

前 言

《轧钢设备及工艺》一书是根据1978年机械工业部教材工作会议制定的轧钢机械专业教学计划和1979年轧钢机械专业教材编审会议制定的教学大纲编写的。轧钢机械专业原名为轧钢设备及工艺专业，主要培养轧钢机械方面的设计人才。1961年以前，本专业在哈尔滨工业大学及1958年以后在东北重型机械学院期间，轧钢设备及轧钢工艺学是分开讲授的。1961年以后，本着“以工艺为纲，以设备为主，工艺设备密切结合”的原则，对原设备及工艺两门课程进行了改革，编写了《轧钢设备及工艺》讲义。分总论、型、板、管四大部份。1978年机械工业部教材工作会议确定，原总论部份独立为《轧钢机械设计》课程，故《轧钢设备及工艺》课程包括其余三大部份，现分三个分册出版。第一分册：钢板轧机；第二分册：型钢轧机；第三分册：钢管生产。本书内容力求反映二十多年来轧钢机械专业的教学经验和国内外的新技术、新成就。本书可作为高等学校轧钢机械专业的教学用书，也可供冶金机械、轧钢、压力加工等专业学生及生产和设计部门的工程技术人员参考。

本书第一分册由连家创（第一、二、五章）、李春满（第三、四章）编写，第二分册由李振中（第六、九章）、赵文才（第七、八章）编写，第三分册由吴坚（第十至十五章）编写。全书由连家创统一编辑。王克明同志对书稿进行了审校，提出了许多宝贵意见，在此深表谢意。

由于编者水平所限，书中一定会存在一些缺点和错误，请读者给予批评指正。

编者

一九八五年十月

目 录

第六章 型钢轧机	(1)
§ 6—1 型钢的品种及轧机分类	(1)
一、型钢的品种、规格	(1)
二、型钢轧机按用途分类	(2)
§ 6—2 型钢轧机主机方案组成	(3)
一、单机座轧机	(4)
二、一列横列式轧机	(5)
三、多列横列式轧机	(9)
四、顺列式(跟踪式、越野式)轧机	(10)
五、横列连续式轧机	(12)
六、顺列(串列)连续式轧机	(14)
第七章 轨梁和大型型钢轧机	(17)
§ 7—1 大型钢材的生产方法及轧机布置型式	(17)
一、大型钢材的种类	(17)
二、大型钢材的生产方法	(17)
三、轨梁和大型轧机的布置型式	(20)
§ 7—2 重轨生产	(20)
一、概述	(20)
二、典型轨梁车间布置	(21)
三、重轨的轧制	(25)
四、重轨的精整和热处理	(29)
§ 7—3 H型钢生产	(32)
一、概述	(32)
二、H型钢的轧制	(32)
三、焊接H型钢生产	(45)
§ 7—4 轨梁及大型型钢轧机工作机座	(48)
一、概述	(48)
二、950/800 梁 轨轧机工作机座	(49)
三、H型钢万能轧机	(55)
四、几种新型万能钢梁轧机	(58)
五、轧辊的导卫装置	(64)
§ 7—5 升降摆动台	(66)

一、概述	(66)
二、采用重锤平衡的曲柄连杆式摆动台	(67)
三、采用气缸平衡的曲柄连杆式摆动台	(70)
四、窄形双层可移式升降摆动台	(71)
§ 7—6 热锯机	(73)
一、锯切机的分类和用途	(73)
二、滚轮式滑座锯	(74)
三、四连杆式热锯机	(82)
四、锯切机基本参数的确定和一般选择原则	(84)
五、回转式热锯机	(90)
§ 7—7 型钢矫直机	(93)
一、型钢矫直机的用途和分类	(93)
二、型钢开式辊式矫直机	(95)
三、型钢辊式矫直机的基本参数	(104)
四、型钢万能辊式矫直机	(107)
第八章 中小型型钢轧机	(110)
§ 8—1 中小型轧机布置型式	(110)
一、中小型轧机的发展改造趋势	(110)
二、几种连续式和半连续式及串列式轧机布置型式	(112)
§ 8—2 中小型轧机工作机座	(116)
一、无牌坊轧机	(118)
二、预应力轧机	(119)
三、短应力线轧机	(126)
四、预应力工作机座纵向刚度的计算及预紧力的确定	(134)
五、立辊工作机座	(136)
§ 8—3 型钢飞剪机	(139)
一、概述	(139)
二、圆盘式飞剪	(139)
三、滚筒偏心式型钢万能飞剪	(143)
四、平衡杆式型钢万能飞剪	(149)
§ 8—4 冷床	(154)
一、步进式锯齿形冷床	(154)
二、多爪式冷床	(159)
三、斜辊式冷床	(163)
§ 8—5 型钢及棒材打捆机	(164)
一、小型型钢车间冷剪前后的精整设备布置	(164)
二、简单断面型钢打捆机	(167)

