



团体标准

T/ CCPMA XXX-2024T/CSTM XXXXX-2024

消费电子用钛及钛合金注射成形件

Metal injection molded titanium and titanium alloy components for consumer electronics

2024-XX-XX 发布

2024-XX-XX 实施

粉末冶金产业技术创新战略联盟

中关村材料试验技术联盟

联合发布

前 言

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》的规定起草，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。

请注意本文件的某些内容有可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由粉末冶金产业技术创新战略联盟和中国材料与试验团体标准化委员会粉末冶金标准化领域委员会（CSTM/FC90）共同提出。

本文件由粉末冶金产业技术创新战略联盟和中国材料与试验团体标准化委员会粉末冶金标准化领域委员会（CSTM/FC90）共同归口。

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、华勤技术股份有限公司、歌尔股份有限公司、立讯精密工业股份有限公司、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、成都先进金属材料产业技术研究院股份有限公司、西安铂力特增材技术股份有限公司、中航迈特增材科技（北京）有限公司、上海精科智能科技股份有限公司、杭州铭赫科技有限公司、深圳北理莫斯科大学。

本文件主要起草人：余鹏、莫畏、吕永虎、曲选辉、章林、李星宇、马凌志、王磊、徐向明、兰翻、王鹏飞、党卫东、苏绍华、段满堂、赵三超、李佳荣、高正江、张怀龙、王林、叶署龙。

引 言

金属粉末注射成形（metal powder injection molding, MIM）技术是融合了塑料注塑成型与金属粉末冶金技术而发展起来的一门技术。注射成形突破了传统粉末冶金的成形限制，在三维复杂形状零件的大批量生产方面具有极高的成本优势，且其产品质量稳定，尺寸精度高，在各个领域都有着广泛的应用。

金属粉末注射成形技术的主要内容为：把金属粉末与熔融流动性好的高分子热塑性粘结剂按一定的比例在一定温度下均匀混合，待冷却后破碎或切割成大小均一的小颗粒，制成注射成形用的喂料。在成形过程中，将喂料加热至熔融状态，通过柱塞或螺杆挤入产品的模具型腔中，待其冷却后取出，获得产品生坯。由于生坯中含有一定比例的粘结剂，为了获得致密化的金属制品，需要将粘结剂脱除，此过程称为脱脂。根据添加的粘结剂种类，需要制定相应的粘结剂脱除方法。常用的塑基喂料采用催化脱脂的方法脱除大部分粘结剂，仅残留少量粘结剂用于保持生坯的形状，然后将脱脂好的生坯转移至烧结炉中，通过加热的方法使粉末颗粒间实现烧结致密化，从而制得性能优异的产品。

钛合金具有低密度、高比强度、优异的抗腐蚀性能和生物相容性等特点，在航空航天、化工、航海、军工和生物医药等高技术领域的应用广泛。在消费电子领域，国内华为、小米、立讯精密等高新技术企业制造的智能手表中框、智能手机中框、折叠手机铰链、电脑转轴等关键结构件对于钛合金的使用量愈来愈大。消费电子用钛及钛合金件通常具有三维形状复杂、订单量大、更新换代频繁等特点，传统的金属加工工艺如CNC等在批量生产成本和交期上都难以满足，所以使用粉末注射成形技术生产用于消费电子的钛及钛合金件是大势所趋。

目前，众多金属注射成形厂家的钛及钛合金注射形技术尚处于探索阶段，需要通过项目研究和标准制定来完善工艺参数，提高产品质量，从而推动该技术在消费电子领域的应用。借助十四五国家重点研发计划《高强轻质金属结构材料精密注射成形技术》的研究成果，结合生产厂家的技术能力和终端用户对材料规范的需求，我们提出了本标准，以期规范材料的生产工艺、质量要求、检测方法等，提高产品的一致性和稳定性，促进产业的健康发展。

消费电子用钛及钛合金注射成形件

1 范围

本文件规定了消费电子用金属注射成形钛及钛合金制件的分类和标记、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、储存及随行文件和订货单内容。

