

本书根据美国钢铁工程师学会1970年出版 T. J. 安斯 编著的《The Hot Strip Mill Generation II》一书译出。

本书叙述了美国在1960年至1970年十年中,新投产的十一套带钢热轧机的情况,这些轧机除一套为1473毫米宽之外,其余都是2032~2184毫米。

书中各章分别叙述了这些轧机的生产能力、布置情况、各机器的性能、结构、操作、功率计算、电气传动、自动化和计算机控制、润滑和液压系统、以及厂房建筑等。在第二部分中,又将这十一套轧机的产品、设备及厂房等情况分别作单独的具体介绍。

书中除了文字说明外,还有大量的表格、照片、图表和一些计算公式。

本书对于轧钢设备设计人员以及有关专业人员都有一定的参考价值。

T. J. ESS

“The Hot Strip Mill Generation I”

(The Association of Iron and Steel Engineers 1970年)

(根据美国钢铁工程师学会 1970 年出版译出)

美国六十年代带钢热轧机

(美国) T. J. 安斯 著

第二重型机器厂技术情报组译

*

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092 $\frac{1}{16}$ ·印张 9·字数 213 千字

1974年 3 月北京第一版·1974年 3 月北京第一次印刷

印数 00,001—11,000 定价 0.75 元

*

统一书号: 15033·4181

目 录

第 一 部 分

一、带钢热轧机	1	二十一、轧制功率	54
二、板坯仓库	4	二十二、轧制压力	61
三、板坯尺寸	5	二十三、传动电动机	64
四、板坯加热炉	7	二十四、主电室	69
五、机座间距	17	二十五、公用设施	71
六、粗破鳞机	18	二十六、热轧机的操作	76
七、粗轧机组	19	二十七、机架	78
八、立辊	25	二十八、轧辊	79
九、可逆式粗轧机座	26	二十九、换辊	86
十、切头剪	27	三十、轴承	89
十一、精轧机组	28	三十一、齿轮传动	90
十二、精轧机组的速度	32	三十二、接轴	91
十三、活套装置	35	三十三、扭转振动	92
十四、压下装置	36	三十四、测压元件	93
十五、轧辊挠度控制	37	三十五、液压系统	93
十六、辊道	38	三十六、润滑	94
十七、卷取机	43	三十七、热轧润滑剂	96
十八、除鳞	47	三十八、厚度自动控制	96
十九、轧辊冷却	50	三十九、计算机	99
二十、热轧机压下量	51	四十、厂房建筑	104

第 二 部 分

一、共和钢铁公司		七、格兰尼特城钢铁公司	
1473毫米带钢热轧机概况	108	2032毫米带钢热轧机概况	122
二、国家钢铁公司大湖钢铁分公司		八、阿姆科钢铁公司	
2032毫米带钢热轧机概况	110	2184毫米带钢热轧机概况	125
三、琼斯-拉夫林 钢 铁 公 司		九、合众钢铁公司	
2032毫米带钢热轧机概况	113	2134毫米带钢热轧机概况	127
四、惠灵-匹兹堡 钢 铁 公 司		十、扬斯顿薄板和钢管公司	
2032毫米带钢热轧机概况	115	2134毫米带钢热轧机概况	129
五、内陆钢铁公司		十一、共和钢铁公司	
2032毫米带钢热轧机概况	118	2134毫米带钢热轧机概况	132
六、伯利恒钢铁公司		参考文献	135
2032毫米带钢热轧机概况	120		

第 一 部 分

一、带 钢 热 轧 机

在过去三十年中板材的消耗量增加了 300% 以上，而全部热轧钢材却只增加大约 225%。1968 年薄板材的生产共为 36640000 吨，供镀锡薄板轧机用的卷材共为 7929000 吨，此外，尚轧制了一些板材、带材和焊管坯，所以连续轧机的热轧成品共为 47802000 吨，为热轧钢材总数 89916000 吨的 53%，或为板材总数 58737000 吨的 81%。

美国现有带钢热轧机（宽 914 毫米以上）和它们的生产能力列于表 1 中。这些生产能力大部分是根据各公司所报告的，由于受到各工厂条件的影响，它们并不真正代表轧机的生产能力。表 1 上所列的 41 套轧机的总生产能力每年共为 80223400 吨。真正的生产能力是大大地高于这个数字的。

表 1 美国的带钢热轧机
(宽 914 毫米以上)

公 司 名 称 及 地 点	轧 机 尺 寸 (毫米)	型 式	建 成 年 份 (改建年份)	年 产 量 (吨)
阿利根尼·卢得龙钢铁公司 宾夕法尼亚州布莱根力治	1422	半 连 续	—	544300
阿姆科钢铁公司 肯塔启州阿士伦	2032	连 续	1953 (1965)	1542200
阿姆科钢铁公司 宾夕法尼亚州白特勒	1473	半 连 续	1957	830200
阿姆科钢铁公司 俄亥俄州密德尔顿	2134	连 续	1968	3175100
伯利恒钢铁公司 印第安纳州伯恩兹港	2032	连 续	1966	2993700
伯利恒钢铁公司 纽约州腊卡温那	2007	连 续	1935 (1963)	2286100
伯利恒钢铁公司 马里兰州雀点	1422	连 续	1937 (1960)	2449400
伯利恒钢铁公司 马里兰州雀点	1753	连 续	1948 (1965)	2830400
克路易勃尔钢铁公司 宾夕法尼亚州米德莱	1422	半 连 续	1961	385600
塞克罗不斯钢铁公司 俄亥俄州曼斯菲尔得	1422	半 连 续	1957 (1960)	362900
底特律钢铁公司 俄亥俄州扑次茅斯	1422	半 连 续	1952 (1965)	1088600
福特汽车公司 密执安州第尔旁	1676	连 续	1935 (1961)	1800800

(续)

公 司 名 称 及 地 点	轧 机 尺 寸 (毫米)	型 式	建 成 年 份 (改建年份)	年 产 量 (吨)
格兰尼特城钢铁公司	2032	连 续	1967	2177200
伊里诺州格兰尼特城				
内陆钢铁公司	2007	连 续	1932	1542200
印第安纳州东芝加哥			(1958)	
内陆钢铁公司	1118	连 续	1937	1814400
印第安纳州东芝加哥				
内陆钢铁公司	2032	连 续	1965	2721600
印第安纳州东芝加哥				
琼斯-拉夫林钢铁公司	1118	半 连 续	1937	1451500
宾夕法尼亚州阿勒奎帕			(1957)	
琼斯-拉夫林钢铁公司	2032	半 连 续	1964	2204500
俄亥俄州克利夫兰				
琼斯-拉夫林钢铁公司	2489	连 续	1937	1360800
宾夕法尼亚州匹兹堡			(1964)	
凯撒钢铁公司	2184	连 续	1950	1515000
加利福尼亚州封太那			(1958)	
麦克路兹钢铁公司	1524	半 连 续	1954	1632900
密执安州特梭敦			(1967)	
国家钢铁公司	2489	连 续	1936	2177200
密执安州爱柯尔斯			(1967)	
国家钢铁公司大湖分公司	2032	连 续	1961	3265900
密执安州爱柯尔斯				
国家钢铁公司	1372	连 续	1927	2812300
西维基尼阿州维尔顿			(1955)	
共和钢铁公司	2489	连 续	1937	1981300
俄亥俄州克利夫兰			(1957)	
共和钢铁公司	2134	连 续	1970	2395000
俄亥俄州克利夫兰				
共和钢铁公司	1372	半 连 续	1957	1120400
阿拉巴马州卡兹敦			(1965)	
共和钢铁公司	1422●	半 连 续	1961	1825300
俄亥俄州华伦				
沙伦钢铁公司	1524	半 连 续		1524100
宾夕法尼亚州发米尔			(1965)	
合众钢铁公司	2032	连 续	1938	2790300
宾夕法尼亚州德拉伏斯堡			(1963)	
合众钢铁公司	1219	半 连 续	1937	1471800
阿拉巴马州费尔非得			(1965)	
合众钢铁公司	2032	连 续	1953	2540100
宾夕法尼亚州费尔累斯山			(1964)	
合众钢铁公司	2032	连 续	1936	2797400
印第安纳州盈利				
合众钢铁公司	2134	连 续	1967	3175100
印第安纳州盈利				
合众钢铁公司	2032	半 连 续	1944	1870900
犹他州几尼亚			(1947)	

