

5
77.647

GY

77.647

GY

冶金译丛

龔堯主編

国外薄带生产

上海市科学技术編譯館

冶金譯丛
国外薄带生产
龔 堯主編

上海市科学技术編譯館出版
(上海南昌路59号)

新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售
上海大众文化印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/32 印張 4 5/16 号 字数 110,000
1962年11月第1版 1962年11月第1次印刷
印数 1—2,000

編 号: 6522.23
定 价: 0.40 元

內容簡介

本專輯搜集的是有关近年来生产冷轧薄带与极薄带的国外文献，共十五篇。

由于薄带生产并不单纯是主机生产上的问题，而且包括副机在内的一系列复杂工艺问题，目前，这方面的工艺在国外不但尚无定型的，而对生产设备、生产方法，特别是酸洗、热处理方面尚在摸索之中，因此，我们的选题较多地注意国外薄带生产的不同方法，以窥见国外各种新颖的生产方法之全貌。

但是必须指出，薄带生产在国外尚未完全解密，因此，有些部分如薄带焊接、研磨、抛光等方面的文献极少，甚至还没有发现，限于时间，我们未及选择发表，但对研磨抛光方面，我们选译了两篇。译文的内容虽不全面，但多少可以对我们起一些参考作用。另外，由于薄带生产成品上的防腐重要性，我们也选译了两篇钢带表面化学处理与塑料镀层的参考性文献，以资借镜。

本专辑主要有三个部分：主机生产构造，酸性、热处理，成品研磨处理。

本专辑可供冷轧薄带方面的工厂生产技术工作人员、设计人员、科学研究人员以及高等院校师生参考。

本专辑由上海黑色冶金设计院魏堯和何英介同志负责编审。

目 录

一、軋制薄帶与极薄帶的多輥軋机.....	(1)
二、多輥軋机.....	(31)
三、軋制薄帶的12輥軋机.....	(42)
四、ЦНИИТМАШ ЦКБММ 型的多輥軋机.....	(54)
五、Sendzimir 冷軋帶鋼机.....	(68)
六、冷軋合金薄帶的經驗.....	(77)
七、帶鋼酸洗的一个方法.....	(92)
八、冷軋电机鋼在連續式作业爐內的退火.....	(99)
九、不銹鋼帶无氧化电加热的立式連續式爐.....	(108)
十、金属产品的热处理装置.....	(110)
十一、連續式作业爐.....	(115)
十二、不銹鋼薄板的拋光.....	(119)
十三、帶式研磨机提高不銹鋼成品公差.....	(123)
十四、化学处理鋼帶表面以提高它的防腐性能，改善表层的粘 合性及便于形成絕緣复层.....	(130)
十五、塑料鍍层鋼板和鋼帶的生产.....	(135)

一、軋制薄帶與極薄帶的多輥軋機

Е. П. ДЕМИН

近年來，由於各工業部門的急劇發展，對各種各樣金屬與合金所製成的各種不同尺寸的薄帶與極薄帶的需要量大大增加。例如：汽車工業需要的是低碳鋼（其中包括特殊不銹鋼）的寬而薄的扁材（寬大於 1000 毫米，薄 0.1~0.5 毫米）。儀表製造工業感到興趣的是薄至 0.010 毫米以下的各種合金鋼的極薄帶材，而電器工業感到需要的又是相同尺寸的各種高磁性金屬帶材與合金帶材。從事確定金屬吸氣能力和分子量等等各種物理研究的科學研究機關所需要的，是金屬品種繁多、寬度不大而小於 100 毫米的、厚度小於 0.003 毫米的最薄帶材。

如果不使用鈦、鋳、鉬、鉍及其他難熔金屬與特殊合金的極薄帶材（0.05~0.005 毫米），電子學的成功發展是不可能的。

薄帶按其厚度可以分為下列二類：厚 0.5~0.05 毫米的薄帶與厚 0.002 毫米以下的極薄帶。

對薄帶及極薄帶方面总的要求是：在其縱橫方向上對規定帶材厚度的偏差要求小，同時對其表面質量要求高。在很多情況下，上述帶材的用戶們還會提出一些與一定的強度性能有關的附加要求。有些用戶，如電真空工業有時提出與帶材軋制過程中保持帶材表面化學純度有關的要求。要求大量生產類似此種高質量帶材的任務，不可能採用一般的二輥或四輥軋機來解決，因為它們的結構剛度小，同時工作輥的彈性變形過大。在小剛度的結構情況下：第一，不可能對每個道次採用大壓下量，因此減少軋機產量；第二，不可能獲得精確公差的帶材。同樣，有足夠大直徑的工作輥，其變形也就增大，由於軋輥變形的大小成為與軋制厚度可以比擬，因此使它在實際使用上便不可能去軋制極薄帶材。為了全面滿足難變形合金薄帶與極薄帶的需要，可以通過採用多輥軋機的方法；這不但是由於軋輥體系的剛度大，軋輥彈性變形小，而且從它的製造和使用觀點來看也是經濟的。在小直徑工作輥的多輥軋機中，工作機座的強大剛度是由於有着某些

