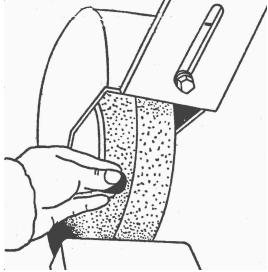
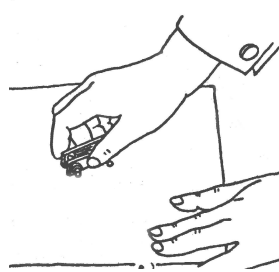


金相制样过程图解

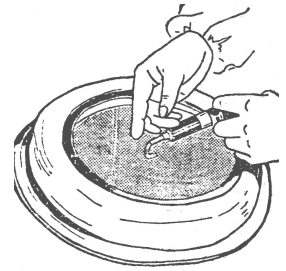
切取试样—夹持—粗磨—磨光—抛光—洗净—吹干—浸蚀—吹干—显微观察测量



1、将试样进行粗磨磨料



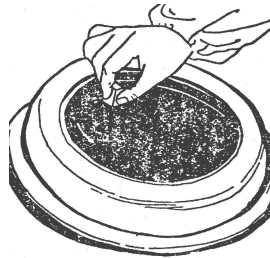
2、手工磨光试样



3、添加金刚石



4、将研磨膏涂均匀水



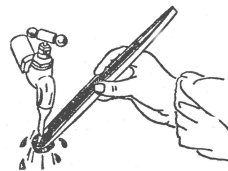
5、初期抛光状态



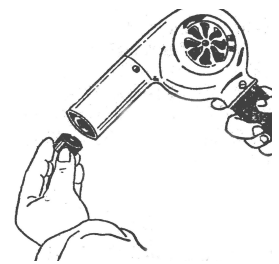
6、抛光过程中向盘中加水



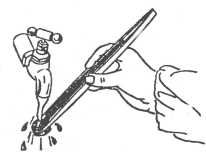
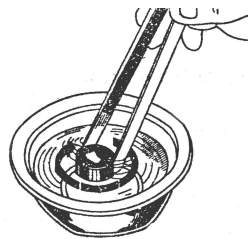
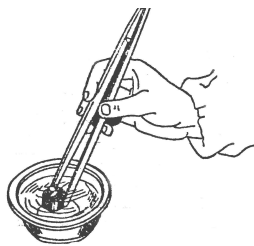
7、抛光时试样转动样干燥



8、抛光试样要洗净



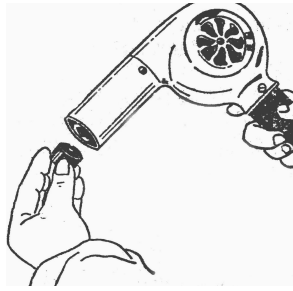
9、洗净后将试



10、试验受浸蚀

11、浸蚀时试样缓慢晃动 12、浸蚀后将

试样清洗



试样抛光后浸蚀后的进行干燥

附表 常用钢铁材料显微组织用化学浸蚀剂

No.	浸蚀剂	成 分	用 法	用 途
1	硝酸酒精溶液	HN03 3 mL 95%酒精 100 mL	浸蚀时间：数秒至数分，浸蚀速度随溶液浓度而增加，但选择性则随之而降低	通用浸蚀剂，使珠光体发黑，并能增加珠光体区域的衬度；显示铁素体晶界；区分铁素体及马氏体。用较淡溶液(1%)，亦可显示钢经不同热处理后的组织。
2	苦味酸酒精溶液	苦味酸 4g 95%酒精 100mL (仅当苦味酸含水超过10%时，才用纯酒精)	浸蚀时间：数秒至数分；有时可用较淡溶液	通用浸蚀剂，可显示碳钢、低合金钢各种热处理后的组织。能清晰显示细珠光体、马氏体、回火马氏体及贝氏体组织；显示碳化物。但显示铁素体晶界不如硝酸酒精溶液的效果好。
3	盐酸苦味酸酒精溶液	HCL 5 mL 苦味酸 1 g 95%酒精 100 mL	浸蚀	显示淬火及淬火回火后的实际奥氏体晶粒度。淬火试样在 200~250℃回火 15 min 后，效果最好。
4	硫酸铜盐酸水溶液	CuSO ₄ 4 g HCl 20 mL H ₂ O 20 mL	浸蚀	显示不锈钢组织
5	氯化铁盐酸水溶液	FeCl ₃ 5 g HCl 50 mL H ₂ O 100 mL	浸蚀或擦蚀	显示奥氏体不锈钢一般组织。
6	赤血盐水溶液	K ₃ Fe(CN) ₆ 50 g KOH 50 g H ₂ O 100 mL	溶液须新配制者。试样煮沸 2.5min。在通风橱中进行。不可混入酸类，否则HCN(有剧毒)逸出。	区别 Fe-Cr、Fe-Cr-Ni、Fe-Cr-Mn 及有关合金中的铁素体及σ相。浸蚀后σ相呈蓝色，铁素体呈黄色。
7	硝酸酒精溶液	HN03 5~10 ml 酒精(95%) 100 ml	浸蚀	显示高速钢的一般组织。
8	草酸水溶液	草酸 10 mL H ₂ O 100 mL	试样为阳极，不锈钢或白金为阴极，距离为 20~25 mm。常用电压为 6 V。浸蚀时间为 5~20 s	适用于奥氏体不锈钢及高镍合金。区别 a 相及碳化物。一相首先被浸蚀，碳化物次之，铁素体及奥氏体受轻微的浸蚀。若为研究碳化物，可长时间用 1.5~3 V
9	铬酸水溶液	CrO ₃ 10 g H ₂ O 100 mL	试样为阳极，不锈钢或白金为阴极，距离为 20~25	除铁素体晶界外，能显示多种组织。浸蚀渗碳体很快，奥氏体次之，铁素体及

