

# 防喷器的声发射检测应用

朱祥军

(四川石油管理局技术检测中心 四川 618300)

**摘要:** 本文结合声发射技术特点,针对环形防喷器的结构特征,提出了用声发射检测的平面定位方案。讲述了检测前的准备工作;通过采用两次加载,对比两次实验中的采集数据,结合凯塞尔效应的原理,综合分析了检测中的噪声来源,指出从保压阶段的采集数据中提取有效信号,并根据有效信号判断缺陷的性质。最后给出检测结果和提出目前在防喷器检测中急需解决的问题和工作方向。

**关键词:** 声发射;防喷器;检测

## 0 引言

声发射(ACOUSTIC EMISSION 简称 AE)是上世纪六、七十年代发展起来的一种无损检测(NDT)方法。近一、二十年来,这项技术已在石油化工、航天航空、水利电力、交通运输、机械、建筑等行业得到较广泛的应用[1, 2]。并已制定了相关的检测标准,如参考文献[5-7]。它的原理是:受力构件的材料内部在损伤缺陷萌生、扩展过程中会释放塑性应变能,应变能以应力波形式向外传播扩展,这种现象即称声发射现象。

防喷器是在石油行业中得到广泛应用的设备,是井控设备的核心组件,防喷器质量的优劣直接影响油气井压力控制的成败,一旦发生泄漏会造成严重的环境污染,给社会经济、生产和人民生活带来损失和危害,直接影响社会安危。环形防喷器是由于其封井元件—胶芯—呈环状而得名。封井时,环形胶芯被迫向井眼中心集聚、环抱钻具。当井内无钻具时,环形防喷器可用以全封井口。由于环形防喷器的功能是较为全面的,能适应井口的多种工况迅速封井,所以应用得非常广泛,因此对环形防喷的检测也显得格外重要。

在定期检验过程中对,采用超声波和射线方法很难发现超标缺陷,如全部返修,则费用消耗过大,通过大量实验,我们发现采用声发射检测可以快速发现这些超标缺陷中存在的活性缺陷,仅需对这些活性缺陷进行返修处理,压力容器即可重新投入使用。

## 1 检测方法

### 1.1 试验设备基本情况

某厂一台1993年11月生产的FH28-35锥型胶芯环形防喷器,工作压力为35MPa。试压介质为水。试验前更换已损坏的密封胶芯、密封圈,以及不合格的螺栓、螺母等。

### 1.2 传感器布置方案

根据环形防喷器的受力特点和我们检测仪器的实际条件,在环形防喷器上布置了两组平面定位的方形阵列,一组在顶盖上,一组在柱壳中部,每一个阵列由四个传感器组成,分别为传感器1-2-3-4和传感器5-6-7-8,以保证对防喷器重点部位的检测。两个方阵中相邻传感器的间距分别为:560mm和900mm。

### 1.3 检测仪器及参数设置和准备工作

主机: DISP-16 通道声发射测试系统; 软件: AEwin for DiSP Version 1.80; 门槛值: 40dB; 传感器型号: R15 压电传感器; 前置放大器: 2/4/6 型; 增益: 40dB; 耦合剂: 黄油。

在安装传感器的防喷器表面,先用砂轮打磨掉油漆和氧化皮,再用砂纸使金属表面光滑平整,经清洁处理后,以黄油为耦合剂,把传感器可靠地粘贴在选定位置上。

完成全部连线后,以折断铅芯为模拟信号源,校核各通道工作是否正常,测定声波在防喷器中的传播速度,和检验定位的精度。

## 1.4 加载程序

根据标准 SY/T 6160-1995 的规定[4]，采用二次加载方法，使检测数据更充分、结果更可靠。具体加载方案时第一次加载到 35Mpa 后稳压 15min，然后完全卸载防喷器内压力，进行第二次加载，到 35Mpa 后再保压 15min。

对加载设备的要求是：升压平稳、缓慢，压力波动量要小，保压期间无泄漏。每次开始加载时，都把声发射检测系统同时打开，采集数据，观察显示窗口中的图形(数据)随压力的增加所引起的变化。若发现有异常信号发生，应立即停止加载，并保压观察，视具体情况决定是继续升压还是迅速降压。试验加载方案如图 1。

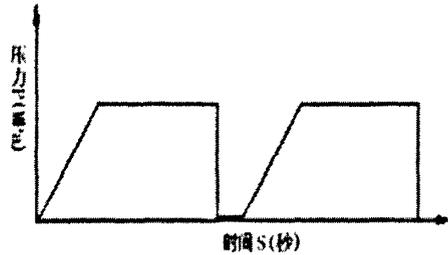


图 1 试验加载方案

## 2 有效声发射数据的确定

在确定有效声发射数据之前，先来介绍许多金属材料共有的形变声发射的不可逆效应，即“材料被重新加载期间，在应力值达到上次加载最大应力之前不产生声发射信号。”<sup>[2]</sup>这种不可逆现象称为“Kaiser 效应”。

