

管材矫直机

〔苏〕 A. M. 马斯基列逊等著

机械工业出版社

管 材 矫 直 机

〔苏〕A. M. 马斯基列逊 等著
西安重型机械研究所一室 译

机 械 工 业 出 版 社

本书较全面和系统地介绍了苏联及世界上其他一些国家
管材（包括圆材）矫直机的情况。详述了现代管材（包括圆
材）矫直机的矫直理论、矫直工艺、矫直机的基本型式、结
构、参数以及选型、设计和计算等。

本书可供从事管材矫直的科研、设计、制造及使用的有
关工程技术人员和大专院校师生参考。

ТРУБОПРАВЬНЫЕ МАШИНЫ

А. М. МАСКИЛЕЙСОН, В. И. САПИР

Ю. С. КОМИССАРЧУК

“МАШИНОСТРОЕНИЕ” 1971

* * *

管 材 矫 直 机

[苏] А. М. 马斯基列逊 等著

西安重型机械研究所一室 译

*

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）

南京人民印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092 1/32·印张 7 5/8·字数 167 千字

1979 年 7 月江苏第一版·1979 年 7 月江苏第一次印刷

印数 00,001—17,000·定价 0.79 元

*

统一书号：15033·4587

606 624 16/8

译 序

随着国民经济的发展，近年内，管材生产不论在数量上还是品种上，都有相当大的增长。新型高效率的管材精整设备，尤其是管材矫直机，是保证管材质量的重要关键。国内外对管材矫直机均做了大量的研究工作。

本书较全面和系统地介绍了管材（包括圆材）的矫直工艺、矫直理论以及矫直机的基本型式、结构、基本参数和选型方法。为了适应管材生产发展的需要，我们翻译了此书。

本书对从事管材生产及研究设计的工程技术人员、有关的大专院校师生，具有一定的参考价值。

本书是由苏联 A.M. 马斯基列逊、B.И. 沙皮尔和 Ю.С. 科米沙丘克三人合写的。书的某些章节语言有的不够明确，文字和插图有的对不上。对于书中发现的错误，我们都以译者注的形式加以说明。

本书由西安重型机械研究所一室王世臣、洪如娟、马文彦、刘金华等同志翻译，由西安重型机械研究所付正庸同志进行了技术校对，由北京钢铁学院汪家才同志进行审校。

由于我们水平有限，译稿中的缺点和错误在所难免，恳请读者批评指正。

译者 1978年6月

序 言

轧制和热处理后的管材具有一系列的缺陷，其中主要的是纵向弯曲和横断面的椭圆度。这些缺陷通过矫直机予以消除。管材由拉伸或多次弹-塑性弯曲进行矫直。它是使管材通过二列布棋式布置的槽形辊之间，或通过倾斜布置的双曲面辊的一组或几组辊座来实现。

近年来，管材生产在数量上和品种方面有很大增长，这就提出了管材精整过程现代化。制造新型高生产率的精整设备的任务，首先是管材矫直机。摆在我们面前的任务，是生产新型管材矫直机。但是，在现有的国内外文献中，几乎找不到有关这种机器的结构、计算以及工业应用方面的资料。

本书详述了现代及最近出现的管材矫直机，阐明了管材及圆材的矫直理论，首次发表了确定基本计算参数的方法及各种型式矫直机辊型的设计方法。详细地探讨了管材矫直机主要部件的结构及推荐了现代矫直机的选型及结构。

本书是以全苏冶金机械制造科学研究所的理论和实验研究工作为主，并引用了国外公司的一些资料，综合了全苏冶金机械制造科学研究所，旧克拉马托尔斯克机器制造厂，第比利斯和戈麦尔机床厂，多年来在管材矫直机设计和制造方面的经验，以及在车里雅宾斯克轧管厂、鞑靼冶金厂、第一乌拉尔新钢管厂、尼科波尔南方钢管冶金厂、卢斯塔维冶金厂和其它厂的矫直机操作使用经验。

