

軋鋼譯文集

ZHAGANGYIWENJI

— 1 —

包钢经济技术情报研究所

一九九四年十一月

TG 33
B 31

C.2

目 录

纽克钢公司希克曼厂年产 220 万吨的带钢轧机	张 锦译	黄启民校(1)
纽克钢公司希克曼厂 CSP 薄板坯连铸连轧设备生产能力 及其扩建	陆子惠译	布新福校(9)
ISP 薄板坯连铸工艺及产品质量	张慧生供稿	(18)
灵活的薄板坯浇铸设备	布新福译	孙惠民技校(48)
UTHS——一种用于生产超薄热轧带钢的工艺	布新福译	孙惠民技校(56)
灵活和质量可靠的 Conroll 热轧带钢生产工艺	布新福译	韩广明校(65)
TSP 薄板坯连铸连轧的新方法	张 锦译	孙惠民技校(72)
瑞典阿维斯塔公司用于增加板坯宽度及浇铸薄板坯的 VAI 连铸技术	智文斗译	黄启民校(79)
在传统连铸机上浇铸不锈钢薄板坯	科 言译	孙惠民技校(85)
采用液压操纵助卷辊的热带卷取机	布新福译	韩广明校(88)
薄板坯连铸对精炼工艺的要求	安鸿纪译	武金波校(98)
非合金化超深冲冷轧带钢的开发	布新福译	韩广明校(103)
在 Beeckerwerth 精轧机组上采用改进的 CVC 技术和 自由轧制技术的应用	吴章忠译	徐列平校(110)
普通碳素带钢质量的提高	孙惠民译	张天绪校(116)
生产多种规格钢坯的初轧机孔型设计	孙惠民译	张天绪校(120)
大型钢梁和重轨用高精度辊式矫直机	科 言译	吴章忠校(123)
纽柯——大和钢厂——美国最大的型钢生产厂	张 锦译	黄启民校(125)
泰国第一套棒材和线材小型轧机	科 言译	张建勇校(134)
光——电子和激光匹配解决尺寸测量问题	科 言译	牛玉祥校(145)

纽柯钢公司希克曼厂

年产 220 万吨的带钢轧机

〔美〕 Norman L. Samways

纽柯钢公司希克曼分厂同设在印地安那州克拉佛兹威尔厂的一家姊妹厂都在安装第二套薄板坯连铸机,到 1994 年末,纽柯钢公司的热轧板带生产能力将翻一番,接近 400 万吨/年。

希克曼厂位于 Armork, Ark, 靠近密西西比河,邻近设在 Blytheville 的 Nucor-yamato(纽柯一大和)型钢轧钢厂。它占地 1800 英亩(7.28 平方公里),两个厂距田纳西州 Memphis 以北均约 70 英里。

希克曼厂始建于 1991 年,投资 3.4 亿美元,年产 120 万吨成品。1991 年 5 月破土动工,1992 年 8 月轧出第一卷成品。开始投资将近 3500 万美元。这些设备包括一个有两座直流电弧炉的炼钢车间,两个钢包冶炼炉,一套薄板坯 CSP 连铸机,随后配有隧道式加热炉,然后是一套 6 机架 4 辊轧机和输送设备。

1993 年 7 月,第二套机组破土动工,其中包括薄板坯连铸机和隧道式均热炉,炉子备有往返运坯小车,这样就可将铸坯运到现有的 6 机架轧机上轧制。基建投资 3500 万美元。第二套连铸机预计在 1994 年 7 月开始试车,从而可使该厂的生产能力从 120 万吨/年增加到 220 万吨/年。

在这条流水线上工厂的生产率为 0.50 人工工时/吨(折合每人每小时 2 吨),从废钢入炉炼成钢到热轧成成品大约用 3 到 4 个小时。工厂雇用 263 个计时工资和 44 个按月计工资的员工。

在进行有关工厂目前状况和近期目标的

讨论中,总经理 Rodney Mott 指出:尽管该厂最初连铸的生产能力只有 100 万吨/年,但是产量正在不断增加,目前产量已经接近 130 万吨/年,并且在 1994 年新上的第二套连铸机试车之前有希望达到 150 万吨/年。他预计,整个工厂年产 200 万吨的产量完全能达到。在此基础上,Mott 指出,冶炼车间的产量不一定只是从 100 万吨提高到 200 万吨,而是从 140 万吨提高到 200 万吨以上。目前两次出钢的时间间隔约 70 分钟,冶炼车间的产量不能满足一台连铸机的需要,然而随着新机器的投产,产量要达到 200 万吨/年,两炉出钢的间隔时间必须缩短到约 55 分钟。为了满足这项需要,此项工程中要提高两座炉子的容量和生产率,并且在炉体的侧壁上安装燃烧器。燃烧装置先安在一个炉子上进行试验,在试验取得效果的基础上去确定最佳位置。

根据纽柯钢公司发表的在 Trinidad 和 Tobago 两处建造一个年产海绵铁为 325,000 吨的厂的报告,Mott 预测,在希克曼厂的电炉中使用这种原料不仅可以为提高单位纯铁产品的质量提供原料而且可以提高生产效率。这套造价 6000 万美元的设备有希望在 1994 年 7 月投产,并在 1994 年 11 月输出第一批产品。

Mott 认为希克曼厂的生产不同寻常。单一产品的轧机能生产各种高质量的热轧带钢。它不仅可以为当地用户扩大供应范围,而且也能为其它钢管制造厂、加工厂以及遍布

全美的服务中心的客商提供产品。

产品和市场

生产热轧带卷的原材料为 40 级以上的碳素钢和高强度的低合金钢。

产品宽度范围从 48 到 640 英寸(1220 到 1610mm),厚度从 0.071 到 0.625 英寸(1.80 到 16.0mm,单位重量 17.9kg/mm,最大卷重 32 吨,外径 75 英寸(1900mm))。

典型的市場是各种规格的输送管占 25%;采油用管占 25%,压力容器用品占 25%,耐酸洗浸蚀材料占 25%。当地用户如 CoilTee, Friedmon 工厂, Huntco 和 Maverick 管厂是主要用户,用量高达 30%。例如, Friedmom 厂一个工艺服务中心最近在希克曼上了一套新型的设备,所需轧制的带卷重达 60,000 磅(27.21 吨),宽度为 30 到 72 英寸(0.762~1.829m),1/2 英寸(12.7mm)厚。Huntco 已经将带卷切成同希克曼厂的产品一样的长和宽,并且正在安装一条新的酸洗作业线,同时计划在同样的位置上一套新的生产冷轧板设备。冷轧设备年生产能力为 240,000 吨,造价为 2100 万到 2400 万美元,其中包括一台可逆式冷轧机,回火设备和退火炉。Maverick 钢管厂将采用两套辅助成形和焊接生产线,用以生产焊接结构管。

纽柯钢公司生产出来的产品由拖船运出的占总量 35%,铁路运输占 27%,卡车运量占 10%,用他们自己的铁路系统运到当地厂家的占 28%。

每月月底,带卷一般的库存量保持在 5000 吨这一较低的水平上,相当于每日产量。

工厂设备

工厂占地面积为全部总面积 1800 英亩(728.45 公顷)中的 600 英亩(242.82 公顷),大约有 600,000 平方英尺(557.34 米²)为室内建筑。工厂有 14 英里(8.7 公里)的铁路和

