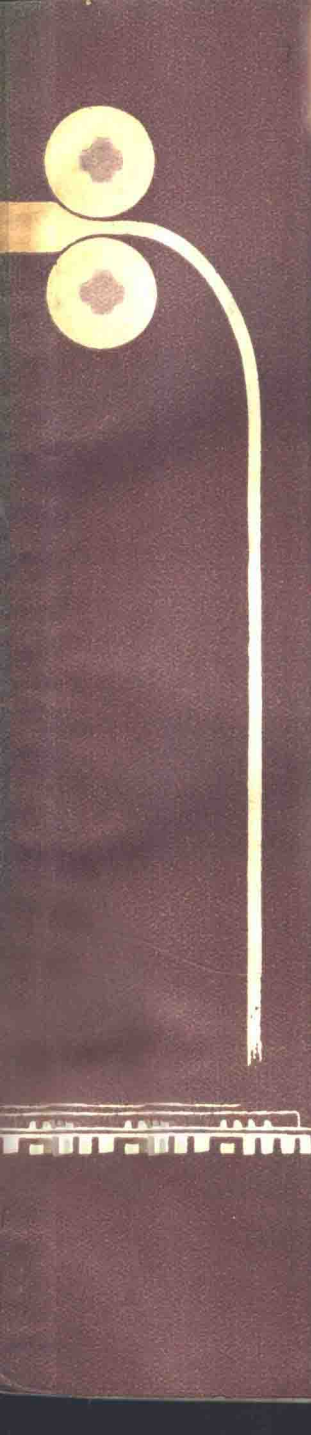




冶金实用知识丛书

轧钢知识

張 生 編 著



上海科学技术出版社

內 容 提 要

什么是軋鋼，它包括哪些工艺过程，有哪些产品，这些都是初学軋鋼的同志所要了解的。本書除了回答以上这几方面的問題外，并且还介紹了軋鋼的基本理論、孔型和孔型設計、各种軋鋼机、軋鋼車間的輔助設備以及如何調整軋鋼机的知識等；此外，对各种鋼材的軋制也作了介紹。本書適合新参加軋鋼生产的工人、干部閱讀。

軋 鋼 知 識

張 生 編 著

上海科学技术出版社出版

(上海南京西路2004号)

上海市书刊出版业营业许可证出093号

大丰文化印刷厂印刷 新华书店上海发行所总經售

开本 787×1092 1/32 印张 3 字数 52,000

1959年7月第1版第1次印刷

印数 1—3,000

統一書号: 15119·1321

定价: (十) 0.30 元

目 录

第一章 概論	1
一、什么是軋鋼	1
二、軋鋼生产的主要过程和产品	3
第二章 軋鋼的基本理論	4
一、軋制的简单概念和金屬的塑性变形	4
二、金屬变形的基本原理	6
三、軋制过程的变形	7
四、軋輥咬入金屬的条件	10
第三章 孔型	12
一、一般概念	12
二、孔型的組成部分	13
三、开坯及延伸孔型	17
四、孔型設計时注意事項	23
第四章 軋鋼机	24
一、軋鋼机的分类	24
二、軋鋼机的排列方式	31
第五章 主机列和軋鋼机零件	35
一、軋鋼机的主机列	35
二、軋鋼机座的主要机件及用途	36
三、軋鋼机的調整装置	43
四、軋輥軸承	47
五、安全白	48
六、导卫装置	49
七、連接軸和套筒	52
第六章 軋鋼車間的輔助設備	53
一、升降台	54

二、軋道	55
三、拉鋼机和冷床	56
四、翻鋼机	60
五、加热炉推鋼机和推出机	63
六、剪切机	63
七、热鋸机	64
八、矯直机	65
九、卷取机	65
十、氧化铁皮的处理设备	66
第七章 鋼錠或鋼坯的加热	67
一、加热目的	67
二、加热溫度范围	68
三、加热溫度	69
四、加热時間	70
五、加热炉的型式	71
六、連續式加热炉各部的构成	73
七、燃料和空气量	77
八、加热时产生的缺陷	78
第八章 鋼材的軋制	80
一、鋼坯的軋制	80
二、鋼軌的軋制	81
三、圓鋼的軋制	83
四、薄板的軋制	84
五、鋼管的軋制	84
第九章 軋鋼机的調整	85
第十章 軋制缺陷的調整	88
一、圓鋼調整	88
二、方鋼調整	92

