

高等学校教学用书

轧钢机械

冶金工业出版社

高等学校教学用书

轧 钢 机 械

北京钢铁学院 黄华清 主编

*

冶金工业出版社出版

(北京灯市口74号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 印张 38 插页 3 字数 913 千字

1980年12月第一版 1980年12月第一次印刷

印数00,001~10,000册

统一书号: 15062·3639 定价4.00元

前 言

《轧钢机械》一书是根据1977年冶金部教材工作会议制定的冶金机械专业教学计划和《轧钢机械》教学大纲编写的。书中主要内容包括轧钢机械设备的结构、工作原理与设计计算理论及方法。书中主要介绍钢坯与板带钢生产设备，对于钢管设备介绍得较少。书中采用国际制单位（SI单位），原通用的MKfS制单位在换算时各公式以9.8换算，各图、表均乘以10。为便于运用各曲线，同时采用了两种单位制的坐标。

本书由北京钢铁学院黄华清、施东成、蒋家龙和鞍山钢铁学院刘培鐸同志编写，黄华清任主编。武汉钢铁学院周汉文同志协助审阅。第七章中的扭转振动部分按北京钢铁学院陈先霖同志的文稿改写。在编写过程中北京钢铁学院孙一康、北京钢铁设计研究总院丛书和、上海重型机器厂梁威振等同志对一些章节的编写提出了宝贵意见；北京钢铁学院高文义、云英力同志协助收集整理了部分资料，在此一并表示感谢。初稿完成后，曾邀请有关高等院校冶金机械教研室的同志参加了书稿的审查会，提出了许多宝贵意见，谨致谢意。

由于我们水平有限，实际经验也不多，书中难免存在一些缺点和错误，诚恳地欢迎批评指正。

编 者

一九七九年三月

目 录

第一章 概述	1
第一节 轧钢车间类型和机械设备	2
一、轧钢车间类型与机械设备	2
二、轧钢机的标称及布置型式	4
第二节 某些轧钢机的发展概况	6
一、初轧机发展概况	6
二、线材轧机发展概况	8
三、带钢热连轧机发展概况	9
四、带钢冷连轧机发展概况	13
第二章 轧制力能参数	14
第一节 轧制原理基本知识	14
一、基本概念	14
二、轧制过程基本参数	15
三、金属塑性变形条件——塑性方程式	21
第二节 轧制时接触弧上的单位压力及其影响因素	24
一、轧制时接触弧上单位压力微分方程式	25
二、影响单位压力的因素	27
第三节 轧制时接触弧上平均单位压力	32
一、平均单位压力计算方法	32
二、变形阻力 σ 与摩擦系数 μ 的确定	42
三、各类轧机轧制特点及其适用的平均单位压力计算方法	46
第四节 轧制总压力与轧辊传动力矩	47
一、轧件与轧辊接触面积	47
二、轧制总压力方向与轧辊传动力矩	51
三、轧制力在接触弧上的作用点	56
第五节 轧机主电动机力矩与电动机功率	58
一、轧机主电动机力矩	58
二、选择电动机功率的基本方法	62
三、按静负荷图选择电动机容量	62
四、带有飞轮的电动机容量的选择	63
五、可逆运转电动机功率选择	67
第三章 轧辊与轧辊轴承	70
第一节 轧辊	70
一、轧辊的类型与结构	70
二、轧辊的尺寸参数	70
三、轧辊的材料及辊面硬度	75
四、轧辊的强度校核	77

五、关于四辊轧机工作辊稳定性问题	81
第二节 轧辊轴承	83
一、轧辊轴承的工作特点	83
二、轧辊轴承的类型与使用场合	83
三、非金属衬开式轴承及其在轧机上的安装	84
四、动压轴承(油膜轴承)	91
五、静压与静 动压轴承	95
六、滚动轴承	99
第四章 轧辊调整机构与上辊平衡装置	103
第一节 轧辊调整装置的类型与手动轧辊调整装置	103
一、轧辊调整装置的类型	103
二、轧辊手动调整装置	104
第二节 电动压下装置	108
一、快速电动压下装置	108
二、板带轧机电动压下装置	115
三、压下螺丝和压下螺母	119
四、压下螺丝的传动力矩和压下电机功率	122
第三节 带钢轧机的液压压下装置	124
一、液压压下装置的特点	124
二、电液反馈式液压压下装置	124
第四节 上轧辊平衡装置	129
一、上轧辊平衡装置的作用与特点	129
二、弹簧式平衡装置	130
三、重锤式平衡装置	130
四、液压式平衡装置	130
五、上轧辊平衡力的确定	136
第五节 中辊调整和轧辊的轴向固定	138
一、三辊轧机的中辊调整装置	138
二、轧辊的轴向调整与固定	139
第六节 板带轧机的辊型调整	141
一、影响轧机辊缝形状的因素和辊型设计的条件	141
二、轧辊辊型的调整	144
第五章 机架与轨座	149
第一节 机架	149
一、机架的结构	149
二、机架强度计算	158
第二节 轨座	170
一、轨座的结构	170
二、机架与轨座的联接以及轨座的安装	171
第六章 板带轧机工作机座的刚度以及当量刚度的控制	174
第一节 机座刚度及其意义	174
一、机座弹性变形与刚度	174

