0.17<br>0.37—0.45                                                                                                | 0.17—0.37<br>0.17—0.37                                                                                            | 0.40—0.70<br>0.50—0.80                                                                                            |
| 14     | 鎳鉻鋼.....   | 20XHА<br>40XHА<br>12XH2А<br>12XH3А<br>20XH3А<br>30XH3А<br>37XH3А<br>12X2H4А<br>20X2H4А | 0.15—0.23<br>0.37—0.45<br>0.11—0.17<br>0.11—0.17<br>0.17—0.25<br>0.27—0.35<br>0.33—0.41<br>0.11—0.17<br>0.15—0.22 | 0.17—0.37<br>0.17—0.37<br>0.17—0.37<br>0.17—0.37<br>0.17—0.37<br>0.17—0.37<br>0.17—0.37<br>0.17—0.37<br>0.17—0.37 | 0.40—0.70<br>0.50—0.80<br>0.30—0.60<br>0.30—0.60<br>0.30—0.60<br>0.30—0.60<br>0.25—0.55<br>0.30—0.60<br>0.30—0.60 |
| 15     | 鎳鉻鉕鋼.....  | 20XH4ΦА                                                                                | 0.17—0.24                                                                                                         | 0.17—0.37                                                                                                         | 0.25—0.55                                                                                                         |
| 16     | 鎳鉻鎢鋼.....  | 18XHBA<br>25XHBA                                                                       | 0.14—0.21<br>0.21—0.28                                                                                            | 0.17—0.37<br>0.17—0.37                                                                                            | 0.25—0.55<br>0.25—0.55                                                                                            |
| 17     | 鎳鉻鉬鋼.....  | 12X2H3MA<br>18X2H4MA<br>33XH3MA<br>40XHMA                                              | 0.10—0.17<br>0.15—0.22<br>0.29—0.37<br>0.36—0.44                                                                  | 0.17—0.37<br>0.17—0.37<br>0.17—0.37<br>0.17—0.37                                                                  | 0.30—0.60<br>0.40—0.70<br>0.50—0.80<br>0.50—0.80                                                                  |
| 18     | 鎳鉻鉬鉕鋼..... | 30XH2MΦА<br>45XHМΦА                                                                    | 0.26—0.33<br>0.42—0.50                                                                                            | 0.17—0.37<br>0.17—0.37                                                                                            | 0.30—0.60<br>0.50—0.80                                                                                            |

註：1. 鋼號內左起的頭兩位數字表示碳的平均含量，為萬分之幾十；在數字右面的字母表字表示相當元素的百分數含量，為整數單位。

高級優質鋼號在其末尾有А字記號。括號內係指舊的鋼號。

2. 含鉬、鎢和鉕的合金鋼以及用鎳超過 2.0 % 的合金鋼號，應該在技術有根據的情況
3. 交貨給汽車和拖拉機工業製造廠的 40X 號鋼，其中碳含量應在 0.37—0.45% 之間。
4. 18XHBA 和 25XHBA 號鋼中的鎢，可能以殘餘的鉬代替，按三份重量的鉬代替—

