

# 钛中间合金 第 2 部分：三元合金

(国家标准编制说明)

(讨论稿)

《钛中间合金 第 2 部分：三元合金》编制组

主编单位：大连融德特种材料有限公司

2026 年 03 月 09 日

# 《钛中间合金 第 2 部分：三元合金》编制说明

## 一、工作简况

### （一）任务来源

2025 年 10 月 31 日，根据《国家标准委关于下达 2025 年第十批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》（国标委发〔2025〕58 号）文件要求。国家标准《钛中间合金 第 2 部分：三元合金》制定项目由全国有色金属标准化技术委员会归口，计划编号为 20255626-T-610，项目周期为 18 个月，完成年限为 2027 年 4 月。

《钛中间合金 第 2 部分：三元合金》国家标准由大连融德特种材料有限公司负责起草，参编单位有宝鸡钛业股份有限公司、宝钛集团有限公司、宝钛特种金属有限公司、承德天大钒业股份有限公司、忠世高新材料股份有限公司、西部超导材料科技股份有限公司、西部钛业有限责任公司、陕西天成航空材料有限公司、中色（宁夏）东方集团有限公司、新疆湘润新材料科技有限公司、湖南湘投金天钛业科技股份有限公司、湖南湘投金天新材料有限公司、攀钢集团钒钛资源股份有限公司、宝武特冶钛金科技有限公司和宝武特种冶金有限公司等。

### （二）主要参加单位和工作成员及其所作的工作

#### 2.1 主要参加单位情况

标准主编单位大连融德特种材料有限公司在标准编制过程中，能积极主动收集国内外的产品标准，根据客户需求，结合现场实际生产情况，制定标准讨论初稿；标准完善过程中，积极调动编制组成员单位收集产品各项数据，组织进行各项验证试验，带领编制组成员单位认真细致修改标准文本，征求多家企业的修改意见，最终带领编制组完成标准的编制工作。

承德天大钒业有限责任公司、宝钛集团有限公司、攀钢集团钒钛资源股份有限公司和忠世高新材料股份有限公司积极参加标准工作会议，大力推广三元合金，协助标准编写，帮助协调参编单位交流合作，为标准编制和标准说明的撰写提出了宝贵的意见和建议，在编制组中发挥骨干作用。

西部超导材料科技股份有限公司、西部钛业有限责任公司、新疆湘润新材料科技有限公司、陕西天成航空材料有限公司和中色（宁夏）东方集团有限公司等积极参与讨论和修改标准的各个版本，为标准的编制和编制说明编写提出了宝贵的意见和建议。在标准的关键技术参数和检验中，根据各自使用情况和检测方法进行了产品使用并提供了试验数据，在标准编制过程中发挥了积极的作用。

#### 2.2 主要工作成员所负责的工作情况

为了更好完成该标准的起草任务，成立了标准编制工作组，编制组主要成员及分工见表 1。

表 1 编制组成员及工作职责

成员姓名	起草单位	工作职责
	大连融德特种材料有限公司	负责标准项目的实施、组织协调和推进，负责标准文件和编制说明的编写
		参与标准文件和编制说明的编写
		负责标准文件的把关，标准编写材料的收集、整理与分析，标准试验验证样品的准备，参与标准试验方案的确定
		负责确定标准试验方案和方法，组织开展标准试验验证，提供验证数据与结果分析

--	--	--

### **(三) 主要工作过程**

#### **3.1 预研阶段**

2024年12月，大连融德特种材料有限公司成立《钛中间合金 第2部分：三元合金》国家标准编制项目组，项目组由具有长期标准制修订经验及中间合金研发及生产的工程师组成。项目组对三元合金的生产企业、用户单位进行了分析调研，通过市场调研和查阅相关文献，确定了标准制订方案并形成了标准草案。

#### **3.2 立项阶段**

大连融德特种材料有限公司于2025年4月在云南省昆明市召开的《全国有色金属标准项目论证会暨标准工作会议》上向稀有金属全体委员提交了《钛中间合金 第2部分：三元合金》标准项目建议书、标准草案及标准立项说明等材料，由秘书处组织委员投票，会议论证结论为统一将《钛中间合金 第2部分：三元合金》标准作为国家标准立项。

#### **3.3 起草阶段**

##### **3.3.1 任务落实**

2025年11月10日，由全国有色金属标准化技术委员会稀有金属分技术委员会在杭州市组织召开了《钛中间合金 第2部分：三元合金》国家标准制订任务落实及协调会议，主编单位对标准的主要技术内容及编制进度进行了汇报，各相关单位对标准的技术指标进行了充分讨论，并确定了标准编制组：大连融德特种材料有限公司、宝钛集团有限公司、宝钛特种金属有限公司、承德天大钒业股份有限公司、忠世高新材料股份有限公司、西部超导材料科技股份有限公司、西部钛业有限责任公司、陕西天成航空材料有限公司、中色（宁夏）东方集团有限公司、新疆湘润新材料科技有限公司、湖南湘投金天钛业科技股份有限公司、湖南湘投金天新材料有限公司、攀钢集团钒钛资源股份有限公司、宝武特冶钛金科技有限公司和宝武特种冶金有限公司等单位。