第九章 线材生产	(173)
§ 9—1 线材的品种及其生产流程	(173)
一、线材的品种规格及用途	(173)
二、线材的生产流程	(173)
§ 9—2 套轧机	(174)
一、梭轧法和套轧法	(174)
二、套轧法在各种线材轧机上的应用	(175)
三、活套的成因	(175)
四、活套长度变化	(176)
五、缩短活套长度的途径	(177)
§ 9—3 圆盘	(178)
一、概述	(178)
二、圆盘的结构和参数	(181)
三、侧圆盘及活套形成器	(182)
§ 9—4 连轧法	(184)
一、复二重式连轧机组	(184)
二、水平—立辊交替布置连轧机组	(189)
三、45°线材连轧机组	(191)
四、Y型机座连轧机组	(191)
五、无头轧制连轧机组	(194)
六、连铸连轧机组	(197)
§ 9—5 线材轧机工作机座	(200)
一、45°工作机座	(200)
二、Y型三辊机座	(206)
§ 9—6 传统的线材精整设备	(208)
一、捲线机	(208)
二、盘卷打捆机	(212)
三、挂卷机	(214)
四、卸卷机	(215)
五、收卷机	(215)
§ 9—7 线材散卷冷却新工艺及其装置	(216)
一、线材的控制冷却新工艺	(216)
二、线材的散卷冷却装置	(218)

第六章 型钢轧机

§ 6—1 型钢的品种及轧机分类

一、型钢的品种、规格

型钢的品种很多，在国民经济的各个领域如机械制造和钢结构等，都离不开型钢，型钢按用途可以分为两类：普通用途的型钢和专门用途的型钢。后者只用于个别机器制造领域。需要量最大的普通用途的型钢有：方、圆、扁钢、线材、角钢、槽钢和工字钢等，如图6—1所示。

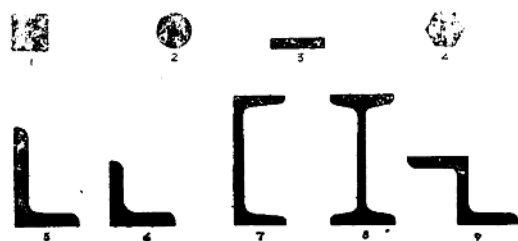


图6—1 普通用途型钢

1—方钢；2—圆钢；3—扁钢；4—六角钢；5—不等边角钢；6—等边角钢；7—槽钢；8—工字钢；9—Z形钢

专门用途的型钢有：钢轨及用于汽车拖拉机制造业、农机制造业、建筑业、机车车辆制造业及其他国民经济领域。专门用途的型钢如图6—2所示。

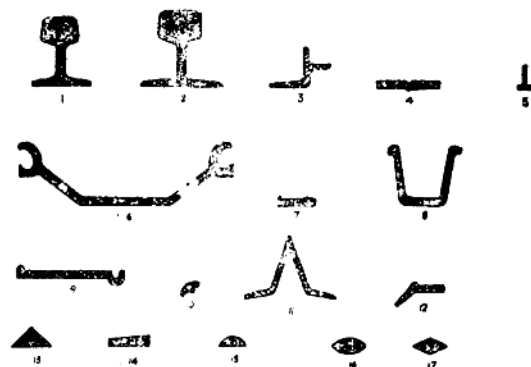


图6—2 专门用途型钢举例

1—轻轨；2—重轨；3—窗料钢；4—槽形弹簧扁钢；5—窗框钢；6—钢格；7—炉蓖钢；8—矿用支撑钢；9—汽车轮辋钢；10—车轮压条钢；11—拖拉机履带齿片钢（防滑钢）；12—垫板钢；13—三菱钢；14—楔形钢；15—月牙钢；16—椭圆钢；17—菱形钢。

型钢按断面形状和变形的复杂程度又可分为简单断面型钢，如方、圆、扁、六角、角钢、Z形钢等和复杂断面型钢，如槽钢、工字钢、钢轨、钢棒、密封钢等。

常见的一些型钢的规格称呼法及规格范围如表6—1所示。

常见的型钢规格范围

表6—1

序号	名称	规格称呼法	规格范围(mm或号)
1	方钢	按边长, 毫米	5~250
2	圆钢	按直径, 毫米	5~250
3	六角钢	按对边距离, 毫米	8~100
4	扁钢	按宽度×厚度, 毫米	12~200~4~60
5	等边角钢	按腿长的厘米数称号	No 2~25
6	不等边角钢	同上	No 2.5/1.6~25/16
7	工字钢	按高度厘米数称号	No 10~63
8	槽钢	同上	No 5~40
9	轻轨	按1米长的重量公斤称号	5~24kg
10	重轨	同上	33~75kg

二、型钢轧机按用途分类

型钢轧机按用途的分类、规格、性能及产品范围，如表6—2所示

型钢轧机分类(按用途)

表6—2

轧机种类	轧机型式	轧辊公称直径(mm)	轧制速度(m/s)	年产量(万吨/年)	产品范围(mm、号)
轨梁、大型轧机	万能钢梁轧机	850~1355	3~5	20~108	万能钢梁: 100×50~1200×450; 重轨: 75kg/m
	横列式大型、轨梁轧机	650~950	3.5~7	60~130	方、圆钢: 80~250; 重轨: 38~75kg; 工字钢: No 14~65; 槽钢: No 16~40; 角钢: No 16~25。
	跟踪式大型轧机	550~750	6~7	100~150	方、圆钢: 60~150; 工、槽钢: No 12.6~20; 角钢: No 7.5~15。

中小型轧机	横列式中型轧机	400~650	2.5~4.5	10~60	方、圆钢: 38~100; 轻轨: 11~24kg; 工字钢: №10~16; 槽钢: №8~16; 角钢: №6.3~12.6.
	连续式中型轧机	400~650	7~12	50~100	圆钢: 40~120; 工、槽钢: №8~20; 角钢: №6.3~12.6.
	横列式小型轧机	250~350	2.5~8	1~25	圆钢: 8~38; 槽钢: №5~6.3; 轻轨: 8~15kg; 角钢: №2~6.3.
	半连续式小型轧机	250~350	5~15	15~70	圆钢: 10~48; 槽钢: №5~6.3; 轻轨: 8kg; 角钢: №2.5~6.3.
	连续式小型轧机	250~350	7~20	30~80	同上.
线材轧机	横列式线材轧机 ^①	180~280	3~9	1~10	φ6.5~9, 盘重30~60kg.
	半连续式线材轧机 ^②	150~300	8~30	10~35	φ5.5~9, 盘重60~150kg.
	连续式线材轧机 ^③	150~300	15~70	15~90	φ5~12, 盘重300~2500kg.

