

CPMA 团体标准《含氮奥氏体不锈钢注射成形制品》编制说明

一、工作简况

1、任务来源

近年来，金属粉末注射成形领域对性能优异、高耐腐蚀性、低成本奥氏体不锈钢零部件的市场需求不断扩大，金属注射成形工艺制造零部件替代传统工艺制造零部件占比不断增长。本标准从实际市场需求和产业发展现状出发，依照粉末冶金产业技术创新战略联盟团体标准制订计划，编制“含氮奥氏体不锈钢注射成形制品”标准。

2、工作过程

本标准起草单位深圳艾利佳材料科技有限公司、北京科技大学、华为终端有限公司、小米科技有限责任公司成立标准编制小组，成员通过网络数据库等资源，对MIM含氮奥氏体不锈钢的零件标准和力学性能开展调研工作，同时结合同行业公司及实验室等的生产检测数据和技术条件，逐步形成标准编制的规程和撰写要点，奠定本标准编制和撰写工作的基础。

3、主要参加单位和相关人员

本文件起草单位：深圳艾利佳材料科技有限公司、北京科技大学、华为终端有限公司、小米科技有限责任公司、OPPO广东移动通信有限公司、江苏精研科技股份有限公司、上海富驰高科技股份有限公司、天工工具新材料股份有限公司、歌尔股份有限公司、华勤技术股份有限公司、立讯精密工业股份有限公司、深圳北理莫斯科大学、广东科学院新材料研究所、深圳大学、华南理工大学、湖南恒基粉末科技责任有限公司、湖州慧金材料科技有限公司。

本文件主要起草人：余鹏、孙永君、莫畏、吕永虎、曲选辉、章林、李星宇、万鑫浩、刘兵、徐向明、朱明露、邬均文、段满堂、于洋、刘耀诚、兰翻、党卫东、叶曙龙、刘辛、赵劲来、肖志瑜、吴楚、陈新国。

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

1、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》和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。本标准遵循技术内容合理、测试方法可行、满足市场需求的原则，使我国含氮奥氏体不锈钢金属注射成形产品有统一的技术要求、检测方法和验收标准，保持与行业发展先进水平一致。

2、标准主要内容

这份标准规范了含氮奥氏体不锈钢用金属注射成形产品的生产和质量控制。主要包括范围、引用文件、术语和定义、分类和标记、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存以及随行文件和订货单内容。涵盖了化学成分、密度、磁导率、维氏硬度、力学性能、外观质量等关键技术要素，以确保产品质量稳定，并规定了严格的检验规则和质量控制措施。

本标准适用于金属注射成形（MIM）工艺生产的含氮奥氏体不锈钢制品。

3、标准的主要技术要求

3.1 化学成分

制品的化学成分应符合表1的规定。

表1 化学成分

合金牌号	化学成分（质量分数）/ %											
	Fe	Cr	Ni	Mo	N	Cu	Ni	Si	C	S	P	Mn
注射成形-Fe17Cr12NiN	余	16-18	10-14	2-3	0.20-0.50	/	/	≤1.0	≤0.1	≤0.03	≤0.03	≤2.0
注射成形-Fe16Cr4Ni4CuN	余	15.5-17.5	3-5	/	0.2-0.5	3-5	0.15-0.45	≤1.0	≤0.1	≤0.035	≤0.035	≤1.0
注射成形-Fe17Cr10MnN	余	16-18	0.1	3-4	0.7-0.95	/	/	≤1.0	≤0.2	≤0.03	≤0.03	10-12

3.2 密度

制品的密度应符合表 2 的规定。

表 2 密度

牌号	状态	密度 g/cm ³
注射成形-Fe17Cr12NiN	固溶态	≥7.8
注射成形-Fe16Cr4Ni4CuN	固溶态	≥7.7
注射成形-Fe17Cr10MnN	固溶态	≥7.6

3.3 磁导率

制品的磁导率应符合表 3 的规定。

表3 磁导率

牌号	状态	磁导率
注射成形-Fe17Cr12NiN	固溶态	<1.1
注射成形-Fe16Cr4Ni4CuN	固溶态	<1.1
注射成形-Fe17Cr10MnN	固溶态	<1.1

3.4 维氏硬度

制品的维氏硬度应符合表4的规定。

表4 维氏硬度

牌号	状态	维氏硬度	试样厚度
注射成形-Fe17Cr12NiN	固溶态	170-240 HV0.5	≤2mm
	固溶态	120-240 HV0.5	>2mm
注射成形-Fe16Cr4Ni4CuN	固溶态	190-260 HV0.5	—
注射成形-Fe17Cr10MnN	固溶态	260-320 HV0.5	—

