YS

××××-××-××实施

××××-××-××发布

锆合金管材内压蠕变试验方法

Method for Internal Pressure Creep Testing of Zirconium Alloy Pipe

（征求意见稿第二稿）

YS/T XXX－XXXX

中华人民共和国有色金属行业标准

ICS 77.040.10

H 22

 DAITI

中华人民共和国工业和信息化部 发布

**前 言**

本标准是按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243）提出并归口。

本标准负责起草单位：西部新锆核材料科技有限公司、中国核动力研究设计院、西安汉唐分析检测有限公司。

本标准主要起草人：

锆合金管材内压蠕变试验方法

1. 范围

本标准规定了锆合金管材内压蠕变试验方法。

本标准适用于锆合金管材内压蠕变试验。

1. 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 228.2 金属材料 高温拉伸试验方法

GB/T 2039 金属材料 单轴拉伸蠕变试验方法

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

有效长度

*L*0

样品两端装载密封卡套后，不包含样品两端距离密封卡套各30mm的剩余长度。

原始参考外径 original reference diameter

*D*0

试验开始前在室温情况下，在有效长度范围内，测定的参考外径。

原始参考壁厚 original reference wall thickness

*δ*0

试验开始前在室温情况下，在样品两端，测定的参考壁厚。

原始参考管壁中心直径 original reference tube wall centre diameter

*D*c

试验开始前在室温情况下，管材直径方向上两个侧壁中心点的间距。原始参考管壁中心直径*D*c是原始参考外径*D*0与原始参考壁厚*δ*0之差。

试验起始参考外径 test start reference diameter

*D*s

在规定的试验温度与试验应力，均达到规定值允许范围时，在有效长度范围内，测定的参考外径。

试验结束参考外径 test end reference diameter

*D*e

在规定的试验温度与试验应力下，当试验时间达到规定值允许范围时，在有效长度范围内，测定的参考外径。

参考应力 reference stress

*σ*

在样品内部单位横截面内，施加在管材内部的应力与样品两个侧壁横截面积之比。规定原始参考管壁中心直径的周长为单位横截面的周长。

试验应力 test stress

*P*

施加在管材样品内部以气体压强所表示的应力，计算方法为参考应力*σ*与原始参考壁厚（两个侧壁）2*δ*0的积，与原始参考管壁中心直径*D*c之比。

伸长 elongation

Δ*D*

试验结束参考外径*D*e相对于试验起始参考外径*D*s的增量。

外径蠕变伸长率 diameter percentage creep elongation

*A*fD

伸长与试验起始参考外径*D*s之比的百分率。

注1：关于伸长的术语，可用符号“ε”代替“*A*”。

注2：下标f为法文中蠕变的意思。

1. 原理

将密封好的样品装于试验装置中，一端为自由端，另一端与伺服控制的增压系统连接，排空管材内部空气，并使用氩气或氦气以气压方式对管材内部施加小负荷的预载应力，抽真空加热至规定温度，继续施加气压对管材内部施加恒定的试验应力，并保持一定时间，获得外径蠕变伸长率。

1. 材料
	1. 氩气或氦气：体积分数不小于99.99%。
	2. 液压油。
2. 试验设备
	1. 试验机：工作压力不小于50MPa；工作温度不小于500℃，最大温度偏差≤±3℃；加热炉工作真空度不小于5×10-2Pa。
	2. 伸长测量装置：光学或激光测量装置，精度应优于或等于0.005mm。
	3. 热电偶：精度Ι级。
	4. 压力表：精度0.5级。
	5. 千分尺：精度0.005mm。
	6. 游标卡尺：精度0.02mm。
3. 样品
	1. 取样