支持輥而得到保证的。减小工作輥直径，可以使工作輥的弹性变形值以及对降低变形阻力、降低軋輥金属压力、降低軋制时能量消耗有关的变形区域显著地减小，而较大直径的支持輥是用以保证所要求的軋輥体系的刚度与軋制精确度。当軋制难变形金属与合金带材时，多輥軋机的效率更其明显。由于此类軋机容许每道軋制时有较大压下量以及无中间退火时有较大的总压下量，因此采用它来軋制低碳钢及有色金属带材时具有很大的优点。在资本主义国家中，多輥軋机非常流行，在美国已安装了几十台用以軋制厚度0.003~0.5毫米，宽度100到2000毫米的各种不同金属和合金带材的类似的軋机。

近年来，多輥軋机在苏联也有广泛的推广。现时，由全苏冶金机械制造科学研究所（ВНИИМЕТМАШ）创造的用以軋制各钢种带材的多輥軋机在本国的许多工厂中正在成功地运转。一些用以軋制难变形金属和特殊合金的多輥軋机建在某一科学研究所内。

I、近代多輥軋机的构造

多輥軋机的主要体系 根据用途，多輥軋机有十个支持輥或十八个支持輥的二种。带有十个支持輥的12輥軋机（图1，a），当軋时作用在工作輥上的金属压力是由分布在工作輥上下二面的中间支持輥来承受的。中间支持輥将其本身所承受的力传递给六个支持輥，同时它再将力传递给軋机工作机座的结实机体上。12輥軋机中的驱动輥一般就是：为传递巨大扭转力矩，

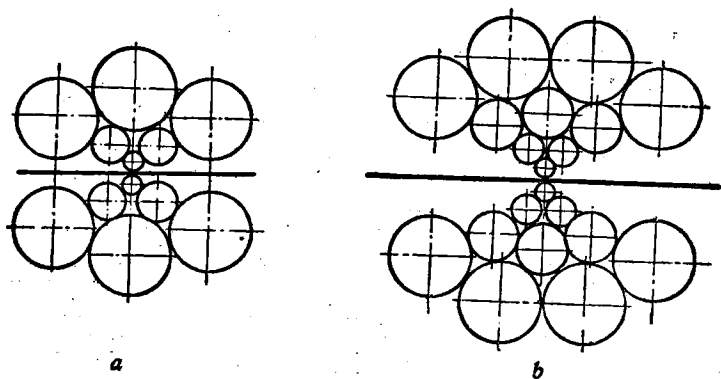


图1 12輥軋机(a)与20輥軋机(b)的輥輥配置简图

对比工作辊有较大直径的四个中间支持辊。在此种轧机下的工作辊是依靠摩擦而旋转的。12辊轧机主要是用以轧制宽度在300~400毫米以下的带材。

20辊轧机(图1, b)与12辊轧机的区别在于它不只有一排,而是有二排中间支持辊,这样便保证了轧辊体系的更大刚度,从而允许轧制更宽更薄的工作辊。20辊轧机中的驱动辊通常是第二排,具有比12辊轧机的工作辊直径还大的四个边缘中间支持辊。因此,尽管轧机上个别另件构造上有很大的不同,但总的说来它们都被称之为 Sendzimir 轧机。Sendzimir 工作机座的结构特点是:沿外排支持辊长度上有若干中间支座,这样在很大