##### **3.3.2 调研**

2025年11月~2026年2月，编制组根据任务落实会议要求，向全国主要中间合金生产企业、使用单位及科研院所开展了全面广泛的调研活动，汇总了近年来市场需求及用户对产品的反馈意见。在数据调研过程中，向包括宝钛集团有限公司、承德天大钒业股份有限公司、忠世高新材料股份有限公司、西部超导材料科技股份有限公司、西部钛业有限责任公司、陕西天成航空材料有限公司、中色（宁夏）东方集团有限公司、新疆湘润新材料科技有限公司和湖南湘投金天钛业科技股份有限公司、攀钢集团钒钛资源股份有限公司等相关单位进行调研，调研内容涵盖企业基本信息、了解了工艺、产能、规格及质量控制情况、技术要求等全面的数据，其中技术要求主要有以下几个方面：产品规格、化学成分及杂质元素范围、产品尺寸及允许偏差、外观质量等。

编制组依据调研结果，起草了标准草案，并组织所有参编单位进行了讨论修改，形成了《钛中间合金 第2部分：三元合金》讨论稿和讨论稿编制说明。

##### **3.3.3 讨论会**

2026年3月由全国有色金属标准化技术委员会主持，在浙江省绍兴市召开了《钛中间合金 第2部分：三元合金》国家标准讨论会议，来自全国有色稀有金属标准化分技术委员会。

标准编制组依据讨论会意见和建议对讨论稿进行了整理修改后，于2026年4月形成了标准征求意见稿。

#### **3.4 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方法进行了广泛的征求意见。

在征求意见阶段，共发函 家相关生产应用单位和科研院所，回函的单位共 家，回函并有意见或意见的单位共 家，没有回函的单位共 家，经编制组整理归纳，共梳理出 条修改意

见，详见征求意见稿意见汇总处理表。

## 4 审查阶段

### 4.1 技术专家审查

### 4.2 委员审查

## 5 报批阶段

## 二、标准编制原则

### 1 原则性

本标准严格按照 GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定格式进行编写。

### 2 适用性

本标准在编制过程中，始终遵循满足市场需求、技术内容合理、检测方法可行的原则，在充分调研了镍中间合金的生产和使用状况的基础上，以目前主要生产厂家水平及使用单位的原料技术要求为主要制定依据，充分反映了当前行业的技术水平，具有良好的行业适用性。

### 3 先进性

通过本标准的制定，促进钛中间合金的规范和标准化，为国内相关行业提供技术指导，对推动行业技术进步起到积极作用。

## 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）确定标准主要内容及依据

#### 1.1 产品分类

钛是一种重要的国防战略材料，其具有强度高、耐腐蚀性好、耐热性高、低密度、抗蠕变性能好等众多优点。钛合金是在纯钛中加入一种或几种其它合金元素，通过真空自耗电弧熔炼（VAR）等工艺制备而成的一类合金，随着我国航空、航天、舰船和兵器等工业的快速发展，其被广泛用于军工、航空航天、海洋工程、化工医疗等行业。钛合金用主要合金元素有 Al、V、Mo、Fe、Cr、Nb、Ta 等。

通过调研三元合金生产厂家和使用单位产品状况，根据添加元素的不同，三元合金的名称、牌号、粒度和生产方法如表 1 所示。

表 1 三元合金名称、牌号、粒度和生产方法

产品名称	牌号	形状	粒度, mm	生产方法
钒铝铁中间合金	V60Al28Fe12、V69Al19Fe12、 V25Al25Fe50、V45Al10Fe45	颗粒状	0.25-3	金属热还原法
钼铁铝中间合金	Mo56Fe31Al13、Mo62Fe24Al14		0-6	金属热还原法
铝钼硅中间合金	Al54Mo42Si4		0-3	真空感应熔炼法
钼钒铝中间合金	Mo40V40Al20、Mo45V35Al20、 Mo25V25Al50		0-3	金属热还原法
	Mo12V12Al76		0-3	真空感应熔炼法
钼铬铝中间合金	Mo33Cr33Al34、Mo43Cr24Al33、 Mo40Cr40Al20		0-3	金属热还原法、 真空感应熔炼法
钼铌铝中间合金	Mo42Nb46Al12、Mo73Nb13Al14		0-1	金属热还原法

钼铝中间合金	Mo38Zr32Al30、Mo42Zr18Al40、 Mo43Zr25Al32		0-3	真空感应熔炼法
钒铬铝中间合金	V30Cr55Al15、V48Cr41Al11、 V50Cr25Al25、V70Cr14Al16		0-3	金属热还原法
钼铝钛中间合金	Mo55Al40Ti5、Mo60Al30Ti5		0-3	金属热还原法、 真空感应熔炼法
铌铝钛中间合金	Nb50Al45Ti5、Nb72Al16Ti12		0-3	金属热还原法
钒铝锡中间合金	V42Al53Sn5、V80Al15Sn5		0-3	金属热还原法
铝铌钽中间合金	Al40Nb30Ta30、Al30Nb30Ta40		0-3	金属热还原法、 真空感应熔炼法
	Al58Nb10Ta32、Al48Nb16Ta36	屑状	(0.08-1.0) × (3-15) × (3- 15)	真空感应熔炼法

