

## 薄板坯连铸连轧技术及发展趋势

刘宇, 吴国海

(济南济钢设计院, 山东 济南 250101)

**摘要:** 介绍了薄板坯连铸连轧技术中CSP技术、ISP技术、FTSR技术、CONROLL技术、QSP技术等的主要特点, 指出薄板坯连铸连轧技术将朝着各种技术相互渗透、共同发展, 新技术、新工艺不断开发应用, 产量质量日趋提高, 品种范围扩大, 规格越来越薄的方向发展。

**关键词:** 薄板坯; 连铸连轧; 结晶器

中图分类号: TG335.5+5      文献标识码: A      文章编号: 1004-4620(2001)04-0001-03

The Technology and It's Development Trend of TSCC-DR

Liu Yu, Wu Guohai

(Jigang Design Institute of Jinan, Jinan 250101, China)

**Abstract:** The main features of several representative technology of CSP, ISP, FTSR, CONROLL and QSP in the sheet billet continuous casting and rolling are discussed in this paper. It points out that these technologies will be inoculated with each other; new technologies and new processes will be developed and applied continuously; yield will be increased and quality will be improved at the same time, scope of the variety will be enlarged increasingly. The thickness of sheet will be developed thinner and thinner in future.

**Key words:** thin slab; continuous casting and rolling; mold

### 1 前言

薄板坯连铸连轧是20世纪80年代开发成功的生产热轧板卷的一种全新的短流程工艺, 是继氧气转炉炼钢、连续铸钢之后钢铁工业最重大的革命性技术之一, 世界各国都给予了极大关注, 在冶金界产生了巨大反响。

薄板坯连铸连轧工艺在技术和经济等方面与传统的热轧带钢相比, 具有非常大的优越性。传统的热轧带钢生产一般是炼钢车间冶炼、铸坯, 冷却后送往轧钢车间进行二次加热轧制成材, 炼钢和轧钢相对较独立, 生产不连续。而薄板坯连铸连轧是几个工序之间紧密连续, 铸坯和轧制之间在线进行少量补热, 形成一条连续的生产作业线, 其特点是:

(1) 工艺流程简化, 设备减少, 生产线短。薄板坯厚度较薄, 可以省去传统热轧带材粗轧, 节省设备约30%, 从而降低了单位基建造价, 吨钢投资下降19%~34%。

(2) 生产周期短。连铸连轧省去了大量的中间倒运及停滞时间, 从钢水冶炼至热轧成品输出, 仅需1.5h, 而传统热轧带钢生产需要5h左右, 从而减少了流动资金的占用。

(3) 节约能源, 提高成材率。薄板坯连铸连轧能耗降低约20%, 成材率提高约2%~3%, 降低了生产成本。

(4) 产品的尺寸精度高, 性能稳定、均匀。

(5) 适合生产薄及超薄规格的热轧板卷，产品的附加值高，从而实现高的经济效益。

## 2 薄板坯连铸连轧主要技术

典型的薄板坯连铸连轧技术主要有德国西马克的CSP技术、德马克的ISP技术、意大利达涅利的FTSR技术、奥地利奥钢联的CONROLL技术、日本住友金属的QSP技术、美国蒂平斯的TSP技术及德国西马克公司、蒂森公司和法国尤西诺尔·沙西洛尔公司共同开发的CPR技术等。各种薄板坯连铸连轧技术各具特色，同时又相互影响，互相渗透，并在不断地发展和完善。[1]

### 2.1 CSP技术

CSP技术是由德国西马克公司开发的世界上最早并投入工业化生产的薄板坯连铸连轧技术。自1989年在纽柯公司建成第一条CSP生产线以来，随着技术的不断改进，该生产线不断发展完善，现已进入成熟阶段。CSP技术的主要特点是：

(1) 采用立弯式铸机，漏斗型直结晶器，刚性引锭杆，浸入式水口，连铸用保护渣，电磁制动闸，液芯压下技术，结晶器液压振动，衔接段采用辊底式均热炉，高压水除鳞，第一架前加立辊轧机，轧辊轴向移动、轧辊热凸度控制、板形和平整度控制、平移式二辊轧机。

