



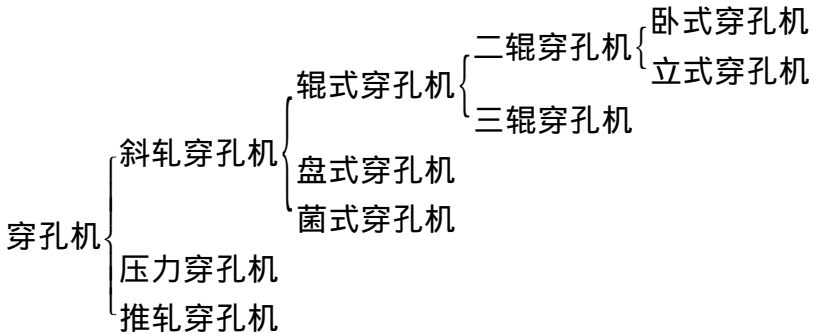
最新

无缝 钢管 生产 设备

仅供参考

第一章 穿孔机

穿孔机是热轧无缝钢管机组完成第一道主变形工序的关键设备,按其结构特点可分为以下几种类型:



可以看出,斜轧穿孔机又分为辊式穿孔机、盘式穿孔机和菌式穿孔机三种。其中辊式穿孔机应用比较广泛,而盘式穿孔机和菌式穿孔机应用较少。压力穿孔机多用在周期轧管机组、顶管机组和挤压机组中。三辊穿孔机、二辊立式穿孔机和推轧穿孔机都是六十和七十年代出现的新型穿孔机。其中三辊穿孔机能较好地穿轧组织比较疏松的坯料、连铸圆坯和难变形的高合金钢;二辊立式穿孔机具有产量高的优点;而推轧穿孔机可穿轧方坯和难变形的高合金钢。所以我们可以根据坯料的种类、材质和轧管机的型式选用适宜的穿孔机。下面分别介绍各种穿孔机的机座及其主传动,至于它们所共有的前后台则集中在后面一共叙述。

第一节 二辊卧式穿孔机

自1886年曼内斯曼兄弟发明二辊卧式穿孔机以来,由于它具有产量高、通用性大、工具寿命长和孔型调整简单等优点,在热轧无缝钢管生产中得到了广

泛的应用。到目前为止,新建的连轧管机组、自动轧管机组和三辊轧管机组仍采用这种穿孔机。

二辊卧式穿孔机和其它型式的斜轧穿孔机一样,通常由前台、机座及其主传动、后台等三部分组成。日本钢管公司京承厂 1957 年建造的 $9\frac{5}{8}$ " 自动轧管机组的穿孔机见图 1-1。

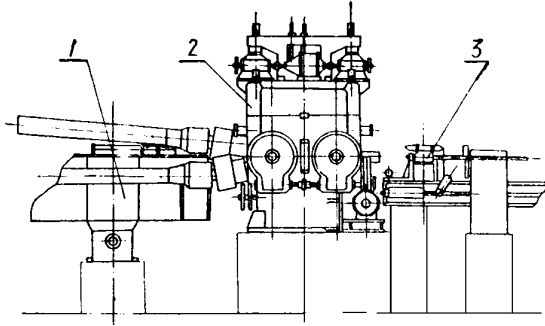


图 1-1 日本钢管公司京供厂 $9\frac{5}{8}$ " 自动轧管机组的穿孔机

1-前台 2-机座和主传动 3-后台。

一、机座

旧式二辊卧式穿孔机机座(图 1-2)的特点是轧辊送进角不能调整,采用辊式导卫装置,用在周期轧管机组中。现在普遍应用的二辊卧式穿孔机机座通常由机架、轧辊及轴承座、轧辊侧压机构、轧辊送进角调整及锁紧机构、导卫装置等部分组成。

(1) 机架:由于机架是用于承受金属变形的全部压力的,所以在设计时要特别注意它的强度和刚性。此外,穿孔机机架的结构型式还与轧辊和导卫装置的更换方法有关。广泛应用的二辊卧式穿孔机机架都是上下剖分的。按剖分位置的不同,机架可分为剖分面在轧制线上方和在轧制线上两种。

西德曼内斯曼——米尔公司制造的穿孔机(图 1-3),机架的剖分面在轧制线的上方,上盖和下机架用铰接在下机架上的螺栓和螺母锁紧。

日本山阳特殊钢厂三辊轧管机组中的穿孔机(图 1-4),机架的剖分面也在轧制线的上方,上盖和下机架用拉杆和斜楔锁紧。日本和许多西方国家的二辊卧式穿孔机机架多采用这种结构形式。换辊时,首先是人工把斜楔拆除,然后用吊车把上盖吊走,再换辊。这样做,既复杂,换辊时间又长。

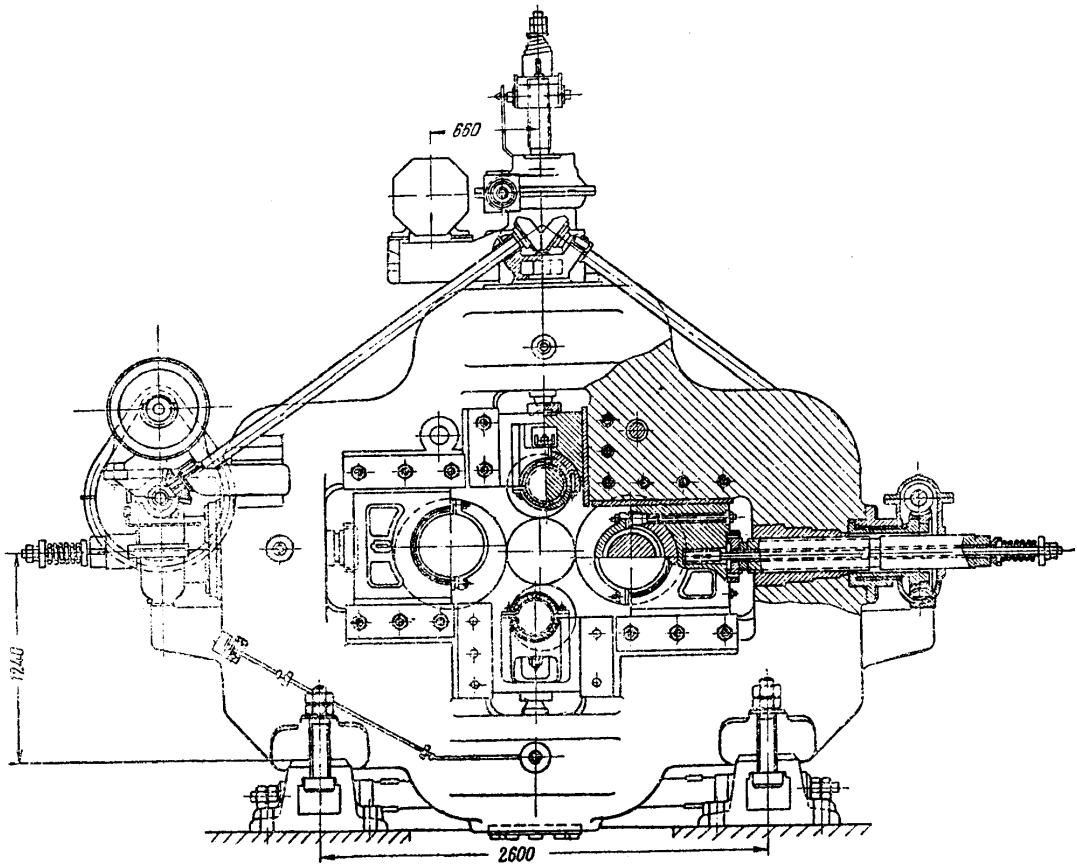


图 3-2 周期轧管机组的穿孔机机座

1-机架； 2-轧辊及轴承座； 3-辊式导卫装置。

苏联乌拉尔重机厂制造的400自动轧管机组的二辊穿孔机(图1-5)机架的剖分面在轧制线上,上盖和下机架用螺栓紧固。换辊时上盖不打开,用轧辊送进角调整机构把水平放置的轧辊旋转90°到直立位置,从上盖的窗孔中取出轧辊。这种结构形式对大型穿孔机还是可取的,但更换导板仍嫌不便,厂房也要相应地增高。

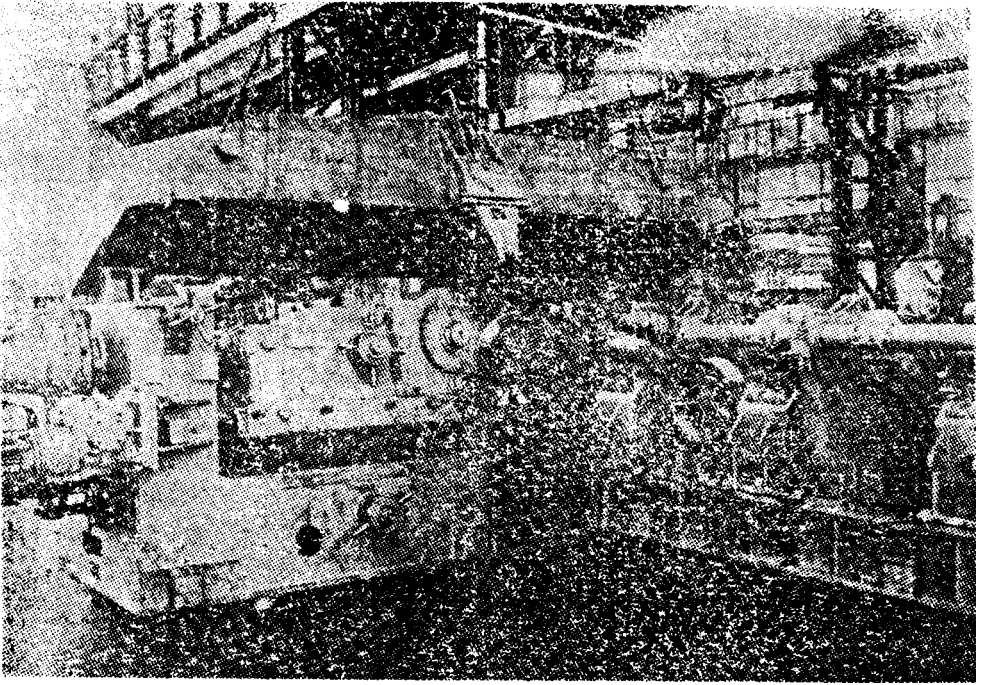


图 1-3 文内斯曼—米尔公司制造的穿孔机

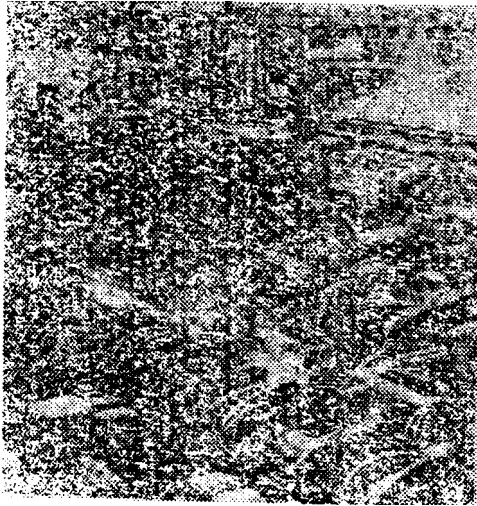


图 1-4 日本山阳特殊钢厂的二辊卧式穿孔机

为了简化操作和缩短换辊时间,新设计的二辊卧式穿孔机机架通常具有如下特点:

- ①机架的部分面在轧制线的上方;
- ②上盖和下机架间采用液压或其它机构代替斜楔锁紧机构;
- ③换辊时用专门的液压或电动机构将上盖打开。

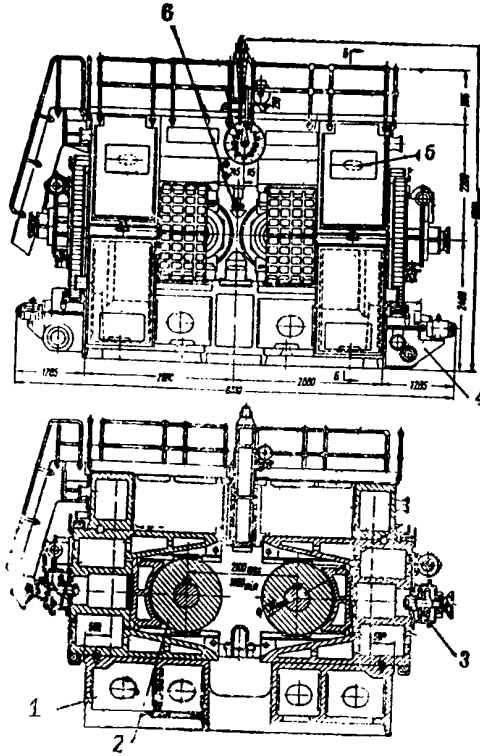


图 1-5 苏联乌拉尔重机厂制造的 400 自动轧管机组的穿孔机

1- 机架 2- 轧辊及轴承座 3- 轧辊侧压机构 4,5- 轧辊送进角及锁紧机构 6- 导卫装置。

图 1-6 所示的是穿孔机机架的一种结构形式。这种铰接结构适用于中小型穿孔机。换辊时,用一个液压缸将上盖转到直立位置即可。图 1-7 所示是穿孔机机架的另一种结构形式。这种结构适用于大型穿孔机。换辊时,用液压缸将上盖水平推到穿孔机后台上方。

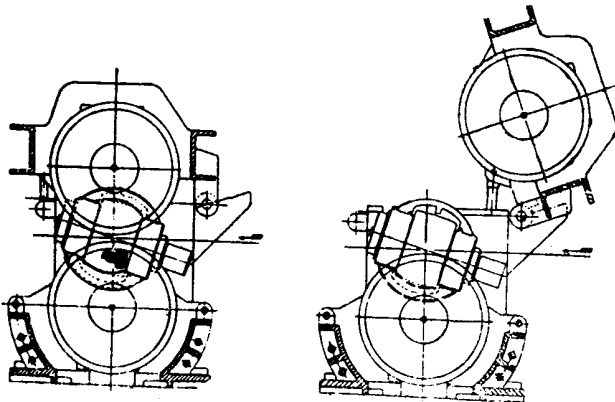


图 1-6 穿孔机和架结构

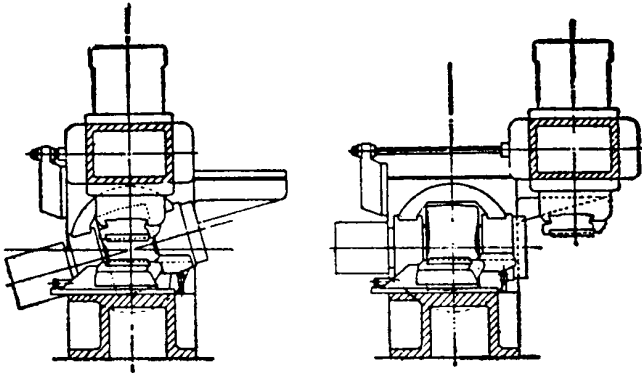


图 1-7 穿孔机机架结构

苏联专利所介绍的一种机架结构形式示于图 1-8。可以看出,上盖 2 和下机架 1 用销轴 3 铰接。打开或关闭上盖 2 时,用电机 4 驱动装在蜗轮减速机 5 内的螺母,再由螺杆 6 将上盖 2 推起或拉下。由气缸 7 带动的偏心轴 8 将上盖 2 与下机架锁紧。由于螺杆 6 固定不动,当气缸 7 带动偏心轴 8 迴转时,使得螺杆 6 给上盖 2 一拉力。该拉力使上盖 2 绕销轴 3 转动,直到上盖 2 的滑板紧紧压住转鼓(滑板和转鼓图中未示出)。

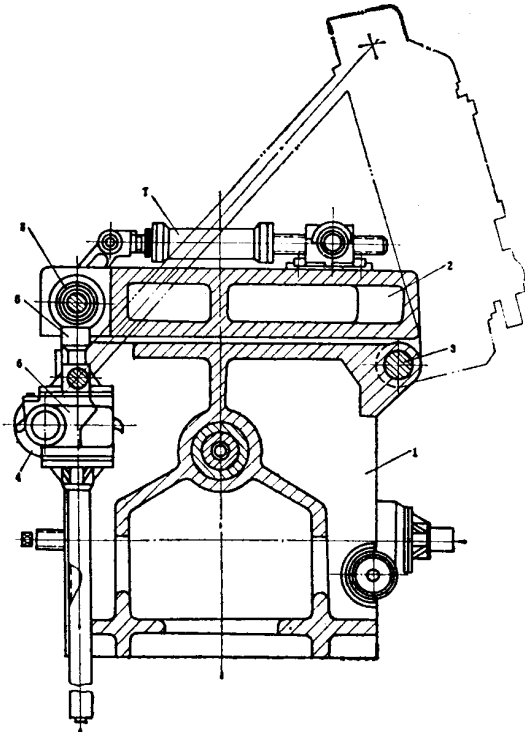


图 1-8 苏联专利所介绍的穿孔机机架

(2) 轧辊及轴承座 苏联乌拉尔重机厂设计制造的穿孔机轧辊及轴承座示于图 1-9 和图 1-10。二者的共同特点是采用辊箱。这种带辊箱的结构适用于图 1-5 所示的机架, 而不适用于图 1-4 所示的机架。苏联新设计的二辊穿孔机, 轧辊和轴承座直接装在转鼓的镗孔中。这样就大大地缩小了转鼓和机架的尺寸, 提高了机架的刚性(图 1-11)。

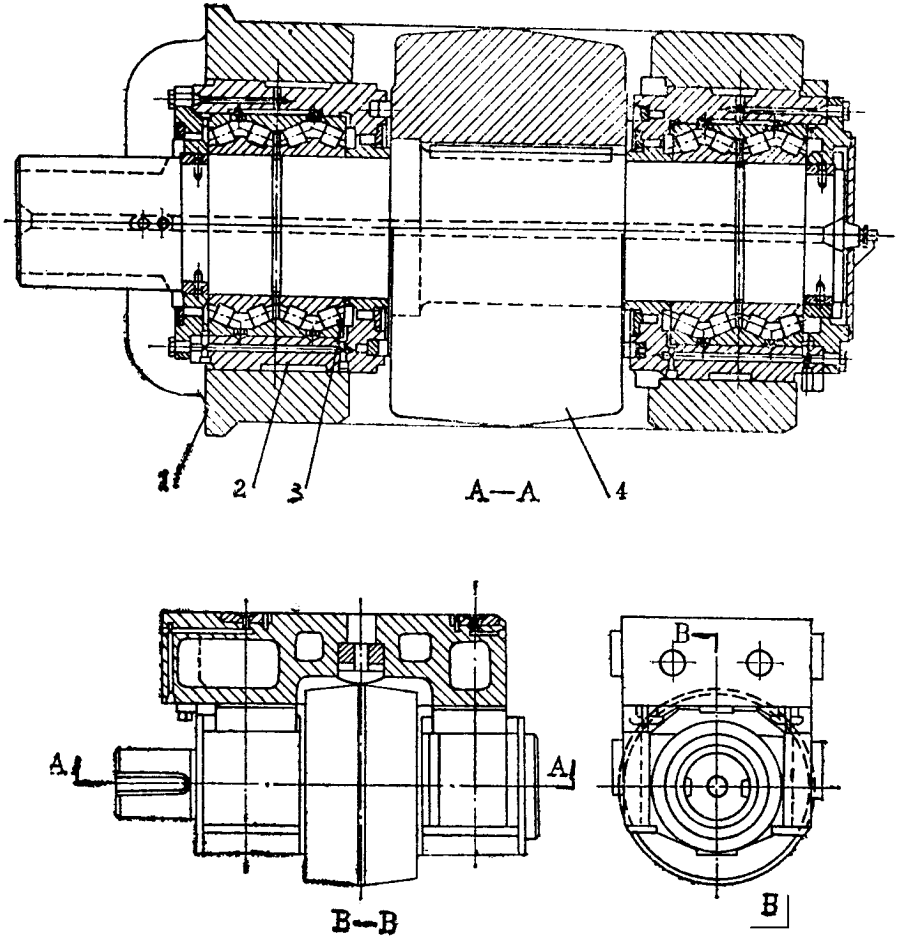


图 1-9 苏联乌拉尔重机厂制造的 140 自动
 轧管机组的穿孔机轧辊及轴承座
 1- 辊箱 2- 轴承座 3- 轴承 4- 轧辊。

(3) 轧辊侧压机构 苏联乌拉尔重机厂制造的二辊卧式穿孔机所用的轧辊侧压机构示于图 1-11 和图 1-12。这种侧压机构的特点是整体装在转鼓上。转鼓迴转时, 侧压螺杆头与轧辊箱没有相对运动, 螺杆受力状态较好。它只适用于图 1-5 所示的机架结构。

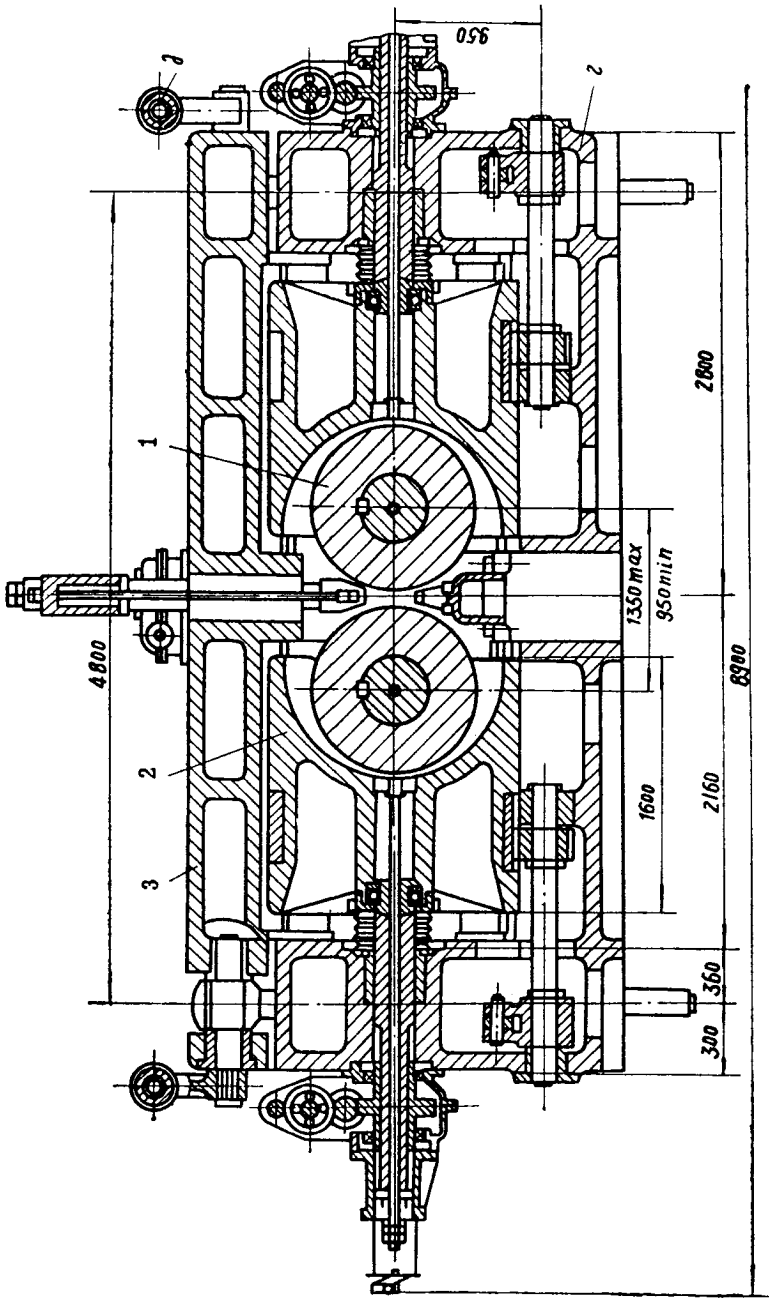


图 3-11 苏联新设计的二辊穿孔机机座
1-轧辊； 2-转盖； 3-可回转（开、闭）的上盖； 4-下机座。

日本住友和歌山钢管厂所采用的二辊穿孔机结构示于图 1-14。这种结构形式的穿孔机在日本和西方国家得到广泛应用,其轧辊侧压机构由一台装在机架外面的电机驱动,并用液压平衡。它适用于图 1-4 所示的那种机架结构。老式的二辊穿孔机也采用类似的轧辊侧压机构,但采用的是弹簧平衡。

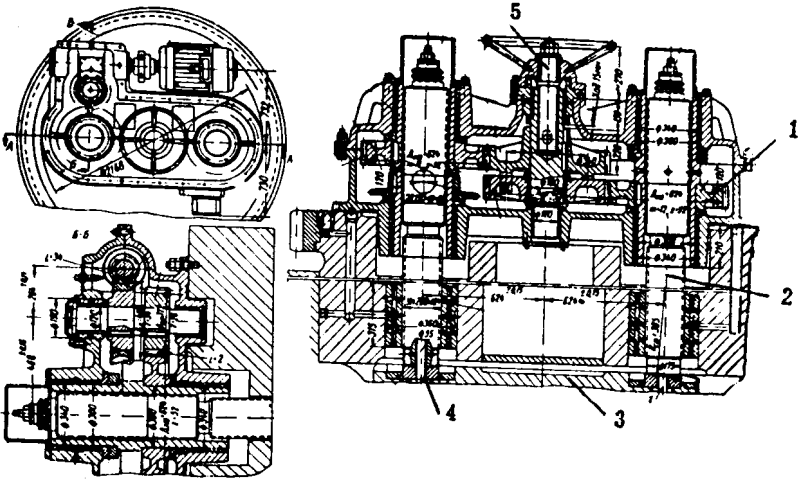


图 1-13 苏联乌拉尔重机厂制造的 400 自动轧管机组穿孔机的轧辊侧压机构
1-减速机 2-侧压螺杆 3-辊箱 4-平衡拉杆 5-离合器。

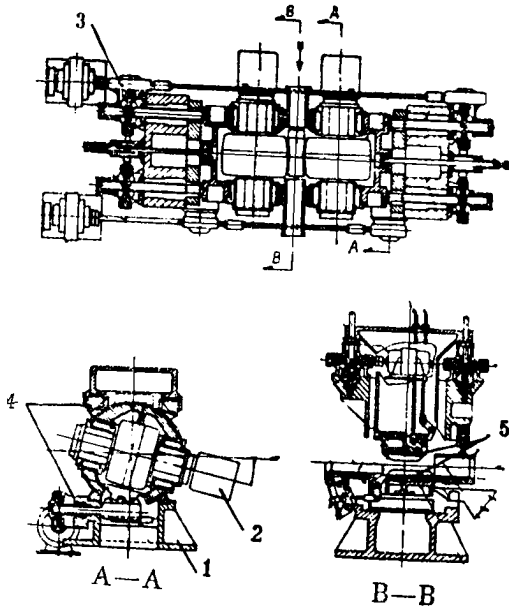


图 1-14 日本住友和歌山钢管厂的二辊卧式穿孔机

- 1-机架 2-轧辊及轴承座 3-轧辊侧压机构；
4-轧辊送进角调整及锁紧机构 5-导卫装置。

(4)送进角调整机构:在绝大部分的工辊穿孔机中,都是先将轧辊及其轴承座装在辊箱中,然后再装在转鼓内。通过转鼓的回转和锁紧来调整和锁紧轧辊的送进角。图 1-3 所示的轧辊送进角调整机构是把轧辊放在扇形座上,通

过手轮及丝杠螺母机构使扇形座回转,以调整轧辊的送进角。这种结构可用在小型穿孔机上。图 1-5 所示的另一种轧辊送进角调整机构是把轧辊和辊箱一起放在一个圆柱形的转鼓内。在转鼓的外侧端头装有大齿圈。电动驱动装置使转鼓回转,以调整轧辊的送进角。这种转鼓的锁紧机构如图 1-15 所示。该机构用弹簧锁紧,用液压驱动使其打开,适用于大型穿孔机。

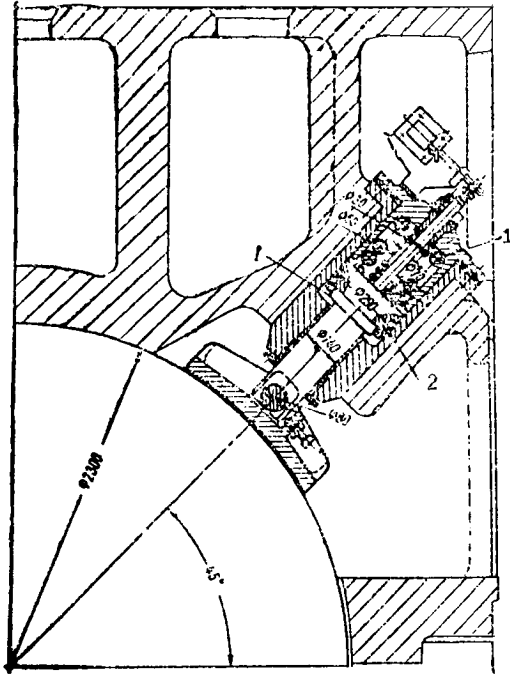


图 1-15 苏联乌拉尔重机厂制造的 400 自动轧管机组穿孔机(图 1-5)的转鼓锁紧机构

1- 锁紧弹簧 2- 液压缸活塞。

图 1-11 也示出了一种轧辊送进角调整机构。

图 1-14 所示的轧辊送进角调整和锁紧机构在日本和西方国家得到广泛应用。用电机驱动蜗轮减速机带动齿条使转鼓回转,以调整轧辊送进角。转鼓的锁紧是液压式的。

(5)导卫装置:导卫装置直接影响穿孔效率和荒管质量。随着生产品种的改变及其本身的磨损,需要经常更换,因此应尽量采用合理的导卫装置及其固定和调整机构。

①导卫装置的形式。国外穿孔机所用导卫装置的型式示于图 1-16。其中导板应用最为广泛,它可以获得封闭的孔型,适用于穿轧不同壁厚的荒管。

缺点是对变形金属前进的阻力大,磨损严重,而使荒管表面产生缺陷。导辊对变形金属的前进阻力比导板小,但不能像导板那样封闭孔型,只适用于穿轧厚壁荒管。另外,由于结构的原因,强度也受到限制。所以只有在老式的周期轧管机组的穿孔机上才能见到这种结构型式。导盘也像导板一样能获得封闭孔型,对变形金属的前进阻力小。如采用传动的导盘,还有助于提高穿孔效率。西德曼内斯曼二号连轧管机组的穿孔机已采用了这种导盘。

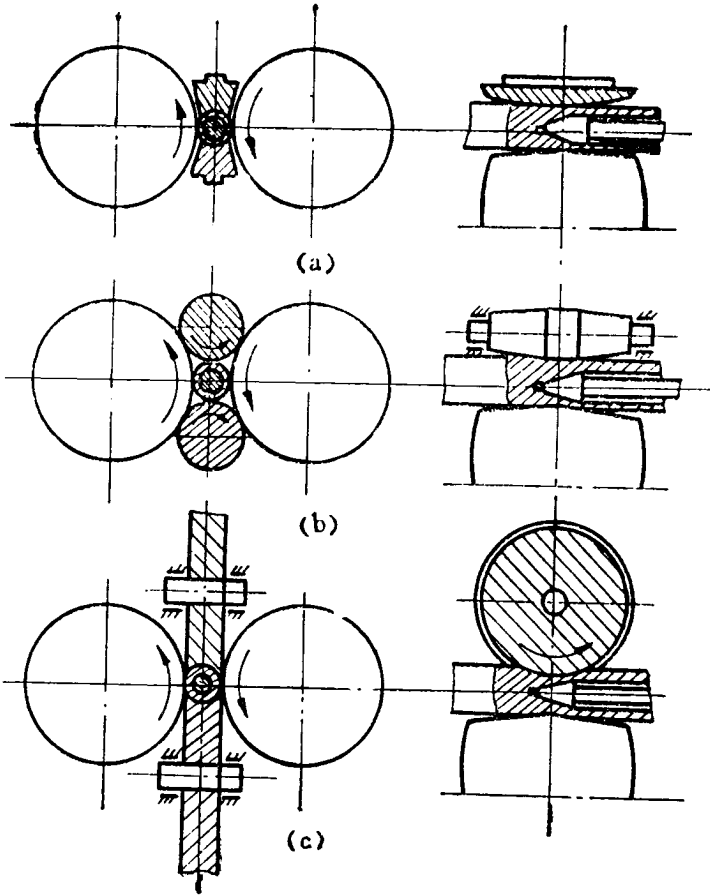


图 1-16 导卫装置的结构型式

(a)导板 (b)导辊 (c)导盘。

②导卫装置的固定和调整机构。图 2-14B-B 断面所示的穿孔机上下导板固定型式和导板调整机构是目前广泛应用的型式,但换导权时不太方便。

在图 1-17 所示的导板更换装置中,下导板固定在一个由液压缸驱动的滑座上。更换上下导板时,上导板由液压平衡缸(图中未表示出)驱动下降,放在下导板上,再由液压缸向轧机后面方向推动,一直推到机架外侧,以便于更换。

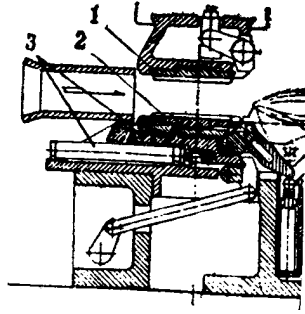


图 1-17 导板更换装置

1-上导板 2-下导板 3-滑座
及其移动液压缸。

为了提高穿孔机的效率,采用简便的导板固定和调整机构很有必要。西德一公司所申请的专利中,就导板的快速更换提出了四种方案,其结构简图分别示于图 1-18、图 1-19、图 1-20 和图 1-21 中。

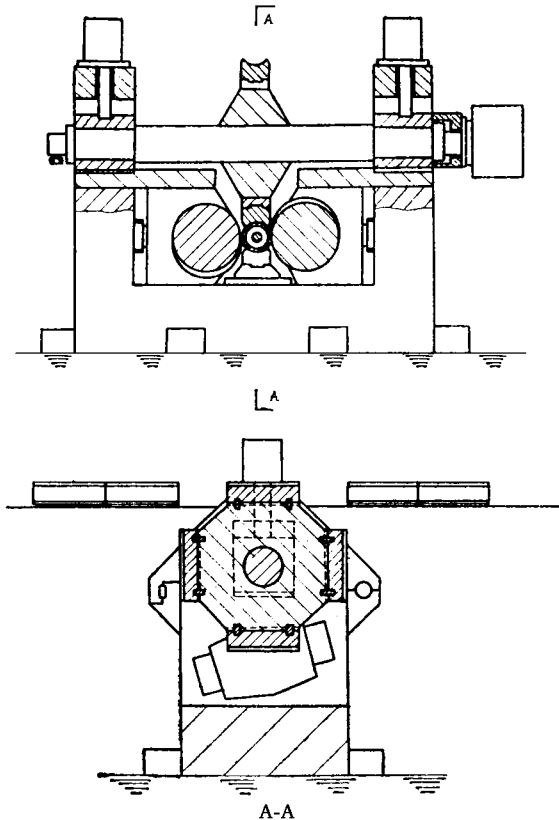


图 1-18 导板快速更换机构

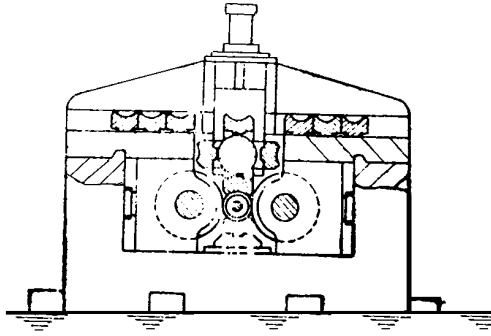


图 1-19 导板快速更换机构

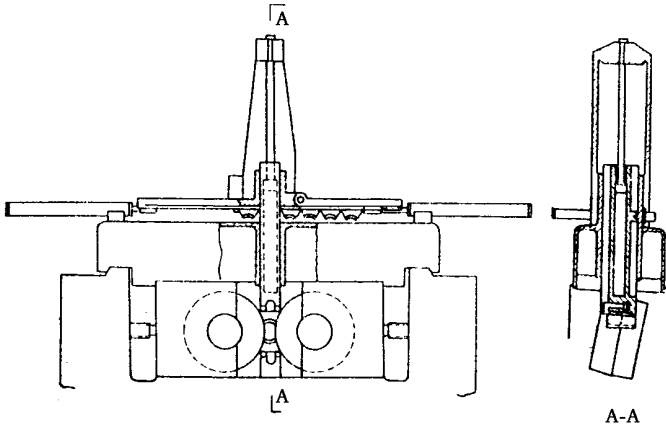


图 1-20 导板快速更换机构

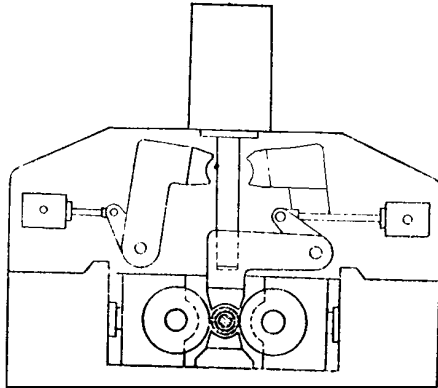


图 1-21 导板快速更换机构

二、主传动

二辊卧式穿孔机的轧辊通常由主电机经减速齿轮座、万向接轴来驱动。图 1-22 所示的是日本住友重工制造的一台穿孔机，其传动方式是目

用的一种。

二辊卧式穿孔机用的万向接轴多数为滑块式结构,滚动轴承十字头结构的万向接轴还属少数,但由于它有许多优点,预计今后会得到广泛应用。图 1-23 所示的是苏联五十年代制造的 400 自动轧管机组中穿孔机的万向接轴。

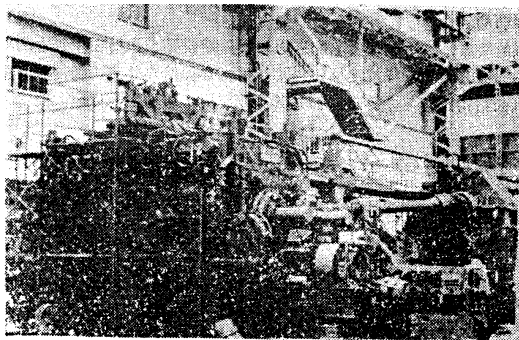


图 1-22 日本住友重工制造的穿孔机

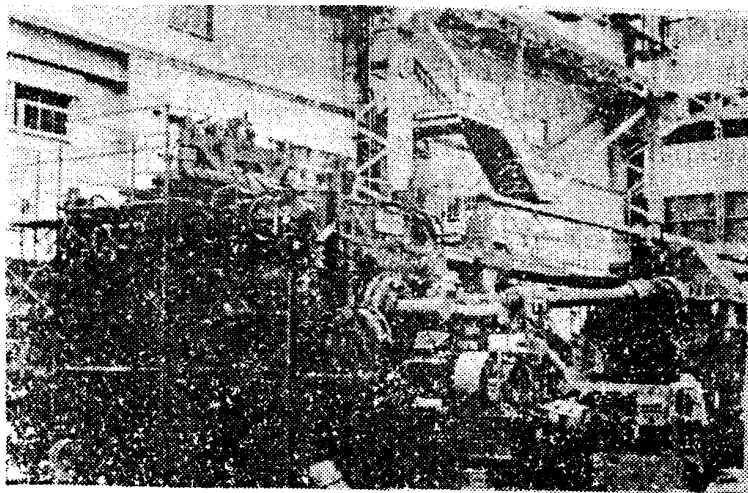


图 1-23 苏联制造的 400 自动轧管机组
穿孔机的万向接轴

由于穿孔机的生产率不断提高。穿孔机电机功率也相应地有所增大。现以连轧管机组的穿孔机为例予以说明:美国 1949 年建造的穿孔机的电机功率为 3355 千瓦;西德曼内斯曼钢管厂 1966 年建造的一号连轧管机组穿孔机的电机功率为 4000 千瓦;日本海南钢管厂 1977 年已将其连轧管机组穿孔机的电机功率由原来的 3500 千瓦换成 5000 千瓦。另外,使用直流电机的穿孔机也在日益增多。

第二节 三辊穿孔机

一、概况

三辊穿孔并不是新方法,早在 1886 年建造的第二台试验穿孔机就是三辊穿孔机。1900 年也有美国人发表过专利。由于当时工业水平较低,二辊穿孔机已能满足要求,因此,这种方法没有得到发展。随着工业水平的提高,二辊穿孔机已满足不了对钢管品种和质量所提出的要求,于是美、英、苏等国又相继对三辊穿孔机进行了研究。第一台工业用三辊穿孔机于 1965 年在英国钢管投资公司德斯福德厂投产。1969 年在英国无缝钢管公司投产的连轧管机组中也采用了一台三辊穿孔机。到目前为止,美英两国共有四台三辊穿孔机,捷克斯洛伐克的一台正在建设中。

西德曼内斯曼——米尔公司认为,三辊穿孔机虽比二辊穿孔机的效率高,但作用在顶头上的负荷过大,因而不能穿轧薄壁荒管。

日本新日铁曾用蜡泥作过实验。实验结果也表明三辊穿孔时管坯中心不产生拉应力,作用在顶头上的力过大。

三辊穿孔机的优点是:在穿孔过程中,坯料不受交变应力的破坏作用,因此能大大减少穿孔时引起的钢管内表面折叠,能穿轧难变形钢种(如奥氏体钢)和连铸圆坯。

这种穿孔机的轧辊之间没有导板,因此没有变形金属与导板之间的摩擦,减少轴向滑移提高穿孔效率和降低电耗,提高荒管表面质量。据报导,二辊穿孔效率一般为 0.8,而三辊穿孔效率为 0.9。

三辊穿孔机的缺点是作用在顶头上的压力较大。据报导,作用在顶头上的单位压力比二辊穿孔机大 20~25%。这样就要缩短顶头使用寿命,给穿轧

薄而长的荒管带来困难。另外,三辊穿孔机的结构比较复杂。这些都是其至今应用不多的主要原因。

二、结构简介

三辊穿孔机的三个轧辊绕轧制中心线互成 120° 配置。每个轧辊的轴线与轧制中心线倾斜一角度,即送进角。穿孔时,三个轧辊构成一个孔型。

轧辊轴安装在轴承座中,其位置可以调整,以满足穿轧不同直径管坯时对“孔喉”尺寸的不同要求。

图 1-24 所示为美国钢公司 1968 年投产的一台三辊穿孔机的机座。该机座的机架由上下两部分铰接而成。上盖可以打开并回转 180° 。这种结构型式便于换辊和检修。

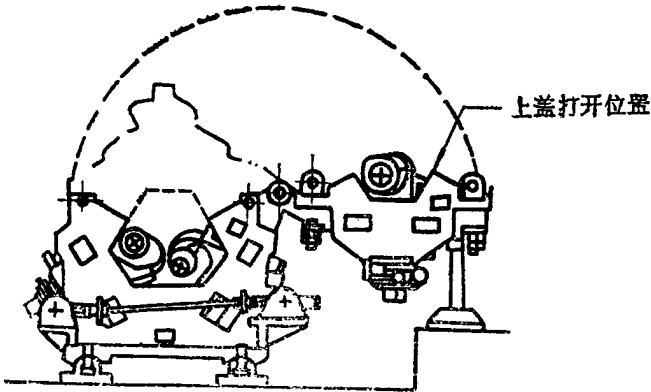


图 1-24 三辊穿孔机机座

三个轧辊互成 120° , 辊颈装在滚柱轴承和止推轴承中,以承受穿孔时的轧制力。三个轧辊由一级减速的三出轴齿轮机座驱动。在接轴与齿轮机座连接的一端采用专用的十字头式万向接头;在与轧辊连接的一端采用滑块式万向接头,以便于换辊。

三个轧辊的送进角由外部机械传动系统同步调整,即由螺杆——螺母机构使轧辊牌坊回转,由一个指示器示出回转度数。送进角调好以后,由液压锁紧装置将轧辊牌坊固定。“孔喉”尺寸由电机带动的压下螺丝调整,由刻度盘示出。

三、技术性能

国外几台三辊穿孔机的主要技术性能如表 1-1 所示。

表 1-1 三辊穿孔机的术技性能

建设年份		1965	1968	1969
所属公司		英国钢管投资公司 德斯菲尔德厂	美国钢公司格里厂	英国钢管投资公司 维德乃斯菲尔德厂
轧管机组型式		三辊轧管机组	三辊轧管机组	连轧管机组
技 术 性 能	轧辊直径 毫米	—	最小 406 最大 508	最小 508 最大 610
	辊身长度 毫米	—	508	—
	轧辊线速度 米/秒	—	—	5.6(最大)
	送进角	0~15°	0~15°	14°
	孔喉尺寸 毫米	—	76~164	—
	管坯直径 毫米	178	76~152	114 和 168
	管坯长度 毫米	3050	最大 3600	1000—3800
	荒管长度 毫米	5250	最大 6000	7300
	主电机功率	1500	直流 2500 马力	2684 千瓦
	产量 根/分	3	—	4

第三节 二辊立式穿孔机

一、概况

世界上第一台二辊立式穿孔机于 1972 年 12 月投产。它安装在西德曼内斯曼二号连轧管机组中。日本新日铁八幡厂 1977 年 10 月投产的 16"自动轧管机组中所采用的延伸机与二辊立式穿孔机相同。波兰耶德诺斯克钢厂向德马克——米尔公司订购的连轧管机组也采用三辊立式穿孔机。

二辊立式穿孔机的结构特点是两个轧辊上下配置,而导卫装置在轧制线的两侧。每个轧辊各由一台直流电机驱动。与卧式穿孔机相比,它具有以下三个优点:①可在有利于采用大送进角的条件下,合理地布置主动传动;②万向

接轴能在较小偏角的有利条件下运转,保证传统运转平稳,减少万向接轴的磨损;③便于快速更换导卫装置,并为采用大导盘创造了目前国外二辊立式穿孔机所用导卫装置有导盘和导板两种结构型式。曼内斯曼二号连轧组中的穿孔机所用的是导盘,而日本新日铁八幡厂自动轧管机组的穿孔机所用的是导板。这是因为导盘尺寸和重量较大,适用于管坯规格少的机组,而当管坯直径规格多时,采板较为合适。

二、结构简介

(1)西德曼内斯曼二号连轧管机组的穿孔机:下面根据该穿孔机的外观图(图 1-25)并参照专利附图(图 1-26。a、b、c、d、e、f、g)对其结构作一简单介绍。

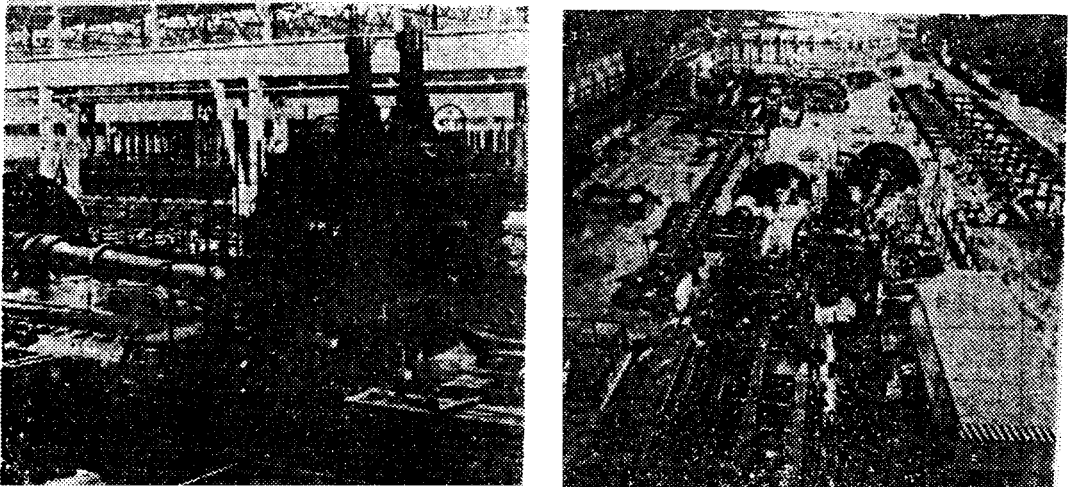


图 1-25 西德曼内斯曼二号连轧管机组的穿孔机外观图

机架:图 1-26(a)所示机架为开口式,由上盖 5 和下机架组成。下机架由四根立柱 2 和底板 1 焊接而成。图 1-26(c)~(e)表示了机架上盖和下机架锁紧装置的结构。在上盖上面分别装有四个液压缸 32,它可绕铰接点 31 回转。每个液压缸的活塞杆头上装有卡头 29。在下机架的每根立柱 2 上装有一个可绕铰接点 25 回转的杠杆 26,它插入上盖 5 的槽 27 内。杠杆 26 上有一弧形突块。当液压缸 32 作锁紧动作时,卡头 29 拉杠杆 26 动作,使弧形突块与上盖 5 上的斜面 28 相互作用,而把上盖锁紧在下机架上。液压缸作反向行程时打开,如图 1-26(e)所示。杠杆 26 回转角度的大小取决于其端头 33 的形状。当上盖 5 垂直放在下机架上时,端头 33 形状应能使杠杆 26 同卡头 29 吻合。这样就能确保当活塞杆 30 缩回时锁紧上盖 5。

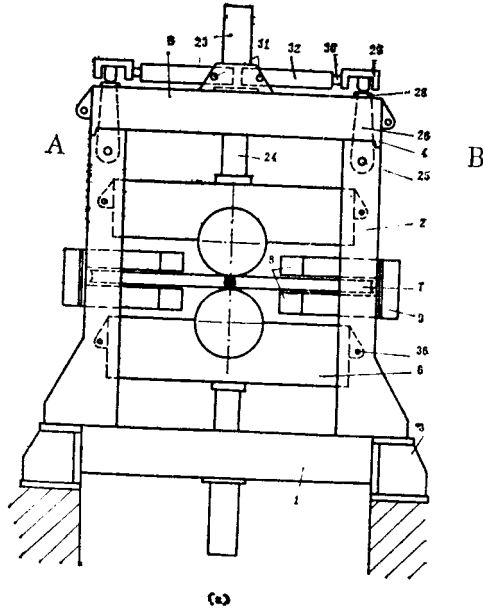


图 1-26(a) 沿二辊立式穿孔机轧辊轴线的正视图

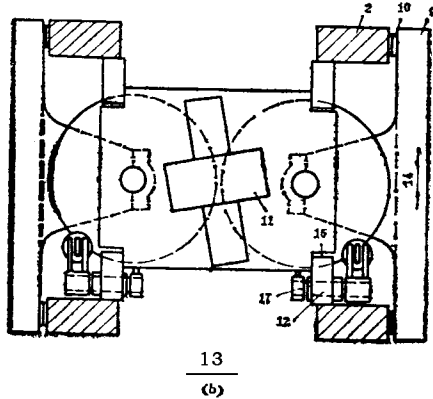


图 1-26(b) 是图(a)的 A—B 剖面

轧辊轴承座:上下轧辊轴承座 6 整体从下机架上方一一放入下机架内。图 1-26(b)(f)(g)表示了轴承座的锁紧装置。如图 1-26(b)所示,在四根立柱 2 上分别焊有突块 12。为了便于安装轴承座 6,人为给定一间隙 15。突块 12 能防止轴承座 6 在箭头 13 方向的位移和箭头 14 方向的位移,并由锁紧装置给以限制。图 1-26(f)(g)表示了锁紧装置的工作情况。

导盘:如图 1-26(b)所示,导盘 7 分别装在各自己的叉形轴承座 9 内,每个轴承座装在对应的立柱上。导盘的上下位置靠轴承座 9 法兰面上的长孔来调整;左右位置用垫片 10 调整。导盘拆换方便。

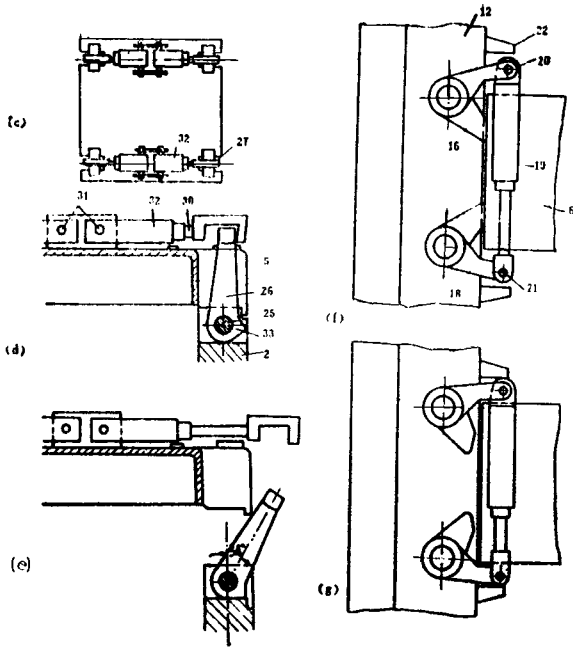


图 1-26(c) 是图(a)的顶视图

(d)是图(c)的 C—D 剖面——上盖与下机架处于锁紧状态

(e)是图(c)的 C—D 剖面——上盖与机架处于打开状态

(f)是图(b)的 A 向视图——轴承座早锁紧状态

(g)是图(b)的 A 向视图——轴承座呈自由状态

这台穿孔机的主要特点是：

由于导盘用液压马达驱动，从而可以调整导盘转速，提高导盘寿命；

由于采取了较大的送进角，导盘的圆周速度大于荒管的出口速度（1.1—1.2 米/秒）在被轧的管坯上作用一纵向附加拉力，从而可使穿孔效率达到 90% 以上；

导盘对管坯的纵向拉力可改善管坯的应力状态，提高荒管内外表面质量，从而可使收得率提高 0.1~0.2%。另外也为穿轧连铸坯和薄壁荒管提供了有利条件，

使用导盘穿孔时，导卫装置的费用较低，约为导板的八分之一。

(2)日本新日铁八幡厂的二号立式穿孔机(延伸机)：现根据该穿孔机的外观图(图 1-27)并参照专利附图(图 1-28)对其结构作一简单介绍。

如图 1-28 所示，该二辊立式穿孔机包括一个由底板 2、上盖 3 和四根立柱 4 所组成的铰接式开口机架 1，两个轧辊 7 和 8。装在支座 9 中的导板 10 从两边夹持着上下轧辊间的管坯 15。导板和管坯的位置可用调整机构 11 来调整。支座 9 由液压缸 14 带动绕铰接点 12 回转。

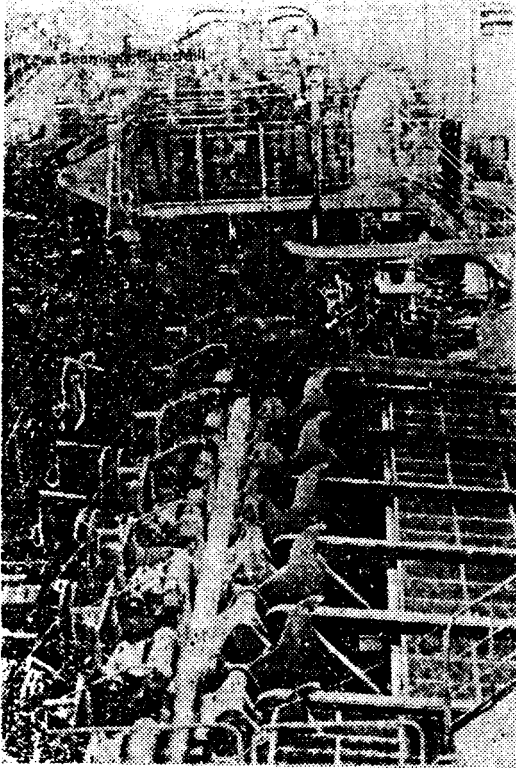


图 1-27 日本新日铁八幡厂的二辊立式穿孔机

当导板处于工作位置时,即图 1-28(a)中以实线表示的导板位置,支座 9 被液压缸驱动的锁紧装置 13 锁紧。换导板时,锁紧装置 13 打开,液压缸 14 带动支座 9 回转到虚线所示位置。当调整导板位置时,螺杆 20 使螺母带动导极座 17 通过半圆铜瓦 24 沿导杆 18 前后滑动。

第四节 菌式穿孔机

一、概况

1899 年瑞士人斯蒂菲尔发明了菌式穿孔机。第一台菌式穿孔机安装在美国钢公司的埃尔伍德厂。随后,这种穿孔机也在一些国家的自动轧管机组中采用,如苏联车里雅宾斯克钢管厂自动轧管机组中所用的就是 1912 年建造的菌式穿孔机。

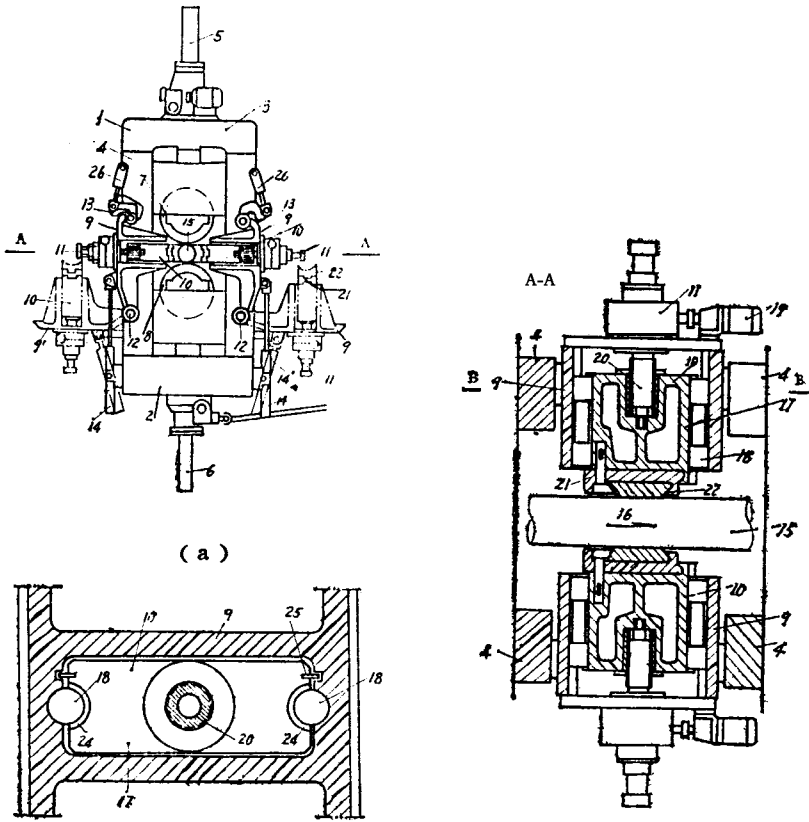


图 1-28 二辊立式穿孔机的结构图

由于老式菌式穿孔机的轧辊是悬臂结构,刚性差,送进角不能调整,因而未得到广泛应用。但理论研究和生产实践都证明,当要求荒管直径大于管坯直径(即扩径穿孔)时,最好采用菌式穿孔机。

苏联黑色冶金科学研究院对车里雅宾斯克钢管厂 114 自动轧管机组中的菌式穿孔机进行了研究,并于 1971 年对其进行了改造,将原悬臂轧辊改成了双支承轧辊,从而增强了轧辊的刚性。每个轧辊各用一台电机驱动。改造后,使用效果良好。最近苏联李卜克内西钢管厂和辛那尔钢管厂投产的串列式 140 自动轧管机组都采用了这种双支承菌式穿孔机。

据介绍,在自动轧管机组中采用菌式穿孔机后,因内外折叠所造成的二级品率为 0.8%,而用辊式穿孔机则为 5.77%;因内外折叠所造成的废品率分别为 0.02%和 0.4%。

二、结构简介

(1) 苏联李卜克内西钢管厂和辛那尔钢管厂的菌式穿孔机(图 1-29)。这台菌式穿孔机的特点是:①轧辊采用双支承,提高了刚性;②每个轧辊各用一台电机传动;③轧辊侧压机构只用一根压紧螺杆压紧;④机架的上盖与下机架铰接,并用液压缸打开或失闭;⑤轧辊送进角可在 $0^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 的范围内调整。这不但为广泛选择穿孔参数创造了条件,而且一台穿孔机就可满足年产 22 万吨钢管的自动轧管机组的需要。

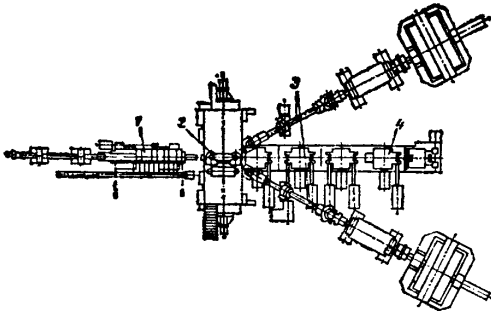


图 1-29 菌式穿孔机

1-前台 2-机座 3-主传动 4-后台。

(2) 日本住友公司的双支承菌式穿孔机(图 1-30)。该穿孔机是日本住友公司以专利形式提出的。专利指出,在一般二辊卧式穿孔机上穿孔时,扭曲力的作用会使管坯表面产生扭曲,如果这种表面扭曲过大,就会出现发纹或小裂纹。当这种荒管在自动轧管机上轧制时,缺陷将进一步扩大,从而降低了产品质量。为了避免产生上述缺陷,而提出了这种双支承菌式穿孔机的结构型式。专利中还示出了调整该穿孔机送进角和辗轧角的关系式。

第五节 穿孔机前后辅助设备

一、前台

前台用于接受从加热炉送来的管坯,使管坯对准轧制中心线并推入穿孔机。前台一般都有可升降的受料槽、气动推入机和气动扣瓦装置。

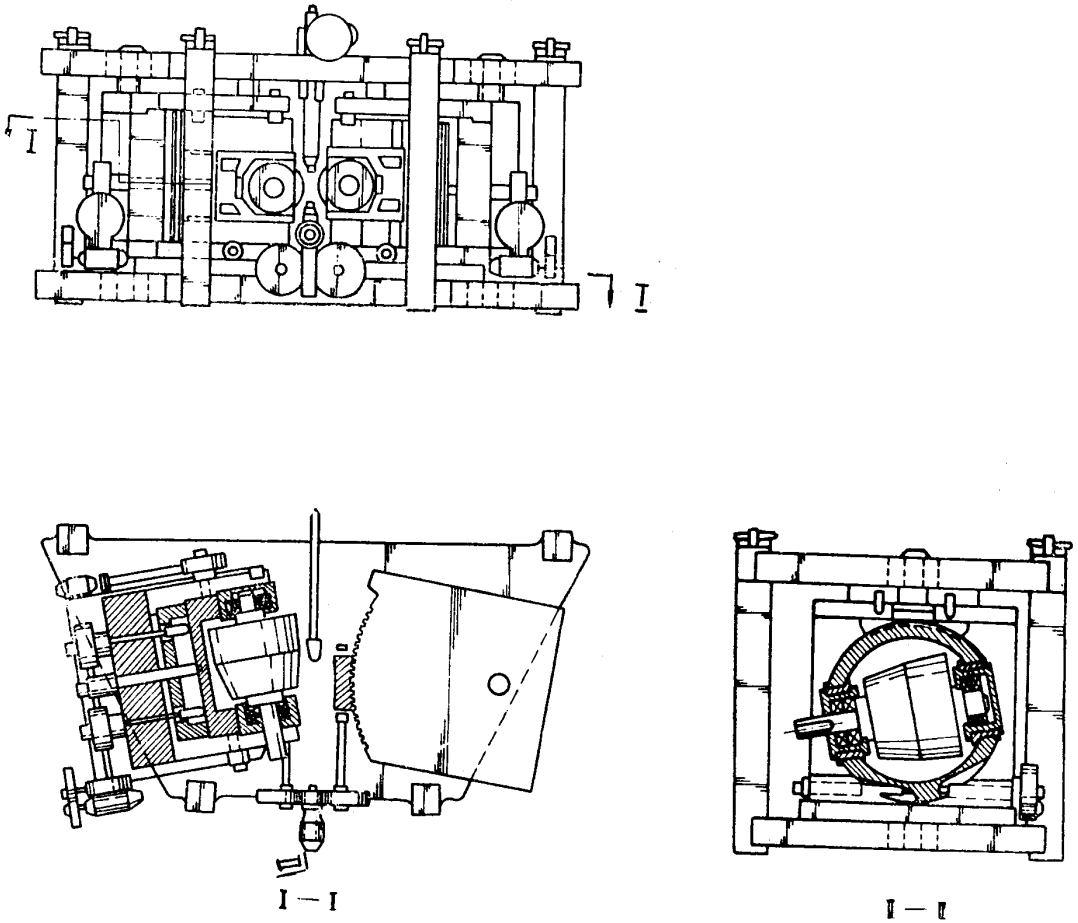


图 1-30 日本住友公司的双支承菌式穿孔机

苏联乌拉尔重机厂设计制造两种穿孔机前台别示于图 1-31 和图 1-32。这两种前台的主要区别在于受料槽的升降传动不同。图 1-31 所示结构系采用电动蜗轮减速机驱动螺杆来使受料槽升降。这种结构型式应用较广，如日本一些连轧管机组中的穿孔机前台就是这种结构。图 1-32 所示结构系采用电机驱动蜗轮减速机螺杆螺母移动斜楔来使受料槽升降。这种结构型式刚性较好，适用于大型穿孔机。

苏联辛那尔钢管厂采用的是一种用气动偏心轮驱动受料档升降的结构型式(图 1-33)。气动偏心轮只用来将受料槽托起，受料粮的定位由可换垫片来完成。在前台工作时，受料槽由垫片支承，气动偏心轮不受力。虽然这种结构

比较简单而且可以显著缩小前台的高度尺寸,但用垫片调整总是不太方便,管坯直径规格多的穿孔机最好不用这种结构型式。

气动扣瓦装置(图 1-33)除具有一般扣瓦的作用外,还起挡料作用。这样就可缩短管坯进入受料槽的时间。

图 1-31~33 中均未示出气动推入机,原因是气动推入机一般都安装在穿孔机主传动的齿轮机座的齿轮间隙中。

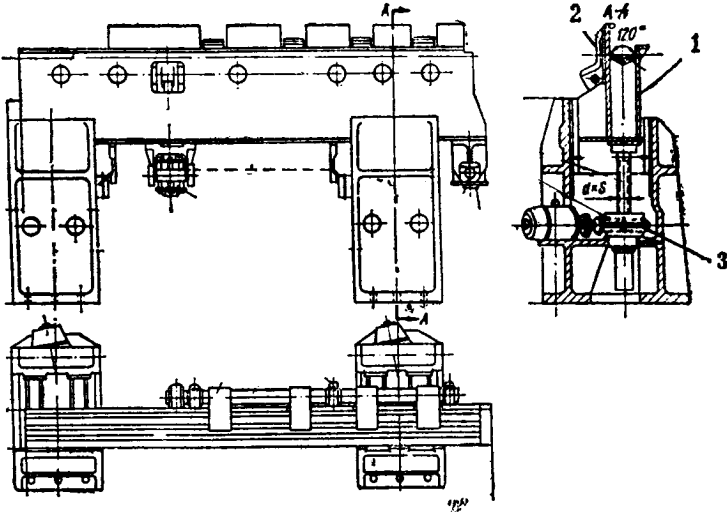


图 1-31 苏联设计的穿孔机前台之一

1 - 可升降的受料槽 2 - 气动扣瓦 3 - 受料槽升降传动装置。

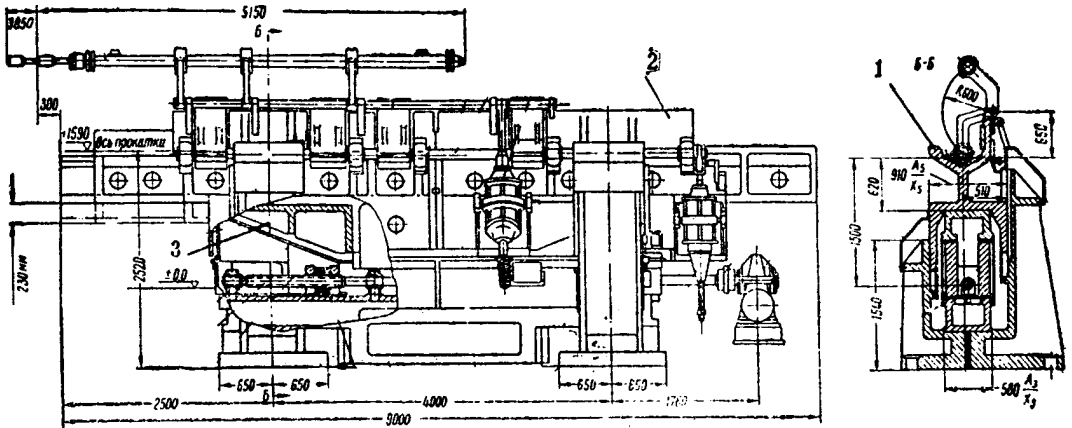


图 1-32 苏联设计的穿孔机前台之二

1 - 可升降的受料槽 2 - 气动扣瓦 3 - 驱动受料槽升降的斜楔装置。

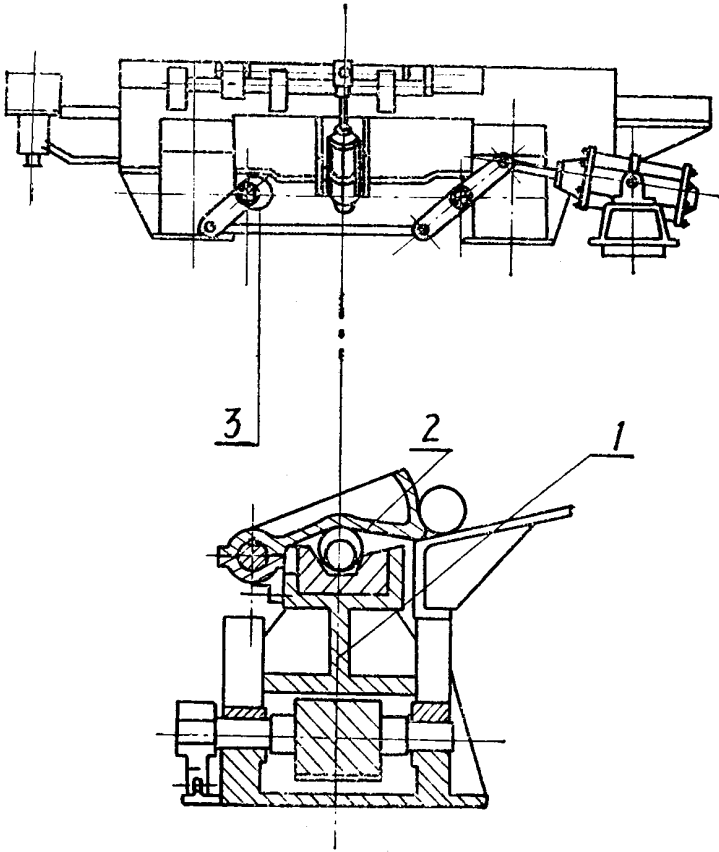


图 1-33 受料槽升降机构

1-可升降的受料槽 2-气动扣瓦 3-驱动受料槽升降的气动偏心轮装置。

为了帮助管坯咬入,苏联有人提出在管坯未咬入前预先旋转,并提出了设有管坯预先旋转机构的穿孔机前台结构(图 1-34)。

为了提高穿孔机的生产率,有人提出了顶推穿孔工艺并作了试验研究。所谓顶推穿孔,就是在斜轧穿孔过程中在管坯的后端一直作用一个附加推力。

据资料介绍,顶推穿孔的优点是能提高穿孔机产量、改善荒管质量、扩大穿轧的钢种范围及提高顶头寿命。

图 1-35 是苏联试验用顶推装置的气动—液压系统图。

在顶推穿孔中应遵守穿孔时管坯旋转的条件,否则就会引起管坯轧卡。为满足这一要求,可从下列两方面去解决:一是让管坯在送入轧辊前预先旋转;二是在与管坯接触的推头上装一止推轴承,使其不致妨碍管坯的旋转。图 1-35 所示的液压缸活塞杆端部就有一套止推轴承。

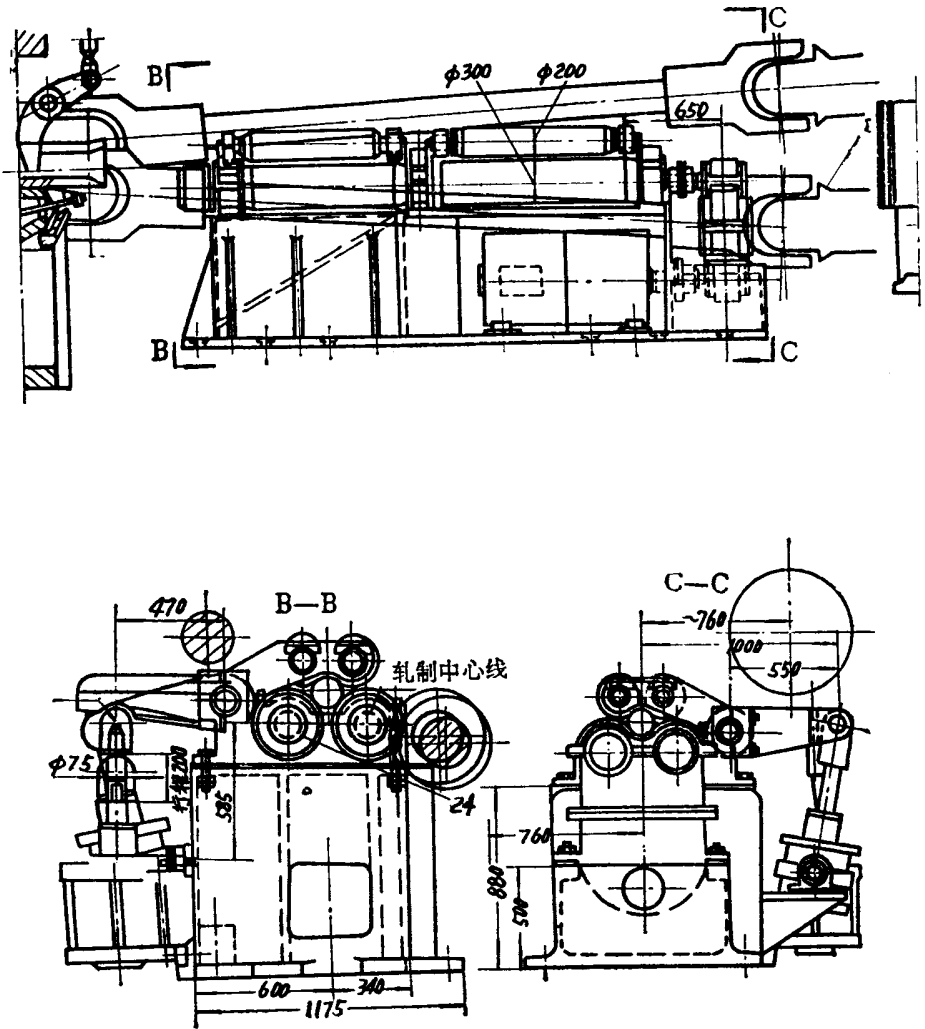


图 1-34 设有管坯预先旋转机构的穿孔机前台

日本新日铁对顶推穿孔所作的研究表明,只有在送进角小、顶推力不大于 1 公斤/毫米² 的情况下,顶推穿孔才对穿孔机生产率的提高、荒管表面质量的改善有良好的效果,否则就没有效果。

西德德马克——米尔公司认为,顶推穿孔可使穿孔效率提高到 100%,但对改善荒管质量,效果不如圆导盘好。同时也不能使荒管增长。

二、后台

穿孔机后台除了承受穿孔时作用于顶头上的轴向力而外,它还具有顶杆定心、抱紧荒管和使荒管与顶杆分离等保证穿孔机正常操作的功能。

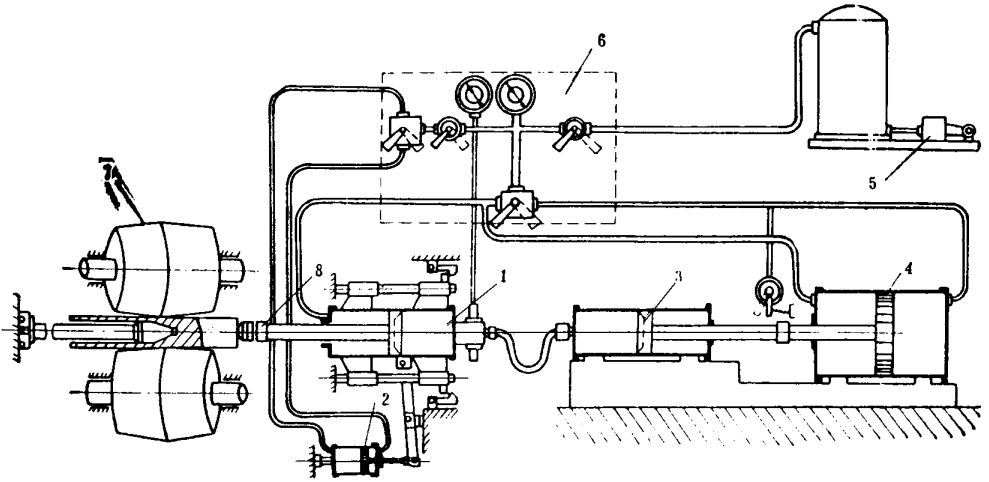


图 1-35 苏联试验用顶推装置的气动—液压系统图

1-工作液压缸 2-辅助气缸 3-增压器的液压缸 4-增压器的气缸 5-带储气罐的空
气压缩机 6-控制屏 7-穿孔机轧辊 8-止推轴承。

(1)侧向出料后台:它广泛用在斜轧穿孔机上。七十年代以前的侧向出料是在穿孔作业线上先将顶杆抽出,然后再把荒管侧向拨出。苏联乌拉尔重机厂设计制造的140和250自动轧管机组的穿孔机后台见图1-36;该厂设计制造的400自动轧管机组的穿孔机后台见图1-37。

图1-36和图1-37所示出的两个后台的组成是一样的,但升降辊道的传动方式有所不同。图1-36的辊道是电动升降;图1-37的辊道是气动升降。后者要简单得多。图中还可以看出定心机、顶杆小车及其传动装置的结构也有所不同。下面就定心机、顶杆小车及其传动装置作一简单介绍。

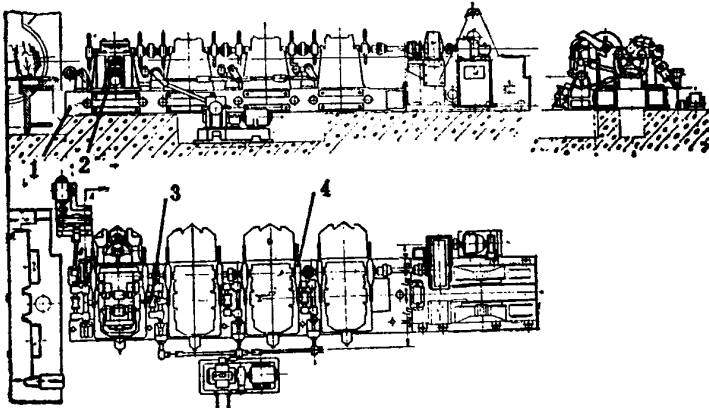


图 1-36(a) 苏联 140 和 250 自动轧管机组的穿孔机后台第一段:

1-底座 2-定心机 3-升降辊道 4-拨料机。

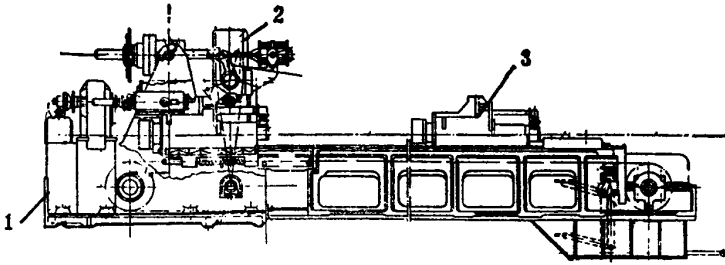


图 1-36(b) 苏联 140 和 250 自动轧管机组的穿孔机后台第二段：

1-底座 2-闭锁挡 3-顶杆小车。

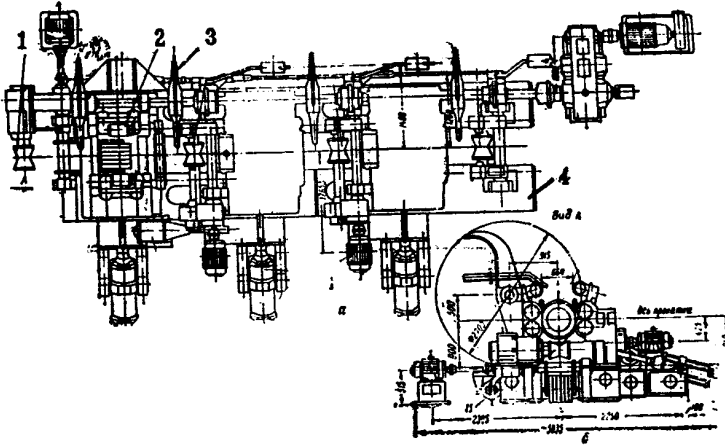


图 1-37 (a) 苏联 400 自动轧管机组的穿孔机后台的第一段：

1-升降辊道 2-定心机 3-拨料机 4-底座。

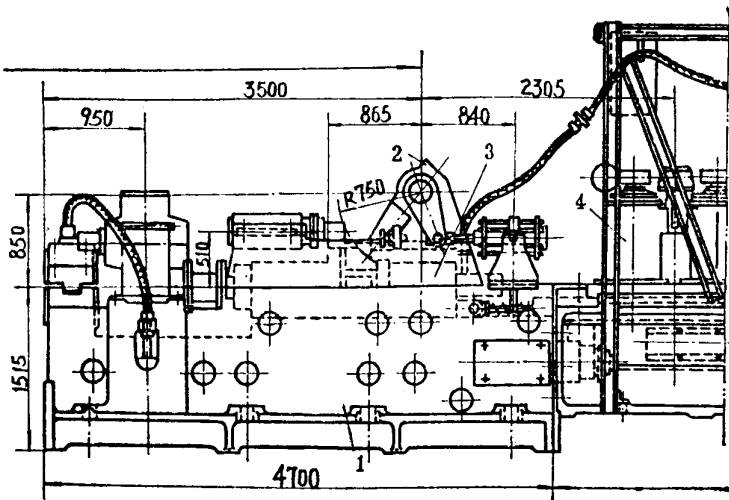


图 1-37(b) 苏联 400 自动轧管机组的穿孔机后台的第二段：

1-底座 2-闭锁挡 3-顶杆小车。

定心机 :穿孔机后台通常采用三辊或四辊定心机。结构型式也有多种。

美国钢公司 1968 年建造的三辊穿孔机后台采用了液压定心机。该定心机是由双活塞液压缸经齿条——扇形齿轮传动的三辊定心机 ,如图 1 - 38 所示 (图示抱荒管的位置)。

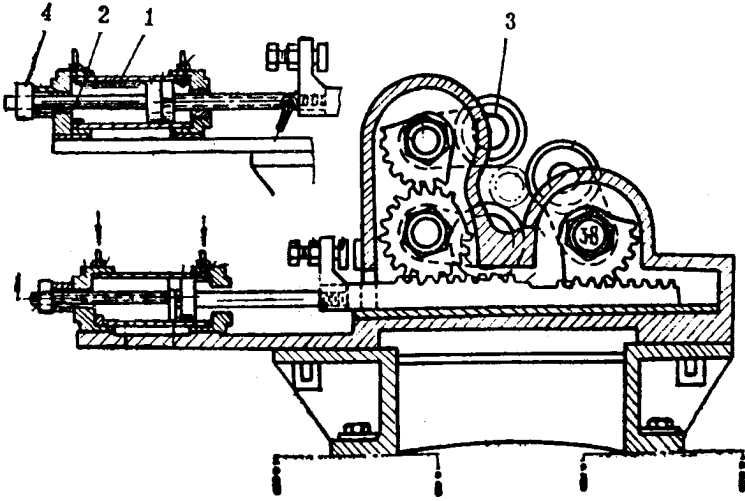


图 1 - 38 液压定心机

1 - 双活塞液压缸 2 - 定位螺栓 3 - 定心辊 4 - 定位螺母。

顶杆小车及其传动装置 :苏联乌拉尔重机厂设计制造的顶杆个车示于图 1 - 39。图中 (a) 所示小车由链条传动 ,而 (b) 则由齿轮齿条传动。

日本住友和歌山钢管厂所用的顶杆小车示于图 1 - 40。

此外 ,日本和加拿大等国还有钢丝绳传动的顶杆小车结构。

顶杆小车移动速度的快慢直接关系到后台操作时间的长短。图 1 - 41 是乌拉尔重机厂提出的顶杆小车的另一种传动方案。据称 ,这种小车在 140 和 250 自动轧管机组中的穿孔机上移动速度可达 6 ~ 7 米/秒 ;在 400 自动轧管机组中的穿孔机上可达 5 米/秒。从而可把操作时间缩短 25 ~ 30%。

前面所介绍的侧出料后台的特点是每穿一根荒管 ,顶杆小车带着顶杆作一次往返运动 ,操作时间长 ,从而限制了穿孔机的生产能力。另外 ,更换顶头一般都是人工操作 (水冷顶头除外) ,劳动强度大。

为了克服上述缺点 ,西德曼内斯曼—米尔公司设计制造了一种新式的侧出料后台 (参见图 1 - 25) 并已把它安装在曼内斯曼二号连轧管机组中。其操作过程是 :当管坯穿孔后 ,顶杯小车拉着带顶头的顶杆和荒管向后移动一段距离 ,把顶头前端撤离到穿孔机机架以外 ,顶杆与小车脱开 ,从侧面把顶杆和

荒管一起拨出。同时从另一侧拨入一根经充分冷却的带顶头的顶杆。小车返回工作位置并锁紧顶杆,进行下一根管坯的穿孔。其操作特点是:顶杆小车的移动行程很短,顶杆与荒管在轧制作业线外分离,多根顶杆循环使用。这样就可将后台的操作时间缩短到4.5秒,不论荒管多长,其操作时间不变。另外,在顶杆循环过程中,顶头可以随时检查更换,充分冷却。还有,由于荒管前端首先从顶杆上脱出,所以在荒管长度上的温度分布比较均匀,头尾温差为一般穿孔机后台抽出方式的一半。这对改善钢管纵向尺寸公差很有利。

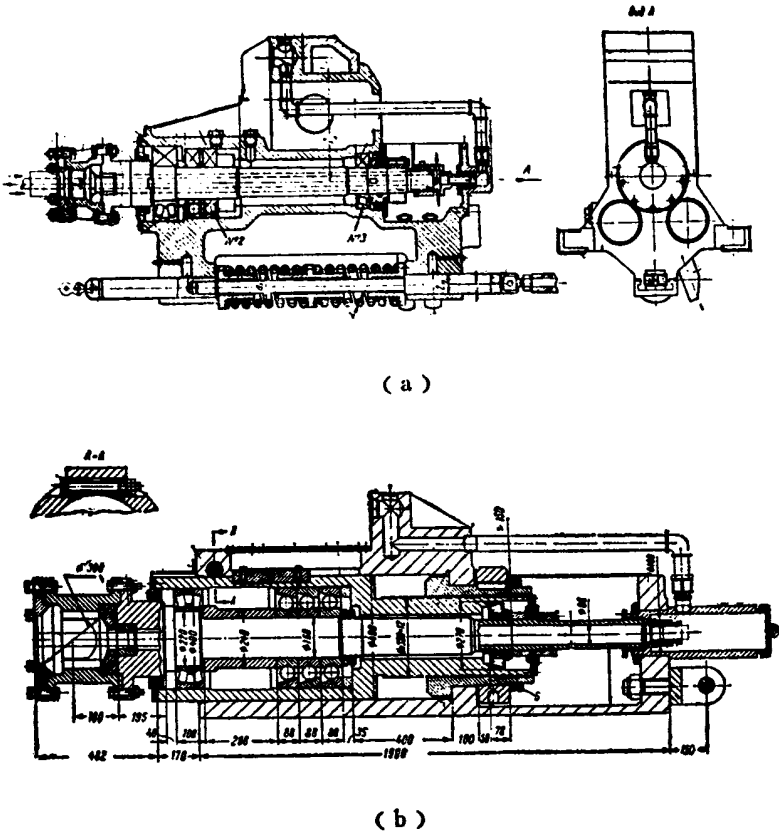


图 1-39 苏联设计制造的两两种顶打小车

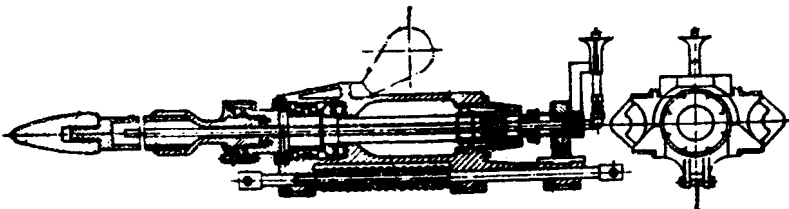


图 1-40 日本住友和歌山钢管厂的顶杆小车

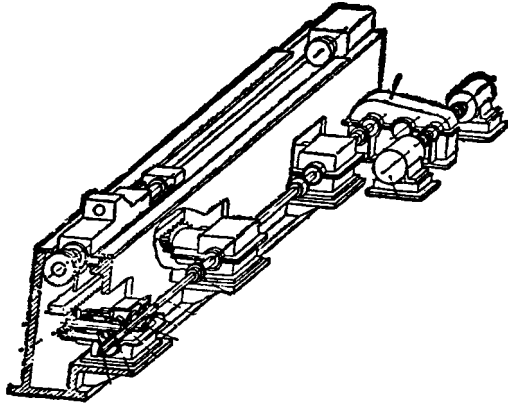


图 1-41 苏联提出的顶杆小车传动方案

类似这种后台结构,国外发表了不少专利,现把搜集到的资料分述如下:
图 1-42(a)(b)所示后台结构是西德曼内斯曼公司在英国申请的专利。
该后台的操作程序和特点与上述曼内斯曼二号连轧管机组中的穿孔机后台相似。

图 1-42(a)中的夹送辊道 3 和夹钳 4 构成了顶杆和荒管的分离装置。从图 1-42(b)中可以看出,夹送辊道的辊子是曲面的。这两个辊子的轴线相互倾斜布置。当上辊抬起时,拨料机 2 把刚穿完孔的荒管、顶杆一起拨到夹送辊道 3 的下辊上,夹钳 4 夹住顶杆,夹送辊道的上辊压下,夹住荒管。然后开动辊道,使荒管在夹送辊道的作用下前进。这样荒管便可从顶杆上脱下来。

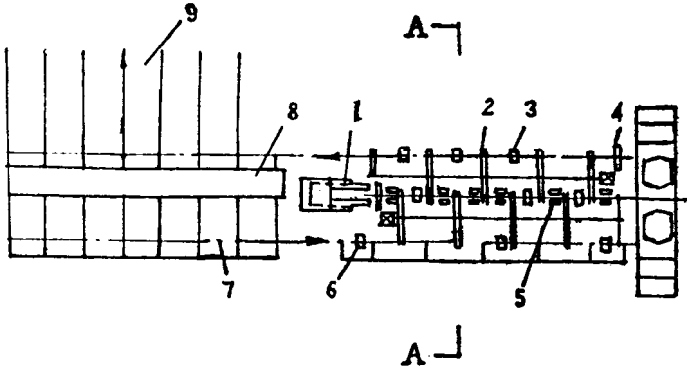
图 1-43 是意大利人在美国申请的后台结构专利。

该后台的操作程序与前述两台相同。从图 1-43(b)中可以看出,荒管从顶杆上脱下来的方法与图 1-44 所示相向,但从整体来看,这种结构较前者要复杂一些。

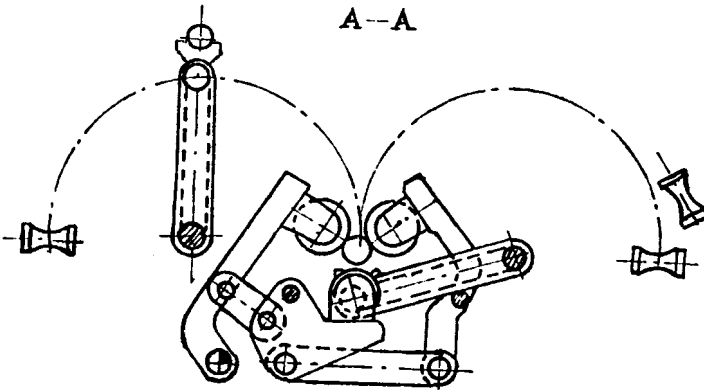
图 1-44 是西德人在英国申请的一种后台结构。

苏联人在美国申请的顶杆小车专利见图 1-45。

可以看出,顶杆的往复运动是由气缸带动的。其结构特点是止推轴承固定不动,从而可减少移动部分的质量,便于在高速下实现自动控制。但其锁紧装置的可靠性尚有待证实。



(a)



(b)

