

# 某蒸汽管道开裂原因分析

贺睿

铜陵市特种设备监督检验中心

DOI: 10.12238/ems.v6i3.7080

**[摘要]** 针对某蒸汽管道的开裂原因进行了失效分析。采用化学成分分析、宏观形貌分析、金相显微组织分析、显微硬度测试等手段,分析了失效的原因,结果表明,管材的开裂类型为塑性失稳开裂,开裂的原因为焊接过程中变形不均匀所致。

**[关键词]** 蒸汽管道; 开裂; 失效分析; 原因

## Analysis of the causes of cracking in a certain steam pipeline

He Rui

Tongling Special Equipment Supervision and Inspection Center

**[Abstract]** A failure analysis was conducted on the cause of cracking in a certain steam pipeline. The reasons for failure were analyzed using methods such as chemical composition analysis, macroscopic and microscopic morphology analysis, metallographic and microstructural analysis, and microhardness testing. The results showed that the cracking type of the pipe was plastic instability cracking, and the cracking was caused by uneven deformation during the welding process.

**[Key words]** steam pipeline; Cracking; Failure analysis; reason

近期某公司一条低压蒸汽管道在检验过程中发现一条焊缝存在开裂现象。管道材质为20钢,设计压力2.0MPa,设计温度350℃,使用压力1.6MPa,使用温度275℃,管内介质为蒸汽。为分析开裂原因,对上述开裂的管材进行了失效分析。

### 1. 检测结果

#### 1.1 化学成分分析

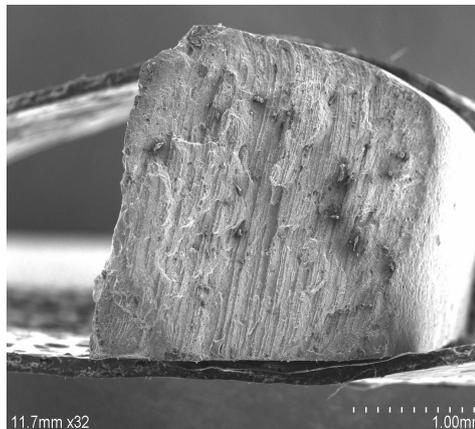
管材化学成分检测结果见表1,从表1中可以看出,母材C含量偏低,Mn含量偏高,焊缝C含量偏低,其他元素含量均符合GB/T699-2015标准要求,可以排除因为杂质元素导致开裂的可能性。

表1 管材化学成分分析结果 (wt%)

元素	C	Si	Mn	S	P
20钢	0.17~0.23	0.17~0.37	0.35~0.65	≤0.035	≤0.035
母材	0.11	0.19	1.23	0.009	0.013
焊缝	0.12	0.25	0.48	0.011	0.003

#### 1.2 断口SEM微观形貌分析

为了进一步分析断裂形成原因,选取两个裂纹分别进行了断口SEM微观形貌分析。裂纹1表面SEM微观形貌照片见图2,从图2中可以看出,断口表面宏观上有平行条纹,该条纹形成的原因为塑性加工成型所致,微观上为韧窝状断口,韧窝状断口的形成原因为外力过大所致的塑性失稳开裂。



