

●新设备

Φ1000mm 热锯机的设计

郝润元 连毓平

(030024 太原重型机械研究所)

主要介绍了Φ1000mm高速杠杆式热锯机的主要技术参数、结构特点及其设计情况。实践表明,该热锯机的设计是成功的。

关键词 Φ1000mm 高速杠杆式热锯机 设计参数 结构

DESIGN OF Φ1000mm HOT SAWING MACHINE

Hao Runyuan Lian Yuping

(Taiyuan Heavy Machinery Research Institute)

The introduction covers major aspects of the Φ1000mm hi-speed lever type hot sawer, including main technical specifications, structure features and design details. Trial operation of the sawer has proven its design successful.

Key words Φ1000mm hi-speed lever type hot sawing machine Design data Structure

1 前言

目前,现代化的无缝钢管厂广泛采用高速杠杆式热锯机在热状态($>750^{\circ}\text{C}$)下进行钢管的切头、切尾、分段及取样。这种高速杠杆式热锯机的特点是:锯切速度高,锯切的钢管直径范围大,锯切断面质量高,结构简单,设备重量轻,投资少。近年来,我们吸收国外先进技术,努力攻关,终于掌握了高速杠杆式热锯机的设计制造技术,并应用于国家重点工程项目。在大冶钢厂Φ170mm无缝钢管热轧项目中,我们按照德国德马克公司提供的的设计参数,成功地设计制造了2套高速杠杆式热锯机。本文将介绍Φ1000mm高速杠杆式热锯机的主要技术参数、结构特点及其设计情况。

2 主要技术参数

该热锯机的主要技术参数如下:

锯片直径 1000mm
 锯片厚度 8mm
 锯片转速 2060r/min
 锯片圆周速度 107.86m/s
 锯切钢管直径 65~185mm
 锯切钢管壁厚 5~49mm
 锯切温度 $>750^{\circ}\text{C}$
 锯片进给速度 20.45m/s
 锯切时间 6.5s
 电机型号 Y280M-4
 电机功率 90kW
 电机转速 1480r/min
 锯片进给油缸直径 $D100/d70\text{mm}$
 锯片进给油缸行程 400mm
 托管装置油缸直径 $D100/d70\text{mm}$
 托管装置油缸行程 50mm
 液压站系统压力 14MPa

3 结构特点

该热锯机由锯床、托管装置及切屑收集装置三部分组成,见图1。

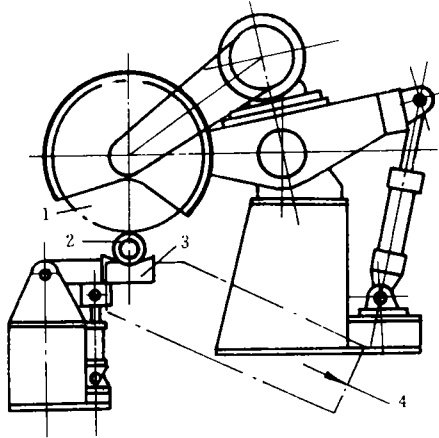


图1 高速杠杆式热锯机的结构示意图

1—锯片 2—钢管 3—托管V型槽 4—通向切屑收集装置

3.1 锯床

锯床由锯片、主轴、活动臂、底座、油缸等组成。其中,主轴安装在活动臂上,在主轴的一端有皮带轮,在主轴的另一端装有锯片;在活动臂的中间有销轴与底座相连;锯片由安装在活动臂上方的电机传动。电机通过8-ZV15J联组皮带直接传动主轴,使锯片高速旋转。

锯片的锯切进给是由液压驱动活动臂来实现的,且液压缸进给速度可调。在锯片接近钢管前,可以较快的速度进给;当锯切开始时,锯片可按锯切面积的不同分两种进给速度进行锯切:①当锯切面积小于 $8250\text{mm}^2/\text{s}$ 时,锯片的进给速度为 $45\text{mm}/\text{s}$;②当锯切面积大于 $8250\text{mm}^2/\text{s}$ 时,锯片的进给速度为 $20\text{mm}/\text{s}$ 。锯切完毕后,锯片自动以锯切时的进给速度返回,且在离开钢管后快速返回。

3.2 托管装置

高速杠杆式热锯机通常设置在钢管热轧生产线上,为了不使运输辊道承受锯切力,还设计了一套钢管托起装置,以保证锯切时钢

管底部不与运输辊道相接触。

托管装置由托管V型槽、驱动油缸和底座组成。托管V型槽由油缸驱动,可上下升降,当它处于最高位置时可将钢管托起。锯切时锯片处于钢管正上方,见图2。锯片进给时,进给力 Q 和钢管质量 G 及钢管与托管V型槽面间的摩擦阻力 $2F$ 形成的摩擦力矩大于锯切力 T 形成的摩擦力矩,故钢管不会自行旋转。托管V型槽使钢管能够良好定位,以致钢管在锯切过程中不需要压紧,明显地缩短了锯切辅助时间。

