

# 石油天然气用钛及钛合金管材

编制说明

(预审稿)

(2015-5)

# 石油天然气用钛及钛合金管材

## 编制说明

### 一、工作简况

#### 1、任务来源

根据工信厅科[2014]628号《关于印发2014年第三批行业标准制修订计划的通知》要求，由宝钛集团有限公司和宝鸡钛业股份有限公司负责制定《石油天然气用钛及钛合金管材》有色行业标准。项目计划编号：2014-1490T-YS，计划完成年限为2015年。

#### 2、主要工作过程

##### 2.1 编制原则

本标准是针对近年来我国石油、天然气行业在不断发展中研究并成功应用了钛及钛合金管材的成果上，开展项目研究的。

本项目将以目前在石油天然气行业成熟应用并实现批量订货的钛及钛合金管材为依据，充分并全面汇总作为导管、防喷管、下井仪器用侧管等方面对管材的要求，汇总全部批量订货的钛及钛合金管材牌号。

##### 2.2 工作分工

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，宁夏东方钽业有限公司参加起草。

##### 2.3 各阶段的工作过程

编制组广泛调研了目前国内、外石油天然气用钛及钛合金管材的相关标准，充分研究了其内容及技术指标；并调查、了解了国内主要生产企业的产品及其质量状况，确定了本标准的技术内容及指标。

各阶段的工作如下：

2015年2月 进行调研工作，提出标准草案稿；

2015年3月 完成标准征求意见稿；

2015年5月 完成意见汇总处理，并形成预审稿；

2015年7月 完成送审稿编制，并完成审定；

2015年8月 完成所有报批资料的编制，并完成报批。

### 3、调研和分析工作情况

由于钛及钛合金具有优良的耐腐、轻质、高强等特点，目前在国内外石油、天然气行业正逐步采用与钢材力学性能相当的高性能钛合金材替代钢材，大大延长了设备的使用寿命。国外主要石油公司已大批量将钛及钛合金材料用于石油和天然气开采、冶炼、运输和销售等环节，钛材优良的性能给这些公司带来了丰厚的回报。

在国内，石油天然气行业由于对钛材的认识较晚，也就是近十年来一些大公司逐步关注到了钛材在该行业的应用。通过大量的实验验证，在国内石油天然气行业逐步开展了钛材的应用研究，研究成果表面纯钛 TA2、TA3，钛合金 TC4、TC10、TC11、TC18、TC19 可在不同应用环境表现各自不同的优良特性，满足石油天然气行业特定环境的需求。

因此，本标准将上述纯钛及钛合金牌号纳入到规范内容中，并围绕他们的应用特性，规定恰当的检测项目和验收指标。

#### 3.1 标准讨论稿会议纪要

2015年3月24日至3月27日，由全国有色金属标准技术委员会组织，在江苏省无锡市召开了标准讨论会。来自中国有色金属标准计量质量研究所、北京矿业研究总院、水口山有色金属集团公司、北京有色金属研究总院、广东东方锆业科技股份有限公司、国核维科锆铅有限公司、有研亿金新材料有限公司、西部新锆核材料科技有限公司、赣州有色冶金研究所共9个单位14名代表参加了会议。

与会代表一致同意，由于标准内容详实、完全符合行业的发展需要，建议标准编制组按照以上修改意见，对标准文稿和编制说明进行修改后形成送审稿。按照有色标准委统一安排进行标准的审定工作。

#### 3.2 标准审定稿会议纪要

##### a、对送审稿的主要修改要求

除上述修改意见外，无遗留问题。

## b、标准水平评定及满足市场需求情况

## 二、主要技术内容的说明

### 2.1 钛及钛合金管材的牌号、状态、规格

目前，在国内的石油和天然气行业较为成熟应用的纯钛牌号包括 TA2、TA3，合金牌号包括 TC4、TC10、TC11、TC18、TC19，共计 7 个钛及钛合金牌号。其中 TA2、TA3 主要用于导管，TC4、TC10、TC11、TC18、TC19 可作为防喷管、钻井用套管和输送高精度传感和检测仪器的侧管等。因此本标准涵盖了上述 7 个牌号钛材；另外从材料的稳定性来说，通过热处理后的材料最为稳定，本标准规定材料的供货状态应是退火态的。而规格是在早期订货的基础上，同时调研了石油和天然气行业在一定时期内的发展需要，在科研和实际供货的基础上，适当扩大了标准的规格范围。由于石油和天然气行业用的管材大部分需要承受较大压力，尤其是在井下时，设计单位均采用增加壁厚方式提高管材耐压能力，因此，本标准中规定的管材以厚壁管材为主。

