

首钢特钢公司全连续棒材轧机生产线工艺设备设计特点

钱振伦 陈颖 李宏兴 林尚彬 杜鹏 傅乐泰 樊振华

(北京首钢机电有限公司)

摘要: 结合首钢特钢公司南区轧钢厂搬迁和西区 650 初轧的改造, 详实地介绍了新建全连续棒材轧制生产线工艺和设备的设计特点和思路。该机组采用了平立交替布置的高刚度短应力线轧机, 采用了启停式飞剪和经过优化设计的冷床系统, 其工艺和装备具备成熟、可靠、合理的特征, 对棒材连轧的建设和改造具有借鉴推广的价值。

主题词: 轧钢工艺 短应力线轧机 冷床 飞剪

DESIGN CHARACTERISTIC OF PROCESSING EQUIPMENTS OF CONTINUOUS BAR ROLLING MILL AT SHOUGANG SPECIAL STEEL CO.

Qian Zhenlun Chen Ying Li Hongxin Lin Shangbin

Du Peng Fu Letai Fan Zhenhua

(Beijing Shougang Machinery & Electricity Co., Ltd.)

ABSTRACT: This paper has introduced design characteristics and train of thoughts of processing equipment of continuous bar rolling mill, combined with move of rolling mill of south section at Shougang Special steel Co.. This assembling set has adopted the rolling machine that it is high stiffness and short stress-line and it is laid horizontal and vertical by alternating. In addition, start-stop flying shear and cooling table that has been optimized are used in the assembling set. The set has the character that technics and facilities is mature, dependable and rational, which is valuable to spread and use for reference in the matter of construction and improvement of continuous bar rolling mill.

KEYWORD: Rolling Process Rolling machine of short stress-line
Cooling table Flying shear

首钢特钢公司南区中小型轧钢厂原有三个车间, 分别为 500 开坯车间、430 车间和 250 车间, 年开坯能力为 20 万吨, 年产钢材 23 万吨。存在的主要问题有:

- (1) 全部成品均为两火成材, 能耗高, 金属收得率低;
- (2) 钢坯单重小, 产量低, 成材率低;
- (3) 工艺水平低, 设备陈旧落后, 产品质量不稳定。

北京首钢机械自动化工程有限公司

该厂地处北京西站东侧，污染、扰民严重，北京市政府要求限期搬迁至特钢公司西区。

特钢公司西区 $\phi 650$ 初轧厂原有 $\phi 650$ 三辊轧机四架，加热炉两座，以及相应的公辅配套设施。年开坯能力为40万吨。主要产品有90~110毫米方坯，9~20 $\times$ 240毫米带坯和 $\phi 85\sim\phi 100$ 毫米圆钢等。钢种有碳素结构钢、碳素工具钢、合金结构钢、轴承钢和弹簧钢等。

首钢机电公司是此项搬迁改造工程的设计制造总承包单位。

1. 主要设计思路和特点

1.1 主要设计思路

首钢特钢公司中小型轧钢厂搬迁改造一期工程依托特钢公司西区 $\phi 650$ 初轧厂现有的加热炉、 $\phi 650$ 轧机、250吨热剪等生产设备及相配套的公辅设施，利用现有的 $\phi 650$ 初轧厂厂房和其东侧的原热轧薄板厂厂房，在第二架 $\phi 650$ 初轧机后部新建一套全连续棒材轧制机组及相应的配套设施，形成第一、二架 $\phi 650$ 轧机与18架无牌坊高刚度短应力线组成的全连续棒材生产线，年生产 $\phi 12\sim 60$ 毫米的棒材23万吨。其原料主要采用首钢总公司转炉钢优质矩形坯，少量为特钢公司电炉生产的640钢锭。

同时对 $\phi 650$ 轧机开坯生产线运行改造，利用第三、四架 $\phi 650$ 轧机、160吨热剪、短方坯收集装置、钢坯翻转冷床等旧有设备，形成方坯生产线，年生产规模为12万吨。原料全部为电炉钢锭，钢种以中、高合金钢为主，这样特钢公司原 $\phi 650$ 初轧厂改造为年产35万吨方坯和棒材生产企业。

1.2 主要设计特点

(1) 充分利用 $\phi 650$ 初轧厂现有的主辅设备和相应的公辅设施，建设中小型轧钢厂，盘活呆滞存量资产，投资少，见效快，风险小，大幅度地降低了工程建设投资。

