

热 带 钢 连 轧 机

《热带钢连轧机》编写小组

机 械 工 业 出 版 社

热 带 钢 连 轧 机

《热带钢连轧机》编写小组



机 械 工 业 出 版 社

本书内容以我国自行设计和制造的1700热带钢连轧机为主,结合国内生产经验和国外资料,综合介绍了热带钢连轧机的发展概况、生产工艺流程、设备平面布置、压下规程的制定、辊型设计及调整、工作机座及主传动装置的结构及计算、推钢机及出钢机、辊道、推床、切头飞剪机、卷取机及钢卷收集装置、高压水除鳞及冷却水装置等。对于车间的干稀油润滑系统、液压及气压传动、机械设备的安装和调整也作了介绍。

本书可供热带钢连轧机设计、制造、操作、维修人员以及高等院校有关专业师生参考。

热 带 钢 连 轧 机

《热带钢连轧机》编写小组

(限国内发行)

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092¹/₁₆·印张 24¹/₂·插页 1·字数 612千字

1976年10月北京第一版·1976年10月北京第一次印刷

印数 0,001—6,400·定价 2.00元

*

统一书号: 15033·(内)664

毛 主 席 语 录

路线是个纲，纲举目张。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

一个粮食、一个钢铁，有了这两个东西就什么都好办了。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

前 言

我国人民在伟大领袖毛主席的无产阶级革命路线指引下，贯彻执行“**鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义**”的总路线和“**以农业为基础、工业为主导**”的发展国民经济总方针，我国的钢铁生产取得了飞跃的发展。钢材的品种、规格增长迅速。这是毛主席的无产阶级革命路线的伟大胜利。

带钢和钢板的用途非常广泛，可作焊管、冷弯型钢坯、机械制造、交通运输、汽车拖拉机、石油化工、管道运输以及食品、建筑、桥梁、军工等工业，均需用大量的带钢和钢板。因此，努力增加板带材的生产，对于发展国民经济具有重要意义。

在发展薄板及中厚钢板的生产过程中，采用生产效率高、轧制质量好、生产成本低的热带钢连轧机，是比较有效的方法。近十多年来，世界主要产钢国家对热连轧机的建造和改建都给予极大的重视。

我国在无产阶级文化大革命期间，自行设计、制造了1700热带钢连轧机的全套机械、电机、电器电控设备和自动化仪表等，这标志着我国重型机械、电机电器及仪表制造工业发展的新水平，这是贯彻执行“**独立自主、自力更生**”方针的胜利。

我们编写的“热带钢连轧机”一书，是以国内自行设计、制造的1700热带钢连轧机的技术资料为主，结合国内轧钢厂的生产经验、国外资料及有关院校轧钢专业的教学经验写成。本书主要介绍热带钢连轧机的生产工艺和机械设备，对于高压水除鳞装置、液压气压传动、冷却水装置及干稀油润滑系统等也作了说明。

本书可供从事轧钢机设备设计、制造、操作、维修人员以及高等院校有关专业的师生参考。

本书由第一重型机器厂、东北重型机械学院、重庆大学和江西冶金学院的设计、教学人员组成编写小组编写。在编写过程中得到了鞍钢半连轧厂、北京钢铁学院、北京钢铁设计院、天津电气传动研究所、武汉钢铁设计院、第二重型机器厂等单位的积极支持，在此，我们表示衷心的感谢！限于我们的实践经验和认识水平，书中会有不少缺点和错误，请读者予以批评指正。

