

宽带钢热轧机的 机械化与自动化

冶金工业出版社

宽带钢热轧机的 机械化与自动化

[苏] Г.Г.福明 等著
周国盈 欧光辉 译
施东成 校

冶金工业出版社

内 容 简 介

本书较详细地叙述了有关宽带钢热轧机机械化和自动化以及提高产品质量等方面的问题，并以苏联2000宽带钢热轧机为例，介绍了轧制工艺过程、机器及各种机构的结构，以及与机械设备相连接的自动化传感器等，着重阐述了各辅助工序的机械化及工艺过程的自动控制系统，并对宽带钢热轧机的发展趋向问题进行了探讨。

本书可供冶金工厂和机器制造厂及其有关设计、研究单位的广大工程技术人员使用，也可供高等院校有关专业的师生参考。

Г. Г. ФОМИН, А. В. ДУБЕЙКОВСКИЙ П. С. ГРИНЧУК
МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ШИРОКОПОЛОСНЫХ СТАНОВ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ

Москва «МЕТАЛЛУРГИЯ»

1979

宽带钢热轧的机械化与自动化

[苏] Г. Г. 福明 等著

周国盈 欧光辉 译

施东成 校

*

冶金工业出版社出版
(北京北河沿大街嵩祝院北巷30号)
新华书店北京发行所发行
江西印刷公司排版
河北省阜城县印刷厂印刷

*

850×1168 1/32 印张8⁷/₈字数232千字

1982年7月第一版 1988年7月第一次印刷

印数60,001~2,100册

ISBN 7-5024-0346-9

TF·90 定价2.80元

6041.0/2

10

译者的话

本书根据苏联冶金出版社1979出版的Г.Г.ФОМИН、А.В.ДУБЕЙКОВСКИЙ、П.С.ГРИНЧУК所著《МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ШИРОКОПОЛОСНЫХ СТАНОВ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ》一书翻译的。

全书以苏联切列波维茨冶金厂1975年建造的现代化2000宽带钢热连轧机组为例子,全面地讨论了带钢热连轧机组的新工艺、新设备,详细叙述了实现机组机械化和自动化的各种机构、机器、自动化元器件及控制系统。

本书作者十分重视对工艺过程的研究。合理的工艺过程,直接影响成品质量和产量。新设备是实现新工艺的可靠保证,新工艺的研究要考虑新设备实现的可能性。如双通道卷取装置就是对工艺和设备综合研究的成果。因此,脱离工艺谈设备,或者不依赖工艺要求研究设备,都无济于事。

本书作者特别重视辅助工序机械化和自动化。如换辊、捆扎、打印、轧辊拆卸和装配、卷筒检修等。这些辅助工序机械化,对生产具有重大意义,同时又能取得巨大经济效益。初步估计仅缩短换辊时间这一项,每年可增产60~80万吨。

实现带钢热连轧工艺过程自动化,是以计算机为核心的。书中提出的各种数学模型和控制方法,有一定实际参考价值。

国内(除武钢、宝钢以外)已投产的几套带钢热连轧机组的工艺装备比较落后,对于这些工艺装备,迫切要求进行技术改造。因此,全面了解现代化热连轧机组新工艺、新设备,对于消化引进技术,进行老厂改造是十分有益的。这是翻译本书的目的。

1985年9月

目 录

第一章	宽带钢热轧机	(1)
第二章	轧制工艺过程	(17)
第三章	加热炉区设备	(24)
第四章	粗轧与精轧区设备	(37)
第一节	工作机座与除鳞机	(37)
第二节	精轧机座牌坊最佳结构尺寸的确定	(49)
第三节	精轧机座轧辊辊型调节装置	(51)
第四节	机座的工作辊传动装置	(54)
第五节	轧件的导向与运输装置	(61)
第五章	收集区设备	(67)
第一节	输出辊道	(67)
第二节	卷取机	(70)
第三节	接受与运输钢卷的设备	(88)
第六章	工艺润滑	(93)
第七章	辅助工序的机械化	(100)
第一节	各工作机座的换辊装置	(100)
第二节	接轴的回转装置	(110)
第三节	飞剪料头收集装置	(111)
第四节	从中间辊道上收集轧制废品的装置	(113)
第五节	双通道卷取装置	(115)
第六节	热轧钢卷打捆机	(116)
第七节	热轧钢卷打印机	(121)
第八节	卷取机的检修台	(123)
第九节	轧辊冲洗室	(124)
第十节	装拆工作辊轴承座的平台	(125)
第八章	工艺过程的自动控制系统	(130)
第一节	位置控制系统	(132)
第二节	粗轧机组的张力自动调节系统	(134)

