

热轧钢管生产

下 册

Ф. А. 达尼洛夫 等著

李連詩 余宗森 計伟志 譯

冶金工业出版社

熱 軋 鋼 管 生 產

下 冊

Ф. А. 达尼洛夫 等著
李連詩 余宗森 計偉志 譯

冶金工業出版社

本書詳細地敘述了用所有最新的热軋法生产碳素鋼、合金鋼及高級合金鋼鋼管的工艺过程；討論了軋管理論的主要問題；詳盡地闡述了軋制表的拟定方法，軋机調整及变形工具設計；引証了关于制造鋼管工具的知識。也討論了机組生产率的問題，並考慮到生产革新者最近的成就。

本書分上、中、下三册出版，上册(已于1957年5月出版)从第一篇到第三篇，中册从第四篇到第六篇，下册从第七篇到第十篇。上册包括生产鋼管的一般知識、斜軋及在圓孔型中軋制的理論部分和在自动軋管机組上生产鋼管。中册包括在周期式軋管机、連續式軋管机和頂管机上生产鋼管。下册包括在三軋展軋机組上生产鋼管、鋼管減徑、鋼管精整和特殊形式的鋼管生产。

本書供冶金工厂和設計部門的工程技術人員閱讀，对研究軋管生产的高等和中等專業学校學生也有用。

Ф.А.ДАНИЛОВ, А.З.ГЛЕЙБЕРГ, В.Г.БАЛАКИН
ПРОИЗВОДСТВО СТАЛЬНЫХ ТРУБ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКОЙ
Металлургиядат (Москва—1954)

热軋鋼管生产 (下册)

李連詩 余宗森 計偉志 譯

編輯：叶建林 設計：赵荅、魯芝芳 責任校对：楊維琴

1958年7月第一版

1958年7月北京第一次印刷 2,000册

850×1168·1/32·74,199字·印張 $5\frac{4}{32}$ ·定价(10) 0.90元

冶金工業出版社印刷厂印

新华書店發行

書号 0834

冶金工業出版社出版 (地址：北京市灯市口甲45号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 093号

目 录

(下册)

第七篇

在三輓展軋机組上生产鋼管

第三十二章	工艺过程及主要設備	5
第三十三章	軋制图表和軋机調整	13
第三十四章	工具的設計	18
第三十五章	机組生产率	25

第八篇

鋼 管 減 徑

第三十六章	主要設備	31
第三十七章	減徑原理的一些問題	45
第三十八章	軋輓孔型設計	53
第三十九章	鋼管減徑时的軋机調整和廢品种类	63

第九篇

鋼 管 精 整

第四十章	鋼管矯正	68
第四十一章	鋼管的切头和切断	83

第四十二章	鋼管車絲和接手的制造	91
第四十三章	管端的鍍粗	105

第十篇

特殊形式的鋼管生产

第四十四章	不銹鋼管及耐热鋼管	115
第四十五章	滾珠軸承鋼管	130
第四十六章	異型断面鋼管	144
附录		158
参考文献		162

第七篇

在三輓展軋機組上生产鋼管

第三十二章

工艺过程及主要設備

三輓展軋機組与生产热轧鋼管的所有其他機組所不同的，在于它能軋出精度高的鋼管。三輓展軋機組所軋出的管子的壁厚精度要比在自动軋管機組上軋出的管子之壁厚精度高出1—1.5倍。这就是三輓展軋機組的主要优点。

在此种軋机上可由碳素鋼、合金鋼和高级合金鋼的軋制坯料軋制出直径及壁厚变化范围很大的管子。

现在我們知道的機組有軋制直径 34—36 公厘的鋼管的軋管機組及生产直径达 200 公厘、壁厚达 50 公厘或 50 公厘以上的鋼管的機組。

制造滚珠軸承的管子和其他須进一步經机械加工的管子时，三輓展軋機組是很有价值的，因为管子壁厚的不均度如果很小，車削余量就会大大地降低。改軋新尺寸的鋼管时，这种機組不需要像其他类型的機組一样經常換輓，因此就能够很快地把軋机調整好，这是这种機組的优点。

