

## 提高 114CPE 机组热轧无缝钢管成材率的工艺实践

卓 钊<sup>1</sup> 杭乃勤<sup>1</sup> 程向龙<sup>1</sup> 段家田<sup>2</sup> 康志勇<sup>2</sup>

(1 武汉科技大学材料与冶金学院, 武汉 430081; 2 武钢汉阳轧钢厂, 武汉 430035)

**摘要** 针对  $\Phi 114\text{mm}$  CPE(斜轧穿孔延伸)机组生产石油用管成材率低的问题,对生产工艺流程进行了分析。得出中间热锯切和热切头尾是导致成材率低两个重要原因。通过采用改进的钢管下冷床对齐方法以及缩口工艺,使  $\Phi 73.0\text{ mm} \times 5.5\text{ mm}$  和  $\Phi 88.9\text{ mm} \times 6.5\text{ mm}$  的石油用管综合成材率由 78% 提高至 84.5% ~ 85.0%。

**关键词** CPE 机组 顶管机 芯棒 缩口工艺 成材率

### Practice of Process for Improving Yield of Seamless Pipe Hot-Rolled by 114CPE Mill

Zhuo Zhao<sup>1</sup>, Hang Naiqing<sup>1</sup>, Cheng Xianglong<sup>1</sup>, Duan Jiatian<sup>2</sup> and Kang Zhiyong<sup>2</sup>

(1 College of Materials and Metallurgy, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430081; 2 Hanyang Steel Rolling Plant, Wuhan Iron and Steel, Wuhan 430035)

**Abstract** In light of the problem of low yield of pipe for petroleum produced by  $\Phi 114\text{mm}$  cross roll piercing elongation (CPE) mill, an analysis on production process flow sheet has been carried out. It is obtained that hot-sawing on pipe in middle procedure and hot-cutting ends are two factors led to low yield. With adopting the improved alignment method as pipe moved to cooling bed and the pointing process, the comprehensive yield of  $\Phi 73.0\text{ mm} \times 5.5\text{ mm}$  and  $\Phi 88.9\text{ mm} \times 6.5\text{ mm}$  pipes for petroleum increases to 84.5% ~ 85.0% from original 78%.

**Material Index** CPE Mill, Bush Bench, Mandrel, Pointing Process, Yield

武钢汉阳轧钢厂  $\Phi 114\text{mm}$  CPE 机组是从德国引进的二手设备,于 2001 年 11 月建成投产。该 CPE 机组的顶管机组的顶管机是 1957 年 Manesmann Denag 公司设计制造,先后经过 Denag 工厂 5 次改造。与 CPE 机组匹配的定、张减机由 8 架定径、20 架张减机组成,定、张减机组合使用<sup>[1]</sup>。该机组产品规格为  $\Phi(21.3 \sim 114)\text{ mm} \times (2.2 \sim 12.5)\text{ mm}$ ,年生产能力 10 万 t;可生产各种薄壁结构管、石油管和锅炉管,产品能达到国际技术标准的要求<sup>[2]</sup>。

该机组原以生产普通管为主,近年来石油管市场需求旺盛,产品结构转向以石油管为主。但由于石油管定尺要求严格,致使综合成材率显著降低。通过对生产工艺流程进行分析,得出中间热锯切和热切头尾是导致成材率低两个重要原因,针对所存在问题,对钢管下冷床对齐方法及顶管设备进行改进后取得良好效果。

#### 1 CPE 顶管工艺

CPE 顶管工艺,就是斜轧(Cross Roll)、穿孔

(Piercing)和延伸(Elongating)的组合工艺。它是在传统的工艺基础上发展而来的,用一种新的方式将斜轧穿孔与顶管这两种传统工艺结合在一起。其基本特点是将带杯底的空心管坯套在一根长芯棒上,顶入一系列孔型直径逐渐减小的辊模进行延伸轧制,主要是减壁变形<sup>[3]</sup>。