## 1.2 化学成分

三元合金的牌号及化学成分应符合表 2 的规定。

表 2 化学成分

% (质量分数)

牌号	主要元素含量			杂质元素含量, 不大于				
	V	Al	Fe	Si	C	O	N	
V60Al28Fe12	57.0~62.0	余量	10.0~14.0	0.2	0.1	0.1	0.05	
V69Al19Fe12	67.0~72.0	余量	10.0~14.0	0.2	0.1	0.1	0.05	
V25Al25Fe50	23.0~27.0	余量	48.0~52.0	0.2	0.1	0.1	0.05	
V45Al10Fe45	43.0~47.0	余量	43.0~47.0	0.2	0.1	0.1	0.05	
牌号	主要元素含量			杂质元素含量, 不大于				
	Mo	Fe	Al	Si	C	O	N	
Mo56Fe31Al13	54.0~58.0	29.0~33.0	余量	0.2	0.05	0.1	0.05	
Mo62Fe24Al14	71.0~75.0	11.0~15.0	余量	0.2	0.05	0.1	0.05	
牌号	主要元素含量			杂质元素含量, 不大于				
	Mo	Si	Al	Fe	C	O	N	
Al54Mo42Si4	40.0~45.0	3.0~5.0	余量	0.25	0.1	0.15	0.05	
牌号	主要元素含量			杂质元素含量, 不大于				
	Mo	V	Al	Fe	Si	C	O	N
Mo40V40Al20	38.0~42.0	38.0~42.0	余量	0.25	0.2	0.1	0.1	0.05
Mo45V35Al20	43.0~47.0	33.0~37.0	余量	0.25	0.2	0.1	0.1	0.05
Mo25V25Al50	23.0~27.0	23.0~27.0	余量	0.25	0.2	0.1	0.1	0.05
Mo12V12Al76	10.0~14.0	10.0~14.0	余量	0.25	0.2	0.1	0.1	0.05
牌号	主要元素含量			杂质元素含量, 不大于				
	Mo	Cr	Al	Fe	Si	C	O	N
Mo33Cr33Al34	31.0~35.0	31.0~35.0	余量	0.25	0.2	0.05	0.1	0.05
Mo43Cr24Al33	41.0~45.0	22.0~26.0	余量	0.25	0.2	0.05	0.1	0.05

Mo40Cr40Al20	38.0~42.0	38.0~42.0	余量	0.25	0.2	0.05	0.1	0.05
牌号	主要元素含量			杂质元素含量, 不大于				
	Mo	Nb	Al	Fe	Si	C	O	N
Mo42Nb46Al12	40.0~44.0	44.0~48.0	余量	0.25	0.2	0.05	0.1	0.05
Mo73Nb13Al14	71.0~75.0	11.0~15.0	余量	0.25	0.2	0.05	0.1	0.05
牌号	主要元素含量			杂质元素含量, 不大于				
	Mo	Zr	Al	Fe	Si	C	O	N
Mo38Zr32Al30	36.0~40.0	30.0~34.0	余量	0.25	0.2	0.05	0.1	0.05
Mo42Zr18Al40	40.0~44.0	16.0~20.0	余量	0.25	0.2	0.05	0.1	0.05
Mo43Zr25Al32	41.0~45.0	23.0~27.0	余量	0.25	0.2	0.05	0.1	0.05
牌号	主要元素含量			杂质元素含量, 不大于				
	V	Cr	Al	Fe	Si	C	O	N
V30Cr55Al15	28.0~32.0	53.0~57.0	余量	0.25	0.2	0.1	0.1	0.05
V48Cr41Al11	46.0~50.0	39.0~43.0	余量	0.25	0.2	0.1	0.1	0.05
V50Cr25Al25	48.0~52.0	23.0~27.0	余量	0.25	0.2	0.1	0.1	0.05
V70Cr14Al16	68.0~72.0	12.0~16.0	余量	0.25	0.2	0.1	0.1	0.05
牌号	主要元素含量			杂质元素含量, 不大于				
	Mo	Al	Ti	Fe	Si	C	O	N
Mo55Al40Ti5	48.0~55.0	余量	3.0~7.0	0.15	0.1	0.05	0.1	0.05
Mo60Al30Ti5	55.0~62.0	余量	3.0~7.0	0.15	0.1	0.05	0.1	0.05
牌号	主要元素含量			杂质元素含量, 不大于				
	Nb	Al	Ti	Fe	Si	C	O	N
Nb50Al45Ti5	48.0~52.0	余量	3.0~7.0	0.25	0.2	0.1	0.15	0.1
Nb72Al16Ti12	70.0~74.0	余量	10.0~14.0	0.25	0.2	0.1	0.15	0.1
牌号	主要元素含量			杂质元素含量, 不大于				
	V	Sn	Al	Fe	Si	C	O	N
V42Al53Sn5	40.0~44.0	3.0~6.0	余量	0.3	0.2	0.1	0.1	0.05
V80Al15Sn5	79.0~83.0	3.0~6.0	余量	0.3	0.2	0.1	0.1	0.05
牌号	主要元素含量			杂质元素含量, 不大于				
	Nb	Ta	Al	Fe	Si	C	O	N
Al40Nb30Ta30	28.0~32.0	28.0~32.0	余量	0.15	0.1	0.05	0.1	0.05
Al30Nb30Ta40	28.0~32.0	38.0~42.0	余量	0.15	0.1	0.05	0.1	0.05
Al58Nb10Ta32	8.0~12.0	30.0~34.0	余量	0.15	0.1	0.05	0.1	0.05
Al48Nb16Ta36	14.0~18.0	34.0~38.0	余量	0.15	0.1	0.05	0.1	0.05

