

用 UNIPOL-802 研磨 4Cr13 方形试样块

实验材料:

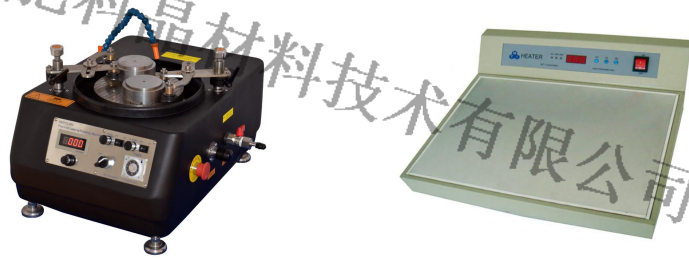
10×10×8 mm的 4Cr13 不锈钢试样块, 4Cr13 是高硬度及高耐磨性的一种不锈钢材料, 该钢抗氧化性好, 在 200℃以下性能稳定, 加热不会发生回火现象。

实验目的:

将试样块表面用 240#、400#、600#、800#、1200#、1500#、2000#砂纸研磨, 再用毛呢抛光布进行抛光, 直到表面光亮如镜且细小的划痕都被抛光为止。

实验设备:

科晶制造的 UNIPOL-802 自动研磨抛光机、MTI-3040 加热平台实验所用设备如图 1 所示:



UNIPOL-802 自动研磨抛光机

MTI-3040 加热平台

图 1 实验所用设备图

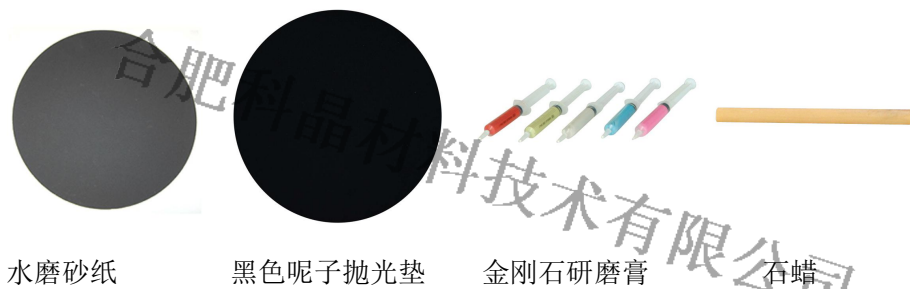
实验设备选用原因:

MTI-3040 加热平台采用整体铸造, 单片机作为核心控制部件, 加热板作为加热体, 适用温度: $\leq 200^{\circ}\text{C}$; 控温精度: $\pm 1^{\circ}\text{C}$; 加热板尺寸: 373mm×273mm; 结构简单, 操作方便, 安全可靠, 尤为适用于对温度敏感材料(如晶体、半导体、陶瓷等)的加热。

UNIPOL-802 自动精密研磨抛光机是用于晶体、陶瓷、金属、玻璃、岩样、矿样等材料的研磨抛光制样。本机设置了 $\varnothing 203\text{mm}$ 的研磨抛光盘和两个加工工位, 可用于研磨抛光 $\leq \varnothing 80\text{mm}$ 的平面。若配置适当的附件, 可批量生产高质量的平面磨抛产品, 主轴旋转采用无级调速控制方式, 并设有数显表实时显示转数, 配有定时器, 可准确控制工作时间(0-300h 之间), 可选配自动滴料器或循环泵, 使磨抛更加方便快捷, 磨抛盘转速: 0-250rpm, 支撑臂摆动次数: 0-9 次/分, 磨抛盘: $\varnothing 203\text{mm}$, 载物盘: $\varnothing 80\text{mm}$ 。

实验耗材:

带背胶水砂纸、毛呢抛光垫、金刚石抛光膏、石蜡棒, 实验中所用耗材如图 2 所示:



水磨砂纸

黑色呢子抛光垫

金刚石研磨膏

石蜡

图 2 实验所用耗材图

实验过程:

将 UNIPOL-802 自动精密研磨抛光机专用载样块与试样块一同放到 MTI-3040 加热平台上进行预热，当加热平台的温度达到石蜡融化温度后，将石蜡在加热平台上融化少许，用试样蘸取少量的石蜡放置到载样块上将要固定样品的位置，将固定有样品的载样块从加热平台上取下，放置于平台上进行空冷，直到样品温度冷却到室温为止。4Cr13 不锈钢在 200℃ 以下性能稳定不会发生硬度和组织的转变，在 200~300℃ 会发生回火现象，石蜡的融化温度在 80℃ 左右，而加热平台的加热温度最高不会超过 200℃，因此可以将样品直接放置到加热平台上进行预热，当温度在 80℃ 以上少许时就可以将试样进行固定了。在加热平台上进行预热的试样和载样块如图 3 所示；固定好的试样如图 4 所示；在进行样品固定时应注意，样品在载样块上应对称固定以保证样品在研磨过程中载样块不会晃动，样品不会被磨偏。用载样块研磨样品时如果直径较大的样品最少可以研磨一个，如果较小的样品最少应将三个试样一起进行研磨以保证载样块的平衡。