图 1-42 穿孔机后台结构

(a)后台平面布置图 (b)图(a)的 A-A 剖面。

- 1-顶杆小车 2-拨料初 3-夹送辊道 4-夹钳 5-定心机；
6-辊道 7-顶杆储存台架 8-冷却槽 9-管坯输出台架。

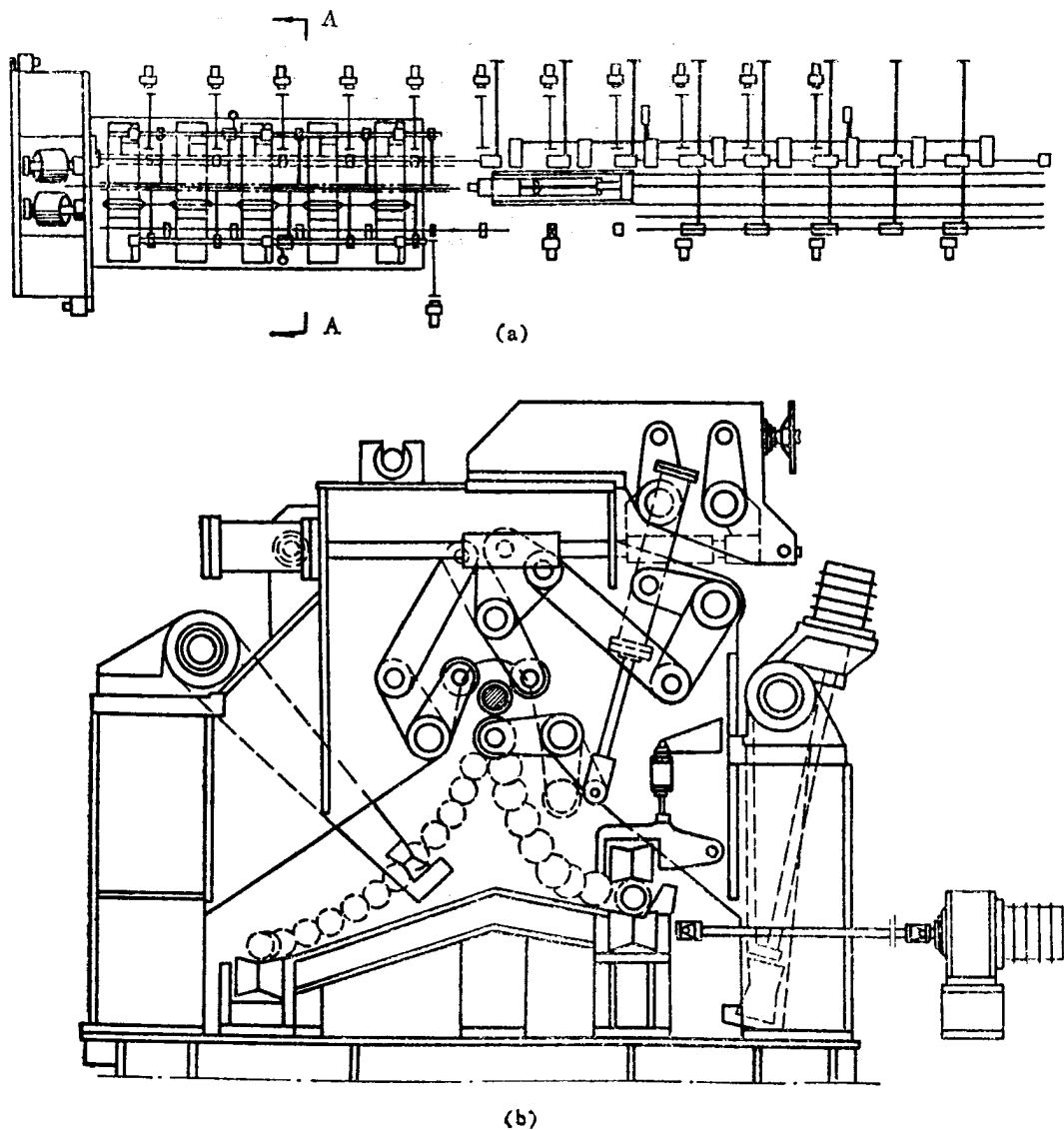
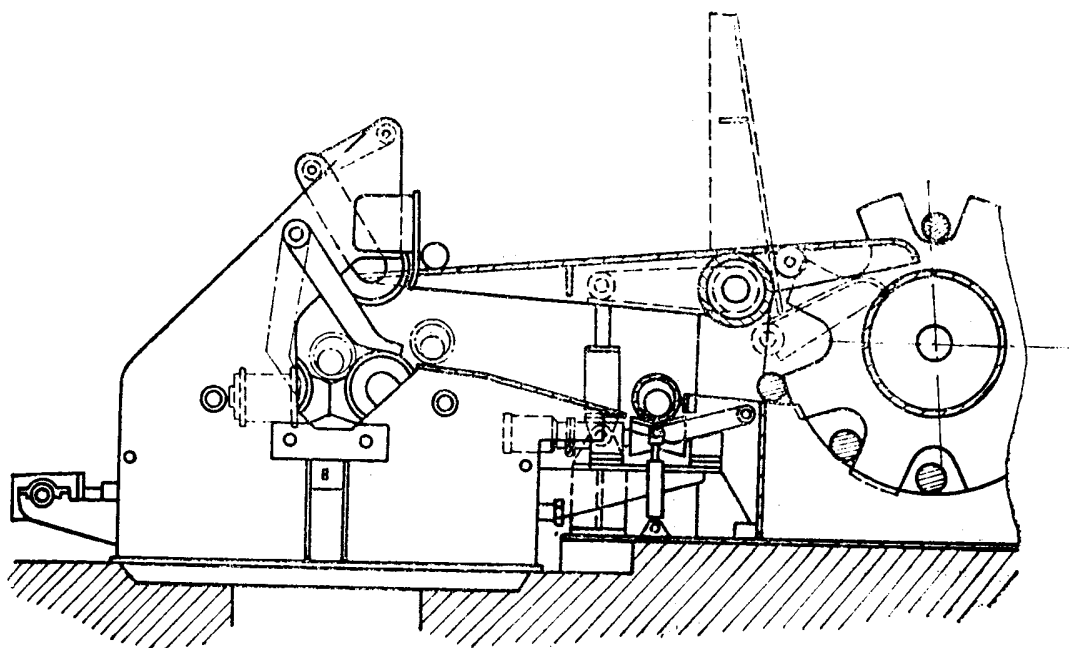


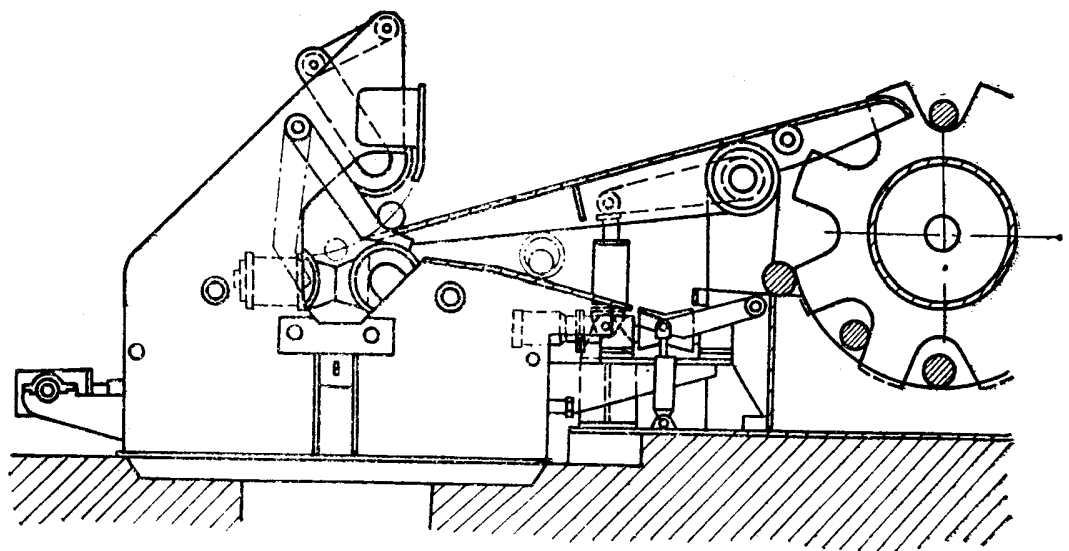
图 1-43 穿孔机后台结构

(a) 后台平面布置图

(b) 图(a)的 A—A 剖面



(a)



(b)

图 1-44 穿孔机的后台结构

(a)顶杆和荒管一起拨出状态 (b)顶杆返回状态。

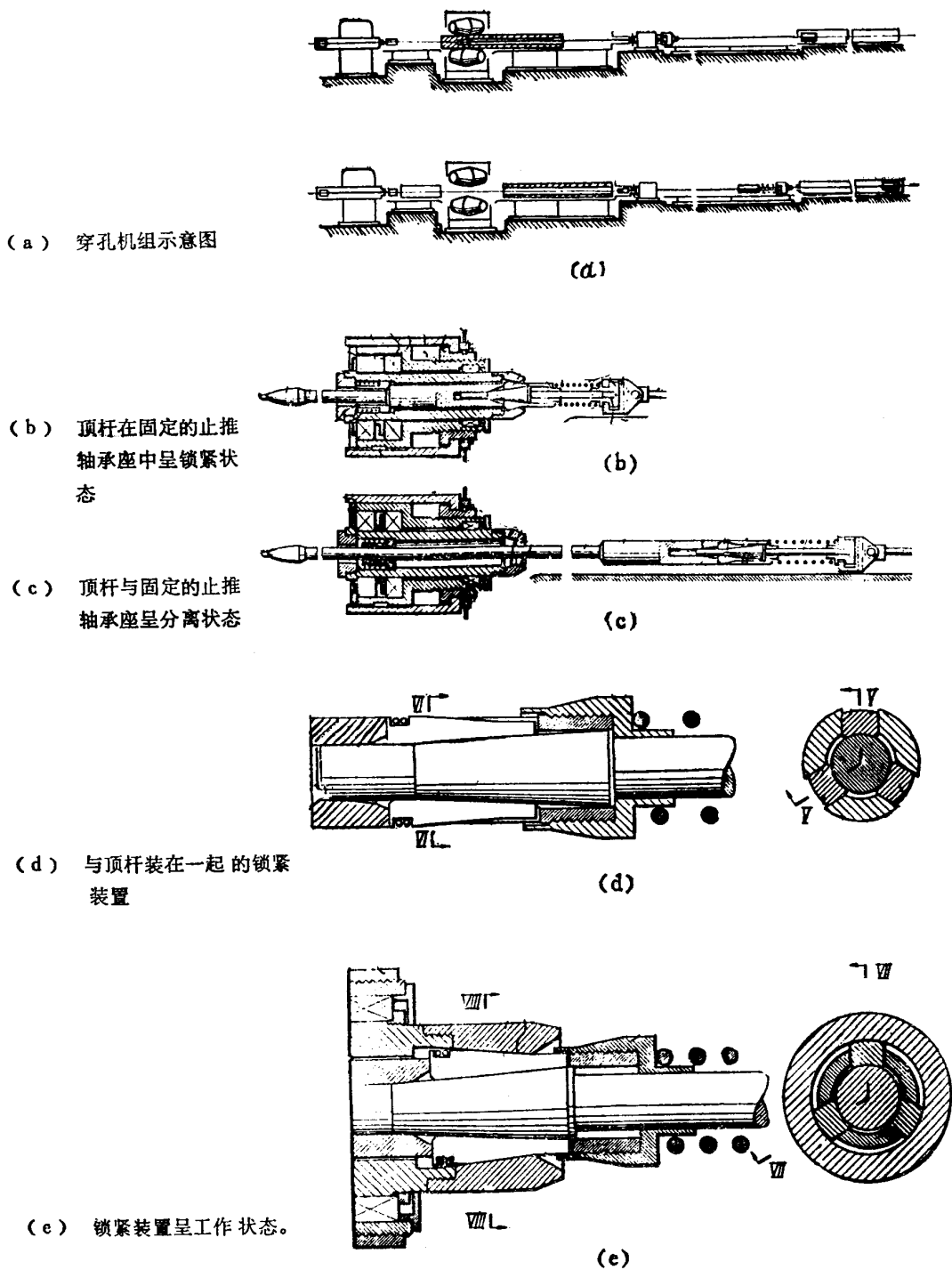


图 1-45 美国专利介绍的顶杆小车结构

(2) 轴向出料后台 除周期轧管机组的穿孔机(延伸机)后台是轴向出料外,其它机组的穿孔机一般多采用侧向出料。六十年代末,为了克服侧向出料后台操作时间长的缺点,在苏联设计制造的穿孔机上采用了新式轴向出料后台。轴向出料后台的设备组成示于图 1-46。

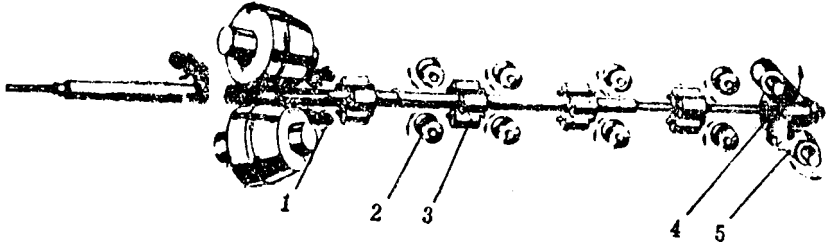


图 1-46 轴向出料后台的设备组成图

- 1- 顶杆前端夹持器； 2- 出料辊； 3- 定心机；
4- 气动摆动止推轴承座； 5- 闭锁挡。

这种后台的突出特点是取消了作往复运动的顶杆小车,输出荒管时,顶杆的前端被夹持器夹住。其操作程序是:管坯穿完孔后,定心辊全部松开,第一组出料辊动作,把荒管送到夹持器后面。此时,夹持器动作,夹住顶杆。与此同时,止推轴承座的闭锁挡由气动装置摆开,荒管由出料辊输出。待荒管离开后台之后,止推轴承座再摆回工作位置,闭锁挡锁上,准备下一次穿孔。为了进一步缩短后台的操作时间,苏联还设计了一种带前后夹持器的后台。顶杆夹持器、出料辊、定心机等国外有多种设计结构,见图 1-47~图 1-53。

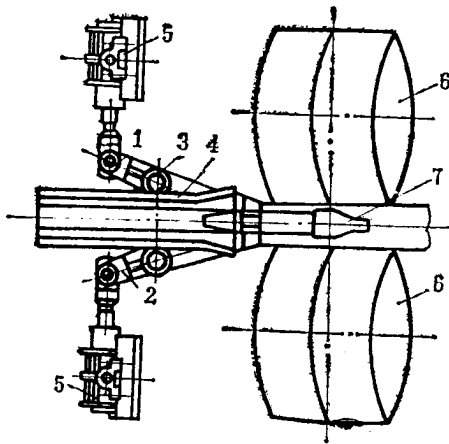


图 1-47 苏联第一乌拉尔新钢管厂 30-102 连
轧管机组中穿孔机的顶杆夹持器

- 1、2- 杠杆 3- 铰链 4- 出口导管 5- 气缸 6- 轧辊 7- 顶头。

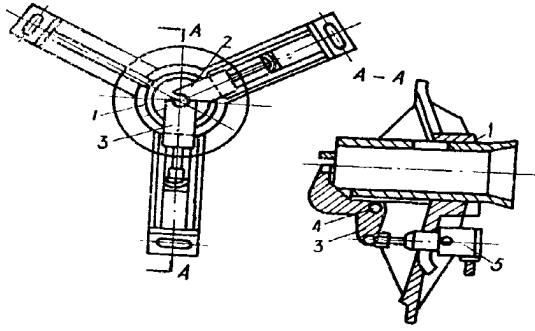


图 1-48 三辊轧管机的顶杆夹持器
1-出口导管 2,3-杠杆 4-轴 5-液压缸。

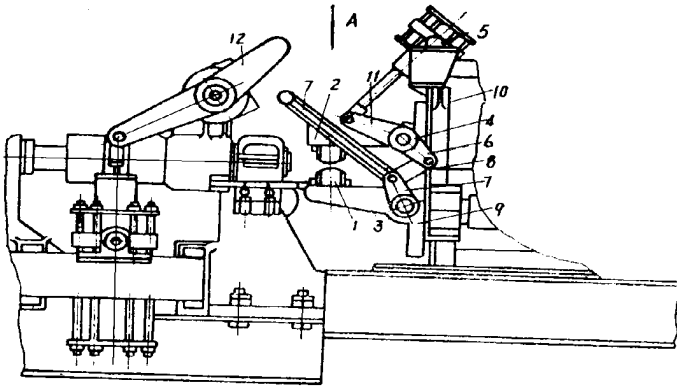


图 1-49 顶杆后端突持器
1-空转支承辊 2,3-杠杆 4-摆动轴 5-气缸 6,7-杠杆；
8-拉杆 9-外壳 10-定心辊 11,12-杠杆。

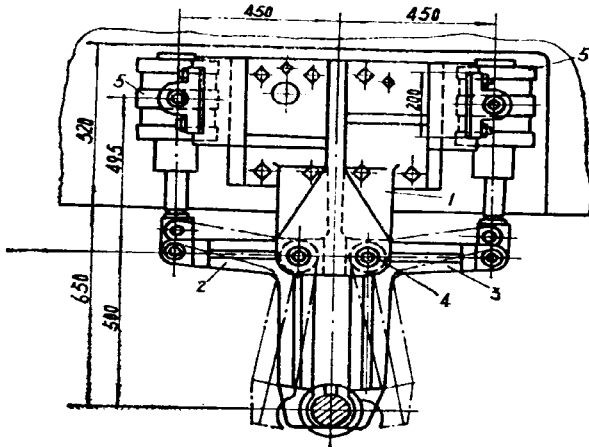


图 1-50 苏联辛那尔钢管厂穿孔机的顶杆夹持器
1-机体 2,3-杠杆 4-铰链 5-气缸。

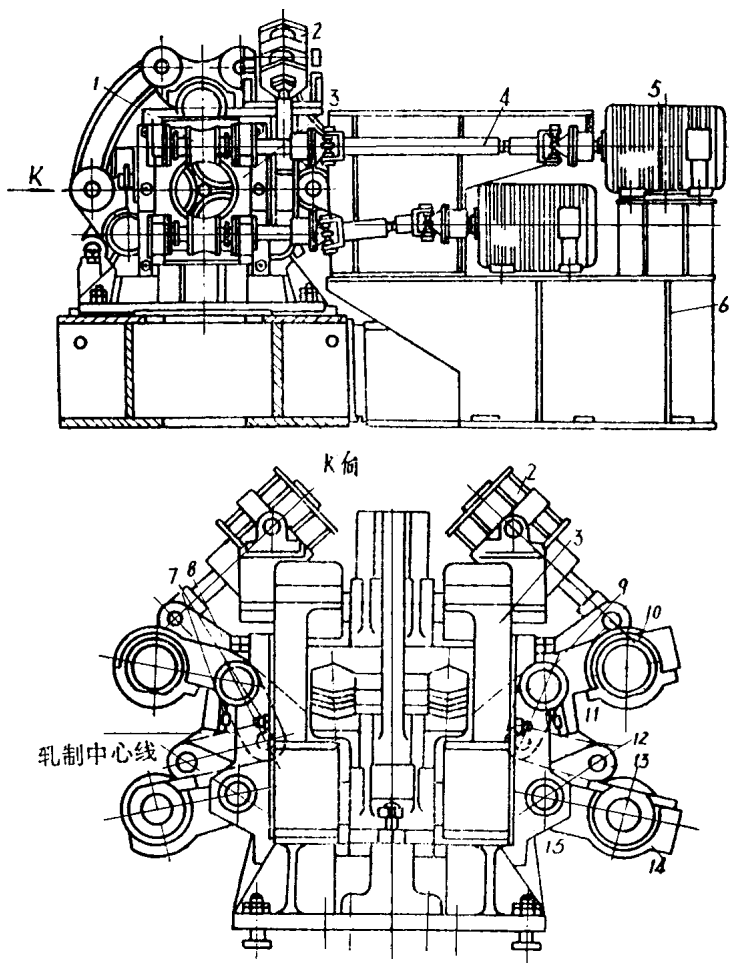


图 1-51 同心机相连的轴向出料机构

- 1-出料辊 2-气缸 3-侧平台 4-万向接轴 5-电机；
 6-刚架 7-限位器 8-杠杆 9-摆动轴 10、11-杠杆；
 12-拉杆 13、14-杠杆 15-底座。

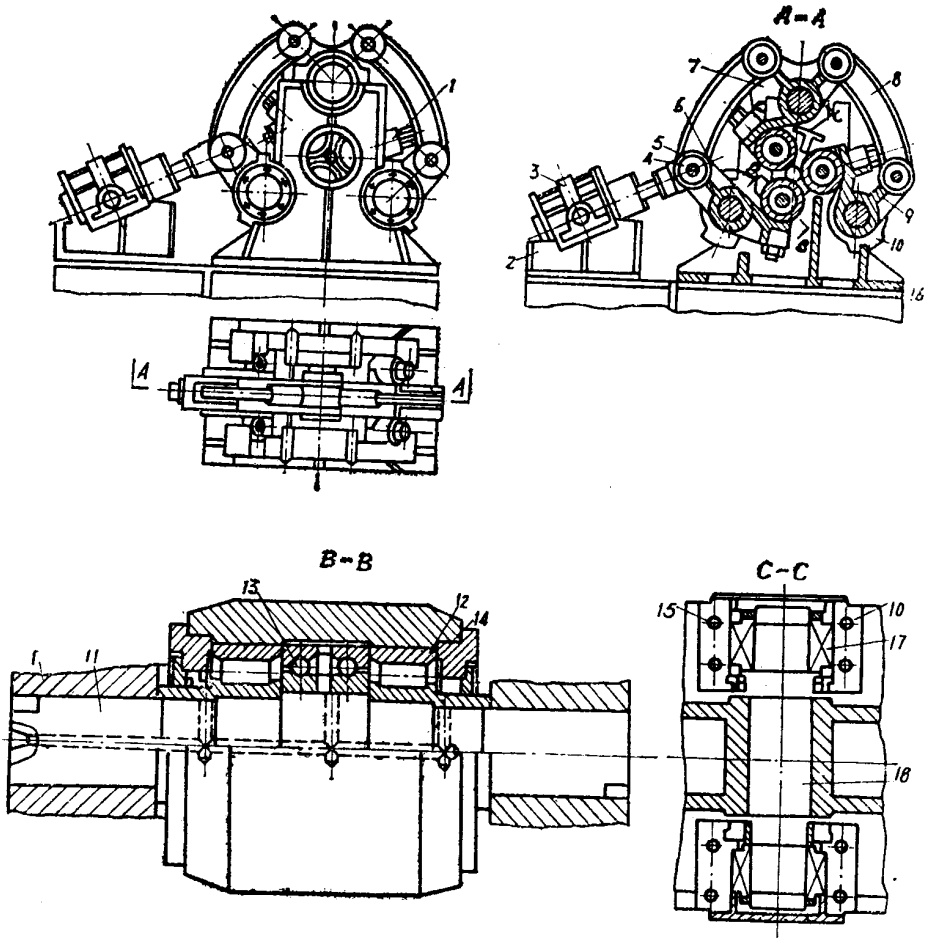


图 1-52 轴向出料后台的定心机

- 1-壳体 2-支架 3-气缸 4-铰链轴 5-双列滚珠轴承；
 6、7-杠杆 8-拉杆 9-杠杆 10-盖 11-轴 12-滚
 柱轴承 13-止推轴承 14-定心辊 15-螺栓；
 16-支座 17-滚珠轴承 18-支承轴。

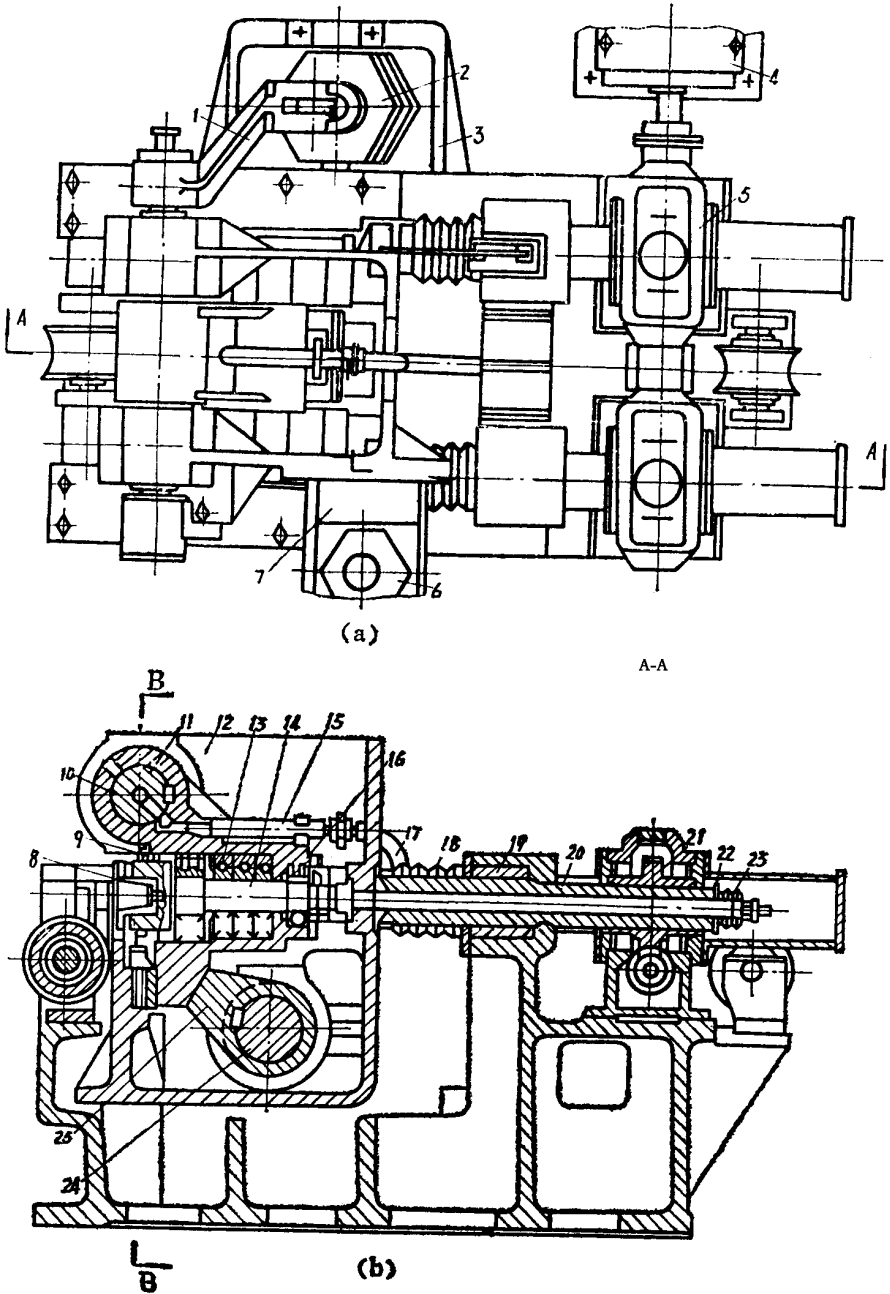
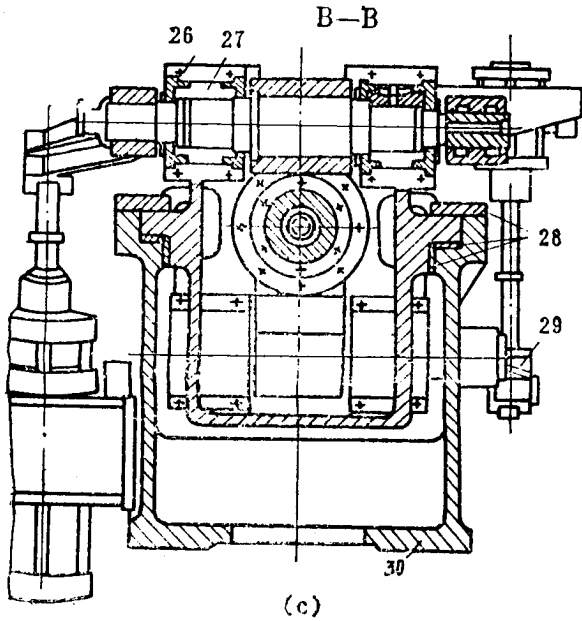


图 1-53 苏联设计的气动摆动轴承座

(a)气动摆动轴承座结构图 (b)图(a)的A-A剖面 (c)图(b)的B-B剖面；

- 1- 杠杆 2- 气缸 3- 支架 4- 电机 5- 蜗轮减速机 6- 气缸 7- 支架。8- 入口铁 9- 球面轴承；10- 止挡；11- 轴；12- 止挡头滑架；13- 径向止推轴承；14- 主轴；15- 管路系统；16- 球面轴承；17- 枢轴；18- 拉杆；19- 止推螺母 20- 压下螺丝 21- 蜗轮 22- 止推轴承 23- 弹簧 24- 轴；25- 锁舌 26- 盖 27- 滚动轴承 28- 压板 29- 杠杆 30- 机座。



第六节 推轧穿孔机

一、生产特点及其发展情况

推轧穿孔是将方坯穿轧成空心圆管坯的一种新方法。其工作原理是由轴向推入机构将加热好的方坯推入由一对水平轧辊和穿孔顶头所组成的环形孔型中。坯料在轧辊径向轧制压力和由此产生的轴向曳入力以及推入机的轴向推力的共同作用下,克服固定于孔型中心的顶头轴向阻力而由方变圆、充满孔型、完成由方坯轧成圆空心管坯的轧制过程。见图 1-54。

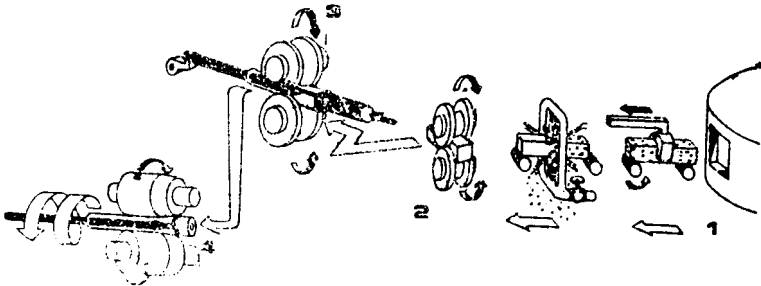


图 1-54 推轧穿孔工艺流程图

1- 环形加热炉 2- 定型机 3- 推轧穿孔机 4- 延伸机。

这种新工艺的特点是金属在三向压应力的变形状态下进行穿轧。对于铸坯来说,在轴向推力和径向轧制力的作用下,通过顶头使其中心部分受到较大的压轧,可使组织细化、致密,使杂质的一部分均匀地分布在内壁上。在这种压应力状态下,管坯内外表面质量较好,设备消耗的功率较少。延伸系数约为1.1,空心坯内径与外径比约为0.5,长度与内径比可达25(一般的压力穿孔机,长度与内径的比只能达到7~9)。但推轧穿孔的空心坯壁厚偏差较大,必须通过随后的延伸予以消除。也就是说,推轧穿孔工序并不能取代穿孔延伸工序,而仅仅是在没有交变应力的作用下,将组织疏松的连铸方坯穿轧成内外表面质量较好的空心坯,其后经延伸机才能得到钢管轧机所需的合格荒管。

推轧穿孔的工艺和设备是瑞士人卡尔莫斯发明的。发明者的目的在于用廉价的连铸方坯代替一般轧管机组中斜轧穿孔所需的热轧圆管坯,降低钢管的生产成本。在斜轧穿孔机上,由于管坯承受交变应力,对管坯质量要求很高,穿孔的钢种也受到限制。而在推轧穿孔机上,由于应力状态的改善,从而可为穿轧合金坯料创造了有利条件。推轧穿孔机可以穿轧各种碳钢、合金钢和不锈钢钢锭及连铸坯。

推轧穿孔机也可以代替压力穿孔机给周期轧管机供坯。在一般的压力穿孔机上,接近穿孔终了时有很大的过载压力,而在推轧穿孔机上则没有这种现象。推轧穿孔机顶头上的单位压力为一般压力穿孔机的一半(10公斤/毫米²),工具磨损少。

1957年以来,卡尔莫斯在试验设备上进行了大量的试验研究。日本新日铁公司对 $\Phi 80-113$ 毫米方坯的推轧穿孔也进行了研究并取得了较好的效果。美国也已开始研究并准备建设这种穿孔机。1967—1968年西德蒂森钢管公司作了254—419毫米空心坯的生产试验并确定了推轧穿孔过程的主要技术参数。1974年意大利达尔明公司安装了由加热到推轧穿孔的工业性试验设备并且已在于1978年6月投产的48—340毫米的限动芯棒连轧管机组中配置了推轧穿孔机。此外,有些国家也已采用了这种新的供坯设备,如日本新日铁公司八幡厂1977年10月投产的400毫米自动轧管机组就有推轧穿孔机,意大利因西公司^①正在为阿尔及利亚建造的周期轧管机组也用推轧穿孔机生产空心坯。另外,因西公司还为西班牙180毫米周期轧管机组设计制造了一台推轧穿孔机。

^① 注 因西公司是由因诺森撒(INNOCENTI)和森梯斯太秋(SANTEUSTACHIO)两个公司于1972年合并而成,简称西因(INNSE)。

二、设备组成和制作工艺

意大利达尔明公司的推轧穿孔机的设备组成和工艺流程分别见图 1-55 和 1-54。

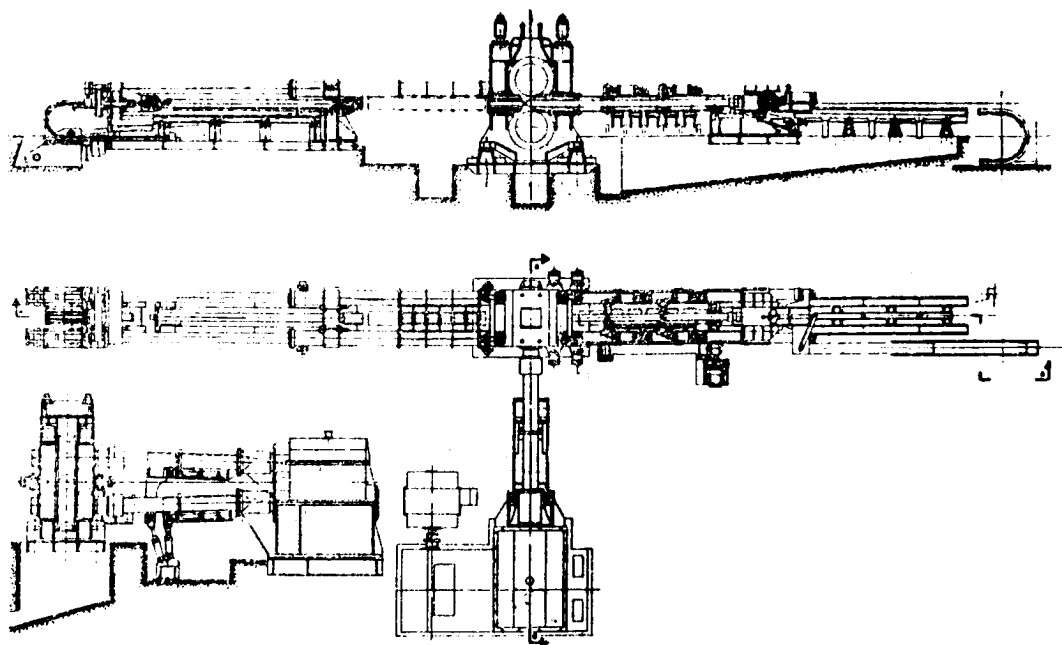


图 1-55 意大利达尔明公司的报轧穿孔机的设备组成

方坯在环形加热炉中加热到 1290°C ，出炉后经 180 大气压的高压水除鳞。除鳞后的方坯在一台二辊式定型机上定型，以得到精确的外形尺寸（包括推轧穿孔机的孔型所必需的方坯倒棱）。定型机轧辊孔型槽底上刻有刻痕，以利咬入和破碎氧化铁皮。不过，实际已经证明，在使用尺寸精度较高的连铸方坯的情况下，定型工序完全可以省去。

定型后的方坯由辊道送出，并用液压推床将其横向推到穿孔机前台一侧的受料台车上。受料台车将方坯移送到位于轧制线上的辊式导向装置，借助于导辊的作用，使方坯位于轧制中心线上。此时液压推入机将方坯经入口导套推入轧辊的孔型中进行穿孔。

接近轧制终了、顶头已穿到坯料尾端但尚未穿透时，限位开关启动推入机的液压系统，使推头退回。与此同时，装在后台固定横梁内的两个抽出油缸带动顶杆小车及活动横梁快速退回方坯随顶杆后退过程中被挡料住，而顶杆和顶头一起则从空心坯中抽出，空心坯落到托架上。然后托架下降，将空心坯翻

到斜台架上,经辊道送往延伸机。

曾考虑过两种推头设计方案。图 1-56(b)是带内外推杆的批头,当穿到方坯尾端内推杆碰到顶头时,内拉杆停止前进,外堆杆越过顶头继续前进,将坯料穿透。但这种型式的推杆结构复杂,因而未被采用。现在采用的是图 1-56(a)所示的推头,空心坯还不穿透。其优点是空气不易进入,可减少内表面的氧化,同时也可避免穿通后在管端形成破口而引起的事故。

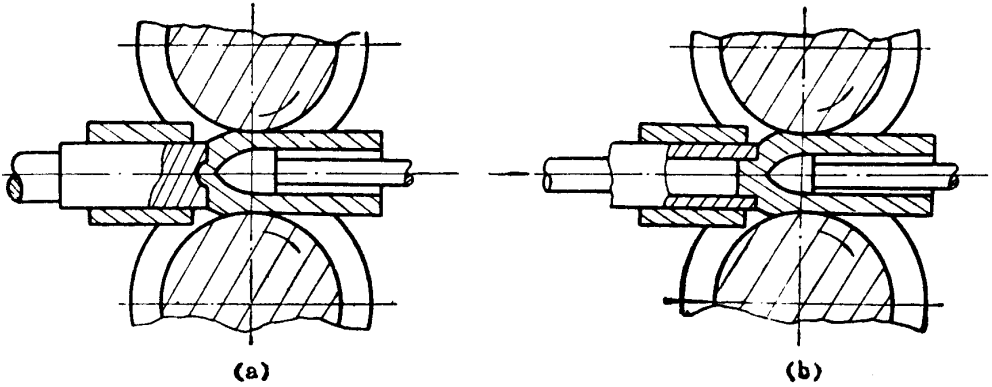


图 1-56 推头工作示意图

推轧穿孔机的主机是二辊式带圆孔型的纵轧机。两个轧辊由一台直流电机经减速机和齿轮机座传动。轧辊直径应尽量大些,以加大咬入力和减少推力。

机架是开口式的。机架的上盖用液压装置锁紧和打开。轧辊的皮下平衡也是液压的。

入口导套对坯料的对中和控制空心坯的壁厚偏差起着重要作用。意大利达尔明公司曾设计了三种入口导套结构型式,见图 1-57,其中图 1-57(a)是现在所使用的结构型式。

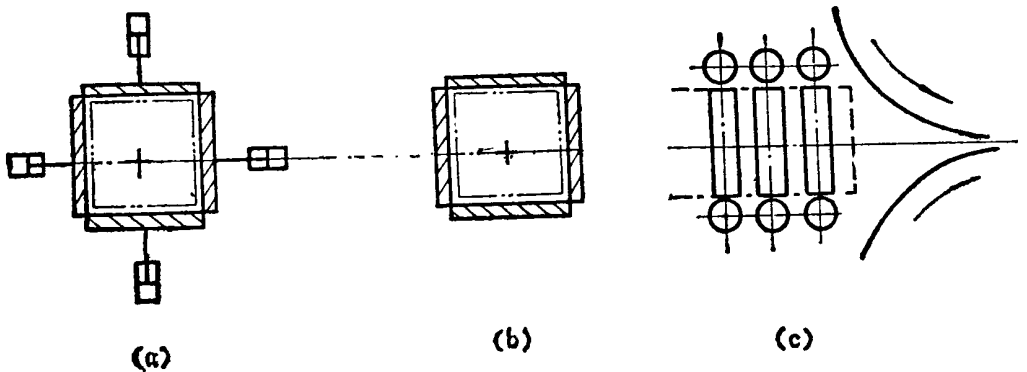


图 1-57 推轧穿孔机入口导套的结构型式

如图所示,由四个液压缸带动的四块活动导板构成封闭孔型。轧件在推力的作用下遇到顶头、轧件向四周扩张时,四块导板在液压缸的作用下既对方坯有一定的夹持引导作用,又可防止和方坯粘结(当坯料扩张对导套的挤压力过大时,液压泄载)。

在最初的试验中曾用过由四块固定导板组成的封闭导套,如图 1-57(b)所示。结果发现轧件四周扩张时,高温的方坯与固定导套粘在一起,使轧制无法进行。也曾试用过图 1-57(c)所示的导辊型式,但实践表明,第一种型式的使用效果较好。

在美国专利中也介绍了一种辊式入口导卫装置(图 1-58)。可以看出,该导卫装置没有使用一般的入口导套,几对水平和垂直交替布置的导辊构成一个方孔型,以将方坯导入并在轧线上对中。导辊可以是空转的,也可以是传动的。强有力的传动有助于方坯的推入和减少推杆的推力。靠近轧辊的导辊最好是一对立辊,其辊型可将方坯轧成带凹面的异形坯,以防止穿轧对孔型过充满和空心坯出现耳子。导辊起定型作用,给坯料 5% 以下的压缩量,以期能得到穿孔时所需要的坯料形状。

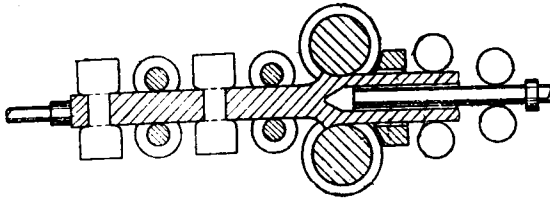


图 1-58 美国专利所介绍的辊式入口导卫装置

这种导卫装置消除了方坯与导辊之间的间隙,方坯被强行对应在轧线上,是解决控制壁厚不均的方法之一。壁厚公差的控制仍然是今后需要进一步解决的问题。

日本人在法国申请的专利中提出了利用改变穿轧变形过程来控制壁厚不均的方案。见图 1-59。

从图 1-59 可以看出,穿孔时,在方坯尚未与顶头接触之前,方坯角部就受到轧辊轧槽一定程度的压轧了。在入口导套(辊)导向作用的配合下,轧辊对方坯前端有了很好的导向作用并增加了轧辊的曳入力,从而可减少穿轧时的推入力,减少坯料的弯曲和穿偏。

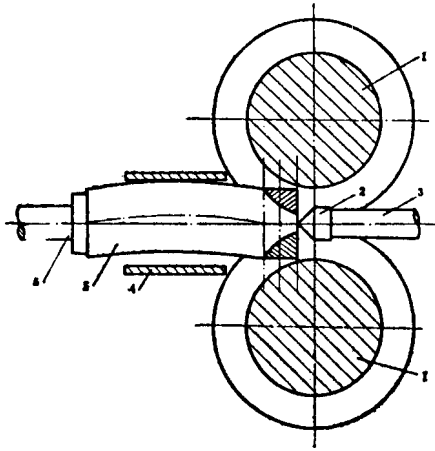


图 1-59 顶头前端与坯料前端接触时的情况

1-轧辊 2-顶头 3-顶杆 4-入口导套 5-方坯 6-推杆。

实现这种导向变形过程的措施是在轧辊直径、孔型和方坯尺寸已定的条件下减少顶头的前伸量。本专利发明者所进行的试验研究和理论推导验证了达尔明公司提出的“顶头前伸量等于顶头直径的四分之三符合穿孔对中性要求”的正确性。专利认为,在保证孔型和坯料质量的前提下,尽量减少顶头的前伸量,可使壁厚不均控制在 10~25% 的范围内。

目前推轧穿孔机在国外开始被用作连轧管机组(意大利达尔明厂)、自动轧管机组(日本八幡厂)和周期轧管机组(西班牙钢管厂)的供坯轧机。现将意大利达尔明公司和日本八幡厂的推轧穿孔机的工艺参数和设备性能分别列于表 1-2、表 1-3 和表 1-4。

表 1-2 达尔明公司推轧穿孔机的工艺参数

方坯边长 A,毫米	170	210	240	280	320
空心坯外径 D,毫米	206	254	297	339	388
D/A	1.21	1.21	1.24	1.21	1.19
最大穿孔比	25.0	25.0	23.6	20.7	18.0
重量,公斤	260—520	590—950	800—1470	1100—1910	1050—2500
轧制速度,米/秒	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3

表 1-3 达尔明公司推轧穿孔机的设备性能

主电机 N = 千瓦 n = 转/分	减速机 速 比	轧辊直径 (毫米)	轧辊转速 (转/分)	最大轧 制压力 (吨)	推入力 (吨)	顶杆承受 轴向力	顶杆抽 出 力 (吨)	生产率 (根/分)	设备重 (吨)
N = 500 n = 500 ~ 1000 直 流	105	φ1280	5—8	290	230	10 公斤/毫米 ² X 顶头断 面 积	60	2	450

表 1-4 八幡厂推轧穿孔机的设备性能

主电机 N = 千瓦 n = 转/分	主电机 减速机 速 比	轧辊直径 (毫米)	推入电机 N = 千瓦 n = 转/分	推 入 减速机 速 比	推入力 (吨)	顶杆抽 出 力 (吨)	生产率 (根/分)	轧制速度 (米/秒)	设备重 (吨)
N = 950 n = 1000 直 流	55.9	1350	N = 500 n = 1000 直流两台	47.2	300	~ 50	2	0.3—0.5	700

坯料规格(方坯边长),毫米 :180、216、250、290、315、340

第二章 自动轧管机组

第一节 概况

自动轧和管机是由瑞真士工程师斯蒂件尔(R. C. Stiefel)发明的。在上世纪末,他先后发明了盘式穿孔机和菌式穿孔机并于1903年在美国埃尔伍德市建成了第一套由穿孔机、轧管机和均整机等组成的自动轧管机组。后经不断改进,在轧管机上增加了回送辊,实现了钢管的自动回送。这在当时来说,其机械化程度比其它热轧无缝钢管轧机都高,因而被称为“自动轧管机”,并且一直沿用到现在。

1910年美国建设的自动轧管机组能轧制外径200毫米、长13.7米的钢管。1912年俄国在车里雅宾斯克钢管厂也建设了其第一套114自动轧管机组。

进入本世纪二十年代以来,由于石油和天然气工业的迅速发展,自动轧管机组的建设也相应地有所增加。在此期间,美国钢公司在洛雷恩厂先后建立了 $4\frac{1}{2}$ 、 $12\frac{3}{4}$ 和16"自动轧管机组,在格里厂建了9"自动轧管机组。瑞典在桑德维肯冶金公司建设一套6"自动轧管机组。法国在奥尔努瓦厂建设一套15"白功轧管机组。苏联在依什尔厂建设一套140自动轧管机组。

到了三十至四十年代,国外共建了三十多套自动轧管机组,分布在美国、苏联、日本、德国、法国、英国、瑞典和罗马尼亚等国。这些机组主要由美国的艾德纳—标准工程公司和德国的曼内斯曼——米尔公司设计制造。

五十年代是国外自动轧管机发展史上最兴盛的时划。在此期间,国外共有二十多套比较现代化的自动轧管机投产。虽然机组如置和设备组成变化不大,但是设备结构、机械化和自动化程度都达到了相当高的水平,并出现了世界上第一台单孔型轧管机。图2-2是机组设备的照片。

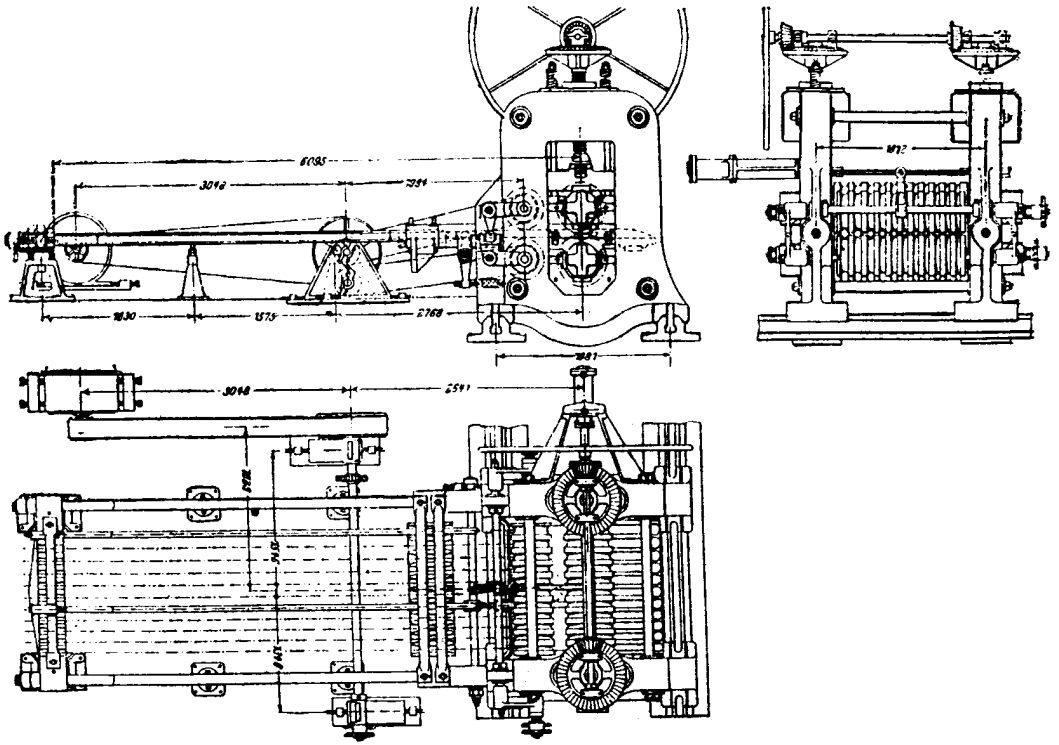


图 2-1 斯蒂菲尔轧管机

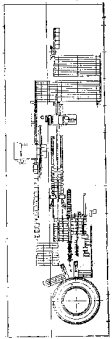


图 2-2 国外比较现代化的自动轧管机组的平面布置图

在六十年代,国外比较注意发展连轧管机和三辊轧管机,新建自动轧管机不多。七十年代以来,在自动轧管机方面出现了两个引起各国普遍注意的发展动向。一是 1974~1975 年在苏联李卜克内西钢管厂和辛那尔钢管厂建成投产的双机架串列布置的 140 自动轧管机组,即所谓“半连续轧管机”。这是对自动轧管机的彻底改革。另一个是日本在 1977—1978 年间新建和改建的四套新

开型 16"自动轧管机组,采用了立式穿孔机、单孔型轧管机和三辊式定径机等新型设备。

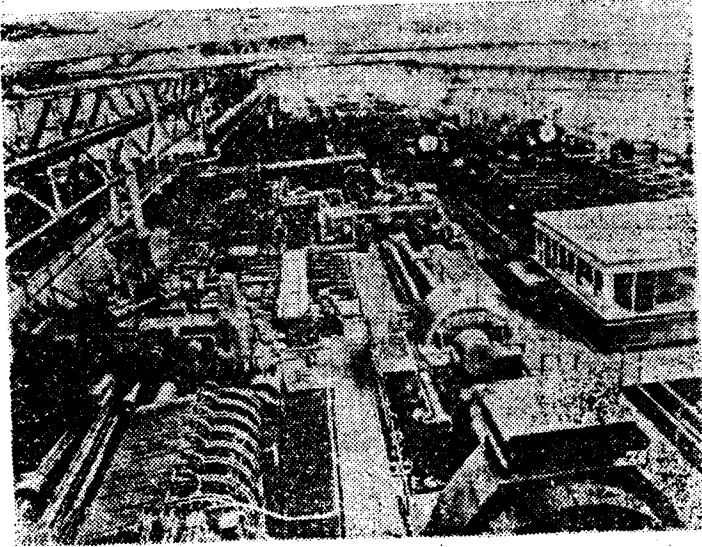


图 2-3 比较现代化的自动轧管机组

根据现有资料统计,目前国外共有自动轧管机组七十多套。其中美国二十五套,苏联十六套,日本六套,西德、法国和罗马尼亚各四套,英国、捷克斯洛伐克和瑞典各二套,加拿大、巴西、意大利、保加利亚和东德各一套。

上述自动轧管机组若按大、中、小规格分类,各不同时期的建设套数见表 2-1。从表中数字可以看出:①60%以上的机组是战前建设的,其中约有一半是 140 机组,32%是 250 机组,其余 18%是 400 机组;②五十年代建的二十四套机组中,250 机组较多,占总数的一半;③七十年代以来建的不多,只有苏联的两套 140 机组和日本的两套 400 机组(另有两套改造)。

第二节 设备的现状与发展

一、五十年代以前的自动轧管机

从斯蒂非尔发明自动轧管机到五十年代,国外所建的机组都是比较老式的。其最大特点是使用斜底式加热炉或室式炉。在国外现有的自动轧管机组中有 60%是那个时期建的。自动轧管机组主要制造厂之一,艾德纳标准工程

公司是斯蒂菲尔于 1902 年创建的。初建时名为标准工程公司,1927 年与艾德纳铸造和机械公司合并,成为艾德纳——标准工程公司。以后又曾一度与市劳一诺克斯公司合并。该公司曾在 1949 年发表过一篇概括当时自动轧管机组技术水平的文章,该文章将五十年代以前自动轧管机的主要特点和技术水平归纳如下:

(1) 加热炉绝大部分为斜底式连续加热炉;

(2) 穿孔机为二辊卧式穿孔机,其特点是:

① 轧辊轴承已逐步采用滚柱轴承;② 轧辊入口锥和出口锥的角度减小了,改造了顶头和与板结构,从而将穿孔效率从 55% 提高到 65%;③ 轧辊圆周速度一般为 5 米/秒,个别高达 7.5 米/秒;④ 穿孔机前台加固并采用了电动升降装置;⑤ 穿孔机后台顶杆小车改用滚动轴承并用电机驱功,移动速度为 3.66 米/秒。开始研制液压定心辊。

(3) 轧管机本体结构变化不大。已有个别轧管机开始他用滚柱轴承。在主传动上也采用了滚动轴承万向接轴;

(4) 均整机轧辊已逐步采用滚柱轴承并开始出现单独传动;

(5) 定径机一般为 3~7 架,减径机为 18~22 架。

国外五十年代以前的自动轧管机组举例:

例 1 美国琼斯——劳林钢公司阿利奎帕厂。该厂从 1927 年开始生产无缝钢管。其无缝钢管车间有两套自动轧管机组和一套管坯轧机,其平面布置图见图 2-3。一号机组轧制直径 140~365 毫米、长 6.7~14 米的无缝钢管。生产能力可高达 2012 短吨/日或 34592 短吨/月,电力消耗为 30 千瓦一小时/吨。

管坯在斜底式连续加热炉中加热后,首先经两台穿孔机穿轧延伸,成为荒管,接着在自动轧管机上轧制和在两台均整机上辗轧。均整过程使管径略有扩大。最后在 400 马力单独传动的五机架定径机上定径。

二号机组轧制直径 60.3~152.4 毫米、长 6.7~13.4 米的无缝钢管,产量最高记录为 996 短吨/日或 19337 短吨/月,电耗为 45 千瓦一小时/吨。钢管经均整后可以经 5 机架定径机得到成品钢管,或者经再加热后送往 12 机架减径机或 16 机架张力减径机减径。

表 2-1 国外在不同时期内所建的自动轧管机组的套数

国 家	140 机组			250 机组			400 机组		
	战 前	五十年代	最 近	战 前	五十年代	最 近	战 前	五十年代	最 近
美国	8			8	3		6		
加拿大					1				
巴西					1				
苏联	6	4	2	1	2		1	1	
日本	1			1	1※		1※		2
西德				1	3				
法国	2				1		1		
英国	2								
意大利		1							
瑞典	1			1					
罗马尼亚	1	2						1	
捷克斯洛伐克		1			1				
保加利亚		1							
东德		1							
总 计	21	10	2	12	13 (12)		9	2	2 (3)

※注 :已改为 400 机组

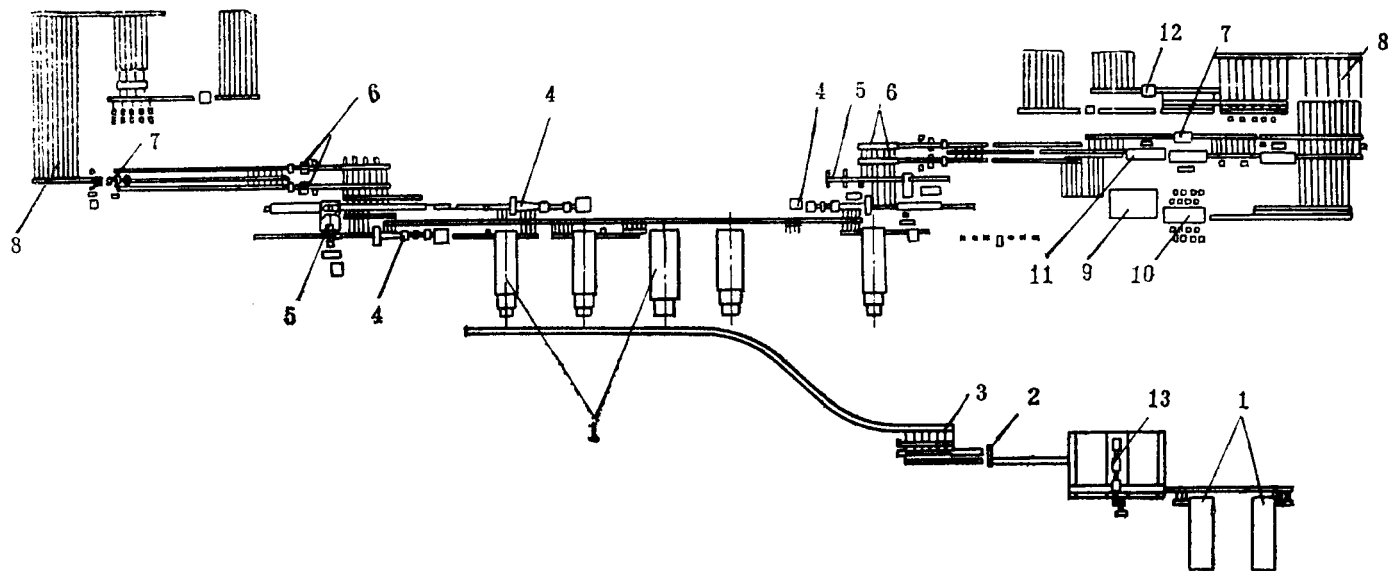


图 2-4 美国琼斯—劳林钢公司，阿利奎帕厂的自动轧管机组的平面布置图

1- 加热炉; 2- 锯; 3- 定心机 4- 穿孔机; 5- 自动轧管机; 6- 均整机; 7- 定径机; 8- 冷床 6- 再
 加热炉; 10- 张力减径机; 11- 减径机; 12- 矫直机; 13- 管坯轧机。

该机组主要设备的技术性能详见表 4-5。(附在本书的末尾)。

例 2 苏联尼科波利南方钢管厂的 350 自动轧管机组。

1939 年苏联从美国引进了一套 350 自动轧管机组。由于第二次世界大战的影响,此机组实际上到 1947 年才安装在尼科波利南方钢管厂。投产之前,苏联对其进行了改造,主要是加固了轧管机后台,修改了回送辊和后台导板的结构,均整机前台改用推入机喂料并将冷床长度由 23 米改成 63 米。该机组的设备平面布置图见图 2-5。

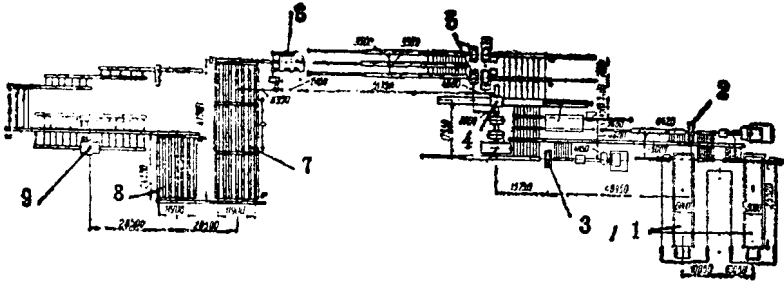


图 2-5 苏联尼科波利南方钢管厂 350 自动轧管机组平面布置图

1-加热炉 2-穿孔机 3-穿孔机 4-自动轧管机 5-均整机;
6-定径机 7-冷床 8-冷床 9-矫直机。

该机组生产直径 114~350 毫米,长 13.5 米的钢管,年生产能力可达 30 万吨。管坯在斜底式连续加热炉中加热。炉子的最高小时产量为 75~80 吨。为了提高薄壁管的轧制温度,在第二台穿孔机和自动轧管机之间设置了一座再加热炉。后经多次改造,该机组所轧制的无缝钢管品种和规格范围不断扩大,现已可轧制 $\phi 273 \times 11$ 毫米和 $\Phi 325 \times 12$ 毫米的不锈钢管。

机组主要设备的技术性能详见表 4-5。(附在本书的末尾)。

二、五十年代的自动轧管机组

五十年代是国外兴建自动轧管机组最多的时期,平均每年有两套机组投产。这个时期各国所建的套数如下:

	140 机组	252 机组	400 机组
美国		2	
加拿大		1	
巴西		1	
苏联	4	2	1

	140 机组	252 机组	400 机组
日本		1	
西德		3	
法国		1	
意大利		1	
罗马尼亚	2		1
捷克	1	1	
保加利亚	1		
东德	1		

五十年代国外自动轧管机组的主要特点和技术水平可归纳为：

(1) 机组的生产能力高；

400 机组.....40 万吨/年

250 机组.....20 ~ 27.5 万吨/年

140 机组.....10 ~ 12 万吨/年

(2) 普遍采用环形加热炉；

(3) 提高某些轧制工艺参数。例如苏联新机组比美国老机组的轧制速度高 30 ~ 50% ,见表 2-2。

(4) 开始采用单孔型、单独传动和变速轧制的自动轧管机。

表 2-2 苏联和美国同类机组的轧制速度表

国家	机组名称	轧辊圆周速度(米/秒)		
		穿孔机	轧管机	均整机
苏联	400	3.75 ~ 7.5	3.6 ~ 5.3	4.7 ~ 8.9
	250	4.95 ~ 7.4	2.6 ~ 5.1	4.3 ~ 8.6
	140	5.3 ~ 8.0	2.6 ~ 5.1	4.3 ~ 8.6
美国	5½" ~ 16"	4.9 ~ 5.3	3.3	4.3
	3" ~ 8⅝"	4.8 ~ 5.1	3.5	5.5
	1½" ~ 5½"	5.0	3.5	4.8

(5) 逐步实现轧机的自动控制、向现代化和机迈出一大步。

(6) 为扩大产品规格和提高生产能力 ,小小型自动轧管机广泛配置了张力减径机。

这个时期的自动轧管机组主要由苏联乌拉尔重机厂、西德曼内斯曼——米尔公司和美国艾德纳——标准工程公司设计制造。

国外五十年代的自动轧管机组举例。

例 1 加拿大曼内斯曼钢管公司·苏圣马里厂的 $10\frac{3}{4}$ "自动轧管机组。

195 了年加拿大曼内斯曼钢管公司·苏圣马里厂投产了一套 $10\frac{3}{4}$ "自动轧管机组。其规格范围为 114~273 毫米,年产量 22.5 万吨。全套设备由西德曼内斯曼——米尔公司设计制造。轧管机采用了单孔型的结构型式,这是自动轧管机问世以来一项重大技术革新。可以实现快速换辊和快速轧制。这是五十年代机械化和自动化水平最高的轧管机组,直至今日它仍然可以代表国外 FI 动轧管机组的现有技术水平。

该机组热轧部分的设备平面布置示于图 4-6。该机组的单孔型轧管机见图 2-7,其机座见图 2-8。

机组设备的电机总容量为 22000 马力,其中主传动为 14000 马力。

管坯是自动切割,同时切两根。定尺管坯送往加热炉之前先经过电子秤自动称量并将数据送往操作台。

环形加热炉的小时生产能力为 75 吨,装出料和炉膛温度全部是自动控制。热定心也实现了自动化操作。

穿孔机共两台,各由一台同步电机带动。穿孔机上设有电动调整的上下导板,后台采用辊式定心机。为使轧制过程更为平稳可靠,顶杯小车采用液压双楔定位,其移动机构是钢丝绳传动的。

单孔型轧管机的工作辊是单独传动的,分别由 2000 马力,70~180 转/分的直流电机驱动。两台直流电机分别装在轧管机的两侧,左右势一台。钢管咬入时的基速约为每分钟 90 转,然后在轧制小立即增速到每分到 160 转。每个道次都采用“低速咬入、立即加速”的轧制方法。纯轧制时间约为 2 秒。

轧管机采用 C 形铸钢机架。两个轧辊分别安装在上下轴承座中。工作辊是镶套式,轧辊轴承是滚柱轴承。

轧机采用整体吊装的换辊方法。工作辊机座和回送辊机座是分开的,各自用液压楔铁固定在一个整体底座上。换辊时两者分开吊出,再把准备好的另一套机座吊过来更换。这样的换辊方法只需要 30 分钟左右。

均整机的转鼓、上下导板应和入口导套都采用液压锁紧装置,从而可使轧制过程更为平稳,而且轧制精度高。每个轧辊是单独传动的,在均整机的前后各布置一台主电机,因此其前台比较紧凑和简单。

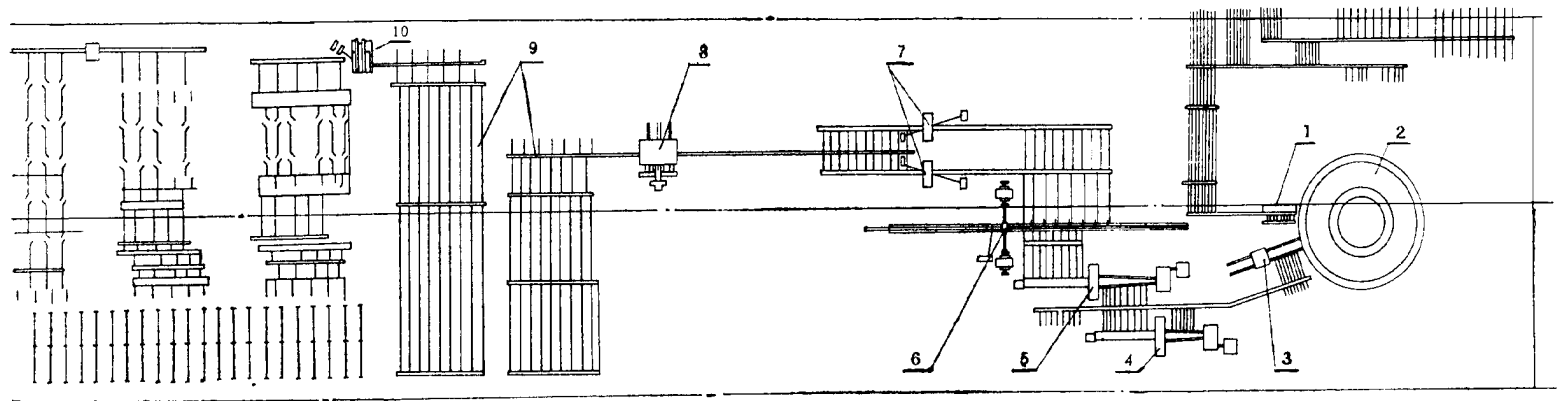


图 2-6 加拿大曼内斯曼钢管公司 苏圣马里厂 $10^3/4$ " 自动轧管机组热轧部分的设备平面布置图

1- 装料机； 2- 环形加热炉； 3- 出料机； 4- 一号穿孔机； 5- 二号穿孔机； 6- 自动轧管机； 7- 均整机； 8- 定径机； 9- 冷床； 10- 矫直机。

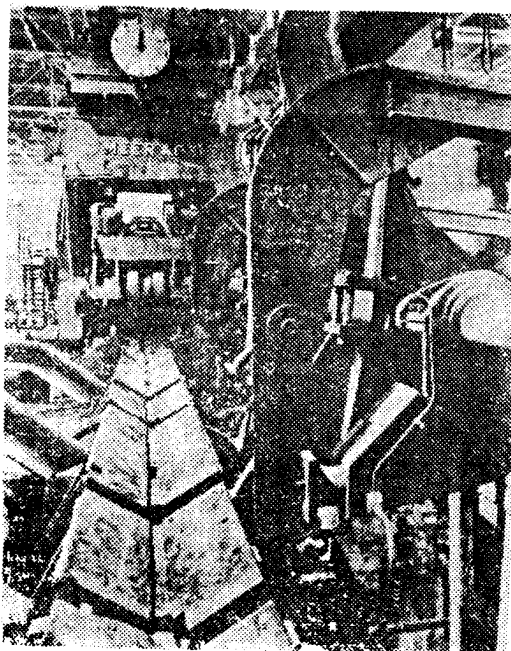


图 2-7 苏圣马里厂 10^{m3}_4 自动轧管机组的单孔型轧管机

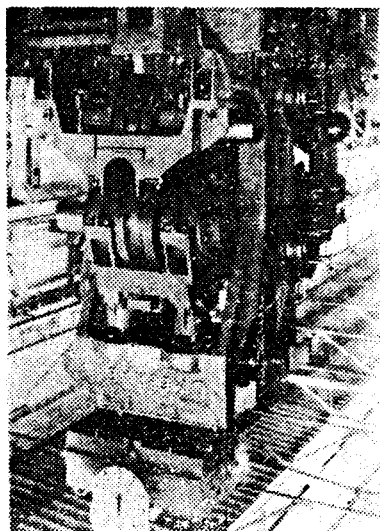


图 2-8 苏圣马里厂 10^{m3}_4 自动轧

管机组的单孔型轧管机机座

定径机是七个机架,每次换辊时间约 30 分钟左右。

链式冷床共两排,长 70 米。在冷床的始端设置了电子秤和测量元件,其用

途是 :①通过积量和测量可以得出钢管单位长度的重量。将测得数据反馈到自动轧管机上作为连续调整的信号 ;②将测得的重量反馈到环形加热炉 ,以便同管坯原重进行比较 ,得出济损率。

这些数据通过电子计算机运算之后 ,可以在操作台上显示出来。字盘上有三个指针 ,其中两个用人工调整到钢管壁厚的上限和下限 ,另一个指针就是计算机显示出来的数据。根据反馈的数据可对自动轧管机的压下螺丝进行必要的调整。

例 2 苏联鲁斯塔维冶金工厂的 400 自动轧管机组。

1953 年苏联鲁斯塔维冶金工厂投产了一套 400 大型自动轧行机组。其轧管规格为直径 127 ~ 426 毫米 ,最大壁厚 40 毫米 ,长 15.5 米。年生产能力为 40 万吨。全套设备由乌拉尔重机厂设计制造。该机组的设备平面布置以见除 4 - 9 ;主要设备的结构见图 2 - 10、2 - 11、2 - 12 和图 2 - 13 ;技术性能详见表 2 - 5。(附在本书的末尾)

应当指出 ,苏联在五十年代设计制造的。动轧管机已经系列化 ,虽然设备比较笨重 ,但是某些设备结构和技术性能还是比较先进的 ,并且使用起来稳妥可靠。

三、七十年代的自动轧管机组

六十年代国外新建的自动轧管机很少 ,技术上也没有什么重大发展。从七十年代开始探索自动轧管机新的发展途径。美国艾德纳——标准工程公司提出了将自动轧管机改造成三机架长芯棒轧管机的意见 ;苏联实现了双机架串列布置的自动轧管机方案 ,而日本则用推轧穿孔机、立式穿孔机和单孔型轧管机等组成了新型的自动轧管机组。

1974 ~ 1975 年苏联在李卜克内西钢管厂和辛那尔钢管厂建成了双机架串列式 140 自动轧管机组。机组设备山电等城重机厂设计制造 ,轧制范围为直径 33 ~ 146 毫米、壁厚 3.25 ~ 18 毫米、长达 13.5 米的合金和碳钢无缝钢管 ,其中包括油井用管、一般用途钢管和冷技管坯等。年生产能力 22 万 11 吨。所用管坯直径 100 ~ 150 毫米、长 800 ~ 4000 毫米 ,最大重量 550 公斤。李卜克内西钢管厂于 1976 年 9 月达到了设计能力。图 4 - 14 为该机组的设备平而布置图。

该机组采用了双支承的菌式穿孔机。在穿孔机同一条轧线上串列配置了两台单孔型轧管机。钢管经第二架轧管机轧制之后进入两台平行布置的三辊均整机轧制。大于 75 毫米的钢管均整后由 9 机架定径机定径。定径后送往冷

床冷却。小于75毫米的钢管则经20架张力减径机减径。减径后用飞锯切成8~16米长，经快速辊道、筒式拨料机拨到冷床上冷却。飞锯共两台，可以将钢管两端的增厚部分切除。

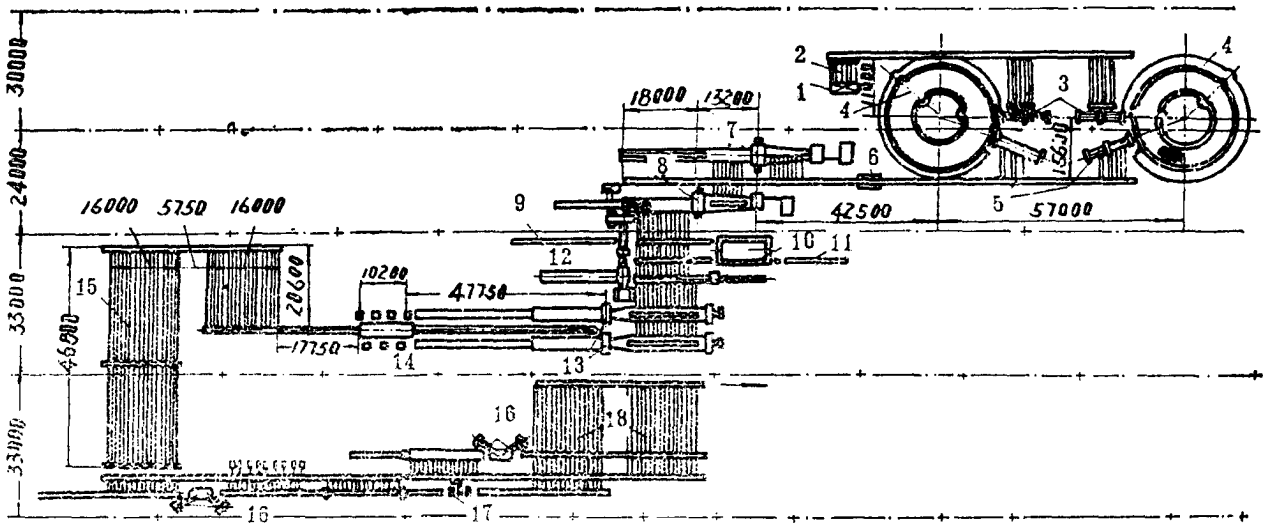


图 2-9 苏联鲁斯塔维冶金工厂 400 大型自动轧管机组的设备平面布置图

- 1- 磅秤； 2- 斜台架； 3- 环形炉装料机； 4- 环形加热炉； 5- 环形炉出料机； 6- 热定心机；
 7- 一号穿孔机； 8- 二号穿孔机； 9- 推入机； 10- 再加热炉； 11- 推出机； 12- 轧管机；
 13- 均整机； 14- 七机架定径机； 15- 冷床； 16- 矫直机； 17- 冷定径机； 18- 检查台。

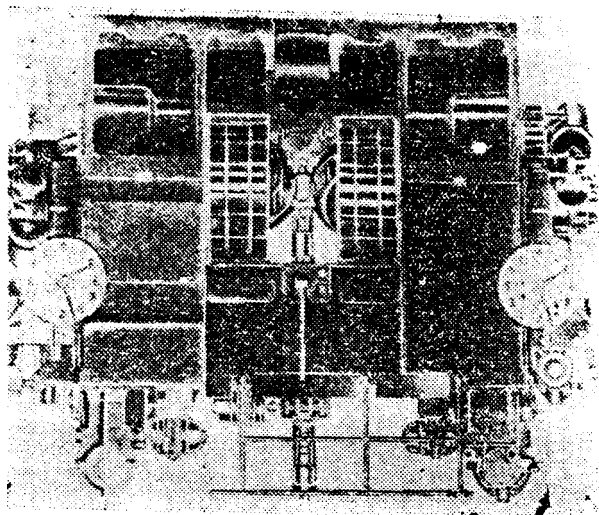


图 2-10 鲁斯塔维厂 400 机组的穿孔机

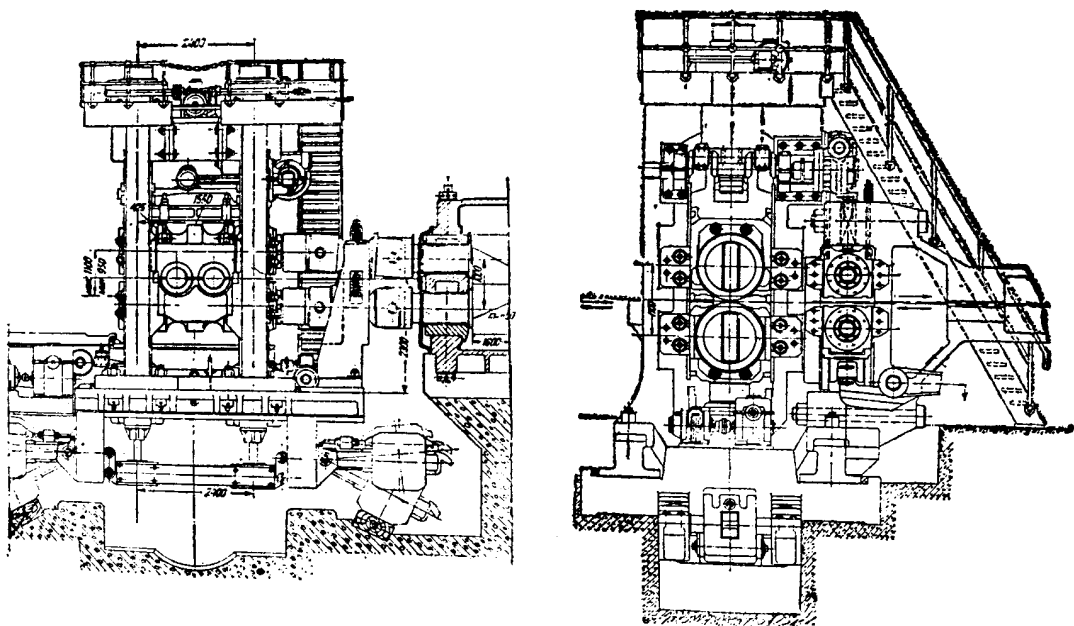


图 2-11 重斯塔维厂 400 机组的自动轧管机

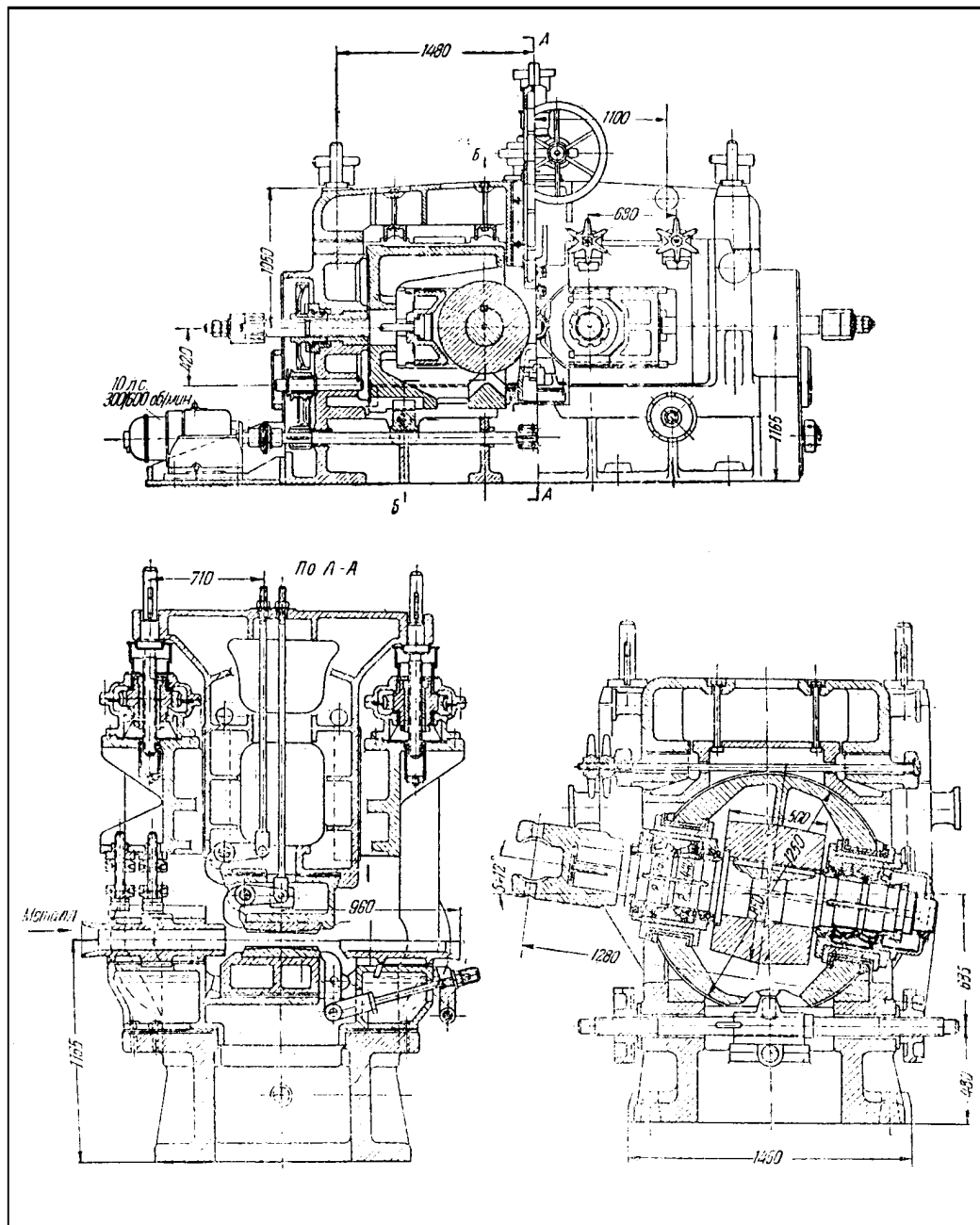


图 2-12 鲁斯塔维厂 400 机组的均整机厂

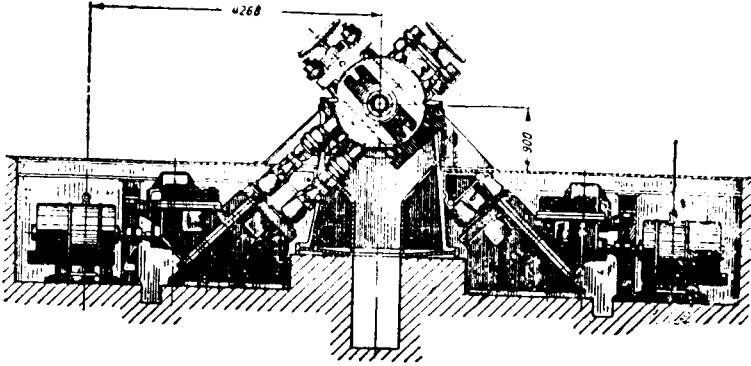


图 2-13 重斯塔维厂 400 机组的定径机

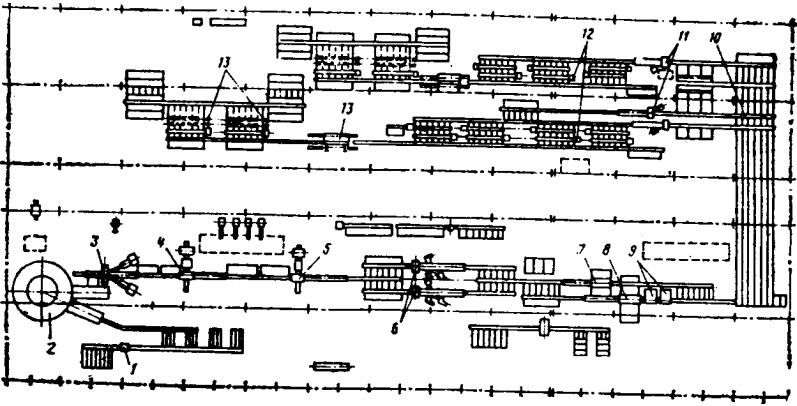


图 2-14 李卜克内西钢管厂双机架
串列式 140 自动轧管机组的设备平面布置图

- 1 - 冷剪机 2 - 环形加热炉 3 - 穿孔机 4 - 轧管机 5 - 轧管机 ;
6 - 三辊均整机 7 - 定径机 8 - 减径机 9 - 飞锯 ;10 - 冷床 ;
11 - 矫直机 ;12 - 切管机 ;13 - 检查台。

1977 年新日铁八幡厂投产了一套 16" 自动轧管机组, 可生产直径 165 ~ 406 毫米, 壁厚 5.5 ~ 40.5 毫米的无缝钢管。年生产能力初期为 30 万吨, 将来可达 48 万吨。图 4-15 为机组的工艺流程示意图。

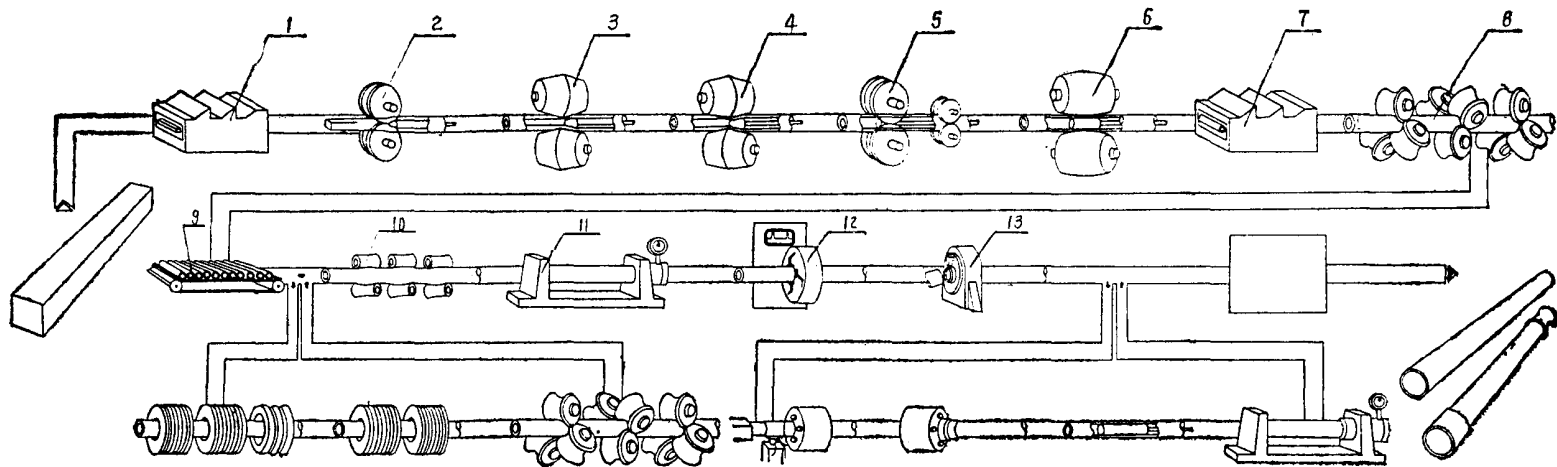


图 2-15 新日铁八幡厂16"自动轧管机组的工艺流程图

1- 加热炉； 2- 推轧穿孔机； 3, 4- 延伸机； 5- 自动轧管机； 6- 均整机； 7- 再加热炉； 8- 定径机；

9- 冷床； 10- 矫直机； 11- 水压试验机； 12- 无损检查； 13- 切断机

该机组试旧连铸方还为原料,在推轧穿孔机上穿成空心圆坯,然后在两台二辊立式延伸机(实际上是穿孔机)上延伸。通过延伸可减轻壁厚不均以得到合乎要求的荒管。推轧穿孔机是引进意大利专利,由日立造船公司制造的;二辊立式延伸机是引进的西德专利;轧管机是单孔型的闭口式机架,刚性好,轧制精度高而且换辊方便,是美国艾德纳——标准工程公司提供的设计图纸;定径机是 12 机架三辊式,轧制精度比较高。为了保证钢管质量,在精整工段使用了无损探伤设备,对每根成品管都要进行检查。

机组的设备平面布置图见图 2-16。

第三节 新设备和新技术

在国外无缝钢竹生产中,以自动轧管机组应用最为普遍,套数最多。但各国的自动轧管机组从本上都是六十年代以前建成的。六十年代建的很少,国外比较注意建连轧管机组和三辊轧管机组。不过,最近几年各国对自动轧管机组又重新进行了研究并且也建了一些新机组。现将一些新机组中所采用的新设备和新技术简略介绍如下:

一、苏联新建的双机架串列式 140 自动轧管机组

由于新型穿孔机和均整机的出现,自动轧管机成了机组的薄弱环节。为了提高轧管机的生产能力,苏联曾进行过试验研究,提出过多种方案,最后决定采用双机架串列式半连续轧制方案,并于 1974—1975 年在李卜克内西钢管厂和辛那尔钢管厂建成了这种机组。另外还按此方案对列宁钢管厂的 140 自动轧管机组进行了改造。串列式半连续轧制方案可使机组的生产能力提高 60~80%。

李卜克内西钢管厂的双机架串列式 140 自动轧管机组的设备平面布置图见图 2-14。机组的主要变形设备都排列在一条轧制线上,钢管在每架单孔型轧管机上只轧制一道,从而提高了机组的生产能力并为实现全面自动化创造了有利条件。双机架串列式 140 自动轧管机的设备布置如图 2-17 所示。每台轧管机的后台与轴向出料穿孔机后台的结构相似。轧管机机座和后台设备的剖面图见图 2-18。

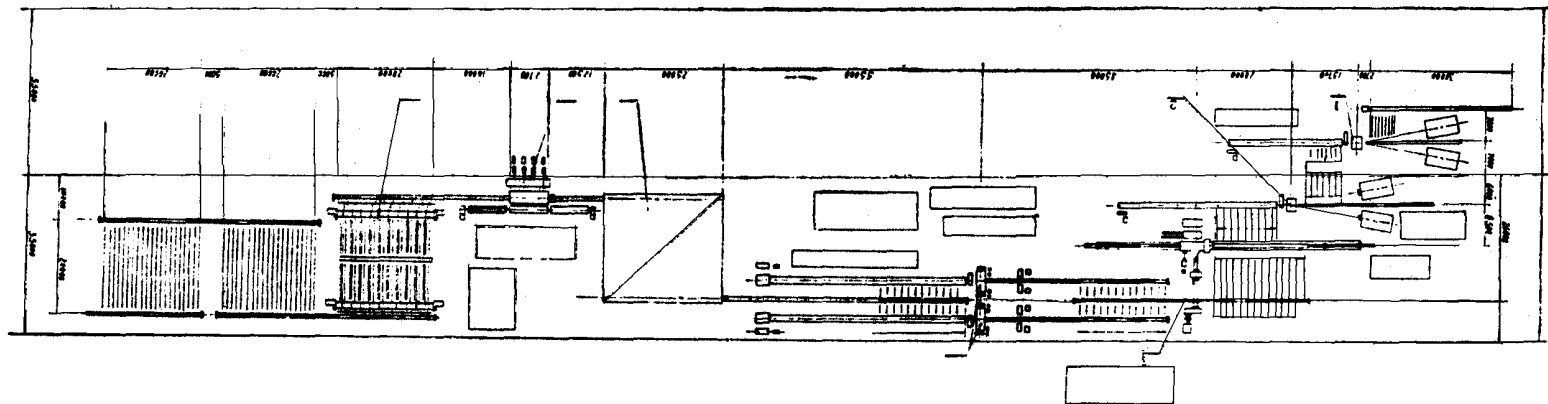


图 2-16 新日铁八辊厂 18" 自动轧管机组设备平面布置图

- 1-一号穿孔机；2-二号穿也机；3-自动轧管机；4-幸免整机；5-再加热炉；6-张力减径机
7-冷床。

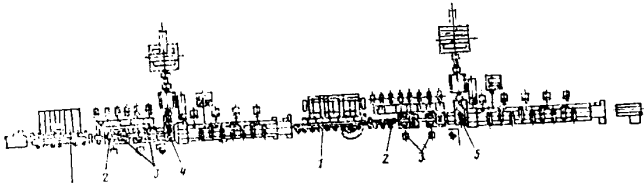


图 2-17 双机架串列式 140 自动轧管机

1- 摆动动台 2- 前台 3- 送料辊 4- 号轧管机 5- 二号轧管机。

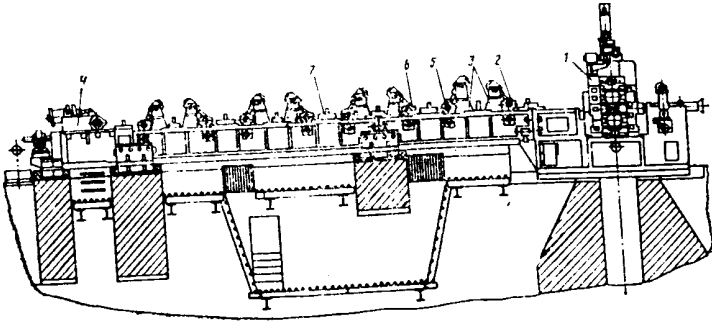


图 2-18 双机架串列式自动轧管机机座及后台

1- 工作机座 2- 顶杆夹持器 3- 定心机 4- 止推调整装置；
5- 出料辊 6- 定心辊 7- 导板。

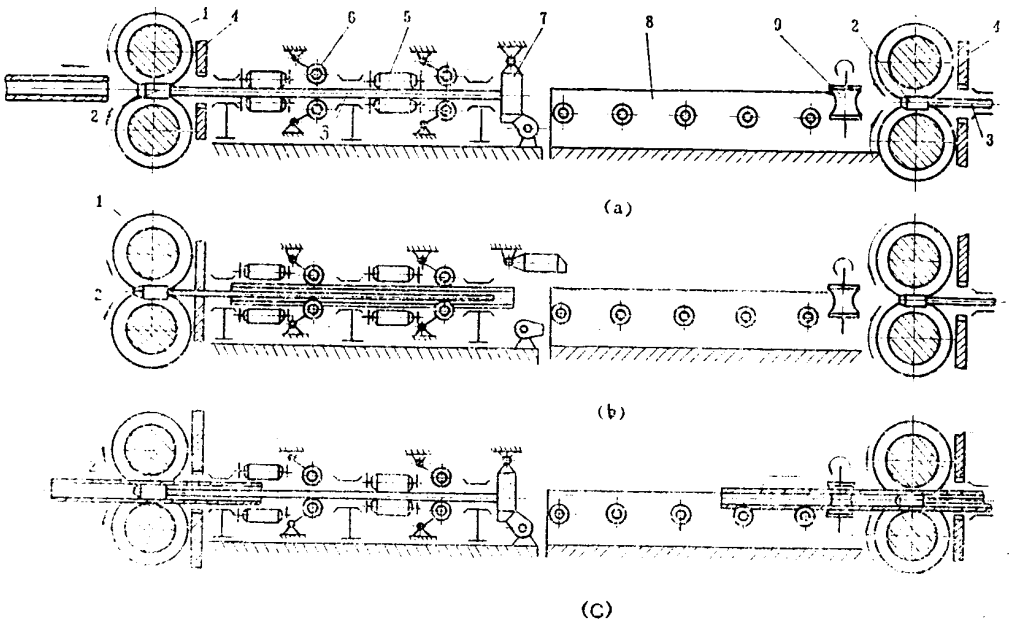


图 2-19 双机架串列式轧制示意图

1- 轧管机 2- 顶头 3- 顶杆 4- 顶杆夹持器 5- 定心辊 6- 送料辊；
7- 止推调整装置 8- 输出辊道 9- 喂入和翻管用立辊。

带顶杆夹持器的工作机座、定心机和止推调整装置都安装在一个整体底座上。顶杆夹持器不仅用来在钢管从后台退出时夹住顶杆并使其回转 $8-17^\circ$,以使顶头磨损均匀 ;同时还能将装有顶头的顶杆移出变形区 ,以便在工作机座以外更换新顶头。定心辊的旋转轴线垂直于顶杆的轴线。这与一般为孔机后台的定心辊不同。其优点是在必要时可借助钢管的推力强行打开定心辊 ,以避免钢管前端顶在定心辊上。顶杆止推调整装置与穿孔机的相似 ,但不装推力轴承。闭锁挡块为快速回转式。顶头在变形区的位置系靠电动的液压调整螺丝移动止推调整装置的滑架进行调整。