● 在后面各表中此数都为1473毫米——译者注。

(续)

公 司 名 称 及 地 点	轧 机 尺 寸 (毫米)	型 式	建 成 年 份 (改建年份)	年 产 量 (吨)
合众钢铁公司	1092	连 续	1935 (1966)	1202900
俄亥俄州扬斯顿				
惠灵-匹兹堡钢铁公司	1676	半 连 续	1953	816500
宾夕法尼亚州阿伦坡特				
惠灵-匹兹堡钢铁公司	2032	连 续	1965	2177200
俄亥俄州斯修本维尔				
扬斯顿薄板和钢管公司	2007	连 续	1935 (1961)	2246900
俄亥俄州坎波伯尔				
扬斯顿薄板和钢管公司	1422	连 续	1939 (1962)	1839800
印第安纳州东芝加哥				
扬斯顿薄板和钢管公司	2134	连 续	1968	3483600
印第安纳州东芝加哥				
生 产 能 力 总 计				80223400

表 2 十一套带钢热轧机
(1960年以后建立的)

工厂号	公司名称及地点	轧机尺寸 (毫米)	型 式	年 份	年 产 量 (吨)	轧机制造厂	主 传 动 供 货 者	炉 子 建 造 者
1	共和钢铁公司 俄亥俄州华伦	1473	半连续	1961	1825300	联 合	通用电气	罗斯特(3)
2	国家钢铁公司大湖分公司 密执安州爱柯尔斯	2032	连 续	1961	3265900	联 合	西 屋 通用电气	沙伦-勃罗修斯(5)
3	琼斯-拉夫林钢铁公司 俄亥俄州克利夫兰	2032	半连续	1964	2204500	麦斯太	西 屋 通用电气	安斯勤-摩顿(2) 罗斯特(1)
4	惠灵-匹兹堡钢铁公司 俄亥俄州斯修本维尔	2032	连 续	1965	2177200	勃罗- 诺克斯	西 屋	表面-燃烧公司(3)
5	内陆钢铁公司 印第安纳州东芝加哥	2032	连 续	1965	2540100 ^①	联 合	通用电气 西 屋	罗斯特(4)
6	伯利恒钢铁公司 印第安纳州却斯脱顿 ^②	2032	连 续	1966	2993700	联 合	西 屋	罗斯特(3)
7	格兰尼特城钢铁公司 伊里诺州格兰尼特城	2032	连 续	1967	2177200	麦斯太	通用电气	表面-燃烧公司(3)
8	阿姆科钢铁公司 俄亥俄州密德尔顿	2184	连 续	1968	3175100 ^③	联 合	西 屋	沙伦-勃罗修斯(3)
9	合众钢铁公司 印第安纳州盖利	2134	连 续	1967	3175100 ^③	勃罗- 诺克斯	通用电气	罗斯特(4)
10	扬斯顿薄板和钢管公司 印第安纳州东芝加哥	2134	连 续	1968	3483600	麦斯太	通用电气 西 屋	罗斯特(3)
11	共和钢铁公司 俄亥俄州克利夫兰	2134	连 续	1970	2395000	麦斯太	安利斯- 察麦兹 西 屋	罗夫塔斯(3)
					29412700			

① 在表1中为2721600吨——译者注。

② 在表1中为伯恩兹港——译者注。

③ 估计的数字。

如果将连续轧机的生产量 47802000 吨和热轧机的生产能力 80000000 吨相比较, 假定轧机的收得率为 95%, 则使用率约为 63%。

自从 1960 年以来, 美国已有十套新的连续轧机投产, 还有一套正在建造。现就将这十一套轧机选为带钢热轧机新一代 (见表 2)●, 并对它们进行详细考察。值得注意的是十一套轧机所报导的年生产能力共为 29413000 吨, 是全部连续轧机总生产能力的 37%。这里再说一次, 所说的生产能力是保守的。如果不受外来因素的限制, 新轧机中有几套一年就能够轧制 3630000~4540000 吨。

由于对带钢的公差要求更加严格而需要一种刚性更大的轧机, 用户要求更大的带卷, 生产厂从降低生产费用出发, 也希望生产更大的带卷, 在这些背景条件下产生了新一代带钢热轧机。

这十一套新轧机, 除了一套之外, 都是属于 2032~2184 毫米这一类的。那例外的一套是 1473 毫米半连续的轧机, 它轧制相当数量的特殊钢材。这十一套轧机的一些细节均在本书第二部分中说明。

从地区上来看, 全部新轧机都建在美国的中西部, 有五套在俄亥俄州, 有四套在印第安纳州, 一套在伊利诺州, 一套在密执安州。

还有一点值得注意, 就是目前一套带钢热轧机连同极其复杂的控制设备的投资费用已达 125000000~140000000 美元。

二、板 坯 仓 库

新的轧钢车间几乎全都有两个和热轧机厂房建筑相平行的板坯仓库 (见表 3), 长度为 305~610 米, 宽度为 36.6~38.1 米●。贮存容量当然是有伸缩性的, 但每存放一吨板坯需

表 3 板 坯 仓 库

工厂号	板 坯 仓 库		吊 车			备 注
	长 (米)	宽 (米)	台 数	起重能力(吨)	跨度(米)	
1	196.6	30.5	2	54.4/9.1	28.3	
	109.7	30.5	1	45.4/9.1	28.3	
2	336.5	36.6	2	113.4/36.3	34.8	2 台 36.3 吨、15.2 米龙门吊
	380.4	36.6	3	113.4/36.3	34.8	
3	335.3	35.7	2	104.3/31.8	33.4	1 台 31.8 吨、20.4 米龙门吊
	262.1	35.7	2	104.3/31.8	33.4	
4	226.2	36.6	2	108.9/54.4	34.8	1 台 36.3 吨、15.2 米半龙门吊
	284.7	36.6	2	108.9/54.4	34.8	
5	640.0	36.6	2	68.0/36.3	36.6	室外, 龙门式 2 台 36.3 吨、半龙门吊
	636.4	36.6	3	113.4/36.3	36.6	
6	411.5	38.1	2	108.9/36.3	35.7	1 台 36.3 吨、13.7 米龙门吊
	411.5	38.1	2	108.9/36.3	35.7	
7	259.1	38.1	2	108.9/36.3	35.7	1 台 40.8 吨、16.5 米龙门吊
	381.0	38.1	2	113.4/31.8	36.6	
8	390.1	36.6	2	56.2/40.8	34.1	1 台 22.7 吨、21 米龙门吊
	390.1	36.6	2	56.2/40.8	34.1	
9	260.9	38.1	4	113.4/54.4	—	2 台 54.4 吨、龙门吊
	480.7	38.1	2	113.4/54.4	—	
10	365.8	38.1	2	113.4/45.4	35.7	
	365.8	38.1	2	113.4/45.4	35.7	
11	525.8	38.1	2	113.4/36.3	36.6	
	525.8	38.1	2	113.4/36.3	36.6	

