

首钢中厚板厂技术改造工程浅析

何磊 任会明

(北京首钢设计院)

1 前言

首钢是我国特大型钢铁联合企业之一，目前已形成 800 万 t/年钢材生产能力。但是，钢材产品结构存在着产品品种少，附加值低的问题，盘条及螺纹钢的产量占钢材总产量的 80% 以上，这在国际及国内大型钢铁联合企业都是少有的，而板材生产还受到炼钢的板坯条件限制及轧钢装备水平低的影响，严重的制约了公司产品在市场上的竞争力。为了服从首都社会经济发展的需要，我公司钢铁产量要压缩规模，压缩产量后的产值不但不减少还要增加，为此淘汰落后的生产设备、治理环境，用高新技术改造传统产业、优化产品结构、实现钢铁生产工艺升级、产品换代迅速提高经济效益、社会效益已成为我公司在世纪之交的重要任务，也是战略调整的关键步骤。

2 中厚板厂现状及存在问题

首钢中厚板厂是从美国引进的二手设备，轧机为三辊劳特粗轧机加四辊精轧机，于八十年代末建成投产，设计年产量 50 万 t/年。轧线设备属于五十年代水平，投产后更换了几次设备，主要有用二辊轧机（美国二手设备）替换三辊劳特轧机、新上 11 辊四重式矫直机替换 11 二重式矫直机、增加一条剪切线（西班牙二手设备）。但对生产线装机水平提高作用不大，四辊精轧机刚度低、间隙大、检测手段不完备，轧件厚度控制依靠人工看指针盘操作，压下装置为电动压下，开环控制，不能带负荷进行动态调节，因而厚度控制精度低，难以实现负公差轧制。冷床面积小，不能充分冷却钢板。剪切线设备陈旧，无法对厚度 20mm 以上钢板切边及定尺剪切。长期以来在产品质量、品种和产品结构方面存在较严重的问题。

3 中厚板厂技术改造的主要原则

3.1 根据目前国内中厚板轧机的实际情况，在充分利用现有的设备和设施、尽量减少投资的前提下，采用具有国际先进水平的国内技术、装备和自动化控制系统，集国内有实力的设计、生产、科研和设备制造单位为一体，实现我国中厚板轧制技术和重大装备的全面现代化。

3.2 首钢中厚板厂技术改造工程以更换主轧机为主要内容，选择国内先进的控轧、控冷技术、调整精整工序并充分利用现有厂房及公用设施，即可生产出高质量的产品，又可节约投资，降低成本，提高经济效益。

3.3 首钢中厚板厂技术改造工程以现有炼钢板坯改造工程为依托，有了高质量的无缺陷板坯为原料，再加淘汰落后的工艺设备，必然能生产出高附加值的板材，首钢中板产品在市场上的竞争力必将得到大幅度提高。

3.4 首钢中厚板厂技术改造，生产规模为 60 万 t/年。产品品种：主要有造船板、管线钢板、汽车大梁板、桥梁板、锅炉板、压力容器板、机械工程用板、Z 向板、莆碳钢板、低合金板。专用钢板比例占到 80%。产品规格：6~50X1500~3200X6000~18000mm，最大单重：10.6t。

4 中厚板厂技术改造的主要内容

4.1 四辊主轧机的选型

轧机是车间最重要的设备，轧机选型正确与否，关系到改造工程的成败，结合改造后的轧机生产能力、产品品种及现有厂房和利旧设备状况，对轧机选型如下：采用单机架布置，首先本次改造轧机生产规模确定为 60 万 t/年，单机架即可满足生产能力的要求。其次控制轧制要考虑多块钢交叉轧制，要求轧机前后有足够长的辊道，以供中间坯待冷，受原轧线长度所限，只能布置一架轧机。轧机具有如下特性：

4.1.1 高刚度：要能够承受大轧制压力，轧制力为 70000kN，而机架变形又小，轧机刚性模数值达 10000kN/mm 以上。

4.1.2 轧制力矩大：为了能在低温条件下实现大压下和高产出，必须具有大轧制力矩，轧制力矩达

2X3000kNm 以上。

4.1.3 设置电动 APC 系统和绝对液压 AGC (厚度自动控制) 系统: 要求轧机调节速度快、定位精度高、响应频率迅速, 在承受大轧制压力下也可带负荷调节辊缝。通过测厚仪校核钢板, 并自动修正。

