

国 家 市 场 监 督 管 理 总 局

中 国 国 家 标 准 化 管 理 委 员 会发布

201×—××—××实施

201×—××—××发布

烧结金属注射成形材料 规范

**Sintered metal injection moulded materials Specifications**

（ISO 22068:2012，IDT）

（征求意见稿）

**GB/T** XXXX-201X**/ISO** 22068:2012

3

中华人民共和国国家标准

**ICS** 77.160

**H** 72

1. 前  言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准使用翻译法等同采用ISO 22068:2012《烧结金属注射成形材料 规范》。

为便于使用，本标准做了下列编辑性修改：

——删除国际标准的前言；

——部分章节增加编号。

与本标准中规范性引用的国际文件一致性对应关系的我国文件如下：

GB/T 228.1-2010 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法(ISO 6892-1:2009，MOD)；

GB/T 230.1-2009 金属材料洛氏硬度试验 第1部分：试验方法(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T标尺)(ISO 6508-1:2005，MOD)；

GB/T 3850-1983 致密烧结金属材料与硬质合金 密度测定方法(ISO 3369:1975，EQV)；

GB/T 4340.1-2009 金属材料 维氏硬度试验 第1部分：试验方法(ISO 6507-1:2005，MOD)；

GB/T 7963-1987 烧结金属材料（不包括硬质合金）拉伸试样(ISO 2740:2009，IDT)；

GB/T 9097.1-2002 烧结金属材料（不包括硬质合金）表观硬度的测定 第一部分 截面硬度基本均匀的材料(ISO 4498-1:1990，EQV)；

GB/T 10125-2012 人造气氛腐蚀试验 盐雾实验(ISO 9227:2006，IDT)；

GB/T 13012-2008 软磁材料直流磁性能的测量方法(IEC 60404-4:2000，IDT)。

本标准由中国有色金属工业协会提出。

本标准由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243）归口。

本标准起草单位：深圳市注成科技股份有限公司、

本标准主要起草人：

烧结金属注射成形材料 规范

1. 范围

本标准详细说明了烧结金属注射成形材料的化学组成、力学和物理性能的要求。

其目的在于给设计与材料工程师提供制定仅用于金属注射成形（MIM）工艺生产的材料成分所必要的资料。

本标准不适用于采用其他粉末冶金工艺生产的结构零件，如压制-烧结、粉末锻造技术。

1. 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。

ISO 2740，烧结材料（不包括硬质合金）拉伸试验部分

ISO 3369，致密烧结金属材料与硬质合金 密度的测定

ISO 4498，烧结金属材料（不包括硬质合金） 宏观硬度和微观硬度的测定

ISO 6507-1，金属材料 维氏硬度测试 第1部分；测试方法

ISO 6508-1，金属材料 洛氏硬度测试 第1部分；测试方法（表A,B,C,E,F,G,H,K,N,J）

ISO 6892-1，金属材料 拉伸试验 第1部分；室温下测试方法

ISO 9227，人为环境下的腐蚀试验 盐雾实验

IEC 60404-4，磁性材料 第四部分；软磁材料的d.c磁性能测试方式

ASTM D2638，煅烧石油焦真实密度的实验方法 氦比重瓶测定比重法

ASTM D4892，固体沥青密度的试验方法(氦比重瓶测定比重法)

