

1959

技術革新資料

黑色金屬

3

上海科學技術出版社出版



用多角形輥面改善啃入條件

上海市工業館冶金分館編

軋鋼工作者往往用強化軋制過程的辦法來縮短生產周期，從而提高軋機的機時能力，特別是在當前大躍進的形勢下，大而科學地修改孔型減少軋制道次，已經成為刻不容緩的工作了。

然而在粗軋、毛軋系統中，強化壓下量往往被啃入條件所限制，在軋機較小的工廠中這一問題就更為突出。

我廠曾為改善啃入條件做過一段試驗工作，目前已謀得較為妥善的方法，限于工作水平只能浮淺介紹，祈望各廠協助研究指正。

一、改善啃入條件的重要意義

在一般情況下，分配延伸系數或壓下量，都是順從軋制道次而遞減的。

理想情況如圖 1 所示。但實際情況往往因啃入角的限制，迫使曲軋形成圖 2 的形式。前幾道不能採用較大的延伸系數，這是非常遺憾的事情，在高溫階段不能充分利用動力和設備強

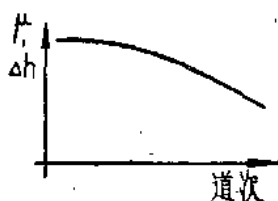


图 1

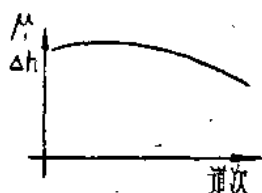


图 2

度进行大压下量变形，设备潜在力不得发挥。

另一种是这样的情况，其前几道的压下量已经等于或稍大于允许压下量—— $\Delta h_{\max}$ 。

$$\Delta h_{\max} = D_p(1 - \cos \alpha)$$

D_p 为工作辊径， α 为最大啃入角。

但这时轧制过程的建立就或大或小需要一些外力，在实际生产中影响啃入条件的因素颇多，例如：

1. 工作辊径的大小(包括轧制速度的变化)；
2. 轧辊表面光洁度；
3. 金属的种类；
4. 轧制温度以及氧化铁皮的状态。

以上几点往往是经常变化的，因而建立轧制过程的外力也就随着改变，这样，使生产上受到了影响，例如：

1. 初啃入前增加了轧制间歇时间。在一般人工喂钢或机械喂钢的情况下，实行强迫喂钢并不是十分顺利的，根据实际的测定，耽搁时间为2~15秒钟，这些时间花费在用外力使轧件撞在轧辊上，将端部形成一定程度的“尖头”以助啃入。

2. 啃入后的打滑现象拖长了轧制时间。当超过允许啃入角时，轧件温度波动和氧化铁皮的影响，常出现程度不同的打

滑現象。从划出的“阿达曼茨克”图表(图 3,4)中可发现前一道
的軋制時間与計算数值相差很多,我們把这种現象称作“假軋
制時間”。如用它与計算時間相比称它为“虛假系数”——K。

$$K = \frac{t_{\text{虛假}}}{t_{\text{計算}}}$$

在我們厂这个数值曾发生在 $K=7\sim 1$ 之間,当然后者是采
取措施之后的結果。

众所周知,构成軋制周期的因素是軋制時間和間歇時間,
而軋制周期的長短是决定机时产量的重要条件之一,因此有必要
改善啃入条件。

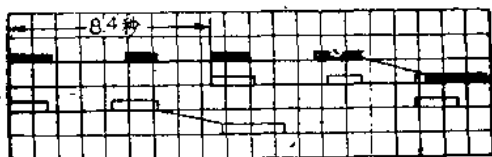


图 3 1 格=1 秒



图 4 1 格=1 秒

图 3 是啃入条件未改善前第一道打滑,拖長了“軋制時間”,
决定机时产量的节奏時間是 8.4 秒,而采取措施后虛假系数由
1.8 降低到 1, 节奏時間縮短到 7.6 秒(如图 4)。

$$\text{机时能力提高了: } \frac{8.4-7.6}{8.4} 100\% = 9.5\%$$

强迫啃入或打滑現象,都会在軋輥上产生很大的冲击力,
这样容易造成:

1. 傳动設備如齒輪、軸、接軸等的损坏;

2. 軋輥和机架的疲劳损坏;
3. 軋輥过早磨损;
4. 电机在脉动冲击载荷下工作。

从以上这些事实来看,改善啃入条件不仅可以增大压下量、缩减道次、提高机时产量,同时还能使设备在较为均衡的条件下运转,从而提高了作业率。

二、改善啃入条件的方法

自由建立初啃入的条件是:軋制接触角 α 要小于軋件与軋輥的摩擦角 β 。因此可以从两方面着手来改善啃入条件:

1. 减少接触角 α :

- (一)减少压下量 Δh ;
- (二)增大軋輥直径;
- (三)采用侧压的孔型;
- (四)用尖头軋件(包括圆锭小头喂入)。

2. 增大摩擦角 β :

- (一)选用摩擦系数较大的材料制作軋輥;
- (二)用机械加工方法将輥面加工成粗糙的表面;
- (三)用机械加工方法将輥面加工成多角形;
- (四)适当的降低开軋温度。

根据现有的条件,其他因素(輥径、孔型系统軋件材料、喂入方法、軋制温度等)均已肯定,增大啃入角时,都从輥面形状上着手。

现将我厂曾经试軋过的几种方法列在下面。

試驗条件:

軋机:

軋徑 $\phi 305$ 。

軋軋轉速 98轉/分鐘。

軋軋材料 鑄鋼。

原料 $85^{mm}/m$ 方坯 $105^{mm}/m$ 鋼錠。

鋼種 0~4 號鋼。

加熱溫度 $1050\sim 1250^{\circ}\text{C}$ 。

孔型系統 自由展寬的平軋孔。

1. 軋面齒痕: 用齒子沿軋面齒成深 3%, 寬 4~5% 的凹痕(圖 5)。

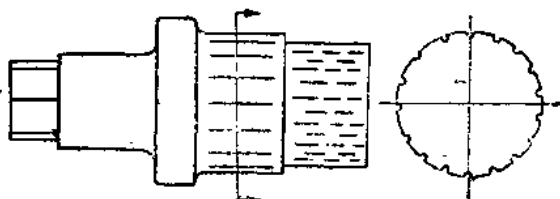


圖 5

平軋時 $\alpha = 23\sim 25^{\circ}$, 凹痕時 $\alpha = 26\sim 28^{\circ}$ 。

增大啃入角約 12~13%。

優點: 加工方便。

缺點: 軋件表面質量受到破壞, 常出現“雀皮”。

2. 軋面焊痕: 用 4% 電焊棒沿軋面焊上凸筋, 然後用齒子齒平成高 3%, 寬 5~7% 的凸痕(圖 6)。

$\alpha_{\max} = 27\sim 29^{\circ}$ 增大約 16~17%

優點: 啃入角增大很多。

缺點: (一) 軋件表面質量不易保證, 時常出現“雀皮”;

(二)加工較复杂;

(三)焊筋部分軀面硬化, 重車时帶來麻煩。

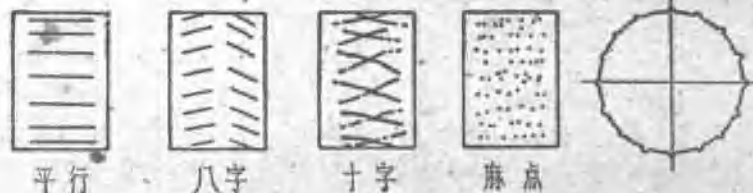


图 6

3. 軀面加工成多角形: 將軀面刨成适当等分的多角形 (图 7)。

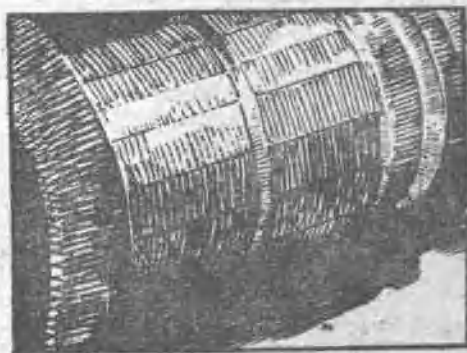


图 7

$$\alpha_{\max} = 26 \sim 28^{\circ} 30' \quad \text{增大 } 12 \sim 14\%$$

优点: (一)能够增大啮入角;

(二)成品表面质量得到保证。

缺点: (一)加工麻烦;

