

型钢公差轧制

科技卫生出版社

型鋼公差軋制

上海市冶金工业局生产技术处编

科技卫生出版社出版

(上海南京西路2004号)

上海市书刊出版业营业许可证出 093 号

上海市印刷五厂印刷 新华书店上海发行所总经售

开本787×1092 1/32 印张1 3/8 字数30,000

1959年2月第1版 1959年2月第1次印刷

印数1—15,000

统一书号: 15119·1186

定价: (十) 0.15 元

前 言

鋼材的負公差軋制是利用少量鋼坯生產較多鋼材，是型鋼軋制的一項重要增產節約措施。這項新技術在我國將獲得廣泛的推廣。但負公差軋制不同於一般方法的軋制，在軋鋼設備上以及軋鋼技術上都有更高的要求。為了適應負公差軋制，在軋鋼設備上，例如加熱爐工作，孔型設計，軋鋼機機件等方面，都需要進行一系列的改進；在生產管理上，例如調整控制軋鋼機的技术，以及管理工作等，都有一定的方法。本書對負公差軋制的意義和作用，以及上述幾個方面，都作了介紹，可供從事軋鋼工作人員參考。

目 录

一、負公差軋制的意义和作用.....	1
1. 什么叫做負公差軋制	1
2. 負公差軋制的优点	1
3. 負公差的增产百分率与負度控制率	3
二、为了适应負公差軋制在軋鋼設備上面的改进...	8
1. 加热炉工作的改进	8
2. 孔型的改进	11
3. 軋鋼机机件的改进	23
4. 規元机的应用	32
5. 量具的改进	36
三、負公差的控制与調整	37
四、負公差的管理工作	39

一、負公差軋制的意义与作用

1. 什么叫做負公差軋制

任何一种产品的品种标准，除了規定公称尺寸外，还需要規定正公差与負公差，凡在正負公差范围以內的，就算是合格产品。因为生产上产品不可能非常精确的完全控制在一定尺寸以內，所以在国家标准中有正負公差的规定，以便于大量生产和制造。鋼材也不例外，在它的标准上也規定了公称尺寸和正負公差。因此合格鋼材的实际尺寸，就是指在正公差范围內或在負公差范围內的鋼材。鋼材的負公差軋制，就是要在各方面采取措施、提高技术操作，把成品尺寸控制在負公差范围以內。

凡是不經压力加工而按長度使用的鋼材，都可以进行負公差軋制。

2. 負公差軋制的优点

从設計和使用上来看，鋼材厚一些、大一些是要坚固一些；小一些，薄一些是要脆弱一些。正是由于这个原因，設計师在設計某項工程或机器时，为了充分考虑到它的安全，所用鋼材都是根据标准中最小的尺寸，也就是按負公差来进行設計，这就充分說明負公差的鋼材是完全不影响使用的。如果我们生产出大一些、厚一些的鋼材，而設計部門都按照最小的負公差进行設計，那末多余的鋼也就白白地浪費掉。現在讓我們来看看鋼材負公差軋制的好处：

(一)利用負公差軋制鋼材可大大地節約原材料。以1000公斤鋼料軋制10公厘元鋼為例。10公厘的元鋼在標準中規定正公差是 $+0.4$ ，負公差是 -0.5 ，也就是軋出9.5到10.4公厘之間的成品都能合格。假如1000公斤鋼料全軋10.4公厘的元鋼，可軋成鋼材有150公尺長，但如果全軋9.5公厘的元鋼，却能軋成鋼材180公尺，這樣在公差一正一負之間長度上要相差30公尺。這兩種成品的性能基本上一樣，對使用強度沒有影響。從這個例子中可以看出：用同樣原料按負公差軋制就能夠多出30公尺長的元鋼，使用到工程中去，這對國民經濟要起很大的作用。

(二)負公差鋼材在機械結構及建築結構上使用，可以使結構的單位重量減輕。例如用較細較小的鋼材來造船、製造汽車、飛機，就可減輕船體等本身的重量，相應的增加了船舶、汽車、飛機的載運量；同樣細小的鋼材，對其他機械設備也減輕運轉時的負荷。又如在建築上，本來是按負公差設計的，建築結構用正公差的鋼材，不僅浪費了金屬，而且使建築結構笨重，增加了地基的負荷。