(2) 可生产0.8mm或更薄的碳钢、超低碳钢。

(3) 生产钢种包括：低碳钢、高碳钢、高强度钢、高合金钢及超低碳钢。

### 2.2 ISP技术

ISP技术是由德马克公司最早开发的，1992年1月在意大利阿维迪钢厂建成投产，设计能力为50万t/a。它是目前最短的薄板坯连铸连轧生产线，主要技术特点是：

(1) 采用直—弧型铸机，小漏斗型结晶器，薄片状浸入式水口，连铸用保护渣，液芯压下和固相铸轧技术，感应加热接克日莫那炉（也可用辊底式炉），电磁制动闸，大压下量初轧机+带卷开卷+精轧机，轧辊轴向移动、轧辊热凸度控制、板形和平整度控制、平移式二辊轧机。

(2) 生产线布置紧凑，不使用长的均热炉，总长度仅180m左右。从钢水至成卷仅需30min，充分显示其高效性。

(3) 二次冷却采用气雾或空冷，有助于生产较薄断面且表面质量要求高的产品。

(4) 整个工艺流程热量损失较小，能耗少。

(5) 可生产1.0mm或更薄的产品。

### 2.3 FTSR技术

FTSR技术是由意大利达涅利公司开发出的又一种薄板坯连铸连轧工艺。该技术具有相当的灵活性，能浇铸范围较宽的钢种，可提供表面和内部质量、力学性能、化学成分均匀的汽车工业用板。主要技术特点是：

(1) 采用直—弧型铸机， $H^2$ 结晶器，结晶器液压振动，三点除鳞，浸入式水口，连铸用保护渣，动态软压下（分多段，每段可单独），熔池自动控制，独立的冷却系统，辊底式均热炉，全液压宽度自动控制轧机，精轧机全液压的AGC，机架间强力控制系统，热凸度控制系统，防止粘皮的辊星系统，工作辊抽动系统，双缸强力弯辊系统等。

(2) 可生产低碳钢、中碳钢、高碳钢、包晶钢、特种不锈钢等。

### 2.4 CONROLL技术

CONROLL技术是由奥钢联公司开发的，铸坯厚度可达130mm，厚度较厚，该技术与传统的热轧带钢生产相接近。主要技术特点是：

(1) 超低头弧形连铸机，平板式直结晶器，结晶器宽度自动调整，新型浸入式水口，结晶器液压驱动，旋转式高压水除鳞，二冷系统动态冷却，步进式加热炉，液态轻压下，液压AGC，工作辊带液压活套装置，轧机CVC技术等。

(2) 可生产低、中、高碳钢、高强度钢、合金钢、不锈钢、硅钢、包晶钢等。

### 2.5 QSP技术

QSP技术是日本住友金属开发出的生产中厚板坯的技术，开发的目的在于提高铸机生产能力的同时生产高质量的冷轧薄板。主要技术特点是：

(1) 采用直—弧型铸机，采用多锥度高热流结晶器，非正弦振动，电磁闸，二冷大强度冷却，中间罐高热值预热燃烧器，辊底式均热炉，轧辊热凸度控制，板形和平整度控制等。

(2) 可生产碳钢、低碳铝镇静钢(LCAK)、低合金钢、包晶钢等。

### 3 薄板坯连铸连轧技术的发展趋势

近年来，随着对薄板坯连铸连轧工艺和技术研究的深入，人们不断地从工艺、设备和自动控制等方面开发出新的技术，薄板坯连铸连轧技术得到迅速发展和完善，从最初主要生产低成本大路货的产品为目标，发展为对品种、产量和质量等要求的越来越高。其技术的发展趋势具体体现在以下几个方面：

#### 3.1 各种技术相互渗透，共同发展

3.1.1 漏斗型结晶器逐渐占主流 除西马克公司CSP技术采用漏斗型结晶器外，达涅利公司FTSR技术采用的是被称为H<sup>2</sup>的长漏斗型结晶器，进一步发展了漏斗型结晶器的优势；德马克公司ISP技术放弃了最初采用的平板型结晶器，而改为采用被称为橄榄型（小漏斗）的结晶器。尽管具体的形状和尺寸各异，但采用漏斗型结晶器已被大多数厂商所认同。

3.1.2 板坯向中厚方向发展 最初开发的薄板坯连铸连轧技术，连铸坯尽量要求薄，但随着产量和质量要求的提高，转而采用中厚板坯，目前采用90/70mm厚的铸坯较多。

3.1.3 采用液芯压下技术 最早采用液芯压下技术的是ISP技术。目前，该技术不但被接纳，而且还在不断的开发和完善，如CSP采用的无级软压下技术和FTSR采用的动态软压下技术。