作者对上述单位人员所给予的帮助表示感谢。

目 录

译 序

序 言

第一章 矫直工艺及管材矫直机的基本型式	1
第一节 管材矫直机的分类	1
第二节 链式矫直机	3
第三节 花辊式矫直机	6
第四节 螺旋辊式矫直机	9
第五节 槽形辊式矫直机 (辊式矫直机)	12
第六节 转子式矫直机	22
第七节 扭转-拉伸式矫直机	27
第二章 斜辊式管材矫直机	29
第一节 斜辊式矫直机分类	29
第二节 双辊辊座式矫直机	32
第三节 三辊辊座式矫直机 (封闭孔型)	52
第四节 单辊座式矫直机	58
第五节 布棋式矫直机	68
第六节 斜辊式矫直机的选型	72
第三章 管材矫直机的计算参数	75
第一节 矫直过程中管材的变形	75
第二节 塑性变形深度系数的选择	88
第三节 金属对矫直辊的压力	103
第四节 管材矫直机的摩擦损耗	122
第五节 矫直辊扭矩	139

VI

第六节 管材矫直机的研究方法	157
第四章 斜辊式管材矫直机的结构参数	164
第一节 结构参数之间的相互关系	164
第二节 斜辊式矫直机尺寸系列	173
第五章 管材矫直机的矫直辊	178
第一节 多辊座式矫直机矫直辊的孔型设计	178
第二节 单辊座式矫直机矫直辊的孔型设计	190
第三节 矫直辊孔型设计计算程序	196
第四节 矫直辊的结构	199
第六章 矫直辊的调节机构	206
第一节 矫直辊的径向调节机构	206
第二节 矫直辊的角度调节机构	212
第七章 管材矫直机的传动装置	224
第一节 管材矫直机的电气传动系统和工作制度	224
第二节 主传动装置的布置与结构	226
第三节 接轴	232
参考文献	236

第一章 矫直工艺及管材矫直机的基本型式

第一节 管材矫直机的分类

轧制、焊接及热处理后管材的主要缺陷是纵向弯曲，横断面的椭圆度，以及非圆管材的扭曲。为了消除这些缺陷，采用管材矫直机。利用多次弹-塑性纵向弯曲或拉伸来纠正管材和圆材的纵向弯曲。用弹-塑性扭转来纠正扭曲的管材。有时，使扭转及拉伸联合起来对管材进行矫直。

轧材的矫直分为粗矫和精矫。在轧制、拉拔和热处理后直接进行粗矫，以保证制品运输（由辊道，运输机和其他装置）的可能，这对完成其它精整工序是必要的。在轧材冷却过程中，进行这种矫直最为合理。为了进行粗矫，一般采用链式矫直机、花辊式和槽形辊式矫直机，以及管材横向移动的螺旋辊式矫直机。管材的精矫和其它精整工序，往往一起进行，其目的在于使制品最终达到所要求的条件。为此，一般采用斜辊式，转子式，螺旋式，扭转拉伸式矫直机及管材纵移的螺旋辊式矫直机。

应当指出，上述的所有矫直机，比较容易消除管材的纵向弯曲，而消除椭圆度很困难。椭圆度只能在斜辊式和转子式矫直机中被矫正，因为在后两种矫直机中存在着管材相对于矫直辊的回转。