6 英里(3.7 公里)长的公路。

主要生产设备有:上料码头;炼钢车间有两座 180 吨直流电弧炉,每炉出钢量为 150 吨,两座钢包冶炼炉;两流 2 英寸(50 厘米)薄板坯连铸机(一台正在安装);两座加热/均热炉;在线 6 机架轧机和运输设备(图 1)。

码 头

码头设在密西西比河上,同工厂之间有一英里长的铁路连接。码头是用来卸由拖船运来工厂所需的大部分废钢(85%),同时也有一部分轧制产品(35%)从这里装运出去。

码头设备包括两条铁路,每条配有一台 35 吨的桥式起重机,跨距可容两节车厢,起重机的轨道可以延伸到拖船停泊在码头的位置上。每台起重机上装有两个磁盘,用来将废钢装上车皮。码头旁边装有一台辐射式探测装置用以检查运进的材料,(还有一台探测装置检查由公路和铁路运进的材料)。

卸一拖船废钢一般要用 6 小时,装一船带卷(1400 吨)要用一个半小时。

炼 钢

电弧炉车间

电弧炉目前在正常运转,年产量接近 130 万吨(将来计划提高产量,以适应扩建新连铸机后增大的连铸能力)。两座 MAN—GHH 炉和直流 EBT 电弧炉是世界上最大的直流电弧炉。炉子容量为 180 吨,可出 150 吨钢水,有 30 吨剩余钢水留在炉子中。每天大约可炼出 30 炉钢水,钢种为:AISI 1006~1010 占 35%;AISI 1018~1030 占 25%;高强度低合金钢占 30%和 API 钢级从 X—42 到 X—70 占 10%。

车间生产效率为 300 吨/小时,炉与炉之间的间隔时间为 60 分钟,从装料到出钢的时间为 50 分钟。每炉钢分两次装料,第一次装料 100 吨,第二次装料 60 吨。计划在装料时加入 10%的生铁。(而实际上,炉子已经在装

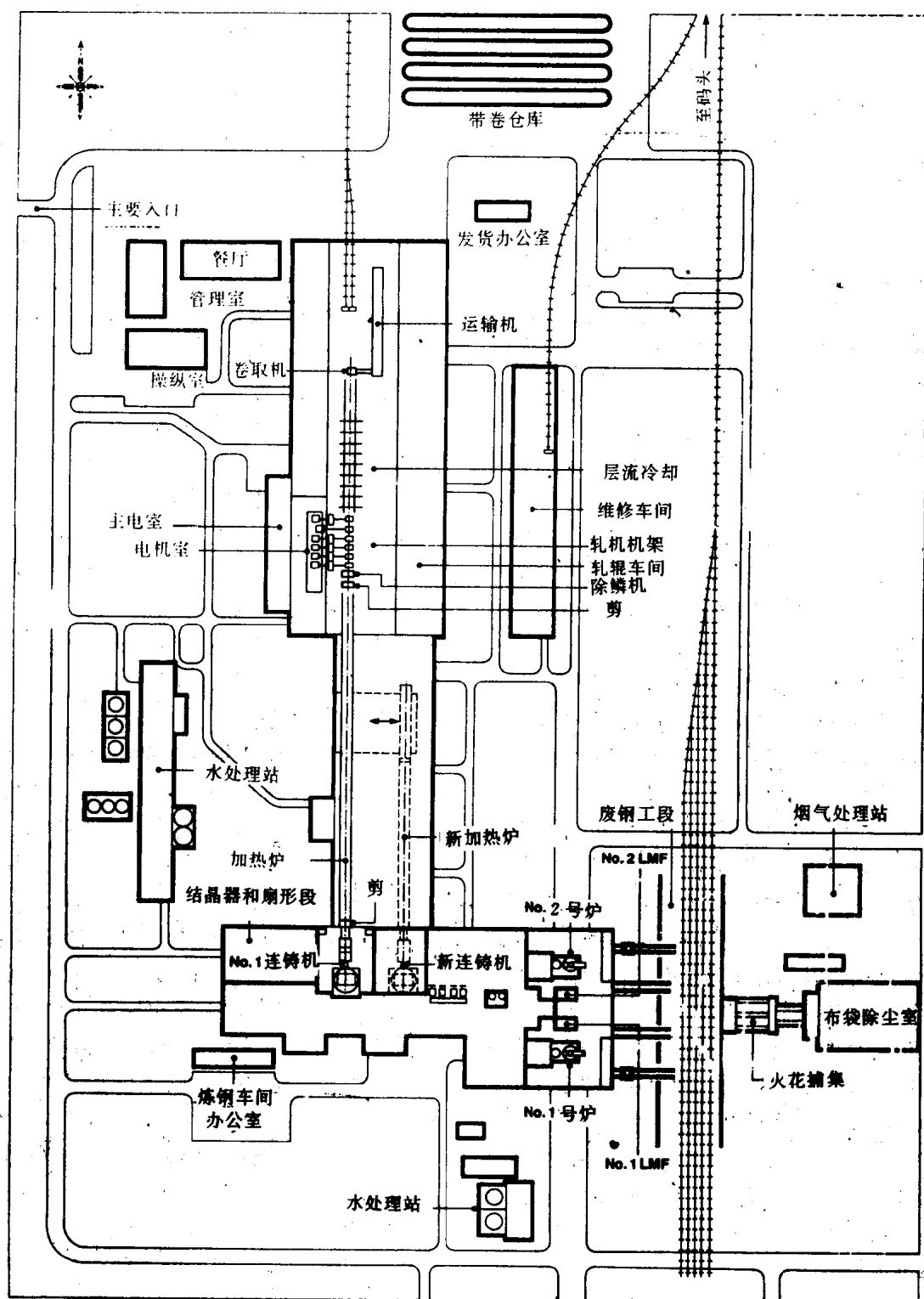


图1 纽柯公司希克曼厂的平面布置

料中加入了15%的DRI(海绵铁)或生铁采用造泡沫渣法冶炼。能源消耗为420千瓦小时/吨,电极消耗3.5~4磅/吨(1.5~1.8kg/吨)。

炉子的内径为7.3米(24英尺),外径8.5米(27英尺10英寸)。UNARC柱状阳性(正极)底电极设计安装在一个可以移动推出的炉底中心,炉底的中心部位由一定数量分布成圆形的钢柱同柱状底电极接触组成。底电极的底端同导体集电盘接触,导体集电盘穿过炉体内衬伸入融体中形成一个熔融盘,底电极由空气冷却。热电偶同10个电极柱接触,以检测磨蚀情况。在熔炼期间,底电极的周围用干燥的氧化镁质材料压紧。炉底的其余部分用大约为4.6英寸(116.8mm)厚的镁碳砖砌成并铺有干燥镁砂工作层内衬。底电极的平均寿命为1100炉次,并且在24小时之内可以更换完毕。当第二台连铸机投产后,可以采用热装炉来提高炼钢车间的生产能力。

