

CPMA 团体标准《增材制造用铁硅合金粉末》编制说明

一、工作简况

铁硅合金是一种以铁、硅为主要成分的软磁合金。铁硅合金具有磁导率高、矫顽力低、饱和磁化强度高、磁致伸缩系数低、机械性能良好等特点。当硅含量较低时（如3.5 wt%），铁硅合金具有较好的机械性能和接近纯铁的高饱和磁化强度，主要用于低频电力电子设备，如变压器铁芯、电动机和发电机定转子。当硅含量较高时（如6.5 wt%），铁硅合金具有较高的电阻率和磁导率，以及较低的铁损，主要用于高频电力电子设备，如逆变器、电磁屏蔽材料。由于硅含量升高之后，合金脆性加剧，加工性能较差，传统工艺难以制备此类合金，而增材制造技术以自由成形、快速冷却、能够调控微观组织等特点而被认为是制备铁硅合金的理想选择。铁硅合金粉末是增材制造技术制备铁硅合金的原材料，很大程度决定了最终增材制造产品的质量和性能，因此，为了指导该类合金粉末材料的生产，保证产品质量，规范供需双方贸易过程，大力推广该产品在增材制造领域的应用，引领相关企业的技术创新和技术进步，制定该产品的团体标准显得日益迫切且意义重大，该项目的实施将产生良好的社会和经济效益。

本项目的完整名称为《增材制造用铁硅合金粉末》，该标准（中文版）的项目计划发布文件号为 ，计划代号为 。

本项目由中国矿业大学主要承办，由北京理工大学、钢研纳克检测技术股份有限公司、美光(江苏)三维科技有限公司、中国科学院宁波材料技术与工程研究所、北京科技大学、中南大学、徐州工程学院、安徽工业大学协助承办；

起草阶段：项目计划下达后，2024年6月，由中国矿业大学为牵头单位，组织各起草单位成立了起草工作组开展工作。工作组对增材制造（主要是激光粉末床熔融和激光定向能量沉积增材制造技术）用铁硅合金粉末进行了全面调研，同时广泛搜集相关标准和国内外技术资料，进行了大量的研究分析、资料查证工作，结合实际应用经验，进行全面总结和归纳，在此基础上编制出《增材制造用铁硅合金粉末》标准草案初稿。

立项阶段：2024年12月9日，粉末冶金产业技术创新战略联盟（CPMA）与中国材料与试验标准化委员会粉末冶金标准化领域委员会（CSTM/FC90）组织召开本标准立项评估会，经工作组及有关专家研讨后，本标准通过立项。

征求意见阶段：

审查阶段：

报批阶段：

主要起草人及其所做的工作：刘海顺、徐春广、杨卫明负责前期调研、资料收集和统筹安排工作组各项工作，韩陈康、殷春浩、张建卫、李帅、霍军涛负责技术指标制定和编制标准文本，张响、魏明、裴宁、薛志强负责实验验证，焦杨、祝昌军、张雷、侯龙负责标准文本的审核和校正。

二、标准编制原则和确定主要内容的论据及解决的主要问题

标准编制原则：本标准按照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》，GB/T 20001.10《标准编写规则 第10部分：产品标准》给出的规则起草。本标准在编制过程中，主要以增材制造用铁硅合金粉末的生产和应用研究为基础，遵循满足市场需求、技术内容合理、检测方法可行的原则，既能满足各生产企业的技术能力水平，便于生产，又能提高增材制造构件的质量和一致性，便于应用。技术要求中技术指标的取值范围根据相关企业技术发展水平及测试数据确定。本标准符合增材制造用合金粉末的市场应用需求，具有指导作用，并能规范市场。

确定主要内容的论据：铁硅合金粉末作为制造高性能铁硅合金的重要原材料，广泛应用于航空航天、汽车、电子设备等高新技术领域。随着增材制造技术的兴起，这一技术在铁硅合金的制备中展现出了巨大的应用潜力和发展前景。为推动增材制造用铁硅合金粉末的质量与性能提升，本标准的制定具有重要意义。本标准规定了铁硅合金粉末的术语定义、技术要求、试验方法、检验规则、标志与标签、随行文件、包装、运输和贮存等各项内容，为企业提供了科学的技术指标和检测手段。这将有效促进铁硅合金粉末在增材制造领域的广泛应用，助力产业链的持续发展，满足日益增长的市场需求。