(三)負公差鋼材，在機械切削加工上也有優點，例如當用10公厘的元鋼車削為8公厘的螺釘時，如用負公差的9.5公厘鋼材，很快就可以車削成功，如用正公差的10.4公厘鋼材時，車削工作就要增加，一方面是浪費了機床能力，一方面又把大量金屬變成切屑，降低了金屬有效利用率。

(四)負公差軋制是利用少量的鋼坯（錠）生產出較多、較好的鋼材，不僅是型鋼軋制的重要的節約措施，也是重要的增產措施。按經濟觀點上看，用負公差軋制方法增產1%鋼材時，就要比依靠提高軋鋼機時產量來增產同樣數量鋼材要有效得多。

(約1:10)。在后一种情况下,节约的只是鋼材的加工費用(每吨約30~40元),而按負公差軋制时的增产节约,是从节约金屬原料取得的(每吨鋼料成本約300~400元)。如果全国都掌握了負公差軋制,在1959年鋼材计划产量的基础上,全年可以节约金屬10到20万吨,尤其是在我国当前鋼和鋼材尚不充足的条件下,用同样的原料軋出更多的鋼材就有着更加重大的现实意义。

由于軋制負公差具有上面所說的重大作用和意义,在从国家利益,用戶利益,生产厂的利益上着眼,都是沒有矛盾的,因此全世界各国,尤其是社会主义国家,都大力推广这一經驗,并成为一项新技术,苏联第六个五年计划技术发展计划中曾明确指出軋制負公差的意义。

3. 負公差的增产百分率与寬度控制率

負公差軋制进行得好坏,主要体现在負公差增产百分率的高低,也就是节约率的高低。有关負公差軋制各項指标的相互关系,以下列公式表示之:

表1 負公差軋制成品的原料消耗平衡

成 品 合 格 量				原 料 消 耗								体 现 在 国 家 利 益 上 的 差 距 軋 制 节 约 率
合 計 (吨)	定 尺 部 分		非 定 尺 部 分	原 料		切 头		廢 品		火 耗		
	公 称 理 論 重 (吨)	实 际 重 (吨)	实 际 重 (吨)	重 量 (吨)	单 耗	总 重 (吨)	单 耗	总 重 (吨)	单 耗	总 重 (吨)	单 耗	
Q_{Π}	Q_1	Q_2	Q_3	$Q_{\sigma 6m}$	$q_{\sigma 6m}$	Q_a	p_a	Q_b	p_b	Q_c	p_c	H_r

表中理論重量系按公称尺寸軋制的重量,实际重量系按負公差尺寸軋制的重量。軋鋼厂按負公差軋制鋼材时,应该按照

理論重量計算生产計劃与訂貨任务的完成,如按实际重量交貨,反会降低軋鋼的生产能力。

表中: $Q_{\pi} = Q_1 + Q_3$ 吨 (1)

$Q_{обл} = Q_a + Q_b + Q_c + Q_2 + Q_3$ 吨 (2)

由于按理論重量計算产量的仅是合格成品中的定尺部分,也仅只这定尺部分的节约量是体现在軋鋼厂的利益上。

体现在軋鋼厂利益上的負公差軋制节约量:

$\Delta Q_s = Q_1 - Q_2$ 吨 (3)

体现在軋鋼厂利益上的負公差軋制节约率:

$S_s = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_{\pi}}$ (4)

定尺率: $\eta = \frac{Q_2}{Q_2 + Q_3}$ (5)

至于非定尺部分的成品因为也是負公差鋼材,不过其节约价值是体现在使用客户上,总的說来也是国家利益。

体现在国家利益上的負公差軋制节约量:

$\Delta Q_r = (Q_1 - Q_2) \times \frac{Q_2 + Q_3}{Q_2} = (Q_1 - Q_2) \times \frac{1}{\eta}$ (6)

