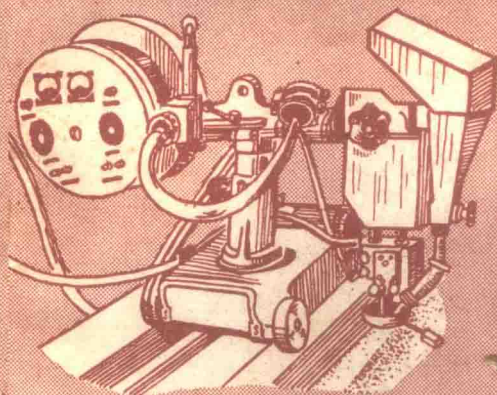


焊工基本知识

侯庭编

科学普及出版社



焊工基本知识

侯庭編

科学普及出版社

1959年•北京

总号: 1155

焊工基本知识

编 者: 侯 庭

出版者: 科学普及出版社

(北京市西便门外福象牌)

北京市书刊出版业营业登记证出字第091号

发 行 者: 新 华 书 店

印刷者: 北 京 市 印 刷 一 厂

(北京市西便门南大街21号)

开 本: 787×1092 毫米 印 张: 5 1/2
1959年1月第 1 版 字 数: 100,000
1959年1月第1次印刷 印 数: 23,050

统一书号: 15051·181

定 价: (9)6角1分

目 次

緒論

第一节 焊接生产的应用	1
-------------------	---

第二节 焊接方法的类型	3
-------------------	---

第一章 金属材料

第一节 金属的性能	5
-----------------	---

一、金属的物理性能	5
-----------------	---

二、金属的机械性能	6
-----------------	---

第二节 金属和合金的内部结构及性能	8
-------------------------	---

一、黑色金属	8
--------------	---

二、有色金属	10
--------------	----

第三节 钢的热处理	10
-----------------	----

一、退火	10
------------	----

二、正火	10
------------	----

三、淬火	11
------------	----

四、回火	11
------------	----

第四节 钢的种类	11
----------------	----

一、碳素钢	11
-------------	----

二、合金钢	13
-------------	----

第二章 电工基本知识

第一节 电流及它的性质	14
-------------------	----

一、物质的构成	14
---------------	----

二、电流、电压、电阻	14
------------------	----

三、欧姆定律	15
--------------	----

第二节 电路	16
--------------	----

第三节 电流的热效应及电功率	17
----------------------	----

第四节 电流与磁场	18
-----------------	----

一、磁场	18
------------	----

二、带电导体在磁场内的运动	19
---------------------	----

第五节 电磁感应	19
----------------	----

第六节 互感应与自感应	20
-------------------	----

第三章 电弧及弧焊机

第一节 电弧	22
第二节 弧焊机	23
一、弧焊机应具备的条件	23
二、交流弧焊机	24
三、直流弧焊机	29

第四章 电弧焊接的冶金原理

第一节 金属的熔化及熔滴的过渡	32
第二节 熔化金属的氧化与氮化	33
第三节 防止焊缝金属氧化与氮化的方法	34
第四节 焊缝金属的精炼及合金化	35
第五节 焊接接头的组织	36
一、焊缝金属的组织	36
二、热影响区的组织	36

第五章 钢焊条

第一节 钢焊条的种类	39
第二节 焊条芯	39
第三节 焊条药皮	42
一、薄药焊条	42
二、厚药焊条	42
第四节 焊条的熔化系数, 损失系数及熔着系数	45

第六章 手工电弧焊接工艺

第一节 手工电弧焊接的基本方法	48
一、引弧	48
二、焊条的运动——运条法	48
三、焊缝的接火及结尾	51
四、焊接规范的选择	52
五、各种焊位焊管的焊接	53
第二节 高速手工电弧焊接法	59
一、深熔焊接法	59
二、多条焊接法	65
三、三相手工电弧焊接法	68

