

焊接金属结构的装配

A·П·庫茲涅佐夫著



建 築 工 程 出 版 社

453

銲接金屬結構的裝配

秋 楓 譯

刘清秀技術審校

建筑工程出版社出版

• 1956 •

內容提要 本書系為提高金屬結構 裝配工們 技術水平的教材。書中主要敘述了金屬結構個別部件與零件的裝配和銲接，以及在裝配時的勞動組織與技術保安等問題。同時對有關製造金屬結構的材料，裝配工作使用的工具與裝置和結構裝配的質量檢查等，也都作了詳細的闡述。

本書適用於建築工業與機械製造業中從事金屬結構裝配工作的工人，並可供從事鋼結構製造與銲接的工程技術人員參考。

原本說明

書 名 СБОРКА СВАРНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ
КОНСТРУКЦИЙ
著 者 А. П. Кузнецов
出 版 者 Государственное научно техническое издательство
машиностроительной и судостроительной литературы
出版地點 及 日 期 Москва — 1953 — Свердловск

銲接金屬結構的裝配

秋 楓 譯

*

建築工程出版社出版（北京市阜成門外南禮士路）

（北京市書刊出版業營業許可証出字第052號）

建築工程出版社印刷廠印刷 · 新華書店發行

書號251 97千字 85(×1163 1/32 印張 4 15/16 插頁

1956年9月第1版 1956年9月第1次印刷

印數：1—5,000册 定價（10）0.95元

目 錄

序 言	6
第一章 制造金屬結構的材料	7
第 一 節 黑色金屬	7
第 二 節 鋼材的机械性能	8
第 三 節 化学成分对鋼材性能的影响	12
第 四 節 鋼材标号	14
第 五 節 鋼材的热处理	16
第 六 節 鋼材的种类	18
复 習 題	22
第二章 銲接金屬結構与銲接連接的主要种类	23
第 七 節 金屬結構的主要种类	23
第 八 節 对金屬結構的要求	23
第 九 節 裝配工作的分类	24
第 十 節 鋼板与型鋼銲接連接的型式	24
复 習 題	39
第三章 使用金屬銲条的电弧銲接	41
第 十 一 節 电弧銲接的基本知識	41
第 十 二 節 手动电銲时銲縫的形成	42
第 十 三 節 金屬銲条	45
第 十 四 節 銲接規程	45
第 十 五 節 对点銲的要求	46
第 十 六 節 电銲設備	47
第 十 七 節 銲接用的电綫	51
复 習 題	51
第四章 制造銲接金屬結構的技術条件和技術操作过程	52
第 十 八 節 制造銲接結構的技術条件	52

第十九節	制造銲接金屬結構的技術操作过程	53
第二十節	裝配金屬結構的技術操作过程	54
复習題		55
第五章 銲接結構中的变形与应力及其消除的办法		57
第二十一節	由於銲縫的縱向收縮而產生的变形	57
第二十二節	由於銲縫的橫向收縮而產生的变形	61
复習題		63
第六章 裝配工作用的工具与裝置		64
第二十三節	总論	64
第二十四節	裝配合架	64
第二十五節	平 板	67
第二十六節	螺旋夾鉗	68
第二十七節	裝楔的卡鉗	68
第二十八節	螺旋拉桿与螺旋撐桿	68
第二十九節	螺旋卡鉗	69
第三十節	螺旋千斤頂	70
第三十一節	鉄 釘	70
第三十二節	裝配工作用的工具	71
复習題		75
第七章 金屬結構的裝配		76
第三十三節	一般的定义	76
第三十四節	金屬結構标准部件的裝配	77
第三十五節	鋼板的对头裝配	78
第三十六節	角鋼、槽鋼与工字鋼等型鋼的对头裝配	82
第三十七節	筒節的对头裝配	86
第三十八節	平底与筒節的裝配	93
第三十九節	矩形法蘭盤的裝配	94
第四十節	箱形部件的裝配	95
第四十一節	工字梁的裝配	106
第四十二節	框架的裝配	112
第四十三節	屋架的裝配	115
第四十四節	吊車桥架結構的裝配	118