《热带钢连轧机》编写小组

1974年4月

目 录

第一章 概述	1
第一节 热轧钢板及轧机	1
一、热轧钢板	1
二、热轧钢板轧机	2
第二节 热带钢连轧机	4
一、热带钢连轧机的型式	4
二、国产 1700 热带钢连轧机	6
第三节 热带钢连轧机自动化概况	7
一、热带钢连轧机自动化发展过程	7
二、热带钢连轧机计算机控制的功能	8
三、国产 1700 热带钢连轧机的计算机	9
第四节 热带钢连轧机的现状及发展趋势	10
一、提高热连轧机产量	10
二、提高轧制带钢质量	12
三、减轻繁重操作、降低带钢生产成本	13
第二章 热带钢连轧机的工艺过程及平面布置	14
第一节 原料选择及轧前准备	14
第二节 粗轧及精轧	21
第三节 轧后冷却、卷取及精整	31
第四节 1700 热带钢连轧机的工艺过程及平面布置	33
第三章 热带钢连轧机压下规程及辊型设计	37
第一节 制订压下规程的原则及方法	37
一、影响压下量的因素	37
二、粗轧机组压下规程的制订	38
三、精轧机组压下规程的制订	40
第二节 速度制度和逐道温度降	42
一、速度制度	42
二、逐道温度降	45
第三节 热轧板轧制压力、传动力矩和传动功率的计算	49
一、平均单位压力的计算	49
二、真实流动极限的确定	54
三、考虑轧辊弹性压扁时接触弧长及总压力	58
四、传动力矩及传动功率的计算	62
五、能耗法计算功率、力矩和轧制压力	65
第四节 轧机生产能力及技术经济指标	69
第五节 四辊轧机的辊型设计及辊型调整	71
一、影响辊缝形状的因素	71
二、轧辊弯曲挠度的计算	74

三、轧辊辊型设计	79
四、辊型快速调整——液压弯辊	82
五、弯辊基本参数的计算	84
第四章 热带钢连轧机的工作机座	89
第一节 轧辊	89
一、轧辊的结构	89
二、轧辊尺寸的选择	90
三、轧辊的强度计算	92
四、轧辊的材料	95
五、工作辊传动的四辊轧机轧辊的稳定性	97
第二节 轧辊轴承及轴承座	99
一、轧辊轴承的特点及基本型式	99
二、轧辊用滚动轴承	100
三、液体摩擦轴承	103
四、轧辊轴承座	114
第三节 轧辊调整机构	119
一、热带钢连轧机压下机构的类型	119
二、1700 热带钢连轧机采用的压下机构	123
三、压下螺丝和压下螺母	127
四、压下螺丝的回松装置	130
五、测压仪	131
六、轧辊平衡装置	133
第四节 机架	135
一、机架的结构	135
二、机架倾翻力矩计算	141
三、机架的强度计算	143
四、机架的尺寸及断面型式的选择	144
五、工作机座的刚度计算	144
六、机座刚度对轧制稳定性的影响	147
第五节 导卫装置、活套支持器及换辊装置	149
一、热带钢连轧机精轧机组导卫装置	149
二、活套支持器	149
三、换辊装置	157
第六节 立辊机座	163
一、下传动的立辊机座	167
二、上传动的立辊机座	171
第五章 热带钢连轧机主传动装置	175
第一节 连接轴及平衡装置	176
一、万向接轴	176
二、滑块式万向接轴的强度计算	184
三、弧形齿式接轴	186
四、弧形齿式接轴的计算	187

五、接轴的平衡	190
第二节 齿轮机座	193
一、齿轮机座的结构型式	193
二、齿轮机座的主要尺寸参数	198
第三节 主减速机	199
第四节 齿轮联轴节	203
第五节 爬行传动装置	205
第六章 辊道及推移设备	208
第一节 辊道	208
一、辊道参数	208
二、辊道结构	209
第二节 分垛升降台	213
第三节 炉前推钢机	215
第四节 炉后出钢机	219
第五节 推床及活动导板	221
第七章 切头飞剪机及下切式液压剪切机	226
第一节 切头飞剪机概述	226
一、切头飞剪机的用途和分类	226
二、切头飞剪与相关设备的工艺联系	226
三、测量装置	227
四、切头飞剪机的工作制度	228
第二节 曲柄式切头飞剪机	229
一、剪切机构	229
二、剪刀间隙调整机构	232
第三节 滚筒式切头飞剪机	233
第四节 切头飞剪机的主要参数	236
一、平行刃剪的剪切力和剪切功	236
二、斜刃剪的剪切力和剪切功	239
三、剪切机构中的扭矩计算	242
四、传动电动机	243
五、曲柄连杆尺寸选择	245
第五节 下切式液压剪切机	246
第八章 卷取机及钢卷收集装置	249
第一节 卷取机	249
一、结构型式与工作原理	251
二、张力辊	255
三、成形辊	259
四、卷筒及其移出机构	260
第二节 推卷机构及卸卷小车	270
一、卸卷方式	270
二、推卷机构	271