1、化学成分

本标准选取目前应用较为广泛且制备和应用成熟的增材制造用铁硅合金粉末，目前批量化生产的铁硅合金粉末组分有 FeSi_{3.5} 和 FeSi_{6.5}。产品中主要元素为 Fe、Si，通过调研相关单位生产的增材制造用铁硅合金粉末化学成分报告以及实际应用需求设置恰当合理的化学成分范围。另外，杂质元素为 C、Mn、P、S、Cr、Al、O，这些杂质的存在对于增材制造产品性能会产生不利影响，应进行控

制。本标准起草工作组经过全面调研和充分讨论，确定了铁硅合金粉末组分为 Fe-3.5Si 和 Fe-6.5Si，同时，若需方对化学成分有特殊要求，由供需双方协商确定并在订货单中注明。增材制造用铁硅合金粉末的化学成分要求如表 1 所示。

表 1 化学成分

牌号	化学成分（质量分数）/ %								
	主要元素		杂质元素						
	Fe	Si	C	Mn	P	S	Cr	Al	O
FeSi3.5	余量	3.20~3.80	≤0.03	≤0.05	≤0.02	≤0.02	≤0.10	≤0.02	≤0.08
FeSi6.5	余量	6.20~6.80	≤0.03	≤0.08	≤0.02	≤0.02	≤0.10	≤0.02	≤0.08

产品的化学成分测定按照 GB/T 223.8、GB/T 223.11、GB/T 223.59、GB/T 223.60、GB/T 223.63、GB/T 223.79、GB/T 223.85、GB/T 223.86、GB/T 11261 的规定进行。

2、粒度

增材制造用铁硅合金采用感应熔炼+惰性气体雾化工艺制备，按增材制造工艺的不同，产品粒度组成和分布有一定差别。根据激光粉末床熔融和激光定向能量沉积的不同工艺要求，调研了中晟恒安新材料科技有限公司、北京研邦新材料科技有限公司、湖南华邦粉末材料有限公司所生产的铁硅合金粉末产品数据，经过起草工作组的充分讨论，本标准规定了三类铁硅合金粉末粒度规格，第一种为 15~53 μm，第二种为 20~63 μm，这两种规格适用于激光粉末床熔融增材制造领域，第三种为 53~150 μm，适用于激光定向能量沉积增材制造领域。同时，若需方对粒度有特殊要求，由供需双方协商确定并在订货单中注明。增材制造用铁硅合金粉末的粒度要求如表 2 所示。

表 2 粒度

类别	规格(μm)	牌号	粒度组成	粒度分布	用途
I类	15~53	FeSi3.5	>53 μm 不大于 10 %	D ₁₀ ≥10 μm, 25 μm≤D ₅₀ ≤45 μm, D ₉₀ ≤65 μm	适用于激光粉末床熔融增材制造领域
		FeSi6.5	>53 μm 不大于 10 %	D ₁₀ ≥10 μm, 25 μm≤D ₅₀ ≤45 μm, D ₉₀ ≤65 μm	
II类	20~63	FeSi3.5	>63 μm 不大于 10 %	D ₁₀ ≥15 μm, 30 μm≤D ₅₀ ≤50 μm, D ₉₀ ≤75 μm	
		FeSi6.5	>63 μm 不大于 10 %	D ₁₀ ≥15 μm, 30 μm≤D ₅₀ ≤50 μm, D ₉₀ ≤75 μm	
III类	53~150	FeSi3.5	>150 μm 不大于 10 %	D ₁₀ ≥40 μm, 65 μm≤D ₅₀ ≤100 μm, D ₉₀ ≤175 μm	适用于激光定向能量沉积增材制造领域
		FeSi6.5	>150 μm 不大于 10 %	D ₁₀ ≥40 μm, 65 μm≤D ₅₀ ≤100 μm, D ₉₀ ≤175 μm	

