

框锯焊后基体变形与改善焊接质量问题的探讨

孙毓超

(冶金部第一地质勘查局金刚石工业公司, 河北)

文中着重探讨了石材切割用框锯焊接后变形的微观机制, 提出了消除基体变形的措施——开隔离槽, 并通过实验证明, 在消除基体变形的同时, 改善了焊接质量; 分析了在基体上开隔离槽后可能发生的问题。

关键词: 框锯基体; 焊后变形; 隔离槽

80年代以来, 世界性的石材加工工业发展迅速, 切割工具从圆锯片发展到框锯、带锯、绳锯等。我国开料的砂锯也逐步改造成框锯。在加工对象中, 花岗岩的数量不断增加。

国内所用框锯, 由于其特殊工况, 胎体对金刚石的粘着与包镶是最突出的问题, 但不象圆锯片对金刚石质量要求那么苛刻。其他问题, 如框锯基体变形、掉齿、下料慢等, 都直接影响着框锯的使用效果。

鉴于上述情况, 本文仅就框锯基体的变形机制、消除变形的工艺措施、因变形引起的焊接质量问题, 以及其他可能发生的相关问题进行探讨。

焊后基体的宏观变形

在框锯生产中, 仔细观察已焊好的锯条, 就会发现每只框条都发生相似的变形, 由于这种变形并不十分显著, 故未引起人们的重视。

未焊接的框锯基体是平直的(图1a), 焊接后的基体即产生如图1b所示的变形。受焊而发生体积收缩呈侧弯曲。焊接技术条件为: 温度700~750℃, 焊接时间最长不超过

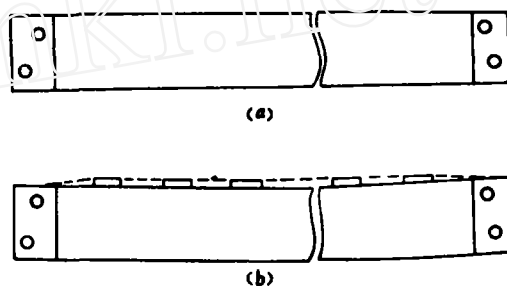


图1 框锯基体焊接前、后的形状

2min, 热影响区不大, 焊接时由气动水冷却夹具夹着。

基体变形的微观机制

从金属学角度探讨基体变形的微观机制。国内框锯基体, 多采用65Mn弹簧钢, 其热处理采用淬火加中温回火, 得到屈氏体组织(细的层片状珠光体)。据有关文献可知, 屈氏体组织具有最高的弹性极限。

有的厂家用冷轧, 带钢做基体, 采用最后一次冷变形量较大的冷轧使基体坚挺。钢在冷变形时, 产生加工硬化, 使基体也具有一定的弹性。65Mn钢的化学成分和过冷奥氏体等温转变曲线如图2所示。

钢中组织因热处理工艺不同而有所不同

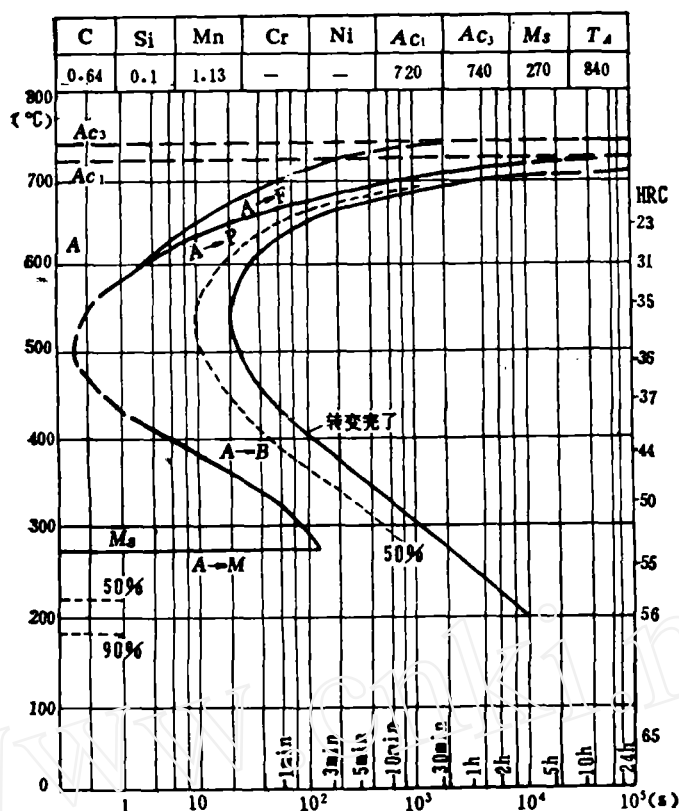


图 2 65Mn钢化学成分和过冷奥氏体等温转变曲线

(据本钢第一炼钢厂、清华大学金属材料系, 1978)