在三輓展軋機組上軋制管子时，选出尺寸适当的心棒，就可改变管子的内徑，而不需要再調整軋鋼机。改变管子外徑也不

需要更換軋機的軋輥，而只調整軋鋼機的軋輥而已。只有當管子外徑或壁厚改變很大以及由於軋輥有毛病或者磨損得很厲害時才進行換輥。若能適當地組織生產計劃，換輥工作就可與機組修理工作同時進行。

在三軋展軋機組上生產管子的工藝過程由下列幾個主要工序組成：

- 1) 軋制前金屬的准备工作；
- 2) 在環形加熱爐中加熱坯料；
- 3) 熱狀態下坯料的定心；
- 4) 坯料的穿孔；
- 5) 在三軋展軋機上把毛管展軋成管子；
- 6) 管子在三軋式或多機座定徑機上定徑。

必要時，管子在定徑以前要送到特殊的預熱爐中去再加熱。

三軋展軋機組的設備佈置簡圖如圖 232 所示。

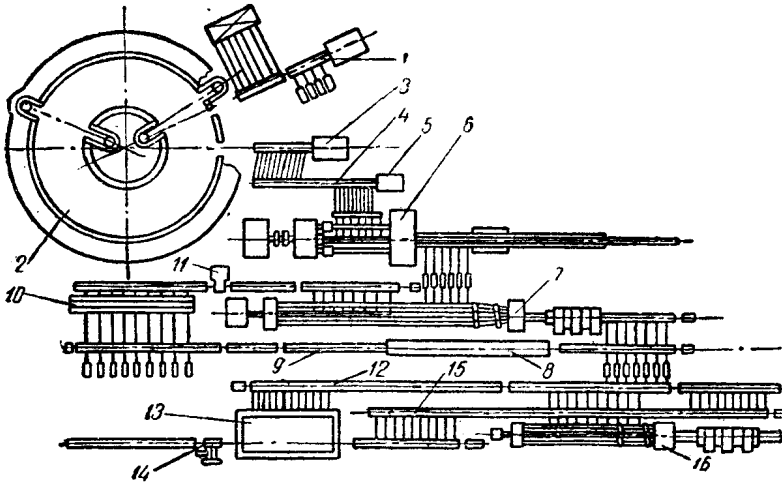


圖 232 三軋展軋機組的設備佈置簡圖

- 1—裝料機；2—環形加熱爐；3—出料機；4—軋道；5—風動定心機；
6—穿孔機；7—展軋機；8—拔心棒機；9—輸送心棒軋道；10—心棒
冷卻槽；11—塗油機；12—爐前軋道；13—再熱爐；14—推出機；
15—輸出軋道；16—定徑機

軋制前金屬的准备工作与其他用圓形坯料的軋管机組一样。金屬在前面討論过的那一种帶迴轉爐底的环形加热爐中加热。

在爐中加热到所需溫度的坯料出爐和冷坯料裝爐用两个裝出料机来进行。

从爐中推出来的坯料沿着斜筵条滾到輸送輾道上，然后被送到安在輾道端的風动定心机的擋板跟前。坯料的定心用在热状态下冲孔的方法来完成。

用風动推料机把坯料喂入穿孔机的軋輾中穿軋成毛管。此穿孔过程与自动軋管机組的輾式穿孔机的穿孔过程相同。穿孔机及其所有輔助机械在構造上与前面叙述过的现代輾式穿孔机没有什么区别。

穿軋好的毛管用傳动的昇降滾子从工作机座送走，而軋制的頂桿借止推軸承的滑板的反方向运动从毛管中抽出来，用拋出鈎子把已抽出頂桿的毛管拋到斜筵条上。毛管沿此斜筵条滾到展軋机的受料槽中。在料槽前的斜筵条上設置有擋料器，在必要时此擋料器就能把毛管送入展軋机的受料槽中。