No.	浸蚀剂	成分	用法	用途
			mm。常用电压为 6 V。浸蚀时间为 30~90 s	磷化铁很慢

铝合金材料常用浸蚀剂:

1) 15%NaOH 水溶液 显示铝合金低倍组织及硬铝晶粒度, 显示铸造铝合金的针孔等缺陷。

2) (5ml) HF+ (25ml) HNO₃+ (75ml) HCl 显示纯铝、防锈铝等软合金的晶粒度。

3) (10ml) HF+ (5ml) HCl+ (5ml) HNO₃+ (380ml) H₂O 显示退火态的硬铝晶粒度。

试样经上述试剂浸蚀后, 在 30%HNO₃ 水溶液中进行“中和”, 去除表面氧化膜。



试样的磨制-手工磨

手工磨是将砂纸铺在玻璃板上, 左手按住砂纸, 右手捏住试样在砂纸上作单向推磨。

- 1) 加在试样上的力要均匀, 使整个磨面都能磨到;
- 2) 在同一张砂纸上磨痕方向要一致, 并与前一道砂纸磨痕方向垂直。待前一道砂纸磨痕完全消失时才能换用下一道路砂纸。
- 3) 每次更换砂纸时, 必须将试样、玻璃板清理干净, 以防将粗砂粒带至细砂纸上。
- 4) 磨制时不可用力过大, 否则一方面因磨痕过深增加下一道麻木在制的困难, 另一方面因表面变形严重影响组织真实性。
- 5) 砂纸的砂粒变钝磨削作用明显下降时, 不家继续使用。否则砂粒在金属表面产生的滚压会增加表面变形。
- 6) 磨制铜、铝及其合金等软材料时, 用力更要轻, 可同时在砂纸上滴些煤油, 以防脱落砂粒嵌入砂纸表面。

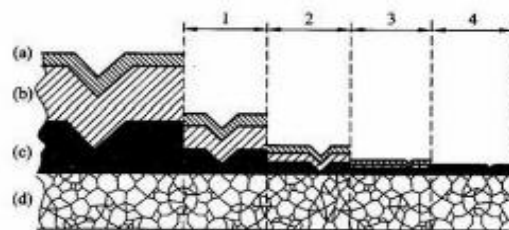


图 2-2 砂纸抛光表面变形层消除过程示意图

(a) 严重变形层 (b) 变形较大层 (c) 变形薄小层 (d) 无变形原始组织

1-第一步抛光后试样表面的变形层

2-第二步抛光后试样表面的变形层

3-第三步抛光后试样表面的变形层

4-第四步抛光后试样表面的变形层

- 1、**粗磨**。试样取下后，如是钢铁材料试样可先用砂轮磨平，如是很软的材料（如铝、铜等有色金属）可用锉刀锉平。在砂轮上磨制时，应握紧试样，使试样受力均匀，压力不要太大，并随时**用水冷却**，以防受热引起金属组织变化。此外，在一般情况下，试样的周界要用砂轮或锉刀磨成圆角，以免在磨光及当抛光时将砂纸和抛光织物划破。但是，对于需要观察表层组织（如渗碳层，脱碳层）的试样，则不能将边缘磨圆，这种试样最好进行镶嵌。
- 2、**细磨**。磨平的试样经清水冲洗并吹干后，随即把磨面依次在由粗到细的各号金相砂纸上磨光。
- 普通金相砂纸所用的磨料有**碳化硅（水砂纸）**和**天然刚玉（干砂纸）**两种。



试样的磨制-机械磨

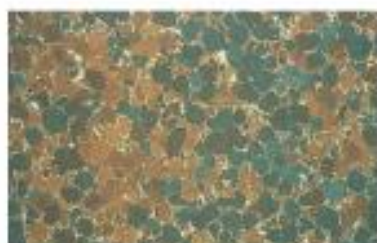
- 目前普遍使用的机械磨设备是预磨机。电动机带动铺着水砂纸的圆盘转动，磨制时，将试样沿盘的径向来回移动，用力要均匀，边磨边用水冲。水流即起到冷却试样的作用，又可参借助离心力将脱落砂粒、磨屑等不断冲到转盘边缘。机械磨的磨削速度比手工磨制快得多，但平整度不够好，表面变形层也比较严重。因此要求较高的或材质较软的试样应该采用手磨制。



