

施工企业中高级技术工人培训丛书

焊工

瞿秉才编

上海科学技术文献出版社

施工企业中高级技术工人培训丛书

焊 工

瞿秉才 编

1974/10

上海科学技术文献出版社

内 容 提 要

本书是为中、高级焊工进行岗位培训而编写的教材。内容包括：焊接技术基础、焊接材料、焊接设备、焊前准备及焊接工艺评定、常用焊接方法及其工艺参数、常用金属的焊接工艺特征、焊接变形与焊接应力、焊接质量标准与质量检验方法、焊接安全技术等。

本书在下面两个方面对传统焊接技术教材进行了改写：即按近年来新颁布的焊接标准和有关专业标准对传统教材进行了改写；还将近几年国内大型引进工程中所运用的先进焊接工艺、规范、工具、设备也写入了有关章节。所以本教材能适应焊工岗位培训提高的需要。

本书也可以适于具有一定文化水平，掌握初步焊接技术的焊工自学提高之用。

施工企业中高级技术工人培训丛书

焊 工

瞿秉才 编

*

上海科学技术文献出版社出版发行

(上海市武康路2号)

新华书店经销

昆山亭林印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 12 字数 290,000

1989年12月第1版 1989年12月第1次印刷

印数：1—19,000

ISBN 7-80513-304-2/T·80

定 价：4.00 元

《科技新书目》183-271

前 言

为了提高工人的技术素质,适应当前施工企业工人岗位培训之急需,上海经济技术咨询服务中心培训部和上海宝钢冶金建设公司教培中心组织有经验的工程技术人员编写了这套施工企业中、高级技术工人培训丛书,即《木工》、《瓦工》、《架工》、《混凝土工》、《抹灰工》、《钢筋工》、《汽车驾驶员》、《汽车修理工》、《机械安装工》、《筑炉工》、《电工》、《焊工》、《铆工》、《管工》等14本。

本丛书内容以各类中、高级技术工人应知知识为主,适当增加了一些在目前各工种已推广应用的新工艺、新技术。在编写中,力求做到内容少而精,实用,语言通俗易懂。本丛书可作为建设系统中、高级技术工人的岗位培训教材,亦可供有关中等专业技术学校师生参考。

本丛书的编委是:李彦博、王道正、冯桂烜、易传刚、沈有福。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中错误之处难免,欢迎读者批评指正。

上海经济技术咨询服务中心培训部
上海宝钢冶金建设公司教培中心
一九八八年十月

目 录

第一章 焊接技术基础	1
第一节 焊接方法概论.....	1
第二节 金属材料的性能.....	3
第三节 铁碳平衡图及钢的热处理.....	14
第四节 焊接接头的金相组织.....	22
第五节 钢的可焊性及其估算.....	27
第六节 钢的可焊性分类.....	34
第二章 焊接材料	36
第一节 影响焊缝金属性能的冶金因素.....	36
第二节 焊接材料的种类及牌号.....	42
第三节 碳钢及低合金钢焊条新国标.....	58
第四节 焊条的选用、检验与保管.....	62
第三章 焊接设备	67
第一节 焊接电弧的特性.....	67
第二节 对弧焊设备的基本要求及型号.....	73
第三节 弧焊变压器.....	76
第四节 弧焊发电机.....	83
第五节 弧焊整流器.....	89
第六节 手工弧焊焊机的安装、使用与维护.....	94
第七节 自动埋弧焊机.....	103
第八节 自动埋弧焊机的安装与维护.....	112
第九节 二氧化碳焊焊机.....	114