註: ①横列式包括加勒特式轧机(即横列多列式轧机)。

②半连续式包括复二重式轧机。

③连续式包括Y型三辊轧机和45°精轧机。

§ 6—2 型钢轧机主机方案组成

型钢轧机的主机方案有简有繁。简单的主机方案由一种单一的类型构成, 如一系列横列式中型型钢轧机等。有的是由几种不同的基本方案组合而成, 如连续式粗轧机组与横列式精轧机组合成的半连续式小型型钢轧机。因此, 要想理解或设计一套复杂的主机方案, 必须首先对许多基本的方案的特点有所了解才行。

轧机的主机方案的内容组成主要包括工作机座(规格、性能和结构特征)、工作机座布置型式和轧制工艺特征等。

轧制进程图能综合反映轧机的工作情况, 通过对它的轧制节奏时间和延续时间的分析, 可以判断该机方案的优缺点和用途。

型钢轧机主机方案的组成有如下几种:

一、单机座轧机

这种轧机的工作机座，列数只有一列，架数也只是一架。通常由三辊或二辊机座构成。如果为二辊机座，则传动可能是非可逆式或可逆式。由于二辊非可逆式轧机工作时，轧件通常要由上辊上方送回，工作方式十分落后，对于型钢生产来说，早已淘汰。

三辊非可逆式轧机的轧制方式对于短而粗的轧件来说，是在中、下辊之间和中、上辊之间穿梭轧制。二辊机座可逆式轧机的轧制方式是在两辊之间穿梭轧制。因此，这种单机座轧机的工作情况都可以用图6—3所示的轧制进程图来表示。

图中 t_{r1} 为第1道的轧制时间(机械时间) t_{f1} 为第1、2道次之间的间隙时间(空转时

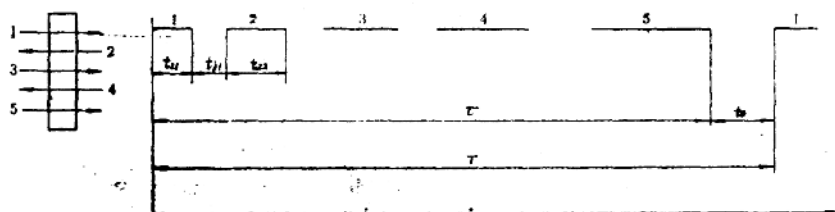


图6—3 单机座轧机轧制进程图

间) t_0 为先后两轧件之间的待钢时间； τ 为某一根轧件从首道咬入至末道轧出总的持续时间； T 为轧制周期时间。如图所示，它等于轧制总持续时间 τ 与待钢时间 t_0 之和，即一根轧件的轧制周期。

由图6—3可知：

$$\tau = \sum_{i=1}^n t_{ri} + \sum_{i=1}^{n-1} t_{fi} \quad (6-1a)$$

$$T = \tau + t_0 \quad (6-1b)$$

图6—3所示的单机座轧机的轧制工艺特点是：采用穿梭法直线轧制，轧件的首、尾端逐道调换；单根轧制，即当第1根轧件轧完所有道数后，再送入第2根轧件轧制。

由6—1a式可知本轧机的轧制总持续时间等于全部轧制时间与间隙时间的总和，因此， τ 值是诸方案中最长的。这对轧件保温不利，不利于轧制薄而细小断面的型材。

由6—1b式可以看出本轧机的轧制周期时间很长，它等于轧制总持续时间与待钢时间的和。在生产条件相同情况下，本方案的生产率要比其他方案为低，但轧制大断面重型轧件时，也能有很大的生产能力。

由于只有一架工作机座，粗、精轧孔型都集中在一套轧辊上。这对孔型调整带来很大困难。再者，精轧和粗轧孔型的允许磨损程度也不一样。两者集中在一架轧机上，很难保证成品断面的尺寸精度。许多型钢的孔型数目较多，在一架轧机上也容纳不下。

综上所述，单机座轧机将粗、精轧孔型集中在一架上生产型钢是不可行的。但是它作为开坯或粗轧半成品轧件则是可行的。因此，单机座轧机多用于生产钢坯的初轧车间、或作为型钢轧机的开坯机座。单机座轧机与其他轧机组合成各种型钢轧机的例子有很多。例如900mm左右直径的两辊可逆式单机座轧机做为800横列式轨梁轧机的开坯机座。又如不同辊径的三辊式单机座轧机做为大、中、小型型钢轧机的开坯(或粗轧)机

座的例子就更多了。

三辊式单机座轧机做为型钢轧机的开坯机座，采用共轭布置的箱孔型，机后设置双层辊道，机前设置翻钢板，轧制工艺由单根轧制改进为上、下孔型交叉轧制，既缩短轧制节奏时间提高了轧机生产率，又使送钢、翻钢实现机械化，大大改善了工人的生产条件而深受欢迎。