产品的粒度组成测定按照 GB/T 1480 的规定进行，产品的粒度分布测定按照 GB/T 19077 的规定进行。

3、松装密度

粉末松装密度是粉末在自然堆积状态下单位体积的质量。松装密度可以反映粉末的密度、颗粒形状、表面状态和粉末粒度等。本标准结合中晟恒安新材料科技有限公司、北京研邦新材料科技有限公司、湖南华邦粉末材料有限公司所生产的铁硅合金粉末松装密度测试数据,对增材制造用铁硅合金粉末的松装密度作出规定,松装密度要求如表3所示。

表 3 松装密度

牌号	松装密度 (g/cm ³)		
	I类	II类	III类
FeSi3.5	≥4.20	≥4.28	≥4.40
FeSi6.5	≥4.20	≥4.28	≥4.38

产品的松装密度测定按GB/T 1479.1的规定进行。

4、振实密度

粉末振实密度是粉末在振动或敲击后,堆积密度达到稳定时单位体积的质量。振实密度可以反映粉末的密度、颗粒形状、粉末粒度和颗粒表面粗糙度等。本标准结合中晟恒安新材料科技有限公司、北京研邦新材料科技有限公司、湖南华邦粉末材料有限公司所生产的铁硅合金粉末振实密度测试数据,对增材制造用铁硅合金粉末的振实密度作出规定,振实密度要求如表4所示。

表 4 振实密度

牌号	振实密度 (g/cm ³)		
	I类	II类	III类
FeSi3.5	≥4.50	≥4.58	≥4.70
FeSi6.5	≥4.50	≥4.58	≥4.68

产品的振实密度测定按GB/T 5162的规定进行。

5、球形度

粉末球形度是粉末颗粒形状与理想球体的接近程度,是衡量粉末形貌的重要指标,决定了粉末的流动性和堆积性能,对增材制造产品的成形质量有直接影响。本标准结合中晟恒安新材料科技有限公司、北京研邦新材料科技有限公司、湖南华邦粉末材料有限公司所生产的铁硅合金粉末球形度测试数据,对铁硅合金粉末的球形度作出规定,粉末的球形度应不低于90%。

产品的球形度测定按GB/T 39251的规定进行。

6、空心粉率

空心粉率是指粉末颗粒中空心颗粒所占的比例。它通常用百分比表示，反映了合金粉末中空心颗粒在整体颗粒数量或质量中的占比。空心粉率是衡量合金粉末质量的重要指标。过高的空心粉率会对粉末的流动性、堆积密度及材料性能产生不利影响，会显著影响增材制造过程中零件的成形质量、致密性和力学性能。通过严格控制空心粉率，可以提升粉末的适用性和打印质量，尤其对于高性能零件的制造至关重要。本标准结合中晟恒安新材料科技有限公司、北京研邦新材料科技有限公司、湖南华邦粉末材料有限公司所生产的铁硅合金粉末空心粉率测试数据，对铁硅合金粉末的空心粉率作出规定，产品的空心粉率应不大于1%。

产品的空心粉率测定按GB/T 41978的规定进行。

7、夹杂物率

夹杂物率指的是粉末材料中非金属夹杂物或其他不纯物质占总粉末体积或质量的比例。夹杂物率过高会导致增材制造零件机械性能降低，表面质量变差，影响成形质量。本标准结合中晟恒安新材料科技有限公司、北京研邦新材料科技有限公司、湖南华邦粉末材料有限公司所生产的铁硅合金粉末夹杂物率测试数据，对铁硅合金粉末的夹杂物率作出规定，产品的夹杂物率应不大于5颗/200 g。