本文件适用于消费电子产品使用的注射成形纯钛及钛合金制件。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法
GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分：试验方法
GB/T 4698（所有部分） 海绵钛、钛及钛合金化学分析方法
GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
GB/T 8180 钛及钛合金加工产品的包装、标志、运输和贮存
GB/T 26125 电子电气产品 六种限用物质（铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯和多溴二苯醚）的测定
GB/T 26572-2011 电子电气产品中限用物质的限量要求
DB32/T 4093 增材制造 金属制件孔隙缺陷检测 工业计算机层析成像(CT)法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

绝对密度 absolute density

用于表征具有特定化学成分材料的密度值，单位为克每立方厘米（ g/cm^3 ）。

3.2

相对密度 relative density

一种材料（制件）的实际密度与该材料的绝对密度之比，无量纲量，通常用百分数表示。大于99%的相对密度，需要采用工业计算机层析成像(CT)法确定制件的总体孔隙率，再用100%减去总体孔隙率，即可获得制件的相对密度。其中总体孔隙率的测量方法，按照DB32/T 4093的规定进行。

4 分类和标记

4.1 产品分类

注射成形纯钛制件的牌号、状态、规格及表面状态应符合表1的规定，注射成形钛合金制件的牌号、状态、规格及表面状态应符合表2的规定。

表1 牌号、状态、规格及表面状态

牌号	状态	规格			表面状态
		SL 相对密度	SM 相对密度	SH 相对密度	
注射成形-TA2	烧结态	96%<RD≤99%	99%<RD≤99.9%	RD>99.9%	金属光泽

表2 牌号、状态、规格及表面状态

牌号	状态	规格			表面状态
		SL 相对密度	SM 相对密度	SH 相对密度	
注射成形-ta25	烧结态	96%<RD≤99%	99%<RD≤99.9%	RD>99.9%	金属光泽
注射成形-TC4	烧结态	96%<RD≤99%	99%<RD≤99.9%	RD>99.9%	金属光泽

4.2 产品标记

产品标记包含注射成形、牌号、状态、规格。

示例1：用TA2牌号制造的、状态为烧结态、相对密度范围在96%<RD≤99%，标记为：注射成形-TA2 SL；相对密度范围在99%<RD≤99.9%，标记为：注射成形-TA2 SM；相对密度范围在RD>99.9%，标记为：注射成形-TA2 SH

示例2：用TC4牌号制造的、状态为烧结态、相对密度范围在96%<RD≤99%，标记为：注射成形-TC4 SL；相对密度范围在99%<RD≤99.9%，标记为：注射成形-TC4 SM；相对密度范围在RD>99.9%，标记为：注射成形-TC4 SH。

5 技术要求

5.1 化学成分

注射成形纯钛制件的化学成分应符合表3的规定，注射成形钛合金制件的化学成分应符合表4的规定。

表3 注射成形纯钛的化学成分

合金牌号	化学成分（质量分数）/ %						
	主要成分	杂质，小于或等于					
	Ti	Fe	C	N	H	O	其余
注射成形-TA2	余	0.30	0.15	0.03	0.015	0.35	0.50

表 4 注射成形钛合金的化学成分

合金牌号	化学成分（质量分数）/ %											
	主要成分					杂质，小于或等于						
	Ti	Al	Mo	V	Zr	Si	Fe	C	N	H	O	其余
注射成形-ta25	余	5.5-7.1	0.5-2.0	0.8-2.5	1.5-2.5	0.15	0.25	0.15	0.05	0.015	0.35	0.50
注射成形-TC4	余	5.5-6.75	—	3.5-4.5	—	—	0.30	0.15	0.05	0.015	0.35	0.50

5.2 力学性能

注射成形纯钛制件的室温拉伸性能应符合表5的规定，注射成形钛合金制件的室温拉伸性能应符合表6的规定。

表5 注射成形纯钛制件的室温拉伸性能

牌号	状态	规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ /MPa	抗拉强度 R_m /MPa	断后伸长率 /%
注射成形-ta2	烧结态	≥ 480	≥ 550	≥ 10

表 6 注射成形钛合金制件的室温拉伸性能

牌号	状态	规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ /MPa	抗拉强度 R_m /MPa	断后伸长率 /%
注射成形-ta25	烧结态	≥ 920	≥ 980	≥ 8
注射成形-TC4	烧结态	≥ 850	≥ 920	≥ 10