本标准规定管材的牌号、状态、规格应符合表 1 的规定。

表1

牌号	状态	外径×壁厚×长度，mm
TA2、TA3	退火态 (M)	$\Phi (>50\sim 100) \times (6\sim 15) \times \leq 2800$ $\Phi (>100\sim 200) \times (6\sim 30) \times \leq 3000$
TC4、TC10、TC11、TC18、TC19	退火态 (M)	$\Phi (50\sim 200) \times (8\sim 30) \times \leq 2500$

### 2.2 化学成分

为保证材料的通用性，本标准没有对管材的化学成分单独规定，而是直接引用了 GB/T 3620.1 的规定。另外，考虑到化学成分的重要性，本标准按照质量一致性检验和判定的需要，规定化学成分复验允许偏差应符合 GB/T 3620.2 的规定。

### 2.3 力学性能

### 2.3.1 室温性能

作为大规格厚壁管通常需要检测其常规拉伸性能，而冲击性能则是作为石油和天然气用钛管材（尤其是井下用材）的重要考核指标，因此在本标准中对于合金管材规定了冲击性能。

管材的纵向室温力学性能应符合表 2 的规定。

表2

牌号	外径 mm	抗拉强度 $R_m$ , MPa	规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ , MPa	断后伸长率 $A_{4D}$ , %	断面收缩率 $Z$ , %	冲击功 KV <sub>2</sub> , J
TA2	50~200	≥400	≥275	≥20	≥30	--
TA3	50~200	≥500	≥380	≥18	≥30	--
TC4	50~100	≥895	≥825	≥10	≥25	≥26
	>100~200	≥895	≥825	≥9	≥20	
TC10	50~200	≥1035	≥965	≥8	≥20	≥13
TC11	50~100	≥1030	≥910	≥9	≥30	≥16
	>100~200	≥1030	≥910	≥8	≥25	
TC18	50~100	≥1080	≥1010	≥8	≥20	≥13
	>100~200	≥1080	≥1010	≥7	≥16	
TC19	50~200	≥1100	≥1030	≥8	≥15	≥13

注：冲击功仅适用于壁厚不小于 12mm 的管材。

### 2.3.2 高温性能

对于 TC10、TC18 和 TC19 等合金管材，由于其使用环境的特殊性，通常需要考虑材料的高温性能，因此在试验和应用的基础上，本标准规定了 TC10、TC18 和 TC19 的高温性能。按照设计要求其使用温度一般不超过 175℃。因此，本标准规定的钛合金纵向高温（175℃）力学性能见表 3。

表3

牌号	抗拉强度 $R_m$ , MPa	规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ , MPa	断后伸长率 $A_{4D}$ , %	断面收缩率 $Z$ , %
TC10	≥950	≥900	≥10	≥35
TC18	≥950	≥900	≥10	≥30
TC19	≥950	≥900	≥10	≥30

### 2.4 超声检验

管材的内在质量对其使用环境和寿命有着一定的影响，在前期试验和小批量供货中，由于管材的使用环境不同，对钛管的超声检验要求不尽相同。通常，对于使用环境不高

的管材不需要进行超声探伤，常规的管材质量是可以满足要求的，但对于耐高压或放置精密仪器的管材来说，对管材的质量要求将提高，需要增加超声检验，确保材料内部无影响使用的缺陷。但是否需要探伤检验需要依据管材的使用环境来确定，因此，本标准在编制过程中考虑到即满足使用要求又不使检验成本过度增加，将超声检验作为可选检验项目，即“需方要求并在合同中注明时，管材可进行超声检验，检验方法和验收级别供需双方协商确定”。

## 2.5 显微组织

从材料的使用和基本性能而言，组织决定性能，控制均匀合理的组织有利于材料性能一致性。因此本标准也对钛管材的组织提出了基本要求，并按照材料的类型分别进行了规定。详见下列：

