

連續式鋼板熱軋機

M.M. 沙菲楊 著

冶金工業出版社

連續式 鋼板熱軋機

M.M.沙菲楊 著

冶金工業出版社

內容簡介

本書系根據蘇聯冶金出版社1956年莫斯科出版的、М.М.沙菲楊所著的“連續式鋼板熱軋機”（Непрерывные листовые станы горячей прокатки）譯出。

書中研究了熱軋連續式和半連續式鋼板軋機上鋼板的軋制、加熱和精整工藝。

書中對於軋機的構造和布置作了簡要的闡述。

本書重點地研究了連續式軋機的調整、壓下制度、軋輥的輥型和磨損。

本書對象是科學工作者和工程技術人員，以及設計部門的設計者。對於從事軋鋼生產研究的大學生也有裨益。

本書系由黃德琛和張浩二同志合譯，由柳廷杰同志校對。

著者語

本書綜合了近年來蘇聯軋鋼工作者所積累的連續熱軋帶鋼的實踐和經驗，同時也引用了著者的研究和考察，其中某些部份是與А.П.切克馬列夫（А.П.Чекмарев），Л.Е.卡普吐洛夫（Л.Е.Каптуров）和Ф.А.克茲尤克（Ф.А.Ксензюк）共同完成的。

本書重點地研究了連續熱軋帶鋼的生產工藝和連續式軋機的調整，因為關於這一部份的資料在蘇聯的技術文獻中敘述的還比較少。

第三章是由技術科學副博士Ю.И.羅津加爾特（Ю.И.Розенгарт）副教授寫的。

鑒於進行研究時，“查波羅什”工廠的領導者及軋鋼車間全體人員給予了協作和幫助，著者特向他們致以深誠的謝意。

目 录

第一章 連續式和半連續式軋机的布置和設備	1
§ 1 連續式軋机的設備布置和性能	1
§ 2 半連續式軋机的設備布置和性能	13
§ 3 鉄皮清除机	17
§ 4 工作机架	20
§ 5 軋輥和軸承	21
§ 6 軋輥的平衡裝置	35
§ 7 軋輥調整裝置	40
§ 8 寬展机架	41
§ 9 板坯喂入裝置	43
§ 10 側壓軋件的壓力机	46
§ 11 裝有垂直軋輥的机架	51
§ 12 活套支持器	54
§ 13 導板和卫板	58
§ 14 卷取机	60
第二章 軋制前板坯的准备工作	68
第三章 板坯的加熱	76
§ 1 連續式加熱爐的溫度制度和熱工制度	77
§ 2 連續式加熱爐的構造	79
§ 3 鋼的性質	85
§ 4 鋼的加熱溫度	87
§ 5 加熱的均勻性	89
§ 6 金屬的氧化	89
§ 7 金屬的脫炭	91
§ 8 金屬的過熱和過燒	91
§ 9 加熱時的溫度應力	92
§ 10 各種鋼號鋼的加熱制度	92
§ 11 連續式加熱爐工作的技術經濟指標	93
第四章 粗軋機組上的軋制及壓下制度	101

§ 1 粗軋機組上的軋制工藝	101
§ 2 粗軋機組压下制度的選擇	104
第五章 精軋機組上的軋制及压下制度	110
§ 1 精軋機組上的軋制工藝	110
§ 2 軋制速度	120
§ 3 軋制壓力及功耗量	124
§ 4 精軋機組上压下制度的選擇	140
§ 5 連續式薄板軋機產量的確定	147
第六章 連續式鋼板軋機的軋輥類型	151
§ 1 軋輥的熱輥型	151
§ 2 工作軋輥和支持軋輥的磨損	157
§ 3 軋輥磨損對軋件斷面形狀的影響	171
§ 4 四輥式机架軋輥的彈性變形	178
§ 5 支持軋輥的彎曲	185
第七章 連續式鋼板軋機的調整及再調整	189
§ 1 軋輥“平行度”的校正	189
§ 2 軋輥理想零位的校準	191
§ 3 工作軋輥間開口度的調整	193
§ 4 軋枕的再調整	206
第八章 熱軋鋼板的精整	220
參考文獻	230

