

# 第7章 钢结构

# 内容提要

- 钢结构材料
- 破坏形式
- 钢结构的连接
- 轴心受力构件
- 受弯构件

# 钢结构特点

- 强度高而自重轻
- 塑性和韧性好
- 材质均匀，可靠性好
- 制造方便，工业化程度高
- 密闭性能好
- 耐腐蚀性差
- 耐火性差
- 在低温条件下，可能发生脆性断裂

# 7.1 钢结构材料

## 钢的种类和代号

结构用钢： 普通碳素钢（低碳 $C \leq 0.25\%$ ）  
合金钢（低合金，合金元素 $< 5\%$ ）

### 1、碳素结构钢

主要五种：Q195、Q215、Q235、Q265、Q275

钢号表示方法举例：

Q235—A·F    Q235—B·b    Q235—C    Q235—D

Q — 屈服点，235 — 表示 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$

A — 无冲击要求    B —  $20^\circ\text{C}$ 冲击功 = 27J

C —  $0^\circ\text{C}$ 冲击功 = 27J    D —  $-20^\circ\text{C}$ 冲击功 = 27J

F — 沸腾，b — 半镇静

## 2、低合金钢:

Q295、 Q345 、 Q390、 Q420、 Q460: 含Mn、V等  
合金元素

### 选用钢材的原则:

- 结构重要性
- 荷载特性
- 连接方法
- 工作温度
- 钢材厚度

- 钢材和连接的强度设计值: 表7-1~7-4

# • 钢材规格

## 1、钢板：

厚钢板：厚4~60mm， 宽600~3000mm

薄钢板：厚0.35~4mm， 宽500~1500mm

扁钢： 厚3~60mm， 宽100~200mm

## 2、型钢：

角钢： 等边 L100 × 8

不等边 L140 × 90 ×

8

工字钢 ： I 20a、 I 20b

H型钢和T型钢

槽钢 ： [ 30a [ 25b

钢管：  $\Phi 102 \times 5 = \Phi$  外径  $\times$  壁厚

## 7.2 钢结构可能的破坏形式

- 整体失稳