● 后面表中的工厂号顺序, 都与表 2 中的十一套轧机顺序一样——译者注。

● 根据表 3, 长度应为 109.7~640 米, 宽度应为 30.5~38.1 米——译者注。

要有仓库面积 0.153 或 0.205 米²。如果包括板坯冷却和火焰清理的面积，则每吨板坯需要约 0.41 米²。

在绝大多数情况下，板坯都是用铁路或载重汽车运入仓库的。轨道应铺设到仓库的整个长度以减少吊车的负荷和转运。

每一板坯仓库使用二台快速的起重能力为 108.9~113.4 吨的桥式吊车。有许多工厂有一台至二台 36.3 或 54.4 吨的龙门吊车（或半龙门吊车），装在板坯仓库中的板坯清理台上方或为炉子的加料用。吊车上设有起重电磁铁或特殊的板坯吊钳（见图 1）。

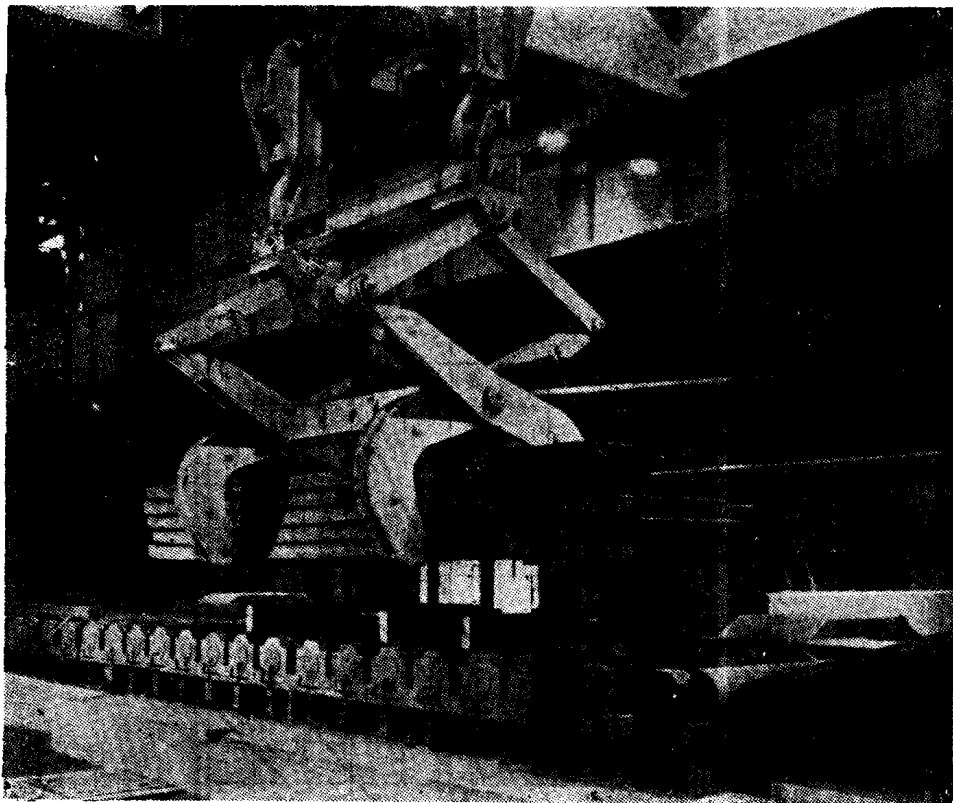


图 1 在仓库和炉子加料区吊运板坯所用的特殊吊钳

三、板坯尺寸

新轧机上所用的板坯尺寸范围，据报导，其厚度为 102~305 毫米，宽度为 508~1981 毫米，长度为 9754~12192 毫米●，最大重量接近于 27000~40800 公斤。有七套轧机所用板坯的最大厚度为 254 毫米，有三套为 305 毫米（见表 4）。有几套轧机将来的板坯重量比现在所采用的还要加大。

● 根据表 4，板坯宽度应为 356~2,032 毫米，长度应为 3,048~12,192 毫米——译者注。

表4 板坯尺寸

工 厂 号	板 坯 厚 度 (毫米)	板 坯 宽 度 (毫米)	板 坯 长 度 (毫米)	板 坯 重 量 (公斤)
1	124~254	356~1346	4115~8534	4990~16330
2	165~267	610~1880	4267~8839	9070~25400
3	140~254	381~1930	3658~9906	13150~27200
4①	114~203	457~1626	3048~9144	23200最大
5	152~254	508~1930	3962~9906	2400~20400●
6	178~305	508~1930	3048~9754	3180~38600
7	114~254	610~1981	4877~10058	24900最大②
8	152~254	635~2032	4267~10058	4990~31800
9	102~254	457~1943	12192最大	42600最大
10	152~305	610~1981	4166~10973	8510~27200●
11	127~305	711~1981	4572~9754	6350~40800

① 将来板坯厚254毫米，宽1905毫米，重量33,600公斤。

② 将来可能为36,300公斤。

● 最大设计为45,400公斤。

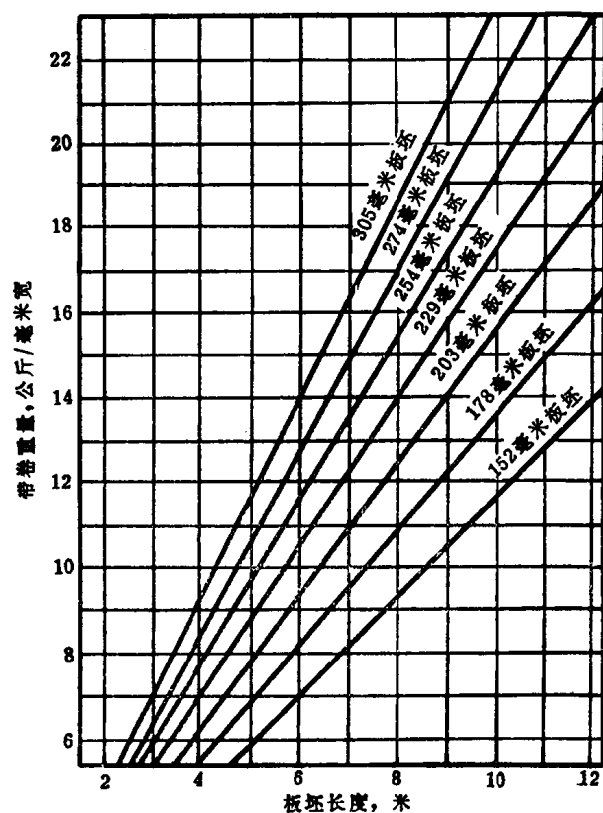


图2 每毫米宽的带卷重量，完全根据板坯的长度和厚度而定

大板坯的影响在整个轧线上都会反映出来。如装料设备、辊道等都必须有更重的结构；需要更多的轧制道次才能把厚板坯轧至所需厚度；粗轧机座之间的距离必须加大；为了避免过大的温度损失，轧制的速度必须提高，因而主传动电动机的功率必须更大；卷取机的速度