第七章 自动及半自动电弧焊

第一节 焊剂层下自动及半自动电弧焊设备	72
---------------------	----

一、自动及半自动电焊机构造原理	72
二、等速进条式自动及半自动电焊机	76
三、均匀调整式自动及半自动电焊机	78
第二节 焊剂与焊絲	80
一、焊剂	80
二、焊絲	80
第三节 焊接规范	81
一、焊接电流的影响	81
二、电弧电压的影响	82
三、焊接速度的影响	82
四、綫焊对焊縫尺寸的影响	83
五、焊絲傾斜的影响	83
六、焊件傾斜的影响	83
第四节 自动电弧焊接工艺	84
一、对接焊	84
二、角接焊	87
第五节 半自动电弧焊接工艺	91
一、对接焊縫的焊接	91
二、角接焊縫的焊接	93
第八章 焊接变形与应力	
第一节 焊接变形与应力的形成	95
第二节 焊接变形与应力的种类	99
一、焊接应力的种类	99
二、焊接变形的种类	100
第三节 减少和防止焊接变形与应力的方法	101
一、結構上面的方法	101
二、工艺上面的方法	101
第九章 各种金属与合金的电弧焊接	
第一节 鋼的电弧焊接	110
一、鋼的可焊性	110
二、碳素鋼的电弧焊接	111
三、焊接合金鋼的一般規則	112
第二节 有色金属的电弧电	113
一、鋁的电弧焊接	113

二、鋼的電弧焊接	114
第三节、鑄鐵的電弧焊接	115
一、鑄鐵的焊接特性	116
二、鑄鐵的熱焊法	116
三、鑄鐵的冷焊法	119
第十章 焊接接頭質量的檢驗	
第一节 焊接接頭的缺陷	124
一、焊縫及焊接接頭的外部缺陷	124
二、焊縫及焊接接頭的內部缺陷	125
第二节 焊接接頭質量檢驗	127
一、外部觀察及測量	127
二、內部探傷	127
三、焊接接頭的金相檢驗	133
四、焊縫及焊接接頭的機械試驗	133
五、焊接接頭的緊密度試驗	133
第十一章 氣焊	
第一节 氣焊所用的氣體及設備	136
一、氧氣及氧氣瓶	136
二、乙炔及其他可燃氣體	139
三、焊槍	147
第二节 氣焊工藝	149
一、氣焊火焰	149
二、氣焊用的填充金屬及熔劑	152
三、氣焊接頭型式	154
四、左向焊及右向焊	155
五、氣焊規範的選用	156
六、各種金屬與合金的氣焊	158
第十二章 金屬的氧氣切割	
第一节 金屬氧氣切割原理	161
第二节 氧氣切割設備	162
一、手工割槍	162
二、自動及半自動氧氣切割機	163
第三节 氧氣切割技術	165
一、切割工件表面的清除	165

二、开始切割.....	165
三、切割咀与工件表面的距离.....	166
四、切割速度.....	166
五、切割氧气压力.....	166
第四节 手工及机械化学气割工艺.....	168
一、薄板的氧气切割.....	168
二、中板的氧气切割.....	168
三、厚板的氧气切割.....	169
四、氧-熔剂切割.....	169

緒 論

第一节 焊接生产的应用

焊接是工業建設的重要工艺方法之一，在我国工業中的应用日益广泛，利用焊接制造金屬結構具有下列各方面的技术經濟效果：

1. 焊接結構的重量減輕

焊接結構与鉚接結構相比，由于省掉了許多連接元件（如鉚釘、角鉄和連接搭板等）和搭边，使結構的重量減輕。例如 X 50 型貨車由鉚接改为焊接，能減輕重量三百多公斤，这样一方面节省了大量金屬，同时減輕了車輛的自重，可提高車輛的貨物运載量。

2. 能制造出形狀更完善的金屬結構

利用焊接代替鉚接制成的金屬結構（如車輛、輪船、桥梁、起重机等），外形美觀，結構合理。同时焊接还能和鑄造、鍛造及冲压等加工方法联合起来，制造新穎的鑄-焊結構，鍛-焊結構及冲-焊結構等。因为鑄造和鍛冲对加工龐大及复杂的構件有一定的限制。如果將它們分成几部份鑄出或鍛出，然后利用焊接的方法便可將它們連接成为一个整体。