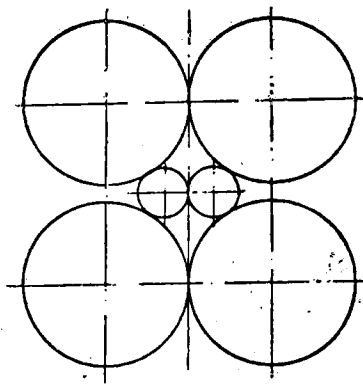


图2 6辊轧机中的轧辊配置简图

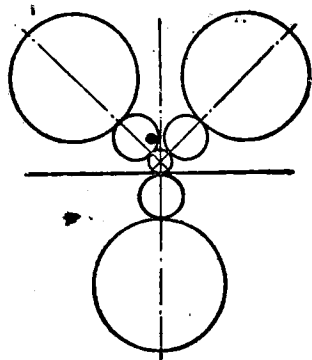


图3 依克列克轧机中的轧辊配置简图

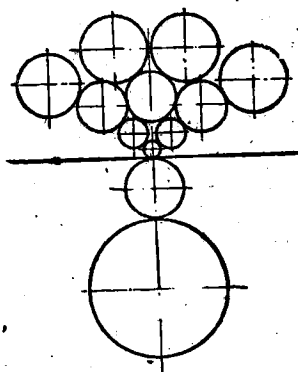


图4 联合式轧机中的轧辊配置简图

程度上减少支持辊与工作辊的弯曲挠度，从而保证轧辊体系的最大刚度。应当指出：除了用以轧制薄带与极薄带的多辊轧机以外，还有采用6辊轧机(图2)、7辊轧机或依克列克轧机(Игрек-стан)(图3)及联合式轧机(图4)。

在普遍流行的四辊轧机中，支持辊是用以限制工作辊在轧制线垂直方向上的挠度弯曲。但是对工作辊，特别是对小直径的工作辊，在轧制方向还是有挠度弯曲的趋势。6辊轧机曾经是为减小工作辊直径，而同时又要对轧辊在轧制线方向上的弯曲，保证给予必要支座这个企图而创造的。然而实际上，要在6辊轧机中减小工作辊直径是有一定的限制。这种限制的

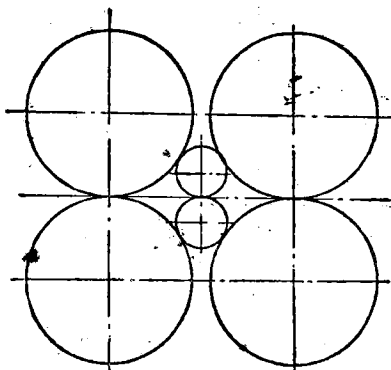
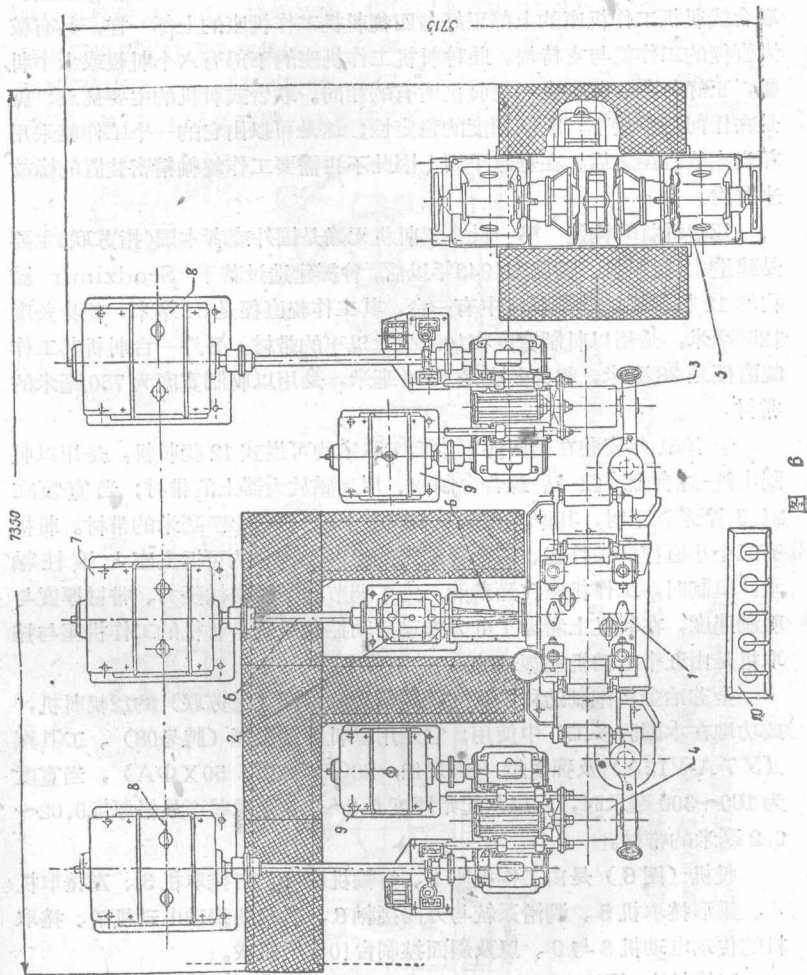