二、弹-塑曲线与原始辊缝调整	180
第二节 四辊轧机工作机座的刚度计算与提高机座刚度的途径	181
一、工作机座主要零件弹性变形的计算	181
二、提高机座刚度的途径	190
第三节 机座当量刚度的控制	192
一、带钢厚度偏差与机座的当量刚度	192
二、机座当量刚度的控制	196
第七章 轧钢机主传动装置	199
第一节 轧钢机主传动装置组成与类型	199
一、轧钢机主传动装置组成	199
二、轧钢机主传动装置类型	204
第二节 轧钢机主传动装置配置中的某些问题	206
一、电动机型式选择	206
二、爬行装置	207
三、减速机配置方式	209
四、联接轴总体配置及其平衡装置	210
五、轧钢机主传动系统的扭转振动	218
第三节 联接轴与联轴节	227
一、万向接轴	227
二、弧面齿形接轴	243
三、梅花接轴	253
四、主联轴节	254
第四节 齿轮座、主减速机与飞轮	258
一、齿轮座	258
二、主减速机	270
三、飞轮	275
第八章 剪切机	280
第一节 平行刀片剪切机参数	280
一、结构参数	280
二、轧件剪切过程分析	282
三、单位剪切阻力与剪切力及剪切功的计算	283
第二节 平行刀片剪切机结构	291
一、上切式剪切机	292
二、下切式剪切机	296
第三节 斜刀片剪切机	305
一、斜刀片剪切机参数	305
二、斜刀片剪切机结构	308
第四节 圆盘式剪切机	314
一、圆盘式剪切机参数	315
二、圆盘式剪切机结构	319
第九章 飞剪机	323

第一节 概述	323
一、飞剪的基本要求	323
二、飞剪的类型	323
三、飞剪区设备的配置	328
第二节 剪切长度调整方式	329
一、启动工作制飞剪的调长方式	329
二、连续工作制飞剪的调长方式	330
第三节 飞剪机结构	333
一、双滚筒切头飞剪	334
二、摆式(往复式)飞剪	337
三、曲柄摇杆摆式飞剪	342
第四节 飞剪的力能参数计算	347
一、剪切力的计算	347
二、飞剪的电动机功率	348
第十章 锯切机械	349
第一节 热锯机	349
一、热锯机的结构型式	349
二、热锯机的基本参数	354
三、热锯机基本参数对锯切过程力能参数的影响	356
第二节 飞锯机	363
一、结构类型	364
二、力能参数计算	366
第十一章 矫正机	368
第一节 概述	368
一、矫正机的作用与类型	368
二、弹塑性弯曲基本概念	371
第二节 辊式矫正机	380
一、轧件在辊式矫正机上的矫正过程与矫正工艺	380
二、辊式矫正机的力能参数计算	384
三、辊式矫正机的基本参数	389
四、辊式钢板矫正机结构	394
五、辊式型钢矫正机结构	404
第三节 拉伸弯曲矫正机组	408
一、拉伸弯曲矫正机的特点	408
二、拉伸弯曲矫正机的矫正原理	409
三、拉伸弯曲矫正机的结构	411
四、拉伸弯曲矫正机组主要参数的选择	412
五、拉伸弯曲矫正机组的驱动形式	416
第十二章 卷取机与开卷机	419
第一节 热带钢卷取机	419
一、地下式卷取机	419

二、地上式卷取机(窄带钢卷取机)	437
第二节 冷带钢卷取机	445
一、冷带钢卷取机的工作特点与类型	445
二、实心卷筒卷取机	447
三、弓形块卷筒卷取机	449
四、扇形块式卷取机	455
五、助卷器	460
第三节 卷筒式卷取机设计	462
一、卷取机结构型式的选择	462
二、主要参数的确定	463
三、卷筒径向压力计算	465
第四节 线材卷取机	470
第五节 开卷机	471
一、双短圆柱头式开卷机	471
二、双长圆柱头胀缩式开卷机	473
三、四棱锥式悬臂开卷机	476
四、窄带钢用双筒回转式开卷机	478
第十三章 辊道与升降台	480
第一节 辊道	480
一、运输辊道	480
二、工作辊道	487
三、机架辊	489
四、辊子结构和辊道的基本参数	493
五、辊道驱动力矩计算	495
第二节 升降台	497
一、升降台结构	498
二、曲柄连杆式升降台平衡原理	498
第十四章 带钢热连轧机与冷连轧机	504
第一节 带钢热连轧机	504
一、带钢热连轧生产工艺和设备概况	504
二、1700带钢热连轧机组概况	511
第二节 热连轧精轧机组的活套支持器与导卫装置	516
一、活套支持器	516
二、导卫装置	527
第三节 带钢冷连轧机	527
一、冷连轧机组的生产工艺过程	528
二、有关冷连轧工艺方面的几个问题	530
三、关于冷连轧设备中的几个问题	534
第四节 连轧机厚度自动控制系统(AGC)简介	539
一、连轧时带钢产生厚度差的原因及厚度控制方案的分析	539
二、热连轧厚度自动控制系统	543

