

行业标准《双程钛镍形状记忆合金丝材》编制说明

送审稿

一、工作简况

(一) 任务来源及计划要求

根据 2021 年 9 月工业和信息化部办公厅《工业和信息化部办公厅关于印发 2021 年第三批行业标准制修订项目计划的通知》（工信厅科函[2021]234 号）的要求，行业标准《双程钛镍形状记忆合金丝材》编制项目由全国有色金属标准化技术委员会归口，计划编号：2021-1178T-YS，项目周期为 24 个月，完成年限为 2023 年 09 月，由有研医疗器械（北京）有限公司、北京时代蔽连科技有限公司、有研亿金新材料有限公司等进行编制。

依据标准编制工作任务量，重新调整了编制组构成，具体为：有研医疗器械（北京）有限公司、北京时代蔽连科技有限公司、有研亿金新材料有限公司、有研工程技术研究院有限公司、中国有色金属工业标准质量计量研究所、苏州国嘉记忆合金有限公司、钢铁研究总院有限公司。

(二) 主要参加单位和工作组成员及其所作的工作

2.1 起草单位情况

有研医疗器械（北京）有限公司前身是北京有色金属研究总院稀贵金属研究所，于 2016 年 2 月 23 日由有研亿金新材料有限公司医疗器械事业部分立设立。公司致力于钛镍形状记忆合金生物医用材料及其医疗器械的研发、生产及应用，主营产品包括钛镍合金铸锭、丝材、正畸丝和正畸弹簧等口腔正畸医疗器械。建立了 ISO9001 和 ISO13485 医疗器械质量体系，生产及运营管理体系规范，在业界享有较高声誉。部分产品获得欧洲 CE 认证和美国 FDA 认证。有研医疗是中国医疗器械行业协会临床试验分会副理事单位、中国医疗器械行业协会外科植入物专委会会员单位、全国外科植入物和矫形器械标委会标委单位、全国口腔材料及器械设备标委会标委单位、中关村医疗器械产业技术创新联盟会员单位、国家高新技术企业、中关村高新技术企业、北京市医疗器械质量管理示范企业、北京市知识产权试点单位。

有研医疗在国内最早进行形状记忆合金医疗器械开发和产业化应用，形成了形状记忆合金生物医用材料、微创介入器械、口腔正畸修复器械研发与应用为主的产业发展平台。承担国家重点研发计划、国家自然科学基金、北京市科委课题等国家和省部级科研和产业化课题项目 23 项，获得省部级及以上科研奖励 15 项。授权专利 46 项，颁布国行标 35 项，发表文章 108 篇，取得显著经济效益和社会效益。公司研发和生产检验实验室配备差示扫描量热仪、旋转

弯曲疲劳试验机、拉伸试验机等形状记忆合金及其医疗器械专用研发和检测设备，制定多项记忆合金及其医疗器械化学成分、性能测试方法国家标准和行业标准。

北京时代燕连科技有限公司专业从事形状记忆合金材料及其制品的研究开发和生产。研究开发有 TiNi、TiNiNb、TiNiCu、TiNiFe、TiNiCr、CuZnAl 等记忆合金材料及其制品。承担了多项军工配套研制任务，代表性的记忆合金军工配套产品有：记忆环（钛镍合金环）、传感器用预紧环、航天用太阳能帆板展开解锁驱动件、弹用大直径作动环、武器用大尺寸密封紧固环、高性能驱动丝、双程记忆合金驱动丝等。通过了 ISO9001 质量管理体系认证，取得了国家高新技术企业证书。为我国记忆合金在军工领域的配套应用做出了重要贡献。

