



常德电厂2号炉主蒸汽管道炉

左PCV阀固定螺栓断裂初步分析

2016.11.2



事故起因



常德电厂2号锅炉主蒸汽管道炉左侧PCV阀于2016年9月28日晚发生固定螺栓崩断事故，我院派出金属及锅炉专业人员于9月29日下午赶赴至电厂，对螺栓崩断的PCV阀进行了现场的宏观检查，对断裂的螺栓表面进行了宏观检查及半定量光谱分析。

● 炉左侧PCV阀宏观检查

炉左侧PCV阀下部螺孔内可见螺栓断裂残余部分，阀门上部由于冲击已跌落一旁，阀门正上方钢梁由于受到阀门上部冲撞呈现明显变形，钢梁由于受到蒸汽冲刷发生了颜色的改变；（如图1所示）同时从图1可以看出，PCV阀上部与下部支撑接触面较小，降低了阀体上部的稳定性。



图1 炉左侧PCV阀宏观检查照片

● 炉右侧PCV阀宏观检查

对暂未发生问题的炉右侧PCV阀进行宏观检查发现，炉右侧PCV阀上部与气缸体连接部位螺栓脱落，4个固定螺栓脱落3个，螺栓掉了在炉顶，未脱落的螺栓明显松动。询问电厂相关工作人员，未发现对此处螺栓有处理工作，表明此螺栓可能由于固定丝扣不够或受到震动等原因导致发生脱落。（如图2所示）同时对炉左侧PCV阀相同部位进行检查发现，气缸连接部位螺栓亦发生松动。（如图3所示）

现场宏观检查

- 炉右侧PCV阀宏观检查

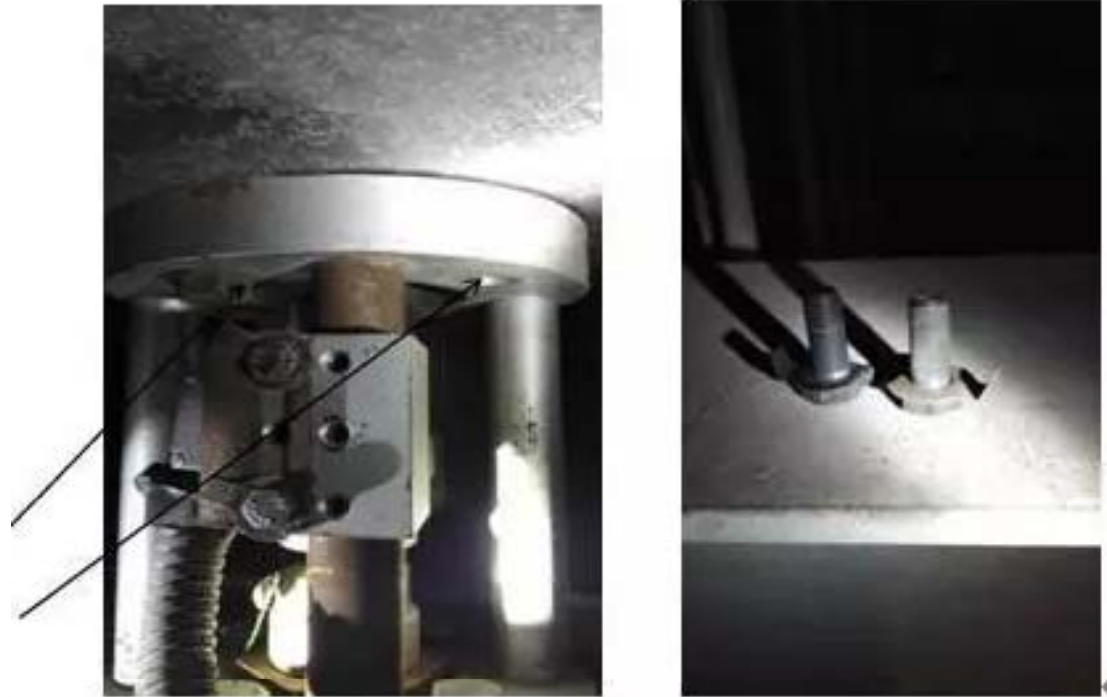


图2 炉右侧PCV阀上部气缸连接部位螺栓宏观检查照片

- 炉右侧PCV阀宏观检查



图3 炉左侧PCV阀上部气缸连接部位螺栓宏观检查照片

- 炉左侧与炉右侧PCV阀对比宏观检查

对炉左侧与炉右侧PCV阀对比宏观检查发现，2号炉PCV阀气缸支持炉左与炉右存在着结构差异，炉左侧PCV阀气缸支撑为钢板型构建支撑，炉右侧PCV阀气缸支撑为四根钢柱支撑。（如图2和图3所示）

