



中华人民共和国国家军用标准

FL 0140

GJB 2044—94

钛合金压力容器声发射检测方法

Test method for pressure vessels of titanium
alloys using acoustic emission

1994—09—12 发布

1995—04—01 实施

国防科学技术工业委员会 批准

中华人民共和国国家军用标准

钛合金压力容器声发射检测方法

GJB 2044—94

Test method for pressure vessels of titanium
alloys using acoustic emission

1 范围

1.1 主题内容

本标准规定了钛合金压力容器在压力验收试验过程中声发射检测方法的一般要求和详细要求。

1.2 适用范围

本标准适用于直径不大于 1m 的钛合金压力容器。其它钛合金压力容器也可参照使用。

2 引用文件

GB/T 12604.4 无损检测术语 声发射检测

3 定义

本标准采用 GB/T 12604.4 中的术语。

4 一般要求

4.1 方法提要

裂纹的起始和扩展部位是主要的声发射源。在压力验收试验过程中进行压力容器的声发射检测。加压程序包括升压、保压过程。声发射传感器通过声耦合剂布置在被检容器表面上,接收声发射波并转换成电信号,再经过检测系统鉴别、处理,然后显示、记录和分析声发射源的位置及声发射数据。

根据声发射源的评定判据和分级基准,确定严重性级别或次序。对超标声发射源,宜用其它方法加以验证。

对不同类型的压力容器或采用不同的检测条件,均需采用专用的声发射源分级基准。

4.2 检测人员

检测人员必须经过技术培训并考核合格,方能上岗。培训内容应包括:声发射基础知识、声发射源、声发射检测仪的操作和校准、数据的收集和解释及检测报告的编写。

检测负责人应由相当于工程师以上的专业技术人员担任。

5 详细要求

5.1 检测装置

声发射检测装置由传感器、前置放大器、信号处理器、显示器、记录器、模拟源等组成。

5.1.1 传感器

声发射传感器的谐振频率宜在 100~300kHz 之间,其灵敏度应不小于 60dB[相对于 1V/(m·s⁻¹)]。在同批次检测中,各传感器灵敏度之差应不大于 3dB。在检测频宽和使用温度范围内,传感器灵敏度变化应不大于 3dB。

传感器与被检容器表面之间应保持电绝缘。

5.1.2 前置放大器

前置放大器短路噪声有效值电压不大于 7μV。在频宽和使用温度范围内,其增益变化应在 ±1dB 内,其滤波器频宽一般为 100~350kHz。

前置放大器对电磁干扰应具有良好的屏蔽作用。

5.1.3 信号处理器

信号处理器应具有区域和时差定位功能,并具有声发射参数的实时和事后分析功能。可测量参数应包括:每个通道的事件计数、振铃计数、峰值幅度、时差,以及压力和试验历程时间。

在 5~38℃ 温度范围内,其增益变化应在 ±2dB 内,阈值值的准确度为 ±2dB。振铃计数的准确度为 ±5%。峰值幅度的准确度为 ±2dB,每个通道的时差准确度为 ±1.0μs。压力传感器输出读数准确度为最大试验压力的 ±5%。

5.1.4 信号电缆线

传感器至前置放大器的信号电缆线长度应不大于 2m,并对电磁干扰具有良好的屏蔽作用。

前置放大器至主信号处理器的电缆线的信号衰减,每 30m 应不大于 1dB,全长衰减应不大于 3dB,并对电磁干扰具有良好的屏蔽作用。

5.1.5 耦合剂

在整个试验过程中耦合剂应保证稳定的声耦合,可选用工业凡士林、硅油和黄油等。

5.1.6 模拟源

模拟源可选择铅笔芯折断型,可采用直径 0.5mm 的 2H 或 HB 笔芯,伸长量为 2.5mm,与容器表面的夹角为 30°,其响应幅度一般取 3 次以上折断的平均值。

5.3 受检件

送检单位应向检测单位提供下列资料:

- a. 检测申请单;
- b. 材料牌号、焊接及热处理条件;
- c. 设计压力、使用压力、验收压力、受压历史;
- d. 总装图,其中应注明焊缝、管嘴和已知超标缺陷的位置;
- e. 预计的噪声源。