第一章 連續式和半連續式

軋机的布置和設備

§ 1. 連續式軋机的設備布置和性能

现代化的連續式薄板熱軋机是由順序布置起的粗軋机組和精軋机組兩組工作机組組成。

为了簡化和节省軋机的电气設備，粗軋机組机架間距的选择原則是軋件同时只在一个机架上进行軋制。当粗軋机組裝有垂直軋輥时，軋件可以同时在一列布置的裝有垂直軋輥和水平軋的机架上进行軋制。当在精軋机組上軋制时，軋件同时位于几个机架上或全部机架上。

粗軋机組（图 1）一般是由四台裝有水平軋的机架和三台裝有垂直軋輥的机架所組成。垂直軋輥設置在单独的机架上或与水平軋共同裝設在同一个牌坊上。

也有这样的連續式軋机，其粗軋机組是由三台或五台裝有水平軋輥的机架所組成。在比較老式的連續式軋机的結構中，粗軋机組系由二輥式机架，或二輥式机架和三輥勞特式机架，或二輥式机架和四輥式机架組合而成。

所有在近15年內建成的連續式薄板軋机的粗軋机組都是由四輥式机架所組成，因为这是最现代化的結構形式。

在大多数的情况下，連續式薄板軋机的粗軋机組包括有：粗軋鉄皮清除机，裝有板坯喂入裝置的寬展机架，在水平方向上挤压板坯（沿寬度方向）的压力机，3台裝有水平軋輥的机架，3台裝有垂直軋輥的机架或三对安設在裝有水平軋輥机架上的垂直軋輥。所有的机架均系沿一个中心綫順序布置的，其間由成組傳动的軋道相互連接。

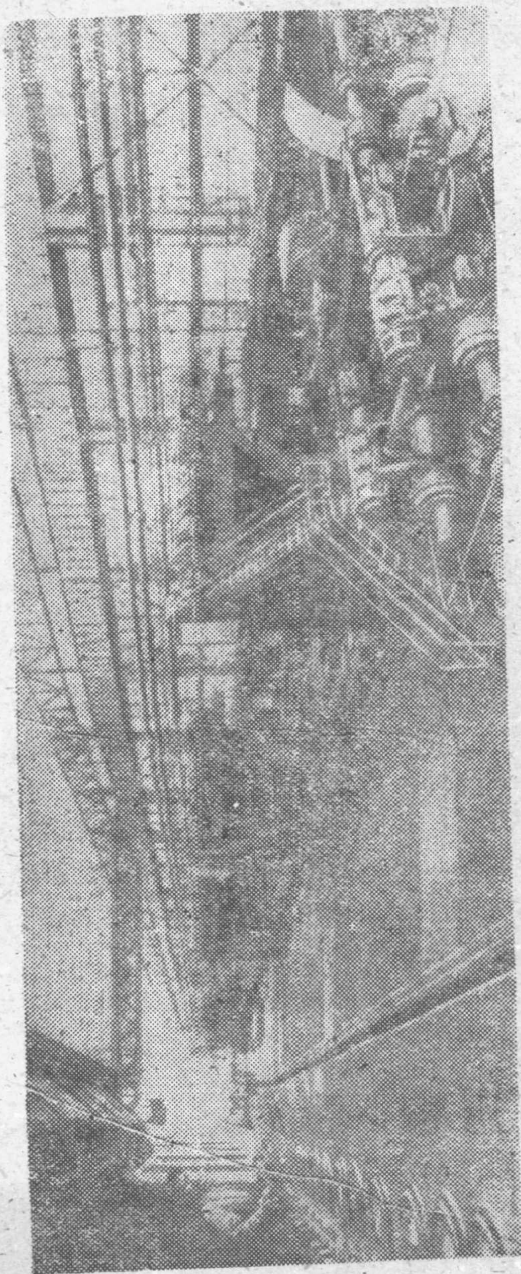


图 1 連續式鋼板軋機的粗軋機組

距粗軋機組最後一台機架 30—60 公尺處，設有精軋機組（圖 2），通常精軋機組的組成是：剪切軋件前端和後端（其溫度比軋件的其餘部分低的多）的飛剪機、精軋鐵皮清除機、六台在其間設有活套支持器和導板的工作機架及圓筒式飛剪機，該飛剪機是將由最後一台機架軋出的軋件切成所需的長度。

