



中华人民共和国国家标准

GB/T 29459.1—2012

在役承压设备金属材料小冲杆试验方法 第 1 部分：总则

Small punch test methods of metallic materials for in-service pressure
equipments—Part 1: General requirements

2012-12-31 发布

2013-07-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

GB/T 29459《在役承压设备金属材料小冲杆试验方法》分为以下两个部分：

——第1部分：总则；

——第2部分：室温下拉伸性能的试验方法。

本部分为 GB/T 29459 的第1部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分主要参考了 CWA 15627《金属材料小冲杆试验方法》的有关技术内容，并结合国内的实际情况和研究成果制定。

本部分由全国锅炉压力容器标准化技术委员会(SAC/TC 262)提出并归口。

本部分起草单位：中国特种设备检测研究院、华东理工大学、南京工业大学、江苏省特种设备安全监督检验研究院。

本部分主要起草人：徐彤、孙亮、贾国栋、关凯书、王志文、凌祥、袁彪、钱公、张显、李立群、丁克勤。

引 言

如何检测在役承压设备长期高温服役,或经中子辐照后的材料退化状况一直是在役检验中的热点问题。传统的无损检测只能探测材料缺陷和设备剩余壁厚,表面金相只能了解材料组织的变化,都不能真正了解与评价在役承压结构的材料的力学性能、断裂性能或蠕变性能的状况。而传统常规试验方法虽然能够进行材料各种性能的测试,但会对原设备结构造成明显的损伤和破坏。

小冲杆试验(Small Punch Test, SPT)技术是 20 世纪 80 年代初提出并迅速发展起来的一种既具有微损取样优点又能确定材料力学性能的试验方法。

本标准的目的是统一小冲杆试验中对试样、试验装置和试验过程等的技术要求,使得在无法运用传统常规的测试手段获得材料力学性能时,可利用小冲杆测试技术得到材料力学性能的可靠数据。

在役承压设备金属材料小冲杆试验方法

第 1 部分：总则

1 范围

GB/T 29459 的本部分规定了在役承压设备金属材料小冲杆试验方法的通用要求。
本部分适用于承压设备金属材料。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 16825.1—2008 静力单轴试验机的检验 第 1 部分:拉力和(或)压力试验机测力系统的检验与校准

3 术语、定义和符号

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

小冲杆试验 **small punch test**
SPT

一种以微型片状试样为试验对象的力学性能试验方法,该方法通过固定片状试样边缘,以机械加载方式利用冲杆顶端的球形冲头对试样中心处进行加载,通过试验数据关联确定材料的力学性能。试验装置示意图见图 1。

3.1.2

载荷 **load**
 F

冲杆对试样施加的机械力。

3.1.3

位移 **displacement**
 u

冲杆的位移值,并以此代替试样的挠度值。

3.1.4

载荷-位移曲线 **load versus displacement curve**

在小冲杆试验过程中所形成的载荷与位移的关系曲线(见图 2)。

3.1.5

小冲杆试验能量值 **energy of small punch test**
 E_{sp}

小冲杆试验中试样变形所吸收的能量值,即载荷位移曲线所覆盖的面积:

$$E_{sp} = \int_0^{u_f} F(u) du$$

.....(1)