三、卸卷小车及卸卷过程	271
第三节 翻卷机、运卷小车、升降台及升降回转台	273
一、翻卷机	273
二、运卷小车	276
三、升降台	276
四、升降回转台	281
第四节 链式运输机	283
一、运输链的分类及用途	283
二、链式运输机的链轮与链条	285
三、链传动功率计算	288
第九章 高压水除鳞及冷却水装置	290
第一节 高压水喷嘴结构选择及水耗量计算	290
一、喷嘴的结构及其选择	290
二、高压水泵站水耗量的计算	295
第二节 高压水除鳞设备组成和工作原理	297
一、高压水泵站	298
二、车间管路	299
三、除鳞点	299
第三节 精轧机后带钢冷却水装置	303
一、带钢冷却装置的型式	303
二、安装技术要求及水耗量计算	307
第四节 轧辊冷却水装置	309
第十章 润滑系统	312
第一节 稀油循环润滑系统	314
一、稀油站的工作	314
二、稀油站的控制	315
三、油库的配置	315
四、车间管路的配置	318
五、机器上管路的配置	319
六、耗油量的确定	321
七、设备的选择和计算	323
八、油管直径的选择	327
第二节 干油集中润滑系统	328
一、干油集中润滑系统的工作	328
二、干油集中润滑系统的设计	329
第三节 润滑材料	332
一、润滑油的选择	332
二、润滑脂的选择	334
三、二硫化钼润滑剂	334
四、润滑油的添加剂	335
第四节 油雾润滑	335

第十一章 液压和气压传动	339
第一节 液压传动	339
一、轧制设备液压系统的特点	339
二、1700 热带钢连轧机的液压系统	339
三、泵-蓄能器站	340
四、主要设备的选择	344
五、液压系统的设计和计算	353
第二节 气压传动	358
一、对气压传动管路的要求	358
二、控制阀	359
三、气压传动计算	363
第十二章 机械设备的安装和调整	365
第一节 地脚螺栓	365
第二节 设备在基础上的安装	367
一、放置垫板	367
二、中心找正	367
三、测量标高和调整水平	369
第三节 主机列的安装	370
一、轨座和机架的安装	370
二、齿轮机座的安装	371
第四节 轴承的安装和调整	373
一、四列圆锥滚子轴承的安装和调整	373
二、液体摩擦轴承的安装	376
第五节 连轧机的使用调整	377
一、轧辊的调整	377
二、轧辊的重调整	379
参考文献	381

第一章 概 述

第一节 热轧钢板及轧机

一、热轧钢板

1. 热轧钢板的种类

我国国家标准规定：厚度4~60毫米的钢板称为厚板；厚度小于和等于4毫米的钢板称为薄板。钢板的宽度和长度尺寸，按厚度的不同有不同要求。

根据钢板的轧制生产工艺不同，习惯上可分为：特厚板、厚板、中板、薄板及带材。其厚度、宽度尺寸范围如表1-1所示。

表1-1 热轧钢板的种类

热轧钢板品种	厚度(毫米)	宽度(毫米)	备 注
特厚板	60~160	600~5000	最厚达700毫米
厚板	20~60		
中板	4~20		
薄板及带材	0.2~20	60~2350	

中板的厚度范围各国规定不尽相同，多数在4~10毫米之间。我国习惯中板厚度可达20毫米。厚板的定尺长度，一般为4~12米，最长可达18米。薄板（包括一部分中板）可以切成定尺长度或以钢卷形式供应。

按照钢板的用途，可以分为如表1-2所示的各种类型。

表1-2 钢板按用途的分类

热 轧 钢 板 的 品 种	机 械 性 能		常 用 厚 度 (毫米)
	σ_b (公斤/毫米 ²)	δ (%)	
1. 热轧厚钢板			
造船用钢板	41~50	16~20	4~32
桥梁或构造用钢板	38~45	>22	8~30
锅炉钢板	34~50	20~26	8~32
机车等火箱用钢板	33	35	8~32
容器用钢板	32~47	>18	8~25
铁道车辆运输工具用钢板	—	—	4~30
焊管坯	—	—	4~36
2. 热轧薄钢板及带钢			
一般用途薄钢板	—	—	1~3
焊管坯	—	—	0.15~20(25)
汽车及拖拉机用钢板	26~75	13~30	0.9~4
屋面板	—	—	0.4~1.75