炉子的侧壁和炉顶都采用喷水雾化冷却。出钢口的直径为150mm(6英寸),出钢时间大约为2分钟。

电炉可以使用直径为28或30英寸(0.71~0.76m)的中心电极(阴极),阴极可以用配有ABB电流控制系统的液压圆盘式机械操纵。每个炉子都配有两个82MVA的变压器,工作电流可达920V,128000A,还配有由纽柯设计的能量转换系统的偏离轴线的转换机构。

辅助设备包括More(莫尔)氧枪和一套喷煤/造渣喷吹系统。氧枪的供氧强度为3000cfm(84.9m³/分),氧气消耗量为450立方英尺/吨(12.74m³/吨)。氧气燃料燃烧装置可以鉴定。可装煅烧石灰、萤石和铁合金的料仓设在冶炼车间的外面,需要的时候用传送带运到车间。

这个厂拥有美国最大的布袋式除尘室,它有32个分室,它的除尘能力为175万scfm(49525m³/分)。

电弧炉系统除尘装有三台抽热气的风机,每台风机的功率为900hp(马力)和6个主空气/废气风机,每台风机功率为1250hp(马力)。

紧靠冶炼车间的废钢料仓容量为3000吨,废钢用火车车皮运入。另外,还有一个料场,用来存放备用的100,000吨废钢,可供4个星期生产用料。从码头来的火车车皮可在料场的地磅上称重。然后用两台30吨起重机中的一台将废钢装入4个100吨的抓斗式装料槽中的一个。每台起重机有两个84英寸(2134mm)2500磅(1134kg)重的磁盘。生石灰加在废钢顶部。每个废钢料槽安放在运输车的一个独立的车皮上运进冶炼车间。

有9个浇铸用的盛钢桶上装有40mm的NARCO滑动水口,在渣线部位的内衬采用80%的铝镁碳砖砌成。钢包用天然气在六个预热点(五个水平和一个竖直式)烘烤加热。钢渣由外面的一个承包商(Heckett)运走。目前正在安装一套2级计算机系统。

钢包冶炼设备

用两个EMCI钢包冶炼炉用以添加合金和控制调整钢水温度,使得钢水的成份均匀、增加脱硫能力,象使用脱硫剂效果一样好。采用这些设备可允许炉内的出钢温度降低50°F(10°C)。

每个冶炼炉都配有3个直径为16英寸(0.41m)的电极,用一个功率为16MVA变压器供电,它能以7到10°F/分(4~6°C/分)的加热速度提高钢水的温度,典型的能耗范围从20到25千瓦小时/吨,电极的消耗约为1磅/吨(0.4536kg/吨)。

一台皮带运输设备将合金分送到8个料仓中储存,称重,并且用以添加其它材料如:硅、钒、铌、钛和各种不同成份的锰铁。

采用通过装在钢包炉中的多孔透气塞吹氩搅拌,从而获得均匀温度和成分的钢水。还有一支备用的氩气喷吹枪,它能以30立方英尺/分(0.849m³/分)的速度吹氩气。采用造

白色渣和添加辅助金属搅拌的方法脱硫。硅钙合金,碳和铝添加剂用喂丝机加入,用来控制硫化物的形态。

所有的钢水基本上都是在钢包冶炼设备中处理的。

连 铸

有两套规格尺寸完全相同的薄板坯连铸机,其中一套正在安装,预计在 1994 年 7 月试车。两套连铸机的年生产能力均为 120 万吨,总的年产量为 240 万吨。

1 号连铸机于 1991 年 5 月破土动工,第一炉钢水于 1992 年 6 月浇铸成功。2 号连铸机于 1993 年 7 月动工兴建。

两套连铸机均由 SMS 提供,浇铸的板坯厚度为 2 英寸(50mm),宽度范围从 48 到 64 英寸(1220 到 1560mm)。

生产效率为 200 吨/小时(最大),每炉 150 吨钢水所需浇铸时间为 45 到 50 分钟。浇铸速度范围从 160 到 235ipm(2.5 到 6.0 米/分),设备小修时间为 15 到 20 分钟。收得率(钢包至板坯)为 98%。

设备性能列于表 1。连铸机为立弯式,冶金长度为 19 英尺 9 英寸(6020mm),弯曲半径为 9 英尺 10 英寸(3m)。结构的最大特点是采用漏斗型的竖直结晶器,长度为 43.3 英寸(1100mm)。结晶器的冷却水流速为 3000gpm(加仑/分)(11.327m³/分)。其它的结构特点包括一个 31 吨的中间包,包内的钢水深度为 32 英寸(812.8mm),用一个鱼尾形的锆——石墨浸入式水口。二次冷却区有六个水雾化喷嘴,最大宽度 58 英寸(1473.2mm),最大冷却水的总流速为 2200gpm(加仑/分)(8.327m³/分)。由两个扇形段支撑辊组成,每个扇形段有 20 个直径为 5.7 英寸(144.8mm)的辊子,随后是一个 4 机架拉坯/矫直装置。

除了在中间包和结晶器之间有鱼尾型耐火材料浸入水口之外,在钢包和中间包之间

薄板坯连铸机的数据* 表 1

安装日期	1 号 1991 年(2 号 1994 年)
设计者/供货商	SMS 连铸制造公司
年产量,(吨)	120 万
产品尺寸 mm(英寸)	
厚度	50(2)
宽度	1220 到 1560(48 到 61.4)
一炉钢水,吨	150
浇铸时间,分	40 到 150
生产率,吨/小时	最大 196
设备结构	立弯式
流数	1
连铸速度,米/分 ipm	2.5 到 6.0(160 到 235)
冶金长度,毫米(英尺—英寸)	6020(19—9)
弯曲半径,毫米(英尺—英寸)	3000(9—10)
结晶器	
型式	漏斗式
长度毫米(英寸)	1100(43.3)
润滑剂	粉末
水流量,gpm	3000
振动/行程	可变
水平控制	Berthold
二次冷却	
多点喷射/流水速度	
gpm**	
1 区	18/106
2 区	50/348
3 区	300/348
4 区	98/240
5 区	98/180
6 区	98/180
辊子负载长度毫,米(英尺)***	6020(20)
拉坯/矫直机	4 架
剪机	下刃摆动式剪机
板坯长度,米(英尺)	47(154)

* 2 号连铸机与 1 号完全相同

** 200ipm

*** 结晶器液面至足辊

还有一个通氩气保护钢水的耐火材料长水口。

紧跟铸坯拉坯/矫直装置后面有一台下刃摆动式剪切机,它的运动速度与连铸坯的运动速度同步并将铸坯切成 141 英尺(43 米)长,然后连铸坯进入在线隧道式均热炉。

连铸机的其它设备特征包括一个直立式刚性结构的引锭杆,由装在下方的三个牵引辊装置带动引锭杆拉连铸坯。有 10 个中间包,二个中间包车和两个加热站,在这些加热站将中间包预热到 1800 到 2000℃(982~1093℃)。连铸机系统配有两台 300 吨的起重机,将钢包从钢包冶炼工段运到连铸操作台。连铸机由西门子提供的 PLC 系统控制。

