

复活三星堆

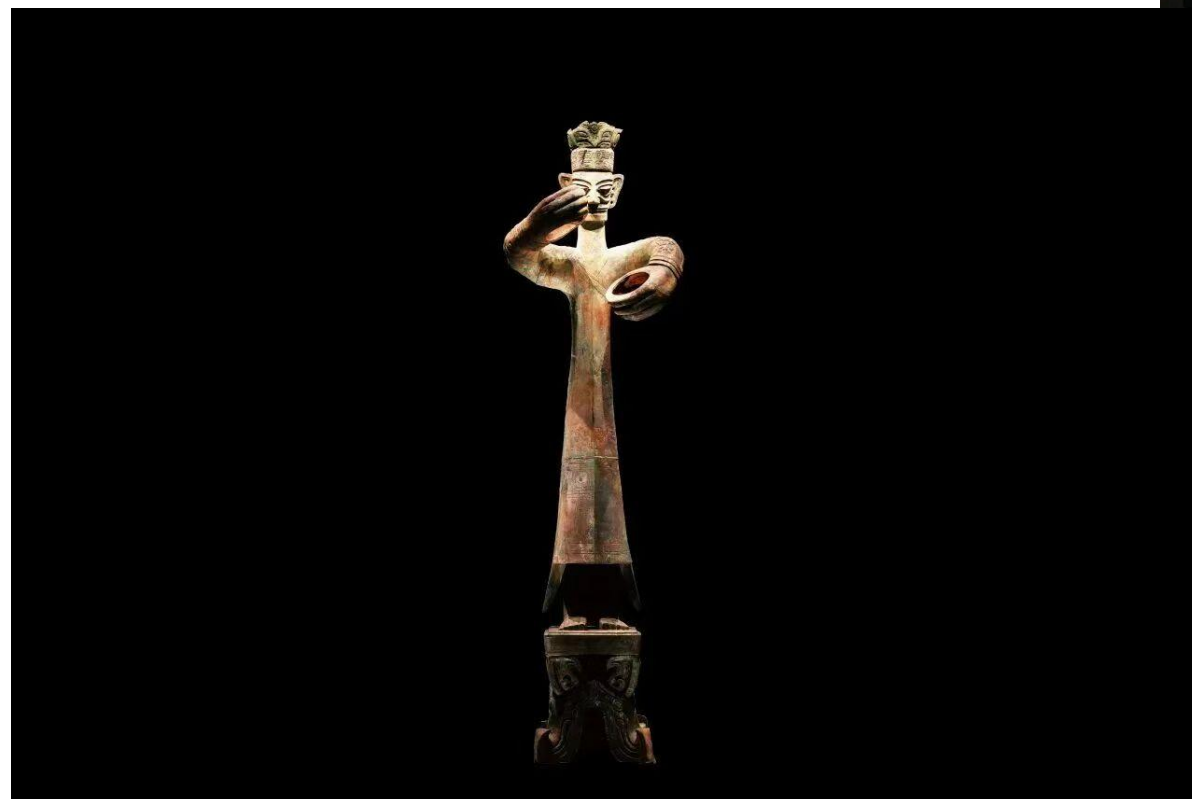
青铜神树的修复密码——影响化学 反应速率的因素



授课人：李佳慧

学校：宜兴市第二高级中学

沉睡数千年，一醒惊天下



三星堆文明





环节一：文物告急——承接修复使命

核心任务：为国家青铜神树残件制定安全、高效的清洗除锈方案



(a) 大面具(K3QW:21)



(b) 面具(K3QW:63)