第四十五節	綜合結構的裝配	125
第四十六節	C9-3 型挖掘機底框的裝配	126
第四十七節	容積為 100 噸的鉄水罐的裝配	127
復 習 題		135
第八章	金屬結構裝配的質量檢查	137
第四十八節	結構裝配的缺陷	137
第四十九節	結構裝配質量的檢查	140
第五十節	銲接金屬結構的驗收	140
第五十一節	翹曲部件與結構的矯正	141
復 習 題		142
第九章	裝配銲接車間中的勞動組織與技術保安	143
第五十二節	裝配工的工作時間	143
第五十三節	裝配工作的組織	144
第五十四節	提高裝配工作勞動生產率的方法	145
第五十五節	降低制品成本的方法	145
第五十六節	裝配工作中的技術安全	146
復 習 題		151
附 錄		152
參考書籍		157

序 言

苏联很多的工業建筑工程,要求有大量的、各种各样的銲接金屬結構。

为了順利地提高金屬結構工厂和車間的裝配与銲接的工作量,就必須使新的工人干部——裝配工与銲接工,特別是青年干部不断地提高自己的技術水平。

本教材系提供从事銲接前裝配金屬結構的青年裝配工之用。除了裝配工作的一般知識外,並在本書中根据斯达哈諾夫工作者的成就和烏拉尔机械制造厂优秀裝配工的高速裝配法,选引了裝配部件与結構的具体实例。

在1929年6月投入生產的烏拉尔机械制造厂的金屬結構車間,乃是为該厂在建筑所有大型厂房制造結構时的主要制造車間。苏联在烏拉尔机械制造厂的建筑工程中第一次採用了裝配銲接屋架、吊車梁和其它的金屬結構,这些結構至今仍然有效地被使用着。

工厂採用銲接金屬結構是一年比一年地增長着。烏拉尔机械制造厂的工作者們制定了礦井架、燒結設備、起重機設備与其它各种各样設備用的新穎的金屬結構,以及水力發電站用的重要銲接結構。在1941年这里就开始了第一次制造冶金工業所用的重型吊車的銲接桥架,並且在工厂中为了銲接这样的桥架也首創地使用了利用助熔剂的自动銲接方法。

在本教材中綜合了裝配金屬結構的經驗,不僅可供青年裝配工在提高技術水平上使用,並且也可以供給運輸和重型机械制造業的結構師和施工人員們參考。

第一章 制造金屬結構的材料

第一節 黑色金屬

黑色金屬是在机械制造業中制造金屬結構时所使用的材料。其中包括有各种不同的鋼和生鉄。

生鉄在机械制造業中，当制造机械零件时用途極廣，並在个别情况下也用它制造綜合金屬結構。这样，后者在連接零件时，一般都使用螺栓、梢子和螺絲釘。

生鉄就是鉄与碳、錳、矽、硫、磷的合金。生鉄是由鉄礦石在煉鉄爐中熔煉而成。鉄与氧气和矽子、粘土和石灰石等成分所構成的鉄礦石，在熔煉过程中与焦炭中的碳相化合而將氧气脫掉。鉄在高温下与碳、錳、硫、磷相化合並还原成生鉄。根据不同的澆鑄方法，生鉄可分白口鉄与灰口鉄两种。

当冷却时一部分的碳析出为游离状态(石墨)，这种生鉄称为灰口鉄，其断面处呈深灰色，容易進行机械加工，且具有高度的鑄造性能(柔性較强而脆性較弱)，適合鑄造各种零件和制品。