产品的夹杂物率测定按GB/T 39251的规定进行。

8、流动性

流动性是指一定量粉末流过规定孔径的标准漏斗所需要的时间，通常采用霍尔流速漏斗，流动性单位为 s/50 g，表征粉末流动的难易程度，数值越小流动性越好。粉末流动性会影响增材制造产品的成形质量和致密度。本标准结合中晟恒安新材料科技有限公司、北京研邦新材料科技有限公司、湖南华邦粉末材料有限公司所生产的铁硅合金粉末流动性测试数据，对铁硅合金粉末的流动性作出规定，流动性要求如表5所示。

表 5 流动性

牌号	流动性 (s/50 g)		
	I类	II类	III类
FeSi3.5	≤35.0	≤35.0	≤30.0
FeSi6.5	≤35.0	≤35.0	≤30.0

产品的流动性测定按GB/T 1482的规定进行。

9、外观质量

增材制造用铁硅合金粉末的外观质量可以直接反映出粉末品质，是否氧化受潮或被其他杂物污染。本标准规定产品外观呈浅灰色，应无目视可见团聚、结块及夹杂物。

产品的外观质量测定按GB/T 39251的规定进行。

解决的主要问题：1) 粉末产品质量问题：通过制定标准，可以规范铁硅合金粉末的生产、加工和检测过程，确保粉末的质量稳定可靠。2) 粉末产品性能一致性：标准可以确保不同批次、不同厂家生产的铁硅合金粉末在性能上的一致性，从而提高增材制造产品的可靠性和稳定性。3) 粉末产品安全问题：通过限制粉末中的有害元素和杂质含量，可以确保增材制造产品的安全性，避免在使用过程中出现安全事故。

三、主要试验（或验证）情况分析

1、化学成分

各单位生产的增材制造用铁硅合金粉末的化学成分检测结果如表 6 所示。

表 6 化学成分检测结果

单位	牌号	化学成分（质量分数）/ %								
		主要元素		杂质元素						
		Fe	Si	C	Mn	P	S	Cr	Al	O
单位 1	FeSi3.5	余量	3.55	0.006	0.030	0.005	0.012	0.037	0.012	0.050
	FeSi6.5	余量	6.43	0.015	0.026	0.017	0.006	0.061	0.012	0.038
单位 2	FeSi3.5	余量	3.41	0.021	0.010	0.012	0.012	0.052	0.007	0.061
	FeSi6.5	余量	6.58	0.011	0.032	0.015	0.009	0.051	0.011	0.043
单位 3	FeSi3.5	余量	3.53	0.014	0.008	0.009	0.014	0.071	0.006	0.032
	FeSi6.5	余量	6.42	0.008	0.043	0.011	0.008	0.044	0.014	0.052

注：单位 1：中晟恒安新材料科技有限公司；单位 2：北京研邦新材料科技有限公司；单位 3：湖南华邦粉末材料有限公司。

从上表可以看出，三家单位所生产的粉末的化学成分均可满足标准设定值。

2、粒度

各单位生产的增材制造用铁硅合金粉末的粒度检测结果如表 7 所示。

表 7 粒度检测结果

单位	类别	规格(μm)	牌号	粒度组成	粒度分布
单位 1	I类	15~53	FeSi3.5	>53 μm 占 7.00%	D ₁₀ =15.5 μm, D ₅₀ =31.1 μm, D ₉₀ =54.0 μm
			FeSi6.5	>53 μm 占 5.44%	D ₁₀ =16.3 μm, D ₅₀ =32.0 μm, D ₉₀ =51.3 μm
	II类	20~63	FeSi3.5	>63 μm 占 7.68%	D ₁₀ =18.5 μm, D ₅₀ =42.1 μm, D ₉₀ =65.3 μm
			FeSi6.5	>63 μm 占 5.87%	D ₁₀ =19.0 μm, D ₅₀ =40.8 μm, D ₉₀ =63.3 μm
单位 2	II类	20~63	FeSi3.5	>63 μm 占 5.77%	D ₁₀ =18.3 μm, D ₅₀ =41.4 μm, D ₉₀ =65.6 μm
			FeSi6.5	>63 μm 占 6.82%	D ₁₀ =19.2 μm, D ₅₀ =39.8 μm, D ₉₀ =63.2 μm
	III类	53~150	FeSi3.5	>150 μm 占 7.11%	D ₁₀ =54.8 μm, D ₅₀ =81.2 μm, D ₉₀ =161.2 μm
			FeSi6.5	>150 μm 占 5.36%	D ₁₀ =52.5 μm, D ₅₀ =72.1 μm, D ₉₀ =158.3 μm
单位 3	I类	15~53	FeSi3.5	>53 μm 占 6.91%	D ₁₀ =15.2 μm, D ₅₀ =30.9 μm, D ₉₀ =54.8 μm
			FeSi6.5	>53 μm 占 4.88%	D ₁₀ =15.2 μm, D ₅₀ =31.8 μm, D ₉₀ =55.0 μm
	III类	53~150	FeSi3.5	>150 μm 占 8.21%	D ₁₀ =55.2 μm, D ₅₀ =70.8 μm, D ₉₀ =155.7 μm
			FeSi6.5	>150 μm 占 5.84%	D ₁₀ =56.9 μm, D ₅₀ =68.7 μm, D ₉₀ =153.2 μm

