

第十一届全国高校材料学科实验教学研讨会 暨第七届全国大学生金相技能大赛总结会



指导学生参加金相大赛的几点体会

郑玉春、徐光青、秦永强



E-mail: albon@hfut.edu.cn



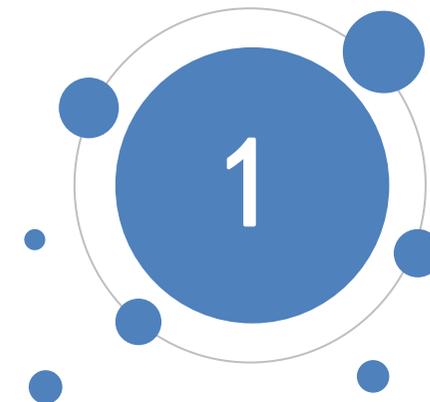
提纲

- ◆ **1 优中选优**：积极组织相关专业学生报名参加预赛选拔
- ◆ **2 勤学苦练**：通过刻苦训练培养同学们在比赛中必胜的信心
- ◆ **3 把握技巧**：如何在短时间内培训学生制备符合要求的试样





指导金相大赛的几点体会



优中选优：积极组织相关专业学生报名参加预赛选拔



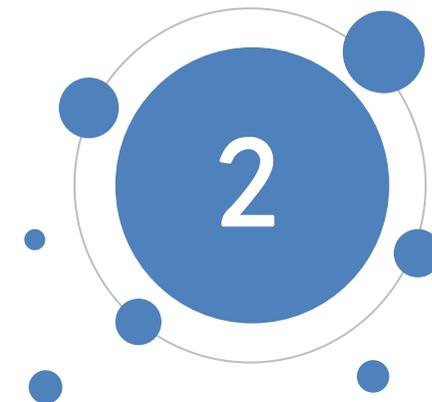
体会 1

每年4-5月份开始动员相关专业学生积极报名参加金相大赛的选拔预赛，并在预赛前对近200多名参赛选手进行相关培训。预赛参照全国金相大赛的比赛流程，各组参赛选手在规定的时间内完成金相样品的制备和组织观察全过程。

参照全国金相大赛评判标准，评委从实际操作规范、样品表面宏观质量、金相图像质量三个方面进行严格评分。最终在全校近200多名参加预赛的同学中选拔出7名同学，再经过几轮训练筛选确定3名同学，代表学校参加全国比赛，随后指导教师利用暑期时间对这3名同学进行了为期约1个月的集中培训。



指导金相大赛的几点体会



勤学苦练：通过刻苦训练培养同学们在比赛中必胜的信心



体会 2-1

刻苦训练，精益求精：毫无疑问，制样的过程需要制作者极大的耐心和细心，也需要花费大量的时间和精力进行细致的技巧训练。在训练的那段时间里，枯燥而乏味的制样过程中在评价学生们制成的试样时，指导老师要给与及时总结评价，帮助同学建立发现问题、解决问题的信心与方法。

磨金相是一个熟能生巧的过程，没有足够的练习肯定磨不出好的试样。因此比赛准备的每一天都必须认真对待，对一个又一个的样品重复着一次又一次的磨、抛、腐蚀等过程。即练习的过程就是为了遇到更多的问题，并在练习中发现并解决问题，通过逐步积累更多技巧，增加自己比赛获胜的信心。通过吸取之前的经验教训，总结出对自己的磨样技巧如何提升的经验与方法，对每一个试样的组织形貌都仔细分析其最后的问题产生原因和解决办法，不断积累经验。

磨样过程中有一个难点就是“磨与抛之间的配合”，很多时候能够做到在磨的过程中就已经把试样磨的划痕均匀且细小，最后抛光的时候就能够做到很快去除划痕并能够制备出符合要求的试样。但有的时候会出现一两道被隐藏很深的划痕，导致在抛光的过程中就要花很长的时间来去除那一两道很深的划痕。所以必须想办法在磨抛过程中处理好这个问题，才能获得一个组织清晰且图像质量符合要求的金相试样。