有研亿金新材料有限公司成立于 2000 年，现为有研新材料股份有限公司全资子公司。为国家技术创新示范企业、中国有色金属学会贵金属学委会副主任单位，全国有色金属标委会贵金属分标委会副主任单位。有研亿金主要从事稀有金属和贵金属材料两大领域的相关产品的生产、研究、开发和销售。镍钛形状记忆合金产品有热驱动元件、记忆环、防伪产品以及手机天线和眼镜架用丝材；其大部分产品为国内首创，拥有自主知识产权，性能稳定，质量可靠，达到国际先进水平。有研亿金历年承担国家级、省部级科技开发项目近百项，获部级奖 56 项，国家专利 104 项，国家科技进步奖 3 项，国家发明奖 9 项，全国科学大会奖 2 项，国家科技进步奖特等奖子项奖 1 项。公司牵头起草了镍钛形状记忆合金丝材恒温拉伸试验方法、镍钛形状记忆合金记忆性能测试方法、超弹性镍钛合金拉伸试验方法等十余项国行标，为我国生物医用材料产业的发展起到了重要支撑作用。

有研工程技术研究院有限公司是国务院国资委管理的中央企业中国有研科技集团有限公司的二级全资子公司。成立于 2018 年，已入选国务院国资委“科改示范企业”。主要从事有色金属新材料战略高技术和前沿技术研发，产业化关键技术和行业共性技术开发，中试生产和成果转化。拥有有色金属材料制备加工国家重点实验室、智能传感功能材料国家重点实验室等四个国家级创新平台。在镍钛合金方面主要从事液压管路用高精度钛镍形状记忆合金管接头、记忆合金及器件性能测试等方面的研究工作，已成功用于我国航空航天等领域，居当前国际先进水平。

苏州国嘉记忆合金有限公司（原苏州西脉记忆合金有限公司）于 2013 年 4 月成立，2015 年 6 月正式更名为苏州国嘉记忆合金有限公司，注册资金 1000 万元人民币。公司位于江苏省苏州市常熟高新技术产业开发区金都路 8 号，是国内专业化从事形状记忆合金材料以及衍生产品的研发、生产和销售的高新技术企业。公司设有形状记忆合金产品研发中心，组建了包括材料、电气、机械、医疗等方面专业人才的研发团队，以“产、学、研、用”相结合的

方式与北京航空航天大学、厦门理工学院、国家电网公司等科研机构建立了广泛而深入的科研合作。公司配有一系列多台套专用制备和测试设备，积极从事前端新产品的研发，已申请专利 33 项。公司形成了形状记忆合金板材、棒材、丝材、管材、记忆合金电力系列产品、记忆合金温控元件、记忆合金连接器等成熟的产品线，主要为电力、高铁、石油、石化和船舶等领域提供专业的服务与产品。

钢铁研究总院有限公司是我国金属新材料研发基地、行业共性关键技术创新基地和冶金分析测试权威机构，承担了我国冶金行业 85%以上国防军工新材料研发任务和 50%以上共性关键技术研发任务，先后研制了近千种高技术新材料，满足了我国国防军工重点型号、国民经济重大工程建设需求。钢铁研究总院有限公司拥有先进齐全的研发基础条件，通过了 ISO9001 质量管理体系认证，具备武器装备科研生产许可证。主要生产设备：真空自耗电弧炉，气体保护电渣重熔炉，高温烧结炉，真空定向凝固炉，先进高功率激光焊接系统，大尺寸高能量充磁设备，机械合金化球磨机，粉末脱气、装套、封焊设备，气体雾化装置，超高温退火炉，热等静压机等。主要检测设备：纳米压痕试验机、原子力显微镜、透射电镜、低频疲劳性能及缺口敏感性试验机，120T 材料试验机，高温显微镜，磁力显微镜，超高矫顽力变温测试仪，辉光质谱仪，扫描电镜，可控冷却速度热处理炉，高温持久蠕变实验机，场发射电子探针，热动态三维显微镜等。

有研医疗器械（北京）有限公司在标准的编制过程中，积极主动收集相关资料，负责项目的总体实施，带领编制组成员单位认真细致修改标准文本，征求多家企业意见，编制实测数据统计表，带领编制组完成标准的编制工作。

北京时代赫连科技有限公司、有研亿金新材料有限公司、有研工程技术研究院有限公司、苏州国嘉记忆合金有限公司、钢铁研究总院有限公司等积极参加标准调研工作，配合主编单位开展大量的现场调研、开展各种试验工作，为标准编写提供了真实有效的实测数据，针对标准的讨论稿和征求意见稿提出修改意见。