试样的磨制-全/半自动制样系统

- 按照标乐、斯特尔等全/半自动制样设备生产厂商提供的制样标准，通过其生产的设备，对压力、时间、磨料等参数的精确控制以达到满意的制样效果。优点是试样变形量小、边界清晰。





钛
放大倍数：50×
磨蚀剂：5%HF干法磨
钛及类似的材料应使用此法进行制样。
但不采用传统含砷抛光的方法。
每次进行5分钟。
使用氧化剂溶液时必须加入过氧化氢和氨水
(6mDP 最多进, 2mH₂O, 2mNH₃)

利用斯特尔自动设备制备的钛组织

研磨

步骤	设备	转速
研磨 试样	MC-2mm20	88-Lapp
研磨剂	50	□□□□□ Alkaline
清洗 清洗尺寸		
研磨剂	水	
抛光	80	140
抛光 (冲蚀)	80	540
抛光 (冲)	高转速	4

抛光

步骤	设备	转速
抛光 试样	5400	□□□□□ Alkaline
清洗	5400	5400
清洗 清洗尺寸		
研磨剂		
抛光	80	140
抛光 (冲蚀)	80	540
抛光 (冲)	?	?



试样的抛光

抛光的目的是去除细磨后遗留在磨面上的细微磨痕，得到光亮无痕的镜面。抛光的方法有机械抛光、电解抛光和化学抛光三种，其中最常用的是机械抛光。抛光和磨光的机制基本一样，可以把镶嵌在抛光织物纤维上的每粒磨料颗粒看成是一把刨刀，根据其取向来去除金属。

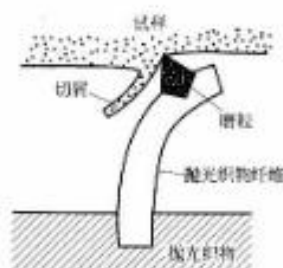


图 2-6 抛光时磨粒在试样表面产生切削示意图



试样的抛光-抛光织物

- 1.长绒毛的织物 如绒布，使用于软材料或最后的精抛光
- 2.短绒毛的织物 如帆布，坚固耐用，是最常用的抛光织物
- 3.没有绒毛的织物 如绸布，使用于含有石墨或夹杂物等组织的抛光
- 4.化学纤维类制品 如尼龙。
- 5.复合材料织物，如标乐公司的专利抛光织物。
- 6.最常见的抛光织物是呢子布。



试样的抛光-抛光剂



High Metallurgical Polishing Agent

高效金相抛光剂

产品特点
1. 抛光效率高，抛光时间短，抛光质量好。

适用范围
适用于各种金属材料的抛光。

主要成分
1. 氧化铬
2. 氧化锡
3. 氧化铁
4. 氧化铜
5. 氧化镍
6. 氧化钴
7. 氧化钨
8. 氧化钼
9. 氧化钽
10. 氧化铌
11. 氧化锆
12. 氧化铪
13. 氧化钽
14. 氧化铌
15. 氧化锆
16. 氧化铪

主要成分
1. 氧化铬
2. 氧化锡
3. 氧化铁
4. 氧化铜
5. 氧化镍
6. 氧化钴
7. 氧化钨
8. 氧化钼
9. 氧化钽
10. 氧化铌
11. 氧化锆
12. 氧化铪

主要成分
1. 氧化铬
2. 氧化锡
3. 氧化铁
4. 氧化铜
5. 氧化镍
6. 氧化钴
7. 氧化钨
8. 氧化钼
9. 氧化钽
10. 氧化铌
11. 氧化锆
12. 氧化铪

主要成分
1. 氧化铬
2. 氧化锡
3. 氧化铁
4. 氧化铜
5. 氧化镍
6. 氧化钴
7. 氧化钨
8. 氧化钼
9. 氧化钽
10. 氧化铌
11. 氧化锆
12. 氧化铪

主要成分
1. 氧化铬
2. 氧化锡
3. 氧化铁
4. 氧化铜
5. 氧化镍
6. 氧化钴
7. 氧化钨
8. 氧化钼
9. 氧化钽
10. 氧化铌
11. 氧化锆
12. 氧化铪

主要成分
1. 氧化铬
2. 氧化锡
3. 氧化铁
4. 氧化铜
5. 氧化镍
6. 氧化钴
7. 氧化钨
8. 氧化钼
9. 氧化钽
10. 氧化铌
11. 氧化锆
12. 氧化铪



抛光剂和抛光膏

- 常用研磨膏有：
- 刚玉类研磨膏——主要用于钢铁件研磨；
- 碳化硅——碳化硼类研磨膏，主要用于硬质合金、玻璃、陶瓷和半导体等研磨；
- 氧化铬类研磨膏——主要用于精细抛光或非金属类的研磨；
金刚石类研磨膏，主要用于硬质合金等高硬度材料的研磨