現代化的熱軋鋼板軋機可軋制各種不同化學成份及用途的鋼，所以軋機的精整處理設備應當考慮到進行所有作業的可能性，這些作業是由所要求的成品機械性能和金相性能而定的。

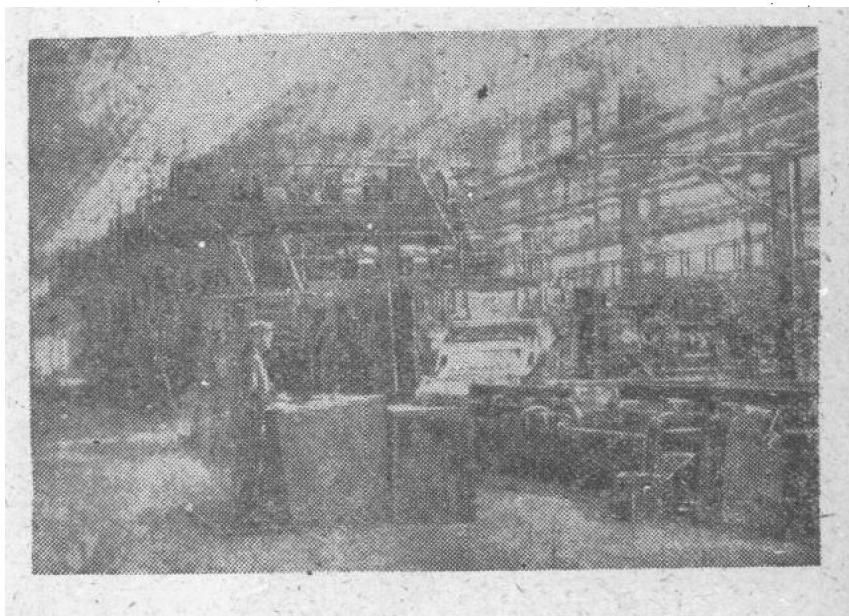


圖 2 連續式鋼板軋機的精軋機組

為了精整經過軋制的金屬，安設有常化爐、酸洗機組、清洗干燥機組、精整機組、堆垛台、橫切及縱切剪斷機和其他設備。

圖 3 所示為 1680 公厘連續式薄板軋機的軋制設備和精整設備布置圖。車間共有六個平行的跨間，各跨間與板坯初軋機的跨間相毗連。這種和板坯初軋機共建在同一建築物內的軋機布置可保證加工金屬的流水作業。

