

法国索拉克公司福斯厂 2 号 板坯连铸机的现代化改造

G · Sereno 等

索拉克·福斯厂是法国于齐诺尔集团的一个子公司，是欧洲生产板材的先进厂家。这座联合型钢厂位于法国南海岸的马赛港以西 50km，每年生产 450 万 t 优质热轧带卷。

1997 年，公司做出决定，在其 2 号双流板坯连铸机上用直结晶器代替弧形结晶器，最大限度地加大连铸机的垂直段长度，以满足汽车外覆盖件用钢的严格要求。除此之外，为了生产汽车工业用的超深冲钢而进行的类似工程，一套新的 315tRH 脱气设备—欧洲最大—已由奥钢联提供并投入使用。

奥钢联设备公司签订了这套连铸机现代化改造工程的合同，合同包括工程设计、设备供货，建设咨询服务，连铸机的重新启动和试车投产。仅在 13 个月之后，改造后的连铸机按计划于 1998 年 11 月 11 日重新启动，连铸机的操作只中断了 9 天，在此期间，索拉克·福斯厂增装了一个扇形段，这使铸机的速度提高了约 7%，从而改进了铸机的性能。

1 工程目标

这项工程的主要目的是安装一套新的直结晶器，使现有的弧形铸机垂直段长度延至最大。这就必须要求设备的停机时间最短，最大限度地利用现有设备。。而且还必须达到如下要求：

- 铸机单台以上设备要最大限度地改造；
- 结晶器框架的外部尺寸保持不变；
- 尽可能降低建设和安装费用；
- 尽可能减小对正在操作的浇铸的干扰或影响。

2 铸机的参数和工程范围

升级改造后铸机主要技术数据列于表 1 中。

升级改造后铸机的主要技术参数 表 1

流数	2 流
板坯厚度	223mm
板坯宽度	1050-2200mm
冶金长度	28.564m
垂直长度（0.5mm 偏差）	2.672m
钢包	335t
半径	8/12.5m
铸机能力	250 万 t/a

铸机的三维图示于图 1

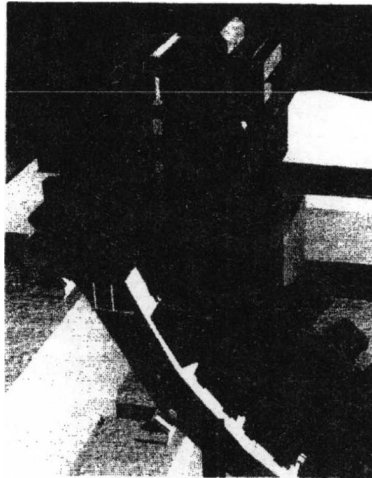


图 1 2 号连铸机的三维示图

奥钢联的工程范围

- 中间包和对弧样板的设计详图；
- 冷却室和蒸汽排出系统的设计详图；
- 新的直结晶器。4 偏心振动装置，垂直台架，弯曲段，扇形段 1B 和扇形段 1（每流）；
- 铸机扇形段液压（软）夹紧设备；
- 快速更换，存放和对中台改造所需的工程设计；
- 操作作用的备品备件；
- 建设、起动和试车的咨询服务。

索拉克的工程范围

- 中间包车的改造；
- 提供新的中间包（将能力从 55t 提高到 60t）；
- 提供并安装新增的扇形段，以提高浇铸速度和设备的生产能力。
- 安装蒸汽排放系统，设计新的冷却室；
- 铸机机头的全部安装工作以及其它改造工作。

3 铸流的弯曲和矫直

数据计算和精确的计算机模拟由法国钢铁研究院，索拉克和奥钢联共同完成，以现有的铸机设计为基础，确定出最佳的铸机方案。通过现有铸机布置确定的边界条件如下：

- 不改变现有中间包车的轨道，结晶器固定侧的横向位移最大；
- 将铸流的垂直长度延至 2.672m，以改善铸坯的质量；
- 使新机弧与弧形段导辊相匹配，以减少更换设备数量。