粒度号	粒度尺寸 (um)	颜色标志	光洁度 (级) 和效果	金刚石含量 (克拉)
W40	40 ~ 28	淡黄	9 - 10 (粗研)	1.5
W28	28 ~ 20	灰	9 - 10 (粗研)	1.5
W20	20 ~ 16	深兰	9 - 10 (粗研)	1.5
W16	16 ~ 10	青莲	10 - 11 (一般亮度)	1.5
W10	10 ~ 7	洋兰	10 - 11 (一般亮度)	1.5
W7	7 ~ 5	玫红	10 - 11 (精密亮度)	1.25
W5	5 ~ 3	桔黄	11 - 12 (精密亮度)	1.25
W3	3 ~ 1	草绿	11 - 12 (镜面亮度)	1
W1	1 ~ 0.5	桔红	12 - 13 (超镜面亮度)	1
W0.5	< 0.5	兰灰	13 - 14 (超镜面亮度)	1

备注：克拉 (Ct) 是宝石的质量 (重量) 单位，现定 1 克拉等于 0.2 克或 200 毫克。一克拉又分为 100 分，如 50 分即 0.5 克拉，以用作计算较为细小的宝石。因为钻石的密度基本上相同，因此越重的钻石体积越大。越大的钻石越稀有，每克拉的价值亦越高



试样的抛光-机械抛光

- 抛光盘上铺以细帆布、呢绒、丝绸等。抛光时在抛光盘上不断滴注抛光液。抛光液通常采用 Al_2O_3 、 MgO 或 Cr_2O_3 等细粉末 (粒度约为 $0.3 \sim 1 \mu m$) 在水中的悬浮液。
- 目前常使用金刚石磨料，粗抛使用帆布，磨粒 3.5 微米的抛光液，细抛使用呢绒或丝绸磨粒 1 微米的抛光液。
- 操作时将试样磨面均匀地压在旋转的抛光盘上，并沿盘的边缘到中心不断作径向往复运动。
- 抛光时间不宜过长，否则易产生腐蚀坑，需重新细磨去除腐蚀坑后再抛光。
- 抛光后的试样，其磨面应光亮无痕，且石墨或夹杂物等不应抛掉或有曳尾现象。这时，试样先用清水冲洗，再用无水酒精清洗磨面，最后用吹风机吹干。

抛光操作的关键：

- a 设法得到最大的抛光速率，以便尽快除去磨光时产生的损伤层；
- b 使抛光产生的变形层不致影响最终观察到的组织，即不会产生假象。

这两个要求是有矛盾的，前者要求使用较粗的磨料，但会使抛光变形层较深；后者要求使用最细的磨料，但抛光速率较低。

解决方案：把抛光分为两个阶段来进行。

首先是粗抛，目的是除去磨光的变形层，这一阶段应具有最大的抛光速率，粗抛本身形成的变形层是次要的考虑，不过也应尽可能小。

其次是精抛(又称终抛)，其目的是除去粗抛产生的变形层，使抛光损伤减到最小。

• 1、粗抛：

- 1) 粗抛磨料
- 以往粗抛常用的磨料是粒度为 $10\sim 20\mu\text{m}$ 的 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 、 Cr_2O_3 或 Fe_2O_3 ，加水配成悬浮液使用。
- 目前，人造金刚石磨料已逐渐取代了氧化铝等磨料，因其具有以下优点：
 - 1)与氧化铝等相比，粒度小得多的金刚石磨粒，抛光速率要大得多，例如 $4\sim 8\mu\text{m}$ 金刚石磨粒的抛光速率与 $10\sim 20\mu\text{m}$ 氧化铝或碳化硅的抛光速率相近；
 - 2)表面变形层较浅；
 - 3)抛光质量最好。

抛光时需要注意合理选择抛光机的转速：

- 采用机械抛光时应为 $250\sim 300\text{r/min}$
- 用金刚石研磨膏进行粗抛时，一般先使用粒度为 $2.5\mu\text{m}$ 的磨料，然后再使用粒度为 $1\mu\text{m}$ 的磨料；
- 对于较软的材料要使用粒度为 $0.5\mu\text{m}$ 的磨料才可获得最佳效果。

• 2、精抛

- 尽管对于磨光及粗抛已经有了比较成熟的原则，但是对于精抛，还要求操作者有较高的技巧。
- 常用的精抛磨料为MgO及 γ -Al₂O₃，其中MgO的抛光效果最好，但抛光效率低，且不易掌握； γ -Al₂O₃的抛光速率高，且易于掌握。
- 近年来已有在抛光机上配置微型计算机的，使抛光过程自动化，抛光机可以按照规定的参数(如转速、压力、润滑剂的选择、磨粒喷撒频率等)进行工作，这些参数还可以随时间而变。
- 对于某种材料的金相试样，只要建立了最佳制样参数，制样效果的重要性很好，工作效率大大提高。不过这种制样设备并不能完全取代金相技术人员的工作，它只能按照人们预制定的程序进行工作。