- 局部失稳
- 强度破坏
- 连接破坏

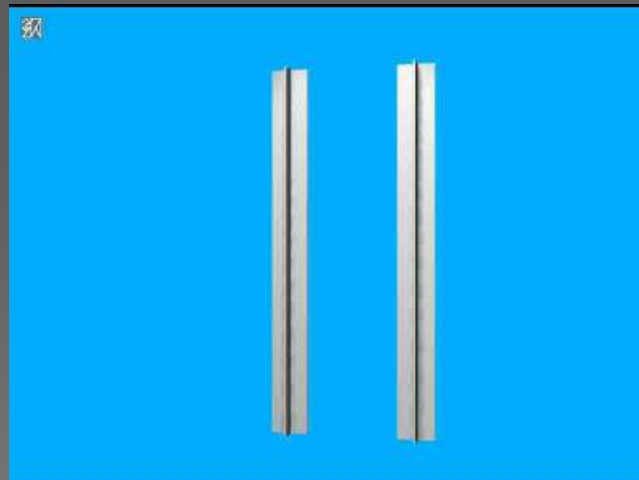
# 整体失稳

- 弯曲失稳
- 扭转失稳
- 弯扭失稳

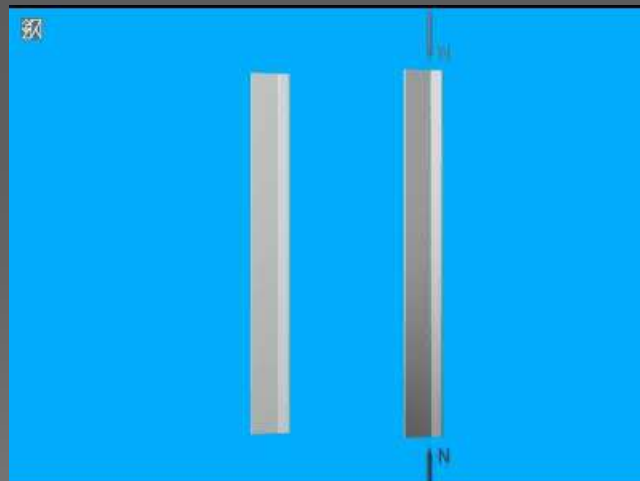




# 扭转失稳



# 弯扭失稳

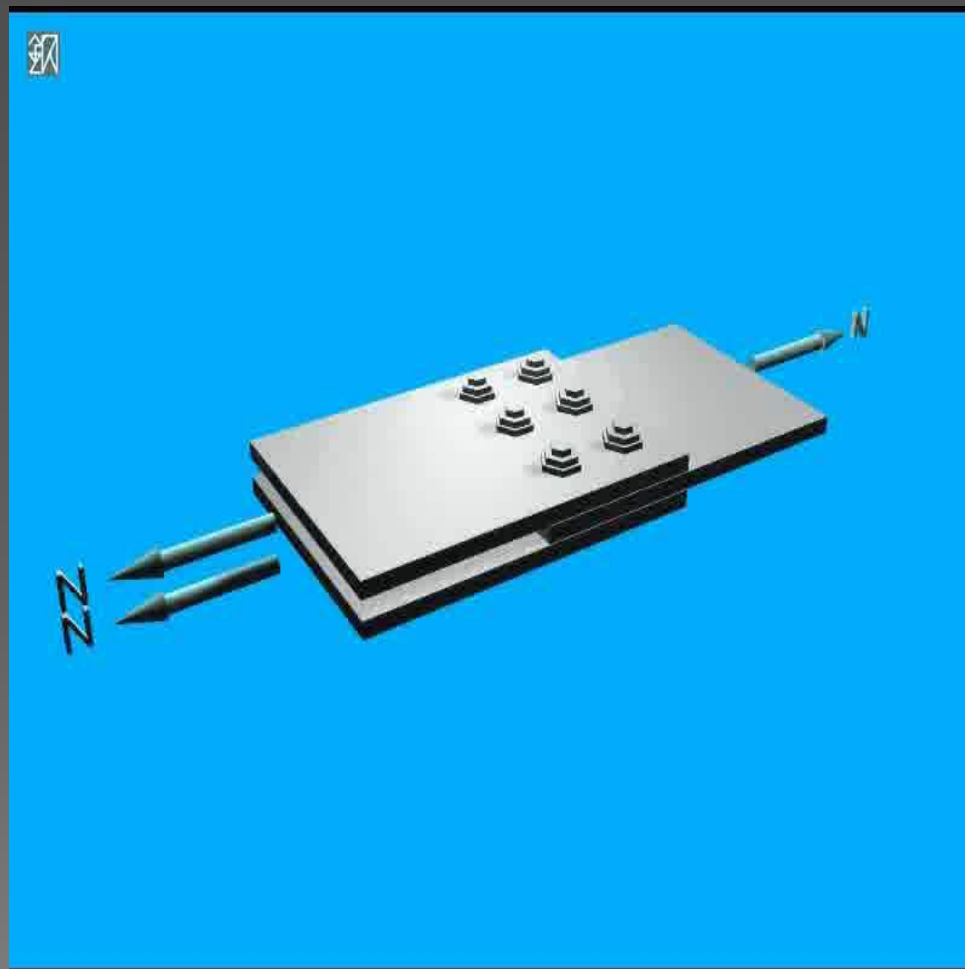


# 局部失穩

鋼



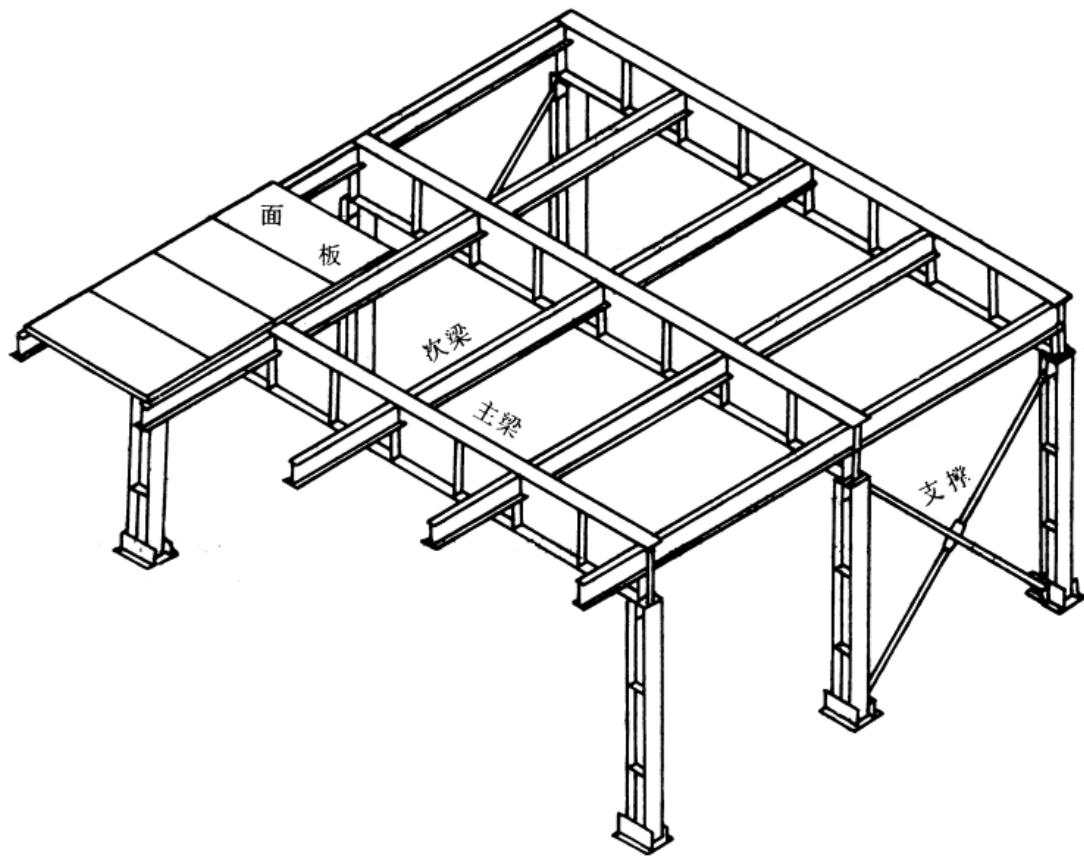
- 整体失稳
- 局部失稳
- 强度破坏
- 连接破坏



## 7.3 钢结构的连接

### 钢结构连接必要性

1. 只有通过连接才能形成整体结构
2. 连接设计应符合安全可靠、节省钢材、构造简单、制作安装方便等。

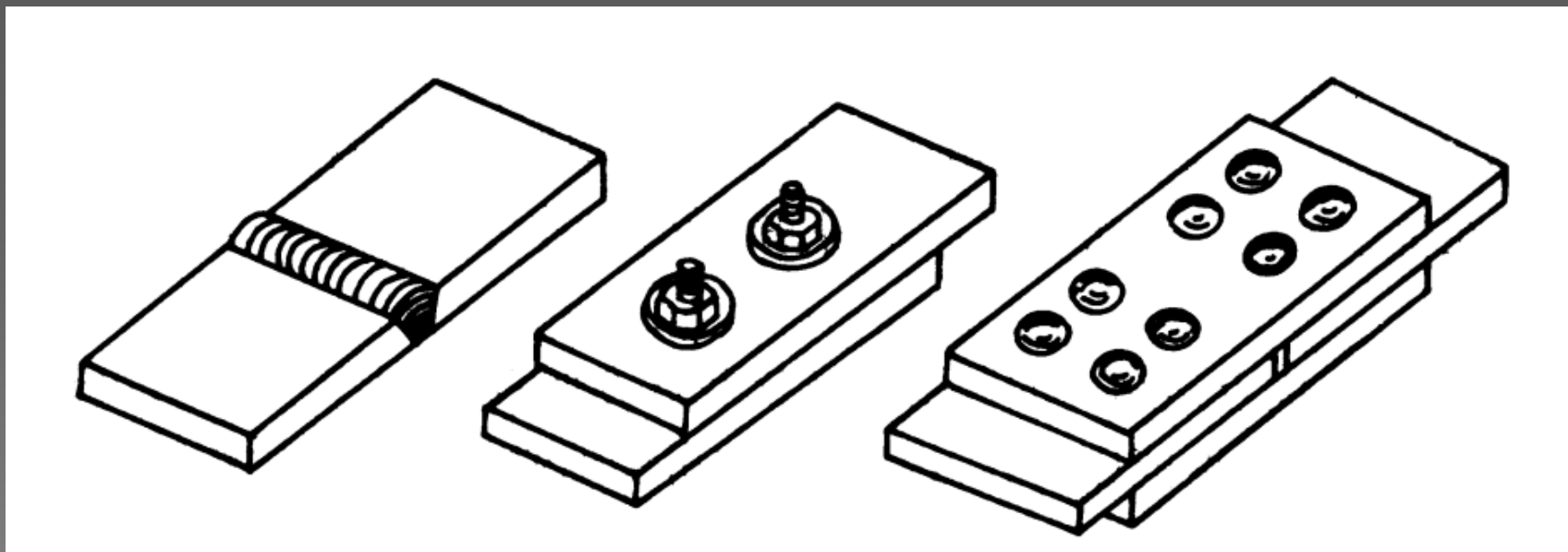


# 本节要点

- 掌握钢结构的连接方法，各自的特点和适用情况
- 掌握对接焊缝的强度计算和构造要求
- 掌握角焊缝连接的强度计算和构造要求
- 掌握普通螺栓连接的计算方法

## 7.3.1 钢结构的连接方法

- 焊接连接
- 螺栓连接：普通螺栓连接和高强螺栓连接
- 铆钉连接



## 各自的优缺点

1. **焊缝连接:** 对钢材从任何方位、角度和形状相交都能方便适用, 一般不需要附加连接板、连接角钢等零件, 也不需要钢材上开孔, 不使截面受削弱, 因而构造简单, 节省钢材, 制作方便, 并易于采用自动化操作, 生产效率高; 焊缝连接的刚度大, 密封性好。塑性和韧性较差, 脆性较大, 疲劳强度低, 另外, 焊缝质量缺陷也是影响连接质量的不利因素。
2. **铆钉连接:** 塑性、韧性和整体性好, 连接变形小, 传力可靠, 疲劳性能好, 质量也便于检查, 特别适用于重型和直接承受动力荷载的结构。铆钉的连接的构造复杂, 用钢量大, 施工麻烦, 打铆时噪声大, 劳动条件差。
3. **螺栓连接:** 安装方便, 特别适于工地安装连接; 也便于拆卸, 适用于需要装卸结构的连接和临时性连接。但需要在板件上开孔和拼装时对孔

