ICS 77.150
H 63

中华人民共和国国家标准

GB/T 26283—2010

锆及锆合金无缝管材

Zirconium and zirconium alloy seamless tubes

2011-01-14 发布　　2011-11-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会　发布

前　言

本标准由中国有色金属工业协会提出。

本标准由全国有色金属标准化技术委员会归口。

本标准由宝钛集团有限公司、宝鸡钛业股份有限公司负责起草。

本标准由广东东方锆业科技股份有限公司参加起草。

本标准主要起草人：黄永光、李农、王永梅、佟学文、王韦琪、孙亚光。

锆及锆合金无缝管材

1 范围

本标准规定了锆及锆合金无缝管材的要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存及合同(或订货单)内容。

本标准适用于冷轧(冷拔)方法生产的锆及锆合金无缝管。

本标准中的Zr-0、Zr-2和Zr-4牌号的管材适用于核工业,Zr-1、Zr-3和Zr-5牌号的管材适用于一般工业,可用于热交换器,也可用于管道。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 228—2002 金属材料 室温拉伸试验方法

GB/T 241 金属管 液压试验方法

GB/T 242 金属管 扩口试验方法

GB/T 4338 金属材料 高温拉伸试验方法

GB/T 6394—2002 金属平均晶粒度测定法

GB/T 8180 钛及钛合金加工产品的包装、标志、运输和贮存

GB/T 12969.1 钛及钛合金管材超声波探伤方法

GB/T 13747(所有部分) 锆及锆合金化学分析方法

GB/T 26314 锆及锆合金牌号和化学成分

3 要求

3.1 产品分类

3.1.1 产品的牌号、状态和规格

冷轧(冷拔)锆及锆合金无缝管材的牌号、状态和规格应符合表1的规定。

表1 管材的牌号、状态和规格

单位为毫米

牌号	外径	状态	壁厚											
			0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
Zr-0 Zr-1 Zr-2 Zr-3 Zr-4 Zr-5	6～8	退火态 M	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—
	>8～10		○	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—
	>10～15		○	○	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—
	>15～30		—	○	○	○	○	○	○	○	—	—	—	—
	>30～50		—	—	—	○	○	○	○	○	○	○	○	—
	>50～80		—	—	—	—	—	○	○	○	○	○	○	○
	>80～90		—	—	—	—	—	—	—	—	○	○	○	○

3.1.2 标记示例

产品标记按产品名称、用途、牌号、状态、规格、标准编号的顺序表示。标记示例如下:

示例1：

按本标准生产的换热器用Zr-1冷轧无缝管，退火状态，外径为30 mm，壁厚为2 mm，长度为3 000 mm，标记为：

管 T Zr-1 M ϕ30×2×3000 GB/T 26283—2010。

示例2：

按本标准生产的管道用Zr-3冷轧无缝管，退火状态，外径为50 mm，壁厚为2 mm，长度为5 000 mm，标记为：

管 P Zr-3 M ϕ50×2×5000 GB/T 26283—2010。

3.2 化学成分

产品的化学成分及需方复验时的成分允许偏差应符合GB/T 26314的规定。

3.3 尺寸和尺寸允许偏差

3.3.1 Zr-0、Zr-2和Zr-4管材的外径和壁厚允许偏差应符合表2的规定。对于Zr-1、Zr-3和Zr-5管材，热交换器用管材的外径和壁厚允许偏差应符合表3的规定，一般工业管道用管材的外径和壁厚允许偏差应符合表4的规定。

表2 核工业用管材的外径和壁厚允许偏差

外径/mm	外径允许偏差/mm	壁厚允许偏差/%
6～16	±0.05	±10
>16～25	±0.06	
>25～50	±0.10	
>50～75	±0.13	
>75～90	±0.18	