必须更快，尺寸必须更大，才能卷成每毫米宽达 19.64~22.32 公斤重的带卷。更快的轧制速度和更严格的质量要求都要求更复杂的控制，其中有些方面要用计算机来控制。

图 2 表示出各种尺寸的板坯对所轧制的带卷每一毫米宽的重量的关系。

图 3 表示各种厚度和卷重对所轧制的带钢长度的关系，它是根据下列公式计算的：

$$L = 129 \frac{W}{h}$$

式中 L ——板坯长度（米）；

W ——每毫米宽的带卷重量（公斤/毫米宽）；

h ——板坯厚度（毫米）。

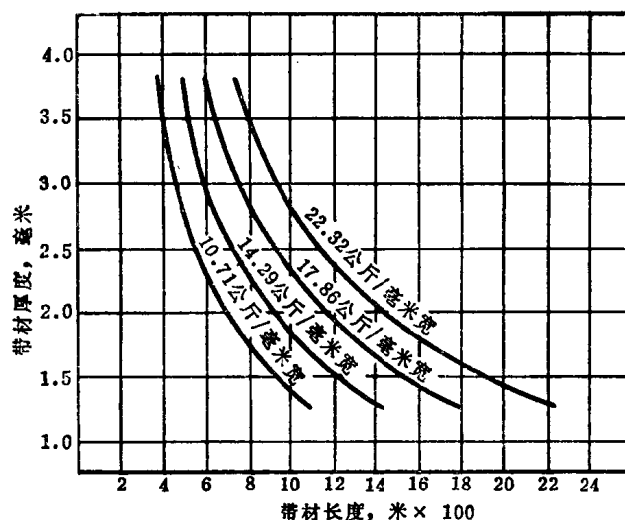


图 3 各种厚度和各种卷重的最后带钢长度的曲线

四、板坯加热炉

由于对质量和公差的要求更加严格，因此板坯加热已成为关键性的一道工序，必须十分谨慎从事。均匀的加热是很重要的，要使热量通过板坯整个厚度并且从这一边到那一边。与炉底滑道相接触而造成的冷印应减至最少。在炉中生成的氧化铁皮层应能容易去除。当然，过多的氧化铁皮损失是不希望的，但是适度的氧化铁皮，只要在轧制前适当去除之，则会改进成品的表面质量。

板坯加热炉由于采用五段式结构而进入了新的发展时期。这是轧机生产能力增大和改用更厚板坯的自然结果。五段式加热炉有一个初热段或预热段，上、下都加热；一个加热段或中间段，也是上、下都加热；一个实心炉底的均热段，只从顶部加热。图 4 表示一个典型的现代炉子的剖面。表 5 列出了十一套轧机的板坯加热炉概况。

新的带钢热轧机所用的加热设备是由三座、四座或五座一端装料和另一端卸料的五段式连续炉子所组成。在目前，有一套轧机用五座炉子，有两套轧机用四座炉子，八套轧机用

● 原文中此式为 $L = \frac{PIW}{3.36 \times h}$ ，式中 L ， PIW ， h 分别以呎，磅/吋宽，吋为单位——译者注。

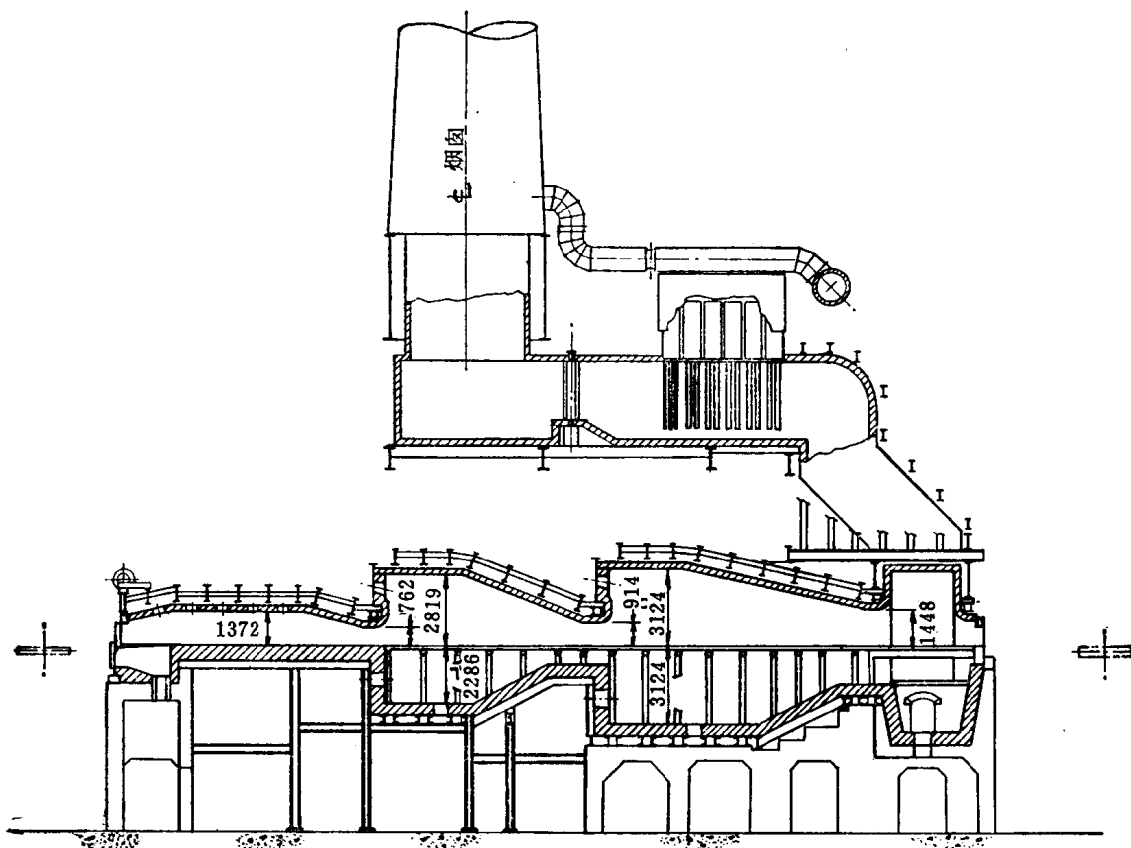


图4 典型的五段式板坯加热炉的纵剖视图

表5 板坯

工 厂 号	1	2	3	4
炉子座数	3	5	3	3
型 式	3 段式	5 段式	5 段式	5 段式
公称生产能力(吨/小时)	163	227	227	227
炉底总长(米)	25.9	30.9	31.1	30.8
均热段炉底长度(米)	5.79	8.23	8.53	8.84
炉底宽度(米)	9.14	9.75	10.36	9.75
燃料种类	天然气和焦炉煤气	天然气和焦炉煤气	天然气	天然气
	油	油		油
烧嘴型式	—	双燃料式	—	喷嘴混合式
烧嘴总容量(千卡/小时)	86400000	131000000	167300000	126000000
换热器型式	金属式	金属式	金属式	金属式
预热空气温度(°C)	399	454	427	482
每座炉子供应燃烧用的空气的鼓风机台数	2	2	4	1
鼓风机容量(米 ³ /分)	1980	1472	—	2,830
	1735	—	—	—
	—	—	—	—
每吨板坯平均千卡数	556000	778000	833000	666000
每炉每小时加热的钢坯重量(公斤)	90700	174600	—	99800
额定的每小时每平方米的钢重量(公斤)	684	752	684	752
板坯卸料方式	重力式	重力式	重力式	重力式

