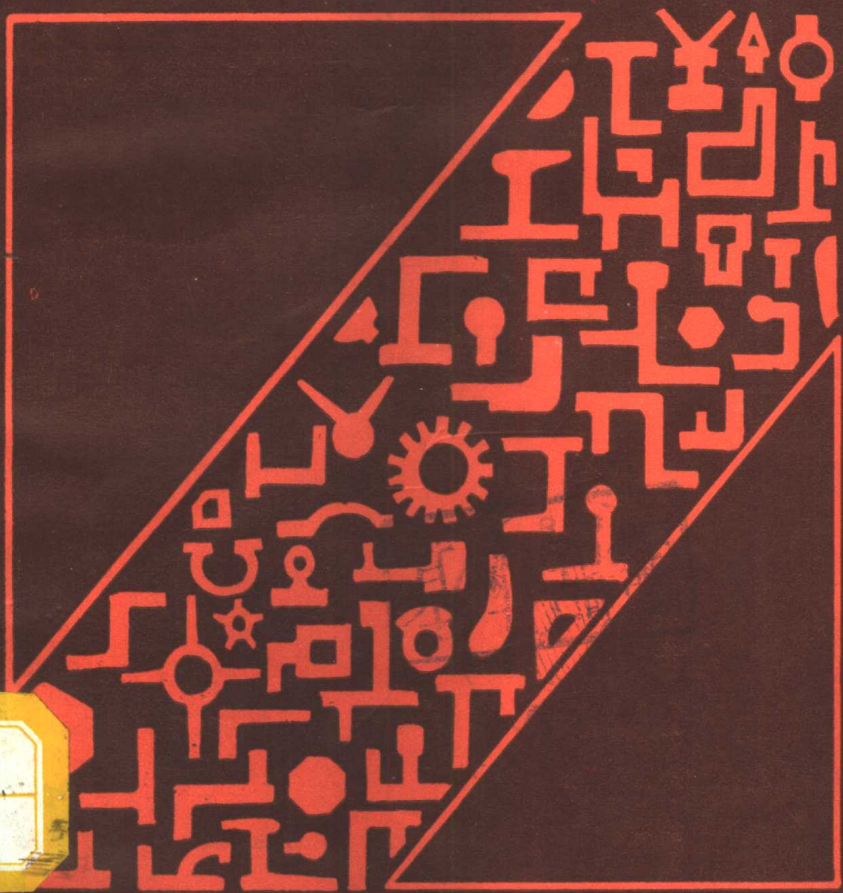


938790

钢坯与型钢的精整

卢美珏 云正宽 彭兆烽 编著



上海科学技术文献出版社

钢坯与型钢的精整

卢美珏 云正宽 彭兆峰 编

上海科学技术文献出版社

(沪)新登字 301 号

钢坯与型钢的修整

卢美珏 云正宽 彭兆峰 编

*

上海科学技术文献出版社出版发行

(上海市武康路2号)

全国新华书店经销

上海科技文献出版社昆山联营厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 6 字数 145,000

1991年10月第1版 1991年10月第1次印刷

印数: 1—2,300

ISBN 7-80513-868-0/T·206

定 价: 3.20 元

《科技新书目》252-305

前 言

在轧钢生产中包括许多称为钢坯或钢材精整的生产过程，如钢坯和钢材的冷却；在热态和冷态下去除轧材表面缺陷；钢坯和成品的分段；矫直；去除氧化铁皮；无损检验；打印标记；堆垛打捆等。在讲究产品质量的现代，世界各国冶金工厂对半成品和成品的精整工序都极为重视，无论欧美、日本和苏联都把钢坯或钢材的精整作业视为轧钢生产工艺不可分割的组成部分。

随着轧机机械化自动化程度的提高，大大提高了产量，因此精整工序的机械化自动化势在必行，国外研制和发展了各种机械化精整设备及精整作业线，在建厂总投资中约占15~20%。