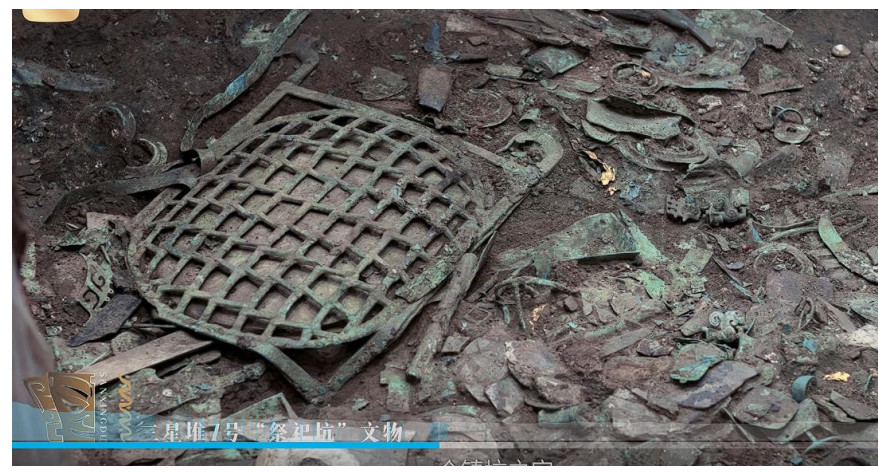
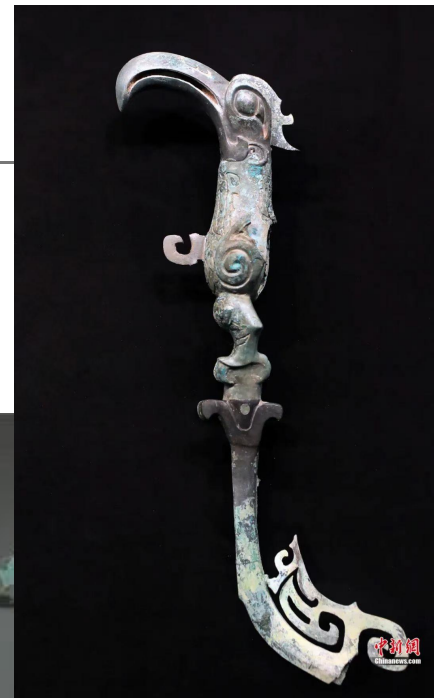
(c) 眼型器1 (K3QW:58)



(f) 面具(K3QW:585)