(2) 采用先进的工艺和装备，实现一火成材，大幅度提高了金属收得率及成材率，降低了能耗及生产成本，最大限度地提高了经济效益。

(3) 采用首钢总公司供应的大断面矩形坯，和特钢公司自产的电炉钢锭，可以根据市场需求灵活地调整产品结构，具有较强的市场适应能力，提高产品竞争力。

(4) 淘汰南区落后的横列轧机，采用先进的无牌坊高刚度短应力线连轧机组，并配备先进的计算机自动化控制，提高了工艺装备水平，符合国家对冶金工业确定的技术改造政策。

2. 轧钢工艺

2.1 产品方案与金属平衡

2.1.1 产品方案

方坯：90方 $\times$ (1600-1900)mm

90方 $\times$ (3800-4400)mm

110方 $\times$ (1600-1900)mm

主要钢种为：碳结钢 合结钢 碳工钢 弹簧钢 轴承钢。方坯供首钢特钢公司西区二轧厂小型轧机坯料。方坯主要采用特钢电炉系统的电炉钢锭；以充分发挥二火成材，方坯可以表面修磨的优势，满足合金钢材严格的表面质量。

棒材：圆钢： $\phi 12-60\text{mm}$ 定尺长度为 6-15m。

棒材的钢种为优质碳素结构钢(代表钢号 45#)、合金结构钢(代表钢号 20CrMnTi、40Cr)、普碳钢(代表钢号 Q235)。

2.1.2 原料

640 钢锭： $300/245 \times 1100\text{mm}$

锭重 633kg，由首钢特钢公司电炉炼钢厂供应。钢锭年需要量 19.89 万吨，其中开坯需用 14.5 万吨，轧材需用 5.5 万吨。

连铸坯： $170 \times 200 \times 2800-3000\text{mm}$

坯重 724-775kg，采用由首钢总公司的转炉钢坯。连铸坯年需要量 19.89 万吨。

2.1.3 金属平衡(见表 1)

表 1 金属平衡表

Table 1 Balance table of metal

产品 名称	成品年产量 (万吨)			成材率 (%)		原料量 (万吨)			废 料(%)		
	合 计	电炉 钢	转炉 钢	钢锭	铸坯	合 计	钢锭	铸坯	切头轧废		烧 损
									钢锭	铸坯	
棒材	23	4.5	18.5	83	93	25.32	5.43	19.89	15	5	2
方坯	12	12		83		14.46	14.46		15		2
总 计	35			83	93	39.78	19.89	19.89	15	5	2

2.2 生产工艺流程

2.2.1 工艺流程简述

(1) 棒材

粗轧机为二架 650 轧机，机前有翻钢板，机后有升降台，640 锭和 $170 \times 200\text{mm}$ 连铸坯共用一套轧辊，在第一架 650 轧机上往复穿梭轧制 11 道(钢锭)或 5 道(170×200 连铸坯)，移钢至第二架 650 轧机轧制 2 道(110 方坯)或 4 道(90 方坯)，经 250t 热剪切头、尾，横移至连轧输入辊道进入连轧机组轧制。

连轧机组共 18 架短应力线高刚度轧机，分为三组，每组 6 架，全部平立交替布置。轧件在 1 中轧和 2 中轧为微张力轧制，精轧机组 6 架轧机间设 5 个活套，轧件在

精轧机组为无张力轧制。三组连轧机间有二台飞剪，用于切头、尾兼作事故剪。精轧机组后设分段飞剪， $\phi 36\text{mm}$ 以下分段上冷床，大于 $\phi 36\text{mm}$ 整支上冷床，在精轧机和分段飞剪间预留了穿水冷却装置，将来可实现钢材的余热淬火。冷床为步进齿条式，轧件在步进过程中均匀冷却。在冷床上设有齐头辊道，棒材齐头后由平托机构成排托至冷床输出辊道上，送往冷剪将 $\phi 12-60\text{mm}$ 圆钢切成定尺，直径大于 $\phi 20\text{mm}$ 的棒材采用带孔型剪刀剪切，以防止头部压扁。定尺的合格产品，普碳钢经输送台架上人工计数后送至包装作业线齐头、收紧、气动打包机打捆、称重、收集后入库。不合格棒材从输送台架上拉出，非定尺材进入收集槽收集后堆放。优质钢材经输送台架送至包装作业线后，作简易包装。然后再在检查修磨台架上重新全部摊开，逐支检查修磨或矫直。合格的优质钢材，吊至优钢包装线齐头、收紧、气动打包机打捆，再吊至 10t 电子秤称重后入库。

(2) 方坯

钢锭经第三、四架 650 轧机轧制，轧成 90 方或 110 方。第四架轧机后 160t 热剪切成定尺，短方坯经移钢装置移至付跨码垛，需缓冷钢种先进缓冷坑缓冷。长方坯经 160t 热剪剪切后，由料辊道运送至第三架 650 轧机后辊道，经钢坯翻转冷床冷却，在付跨堆放。方坯根据需要可运至薄板厂场地酸洗和修磨