如果管材的原始曲率太大，那末，在冷矫过程中，就不可能完全消除曲率。因此在制订管材综合制造工艺过程时，

必须规定轧制和热轧时管材弯曲的允许范围。例如在加热过程中使管材旋转等。

根据用途和结构特点，现有的管材矫直机可分为如下的基本形式(图1)：

- 1) 链式矫直机；
- 2) 平行辊式矫直机；
- 3) 转子式矫直机；
- 4) 扭转-拉伸式矫直机；
- 5) 斜辊式矫直机。

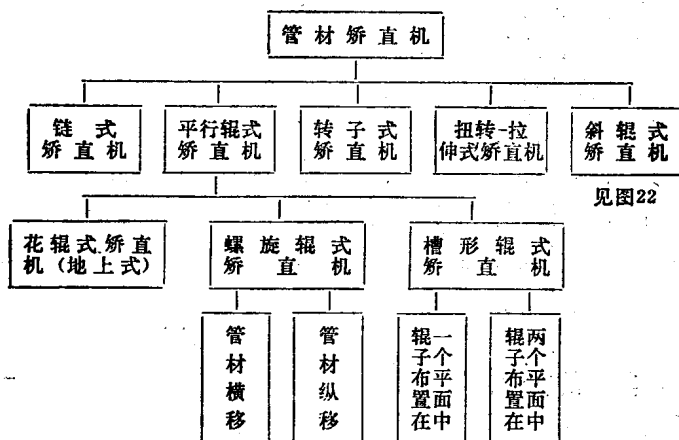


图1 管材矫直机的分类

链式矫直机用来矫直热轧管材及防止管材在轧后、焊接或热处理后冷却过程中的弯曲。

平行辊式矫直机可分为花辊式，螺旋辊式及槽形辊式矫直机。平行花辊式矫直机，按其用途相当于链式矫直机，但它允许在矫直时，使管材较强烈地旋转。螺旋辊式矫直机可

分为管材横移用的矫直机-螺旋冷床(其作用与链式矫直机作用相同)和短管纵移用的矫直机。槽形辊式矫直机或辊式矫直机,被广泛用于管材的粗矫,由布置在一个或两个平面中的辊子来完成。

转子式矫直机用于高精度的矫直,及消除在矫直过程中,轧材不能绕本身轴线回转情况下的管材横断面的椭圆度(例如,处理成卷的管材)。

扭转式矫直机,用来消除非圆管材在轧制过程中产生的扭曲。如果这些管材沿其长度方向具有相同的断面,则在扭转矫直机上,借助拉伸同时又进行纵向矫直。

在本章中研究前四类矫直机的结构。

斜辊式矫直机是用途最广的一类。此类矫直机可保证精确的矫直。并几乎用于管材制造和精整的所有机组。这类矫直机型式很多,所以单独在第二章中研究。

第二节 链式矫直机

把热轧后的管材供给精整流水线前,应冷却到常温($20\sim 50^{\circ}\text{C}$)。这时必须做到管材要均匀冷却而且不弯曲。这样,在热轧及运输时,可能已产生的弯曲应能被消除,以便在进一步冷矫时,管材顺利地进入斜辊式矫直机导向装置里。减少管材的原始弯曲具有很大的意义,因为进入矫直机的管材弯曲越小,冷矫的精度越高。此外,当管材的原始曲率较小时,冷矫时,产生的残余应力同样也小,在这些残余应力长时间的作用下,管材弹复弯曲的可能性也减小。

为了矫直冷却过程中的管材,采用一般叫做链式冷床的链式矫直机。这种冷床是由一些链条组成。这些链靠固接在一根轴上的若干个链轮驱动。从动链轮一般固接在单独的心

轴上。链条沿导向槽滑动，并在自重作用下拉紧。链条上有沿导轨推管材的拨爪。为了便于管材的滚动，拨爪上装有辊子，借助滚子把推送力传给管材。主动链轮可单独在通轴上进行切线方向调节，以保证所有链条的拨爪处在同一平面内。

链式冷床的优点是，结构简单。但是，这种矫直机中，决定矫直能力的是管材推动速度，它受管材的供给速度的限制。在每轮到一根管材进入链式矫直机的时间内，应使链条拨爪移动一个行程。使这种移动等于几个行程显然是不合理的，因为这时冷床长度会成比例地增加，即使每供一根管子链条移动一个行程，链条也已达几十米长。