第十节	氩弧焊机.....	124
第十一节	电渣焊机.....	130
第十二节	气焊与气割设备.....	133
第十三节	等离子体切割机.....	158
第十四节	钢筋焊接设备.....	161
第四章	焊前准备及焊接工艺评定.....	169
第一节	焊缝坡口.....	169
第二节	焊缝组装及表面处理.....	175
第三节	焊接工艺评定.....	179
第五章	常用焊接方法及其工艺参数.....	185
第一节	手工电弧焊.....	185
第二节	自动埋弧焊.....	197
第三节	CO ₂ 气体保护焊.....	206
第四节	钨极氩弧焊.....	211
第五节	电渣焊.....	217
第六节	气焊与气割.....	220
第七节	碳弧气刨.....	230
第八节	钎焊工艺.....	237
第九节	钢筋焊接.....	251
第六章	常用金属的焊接工艺.....	277
第一节	低碳钢的焊接.....	277
第二节	中碳钢、高碳钢的焊接.....	278
第三节	低合金强度钢的焊接.....	280
第四节	低合金耐热钢的焊接.....	281
第五节	铬镍不锈钢的焊接.....	282
第六节	铸铁的焊补.....	283
第七节	铜及铜合金的焊接.....	285

第 八 节	铝及铝合金的焊接.....	293
第七章	焊接变形与焊接应力.....	299
第 一 节	焊接应力与变形产生的原因.....	299
第 二 节	简单变形的估算.....	302
第 三 节	影响焊接变形的因素.....	304
第 四 节	防止和减少焊接应力的方法.....	305
第 五 节	矫正焊接变形的的方法.....	313
第八章	焊接与切割质量检验.....	316
第 一 节	焊缝质量检验级别.....	317
第 二 节	外观质量检验.....	318
第 三 节	焊缝的无损检验.....	324
第 四 节	焊件致密性检验.....	327
第 五 节	氧-乙炔切割面质量标准	329
第 六 节	焊缝缺陷分析及预防.....	333
第 七 节	钢筋焊接接头质量检验.....	340
第九章	建筑安装焊接安全技术管理.....	352
第 一 节	事故、安全与安全工作.....	352
第 二 节	事故树分析法.....	356
第 三 节	全面安全管理.....	358
第 四 节	建筑行业安全规程通则.....	359
附录一	中华人民共和国国家标准	
	手工电弧焊焊接接头的基本型式与尺寸.....	362
附录二	中华人民共和国国家标准	
	埋弧焊焊接接头的基本型式与尺寸.....	368
附录三	GB-5185-85	
	金属焊接方法在图样上的表示代号(摘录).....	374

第一章 焊接技术基础

第一节 焊接方法概论

一、焊接联结方法的特点

焊接是现代建筑业中广泛应用的一种永久性联结方法。与铆接联结法和螺栓联接法相比,焊接联结具有如下优点:

1. 节省金属,减轻结构自重。它比铆接结构节省金属15~20%。
2. 接头密封性好。容易满足有气密、水密或油密要求的结构质量要求。
3. 加工工序简单、施工方便。
4. 缩短建筑工期、改善劳动条件。
5. 容易实现机械化或自动化作业。

随着工业技术的发展,建筑及其他工艺结构越来越复杂,对焊接质量要求日益严格。焊接质量检测手段日逐完善,从而推动了焊接技术的飞速发展。目前世界上已有五十多种焊接方法应用于工业生产和建筑施工中。

综合这些焊接方法,我们可以给焊接下这样一个定义:

焊接是利用加热、加压或加热的同时也加压的方法,使被焊金属间的分子吸引力能够达到形成一个整体的程度,从而形成一个永久性的接头。

二、焊接方法的分类

按照焊接过程中金属状态的不同,可以将焊接方法分为:压

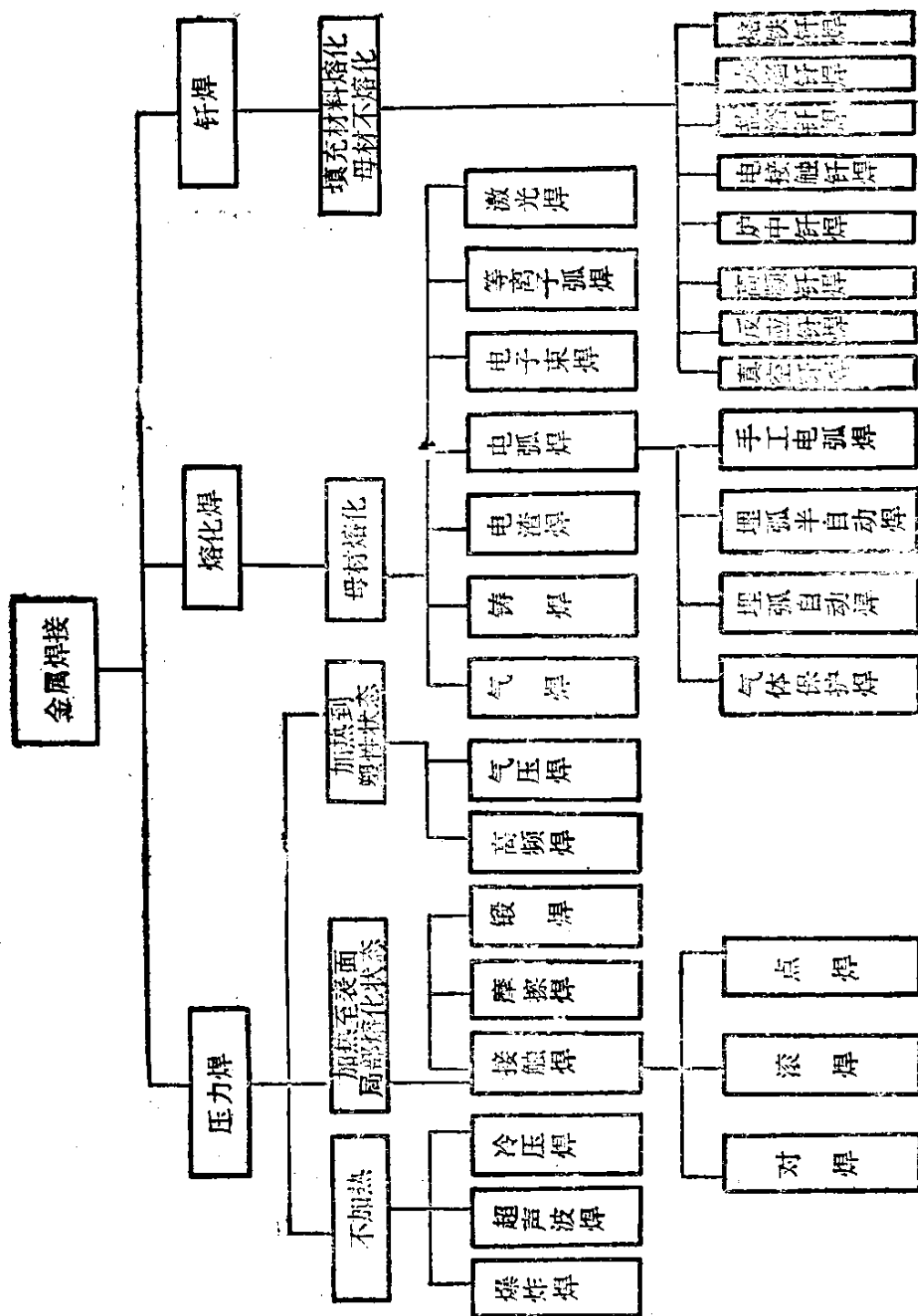


图 1-1 焊接方法分类图

力焊、熔化焊及钎焊三大类。

图 1-1 为焊接方法分类的概况。

1. 压力焊：对被焊金属联结处施加一定的压力或辅之以加热，使其联结成一整体的方法。建筑业中常用的接触焊属于压力焊。它在钢筋焊接中，起着重要的作用。

2. 熔化焊：利用局部加热的方法，使被焊金属联结处的金属达到熔化状态，相互融合并冷却凝固而联结成整体。在建筑行业中广泛应用的手工电弧焊、电渣焊、气焊、氩弧焊及二氧化碳气保焊均属此熔化焊一类。