CPE 工艺和传统顶管工艺的不同在于工艺流程的第 1 个成型阶段,称为坯料的穿孔。第 1 成型阶段的改造(穿孔工艺)对于后部成品管的质量起着决定作用<sup>[4]</sup>。武钢汉阳轧钢厂  $\Phi 114\text{mm}$  CPE 机组对传统顶管机组进行了较大改进,其工艺流程如下:

管坯锯断→加热→穿孔→穿芯棒→缩口→顶管→热切头尾→再加热炉→定、张减径→冷床→中切→中间库冷却→矫直→切头、尾→探伤检验→成品入库。

由于该设备引进时是以生产普管为主,自生产石油管以来综合成材率一直低于 78%,影响了该厂经济效益的提高。通过对工艺过程的综合分析,找到了影响成材率提高的两个原因,即工艺中的中切和热切头尾。

## 2 生产工艺的改进

### 2.1 钢管下冷床尾对齐新方法

现有工艺是钢管经过定、张减径后上输送辊道,经压送辊进方绞筒、下链式斜冷床,进行中间热锯,一切二或一切三。工艺过程见图 1(a)。

从图 1(a)可知,钢管下冷床不能一头对齐,中间锯对钢管的锯切长度就要留有余地,保证矫直后切头、切尾达到定尺长度要求。

在实际生产过程中,由于受轧制变形的差异或压送辊的速度调节等影响,造成尾部错位 200 ~ 400 mm,这就是造成 CPE 机组生产定尺钢管时成材率低的主要原因。

为了使钢管下冷床后一头对齐,准确地进行中间锯切,以提高成材率。传统思维方法是在钢管的头部,用挡板进行对齐,但对现有的钢管生产就不行了,不是钢管头部到不了挡板,就是钢管头部撞击挡板产生后弹,而且使钢管头部弯曲造成事故,达不到一头齐。

为此,对传统方法进行了改进,针对性地对钢管下冷床采用尾对齐的新方法(图 1b)。

由图 1(b)可知,在钢管放下时,气缸推杆向前推进钢管尾部一个固定的距离,因钢管下冷床实际错位距离最长在 400 mm,加上余量,就定在 450 mm,这样就能使每根钢管下冷床时尾部根根都保证一头齐。从而就可以准确地进行中间锯切。

以  $\Phi 73.0 \text{ mm} \times 5.5 \text{ mm}$  和  $\Phi 88.9 \text{ mm} \times 6.5 \text{ mm}$  的油管为例,两种油管每支分别节约金属 7.3 kg 和 10.6 kg。全年以 50 万支计算:两个规格各占 50%,合计可节约金属 4 400 t 以上,使全年综合成材率达到 83% 以上。

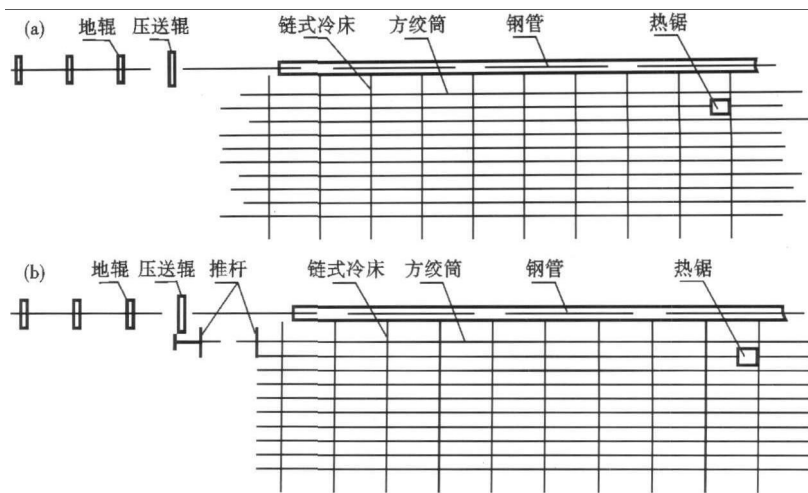


图 1 改进前(a)和改进后(b)钢管下冷床情况

Fig. 1 Situation of pipes moving to cooling bed: (a) original process; (b) improved process