如果克服上述缺点，图2所示的链式矫直机，便能保证提高并单独调节管材在移动过程中的转动速度。

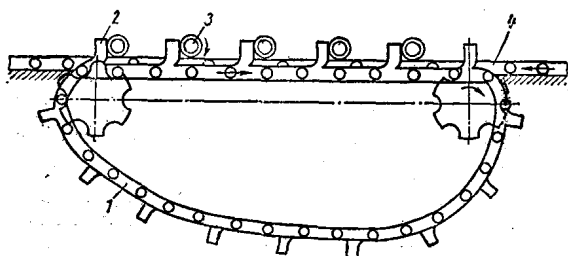


图2 链式管材矫直机

矫直机有主动运输链1。它由拨爪2，使管材3向右移动。在主动链间，配有反向运动的辅助运输平链4。由于运输链的斜度，使管材压向拨爪。这时，管材处于稍高于主动链的辅助链板上。根据供管速度，由主动链给定移动速度。

对于矫直，所需管材的回转速度，仅由辅助运输链独自的运动速度来确定。

确定能够实现上述回转的条件。图3示出推管时，所作用的力的简图。

为使管材回转，必须实现两个条件（由于矫直过程的速度低，略去动力学因素）：

$$1. FR \geq G\mu_1 R \sin \alpha + G\cos \alpha (k + e)$$

式中 $k = 1.5$ 毫米——热管在平链上的滚动摩擦系数；

$\mu_1 = 0.3$ ——管材与链拨爪之间的滑动摩擦系数；

e ——管材挠度。

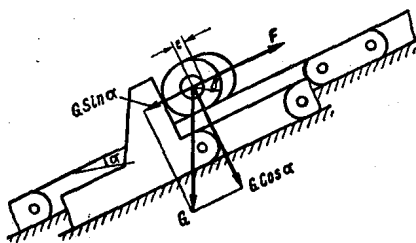


图3 管材运输时作用力的简图

$$2. F \leq \mu_2 G \cos \alpha$$

式中 μ_2 ——管材与链板间的摩擦系数。

比较二个方程式，则

$$\mu_2 \cos \alpha \geq \mu_1 \sin \alpha + \frac{k + e}{R} \cos \alpha$$

变换后，得到矫直过程中，可被推动的管材最小半径方程式：

$$R \geq \frac{k + e}{\mu_2 - \mu_1 \tan \alpha}$$

一般链式冷床的倾角为 $\alpha = 1^\circ \sim 1.5^\circ$ 。如果管材直径大

于:

$$d_T = \frac{2(k+e)}{\mu_2 - \mu_1 \tan \alpha} = 42 \text{ 毫米 (取 } \mu_2 = \mu_1 = 0.3)$$

则挠度 $e \leq 5$ 毫米的管材, 可在具有上述链条倾角的链式矫直机上被矫直。

如果减少摩擦系数 μ_2 , 则被矫管材的最小直径可减小。为此, 在链条拨爪上装一个或二个辊子, 在运输时, 靠这些辊子推动管材。

链式矫直机的优点, 是可矫直相同断面和变断面的热圆管, 同时保证连续供给轧材。但是, 由于在推动管材时, 其表面氧化皮大量脱落, 链条较迅速地磨损, 且不均匀, 使平行运动的主动链拨爪不再处于一条直线, 进而妨碍管材的回转和矫直。小直径管材 (小于 20~25 毫米) 在运输时不被推滚, 所以不可能在链式矫直机上被矫直。

第三节 花辊式矫直机

沿长度有很大外径阶梯的变断面管材 (例如阶梯辊环), 不能在斜辊式矫直机上矫直, 因为管材很大的突起段, 妨碍其在矫直机矫直辊中轴向移动。这种管材一般在热状态下, 由花辊式矫直机矫直。这种矫直机有时叫地上管材矫直机。在这种矫直机中, 管材处在长辊子上, 在绕其轴线高速回转的同时, 在自重作用下被矫直。为了矫直端部有突缘的管材, 地上矫直机有 12 个装在滚动轴承座 6 上的矫直辊 5 (图 4)。此支座固定在框架 7 上。为了减少矫直辊的弯曲, 每个辊子中部, 支承在摆动框架 18 的支承辊 17 上, 支承辊装在滚动轴承上。此框架固定在偏心轴 20 上, 借助偏心轴, 使其升起, 以保证支承辊与矫直辊完全接触。由拉紧螺栓 19, 使轴固定