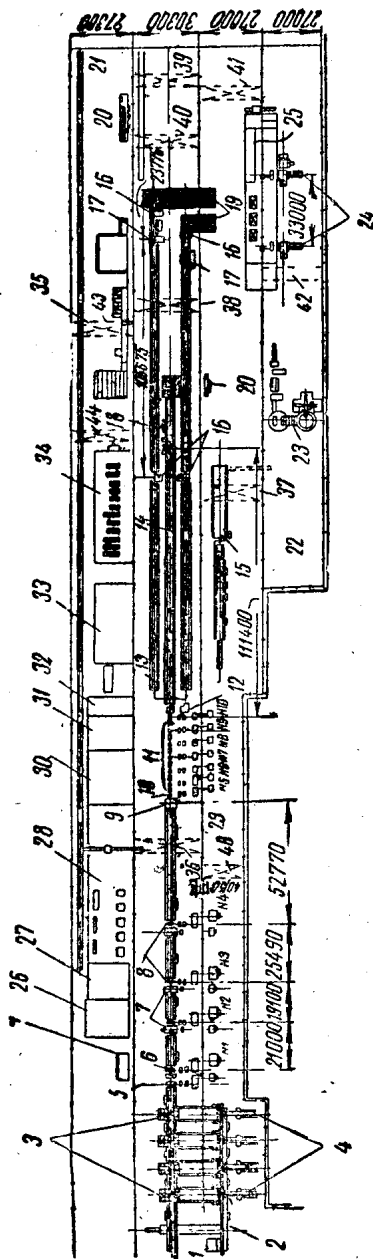


图 3 1680 公厘連續式鋼板軋机的設備布置平面图

1—板坯的受料升降台；2—加热爐的裝料軋道；3—推鋼机；4—推鋼机；5—鐵皮清除机；6—寬展机架；7—粗軋机組裝有垂直軋軋的軋制机架；8—粗軋机組的裝有水平軋軋的軋制机架；9—剪切軋件端部的剪断机；10—精軋机組的鐵皮清除机架；11—精軋机組的軋制机架；12—飞剪机；13—側軋道；14—中央軋道；15—連續式鋼板退火爐；16—矯正机；17—飞剪机；18—卷取机；19—收集槽；20—磅秤；21—成品鋼板存放场；22—酸洗間；23—酸洗机；24—平軋机架；25—变电所；26—高压水泵站；27—壓縮空气站；28—軋軋軋間；29—主电室；30—机修間；31—軋造間；32—电庫；33—电修間；34—變頻机室；35—鉄路；36—44 桥式吊車

在中間的寬 30.3 公尺、長 636 公尺的軋機跨間內安設了軋機的主要設備和輔助設備。跨間內安設有起重重量為 70/15, 30/7.5 噸的橋式吊車和兩台起重重量為 15/5 噸的吊車。軋機跨間的左側（沿軋制的方向）布置了寬 27.3 公尺、長 342 公尺的輔助跨間，其中安置了高壓水泵站，壓縮空氣站，磨軋輥間，機修間和電修間等。跨間內設有起重重量為 75/15 和 25/5 噸的兩台橋式吊車。

主電室跨間和常化爐跨間毗連于軋機跨間的右方。寬 18 公尺、長 170 公尺的主電室設有一部起重重量為 50/8.5 噸的橋式吊車。

常化爐跨間寬 27 公尺，長 408 公尺，安設有起重重量為 50/15 和 15 噸的橋式吊車。部分精整設備安設在寬 27 公尺、長 294 公尺的毗連于常化爐跨間右側的跨間內。加熱爐的裝料輥道和推鋼機設置在寬 27 公尺、長 50 公尺的跨間內。該跨間設有起重重量為 15 噸的橋式吊車。

軋機軋制厚 2—6 公厘、寬 1500 公厘以下的鋼卷和鋼板。

板坯存放場設置在和軋機跨間垂直的跨間內。在堆存板坯的跨間內裝設有板坯的清理、運輸和堆垛的設備。軋機的受料輥道是板坯初軋機的剪斷機輸出輥道的延續部分，這確保有可能從板坯初軋機直接將板坯運送至連續式薄板軋機的加熱爐。

從受料輥道將板坯運送至加熱爐的裝料輥道上是借傾斜的移送機進行的。在移送機上板坯移送速度為 0.672 公尺/秒。其傳動電動機的容量為 135 馬力（500 轉/分）。

為了從輥道上將板坯送到移送機上或堆垛裝置上，安設有齒條式的推鋼機。齒條是連接在推杆上的，推杆上掛有五個活動的推板坯用的爪子。推鋼機向后運行遇到板坯時，爪子便傾斜着在板坯上面通過。

推鋼機推杆的行程為 2960 公厘，推進速度為 0.4 公尺/秒，推力為 18.5 噸。

在加熱爐的裝料輥道的前端安設有受料升降台，該受料升降台是為了堆放由存放場運來的成垛的冷板坯。推鋼機將板坯單塊

1680公厘軋机工

机 架 号	机 架 型 式	与 前 一 机 架 的 距 离	軋 輥			軸 承 型 式	
			工 作 軋 輥 的 名 稱	工 作 軋 輥 的 直 徑 (公 厘)	支 持 軋 輥 的 直 徑 (公 厘)	工 作 軋 輥	支 持 軋 輥

粗 軋

0	二輥式粗軋去鉄皮机……	—	1680	710	—	滾柱式	—
1	四輥式寬展机架……	6.2	2440	940	1320	滾柱式	滾柱式
1 a	单独安装装有垂直軋輥的 机架……	17.73	—	810	—	滾柱式	
2	四輥式……	3.52	1680	610	1240	滾柱式	滾柱式
2 a	单独安装装有垂直軋輥 的机架……	15.35	—	810	—	滾柱式	
3	四輥式……	3.75	1680	610	1240	滾柱式	滾柱式
3 a	单独安装装有垂直軋輥 的机架……	22.25	—	810	—	滾柱式	
4	四輥式……	14	1680	610	1240	滾柱式	滾柱式