双机架串列式轧机的工作示意图见图 2-19。图中(a)表示荒管喂入一号轧管机以前的情况 (b)表示一号轧管机轧完钢管后的情况 (c)表示一号和二号轧管机同时进行轧制的情况。当谈双喂入一号轧管机时 ,止推调整装置 7 将顶杆 3 固定住 ,定心辊 5 将顶杆抱住 ,夹持器 4 打开 ,以便让轧制出来的钢管顺利通过。钢管从一号轧管机出来以后 ,夹持器 4 卡住顶杆 3 ,这料经 6 抱住钢管 ,而定心辊 5 张开 ,然后钢管移向止推调整装置 7。此时上推调整装置的闭锁挡决已经打开并让钢管通过。

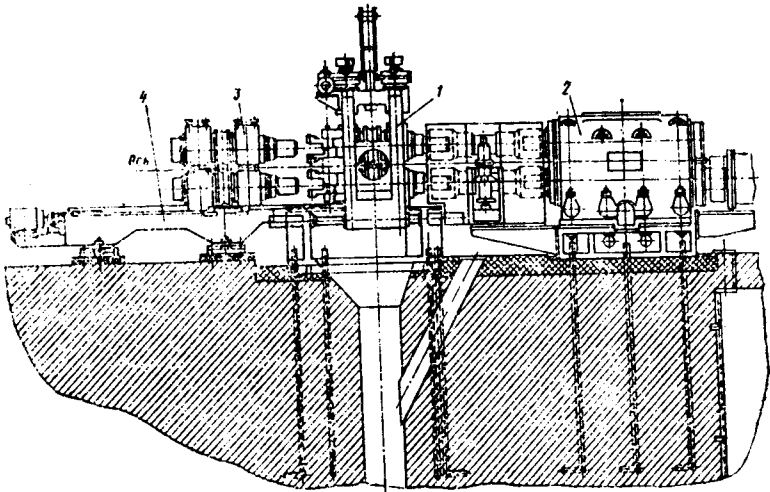


图 2-20 轧管机的工作机应及其传动装置

1-工作机座 2-齿轮机座 3-可换轧辊 4-换辊装置。

钢管全民进入输道 8 以后 ,止批调整装置的闭锁挡块立即翻回到原来的工作位置 ,所有的定心辊和导向装置也都返回原位。

钢管经输送辊道和立辊 9 翻转 90° 并喂入二号轧管机的轧辊中。

轧管机前台设置了两对可以调速的喂料辊。喂料辊是立式的 ,以便将不

合格的荒管拨入侧面的废料筐中。靠两个气缸使喂料辊夹住荒管。为防止荒管挤伤,一个气缸上装有螺丝行程调节器。

前台的前面设有升降挡板和摆动台架。当轧管机发生故障时,挡板升起,使荒管停住并暂时拨到摆动台架上。升降挡板由轧管机的控制系统进行自动控制。主要是与顶杆止推调整装置的闭锁挡块进行联锁。

轧管机的工作机座见图 2-20。

轧管机采用闭口式铸钢机架,刚性好。机架中装两个单孔型轧辊及其轴承座。轧辊轴承为四列圆锥滚柱轴承。为调整轧辊的开口度,采用了电动压下装置。机架靠两个液压缸可以在底座的滑槽中沿轧制线的垂直方向移动,并靠两个专用的液压锁紧装置紧固。换辊时,为使轧辊与接轴头预先脱开,机架需在滑槽中移动一定的距离,然后快速换辊。

轧管机的主传动是无级调速的。两台轧管机各有一套主传动装置,由直流电机、齿轮机座、接轴、带中间轴的加长式齿形联轴器和接轴托架所组成。

当车间长度受到限制或对现有机组进行改造时,可以将两台轧管机平行布置,实行双机架串列轧制。苏联列宁钢管厂 140 自动轧管机组改造时就是采用了这种平行布置方案,见图 2-21。

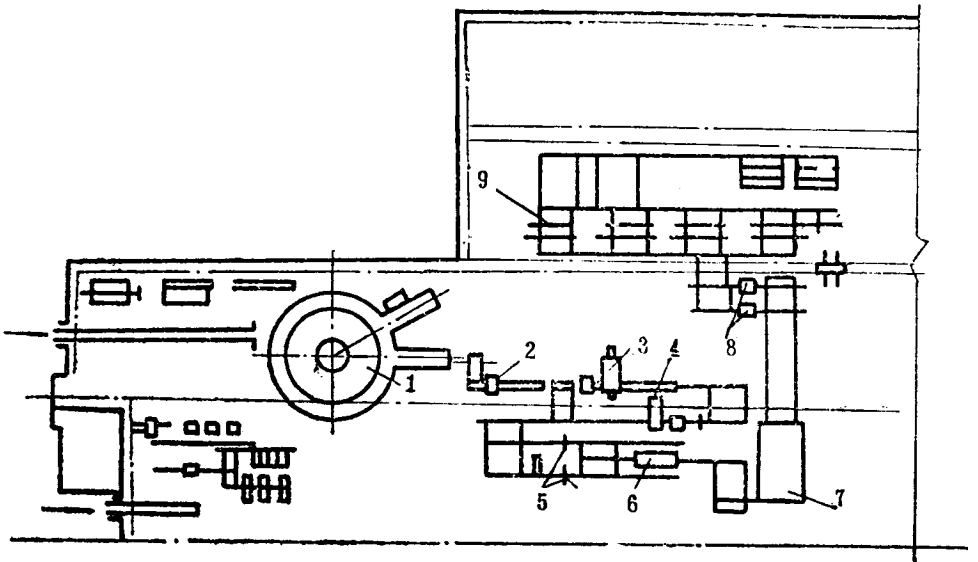


图 2-21 苏联列宁钢管厂的 140 自动轧管机组

- 1- 环形加热炉 2- 穿孔机 3- 一号轧管机 4- 二号轧管机 5- 均整机 6- 定径机;
7- 冷床 8- 五辊矫直机 9- 精整设备。

采用这种布置方案,钢管需要两次横移,并且钢管是以尾端先进二号轧管

机的。为了保证顺利咬入,有时需要将钢管尾端切掉。

二、日本新建的四套 16"大型自动轧管机组

自从 1973 年石油危机以来,为了扩大产品规格范围,满足国际市场需要,近年来,日本四大钢铁公司相继新建或改造了四套 16"大型自动轧管机组。这四套大型机组分别安装在新日铁八幡厂,川崎制铁公司知多厂,住友金属工业公司和歌山厂以及日本钢管公司京饭厂。其平面布置图分别见图 2-16、2-22 和图 2-23。

尽管上属各厂的管坯来源不同,但都考虑了使用连铸坯的问题。八幡厂 16"自动轧管机组中安装了推轧穿孔机,有的厂预留了推轧穿孔机的位置,考虑使用连铸方坯来生产钢管。有的厂则考虑用大连铸坯轧成的圆管坯在斜轧穿孔机上直接穿孔,这样做在经济上可能更加合理。

除八幡厂外,上述各厂都有 140 连轧管机组。为了使产品规格相衔接,而将 16"自动轧管机组的产品尺寸下限由 168 毫米降为 140 毫米。

据日本和苏联资料统计,有 40% 以上的石油管是中等规格的,宜在中型自动轧管机组或限动芯棒连轧管机组上生产。采用 16"自动轧管机组与 140 连轧管机组配合生产石油管的体系是否完全合理,尚有待于进一步分析研究。

三、单孔型自动轧管机

1957 年加拿大苏圣马里厂兴建的 $4\frac{1}{2}$ "— $10\frac{3}{4}$ "自动轧管机组在世界上首先使用了单孔型自动轧管机。此后在相当长的时间内,国外对单孔型自动轧管机很少报导。直到最近几年,日本钢管公司京派厂和新日铁八幡厂等新建的 16"自动轧管机组以及苏联新建的双机架串列式 140 自动轧管机组中又广泛采用了单孔型自动轧管机。

美国艾德纳——标准工程公司新设计制造的单孔型自动轧管机见图 2-24。

单孔型自动轧管机的优点有;

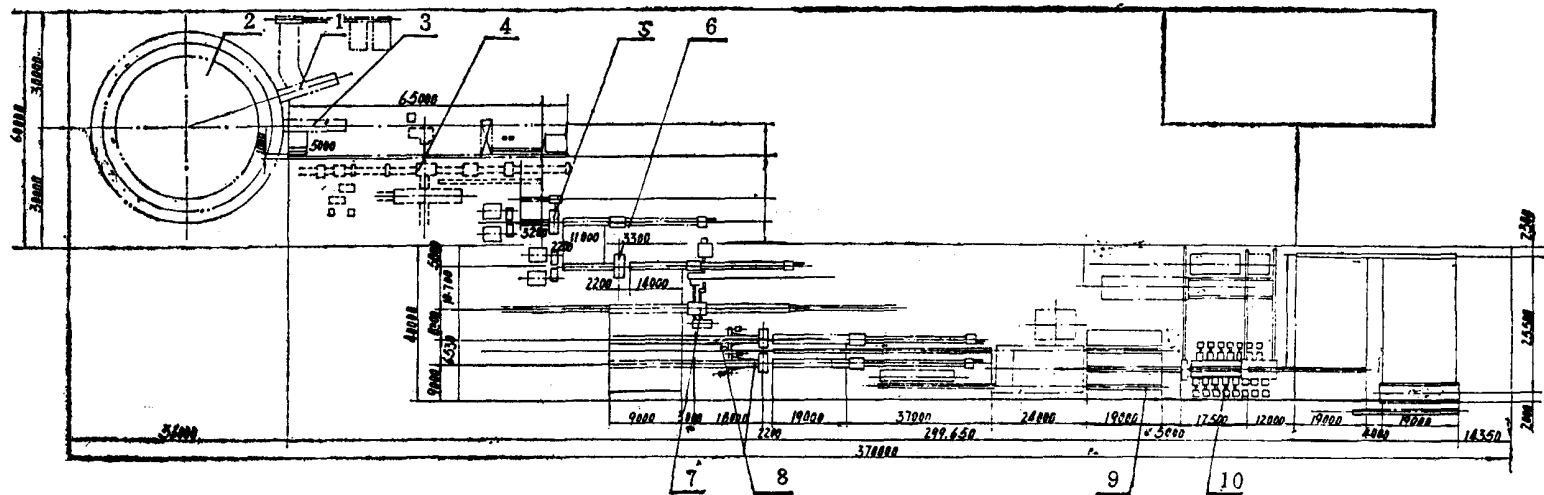


图 2-22 日本川崎制铁公司知多厂 16" 自动轧管机组平面布置图
 1- 装料机; 2- 环形加热炉; 3- 出料机; 4- 推轧穿孔机 (预留); 5- 一号穿孔机;
 6- 二号穿孔机; 7- 自动轧管机; 8- 均整机; 9- 再加热炉; 10- 张力减径机。

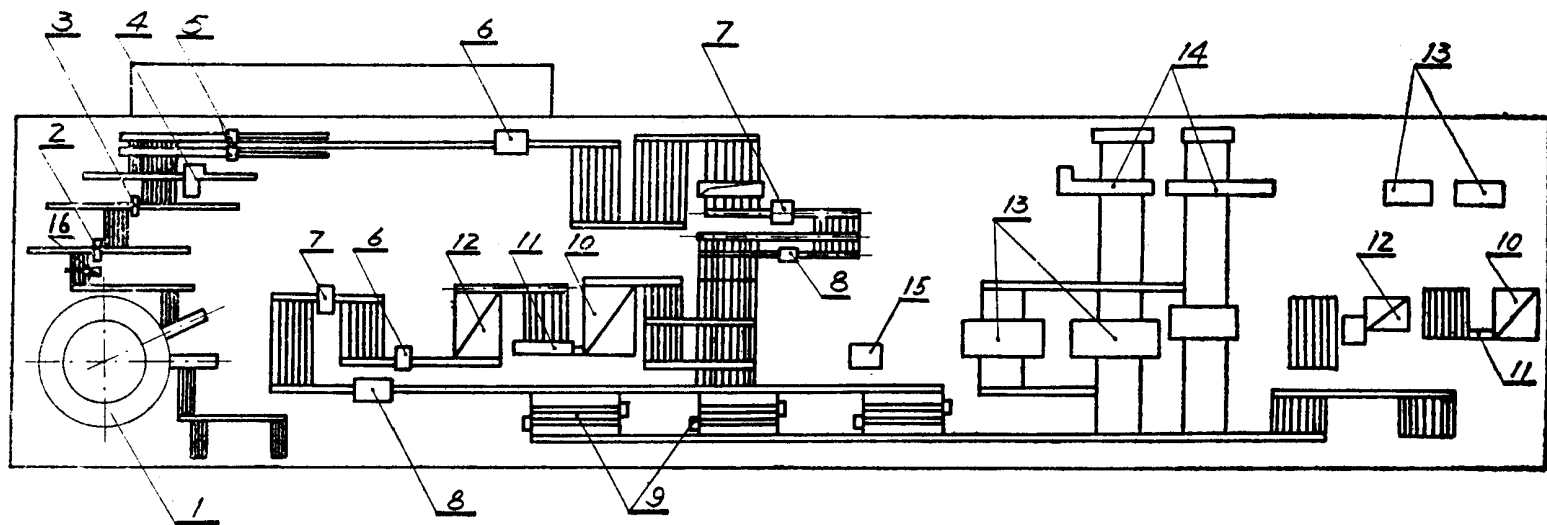


图 2-23 日本钢管京浜厂 16" 自动轧管机组平面布置图

1- 环形加热炉； 2-1 号穿孔机； 3-2 号穿孔机； 4- 轧管机； 5- 均整机； 6- 一定径机；

7- 矫直机； 8- 磁力探伤器； 9- 切管机； 10- 淬火用热处理炉； 11- 淬火装置；

12- 回火用热处理炉； 13- 车丝机； 14- 水压试验机； 15- 磁粉探伤设备； 16- 热定心机。

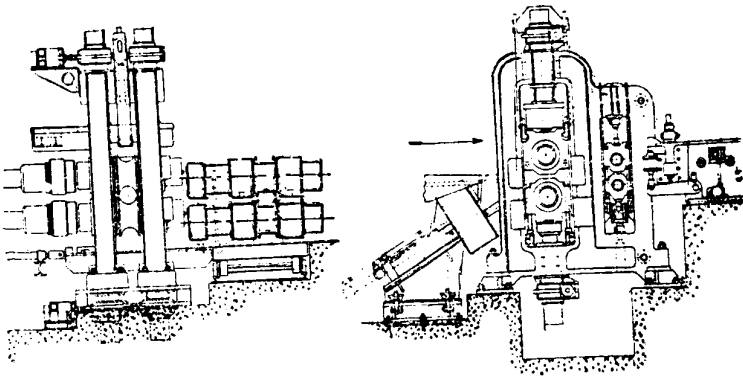


图 2-24 美国艾德纳——标准工程公司新设计的单孔型自动轧管机

(1) 单孔型轧辊比多孔型轧辊短, 因此轧辊直径可相应地减小, 从而可减小轧制压力和力矩。

(2) 当使用多孔型轧辊的边缘孔型轧制时, 有一侧轴承几乎要承受全部的轧制压力, 而单孔型轧辊上的轧制压力始终均匀地分配到两个轴承上。这样就可缩小轴承和机架的尺寸, 可使用滚动轴承。

(3) 单孔型轧管机可采用整体闭口式机架, 刚度比开口式高, 从而可提高钢管的壁厚精度。

(4) 由于多孔型轧辊各孔型的磨损不均匀, 个别孔型的损坏就会导致整个轧辊重车, 轧辊不能充分使用。单孔型轧辊非但不存在这个问题, 而且还可以使用可换银套轧辊。当银套轧辊磨损后, 轧辊轴仍可以继续使用。

(5) 单孔型轧管机的前后台比较简单, 而且易于固定。

四、双槽轧制

在多孔型自动轧管机上采用双槽轧制工艺, 即在同一时间可跟踪轧制两根钢管, 实现交叉作业, 从而可提高轧管机的生产率。苏联拟在今后将一些自动轧管机改成双槽轧制, 以提高生产率和改善技术经济指标。下面是苏联资料所列举的双槽轧制的各项技术经济指标(取单槽轧制为 100)。

年产量	132
职工人数	111
每人平均年产量	127

基建投资	137
每吨钢管的基建费用	104
每吨钢管的成本	96
每吨钢管折合的生产费用	97

由此可见,若将单相轧制改成双精轧制,生产率可提高 32%,平均劳动生产率可提高 27%,而钢管成本则可降低 4%。

五、机械化换顶头

在国外,自动轧管机顶头更换机械化已广泛为人们所重视,专利和文献资料报导较多。民报导,采用机械化换顶头可使自动轧管机的产量提高 12—15%。现简要介绍其中两例。

美国艾德纳——标准工程公司 16"自动轧管机的自动换顶头装置(图 2-25):该装置设在自动轧管机的入口侧。每轧一道后,顶头靠自重从顶杆的端部脱落下来,并沿着斜

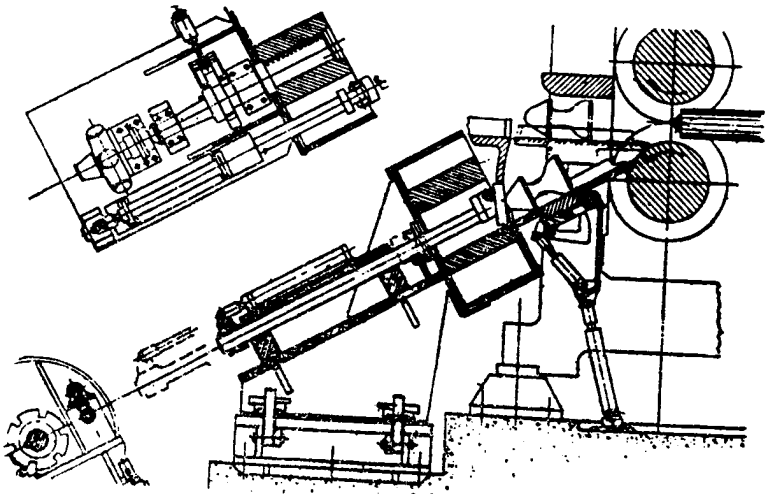


图 2-25 自动换顶头装置

滑槽滚入旋转的顶头转盘。转盘分成好几格,下而浸在水槽中以冷却顶头。已经冷却准备使用的顶头被推到斜滑槽上,然后翻到轧制线上。此时,进入轧管机的荒管把顶头套进去并带到顶杆端部的工作位置。为保证其可靠性,自动换顶头装置所用的顶头往往要设计得长一些并分为工作段和导向段两部分。

据报导,上述自动换顶头装置已在日本新建的三套 16"自动轧管机上采用。

捷克斯洛伐克所使用的自动换顶头装置见图 2-26。

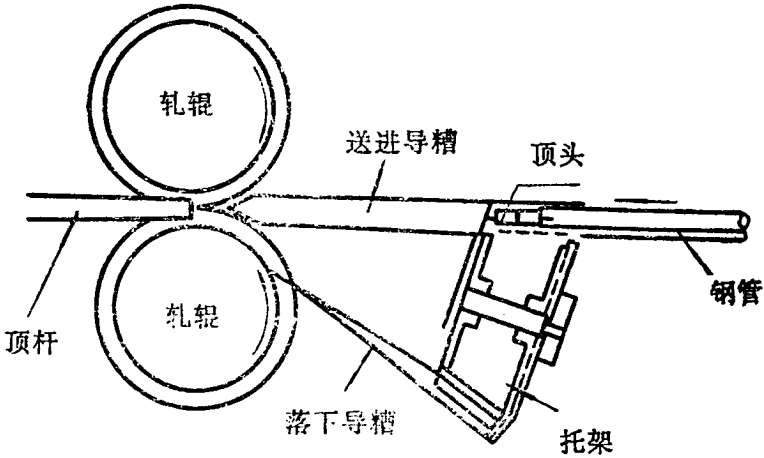


图 2-26 自动轧管机换顶头装置

这种自动换顶头装置的工作顺序如下:①把顶头放在转盘的凹槽中;②当荒管推进时,顶头的导向段先进入荒管。当碰到顶杆的前端后,即由顶杆将顶头固定住;③轧制后,顶头自动下落并经滑槽返回转盘;④转盘旋转,将各顶头循环冷却并依次送到轧线上。

六、三辊均整机

苏联 1971 年在车里雅宾斯克钢管厂对三辊均整机进行了试验研究,几年来的生产实践表明,送进角大,速度高,咬入和均整过程比较稳定,所轧制钢管的横向壁厚不均有所减少,而且不产生棱面或喇叭口等缺陷。该厂的 140 自动轧管机组中只有一台三辊均整机,但已能满足机组年产量 13.5 万吨的需要,工作效率比二辊均整机高一倍。据报导,三辊均整机可以轧制直径和壁厚比达 35~40 的钢管,操作过程可以实现全盘自动化,而且通过加大管壁压下量还可以提高钢管的内外表面质量。

由于车里雅宾斯克钢管厂三辊均整机工业性试验比较成功,所以苏联在 1974~1975 年新建的两套双机架串列式 140 自动轧管机组中都采用了这种均整机。

三辊均整机的机架具有开启式机盖。机架中装有三个互成 120°的轧辊转鼓及其全部辅助机构。转鼓的回转和制动机构如图 2-27 所示。在传动回转

机构的电机上配置有自整角装置,以直接示出转鼓的回转角度。

三辊均整机上成功地使用了图 2-28 所示的顶头固定机构。该机构亦可用于其它轴向出料的均整机上。

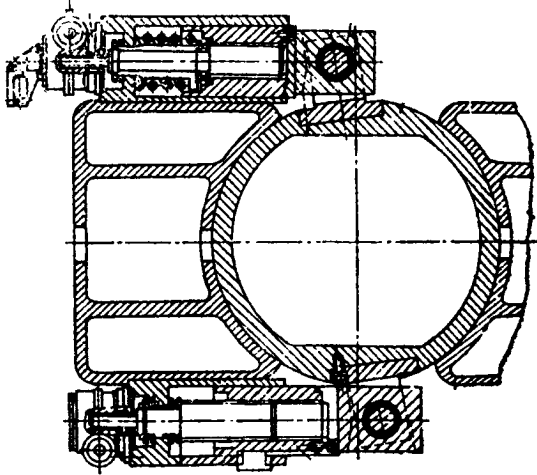


图 2-27 三辊均整机的转鼓回转机构

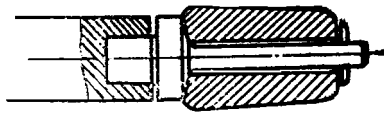


图 2-28 顶头固定机构

车里雅宾斯克钢管厂改造后的 140 自动轧管机组中所用的三辊均整机的主要技术性能如下:

当均整小直径的钢管时,轧辊直径为 450~530 毫米,辊身长 400 毫米;均整大直径钢管时,轧辊 $\Phi 500 \sim 650 \times 550$ 毫米;可调送进角为 $7^\circ \sim 12^\circ$;固定辊轧角 7° 。每个轧辊由 250 千瓦、500~1000 转/分的直流电机通过一级减速机和万向接轴单独传动。最大轧制压力为 40 吨,顶头所承受的最大轴向推力为 6 吨,压下螺丝的移动速度为 0.18~0.73 米/秒,行程 200 毫米。

七、其它设想与专利

(1) 几种新轧制工艺的设想:目前广泛使用的自动轧管机都是用短顶头轧制,钢管需在轧管机上至少往复两个道次。这种轧制工艺有一定的缺点,即所轧钢管的内表面容易产生划道和刮伤,钢管的长度也有一定限制,需要人工翻管和换顶头,辅助时间较长。七十年代以来,国外曾提出了一些改造自动轧管

机组的方案,除前而所讲的双机架串列式和单孔型轧管机等以外,还有一些其它的设想,现将其简单介绍如下:

①三机架长芯棒轧管机 这是美国厂家提出的一种办法,即用三个机架进行连轧。每个机架都是单独传动。轧机的操作方式如图 2-29 所示。

图 2-29(a)表示轧制开始前芯棒和荒管的位置。此时荒管由夹持辊夹住,以便芯件穿入;图 2-29(b)表示芯棒由传动装置推进,穿过荒管并伸到三个机架之中;图 2-29(c)表示接近轧制終了时的状态。这种方法实际上就是限动林榨连轧,只是机架较少而已。

轧制开始时,夹持辊将荒管喂入轧机,工作辊咬住荒管之后即以较快的速度进行轧制。荒管的尾部和芯棒工作部分的末端几乎在同一个时间到达第一个机架。当荒管的尾部到达第三个机架时,轧机后面的夹持辊把钢管夹住,以便轧制終了时将钢管从芯棒上脱出。

轧完一根钢管后,芯棒退回原位,准备再次轧制。

这种多机架轧管机不需人工更换顶头和翻管,因而消除了繁重的体力劳动。钢管在长芯棒上轧制可改善内表面质量和提高尺寸精度。据资料介绍,这种轧管机能够生产直径 165~340 毫米、长 25 米、壁厚 8~34.5 毫米的钢管。轧制速度可达 2 米/秒。

②双机架双顶头轧管机 这是苏联提出的一种设想。轧机由两台轧辊轴线彼此垂直的单孔型轧管机所组成。每台轧管机各用一个顶头。其工作原理如图 2-30 所示。

当荒管 10 进入前台的料槽时,顶杆 1 和顶头 2 处于后退的极限位置,摩擦锥料辊 11 张开,顶杆止推机构 9 闭合并夹住顶杆 6 的后端。顶头 7 处于机架 5 的工作位置,夹持器 8 和夹送辊 12 都张开,所有轧辊恒速运转。由于荒管 10 的内径比顶头 2 的外径大,可以用移动机构 3 将顶头 2 穿过荒管置于机架 4 的工作位置。顶杆 1 的尾端 14 靠可调挡块 15 定位。当顶杆 1 处于准确的工作位置以后,摩擦推料辊 11 闭合并夹住荒管喂入机架 4 和机架 5 进行轧制。轧制終了后,钢管的尾部一离开夹持器 8,夹持器的钳口 13 立即合拢并夹住顶杆 6,而此时顶杆止报机构 9 张开,夹送辊 12 闭合,将钢管从顶杆 6 上脱出并送往后面的加工工序。

钢管尾部离开顶杆止推机构 9 之后,整个轧制过程即行结束。轧机的全部机构又恢复原始工作位置准备轧制下一根钢管。

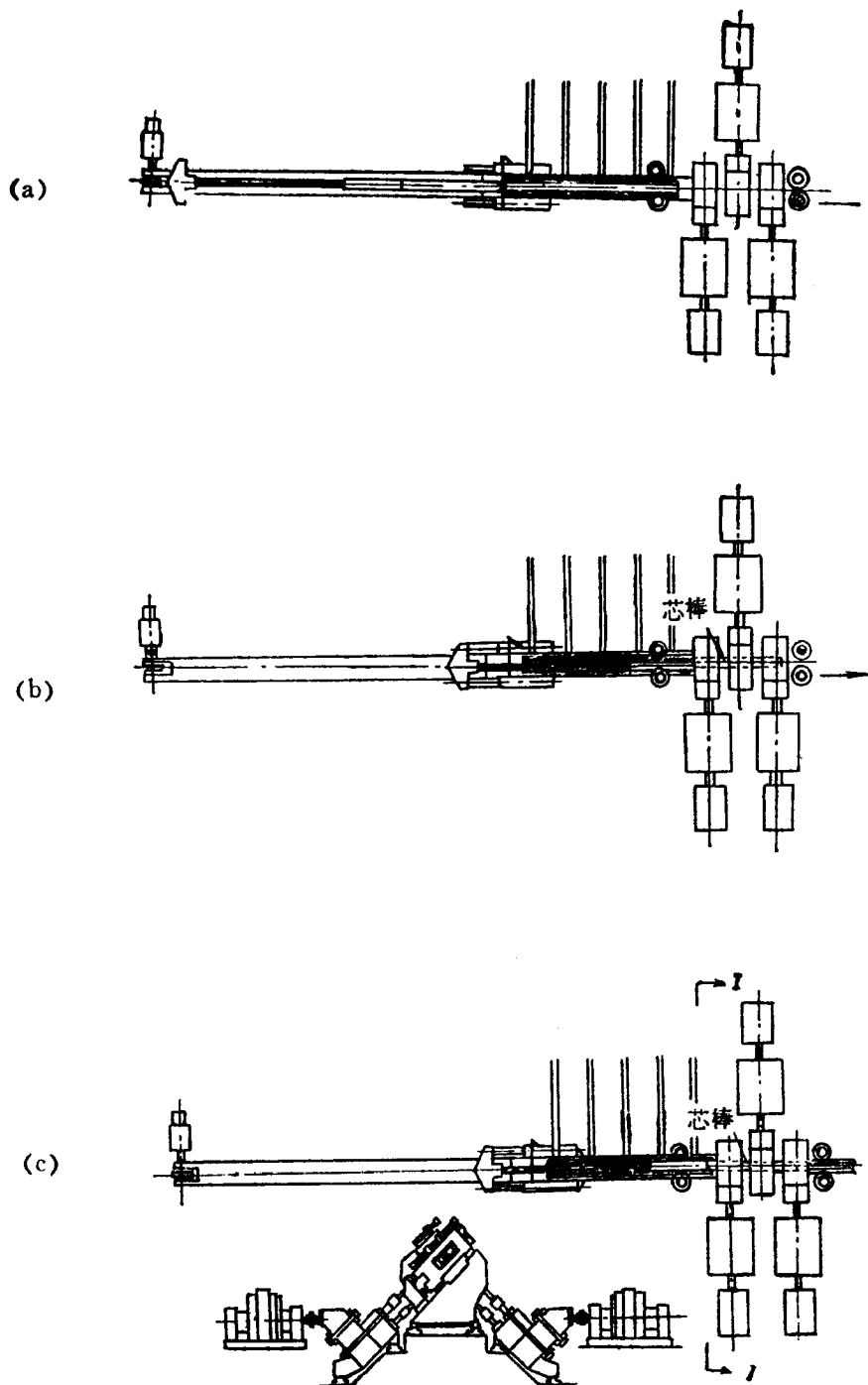


图 2-29 三制架长芯棒轧管机的操作情况

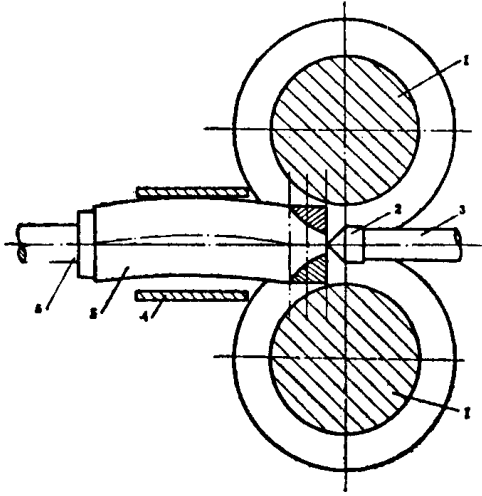
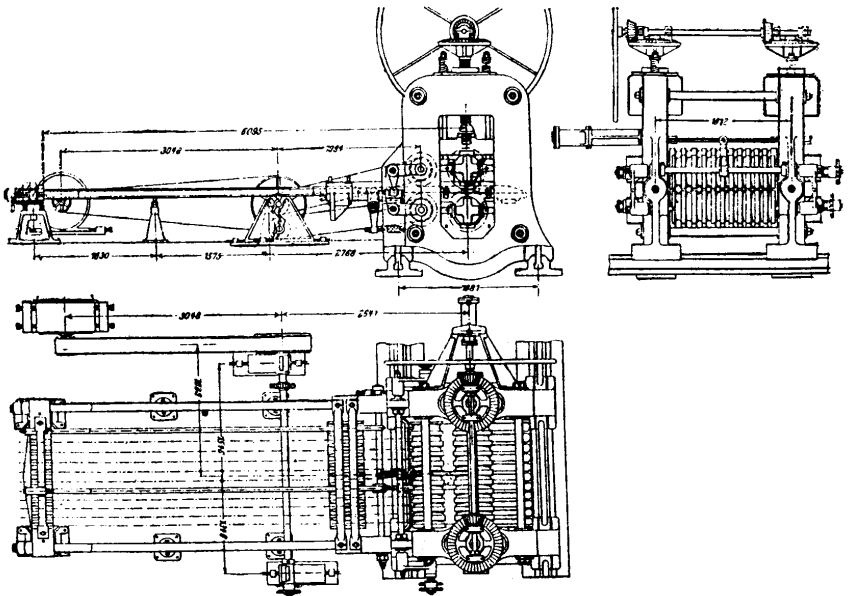


图 2-30 双机架双顶头轧管机的工作原理

(2)自动翻管:在自动轧管机上轧管时,一般要轧制两道。在轧第二道之前,需要将钢管翻转 90° 。这种翻管动作往往靠人工来完成。

日本钢管公司 1974 年提出了一种新的翻管方法,即靠回送辊的特殊回送力矩自动翻管。它不需要专门的翻管工序,缩短了轧制周期。其工作原理和机构如图 2-31 所示。



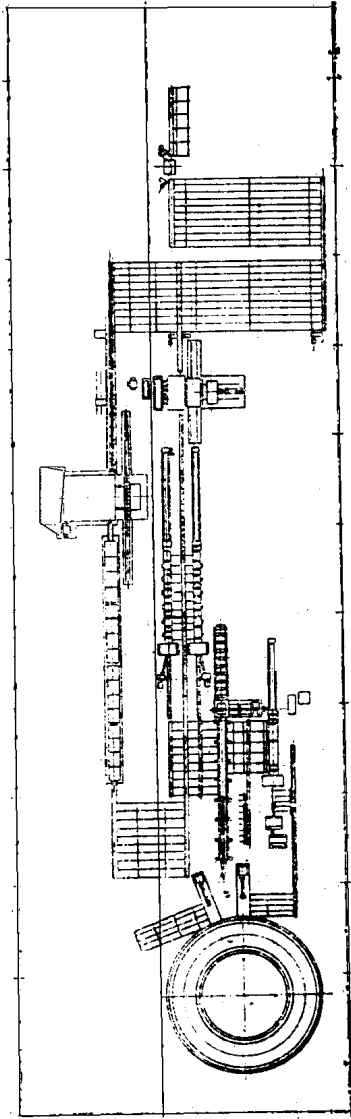


图 2-31 自动翻管的工作原理和机构图

1 - 荒管 2 - 台架 3 - V形槽 4 - 推坯机 5 - 轧管机 6 - 回送辊 7、10、11 - 可以轴向串动的轴承座 8 - 上回送辊 9 - 下回送辊 ;12 - 不能轴向串动的轴承座 ;13 - 滚针轴承 ;
14 - 轴承座 ;15 - 推压螺杆 ;19 - 轴承盖 ;17 - 轧辊轴 ;18、19 - 推力轴承。

图 2-31(a)为自动轧管机及其前台;图 2-31(b)为回送辊示意图;上回送辊和下回送辊非传动侧轴承座的剖面图分别见图 2-31(c)和(d)。在轧制过程中,如果转动推压螺杆 15,则上回送辊 8 就可以略微移动一段距离 A,如图 2-31(e)所示。上下回送辊的孔型相互错开。此时在钢管上产生一个附加回转矩,促使钢管翻转一个角度。

另一种方法是将上下回送辊的轴线在所轧制孔型的中心点上相交成一个小夹角 α ,使钢管获得一个附加回转为矩。上下回送辊轴线的交叉角约为 $1^\circ \sim 5^\circ$ 。

据日本钢管公司介绍,上述两种方法可以同时并用。

(3) 轧管机前台推坯机的改进:轧管机前台所用的推坯机通常是一个难以制造和维修的长行程气缸。美国艾德纳——标准工程公司提出了一种改进意见,如图 2-32 所示。按照这一改进意见,可将一般推坯机的长气缸(见图 2-32(a))改成装在滑架上的短气缸。气缸行程仅仅等于走钢线与轧管机中心线的距离 S,如图 2-32(b)所示。根据不

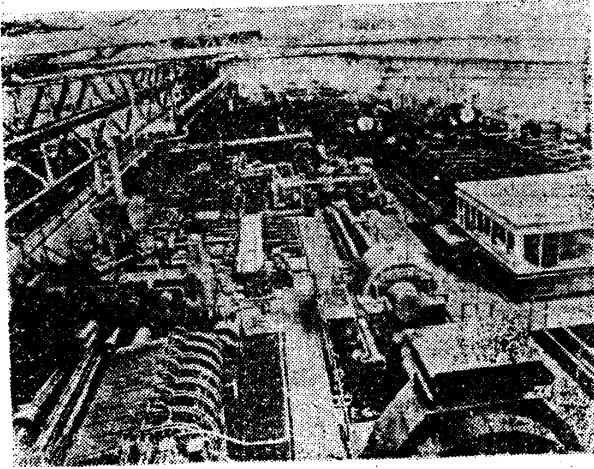


图 2-32 自动轧管机推坯机的改进结构

1- 荒管 2- 气缸 3- 齿轮齿条传动装置。

同的轧制表,齿轮齿条传动装置可使气缸停在所需要的位置。这样,气缸行程减小了。操作时间也可以缩短。气缸的位置还可以根据预先编制好的程序进行自动控制。

第三章 连轧管机组

第一节 概况

用连轧管机生产钢管本是一种古老的方法,但直到六十年代以后才迅速发展起来,其发展过程大致可分为三个阶段。

一、发明阶段

1843年,开始在两个机架组成的连轧管机上轧制铸造管坯。

1882年,实现了在一根长芯棒上轧制钢管。现存最早的连轧管机是法国的洛林·艾斯考公司的诺特厂建的一套,当时只是作为一台试验机组。

1903年,法塞尔(Fassel)发表了连轧管的设想,即将荒管套在一根长芯棒上,通过多架连续布置的轧机,实现荒管的减径和减壁而得到钢管。

二十世纪初期,同时在法国、比利时、美国和俄国建成第一批法塞尔连轧管机(图3-1)

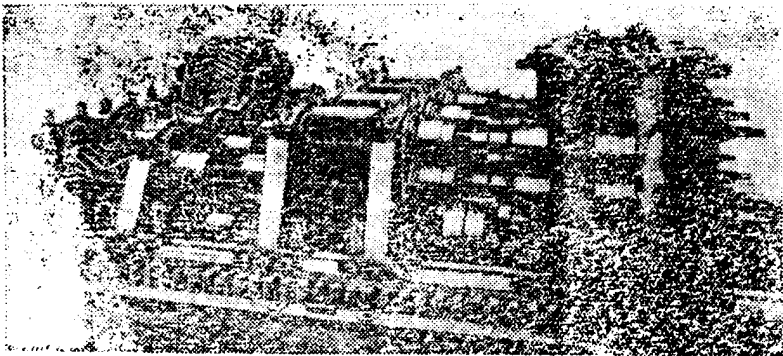


图 3-1 法塞尔连轧管机

这个时期的连轧管机特点是 :有七对轧辊装在一个机架中 ,轧辊呈水平和垂直交叉布置 ,轧辊是由一台交流电机通过齿轮座集体传动。由于这种传动方式 ,各对轧辊的转速不能单独调节 ,使得生产很不灵活 ,操作不便。同时由于后面没有张力减径机 ,因而生产一种尺寸的成品管要一套轧辊和芯棒 ,轧制品种范围受到工具的限制 ,也给生产管理带来困难。所以这种连轧管机虽然生产率较高 ,质量也较好 ,但在很长一段时间没有得到发展 ,有的轧机只生产了两年左右就拆除了 ,到 1924 年这些轧机大都不用了。

二、发展阶段

1930 年前后 ,瑞典人福伦(Foren)将直流电机单独传动应用到连轧管机上。

1934 年 ,美国地球钢公司(Globe StelCo.)的米尔沃基厂建立了有 26 个机架的连轧管机(称作福伦轧机)。这种轧机的每一个机架由直流电机单独传动 ,用电阻箱调节电机转速来改变轧辊转速。

据现有资料看来这种轧机没有得到发展 ,只生产了一套。

三、完善阶段

1949 年美国钢公司洛雷恩厂投产了一套 9 机架连轧管机组 ,它在福伦连轧管机的基础上加以改进 ,并在后面配置了张力减径机。这套机组奠定了现代连轧管机的基础。此后 ,在美国、意大利、苏联、西德、英国、日本等国家先后都建设了连轧管机(表 3 - 1)。其中西德曼内斯曼钢管厂和美国安布里奇厂的连轧管机组采用了计算机控制。

目前罗马尼亚、波兰、阿根廷都在建设或筹建新的连轧管机组。

这一阶段 ,特别从六十年代起 ,由于电机制造、电控技术的迅速发展 ,轴承承载能力的提高 ,孔型设计技术的进步以及张力减径工艺的改进 ,使连轧管技术日臻完善 ,它的优点也愈来愈明显 ,用于大批量生产小直径无缝钢管 ,经济指标比其他方法都好。

七十年代以来由於采用计算机 ,使连轧管机的生产操作水平又提高了一步。

目前世界各国共有连轧管机组近三十套 ,其中现代化的连轧管组有十六套 ,各国拥有套数见表 3 - 1 ,1949 年以后建的连轧管机组技术性能见表 3 - 2 (附在本书的末尾)。

六十年代以来所建的连轧管机组大都是 140 毫米机组。最大的是日本知

多厂 168 毫米机组,但由于该机组各设备能力选择不当,产量并不高。

各国连轧管机组的平面布置图见图 3-2 至图 3-15。

表 3-1 各国连轧管机组

国名	所属公司	厂名	建设年代	生产钢管规格	机架数	备注	
美国	匹兹堡钢公司	莫内森厂	1913	39.7~75	2×7	1924 年停工	
		艾伦波特厂	1919	39.7~75	2×7	1921 年停工	
	巴布科克·威 尔柯克斯公司	米尔沃基厂	1933	33.4~88.9	11		
		安布里奇厂	1977	48~120	8		
	美国钢公司	埃尔伍德厂	1940				
		洛雷思厂	1949	60.3~114	9		
		格里厂	1950	25.4~88.9	9		
苏联		列宁钢管厂	1911	48~89	8	1974 年改造	
		辛那尔钢管厂	1930	48~89	7		
		第一乌拉尔新钢管厂	1962	30~102	9		
		南方钢管厂	1970	30~102	9		
西德	曼内斯曼公司	米尔海姆厂一号轧机	1966	26.9~133	8		
		米尔海姆厂二号轧机	1972	21.3~139.7	8		
英国	钢管投资公司		1967	25.4~127	9		
日本	住友金属公司	海南厂	1968	27.2~139.7	8		
	川崎钢铁公司	知多厂	1970	21.3~168.3	8		
	日本钢管公司	京换厂	1968	26.7~141.3	8	1977 年改造	
法国	瓦卢勒克公司	昂赞厂	1912	17~102	7		
		圣一索夫厂	1977	21.3~127	7		
意大利	达尔明公司	达尔明厂	1961	16.75~102	9		
		科斯塔·沃尔皮诺厂	1958	53~92	8		
	意大利钢管公 司	塞斯特里厂	1962	16~100	9		
		塞斯特里·累旺特厂	1965	27~102	9		
阿根廷	达尔明公司	西德尔卡厂	1977	21.3~139.7	8		
波兰		耶德那斯厂	筹建中	21.3~139.7	8		
罗马尼亚		陞拉日厂	建设中	30~102	9		

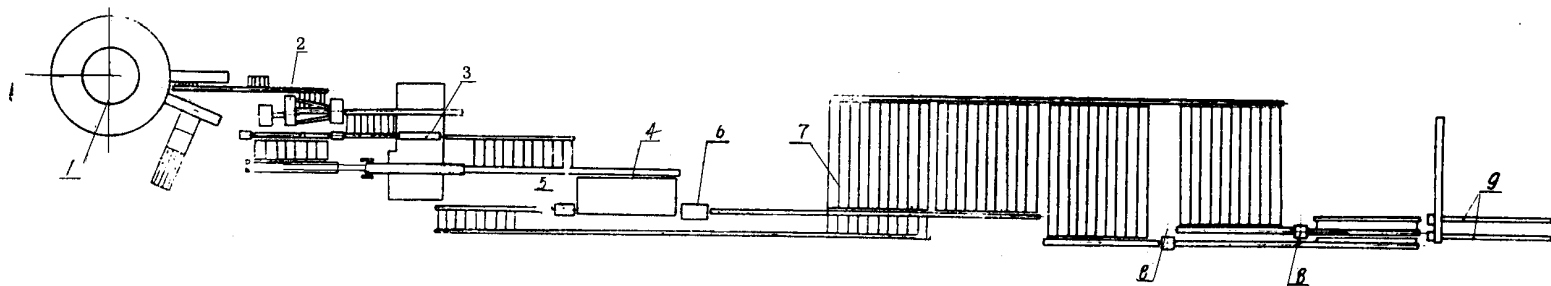


图 3-2 美国洛雷恩厂连轧管机组平面图

1- 环形加热炉；2- 穿孔机；3-9 机架连轧管机；4- 再加热炉；5-12 机架定径机
6-12 机架减径机；7- 冷床；8- 矫直机；9- 切管机。

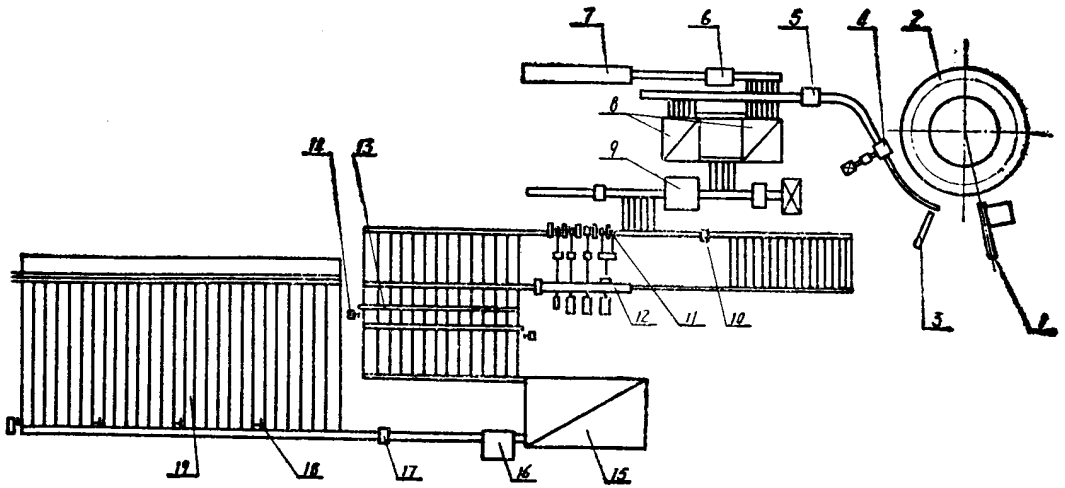


图 3-3 意大利达尔明公司连轧管机平面图

1 - 装料机 2 - 环形加热炉 3 - 出料机 4 - 定型压力机 5 - 立式水压穿孔机(350T);
6 - 1号延伸机(顶管机) 7 - 顶管机传动装置 8 - 再加热器 9 - 2号辊式延伸机 ;10 - 芯棒涂油机 ;11 - 9 机架连轧管机 ;12 - 脱棒机 ;13 - 锯前辊道 ;14 - 切头尾锯 ;15 - 再加热器 ;16 - 张力减径机 ;17 - 导向装置 ;18 - 圆盘锯 ;19 - 冷床。

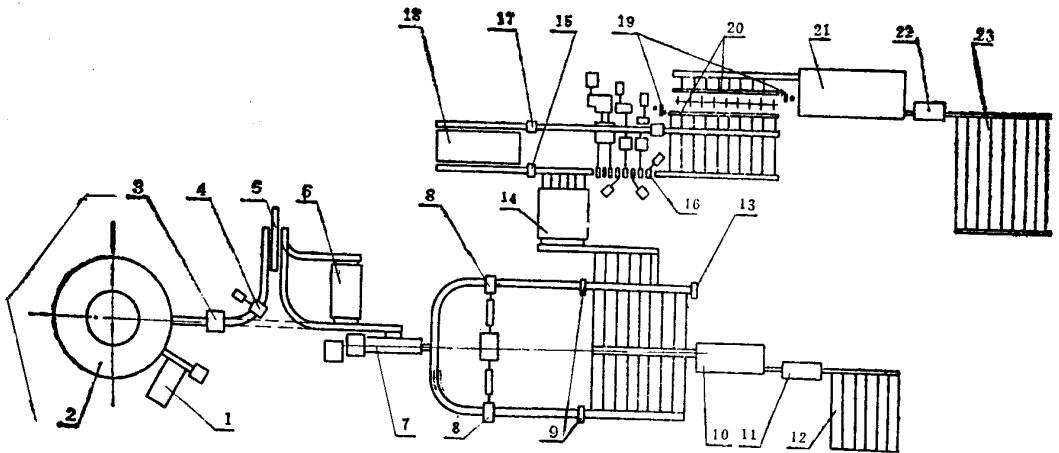


图 3-4 意大利沃尔皮诺 53-92 连轧管机组平面图

1 - 装线粒机 2 - 环形炉 3 - 出料机 4 - 辊式除鳞机 5 - 卧式水压穿孔机(压力 200、350 及 550T) 6 - 延伸机前再加热器 7 - 延伸机 8 - 周期轧管机 9 - 锯 ;10 - 再加热器 ;11 - 7 机架定径机 ;12 - 冷床 ;13 - 锯 ;14 - 再加热器 ;15 - 芯棒润滑及荒管、芯棒送进装置 ;16 - 8 机架连轧管机 ;17 - 脱棒机 ;18 - 芯棒冷却台架 ;19 - 切头尾锯 20 - 锯前辊道 ;21 - 再加热器 22 - 张力减径机 23 - 冷床。

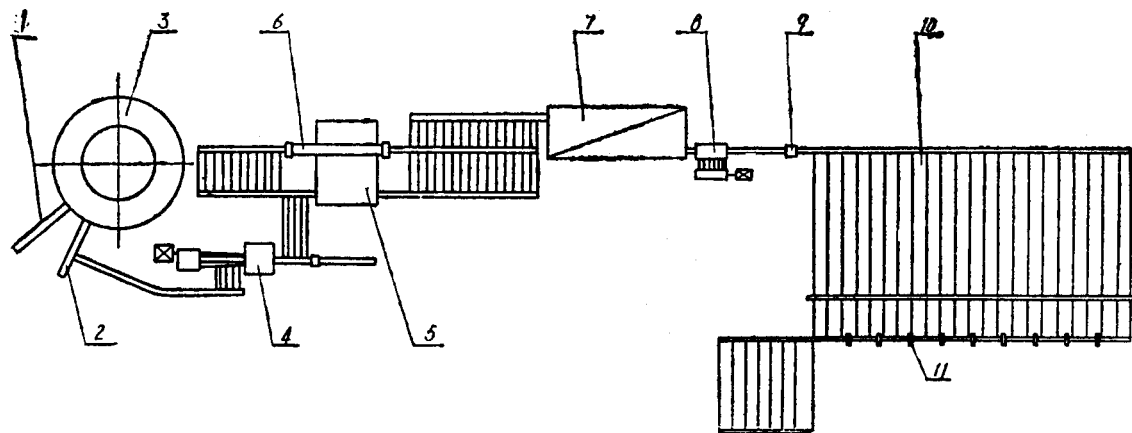


图 3-5 意大利钢管公司塞斯特里 16~连轧管机组平面图

1- 装料机；2- 出料机；3- 环形加热炉；4- 盘式穿孔机；5-9 机架连轧管机；6- 脱棒机；
7- 再加热炉；8- 张力减径机；9- 飞锯；10- 冷床；11- 九台组锯。

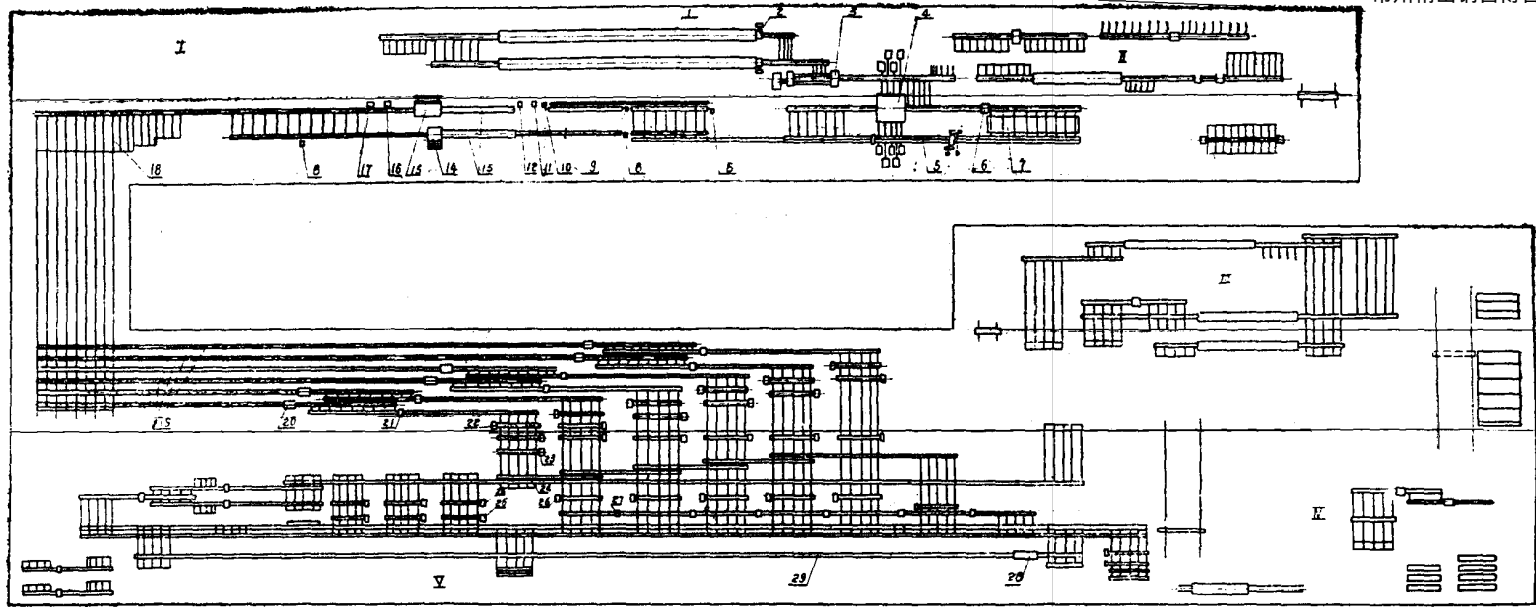


图 3-6 苏联第一乌拉尔新钢管厂 30—102 毫米连轧管机组平面布置图

- 1-分段快速加热炉；2-剪断机；3穿孔机；4-9 机架连轧管机；5-脱棒机；6-芯棒润滑装置；7-芯棒冷却装置；8-圆盘锯；9-1号对焊机；10-2号对焊机；11-活套装置；12-辊式矫直机；13-感应加热炉；14-定径机；15-张力减径机；16-飞剪；17-飞锯；18-冷床；19-辊道；20-矫直机；21-切管机；22-管端加工机；23-吹灰机；24-自动检查仪器；25-水压试验机；26-打印机；27-钢管涂油机；28-磅秤；29-运输辊道。

I-管坯仓库；II-芯棒制造工段；III-热处理工段；IV-酸洗区；V-成品仓库。

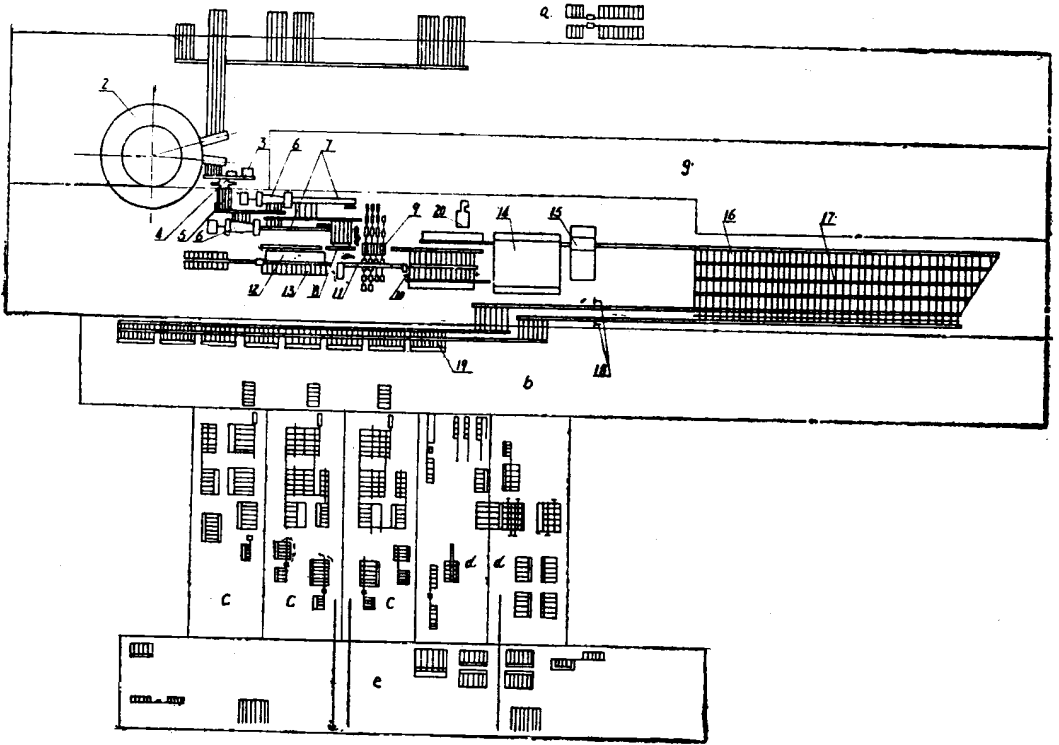


图 3-7 西德曼内斯曼一号连轧管机组平面图

- 1- 上料台架 2- 环形加热炉 3- 辊道 4- 定心机 5- 横移装置 6- 穿孔机 7- 穿孔机后台；
 8- 荒管送进装置 9- 8 机架连轧管机 10- 锯 11- 脱棒机 12- 芯棒冷却槽 13- 芯棒台架；
 14- 再加热炉 15- 张力减径机 16- 输出辊道 17- 螺旋冷床 18- 冷锯 19- 料筐 20- 机架台架；
 a- 管坯仓库 b- 中间仓库 c- 中间精整间 d- 检查间 e- 中心精整间 f- 发货间 g- 计算中心。

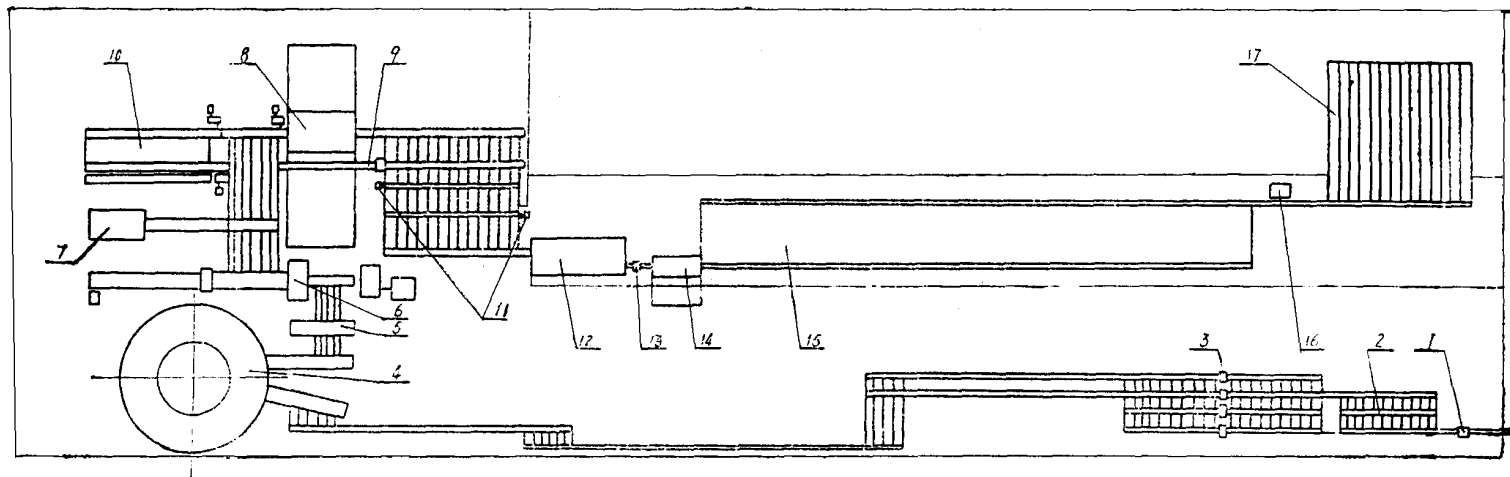


图 3-8 英国温斯菲尔德厂连轧管机组平面图

- 1- 超声波检查管坯设备；2- 管坯测量及称重；8- 氧-丙烷切割机；4- 环形加热炉；5- 定心机；6- 三辊穿孔机；7- 再加热炉；8-8 机架连轧管机；9- 脱棒机；10- 芯棒冷却槽；11- 切头尾；12- 再加热炉；13- 高压水除鳞装置；14- 张力减径机；15- 冷床；16- 锯；17- 称重及成品检查台。

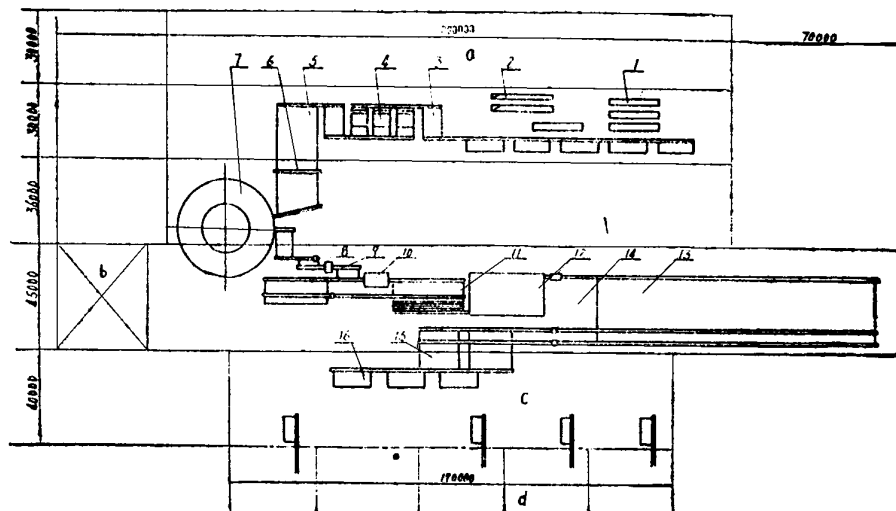


图 3-9 日本海南厂连轧管机组平面图

- 1-管坯剥皮车床 2-冷锯 3-过渡运输链 4-SAM 磁力探伤机 5-双排过渡运输链 6-过度升降链 7-环形加热炉 8-热定心机 9-穿孔机 10-连轧管机 11-再加热炉 12-张力减径机 13-螺旋冷床 14-冷锯 15-过渡台架 16-料筐。
a-管坯露天堆放场 b-芯棒加工间 c-中间仓库 d-精整间。

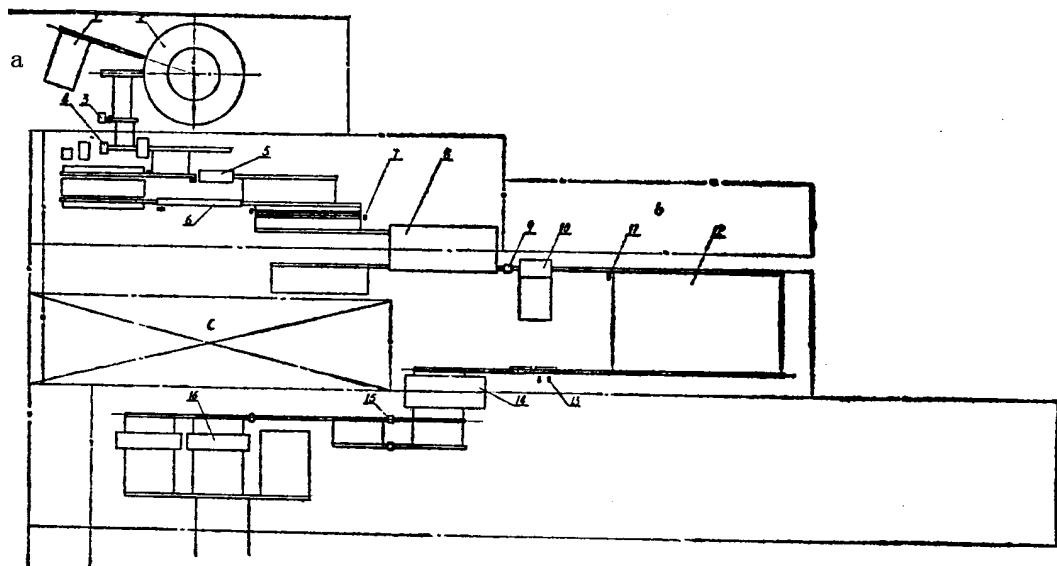


图 3-10 日本京滨厂连轧管机组平面图

- 1-装出料机 2-环形加热炉 3-热定心机 4-穿孔机 5-连轧管机 6-脱棒机 7-切头锯 8-再加热炉 9-高压水除鳞机 10-张力减径机 11-切尾锯 12-冷床 13-冷锯；
14-去毛机 15-矫直机 16-倒棱机。
a-管坯存放场 b-轧辊间 c-芯棒加工间。

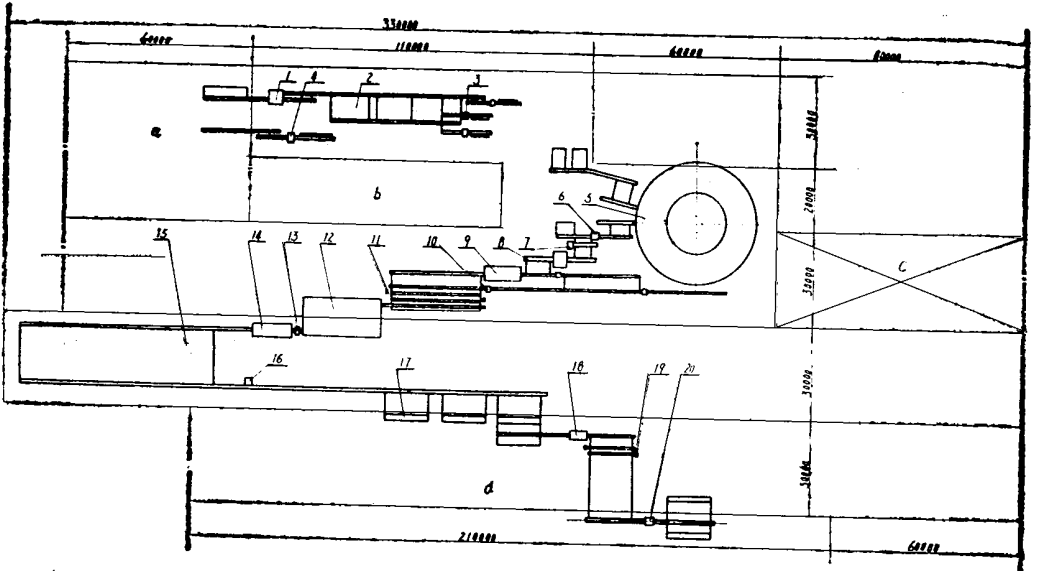


图 3-11 日本知多厂连轧管机组平面图

1-抛丸机 2-检查修磨合架 3-火焰切割机 4-剥皮机 5-环形加热炉 6-除鳞机；
 7-热定心机 8-穿孔机 9-连轧管机 10-脱棒机 11-切头尾锯 12-再加热炉 13-高压水除鳞
 装置 14-张力减径机 15-冷床 16-冷锯 17-料筐 18-矫直机 19-倒棱机 20-涡流探伤机。
 a-露天料场 b-主电室 c-芯棒加工间 d-精整间。

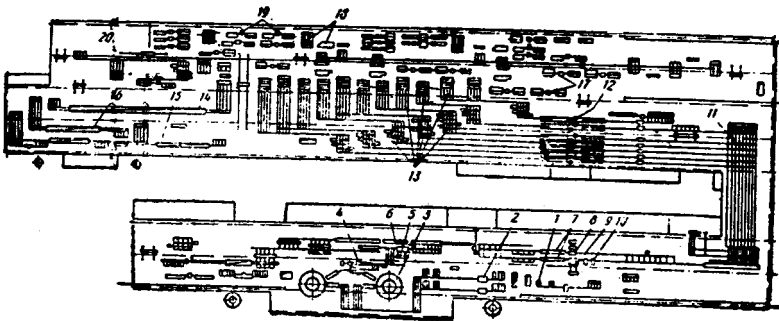


图 3-12 尼科波利南方钢管厂连轧管机组平面布置图

1-管坯剪断机 2-管坯折断机 3-环形炉 4-穿孔机 5-连轧管机 6-脱棒机 7-感应式
 再加热炉 8-定径机 9-减径机 10-飞锯 11-冷床 12-矫直机 13-切管机及管端加工、
 吹灰、检查流水作业线 14~18-钢管热处理炉 19-钢管修理及特殊定货
 主单批管加工设备 20-酸洗间。

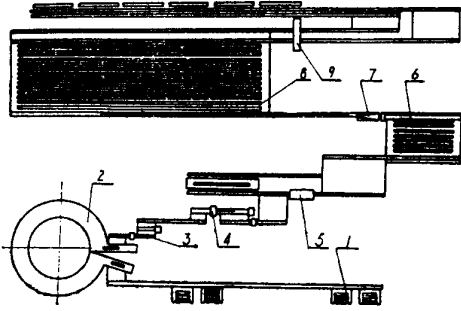


图 3-13 西德曼内斯曼二号
连轧管机组平面图

- 1- 钢坯仓库 2- 环形加热炉；
3- 定心机 4- 穿孔机 5- 连轧
管机 6- 再加热炉 7- 张力减
径机 8- 冷床 9- 冷锯。

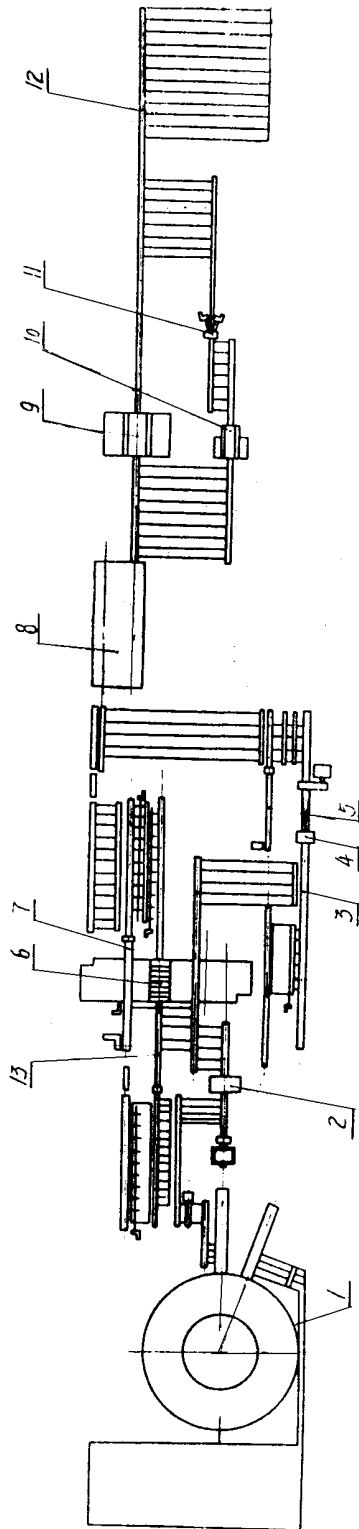


图 3-14 美国巴布柯克柯克斯公司连轧管机组平面图

- 1- 环形加热炉；2- 穿孔机；3- 芯棒插入机；4- “特那斯瓦尔”三辊轧管机；5- 脱磷机；
6- 连轧管机；7- 脱磷机；8- 再加热炉；9- 张力减径机；10- 定径机；11- 二辊旋转定径机；
12- 冷床；13- 连轧管机芯棒插入机。

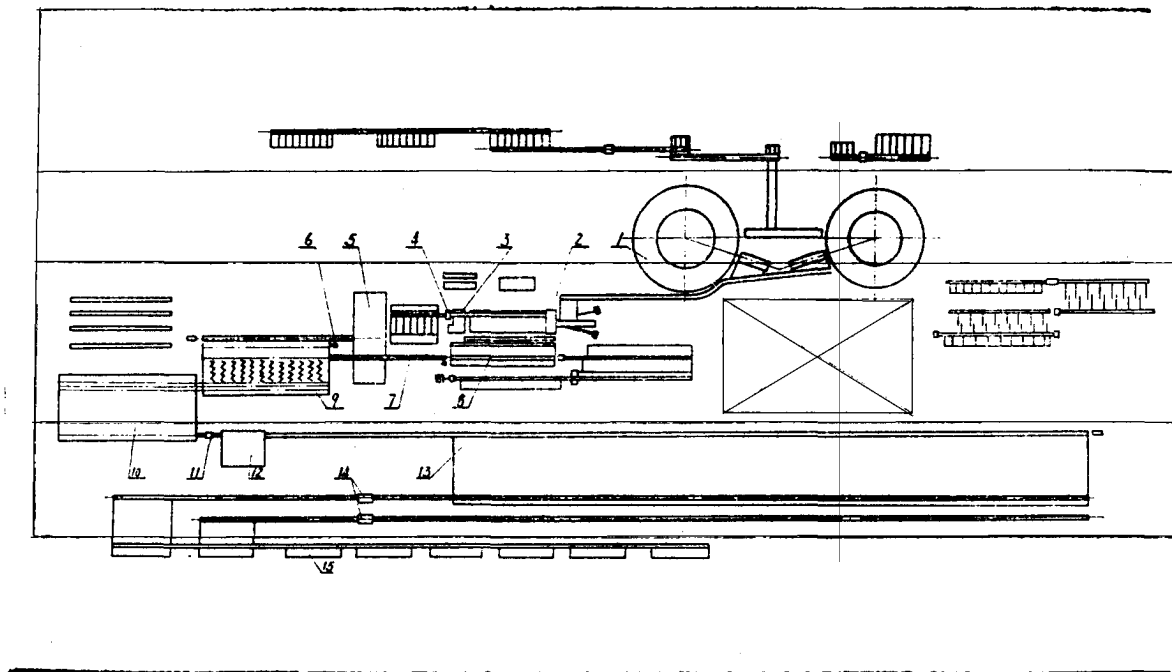


图 3-15 波兰耶德那斯厂连轧管机组平面布置图

- 1- 环形加热炉；2- 穿孔机；3- 荒管减径机；4- 除鳞机；5-8 机架连轧管机；6- 切头锯
 7- 脱棒机；8- 芯棒冷却装置；9- 再加热炉前三排送料辊；10- 再加热炉；11- 高压水除鳞装置；
 12- 张力减径机；13- 齿条冷床；14- 冷锯；15- 料筐。

从以上的平面图可以看出下列特点：

(1) 连轧管机的后部均带有张力减径机。有少数厂除了张力减径机外,还设有定径机。

(2) 张力减径机后一般都布置有宽冷床,很少有采用飞锯而缩短冷床宽度的。这是由于随着张力减径机出口速度不断提高。现有的飞锯已不能满足要求,为了稳妥起见还是采用了宽冷床的办法。

(3) 连轧管机生产率虽高,但是绝大部分采用一座环形加热炉,一台穿孔机。有的厂虽然设有两台穿孔机,也尽量提高一台的生产率而不用第二台,以免由于荒管尺寸波动而影响连轧管机轧制过程的稳定。但也有人认为两座加热炉可以便于检修,缩短停工时间,如苏联的两套连轧管机组都配置了两座加热炉。

(4) 连轧管机一般是单独布置在一个机组中,但有的厂为了扩大钢管生产范围而和其他轧管机,如周期轧管机、三辊轧管机、顶管机等并列布置,共用加热炉、穿孔机及张力减径机、冷床等。这主要是为了适应市场需要。在这种情况下,连轧管机的能力不能充分发挥。

(5) 连轧管车间一般是把热轧作业线与精整加工线分开,其间设有中间仓库。这是因为精整设备如矫直机、切管机等的生产能力还不能与热轧作业线相适应。所以在直接连结时就必须有多条加工线,如苏联两套 30—102 机组的布置情况。设置中间仓库既可作为缓冲,同时可使一部分经过冷床冷却后,平直度已达到要求的钢管,不经矫直而直接交货,这不仅减掉了矫直机的负荷,而且可以避免由于矫直所引起的头部压扁。

第二节 轧制工艺

近年来,由於孔型设计的不断完善,轧机速度能灵活调节以及大功率小直径直流电机的出现,使得连轧管机机架数由九个减到八个甚至七个。连轧管工艺的主要因素有:孔型设计、轧辊速度制度、芯棒和芯棒润滑剂等。

一、孔型设计

连轧管机上的总断面压缩率最大可达 80%,即延伸系数为 5 左右,当延伸系数大于 5 时会产生钢管的壁厚不均,因此一般取延伸系数在 3.5 左右。

孔型设计中考虑,开始两个机架是使荒管减径并与芯棒接触和贴紧,中间机架为减壁,后面两个机架是使管壁均匀,最后一个机架是使钢管轧圆并使管子内壁和芯棒间形成间隙以利于脱棒。根据这一原则,各机架上的延伸系数分配见表 3-3。

西德德马克-米尔公司给出的 8 个机架的断面压缩率,如图 3-16 所示,其最大延伸系数按 3.05 考虑。

连轧管的孔型有:椭圆孔型,带直侧壁的圆孔型和带圆弧侧壁的圆孔型三种,见图 3-17(a)(b)(c)。

椭圆孔型能促进金属的宽展,在钢管和芯棒间易于形成间隙,容易脱棒。但是不易得到壁厚均匀的钢管,不利于延伸。

圆孔型有利于延伸,能得到几何尺寸比较精确的钢管,但是脱棒比较困难。

表 3-2 各机架的延伸系数分配

架数 型式	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
七机架	1.35 ~ 1.45	1.45 ~ 1.55	1.45 ~ 1.50	1.27 ~ 1.50	1.16 ~ 1.20	1.10	1.05		
九机架	1.20 ~ 1.45	1.20 ~ 1.55	1.20 ~ 1.40	1.15 ~ 1.35	1.15 ~ 1.30	1.10 ~ 1.25	1.02 ~ 1.10	1.02 ~ 1.03	1.003 ~ 1.005

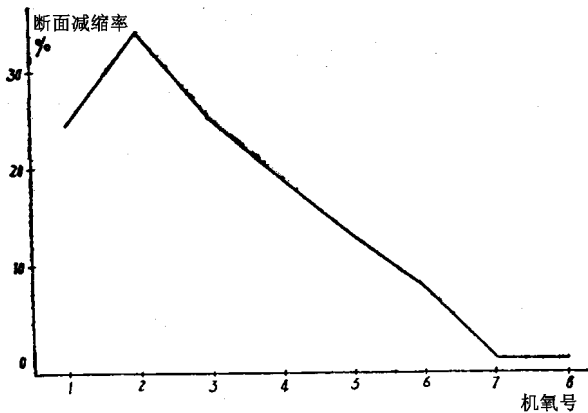


图 3-16 8 个机架的断面压缩率分配

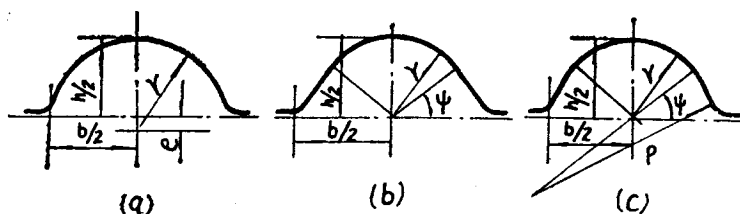


图 3-17 连轧管机孔型

目前似乎偏重于使用圆孔型。在前部机架采用大的侧壁角,到后部机架侧壁角逐步减小。苏联在前部机架采用带直侧壁的圆孔型,中后部采用带圆弧侧壁的圆孔型,如第一乌拉尔新钢管厂的 30—102 机组孔型设计为:第 1—4 架采用由两个半径组成孔型侧壁的圆孔型,5—7 架为带圆弧侧壁的圆孔型,8—9 架为椭圆孔型,椭圆孔型的椭圆度为 1.20~1.25,这样的结果使钢管在全长上的最大直径差为 4—7 毫米,椭圆度 1.035,最大椭圆截面处的直径差为 2.2~4.3 毫米。

日本海南厂在连轧管机上有两种轧制表: $\Phi 189 \times 19 \rightarrow \Phi 159 \times 65$ 及 $\Phi 130 \times 12.5 \rightarrow \Phi 108 \times 4.0$ 均采用椭圆孔型系。

日本知多厂连轧管机上,钢管减径 20~30 毫米,壁厚减薄 8—12 毫米,芯棒比荒管内径小 10 毫米,总延伸系数为 3~5。

图 5~18 为日本采用的 8 机架连轧管机孔型图。图 3-19 为苏联 9 机架连轧管机所采用的带圆弧侧壁的孔型图。

由图 5—19 可注意到孔型的侧壁角可大到 40—50°,而自动轧管机孔型仅为 30°。为了确定各机架的孔型尺寸,采用按机架分配减壁率 $\frac{\Delta s}{s}$,以确定各机架孔型上的钢管壁厚:一般可按图 5~20 选取。

侧壁至开口处的钢管壁厚可以不考虑变形,而按上一道次孔型顶部的壁厚来设计。各机架的真实延伸不可根据所采用的孔型计算其面积而求得,计算出的延伸率应符合原分配的数值。

二、轧辊速度制度

轧机的轧辊速度在求出每机架上的延伸率后,即可根据最后一架的出口速度,按照秒流量恒等的原则,同时考虑机架间的张力或推力而计算出。对于不同的孔型,轧辊的轧制半径计算是不一样的。各机架保持自由轧制状态是

不稳定的。为了避免出现这种轧制状态,并考虑钢管的延伸和脱棒,苏联 30—102 机组前面几架建立 1.5~3% 的张力,7~9 架中建立 1~2% 的推力。在易于脱棒的前提下,这样的轧制速度对钢管质量来说是最好的。

对于现代化单独传动的连轧管机,当钢管壁厚 3~4 毫米时,出口速度为 5~6 米/秒;当壁厚 6~8 毫米时,为 3.5~5 米/秒。

三、芯棒

进棒是连轧管的重要变形工具,它在高温下工作,并承担很大的压力,轧制时表面层温度可达 600~700℃ 以上,所以又有热应力。在轧制过程中,由于连轧管的工艺特点,芯棒的速度随着钢管的头部及尾部进入或离开每一机架而不断变化,芯棒和钢管之间有相对运动,摩擦力的方向也在不断地变化,这种不连续的金属运动,使芯棒易于磨损,因此要求芯棒有足够的强度,并且要有热稳定性和耐磨性。

为了获得尺寸精确和表面光洁的钢管,对芯棒的几何尺寸及光洁度都要有严格的要求。

由于轧制完后还要脱棒,因此轧制的钢管的壁厚和长度也受到芯棒尺寸的限制,图 3-21 表示不同直径的芯棒和能轧制最薄的钢管壁厚的关系。

芯棒长度根据荒管长度、延伸系数、机架间距及脱棒要求来决定。

五十年代初期的连轧管机轧制 20.5 米长的钢管时,芯棒长度为 19.5 米,而现在最长的芯棒达 29 米,直径最大达 170 毫米,可轧制最长达 33 米的钢管。

成棒以 12~18 根为一组循环使用。芯棒的材质一般采用耐热工具钢,它能在 700~800℃ 温度下保持稳定的性能,表 5-4 列出各厂使用芯棒的化学成份。

苏联芯棒用钢的钢号为 $OXH_2\Phi A \times 5B_2\Phi C, 12 \times 5MA, 65T$ 。

美国洛雷恩厂的芯棒材质为低合金钢。

有些芯棒用钢在空气中有淬硬现象。工艺要求芯棒从钢管中抽出后在短时间内达到内外温度为 200~300℃,因此需进行水冷。但这容易在芯棒表面产生龟裂,所以应当在冷却芯棒时调节冷却水的温度。

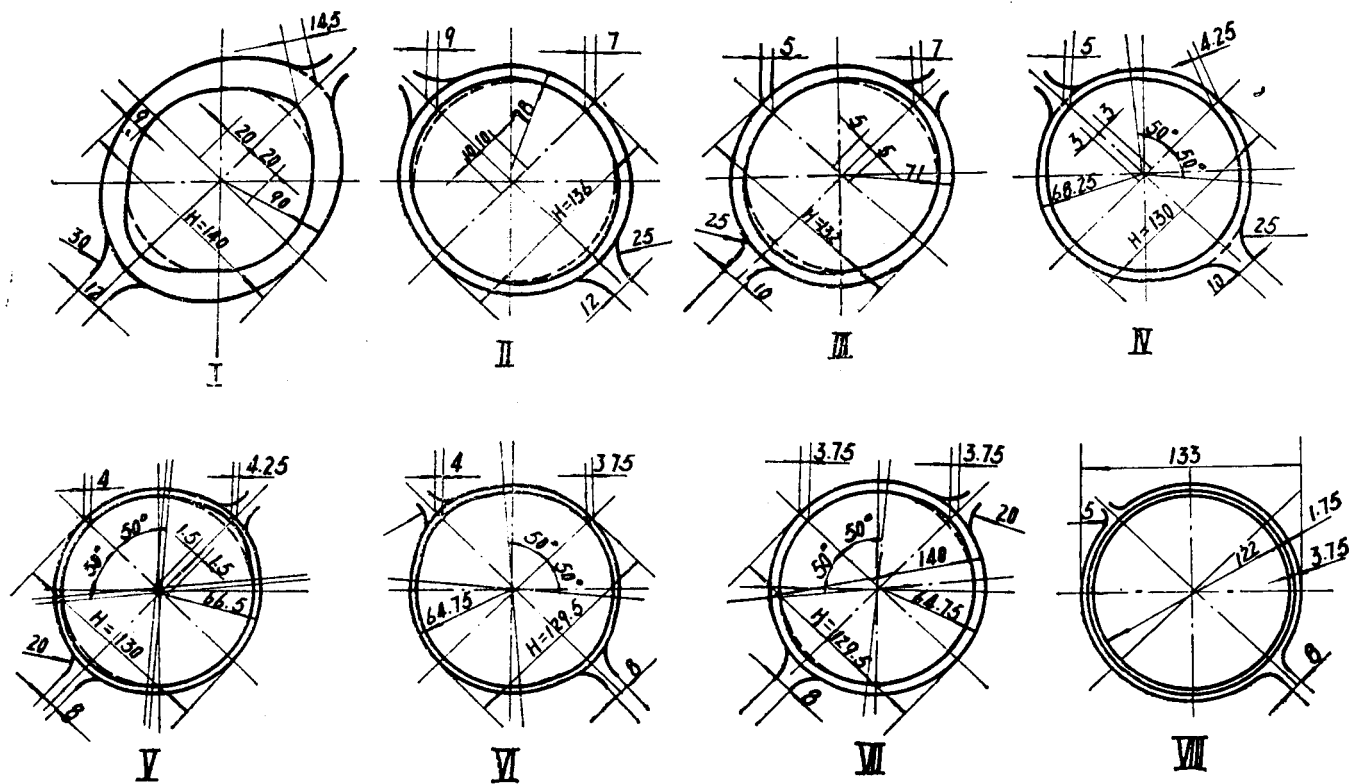


图 3-18 日本采用的 8 机架连轧管机孔型图

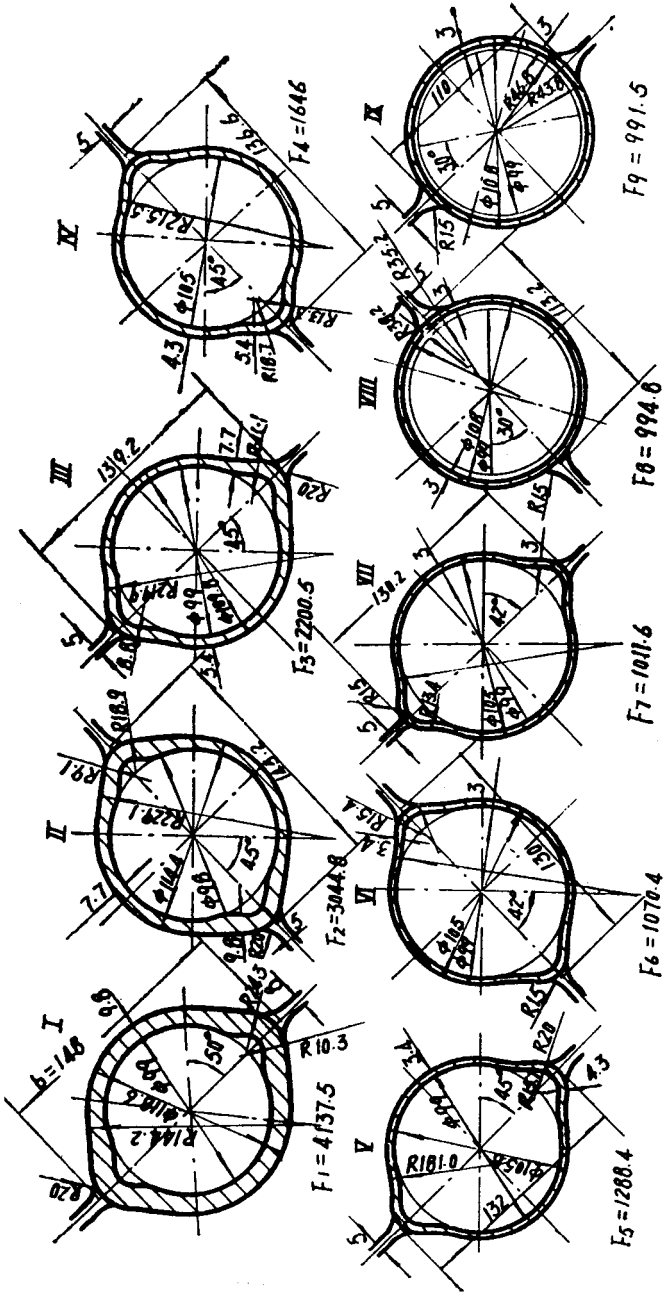


图 3-19 连铸管机带圆弧侧壁的孔型图

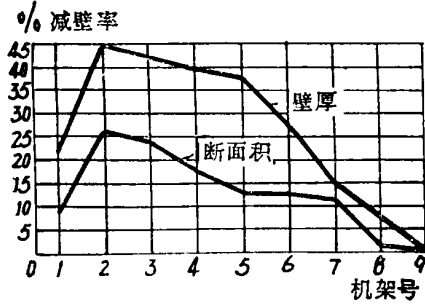


图 3-20 9 机架减壁率的分配

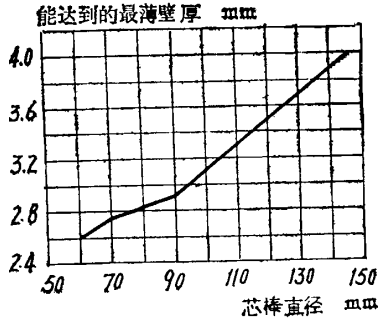


图 3-21 芯棒直径和所能轧制最薄钢管壁厚的关系

表 3-3 芯棒的化学成份

厂名	元素含量 %								
	C	Mn	Si	Cr	Mo	V	Ni	P	S
日本知多厂	0.32 ~0.42	<0.5	0.8 ~1.2	4.5 ~5.5	1.0~1.5	0.3 ~0.5			
日本海南厂	0.25	0.5	0.25	1.4	0.55	0.2			认为 Cr5% 寿命长, 但成本高
日本京滨厂				5.0	0.5				
意大利塞斯特里厂	0.3~0.4	0.5 ~0.8	0.3	1.0	0.5	5.0	<0.035	<0.035	
苏联	<0.15	<0.5	<0.5	4.0 ~6.0	0.45 ~0.65		<0.5	0.035	0.03
苏联	0.3~0.4	0.4 ~0.7	0.17 ~0.37	0.8 ~1.2	0.2~0.3		1.75 ~2.25	0.030	0.04