体现在国家利益上的負公差軋制节约率:

$S_r = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$ (7)

从 (4) (5) 与 (7) 求出: $\frac{S_s}{S_r} = \frac{Q_1}{Q_{\pi}}$ (8)

$\left(\frac{S_r}{S_s} - 1 \right) = \left(1 - S_r \right) \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right)$ (9)

欲使原料供应符合实际起見,原料单耗照下列公式計算:

$$q_{обш} = \frac{Q_{обш}}{Q_n} \quad (10)$$

关于切头、廢品、火耗三項单耗的計算，应不受負公差軋制的影响，这样才能使同車間內或不同車間內比較各种产品的单耗指标时增加了可比性。

$$q_a = \frac{Q_a}{Q_2 + Q_3} \quad (11)$$

$$q_b = \frac{Q_b}{Q_2 + Q_3} \quad (12)$$

$$q_c = \frac{Q_c}{Q_2 + Q_3} \quad (13)$$

从式(2)得：

$$Q_{обш} = Q_a + Q_b + Q_c + Q_1 + Q_3 - (Q_1 - Q_2)$$

$$\frac{Q_{обш}}{Q_n} = \frac{Q_a + Q_b + Q_c}{Q_n} + \frac{Q_1 + Q_3}{Q_n} - \frac{Q_1 - Q_2}{Q_n}$$

$$q_{обш} = (q_a + q_b + q_c) \times \frac{Q_2 + Q_3}{Q_n} + 1 - S_r \times \frac{Q_1}{Q_n}$$

$$q_{обш} = (q_a + q_b + q_c) \left(1 - \frac{Q_1 - Q_2}{Q_n} \right) + (1 - S_r)$$

整理后得：

$$q_{обш} = (1 - S_r)(q_a + q_b + q_c + 1) \quad (14)$$

$$= \left(1 - S_r \frac{Q_1}{Q_n} \right) (q_a + q_b + q_c + 1)$$

由公式(7)，(14)可見，由于節約率 S_r 的提高，按公称理論重量計算的产量就提高，也使成品鋼材的金屬消耗大为下降。

由于产品标准中所规定各种型钢产品的负公差值并非相对地一致,为了更好的衡量负公差轧制工作的成绩好坏,往往采用负公差负度控制率(简称负公差控制率)来进行比较。

$$\text{负公差控制率} = \frac{\text{节约率}}{\text{按标准规定的最大节约率}} \times 100\% \quad (15)$$

式中: $\text{按标准规定的最大节约率} = \frac{\text{公称截面积} - \text{最小负公差截面积}}{\text{公称截面积}} \times 100\%$

各中小型轧钢机所生产主要品种,按标准规定的最大节约率值如表2所示。负度控制率及节约率如表3所示。

表2 主要品种按标准规定的最大节约率

产品名称	规格	允许负公差(公厘)		公称面积 (公厘 ²)	最小面积 (公厘 ²)	理论的最大 允许节约率 (%)
		宽度	厚度			
扁 钢	3×12	-1	-0.5	36	27.5	23.6
	3×25	-1	-0.5	75	60	20
	3×38	-1	-0.5	114	92.5	18.8
	4×12	-1	-0.5	48	38.5	17.9
	4×25	-1	-0.5	100	84	16
	4×40	-1	-0.5	160	136.7	14.6
	6×20	-1	-0.5	120	104.5	12.9
	6×40	-1	-0.5	240	214.5	10.62
	6×60	-1.2	-0.5	360	323	10.3
	6×80	-1.6	-0.5	480	436.7	9.02
	6×100	-2	-0.5	600	539	10.1
	8×40	-1	-0.5	320	292.5	8.6
	8×60	-1.2	-0.5	480	411	8.12
	8×80	-1.6	-0.5	640	588	9.63
	8×100	-2	-0.5	800	736	8
	10×50	-1	-0.5	500	465.5	6.9

