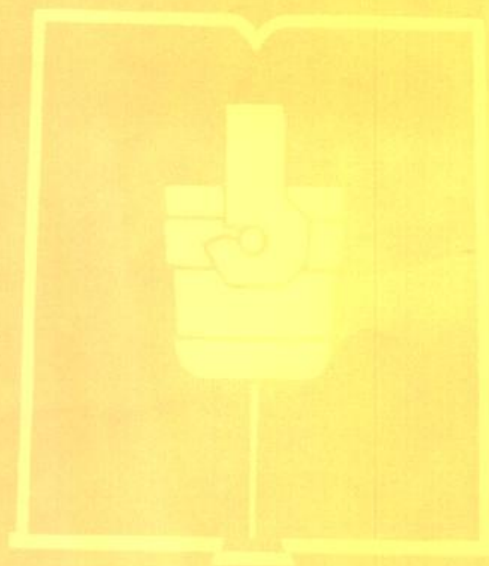


• 高等学校教学用书 •

轧钢机械设备

GAODENG XUEXIAO JIAOXUE YONGSHU



冶金工业出版社

高等学校教学用书

轧钢机械设备

北京钢铁学院 刘宝珩 主编

冶金工业出版社

高等学校教学用书
轧钢机械设备
北京钢铁学院 刘宝珩 主编

冶金工业出版社出版

(北京北河沿大街高碑店北街38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15 1/4 字数360千字

1984年6月第一版 1987年5月第二次印刷

印数5,001~12,500册

统一书号: 15062·4137 定价2.25元

前 言

《轧钢机械设备》是根据冶金部所属院校压力加工专业教学大纲编写的。内容包括轧钢工艺的主要机械设备和辅助设备,着重讲解各项设备类型选择、参数确定、主要部件受力分析和强度验算。本书可作为压力加工专业的教学用书,也可供从事轧钢工作的技术人员参考。

本教材由北京钢铁学院刘宝珩(第一、二、十三章)、瞿文吉(第三、四、七章),东北工学院陈信令和汪祥能(第五、六、八章),西安冶金建筑学院赵元坡(第九、十章及十二章中辊道部分),武汉钢铁学院熊及滋(第十一、十二章)编写。刘宝珩担任主编,东北工学院朱泉担任主审。

本书初稿完成后曾召开审稿会,邀请四所院校的有关同志对书稿进行审查,与会同志对该书内容提出了许多宝贵意见,在此深表谢意。

由于编者水平有限,书中难免有谬误之处,请读者批评指正。

编 者

1983.4.

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 轧钢机的定义及组成	1
第二节 轧钢机的分类	1
第三节 轧钢机主机列的组成	7
第四节 辅助设备分类	9
第五节 轧钢设备的发展动向	10
第二章 轧 辊	12
第一节 轧辊的工作特点与分类	12
第二节 轧辊的结构和参数	12
第三节 轧辊的材料及辊面硬度	15
第四节 轧辊的强度验算	18
第五节 轧辊挠度的计算	24
第六节 轧辊的新材质	31
第七节 轧辊制造的新工艺	32
第三章 轧辊轴承	35
第一节 轧辊轴承的工作特点	35
第二节 轴承的主要类型	35
第三节 非金属轴承衬的开式轴承	36
第四节 液体摩擦轴承	38
第五节 滚动轴承	43
第四章 轧辊调整装置	46
第一节 压下装置的类型	46
第二节 轧辊平衡装置	52
第三节 压下螺丝与螺母	56
第四节 液压压下装置	60
第五章 机 架	67
第一节 机架的型式及主要参数	67
第二节 闭式机架的强度计算	69
第三节 二辊开式机架强度计算	77
第四节 机架的材料及许用应力	78
第五节 机架弹性变形计算	80
第六章 轧钢机座的刚性	81
第一节 轧钢机刚性的概念	81
第二节 轧钢机刚性的测定	83
第三节 影响轧机刚性的因素	84
第四节 提高轧机刚性的措施	85
第五节 轧机刚性与钢板纵向厚度差及控制性能之间的关系	89
第六节 轧机的横向刚性	92