我国钢铁工业自建国以来有很大发展，轧机的装备水平也有很大提高，特别是引进了一些先进的轧钢设备。但是总的说来，轧钢后步的精整工序是薄弱的，装备是落后的，特别是在特殊钢钢坯和钢材生产中尤为突出，影响了钢材产品质量的提高。为了比较系统地了解国外钢坯和型钢精整设备现状和发展趋势，吸取国外的先进技术，加深对钢坯和钢材精整工艺及设备的了解，我们参考国外的一些书刊、文献和有关技术资料编写了本书。

本书共分八章，包括钢坯和型钢的冷却；缺陷的无损检验；火焰清理；机械清理；切断；矫直；打捆和包装等。可供从事上述各方面工作的科研、设计和教学人员以及大专院校学生参考。

本书由北京钢铁设计研究总院卢美珏、云正宽、彭兆峰同志

编写。

本书编写过程中，曾得到北京钢铁设计研究总院李树桥同志的大力协助，在此表示感谢。

由于我们的水平有限，错误之处请读者多加批评指正。

编 者

1991年1月

目 录

第一章 钢坯和型钢的冷却	(1)
1.1 自然通风冷却	(1)
1.2 强制通风冷却	(8)
1.3 水 冷	(9)
1.3.1 浸入式	(10)
1.3.2 喷水式	(13)
1.4 空冷—水冷式	(15)
第二章 缺陷的无损检验	(17)
2.1 内部缺陷的检验	(19)
2.1.1 超声波检验	(19)
2.1.2 射线检验	(30)
2.2 表面缺陷的检验	(32)
2.2.1 机械除鳞后的肉眼检验法	(33)
2.2.2 痕迹检验法	(33)
2.2.3 磁粉检验法	(33)
2.2.4 磁图法	(38)
2.2.5 磁敏感元件检验法	(38)
2.2.6 涡流检验法	(43)
第三章 火焰清理	(47)
3.1 概 述	(47)
3.2 火焰清理机的类型	(50)
3.2.1 在线的热火焰清理机	(50)

3.2.2	冷火焰清理和温火焰清理机	(57)
3.2.3	局部“点清理”火焰清理机	(60)
3.3	火焰清理机的辅助设施	(61)
3.3.1	排烟和除尘装置	(61)
3.3.2	水冲渣设备	(61)
3.4	火焰清理用的氧气	(63)
第四章	机械清理	(64)
4.1	风铲清理	(65)
4.2	剥皮清理	(66)
4.2.1	车削清理	(66)
4.2.2	铣削清理	(71)
4.3	砂轮磨削清理	(72)
4.3.1	磨削的技术性能	(72)
4.3.2	砂轮研磨机	(72)
4.3.3	磨削时的除尘	(85)
4.3.4	钢坯磨削生产能力的计算	(85)
第五章	钢坯和型钢的切断	(89)
5.1	锯 机	(89)
5.1.1	热 锯	(89)
5.1.2	冷 锯	(90)
5.2	摩擦切割锯	(94)
5.3	剪 断 机	(98)
5.3.1	平行剪刀剪断机	(98)
5.3.2	斜刀剪断机	(100)
5.3.3	飞 剪	(101)
5.3.4	其它剪断机	(109)
第六章	钢坯与型钢的矫直	(114)

6.1	压力矫直机	(114)
6.1.1	卧式压力矫直机	(114)
6.1.2	立式压力矫直机	(121)
6.1.3	倾斜式压力矫直机	(121)
6.2	辊式矫直机	(123)
6.2.1	单面型钢矫直机	(123)
6.2.2	双面型钢矫直机	(124)
6.2.3	多面矫直机	(127)
6.3	其他矫直方法	(133)
6.3.1	拉伸矫直	(133)
6.3.2	扭转矫直	(134)
第七章	钢材的堆垛和打捆	(135)
7.1	钢材堆垛	(135)
7.1.1	大型和中型钢材的堆垛	(136)
7.1.2	小型钢材的堆垛和打捆	(138)
7.1.3	线材的压紧和打捆	(144)
7.2	捆扎材料	(147)
7.3	钢材打捆设备	(148)
7.3.1	绞盘式打捆机	(149)
7.3.2	钳式打捆机	(150)
7.3.3	凸轮式打捆机	(150)
7.3.4	双股打捆机	(151)
第八章	钢坯和型钢精整作业线	(152)
8.1	方坯和管坯精整作业线	(152)
8.1.1	$\phi 120 \sim 180$ 毫米的管坯精整作业线	(152)
8.1.2	法国塞西姆公司设计的方、管坯精整作业线	(155)