三座炉子。它们的中心距为 22.86~24.38 米,中心线都和轧线相垂直。它们的布置应使装料端(包括分垛台、装料辊道和推钢机等)都处在板坯仓库吊车之下。在开始建设的时候,各厂几乎都留有以后增加一、二座炉子的位置,其中有许多在轧机投产之后马上就加上去了。要发挥这些轧机的全部潜力,看来至少要用四座炉子。

要装炉的板坯由贮放场用桥式吊车吊起,以便装到加热炉去。一种典型的装置为一台板坯垛受料辊道、一台接到分垛装置的输入辊道、一台分垛升降台和推钢机、一台板坯受料辊道和装炉辊道。用装有特种吊钳的桥式吊车,将一垛板坯从贮放场吊起来,放在板坯垛受料辊道上。这台辊道装有升降器,它向上升起以接受板坯垛。然后它又往下降,并将板坯垛送到分垛台或储放送料机。板坯垛在分垛台上放好之后,然后慢慢地升起来,使顶上的一板坯被推到直接与装炉辊道连接的板坯受料辊道上。分垛台用两台 112/224 千瓦直流电动机传动的四个螺杆进行升降。在有一套轧机中,用带电磁铁的半龙门吊将板坯放在装料台上,装料台经过输入辊道而连接到装炉辊道。

有些新设备有板坯清洗装置,放在装炉辊道前面的辊道上,在那里用约 17.6 公斤/厘米² 的喷水冲洗板坯。一般也装有称量器以便得到准确的板坯重量。

装炉辊道横越过各炉子的装料端,它们的总长度为 91.4~106.7 米,并分成各种数目不同的区段,每段用 56~112 千瓦的直流电动机经过主传动轴传动。

这样安排就可将板坯运到要去的炉子前面,再以推钢机的动作将它推入炉中。

每台炉子都设有一台双联式推钢机,用两台 149~205 千瓦的直流电动机经过齿轮齿条装置而传动。每台炉子的推钢机可以单独操作,也可联合操作,因之,对单排的板坯或者是双排的短板坯都可工作。

加 热 炉

5	6	7	8	9	10	11
4	3	3	3	4	3	3
5 段式	5 段式	步进式	5 段式	5 段式	5 段式	5 段式
227	249	272	227	305	286	227
32.0	32.0	33.73	34.75	32.0	32.31	32.0
8.53	8.84	—	12.50	12.80	8.53	9.14
10.36	10.36	10.97	10.97	8.84	11.89	10.36
天然气和油	天然气和油	天然气	天然气和油	天然气 焦炉煤气和油	天然气和油	焦炉煤气和天然气
—	—	—	—	—	—	—
151200000	163800000	176400000	177700000	206600000	214200000	171400000
金属式	金属式	金属式	废热锅炉和金属式	废热锅炉和金属式	金属式	金属式
427	468	427	316	454/482	468	454
1 ¹ / ₂	3	3	3	3	3	2
3260	(2)1642	—	320	311	(2)1911	2650
—	340	—	4830	4220	425	283
—	—	—	9880	4020	—	—
972000	—	639000	705000	722000	—	—
124300	—	—	117900	—	—	—
664	732	732	591	742	742	684
出料机	重力式	出料机	出料机	出料机	出料机	出料机

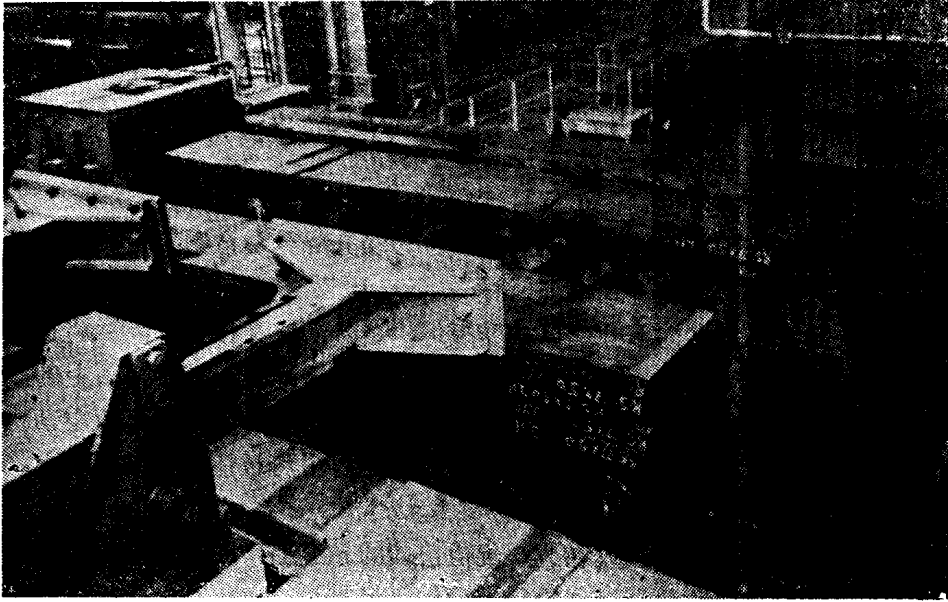


图5 由升降台和推钢机所组成的分垛装置将板坯一块一块地推到装炉辊道上

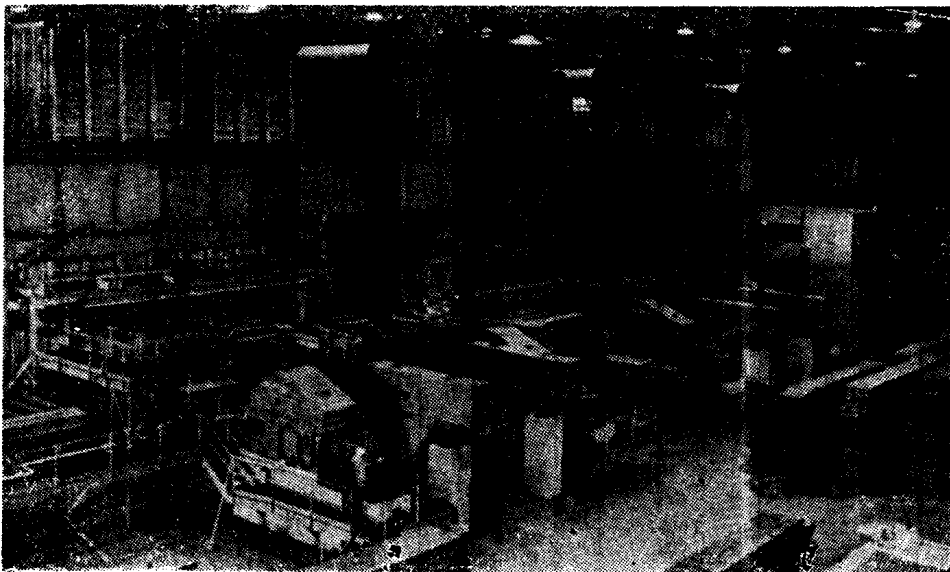


图6 板坯加热炉装料端的全貌，表示出双联式推钢机

新的炉子在立柱外的尺寸长为 33.5~36.6 米，宽为 11.0~14.3 米。有效炉底尺寸长为 33.5~34.7 米，宽为 9.8~12.8 米。在这个长度中，有 8.2~12.5 米在一般使用的推料式炉子中，是专门给实心炉底的均热段用的。炉子的其余长度则分成两段。