第七章 联接轴	97
第一节 轧钢机联接轴的类型及用途	97
第二节 联接轴的平衡	105
第三节 万向联接轴的强度计算	107
第八章 剪切机	113
第一节 平刃剪	113
第二节 斜刃剪	129
第三节 圆盘剪	135
第四节 飞剪机	137
第九章 热锯机	147
第一节 热锯机的结构型式	147
第二节 锯切力和锯切功率计算	150
第三节 热锯机的基本参数	153
第十章 矫直机	157
第一节 矫直机类型	157
第二节 辊式矫直机	160
第三节 拉伸弯曲矫直机	184
第十一章 卷取机	192
第一节 带钢卷取机	192
第二节 线材卷取机	202
第十二章 冷床、辊道及换辊装置	205
第一节 冷床的作用及基本结构	205
第二节 辊道	208
第三节 换辊装置	219
第十三章 轧钢设备的润滑	224
第一节 概念	224
第二节 润滑材料、性能及选用	225
第三节 轧钢设备润滑方法	226
第四节 稀油润滑系统	227
第五节 干油润滑系统	228
第六节 油雾润滑	231
第七节 轧辊表面润滑和冷却系统	233
附表 国际单位制换算	235
参考书目	236

第一章 绪 论

第一节 轧钢机的定义及组成

一、轧钢机的定义

1. 狭义的定义 轧制钢材的机械设备称为轧钢机, 它使轧件在转动的轧辊间产生塑性变形, 轧出所需断面形状和尺寸的钢材。此外, 为完成全部生产工艺过程, 还必须有一系列辅助工序, 如: 加热、运输、矫正、剪切、包装等, 故它还有广义定义。

2. 广义的定义 用于轧制钢材生产工艺全部所需的主要和辅助工序成套机组也称为轧钢机, 它包括: 轧制、运输、翻钢、剪切、矫直等设备。

二、轧钢机械设备的组成

轧钢机械设备的组成可分为两大类: 主要设备和辅助设备。

1. 主要设备 直接使轧件产生塑性变形的设备称为主要设备, 也称为主机列。它包括: 工作机座(轧辊、轴承、轧辊调整装置、导卫装置及机架等), 万向或梅花接轴, 齿轮机座, 减速器, 主连轴节, 主电机等。

2. 辅助设备 是指主机列以外的各种设备, 它用于完成一系列辅助工序。辅助设备种类繁多, 车间机械化程度越高, 辅助设备所占整个车间机械设备总重比例也越大。有时达主要设备重量的3~4倍, 如1000初轧机, 其设备总重4400吨, 其中主要设备重1000吨左右。

第二节 轧钢机的分类

由于轧钢工业不断发展, 钢材产品种类繁多, 轧机型式也是多种多样。故轧钢机可按用途、构造和布置三种方法进行分类。

一、轧钢机按用途分类

轧钢机按用途分类列入表1-1, 轧机大小与产品尺寸有关, 对开坯、型钢等轧机用轧辊直径表示, 而钢板轧机则由辊身长度表示轧机大小, 钢管轧机则用其所轧钢管最大外径来表示。

二、轧钢机按构造分类

轧钢机构造可以轧辊数目及其在机座中位置为特征进行分类: 具有水平轧辊的轧机, 具有互相垂直轧辊的轧机和呈斜角布置及其它的特殊轧机。表1-2列有各种机座型式。

1. 二辊式轧机 此轧机结构简单, 工作可靠, 由直流电动机驱动, 用于二辊可逆式初轧机, 可将钢锭往复轧制成各种矩形坯。二辊可逆式轧机也可用于轧制轨梁和中厚板。

由直流或交流电动机成组驱动数个二辊式机座组成连轧机组, 可以生产钢坯和型钢, 它具有高生产率的特点。

二辊式轧机也用于叠轧薄板、冷轧带钢及冷轧平整工序等。

2. 三辊式轧机 其同一机座上轧件可两向轧制, 而轧机无需反转, 由一台交流电动

机经减速器和齿轮座驱动数台三辊式轧机，可实现轧件往复多次轧制。它用于开坯和型钢生产，具有设备简单和投资少的特点。轨梁轧机及大型轧机可用直流电动机驱动，在生产中必要时可调速改善轧制条件。