2.2 主要工作成员所负责的工作情况

本标准主要起草人及工作职责见表 1。

表 1 主要起草人及工作职责

起草人	工作职责
王振强	负责标准的编写、试验方案确定及组织协调
高宝东、王江	负责标准中相关技术要求内容的审验

波、张宝祥	
高正、韩步云、董莎莎	负责提供试验验证及数据积累
冯昭伟、李艳锋	标准编写材料的收集并提供理论支撑，对国内外双程记忆合金丝材相关标准对比提供支持
白智辉	提供技术指导

（三）工作过程

有研医疗器械（北京）有限公司接到有色标委下达的制定任务后，成立了标准编写组，召开了标准项目编写启动会议，对标准编写工作进行了部署和分工。本项目主要工作过程经过了以下几个阶段：

1. 起草阶段

本标准为新制定标准，在起草阶段进行了大量的数据收集。

1) 2022年5月，全国有色金属标准化技术委员会组织召开了网络会议进行了《双程钛镍形状记忆合金丝材》标准任务落实。

2) 2022年06月~2022年12月对双程钛镍形状记忆合金丝材进行了相关资料的收集和总结，并对相关的技术资料进行了对比分析。

3) 2022年12月~2023年02月根据对双程钛镍形状记忆合金丝材的相关资料进行分析和总结，形成了《双程钛镍形状记忆合金丝材》的讨论稿，并进行了广泛的征求意见工作。

4) 2023年2月21日~23日在广东省佛山召开了标准工作会议，全国有色金属标准化技术委员会组织召开了行业标准《双程钛镍形状记忆合金丝材》讨论会议，来自全国有色金属稀有金属标准化分技术委员会、国标（北京）检验认证有限公司、广东省科学院工业分析检测中心、北矿检测技术有限公司等单位的40多位专家对行业标准《双程钛镍形状记忆合金丝材》（讨论稿）进行了认真讨论，并提出了宝贵意见。本标准编制组依据会上意见和建议对讨论稿整理修改后，于2023年2月形成了《双程钛镍形状记忆合金丝材》的征求意见稿。

2. 征求意见阶段

本标准以召开专题会议、发送标准邮件、标委会网站上公开挂网等多种形式和办法进行了广泛的征求意见。

2023年5月29日~31日在云南大理召开了标准工作会议，来自全国有色金属稀有金属标准化分技术委员会、国标（北京）检验认证有限公司、宝钛集团有限公司、西北有色金属研究

院稀有金属材料公司等单位的 40 名专家对行业标准《双程钛镍形状记忆合金丝材》（预审稿）进行了认真讨论。依据此次会议精神，编制组及时修改了标准文本，形成了《双程钛镍形状记忆合金丝材》标准预审稿及其编制说明。

征求意见阶段，共发送行业标准《双程钛镍形状记忆合金丝材》（征求意见稿）的单位 15 个，收到回函的单位 15 个，回函并有建议或意见的单位 10 个，回函无意见的单位 5 个，无回函的单位 0 个，详见征求意见稿意见汇总处理表。2023 年 6 月，本标准编制组依据各单位提出的意见和建议，继续对征求意见稿进行了修改和完善，形成了标准送审稿及其编制说明，并提交标委会对标准送审稿进行审查。

3. 审查阶段

2023 年 7 月 17 日~20 日，由全国有色金属标准化技术委员会在 XX 组织召开了《双程钛镍形状记忆合金丝材》审定会。来自全国 X 家单位 X 位代表参加了会议，与会代表对《双程钛镍形状记忆合金丝材》送审稿进行了认真、仔细的审查，详见审定会会议纪要。参加本标准审定的全部专家一致同意：对《双程钛镍形状记忆合金丝材》标准的送审稿按修改意见修改后，形成报批稿报批。

4. 报批阶段

二、标准编制原则

1.1 原则性

本着与时俱进、切合实际、合理利用资源、促进科技进步、促进产业升级与产品结构调整、满足市场需要和供需双方公平受益、获取最大社会综合效益的基本原则。标准的制定格式严格按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定进行。