3.1.4 采用辊底式均热炉作为中间衔接段 最早采用辊底式均热炉的是CSP技术，FTSR和QSP也一直用辊底式均热炉，ISP早期用的是克里莫纳炉，后又改为卷取箱，最近也采用了辊底式炉。

#### 3.2 新工艺、新技术不断开发采用

(1) 半无头轧制技术的成功开发，使其迅速投入工业化生产。

(2) 机电设备配置投入加大，装备水平越来越高。

(3) 精轧机组出口速度提高。

#### 3.3 产量、质量日趋提高

3.3.1 产量规模趋大 早期单流薄板坯连铸机的生产能力为50~80万t/a，不利于热连轧机能力的发挥，合理的薄板坯连铸机年产量应大于100万t/流，新建的单流产量都在120~160万t/a。为此，冶炼的能力要求和铸机的能力相匹配，通过适当增加铸坯厚度、宽度，提高拉速，增加铸机流产量，有可能实现一台铸机（单流）与一部热连轧机匹配生产，达到200万t/a以上生产能力。

3.3.2 产品质量提高 由于冶炼、连铸工艺技术的改进和轧制工艺的不断完善，产品质量也在不断提高。目前，薄板坯连铸连轧产品的厚度和形状可控制在标准公差的25%内。

#### 3.4 品种范围扩大，规格越来越薄

CSP将热轧带钢产品分为12大类，其中进入工业化生产的有10大类，另有两类处于试生产阶段，可望将来也会得到解决。

目前，薄板坯连铸连轧技术生产的产品厚度最薄可达0.7mm左右，未来的薄板坯连铸连轧生产线的产品将以1mm超薄规格为主，这样可利用热轧超薄板替代相当一部分商品冷轧板。

### 4 我国薄板坯连铸连轧发展方向及山东省发展前景

据不完全统计，截止到2000年，全世界已经投产和正在建设的薄板坯连铸连轧（包括中等厚度板坯）已经达到33台套，45流，设计能力约4720万t/a。广州珠江钢厂、邯郸钢铁公司和包头钢铁公司于1997年初以“捆绑”方式从SMS公司引进3条CSP生产线，这3条线的共同特点是：采用漏斗型结晶器、液芯压下、液压振动、辊底式均热炉等技术。所不同的是珠江钢厂采用的是铸机与电炉相配合，邯钢和包钢采用的是与转炉相连接，目前这3条线已经相继建成投产。最近，国家已经批准唐钢、通化、马钢、涟源等企业建设薄板坯连

铸连轧生产线，另外，珠钢、邯钢第二流连铸机正在建设。“十五”期间，全国薄板坯连铸连轧机的数量发展到近十台套。拟建的几套基本上都采用或预留新开发的技术，如中厚板坯技术、半无头轧制技术、铁素体轧制技术、液芯压下技术等；产品以薄及超薄规格为主，部分实现“以热代冷”；设计年产量都在200万t以上；工艺衔接上与传统的长流程高炉——转炉相结合，这样不仅可以减少投资，降低生产成本，提高企业的经济效益，同时还能加快老企业技术改造的步伐，进而推动我国钢铁工业工艺结构的整体优化，进一步增强国际市场的竞争能力。

山东省是经济大省，也是我国钢材消费大省。据预测，2005年山东省钢材消费将达到1100万t，其中薄板120万t（包括冷轧薄板40万t）。近年来，山东的海尔、海信、澳柯玛、小鸭等家电企业和轻工企业都在迅速发展，这些行业不仅需要消耗大量的冷轧薄板，还需要消耗大量的热轧商品薄板；山东省生产农用汽车的企业有6家，年产各种运输车180多万辆，约占全国农用车总产量的1/2，山东重型汽车、集装箱制造、装载机械等行业也有较大的发展，需要消耗大量的热轧薄板。但到目前为止，山东省薄板生产仍是空白，省内市场缺口较大。因此，在山东省建设一条薄板坯连铸连轧生产线，开发薄板产品，对山东冶金产业产品结构优化、促进山东经济发展将起到非常重要作用。

## 5 结 语

薄板坯连铸连轧技术问世以来，相关的新工艺、新技术层出不穷，日新月异，并且不断开发应用，目前第一代产品已成为过去，发展到以半无头轧制和铁素体轧制为主要技术特征的第二代产品，今后一段时间内将对传统的钢铁企业造成较大的冲击。预计薄板坯连铸连轧技术必将会有更广阔的应用和发展前景。

---

[返回上页](#)