当冷却时碳与鉄化合，这种生鉄称为白口鉄。其断面处呈白灰色，不易進行机械加工(因为过硬与过脆)，因此它主要是作为煉鋼用。

鑄造生鉄(灰口鉄)平均化学成分的界限如下：碳2.5~4.5%；矽0.15~5%；錳0.5~1.5%；硫0.02~0.05%；磷0.1~1.3%；其它为鉄。

此外，还使用一种可鍛生鉄就是特种灰口鉄，它与一般灰口鉄的区别是在於它具有較高的机械性能。可鍛生鉄是用白口鉄在爐中高温下經過長期退火(使其可鍛)而獲得的。

作为制造金屬結構所用的主要金屬——鋼材与生鉄是不同

的，其不同之点，是在於鋼中所含有的碳素和其它成分較少。例如：在生鉄中含碳量为 1.7~5% 时，而在最硬的鋼中含碳量只有 2% 以下。鋼是用白口鉄在貝式麥轉爐或托馬式轉爐或是在馬丁爐中熔煉而成。

在轉爐中熔煉鉄水时，其中所含有的化学成分会因燒尽而減少，从而冶煉成鋼。熔煉時間愈長則被燒尽的化学成分就愈多。因此，要煉成具有一定化学成分的鋼，就需要有一定的冶煉時間。馬丁爐煉鋼操作过程的本質：就是將雜質燒尽，只是放入的生鉄为固体的。馬丁鋼的机械性能高於轉爐中所煉出的鋼的性能，因为含硫量和含磷量較少。

第二節 鋼材的机械性能

鋼材的机械性能的特点是具有抗拉、抗压、抗扭、抗切和抗弯等强度。

确定鋼材的机械性能，是有着極大的实际重要意义，因为依据机械性能可以确定鋼材的标号，和确定制造机械另件用或是制造

扁平試样的計算長度($l_0 = 11.3\sqrt{Fb}$)和其他尺寸 表 1

厚度 a (公厘)	寬度 b (公厘)	計算長度 l_0 (公厘)	厚度 a (公厘)	寬度 b (公厘)	計算長度 l_0 (公厘)
0.3	10	20	8	25	160
0.4	10	20	10	25	180
0.5	10	30	12	30	210
0.6	15	30	14	30	230
0.8	15	40	16	30	250
1	15	40	18	30	260
2	15	60	20	30	280
3	15	80	22	25	270
4	20	100	24	25	280
6	25	140	26	25	280

結構用。用特制試樣(圖1)來進行機械試驗,以確定鋼材的硬度、彈性、強度、塑性和沖擊韌性。扁平試樣的主要尺寸見表1。

長圓形試樣的計算長度採用 $l_0 = 10d$, 而短圓形試樣則採用 $l_0 = 5d$ (圖1a)。

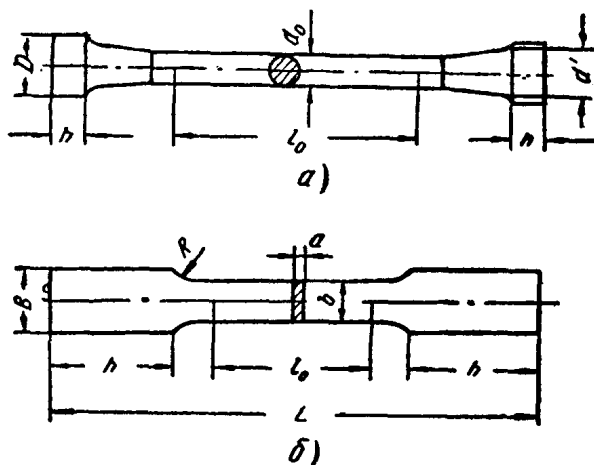


圖1 a—作拉力試驗的圓形試樣

(h —在試驗機夾頭上固定試樣時,試樣頭部的長度; l_0 —試樣的計算長度; D —頭部的直徑; d —試樣的直徑)

b—作拉力試驗的扁平試樣

(h —頭部長度; l_0 —試樣的計算長度; R —圓形半徑; b —試樣的寬度; B —頭部寬度; L —試樣的總長)

