高压截止阀阀头的失效分析

李斌，杨永良，刘智民，王田勇，王丹

某客户委托我公司维修一台高压截止阀。据介绍，阀头基体材料为20CrMnTi，基体热处理状态为淬火+回火，其密封面通过渗WC工艺提高抗擦伤性能。阀门在使用过程中，阀头密封面受到冲刷腐蚀（见图1）。为了找到阀头密封面失效的原因，进行了以下分析。

1. 试样制备和试验方法

从失效阀头基材车削屑样，制备化学成分分析试样，分析基材的成分是否合格。采用线切割从失效阀头基材和密封面部位截取金相试样，进行微观组织分析、光谱分析和硬度检测。从阀头基材割取3个拉伸试样和3个冲击试样，进行拉伸性能试验和冲击性能试验。

采用化学分析方法对阀头基体材料进行成分分析，XJZ-1A型金相显微镜对微观组织进行分析，NITON XLY898型直读光谱仪对渗层成分进行分析，HB-3000型布氏硬度计和HR-150型洛氏硬度计对阀头基材和渗层的硬度进行检测，WE-60型万能试验机进行拉伸性能测试，JB-30B型冲击试验机进行冲击性能测试。

2. 试验结果与分析

（1）宏观观察　从图1可见，在阀头密封面，横向和纵向都有较深的沟槽，延伸到基体。说明在阀门开启状态下，阀头密封面受到介质中硬颗粒的强力冲刷。

（2）阀头基材的化学成分分析　从失效阀头基材位置取样进行化学成分分析，结果见表1。从结果看，各个元素含量均在标准范围内，阀头基材的化学成分符合标准GB/T3077—1999对20CrMnTi钢的成分要求。

（3）阀头基材的力学性能分析　阀头基材的拉伸和冲击试验数据见表2。可见，阀头基材的抗拉强度和塑性指标皆符合国家标准规定的20CrMnTi钢淬火+回火后的性能指标。

图1　失效的阀头形貌

系振动在标准范围内，利用停机机会对泵轴进行渗透检测，特别注意键槽处。

（5）加强设备巡检，注意闭式循环水泵振动、轴承温度等。

参考文献

[1] 国家技术监督局.GB/T 13298—1991金属显微组织检验方法[S].北京：中国标准出版社，1991.

[2] 国家技术监督局.GB/T 229—2007金属材料 夏比摆锤冲击试验方法[S].北京：中国标准出版社，2007.

[3] 国家技术监督局.GB/T 1220—2007 不锈钢棒[S].北京：中国标准出版社，2007.

[4] 陈显坪.电厂金属材料手册[M].北京：中国电力出版社，2011.

[5] 张启军.3Cr13传动轴的热处理工艺选择[J].金属加工（热加工），2004（7）.

作者简介：程强，助理工程师，临涣中利发电有限公司；王若民，安徽省电力科学研究院。

MW 20160417

表1 阀头基材的化学成分（质量分数） （%）

元素	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Ti
实测值	0.20	0.22	0.97	0.020	0.015	1.12	0.005	0.004	0.09
标准值	0.17～0.23	0.17～0.37	0.8～1.10	≤0.035	≤0.035	1.00～1.30	≤0.30	≤0.30	0.04～0.10

表2 阀头基材的力学性能试验数据

项目	抗拉强度/MPa	屈服强度/MPa	伸长率（%）	断面收缩率（%）	冲击吸收能量/J
实测值	1120	880	14	57	91
GB3077—1999	1080	850	10	45	55

（4）阀头基材的硬度检测 对阀头基材进行硬度检测，硬度值为197HBW、193HBW、204HBW、213HBW、200HBW、193HBW，说明基材属于韧性材料。

（5）阀头密封面渗层的硬度检测 对阀头密封面渗层进行硬度检测，硬度值为43.8HRC、44.1HRC、37HRC、39.5HRC、41.5HRC、39HRC、37HRC，平均硬度为40.3HRC。可见作为易受冲刷的部位，密封面渗层的硬度不高。

（6）阀头基材及渗层金相分析 使用4%的硝酸酒精溶液对金相抛光态试样进行化学侵蚀，并对渗层及基材部位进行观察。如图2、图3所示，近表层组织为针状马氏体、残留奥氏体及WC，心部主要为低碳马氏体、贝氏体及少量铁素体，渗碳表层未见WC金相组织。也未有明显的渗层组织及深度。

（7）阀头密封面渗层的光谱分析 采用直读光谱仪对渗层进行金属元素分析，发现材料中含W量极低，检测值为0.05%。

3. 分析与讨论

阀头密封面存在多处较深的沟槽。阀头基体的化学成分、力学性能和硬度符合标准要求。可见，密封面渗层不耐冲刷与渗层组织和硬度有关。

由金相检测结果可见，基体心部组织主要为低碳马氏体、贝氏体及少量铁素体等韧性组织，心部组织正常，渗层组织未见WC组织。WC组织含量太少，必然降低渗层的耐磨性能。渗层组织检测中未发现金属元素W，说明渗WC工艺不成功。

渗WC工艺属于高温热扩渗工艺。被渗元素（C、W）在基体金属中要有一定的渗入速度。提高渗入速度的最重要手段之一就是将工件加热到足够高的温度，使溶质元素能够有足够大的扩散系数和扩散速度。如果降低渗WC工艺的加热温度，或缩短保温时间，必然造成渗层中的WC含量不足或渗层太浅，降低密封面渗层的耐磨性能。

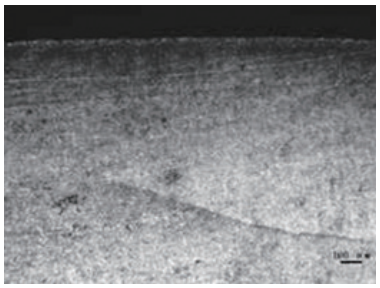

图2 阀头渗层低倍组织（100×）

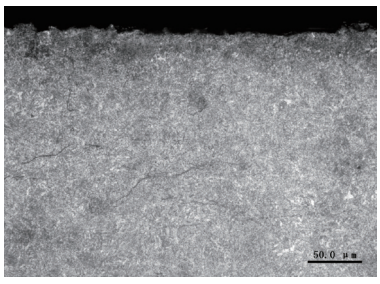

图3 阀头渗层高倍组织（500×）

4. 结语

该阀头密封面的损坏属于渗层硬度不足造成的冲刷腐蚀。渗层中WC含量太低，降低了密封面的耐磨性能。建议严格执行确定的渗WC工艺，保证充分的加热温度和保温时间，保证要求的WC含量和渗层深度。通过“表面具有WC的高硬度、高耐磨，心部保留20CrMnTi基体调质状态的硬度、强度和韧性”的合理结构，来保证阀头密封面的耐磨性能。

参考文献

[1] 曾晓雁，吴懿平. 表面工程学[M].北京：机械工业出版社，2001.

[2] 赵天林，赵钢.高能粒子注渗WC的实用效果及耐磨分析[J].中国表面工程，2003，（5）：36-37.

作者简介：李斌、杨永良、刘智民、王田勇、王丹，西安泵阀总厂有限公司。

MW 20160419