

國外熱軋帶鋼的生產

上海第十鋼鐵廠
上海第一鋼鐵廠 合譯
上海科學技術情報研究所

内 容 说 明

为了配合热轧带钢厂新建和改建的需要,我们编译了“国外热轧带钢的生产”译文集,以供有关人员参考。

国外对宽带钢与窄带钢的划分并无严格的界限,目前以宽 600 毫米以下作为窄带钢的叫法较多,600 毫米以上的则是宽带钢,它们的一部分生产设备是有区别的,但在工艺上是基本相同的。窄带钢常用作冷轧带钢、冷弯型钢、炉焊钢管(国外又称连续式对焊钢管)和电阻焊钢管的坯料,以及用于一般机械,宽带钢的用途则更为广泛,窄带钢有时也从宽带钢卷纵剪而成,但是无纵剪设备或需厚壁钢管的工厂,也常常生产窄带钢。

在我们这本译文集中,窄带钢的生产工艺与设备方面的资料较多,尤其日本的情况较详尽,轧机组有横列式、半连续式、全连续式三种,还有英国、美国、捷克等国的较先进的全连续式窄带钢热轧机组。

“英国花园门钢铁公司热轧窄带钢的生产”介绍了生产宽度为 76~254 毫米的窄带钢全连续式热连轧机的生产情况,其特点是在精轧机出口之后,采用了扭转导卫把带钢翻转 90°,然后经蛇型振动器使带钢呈蛇形侧立在平板输送机上冷却,这样处理就可保证带钢在冷至再结晶温度以下(约 650°C)再行卷取,并大大缩短了输出辊道和厂房建筑的长度,由于在这里是在空气中冷却而不是水冷,因而改善了冷却条件。经这样冷却后再用立式卷取机进行卷取,有关的设备状况可以在英国 Loewy 工程公司的样本中看到一些照片。

“日本窄带钢生产情况报告”,这是一篇以日本国内十个不同类型的带钢车间综合情况报告,轧机组有横列式、半连续式与全连续式,有代表性,各项数据较详尽。

“窄带钢典型车间的设计”,也以较详细的内容描述了全连续式窄带钢热连轧机典型车间设计所考虑的各种因素。

“捷克斯洛伐克新建连续式带钢机组”介绍了捷克斯洛伐克的斯柯达厂所建的 500 全连续式带钢热轧机组,系由 15 台轧机组成的全连续式机组,输出辊道上有扭转导卫,立式卷取机和栅板步进式输送机,还有活套支撑器的电气线路图。

美国很多钢铁联合企业中的钢管厂有焊管坯的生产车间,这里美国钢铁公司的 Fairless 厂就是一例,轧机组是全连续式的,并附有一些简要数据。

自六十年代初以来,热轧宽带钢的生产有了很大发展,有如下的特点,采用电子计算机而实现了轧钢生产的完全自动化,使钢板的质量有明显的提高,轧制速度也逐渐增大,由于采用弯辊装置,从而减少了钢板中间凸厚的现象,轧辊压下装置由笨重的电动设备改成液压调节,使轧制精度获得显著的提高,采用步进梁式加热炉,从而消除了由于板坯和炉底水管接触而在板坯上出现低温和表面缺陷的区域,等等,这样的轧机因而被称为第二代轧机。宽带钢部分的前两篇译文就是对一些资本主义国家的宽带钢热连轧机的改进所作的综述。

实现用电子计算机的连轧机自动控制,首先须有较好的数学模型,轧制厚度所用的基本方程式是 $h = S_0 + \frac{P}{M}$, 所得钢板的厚度能得到一定的精度,要进一步改进精度,须对这个数学模型进行修正,英国通用电气公司在一台 1727 毫米热连轧机所用数学模型就是这种改进的

试(第8篇译文),西德通用电气公司两作者的两篇文章(第9篇及第10篇)讨论了影响厚度及质量的各种因素,以及厚度自动控制优于人工操作的某些效果,宽带钢生产的最后一篇译文介绍了新日本钢铁公司大分钢厂采用计算机全面实现带钢热连轧各道工序的自动化。概述了整个工厂从订货到成品出厂通过电子计算机实现了综合管理情况,该厂热轧带钢的年产量为600万吨,为世界上最大的带钢热轧厂之一。文中也提出了用厚度计算公式和卷取温度的控制方法。

最后部分是选录了有关的一些样本照片。如西德Siemag公司的焊管坯热连轧生产线全貌,英国洛威(Loewy)工程公司窄带钢热连轧机中的部分设备如扭转导卫、蛇型振荡器、立式卷取机等的照片,还有瑞典AESA公司的压磁式测压头的测量线路及其安装图,还有英国Daystron/Schlumberger公司的X射线测厚计的说明及规格等。

上海冶金设计院为本译文集提供了一些样本及说明,仅此致谢。

本译文集由于编译者水平有限,若有不妥及错误之处,请读者指正。

编 者
1975年6月

目 录

窄带钢部分:

1. 英国花园门钢铁公司热轧窄带钢的生产..... 1
2. 日本窄带钢生产情况报告15
3. 日本窄带钢典型车间的设计155
4. 捷克斯洛伐克新建连续式带钢机组213
5. 美国钢铁公司 Fairless 厂焊管坯的生产216

宽带钢部分:

6. 国外提高薄板轧制质量的研究动向218
7. 宽带钢热轧机发展的新阶段225
8. 宽带钢热轧机动态计算机控制235
9. 带钢热连轧机的自动化251
10. 五机架宽带钢热连轧机的厚度自动控制259
11. 带钢热连轧车间的计算机控制系统266

样本选录:

12. 西德 Siemag 公司轧机样本选录.....288
13. 英国 Loewy 工程公司轧机样本选录290
14. 瑞典 ASEA 公司压磁式测压头样本293
15. 英国 Daystron/Schlumberger 公司 X 射线测厚仪样本选录.....298

英国花园门钢铁公司热轧窄带钢的生产

绪 言

属于 T. I. 商团在 Rotherhan 的花园门钢铁公司于 1964 年新建成一个钢铁厂，耗资三千二百万英镑，使该商团每年钢锭产量从 425,000 吨增至 800,000 吨。

