



线材轧制

魏廷珍 李德福 编著

冶金工业出版社

制 軋 材 綫

鍾廷珍 喬德庸 編著

冶金工业出版社

內 容 提 要

本書專門介紹在雙排半連續式綫材軋機上軋制綫材的經驗。主要內容包括：綫材車間的布置與設備，綫材的生產工藝，綫材孔型設計及導卫裝置，綫材軋機的調整。

本書適于生產人員、孔型設計人員、大專學校師生閱讀。

綫材軋制

鍾廷珍 喬德庸 編著

冶金工業出版社出版（地址：北京市燈市口甲45號）

北京市書刊出版業營業許可証出字第093號

冶金工業出版社印刷廠印 新華書店發行

—— * ——

1960年4月第一版

1960年4月北京第一次印刷

印數3,525冊

開本 $850 \times 1168 \cdot 1/32$ · 200,000字 · 印張 $8 \frac{8}{32}$ · 插頁2 ·

—— * ——

統一書號 15062 · 2127 定價 1.10 元

序 言

我国的軋鋼工业自 58 年大跃进以来，在党的总路綫的光輝照耀下和一系列两条腿走路的方針指导下，得到了全面的飞跃发展，中小型軋鋼厂如雨后春筍般地迅速建立起来，仅仅一年的時間，根本改变了我国軋鋼工业的面貌，这是总路綫的胜利，大跃进的胜利。

在新的形势下，总结与交流生产經驗无疑地将成为新厂与老厂促进生产、全面跃进的重要方式之一。然而目前有关綫材軋制的資料极少，而且散見在一些書籍与杂志上，更沒有系統地总结資料出版。鉴于这种情况，作者企图以現厂实际經驗为基础，結合軋制原理专就綫材生产、主要是双排半連續式軋机軋制綫材方面的內容加以总结，并希望能对从事綫材生产的同志有所帮助。

作者受水平的限制，加上時間比較倉促，很可能有叙述不当、甚至錯誤的地方，作者衷心地希望讀者批評和指教。

目 录

緒 論	7
一、軋鋼生产的系統及其重要性	7
二、軋鋼生产的近代成就	13
三、綫材在国民經济中的意义	15
第一章 綫材車間的各种布置形式及其設備选择	17
第一节 綫材車間的各种布置形式	17
一、並列式綫材軋机	17
二、半連續綫材軋机	19
三、連續式綫材軋机	20
四、双排半連續式綫材軋机	22
五、各种形式的比較和分析	24
六、新式的綫材軋机	29
第二节 綫材車間的常用設備选择	31
一、綫材車間設備的种类	31
二、几种常用的設備选择	31
第二章 綫材軋制工艺	37
第一节 綫材的坯料以及坯料的准备	37
一、坯料的种类及其缺陷	37
二、坯料缺陷对軋制过程的影响	46
第二节 坯料的加热	47
一、鋼的加热概說	47
二、鋼加热規程的制定及其理論根据	49
三、加热爐的选择	52
四、燃煤連續加热爐的操作方法与几个应注意的問題	54
五、加热时所造成的缺陷	58
第三节 綫材軋制	61
一、綫材軋制的工艺过程及工艺特点	61
二、工艺过程中的几个問題	66
按节奏軋制	67

負公差軋制	68
工艺过程机械化問題	73
合理軋制工艺規程之制定	75
第四节 生产能力的計算和軋制图表分析	79
一、軋机生产能力的計算方法	79
二、軋制图表及其实际应用	79
三、开坯机的軋制图表	80
四、毛軋机的节奏時間和軋制图表	82
五、精軋机的軋制图表	83
第五节 綫材軋机的圍盘及其調整	85
一、圍盘的作用和原理	85
二、平圍盘的构造及其設計	87
三、新式圍盘—管圍盘	98
四、圍盘的安裝与調整	101
五、双排半連軋机正圍盘的調整	103
第三章 綫材孔型設計及其導卫裝置	107
第一节 孔型設計的理论基础	107
一、軋制过程的本質和金屬在軋制过程中之变形	107
二、压下量	111
压下量的計算方法	114
影响压下量的因素	118
关于超級壓縮, 以及合理的选择压下量問題	122
三、寬展的实用計算方法	125
平軋上寬限之計算方法及寬展现狀	125
孔型內的寬展	128
影响寬展的各种因素	131
四、前后滑	138
五、孔型构成	141
六、关于孔型系统的选择	157
第二节 普通型钢孔型設計的方法和步驟	169
一、成品尺寸和原料尺寸的确定	169
二、軋制道次的确定	174