计算结果指出，结晶器固定侧不得不位移 555mm。为了最大限度地延长铸流垂直段长度的目的，在垂直方向提高了 460mm。这项工作的完成，是沿 8m 特定的过渡半径（ R_{min} ）将铸流弯曲，然后再向现有浇铸的 12.5m 弧形半径（ R_{end} ）矫直回去（图 2）。采用这种解决方法，铸坯固液界面变形最小，铸坯的质量得到了改善。

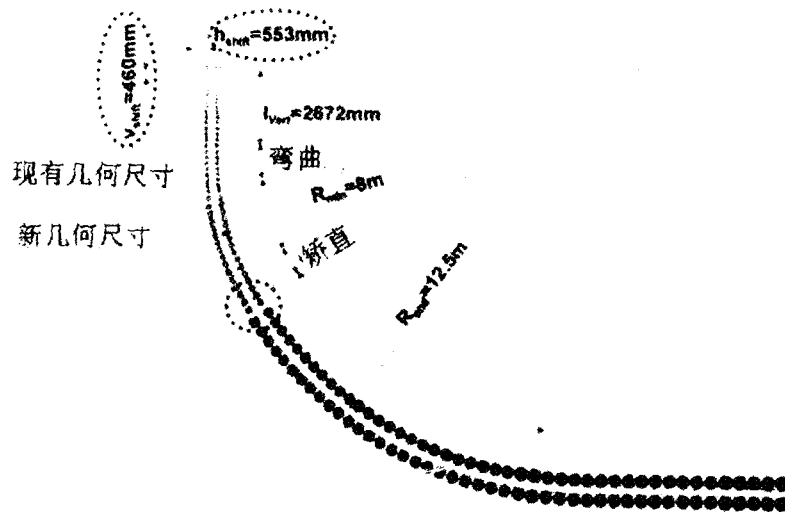


图 2 改造后的铸机以及矫直的断面

表 2 中比较了由弧形结晶器改造为直结晶器后的效果。

弧形结晶器改造为直结晶器

表 2

改造情况	传统技术	索拉克/奥钢联技术
钢包回转台	无	无
中间包	无	有
结晶器	有	有
土建工程	有	无
改造长度	22m	8m
工期	>30 天	9 天
投资	1	1/3

表 2 中的第 1 列代表采用传统工艺，保留原有结晶器位置的效果；第 2 列代表采用索拉克 / 奥钢联工艺，允许保留现有的土建设施，采用铸流导向系统的支承结构，只是对铸机上部 8m 区域进行了改造。采用这样的工艺，在保留结晶器位置的情况下，停机时间只需 9 天，否则需 30 天或更多。

和传统方案的改造相比较，投资费用只为 1/3。

4 铸机的改造情况

4.1 浇铸平台

所采用的方案可以使浇铸平台上的设备改造量保持最少。避免了平台本身的改造工作。索拉克·福斯厂设计并提供了新的传动架，适应了结晶器水平高度提升后中间包车的运动。

奥钢联设计了新的中间包，索拉克根据新中间包的构形进行了制造。

4.2 连铸机头

机头的基本设计保持不变，大部分现有结晶器设备都要利旧。索拉克·福斯厂将弧形铜板加工改造成了直铜板。

为了弧形结晶器改为直结晶器的需要，提供了新的机械式 4 偏心振动装置（由奥钢联设计），这些具有如下特点：

- 不磨损，精确的导向系统；
- 使用螺旋弹簧，振动质量可以补偿；

- 设备自动联接：
- 维修量少；

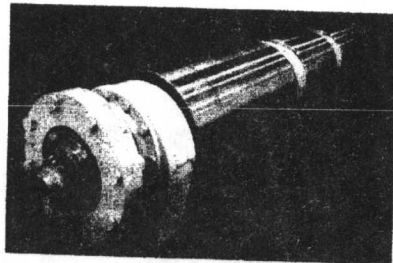
整个铸机机头的处理和安装就像一个单体设备，包括结晶器，垂直导向段和扇形段 1A。