(二)展寬系数較大。

三、多角形軋面的实用价值

根据以上所談，任何增大啃入角的方法都不能离开質量問題去孤立考慮，否則就不能在生产实际上采用。

我厂曾經試用过上述几种方法，在未用多角形軋面以前虽然增大了啃入角，但是成品的表面缺陷却很严重，鋼材表面时常出現明显的和隱蔽的“雀皮”(图8)，因此无实用价值。

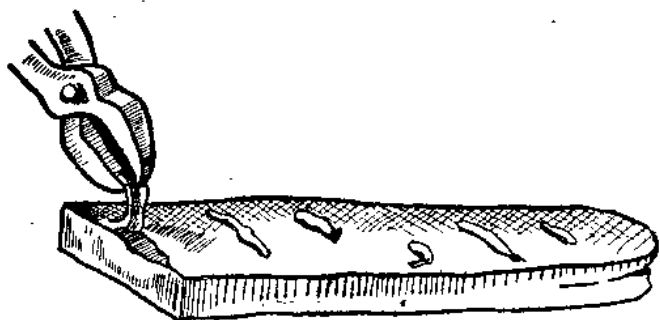


图 8

目前我們采用多角形軋面解决了久未解決的問題，經過一年多的使用，从来未出現过任何缺陷，最近这一方法已推广到綫材車間的毛軋孔上去了。

四、多角形軋面的工作情况

改善啃入条件的原因：当軋軋材料、軋件性質、溫度、压下量肯定时，用光面軋进行啃入的情形如图 9，它的特点是一經接触，角 $\alpha = \phi$ ， ϕ 角也不因軋軋旋轉而轉变。此时 $\alpha \leq \beta$ 即可啃入。 $\alpha > \beta$ 时則不易自由喂入。然而將軋面加工成多角形

后就出现了另一种情况。

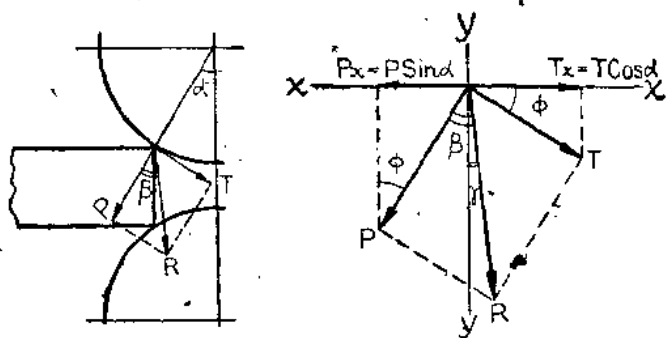


图 9

我們可以拿图 10、11、12 来进行比較：它們的其他条件完全相同，只是軋棍旋轉的角度不同。当軋徑等于 D_p (内切圓直徑) 压下量 $= \Delta h$ 时，已构成啃入的临界状态 $\alpha = \beta = \phi$ 。

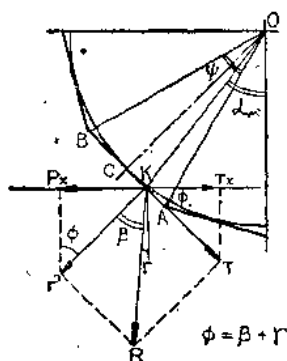


图 10

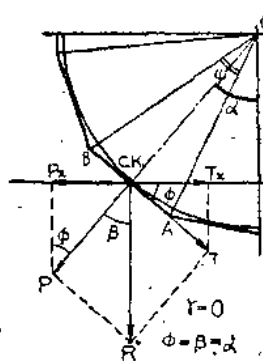


图 11

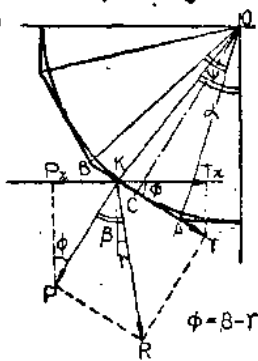


图 12

图10表明軋件端部与軋面接触点K位于某一圓心角中綫的内側。

ψ = 圆心角。 α = 接触角。 β = 摩擦角。

γ = 位移角。 Dp = 工作辊径。 p = 正压力。

ϕ = 投影角。 oe = 圆心角分角线。 T = 摩擦力。

因为K点处在多边形的一边上，该点之斜率显然比处在同位圆弧面上的斜率为大，其差值为 $\tan\gamma$ 。此时影响啃入的水平方向力的情况是：

$$\phi_1 = \beta + \gamma \quad \therefore \phi_1 > \beta$$

$$P \sin \phi_1 > T \cos \phi_1$$

$$P_x > T_x$$

因而未达到临界状态不得自由啃入。

从图示中可清楚的看到 K点在C点之内侧时，啃入角因位移角 γ 而恶化，轧辊继续旋转，当K点位于C点时(如图11)：

$$\alpha = \beta = \phi \quad \beta = \phi \quad \text{则 } \tan \beta = \tan \phi$$