从炉子的装料端开始，预热段（或叫第一段、初热段、装料段）占炉底总长的 37~46%。加热段（或叫第二段、中间段）占炉底总长的 28~34%。这两段都是上下加热的。均热段占炉底总长的 26~36%。

炉子在炉底滑道线以上的高度，在整个炉子上是不同的。预热段高 2.44~3.05 米，以一个坡度下降，到装料门处高为 1.22~1.37 米。加热段高为 2.44~2.74 米，以一个坡度下降，

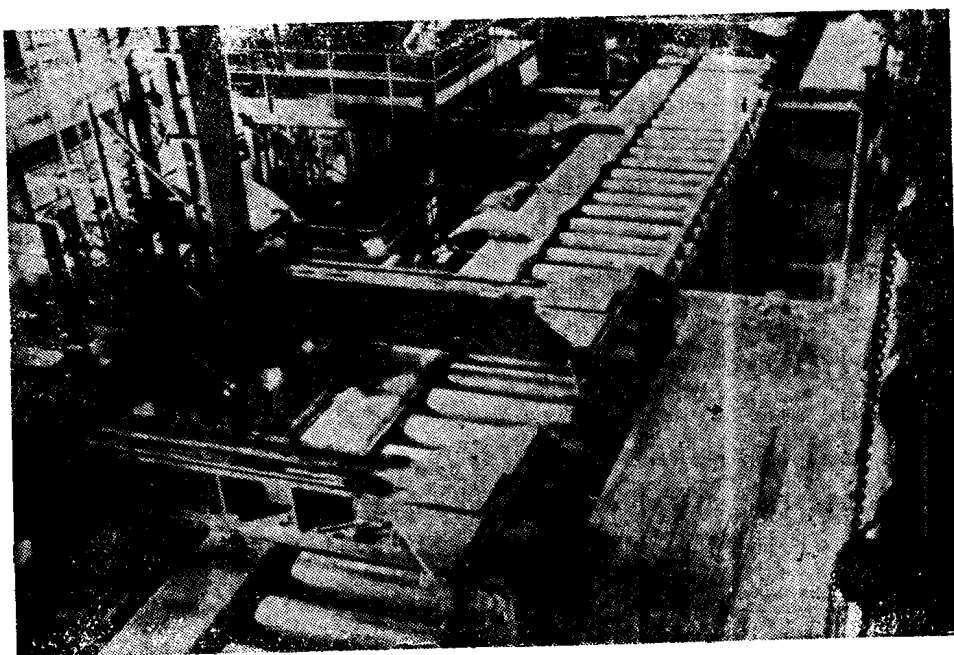


图7 炉子推钢机将板坯从装炉辊道上推入炉子中的近视图

到连接预热段的炉喉处高约 0.91 米。均热段高为 1.52 或 1.85 米，以一个坡度下降，到炉喉处高约 0.76 米。炉子在滑道线以下的深度是 2.44~3.05 米。

炉顶是平的，吊挂式的，厚 229~305 毫米，有 25 或 51 毫米厚的隔热层。炉顶所用的耐火材料通常是半硅或高铝材料。有几种炉子，其均热段的炉顶是用易塑的耐火材料做的，它的安装方式在维修时可以用吊车将它移开。在炉底滑道线以上的侧壁厚为 305~381 毫米，并有 38 毫米或更厚的隔热层。滑道线以下的侧壁则比较厚，约有 572 毫米。

均热段的实心炉底厚为 559~762 毫米，有 102~178 毫米的隔热层。炉底滑道是用耐热的镍铬合金钢做的，约有 102×229 毫米的横截面装在耐火材料中。

为了克服滑道冷痕，有几座炉子在实心的均热炉底中放有一些槽，和加热段中的水冷滑道成一直线。装有小的烧嘴，把火烧入这些槽内，这样就使冷痕提高温度。积在这些槽中的氧化铁皮必须定期清除。

有几座炉子在均热段的卸料端也装有几个小烧嘴，以遮隔和减少空气的渗入。

易塑的或捣实的耐火材料现已广泛应用于主侧壁、均热炉底、烧嘴壁等处。

当板坯经过炉子时，它们是由六条滑道支承着的，滑道由 102 或 127 毫米双倍特厚管子做成，沿着管子顶上有 25 毫米的耐磨方钢。有些炉子则用椭圆形断面的滑道管。滑道管用有隔热层和耐火材料保护着的 102 或 127 毫米的水冷管子支承着。横支承管有 16 或 17 条，竖支承管有 70~90 条。滑道管相连接的各段可以互相错开几十毫米，以减少滑道冷痕。滑道应该绝热以减少热量损失。它的一种形式是预制的浇铸耐火材料，内部埋有不锈钢网。除了工作表面之外，全部滑道区域的隔热层厚约 38 毫米。支承管上厚为 51 或 64 毫米。没有隔热的管子，估计热量损失每小时每平方米平均约为 149200 千卡。

冷却滑道用的水一般使用正常的供水压力，即 $2.8 \sim 6.0$ 公斤/厘米²。每座炉子需要的冷却水量是 $11360 \sim 18930$ 升/分以上。水的温升约为 25°C 。加热每吨钢的热量损失约为 $69400 \sim 180500$ 千卡。

最好是用 17.6 公斤/厘米² 的高压水和压缩空气去冲吹滑道系统。

烧嘴的布置只在使用个数上有所不同。预热段和加热段各有 $6 \sim 12$ 个烧嘴在滑道之上和 $6 \sim 12$ 个在滑道之下。均热段有 $12 \sim 20$ 个烧嘴在钢坯之上，有些炉子在卸料门处另有烧嘴作为隔帘。有一套轧机的炉子在均热段采用炉顶加热，用 56 个冷空气烧嘴，每个烧嘴的额定能力为 252000 千卡/小时。新轧机上所用的炉子烧嘴总容量为 $126000000 \sim 214000000$ 千卡/小时，预热段分配到总输入的 $50 \sim 60\%$ ，加热段占 $30 \sim 40\%$ ，均热段占 10% 。

烧嘴一般都设计成可以使用两种燃料，优先选用天然气，焦炉煤气和燃料油作为备用。烧嘴是颇为高速的，高混合率的。火焰是透明的或半透明的，这与旧的三段式炉子中常用的长光火焰不同。它们有颇均匀的温度分布轮廓。

近代的烧嘴是设计成适合于 427 或 454°C 和 152 毫米水柱静压的预热空气下操作的。它们应该具备良好的方向性和在扭小阀门以减弱燃烧强度时仍有良好的混合。炉子一般都设有两组金属换热器装置，放在炉子上面。