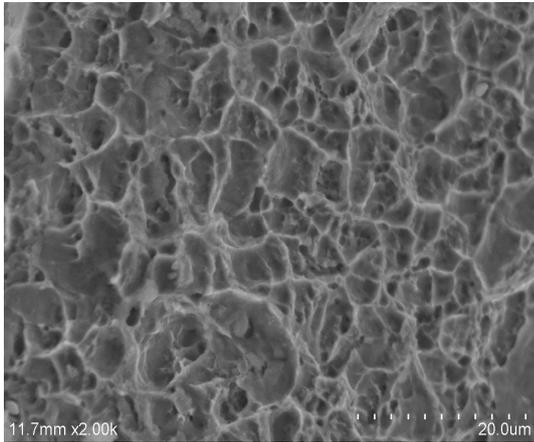


图2 裂纹1表面SEM微观形貌照片

裂纹2表面SEM微观形貌照片见图3,从图3中可以看出,裂纹2断口表面也为韧窝状断口,说明裂纹2形成原因也为外力过大所致的塑性失稳开裂。

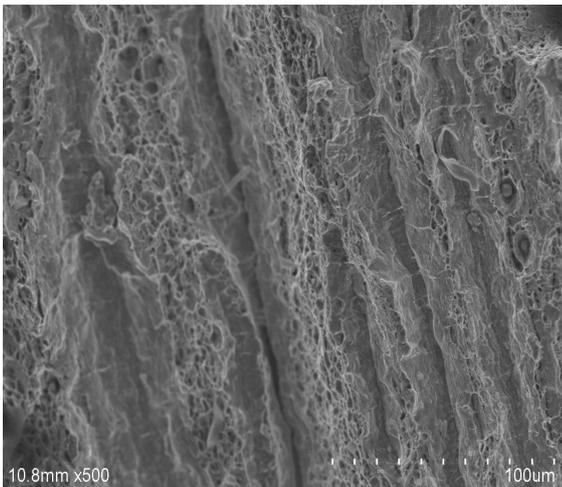
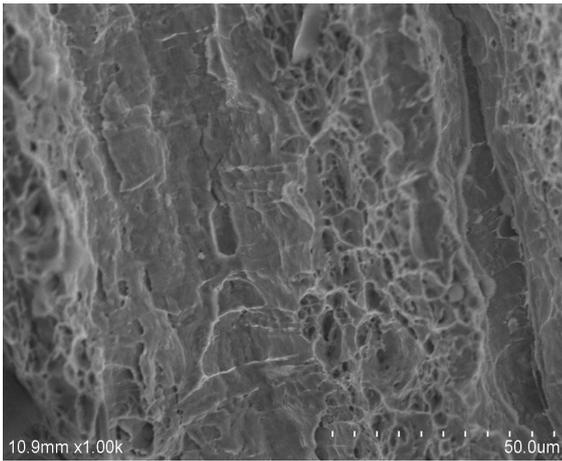


图3 裂纹2表面SEM微观形貌照片

从裂纹1和裂纹2表面各选择一个微区进行了化学成分分析,裂纹1表面能谱微区化学成分分析结果见图4、表2,从表2中可以看出,断口表面主要为Fe、Mn、Si三种元素未见明显的S、P元素偏聚。

裂纹2表面能谱微区化学成分分析结果见图5、表3,从表3中可以看出,断口表面主要为Fe、Mn、Si三种元素,同样未见明显的S、P元素偏聚。

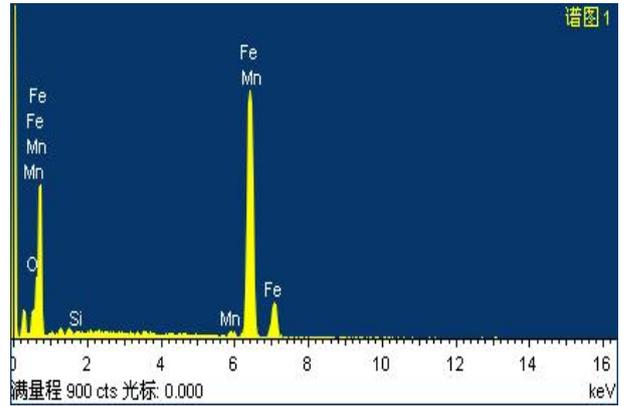


图4 裂纹1断口表面微区EDS化学成分分析谱图

表2 裂纹1断口表面微区EDS化学成分分析结果 (wt.%)

元素	重量百分比
Si K	0.06
Mn K	1.22
Fe K	98.72
总量	100.00

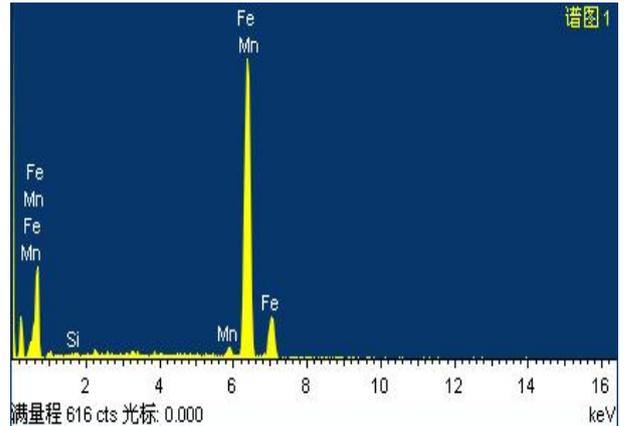


图5 裂纹2断口表面微区EDS化学成分分析谱图

表3 裂纹2断口表面微区EDS化学成分分析结果-2 (wt.%)