### 1.3 粒度及允许偏差

1.3.1 产品为颗粒状或屑状交货, 粒度或屑状粒度应不超过表 1 的规定, 允许有少量超出粒度或屑状粒度范围的产品, 但其数量应不超过交付批重的 4%。

1.3.2 需方若对产品的粒度有特殊要求时, 由供需双方协商确定。

#### **1.4 外观质量**

三元合金产品表面应洁净，不允许有目视可见的氧化膜，疏松孔洞，其他金属和非金属杂质、油污或其他污染物。

#### **1.5 高密度夹杂**

三元合金产品应无高密度夹杂或其他外来物。

## (二) 主要试验及验证情况分析

### 2.1 产品分类及化学成分

对国内主要生产单位和使用单位的三元合金产品的化学成分数据进行了收集分析，同时参考现有的三元合金行业标准（钒铝铁，钼钒铝，铝钼铬），汇总结果见表3-表15。

表 3. 国内主要厂家三元合金的化学成分（VAIFe）

厂家	牌号	主元素/%			杂质元素（不大于）/%							粒度要求 /mm
		V	Fe	Al	Si	C	O	N	Cr	S	P	
厂家 1	Al-60V-12Fe	57.0-61.0	10.5-13.5	余量	0.30	0.10	0.15					0.25-3.0
拟制定标准	V60Al28Fe12	57.0-62.0	10.0-14.0	余量	0.20	0.10	0.10	0.05				0.25-3
厂家 1	VAIFe	69.32	11.71	18.56			0.05					/
厂家 2	VAIFe	67.0-70.0	10.0-14.0	余量	0.25	0.12	0.18					/
厂家 3	V69Al19Fe12	67.0-71.0	11.0-16.0	余量								0.25-3.0
厂家 4	VAIFe-1	67.0-71.0	9.0-13.0	余量	0.30	0.10	0.15					0.25-3.0
厂家 5	V69Al19Fe12	67.0-72.0	10.0-16.0	余量	0.30	0.10	0.30	0.05				0.5-3.0
厂家 6	VAIFe 69:19:12	67-72	10.0-14.0	17-23	0.20	0.10	0.10	0.05				0.25-3.15, 1-6
厂家 7	V69Al19Fe11	67.0~72.0	10.0~16.0	17.0~23.0	≤0.25	≤0.10	≤0.15	≤0.05	≤0.05			0.25-3.15
厂家 8	V69Al19Fe12	67.0-72.0	10.0-14.0	余量	0.20	0.10	0.10	0.05				
厂家 9	V69Al19Fe12	67.0-72.0	10.0-16.0	余量	0.30	0.10	0.30	0.05				≤3
厂家 10	V72Fe13Al	68.0-72.0	10.0-13.0	余量	0.30	0.08	0.20	0.08	0.10	0.01	0.02	0.5-6.0
厂家 11	VAIFe-2	71.0-75.0	10.5-13.5	余量	0.30	0.10	0.15					0.25-3.0
拟制定标准	V69Al19Fe12	67.0-72.0	10.0-14.0	余量	0.20	0.10	0.10	0.05				0.25-3
厂家 1	V25Al25Fe50	23.0-27.0	48.0-52.0	余量	0.20	0.10	0.10	0.05				0-3
拟制定标准	V25Al25Fe50	23.0-27.0	48.0-52.0	余量	0.20	0.10	0.10	0.05				0.25-3

厂家 1	V45Al10Fe45	43.0-47.0	43.0-47.0	余量	0.20	0.10	0.10	0.05				0-3
拟制定标准	V45Al10Fe45	43.0-47.0	43.0-47.0	余量	0.20	0.10	0.10	0.05				0.25-3

表 4. 国内主要厂家三元合金的化学成分 (MoVAl)