4.1.4 平面形状控制技术: 它是利用绝对液压 AGC 系统, 在轧制开始的成形道次和展宽道次中, 将板坯前后两端与中部相比给予不同的压下量, 使轧件在轧制终了时呈近似矩形, 克服以往钢板头尾出现的鱼尾状和两侧出现的鼓桶形, 从而可减少头尾和两侧的切损约 2%~3%, 提高成材率。

4.1.5 板形控制: 将应用于热带轧机的技术用于中厚板轧机, 如液压弯辊 (预留), 轧辊分段冷却用于控制工作辊热凸度。

4.2 加速冷却装置

现代化的中厚板轧机主要是提高成品尺寸精度、内在及表面质量, 并对板形控制 (平面度及凸度)、平面形状控制提出了更高要求。而国外从 70 年代开始采用的厚板控制轧制技术和 80 年代开发实用化的加速冷却技术应用以来, TMCP (既热机轧制) 工艺已成为当今厚板生产的主要工艺技术。首钢中厚板改造加速冷却线长度为 28 米, 控制冷却开始温度: 930℃~750℃, 控制冷却终冷温度: 650℃~500℃, 辊道速度调节范围: 0.2~2.5m/s, 同板温度差 $\sigma \leq 20^\circ\text{C}$, 异板温度差 $\sigma \leq 25^\circ\text{C}$ 。依据钢板的规格、钢种及温度, 对控冷速度、控制水量的不同要求实现自动设定和调节, 以保证钢板全长温度达到目标温度和均匀的温度分布。

4.2.1 依据工艺规程要求, 设定控制冷却过程的冷却工艺参数, 包括: 喷管开闭的数量、每组喷管的水流量、辊道速度及加速度等。冷却系统中各组喷管可自动单独开闭, 采用高速响应阀门, 通过阀门的开闭控制对纵向的温度的均匀性进行控制, 可实现头尾水量的快速调节。各组喷管水量可单独自动调整, 因而每组喷管上下水量比例可单独调整, 以保证上下钢板表面冷却均匀。控制冷却装置的辊道速度、加速度可自动调节, 并可依据要求自动摆动控制, 头尾温度剃度可以通过加速度的调整进行控制。

4.2.2 具有冷却预设和冷却过程中再设定功能, 以及实时计算功能。钢板入口、出口温度、环境温度、冷却水温度、辊道速度、实际喷水量等可自动采集和处理。

4.2.3 轧件过程跟踪、自适应。

4.3 高压水除鳞系统

在热轧钢板时, 钢坯在加热炉中加热生成很厚的炉生氧化皮, 在轧制过程中也不断生成二次氧化皮均需清除干净, 以保证轧制钢板表面质量, 高压水除鳞系统是现代热轧板技术必备的清理系统。除鳞压力选择直接关系到产品质量, 系统工程造价和生产运行成本, 根据实践经验, 普碳钢压力为 12Mpa 即能有效地清除轧件表面氧化铁皮, 低合金钢等钢种除鳞压力必须在 16Mpa 以上才能保证产品质量, 而特种合金钢的工作压力需要更高的压力。理想除鳞压力选择是根据轧制品种而定, 即保证成品表面质量又可以降低轧制成本, 我们确定除鳞压力为 12~18Mpa 可调。

除鳞泵通常有两种选择: 卧式三柱塞泵和高压多级离心泵。柱塞泵一蓄势器供水系统, 具有间歇供水功能, 即柱塞泵在空、负荷工作及状态取决蓄势器液位或压力变化, 适用于除鳞用水时间短于轧制时间的中厚板生产。高压多级离心泵一蓄势器供水系统, 具有连续供水功能, 泵流量与系统平均秒流量相等, 蓄势器提供尖峰用水, 其主要目的起“液压弹簧”作用吸收因除鳞用水产生的冲击振动, 适用于除鳞用水时间长的热轧带钢厂。

随着中厚板表面质量要求不断提高, 系统压力由 60—70 年代的 12Mpa, 提高到 18Mpa 以上, 除鳞水量也相应增加, 在加上除鳞道次增加, 柱塞泵一蓄势器供水系统已不能适应发展要求, 主要是柱塞泵结构, “气蚀”等制约, 在连续、重载恶劣工况下, 故障率高, 维护量大, 容积效率低, 运行成本逐年增加。而高压多级离心泵一蓄势器供水系统在中厚板厂应用, 检修维护量小, 但能耗利用率只有 50% 左右, 电耗相当于 2 倍的柱塞泵一蓄势器供水系统。为解决高压多级离心泵工作制度不适应中厚板轧制节奏, 采用液力偶合器作为电机与离心泵的联轴器, 可根据用水情况进行节能运行—当蓄势器液面或压力达到上工作液面或压力时, 离心泵降速运行停止供水, 当液面或压力达到下工作液面或压力时, 离心泵升速运行, 开始供水, 如同柱塞泵一蓄势器供水制度, 使系统的除鳞效果