表3 一般工业热交换器用管材的外径和壁厚允许偏差

外径/mm	外径允许偏差/mm	壁厚允许偏差/%
6～10	±0.06	±10
>10～25	±0.10	
>25～40	±0.12	
>40～50	±0.15	
>50～65	±0.18	
>65～90	±0.25	

表4 一般工业管道用管材的外径和壁厚允许偏差

外径/mm	外径允许偏差/mm	壁厚允许偏差/%
6～10	±0.15	±12.5
>10～25	±0.30	
>25～40	±0.40	
>40～50	±0.50	
>50～65	±0.65	
>65～90	±0.75	

3.3.2 管材的长度应符合表5的规定。

表5 管材长度

单位为毫米

规格	管材外径		
	外径≤15	15<外径≤60	外径>60
长度	500～4 000	500～9 000	500～7 000

3.3.3 管材的定尺或倍尺长度应在其不定尺长度范围内。定尺长度<6 000 mm 时，允许偏差为$^{+6}_{0}$ mm，定尺长度≥6 000 mm 时，允许偏差为$^{+10}_{0}$ mm。倍尺长度还应计入管材的切口量，每一切口量为 5 mm。

3.3.4 管材两端应切平整，不应有毛刺，切斜应符合表 6 的规定。

表 6 切斜

单位为毫米

外径	切斜，不大于
6～30	2
>30～60	3
>60～90	4

3.3.5 管材的弯曲度应符合表 7 的规定。

表 7 弯曲度

外径/mm	弯曲度/(mm/m)，不大于
≤30	3
>30～90	4

3.3.6 管材的不圆度及壁厚不均不应超出外径和壁厚的允许偏差。

3.4 力学性能

3.4.1 管材的室温力学性能应符合表 8 的规定。

3.4.2 需方要求并在合同中注明时，Zr-2 和 Zr-4 管材可进行高温力学性能检验。外径不大于 16 mm 管材的高温力学性能应符合表 9 的规定。

表 8 室温力学性能

合金牌号	状态	室温力学性能，不小于		
		抗拉强度 R_m/MPa	规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$/MPa	断后伸长率 A_{50}/%
Zr-0	退火态 M	295	140	25
Zr-1		≤380	≤305	20
Zr-2		415	240	20
Zr-3		380	205	16
Zr-4		415	240	20
Zr-5		550	380	16
注：消除应力状态管材的室温力学性能指标报实测值或由供需双方协商确定。				

表 9 高温力学性能

合金牌号	试验温度/℃	状态	高温力学性能，不小于		
			抗拉强度 R_m/MPa	规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$/MPa	断后伸长率 A_{50}/%
Zr-2	350	退火态 M	215	120	20
Zr-4	380		195	120	25
注：消除应力状态及外径大于 16 mm 的再结晶退火状态管材的高温力学性能指标报实测值或由供需双方协商确定。					

3.5 工艺性能

3.5.1 扩口试验

热交换器用 Zr-1、Zr-3 和 Zr-5 管材应进行扩口试验，扩口采用顶芯锥度 60°的工具，扩口后试样内径的扩大率为 15%时，试样端部不得出现裂纹。

3.5.2 液(气)压试验

3.5.2.1 管材应进行液压或气压试验。需方选定的试验方式应在合同(或订货单)注明。合同(或订货单)中未注明时，供方可任选一种试验。

3.5.2.2 液压试验时，试验压力按以下公式计算。需方对试验压力有特殊要求时应在合同(或订货单)中注明。

$$p=\frac{2St}{D}$$

式中：

p——试验压力，单位为兆帕(MPa)；

S——允许应力，取相应规定非比例延伸强度最小值的 50%，单位为兆帕(MPa)；

D——管材名义外径，单位为毫米(mm)；

t——管材名义壁厚，单位为毫米(mm)。

当管材的名义外径不大于 76 mm 时，液压试验的最大压力不大于 17.2 MPa；当管材的名义外径大于 76 mm 时，液压试验的最大压力不大于 19.3 MPa。试验时压力保持 5 s，管材应不发生畸变或泄漏。