这些设备的部件都可以单独更换，结晶器和垂直导向段也可以作为一个整体部件进行更换。

4.3 铸坯导向系统

在提供的所有扇形段中安装了中间支承，间距紧凑、直径很小的辊，从而，减少铸坯臃肿变形，尽量避免辊的变形，所以产品的质量得以改善。

扇形段 1B 和 1 装备中间支承横向通轴分节辊（I-STAR）。这种先进辊的特点在于它有 2 个中间支承，这样，在连铸机停机时，尽量减少板坯未被支承的宽度，减少辊的潜在变形。这种辊包括：带有中孔冷却的轴，自身对正且单独冷却的标准轴承，以及带有焊接涂层耐磨的辊套。这种三明治式的设计，可以使辊的表面更新以重复使用。驱动辊和从动辊的设计基本相同（图 3）。



中间支承横向通轴分节辊



正常浇铸与停机时辊的
x-断面的热梯度比较

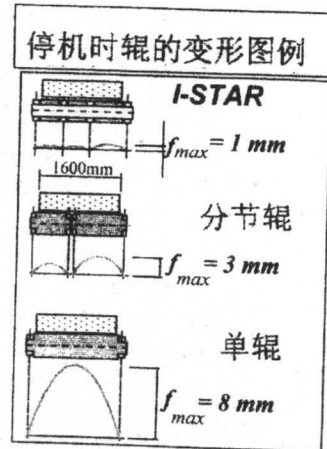


图3 奥钢联 I-STAR 辊的设计

4.4 工厂试验

为了保证安装和启动的顺利无误，这两套铸机机头都在奥地利林茨的一家奥钢联的姐妹公司一瓦迪什车间进行预装和预试验。

结果表明，铸机的改造只局限于现有设备的更换。将来，设备的安装和改造要在铸机停产或预想的停机时间内平稳地完成。

5 改造的 2 号连铸机试车

2 号连铸机按计划于 1998 年 11 月 11 日起动试车，一个月后，达到了正常的生产能力（21 炉/天）。图 4 示出了生产的累计情况。

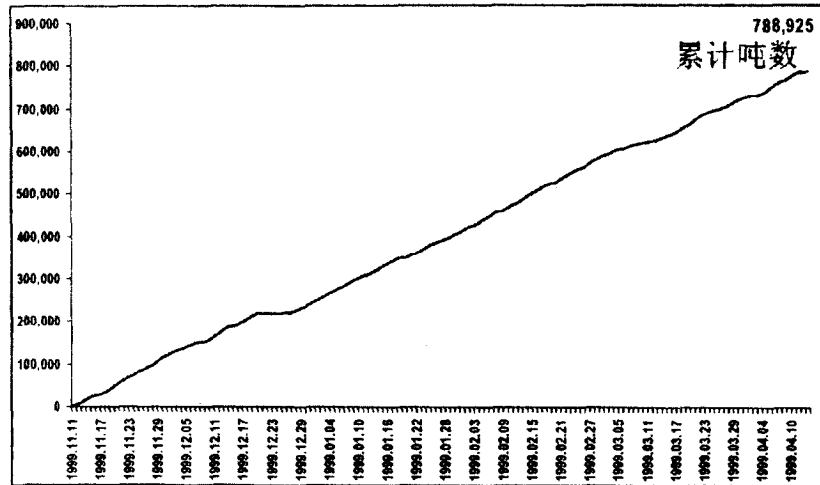


图 4 2 号连铸机的产量情况图

6 质量效果

板坯和板卷的质量由索拉克·福斯厂和索拉克·佛洛朗两厂家的质量保证部进行论证检测。在这两个厂中，热板卷都进行冷轧和镀锌。检测结果如下：

(1) 板坯的几何尺寸得到改进，表现为升级前后，板

坯顶底宽度间的偏差减小。在特定的公差范围内的板坯厚度均匀。

(2) 根据索拉克·福斯厂的裂纹标准规定，升级后检测的值与改造前一样，但是，浇铸各种钢的浇铸速度都提高了。

(3) 升级后，标出的表面裂纹的数量没有明显变化。

(4) 板坯中的非金属夹杂的数量减少到了 90%，轧材的裂纹缺陷改善达到了 80% 以上（图 5）。在检验过的镀锌卷上没有发现气泡。