注：单位 1：中晟恒安新材料科技有限公司；单位 2：北京研邦新材料科技有限公司；单位 3：湖南华邦粉末材料有限公司。

从上表可以看出，三家单位所生产的粉末的粒度均可满足标准设定值。

3、松装密度

各单位生产的增材制造用铁硅合金粉末的松装密度检测结果如表 8 所示。

表 8 松装密度检测结果

单位	牌号	松装密度 (g/cm ³)		
		I类	II类	III类
单位 1	FeSi3.5	4.25	4.50	-
	FeSi6.5	4.22	4.41	-
单位 2	FeSi3.5	-	4.36	4.62
	FeSi6.5	-	4.32	4.59
单位 3	FeSi3.5	4.28	-	4.56
	FeSi6.5	4.23	-	4.51

注：单位 1：中晟恒安新材料科技有限公司；单位 2：北京研邦新材料科技有限公司；单位 3：湖南华邦粉末材料有限公司。

从上表可以看出，三家单位所生产的粉末的松装密度均可满足标准设定值。

4、振实密度

各单位生产的增材制造用铁硅合金粉末的振实密度检测结果如表 9 所示。

表 9 振实密度检测结果

单位	牌号	振实密度 (g/cm ³)		
		I类	II类	III类
单位 1	FeSi3.5	4.59	4.82	-
	FeSi6.5	4.52	4.73	-
单位 2	FeSi3.5	-	4.69	4.94
	FeSi6.5	-	4.62	4.89
单位 3	FeSi3.5	4.65	-	4.86
	FeSi6.5	4.56	-	4.82

注：单位 1：中晟恒安新材料科技有限公司；单位 2：北京研邦新材料科技有限公司；单位 3：湖南华邦粉末材料有限公司。

从上表可以看出，三家单位所生产的粉末的振实密度均可满足标准设定值。

5、球形度

各单位生产的增材制造用铁硅合金粉末的球形度检测结果如表 10 所示。

表 10 球形度检测结果

单位	牌号	球形度		
		I类	II类	III类
单位 1	FeSi3.5	93.1%	92.8%	-
	FeSi6.5	94.5%	93.3%	-
单位 2	FeSi3.5	-	93.4%	92.1%
	FeSi6.5	-	94.6%	92.5%
单位 3	FeSi3.5	94.3%	-	91.0%
	FeSi6.5	94.1%	-	91.8%

注：单位 1：中晟恒安新材料科技有限公司；单位 2：北京研邦新材料科技有限公司；单位 3：湖南华邦粉末材料有限公司。

从上表可以看出，三家单位所生产的粉末的球形度均可满足标准设定值。

6、空心粉率

各单位生产的增材制造用铁硅合金粉末的空心粉率检测结果如表 11 所示。

表 11 空心粉率检测结果

单位	牌号	空心粉率		
		I类	II类	III类
单位 1	FeSi3.5	0.3%	0.6%	-
	FeSi6.5	0.5%	0.4%	-
单位 2	FeSi3.5	-	0.6%	0.7%
	FeSi6.5	-	0.5%	0.6%
单位 3	FeSi3.5	0.5%	-	0.7%
	FeSi6.5	0.5%	-	0.8%

