

设计参考资料

薄板坯连铸

10
1995

北京首钢设计院

设计参考资料

(10)

1995年10月

目 录

TSP工艺拓展了薄板坯连铸技术.....	1
CSP技术的现状、能力及发展.....	19

TSP工艺拓展了薄板坯连铸技术

蒂平公司和三星重工业公司荣幸的向您介绍TSP(蒂平—三星工艺)—小型钢厂生产热轧带钢的最新技术。这项专利工艺技术把中厚板坯(100—150mm—译者注)铸机与单机架可逆式轧机结合在一起,开发出一种比目前任何常规的或新式的铸/轧方式成本都低的热带生产设备。TSP的开发目的很简单,向日益增多的全球小型钢厂打开目前的扁平材市场。

TSP设备是小型钢厂的理想设备,厂家生产能力40—120万t/a,成品最小厚度1.5mm,经改造,该设备生产能力可达到200万t/a, TSP设备适合于碳钢、不锈钢、HSLA和深冲钢生产。

中厚板坯连铸有益无弊, 125mm中厚板坯消除了较薄板坯连铸过程中遇到的表面质量问题。直接热装和设计紧凑也使其成本降低。

最低的成本—没有其它热轧带钢生产设备设计比TSP设备更节省投资。除此之外,配合、采用适当的生产技术还可加快达产进度,缩短试车投产时间,降低投产费用。

一、为什么用TSP?

整个二十世纪,世界钢铁工业被生产一整套钢铁产品的大型综合钢厂所支配,这些钢厂多建在靠近原材料的地方,以便能够经济地生产数百万吨的钢铁。在六十、七十年代,以废钢

为基础的电炉生产使长材生产发生了巨大变化，使生产厂能够设置在市场需求旺盛的地区。正如人们所知，“小型钢厂”将线材和棒材的生产从大而缺少效率的综合钢厂中分离出一部分。

认识到这种需求，蒂平公司开发并获得了一种新型小型热带轧机生产工艺的专利。这套设施允许经济的热带产品在小钢厂进行生产。1993年底，蒂平公司与韩国的连铸机供应商—三星重工合作，在世界范围内提供TSP技术。这种合作，将蒂平的世界一流轧机专业技术与三星的现代连铸设备制造技术结合成前所未有的设计—世界上第一个真正的生产板材的小型钢厂。

成本对比：TSP与其它

TSP(年产100万吨) 约2亿美元

CSP(年产120万吨) 约3.75亿美元

ISP(年产150万吨) 约5亿美元

一套基本的TSP设备由4个主要部分组成：

- 1、炼钢/钢包精炼
- 2、连铸
- 3、板坯均热/再加热
- 4、热轧

这样的工艺流程有如下优点：紧凑式TSP设计使基建规模减至最小(炼钢与卷取机的距离小于245m)；减少所需人员，从而降低投资和操作成本；不同于其它在线连续铸轧工艺，TSP的连铸机和轧机可独立操作，极大地减少了因一台机器停机而造

成另一台设备的产量损失；如果需要的话，它还有助于板坯精整。其它的热带生产工艺不能提供TSP独一无二的工艺柔性。

二、TSP提供先进的自动化技术

技术是竞争与高生产率的关键。整套TSP设备全部采用蒂平工艺自动化部的先进技术，实现全自动。TSP采用最先进的过程控制技术，确保生产出优质产品。

一套完整的TSP设备是通过上位管理计算机系统连接在一起的。该系统将炼钢、连铸和热轧连接起来。计划进度是动态管理的，是根据详细的生产要求，原料和中间产品的变化，生产条件如轧制温度和轧辊的磨损等情况随时调整的。这样轧机就成为能够生产各类钢种和多种规格产品的“专家系统”。如果需要，还可满足客户的特殊要求。除轧机操作外，计算机系统还能控制均热炉，从而使板坯和中间坯温度在轧制过程的各个阶段均保持最佳值。该系统对跟踪、进度、整速和记录全面负责。