2.2.2 生产工艺流程图

(1) 棒材

原料—加热— $\phi 650$ 轧机一、二架轧制—250t 剪切头尾—1 中轧机组轧制—1[#]飞剪切头尾—2 中轧机组轧制—2[#]飞剪切头尾—精轧机组轧制—(预留穿水冷却)—飞剪分段(大于 $\phi 36\text{mm}$ 不分段)—冷床冷却—普钢棒材冷剪切定尺—计数—包装—称重—入库；而优质钢材，

在冷床冷却之后，矫直—检查修磨—包装—称重—入库(优钢)。

(2) 方坯

原料—加热— $\phi 650$ 轧机三、四架轧制—160t 剪剪定尺—冷床冷却—收集(长方坯)—坑冷—酸洗—检查—修磨—入库；而短方坯经钢坯移动装置堆垛码放。

2.2.3 生产能力

棒材生产线主要受第二架 650 轧机的限制，生产能力不能充分发挥。640 锭轧制 90 方坯，两架周期时间 $T=49$ 秒，理论小时产量 38.3t/h。

170 $\times$ 200 连铸坯轧 90 方坯， $T=51.7$ 秒，理论小时产量 48.8t/h。

棒材轧制线轧机负荷率：棒材生产线年工作时间 6000 小时，轧机负荷率：85.53%。合计可生产棒材 23 吨。

方坯小时产量为 65 支锭/时，即 34.2t/h，开坯生产线年工作 3500 小时，可生产坯约 12 万吨。

3. 轧机组成及型式

3.1 粗轧机组

粗轧机组二架，利用原有第一、二架 650 轧机，三辊式，轧辊尺寸 $\Phi 690/640 \times 1800$ ，机前有翻钢板，机后有升降台。

3.2 连轧机组的主要结构特点和主要技术参数

连轧机组由 18 架轧机组成，轧机全部平立交替布置，全线实现无扭轧制，可确保满足轧制优质合金钢的需要。轧机的规格如下：1#~6#轧机为 $\Phi 480$ 轧机，7#~12#轧机为 $\Phi 400$ 轧机，13#~18#轧机为 $\Phi 320$ 轧机。

水平轧机机列主要包括：轧机工作机座、轧机夹紧装置、轧机横移装置、十字头万向联轴器、联合减速机、主电机等。

立式轧机机列主要包括：轧机工作机座、轧机夹紧装置、轧机移出装置、轧机升降装置、十字头万向联轴器、联合减速机和主电机等。

(1) 轧机工作机座

轧机工作机座采用无牌坊高刚度短应力线轧机，这种结构型式的轧机已被广泛采用，是一种国内较先进的轧机机型，其主要特点是：

辊系承受的轧制力通过轧辊轴颈上的四列短圆柱轴承传给轴承座的立柱（压下螺杆），由两侧四根处于预应力状态的立柱来承受径向轧制力，它的应力线比传统的有牌坊的轧机要短得多，从而提高了轧机的刚度。轧机整体刚度高、工作稳定，不需要经常调整压下，轴承和轴承座受力改善，负荷分布均匀，提高轴承寿命，轧制线标高不变，实现了辊缝对称调整。整体换辊，轧辊可以在生产线外予调，减少了生产线上的换辊时间。

辊系采用全悬挂方式，用四个支承座将辊系固定在轧机底座上，支承座上装有矩形导向柱，起轧辊的轴向固定和压下调整的导向作用，它承受轧辊轴向的轧制力，导向不承受径向轧制力。四根带左、右旋螺母的立柱（压下螺杆）通过止推轴承由支承座将整个轧机本体的重量传到轧机底座上，支承座上装有轴承，保证立柱传动自如。轧制力由轴承座经左、右旋旋向的螺母传给立柱，形成应力曲线。轧辊的轴向固定采用双列向心推力球轴承，它的轴向间隙调整到要求的数值。

辊缝的轴向调整：轴向调整时，转动轴向调整机构中的蜗杆通过蜗轮带动小齿轮转动，并带动其啮合的齿轮及螺纹套转动，使轧辊作轴向移动。此调整装置，结构紧凑，传动平稳。同时备有一组螺纹，有效地控制轴向游隙，能较好地保证轧制精度。调整装置上装有刻度盘，便于直接读取。

$\Phi 480/\Phi 400/\Phi 320$ 轧机的最大轧制力分别是 2000kN，1500kN 和 1000kN。最大轧制力矩分别是 150kN·M，100kN·M 和 60kN·M。