轧钢设备

轧钢设备,同一号连铸机的作业线紧密相连,紧接在铸坯摆动剪切机之后。这套设备是由一个隧道式加热/均热炉及隧道式均热

炉后的一台事故剪,然后是除鳞机,6 机架轧机、检测段,层流冷却系统,输出辊道,地下卷取机,运输设备等组成。

与新建 2 号连铸机同时安装的隧道式均热炉分为两个部分,其中一部分配备有往返式运坯小车,它能使板坯直接送到现有的隧道式均热炉(后面讨论),随后进入轧线(图 2)。在现有能力 120 万吨/年的基础上,可以预计,当 2 号连铸机投产后,年生产水平将达到 200 万吨以上。

从废钢炼成板坯到成品的综合成材率为 91%,轧机的成材率为 97.5%到 98.5%。隧道炉中的烧损率估计在 0.5%到 0.75%。

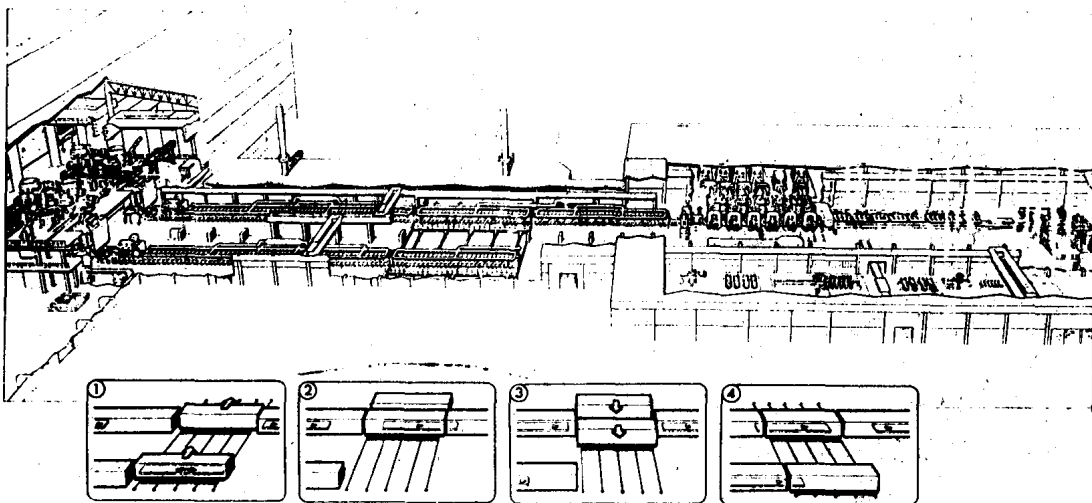


图 2 希克曼厂两流连铸机后的 CSP 隧道炉设备(1 到 4 为运输小车的移动示意图)

隧道式均热炉

现有和新上的两座隧道式均热炉均由 Bricmont 设计,在安装现有隧道炉的时候制定的规程使得安装新炉子容易得多。

两座炉子生产能力为 200 吨/小时。它的总长 675 英尺(205.7 米),分七个加热区,炉子内部宽度为 6 英尺 5 英寸(约 2 米),内衬纤维耐火材料。连铸坯以 19750 F(1079℃)的温度进入隧道式加热炉,当铸坯的头部进

入热轧机时,温度已在隧道炉内升高到 2100℃(1149℃),炉子以混有预热空气(800 F)(427℃)的天然气为燃料。炉子的每一侧都装有可更换的低 NO_x(欠氧)烧嘴,总共 134 个。热能消耗约为 400,000 Btu/吨(100800 千卡/吨)。

加热炉结构设计的其它特点有:191 个水冷、陶瓷绝热的内部输送辊和使氧化铁皮易于排除的装在炉底的许多活动门。已经决

定采用含钴合金不用水冷的辊替代陶瓷绝热辊。炉子的控制分三级:1级 PLC—Micro-max;2级 PC—MMI;3级 Vax。

板坯由辊道送至热轧带钢轧机,并且可以在炉子的均热段上来回移动,直到轧机可以轧制的温度时。然后将板坯加速到轧机的咬入速度 68—fpm(20 米/分),这取决于压下量的需要。

同 2 号连铸机相配的新的隧道式加热炉包括一段长 150 英尺(45.72 米)平移炉段,它装在自动控制的往返式小车上,可把板坯横向送入 1 号轧线。原有的隧道式加热炉和新的隧道式加热炉在连铸机和轧机之间起缓冲作用。缓冲时间可变,这样,当两台连铸机连续以 200ipm(5.08 米/分)的速度浇铸时,热带轧机仍可换辊,但换辊时间不能超过 14 分钟。

热带轧机

热带轧机的设计产品范围:宽度从 48 到

63.5 英寸(1219—1603mm),厚 0.071 到 0.625 英寸(1.8~16mm)(单重 17.9kg/mm),最大终轧速度 2600fpm(13.2m/s)。它是美国第一套采用 a—c(交流)变频控制的同步马达驱动的轧钢机(关于轧机的详细讨论包括驱动和控制系统,见参考资料 2)。

紧接着隧道式加热/均热后面的一台下刃摆动式应急事故剪,以备轧机出故障时使用。剪切机后面是一个高压(4000psi)(19532.8kg/m²)水除鳞机,它以 960gpm(3.6m³/分)流速操作。六机架轧机中的每一台四辊轧机都采用液压压下,连续可变凸度(CVC)工作辊弯曲,并配有液压活套挑。第一架到第三架采用液压缸加压测量轧制力,后三架轧机在下支承辊下装有 2000 公吨的测压仪。轧辊的尺寸,机架间距,马达的特性和速度均列于表 2。轧机由 SMS 公司制造,电气系统由 Siemens 和 SMS 提供,控制系统由 ABB, Siemens 和 SMS 提供。

热带轧机的数据

表 2

架次	轧辊尺寸				距前一架 轧机的距离 ft-in(米)	辊 速					
	支承辊		工作辊			马达	齿轮传动比	rpm		表面速度 fpm	
	辊身		辊身								
	直径,毫米	长度(毫米)	直径,毫米	长度(毫米)				基本速度	最大速度		
1	1250/1350*	67(1700)	730/800*	75(1900)		9383	0-108	1:4.555	24.24	61.75	200
2	1250/1350	67(1700)	730/800	75(1900)	18-4(5.5)	9383	0-108	1:4.555	24.24	61.75	509
3	1250/1350	67(1700)	730/800	75(1900)	18-4(5.5)	9383	0-108	1:2.345	46.0	117.25	966
4	1250/1350	67(1700)	670/735	75(1900)	18-4(5.5)	9383	0-108	1:1.6	6.75	171.9	1505
5	1250/1350	67(1700)	670/735	75(1900)	18-4(5.5)	9383	0-108	无齿轮	108	275	2082
6	1250/1350	67(1700)	670/735	75(1900)	18-4(5.5)	9383	0-108	1:0.8	135	343	2603

*—最小/最大。

**—AC—同步速率为 11730hp 工作 2 小时;18767hp 工作 20 秒。

***—最大 273

测量段设在第 6 架轧机和层流冷却系统之间,装有测量厚度和板型的仪器(IMS)、测量平整度和宽度的仪器(IRM)以及测温计(Ircon)。

热带轧机的自动化系统是在带有自动化功能的两个主级的分级过程控制系统基础上形成的。2 级过程自动功能包括精轧轧制表计算,冷却水流量计算,对下一级控制系统的

资料的查询,短期和长期模型适应,带钢跟踪,PDI过程,带钢数据收集,记录和报告生产情况等。轧钢区自动化控制,它的设计特点是可以不用2级过程自动控制便能够独立控制轧机。1级基础自动化系统包括程序操作,驱动部分的主控制、厚度控制、CVC控制、板型和平整度控制、层流冷却控制和卷取机主控制。