图5 6辊轧机中减小工作辊直径的极限情况

6辊轧机中的驱动辊一般是工作辊。由于照顾到它们的强度，就大大限制这些工作辊直径的减小。鉴于上述缺点，第一架六辊型式的轧机虽然曾经建于多辊轧机之前很久，但没有进一步的广泛使用。

所谓蒙脱高米尔(Монтгомер)结构的依克列克轧机(Игрек-стан)(或称Y型轧机)，不久前在美国出现。配置在工作机座上半部的小直径工作辊，“它不仅具有垂直而且还有侧向的支撑。下面的工作辊，因有足够大的直径，所以在侧向的支撑就不再需要。在蒙脱高米尔轧机中，驱动辊是二个中间支持辊和具有同样直径的下面的工作辊。此种轧机的本身具有既有小直径工作辊的优点，又具有足够驱动功率的可能，从而保证当轧制较

302233



寬的帶材扁材時，所需要的大壓下量與高速度的要求。

全蘇冶金機械製造科學研究院創造的聯合式軋機，其最大優點是：它有可能依靠工作機座結構上的處理，將普通四軋軋機改造至該系統上去。聯合式軋機工作機座的上部正好與四軋軋機工作機座的上部一樣，具有較大直徑的工作輥與支持輥。此種軋機工作機座的下部有六個軋輥或十個軋輥，正好與12軋軋機或20軋軋機所有的相同。聯合式軋機的主要優點：就是在任何壓下量下，軋制制度的穩定性；這是可以由它的一個工作輥採用相當大的直徑之後，在垂直平面上因此不再需要工作輥軸精密裝置的緣故來解說。

12軋軋機的構造 第一批多軋軋機無論是國外或者本國（指蘇聯）主要是建造12軋軋機。美國在1943年以後，曾經建造過若干 Sendzimir 結構的12軋軋機。這些軋機中有一台，其工作輥直徑是57毫米，輥身長度1250毫米，是用以軋制寬度在1000毫米以下的帶材。另外一台軋機其工作輥直徑是38毫米，輥身長度是1050毫米，是用以軋制寬度為750毫米的帶材。

於1951年安裝在美國海軍炮兵實驗室的可逆式12軋軋機，是用以軋制由鐵-鎳合金或鐵-鎢-鎳合金制成、用為磁放大器上的帶材；當寬度在21.5毫米以下時，其厚度可從0.635毫米軋到0.0127毫米的帶材。軋機有二個小直徑的工作輥、四個傳動支持輥以及特殊的可拆支座與滾柱軸承。軋制時，工作機座注滿着油。為了調節與維護帶材張力、帶材厚度與軋制速度，在軋機上考慮了電力拖動自動控制系統。軋機的工作機座與捲取機是由五個電動機來驅動的。

全蘇冶金機械製造科學研究所創造的本國（指蘇聯）的12軋軋機，成功地在本國許多工廠中使用；它是用以軋制低炭鋼（牌號08）、工具鋼（У7А-У12А）及彈簧鋼（ЭИ142, 20С2, 65Г, 50ХΦА），當寬度為160~300毫米時，可以從起始厚度0.2~0.5毫米軋至最終厚度0.02~0.2毫米的帶材。

軋機（圖6）是由工作機座1、齒輪機座2、右捲取機3、左捲取機4、錐形捲取機5、潤滑系統與萬向接軸6、軋輥的驅動電動機7、捲取機的傳動電動機8與9、以及斜面控制台10等所組成。

工作機座（圖7，8）是一塊由高強度生鐵所鑄成的大塊矩形機體；它具有一個貫穿的圓柱形鑿孔，在其中安裝着二個帶成套軋輥的半圓柱形輥箱。在軸線方向，輥箱的位置是用側蓋來固定的。每個輥箱有一個直

徑 38 毫米的工作軋、二个直徑 45 毫米的中間驅動軋以及三个安装在固定軸上特殊制造的滾柱軸承上的直徑为 110 毫米的支持軋。工作軋是用 12XH2A 鋼制造；中間驅動軋是用 12XH3A 鋼制造；支持軋是用 9X 鋼制造。工作軋表面有 12 級光洁度、肖氏硬度 96~97 单位。上軋箱的工作軋与中間軋是用彈簧悬在机体上；这样無論是上述軋軋之間以及与支持軋之間都保证着恆定的可靠的接触。为了平衡上軋箱与消除压下机构的游隙，工作机座上設有液压装置。下軋箱是自由地安置在机体鑿孔的下面部分。

