



中华人民共和国国家标准

GB/T 28295—2012

高温合金管材通用技术条件

General specification of superalloy tubes

2012-05-11 发布

2013-02-01 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

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本标准主要起草单位：钢铁研究总院、冶金工业信息标准研究院。

本标准主要起草人：袁英、庄景云、张继、戴强、栾燕。

引 言

本标准是变形高温合金管材的通用技术条件。不涉及特定合金的应用条件和使用性能,仅对技术要求 and 检验规则做出一般性规定。本标准应与专用技术文件配套使用,不能单独用于订货。

高温合金管材通用技术条件

1 范围

1.1 本标准规定了经过热、冷加工生产的变形高温合金管材产品交货的技术要求、试验方法、检验规则和交货条件等技术内容。

1.2 本标准适用于采用无缝制管工艺、或焊接+冷轧(拔)工艺制造的管材(以下简称为管材)。

1.3 当合同或专用技术文件中的规定与本标准中的规定不一致时,应以合同或专用技术文件为准。

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 223(所有部分) 钢铁及合金化学分析方法

GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法

GB/T 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分:试验方法(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T标尺)

GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分: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 246 金属管 压扁试验方法

GB/T 2039 金属拉伸蠕变及持久试验方法

GB/T 2102 钢管验收、包装、标志及质量证明书的一般规定

GB/T 4338 金属材料高温拉伸试验方法

GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分:试验方法

GB/T 5777—2008 无缝钢管超声波探伤检验方法

GB/T 6394 金属平均晶粒度测定法

GB/T 7735 钢管涡流探伤检验方法

GB/T 14992—2005 高温合金和金属间化合物高温材料的分类和牌号

GB/T 14999.1 高温合金棒材纵向低倍组织酸浸试验方法

GB/T 14999.2 高温合金横向低倍组织酸浸试验方法

GB/T 14999.4 高温合金显微组织试验法

GB/T 15260 镍基合金晶间腐蚀试验方法

GB/T 17395 无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差

GB/T 20066 钢和铁 化学成分测定用试样的取样和制样方法

GB/T 20127(所有部分) 钢铁及合金 痕量元素的测定

GB/T 25829 高温合金成品化学成分允许偏差

YB/T 081 冶金技术标准的数值修约与检测数值的判定原则

HB 5354 热处理工艺质量控制

3 术语和定义

GB/T 14999.1、GB/T 14999.2、GB/T 14999.4 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

热处理炉批 heat treatment furnace number

由同一热处理炉、同一材料、同一尺寸、同一预处理状态、同一热处理制度(一次或连续)处理的管材组成。

3.2

检验批 inspection batch

由同一熔炼炉号(或子炉号)、同一加工方法、同一规格、同一热处理炉批、同一交货状态,在同一时间提交检验的所有管材组成。

4 技术要求

4.1 制造方法

4.1.1 冶炼

4.1.1.1 合金应按以下方法之一进行冶炼,可以选择供需双方同意的能满足使用条件的其他冶炼方法。所采用的冶炼方法应在合同和质量证明书中注明。

- a) 电弧炉;
- b) 电弧炉+电渣重熔;
- c) 电弧炉+真空自耗重熔;
- d) 非真空感应炉;
- e) 非真空感应炉+电渣重熔;
- f) 非真空感应炉+真空自耗重熔;
- g) 真空感应炉;
- h) 真空感应炉+电渣重熔;
- i) 真空感应炉+真空自耗重熔;
- j) 真空感应炉+电渣重熔+真空自耗重熔;
- k) 真空感应炉+真空自耗重熔+电渣重熔。