表 1-1 轧钢机按用途分类

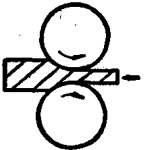
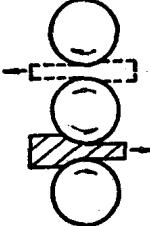
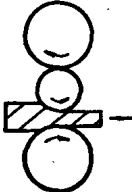
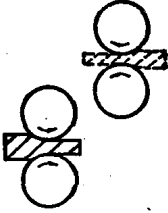
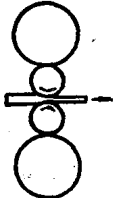
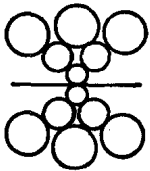
轧机类别	轧辊尺寸 (mm)		用 途
	直 径	辊身长度	
1. 开坯机			
(1) 初轧机	800~1450	—	将钢锭轧成方坯
(2) 板坯机	1100~1200	—	将钢锭轧成板坯
(3) 钢坯轧机	450~750	—	将方坯轧成50×50~150×150mm钢坯
2. 型钢轧机			
(1) 轨梁轧机	750~900	—	轧制43~50kg/M标准钢轨，高度240~600mm钢梁
(2) 大型轧机	500~750	—	轧制大型钢材：80~150mm方钢、圆钢、高度120~240mm工字钢、槽钢
(3) 中型轧机	350~500	—	轧制中型钢材：40~80mm方钢圆钢、高度120mm以下工字钢及槽钢
(4) 小型轧机	250~350	—	轧制小型钢材：8~40mm方钢、圆钢、20×20~50×50mm角钢
(5) 线材轧机	250~300	—	轧制直径5~9mm线材
3. 钢板轧机			
(1) 厚板轧机	—	2000~5000	轧制厚4~50mm或更厚钢板
(2) 热带钢轧机	—	500~2500	轧制400~2300mm宽热带钢卷
(3) 薄板轧机	—	700~1300	热轧厚度0.2~4mm、宽度500~1200mm薄板
4. 冷轧板带轧机			
(1) 冷轧钢板轧机	—	700~2800	轧制宽度600~2500mm冷轧板或板卷
(2) 冷轧带钢轧机	—	150~700	轧制厚度0.2~4mm宽度20~600mm带钢卷
(3) 箔材轧机	—	200~700	轧制厚度0.005~0.012mm金属箔
5. 钢管轧机	—	—	轧制直径达650mm或更大的无缝管
6. 特种轧机			
(1) 车轮轧机	—	—	轧制铁路车轮
(2) 轮箍轧机	—	—	轧制轴承环及车轮轮箍
(3) 钢球轧机	—	—	轧制钢球
(4) 周期断面轧机	—	—	轧制变断面轧件
(5) 齿轮轧机	—	—	轧制齿轮，即滚压齿轮的齿形

3. 三辊劳特式轧机 此轧机中辊直径较上下辊为小，浮动在上下辊间。轧机由交流马达经减速器和齿轮座驱动轧机上下两辊，中辊靠摩擦力转动，轧件可往复多次轧制，用于轧制中厚板或薄板开坯。

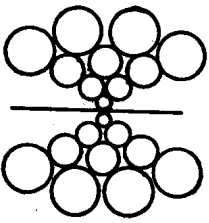
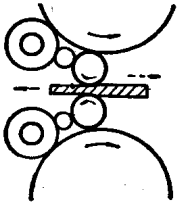
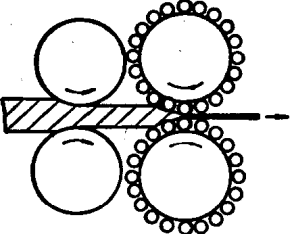
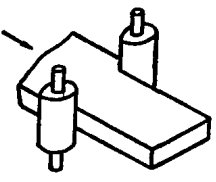
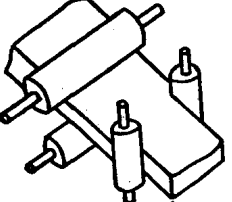
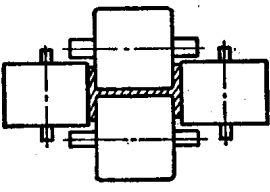
4. 复二辊式轧机 此轧机作用与三辊式相似，但轧辊调整、孔型配置较方便，用于横列式中小型轧机。