三、冷连轧厚度自动控制系统	546
第五节 板带轧机换辊装置	548
一、工作辊的换辊装置	549
二、支承辊的换辊装置	555
第十五章 冷轧钢板车间连续作业精整机组	558
第一节 冷轧钢板生产工艺过程及精整机组	558
一、冷轧钢板生产工艺过程	558
二、连续作业精整机组的组成	560
第二节 精整机组设计中的一些问题	579
一、工艺参数的确定	579
二、张力装置与张力控制	584
三、机组跑偏控制	592
参考文献	598

第一章 概 述

轧钢生产是将钢锭轧制成钢材的生产环节。与生铁和钢一样，钢材的生产在国民经济中占有重要地位。

生产钢材的方法有轧制、锻造、挤压、拉拔等。用轧制方法生产钢材，具有生产率高、品种多、生产过程连续性强、易于机械化自动化等优点。因此，85~90%以上的钢材是在轧钢车间生产的。从断面较大的钢锭或连铸坯轧成各种小断面钢材，需要经过多次轧制。根据轧制工艺、轧件断面和品种的不同，钢铁联合企业的轧钢生产系统是由工序上相互联系的若干不同类型的轧钢车间组成。它是使钢成材的一个主要生产环节。

从轧制的工艺和车间作用来看，轧钢车间可分成两大类。一类是将钢锭轧成钢坯的钢坯车间，其作用是为后续的轧钢车间提供坯料。根据钢锭重量和钢坯品种不同，钢坯车间可分为初轧车间、板坯车间和开坯车间（中小型）。另一类是将钢坯进一步轧成各种钢材的成品车间。根据成品品种不同，成品车间有型钢车间、线材车间、钢板车间、钢管车间等。

成品轧钢车间生产的钢材种类很多。根据钢材断面形状，大致可分成三大类：型钢、钢板和钢管。其中，型钢的断面形状和品种最多，图1-1表示了某些钢材的断面形状。

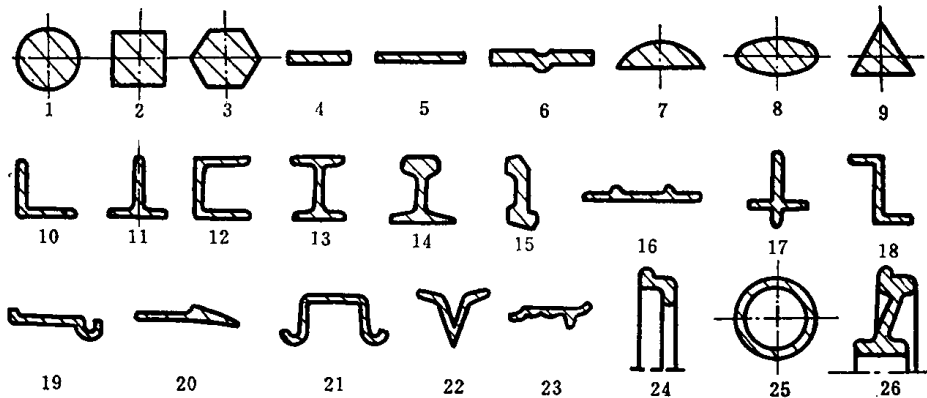


图 1-1 某些钢材的断面形状

- 1—圆钢；2—方钢；3—六边钢；4—扁钢；5—钢板；6—槽形弹簧钢；7—弓形钢；8—椭圆钢；9—三角钢；10—角钢；11—T形钢；12—槽钢；13—工字钢；14—钢轨；15—鱼尾板；16—钢轨垫板；17—钢窗；18—乙字钢；19—汽车轮缘；20—犁头；21—板桩；22—拖拉机爪板；23—拖拉机履带板；24—轮箍；25—钢管；26—车轮

随着轧制工艺和设备的不断发展，以及国民经济各部门对钢材品种要求的不断增长，轧制钢材的品种范围亦在日益扩大。近年来，轻型薄壁型钢、周期断面型钢、冷弯型钢、宽翼工字钢等产品得到了发展。此外，机器制造、国防、铁路车辆、矿山等部门需要的某些零件毛坯或零件，亦开始用轧制方法生产。例如，滚动轴承用的滚珠、滚子、内座圈；

球磨机用的钢球；机械传动中的齿轮、丝杠；铁路车辆用的车轮和轮箍等。这不仅可以提高这些产品的产量和质量，而且实现了无切削或少切削加工，节约了金属消耗。对某些产品来说，用轧制方法来代替原来的锻造或铸造生产，也大大改善了劳动条件。目前，我国某些机械制造厂（如轴承厂等）已建立相应的轧钢车间，用轧制方法生产某些零件毛坯。在某些钢铁企业中，建立了车轮轮箍车间、钢球车间，为国民经济有关部门直接提供零件产品。

我国的钢铁工业，特别是轧钢生产，在解放后得到了迅速发展。目前，我国已自行装备了一批较为现代化的大型轧钢机械设备。例如，1150万能式板坯初轧机、950/800 轨梁轧机、4200特厚板轧机、2300冷轧机、1700热连轧机、700行星轧机、45°无扭转线材轧机、车轮轮箍轧机等。此外，还装备了一大批中小型轧钢车间的机械设备。但在大型化、高速化、连续化、自动化等方面还存在差距，劳动生产率也较低。因此，必须加倍努力，争取在较短时间内赶上和超过世界先进水平。