钢铁厂的主要设备包括两台卡尔度纯氧碱性转炉，一台电弧炉，一套初轧坯、板坯、小方坯轧机，一套连续式窄带钢热轧机。

1956 年当花园门钢铁公司需要进行生产钢管的投资时，特别着重于电阻焊钢管所需热轧带钢的要求，还着重考虑了生产现代化及扩大传统的棒材产品的要求，以及扩大生产合金钢及其他优质钢的要求，并决定采用卡尔度纯氧碱性转炉及电弧炉炼钢方法。

炼 钢 车 间

选择卡尔度纯氧碱性转炉是在瑞典用 30 吨的设备经过广泛试用之后采用的，这种炉子所建立的工艺能用高磷生铁生产花园门钢铁公司所需广泛规格的优质钢，加上电弧炉就能扩大该公司合金钢及其他优质钢的范围。

卡尔度转炉每周可生产钢 6,000 吨，电弧炉每周生产 1,800 吨，加上老厂已有的平炉的产量，每周可生产钢 16,000 吨，炉子跨为 165×18 米，放有两个 75 吨卡尔度转炉及一个 75 吨电弧炉，以及盛钢桶及电弧炉炉顶的修理设备，原料跨为 165×11 米，浇铸跨为 195×25 米，脱模跨为 110×25 米。

轧 钢

初轧坯、板坯及小方坯轧机

一个钢锭料场、加热炉、1067 毫米可逆式初轧机及连续式板坯及小方坯轧机安装在 630×99 米的厂房内，位置紧靠在炼钢车间，轧机的设计是可以生产最大宽度为 760 毫米最小厚度为 114 毫米的板坯，断面为 127~356 毫米方、长度不超过 6.1 米的初轧坯、45~127 毫米方的小方坯，102×76 至 267×83 毫米长度不超过 9.8 米的板坯，初轧机为新建的带钢轧机提供全部坯料，同时还为老厂已有的 $\phi 254$ 、 $\phi 279$ 、 $\phi 305$ 、 $\phi 457$ 、 $\phi 616$ 毫米棒材轧机提供坯料，并生产初轧坯、板坯、小方坯直接出售。

从炼钢厂收到的钢锭放在保温车上运到轧钢厂趁热装炉, 钢锭料场容量是 8,000 吨。

有 14 座 Stein-Atkinson-Stordy 式单路燃烧的蓄热式均热炉, 每座炉子长 8 米×宽 2.6 米×深 3.8 米, 能同时容纳 16 只 5 吨钢锭, 炉子是烧油的, 有很多控制设备, 并配备有 14 台通用电气公司电动机, 该公司还为初轧坯轧机提供了三台电动机。

可逆式初轧机

从加热炉取出的钢锭用一台辊式运锭车将钢锭送至辊道上, 经称重后送到 Davy-United 1067 毫米可逆式初轧机, 该轧机是用英国电气公司生产的 2580kW (3500 匹马力) 的电动机驱动的, 其自动化已达到了这样的程度: 除翻转(钢锭)动作外, 所有的操作都能按预定程序进行, 万一在自动控制系统失效时, 可立即回复到手动操作状态, 英国电气公司的环路电视设备能给站在轧机附近操纵台旁的操作者看到轧机另一边的钢锭。

一台连续式高温切割机用一系列氧丙烷烧嘴同时从初轧坯的四边去掉预定数量的金属, 从这个操作中发生的烟气在散布到大气中之前就排放到静电沉淀场以进行净化。

一台 900 吨的两边开敞且能作上下剪切动作的热剪机, 能热剪最大为 365 毫米方的初轧坯, 或剪切一定长度的最大为 760 毫米宽的同样断面积的板坯, 不立即作进一步轧钢的初轧坯从旁边送到初轧坯料场。

连续式板坯与小方坯轧机

将初轧坯进一步轧制则是直接通过由洛威工程公司供应的轧机, 它是这类轧机中最现代化的一种, 能生产 45~127 毫米的小方坯及最大达 267×83 毫米的板坯, 包括有两台粗轧机及四台精轧机, 配备有辊道、摆式剪切机、飞剪及冷床。

轧机的主要特点是交替采用立辊及平辊, 使之在菱方孔型系统中轧制而不需翻钢, 粗轧机中的立辊从上面驱动, 轧辊直径为 800 毫米, 辊身长 1,016 毫米, 平辊直径为 762 毫米, 辊身长为 1,220 毫米, 每根轧辊都是用英国电气公司的 1,030kW (1,400 马力) 300~750 转/分的电动机驱动的, 立辊的升降采用电动机构, 平辊用液压缸从两侧进行轴向调整, 使所有的轧辊孔型安排在一条轧制线上。

初轧坯在进入 1 号机架之前, 由设置在单独传动的辊道上的液压翻钢装置进行翻钢, 在粗轧机与精轧机之间, 设有单独传动的中间辊道, 并且有可调节的进料导卫和一套位于摆式剪切机前的翻转装置, 此剪切机能剪切 152 毫米方的初轧坯或 267×102 毫米的板坯, 不论这些钢坯是静止还是运动状态, 都能进行剪切, 并可用于切头或作其他用处, 剪切机是用一台连续运行的 88kW (120 马力) 的电动机驱动。

精轧机包括两台 $\phi 560 \times 1,016$ 毫米立辊轧机及两台 $\phi 560 \times 1,016$ 毫米平辊轧机, 每台轧机是用 1,030kW (1,400 马力) 300~750 转/分的电动机驱动的, 精轧机的结构与粗轧机的结构相似。

紧接在精轧机后的电动飞剪能剪切 127 毫米方以下的小方坯, 或 267×83×4,280~9,150 毫米的板坯, 速度在 1.52~3.75 米/秒之间, 此剪切机是用两台 880kW (1,200 马力) 的特种电动机驱动的, 它们分别依起停原则或波动的速度而定, 还依所需剪切长度而定, 电动机采用汞弧整流器供电。

单独传动的长 27 米的输出辊道将已切好的小方坯运送至长 15 米的能两边倾斜的滑道, 在这里, 小方坯是成批放着的, 然后将数批坯料运送至三个冷床中的一个, 每个冷床宽 9 米长 31 米, 需要缓慢冷却的方坯经过伸长的滑道进入收集槽内, 再运送至五个缓冷坑中的一个

坑内。

小方坯精整跨

小方坯和直接出售的产品的检验及矫直是在一个长 473 米的精整跨内进行的, 为了处理由飞剪剪切后的 5.2 米长以下的小方坯, 安装有 850 吨的冷剪, 冷剪后用一台 $\phi 610$ 毫米的锯钢机锯去有裂纹的部分。