5. 四辊式轧机 四辊式轧机是由两个较小工作辊和较大的两个支承辊组成。较小工作辊可以减少变形区接触面积，降低总轧制压力，支承辊起支撑作用，减少工作辊弯曲并加强轧机刚度。为使工作辊位置稳定，工作辊常向轧制方向偏移少量距离，以防止由于轴承间隙造成轧辊中心线交叉。四辊式轧机广泛应用于热轧钢板和冷轧板带。

表 1-2 轧钢机按构造分类表

图 示	型式名称	用 途
	二辊式	1. 可逆式有：初轧机、轨梁轧机、中厚板轧机 2. 不可逆式有：钢坯或型钢连轧机、叠轧薄板轧机、冷轧薄板轧机及带钢轧机、平整机
	三辊式	轨梁轧机，大、中、小型型钢轧机 开坯轧机
	三辊劳特式 (中辊浮动)	中板轧机
	复二辊式	中、小型轧机
	四 辊 式	中厚板轧机、宽窄带钢轧机、冷热薄板轧机、平整机
	十二辊式	冷轧钢板及带钢

续表 1-2

图 示	型 式 名 称	用 途
	廿 辊 式	冷轧钢板及带钢
	偏八辊式 (MKW式)	冷轧钢板及带钢
	行 星 式	热轧板带卷
	立 辊 式	厚板轧机、钢坯连轧机、型钢连轧机
	二辊万能式	板坯初轧机、热连轧板带轧机
	H型钢轧机	轧制高度300~1200mm宽边钢梁

续表 1-2

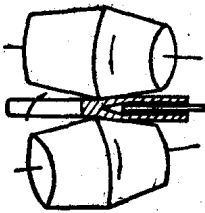
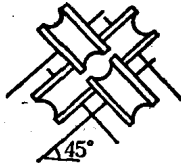
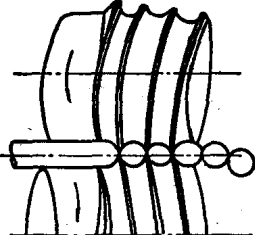
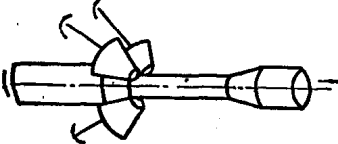
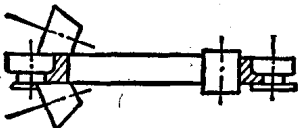
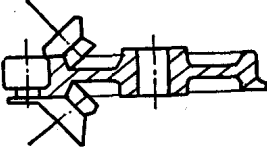
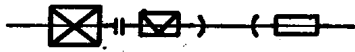
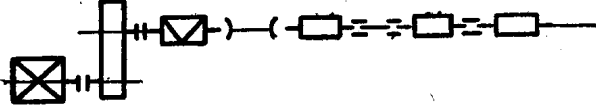
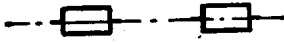
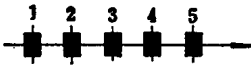
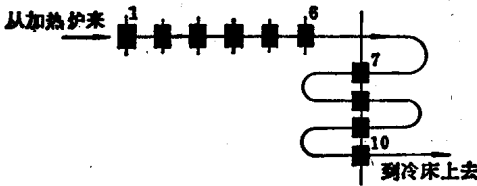
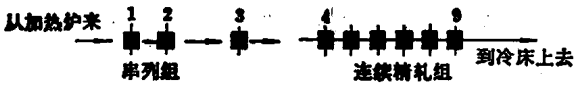
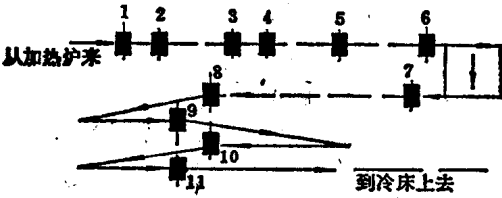
图 示	型式名称	用 途
	斜 辊 式	无缝钢管穿孔机、均整机
	45°式	连续式线材轧机、钢管定径机、减径机
	钢球轧机	轧制钢球
	三辊斜轧周期断面轧机	轧制圆形周期断面
	轮箍轧机	轧制轮箍
	车轮轧机	轧制车轮