硬度——一物體被另外一較硬物體壓入其表面上時所顯示出的抵抗能力稱為硬度(物體的硬度愈大則壓入其表面也就愈難)。一種最常用的測定硬度的方法就是將已淬火的鋼珠壓入試驗的物體中。根據所試驗的物體的厚度採用不同直徑的鋼珠和不同作用力。例如:直徑為10公厘的鋼珠,作用力取3,000公斤;直徑為5公厘的鋼珠,作用力取750公斤;鋼珠直徑為2.5公厘時,則作用力取187.5公斤。測定硬度 H_B (公斤/平方公厘)時,將試驗時所用的荷重(公斤)被印痕的面積(平方公厘)除之。進行試驗時,須符合ГОСТ(國定全蘇標準)10241—40。

彈性——在某一物体上施以外力时，則該物体可能改变其原有的形狀，例如，該物体可能拉長、壓縮或弯曲等等。物体受外力作用而改变形狀称为变形。

物体在变形后能恢复其原有形狀的性能称为**彈性**。如物体在取消其外力作用时能完全恢复其原有形狀者，則此变形称为**彈性变形**。如物体在取消其外力作用后尚不能恢复其原有形狀者称为**剩余变形**。物質的彈性愈大，則構成其剩余变形所加的力就愈大，彈性極限很低的材料，受較小的外力作用就会產生剩余变形。剩余变形在構築物中和机械中是不允許的，所以制造金屬結構所用的材料必須具有很高的彈性。

含碳量低的鋼材，如 Ст.1 号鋼、Ст.2 号鋼和 Ст.3 号鋼，其彈性小於含碳量高的鋼，如 Ст.6 号鋼和 Ст.7 号鋼等。为了对不同材料的彈性值進行比較，將使材料开始產生剩余变形的荷重 P (公斤) 被試样橫断面的面積 F_b (平方公厘) 除之。即得出彈性的数值(彈性極限) σ_e ，以公斤/平方公厘計。

$$\sigma_e = \frac{P_1}{F} \text{ 公斤/平方公厘}$$

式中： P_1 ——產生剩余变形的極限荷重(公斤)；

F ——試样橫断面的面積(平方公厘)。

根据 σ_e 值的大小來比較各种不同材料的彈性。例如：一般碳素鋼的 $\sigma_e = 16$ 公斤/平方公厘；而碳素工具鋼的 $\sigma_e = 35$ 公斤/平方公厘。

塑性——物体受力的作用而变形，但当取消其作用力以后而仍然保持其已改变的形狀者，这种性能称为**塑性**。

当鍛造、冲压、軋制和弯曲时，必須使金屬具有足够的塑性並尽可能彈性小些。塑性过小时材料不易变形，且受到力的作用时因無引伸(伸長)以致材料破坏。有些沒有塑性的材料，稍受冲击即行破坏。这些即称为脆性的。例如：淬火很强的鋼具有很高的硬度、彈性和强度，但完全沒有塑性，这样稍受輕击即生裂紋。

为了測定金屬的塑性，須作圓筒形或扁平形的試样，其尺寸按

ГОСТ1497—42 的規定(圖 1а,б)。試樣固定在拉力試驗機上並施以拉力。

當作用負荷超過彈性極限的負荷時，試樣即開始伸長，而在試樣拉斷時，此伸長的長度為最長。所得出的伸長(公厘)可作為試驗金屬的塑性值，但依此來比較各種材料的性能實際上是不方便的。因此，可按引伸率 ε 作為材料的塑性性能的特徵，也就是根據伸長的長度與原有長度的百分比。例如，原有長度為 90 公厘，試樣拉斷後的長度為 110 公厘，則其引伸率等於：

$$\varepsilon = \frac{110 - 90}{90} \times 100\% = 22\%$$

各種碳素鋼引伸率的值見表 3。

強度——物體抵抗拉力破壞作用的能力稱為 拉力 強度。試驗強度所需的準備程序與試驗塑性相同。為測定強度極限 σ_b ，須將拉斷時的負荷 P 除以橫斷面的面積 F (平方公厘)。例如，拉斷時的負荷 $P = 15,700$ 公斤，試樣的斷面積 $F = 300$ 平方公厘，則其強度極限等於：

$$\sigma_b = \frac{15,700}{300} = 52.3 \text{ 公斤/平方公厘}$$

各種鋼材的強度極限值(公斤/平方公厘)見表 3。

衝擊韌性——材料抵抗衝擊力的作用而無破壞，這種能力稱為衝擊韌性。許多材料在受靜負荷而無震動力和衝擊力時，是具有足夠強度的。但當受有意外的震動力或衝擊力時，這些材料就成為很脆且不堅固的了。例如，淬火的鋼和生鐵。