### 2.2 顶管后不切头新方法

$\Phi 150 \text{ mm}$  连铸圆管坯经穿孔后,得到荒管尺寸  $\Phi 155 \text{ mm} \times (24.5 \pm 1) \text{ mm}$ ,穿芯棒缩口之后进行顶管轧制,根据成品管尺寸,顶管后荒管壁厚一般控制在 3.5 ~ 10 mm(图 2a)。

由图 2(a)可知,荒管头部在缩口长度范围内,比后部正常壁厚厚 4 mm,而且芯棒端头锥部的金属在缩口钳挤压时多余的金属向芯棒端头流动,包住芯棒头。在顶管时确保不会发生溜棒,且壁厚更大,故顶管后须将其切除。一般切除长度 100 mm 左右,质量达到 2.5 ~ 3.5 kg,这就是导致 CPE 机组成材率低下的主要原因之一。

为了避免因缩口切头造成的原料损耗,实现不切头生产,对缩口工艺进行了如下改进。

(1)将齐头机推头端面由平面改为凹面,见图 2(b)和图 2(c)。

由图 2(b,c)可知,凹台端面及内径尺寸要确保芯棒头部可以推入凹台内,而荒管头部被推头端面挡住。

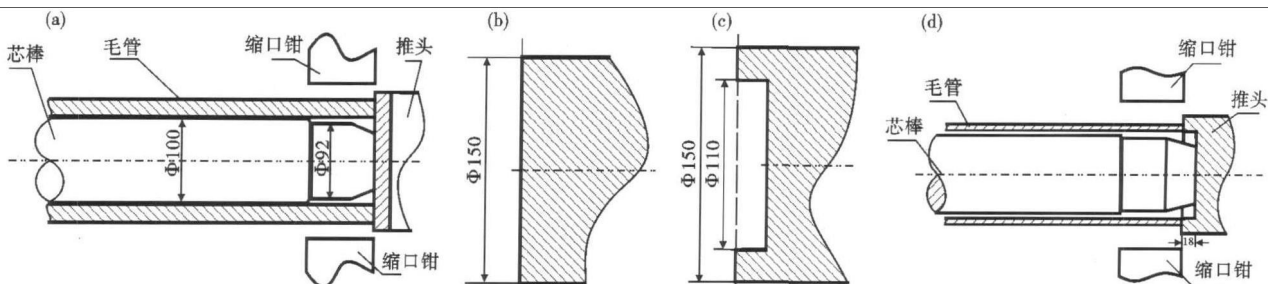


图 2 原始芯棒缩口图(a);原来推头(b);改进后推头(c);改进后芯棒缩口图(d)

Fig. 2 Schematics of original mandrel pointing (a); original damper (b); improved damper (c) and improved mandrel pointing (d)

(2)顶管使用的芯棒规格为  $\Phi 100 \text{ mm} \times 17 \text{ 000 mm}$ ,对芯棒头部结构尺寸做了改进(图3)。

由图3(a,b)对比可以看出其区别。芯棒端头锥形部加长并将锥角改小。为减小缩口端壁厚,使芯棒头部外露 18 mm,并将锥角由  $23.43^\circ$  改为  $18.43^\circ$ ,解决了因缩口钳缩口时将锥形部多余的金属流向芯棒头的端面。为保证顶管包紧力不变,将锥形部长度 30 mm 增加到 40 mm,与锥形部相连的台阶长度由原 53 mm 增加到 60 mm。改进后的缩口位置如图2(d)所示。

由图2(d)可知,缩口时芯棒头部被推至推头内凹台底部而荒管则被推头端挡住,从而使芯棒头部外露 18 mm,荒管头部仍与缩口钳和推头端面平齐。经缩口钳径向挤压后,芯棒头部不会被金属完全包住。在顶管时锥形面的金属厚度变薄,使其厚度在定、张减机允许的负荷范围内。从而使荒管头部不需切除,可以直接进入定、张减机。