表 1-3 轧钢机按布置分类

图 示	布置名称	配置轧机
	单机座式	二辊可逆式、二辊万能式、三辊式、劳特式、四辊式、多辊式、特殊型式轧机
	横一系列式	2~7个机座 三辊式、二辊可逆式交替二辊式
 	二 列 式 三 列 式	三辊式、交替二辊式
 	双机座串联式	二辊式—四辊式 劳特式—四辊式
	连 续 式	二辊式、四辊式、立辊式、45°式有单独和集体传动方式
 	半连续式	二辊式、三辊式、四辊式
	串联布置式	二辊式

四辊式轧机一般驱动工作辊，支承辊靠摩擦力转动，仅在冷轧薄带时四辊轧机工作辊较小，驱动支承辊。

6. 多辊式轧机 为适应冷轧板带产品尺寸向高精度和大的宽厚比方向发展需要，出现了六辊、十二辊和廿辊轧机。廿辊轧机可以轧出几个 μ 的薄钢带和金属箔。另外，为提高轧机刚度，简化轧机结构，又出现了各种类型多辊轧机型式。偏八辊（MKW）式轧机就具有工作辊径小，能轧薄的特点，而且结构简单，并能利用四辊轧机进行改装。其工作辊位于一定偏心位置，由中间辊和侧支辊支撑保持工作辊轴心稳定，支承辊由电动机经齿轮座驱动。

7. 行星式轧机 行星式轧机始用于五十年代，它具有大压下量（压下率 ϵ 达90~95%）的特点，用于生产热轧带钢卷，机座由送料辊和行星辊组成。送料辊给坯料一定压下量形成一定推力将轧件送行星辊进行轧制。行星辊由廿对工作辊和一对支承辊组成。廿对工作辊有同步机构相联，工作辊由轴承座圈驱动可绕支承辊作行星运转。工作辊对轧件呈滚动的运动关系，它与滚动轴承滚柱对外圈运动关系相似。轧件承受数十对工作辊相继轧制，经过积累变形呈现大变形量结果。此种轧机国外多用于不锈钢带生产。

8. 立辊式轧机 此轧机轧辊呈垂直位置，可用于加工厚板侧边。在钢坯或型钢连轧机组中，立辊式轧机与水平位置的二辊式机座交替布置在连轧线上，这可消除孔型系统中的翻钢工序。

9. 二辊万能式轧机 二辊轧机上并附有一对立辊，在轧制板坯时立辊可轧制侧边。此式轧机用于板坯初轧机或热连轧板带轧机开坯机组。

10. H型钢轧机 其在二水平辊间夹有一对立辊，使轧件可在高度和宽度两方向同时轧制。这是专门为生产大型薄壁工字钢用的轧机。

11. 斜辊式轧机 其两轧辊轴线呈交角布置，并以相同方向转动，轧件边旋转边前进。用于无缝钢管穿孔机、均整机。

12. 45°式轧机 它用于连续式轧机，轧辊轴线与水平呈45°角左右交替布置，机座间轧辊轴线相互垂直，主电机传动系统位于轧机两侧。45°式连轧机用于高速线材连轧机、钢管定径和减径机组。

13. 特殊轧机 它是根据不同产品设计的专用轧机，例：钢球轧机、周期断面三辊斜轧机、轮箍轧机、车轮轧机等。

三、轧钢机按布置分类

轧钢机按布置分类见表1-3。

第三节 轧钢机主机列的组成

轧钢机的主要设备由一个或数个主机列组成。主机列包括：主电机、传动机构和工作机座等部分。图1-1为三辊式轧机主机列简图，1为齿轮机座，它将动力传给三个轧辊，由三个直径相等的齿轮封闭在箱体中组成。2为减速器，它以一定速比降低主轴转速，以适应轧辊转速需要。3为飞轮，用于蓄存和释放能量，均衡主电机负荷。4为万向接轴，连接齿轮座和轧辊传递动力。5和6为主联轴节，它们将齿轮座、减速器和主电机连接一起传递动力。7为主电机。8为工作机座。