1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 抗拉强度 tensile strength

Rm

抗拉强度（MPa）是在平行于试样长轴的方向施加拉力时，试验试样抗断裂的能力。

3.2 抗拉屈服强度 tensile yield strength

Rp0.2

抗拉屈服强度（MPa）是在拉伸的应力 - 应变曲线上按比例材料达到0.2％残余变形时的载荷除以原始的横截面面积。

3.3 伸长率 elongation

A25

塑性伸长率用原始标距长度（25.4mm）的百分率表示。

注意：为得出塑性伸长率，必须从总的伸长率中减去0.2%屈服强度时的弹性应变。

3.4 密度 density

材料每单位体积的质量，密度用g/cm3来表示。

3.5 硬度 hardness

粉末冶金材料对压痕的抗力，在特定的条件下测量。

1. 标准性能的测试方法

4.1 概述 general

下列测试方法会用于测试表1到表6中的标准性能。

4.2 化学成分 chemical composition

无论何时，为了防止纠纷，化学分析的方法都应该是在相关国际标准中详细说明的。如果没有可用的国际标准，测试方法应该在询价和订购的时候来确定。

4.3 密度 density

密度的测量应按照ISO 3369，或者在询价和订购时，按照ASTM D2638或ASTM D4892的规定，通过气体比重瓶测量法测量。

4.4 抗拉强度 tensile strength

极限抗拉强度的测试应按照ISO 2740和ISO 6892-1。

4.5抗拉屈服强度 tensile yield strength

抗拉屈服强度的测试应按照ISO 6892-1。

4.6伸长率 elongation

伸长率的测试应按照ISO 2740和ISO 6892-1。

4.7磁性能 magnetic properties

施加1990A/m（25Oe）磁化场时，最大磁导率和磁感应强度应依据IEC 60404-4来测定。

1. 其他测试方法

5.1 硬度 hardness

硬度应按照ISO 4498，ISO 6507-1和ISO 6508-1来测定。

5.2 耐蚀性 corrosion resistance

用四种腐蚀性介质和测试方法（见5.2.1-5.2.4）来评定MIM不锈钢合金的抗腐蚀性能。

5.2.1 硫酸实验 sulfuric acid test

将5mm×10mm×55mm的标准试样，在室温下，与2%硫酸溶液中浸泡1000h。重复试验三次。依据MPIF62标准测定每一件的失重，然后换算为每天单位表面积（dm2）的失重指标，单位为g/（dm2.day）。

5.2.2 硫酸铜实验 copper sulfate test

在温度17℃与20℃之间，将测试试样或零件浸泡在硫酸铜溶液中（将1g结晶硫酸铜溶解在22.5ml蒸馏水和2.5g硫酸的混合溶液中）6min（±30s）。将看不出镀铜痕迹的试样视为通过了本实验（见ASTM F1089）。

5.2.3 沸水实验 boiling water test

沸水试验是将试样或零件浸泡在蒸馏水中，然后放入沸腾的蒸馏水中保持（30±1min）。然后切断加热源并让试样仍浸泡在水中3h±15min。然后，将试样取出，使之干燥2h±10min。试样上看不出腐蚀，就认为通过了本实验（见ASTM F1089）。

5.2.4 盐雾实验 salt spray test

依据ISO 9227的盐雾实验应该由生产厂家和客户之间确定。

1. 信息和注释

6.1 最小值概念 minimum value concept

国际标准采用了最小力学性能值和磁性能值概念。采用金属注射成形制造零件时，可用这些值来确定对具体应用最适用的材料。

6.2 最小力学性能值 minimum mechanical property values

6.2.1 MIM材料的最小力学性能值是用极限拉伸强度、屈服强度（0.2%残余变形法）及伸长百分率来表示的。对于结构材料烧结态和热处理态的最小值都要报告。

6.2.2 本标准采用的拉伸性能值都是用依据标准ISO 2740所制备的拉伸试样测定的。通过测定切削加工过的非标准拉伸试样，或者直接测定非标准拉伸试样，所得的拉伸性能值可能会不同于依据ISO 2740标准制备的试样测定的结果。因此，证明一个特定组件的力学性能应该基于依据ISO 2740标准制备的拉伸试样所得的拉伸性能。这些试样应和这个组件的材料是同一批，有相同的密度，随同这些组件一起进行烧结和热处理（若要求）。

6.2.3 特定的组件在MIM工艺过程中所产生的缺陷会限制拉伸性能。如果不采用证明测试，为保证符合国际标准的最小性能规范，对零件的无损检测是有必要的。

6.3 证明实验 proof testing

证明零件强度的切实可行的方法是，由MIM零件生产方与买方相互商定进行静态或动态测试。这个证明测试应该尽可能的于零件的实际功能相关，如断裂载荷、弯曲试验、拉伸试验等。例如，双方商定破坏载荷必须大于某一规定值。倘若在验收试验中，施加的力超过了规定的值，就表明达到了最小强度值。另一种方法中，要用第一批零件进行使用试验，证明是合格的。分别测定静态与动态的断裂载荷，将这些数据进行统计分析，以确定以后各生产批量的最小破断力。对于以后生产的各批零件，只要超过了该最小破断力，就表明达到了技术规范规定的强度。

6.4 化学成分 chemical composition

对于每一种材料的化学成分都列出了其主要元素的最小和最大含量。“其它元素”用差减法算出的，其中包括所有的其它元素，列出了质量分数的最大值。

6.5 密度和残余孔隙 density and residual porosity

MIM材料通常是接近真实密度，若不是，另行说明。MIM材料的残余孔隙度一般不大于5％。孔隙是细小的，主要分散在晶粒内，圆化的，且没有接触到零件的表面，这就意味着MIM材料对气体或者水是不能渗透的。