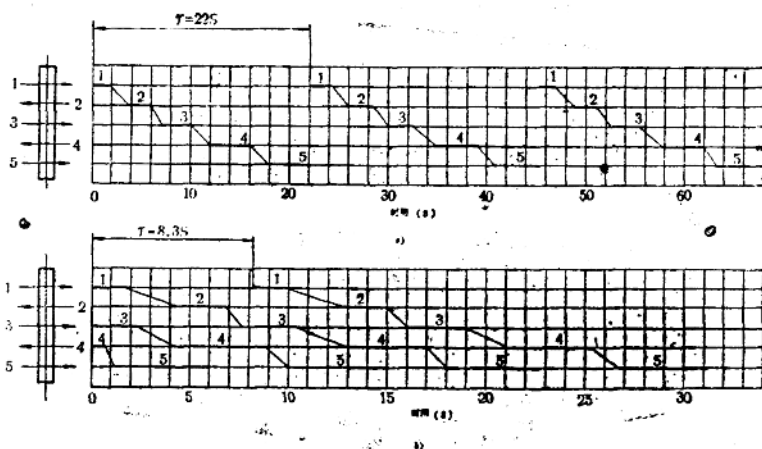


图 6—4 在同一三辊粗轧机座采用不同轧制工艺的情况

a) 单根轧制时的轧制进程图；b) 上、下孔交叉轧制时的轧制进程图。

图 6—4 为某厂小型型钢轧机的单机座三辊式粗轧机座，由于机后将升降台改为双层辊道，机前设置了翻钢板(图6—5)之后，使轧制工艺得以从单根轧制改进为上、下孔交叉轧制，轧制节奏时间从原来的22s，缩短为8.3s，轧机小时生产率比原来提高了1.65倍。降低了工人劳动强度，工人人数也从27人减至6人。

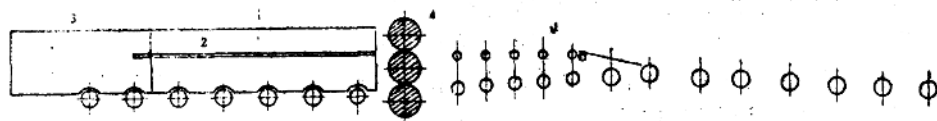


图 6—5 带双层辊道和翻钢板的三辊粗轧机

1—双层辊道；2—活动翻钢板；3—可控翻钢板；4—三辊粗轧机座。

二、一列横列式轧机

如果想在单机座轧机的基础上实现型钢生产，就需要增加工作机座数目，以便安置足够的孔型，并将精轧和粗轧孔型按机座分开。最简易的办法是在已有的单机座轧机的非传动端增加若干架工作机座用连接轴联成一横列，共用一套传动装置，这就是一列横列式轧机。这种轧机按轧制方法分梭轧法和套轧法两种。

(一) 采用梭轧法的一系列横列式轧机

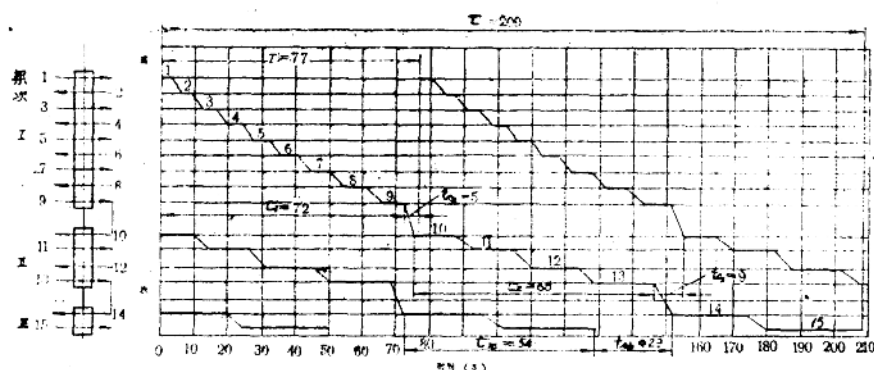


图 6—6 三机座横列式轧机的轧制进程图

当轧件断面较大或复杂断面轧件不允许弯曲时，只能采用轧件直来直去的穿梭轧法（简称梭轧法）。采用梭轧法的一系列横列式型钢轧机的机座数目为 2 ~ 4 架。

图 6—6 为三机座的一系列横列式型钢轧机的轧制进程图。由于 15 道次总的轧制持续时间 τ (209s) 分摊给三架机座；轧制道数分别为 9、4、2。计算轧机生产率的周期时间从 209s 以上下降为 77s。图中所示 $T=77s$ 为每一架机座的周期时间，习惯称做节奏时间，但仍用 T 表示。这时

$$T = \tau_1 + t_{0.1} = \tau_{11} + t_{0.11} = \dots = \tau_m + t_{0.m} \quad (6-2)$$

式中 $\tau_1, \tau_{11}, \dots, \tau_m$ ——第 I、II、...m 架机座分摊道次的轧制时间与间隙时间之和，或称为各该架次的轧制持续时间（意味着各架机座的时间负荷）；