第三节	宽度自动调节系统	(136)
第四节	精轧机组的张力自动调节系统	(138)
第五节	精轧机组的带钢厚度自动控制系统(CAPT)	(143)
第六节	轧件横截面形状的自动控制系统	(158)
第七节	纵向和横向厚度差的综合调节系统	(161)
第八节	终轧温度的自动调节系统	(171)
第九节	卷取前的带钢温度自动调节系统	(175)
第十节	带钢卷取时张力的自动调节系统	(179)
第十一节	卷取机卷筒自动停车系统	(181)
第十二节	轧制节奏调节系统	(182)
第十三节	自动调节系统的工作质量指标	(186)
第九章	与机械设备相连接的自动化传感器	(187)
第一节	位置控制系统传感器用的无间隙传动减速器	(187)
第二节	轧制力检测器	(193)
第三节	力矩测量仪	(201)
第四节	采用厚度自动控制系统时对设备的要求	(202)
第十章	热轧带钢的精整作业线	(207)
第一节	精整工段的布置	(207)
第二节	1.2~8×1850纵剪机组	(208)
第三节	3~12×1850横剪机组	(227)
第四节	1.2~4×1850横剪机组	(235)
第五节	1.5~8×1550联合剪切机组	(237)
第六节	剪切机组的机械设备	(244)
第十一章	宽带钢热轧机的发展前景	(259)
第一节	钢卷重量	(259)
第二节	板坯尺寸及粗轧机组的组成	(261)
第三节	精轧机组的结构特点	(264)
第四节	输出辊道和卷取机的结构特点	(268)
第五节	宽带钢热轧机的专用化	(269)
第六节	温轧和中间卷取装置	(271)
参考文献	(273)

第一章 宽带钢热轧机

宽带钢热轧机的发展方向是：增大板坯重量、提高轧制速度、扩大带钢规格、提高生产率、提高成品质量、不断扩大其应用范围等。

此外，宽带钢轧机还应适应高度机械化和全盘自动化操作的要求。

在1960年，卷重为每毫米带宽重6~10公斤，而目前已达到25公斤/毫米。带钢厚度已扩大到1.8~20毫米，甚至还可扩大到0.8~25毫米。

从前，热轧板主要用来作为冷轧薄板、薄铁皮这类产品的坯料；而目前，热轧板则用于冷轧生产、钢管生产及其他生产部门。

板坯重量的增加和带钢厚度规格的扩大，势必改变设备的组成及其布置方式。

在考虑现代宽带钢轧机的结构、组成和设备布置时，还应注意到轧制厚板、薄板以及特薄板的工艺要求。

通常，热轧薄板厚度为1.6~2毫米，而热轧特薄板厚度则小于1.6毫米。

成卷热轧宽带钢的轧机有以下几种类型：

- 1) 连续式宽带钢轧机；
- 2) 3/4连续式（组合连续式）宽带钢轧机；
- 3) 半连续式宽带钢轧机；
- 4) 可逆式宽带钢炉卷轧机。

前两类轧机应用最广。上述轧机之间的主要差别是，粗轧机组设备的组成不同。在连续式宽带钢轧机上，除立辊和水平辊除鳞机座外，还有4~6台依次布置着的万能机座，每台机座只轧制一道。3/4连续式宽带钢轧机，除立辊和水平辊除鳞机座外，还有可逆式万能机座，以及布置在其后面的1~2台不可逆式万能