6.6 热处理 heat treatment

6.6.1 许多MIM材料都可以通过热处理来增强强度、硬度和耐磨性。含碳量大于0.3％的MIM铁基零件可以淬火硬化和回火。淬火后，需进行回火来消除应力和获得最好的强度和韧性。可以采用不同的回火温度来得到较大范围内的不同强度和韧性。应规定调质钢热处理后的硬度等级。当制作的MIM铁基零件含碳量低于0.3％时，可进行表面硬化（渗碳或者碳氮共渗）来增高表面硬度。

6.6.2 在这个标准中所列的热处理态的力学性能值，是在不同回火温度达到的实际最低和最高宏观硬度水平下得到的的最小值。

6.6.3 马氏体不锈钢（MIM-420）与沉淀硬化不锈钢（MIM-174PH）也可用热处理来提高强度与硬度。

6.6.4 MIM材料能够采用传统的气氛或真空条件下的热处理工艺。

1. 材料的命名 designation of materials

7.1 命名系统 designation system

这个国际标准中所规范的金属注射成形材料的命名系统和ISO/IEC导则，第2部分：2014相一致。

7.2 描述段 description block

描述段应包含“MIM”，表示用金属注射成形工艺制造的粉末冶金材料。

7.3 识别段 identity block

识别段应含有国际标准ISO 22068的号码，后面跟着是单项产品段。

7.4 单项产品段 individual item block

7.4.1 编码系统利用两种不同的方法：对于不以锻轧材料存在，仅以MIM合金存在的材料，命名以缩写代码表示合金成分；其中，主要成分写在前面，其次是含量较少的合金元素，都在质量百分比数值之前。如果材料是含碳的低合金钢，字母C是列在最后面的元素，且没有数值给定的数值。合金要求的C含量的范围在数据表中已列出来。例如，Fe-2%Ni的名称是Fe2Ni，如果这个合金添加了碳，这个材料的命名是Fe2NiC。对于有公认的锻轧材料代码的合金，这些材料的命名代码适用于识别相同的MIM合金。例如，只要有可能，不锈钢就用相对应级别的锻轧钢，如316不锈钢和420不锈钢。材料命名代码后面是连字符，连字符后面是以MPa为单位的屈服强度数值，如MIM-Fe2NiC-205。

7.4.2 热处理钢和不锈钢在材料命名中，在材料代码后有一个字母“H”，来表示热处理材料。在”H”之前，整个代码有3个或者4个数值，这些数值是标准的拉伸屈服强度值，单位是MPa。例如，MIM-4340-750H表示的是一种热处理的低合金钢，其名义含碳量为0.4%，镍含量为2%，Cr含量为1%，最小拉伸屈服强度为750MPa。

7.4.3 对于软磁合金，材料代码后面的两个或者三个数字是标准最大磁导率值乘以0.01，不是像在结构钢或不锈钢里的最小拉伸强度。例如，MIM-Fe3Si-55代表一中合金钢，不含碳，含3%硅，标准最大磁导率值是5500。

7.4.4 在这个国际标准中，材料规范的表格中不使用识别段。应该购买和在有任何可能不明确的技术文件中使用它。因此，MIM-ISO 22068-Fe2NiC-205是一个采购订单的例子，由识别段和单项产品段协同显示。

1. 材料规范 material specifications

MIM材料在表1至表6中详细说明。清单展示了标准化的当前状态。拉伸强度（UTS）、屈服强度（YS）和拉伸至断裂的的标准值是结构合金在烧结态和热处理态的最小值。软磁合金的标准值是密度、最大磁导率、最大磁感应强度在1990A/m（25Oe）的最小值。合金钢被列在表1和表2中的低合金钢，表3和表4中的不锈钢，表5中的软磁合金，表6中的钛合金。每个表中的材料都是以合金元素的增加来排序的。