轧机操作台上的主要监测显示仪表有:

炉子跟踪和控制;

轧机情况的中心监测系统;

轧机机架AGC和CVC实时值;

主要速度控制和活套挑;

彩色电视监视器;

带钢厚度、板形和宽度监控仪;

带钢平整度监控仪;

轧机机架AGC装置和状态选择。

因为薄板坯进入轧机是恒温的,所以在轧制过程中不需要轧机升速。这样可以缩短层流冷却区,输出辊道的长度为263英尺(80.6米),输出辊道上共有169个辊子,辊子间距为18英寸(457.2mm),5个辊子为一组,每组由7hp的交流电机驱动。145英尺(44.2m)长的层流冷却区分成20个小区,每个小区由独立的系统控制。上部和下部的最大流速分别为100,000和11,500gpm($378.5\text{m}^3/\text{分}$ 和 $43.5\text{m}^3/\text{分}$)。

一台双向膨胀芯轴地下卷取机由一台

737hp的直流电机带动。安装第2台卷取机的地基已经打好。带卷由卷筒卷取,卷放在一台步进式悬臂梁式传送机上,在传送小车上旋转 90° ,称重,然后移到第2台步进式传送机上,抬起送入第三台步进传送机上,用OD和ID打包机打包后送到轧线的末端。然后,带卷用叉车送到贮存和发运的地点。

总 结

纽柯希克曼厂正在经历一项重大的改造,随着第二套薄板坯连铸机和隧道式均热炉的投产,整个工厂热轧产品的生产能力将从120万吨/年增加到200万吨/年。到1994年底,该厂将拥有一个由两座出钢量为150吨钢水的直流电弧炉和两座钢包精炼炉(现在已有)组成的冶炼车间;和两套薄板坯连铸机(一台正在安装)以及现在已有的6机架4辊热带轧制作业线。从新的连铸机浇铸出来的连铸坯将被送到现有的连铸机的生产线上进行轧制。

精轧出来的产品大部分被送往当地厂家,其中包括焊管厂、冷轧薄板厂和一些服务中心。

参考资料(略)

张 锦 译自《IRON AND STEEL
ENGINEER》1994. No. 4

黄启民 校

纽柯钢公司希克曼厂 CSP 薄板坯连铸连轧设备的生产能力及其扩建

〔美〕 Rodney Mott 等

摘 要

八十年代末, CSP—工艺 (Compact Strip Production) 已在热轧带钢生产领域取得明显的进步。成功地浇注厚度约 50mm 的薄板坯为小钢厂的生产带钢铺平了道路。本文将介绍美国纽柯钢公司希克曼厂 (Hickmann) 第二套 CSP 设备的生产情况。

前 言

第一套 CSP—工艺设备已于 1989 年在纽柯钢公司的克拉佛兹威尔 (Crawfordsville) 厂投产, 而第二套 CSP—设备又于 1992 的 8 月建于希克曼厂, 建设工期仅 15 个月。设备投产后不到 8 个月, 该厂已达到了设计能力。带钢的厚度偏差和断面稳定性达到了热带轧机至今可取得的最好指标。

由于设备的各种部件结实耐用, 几乎没有停产现象, 产品质量优, 成材率高。

本文将以该厂的生产结果为例, 介绍并简述该厂扩建二流浇注设备的建设情况。扩建后该厂的生产率已提高到 0.35 人·时/吨热轧带钢。

1989 年 7 月, 随着纽柯钢公司在美国印第安那的克拉佛兹威尔厂投产第一套 CSP—工艺设备投产, 热轧带钢的生产已进入了一个新时代。三年后, 即 1992 年 8 月, 纽柯钢公司的第二套 CSP 设备又在阿肯色州的希克曼厂投入生产, 值得注意的是, 从动工到投产只用了一年又三个月时间。

1994 年 4 月底以前取得的生产结果印

象深刻, 并充分说明 CSP—工艺成效显著 (见图 1)。此时, 二套设备均达到了月生产能力, 并超过设备设计能力的 30%。到目前为止, 这两套 CSP—设备已经生产并销售了 500 多万吨热轧带钢。因此, CSP—工艺最终已在生产厂经受了考验, 同时, 这种工艺本身也已成为目前生产热轧宽带钢最经济的方法。

希克曼厂简介

年设计能力为 100 万吨的希克曼厂以它特有的生产效率而闻名, 投产一开始, 产量便陡直上升, 投产后 5 个月, 便达到盈亏持平。第一卷带钢于 1992 年 8 月 14 日轧制完毕, 到 1993 年 11 月 2 日, 品种产量已达到了 100 万吨。值得提及的是还有一些超产纪录。从第一锹奠土动工:

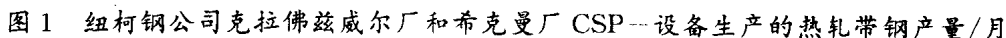
——到轧制第一卷带卷的时间为 15 个月;

——到增盈期为 20 个月;

——到达产为 23 个月。

该设备只用了 15 个月便可轧出第一卷带钢, 比传统生产方法生产每吨热带钢要减少 0.5 人·时。

检修停产半年



希克曼厂的 CSP—设备则相反,该厂一开始便计划扩建为二流连铸机(见图 3)。该厂的第二流连铸机已于 1994 年 5 月投产,这样,年生产能力已提高到 200 万吨。该厂有二座 150 吨直流电弧炉和二座钢包炉,浇注出的薄板坯宽度为 1220~1620mm,厚度为 50mm。采用六机架轧制最宽的带钢时,其最终厚度可达 1.8mm,其它指标见表 1。

CSP—连铸机

• 10 •

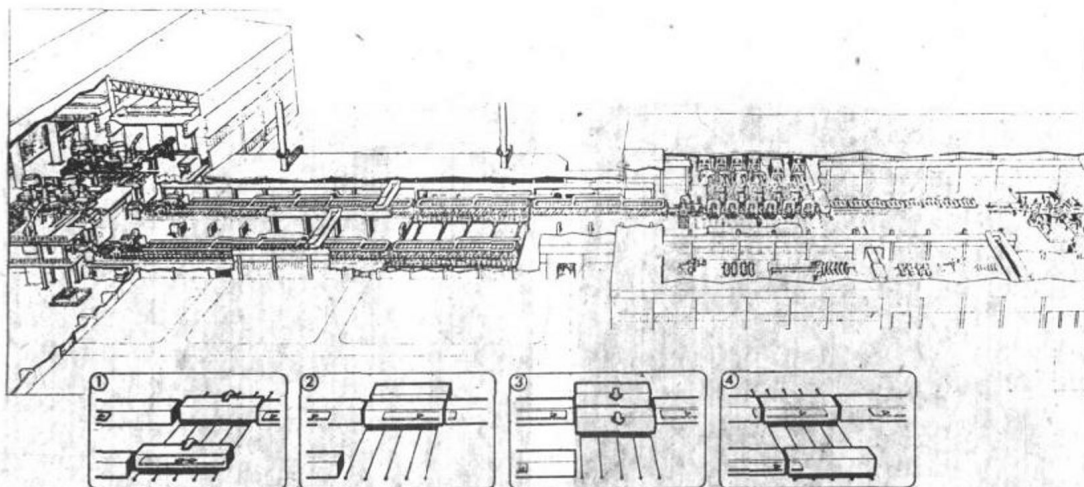


图3 纽柯钢公司希克曼厂最终扩建为二流连铸机的 CSP 设备，
1~4 为炉子移动时的运行位置。

CSP—连铸机和 CSP—工艺

结晶器

CSP—工艺的核心部件漏斗形结晶器已申请了专利。结晶器的形状已在水力模型中进行了无数次试验，以测定最佳的鼓肚形态和浸入式水口的结构型式(见图4)。漏斗型结晶器与铸坯壳一起应成比例缩小。同时，确定的结晶器尺寸应阻止铸坯和浸入式水口之