第一章 概 論

一、什么是軋鋼

鋼是在鋼鐵廠里用轉爐、平爐或電爐煉出來的，這，大家都知道。談到鋼的用途，大家也會說出很多很多，譬如製造萬噸輪船用的鋼板，鐵路運輸用的鋼軌，建造高樓大廈用的各種鋼梁、鋼筋……等，甚至小到做衣服的針，也還是用鋼制成的。當然，轉爐、平爐煉出來的鋼，不可能一下子就成為鋼板、鋼梁和鋼筋，而是需要先澆鑄成鋼錠，經過軋制以後才能成為各種各樣鋼材的。舉個例子來說，用機器切面大家都看見過吧，切面工人將面粉用水調和揉成面團，放在切面機里經過一對有槽的輥子軋過後，就成為一條條的面條。同樣道理，加熱後的鋼錠，在軋鋼機里經過好幾對輥子（軋輥）軋過之後，就軋制成各種各樣的鋼材。這個將鋼錠軋制成鋼材的過程就是“軋鋼”。

煉鋼廠煉出的鋼，絕大部分（約75%）都是澆鑄成鋼錠的。經過軋制後，可以使鋼錠中的空隙消除，組織致密，物理性質也大大改善。在鋼材的大量生產中，軋制是最經濟、最便利的方法，因此軋鋼是黑色冶金工業中不可缺少的一個生產過程，並且是一個很重要的生產過程（圖1）。



图1 軋鋼生产系統图

二、軋鋼生产的主要过程和产品

不同的鋼材,生产过程也不一样,但是不論那一种軋鋼車間,都有加热(或均热)、軋制及精整三个主要过程。为了使大家对軋鋼过程有一初步了解,先以型钢为例,概括地介紹一下它的生产过程。

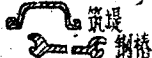
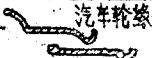
 轮胎弹簧鋼	 帶鋼	 舌状弹簧鋼	 弹簧鋼
 半圓鋼	 大小鋼坯	 方鋼	 六角鋼
 圓鋼	 鋼管	 三角鋼	 槽鋼
 Z字鋼	 等边角鋼	 工字鋼	 寬腿工字鋼
 T字鋼	 不等边角鋼	 薄壁鋼樑	 标准鋼軌
 電車鋼軌	 球边角鋼	 吊車鋼軌	 魚尾板
 軌道鋼枕	 筑堤鋼樁	 汽車輪箍	 窗框鋼
 犄頭鋼	 特殊Z字鋼	 扁鋼	 螺旋鋼筋
			

图2 型钢的种类

煉鋼車間送來的鋼錠，或由開坯車間軋成的半成品(鋼坯)由軋道或行車將它運送到軋鋼車間的加熱爐進料口，用推鋼機將鋼錠或鋼坯推入加熱爐中進行加熱，加熱好的鋼錠，在端出料的加熱爐中，仍用推鋼機推出爐外，在側出料的加熱爐中，則用另外裝設的出料機將鋼錠或鋼坯推出。鋼錠(鋼坯)經過加熱後，由軋道運向軋鋼機(有粗軋機和精軋機)。鋼錠在軋鋼機中軋制到要求的形狀和尺寸後，再由軋道運送到鋸機或者剪機(型鋼一般是用鋸機來鋸斷的)上，鋸或者剪到所需要的長度，輸送到冷床上冷卻後，再到精整工段進行矯直或其他精整工作，之後就可以送到成品庫去了。

型鋼的種類可見圖 2。

第二章 軋鋼的基本理論

一、軋制的簡單概念和金屬的塑性變形

1. 軋制的簡單概念 當金屬通過兩個轉動方向不同的軋輥時，受到軋輥的壓下變形，這時金屬斷面減小，長度增加。為了使金屬得到各種斷面形狀(例如圓、方、角、扁等)，在軋輥上車削成各種形狀的孔型，金屬通過孔型就得到具有一定形狀的成品。

金屬在兩個轉動方向不同的軋輥之間通過時，由於軋輥的孔型高度小於軋件的高度，所以軋件通過時，高度被壓小，同時轉動着的軋輥與軋件表面產生的摩擦力將軋件曳入軋輥之間。

2. 金屬的塑性变形 金屬压力加工是将金屬用塑性变形的方由一个形状变到另外一个形状。几乎所有的固体在力的作用下,或多或少都会发生尺寸和形状的改变。这就叫做变形。当作用于金屬的力除去后,金屬仍然能恢复原有的形状,这种变形叫做弹性变形;当作用于金屬的力除去后,金屬不能恢复原有形状而永远保持变形,这就叫做塑性变形(永久变形)。金屬压力加工就是塑性变形的过程。金屬压力加工的方法很多,軋制就是其中的一种。