和工作制度满足了生产要求。

4.4 冷床设备

国内中厚板生产线冷床面积小，冷却能力低是普遍存在的薄弱环节，首钢中厚板厂只有面积不足400m²的冷床，冷却能力严重不足，在钢板运输时极易造成钢板端部翘曲，切损量增加；另外，剪切时温度高，无法避开兰脆温度范围，又易造成钢板剪切时下表面堆积，影响剪切质量。因此，这次改造将冷床面积加大为1800m²，冷床宽度达到36m，满足轧制钢板长度增加的要求，扩大钢板倍尺生产能力。同时冷床结构为大滚盘式，解决了钢板冷却过程中产生划伤的问题。

4.5 剪切线设备

精整剪切线剪机布置为机械式铡刀切头剪、圆盘式双边剪及机械式铡刀定尺剪。此次改造工程切头剪及定尺剪基本为利旧，设备陈旧老化，已不适应现代中厚板轧机生产要求，应逐步淘汰。目前钢板两侧边剪切设备有三种形式：A) 滚切式双边剪：特点是生产能力较大，切口整齐质量高，最大剪切厚度达50mm，但投资大，为中厚板剪切线发展方向。B) 铡刀剪：最大剪切厚度达40mm，剪切质量差，逐渐被淘汰。C) 圆盘剪：圆盘剪生产能力较大，剪切质量较好，但钢板剪切厚度较小。我院设计的重型圆盘剪可剪切厚度6~30mm的钢板，一般可满足中厚板厂80%的产品的剪切。剪机有如下特点：剪切相对于剪切线方向角度可调，减小刀盘与钢板的摩擦，从而提高了刀盘寿命和剪切质量。其次碎边剪与圆盘剪连体，提高剪切刚度，减小了碎边剪在剪切过程中的冲击负荷，延长了设备使用寿命。同时优化了废边排出流向，大大降低了碎边剪的故障率，从而提高了圆盘剪的效率。

5 中厚板厂技术改造后的主要成效

首钢中厚板轧钢厂改造通过集成国内有实力的设计、生产、科研和设备制造单位为一体，全部由我国自主开发研制并采用以上新技术，使该套轧机达到国内领先水平，使我们获得先进、成熟的轧制设备技术，提高了我国中厚板轧机整体技术水平，应用于将来国内中厚板轧机的技术改造中，预计将会收到良好的经济效益和社会效益。

首钢中厚板轧钢厂通过技术改造后已成功的进行Z向钢、容器板、锅炉板、低合金高强度板、高强船板、桥梁板、优质碳素结构板、保性能厚板等新产品试制工作，钢板产品合格率大幅度提高，生产的船板顺利通过中国CCS、美国ABS、挪威DNV、德国GL、英国LR、法国BV六国船级社认证，低合金高强度钢板获得“首钢十大名优产品”称号。2003全年双高产品完成51.77万吨，双高产品产量占总产量的比例将达到94.64%，新产品预计完成21.06万吨，新产品占双高产品的比例将达到40.68%。改造后中厚板轧钢厂已经开始发挥效益，具备了生产钢材市场“顶级”板材的能力，高技术含量，高附加值首钢低合金高强度钢板投放市场备受青睐，目前中厚板轧钢厂已经实现达产目标，而且最高日产已接近3000吨，为中厚板厂今后的发展奠定了良好基础。

6 结语

为适应市场对钢板的内在质量和表面质量不断发展的要求，工业发达国家在七十年代末、八十年代初进行中厚板结构调整时，淘汰了大批落后轧机，其余的中厚板轧机则进行了现代化改造，开发、应用了大量新技术。国内现有的近30套中厚板轧机，考虑到宝钢等新上中厚板轧机的情况和在市场竞争中淘汰一批的情况，应有半数以上为适应我国加入WTO后的市场竞争形势，必须进行现代化技术改造，实现中厚板轧制技术和重大装备的全面现代化，首钢中厚板厂技术改造工程为国内中厚板厂改造升级树立了样板。