间形成搭桥现象，鼓肚可保证铸坯下降时进行无应力凝固。同其它的薄板坯浇注工艺采用的平行结晶器相反，由西马克(SMS)公司开发的 CSP—结晶器占有绝对的优势。

结晶器的材质为无涂层的铜—银—合金，可浇注 10 万吨板坯。结晶器的寿命要比传统设备的低，然而，由于采用高达 5~6 米/分浇注速度和板坯薄，板坯和铜板之间的接触时间却要约长 5 倍。

浸入式水口

自从克拉佛兹威尔厂的 CSP—设备投产以来，浸入式水口的最初形状已达到最佳状态。浇注过程，改变浸入式水口的浸入深度，可使连续浇注炉数提高到 18 炉(见图5)。这样，就没有必要“急速地”更换中间罐或更换浸入式水口。

浸入式水口的横截面较大，目的是连浇 12 炉后开始结瘤时，使钢水还能畅通流出(见图6)。表面积大，它足以使保护渣熔化。浸入式水口和铸坯外壳之间的间隙也足以避免堵塞现象(见图7)。希克曼厂连铸机的浸入式水口和结晶器铜板壁之间的间隙为 26mm，浇注速度为 5m/分，浸入式水口顶端的铸坯外壳厚度约 5mm。

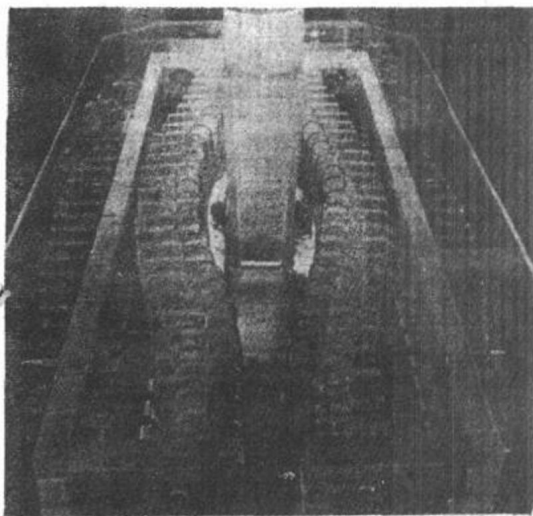


图4 水力模型试验中的 CSP—漏斗形结晶器

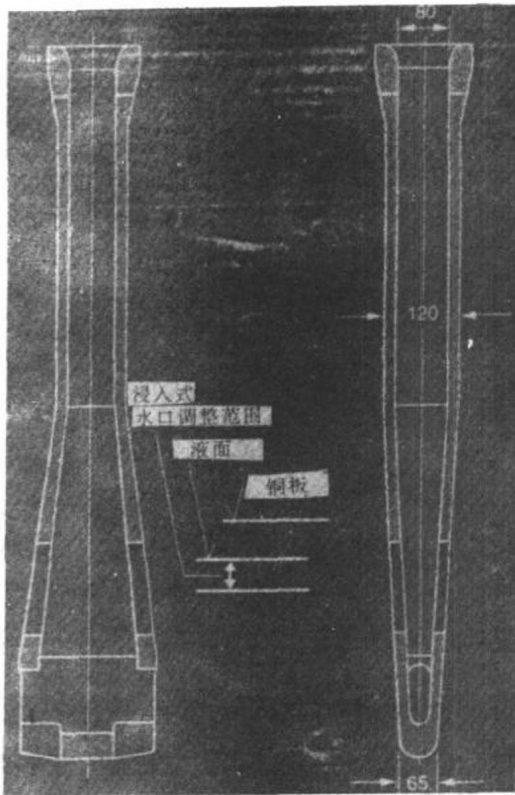


图5 CSP—浸入式水口示意图

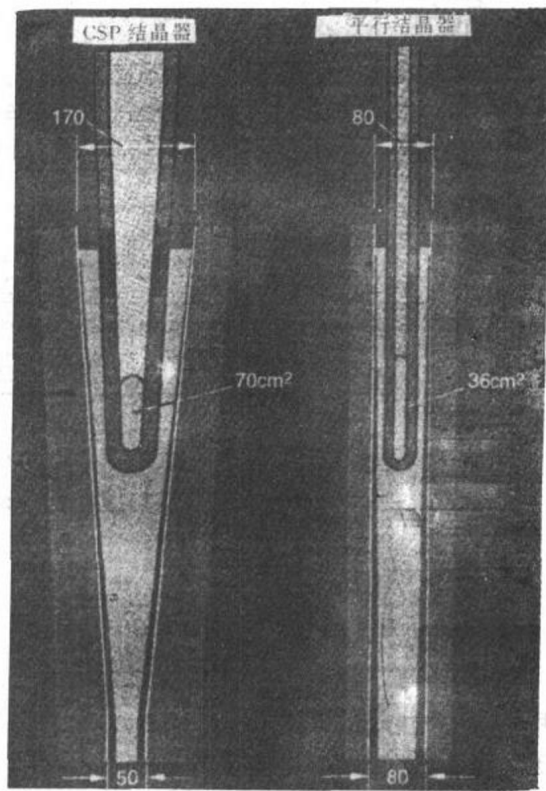


图6 同平行结晶器进行比较的CSP—结晶器内浸入式水口出口处大横截面示意图



图7 同平行结晶器进行比较的CSP—结晶器内浸入式水口和铸坯坯壳之间的大间隙示意图

CSP—连铸机

图8示出连铸机的主要部件如下：钢包回转台、中间罐、结晶器、铸坯导向装置、夹送辊、弯辊和矫直装置以及剪切机。

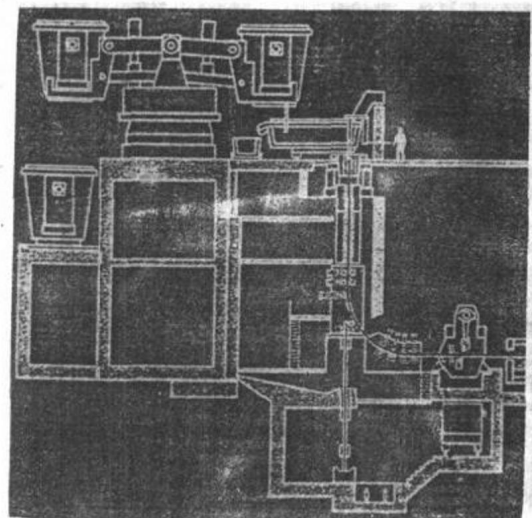


图8 纽柯钢公司希克曼厂的CSP—连铸机

盛有 150—160 吨钢水的钢包由钢厂送到连铸机。精确的钢水重量将显示在指示盘上。钢包的阴影管(Schattenrohr)上装有一个可熔化的密封件,这样当受到来自滑动水口压力时,可阻止空气侵入。