3. 钎焊：被焊金属在焊接过程中不被熔化，只是以熔化的钎焊料填充焊缝间隙，使其联结成一整体。建筑行业中的通风及白铁工常用此方法焊接薄钢板及有色金属件。

第二节 金属材料的性能

金属材料的性能一般分使用性能和工艺性能两大类。金属材料的使用性能包括：机械性能、物理性能及化学性能。金属的工艺性能包括焊接性能、热处理性能及其他加工工艺性能。

一、金属材料的机械性能

金属材料及焊缝接头的机械性能指的是：强度、塑性、韧性、硬度和疲劳强度。如图 1-2 所示。

上述五类十三项性能指标是通过拉压试验、冷弯试验、冲击试验、硬度试验和疲劳试验等五种试验测量的。下面按测量方法分别加以说明。为叙述方便起见，都以低碳钢为例。

1. 钢的拉伸试验

钢的拉伸试验是在万能材料试验机上进行的。进行试验的

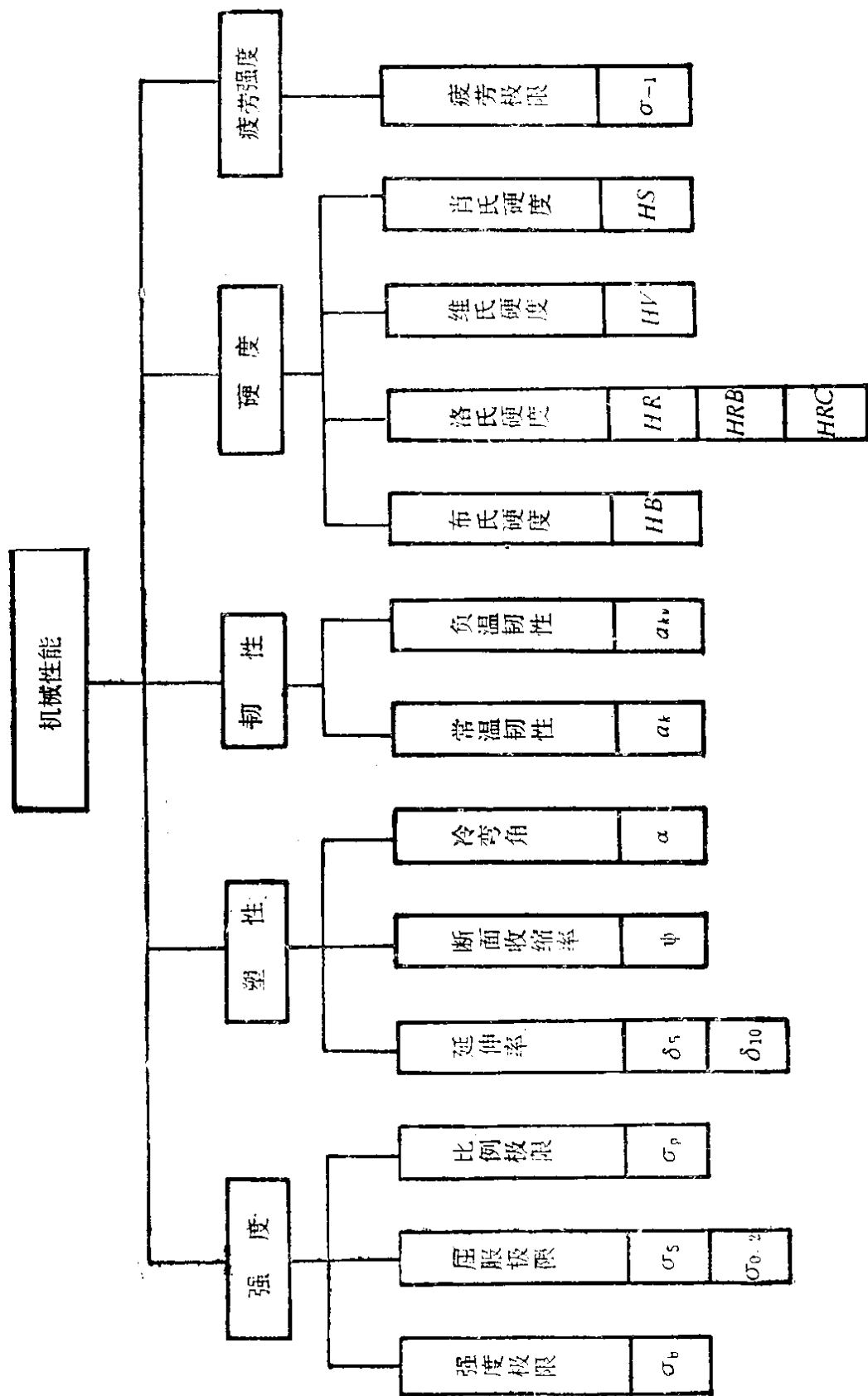