三、孔型系統的選擇	176
四、中間方孔型的確定	177
五、中間扁孔型的設計	177
第三节 綫材孔型設計	179
一、橫列式綫材軋机之孔型設計	179
二、雙排半連軋机之孔型設計	184
第四节 孔型在軋輥上之配置問題	187
第五节 導卫裝置	195
一、進口導卫裝置	197
二、出口導卫裝置	201
第四章 軋鋼机調整	205
第一节 綫材的各種缺陷	205
一、綫材的表面缺陷	205
二、綫材內部與組織、機械性能的缺陷	207
第二节 綫材缺陷的分析	207
一、耳子	209
二、軋件形狀不規則	220
三、綫材的表面缺陷	227
四、折疊	232
五、綫材缺陷的防止與消除	236
第三节 軋机調整及生產故障	238
一、斷軋問題	238
二、中間道次軋件的質量事故及操作事故	241
三、燃煤的連續式加熱爐操作中易發生的故障	248
四、軋机導卫裝置的安裝與軋机的調整	251
五、雙排半連續式軋机的操作與調整	259

緒 論

一、軋鋼生產的系統及其重要性

軋鋼生產是鋼鐵生產系統中的重要一環。鋼鐵生產的最終目的是要製造出國民經濟所需要的各種各樣鋼材（如鐵路用的鋼軌，橋梁用的工字鋼、角鋼、槽鋼、等等），而軋鋼生產就是要使鋼成材。當然，使鋼成材還有其他方式，但比起軋鋼來說都各有缺點，軋鋼生產的特點是生產率高、軋件長、質量好，換句話說這是一種多快好省的生產方法。

國民經濟需要各式各樣的鋼材，要使全國交通四通八達就必須需要大批的鋼軌，而我們知道，一公里的鐵路需要100噸左右的鋼軌，就全國來計，該需要多少噸鋼軌呢？搞電氣化就需要有發電機和馬達，可是製造一台1萬仟瓦的電機就需要幾十噸鋼材，欲實現全國工業化就需要有許許多多的重型機床而這些設備又何嘗不是由鋼材堆起來的呢？至於其他工業領域，如建築，化工……沒有一個部門能夠脫離鋼材而自由自在發展。

可見，鋼材，亦即軋鋼生產在國民經濟的重要性是不言而喻的了。因此，目前各國都有80~85%左右的鋼用來軋制，而軋制鋼材的品種已經達到10000種左右。我們的鋼鐵工業在黨的領導下自解放以來有著突飛猛進的發展。解放前，據統計我國只能生產最簡單断面鋼材（如方鋼、圓鋼、扁鋼等）至於數量上更是少得可憐。但到1953年我們的鋼材品種就達到了488種，可是到58年大躍進之後就達到5000種左右，目前我們已經能生產50公斤的重軌，55號的大工字鋼、槽鋼， $\phi 168$ 毫米的大無縫管，小可以到5.5毫米的綫材。可以預期，不久的將來，我們不但在品種和產量上趕上世界各先進國，而且我們將能掌握有關軋鋼

方面的新成就。

生产鋼材的设备，称为軋鋼机。通常标志型鋼軋鋼机的能力的是軋輥直径，軋輥直径愈粗則軋鋼机之强度即愈大，它能軋制重达十几吨之鋼錠；反之，軋輥直径愈小則所軋的品种也愈小。例如初軋机所用之軋輥直径在750毫米以上，而綫材軋机軋輥在250毫米以下。