3. 提高結構的强度及緊密性

鉚接接头只由几个鉚釘連接，工件上鑽了很多鉚釘孔，減弱了金屬的工作面积，因此鉚接結構的强度較低。焊縫的机械性能等于或高于基本金屬，因此由焊縫連接而成的焊接結構其强度較高。

焊接結構具有很高的緊密性，不透水，不透油，不漏气，可以制成船舶、鍋爐及容器等。

4. 使工艺簡化及縮短生产週期

用焊接代替鉚接，可以減少許多加工工序：如画綫、鑽孔、

鉚孔、鉚接及銑縫等，同時大大地簡化了準備工作及裝配工作。焊接和鑄造相比，不需造型，澆注，出砂清理等工作，因此利用焊接製造金屬結構能簡化工序及縮短生產週期。

5. 可能使生產過程自動化，改善工人的勞動條件

現代工業中，廣泛採用自動及半自動的焊接設備，使生產過程自動化。焊接生產不像鉚接那樣笨重費力及吵鬧，特別是使用了自動電焊機及接觸焊機，焊工只需進行控制及調整工作，勞動條件大為改善，並提高了工人的文明生產水平。

除上述的優點以外，焊接生產具有下列一些缺點：

1. 焊接時，熔化金屬與周圍空氣中的氧氣及氮氣相互作用，其中合金元素被氧化燒損，焊縫金屬中氧氣及氮氣的含量增加，因此焊縫的機械性能降低。有時焊縫中還可能形成氣孔。

2. 鄰近焊縫的基本金屬受熱（熱影響區）而發生組織變化。

3. 焊接時不均勻的加熱，促使焊件內產生焊接應力與變形，有時焊縫或熱影響區中還會出現裂縫。

在焊接生產發展的历史過程中，焊接工作者不斷的創造新的優質的焊接設備，焊接材料，發明先進的焊接方法及改善施工工藝，克服上述各種缺點，以提高焊接質量及生產率。

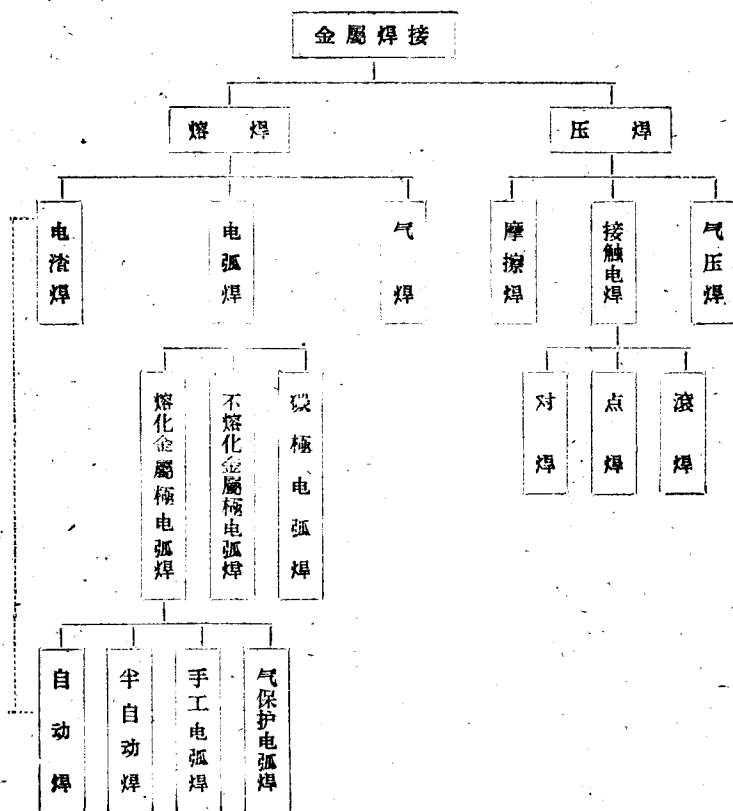
我國應用焊接的历史雖然很早，但由於几千年的封建統治，使其發展極其滯緩，解放後，特別是進入第一個五年計劃以後，焊接在我國各工業部門才被廣泛採用，短短幾年來，焊接的應用範圍迅速擴大，已由修配過渡到正規製造，焊接的應用已由部分結構發展到整體結構，由一般簡單的結構發展到重要複雜的結構。焊接金屬也由低碳鋼擴大到合金鋼和有色金屬。目前焊接已大量用於船舶製造，汽車製造，機車車輛製造，礦山機械製造，冶煉設備製造等方面。幾年來在運用焊接新工藝方面也獲得了良好的成績，手工操作的短弧焊接已為各廠礦掌握，自動焊和半自動焊的應用範圍也在迅速擴大，在船舶製造中已占全部焊接工作量的40%左右，對其他新工藝也進行了試驗，並取得了很大成績，如摩擦焊接，保護氣體中的焊接，電鉚焊接等。摩擦焊接法