各厂芯棒热处理制度、几何尺寸精度及光洁度要求见表 5—5。

表 3-4 芯棒热处理及加工精度要求

厂名	热处理工艺	矫直后弯曲度	表面光洁度	表面硬度	淬硬层深度 (mm)	直径公差 (mm)
日本知多厂	900℃水淬 600℃回火	0.25mm/m	6 μ	HS60	5~10	+0.01~0.05
日本海南厂	水淬 回火	HS55	5	+0.05		
日本京近厂	910℃空冷 550℃回火	0.25mm/m	∇_7	HS55—57	5	± 0.05
苏联 OXH ₂ Φ				HRC32—36	+0.3 -0.2	

在生产中所用芯棒数量较多,如日本海南厂共有 42 组芯棒,每组 15 根共 630 根,芯棒一段时间后要要进行修磨,因此在连轧管车间设有专门的芯棒加工间,图 5—22 为日本知多芯棒加工间平面图。

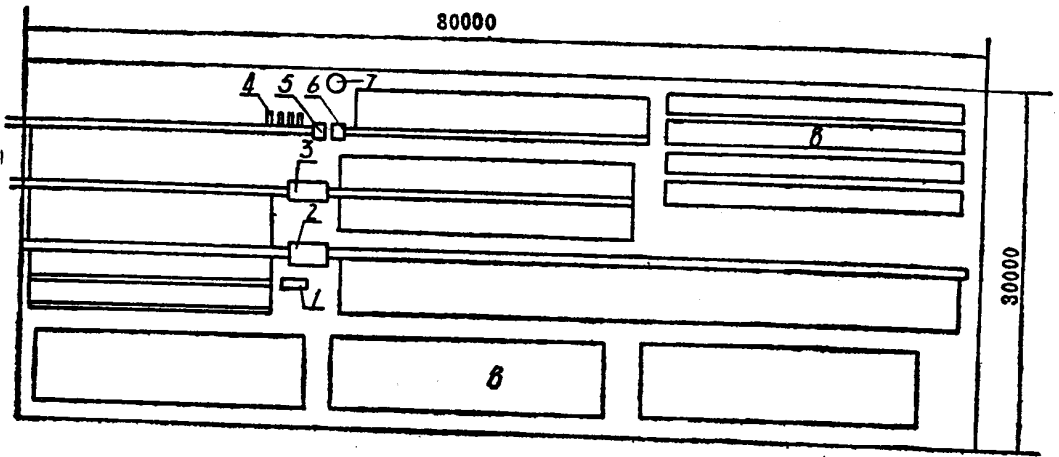


图 3-22 知多厂芯棒加工间平面图

- 1 - 芯棒端头加工车床 2 - 棒体车倒无心车床 3 - 二辊矫直机 4 - 砂带抛光机 5 - 感应加热
6 - 淬火器 7 - 高频发生器 8 - 放置架。

芯棒制道工艺:车端头→车棒体(粗车和精车各一次,车去 1—2 毫米)→二辊式矫直机矫直→砂带研磨机抛光→感应加热后水淬火→回火→二辊式矫直机矫直。

芯棒修复工序也类似,磨损后的芯棒可进行返修,每根热处理过的芯棒可反复修磨 4~ 次。图 5—23 为日本京供厂芯棒精加工示意图。图中所示两台矫直机既起矫直作用,也驱苏棒旋转前进,经过砂轮磨床及砂带抛光机,完成

芯棒的精加工。砂带宽度 180 毫米。

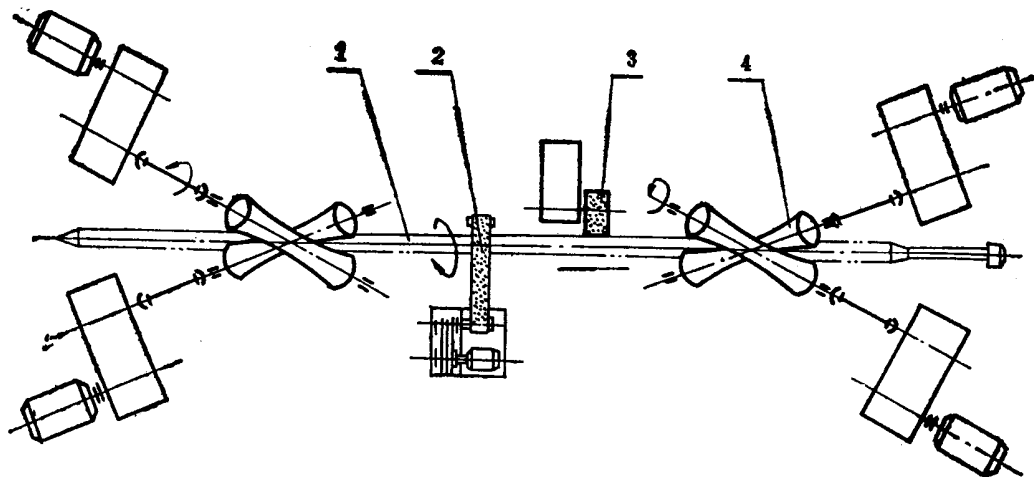


图 3-23 芯棒精加工示意图

1-芯棒 2-砂带抛光机 3-砂轮磨床 4-矫直机。

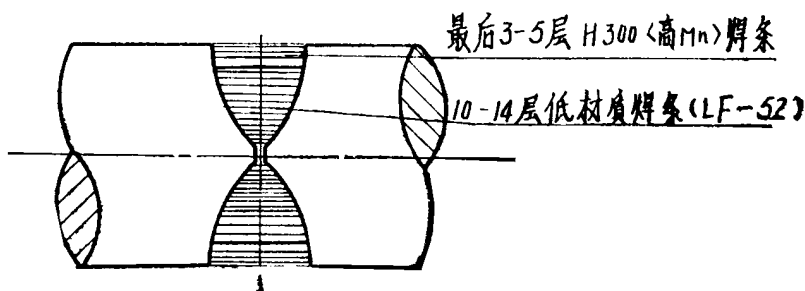


图 3-24 芯棒对焊焊缝示意图

芯棒坯料有的直接用长轧坯,有的为了运输方便用短料焊接起来。海南厂芯棒料长 25~26 米,是由二至三段对焊而成的,为对焊作出的 U 形坡口及焊接方法如图 3-24 所示。焊缝处在焊接前在电阻炉内加热到 300℃,焊接后加热到 700℃进行退火。

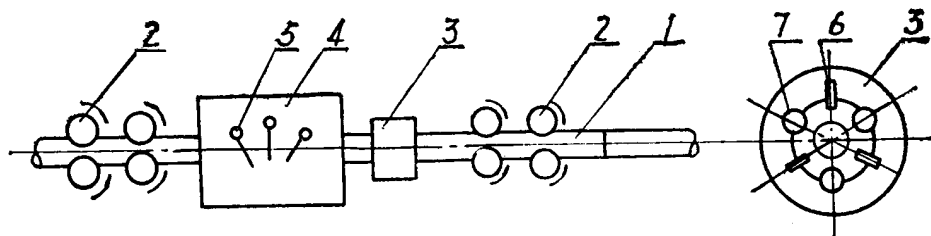


图 3-25 芯棒无心车床示意图

1-芯棒 2-夹送辊 3-机头 4-机体 5-变速箱 6-刀具 7-导向辊。

芯棒的车削采用无心车床(图 3-25)。机头前后的夹送辊起到芯棒定心,夹紧和送进作用,芯棒前进速度为 400~800 毫米/分。机头的转速可以调节。

感应加热器用 3000 赫芝的高频电流加热,功率为 400 千瓦。淬火时的水压为 5 公斤/厘米²

苏联的芯棒制造工艺为:芯棒坯料加热到 900~1000℃后,在斜辊轧机上,经几道辗轧(温度最低为 450~550℃),坯料被压缩 0.1~0.2 毫米。冷却后进行机械加工,先在心车床上车去 1 毫米,然后再加热($12 \times 5\text{MA}$, $0\text{XH}_2\Phi$)加热至 400~500℃,再加热至 500~700℃)再在斜辊轧机上辗轧,使直径减小 0.8%(最好不要小于 1~1.2 毫米)辗轧 2~3 道后,用大量的水冷却。

芯棒热处理过程:将芯棒装入炉温不超过 800℃的炉内,加热至 1000~1030℃后,保温一小时,在推出的炉底上冷却到 600~620℃后,再送进炉子加热到 690~720℃,保温一小时,此后在空气中堆冷。热处理的芯棒硬度达 HB270~495。据称,辗轧的芯棒由于表面生成一层坚固的氧化膜而比研磨过的芯棒寿命长。

四、芯棒润滑剂

现在大部份的连轧管机普遍采用重油加石墨的润滑剂。但是轧制过程中会产生大量烟尘,污染空气,因此不少轧机的前台上方设置了排烟罩。

此外,石墨在 900~1200℃高温下失去减摩性能,同时还会使轧件渗碳。日本知多厂为避免钢管内表面渗碳而改用水溶性石墨油。当含水 40%以下时,渗碳较多,而在 60%以上时则润滑不好,现在规定含水量为 $53\% \pm 3\%$ 。

日本海南厂的润滑剂重油加石墨粉的比例为 10:1。

苏联资料介绍,在 30—102 机组上掌握了属于磷酸盐类的无烟润滑剂,南方管钢厂用三聚磷酸盐。也有资料报导,用石墨同亚硫酸盐纸浆废液效果很好。日本海南厂曾用过水溶性润滑剂,虽然它产生的烟气少,但因用过的废水溶液难以处理,所以没有继续采用。

一般润滑剂要均匀地涂在芯棒上,涂层厚度 0.2~0.3 毫米。

第三节 设备结构

连轧管机组根据其工艺流程可由下列主要设备构成:加热炉→定心机→

穿孔机→连轧管机→再加热炉→张力减径机→冷床→冷锯→收集装置。

除连轧管机外,机组的前后设备和别的轧管机组大致相同,现代化的连轧管机每分钟要轧四根以上的钢管,因此要求前后设备的生产率也能与之相适应。对于这些设备本节就不介绍了,而主要介绍连轧管机本身。

图 3-26 为海南厂连轧管机区域平面图。

连轧管机生要由荒管横移装置及定位辊道,前台(荒管送进装置),芯棒送进装置,芯棒润滑装置、连轧管机架、后台、脱棒机、芯棒冷却装置、钢管输送装置、芯棒更换台架等组成。

现以日本海南厂为例叙述其工艺过程如下:穿孔后的荒管到输出辊道的端部后,由三爪拨料器拨到斜台架上,再由接料钩送到定位辊道上,使荒管头部都在同一固定位置,以利于位置控制,同时吹掉钢管内的氧化铁皮,然后由三爪拨料器拨至前台上的荒管送进链的托架上,此时已在芯棒送进台架上准备好的芯棒由芯棒送进链向前送进,芯棒经过芯棒润滑装置时,在其表面涂上一层润滑剂然后穿入荒管。在前台上装有挡料装置,它能挡住荒管而让芯棒通过。为了减少轧制周期中的辅助时间,穿芯棒的速度是变化的,开始时速度低,芯棒进入荒管后,以高速前进。当芯棒穿出荒管头 2.5 米左右(此值决定于轧机的延伸系数、机架数及机架间距,要保证钢管头部到最后一个机架时,芯棒头部也能到最后一个机架)后,芯棒送进链即降速,而荒管送进链启动,两者共同以略低于第一机架的咬入速度将荒管和芯棒一起送入轧机进行轧制。轧制后芯棒被包在钢管中,仅露出尾部。由三爪拨料器将带芯棒的钢管拨至移送链上,再由摆动拨料器送至定位辊道上,使芯棒的尾部都在一个固定位置,然后再拨至脱棒辊道上进行脱棒。芯棒被送到脱棒机后的辊道上,通过接料钩将芯棒拨入芯棒冷却水槽中。冷却后的芯棒再依次由水槽拨至芯棒送进装置的台架上。当需要芯棒时即由三爪拨料器拨至志棒送进链的托架上。脱棒后的钢管由于还有较高的温度,同时也比较长,因而易于变形或弯曲,这对顺利进入再加热炉是非常不利的。因此要钢管能均匀冷却而保持平直,所以钢管是经过具有左右螺旋交替布置的螺旋输送机送到再加热炉前的辊道上。当轧制品种改变,需要更换芯棒时,要收国旧芯棒并投入新芯棒。因此在机组中设有上芯棒台架及下芯棒台架。

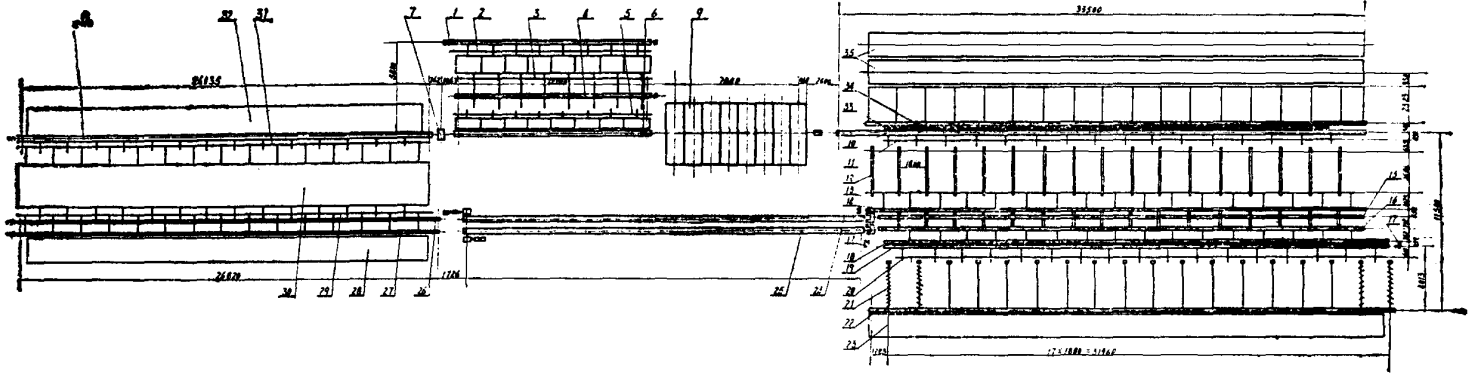


图 3-26 日本海南厂连轧管机组区域图

- 1-穿孔机后输出辊道；2-三爪拨料器；3-接料钩；4-定位辊道；5-三爪拨料器；6-前台
 7-芯棒润滑装置；8-芯棒送进台架；9-连轧管机；10-连轧管机后辊道；11-三爪拨料器；
 12-移送链；13-摆动拨料器；14-定位辊道；15-No1脱棒机前辊道；16-No2脱棒机前辊道；
 17-切头尾锯；18、19-锯前辊道；20-拨料器；21-螺旋输送机；22-输送辊道；23-料
 筐；24-No1脱棒页；25-No2脱棒机；26、27-脱棒机后辊道；28-下芯棒台架；29-接料
 钩；30-水槽；31-三爪拨料器；32-上芯棒台架；33-带立辊的隔档装置；34-再加热后
 处理辊道；35-料筐。

在有的机组中还设有芯棒预热炉。

连轧管机的主要设备为：

一、机架

连轧管机一般由 7~9 个机架组成,近年来大多采用 8 个机架。最后一架的出口速度为 4~7 米/秒。现代化连轧管机的轧辊直径等于轧制钢管直径的 4~5 倍。一般为 450~600 毫米,辊身长度 220~300 毫米,机架间距为 950~1150 毫米。值得注意的是轧辊直径并不随着轧制钢管直径的加大而增加很多,如 140 连轧管机和 168 连轧管机的轧辊直径基本一样。但是随着最后一架出口速度的增加,传动电机的总功率却大为增加,如西德曼内斯曼二号连轧管机最大出口速度为 6.5 米/秒,电机总功率达 17800 千瓦。

连轧管机架多是二辊式的,和普通二辊式轧机类似,最早的集体传动连轧管机以及后来建立的小规格连轧管机多数为水平辊与立辊交替布置。意大利因西公司制造的较现代化的这类连轧管机见图 3-27。

水平辊由电机通过减速机,齿轮机座及接轴传动。传动装置都在轧机的一侧地平面上,水平机架的轧辊可以对称于轧制中心线上下左右调整,上轧辊的压下是电动的,如图 3-28 所示。

立辊机架的轧辊由电机通过圆锥——圆柱齿轮减速机及接轴传动。电机和减速机均装在机架下面的地坑内(图 3-29)。

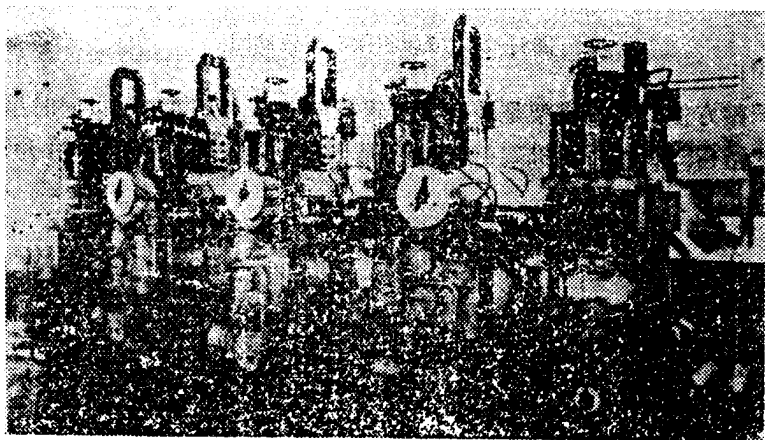


图 3-27 意大利因西公司制造的连轧管机

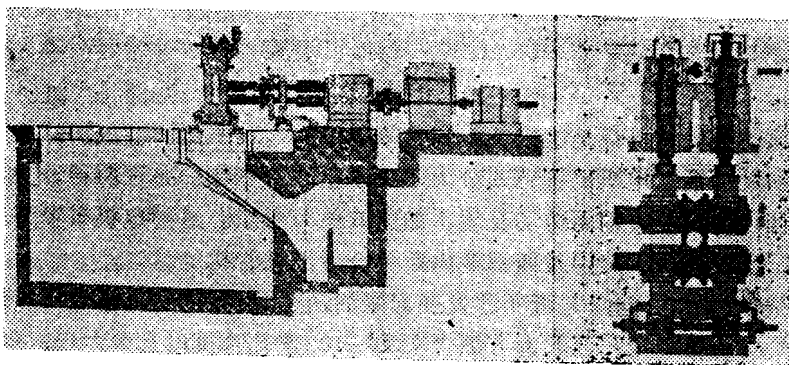


图 3-28 水平辊机架传动及机架结构图

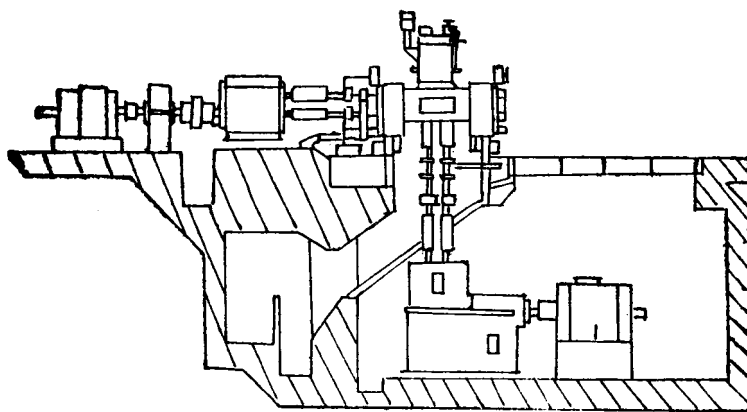


图 3-29 立辊机架轧辊传动图

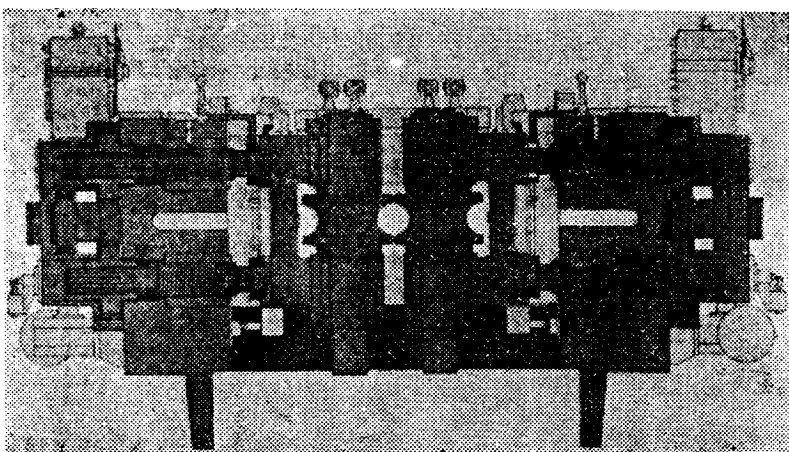


图 3-30 立转机架结构图

为使轧机调整方便,立辊机架是装在水平辊机架上,两个机架可以同时吊起。

立辊机架的结构图和水平掘机架类似,只是轧辊的左右压下都用电机传动(图 3-30)

近年来新建的连轧管机都是轧辊轴线和水平面成 45° 相邻轧辊互成 90° 的布置方式,

轧辊的传动又可根据电机放置方式分为电机水平布置和倾斜布置两种。电机水平布置时,通过圆锥—圆柱齿轮箱及接轴而传动轧辊,如图 3-31 所示。这类电机布置型式目前采用较多,如日本的三套、英国、美国及西德曼内斯曼一号连轧管机等。

电机倾斜布置(图 3-32)是近年才发展起来的,它采用圆柱齿轮箱传动轧辊,采用这种型式的有西德曼内斯曼二号,苏联南方钢管厂 30~102 连轧管机以及意大利达尔明厂的限动芯棒连轧管机等。

电机水平布置的连轧管机基础比较浅而简单,同时对电机没有象倾斜布置时的那种特殊要求。

电机倾斜布置的连轧管机的主要优点是不用螺旋锥齿轮,使传动装置更为平稳可靠。西德曼内斯曼二号连轧管机由于采用了低速电机,因而使电机直接与齿轮机座相连,简化了传动装置。这种布置方式的缺点是基础深,如曼内斯曼二号机组安置电机的地坑深达 11 米,使基础费用大为增加,同时要特制能倾斜放置的电机。

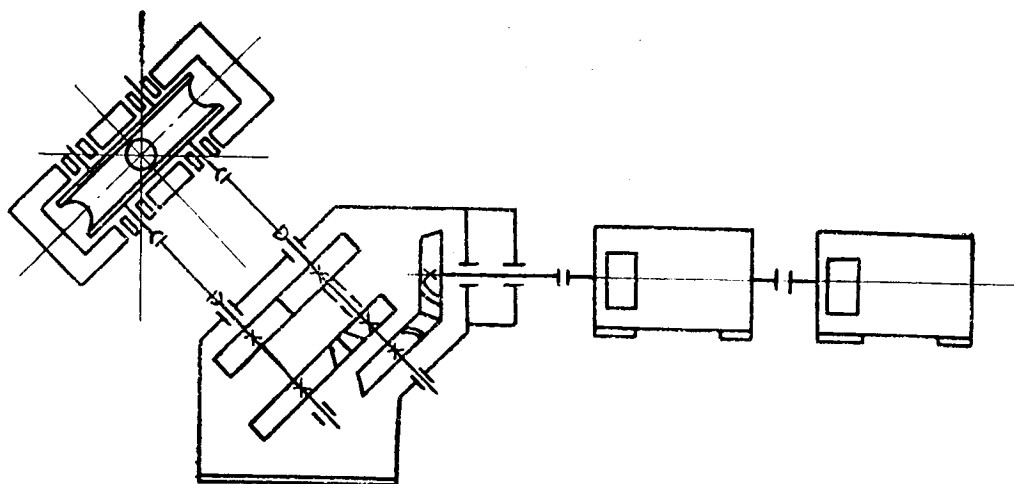


图 3-31 电机水平布置连轧管机主传动示意图

目前轧机主传动功率日益增大,为了不增加轧机机架的间距,主传动电机要用两台或三台串联起来。日本海南厂用三台 700 千瓦电机串联,西德曼内斯

曼二号用两台 1300 千瓦电机串联。电机串联对水平布置较为合适。倾斜布置时最好采用双电枢电机。

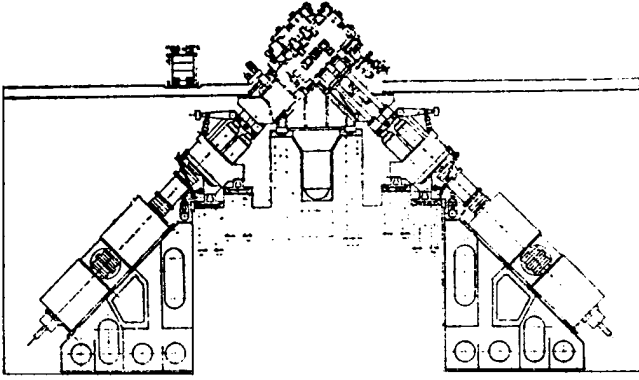


图 3-32 电机倾斜布置的连轧管机主传动图

为了提高轧制钢管的精度,要求提高机架和轧辊的刚度。轧制压力一般为 200~400 吨,日本海南厂取 4209 吨。因此机架和轧辊的刚度应尽可能地相应提高,如苏联第二套 30~102 机组的连轧管机轧辊轴颈尺寸已由 240 毫米增加到 300 毫米。同时要提高轧辊轴承的承载能力。苏联 30~102 机组是采用四列圆锥精柱轴承,而日本根据美国布劳——诺克斯公司专利制造的连轧管机则采用了双列圆柱滚柱轴承和止推轴承的组合(图 3-33)。

苏联还有采用油膜轴承的打算。

轧辊的压下装置用于准确调整轧辊对称于轧制中心线,上下辊用一个电机联动。由于受机架间距的限制,电机的功率不能大,所以不能带钢压下。电机有的装在机架上,有的装在支座上。

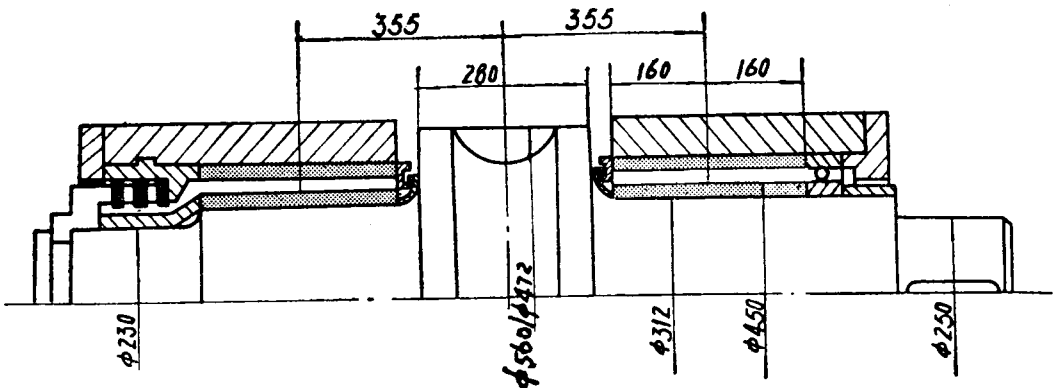


图 3-33 日本海南厂轧辊装配图

3所有机架的孔型中心都必须在轨制中心线上,因此要求每个机架和支座的接合面有较高的制造精度,而且在轧机使用中对其磨损情况也要注意检查并适时地进行调整。

为了缩短换辊时间,减少停轧,连轧管机采用整机架换辊。

以前,机架多用螺栓固定在支座上,用人工拆卸,既花时间也不方便,现在西德曼内斯曼二号及法国新建的连轧管机机架均用液压缸固定(图3-34)。

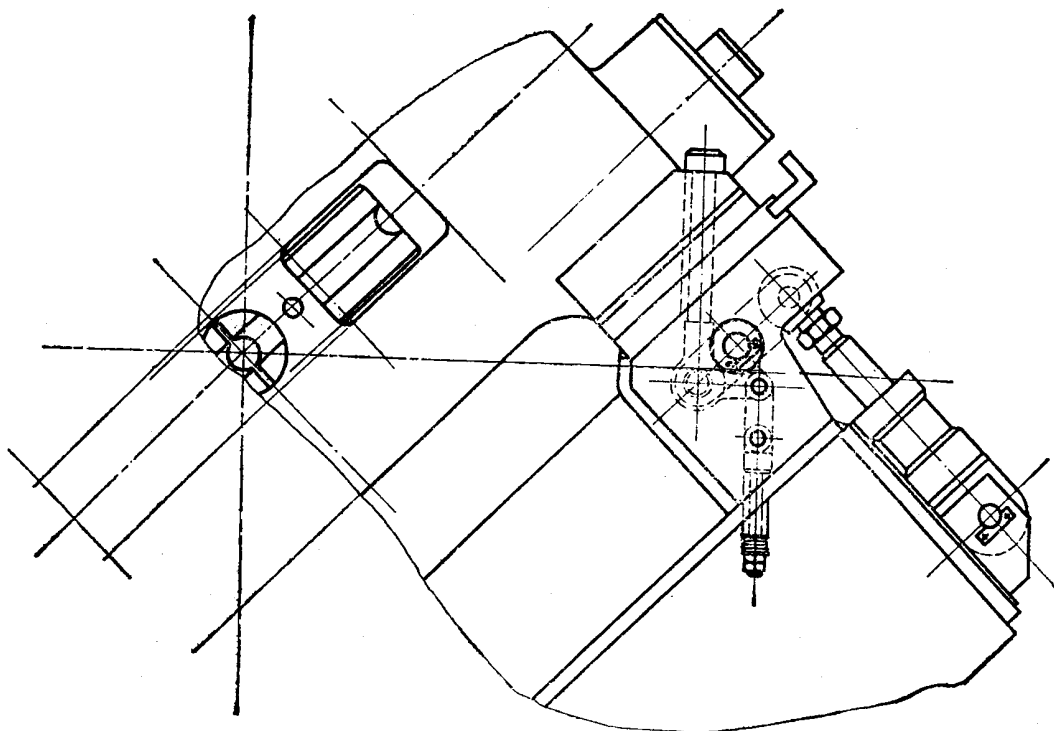


图3-34 机架用液压缸固定的西德曼内斯曼二号连轧管机

二、前台及芯棒送进装置

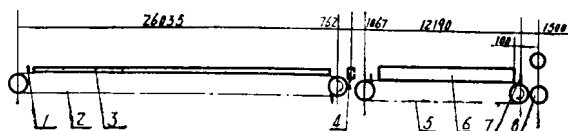


图3-35 日本海南厂连轧管机前部示意图

- 1-推头 2-芯棒送进链 3-芯棒 4-芯棒润滑装置;
5-荒管送进链 6-荒管 7-U形挡 8-轧辊。

由于连轧管机的前部区域工序较多,并且对芯棒穿入荒管和送进轧机的位置在工艺上有严格的要求,因此该区在整个轧制周期中占有较多的辅助时间,是连轧管机组中的薄弱环节。

在大部分的连轧管机组中,荒管送进和芯棒送进都是链条传动,图 3-35 是日本海南厂的连轧管机前部示意图。链条是双列的,中间有托架相联以接受芯棒和荒管。芯棒送进链上有两个推头装在链条对半的地方,链条每次环行半周。荒管送进链上有两个 U 形挡,前面的 U 形挡和轧机的距离保持恒定。由定位辊道上拨来的荒管都在这个 U 形挡的后面。穿芯棒时一般荒管都不动,即使移动也被 U 形挡挡住,但芯棒能从挡口中通过。荒管送进链的速度略低于第一机架的咬入速度,当荒管尾部进入第一机架时,链条逆转返回原位。

表 3-5 列出了一些工厂芯棒送进及荒管送进装置的技术性能。据西德资料介绍,芯棒进最高速度为 4.5 米/秒。

表 3-5 芯棒送进及荒管送进装置性能

厂名	芯棒送进装置				
	链轮中心距 (M)	链轮直径 (mm)	速度 (M/sec)	电机	
				功率(kw)	转速(rpm)
日本海南厂	26.035	812.8	2.28~4.55	110	500/1000
日本知多厂	23.74	812.8	2.28~4.56	110/220	500/100
日本京滨厂	23.74	812.8	2~3	110	500/1000
英国				220	920
苏联第一乌拉尔新钢管厂		2.5~4.0	45		
苏联南方钢管厂			3.25~5.0		

厂名	荒管送进装置				
	链轮中心距 (M)	链轮直径 (mm)	送进速度 (M/sec)	电机	
				功率(kw)	转速(rpm)
日本海南厂	12.19	812.8	1.2~2.5	110	500/1000
日本知多厂	9.27	812.8	2.28	110/220	500/1000
日本京滨厂	9.27	812.8	1.5~1.8	52	
英国				220	920
苏联第一乌拉尔新钢管厂			2.5~4.0	AC 7.5	
苏联南方钢管厂					

※4 米/秒用于空载返回

当荒管和芯棒尺寸变化时,为使其保持在轧制中心线上,荒管和芯棒送进台架要能整体升降,图 3-36 为升降机构的示意图。电机通过丝杆传动装置 4 带动左右丝杆 1 旋转,使升降据报导,这种结构不会引起打滑及损坏钢管表面和破坏芯棒表面润滑层,并可使轧机前的工作周期从 10 秒缩短至 7.5 秒。当更换荒管和芯棒规格时,要更换全部牵引辊的辊子,此这种结构适合于大批量生产一种规格的钢管。

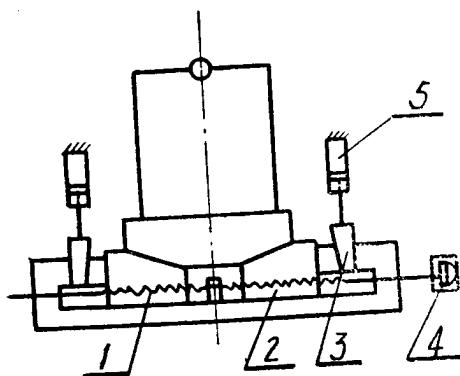


图 3-36 前台及芯棒台架升降示意图

1-左右丝杆 2-升降模块 3-夹紧楔成 4-丝杆传动装置 5-液压缸。

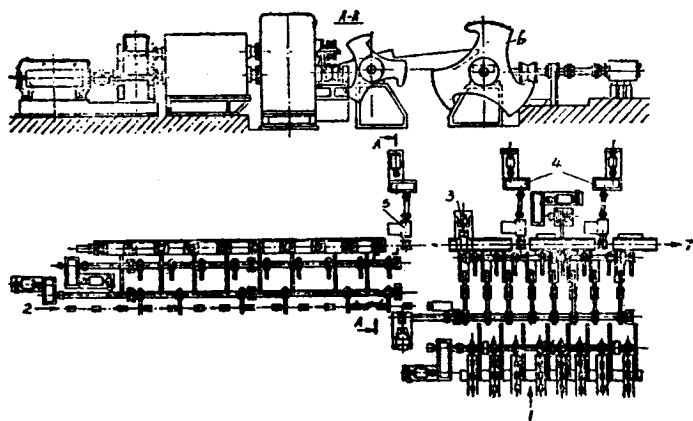


图 3-37 连轧管机的进料测

1-荒管送进方向 2-芯棒送进方向 3-荒管夹持器 4,5-荒管和芯棒牵引辊装置；
6-模移芯棒的三爪拨料盘 7-带芯棒的荒管向连轧管机送进方向。

荒管和芯棒送进机构的传动宜采用直流电机,以便根据工艺要求调节荒管和芯棒的送进度。

三、后台

从连轧管机出来的钢管落到后台的输出辊道上,辊道标高应能接钢管直径调节,以便钢轴线在轧制中心线上。辊道是单独驱动的,其速度低于第八架出口速度而高于一至八架的平速度。日本知多厂为 5.8 米/秒。

钢管由输出辊道移至脱棒机前的定位辊道上,一般是用三爪拨料器和移送链。链条在对的地方装有托板,钢管即放在托板上。链条每次环行半周。链条的移动速度,日本知多厂 0.9 米/秒。从移送链到定位辊道用投料器或步进托架。定位辊道是传动的。由端部挡板芯棒尾部固定在一定位置上,定位后,再由拨料器拨至脱棒机前辊道上。图 3-38 为日本南厂连轧管后台照片,图 3-39 为其传动示意图。

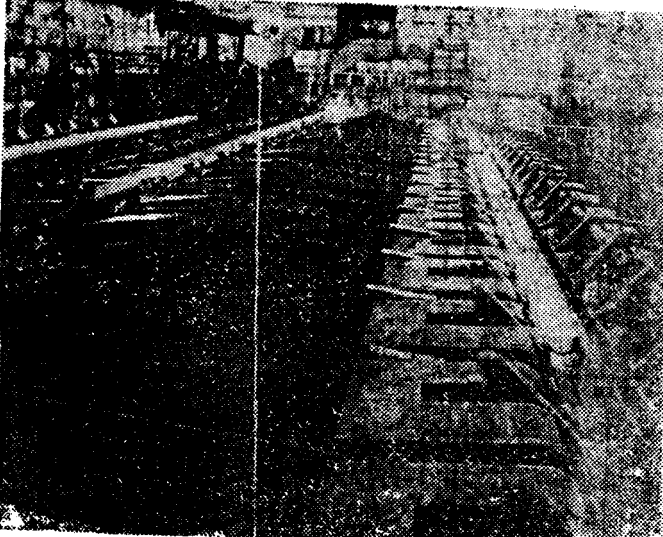


图 3-38 日本海南厂连轧机后台

对于有两台脱棒机的后台,在结构上设有分送装置以保证两台脱棒机交替工作。图 3-40 是海南厂的分送装置示意图。其工作过程如下:

当 1 号脱棒机工作时,回转遮料篦条转到 2 号脱棒机辊道上方,1 号脱棒辊道的受料拨料器摆动,受料爪升起,带芯棒的钢管由定位辊道拨出经斜台架 4 滚到 1 号脱棒辊道的受料爪上,然后受料拨料器摆回原位,钢管即可落到 1 号脱棒辊道上。当 2 号脱棒机脱棒时,回转遮料篦条由 2 号脱棒辊道转至 1 号脱棒辊道上方。带芯棒的钢管通过遮料篦条和斜台架象 1 号脱棒辊道一样落在 2 号脱棒辊道上。当 1 号脱棒机脱棒时,遮料篦条又转至 2 号脱棒辊道上,1

号脱棒受料拨料器摆动拨料部分向上,将脱棒后的钢管拨出,经过斜台架,回转遮料篦条,斜台架 5 而滚至钢管输出辊道上。之后,1 号辊道又准备接受新的钢管。2 号脱棒机脱完后以 1 号脱棒辊道类似动作将钢管拨出。

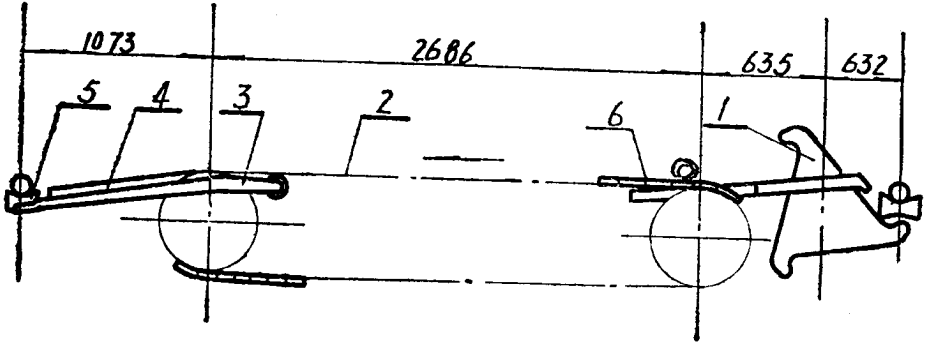


图 3-39 日本海南厂连轧管机后台传动示意图

1- 三爪拨料器 2- 移送链 3- 摆动给料器 4- 斜台架 5- 定位辊道 6- 托板。

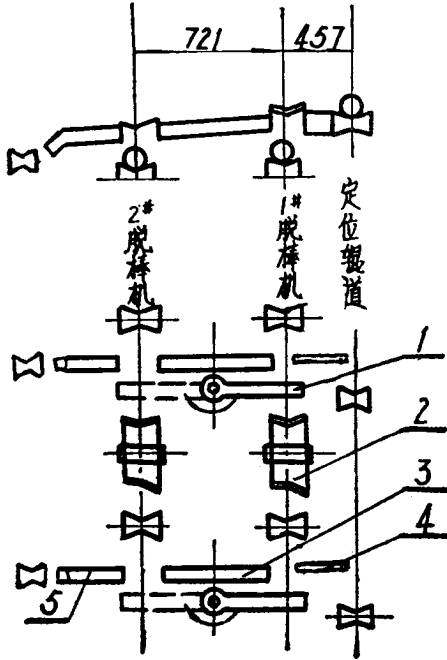


图 3-40 日本海南厂脱棒机前分送装置

1- 回转遮料篦条 2- 受料拨料器 3、4、5- 斜架；

西德曼内斯曼二号连轧管机后台结构和一般的不一样,其结构见图 3-41。

钢管由轧机中出来到输出辊道后,即由钢管平移装置将带芯棒的钢管平

移至脱棒机前辊道上。这种平移装置(图 3-42)是由一排回转臂杆组成,回转臂杆都由转动轴带动。在臂杆的端部铰接着托架,托架上装有活动链轮,它和与回转臂杆同心的固定链轮用链条连接。当固定链轮和活动链轮的齿数相同时,每当回转臂杆转过一角度,托架由活动链轮传动反向,也转过相同角度,因此保证了托架始终朝上。

采用这种装置移动钢管能够避免钢管滚动,减少钢管和芯棒的损伤并使传送机构简单化。

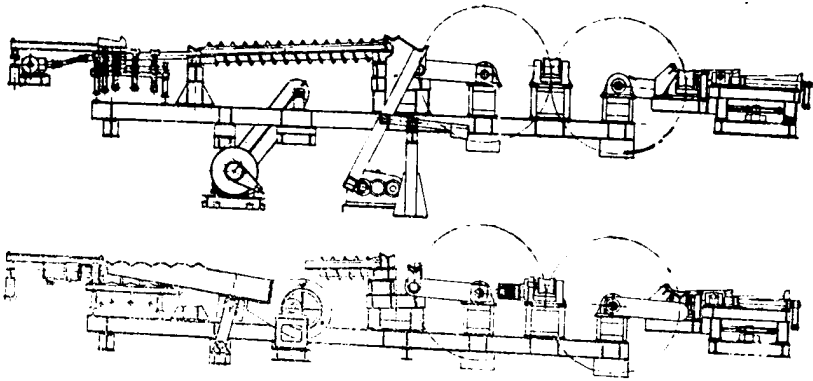


图 3-41 曼内斯曼二号连轧管机后台结构图

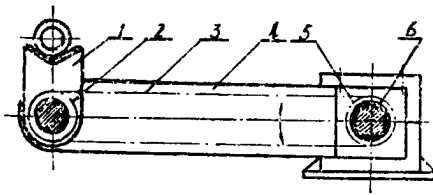


图 3-42 钢管平移装置结构图

1-托架 2-活动链轮 3-链条 4-回转臂杆 5-固定链轮 6-转动轴。

四、脱棒机

脱棒机的结构类似于拔管机。早期的脱棒机是用拉拔小车的钳口咬住芯棒尾部,靠挂钩挂在链条上,借链条的运动,将芯棒抽出来。现代化的脱棒机都是用装在两条链条之间的 U 形脱棒爪,将芯棒尾部卡住进行脱棒。链条作循环运动。

为了缩短脱棒周期及顺利脱棒,脱棒速度是变化的。当链条启动,脱棒爪刚卡住芯棒尾部时,以低速运动,然后高速脱棒。

脱棒机能力不仅决定于脱棒钢管的直径,而且与孔型设计、轧辊转速的正

确选择以及芯棒润滑剂的性能有关。一般宜选用脱棒力较大的脱棒机,如日本三套连轧管机的脱棒机拉力为 300~400 吨。

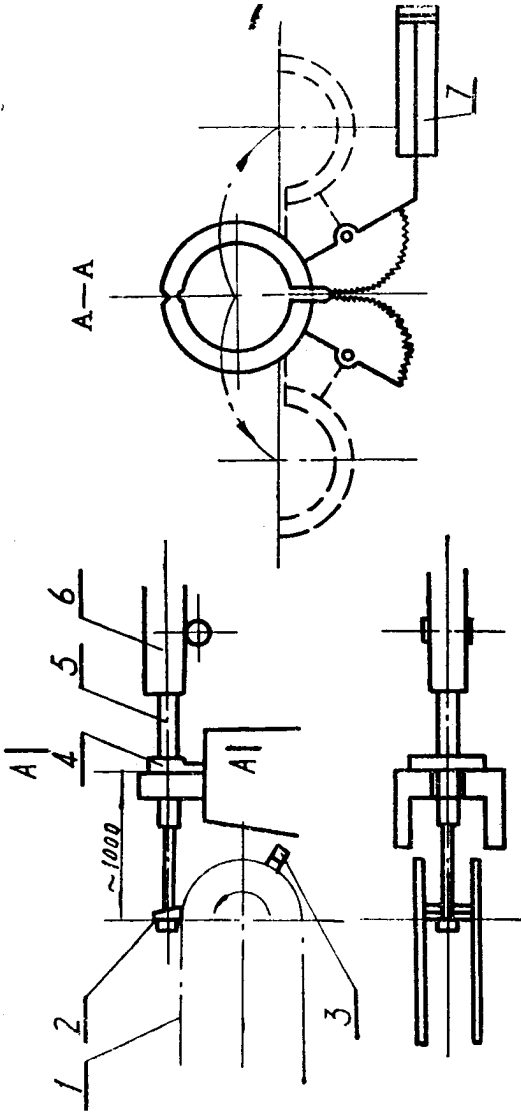


图 5-43 脱棒机工作示意图

1-脱棒链条; 2-脱棒爪; 3-托棒爪; 4-芯棒夹持器; 5-芯棒; 6-钢管; 7-气缸。

图 3-43 脱棒机工作示意图

1-脱棒链条 2-脱棒爪 3-托棒爪 4-芯棒夹持器 5-芯棒 6-钢管 7-气缸。

脱棒时为了使芯棒定位和脱棒爪能顺利地卡住芯棒尾部,在链轮座前面装有芯棒夹持器(图 3-43),当带芯棒的钢管拨至辑道上后,芯棒夹持器即由气缸传动扇形齿轮,将芯棒夹住并定位,脱棒力由芯棒夹持器承受。脱完一根芯棒后再打开,准备接受下一根芯棒。当一台脱棒机的生产率不能与连轧管机相适应时,可以增设第二台脱棒机。如日本海南厂那样。但这样的后台在

结构上就复杂多了。新建的连轧管机,如西德曼内斯曼二号,波兰新建的连轧管机只有一台脱棒机。

五、芯棒冷却装置

为了迅速冷却脱棒后的芯棒,现在都采用冷却水槽。日本海南厂的芯棒冷却装置示意图如图 3-44。

芯棒由脱棒机链条上送到机后辊道上。由于脱棒速度是变化的,因此辊道速度要与脱棒速度相适应。辊道端部装有挡板,靠近挡板附近的辊道是空转的。当芯棒尾部快到挡料板时,提前启动装在辊道中间的摆动升降拨料器,它一方面降低芯棒速度使其迅速停止,另外也起拨料作用。芯棒由辊道上拨出后沿着斜篦条滚至接料钩上,接料钩下降,芯棒滚到水槽内的斜台架上。水槽中的循环水温度保持在 $70 \sim 80^{\circ}\text{C}$ 。经过冷却的芯棒再用四爪拨料器拨到芯棒送进装置前的台架上。需要时即用三爪拨料器将芯棒从台架上拨到芯棒送进链的托架上以便穿入荒管进行轧制。

西德曼内斯曼二号连轧管机的芯棒冷却装置见图 3-45。

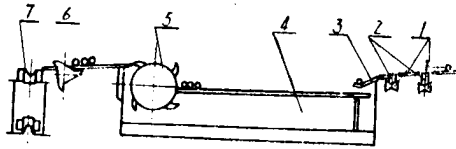


图 3-44 日本海南厂芯棒冷却装置示意图

1- 辊道 2- 升降拨料器 3- 接料钩 4- 水槽 5- 四爪拨料器 6- 三爪拨料器。

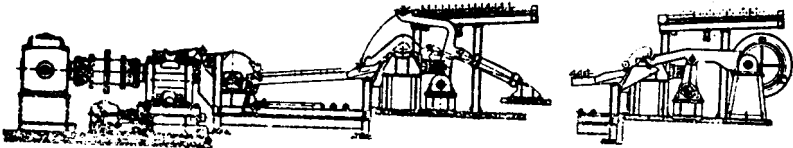


图 3-45 西德曼内斯曼二号连轧管机芯棒冷却装置图

图的右部是脱棒机后辊道,辊道上方是芯棒台架,图的左部是芯棒送进链及其传动机构和台架升降机构,中部是芯棒冷却精,结构上和日本海南厂的相似。

一根芯棒从穿入荒管到脱棒,冷却后送到芯棒送进链上的循环周期约为 $4.5 \sim 5$ 分钟。

有的资料介绍,芯棒使用前需预热到 300°C 左右,这样不仅有利于涂润滑

剂,而且轧制时钢管温降小,不易出现轧制缺陷。但在日本的连轧管机上,新芯棒都不经预热,只在轧制制度上有一定的控制,轧了几个循环之后,芯棒温度即达到要求。

轧制后芯棒被钢管包紧,表面层温度达 $600\sim 700^{\circ}\text{C}$,高温深度约10毫米,脱棒后运行到冷却装置前的温度约为 $200\sim 300^{\circ}\text{C}$,经水槽冷却后为 130°C 左右。

六、钢管输送装置

脱棒后的钢管温度还有 $600\sim 700^{\circ}\text{C}$,同时又比较细长,有时管壁较薄,容易产生弯曲变形而不利于进入再加热炉,所以要有一个冷却矫直装置。这个装置也起连轧管机和再加热炉之间的缓冲作用,以便钢管能有节奏地送入再加热炉。

在这个装置中,还根据情况将轧后钢管的头尾锯掉,因为连轧中头尾部的变形不均,尤其是尾部更甚,常出现不整齐和开裂。连轧中的延伸越大,这种现象也越严重。为了保证在张力减径机中顺利轧制,就必须将头尾部分切去。一般头部需切掉100毫米,尾部需切去200毫米。不过,由于张力减径后也要切去管端增厚部分,因此连轧管后能不切的尽量不要切,以减少金属损耗。当连轧管以头部先进张力减径机时,钢管壁厚小于4.5毫米的头尾都要切除,小于或等于7毫米的只切尾,大于7毫米的头尾都不切。当连轧管以尾部先进张力减径机时,头部不用切除,只有当壁厚小于7毫米时才需要切去钢管的尾部。

后一种方法比前一种可提高收得率0.2%,同时可减少一台锯。这是西德曼内斯曼公司愿意采用以钢管尾部先进张力减径机的布置方法的原因。

为了使钢管不产生弯曲变形,钢管在转动的左右螺旋输送机上前进,边冷却边矫直,因此保证钢管进入再加热炉时是直的。

西德曼内斯曼二号连轧管机的钢管送进装置在送入再加热炉时有所改进,从图3-41左部可见,采用了三条辊道进入再加热炉,这样送入再加热炉的速度可以降低到1.3米/秒,而日本海南厂单根进炉的送料速度则为2.33米/秒。这样高速进炉不利于制动和减少撞击。日本采用长行程气动缓冲挡板来解决这一问题。

七、芯棒润滑装置

国外关于芯棒润滑装置的资料报导很少,大都属于工艺专利。现将日本海南厂和知多厂的芯棒涂重油加石墨的润滑剂的装置介绍如下(图 3-46)。

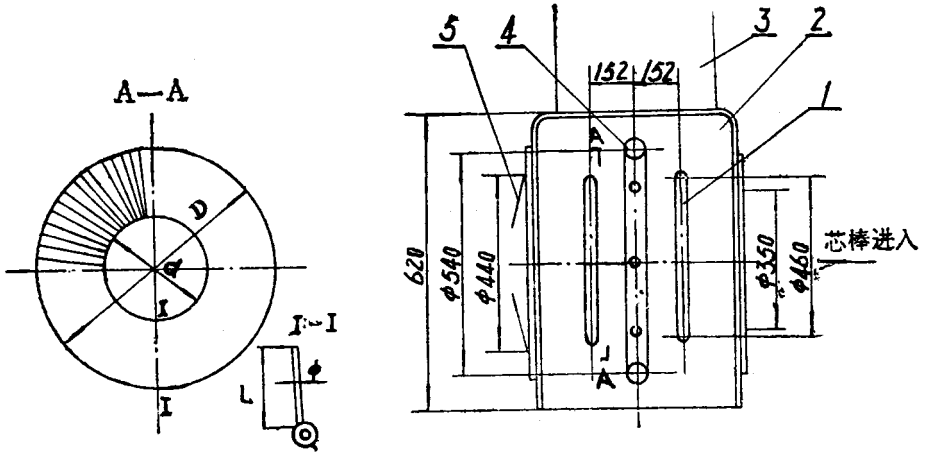


图 3-46 日本海南厂,知多厂芯棒润滑装置

1-风圈 2-箱体 3-排风口 4-喷油圈 5-胶皮挡。

这个装置由两个风圈和一个喷油圈组成。喷油圈上有八个喷咀,油管直径 50 毫米,设计最大喷吹压力 5 公斤/厘米²,风圈压力 4~6 公斤/厘米²。喷油呈雾状,风圈是起密封作用防止油外流,对不同的芯棒有不同规格的风圈,其规格列于表 3-6 中。

风管是在圆周上排的,整个圆周有 40 根径向风管,主风管直径按风管直径的总面积来确定。

表 3-6 润再装置的风圈规格

单位:毫米

	340	440	560
外 径 D	340	440	560
内 径 d	200 150	300 230	440 350
风管长 L	70 95	70 105	60 105
风管直径 φ	5.13 5.28	5.13 8.21	5.13 8.21

京滨厂的润滑装置比较简单,如图 3-47 所示。用两根管子喷油和石墨。芯棒通过时先喷上油然后再喷石墨粉。

苏联的润滑装置是采用刷子涂润滑剂,如图 3-48 所示。

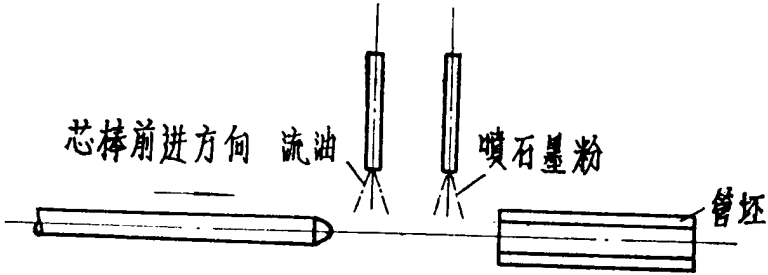


图 3-47 日本京滨厂芯棒润滑装置示意图

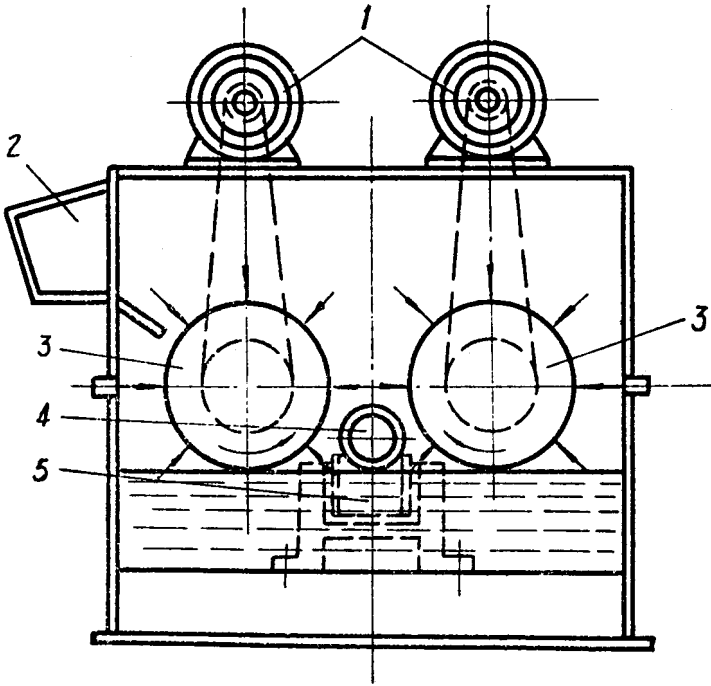


图 3-48 苏联的芯棒润滑剂涂刷装置

1-电机 2-润滑剂进口 3-旋转刷 4-芯棒 5-托辊。

第四节 连轧管机的电气控制及自动化

连轧管机能够迅速发展是同可控硅电子技术的发展分不开的。现代的电气控制技术保证了高速连续轧制及成品管质量。现代化连轧管机每分钟要轧四根管子,因此要求生产自动化。

连轧管的工艺特点是机架间距小,管子中间有芯棒存在,所以不允许在机

架间产生严重的推钢或拉钢,在稳态时应严格按给定速度关系进行轧制。由于钢管的轧制长度受芯棒长度的限制,动态过程在轧管过程中占的比例大,钢管头部进入每个机架以及尾部出每个机架都直接使轧机速度和芯棒速度变化,从而使钢管直径及壁厚发生变化,因此对连轧管机的快速响应特性有特殊的要求,对电机的结构外形尺寸及性能也有一定要求。

一、连轧管机的两种供电方式

(1)公共母线集体供电 连轧管机的所有主电机都由一个电源供电,电机调速靠调磁场,图3-49所示为日本海南厂的公共母线供电控制系统图。

日本的三台连轧管机都采用这种供电方式,其电源为达10000千瓦的可控硅整流装置,据说这是单机容量最大的一级。公共母线供电的优点在于如果后部机架间有张力时前面机架的负荷就可减轻,因而可以使电源的容量比电机总容量小,只要一组电源控制装置就可以了。这样,其费用比单独供电要省,但是公共母线供电在速度调节性能上由于励磁惯性大,所以快速响应特性不如单独供电的好,如知多厂的动态速度降 Δn_j 为5%,恢复时间为0.5~0.6秒。为了改善速度调节性能,还要采用其它手段,如对电机磁场强迫励磁(三倍以上)或速度提前附加给定等。此外,采用这种供电方式,电机的功率不能充分利用。不过,现在还是有许多的连轧管机采用了这种供电方式。

(2)单独电源供电 连轧管机每个机架的主电机由单独的电源供电,图3-50为西德曼内斯曼二号连轧管机由BBC公司设计的单独供电系统图。

这种供电方式具有较好的速度调节性能,动态速度降 Δn_j 为3%,恢复时间0.2秒。各架电机转速的调节通过调电压能很方便地进行。在头三个机架中设有不对称的反并联整流器,每架的控制系统有转速调节器,电流调节器,电压控制与触发装置。其缺点是投资费用大。

二、控制系统

日本知多厂的控制系统设有如下控制环节:自动速度控制环节,端部壁厚控制,锥度控制及提前附加给定速度补偿环节,现分述如下。

(1)自动速度控制环节:

精确地保持各机架的给定转速。速度给定采用数字设定,数字显示再经数模转换器,将其数字转速设定值转换成模拟量,作为机架速度的给定值。这种设定方法精度高,而且有利于将来采用计算机控制。

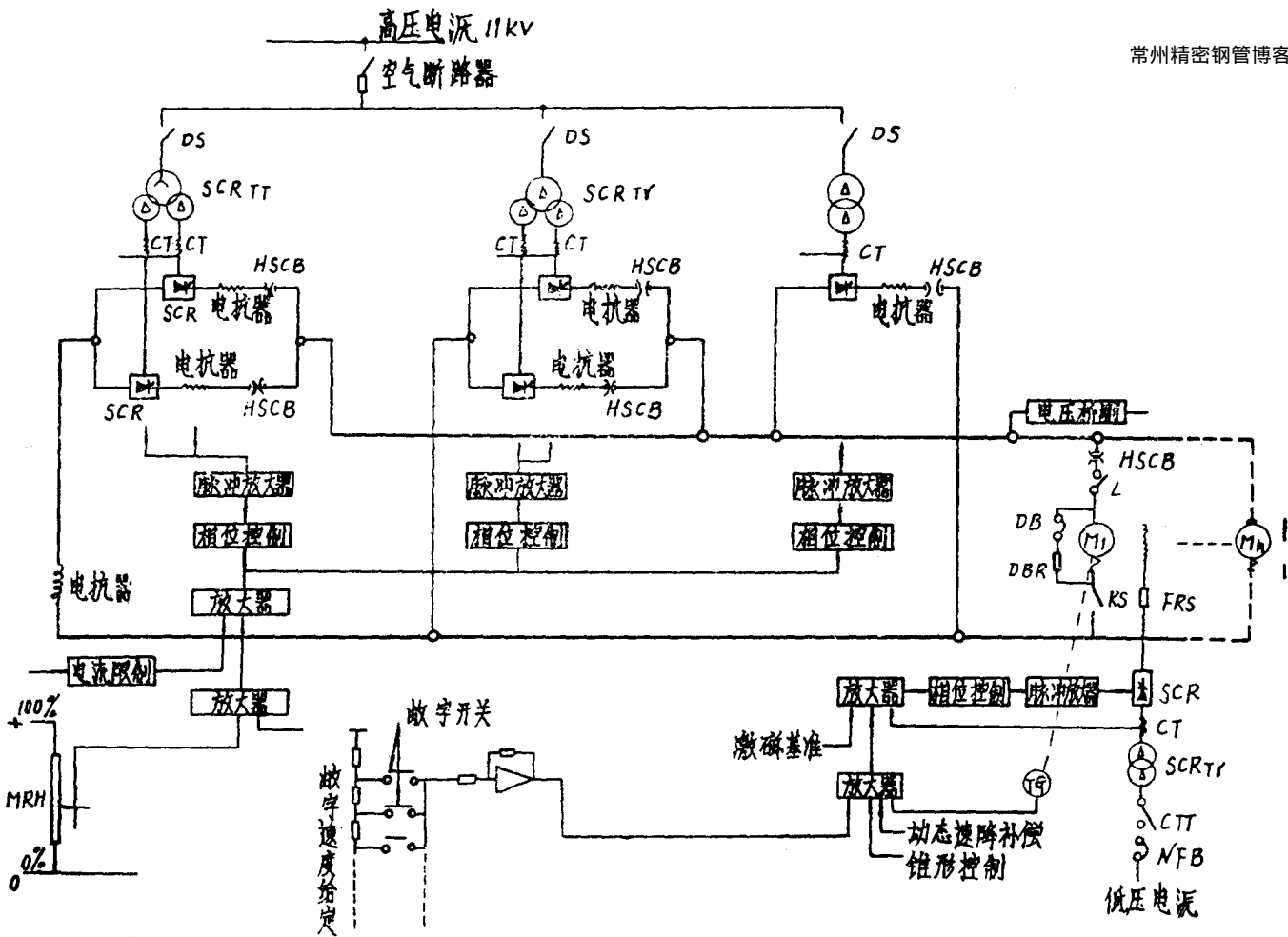


图 3-49 日本海南厂连轧管机公共母线供电控制系统图

(2) 端部壁厚控制: 由于钢管头尾在轧制过程中前后没有张力, 以及轧机的动态速度降使其壁厚增加, 因此采用了改变头尾部轧制时的速度来控制壁厚, 如轧制尾部时第一架速度比原速度下降 10%, 第二架下降 5%, 第三架以后的

速度仍为原来速度,这样在三架之间形成张力拉薄尾部。因为钢管尾部温度低,所以这种措施更有必要。

(3) 速度控制环节:根据轧制工艺所确定的速度使各架速度连接起来构成一条带有谁度的直线,日本将这种控制称为倾斜轧制速度控制环节。这种控制环节是连轧管机特有的,它能使各机架间产生速度差,从而使轧制中的钢管受到张力,以达到所要求的壁厚。日本知多厂以第六架为中心使其前面的机架变速(图 3-51)。

(4) 提前附加速度给定环节:由于公共母线供电方式动态性能差,为了使动态速降小,恢复时间短,提前在产生速降前给轧制速度附加一个数值 Δn_g ,待产生速降后再自动去掉这个附加值,而在轧制完后又自动加上这一附加值,图 3-52 为提前附加给定示意图。

西德曼内斯曼二号连轧管机组利用其前三架供电方式的特点,当钢管端部通过轧机时调节转速,从而控制了钢管头尾部的壁厚增大。图 3-53 中曲线 A 是不用这种管端增厚控制时钢管沿长度方向上壁厚(直径)变化情况,曲线 B 是采用了这种管端增厚控制的。显然后者的两端壁厚减小了。

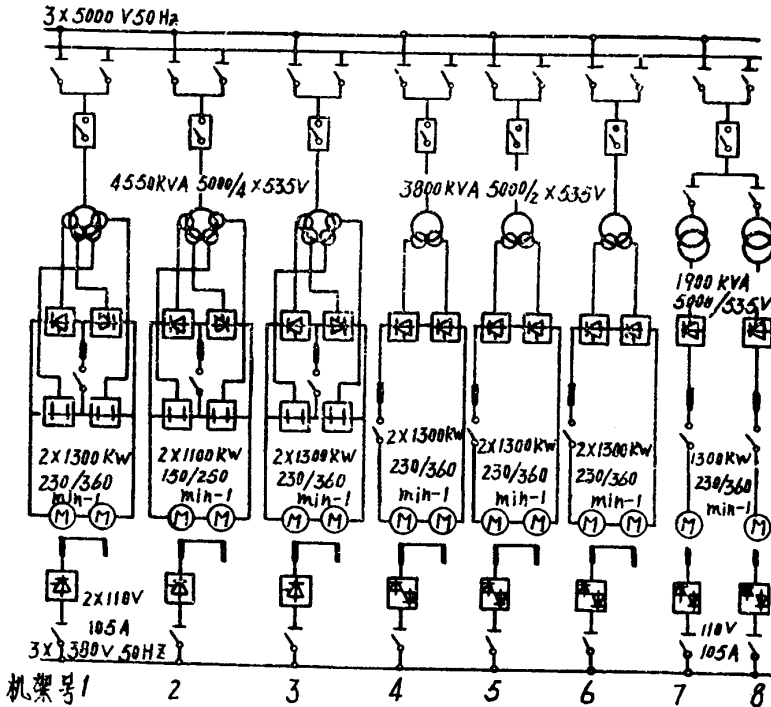


图 3-50 西德曼内斯曼连轧管机组供电图

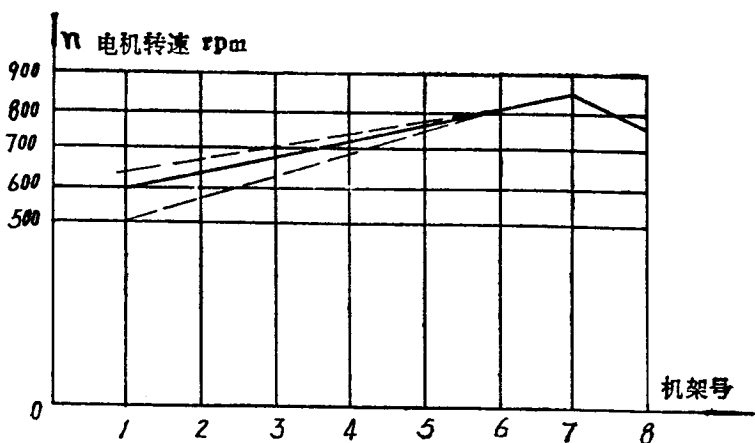


图 3-51 电机速度锥度控制图

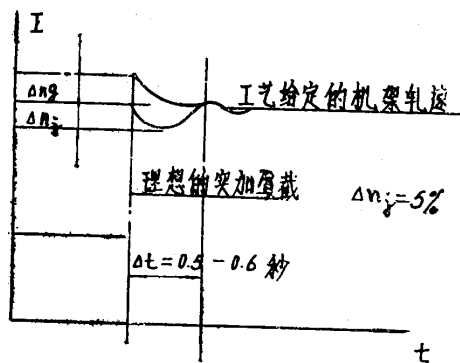


图 3-52 速度提前附加给定示意图

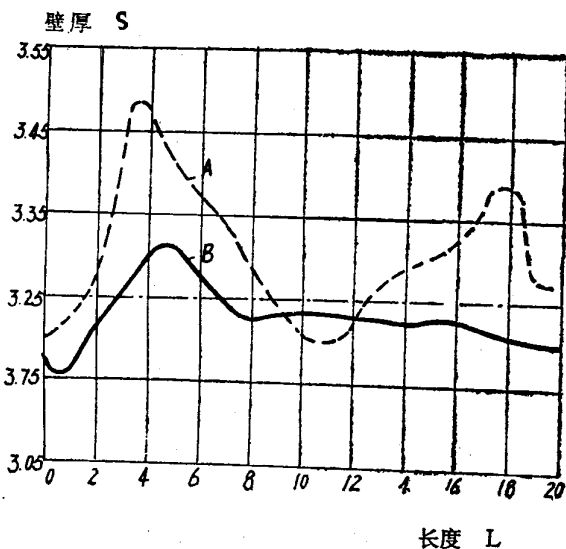


图 3-53 钢管沿长度方向上壁厚变化情况

三、计算机管理与控制

根据资料统计,现在有三台连轧管机使用了计算机。最早是西德曼内斯曼一号连轧管机组,采用两级计算装置:一台管理计算机,一台控制计算机,二者之间有电气联系。管理计算机也可用来控制操作。管理计算机先编出控制计算机的轧制程序,它能提供检查用的记录,根据用户提出的钢管尺寸,从轧制技术和经济效果两方面出发编出一个合理的轧制程序。控制计算机根据轧

制程序,提供轧管机各个加工环节的给定值和控制指令,并对每一根钢管从发料直至轧制结束进入成品库的整个轧制过程进行跟踪。

计算机的控制是根据钢管通过每台设备时的长度值,从称量管坯开始通过测量长度自动将给定值和实际长度进行比较,从而调整各轧机的轧辊位置来修正实际长度。另外,为了避免产品混淆,还要分清轧件长度范围。

日本知多厂也准备采用这种计算机控制系统。其控制方框图如图 3-54 所示。

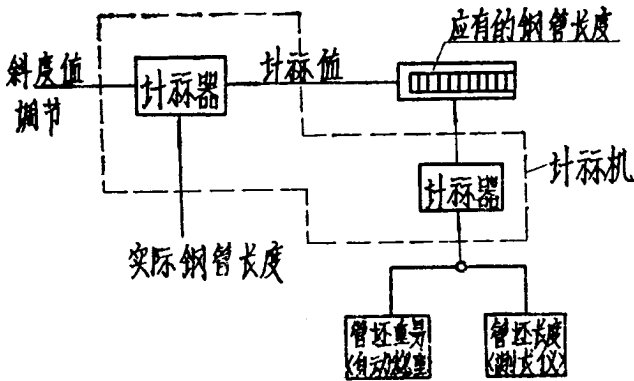


图 3-54 日本知多厂计算机控制连轧管机方框图

采用计算机提高了轧机的自动化程度。由于计算机能得到正确的信号自动进行设备调整,这就能改善产品质量和提高产品产量,并且减轻操作人员与管理人员的工作。

要实现自动化操作还必须具有能准确测出设备动作和钢管位置的检测元件,国外采用了冷热金属检测器、无触点接近开关、非接触式测长仪、热金属运动中的自动称量装置、测压仪等自动化仪表,为了监视钢管在各个加工环节中的工作情况,还采用了工业电视。

第五节 连轧管机的发展动向

一、限动芯棒连轧管机(一般简称 M.P.M.)

尽管连轧管机在小直径无缝钢管生产中得到广泛的应用,但是在采用长芯棒浮动轧制的情况下,长芯棒的制造、运输、脱棒、芯棒的热负荷限制了轧制直径

更大的钢管。几十年来人们一直在研究用短芯棒轧制长钢管的问题。1965 ~ 1967年在 A·卡尔莫斯组织下进行了一系列实验研究,1968年获得了“多机架直流电机单独传动限动芯棒、芯棒内部水冷和自动润滑的 M.P.M.”的专利。

在这种多机架限动芯棒连轧管机上轧制时,钢管套在芯棒上一起送入轧机,但是芯棒是被控制在小于轧制速度的一个恒定速度下运动,轧完后芯棒立即抽回。这样就可以用短得多的芯棒轧制较长的钢管。每组芯棒仅用 5—6 根,芯棒是中空的,可以通水冷却,以减少芯棒的热负荷,提高芯棒的使用寿命,并有可能轧制直径 168 毫米以上的无缝钢管。

意大利因西公司承担设计和制造的 $13 \frac{3}{8}$ 限动芯棒连轧管机组已于 1978 年在达尔明公司建成投产(张减机预留位置)(图 3-55),可生产直径 48 ~ 339.7 毫米的钢管,年产 35 万吨。用 170 ~ 320 毫米的方坯为原料,经环形加热炉 1、定型机 2、推轧穿孔机 3、延伸机 4、M.P. 加轧机 5、脱棒机 6、再加热炉 7、张力减径机 10 至冷床和冷锯,或者经定径机 8、矫直机而得成品。

(1) M.P.M 的主机

达尔明厂的 M.P.M 的主机与一般 8 机架连轧管机没有多大区别,其技术性能见表 3-7。

表 3-7 M.P.M 主机的技术性能表

序号	名 称		单 位	机 架 顺 序 号							
				1	2	3	4	5	6	7	8
1	轧 辊 尺 寸	公称直径	毫米	870 ~ 540				750 ~ 420			
		辊身长	毫米	500				400			
		辊颈直径	毫米	355				254			
		全 长	毫米	~ 2000				~ 1700			
2	轧 制 压 力	一般值	吨	510				250			
		最大值	吨	600				300			
3	轧 制 扭 矩	一般值	吨—米	92				22			
		最大值	吨—米	110				26.5			
4	主减速机速比			7.2	4.7	3.1	1.9	1.9	1.75	1.75	1.75
5	主 电 机	台 数		2	2	2	2	2	1	1	1
		电机性能		直流 1500kw 300 ~ 750 r.p.m. 过载系数 1.7							

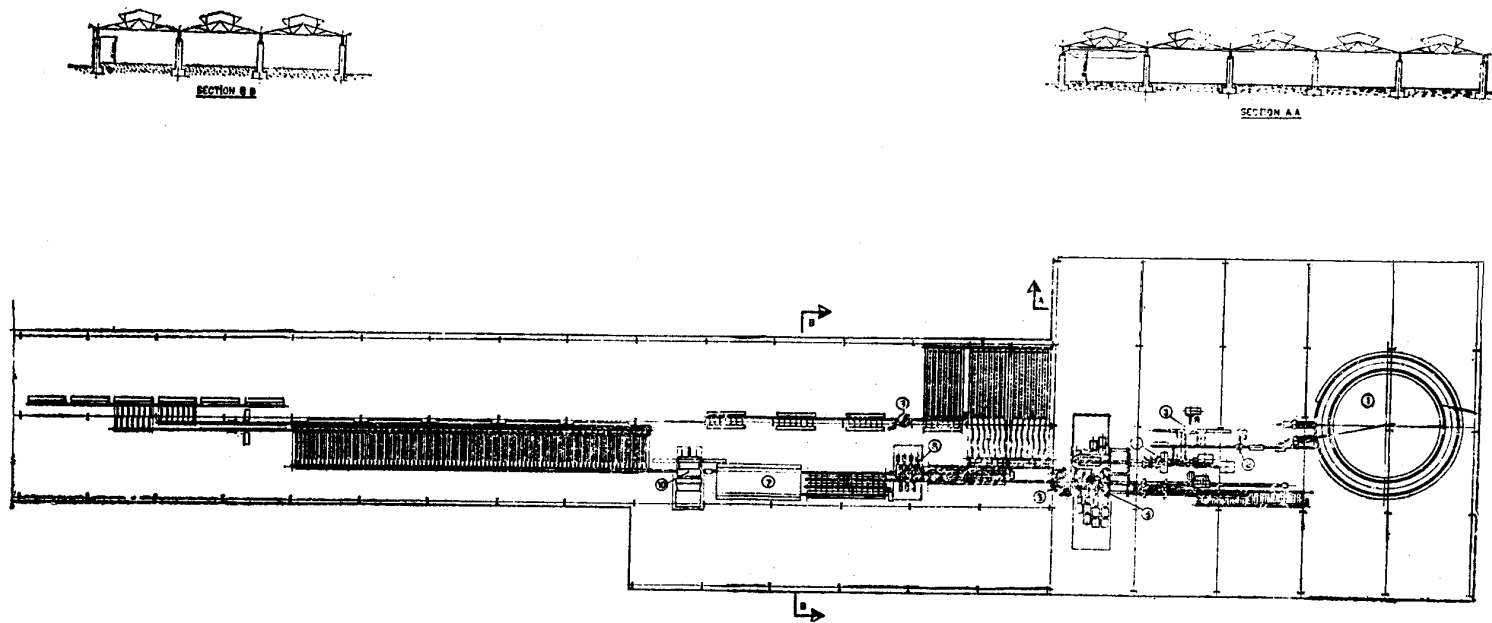


图 3-55 达尔明公司的 $13 \frac{3}{8}$ 英寸 M、P、M 机组平面图

1- 环形炉；2- 定型机；3- 推轧穿孔机；延伸机；5-M. P. M 轧机；

6- 脱管机；7- 再加热炉；8- 定径机；9- 矫直机。

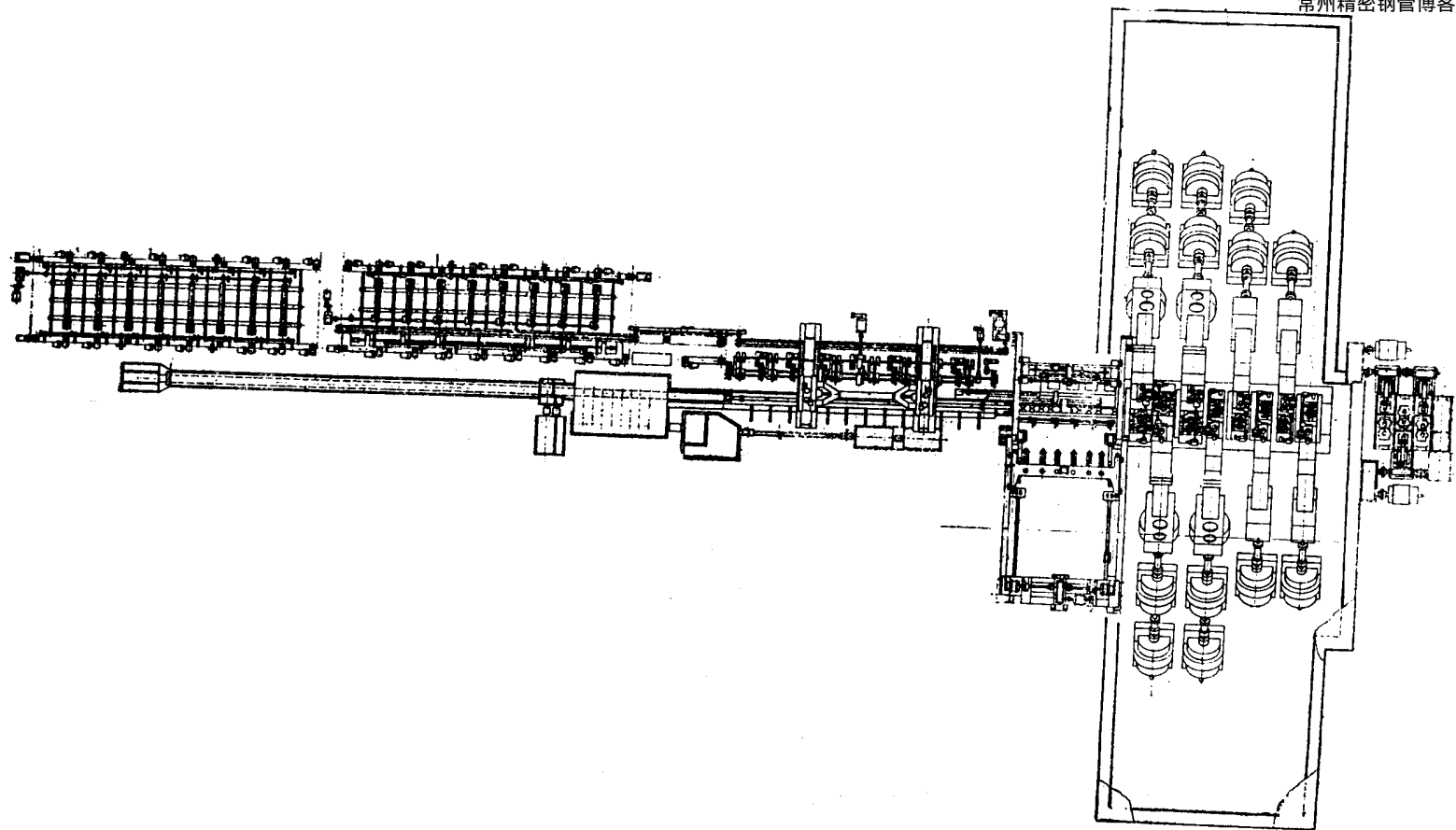


图 3-56 达尔明公司的 M.P. 轧机设备布置图

轧机的出口速度,大管为 2.5 米/秒,小管为 4.5 米/秒。

轧辊的机架间距由于设置了芯棒支持辊而各不相同,其值见表 3-8。

表 3-8 M.P.M. 轧机轧辊机架间距表

位 置	I - II	II - III	III - IV	IV - V	V - VI	VI - VII	VII - VIII
机架间距(毫米)	1430	1800	1510	1560	1510	1330	1510

主电机采用倾斜布置,总容量 20 000 千瓦。

轧机区平面布置图见 3-56。

(2) 芯棒限动装置

由齿条带动芯棒作快速穿入和返回动作,并在轧制时控制芯棒的运动速度。

快速运动分别由两台 500 千瓦 $\rho \sim 470$ 转/分的直流电机驱动两个齿轮,从上下方同齿条啮合,从而使齿条运动。限动时,由八个齿轮在上下方同齿条啮合,每个齿轮由一台 110 千瓦 $\rho \sim 500$ 转/分的直流电机带动。当快速运动时,有气动离合器使其与传动系统脱开。

芯棒快速运动速度为 6 米/秒,限动速度为 0.2 ~ 0.5 米/秒。限动工作行程为 5 ~ 5.2 米。芯棒上承受的最大拉力为 350 吨。最大拉力时芯棒的速度变化为 3%,一般负荷下为 2%。

在 M.P.M 的工业性试验中,曾采用液压缸来限制芯棒运动,液压缸由变量泵控制。据报导,由于这种控制方法速度精度不高,因而在以后的设计中已改为电动的。

芯棒速度和行程的确定是以芯棒在第三架到第五架中的热负荷最重为依据的。为使芯棒的任何一处不至重复承受第三和第五架两次高热负荷,就要求其行程小于第三架到第五架的距离。根据轧制速度即可定出芯棒的限动速度。为使芯棒磨损均匀,每次轧制要变化分棒伸出轧机的长度。

(3) 脱管机

限动芯棒轧制时,最后有一段芯棒留在钢管中,需要脱棒。为此,在轧机的出口端设置了三机架脱管机。其轧辊和地面倾斜 45° ,前后轧辊交错 90° 。钢管通过时有一定的减径量,这样,钢管从轧机中出来后,就可不停止地由脱管机将其从芯棒上脱去。

脱管机轧辊直径 720 ~ 580 毫米,辊身长 420 毫米,由一台 450 千瓦的直流电机带动,电机过载系数为 1.5。

脱管机的位置根据轧制结束时芯棒伸出机架的距离来确定。轧后芯棒要伸出 4000 毫米,因此脱管机第一机架与连轧管机最后一架的间距为 4700 毫米。

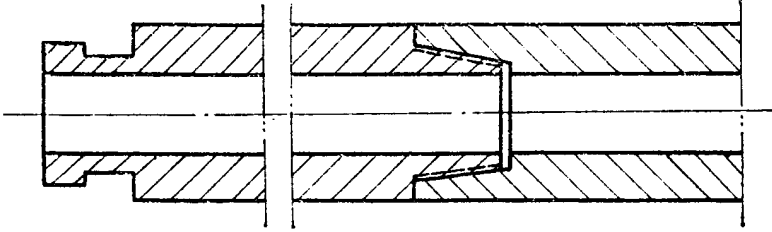


图 3-57 芯棒螺纹连接示意图

(4) 芯棒

由于芯棒在轧制中和钢管有较大的速度差,因此和钢管的摩擦就比浮动轧制时大。这样对芯棒就要有更高的要求。

芯棒的材质为 Cf—V 钢,试验时用的化学成份为: C—0.35%, Cr—5.0%, Mo—1.5% V—0.4%。为了提高耐磨性,试验中曾镀了一层厚 0.03 毫米的铬(试验证明亦可不镀铬)。芯棒总长 18.5 米,工作部分长 12 米,芯棒锥度 0.2—0.15/1000,芯棒内孔直径为外径的一半。芯棒可通水冷却。

芯棒可分段制作,用 A.P.I 标准螺纹连接,如图 3-57 所示。

轧制时芯棒连接处应避免最大负荷处。

(5) 芯棒润滑剂

实现眼动芯棒连轧的重要因素是减少钢管和芯棒之间的摩擦力,除了芯棒制造时表面光洁并略带锥度外,润滑剂起着很大的作用。

意大利采用 20% 的石墨、15% 高分子聚合物(起粘结作用)和 65% 水作润滑剂,喷到温度为 90~130℃ 的芯棒上,约经 3 秒钟即干燥而附在芯棒表面。在运送过程中注意不要破坏润滑层。

工业性试验时采用了重油加石墨的润滑剂。

(6) 孔型设计

由于轧制过程中金属流动性能的改善以及轧制结束后立即脱管,因此可以采用侧壁角小的圆孔型,延伸系数可达 6~7。

归纳起来,眼动芯棒连轧管机有以下三个主要优点:

①能用较短的芯棒轧制长的钢管(比如,可以用 12 米长的芯棒轧制长达 30 米的钢管),从而可以用连轧方法生产较大直径的钢管。同时,由于芯棒工

作条件的改善,芯棒消耗显著降低;

②由于轧制时金属应力状态的改善,芯棒速度受到控制,不存在浮动芯棒轧制时的不稳定性,不会出现“鼓肚”,并且可以使用圆孔型轧制;因此所轧钢管的尺寸精度较高,壁厚公差可达到 $\pm 6\sim 8\%$,外径公差可达 $\pm 0.7\%$ 。同时,钢管表面(尤其是内表面)质量也好;

③限动芯棒连轧时的延伸大,所以可以用厚壁、高温的荒管,这样,连轧后的钢管温度就比较高,有可能不再加热进行定径,从而可以节省燃料和电能。

目前的情况是,限动芯棒连轧方法不仅用于大管生产,在中小直径钢管生产中也可以发挥其优点。如前所述,法国圣索夫厂新建的127毫米连轧管机组就已采用了限动芯棒连轧的方法。据知,意大利因西公司已经设计了250毫米限动芯棒连轧管机。这样,限动芯棒连轧管机就有了大中小三种规格的机组,形成了系列。

二、工艺流程方面的简化

连轧管机前台部分是个薄弱环节,缩短穿棒、送管等辅助工序时间,就能进一步缩短轧制周期。

法国瓦卢勒克公司1977年建的 $\phi 27\sim 127$ 毫米连轧管机组,用穿孔机的顶杆作为连轧管机的芯棒。穿孔后顶杆不抽出,而直接送往连轧管机进行轧制。脱棒后芯棒(顶杆)返回穿孔机重复使用。这样,不但缩短了连轧管机的轧制周期,也减少了穿孔机的轧制周期,能提高生产率。但穿孔机的芯棒过长,生产上有无困难,以及芯棒润滑剂如何喷涂,效果怎样等,皆有待于实践验证。

三、连轧管机前增加荒管减径机

西德曾在曼内斯曼一号连轧管机上作过试验,并已正式使用,在连轧管机前增设2至6架三辊减径机,将穿孔机轧制荒管予以减径。减径机由交流电机集中传动。

增设荒管减径机可以给连轧管机提供外径精确的荒管。在西德,穿孔后荒管的头尾直径差达5毫米,因而进入连轧管机会影响轧制过程的稳定,通过荒管减径机就可消除荒管长度上的直径差。把荒管减径机的级数增加到6至7架就可用一种直径的管坯,给连轧管机提供两种直径的荒管,这样就可能把管坯的规格简化到一种,有利于生产管理。

采用荒管减径机还为采用连铸圆坯创造了条件,因为只生产一种直径的

圆坯,可以简化连铸坯的操作,减少停工时间,减少备品备件,在经济上是合理的。

四、提高轧制钢管的质量,减少金属损耗

从连轧管机出来的钢管还要经过张力减径机轧制成成品管,因而提供优质的钢管减少成品管的切头损失,是各国都在研究的一个课题。

西德和日本采用电气控制转速的办法来控制钢管头尾增厚已经获得一定效果。其方法是在轧前端时,后边的3—5个机架逐渐升速,而当轧后端时,前边的3—5个机架逐渐减速。

苏联则采用机械办法来控制头尾部的壁厚,即当钢管的头尾通过七机架连轧管机时,临时增大第五、第六两机架的压下量,而当钢管中部通过时,压下量恢复正常(参见本书第十章图10-28所示的机构)。 $\phi 66 \times 6.0$ 钢管的轧制试验表明,当没有这种附加压下时,前端增厚区长度为1.2~2.0米,增厚值0.3毫米。后端长度为2.0~3.0米,增厚值为0.35毫米。采用附加压下后,钢管前端增厚值减少到0.2毫米,而尾部不超过0.15毫米。这种工艺办法使轧制压力显著增加,压力从一般情况下的61—78吨,上升到91~130吨。

第四章 三辊轧管机组

三辊轧管机是一种用长芯棒轧制的斜轧机。由于它是 1932 年美国阿塞尔发明的,所以通常也叫阿塞尔轧机。世界上第一台工业生产用的三辊轧管机于 1935 年在美国的蒂姆肯滚珠轴承公司,伍斯特厂投产。这种轧管机适于生产精度高的厚壁管,在第二次世界大战期间,为适应军事工业的需求,在美国得到了发展和推广。目前,三辊轧管机已成为现代化无缝钢管生产的重要设备之一。它主要用于生产高精度的轴承钢管和各种碳钢以及合金结构钢管。

第一节 三辊轧管机的生产特点

三辊轧管机的三个带台肩的轧辊互成 120° 等距布置在轧制中心线周围。荒管在芯棒和三个轧辊间辗轧、旋转前进。钢管在轧辊的均整段和出口锥均整壁厚和规圆外径,因而可获得内外表面质量好、尺寸精度高的钢管。

用电机通过联动机构灵活地调整轧辊开口度,再配合更换相应直径的芯棒,可以迅速变换产品规格,因此适于小批量多品种的钢管生产。产品规格范围一般为直径 50 ~ 200 毫米,壁厚 5 ~ 45 毫米,长度可达 10 米。对一般的三辊轧管机来说,钢管外径和壁厚的比值(D/S)限制在 12 以下,而对新型的三辊轧管机,即特朗斯瓦尔型三辊轧管机来说,直径和壁厚的比值可扩大到 15,甚至可达 35 ~ 50。

三辊轧管机组的一般工艺流程是先将圆管坯在加热炉里加热到 $1100^\circ\text{C} \sim 1250^\circ\text{C}$ 经定心后在斜轧穿孔机上穿孔,再在三辊轧管机上延伸。延伸过的钢管在抽出芯棒后被送到再加热炉加热到 900°C 左右,经定、减径机定、减径、并在回转定径机上规圆外径。经冷却、精整后即成成品管。

第二节 国外的三辊轧管机组

目前国外约有三辊轧管机组二十七套,其中九套是特朗斯瓦尔型。此外,捷克斯洛伐克将于1979年建成一套特朗斯瓦尔型三辊轧管机组,设备由英国制造。波兰也准备建设这种新型轧管机组。国外三辊轧管机组的建设情况及其主要参数见表4-1、表4-2。

三辊轧管机多是单独配置在三辊轧管机组中,但也有与其他型式的轧管机并列布置的,即把三辊轧管机同连轧管机或自动轧管机平行布置,共用加热炉、穿孔机和精整设备。如美国就有五套是并列布置的,其中格里厂和安布里奇厂的同连轧管机并列(参见图3-14),其余三套同自动轧管机并列。日本住友尼崎厂原有一套三辊轧管机同自动轧管机并列布置的机组(参见图4-33),最近已将三辊轧管机拆除。

并列布置的目的主要是为了扩大产品品种。由三辊轧管机生产高精度厚壁管,而由连轧管机和自动轧管机生产一般精度的、壁厚较薄的钢管。

表4-1 国外三辊轧管机组的建设情况

国家	公司及厂名	产品规格, (毫米)	生产能力 (吨/年)	建设 时间	芯棒型式	配置 方式	设备制造厂	备注
美 国	蒂姆肯滚珠轴承公司·伍斯特厂	45~89	65000	1935	全浮	单独	布劳—诺克斯	配三辊穿孔机 特朗斯瓦尔型
	美国钢铁公司国家钢管公司·格里厂	25.4~89		1950	全浮	并列	布劳—诺克斯	
	蒂姆肯滚珠轴承公司·坎顿厂	51~140	80000	1953	半浮,回退	并列	布劳—诺克斯	
	巴布科克—威尔科克斯公司·比弗福尔斯厂	51~165		1957	半浮,回退	并列	布劳—诺克斯	
	科帕韦德钢公司俄亥俄钢管公司·谢尔比厂	51~152		1954	全浮	并列	布劳—诺克斯	
	美国钢铁公司·格里—埃尔伍德厂	51~102		1968	半浮	单独	A.S.E.C.	
	蒂姆肯滚珠轴承公司·坎顿厂	51~209		1973	全浮	单独	A.S.E.C.	