通常軋鋼机都是按着用途、軋机之排列方式和軋輥的数目进行分类。

按其用途不同軋鋼机可分成半成品軋机和成品軋机。例如初軋机、板坯初軋机（用来把大鋼錠軋成鋼坯）、开坯机（将大鋼坯繼續軋成小尺寸之鋼坯）都属于半成品軋机；軌梁軋机（生产鋼軌和工字鋼）、各种型钢軋机（大型、中型、小型）、綫材軋机（生产綫材）、鋼板軋机（生产各种尺寸之厚板、中板和薄板）、鋼管軋机（生产各种尺寸之无缝管、焊接管等）、輪箍（生产車輪等）軋机等都属于成品軋机。

按其布置的不同，軋鋼机又可分为橫列式軋机、順列式軋机、越野式軋机、布棋式軋机、半連續式軋机和連續式軋机。

橫列式軋机如图1所示，各机架同置于一列（或几列），用一种传动机构驱动。各軋机机架之轉速相同。

順列式軋机如图2所示。所謂順列式軋机即是各軋机之中心綫不在一条綫上而是排成一长列。这种軋机之布置特点是軋件在每架軋机上只走一道，亦即軋机之数同等于軋制道次，这样就使得順列式軋机避免了橫向移动以及橫列式軋机之其他缺点，而具有較高之产量。为了适应上述特点，順列式軋机各机架之間的距离要随軋件长度之增加而增加，軋輥轉数亦然，不过这样的布置却使得厂房很长，設備投資貴。

越野式軋机如图2所示，为順列式軋机之一种，它克服了順列式軋机之缺点，将軋机順列成几排，縮短了厂房长度。这种布置方式适用于大中型軋机。

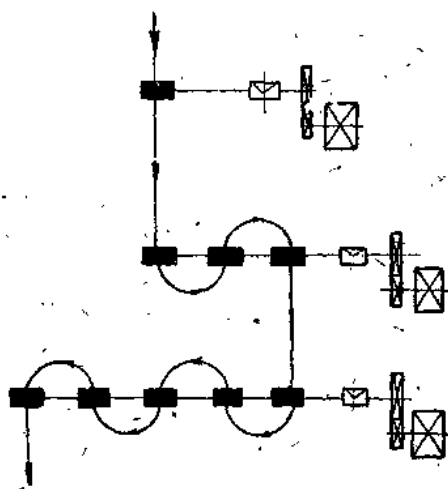


图 1 橫列式軋机

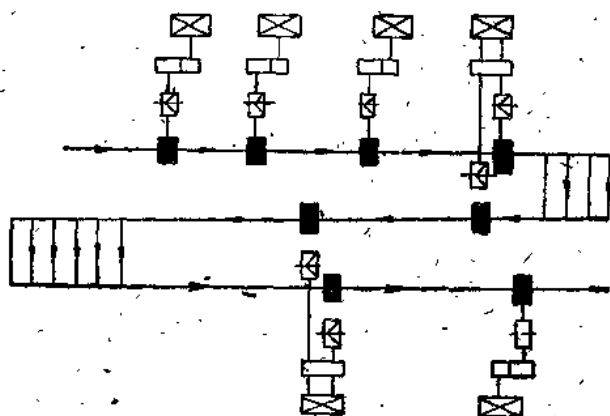


图 2 順列式軋机 (越野式)

布棋式軋机，如图 3 所示。这种軋机之精軋机列按“布棋”方式排列，这样即借助于斜坡軌道使軋件在橫移过程中又能同时前进，縮短了間隙时间。布棋式軋机适用于小型軋机。

半連續式軋机，如图 4 所示。預軋机为連軋，而先軋机列则为

橫列式活套軋機的半連續式軋機（圖 4 a），生產率高又便于調整，用于小型鋼材和綫材生產。雙排半連續式軋機為半連續式軋機之另一種（圖 4 b），它的精軋機列布置成雙排，又有連續又有活套軋制。