為了測定衝擊韌性，應採用各種構造的擺錘衝擊試驗機，按照 ГОСТ1524—42 進行。作衝擊試驗的試樣作成缺口，其尺寸載於 OCT (全蘇標準)26040 中(圖 2а)。衝擊試驗的試樣時，系將具有一定重量的擺錘，從一定的高度和從與缺口相反的一面，向 A 示的方向落下(圖 2б)。如材料很脆時，則在一定的衝擊力的作用下試樣還沒有變形或少許變形時即行破壞。如材料韌性很強時，試樣受同樣衝擊力的作用下，沒有破壞而彎曲。

冲击韧性是以击坏试样时摆锤所耗费的功来测定。以公斤公尺/平方公分作为冲击韧性的测量单位。公斤公尺表示所耗费的功,而平方公分则表示试样横断面的面积。摆锤击下时的功等于摆锤的重量与落下高度的乘积。例如,15公斤的摆锤从2公尺的高处落下时,其所耗费的功则为 $15 \times 2 = 30$ 公斤/公尺,即为15公斤的摆锤作用在某物体上的冲击力。

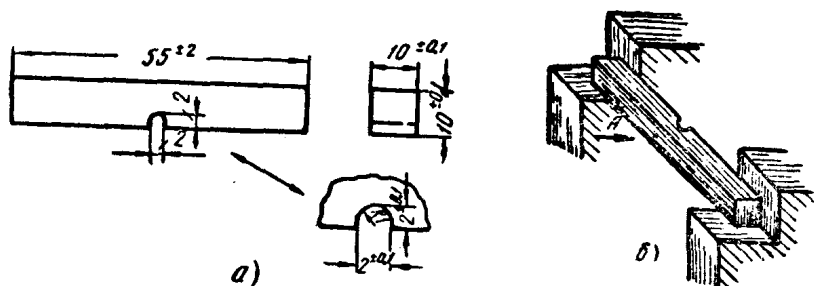


圖2 a—作冲击韧性試驗用帶缺口的试样
b—准备进行冲击韧性試驗的试样位置(按A示方向冲击)