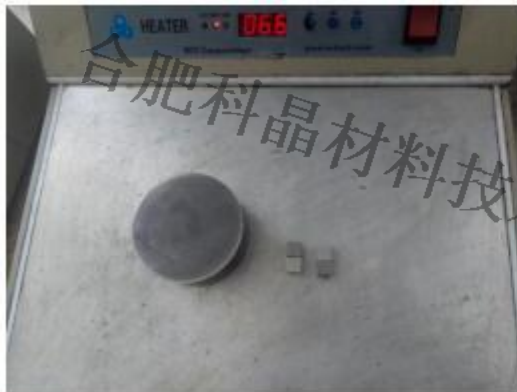


图 3 在加热平台上进行预热的样品和载样块



图 4 固定好的样品图

将固定好样品的载样块放到研磨抛光机的研磨盘上，载样块外套修盘环，修盘环的主要作用是使砂纸上的研磨颗粒变得锋利同时促进载样块在研磨盘上的转动。调整好机械摆臂的位置在修盘环的中线处，摆臂向研磨盘外摆动的范围在离研磨盘大概 6 mm 的位置。开动研磨抛光机将转速调整到 45r/min 左右，研磨过程中用水对样品进行冷却。研磨过程中样品的状态如图 5 所示；由于观察时对样品表面的光亮度要求较高，因此研磨时将样品从 240# 砂纸一直研磨至 2000# 砂

纸，各号砂纸研磨的时间为 240#砂纸研磨 45min、400#砂纸研磨 15min、600#砂纸研磨 10min、800#砂纸研磨 8min、1200#砂纸研磨 5min、1500#砂纸研磨 3min、2000#砂纸研磨 3min。由以上可见首号砂纸研磨时间最长，这是因为首号砂纸研磨时需要将载样块上的四个样品研磨至水平高度相同的位置，而且要保证每个样品表面都要完全被磨削到为止再换用下一号砂纸对样品进行研磨。随着所用砂纸颗粒度不断变小，样品表面的被磨削层越来越浅，样品的表面状态越来越好，每一号砂纸研磨的时间逐渐缩短。2000#砂纸研磨完后样品表面变得光亮且掺杂着划痕，若要得到完全光亮的表面，就要对样品进行进一步的抛光操作了。



图 5 样品的研磨状态图

在进行抛光操作时根据经验一般较硬的金属用毛呢抛光垫进行抛光，此实验中抛光剂选用颗粒度为 W3 的金刚石抛光膏对样品进行抛光。金属样品抛光时要注意不能抛光不达标也不能过抛。抛光不达标样品表面还会留有少量划痕，样品表面光亮程度也达不到要求。金属样品过抛会使金属表面较软的相被拖拽出来或使金属表面产生较大的浮凸，给样品后期的分析与观察带来很大的干扰。因此，保证样品表面得到良好的抛光状态至关重要。为得到良好的金相试样抛光面应在抛光过程中每隔三分钟对样品表面进行一次观察，当观察到样品表面达到抛光要求后终止对样品的抛光操作，然后将样品表面清洗干净用电风吹干，放到 4XC-PC 倒置金相显微镜下进行观察，若金相显微镜整个视野内都无划痕存在且样品表面光亮形貌清楚，则说明抛光达到要求。若样品表面在显微镜下仍可看到细小划痕则说明抛光还未达标，还应继续对样品进行抛光，直到样品表面完全被抛光为止。抛光过程中抛光机的转速比研磨时抛光机的转速要高的多，本实验中对样品抛光所使用的转速为 180r/min。抛光后的样品用清水冲洗干净再用酒精进行清洗然后吹干，抛光后的样品如图 6 所示；

合肥科晶材料技术有限公司

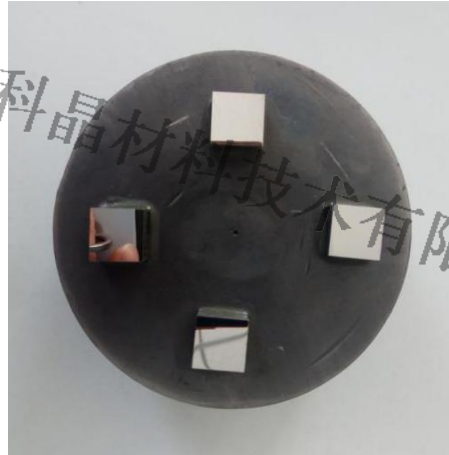


图6 抛光后的样品表面状态图

由图6可见，抛光后的样品表面光亮如镜，可以清楚的反射出周围物体的影像，肉眼观察样品表面无细小划痕存在。

用3D激光共聚焦显微镜对样品表面进行观察，在黑白视场下对样品放大169倍观察样品表面形貌如图7所示，图7(a)中样品表面平整清晰无划痕存在，图7(b)整个表面同样平整清晰无划痕存在，但图片左下角有少许深色斑点存在，这是由于样品表面存在污点或样品中存在夹杂物的原因。两组样品表面平整清晰无划痕，说明用UNIPOL-802自动精密研磨抛光机研磨抛光后的样品表面平整无磨偏的现象产生，这是手动研磨抛光无法达到的，也说明自动研磨抛光机研磨抛光后的样品表面状态好，适合样品在高倍数显微镜下进行观察与分析。