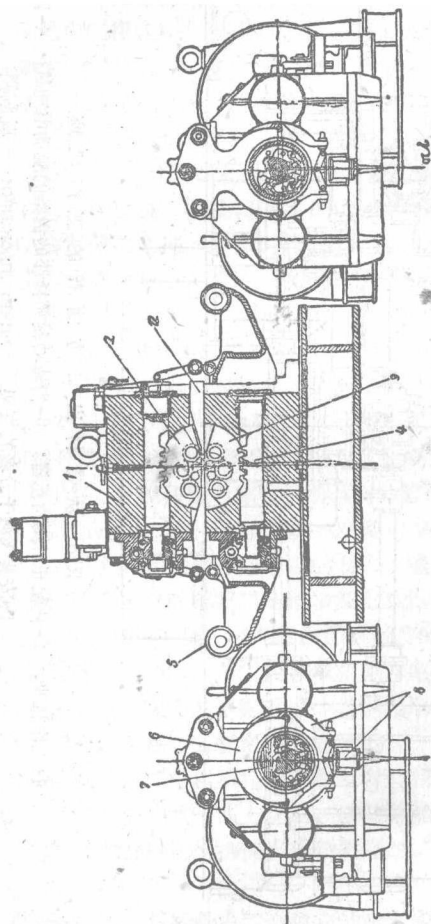


图 7 12 軋軋机，沿軋制綫的断面图

- 1-工作机座的牌坊； 2及3-上下軋箱托座； 4-轉動軋箱用的齿条； 5-导向軋；
- 6-从捲取机捲筒上推下卷鋼用的叉子； 7, 8-開瓦式制动器及其传动的气缸；
- 9-錐形展卷机的夾紧装置； 10-升降台； 11-升降台传动装置； 12-导卫板

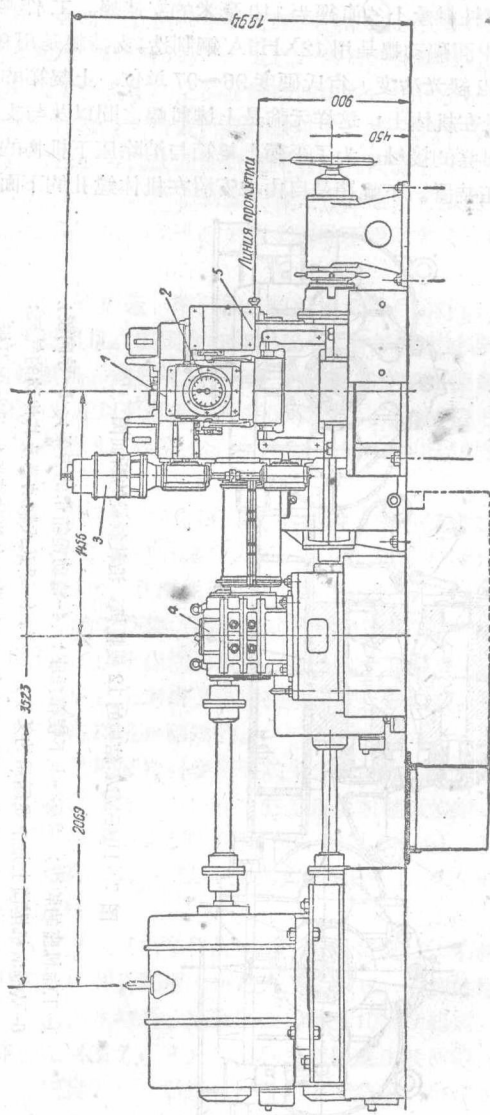


图8 从带材出口方面看的工作机座

1-工作机座; 2-轧辊开口度指示器; 3-为转动辊箱托座的齿条的驱动电动机; 4-齿轮机座;
 5-安装飞测千分表的支架 линия прокали — 轧制线

在機體的二側面設有矩形孔；在孔內設有給帶材導向的，並由此引出空氣導管清除帶材的導引板。空氣流將把落在帶材表面上的油吹走。因為工作軋的軸綫與機體鏗孔軸綫相對地有某些偏差，因此依靠齒條的平移運動而轉動軋箱，就有可能在軋箱間獲得不同的間隙；齒條是由功率 1.6 馬力的電動機，經由二對蝸母偶與位裝在齒條絲紋一端上的二個螺母而導致平移運動的。為了控制軋箱間的間隙，給機座設有二個指示刻度盤。軋機的支撐穩定工作，同樣是依靠沿軋軋長度調整其間隙來保證的；間隙調整是依靠轉動上軋箱中二根邊軸上軸套，使裝在其上的三對支持滾柱產生徑向位移而達到要求的。