当用手提式火焰枪进行含铅的修整时, 则用烟气抽出设备, 以保持安全。

机修车间

主要的机修工作是在中央工程车间进行的, 一个占地 2,100 米² 的工厂维修车间邻近于轧机跨, 它配备有轧辊倒转台、轴承维修、普通的及电动的装配设备等。

热轧窄带钢轧机

所采用的生产热轧带钢的新方法已经过考验, 仅在一套连续式带钢轧机中, 要求每周生产 3,000 吨, 并有能达到每周生产 6,000 吨的潜力, 针对钢管制造者的要求, 明确了最大的需要量是宽度在 254 毫米以内的规格。由于较宽带钢所带来的冶炼上及外观上的问题, 在窄带钢是不存在的, 已经肯定的是, 窄带钢经过各种宽度的纵剪后能成功地用来制造小直径钢管, 考虑这些因素后, 仍决定安装一套能轧制最小 76 毫米宽最大 254 毫米宽的带钢轧机。

用沸腾钢及镇静钢这两种钢的坯料, 轧成这样宽的带钢的厚度在 0.91~7 毫米(20 号至 2 号厚度规格)之间, 卷重最大为 6.35 公斤/毫米, 钢卷外径最大为 1,220 毫米, 所用板坯或小方坯的宽为 76~267 毫米, 厚为 70~83 毫米, 最长达 9.8 米(据样本: 轧制速度为 3,000 呎/分)。

轧机能轧合金钢及不锈钢带钢, 但对宽度及厚度有某种限制。

工厂设备布置

工厂设备布置示于图 3, 厂房建筑包括有平行的三跨。占地总面积为 17,400 米², 再分成下述几个部分。

原料场、主电室、维修跨

此跨长 290 米, 宽 25 米, 约 108 米长, 用作小方坯及板坯的料场, 有一台产量为 50 吨/小时的加热炉位于料场的北端, 并伸入邻近的轧机跨中, 该跨的其余部分则是主电室、相应的电气设备、轧辊车削及维修部分。

轧机跨

轧机跨长 192 米, 宽 26.5 米, 包括所有的轧机机械设备, 单独传动的轧机有 17 台, 可分成粗轧机及精轧机组。

位于粗轧机组之前的是摆式剪切机, 粗轧机组包括六台 $\phi 460 \times 406$ 毫米二平辊轧机, 两台 $\phi 660$ 毫米单孔型立辊轧机, 一台 $\phi 406$ 毫米多孔型立辊轧机, 在粗轧机组与精轧机组之间是一台切头飞剪。

精轧机组包括一台 $\phi 406 \times 406$ 毫米的二平辊轧机, 五台 $\phi 274/460 \times 460$ 毫米的四平辊轧机, 两台 $\phi 344$ 毫米多孔型立辊轧机。

位于最后一台精轧机之后的是测厚及测宽仪, 扭转导槽、带夹送辊的分叉装置、振动器, 随后即是平板输送带、卷取机及其相应的操作设备, 卷取后, 钢卷经交叉的输送带送至邻近的钢卷储藏跨。

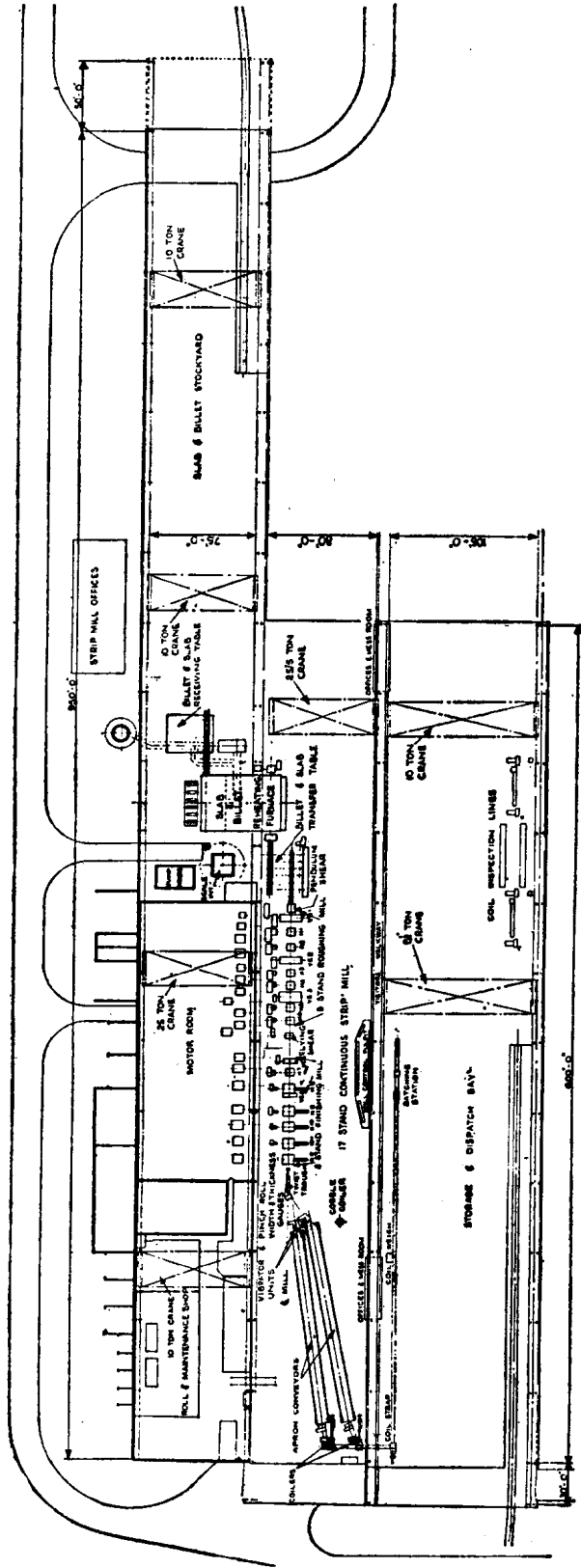


图 1 全连续式窄带钢热轧机厂房布置示意图

注: Strip mill offices=带钢轧机办公室 Billet=小方坯 &=和 Slab=板坯 Stockyard=堆料跨 Ton=吨 Mess=进餐 Crane=桥式起重机
 receiving=接受 table=台 Coil=钢卷 Scale=铁鳞 Pit=坑 Motor=马达 room=房 Maintenance shop=维修间 reheating=加热
 furnace=炉子 transfer=移送机 Pendulum=摆 Shear=剪切机 Stand=机架 Roughing=粗轧 Mill=轧机 flying=飞 Continuous
 finishing=连续精轧 twist through=扭转通道 pinch=夹送 roll=轧辊 vibrator=振动器 unit=单元 width=宽 thick=厚 Coiler=卷
 取机 Apron=平板 conveyor=输送机 cobble=废品 strap=捆扎 weigh=称重 Storage=储藏 Dispatch=发料 Inspection line=检验线