机座。在此类轧机的最新型式中，装有二台成对的机座，组成一个连续式粗轧机组。

半连续式宽带钢轧机，除了立辊和水平辊除鳞机座外，还有一个可逆式万能机座。图 1 表示了不同类型的宽带钢轧机的粗轧机组生产率与板坯相对重量之间的关系⁽¹⁾。

连续式宽带钢轧机生产率最高。它的产品精度高、表面质量好，成本低。由于连续式宽带钢轧机具有技术经济上的优越性且生产率高，在某些高度发达国家得到了广泛应用。

图 2 所示为 1975 年在苏联切列波维茨冶金厂投产的现代化 2000 宽带钢热连轧机的布置图。此轧机可用来将板坯轧成厚度为 1.2~16 毫米、宽度为 900~1850 毫米、卷重为 36 吨的成卷带钢。其轧制速度为 21 米/秒。轧制的板坯技术特性见表 1 和表 2。轧制带钢规格和轧制速度见表 3。

2000 宽带钢热连轧机布置在长度为 850 米的多跨厂房内。板坯料场装料设备和加热炉占有厂房的五个跨间，而主轧机线则为二个跨间。钢卷收集设备一带有过渡段的钢卷运输链和地下油库等布置在几个车间的厂房内。跨车间的运输链和两个升降一回转台装设在相邻两个车间之间的地道里。带有地下油库的卸料运输链的一个分支配置在热轧钢卷精整工段厂房的一个跨间里，而卸料运输链的另一个分支则配置在冷轧车间厂房的一个跨间里。跨车间的运输链和卸料运输链的总长约为 1350 米。

由于板坯料场与轧制线平行布置，因此，板坯须沿垂直于料场的方向运向装料辊道，再用专用小车将板坯从料场运送到装料装置（升降台、板坯推料机、辊道）上。还考虑了板坯清理后可不经过料场而直接运向加热炉的布置。