元素	重量百分比
Si K	0.02
Mn K	1.37
Fe K	98.61
总量	100.00

### 1.3 金相显微组织分析

管材纵截面金相显微组织照片见图6,从图6中可以看出,管材外表面为塑性变形导致的显微组织,并且有微裂纹存在,心部为等轴晶。

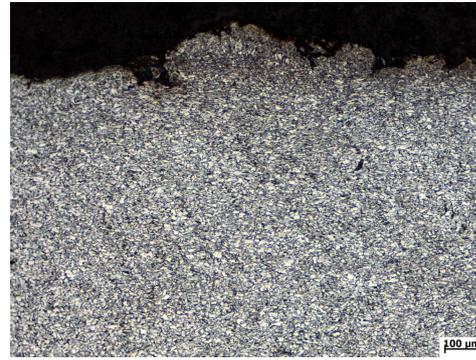
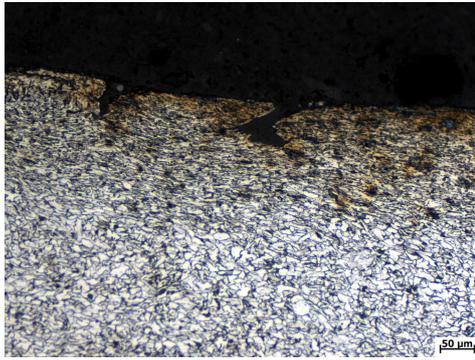


图6 管材整体金相显微组织照片

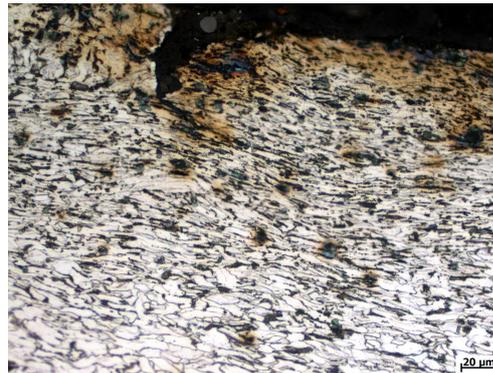


图7 管材表面金相显微组织照片

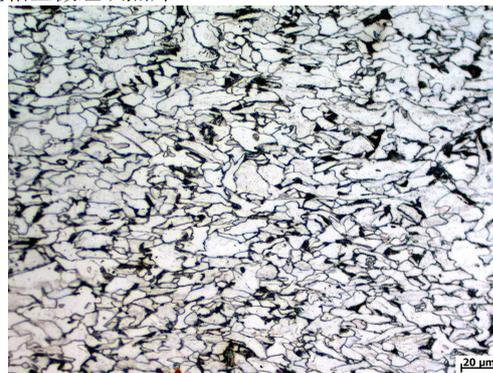


图8 管材心部金相显微组织照片

#### 1.4 显微硬度测试

管材显微硬度测试结果见表4,从表4可以看出表面纤维区的平均显微硬度为278 HV0.2,心部的平均显微硬度为258HV0.2,表面纤维区的平均硬度比心部高20HV0.2,且表面显微硬度不均匀,这跟表面的加工硬化以及变形不均匀有关。

表4 显微硬度测试结果

区域	测试点					平均硬度 (HV0.2)
	1	2	3	4	5	
表面纤维区	288	270	274	273	279	278
心部	259	260	254	261	254	258

#### 2. 结论

SEM 微观形貌分析表明该管材的开裂类型为塑性失稳断裂;化学成分及 EDS 微区成分分析结果表明:该管材的开裂与化学成分无关;金相显微组织及显微硬度分析分析结果表明:该管材的金相显微组织和显微硬度都不均匀。

综上所述,该蒸汽管道焊缝开裂的原因因为焊接过程中变形不均匀所致。

#### [参考文献]

[1]李德君,郭大山,巨亚峰.膨胀变形对20G钢力学性能及油田采出水中腐蚀性能的影响.材料热处理学报,2021,42(6):115-122.

[2]梁梦斐,任慧平,王海燕.冷弯20G钢显微组织与变形后残余应力的分布规律.热加工工艺,2020,49(6):62-64.

[3]杨文静,薛俊鹏,樊孝文.20G无缝钢管开裂原因.理化检验(物理分册),2022,58(12):47-50,76.

[4]吴海青.20G变径管接头裂纹分析与研究.机械工程与自动化,2020(6):136-137.

作者简介:贺睿(1986—),男,安徽铜陵人,工程师,主要从事特种设备检验检测工作。