钢卷储藏跨

钢卷储藏跨长 192 米, 宽 34 米, 钢卷以 1.5 米的步距从下坡输送带送至下卷端及分批站, 每卷钢在分批前连续称重、捆扎、加标签, 为了检验带钢, 还装有两套钢卷检验线, 钢卷用吊车上的 C 形钩将钢卷堆放在公路或铁路车辆上, 带铁索设备的铲车协助吊车搬运钢卷。

工厂设备的详细说明

板坯及小方坯加热炉

加热炉装料设备

加热炉装料设备包括一个小方坯及板坯受料辊道, 在一起的还有带地磅的装料辊道, 钢坯用磁铁式吊车放在加热炉受料辊道上。

受料辊道的第一部分是链条带动的传送机构, 第二部分采用了步进式机构, 以便将小方坯或板坯一根根分开来, 再将它们送到装料辊道上。

装料辊道由 13 根地辊组成, 其中的六根是单独驱动的, 能将小方坯及板坯多件或单件称重的磅秤也位于此辊道中, 回炉重新轧制的钢坯也在这里进炉, 装料辊道的地辊与炉内的辊道排在一条线上。

小方坯与板坯加热炉

Wellman-Smith-Owen 公司的小方坯与板坯加热炉是二段蓄热式的炉子, 其公称生产能力为 55 吨/小时, 加热炉有效长 13.7 米, 有效宽 10.5 米, 炉子的烟道及辅助设备在设计时均考虑能安装第二台类似炉子的能力。

加热炉基础是一个重型钢筋混凝土结构, 厚约 760 毫米, 承载着炉子的金属结构, 以钢筋混凝土结构为外壳的烟道延伸到蓄热室, 然后再通到烟囱中去, 还装有旁路烟道, 在蓄热室的出口处与主烟道相汇合, 以便与蓄热室隔离开来, 在烟囱的入口处装有 Y 形接头, 一路与现有炉子的烟道接通, 另一路是用砖砌成的, 准备接到第二台炉子的烟道中去。

炉子是从侧边装料的, 钢坯用一根六柱液压活塞推料杆推到炉床中去, 钢坯用一台推杆式推料机从边侧推出钢坯后, 由拉料夹送辊将钢坯送到输送辊道上。

炉子以重油作燃料, 烧嘴是自平衡式的, 采用预热空气, 在加热段有 11 个烧嘴, 在炉顶上从加热段到均热段之间排成两组, 均热段用了 12 个烧嘴, 一直排到炉子出料端, 这些烧嘴分成三组, 每组所供应的油调节到沿着钢坯得到一种特定的温度梯度。

加到烧嘴中的重油是根据温度控制记录器调节的, 油量能记录和累加起来, 炉子装有测量及记录炉子气压、预热空气的容量和压力的仪表, 为了防止在万一产生偏差或失效, 炉子还配备有综合报警系统。

空气是在沿着炉子边侧装成的蓄热室预热的, 加热管的内表面复盖着针, 空气是两次通过椭圆形管子预热的, 在这种管子的外面, 废气再通到烟囱中去, 蓄热室按设计能每小时预热 $31,400 \text{ 米}^3$ 的冷空气从正常室温与压力下降至 280°C , 在 825°C 时通过的废气量是 $36,000 \text{ 米}^3/\text{小时}$, 空气是用一个鼓风机经过蓄热室送入炉内的。

炉子的热效率可由高温燃烧后的废气的热循环而提高, 这种气体在钢坯的下方通过炉床, 在炉子的装料端进入烟道, 在烟道入口上方的炉床滑道是用耐热钢制成的。

加热段炉床是用 42% 的高铝砖砌成的,均热段炉床是用 73% 的高铝砖砌成的,加热段及均热段的炉壁及炉顶一般分别用 42~44% 及 50% 的高铝砖砌成的,烟道及地下室是用 35% 的高铝砖砌成的,其外层是固态绝热材料及红砖,炉子结构的特色是,炉两端的整个宽度上填塞了可拆的火砖,使钢坯在紧急情况下能从端部拉出。

出钢设备

出钢设备包括在炉子一侧的夹送辊式的出钢推杆,以及在另一侧的电动拉料夹送辊。借夹送辊及软钢推料杆组成的推钢机能个别推出小方坯或板坯,其断面为 57~83×267 毫米,最长可达 9.8 米,推钢机是用 26kW (35 马力)的电动机驱动的。

拉料夹送辊的两根辊子装在用型钢焊成的机架上,下辊是固定的,并且是通过减速齿轮用一台 14.7kW (20 马力)的交流电动机驱动的,一组正齿轮将它与上辊连动起来,上辊的位置可调节到能夹住一定规格的小方坯或板坯。

10 米长的出炉辊道装有 11 根单独驱动的钢辊,在辊道末端装有钢制的挡板,并有弹簧垫的缓冲器。

出炉辊道的基础与拉料夹送辊制成一个整体。其中辊道的基础设有斜坡的钢筋混凝土坑,以便使铁鳞能掉入在坑底的中心滑槽内,出钢辊道固定在地脚螺栓上。

横移机

出钢辊道中心线与轧机喂料辊道中心线的距离是 4.9 米,这两组辊道是用装有六组曳引链条的横移机连起来的,每根链条装有三只潜入式拨爪,横移机用一台 18kW (25 马力)的交流电动机驱动的,一只旋转式限位开关装在轧机喂料辊道上以确定钢坯的位置,在这里也有能

满足要求的辅助控制器,也可使钢坯送到废钢堆里去。

轧机喂料辊道

这种长 11.6 米的辊道由 12 根单独驱动的钢辊组成,一对由电动机操纵的边侧导卫将钢坯送到摆式剪切机的前面。

摆式剪切机

摆式剪切机能切断温度不低于 1,000°C,最大断面为 267×83 毫米的板坯,这是一种上下剪切式的由 29.4 瓩 (40 马力)连续运转的交流电动机驱动的剪切机,剪切机的离合器是用液压操纵的。一只旋转式限位开关能保证剪切机只完成一次剪切操作,剪切机旁备有切头滑道及贮藏箱。