2. 热轧钢板的质量要求

热轧钢板的钢种有普通碳素钢、优质碳素钢、低合金钢、高合金钢、不锈钢、耐热耐酸钢、焊管钢等。其机械性能、化学成分及验收标准在国家标准及技术条件中均有具体规定。

钢板的尺寸公差，特别是热轧钢板的厚度精确性具有重要意义，因为它关系到金属的节约和制品的强度与重量。轧钢厂都争取按负公差轧制钢板，以节约金属。我国热轧厚钢板尺寸公差可见国家标准（GB708-65，GB709-65）的规定。

对于碳素钢热轧厚钢板表面的质量要求，国家标准规定：钢板表面应平整洁净，不得有气泡、结疤、裂缝、折叠和分层等缺陷，板形应平直，在每米上的瓢曲或波浪不得大于10毫米。钢板表面不允许有局部突起及扭弯等。

对于热轧合金钢板应符合专门技术条件的质量要求。

为检查钢板质量是否符合要求，除尺寸、外观检查外，还应根据不同钢板品种的要求进行拉伸、冲击、冷弯、深冲及硬度等试验，以及必要的化学分析、显微组织检查等。

随着热轧钢板生产技术的不断提高，对钢板及带材的质量要求日益提高，同时对带材的轧制、精整、热处理等生产工艺也不断提出更高的技术要求。

二、热轧钢板轧机

在现代轧钢生产技术发展的条件下，最好采用板坯及连铸坯作为原料来轧制厚钢板或钢卷。除轧制最重的钢板（如装甲钢板等）采用重型钢锭外，对一般的厚板和中厚板，采用钢锭直接轧制成钢板是较陈旧的生产方法。

根据钢锭或板坯的原始尺寸和成品钢板尺寸，以及需要的生产率，采用不同轧线布置和各种构造的轧钢机。

1. 轧制特厚板及厚板

轧制普通碳素钢、低合金钢、合金钢的特厚板及厚板采用的坯料，现在多用5.5~36吨重的板坯，或采用30~60吨重的铸锭直接轧制。成品钢板规格：厚度一般为4~300毫米，宽度达5000毫米，长度达40米。

轧制特厚板及厚板的轧机型式，根据板材品种规格及产量的不同，有下列几种：

- 1) 单机座四辊式轧机；
- 2) 具有立辊除鳞机座的单机座（或双机座）四辊式轧机；
- 3) 具有二辊式除鳞机座的单机座（或双机座）的四辊式轧机；
- 4) 具有二辊式及立辊式除鳞机座的单机座（或双机座）的四辊式轧机等。

热轧厚板及特厚板车间，机械设备重量在1.0~2.5万吨或更多。最大轧制速度达6米/秒。轧机年产量在50~180万吨。

四辊式轧机的辊身长度为3000~5000毫米，工作辊辊径为1000~1130毫米。支承辊辊径根据辊身长度的增加而加大，辊身长度在3000~4000毫米者，支承辊直径在1600~1800毫米之间，辊身长度超过4000毫米者，支承辊直径在1800~2000毫米之间。现代化重型厚板轧机，辊身长度尺寸达5000~5590毫米，其支承辊直径达2000~2300毫米。单个支承辊重量达140~180吨。支承辊总长度达8~13米。

2. 轧制中厚板及薄板

一般厚板轧机均可以轧制中厚钢板。此外，于1864年出现的三辊劳特式轧机，多年以来主要用于轧制中厚板。随着板材需要量的增加以及质量要求的不断提高，逐步改进了轧钢设

备。近年，三辊劳特式中板轧机的建造已经减少，而代之以建造单机座或双机座四辊式轧机。年产量约50~60万吨。新建和改建的中厚板轧机，轧辊辊身长度已达4000毫米。

主要用于轧制普通碳素钢、低合金钢及合金钢的热轧薄板，还可分以下几种轧机：

1) 带炉内卷取机的四辊式轧机：这种轧机在工作机座前后设有带钢加热炉，炉内设有卷取机，可以往复轧制。此类轧机出现于1935~1936年，1949年以后开始在工业上应用。此轧机的优点是：利用卷取机在炉内可以调节带钢的终轧温度，可以轧制加工温度范围较窄、难以变形的合金钢种，并且根据轧材的物理-机械性能要求，可有较多的轧制道次。能轧制厚度为1.5~10毫米的带钢。年产量在15~60万吨之间。这种轧机的缺点是：轧出的带钢厚度误差大，表面质量及板形比半连续式带钢轧机所轧的带钢质量差，金属烧损多，操作管理复杂，需要经常换辊，生产成本低，因而影响到它的广泛使用。