图 1-2

试样是按照国家标准的规定在钢材或焊缝的规定部位截取加工而成。进行拉伸试验的试样尺寸按国家标准规定。其尺寸及形状如图 1-3 所示。

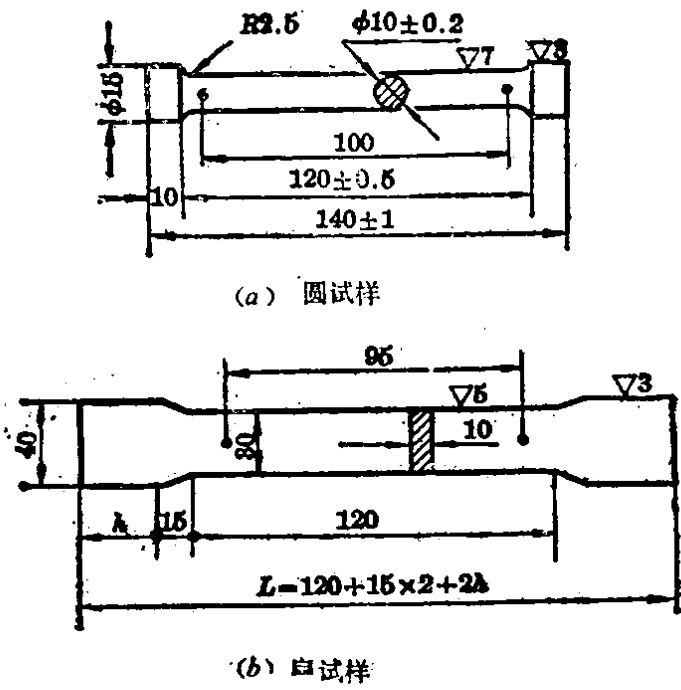


图 1-3

图 1-4 是低碳钢拉伸试样在万能材料试验机上进行拉力试验时，所得到的外力 P 与伸长变形量 ΔL 的坐标图。从图中可以看出：

(1) OE 线是直线。在这一阶段内，外力 P 与伸长量 ΔL 成正比。外力去掉后试件恢复原来长度。在此阶段的最大拉力是 P_E 。这阶段称为材料的弹性阶段。

(2) S 点叫屈服点。因为外力达到 P_s 时，即使不再增加外力，而试样自行伸长。从 S 伸长到 S_1 点。此时外力去掉，伸长量也不能再还原到原来尺寸了。这称为材料的屈服现象。