(5) 铸机升级的主要目标已全部实现。例如，板坯清洁度的进一步改善，以及减少轧材和镀锌板的缺陷。

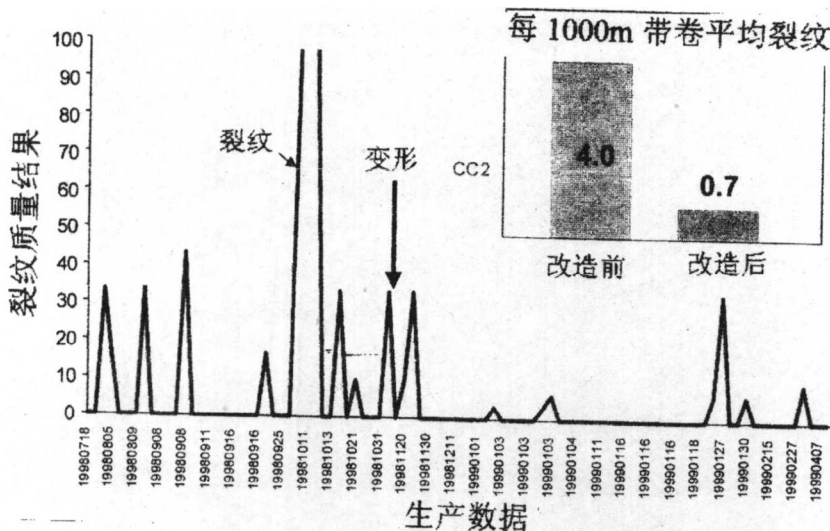


图 5 铸机升级后裂纹缺陷的改善

7 结论

索拉克·福斯厂和奥钢联合作实施了投资高效的铸机改造方案，将过去安装的弧形结晶器更换成了直结晶器，所用的工期很短，而且最大限度地利用了现有设备。为了升级，铸机只停机 9 天，这是这类铸机改造的新记录。全部改造投资只是传统铸机改造方案投资的 50-70%。

板坯的清洁度得到了明显的改善，满足了汽车外覆盖件和超深冲钢质量参数的要求。索拉克·福斯厂已成为生产超低碳钢和无间隙原子钢种的中心（图 6）。

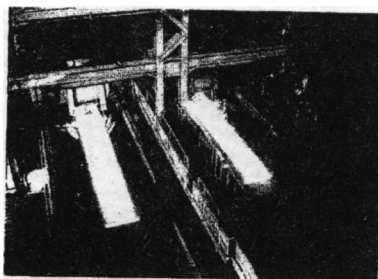


图 6 索拉克·福斯厂升级后的双流板坯连铸机

谢承旺 译自《Iron and Steelmaker》 2000

No. 11 , P61-P65

董成茂校

Ispat Unimetal 的 Diamold 高速浇铸技术的应用

Alain Noblot

1. Ispat 集团的长材产品

Ispat 国际的基本目标是扩大并加强其在欧洲的长材产品的领头羊位置。通过许多钢材产品数据显示，该公司已在市场、分销和操作最佳协调作用下获益，而这些又在产品质量的改进，产品范围宽及较低的生产成本中反映出来。目前，Ispat 国际可以提供系列尺寸和多钢种的长材产品，并在欧洲范围内为增长的客户提供良好的服务。

Ispat Unimetal 是 Ispat 在欧洲的一家大公司，位于法国东部 Metz 北的 Gandrange。炼钢设备布置见图 1，主要设备数据见表 1。Ispat Unimetal 为制造业、汽车业和建筑业等生产一系列碳钢和低合金钢，见表 2。为了加强其在这些领域的领先地位，Ispat Unimetal 开始与 VAI（国际冶金设备制造商）合作，以提高其方坯连铸设备的能力。

2. 项目背景

2000 年，Ispat Unimetal 使用双壳电炉，现有的方坯连铸机 CC1（155x155mm 方坯）和矩形坯连铸机 CC2（155x155mm 方坯和 320X360mm 矩形坯）生产钢坯约 115