在这个配合的过程中最主要还是磨的基本功，如果最开始磨的比较好，以后的步骤只要不出太大的问题都能够制备出好的金相试样。



体会 2-2

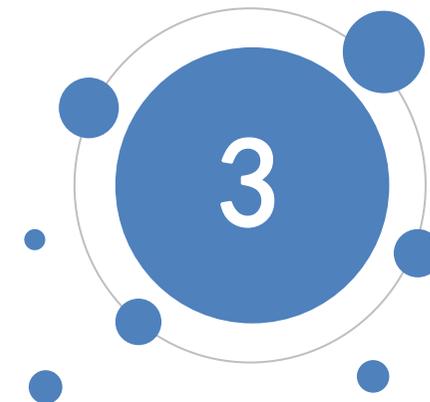
精心指导，相互协助：比赛最终的成功当然也离不开团队指导老师以及同学间的相互帮助。在实验室进行训练的日子里，团队里的三个人也经常互相交流，讨论每个人出现问题的原因，然后一起找到解决问题的办法。这个比赛考验的不仅是个人磨金相的技能，更主要的是团队的合作精神。在训练的那段时间里，在枯燥而乏味的制样过程中，在评价学生们制成的试样时，指导老师的作用应该是针对训练过程中出现问题及时总结评价，帮助同学建立发现问题，解决问题的信心与方法。

姓名	评分1	现场1	复1成绩	评分2	现场2	复2成绩	3复赛成绩
蒋**	68.60	0.00	83.60	62.80	2.00	75.80	159.40
秦**	65.10	0.50	79.60	57.70	0.00	72.70	152.30
吴**	59.20	1.00	73.20	41.10	1.00	55.10	128.30

(2017年南昌比赛)



指导金相大赛的几点体会



把握技巧：如何在短时间内培训学生制备符合要求的试样



体会 3-1

金相试样制备分为磨制、抛光、腐蚀和观察四个阶段。培训过程中根据选手操作规范、金相图像质量和样品表面质量三部分进行分阶段有目的的培训。

3.1 金相试样磨面的磨平（粗磨）与倒角

磨平是为了得到平坦的磨面，并消除或减小取样切割时表面产生的变形。试样倒角是为了避免在以后的工序中划伤砂纸或抛光织物，甚至划伤手指。

一般采用粒度比较粗的水砂纸或金相砂纸粗磨，能够在几分钟内用尽可能细的磨削颗粒（P180-240）去除前道切割损伤层，并为后续工艺创建平整平面的过程。

3.2 金相试样的细磨（磨光）与抛光

金相试样经过细磨（磨光）与抛光的过程，就是使金相试样表面的损伤逐渐减小直到理论上为零的过程。即细磨是为了消除粗磨留下来的深而粗的磨痕和变形层，达到试样表面无损伤并为抛光做好准备。

细磨（磨光）：通过不同的制备表面、以及由粗到细的、固定或自由的磨削颗粒，使试样表面的变形层损伤逐步减少的过程。



体会 3-2

注意事项：（1）磨制方向应该与上道工序的磨痕垂直，即更换砂纸时方向调整 90° ，以便于观察磨痕消失的情况；（2）磨制压力要均匀适中，压力小磨削效率慢，压力过大则会增加磨削颗粒与磨面之间的滚动，产生过深不易消除的划痕，而且也会发热并造成试样表面有变形层。（3）要及时更换砂纸，砂纸变钝，磨削作用降低，不易继续使用，否则磨粒与磨面之间会因变形增加试样表面扰乱层。注意观察磨光过程中每张砂纸都要获得相应均匀、平行并细小的磨痕。

抛光（机械抛光）：利用氧化物悬浮液或金刚石颗粒的流变机制，去除磨光过程中留下的极细磨痕，消除磨面上的形变扰乱层，得到没有划痕且展现材料真实组织的过程。此过程不产生材料的去除，即可获得表面无变形层、无划痕、平坦光亮，无污物的试样。