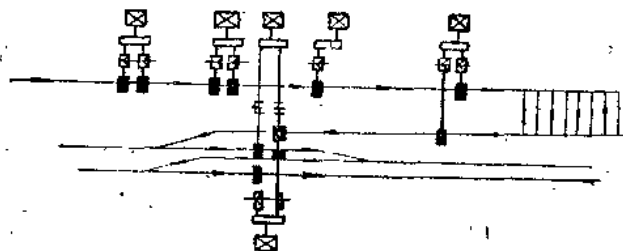


圖 3 布棋式軋機

連續式軋機，如圖 5 所示。這種軋機都順列成一行（或分成二組），軋件同時在機架內通過。軋機采用單獨驅動或是成組驅動。生產率最高，但軋件在機架之間有拉鋼或堆鋼。

不同布置形式的軋機具有不同之特點。橫列式軋機是比較陳旧的，因其生產率低。順列式軋機則比較橫列式軋機具有更高的生產率和機械化程度，不過占廠房比較長。連續式軋機則具有最高之生產率和機械化程度，是最為完善的。不過因為連續式軋機之特點是軋件同時要在一個軋機組內通過，因此在各個軋鋼機架之間必產生堆鋼或是拉鋼，這樣就不能獲得非常正確的断面，這對於軋制異型鋼材來說是不允許的。越野式軋機則避免了這個缺點，因為一方面軋件也是在軋機上只走一道，因此生產率和機械化程度亦較高；另一方面軋件在這種軋機並不是同時軋過而是當在一架軋完後再進入另一架（這種軋機的機架間隔是逐漸增大的），這樣就避免拉鋼和堆鋼。由於這個特點，這種型式的軋機適用於軋制型鋼（目前多用于中型軋鋼車間）。而連續式軋機則用于小型和綫材。半連續式軋機具有橫列式和連續之二種優點，故對於軋制綫材來說是很適當的。