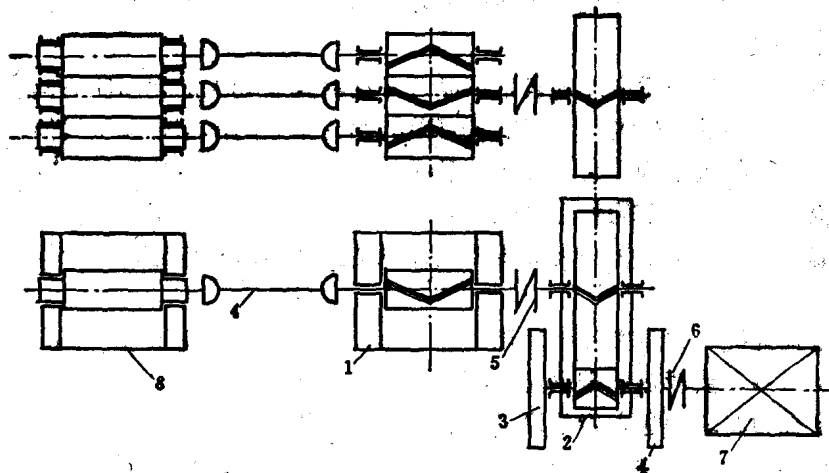


图 1-1 三辊式轧机主机列简图

工作机座是使轧件产生轧制变形的设备，它的常见形式如图1-2所示，为三辊式650型钢轧机工作机座。

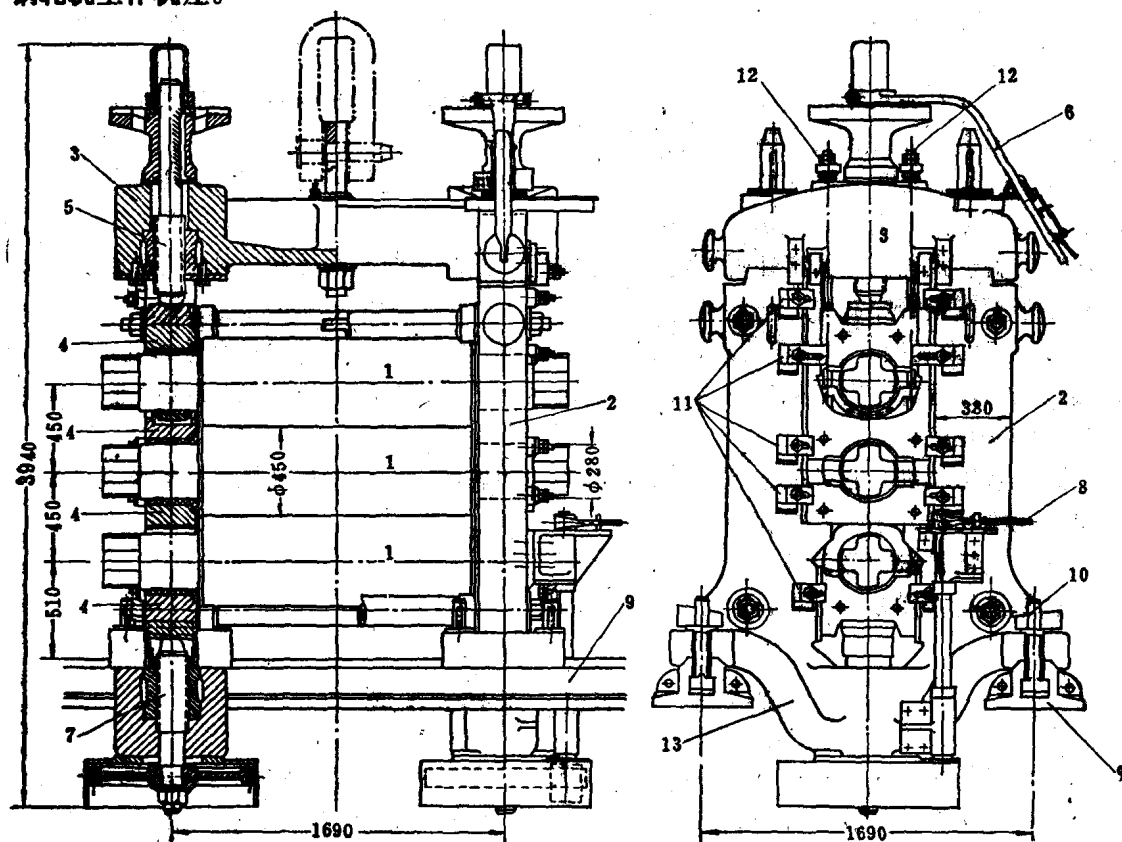


图 1-2 650型钢轧机工作机座

1—轧辊，2—机架（牌坊），3—机架上横梁，4—轴承，5—压下螺丝，6—压下螺丝调整手柄，7—压上螺丝，8—压上螺丝调整手柄，9—轨座（地脚板），10—固定螺丝，11—轴向调整压板，12—平衡弹簧，13—机架下横梁

工作机座主要部件包括：轧辊，机架，轧辊轴承，轧辊调整装置，导板和固定横梁，地脚板等。虽然轧机类型很多，但工作机座组成部分大体上是一致的。

第四节 辅助设备分类

从轧钢车间生产钢材全部工艺过程可看出，除在主机列上完成塑性变形轧制工序外，还要有很多辅助工序，把这些工序连贯起来才能使车间生产从坯料到成品连续进行。例如大型轧钢车间生产钢轨需要以下工序：

表面清理→加热→轧制→锯切→缓冷→矫直→铣头钻孔→淬火→检查

其中每工序均需相应设备来完成。就轧制工序而论，除主机列外，还需要升降、翻

表 1-4 辅助设备分类

辅 助 设 备 名 称	用 途
剪 切 类	
平刃剪切机	剪切坯料和型钢
斜刃剪切机	剪切钢板（有时用于剪切成捆小型钢材）
圆盘剪切机	纵切钢板或剪切板边
飞 剪	横切运动着的轧件
锯 切 机	热锯轧件，有时用于冷锯
矫 直 类	
辊式矫直机	矫直型钢和钢板
斜辊矫直机	矫直钢管或圆钢
张力矫直机	矫直薄钢板
压力矫直机	矫直型钢和钢管
卷 取 类	
线材卷取机	卷取线材
张力卷取机	冷轧带张力卷取钢板
钢板卷取机	卷取钢板成卷