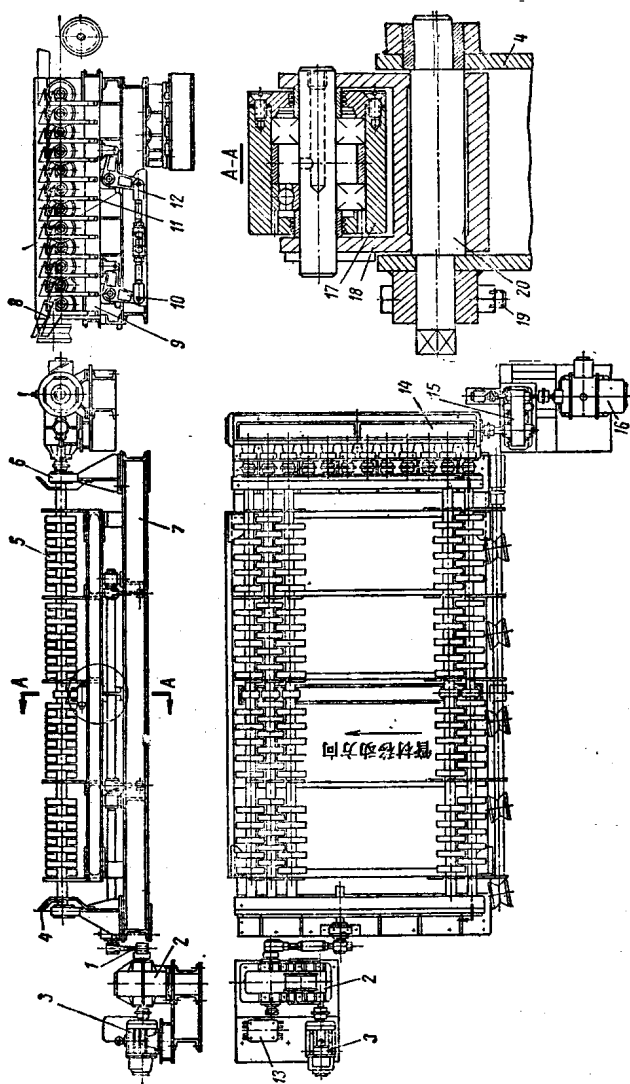


图 4 地上管材矫直机

不转动。由电动机16, 经减速器15、分配齿轮箱14, 使矫直辊恒速转动。双臂摆杆10的轴承固定在框架上, 摆杆支撑着升降台9, 台上带有拨爪11。双臂摆杆与叉头12相联, 由电动机3, 通过固定在减速器2低速轴上的曲柄连杆机构1驱动。管材端部导向导板4焊在矫直辊支座上。

升降台驱动装置在起动工作制下工作, 并在每次摆动后, 由主令控制器13使其停止。需要矫直的热管材沿辊道送到挡板, 此后, 升降台完成上升的行程, 并回到原始位置。这时管材被端部拨爪8从辊道上抬起, 沿斜面滚下去, 并落到由第一组和第二组矫直辊所构成的凹槽中。

热管材在这些辊子上转动过程中, 开始被矫直。当第二根管材被送进时, 升降台按顺序动作要求, 由拨爪把第一根管材拨到第二、第三组辊间的凹槽, 而第二根管材处在原先第一根管材的位置。而后重复上述的工序, 使管材由一个凹槽转送到另一个凹槽, 并回转, 进行矫直和冷却。经过12道工序, 管材被送到运输机或辊道上。

某些矫直机, 当被矫管材温度高达1000~1200时, 矫直辊的一半浸到水池中, 以防辊子变形并强化管材的冷却。

花辊式矫直机的性能

管材外径 (毫米)	14~110
管材长度 (米)	2、3、4
最大管材重量 (公斤)	50
管材温度 (°C)	
开始温度	850
最终温度	300
矫直辊外径 (毫米)	300
回转速度 (转/分)	35~145

升降台行程 (毫米)