4.1.1.2 当冶炼工艺、锭型尺寸有变化时,应征得需方同意。

4.1.2 均匀化处理

按专用技术文件选择。

4.1.3 加工

4.1.3.1 无缝管材

采用热挤压、热穿孔+热或冷轧(拔)工艺制造。内外表面可用酸洗、光亮退火,或其他保证所需表面状态以及不影响壁厚公差或耐蚀性的方法处理。

4.1.3.2 焊接管材

采用板材焊接+冷轧(拔)工艺制造。焊接管应完全消除焊接缺陷和任何由于焊接引起的尺寸波动。壁厚的总变形比按照相应技术文件的规定。

4.1.3.3 管材表面可以用磨床外磨、砂带抛光改善表面状态。

4.1.3.4 管材应采用由需方认可的工艺制造,并在合同和质量证明书中注明无缝管材或焊接管材。

4.2 化学成分

4.2.1 常用的变形高温合金牌号和化学成分见 GB/T 14992—2005 表 1。允许在产品标准或合同、协

议中规定较严格的化学成分范围、微量元素、痕量元素和有害元素的控制要求。

4.2.2 成品化学成分允许偏差应符合 GB/T 25829 的规定,其结果应符合合同或专用技术文件的规定。

4.3 热处理

4.3.1 热处理工艺质量控制按照 HB 5354 的相关规定执行。

4.3.2 管材应按专用工艺技术文件规定进行热处理,表面状态应符合合同或产品标准的规定,实际热处理制度应在质量证明书中注明。

4.4 交货状态

4.4.1 根据需方要求,供方可以提供以下不同交货状态的管材,管材的最终处理状态和冷却方法应在合同和质量证明书中注明。

- a) 冷轧(拨)态;
- b) 固溶处理+酸洗;
- c) 光亮固溶处理;
- d) 真空固溶处理。

4.4.2 其他交货状态,供需双方协商确定。

4.4.3 产品的交货状态有硬度值要求时,按照特定产品的专用技术文件执行。

4.5 力学性能

管材的力学性能应符合合同或相关产品标准的规定。

4.6 工艺性能

管材的工艺性能应达到合同或相关产品标准规定的要求。供方如能保证管材质量,可不进行检验。

4.6.1 液压试验

4.6.1.1 如无规定,管材的最大试验压力按式(1)计算:

$$P = 2 \frac{RS}{D} \text{ 或 } 20 \text{ MPa(取较小者)} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

P ——最大试验压力,单位为兆帕(MPa);

R ——允许应力,单位为兆帕(MPa);

S ——管材壁厚,单位为毫米(mm);

D ——管材外径,单位为毫米(mm)。

4.6.1.2 液压试验时,沿管材方向不应出现鼓包、泄漏、针孔、裂纹或永久性变形。

4.6.1.3 允许应力 R 、管材壁厚 S 、管材外径 D 具体取值在合同或相关产品标准中规定。最大试验压力、压力传递介质和试验持续时间按照合同或相关产品标准中的规定执行。

4.6.2 压扁试验

4.6.2.1 对于外径不超过 600 mm,管壁厚度不超过外径 15% 的管材应按照 GB/T 246 进行压扁试验。

4.6.2.2 焊接管的焊缝应置于合同或相关产品标准中所规定的位置。如未规定,应与力作用方向呈 90°。

4.6.2.3 试验时,沿垂直于管的纵轴线方向对管施加力进行压扁,直至两压板之间的距离达到相关产品标准规定的值;如为闭合压扁,试样内表面接触的宽度应至少为试样压扁后其内宽度的1/2。

4.6.2.4 压扁试验结果的评定按照合同或相关产品标准的要求进行。如未规定,试验后试样不出现破裂或沿晶间断裂为合格。仅在试样棱边处出现轻微开裂不应判为报废。

4.6.3 扩口试验

4.6.3.1 对于外径不超过150 mm、管壁厚度不超过10 mm的管材应按照GB/T 242进行扩口试验。

4.6.3.2 焊接管应去除管内的焊缝余高,或者使用带沟槽的顶芯。

4.6.3.3 试验时,用圆锥形顶芯扩大管段试样的一端,直至扩大端的最大外径达到相关产品标准所规定的值。

4.6.3.4 扩口试验结果评定应按照合同或相关产品标准的要求进行。如未规定,扩口后管材没有目视可见的裂纹、裂口或其他缺陷为合格。仅在试样棱边处出现轻微开裂不应判为报废。

