

“手动水闸门减速器轴断裂”

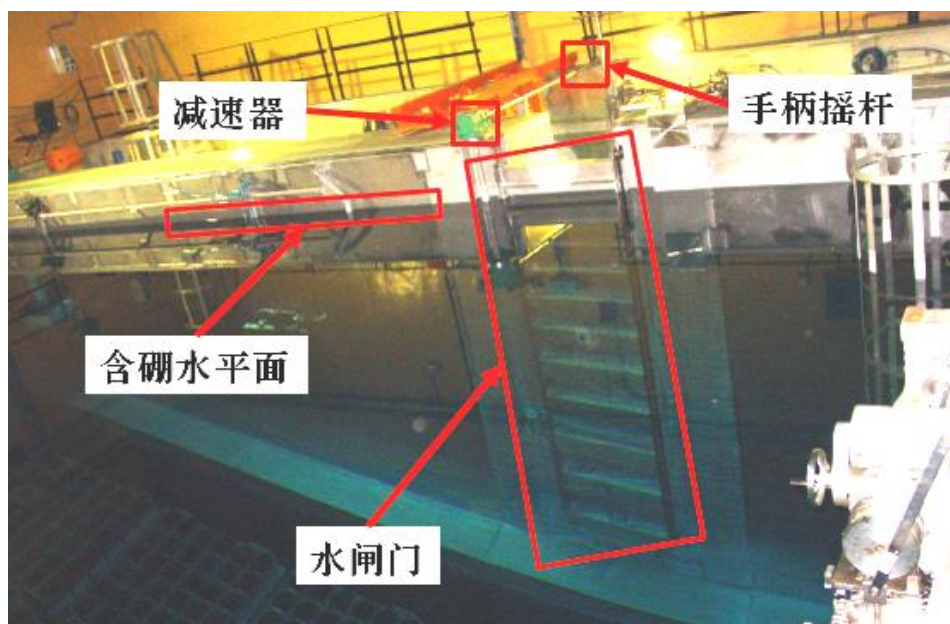
失效件背景资料

一个长方形水池，池面标高+20m，被分隔成四个长方形小区。第一个长方形小区-转运仓的池底标高为+7.5m。存放物质水池紧靠转运仓，池底标高+7.49m。存放物质水池中共有 20 个格架用来存放物质组件，其中五个格架各存放 30 个组件，其余 15 个格架各存放 36 个组件，总共可放 690 个组件。

存放物质水池与物质转运仓之间有一**水闸门**，用于隔离存放物质水池与物质转运仓，并保持存放物质水池中的水位，以便对物质转运仓进行充水和排水，及对转运仓内设备进行维修。水闸门为气密的手动操作式闸门，其密封性由充气密封胶囊来保证，其中密封圈内压力为 0.2MPa。水闸门重 1385Kg，尺寸为 1476x130x7155mm，采用手动型式，标准手动力为 100N，门的最大打开位置大于等于 90°。

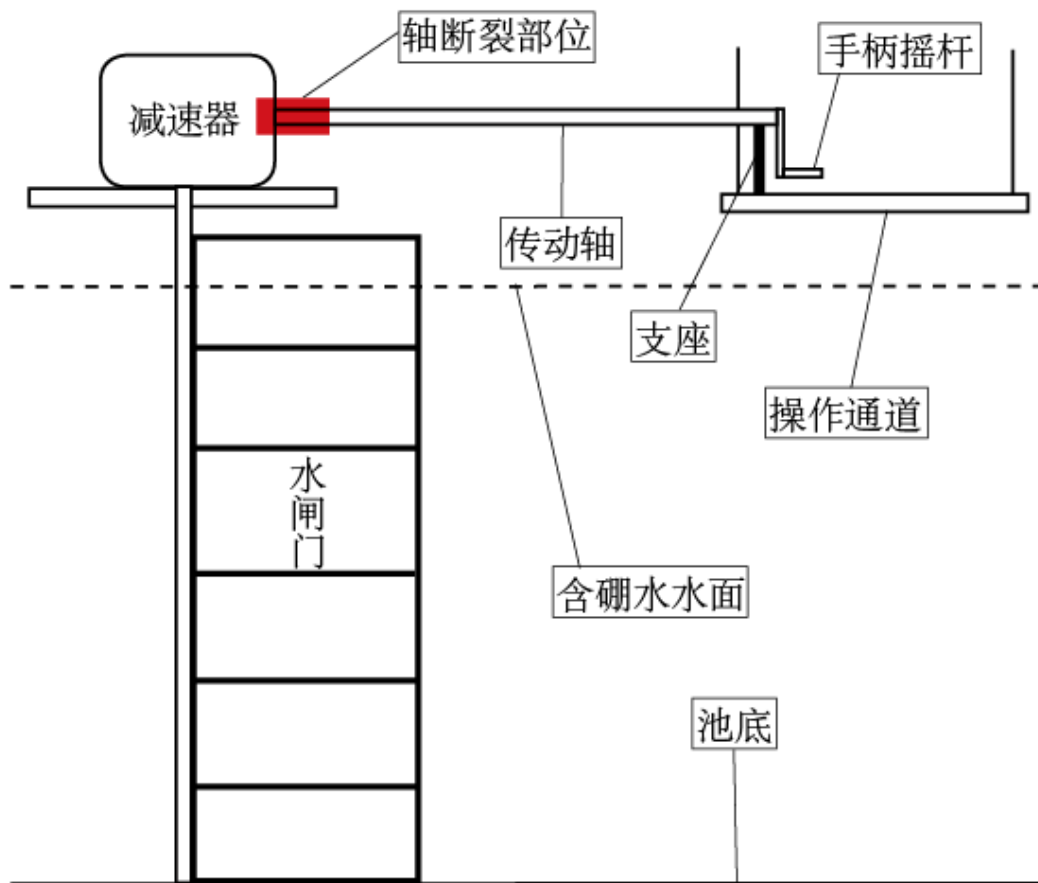
在厂房存放物质水池 20m 平台上，放置**减速器**，用来控制水闸门的开闭。减速器的**输入轴端**通过一长约 2.5m 连接轴与放置在过道支座上的手柄相连，**输出轴**与水闸门的门轴相连。通过工作人员手摇转动手柄一端，在减速器低转速、高扭矩的作用下，实现与**输出端连接在一起的水闸门门轴的转动**，从而控制水闸门的开闭。由于只有在进行充水或者排水时，以及对转运仓内设备进行维修时，才会对水闸门进行开闭的操作，所以每年水闸门的开闭次数在 10 次左右。