注意事项：针对比赛中不同材料的试样，经过反复的磨、抛。对每一张砂纸每一次抛光都仔细分析有可能影响表面光亮度的问题及产生原因和解决办法，不断积累经验。通过吸取之前的经验教训，总结出适合自己的磨样技巧和方法。

工业纯铁、20、球墨铸铁磨制时压力要小防止磨痕太粗、石墨脱落，产生磨面上的形变扰乱层。T12磨制时压力相对要大点。

抛光时注意抛光织物、抛光介质、抛光过程中抛光液的浓度的选择，以及抛光压力要适中。控制抛光布湿度并及时补充磨料和适量的水（润滑剂）。

抛光完成后要及时清洗并侵蚀与吹干。球墨铸铁抛光时要防止石墨拖尾，抛光后试样表面应自然干燥，以防止侵蚀吹干后石墨周围出现水迹。



体会 3-3

3.3 金相组织的**显示与识别**，抛光好的金相试样，要得到有关显微组织的信息，还必须经过组织的显示（浸蚀或腐蚀）。. 未经过浸蚀的金相试样，其组织组成的反光能力差别只有大于10%者才能明显地区分出来。例如钢中的非金属夹杂物，铸铁中的石墨等。要使人眼能识别抛光金相试样组织中的各种相或组成，必须采用各种方法来显示组织。

化学侵蚀：化学侵蚀是试样表面发生化学溶解或电化学的溶解过程。纯粹的化学溶解是很少的。

一般把纯金属和均匀的单相合金的侵蚀主要看作是化学溶解过程，两相或多相合金的侵蚀，主要是电化学溶解过程。

(1) 纯金属和单相合金的侵蚀

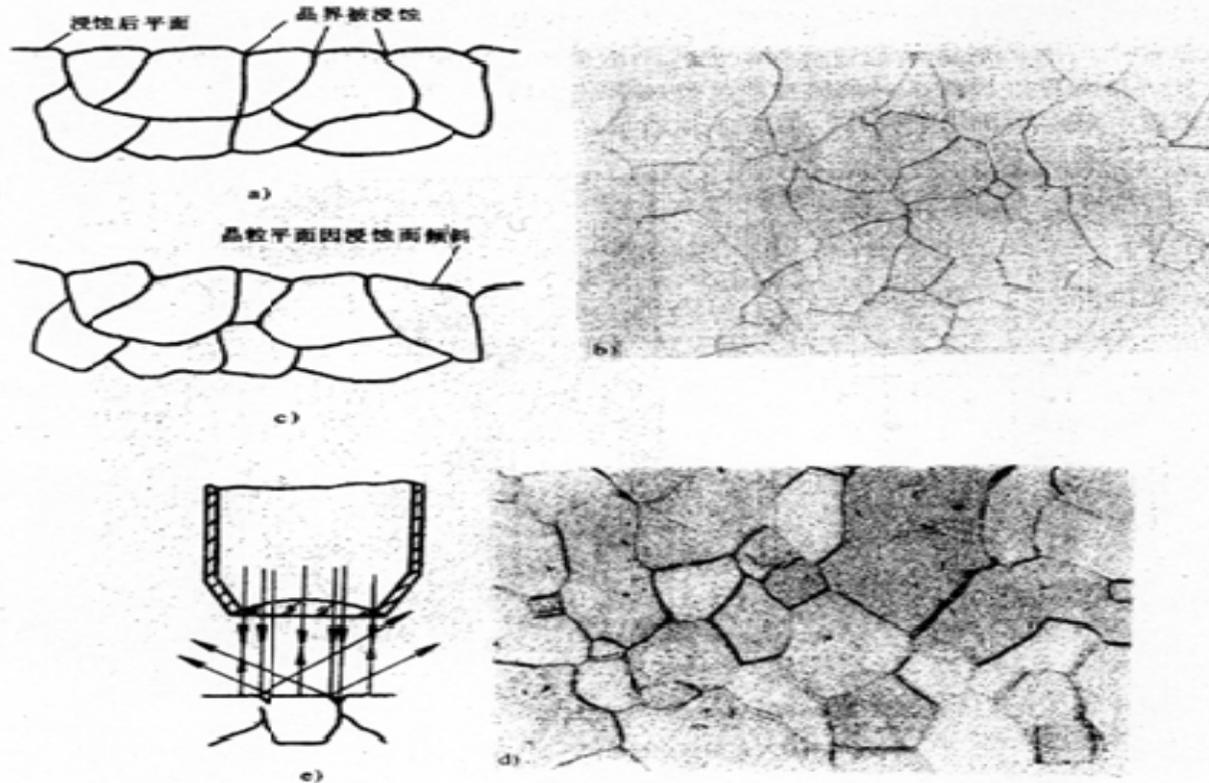
纯金属和单相合金的显微组织是由许多晶粒组成。当把抛光后的试样与侵蚀试剂接触时，首先抛光面上的残留的形变扰动层被溶解掉，紧接着就是真实组织开始侵蚀显现。纯金属与单相合金的显微组织是由许多位向不同晶粒组成的，

