

调节阀冲蚀问题原因分析及处理

朱 赢,王家前

(辽宁红沿河核电有限公司,辽宁大连 116000)

摘要:电厂高压系统调节阀阀瓣密封面处发生冲蚀,分析成因,给出处理措施。

关键词:高压;调节阀;冲蚀;阻塞流

中图分类号:TH17 文献标识码:B DOI:10.16621/j.cnki.issn1001-0599.2018.03D.39

0 引言

电厂大修中发现某高压系统调节阀在全关时下游仍有流量,解体后发现阀芯表面存在严重冲蚀现象。更换新的阀芯及阀座,阀门回装后鉴定合格,在线验证无异常,阀门内漏消除。该阀门是由EMERSON(艾默生)生产的DBQ-NS型气动调节阀,内部组件采用阀笼结构,阀笼四周分布4个出流孔。改变阀笼出流孔的开度来调整介质流量。

1 原因分析

1.1 阀门冲蚀形貌分析

从实物分析,阀芯组件表面粗糙,存在一些不平整的小平面,平面内存在较多的、大小不一的坑或空洞,表面留下类似沙滩状的痕迹。这一形貌特征符合冲蚀故障模式。形成冲蚀的主要原因是调节阀部分开启,以维持系统要求的上充流量。在此情况下,阀芯在流道中长期正面经受上游出口约18 MPa高压流体冲击,由于阀门开度较小,流体经过阀门时形成类似于雾化的高速小液滴,对阀芯密封面形成冲击侵蚀。

1.2 阀门运行工况分析(表1)

(1)相比工况3,工况1模式下调节阀承受压差更大,阀门开度更小(流通面积更小),流量更高。说明阀门上下游压差约15 MPa时介质流速更高,对阀芯组件冲蚀效果更明显。

(2)工况2和工况3对比,调节阀阀门开度相同时(流通面积相同),工况2的流量约为工况3的2倍。同样说明阀门上下游压差约15 MPa时介质流速更高,对阀芯组件冲蚀效果更明显。

(3)工况2和工况4对比,流量相同时,工况2的调节阀开度更小(流通面积更小)。也说明阀门上下游压差约15 MPa时介质流速更高,对阀芯组件冲蚀效果更明显。

(4)工况5和工况8、工况6和工况8、工况7和工况9对比,结论同上述(3)。

(5)工况7和工况8对比,同(2)。

首轮循环在阀门上下游压差约15 MPa下运行时间达36 d,第二循环在阀门上下游压差约15 MPa下运行时间达46 d。阀门上下游压差长时间达到约15 MPa加剧了阀芯组件冲蚀程度。

综上,调节阀两侧承受约15 MPa压差时,介质流速更高,对阀芯冲蚀效果更明显。机组长时间在该工况下运行加剧了阀芯组件冲蚀程度。

表1 调节阀热试工况下相关参数统计

| 运行周期 | 运行工况 | 阀门上下游压差/MPa | 阀门上游压力/MPa | 阀门下游压力/MPa | 流量/(m ³ /h) | 阀门开度/% | 运行时间/d |
|------|------|-------------|------------|------------|------------------------|--------|--------|
| 首轮循环 | 1 | 15.3~15.7 | | 2.4 | 12.0~15 | 23~26 | 30 |
| | 2 | 15.3~15.6 | | 2.5 | 18~20 | 31~35 | 6 |
| | 3 | 2.3~2.6 | | 15.5 | 8.0~9.4 | | 147 |
| | 4 | | | | 18~20 | 44~53 | 249 |
| 二轮循环 | 5 | 14.0~15.6 | 17.8~18.1 | 3.9 | 9.3~9.5 | 13~17 | 5 |
| | 6 | 15.1~15.4 | | 2.7 | 6.8~7.2 | 13 | 7 |
| | 7 | 15.0~16.6 | | 2.5 | 16.1~19 | 26~32 | 34 |
| | 8 | 2.3~2.6 | | 15.5 | 7.5~9.1 | 30~34 | 344 |
| | 9 | | | | 17.4~18.6 | 45~47 | 15 |

这是问题的直接原因。

1.3 建模计算

通过建模(图1)CFD(Computational Fluid Dynamics,计算流体力学)计算,可以得到流体介质在阀瓣、阀笼间隙最小处流速,工况1为199.9 m/s,工况7为222.1 m/s,工况8为85.9 m/s。工况7阀门上下游压差约15 MPa时,流经阀芯组件的流速最高,冲蚀最明显(表2)。

通过建模计算数据证明,调节阀两侧承受约15 MPa压差时(工况7),介质流速更高,对阀芯冲蚀效果更明显。进一步说明机组长时间在该工况下运行加剧了阀芯组件冲蚀程度。



图1 调节阀 CFD 模型

表2 调节阀各工况下的 CFD 计算开度

| 运行周期 | 运行工况 | 阀门上下游压差/MPa | 阀门上游压力/MPa | 阀门下游压力/MPa | 流量/(m ³ /h) | 阀门开度/% | 运行时间/d | 开度间隙/mm |
|------|------|-------------|------------|------------|------------------------|--------|--------|---------|
| 首轮循环 | 1 | 15.3~15.7 | 17.8~18.1 | 2.4 | 12.0~15 | 23~26 | 30 | 0.50 |
| 二轮循环 | 7 | 15.0~16.6 | | 2.5 | 16.1~19 | 26~32 | 34 | 0.50 |
| 循环 | 8 | 2.3~2.6 | | 15.5 | 7.5~9.1 | 30~34 | 344 | 0.32 |