扁 鋼	10×100	-2	-0.5	1000	933	6.7
	12×80	-1.6	-0.5	960	903	5.93
	12×100	-2	-0.5	1200	1128	6
	14×100	-2	-0.5	1400	1322	5.56
	16×100	-2	-0.5	1600	1520	5
	19×100	-2	-0.76	1900	1788	5.9
圓 鋼	6.5	-0.5	-0.5	33.2	28.3	14.7
	8	-0.5	-0.5	50.3	44.2	12.1
	10	-0.5	-0.5	78.5	70.8	9.15
	12	-0.5	-0.5	113.1	103.9	8.17
	16	-0.5	-0.5	201.1	188.6	6.15
	20	-0.5	-0.5	314.2	298.6	4.94
	28	-0.75	-0.75	615.8	583	5.32
	32	-0.75	-0.75	804.3	767	4.34
	35	-0.75	-0.75	1018	976	4.1
方 鋼	12	-0.5	-0.5	144	132.3	8.12
	16	-0.5	-0.5	256	240.3	6.13
	22	-0.5	-0.5	484	462.25	4.49
	28	-0.75	-0.75	734	742.6	5.28
	32	-0.75	-0.75	1024	976.6	4.63
角 鋼	5×50 ²	-1.5	-0.7	480	399.1	16.8
	6×50	-1.5	-0.7	569	491	13.7
	5×50×75	-1.5	-0.7	611	517	15.4
	6×50×75	-1.5	-0.7	725	629	13.2
	8×50×75	-1.5	-0.7	947	845	10.8
	4×35 ²	-1	-0.5	267	228.8	14.3
	5×35 ²	-1	-0.5	328	285.8	12.9
	3×25 ²	-1	-0.5	143	115.8	19
	4×25 ²	-1	-0.5	186	157.8	15.2

表 3 主要品种負公差負度控制率与节约率

品 种	負公差負度控制率		节 約 率		附 註
	一般的 成績較好的		一般的 成績較好的		
方圓鋼(采用 規圓机)	60~65%	65~75%	4.2~4.6%	4.6~5.3%	} 最大节约率照 7% 計算
方圓鋼(不采 用規圓机)	40~50%	55~60%	2.8~3.5%	3.9~4.2%	
角 鋼	55~60%	65~70%	7.1~7.8%	8.5~9.1%	最大节约率照13% 計算
扁 鋼	60~70%	70~75%	6~7%	7~7.5%	最大节约率照10% 計算

从表 3 可見到各种型鋼的負公差負度控制率波动大有高低, 这說明負公差軋制工作上潜力仍然很大。

二、为了适应負公差軋制在軋鋼 設備上面的改进

在型鋼的負公差軋制工作上会使操作变得复杂, 要求軋鋼操作人員掌握更高的軋鋼机調整技术, 更精确地調整軋鋼机 and 更仔細地控制軋制过程, 并且在軋鋼設備上例如在加热炉上、軋鋼机件上、孔型設計上等等进行一系列的改进, 才能获得更好的增产与节约。

下面将分別介紹加热炉孔型設計軋鋼設備方面的問題。

1. 加热炉工作的改进

負公差軋制时成品的公差范围就縮小, 上面說过每一种鋼材都有一定的公差, 例如10公厘元鋼的尺寸范围为9.5~10.4公厘; 但如采取負公差軋制时, 公差范围即相对縮小, 例如負公差

为0.3公厘的軋制时,軋制尺寸9.7公厘与負公差9.5公厘只相差0.2公厘。公差范围縮小了,在控制鋼材軋制不超出公差范围的条件也比较高,对鋼錠鋼坯加热温度必須保証均匀。为了达到鋼坯(錠)在整根上及截面上的温度一致,在加热炉方面可进行下面的一些工作:

(一)改进燃煤加热炉的操作方法:如使用厚煤层操作,控制長火焰燃燒,以提高預热阶段的温度;又如縮短加煤間隔时间减小炉温波动来克服加热能力不够,与鋼錠(坯)有阴阳面的缺陷。

鋼坯長短不允許相差太多,这点对小型尺寸的鋼坯尤其重要。如遇到長短不齐的鋼坯,在装炉时应經過挑选,將長的短的分批进行装炉,以避免長料一端温度过高。加热短料时酌量的减少加煤量,加热長料时酌量的多加一些煤。