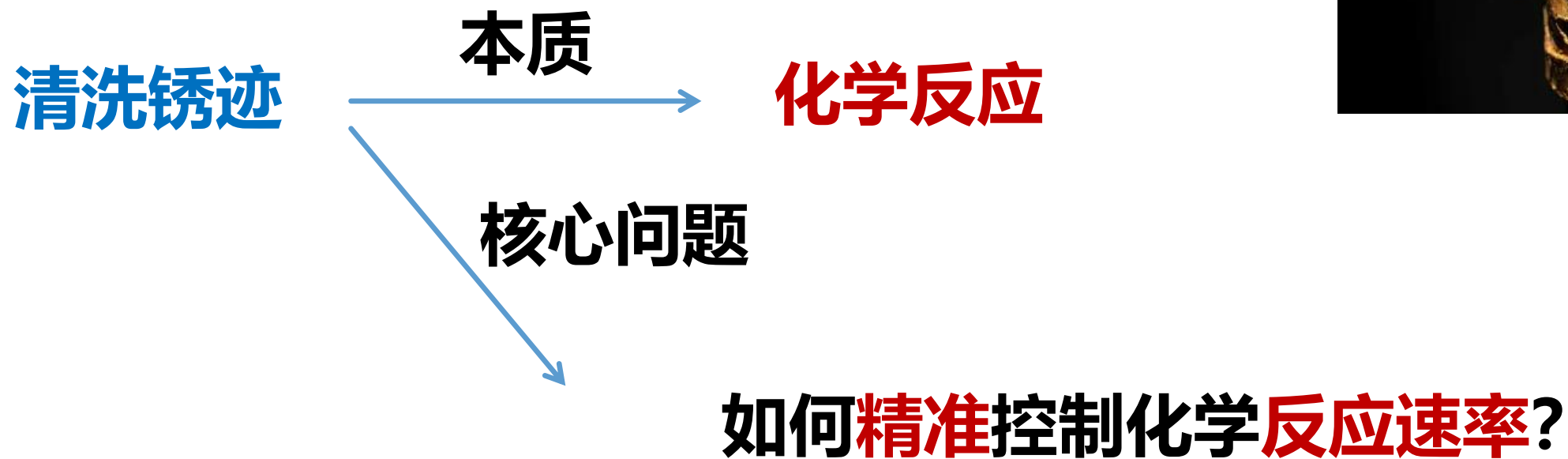


(g) 锈蚀物宏观形貌





环节一：文物告急——承接修复使命





环节二：追根溯源——提出猜想

思考：我们可以从哪几个方面入手，来调控这个除锈反应的速率？

1.调控浓度？

2.调控温度？

3.寻找催化剂？

4.改变接触面积？

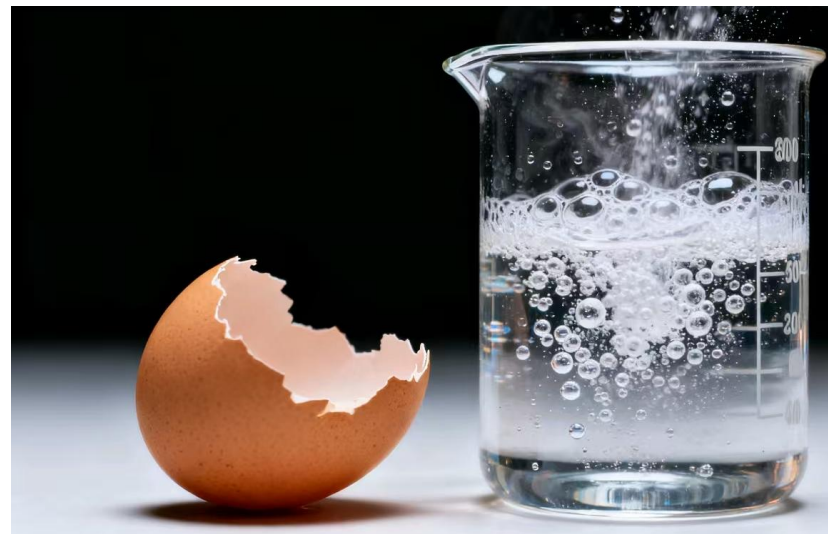




环节二：追根溯源——提出四大猜想



真实反应：青铜锈 $\text{Cu}(\text{OH})_2\text{CO}_3$ +除锈剂



模拟反应：鸡蛋壳 (CaCO_3)+稀盐酸

观测指标：气泡产生的速率



环节三：模拟修复——实证探究规律

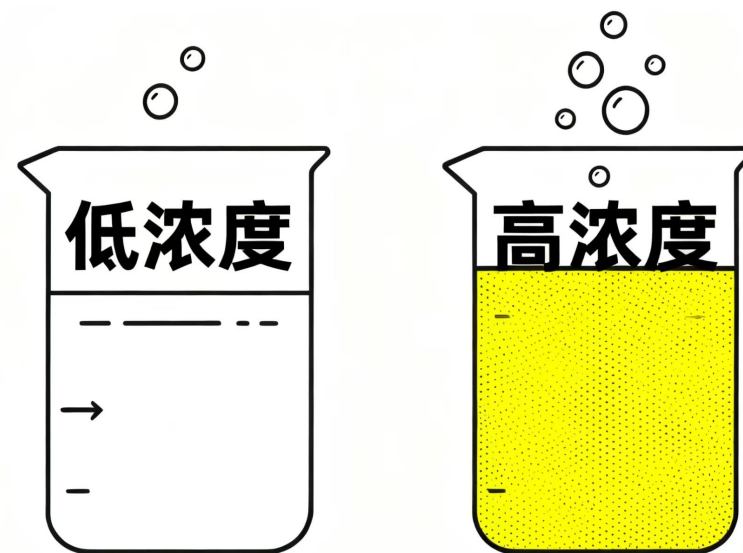
浓度优化组任务卡

核心任务：探究浓度对反应速率的影响

• 你的方案：

1. 取两只烧杯，分别加入0.1mL 1mol/L HCl 和 1mol/L HCl
2. 同时投入大小相近的鸡蛋壳碎片。
3. 对比观察_____。

• 思考：增加固体和纯液体的物质的量，对反应速率有影响吗？





环节三：模拟修复——实证探究规律

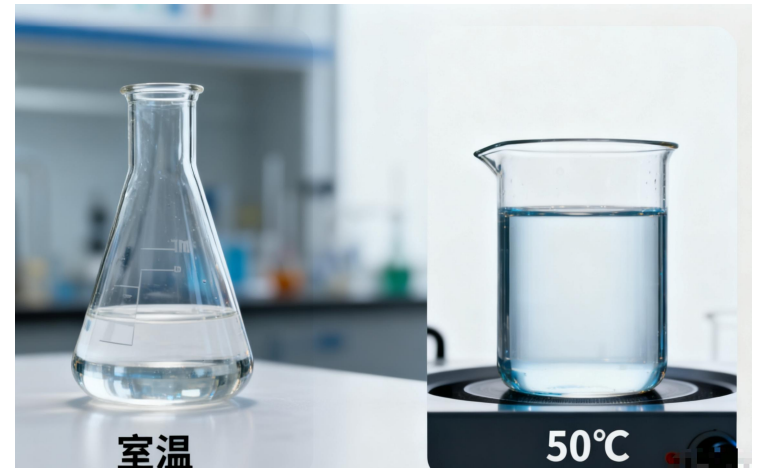
环境控制组任务卡

核心任务：探究温度对反应速率的影响。

• **你的方案：**