第一节 轧钢车间类型和机械设备

一、轧钢车间类型与机械设备

1. 轧钢车间类型

(1) 钢坯车间：根据轧制的钢锭重量和钢坯品种，钢坯车间又可分为初轧车间、板坯车间和开坯车间。

初轧车间 主要生产方坯和宽度小于1500毫米的板坯，轧制的钢锭重量为1.2~16吨。

板坯车间 主要生产宽度较大的板坯，轧制的钢锭重量为6.5~32吨。近年来，新建的一些板坯车间，轧制的钢锭重量已达45吨，个别的达到70吨。

开坯车间 主要生产中小型钢坯和薄板坯，轧制的钢锭重量在1.5吨以下。

(2) 成品轧钢车间：根据成品品种，成品轧钢车间可分为型钢车间（轨梁、大型、中型、小型、线材车间）、热轧钢板车间、冷轧钢板车间、无缝钢管车间以及生产某些零件毛坯或零件的车间，如钢球车间等。

一般轧钢车间使用的轧钢机类型及其主要技术特性如表1-1所示〔1〕〔2〕。

2. 轧钢车间机械设备 在轧钢生产中，除轧件在轧钢机上进行轧制的主要工序外，还包括一系列辅助工序，因此需要数量很大、种类很多的机械设备。一个轧钢车间的机械设备重量往往可达数千吨至数万吨。

轧钢机械可分为两大类：主要设备（主机）和辅助设备（辅机）。

主要设备就是使轧件实现轧制塑性变形的设备，一般称为主机或主机列，它包括一个或几个工作机座及其传动装置。主机列的类型和特征标志着整个轧钢车间的类型和特征。

辅助设备是指主机以外的各种设备，用来完成其它一系列辅助工序。辅助设备数量大，种类多，而且，车间机械化程度愈高，辅助设备的重量占车间机械设备总重的比例亦愈大。

根据用途，轧钢车间辅助设备可分为运输翻转机械，例如，加热炉的推钢机，出料机，运送轧件的各种辊道和运输机，引导或使轧件对正孔型的推床，使轧件升降的升降台，冷却并横向运送轧件的冷床，使轧件翻转或调头的翻钢机和回转台等；将轧件切成定

尺的机械，例如，钢坯剪切机，钢板剪切机，飞剪，锯切机等；精整轧件的机械，例如，矫正机等；收集轧件的机械，例如，卷取机，垛板机，打捆机等。此外，在成卷生产板坯的冷轧车间，还有由许多单体设备组成的各种机组，例如，酸洗、退火、镀锌(或镀锡)、横切、纵切等各种机组。

轧钢机类型及其主要技术特性

表 1-1

轧机类型		轧辊尺寸, 毫米		最大轧制速度 米/秒	用途
		直径	辊身长度		
开坯机	初轧机	750~1500	~3500	3~7	用 1~45 吨钢锭轧制 120×120~450×450 毫米方坯及 75~300×700~2050 毫米的板坯
	板坯轧机	1100~1370	~2800	2~6	
钢坯轧机		450~750	800~2200	1.5~5.5	将大钢坯轧成 55×55~150×150 毫米的方坯
型钢轧机	轨梁轧机	750~900	1200~2300	5~7	38~75 公斤/米的重轨以及高达 240~600 毫米甚至更大的其它重型断面钢梁
	大型轧机	500~750	800~1900	2.5~7	80~150 毫米的方钢和圆钢, 高 120~300 毫米的工字钢和槽钢, 每米重 18~24 公斤的钢轨等
	中型轧机	350~500	600~1200	2.5~15	40~80 毫米方钢和圆钢, 高达 120 毫米的工字钢和槽钢, 50×50~100×100 毫米的角钢, 每米重 11 公斤的轻轨等
	小型轧机	250~350	500~800	4.5~20	8~40 毫米方、圆钢, 20×20~50×50 角钢等
	线材轧机	250~300	500~800	10~75	轧制 ϕ 5~9 毫米的线材
热轧板带轧机	厚板轧机	—	2000~5600	2~4	4~50×500~5300 厚钢板, 最大厚度可达 300~400 毫米
	宽带钢轧机	—	700~2500	8~30	1.2~16×600~2300 带钢
	叠轧薄板轧机	—	700~1200	1~2	0.3~4×600~1000 毫米薄板
冷轧板带轧机	单张生产的钢板冷轧机	—	700~2800	0.3~0.5	—
	成卷生产宽带钢冷轧机	—	700~2500	6~40	0.1~5×600~2300 毫米带钢及铁皮
	成卷生产窄带钢冷轧机	—	150~700	—	0.02~4×20~600 毫米带钢
	箔带轧机	—	200~700	—	0.0015~0.012 毫米箔带
热轧无缝钢管轧机	400 自动轧管机	960~1100	1550	3.6~5.3	ϕ 127~ ϕ 400 毫米钢管, 扩孔后钢管最大直径达 ϕ 650 毫米或更大的无缝钢管
	140 自动轧管机	650~750	1680	2.8~5.2	ϕ 70~ ϕ 140 毫米无缝钢管
	168 连续轧管机	520~620	300	5	ϕ 80~ ϕ 165 毫米无缝钢管