金屬压力加工所需的力,至少要等于金屬的屈服点(使金屬材料开始发生塑性变形的最小的力),最大不得等于金屬的强度极限(使金屬材料开始破裂的最大的力)。因为力小于屈服点,不能得到塑性变形,而等于强度极限时,金屬将会破裂。所以我們要在这上下限之間选用适当大的力,来进行軋制。

对于一种金屬,在一次連續軋制中,所能达到的最大变形不能超过在这一金屬强度极限下的单位伸長,因为应力和变形是有一定范围的。

影响塑性变形的因素有以下几个:

(一)温度的影响 温度升高时,屈服点降低,这说明金屬在高温时可以得到較大的变形,在高温时使金屬变形比在低温时省力和容易。

(二)化学成分的影响 鋼中的含碳量增加,塑性就降低,所以低碳鋼的塑性比高碳鋼好。其他各种元素对金屬的塑性也有影响,錳、矽和磷的作用相似;硫的含量高,在高温时会使鋼脆裂,称为“热脆”;磷的含量高,在低温时会使鋼脆裂,称为“冷脆”;鋼中含有鎳、鉻等其他特种元素,一般总是使塑性减小,变形阻力增加。

(三)变形速度的影响 变形速度对于变形阻力和塑性的影响很大,变形速度快所引起的变形阻力比变形速度慢所引起的变形阻力大,所以一般大型断面金属的压力加工变形速度很慢,目的就是为了减小变形阻力。

(四)外摩擦的影响 在压力加工过程中,金属的表面和工具接触产生外摩擦,这对于塑性变形也是很有影响的。外摩擦力增高了金属的变形阻力,增加了变形的能量消耗。摩擦力决定摩擦系数,而摩擦系数则决定于接触表面的状态、材料的种类、工具表面的光滑度以及加工温度等。

(五)应力的影响 金属变形时,由于几何形状、温度分布、外摩擦等所受到的压力大小和方向是不均匀的,这种应力分布不均匀的结果,会使变形阻力增大,塑性变形的能力降低。

二、金属变形的基本原理

1. 塑性变形中体积不变原理 在金属压力加工中,我们常把金属的体积在塑性变形过程中当作一个不变的常数来研究轧制的理论问题。即

$$V_1 = V_2 = V$$

式中 V_1 = 变形前金属的体积;

V_2 = 变形后金属的体积;

V = 常数。

又设 H, B, L 分别等于变形前金属的高、宽、长;

h, b, l 分别等于变形后金属的高、宽、长。

则

$$V_1 = HBL$$

$$V_2 = h b l$$

$$\therefore \frac{hbl}{HBL} = \frac{V_2}{V_1} = 1$$

实际上,金属在塑性变形时,其体积总会发生一些很小的变化,如钢锭变形时,体积由于消除了疏松(缩孔、气泡等)而稍微缩小。但是这些体积的改变,是微不足道的,可以认为在塑性变形过程中金属的体积是不变的。

2. 最小抗力定律 就是“物体的质点在可以自由向各方向流动的情况下,总是沿着最小抗力方向移动的”。换句话说,当金属在各个不同方向都可能自由流动的情况下,最大变形总是发生在大多数移动点对本身移动遇到最小抗力的那个方向。例如圆柱体受压缩时,它的所有分子就沿着最短的道路——半径移动,因为圆形周边最短,所以变形后它的断面形状仍保持不变;正方形断面的方块被压缩时,其分子沿着垂直于周边的最短距离,向着各边方向移动,正方形的四条直线因此向外弯曲。这是因为最大的分子流动是沿着ab和cd轴线方向移动的(图3),在这两个轴线上分子的数目最多。当压缩愈来愈增大时,正方形就逐渐改变自己的形状,趋向于圆形断面。