(3) B 点是拉力的最大点。从此之后，试样开始产生缩颈。外力即使逐渐降低，试样也会拉断。

从上面这个拉伸试验，我们可以得到如下几个机械性能指标：

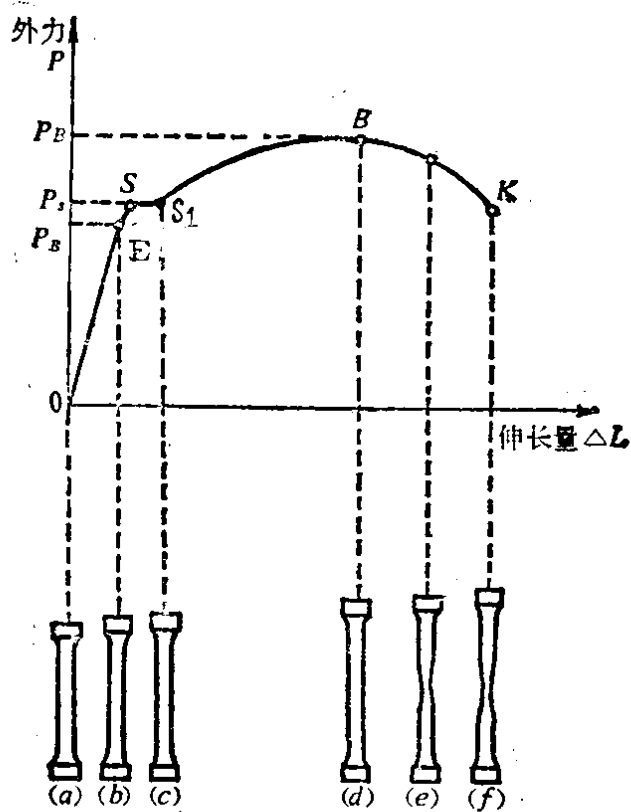


图 1-4 低碳钢的拉伸试验

① 强度极限(σ_b)，又可称为极限应力。是材料在破坏前所能承受的最大应力。

$$\sigma_b = \frac{P_b}{F_0} \text{ (Pa)} \quad (1-1)$$

式中 P_b ：试验中最大的拉伸外力(单位：N)。

F_0 ：试样原截面面积(mm^2 或 cm^2)

钢 A3 的 σ_b 是 380~470 兆帕(38~47 公斤力/毫米²)用结 507 焊条焊出的合格焊缝，其强度极限 σ_b 一般是 500 兆帕以上(50 公斤力/毫米²)。

② 屈服极限(σ_s 或 $\sigma_{0.2}$)，又可称为屈服强度或屈服应力。它是材料开始产生微量塑性变形并进入屈服状态的应力。

有些材料(如铜、铝)在拉伸试验时,无明显的屈服折点 S , 技术上规定对于这类材料的屈服点定为: 当它的变形量达到 0.2% 时, 作为屈服点, 这时的屈服强度称为条件屈服强度, 并用 $\sigma_{0.2}$ 表示。

$$\sigma_s = \frac{P_s}{F_0} \text{ (Pa)} \quad (1-2)$$

式中 P_s : 试验中试样达到屈服点 S 时的拉力(单位: N)

F_0 : 试样原截面面积(mm^2 或 cm^2)

低碳钢 A3 的屈服极限 σ_s 不小于 220~240 兆帕 (22~24 公斤力/毫米²)。用结 507 焊条焊出的合格焊缝, 其屈服极限 σ_s 不小于 350 兆帕 (35 公斤力/毫米²)。

③ 延伸率 (σ) 是试样拉断后, 总伸长量与试样原标记长度之比。

$$\delta = \frac{L_K - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (1-3)$$

式中 L_K : 试样拉断后标记间距离(mm)

L_0 : 试样原标记间距离(mm)