已經研究成功，即將在生產中推廣。世界先進焊接法之一的電渣焊在我國電站鍋爐的汽包上已經應用。這對製造大型鑄鍛件時採用複合工藝創造了條件。

在電焊設備製造方面，我國從1956年起已開始製造自動和半自動焊接設備，目前我們已能製造電渣焊機及摩擦焊機。所有這些有力地推進了我國焊接技術不斷向更高的水平發展。

第二節 焊接方法的類型

“焊接”是依靠原子間的擴散與連接作用，而使金屬件牢固結



焊接方法種類

合的方法，为了促进这种作用，必须对焊件接头加热或加压，或者同时加热及加压。

焊接方法的种类如上圖所示

熔焊是将焊件局部加热到熔化状态，冷凝后形成牢固接头的一种焊接方法。压焊时，必须对焊件加热并施加压力，以达到形成焊接接头的目的。在各种金属的焊接法中，以熔化金属电弧焊应用最广，接触电焊次之，气焊的应用较少。

复 習 題

1. 焊接生产的技术经济特性有哪些？
2. 焊接在我国工业建设中的应用如何？
3. 什么叫做焊接？焊接生产的类型有哪些？

第一章 金属材料

金属是机器制造业中制造各种金属结构的主要材料，为了能很好地使用金属，首先必须要了解它们的性能。

第一节 金属的性能

一、金属的物理性能

1. 比重 每一单位体积(公分³)物质的重量(克)，叫做该物质的比重。其单位为克/公分³。利用金属的比重，就可以计算出各种机器零件的重量。各种金属的比重是不同的，例如铁的比重为 7.8，铝的比重为 2.7，铜的比重为 8.93 等。

2. 可熔性 金属在常温时是固体，但当加热到一定温度时，它便由固体状态转变成液体状态，这种性质叫做可熔性。工业上利用金属的这种性能进行铸造及焊接。几种常用金属与合金的熔化温度(熔点)如下：

铁	1535°C	铜	1400—1500°C
生铁	113°—1350°C	铜	1083°C
铝	658°C	锡	231°C

3. 热膨胀性 金属零件受热时，它的体积便会增大，这种性能叫做热膨胀性。热膨胀性通常用线膨胀系数来表示，线膨胀系数就是金属每加热 1°C 时，长度的增长值与原来长度的比。各种金属具有不同的线膨胀系数：

铁	0.000012	灰口铁	0.000011
铜	0.000017	铝	0.000023

上面所举的金属中，以铝的线膨胀系数最大，灰口铁的线膨胀系数最小。

4. 导热、导电性 金属都是热和电的良导体，银最好，铜金次之。导热能力用导热率表示，工业上用导热率是以厚 1 公分、

表面积 1 公分² 的材料，兩面温度差 1°C，在 1 秒鐘內，向一方面傳导与热量卡数来表示。它的單位为卡/公分²/秒/°C/公分。导电能力用导电率表示。是以材料的比电阻的倒数表示。工業上常用銀作标准，定它的导电率为 100%，其他金屬或合金則与銀相比，所得的百分数即为导电率。

二、金屬的机械性能

所有金屬結構及零件在使用过程中，都要承受外力的作用，所謂金屬的机械性能就是金屬在受外力（亦可称为載荷）过程中所表現出的一种能力。机械性能包括强度、硬度、彈性、塑性、韌性等等。