(2) 水平轧机横移装置

采用液压缸驱动方式，设备动作平稳，工作可靠。

(3) 立式轧机升降装置

北京首钢机械自动化工程有限公司

采用两个液压驱动缸驱动方式；升降液压缸通过液压锁紧缸与轧机底座联接，轧机底座与升降液压缸之间可实现自动联接，设备自动化程度高，操作方便，工人劳动强度低。

(4) 轧机主传动万向联轴器

采用重负荷渐开线花键十字头万向联轴器；这种万向联轴器加工、组装质量稳定可靠，花键侧隙小且具有自动定心功能，更适合在高速重负荷下工作的轧机主传动使用。

(5) 联合减速机

采用渐开线硬齿面圆柱齿轮传动，齿轮采用渗碳磨齿，齿面硬度 HRC57~62，精度等级 6 级；箱体采用焊接结构；

渗碳淬火硬齿面圆柱齿轮减速机具有承载能力大、精度高、运行平稳、设备结构紧凑等特点，适合于要求设备外形小或旧厂改造场地小的场合。特别是近几年随着我国引进技术的不断消化吸收，齿轮渗碳淬火工艺已经成熟，我公司已掌握了硬齿面精密齿轮的加工技术，承接国内外加工制造质量稳定。

(6) 轧机夹紧装置

轧机夹紧装置采用液压夹紧装置，轧机工作时，弹簧压紧力夹紧并固定住轧机；当轧机进行横移（升降）或进行轧机机座更换时，先用液压油把压紧弹簧松开；这种结构型式工作更可靠、使用更安全。

(7) 主电机

型号：Z500-4B-01，功率：482kW，转速：348/1200r/min，11 台，型号：Z500-4B-03，功率：703kW，转速：546/1200r/min，7 台。

(8) 在精轧机组设立 5 台气动式立式活套，以确保实现无张力轧制。

4. 主要辅助设备的结构特点、主要技术参数

4.1 启停式飞剪

三台启停式飞剪分别用于轧件的切头切尾、事故碎断和长尺寸轧件的分段。

棒材生产线启停式飞剪是我公司引进意大利杰泰公司飞剪技术（含 3# 飞剪的电控设备），经转化设计与制造为的机电一体化设备。

4.1.1 机械部分

我公司多次承接意大利杰泰公司返销出口启停式飞剪的制造合同。这次对意大利杰泰公司飞剪图纸进行了转化设计及开发研制，实现了机电一体化。特别是对启停式飞剪机电成套供货取得了突破。

飞剪技术参数：

1# 飞剪，曲柄连杆式启停工作制用于切头、切尾、事故碎断。

最大剪切力：400kN

轧件速度：0.5—2m/s

剪切断面: $60 \times 60 \text{mm}$
剪切温度: $\geq 850^\circ\text{C}$
碎断长度: 1800mm
电机功率: $\geq 280 \text{kW}$ (DC)
剪切精度: $\pm 20 \text{mm}$

2# 飞剪, 回转式启停工作制, 用于切头、切尾、事故碎断。

最大剪切力: 400kN
轧件速度: $2.5 - 7 \text{m/s}$
剪切断面: $50 \times 50 \text{mm}$
剪切温度: $\geq 800^\circ\text{C}$
碎断长度: 1800mm
电机功率: $\geq 260 \text{kW}$ (DC)
剪切精度: $\pm 20 \text{mm}$

3# 飞剪, 组合式启停工作制, 用于倍尺剪断、优化剪断。

最大剪切力: 400kN
轧制速度: $3 - 16 \text{m/s}$
剪切断面: $\phi 12 - \phi 40 \text{mm}$
剪切温度: $\geq 600^\circ\text{C}$
剪切精度: $\pm 20 \text{mm}$
电机功率: $\geq 300 \text{kW}$ (DC)

这种飞剪有两种型式: 回转式和曲柄式。可根据不同的要求进行选择。为满足特殊要求或剪切不同断面轧件的要求, 飞剪设计成回转式和曲柄式可相互转换的型式。另外, 这种飞剪可在轧件经过穿水冷却后进行分段剪切, 此时剪切棒材温度为 $\geq 650^\circ\text{C}$ 。

3# 飞剪是一种多用途飞剪, 既可以作回转式也可以作为曲柄式。

其主要特点如下:

- 1) 飞剪由一台直流电动机驱动。
- 2) 飞剪带有一飞轮, 剪切小断面、高速度运行轧件时与飞轮分开; 而剪切大断面、低速度运行轧件时与飞轮相连。
- 3) 当剪切以高速度运行的小断面产品时, 飞剪安装成回转式; 当剪切以低速度运行的大断面产品时, 刀架与一平行装置相连, 以确保剪切此类产品时剪刀与轧件垂直。每次剪切完成后, 刀刃回到初始状态, 确保剪切产品长度恒定。
- 4) 3# 飞剪前可配套一台夹送辊和飞剪安装在同一基础上。