**表1 低合金钢—烧结态**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 级别 | 标准值 | | | | | | | | | | |  | | |
| 化学组成 | | | | | | | | 极限拉伸强度  ≥  Rm  MPa | 抗拉屈服强度  （0.2%）  ≥  Rp0.2  MPa | 伸长率  ≥  *A*25  % | 密度  ρ  g∕cm3 | 宏观硬度 | |
| Fe  % | C  % | Si  % | Mn  % | Ni  % | Cr  % | Mo  % | Others  % | 洛氏硬度  HRB | 维氏硬度  HV10 |
| MIM-Fe2Ni-110 | 余量 | ﹤0.1 | ﹤1.0 | -- | 1.5-2.5 | -- | ﹤1.0 | ﹤1.0 | 255 | 110 | 20 | 7.6 | 45 | 87 |
| MIM-Fe2NiC-205 | 余量 | 0.4-0.8 | ﹤1.0 | -- | 1.5-2.5 | -- | ﹤0.5 | ﹤1.0 | 380 | 205 | 11 | 7.6 | 80 | 150 |
| MIM-Fe8Ni-210 | 余量 | ﹤0.1 | ﹤1.0 | -- | 6.5-8.5 | -- | ﹤0.5 | ﹤1.0 | 380 | 210 | 20 | 7.6 | 69 | 123 |
| MIM-Fe8NiC-300 | 余量 | 0.4-0.8 | ﹤1.0 | -- | 6.5-8.5 | -- | ﹤0.5 | ﹤1.0 | 550 | 300 | 6 | 7.6 | 90 | 180 |
| MIM-Fe8NiC-500 | 余量 | 0.4-0.8 | ﹤1.0 | -- | 6.5-8.5 | -- | ﹤0.5 | ﹤1.0 | 750 | 500 | 5 | 7.6 | 100 | 250 |
| MIM-4140-400 | 余量 | 0.35-0.50 | ﹤0.4 | ﹤0.9 | -- | 0.9-1.2 | 0.15-0.30 | ﹤1.0 | 700 | 400 | 3 | 7.4 | 95 | 210 |
| MIM-4340-500 | 余量 | 0.35-0.50 | ﹤0.4 | ﹤0.8 | 1.4-2.0 | 0.7-1.4 | 0.2-0.3 | ﹤1.0 | 700 | 500 | 4 | 7.4 | 100 | 240 |
| MIM-4605-170 | 余量 | 0.4-0.6 | ﹤1.0 | -- | 1.5-2.5 | -- | 0.2-0.5 | ﹤1.0 | 380 | 170 | 11 | 7.5 | 80 | 150 |
| MIM-52100-450 | 余量 | 0.8-1.05 | ﹤0.4 | ﹤0.8 | -- | 1.35-1.65 | -- | ﹤1.0 | 750 | 450 | 3 | 7.4 | 95 | 200 |
| MIM-52100-630 | 余量 | 0.8-1.05 | ﹤0.4 | ﹤0.8 | -- | 1.35-1.65 | -- | ﹤1.0 | 950 | 630 | 5 | 7.4 | 100 | 250 |
| 烧结态的力学性能，快速冷却会得到更高的强度。 | | | | | | | | | | | | | | |