马氏体在回火中性质变化表

阶 段	回火温度 (°C)	长度变化	硬度变化	磁场强度	电 阻	冲击韧性
第一阶段	50~150	收 缩	硬 化	增加	减 少	增 加
第二阶段	250~300	略膨胀	轻度硬化	增加	减 少	增 加
第三阶段	270~400	收 缩	软 化	减少	略减少	增 加

同。把钢加热到临界点 A_{c3} 以上得到奥氏体组织(记作 A)，该组织具有较小的比容(单位重量的体积)。

把钢加热到单相奥氏体区后急冷(对合金结构钢, 不包括奥氏体不锈钢), 发生马氏体相变, 即无扩散型相变。得到的马氏体具有最高的硬度、最大的内应力和最大的比容, 马氏体相变伴随着体积膨胀。

淬火得到的马氏体, 在回火中发生一系列变化和转变, 随回火温度的升高, 应力逐

渐消除, 硬度逐渐降低(二次硬化钢除外), 比容逐渐减小。表1给出了马氏体回火过程中各种性质的变化(据须滕一等, 1972)。

第一阶段, 从固溶过饱和碳的正方马氏体中析出微细碳化物, 由于碳浓度降低, 转变成立方马氏体, 所析出的碳化物是6方结构的 ϵ 碳化物, 具有与 Fe_2C 相近的组成。

第二阶段, 是残余奥氏体分解成低碳马氏体和 ϵ 碳化物的过程。

第三阶段, 先析出的 ϵ 碳化物转变成

Fe₃C型 θ 碳化物(渗碳体), 渗碳体从马氏体中析出, 碳浓度降低后形成铁素体。

温度继续升高(400℃以上, A_{c1} 以下), 渗碳体由小片状聚并长大为球状碳化物, 体积继续收缩。

1. 高温回火

得到索氏体组织, 其综合性能最优, 比容在所有回火组织中最小, 焊接温度应得到该组织。

2. 中温回火

弹簧钢回火即属中温, 得到的是屈氏体组织, 比容高于索氏体, 基体焊接前属这种组织。

3. 低温回火

在马氏体点(M_s)以下回火, 为消除应力回火, 比容稍有降低。

在 M_s 点以上回火, 得到贝氏体组织, 该组织的比容稍低于马氏体, 属于碳可扩散的相变。

基于上述情况, 框锯基体热处理后, 应为屈氏体组织, 经700~750℃焊后的热影响区是珠光体和索氏体。上已述及, 由屈氏体变为珠光体和索氏体是个比容降低的过程, 即体积收缩的过程, 这就是焊后钢基体之所以变形的内在原因。

消除钢基体变形的措施

消除钢基体变形, 首先是从缩小和隔断热影响区入手, 使基体上的热影响区不发生连续的体积收缩, 同时进行了如下试验。

在锯片钢基体上按设计要求的刀头间距

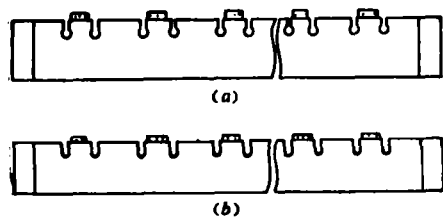


图3 开钥孔槽(a)和U形槽(b)示意图

开钥孔槽或U形槽(图3)。把刀头长度以外的热影响区隔断。刀头两侧基体成为自由端, 开槽深度8~10mm, 槽底要有一定的加工精度, 以防在工作中的拉力下产生应力集中。焊后实测钢基体弯曲变形消除。