精 軋

0	二輥式精軋去鉄皮机……	53.25	1680	630	—	滾柱式	—
5	四輥式……	6.19	1680	610	1240	滾柱式	滾柱式
6	四輥式……	5.84	1680	610	1240	滾柱式	滾柱式
7	四輥式……	5.84	1680	610	1240	滾柱式	滾柱式
8	四輥式……	5.84	1680	610	1240	滾柱式	滾柱式
9	四輥式……	5.84	1680	610	1240	滾柱式	滾柱式
10	四輥式……	5.84	1680	610	1240	滾柱式	滾柱式

表 1

作机架的性能

主 电 动 机				工作軋輥的		工作軋輥的圓周速度		压下螺絲的电			压下螺絲的移運速度 (公厘/秒)	
电 流 种 类	容量 (馬力)	电 压 (伏)	每分鐘轉數		每分鐘轉數	(公尺/秒)		合 數	容量 (馬力)	电 压 (伏)		电 流 种 类
			最 小	最 大		最 小	最 大					

机 組

交流	1000	6600	375	—	28	—	1.04	—	1	68	220	直流	—
交流	3000	6600	214	—	21.9	—	1.08	—	1	68	220	直流	0.134
直流	275	220	400	800	10.7	21.4	0.45	0.9	2	10.9	220	直流	—
交流	3000	6600	600	—	32.18	—	1.03	—	2	47.5	220	直流	0.134
直流	275	220	400	800	16.5	33	0.7	1.4	2	10.9	220	直流	—
交流	3000	6600	600	—	49.2	—	1.58	—	2	47.5	220	直流	0.134
直流	275	220	400	800	26.15	52.3	1.1	2.2	2	10.9	220	直流	—
交流	3000	6600	600	—	68	—	2.17	—	2	47.5	220	直流	0.134

机 組

直流	500	600	250	750	12.9	38.6	0.425	1.27	2	10.9	220	直流	—
直流	3500	600	175	400	24.2	55.3	0.77	1.77	2	47.5	220	直流	0.134
直流	3500	600	175	400	27.5	85.7	1.2	2.74	2	47.5	220	直流	0.134
直流	3500	600	175	400	63.5	145.5	2.03	4.63	2	47.5	220	直流	0.134
直流	3500	600	175	400	87.5	200	2.79	6.37	2	47.5	220	直流	0.134
直流	3500	600	175	400	112	256	3.58	8.16	2	47.5	220	直流	0.134
直流	3500	600	175	400	124	284	3.46	9.07	2	47.5	220	直流	0.134

1680公厘連續式薄板軋機軋道的性能

軋道的名稱	軋子的 個 數	軋子長度 (公厘)	軋子的 直 徑 (公厘)	每 分 鐘 的 轉 數	軋道的運 動 速 度 (公尺/秒)	軋子的 間 距 (公厘)	軋道的 總長度 (公尺)	軋道傳动的性能
受料.....	40	1730	350	66.5	1.22	600	23.4	电动机 81.5 馬力, $n=775$ 轉/分
裝料.....	86	1780	400	66.5	1.39	750	63.74	5 电动机 81.5 馬力, $n=775$ 轉/分
送料.....	85	1750	350	66.5	1.22	600	50.4	1 电动机 81.5 馬力, $n=775$ 轉/分
粗軋去鐵皮机后.....	7	2520	350	40.2—80.5	0.738—1.476	490	3.21	1 电动机 35 馬力, $n=600—1200$ 轉/分
粗軋第一机架后.....	13	2520	350	40.2—80.5	0.738—1.476	490	7.28	同样的 35 馬力, $n=600—1200$ 轉/分
压力机后.....	10	1000	540	20.6—41.2	0.584—1.168	740	6.66	同样的 35 馬力, $n=600—1200$ 轉/分
粗軋第二机架后.....	11	1680	350	39.3—78.6	0.722—1.444	1220	12.15	同样的 35 馬力, $n=600—1200$ 轉/分
粗軋第三机架后.....	17	1680	350	55.4—110.8	1.015—2.03	1220	19.5	同样的 35 馬力, $n=600—1200$ 轉/分
中間軋道.....	42	1670	300	31.8—130.3	0.5—2.05	1220	50.0	2 电动机 50 馬力, $n=275—1100$ 轉/分
热鋼板用.....	186	1730	260	24.95—61.9	3.4—8.44	610	104.9	单独传动的电动机 1—2.5 馬力, $n=400$ 轉/分
冷鋼板用.....	152	1680	300	64.4—128.8	1.016—2.032	610	92.11	同上 1—2.5 馬力, $n=400$ 轉/分
冷鋼板用.....	164	1680	300	64.4—128.8	1.016—2.032	610	92.11	同上 1—2.5 馬力, $n=400$ 轉/分