试样的抛光-化学抛光

- 化学抛光是依靠化学试剂对样品的选择性溶解作用将磨痕去除的一种方法。
- 例如：用1~2克草酸、2~3毫升氢氟酸、40毫升过氧化氢、50毫升蒸馏水的化学抛光剂，对碳钢、一般低合金钢的退火、淬火组织进行化学抛光（擦拭法），效果较好。此法适于没有机械抛光设备的条件。
- 在化学抛光时，影响抛光质量的可控参数有：抛光液的组分、浓度、温度，以及抛光时间等，需根据具体情况制定合适的工艺规程。
- 经化学抛光后的磨面较光滑但不十分平整，适于显微镜作低倍和中倍观察。
- 化学抛光一般总不太理想，若和机械抛光结合，利用化学抛光剂边腐蚀边抛光可提高抛光效能。

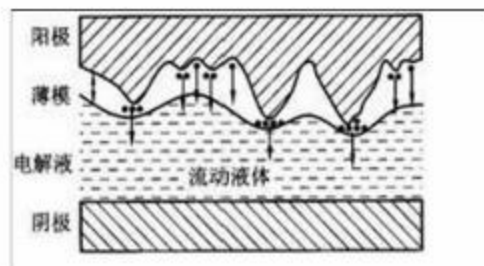


机械抛光下的氧化物夹杂



机械抛光下的硫化物夹杂

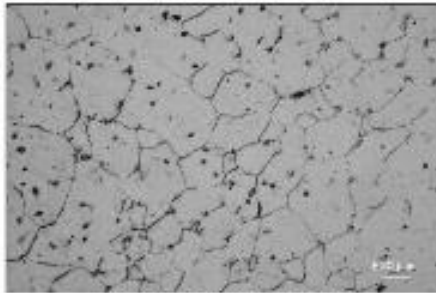
- 机械抛光时，试样表面要产生变形层，影响金相组织显示的真实性。电解抛光可以避免上述问题，因为电解抛光纯系电化学的溶解过程，没有机械力的作用，不引起金属的表面变形。
- 对于硬度低的单相合金以及一般机械抛光难于做到的铝合金、镁合金、铜合金、钛合金、不锈钢等宜采用此法。
- 此外，电解抛光对试样磨光程度要求低(一般用800号水砂纸磨平即可)，速度快，效率高。
- 但是电解抛光对于材料化学成分的不均匀性，显微偏析特别敏感，非金属夹杂物处会被剧烈地腐蚀，因此电解抛光不适用于偏析严重的金属材料及作夹杂物检验的金相试样。



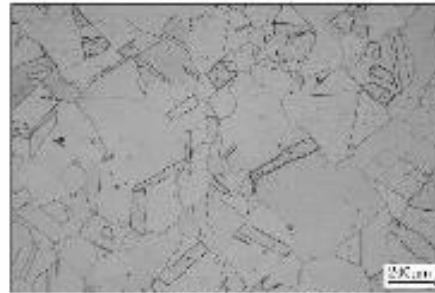
电解抛光原理示意图如图所示，阴极用不锈钢板制盛成，试样本身为阳极，二者同处于电解抛光液中，接通回路后在试样表面形成一层高电阻膜。由于试样表面高低不平，膜的厚薄也不同。试样表面凸起部分膜薄，电阻小，电流密度大，金属溶解速度快。相对面言，凹下部分溶解速度慢，这种选择性溶解结果，使试样表面逐渐平整，最后形成光滑平面。

常用的电解液

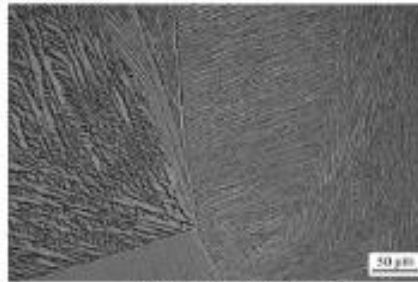
电解液	材料	电流密度 A/cm ²	时间	温度℃
磷酸38%，甘油53%，水9%	不锈钢	0.5-1.5	3-7min	50-100
	纯铜	0.1-0.25	3-10min	15-30
高氯酸20%，甘油10%，酒精70%	不锈钢	≥1.5	~15s	< 50
	碳钢	1.25-2.5	~15s	
	铝	≥0.5	5-15s	
磷酸100ml，甘油6ml	铜及铜合金	0.1-0.115	5-10min	15-30
磷酸88ml，硫酸12ml，铬酐6g	铝	1-2	1-1.5min	70-90
磷酸，铬酐	不锈钢	0.5-2		60-80
	合金钢	≈0.3		60-70