續表 3

| 成 分, %    |           |           |           |           |    |    |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|----|
| Cr        | Ni        | W         | V         | Mo        | Al | Ti |
| 1.00—1.30 | ≤0.40     | —         | 0.10—0.20 | 0.20—0.30 | —  | —  |
| 1.50—1.80 | ≤0.40     | —         | 0.15—0.30 | 0.20—0.30 | —  | —  |
| ≤0.30     | 0.50—0.90 | —         | —         | —         | —  | —  |
| ≤0.30     | 0.80—1.20 | —         | —         | —         | —  | —  |
| ≤0.30     | 1.50—2.00 | —         | —         | 0.20—0.30 | —  | —  |
| ≤0.30     | 1.50—2.00 | —         | —         | 0.20—0.30 | —  | —  |
| 0.45—0.75 | 1.00—1.50 | —         | —         | —         | —  | —  |
| 0.45—0.75 | 1.00—1.50 | —         | —         | —         | —  | —  |
| 0.60—0.90 | 1.50—2.00 | —         | —         | —         | —  | —  |
| 0.60—0.90 | 2.75—3.25 | —         | —         | —         | —  | —  |
| 0.60—0.90 | 2.75—3.25 | —         | —         | —         | —  | —  |
| 0.60—0.90 | 2.75—3.25 | —         | —         | —         | —  | —  |
| 1.20—1.60 | 3.00—3.50 | —         | —         | —         | —  | —  |
| 1.25—1.75 | 3.25—3.75 | —         | —         | —         | —  | —  |
| 1.25—1.75 | 3.25—3.75 | —         | —         | —         | —  | —  |
| 0.70—1.10 | 3.75—4.25 | —         | 0.15—0.30 | —         | —  | —  |
| 1.35—1.65 | 4.00—4.50 | 0.80—1.20 | —         | —         | —  | —  |
| 1.35—1.65 | 4.00—4.50 | 0.80—1.20 | —         | —         | —  | —  |
| 1.45—1.75 | 2.75—3.25 | —         | —         | 0.20—0.30 | —  | —  |
| 1.45—1.75 | 3.25—3.75 | —         | —         | 0.20—0.30 | —  | —  |
| 0.80—1.10 | 2.50—3.00 | —         | —         | 0.20—0.30 | —  | —  |
| 0.60—0.90 | 1.25—1.75 | —         | —         | 0.15—0.25 | —  | —  |
| 0.60—0.90 | 2.00—2.50 | —         | 0.15—0.30 | 0.20—0.30 | —  | —  |
| 0.80—1.10 | 1.30—1.80 | —         | 0.10—0.20 | 0.20—0.30 | —  | —  |

示: Γ—錳, C—矽, X—鉻, H—鎳, B—鎢, Φ—鈮, M—鉬, IO—鉛, T—鈦。

下僅按規定的程序得到允許後才採用。

份重量的鉬計算之。

標準鋼號的熱處理和

| 鋼<br>組 | 鋼<br>號      | 熱 處      |        |     |          |
|--------|-------------|----------|--------|-----|----------|
|        |             | 淬        |        | 火   | 回        |
|        |             | 溫 度 (°C) |        | 介 質 | 溫 度 (°C) |
|        |             | 第一 次淬火   | 第二 次淬火 |     |          |
| 1      | 15X         | 860      | 780    | 水   | 200      |
|        | 15XA        | 860      | 780    | "   | 200      |
|        | 20X         | 860      | —      | 水或油 | 200      |
|        |             | 860      | —      | 油   | 500      |
|        | 35X         | 860      | —      | "   | 500      |
|        | 38XA        | 860      | —      | "   | 550      |
|        | 40X         | 850      | —      | "   | 500      |
|        | 45X         | 840      | —      | "   | 500      |
|        | 50X         | 830      | —      | "   | 500      |
| 2      | 15XΦ        | 860      | 780    | 水   | 200      |
|        | 20XΦ        | 880      | —      | 水或油 | 500      |
|        | 40XΦA       | 880      | —      | 油   | 650      |
|        | 50XΦA       | 860      | —      | "   | 475      |
| 4      | 20XM        | 880      | —      | 水或油 | 500      |
|        | 30XM        | 880      | —      | 油   | 560      |
|        | 30XMA       | 880      | —      | "   | 560      |
|        | 35XM        | 850      | —      | "   | 560      |
|        | 35XMA       | 850      | —      | "   | 560      |
|        | 35X2MA      | 870      | —      | "   | 620      |
|        | 33XC        | 920      | —      | 水或油 | 630      |
|        | 37XC (40CX) | 900      | —      | 油   | 630      |
| 5      | 40XC        | 900      | —      | "   | 540      |
|        | 20XΓ        | 860      | —      | "   | 180      |
|        | 35XΓ2       | 870      | —      | "   | 600      |
| 7      | 18XΓM       | 860      | —      | "   | 190      |
|        | 40XΓM       | 850      | —      | "   | 600      |
| 8      | 27CΓ        | 920      | —      | 水   | 420      |
|        | 35CΓ        | 900      | —      | "   | 590      |
| 9      | 20XΓC       | 880      | —      | 油   | 500      |
|        | 30XΓC       | 880      | —      | "   | 520      |
|        | 30XΓCA      | 880      | —      | "   | 520      |