4.1.2 电气部分

北京首钢机械自动化工程有限公司

根据杰泰公司电气原理图，我公司转化设计并制作了 1# 和 2# 飞剪的电控设备，为保证最佳剪切效果，采用 SIEMENS S7-300，及其一套系统软件和开发软件。已经开发了带有两级控制装置的启停式飞剪，可满足用户进行热轧分段剪切的各种要求。

剪切过程

- 通过电子元件接收到剪切信号。
- 电机开始运转并通过快速加速以获得所需要的最大电流，直至达到预先设定的角速度为止（一般速度比精轧机高 5—10%）。然后电机以恒定角速度运转。
- 刀刃横向位置（剪切角）通过一个接近开关显示，接近开关由装在刀片接轴上的位置检测片启动。
- 一旦剪切完成，电机通过电流变换而制动。并进行能量恢复。电机在刀刃处于再次剪切位置之前处于停止状态。（制动角）
- 当剪刀停止后，安装在飞剪电机轴上的编码器开始检查刀刃的位置。如果刀刃不在“零”位置，电子元件驱动电机以低速将刀刃返回到“零”位置。（重新设置角）。
- 这种装置能够保证剪切的棒材定尺长度。

优化剪切

- 这种优化程序的目的是保证剪切的棒材长度在上冷床和随后的冷剪过程中精确无误地达到商品材的长度。

飞剪直流传动控制系统全部采用 SIEMENS 6RA24 全数字微机控制系统。（如图）系具有电流环、速度环、自适应、自学习功能，可通过简单的键盘操作即可完成电机的自化，实现电机的最佳化运行，并可灵活修改系统的动态参数，同时，具备在线和离线