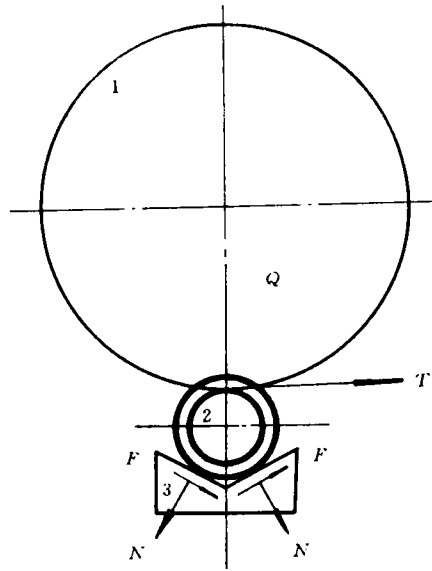


图2 托管V型槽定位作用的受力示意

1—锯片 2—钢管 3—托管V型槽

托管V型槽处于最低位置时,它低于辊道面,可保证钢管在辊道上顺利运行。

4 锯床主传动设计

4.1 锯床电机功率的计算

锯床锯切功率的大小主要决定于被锯金属在锯切温度下的机械性能。此外,锯切速度、锯片的夹盘直径、锯齿齿形、生产率、锯切时锯片与所锯切件的相迎角等对锯切功率也

有很大的影响。

计算锯床功率时,应考虑锯切时消耗于金属塑性变形所需的功率 P_1 、消耗于锯片与被锯金属间的摩擦所需的功率 P_2 、空转功率 P_3 和锯床主轴部件的飞轮力矩对锯切功率的影响 $P_{\Delta E}$, 即 $P_{\Sigma} = (P_1 + P_2 + P_3) / \eta - P_{\Delta E}$, 其中 η 为效率。按照上述因素对电机功率的影响, 结合德国德马克公司提供的参数, 确定电机功率 $P = 90\text{kW}$, 转速 $n = 1480\text{r}/\text{min}$ 。

4.2 传动皮带的设计

高速杠杆式热锯机是由电机经皮带将动力传递给主轴, 带动锯片高速旋转的。该皮带传递的功率高达 90kW , 小皮带轮转速达 $2060\text{r}/\text{min}$ 。在这种情况下, 若选用普通的三角皮带, 则需多达 15 根, 因各皮带长度偏差不一, 使用时其张紧程度各异, 因而不能充分发挥传递能力, 也无法满足传动要求, 显然这是不合理的。

据该热锯机设计功率和小皮带轮转速, 选取 ZV15 型皮带。所需联组皮带的根数为

$$Z = P_d / (P_0 + \Delta P_i) K_L K_{\varphi} = 6.5 (\text{根})$$

式中 P_d ——设计功率值

P_0 ——窄 V 型皮带传递的额定功率值

ΔP_i ——因传动比不同而附加的功率值

K_L ——长度修正系数

K_{φ} ——包角修正系数

根据计算结果, 结合具体情况, 确定 $Z =$

8(根), 最终选定的联组皮带为 8-ZV15J-3000。将设计计算出的 8 条窄 V 型皮带进行联组, 也就是在单条窄 V 型皮带的基体上增加一覆盖层, 使 8 条皮带成为一个整体, 配组时每条皮带的长度误差不超过 $\pm 5\text{mm}$, 以使各条皮带都能够均匀受力, 增加了其传动的平稳性。在热锯机上使用这种联组皮带具有以下优点:

- (1) 承载能力高, 是普通三角皮带的 1.5 倍;
- (2) 皮带断面小, 使设备结构紧凑, 皮带轮宽度可减少 $1/3 \sim 1/2$;
- (3) 使用寿命长, 是普通三角皮带的 5~8 倍;
- (4) 传动效率高;
- (5) 允许的皮带线速度比普通三角皮带提高 1.4 倍。

5 锯床主轴设计及主轴的静动平衡

5.1 锯床主轴设计

锯床的主轴(图 3)通过轴承安装在轴承座内, 由于主轴转速高, 因此轴承的密封只能采用迷宫式。轴承座通过螺栓和键与锯床活动臂连接在一起。在主轴的传动端装有皮带轮, 在主轴的工作端装有内外卡盘和锯片, 卡盘与主轴采用键联接。锯片的转动由内卡盘上的销轴带动。卡盘的最大直径为 350mm , 比传统的 $\Phi 1000\text{mm}$ 热锯机的卡盘直径减小 150mm , 因而大大扩大了 $\Phi 1000\text{mm}$ 热锯机