TSP轧机还配有蒂平公司的液压板厚自动控制(HAGC)系统，该系统根据超高速VME活套进行控制，将带钢厚度控制在很高的精度范围内。

三、TSP说明

年生产能力	40—120万t/a, 设备改造后为200万t/a
带钢厚度	1.5mm to 25mm (0.06" to 1")
带钢宽度	900mm to 3048mm (35" to 120")
最大卷重	40t
最大单位卷重	20tg/mm (1120PIW)
板坯厚度	100mm to 125mm (4" to 5")
最大板坯长度	25m (100mm厚) 20m (125mm厚)
板坯浇注速度	1.0 to 2.0m/min
炉容	75 to 180t
钢种	低碳钢, 后接冷轧 (包括深冲钢)
	中碳钢 (包括包晶钢), 用于运输, 管道, 机械制造和造船用钢
	高碳钢, 耐磨
	不锈钢, 包括铁素体和奥氏体不锈钢
	HSLA, 包括热机械控制的热轧和冷轧, 高压管线和海洋平台钢
	API (美国石油学会) ×42to×80
	深冲钢
应用	冷轧
	结构
	板卷
	板材
	其它工业用途

四、TSP的优点

TSP设备具有很多优点，大体上可归纳为两类：操作和经济效益

经济效益：

1、投资省：TSP设备的全部投产费用约2亿美元，其中包括电炉炼钢车间，连铸机，轧机，水处理系统，轧辊维修车间，钢结构，土建，天车和试生产。

2、操作费用低：由于采用直接热装，板厚适中，全自动控制，所以从废钢到带卷的费用，每t钢低于120美元（根据当地能耗费用和工资水平）。此外，TSP设备的紧凑设计占地少，所需员工少。

3、投产和培训费用低：TSP在创新的工艺流程中采用已经成熟的生产技术。炼钢车间、连铸机、均热炉和轧机都是传统设计，因此相对容易进行操作和维修。这会节省百万元的投产费用。

4、产品范围大：除低碳钢以外，TSP设备也可生产高附加值产品，如不锈钢和HSLA钢。这就使生产者赢得了市场。

5、项目风险小：由于工厂采用“一揽子设计”，且投资费用低，因此项目风险最小。成熟技术的应用进一步降低了买方的风险。

操作性

1、易于操作和维修：由于TSP设备实现了全自动，且采用

已有的成熟技术，因此易于操作和维修。

2、设计紧凑：该设备采用直接热装和单机架热轧机，因此极大地减少厂房面积。

3、连铸与轧制相对独立：不同于其它在线连续铸轧工艺，TSP连铸机和轧机既可以同时运行，也可以单独运行，这样就极大地降低了因连铸机或轧机停机而造成的生产损失，如果需要，这还便于板坯精整。

4、热/冷板坯进料：均热炉能够对冷板坯进行加热，以提供轧制库存板坯或外购板坯的能力。

5、优质产品：由于TSP采用了中等厚度板坯，因此消除了所报道的连铸薄板坯存在的表面质量问题。此外，轧机采用先进的自动控制系统，从而确保产品的高质量。

6、板边控制：蒂平公司的可逆式热轧机可配备立辊轧边机，保证较好的板宽控制。由于50mm以下的薄板坯轧边时会出现皱折，因此，在轧制时，薄板坯难以控制板宽。

7、“控制轧制”的能力：控制轧制是某一钢种系列在特定温度下轧制，以便获得特殊的物理和冶金性能。蒂平公司的可逆式轧机是实现控制轧制的理想轧机，因为它能延缓热量损失，产生特殊的金相转变。

8、产品灵活性：TSP厂拥有无可比拟的产品多样性，这就允许生产者根据市场变化情况快速调整产品结构。它还能对那些钢产量不足的国家提供各类产品。

五、炼钢/钢包精炼

TSP所采用的炼钢工艺很灵活，电弧炉和氧气顶吹转炉均可使用。在电炉车间可安装交流电弧炉，也可配置直流电弧炉。炉容和功率将依期望的年产量而定。例如：年产100万t轧材，需要150t、功率100MW的交流或直流电弧炉。

其它工艺也可行。例如：现有的平炉设备也可提供钢水，同样还可采用现有的氧气顶吹转炉向钢包炉提供钢水。钢包精炼炉是连接TSP设备的第一个重要环节，它的主要功能包括脱氧、脱硫、合金成分微调及温度调节。温度调节能力可获得一系列益处。钢包炉可设置在连铸机之前，当出钢周期和连铸周期不同时，可作为缓冲。钢水温度可以提高，可根据钢种不同，如硅钢，调节钢水浇注温度，额定加热速度每分钟5℃，此外还可设置真空脱气装置，以适应特殊要求。

六、连铸机

TSP采用了由三星重工制造的超低头单流板坯连铸机，每40—60分钟浇注75—150t钢水。板坯厚度100—125mm，宽度500—3000mm，如需要增加产量可采用双流连铸机。