晶粒之间存在着晶粒界。与晶粒不同，晶粒界原子排列的规律性差，自由能高，因而快速地被腐蚀掉，形成沟曹。晶粒本身被轻微腐蚀这时纯金属与单相合金显示出多边晶粒通常认为侵蚀程度合适。但是有些纯金属和均匀的单相合金，除能够完整地清晰地显示晶粒界外，各个晶粒由于位向不同，溶解程度不同。在垂直光线的照明下，也能清晰地显示明暗不同的晶粒。

因为各个晶粒中金属原子的溶解多是沿着原子排列密度最大的晶面进行，由于试样抛光面上每个晶粒原子排列的位向不同，所以每个晶粒溶解的速度并不一致，侵蚀以后原子排列密度最大的面露出表面；也就是说每个晶粒侵蚀后显露出来的晶面相对于原来的抛光面倾斜了一定角度。这就是垂直光线照明下，晶粒显示明暗不同的原因。



体会 3-4





体会 3-5

(2) 两相合金的侵蚀

两相合金的侵蚀主要是电化学侵蚀过程中不同的相由于成分结构的不同，具有不同的电极电位，在侵蚀液中形成了许多微电池作用，具有较负的电极电位的相为阳极，侵蚀时发生溶解，抛光面上的这些微区变成低洼粗糙；具有正电位的相为阴极，基本不受侵蚀，抛光面上的这些微区保持光滑平坦。

另外由于电化学作用，侵蚀速度极快，同一合金系作为阳极相的电化学浸蚀速度快，远远大于同一相化学侵蚀时的溶解速度。例如碳钢珠光体中的铁素体，在硝酸酒精中浸蚀数秒钟，即产生铁素体溶解而显示珠光体组织，而在工业纯铁中的铁素体，显示其晶粒组织需要比较长的时间。

两相合金的侵蚀速度，主要决定于两相电位差的大小。电位差大则侵蚀速度快；电位差小则侵蚀速度慢。不同合金系，同样是两相组织，电位差不同，阳极相溶解的速度不同，在显微镜下显现不同的情况。

如0.77% C的铁碳合金，共析反应形成的铁素体与渗碳体片层相间的组织，其中铁素体具有较负的电位，在硝酸酒精中正常浸蚀的情况下，铁素体被溶解的量并不很多，相内均匀地溶解掉一层，相界面溶解的量较大，形成较深的沟凹，这样在高倍显微镜下只能够看到在渗碳体的四周有一圈黑线包围着，显示二相存在。亮的基体是铁素体，亮的白线是渗碳体，而黑线则是相间面处被浸蚀下去的铁素体。



体会 3-6

如果用低倍显微镜观察，只能看出一条黑线，这条黑线包括有渗碳体相和两边的界线。也就是说这黑线表示渗碳体，但决不能说成渗碳体被浸蚀成黑色。如果使用更低倍的显微镜，它的物镜分辨率小于珠光体片层间距，所看到的珠光体组织是一团暗黑，分辨不出片层组织。对两相合金进行浸蚀操作时，应考虑到相的相对量、相的大小弥撒程度以及物镜的鉴别率等。