国家	公司及厂名	产品规格, (毫米)	生产能力 (吨/年)	建设 时间	芯棒型式	配置 方式	设备制造厂	备注
	巴布科克—威利科克斯公司·安布里奇厂	53—216		1977		并列	A.S.E.C. 瓦卢勒 克公司	特朗斯 瓦尔型
	蒂姆肯滚珠轴承公司·盖姆布利纳斯厂	89—203		1978		单独	A.S.E.C.	特朗斯 瓦尔型
	滚珠轴承公司·克雷弗尔德厂	58—178 (48—120)		1956	全浮	单独	M—M	
	滚珠轴承公司·克雷弗尔德厂	32—103		1970	全浮	单独	M—M	
西德	弗·迈尔—丁斯拉肯厂	164—210		1968	全浮	单独	M—M	
	曼内斯曼钢管公司							
	滚珠轴承公司·霍福尔斯厂	120—250	120000	1054	全浮	单独	M—M	
瑞典	滚珠轴承公司·霍福尔斯厂	75—175	60000	1961	全浮	单独	M—M	
	滚珠轴承公司·霍福克斯厂	40—90		1904	全浮	单独	M—M	
	住友金属工业公司·尼崎厂	76—203		1906	全浮, 半浮,回退	并列	布劳— 诺克斯	已被 拆除
日本	山阳特殊钢公司	50—200	60000	1970	全浮,	单独	瓦卢勒 克公司	特朗斯 瓦尔型
意大利	法尔克钢铁公司	50—165	50000	1968	全浮	单独	有劳— 诺克斯, 瓦卢勒 克公司	特朗斯 瓦尔型
法国	瓦卢勒克公司·奥尔努瓦厂	20—75 (21—60)	1952	全浮	单独	布劳— 诺克斯		
	瓦卢蒂艾公司·蒙巴尔厂	50—165	60000	1967	全浮	单独	布劳— 诺克斯	特朗斯 瓦尔型
	钢管投资公司·德斯福尔德钢管公司	51—140 (3"—6½")	50000	1954	全浮	单独	布劳— 诺克斯	

国家	公司及厂名	产品规格, (毫米)	生产能力 (吨/年)	建设 时间	芯棒型式	配置 方式	设备制造厂	备注
英国	钢管投资公司.德斯穆尔德钢管公司	45—203	50000	1964	全浮	单独	市劳— 诺克斯	配三辊 穿孔机
	钢管投资公司.德斯福尔德钢管公司	38—152	50000	1972	全浮 特朗 斯瓦尔型	单独	A.S.E.C. 瓦卢勒 克公司	配三辊 穿孔机
西班牙	Tubacex	3/4" ~ 2 5/8"	1976	全浮	单独	瓦卢勒 克公司	特朗斯 瓦尔型	
苏联	第一乌接尔新钢管厂	40—160	120000	1952	全浮	单独		
	李卜克内西钢管厂	73—208	137000	1963	全浮	单独	两台	
	沃利斯克钢管厂	50—200	380000	在建中				
捷克斯 洛伐克	霍穆托夫国营钢管和钢铁厂			1979		单独		配三辊 穿孔机
波兰					全浮		山阳特殊 钢公司	特朗斯 瓦尔型

表 4-2 国外几台三辊轧管机的主要技术参数

厂或机组名称	产品规格 (毫米)	主电机	轧辊转速 (转/分)	轧辊尺寸 (毫米)	辗轧角	送进角
日本尼崎厂	Φ76—203	1500 千瓦, 400—600 转/分, 直流	170—255	387—431	3(+)	3—8°
日本山阳特钢	Φ50—200	2000 千瓦, 直流	127—380	320—460	3(+)	0—12°
苏联 160 机组	Φ40—160	1250 千瓦, 直流, 400—700 转/分 (750 伏), 230—430 转/分 (430 伏)	150—280	Φ505 - 430 × 320 Φ355 - 300 × 300	3—7° (-)	3—9°
苏联 200 机组	Φ73—203	2000 千瓦, 直流, 360—760 转/分	95—280	Φ550 - 520 × 370 Φ470 - 490 × 370	3—7° (+)	0—10°
美国坎顿厂	Φ50—125	1470 千瓦, 直流	110—200	457—380	3(+)	3—10°

苏联在沃利斯克钢管厂新建的 50—200 机组(图 4-1)采用了两台三辊轧管机并列布置的方案。该机组的设计年产量为 38 万吨,其生产工艺过程如下:

管还在 600 吨水压机上折断或在 1000 吨剪断机上剪断后,装入直径 26 米的环形加热炉中加热。气动定心后进行穿孔。由穿孔机出来的荒管经三辊轧管机轧后抽出芯棒,立即送入步进炉中再加热。 $\phi 70-140$ 毫米的钢管经 12 机架定径机减径。减径后的钢管经感应炉加在到 $960 \sim 1040^{\circ}\text{C}$,在三辊回转式定径机上定径。直径大于 140 毫米的厚壁管从步进炉中通过,但不加热、不减径、而直接由三辊定径机定径。定径后的钢管用空气吹冷或喷水冷却,然后送到冷床上。该机组中设置了七座长 135 米的辊底式炉进行轴承钢管的退火热处理。此外,还设有七台冷轧管机和相应的精整加工设备。

其它国家的三辊轧管机都是单独布置的。一些机组的平面布置见图 4-2 ~ 图 4-9。

应当指出,在苏联李卜克内西钢管厂的 50—200 机组中,穿孔后的荒管是以后端先进轧管机的。主要理由是穿孔后的荒管前端直径较大,对轧管机咬入不利,另外荒管后端因有缩口,轧制前芯棒不易插入。但是,这种布置形式要使穿孔机和轧管机的主机座同处于一台吊车下面,换辊时操作不便。所以这种工艺布置形式没有被其它各国所采用。

钢管回转定径是三辊轧管机组必不可少的工序。苏联第一乌拉尔新钢管厂 160 机组原来是将 5 机架定径机和回转定径机平行布置的,钢管或经三辊回转定径机或经 5 机架定径机定径。但生产实践表明,钢管只经一般定径机而不经回转定径机定径的工艺是不合理的,钢管的外表面质量和同心度得不到保证。所以在该机组改建中已将 5 机架定径机与三辊回转定径机串列布置在工艺流程作业线上。

除苏联的两套三辊轧管机组采用三辊式回转定径机而外,其它各国多采用二辊式回转定径机。

与二辊式回转定径机相比,三辊式回转定径机的优点是省去了导板装置,便于更换品种(只需改变轧辊间距即可),轧辊磨损也小。

三辊回转定径机的结构同三辊轧管机相似,轧辊的形状也差不多,只是没有台肩部分。

苏联李卜克内西钢管厂和日本山阳特钢的三辊轧管机组的产品规格范围相同,主电机功率也相同(2000 千瓦),可是两个机组的回转定径机却有很大差别。苏联采用了三辊式回转定径机,主电机功率为 480 千瓦;而日本采用的是二辊式回转定径机,由两台 75 千瓦的直流电机分别带动。

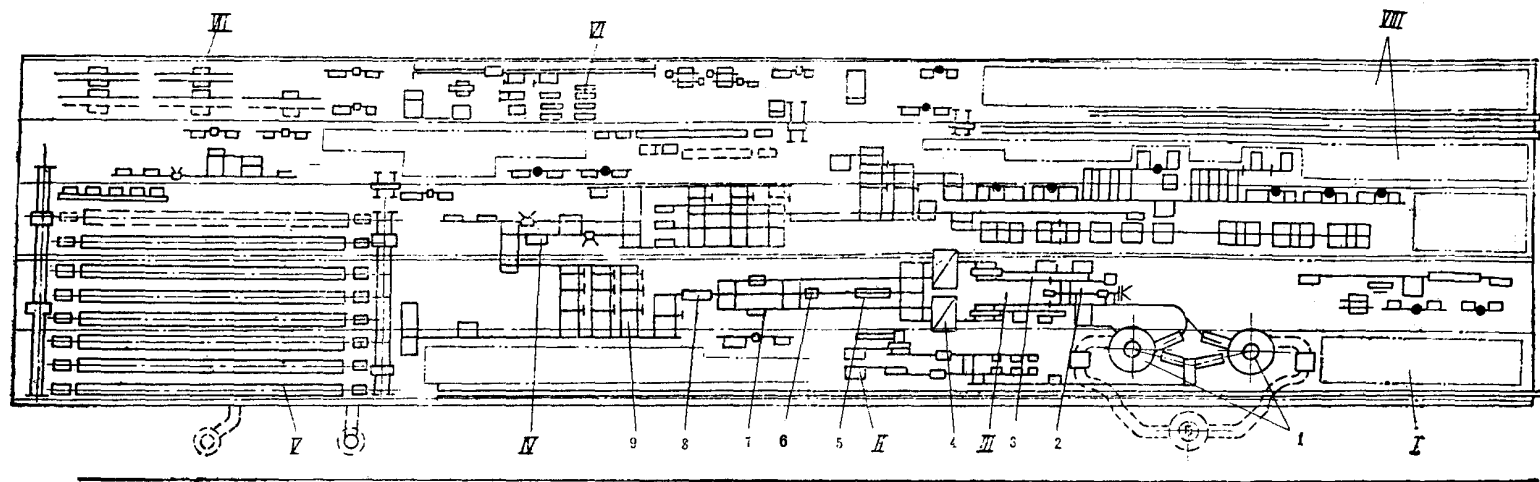


图 4-1 苏联沃利斯克钢管厂 200 三辊轧管机组平面图

I - 管坯仓库；II - 管坯准备；III - 热轧机组；IV - 精正机组；V - 热处理设备；VI - 酸洗间；
VII - 冷轧管设备；VIII - 成品仓库。

1 - 环形炉；2 - 穿孔机；3 - 三辊轧管机；4 - 步进式再加热炉；5 - 12 机架定径机；6 - 威应
加热炉；7 - 三辊定径机；8 - 喷水冷却装置；9 - 冷床。

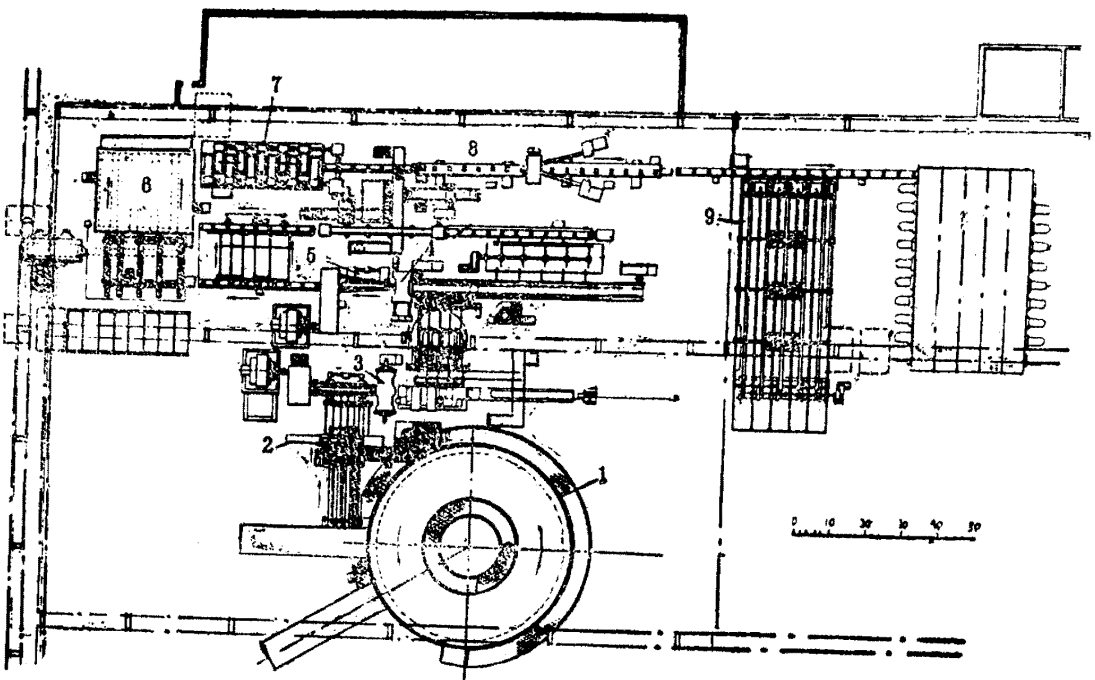


图 4-2 英国德斯顿德钢管公司一号三辊轧管机组平面布置图

- 1- 环形加热炉；2- 定心机；3- 穿孔机；4- 三辊孔管机；5- 脱棒机；6- 再加热炉；
7-11 机架减径机；8- 三辊回转定径机；9- 冷床。

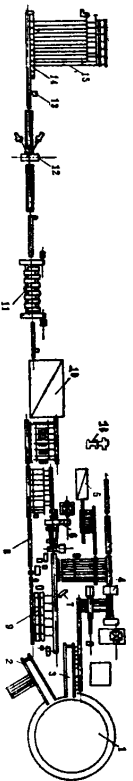


图 4-3 英国德斯顿德钢管公司二号三辊轧管机组平面布置图

- 1- 环形加热炉 2- 装料机 3- 出料机 4- 穿孔机 5- 荒管再加热炉 6- 三辊轧管机；
7- 轧管机操作台 8- 芯棒抽出机 9- 芯棒冷却装置 10- 再加热炉 11- 11 机架减径机 12- 回转
定径机 13- 取样用热锯 14- 淬火槽 15- 冷床 16- 三辊轧管机换辊调整机构。

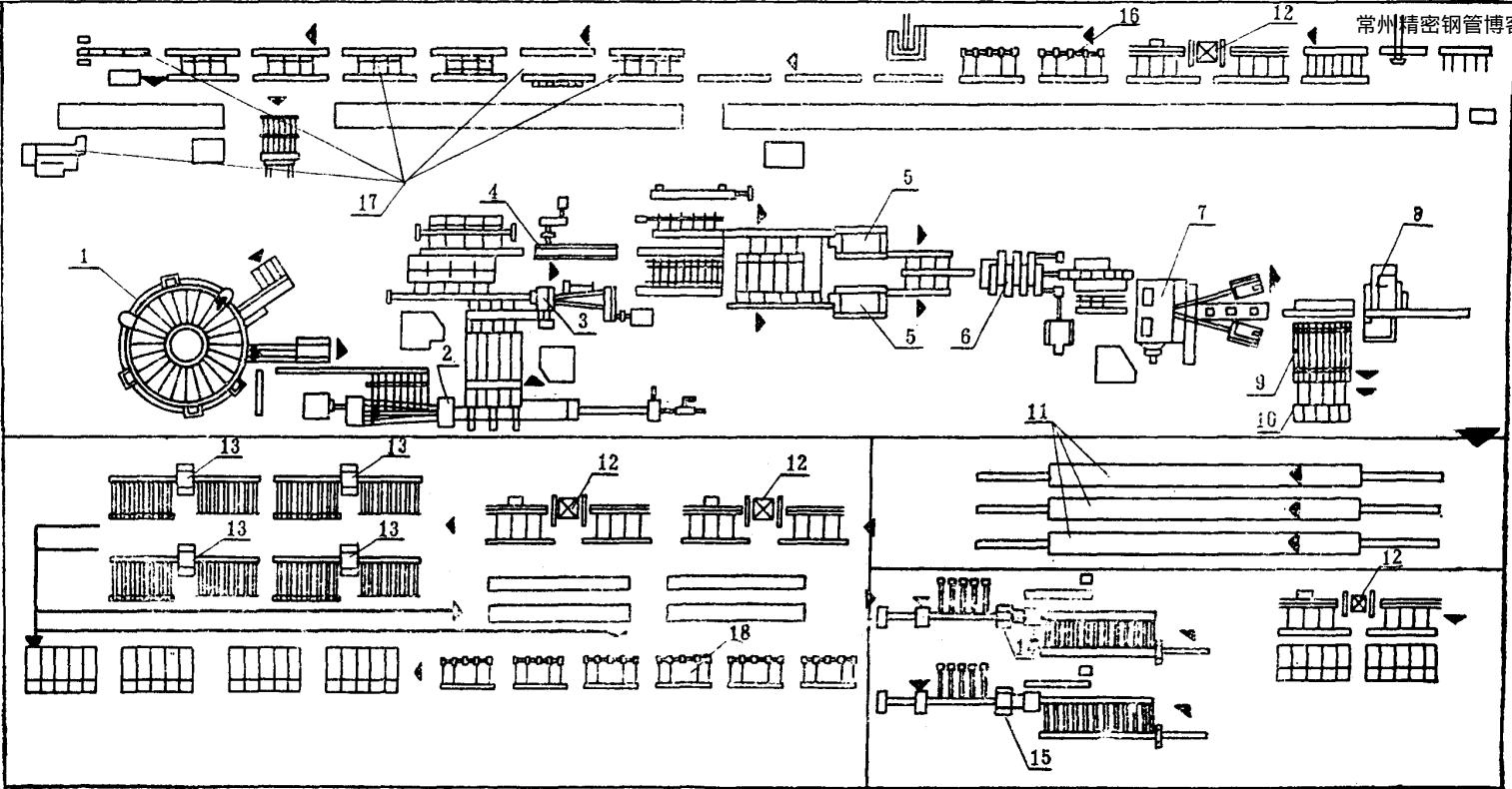


图 4-4 西德克雷弗尔德厂一号三辊轧管机组平面布置图

- 1- 环形加熟炉; 2- 穿孔机; 3- 三辊轧管机; 4- 脱棒机; 5- 再加热炉; 6-7 机架定径机;
- 7- 二辊式回转定径机; 8- 锯; 9- 冷床; 10- 称; 11- 辊底式连续退火炉; 12- 矫直机; 13- 锯齿;
- 14-4¹/₂" 冷轧管机; 15- 2¹/₂" 冷轧管机; 16- 剥皮机; 17- 裂纹探测, 检查、修后、切割等设备。

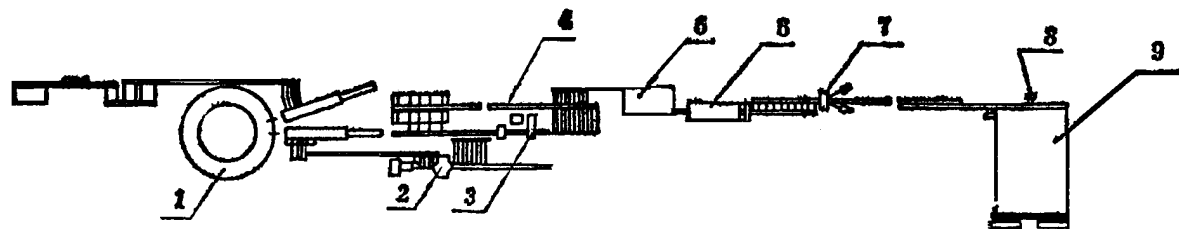


图 4-5 日本山阳特钢三辊轧管机组平面布置图

1- 环形加热炉；2- 穿孔机；3- 特朗斯瓦尔型三辊轧管机；4- 脱棒机；5- 再加热炉；

6. 14- 机减径机；7- 二辊式回转定径机；8- 热锯；9- 冷床。

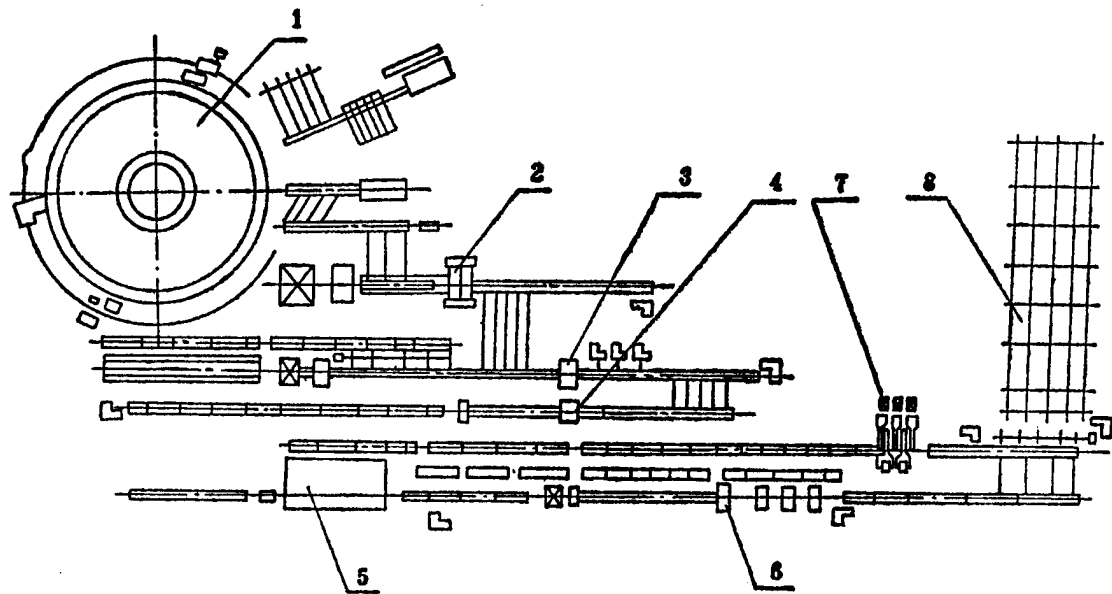


图 4-6 苏联第一乌拉尔新钢管厂三辊轧管机组平面布置图

1- 环形加热炉；2- 穿孔机；3- 轧管机；4- 脱棒机；5- 再加热炉；

6- 三辊回转定径机；7- 定径机；8- 冷床。

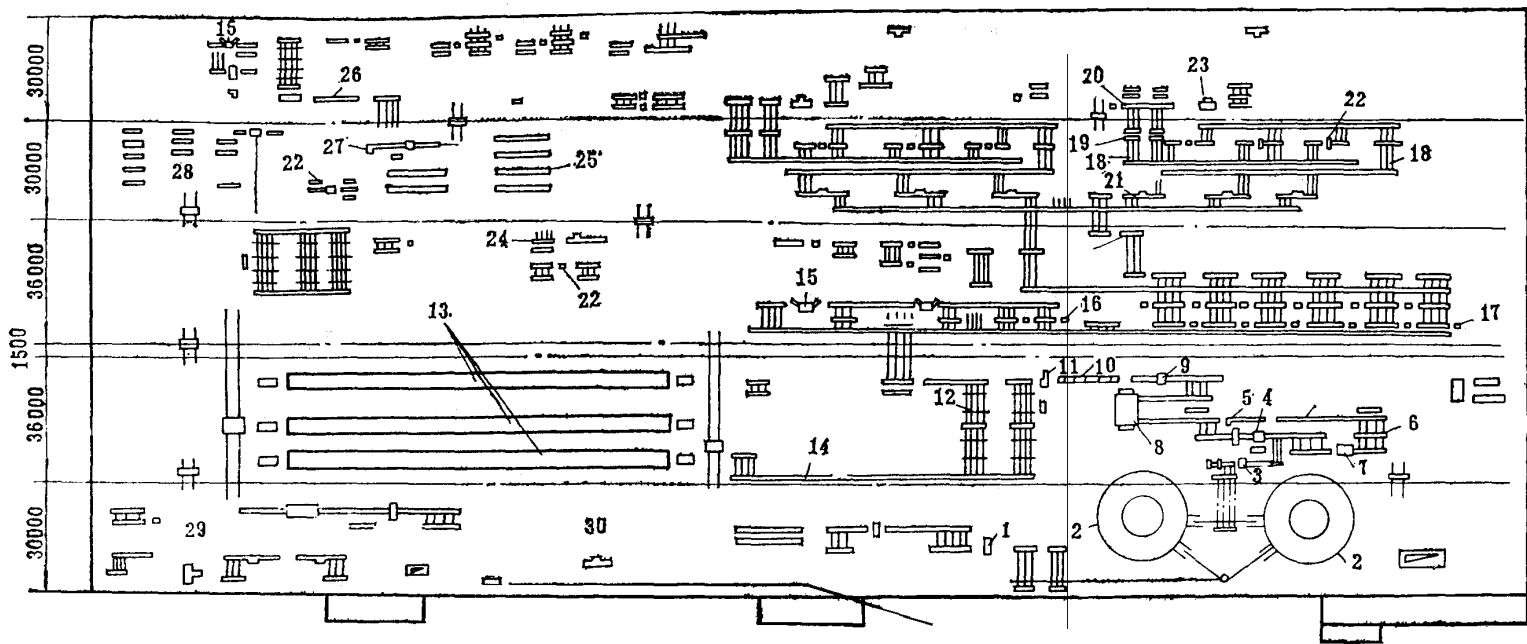


图 4-7 苏联李卜克内西钢管厂三辊轧管机组平面布置图

- 1-坯料折断机；2-环形加热炉；3-穿孔机；4-三辊轧管机；5-脱棒机；6-芯棒冷却槽；
 7-涂油装置；8-再加热炉；9-三辊回转定径机；10-喷冷装置；11-圆盘锯；12-冷床；13-热处理炉；
 14-辊道；15-矫直机；16-硬度计；17-切头机；18-检查台；19-磅；20-打印机；21-剥皮机 22-切管机；
 23-涂油装置；24-镗床；25-冷轧管机；26-退火炉；27-冷拔机；酸洗工段；29-芯棒加工工段；
 30-坯料场；31-成品堆放场。

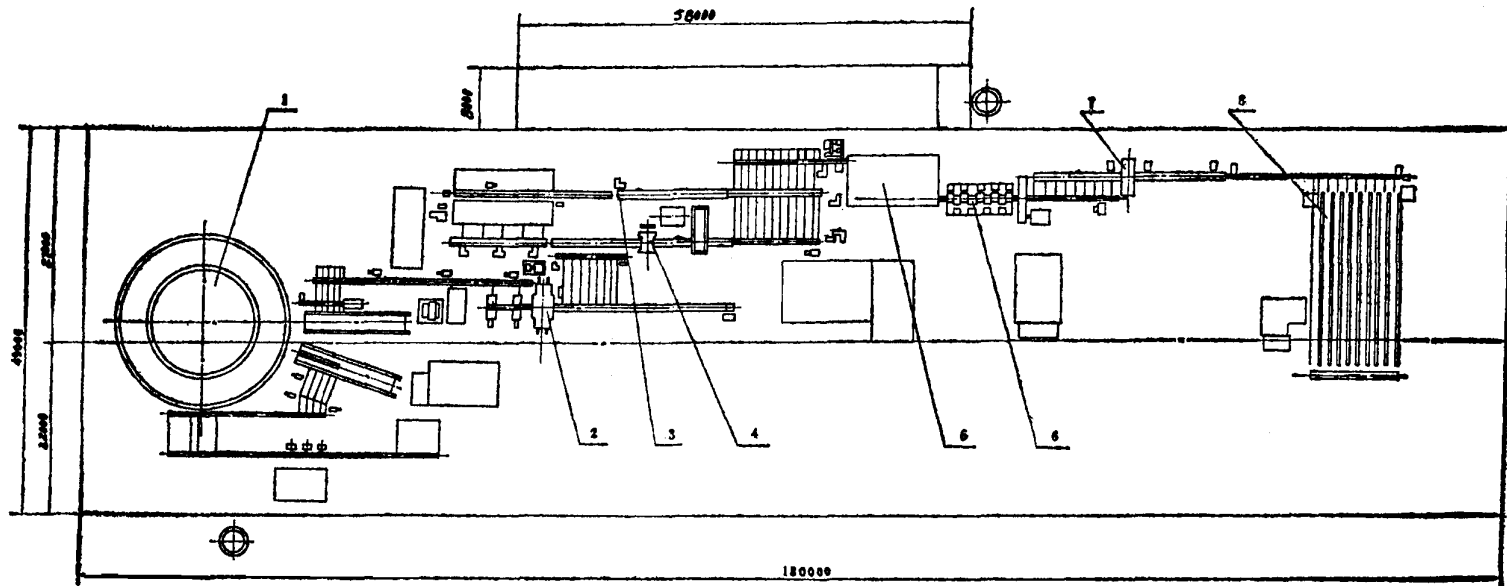


图 4-8 波兰三辊轧管机组平面布置图(日本给波兰的报价资料)

- 1- 环形加热炉; 2- 穿孔机; 3- 三辊轧管机; 4- 脱棒机; 5- 再加热炉; 6- 9 机架定径机;
7- 三辊回转定径机; 8- 冷床;

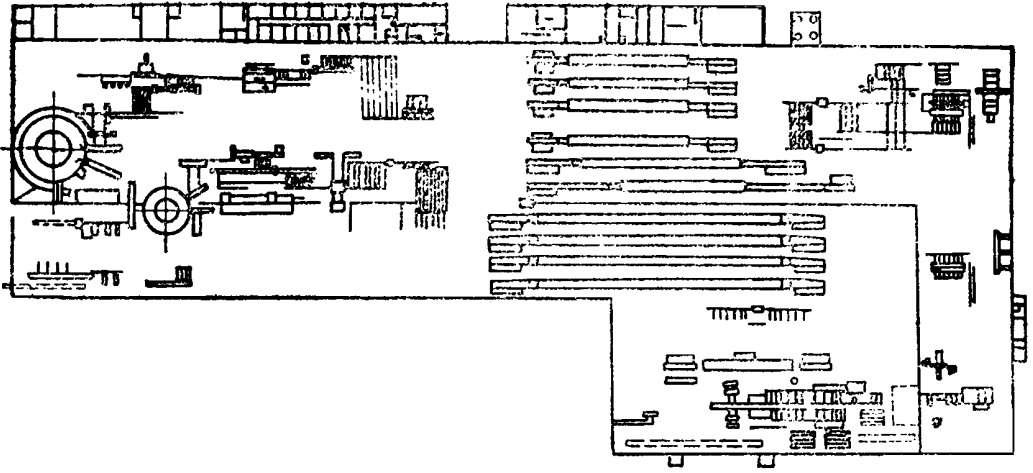


图 4-9 瑞典霍福尔斯厂三辊轧管机组乎面布置图

自从六十年代三辊穿孔机出现以来,至今已有一套三辊轧管机组采用了这种穿孔机。捷克斯洛伐克正在制造中的三辊轧管机组也将采用三辊穿孔机。

三辊轧管机的芯棒操作方式大都是全浮式,因为这种操作方式具有前台结构简单,操作方便,轧制周期短,生产率高等优点。而且钢管承受自然变形状态(回退式和半浮式变形较复杂),钢管质量好,有助于避免尾端喇叭口的形成,适于轧制 D/S 值较大的薄壁管。同合,钢管内径与芯棒之间的间隙是随 D/S 值的增大而增大的,这样就更有利于脱棒。所以新型特朗斯瓦尔三辊轧管机全都采用全浮式芯棒操作。

在轧制管壁较厚的钢管时,不宜采用全浮操作方式。因为从轧制到脱棒延时较长,芯棒的热胀和管壁的冷缩较强,加之厚壁管的内径与芯棒之间的间隙本来就小,因而会使脱棒更加困难。根据日本住友金属工业公司尼崎厂的生产经验,各种芯棒操作方式适于生产钢管的壁厚范围如下:全浮式, $D/S = 4 \sim 12$;半浮式, $D/S = 4 \sim 10$;回退式, $D/S = 2.5 \sim 8$ 。美国坎顿厂 140 机组和比弗福尔斯厂早年建设的三辊轧管机组采用半浮和回退式,以生产厚壁管为主;日本住友金属工业公司尼崎厂采用全浮、半浮和回退式,以生产壁厚范围较大的钢管。

美国是三辊轧管机拥有台数最多的国家。其它各国的三辊轧管机有不少是美国制造的。美国也制造特朗斯瓦尔型三辊轧管机,除了为本国建造了三台而外,还为其它国家制造了三至四台。

西德在三辊轧管机制造方面也有比较成熟的经验,并已自成系列。西德所制造的三辊轧管机规格见表 4-3。

除了本国使用的四台而外,西德还为瑞典制造了三台三辊轧管机。

英国和日本也分别开始为捷克斯洛伐克和波兰制造特朗斯瓦尔到三辊轧管机。

苏联的三辊孔管机都是自己制造的,并且在设备结构和布置上别具一格,与众不同。

表 4-3 西德所制造的三辊轧管机的主要技术参数

型 号	AW360	AW550	AW650
项 目			
成品管直径,毫米	50—90	70—170	90—240
成品管最大长度,毫米	8000	10000	10000
管坯直径,毫米	60—100	90—180	120—250
管坯最大长度,毫米	3000	3000	3000
生产能力 根/时	150	120	90
吨/年	40000	80000	130000
穿孔机电机功率,千瓦	850	2000	3500
轧管机电机功率,千瓦	450	1250	2500

第三节 三辊轧管机的结构型式

按目前已投产的三辊轧管机的结构型式可归纳为一般结构的三辊轧管机和特朗斯瓦尔型三辊轧管机两种。

一、一般结构的三辊轧管机

如图 4-10 所示,一般结构的三辊轧管机的三个轧辊轴承分别装在两个牌坊内。入口侧的回转牌坊可绕轧制线回转,以调整送进角。辗轧角和孔喉大小由设在机座出口两侧的两台电机分别进行调整。轧辊的双列圆锥滚柱轴承装在轴承座的球面外套上。球面支承允许轴向位移,以适应送进角和辗轧角的调整。主传动装置设在机座的出口侧,轧制后的钢管从主减速机中通过。

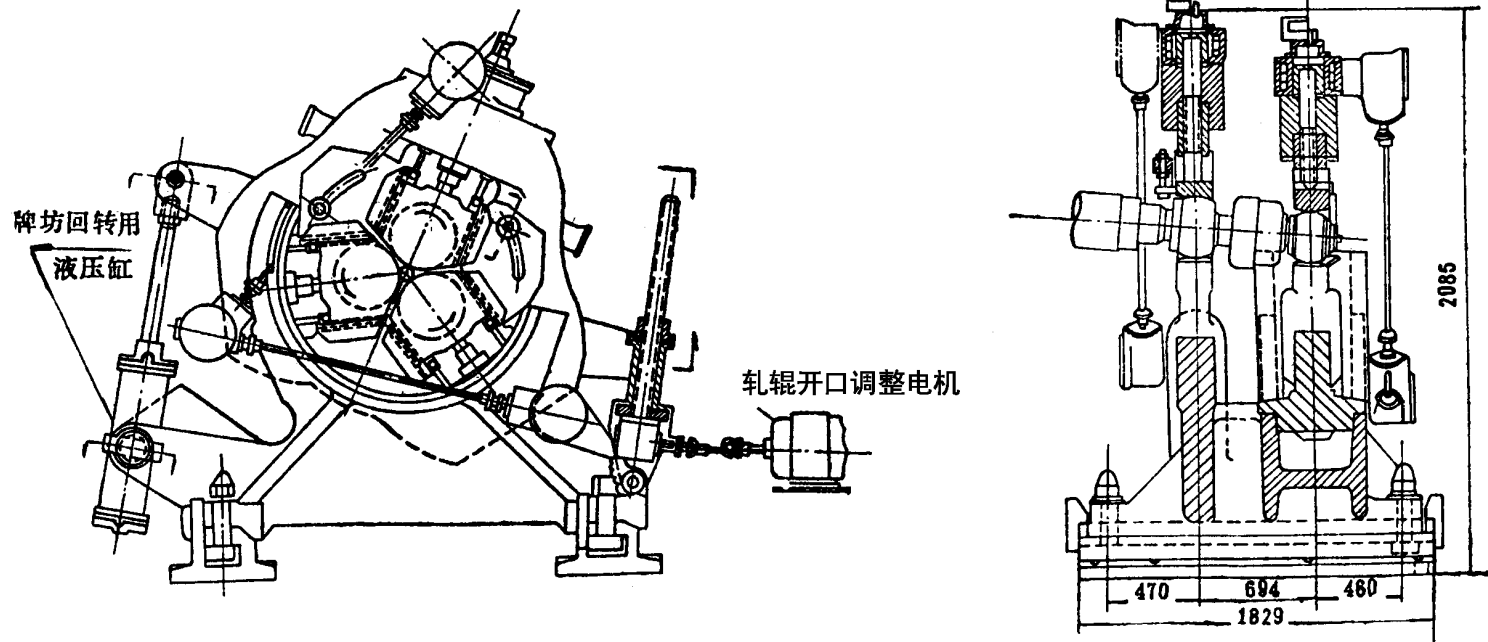


图 4-10 日本住友公司尼崎厂的三辊轧管机

苏联 160 三辊轧管机的主传动装置设在轧机的入口侧(图 4-11)。由于轧辊的圆周速度是逐渐降低的,所以这种传动布置形式不能适应纵向变形速度逐渐增加的要求,从而导致滑移增大,轧辊磨损严重,加剧管端横轧,易于造成尾端三角形。

该轧机的三个轧辊分别放置在单独的转鼓内,通过蜗轮减速机来调整送进角。这种调整方式难以使三个轧辊的送进角完全相同,而且调整不便。三个轧辊的开口度分别由三台同步电机来调整。辗轧角是由轧辊轴承座的斜度来决定,调整也不方便。如上所述,这台轧管机的结构是不合理的,因而其它国家都没有采用这种结构型式。

西德弗一迈尔丁斯拉肯厂投产了一台穿轧两用的三辊轧管机,见图 4-12。其轧辊孔型设计比较特殊,可以通过改变轧辊倾角来实现穿孔或轧管。前后台设备的结构可以满足穿孔和轧管的不同要求。

各国的三辊轧管机一般都是在送进角 $\alpha = 3^\circ \sim 12^\circ$, 辗轧角 $\beta = 3^\circ \sim 7^\circ$ 的范围内调整。美英等国取 $\beta = 3^\circ$, 只有苏联 $\beta = 7^\circ$ 。对于出口侧传动的三辊轧管机来说,在结构允许的条件下,应力求增大辗轧角。

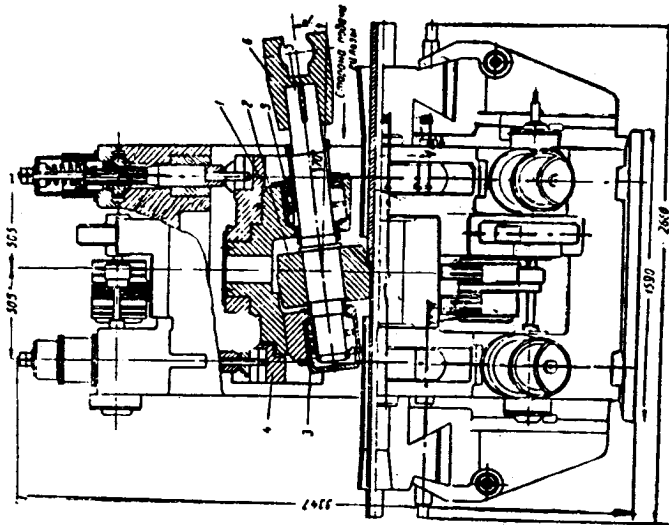


图 6-11 苏联 160 三辊轧管机

图 4-11 苏联 160 三辊轧管机

一般结构的三辊轧管机的成品管直径与壁厚比限制在 $D/S = 4 \sim 12$ 的范围内。这是由于在轧制过程中,随着管壁的减薄会导致后卡。因为在荒管尾端轧出之前,由于受到荒管前面部分的牵制尚不致形成三角形;但当尾端即将轧出时,前面部分的牵制作用已不存在,如果管壁较薄,轧制速度较高,就会形成尾端三角形,甚至管端开裂,卡在轧辊中。管壁越薄,越容易产生这种三角形喇叭口。为了能在三辊轧管机上生产管壁较薄的钢管,近年来法国、日本、西德和苏联等国都进行了大量的科学研究工作。

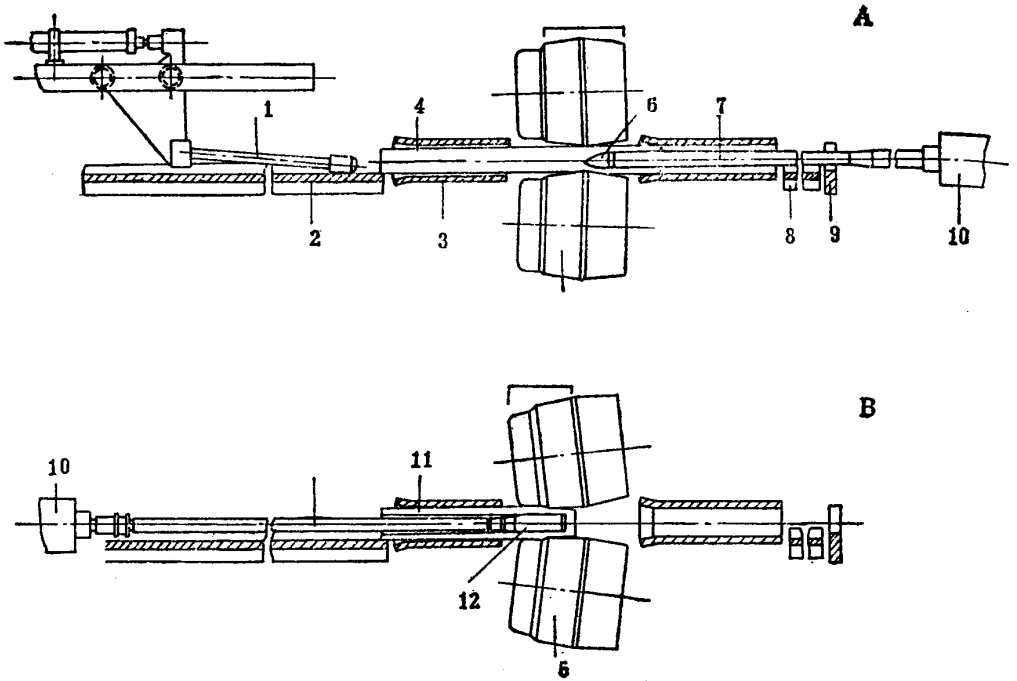


图 4-12 西德穿轧两用三辊轧管机的工作原理图

A、穿孔时的设备及工艺示意图；

B、轧管时的设备及工艺示意图。

1- 推入机 2- 受料槽 3- 入口导套 4- 管坯 5- 轧辊；

6- 顶头 7- 顶杆 8- 出口导套 9- 档料器 10- 止推滑座 11- 荒管 12- 芯棒。

二、特朗斯瓦尔型三辊轧管机

减小送进角和降低轧辊转速可以避免产生尾端三角形,但这样会使管端温度下降,生产率降低。

1967年法国发明的特朗斯瓦尔型三辊轧管机已在蒙巴尔厂投产。这是一种最新式的并已广泛用于工业生产的三辊轧管机。其特点是在轧制过程中液

压驱动回转牌坊,使之快速、平稳而准确地改变送进角。对于 $D/S > 12$ 的薄壁管,当轧制接近终了时,按速度函数和钢管的长度函数迅速而及时地转动入口侧回转牌坊,减小送进角,孔型也随之张开。同时降低轧辊转速。这样,即防止了尾端三角形的产生,又基本上不影响整个轧制速度。根据这种轧制工艺,每轧一根钢管,回转牌坊要回转两次。日本山阳特钢的特郎斯瓦尔三辊轧管机(图 4-13)已用于生产 $D_p/S = 4 - 20$ 的钢管,甚至可轧制 $D/S = 35$ 的薄壁管。法国蒙巴尔厂曾试生产过 $D/S = 50$ 的薄壁管。特郎斯瓦尔型三辊轧管机既保持了生产厚壁管的特点,又能生产薄壁管。所以它将取代一般结构的三辊轧管机。继法国之后,意大利、日本、英国、美国、西班牙和苏联等国也都先后投产。

这种轧管机还可以用来轧制需要管端加厚或管端特殊加工的钢管。比如,可使需要管端车丝的管端增厚,而不需要加厚工序。

当三辊轧管机后面接张力减径机时,对于不致产生尾端三角形的厚壁管来说,轧制时改变送进角可以轧出中间厚两端薄的钢管,从而可减少张力减径时钢管两端加厚所造成的大量切头损失,使金属收得率提高 4%。钢管头尾部的增厚或减薄是通过机架的三次回转来实现的。当然也可以通过更多的机架回转次数轧出变断面钢管来。

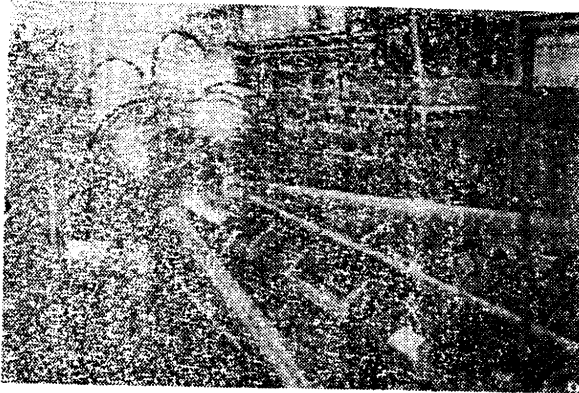


图6-13 日本山阳特钢的特郎斯瓦尔型三辊轧管机的生产情况

图 4-13 日本山阳特钢的特郎斯瓦尔型三辊轧管机的生产情况

法国蒙巴尔厂的特郎斯瓦尔三辊轧管机结构图如图 4-14 所示,液压缸 1 驱动回转牌坊作双向回转,根据所轧钢管的规格和轧制时所需的孔型开度,预先分别调好止动器 9 和 7 的固定挡头,以限制孔型紧缩和张开时回转牌坊 2 对固定牌坊 8 的回转角度。这个角度可通过换算关系由指示器 15 指示出来。从

而就可以在轧制过程中准确地改变送进角和控制钢管的外径和壁厚。止动器设有液压缓冲机构。油腔 14 吸收轧制过程中由于回转牌坊的回转而产生的冲击能量。

轧辊齐口度和辗轧角调整机构以及轧辊轴承的结构型式与一般的三辊轧管机基本相同。轧辊联动机构 10、压下传动机构 11 和轴承的球面支撑 12 详见图 4-14,并参见图 4-10。

特朗斯瓦尔型三辊轧管机的又一特点是具有过载保护装置。每个轧辊轴承座 6 和具有限定油压的短行程载油腔 5 将轧辊支承在工作位置。当受到超负荷时,空腔呈高压状态,自动泄油,使轧辊退回到油腔限定的位置。孔型适量地张开,以保证轧制过程的顺利进行。每个轧辊由两个液压缸 3 来平衡。

由于回转牌坊的回转,轧辊的平衡以及过载保护和止动器的缓冲等全部采用了液压系统,调整准确,工作平稳,动作迅速而灵活,可以实现自动化。

1977 年日本向波兰提供的报价资料中,除了建议采用快速回转牌坊外,还推荐采用“快开法”,即在钢管后端离开轧辊之前,三个轧辊快速张开,以防止产生喇叭口。山阳特钢从生产实践所得经验认为,后者比前者好,因此推荐采用“快开法”生产 $D/S = 20$ 的薄壁管。

西德曼内斯曼——米尔公司在英国申请的专利中也介绍了一种“快开法”,即在接近轧制终了时,液压驱动轧辊快速张开,轧制 $D/S > 12$ 的薄壁管,详见图 4-15。

三个轧辊 10 互成 120° 布置的圆盘式口转牌坊 5,由装在固定牌坊 1 上的四个导轮 6 和法兰 7,径向限定在使其中心线与轧制中心线和固定牌坊中心线相重合,并平行于固定牌坊的位置。回转牌坊由液压缸 12 驱动,沿导轮相对于固定牌坊回转一个角度(即轧制一种规格所需的送进角)。用活塞 15 调整液压缸的行程,以限制回转角度。轧辊开口度的调整与一般三辊轧管机的传动方式相同,也是电机传动丝杠压下。轧制接近终了时,孔型的快开由液压机构来完成,详见图 4-15Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ。双行程液压缸 28 通过活塞杆 26 带动压下螺丝 18 上下移动一个距离 δ 。该距离 δ 靠螺母和丝杠的梯形螺纹的轴向间隙 α 来保证。调整带有蜗轮盘的螺母 20 和辅助螺母 30 结合面的间隙来限制丝杠的位移 δ 。图 4-15Ⅴb 和Ⅵb 分别表示最大位移 $\delta_{\max} = \alpha$ 和最小位移 $\delta_{\min} = 0$ 时的两个极限位置。位移 δ 的大小由指示器 31、33 指示出来。正常轧制时的轧制力由液压缸承受,丝杠处于最下方位置。图 4-15Ⅶ、Ⅷ、Ⅸ 为轧辊轴承的轴向固定位置。液压缸 44 带动摆动块 38 使轧辊轴承轴向锁紧和松开。

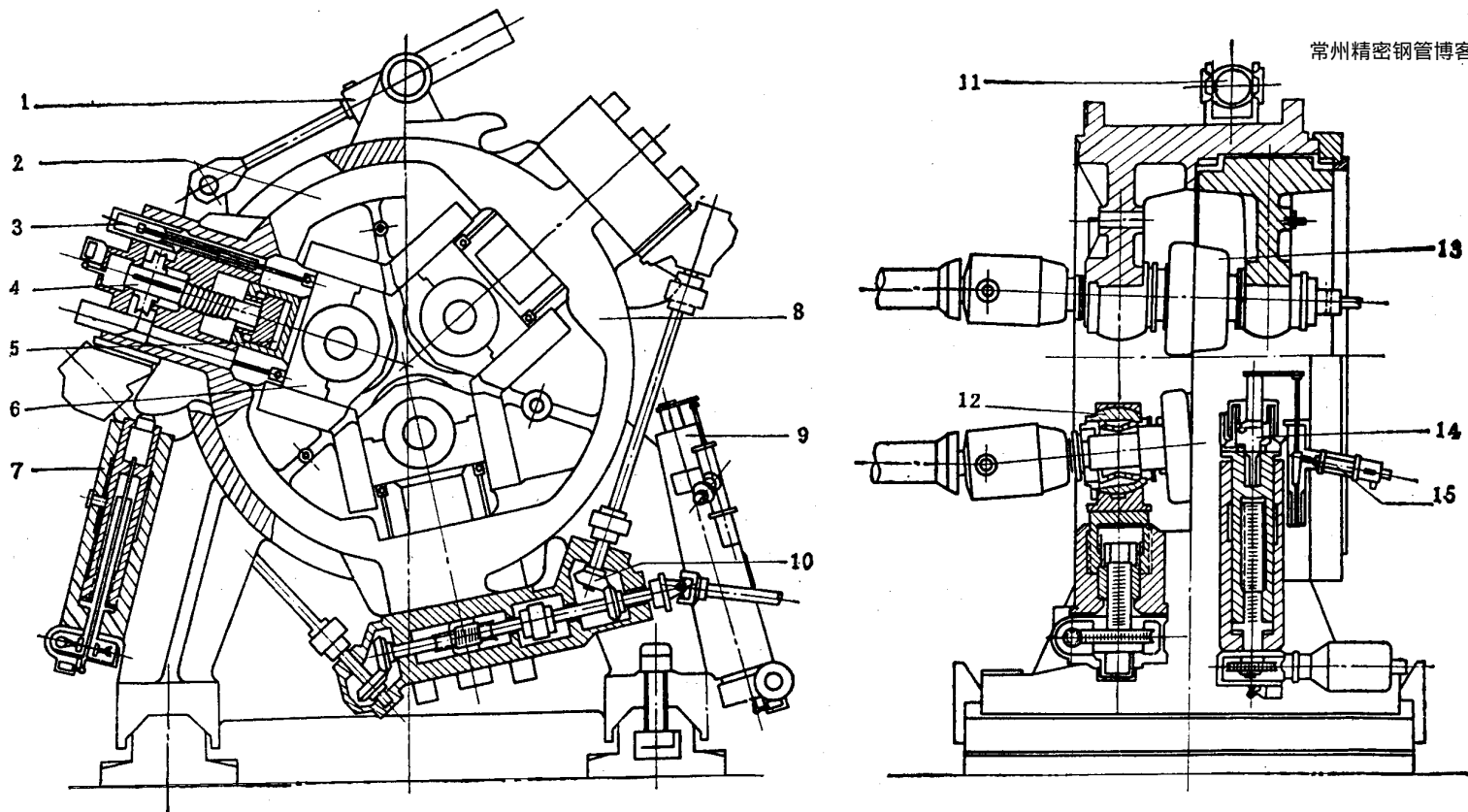


图4-14 法国蒙巴尔厂的特郎斯瓦尔型三辊轧管机结构图

1- 液压缸；2- 回转机架；8- 平衡缸；4- 压下传动机构；5- 载压油腔；6- 轧辊轴承座；7- 孔型张开止动器；8- 固定机架；9- 孔型紧缩止动器；10- 联动机构；11- 起重吊环；12- 球面支撑；13- 轧辊；14- 止动器缓冲油腔；15- 指示器。

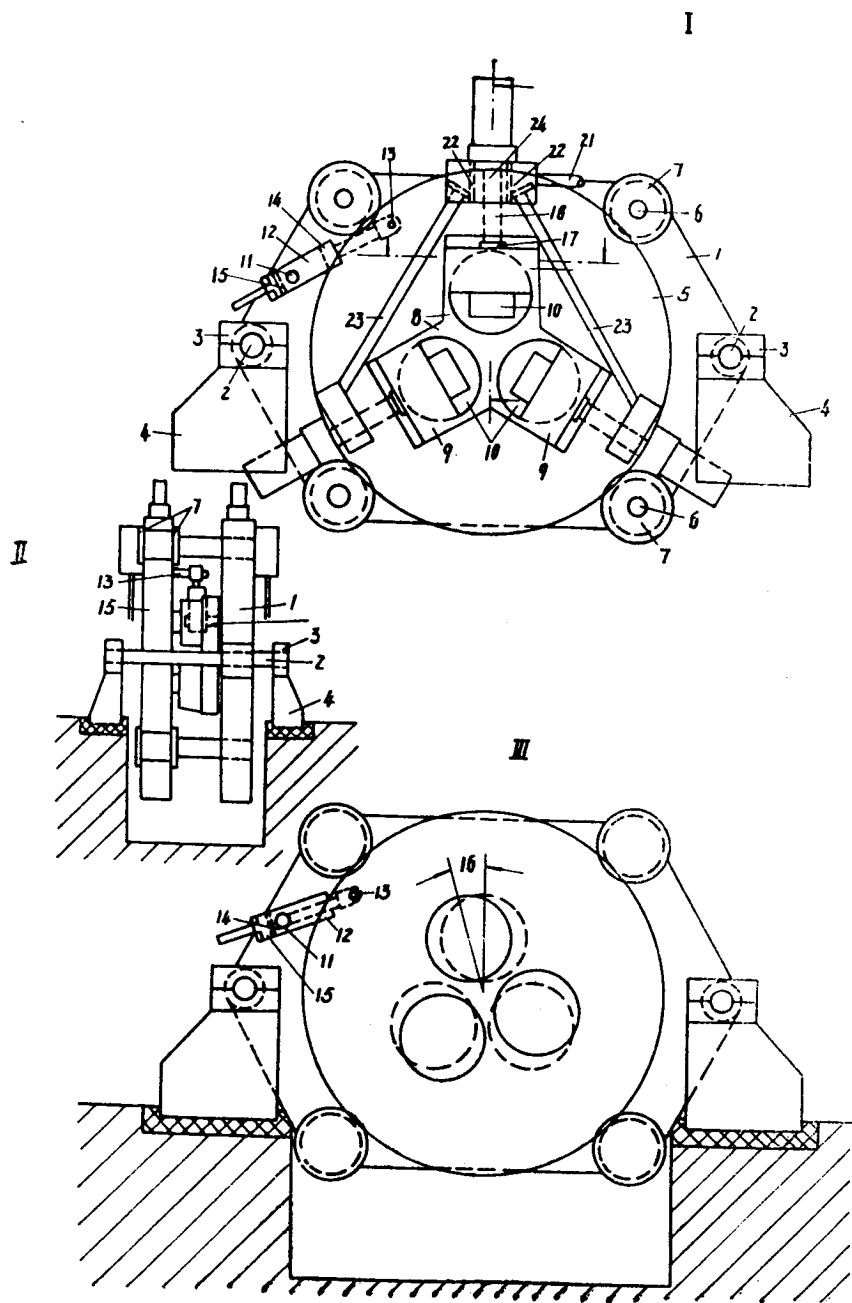


图 4-15 曼内斯曼—米尔公司提出的“快开法”机架结构示意图(I—II)

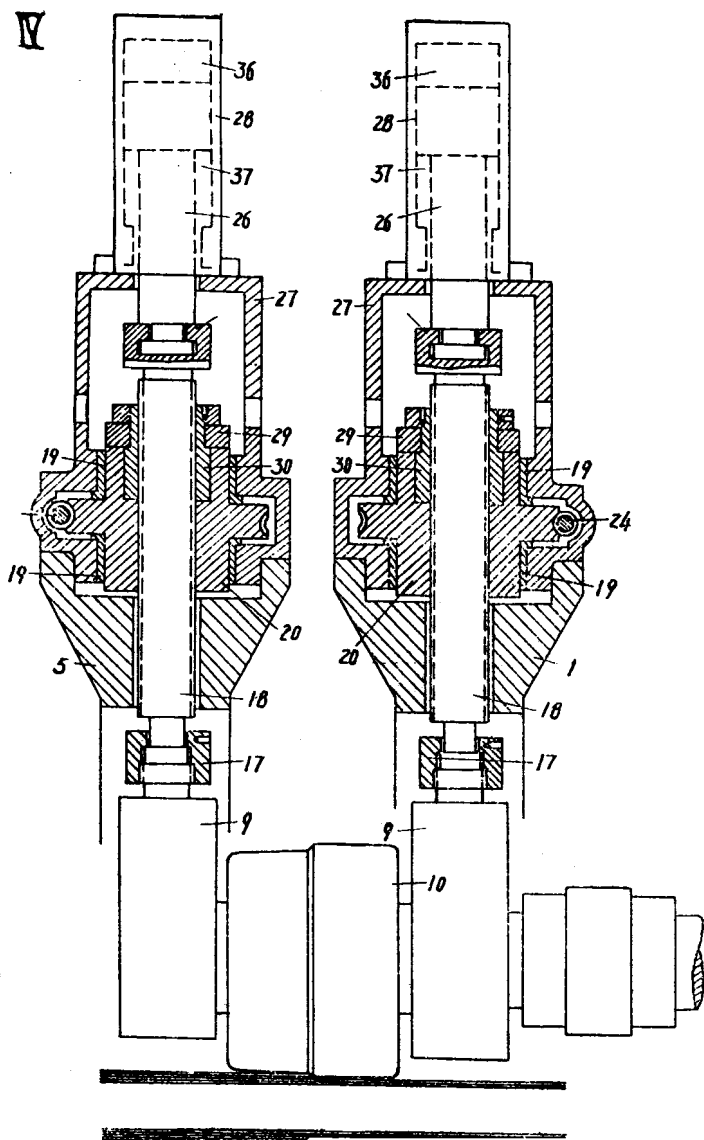


图 4-15(a) 曼内斯曼—米尔公司提出的“快开法”机架结构示意图(IV)

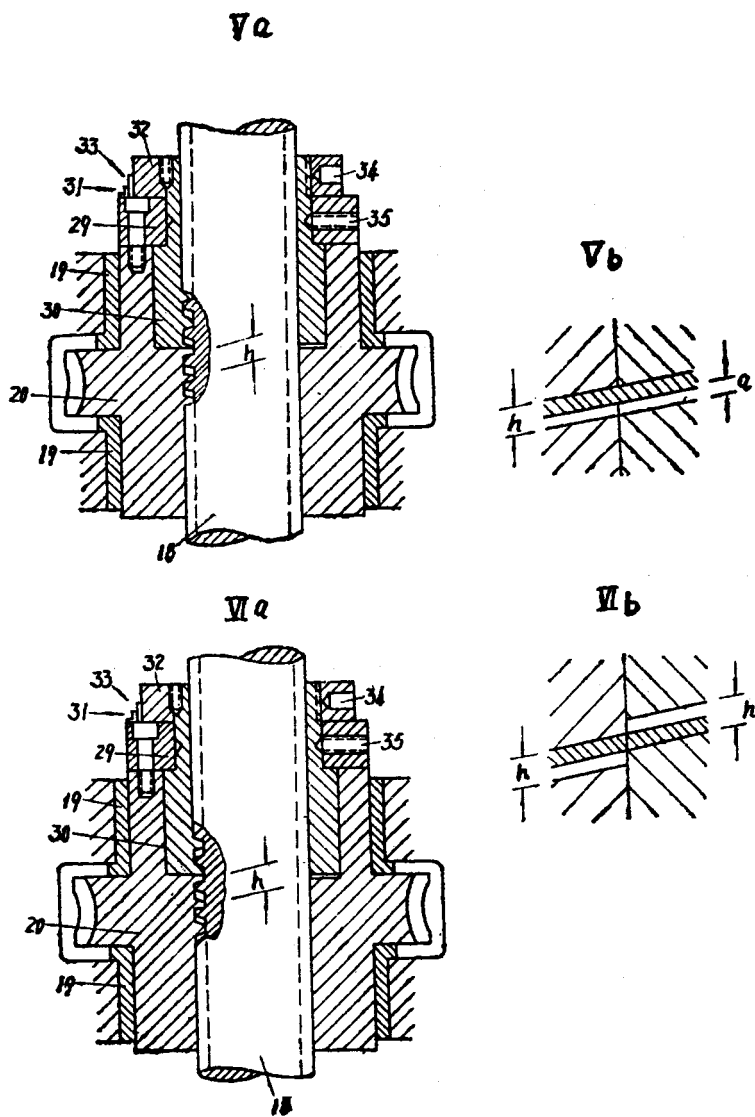


图 4-15(b) 曼内斯曼—米尔公司提出的“快开法”机架结构示意图(V—VI)

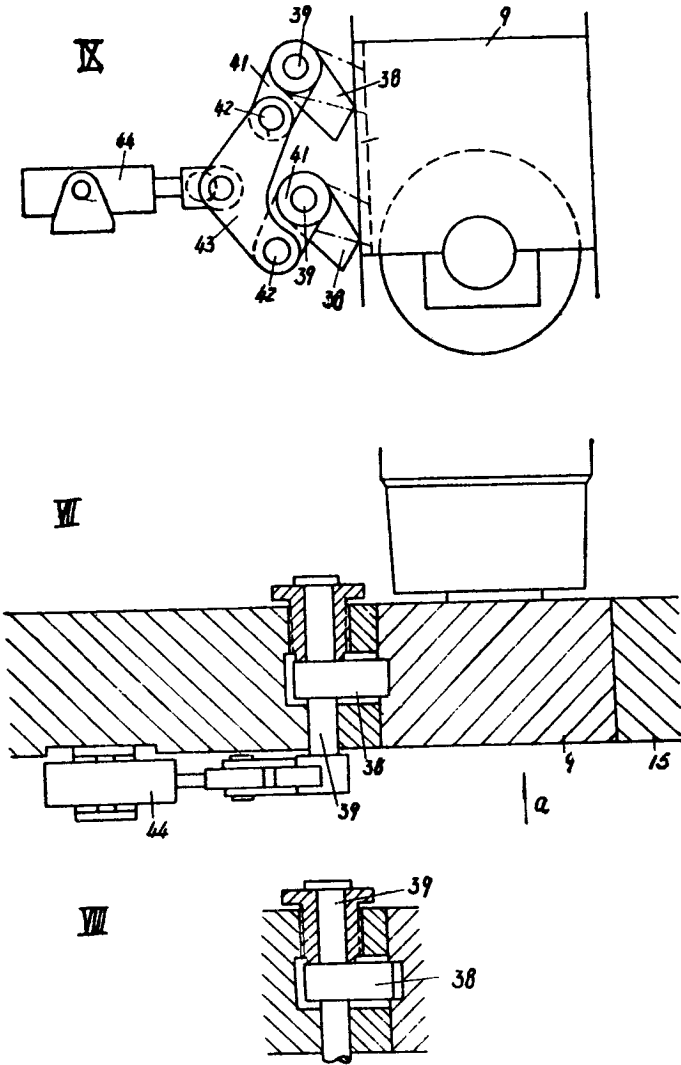


图 4-15(c) 曼内斯曼—米尔公司提出的“快开法”机架结构示意图(Ⅶ—Ⅸ)
 苏联第一乌拉尔新钢管厂和乌拉尔技术学院在半工业性三辊轧管机上进行
 了用移动的短芯棒轧制 $D/S > 11$ 的薄壁管的工艺研究 如图 4-16 所示。

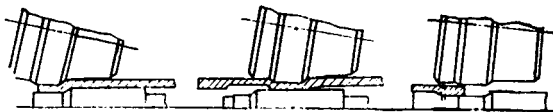
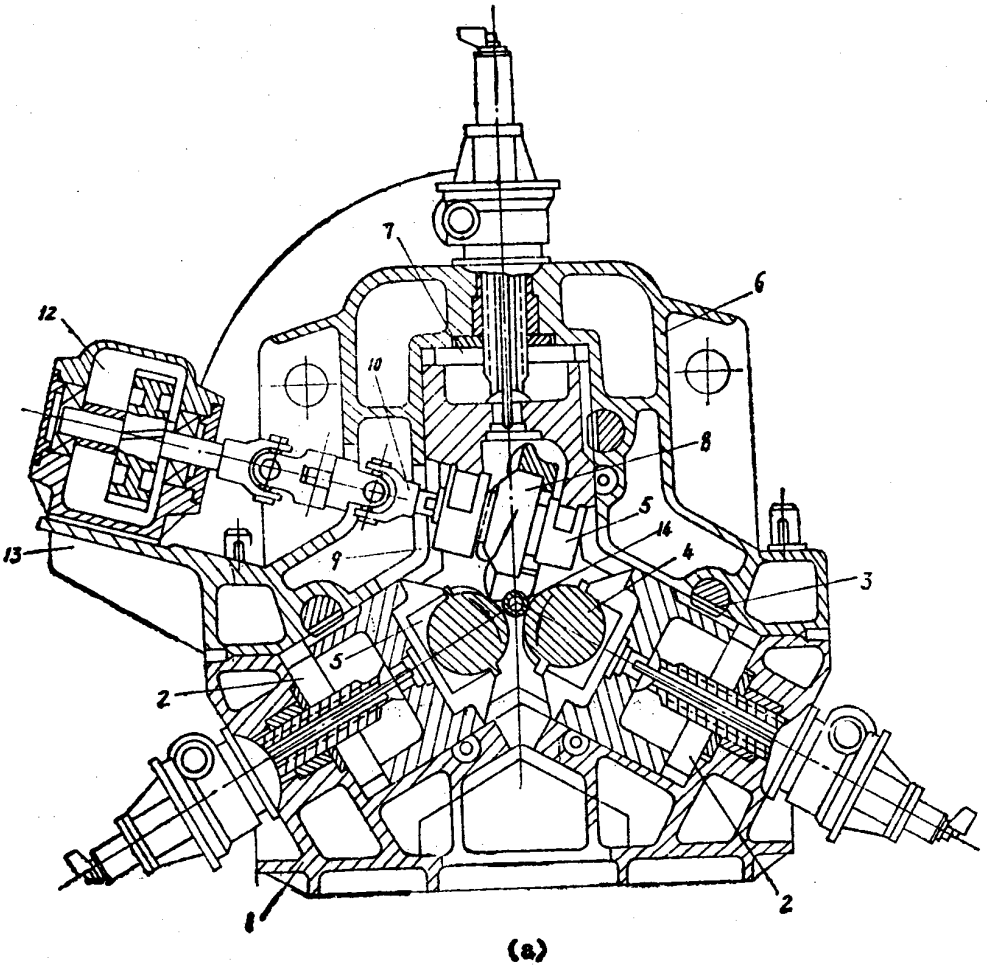
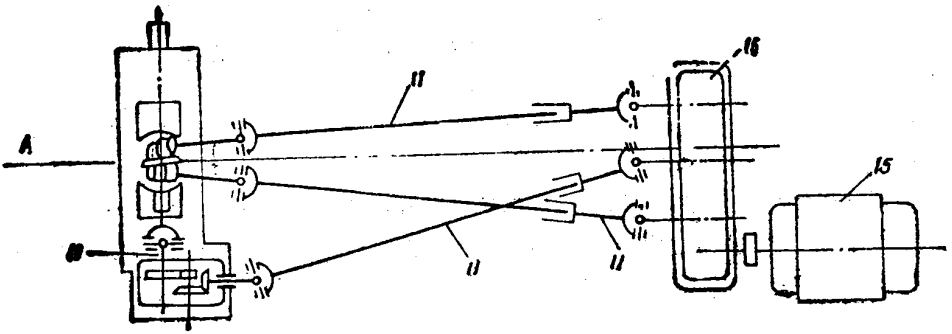


图 4-16 移动式短芯棒轧制示意图



(a)



(b)

4-17 苏联专利中所介绍的一种三辊轧管机的新结构方案

(a) 机架结构；(b) 传动系统。

机构中设有固定和移动芯棒装置。轧制时，芯棒轴向移动，使钢管后端按

$D/S \leq 10$ 减径,以保证不出现尾端三角形。这种工艺的优点是可以生产变断面钢管。比如,轧制内加厚的钻杆,可以提高质量,免于管端加厚的所有工序。实验表明,这种方法原则上可轧制 $D/S = 12 \sim 26$ 的钢管。

苏联专利中介绍了一种轧制 $D/S > 12$ 的钢管的新结构方案。见图 4-17。

根据这一结构方案,钢管在互成 120° 角的两个锥形轧辊 4 和一个校准轮盘 8 中回转前进以完成轧制。轮盘和轧辊的轴承 5 分别安装在三个转鼓 3 中。齿轮齿条机构带动转鼓在牌坊窗口 9 中的使孔 2 和加长镗孔 7 中转动。轮盘轴线和转鼓轴线的夹角为 α 。靠附加轴 10 和装在托架 13 上的减速机 12 使校准轮盘与主传动轴 11 连接起来。电机通过蜗轮减速机和压下螺丝调整轧辊孔型。

校准轮盘的直径是两个工作辊直径的 2—2.5 倍。减速机的传动比应能使轮盘的圆周速度高于工作辊圆周速度轴向分量的 15—20%。

发明者的目的是为了轧制 $D/S > 12$ 的钢管。大直径校准轮盘圆周速度的增量及轮缘的半圆孔型使其与钢管表面的有效接触面积增加了,从而也就增加了纵向拉力,提高了轧制的稳定性,有利于避免尾端喇叭口的形成和钢管质量的提高。

第五章 周期轧管机组

第一节 概况

周期轧管机是发明最早的一种无缝钢管轧机。长期以来,在二十多个国家中它一直与自动轧管机一起作为无缝钢管的主要生产设备。其总生产能力估计在 1000 万吨以上。

1884 年曼内斯曼兄弟发明辊式穿孔机后,人们为了寻求用穿孔后的空心坯轧成无缝钢管的方法,曾作了多种技术上的尝试,于 1890 年发明了带周期断面孔型的二辊式轧管机。这种用长芯棒轧制钢管、轧辊旋转方向与钢管运动方向相同的轧管机就是周期轧管机的雏形。由于这种轧管机操作困难,满足不了要求,因此在 1891 年发明了现在人们所熟悉的周期轧管机的工作原理,并在实践中获得成功。

周期轧管机的发展史主要是喂料装置的发展史,原因是喂料装置是保证周期轧管机生产效率和产品质量的关键设备。现在人们所用的喂料装置经历了八十多年的不断革新和改进,但时至今日它仍然是人们为提高产量、改进质量和提高作业率而致力研究的主要课题。

从 1891 年周期轧管机组正式定型到本世纪三十年代,其基本原理和主要工序并没有多大变化,都是以圆形钢锭为原料,在二辊斜轧穿孔机上穿成荒管,然后在周期轧管机上轧成钢管。这种生产方法的优点是成本低。但是,用圆钢锭在斜轧穿孔机上穿孔不能保证产品质量,并且生产品种也受到一定的限制。为了克服这一缺点,瑞士人卡尔莫斯于 1936~1938 年提出了一项重大的工艺改革,即一般称为“卡尔莫斯法”的新工艺。这就是用多边形钢锭为原料,先在压力穿孔机上穿成空心坯,再经延伸机将空心坯轧薄而成荒管,然后在周期轧管机上轧成钢管。这种工艺可以提高产品质量并使轧制各种合金钢或不锈钢钢管成为可能。因此,1947 年以后所建的新机组无一例外地都采用

了这种新工艺,有些旧轧管机组也按此工艺进行了改造。

根据不完全统计,国外共有周期轧管机组七十余套,并且多数建在欧洲各国,详见表5-1。部分机组的技术性能见表5-2(附在本书的末尾)。

应当指出,同其它类型的轧管机组相比,周期轧管机组适于生产大、中直径和厚壁的钢管,而生产小直径钢管则处于不利地位。

第二节 周期轧管生产不同发展阶段的技术特点

如上所述,周期轧管生产发展可以从卡尔莫斯新工艺的出现来分期。卡尔莫斯法发明以前的老工艺一般称为曼内斯曼法(曼氏轧管法)。现将代表不同发展阶段的这两种方法的技术特点分述如下。

表5-1 国外周期轧管机组的建设情况

国 家	公司及厂名	产品规格, 毫米(")	生产能力, 万吨/年	建设时间	制造厂	备 注
意大利	且达尔名公司·达尔明厂	24"	12	193~1938, 近年两次改造	M-M	扩径到925mm
	达尔明公司·达尔明厂	6 ^{3/8} "~12"	7	1936	"	扩径到630mm
	达尔明公司·达尔明厂	3"~6"	} 9	1938	"	"
	达尔明公司·达尔明厂	53~102		1947	Innocenti	
	达尔明公司·科斯塔沃尔皮诺厂	60~175	8	1955	"	
	达尔明公司·阿帕尼亚厂	178~457	9.5	1957	"	
	达尔明公司·阿帕尼亚厂	76~178	6.5	1941	M-M	
	意大利钢管公司·塞斯特里勒旺提厂	76~203	7	1958	Innocenti	
	哥伦布公司·米兰厂	53~1	36	1958	"	
西德	曼内斯曼钢管公司·杜塞尔多夫	24"	1923	M-M	扩径到820mm	
	曼内斯曼钢管公司·杜塞尔多夫	60~127	1937	"		
	曼内斯曼钢管公司·杜塞尔多夫	165~356	1942	"		
	曼内斯曼钢管公司·杜塞尔多夫	200~558	1.8/月	19		
	曼内斯曼钢管公司·米尔海姆厂	82~219	} 4	1959	M-M	
	埃斯魏勒矿冶联合企业	51~102		1953	"	"
	埃斯魏勒矿冶联合企业	701	3.5	1961		
	159	8.1				

国 家	公司及厂名	产品规格， 毫米(“)	生产能力， 万吨/年	建设时间	制造厂	备 注			
	博斯萨尔钢管公司	133 ~ 368	8.1						
英 国	钢管投资公司·贾罗厂	2" ~ 3½"	3 ~ 6.6	1937, 1950 改造	M - M				
	钢管投资公司·温斯费尔德厂	3" ~ 9½"		1964	"				
	英国钢铁公司·钢管部分·布罗姆福德厂	3" ~ 6"		1953					
	英国钢铁公司·钢管部分·考尔德厂	4½" ~ 9¾" 3.2							
	英国钢铁公司·钢管部分·克莱兹代尔厂	8" ~ 16"	3 20.3	1948	Innocenti				
	英国钢铁公司·钢管部分·克莱兹代尔厂	4½" ~ 9¾"		1956					
	英国钢铁公司·钢管部分·纽波特厂	6⅝" ~ 13⅝"		7			1919, 1948 改造		
	英国钢铁公司·钢管部分·托尔克罗斯厂	80 ~ 132		1949			Innocenti		
苏 联	塔甘罗格冶金工厂	5" ~ 10"	20	1933	M - M	卡尔莫斯法 用卡尔莫 斯法改			
	塔甘罗格冶金工厂	5" ~ 10"	1968	CsepeI	卡尔莫斯法				
	日丹诺夫依里奇冶金工厂	6" ~ 12"	25	1934	Demag				
	第聂伯李卜克内西厂	6" ~ 12"	27	1935	Demag				
	第聂伯李卜克内西厂	6" ~ 12"	27	1968	CsepeI				
	车里雅宾斯克钢管厂	8" ~ 10"	27	1942	Vitkovice				
法 国	瓦卢勒克公司 昂赞厂	100 ~ 200	1882	用卡尔莫斯法改造	Demag	正在建设			
	瓦卢勒克公司 昂赞厂	200 ~ 419	1882						
	瓦卢勒克公司 昂赞厂	20"							
捷克斯 洛伐克	霍姆托夫钢管厂	47 ~ 87	1.5	1912	M - M	1980 年改造			
	维特科维茨钢铁公司	50 ~ 130							
		2" ~ 4½"							
		90 ~ 170							
		112270							
	180 ~ 370								
	130 ~ 420								
波 兰	耶特诺斯克钢铁厂	53 ~ 105	4	1050	Innocenti				
		50 ~ 100							
		80 ~ 168							
		80 ~ 168							
	贝鲁特钢铁厂	114 ~ 273					6	1949	Innocenti
	耶特诺斯克钢铁厂	168 ~ 5254					4	1967 年改造	- " -
	切佩尔钢和钢管厂	58 ~ 92	1.35	1952					

国 家	公司及厂名	产品规格， 毫米()	生产能力， 万吨/年	建设时间	制造厂	备 注
匈牙利	切佩尔钢和钢管厂	60 ~ 114				
	切佩尔钢和钢管厂	89 ~ 219		·可能改造过		
	切佩尔钢和钢管厂	162 ~ 318	4			
南斯拉夫	锡萨克钢铁公司	53 ~ 102		1947	Innocenti	
	锡萨克钢铁公司	100 ~ 184	3.13	1948	Innocenti	
	锡萨克钢铁公司	178 ~ 350		1948	Innocenti	
墨西哥	墨西哥钢管公司	80 ~ 184	8.5	1951	Innocenti	
	墨西哥钢管公司	155 ~ 416	14	1954	Innocenti	
委内瑞拉	奥里诺斯黑色冶金公司	60 ~ 178	6	1957	Innocenti	扩径到 610mm
	奥里诺斯黑色冶金公司	168 ~ 406	13.5	1957	Innocenti	
比利时	组兹钢管公司·弗莱马尔厂	114 ~ 229				
	默兹钢管公司·弗莱马尔厂	60 ~ 178	3.18	1941, 1954 改造	Innocenti	
西班牙	雷尼多斯钢管公司	2" ~ 6"		1941	M - M	双机架 1968 年改造
	雷尼多斯钢管公司	6 $\frac{3}{4}$ " ~ 16"	3.5	1954	M - M	
	巴布科克——威尔科克斯公司	18"		1976	M - M	
美国	凤凰钢公司·凤凰城厂	155 ~ 416	7.5	1953	Innocenti	
日 本	日本钢管公司·京滨厂	7" ~ 18"	1/月	1934	Demag	
印度	印度钢管公司	80 ~ 184	4	1956	Innocenti	
乌拉圭	国家氧气钢管工业公司	2" ~ 4 $\frac{1}{2}$ "	1952	M - M	单机架	
阿根廷	达尔米内钢管制造公司	80 ~ 184	15	1948	Innocenti	
阿尔及利亚	国营黑色冶金公司·安纳巴厂	1" ~ 14"	8		Innocenti	
巴西	曼内斯曼黑色冶金公司·贝洛奥里藏特	6 $\frac{1}{4}$ "	1975	M - M		
加拿大				1973		

一、曼氏轧管法

曼氏轧管法以辊式斜轧穿孔为特点,其典型的工艺流程和工艺设备如下:圆形钢锭在斜底式加热炉内加热。加热过程中,用挺杆式磁钢机翻转钢锭,使之逐步滚动前进。钢锭滚到炉口,用出炉推钢机将其推到升降台式钢锭小车上。当升降台升起后,小车靠自重横向移送钢锭并将其翻到输送辊道上送往穿孔机。穿孔机有两个工作辊和两个上下配置的空转导辊。工作辊具有多段

锥体的曼氏孔型,其中心线有 4° 左右不可调的倾斜角,由直流电机经联合齿轮座和万向接轴传动。轧辊开口度由电动压下机构来调整。穿孔机的后台有顶杆止推闭锁挡,内有止推滚动轴承承受穿孔时的轴向力。顶杆前端装有穿孔顶头。由于圆钢锭略带锥度,穿孔时需将大头朝前进入轧辊。穿孔后,止推闭锁挡打开,同时用卡板装置卡住顶杆,摆动式输出辊道升起,将荒管送往周期轧管机。钢锭穿孔的延伸系数一般不大于 $1.9\sim 2.1$ 。

荒管出穿孔机后,在轧线上将芯棒穿入并在周期轧管机上轧制。轧成钢管后,喂料器将芯棒抽出,钢管在出口料槽内被升降辊道托起,向后输出到热锯处切头并分段。至此,钢管的轧制限即告结束。锯切后的钢管送往冷床冷却,然后进行矫直(1930年前欧洲的周期轧管机组中只有杜塞尔多夫一个厂有均整机和定径机。在以后建的机组中,如苏联的273和325机组,锯切后还有简单的热精整工序。一般是锯切后的钢管经斜底式再加热炉加热后在单机架定径机上往复经三道次定径,然后在二辊式双曲面辊热矫直机上矫直,再经冷床冷却后进行冷精整。

从上述工艺过程可以看出,曼氏轧管法存在许多工艺和设备上的缺点。

首先表现在荒管质量上。辊式穿孔机所用的是圆钢锭,这种钢锭的浇注质量难以保证,特别是在直径较大的情况下,冷凝期间容易产生纵向裂纹。同时,由于斜轧穿孔过程中要承受交变应力,加之金属在轧辊表面的滑移,易于损伤荒管内外表面,造成重皮、裂纹和折叠等缺陷。由于钢锭加热不均匀或其它原因,斜轧穿孔时容易产生壁厚不均。钢锭表面缺陷在穿孔过程中也会加剧,除非进行表面预清理,否则不能保证钢管的表面质量。此外,因为合金钢的塑性较差,斜轧穿孔更易产生表面缺陷。在老的工艺流程中,不能对荒管表面缺陷进行检查和清理,因而不能生产合金钢管。

另外,在旧机组中还有一些设备工艺上的缺点,如钢锭加热用的斜底式炉,需要人工翻料,劳动条件恶劣,金属烧损大,同时也不能保证均匀加热。由于荒管不经中间加热,也给轧制薄壁钢管和合金钢管造成困难。卡尔莫斯法在工艺和设备上的改进,从根本上克服了上述缺点。

二、卡尔莫斯法的技术特点

卡尔莫斯法以压力穿孔为主要特点,其基本工艺流程为压力穿孔——辊式延伸——周期轧管——再加热——定减径。在更为完善的机组中,有两台辊式延伸机。在两次延伸之间可以进行荒管的检查和清理。

卡尔莫斯法新工艺是采用多边形钢锭,在压力穿孔机上穿成杯形坯(根据苏联的经验,在银式穿孔机上用多边形钢锭穿孔比用圆锭穿孔的裂纹废品率低 55%。在穿孔过程中,由于金属处于受压的应力状态,金属组织变得致密,缩孔被焊合,而且钢锭上部中心夹杂最多的部分被推到荒管的尾部,轧成钢管后变成皮尔格头被切掉。此外,压力穿孔不致出现内折叠。穿孔后的杯形坯在具有三辊轧管机孔型的二辊式延伸机上延伸,使管壁得到充分的压轧,从而可大大地减少斜轧穿孔时难以避免的壁厚不均,提高成品管的尺寸精度。杯形坯送往延伸机之前还要进行再加热,这样就保证延伸后以较高的温度进行轧管。另外,轧管后要在性能比较优良的设备上进行必要的热精整,除了可使成品管达到更精确的尺寸外,还可以提高钢材的某些物理性能。

卡尔莫斯法的工艺流程示意图见图 5-1。

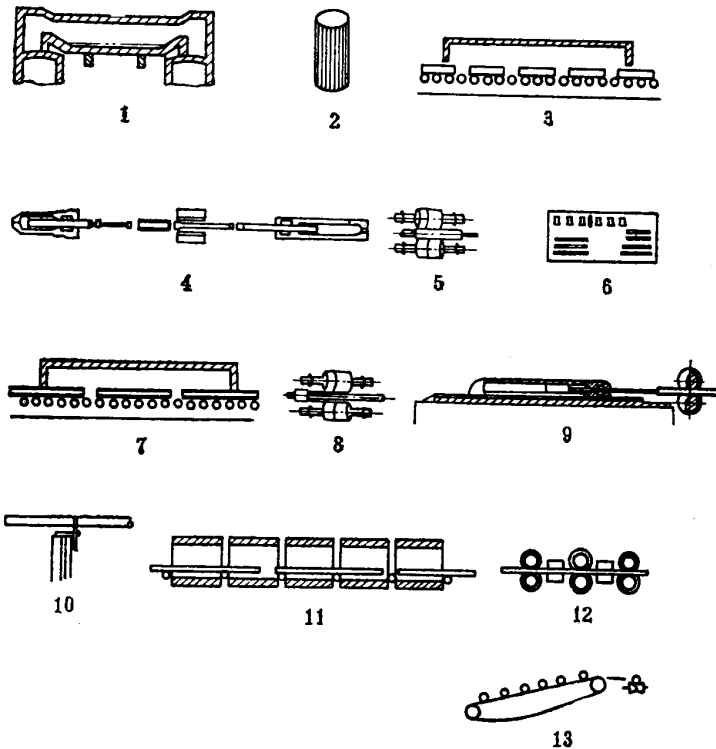


图 5-1 卡尔莫斯法的工艺流程示意图

- 1-平炉 2-钢锭 3-加热炉 4-压力穿孔机 5-延伸机 6-清理 7-再加热炉;
8-延伸机 9-周期轧管机 10-热锯 11-常化炉 12-定径机 13-冷床。

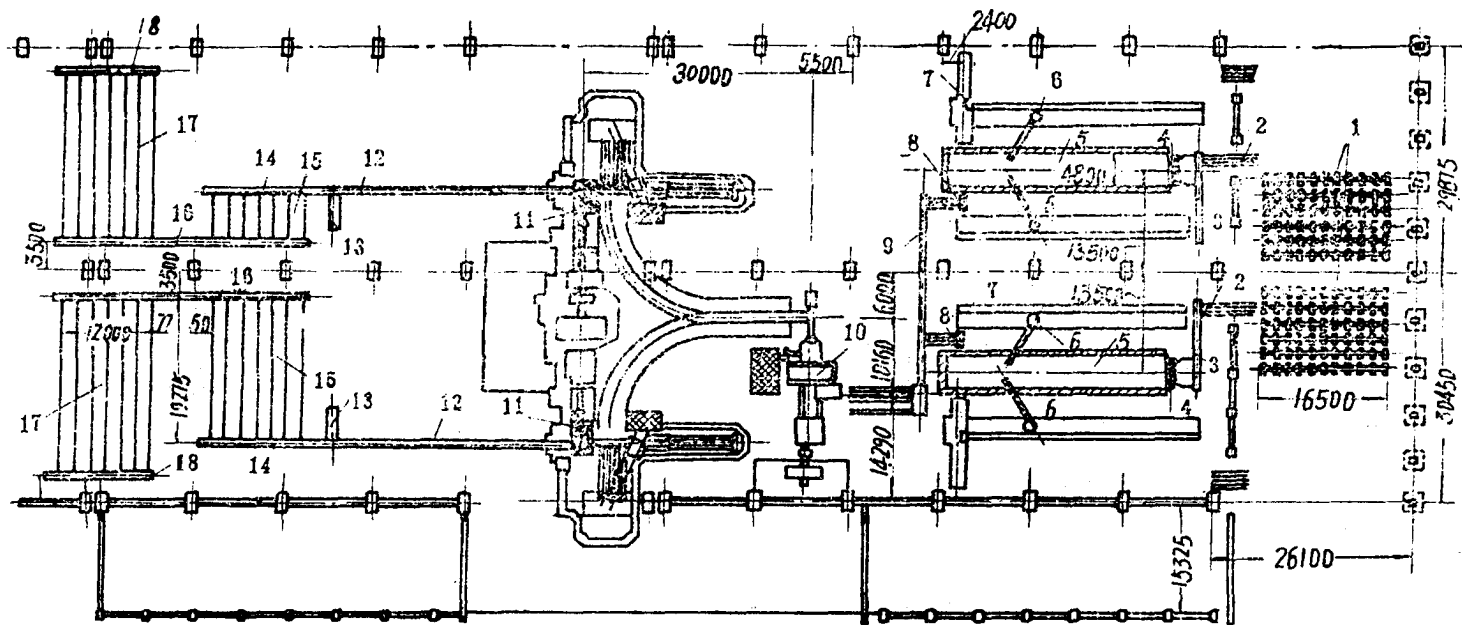


图 5-3 苏联改造前 426 周期轧管机组平面布置图

- 1- 钢锭检修台；2- 钢锭移送台架；3- 装料装置前辊道；4- 装料装置；5- 钢锭加热炉；6- 翻钢机；
 7- 推钢机；8- 钢锭出炉装置；9- 穿孔机前辊道；10- 穿孔机；11- 周期轧管机；12- 出料槽；13- 热锯；
 14- 热锯后辊道；15- 热钢管台架；16- 台架后辊道；17- 偏心压力矫直机前台架；18- 偏心压力矫直机前辊道。

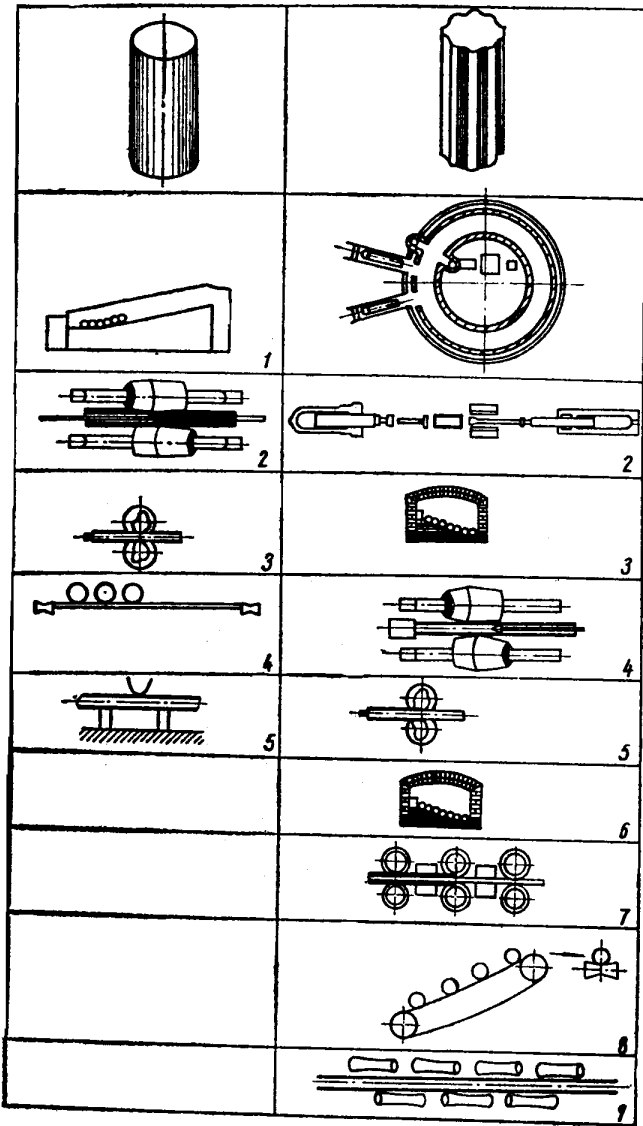


图 5-4 苏联 426 周期轧管机组改造前后的工艺流程对比

1955 年美国凤凰钢铁公司新建的 149 ~ 400 毫米机组和 1956 年英国克莱兹代尔钢管厂的 114 ~ 245 毫米机组是卡尔莫斯法的典型机组。

三、典型机组介绍

(1) 三十年代苏联建了四套周期轧管机组(包括改造前的 426 机组,见图 5-3 见上图),其主要特点是:用圆钢锭作原料,在两座斜底式连续加热炉中加热,在曼氏斜轧穿孔机上穿孔,在集中传动的双机架周期轧管机上轧制,在轧