万 t/a。为了降低生产成本 提高连铸设备的效率 公司于 1999 年开始着手项目改造，准备将 155mm 方坯的生产全部集中到方坯连铸机 CC1 上。但是 6 流方坯连铸机的浇铸速度，最初设计为平均约 2.15m/min，以这一速度生产的方坯产量最多约为 55 万 t/a。这就意味着不得不在矩形坯连铸机 CC2 上再生产 35 万 t/a 的 155mm 方坯。因此项目改造的主要任务就是提高方坯的浇铸速度，使初始速度达到平均 3.0m/min，以后再提高到 3.5m/min，这样仅用方坯连铸机生产 155mm 方坯就可以了。

表 1 钢厂主要数据

电 炉 炼 钢	
炉型	双壳 EAF
电炉尺寸	直径 7.3m，高 4m
炉容量	165t
炉料	约 140t 废钢，40t 铁水
变压器额定功率	2x75MVA
EAF 容量	165t/h 或 130 万 t/a (正常)
二 次 冶 金	
设备	2 个钢包炉，1 个真空处理站
连 铸 机	
方坯连铸机	6 流方坯浇铸机， 断面 155x155mm
矩形坯连铸机	6 流， 断面 155x155mm,320x360mm

表2 Ispat Unimetal 生产大纲

百分比		
拔丝用低碳钢		27.0%
冷镦钢		13.0%
焊条钢		2.0%
易切削钢	线材	7.5%
	棒材	2.0%
其他方坯		1.5%
冷镦和锻压棒材		6.0%
钢丝轮胎		15.0%
高碳钢		12.0%
预应力钢丝		9.0%
碳钢棒材		1.5%
锻造用方坯		3.5%

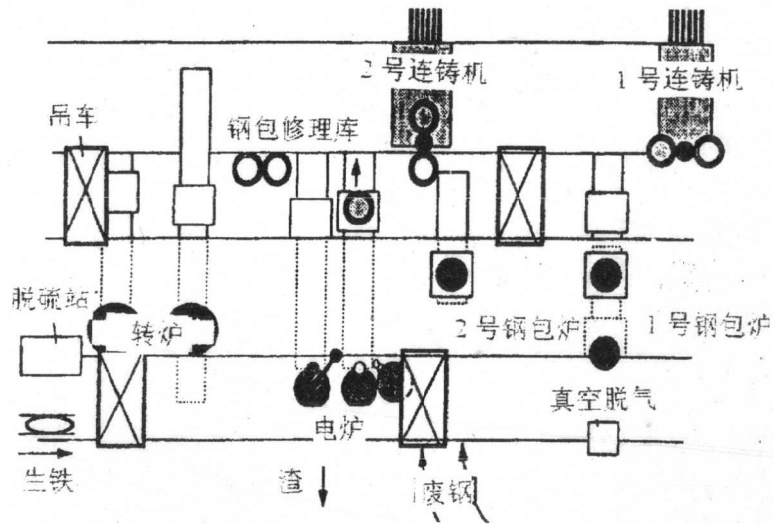


图1 Ispat Unimetal 车间布置

999年1月,将6流方坯连铸机中的1流的结晶器改

装为 VAI 的 Diamold 结晶器。由于 Diamold 铜管的几何形状是与众不同的,因此不用延长结晶器铜管的长度,这样就可以确保在较高浇铸速度下的安全浇铸条件。结晶器长度保持 800mm 不变,从而使现有的铸坯导架系统和冷却系统也不用作额外的改动(见图 2)。这是 Ispat Unimetal 选择高速浇铸技术的重要因素,因为与其他高速连铸机相比,使用较短的 Diamold 铜管可以节省投资,特别是能够:

- 不用延长带水箱的结晶器框架;
- 现有的足辊和结晶器下排列的喷嘴集管可不作任何改动而继续使用;
- 只需提高冷却水用量,以便在较高的浇铸速度下的得到较好的冷却效果。