三、轧制过程的变形

1. 轧制过程的变形系数 金属在两个转动的轧辊间通过时,金属与轧辊接触的弧AB称为咬入弧。AB弧所对的中心角称为咬入角,用

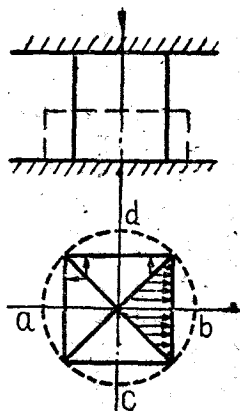


图3 受压缩时,正方形的形态变化

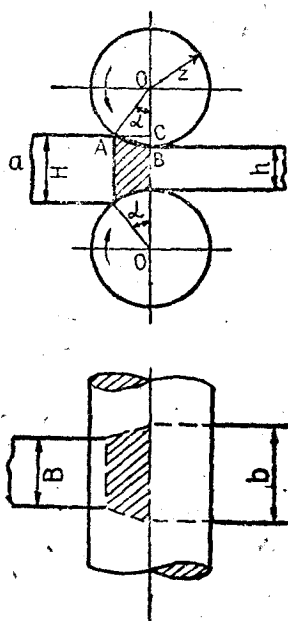


图4 变形区域断面

H = 进口高度

h = 出口高度

$\angle AOB = \alpha$ (咬入角)

B = 进口宽度

b = 出口宽度

AB = 咬入弧

α 表示。在上下两个轧辊间接触弧以内的部分称为变形区 (图4)。

在变形过程中, 进口高度大于出口高度; 进口宽度小于出口宽度; 轧制前的长度小于轧制后的长度。

(一) 压下量和压下系数
轧件进入轧辊前的高度与出轧辊后的高度之差称为压下量 (Δh)。

$$\Delta h = H - h$$

轧件进入轧辊前的高度与出轧辊后的高度之比, 称为压下系数 (η)。

$$\eta = \frac{H}{h}$$

(二) 延伸系数 延伸系数就是轧件断面积 (F) 之比或轧件长度之比。

$$\mu = \frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$$

“延伸系数”又分为“部分延伸系数”和“总延伸系数”二种, 部分延伸系数是某一个别道次中的延伸系数, 总延伸系数是原来钢锭或钢坯的横断面积与轧出的成品的横断面积之比。

(三)展寬量和展寬系数 軋件軋制后和軋制前寬度之差称为展寬量(Δb):

$$\Delta b = b - B$$

軋件軋制后和軋制前寬度之比称为展寬系数(β):

$$\beta = \frac{b}{B}$$

2. 影响展寬的因素 軋件在軋軋中軋制时,一部分金屬向前延伸,另一部分金屬橫向展寬。一般展寬可分为三类:

自由展寬——金屬在平軋軋上軋制时的展寬;

限制展寬——金屬在孔型中的展寬;

强迫展寬——强使軋件向一个方向的展寬。

影响展寬的因素很多,主要的有以下几项:

(一)压下量的影响 压下量是影响展寬的主要因素之一,压下量愈大,展寬也愈大。这个关系可从公式 $\frac{H}{h} = \frac{b}{B} \cdot \frac{1}{L}$ 中看出。

(二)軋軋直徑的影响 軋軋直徑愈大,展寬愈大。这是由于軋軋直徑大了,对于同一压下量的軋件,变形区的長度也增加了,也就是金屬的每个部分在从变形区出来之前,所必須經過的路程增加了。由于縱应力的增加,延伸率則减少,同时展寬增加。

(三)軋件寬度的影响 軋件寬度对展寬是有影响的,根据經驗,軋件愈窄展寬就愈大,軋件寬度增加,展寬漸漸降低。

(四)摩擦系数的影响 摩擦系数愈大,則展寬也愈大。因为当摩擦系数增加时,金屬縱向移动的阻力比橫向移动的阻力增加得多,因此摩擦系数增大,延伸减小,而使展寬增大。

(五) 軋制溫度的影響 溫度影響展寬與摩擦係數有關，溫度高摩擦係數小。鋼錠(坯)在加熱爐中加熱生成的氧化鐵皮在高溫下熔化，起了潤滑作用，使摩擦係數降低，所以溫度高展寬就小。

(六) 金屬化學成分、軋制道次、孔型形狀、軋制速度、軋件高度等，對展寬也有很多影響。由以上的分析可以看出：影響展寬的因素很多，計算展寬的公式也很多，但絕對正確的公式還沒有，還需要繼續研究。

四、軋輥咬入金屬的條件

1. 咬入條件 兩個軋輥，一個是順時針方向旋轉，另外

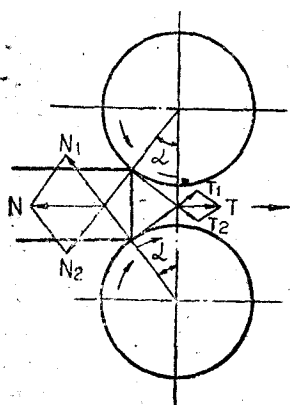


圖5 軋輥咬入作用在金屬上的力

一個是反時針方向旋轉。當軋件與軋輥接觸時，軋輥作用於軋件的两个力 N_1 和 N_2 ，組成合力 N ，這個作用力叫做推出力；在切綫方向的两个摩擦力 T_1 和 T_2 組成合力 T ，這個力叫做拉入力。