$t_{0.1}, t_{0.11}, \dots, t_{0.m}$ ——第 I、II、...m 架次的待钢时间。

由于各机座轧制道数以及各道的轧制时间皆不相等。所以，各架的 τ 值不可能分配得均匀，换句话说，各机座的时间负荷不可能分配得一样。当然，各机座的 τ 值分配得愈均匀，轧机的生产率也愈高。通常是按轧制顺序，第 I 架的分配得最大，逐架减小，末架最小。即

$$\tau_1 > \tau_{11} > \dots > \tau_m \quad (6-3)$$

这样安排是为了使生产流畅，不致在后续机座发生轧件堵塞现象。

为了缩短横列式轧机的轧制节奏时间，以提高轧机生产率，在机电设备以及操作条件允许的前提下，应强化轧制工艺采用多根轧制以取代单根轧制。这时，轧制节奏时间等于时间负荷最大的机座的轧制持续时间减去待钢时间（因为这时待钢时间已变成负值），即前、后两根轧件有些道次的轧制时间重叠在一起了。因此

$$T = \tau_{m, \max} - t_0 \quad (6-4)$$

式中 $\tau_{m, \max}$ ——时间负荷最大机座的轧制持续时间； t_0 ——相应机座负的待钢时间，即重叠轧制时间。

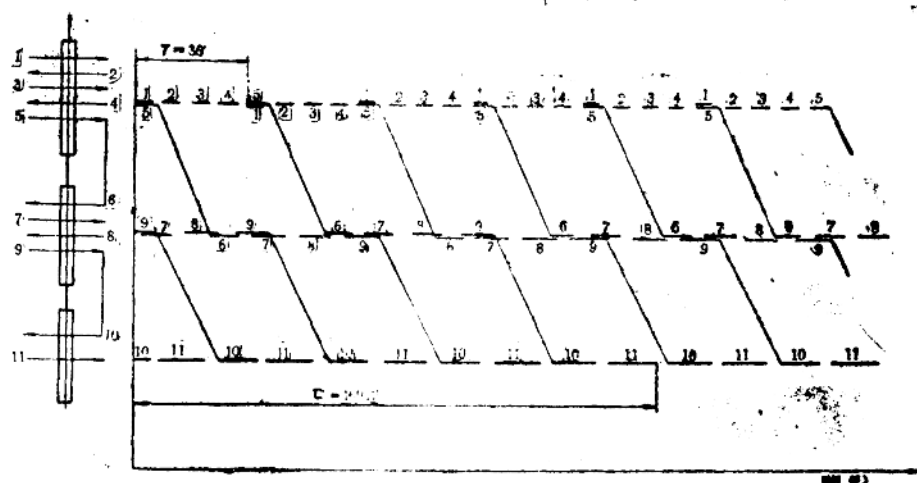


图 6—7 某轨梁轧机轧制44kg/m重轨时采用双根轧制的进程图

图 6—7 所示为某轨梁轧机轧制44kg/m重轨时,为了提高轧机生产率而采用双根轧制(第1、5道同时进钢)的轧制进程图。采用双根轧制后,节奏时间由原来的43.3s缩短为36s。小时生产率由156t/h,提高至192t/h,即提高了23%。但由于原设计电机功率偏低,难以胜任多道同时过钢,这是应当加以解决的。合理的办法是将第3架机座分开加一台电机单独传动。

(二) 采用套轧法的横列式轧机

当轧制细小的、简单断面小型型钢和线材时,在横列式轧机上就必须采用活套轧法

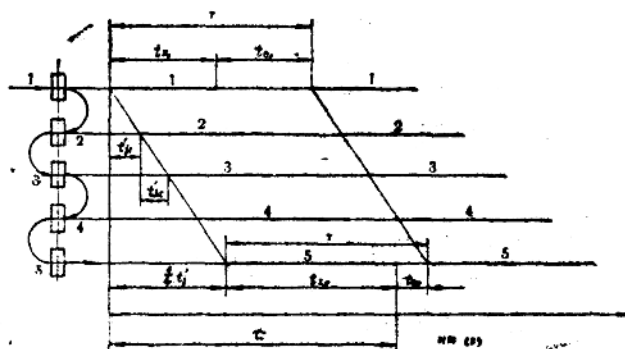


图 6—8 采用套轧法的横列式轧机的轧制进程图

(简称套轧法)。由于套轧法将许多道次的轧制时间重叠在一起,大大缩短了轧制总持续时间。比梭轧法可以显著地减小小轧件的温降。图 6—8 所示为一五机座横列式轧机采用单槽圆盘实行套轧时的工作情况。这时

$$T = t_{r,1} + t_{0,1} = \dots = t_{r,n} + t_{0,n} \quad (6-5a)$$

$$\tau = t_{r,n} + \sum_{i=1}^{n-1} t_i' \quad (6-5b)$$

式中 $t_{r,n}$ ——该机列第 n 架（末一架）的轧制时间；

$\sum_{i=1}^{n-1} t_i'$ ——轧件前端穿过该列各架之间圆盘通路所需的间隙时间。

由于把轧制道数分化为每架只轧一道，当采用单槽圆盘时，轧制节奏时间等于任一架的轧制时间与该架待钢时间的和。因为一根轧件同时也在多架机座中轧制，所以轧制总持续时间也缩得很短，只等于末道轧制时间与轧件前端穿过各架圆盘所需的间隙时间的和。