1. 强度 强度就是金屬在外力作用下抵抗破裂的能力。金屬材料的抗抵拉力强度（抗拉强度）是用試样在拉力試驗机上測定的。

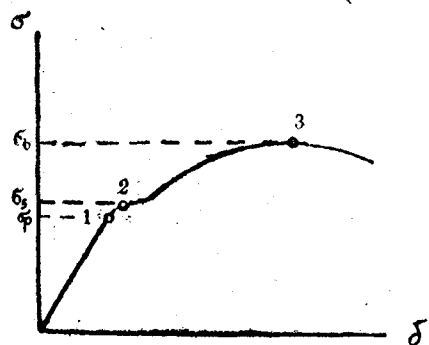


圖 1 低碳鋼的拉伸曲綫圖

試样在試驗机上拉伸時相當于在試样上施加載荷，低碳鋼試样拉伸時，随着載荷的增加試样逐漸伸長，这种載荷与伸長相应变化的关系可用拉伸曲綫圖（圖 1）表示，試驗开始，随着載荷的增加，試样的伸長成比例变化，如果此时去加载荷，試样仍能恢复到原来長度，金屬

表現出了彈性，而彈性的最高限度点 1 叫做彈性極限。由点 1 以后，正比例变化的关系破坏了，金屬开始产生塑性变形，点 2 以后，造成类似屈服的現象，因此点 2 叫做屈服極限（用 σ_s 表示，讀作西格馬受斯），点 3 叫做强度極限（用 σ_b 表示，讀作西格馬卑），就是金屬在承受最大載荷时的抗抵力，超过这个限度金屬就

要發生破裂。強度積限可用下面的公式計算：

$$\sigma_b = \frac{P}{F} \quad \text{公斤/公厘}^2$$

式中 P ——試樣不破裂時所能承受的最大載荷(公斤)。

F ——試樣橫斷面積(公厘²)。

2. 塑性 金屬在外力作用下產生永久變化的能力叫做塑性。金屬拉伸時，長度和橫斷面積都要發生變化，因此金屬的塑性可用長度的伸長及斷面的收縮兩方面指標來衡量：

$$\text{伸長率 } \delta = \frac{l - l_0}{l_0} \cdot 100\% \quad (\delta \text{讀作德爾塔})$$

式中 l_0 ——試樣原來長度(公厘)

l ——拉斷時的長度(公厘)

$$\text{斷面收縮率 } \psi = \frac{F_0 - F}{F_0} \cdot 100\% \quad (\psi \text{讀作派西})$$

式中 F_0 ——試樣原來斷面積(公厘²)

F ——拉斷後的斷面積(公厘²)

伸長率大於5%的金屬稱為塑性金屬，如銅、鋁、低碳鋼等，伸長率小於5%的金屬稱為脆性金屬，如生鐵，淬火鋼等。

金屬的塑性也可以通過彎曲試驗來測定(圖2)，試驗焊縫金屬塑性時，常常採用這個方法。

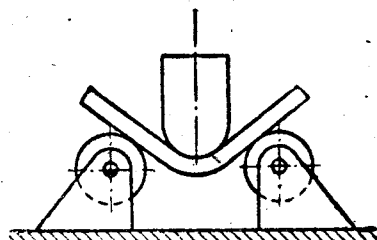


圖2 測定金屬彎曲角的示意圖

3. 硬度 金屬抵抗其他更硬物體壓入的能力叫做硬度。布氏硬度(用 H_B 表示)是用一個淬火鋼球對金屬表面加壓，根據鋼球上所加的壓力(P)，鋼球直徑及金屬表面壓印出的面積(F)可用下式計算：

$$\text{布氏硬度 } H_B = \frac{P}{F} ; \text{ 亦可直接從布氏硬度表中查得。洛氏硬度 } (R_C) \text{ 是用金鋼鑽圓錐對金屬表面加壓，根據金鋼鑽圓錐上所加的壓力及金屬表面壓入的深度便可用公式算出金屬的硬}$$