信号的识别是声发射检测中非常重要的环节。由于环形防喷器的结构独特，是由多个零部件组成，安装在内部的胶芯是有钢块支撑的浇铸件。所有这些零件，在加载时，不可避免的出现很多信号，它们都被显示在屏幕上和记录在数据文件里。但声发射检测的目的，是以有无缺陷扩展信号来判断设备的安全性。而上述大量非缺陷扩展信号的涌现，使我们难以分辨出真实的开裂信号。因此我们对防喷器的评定，目前不宜采用加载期间采集到的试验数据，而主要是根据防喷器保压阶段的信号数据。

### 2.1 噪声信号

噪声信号的来源主要是壳体与内部结构件之间发生摩擦、螺栓受力引起的变形，以及各螺栓受力不均导致的载荷重新分配，特别是在防喷器升压速度较快的过程中，这是十分常见的信号。在保压期间，上述现象一般说来不会产生，但对于不稳定状态的结构也不完全杜绝，特别是在第一次保压时。而且由于摩擦的机制与一块金属材料因变形而产生的声发射信号机制不同，故不能满足 Kaiser 效应。通常这类信号能量小，幅度也很低。

### 2.2 有效信号

有效信号是指缺陷活动产生的信号。这类信号定位源比较集中，信号的参数数值较大，而且会多次出现。在加载期间，一般低于防喷器的工作压力下无声发射信号，在高于此压力的升压、保压各个阶段会有声发射信号，在降压后的第二次升压和保压阶段，根据是否在同一位置出现信号及其强弱程度来确定声发射源的活性程度，对于弱活性或非活性的源来说，是很少或者没有声发射信号产生，满足 Kaiser 效应。

### 2.3 试验数据分析

每次试验结束后，采用幅度分析法，即根据其幅度及声发射信号参数随时间、压力变化的情况，综合分析，再对声发射源所处位置进行统计。我们发现两次试验都有相似的地方，即在升压阶段都会有很多信号产生，这与我们在试验前预测的一样，由于防喷器的结构特点，在加载阶段内部环形胶心和壳体发生摩擦、螺栓变形，这些情况都会产生大量的噪声信号，因此我们要分析的数据主要来源于保压阶段的采集信号。试验中两次加载采集到的数据如表 1。

在第一次试验的保压阶段，共产生 10 个信号，其中第一定位组有 9 个信号，主要集中在 3 号传感器附近；第二定位组有 1 个信号，处于 5 号和 8 号传感器之间，信号幅度都很低，能量也很小，初步估

计是胶芯变形与顶盖发生摩擦引起的噪声信号。在第二次试验的保压阶段,只有第一定位组产生 1 个信号,和第一次试验的定位源不在同一个位置,而且信号的幅度也不高,所以判定第一次出现的信号为非活性声发射源。即,该防喷器在试验压力 35MPa 情况下,未出现明显的活动缺陷迹象,因此可以认为在工作压力情况下是安全的。

表 1 两次试验中保压阶段采集数据统计表

加载循环	定位组	事件数	振铃计数	能量	最大幅度
第一次	第一组	9	3747	775	74
	第二组	1	216	49	43
第二次	第一组	1	257	50	61
	第二组	0	0	0	0

## 4 结论

通过这次检测实践,笔者认为:运用声发射技术对防喷器水压试验过程进行监测是可行的。

从检测的结果数据来看,用声发射检测能够及时有效的反映出被测件在试验阶段的受力情况,动态探测到在外力作用下这些缺陷的活动情况,让检测人员在加载程序完成后能马上对被测件做出基本的判断,发挥出了声发射检测的主要优点。在试验结束后,运用软件的特有功能,进行数据分析,排除噪声信号,得出更加详细的检验结论。

在整个试验过程中,残余应力释放、结构之间的摩擦、密封泄露都可产生大量的噪声信号,目前不能很好的排除升压阶段的噪声信号,需进一步开展声发射信号各种处理分析技术和神经网络模式识别的研究,鉴别加载过程中常见的可逆性摩擦噪音,提高信号的采集水平和分析能力,不断完善信号处理手段。结合材料力学性能分析试验,加强在役构件新生裂纹的定期声发射检测、疲劳裂纹起始与扩展声发射检测,提高压力容器、压力管道和各种石油装备的在线检测应用水平。

### 参考文献

- [1] 耿容生. 声发射技术在航空工业中的应用-现状、困难及对策. 中国第十届声发射学术研讨会论文集, 2004
- [2] 沈功田, 戴光, 刘时风. 中国声发射技术发展. 中国第十届声发射学术研讨会论文集, 2004
- [3] 沈功田, 李邦宪等. 声发射技术在压力容器检测方面的应用进展. 中国第十届声发射学术研讨会论文集, 2004
- [4] SY/T 6160-1995 《液压防喷器的检查与修理》
- [5] GB/T 18182-2000 《金属压力容器声发射检测及结果评价方法》
- [6] ASTM E569-2002 《Standard Practice for Acoustic Emission Monitoring of Structures During Controlled Stimulation》
- [7] GJB 2044-1994 《钛合金压力容器声发射检测方法》

### APPLICATION OF ACOUSTIC EMISSION INSPECTION IN A SINGLE RAM-BOP

Zhu Xiangjun

(Technical Inspection Center of Sichuan Petroleum Administration, Guanghang, Sichuan, China. 618300)

**Abstract:** The paper briefly introduces the working principle and technical features of acoustic emission. A scheme of planar location of AE test is proposed to the structural characteristics of an annular BOP. It describes the preparation work before a test. With using two time loading, contrasting the data collected in the two tests, combining the principle of Kaiser Effect, and comprehensively analyzing noise sources in the tests, it points out that the effective signals should be picked up from the data acquired at the pressure holding stage, and the nature of defects should be determined on the basis of them. Finally, it gives the results of test and puts forward the problems which urgently need to be solved in present work.