普通螺栓连接; 高强度螺栓连接



## 钢结构连接方法及优缺点

连接方法		优点	缺点
焊缝连接		对几何形体适应性强,构造简单,省材省工,易于自动化,工效高	对材质要求高,焊接程序严格,质量检验工作量大
螺栓连接	普通螺栓	装卸便利,设备简单	螺栓精度低时,不宜受剪,精度高时加工和安装难度大
	高强螺栓	施工方便,对结构削弱小;可拆换,能承受动力荷载,耐疲劳,塑性、韧性好	摩擦面处理,安装工艺复杂,造价高
	射钉等	安装方便、灵活,构件无须处理	不能承受较大集中力
铆钉连接		传力可靠,塑性、韧性好,质量易于检查,抗动力荷载好	费工费料

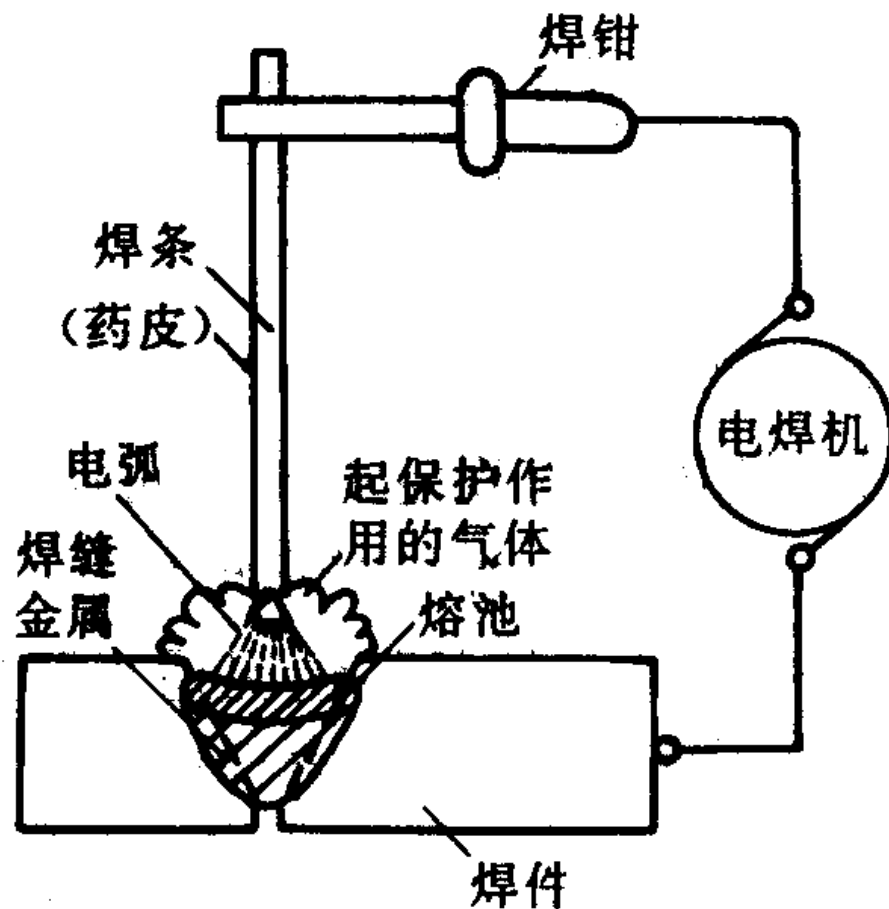