水闸门周围介质水的 pH（25℃）值为 4.7-5.5。存放物质水池中的正常水温小于 50℃，最高的水温为 80℃。



存放物质水池整体布局

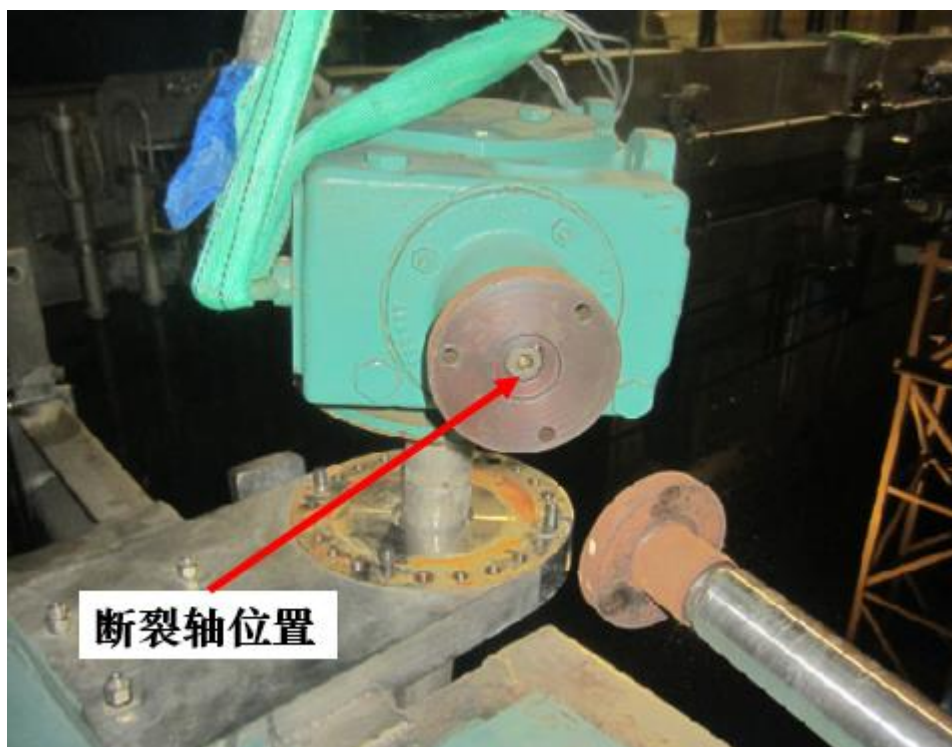
减速器放在存放物质水池 20m 高的平台上，并不与介质水直接接触。上图为存放物质水池整体布局图，其中水池内部的水清澈见底，可以清楚地看到隔离存放物质水池与物质转运舱的水闸门。其中，水面上方的平台上放置了一台减速器，人工摇动的手柄摇杆在对面平台的支座上，通过一根长轴相连。闸门、减速器、手柄摇杆的结构平面图如下图所示。其中使用的减速器型号为 1PKC140N，重量为 35Kg。减速器的传动比为 $i=45$ 。操作水闸门时减速器为低转速，高扭矩工作状态。



闸门、减速器、手柄摇杆的结构示意图

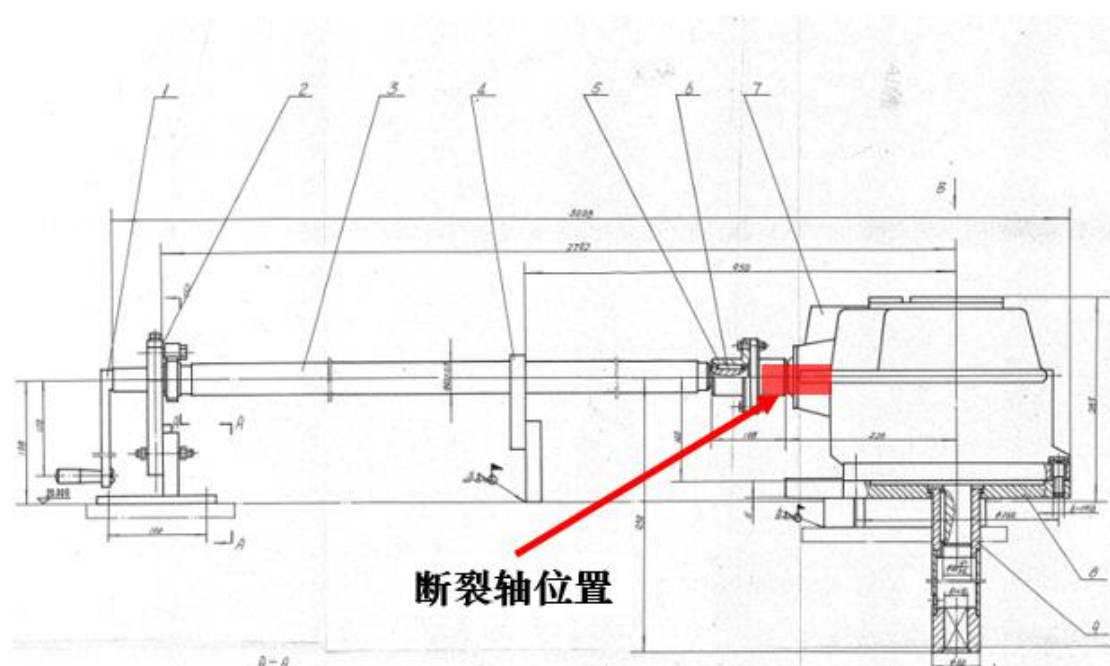
2015 年 6 月发现存放物质水池整体布局中的水池与物质转运仓之间的水闸门**减速器输出轴发生断裂**，如下图所示。在对 20m 平台上的水闸门减速器解体检查时发现：水闸门减速器轴已断裂。由于减速器轴断裂致使水闸门的正常开关受到影响，从而影响到存放物质水池与物质转运仓之间正常的连通，无法实现物质