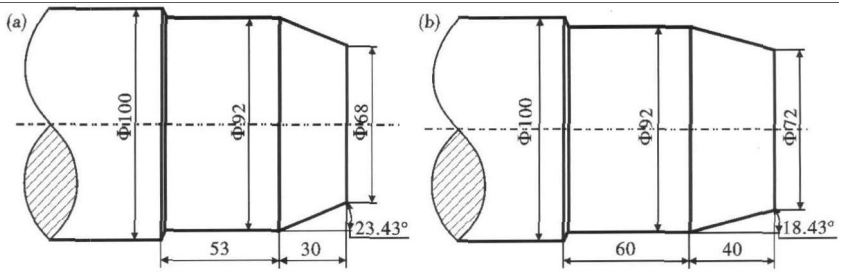


图3 原来(a)和改进后(b)的芯棒头部简图

Fig. 3 Schematics of original (a) and improved (b) damper of mandrel

改进前后效果对比见图4。由于轧制同一规格时,经定、张减机后钢管增厚端长度  $L_0$  基本为定值。由图4可以看出,改进工艺后,钢管成品切除增量端长度  $L_0$  包括了原来需切头的部分  $L_1$ ,从而节省了原需切除的长度  $L_1$ 。即工艺改进后切除长度之差为:

$$(L_0 + L_1) - L_0 = L_1$$

全年以 50 万支计算,每支油管节约金属 2.5 ~ 3.5 kg,全年可节约金属 1 250 ~ 1 750 t,可使全年综合成材率提高 1.5% ~ 2.0%。

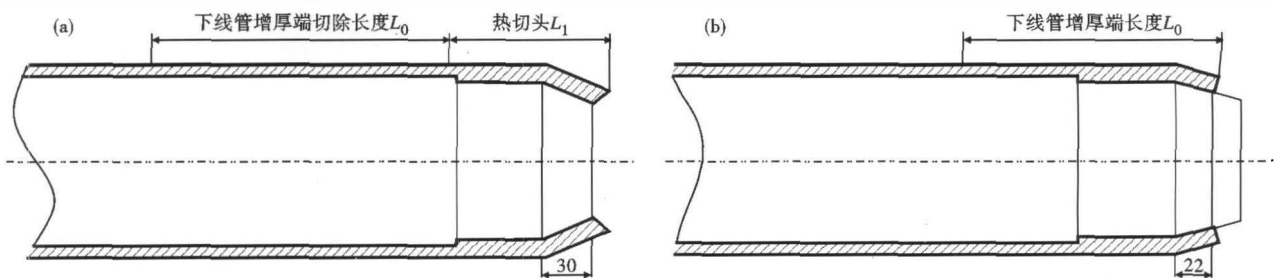


图4 钢管缩口端头简图:(a)改进前,切除;(b)改进后,不切除

Fig. 4 Schematics of pointing ends of steel pipe: (a) original, cutting; (b) improved, non-cutting

### 3 结论

(1)改进了钢管下冷床后头部对齐的传统方法,在冷床上设置气缸推杆使钢管尾部对齐,避免了钢管头部错位及头部弯曲事故,确保准确地进行中间锯切。该项工艺改进可使机组的综合成材率提高 5% 左右。

(2)通过对缩口工艺进行改进,将齐头机推头端面由平面改为凹面,对芯棒头部结构尺寸进行修改,可使顶管时锥形面的金属厚度变薄,厚度尺寸在定、张减机允许的负荷范围内,从而使荒管头部不需切除,可以直接进入定、张减机。该项工艺改进相当于将顶管后的切头与增厚端的切头合为一次切

头,可使机组的综合成材率提高 1.5% ~ 2.0%。

### 参考文献

- 1 康志勇.  $\Phi 114 \text{ mm}$  CPE 热轧管机组试生产情况. 钢管, 2004, 33(2): 32
- 2 张纪明. CPE 机组缩口钳孔型设计. 钢管, 2005, 34(2): 23
- 3 王景文. 常钢 CPE 顶管机组实践浅析. 轧钢, 1996, 13(5): 35
- 4 Johannes Koch(德). 钢管轧机现代化方法和最新技术的发展. 刘宇楠译. 现代冶金, 2004(3): 53

卓 钊(1981-),男,硕士研究生,金属加工过程组织和性能控制。

收稿日期:2009-05-18