長的心棒一頂桿比毛管先滾到展軋机料槽的后部。为了容易穿入毛管中，長心棒有一个尖的前端。

心棒喂入毛管中，並同毛管一起喂到軋机的軋輾中。为了收集心棒和毛管一般使用两个独立的昇降床，此两个昇降床順軋机軸綫依次放置，其高度可根据所軋制的毛管和心棒的直徑进行調整。

把心棒穿入毛管中並把毛管同心棒一起喂入軋机軋輾中一般用兩輛送料小車来进行，这两輛小車应当以不同的速度移动，因为心棒所要通过的距离，比毛管所要通过的距离長得多，心棒的运动速度应比毛管的运动速度大1倍左右。

当前一根管还在展軋过程中而心棒和滾下的新毛管就已开始沿料槽移动。由于毛管和心棒的速度不同，心棒赶上了毛管，並在它們繼續移动时心棒就开始穿入毛管中。在展軋机前面的毛管床的端部上設有一塊擋板。此擋板的作用是把毛管擋住，而把心棒放过去。毛管到达擋板之前就停住了，而推动的小車同心棒一起

繼續移動，直到心棒前端从毛管穿出到軋制图表所規定的距离时为止。然后擋板下降，而毛管同心棒一起被送入展軋机軋輥中。把毛管同心棒一起喂入軋輥的操作可由操縱工在操縱台上进行。

进口导板用于將毛管送入軋輥，此导板安裝在展軋机工作机座之前。

展軋机中的孔型由在机架中排列成相当于等边三角形三个頂点的三个軋輥所構成（图 233）。三个軋輥都向同一个方向旋轉，而且他們对軋制軸綫是傾斜的，这就構成了某些角度，此角度称为展軋角，一般为 7° ；此外，每个軋輥傾斜于机架相应的窗口（проѡм）的对称面。軋輥軸綫同軋制軸綫的交角称为前进角。

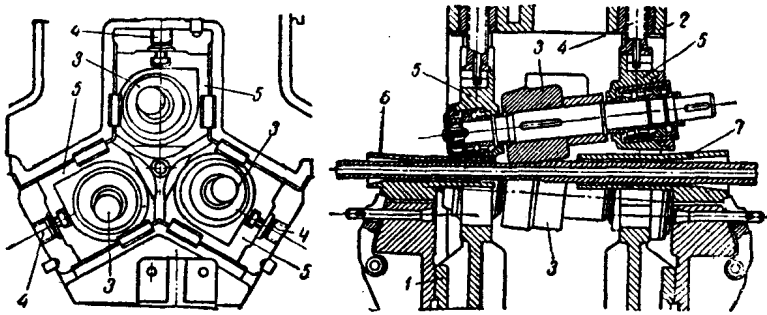


图 233 展軋机工作机座

- 1—机架下部分；2—机架上部分；3—工作軋輥；4—压下螺絲；
5—軸承座；6—出口导板；7—进口导板

展軋角在一定程度上决定着管子橫向展軋的程度，並可在不大的范圍内进行調整。前进角的大小决定了軋制速度，以及部分地决定着展軋值，所以前进角最好調整为 $3-9^\circ$ 。

展軋机軋輥（图 234）由四段組成：咬入錐 1，脊部 2，展軋或定徑錐 3 和出口錐 4。脊部的高度主要决定着毛管壁的壓縮量，並依所軋制的管子直徑和壁厚而定。

喂入軋輥中的毛管被咬入錐曳入，由于軋輥的傾斜（这傾斜

度是由前进角所决定的) 而使毛管获得旋轉——前进运动。同时, 如同輓式穿孔机一样, 圆周速度可分解为两个分量: 軸向的和垂直毛管半徑的切向的速度。每个軋軋的軸向分量使毛管作縱向运动, 而切向分量使毛管作切向运动。軸向分量的大小决定于前进角。随着前进角的增大毛管縱向运动速度也就增加。