92

升降台每分钟行程次数

50

地上矫直机结构简单, 且保证变断面圆管材的矫直。因为在热状态下进行矫直, 在这种矫直机上, 可有效地矫直内部涂珐琅的管材。这种涂层在矫直温度下, 具有足够的塑性^[6]。这种矫直机的不足之处, 是不能矫直温度低于 $300\sim 400^{\circ}\text{C}$ 的管材, 甚至矫直精度比斜辊式矫直机低。

地上矫直机在苏联一些厂, 用于炉内焊管链式机上, 同样也用于矫直涂珐琅的折边管。

第四节 螺旋辊式矫直机

螺旋辊式矫直机可分成二种型式: 管材横移式和管材纵移式。在第一种情况下, 矫直过程中, 管材垂直于辊子轴线放置。在第二种情况下, 管材平行于辊子轴线放置。

管材横移式矫直机 (螺旋冷床)

为了在冷却过程中矫直管材, 除使用链式矫直机 (参见第二节) 外, 还使用一般称为螺旋冷床的矫直机。

装在辊子托架 2 上的冷床螺旋杆 1 (图 5), 由电动机 3, 经过圆柱齿轮减速器 4 和圆锥齿轮减速器 5 来驱动。根据管材进入冷床的频率来调整传动装置速度。

螺旋杆由中空管材制造, 其上焊有呈螺旋状的外表面。冷却用的对流水按箭头 K 所指的方向, 从螺旋杆的内腔通过, 由螺旋杆传动侧的孔流出。

被矫管材受螺旋杆的螺旋体推送, 并沿导向齿条 6 滚动。螺旋杆的螺旋体按右旋和左旋交替布置, 以避免管材滚动时的轴向位移。矫直过程一直持续进行到管材失去足够的塑性, 温度低于 600°C 为止。当矫直的管材继续运输时, 则矫直的

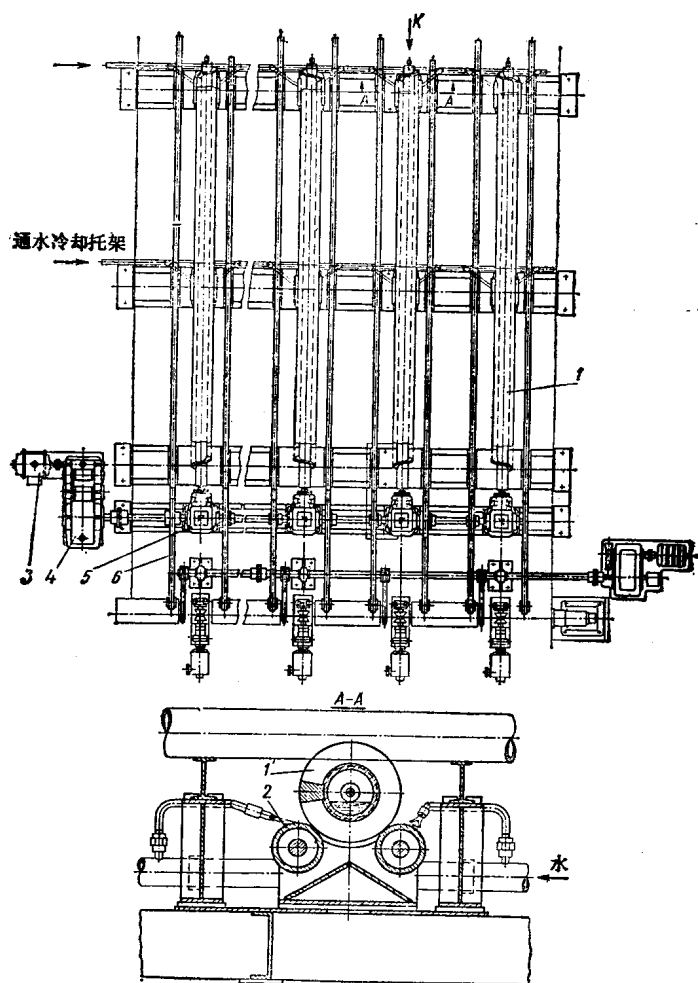


图5 螺旋式冷床