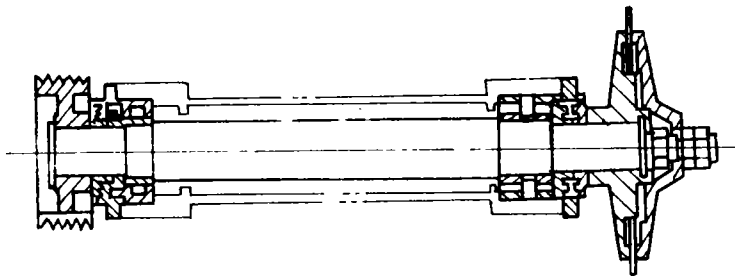


图 3 锯床主轴装配图

所切钢管的直径范围。

在锯片的外部设计有锯片罩,锯片罩固定在主轴轴承座上,可防止铁屑和锯片冷却水飞溅。更换锯片时只要将锯片罩上的两扇门打开,松开固定外卡盘的螺母,即可将锯片取出。此外,在电气系统中还设计了一套安全保护装置,使得锯床电机在锯片罩门没有关严的情况下不能启动。

5.2 主轴的静动平衡

锯床主轴部件中的所有旋转件一直以转速 2060r/min 连续运转。在这种情况下,主轴部件中的所有旋转件的平衡问题显得非常重要。若因某种不平衡因素而引起主轴部件产生周期性的惯性力,则会使主轴部件产生振动,影响锯床的使用寿命,使工作状况恶化。主轴部件的振动将导致锯片偏摆,严重影响锯切件的断面质量,增大金属损耗,并容易出现打掉锯齿的现象。所以,在主轴设计中首先应从结构上尽量消除主轴部件中所有旋转件的不平衡因素,如主轴上的所有键槽全部采用对称布置的双键槽。此外,应对主轴部件中 $b/D < 0.2$ 的旋转件进行静平衡试验。所有旋转件组装在一起后进行动平衡试验,平衡等级为 G16。G16 级的平衡精度 $A = 16\text{mm/s}$, 主轴部件的角速度 $\omega = 2\pi n/60 = 215.73\text{r/s}$, 那么,主轴部件上的所有旋转体的许用偏心距 $[e] = A \times 10^3/\omega = 16 \times 10^3/215.73 = 74$ (mm)。

在静平衡试验中,根据主轴部件中各个零件的使用情况,将锯片的内外卡盘组合在一起进行静平衡试验,将皮带轮单独进行静平衡试验,并采用减重的方法使这些零件的不平衡量小于按 G16 平衡等级确定出的许用不平衡量。

在动平衡试验中,对主轴部件中的所有旋转体组装在一起后,在动平衡试验机上进行试验,而对组装后的主轴部件不再进行静平衡试验。这是因为组装前的所有零件已作

了静平衡补偿。在动平衡试验中,将主轴部件按照实际使用时的支撑点支撑于动平衡试验机上,使其按实际工作转速进行动平衡试验,并按得出的不平衡力矩进行补偿,最终使残余不平衡力矩小于 $10175\text{mm}\cdot\text{g}$,达到 G16 级平衡要求。

主轴部件的平衡试验表明,对高速旋转的锯床主轴进行平衡试验是非常重要的,主轴部件经平衡补偿后,在高速旋转时运动非常平稳,由此保证了锯片在 $R = 450\text{mm}$ 处的偏摆量小于 $\pm 0.5\text{mm}$ 的要求。

6 冷却与润滑

6.1 锯片的冷却

在锯切过程中,锯片始终与大于 750°C 的钢管接触,如果不能及时对锯片进行冷却,锯片的温度将逐渐升高,严重影响锯片的机械性能和使用寿命。在这台 $\Phi 1000\text{mm}$ 高速杠杆式热锯机中,采用大于 0.3MPa 的自来水对锯片进行冷却。冷却时,冷却水也可将残留在锯齿内的铁屑冲洗掉。

6.2 锯床主轴润滑与冷却

主轴高速旋转时轴承的润滑和冷却是非常重要的。在传统的热锯机中,主轴轴承均采用稀油循环润滑冷却,但密封问题很难解决,稀油漏出后滴在钢管上还易着火。在该热锯机设计中,采用流动干油(也可用 2 号铝基干油)对主轴轴承进行润滑和冷却。使用表明,采用流动干油对主轴轴承润滑和冷却的效果非常好,在锯片连续工作时,轴承温度不高于 60°C ,润滑脂外流量也很少。

7 结语

实践证明,所设计的 $\Phi 1000\text{mm}$ 高速杠杆式热锯机使用效果良好,各项技术指标均达到要求。

(收稿日期:1993-11-24)