2) 行星式带钢轧机：行星式轧机的示意图如图1-1所示。

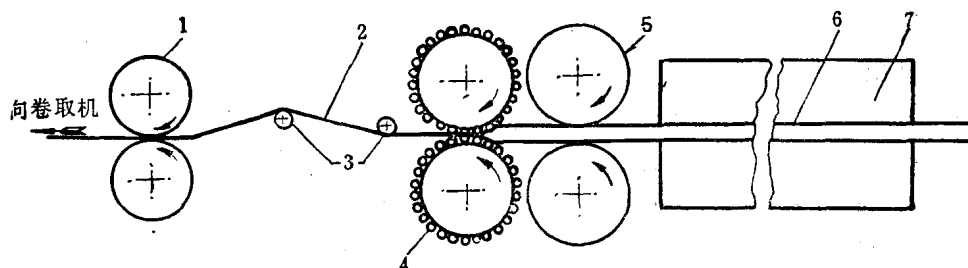


图1-1 行星式带钢轧机示意图

1—精轧机轧辊；2—带钢；3—带钢张力调整装置；4—行星轧机工作辊；5—送料辊；6—板坯；7—加热炉

板坯在加热炉中加热到轧制温度后，经送料辊送入围绕在两个支承辊外周的小直径行星辊之间进行轧制。轧了一道次后，可将厚度125毫米的板坯轧制成为0.8~1.4毫米的带材。相对压下量一道次可超过90%以上。带材经过精轧机轧制后，卷成钢卷，进行精整，切成定尺钢板。这种轧机可以轧制特殊合金钢，如钛合金钢、高碳钢、不锈钢和硅钢等。由于轧机在工作中振动大、调整麻烦、设备磨损较快、轧出的带钢表面不平整、质量差、设备生产率低，故仅用于轧制产量少，加工温度范围较窄，难于变形的特殊钢和合金钢。

3) 热轧叠板轧机：采用二辊不可逆式轧机，以2~8层叠板往复传递，周期轧制。成品厚度范围在0.3~1.5毫米。最厚可达3.75毫米。这种轧机设备简单、建造容易、投资少，建设快。但轧机具有产量低、金属损耗大、轧制钢板表面质量差、操作劳动强度大等缺点，现逐渐趋于淘汰。

4) 连续式及半连续式热带钢轧机：采用连续式或半连续式轧钢机热轧带钢的生产方法，是将厚板坯加热到轧制温度后，从炉中取出，清除表层氧化铁皮，经粗轧机组和精轧机组轧制成为厚度1~20（发展趋势是0.8~25）毫米的带钢，并卷成钢卷。板坯经一次加热，连续轧制出成品卷材，生产效率高，金属损耗少，成本低，质量好。因此这种轧机设备重量虽大，投资高，建设时间较长，但在设备安装投产后，其巨大生产能力，远非其他类型薄板、中厚板热轧机所可匹敌，故在近代得到广泛的应用。

为发展钢铁工业生产，满足现代工业对板带材的需要，必须重视热带钢连轧机的建造和改建。

第二节 热 带 钢 连 轧 机

为提高热轧薄板的产量，改进叠轧操作，采用连续轧制，轧成长带钢后再切成钢板的设计，早在上世纪末，就开始研究。在 1892 年建造了二辊式五机架的带钢热连轧机〔1〕。这台轧机的末架轧制速度仅为 2 米/秒。由于轧制速度低，引起带钢冷却，不能保持带钢全长上的厚度偏差在容许范围内，连轧没有成功。此后约 30 年间，虽建设了其他几台热连轧机，力求提高轧制速度，但在连续式轧制的发展上并无显著作用。1924 年及 1926 年，美国在阿斯兰和巴特勒建造了辊身长度为 1470 及 1070 的热连轧机〔2〕，实现了带钢连续轧制生产，这是热带钢连轧机发展的开始。由于带钢连续轧制提高了产量，到 1940 年，全世界已建造 30 多台。特别是在 1961 年以后，由于轧钢机的电气传动、自动控制新技术的发展，热连轧机的发展，更为迅速。从图 1-2 中可以看出近几十年热连轧机的发展概况。