## 7.3.2 焊缝连接

### 一、钢结构的焊接方法

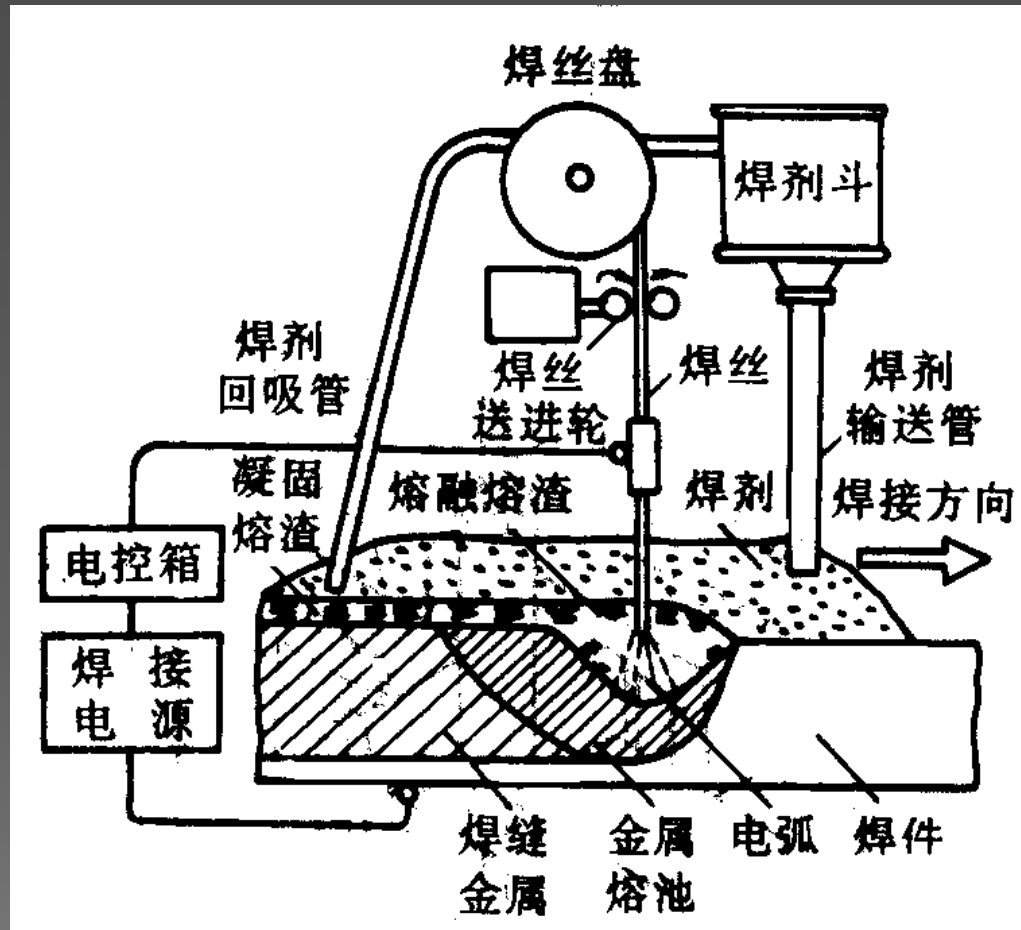
通常采用电弧焊

特点 电弧焊

设备简单、操作灵活，适用性和可达性强度；生产效率比自动、半自动焊低，质量稍低并且变异性大，施焊时电弧光较强。

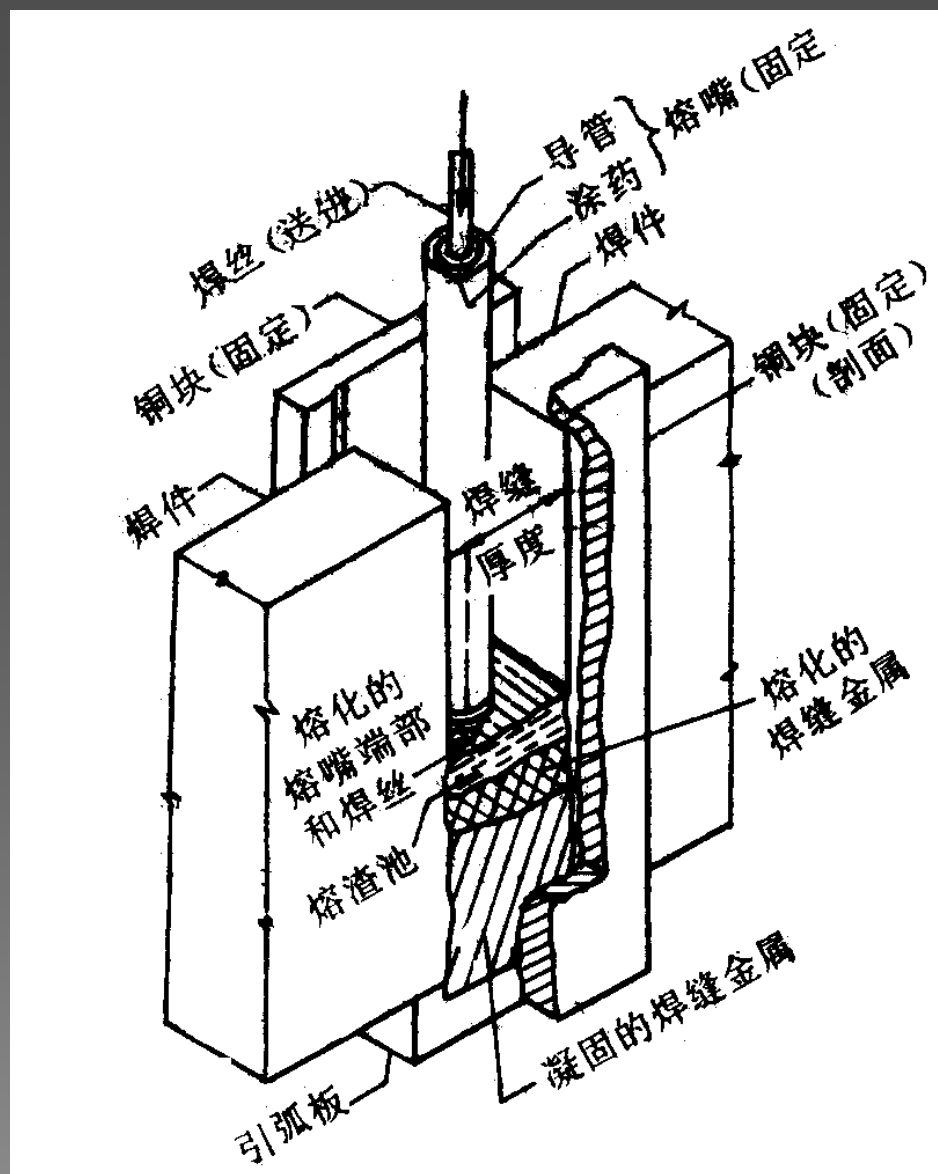


## 2) 焊剂层下自动或半自动埋弧焊

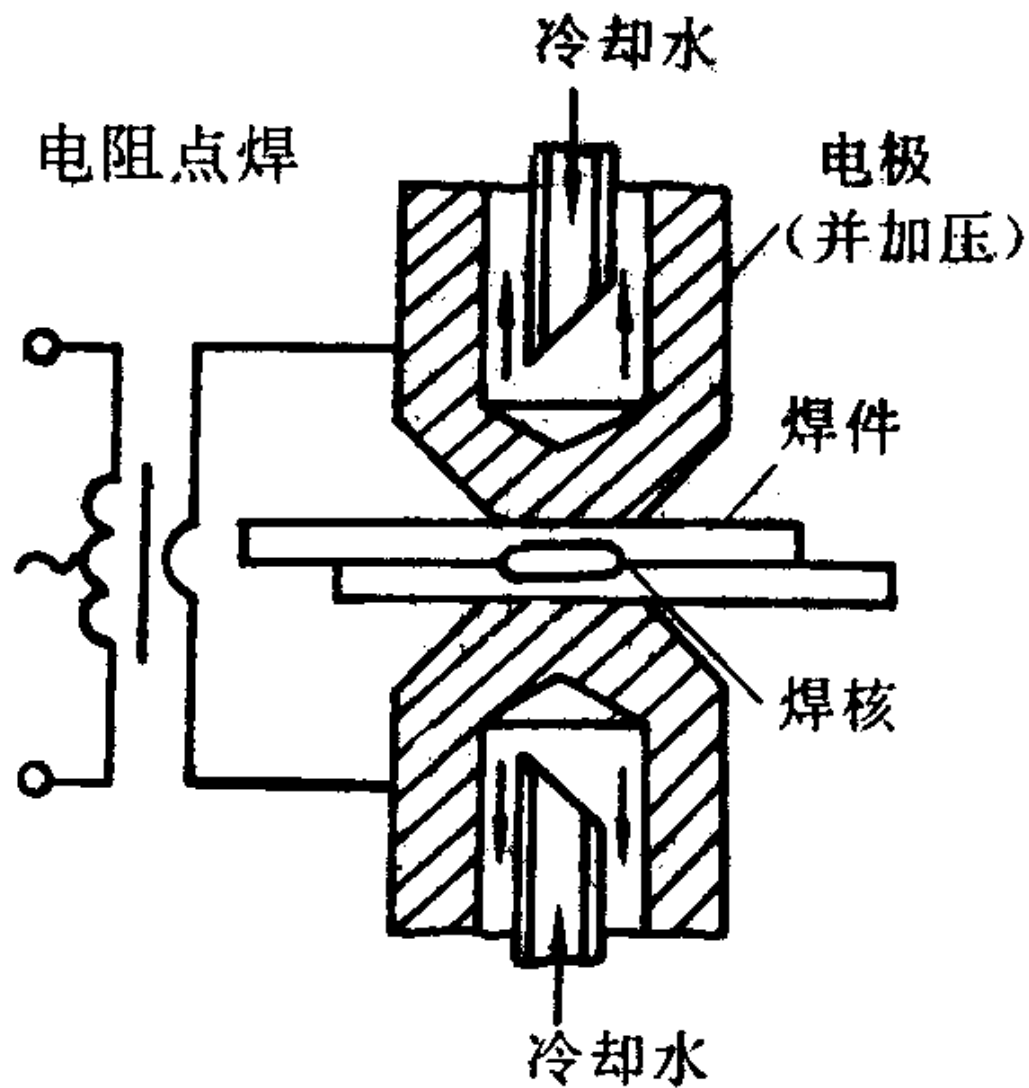


## 3) 二氧化碳气体保护自动或半自动焊

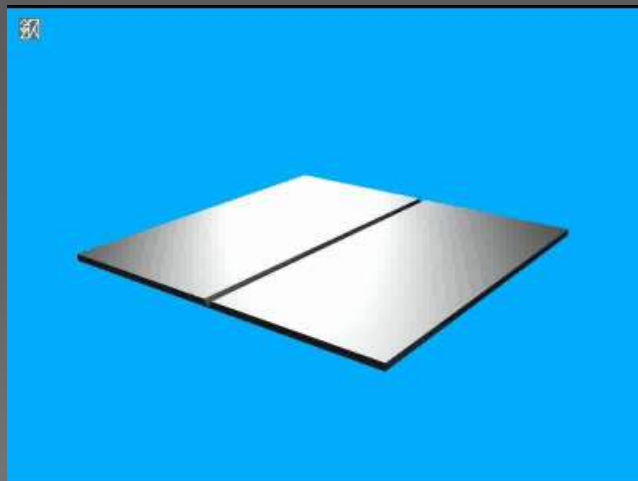