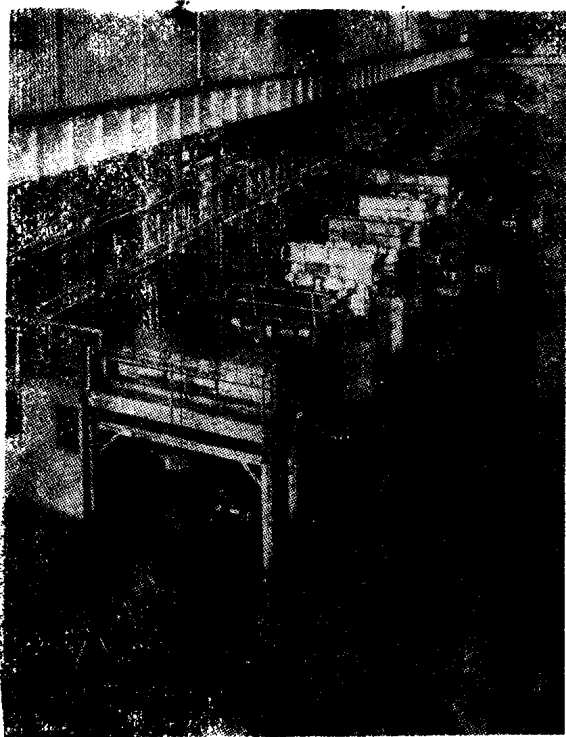


图 2: 连续式窄带钢热轧机全景,在其前有扭转导卫装置,能将带钢的边侧转成向上的情形也能清晰可见,在后面是小方坯加热炉及精轧机。

轧钢机组

轧钢机组是全连续式的,共有十七台轧机,每台轧机都是单独驱动的,机组的总长是

55米。

轧机、摆式剪切机及飞剪的地基是相互建成一个整体的，在铁鳞坑地面以下，地基包括一个重型钢筋混凝土制的底座，在上面装有大脚螺栓，里面有坑道、电线管及必需的入口，以进行业务工作及维修工作。

粗轧机组

粗轧机包括六台二辊平辊轧机及三台立辊轧机，其布置示于图1。

平辊粗轧机

六台粗轧机中的每一台有两件铸钢的闭口机架，安装在钢制的轨座上，每件重约4.5吨的机架内衬板是可更换的，衬板是采用研磨过的碳素钢板制成。

机架设计成能安装名义直径 $\phi 406 \times 406$ 毫米的轧辊，第一台轧机的两个机架的轧辊是钢基合金铸铁，其余轧辊则是无限冷硬合金铸铁的。

辊颈轴承是松配合的全封闭式四列锥形滚柱轴承，轴承座是用锻钢制成，并配有可更换的研磨过的钢板，在上下轴承座与机架之间装有应变电阻。

压下机构是用单相5.5kW(7.5马力)交流电动机驱动的，压下螺丝能根据要求单调或联动，还能够使上轧辊精确地调定，压下螺栓精确的位置系用放在轧机操纵台中的自整角机驱动的跳字转数表指出。

上轧辊总装是用装在上轴承座中的液压活塞平衡的，轧辊的平衡压力名义上是35 kg/cm²，最大为70 kg/cm²的压力有时也采用。轧辊总装用连锁板设置在轧机操纵台一边，推动边侧轴承座不能使轧辊因膨胀而作侧向运动，换辊是用框架进行的。

每台轧机是通过减速齿轮及传动轴用可调速的直流电机单独驱动的，还配备有万向联轴节，轧辊齿轮中心之间的距离是420毫米。

1号2号立辊轧机

1号立辊轧机位于摆式剪切机与第一台平辊粗轧机之间，2号立辊轧机位于第二与第三台平辊粗轧机之间。

这两台轧机采用单槽式的铸钢轧辊，其辊径为 $\phi 660$ 毫米，轧辊轴装在锥形滚柱轴承之中，并且是通过铸钢机座内的一对斜齿轮及伞齿轮驱动的。

机座装在有滑轨的重型铸钢框架上，机座能单独用5.5kW(7.5马力)的交流电动机移动，开口度的调节是通过一系列齿轮传动压下螺丝完成的，位于轧机操纵台中的用自整角机驱动的跳字转数表能表示出每台轧机开口度的准确数值。

平辊驱动轴是通过全封闭式的二级减速的斜齿轮驱动的，1号轧机是用500~1,200转/分的直流电机驱动，对2号轧机来说，齿轮减速比减低到能适应较高的轧钢速度，其动力是用500~1,200转/分钟的直流马达提供的。从所有其他目的来看，这两台轧机是建造得完全一样的。

3号立辊轧机

粗轧机组中第三台立辊轧边机位于4号及5号平辊轧机之间，轧辊轴环直径为 $\phi 406$ 毫米，辊身长305毫米，这种多槽式的轧辊是为了能够适应前面的平辊轧机所轧钢坯的不同厚度，实际上所用的孔型取决于需轧带钢的厚度，轧辊开口度的准确指示值是用位于轧机控制操纵台的两只自整角机驱动的跳字转数表测出。

两台钢制的主机架装在主要的侧框架组成的滑轨之上，主机架支持着立辊轧机轧辊的支承座，其高度用装在主机架中的液压柱塞调节，液压操纵的挡板能使轧辊支承座处于正确的位置，以配合孔型的排列位置，为控制轧辊开口度所作的主机架水平方向的调节是用两台 10 马力的交流电动机完成的，液压夹钳能可靠地保证机架在调节后处于滑轨上。

轧边辊的每根轴是用主机架齿轮箱中的一对伞齿轮驱动的，轧机电动机是通过减速齿轮、传动轴及位于主机架下方的一对斜齿轮而驱动伞齿轮的，望远镜架装在轧边机轧辊及能运动的伞齿轮之间，以便使之能作沿垂直方向的调节，并且能便于换辊。