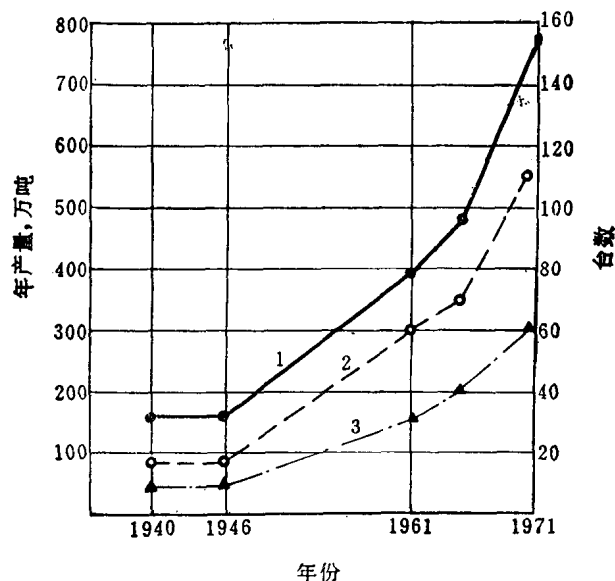


图1-2 热连轧机的发展概况

1—世界热连轧机台数；2—热连轧机的最大年产量；
3—热连轧机的平均年产量

目前在世界钢产量较多的国家中，由热连轧机所轧制的板材已达板材总产量的 80% 以上。

一、热带钢连轧机的型式

现代化连续式热带钢轧机，主要用于轧制厚度为 1~20 (0.8~25) 毫米的带钢。连轧机使用的原料为厚度 150~350 毫米的板坯或连铸坯。在连续式加热炉中，将板坯加热到轧制温度后，先在粗轧机组的立辊除鳞机座破除板坯表层的氧化铁皮。经粗轧机组各工作机座后，轧制成厚度为 25~60 毫米的长带坯。经过切头飞剪机切去带坯端头，送入具有 6~7 座四辊式连轧机的精轧机组中，轧成成品厚度的带钢。经冷却到 550~650℃ 后，卷成钢卷，用链式运输机送往热轧卷材仓库存放。冷却至常温后，由精整工段的横切机组或纵切机组经开卷、矫直、平整及剪切后，切成定尺长度的热轧钢板或窄带钢卷，供应工业生产需要。

热轧钢卷也可经链式运输机，直接送往冷轧车间钢卷存放场存放，经酸洗后送入冷轧机进行冷轧，轧制成 0.18~3 毫米的带钢。冷轧钢卷经热处理、平整、剪切，切成定尺长度钢板。

热连轧机可分为：连续式、空载返回连续式、半连续式、复合半连续式、四分之三连续式热带钢轧机。各种热连轧机的主要轧制设备组成见表 1-3。

连续式热带钢轧机，除立辊机座外，共有 11~15 个工作机座，均为不可逆式轧机。各机座均进行一道次轧制。根据车间设备组成及主电机功率的不同，轧机年产量约在 200~600

表1-3 热带钢连轧机的型式

型 式	板坯厚 (毫米)	成品厚 (毫米)	机座总数 (不包括 立辊机座)	粗 轧 机 组 机 座 数				精轧机组 机 座 数	备 注
				立辊 机座	二辊式 不可逆 轧 机	四 辊 或 二 辊 式 可逆轧机	四辊式不 可逆轧机 或连轧机	四 辊 式 连 轧 机	
连 续 式	150~350	1~20	11~15(16)	1	3	—	2~3(4)	6~9	
				1	1~2	—	3~4	7~9	
空载返回 连续式	150~350	1~20	10~15(16)	1	2~3	—	2~3(4)	6~9	粗轧1、2机 座空载返回
半 连 续 式	120~250	1.2~20	7~9	或0~1	或0~1	1	0~1	6~7	
	120~250	1.8~50	7~8	0~1	—	1~2	—	6	设有厚板加 工线设备
四分之三连续式	150~350	1~20(25)	8~13(14)	或0~1	或0~1	1	1~3(4)	6~9	便于分期建设