4.7 低倍组织

4.7.1 在经酸浸的横向试片上不应有目视可见的缩孔痕迹、裂纹、气泡、空洞、分层及夹杂等缺陷,其评定方法按GB/T 14999.2的规定执行。

4.7.2 如需要时,可在中间坯上切取纵向低倍试片经酸浸检查低倍组织,不允许有目视可见的裂纹、缩管残余等缺陷,其评定方法按GB/T 14999.1的规定。

4.7.3 如发现浅、暗色腐蚀区域,需要时可按4.8.3进行高倍组织检验,鉴定点偏、黑斑、白斑等偏析。

4.8 高倍组织

4.8.1 如无规定,在交货或热处理状态的成品管材(或中间坯)上沿纵向取样,借助显微镜测定晶粒度。合格级别符合特定产品标准或订货合同规定。

4.8.2 当需要时,借助显微镜测定管材中的条带晶粒组织、一次碳化物分布。检验方法按GB/T 14999.4的规定执行,按相应产品标准或供需双方签订的技术协议验收,允许报实测值。

4.8.3 当需要时,借助显微镜对低倍组织中出现的异常浅、暗色腐蚀区域进行分析。对检验出的点偏、黑斑、白斑按相关产品标准的规定处理,或由供需双方根据具体使用要求协商解决。

4.9 晶间腐蚀

晶间腐蚀试验按GB/T 15260执行,按相应产品标准或供需双方签订的技术协议验收。

4.10 无损检验

4.10.1 超声波探伤

4.10.1.1 管材应逐根进行超声波探伤检验。对于外径大于或等于6 mm,壁厚与外径之比不大于0.2的无缝管按GB/T 5777—2008的规定执行;壁厚与外径之比大于0.2的无缝管,由供需双方参照GB/T 5777—2008附录A商定其他方法。对于外径小于6 mm的管材,允许在外径8 mm~10 mm的管坯上检验,或由供需双方协商确定。

4.10.1.2 探伤级别和验收标准允许供需双方协商确定,并在合同中注明。

4.10.2 涡流探伤

4.10.2.1 当需要时,按照特定产品的标准或合同选择。

4.10.2.2 外径不小于4 mm的管材按照GB/T 7735进行涡流探伤检验。

4.10.2.3 对比试样人工缺陷形状及其验收等级按照相应产品标准或合同规定。

4.11 尺寸、外形及允许偏差

4.11.1 尺寸及允许偏差

4.11.1.1 管材的公称外径和壁厚应符合表1的规定。经供需双方协商,可供应其他规格的管材,其允许偏差在合同中注明。

表 1

单位为毫米

公称外径 D	公称壁厚 S											
	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5
4~7	•	•	•	•								
>7~9		•	•	•	•							
>9~15			•	•	•	•						
>15~20			•	•	•	•	•					
>20~30				•	•	•	•	•				
>30~40				•	•	•	•	•	•	•	•	
>40~57					•	•	•	•	•	•	•	•

4.11.1.2 管材外径(D)和壁厚(S)的允许偏差应符合表2的规定。当合同中未注明管材尺寸允许偏差级别时,管材的外径和壁厚的允许偏差按普通精度交货。根据需方要求,经供需双方协商,可供应其他尺寸允许偏差的管材。

表 2

单位为毫米

管材公称尺寸		允许偏差	
		普通精度	高级精度
外径 D	4~6	± 0.15	± 0.10
	>6~10	± 0.20	± 0.15
	>10~30	± 0.30	± 0.20
	>30~50	± 0.40	± 0.30
	>50	$\pm 0.9\%D$	$\pm 0.80\%D$
壁厚 S	0.50~1.0	± 0.12	± 0.10
	>1.0~3.0	$+15\%S; -12\%S$	$+12\%S; -10\%S$
	>3.0	$+12\%S; -10\%S$	$\pm 10\%S$

4.11.1.3 管材的通常长度为1 000 mm~7 000 mm。定尺和倍尺长度应在通常长度范围内。定尺长度允许偏差为+15 mm,每一个倍尺应增加5 mm~10 mm的切口余量。定尺和倍尺长度应在合同中注明。

4.11.2 外形

4.11.2.1 管材的弯曲度通常每米不大于 2 mm,订货时要求的其他指标在合同中注明。

4.11.2.2 管材的不圆度应不大于外径公差,壁厚的不均匀度不大于壁厚的公差。

4.11.2.3 管材两端应切成直角,并须清除飞边,但允许有轻微的毛刺。

4.12 外观质量

4.12.1 管材的内外表面不应有裂纹、折叠、龟裂、分层和结疤缺陷存在。局部缺陷应完全消除,清除后不应使外径和壁厚超过负偏差。

4.12.2 外径不大于 20 mm、壁厚不大于 2 mm 的管材内外表面允许有轻微矫直痕迹和深度不超过 0.05 mm 的局部擦伤及个别压痕和拉痕存在;其余管材的内外表面允许有轻微矫直痕迹和深度不超过壁厚 5% 的局部擦伤及个别压痕和拉痕存在。