基体开槽后, 能否发生锯片工作中因受力截面积小而断裂? 光滑缺口拉伸试验结果

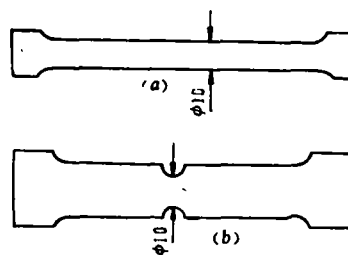


图4 光滑缺口拉伸试验示意图

可消除这一疑虑。图4a为直径10mm的光滑圆杆, 图4b为一变截面的光滑圆杆, 中部光滑缺口处的最小直径是10mm。将上述两圆杆在拉力试验机上做短时拉伸试验, 结果 $\phi 10$ mm的圆杆之断裂负荷低于后者。据此理在锯片基体上开深度 ≥ 10 mm的光滑钥孔槽或U形槽, 只要加工光洁度得到保证, 不发生局部应力集中, 是不会带来不良影响的, 同时由于开断热槽不仅消除了基体变形, 也会改善锯切过程中的冷却条件。

开槽对焊接质量的影响

目前国内框锯生产均采用65Mn扁带钢基体, 用高频加热银焊法使刀头固结在基体上。因采用的焊剂、焊片及刀头的化学成分工艺等因素的变化而使焊接质量有所不同。此外, 各生产厂家的焊接质量不同程度地存在着一个通病, 即刀头和基体焊后冷却发生的收缩不同步, 严重地影响焊接质量。

1989年夏, 对我公司生产框锯的刀头焊接质量进行了直观的检查分析。具体方法是把在基体上已焊好的刀头用扳手扳掉, 然后观察断口。

经足够量的观察发现, 所有银焊层的断



图 5 焊层断口示意图

口均呈图 5 示意的状况。

分析认为,刀头两端基体冷却较快,产生较大的温度梯度,中部冷却较慢,两端的体积效应是热胀冷缩和比容降低收缩叠加的结果。还有,刀头的线胀系数和基体的线胀系数存在较大差异,使两端焊接面发生切向滑移,之后,再扳下刀头,沿滑移面断开,断口呈平滑光亮区。中部刀头和基体相对位置不发生变化,保持了韧性较高的韧窝状断口。

为了验证这一分析的正确性,在框锯基体上用手锯开若干断热槽,进行刀头焊接,再如上法扳下观察断口,发现所有开隔离槽后焊接的焊层断口均为韧窝状。两种工艺焊接的刀头扳掉过程中的手感截然不同,韧窝状断口需用的扳断力明显大。可以断言,焊接强度有所提高,改善了焊接质量。

讨 论

基体开隔离槽,除改善冷却条件外,还有利于岩粉的排除;由于消除了基体变形,可以防止刀头磨损不同步;改善焊接质量后,减小了刀头的掉齿几率,相应降低了事故率。

当然,开隔离槽会增加加工工作量;弹簧钢最终热处理后硬度较高,对钻铰工具的要求比较苛刻,且不易打孔,加工成本会略有增加。为便于大批量生产,可进行特殊的设计,使一次加工数十片,可用圆弧铣刀铣槽,也可用固定圆弧 R 的砂轮片磨槽。这种加工的纹理与受力方向垂直,纹理过深易发生应力集中,为防止使用中基体断裂,可用适当的加工精度作保证。要经常修磨铣刀和砂轮片,以防加工纹理过深。用钻孔法开钥孔槽,孔底加工纹理的切向与受力方向一致,加工精度要求低于铣、磨加工。对 65 Mn 弹簧钢,要保证高的弹性极限和尽可能小的变形,制作工艺的加热不应超过回火温度,而且目前银焊法焊接温度多在 650~750℃ 之间,材料要求尚难统一。

Deformation of the Base of a Frame Saw after Welding and Measure Adopted for Welding Quality Improvement

Sun Yuchao

A frame saw, chiefly employed for building stone cutting, is usually deformed after welding. The deformation mechanism after welding has been studied and an appropriate measure is taken to eliminate the shortcoming of frame saw base deformation after welding. Experimental tests demonstrated that U-shaped slots are cut in order to isolate the thermal influence area will answer the purpose for eliminating the base deformation, and in the same time for improving the welding quality. Isolation slots opened on the base of the frame saw may lead to some other troubles. An analysis of these troubles are also given in this paper.