工作軋的傳動是依靠用以支持它的四個中間驅動軋的摩擦而傳動的。驅動軋本身的轉動是由功率 136 馬力、型號 ПН-1750 的直流電動機經過齒軸節，齒輪機座以採用活球接頭的方法與驅動軋相連接的接軸而旋轉的。工作機座的驅動電動機，其旋轉速度 930~1150 轉/分及額定電壓 440 伏，是由當 1470 轉/分與電壓 460 伏時，功率為 200 瓩的發電機供電的。由於傳動裝置的供電方案是用電動機——發電機組系統，因此工作機座的電動機得有正確的調整轉速與 1~5 米/秒間的相應軋制速度。齒輪機座採用的是聯合型式，也就是同時作為減速機使用。因為接軸是在高速下旋轉，所以循環潤滑劑是被引向到接軸的鉸接處的。為了軋件捲取成卷以及建立與維護前後張力，在軋機上設有二個捲取機。每個捲取機可以作建立後張力的展卷工作，也可以作建立前張力的纏卷工作。為了驅動每個捲取機以及按大小獲得各種張力起見，可以利用為捲取機所具有的直流電動機之一：ПН-1750 型功率 68 馬力的主電動機，或者 ПН-400 型功率 13.6 馬力的輔助電動機。二個電動機是用齒形聯軸節與捲取機的聯合減速箱軸的端部相連接的。捲取機的電動機是由帶雙激磁綫組的單獨發電機供電的。當輔助電動機工作時，主電動機可以藉作用在可解開的齒形聯軸節的氣缸與減速箱切斷分離。

當軋制最薄的薄帶時，是採用捲取機輔助電動機的。所選用捲取機的傳動系統保證着帶材張力的平穩調節。控制捲取機及工作機座上的驅動電動機的交替制度，是用平式控制器來進行的。

錐形展卷機是由二個錐形捲筒及在二者之間的升降台所組成的。在卷材被升降台舉至捲筒的水平面上之後，捲筒藉絲杆機構相互靠近並且將卷材夾緊。當卷材在捲取機的捲筒上重新纏卷時，由錐形展卷機建立必要的張力。

為了潤滑機構，軋機是由二個獨立的中央潤滑系統來供應的；其中第

一个潤滑系統是用于潤滑工作机座以及用于潤滑冷却工作輥的；而第二个潤滑系統是用于潤滑齒輪机座与捲取机减速箱的。在压力干綫上考虑了用于洁油的盘濾机以及降低油溫到 $30\sim 35^{\circ}\text{C}$ 的冷却器。在压力干綫中最大許可油压是4大气压。

用以軋制难熔金属极薄带材的12輥軋机建于某一科学研究院內。該軋机示于图9，其外形是 $870\times 560\times 1320$ 毫米。軋机是指定用于当带材寬度小于5毫米以下时，将鉄絲事前弄平起始厚度为0.15毫米的带材冷軋到最終厚度为0.008~0.01毫米的带材。軋机的工作机座是用鋼制成，在水平面上有接合处。当調整鋼帶时，机座上半部繞軸轉动置于上面頂部位置，并用固定銷固住。

当軋制时，机座的二个半部是藉二个装在不能移动偏心套筒（固定在軸上的）上的Γ-形夾持器而連接的。軸的一端的鍵上，安装着一个手柄。当这个手柄順时针方向轉动时，抱着机座上半部中的二个半截軸的夾持器，