8.1.3 日本住友金属工业公司设计的钢坯修磨作 业线	(158)
8.2 大型型钢精整作业线	(161)
8.2.1 日本住友金属鹿岛制铁所H型钢精整作业线	(161)
8.2.2 日本福山第二大型厂型钢精整线	(164)
8.3 中型型钢精整作业线	(168)
8.3.1 概 况	(168)
8.3.2 苏联第聂伯尔钢厂 350 轧机精整作业线	(173)
8.3.3 美国查帕拉尔钢厂中型轧机精整线	(174)
8.4 小型材精整作业线	(176)
8.4.1 概 况	(176)
8.4.2 印度威萨卡哈帕特邦的小型棒材精整线	(178)
8.4.3 法国某小型型钢精整作业线	(180)
8.4.4 德国某小型型钢精整作业线	(180)
参考文献	(182)

第一章 钢坯和型钢的冷却^{[1]~[9]}

轧制以后的冷却工序是把轧件从终轧温度冷却到继续加工所允许的温度范围。它对充分发挥轧机生产能力、提高产品质量、扩大品种等具有重要作用。

最初,轧件是在辊道、横移台架和冷床上自然通风冷却。随着轧钢技术的发展,钢坯及型钢的冷却工艺及设备有很大改进。60年代以后,在新建的初轧机、钢坯连轧机和型钢轧机上,广泛地采用了强制通风冷却、快速水冷,及空冷—喷水冷却、自然冷却—风冷等多种冷却工艺和相应的新设备。

在设计和选用冷却工艺和冷却设备时,应注意下列几项原则:

- ① 减少轧件的应力裂纹;
- ② 减少轧件上的氧化铁皮;
- ③ 获得合格的金相组织;
- ④ 达到规定的强度标准;
- ⑤ 改善轧件的平直度;
- ⑥ 获得良好的工艺性能;
- ⑦ 设备简单、可靠、加工费用低。

1.1 自然通风冷却

自然通风冷却指轧件在空气中通过传导、辐射和对流将自身的热量向周围环境排放。其中传导所散发的热量很少,通常

可以忽略不计。辐射和对流的过程是轧件先通过辐射把热量传给周围的物体,再通过对流把大部分辐射热传给空气,热空气上升,从车间屋顶的排气孔把热量散发到周围的环境。为了增加辐射散热的比例,必须把被辐射的物体(例如台架、冷床的结构件、基础以及车间的表层)冷却。轧件的温度很高时,采用这种方法亦很难达到提高辐射效果的目的。

轧件上的热量主要是通过对流散发。人们观察 1000°C 的轧件冷却到 100°C 的冷却过程发现,在轧件的周围有一股层流—临界层。随着距轧件表面的距离增加,临界层的温度逐渐降至室温,而流速却从零提高到周围空气的流速。通过临界层所传递的热量和轧件与周围空气的温差、临界层的厚度以及空气的导热系数成正比。

自然对流时,周围空气温度对导热有重大影响,气温升高,导热系数随之减小,所需的冷却时间将相应延长。轧件的最终冷却温度越低,这种影响将越大。图1-1为 125×125 毫米的钢坯自然通风冷却曲线。从图上可以看出轧件温度越低冷却速度越慢。