组成相细小，分布弥撒的两相合金，浸蚀深则不能清晰地显示两相组织。如果进行高倍观察要求浸蚀浅一点，如果进行低倍观察则可浸蚀深一些。

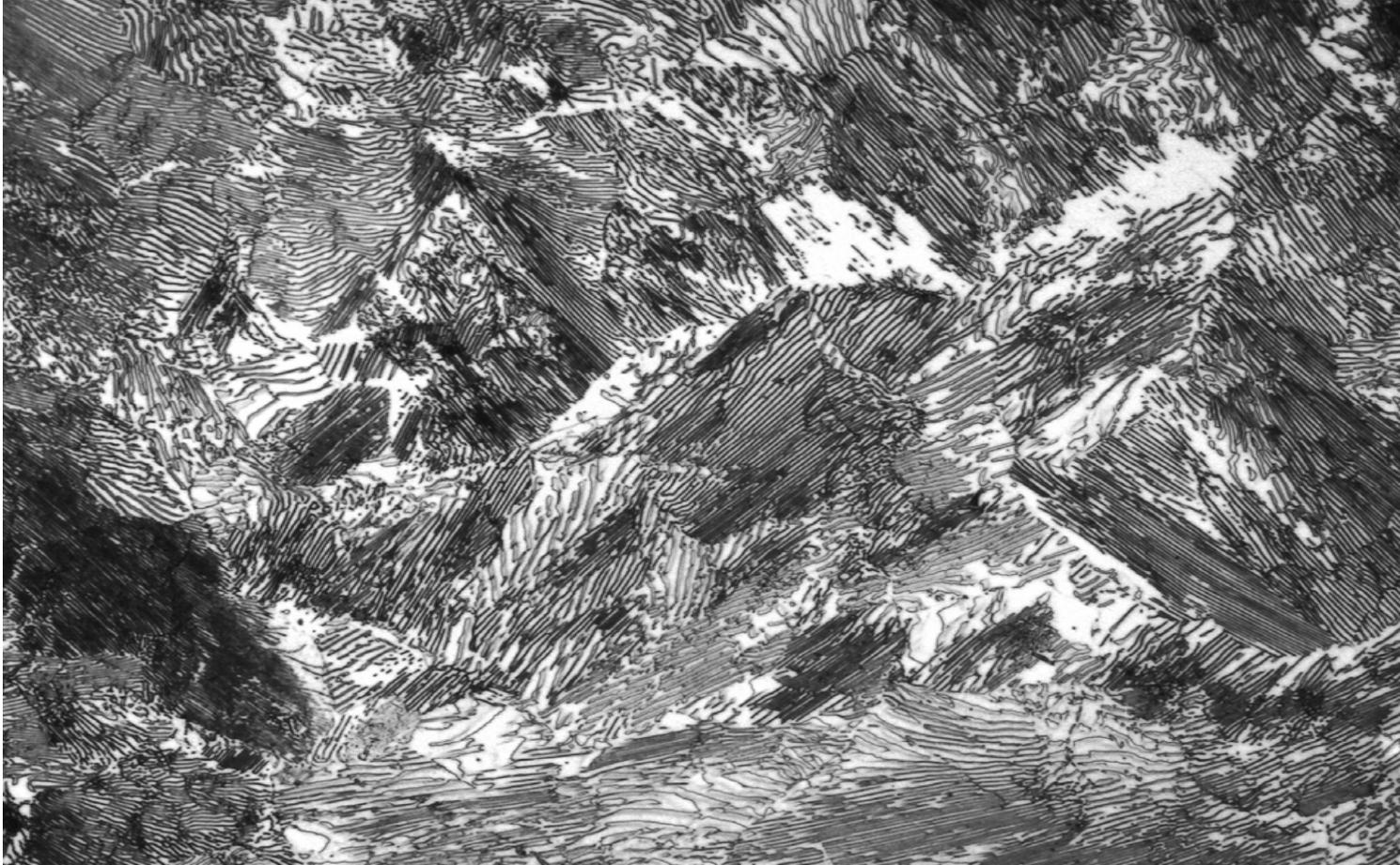
注意事项：针对不同材料样品总结出稳定的浸蚀方法，要求试样表面在尽可能短的时间内浸蚀均匀。以确保试样在显微镜下观察的组织均匀、清晰。工业纯铁、球墨铸铁浸蚀时间相对20#、T2#浸蚀时间要长。