由于 τ 值大幅度缩短，有利于细小断面轧件的保温。因此，简单断面的小型型钢和线材在横列式轧机上轧制时，必须采用套轧法。

为了提高套轧法横列式轧机的生产率，可以采用多槽圆盘（有多至六槽的）。这时节奏时间可以大为缩短。图 6—9 为采用多槽圆盘的横列式轧机的工作情况，这时，轧

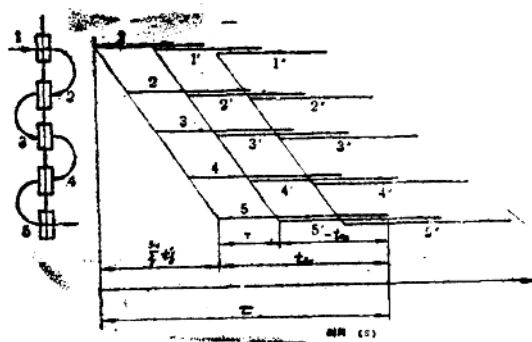


图 6—9 采用多槽圆盘的横列式轧机的轧制进程图

制节奏时间等于任一架一道轧制时间减去重迭轧制的时间（或负的待钢时间）。即

$$T = t_{r,n} - t_{o,n} \quad (6-6)$$

式中重迭轧制的时间 ($t_{o,n}$) 长短取决于末架圆盘允许同时过钢的轧件根数。图 6—9 所示为三槽圆盘的情况。这时重迭轧制时间应小于 $\frac{2}{3} t_{r,n}$ 。设末架圆盘槽数为 C 则

该架的重迭轧制时间为

$$t_{o,n} \leq \frac{C-1}{C} t_{r,n} \quad (6-7)$$

采用多槽圆盘可以大大缩短节奏时间，提高轧机生产率。但也增加机电设备的负荷，对工作机座的刚度提出更高要求。普通机座多因为刚度不足，在采用多槽圆盘后，影响钢材断面尺寸精度。

横列式型钢轧机的工作机座型式，对于采用套轧法的情况来说是三辊式机座；如果最后一架只轧一道时，则该架为两辊式机座，对于兼轧中、小型型钢的轧机来说，由于

轧制方法兼用拔轧法和套轧法，因此机座仍为三辊式，对只采用套轧法的小型 and 线材轧机，则机座型式为交替二辊式。机座数目为 5 ~ 7 架。

横列式轧机的优点是传动设备少，设备布置紧凑，投资较少。缺点是一列内各机座具有同一转速，各架的轧制速度只随工作直径的差异而变化不大，这对于随着轧件断面愈轧愈小而应使轧制速度随着相应提高的要求很不适应。

三、多列横列式轧机

随着型钢生产规模扩大，要求型钢轧机的生产率也更高。因此，加大坯料尺寸和重量，增加轧制道数，分化轧制工艺，增加工作机座架数，减少每一机座的轧制道数，就成为生产发展的必然结果。这对于一系列横列式型钢轧机来说，就是增加一列内的机座架数。拔轧法的一系列横列式轧机的机座数通常是 2~4 架。套轧法的一系列横列式轧机则机座数多达 3~9 架。

由于一横列的机座数目多，带来许多问题和缺点，诸如受连接轴允许倾角的限制，轧辊直径差不能过大；各架轧辊转速相同，各架的轧制速度差别小；各道的轧制时间差别大；轧件的活套长度大，从而增加了轧件的首尾温差，影响了成品断面尺寸精度以及限制了盘条重量等一系列与生产发展不适应的缺点。

为了克服上述缺点，横列式型钢轧机就从一列多架向着增加列数而减少每列内架数的多列横列式方向发展。

图 6—10 所示为分两列布置的 650 大型型钢轧机的设备布置情况及轧制进程图。总

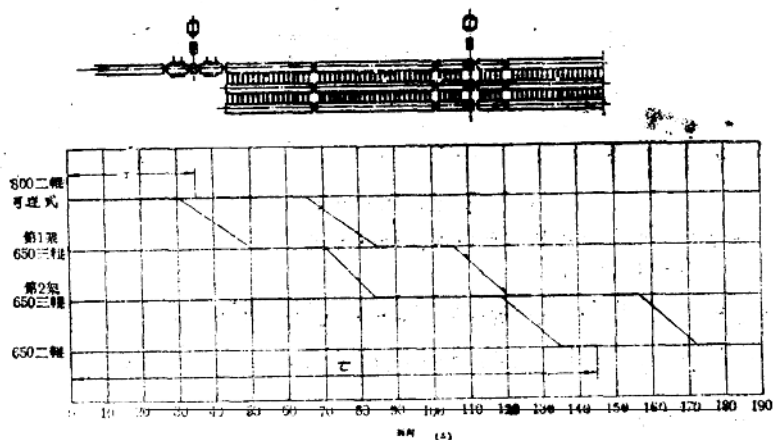


图 6—10 两列式大型型钢轧机的轧制进程图

轧制道数 12 道，按 5、3、3、1 分配给两列四架机座轧制。总的轧制持续时间 t 为 145s。轧制节奏时间 T 为 35s。

图 6—11 所示为分三列布置的 250 小型型钢轧机的设备布置和轧制进程图。由图中可以看出从第 2 架开始实行套轧法，第 5 架开始采用双槽圆辊。轧制总的持续时间为 75s；轧制节奏时间为 21s。

列数最多有达十一列之多的。如图6—12为瑞典式的生产优质线材的多列式轧机平面布置图。21台工作机座分成11列。第1列为两架三辊，一架二辊机座，轧辊直径为500mm。第2~9列每列各有两架机座，全部实行套轧法，采用单槽圆盘。第10~11列每列一架机座，轧辊直径为285mm。