5.3 显微硬度

注射成形纯钛制件的显微硬度应符合表7的规定，注射成形钛合金制件的显微硬度应符合表8的规定。

表7 注射成形纯钛制件的显微硬度

牌号	状态	显微硬度
注射成形-ta2	烧结态	180-240 HV1

表 8 注射成形钛合金制件的显微硬度

牌号	状态	显微硬度
注射成形-ta25	烧结态	320-400 HV1
注射成形-TC4	烧结态	300-380 HV1

5.4 环保要求

用于消费电子的注射成形钛及钛合金制件应满足GB/T 26572-2011中对于限用物质的限量规定，如表9所列。

表9 注射成形钛及钛合金制件限用物质的限量

限用物质	小于或等于（质量分数）
铅(Pb)	0.1%
汞(Hg)	0.1%
镉(Cd)	0.01%
六价铬(CrVI)	0.1%
多溴联苯(PBB)	0.1%
多溴联苯醚(PBDE)	0.1%

5.5 外观质量

注射成形钛及钛合金制件表面应光洁、平整，不应有影响使用的分层、划伤、腐蚀、油斑、印痕、起皮、金属或非金属压入物、黑条及其他影响进一步加工的缺陷。

6 试验方法

6.1 化学成分

注射成形钛及钛合金制件的化学成分测试按GB/T 4698的规定进行。

6.2 力学性能

注射成形钛及钛合金制件的室温拉伸性能按GB/T 228.1的规定进行检测。

6.3 显微硬度

注射成形钛及钛合金制件的显微硬度按GB/T 4340.1的规定进行检测。

6.4 环保要求

注射成形钛及钛合金制件的限用物质含量测试按GB/T 26125的规定进行。

6.5 外观质量

在自然光下，目视检查外观质量。

7 检验规则

7.1 检查和验收

产品应由供方进行检验，保证产品质量符合本文件及订货单的规定，并填写随行文件。

需方可对收到的产品按本文件及订货单的规定进行检验，若检测结果与本文件及订货单的规定不符，则应在收到产品的1个月内向供方提出，由供需双方协商解决。

7.2 检验项目

每批产品均应进行致密度、化学成分、室温拉伸性能、显微硬度、限用物质含量和外观质量的检验。其中室温拉伸性能在同一牌号、同一生产周期生产的拉伸试样上进行，如果需方有特殊要求，由供需双方协商确定。

7.3 组批

产品应成批提交验收，每批应由同一牌号、同一生产周期生产的产品组成。

7.4 检验结果的判定

产品的检测结果按GB/T 8170的规定修约；当产品化学成分、力学性能、显微硬度检验不合格时，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；限用物质含量、尺寸偏差、外观质量检验结果不合格时，判该批产品为不合格。

8 标志、包装、运输、贮存及随行文件

8.1 标志

8.1.1 产品标志

在检验合格的产品上应做如下标志（或贴标签）：

- a) 牌号；
- b) 产品批号。

8.1.2 包装标志

- a) 生产厂名称、地址；
- b) 产品名称；
- c) 牌号；
- d) 批号；
- e) 净重（或件数）；
- f) 生产、检验日期；

8.2 包装

产品包装应符合GB/T 8180的规定。

8.3 运输

产品应在有遮盖物的环境下进行运输，运输过程应防止雨淋受潮、严禁剧烈碰撞和机械挤压，搬运过程应轻装轻卸、切勿倒置，严禁接近火种及火源。

8.4 随行文件

每批产品应附有随行文件，其中除应包括供方信息、产品信息、本文件编号、出厂日期或包装日期外，还宜包括：

- a) 产品检测报告，内容如下：
 - 检测项目及其对应的检测结果；

- 检测项目及其对应的检测数量；
- b) 产品合格证，内容如下：
 - 批量、批号；
 - 检验日期；
 - 检验员签名或盖章。
- c) 其他。

9 订货单内容

需方可根据自身的需要，在订购本文件所列产品的订货单内，列出如下内容：

- a) 产品名称；
- b) 牌号；
- c) 净重（或件数）；
- d) 本文件编号；
- e) 其他。