3.4 吹干：试样表面侵蚀后必须及时冲洗，并要求试样表面在尽可能短的时间内吹干。

注意事项：吹风机的吹风速度以及与试样的角度距离，吹干后的试样表面应该颜色均匀，无水迹与污秽物。

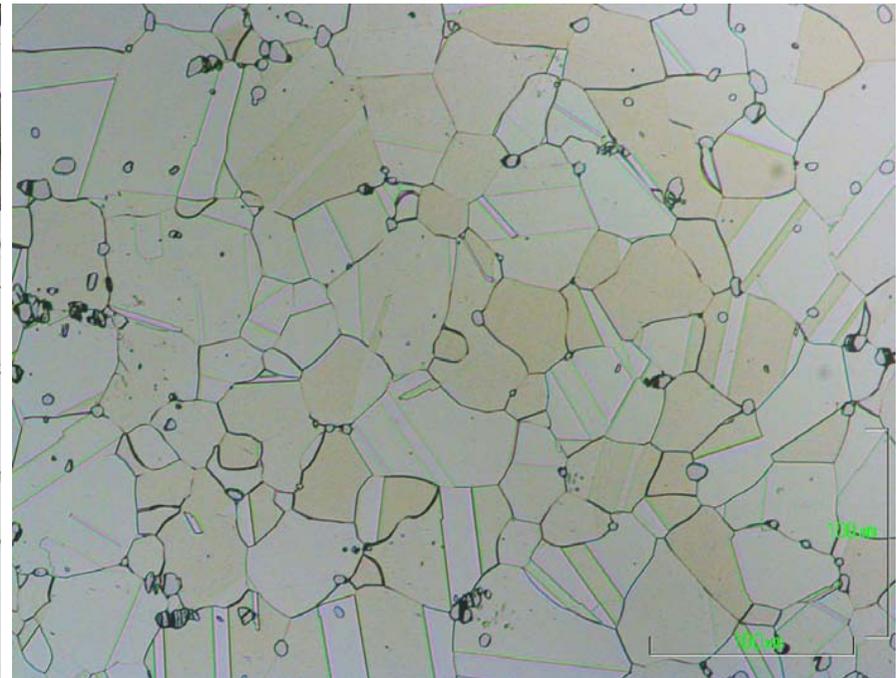
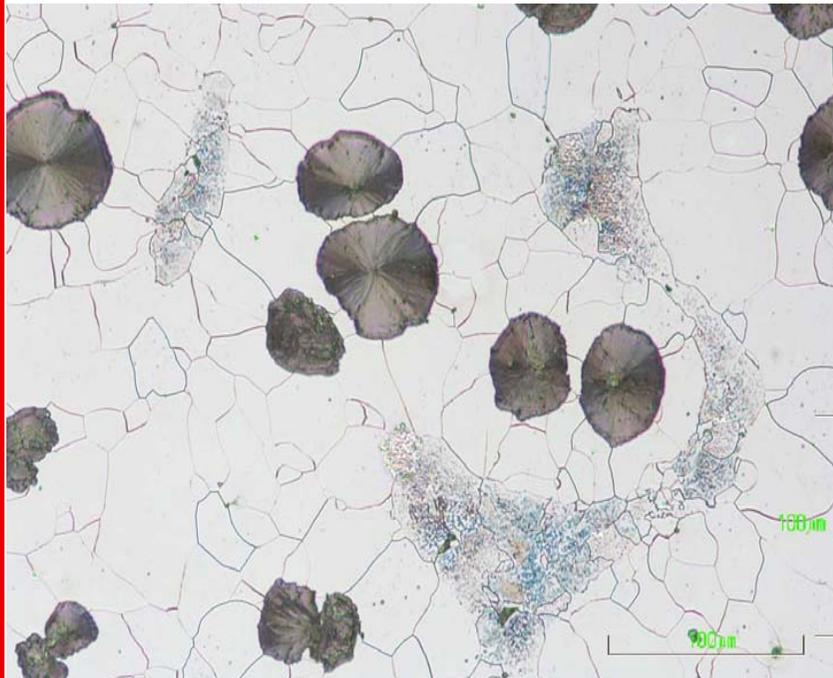