1.2 适应性

目前双程钛镍记忆合金丝材已经在国外广泛应用，而在我国应用相对较少。双程钛镍记忆合金丝材的应用已经成为研究热点，国内科研机构和航空航天客户以及发动机生产厂家等已经批量使用丝材。因此，有必要制定双程钛镍记忆合金丝材标准，以规范和指导该丝材的应用和推广。

三、标准主要内容的确定依据及主要试验和验证情况分析

（一）确定标准主要内容的论据

1.化学成分

1.1 主元素 Ni 含量的确定：由于使用条件的限制，要求形状回复温度（马氏体逆相变开始温度 A_s ） $\geq 60^\circ\text{C}$ ，而化学成分，尤其是 Ni 元素的含量会直接影响到丝材最终的回复温度，因此在参照镍钛形状记忆合金 Ni 元素对相变温度影响规律的前提下，确定了 Ni 主元素含量范围。

1.2 间隙元素碳氢氧氮元素的确定：碳氢氧氮等元素为常见的间隙元素，镍钛合金中间隙元素的存在易造成材料内部产生非金属夹杂，因此其含量越低越有利于材料获得更高的纯净度，参照镍钛形状记忆合金材料相关国家标准和国际先进标准等，确定了碳氢氧氮元素的含量。同时其含量的测定参照的主要为 GB/T 4698 相关部分，主要原因在于其含量采用对应方法进行测试时，不会对结果产生干扰，能够保证检验结果的可靠性。

1.3 金属杂质元素的确定：其他非添加的金属杂质元素（钴、铜、铁、铬、铌）均在一定程度上会恶化丝材的性能，因此在结合实际调研的基础上，制定了其他杂质元素含量的要求。

综上所述，化学成分的具体要求如表 2 的规定。

表 2 化学成分

元素	质量分数，%
镍 (Ni)	54.0~55.7
碳 (C)	≤ 0.020
钴 (Co)	≤ 0.050
铜 (Cu)	≤ 0.010
铬 (Cr)	≤ 0.010
氢 (H)	≤ 0.005
铁 (Fe)	≤ 0.050
铌 (Nb)	≤ 0.025
氮 (N)	≤ 0.005
氧 (O)	≤ 0.040
钛 (Ti)	余量

2 直径尺寸及允许偏差

编制组广泛向参编单位、生产厂家和客户征集数据和控制标准，结合市场产品需求，制定了双程钛镍形状记忆合金丝材尺寸及公差，具体如表 3 所示。

表 3 尺寸及允许偏差 单位为毫米

直径尺寸 d (mm)	允许偏差 (mm)
$0.020 < d \leq 0.040$	± 0.001
$0.040 < d \leq 0.130$	± 0.003
$0.130 < d \leq 0.300$	± 0.005
$0.300 < d \leq 0.600$	± 0.007

3 相变温度

形状回复温度直接影响双程钛镍形状记忆合金丝材的应用,考虑响应时间以及环境温度的影响,要求形状回复温度 $A_s \geq 60^\circ\text{C}$ 。

4 双程记忆恢复应变

双程记忆恢复应变可以反映丝材驱动和反应效率,经调研,结合实际生产数据并与国内同行业企业进行数据对比,确定双程钛镍形状记忆合金丝材的空载双程记忆恢复应变 $\varepsilon \geq 3\%$ 。

5 力学性能

双程钛镍形状记忆合金丝材力学性能在应用条件下具有较高要求,因此结合实际生产数据并与国内同行业企业进行数据对比,确定双程钛镍形状记忆合金丝材的室温力学性能要求,具体见表 4 规定。

表4 双程记忆合金丝材力学性能

项目	指标范围
抗拉强度 R_m /(MPa)	≥ 1200
断裂总延伸率 A_f /(%)	≥ 6

6 疲劳寿命

疲劳性能为双程钛镍形状记忆合金丝材的关键性能之一,结合实际生产数据和行业数据对比后,确定了双程钛镍形状记忆合金丝材的疲劳性能,即在 172MPa 的载荷下,双程记忆恢复应变 $\varepsilon=4\%$ 的情况下,疲劳寿命应大于 30 万次。