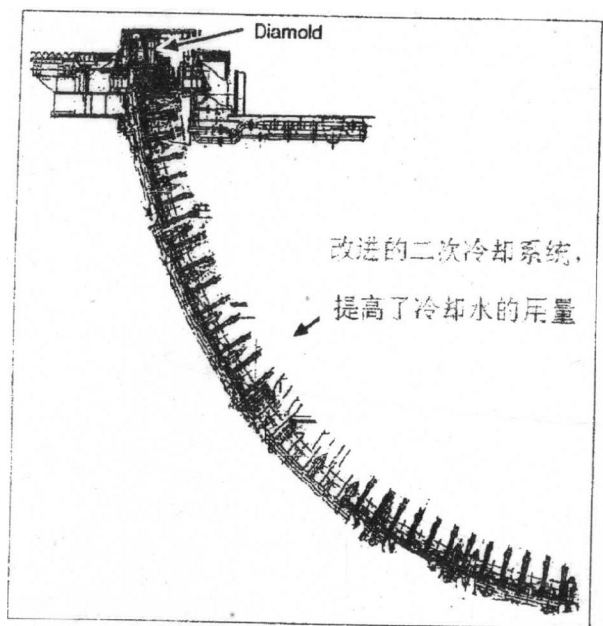


图2 方坯机头和弧形断面

在 1 流上安装了 Diamold 后，满负荷生产 6 个月，对 Diamold 进行了全面的测试。在此期间，对整个产品大纲中的低碳钢种到高碳钢种均进行了浇铸，浇铸速度达到 3.2m/min。在对结果非常满意的基础上，准备在方坯连铸机剩下的 5 流上也采用 Diamold 技术。再有，对浇铸机仅有的改变就是现有结晶器铜管的更换以及上面提到的对二次冷却系统的改进。

3. Diamold 技术的性能

为了更好地理解 Diamold 技术所能带来的效益，在这一部分简要介绍一下该结晶器的设计特点。在对钢水进行浇铸时，钢水在结晶器上部区域的收缩比下部区域更明显。为了保证铸流与整个结晶器长度间保持最佳接触状态，其设计特点就在于结晶器的抛物锥度，也就意味着对传统的结晶器的几何形状作了重点改进。但是，锥度过大会导致在铸坯角部（特别是在结晶器的下部区域）出现压力峰值，从而造成在铸流拉出时铸流不能接受的高磨擦力。由于铸坯角部的二维散热，因此在距结晶器顶部 300-400mm 处，位于结晶器下部的铸坯角部已具有足够的凝壳厚度。因此，在这个位置就不再需要铸坯角部与结晶器直接接触了。

其解决方案是设计一个结晶器，该结晶器有一个非常明显的锥度，且在结晶器的下部带有开角区域。这一独特的结

晶器设计既为 Diamold 技术的基础。其关键性能总结如下：

- 针对已知的钢种和浇铸速度，恰当地选择结晶器铜管长度，以确保钢水在结晶器内有足够的停留时间；

- 在沿整个结晶器铜管长度的铸流中心区，抛物锥度明显的结晶器设计可保证坯壳快速均匀增厚；

- 为了防止铸流拉出时摩擦力过大，在结晶器下部打开角区；

- 延长结晶器寿命。

想进一步了解 Diamold 技术理论和研发情况的读者，可向 VAI 函索。

到 2001 年 1 月 已向世界范围提供了 1000 多套 Diamold 铜管。表 3 列出了已经采用 Diamold 技术的生产厂家。

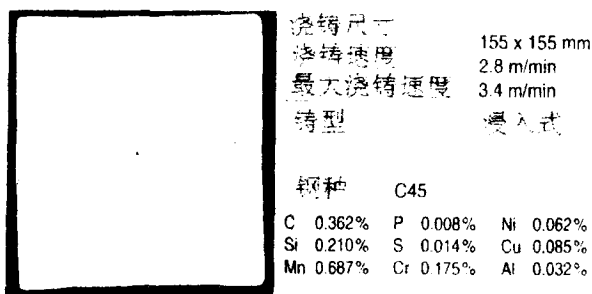


图 3 155mm 方坯断面宏观浸蚀