注：注射成形-Fe17Cr12NiN 制品硬度与产品厚度有关，由表面到芯部，硬度逐渐降低

3.5 室温拉伸性能

制品的室温拉伸性能应符合表5的规定。

表5 拉伸性能

牌号	状态	规定塑性延伸强度 <i>R</i> _{p0.2} /MPa	抗拉强度 <i>R</i> _m /MPa	断后伸长率 A/%
注射成形-Fe17Cr12NiN	固溶态	≥260	≥600	≥40
注射成形-Fe16Cr4Ni4CuN	固溶态	≥380	≥700	≥20
注射成形-Fe17Cr10MnN	固溶态	≥500	≥900	≥40

四、主要试验（或验证）情况分析

4.1 化学成分

注射成形-Fe17Cr12NiN 制品的化学成分测试情况如下：

合金牌号	化学成分（质量分数）/ %										
	Fe	Cr	Ni	Mo	N	Si	C	S	P	Mn	O
注射成形-Fe17Cr12NiN-1	余	17.65	10.43	2.36	0.28	0.27	0.05	0.01	0.02	0.15	0.08
注射成形-Fe17Cr12NiN-2	余	17.85	10.38	2.33	0.33	0.27	0.07	0.01	0.02	0.13	0.09
注射成形-Fe17Cr12NiN-3	余	17.74	10.44	2.38	0.29	0.28	0.06	0.01	0.02	0.12	0.08

注射成形-Fe16Cr4Ni4CuN 制品的化学成分测试情况如下：

合金牌号	化学成分（质量分数）/ %										
	Fe	Cr	Ni	Cu	N	Nb	Mn	Si	C	S	P
注射成形-Fe16Cr4Ni4CuN-1	余	16.94	4.06	3.71	0.451	0.23	0.30	0.37	0.07	0.001	0.03
注射成形-Fe16Cr4Ni4CuN-2	余	16.94	4.06	3.71	0.423	0.23	0.30	0.37	0.09	0.001	0.03
注射成形-Fe16Cr4Ni4CuN-3	余	16.12	3.96	3.60	0.39	0.19	0.39	0.31	0.09	0.001	0.03

注射成形-Fe17Cr10MnN 制品的化学成分测试情况如下：

合金牌号	化学成分（质量分数）/ %										
	Fe	Cr	Mn	Mo	N	Si	Ni	C	O	P	S
注射成形-Fe17Cr10MnN-1	余	17.09	10.90	3.42	0.81	0.78	0.08	0.07	0.12	0.02	0.01
注射成形-Fe17Cr10MnN-2	余	17.20	11.10	3.47	0.78	0.70	0.07	0.07	0.13	0.03	0.01
注射成形-Fe17Cr10MnN-3	余	17.25	11.02	3.35	0.75	0.74	0.08	0.09	0.12	0.02	0.01

4.2 密度

注射成形-Fe17Cr12NiN 制品的密度测试情况如下：

牌号	状态	密度 g/cm ³
注射成形-Fe17Cr12NiN-1	固溶态	7.853
注射成形-Fe17Cr12NiN-2	固溶态	7.881
注射成形-Fe17Cr12NiN-3	固溶态	7.869

注射成形-Fe16Cr4Ni4CuN 制品的密度测试情况如下：

牌号	状态	密度 g/cm ³
注射成形-Fe16Cr4Ni4CuN-1	固溶态	7.757
注射成形-Fe16Cr4Ni4CuN-2	固溶态	7.764
注射成形-Fe16Cr4Ni4CuN-3	固溶态	7.758

注射成形-Fe17Cr10MnN 制品的密度测试情况如下：

牌号	状态	密度 g/cm ³
----	----	----------------------

注射成形-Fe17Cr10MnN-1	固溶态	7.675
注射成形-Fe17Cr10MnN-2	固溶态	7.679
注射成形-Fe17Cr10MnN-3	固溶态	7.681

4.3 磁导率

注射成形-Fe17Cr12NiN 的磁导率测试结果如下：

牌号	状态	磁导率
注射成形-Fe17Cr12NiN-1	固溶态	1.002
注射成形-Fe17Cr12NiN-2	固溶态	1.001
注射成形-Fe17Cr12NiN-3	固溶态	1.001

注射成形-Fe17Cr12NiN 的磁导率测试结果如下：

牌号	状态	磁导率
注射成形-Fe16Cr4Ni4CuN-1	固溶态	1.007
注射成形-Fe16Cr4Ni4CuN-2	固溶态	1.007
注射成形-Fe16Cr4Ni4CuN-3	固溶态	1.005