厂家	牌号	主元素/%			杂质元素 (不大于) /%								粒度要求 /mm
		Mo	V	Al	Fe	Si	C	O	N	Cr	S	P	
厂家 1	Mo15V15Al70	11.0-13.0	11.0-13.0	余量	0.30	0.20	0.10	0.15	0.10				<1.0
厂家 2	Mo15V15Al70	11.0-13.0	11.0-13.0	余量									0.5-3
行标	Mo15V15Al70	11.0-13.0	11.0-13.0	余量	0.25	0.20	0.10	0.15	0.10				≤3
拟制定标准	Mo12V12Al76	10.0-14.0	10.0-14.0	余量	0.25	0.20	0.10	0.10	0.05				0-3
厂家 1	V30Mo22Al	18.0-22.0	26.0-30.0	余量	0.30	0.30	0.08	0.20	0.08	0.10	0.01	0.02	0.5-6.0
厂家 2	AlVMo-6	20.0-30.0	20.0-30.0	余量	0.25		0.10	0.15					
厂家 3	Mo25V25Al50	23.0-27.0	23.0-27.0	余量	0.25	0.20	0.10	0.10	0.05				0-3
拟制定标准	Mo25V25Al50	23.0-27.0	23.0-27.0	余量	0.25	0.20	0.10	0.10	0.05				0-3
厂家 1	Mo40V40Al20	38.0-42.0	38.0-42.0	余量									0.5-3
厂家 2	Mo40V40Al20	38.0-42.0	38.0-42.0	余量	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10				<1.0
厂家 3	Mo40V40Al20	38.0-42.0	38.0-42.0	余量	0.25	0.20	0.10	0.10	0.05				0-3
行标	Mo40V40Al20	38.0-42.0	38.0-42.0	余量	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10				≤3
拟制定标准	Mo40V40Al20	38.0-42.0	38.0-42.0	余量	0.25	0.20	0.10	0.10	0.05				0-3
厂家 1	AlMoV	41.03	39.74	18.84				0.04					≤3
厂家 2	Mo42V38Al20	40.0-44.0	36.0-40.0	余量	≤0.30	≤0.30	≤0.05	≤0.10	≤0.05				0~3.0
厂家 3	Mo42V38Al20	40.0-44.0	36.0-40.0	余量	0.25	0.15	0.05	0.05	0.10		0.05		0-3
厂家 4	AlVMo	44.50	36.16	14.61	4.36	0.15	0.03	0.02					1-6

厂家 5	MoVAl 40:40:20	41-43	38-41	余量	0.30	0.30	0.15	0.15	/				≤3.0, 0.25-6.0
拟制定标准	Mo42V38Al20	40.0-44.0	36.0-40.0	余量	0.25	0.20	0.10	0.10	0.05				0-3
厂家 1	Mo43V42Al15	41.0-45.0	40.0-44.0	≤16.0	0.30	0.25	0.05	0.10	0.05				<1.0
厂家 2	Mo44V43Al13	43.0-46.0	41.0-44.0	≤13.5	0.30	0.25	0.05	0.10	0.05				<1.0
厂家 3	Mo45V42Al13	43-47	40-44	余量	0.25	0.15	0.05	0.05	0.10				0-3
厂家 4	MoVAl 45:35:20	43-47	33-37	余量	0.30	0.20	0.10	0.10	0.05				≤3.0, 0.25-6.0
厂家 5	Mo45V35Al20	43.0-47.0	33.0-37.0	余量	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10				<1.0
厂家 6	Mo45V35Al20	43.0-47.0	33.0-37.0	余量	0.25	0.15	0.05	0.05	0.10				0.5-3
厂家 7	Mo45V35Al20	43.0-47.0	33.0-37.0	余量	0.25	0.20	0.10	0.10	0.05				
行标	Mo45V35Al20	43.0-47.0	33.0-37.0	余量	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10				≤3
拟制定标准	Mo45V35Al20	43.0-47.0	33.0-37.0	余量	0.25	0.20	0.10	0.10	0.05				0-3

表 5. 国内主要厂家三元合金的化学成分 (VCrAl)

厂家	牌号	主元素/%			杂质元素 (不大于) /%							粒度要求 /mm	
		V	Cr	Al	Fe	Si	C	O	N	S	P		
厂家 1	V30Cr55Al15	29.5-32.5	54.0-58.0	余量									0.5-3
拟制定标准	V30Cr55Al15	28.0-32.0	53.0-57.0	余量	0.25	0.20	0.10	0.10	0.05				
厂家 1	AlVCr 14:48:38	45-50	35-40	余量	0.30	0.30	0.05	0.10	0.10				≤3.0, 0.25- 6.0
厂家 2	V48Cr41Al11	46.0-50.0	39.0-43.0	余量									0.5-3
厂家 3	VCrAl48:41:11	46.0-50.0	39.0-43.0	余量	0.25	0.15	0.05	0.10	0.05				
厂家 4	AlVCr-1	46.0-52.0	38.0-45.0	余量	0.25		0.10	0.15					/
拟制定标准	V48Cr41Al11	46.0-50.0	39.0-43.0	余量	0.25	0.20	0.10	0.10	0.05				0-3

厂家 1	V50Cr25Al25	48.0-52.0	23.0-27.0	余量								0.5-3
拟制定标准	V50Cr25Al25	48.0-52.0	23.0-27.0	余量	0.25	0.20	0.10	0.10	0.05			0-3
厂家 1	V69Cr16Al	65.0-69.0	13.0-16.0	余量	0.30	0.30	0.08	0.20	0.08	0.01	0.02	0.5-6.0mm
厂家 2	VCrAl72:14:14	70.0-74.0	12.0-16.0	12.0-16.0	0.25	0.30	0.10	0.10	0.10			
拟制定标准	V70Cr14Al16	68.0-72.0	12.0-16.0	余量	0.25	0.20	0.10	0.10	0.05			0-3