(二)改进炉体結構:加大下加热能力,把下加热的燃燒室面积扩大,并增加下加热的空間高度。又如把头炉燃燒室的二道拱頂放長,使火焰拉長可提高預热段的鋼温。

(三)增加炉子中間气流傳热:时常遇到鋼錠(坯)的两头温度高,中間温度低的缺点,为了使两头温度与中間温度趋向均匀,就必须增加炉子中間部分的气流量。

增加炉子中間部分的气流量有两种方法:

(1)擋火墙两边加高(如图1),使火焰在炉子中間流过多一些,提高鋼坯中間温度。

(2)腰炉燃燒室两端砌一导向

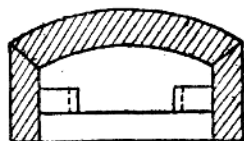


图1 上图为立视图, 下图为俯视图。

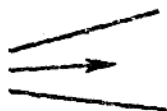


图 2 八字形

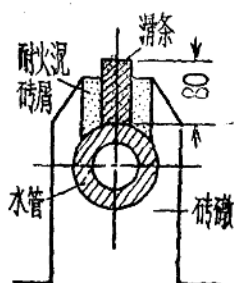


图 3

墙，使腰炉燃烧火焰集中在中间流动。

(四)消灭钢锭(坯)下面遗留的炉筋管处黑点：

(1)将两根平行的炉筋水管改成八字形(如图 2)。

(2)将炉筋水管上的滑条加高(如图 3)，使冷却水管与钢坯(锭)的距离增大。

(3)将炉筋水管进行绝热包扎(如图 4)，以减少下加热的热量损失。这不仅可以消灭炉筋管处黑点改善加热质量，又可节约冷却水与煤的消耗量。

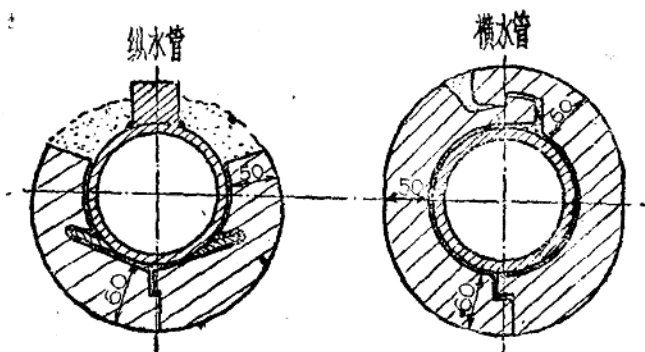


图 4 “燃煤加热炉”的插图8-2

2. 孔型的改进

(一)圓鋼成品孔型設計:成品孔的設計,直接地影响着圓鋼成品的質量,影响到負公差軋制成品孔的正确形式,不仅要求在新孔型时,即使在用旧时,其公差喪失應該是最小的。合理的成品孔在构成形式上,主要要考虑到如何确定成品孔的圓周半徑和孔型寬度。

(1)构成成品孔圓周半徑的确定:

D_x = 冷状态的成品直徑(标准尺寸即公称尺寸)

m_1 = 正公差

m_2 = 負公差

R_r = 构成成品孔型圓周的半徑

R_r 采用成品直徑减去負公差(或負公差的一半)的数值乘收縮系数,或采用标准尺寸不乘收縮系数,以公式表示:

$$R_r = \frac{D_x - (0.5 \sim 1)m_2}{2} \times (1.011 \sim 1.014)$$

$$\text{或} \quad R_r = \frac{D_x}{2}$$

欲使軋出的元鋼符合負公差标准,就要求成品孔型在不同方面的直徑都在負公差範圍以內,它們之間的公差喪失最少,根据計算只有 R_r 采用負公差时,才能达到这一要求。下面先介紹計算孔型各部分直徑的方法:如图 5,設 P 为以 O 为圓心, R_r 为半徑的圓上任意一点。在軋制調整时,有需把軋縫放寬一些(如軋縫放大 S 值,則此时孔型中心为 O_1) 或把軋縫压紧一些(如軋縫减小 S 值,則此时孔型中心为 O_2)。