5.3 检测程序

5.3.1 检测准备

5.3.1.1 确定加压程序,包括升压速率、分级压力、最高压力及保压时间。升压时间不小于

2min,最高压力下的保压时间一般为 10min。

5.3.1.2 确定声发射检测人员与加压人员之间的联络方法。

5.3.1.3 确定加压过程中记录压力的方法。

5.3.1.4 确定传感器阵列,传感器间距不得大于 5.3.2.3 条规定的最大间距。传感器阵列布置实例见附录 B(参考件)。

5.3.1.5 布置声发射传感器并保证声耦合良好。

5.3.1.6 接线并检查线路,设定检测条件。

5.3.1.7 加压前 10min 和预压过程中,测量各通道的噪声水平。当出现高于门槛的强噪声时,应检查噪声来源,并设法排除。

5.3.1.8 检测前,应按第 5.3.2 条规定进行校准。

5.3.2 校准

5.3.2.1 校准信号处理器 各信号处理器通道对信号发生器的响应幅度偏差为 $\pm 2\text{dB}$ 。

5.3.2.2 调整检测系统的通道灵敏度 模拟源与传感器间距一般小于 40mm,在相同间距下各通道对模拟源的响应幅度偏差为 $\pm 3\text{dB}$ 。

5.3.2.3 确定传感器最大间距 测定模拟源信号在容器壁上的传播衰减。根据衰减、检测门槛值和规定的可检测幅度,确定传感器最大间距。

5.3.2.4 确定时差定位准确度 每个阵列可选择典型的测试点输入铅笔芯模拟信号。定位准确度为传感器间距的 5%。

5.3.3 检测

5.3.3.1 在升压、保压全过程中连续记录声发射数据。

5.3.3.2 在检测过程中,应注意观察声发射定位、数据和波形显示。

5.3.3.3 在检测过程中,如出现强噪声干扰或异常情况时,应临时保压或降压,以便研究处理。

5.3.3.4 当首次声发射检测无效时,可与送检单位协商,适当增加验收压力再次进行检测。

5.4 数据处理和结果评定

5.4.1 在原始声发射数据中,剔除由噪声和干扰信号产生的数据。

5.4.2 绘制出声发射源定位图表,一般包括区域定位图和时差定位图。

5.4.3 绘制出各声发射源区的事件计数、振铃计数及幅度随压力和时间的变化曲线。

5.4.4 声发射源的严重性评定一般以声发射通道或声发射集中区为基础。在需要评定的声发射源区内,事件计数一般不少于 5。

5.4.5 根据保压声发射延续时间、高幅度事件计数、事件或振铃计数随压力的变化,将声源的严重性分成三级,其评定判据和分级原则见表 1。其中,Ⅰ级要求三项判据同时符合;Ⅱ级和Ⅲ级只要求单项符合。小型钛合金压力容器的分级基准实例见附录 A(补充件)。

表 1

检测门槛 dB	严重性 级 别	保压声发射延续 时间 $T_i^{1)}$ min	高幅度事件 计数 $E_{Ai}^{2)}$	事件或振铃计 数随压力变化	严重 程度	处理意见
T	I	$<T$	$<E_{A1}$	收敛或恒速增加	不严重	不需要验证
	II	a	$\geq E_{A1}$	快速增加	较严重	可进行 抽样验证
		b	$\geq T_1$	—		
		c	$\geq T_2$	—		
	III	$\geq T_3$	$\geq E_{A4}$	—	很严重	应进行验证

注：1) T_i 指不小于给定幅度的声发射活动在保压下延续时间门槛，当每分钟事件计数小于规定值时，可认为保压声发射收敛。

2) E_{Ai} 指不小于给定幅度的事件计数。

5.5 检测报告

检测报告应包括下列内容：

- a. 产品名称、产品编号和材料牌号；
- b. 检测标准和分级基准；
- c. 声发射仪和传感器型号及检测条件；
- d. 加压程序和条件；
- e. 容器草图和传感器位置；
- f. 检测结果，包括典型声发射图表、严重性级别和次序；
- g. 检测日期、检测和校对(审核)人员签名。

附 录 A
小型 TC4 钛合金气瓶分级基准实例表
(补充件)

表 A1

检测门槛 dB	严重性 级 别	保压声发射延续 时间 T_{10} min	高幅度事件 计数 ≥ 80 dB	事件或振铃计 数随压力变化	严重 程度	处理意见
40	I	< 1	0	收敛或恒速增加	不严重	不需要验证
	I	a	≥ 1	快速增加	较严重	可进行 抽样验证
		b	—	—		
		c	≥ 3	—		
	II	≥ 8	—	—	很严重	应进行验证

注:1)当每分钟幅度高于门槛的事件计数小于 3 时,认为保压声发射收敛。

附录 B
传感器阵列布置实例图
(参考件)

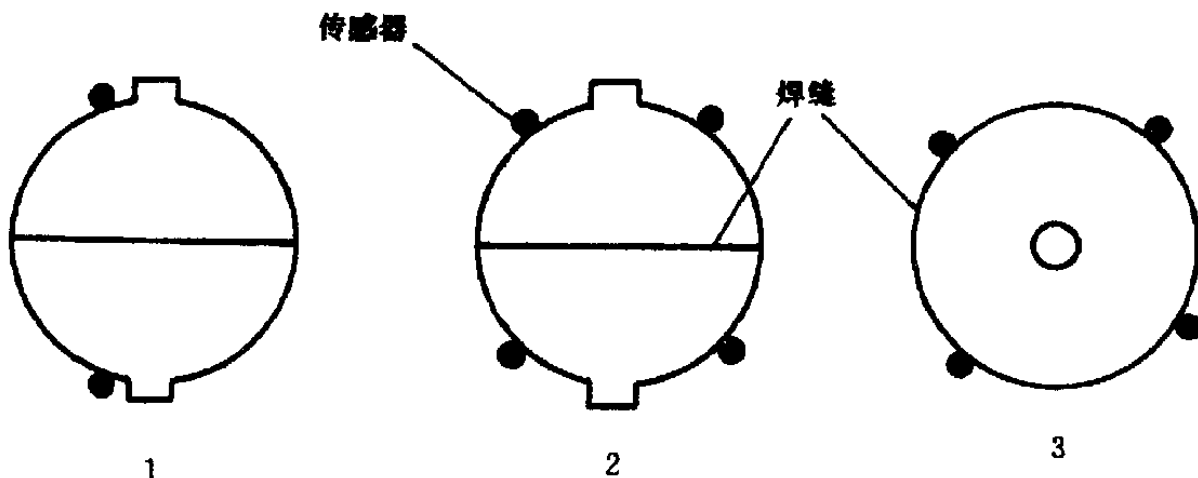


图 B1 气瓶用传感器阵列布置图

1—线阵列； 2—面阵列； 3—面阵列

附加说明：

本标准由中国航天工业总公司提出。

本标准由中国航天工业总公司 708 所归口。

本标准由中国航天工业总公司 703 所负责起草，航空工业总公司 621 所和兵器工业总公司 52 所参加起草。

本标准主要起草人：金周庚、朱 成、宋国贵、张 权、李春彦、莫永文。

计划项目代号：2HT24。