表面加工设备	
酸洗机组	轧件酸洗
镀复机组	轧件表面镀锡、镀锌或塑料复层等
清洗机组	轧件表面清理、洗净、去油等
打 印 机	将轧件打印
打捆和包装类	
打捆机	将线材或带钢卷打捆
包装机	将钢材装箱及包装
运 输 类	
辊 道	使轧件纵向移动
推 床	横移轧件，使轧件对正孔型或轧辊
翻钢机	使轧件按轴线方向旋转一定角度（一般为90°）
转向台	使轧件按垂直轴向旋转90°或180°
推钢机	推动轧件或钢锭、钢坯使横移
拉钢机	横移轧件用
冷 床	冷却轧件并使轧件横移
挡 板	挡住轧件用
堆垛机	堆放轧件用
钢锭车	用以将钢锭从均热炉送到轧机受料辊道

转、运输等各次辅助设备配合完成。从保证生产连续性来看，每项辅助设备都关系着整个车间生产的进行，任何一项设备发生故障都会使全部生产停止；同时，每项辅助设备生产能力均直接影响全车间生产率的大小。因此，在轧钢车间中辅助设备与主要设备比较仅是分工不同，而重要性是同等的。

辅助设备概括可分为两类：

- 1) 改变轧件外形的设备，如：剪切、矫直、卷取等。
- 2) 移送轧件的设备，如：辊道、翻钢机、推床、升降台等。

常用辅助设备列入表1-4。

第五节 轧钢设备的发展动向

近代一些钢铁工业发达国家的轧钢设备发展动向是大型化、连续化、高速化和自动化。这是对钢材要求不断提高产品产量和质量、提高劳动生产率、降低原材料和能源消耗及产品成本的发展结果，这也和轧钢设备制造水平有关的重型机器制造、电机制造、计算机和自动控制以及液压系统等科学技术发展有密切关系。

一、大型化方面

增大钢锭（钢坯）或带卷重量。过去初轧机锭一般为10~20吨，现在已加大到40~50吨。热连轧的最大带卷和坯料重量已由15吨增到45吨。冷连轧卷重达60吨，线材盘重已达2~4吨。