还放有适当的盖板及导卫以防止来自高压水去鳞站的铁鳞及水。

端头废料飞剪

此剪切机位于粗轧机组与精轧机组之间，它设计得能除去带钢前后端的一定的量，在万一需要修整时，可将带钢剪切成 533 毫米长，以便进行清理。

剪切机是双曲柄式的剪切机，能在 1,000°C 时剪切 267×25 毫米的截面积，它是用两台 275 马力的直流电动机驱动的，每台电动机用一组特别的扭转杆偶合机构连接到减速箱中去，驱动剪切机是通过全封闭式的齿轮减速箱进行的。

包括一个切头滑道、两只切头储藏箱、一台绞盘带动的转向车的切头处理设备位于飞剪的出料端。

精轧机组

精轧机组包括两台立辊轧边机、一台二辊平辊轧机及五台四辊平辊轧机，其布置示于图 1。

四号及五号立辊轧边机

这些轧机与三号立辊轧边机的设计相似，除此以外的就是它们是设计成能适应直径 325 毫米辊身长 200 毫米的轧辊，还有就是驱动用的齿轮均改进成能适应增加轧钢速度的要求。

去鳞站

有四个高压水去鳞站位于前四台立辊轧边机的出口端，在每个去鳞站中，高压水龙头朝着带钢的两面，以便在它进入后面的平辊轧机之前除去铁鳞。

在精轧机列中，为了避免薄带钢的过分的冷却，带钢表面用蒸汽龙头清理是比水龙头更好些。

二辊平辊轧机

在精轧机组第一台平辊轧机是两辊的设计，其余的五台轧机是四辊的设计，除了压下螺杆机构是用两台 $7\frac{1}{2}$ 马力的直流电动机带动的以外，它正好是粗轧机组中平辊轧机同样的设计。

四辊平辊精轧机

每台轧机有两个闭口铸钢机架，重约 9.5 吨，机架装在钢制的重型轨座上，内衬以可更新的研磨过的钢板。

轧机的工作辊直径为 270 毫米，支承辊直径 450 毫米，两者的辊身长均为 450 毫米，四辊轧机的工作辊是无限冷硬的合金铸铁，支承辊是铸钢（据 Loewy 工程公司样本：电动机为 1,125 马力，最后一台为 750 马力）。

工作辊是用门式柱架换辊的，支承辊换辊是用一个位于支承辊总装下的滑轨完成的，滑轨可借液压柱塞在机架钢轨上拉出一段空隙，这块滑轨还可用来更换工作辊，松配合的四列锥形

滚柱轴承用在所有的辊颈上, 支承辊有一个锥形的孔, 经注入油后装在辊颈上。

每台轧机上的压下螺杆机构是用两台 $7\frac{1}{2}$ 马力的电动机通过电磁离合器驱动的, 可作上轧辊螺丝的单独或联合的调节操作, 一只位于轧辊操纵台中的自整角机带动的跳字转数表指出螺杆的位置。

上轧辊总装及工作辊是用装于轴承座中受 70 公斤/厘米² 的液压活塞平衡的, 在驱动一端的轴承座是自由的, 可允许轧辊因膨胀而作横向运动, 在操作一端的轴承座用连锁板固定, 且安排得便于换辊。

每台平轧机用一台变速的直流电动机通过万向联轴节单独驱动的, 轧辊齿轮中心线的距离是 270 毫米 ($10\frac{3}{4}$ 吋), 前三台轧机的驱动是通过齿轮减速箱及齿轮座进行的, 但对其他两台轧机, 是直接通过齿轮座传动的, 齿轮接在工作辊传动轴上。此传动轴装有齿型离合器。

温度测量

在轧钢机组中有四个温度测量点, 位置在第一及第二台平辊轧机之间、进入切头飞剪前, 第 10 及第 11 台平辊轧机之间及最后一台轧机的出口, 每个温度测量点配备有温度记录仪, 第一个及最后一个温度测量点还配有温度指示器。

第一个测温点的温度记录仪设在仪表间内, 当钢坯通过第一与第二台平辊轧机之间时, 带钢的温度就显示在这个记录仪中, 这使炉子的操作者可以根据带钢温度调节小方坯与板坯的加热温度。第一个测温点的温度指示器位于轧机控制台上。

第二、三及第四个测温点中的温度记录仪位于轧机控制台上。

第四个测温点中的温度指示器是一个大的刻度盘, 它从轧机控制台及轧机周围场地上均可看得见。

导卫及活套支撑器

粗轧部分

进口导卫装在固定支杆式的辊道上, 它排列得使进口导卫组合体有退出平辊轧机机架窗口的余地, 以便换辊, 所有的导卫都是铸钢的。

进口导卫的每一边是用 1.47kW (2 马力) 的交流电动机通过减速齿轮及螺杆驱动调节的, 它由机架延伸出来, 使整个导卫装置有一定刚性。这些边侧导卫都是通过轧机总操纵台, 中的自整角机控制器调节的, 在控制台中有跳字转数表指出导卫的实际位置。在导卫下面有滑轨, 在换辊时可用液压的固定支杆将导卫退出。

平辊粗轧机的出口导卫和导带台同样装在铸钢的框架上, 框架在换辊时可移开, 由铸钢平板及被动辊组成的导带台放在平辊轧机的进出口辊道之间。

立辊轧机的导卫附在辊道上, 它的位置是根据槽孔调节的。

切头飞剪是与一个翻转台与活套台连接起来的, 一个气动操作的能向下摆动的台与辊道联在一起, 使得六号平辊轧机与四号立辊轧机之间形成一个自由活套。

精轧部分

精轧部分的进口导卫及扭转导槽的进口导卫均与粗轧机的设计相似, 但另外还有用弹簧吊起的进口导卫上盖板, 出口导卫及用弹簧加力的导料台装在连板上, 连板再连到滑轨上, 这可允许导卫有借液压退出轧机牌坊的余地以便换辊。唯一的例外是 8 号平辊轧机的出口导卫

是装在杠杆上,以便它在轧机牌坊与5号立辊轧机之间有足够的摆动余地。

位于平辊精轧机之间的辊道框架均配备有铸钢的气动平衡的及(压缩)空气加负荷的活套臂杆,活套臂杆的操纵是借光电管传送的。每根臂杆搬动一根装有球轴承的被动辊及钢质平板。用于平衡缸及加力气缸的空气由于采用位于轧机总操纵台中的调节阀而保持在预定的压力上,这种撑套器的设计是由于能适应于所轧带钢宽度及厚度的张应力调节而避免了过大的张力。