表 6. 国内主要厂家三元合金的化学成分 (AlNbTa)

厂家	牌号	主元素/%			杂质元素 (不大于) /%					粒度要求/mm
		Ta	Nb	Al	Fe	Si	C	O	N	
厂家 1	AlNbTa-2	26.0-32.0	26.0-32.0	余量	0.25		0.10	0.15		/
厂家 2	Al40Nb30Ta30	28.0~32.0	28.0~32.0	余量	≤0.30	≤0.30	≤0.05	≤0.010		0.25-3.0
厂家 3	Ta30Nb30Al40	28.0-32.0	28.0-32.0	余量	0.15	0.10	0.05	0.10	0.05	0.25-3
拟制定标准	Al40Nb30Ta30	28.0-32.0	28.0-32.0	余量	0.15	0.10	0.05	0.10	0.05	
厂家 1	Al58Ta32Nb10	28.0-34.0	8.0-12.0	余量	0.30	0.30	0.05	0.10		屑 (长 5-25 宽 3-10 厚 0-1)
厂家 2	AlNb10Ta32	30-34	8-12.0	余量	0.15	0.10	0.10	0.10	0.10	(5-12)×(5-12) ×(≤1)
厂家 3	Al58Nb10Ta32	30.0-34.0	8.0-12.0	余量	0.15	0.08	0.05	0.10	0.05	
拟制定标准	Al58Nb10Ta32	30.0-34.0	8.0-12.0	余量	0.15	0.10	0.05	0.10	0.05	
厂家 1	AlNbTa-3	32.0-40.0	16.0-20.0	余量	0.15		0.10	0.10		/
厂家 2	Al48Nb15Ta37	35.0-39.0	13.0-17.0	余量	0.15	0.08	0.05	0.10	0.05	
厂家 3	AlNb15Ta36	35-38	13-16	余量	0.15	0.10	0.10	0.10	0.10	(5-12)×(5-12)

										×(≤1)
拟制定标准	Al48Nb16Ta36	34.0-38.0	14.0-18.0	余量	0.15	0.10	0.05	0.10	0.05	
厂家 1	Al30Nb30Ta40	38.0-42.0	28.0-32.0	余量	0.15	0.10	0.05	0.10	0.05	
拟制定标准	Al30Nb30Ta40	38.0-42.0	28.0-32.0	余量	0.15	0.10	0.05	0.10	0.05	

表 7. 国内主要厂家三元合金的化学成分 (MoAlTi)

厂家	牌号	主元素/%			杂质元素 (不大于) /%					粒度要求/mm
		Mo	Ti	Al	Fe	Si	C	O	N	
厂家 1	AlMoTi 40:55:5	53-57	4-7	余量		0.10	0.10	0.10	0.05	≤6.0
厂家 2	Mo50Al45Ti5	50-55	0-5	余量	0.15	0.10	0.05	0.15	0.05	≤3.0
厂家 3	Mo50Ti8Al42	48.0- 52.0	6.0- 9.0	余量	0.10	0.10	0.05	0.15	0.05	≤3.0
拟制定标准	Mo55Al40Ti5	48.0- 55.0	3.0- 7.0	余量	0.15	0.10	0.05	0.10	0.05	0-3
厂家 1	AlMoTi	59.46	4.83	35.59	0.04	0.04	0.01	0.02	0.00	1-6
厂家 2	Mo60Al35Ti5	55-65	0-5	余量	0.15	0.10	0.05	0.15	0.05	≤3.0
拟制定标准	Mo60Al30Ti5	55.0- 62.0	3.0- 7.0	余量	0.15	0.10	0.05	0.10	0.05	0-3

表 8. 国内主要厂家三元合金的化学成分 (NbAlTi)

厂家	牌号	主元素/%			杂质元素 (不大于) /%					粒度要求/mm
		Nb	Ti	Al	Fe	Si	C	O	N	
厂家 1	AlNbTi 45:50:5	47-53	3-7	余量	0.25	0.25	0.10	0.15	0.10	≤3.0, 0.25- 6.0
厂家 2	Nb50Al45Ti5	48-52	3-6	余量	0.25	0.20	0.10	0.15	0.10	
拟制定标准	Nb50Al45Ti5	48.0- 52.0	3.0- 7.0	余量	0.25	0.20	0.10	0.15	0.10	0-3
厂家 1	AlNbTi 16:72:12	69-75	9-15	余量	0.25	0.25	0.10	0.15	0.10	≤3.0, 0.25- 6.0
厂家 2	AlNbTi 77:13:14	75-79	12-16	余量	0.25	0.20	0.10	0.15	0.10	
拟制定标准	Nb72Al16Ti12	70.0- 74.0	10.0- 14.0	余量	0.25	0.20	0.10	0.15	0.10	0-3

表 9. 国内主要厂家三元合金的化学成分 (AlMoSi)