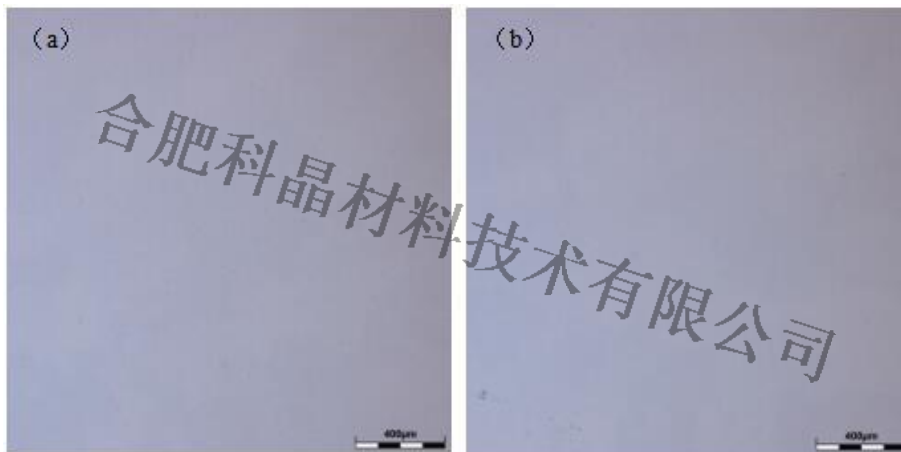


图7 激光共聚焦显微镜下样品表面二维形貌图

用3D激光共聚焦显微镜对样品表面进行3维观察并分析，结果如图8所示，可见样品表面存在一定起伏，说明样品表面存在一定粗糙度。样品表面粗糙度的大小与样品的研磨抛光有一定关系，同时与材料本身也有一定关系，一般样品表面软硬掺杂的相越多即使研磨抛光的状态很好粗糙度也会比单一相的样品表面粗糙度大。如果知道样品自身材质的物理化学性质就可以通过精细的研磨抛光来适当减小样品表面的粗糙度。

合肥科晶材料技术有限公司

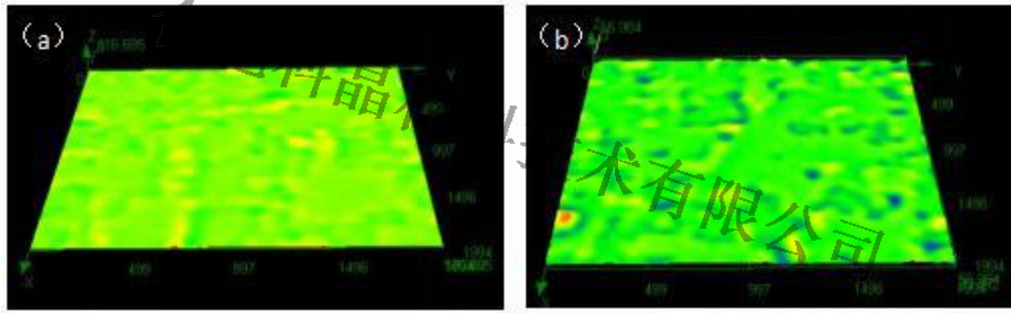


图 8 激光共聚焦显微镜下样品的 3D 图

表一 样品表面粗糙度表征

编号	Sq[μm]	Ssk	Sku	Sp[μm]	Sv[μm]	Sz[μm]	Sa[μm]
1	4.563	0.254	4.987	80.673	22.993	103.666	3.457
2	3.434	0.253	5.116	20.809	45.825	66.634	2.551
3	4.013	2.021	52.675	141.899	19.816	161.715	2.803
4	3.541	0.066	4.228	17.761	16.853	34.614	2.627
5	3.748	0.116	4.849	18.845	22.048	40.893	2.742
	Sq[μm]	Ssk	Sku	Sp[μm]	Sv[μm]	Sz[μm]	Sa[μm]
计数	5	5	5	5	5	5	5
平均	3.86	0.542	14.371	55.997	25.507	81.564	2.836
最大	4.563	2.021	52.675	141.899	45.825	161.715	3.457
最小	3.434	0.066	4.228	17.761	16.853	34.614	2.551

表一 样品表面粗糙度表征

由表一可见通过 3D 激光共聚焦显微镜对样品表面粗糙度进行分析得出样品表面粗糙度平均值不超过 $3 \mu\text{m}$ ，这样大的粗糙度在光学显微镜下几乎观察不到任何划痕，样品放大的倍数越大观察到样品的范围越小划痕存在的可能性就更小。通过以上分析可以证明用 UNIPOL-802 自动精密研磨抛光机研磨抛光后的 4Cr13 不锈钢样品表面状态优秀，无磨偏和划痕产生，说明样品在进行精细分析时十分适合用自动研磨抛光机对样品进行处理。