4.12.3 对经酸洗交货的管材应进行内外表面晶间腐蚀检验。受检样截面不经腐蚀,在显微镜下放大 500 倍测量晶间腐蚀深度。管材的内外表面不允许腐蚀过度,最大晶间腐蚀深度不允许超过 0.013 mm。

5 检验和试验方法

5.1 化学分析取样按 GB/T 20066 有关规定进行;成品化学分析在最终熔炼炉号的铸锭(或坯料或成品)上进行。分析方法按 GB/T 223 或其他相关标准的规定进行。痕量元素分析按 GB/T 20127 的规定进行。

5.2 热处理工艺质量控制按 HB 5354 的规定进行。

5.3 力学性能试验取样位置和试样制备应符合 GB/T 2975 规定。

5.4 洛氏硬度试验按 GB/T 230.1 的规定进行;布氏硬度试验按 GB/T 231.1 的规定进行;维氏硬度检验按 GB/T 4340.1 的规定进行。

5.5 室温拉伸试验按 GB/T 228.1 的规定进行;高温拉伸试验按 GB/T 4338 的规定进行。

5.6 持久试验按 GB/T 2039 的规定进行。

5.7 低倍组织采用目视或借助于 10 倍以下的放大镜,按 GB/T 14999.1 和 GB/T 14999.2 的规定进行。

5.8 晶粒度测定按 GB/T 6394 的规定进行;条带晶粒组织和一次碳化物分布测定按 GB/T 14999.4 的规定进行。

5.9 晶间腐蚀试验按 GB/T 15260 的规定进行。

5.10 液压试验按 GB/T 241 的规定进行。

5.11 压扁试验按 GB/T 246 的规定进行。

5.12 扩口试验按 GB/T 242 的规定进行。

5.13 超声波探伤检验按 GB/T 5777—2008 或按供需双方协商的方法进行。

5.14 涡流探伤检验按 GB/T 7735 的规定进行。

5.15 管材外径和长度采用通用的精度为 0.01 mm 的千分尺、钢卷尺等量具测量,厚度采用精度为 0.01 mm 的壁厚千分尺、千分表或超声波测厚仪测量。

5.16 不圆度应在管材横截面上测量,以适用的测量工具测量同一截面的最大外径与最小外径之差。

5.17 弯曲度应沿管材长度方向上测量,用一米直尺靠量,取直尺与管材最大弯曲处之波高。

5.18 外观质量采用目视进行检查,有争议时,可用适用的方法进行鉴别。表面晶间腐蚀检验的受检样不经腐蚀,在不小于 500 倍视场下进行检查和测量。

6 检验规则

6.1 检查和验收

6.1.1 产品的质量应由供方质量检验部门根据合同或专用技术文件进行检验和验收。

6.1.2 供方应保证交货的产品符合合同或专用技术文件的规定,需方有权按照合同或专用技术文件的规定进行检查和验收。

6.2 组批规则

管材应按批提交检验和验收。每批由同一熔炼炉号、同一热处理炉批、同一交货状态、同一表面质量、同一尺寸或外形,在同一时间提交检验的所有管材组成。

6.3 检验项目、取样部位及取样数量

根据管材产品的使用要求,选择检验类别或类别的组合、或检验项目的序号。每批管材的检验项目、取样数量和取样部位见表3。其他要求检验的项目,按合同或专用技术文件的规定执行。

表 3

类别	序号	试验项目	取样数量/支	取样部位
一般检验	1	化学分析	1~2 份/炉	取样按 GB/T 20066 要求。 最终是电渣冶炼的合金,对 C、Al、Ti 元素应从锭头和锭尾分别取样,其他规定元素只从锭头部取样
	2	尺寸、外形	逐支	整支
	3	外观质量、表面晶间腐蚀		
专项检验	4	低倍组织	2/批	管坯;对应铸锭的头、尾部位
	5	晶粒度		不同支管材
	6	晶间腐蚀		
	7	超声波探伤	逐支	管坯或交货管材
	8	涡流探伤		交货管材
常规力学性能	9	硬度	5%,但 ≥ 2 支	不同支管材;任取
	10	室温拉伸	2/批	不同支交货管材
	11	高温拉伸		不同支交货管材 不同支管坯
	12	持久		不同支管坯
工艺性能	13	液压试验	逐支	整支管材
	14	压扁试验	2/批	从管材上切取一段*
	15	扩口试验		