转运仓与存放物质水池间物质组件的正常传递，并且水闸门对于两个区域的充水排水有着重要的作用。水闸门的无法正常工作，将会影响到存放物质水池中物质组件的存放安全，也影响到机组的安全稳定运行，故工作人员及时参照断裂轴的尺寸，临时使用 304 不锈钢加工出相应规格的减速器轴，以维持正常操作与系统运行。



水闸门减速器的断裂位置

水闸门减速器的部件图见下图，红色区域为减速器轴失效部位。



断裂件外观情况

减速器断裂轴外观形貌



图 1，断裂件外观形状和尺寸



图 2，断裂轴两段的侧向形貌

断裂轴断口两相对面外观形貌

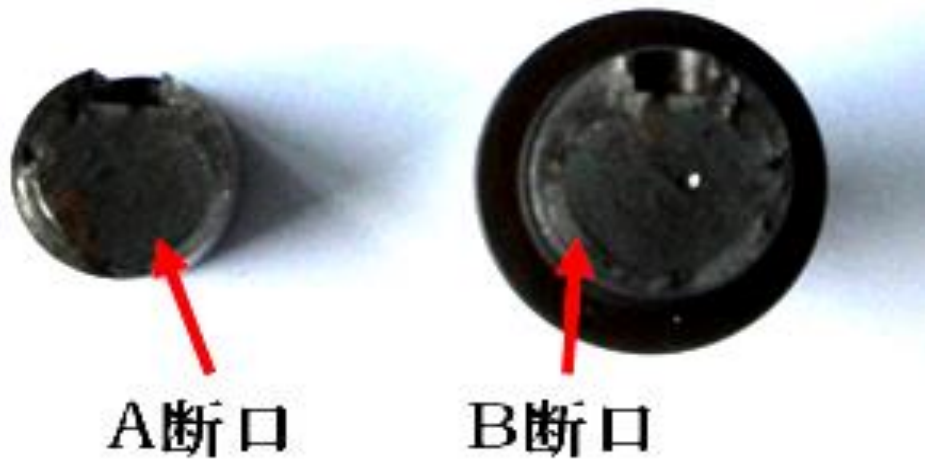


图 3，两段断裂轴 A 、B 断口的形貌



图 4，A 断口外观形貌



图 5，B 断口外观形貌

断口宏观形貌

用三维体视显微镜(3D-SM)对失效轴 A、B 断口表面进行宏观观察和定位。定位是指在扫描电镜下进行观察时的区域和断裂面对应关系，以便确定微观形貌和断裂的关系。

失效轴 A 断口的宏观形貌

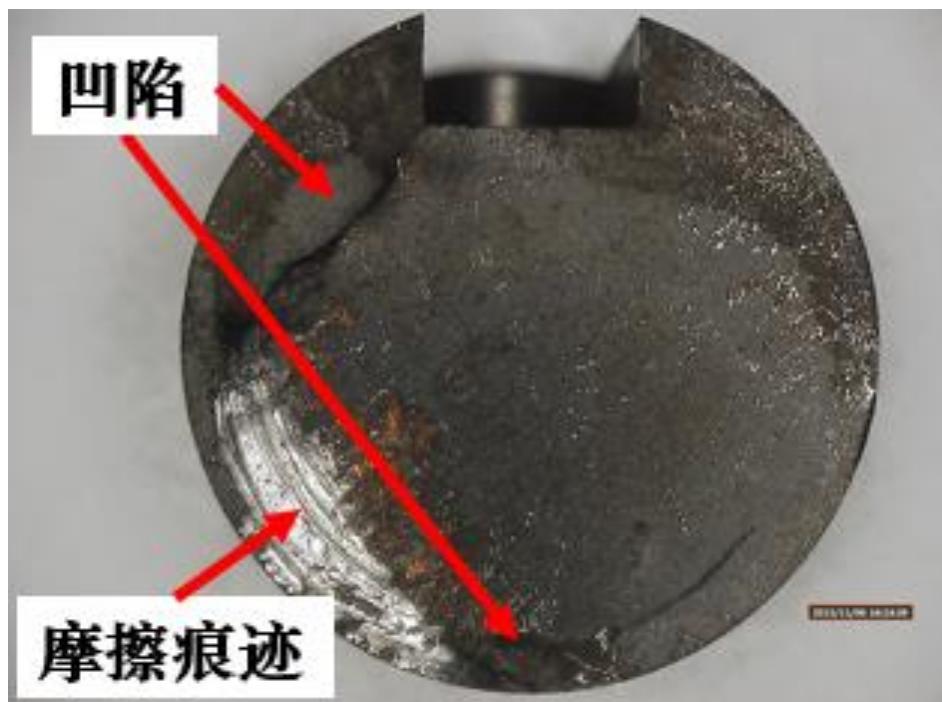


图 1，A 断口的外观形貌