机内穿芯棒,用热锯切头和分段,在单机架定径机上定径,在双曲面辊式矫直机上热矫直,在链式冷床上冷却(426 机组的热锯后没有定径机、热矫直机和链式冷床,而是在钢管台架上冷却后用偏心压力矫直机矫直)。

苏联 426 机组在五十年代末用卡尔莫斯法进行了根本的改造。图 5-4 为改造前后的工艺流程对比图,图 5-5 为改造后的平面布置图。

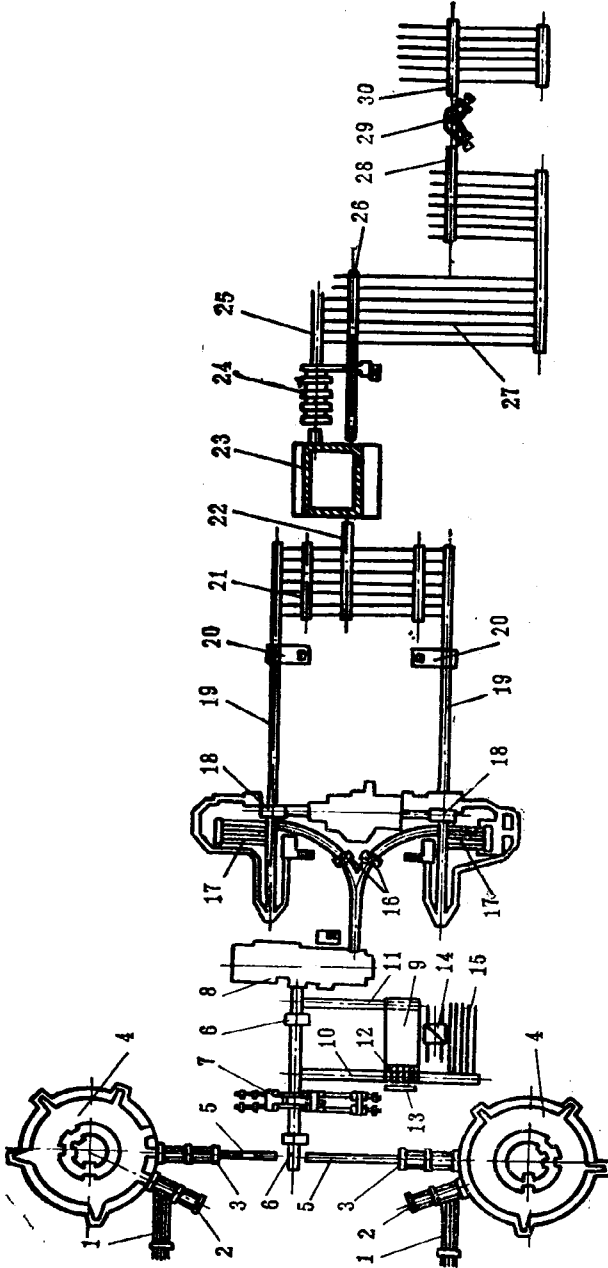


图 5-5 苏联改造后的 426 周期轧管机组平面布置图

- 1- 环形炉装料台; 2- 装料装置; 3- 出料装置; 4- 环形加料; 5- 辊道; 6- 钢锭运输车; 7-1500 吨卧式压力穿孔机; 8- 延伸机; 9- 再加热炉; 10、11- 输入辊道; 12- 装料台; 13- 推入机; 14- 翻钢机; 15- 荒管修理台; 16- 电动小车; 17- 换芯棒装置; 18- 工作机架; 19- 出料槽; 20- 摩擦锯; 21- 称量装置; 22- 输入辊道; 23- 再加热炉; 24- 定径机; 25- 输出辊道; 27- 冷床; 28- 矫直机受料槽; 29- 矫直机; 30- 矫直机出料槽。

改造后的 426 机组的特点是 :用多边形钢锭作原料 ,在两座环形加热炉中加热 ,用压力穿孔机将钢锭穿成杯形坯 ,用带翻钢机的斜底炉进行再加热 ,用斜轧延伸机延伸成荒管 ,用双机架集中传动的周期轧管机轧成钢管 ,热锯后钢管进入定径再加热炉 ,在 7 机架三辊式定径机上定径 ,在链式冷床上冷却 ,在辊式矫直机上冷矫直。

苏联一些老机组虽然没有进行彻底改造 ,但由于采取了一系列的技术措施 ,也使机组生产能力得到了大幅度提高 ,其措施如下 :

- ①采用加重的钢锭 ,配合特殊的周期轧辊孔型 ,轧制双倍尺长和三倍尺长的钢管 ,使机组平均产量提高 6.5 ~ 11.5%。
- ②采用堆焊轧辊。这样可保持轧辊直径不变 ,使工作段长度不致减小。
- ③采用多边形钢锭 ,使裂纹废品率降低 55%。

另外 ,对缩短换芯棒时间 ,保证足够大的喂入量和均匀喂入 ,缩小皮尔格头和负公差轧管等作了不少工作。同时还将喂料器的空气制动改成水力制动 ,提高了轧制速度。改造了加热炉设施 ,并加大了定径机和热矫直机的生产能力。

(2)1967 ~ 1968 年苏联新建了两套现代化周期轧管机组。一套建在塔甘罗格冶金厂 ,生产直径 114 ~ 168 毫米的钻杆、套管和石油输送管 ;另一套建在李卜克内西钢管厂 ,生产直径 140 ~ 350 毫米的各种套管、石油输送管和锅炉管。机组设备系匈牙利切佩尔厂制造的。这两套机组的工艺流程和设备性能比改造后的 426 机组更为现代化。

①114 ~ 168 机组建在塔甘罗格钢管厂 273 机组(生产直径 141 ~ 168 毫米的钢管)旁原有的厂房内 ,设备布置在四个横跨和十个纵跨内。新机组的生产面积约占 9 万米² ,年生产能力已达到 20 万吨。其设备平面布置示于图 5-6。

该机组的特点是 :钢锭出加热炉后用高压水清除氧化皮 ,采用分段式加热炉进行定减径前的再加热 ,在机组中装设了减径机 ,为了缩短轧管机辅助操作时间采用了机外穿芯棒装置。在周期轧管机上轧出的 $\phi 195$ 毫米的钢管经张力减径机或不带张力的减径机生产出直径 114 ~ 168 \times 7 ~ 14 毫米的半成品管 ,经 11 机架定径机生产出 $\phi 140 \sim 168 \times 7 \sim 14$ 的成品管。

②140 ~ 340 机组(图 5-7)的特点是 :配备了两座环形加热炉 ,穿孔后进行再加热 ;周期轧管机用低速电机大飞轮单机传动 ;机外穿芯棒 ;在轧线外用火焰切割代替飞锯 ;用步进式炉进行定径前的再加热 ;采用封闭孔型的 3-1-3 型矫直机和采用带强迫通风的冷床冷却。

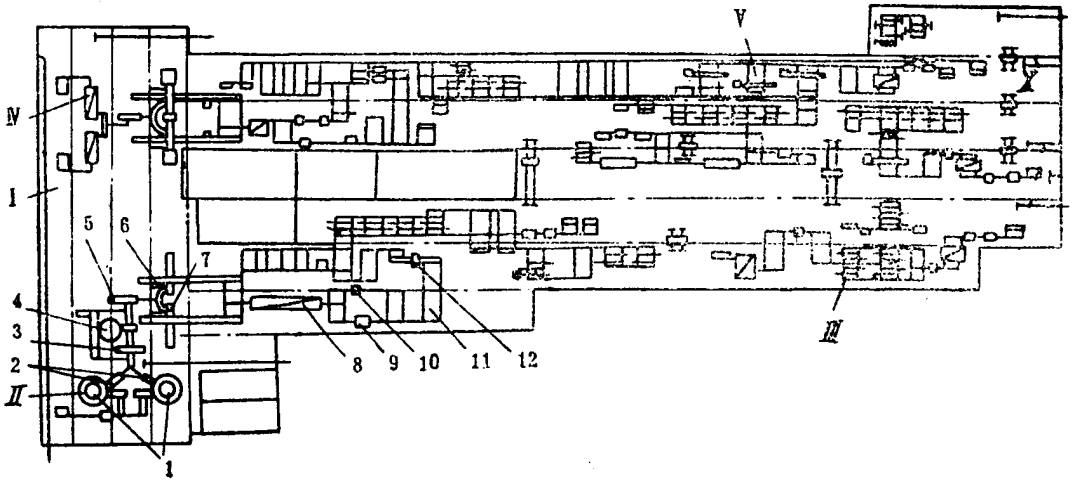


图 5-6 塔甘罗格钢管厂 114-168 机组和 273 机组的设备平面置图

I、钢锭库；II、新周期轧管机组；III、新精整工段；IV、旧周期轧管机组；V、旧精整工段。1- 环形加热炉 2- 水力清除氧化皮装置 3- 压力穿孔机 4- 杯形坯再加热炉 5- 延伸机 6- 机外穿芯棒装置；7- 周期轧管机 8- 分段式再加热炉 9- 减径机 10- 定径机 11- 冷床 12- 7 辊矫直机。

如采用全苏钢管科学研究所提出的新工艺流程(图 5-8),该机组的生产率仍有进一步提高的可能。根据该新工艺流程,钢管在步进式加热炉内再加热后进入 14~16 架张力减径机,减径后在均整机上均整并经 5~7 机架定径机定径,然后冷却、矫直和精整。采用这种流程,不但提高产量,而且可以改善钢管质量。

(3) 阿尔及利亚国营黑色冶金公司安纳巴钢厂(Annaba Steel Works)的 2"~14"周期轧管机组是由意大利因西公司设计和建造的,计划分两期建成,主要生产石油、化学和机器制造工业用管。第一期工程已于 1975 年建成投产,其产品规格范围为 2"~14"。车间包括三个 34 米的横跨和三个纵跨,占地面积为 50000 米²。其平面布置图示于图 5-9。车间内有两条热轧作业线,一台 14"和两台 8"周期轧管机。第一期工程包括三台轧管机、一座环形加热炉、一台压力穿孔机以及一台延伸机。到第二期工程再建一座加热炉,一台穿孔机和一台延伸机。第一期工程建成后年产量为 80000 吨(生产能力为 140000 吨);第二期工程完成后,1"~8"和 9"~14"两套机组年产量可达 140000 吨(生产能力为 180000 吨)。

该机组是最现代化的新机组。其中有许多值得注意的新工艺和新设备,如:

① 压力穿孔机(图 5-10)具有 400 吨、800 吨和 1200 吨三挡穿孔压力,可按穿孔直径的大小选用合适的压力,避免不必要的动力浪费。

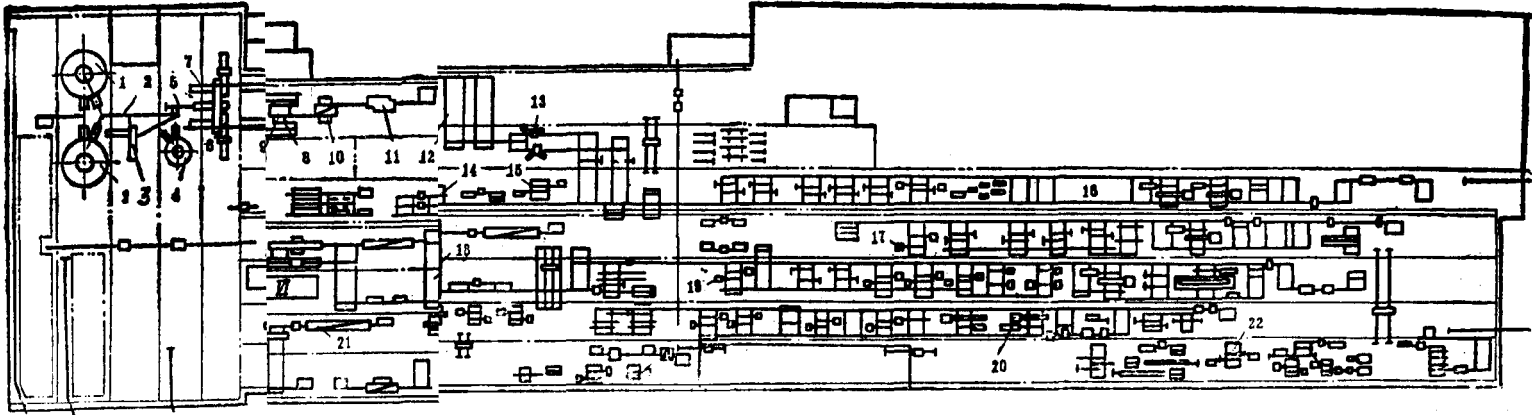


图 5-7 孚卜克内西钢管厂 140 毫米周期轧管机组的平面布置图

- 1- 环形加热炉；2- 钢锭运输辊道；3- 压力穿孔机；4- 中间再加热炉；5- 延伸机；6- 周期轧管机；7- 机外穿芯棒装置；8- 火焰切割装置；9- 打印装置；10- 步进式再加热炉；11- 定减径机；12- 冷床；13- 矫直机；14- 检查台；15- 切管机；16- 输送管精整设备；17- 套管加工设备；18- 热处理设备；19- 高强度套管加工设备；20- 对焊钻杆加工设备；21- 锅炉管热处理设备；22- 加工机床。

②钢锭加热后用 150 巴高压水清除表面氧化皮 ,可以改善钢管的表面质量。

③斜轧延伸机既用来延伸杯形坯 ,也可用钢锭直接穿孔。斜辊的倾斜角可在 $4^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 的范围内调整。延伸机前台受料槽两侧均可上料。

④周期轧管机(图 5-8)采用无飞轮直流电机——减速机主传动系统 ,机后设有 γ 射线自动测厚装置 ,上辊压下装置有微调补偿机构 ,脱管叉设在机架外 ,便于脱管操作。

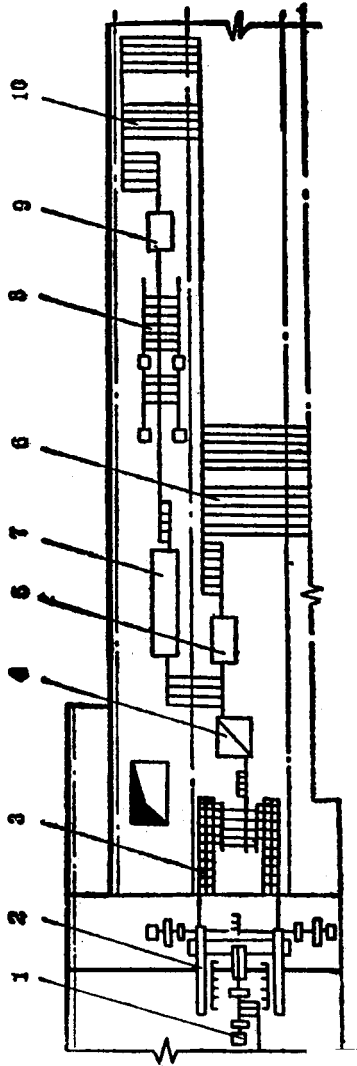


图 7-8 全苏钢管科学研究所提出的新工艺流程图

1- 延伸机; 2- 周期轧管机; 3- 火焰切割机; 4- 步进式再加热炉; 5- 定径机; 6- 冷床;
7- 张力减径机; 8- 均整机; 9- 定径机; 10- 冷床。

图 5-8 全苏钢管科学研究所提出的新工艺流程图

1- 延伸机 2- 周期轧管机 3- 火焰切割机 4- 步进式再加热炉 5- 定径机 6- 冷床 ;
7- 张力减径机 8- 均整机 9- 定径机 ;10- 冷床。

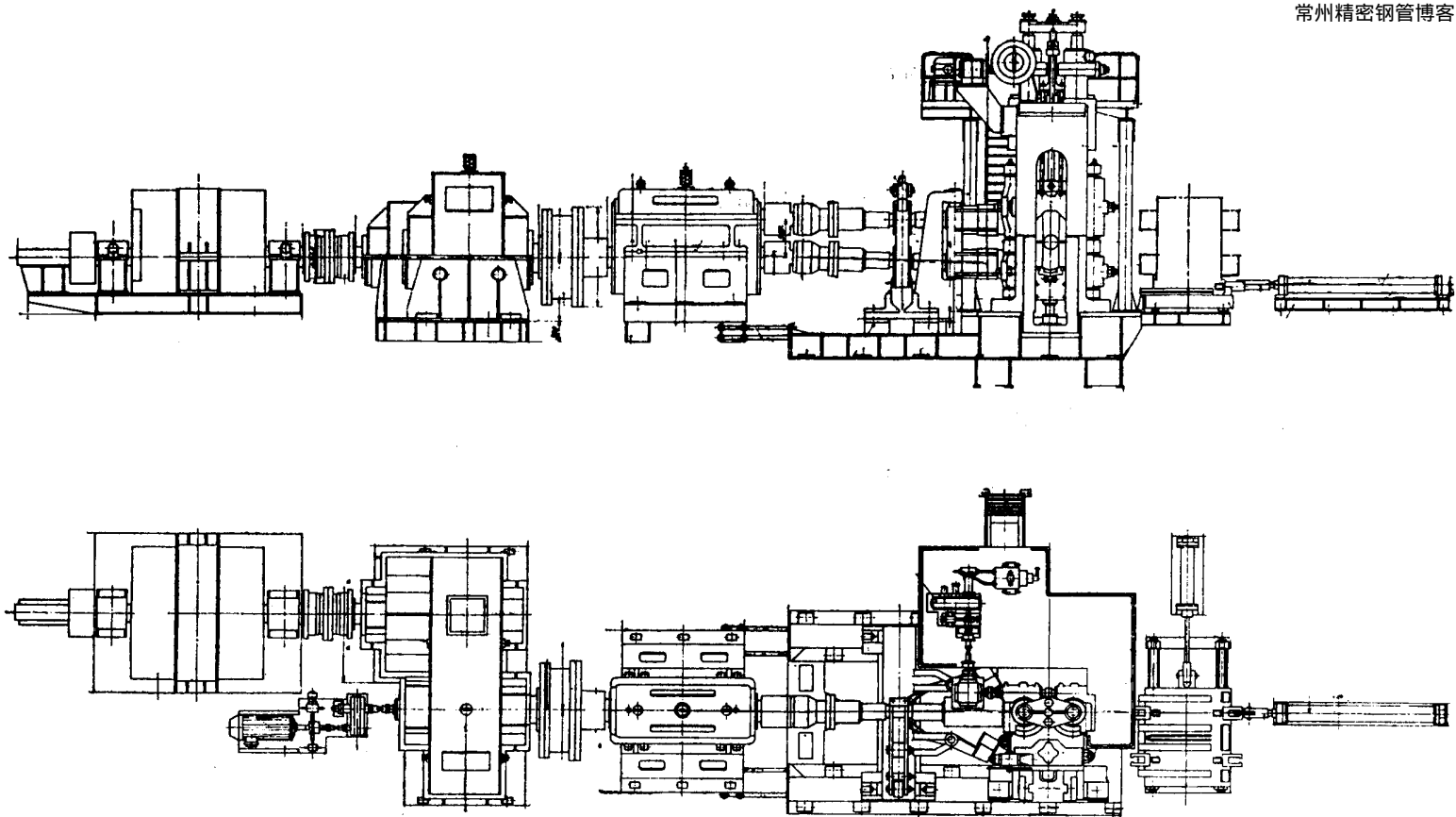


图 5-9 阿尔及利亚 2" —14" 周期轧管机组的周期轧管机

⑤有包括芯棒运输、冷却、润滑在内的机外预装芯棒装置,可节省辅助操作时间,缩短轧制周期。

⑥使用性能完善的喂料器和喂料器——轧辊同步系统。这样就可以在打头时强迫转动荒管,缩短打头时间;也可以在轧制停止时使芯棒卡头的锁口处于要求的位置(朝上),缩短拔出旧芯棒和装入新芯棒的操作时间,和传统喂料器相比,轧辊转速可提高40~50%(生产直径225毫米的钢管时,轧辊转速可达每分钟115转)。喂料器能保证以90°的不变转角翻转钢管,机械传动的喂送系统能保证恒定的喂入量,从而可大大提高钢管表面质量和尺寸精度。

⑦14"机组采用轧线外锯切,这样就可以在下一根钢管轧制时,同时进行锯切作业,使等待的辅助操作时间减少到零。

⑧8"机组后设有24架三辊式张力减径机,从而可以扩大品种,提高机组产量。

⑨车间内还设有推轧穿孔机(PPM),可以代替一般的压力穿孔机。

(4)墨西哥钢管公司塔姆沙厂(Tamsa)的25~184毫米机组系由意大利因诺蒂公司设计制造,于1951年投产,生产直径89~180毫米的钢管。原设计是按典型的卡尔莫斯法生产,其工艺流程是:钢锭在配有装料机1和出料机3的环形炉2内加热,在压力穿孔机4上穿成杯形坯,在斜底炉5内再加热,在延伸机6上轧成荒管,在周期轧管机7上轧成最大长度为28米的钢管,在热锯8上切头并分段,在磅秤9上称量,在步进式炉10内再加热,在12机架定径机11上定径,在冷床12上冷却。根据需要,钢管在热锯后可直接经辊道13送往冷床,不经再加热和定径,如图5-10所示。

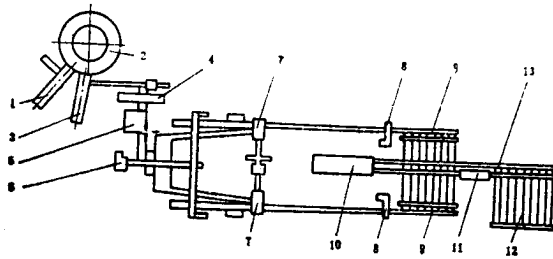


图5-10 西哥塔姆沙25~184周期轧管机组改造前的平面布置图

为了提高生产率和改善技术经济指标,该机组曾进行过重大技术改造,增设了张力减径机。改造后的平面布置如图5-11所示。

可以看出,周期轧管机7以后工艺改变了。根据新工艺,在轧管机上所轧制的钢管最大长度为20.5米,而且钢管的直径和壁厚也都加大了。热锯只锯

掉钢管的前端和皮尔格头,然后在步进式炉 10 中再加热,出炉后在 16 机架二辊式张力减径机 11 上减径,在 7 台热锯 12 上切成定尺长度,在冷床 13 上冷却后送往精整。定径管出炉后在原有的 12 机架定径机 14 上定径(管径 140 毫米以上),用锯 15 切定尺长度,在冷床 13 上冷却后送往精整。

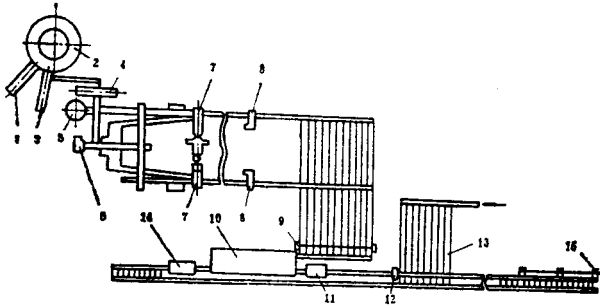


图 5-11 墨西哥塔姆沙 25~184 周期轧管机组改造后的平面布置图

减径机能得到最小直径为 25.4 毫米、长达 76 米的钢管。减径机具有双文承轧辊和不可调机架。每个机架由一台 200 千瓦的直流电机单独传动。

机组改造前后品种和生产率的对比情况列于表 5-3。

表 5-2 墨西哥塔姆沙 25~184 机组改造前后的对比

成品管直径 (毫米)	24.6	41.7	47.8	50.8	60.32	73	88.9	14.3	168.5	178
对比指标※										
周期轧管机孔型直径(毫米)	$\frac{-}{124}$	$\frac{-}{149}$	$\frac{-}{149}$	$\frac{-}{149}$	$\frac{89}{184}$	$\frac{107}{184}$	$\frac{107}{184}$	$\frac{124}{192}$	$\frac{184}{192}$	$\frac{184}{192}$
管壁最小厚度(毫米)	$\frac{-}{2.5}$	$\frac{-}{2.9}$	$\frac{-}{3.0}$	$\frac{-}{3.1}$	$\frac{3.9}{3.3}$	$\frac{4.0}{3.4}$	$\frac{4.0}{3.6}$	$\frac{4.1}{4.0}$	$\frac{4.2}{4.2}$	$\frac{4.2}{4.2}$
周期轧管机组生产率(吨/小时)	$\frac{-}{8}$	$\frac{-}{11}$	$\frac{-}{11}$	$\frac{-}{11}$	$\frac{7.7}{12.5}$	$\frac{11.9}{18}$	$\frac{12.6}{17.5}$	$\frac{15.3}{17}$	$\frac{18}{18}$	$\frac{18}{18}$

※分子——改造前,分母——改造后

(5) 法国瓦卢勒克公司昂赞厂 20" 周期轧管机组(图 5-14)。设备系由西德德马克—米尔公司设计制造,生产直径 229~508 毫米、壁厚小于 80 毫米的无缝钢管。钢锭最小尺寸 $\phi 300 \times 1120$ 毫米,最大尺寸 $\phi 60 \times 1793$ 毫米,最大锭重 6000 公斤,按两班制计算,每年工作 3340 小时,设计年产量 17.7 万吨,金属消耗系数 1.155~1.275,机组机械设备总重 4500 吨。机组主要设备包括;

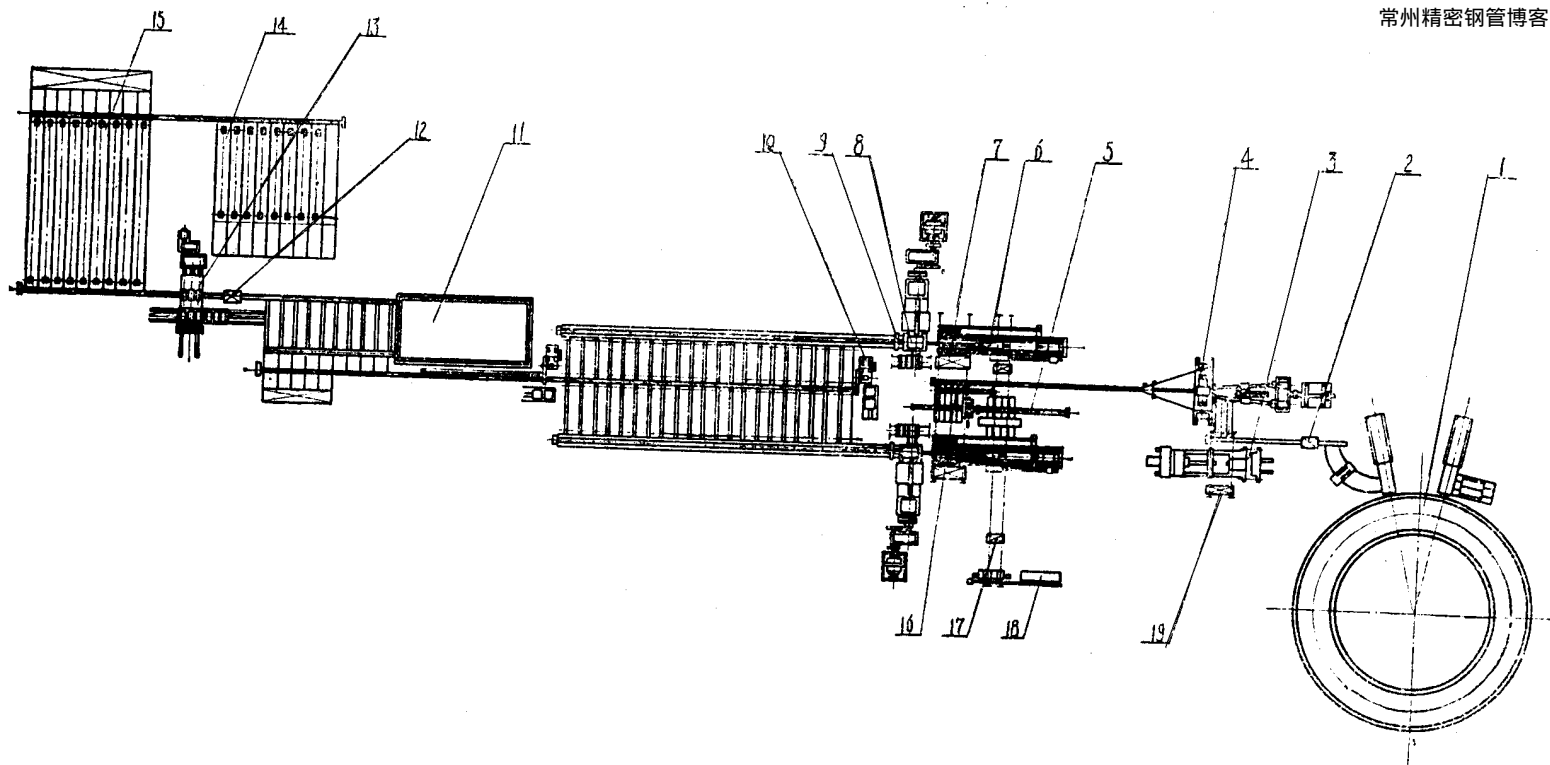


图 5-12 法国瓦勒克公司昂赞厂 20" 周期轧管机组平面布置图

1- 环形炉；2, 12- 外表面清除氧化皮装置；3- 压力穿孔机；4- 延伸机；5- 机外穿芯棒装置；6- 喂料装置；7- 芯棒荒管吊车；8- 周期轧管机；9- 同位素测厚装置；10- 热锯；11- 步进再加热炉；13- 8 机架定径机；14, 15- 冷床；16- 内孔清除氧化皮装置；17- 芯棒吊车；18- 脱管环运输装置；19- 压力穿孔机操作机。

- ①一座平均直径 25 米的环形加热炉。炉膛宽 6 米。
- ②一台 2200 吨卧式压力穿孔机。冲模最大直径 775 毫米,冲杆最大直径 305 毫米,杯形坯最大长度 2200 毫米。
- ③一台 HBW1100 型延伸机。工作辊尺寸 $\Phi 100 \times 1250$ 毫米,倾斜角 4.5° ;上导辊尺寸 $\Phi 750 \times 1250$ 毫米,轧辊转速 35~70 转/分;主电机功率 3000 千瓦,400~800 转/分;前台推用行程 3000 毫米,后台顶杆长 7 米,荒管尺寸 $\Phi 340 \sim 800 \times 1100 \sim 3800$ 毫米。
- ④两台周期轧管机。轧辊直径 1250 毫米,转速 30~100 转/分;芯棒最大长度 5400 毫米,轧管长度 36 米;单机传动主电机功率 3000 千瓦,100~400~800 转/分;换辊装置每换辊一次约需 20 分钟;同位素壁厚检测装置的检测精度 ± 0.1 毫米,最大壁厚 50 毫米。
- ⑤具有机械—水力喂送机构的喂料器。空气传动活塞直径 $\Phi 550$ 和 $\Phi 600$ 毫米,初始空气压力 $P = 4 \sim 12$ 巴,最大压缩压力 $P_k = 20$ 巴,芯棒最大重量 8600 公斤。
- ⑥机外穿芯棒装置。包括钳吊、冷却槽、芯棒润滑装置、芯棒、荒管操作机、芯样运送车(两台轧机共用一套装置)。
- ⑦两台热锯。锯片直径 $\phi 2400 \sim \phi 2200$ 毫米。
- ⑧一座步进式再加热炉。有效尺寸 19000×8000 毫米。
- ⑨一台 MW900 型三辊式三机架定径机。定径辊直径 $\phi 900$ 毫米,机架间距 850 毫米,辊上最大压力 120 吨,定径辊转速 22 转/分,进口速度 $0.44 \sim 0.8$ 米/秒。集中传动电机功率 800 千瓦,转速 600 转/分。
- ⑩两段双链式冷床。宽 18 米,长 23.5 米 + 12.5 米,链条间距 1500 毫米,链爪节距 580 毫米,运输链 10 条,反向链 11 条。

该机组的设计代表了西德德马克——米尔公司的最新技术水平。该公司最近又在为巴西和罗马尼亚设计制造类似规格的新机组。其中某些工艺和设备布置方面的特点值得注意:

a. 只有一座环形加热炉,穿孔后不经再加热,一次轧成。这样设备布置比较紧凑。空心坯加热既费燃料,又增加内表面的氧化,对钢管质量不利,因此新设计的机组多不设置穿孔延伸后的再加热炉。

b. 压力穿孔机的装卸料采用钳式栈桥吊方式,而不采用一般装在压力穿孔机底下的连杆式操作机。这样可简化穿孔机的结构和基础并便于维修。

c. 延伸机导卫装置采用上导辊下导板型式,轧制中心在轧机中心线以上

100 ± 25 毫米。这样可减少导板更换次数。

d. 在主要工序前,即穿孔、轧管和定径前均考虑了高压水清除氧化铁皮装置,有利于提高钢管表面质量。

e. 周期轧管机主传动采用了高转速小飞轮系统单机传动。

f. 轧机后设置了同位素壁厚自动检测装置。这样便于及时补偿调整压下,控制管壁偏差。

g. 两台轧管机共用一套机外穿芯棒装置,用一台公用的栈桥式操作机轮流给两台轧管机移送荒管和芯棒,用另一台移送待冷却的芯棒,从而减少了轧管机区的设备重量,提高了设备利用率。

h. 轧管后采用轧线外锯切,减少非重合的辅助时间,热锯台数也可减少一半。

采用双向链式冷床,风机强迫吹冷。

第三节 周期轧管机组的技术现状与发展动向

在现代化周期轧管机组中,为加热管坯(钢锭)主要采用环形加热炉,根据机组产量配一座或两座。五十年代西欧建的一些机组,采用移动小车式炉底的隧道式加热炉,加热特大尺寸的钢锭。这种炉子的机械化程度颇高,结构又简单,可以在不停产和不妨碍机组工作的情况下检修炉底,有较好的炉底利用系数。与环形炉相比,它有下列三个优点:

- ① 钢锭可以放在冷底上,能避免某些热敏的低合金钢产生裂纹;
- ② 易于根据炉子的生产率调节燃料消耗,因而其燃料耗量比环形炉小;
- ③ 易于按各种制度进行连续加热。

因而有人认为关于周期轧管机组中选用哪种护型的问题还值得进一步研究。

在多数机组中均采用卧式压力穿孔机,但也有采用立式的。一般在机组中只设一台压力穿孔机,但也有设两台的。其中一台用于破鳞或用于方坯角定型,另一台用于穿孔。近年来新发展的推轧穿孔机(即 P.P.M.)比压力穿孔机能提供较大穿孔比(长度/直径)的空心坯,因此开始出现以推轧穿孔机取代压力穿孔机的动向,已出现配备推轧穿孔机的机组设计方案

压力穿孔机后一般均设有一台二辑式延伸机。个别机组在压力穿孔机和

延伸机之间还没有一台辊式穿孔机。还有个别机组设有两台延伸机,进行二次延伸,或在一次延伸后对荒管进行检查修理,再加热后进行二次延伸。延伸机一般只用作杯形坯的延伸和穿透杯底。在有的机组中则一机两用,既作延伸机用,也作圆钢锭的直接穿孔用。用作延伸机时,轧辊的倾斜角一般为 $3^{\circ} \sim 5^{\circ}$,而在一机两用时,轧辊倾斜角可在 $4^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 范围内调整。

近年来,对氧化铁皮的清理日益重视。过去的机组只清除加热后的外表面的氧化铁皮,最新的机组中,除此而外,还清除内表面的氧化铁皮,在进定径机以前还要清除一次外表面氧化铁皮。清除方式已从老式的重力摔钢和机械破鳞发展到水力清除。

在老式的双机架机组中,轧管机的主传动多采用双机共传方式。这种传动方式缺点较多,因而在新建的机组中均采用分机单传方式。在单独传动的主传动中,又有带减速机和不带减速机,有飞轮和无飞轮等不同型式。在有减速机的装置中,高速轴上装有小飞轮,或不装飞轮;在不带减速机的装置中,则装大飞轮。比如,英国克莱兹代尔厂的219~426机组中,主电机功率1620千瓦,32~90转/分,所用飞轮直径8.5米,重达90吨。又如苏联新建的140~340机组中,轧管机的主电机功率2200千瓦,所装大飞轮的惯距达 525×10^3 公斤米²。

无飞轮的主传动装置,早在五十年代即已出现,最新机组也在采用。据称,在轧制工艺方面有采用“升速轧制”即打头时轧机用低转速,打头后提高转速进行轧制的设想。加之带飞轮的传动系统有调速不灵、事故停车困难等缺点,预计在主传动中无飞轮系统将得到发展。

五十年代开始应用的 γ 射线(或 \times 射线)无接触壁厚检测装置和压下微调机构,以及壁厚公差控制技术等已在新机组中广泛应用。

轧机外穿芯棒的工艺在新机组中也得到了普遍应用。

水冷芯棒已成功地应用于小型周期轧管机组。采用此法可大大地延长芯棒的使用寿命。此外,还可以强化轧管机的工作制度,减少轧制区的设备。

近年来,有人提出了机外脱芯棒的设想,其目的也是缩短轧机的辅助操作时间,提高轧机生产率。但这要相应地配合以特殊结构的芯棒卡头。

提高周期轧管机生产率的有效措施是配备性能优良的高速喂料装置。多年来,在喂料装置的现代化改进方面进行了大量的工作。喂料器工作速度的提高意味着制动减速度的相应加大,但制动减速度的加大受到荒管对芯棒咬紧力的限制。为增加二者的咬紧力,在机外穿芯棒装置中用特殊的压力机将荒管压紧在芯棒上。对机内穿芯棒的机组,则采用后段加粗的芯棒,使加粗部

分与荒管(相应于皮尔格头的部位)套紧。

为了缩短打头时间,采取直接在延伸机上预先将荒管前端缩径的新工艺。

在最新机组中,为了减少由于直接在出口料槽上锯切而延误下一根钢管停机待轧的时间,均采用轧线外锯切的工艺布置。有的机组还配备了火焰切割装置。

新机组中多采用多机架定径机。大规格钢管用3机架定径机,中小规格钢管用5~7机架定径机。传动方式多为交流电机集中传动。有的大机组则采用程序控制的单机架定径机。

为了扩大机组产品品种和提高机组生产率,有的机组设置了张力减径机。另外还有人提出了机组中增设均整机的设计方案。

采用双向运动链式冷床,并设有吹风强冷设备。

下面对广泛应用的机外穿芯棒以及最近开始应用于周期轧管机组的火焰切割方法补充介绍如下:

一、机外穿芯棒

在周期轧管机组中,轧管机一直是薄弱环节。因此,尽可能地缩短轧管时的辅助操作时间以提高其生产能力。在新的机组中,大都采用机外穿芯棒的工艺。一般直接在轧管机上穿芯棒的辅助操作时间为45秒,机外穿芯棒可使该辅助操作时间缩短到30~35秒。

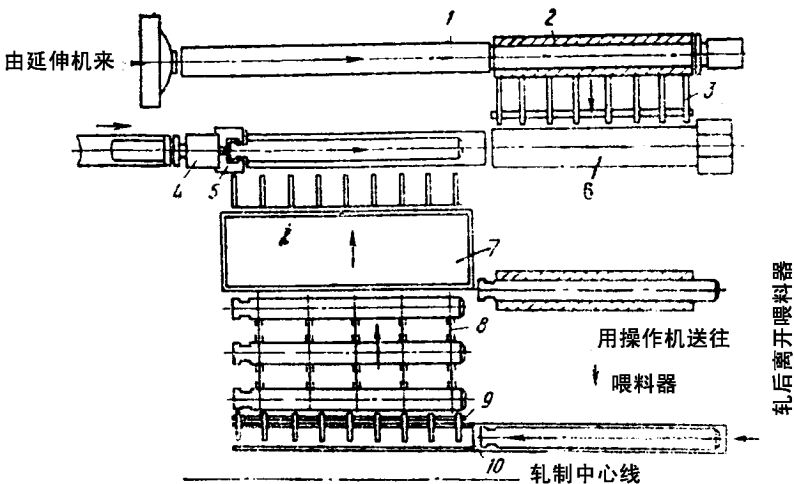


图 5-13 机外穿芯棒示意图

如图 5-13 所示,从延伸机后辊道 1 送来的荒管 2 停到拨料器 3 前,然后

拨到设有固定挡板的受料台 6 上。芯棒从冷却水槽 7 送到芯棒定位机构的升降辊上。靠液压缸将定位头 4 推向芯棒,借助定位头的舌块将芯棒端部的卡口槽平面转到垂直平面。

定位后升降辊下降,把芯棒放进液压缸柱塞端头的卡头 5 内,然后液压缸将芯棒推入荒管。装好后用带夹钳的操作机将荒管同芯棒一起吊送到轧机中心线,放进喂料器的卡头内。钢管轧好后,抽出芯棒,喂料器停在最后位置。

用过的芯棒拨出轧机,由专用小车 10 运到拨出机 9,然后拨到链式移送机 8 上。在移送过程中空冷,最后落入水槽 7。水冷后的芯棒重新再装入荒管。图 5-14 为机外穿芯棒机构的剖视图,图 5-15 为芯棒定位头装置。

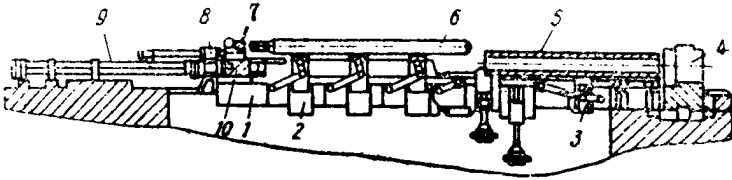


图 5-14 机外穿芯棒机构的剖视图

1-机架 2、3--受料滑块 4-固定挡头 5-荒管 6-芯棒 7-定位头 8-活塞式液压缸 9-长行程活塞式推压缸;10-穿芯棒用的芯棒卡头。

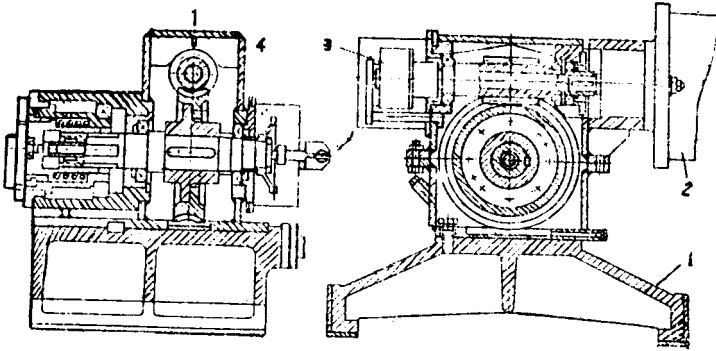


图 5-15 芯棒定位头装置

1-架体 2-电机 3-转角发送器 4-蜗轮传动 5-舌块。

在性能更完善的装置中,穿芯棒线上还设有箍紧压力机,用来将荒管的一端压紧到芯棒上,以防高速轧机打头时荒管从芯棒上向前滑脱,产生超量喂送,发生设备事故。装置中设有两组芯棒台架,一组用作芯棒的空冷台,一组用作备用芯棒的存放台架。这样可以缩短设备转换时间。用过的芯棒由运输链移出,而不用运输小车。

在双机架机组中,通常每台轧机都有各自的穿芯棒装置,但有的新机组也

采用双机共用一组穿芯棒装置。显然后者可以减轻机组设备重量。

二、轧线外锯切与火焰切割

轧线外锯切就是在钢管被拉出轧管机后立即拨到辅助辊道上进行锯切，使下一根钢管可以立即开始轧制。这种新工艺已在近年来投产的新机组中得到广泛应用。

在苏联新设计的周期轧管机组中，为了消除噪音和提高切割质量，采用了无声的火焰切割装置进行轧线外切割。该装置的剖视图示于图 5-16。

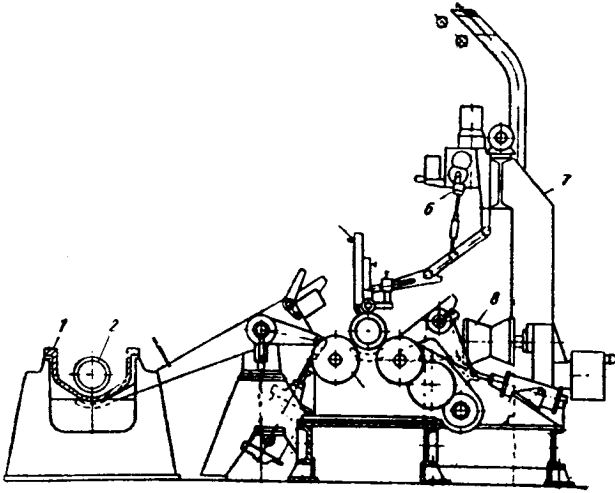


图 5-16 火焰切割装置剖视图

火焰切割装置包括从出料槽 1 拨出钢管 2 的过渡色条 3，切割时转动钢管的托轮架 4，火焰切割用的气割炬 5，靠连杆系统与气割炬相连的电动小车 6，装在金属支柱上的小车行走梁 7 和运输辊道 8。

其操作方式是：钢管从出料槽拨到托轮架上，架气割炬接要求的切管长度配置在钢管的全长上。在托架将钢管转动一周的时间内切割皮尔格头、前端头和分段管长。

小车行走梁上装有标尺，指出气割炬间的所需间距。

气割炬使用的是天然气和氧气，从车间公用管路用软管接到气割炬上。

托轮架包括空转轮和传动轮。传动轮由一台电机通过减速机和连接轴来传动。

气割炬的升降由电机传动的拉杆来带动。

火焰切割装置的技术性能：

气割炬小车栈桥 ,	
长.....	44145 毫米
高.....	3900 毫米
气割炬架数.....	4
钢管的最小调节长度.....	5000 毫米
气割炬下降、提升时间.....	3 秒
切割时间	
最长.....	78 秒
最短.....	66 秒
天然气耗量.....	7.5 米 ³ /时
氧气耗量.....	60 米 ³ /时

第四节 喂料装置的现代化改进

喂料装置是周期轧管机的重要组成部分。它的性能对周期轧管机的生产率和钢管质量起着决定性的影响。

喂料装置包括喂料器和喂送机构两部分。下面分别介绍喂料器和喂送机构的发展和改进。

一、喂料器

对喂料器工作性能的基本要求是 :第一 ,喂料器的运动应严格符合于轧辊运动 ,即应是同步的和同相的 ;第二 ,荒管应在轧辊形成开口时完全喂进并回转一定角度 ;第三 ,制动装置应能快而平稳地制动住喂料器的运动质量 ,把它停在前端位置上 ,而与所轧管的尺寸无关。

众所周知 ,从 1891 年起正式确立了符合现代工作原理的周期轧管法。最初阶段的喂送与翻转是用人力进行的 ,后来开始出现弹簧和重锤传动的简陋的喂送机械。1908 年开始出现气动传动和水力制动的喂料器 ,图 5-20 ~ 图 5-21 示这种喂料器的简略历史发展过程。1912 年出现能以每分钟 300 次行程工作的快速喂料器(只适用于小直径管)。1923 年提出适用于轧制大直径管的结构(图 5-21)

1929 年更提出荒管可翻转任意角度的喂料器(图 5-22)。

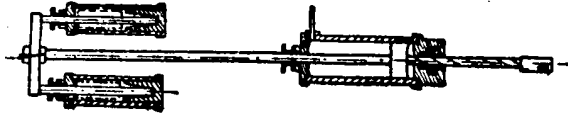


图 5-17 第一台空气传动的喂料器

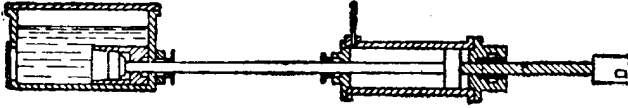


图 5-18 柳德维格式喂料器

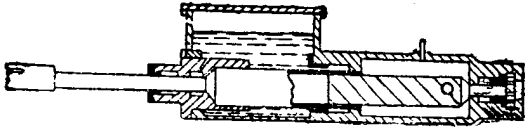


图 5-19 麻花杆在机体内的喂料器



图 5-20 麻花杆在机体外的喂料器

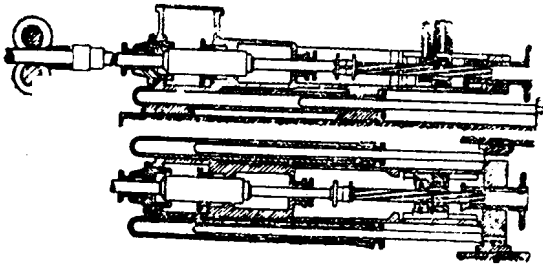


图 5-21 翻转任意角度的喂料器

后来的传统型喂料器基本上采用了同样的工作原理。

虽然水力制动的喂料器,早在二十年代即开始应用,但在一些三十年代建造的周期轧管机组中,还在采用空气制动装置的喂料器,其结构见图 5-22。

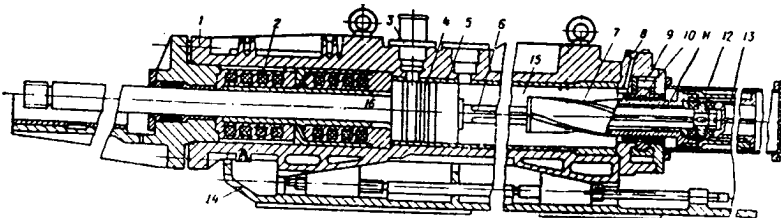


图 5-22 空气制动的喂料器

从图上可看出,它的制动工作是靠前缸腔 16 的缓冲空气垫和金属橡胶缓冲器来实现的,性能不如水力制动的好。

图 5-23 所示为传统型的空气传动水力制动喂料器。这种喂料器包括:铸造机体 1,制动水力室 3 和空气室 5,在机体模孔内装有制动套 2 和隔离各室的密封填料 4。机体后部有棘轮机构 8,带活塞 7 的立缸 6 被用来调节空气室容积。拉塞 13 的前端装有志掉十头,后端的内孔里装有可更换的螺母 12,和螺旋杆上的螺纹相配合,螺旋杆后端装配着流轮 10 和棘爪相啮合。

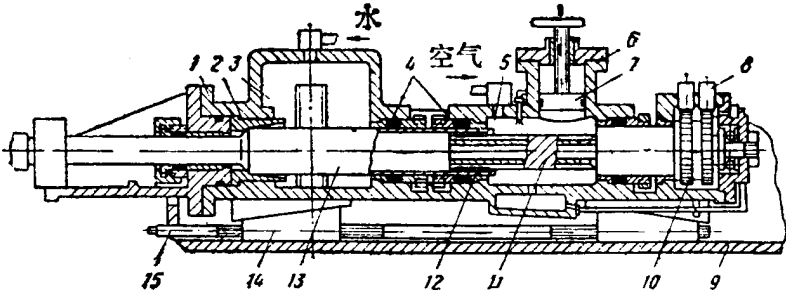


图 5-23 传统型水力制动喂料器

在轧制时,柱塞后退而压缩空气室内的空气。当轧辊释放荒管,运动质量向后的惯性力被空气室内空气制动,然后又将它们以加速度弹回,当柱塞的制动端头进入制动套 2 时,套内的液体经过柱塞和水套之间的环形缝隙排泄而产生制动阻力,以较低的终速度将柱塞停在极前端位置。

当柱塞被迫后退时,荒管在轧辊中被轧制而不能转动,螺母 12 强迫螺旋杆迴转,此时棘爪在棘轮齿上滑跳。而当柱塞向前运动时,棘轮被棘爪掣住,则螺母 12 带动柱塞作螺旋运动,使它迴转一个角度,这个角度的大小取决于运动的行程和螺旋杆上螺纹导程的大小,如导程为行程的 4 倍则相应的转角为 90°。

喂料器装在滑台 9 上,藉助带左右螺纹的螺杆 15 移动两个楔形垫块 14 调整中心高度。滑台由水力缸推动而实现往返运动和控制轧辊每一转的荒管喂入量。

传统型喂料器的性能很不完善。它对工作参数的调整缺乏灵活性,调整的范围也窄。例如,传动空气室的最终(死区)容积较大,即使立缸活塞放在下极端位置,也不能获得较大的压缩比来提高加速所需的高气压,而只能靠提高空气初压来解决。用手轮进行调整,操作也不方便。制动水套的结构实际上不能调节制动制度。翻料机构的翻转角是随柱塞行程而变的,既不能保证开轧打头时有足够的转角,也不能保证稳定轧制时接近 90°的转角。虽然在设计

上考虑用可更换的几种导程的螺旋杆,但更换时需大拆大卸设备,费工费时,实际上使用者宁肯容忍转角偏大或偏小,而不更换螺旋杆。

传统喂料器的这种技术状态不能保证周期轧管机有效和安全地工作,也限制了轧机生产率的进一步提高。针对上述问题进行了大量研究工作,来提高它的工作性能。近年来出现了几种新型现代化喂料器,现将其结构特点与工作性能分别介绍如下。

1. 卡尔莫斯型高速喂料器(以下简称卡氏喂料器)。

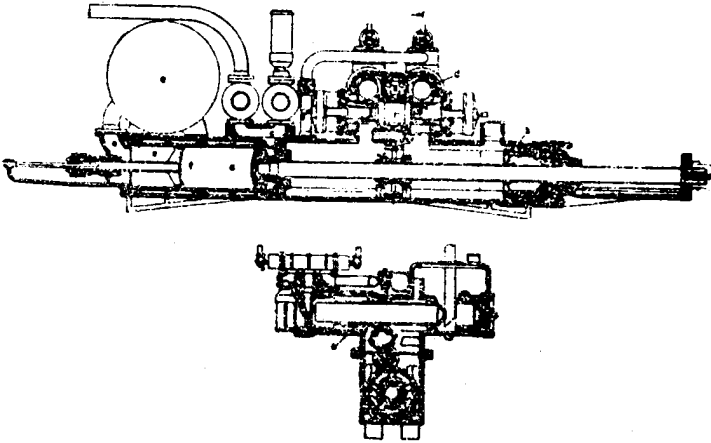


图 5-24 卡尔莫斯型高速喂料器

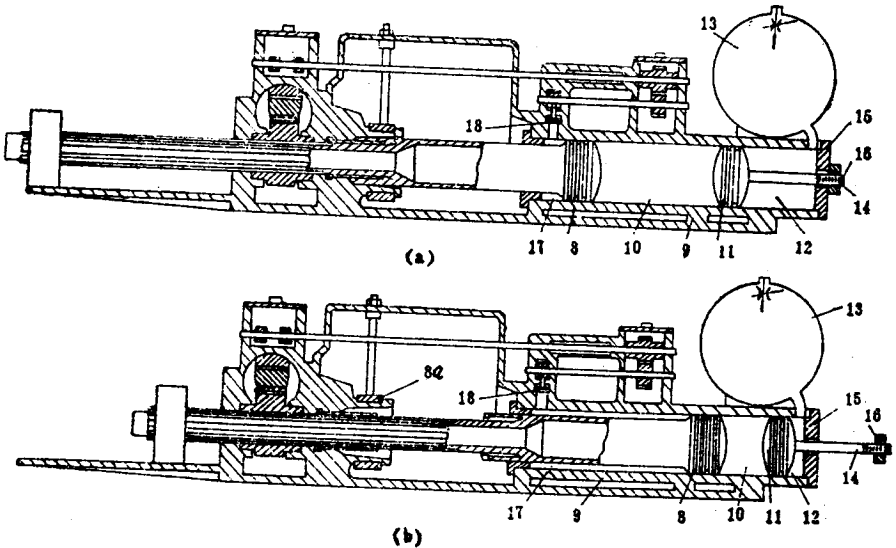


图 5-25 大气罐限压气动传动原理

(a) 工作冲程开始时情况;

(b) 工作冲程终点情况;

这种新型高速喂料能于 1970 年 1 月提出以后,曾被誉为现代化喂料器新设计的代表图 5-24 所示为该喂料器的纵剖面和通过翻转装置的横剖面。

这种喂料器的设计特点是:浮动活塞大气罐限压的气动传动系统和独立的气动齿条翻转机构。这两部分均已取得专利。

(1)大气罐限压气动传动系统:该专利的出发点是企图避免在工作冲程的后段,即在轧辊孔型的出口锥部分开始释放荒管的时候,空气缸后缸室内压力上升过高而产生轧辊在轧件上滑动或使薄壁管产生皱折的现象。并利用限制终压的办法来避免这种现象。其结构原理见图 5-25。

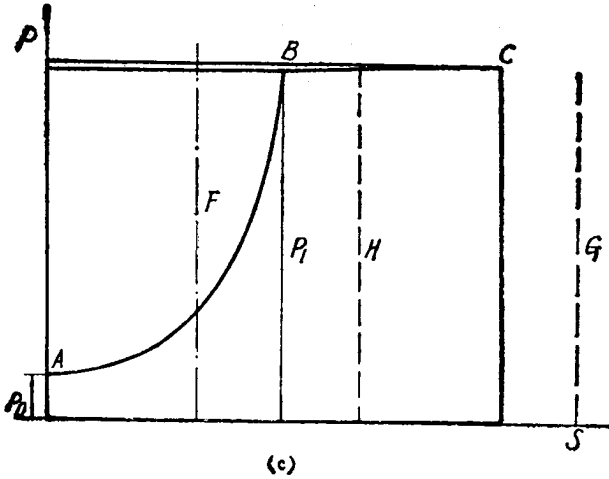


图 5-26 大气罐限压气动传动原理图

(c)工作冲程时缸室 10 内空气压缩曲线图

由图可知,其工作原理是,在活塞 8 的后缸室内,设有一个浮动活塞 11,11 后面的缸室 12 由导管和一个容积很大的空气罐 13 连通,13 内的压力可由压气机调节到需要的大小。

气缸 9 的前缸室 17 有进气阀 18 与排气阀(未示出)控制其进排气。在开轧打头时进气阀 18 向前缸室 17 导入压缩空气帮助活塞 8 后退,使之退出制动水套,并压缩中间缸室 10 内空气使之升压。到一定的(相应于轧辊某个相位的)时刻进气阀与排气阀配气,缸室 10 内的压力将运动质量迅速弹回,喂入到轧辊咬入位置,使容易产生事故的打头过程变成和轧辊同步的可控制工作过程。这点是本设计首创的重要改进(对这种打头方式似可称之为“引程打头”)。

在稳定轧制时,活塞 8 后退使缸室 10 内压力升高,当达到与后缸室 12 内

设定的压力平衡时,则开始推动浮动活塞 11 一同运动。由于气室 12 与大容积空气罐 13 连通,因此 12 内的压力升高不大,因而在浮动活塞 11 开始运动后,缸室 10 的压力基本稳定地限制在无损于钢管质量的高度上。

浮动活塞 11 的初始位置是可调的,因而可以改变高压段的宽度来改变活塞加速运动所需的推进能的分布形式。

(2) 独立的气动齿条翻转机构:该机构和所谓的叠加补偿机构显然不同,这种机构和活塞—荒管运动系统的行程完全无关。它利用独立的空气缸为动力,按间歇运动方式工作,在轧辊空转行程时推动齿条经过齿轮系统和花键杆传递翻转运动。其工作原理见图 5-28。

其工作方式是。两个气缸 16 各有控制气阀,互相与轧辊转动相位联锁而配气,即一个缸进气时另一个缸排气,一个活塞被充气推出时,通过侧齿 14 和精轮 15 将另一活塞排气退回,推出活塞的下齿条 11 推动轴 7 上空转的齿轮套 9,通过接合状态的离合器带动轴 7 转动,再经过中间齿轮 6 转动回转圈 4 而使带花键的活塞杆 2 以及芯棒 2a 转动。与此同时,退回的活塞这一端的离合器处于脱开状态,因而与下齿条咬合的齿轮套 9 在轴 7 上空转。下一轧程时错气反向,过程重复进行。使花键活塞杆在每一道次中依次向同一方向翻转同样大小的角度。

这种翻转机构的设计优点是:

① 与工作行程完全无关,因而从开轧打头的第一下起就能保证 90° 转角;

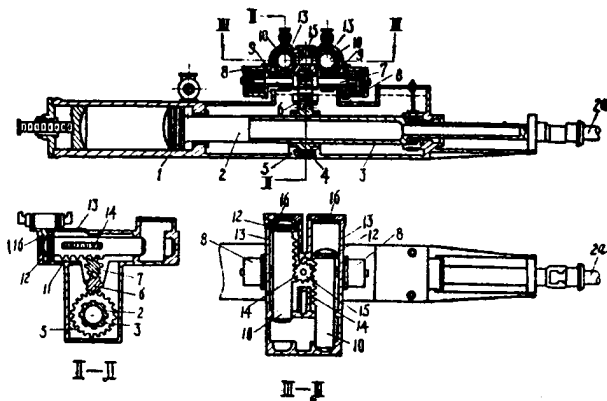


图 5-27 气动齿条独立翻转机构

1—活塞 2—活塞杆 2a—芯棒 3—花键 4—回转圈 5—外齿轮 6—中间齿轮 7—齿轮
轴 8—气动片式离合器 9—带齿轮离合器外套 10—双齿齿条 11—齿条下齿 12—活塞头;
13—气缸 14—齿条侧齿 15—惰齿轮 16—气缸室。

- ②不占用主传动气缸动力,因而可充分发挥其加速推进的效率;
- ③取消了昂贵的麻花杆系统;
- ④如调节齿条活塞的行程可轧制各种偶数边多边形管(如方形、六边形、八边形、十边形等)。

据称,卡氏喂料器比传统型的可提高轧机转速 50% ~ 100%, 辊能力可提高 50%。例如:对于 112 ~ 228 毫米轧机常用喂料器的转速为 80 ~ 115 转/分,而卡氏喂料器则为 130 ~ 170 转/分。

2、因西公司 APR 型高速喂料器

意大利因西公司为阿尔及利亚安纳巴厂新建的 1" - 14"周期轧管机组,专门发展了这种新型喂料器并取得了专利权,据称已为阿尔及利亚、南斯拉夫、埃及、巴西等国提供了同类型设备,其结构见图 5-29

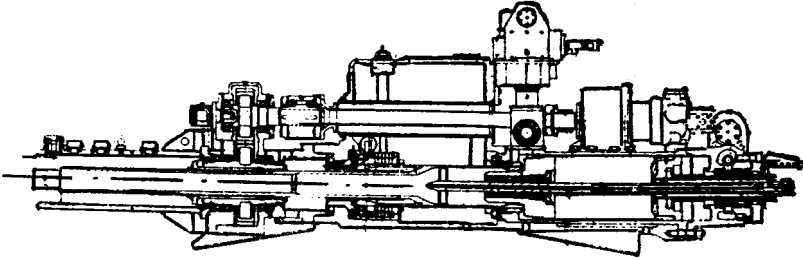


图 5-28 因西公司 APR 型高速喂料器

这种喂料器有以下特点;

(1)气动传动的工作原理;气动传动为该喂料器的专利部分,图 5-29 是该专利原理图。

图 5-29(a)是喂料器纵剖视。

图 5-29(b)是喂料器工作对空气缸内压力变化图。

气缸 9 内有主活塞 1,其活塞杆前端与芯棒卡头 4 用高压油(无键)联结,活塞杆的一段长度上被称为麻花杆的部分制有螺旋槽和螺旋套 3 配合,气缸的活动封底 8 由蜗轮装置 10 调整它的位置来改变压缩比,中心管穿过封底和活塞头 1(a)并在活塞头的密封内滑动,中心管上的气口 11 通过终端接头 12 和管路连通,气口 11 的位置可相对于活动封底调整。

当工作时,轧辊将活塞推向封底 8,此时空气室由气口 11 与管路连通,因而保持压力不变,直到活塞到 B 点气口被封住为止,在 B 点轧辊释放荒管,活塞 1 和其它运动件因惯性继续运动到 C 点,在 B-D 段内空气按多变曲线进行压缩。

最后能达到的终压力 P_2 ,与活塞完成全行程后剩下的 C - D 空间的容积和运动质量在 B 点具有的能量有关。

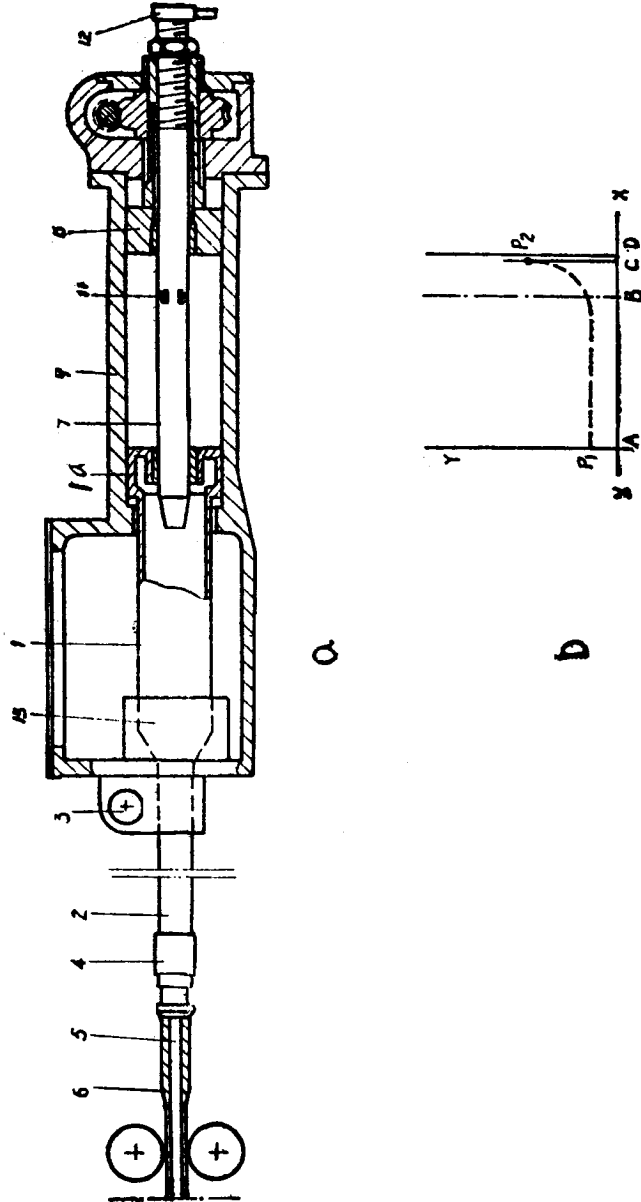


图 5-29 APP 型喂料器气动传动原理图

B 到 C 之间提高的压力能够产生很高的反向加速度 给活塞 1 以很高的返回速度。

活塞向轧辊返回到气口 11 被打开 ,压缩空气进入气缸 维持住运动质量的

加速度。

返回行程 C - A 所用的时间之短,能够相应地提高周期轧辊的转速,从而达到较高的生产率。该喂料器所用空气初压比传统型为低,这意味着轧辊对钢管施加的切向应力和轴向应力较小,有利于轧薄壁管。

(2)水力制动部分 水力制动装置包括一个有特殊轮廓的外套和一个内套,内外套构成一个环形槽,它和活塞杆上特殊形状的能插入环形槽的制动环一起作用就产生制动效应。在外套上有一系列的钻孔,外套的外面套装着一个也钻有孔的套环,用手轮转动套环就可以改变外套钻孔的通过面积,按要求来调节制动力。制动液用的是水。

有环式止回阀在活塞后退行程时从水箱中抽水进制动套,避免产生空穴现象。

(3)转角叠加补偿机构 此机构中有一个和麻花杆匹配的螺母,螺母用键联结装在和另一个齿轮啮合的齿轮内,齿轮由大扭矩低转速径向油马达经行星减速机和超越离合器控制其转动。在工作时,和传统型喂料器的翻料机构同样的方式,由麻花杆产生一定的转动。而油马达在工作过程中始终以等速转动,又给予螺母以补充的转动。这两种转动相叠加造成总的转角,调节油马达转速就可以使总的转角量达到要求的(90°)角度。

这种机构的优点是,工作行程长度改变时可以不必更换麻花杆导程,只需改变油马达转速。此外,在打头时油马达也可造成足够大的转角,有助于减少打头次数和消除耳子和轧裂等缺陷的产生,从而缩短切头长度提高收得率。同时,在每根管子轧成后,在抽出芯棒之前,油马达可以把芯棒卡头的卡口转到方便装取芯棒的位置,可以缩短换芯棒时间。

(4)同步间装置 空气缸的前缸室设有阀,关于它的功能与结构情况不详。据分析,前拉室进气则可能用作“引程打头”,也可能利用空气垫作为辅助制动系统,但不论用作哪一种功能都要求阀的工作与轧辊的转动同步,该喂料器中同步是靠电气传动实现的。图 5-30 所示为装置的原理图。

其工作原理是,在周期轧辊方面装有自整角发送电机,在喂料器上装有自整角接受电机,两个电机应用电轴原理用电路连接,则两个电机可以完全同步同相地转动,如果增速器 G 的增速比和减速器 C 的减速比相同,则可使旋转阀的 A—B 随轧辊 L 同速同相转动,差动同步器 F 用来消除两个电机的相位差。

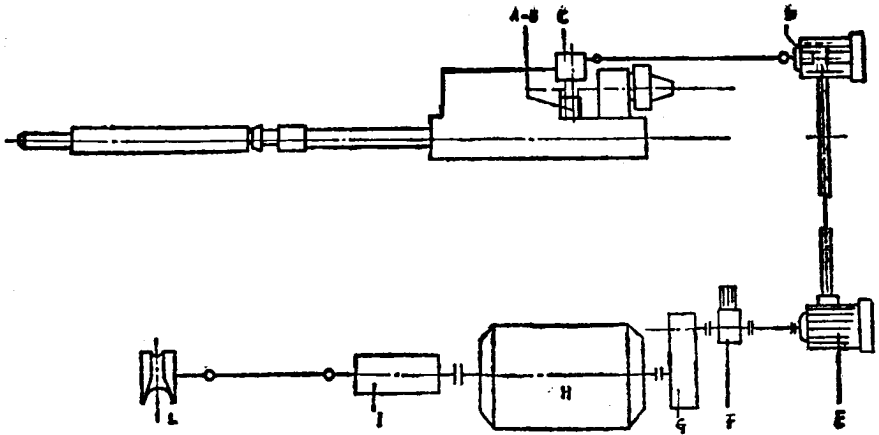


图 5-30 周期轧管机和喂料器电气同步装置示意图

A-B-旋转阀 ;C-减速器 ;D-自整角电机 ;E-自整角传递器 ;F-差动同步器 ;
G-增速器 ;H-周期轧机电机 ;I-周期轧机齿轮座 ;J-周期轧管机。

据称,采用上述喂料器轧辊转速可提高 40~50%、轧机产量可提高 25~35%、打斗次数从旧喂料器的 14~15 次减少为 6—8 次,并可减少前端切头长度。

因西公司 APR 型 8"和 12½"喂料器主要性能如下:

轧机规格	8"	12½"
进口荒管:		
最大外径(毫米)	350	480
最小外径(毫米)	250	310
最大壁厚(毫米)	100	110
最小壁厚(毫米)	50	60
最大长度(毫米)	3 500	3 600
最小长度(毫米)	3 000	2 800
最大重量(公斤)	2 000	4 000
周期管尺寸:		
最大周期管(毫米)	230	351
最小周期管(毫米)	147	175

芯棒：

最大直径(毫米)	215	318
最小直径(毫米)	80	150
最大长度(毫米)	4 300	5 000
最大重量(公斤)	1 300	3 000

工作性能：

最大载荷(芯棒 + 荒管 +

脱管环 + 芯棒卡头重量)(公斤)

	3 300	7 000
--	-------	-------

轧辊转速(转/分)	110 ~ 139	75 ~ 95
-----------	-----------	---------

转角(度)	90°	90°
-------	-----	-----

设备重量(公斤)	16 000	28 000
----------	--------	--------

报价(美元)	301 500	417 000
--------	---------	---------

3、德马克—米尔型现代化喂料器

德马克—米尔公司曾为世界各国提供过 150 余台喂料器,近年来在研究总结各种新式喂料器的设计经验并经过试验的基础上,进行了喂料器改进,图 5-33 为其结构总图。

这种喂料器有如下的特点：

(1)空气传动的工作原理虽与传统型的相同,但是将立缸调整方式改为用油马达传动的活动缸底,因而可得到较大的压缩比,调整操作也方便了。为了减少死区空间采取了小截面通道的内外空气室连通结构(内空气室一指柱塞空心内腔,外空气室一指柱塞后端与缸底之间的空间)另一特点是,气缸体为双层结构,夹层之间通油冷却,而考虑冷却的空气缸在喂料器设计中是罕见的。

由于采用柱塞式结构,设计未解决加速打头问题。

(2)水力制动用油为工作介质。油经循环系统先冷却空气缸再进入水力室,此水力室不具有自由液面而在“充满”状态下工作。为保持压力和补偿容积变化水力室内装有橡皮囊。为了避免空穴现象,设有专门的单向阀帮助吸油入制动套。制动长度的调整原理与因西型基本类似,即水套壁上钻有数排

轴向分布的孔列,每列孔的孔径从水套进口端起逐渐变大。制动套外表面有调节环,环的内表面上有几道与孔列圆周间距相等的轴向槽沟,环的外面制有弓型齿段,与液压柱塞推动的齿条啮合。推转调节环可使孔列全部被遮闭或一部分与槽沟连通达到调整制动长度的目的。

图 5-32 所示为制动装置结构。

(3) 翻料机构也采用叠加补偿工作原理。在结构上基本保留了传统型的样式,不同的是,棘爪不是装在固定的机壳上,而是装在由轴向油马达传动的蜗轮回转座圈上,座圈带动棘爪推动棘轮,把补偿转角叠加到麻花杆产生的基本转角上去。

(4) 自动锁紧芯棒卡头。芯棒卡头的卡口在朝上的位置装入芯棒后,应将芯棒锁在卡头上,否则当卡口向下时有可能将芯棒掉出来。新型喂料器均设计有自动锁紧的芯棒卡头。由于芯棒卡头与活塞杆头的联结方式不同,锁紧装置也有不同。因西型采用高压油无键联结方式,其锁紧装置为内气缸式偏心锁销结构,德马克-米尔型采用楔板联结方式,锁紧装置为外气缸式中心锁销结构。德-米型芯棒卡头结构见图 5-35

德马克-米尔公司新型 8"喂料器技术性能

活塞直径(毫米)	400
活塞面积(毫米 ²)	1250
活塞最大行程(毫米)	1200
空气初始压力(公斤/厘米 ²)	4—12
最大压缩压力(公斤/厘米 ²)	约 20
荒管外径(毫米)	250—350
荒管内径(毫米)	最大 250
荒管长度(毫米)	3 600
荒管重量(公斤)	1 000—2 000
钢管直径(毫米)	140—245
芯棒长度(毫米)	4900
轧辊转速(转/分)	最大 150
喂料器重量(公斤)	18 000
公司报价(西德马克)	~ 800 000

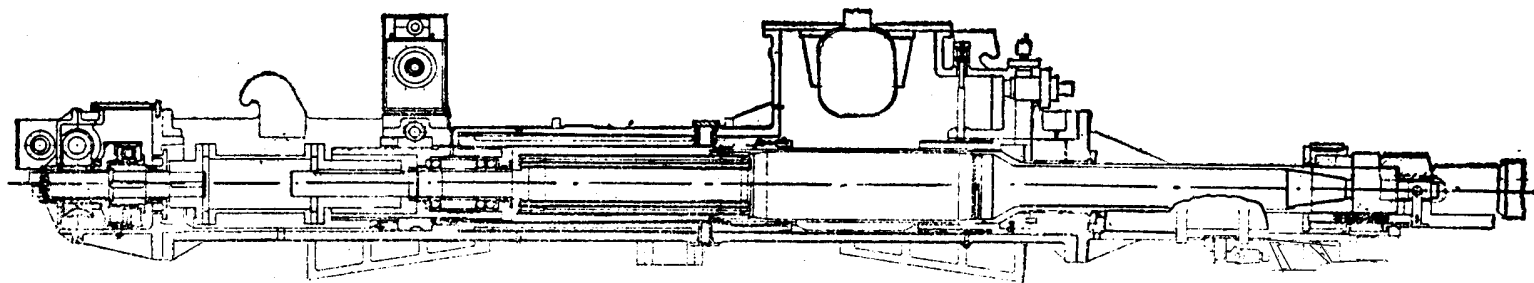


图 5-31 德马克—米尔公司的现代化喂料器

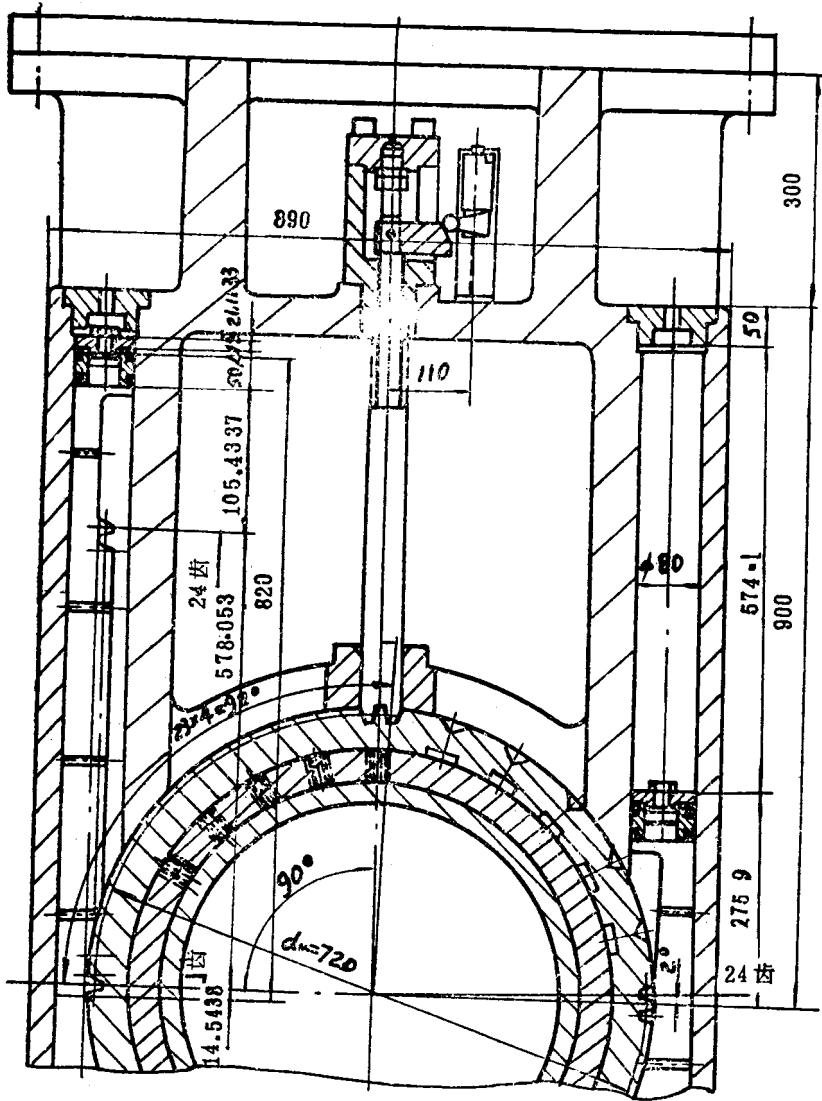


图 5-32 德马克-米尔型喂料器制动装置

时,开始产生水力制动,这时空气制动室 10 内的空气压力,也逐渐随节流阀 4 所调节的变化规律而上升。

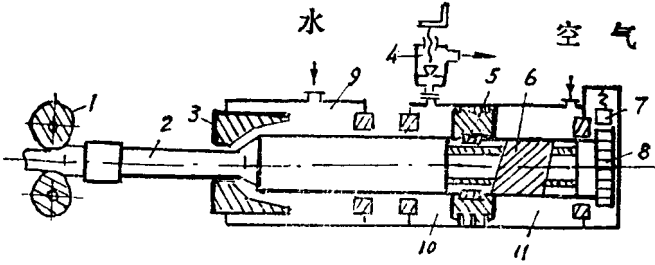


图 5-34 水力和空气双制动的喂料器

从图 5-35 提供的该喂料器示波图可以看出,在柱塞开始启动时,空气制动室内空气压力升得并不快,在制动过程内水力制动器内液体压力脉冲地升高,并在经过约近四分之三的制动行程后猛降。而在此时空气制动室内压力却继续升高。这样,两个制动装置彼此交叉接力工作。

据称,这种制动系统能有效地降低制动的末速—即荒管与轧辊相遇时的速度。轧制 8"钢管时,轧辊转速为 80 转/分,最大撞辊速度为 0.2~0.4 米/秒。

5、喂料器现代化改进方面的其它设想和设计方案

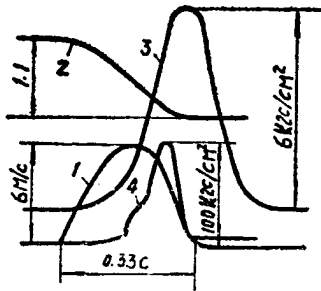


图 5-35 双制动喂料器工作制度示波图

1- 柱塞速度 2- 柱塞位移 3- 空气制动的空气压力 4- 水力制动的液体压力。

周期轧管速度的进一步提高,要求创建更快速的喂料器。为此,应该摒弃采用带有复杂的制动装置和能量有限的空气液力系统。上述新发展的在实际生产中应用的现代化喂料器,并没有摆脱以空气为动力的工作原理。有不少发明者在企图突破这种工作原理方面,提出了新的设计构想和方案。

(1) 利用内燃机原理工作的喂料器。其结构原理示于图 5-36。

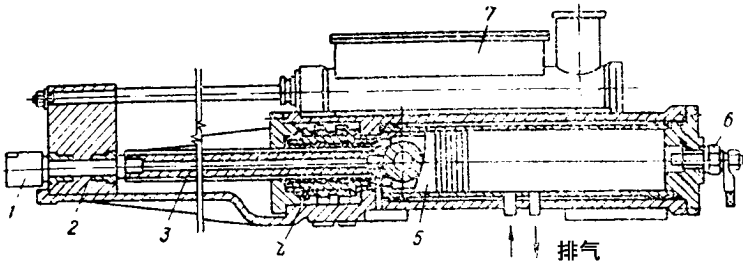


图 5-36 按内燃原理工作的喂料器

- 1- 芯棒卡头 2- 横梁 3- 麻花杆 4- 翻转机构 5- 活塞；
6- 点火装置 7- 水力制动器。

该内燃机用天然气为燃料,在轧制终了时点燃燃烧室内工作混合剂,燃烧而膨胀的气体压力将运动质量向轧辊快速推进。用独立的水力制动器进行制动工作。

据称,这种喂料器能以 100 和 80 转/分的转速轧制直径 219 ~ 325 毫米钢管。

(2) 曲柄连杆式机械传动喂料器,其结构见图 5-37。

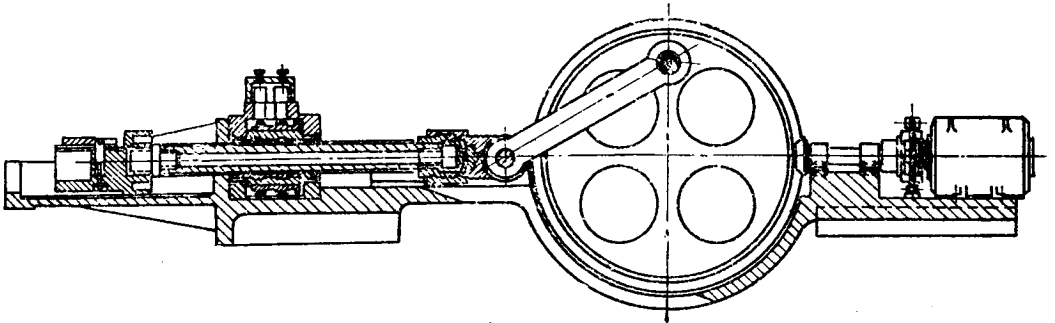


图 5-37 曲柄连杆式机械传动喂料器

用空气马达传动的圆锥齿轮副的大齿轮上装有曲柄销,带动连杆推动十字头,通过麻花杆推动运动质量向轧辊运动,轧制行程时柱塞杆被轧辊推回,空气马达受变速反拖(或堵转)。

据称,这种喂料器可以用 180 ~ 200 转/分的转速轧制 8" 钢管。

(3) 应用直线电机原理的喂料器

最近,在美国专利中出现了利用直线电机原理代替传统的空气动力原理工作的喂料器。通过分别来自轧辊和直线电机本身的两个脉冲序列,对该电机进行控制。控制是分段进行的,即轧制过程中的等速、喂料前进时的加速及其后的减速,以便使荒管的反向发生在轧辊重新咬住荒管、进行下一道轧制之

前。

图 5-38 为该喂料器纵剖视图。图 5-39 为直线电机控制线路方框图。

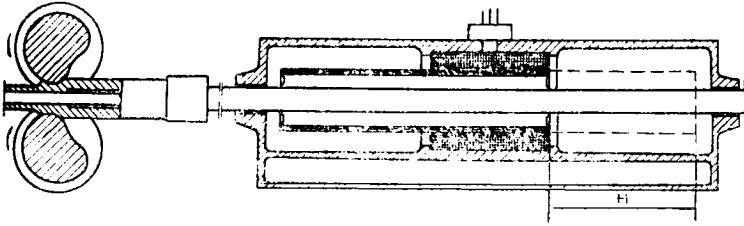


图 5-38 直线电机喂料器结构原理图

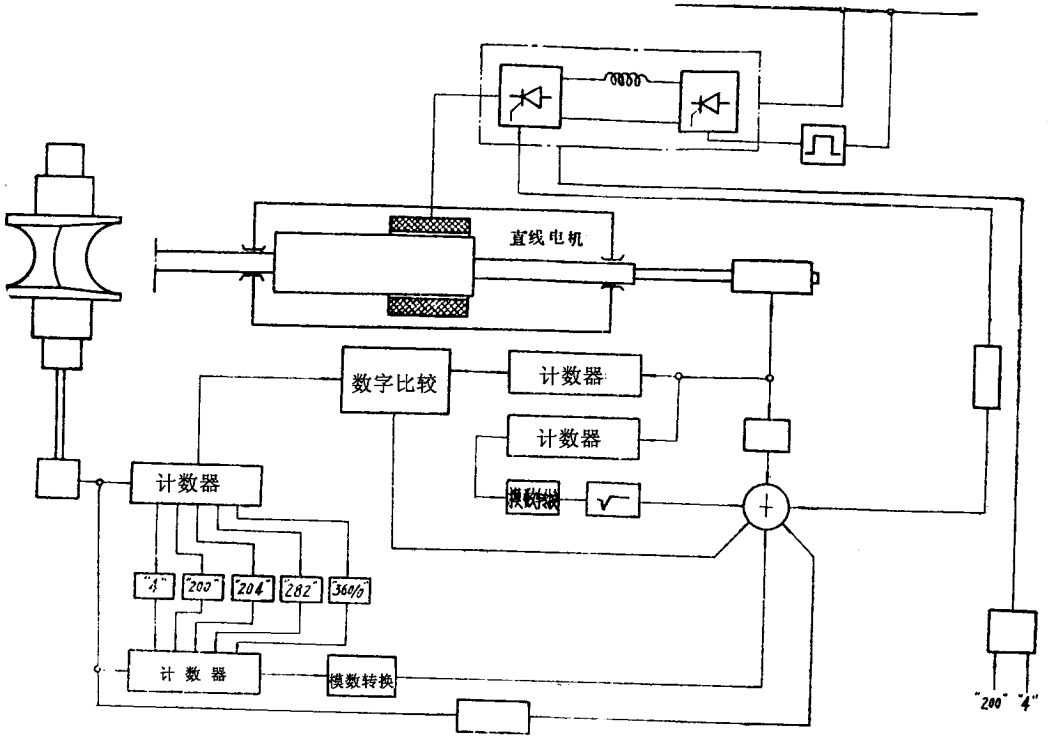


图 5-39 直线电机喂料器电气控制线路方框图

就工作原理而言,这种喂料器是很理想的。但据称,由于电气控制系统复杂而且费用昂贵,在经济上不合算,故暂还不能实际应用。

(4) 水力制动装置的改进

① 带两个独立水力制动器的喂料器。

图 5-40 所示为这种喂料器结构图,它带有两个独立的水力制动器。

图 5-41 为独立水力制动器原理图。

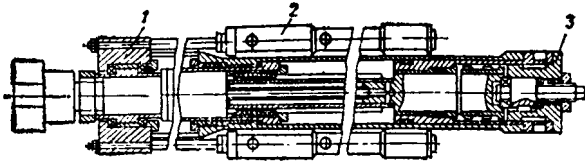


图 5-40 带两个水力制动器的喂料器

1-联结横梁 2-水力制动器 3-翻转机构。

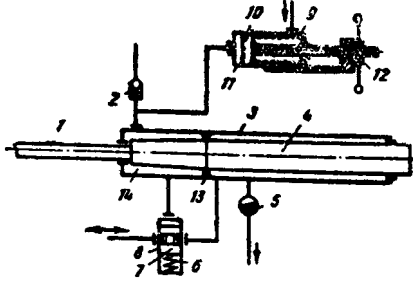


图 5-41 水力制动器原理图

1-活塞杆 2-逆止阀 3-本体 4-柱塞 5-节流阀 6-阀 7-活塞 8-阀体；

9-弹簧 10-活塞 11-缸体 12-挡块 13-环形隔膜 14-缸室。

据称,这种水力制动装置能够容易地调节制动行程长度和制动制度。能够用 80~65 转/分的转速轧制直径 219~325 毫米钢管。

②水力制动装置的改进:英国专利中对水力制动套装设了一个辅助的空气水力差动缸,差动大缸室连通空气管路和后空气室,差动小缸室连通制动水套造成必要的背压形成制动阻力,可以避免制动行程后段水压猛降,也可以在制动柱塞拉出水套时避免空穴现象。其结构原理见图 5-42。

(5) 独立翻转机构的一些设想

①打头时辅助翻转机构。打头时用传统型麻花杆翻转机构转角很小或几乎不转。采用类似德马克-米尔型喂料器叠加补偿机构,用电机经蜗轮装置带动棘爪推转棘轮,在打头的空行程时间内翻转荒管。打头完成后,停止电机转动,该机构就如传统型喂料器那样进行翻转。其结构原理见图 5-45。

②浮动蜗杆式翻转机构。这是一种具有两个自由度的液压传动翻转机构,其结构原理见图 5-44。

液压马达传动的蜗杆在轴向是浮动的,当蜗轮由于轧件被轧制而不能转动时,蜗杆被迫轴向向左移动。当空轧行程时,蜗轮被放开,液压缸推动蜗杆向右,从而转动蜗轮带动荒管转动。

这种翻转机构和轧制冲程的大小无关,因而既可用于打头时翻转,也可在

稳定轧制时以及轧方管时保证精确的 90° 翻转。

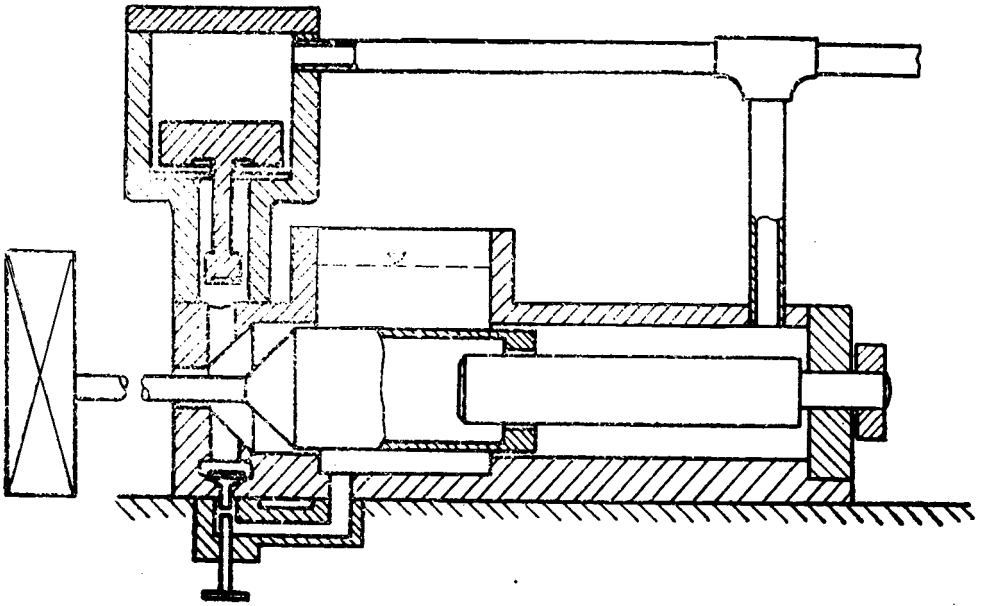


图 5-42 水力制动装置改进原理图

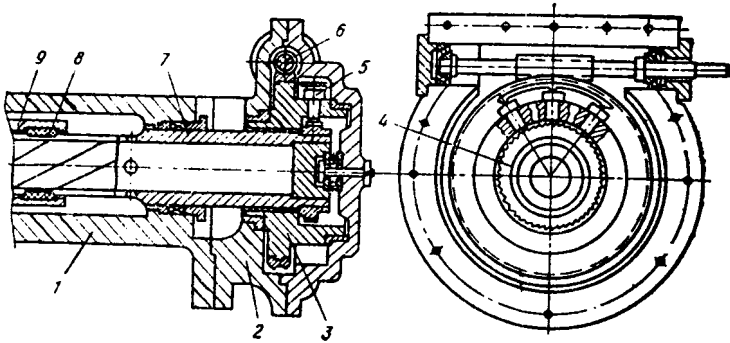


图 5-43 打头时辅助款转机构

1-喂料器本体 2-机体 3-蜗轮 4-棘轮 5-棘爪 6-蜗杆；
7-麻花杆 8-螺母 9-柱塞。

注：原著认为这种机构不能用作稳定轧制期的精确翻转，理由是扭转麻花杆在翻转的末尾不受制动，使翻转角度的精确性具有偶然性质。但实际上，这种机构和德马克-米尔型喂料器原理完全一样，棘轮（亦即麻花杯）是受到制动的，显然二者是有矛盾的。