三星铸机包括：

- 1、铸坯厚度100—125mm；
- 2、常规设计的垂直结晶器，浇铸过程中宽度和锥度可调；

- 3、铸机半径约5m;
- 4、振动频率可调, 最高可达300cps, 正弦和非正弦振动;
- 5、铸速每分钟1.0—2.0m;
- 6、采用密排分节辊扇形段;
- 7、不同钢种和拉速的气水冷却由计算机控制;
- 8、“轻压下”提高内部质量;
- 9、部件维修量少。

TSP连铸机结合了薄板坯和厚板坯连铸机的优点。设备基于常规连铸技术和结晶器的设计, 易操作与维修。除此之外, 浇铸中等厚度板坯减轻了机器尺寸和重量, 因而制造费用低。

最大板坯宽度

TSP 3048mm

CSP 1560mm

ISP 1550mm

与其它薄板坯连铸机相比, TSP有能力浇铸出更宽的板坯。

七、三星重工

三星重工是1974年由三星集团创建的, 韩国的三星重工是世界上工业机械设备制造、造船和建筑设备制造领域内无可争议的领先者。

1984年, 三星重工开始生产它的第一套设备并安装在加拿大的省际钢管公司(IPSCO)。从那时起, 三星重工生产的连铸机陆续安装在美国、加拿大和韩国。

今天，三星重工以其高技术和优惠的价格成为世界上最重要的板坯连铸设备供应商之一。

八、板坯均热和加热

板坯切割后，立即输送到铸线与轧制线之间的加热/均热炉，根据产品要求，出炉温度为1100—1250℃。

板坯的长度取决于坯厚度和卷重，如板坯125mm厚，单位重量为15kg/mm时，需长15.5m；125mm厚和单位重量20kg/mm时，板坯长度为20.5m。

TSP采用步进炉床或步进梁式加热炉。10m长炉能装200—300t坯。

与冷装比较，直接热装是TSP的优点。但均热炉设计成既能冷装也能热装（冷热装时均热炉通过量较小）。这样，根据需要，某些钢种的铸坯可下线清理；当铸机停机时，轧机也可继续工作。

铸坯从铸机出来后，直接送到加热/均热炉，还可预留在铸坯精整设备。当铸机延误或停机时，可以冷装部分铸坯以平衡物流。

九、为什么采用中等厚度板坯？

TSP连铸机生产125mm厚板坯有两个主要原因：表面质量好，热物理性能好。

轧制125mm厚板坯完全可以不用粗轧机，又能保证良好的成品表面质量。浇铸中等厚度板坯的铸机，浇铸宽度可达3000

mm。125mm板坯连铸机结晶器可采用常规结晶器设计，避免了薄板坯连铸机结晶器的复杂设计。TSP连铸机的中间包和浸入式水口可快速更换，以适应多炉连浇。

125mm连铸机具有良好的热物理特性。如中厚板坯比50mm厚薄板坯保存热量要好。同时125mm厚板坯在离开连铸机时已形成表面凝固坯壳，坯芯温度仍很高，内部热量很快传到铸坯表面，为使铸坯温度均匀，将铸坯送入均热炉均热。

在均热炉均热30分钟后，坯温可达1250℃轧制温度。中厚板坯的铸机和轧机投资最低，用于弯曲和矫直125mm厚板坯的弯矫设备要比传统厚板坯连铸机简单得多。轧机投资也少，仅需一架轧机而不是轧制薄板坯的5—6机架轧机。

十、热轧

TSP设备关键部分为现代蒂平单架可逆式热带轧机。单机架轧机可完成粗轧和精轧。水平布置的4辊轧机带有两个封闭的卷取炉，铸坯经过几道次粗轧，当中间坯厚度减到20—25mm厚时，卷入位于轧机两端的卷取炉，以便于保温。此后，带卷来回通过轧机轧制，每道次轧制后，带卷尾部出炉，下一道次重新穿带。将125mm板坯轧制成1.5mm厚一般需要3道次粗轧和6道次卷取精轧。

轧机的驱动设备选用了特殊设计的驱动电机，粗轧时具有大扭矩，精轧时又可实现高速轧制。全自动液压板厚控制工作辊弯辊装置和计算机轧制计划控制保证了较高的尺寸精度和板

型。

初轧期间，立式轧边机可将坯宽减少50mm，除控制宽度外，轧边机还可用于整边，使边板质量上乘。很多情况下，定尺板不整边即可出售，从而增加金属收得率，降低成本。带有轧边机目前为TSP的独特之处，这一点与薄板连铸机不同。由于薄板坯不能轧边，所以薄板坯连铸机不带轧边机。