电解抛光态的高锰钢



电解抛光态的铜



电解抛光态的TC4



试样的抛光-金相试样抛光质量

- 一、宏观检查 将试样的抛光面对着明亮光线，用眼睛或放大镜仔细观察。最好能对着光线，以不同角度晃动试面，更有利手看清试面上的情况。合格的抛光面应当符合以下要求：
 - ①平整、光亮。
 - ②无油污、斑点、水迹、抛光剂残痕。
 - ③无划痕。
 - ④无桔皮状皱纹——紊乱层。
 - ⑤无麻点。
 - ⑥需保护的棱边没有圆角。
- 若有①~③项的缺陷，可用重新抛光来纠正。有④~⑥项的缺陷及深刻痕时，必须从砂纸磨光开始，重新按顺序磨光、抛光试样。至于需从那一道砂纸开始重磨，由缺陷的严重程度而定，原则是经初道砂纸磨光后，能将制样缺陷完全消除掉。
- 二、显微镜放大检查 宏观检查合格的试样，还应放在金相金相显微镜上，放大100倍进一步检查抛光质量。合格的抛光质量应当符合以下要求：
 - ①无妨碍金相检验及摄影的划痕。
 - ②无组织泄尾。
 - ③无油污。
 - ④无严重凸浮、无剥落。
 - ⑤无金属紊乱层、无抛光麻点。

- 三、主要抛光缺陷的特征：

- 1) 划痕在显微镜的明视场下，划痕较粗时呈现为深黑色的直线状条纹，数量一般较少。它们大都是抛光前的砂纸磨痕遗留下来的，只有用相应的砂纸重新磨光才能消除。细划痕在明视场下呈深灰色细直线，在暗视场下呈白亮色直线，数量有多、有少，它们基本上是在抛光过程中产生的。可重新抛光加以纠正。有时还可能出现单条呈弧形或其他形状的划痕，它们一般是在抛光后不小心而被其他物体碰划所致。划痕的存在，使某些细微组织的原来面目被掩盖，有碍于正常的金相检查，需要予以纠正。

- 2) 泄尾试样抛光面上存在较硬或较脆的第二相小质点时，容易因抛光而泄尾。常见的有疏松、非金属夹杂物，如氮化物、碳氮化合物、点状氧化物等。铸铁中的球团等形状的石墨泄尾。其产生原因主要是在抛光过程中抛光布太干，抛光后期压力太重；抛光速度太快；钢铁试样未作自转抛光所造成的。由于泄尾的存在，将有碍于非金属夹杂物等相的准确评级，因此需重新抛光予以纠正。

- 3) 沾污 非金属夹杂物、石墨、局部金属基体被研磨膏、抛光粉、其他污物或水迹等沾污，从而掩盖了试样中某些相的真实面目，失去原有的外形和颜色。例如正常情况下钢中的氮化钛夹杂是金黄色的、呈四边形、三角形等规则外形，沾污后的氮化钛不仅失去了金黄色，呈黑色，而且外形也变得不规则，颗粒也比原来扩大，完全看不出原来的特征，又如灰色的点状氧化物也有类似弊病，使夹杂物的定性和定量检查都受到不良影响。

4) 严重浮凸 组织中的某些高硬度相，如碳化物、钢中的三次渗碳体，以及氮化物等，由于抛光时间过长，会造成浮凸。严重的浮凸将有不良后果。首先，存在严重浮凸的试样在化学浸蚀显示组织时，浮凸部分可能脱落，成为黑色孔穴；此外，还可能由于边界效应使严重浮凸的台阶处侵蚀不良，使组织形貌出现畸变。这种造成组织假象的缺陷是不允许存在的，可以用砂纸磨光返工纠正。

5) 剥落试样中高硬度和脆性的质点(相)，如果抛光时间过长，或者绒布太干、压力太大，抛光速度太快，都可造成剥落，在抛光面上留下一个孔穴，妨碍正常的金相检查。例如铸铁中的石墨，尤其是球状石墨，抛光不当很容易剥落成为一个圆坑，失去球墨的形貌特征。对某些非金属夹杂物也可能剥落，可能误判为疏松，从而妨碍组织的正常检查和评级。它只能用砂纸重新磨光、抛光予以纠正。

6) 倒圆角抛光不当, 很容易造成试样棱边被倒成圆角, 使显微观察时倒圆的表层看不清楚。表面存在化学渗层或脱碳层, 都需要测定它们的深度, 由于存在圆角, 将使该层的深度由于看不全而将厚度测薄。倒角严重时, 甚至完全看不出有该层的存在, 造成错误的试验结果。所以出现这种缺陷时, 必须重新磨抛。

7) 金属紊乱层及抛光麻点试样若经过反复、长时间抛光, 或者对软组织如铜、铝及奥氏体、铁素体组织等抛光时压力太大, 或绒布太干燥时, 在金属表面产生较深的变形损伤, 使抛光面上出现很多小的、皱折, 在显微镜放大后呈桔皮状的花纹, 这就是表面紊乱层。在该层内组织已受到挤压变形, 改变了原来的组织状态, 造成假相。此外还可能在抛光面上出现抛光麻点, 它是一些小孔穴, 在显微镜下呈近似圆形的黑色小斑点, 但其轮廓线模糊不清, 也可使初学者误认为夹杂物或其他第二相。所以必须重新磨抛。