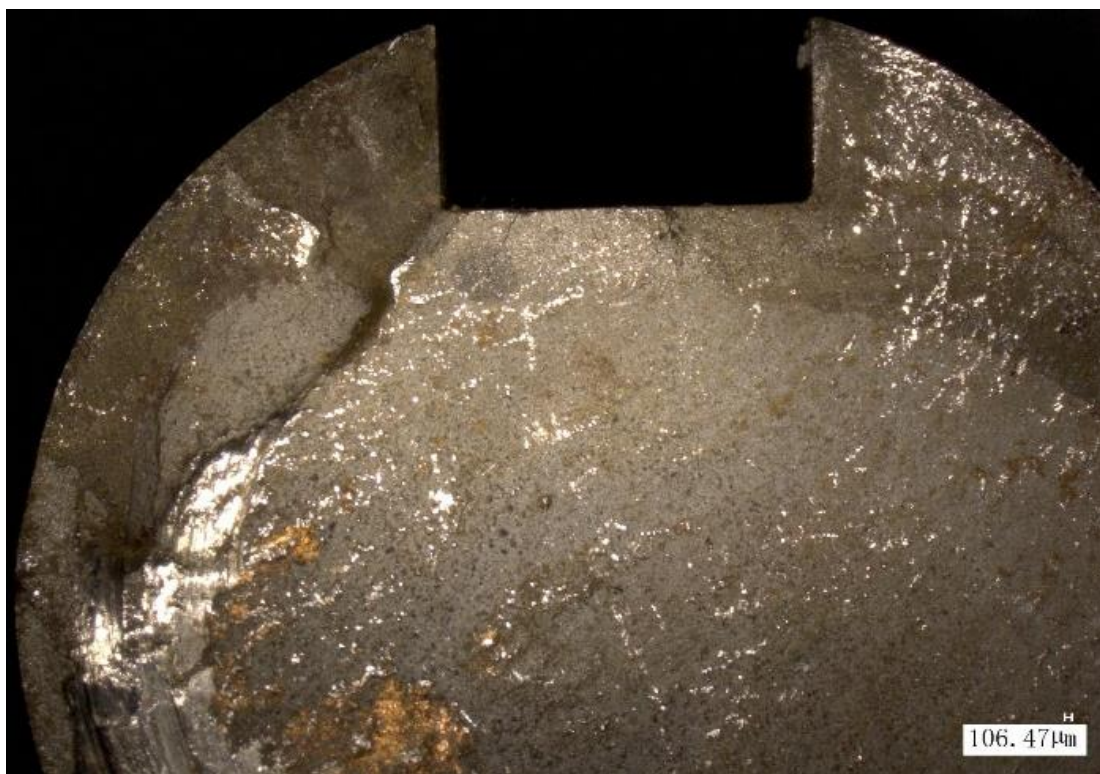


图 2，图 1 左上角局部



图 3，图 2 中靠近键槽处的裂纹与缺陷

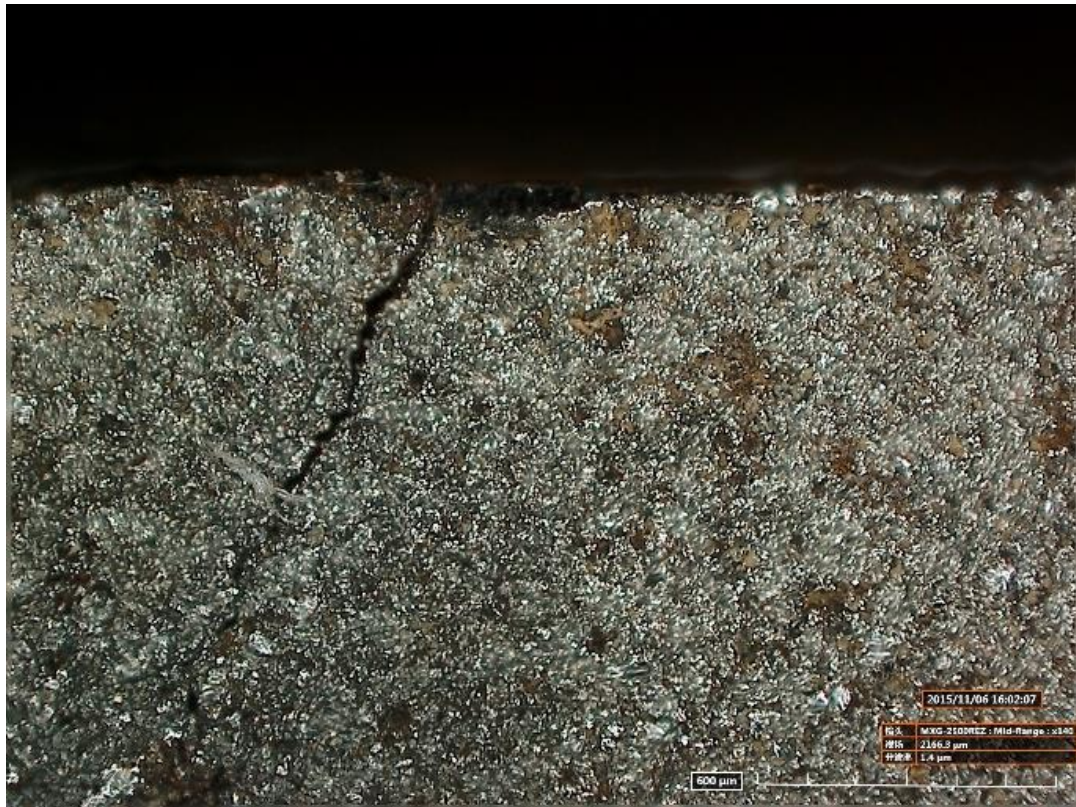


图 4，图 3 中靠近键槽处的“裂纹”形貌

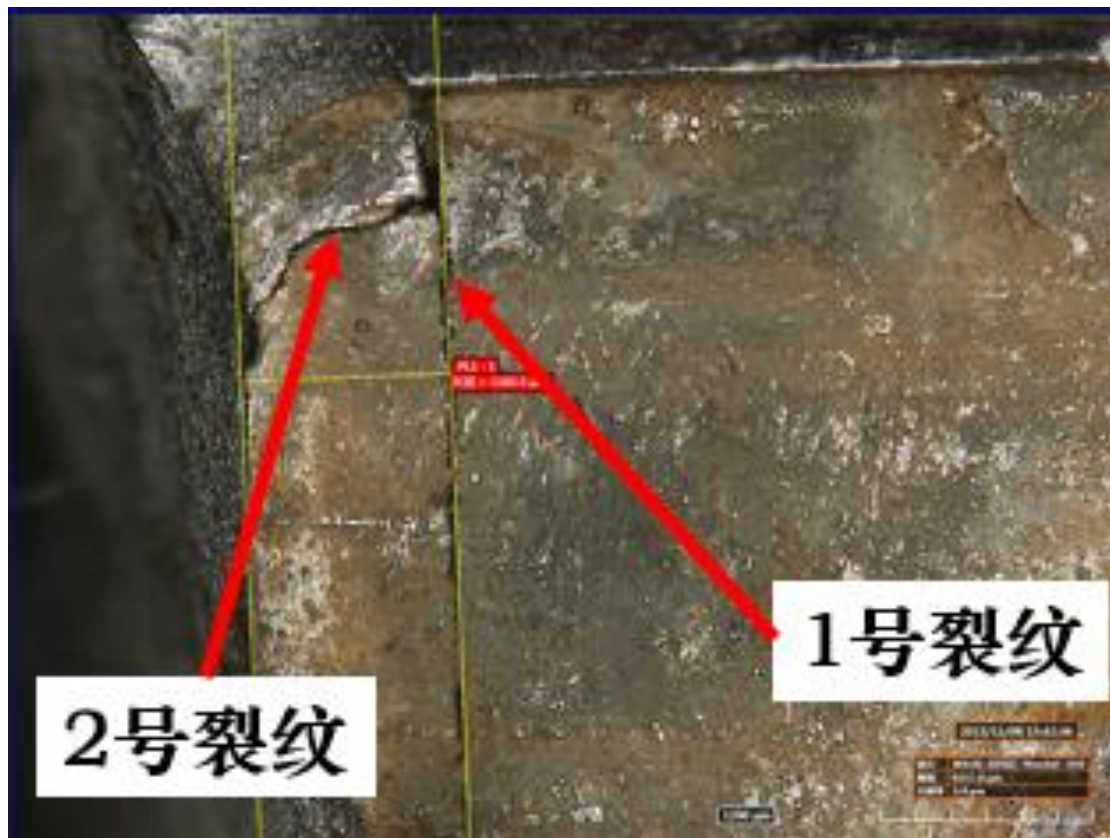


图 5，从键槽正上方往下观察到的形貌



图 6，图 1 中“摩擦痕迹”与“凹陷”处形貌
失效轴 B 断口的宏观形貌