轧制后，板带经过层流冷却，计算机控制带钢输出速度和水流量，以达到要求的冷却效率和目标卷取/精轧温度。冷却后成品卷打标记、称重、打包并运到带卷场冷却。

十一、如何获得高质量产品？

蒂平独家专利的轧机设计结合了先进的计算机多级控制系统，从而保证了范围广泛的各类产品的高质量。

1、非常好的表面质量来源于：

- 1) 由于采用常规铸机和铸速，铸坯表面质量好；
- 2) 在均热炉控制氧化皮形成；
- 3) 轧制中采用先进除鳞方法；
- 4) 轧制速度高，反向时间短，可有效控制氧化皮生成；

2、高的尺寸精度来源于：

- 1) 先进的计算机控制模型可实时获得最佳轧制程序；
- 2) 轧机采用先进的液压AGC；
- 3) 坚固的轧机机架并配有弯辊装置，保证了尺寸精确，

板形平整；

4) 轧边机保证了好的板边质量;

3、先进的机械性能来源于:

1) 专利控制轧制技术;

2) 计算机控制轧制过程中和卷取前的板带冷却, 以遵循特定的再结晶器规律。轧机带有内部统计过程控制系统, 每卷带卷均可提供数据记录。图1给出在北美使用的一台蒂平可逆式轧机生产 $0.125 \times 1473\text{mm}$ 普碳钢带卷时提供的板厚跟踪记录。目标板厚 0.124mm , 在整个带卷99.6%的长度范围内, 厚度精度 $\pm 0.023\text{mm}$ 。

十二、蒂平公司

蒂平公司于1923年成立。它在黑色及有色金属工业中的轧机技术方面成为最大的供应厂商之一。该公司以其精湛的技术而享有盛誉。

1960年蒂平重新开发炉卷轧机, 这种轧机是在30年代发明的, 以后逐渐被人们淡忘。蒂平公司已成为炉卷轧机的领先者, 在世界上是生产这种轧机最多的一家公司。1980年蒂平公司开发出了单机架炉卷轧机, 制造成本比原来的2机架轧机减少很多。蒂平专利的可逆式轧机技术是TSP轧制技术的基础。

除在轧制供货上起主导作用外, 蒂平公司认识到1980—1986年热带轧机的竞争, 所以兼并了阿里尼, 卢地姆 (Allegheny Ludlum) 钢铁公司。该公司在北美为最大的不锈钢生产厂家。1984年蒂平公司成立了Tuscaloosa钢铁公司, 该公

司应用单机架可逆式热带轧机。1991年该公司由英国钢公司买下，现仍生产高质量带卷。

蒂平总部设在宾州匹兹堡，为私人公司，职员350人。

十三、TSP与其它工艺对比

	常 规 方 法	CSP	I. S. P	TSP
铸机类型	带规格坯连铸机	薄板坯	薄板坯+铸机	常规中等厚度板坯连铸机
典型生产能力	300万t/a	120万t/a	150万t/a	100万t/a
铸坯厚度	180—230mm	50mm	60mm/30mm	100—125mm
流数	2 to 3 Strands	1 Strand	2 Strands	1 Strand
铸坯宽度	680—1880mm	1, 220—1, 560mm (A)	1, 550mm (B)	Up to 3048mm
轧机类型	连续	连续	连续	可逆
机架数	4辊6机架	4辊1机架	铸机有2机架+4个精轧机架	4辊7机架
热装和/冷装能力	有	无	无	有
立辊轧边机	有	无	无	有
轧制功率	约66, 000马力	约56, 000马力	约29, 000马力	10, 000—18, 000马力
带钢冷却	层流	层流	层流	层流
最终卷取机	2	1	2	1
铸坯修整可能性	有	无	无	有
厂房长度	600M	400M	280M	245M
应用	碳钢, 不锈钢 HSLA, CQ/DQ	碳钢 AISI 1006, 1018, 1030 钢种受限制	碳钢 ST 14, 37, 44, 52 钢种受限制	碳钢, 不锈钢 HSLA, CQ/DQ
投资估算	8亿美元	3.75亿美元	5亿美元	2亿美元

贾枢 译 董成茂 校

Tipins-Samsung Process