中间罐的设计容量为 28 吨,在最大浇注速度时,中间罐对所有板坯宽度的间停时间可允许 8—12 分钟。为了精确调整浸入式水口在结晶器中的位置,由一台电动机和轴传动升降装置改变中间罐的高度。

结晶器的出口可从 50mm 扩大到约 200mm,因此装引入引锭杆时不会接触到结晶器壁。较窄的两侧可在浇注过程中进行调整,以便改变板坯的宽度和锥度。结晶器由一台 4 偏心振动装置进行振动,振动频率为 66 次/分,振幅为±3mm。钢水液面用放射源进行控制,并保持在±3mm 范围内。在最大浇注速度时,较高的频率可把保护渣的消耗量减少到 0.1kg/m² 以下,而采用常规浇注法时,保护渣的耗量达到 0.3kg/m²。

铸坯导向装置由二个扇形段组成。扇形段 1 的上部件由支撑格栅组成,它可改善同铸坯外壳的接触效果。在最大浇注速度时,铸坯从结晶器出来时的外壳厚度约 11mm。约 70% 的支撑格栅上带有孔眼,对板坯进行喷淋冷却。结晶器和扇形段 1 可以作为一个单元或分别进行安装和更换。若有必要,扇形段 1 和 2 同样可以作为单元进行安装和拆卸。希克曼厂塞棒机械准备时间只有 15—20 分钟。

连续浇注开始时,摆动剪先切掉铸坯头,接着按预定的长度剪切薄板坯。剪切机剪切铸坯的温度约 1050℃,此温度同浇注速度有关。

均热炉是浇注设备和轧机之间的衔接设施。板坯在炉子的出口温度为 1100℃,因此,用于板坯温度均匀化所需的能是很低的。

希克曼厂 CSP—设备的生产能力

目前 CSP—设备生产的热轧带钢的厚

度为 1.8—15.8mm。从浇注薄板坯至轧制成品带钢的 CSP—轧机总道次压下比已达到 33:1。绝大多数传统轧机的总道次压下比为 21:1,绝大多数尺寸均可采用 1006—1035 钢种及 HSLA 和 C65—钢浇注(见表 2)。

钢厂的冶炼作业对钢水化学成份的偏差掌握很严。这样可保证各炉冶炼的最终产品质量均匀,并具有稳定的性能。质量统计表明,碳含量偏差仅 0.02%,而不是 AISI—标准允许的 0.05%(见表 2 第 2 栏)。

浇注的钢种质量 表 2

钢种	C	Mn	P	S	Si
1006	0.064 最大	0.25—0.35	0.15 最大	0.01 最大	0.03 最大
1008	0.05—0.07	0.35—0.45	0.15 最大	0.01 最大	0.10 最大
1015	0.16—0.18	0.45—0.55	0.15 最大	0.01 最大	0.10 最大
1017	0.17—0.19	0.45—0.55	0.15 最大	0.01 最大	0.10 最大
1018	0.16—0.18	0.65—0.75	0.15 最大	0.01 最大	0.10 最大
1020	0.19—0.21	0.45—0.55	0.15 最大	0.01 最大	0.10 最大
1021	0.20—0.22	0.80—0.90	0.15 最大	0.01 最大	0.05 最大
1025	0.24—0.26	0.45—0.55	0.15 最大	0.01 最大	0.10 最大
1026	0.25—0.27	0.65—0.75	0.15 最大	0.01 最大	0.10 最大
1026	0.25—0.27	0.65—0.75	0.15 最大	0.01 最大	0.10 最大
1030	0.27—0.29	0.65—0.75	0.15 最大	0.01 最大	0.10 最大
1035	0.32—0.34	0.65—0.75	0.15 最大	0.01 最大	0.10 最大

质量

按 CSP—工艺生产的产品经常被看成是“高技术热轧带钢”。因此,一般都认为这种带钢具有最高的尺寸精度和冶金致密性。原因是板坯的温度均匀,不但有助于取得最好的厚度和断面结果,而且可以使沿带钢宽度的屈服强度极其均匀,而传统的轧机在精轧机组前装有绝热盖,以便取得象希克曼厂那样较好的屈服强度指标(见图 9)。

图 10 示出了低碳钢带钢同纽柯钢公司由电炉生产的具有较高强度的带钢材质、典型机械性能的对比情况。大约有 1000 吨纽柯的热轧带钢已在 EKO 钢公司/克虏伯钢公司进行了加工,而且进行了冷轧、退火和平整处理。图 11 示出这种 CSP—带钢的机械性能,并同这两个厂的典型产品进行比较。