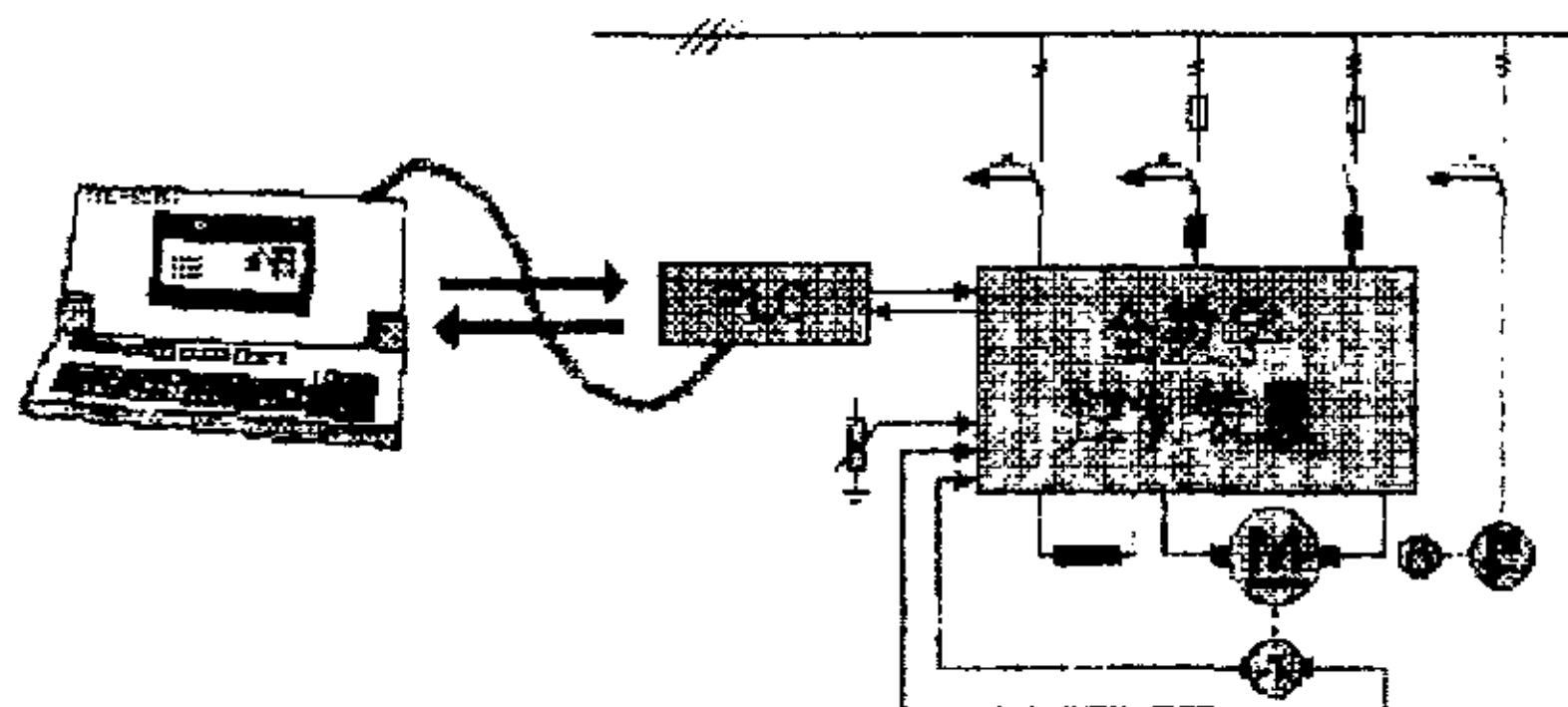


图 1 3# 飞剪控制系统

Fig. 1 Control system of 3# flying shear

参数及很强的自诊断功能。并且具有完善的装置保护功能，及事故报警、记忆和显示。

主要功能包括：

- 微机全数字速度闭环控制。
- 故障自诊断，动态性能自优化，在线参数显示。
- 非独立励磁控制，弱磁范围 1: 3 以上。
- 模拟测速机和数字脉冲编码器双通道输入。