1. 取两份8mL 0.1mol/L HCl，一份置于室温，一份50°C水浴加热。
2. 待温度稳定后，同时投入大小相近的鸡蛋壳。
3. 对比观察_____。

• **思考：升温对可逆反应的速率如何影响？**





环节三：模拟修复——实证探究规律

靶向催化组任务卡

核心任务：探究催化剂对反应速率的影响。

• **你的方案：**

1. 取两只烧杯，各加入2mL 0.1mol/L HCl和大小相近的鸡蛋壳。
2. 向其中一支试管中加入少量 CuCl_2 溶液。
3. 对比观察_____。

• **思考：**何为“靶向”催化？





环节三：模拟修复——实证探究规律

接触面积组任务卡

核心任务：探究接触面积对反应速率的影响。

• **你的方案：**

1. 取两支试管，各加入2mL 0.1mol/L HCl。
2. 向一支试管投入块状贝壳，向另一支投入等质量的粉末状鸡蛋壳。
3. 对比观察_____。

• **思考：化学实验中有哪些增加接触面积的方法？**





环节三：模拟修复——实证探究规律

四大攻坚小组

小组1：浓度优化组

小组2：环境控制组

小组3：靶向催化组

小组4：接触面积组

科学方法——控制变量法

行动指南：安全规范、控制变量、限时10分钟



环节四：拨云见日——共议得出结论

我们的发现：反应速率调控四大密码

密码一：浓度

结论：增大浓度，速率加快

改变固体和纯液体的物质的量，对反应速率有影响吗？

密码二：温度