$$\text{亦即: } \frac{T}{P} = \frac{\sin \phi}{\cos \phi}$$

$$T \cos \phi = P \sin \phi$$

$$T_x = P_x \quad \text{形成临界啃入状态。}$$

$$\text{图12: } \phi = \beta - \gamma \quad \phi < \beta$$

$$\tan \phi < \tan \beta$$

$$\frac{\sin \phi}{\cos \phi} < \frac{T}{P}$$

$$P \sin \phi < T \cos \phi$$

$$P_x < T_x$$

此时啃入条件因 γ 角而得到改善。

从以上这三种情况的分析，可以看出多角形辊面所以能改

善啃入条件,其原因在于:随着轧辊旋转,多角形的特性改变了接触点力的几何状态。

五、具体施工的几个问题

1. 确定多角形的边数: 从上一节的分析中可以看出, 恶化或改善啃入条件的重要因素是位移角 γ 。

$\phi = \beta + \gamma$ 时恶化了啮入条件。

 $\phi = \beta; \gamma = 0$ 临界状态。 $\phi = \beta - \gamma$ 时改善了啃入条件。

然而 γ 角到底有多大的变化范围呢? 从图 13 中不难看出 γ 角的变化范围在 $\psi/2 \sim 0 \sim \psi/2$ 之间。

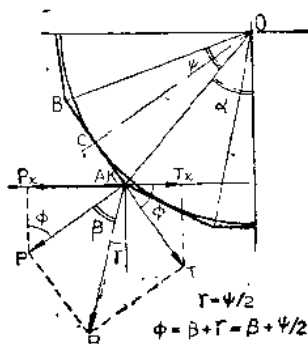


图 13

因此啮入条件的改善和圆心角有关，更确切的说是和多边形的边(角)数有关。

單純的从理論上看 $\phi = \beta - \gamma$ γ 角愈大愈好也就是 ϕ 角

愈大愈好，这就要求多角形的边(角)数少。

然而在实际生产中却不允许我们采用过少的边数，这是因为：

(一)轧件延长度方向发生太大的厚度差，不均匀的变形程度增大，消耗能量大，展宽大，容易出现缺陷。

(二)在实际生产时很难保证上、下辊面的边角一一对应。很可能碰到一辊是改善啃入条件，但另一辊是在恶化啃入的位置上，如此则将抵消一部分或乃至全部分。

而边数愈多则校正的机会也就愈多。更合理的方法是将一辊分成偶数份，另一辊分成奇数份。

鉴于以上两点，我们应该慎重的选取边数。我们在实际应用时是将辊周分成 20 等分(图 14)。

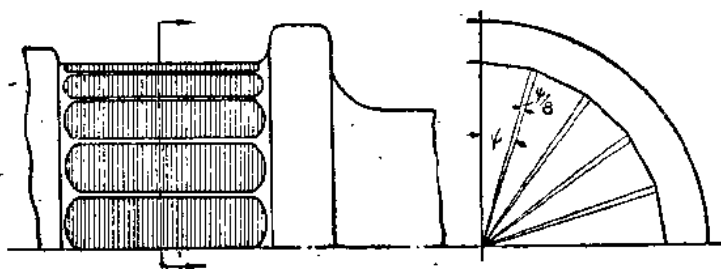


图 14

此时每一周圆心角 $\psi = 360^\circ / 20 = 18^\circ$

位移角的理论最大值 $\gamma_{\max} = \pm \psi / 2 = \pm 9^\circ$

位移角的平均值 $\gamma_{cp} = \pm 4.5^\circ$

按照理论分析，这样作应当比平辊增大啃入角 4.5° ，但实际上只能增大啃入角 $3 \sim 3.5^\circ$ ，因为：

(1) 实际加工时不能将辊面做出尖角，否则会损伤轧件表面。因此，保留圆弧部分占去一部分圆心角，按我厂之数据约为 $\psi/8$ ，在有效部分约损失 1° 左右。故啃入角增 $3 \sim 3.5^\circ$ 还是与计算符合的。

(2) 上下辊之边角不能保证一一对应，由于这种“错位”现象也会损失一些角度——“位移角”。

总之，边数的选取要使每个圆心角超过啃入角增值的二倍多一些，同时再考虑到不使轧件厚度相差太多。

2. 加工方法及注意事项:

(一) 用刨床加工: 轧辊车好后，将轧辊三角架固定在牛头刨床的工作台面上，进刀方向与轧辊轴线垂直，根据辊面上预先做好的分度线进行加工，每刨好一条后，松开压板将轧辊旋转一角度 ψ 继续加工，大约每 1.5 小时加工好一只。

这种方法的生产效率极低，轧辊加工需经过两种机床，增加了辅助工时，因此急待改进。

(二) 用仿形刀具车削: 我厂机修车间冯如焕同志，为了使多角形轧辊加工工作尽量简化，设计成一种仿形刀具，这种刀具安装在普通车床上，按照轧辊旋转的角度送进退出，有规律地调节吃刀量，在辊面上车出多角形。它的简要结构如图 15。

工作时将刀架滑座夹持在车床小刀架上，大齿轮安装在车床心轴头上。轧辊旋转时通过惰轮，使小齿轮传动，速比为 5，则经滑轴传至凸轮时，轧辊转一周，凸轮转 5 周；又因凸轮曲线分为 4 等分，故轧辊旋转一周，凸轮将滑动刀架，推动 20 次。纵向进刀靠小刀架，横向行刀靠车床大拖板，滑键轴则起调节传动齿轮与刀架距离的作用，安装示意图见图 16。

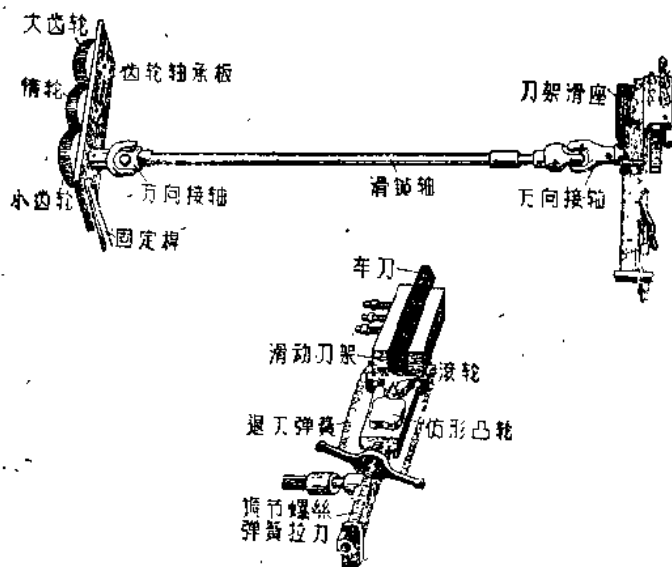


图 15 仿形刀具

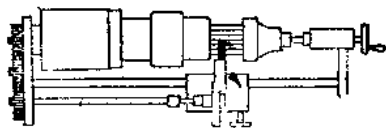


图 16 刀具安装示意图

凸輪的設計：凸輪由四瓣曲綫構成，瓣間空角為 11° ，是為了保證車出的多角形軛面有一段為 $\psi/8$ 的弧面(圖 17)。

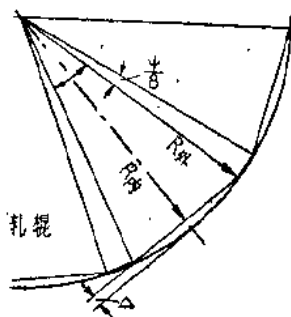


圖 17 凸輪的設計

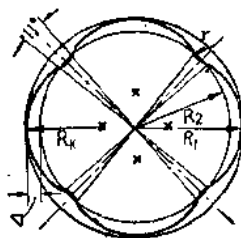


圖 18 凸輪

$$R_1 - R_2 = \Delta$$

$$\Delta = \frac{R_k}{\cos \psi/2} - R_k$$

$$R_k - R_1 = \Delta$$

$$= R_k \left(\frac{1}{\cos \psi/2} - 1 \right)$$

$$R_k = \frac{R_1}{\cos \psi/2}$$

R_k 由三點定圓法画出。 r 為滾輪半徑。

(三) 加工后，要用銼刀將軛面尖角部分銼平。

(四) 加工余量可根據多角形外接圓計算。

$$D_{外} = D_{內} / \cos \psi/2。$$

$D_{內}$ ：內切圓(原平軛直徑)。

ψ ：圓心角。

上海第十鋼廠 王德仁 張錫康

上海科學技術出版社出版 新華書店上海發行所總經售 市五印 第 V-4 号

1959 年 1 月第 1 版 7 月第 2 次印刷 印張 7/16 字數 9,000 定價 4 分

印數 1,001—3,150