工程机械液压系统故障诊断步骤与方法

蒋均文

(中铁隧道集团二处有限公司, 河北三河 065201)

摘要 液压系统作为工程机械的重要组成部分,在长期使用过程中不可避免会出现故障,如何快速诊断及排除故障显得尤为重要。分析施工现场工程机械液压系统的常见故障,根据实际情况,给出故障的诊断步骤及方法。

关键词 工程机械;液压系统;故障诊断

中图分类号:TP271+.31 文献标识码:B DOI:10.16621/j.cnki.issn1001-0599.2018.03D.40

0 引言

随着液压技术与微电子技术、传感技术及计算机控制技术的紧密结合,机电液控一体化技术及智能化技术在工程机械装备中得到广泛的应用。在长期使用的过程之中,因为各种原因,工程机械难免会出现各种各样的故障,而液压系统故障较其他机械故障更为隐蔽、原因复杂、部位不易确定,没有一定的诊断经验和诊断技术难以快速诊断和排除。处理故障时,必须采用一定的方法和诊断技术,对故障现象进行分析、检测、诊断,从机械、液压、电气等诸多的复杂关系之中去发现故障的原因,找出故障部位,绝对不能够进行盲目的拆卸、解体或者是自行对液压单元进行调整,以避免故障范围的扩大或者是导致新的故障出

现,让原有故障更加的复杂。

1 工程机械液压系统常见故障

工程机械液力传动系统主要由液压泵、控制阀、变矩器、变速器和动力换挡变速阀等组成,工作装置液压系统主要由液压泵、控制阀、液压马达和液压缸等组成。液压系统常见故障有系统中压力不足或完全没有压力,工作机构运动速度不够或完全不动,系统产生噪音和振动,工作机构产生爬行现象,液压系统中的油温过高,液压元件或管路出线渗漏或系统泄漏。

2 工程机械液压系统故障诊断步骤

(1)现场检查。向工程机械操作人员询问故障产生时设备运转状态,有无异常声响及动作,观察工程机械的作业环境,查看

1.4 汽蚀计算

按阻塞流进行汽蚀计算,参照图2。

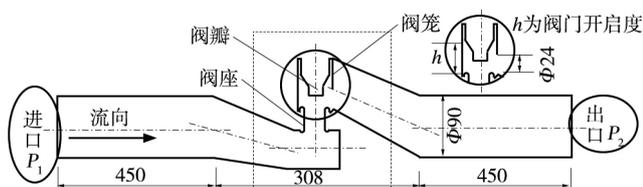


图2 调节阀工作简图

阻塞流阀门压降见式(1),阀门两侧压差见式(2)。

$$\Delta P_{\sigma} = F_L^2 (P_1 - F_F P_V) \quad (1)$$

$$\Delta P = P_1 - P_2 \quad (2)$$

式中 P_V ——液体饱和蒸汽压力,MPa

F_L ——压力恢复系数,阀门供应商提供

P_1 ——进口压力,MPa

P_2 ——出口压力,MPa

F_F ——液体临界压力比系数,是阻塞流条件下缩流断面处压力与阀门入口温度下的液体饱和蒸汽压力 P_V 之比,是 P_V 与液体临界压力 P_C 的函数,见(3)式。

$$F_F = 0.96 - 0.28 P_V P_C \quad (3)$$

$F_L = 0.86$ $P_1 = 17.8 \text{ MPa}$ $P_V = 0.0125 \text{ MPa}$ $P_C = 22.1 \text{ MPa}$ $F_F = 0.96 - 0.28 P_V P_C = 0.953341$ $\Delta P_{\sigma} = F_L^2 (P_1 - F_F P_V) = 13.156 \text{ MPa}$ 。

阻塞流判别式见(4)式。

$$\Delta P \geq \Delta P_{\sigma} \quad (4)$$

即 $P_1 - P_2 \geq \Delta P_{\sigma}$ $P_2 \leq P_1 - \Delta P_{\sigma}$ $P_2 \leq 4.644 \text{ MPa}$ 。

在阀门上游压力 18 MPa 前提下,当阀门下游压力 < 4.6 MPa 时,调节阀阀芯处会发生阻塞流现象。在阀芯附近流体压力低于饱和蒸汽压,导致闪蒸。随后压力恢复至高于饱和蒸汽压产生空化。闪蒸和空化即汽蚀现象。这是阀门冲蚀的根本原因。

2 处理措施

根据调节阀冲蚀根本原因,制定了几项改进,目前正在逐项落实。缩短调节阀解体维修周期,在冲蚀故障模式造成破坏性影响前,完成阀芯组件更换;日常运行期间对调节阀上游下压差运行时间进行趋势监测,暂时按照不超过 46 d 进行跟踪预警,后续根据多机组的该调节阀解体数据来确定预警标准;增加调节阀阀芯组件备件储备。

3 总结

通过对阀门冲蚀形貌、运行工况、理论建模、汽蚀计算等方面进行分析后,锁定冲蚀根本原因为调节阀阀芯处发生阻塞流现象,阀芯附近流体压力低于饱和蒸汽压,导致闪蒸。随后压力恢复至高于饱和蒸汽压产生空化,气泡破裂对阀芯组件表面造成剧烈冲击,最终导致冲蚀。针对该原因,电厂采取了一系列措施来管理冲蚀故障问题。

[编辑 利文]