如果试样的标记距离与试样原直径间有下面的关系时

$$\frac{L_0}{d_0} = 5, \quad \text{记作 } \delta_5;$$

$$\frac{L_0}{d_0} = 10, \quad \text{记作 } \delta_{10}。$$

④ 断面收缩率 (ψ) 是试件拉断后, 试件断面积减少量与原面积之比的百分数。

$$\psi = \frac{F_0 - F_1}{F_0} \times 100\% \quad (1-4)$$

一般来说, δ 与 ψ 值的大小反映材料塑性的大小。 δ 值与 ψ 值愈大的材料, 不仅其冷加工成形性能好, 而且其可焊性也好些。

2. 钢的冷弯试验

钢的冷弯试验也是将试样在万能材料试验机上进行的。试验方法如图 1-5(a) 所示。

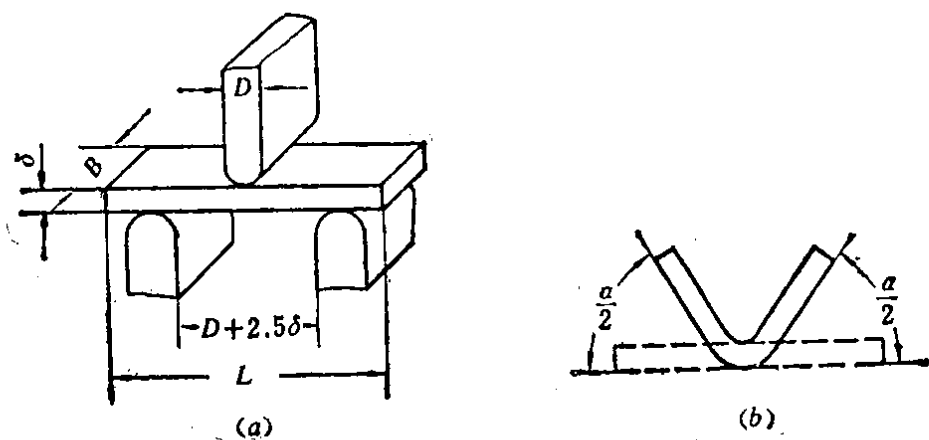


图 1-5 冷弯试验和冷弯角

冷弯角(α)是当试件在室温下进行弯曲试验时,出现第一条裂纹时的角变形量。如图 1-5(b) 所示。

冷弯角不仅是考核金属材料塑性的重要指标,也是考核焊接接头质量的重要指标。

3. 硬度试验

硬度是材料抵抗硬物压入的能力。硬度是衡量金属材料性能的重要指标之一。因为金属材料的硬度值可以间接地反映该金属材料或焊缝的金相组织和强度。直接测定金属材料或其焊缝的金相组织和强度必须破坏该金属,取下试样进行测定,而用测量硬度值来间接地估计该处金属的组织 and 强度,则不须要破坏该构件,这无疑是很适用的方法。

硬度测量按金属本身硬度大小又可分为布氏硬度、洛氏硬度和维氏硬度。它们都是在相应的硬度试验仪上进行的。

(1) 布氏硬度 (HB)