图 7，B 断口的外观形貌



图 8, B 断口表面形貌



图 9, 键槽处局部放大

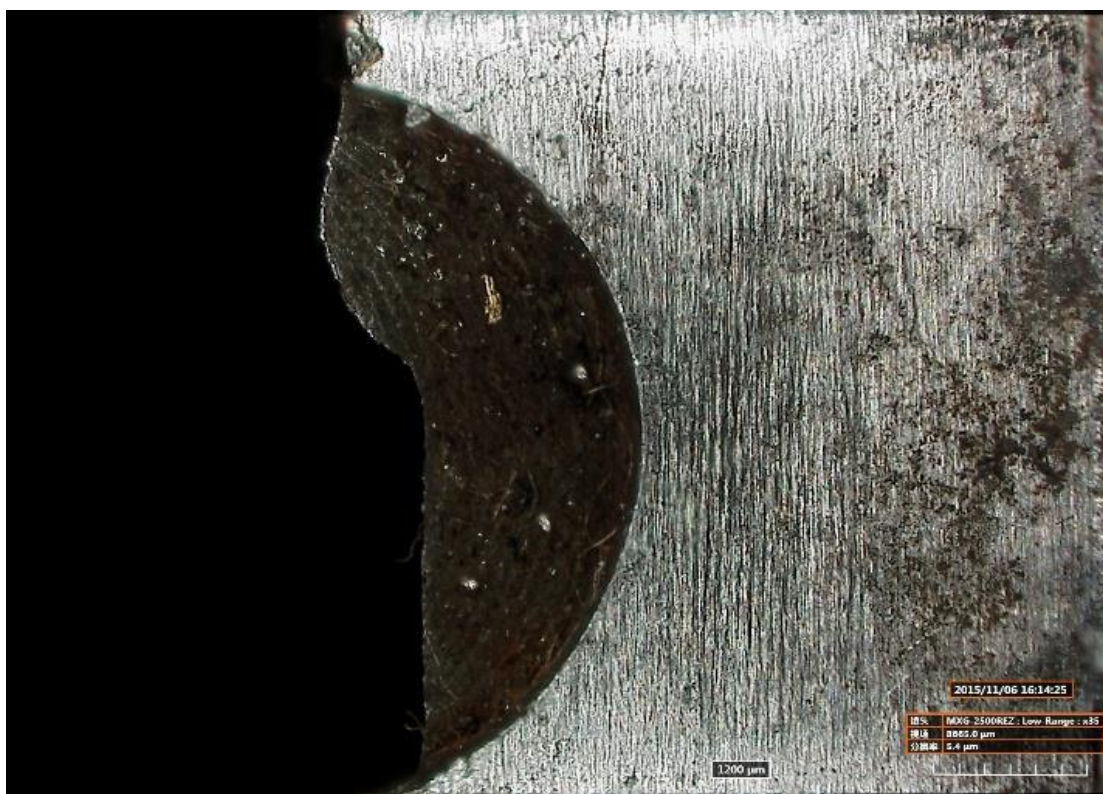


图 10，断口正上方形貌



图 11，断口面键槽下部分形貌



图 12，图 11 局部放大

A 断口扫描电镜微区分析

采用超声波清洗 A 断口表面。采用扫描电镜（SEM）和能谱分析（EDS）对断口微区进行观察和分析，如图 1、2 所示。EDS 测试结果见表。

减速器轴 A 断口裂纹处的微观形貌和能谱分析