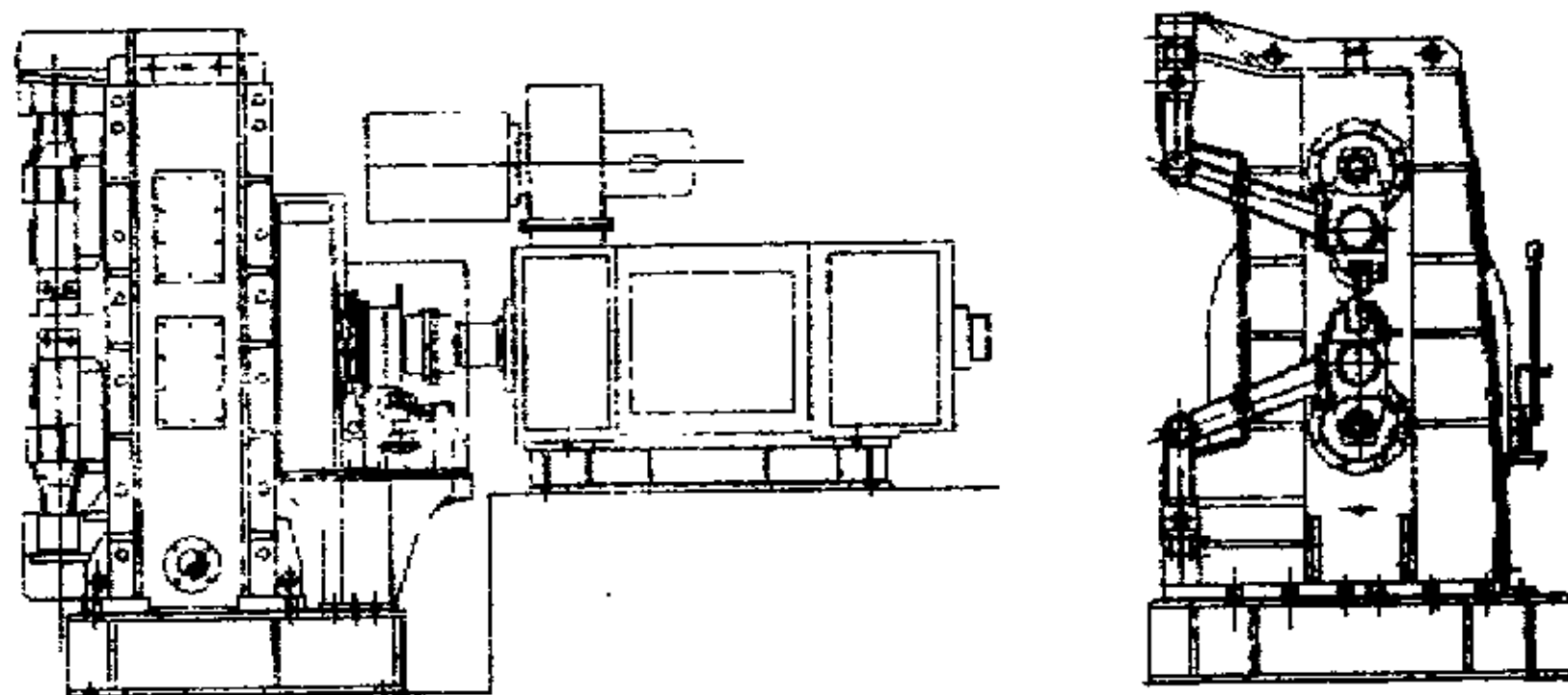


图 2 3#飞剪外形图

Fig 2 Outline of 3# flying scissors

- 可通过 PC 机对全数字系统进行调试。

主要优点：

- 机械和电气部分均做到了体积小，重量轻，结构简单。
- 技术先进，可靠。
- 无需耐磨件（离合器的衬片）。
- 维护与维修简单。
- 无气动离合器等部件，可保证剪切精度，减少维修量。
- 剪刀可自动重新设置，重复剪切精度高。
- 噪音小。

启停式飞剪的转化设计与开发研制，实现了机电一体化。特别是对启停式飞剪机电成套供货取得了突破，达到了意大利同类机电产品的质量和技术水平，具有了参加国内外市场的竞争能力。

4.2 冷床

冷床区域主要由下列几部分组成：冷床输入辊道、冷床上料机构、冷床本体、齐头辊道、冷床下料机构和冷床输出辊道等。

冷床采用步进式冷床，冷床床面 $100 \times 9\text{m}$ 。

为适应轧制合金钢，防止轧件在冷床上冷却不均，从而影响钢材质量，将冷床设计成静齿条和动齿条均倾斜的斜齿冷床。

冷床上设有带槽型的齐头辊道，齐头辊道带动轧件移动，使轧件头部在冷床上对齐，提高产品的定尺率。

冷床输入辊道和冷床上料辊道均采用交流变频调速单独传动辊道；冷床上料机构采用裙板式，液压缸驱动

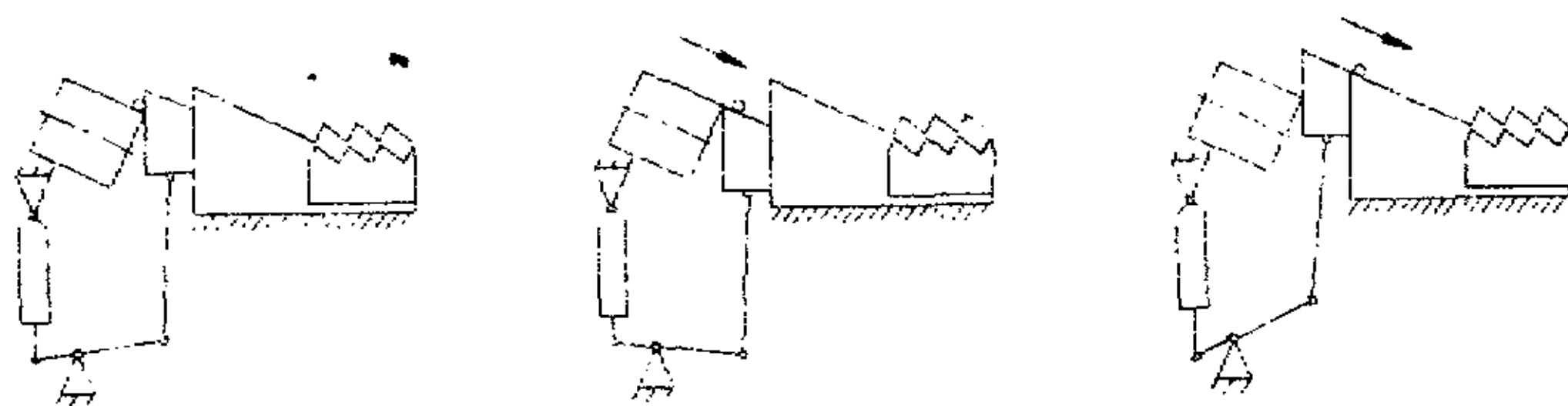
冷床下料机构采用电动平移式，确保下料机构平稳地将成排的轧件移至冷床输出辊道上。冷床下料辊道采用单独传动方式。

冷床设计特点：

步进式齿条冷床，针对合金钢轧材的特殊冷却要求，冷床动静齿条为斜齿条，与轧线垂直方倾角 4.764° （斜度 1: 12），齿距为 80mm 。用于对分段后的轧材进行冷却。