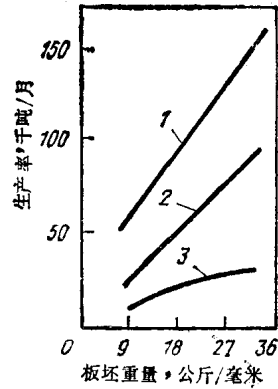


图 1 粗轧机组的生产率与板坯相对重量之间的关系

- 1—连续式宽带钢轧机；
- 2—3/4连续式宽带钢轧机；
- 3—半连续式宽带钢轧机

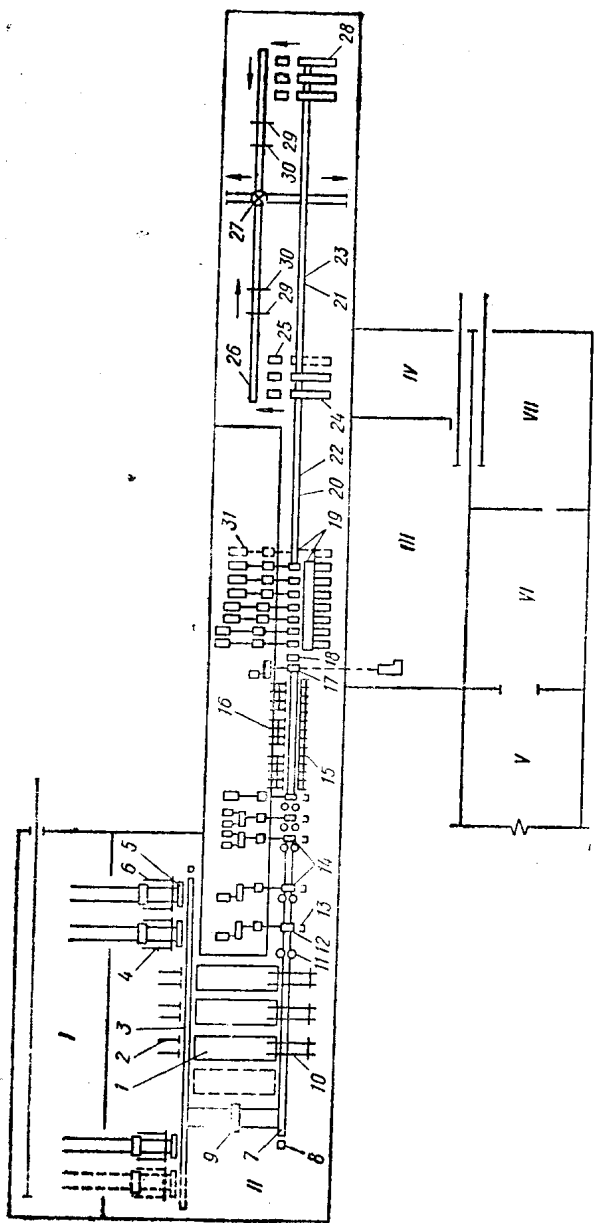


图2 苏联切列波维茨冶金厂2000宽带钢热轧连轧机布置图

I—板坯料场；II—轧辊加热段、轴承座翻转机和台架；III—水泵站；IV—滚动轴承维修间；V—磨辊间；VI—轧辊堆放场；7—加热炉的板坯推料机；8—加热炉的板坯推料机；9—升降台；6—升降台的板坯推料机；7—受料辊道；8—固定挡板；9—过跨小车；10—板坯接受装置；11—立辊机座；12—二辊粗轧机座№1，13—换辊机构；14—四辊万能粗轧机座№2~№5；15—废料筐；16—废品推出机；17—飞剪；18—辊式精除鳞机；19—精轧机座№6~№12；20、21—输出辊道；22、23—输出辊道上的带钢冷却系统；24—卷取机组№1；25—钢卷翻转机；26—钢卷运输链；27—升降台；28—卷取机组№2；29—钢卷打印装置；30—钢卷打捆机；31—精轧机座№8

2000轧机轧制的板坯重量及尺寸

表1

板坯类型	厚度, 毫米	宽度, 毫米	长度, 米	重量, 吨
转炉车间的铸坯	230~250	950~1850	4.5~10.5	7.5~36
电炉车间的铸坯	150~200	950~1550	4.5~10.5	4~25
轧制板坯	150~200	950~1550	4.5~5.2	4~13

2000轧机轧制的钢的牌号

表2

钢的牌号	抗拉强度 牛/毫米 ²	屈服极限 牛/毫米 ²	延伸率 %
普通碳素钢			
Ст0~Ст5	310~640	220~290	35~20
优质碳素、结构钢			
08кп~20кп	300~390	180~230	35~27
08~50	330~640	200~380	33~14
08Гс, 08Фкп	260~420	200~210	26~42
低合金结构钢①			
15Г~65Г	420~750	250~440	26~9
14Г~19Г	460~480	290~320	22~21
09Г2	450	310	21
14Г2	460~470	330~340	21
12Гс~17Гс	470~550	320~440	30~23
15ХСНД	500~540	350~400	22~19

①在轧制低合金钢时,采用较轻的设备工作制度。

在2000轧机建设的第一阶段,安装了两个装料装置,并给另外两个装料装置预留了位置。装料装置布置在炉前装料辊道附近;另外两个预留的装料装置将布置在炉后。因此,可以从两个方向将板坯运向加热炉。

可用运输车将板坯从受料辊道处运走,板坯是用桥式吊车吊到运输车上的,再用装料辊道跨的吊车,将板坯从运输车上卸下,或送至料场,或送到加热炉上。

板坯在带有步进梁的连续式加热炉内加热,与固定炉底式的

加热炉相比，这种加热炉有下列优点：

1) 加热较均匀，形成氧化铁皮较少。这是由于炉内没有整块式固定炉底、板坯又呈间隙状排列的缘故，此外，由于没有炉底水管，这就避免了板坯下表面产生某些区段的过冷和擦伤²⁾。