结论：增大温度，速率加快

升温对可逆反应的速率如何影响？

密码三：催化剂

结论：使用催化剂，效率显著改变

对可逆反应的速率如何影响？
催化剂使用会改变反应热吗？

密码四：接触面积 结论：增大接触面积，速率加快

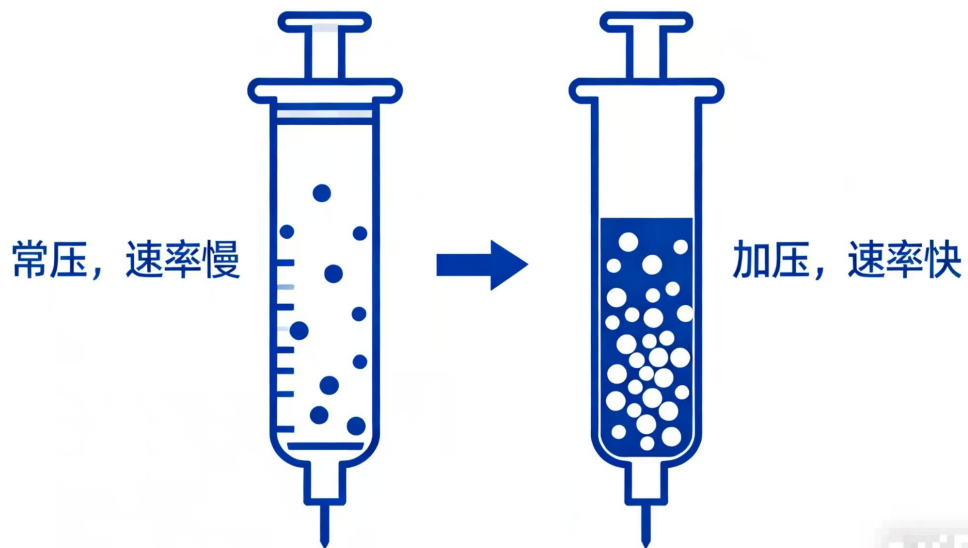
化学实验中有哪些增加接触面积的方法？

恭喜各位专家，成功破译核心密码！



环节四：拨云见日——共议得出结论

理论延伸：**压强**的影响



增大压强 \approx 增大气体浓度

适应前提：反应物中有**气体**参与

结论：**增大压强**，**反应速率加快**



环节四：拨云见日——共议得出结论

定量数据解密

(一) 实验原理

$$v = \frac{\Delta c}{\Delta t}$$

找与化学反应物质的浓度相关的物理量
找与该物理量化学变化对应的时间

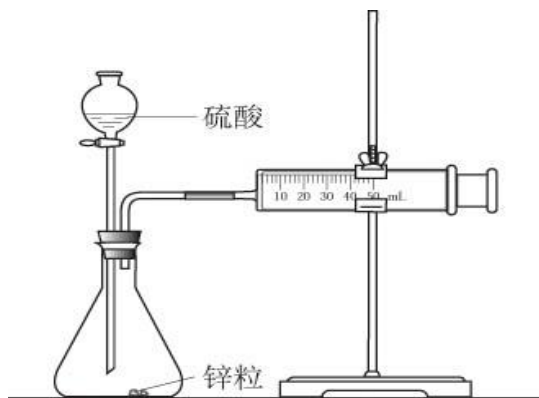
(二) 选择可观测、易操作的变量

气体

体积
压强
颜色

离子浓度

pH
浑浊度
颜色
电导率



pH计



浊度仪

高锰酸钾溶液与草酸反应，
记录溶液褪色的时间



环节四：拨云见日——共议得出结论

定量数据解密

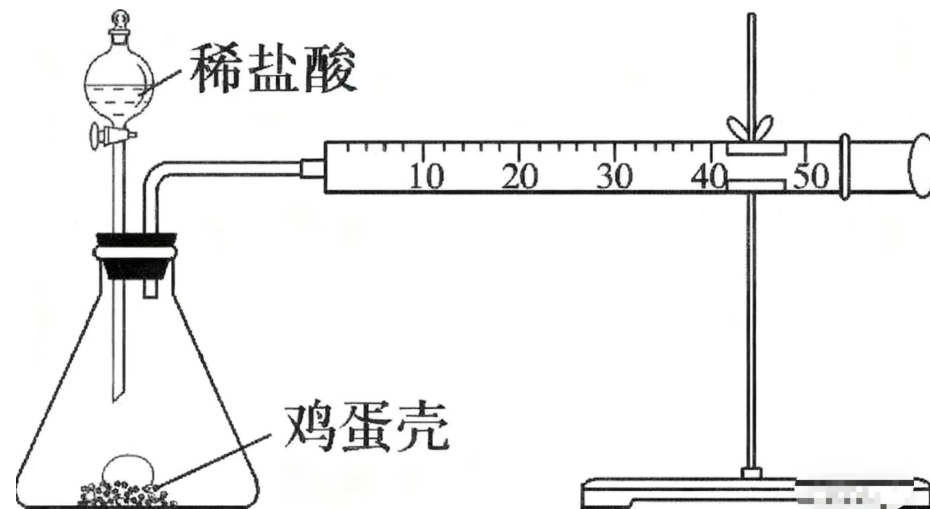
关闭分液漏斗的活塞后，将注射器活塞向外拉出一定距离，一段时间后松开活塞，若能回到原位，则气密性良好。