体会 3-7





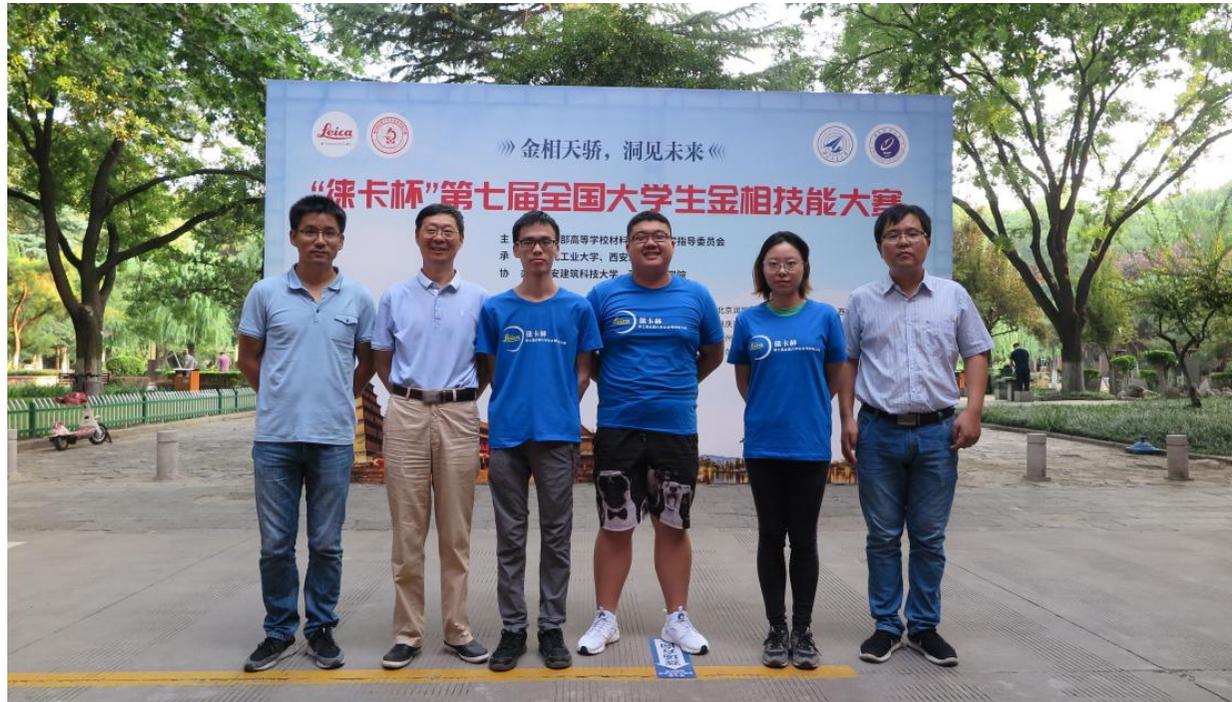
体会 3-8





总结

我们学校共参加了第五届（北京）、第六届（南昌）、第七届（西安）三届全国大学生金相大赛，带领学生共获**3金、5银、1铜**的成绩。





汇报完毕

敬请大家批评指正，谢谢！

2019年4月 于重庆