8) 过热试样抛光时绒布太干、压力太大及抛光速度太快, 都可能由于摩擦热使抛光表面升温造成过热。过热严重时导致表面局部出现浅的氧化色, 失去原有的白亮金属光泽。有时在抛光态下看不出过热, 但试样在浸蚀后, 将现出回火色。例如对淬火试样就易出现这种情况, 这些都是抛光不当造成的假相, 都应从砂纸磨光开始返工, 予以纠正。



试样的腐蚀

- 试样机械抛光后, 在显微镜下, 只能看到光亮的磨面及夹杂物等。要对试样的组织进行显微分析, 还必须让试样经过腐蚀。
- 常用的腐蚀方法有化学腐蚀法和电解腐蚀法



试样的腐蚀-化学腐蚀

化学腐蚀是将抛光好的样品磨光面在化学腐蚀剂中腐蚀一定时间，从而显示出其试样的组织形貌。

- 纯金属及单相合金的腐蚀是一个化学溶解的过程。
 - 两相合金的腐蚀主要是一个电化学腐蚀过程。两个组成相具有不同的电极电位，在腐蚀剂中，形成很多微小的电池。
 - 多相合金的腐蚀主要也是一个电化学溶解过程。如果一种腐蚀剂不能将全部组织显示出来，就应采用两种或更多的腐蚀剂依次腐蚀，使之逐渐显示出各向组织，这种方法也叫选择腐蚀法。
-
- 纯金属（或单相均匀固溶体）的浸蚀基本上为化学溶解过程。位于晶界处的原子和晶粒内部原子相比，自由能较高，稳定性较差，故易受浸蚀形成凹沟，晶粒内部被浸蚀程度较轻，大体上仍保持原抛光平面。在明场下观察，可以看到一个个晶粒被晶界（黑色网络）隔开。

腐蚀方法：

- 浸蚀方法是将试样磨面浸入浸蚀剂中，或用棉花沾上浸蚀剂擦试表面。浸蚀时间要适当，一般试样磨面发暗时就可停止。如果浸蚀不足，可重复浸蚀。浸蚀完毕后，立即用清水冲洗，接着用酒精冲洗，最后用吹风机吹干。
- 如果一旦浸蚀过度，试样需要重新抛光，甚至还需在细砂纸上进行磨光，再浸蚀。

• 常用的腐蚀剂:

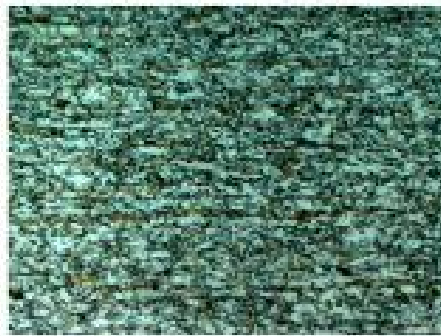
1) 硝酸酒精溶液 HNO_3 3 mL 95% 酒精 100 mL 浸蚀时间: 数秒至数分, 浸蚀速度随溶液浓度而增加, 但选择性则随之而降低通用浸蚀剂, 使珠光体发黑, 并能增加珠光体区域的衬度; 显示铁素体晶界; 区分铁素体及马氏体。用较淡溶液(1%), 亦可显示钢经不同热处理后的组织。

2) 苦味酸酒精溶液 苦味酸 4g 95% 酒精 100 mL (仅当苦味酸含水超过10%时, 才用纯酒精) 浸蚀时间: 数秒至数分; 有时可用较淡溶液通用浸蚀剂, 可显示碳钢、低合金钢各种热处理后的组织。能清晰显示细珠光体、马氏体、回火马氏体及贝氏体组织; 显示碳化物。但显示铁素体晶界不如硝酸酒精溶液的效果好。

3) 氯化铁盐酸水溶液 FeCl_3 5 g HCl 50 mL H_2O 100 mL 浸蚀或擦蚀显示奥氏体不锈钢一般组织。



腐蚀态下的贝氏体钢轨组织



腐蚀态下的TRIP钢组织



腐蚀态下的铸态钢球组织

• 常用危化品:

丙酮: 分子式 C_3H_6O 高度易燃, 其蒸气与空气混合, 能形成爆炸性混合物。可经呼吸道、胃肠道和皮肤吸收, 对中枢神经系统有麻醉作用, 对黏膜有刺激性。

氟化氢: 分子式 HF 有毒, 对呼吸道黏膜及皮肤有强烈刺激和腐蚀作用。灼伤疼痛剧烈对皮肤和黏膜有强烈刺激和腐蚀作用, 并可向深部组织渗透, 有时可深达骨髓、骨质。较大面积灼伤时可经创面吸收, 氟离子与钙离子结合, 造成低血钙。眼接触可引起灼伤, 重者失明。