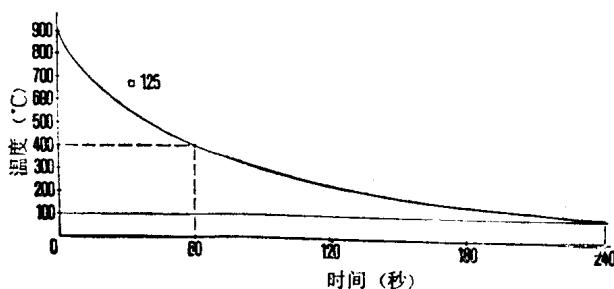


图 1-1 钢坯的自然冷却曲线

在充分发挥轧机能力的前提下,设计冷床时,应选择最不易均匀冷却的型钢作为典型产品,并应考虑环境的影响。吸收和散

发热量的平衡是由周围环境因素决定的,在进行热平衡计算时,应考虑车间的空气入口和出口的面积以及这两处的温度。

厂房设有天窗时,钢坯和型钢散发热量的 85% 是通过上升的热气流从天窗这条最短的路线散发出去。因此,在有天窗的车间里,轧件冷却时间最短。

轧件之间的距离是影响排气温度的主要因素。当轧件之间的距离是其断面高度的两倍时,轧件彼此互不影响,类似单根轧件进行冷却。这点对于钢坯冷却极为重要。在选择冷床的结构形式时,还应充分考虑钢坯冷却以后的平直度,以免冷却以后再进行矫直。

为对轧件进行空冷采用各种形式和结构的运输机和冷床,最常用的有下列几种。

(1) 钢绳式拖运机

钢绳式拖运机主要用于大、中型轧钢车间。它有时用来在精整过程中(剪切、矫直和清理等)移送轧件;有时也用来在移送过程中冷却轧件。

钢绳式拖运机由若干条带有拖运小车的钢绳组成。钢绳被绳轮张紧并由卷筒传动。钢绳移动时,拖运小车上的拨爪拖动轧件沿台架滑动。小车返回行程时,拨爪可以从轧件下面“潜行”通过。拨爪过了轧件以后,由于其自身不平衡而重新复原到可以拖运下一批轧件的位置。小车的速度一般为 1~2 米/秒。

钢绳式拖运机比较机动灵活,工作可逆,可在台架上一个挨一个地存放大量轧件,也可以移送单根或数根互相没有间隔的轧件。但是,钢绳不耐热,在输送热轧件时,应使钢绳和台架表面的距离大于 150 毫米。

(2) 链式移送机

链式移送机的用途基本和钢绳式拖运机相同,其主要区别

在于链式移送机是用链条直接移送轧件而不是拖着轧件在台架上滑动。链条比钢丝绳更耐热。但是链式移送机是不可逆的。如果输入和输出辊道之间的距离较大，可以用两组链式移送机。

(3) 齿条式冷床

齿条式冷床是目前中小型轧机中应用最广泛的一种形式。由于中小型钢材轧件较长，这类冷床的长度达100~150米。轧件在移送过程中保持直线状态，不发生扭转，不划伤表面。此外，冷床应自动运行，并能随意调节冷却过程。为了满足上述要求，冷床的结构比较复杂，形式多种多样，设备的重量较大。例如，苏联 $\phi 250\sim 300$ 毫米小型轧机的冷床设备重量达1000~1500吨，约占轧钢设备总重量的50%。

苏联乌拉尔重型机器厂(YTM 3)设计的小型轧机齿条式冷床长度达125米，宽度为16米。它由输入辊道、冷床和输出辊道组成，输入的倾斜辊道的辊子间距为1000毫米，每个辊子都由单独的电动机传动。冷床本体由拨料机、相间布置的活动齿条和固定齿条以及集料装置等组成。电动机带动传动系统使偏心轮转动，活动齿条沿圆周作往复运动。拨料机构装在输入辊道各辊子之间。电动机带动曲柄连杆机构等，使拉杆升降，完成拨料动作。