3.5.2.3 气压试验时，管材内部气压试验的压力为 1.0 MPa，试验时压力保持 5 s，管材应不发生泄漏。

3.6 超声波检测

管材应进行超声波探伤检验。标准伤(U 形)尺寸及探伤结果的验收按 GB/T 12969.1 的相关要求。

3.7 腐蚀性能

3.7.1 Zr-2 和 Zr-4 管材应进行腐蚀性能试验。试样在 400 ℃±5 ℃、$10.3^{+0.7}_{-0.5}$ MPa 的水蒸气中进行 72 h 或 336 h 腐蚀。经腐蚀试验后，试样内、外表面应为黑色、致密、光泽均匀的氧化膜。试样 72 h 的增重量应不大于 22 mg/dm^2。当 72 h 试验结果不合格时，可继续进行累计时间(或重新取样进行)336 h 的腐蚀试验，其增重量应不大于 38 mg/dm^2。

3.7.2 需方要求并在合同(或订货单)中注明时，一般工业用锆管材的腐蚀性能试验由供需双方协商确定。

3.8 疖状腐蚀

需方要求并在合同(或订货单)中注明时，核用包壳管可进行疖状腐蚀性能试验。疖状腐蚀试样先在 400 ℃±5 ℃、$10.3^{+0.7}_{-0.5}$ MPa 的水蒸气中进行 72 h 预生氧化膜处理，试验结果满足 3.7 要求后，接着在 500 ℃±3 ℃、$10.3^{+0.7}_{-0.5}$ MPa 的高温水蒸气中进行腐蚀试验。试验时间和试验后检测用对比标样由供需双方协商确定。

3.9 氢化物取向

需方要求并在合同(或订货单)中注明时，Zr-0、Zr-2 和 Zr-4 管材可进行氢化物取向的检验。成品管材氢化物取向因子 F_n 由双方协商确定。

3.10 金相组织

再结晶退火的 Zr-0、Zr-2 和 Zr-4 管材的平均晶粒度应不粗于 GB/T 6394—2002 中的 7 级。

3.11 外观质量

3.11.1 管材内、外表面应洁净，无裂纹、折叠、起皮、针孔等目视可见的缺陷。

3.11.2 管材表面的局部缺陷允许清除，但清除后不得使外径和壁厚超出允许偏差。

3.11.3 管材表面允许有不超出外径和壁厚允许偏差的划伤、凹坑、凸点和矫直痕迹。允许管材酸洗后

存在不同的颜色。

3.12 表面状况

Zr-0、Zr-2 和 Zr-4 管材外表面粗糙度 *Ra* 不大于 1.6 μm，内表面粗糙度 *Ra* 不大于 3.2 μm。

4 试验方法

4.1 化学成分分析方法

管材的化学成分分析按 GB/T 13747 进行。

4.2 尺寸及允许偏差测量方法

管材的尺寸检验用相应精度的量具进行。

4.3 力学性能试验方法

4.3.1 管材室温拉伸试验方法按 GB/T 228 进行。对于外径不大于 35 mm 的管材采用 GB/T 228—2002 中的 S8 试样；对于外径大于 35 mm 的管材采用 S4 试样。