整个冷床区由上料、本体及下料三部分组成。

冷床的上料机构为与轧线垂直的曲柄滑块机构（如图 1 所示），采用液压驱动，共有挡、接、抛三个工作位置，循环动作。轧材在输送的过程中在辊道上先加速，使分段前后的轧材分离，防止轧材追尾进而影响上料机构上料，在轧材进入斜辊道后，由于斜辊的作用，轧材靠重力自然滑向靠近上料机构侧，此时上料机的工作滑块（也称为止动裙板）处在挡钢的位置，使棒材在滑块侧面与辊道及辊道盖板形成的 V 型槽内运动。当轧材运动至设定位置时，上料机构动作滑块滑进下极度限位，即接钢位置（如图 1.b 所示），轧材靠自重迅速滚滑而下，靠向冷床的矫直板侧面，在轧线方向上，脱离辊道的轧材靠惯性继续向前减速滑动。轧材滑动至工艺设定的抛钢位置时，上料机构再次动作，滑块被推向高位，轧材横向靠重力滑至矫直板上的齿槽内，纵向由于摩擦最终停止在冷床上（如图 1.c 所示）。



a. 挡钢

b. 接钢

c. 抛钢

a. Stopping bar b. Receiving bar c. Discharging bar

图 3 轧件进入冷床示意图

Fig 3 Sketch drawing of the bar move to cooling table

由于在上料过程中，轧材脱离辊道后由于惯性仍需滑动一段距离方能停止，因此在工艺和设备设计时均应考虑在冷床前设置足够的制动距离，才能保证轧材最终安全准确地停止在冷床上。制动距离的长短与轧材脱离辊道的速度及轧材与制动裙板的摩擦系数有关。由基本运动学公式可以推导出：

$$\text{制动距离 } S = \frac{v^2}{2g\mu}$$

其中 v 为辊道速度， g 为重力加速度， μ 为摩擦系数。

如果工艺设计不同规格轧材速度不同，则制动中距离的长短也不同，上料时就定按不同速度调整上料位置和时间。

与其它型式上料机构相比，该冷床上料机构的优点在于：

- 1、轧材在上料过程中，无论是挡钢、接钢还是抛钢均被限制在平面或 V 型槽内滑动，在垂直轧线方向不受外力作用，轧材在上料过程中的直线度较好。
- 2、各机构形成的 V 型槽对轧材有矫直作用。
- 3、垂直轧线的曲柄滑块上料机构与平行于轧线的上料机构相比，结构相对简单，滑块机构不受在滑块在轧线方向上的热变形的影响。

轧材由上料机构上到冷床后，被均匀地排列在冷床的齿槽内，干轧材逐渐被冷

却，在长度方向上产生很大收缩。由于轧材与床面齿槽内的磨擦力，使轧材内部存在拉应力，在靠近上料侧的矫直板上由于轧材温度高、塑性大，因此，收缩使轧材被拉直作用明显。特钢冷床由于工艺采用斜齿条，作用在于随冷床的步进，轧材与齿条的接触点不断变化，防止轧材在冷却过程中的冷却不均匀及轧材表面黑印的出现。

冷床的机械步进机构为双曲柄机构，在步进过程中，通过沿轧线方向的长轴上联接的偏心轮作为曲柄回转，动齿条及动床作平行运动，冷床步进机构所承受的为间歇周期性载荷，因此应在主轴上增加配重以平衡载荷，并以平均功率计算本体传动功率。

4.3 精整设备

成品钢材切头、尾和剪切定尺配备了 4900kN 冷剪，与之配套设置了定尺机、定尺台架、短尺台架、冷剪输出辊道，成型装置，成品收集台架，打捆机、电子称重装置、方坯修磨机组。其中矫直机采用七辊矫直机和 11 辊矫直机各一台旧设备。

定尺机为气动摆动定尺，定尺长度在 4-15m 内任意设定；定尺台架用于成品轧件的检查和运输，一侧设有磁力拉钢装置，用于不合格轧件的剔除；液压成型装置，用于打捆步轧件紧密排列，以确保打捆质量；成品收集台架为液压摆动，链式输送，其端部设有成品捆收集槽，批量成品捆在由天车吊运至成品库；半自动气动打捆机，采用钢带打捆，生产能力大于 110t/h。

首钢特钢公司 650 轧线改造和全连续棒材轧机工程称为是特钢公司的生命工程。它结合搬迁项目充分注意了工艺优化和技术进步。充分考虑了利用原有设施，改善环境效果，少投资，快见效，并为下一步发展留有余地。

近年来，我公司在首钢二型材厂、抚钢中小型厂、印尼马士达钢厂和东爪哇大满钢厂等项目的总包设计和制造中，采用了先进、合理和适用技术，取得了令人信服的业绩。我公司既是成套冶金轧钢设备的制造供应商，同时本身也是冶金用户。我公司真诚愿意为国内外冶金企业的建设和改造提供先进、可靠、成熟的技术和装备，为冶金工业的技术进步作出贡献。