二、喂送机构

周期轧管机的生产率在很大程度上依赖于喂送量。喂料装置的喂送机构应在轧辊每一转的时间内，将荒管向轧辊稳定地喂送一个给定的喂入量，过大

则可能产生事故并使钢管表面质量很差,过个则降低轧机生产率。

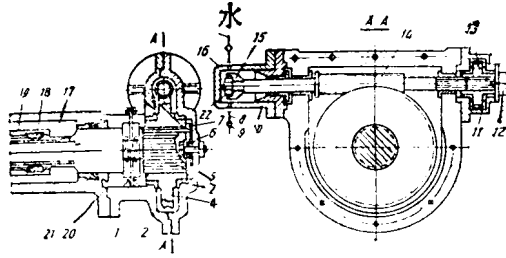


图 5-44 浮动蜗杆式翻转机构

- 1 - 喂料器本体 2 - 机壳 3 - 衬套 4 - 蜗轮 5 - 花键 6 - 止推轴承 7 - 挡板 ;
 8 - 管路 9 - 可调节流阀 ;10 - 水力制动器 ;11 - 减速器 ;12 - 发送器 ;
 13 - 齿轮 ;14 - 蜗杆 ;15 - 活塞 ;16 - 液压缸 ;17 - 花键杆 ;18 - 花键套 ;
 19 - 柱塞 20 - 闸瓦制动器 21 - 空气室 22 - 液压室。

喂料装置一般设有滑台,可更换的喂料器固定地装在滑台上。有的机组为了轧制不同的规格范围,配备有性能规格不同的两个喂料器。喂料能在滑台上借助楔形垫块调整机构,可以调整中心高度。较早的滑台移动机构多为水力传动的。

老式的喂料装置没有滑台,直接用喂料器本体上的滑块在滑道上滑行。老式的水力传动采用两个长行程的活塞式液压缸双向移动,由于长液压缸制造工艺困难,后来改成用三个柱塞缸,即一个前进缸和二一个返回缸来驱动。

在水力传动喂送机构中,喂送量是靠返回缸的排水节流阀来控制的,由于密封的泄漏和受水质条件及回水背压的波动等影响,节流阀的工作不可靠,因此不易保证喂送量的准确。同时由于从喂料器方面来的时刻在变化的反座力、被弹性较大的长水柱承受,喂送机构的工作是不稳定的。

六十年代初期开始发展电力传动机械喂送机构。随后,又发展了水力—机械结合传动的喂送机构。

1、电力传动机械喂送机构

这种喂送机构由因诺森蒂公司获得专利权。由于往荒管内装芯棒的方式不同,喂料装置有长行程和短行程之分。

(1)长行程机械喂送机构:用于机内穿芯棒的机组。图 5-45 为这种机构的略图。

快速滑台 1 和架在它上面的喂料器机体 2 的前进和后退,由装在基础上的电机 7 经过曲拐连杆机构 6、螺母 3 和两端与滑台联结的丝杆 4 来传动。轧制开始时,螺母 3 被设置在前端位置,而曲拐连杆机构处于死点位置。电机 9 的

转动,通过减速机 8、花键杆 10 和减速机 5 传到行走丝杆 4,借助于被曲拐连杆机构固定在前极端位置的螺母 3 而移动滑台。调整电机转速,可在较宽的范围改变喂送量,在轧制时能保证稳定而准确地喂送。

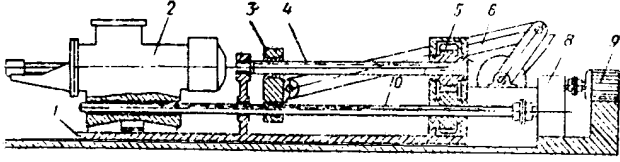


图 5-45 电动机械喂送机构

从荒管内脱出芯棒,是先由丝杆抽松,然后曲拐机构快速拉出。

因西公司 8"和 12 $\frac{1}{2}$ "周期轧管机长行程机械喂料装置的设备机械性能如

下:

轧机规格	8"12/2"	
滑台最大行程(毫米)	8,100	9,650
拐臂形成行程(毫米)	4,300	4,600
丝杆形成行程(毫米)	3,800	5,050
仅由拐臂形成的最大向前 速度(空载)(毫米/秒)	500	500
仅由丝杆形成的最大向前 速度(空载)(毫米/秒)	500	500
由拐臂和线杆形成的最大 后退速度(毫米/秒)	1,000	1,000
轧制时最大喂送速度(毫米/秒)	80	80
由丝杆形成的最大脱棒速度(毫米/秒)	100	100
最大脱棒力(吨)	100	170
丝杆传动电机		
型式	直流	直流
功率(千瓦)	250/250	330/330

转速(转/分)	500/1,000	500/1,000
过载率(经常反复)	125%	150%
拐臂传动电机		
型式	直流	直流
功率(千瓦)	0/100	0/150
转速(转/分)	0/1,000	0/1,000
过载率(经常反复)	150%	150%

(2)短行程机械喂送机构:用于机外穿芯棒的机组。这种喂送机构与长行程的不同处,在于取消了穿芯棒所需的行程长度,因此在结构上取消了曲拐连杆机构,保留了丝杆传动机构。此机构中,螺母固定地装在滑道的机体上,用上述同样的方式转动丝杆来移动滑台。图5-48所示为因西公司短行程喂料装置。

因西公司8"和12 $\frac{1}{2}$ "轧管机喂送机构的机械性能如下:

轧管机规格	8"	12 $\frac{1}{2}$ "
空载前进速度(毫米/秒)	0—600	0—600
最大后退速度(毫米/秒)	600	600
最大喂送速度(毫米/秒)	80	80
最大脱棒速度(毫米/秒)	100	100
最大脱棒力(吨)	100	170
最大行程(毫米)	5.430	6400
主电机:		
型式	直流	直流
功率(千瓦)	250/250	330/330
转速(转/分)	500/1000	500/1000
过载率(经常反复)	125%	150%

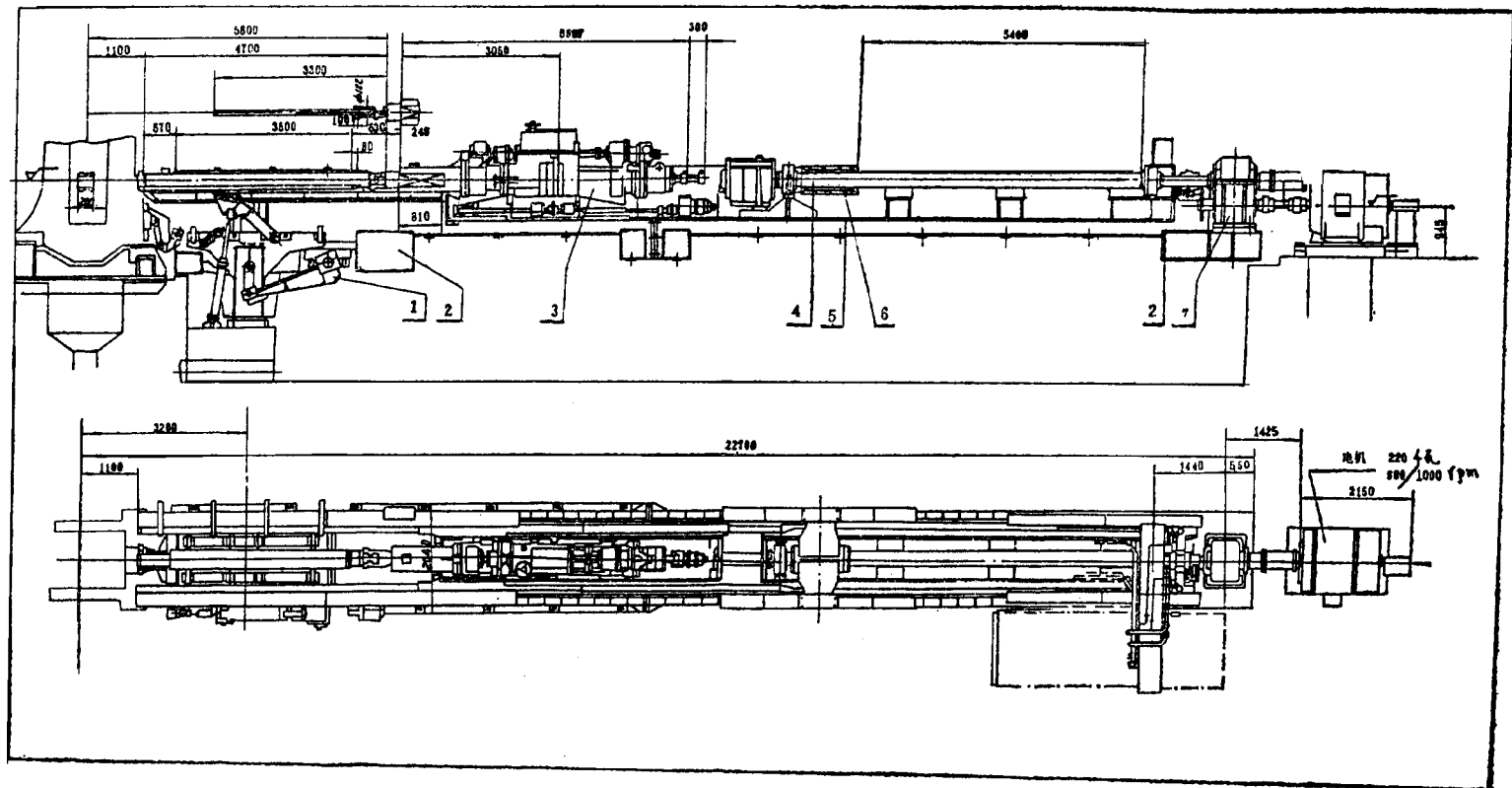


图 5-46 因西公司短行程喂料装置

1- 芯棒（荒管）受料升降台；2- 底座；3-APR 喂料器；4- 丝杆；5- 滑台；6- 螺母；7- 减速箱。

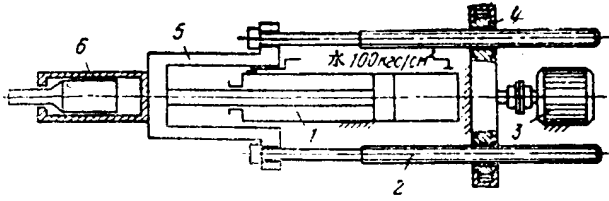


图 5-47 水力—机械喂送机构

2、水力—机械式喂送机构

这种喂送机构用于机内穿芯棒的长行程喂料装置。由水力缸来执行电动机械喂送机构中曲拐连杆机构的功能,此外,脱心棒也是用水力缸进行的。由于水力传动方式在设备结构上简单而紧凑,而且工作快速又平稳,因此采用水力和机械相结合的传动方式,比全机械式似有优点。而在改造已具有水力装置的现有机组时,此优点更加突出。这种机构在设计上有两种类型。

(1) 利用限动丝杆控制精确喂送量。其机构的原理如图 5-49 所示。

在进行轧制时,液压缸 1 的活塞腔与充压管路接通,而活塞杆腔则接通排水,因而滑台紧压在行走丝杆 2 的挡头上。电动机 3 的运动通过减速机 4 传到行走丝杆在滑台始终压靠丝杆挡头的情况下,就能保证需要的喂送量。调整电机转速可在较宽的范围改变喂送量。

喂料器 6 的运动质量在制动时产生的前冲力为滑台承受,并通过行走丝杆挡头传到安装在基础上的减速机上。丝杆的刚性比液柱的高得多,不会产生明显的变形,因此实际的喂送量和机械输出的相符。

脱芯棒、滑台的返回和向前推进均由水力缸完成。

新近设计的德一米公司新型喂料装置就是这种类型的,所不同只是在结构上采用了柱塞式水力缸,两根行走丝杆改成一根。

(2) 双滑台机构。西德曼内斯曼—米尔公司提出的这种喂送机构获得了法国和英国专利。

该机构的特点是:设有两个滑台,即一个刚性定位的定滑台和一个喂送动滑台,两个滑台之间用丝杆机构联系。滑台的大行程快速运动及脱心棒,由柱塞式水力传动缸操纵,定滑台可刚性地固定到滑道上,然后用丝杆机构推进动滑台进行喂送。

该专利有两种设计方案:一种是前后双滑台结构,其工作原理及结构特点见图 5-48。

其中 (a) 图表示两个滑台处在最后位置,开始进行穿芯棒操作;

(b)图表示芯棒已穿入荒管内,定滑台被固定,可进行轧制操作;

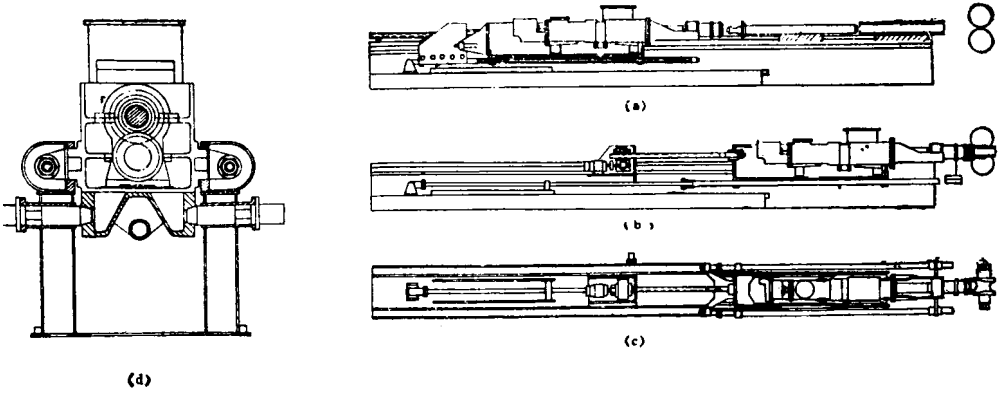


图 5-48 前后双滑台式水力—机械喂送机构

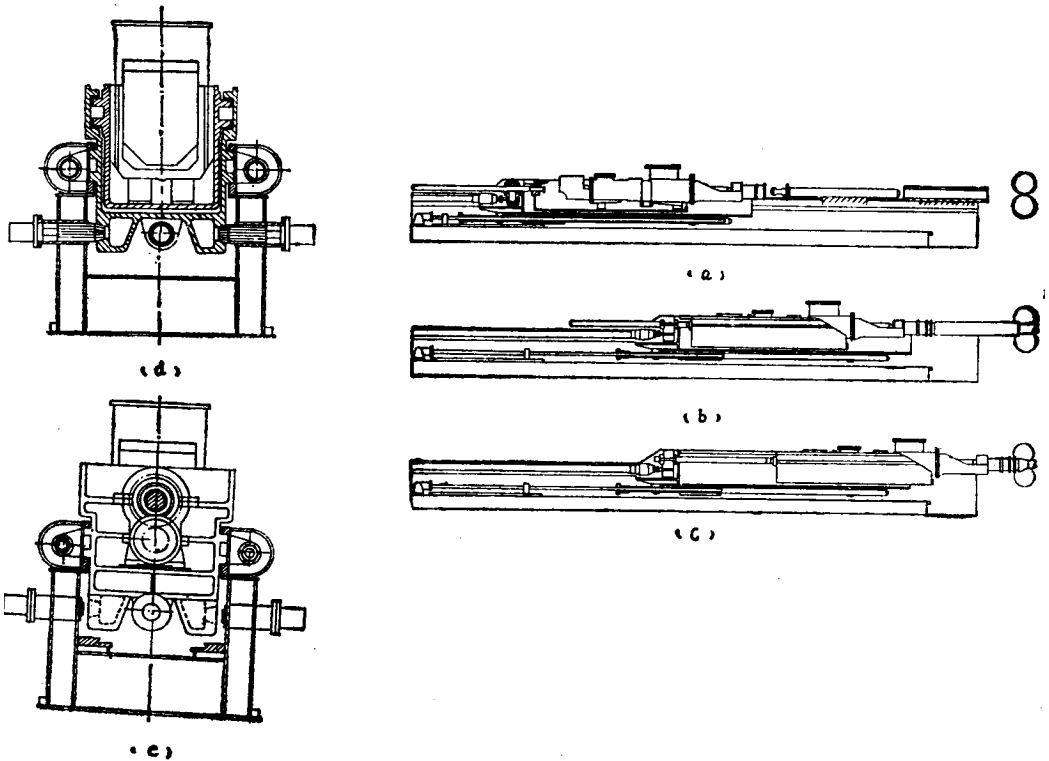


图 5-49 双层滑台式水力—机械喂送机构

(c)图表示滑台已推进到前端位置,荒管已轧制完毕,此时松开定位机构,水力缸推回动滑台,即可抽出芯棒;

(d)图表示定滑台用锥形锁销定位到滑道机体上的情况。

另一种是双层滑台结构,其工作原理及结构特点见图 5-49。

其中：

- (a)图表示两个滑台在最后位置 ,准备进行穿芯棒操作；
- (b)图表示装入芯棒后 ,下层大滑台被锁紧定位 ,开始轧制操作；
- (c)图表示轧制完毕 ,两个滑台在最前位置 ,此时松开定滑台后可用水力缸脱出芯棒 ,然后上层小滑台拉回到最后位置 ,恢复(a)图情况；
- (d)图表示双层滑台结构剖视；
- (e)图表示大滑台定位情况。

第六章 顶管机组

第一节 概况

海因里希·艾哈德于 1891 年第一个成功地用顶管法生产出无缝钢管,所以顶管法也称作艾哈德法。用这种方法生产无缝钢管时,先将方坯在压力穿孔机上穿成带杯底空心坯,然后用一根芯棒推着这个空心坯通过若干个顶管模将空心坯延伸成钢管。如图 6-1 所示。

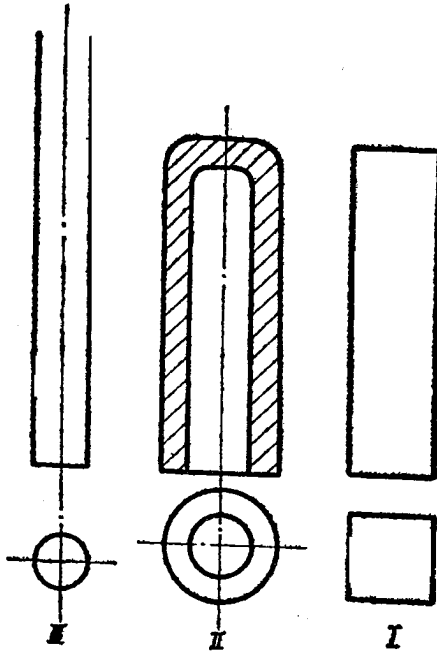


图 6-1 顶管法示意图

最早的顶管机组只能生产 4 米长的钢管,而现代化的顶管机组每分钟可生产四根长达 16 米甚至更长的钢管。顶管机组适于生产直径小于 160~170 毫

米管壁较薄的钢管。这种机组不仅能用热轧钢坯、普通铸锭或连铸坯生产碳钢和合金钢钢管,还能生产轴承钢和不锈钢钢管。所生产的钢管内外表面光洁,尺寸精确。

现代化顶管机组在工艺上的改进主要有两项:一是用辊模代替环模,二是在顶管之前将空心坯进行延伸。

由于环模的摩擦力大,每一环模的最大断面减缩率仅为 5~8%,而采用辊模,断面减缩率可增大一倍以上。每个辊模的断面减缩率一般为 22%,总减缩率为 66~70%。

环模与冷拔管模相似。辊模一般是由 3~4 个轧辊构成封闭孔型。轧辊装在环形模架中,相邻模架中的轧辊错开 45°或 60°布置,以免钢管上出现棱线。用辊模生产出的钢管金属组织好,质量优良。匈牙利曾获这种辊模的专利。

旧式的顶管机组是将空心坯直接在顶管机上进行轧制。这样,所生产的钢管长度就要受到限制。原因是当空心坯的内孔深度与直径之比大于 6 时,轧出的钢管有严重的壁厚不均。为了提高机组生产能力,生产较长的而且壁厚不均允许范围内的钢管,需将厚壁空心坯在延伸机上延伸,以消除或减轻壁厚不均。当空心坯的壁厚不均为平均壁厚的 10% 时,延伸机可使壁厚不均消除 60% 以上。因此,在有延伸机的情况下,空心坯的孔深与孔径之比允许达到 9~10。这就可以加大坯料重量,生产较长的钢管,使机组的生产率提高。

欧洲仍在注意发展顶管机组。西德人曾作过建设费用的比较,认为在以连铸坯为原料和产品规格相同的条件下,顶管机组和连轧管机组的建设费用基本相同。顶管机组的年产量可达 36 万吨,接近于连轧管机组。

现代化的顶管机组配备一台压力穿孔机,一至二台三辊延伸机,在三班制生产的条件下,年产量可达 20 万吨。这种现代顶管机组的主要参数是:

顶管速度	6 米/秒;
一个辊模的平均断面减缩率	25%;
辊模架之间的间距总和	16~18 米;
顶出的钢管长度	18~20 米。

捷克斯洛伐克 1970 年投产的一套顶管机组可生产长达 16 米的钢管。据现有资料统计,国外共有顶管机组近四十套。这些机组的所属国家、公司、厂名、产品规格、生产能力、建设时间等列于表 6-1。

国外部分顶管机组的技术性能列在表 6-2 中(附在本书的末尾)。

第二节 顶管机组设备的新结构

国外对顶管机组设备作了一些结构上的改进,现简述如下:

一、用辊模取代环模

辊模结构如图 6-2 所示。环模与辊模对顶管机的推力影响有所不同(图 6-3)。图中实线表示用环模时顶管机的推力变化情况;虚线表示用辊模时的推力变化情况。图中曲线表明,用环模时,开始顶管时的推力最大,以后逐渐下降;而用辊模时,推力的最大值出现在顶管行程的中部。辊模的这一特点对顶管机的传动系统有利。因为开始顶管时必须使钢管快速前进,这时压缩管壁所需的能耗小些,可使电机负荷比较均匀。

二、三辊斜轧延伸机

三辊斜轧延伸机与三辊轧管机相似(因此有时统称为阿塞尔轧机),其轧辊辊型与轧辊布置如图 6-4 所示。图中箭头表示杯形坯前进方向。轧辊上有台肩,杯形坯通过延伸机后,外径和壁厚都有所减小。如图 6-5 所示,外径的减缩量等于轧辊入口段的减径量加上两倍台肩高度;减壁量等于台肩高度。轧辊的送进角可达 25° 。

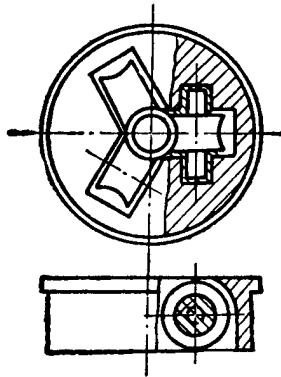


图 6-2 辊模结构图

三辊延伸机的结构比二辊延伸机复杂,但不需要导卫装置,运转比较平

稳,改变轧件规格时只需调整轧辊距离和送进角即可。

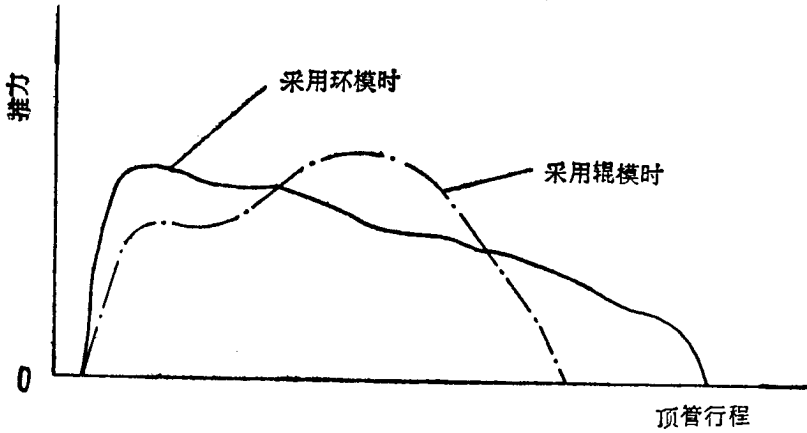


图 6-3 环模与辊模对推力的影响

表 6-1 国外顶管机组的建设情况

国家	公司及厂名	产品规格 毫米(或")	生产能力 万吨/年	建设时间	制造厂
西德	弗·迈尔钢丝和钢管公司·魏德淄厂	12.3~88.9	4.8	1951	DEMAG
	" 丁斯拉肯厂	20~114.3	14.4	1969	DEMAG
	马克西米利安冶金公司·罗森贝格厂	21.3~153	9	1953	DEMAG
	本特勒公司·帕德厂	21.3~133	15	1955	INNOCENTI
	赖斯霍尔认钢和钢管公司·杜塞尔多夫—赖斯霍尔次厂	21.3~114.3	11	1964	DEMAG DEMAG
波兰	索斯诺维次厂	65~114	3.65	1928(1955改造)	
	耶特那斯厂	69~165	1950	INNOCENTI	
	斯维尔切夫斯基厂	22~114	9	1963	
捷克斯洛伐克	霍穆托夫国营钢管和钢铁厂	21.3~133	11.8	1970	DRMAG
	"	23~114.3	1.4/月	1974	DEMAG
意大利	菲亚特公司冶金分公司·托里诺厂	53~92	1951	INNOCENTI	
南非	南非钢管公司·韦雷尼京厂	34~90	3		
	南非钢管公司·韦雷尼京厂	90~168	3.6		
英国	钢管投资公司·切斯特菲尔德公司			1955	
	英国钢铁公司·钢管部分 库姆斯伍德厂	4½"~6½"	12.5吨/时	1929	

国家	公司及厂名	产品规格 毫米(或")	生产能力 万吨/年	建设时间	制造厂
澳大利亚	澳大利亚制管公司	60.3~219	5		
匈牙利	切佩尔钢和钢管厂	60~136	2.4	1953	
瑞典	乌德霍尔姆公司·斯土尔福尔斯厂	53~92	3	1952	INNOCENTI
苏联	第一乌拉尔新钢管厂	57~219		1934	
罗马尼亚	共和国钢管厂	31~89	2.5	1951	
委内瑞拉	奥里诺斯黑色冶金公司	125~140	10	1957	INNOCENTI
巴西	英基黑色冶金公司		2.5		
加拿大	加拿大钢公司佩奇-赫西钢管公司, 韦兰厂	~7"	5		
荷兰	莱茵钢公司·阿恩海姆厂	~133		1957	DEMAG
比利时	默兹钢管公司·弗莱马尔厂	21.3~158	9	1960	"
西班牙	尼尔菲昂钢管公司·毕尔巴鄂厂	~168	12	1967	"
伊朗	沙里阿尔钢管公司·德黑兰厂	21.3~133	14.4	1972	"
东德	国营里萨钢管联合企业	20~88.9	18	1973	"
印度	42.4~168	14.4	1976	"	
南斯拉夫	锡萨克钢铁公司	21.3~133	20	1977	"

大型顶管机组

日本	住友金属工业公司·尼崎厂	8"~28"	0.9	1957	
	住友金属工业公司·大阪厂	18"~40"	1.8	1943	
	日本钢管公司·京滨厂	9"~42"	0.2/月	1970	
美国	美国钢公司·克里斯蒂帕克厂	~510			
	国家钢公司·杜肯厂	312~612		1972	
英国	钢管投资公司·切斯特菲尔德公司	~910		1938	
西德	曼内斯曼钢管公司·杜塞尔多夫	~1500			

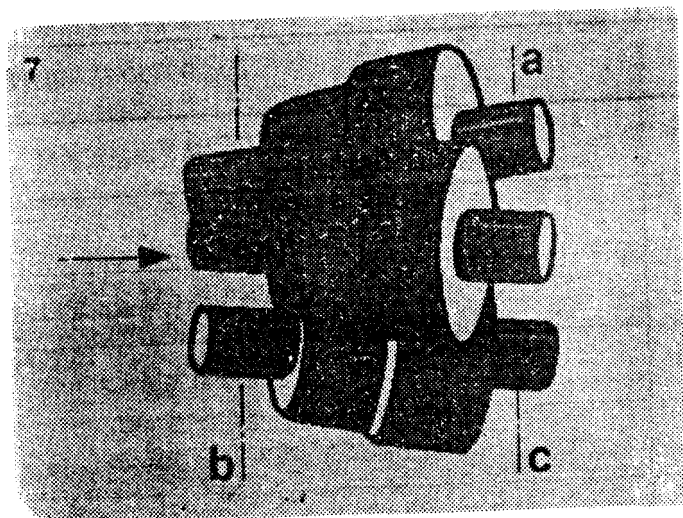


图 6-4 三辊延伸机的轧辊辊形和布置图

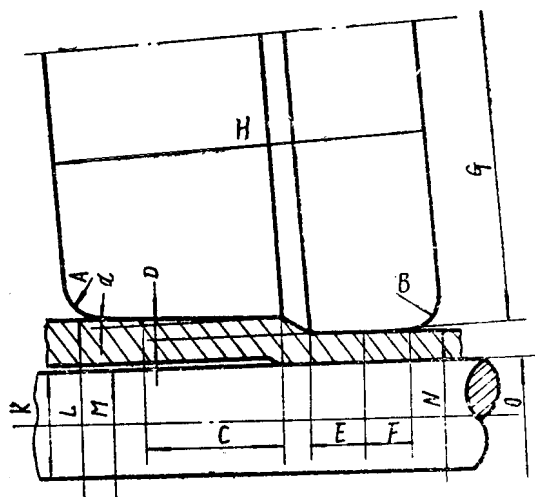


图 6-5 三辊延伸机的工作原理图

三、推杆和大齿条

旧式的顶管机系在大齿条的前端连接推杆,推杆推动芯棒。新式的顶管机将推杆的支座用螺栓连接在大齿条的后上方(图 6-6)。这样可将顶管机前台的长度缩短 30%,并可把连接螺栓作为安全销,以免过载时损坏大齿条及传动装置。

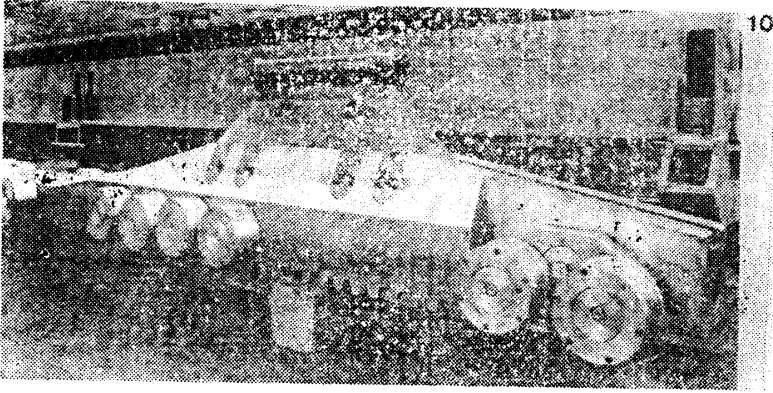


图 6-6 大齿条和推杆示意图

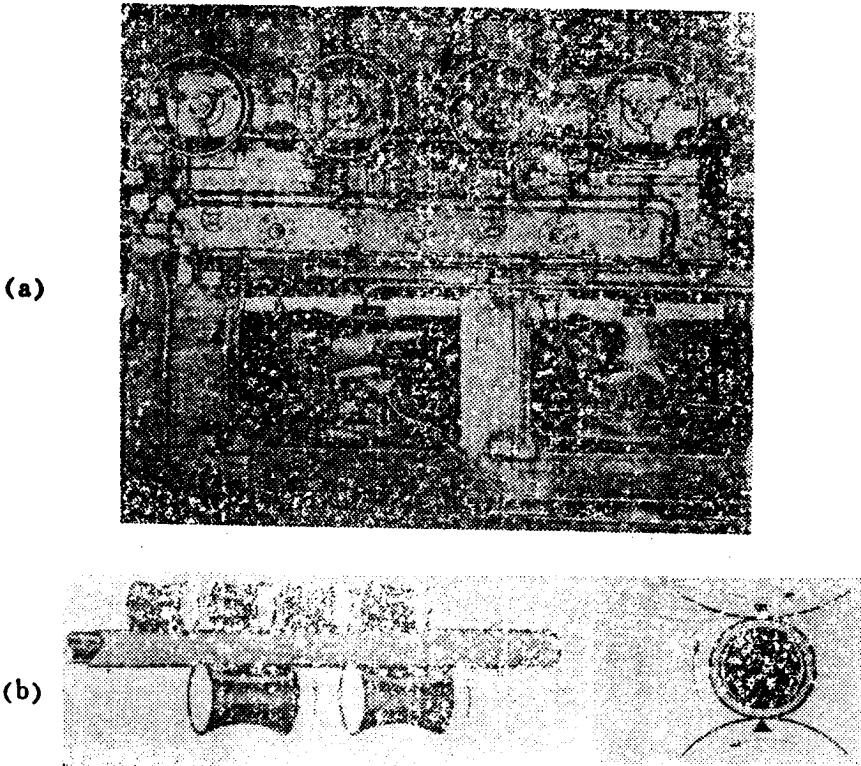


图 6-7 六辊式松棒机

四、松棒机

新式的松棒机与钢管矫直机相似,如图 6-7(a)所示。松棒机有六个棍子,上面四个为空转辊,可以上下调整,给钢管以压力;下面两个棍子由电机通过减速机传动,如图 6-7(b)所示。上下棍子的轴线夹角可调成 $25 \sim 30^\circ$ 。钢管在旋

转前进时可扩张 1~2 毫米。这种型式的松棒机可消除噪音和免于损伤钢管外表面。西德、西班牙、捷克斯洛伐克的顶管机组中取采用了这种松棒机。

五、脱棒机

通常所用的链式脱棒机效率低,适应不了现代化顶管机组每分钟轧四根钢管的需要,因此,在新设计的顶管机组中采用了摩擦式脱棒机(图 6-8)。这种脱棒机类似于普通二辊式轧机。轧辊上丰有二、三个孔槽,孔槽的尺寸与芯棒的尺寸相适应。当芯棒规格改变时,机架作横向移动即可。这种脱棒机可以连续脱棒,但有容易损伤芯棒表面的缺点。

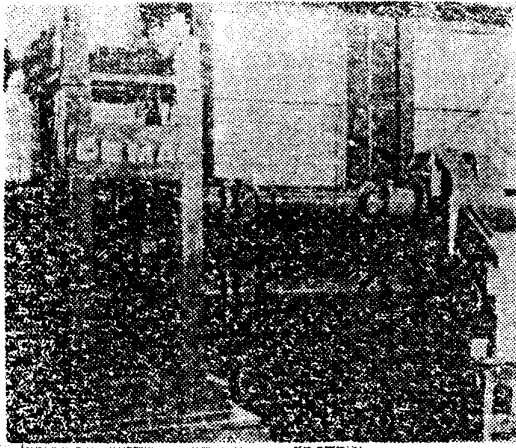


图 6-8 摩擦式脱棒机

六、进一步改进顶管机组的措施

为在顶管机组上轧制较长的钢管,除在压力穿孔机上穿孔,再经一次或两次延伸得到带杯底的荒管外,还可采用其它方法制造有杯底的或无杯底的长荒管。

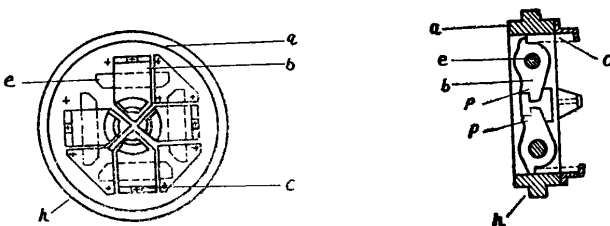


图 6-9 卡头装置

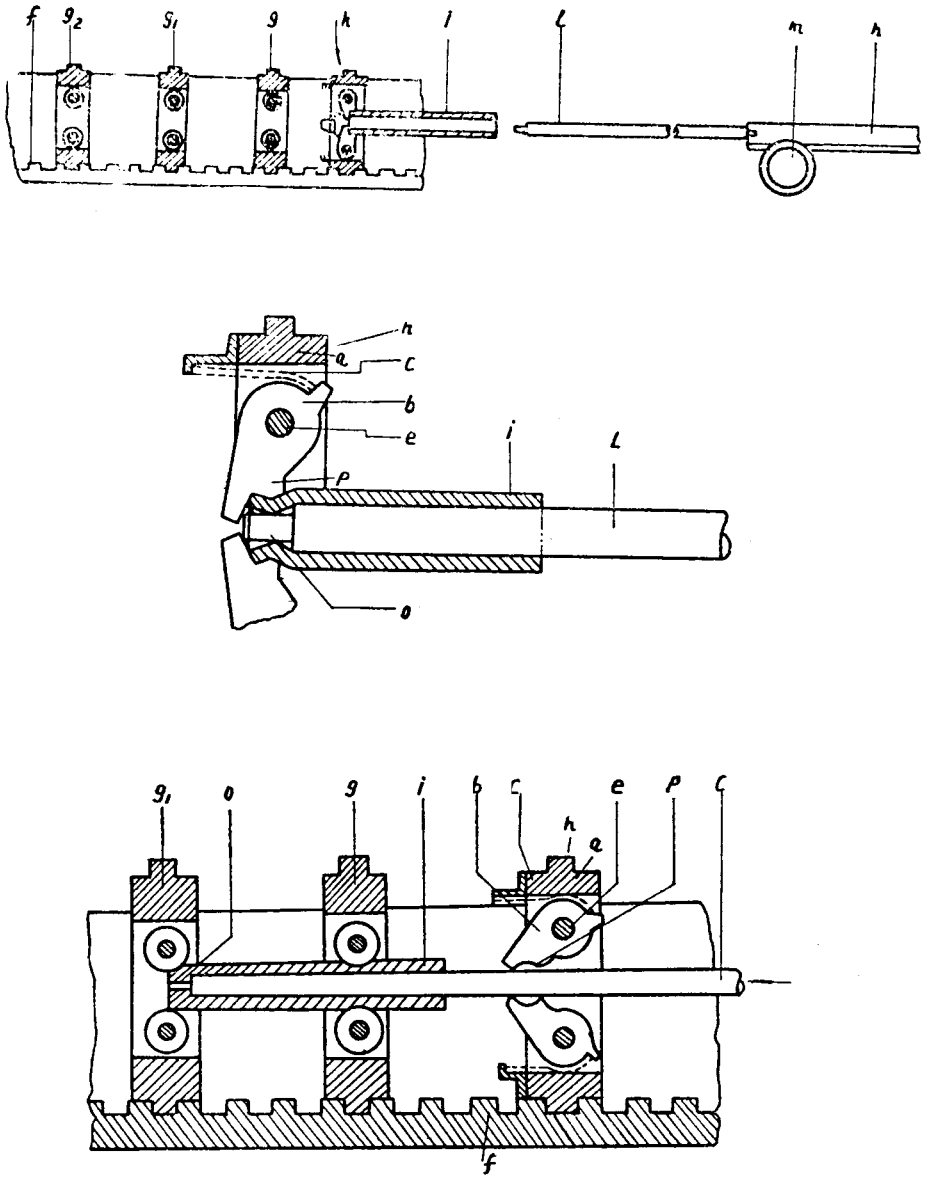


图 6-10 顶管原理图

美国专利No 2 819 790 提出一种用无杯底荒管轧制长钢管的机构(图 6-9 和图 6-10)。该机构装在顶管模座的前端,靠顶管时的推力而不需要其它辅助动作即可实现顶管过程。

图 6-9 所示的卡头装置 h 由机架 a 和装在其上的四个卡爪 b 所组成。卡爪 b 可以绕轴 e 转动。当钢管通过后,弹簧 c 使卡爪回到原位。

在图 6-10 所示的顶管原理图中, f 代表辊模底座, g 和 g₁ 代表辊模, h 代

表图 6-9 所示的卡头装置, i 为无底荒管, L 为芯棒, m 为大齿条传动的齿轮, n 为大齿条。齿轮 m 传动大齿条 n 向前运动, 使芯棒 L 穿入荒管 i 。当芯棒的小头与四个卡爪 b 相遇时, 卡爪被推开, 卡爪的突尖 P 压缩荒管的前端, 使它紧卡在芯棒的前端, 从而形成一个足以承受顶管推力的收缩部分。随后的顶管过程如图 6-10 的俯视图所示。当大齿条退回后, 靠弹簧 C 使卡爪 b 恢复原位。

法国专利 No 2 302 152 提出了一种用二辊穿孔机生产带底荒管的办法(图 6-11)。

如图 6-11 所示, 在二辊穿孔机穿孔过程中, 由液压缸 2 驱动的推杆推动坯料 1 前进。当穿孔过程接近完成, 而坯料后端未穿透部分的厚度足以承受顶管推力时, 液压缸 2 带动推杆返回原位。与此同时, 穿孔顶杆也退回原位。这样穿出的带底荒管可供顶管机使用。封底厚度由液压缸的行程来调整。

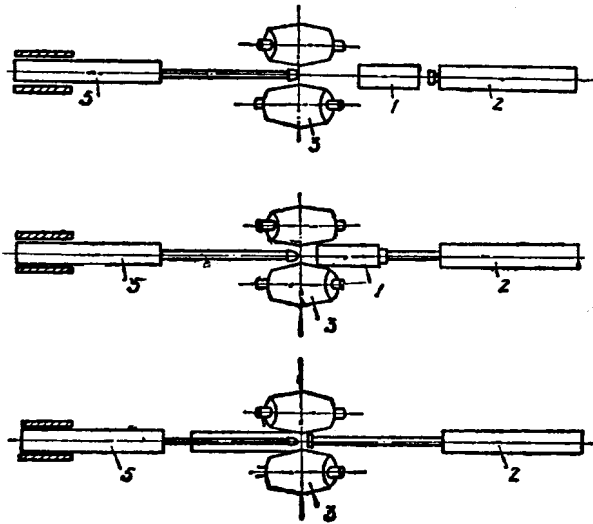


图 6-11 二辊穿孔机生产带底荒管的示意图

近年来, 西德曼内斯曼—德马克公司发展了一种新工艺, 用斜辊穿孔机生产荒管, 经由一台专门的缩头机将其一端缩口, 然后进行顶管。这种方法采用圆坯直接穿孔, 坯料重量可以加大, 从而使顶管机组的生产率得到提高, 同时也可改善钢管尺寸精度尤其是壁厚公差。

第三节 几套顶管机组简介

一、匈牙利 1951 年投产的顶管机组。

该机组可生产外径 60~133 毫米、壁厚 3~4 毫米、长 8 米的钢管。顶管机由两台 360 千瓦的直流电机带动。定径机有八个机架。减径机有二十个机架。外径小于 60 毫米的钢管由减径机生产。该机组的平面布置图示于图 6-12。

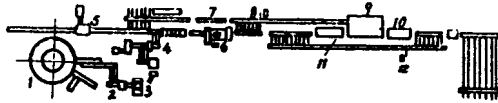


图 6-12 匈牙利切佩尔钢管厂的顶管机组平面布置图

1- 环形加热炉 2- 定型机 3- 600 吨压力穿孔机 4- 延伸机 5- 顶管机 6- 松棒机；
7- 脱棒机 8- 锯 9- 再加热炉 10- 定径机 11- 减径机 12- 锯。

二、1958 年委内瑞拉奥利诺科黑色冶金公司投产的顶管机组

该机组用来生产外径 12.5~140 毫米、长 12 米的钢管，年产量为 10 万吨。顶管机由两台总功率为 2500 千瓦的可逆式电机带动。最大顶管速度为 9.5 米/秒，齿条返回速度为 5 米/秒。所用减径机为二辊式，18 个机架，由八台 120 马力的直流电机带动。减径机生产外径 12.5~51 毫米的钢管。该机组的平面布置图见图 6-13。

三、西德赖斯霍尔次钢和钢管公司于 1964 年在赖斯霍尔次厂建成了一套现代化 4 $\frac{1}{2}$ "顶管机组。

该机组所轧钢管长度可达 12 米。全套设备由德马克公司设计制造。机组中采用了许多新结构，是一套典型的现代化顶管机组。

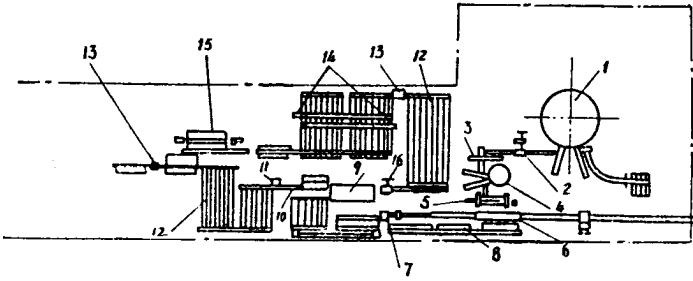


图 6-13 委内瑞拉顶管机组的平面布置图

- 1 - 环形加热炉 2 - 辊式定型机 3 - 压力穿孔机 4 - 延伸加热炉 ;
 5 - 延伸机 6 - 顶管机 7 - 松棒机 8 - 脱棒机 9 - 定径加热炉 ;10 - 减径机 ;
 11 - 锯 ;12 - 冷床 ;13 - 矫直机 ;14 - 切管机 ;15 -
 水压试验机 ;16 - 定径机。

四、波兰斯维尔切夫斯基厂于 1963 年建成了一套现代化的顶管机组

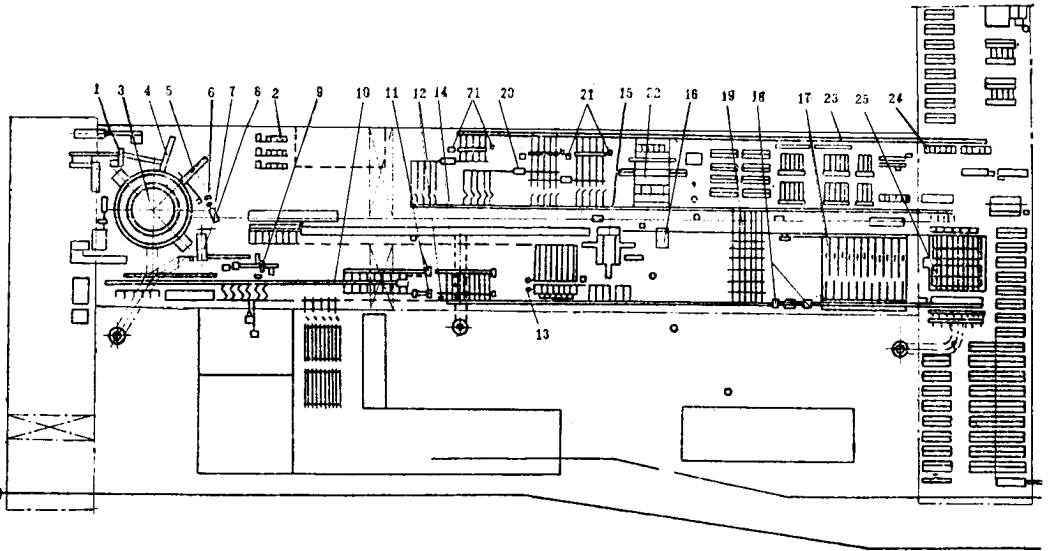


图 6-14 波兰斯维尔切夫斯基厂顶管机组的平面布置图

- 1 - 剪断机 2 - 锯 3 - 环形加热炉 4 - 装料机 5 - 出料机 6 - 定型机 7 - 压力穿孔机 ;
 8 - 再加热炉 9 - 延伸机 ;10 - 顶管机 ;11 - 松棒机 ;12 - 脱棒机 ;13 - 锯 ;14 - 再加热炉 ;
 15 - 张力减径机 ;16 - 飞锯 ;17 - 冷床 ;18 - 锯 ;19 - 链式移送机 20 - 矫直机 21 - 铣
 头机 22 - 水压试验机 23 - 辊道 24 - 台架 25 - 缓冷坑。

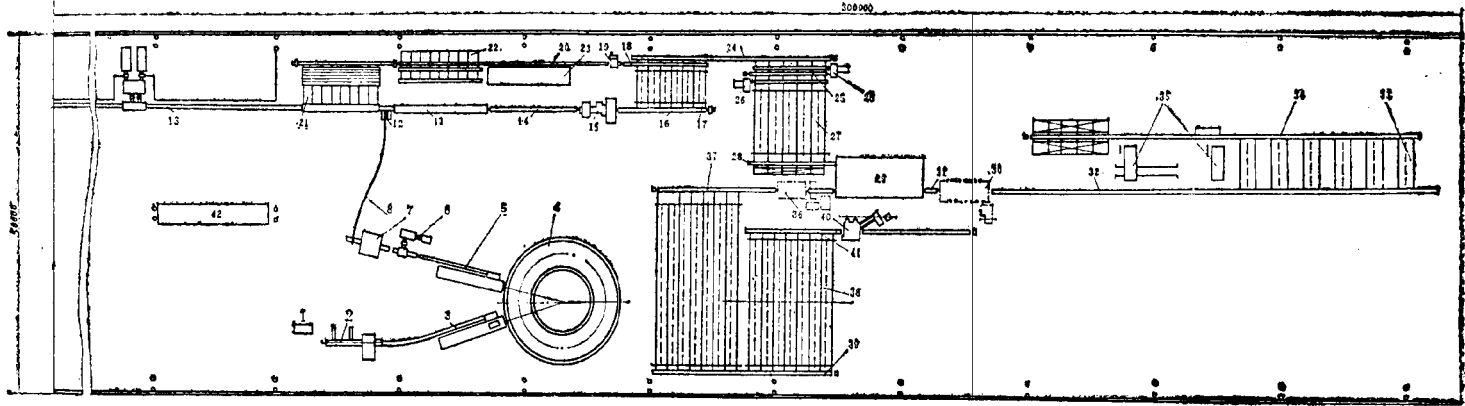


图 6-15 西班牙福尔牙波斯钢管公司顶管机组的平面布置图

1-秤；2-剪；3-辊道；4-环形加热炉；5-出炉辊道；6-定型机；7-穿孔机；8~12 链式输送机；13-顶管机；14-顶管机出口辊道；15-松棒机；15-松棒机出口辊道；17-链式输送机；18-辊道；19-脱棒机；20-芯棒返回辊道；21-芯棒冷却器；22-芯棒加热炉辅机；23-芯棒加热炉；24-热锯辊道；25-热锯辅机；26-热锯；27-链式输送机；28-输入辊道；29 再加热炉；30-张力减径机；31-再加热炉输出辊道；32-减径机输出辊道；33-冷床；34-辊道；35-冷锯；36-定径机；37-输出辊道；38-冷床；39-辊道；40-矫直机；41-矫直机辅机；42-高压水泵站。

该机组占地面积 15000 米², 产品规格范围为外径 22 ~ 108 毫米, 壁厚 3 ~ 6 毫米, 长达 12 米。也可生产壁厚 25 毫米的厚壁钢管。

机组中除冷剪外, 还设有三台冷锯。定型机的能力为 450 吨。压力穿孔机的穿孔速度为 200 毫米/秒, 回程速度为 1100 毫米/秒。二辊延伸机由功率 1000 千瓦、转速 500 ~ 1000 转/分的直流电机带动, 轧辊送进角为 3 ~ 7°, 延伸后的荒管长达 1800 毫米。顶管用芯棒长 12.5 米, 顶杆的最大速度为 6 米/秒。顶管机由两台功率为 900 千瓦的电机带动。松棒机共两台, 各由一台功率 190 千瓦的直流电机带动。松棒后可使管径扩大 1 ~ 2 毫米。张力减径机为三辊式, 共十六架, 辊径 300 毫米, 机架间距 300 毫米, 主电机功率 330 千瓦, 辅助传动共十六台直流电机, 每台功率 18 千瓦。减径机的出口速度为 1 ~ 5 米/秒。钢管减径后用飞锯切 12 米定尺长度。矫直机的速度为 60 ~ 120 米/分。在水压试验机上试压时, 每十六根钢管为一组, 试验压力为 200 大气压。

五、意大利因西公司 1965 年为西班牙福尔牙波斯钢管公司提供了一套顶管机组的报价资料

该机组可生产直径 21.3 ~ 165.1 毫米的钢管。顶管机的最大轧制长度为 12 米。图 6-15 为其平面布置图。

六、南斯拉夫锡萨克钢铁公司目前正在建造一套现代化的顶管机组

该机组生产外径 21.3 ~ 133 毫米、壁厚 2 ~ 12 毫米、长达 19 米的钢管。该机组由德马克公司设计制造, 图 6-16 为其平面布置图。

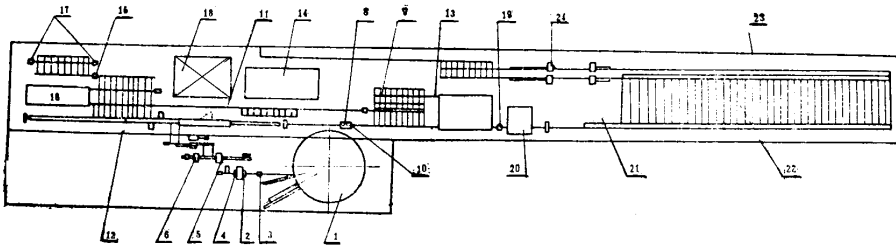


图 6-16 南斯拉夫锡萨克钢铁公司顶管机组的平面布置图

- 1 - 环形加热炉 2 - 除鳞装置 3 - 定型机 4 - 穿孔机 5 - 延伸机 6 - 空心坯减径机 7 - 顶管机 8 - 松棒机 9 - 切头锯 10 - 脱棒机 11 - 芯棒返回装置 12 - 芯棒台架 13 - 再加热炉 辊道 14 - 轧辊存放处 15 - 芯棒修磨机 16 - 芯棒预热炉 17 - 芯棒车床 18 - 芯棒存放处 19 - 钢管除鳞装置 20 - 张力减径机 21 23 - 冷床辊道 22 - 冷床 24 - 冷锯。

该机组只使用一种边长 230 毫米、长 430~1350 毫米、最大重量 520 公斤的方坯。环形加热炉的平均直径为 17.9 米,炉膛宽度 4.2 米,生产能力为每小时 70 吨。定型机为二辊式,压下量 0.4%,轧制压力 40 吨。穿孔机为立式,最大压力 800 吨。三辊式延伸机的轧辊直径为 640 毫米,转速 120~150 转/分,送进角 3~8°,由功率 2100 千瓦,转速 750 转/分的交流电机带动,延伸率 1.7~2.0。机组中所用的空心坯减径机为 4 机架三辊式,总减径量为 20%,减径速度 0.4 米/秒,由功率 700 千瓦、转速为每分钟 1000 转的直流电机带动。顶管机所用芯棒长 18.7 米,顶管速度为 6.6 米/秒。顶管机为三辊式,德马克型,每分钟可轧制 3.75 根,由两台功率 1600 千瓦、转速 180 转/分的直流电机带动。张力减径机为三辊式,28 机架,单独传动,最大出口速度 11 米/秒,1~10 机架的轧辊直径为 380 毫米,每架各由一台功率 120 千瓦、转速 800 转/分的直流电机带动;11~28 机架的轧辊直径为 300 毫米,每架各由一台功率 160 千瓦、转速 800 转/分的直流电机带动。冷床为格条式,长 90 米。冷床后设有四台冷锯。

七、西德新建的一套现代化顶管机组可生产长达 19 米的钢管
其平面布置图示于图 6-17。

八、某厂的顶管机组设有延伸机,以生产不锈钢管为主

图 6-18 为其平面布置图。

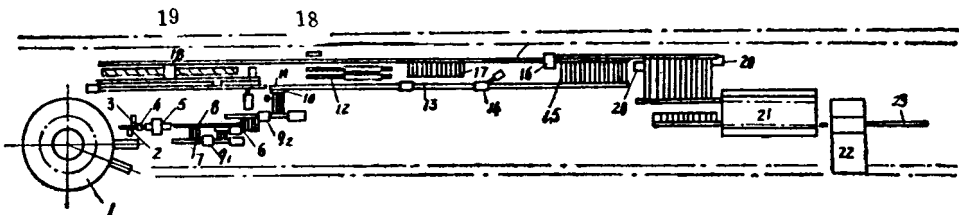


图 6-17 西德新建的现代化顶管机组平面布置图

- 1- 环形加热炉 2- 出料机 3- 定型机 4- 除群装置 5- 压力穿孔机 6- 感和式再加热炉;
7- 拨料器 8- 辊道 9- 延伸机 10- 翻料装置 11- 顶管机 12- 辊模座 13- 输出辊道;
14- 松棒机 15- 斜篦条 16- 脱律机 17- 芯棒台架 18- 芯棒涂油装置 19- 芯体预热炉;
20- 切头锯 21- 再加热炉 22- 张力减径机 23- 输出辊道。

加热好的管环在 650 吨压力穿孔机上穿孔。奥氏体不锈钢在 1200℃时的变形抗力为 12~20 公斤/毫米²,约为碳钢的三倍,因此穿孔工具的强度也要高一些。用穿碳钢的穿孔工具穿奥氏体不锈钢,穿六、七次就会失去原形。若采

用强度值大于 100 公斤/毫米² 的穿孔工具,则可穿四百次。穿奥氏体不锈钢的穿孔速度为 100 毫米/秒,而穿碳钢则为 200~250 毫米/秒。

延伸机为辊式。当轧辊倾斜用为 6.5°、断面减缩率为 16~18% 时,延伸后的荒管缺陷最少。延伸机可将外径 143 毫米、壁厚 75 毫米的杯形坯延伸成外径 127 毫米、壁厚 63 毫米的荒管。延伸速度为 1.7 米/秒。延伸时顶头超前 5 毫米,延伸系数为 1.2~1.3 时,效果良好。

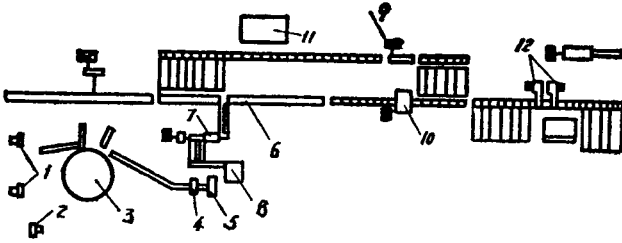


图 6-18 生产不锈钢钢管的顶管机组平面布置图

- 1-1000 吨和 1600 吨冷剪 2-冷锯 3-环形加热炉 4-400 吨定型机;
5-650 吨压力穿孔机 6-顶管机 7-延伸机 8-再加热炉 9-脱棒机 10-松棒机;
11-芯棒预热炉 12-热锯。

生产奥氏体不锈钢钢管时,顶管机用八个辊模,同一时间内最多通过两个辊模。顶管变形速度为 1.4 米/秒(生产碳钢钢管时为 3.2 米/秒)。若变形速度过高,钢管外表面会出现裂纹,降低产品质量。

第四节 生产大直径厚壁钢管的顶管机组

在工业发达的国家,用来生产小直径无缝钢管的顶管机不多,而生产大直径厚壁钢管的顶管机组却有几套。

美国钢公司克里斯蒂帕克厂有一套大型顶管机组。用长 1~1.5 米、边长 350~500 毫米的方坯为原料,加热后在压力穿孔机上穿成杯形坯,经过壁厚和表面质量检查及再加热后,在顶管机上用芯棒把杯形坯批过几个环模延伸成一端封闭的钢管。经切封头、内外喷砂处理、端部铣平、倒棱和水压试验后即成成品。成品管外径达 510 毫米,壁厚达 89 毫米。这种钢管可用来制造能承受 1000 多大气压的气缸。图 6-19 为其生产流程。

1972 年(或 1973 年)美国同家钢公司杜肯厂新建了一套能生产外径 312~

612 毫米的厚壁铜管顶管机组。

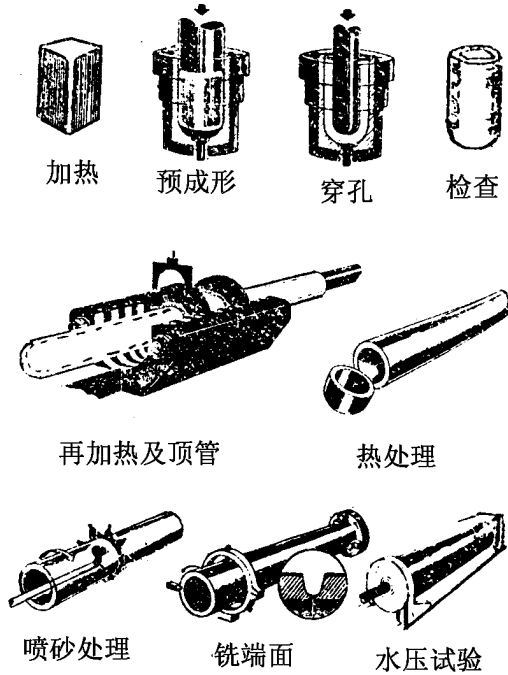


图 6-19 美国钢公司克里斯蒂帕克厂大型顶管机组的工艺流程图

日本住友公司有两套生产大直径厚壁管的顶管机组。一套在大阪厂(1943 年建),另一套在尼崎厂(1957 年建),其设备性能如表 6-2。

表 6-2 日本住友金属工业公司大项管机组的技术性能

参数名称	大阪厂	尼崎厂
穿孔机最大压力(吨)	1200	2000
穿孔机行程(毫米)	1600	2000
顶管机最大推力(吨)	600	1500
顶管机行程(毫米)	12000	8700
顶管机环模数	7	5
顶管机传动方式	水力	水力
产品直径(毫米)	200~400	300~710
产量(吨/年)	6000	9000

该公司的顶管机用直径达 1100 毫米、重达 10 吨的坯料生产外径 203 ~ 711 毫米、壁厚 25 ~ 150 毫米、长达 8.5 米的钢管。

日本钢管公司 1970 年在京浜厂建了一套顶管机组。该机组以 22 吨重的钢锭为原料,用 1750 吨推力的顶管机生产外径 242 ~ 1064 毫米、壁厚 25 ~ 203 毫米、长达 8.5 米的钢管。

英国钢管投资公司所属的切斯特菲尔德公司 1938 年建成的顶管机组可生产重达 16 吨、长达 9 米、内径达 910 毫米的钢管。其立式穿孔机的压力为 5000 吨。顶管机推力为 1500 吨,最大行程 12.2 米,机组全长 44.5 米。

西德曼内斯曼钢管公司在杜塞尔多夫有一台生产外径 1500 毫米的厚壁钢管的顶管机。

据报导,印度最近还向西德德马克——米尔公司订购了一台生产大直径钢管的顶管机,价值 3000 万西德马克。

第七章 钢管挤压机组

第一节 概况

挤压技术的应用大约开始于 1894 年前后,当时主要用于挤压有色金属。直到 1925 ~ 1928 年才开始在钢管和型钢的生产中进行尝试。但是由于工具材质、润滑材料、挤压速度和无氧化加热等基本问题没有得到很好的解决,挤压技术仍没有广泛地应用到工业生产中去。直到 1941 年法国人 Sejournet 与 Ugine 制钢公司合作提出的玻璃润滑剂获得成功以后,钢管挤压技术才在德国、法国和美国等国家中得到了迅速的发展。

从钢管挤压和挤压机的制造来看,德国和法国是比较早的。早在 1931 ~ 1941 年间西德米尔公司就进行了寻找工具材料的试验研究工作。此时建造了 1500 吨曲柄压力机进行碳钢钢管的挤压。在第二次世界大战前德国就已拥有几台黑色金属挤压机。

美国钢管挤压生产晚于德国和法国,但是,当法国的玻璃润滑剂取得专利权之后,在 1943 年美国的一些工厂首先采用了这一技术。到 1949 年美国即开始建 1650 ~ 5500 吨挤压机。随后又建造了 10800 吨的大型挤压机。据最近资料报导,美国喀麦隆飞机工厂有 20000 吨和 30000 吨分别挤压最大外径为 850 毫米和 1200 毫米管材的巨型卧式液压挤压机。

英国在挤压机的制造方面是有相当成就的,1936 ~ 1966 年间英国劳威工程公司就制造了 400 ~ 6000 吨的有色金属挤压机一百六十多台,并在此期间为西德、瑞典、意大利、奥地利、法国等国承制黑色金属挤压机共三十多台。

日本和苏联采用钢管挤压技术较晚,但其发展速度却比较快。日本自 1955 年引进该项技术以来,已有住友、新日铁、神户制钢和山阳特钢等公司建设了热挤压钢管厂,挤压钢管的年产量达 22 万吨(包括少量型材)。其中神户制钢公司已有 5500 吨钢管卧式液压挤压机,用来生产外径为 70 ~ 280 毫米的

钢管。据资料介绍,日本还在筹建更大的 8200 吨卧式长冲程钢管液压挤压机,以扩大其生产能力。苏联 1959 年在尼科波利南方钢管厂建成了 1250 和 1500 吨的机械挤压机,用来生产外径为 42—76 毫米的碳钢和低合金钢管。1962 年该厂又有 3150 吨和 1600 吨的现代化液压挤压机投入生产,用来生产合金钢、高合金钢和不锈钢管及碳钢型钢。坯料的加热和空心坯的再加热采用直通式感应炉。此外,伊热夫斯克冶金工厂和切列波维茨轧钢厂分别有 2000 吨和 3500 吨液压挤压机用以生产钢管和型钢。

苏联对管材挤压的研究工作也比较注意。以前曾在有色金属挤压机上进行了二百个品种的不锈钢和碳钢的挤压试验。全苏管材科学研究所对挤压工艺、设备、模具、润滑以及加热等方面的问题也进行了大量的研究工作,对改善挤压产品质量,提高工具寿命和挤压设备的生产能力均有贡献。

此外,瑞典、意大利、奥地利及西班牙等国,近二十年来也用不锈钢、镍、钛、钼和其它难变形合金在挤压机上生产直径为 30~38 毫米或直径更大的管子。

目前,国外约有钢管挤压机六十多台,如表 7-1,其中液压挤压机五十台左右,有 85~90% 的设备用于生产钢管,其余生产型材,而且绝大部的钢管挤压机是四十年代以后建造的,在此期间,钢管和型材挤压设备的台数猛增了九倍,液压挤压机的总生产能力提高了七倍,机械挤压机提高了一倍半。

第二节 挤压钢管生产的特点

挤压钢管生产与斜轧和辊轧完全不同,并具有下述特点:

一、与其他制管方法相比较,挤压法的特点是金属在成型过程中经受三向压缩应力,并在一道工序中以很大的变形量(碳钢和低合金钢的延伸系数可达 70,不锈钢和轴承钢可达 40,铁基合金可达 25)将坯料制成成品

这种变形方式,既使用连铸碳钢钢坯制造钢管也能保证产品的高质量,而且有些用一般制管法难以生产的低塑性钢与合金,如原子能工业和特殊化工工业用的钨合金、钛合金、镍铬铁耐热合金等,都可以在挤压机上生产出表面

质量良好的管材。

二、挤压法有很大的灵活性和机动性

由于工模具简单,易于制造和更换,所以,即使批量很小,仍然是经济的。这种方法也能满足高产量的要求,一台 3100 吨的挤压机,一年可生产碳钢钢管 10 万吨。

三、挤压机生产钢管的规格范围比其他轧管机大

如图 7-1 所示。一台 5500 吨的挤压机的产品规格范围相当于小型和中型两种自动轧管机的产品规格。挤压法也能在一道工序中挤压出异形管材(如翅形管)和双金属管。挤压钢管的长度可达 40~60 米,在试验条件下,已挤压出长达 90 米的管材。

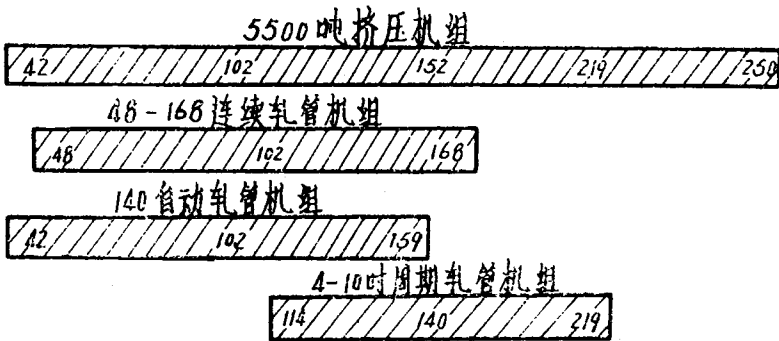


图 7-1 5500 吨挤压机组生产钢管的直径范围与其它机组比较

四、质量优良

目前热挤压管的穿孔工序都是在立式液压穿孔机上进行的。当坯料送入穿孔料筒中后,先要进行墩粗,使坯料与穿孔料筒之间没有间隙,从而减少了穿孔偏心,使挤压机挤出的钢管只有 5-7% 的壁厚偏差。同时由于金属在凹模与芯棒组成的环状间隙中被挤出,钢管的内外径公差获得保证。钢管的机械性能比较均匀。挤出钢管的内外表面质量要比轧制的好,一般可达 2-4 级表面光洁度。

表 7-1 国外钢管挤压机的建设情况

国家	公司及厂名	压机能力(吨)	产品规格, 外径(毫米)	备 注
苏联	尼科波利南方钢管厂	1600	57 ~ 114	机械挤压机
	"	3100	76 ~ 159	
	"	1250	42 ~ 76	
	"	1500	42 ~ 76	
	伊热夫斯克冶金工厂	2000	~ 150	
	切列波维茨轧钢厂	2000	~ 180	
	"	3500	~ 250	
美国	琼斯-劳林钢公司	1000		机械挤压机
	巴布科克-威尔科克斯公司	2500	60 ~ 152	
	柯蒂斯-赖特公司	10800	530 ~ 650	
	阿·勒德隆钢公司	1700	12.7 ~ 76	
	哈珀公司	1900	20.6 ~ 95	
	哈珀公司	1200		
	喀麦隆飞机工厂	30000	~ 1220	
	喀麦隆飞机工厂	20000	~ 850	
	密执安无缝钢管公司海湾州钢管公司	1650	57 ~ 95	
基尔比钢公司	1650	19.3 ~ 76		

国家	公司及厂名	压机能力(吨)	产品规格, 外径(毫米)	备注
日本	住友尼崎厂	2250	25.4 ~ 140	
	住友尼崎厂	3100	50.8 ~ 230	
	新日铁光厂	2250	43 ~ 165	
	日本钢管公司京滨厂	315	040 ~ 140	
	神户制钢	5500	70 ~ 280	
	神户制钢	1800	29 ~ 125	
	山阳特殊钢公司	1250		1000 吨/月
	山阳特殊钢公司	2000		2000 吨/月
西德	曼内斯曼钢管厂	3100	60 ~ 160	
	曼内斯曼钢管厂	1250	10 ~ 76	机械挤压机
	曼内斯曼钢管厂	1250	10 ~ 76	机械挤压机
	曼内斯曼钢管厂	1500		机械挤压机
	赖斯霍尔茨厂	1500		机械挤压机
	赖斯霍尔茨厂	1250		机械挤压机
	本特拉公司	2500	38 ~ 159	
	德意志联合金属公司	1700		
英国	切斯特菲尔德钢管厂	1500		
	切斯特菲尔德钢管厂	2500	~ 178	
	切斯特菲尔德钢管厂	3000		
	劳穆尔合金钢公司	1150	~ 104	
	劳穆尔合金钢公司	不详		
	不详	2200		
	不详	5000		
	不详	3500		
	英国钢铁公司	1350	32 ~ 76	机械挤压机

国家	公司及厂名	压机能力(吨)	产品规格, 外径(毫米)	备 注
法国	瓦卢勒克公司	1500	~ 114	
	"	3000	~ 150	
瑞典	格兰耶斯贝里公司	1700	30 ~ 140	
	桑德维肯冶金公司	1250		
	不 详	1700		
	不 详	3000	~ 150	
苏格兰	喀麦隆飞机工厂	30000	~ 1220	
西班牙	不 详	3100	~ 173	
意大利	不 详	1150	~ 110	
	达尔明公司	3000	51 ~ 165	
	不 详	5450		
	法耳克钢铁公司—米兰厂	1200		机械挤压机
	"	1350	~ 60	机械挤压机
东德	格勒迪茨钢和轧钢厂	2000	~ 150	
	不 详	1600	63 ~ 89	
奥地利	舍勒—布勒克曼钢铁公司	3000	~ 150	
保加利亚	不 详	1100	12 ~ 68	机械挤压机
捷 克	霍穆托夫厂	1650	42 ~ 95	机械挤压机

五、挤压法的缺点是挤压工具寿命低 ,消耗大 ,并需要专用的工艺润滑剂

润滑剂的成份和性能决定工具的使用寿命 ,挤出钢管的长度和钢管内外表面质量。采用玻璃润滑剂时 ,需在后道工序中增设去除钢管表面上玻璃层。

第三节 穿孔压力机和挤压机

穿孔压力机与挤压机是挤压钢管生产的主要设备,在结构和型式上与挤压有色金属管所用的设备相同。

一、穿孔压力机

穿孔压力机一般为立式的。立式穿孔压力机有利于提高钢管的同心度。

穿孔压力机由下列几部分组成：

- (1) 由几个水压缸组成的穿孔机构核心部分；
- (2) 穿孔料筒移动机构；
- (3) 装料机构及由料筒内推出空心坯的出料机构；
- (4) 进行料筒清理,工具更换与冷却以及余料清理的机构。

现在通用的立式穿孔压力机的机构,如图 7-2 所示。在其上下两端配置有顶板和底板,中间用二至四根立柱连接成一体。

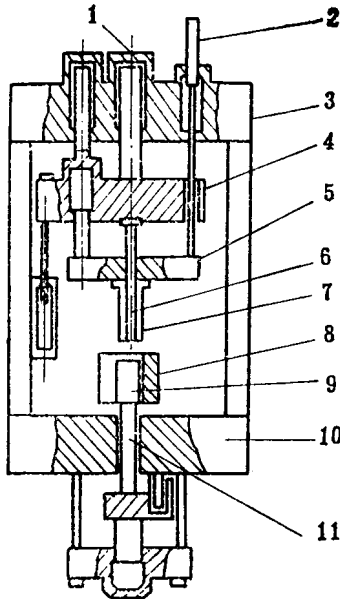


图 7-2 立式液压穿孔机机构示意图

- 1-主柱塞 2-拉回柱塞 3-上顶板 4-穿孔滑板；
5-顶压滑板 6-穿孔芯棒 7-顶压杆 8-料筒；
9-坯料 10-下底板 11-支撑杆。

在顶板、底板和立柱构成的框架内,以穿孔料筒为中心,上部配置有穿孔滑板和顶压滑板。下部配置有支撑柱塞(也称排出柱塞)。穿孔滑板上装穿孔芯棒,用装在顶板上的穿孔柱塞驱动,给予一定的穿孔力。根据穿孔力的需要,可有几个穿孔柱塞。

为了在穿孔前顶压料筒内的坯料,在顶压滑板上装有顶压杆,顶压杆的水压缸可装在顶板上,也可装在穿孔滑板上。

拉回顶压滑板和穿孔滑板的水压缸布置在立柱之间,或布置在顶板上。

为防止穿孔时坯料从料筒底部的开口挤出,在这个开口的下方设置支撑柱塞。穿孔完了之后,这个支撑柱塞可将空心坯从料筒中向上推出去。

为提高穿孔压力机的效率,增加穿孔次数,在穿孔压力机上设置料筒移动机构。现在使用的穿孔压力机有单料筒固定式,单料筒滑动式和多料筒回转式,如图7-3。

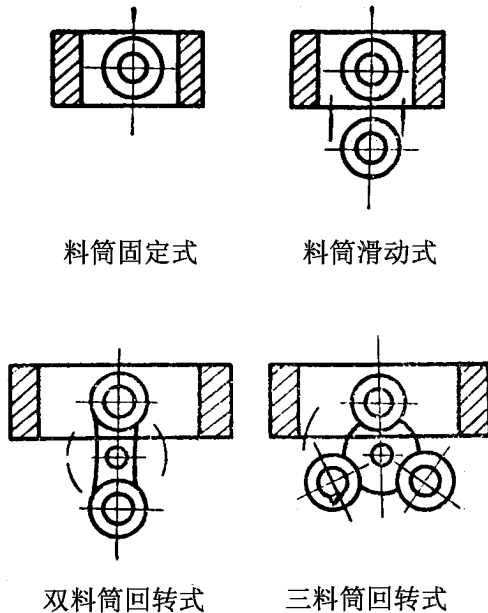


图7-3 穿孔机料筒型式示意图

单料筒固定式穿孔机,只有一个料筒工位,布置在穿孔机的中心线上,它只有一个可纵向移动的料筒,所有穿孔操作都在这个工位上进行。因此,穿孔工作周期长,穿孔机的冲程增大,故其外形增高。这种穿孔压力机一般与单挤压筒式挤压机配合,适于小批量生产钢管。

单料筒滑动式穿孔机有两个料筒工位,有一个可纵向移动并可在两个工位之间滑动的料筒。当在穿孔机中心线上的穿孔工位穿孔之后,料筒移动到

辅助工位上,将已穿孔的钢坯顶出,清理料筒和装入另一坯料。这种型式的穿孔机的优点是操作与维护方便易行。而且由于穿孔机的冲程短而外形高度小。

料筒回转式穿孔机,它有一个回转台,台上可装设三个(或二个)料筒。当一个料筒处于穿孔位置进行穿孔时,另一个料筒则正将已穿孔的钢坯从料筒中顶出,而第三个料筒则正在装料。这三个料筒同时工作。因此,穿孔机的无效时间少,产量高,它可与挤压筒滑动式或挤压筒回转式的挤压机配合生产。

为往料筒里装入坯料,并将已从料筒中由支撑柱塞推上去的空心坯取出,穿孔压力机需配备相应形状和功能的机械手。此外,还需配备工具安装、工具更换、供应润滑剂、清理料筒和去除余料的辅助机构。

日本现有液压穿孔机技术性能列于表 7-2。

二、挤压机

钢管挤压机有机械传动和液压传动两种。机械挤压机是立式的,属于曲柄连杆结构。一般情况是穿孔与挤压在同一设备上进行。这种挤压机结构简单,不需要专用的辅助设施。其缺点是挤压速度是变化的,不适于挤压低塑性钢管与合金管材,所以通常用于生产一般的碳钢钢管。这种挤压机由于结构上的原因,挤压力与挤压行程都受到限制,因此仅适于生产小直径钢管,钢管长度也有限。

液压挤压机有立式与卧式两种。这种挤压机结构比较复杂,且需有专用的泵站和管网。但没有机械挤压机的上述缺点。这种挤压机适于生产各种材质的管材,可根据生产率的要求,选择挤压力、挤压行程与坯料重量。而且可以在同一台设备上选用任何需要的挤压力、挤压行程与挤压速度。

立式挤压机,不论是机械的还是液压的,都要求有较高的厂户;挤出的管材需弯曲 90°而达到水平位置,这有可能使管材表面造成缺陷。但立式挤压机易于定心,润滑剂分布也比较均匀。

表 7-2 日本穿孔液压机性能

使用厂		住友尼崎厂		山阳特 殊钢厂	新日铁 光厂	新日铁 东京厂	神户钢厂	
		1号机	2号机				神户长 府北厂	神户厂
制造厂		劳威液压机公司	劳威液压机公司	劳威公司		神户钢厂	神户钢厂	神户钢厂
型式	动力	水压	水压	水压		水压	水压	水压
	柱数	2	2	2		4	4	4
	料筒数	1	2	2		1	1	3
	料筒移动方式	滑动式	旋转式	滑动式		油压滑动式	固定	旋转式
	下垫块安装方式	装入料筒	装入料筒	装入料筒		装入料筒	装入料筒	滑座式
使用水压(公斤/厘米 ²)		253	315	300		315	315	315
液压机能力(吨)		445	1200	500		400/800/1200	630	900/1400/2300
料筒内径(毫米)		180.2	181	210	168	151	254	
		206.0	211	245	218	181	324	
			256	258	201	379		
			296					
		332						

最近几年液压挤压机的挤压力不断增大,目前最广泛使用的是挤压力为2000吨到3100吨的挤压机。在采用卧式液压挤压机时,坯料的穿孔(扩孔)与钢管的挤压分别在专用的设备上进行。

挤压机由下列几部分组成:

- (1)以挤压筒为主,由挤压模、挤压杆和芯杆构成的挤压机构;
- (2)移动和固紧挤压筒的机构;
- (3)把加热好、涂好润滑剂的空心坯料装入挤压筒的机构;
- (4)热锯及清理挤压筒和去除余料的机构。

现在广泛采用的卧式液压挤压机如图7-4所示。以挤压筒为中心,在前面配置坚固的挤压筒支座,在后面配置主水压缸支座,中间用三到四根拉杆连接构成主机架。在主水压缸支座内还装有主柱塞的拉回柱塞和挤压筒固紧柱

塞。主柱塞前连接有主柱塞十字头,十字头坐在设置于拉杆上的滑动面上。在十字头上安装挤压杆。

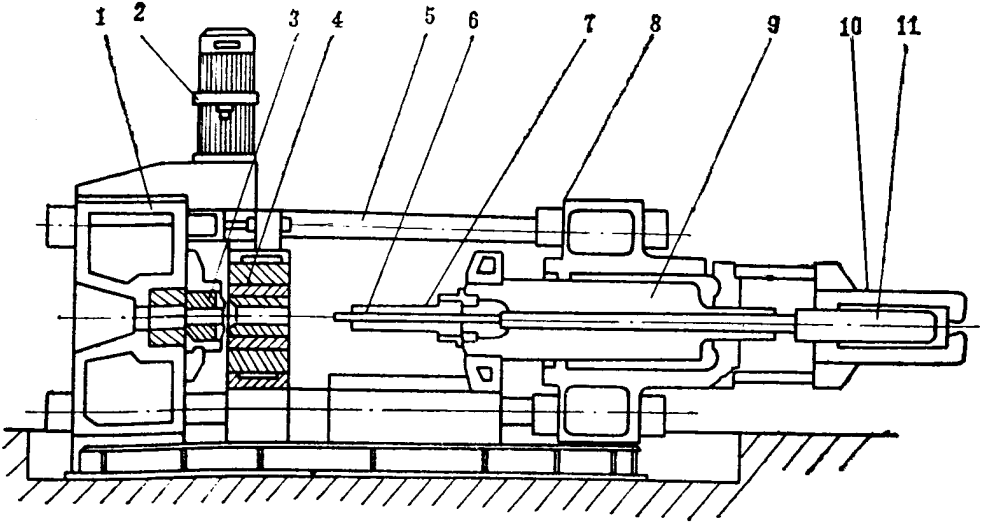


图 7-4 钢管挤压机机构示意图

- 1- 挤压筒支座 2- 是 3- 模座 4- 挤压筒 5- 拉杆 6- 公杆 7- 挤压杆；
8- 主缸支座 9- 主柱塞；10- 芯杆液压缸；11- 芯杆柱塞。

芯杯柱塞和芯杆滑挤压中心线贯穿在主柱塞十字头和挤压杆之中(图 7-4)。它的水压缸布置方式有两程,一种布置在主水压缸之后,称为外装式,另一种是布置在主柱塞之内,称为内装式。外装式需在主水压缸支座的后方配置芯杆水压缸座,并需用拉杆将两个支座相连,所以比之内装式需要较大的空间。但这种布置方式维护检修方便。

挤压模更换装置有摇臂式、滑动式和旋转式三种,但都是在机外更换和安装挤压模。摇臂式和滑动式只有一个挤压模座,挤压和更换交替进行。旋转式有两个模座,可以同时进行挤压和更换。

挤压筒移动机构大体上分为两种,一种是挤压周期的全部工序都在挤压位置上进行;另一种是空心坯装入,涂料去除和挤压筒清理在挤压中心线以外的位置上进行。前者为单挤压筒前后移动式,后者为单挤压筒滑动式或多挤压筒旋转式。

在单挤压筒前后移动方式中,挤压筒位于挤压机中心线上,利用水压缸使其在挤压机中心线上前后移动,在挤压之前先向前移动,紧靠在模座上,挤压完毕立即后退,并在挤压筒与模座之间保持一定的间隙,以便热锯在此把挤出的管子和余料切断。热锯完成切断并退出之后,挤压筒继续后移,以使用挤压

杆把余料从挤压筒中推出。然后挤压杆后退,从挤压筒后面装进空心坯和挤压垫,准备下一次挤压。

在单挤压筒滑动式或双挤压筒旋转式中,挤压位置与空心坯装入和推出余料位置交替滑动或旋转。挤压及切断完毕,挤压筒立即向推出余料位置移动。双挤压筒旋转式的操作是在把已装上空心坯和挤压垫的挤压筒移到挤压位置进行挤压时,在推出余料位置上用单独的推出机构把余料从刚用过的挤压筒中推出,然后在装进空心坯,以便送到挤压位置。很显然,单挤压筒滑动式或双挤压筒旋转式的挤压机的主柱塞行程要短些,从而挤压机本身也较短。

单挤压筒滑动式和双挤压筒旋转式的挤压机,在操作上比较方便。

在生产能力方面,双挤压筒旋转式的挤压机由于几种工序可同时进行,所以作业率较高,其生产率高于其它挤压筒移动方式的挤压机。

在单挤压筒滑动式或双挤压筒旋转式的挤压机上,为把挤压筒紧靠在模座上,设有专门的挤压筒紧固装置,以挤压筒座作支撑,并可在上下左右方向进行调整。

除上述设备外,挤压机尚有空心坯装入机构,热锯和挤压筒清理设施。清扫工作是把附着在挤压筒内壁上的玻璃润滑剂或氧化铁皮清除掉,以免损害下一根空心坯外表面的润滑。这一工序一般是在推出余料之后或同时进行。

日本现有钢管液压挤压机的技术性能列于表 7-3。

苏联现有钢管挤压机的技术性能列于表 7-4。

第四节 典型车间介绍

日本神户制钢公司的 5500 吨挤压机组是国外这类设备中比较大的一套设备。图 7-5 为机组的平面布置图。

该机组主要是生产直径为 70-280 毫米的一般用途的碳钢钢管、低合金钢管、轴承钢管、锅炉钢管和石油钢管等。机组的主要特点是立式液压穿孔机为三料筒式,同时配有张减机。当生产直径为 150~180 毫米的钢管时,可由挤压机直接生产。当生产直径为 150 毫米以下的钢管时,则通过张力减径机生产。因此,机组的产量高,产品品种范围较广。机组的设备组成是:

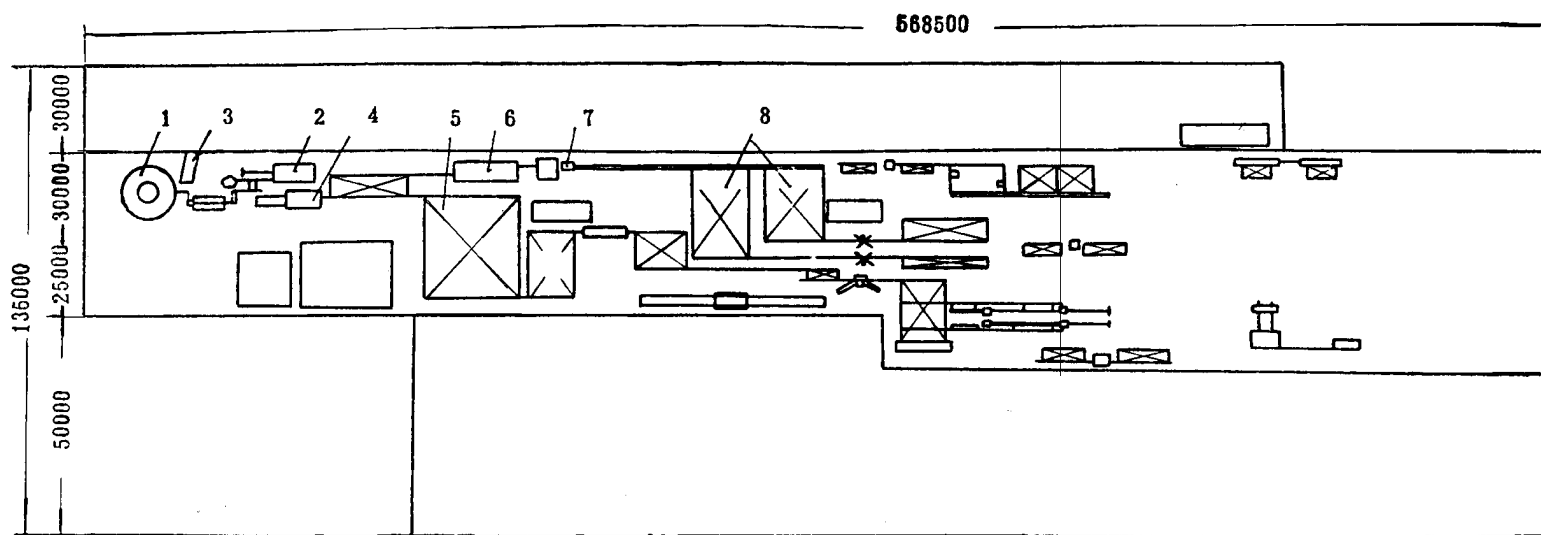


图 7-5 日本神户制钢公司 5500 吨挤压机车间平面布置

1- 环形预热炉；2- 工频感应加热炉；3-2300 吨穿孔压力机；4-5500 吨卧式液压挤压机；5- 冷床；6- 再加热炉；7- 张力减径机；8- 冷床。

一、坯料准备部分

按坯料和钢种的不同,坯料的准备也有所区别。为适应不同品种的要求,坯料准备部分的设备包括:手提砂轮机、倒角机械、扒皮车床和深孔钻床等。

二、坯料加热

在新型的挤压机组中,一般采用两种类型的加热炉,即环形煤气炉和感应炉。由于该机组采用直径为 247 ~ 576 毫米,长度为 500 ~ 1500 毫米的管坯,为了保证加热温度,坯料先在 $4.1 \times 42 \times 1.6$ (宽度 × 长度 × 高度) 米,产量为 73 吨/时的环形炉中预热到 950℃,而后再在工频感应炉中加热到 1050 ~ 1200℃。

表 7-3 日本钢管液压挤压机技术性能

使用厂		住友尼崎厂		油阳特殊钢厂		新日铁光厂	日本钢管公司	神户钢厂	
		1号机	2号机	1号机	2号机		京滨厂	神户长府北厂	神户钢厂
制造厂		劳威液压机公司	劳威液压机公司	劳威公司	劳威公司	劳威液压机公司	神户钢厂	神户钢厂	神户钢厂
型式	动力	水压	水压	水压	水压	水压	水压	水压	水压
	柱数	4	4	3	8	4	4	4	4
	冲杆滑座	滑座式	滑座式	滑座式	滑座式	滑座式	滑座式	滑座式	滑座式
	挤压筒数	1	2	1	1	1	1	1	1
	挤压筒滑座	滑座式	旋转式	滑座式	滑座式	滑座式	滑座式	悬吊式	滑座式
	芯杆	内装	外装	内装	内装	外装	外装	外装	外装
使用水压 (公斤/厘米 ²)		253	315	300	300	252	315	315	315
液压机能力(吨)		2270	3100	2000	1250	2250	3150	1800	5500
挤压筒尺寸(毫米)		147	184.5	175	145	158	172	153	260
		184	215	190	179	222	164	330	
		210	260	215	212	263	185	385	
		300	250	244	205				
		336	268						

表 7-4 苏联钢管立式机械挤压机和卧式液压挤压机技术性能

参数名称	立式机械挤压机 能力(吨)			卧式液压挤压机 能力(吨)			
	1500	1250		1600	2500	3150	12000
工作行超速度 (毫米/秒)	350	412		300	152	300	
空行程速度 (毫米/秒)				500		500	
最大行程 (毫米)				1975		2270	2350
金属流动速度 (米/秒)	9 以下	9 以下		6 以下	4.5 以下	10 以下	10 以下
坯料最大长度 (毫米)	350	300		700	700	700	1780
坯料直径 (毫米)	120 ~ 160	115 ~ 165		100 - 190	200	145 - 260	406 - 800
挤压筒直径 (毫米)	124 ~ 160	120 ~ 170		110 - 200	203	150 - 280	415 - 820
坯料最大重量 (公斤)	60	55		220	175	315	
成品管直径 (毫米)	38 ~ 76	38 ~ 89		38 - 114	57 - 159	57 - 159	254 - 611
定尺长度 (米)	10	6.5		4 - 20	6 - 18	4 - 20	28 以下
生产率 (根/时)	180	120 ~ 180		60 以下	60 以下	50 - 60	
挤压延续时间 (秒)	1.5 ~ 2.5	1.5 ~ 2.0		2 - 3(1-2)	2 - 4	2 - 3(1-2)	
液体工作压力 (大气压)				180 - 320	253	180 - 320	320
挤压温度 (°C)	1200	1150 ~ 1270		1100 - 1200	1200 以内	1250 以内	1250 以内
延伸系数	45	40		40	25	45	