螺栓断面宏观检查及成份分析

● 螺栓断面宏观检查

对断裂螺栓进行宏观检查发现，螺栓断裂均发生在螺栓与阀体下部连接的根部位置（如图4所示），同时对螺栓断面进行宏观检查发现，螺栓断面呈现出明显的光滑部分与撕裂部分，所有螺栓断面光滑区域占螺栓横截面超三分之二，撕裂部分仅占不到三分之一，螺栓材质牌号为SA193 B16，相当于42Cr1MoV钢，此类材质在高温下不具有脆断特性，因此推断螺栓断裂是由于发生了疲劳损坏，疲劳损坏断面主要由光滑的疲劳裂纹扩展区与撕裂的瞬断区构成，与此次螺栓断裂的特征一致（由于此螺栓是发生的高温疲劳损坏，断面上无法观测到疲劳典型特征贝纹线），由此可以判定此次螺栓断裂是由于高温疲劳造成的。（如图5所示）

螺栓断面宏观检查及成份分析

- 螺栓断面宏观检查



图4 炉 螺栓断裂位置宏观照片

螺栓断面宏观检查及成份分析

- 螺栓断面宏观检查

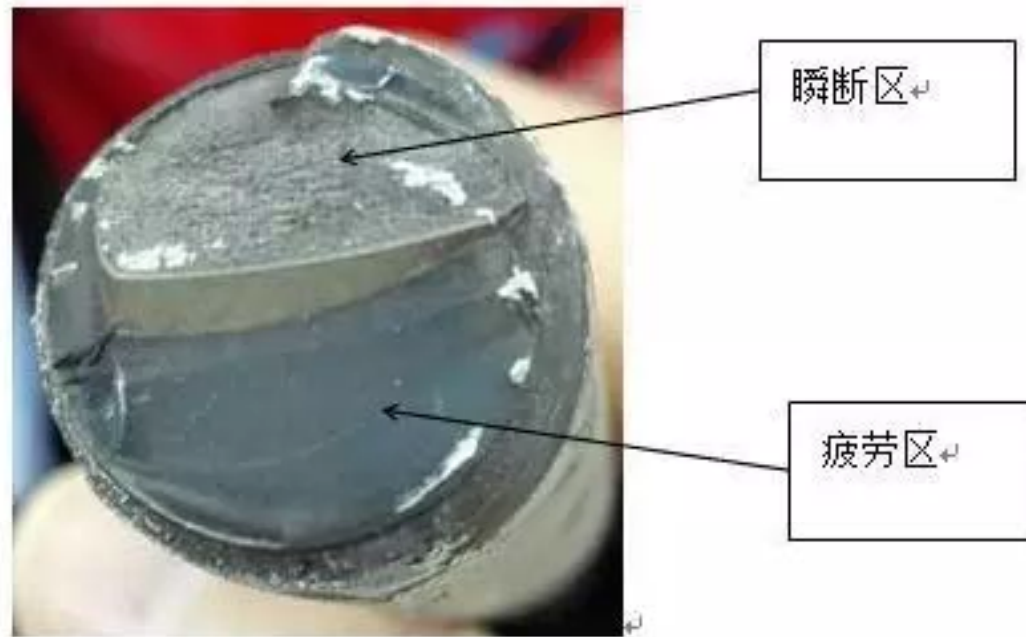


图5 典型螺栓断口宏观照片

电力安全生产

图5 典型螺栓断口宏观照片

螺栓断面宏观检查及成份分析



- 成份分析

对螺栓进行半定量光谱成分分析可知，成分符合Cr1MoV的要求，其余成分是否满足标准要求，需进一步进行全元素定量分析才能确定；同时对于螺栓材料组织性能是否满足标准要求需要进行进一步的实验室分析。

结论

综合上述分析可推断此次PCV阀固定螺栓断裂的原因：由于设计或安装等原因造成PCV阀上部在机组运行时存在异常震动，导致固定螺栓承受着周期性剪切应力作用产生疲劳损伤，机组长时间运行后螺栓中裂纹扩展至一定程度，造成发生螺栓瞬断事故。