## 4) 电渣焊



## 5) 电阻点焊

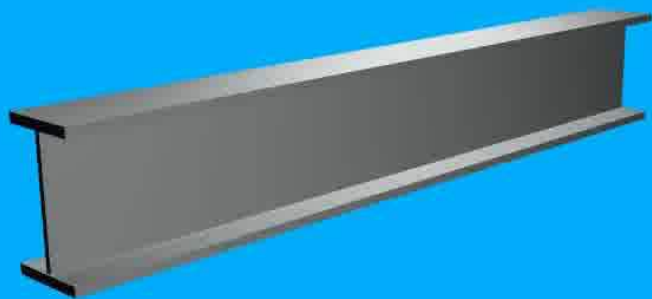


# 焊接变形



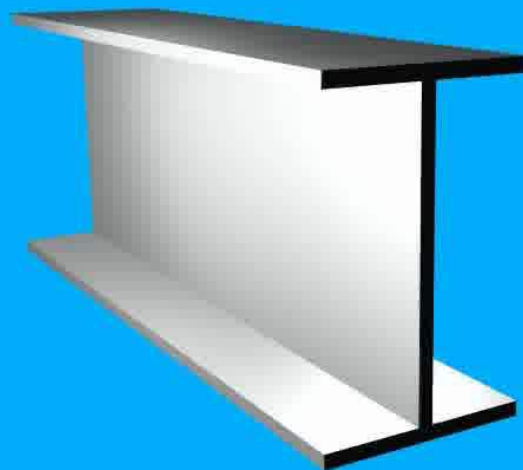
# 正确施焊

钢



错误

钢

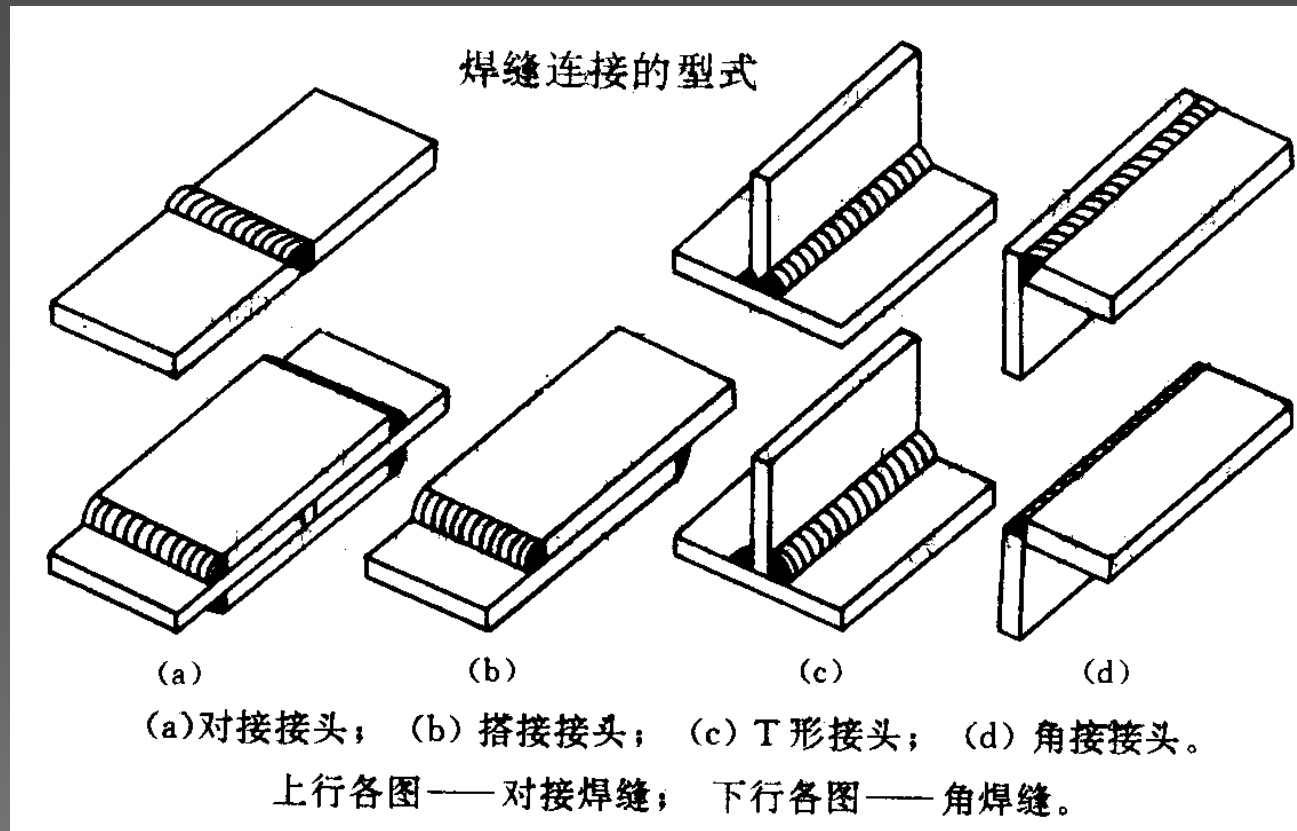


正确

# 一、焊缝连接的形式

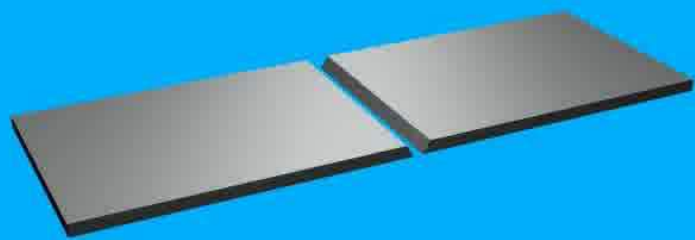
按被连接钢材的相互位置分  
平接、搭接、顶接  
(T接)