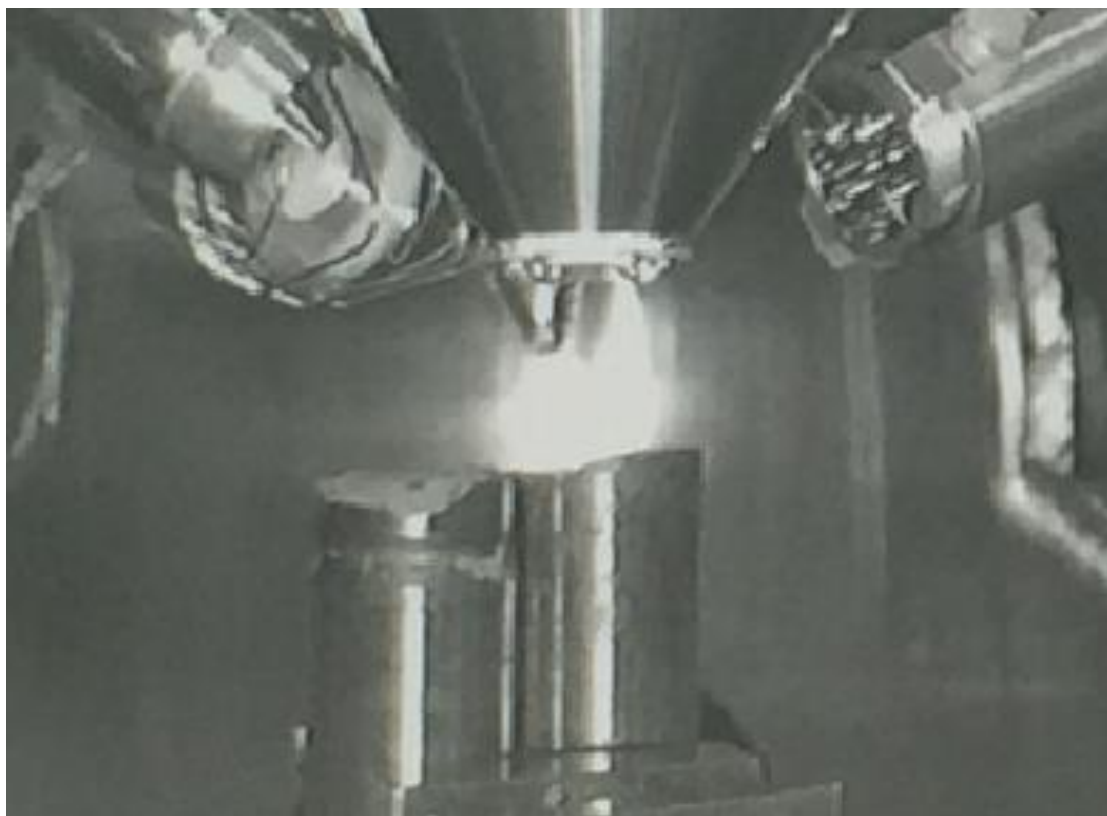


图 1，扫描电镜样品仓中 A 断口

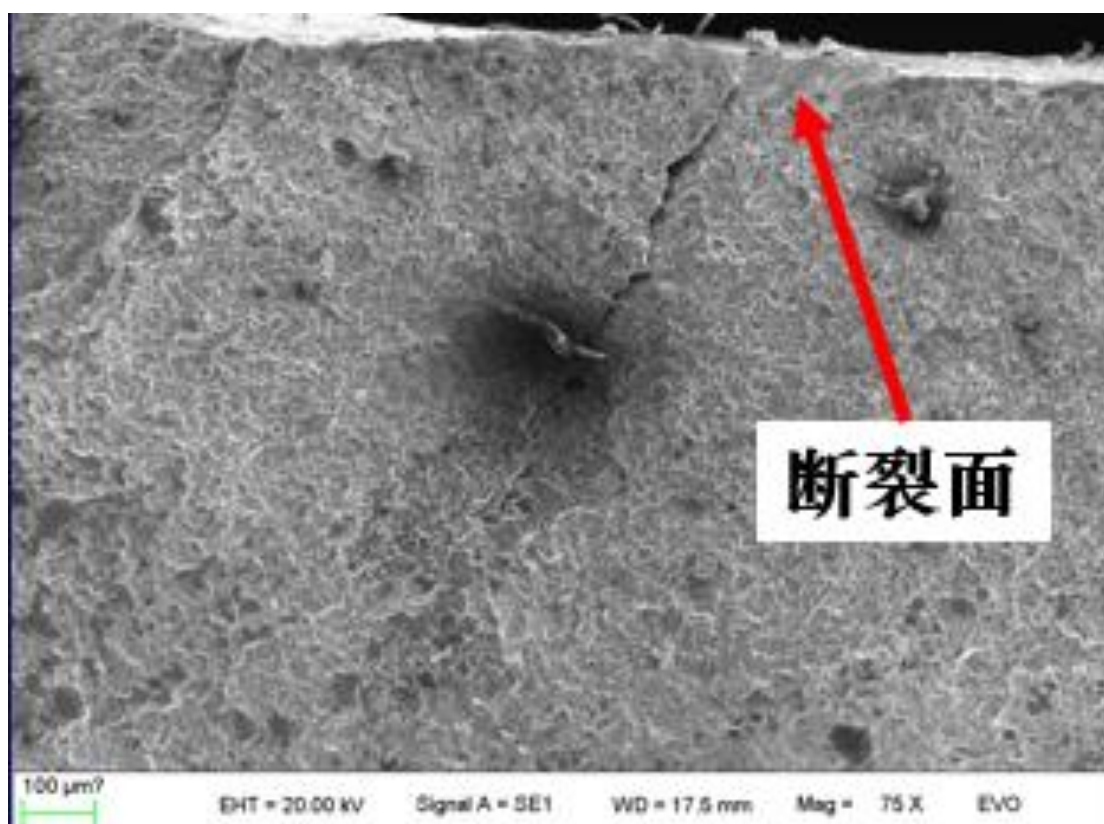


图 2，裂纹起始处断裂面 95 倍

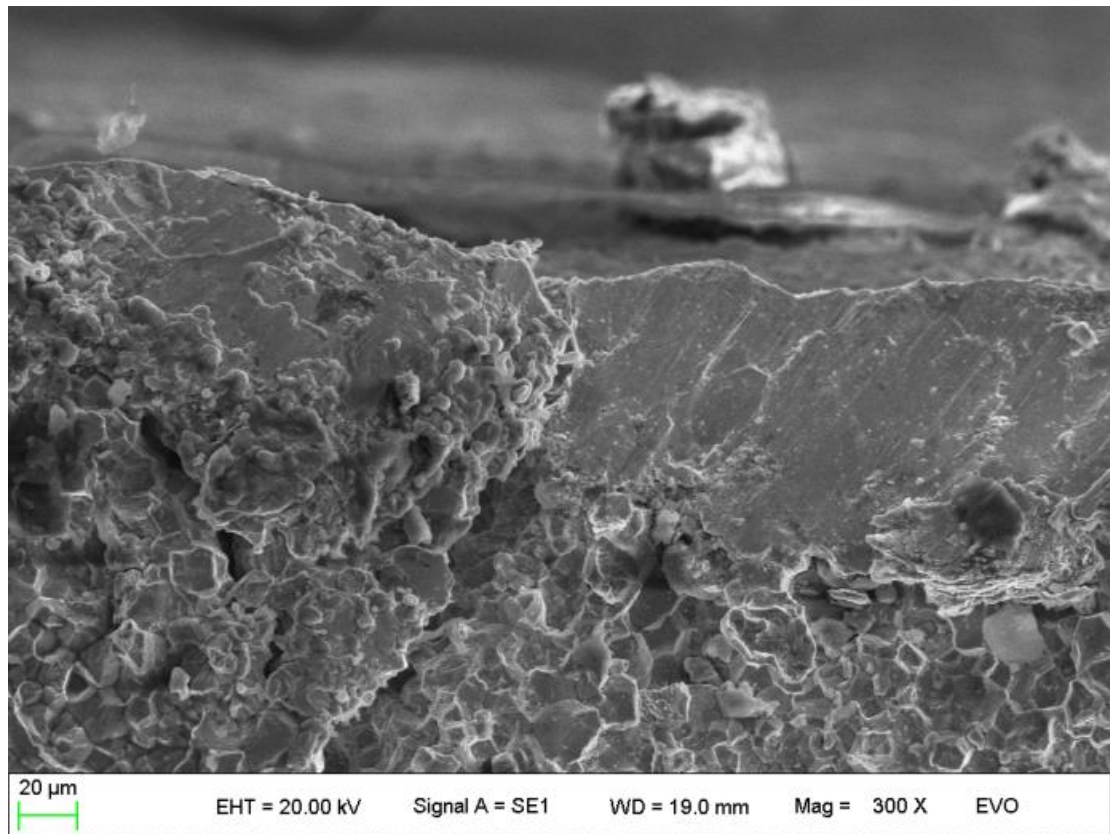


图 3，解理断裂面形貌

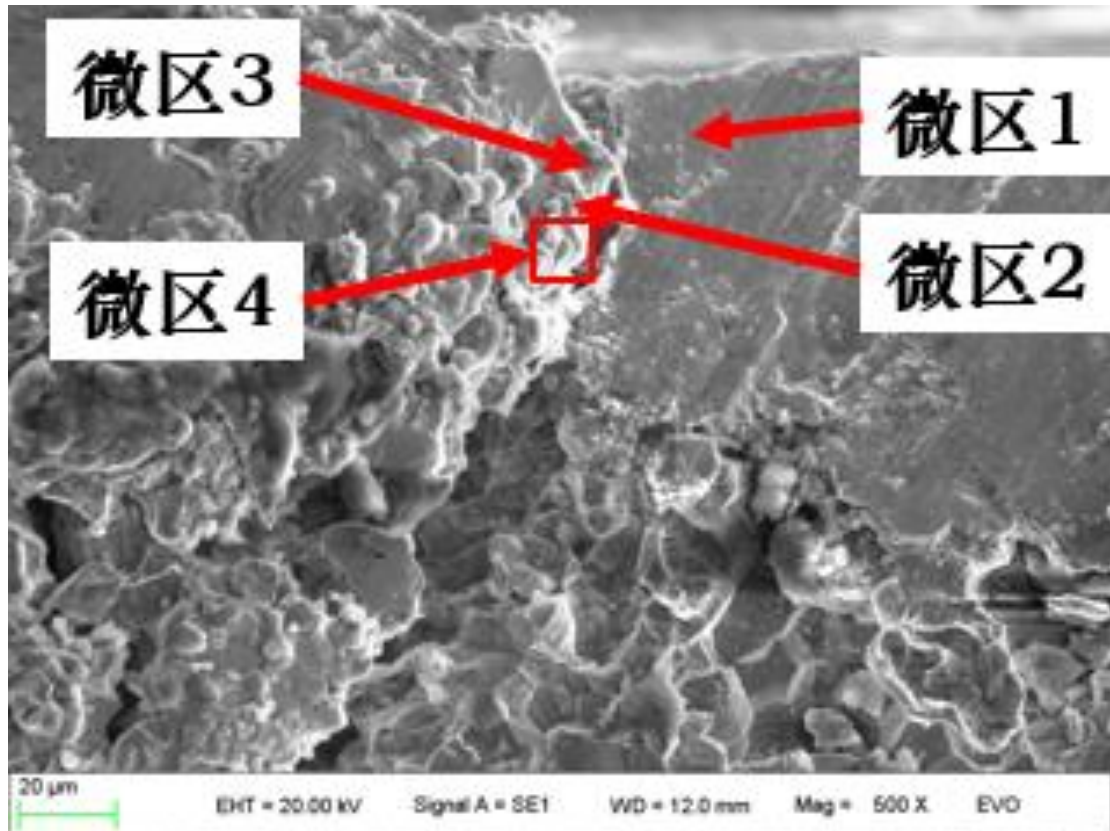
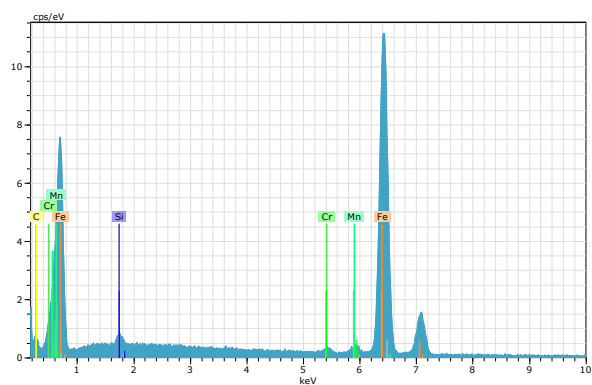