当正常温度时,CT.3号鋼的冲击韧性的最小值为10公斤公尺/平方公分,而CT.5号鋼则为8公斤公尺/平方公分。

技術操作上的試驗 弯曲試驗(冷弯)是最簡單的技術操作試驗,这种試驗能反映金屬的塑性性能。

圓形试样或矩形试样繞心棒弯曲:弯曲到一定的角度,兩面成平行或兩面相緊接(圖3)。經過試驗后沒有裂紋,則該材料即認為合格。

根据鋼材标号和试样的厚度,弯曲试样时所用心棒的直径应符合OCT 1682-1697。在檢查銲縫質量时,弯曲試驗是一种必須的。

第三節 化学成分对鋼材性能的影响

碳素鋼的机械性能首先是取決於含碳量。鋼材的硬度与强度随着含碳量的增加而提高,但同时会因此而減低其塑性和銲接性。

錳与矽是在熔煉过程中加入鋼中,它是一种有益的原素,它能

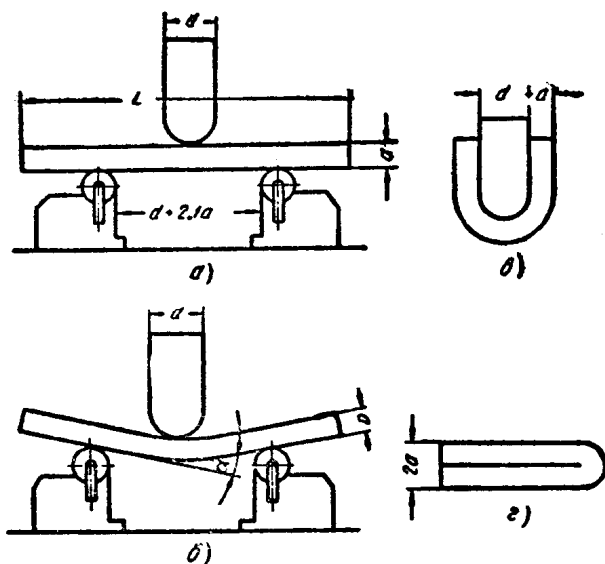


圖 3 弯曲試驗

a —原有的位置； b —弯曲到一定的角度； c —繞心棒彎曲到兩面成平行；
 d —彎曲到兩面相接合

提高鋼的強度並不降低鋼的韌性。當鋼材中的含錳量大於0.6%時，會強烈提高其硬度和強度並少許降低其塑性。當鋼材中的含矽量大於0.4%時，能增加彈性、強度和硬度，但這樣會減少鋼材的塑性並造成銲接與鍛造的困難。

磷與硫是一種有害的元素，它會使鋼材的脆性提高。磷能使鋼材發生冷脆，而硫能使鋼材在加熱達 $800\sim 900^{\circ}$ 時變脆。這種現象稱為熱脆。這些元素在鋼材中的含有量不得超過0.05%。

當冶煉合金鋼時，除碳素外還加入一些起合金作用的元素，如鉻、鎳、錳、鉬、鈦、鈷等。

根據對鋼材所要求的性能，應加入適當百分比的各種合金元素。

某些合金鋼具有很大的硬度和足夠的韌性。在這種鋼材中，一部分碳素被特加入的元素所代替，如：鎳、鉻、錳等。

鎳可提高鋼材的強度,同時也可增加韌性,它善於抵抗沖擊荷重。鉻可增加鋼材的硬度,並可減少鋼材的銹蝕能力。

鎢可增加鋼材的硬度和切削能力。

第四節 鋼材標號

結構鋼 結構鋼包括有:

(1)含碳量不超過 0.3% 的軟機器鋼,用在製造金屬結構和次要的機械零件;

(2)含碳量為 0.3~0.4% 的標準機器鋼,用在製造機軸桿和其它等零件;

(3)含碳量為 0.4~0.6% 的硬機器鋼,用在製造鋼軌與齒輪等等。

碳素工具鋼 這種鋼的特點是因為它有很高的硬度並含有 0.65~1.5% 的碳素。例如, Y7 號鋼、Y8 號鋼與 Y9 號鋼等等(Y 字系表示碳素鋼,而數字則表示含碳量,以百分小數計),符合 ГОСТ B-1435-42。馬丁爐煉出的碳素鋼的化學成分見表 2。

碳素鋼的化學成分 ГОСТ 380-50

表 2

鋼材標號	化 學 成 分 的 含 有 量 %				
	碳	錳	矽	硫 不大於	磷 不大於
M Cr. 0	0.23 以內	—	—	0.06	0.07
M Cr. 1	0.07~0.12	0.35~0.5	痕跡	0.055	0.050
M Cr. 2	0.09~0.15	0.35~0.5	痕跡	0.055	0.050
M Cr. 3	0.14~0.22	0.35~0.6	0.12~0.30	0.055	0.050
M Cr. 4	0.18~0.27	0.40~0.70	0.12~0.30	0.055	0.050
M Cr. 5	0.28~0.37	0.50~0.80	0.12~0.30	0.055	0.050
M Cr. 6	0.38~0.50	0.50~0.80	0.12~0.30	0.055	0.050
M Cr. 7	0.50~0.63	0.55~0.80	0.12~0.30	0.055	0.050