2) 出现事故时，炉子可迅速卸载，从而使炉子能较快冷却，及时修理。

3) 在炉子长度相同的情况下，有较高的生产率。

4) 装料不受限制。由于炉子长度与板坯最小厚度无关，因而可将不同厚度的板坯同时装入炉内。

5) 因为没有需经常修理的整块式固定炉底，所以维修的基

轧制制度与带钢规格^①

表3

带钢尺寸		板坯尺寸			板坯重量 吨	轧制速度 米/秒	轧制周期 秒
厚 毫米	宽 毫米	厚 度 毫米	宽 度 毫米	长 度 米			
1.2	1200	250	1230	8	19.2	20	144.5
	1020		1050		16.4		
1.8	1820	250	1850	10	36	16	128.5
	1360		1390		27		
2.0	1820	250	1850	10.5	36	19	116
	1360		1390		28.5		
2.5	1820	250	1850	8	23	16	70.5
	1360		1390		17.4		
3.0	1820	250	1850	10.5	36	17	80
	1360		1390		28.5		
5.0	1820	250	1850	10.5	36	10	90
	1360		1390		28.5		
8.0	1820	250	1850	10	36	6	90
	1360		1390		27		
12	1820	250	1850	10	36	4.5	90
	1360		1390		27		
16	1820	250	1850	10	36	3.5	90
	1360		1390		27		

①分子——最大值，分母——平均值(带钢最大宽度取为厚度的一千倍，但不大于1820毫米，宽度平均值是算术平均值)。

本费用小。

如上所述，步进式加热炉可提高炉子工作效率和改善板坯的加热质量。

按冷装量计算，炉子生产率为420吨/小时。

每座炉子设有板坯接受装置，它能无冲击地将已加热的板坯输送到受料辊道上。

粗轧机组由立辊除鳞机和五台水平辊机座组成。这里应指出的是，在这台轧机上，首次采用了一个三机座连续式粗轧机组。

由于板坯和钢卷重量的增加以及需要由重型板坯轧制薄钢

宽带钢热连轧机粗轧机组的长度 表4

轧机名称、国家、安装年份	板坯最大重量 吨	板坯尺寸 毫米	粗轧机组机座数量		粗轧机组长度② 米
			单独安装①	成对安装	
2185轧机，美国，1968年	32	255×2030×10000	6 + 1	—	227.7
2000轧机，苏联，1968年	36	250×1850×10500	5 + 1	—	175
2135轧机，美国芝加哥，1968年	27(45)	305×1930×10000	4 + 1	2	171.1
2235轧机，荷兰阿梅登，1969年	23(45)	255×2080×12000	4 + 1	2	186.8
2285轧机，日本君津，1969年	45	210(355)×2180×12820	5 + 1	2	233.4
2285轧机，日本水岛，1970年	45	305×2180×12200	3 + 1	2	160.5
2300轧机，西德不来梅城，1973年	45	300×2150×15000	4(2) + 1	(2)	235.77
2286轧机，意大利塔兰托，1973年	45	280(350)×2180×12800	5(1) + 1	(2)	278.16
2286轧机，法国滨海福斯，1974年	39	240×2200×14600	5(1) + 1	(2)	165.2
2000轧机，苏联切列波维茨，1975年	36	250×1850×10500	5 + 1	3	92.5

说明：括号内所引用的是远景数据。

①——水平辊机座加立辊机座。

②——从立辊机座中心线到最后一台粗轧机座的中心线。

板，因而增加了宽带钢热连轧机粗轧机组的长度。随着板坯重量和尺寸的继续加大，粗轧机组也将更长。当然，在这种情况下，轧制温度条件会恶化。因此，目前在粗轧机组中，最后两台万能机座成对布置，间距取为10~12米，使轧件同时在两台机座上连续轧制。这样，就可缩短粗轧机组的长度和改善轧制温度制度。

表4列举了某些宽带钢轧机粗轧机组的设备组成和机组长度。

二台粗轧机座成对布置，形成了一个独立的连续式粗轧机组。该连轧机组的第一台机座一般由直流电动机驱动。第二台机座则用交流电动机驱动。

在苏联切列波维茨冶金厂的2000轧机上，首次安装了三机座串联式粗轧万能机座№3、№4、№5，组成了一个连续式粗轧机组（图3）。具有五台水平辊机座的粗轧机组的长度为92.5米。

以外，这个三机座连轧机组的主传动装置，都采用直流电动机，并考虑了轧制速度的控制，从而保证了在轧制过程中机座带料加速时也能调节轧制速度。

在粗轧机组上，装有更换工作辊、支承辊和立辊接轴的装置。

在最后一台粗轧机座后面，装有带废品推出机的中间辊道、废料筐和飞剪前辊道。

辊道的技术特性列在表5上。

飞剪机切头的收集实现了机械化。在飞剪和第一台精轧机座之间，装有辊式精除鳞机。

与其他轧机相比，飞剪机中心线和第一台精轧机座中心线之间距离缩短了一些⁽³⁾。这样不但可以缩短轧制线，减小设备重量，而且可以缩短轧件到达第一台精轧机座前所需的时间，从而减少了形成再生氧化铁皮的数量，提高了带钢质量。