三、穿孔

加热后的坯料经水力清除氧化铁皮和涂工艺润滑剂之后,就进入立式液压穿孔机进行穿孔或扩孔。穿孔机为三料筒式,三个料筒分别处于三个工位,轮换工作,其产量为 90 根/时。

四、挤压

穿孔后的管坯经频率为 500 ~ 2500 赫芝的立式感应炉再加热,并经清除氧化铁皮和涂工艺润滑剂后就进入 5500 吨卧式液压挤压机进行挤压。挤压机为单挤压筒式,其产量为 120 根/时。

五、张力减径

如生产直径为 150 毫米以下的小直径钢管时,经步进式煤气再加热炉再加热后,即可进入张减机进行张减。步进炉的产量为 80 ~ 120 根/时。张减机为 22 机架三辊式,辊径为 406 毫米,为液压差动外齿轮传动式。

日本其他几个挤压机车间的平面布置图,见图 7-6 至图 7-11。

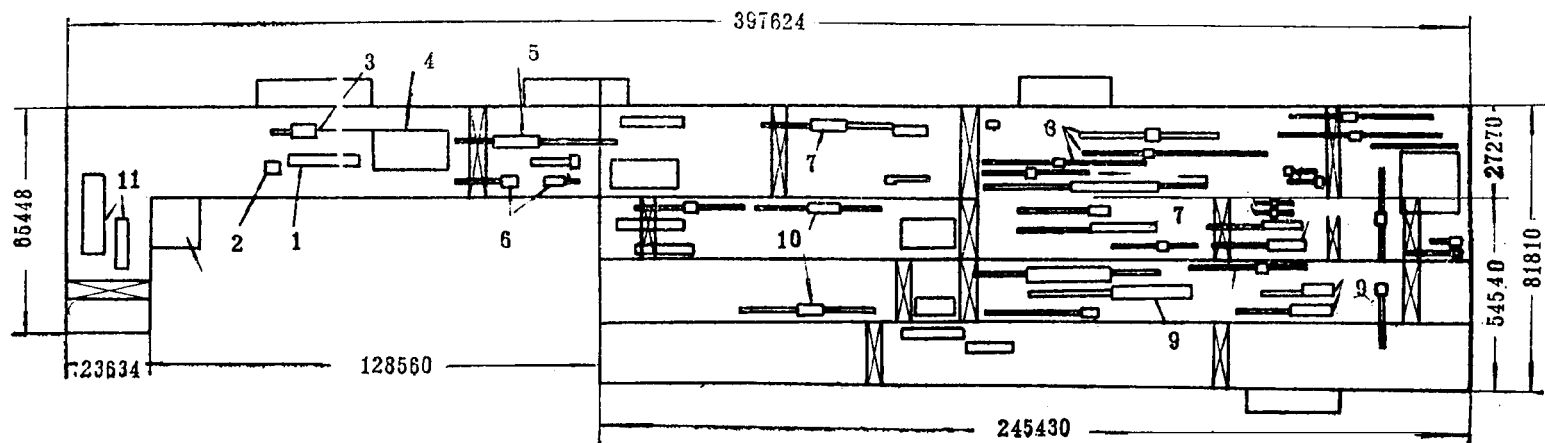


图 7-6 日本神户制钢公司 1800 吨挤压机车间平面布置图

1-感应加热炉；2-630 吨穿孔压力机；3-1800 吨卧式液压挤压挤压机；4-冷床；5-喷丸清理设备；6-拉伸矫直机；7-常化炉；8-矫直机；9-冷拔机；10-热处理炉；11-圆盘锯。

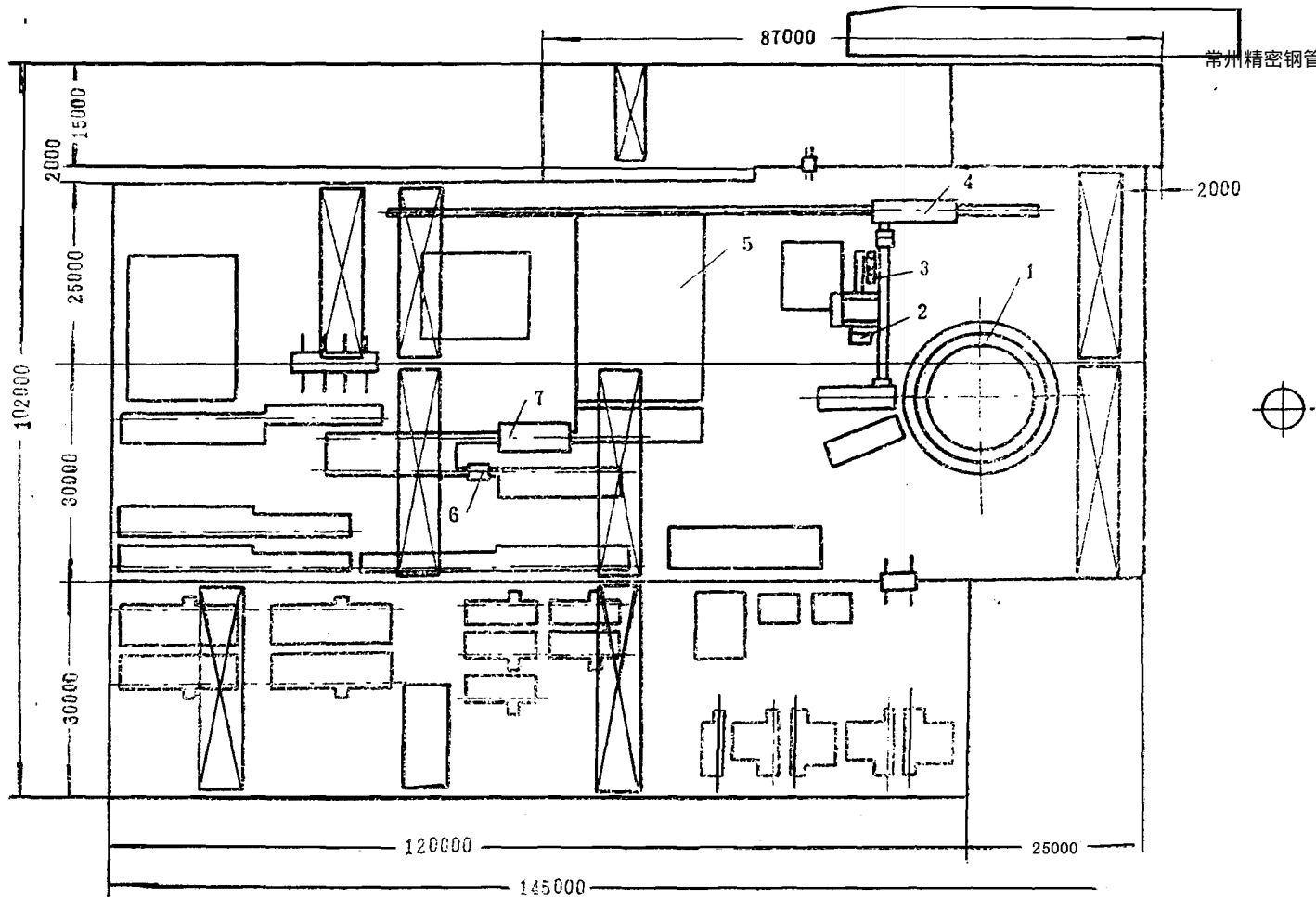


图 7-7 日本钢管公司京滨厂的 3150 吨挤压机车间平面布置图

1- 环形预热炉；2-1200 吨穿孔压力机；3- 感应加热炉；4-3150 吨卧式液压挤压机；5- 冷床；6- 矫直机；7- 喷丸清理设备。

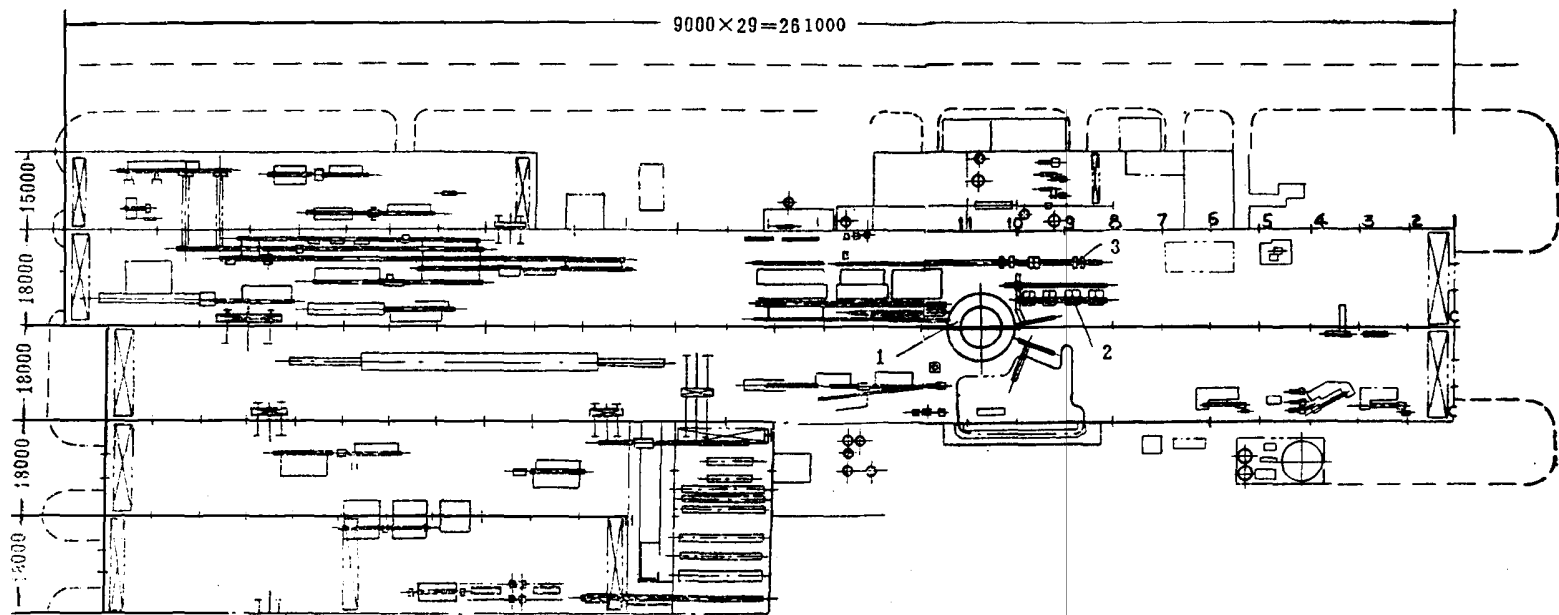


图 7-8 日本新铁光厂 2250 吨挤压机车间平面布置图

1- 环形预热炉；2- 感应加热炉；3- 2250 吨卧式液压挤压机。

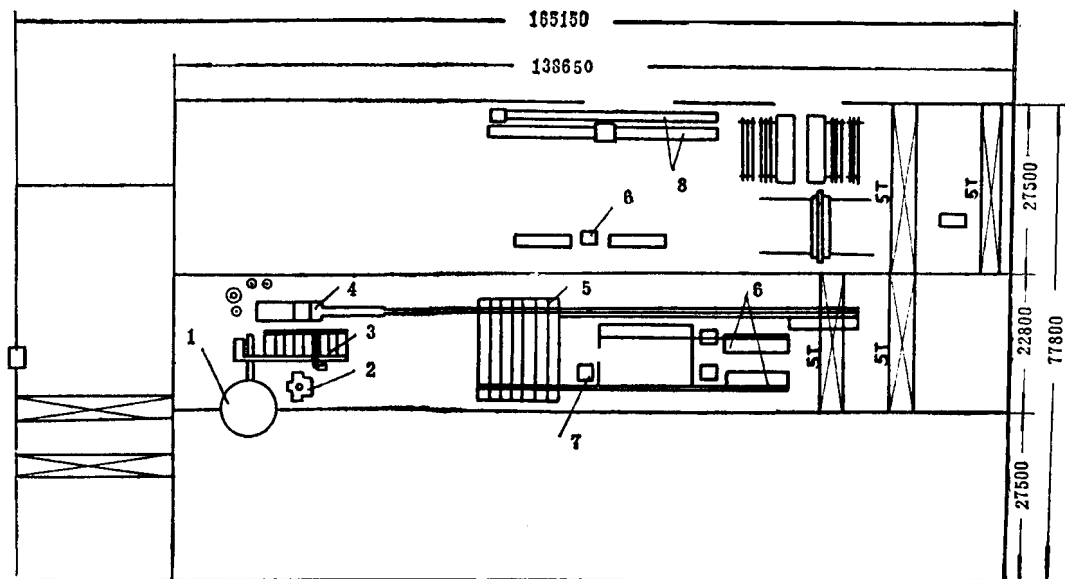


图 7-9 日本住友尼崎厂 2250 吨挤压机车间平面布置图

1- 预热炉；2-450 吨立式穿孔压力机；3- 感应加热炉；4-2250 吨卧式液压挤压机；
5- 冷床；6- 矫直机；7- 切管机；8- 内外表面喷丸清理设备。

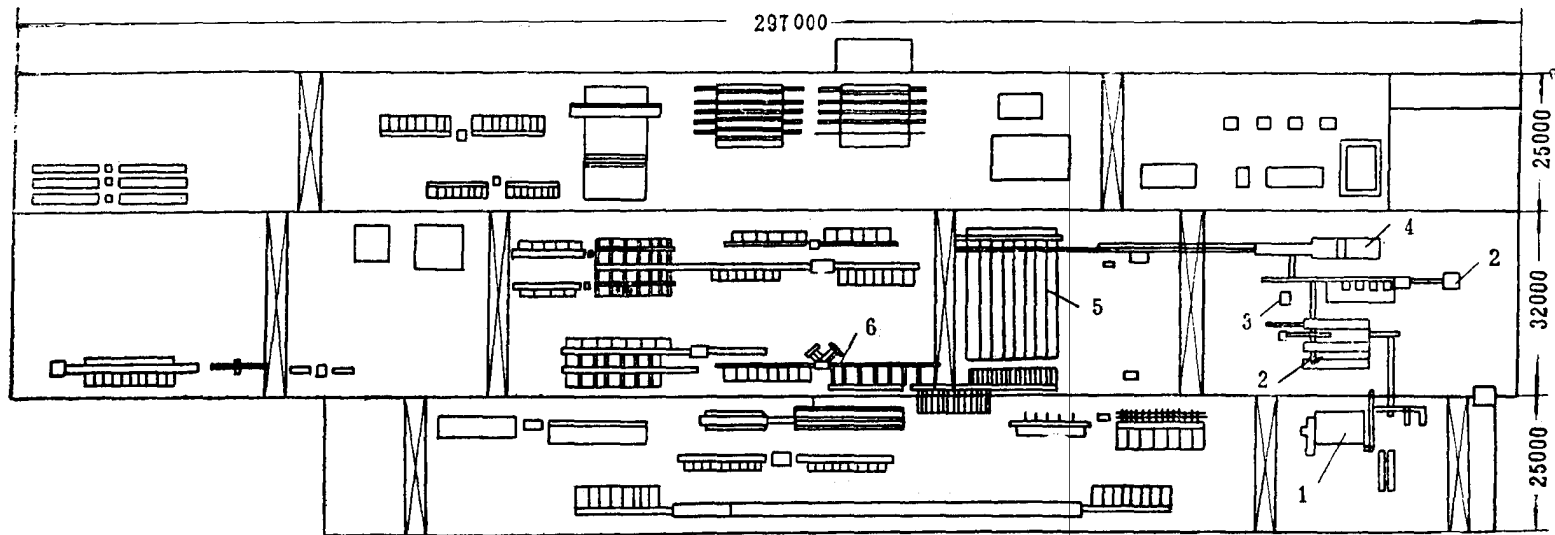


图 7-10 日本住友尼崎厂的 3100 吨挤压机车间平面布置图

1- 预热炉；2- 感应加热炉；3-1200 吨立式穿孔压力机；4-3100 吨卧式液压挤压机；5- 冷床；6- 矫直机

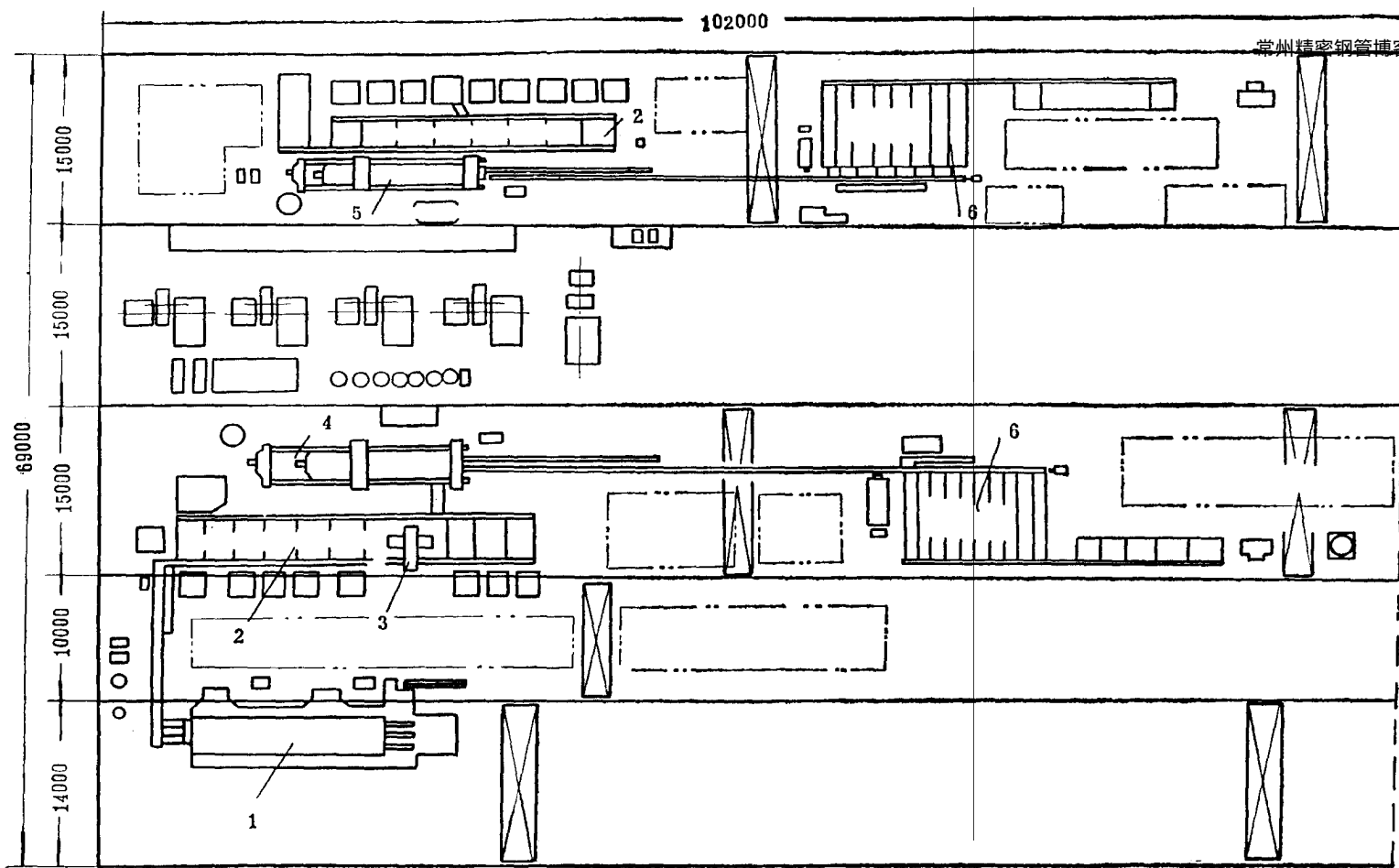


图 7-11 日本山阳特殊钢公司 1250 吨和 2000 吨挤压机车间平面布置图

1- 预热炉; 2- 感应加热炉; 3-500 吨穿孔压力机; 4-2000 吨卧式液压挤压机; 5-1250 吨卧式液压挤压机;

第八章 张力减径机

第一节 张力减径机的发展概况及其优越性

一、张力减径机的发展概况

利用轧辊与钢管之间的摩擦力,给钢管施加张力进行减径的设想,是在1932年美国国家钢管公司的 John. W. Offut 得到的专利中首次提出的,该公司第一个采用了张力减径机。

1940年美国布劳—诺克斯公司在电焊管机组后面采用张力减径机来生产直径为 1/8" ~ 3/4"的钢管。因此,可以任意改变各机架轧辊转速的真正的张力减径机,是在四十年代初期首次试制成功的。

1940年,美国成立了一个“张力减径机委员会”专门研究张力减径中的问题。但是,那时只是对张力减径机所配置的轧辊数目,机架型式等方面进行了研究。

第二次世界大战期间,德国建造了第一台三辊式张力减径机,这台张力减径机虽然由于具有固定的齿轮传动,不能改变既定的轧辊转速比而没有获得理想的效果,但却成为以后完备的三辊式张力减径机的前身。随后在德国的拉特(Rath)工厂的电焊管机后面安装了第一台轧辊转速可单独调整的三辊式张力减径机,以后就有液压传动的张力减径机安装到电焊管机的后面。

在第二次世界大战期间,由于技术情报的中断,各国制造的张力减径机采用了不同的结构型式,比如:西德一开始就采用了三辊式张力减径机,并且多采用液压差动传动,而美国先采用二辊式,后来才采用三辊式,同时多采用单独电机传动。

苏联在1960年开始采用张力减径机,即在 1/2"—2"的连续炉焊管机组中安装了一台 14 机架二辊悬臂式张力减径机。随后,电钢城重机厂为保加利亚

的柯列米科夫斯克冶金厂的 140 轧管机组制造了一种新型的二辊张力减径机。到 1964 年全苏冶金机器科学技术研究所为列宁格勒“管钢”厂的 20—114 毫米电焊管机组制造了一台内传动的 20 机架的三辊张力减径机,用来生产中小直径钢管。

各国对张力减径机的运用在最初也有所不同,比如:在美国张力减径机多半安装在无缝钢管轧机和炉焊管机组中,而西德则多安装在电阻焊管机组后面。在六十年代之后,由于张力减径机和减径工艺的日益发展,张力减径机的使用范围也更加广泛,在所有的钢管生产方法中,都采用了张力减径机。对于连轧管机组来说,张力减径机更是不可缺少的重要设备。

二、张力减径机的优越性

一般的减径机是用来生产小直径钢管的,它只有减径作用而无减壁作用。一般减径机的型式很多,目前广泛采用的是单独传动的二辊式减径机,一般有 9—24 个机架。

一般减径机由于减径出来的钢管壁厚增加,横向壁厚不均比较严重,同时单机架减径量较小,所需机架数目也多,因此,这种减径机的应用范围多半局限于生产轧管机组或焊管机组不能或者不容易直接生产的小直径钢管。

钢管在张力减径机上减径时,钢管不仅受到横向压缩,同时还受到纵向拉伸,钢管在减径的同时,壁厚也得到减薄。这样,就扩大了成品管的规格范围;由于张力减径时的单机架变形量大,故所需机架数目可相对减少,同时能改善钢管质量;此外,减径过程稳定,钢管的横向壁厚不均也较小。

近年来,不论在无缝钢管还是在焊接钢管的生产中,也不论在连续生产还是在单根生产中,都广泛设置了张力减径机。张力减径机已成为钢管生产中应用最广泛的设备之一。

张力减径机的优越性是:

(1) 轧管机组只需生产少数几种大直径的钢管,就能全部满足生产计划的要求。由于钢管的平均重量增大,故可提高轧机的生产能力。如日本川崎知多厂的 21.3~168 毫米连轧管机组,当没有采用张力减径机时,管坯平均重量不超过 135 公斤,而加了张力减径机后其重量可增加 2.5~3 倍。

(2) 采用张力减径机能大大减少轧管机组变换品种的换辊时间。比如:8 机架的连轧管机所需换辊时间达 60 分钟,而现代化换辊装置的张力减径机的换辊时间仅为 8 分钟。可见张力减径机对提高轧管机组的作业率是相当可观

的。

(3)用一种尺寸的钢管能生产出不同壁厚的小尺寸成品管,扩大了产品范围。同时由于张力减径时的变形量大,能改善成品管的质量。

张力减径机的优越性是非常明显的,然而它也存在着一一定的缺点。在张力减径机上,钢管是在机架间受张力的情况下轧制的,当钢管按顺序通过各机架轧制、在钢管头部进入轧机和尾部离开轧机的一段时间内,钢管承受的张力是变化的。因此,钢管两端都会产生壁厚纵向不均的缺陷,壁厚不均的管端必须切去,从而增加了金属消耗。为了减少切头损失,要尽量缩短机架间距,采用尽可能大的钢管长度。当然,理想的情况是将钢管连续不断地送入张力减径机中进行无头减径,以便更充分地发挥它的优越性。近年来,随着张力减径机的传动电机控制技术的发展,已能有效地减少钢管的切头损失。

第二节 张力减径机的结构、传动与换辊

一、张力减径机的结构

张力减径机的结构,按轧辊数目可分为二辊式、三辊式和四辊式。

从理论上讲,组成孔型的轧辊数目越多,钢管受力和变形情况越好,但是轧辊数目多,会导致轧辊机架结构复杂,强度减小,给制造使用和维修造成困难。因此,目前使用的只有二辊式和三辊式两种型式。有些国家,如西德,一开始就偏重于采用三辊式。但据资料报道,在1945年以前,在各国建造的二十五台张力减径机中,仅有一台为三辊式。而在1956年~1962年间建成的九十一台张力减径机中就有四十三台为三辊式机架。1962~1969年间所有新建造的张力减径机均为三辊式机架。美国布劳——诺克斯公司曾经制造过三十四台二辊式张力减径机,但是该公司新制造的张力减径机却是三辊式机架。按这份资料统计,到七十年代末,世界各国新建造的大约一百六十六台张力减径机中,有九十台为三辊式机架,其余为二辊式机架,而且二辊式张力减径机大部分是六十年代以前建造的,最近七年内世界各国建造的大约十六台张力减径机中,几乎都采用了三辊式机架。

二辊式张力减径机的结构简单,便于制造和维修,而且在轧辊直径相同的情况下,二辊式机架的强度和刚性都比三辊式机架的高。即使是这样,也只有

对壁厚超过 10~12 毫米的厚壁管减径时,当轧制力、扭矩以及个齿轮和轴承的负荷相当大时,才采用二辊式张力减径机,因为三辊式张力减径机同二辊式张减机相比具有以下优点:

①三辊式张力减径机的孔型由三段圆弧组成,钢管受力较均匀、轧辊与钢管表面的相对滑动小,摩擦损失小,变形率高。

②三辊式机架轧辊组装后,在专用机床上加工孔型,然后将轧辊机架装入工作机座中,借助于加工准确的限位挡块定位,不需要进行调整。

③三辊式机架轧辊孔型的椭圆度较二辊式的椭圆度小,在大的减径量和减壁量时,三辊式张力减径机减径后的成品管的质量较好。

④张力减径机机架间距的大小直接影响着钢管的切头损失。三辊式机架间距可以等于轧辊名义直径的 0.9 倍。而二辊式机架间距一般等于轧辊的名义直径。因此在轧制较短的钢管时,三辊式机架对减小管端的切头损失是有好处的。

鉴于三辊式张力减径机具有以上优点,目前,各国都广泛采用。

从结构上讲,三辊式张力减径机又分为机架内部齿轮传动和机架外部齿轮传动两种。习惯上讲,传动轧辊的两对伞齿轮装在轧辊机架内,并为单轴输入的称之为机架内部齿轮传动式张力减径机;反之,伞齿轮对装在轧辊机架外,并为三轴输入的称之为机架外部齿轮传动式张力减径机。但西德考科斯公司也有一种外传动的张力减径机将伞齿轮装在机架内。

根据意大利资料,入口管径为 120~250 毫米者大都采用外部齿轮传动;入口管径为 90~150 毫米者多采用内部齿轮传动。

当设计一台新的张力减径机时,究竟采用外部齿轮传动还是采用内部齿轮传动,主要考虑机架有足够的强度,易损件容易更换,备件数量要少。一般说来,入口管径大或管材的屈服值高,则轧制负荷就大,如采用内部齿轮传动,则轧辊轴承和伞齿轮的寿命就短。另外,若一台设备要按照不同的减径率生产不同材质的钢管时,譬如既生产碳钢钢管,合金钢管;又生产轴承钢管,不锈钢管,这样就需要大量的备用机架,如采用内部齿轮传动,则伞齿轮的数量很多,这是很不经济的,属于这种情况应采用外部齿轮传动。内部齿轮传动的机架,一般用于连续焊管机组的张力减径机为宜,因为此时尖峰负荷甚为罕见,而尖峰负荷对机架的寿命起决定性作用。有时,生产的钢管直径虽然较大,但材料的屈服值较低,产品规格也比较单一,也可采用内部齿轮传动式机架。

(1) 机架的结构型式

①内部齿轮传动的机架 :多采用圆形。如西德曼内斯曼—米尔公司 ,考科斯公司 ,美国布劳—诺克斯公司以及苏联都采用此种型式。按结构它又可分为 组合式 ,剖分式和整体式三种 ,现分别介绍如下 :

组合式圆型机架 :由圆形框架、底盘和压盖三件组成 ,如图 8-1。它的底盘与框架为静配合。为了承受较大的轴向拉力 ,在框架和底盘之间相距 120° 的位置上装有骑缝螺钉。压盖与底盘间用螺栓联接。

这种机架的主要优点是刚性好、强度大 ,但机械加工量大、制造费用高 ,特别是主传动轴的外端轴承孔不易保证加工精度。



图 8-1 西德曼内斯曼——米尔公司的组合式机架

剖分式圆形机架 :由两部分组成 ,如图 8-2 和图 8-3 所示。

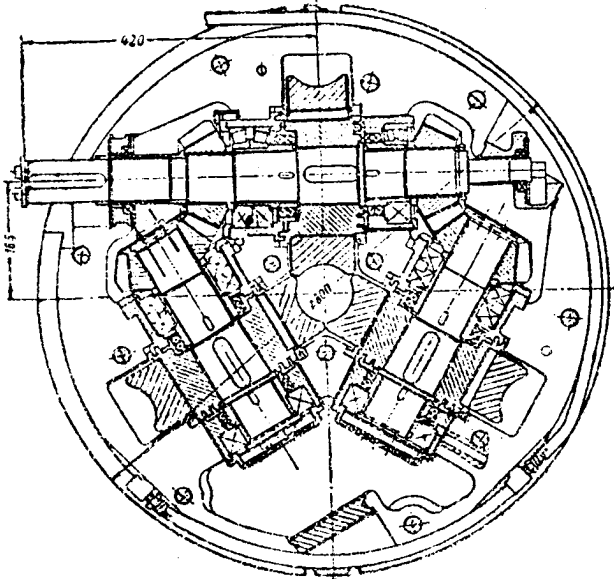


图 8-2 全苏冶金机器科学技术研究所的剖分式机架

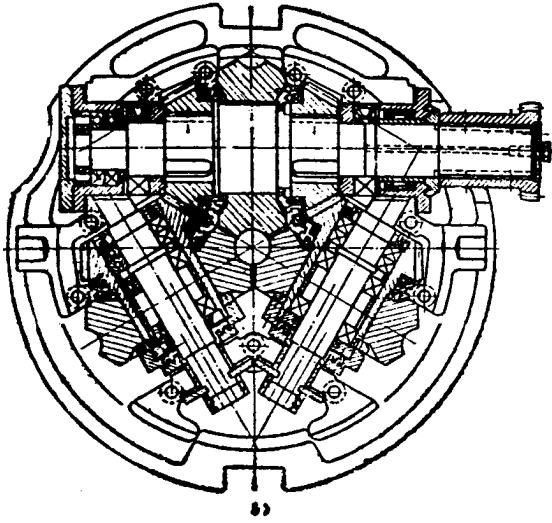


图 8-3 西德曼内斯曼—米尔公司的剖分式机架

实践证明,此种机架的主要特点是结构简单、加工量小,但刚性较差。

整体式圆形机架(图 8-4)它的最大优点是更换轧辊方便,机架的刚性好,伞齿轮靠近轧辊,故传递扭矩大,约为其它内部齿轮传动式结构所传递扭矩的两倍,因而可提高张力减径机的生产率。同时在负荷较大的情况下,仍可保证孔型精度,对保证产品精度是有益的。一般结构的机架在换辊时,需将轴承和伞齿轮从轴上取下,才能卸下轧辊,这样不但装卸工作量大,且容易损坏零件的配合表面。而此种结构采用抽轴的方法换辊,因此可避免上述缺点。

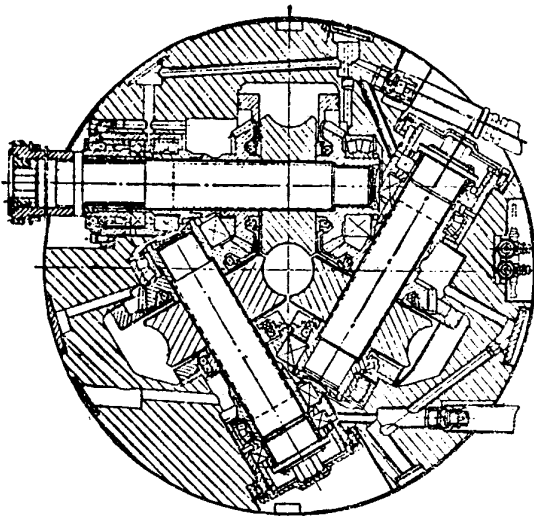


图 8-4 全苏冶金机器科学技术研究所—电钢城重机厂的整体机架

但是整体式机架结构复杂,零件数量多,机械加工量大。

此外,西德考科斯公司和美国布劳——诺克斯公司还采用图 8-5 和图 8-6 所示的内部齿轮传动式圆形机架。

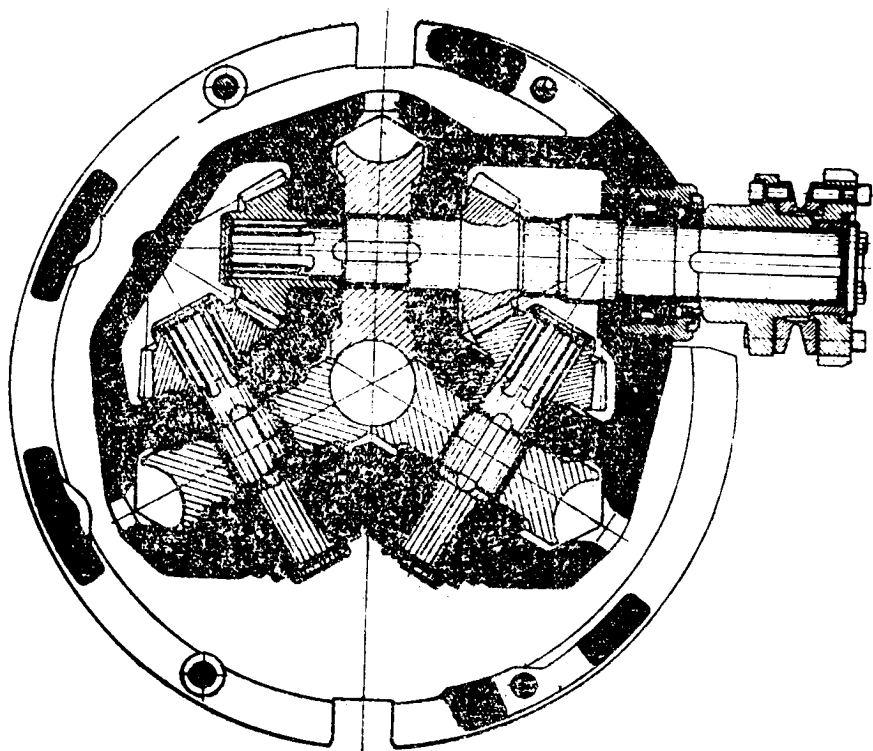


图 8-5 西德考科斯公司的内部齿轮传动式圆形机架

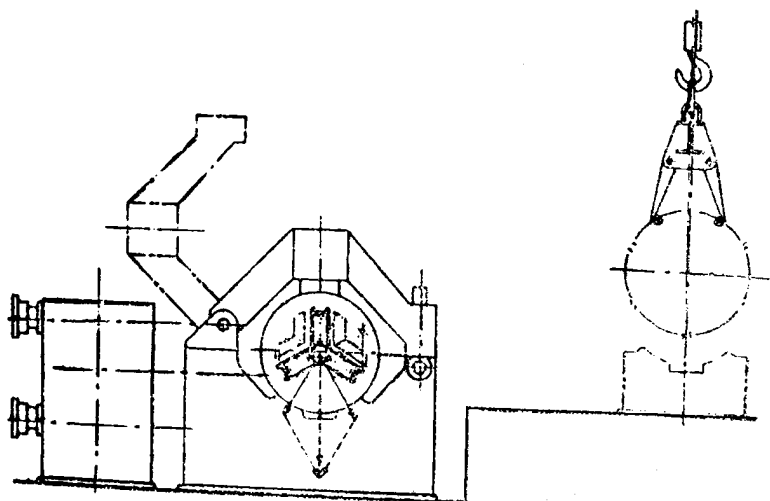


图 8-6 美国布劳——诺克斯公司的内部啮合齿轮传动式圆形机架

内部齿轮传动式除采用上述圆形机架外,意大利因诺森蒂公司等还采用方形机架,如图 8-7 所示。

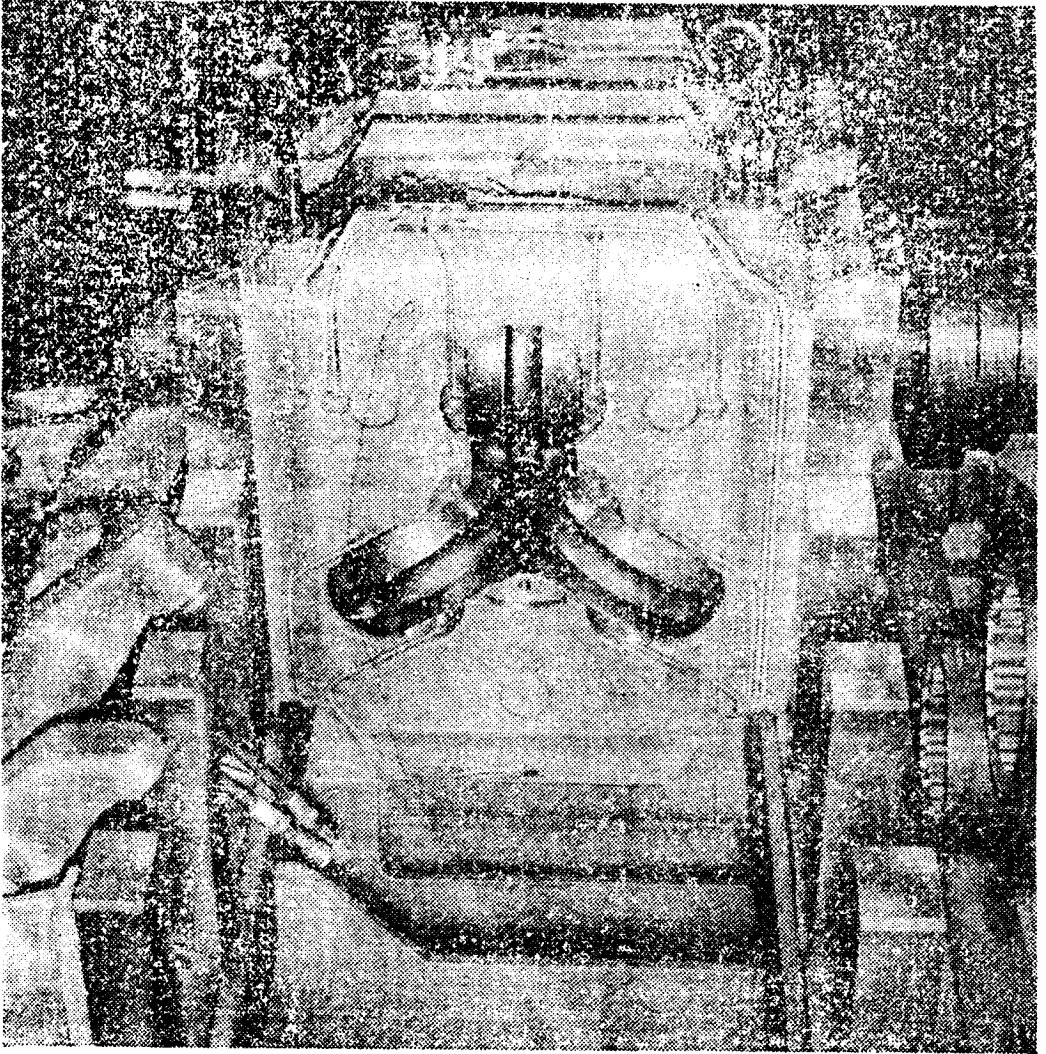


图 8-7 因诺森蒂公司的内部齿轮传动式方形机架

这种机架的特点是结构简单,容易加工,精度也容易保证。特别是采用方形机架以后不再需要圆形机架上所用的机架支座。为了保证机架的互换性,圆形机架的机架支座的加工精度要求也高。而采用方形机架时,由于取消了支座,从而减少了加工工作量,易于做到机架互换。

②外部齿轮传动的机架:多采用方形,如图 8-8 所示。为了增加机架的刚性,机架做成整体的,局部剖分面在轴承的位置上,所以机架结构简单,加工量

小,零件的装卸也比较容易。

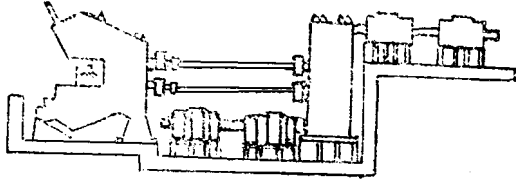


图 8-8 因诺森蒂公司的外部齿轮传动张减机示意图

图 8-9 为考科斯公司制造的伞齿轮装在机架外部的张力减径机的机架型式。图 8-10 为该公司制造的伞齿轮装在机架内的外传动机架型式。前一种传动型式的特点是机架结构简单,但机座结构复杂;而后一种型式的特点是伞齿轮虽然离轧辊很远,但是仍然将伞齿轮装在机架内。这样,机架结构较复杂,而且增加了一个由七个圆柱齿轮构成的齿轮机座,可是它同内部齿轮传动机架相比承载能力提高了。

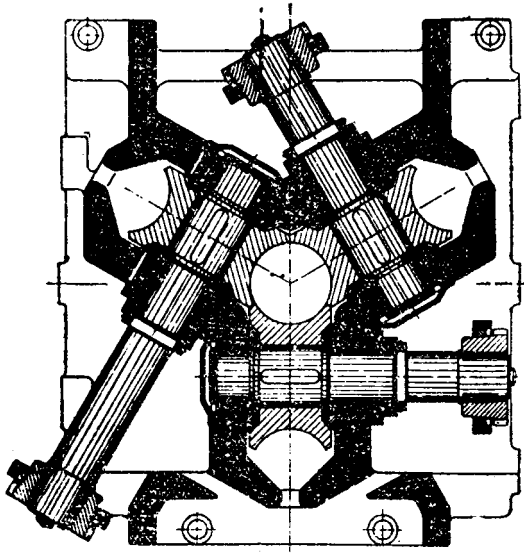


图 8-9 西德考科斯公司的外部齿轮传动机架

(2) 机座的结构型式

各国采用的机座型式有所不同,最常用的结构型式有 C 型和插入式两种。意大利因诺森蒂公司、西德曼内斯曼——米尔公司及考科斯公司制造的张力减径机大多数采用这两种结构型式。

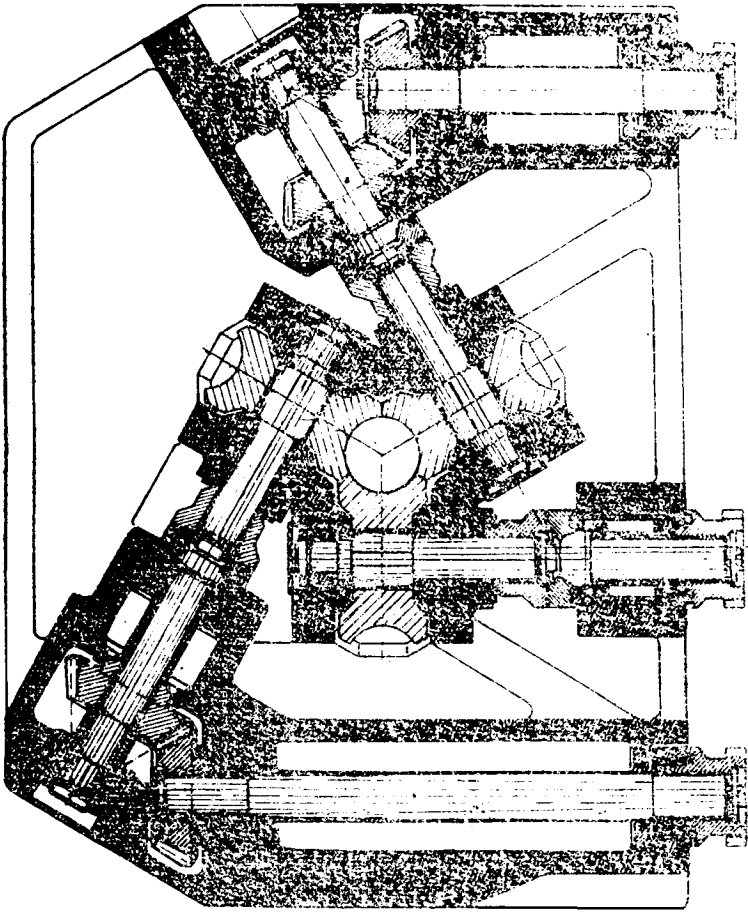


图 8-10 西德考科斯公司的伞齿轮装在机架内的外传动机架

①C 型机座 :不论是内部齿轮传动或外部齿轮传动都可采用 C 型机座。图 8-11 示出西德曼内斯曼——米尔公司的 C 型机座的结构型式。该机座为铸——焊的刚性框架。在其开口的部滑槽处镶有铜滑板,机架沿滑板由机架小车上推入机座中。机座内侧上部装有位置准确定位块,以便使机架准确定位。在机座顶部还装有机架液压压紧装置。

另外,考科斯公司还有一种焊接 C 型机座(参见图 8-19)。

②插入式机座 结构型式如图 8-12 所示。该机座只用于内部齿轮传动机架,它与 C 型机座相比,结构简单,加工量小,重量轻。机架由机座上部插入,依靠机座侧面的滑板和底部的凹槽可准确定位。机架的液压压紧装置在机座的侧面。为了保证快速更换机架,该机座多备有专用换辊吊车。

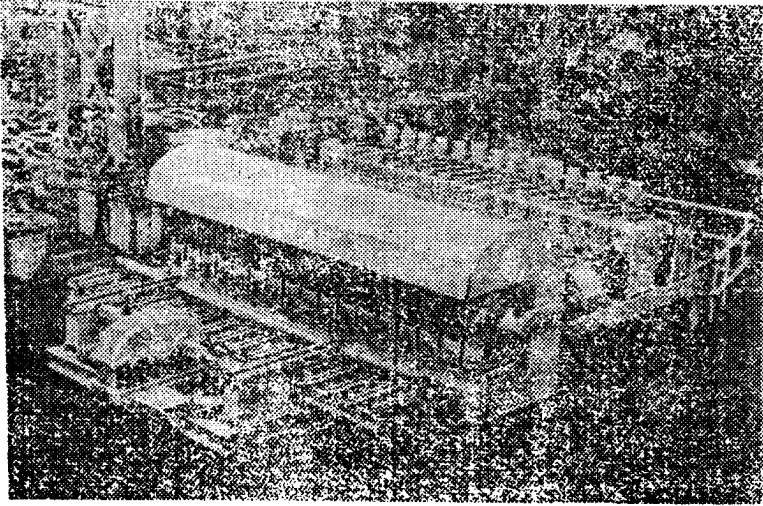


图 8-11 西德曼内斯曼——米尔公司带 C 型机座的张力减径机简图

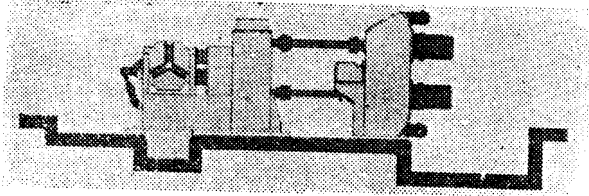


图 8-12 意大利因诺森蒂公司带插入式机座的张力减径机简图

另外还有一种顶部开启式结构的机座(参见图 8-6)。该机座是美国布劳—诺克斯公司的一种结构型式。它可做成整体或分段式。机座上装有座台, 轧辊机架装在座台上, 机架的压紧通过液压缸驱动横梁来完成。每个机架的局部压紧调整用横梁上的螺杆进行。换辊时由液压缸将横梁向上掀起, 用吊车将轧辊机架吊走。

二、张力减径机的传动方式

张力减径机的传动方式有四种:即成组传动、单独传动、集中差动传动和液压差动传动。由于成组传动用一台交流电机传动各机架轧辊,且速比固定不变,各机架轧辊的转速也不能调整,生产品种范围太窄,因此这种传动方式已不采用了。下面主要介绍其他三种传动方式,如图 8-13。

(1)单独传动 所谓单独传动就是每个机架由一台直流电机经减速箱传动。由于直流电机的调速范围大,所以此种传动方式适用于生产品种范围较大的情况。

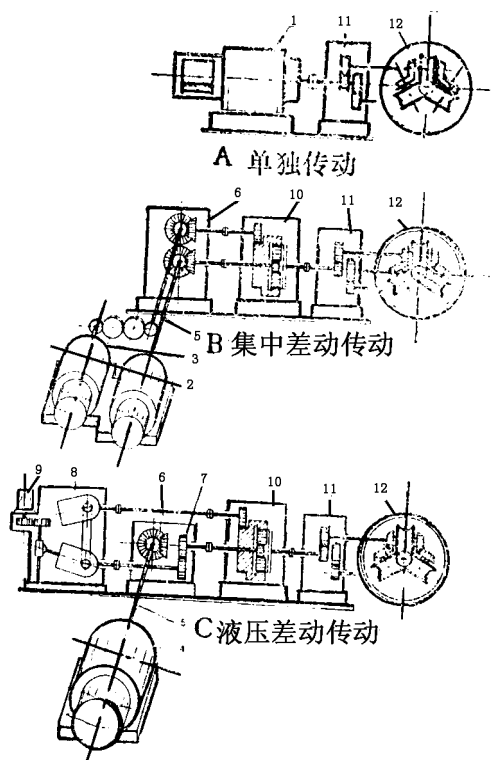


图 8-13 张力减径机的传动方式

- 1 - 直流电机 2 - 直流或交流电机 3 - 直流电机 4 - 交流电机 ;
 5 - 传动轴 ; 6 - 伞齿轮 7 - 直齿轮 8 - 液压传动装置 ;
 9 - 伺服电机 ; 10 - 差动齿轮 ; 11 - 减速齿轮 ; 12 - 机架。

单独传动的机械部分较简单,加工量小,但是,电气部分较复杂。众所周知,张力减径机在工作时,要求各机架轧辊转速保持不变,特别是在钢管咬入时,轧辊的冲击速度降要小,恢复时间要短,否则将会增加切头损失。为了解决这个问题,除电气控制系统动作迅速而外,还要在钢管通过张力减径机各机架之前,预先将各机架轧辊转速分别调到略高于轧制工艺要求的空载速度值。这对缩短恢复时间是有效的,但对电机和电气控制提出了更高的要求。

①对电机的要求

a、电机转动惯量要小:因为张力减径机每一机架的主电机转子都参与动态速变过程,如电机的转子惯量很大,不易迅速跟随轧制时的负荷变化,拖长了过渡过程,势必影响调节系统的快速性。为了尽量减小电机转子惯量,电机要作成细长的型式或采用双电枢电机。同时电机的有效功率要高。

b、电机的过载能力要大:因为钢管咬入的瞬间,冲击负荷很大。一般为额

定负载的三倍左右,因此要求电机在基本速度以下应有其三倍的过载能力,以便克服冲击负载。

c、电机要增加一个附加绕组:在电机的补偿绕组上并联一个附加绕组,当咬入钢分负荷增加时,在该绕组中流过一定电流,产生一定的磁通和安匝数,其磁通方向与它激绕组的磁通一致,因而可增大电机的力矩,减少动态速降。

②对电气控制的要求

a、为了使钢管通过各机架的秒流量体积保持恒定,要求各机架轧辊的转速能准确、灵活地调整。为此,主电机都要带有脉动小,线性好的测速发电机和用数字表示的速度脉冲发生器,以实现速度的控制和显示。

b、要求调节各机架之转速,能满足生产不同规格钢管时的速度。借以调节各机架的负荷量和扩大控制速度带,满足工艺要求。

c、要保持各机架电机的端电压恒定。在冲击负荷时的动态速降要小,恢复时间要尽可能的短。要达到动态速降小于2—3%,恢复时间在0.2~0.3秒以内。

单独传动的张力减径机由于各机架由单独的电源供电,故各机架轧辊的转速能灵活、准确地调整,并能充分利用电机的功率,这是它的主要优点。同时随着电机数控的发展,也便于控制切头损失,这对热轧无缝钢管的短管减径更为有利。目前,国外最新的张力减径机,尤其是要求轧出速度高的连轧管机组,多采用单独传动的张减机。

(2)集中差动传动:由一台交流电机作为主传动,一台直流电机作辅助传动,经差速器将两种传动叠加,从而使机架轧辊在一定范围内按一定比例关系改变转速。

集中差动传动是由交流电机通过一系列齿轮系向差动齿轮的高速轴分配恒定转速,直流电机通过另一列齿轮系传动差动齿轮的中速轴,改变低速轴的转速。如因钢管规格的变化,需改变恒定的基本转速时,可通过变换齿轮装置的速比来得到。而改变钢管的壁厚,通过调整直流电机的转速即可。

此种传动装置的主要优点是刚性好,即在钢管咬入的冲击负荷作用下,轧辊转速也可严格保持不变。另外,它具有电机功率小,电控部份简单,总投资少等优点。其缺点是调速性不如单独传动和液压差动传动,即各机架轧辊转速不能单独调整。它一般用于产品规格较少的情况。

(3)液压差动传动:多由一台交流电机作为主传动(有时也采用直流电机),另外,每个机架有一套单独的液压调速系统作为辅助传动,通过差速器将两种

运动叠加,从而在一定范围内无级变化轧辊的转速。

在液压差动传动中,油马达的调速范围一般均不大于基速的 $\pm 30\%$ 。但在曼内斯曼—米尔公司最新的一些张力减径机上,调速范围已扩大到 $\pm 35\%$ 。考虑到油马达和泵的容量及系统的传动刚性,若能满足生产品种的要求,调速范围以 $\pm 20\sim 25\%$ 为好。必须指出,正确的计算和选择调速范围和油马达及泵的容量,可以保证传动系统有足够的刚性。这是设计此种传动型式的关键。

液压差动传动的主要优点是,除能单独调整每个机架的速度外,出于它具有良好的刚性,在钢管咬入的冲击负荷作用下,轧辊的动态速降也很小,因此,它具有单独直流电机传动和交直流电机集中差动传动二者的特征。缺点是机械部份复杂,加工量大,液压系统的油需经常更换,油马达和泵需经常维护修理。但由于主传动电控部份简单,故设备的总投资还是较单独传动少。

三、换辊方式

张力减径机一般均为整机架换辊。所采用的方式有两种:一种是用带有起吊梁的桥式起重机,同时起吊一组机架的办法进行换辊;另一种是采用液压装置将机架推到换辊小车上进行换辊,换辊小车可在张力减径机前的轨道上运行。前一种方式的缺点是占用了起重机;后一种的缺点是决定孔型中心对准的机架底面在推移过程中要受到磨损。美国艾特纳—标准公司(布劳—诺克斯公司)及西德考科斯公司采用了一些新的换辊方法,采用这些方法,可克服上述缺点。下而着重介绍这些换辊方法。

(1) 门式起重机换辊法:美国艾特纳—标准公司为了张力减径机的机架换辊,设置了一台专用的小型门式起重机,如图 10-14 所示。

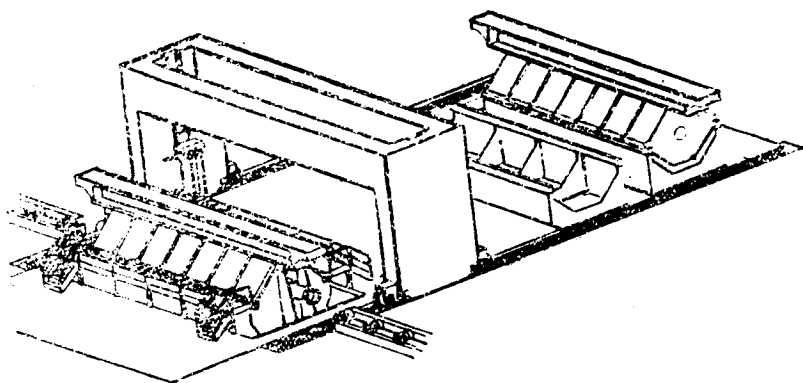


图 10-14 张力减径机换辊用门式起重机

张力减径机的换辊示意图,如图 10-15 所示。在轧辊机架上装一联合式的夹紧起吊梁,梁的长度等于张力减径机的总长。梁的端部装有液压缸以便提供垂直的夹紧力。

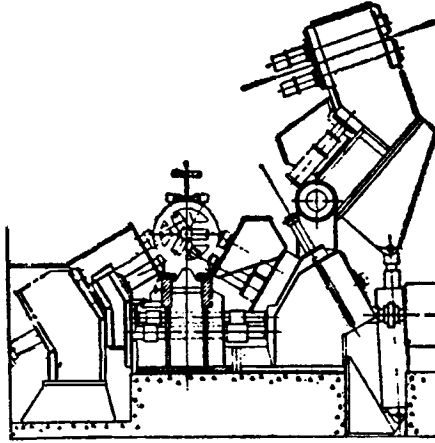


图 10-15 张减机换辊示意图(艾特轧—标准公司)

门式起重机装在与张力减径机轧制线垂直的轨道上,起重机的门架吊具与轧辊机架上的起吊梁恰好处于同样的水平高度,这样,当换辊时,只要将门式起重机开过去,即可实现吊挂,节省起吊的对准时间。当起重机的吊具钩住机架上的起吊梁后,松开夹紧缸,并将接轴卸开,即可整体起吊换辊。换辊时间约 10 分钟左右。

(2)机座换辊法 这是西德考科斯公司首先采用的。此种换辊系统的结构如图 10-16 所示。装有机架的机座下部装有轮子,轮子可在张力减径机区铺设的两条交叉的轨道上运行。轨距较宽的一条与轧制线垂直。机座由液压缸推动沿此轨道移出来,一直移到可回转的道岔为止。这条轨道在轧制区内的轨面标高较低。因而当处于工作状态时,机座并不是支承在各个轮子上,而是支在托座上。机座沿轧制中心线的定位由锁紧挡块完成。回转道岔配有回转用的液压传动装置。当机座的四个轮子都处于道岔里面时,该液压传动装置接通,当道岔口转的时候,各轮子也回转,故使其处于第二条轨道上,沿着这条轨道将机座引向一旁,同时再将一套新的备用机座开进来。

此种换辊系统结构复杂成本高,但换辊速度最快。据该公司的资料介绍,换辊时间约 5-10 分钟。

(3)地上小车换辊法:常见的有两种,一种是美国布劳—诺克斯公司发明的有两个小车的换辊法;另一种西德曼内斯曼—米尔公司采用的小车换辊法。

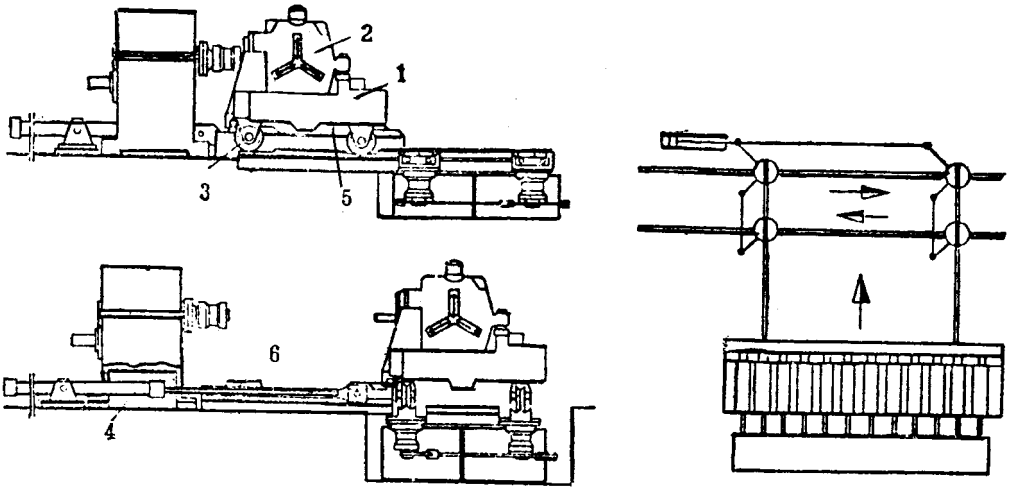


图 10-16 西德考科斯公司机座换定装置结构示意图

1-机座 2-机组 3-轮子 4-液压缸 5-托座 6-锁紧挡块。

美国布劳一诺克斯公司的小车换辊装置,如图 10-17 和图 10-18 所示。换辊时,用液压装置驱动的杠杆系统,打开机架下部的压紧机构,传动接轴也用专用装置脱开,然后用另一液压传动装置驱动的回转杠杆,把机架从轧制中心线上移到小车上,或从小车上把备用的新机架移到张力减径机上。图 8-17 和图 8-18,分别示出了该公司的内齿轮传动和外齿轮传动式张力减径机的小车换辊示意图。

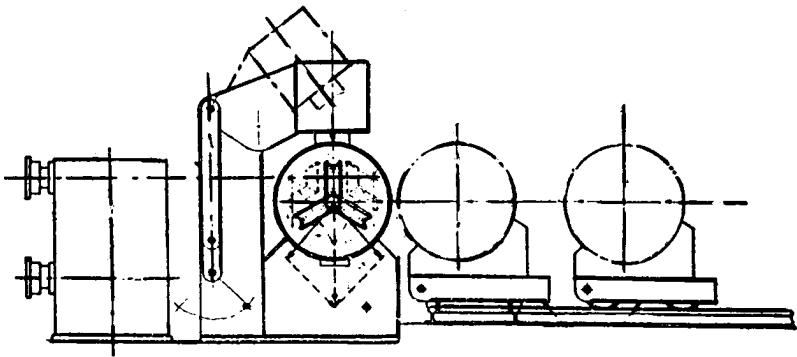


图 10-17 美国布劳——诺克斯公司内齿轮传动张力减径机小车换辊示意图

这种小车换辊法的优点是:换辊完全机械化,小车结构较紧凑。但换辊机构的结构复杂,与曼内斯曼—米尔公司的小车换辊法相比增加了两个液压缸。

曼内斯曼—米尔公司的小车换辊法与上述小车换辊法不同(参见图 10-11)。三辊式机架装在各自的滑座上,滑座可沿机座横向移动。在滑座的换辊

侧有销轴孔,在张力减径机前面有一换辊小车,在小车上装有一根梁,该梁可借助电力(或液压)传动的齿条机构可在横向移动。

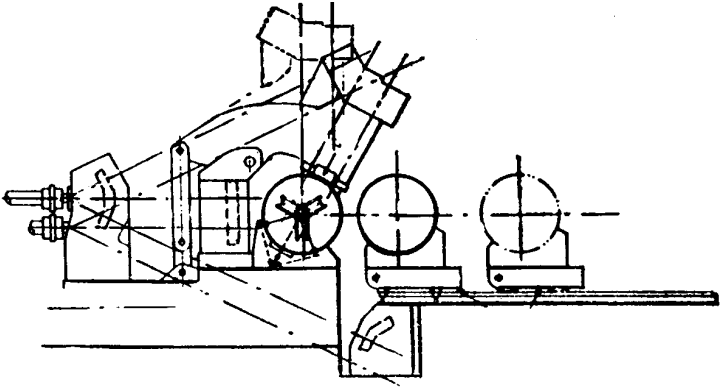


图 10-18 美国布劳——诺克斯公司外齿轮传动张力减径机小车换辊示意图

一台张力减径机有两个小车为其服务,两台小车依次沿着与轧制线平行的方向移动。换辊时,将前一小车开到张力减径机处,使横梁与机架的滑座靠拢,并用销轴与滑座连接,即可将滑座连同机架一起拉出。然后用第二个小车将新机架换上。换辊时间约 20~30 分钟。这种换辊法的优点是:换辊耗费的劳动量小,可换任意数目的机架。它适用于 C 型机座。

很显然,采用该法也要用桥式起重机,但是它与其他换辊法所不同的是,并不是在换辊的时间内使用起重机,而是在换辊前和换辊后的时间里使用。这样,对起重机的使用就有较大的机动性。

此外,西德考科斯公司对 C 型机座采用的小车换辊系统,如图 8-19 所示。

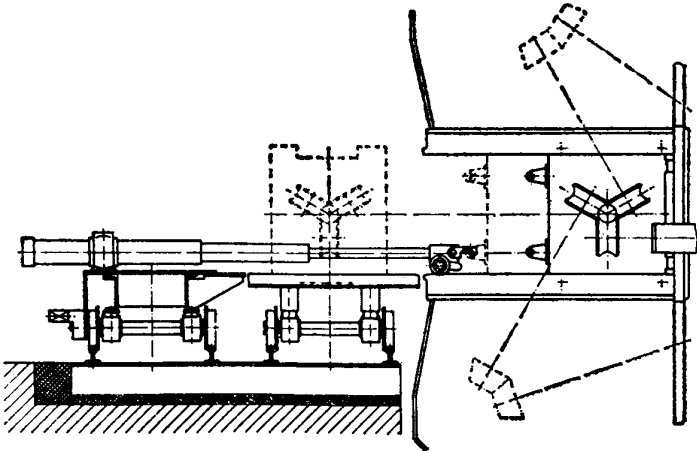


图 8-19 西德老科斯公司采用的小车换辊示意图

第三节 张力减径机在各国无缝钢管生产中的应用

各国对张力减径机的发展和应用都给予很大重视。尤其近十几年来,由于减径工艺及切头控制方法的改进,使张力减径机的应用范围更加广泛了。不仅在连续生产的焊管机组,而且,在各种无缝钢管生产中,都能得到很好的效果。下面就各国在热轧无缝钢管生产中应用张力减径机的情况作一简单介绍。

连轧管机组是生产小直径无缝钢管的高效率设备,但是它的高效率是与张力减径机的配合分不开的,因为连轧管机更换产品规格是比较费事的,所以最好是只轧制少数几种尺寸的钢管而由张力减径机生产所有规格的成品管。同时连轧管比较长,这对张力减径是十分有利的。

国外已建的二十三套连轧管机组,都毫无例外地配置了张力减径机。它们的配置及设备性能见本书的第五章。图 8-20 是张力减径机在连轧管机组中配置的典型平面布置图。

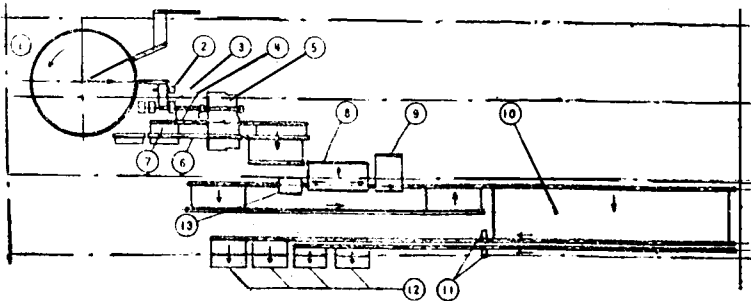


图 8-20 张力减径机在连轧管机组中配置的典型平面图

1- 环形加热炉 5- 连轧管机 9- 张力减径机 13- 定径机 2- 定心机；

6- 脱棒机 10- 冷床 3- 穿孔机 7- 芯棒冷却装置 11- 锯机

(两台) 4- 芯棒插入机 8- 再加热炉 12- 料槽；

张力减径机配置在自动轧管机组中也是有好处的,尽管自动轧管机所轧钢管的长度较短,一般只有 11~18 米。日本共有十二台张力减径机,就有三台分别安装在新日铁东京厂的 $6\frac{5}{8}$ " 自动轧管机组、住友尼崎厂的 $8\frac{5}{8}$ " 自动轧管机组和日本钢管京滨厂的 $9\frac{5}{8}$ " 自动轧管机组的后面。美国琼斯劳林公司阿利

奎帕厂的 6" 自动轧管机组及科罗拉多铁和燃料公司—普韦布洛厂的 $9\frac{5}{8}$ " 自动轧管机组也配有张力减径机。苏联尼科波利南方钢管厂、鲁斯塔维冶金工厂和车里雅宾斯克钢管厂的 140 自动轧管机组以及罗马尼亚罗曼钢管厂的 168 自动轧管机组、捷克斯洛伐克维特科维斯厂的 140 自动轧管机组也都配置了张力减径机。上述机组的平面布置图参见本书第四章。

周期轧管机所轧钢分长度一般可达 27—30 米，因此对张力减径来说是有利的。意大利因诺森蒂公司在七十年代初改造中型同期轧管机组时曾配置了张力减径机，明显地扩大了成品管的规格范围。譬如未配置张力减径机之前，所轧钢管长度只能到 30 米，而采用张力减径机后，能将直径 190~223 毫米的钢管城行为 60.32~193.68 毫米的十八种不同规格的成品符，无疑长度也增加了。

该机组配置的张力减径机为三辊式 24 个机架，辊径为 400/350 毫米，传动总功率为 2000 千瓦。它的典型平面布置图，如图 8-21。

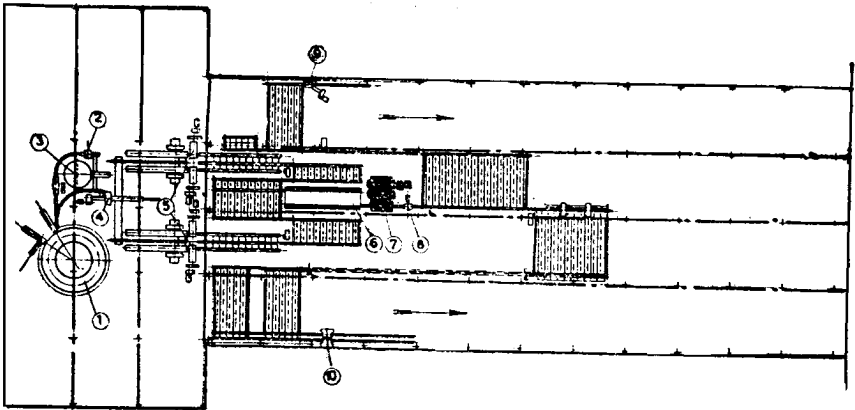


图 8-21 张力减径机在 225 毫米中型周期轧管机组中的配置平面图

1—环形加热炉 2—压力穿孔机 3—加热炉 4—延伸机 5—周期轧管机 6—再加热炉；

7—张力减径机 8—飞锯 9—大直径管矫直机；10—小直径管矫直机。

据报导，西德近年来新建和新设计的生产 19 米长钢管的顶管机组一般都配置了张力减径机，其平面布置参见本书第八章图 8-16 和图 8-17。

图 8-22 是张力减径机在顶管机组中配置的典型平面图。

钢管挤压机与张力减径机配合生产是从六十年代初开始的。挤压机后配置了张力减径机能成倍地提高产量。因此，在英国、西德、日本等国都有配置张力减径机的挤压机组。

据报导,意大利皮特拉(Pietra)公司1975年在龙卡达尔(Roncadelle)投产的一套钢管卧式挤压机配有张力减径机,挤压机挤出最大外径为220~225毫米、壁厚为4—25毫米、长度为25米的钢管。经张力减径机减径成直径为88.9~219.1毫米、壁厚为3.6~25毫米的成品管,其产量为60吨/时。

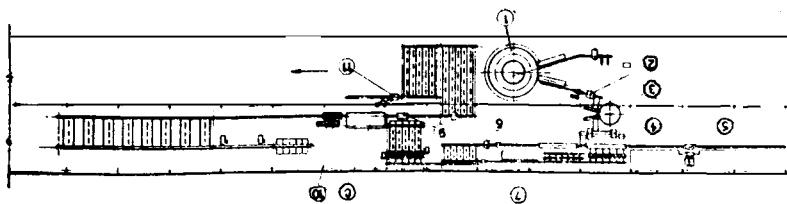


图 8-22 张力减径机在顶管机组中的典型配置平面图

1- 环形加热炉 2- 压力穿孔机 3- 加热炉 4- 延伸机 5- 顶管机 6- 均整机;
7、8- 加热炉 9- 定径机 10- 张力减径机 11- 矫直机。

该张力减径机为三辊式 18 个机架,前 8 个机架的辊径为 500 毫米,后 10 个机架的辊径为 400 毫米。图 8-23 为挤压机与张力减径机配置的典型平面布置图。

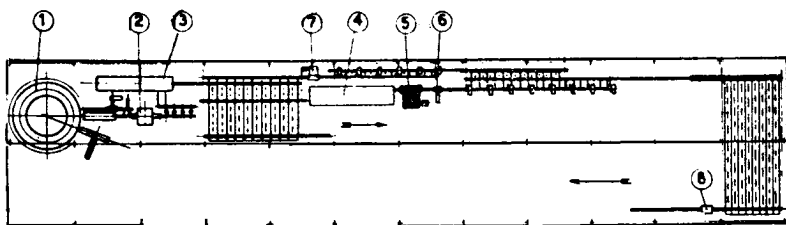


图 8-23 挤压机与张力减径机配置的典型平面图

1- 环形加热炉 2- 压力穿孔机 3- 挤压机 4- 再加热炉;
5- 张力减径机 6- 飞锯 7- 定径机 8- 矫直机。

近年来,随着钢管切头控制方法的改进,张力减径机不仅对长管减径是有效的,对于长度不足6米的短管也收到了一定效果。英国无缝钢管公司在狄赛尔轧管机组后面增加了张力减径机进行短管减径就是一例。

据报导,该公司的机组包括一台菌式穿孔机,一台狄赛尔轧管机及一台二辊式 19 机架的减径机。由于小直径钢管需要量增加,该厂进行了改造,用三辊式张力减径机取代了二辊式减径机,由于狄赛尔轧机可以提供尺寸精度和同心度高的钢管,所以张力减径后的成品管切头率不大。生产经验证明,只有在

将外径 90 毫米钢管减到 38.1 毫米和将外径 80 毫米钢管减到 31.9 毫米的两种情况下切头损失较大外,其余情况下的切头损失都很小,数据详见表 8-1。

此外,张力减径机也有单独配置使用的情况。如美国阿姆科滚珠轴承公司在安布里奇厂就有一台单独安装的 24 机架张力减径机,它前面配有加热炉,由连续炉焊管机组生产的直径为 140 毫米的炉焊管,通过该张力减径机生产外径为 21.3~114 毫米的成品管,同时,由 219 毫米电阻焊管机和无缝管轧机生产出来的钢管也通过该张力减径机。这可充分发挥张力减径机的作用,提高其作业率,而节省其他钢管机组的投资。

表 8-1 短管减径切头长度数据表

序号	荒管			减径成品管			应变		应变比 ν	张力系数 X	延伸量 λ $= \frac{(D_E - S_E) \epsilon_E}{(D_A - S_A) \epsilon_A}$	切头长		切头比	
	D_E	S_E	ϵ_E	D_A	S_A	ϵ_A	Ψ_r	Ψ_t				L_{E10}	L_{A10}	N_{E10}	N_{A10}
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)			(mm)				(mm)	$= \frac{L_{E10}}{\alpha \lambda}$	$= \frac{L_{A10}}{\alpha \lambda}$	
A	88.9	9.93	0.13	60.00	9.80	0.20	-0.013	-0.453	+0.029	0.430	1.60	0	300	0	0.72
B	88.9	10.16	0.13	57.34	10.09	0.21	-0.007	-0.511	+0.014	0.409	1.68	260	340	0.60	0.78
C	90.5	13.21	0.17	57.46	13.10	0.30	-0.008	-0.550	+0.015	0.362	1.75	0	0	0	0
D	82.55	7.01	0.09	50.93	7.14	0.16	+0.018	-0.545	-0.034	0.397	1.69	320	430	0.73	0.97
E	82.55	10.16	0.14	51.05	10.79	0.27	+0.060	-0.587	-0.103	0.270	1.65	0	0	0	0
F	82.55	12.19	0.17	51.04	12.36	0.32	+0.014	-0.598	-0.033	0.314	1.84	0	0	0	0
G	87.3	6.48	0.08	38.13	7.82	0.26	+0.188	-0.981	-0.191	0.207	2.21	0	90	0	0.155
H	87.3	8.05	0.10	38.18	9.54	0.33	+0.170	-1.018	-0.167	0.187	2.33	0	0	0	0
K	90.0	4.88	0.06	38.10	4.11	0.12	-0.172	-0.918	+0.187	0.592	2.97	680	980	0.88	1.27
L	80.0	4.06	0.05	31.90	3.37	0.12	-0.186	-0.979	+0.190	0.596	8.17	960	1260	1.16	1.52
Ref [2]	116.0	3.25	0.03	51.0	2.65	0.055	-0.204	-0.850	+0.241	0.650	2.89	2000	} $a =$ 300mm	2.31	
"	"	"	"	"	"	"	自动变速时其变化量同上				1250	1.44			

注 D_E —荒管外径 S_E —荒管壁厚 ϵ_E —荒管壁厚变化率 D_A —成品管外径 S_A —成品管壁厚 ϵ_A —成品管壁厚原变化率;

Ψ_t —径向应变 Ψ_r —切向应变 ν —应变比 X —张力系数 λ —成品管的延伸量 L —切头长度 N —切头比。

·指最下两行数据可参见参考文献

第四节 张力减径的新技术和今后发展趋势

一、张力减径的新技术

(1) 减少切头损失的新的轧制工艺

众所周知,张力减径机生产的最大缺点是成品管具有较大的切头损失,从而增加了金属消耗。二十几年来,各主要生产张力减径机的国家为解决这个问题,做了大量的工作,如:采用较高的单机架减径量;减小机架间距;增大轧辊的速度刚性以及尽量增加钢管长度;乃至采用“无头轧制”等等。但结果并不能令人满意,一般说来切头长度仍为产品总长的8~14%。

近几年来,随着电子技术的发展,对钢管的头部和尾部采用了新的轧制工艺取得了较好的效果。

这种轧制工艺简单说来,就是当钢管前段通过张力减径机时,张力减径机后面每个机架的轧制速度比其正常速度有所增加,同时后面机架的速度增量始终要大于它前一机架的增量,这样就可使钢管前段所受的总张力与钢管中段通过张力减径机各机架时所受张力保持一样。当钢管尾段通过机架时,前面每个机架的轧辊周速比其正常速度有所降低,同时前一机架的速度减少量始终比它后面机架的速度减少量大一些,因而又产生了一个较大的速度差,使相邻机架间产生的总张力之和尽量接近钢管中段轧制时所受的张力。这样,就可防止两端管壁产生太大的增厚。轧辊速度变化情况,见图8-24。

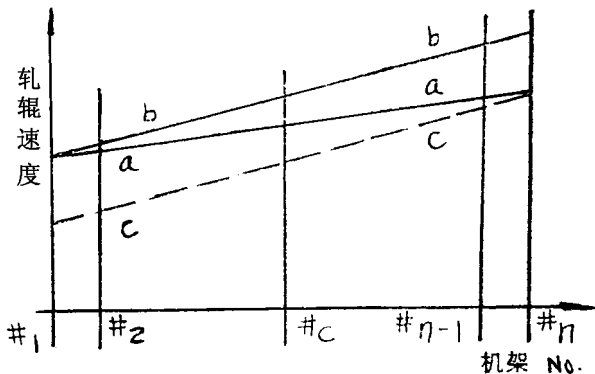


图 8-24 控制切头损失的轧辊速度变化图

图中：

a—a 表示正常轧制时的轧辊速度；

b—b 表示前段轧制时的轧辊速度；

c—c 表示尾段轧制时的轧辊速度。

据该资料介绍，采用此种方法切头长度大约可减少 37~53%，详见表 8-2。

最近美国专利上又有一种新的轧制工艺问世，该工艺不采用递增的轧制速度，而使用“波浪形”的速度控制。轧制钢管前段时只需要机架总数的一半参与就可以了，而轧制尾段时则需要全部机架。将该专所介绍的方法简述如下：

表 8-2 英国专利介绍的切头减少率数据表

成品管外径 (mm)	成品管总长度 (mm)	原来方法的切头长度 (mm)	该发明方法的 切头长度 (mm)	切头的减少率 (%)
89.1×7.6	11800	500	300	40.0
89.1×4	13400	400	250	37.5
60.5×5.5	31900	1300	700	46.2
60.5×3.8	26000	1500	700	53.4
38.0×5.7	46700	1800	900	50.0
38.0×4.1	48800	2150	1000	53.5

当钢管前段进入张力减径机后，有关机架的转速按预先标定的轧制表增速或减速，使轧辊转速高于或低于稳定的轧制速度。前段只有被咬紧在 3 个以上的机架中，才能产生好的减壁效果，此时在钢管前段之前，后机架各作用于管段一相当大的牵引力和制动力，而中间机架则起轴向力的平衡作用。

下面根据钢管前端和尾端在张力减径机中的位置，谈谈有关机架轧辊转速的变化情况。所用钢管外径为 4.75"、壁厚为 0.648"。

当钢管前端进入 2 号机架时，1 号机架的速度急剧减慢，加于管端一最大或接近最大的制动力，轧辊速度减到约 84.5% 的稳定速度。拉力比数为 -0.976。数字前面的符号是表示力的作用方向，以轧辊所能提供给钢管的最大拉力值作为 1，其正号表示作用力与轧制方向一致，负号与轧制方向相反。由于在两个机架上不可能给管端以足够的拉伸，所以张力系数很低。

当钢管前端行进到 3 号机架时,1 号机架速度必须加快,约加快到 90% 的稳定速度,此时拉力比数为 -1.000,3 号机架的速度仍为 100% 的稳定速度,而 2 号机架的速度稍加快到 102.1% 的稳定速度,以保持牵引力和制动力的平衡。

当管端行进到 4 号机架,1 号、2 号和 3 号机架的速度变换控制,以便在 3 号和 4 号机架上获得拉力比数 +1.000,1 号机架获得拉力比数为 -1.000,而 2 号机架则控制到保持牵引力和制动力的平衡。

上面介绍的这种新的轧制前端和尾端的方法,尚没有见到使切头损失减少的具体数字。

减少张减时切头损失的另一个途径是将钢管两端轧薄再进行减径。据报导,苏联南方钢管厂和东德里萨(Riesa)厂在 140 自动轧管机上都采用了这种方法。在轧管机上轧制钢管前后端时,通过上轧辊的液压压下装置给予较大的压下量,得到锥形端头的钢管,在均整机上也适应这一要求,在辗轧前后端时,借电动压下使轧辊靠近。这一操作方法的自动控制系统如图 8-25 所示。

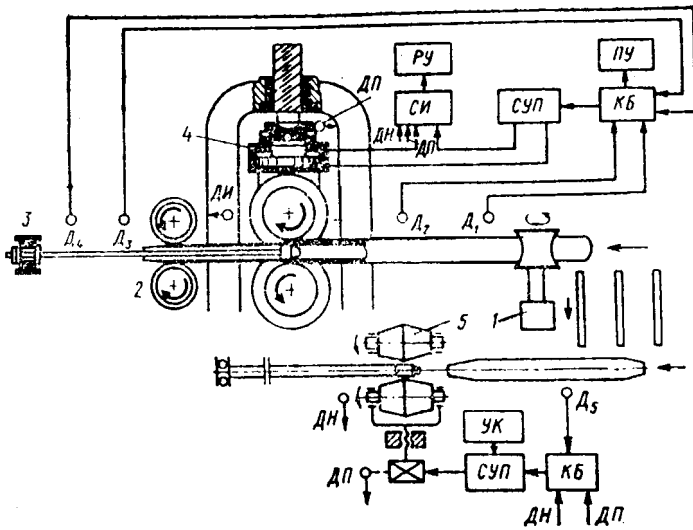


图 8-25 轧制钢管前后端时自动轧管机和均整机轧辊压下控制系统图

ДН——轧制管端时的轧辊位移检测元件; ДН——轧制管端时的载荷检测元件; ДН₃ 和 ДН₄——钢管端和处于出口侧位置时的检测元件; ДН₅——操纵台。

据报导,目前上述方法已用于工业生产中,由于切头损失减少而使钢管生产率提高了 1.7~7.8%。

在连轧管机上也可采用上述方法。苏联曾在 7 机架连轧管机上试验,用一

种四连杆机构快速调整成品孔前两个(即第 5、6)机架的轧辊间距的办法,来轧制两端壁厚减薄的钢管。这种四连杆机构的工作原理见图 8-26。

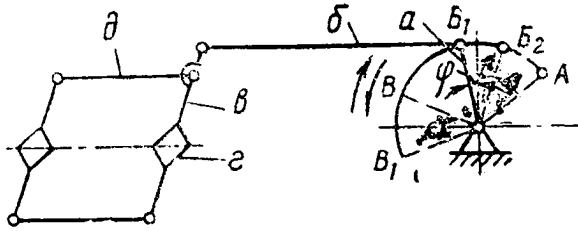


图 8-26 在连轧管机上轧制钢管两端时
操纵轧辊间距的四连杆机构传动图

通过四连杆机构的快速动作,可以对钢管前后端进行较大的压下,得到管端 0.5~1.0 米长的部份具有较薄管壁的钢管。

对一千根钢管的试验结果表明,钢管外表面与一般方法轧制的钢管没有什么区别。也没有发现太大的椭圆度、耳子和直道等缺陷。芯棒抽出也正常。在轧制两端减薄钢管时的轧制压力比一般轧制时增加了 50% 左右。

(2) 改变成品管壁厚的新的轧制工艺

张力减径机中改变成品管壁厚所用的一般方法是,通过对各机架壁厚减薄量的重新分配来改变几乎所有机架的转速。这样,既浪费时间,又增加了设备的投资。最近有资料介绍,欲改变管壁厚度只需变更一至二架轧辊转速就可达到预期的目的。基作法是,比较均匀而光滑的转速曲线上造成“转速台阶”,即增大这几架轧辊对钢管的拉力,而其他机架轧辊转速则保持不变,改变转速台阶的位置和大小,可使管壁在一定范围内变化,以满足要求。

为了计算“转速台阶”引用了参数 C 来决定轧制半径 R ,根据孔型中“秒流量体积相等”的原则,来求得相邻机架轧辊之转速比。若轧辊对钢管施加的最大牵引力与轧制方向相同,则 C 值为 1 或超过 1。反之,若轧辊对钢管施加的力与轧制方向相反,则 C 值为 0.5 或更小些。当在两个机架间建立“转速台阶”时,即意味着相应机架中的 C 值产生剧变。为了增大减壁量,可采用多“转速台阶”轧制。通常前部机架对壁厚影响较大,“转速台阶”多设置在机架的前部。据介绍,采用“转速台阶”的轧制方法,也有利于减少成品管的切头损失,“转速台阶”见图 8-27。图中曲线 a 是迎常所用按不变 c 值计算的转速曲线。该曲线只考虑了钢管的减径量和壁厚变化,轧辊转速的增加是均匀的。曲线 c 是按不同 c 值计算的转速曲线,可清楚地看出,在第四架和第五架之间具有明显的“转速台阶”。为了改变管壁厚度,“转速台阶”可向前移动,如点划线 d 所

示是其移至第三架和第四架间。也可根据工作需要,将其分配到两个机架间,如点线 e 所示在第三到第五架之间。

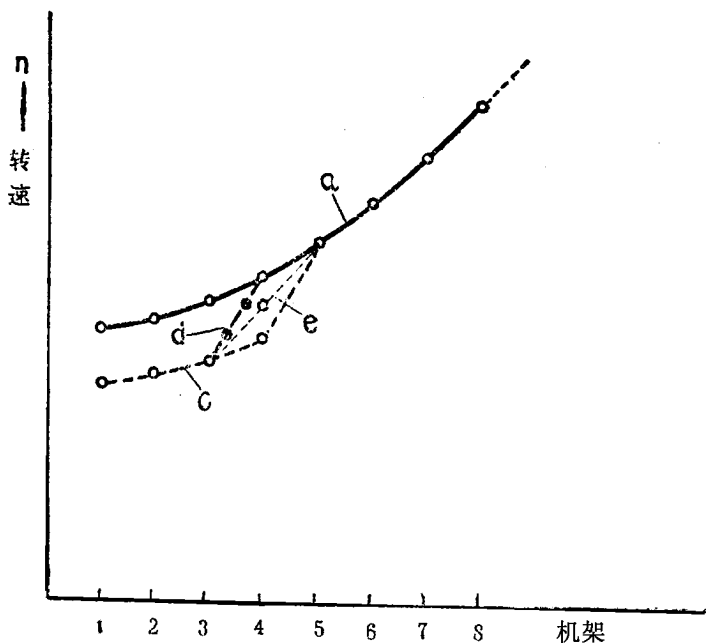


图 8-27 具有‘转速台阶’的转速曲线

(3) 无头轧制

短管减径将对张力减径机产生频繁的冲击负荷,即影响了张力减径机的寿命,又增大了成品管的切头损失。对钢管张力减径来说“无头轧制”是最理想的。

对于连续焊管机组来说,实现张力减径机“无头轧制”并不困难。比如,美国麦凯(Mckay)公司为南斯拉夫制造的 10~114 毫米电焊管机组,就把张力减径机直接布置在焊管机作业线上进行“无头轧制”。又如苏联塔甘罗格冶金工厂于 1971 年建成的 1/8"~1"连续炉焊管机组的张力减径机最高轧出速度达 20 米/秒。张力减径机后设有飞剪和飞锯,可将成品管切为定尺,或将成品管卷成管卷。

对于无缝钢管来说,实现“无头轧制”要比焊管困难,通常需要设有两台钢管对焊机,第一台将两根锯过端头的钢管焊成长管,第二台将已焊成的长管与正在再加热的减径的钢管焊接起来。为保证当第二台对焊机工作时,张力减径机能正常生产,在第二台对焊机和再加热炉之间需设置活套装置,在苏联第一乌拉尔新钢管厂的 33~102 毫米连轧管机组上,采用直径为 4 米的储管卷筒

作为活套装置,可储存约 100 米长的钢管。据资料介绍,由于无头减径的应用,成品管纵向壁厚不均减少,金属消耗系数从单根减径时的 1.08~1.125 降低到 1.06—1.075。该机组的最大出口速度为 12 米/秒,生产能力目前已达到 56 万吨/年。

在“无头轧制”的张力减径机后必须配置飞锯,但对于超过 10 米/秒的高速轧制,目前,飞锯的可靠性尚差,而采用飞剪,切口质量又不够理想。

据资料介绍,如采用“无头轧制”,当横向焊缝附近的强度低于管体的强度,而张力减径机又采用高负荷大张力轧制时,容易在横向焊缝附近断裂,造成停工,影响连续生产。解决方法是,在紧靠张力减径机的入口处安置一个检测元件,如图 8-28 所示。当横向焊缝通过时,由检测元件给张力减径机控制系统信号,焊缝穿过张力较大的机架时,依次调节有关机架轧辊的转速,减小横向焊缝附近的张力,使之不断管。当横向焊缝通过后,应立即恢复到正常轧制时的张力。但由于减小张力,焊缝附近的管壁厚度超出了公差范围,锯切后该部钢管需另行收集。

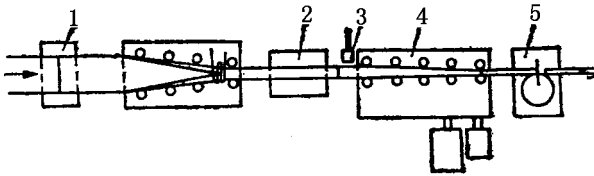


图 8-28 连续焊管机组作业线平面布置示意图

1-带材(或管材)对焊装置 2-再加热炉 3-检测元件 4-张力减径机 5-飞锯。

二、今后发展趋势

张力减径机的应用范围日益扩大,近十几年来,新建的无缝钢管车间,不论是连轧管车间还是顶管车间和自动轧管车间,几乎都配置了张力减径机。

五十年代张力减径机的轧出速度大多在 7 米/秒以下,目前,连轧管机组中的张力减径机的轧出速度已提高到 10 米/秒以上。最高轧出速度已达 16 米/秒。对于炉焊管来说已达 20 米/秒。今后随着轧管机组和后部工序能力的提高,轧出速度还将增加。西德德马克—米尔公司声称,如不受冷床长度等限制,张力减径机的出口速度可以达到 28 米/秒。

张力减径机的切头损失一直是个关键问题,对于短管减径尤其如此,随着电子技术的发展,进一步减少切头损失已成为可能。近几年来,各主要张力减

径机生产国家都在这方面进行研究,并已取得一定成果,可以断言,圆满地解决切头损失这一问题的时间不会太久了。

为了适应高的轧出速度,能够更好地利用电子技术来减少切头损失,直流电机单独传动的张力减径机将会随着连轧管和高速‘无头轧制’的发展而进一步发展。但也必须指出,为了促使其发展,在保证设备性能的前提下,应尽量简化设备组成,特别是电控部分,以便减少投,这是今后必须进行的重要工作。

对于轧制速度较低的短管减径,采用投资少、速度刚性好的差速传动的张力减径机,在相当长的一段时间内仍有其现实意义。