过氧化氢: 分子式 H_2O_2 蒸气或雾对呼吸道有强烈刺激性; 眼直接接触液体可致不可逆损伤甚至失明浓度超过74%的过氧化氢, 在具有适当点火源或温度的密闭容器中, 能发生气相爆炸。

氯化氢: 分子式 HCl 有强烈刺激作用, 遇水时有强腐蚀性。



试样的腐蚀-电解腐蚀

电解腐蚀所用的设备与电解抛光相同, 只是工作电压和工作电流比电解抛光时小。这时在试样磨面上一般不形成一层薄膜, 由于各相之间和晶粒与晶界之间电位不同, 在微弱电流的作用下各相腐蚀程度不同, 因而显示出组织。此法适于抗腐蚀性能强、难于用化学腐蚀法腐蚀的材料。



金相制样及制样设备安全规程

- 一、通则
- 1. 操作前应经过相关培训或学习过操作规程和安全规程, 如果长期未操作应重新学习操作规程和安全规程。
- 2. 认真检查劳动保护用品是否适用, 穿戴好劳动保护用品后方可上岗。使用切割机、砂轮机、预磨机、抛光机等设备时必须戴上护目镜。
- 3. 注意安全用电, 不要用湿手触摸开关、插座等。设备电源应有可靠的接地装置。
- 4. 设备使用完毕及时关闭电源、水龙头、气阀, 用抹布将设备擦拭干净。
- 5. 盛有溶液的容器必须贴上标签, 标明成分、配制人姓名、保存起止日期。

- 二、金相试样切割机 1.使用前应检查1) 冷却液是否变色, 如果变色发黑则必须更换冷却液。2) 砂轮片安装是否牢固。3) 砂轮片是否有裂纹、边缘是否完整, 如果磨损严重必须更换。2.放、取试样必须用钳子或镊子, 不得直接用手放、取。3.试样必须夹持牢固, 各处盖板必须安装到位。4.不得用清水代替冷却液。
- 三、砂轮机 1.砂轮机应用螺栓固定, 使用前应检查螺母是否松动, 如有松动必须及时拧紧。2.使用前应检查砂轮片是否有裂纹、是否平整、安装是否牢固。3.应当站在砂轮侧面操作。4.不得带手套操作。5.细小试样应当镶嵌或用夹具夹持, 不得直接手持细小试样打磨。6.打磨过程中, 注意及时用水冷却试样, 避免试样过热。
- 四、预磨机 1.使用前应检查1) 转盘转动是否正常; 2) 转盘是否清洁, 如有残留的砂纸碎片或背胶可用丙酮去除。2.砂纸必须平贴在预磨机的转盘上, 不要有凹凸不平处。3.研磨时试样应放在磨盘的右半部分。试样磨面应均匀地压在砂纸上, 不要用力过大。

五、抛光机 1.使用前应检查1) 转盘的转动是否正常; 2) 抛光织物是否平整牢固地安装在转盘上; 3) 抛光织物是否完整, 如有破损应及时更换。2.抛光时试样应放在抛光盘的右半部分。3.抛光时试样磨面应均匀地压在抛光盘上, 手压力里不得过大, 以防试样崩出。4.按抛光剂喷头时用力不要太大, 喷头不要离抛光盘太近, 以防抛光剂过多地反弹回来散发在空气中被操作者吸入。

六、热镶嵌机 1.使用前确保水路和气路畅通。冷却水出水管要固定好。2.气体压力不要过大, 一般在0.2-0.3MPa左右即可。3.放置试样前, 在模座和顶伸柱的模头上分别涂上适量脱模剂, 避免粘结试样。4.拧紧顶伸柱后要再松开半圈, 以免镶嵌结束后打不开。5.顶出试样前要充分冷却至安全温度以下, 水冷时间冬季2-3分钟、夏季3-4分钟。可以由冷却水的出水温度来判断。6.顶出试样时, 要用手扶着顶伸柱的手柄。试样顶出后应立即关断顶出开关。7.使用完毕, 逆时针旋松“RAMDOWN”旋钮, 使模座降到底, 按上顶伸柱或在模具口放一个小烧杯防止灰尘进入。

- 七、冷镶嵌 1.模具及使用的容器、搅拌棒等物品不要直接放在操作台上, 应在操作台上垫一张厚纸或类似物品, 以免粘到操作台上。2.不要用喝水的杯子放置镶嵌材料。也不要用于镶嵌用的容器盛放饮用水及食物。3.注意不要让镶嵌材料及脱模剂溅到身体上。如果粘到皮肤上, 可以用酒精清洗; 如果不慎进入眼睛, 要立即去医院。
- 八、试样侵蚀 1.配置侵蚀剂时应在通风橱内操作。2.试样侵蚀时, 注意不要将侵蚀剂溅在身上。如果不慎溅到身上, 立即用大量的水冲洗; 如果不慎溅到眼睛里, 首先立即专用水管冲洗, 然后去医院。