精轧机组上采用了机械化快速换辊装置。所有精轧机座都装备了工作辊反弯系统。还给第八台精轧机座预留了位置。

2000 轧机辊道的技术特性

表5

辊道名称	长度, 米	辊子					电动机			减速机传动比	
		总个数	辊身长度毫米	辊子直径毫米	辊距毫米	圆周长米/秒(转/分)	型号	功率千瓦	转速转/分		台数
装料辊道	—	134	2200	450	1200	0.5~2 (21.24~84.9)	ДП-72	67	$\frac{560}{840}$	36	9.92
受料辊道	—	75	2200	450	1000	1~2 (42.5~85)	ДП-72	$\frac{67}{100}$	$\frac{560}{840}$	25	10.157
加热炉的受料辊道	—	80	2200	450	$\frac{1000}{1500}$	1~2 (42.5~85)	ДП-72	$\frac{67}{100}$	$\frac{560}{840}$	35	10.157
立辊轧机前辊道	14	14	2200	450	$\frac{1000}{1500}$	1~2 (42.5~85)	ДП-72	$\frac{67}{100}$	$\frac{560}{840}$	5	10.157
机座前辊道:											
№1	14	14	2200	450	$\frac{1000}{1500}$	1(42.5)	ДП-72	67	560	5	10.157
№2	15	15	2200	450	$\frac{1000}{1500}$	1.25(53.2)	ДП-72	67	560	5	10.157
№3	22	22	2200	450	$\frac{1000}{1500}$	1.5(64)	ДП-72	$\frac{67}{100}$	$\frac{560}{840}$	8	10.157
№4	4	5	2200	400	1000	0.5~2 (24~96)	ДП-72c	$\frac{17}{35}$	$\frac{115}{255}$	5	—

续表5

程道名称	长度, 米	辊				子			电动机			减速器传动比
		总个数	辊身长度, 毫米	辊子直径, 毫米	辊距, 毫米	圆周长, 米/秒(转/分)	型号	功率, 千瓦	转速, 转/分	台数		
№5	3	4	2200	400	1000	0.5~2 (24~96)	ДП-72c	17 35	115 255	4	—	
中间辊道	109.2	92	2200	350	1200	0.4~6 (22~327)	ДП-52c	10 15	215 322	92	—	
飞剪前辊道	$\frac{16.8}{26}$	$\frac{14}{2}$	$\frac{2200}{2000}$	350	1200	0.4~6 (22~327)	ДП-52c	10 15	215 322	16	—	
输出辊道№1	96.62	201	2200	300	460(1380, 640, 920, 480, 1200)	2.7~25 (1700~1400)	ДП-32c	5.5 6.7	1260 1600	201	—	
卷取机辊道№1、2、4、5	5.8	11×4	2200	300	460 (920, 1200)	2.7~25 (172~1400)	ДП-32c	5.5 6.7	1260 1600	44	—	
№3	4.14	9	2200	300	460 (920)	2.7~25 (172~1400)	ДП-32c	5.5 6.7	1260 1600	9	—	
输出辊道№2	127.32	274	2200	300	460(540, 920, 1200)	2.7~25 (172~1400)	ДП-32c	5.5 6.7	1260 1600	274	—	
贮存辊道	16.2	52	2200	250	300	—	—	—	—	—	—	