厂家	牌号	主元素/%			杂质元素 (不大于) /%				粒度要求/mm
		Mo	Si	Al	Fe	C	O	N	
厂家 1	AlMoSi 56:40:4	40-44	4-4.5	余量	0.20	0.08	0.09	0.05	0.25-6
厂家 2	AlMoSi-1	40.0-	4.0-4.5	余量	0.35	0.10	0.15		

		45.0							
厂家 3	Al54Mo42Si4	40.0-45.0	4.0-4.5	余量	0.25	0.10	0.15	0.05	
拟制定标准	Al54Mo42Si4	40.0-45.0	3.0-5.0	余量	0.25	0.10	0.15	0.05	0-3

表 10. 国内主要厂家三元合金的化学成分 (VAISn)

厂家	牌号	主元素/%			杂质元素 (不大于) /%					粒度要求/mm
		V	Sn	Al	Fe	Si	C	O	N	
厂家 1	AlV42Sn5	40-45	4-6	余量	0.30	0.30	0.10	0.15		≤3.0, 0.25-6.0
拟制定标准	V42Al53Sn5	40.0-44.0	3.0-6.0	余量	0.30	0.20	0.10	0.10	0.05	0-3
厂家 1	VAISn-1	79.0-83.0	3.0-6.0	余量	0.30		0.15	0.20		
厂家 2	V80Al15Sn5	79.0-83.0	3.0-6.0	余量	0.30	0.20	0.10	0.10	0.05	
拟制定标准	V80Al15Sn5	79.0-83.0	3.0-6.0	余量	0.30	0.20	0.10	0.10	0.05	0-3

表 11. 国内主要厂家三元合金的化学成分 (MoCrAl)

厂家	牌号	主元素/%			杂质元素 (不大于) /%					粒度要求/mm
		Mo	Cr	Al	Fe	Si	C	O	N	
厂家 1	AlMoCr 34:33:33	33-35	33-35	余量	0.30	0.30	0.05	0.10	0.05	
厂家 2	Al33Mo33Cr34	31.0-35.0	32.0-36.0	余量	0.25	0.20	0.05	0.10	0.05	0-3
行标	Al33Mo33Cr34	31.0-35.0	32.0-36.0	余量	0.20	0.20	0.10	0.20	0.05	≤6.0
拟制定标准	Mo33Cr33Al34	31.0-35.0	31.0-35.0	余量	0.25	0.20	0.05	0.10	0.05	0-3
厂家 1	AlMoCr 19:43:38	35-45	35-45	余量	0.30	0.30	0.05	0.10	0.05	≤3.0, 0.25-6.0
拟制定标准	Mo40Cr40Al20	38.0-42.0	38.0-42.0	余量	0.25	0.20	0.05	0.10	0.05	0-3
行标	Al33Mo43Cr24	41.0-45.0	22.0-26.0	余量	0.25	0.30	0.15	0.20	0.05	≤6.0mm

拟制定标准	Mo43Cr24Al33	41.0-45.0	22.0-26.0	余量	0.25	0.20	0.05	0.10	0.05	0-3
-------	--------------	-----------	-----------	----	------	------	------	------	------	-----

表 12. 国内主要厂家三元合金的化学成分 (MoNbAl)

厂家	牌号	主元素/%			杂质元素 (不大于) /%					粒度要求 /mm
		Mo	Nb	Al	Fe	Si	C	O	N	
厂家 1	AlMoNb 13:41:46	40-42	45-46	余量	0.20	0.10	0.07	0.10	0.05	≤3.0, 0.25-6.0
厂家 2	Mo40Nb50Al10	38-42	48-52	余量	0.18	0.12	0.05	0.20	0.05	
拟制定标准	Mo42Nb46Al12	40.0-44.0	44.0-48.0	余量	0.25	0.20	0.05	0.10	0.05	0-3
厂家 1	Mo72Nb14Al14	70-74	12-16	余量	0.18	0.12	0.05	0.20	0.05	
厂家 2	AlMoNb 9:73:18	72-74	17-19	余量	0.30	0.10	0.07	0.10	0.05	
拟制定标准	Mo73Nb13Al14	71.0-75.0	11.0-15.0	余量	0.25	0.20	0.05	0.10	0.05	

表 13. 国内主要厂家三元合金的化学成分 (MoFeAl)

厂家	牌号	主元素/%			杂质元素 (不大于) /%				粒度要求 /mm
		Mo	Fe	Al	Si	C	O	N	
厂家 1	AlMoFe 13:56:31	53-58	30-35	余量	0.20	0.10	0.10	0.05	1-6
拟制定标准	Mo56Fe31Al13	54.0-58.0	29.0-33.0	余量	0.20	0.05	0.10	0.05	0-3
厂家 1	Mo62Fe24Al14	71.0-75.0	11.0-15.0	余量	0.20	0.05	0.10	0.05	
拟制定标准	Mo62Fe24Al14	71.0-75.0	11.0-15.0	余量	0.20	0.05	0.10	0.05	0-3

表 14. 国内主要厂家三元合金的化学成分 (MoZrAl)