中小型轧机最末机架的后面设有飞剪，可将轧件剪切成适合冷床的长度(100~120米)，轧件沿辊道送往冷床。当拨料机构升起时把轧件拨到齿板上，然后由活动齿条将轧件从齿板上托起并移到固定齿条上。活动齿条每经过一个行程，可使轧件在固定齿条上前进一个齿距(120毫米)。轧件在沿冷床移动的过程中冷却到80~120℃，最后由集料装置把冷却后的轧件每10~20根收集成一捆，并转移到输出辊道上，用冷剪机把轧件

剪成定尺长度。

齿条式冷床有单面和双面两种形式，双面冷床可以同时冷却双线轧制的型钢。近年来由于冷床冷却效率不断提高，因此多采用单面冷床。

(4) 辊式冷床

国外许多小型轧机使用辊式冷床。冷床本体由直径不大的许多辊子组成。这些辊子平行布置，但它们和输入辊道呈 $35\sim 40^\circ$ 角，各个辊子的末端安装伞齿轮，它们和装在长轴上的各伞齿轮相啮合，并由电动机通过减速机传动。

辊子旋转时，辊子上的轧件由输入辊道向输出辊道移动，在移动过程中进行冷却。

这种冷床在辊子旋转时不断改变轧件和辊子的接触部位，所以轧件冷却均匀，其结构比齿条式冷床简单。

(5) 翻转一步进式冷床

日本日立公司从 1972 年开始生产这种冷床。德国施劳曼—西马克 (Schleomann-Siemang) 公司也生产类似的设备。主要用于方坯和管坯的冷却。

翻转——步进式冷床的主要优点是：

① 在冷却过程中钢坯自动翻转，冷却均匀，钢坯的平直度好；

② 比普通冷床的冷却时间约缩短一倍；

③ 可以冷却方坯和管坯；

④ 钢坯和冷床之间没有相对滑动，钢坯表面不易划伤，冷床的磨损也较小；

⑤ 充分利用了机械自身的平衡从而使传动功率减少了 50%；

⑥ 能空行程运转，可将钢坯按种类分开；

⑦ 可根据钢坯断面的大小调节行程,以达到所要求的最终冷却温度。

翻转——步进式冷床的冷却曲线如图 1-2 所示。

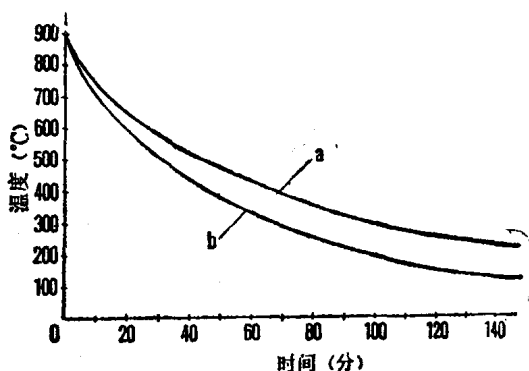


图 1-2 翻转——步进冷床冷却曲线

a—普通冷床; b—翻转步进冷床

翻转——步进式冷床由推钢机、输入辊道、供料装置、冷床本体和集料装置等组成。

供料装置用来将成批的钢坯逐根分开并移送到冷床上,它由固定梁、活动梁及偏心传动机构组成。

冷床本体由一系列带有 V 形齿的齿条和 U 型齿的齿条相间组成。两种齿条皆为动齿条。齿条的传动机构(偏心轮、三角形摆杆及连杆等)设于冷床台面以下,用电动机或液压缸传动。

集料装置由升降移出机构及拨料杆等组成。

翻转——步进式冷床的操作过程是推钢机把钢坯由输送辊道推到供料装置的固定梁上。活动梁抬起钢坯并向前移动,把钢坯放在固定梁端部的斜面上,最前面的一根钢坯沿斜面滑到冷床上。冷床的两种齿条沿椭圆轨道反向运动,两种齿条各具有特殊的齿形及两种运动轨迹,它们每一运转周期都将钢坯向前