扭转导卫及立式导卫

扭转导卫装置按装在带钢水平运行一段短距离之后的地方,它包括一组边侧向上的能适用于所轧带钢宽度的立式水冷不锈钢导槽,用这套装置将带钢边侧翻转,再由送料导卫送到一对夹送辊之中,送料导卫配备有适当的调节螺丝使导卫对准夹送辊。

夹送辊装置包括两根直径为 $\phi 305$ 毫米的装有滚动轴承的立式滚柱,此滚柱是用7.3kW的直流电动机驱动的,其速度与最后一台精轧机的电动机相配合,一根滚柱是固定的,另一根的位置可通过弹簧加力的螺杆装置来调节。在夹送辊出口端有一个用光电管控制的气动分叉装置,可使带钢的头端送入两个立式辊道中的一个。

钢制的立式导卫辊道是水冷的,能将带钢引送至夹送辊及蛇型振动器。

夹送辊及蛇型振动器

每一对夹送辊及蛇型振动器接受边侧向上的来自立式导卫辊道的带钢,并使它变成蛇形,送到平板输送带上,弹簧加力并和装有滚柱轴承的夹送辊是用7.3kW直流电动机驱动的。

蛇型振动器是一个钢制结构,振动头是用7.3kW直流电动机摆动的,一个连接于输出轴的行程可变的偏心轮可调节摆动弧的大小,两根在振动器出口端的被动辊能防止带钢擦伤。

输送带及卷取设备

平板输送带

有两个平板输送带,每个约长41米,输送带的二侧有挡边板,内宽2.44米,将来自振动器的蛇形带钢送到立式卷取机中去,输送带由两条滚柱式的链条、连接杆及运料平板组成,运料平板排列成一种连续平直的平面。

每条输送带是用75kW的直流电动机驱动的,使平板表面的速度为0.4~1.2米/分,输送带装在钢架上在前18.3米的长度上安放有内衬石棉的挡边板,并有适当的进料及送料导卫与铸铁的平板装在一起。

剪切机及夹送辊设备

在每套平板输送带的出口端有一套剪切机及夹送辊设备,鳄鱼式剪切机是用液压操作的,能切断最大断面为 7×254 毫米的带钢。

每套设备配备有一对夹送辊,它接受来自输送带上的带钢,并将它送到剪切机,然后再送到卷取机,夹送辊是用3.7kW交流电动机驱动的。

一只废钢箱收集剪切后的切头。

张力张紧辊设备

张力张紧辊位于每组剪切机与夹送辊设备之后,每套设备装在钢制的框架上,包括有五根装在滚柱轴承上的被动辊,五根被动辊中的三根是固定的,另两根是可移动的,后者借一个气缸可从孔槽中进出,孔槽之间的移动量可用一个可调节的挡架来控制。

立式卷取机

有两台立式卷取机，位于其相应的张力张紧辊之后，卷取机是地下式的，包括一个分成四块而能下缩的转鼓。由转鼓上的四块扇形体的动作而使转鼓张开或收缩，转鼓张开时直径为508毫米，卷取机的转鼓是用56kW的直流电动机驱动的。

钢卷卸料设备

两台立式卷取机中的每一台上的钢卷卸料设备包括一个钢卷推出器及受料装置。用7.5kW电动机驱动的钢卷推料杆及推料头，可将钢卷从卷取平台推到受料装置上，受料装置安装在与交叉输送带重合的位置上，钢卷推出器是齿条式的。

受料装置包括一个有铸铁平板的钢制受料台，受料台通过一个杠杆系统用液压进行升降，它在升起时接受钢卷，降下时将钢卷装载在卷取机输送带链条上。

钢卷输送系统

交叉输送带可将钢卷从立式卷取机输送到钢卷储藏跨，在这里它们用一个推料杆推到钢卷储藏跨的输送系统中去。

输送带是孪生平板式的。交叉输送带长为16.8米，它与钢卷储藏跨输送带之间的一端有一个整理台，在这里还同时装有一个链轮，并准备在将来安装一个自动的钢卷捆扎机。钢卷储藏跨输送带分成两部分。每一部分约38米长。

在钢卷储藏跨输送带系统上，钢卷的输送是用钢卷推料器实现的，推料器包括一个铸钢的推料头、配有导引杆、并且是用一个液压缸推动的，它是通过一个表面是铸铁板的平台操作的，这样，可以避免擦伤带钢边缘。

平板输送带带有孪生滚柱的链条，滚柱是装在特种轴承中，链条是设计得可在链式轴承上避免过分的发热。每条输送带的主轴是用18.3kW的交流电动机驱动的，交叉的输送带是以0.76米/秒的线速度工作的，钢卷储藏跨输送带是以0.152米/秒的速度工作的，后一种输送带上的钢卷以1.52米的步距运动。

钢卷称重机是放在钢卷储藏跨输送带系统的第一部分，为使机器能进行工作，钢卷用建在称重机平台上的液压举重装置从链条上举起，称重机是横梁平台式的，最大称重量为1800kg，指针式刻度盘的分度是0.9公斤，还有一个模拟计算装置，在整个称重范围内称重时，它能发出讯号，称重设备的数据汇总是一个加法印表机，它能自动打印出计重辊上每卷钢的重量。

在钢卷储藏跨输送带的末端是一个下滑及捆扎装置，此装置包括一个液压操作的设备，它能将钢卷在相隔90°的地方进行捆扎，并将它放到钢卷储藏跨输送带的较低的一端，此输送带是略微倾斜放着的，一个液压操作的挂在上面的挡架可防止狭窄的钢卷从后面落出输送带。

轧机仪表

轧机配备有自动测量及记录所轧带钢宽度及厚度尺寸的检测仪表，测厚仪在测宽仪之后，并直接安装在最后一台精轧机的后面。

测厚仪的功能取决于热轧带钢对X射线的吸收程度，吸收程度取决于带钢的厚度。

测厚仪所给出的名义带钢厚度示值误差为0.0254毫米，它在2~20s. w. g.(标准线规)范围内的准确度为名义带钢厚度的±0.75%。

检测头装在一个电动车上，它可从生产线上移走，万一带钢发生弯斜这样的毛病以致会损坏仪器时，电动车会进行自动避开操作，换辊时电动车可从操纵台上用按钮控制。

测宽仪的主体挂在生产线上部约 1.5 米的梁结构上,此单元包括两个探测头,分别对准带钢的两边,萤光灯的电池位于带钢的下方,操作原理是基于带钢边侧被探测头的光线所扫描,这个探测器只有对萤光是敏感的,两个探测头之间的距离能适应名义带钢宽度。

