

第一章 轧制理论与工艺控制方法

简答题

1. 影响宽展的基本因素

在轧制过程中轧件的高度承受轧辊压缩作用，压缩下来的体积，将按照最小阻力法则移向纵向及横向。由移向横向的体积所引起的轧件宽度的变化称为宽展。

1) 相对压下量对宽展的影响

压下量是形成宽展的源泉，是形成宽展的主要因素之一，没有压下量宽展就无从谈起，因此，相对压下量愈大，宽展愈大。

2) 轧制道次对宽展的影响

在总压下量一定的前题下，轧制道次愈多，宽展愈小。

3) 轧辊直径对宽展的影响

其它条件不变时，宽展 Δb 随轧辊直径 D 的增加而增加。

4) 摩擦系数对宽展的影响

当其它条件相同时，随着摩擦系数的增加，宽展增加。

凡是影响摩擦系数的因素，都将通过摩擦系数引起宽展的变化，这主要有：轧制温度、轧制速度、轧辊表面状态、轧件的化学成分、轧辊化学成分的影响

5) 轧件宽度对宽展的影响

可将接触表面金属流动分成四个区域：即前、后滑区和左、右宽展区。用它说明轧件宽度对宽展的影响。假如变形区长度 l 一定，当轧件宽度 B 逐渐增加时，由 $l_1 > B_1$ 到 $l_2 = B_2$ ，宽展区是逐渐增加的，因而宽展也逐渐增加，当由 $l_2 = B_2$ 到 $l_3 < B_3$ 时，宽展区变化不大，而延伸区逐渐增加。因此从绝对量上来说，宽展的变化也是先增加，后来趋于不变。

6) 前、后张力对宽展的影响

张力的影响表现为有宽展趋势的金属区段的缩小，因而明显地减小了宽展量。因此，冷轧采用前、后张力时，随着张力的增大，宽展减小。

2. 实际轧制中常见的是哪一种摩擦类型？

在实际中最常遇到的是混合摩擦，即半干摩擦和半液体摩擦。半干摩擦是干摩擦与边界摩擦的混合，部分区域存在粘性介质薄膜，这是在润滑表面之间，润滑剂很少的情况下出现的。半液体摩擦可理解为液体摩擦与干摩擦或者与边界摩擦的混合。在这种情况下，接触物体之间有一个润滑层，但没有把接触表面之间完全分隔开来。在进行滑动时，在个别点上由于表面凹凸不平处相啮合，即出现了边界摩擦区或干摩擦区。在具有工艺润滑的冷轧变形区中，常出现这种润滑。

3. 冷变形抗力应主要考虑那几种因素的作用，各因素的影响趋势是怎样的？

(1) 温度和应变速度的影响

除去含氮量为0.0017%的钢之外，在 100°C 以下和在 $100\sim 200^{\circ}\text{C}$ 之间，变形抗力和温度的关系是不同的。特别是含氮0.0126%的钢，表现出明显的蓝脆效果。普通轧材含氮在0.006%左右，故可以不考虑蓝脆的影响。

应变速度对铝镇静钢的影响。先由轧制给出 $20\sim 77\%$ 的预应变，再改变拉伸试验时的变形速度进行实验。当应变速度 $\dot{\epsilon} \geq 1/\text{S}$ 时，变形抗力急剧增大。在 $\dot{\epsilon} = 0.001\sim 100/\text{S}$ 时，可以说变形抗力对应变速度的依赖关系不受预应量的影响。

(2) 成分和晶粒直径的影响

随钢中含碳量的增加, 变形抗力直线上升。等效应变为 $\varepsilon_{eq}=1.0$ 时的变形抗力与参数 $C_{eq} + \sqrt{d} / 100$ ($C_{eq}=C+1.5Si+2P+S$, d 是平均晶粒直径) 的关系。可见, 当成分一定时, 变形抗力随晶粒直径的增加而显著增加。

论述题

1. 何为连轧常数? 试推导连轧常数。

如图 1-3 所示, 连轧机各机架顺序排列, 轧件同时通过数架轧机进行轧制, 各机架通过轧件相互联系, 从而使轧制的变形条件、运动学条件和力学条件等都具有一系列的特点。