推进一个齿距,同时将钢坯翻转 90° 。

在冷床运转过程中,随着摇臂的摆动,一个系统的齿条上升,与此同时另一个系统的齿条下降,但在冷床上的钢坯并不被抬起,而仅绕其重心翻转。冷床所消耗的功率仅用于克服轴承的摩擦力,因而传动功率较小。

钢坯被移送到齿条的最后一个齿以后,即落到集料装置的固定梁上。推料杆和拨料杆使钢坯在固定梁上整齐排列。固定梁上的钢坯达到一定数量以后,启动集料装置的升降和横移机构把钢坯移送到输出辊道上。

冷床的整个操作过程完全是自动化的。

上述结构的冷床在世界很多国家推广应用。南非钢铁公司新卡斯特尔 840 初轧车间有两座并列设置的翻转——步进式冷床。每个冷床的长度为 35.4 米,宽度为 15.3 米,齿条长度 30 米,齿条间距 1 米,齿距 260 毫米。每台冷床由两台 90 千瓦的电动机传动,钢坯的断面为 $76 \times 76 \sim 130 \times 130$ 毫米。钢坯长度为 6~17 米。冷床入口钢坯温度 $800 \sim 1000^\circ\text{C}$,出口温度 $< 100^\circ\text{C}$ 。每座冷床的处理能力为 320 吨/时。

日本钢管公司扇岛工厂初轧车间也设有两座并列的翻转——步进式冷床,方钢坯断面为 $115 \times 115 \sim 147 \times 147$ 毫米,长度为 3.5~12.5 米;管坯直径为 $\phi 120 \sim 200$ 毫米,长度为 5~20.5 米。冷床入口钢坯温度为 $800 \sim 1000^\circ\text{C}$,出口温度 $< 150^\circ\text{C}$ 。每座冷床的处理能力为 300 吨/时,冷床宽度 25 米,长度 31 米,齿条长度 25 米,齿条间距 1.5 米。冷床由四台 110 千瓦的电动机传动。

翻转步进式冷床不仅用于冷却方坯,圆坯,矩形坯,甚至扁坯都可采用这种冷床,但在这种情况下轧件不能翻转。

(6) 转鼓式冷床

苏联研制的转鼓式冷床一般安装在 350/250 连续小型轧机飞剪后面的输出辊道的旁边，用来把温度为 900°C 的剪成定尺的型钢冷却并收集到料筐中。这种冷床冷却的轧件有直径 12~50 毫米的圆钢，边长 8~45 毫米的方钢，尺寸为 8~45 毫米的六角钢，6~20×25~65 毫米的扁钢，轧件长度为 2.5~6 米，最大单重 60 公斤。

转鼓的主要参数：外径 1050 与 1250 毫米，拨齿长度 115 与 215 毫米，沿圆周有 24 个齿。在转鼓中可以放置 9~17 根轧件，进入转鼓的轧件速度为 7~8.5 米/秒，转鼓的转速为 0.8~8 转/分，转鼓的传动电动机功率为 16 千瓦（680 转/分），减速机的速比 $i=104.4$ ，设备总重量 28 吨。

1.2 强制通风冷却

轧件在空气中冷却主要靠对流，适当提高空气的流动速度可以缩短轧件的冷却时间，因而可相应减小冷床的长度。沿轧件轴线流动的空气速度达到 5~10 米/秒时，其导热系数可增加到 30~60 千焦/米²·时·K。对流导热系数平均为 45 兆焦/米²·时·K 时，把 1000°C 的圆钢冷却到 100°C 约需 17 分钟，仅为自然对流冷却时间的 45%，从 1000°C 冷却到 500°C 约需 2 分钟。图 1-3 为强制通风冷却与自然冷却的比较。

为了达到加速冷却轧件的目的，车间的厂房应设有天窗，在冷床下面的出口处设置通风机。为加强厂房的散热能力，应沿冷床的全长开设天窗。

为使轧件表面有高速气流通过，必须在冷床下面轴向设置通风机，排风口应对准轧件。空气的流动速度约为 10 米/秒。冷却不同断面、不同间距的轧件时，通过改变风机转速来调节流