按所用焊缝本身的构造分：  
对接焊缝  
角焊缝



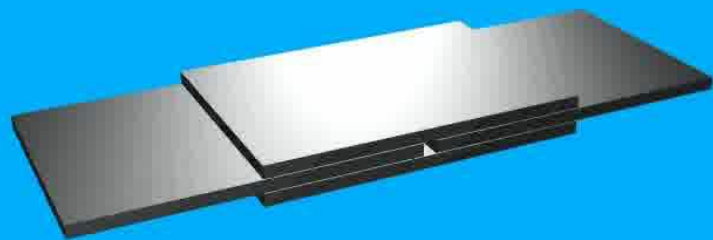


钢



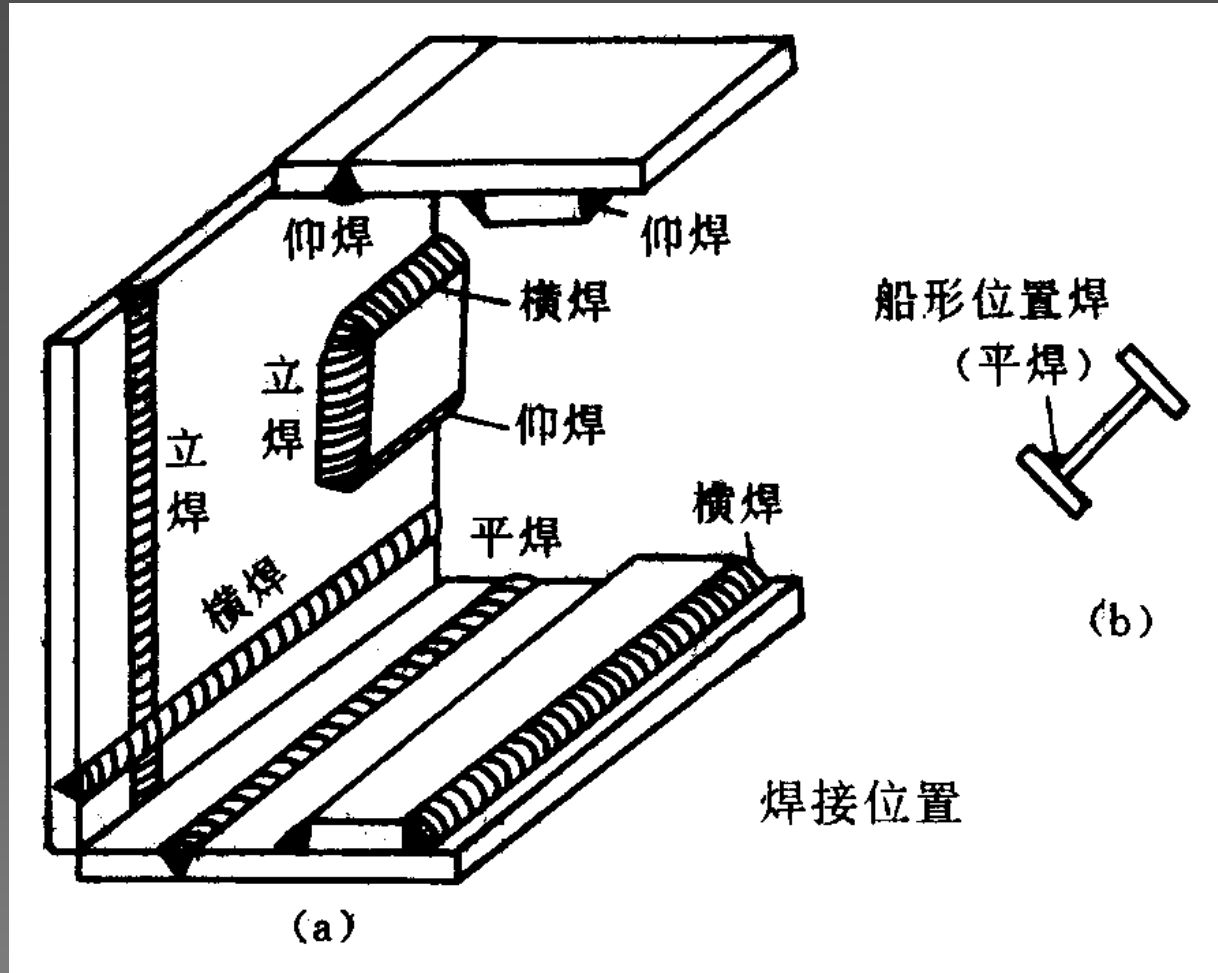
对接焊缝

钢



角焊缝

# 按施焊时焊缝在焊件之间的相对位置分



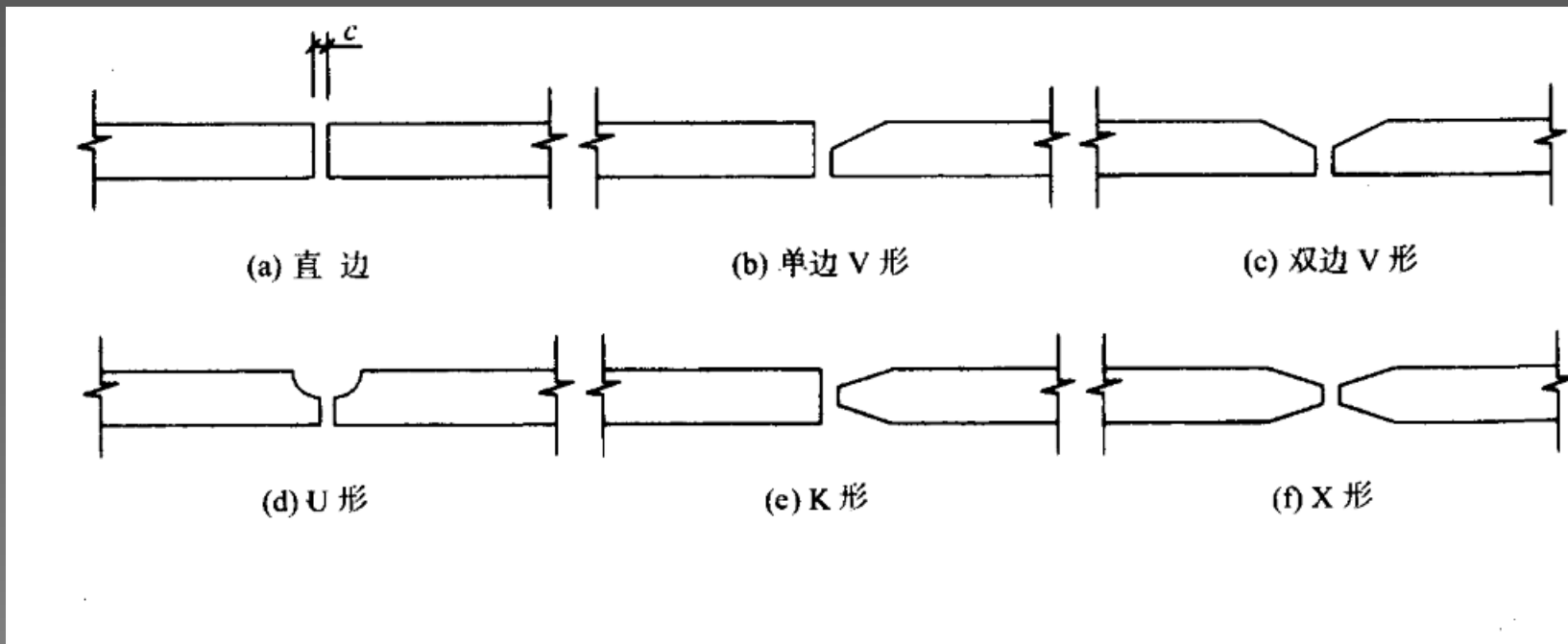
焊缝符号说明见P.271 表7.3.1

## 7.3.3 对接焊缝连接

### 一、对接焊缝的型式和构造

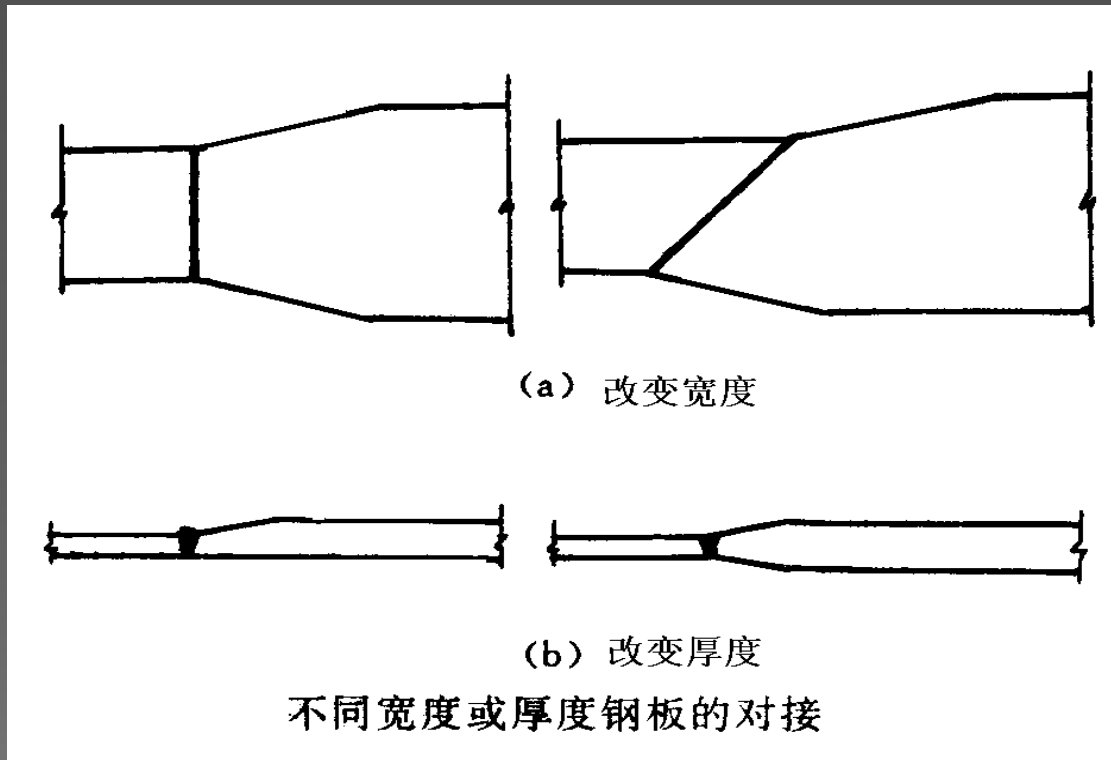
构造简单，传力直接，用料经济，当保证焊缝质量时，其强度与主体金属强度相当；传力平顺均匀，没有明显的应力集中，对于承受动力荷载作用的结构最有有利。

对接焊缝的剖口型式，为了保证焊透。（坡口焊）



当焊件厚度  $t \leq 8\text{mm}$ ，留直边缝  $c=0.5\sim 2.0\text{mm}$ ；当  $t=8\sim 20\text{mm}$ ，开单边 V 形缝，当  $t > 20\text{mm}$ ，可采用其它形式