轧钢车间辅助设备对产品品种和质量，以及车间的生产率、机械化、自动化程度都有很大影响，对于改善工人的劳动条件，更具有重要意义。

二、轧钢机的标称及布置型式

轧钢机是轧钢车间的主要设备。轧钢机的性能和布置型式，对轧钢车间的生产能力和轧制品种有很大影响。

钢坯和型钢车间轧钢机的主要性能参数是轧辊名义直径，因为轧辊名义直径的大小与其能够轧制的最大断面尺寸有关。因此，钢坯和型钢轧机是以轧辊名义直径标称的。如果在一个轧钢车间中装有若干列（图1-2e）或装有若干架（图1-2g）轧机时，则以最后一架精轧机的轧辊名义直径作为轧钢机的标称。

钢板车间轧钢机的主要性能参数是轧辊辊身长度，因为轧辊辊身长度与其能够轧制的钢板最大宽度有关。因此，钢板轧机是以轧辊辊身长度标称的。

钢管车间轧钢机则是直接以其能够轧制的钢管最大外径来标称的。

应该指出，性能参数相同的轧钢机，采用不同布置型式时，轧钢车间产品、产量和轧制工艺就不同。因此，上述轧钢机标称方法还不能全面反映各种轧钢车间的技术特征，还应考虑轧钢机布置型式。例如，“250半连续式线材车间”，其中，250是指最后一架精轧机轧辊名义直径为250毫米，而半连续式是指轧钢机的布置型式的。

轧钢机布置型式可分为：单机架式、多机架顺列式、横列式、连续式、半连续式、串列往复式、布棋式等。

单机架式（图1-2a）是最简单的一种布置型式，轧件只在一架轧钢机上轧制。初轧、板坯和钢板车间的一些轧钢机都采用这种布置型式。

多机架顺列式中最简单的一种型式是双机架式（图1-2b），轧钢机依次布置成两列。轧件先在第一架轧钢机上轧制数道，然后进入第二架轧钢机轧制。产量和质量要求较高的中厚板轧机一般采用双机架式布置，个别的初轧机也有采用这种布置型式。

由于单机架式和双机架式的布置，在轧辊上能够配置的孔型数目较少，所以中小型开坯轧机和型钢轧机很少采用这两种型式，而采用横列式。

最简单的横列式是由若干架轧钢机工作机座横向布置成一列（图1-2c）。此外，也有布置成两列（图1-2d）、三列（图1-2e）、或三列以上。每一列的工作机座一般由一台电动机驱动，也有用两台电动机驱动。中小型开坯轧机、轨梁轧机、大中型型钢轧机，一般都采用一列式或二列式布置。三列或三列以上的布置型式，常用在小型或线材轧机上。

横列式布置有两个主要缺点：一是每一列中各架工作机座的轧制速度不能随着轧件长度的增加而增加；二是当轧件从一个工作机座向下一个工作机座运送时，必须使轧件横向移动。这就限制了轧钢机生产率的提高。横列式的优点是投资少、易于建造，投产快。在产量要求不大，而品种要求较多的地方钢铁工业，常采用横列式布置。

为了进一步提高生产率，出现了连续式布置（图1-2f和2g）。此时，各架工作机座沿轧制线依次排列，轧钢机工作机座数目，就等于轧件所需的轧制道次数。而且，各工作机座间的距离要比相应的轧件长度小，使轧件能同时在工作机座中连续轧制。在连续轧制时，为了不使轧件在工作机座间拉断或产生很大的活套，各工作机座的轧制速度应符合“秒流量相等”的原则。也就是说，要使每秒钟内通过每一架工作机座的金属体积相等。“秒流量相等”原则，可用下式表示

$$F_1 v_1 = F_2 v_2 = \dots = F_n v_n = \text{常数}$$

其中, F_1 、 F_2 、 \dots 、 F_n 分别为轧件从第一架、第二架、 \dots 和第 n 架工作机座中轧出的横断面面积。而 v_1 、 v_2 、 \dots 、 v_n 分别为第一架、第二架、 \dots 和第 n 架工作机座的轧制速度。

由上式可知, 随着轧件断面的减小, 工作机座的轧制速度应相应地增加。

连续式轧机(连轧机)的工作机座有的采用集体驱动(图1-2f), 有的采用单独驱动(图1-2g)。集体驱动是由一台电动机传动若干架工作机座, 而单独驱动是每一架工作机座都由单独的电动机传动。单独驱动的投资费较大, 但其使用和调整比集体驱动方便, 故应用较多。