度，通常洛氏硬度不用公式算出而是从試驗机的刻度表上直接讀出的。

4 韌性 金屬抵抗冲击載荷的能力叫做冲击韌性，金屬的冲击韌性是用打斷金屬时所吸收的冲击功（ A ）及試样的断面积（ F ）計算出的：

$$\text{冲击韌性 } \sigma_K = \frac{A}{F} \text{ (公斤·公尺/公分}^2\text{)}$$

第二节 金屬和合金的内部結構及性能

金屬可分为黑色金屬及有色金屬两大类，鉄和鉄合金（鋼与生鉄）属于黑色金屬。銅、鋁、錫、鋅等等和它們的合金（青銅、黃銅、矽鋁明等）属于有色金屬。

金屬和合金的机械性能决定于其内部結構（或称为組織），而它們的内部結構又与化学成分有关，下面簡要的說明一下这三方面它的关系。

一、黑色金屬

黑色金屬是鉄与碳的合金。

鉄碳合金中，含碳量小于 1.7 % 的叫做鋼，含碳量 1.7 % 到 6.67 % 的叫做生鉄。

1. 鋼

在鋼中鉄与碳能形成多种基本組織：鉄素体、滲碳体、珠光体及奥氏体等。鉄素体中几乎不含碳，所以它的强度和硬度很低，但塑性很好；滲碳体是鉄与碳的化合物硬度很高，但塑性極低；珠光体是鉄素体和滲碳体的層狀堆叠結構，因此兼有鉄素体和滲碳体兩者的特性，强度和韌性都較高；奥氏体是鋼的高温組織，最大的含碳量为 1.7 %，温度降低时奥氏体分解成为鉄素体，珠光体，奥氏体很軟而且富有塑性，压力加工就在这个温度时进行的。各种鋼的内部結構都是由这些基本組織組成的，根据鋼中含碳量的不同鋼可分为低碳鋼（含碳 0.25 % 以下）、中碳鋼（含碳 0.3—0.55 %）及高碳鋼（含碳 0.6 % 以上）三种。低碳鋼的含碳量

很低，鋼組織中主要是鐵素體，另外在鐵素體基礎上還分布着少量的珠光體，因此低碳鋼的強度低而塑性好。隨着鋼中含碳量的提高，鋼組織中珠光體量逐漸增多，強度亦隨之增高。含碳量為0.8%時，鋼組織全部是珠光體，強度和韌性都很高。含碳量超過0.8%，組織中除了珠光體外，出現了少量的滲碳體，所以硬度升高，塑性下降。

鋼中除了含碳以外，還有錳、硅、硫和磷等雜質，錳是鋼很好的脫氧劑及去硫劑，含錳量較低時（普通鋼中含錳0.3—0.8%）能增加鋼的強度、改善鋼的焊接性能，提高含錳量鋼的焊接性能變壞。硅能提高鋼的強度、彈性及硬度，普通鋼中含硅量不超過0.8%，少量的硅對鋼的焊接性能沒有影響，但含硅量超過0.8%時，鋼的焊接性能下降。硫和磷是鋼的有害雜質，硫使鋼在高溫狀態下破裂，具有熱脆性。磷使鋼在低溫狀態下變脆，具有冷脆性。

為了提高鋼的強度、硬度、耐熱性及其他特殊性能，有時在鋼中加入合金元素如：鉻、鎳、鈳、錳、鉬等。這種鋼叫做合金鋼或特殊鋼。

2. 生鐵

生鐵根據其化學成分和內部組織不同可分灰口鐵、白口鐵和可鍛鑄鐵。

(1) 灰口鐵 灰口鐵的組織是鋼組織的基體上分布着很多不同形狀石墨的結合物，石墨的強度幾乎為零，削弱了鋼基體的完整性，所以灰口鐵的機械性能比鋼要差一些。普通灰口鐵中石墨成粗大的片狀存在，對基體的削弱作用較大，因此強度較低。為了改善灰口鐵的機械性能，通常在生鐵中加入硅、鎂等元素，促使石墨形成小片及球狀，減少對基體的削弱作用，工業中應用的孕育鑄鐵及球墨鑄鐵就是根據這個原理製成的。

(2) 白口鐵 白口鐵中碳全部形成滲碳體，所以硬度高、脆性大，機械製造工業中應用較少，一般都作為煉鋼的原材料。

(3) 可鍛鑄鐵 可鍛鑄鐵是利用白口鐵經過退火而製成的。可鍛鑄鐵組織中石墨是成團狀的，因此強度和韌性都比較高。