表 3

1680公厘連續式薄板軋機主傳動的單級減速機

減速機參數	機架 號									
	4	5	6	7	8	9	10			
傳動容量, 馬力.....	3000	3500	3500	3500	3500	3500	3500			
傳動軸的轉數/分鐘.....	600	175/400	175/400	175/400	175/400	175/400	175/400			
中心距 A, 公厘.....	1944	2568	1776	1440	1128	984	924			
齒輪寬度.....	1360	1360	1360	1140	1140	1140	1140			
比值 $\frac{b}{A}$	0.65	0.53	0.765	0.79	1.01	1.16	1.23			
減速比 i.....	8.83	7.24	4.69	2.75	1.94	1.56	1.4			
小齒輪齒數.....	22	26	26	32	32	32	32			
大齒輪齒數.....	194	188	122	88	62	50	45			
模數.....	18	24	24	24	24	24	24			
小齒輪節圓直徑.....	396	624	624	768	768	768	768			
齒輪節圓直徑.....	3492	4512	2928	2112	1488	1200	1080			
最大周速, 公尺/秒.....	12.4	13.1	13.1	16.1	15.1	16.1	16.1			
減速機總重, 噸.....	92.5	123.7	90.5	63.0	67.7	60.3	56.7			

的推至装料輥道上。在推鋼机的每一行程以后，受料台及其上的板坯梁便升起相当于一块板坯厚度的高度。

表 4

1680公厘連續式薄板軋机主传动的二級減速机

減速机参数	去鉄皮机		机 架 号		
	1	2	1	2	3
传动容量, 馬力.....	1000	500	3000	3000	3000
传动軸的轉数, 轉/分	375	250/750	214	600	600
中心距 A, 公厘					
1 段.....	1017	1017	1395	1269	1134
2 段.....	1380	1368	1992	1788	1404
齿輪宽度					
1 段.....	2230	2230	2380	2380	2380
2 段.....	860	860	1260	1260	1260
減速比					
1 段.....	3.34	4.5	2.52	4.42	3.85
2 段.....	4.0	4.18	3.88	4.14	3.18
总減速比.....	13.4	18.82	9.78	18.3	12.2
齿数					
小齿輪 1 段.....	26	20	44	26	26
大齿輪 1 段.....	87	90	111	115	100
小齿輪 2 段.....	23	22	34	29	28
大齿輪 2 段.....	92	92	132	120	89
模数					
1 段.....	18	18	18	18	18
2 段.....	24	24	24	24	24
节圓直径					
小齿輪 1 段.....	462	360	792	468	468
大齿輪 1 段.....	1566	1620	1938	2070	1800
小齿輪 2 段.....	552	528	716	696	672
大齿輪 2 段.....	2208	2208	3168	2880	2136
小齿輪最大圓周速度, 公尺/秒					
1 段.....	9.2	14.1	8.9	14.7	14.7
2 段.....	3.2	4.5	3.6	5.0	5.5

为了加热板坯，安設有四座砌有陶土預热器的三段式双列連續式加热爐。加热爐的装料端設有装料輥道及成对的板坯推鋼机。

推鋼機是齒條式的，其傳動電動機的容量為135馬力，轉數為500轉/分。推鋼機的推力為70噸，行程為5965公厘，推鋼速度為114公厘/秒。加熱爐的出料端安設有軋道及緩衝擋板，安設擋板是為了減小板坯落在軋道上發生的沖擊。