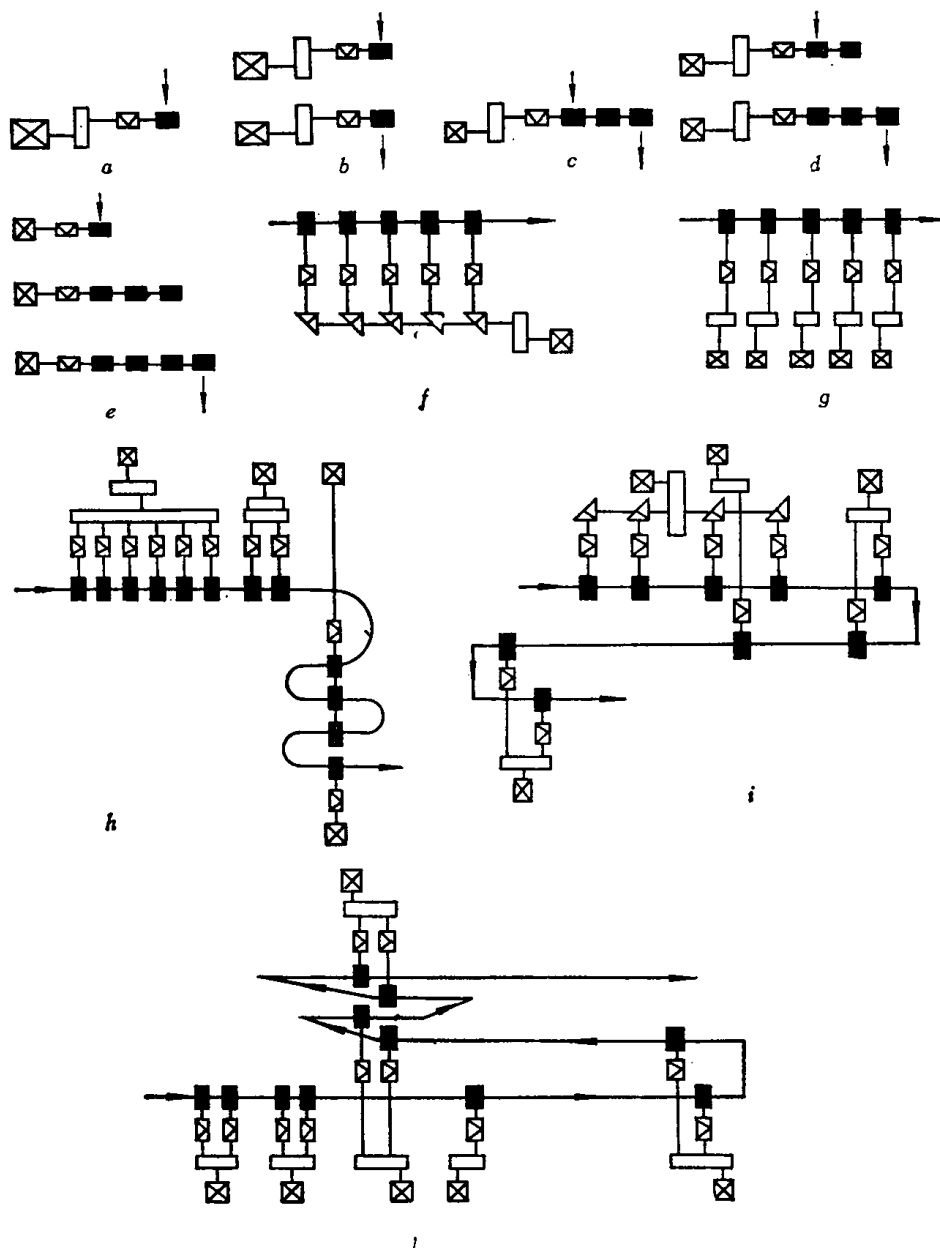


图 1-2 轧钢机工作机座布置型式

a—单机架式; b—双机架式; c—一列横列式; d—二列横列式; e—三列横列式; f—集体驱动连续式; g—单独驱动连续式; h—半连续式; i—串列往复式; j—布棋式

连续式的主要优点是单位产量投资少、轧制速度快、有较高的机械化和自动化水平。在产量较大的热轧钢板车间、冷轧钢板车间、小型和线材车间一般都采用这种布置型式。某些初轧车间中的钢坯轧机也采用连续式。连续式的主要缺点是总投资大、建设周期较长、改变轧件规格时轧机调整不方便。因此，有些热轧钢板车间、小型和线材车间的轧钢机采用了半连续式布置。

半连续式布置的轧钢机一般分成两组，一组轧机布置成连续式，另一组轧机则布置成横列式、多机架顺列式、或布置成其它型式。例如，图1-2h是半连续式小型轧机的一种布置型式，其粗轧机组布置成连续式，精轧机组则布置成横列式。这种布置方案，主要是考虑精轧和粗轧机组的轧件断面不同。粗轧机组轧件断面简单，可以进行连续轧制。精轧机组轧件断面较复杂，孔型磨损也较快，为了便于轧机调整，将精轧机组布置成横列式。

为了高生产率地轧制断面较为复杂的大型和中型型钢，出现了串列往复式和布棋式。

串列往复式（图1-2i）轧钢机工作机座数目，也等于所轧产品需要的轧制道次数，轧件在每一架工作机座中只轧一道。但是，它不是连续轧制，而是跟踪轧制。轧件从前一架工作机座中全部轧出后，才能进入后一架工作机座。为了减少厂房长度，轧钢机布置在几条平行线上。轧件从一条轧制线进入下一条轧制线轧制时，需要进行横向移动。这种布置型式又称为跟踪式或越野式。由于轧件横向移动次数较少，而且，随着轧件长度的增加，各工作机座的轧制速度也能相应提高，故串列往复式轧钢机具有较高生产率。