7 外观质量

根据市场调研情况和客户需求,制定丝材的外观质量如下:丝材表面应光滑,有光泽感,无肉眼可见的斑点。丝材绕制在标准线轴上供货,绕制应平整顺滑。线轴应完整无变形。

(二) 主要试验(或验证)情况分析

编制组各单位根据标准试验验证方案内容按照标准中的要求测试了化学成分、直径和允许偏差、相变温度、双程记忆恢复应变、力学性能、疲劳性能和产品外观等性能指标，具体验证情况如下。

2.1 化学成分验证

丝材化学成分的实测试验数据如表 5 所示。

表 5 化学成分验证数据

序号	元素成分含量 (%)									
	Ni	C	Co	Cu	Cr	H	Fe	Nb	N	O
标准规定值	54.0~55.7	≤0.020	≤0.050	≤0.010	≤0.010	≤0.005	≤0.050	≤0.025	≤0.005	≤0.040
1	54.50	0.006	<0.005	<0.005	<0.005	0.0011	<0.005	<0.005	0.002	0.024
2	55.25	0.006	<0.005	<0.005	<0.005	<0.0006	0.006	<0.005	0.002	0.027
3	54.64	0.003	<0.005	<0.005	<0.005	<0.0006	<0.005	<0.005	0.002	0.030
4	54.92	0.0059	0.01	0.005	0.005	0.001	0.01	0.005	0.003	0.016
5	54.86	0.0048	0.01	0.004	0.005	0.001	0.009	0.004	0.003	0.015
6	55.23	0.006	0.009	0.005	0.004	0.001	0.01	0.004	0.004	0.017
7	55.11	0.0033	<0.005	<0.005	<0.005	0.001	<0.005	<0.005	0.002	0.026
8	54.96	0.0040	<0.005	<0.005	<0.005	<0.0006	0.006	<0.005	0.002	0.025
9	54.86	0.0023	<0.005	<0.005	<0.005	<0.0006	<0.005	<0.005	0.002	0.028

2.1.2 验证分析

经过多批次试验验证，产品化学成分控制稳定，满足本标准规定要求。本标准对化学成分范围的规定是科学合理的。

2.2 直径和允许偏差验证

2.2.1 丝材直径及允许偏差实测试验数据如表 6 所示。

表 6 直径和允许偏差验证数据

序号	直径尺寸/mm	允许偏差/mm	实测直径尺寸/mm			偏差/mm		
1	0.100	±0.003	0.102	0.103	0.103	0.002	0.003	0.003
2			0.101	0.102	0.102	0.001	0.002	0.002
3			0.102	0.101	0.102	0.002	0.001	0.002
4	0.200	±0.005	0.201	0.201	0.202	0.001	0.001	0.002

5			0.202	0.203	0.202	0.002	0.003	0.002
6			0.203	0.202	0.203	0.003	0.002	0.003
7	0.310	±0.007	0.311	0.311	0.312	0.001	0.001	0.002
8			0.311	0.312	0.310	0.001	0.002	0
9			0.308	0.309	0.310	0.002	0.001	0

2.2.2 验证分析

经过多批次试验验证，丝材直径及允许偏差满足本标准规定要求。本标准对直径及允许偏差范围的规定是科学合理的，同时实测直径及允许偏差稳定性有一定富余度及可加严控制的空间。

2.3 相变温度验证

2.3.1 相变温度实测验证数据如表 7 所示。

表 7 相变温度验证数据

序号	A _s (°C)		
标准规定值	≥60°C		
1	78.4	78.3	77.4
2	76.7	77.6	76.5
3	64.2	63.5	64.1
4	77.65	77.72	77.77
5	77.71	77.68	77.80
6	67.09	67.10	67.06