将锆合金管材样品使用车床或其他方式加工，确保有效长度*L*0≥100mm。加工过程中应尽可能使样品表面缺陷或残余变形降到最低。

* 1. 原始参考管壁中心直径*D*c的测定

使用外径千分尺平行4次测量样品的外径，求平均值计算原始参考外径*D*0；使用壁厚千分尺平行4次测量样品的壁厚，求平均值计算原始参考壁厚*δ*0；根据本标准第3章给出的定义计算原始参考管壁中心直径*D*c。

1. 试验步骤
	1. 样品的装载与加热
		1. 将样品使用密封卡套进行硬密封，装于试验机上。
		2. 将样品内部空气排出，并使用氩气或氦气以气压方式在样品内部施加预载应力（小于试验应力10%），通过压力值是否恒定检测气密性，并保持样品同轴度。
		3. 检查完毕后将加热炉抽真空，当真空度达到5×10-2Pa时，开始升温至达到规定的试验温度范围。
		4. 样品在试验应力施加前应至少保温30min，除非产品标准另有规定。
	2. 试验条件
		1. 短期蠕变试验条件：试验温度T=400℃±3℃；参考应力*σ*=130MPa±10MPa；试验时间t=240h±1h。
		2. 其他试验条件依据产品标准规定。
	3. 施加试验应力
		1. 试验所需施加的试验应力*P*按式（1）计算：

*P*=*σ×2δ*0*/D*c····················································（1）

式中：

*P*$ $——试验应力，单位为兆帕（MPa），结果保留至0.1MPa；

*σ* ——参考应力，单位为兆帕（MPa），结果保留至0.1MPa；

*δ*0——原始参考壁厚，单位为毫米（mm），结果保留至0.01mm；

*D*c——原始参考管壁中心直径，单位为毫米（mm），结果保留至0.01mm。

* + 1. 按照规定是试验条件，设定试验应力，保温时间。
		2. 升温至规定试验温度范围并保温到规定时间后，开始加载试验应力。
		3. 当试验应力达到规定值范围时，系统自动开始计时，伸长测量装置应在1min内读取5次或以上的外径实测值，以平均值计算试验起始参考外径*D*s。
	1. 试验中断
		1. 当试验不满足试验条件范围时，可中段试验并停止计时。重新达到试验条件后，继续试验并继续计时。试验中断的时间不应超过试验条件中试验时间的10%。
		2. 应确保不因样品收缩而导致样品上试验力超载，建议在中断期间保持样品上的预载应力。
		3. 对于每次试验意外中断的原因，应在试验条件恢复后，记录在试验报告中。例如：加热中断或停电。
	2. 温度和伸长的记录
		1. 当试验时间达到规定值范围时，系统自动停止计时，伸长测量装置应在1min内读取5次或以上的外径实测值，以平均值计算试验结束参考外径*D*e。
		2. 在整个试验过程中应充分记录样品的温度，来证实满足试验条件。
		3. 在整个试验过程中应连续记录或记录足够多的伸长数据来绘制伸长率-时间曲线。
		4. 当只测定规定时间的蠕变伸长时，可不绘制伸长率-时间曲线，只测定试验起始参考外径*D*s和试验结束参考外径*D*e。
	3. 伸长率-时间曲线

依据所记录的伸长率和时间，绘制伸长率-时间曲线，见图1。



图1 伸长率-时间曲线

1. 试验结果
	1. 结果的处理

根据本标准第3章给出的定义计算相关试验结果，外径蠕变伸长率*A*fD结果保留至0.01%。

* 1. 允许差

实验室之间试验结果的绝对差值不超过表1所列允许差。

表1 允许差

|  |  |
| --- | --- |
| *A*fD / % | 允许差 / % |
|  |  |
|  |  |

1. 试验报告

试验报告应包含下列内容：

——样品的基本信息（包括样品编号，材料名称等）；

——使用的标准（包括发布或出版年号）；

——试验条件（包括试验温度、试验应力、试验时间）；

——外径蠕变伸长率；

——与基本试验步骤的差异；

——试验中观察到的异常现象；

——试验日期。