注:铸锭的最后凝固端称为铸锭的头部。

* 管材工艺性能受检样采用切取试样时,应防止损伤试样表面和因受热或冷加工而改变其性能。管材的端部应切平直,切割端面应光滑、无毛刺,试样的棱边允许用锉或其他方法将其倒圆或倒角。

6.4 复验与判定规则

6.4.1 当化学分析不合格时,允许在原取样部位重新取样对不合格元素复验,若仍不合格,该炉批判为不合格。

6.4.2 当低倍检验不合格时,应判为不合格。因缩孔残余等有规律性缺陷造成低倍检验不合格时,允许供方将其切净,然后复验,合格者交货。

6.4.3 当力学性能、扩口、压扁试验、晶粒度检验、晶间腐蚀试验某一检验项目不合格时,允许从该批管材或管坯(包括原取样不合格管材或管坯)切取双倍数量的试样,进行该项目的复验,复验结果即使只有一个试样不合格,该批管材应判为不合格。对不合格的管材,允许供方重新热处理后作为新的一批提交验收、或逐支进行检验,合格者交货。

6.4.4 供方可对交货状态硬度不合格的一批,逐支进行该项目的检验后重新组批,并在质量证明书中注明,重新组批只限1次。

6.4.5 超声波检验、涡流检验、液压试验不合格时,应按支判为不合格。

6.4.6 表面晶间腐蚀检查不合格时,允许从该批管材(包括原取样不合格管材)切取双倍数量的试样,进行该项目的复验,允许逐支进行该项目的检验后重新组批。

6.4.7 尺寸、外形、外观质量检验不合格的管材,应按支判为不合格。

6.5 试验结果无效

由于取样、制样、试验不当而获得的试验结果,应视为无效。

6.6 力学和化学试验结果的修约

除非在合同或产品标准中另有规定,当需要评定试验结果是否符合规定值,所给出的力学和化学试验结果应修约到与规定值本位数字所标识的数位一致,其修约方法应按 YB/T 081 的规定进行。

6.7 冶金来源缺陷的处理

当需方在成品或半成品零件上发现冶金来源缺陷,并经供需双方鉴定确认后,供方应予退货,并且当需方要求时应予补制。如供需双方对缺陷性质难以确定时,可提请双方同意的仲裁单位仲裁。

7 包装、标志及质量证明书

7.1 包装

管材包装按 GB/T 2102 规定进行。

管材应成捆包扎放在铁箱或木箱内进行装运,必要时捆扎后套塑料袋放在铁箱内进行装运。

7.2 标志

每捆管材应不少于2个标签,其上注明合金牌号、炉号、批号、规格、支数、重量、本规范号、生产厂名和包装日期。

7.3 质量证明书

每批供应的管材均应附有质量证明书,其上应注明:

- a) 供方名称;
- b) 需方名称;
- c) 合同号;

- d) 采用的标准号；
- e) 材料牌号；
- f) 冶炼方法；
- g) 炉号；批号
- h) 交货状态；
- i) 规格、数量、重量；
- j) 试样热处理制度及合同或专用技术文件规定的各项检验结果(如复验,应包括两次检验结果)；
- k) 质量检验部门印记。

注：当超出上述内容时,由供需双方协商。

8 订货内容

合同或订单中应注明下列内容：

- a) 采用标准号；
 - b) 合金牌号；
 - c) 冶炼方法；
 - d) 检验项目；
 - e) 交货状态；
 - f) 尺寸规格；
 - g) 尺寸允许偏差级别；
 - h) 定尺和倍尺长度(有要求时注明)；
 - i) 超声波探伤标准级别；
 - j) 涡流探伤标准级别；
 - k) 其他技术要求。
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
高 温 合 金 管 材 通 用 技 术 条 件
GB/T 28295—2012

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 19 千字
2012年7月第一版 2012年7月第一次印刷

*

书号: 155066·1-45268 定价 18.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 28295-2012