3.1.6

最大载荷 maximum load

F_{max}

载荷位移曲线上所记录的载荷最大值(见图 2)。

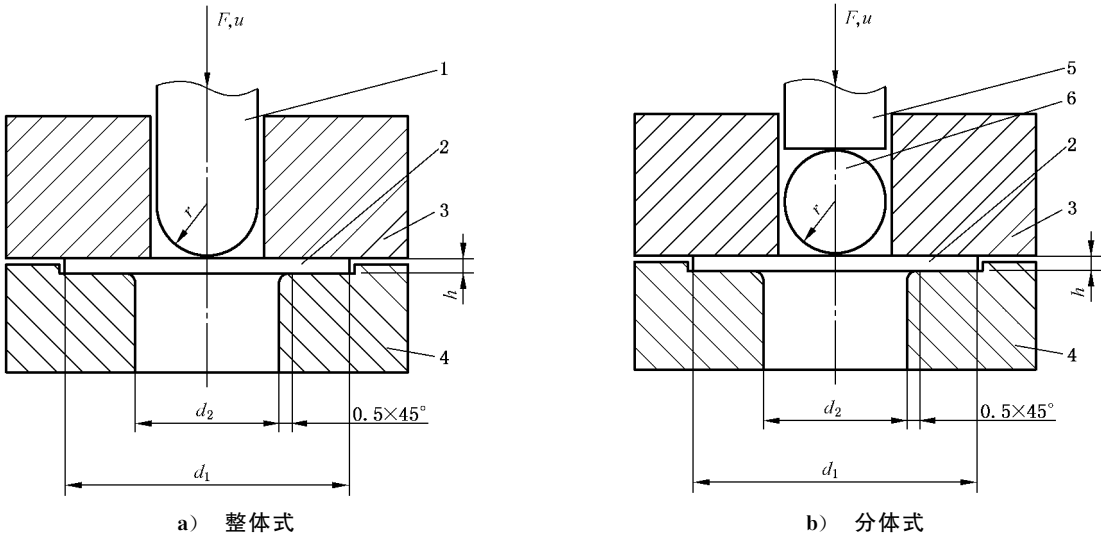
3.1.7

完全断裂载荷 fracture load

F_f

试样破坏时所记录的载荷。若未记录到该破坏载荷,则以下降至最大载荷的 80%时的载荷作为完全断裂载荷。

单位为毫米



- 说明:
- 1——整体式冲杆;
 - 2——试样;
 - 3——上夹具;
 - 4——下夹具;
 - 5——分体式冲杆;
 - 6——分体式冲头。

图 1 小冲杆试验装置示意图

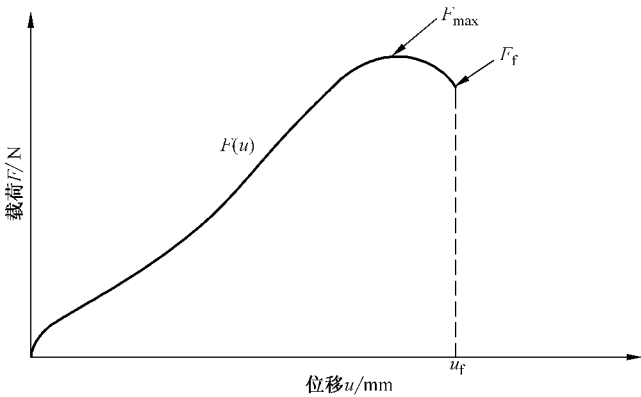


图 2 典型小冲杆试验的载荷-位移曲线

3.1.8

断裂位移 fracture displacement

u_f

载荷位移曲线上对应于完全断裂载荷的冲杆位移。

3.1.9

试片 sample

从设备上取下的薄片状材料。

3.1.10

试样 specimen

满足小冲杆试验要求的片状材料。

3.2 符号

- d_1 ——试样直径,单位为毫米(mm);
- d_2 ——下夹具孔径,单位为毫米(mm);
- E ——弹性模量,单位为兆帕(MPa);
- F ——载荷,单位为牛顿(N);
- h ——试样厚度,单位为毫米(mm);
- r ——冲头或钢珠的半径,单位为毫米(mm);
- T ——试验温度,单位为摄氏度(℃);
- t ——试验时间,单位为秒(s);
- u ——冲杆位移,单位为毫米(mm);
- V ——试验速度(冲杆下压的移动速度),单位为毫米每秒(mm/s)。

4 试样

4.1 取样

4.1.1 一般要求

取样时应防止过热和加工硬化等影响试样的力学性能。试样中不得含有任何裂纹和其他宏观缺陷,保证所切取试片具有完整性。

4.1.2 取样位置

切取试片应避开腐蚀层(见图 3)。

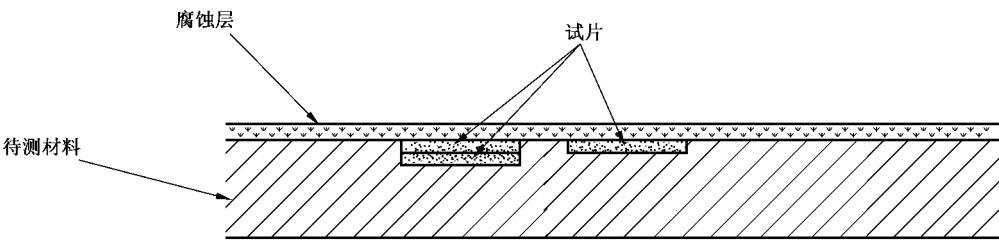


图 3 切取试片的位置

4.1.3 取样方向

试片应从平行于设备表面方向进行取样。

4.2 试样加工

4.2.1 小冲杆试验所用试样应为片状试样。试样尺寸为:直径 $d_1=10\text{ mm}$;厚度 $h=0.5^{+0.01}_{-0.01}\text{ mm}$ 。

4.2.2 试样表面粗糙度 $Ra\leq 0.4\text{ }\mu\text{m}$,平行度 $\leq 0.01\text{ mm}$ 的试样。

5 试验装置

5.1 总则

试验装置通常包含夹具、加载系统以及载荷和位移测试系统等。试验装置的精度等级应达到 GB/T 16825.1—2008 中表 2 所规定的 0.5 级的要求。

5.2 夹具

5.2.1 夹具的表面应光滑整洁,无氧化层、腐蚀物等。应能使试样表面夹紧力均匀。

5.2.2 下夹具的孔径为 $d_2=4\text{ mm}$ 。

5.2.3 下夹具孔径的倒角为 $(0.2\sim 0.5)\text{ mm}\times 45^\circ$ 。

5.2.4 上、下夹具孔的垂直度不大于 0.02 mm 。上、下夹具孔的中心线偏离不超过 0.025 mm 。

5.2.5 试样单位面积上的压紧力应达到 15 MPa 。

5.3 冲头、钢珠

5.3.1 冲头为直径 2.5 mm 的球状。

5.3.2 冲头硬度不低于 55 HRC 。

5.4 加载系统

分辨力应取最大试验力的 $\pm 1/300\ 000$ 或 $\pm 0.2\text{ N}$ 中的小值。

5.5 载荷测试系统

测得的载荷值误差应不能超出实际载荷值的 $\pm 0.5\%$ 。

5.6 位移测试系统

测得的位移值误差应控制在试样厚度的 $\pm 0.01\%$ 内。

6 试验报告

试验报告一般应包括(但不限于)下列内容:

- a) 本标准号;
- b) 所采用的力学性能计算方法;
- c) 试样信息:标识、原始尺寸、取样方向和位置、表面处理方式;
- d) 材料名称、牌号、最终热处理状态、焊接状态等;
- e) 试验条件:试验温度、试验环境、载荷大小、加载速度;

- f) 试验设备:加载设备、加载控制的方式;
 - g) 测试结果:试验持续的时间、变形/挠度曲线、最终尺寸;
 - h) 断裂、失效、或主要变形的的位置;
 - i) 试验中发现的任何异常。
-