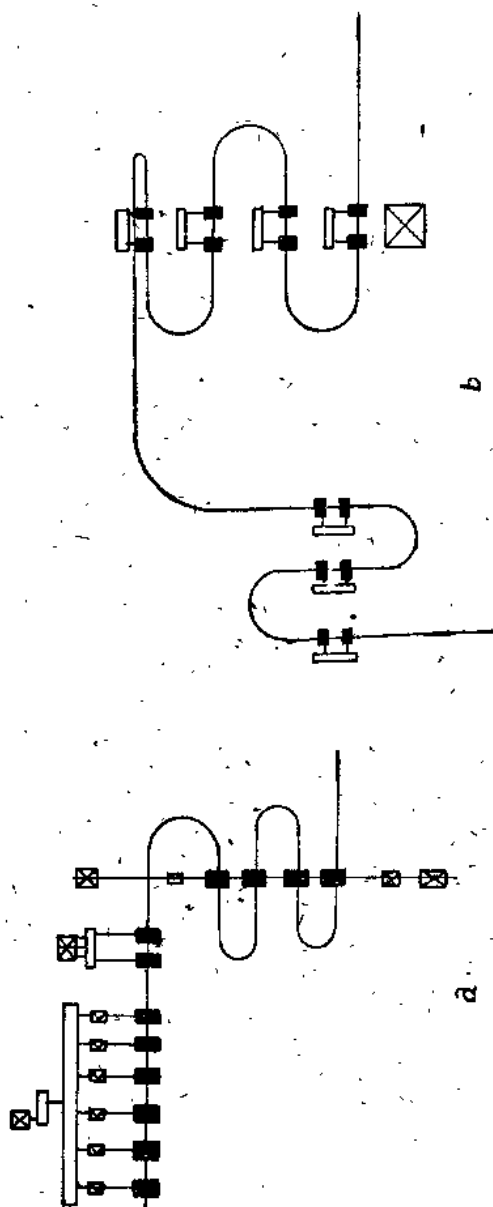


图 4 半連續式乳机
 a—普通半連續式乳机；b—双排半連續式乳机

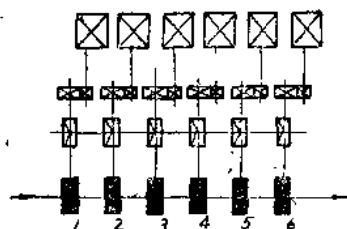


图 5 連續式軋机

为了便于使讀者对軋鋼系統有一个比較明确的概念，将各种軋鋼机的主要型式，它們所能生产的产品品种范围和軋机参数列于表 1。

表 1

軋鋼机的主要型式	軋机参数		最大軋制速度 米/秒	軋鋼机之用途和产品种类
	軋軋直径	毫米 軋身长度		
开坯机				
初軋机	850—1150	2000—2800	6.0	軋重 3—16 吨 鋼錠，出 400×400 方坯和 50×1600 毫米板坯
扁坯开坯机	1100—1150	2000	5.0	
鋼坯軋机	480—750	800—2200	1.5—5.0	將大鋼坯軋成 55×55 到 140×140 毫米鋼坯，有时亦軋 220×220 毫米大鋼坯
鋼軋鋼梁軋机	750—900	1200—2300	3—6	軋制 38—65 公斤/米之鋼軌，60 号工字鋼，40 号槽鋼，20 号角鋼
鋼軋鋼梁軋机				
万能式鋼梁軋机	—	550—1300	3—5	軋制标准鋼梁及高 1000 毫米，寬 400 毫米之寬緣鋼梁
型钢軋机				
大型軋鋼机	500—750	800—1500	2.5—3	軋制 ϕ 200 毫米圓鋼，100—200 毫米方鋼 30 号之工字鋼，槽鋼
中型軋鋼机	350—500	600—1200	5—7	ϕ 90 毫米圓鋼，75 毫米以下方鋼，120×8—50 以下之扁鋼，11 公斤/米輕軌，9 号以下之角鋼

續表 1

軋鋼機的主要型式	軋機参数 毫米		最大軋制速度 米/秒	軋鋼機之用途和產品種類
	軋軋直徑	軋身長度		
小型軋鋼機	200—350	500—800	5—10	φ50以下圓鋼, 40毫米以下方鋼, 5號以下角鋼, 6—25×100毫米角鋼
綫材軋機	250—300	500—800	12—40	φ5—9毫米之綫材
中、厚板軋鋼機	—	2000—5000	2—4	4—50×600—3000厚板和中板
寬帶鋼軋機 (薄板軋機)	—	2000—5000	4—10	軋制各種寬帶鋼(1.6—3.5×700—2300毫米)
二重式薄板軋機	700—900	800—2000	1—3	熱軋薄板(0.2—4×600—900毫米) 軋制窄帶鋼坯(焊管用)
帶鋼軋機 (焊接管坯軋機)	320—540	500—600	4—8	2.75—3.5×65—248毫米
冷軋軋鋼機	—	1700—2500	4—12	成卷冷軋1.5—3×1500—2300毫米鋼板
軋鋼皮	—	1000—1200	10—30	成卷冷軋0.18—0.8×600—1000毫米鋼板
軋薄帶鋼 (多輥軋機)	—	100—1000	2—5	軋制薄帶鋼和超薄帶鋼(10—50微米)

二、軋鋼生產的近代成就

由于軋鋼生產在整個國民經濟中占有非常重要的地位, 因此从一开始就受到人們極大的注意, 并在短短的几十年內獲得了飛速的發展, 并獲得巨大的成就。新的品種, 新的設備不斷出現, 機械化自動化程度日益提高。新技術新成品逐漸被應用到軋鋼事業當中。高速軋制是目前軋制的特点, 也是提高軋制生產的途徑。目前小型和綫材軋鋼機的軋制速度高達20~25米/秒(最後機列); 最新的瑞典軋機速度高至60米/秒。為了滿足高速軋制的要求出現了大批新式的半連續式和連續式小型綫材軋機和連續

式帶鋼軋機。高速的飛剪機（28米/秒以上）之試制成功是軋鋼史上的一件大事，因為有了這種高速的飛剪機才能保證這種高速連續式軋機和半連續式軋機發揮最大效能。

無頭軋制是現代軋鋼生產中的新成就，這是蘇聯發明的。這種方法實質上就在於要使軋制的間隙時間等於零，使原料不間斷地像一根無限長的鋼坯一樣在軋機中進行着“無頭”軋制。為了實現“無頭”軋制，在加熱爐和第一台連續式軋機之間需要一台將鋼坯連續焊起的飛焊機和火焰清除機，來把運動着的軋件對焊起來，使之行連續幾晝夜的無間斷軋制。這種方法的優越性不僅在於提高產量使工作時間達到100%，而且能大大降低金屬消耗，提高鋼材的一級品率，同時還可以熱軋3—4毫米的綫材，這種生產方法在不久的將來就能獲得普遍採用。