采用83×83mm的方坯，经过25道轧成 $\phi 5$ mm的线材。由于从第6道开始即采用套轧法。为了减小活套长度，避免细小断面轧件降温过速，需要使各架的轧辊直径和转速保持一定的关系。因此，便将采用套轧法的各列的机座数均减为2架，从而增加了列数。最后两架改为每列只有一架机座的原因是为了保证成品尺寸精度，需要经常调整这两机座的孔型高度。将这两机座分开单独传动，便于调整活套长度。

四、顺列式（跟踪式、越野式）轧机

在保持间断轧制前提下，多列横列式轧机进一步分化，结果就出现了更为先进的顺

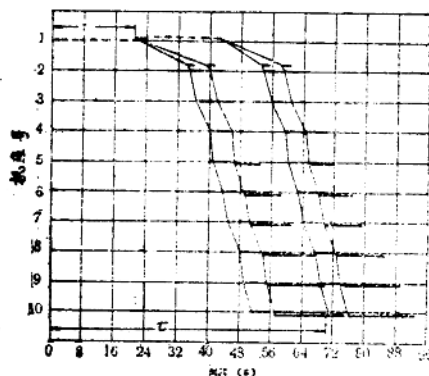
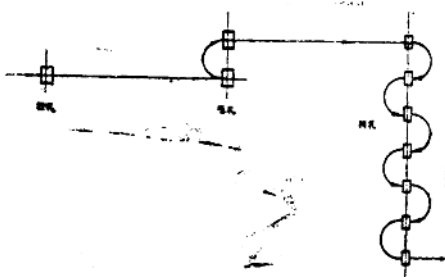


图6—11 三列式250小型型钢轧机的轧制进程图

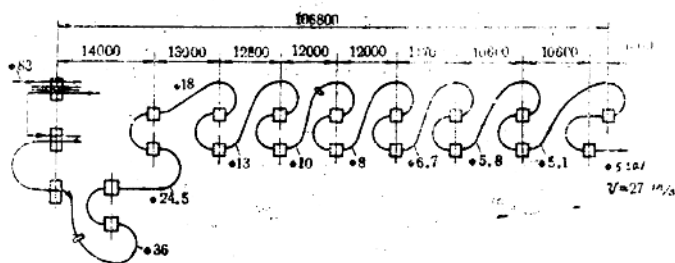


图6—12 多列式（十一列）285线材轧机

列式型钢轧机。为了缩短厂房长度，这种轧机通常布置成图6—13所示的三种型式。

顺列式轧机的特点是：工作机座数目和型钢的最多孔型数目相等。即每架机座只轧

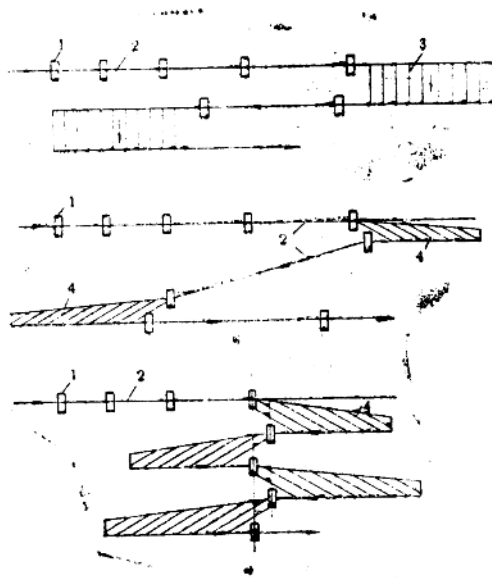


图 6—13 顺列式（跟踪式）轧机示意图

a) 己字形的； b) z字形的； c) 佈模式的。

1—工作机座； 2—轧道； 3—移钢设备； 4—斜铁道。

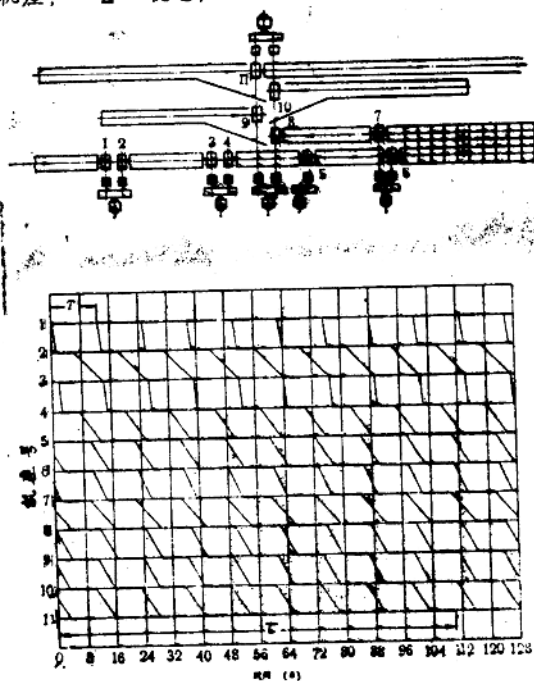


图 6—14 佈模式小型型钢轧机及轧制进程图

一道，而且是间断轧制。因此相邻机座的间距必须大于相应道次轧件的最大长度。从第1机座开始，逐架的轧制速度依延伸率的倍数递增，以保持各架的轧制时间基本相等。这样设计有利于缩短总的轧制持续时间，减小轧件的温降。各机座之间的辊道速度，也均按轧制速度而逐段递增，保证轧件的运行速度不降，从而得到最短的间隙时间。