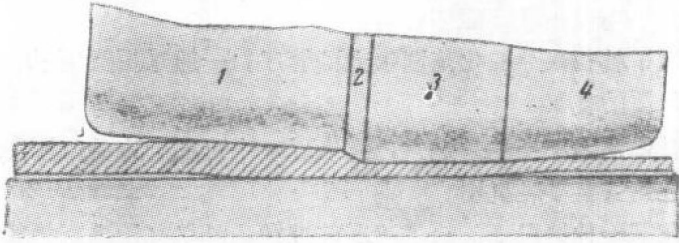


图 234 在展軋机中的軋制簡图

咬入之后由于軋軋的位置傾斜于軋制軸綫, 当毛管运动时毛管就被減徑, 因为在咬入时心棒和毛管之間有間隙。当毛管沿直徑的压缩量相当于間隙值的兩倍时減徑就停止了, 毛管繼續运动时咬入錐中毛管壁受到一些压缩。此时壁的压缩量等于毛管半徑的縮小值, 因为毛管的內徑不改变並等于心棒的直徑。

毛管壁的主要变形在軋軋脊部完成。当毛管的端部通过軋軋脊部时, 重要的是在咬入区中造成足够的縱向拉力, 以使毛管能克服脊部的阻力。位于脊部后面的軋軋定徑区有一条平行于軋制軸綫的母綫, 軋軋定徑区的作用是将曾用脊部压缩过的管子部分的壁厚定徑的。通过管子定徑区后就进入出口錐。在出口錐中管徑增大, 而且在管子和心棒之間形成了使心棒容易抽出的間隙。

展軋机工作机座在構造上与二輓式軋机的工作机座有很大的差异, 与軋軋由手动操作靠攏和分开的軋机不同, 在新式構造的軋机中, 每个軋軋与軋制軸綫的相对位置是由单独的电动机来調整的。所有这三台电动机的工作是同步的, 所以軋軋可以同时靠

近或离开轧制轴綫。

工作軋輥靠攏到互相接触时所構成的孔型尺寸决定了該直徑的軋輥所軋制的管子之最小直徑，而且：

$$D_p \approx \frac{D_6}{6.5},$$

式中 D_p ——用該直徑軋輥所軋制的管子之最小直徑；

D_6 ——軋輥直徑。

为了軋制尺寸变化范围很大的管子，一般采用直徑由 250—500 公厘的軋輥。

軋輥要以不变的前进角，或者以一个可在一定的范围内变动的前进角安裝于軋机中。

在第一种情况下，为了改变前进角，軋机必須进行換輥，並把軋輥安裝在具有另一个傾斜角的軸承座中。一般使用前进角为 3° 和 6° 的兩組軸承座。

可以把前进角从 0° 調整到 8° 或 8° 以上而不須要进行換輥的結構，虽然比較复杂，但还是較合理的（图 235）。

軋机的工作軋輥由一个能力为 1250 瓩的直流电动机来帶動，或根据軋机类型采用其他能力的电动机；軋輥轉数一般是在 75—200 轉/分的范围内。由电动机到工作軋輥要經過齿輪机座来傳遞轉动。