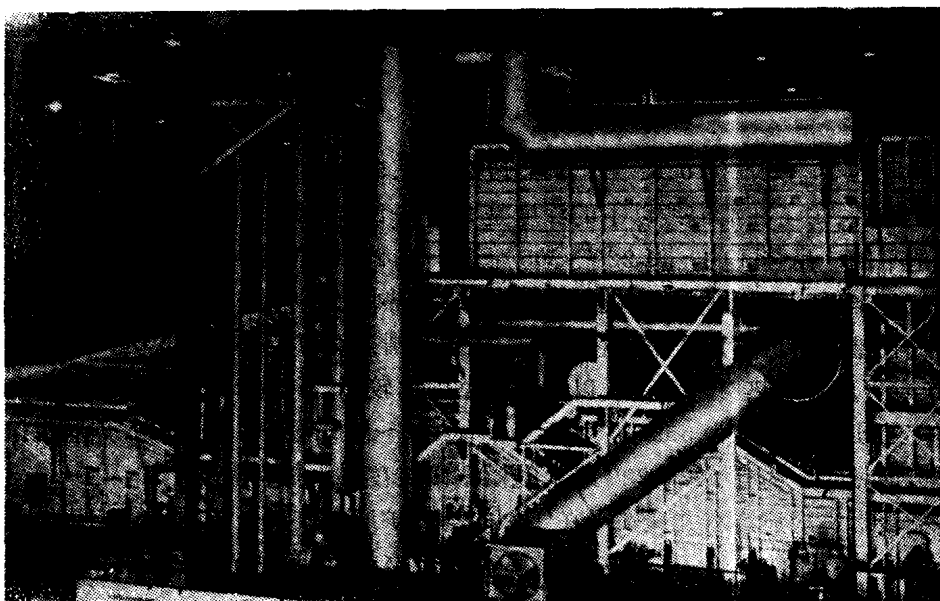


图8 上面装有火管对流式金属换热器的五段式加热炉侧视图

所有换热器都是金属式的，可以分为两类结构。大多数是用火管对流结构，其余的是用烟筒式或辐射式结构。火管对流式装置使用耐热钢管，这里又可分成两大类结构。一种是用金属铸成的管，外面带有叶片或凸耳以增加接触面积。另一种结构是用不锈钢的同心套管。要加热的空气从内管往下流，然后折返向上，流过两管之间的环形空间，而由炉子来的热气在外管的外表面经过。这种结构的一个典型装置约有 400 个这样的加热元件，提供加热面积约为 595 米²。这个装置将 1897 米³/分的空气预热至约 454°C 。辐射式换热器是由两个同心圆筒所构成的烟筒组成，空气在它们之间很窄的环形空间流过，而废气则在中间的圆筒中流过。

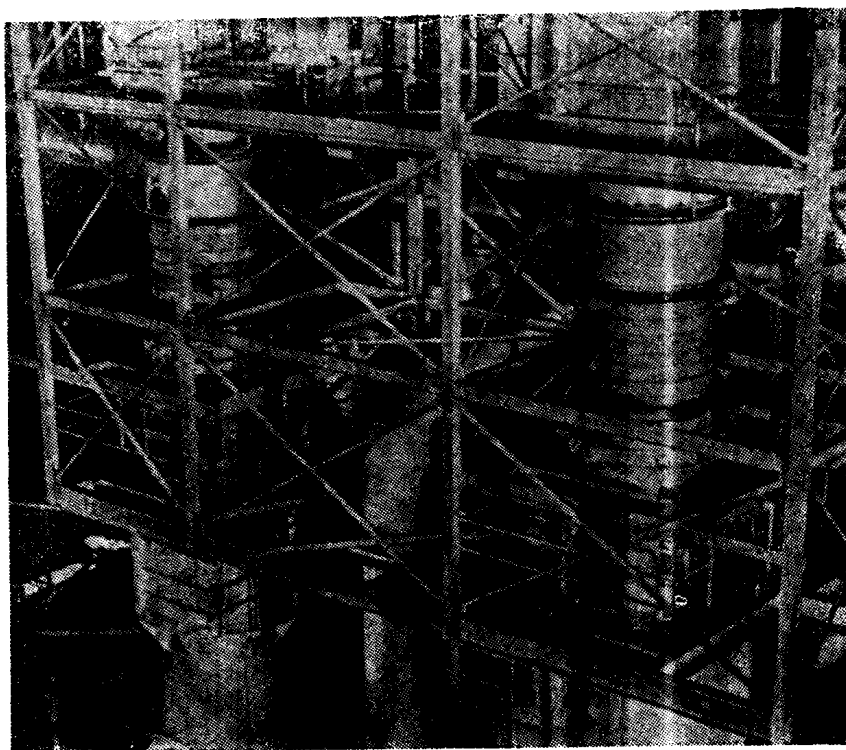


图9 有些炉子采用烟筒式或辐射式的金属换热器

有两套轧机有废热锅炉，装在空气加热器的前面。

废气从炉子出来经过靠近装料门的两条烟道，温度为 $982\sim 1093^{\circ}\text{C}$ 。它们离开换热器时的温度是 $593\sim 760^{\circ}\text{C}$ 。燃烧用的空气在换热器中加热至 $427\sim 482^{\circ}\text{C}$ 。

每座炉子有两台或三台鼓风机。一台 $2830\text{ 米}^3/\text{分}$ 的鼓风机或两台 $1416\sim 1841\text{ 米}^3/\text{分}$ 的鼓风机，将燃烧用的热空气供给加热段。一台 340 或 $425\text{ 米}^3/\text{分}$ 的鼓风机，将燃烧用的冷空气供给均热段。

每座炉子设有一个 53.3 米高的烟囱以进行自然通风，也可以用一个带有喷吸器风机的喷吸烟囱。

现代炉子都设有控制和仪表等全套设备。钢的温度一般是控制中的主要因素。钢的温度控制各段的燃料输入。燃料-空气比和炉压也用自动控制。换热器有控制设备保护以免过热，它可以由支道放走一些废气至烟囱。设有记录仪表以记录钢坯、炉子、换热器的进出气以及燃烧的热空气等的温度。滑道冷却水的压力、流量和温度等也要记录。有一座最新的装置能在十个地点记录炉温和在六个不同的地点记录钢坯温度。采用闭环式电视，一般是装在装料端和卸料端，有时也装在侧壁上。

现代炉子有一革新，这就是将均热段的烧嘴分成两个温度控制区，因而有可能采用锥形差温加热法，在这种加热法中，把板坯后端加热得比前端稍热一些，这样，当带材经过轧机时就可补偿后端的较大温度降。

加热板坯的燃料消耗据报导是 $639000\sim 972000$ 千卡/吨。这个数字比典型的三段式炉子操作所报导的数字高出相当多，但现在的炉子负荷较重，这是可以预料到的。

有几套新轧机仍采用重力落下式滑道，热钢坯在其上滑下到出炉辊道，辊道带有弹簧缓冲器或类似的设备以吸收冲击。但当采用更大的板坯时，则冲击增大而使辊道等的维修量增高。因之，在更新的轧机上采用板坯出料机，它通常放在刚刚比辊道面略低一点的地方。它可以上升并横向运动到和炉底相平齐和相连接的地方。当热板坯被推钢机从炉子中推出来