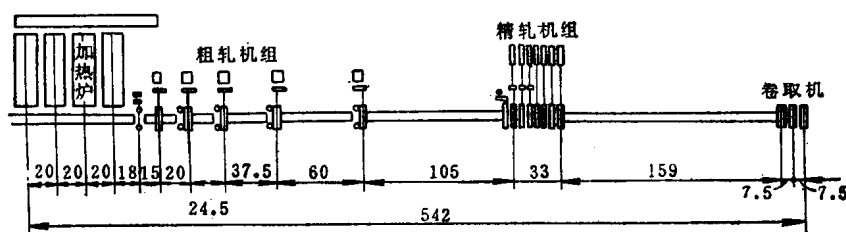


图1-3 连续式轧机平面布置简图

注：尺寸单位是米。

万吨之间。车间设备平面布置示意图见图 1-3。

空载返回连续式热带钢轧机，除立辊机座外，共有 10~15 个工作机座。其中除粗轧机组 1 和 2 号工作机座在轧制第一道次后，用工作辊道将板坯运回机前，进行第二道次轧制外，其余各机座均进行一道次轧制。轧机年产量与上述连续式轧机相同，但车间建筑厂房和设备可略为缩短及减少。

半连续式热带钢轧机，除立辊除鳞机及一台二辊不可逆式轧机外，用一台可逆式四辊轧机反复轧制，进行几道次压下，轧成带坯送往精轧机组，精轧后卷成钢卷。共有 7~9 个工作机座。轧机年产量根据设备能力不同，约在 100~250 万吨之间。车间设备平面布置示意图见图 1-4。

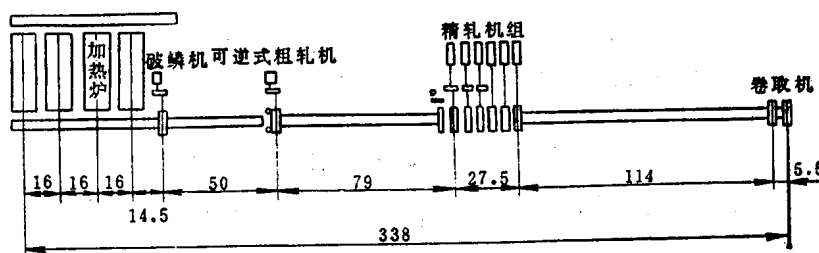


图1-4 半连续式轧机平面布置简图

注：尺寸单位是米。

复合半连续式热带钢轧机与上述半连续式轧机相同，但车间设有中厚板精整线设备。由粗轧机组轧出的厚带钢，用中间辊道上设置的横向链式运输机，将厚带钢送往厚板精整线的辊道上，进行冷却、矫直、精整、切成厚钢板。车间生产便于改变板材品种，有灵活性。共有 7~8 个工作机座。年产量低，根据设备能力不同约在 80~160 万吨之间。

六十年代新出现的四分之三连续式热带钢轧机的粗轧机组，采用一台四辊式或二辊式可逆轧机来代替 3 台四辊式不可逆粗轧机，其余轧制设备与连续式相同，这样可以减少设备重量，缩短车间长度，减少建设投资。车间年产量与连续式热带钢轧机相同。鞍钢在 1959 年提出过这种轧机。

近十几年来，由于机械、电机及电器设备制造业的发展，特别是电力传动、供电设备及自动控制系统的改善，如采用可控硅整流供电，电子计算机控制生产操作，提高了轧制速度，降低带钢头尾温度差，使新建的热连轧机可以采用重板坯，轧制大钢卷，提高了产量，近年在世界上投产的大型宽带钢热连轧机中，采用板坯重量已达 45 吨，最大轧制速度已达 30 米/秒。

建设一套完整的、自动化控制的连续式热带钢轧机车间，所需投资比建设单机座或其他类型板材热轧机高出甚多，但轧机的单位时间单位产量的建设投资少。热连轧机不仅生产能力巨大、减少金属损失、提高成品率、降低生产成本，由于轧制重型钢卷，也提高了冷轧车间及其后部精整工序的劳动生产率。从长远考虑，建设和改造现代化热带钢连轧机是合理的。

二、国产 1700 热带钢连轧机

国产 1700 热带钢连轧机设备设计中实现了以下各点：

1. 增大板坯重量，提高轧制速度，提高了产量。

1) 1700 热连轧机采用重量达 24 吨的板坯，有利于提高车间产量。

2) 精轧机组主传动采用双电枢式直流电机传动。采用可控硅励磁装置，最高轧制速度达 18 米/秒。

3) 粗轧机组采用三个机座，并预留增建第 3 架的位置，其中水平辊 1 号机座为四辊万能可逆式粗轧机。精轧机组采用 7 个机座，并预留增建第 8 架的位置，增大轧制能力。便于分期建设。