展軋过程中管子經過放置在工作机座出口方向上的出口导板而由軋輥中出来，並用标心器（центрователь）制止管子跳动，标心器的構造与穿孔机的标心器構造相似。

管子被抛料器由出口一方的輥道扔到斜筵条上，管子然后順着斜筵条滾向拔心棒机。心棒可在各种不同形式的拔心棒机上抽出。

例如，齿条式拔心棒机由机架、导向槽（帶着夹子的齿条（图 236）沿着导向槽走动）和帶擋圈的扶架所組成。

在拔心棒机的前方設有一个輥道，这輥道的任务是把从斜筵条上滾下来的管子亲到扶架上，当心棒的端部通过擋圈而到机架

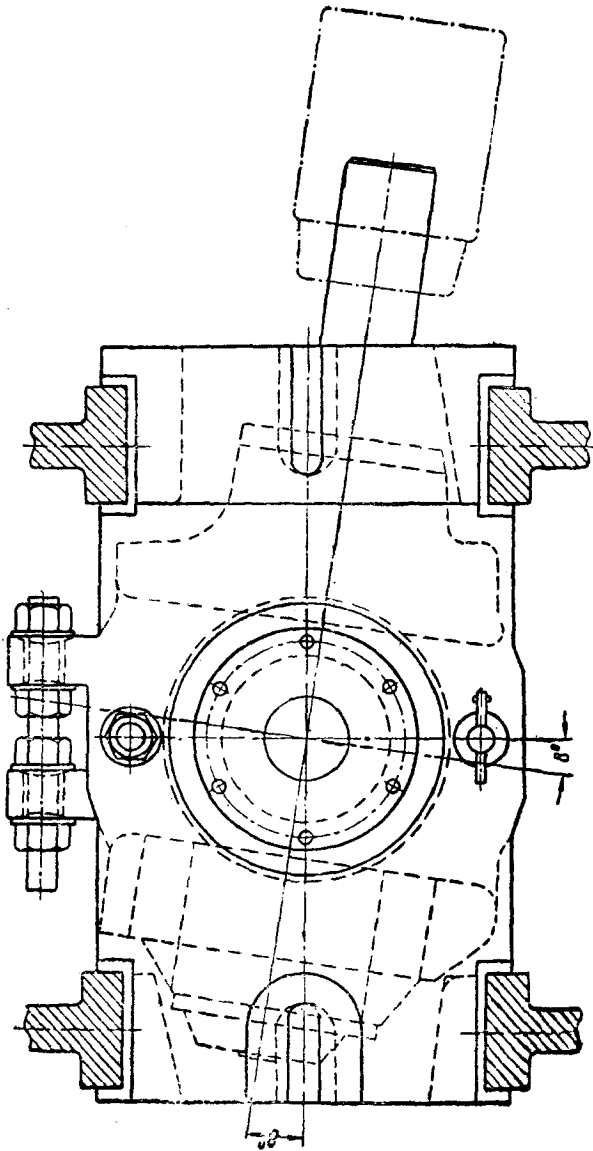


图 235 改变前进角的机构

另一面时，扶架擋圈就把管子擋住。在扶架这另一面，露在管子外面的心棒头部被鉗子的鉗口咬住。

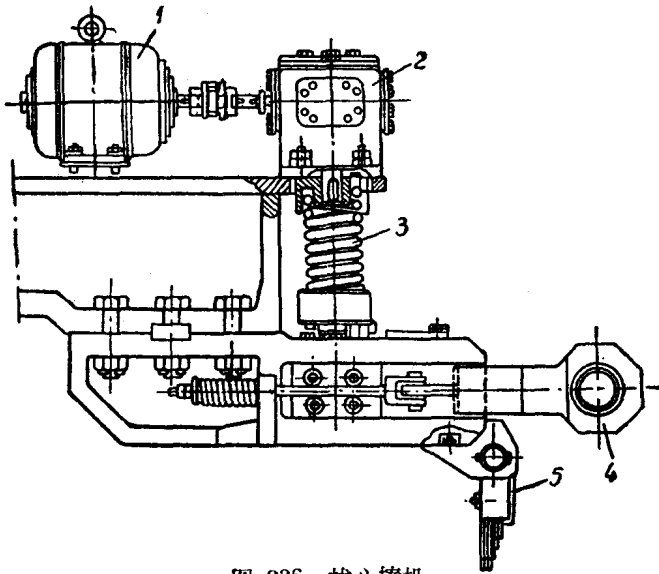


图 236 拔心棒机

1—电动机；2—蜗輪減速器；3—彈簧軸；4—鉗子的鉗口；5—緩冲器

咬紧之后移动齿条，心棒就被拔出来。把拔出的心棒送到拔心棒机出口一方的槽中。

接着用軌道把心棒送到特殊的冷却装置中，在那里当心棒碰到擋板就被自动地抛出来。

冷却装置一般是一个用流水同时冷却几个心棒的槽子。

通过冷却装置之后心棒送到軌道上，然后沿此軌道被送到展軋机前台（进口方向）上。沿途心棒要在軌道上的特殊塗油机上塗油。心棒表面上多余的油可用空气流吹掉。

塗油之后心棒沿軌道送到擋板，並自动地抛到斜筵条上。在斜筵条上設有擋料器，擋料器按照需要把心棒送到展軋机的进口槽中。

拔出心棒后已展軋好的管子都被抛到斜筵条上，然后沿着斜

筲条送到定徑机的主軋道上。壁厚小于 12 公厘的管子有时在多架式定徑机上进行定徑，而壁較厚的管子則在三軋式定徑机上进行定徑，薄壁管或由变形抗力高的鋼制成的管子一般在定徑前都要在特殊的預热爐中加热。

三軋定徑机的構造与展軋机相似。三軋定徑机与一般帶橢圓和圓孔型的兩軋軋机相比較起来，其主要优点是能在一个工作軋軋上將精确度較高的各种不同直徑的管子定徑。三軋定徑机工作軋軋的尺寸与三軋展軋机軋軋的尺寸相同，但它有特殊的孔型設計。管子以橫向自由軋制的無心棒減徑法来实现定徑。

定徑的过程很类似于有时在自动軋管机組上采用的軋制厚壁管的方法，此时在均整机上沿直徑压缩管子。