### 2.5.1 纯钛

TA2 和 TA3 的显微组织应是等轴  $\alpha$  组织或等轴和拉长  $\alpha$  组织，以及部分破碎和扭曲的晶界  $\alpha$  及片状  $\alpha$ ，无完整的原始  $\beta$  晶界。

### 2.5.2 TC4 合金

TC4 合金管材的显微组织应是  $\alpha + \beta$  两相区加工的组织，无完整的原始  $\beta$  晶界。在转变的  $\beta$  基体上的等轴  $\alpha$  组织，或等轴  $\alpha$  和拉长  $\alpha$  组织，以及部分破碎和扭曲的晶界  $\alpha$  及片状  $\alpha$  都是可接受的组织。

### 2.5.3 其他合金

TC10、TC11、TC18 和 TC19 合金管材的显微组织应是  $\alpha + \beta$  两相区或  $\beta$  相区加工的组织。

## 2.6 其他要求

依据研制过程的技术要求，本标准还规定了管材的  $\beta$  转变温度、低倍组织、尺寸和外形、外观质量等检验项目。这些检验项目的设定有助于质量一致性检验和判定，尤其是为管材后续的使用提供了重要保证。

## 三、标准水平分析

经查询，尚未查到国外针对石油和天然气制定的公开发行的专用标准，仅查到部分

企业标准，但这些企业标准却代表着国际先进水平，并且依据这些企业标准生产的管材和其他加工材均有大量应用。

我国尚未查询到公开发布的国家标准和行业标准，部分企业在开发钛在石油和天然气行业的应用过程中，与用户签订了供货技术协议，或后来升级为企业标准。

仅就国内的钛及钛合金管材而言，目前查询到 GB/T 3624-2010《钛及钛合金无缝管》、GB/T 3625-2007《换热器及冷凝用钛及钛合金管材》两项国家标准，该两项标准的特点是，牌号以纯钛为主，仅包括了钛钼、钛钼镍低合金化产品；产品外径最大到 110mm；以薄壁管材为主；性能仅为室温常规拉伸；没有冲击性能要求。另外 GB/T 26058-2010《钛及钛合金挤压管》仅包括 TA18、TC1 和 TC4 三个合金牌号，其他均为纯钛和低合金化的钛钼、钛钼镍产品；仅规定了 TA1、TA2、TA3、TA9 和 TA10 的室温力学性能，且为热加工态性能，其他均没有规定性能考核要求。

YS/T 576-2006《工业流体用钛及钛合金管》，该标准仅规定了 TA0、TA1、TA2、TA9 和 TA10 牌号；产品均已薄壁管材为主；外径仅涉及到 110mm。

综上所述，本标准规定的钛及钛合金管材规格范围大、管材壁厚均超过上述国家和行业标准的规定，明确规定了冲击性能和部分合金管材的高温性能。因此标准制定水平达到国内先进。

#### **四、与其他法规、标准的关系**

本标准在编制过程中详细查阅并对比了国内钛及钛合金管材国家标准、行业标准以及国外先进企业标准，重点依据我国石油和天然气行业的实际应用需求和科研成果，合理规定的该行业的应用需求和材料考核指标。标准制定过程符合相关法律法规和标准的要求，本标准与其他标准协调一致，无冲突。

#### **五、重大分歧意见的处理经过和依据**

无。

#### **六、标准作为强制性或推荐性标准的建议**

建议该标准为推荐行业标准。

#### **七、贯彻标准的要求和措施建议，包括：组织措施、技术措施、过渡办法**

建议标准发布实施后，组织石油和天然气行业的设计院所和试产企业进行宣贯，大力推荐标准的技术要求，扩大标准的知悉范围和促进我国钛在石油和天然气行业的应用。

#### **八、 废止现行有关标准的建议**

无

#### **九、 其他应予说明的事项**

无

#### **十、 预期效果**

本标准是首次针对石油和天然气行业制定的钛及钛合金管材专用标准，是总结科研成果、实际生产、检验、贸易、使用的基础上，充分调研了国外应用现状制定而成，本标准规定的内容具有行业的普遍性和通用性，标准发布实施后，将有助于规范钛管材在石油和天然气行业的应用，可推动钛在该行业的应用。

标准编制组

2015年3月