注射成形-Fe17Cr12NiN 的磁导率测试结果如下：

牌号	状态	磁导率
注射成形-Fe17Cr10MnN-1	固溶态	1.001
注射成形-Fe17Cr10MnN-2	固溶态	1.001
注射成形-Fe17Cr10MnN-3	固溶态	1.000

4.4 维氏硬度

注射成形-Fe17Cr12NiN 的显微硬度测试结果如下：

牌号	状态	显微硬度 HV0.5
注射成形-Fe17Cr12NiN-1	固溶态	221
注射成形-Fe17Cr12NiN-2	固溶态	217
注射成形-Fe17Cr12NiN-3	固溶态	209

*Fe17Cr12NiN 产品厚度<2mm

注射成形-Fe16Cr4Ni4CuN 的显微硬度测试结果如下：

牌号	状态	显微硬度 HV0.5
注射成形-Fe16Cr4Ni4CuN-1	固溶态	220
注射成形-Fe16Cr4Ni4CuN-2	固溶态	215
注射成形-Fe16Cr4Ni4CuN-3	固溶态	228

注射成形-Fe17Cr10MnN 的显微硬度测试结果如下：

牌号	状态	显微硬度 HV0.5
注射成形-Fe17Cr10MnN-1	固溶态	278
注射成形-Fe17Cr10MnN-2	固溶态	283
注射成形-Fe17Cr10MnN-3	固溶态	295

4.5 室温拉伸性能

注射成形氮奥氏体不锈钢生坯尺寸参数如图 1 所示，烧结件的室温拉伸性能根据相关标准进行测试，测试结果如下所示。

图 1 MIM 生坯尺寸

注射成形-Fe17Cr12NiN 力学性能测试结果如下：

样品编号	状态	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %
注射成形-Fe17Cr12NiN-1	固溶态	282.71	640.87	53.51
注射成形-Fe17Cr12NiN-2	固溶态	278.65	629.53	52.35
注射成形-Fe17Cr12NiN-3	固溶态	285.50	637.56	55.62

注射成形-Fe16Cr4Ni4CuN 力学性能测试结果如下：

样品编号	状态	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %
注射成形-Fe16Cr4Ni4CuN-1	固溶态	463.23	786.90	27.15
注射成形-Fe16Cr4Ni4CuN-2	固溶态	447.61	781.74	25.22
注射成形-Fe16Cr4Ni4CuN-3	固溶态	417.15	736.36	29.42

注射成形-Fe17Cr10MnN 力学性能测试结果如下：

样品编号	状态	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率 %
注射成形-Fe17Cr10MnN-1	固溶态	541.92	938.03	53.54
注射成形-Fe17Cr10MnN-2	固溶态	548.22	933.46	52.54
注射成形-Fe17Cr10MnN-3	固溶态	540.27	936.68	55.9

四、知识产权情况说明

本标准不涉及专利问题。

五、产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果

氮作为一种廉价、环境友好的合金元素加入到不锈钢中，能显著改善其力学性能、磁性、腐蚀等诸多问题。含氮奥氏体不锈钢采用“增氮降镍”的方式，稳定奥氏体，不但提高材料的力学性能，抗腐蚀性能，还降低了成本压力，已被应用到汽车工程、海洋工程、医疗领域、消费电子等领域。目前常用的制备高氮钢的方式是加压冶炼，成本高，难度大。氮在奥氏体中的固溶度很高，可以进行低压渗氮，通过金属粉末注射成形技术制备含氮奥氏体不锈钢制品便是基于这一原理。MIM 作为一种新型近净成形技术，因其以较低成本大批量生产复杂结构、高维度、高精度零部件，是一种理想批量化加工工艺。目前我国 MIM 产品最大的应用市场为电子消费领域，随着头部企业含氮奥氏体不锈钢产品的发布和不断的开发投入，MIM 含氮奥氏体将会出现井喷式发展，形成百亿级别市场。标准化的技术要求与测试方法将为生产、使用和贸易三方提供最基本的技术依据，在本标准的基础之上，促进相关产品的设计、检测与应用，带动市场的健康发展。

六、国内外标准（包括国际标准和国外先进标准）对比

国内外暂无粉末注射成形含氮奥氏体不锈钢制品的相关标准。

七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性

本标准与现行相关的法律、法规、规章及行业相关标准并无矛盾或冲突。对于促进该领域技术进步、引导行业健康有序发展非常及时和必要。

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

本标准根据我国实际生产使用情况制定，整体内容达到国际先进水平，建议作为行业推荐性标准发布实施。

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《含氮奥氏体不锈钢注射成形制品》编制工作组

2025-01-07