布棋式（图1-2j）基本上与串列往复式相似，只是将后面几架工作机座布置成走棋式，使车间布置更集中紧凑。

应该指出，轧钢机布置型式很多，上述类型只是其中的一部分。总的说来，轧钢机的布置型式与产品种类、生产规格以及投资费用和制造条件等因素有密切关系，应根据具体条件和生产要求，参照有关车间的方案和经验，加以选择确定。

第二节 某些轧钢机的发展概况

一、初轧机发展概况

初轧机的发展可分为三个阶段：1945年前建的初轧机，一般称为第一代初轧机；1945~1960年是初轧机发展的中期，称为第二代初轧机；六十年代后建的初轧机，称为第三代初轧机。各个发展阶段的初轧机主要特点如表1-2所示〔3〕。

初轧机各发展阶段的主要特点

表 1-2

项 目	第一代初轧机	第二代初轧机	第三代初轧机
年产量，万吨	<100	200~300	500~600
轧辊直径，毫米	<1000	1100~1200	1350~1500
钢锭重量，吨	2~10	12~15	45 (70)
电动机功率，千瓦	—	2×4500	2×6780
轧机型式	方坯初轧机	方坯-板坯初轧机	万能板坯初轧机
自动化程度	人工操作	人工操作	计算机控制
自动火焰清理机	无	无	有
钢坯冷却方式	自然冷却	自然冷却	水冷

第三代初轧机有以下特点：

(1) 万能式板坯初轧机得到迅速发展。六十年代后，随着热连轧机和中厚板轧机的发展，板坯需要量不断增加。因此，除了方坯-板坯初轧机外，专门轧制板坯的万能式板坯初轧机得到了迅速发展。国外在六十年代后新建的五十多台初轧机，有三十多台是万能式板坯初轧机。由于万能式板坯初轧机带有立辊，可以减少轧件翻钢道次，减少轧制时间（比方坯-板坯初轧机减少30%）。轧出的板坯质量好，也易于实现自动控制。

(2) 向重型化方向发展。初轧机的重型化是指大钢锭、大辊径、大功率。万能式板坯初轧机的钢锭重量一般为45吨，个别的达到60~70吨。轧辊直径为1300~1500毫米。主电动机功率比过去提高30%，达到 2×6780 千瓦。现代化重型初轧机的最高产量达500~600万吨/年。

(3) 提高钢坯质量，改进精整工序。初轧坯传统的精整工序是成垛堆放自然冷却和人工清理表面缺陷，这已满足不了高生产率的现代初轧机生产要求。

为了提高钢坯质量、减少初轧坯堆放场地，减轻工人劳动强度，以及便于形成连续生产线。在现代化初轧车间中，初轧机与剪切机之间广泛地设置了在线火焰清理机，并采用了初轧坯水冷装置。图1-3表示了两种板坯水冷装置示意图。图1-3a是水车式板坯水冷装置，图1-3b是沉箱式板坯水冷装置。此外还有平送喷雾式和步进式水冷装置等。

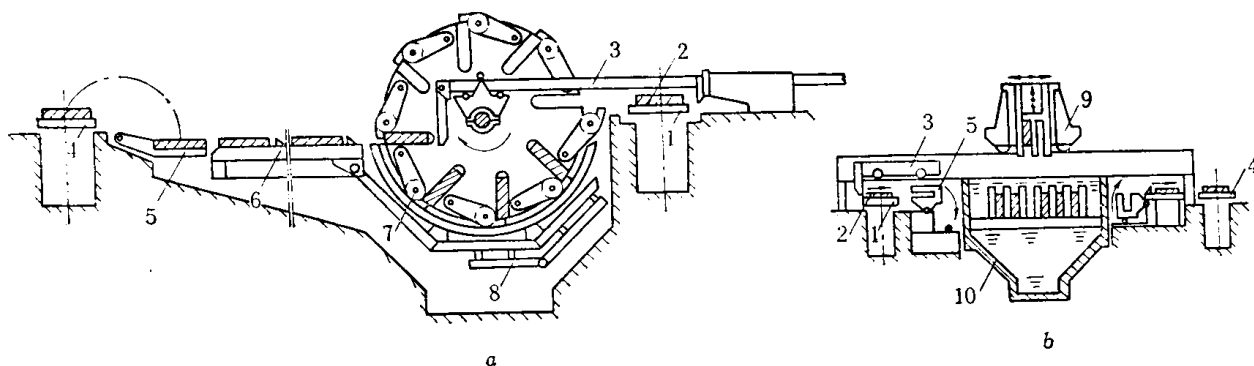


图 1-3 板坯水冷装置

a—水车式板坯水冷装置； b—沉箱式板坯水冷装置

1—输入辊道； 2—板坯； 3—推料装置； 4—输出辊道； 5—翻料装置； 6—拨爪式冷床；
7—水车式冷却装置； 8—冷却水管； 9—板坯夹送装置； 10—水箱