2.3.2 验证分析

经过多批次试验验证，丝材相变温度满足本标准规定要求。本标准对相变温度的规定是科学合理的，同时实测数据稳定性较好。

2.4 双程记忆恢复应变验证

2.4.1 双程记忆恢复应变实测验证数据如表 8 所示。

表 8 双程记忆恢复应变验证数据

序号	恢复应变/%		
标准规定值	≥3		
1	3.7	4.1	3.6

2	3.5	4.8	3.7
3	3.3	5.3	3.6
4	3.28	3.22	3.41
5	3.25	3.24	3.39
6	3.42	3.37	3.35

2.4.2 验证分析

经过多批次试验验证，双程记忆恢复应变满足本标准规定要求。本标准对恢复应变的规定是合理的，同时实测数据稳定性较好，且有一定可加严控制空间。

2.5 力学性能验证

2.5.1 力学性能实测验证数据如表 9 所示。

表 9 力学性能验证数据

序号	抗拉强度/MPa			断裂总延伸率/%		
标准规定值	≥1200			≥6		
1	1428	1433	1430	8.7	8.3	8.6
2	1409	1386	1430	9.3	6.9	8.6
3	1427	1506	1335	7.4	9.5	7.4
4	1335	1320	1310	9.4	9.6	9.2
5	1300	1300	1290	9.5	9.3	9.0
6	1465	1435	1465	11.5	11.8	11.6
7	1401	1402	1454	6.2	7.5	7.3
8	1451	1460	1457	6.5	8.8	8.8
9	1535	1451	1402	7.5	6.7	6.5

2.5.2 验证分析

经过多批次试验验证，丝材力学性能抗拉强度和断裂延伸率满足本标准规定要求。本标准对力学性能的规定是合理的，同时实测数据稳定性较好，且有一定可加严控制空间。

2.6 疲劳寿命验证

2.6.1 疲劳寿命实测验证数据如表 10 所示。

表 10 疲劳寿命验证数据

序号	疲劳寿命/次
----	--------

标准规定值	≥300000		
1	1213947	1206721	1201948
2	2254621	2204782	2235794
3	2756867	2763918	2774852

2.6.2 验证分析

经过多批次试验验证，丝材疲劳寿命满足本标准规定要求。本标准对疲劳寿命的规定是合理的，同时实测数据稳定性较好，且有一定可加严控制空间。

2.7 外观质量验证

2.7.1 外观质量验证如表 11 所示。

表 11 外观质量验证数据

序号	外观质量		
标准规定	丝材表面应光滑，有光泽感，无肉眼可见的斑点。		
1	满足	满足	满足
2	满足	满足	满足
3	满足	满足	满足



图 1 丝材表面质量观察

2.6.2 验证分析

经过多批次观察验证，丝材外观质量满足本标准规定要求。本标准对外观质量的规定是合理的。

四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

五、标准预期达到的社会经济效益等情况

（一）项目的必要性简述

钛镍形状记忆合金由于具有独特的形状记忆效应和超弹性,以及优异的耐磨损、耐腐蚀、高阻尼和高疲劳性能,被广泛用于航空航天领域高端装备关键功能部件。由于航空航天装备、汽车发动机工业等领域记忆合金驱动件等领域记忆合金驱动件使用环境会达到 70℃,因此要求形状回复温度(马氏体逆相变开始温度 A_s) $\geq 60^\circ\text{C}$ 。而通常在航空航天以及医疗和工业领域广泛使用的钛镍合金多是单程形状记忆合金,使用温度低于 40℃,这限制了钛镍合金的应用。航空航天微型马达驱动元件和精密控制行程驱动元件,汽车、航空和船舶等领域压缩机、汽轮机、内燃机和发动机等高速回转系统的润滑油油温精密控制阀中驱动元件等,往往要求驱动元件能够重复动作或反复使用,这些为双程记忆合金丝材提供了广阔的市场。