厂家	牌号	主元素/%			杂质元素 (不大于) /%					粒度要求/mm
		Mo	Zr	Al	Fe	Si	C	O	N	
厂家 1	AlMoZr 35:35:30	35-40	30-35	余量	0.18	0.18	0.05	0.10	0.10	0.25-6
厂家 2	Mo42Zr18Al40	40.0-44.0	16.0-20.0	余量	0.25	0.20	0.10	0.10	0.05	
厂家 3	Mo43Zr25Al32	41.0-	23.0-	余量	0.25	0.20	0.10	0.10	0.05	0-3

		45.0	27.0							
拟制定标准	Mo43Zr25Al32	41.0-45.0	23.0-27.0	余量	0.25	0.20	0.05	0.10	0.05	
拟制定标准	Mo38Zr32Al30	36.0-40.0	30.0-34.0	余量	0.25	0.20	0.05	0.10	0.05	
拟制定标准	Mo42Zr18Al40	40.0-44.0	16.0-20.0	余量	0.25	0.20	0.05	0.10	0.05	

## 2.2 粒度及允许偏差

### 2.2.1 三元合金产品交货形式为颗粒状或屑状

通过对三元合金生产单位和使用单位进行调研，使用单位根据自己具体工艺情况对三元合金有不同的粒度要求，大多数都集中在 0-6mm 或者 0-3mm 这个范围。生产单位根据客户不同的需求，都可满足要求。部分产品由于无法使用机械破碎，需要车成屑状使用，屑状的粒度比较统一，均采用现有的行业标准  $(0.08-1) * (3-15) * (3-15)$  mm 这种粒度。因此在本文件中拟规定三元合金颗粒状产品的粒度为不大于 3mm，屑状粒度产品的粒度为  $(0.08-1) * (3-15) * (3-15)$  mm，生产和检测方法为过筛法或用相应精度的量具测量。客户如果有不同的粒度需求，采购时在合同（或采购单）中注明即可。

2.2.2 需方若对产品的尺寸和粒度范围有特殊要求时，由供需双方协商确定。

### 2.3. 外观质量

产品表面应洁净，不允许有目视可见的油污、氧化变色、夹杂物和其他外来物。见下图。



## 2.4. 高密度夹杂

产品应无高密度夹杂或其他外来物。

## 四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

## 五、预期达到的社会效益等情况

### （一）项目的必要性简述

三元合金作为钛合金添加剂，已经使用较长时间，是钛合金的一种必须添加剂。目前，国内钛合金行业蓬勃发展，预期会对三元合金有较高的市场需求。

目前，对于三元合金产品的种类、化学指标等缺乏技术规范，检验方法也没有统一的规定，生产企业和使用客户无法参照相关标准文件指导和规范生产及采购标准等关键技术环节。本标准发布后，对三元合金的相关技术要求等进行了标准规范，对于推动三元合金在钛合金的生产中的应用具有实际意义。

### （二）项目的可行性简述

本标准的相关指标广泛参考了目前生产企业和用户正在使用的指标，并进行了统一和规范，可以很好地为三元合金产品的生产和使用提供指导。

### （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

本标准根据三元合金生产及用户实际情况进行制订，其技术指标符合用户要求，先进合理，同时进行了数据收集和分析工作。本标准的制订充分考虑了我国钛合金生产体系和工艺技术水平状况，以及国家当前及发展的要求。通过与国外三元合金相关要求对比，本标准与国外同级别产品指标相当，部分指标优于国外产品，代表国内三元合金国家生产的先进水平，本标准达到了国内先进标准的水平。

本标准的实施满足了国内外用户、市场和产品出口的需求，通过本标准的发布实施，规范了三元合金的质量要求，为三元合金的规范化生产和销售提供参考。

三元合金是制造某些特定牌号钛合金的基础原料，该标准的顺利实施，将会对我国节能减排，环境保护等方面产生积极的影响，对于促进该产业发展、提升产品品质，具有较大的社会效益和经济效益。

## 六、采用国际标准和国外先进标准的程度

通过对国外标准数据检索查询，范围覆盖国际标准（ISO）、国际电工标准（IEC）、欧洲标准（EN）、德国标准（DIN）、英国标准（BS）、法国标准（NF）、日本工业标准（JIS）、美国标准（ANSI）、美国部分学会标准（如 ASTM, IEEE, UL, ASME）等，并未检索到现行钛中间合金 第 2 部分：三元合金国外标准。

## 七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性国家标准的协调配套情况

本标准所规定的内容，完全满足国家法律、法规的要求。与有关的现行法律、法规和强制性国家标准没有冲突。

## 八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

## 九、标准性质的建议说明

建议本标准的性质为推荐性国家标准。

## 十、贯彻标准的要求和措施建议

1. 应保证生产企业及相关用户、检测单位等能够及时获得本标准文本。

2. 建议国家相关的生产厂家、用户单位充分了解并掌握该标准内容，做好示范和推荐工作。同时在使用该标准过程中及时发现问题，提出相关意见，不断提高修改完善，更好为国家发展服务。

2. 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

无。

十二、其他应予说明的事项

无。

《钛中间合金 第 2 部分：三元合金》标准编制组  
2026 年 3 月