4.3.2 管材高温拉伸试验方法按 GB/T 4338 进行。

4.4 工艺性能试验方法

4.4.1 管材扩口试验按 GB/T 242 进行。

4.4.2 管材液压试验按 GB/T 241 进行。

4.4.3 管材气压试验按供需双方认可的方法进行。

4.5 超声波探伤检验方法

管材的超声波探伤检验按 GB/T 12969.1 的规定进行。

4.6 腐蚀性能检验方法

管材的腐蚀性能按供需双方认可的方法进行。

4.7 疖状腐蚀检验方法

管材的疖状腐蚀性能按供需双方认可的方法进行。

4.8 氢化物取向检验方法

管材的氢化物取向按供需双方认可的方法进行。

4.9 金相组织检验方法

管材的平均晶粒度测定按 GB/T 6394 的规定进行。

4.10 外观质量检验方法

管材的外观质量检查用目视检验。

4.11 表面状况检验方法

管材的表面状况采用试块对比法进行。

5 检验规则

5.1 检查和验收

5.1.1 产品由供方质量检验部门检查，保证产品质量符合本标准及合同（或订货单）的规定，并填写质量证明书。

5.1.2 需方收到的产品，可按本标准的规定进行验收，如检验结果与本标准及合同（或订货单）的规定不符时，应在收到产品之日起三个月内向供方提出，由供需双方协商解决。如需仲裁，仲裁取样在需方由供需双方共同进行。

5.2 组批

产品应成批提交验收，每批应由同一牌号、熔炼炉号、规格、制造方法、状态和同一热处理炉批的产品组成。

5.3 检验项目及取样

产品检验项目及取样应符合表 10 的规定。

5.4 检验结果的判定

5.4.1 化学成分、力学性能、扩口试验、腐蚀性能、疖状腐蚀、氢化物取向及金相组织检验中，如有一个试样检验结果不合格，则从该批取双倍试样对该不合格项目进行重复试验，如重复试验结果仍有一个试样不合格时，则判该批产品不合格。但允许供方逐根对不合格项目进行检验，合格者交货。

5.4.2 管材的尺寸及允许偏差、液压试验或气压试验、超声波检验、外观质量及表面状况不合格时，判单根不合格。

表 10 检验项目及取样

检验项目	取样规定	要求的章条号	试验方法章条号
化学成分	每批任取一个试样进行 N、H 含量分析，核工业用料还应进行氧含量分析。其他成分供方可以原铸锭的分析结果报出，需方可在成品管材上取样分析	3.2	4.1
外形尺寸	逐根	3.3	4.2
力学性能	一般工业用料每批任取两根管材，核工业用料每批任取三根管材，每根各取一个试样	3.4	4.3.1 4.3.2
扩口试验	每批任取两根管材，每根各取一个试样	3.5.1	4.4.1
液压试验或气压试验	逐根	3.5.2	4.4.2 4.4.3
超声波检验	逐根	3.6	4.5
腐蚀性能	每批任取三根管材，每根各取一个试样	3.7	4.6
疖状腐蚀	每批任取三根管材，每根各取一个试样	3.8	4.7
氢化物取向	每批任取两根管材，每根各取一个试样	3.9	4.8
金相组织	每批任取两根管材，每根各取一个横向试样	3.10	4.9
外观质量	逐根。对于内径不大于 20 mm 的管材，允许采用每批管材任取 5 根，每根各取 150 mm 管段，沿纵向剖为两半，测量壁厚及内表面检查，代替逐根检验	3.11	4.10
表面状况	逐根	3.12	4.11

6 标志、包装、运输和贮存

6.1 标志

在检验合格的管材和包装箱上应作如下标志：

a) 产品牌号；

b) 产品名称；

c) 供应状态；

d) 批号；

e) 本标准编号。

6.2 包装、运输和贮存

产品的包装、运输和贮存按 GB/T 8180 的相关规定。

6.3 质量证明书

每批管材应附有质量证明书，注明如下内容：

a) 供方名称；

b) 产品名称；

c) 产品牌号、规格和状态；

d) 熔炼炉号、批号、批重和件数；

e) 分析检验结果及质量检验部门印记；

f) 本标准编号；

g) 包装日期。

7 合同(或订货单)内容

订购本标准所列材料的合同(或订货单)应包括下列内容：

a) 产品名称；

b) 牌号；

c) 状态；

d) 尺寸规格；

e) 重量或根数；

f) 本标准编号；

g) 管材用途；

h) 其他。