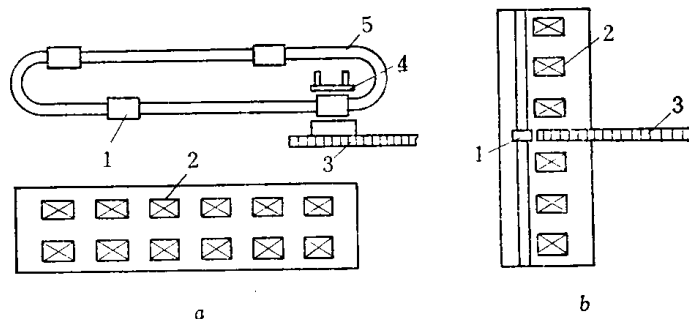


图 1-4 运锭方案示意图

a—环形轨道多车运锭； b—丁字形运锭

1—运锭车； 2—均热炉； 3—受料辊道； 4—推锭装置； 5—环形轨道

(4) 改进运锭方案, 提高运锭能力。随着初轧机产量的不断提高, 运锭车工作日益繁重。为了提高运锭能力, 现代化初轧车间的运锭系统一般采用环形轨道多车运锭和丁字形运锭两种方案 (图1-4)。在第三代初轧机中, 约有三分之二的轧机采用了丁字形运锭方案。

(5) 发展大吨位板坯剪切机。第二代初轧机用的剪切机, 其剪切力一般为 16 兆牛 (1600吨)。而第三代初轧机用的剪切机, 其剪切力已达 25 兆牛 (2500吨) 以上, 有的剪切机最大剪切力达到 30~40 兆牛 (3000~4000吨)。这种大吨位板坯剪切机, 一般采用液压剪、步进剪, 以及可以快速换刀片的上切式剪切机。

(6) 提高自动化程度。六十年代后期, 初轧机自动化发展较为迅速, 从均热炉到板坯精整均已逐步实现自动控制。初轧机的自动操作, 已由卡片程序控制发展为计算机在线控制。

二、线材轧机发展概况

在工业应用上, 要求线材盘重大, 直径公差小, 并具有良好和均匀的机械性能。因此, 近三十年来, 线材轧机在高速、大盘重、高产量、高精度方面有较大发展。

四十年代的线材轧机大部分为横列式线材轧机, 需要人工喂钢, 最高轧制速度限制在 10 米/秒以下。由于速度低、轧件温降大, 影响线材尺寸精度, 因此, 其盘重一般在 80~90 公斤左右。轧机生产能力为 10~15 吨/小时。

五十年代发展了半连续式线材轧机。粗轧机组为连续式布置, 精轧机组为横列式布置, 中轧机组布置成连续式或横列式。在机械化程度较高的半连续线材车间中, 可以不用人工喂钢, 最高轧制速度为 15 米/秒左右, 线材盘重可达 125 公斤。五线轧制时, 轧机年产量为 35 万吨。

五十年代中期出现了连续式线材轧机, 精轧机组一般配置 6~8 架水平辊轧机。六十年代初期, 精轧机组配置了立辊, 形成了水平辊-立辊-水平辊的连续式线材轧机, 可以实现无扭转轧制。由于轧机传动系统结构的限制, 这两种连续式线材轧机最高轧制速度都在 35 米/秒以下, 线材盘重为 300~550 公斤。四线轧制时的年产量为 50 万吨左右。

六十年代中期, 出现了 45° 或 Y 型高速无扭轧机, 最高轧制速度可达 50~70 米/秒。线材盘重达 1500~2500 公斤, 四线轧制时的年产量为 60~80 万吨。

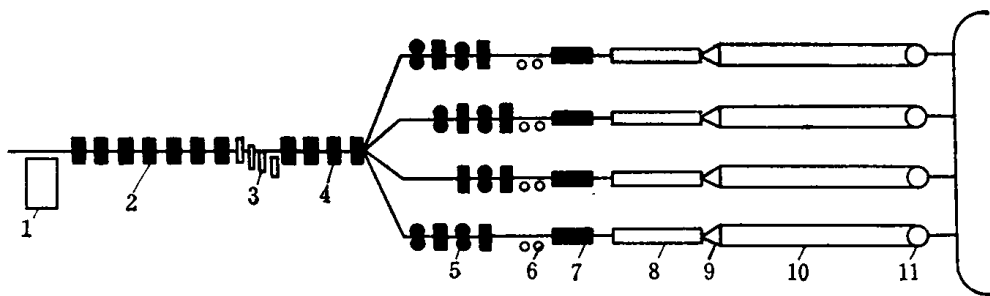


图 1-5 高速无扭轧机线材车间布置简图

1—加热炉；2—粗轧机组；3—切头飞剪；4—第一中轧机组；5—第二中轧机组；
6—切头飞剪；7—精轧机组；8—水冷带；9—吐丝机；10—运输机（空气冷却带）；11—集卷机

图1-5为精轧机组采用45°高速无扭轧机的车间布置简图。粗轧机组 2 和第一中轧机组