用标准钢球作压头,在规定的载荷下压入被测金属的表面,

然后去掉载荷,用带刻度的放大镜测量金属的压痕直径 d , 如图 1-6 所示。根据压痕直径查表得到布氏硬度值 HB。

对于低碳钢而言,其强度极限 σ_b 与布氏硬度值有如下的关系。

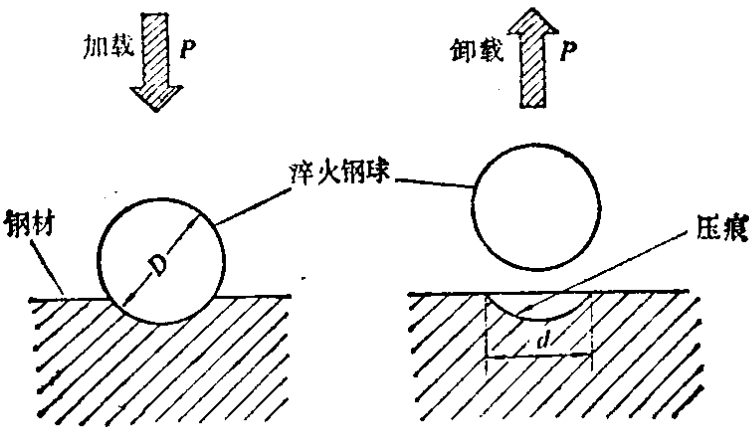


图 1-6 布氏硬度试验法

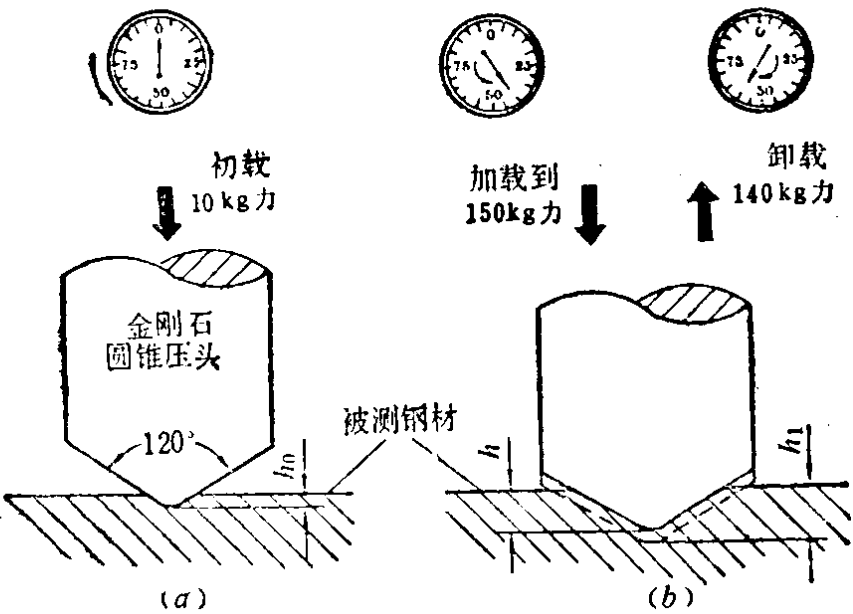


图 1-7 洛氏硬度试验法

$$\sigma_s \approx 0.36HB \tag{1-5}$$

(2) 洛氏硬度 (HR)

用圆锥体金刚石作压头, 在规定的载荷下压入被测金属表

面,然后去掉载荷,以压入被测金属的深度来确定其硬度,如图 1-7 所示。

洛氏硬度根据压头形状不同或所加载荷大小不同,可分为 HRA、HRC、HRB 三种。

HRA: 金刚石锥体作压头,加 60 公斤载荷进行测量。用于测量高硬度或薄硬层金属的硬度。

HRC: 金刚石锥体作压头,加 150 公斤载荷进行测量。用于测量淬火钢等高硬度值。

HRB: 以直径为 1.588 毫米的淬火硬钢球为压头,加 100 公斤载荷进行测量。用于测量较软的金属。

(3) 维氏硬度 (HV)

以规定的金刚石四棱锥作压头,并以规定的加载方式进行压入被测金属表面,去掉载荷后以压痕对角线的平均长度求得的硬度值称为维氏硬度,如图 1-8 所示。

4. 冲击试验

冲击试验是在冲击试验机上进行的,如图 1-9 所示。它能测得试样金属的冲击韧性 α_K 值。

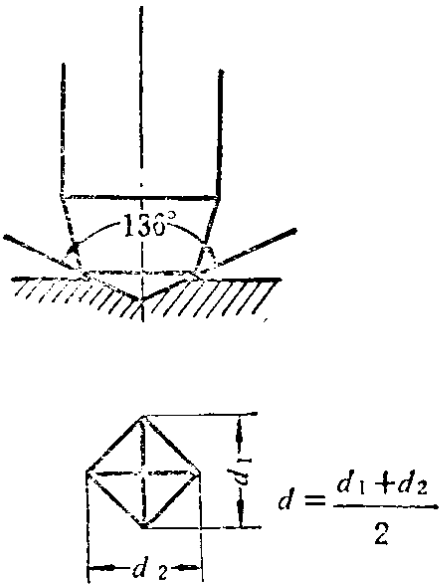


图 1-8 维氏硬度试验法

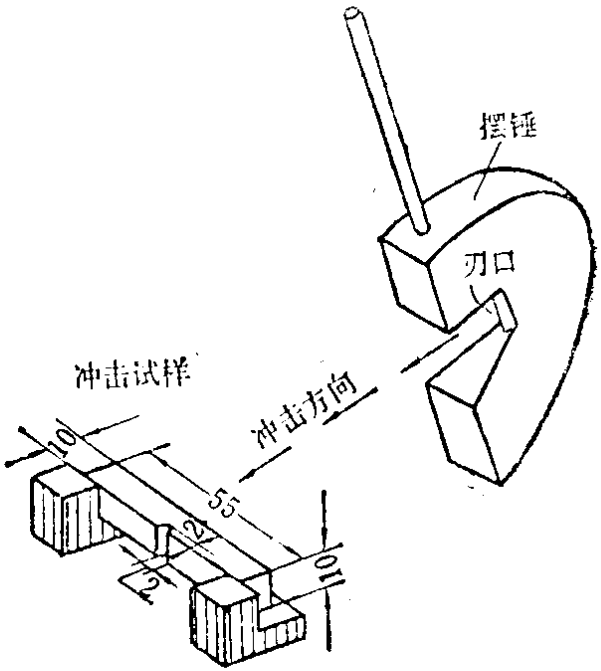


图 1-9 冲击试验法