行星式軋機也是目前軋鋼生產的新成就。這種軋機的生產特點就是軋機之支撐輥是主動輥，而工作輥是被動的（有26對），而各工作輥即為滾動中心，各輥進行滾動。軋件進行變形區後經過多對的小工作輥壓縮，雖然各小工作輥之壓縮量不大但總的壓縮量都是很大的。

金屬受到一系列順序不大的壓縮之後，一次即可以獲得延伸率為10~40倍，而相對壓下量可以達到95%。行星式軋機是由加熱爐，喂送機座（軋件在這種機座中先受到10~15%之壓縮量）、行星機座、碾平機座、卷取機、環套支架和輥道所組成。這種軋機的主要優點就是變形量大和設備重量輕。由於變形量大軋件在軋制過程中還可以升溫（大約50°），這對於軋制加工溫度範圍窄的合金鋼來說是非常重要的。另外，由於其設備重量輕就使得它的成本比生產率相同的普通軋鋼要低。

高度的機械化、自動化和計算控制是軋鋼生產應用近代新技術的結果。目前在軋鋼方面已經應用計算技術來控制軋鋼機。這種控制的方法就是用影圖的方法記錄各種軋鋼工序，以達到自動控制的目的。人們將軋鋼的各道工序記在孔影圖上，操縱工即將孔

影图放入机器内，計算孔影图上数据的设备将軋鋼的各工序传送至記憶器上，后者即記住了軋鋼的各工序和各阶段，然后即安排其他仪器按所需要的順序进行工作（如确定軋輥轉速和方向等）。

用电视来控制軋制过程和加热爐内之热工制度也是新成就之一。由于这样可以使人們完全有可能順利地实现遙控。人們也同样利用原子技术来控制鋼板厚度。

除了这些技术上新成就之外，即使是現有和过去所遺留下的旧軋机也进行許多巨大的改进，老式的橫列式軋机正在实现全盘机械化（正反围盘，立围盘）。滚动导板已經被順利地应用，无疑，这对提高产品质量有着很重要的意义。

在軋制新品种方面所取得的巨大的成就前面已經略加提过，值得提出的是冷弯型鋼，这是在不久以前才发展起来的新工艺。冷弯型鋼的原料是薄带鋼，经过几道冷弯工序后即变成各种型鋼。用这种生产方法生产型鋼比用軋制方法具有独特的优点。許多不能用热轧方法軋制的奇奇怪怪的断面，用冷弯型鋼的方法都能軋制。

三、綫材在國民經濟中的意义

所謂綫材是指直径为5~9毫米之小圓鋼，它是热轧鋼材中尺寸最小的一种。綫材和其他鋼材一样在國民經濟中有着很重要的意义。如各种起重机所用的鋼絲繩，焊接厂房、船舶、各种构件所用的电焊条，机器零件（如螺釘、螺母）和各种鋼絲都是用綫材制成的。根据統計，目前各国大約15%左右的鋼材是綫材。

我国工农业生产和基本建設上需要的綫材量是十分巨大的，随着國民經濟各个部門的飞速发展，綫材軋机在軋鋼生产上負担的任务将愈来愈重。我国的綫材厂大都是一些陈旧的车間，目前仅仅上海、北京、天津，有几处半連續式的綫材車間，其他

都是橫列式的小車間，近代化的連續式綫材車間目前還刚开始筹建，我国綫材的最高綫速度才达到 12.5 米/秒，而目前最高的綫速度有 60 米/秒。因此摆在我們各綫材厂面前的任务是十分艰难而光荣的，我們应当鼓起更大的干劲，爭取在短期內在綫材生产方面达到和超过世界水平。