**Keywords:** AE Test, BOP, Planar location

作者: [朱祥军](#)

作者单位: [四川石油管理局技术检测中心, 四川, 618300](#)

## 相似文献(6条)

### 1. 期刊论文 [朱祥军, 吴怡, ZHU Xiang-Jun, WU Yi 环形防喷器的声发射检测 -无损检测](#)2008, 30(6)

针对环形防喷器的结构特征,提出了用声发射检测的平面定位方案.介绍了检测前的准备工作.对比了两次加载实验中的采集数据.结合凯塞尔效应的原理,分析了检测中的噪声来源,指出从保压阶段的采集数据中提取有效信号,并根据有效信号判断缺陷的性质,给出了检测结果,提出了目前在防喷器检测中急需解决的问题和工作方向.

### 2. 会议论文 [邓勇刚, 代富容 AET技术在油田防喷器检测中的应用统计分析](#) 2007

本文对AET技术在油田防喷器检测中的应用统计进行了分析.声发射检测技术,简称AET,是指对材料局部能量快速释放而发出瞬态弹性波的检测来判断材料或构件安全可靠的一种动态无损检测技术.在我国,AET技术在石油钻井井控设备壳体安全评价方面的应用逐渐成熟.新疆某油田科学性引入AET技术对石油钻采用防喷器进行安全测评并取得显著效果,经对检测的防喷器进行系统统计、归类,为油田庞大的在役防喷器群体建立起一个详细的检查表,这为防喷器的返修,定期检查以及延长服役期提供了可靠的参考依据.

### 3. 期刊论文 [朱祥军, 吴怡, ZHU Xiangjun, WU Yi 声发射检测防喷器泄漏的研究 -钻采工艺](#)2009, 32(4)

防喷器的密封检测是防喷器日常检修的必要手段,目的是为了**保证防喷器正常发挥其重要的作用,确保钻井作业安全**.防喷器密封检测中最常遇到的是泄漏问题,常常由于泄漏部位的隐蔽性和防喷器的高压危险性,使得泄漏位置不能快速准确被发现.利用声发射高灵敏度的特性,结合防喷器的声波传播特性,在大量试验的基础上总结出防喷器泄漏的声发射检测布点方式、分析方法和判断依据,为其他石油设备泄漏检测提供参考.

### 4. 期刊论文 [单闾板防喷器的声发射检测初步实践 -钻采工艺](#)2006, 29(4)

介绍声发射技术的工作原理和技术特点.针对单闾板防喷器的结构特征,提出用声发射检测的平面定位方案.检测前,通过采用两次加载,对比两次实验中的采集数据,结合凯塞尔效应的原理,综合分析了检测中的噪声来源,指出从保压阶段的采集数据中提取有效信号,并根据有效信号判断缺陷的性质.最后给出检测结果和提出目前在防喷器检测中急需解决的问题和工作方向.

### 5. 期刊论文 [邓勇刚, 林发权, 张利红, 李军刚, 杨秀兰, DENG Yonggang, LIN Faquan, ZHANG Lihong, LI Jungang, YANG](#)

#### [Xiulan AET技术在油田防喷器检测中的应用 -钻采工艺](#)2009, 32(3)

声发射检测技术是指对材料局部能量快速释放而发出瞬态弹性波的检测来判断材料或构件安全可靠的一种动态无损检测技术.在我国,AET技术在石油钻井井控设备壳体安全评价方面的应用逐渐成熟.新疆某油田科学性引入AET技术对石油钻采用防喷器进行安全测评并取得显著效果,经对检测的防喷器进行系统统计、归类,为油田庞大的在役防喷器群体建立起一个详细的检查表,这为该油田防喷器的返修、定期检查以及延长服役期提供了可靠的参考依据.

### 6. 期刊论文 [朱祥军, 万夫, 许星, 李萍, 吴怡 声发射技术在防喷器检测中的应用 -中国测试技术](#)2008, 34(4)

声发射技术是20世纪60年代开始,目前逐步成熟的一种无损检测方法,它已被广泛地应用到压力容器检测和结构的完整性评价方面.文中对声发射技术在防喷器检测中的应用进行了研究与概述,并利用声发射检测技术的优势,成功为大量的在用防喷器建立使用状况表,为防喷器的继续使用和维修提供依据,最后提出了目前急需解决的问题和发展趋势.

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Conference\\_6310992.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Conference_6310992.aspx)

下载时间: 2010年5月27日