注：单位 1：中晟恒安新材料科技有限公司；单位 2：北京研邦新材料科技有限公司；单位 3：湖南华邦粉末材料有限公司。

从上表可以看出，三家单位所生产的粉末的空心粉率均可满足标准设定值。

7、夹杂物率

各单位生产的增材制造用铁硅合金粉末的夹杂物率检测结果如表 12 所示。

表 12 夹杂物率检测结果

单位	牌号	夹杂物率（颗/200 g）		
		I类	II类	III类
单位 1	FeSi3.5	2.2	3.8	-
	FeSi6.5	3.4	4.2	-
单位 2	FeSi3.5	-	2.6	4.0
	FeSi6.5	-	3.2	4.4
单位 3	FeSi3.5	2.2	-	3.8
	FeSi6.5	2.6	-	3.0

注：单位 1：中晟恒安新材料科技有限公司；单位 2：北京研邦新材料科技有限公司；单位 3：湖南华邦粉末材料有限公司。

从上表可以看出，三家单位所生产的粉末的夹杂物率均可满足标准设定值。

8、流动性

各单位生产的增材制造用铁硅合金粉末的流动性检测结果如表 13 所示。

表 13 流动性检测结果

单位	牌号	流动性 (s/50 g)		
		I类	II类	III类
单位 1	FeSi3.5	26.12	23.44	-
	FeSi6.5	24.53	23.41	-
单位 2	FeSi3.5	-	26.38	21.55
	FeSi6.5	-	25.11	22.10
单位 3	FeSi3.5	27.41	-	23.16
	FeSi6.5	25.22	-	20.05

注：单位 1：中晟恒安新材料科技有限公司；单位 2：北京研邦新材料科技有限公司；单位 3：湖南华邦粉末材料有限公司。

从上表可以看出，三家单位所生产的粉末的流动性均可满足标准设定值。

四、知识产权情况说明

无。

五、产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果

本工作组采用符合本标准要求的粉末，通过 3D 打印机（Mlab cusing 200R，德国）制备了复杂结构应力场磁各向异性传感器和复杂结构环形磁芯，打印件具备良好的致密度和软磁性能，打印件照片和部分测试数据如图 1 和图 2 所示。试验结果表明，满足本标准技术要求的铁硅合金粉末打印件均可满足应用需求，可作为磁测应力传感器和共模电感投入应用。