图6—14所示为佈棋式350小型型钢轧机的设备平面布置图和相应的轧制进程图。

由图可知：

$$T \approx t_{z,1} + t_{o,1} \approx t_{z,2} + t_{o,2} \approx \dots \approx t_{z,n} + t_{o,n} \quad (6-8a)$$

$$\tau = \sum_{i=1}^n t_{z,i} + \sum_{i=1}^{n-1} t_{o,i} \quad (6-8b)$$

由于各道的轧制时间基本相等，因此顺列式轧机的节奏时间 T ，在各种单根、间断轧制的轧机中是最短的。这意味着，当坯料重量一定条件下，顺列式型钢轧机的生产率是各种单根、间断轧制的轧机中最高的。顺列式型钢轧机的轧制总持续时间 τ ，同样也是各种间断轧制型钢轧机中最短的，轧件温降最少，最适合轧制复杂断面和经济断面的型钢。

基于上述可以看出顺列式轧机的用途是生产大、中型的特别是复杂断面和经济（或称轻型）断面钢材。但是其中佈棋式轧机，由于它的后五机座成两横列交错布置，就有可能采用围盘实现套轧法。因此，佈棋式轧机的用途是生产中、小型的简单和复杂断面型钢。

这种轧机的优点是产量大，质量高（能轧复杂断面和经济断面钢材，而且轧制精度高），便于实现机械化和自动化。

例如有一套9机座的500顺列式大型型钢轧机。末架轧制速度最高为6 m/s，最高小时生产率为200 t/h，年产量约为120万吨/年。

这种轧机的缺点是辊道、移钢设备等辅助设备以及主机传动设备重量大、厂房面积大、初投资大。但是由于技术经济指标先进，这些缺点是可以得到补偿的。

五、横列连续式轧机

在采用套轧法的横列式小型和线材轧机上，最理想的情况是使活套长度保持最短而不变化。这只有当围盘前后机座的金属秒流量相等（或接近相等）时才能达到。

即

$$F_{i+1} n_{i+1} D_{i+1} = F_i n_i D_i = C \quad (6-9a)$$

或

$$\frac{n_{i+1} D_{i+1}}{n_i D_i} = \mu_{i+1} \quad (6-9b)$$

式中 F_i 、 n_i 、 D_i 和 F_{i+1} 、 n_{i+1} 、 D_{i+1} ——分别为围盘入口侧（ i ）和出口侧（ $i+1$ ）机座轧出的轧件断面积、轧辊转速和工作直径。

μ_{i+1} ——等于 F_i/F_{i+1} 比值，即第 $i+1$ 架机座的延伸率。

按照6—9b式原则设计的采用套轧法的横列式轧机（包括微量拉钢和堆钢），便是横列连续式轧机。这类轧机有两种典型例子如下。

（一）采用直流电动机传动的每列只有两架机座的多列横列式连轧机。

这种轧机的设备平面布置情况为前面介绍过的图 6—12 例子。

同一列内两架机座之间的金属秒流量相等（或保持活套长度不变）是靠后一架（ $i+1$ ）的工作直径按该架延伸率（ μ_{i+1} ）的倍数递增的办法来得到的。因同一列内两架的转数相同，即

$$n_{i+1} = n_i$$

将其代入 6—9 b 式则得：

$$D_{i+1} = \mu_{i+1} D_i \quad (4-10)$$

相邻两列之间的活套长度保持不变是靠光电装置测量出活套的长度变化的设定极限值来调整电机转速来得到的。即当任一架的金属秒流量发生变化时，用调整电机转速 n_i 或 n_{i+1} 的办法来保证 6—9 a 式的关系存在。

本轧机的缺点是采用了大量的直流传动设备，造价较高。

（二）复二重式连续式轧机

图 6—15 是复二重式连续式线材轧机的工作原理和轧制进程图。每架机座有各自的

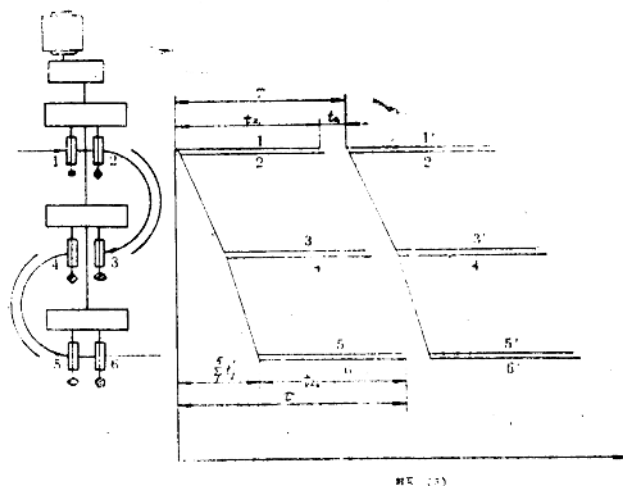


图 6—15 复二重式连续式线材轧机工作原理及轧制进程图

转速以保持各架的金属秒流量基本相等，在第 1、2 架之间采用微拉钢，在第 2、3 架之间采用微堆钢。图中右侧为轧制进程图。由于逐架的轧制速度是按延伸率的倍数递增的，因此各架的轧制时间基本相等。这就能够得到较短的轧制总持续时间。从而减少轧件的温降，得以增加线材的盘重。

这种轧机是在普通的复二重横列式轧机的基础上采用特殊的联合减速机巧妙地改进而成的。它具有横列式轧机设备简单、布置紧凑、占地面积小，交流电机集体传动、投