4) 增大了加热炉能力。采用 6 段式连续加热炉 5 座。

2. 采用新结构，提高轧制带钢质量。

1) 设计了新结构的热板坯出钢机，减少板坯出炉时的划伤、卡钢以及对辊道的冲击。

2) 加强了设备刚度，粗轧机架立柱断面积达到 5800 厘米²，精轧机架立柱断面积达 6500 厘米²，增大各机座支承辊直径达 1550⁺³⁰毫米，以减小机座变形对带钢厚度的影响。

3) 为改进轧制的带钢表面质量，加强对热板坯的除鳞效果。采用 150 公斤/厘米² 的高压水除鳞装置，改进喷嘴型式，并在高压水除鳞装置前，留有装设沿辊身长度方向带刻槽的破鳞辊的位置。

4) 后部几个精轧机座主传动采用弧形齿接手，润滑方便，高速转动平稳。

5) 为强化输出辊道上带钢的冷却效果，改善带钢机械性能，采用低压层流冷却装置。最大耗水量为 20000 米³/小时。

6) 采用两台三个成型辊的卷取机及一台四辊式厚带卷取机，结构简单，可卷重型钢卷。

3. 改进结构，便于制造，有利于使用和维修。

1) 设计中尽量采用标准化、通用化零部件, 便于制造, 减少备件储备量。对于设备的经常检修部位, 考虑尽量按组件更换, 实现快速装卸。拆卸的组件在机修间进行检修, 减少在设备上的维修工作量和停机时间。

2) 简化设备传动装置, 多数设备采用电动机直接传动, 可减少能耗, 便于维修。

3) 在精轧机组前设有下切式液压剪切机, 可快速处理事故及合理利用中厚带坯。当需要时, 也可作剪切带坯的头部, 并便于研究在一个轧机中采用两台飞剪的情况。

4) 增加备用的加热炉及卷取机, 可以轮换检修而不影响轧机生产。

4. 改进轧制操作, 提高自动化控制。

1) 各机架均装有测压仪, 反馈压力信号, 控制压下装置, 调整厚度偏差, 有利于安全生产。轧机装有轧件温度、带钢厚度、宽度、辊缝开度、导尺开度及热金属检测器等自动化仪表。

2) 车间设备可以手动操作、自动工作及分期安装二级电子计算机控制操作。

3) 精轧机组采用快速换工作辊装置, 将轧辊直接拉进磨辊间, 并进行快速磨辊。

4) 采用工业电视, 扩大操作工的视野。

第三节 热带钢连轧机自动化概况

一、热带钢连轧机自动化发展过程

从1926年首次建成1070毫米半连轧机后, 在最近几十年内, 热带钢连轧机的发展很快, 相应的轧机自动化水平也越来越高, 从单机手动操作, 发展到多级计算机控制的综合自动化。

从热带钢连轧机自动化发展的过程看, 大致可分下列四个阶段。

1. 三十至四十年代: 这时期轧机的速度都较低, 一般不超过5*/秒。供电系统一般采用旋转变流机组公共母线供电方式。用电机放大机-发电机-电动机调速系统, 控制系统是继电-接触器有接点系统。操作人员依靠少量的常规仪表手动调节轧制速度、压下量、厚度及温度等工艺参数, 采用大张力轧制工艺。

2. 五十年代: 这时期在供电系统上, 采用单独供电方式代替公共母线供电方式, 同时采用水银整流器代替旋转变流机组。使用磁放大器或电子管放大器-水银整流器-电动机调速系统, 并开始采用磁放大器、电子管放大器等无接点的控制系统。轧制速度一般在10*/秒以下。

在这时期内出现了设置仪表操作间(室)的局部集中监视和控制形式。检测仪表虽然有所提高, 但绝大部分还是开环的。只能供操作人员观测用, 不能进行闭环控制。主要仍依靠操作人员手动操作轧制, 仍然沿用大张力轧制工艺。

3. 六十年代: 这时期在供电系统方面, 出现了可控硅供电的新技术, 半导体技术也得到了较大的发展。开始用可控硅和半导体调节器代替水银整流器和磁放大器、电子管放大器(但在某些电网容量不足的个别场合, 仍然有保留旋转变流机组, 但采用可控硅励磁的方式)。采用半导体调节器-可控硅-电动机调速系统。轧制速度提高到15~20*/秒左右, 并采用了小张力和升速轧制的新工艺。

在控制系统方面, 出现了采用电子计算机控制精轧机架的压下, 进行厚度调节的自动化