通过P及孔型中心距离的2倍即为P处圆钢直径大小。

当辊缝放大S值时,通过P点的直径为:

$$\phi_1 = 2 \left[Rr^2 + S \sqrt{Rr^2 - X_1^2} + \frac{S^2}{4} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

式(1)中,当 $X=0$ 时, $\phi_1 = 2Rr + S$, ϕ_1 值此时趋于最大。

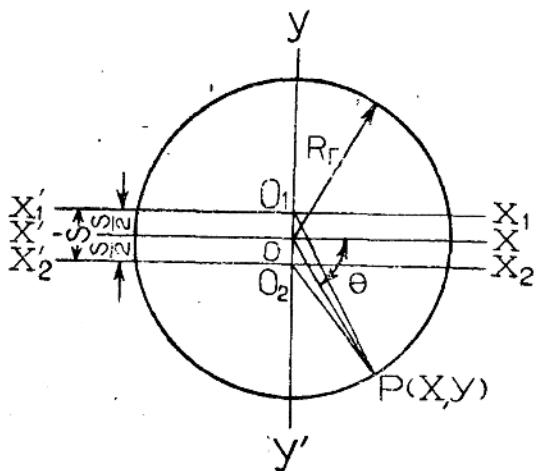


图 5

在 $90^\circ > Q >$ 张开角范围内, X值增大时, ϕ_1 值逐渐减小, 当辊缝减小S值时, 通过P点的直径为:

$$Rr \quad \phi_2 = 2 \left[Rr^2 - S \sqrt{Rr^2 + X^2} + \frac{S^2}{4} \right]^{\frac{1}{2}}$$

式(2)中, 当 $X=0$ 时, $\phi_2 = 2Rr - S$, ϕ_2 值此时趋于最小。

X增大时($90^\circ > Q >$ 张开角) ϕ_2 值逐渐增大。

粗看为了从数量上明确 ϕ 值的变化对公差影响，兹举二种设计方法的例子：

如轧制16公厘 ϕ 圆钢， $m_1 = +0.4$ 公厘， $m_2 = -0.5$ 公厘

第一法：Rr采用成品直径减去全部负公差的数值乘收缩系数。

$$Rr = \frac{(16 - 0.5)}{2} \times 1.013 = 7.85 \text{ 公厘}$$

第二法：Rr采用正公差

$$Rr = \frac{16 + 0.4}{2} = 8.2 \text{ 公厘}$$

轧制负公差的时候若控制圆钢热尺寸

$= (16 - 0.30) \times 1.013 = 15.9$ (冷下尺寸为15.7公厘)。

用第一法构成的孔型轧制时需要把辊缝抬高0.2公厘以 $S = 0.2$ 代入公式(1)得

$$\phi_1 = 2 \left[7.85^2 + 0.2 \sqrt{7.85^2 - X^2} + 0.01 \right]^{\frac{1}{2}}$$

设 $X = 0$ ($Q = 90^\circ$ 时) 得： $\phi_1 = 15.9$ 公厘

设 $X = 4$ ($Q = 60^\circ$ 时) 得

$$\phi_1 = 2 \left[7.85^2 + 0.2 \sqrt{7.85^2 - 16} + 0.01 \right]^{\frac{1}{2}} = 15.86 \text{ 公厘}$$

设 $X = 5.6$ ($Q = 45^\circ$ 时) 得

$$\phi_1 = 2 \left[7.85^2 + 0.2 \sqrt{7.85^2 - 5.6^2} + 0.01 \right]^{\frac{1}{2}} = 15.85 \text{ 公厘}$$

设 $X = 6.9$ ($Q = 30^\circ$ 时) 得

$$\phi_1 = 2 \left[7.85^2 + 0.2 \sqrt{7.85^2 - 6.9^2} + 0.01 \right]^{\frac{1}{2}} = 15.8 \text{ 公厘}$$

最大公差丧失 $= 15.9 - 15.8 = 0.1$ 公厘