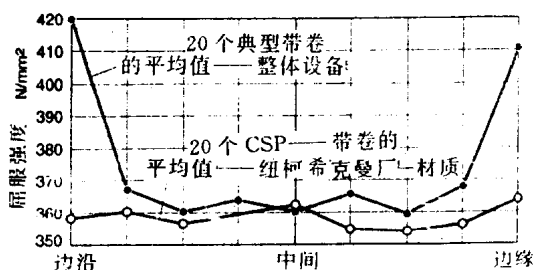


图9 沿带钢宽度的强度指标

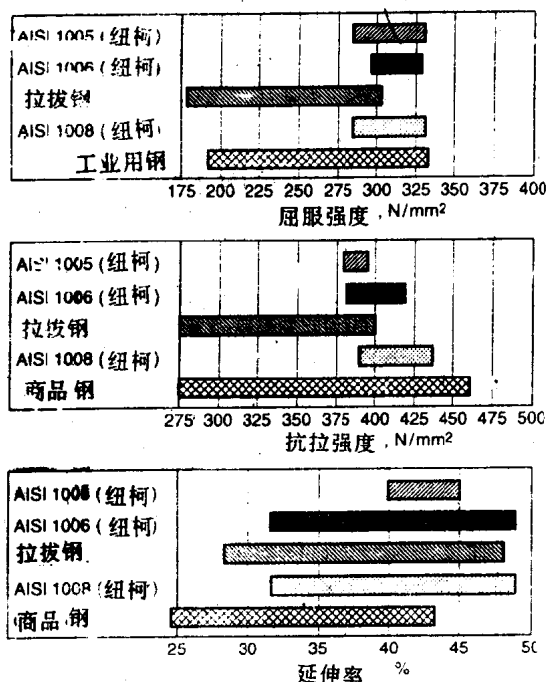


图10 冷轧带钢典型的机械性能

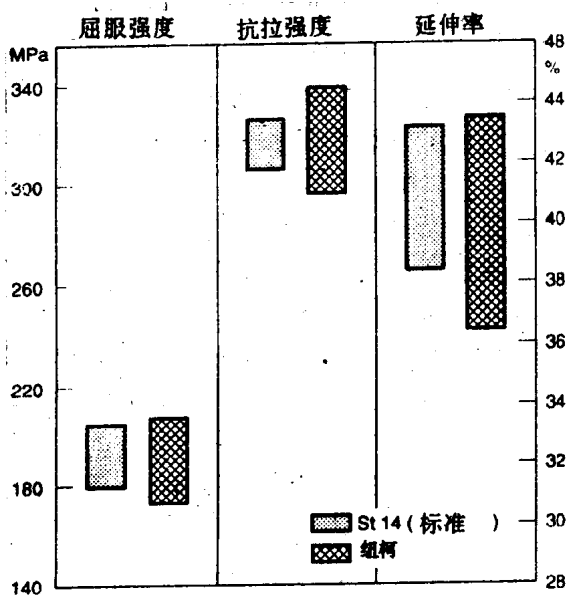


图11 冷轧带钢机械性能比较

厚度和板型的控制

借助多次分级和多种尺寸范围的统计,可以表达出厚度的控制结果。测定产品性能最重要的指标是带钢长度的百分比。在一定的尺寸范围内,带钢轧制中心线的厚度尺寸偏差为 $\pm 0.025\text{mm}$ 。对于所有已生产的钢种和宽度尺寸,包括更换尺寸时第一批板坯截面,均得出以下结果(对13000多卷带卷进行了分析):

——尺寸范围1.8—9.4mm;

在所有的带卷中,98%的带钢长度偏差为 $\pm 0.025\text{mm}$;

——尺寸范围9.5~15.8mm;

在所有的带卷中,97%的带钢长度偏差为 $\pm 0.05\text{mm}$ 。

对已生产的每卷带钢都提出了一份报告,供今后分析时参考。12a示出某典型带卷厚度和宽度的一份报告单:

——在98.9%的带钢长度上,其厚度偏差为 $\pm 0.025\text{mm}$;

——在99.3%的带钢长度上,其宽度偏差为 $\pm 3.1\text{mm}$ 。

图12b示出典型带卷的出口和卷取机的温度纪录。

100%的带钢长度,其最终温度的偏差为 $\pm 14^\circ\text{C}$ 。

100%的带钢长度,其卷取机的温度偏差为 $\pm 14^\circ\text{C}$ 。

对于卷厚度为6.2mm的带钢厚度控制结果可以明显地看出,其厚度偏差处于工业标准偏差值的四分之一范围内。对所有的厚度、宽度和钢种测定的平均凸度(从边缘19mm处进行测量)为0.025mm。典型的“波纹”和“边缘磨削”(例如1220mm宽带钢)的平均凸度为0.015mm及0.02mm。希克曼厂生产的一部份热轧带钢进行了酸洗处理,并销售给用户,而按用户要求产品在带钢长度和宽度上最大厚度偏差100%要达到0.125mm。

关于断面控制结果,每一卷都得提供一

份断面自动控制的报告。图 13(略)为带钢厚度 3.2mm 的典型带卷例子。从上分图看到的是一条 1622mm 宽的带钢,凸度为 0.012mm,平均凸度为 0.0006mm。

带钢的最终宽度决定于浇注宽度,而在轧制过程中测定宽展尺寸的实际值。浇注过程中,可进行调宽,如增大或减少都不会影响质量。

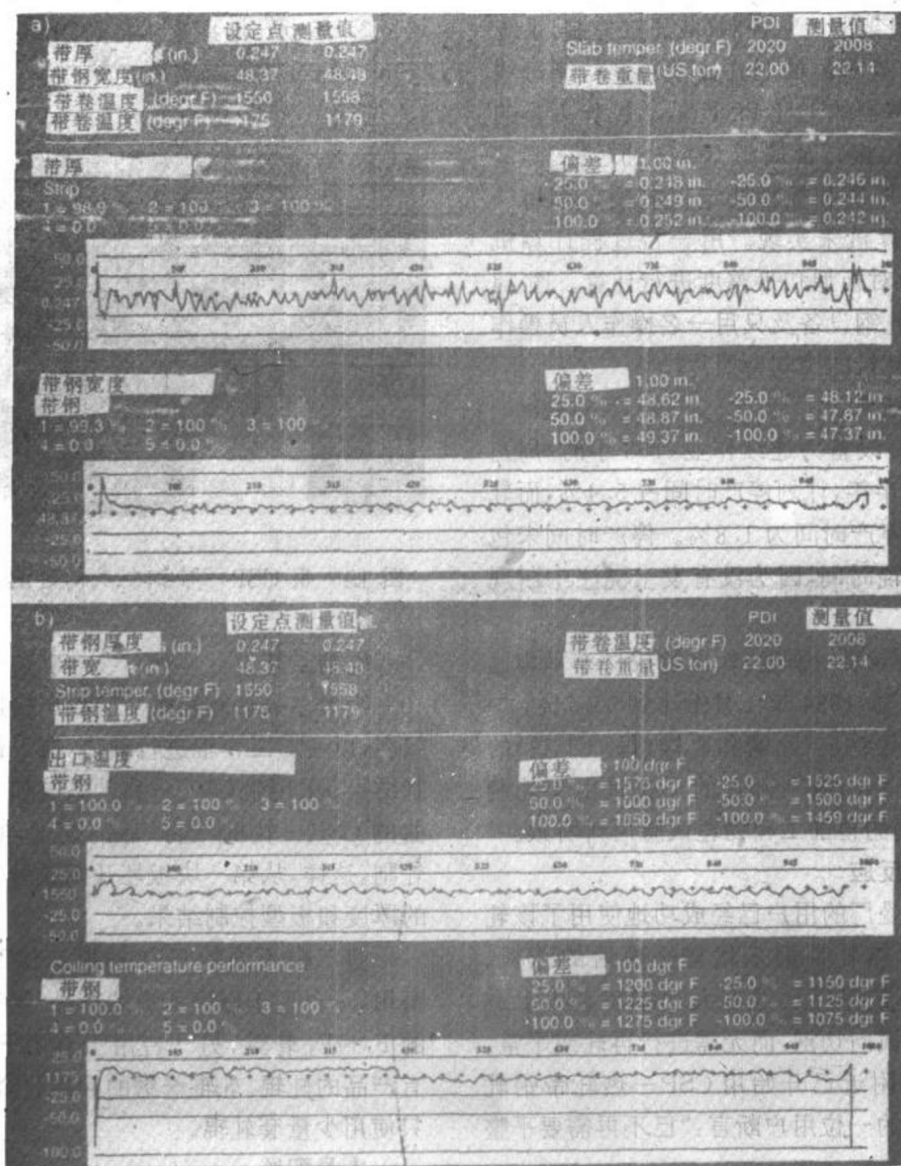


图 12 某典型带卷的出口温度和卷取机的温度纪录

过程自动化

过程自动化系统(2级)和基础自动化(1级)将由 SMS 和 Siemens 公司提供。

调整 and 控制系统(1级)

CSP—轧机中的基础自动化功能(1级)

已由 SMS 和 Siemens 公司完成。SMS 公司提供轧机机架的工艺功能,如:

——HGC, 液压调整;