对接焊缝两侧板件的宽度不同或厚度相差4mm以上时，  
做斜角1: 2.5，使截面过度缓和，减少应力集中



当采取不焊透的对接焊缝时，有效厚度不得小于

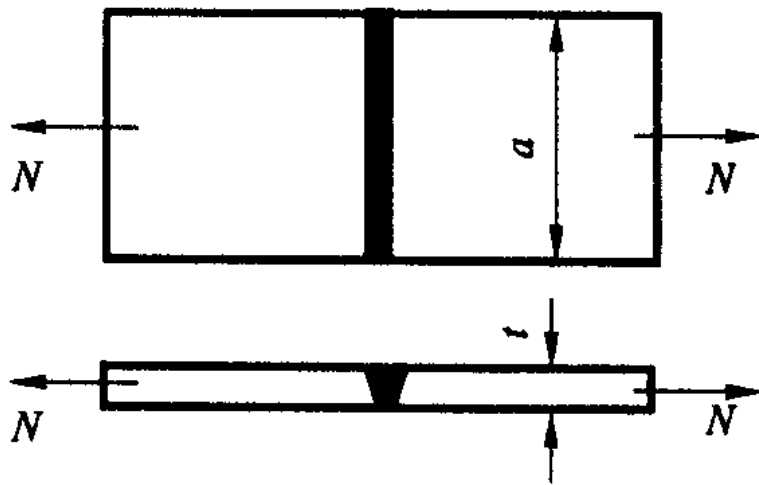
$$1.5\sqrt{t}$$

# 二、对接焊缝连接的计算

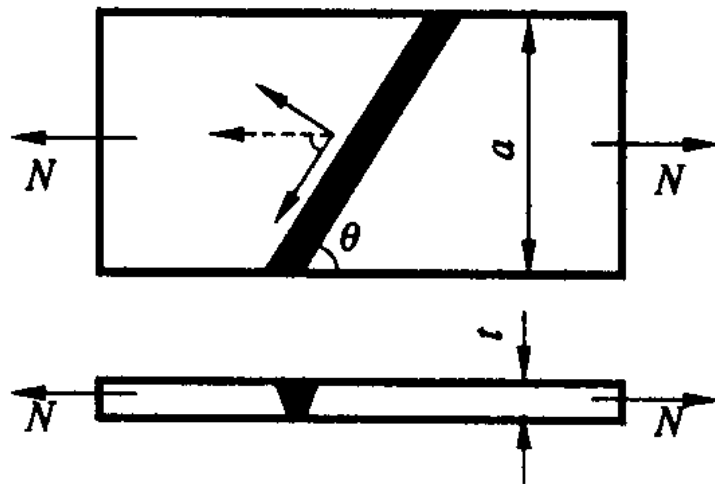
## 1. 轴心受力的对接焊缝

$$\sigma = \frac{N}{l_w t} \leq f_t^w \text{ 或 } f_c^w$$

$t$ —在对接接头中为被连接两钢板的较小厚度，在T形或角接接头中为对接焊缝所在面钢板的厚度

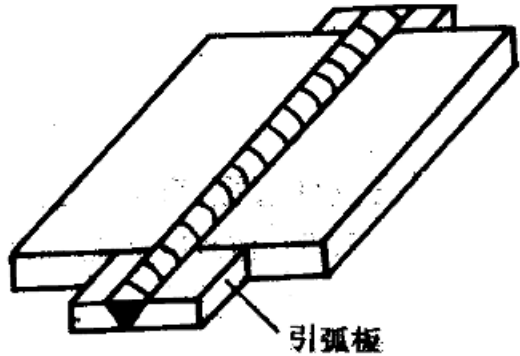


(a)

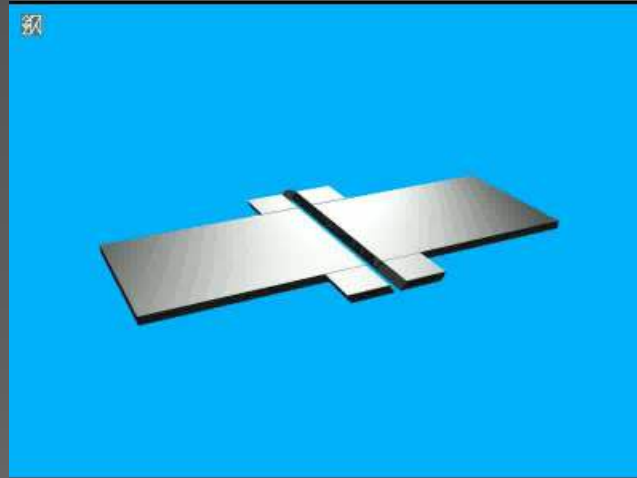


(b)

有效焊缝长度 $l_w$ ：有引弧板按实际长度，无引弧板按实际长度减 $2 \times h_f$  mm计。



对接焊缝施焊用引弧板



## 2. 弯曲变形

在弯矩作用下:

$$\sigma = \frac{M}{W_w} \leq f_t^w \text{ 或 } f_c^w$$

在剪力作用下:

$$\tau = \frac{VS_W}{I_W t} \leq f_v^w$$

对于工字形截面梁对接焊接接头，还应对同时受有较大正应力和较大剪应力处（腹板和翼缘的交点），按折算应力验算

$$\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq 1.1f_t^w$$

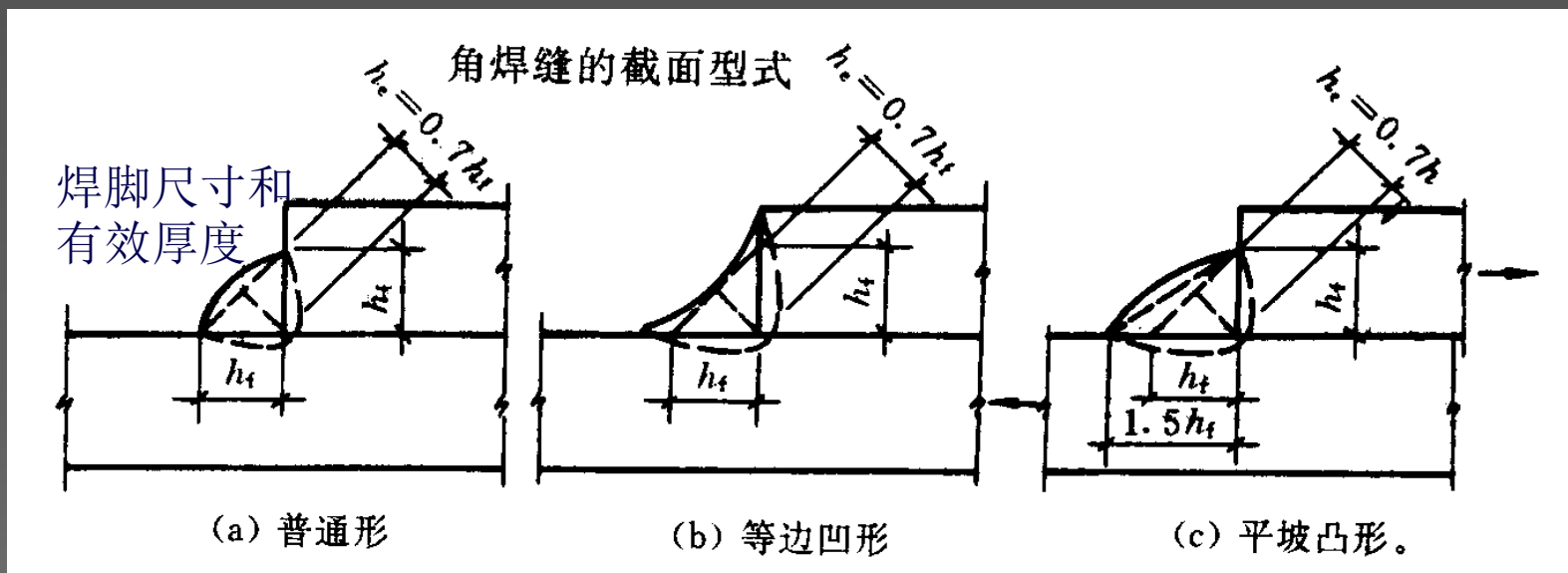
## 7.3.4 角焊缝连接

- 无需加工坡口，施焊比较方便。
- 传力线曲折，受力情况复杂，有应力集中现象，比较费料。



# 一、角焊缝的形式

按截面形状分为普通形、凸形（平坡形）和凹形，等边和不等边形



一般情况下采用普通形，普通形应力集中严重，传力线弯折。在直接承受动力荷载的结构中，侧面角焊缝可采用等边凹形角焊缝；对于正面角焊缝，也可采用平坡凸形角焊缝。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/516041150105010111>