

一种镍基高温合金金相试样的制作

切割设备选择：小规格的圆棒状且进行切片，选用适合切割薄片的小型金刚石线切割机 STX-202A 或 STX-202AQ，本实验中切割设备选用小型金刚石线切割机 (STX-202A)。

设备简介：小型金刚石线切割机 (STX-202A) 是专为材料研究人员而设计，用于脆性材料样品的精密切割，可以对材料进行切片、切断，旋转转台也可以对试样切割一定角度。小型金刚石线切割机 (STX-202A) 是一款连续切割型金刚石线切割机，设置好切割程序后试样连续进给，无需手动调节，切割后的样品尺寸精度高，在 $\pm 10 \mu\text{m}$ 的范围内。小型金刚石线切割机 (STX-202A) 的切割线采用单根线循环往复的运动模式，可使用的线的长度长，一次上线的使用寿命长，提高了切割效率。张紧轮采用弹簧张紧的模式，弹簧刚性强，张紧力大，张紧力在切割过程中保持不变，保持金刚石线的张紧度。

实验样品：直径为 $\phi 16 \text{ mm}$ 的未经任何处理的一种镍基单晶高温合金圆棒试样。



图 1 原始样品图片

实验目的：从圆棒试样上切割 4 片厚度为 3 mm 的试样片后进行磨抛用于制作用光学显微镜和扫描电镜组织观察的样品。

样品材料的特性：高温合金通常以铁、镍、钴为基，在高温环境下能承受一定的机械应力及具有优异的表面稳定性的一类材料。一般具有较高的室温和高温强度、硬度、优异的蠕变与疲劳抗力、良好的抗氧化性、抗热腐蚀性、组织稳定性和使用的可靠性。

试样装配：由于圆棒试样直接夹持进行切割时切割后会在最后切断位置出现断口，因此应先将试样进行固定，再进行切割。固定试样过程中需要加热装置及进行粘结用的石蜡。将载样盘和试样放在加热平台上进行预热，载样盘和试样预热后在两者接触处涂上石蜡，最后将粘结好的样品夹持在设备的样品台上进行切割。加热设备及切割过程如图所示。



图 2 加热设备图

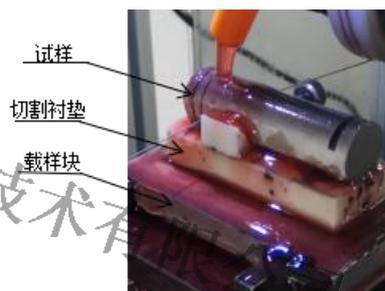


图 3 切割过程图

切割线径：此实验中未对金刚石线做具体要求，且镍基高温合金材料强度高、硬度大，因此应选用线径较大的金刚石线以保证切割能力和切割速度，本实验中选用 $\phi 0.42\text{ mm}$ 的金刚石线。

切割速度：根据材料的特性将速度设置为 0.15 mm/min ，切割过程中随着金刚石颗粒的磨损速度应适当进行减小，在此实验过程中每切割完一片试样速度减小 0.02 mm/min 。

切割行程设置： 20 mm 。

切割次数： 5。切割后的样品如图所示。样品表面光亮，无热灼伤，表面平行度极好，样品边缘无破边，得到了不错的切割表面。



图 4 切割后的试样片图

样品的磨抛：

设备选择：

由于所要磨抛的样品较小，因此我们选用 UNIPOL-802 自动精密研磨抛光机。

样品固定：

由于试样在磨削的过程中需要施压一定的力，自动磨抛机需用一个有一定重量的载样盘来固定样品。将样品和载样盘一同放到加热平台进行预热，然后用石蜡将两者粘结在一起，粘接时应注意一次最少抛光三个小试样或一个大试样，且试样应对称粘接，保证研磨过程中载样块不会偏转。粘结后的样品如图所示：

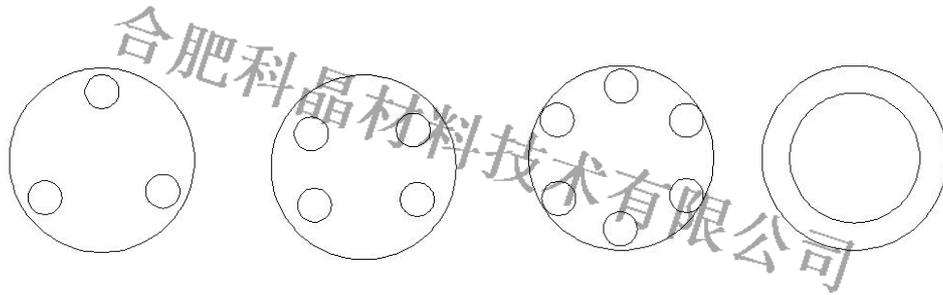


图 5 固定样品的载样盘

样品磨削:

由于镍基高温合金强度高、硬度大，因此为将切割的痕迹全部磨削掉，应先用 150#砂纸对试样进行粗磨削，直到将样品表面所有痕迹磨去。样品进行磨削时，在载样盘的外面套有修盘环，修盘环在磨削过程中一边充当轴套的角色，使载样盘旋转起来容易；一边充当磨刀石的角色修复砂纸表面的砂粒。为加快样品的磨削速率在载样盘上面再施加一个载样盘从而增大试样所承受的力，但施加载样盘的重量不能过重，一般不超过磨抛机摆臂的最大力，磨抛过程中摆臂滚轮上面的胶皮的位置要处于载样盘的中间位置，以保证摆臂均匀推动载样盘转动，旋转的载样盘在自转的同时进行公转，使磨削的表面痕迹均匀，磨削过程中要调整载样盘在研磨盘边缘部位运动，但载样盘不能旋转出研磨盘使样品露在外面而磨削不到。磨削过程如图 6 所示。当所有切割痕迹磨掉后再换用 200#砂纸进行下一道磨削过程，一般较硬的金属最后一次磨削的砂纸用 1800#，当依次用 150#、200#、400#、600#、800#、1000#、1200#、1500#、1800#砂纸磨削过后就可以对样品进行抛光。



图 6 样品磨削过程图

注意事项：磨抛过程中每一个型号的砂纸磨完之后样品、修盘环、研磨垫都要用水清洗干净并用电吹风吹干，以确保样品表面不会因外物造成划痕。

抛光：

当试样磨削完后要对试样进行抛光，这里我们先用磨砂革抛光垫将试样表面的划痕抛掉，再用金丝绒抛光垫抛 5 分钟使抛光的样品表面形态更好，抛光液选择型号为 w3 的喷雾剂抛光液。所选的抛光垫如下图所示：



图 7 合成革抛光垫



图 8 金丝绒抛光垫

研磨抛光后的样品表面无用手磨发生的磨偏的现象发生，表面平行度好，样品表面光亮无划痕，磨抛状态非常好。磨抛后的样品如下图所示：



图 9 抛光后的样品图片

抛光后的试样可根据要求进行腐蚀，然后进行相应的金相观察。

参考文献：

- [1] Sims C T. Superalloy II. New York: John Wiley & Sons, 1987.
- [2] 殷凤仕. 熔体处理和热处理 M963 微观组织与力学性能的影响：（博士学位论文）. 沈阳：中国科学院金属研究所，2003.
- [3] 黄乾尧，李汉康. 高温合金. 北京：冶金工业出版社，2000.