说明：功率和转速栏中，分子表示电压为220伏时的数值；分母表示电压为380及440伏时的数值。

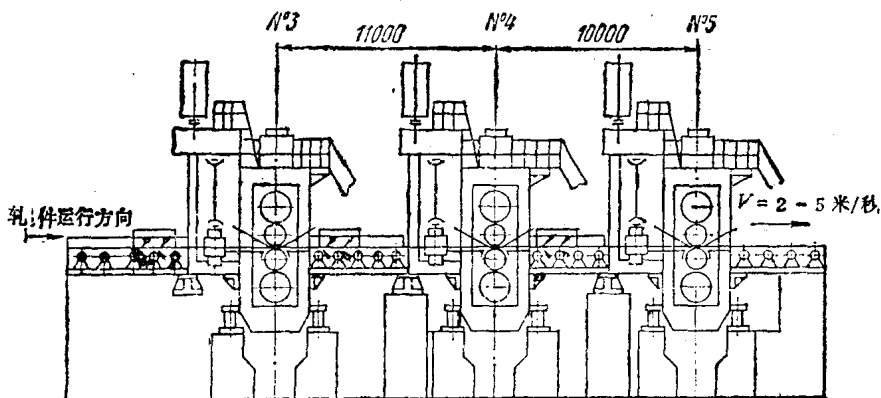


图3 三机座连续式粗轧机组

表6列出了工作机座的技术特性。

精轧机组后面配置有两组卷取机，分别用来卷取薄带钢和厚带钢。用移动机构可将卷取机的卷筒和成形辊一起移离作业线，因而在轧机工作时也可进行修理。在输出辊道上，装设了带钢层流冷却系统。经过称量、捆扎和打印后，钢卷由卷取机区运送到冷轧车间或精整工段。

升降一回转台可按所选定的运输方向分配钢卷。

工艺设备的润滑油由定型的干油和稀油集中润滑系统供给。整个热轧工段一共有20个稀油润滑系统和31个干油润滑系统。

所有稀油站配置在八个地下油库内。因而从各个设备至润滑系统的油箱可按一定的坡度敷设回油管，并用自流方式实现回油。地下油库的大小，取决于配置在油库里面的润滑系统和与之并列配置的某些液压系统的占地面积。

上述的2000轧机上还配有下列系统：

- 1) 粗轧机组和炉子设备的冷却水系统。所用水的工作压力为0.2~0.3兆帕。
- 2) 板坯受料装置的气动—液压系统。升降机构采用工作压力为10兆帕的液压油；离合器则采用气动系统。
- 3) 工作压力为12~15兆帕的高压水除鳞系统。
- 4) 换辊装置的液压系统，具有两个独立的系统，分别用于

2000轧机工作机座的技术特性

表6

机座号	支承销/工作辊			轧辊轴承			轧制速度		最大负荷		电动机			减速器		
	型式	直径, 毫米	重量, 公斤	型式	轴承型号	支承	米/秒	P, 吨	M: p, 吨·米	型号	功率, 千瓦	转速, 转/分	台数	传动比	中心距, 毫米	
																新辊的最小直径
1	水平	1200	1100	650	四列圆锥滚子轴承	—	—	1	600	120	AB315-51-16	630	365	2	21.75	1250
		1400	1300	2000	液体摩擦轴	—	—	1.25	2400	420	CAC3-19-59/16	5000	375	1	22.3	4700
2	水平	1600	1460	2000	四列圆锥滚子轴承	液体摩擦轴承	1180-880	1.5	3300	420	CAC3-19-59/16	5000	375	1	15.6	4700
		1180	1120	2000	同上	同上	—	1.25	260	50	MPC640-700	640	700	2	25.9	1200
3	水平	1600	1460	2000	同上	液体摩擦轴承	1180-880	0.9~2	3200	430	MPC7000-115Y4	6300	115/240	2	3.3	5400
		1180	1120	2000	同上	同上	—	0.6~1.5	260	45	MPC640-700	5200	280	2	21.7	1200
4	水平	1600	1460	2000	同上	液体摩擦轴承	1180-880	1~3.5	3300	430	MPC7000-115Y4	6300	115/240	2	3.3	5400
		1180	1120	2000	同上	同上	—	0.9~2	200	40	MPC640-700	5200	280	2	16.55	1200
5	水平	1600	1460	2600	同上	液体摩擦轴承	1180-880	2~5	3300	350	2MΠ12600-55Y4	2·6000	50/100	1	—	—
		1180	1120	2600	同上	同上	—	1~3.5	150	25	MPC640-700	2·5500	140	2	9.35	1200