大型化还表现在轧辊直径的增加，初轧机轧辊直径已达1300~1500mm，带钢热连轧机的精轧机组工作辊直径达760~850mm，精轧机组的支承辊直径亦已增加到1700mm。

此外，轧钢机主传动功率不断增加，初轧机主传动功率比过去提高30~50%。热连轧宽带钢精轧机组传动总容量达10万千瓦以上，有的已达12万千瓦。

从前板坯初轧机年生产能力一般为200~300万吨，近代已出现了达500~600万吨年产量的初轧机。

二、高速化方面

宽带钢热连轧速度达28.6m/s，冷连轧已达41.5m/s，线材轧机已达60~75m/s。

轧钢设备高速化是机械制造和自动控制技术水平不断提高的结果，另外，轧钢设备结构不断改进以适应高速化需要也是一个重要方面。例如：45°无扭连续式线材轧机的结构型式就适应于高速化需要。

三、连续化方面

除宽带钢热连轧机、冷连轧机及中小型、线材连轧机外，尚发展了宽边工字钢连轧机、无缝钢管连轧机、连续焊管轧机及圆、方坯连轧机等。

全连续式冷轧机实现了无头轧制，最近十几年来已在生产上应用。它能进一步提高冷连轧机产量、改善产品质量、有效地解决板卷的穿带和抛尾问题，并能实现动态变规格和高速飞剪的剪切，这套控制系统使投资约增加15~20%。

四、自动化方面

目前宽带钢热连轧机的计算机自动控制水平在各类轧机中是最高的，从板坯上料到卷取全部采用电子计算机控制。

冷连轧机上亦广泛采用了钢板厚度自动控制（AGC），平整机上延伸率自动控制

(AEC)和其它自动化措施,如进料侧开卷自动化、自动引料、出口侧自动卸卷、打捆等,还有自动化快速换辊。这些自动化系统一般是在轧钢设备上装设测定参数检测装置,如压力、张力、温度、速度、行程等通过液压和电气控制系统由电子计算机按照一定程序实现自动化操作。

我国建国卅多年来,钢铁工业和重型机械制造业有了很大发展。目前已有一批起骨干作用的大型钢铁联合企业,如:鞍钢、本钢、武钢、太钢、攀钢、首钢、包钢和正在建设中的宝钢等。全国除西藏外各省市都有中小型钢铁企业。一机部所属重型机械厂也具备了制造1150初轧机、4200厚板轧机、1700冷热连续板带轧机、车轮轮箍轧机等成套机组的制造能力。

党的十二大制订了我国到本世纪末国民经济总产值实现翻两番的宏伟目标。要求钢铁工业也要有相应地发展,在钢材生产上要努力增加钢材品种,提高短线产品,如:板带和钢管所占比重,充分利用我国资源条件增加低合金钢和合金钢材的比例。要大力提高钢材质量,降低能源消耗和原材料消耗,提高经济效益,满足国民经济各部门对钢材的需要。

在我国已有的轧钢技术装备中,有一部分(如武钢、太钢和正在建设中的宝钢等)轧钢厂是属于70年代和80年代初水平的。并且将继续建设一批大型化、高速度、连续化、自动化的现代化骨干企业,使我国的轧钢生产在装备水平和技术水平上,在钢材的品种和质量上,在生产效率和经济效率上迅速赶上世界先进水平。在50年代和60年代建立起的一批大型企业,如鞍钢、包钢和攀钢等的轧钢厂技术装备相当于50年代技术水平,对这些轧钢厂设备必须进行技术改造,增设现代化的钢材后部加工设备、自动化控制设备、自动检测设备、更新或增加必要的配套设备,使产品质量和品种以及自动化等方面赶上目前的世界水平。对大批中小型钢铁企业的轧钢设备将选择有条件的、典型的进行相应的技术改造以推动各企业技术水平和经济效益的提高。因此,在我国轧钢生产的发展中,今后一个时期在适当建设现代化新企业、新装备的同时,大力进行原有设备的技术改造和更新挖潜,逐步提高大型化、高速化、连续化和自动化的水平是摆在轧钢工作者面前的一项重要任务。