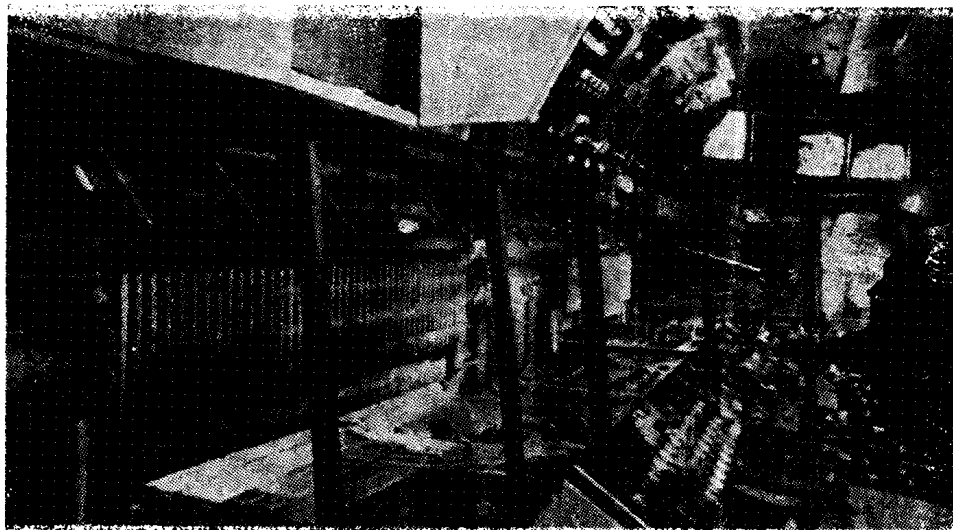


图10 炉子的装料是由此操纵室控制的。闭环电视使操作者能看到各地点的情况

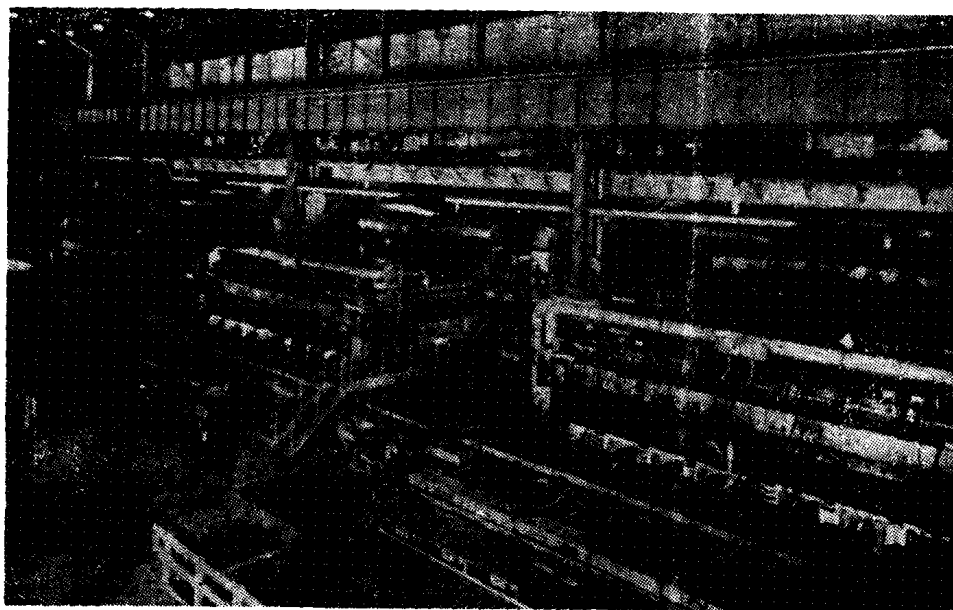


图11 板坯加热炉出料端的全貌

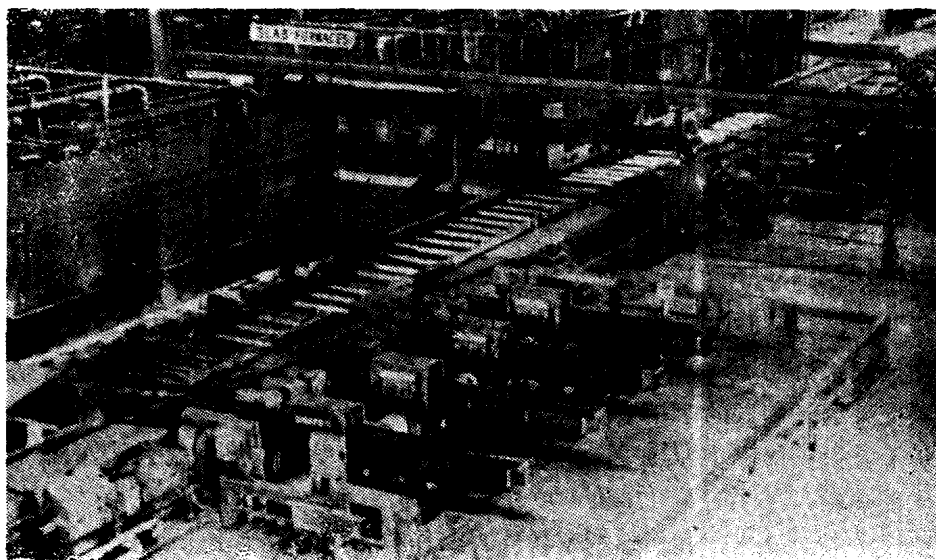


图12 在更新式的炉子中，采用板坯出料机将板坯从炉子中举起并放在出炉辊道上



图13 这台炉子采用重力落下式出料，板坯因炉子推钢机的推动而跌下来。在辊道旁边的缓冲器吸收板坯的冲击

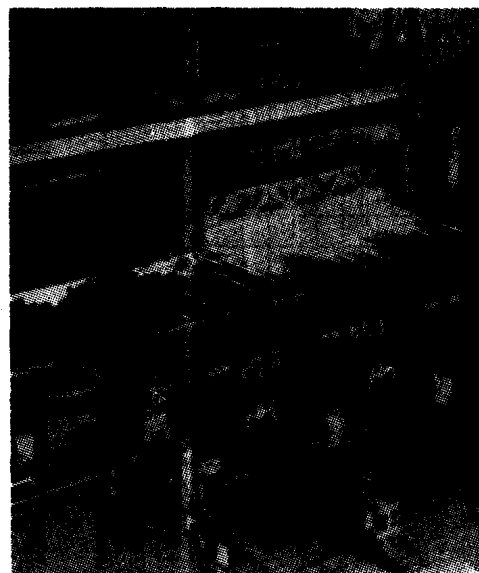


图14 这里是一个板坯出料机正在从炉子中把一板坯取出来。这个方法据说可以减少在板坯上的擦伤和避免重力落下的强大冲击

时，出料机就接受板坯并将它放落于出炉辊道上。有几种出料机则真正的伸入炉子中，从炉底把板坯举起来，然后将它放落在出炉辊道上。除了减少维修之外，出料机还可以消除重力卸料可能发生的擦伤和类似的损坏。

每座炉子的出料机都是双联式结构的，这样则能处理一排长板坯或两排短板坯。

在所讨论的轧机中有一套是采用步进式的炉子。有三座炉子内部尺寸为 33.7×11.0 米，