普通質量的各種碳素鋼的機械性能見表 3。

從表中可以看出,鋼材的強度是隨著含碳量的增加而增加,同時減少了鋼材的塑性。為了製造金屬結構,所要求的鋼材應具有很

表 3

碳素鋼的机械性能 (ГОСТ 380-50)

鋼材標号	拉力的强度極限 (公斤/平方公厘)	引伸率(%)		屈服界限 (公斤/平方公厘)	鋼材標号	拉力的强度極限 (公斤/平方公厘)		引伸率(%)		屈服界限 (公斤/平方公厘)
		短試样	長試样					短試样	長試样	
Ст. 0	32~47	22	18	19		50~53		21	17	
Ст. 1	32~40	33	28	—	Ст. 5	54~57		20	16	28
Ст. 2	34~42	31	26	22		58~62		19	15	
Ст. 3	38~40	27	23			60~63		15	13	
	41~43	26	22	24	Ст. 6	64~67		14	12	31
	44~47	25	21			68~72		13	11	
Ст. 4	42~44	25	21			70~74		11	9	
	45~48	24	20	26	Ст. 7	75~79		10	8	—
	49~52	23	19			80以上		9	7	

表 4

低合金鋼的化学成分和机械性能

鋼材 標 号	化 学 成 分 的 含 有 量 (%)								机 械 性 能		
	碳 C	錳 Mn	矽 Si	鉻 Cr	鎳 Ni	銅 Cu	硫 S	磷 P	强 度 極 限 (公斤/平方公分)	引伸率 %	冲 击 韌 性 (公斤/平方公分)
НП 1	≤0.15	0.5~0.8	0.3~0.5	0.5~0.8	0.3~0.7	0.3~0.5	0.045	0.04	大於或等於42	20	10
НП 2	0.12~0.18	0.5~0.8	0.3~0.5	0.5~0.8	0.3~0.7	0.3~0.5	0.045	0.04	48~63	18	8
											8

好的强度、足够的塑性、冲击韧性和焊接性。前五种标号的碳素钢均合乎这些要求，而其中最好的是 Ст.3 号钢。

用合金钢制造结构时，最广泛使用的是低合金钢，其中所含有的合金成分并不多，还不超过 2.5%（碳除外）。在这类钢材中合金成分是用来提高金属的强度，但不具有耐热、防蚀和它的特殊性能。

低合金钢中的含碳量愈少对焊接就愈有利。最常用的低合金是 НЛ1(СХЛ-3)和 НЛ2(СХЛ-2)号钢，符合 ГОСТ 5058-49。这类钢材具有较高的强度、弹性和韧性。

低合金钢的化学成分和机械性能见表 4 (ГОСТ 5058-49)。

第五節 鋼材的热处理

钢材制品时常进行热处理。热处理就是将钢材加热到适当的温度，然后或快或慢地将其冷却到正常温度，以便使钢材获得各种不同的机械性能。热处理时钢材不须承受任何应力，只借助于加热和冷却来变更其机械性能。热处理的工序如下：将制品以一定的速度加热到所需的温度；在所规定的时间内保持所需的温度；以一定的速度将制品从高温冷却到正常温度。

热处理种类的区别多半是取决于加热的速度、加热的温度、保温的时间和冷却的速度。热处理主要的种类分为以下几种：退火、正火、淬火和回火。

加热制品是在各种构造形状和尺寸不同的热处理炉中进行。

钢材的退火 钢材的退火是一种热处理，在热处理时将钢材在炉中慢慢加热到适当的温度，在这种温度下保持到完全烧透为止，然后以每分钟 $2\sim 3^{\circ}$ 的速度进行徐徐冷却。

退火能消除钢材中已有的内应力，进而改善钢材的结构组织，借以提高其强度。

采用退火也有其它的意义，而这些意义在本书中不作研究。

由于加热不均或冷却不匀，会使钢材中产生内力——内应力。如将扁平的钢板在中间加热时，则与周围冷却部分相接触的