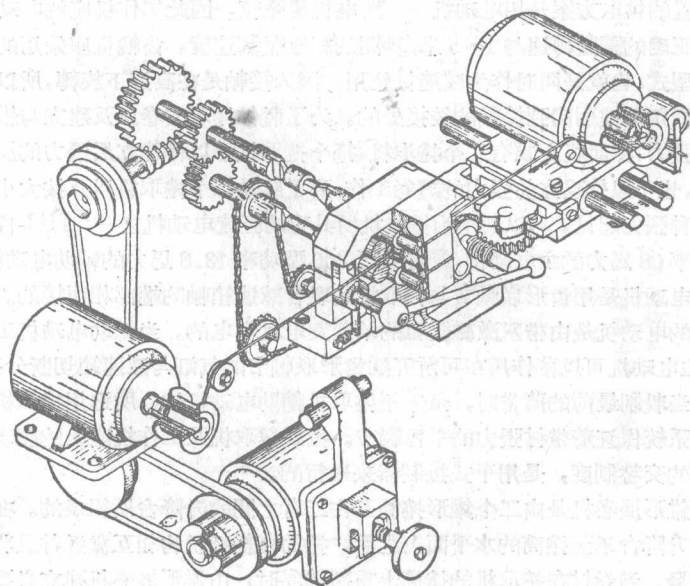


图9 12輥軋机

藉偏心套筒作用而垂直向下位移，使工作輥之間建成可靠的接觸。直徑 6 毫米、輥身長 28 毫米的工作輥間的間隙，是由其中一個輥輥中間部分的環形槽來保證的。槽的深度與軋制帶材厚度有關。在軋機上有一套槽的深度為 0.1~0.01 毫米的輥輥。每個工作輥是支持在二個直徑為 12 毫米的中間輥上。而中間輥支持在直徑為 24 毫米的支持輥上。所有的輥輥是用 ИХ-15 鋼（譯註：原書誤寫為 ИХ-15）製造，淬火硬度達 60~62R_c。驅動輥是上下二個中間支持輥。直徑為 14 毫米的支持輥端部是在滾針軸承中旋轉的，其潤滑是由特殊注油器來進行。用作潤滑的是輕質機器油。工作機座是由 АОЛ11—2 型、功率 180 瓩（220/380 伏、2800 轉/分）的交流電動機經由三角皮帶的無極變速器、三級塔形皮帶輪、齒輪減速機座與萬向接軸而傳動的。軋機的軋制速度在 24~12 米/分的範圍內調節。在軋機上，軋制帶材是單方向進行的。前後張力是依靠工作在制動制度中的特制交流電動機來建立的。每台電動機軸上的扭轉力矩，是用接在定子繞組電路中的自耦變壓器來調整。為了勻整平鋪帶材（譯註：這種窄帶捲取時，帶材並不是垂直重疊捲取而是如絲材一樣在水平方向往復移動而重疊捲取的，所謂“勻整平鋪”就是這個意思）考慮了一種特殊機構，它是由蝸母偶所組成。蝸輪軸的一端坐放著一個凸輪。凸輪導致滑塊往復運動，再在滑塊框架上，安裝著其本身軸上帶有帶材綫盤的前捲取機。

在工作機座的二面，都裝有用以保證帶材導向與用以保證帶材在任一端拉斷時很快停車的連鎖觸頭。以上述構造為基礎的軋機，在生產中表現得很好；因此，目前仍在該研究院內，創造了一種用以軋制窄的、極薄鎢帶的 12 輥軋機。在此軋機上，當帶材最大寬度為 3 毫米時，所獲得最小厚度的帶材是 0.018~0.020 毫米。帶材加熱是採用電流來進行的。帶材加熱的電氣元件包括有：電壓調整器（500 伏安、250 伏），變壓器（500 伏、220/15 伏），銅質接觸滑輪以及為控制加熱制度的儀表（電流表和電壓表）。軋制鎢帶通常是在 600~800℃ 溫度下進行。直徑 6 毫米、輥身長 28 毫米的工作輥是由牌號 BK-8 硬質合金製造。

20 輥軋機的構造 最近，20 輥軋機無論在國外或者在蘇聯比之 12 輥軋機得到了更廣泛的應用。這是可以用在後，軋機上由於其剛度不大，軋制時不可能永遠保證各種不同寬度帶材在尺寸上的精確度來解說的。此外，一般來說 20 輥軋機比 12 輥軋機要經濟，因為當它們的製造費用與使用費用相差不大的情況下，前者允許的每道壓下量較大和無中間退火的總壓下量也較大的緣故。

用为軋制帶材的20軋軋机通常是由下列部件組成：工作机座，齿輪机座，左右捲取机，工作机座与齿輪机座的另件和部件的潤滑系統，工作机座和捲取机的拖动电动机，为供应卷材和卷材开卷的装置，各种調节和控制装置，斜面操縱台。