工作機架、軋道和主傳動的減速機的性能列於表1、2、3和4中。

最近幾年，在設計和建設新的連續式鋼板軋機時，考慮了生產厚度大於6公厘的帶鋼和鋼板的可能性。在精整跨間內為了剪切和精整厚鋼板，設置了相應的設備：矯正機、剪斷機，堆垛台，收集槽等等。

圖4所示為2500公厘連續式鋼板軋機的設備布置示意圖[1]，該軋機可作為能同時軋制厚板的連續式鋼板軋機的例子。該軋機用於軋制厚為3—35公厘、寬為500—2350公厘的鋼板和同樣寬度的厚為1.5—8公厘的帶鋼。軋機使用厚100—250公厘，長2500—5000公厘，重10噸以下的板坯。軋機是由粗軋和精軋機組工作機架所組成。粗軋機組包括有二軋式鐵皮清除機、工作軋軋軋身長3200公厘的四軋式寬展機架和三台四軋萬能式機架。寬展機架後面設有水平壓邊的壓力機。精軋機組是由二軋式鐵皮清除機和六台四軋式工作機架所組成。最後一台機架的軋制速度為10.5公尺/秒。精軋機組的前面和後面都安設有剪斷機，第一台剪斷機是為了剪切將要送進精軋機組的軋件前端和後端，第二台剪斷機是為了將軋件剪切成定尺和倍尺長度。鋼板的精整設備布置成兩條獨立的作業綫。將軋制完了的並在飛剪機上剪成倍尺的軋件運至冷床上，再從冷床上運往任一精整作業綫上進行加工。在精整綫上軋件進行矯正，剪切成定尺（如果需要時，可在圓盤剪上剪切側邊），在裝有翻鋼機的檢查台上檢查鋼板的兩面，以後在收集槽上堆成垛。為了切斷鋼板，在兩條精整作業綫的一條作業綫的延續部分安設了兩台剪機和鵝頭軋道。

為了最終剪切軋件，安設了兩個剪斷機組，在此機組以前軋件在飛剪機上已切成了倍尺，並在設於軋機延伸軋道部分的堆垛

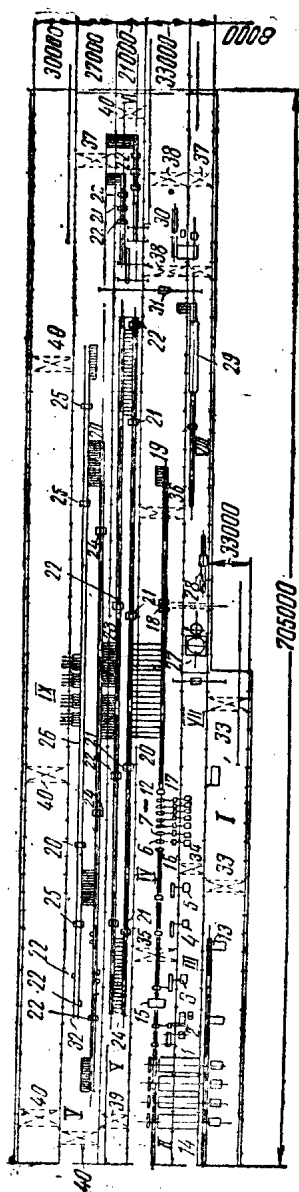


图 4 2500公厘連續式鋼板軋軋机的設備布置平面图

I—板坯存放场；II—加热爐工段；III—主电室；IV—軋机跨間；V—精整跨間；VI—剪断机組工段；VII—矫正工段；VIII—常化和退火工段；IX—成品存放场

1—粗軋二輥式铁皮清除机；2—宽展机架；3—5—四輥式万能机架；6—精軋二輥式铁皮清除机；7—12—四輥式精軋机架；13—装料台；14—加热爐；15—压边用的压力机；16—剪切机；17—飞剪机；18—飞剪机；19—堆垛台；20—带鋼运输机；21—矫正机；22—斜刃剪；23—检查台；24—圆盘剪；25—剪断机；26—收集槽；27—酸洗机；28—清洗干燥机組；29—常化爐；30—平整机；31—传送小車；32—带头軋道；33—25吨吊車；34—75/15吨吊車；35—100/20吨吊車；36—50/10吨吊車；37—15吨吊車；38—20/5吨吊車；39—15/3吨吊車；40—20吨吊車