**表2 低合金钢—热处理态**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 级别 | 标准值 | | | | | | | | | | | 非标准力学性能 | | |
| 化学组成 | | | | | | | | 抗拉强度  ≥  Rm  MPa | 抗拉屈服强度  （0.2%）  ≥  Rp0.2  MPa | 伸长率  ≥  *A*25  % | 密度  ρ  g∕cm3 | 宏观硬度 | |
| Fe  % | C  % | Si  % | Mn  % | Ni  % | Cr  % | Mo  % | Others  % | 洛氏硬度  HRC | 维氏硬度  HV10 |
| MIM-Fe2NiC-700H | 余量 | 0.4-0.8 | ﹤1.0 | -- | 1.5-2.5 | -- | ﹤0.5 | ﹤1.0 | 800 | 700 | 5 | 7.6 | 30 | 300 |
| MIM-Fe2NiC-1000H | 余量 | 0.4-0.8 | ﹤1.0 | -- | 1.5-2.5 | -- | ﹤0.5 | ﹤1.0 | 1200 | 1000 | 3 | 7.6 | 50 | 510 |
| MIM-Fe8NiC-700H | 余量 | 0.4-0.8 | ﹤1.0 | -- | 6.5-8.5 | -- | ﹤0.5 | ﹤1.0 | 800 | 700 | 5 | 7.6 | 35 | 345 |
| MIM-Fe8NiC-1000H | 余量 | 0.4-0.8 | ﹤1.0 | -- | 6.5-8.5 | -- | ﹤0.5 | ﹤1.0 | 1300 | 1100 | 2 | 7.6 | 50 | 510 |
| MIM-4140-600H | 余量 | 0.35-0.50 | ﹤0.4 | ﹤0.9 | -- | 0.9-1.2 | 0.15-0.30 | ﹤1.0 | 750 | 600 | 3 | 7.4 | 25 | 265 |
| MIM-4140-1200H | 余量 | 0.35-0.50 | ﹤0.4 | ﹤0.9 | -- | 0.9-1.2 | 0.15-0.30 | ﹤1.0 | 1300 | 1200 | 2 | 7.4 | 50 | 510 |
| MIM-4340-750H | 余量 | 0.35-0.50 | ﹤0.4 | ﹤0.8 | 1.4-2.0 | 0.7-1.4 | 0.2-0.3 | ﹤1.0 | 900 | 750 | 3 | 7.4 | 25 | 265 |
| MIM-4340-1300H | 余量 | 0.35-0.50 | ﹤0.4 | ﹤0.8 | 1.4-2.0 | 0.7-1.4 | 0.2-0.3 | ﹤1.0 | 1600 | 1300 | 2 | 7.4 | 48 | 485 |
| MIM-4605-1310H | 余量 | 0.4-0.6 | ﹤0.1 | ﹤0.8 | 1.5-2.5 | -- | 0.2-0.5 | ﹤1.0 | 1480 | 1310 | ﹤1 | 7.5 | 48 | 485 |
| MIM-52100-1250H | 余量 | 0.8-1.05 | ﹤0.4 | ﹤0.8 | -- | 1.35-1.65 | -- | ﹤1.0 | 1500 | 1250 | 1 | 7.4 | 25 | 510 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 级别 | 标准值 | | | | | | | | | | | | | 非标准力学性能值 | | | 非标准抗腐蚀性能 | | |
| 化学组成 | | | | | | | | | | 抗拉强度  ≥  Rm  MPa | 抗拉屈服强度  （0.2%）  ≥  Rp0.2  MPa | 伸长率  ≥  *A*25  % | 密度  ρ  g∕cm3 | 宏观硬度 | | H2SO4  g/dm2  /day | CuSO4 | Boiling Water |
| Fe  % | C  % | Si  % | Mn  % | Ni  % | Cr  % | Mo  % | Cu  % | Nb+Ta  % | Others  % | 洛氏硬度 | 维氏硬度  HV10 |
| MIM-316L-140 | 余量 | ﹤0.03 | ﹤1.0 | ﹤2.0 | 10.0-14.0 | 16.0-18.5 | 2.0-3.0 | -- | -- | ﹤1.0 | 450 | 140 | 40 | 7.7 | 67HRB | 120 | ﹤0.005 | Pass | Pass |
| MIM-430-210 | 余量 | ﹤0.08 | ﹤1.0 | ﹤1.5 | -- | 16.0-18.0 | -- | -- | -- | ﹤1.0 | 350 | 210 | 20 | 7.5 | 65HRB | 115 | 0.125 | Pass | Pass |
| MIM-174PH-650 | 余量 | ﹤0.07 | ﹤1.0 | ﹤1.0 | 3.0-5.0 | 15.0-17.5 | -- | 3.0-5.0 | 0.15-0.45 | ﹤1.0 | 800 | 650 | 3 | 7.5 | 27HRC | 280 | ﹤0.005 | Pass | Pass |

**表3 不锈钢—烧结态**

**表4 不锈钢-热处理态**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 级别 | 标准值 | | | | | | | | | | | | | 非标准力学性能值 | | |
| 化学组成 | | | | | | | | | | 抗拉强度  ≥  Rm  MPa | 抗拉屈服强度  （0.2%）  ≥Rp0.2  MPa | 伸长率  ≥  *A*25  % | 密度  ρ  g∕cm3 | 宏观硬度 | |
| Fe  % | C  % | Si  % | Mn  % | Ni  % | Cr  % | Mo  % | Cu  % | Nb+Ta  % | Others  % | 洛氏硬度  HRC | 维氏硬度  HV10 |
| MIM-420-850H | 余量 | 0.15-0.04 | ﹤1.0 | ﹤1.0 | 3.0-5.0 | 12.0-14.0 | -- | -- | -- | ﹤1.0 | 1000 | 850 | 2 | 7.4 | 44 | 445 |
| MIM-174PH-700H | 余量 | ﹤0.07 | ﹤1.0 | ﹤1.0 | 3.0-5.0 | 15.0-17.5 | -- | 3.0-5.0 | 0.15-0.45 | ﹤1.0 | 850 | 700 | 5 | 7.5 | 30 | 300 |
| MIM-174PH-970H | 余量 | ﹤0.07 | ﹤1.0 | ﹤1.0 | 3.0-5.0 | 15.0-17.5 | -- | 3.0-5.0 | 0.15-0.45 | ﹤1.0 | 1070 | 970 | 4 | 7.5 | 33 | 325 |
| MIM-174PH-1000H | 余量 | ﹤0.07 | ﹤1.0 | ﹤1.0 | 3.0-5.0 | 15.0-17.5 | -- | 3.0-5.0 | 0.15-0.45 | ﹤1.0 | 1200 | 1000 | 2 | 7.5 | 40 | 390 |