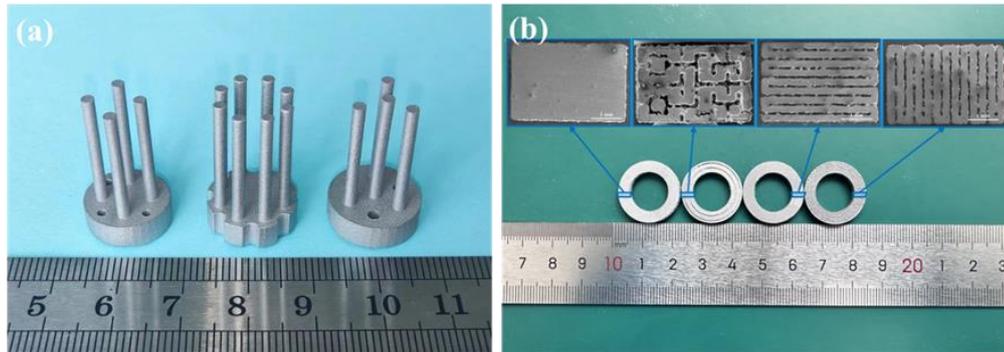


图 1 (a) 应力场磁各向异性传感器；(b) 复杂结构环形磁芯

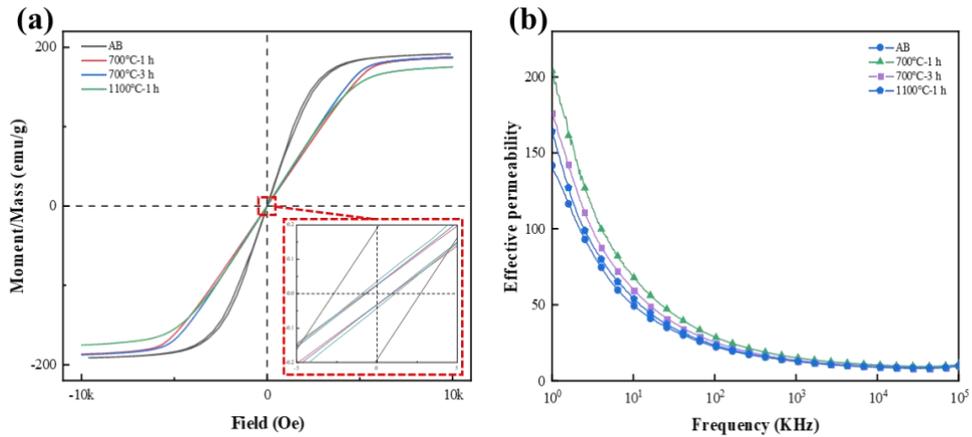


图 2 退火前后 FeSi_{6.5} 合金粉末打印件的(a) 磁滞回线；(b) 有效磁导率。

本标准实施后，预计将达到以下经济效果：（1）提升产品质量与一致性。标准的制定为铁硅合金的生产提供了明确的指导，确保了粉末化学成分、粒度、球形度、流动性等技术指标的统一性和检测方法的规范性。符合标准要求的铁硅合金粉末在成分、粒度、球形度、松装/振实密度和流动性等关键性能上保持一致，从而提升了产品的整体质量。通过符合性测试和认证，市场上销售的铁硅合金粉末将能够满足既定的标准，降低了不合格产品的风险。监管部门可以依据标准对市场上的铁硅合金粉末进行抽检和监管，确保市场产品的合规性；（2）促进技术创新与产业升级。本标准的实施为增材制造用铁硅合金的研发明确了方向和目标，鼓励企业加大研发投入，推动技术创新。标准的实施还将推动增材制造产业链的完善和发展，促进上下游企业的协同合作；（3）增强市场竞争力与国际化水平。标准的制定和实施有助于与国际接轨，提升我国增材制造用铁硅合金粉末在国际市场上的认可度和竞争力。通过高质量标准的制定，获得其他国家的认可，我国可以与其他国家在技术和贸易上实现互利共赢，推动增材制造产业的国际化发展。

六、国内外标准（包括国际标准和国外先进标准）对比

产品标准与相关国际\国外\国家\行业\地方\团体标准
主要参数对比表

标准号	本标准	GB/T 43484-2023	YY/T 1851-2022	T/CSTM 01203-2023	ASTM F3049-14-2021
标准名称	增材制造用铁硅合金粉末	增材制造 激光粉末床熔融用高温合金粉末	用于增材制造的医用纯钽粉末	增材制造用 AlSi10Mg 铝合金粉末	Characterizing Properties of Metal Powders Used for Additive