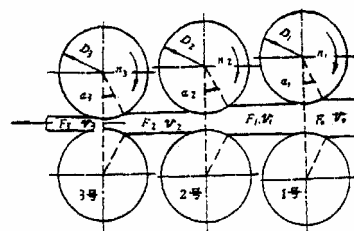


图 1-3 连续轧制时各机架与轧件的关系示意图

连续轧制时, 随着轧件断面的减小, 轧制速度递增, 保持正常的轧制条件是轧件在轧制线上每一机架的秒流量相等原则, 即

$$F_1 v_1 = F_2 v_2 = \dots = F_n v_n \quad \text{mm}^3/\text{s} \quad (1)$$

式中 1, 2, ..., n—轧机序号;

F_1, F_2, \dots, F_n —轧件通过各机架时的轧件断面积, mm^2 ;

v_1, v_2, \dots, v_n —轧件通过各机架时的轧制速度, mm/s ;

$F_1 v_1, \dots, F_n v_n$ —轧件在各机架轧制时的秒流量, mm^3/s 。

为简化起见, 已知

$$v_1 = \frac{\pi D_1 n_1}{60}, v_2 = \frac{\pi D_2 n_2}{60}, \dots, v_n = \frac{\pi D_n n_n}{60} \quad \text{mm}/\text{s} \quad (2)$$

将式 (1-2) 代入式 (1-1) 得:

$$F_1 D_1 n_1 = F_2 D_2 n_2 = \dots = F_n D_n n_n, \quad \text{mm}^3/\text{s} \quad (3)$$

式中 D_1, D_2, \dots, D_n —各机架的轧辊工作直径, mm ;

n_1, n_2, \dots, n_n —各机架的轧辊转速, r/min 。

为简化公式, 以 C_1, C_2, \dots, C_n 代表各机架轧件的秒流量, 即

$$F_1 D_1 n_1 = C_1, F_2 D_2 n_2 = C_2, \dots, F_n D_n n_n = C_n \quad (4)$$

将式 (1-4) 代入 (1-3) 得:

$$C_1 = C_2 = \dots = C_n, \quad \text{mm}^3/\text{s} \quad (5)$$

轧件在各机架轧制时的秒流量相等, 即为一个常数, 这个常数称为连轧常数, 以 C 代表连轧常数时, 即

$$C_1 = C_2 = \dots = C_n = C, \quad \text{mm}^3/\text{s} \quad (6)$$

这个条件一破坏就会造成拉钢或堆钢, 从而破坏了变形的平衡状态。拉钢可使轧件横断面收缩, 严重时会造成轧件破断事故; 堆钢可导致薄带折迭, 或引起其它设备事故。

2. 利用前滑公式和中性角公式来说明各因素对前滑的影响趋势

影响前滑的因素很多。归纳起来, 主要因素有辊径、摩擦系数、压下率、轧件厚度和孔型形状等等。

(1) 轧辊直径的影响

从前滑值公式可以看出, 前滑值是随辊径增加而增加的。另外, 当轧辊直径增大时, 前滑增加也由于接触弧长增加而相应地增加了前滑区的长度。

(2) 摩擦系数的影响

在压下率相同的条件下，摩擦系数 μ 越大，其前滑越大。

凡是影响摩擦系数的因素（如轧辊材质、轧件化学成分、轧制温度和轧制速度等）均能影响前滑的大小。

(3) 压下率的影响

前滑随压下率的增加而增加，其原因是由于压下率增加，延伸系数增加。且当 Δh = 常数时，前滑增加非常显著。

但是，压下率对前滑的影响并不总是单值的。随着压下率的增加，前滑增加，当达到某一值时，开始减小。

(4) 轧件厚度的影响

由式 $S_h = \frac{(1 - \cos \gamma)(D \cos \gamma - h)}{h}$ 和 $S_h = \frac{\gamma^2}{2} \cdot \frac{D}{h} = \frac{\gamma^2}{h} R$ 可知，当其它轧制参数不变时，随着轧件最终厚度的增加，前滑减小。

(5) 轧件宽度的影响

宽度小于一定值时，如宽度增加前滑增加；大于一定值时，如宽度再增加，则前滑为一定值。

(6) 张力的影响

显而易见，前张力增加时，则使金属向前流动的阻力减小，增加前滑区，使前滑增加。反之，后张力增加时，则后滑区增加。实验结果完全证实了上述分析的正确性。