三軋定徑机与展軋机的另一不同点，就是傳动裝置和齿輪机座的能力較小。

軋机的前台（进口方向）比較短，因为管子定徑不在心棒上进行。在前台（进口方向）上没有擋住毛管的擋板。

軋机后台（出口方向）上有較短的出口軋道。

一般同三軋定徑机相平行放置的多架式定徑机，其各机座都設有單独的傳动裝置。

經過定徑並送到冷床上的管子由配置在無極鏈上的爪来撥动。

管子冷却后沿斜筲条滾到矯正机的受料槽中，进行矯正，然后繼續送去进一步加工（精整）。

第三十三章

軋制圖表和軋机調整

計算軋制圖表时采用如下的符号：

D_0 。——成品管外徑；

- d_o ——成品管內徑；
 S_o ——成品管壁厚；
 D_k ——定徑后管子的外徑；
 d_k ——定徑后管子的內徑；
 S_k ——定徑后管子的壁厚；
 D_p ——展軋后管子的外徑；
 d_p ——展軋后管子的內徑；
 S_p ——展軋后管子的壁厚；
 l_p ——展軋后管子的長度；
 δ_p ——展軋机心棒直徑；
 l_p ——展軋机心棒長度；
 h ——展軋机軋輓脊部高度；
 μ_p ——展軋机中的延伸系数；
 D_r ——从穿孔机中出来的毛管外徑；
 d_r ——毛管的內徑；
 S_r ——毛管壁厚；
 L_r ——毛管長度；
 δ_n ——穿孔机心棒直徑；
 μ_n ——穿孔时的延伸系数；
 d_g ——坯料直徑。

成品管尺寸是已知值，所以要按与工艺过程相反的順序計算軋制图表。

設管子在定徑机中軋制終了的温度为 $800-850^\circ$ ，就可按如下的关系求出在定徑机中軋完后的管子的內外直徑：

$$D_k = (1.010 \sim 1.012) D_o;$$

$$d_k = (1.010 \sim 1.012) d_o。$$

不考慮軋制后由于冷却而引起的壁厚的改变值，因为此值很小。对于两种类型的定徑机來說，定徑时管壁加厚值由于很小，也不考慮。所以

$$S_o = S_k = S_p。$$

設定經時管徑縮小 1—4 公厘，因之：

$$\begin{aligned} d_p &= d_k + (1 \sim 4) \text{ 公厘;} \\ D_p &= D_k + (1 \sim 4) \text{ 公厘。} \end{aligned}$$