**表5 软磁材料-烧结态**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 级别 | 标准值 | | | | | | | | | | | | 非标准力学性能值 | | | | |
| 拉伸性能 | | | | |
| 化学组成 | | | | | | | | | 密度  ρ  g∕cm3 | 最大磁导率 | 磁感应强度 | 抗拉强度  ≥  Rm  MPa | 抗拉屈服强度  （0.2%）  ≥  Rp0.2  MPa | 伸长率  ≥  *A*25  % | 宏观硬度 | |
| Fe  % | C  % | Si  % | Mn  % | Ni  % | Cr  % | Co  % | V  % | Others  % | 洛氏硬度  HRC | 维氏硬度  HV10 |
| MIM-Fe2Ni-20 | 余量 | ﹤0.1 | ﹤1.0 | -- | 1.5-2.5 | -- | -- | -- | ﹤1.0 | 7.60 | 2000 | 1.40 | 290 | 125 | 40 | 45 | 87 |
| MIM- Fe3Si-55 | 余量 | ﹤0.05 | 2.5-3.5 | -- | -- | -- | -- | -- | ﹤1.0 | 7.45 | 5500 | 1.40 | 530 | 390 | 24 | 80 | 150 |
| MIM- Fe3Si-80 | 余量 | ﹤0.05 | 2.5-3.5 | -- | -- | -- | -- | -- | ﹤1.0 | 7.60 | 8000 | 1.40 | 530 | 390 | 24 | 80 | 150 |
| MIM- Fe50Ni-200 | 余量 | ﹤0.05 | ﹤1.0 | -- | 49-51 | -- | -- | -- | ﹤1.0 | 7.70 | 20000 | 1.30 | 455 | 160 | 30 | 50 | 93 |
| MIM- Fe50Ni-400 | 余量 | ﹤0.05 | ﹤0.4 | -- | 49-51 | -- | -- | -- | ﹤1.0 | 7.70 | 40000 | 1.30 | 455 | 160 | 30 | 50 | 93 |
| MIM-Fe50Co-48 | 余量 | ﹤0.05 | ﹤1.0 | -- | -- | -- | 48-50 | ﹤2.5 | ﹤1.0 | 7.70 | 4800 | 1.90 | 205 | 140 | ﹤1 | 80 | 150 |
| MIM-430-10 | 余量 | ﹤0.05 | ﹤1.0 | ﹤1.0 | -- | 16.0-18.0 | -- | -- | ﹤1.0 | 7.50 | 1000 | 1.10 | 415 | 240 | 25 | 65 | 115 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 级别 | 标准值 | | | | | | | | | | 非标准力学性能值 | | |
| 化学组成 | | | | | | | 抗拉强度  ≥  Rm  MPa | 抗拉屈服强度  （0.2%）  ≥  Rp0.2  MPa | 伸长率  ≥  *A*25  % | 密度  ρ  g∕cm3 | 宏观硬度 | |
| Ti  % | C  % | O  % | N  % | Al  % | V  % | Others  % | 洛氏硬度 | 维氏硬度  HV10 |
| MIM-Ti-400 | 余量 | ﹤0.2 | ﹤0.4 | ﹤0.1 | -- | -- | ﹤1.0 | 500 | 400 | 5 | 4.2 | 88HRB | 175 |
| MIM-Ti6Al4V-600 | 余量 | ﹤0.2 | ﹤0.4 | ﹤0.1 | 5.7-7.0 | 3.0-5.0 | ﹤1.0 | 800 | 600 | 3 | 4.2 | 30HRC | 300 |

**表6 钛-烧结态**

参考文献

[1] ISO 5755, Sintered Metal materials — Specifications

[2] ASTM 1089, Standard.Test Method for Corrosioon of Surgical Instruments

[3] MPIF Standard.Test Method 62，Determination of the Corrosion Resistance of MIM Grades of Stainiess Steel Immersed in 2% Sulfuric Acid Solution