由圖5可以看出：當推出力等於拉入力時，軋輥就不能咬入金屬；當推出力大於拉入力時，軋輥更不可能咬入金屬，只有當拉入力大於推出力時，軋輥才能咬入金屬。

2. 咬入角、軋輥直徑和压下量之間的關係 由圖4可以看出：

$$\therefore CB = OB - OC$$

$$CB = \frac{H-h}{2} \quad OB = r \quad OC = r \cos \alpha$$

$$\therefore \frac{H-h}{2} = r - r \cos \alpha$$

$$H-h = 2r(1 - \cos \alpha) = D(1 - \cos \alpha)$$

$$\Delta h = H - h$$

$$\therefore \Delta h = D(1 - \cos \alpha)$$

$$\cos \alpha = 1 - \frac{\Delta h}{D}$$

$$\alpha = \cos^{-1} \left(1 - \frac{\Delta h}{D} \right)$$

式中 r = 軋輥半徑;

D = 軋輥直徑;

α = 咬入角。

由上式可以看出：假定 Δh 不變，增加 D ，則 α 角減小，金屬容易咬入。 D 減小，則 α 角增大，金屬就不容易咬入。如果 D 不變，金屬厚度增加， α 角就增加，金屬咬入就困難；金屬厚度減小， α 角就減小，金屬咬入就容易。

第三章 孔 型

一、一般概念

軋鋼所用的原料，大部分是方形和長方形的鋼錠或者鋼坯。用鋼錠或鋼坯軋成鋼材，一般在軋軋中要經過若干道次，每經過一道，軋件的斷面面積減小，同時軋件的形狀和尺寸也逐步地趨近所需要的鋼材形狀，最後獲得所要求的斷面尺寸的成品。

厚板、中板和薄板因為軋件的表面形狀是平的，沒有複雜的形狀，所以軋制是在平的軋軋上進行的。但是軋制型鋼就不能在平軋上進行了，需要逐漸改變原料的形狀，最後達到所要求形狀的成品。因此在軋軋軋身上必須車出適當形狀的溝槽，由上下軋軋的溝槽合起來組成一定形狀的孔洞，軋件通過孔洞而得到應有的變形。

在一個軋軋的軋身上所車出的溝槽外形叫做軋槽。在上下兩個軋軋上的軋槽所組成的孔洞，叫做孔型。

要獲得合乎質量要求、也就是符合規定的最終斷面的成品，決定於正確地選擇一系列孔型系統的形狀和尺寸。孔型設計者的任務就是如何正確選擇孔型系統，獲得合乎規格的产品和保證軋鋼機的高度生產率。

孔型按照其性質可以分為三類：

1. 粗軋孔型或開坯孔型 用以縮減鋼錠或鋼坯斷面積的孔型，一般排列在開坯軋機上。

2. 預軋孔型或延伸孔型 除了繼續縮減軋件的斷面面積外，還使其斷面外形接近終了斷面的尺寸和形狀。

3. 精軋孔型或成品孔型 是決定成品形狀尺寸的孔型，一般幾乎與最終成品的尺寸一致。

根據在軋輥上車削孔型的方法，可以把孔型分為開口孔型和閉口孔型兩種。凡是二個軋輥的分界綫，在孔型范疇以內的，稱為開口孔型。如果兩個軋輥的分界綫在孔型范疇以外的，稱為閉口孔型(圖6)。

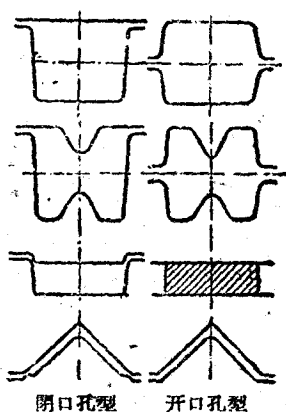


圖6 閉口孔型與開口孔型

二、孔型的組成部分

1. 孔型側壁斜度 軋輥在使用若干時間後，由於孔型磨損，需要進行重新車削，如果軋槽側壁和軋輥中心綫形成 90° ，則恢復原來的軋槽寬度是不可能的(圖7)。而且軋件容易卡住，造成纏輥等事故。因此，常使軋槽側壁與軋輥中心綫所形成的夾角小於 90° ，這樣孔型有了斜度，軋件就不致被側壁卡



圖7 孔型側壁斜度