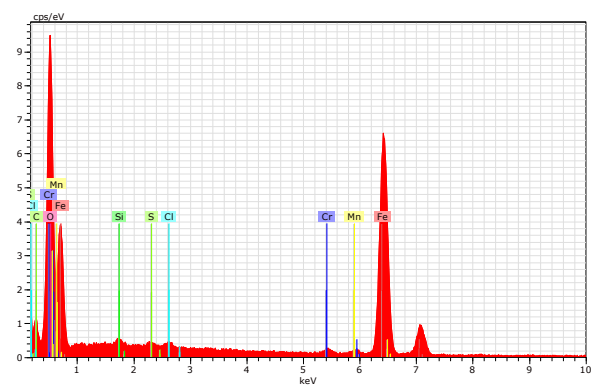


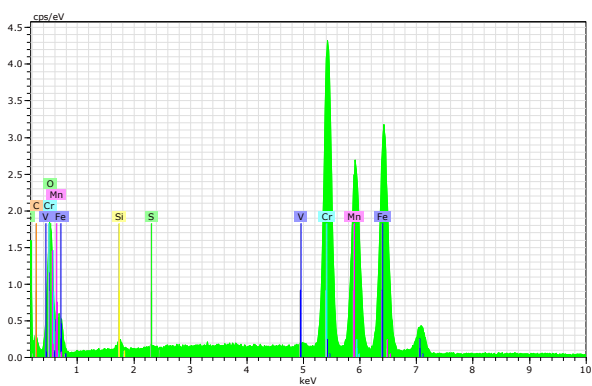
图 4，解理面边缘的选区位置



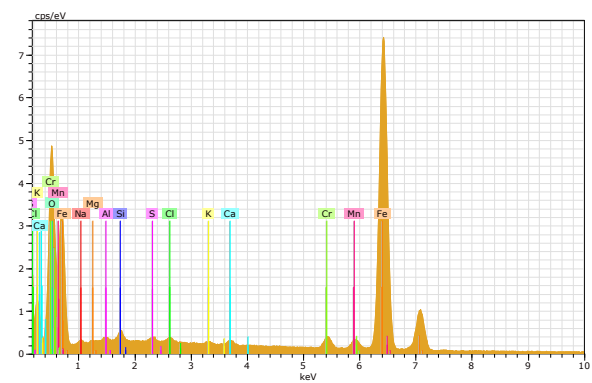
微区 1 的 EDS 分析



微区 2 的 EDS 分析



微区 3 的 EDS 分析



微区 4 的 EDS 分析

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/977016141155006040>