在多机架定徑機中定徑時直徑的縮小值可能更大些。定徑機中直徑縮小值決定着展軋機心棒的種類。

展軋機心棒直徑選得約比管子內徑小 1 公厘

$$\delta_p \approx d_p - 1.0 \text{ 公厘。} \quad (201)$$

此時

$$\begin{aligned} \delta_p &= d_k + (1 \sim 4) - 1.0 = (1.01 \sim 1.012) D_0 - 2S_0 \\ &\quad + (0 \sim 3) \text{ 公厘。} \end{aligned}$$

在定徑機中這樣縮小直徑時為了製造具有不同外徑和不同壁厚度的管子必須有直徑相差 2~3 公厘的各種展軋機心棒。

按公式 (201) 求出心棒的直徑之後，就最後確定它的尺寸，然後校正展軋後之管子直徑和定徑時管子直徑的縮小值。

毛管的尺寸決定着展軋機中的變形量，展軋機中的延伸係數一般在此範圍內變動：

$$\mu_p = 1.7 \sim 3.3。$$

圖 237 所示為對於不同直徑的軋軋比值 $\frac{S_r}{S_p}$ 與管壁厚度的概約關係。這個比值總是比延伸係數稍為小一些。按此曲綫就能很容易求出毛管的概約壁厚。軋制管直徑愈小和管壁愈厚，則 $\frac{S_r}{S_p}$ 比值就愈小，這樣一來展軋機中的變形也應當愈小。

管壁在展軋機中的絕對壓縮量為

$$\Delta S_p = S_r - S_p。$$

此壓縮量主要用軋軋脊部來完成。

在咬入錐中壓縮管壁 (圖 238) 主要是為了造成足夠的拉伸力來克服在軋制開始時期軋軋脊部的阻力。這個壓縮量應當盡可能小些，以不致造成很大的橫變形。橫變形能使管子的質量惡化。

按 П.К. 捷捷林試驗室的研究，在咬入錐中管壁的最适合的壓縮量为展軋机軋軋脊部中管壁的壓縮量的18%。

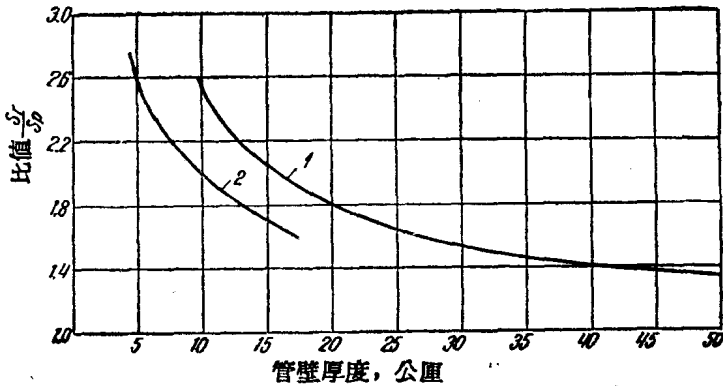


图 237 $\frac{S_r}{S_p}$ 比值与成品管壁厚的关系
(軋軋直径: 1—350 公厘; 2—500 公厘)

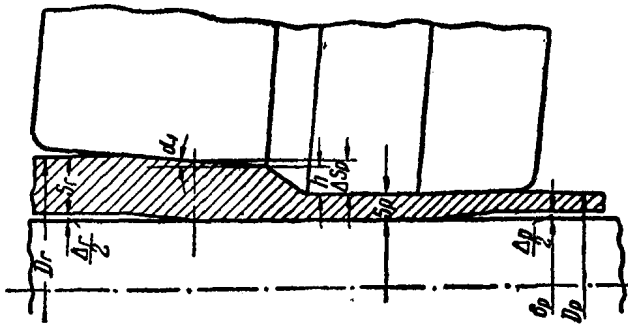


图 238 展軋机中的变形区

在咬入錐中的壓縮量一般为 20—25%。仅在有很小前进角 (約 3°) 的作業时，由于缺乏足够的拉伸力，此壓縮量必須增大到 35—45%，因此展軋过程將进行得極不稳定或者根本不能进行。

因此，正常的情况是

$$h = (0.75 \sim 0.85) \times \Delta S_p. \quad (202)$$