在某些軋机的結構中考虑了軋式矯正机，将它安装在軋机展卷机与捲取机之間。軋机机組相互配置关系的总图示于图10。

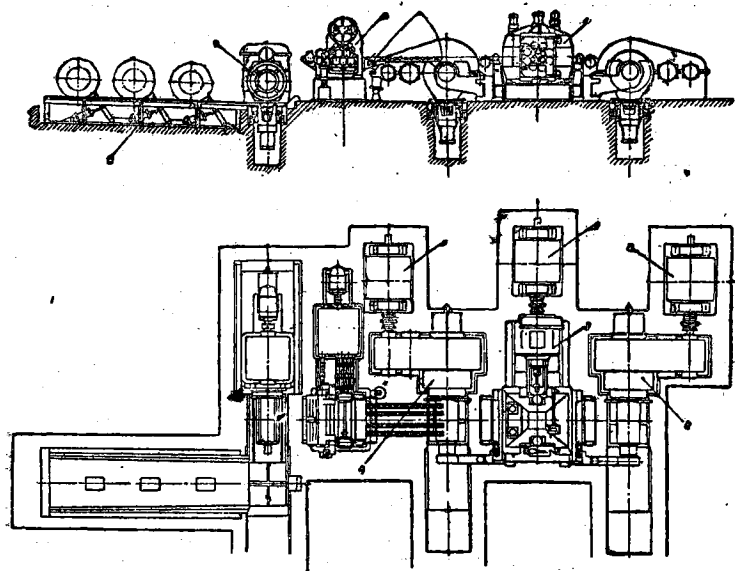


图 10 大型的 Sendzimir 20 軋軋机

- 1-工作机座； 2-齿輪机座； 3-工作机座的拖动电动机； 4-左右捲取设备；
5-纏卷装置的拖动电动机； 6-軋式矯正机； 7-展卷机； 8-供給卷材装置

国外20軋軋机的工作机座有标准結構的 Sendzimir 机座；它是由大块机体、成套軋軋、为控制軋軋間間隙用的驅動装置、上述間隙大小的指示器与被軋帶材的厚度指示器等所組成。工作机座的整块机体是矩形的；用为大型軋机的，是用高强度鑄鉄制造的；用为小型軋机的，則是用優質鋼制造的。图 11 是一台大型軋机工作机座的鑄鉄机体。最小軋机之一、ZR32—4 型鋼制的工作机座机体其尺寸是 305×305 毫米。軋軋是安装在用端盖关闭的直通圆柱形鑄孔內(图12)。机体的二側面有軋制时为通过帶

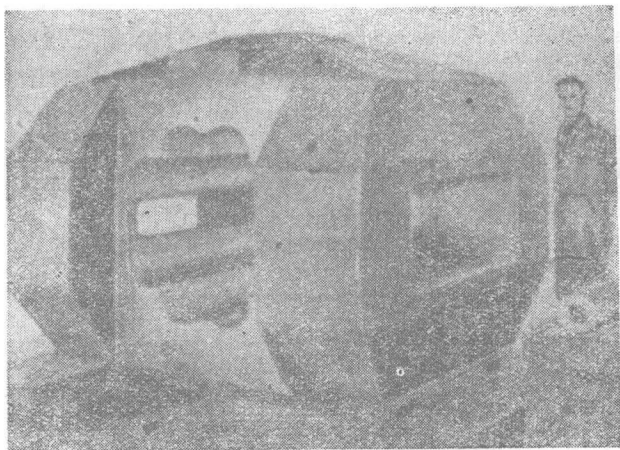


图 11 大型 Sendzimir 軋机工作机座的机体

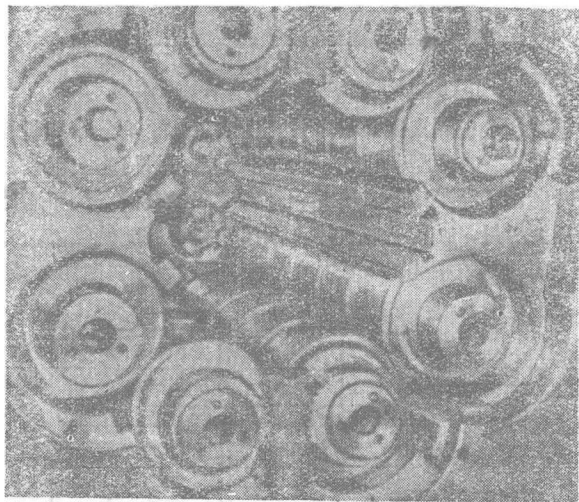


图 12 在 20 軋軋机工作机座的机体鏤孔內其支持軋的配置图

材的矩形孔。軋軋体系所需要的剛度，是由外支持軋裝置來保證的；裝置本身乃是一套裝在固定軸上的滾柱軸承(圖13)；該固定軸是被安裝在若干分離的中間支座上(圖14)。滾柱軸承與中間支座的只數是按工作軋長度來