作为驱动元件,需要丝材具有较小的质量同时能够实现反复的循环稳定重复动作,通常丝材直径较小。丝径较小,镍钛丝材需经较多道次的拉拔加工到目标尺寸,从而在丝材生产过程中由于张力控制、拉丝设备和润滑等问题,易发生拉拔断裂问题,这也给超细丝材的产业化提出更高的要求。目前已经能够稳定批量生产直径达到 0.025mm 双程钛镍形状记忆合金丝材,其氧含量、碳含量和双程记忆效应都达到了国际先进水平,在航天航空驱动元件和发动机润滑油冷却驱动元件方面具有极大市场前景。目前,已经实现双程钛镍形状记忆合金丝材供货销售。

目前国外已经广泛在汽车和航空航天、汽车、船舶等领域广泛使用双程钛镍记忆合金丝材,我国在发动机油温控温和航空航天驱动件等方面应用相对较少。双程钛镍记忆合金丝材应用已经成为研究热点,已经向国内科研机构和航空航天客户以及发动机生产厂家提供批量产品。因此,急需提高国内产品质量,有必要制定双程钛镍记忆合金丝材标准指导该合金的应用和推广。

（二）项目的可行性简介

目前双程钛镍形状记忆合金丝材已经能够稳定批量生产直径达到 0.025mm 产品,其氧含量、碳含量和双程记忆效应都达到了国际先进水平,在航天航空驱动元件和发动机润滑油冷却驱动元件方面具有极大市场前景。目前已经实现双程钛镍形状记忆合金丝材在航天和汽车工业供货销售。

本标准的制定将有力推动电驱动双程钛镍记忆合金丝材在航空航天和汽车、船舶领域应用和质量提高。

(三) 标准的先进性、创新性、标准实施后预期产生的经济效益和社会效益

本标准根据我国情况首次制定，填补了国内双程钛镍形状记忆合金丝材的一项空白。通过本标准的修订，可使我国双程钛镍形状记忆合金丝材的技术要求更加规范、合理，使我国双程钛镍形状记忆合金丝材的整体质量水平进一步提升，对促进我国双程钛镍形状记忆合金丝材生产应用的有序化和规范化将产生积极作用，对推广我国形状记忆合金材料的发展将产生重要影响。

六、采用国际标准和国外先进标准的情况

暂未查询到相关国际标准和国外先进标准。

七、与现行法律、法规、强制性国家标准相关标准协调配套情况

本标准制订时，考虑到与国际标准和规范的接轨，部分产品的技术要求与国外现行标准保持一致或更严，在标准的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等方面与国内相关标准协调一致；制定的《双程钛镍形状记忆合金丝材》从技术上保证了产品使用的安全性和可靠性，条文精炼表述清楚，技术要求全面、准确、科学、合理；标准的格式和表达方式等方面完全执行了现行的国家标准和有关法规，符合 GB/T 1.1-2020 的有关要求。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

暂无重大分歧意见。

九、标准性质的建议说明

鉴于本标准规定的双程钛镍形状记忆合金丝材，不涉及人身及设备安全的内容，其属产品标准，不属于安全性标准。依据标准化法和有关规定，建议本标准作为推荐性行业标准推广使用。

十、贯彻标准的要求和措施建议

1、首先应在实施前保证标准文本的充足供应，使每个制造厂、使用单位以及检测机构等都能及时获取本标准文本，这是保证标准贯彻实施的基础。

2、本次制订的《双程钛镍形状记忆合金丝材》，不仅与生产企业有关，而且与使用单位、检测机构等相关。对于标准使用过程中容易出现的疑问，起草单位有义务进行必要的解

释。

3、可以针对标准使用的不同对象，如生产企业、质量监管等相关部门，有侧重点地进行标准的培训和宣贯，以保证标准的贯彻实施。

4、建议本标准批准发布 6 个月后实施。

十一、废止现行有关标准的建议

本标准为首次制定，不涉及标准废止。

十二、其他应予说明的事项

本标准发布实施后，将使我国双程钛镍形状记忆合金丝材的整体质量水平进一步提升，为双程钛镍形状记忆合金丝材的推广使用打下坚实基础，对促进我国形状记忆合金材料的发展将产生深远的影响。

《双程钛镍形状记忆合金丝材》编制组

2023 年 6 月