					Manufacturing Processes
范围	适用于增材制造用铁硅合金粉末。 团体标准	适用于增材制造激光粉末床熔融用高温合金粉末的生产 和检验。 国家标准	适用于以激光或电子束作为能量源的粉末床熔融工艺的医用纯钽初始粉末	适用于增材制造用 AlSi10Mg 铝合金粉末 团体标准	粉末表征方法，可用于基于粉末的增材制造工艺，包括粘接剂喷射、定向能量沉积和粉末床熔融。 国际标准
分类、标记	I类（15 μm~53 μm） II类（20 μm~63 μm） III类（53 μm~150 μm）	I类（15 μm~53 μm） II类（≤25 μm）	激光粉末床熔融（15 μm~53 μm） 电子束粉末床熔融（45 μm~105 μm）	I类（15 μm~53 μm、20 μm~63 μm） II类（20 μm~63 μm）	未明确规定
试样尺寸、外形、重量	灰色合金粉末	浅灰色合金粉末	银灰色金属粉末	浅灰色合金粉末	未明确规定
技术要求	化学成分、粒度、松装密度、振实密度、球形度、空心粉率、夹杂物率、流动性、外观质量	化学成分、粒度及氧含量、松装密度、流动性、球形率、空心粉率、铺展性、外观质量	化学成分、外观、粒度及分布、球形度、松装密度、振实密度、流动性、空心粉率。	化学成分、粉末粒度及分布、松装密度和振实密度、球形度、空心粉率、流动性、外观质量	粒度、形貌、化学成分、流动性、密度表征
取样	按照 GB/T 5314 的规定进行	按照 GB/T 39251 的规定进行	按照 GB/T 5314 的规定进行	按照 GB/T 5314 的规定进行	按照 B215 或 MPIF Standard 01 的规定进行
试验方法	（过多仅列举部分） GB/T 233.79、 GB/T 223.86、 GB/T 11261 等	（过多仅列举部分） HB 20241、 GB/T 19077、 GB/T 11261 等	（过多仅列举部分） GB/T 15076、 GB/T 1480、 GB/T 19077 等	（过多仅列举部分） GB/T 11261、 GB/T 20975、 GB/T 19077 等	（过多仅列举部分） B214、MPIF Standard 05、 ISO 4487 等
检验规则	化学成分、粒度、松装密度、振实密度、球形度、空心粉率、夹杂物率、流动性检测每批取样 1 份；外观质量逐袋/桶检测。	按照 GB/T 39251 的规定进行	未明确规定	每批产品均应进行化学成分、粒度及分布、松装密度、振实密度、球形度、流动性和外观质量的检验，空心粉率和夹杂物率由供需双方协商确定。	未明确规定
判定规则	化学成分、粒度、松装密度、	化学成分、粒度及氧含量、松装	未明确规定	检测结果按 GB/T 8170 的规	未明确规定

	振实密度、球形度、空心粉率、夹杂物率、流动性检验不合格时，允许从该批产品中另取双倍数量的样品对不合格项目进行重复检验，若重复检验仍有任一结果不合格时，判该批产品不合格；产品的外观质量检验不合格时，判该批产品不合格。	密度、流动性、球形率、空心粉率、铺展性检验不合格时，允许从该批产品中另取双倍数量的样品对不合格项目进行重复检验，若重复检验仍有任一结果不合格时，判该批产品不合格；产品的外观质量检验不合格时，判该批产品不合格。		定修约；化学成分、物理性能检验不合格时，应在该批次产品中另取双倍数量的试样对所有项目进行重复检验，若重复检验仍有结果不合格时，判该批产品为不合格；外观质量检验结果不合格时，判该批产品为不合格。	
包装、运输、储存	需充惰性气体真空包装，避免污染；运输要防潮防碰撞防火；贮存应通风干燥、防腐蚀、防火、避光。	需充惰性气体真空包装，避免污染；运输要防潮防碰撞防火；贮存应通风干燥、防腐蚀、防火、避光。	采用真空塑封或氩气等适用的保护气体进行包装；运输要防潮防碰撞防火；贮存应通风干燥、防氧化腐蚀。	包装应符合GB/T 3199的规定，也可塑料袋真空塑封包装，避免污染；运输要防潮防碰撞防火；贮存应通风干燥、防腐蚀、防火、避光。	未明确规定
无法比对		限定范围不同，非同种粉末	限定范围不同，非同种粉末	限定范围不同，非同种粉末	为增材制造用粉末的表征方法标准，未限定具体粉末种类

七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性

本申请内容符合现行法律、法规、强制性国家标准，并且可以和相关领域内的标准协调配套。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、贯彻标准的要求和措施建议

一般情况下，建议本标准批准发布6个月后实施。

十、替代或废止现行相关标准的建议

无。

十一、其它应予说明的事项

无。

CPMA 团体标准《增材制造用铁硅合金粉末》编制工作组

2024-12-30