测宽仪是在 75~300 毫米的带钢宽度内工作的,由所选的名义宽度的示值误差所给出的精确度为 0.254 毫米,带钢在 ± 19 毫米以内的横向运动不影响其精确度。

宽度及厚度的名义尺寸显示在邻近精轧机主电室内的大刻度指示器上,误差还显示在轧机及操纵台上的大刻度指示器上,在这里有双线记录器监视着宽度及厚度参数。

主电室

主电室的底层建成象一个大的槽,并衬上沥青以防水,只有从底层地面伸下去地基是能承载主电动机的大钢筋混凝土块,这些混凝土块一直伸到主电室地面为止。

主电室地面是用大块钢筋混凝土块排放在底层建成的,地面设计得能承受最大为 2.7 吨/米²的力以支持主电室内其他设备所受的负荷。

主电室的冷却是用风扇将空气吹入电动机地基内的导管来进行的。

进入主电室内的空气是经过冷却的,并能控制温度、通风系统能保证空气中无灰尘。

辅助设施

高压水

将高压水送到四个除鳞站的系统是用两台多级离心泵机组分派的,一个是作为备用的,每个泵能输送 122.5 公斤/厘米²的压力 600 加仑/分钟的水,其正值上吸头的压力是 2.1 公斤/厘米²,每个抽水机的机组是用 1,155 马力的马达驱动的。

一个空气加力的吸水容器是装在两个机组的吸水一边,到四个除鳞站中的每一管道的水流量是用螺线管式的阀控制的。

液压系统

一个液压泵系统配备有油槽,并且是用一台 73.5kW(100 马力)交流马达驱动的,它是供给能穿过炉子的推料杆柱塞的液压系统,另一个分开的液压系统是用 7¹/₂ 马力的交流电动机驱动的,它是供油给钢坯排料杆与炉子喂料台的称重秤的液压系统,一个靠惰性运行的阀能使泵连续运行,一个特别的定流量分配器可以保证六个活塞的整个运动与能穿过炉子的推料杆是同步的,用于六台二辊平辊粗轧机的轧辊平衡柱塞是从自身含油的液压增压站以 35 公斤/厘米²压力供应液体的,这个站包括双联电动泵、活塞式增压器、阀及连通管,一个高压开关控制着泵的电动机以保持压力不变。

一个自身含油的液压站供应着一台二辊及五台四辊精轧机的轧辊平衡柱塞以 70 公斤/厘米²压力的液体,这个站包括两台电动油泵(一台是作为备用的)、一个储油槽及活塞式增压器。

其他三个油压站分别是供精轧机的换辊机构、卷取机及钢卷下滑的液压柱塞、以及捆扎装置的泵动力,三个站中的每一个包括一个送油量可变的油泵(它是用 25 马力电动机驱动的,其最大送油率为 30 加仑/分钟)、一个储油槽终止阀及接续阀。

润滑

有两个油循环系统用来供应 17 台轧机组驱动所用的润滑油,一种中等粘性的极高压力的

机油用于粗轧机驱动的油，低粘性或其他类似的油用在高速运转的精轧机的润滑。

两系统的分配设备装在轧机组中心的润滑油箱内，这两个系统实际上是同样操作的，每个系统都有孪生泵（一个是作为备用的），一个空气冷却器、一个高压容器，一个自动清洗的过滤器，及缺陷探测装置。储油槽是同浮动及深度上吸离心分离机接管以及油面变化报警器一起，用蒸汽加热的。供油的每一个单元有减压阀、低压及低流量报警器，其他两个小的系统供油到夹送辊、振动器及立式卷取机。孪生泵是在需要油冷却器、松紧螺旋扣及报警装置之前就已用上。

油脂是用位于润滑油箱管道系统中的自动计时端在轧辊机座及摆式剪切机上所有需要的地方供油。带钢滑出设备是用集中的手动系统加油的。

磨辊及维修部

两台磨辊机装在轧辊维修间，其中的一台配备有回转台以便容易磨削支承辊颈。当轧辊轴承座及轴承拆下后，轧机所用的任何轧辊能用这种机器磨削，当需要时，一种上弯装置可在辊身中用来得到凸出的表面。

另一台磨辊机有一个 500×1800 毫米的工作台，并且是一台标准的机器，轧机中所有轧辊的辊身都可用这台机器磨削，机器行程有 600 毫米，当在轧辊上仍然装上轴承座及轴承时，四辊精轧机的 270 毫米直径工作辊可进行研磨。

在磨辊部还供有整饰及拆装、轧辊轴承座及轴承的清洗及检验等的设备，机械及电气设备的维修由于设有钻床、台式研磨机及弯管设备而能够很方便地进行，在磨辊部内，场地仓库在堆料区内。

吊车

小方坯与板坯堆料场

小方坯与板坯是用两台 10 吨电动吊车工作的，这些跨距为 75 呎的吊车是行程限定式的，可用将小方坯及板坯送到炉前放料场，两台吊车均配备有两个矩形磁铁，它挂在 4.5 米长的交叉横梁上。

一台 25 吨吊车放在主电室内，以便用于维修电气设备。

磨辊及维修部是用 10 吨吊车来吊起轧辊及其他设备以便进行维修。

轧机跨

跨距 24 米的轧机跨是用 25 吨吊车并配有一台 5 吨用磁铁的吊车工作的，这台吊车用作换辊、搬走废料及一般维修之用。5 吨起重量的第 2 台吊车也用于一般性工作。

钢卷储藏跨

跨距 105 呎的钢卷储藏跨用了两台 8¹/₂ 吨起重量的装有 C 形吊钩的行程限定式吊车，C 形吊钩悬挂在能灵活转动的吊钩上，可以较方便地进行钢卷的储藏、检验及发料等工作。

轧机操作

初轧机所生产的小方坯及板坯经公路或铁路运输车送到堆料场的两端，再用磁铁吊车进行钢坯的搬运，当需要时，板坯或小方坯可用磁铁吊车送到炉前受料辊道及输送辊道，钢坯再送至辊式喂料辊道，在这里称重后再送到加热炉中去。

所有的钢坯在两段式炉中加热，达到轧钢所需的正确温度后就送到出钢口，小方坯或板坯