【实验操作】

- (1) 按下图所示安装装置，**检查装置气密性**。在锥形瓶内放入鸡蛋壳，通过分液漏斗加入40 mL **0.1 mol/L的稀盐酸**，测量收集10 mL H_2 所用的时间。
- (2) 用**1 mol/L的稀盐酸**代替0.1 mol/L的稀盐酸重复上述实验。

【实验数据】

加入试剂	收集10mL H_2 的时间/s
0.1mol/L HCl	171
1mol/L HCl	97





环节五：鉴往知来——凝练修复方案

呈递最终修复方案

基于我们破译的密码，建议如下：

1. 精准配方：使用**适宜浓度**的专用除锈剂，平衡效率与安全。
2. 环境控制：在**恒温、恒湿**的洁净实验室内进行操作。
3. 技术核心：研发**高效、专一**的靶向**催化剂**，实现精准打击。
4. 预处理：对厚重生锈部位，可进行温和物理处理，**增大反应接触面积**。
5. （拓展建议）对于某些特定反应，可考虑在密闭装置中**调控压强**。

外因

内因：反应物本身性质，反应物组成、结构、性质



环节五：鉴往知来——凝练修复方案



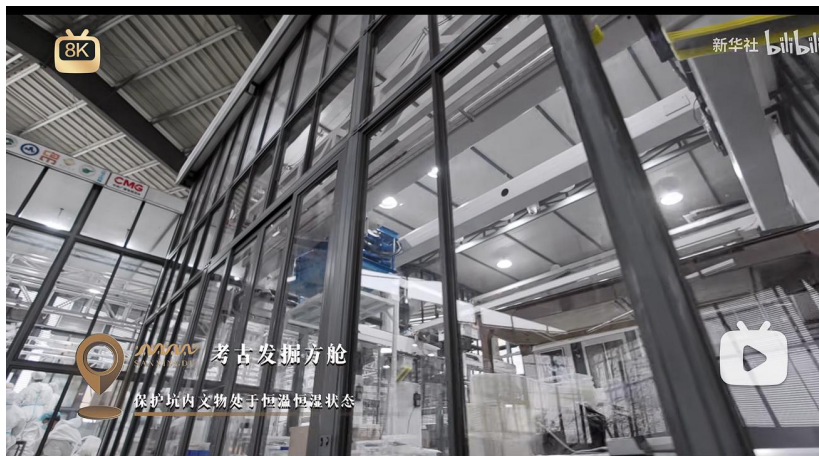
修复专家郭汉中带领团队修复青铜面具场景



文物保存在低温、高湿专用的箱子中



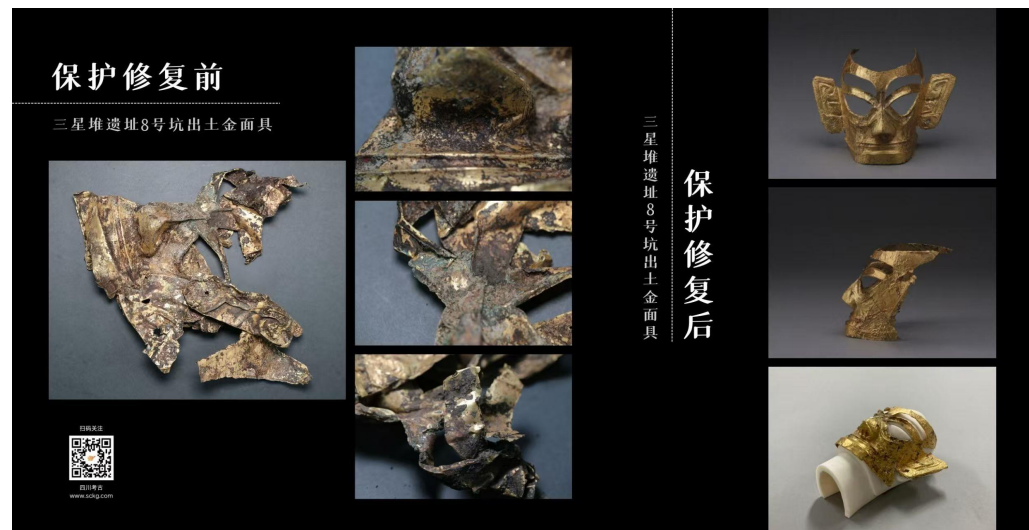
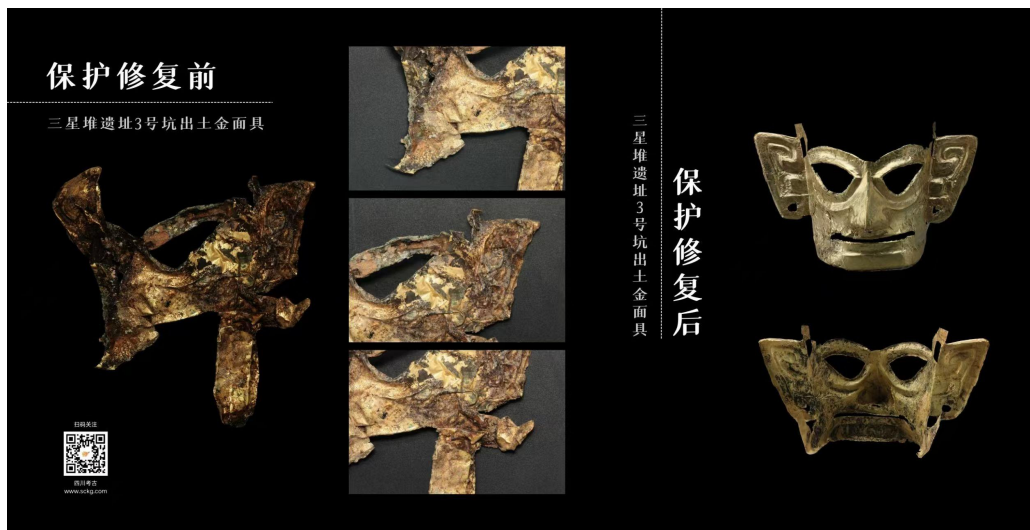
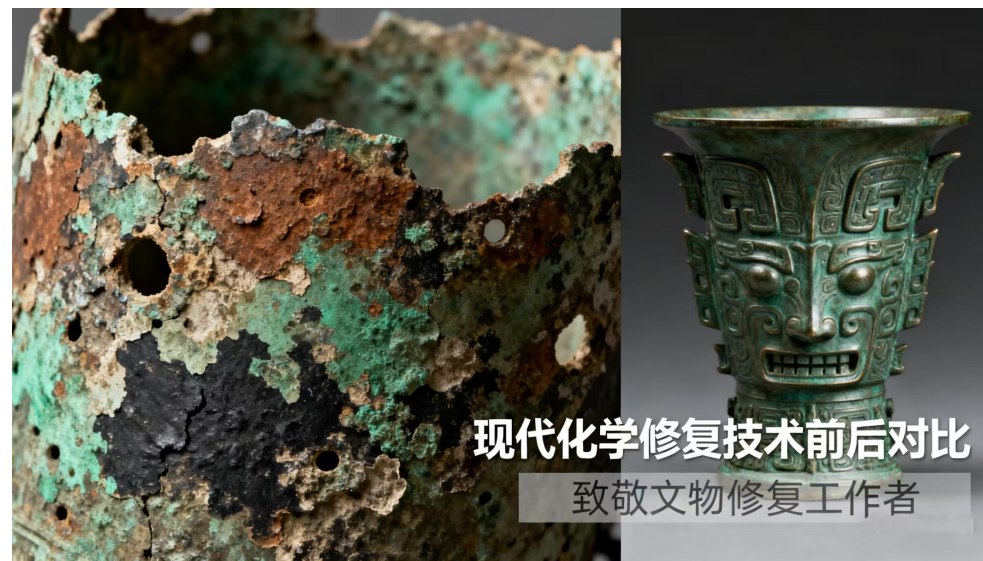
利用色差仪、显微镜进行监测分析





环节五：鉴往知来——凝练修复方案

化学，让历史重现





环节五：鉴往知来——凝练修复方案



我们今天破译的，

- 不仅是控制反应的化学密码，
- 更是守护文明、
- 连接过去与未来的力量。
- 化学，让历史不再沉睡

谢谢大家！