

激光选区熔化成形 Ti-12Mo-6Zr-2Fe(TMZF)合金 微观组织及力学性能的研究

褚清坤^{1,2}, 闫星辰^{2*}, 岳术俊³, 王振国³, 刘敏²

1. 广东工业大学,材料与能源学院,广东 广州 510006;2. 广东省科学院新材料研究所,广东省现代表面工程技术重点实验室,现代材料表面工程技术国家工程实验室,广东 广州 510650;3. 北京市春立正达医疗器械股份有限公司,北京 101101



摘 要: 为了探究激光选区熔化(Selective laser melting, SLM)Ti-12Mo-6Zr-2Fe(TMZF)合金的微观组织与力学性能,采用TMZF合金粉进行激光增材制造,研究了铸造TMZF合金与SLM TMZF合金试样微观组织与力学性能的差异。结合X射线衍射仪(XRD)、金相显微镜(OM)、扫描电子显微镜(SEM)及能谱分析(EDS)等材料表征手段,对TMZF合金试样的物相分布、微观组织结构、元素分布及试样拉伸断口进行了对比分析。结果表明:SLM TMZF试样与铸造TMZF试样的组织中都含有大量 β -Ti组织;SLM TMZF试样的平均显微硬度为 $355.7 \pm 5.64 \text{ HV}_{0.2}$,铸造TMZF试样的平均显微硬度为 $354.8 \pm 5.44 \text{ HV}_{0.2}$;SLM TMZF试样的屈服强度为 $934 \pm 4.1 \text{ MPa}$ 、抗拉强度为 $993 \pm 2.4 \text{ MPa}$ 、延伸率为 $14.4 \pm 0.6 \%$,而铸造TMZF试样的屈服强度为 $1052 \pm 12.1 \text{ MPa}$ 、抗拉强度为 $1055 \pm 11.7 \text{ MPa}$ 、延伸率为 $10.4 \pm 1.2 \%$ 。为进一步探究激光选区熔化制备TMZF的后处理打下基础。

关键词: 激光选区熔化;Ti-12Mo-6Zr-2Fe;微观组织;力学性能

中图分类号: TG113.1;TG113.2;TG146.1

文献标识码: A

引文格式: 褚清坤,闫星辰,岳术俊,等. 激光选区熔化成形 Ti-12Mo-6Zr-2Fe(TMZF)合金微观组织及力学性能的研究[J]. 材料研究与应用,2021,15(4):350-357.

CHU Qingkun, YAN Xingchen, YUE Shujun, et al. Microstructure and mechanical properties of Ti-12Mo-6Zr-2Fe(TMZF) alloy formed by laser selective melting[J]. Materials Research and Application, 2021, 15(4): 350-357.

激光选区熔化技术(Selective laser melting, SLM)是一种以三维数字模型文件为数据源^[1-4],采用高能激光束对粉末进行逐层选择性区域熔化并凝固成形的金属增材制造技术。在粉末熔化过程中,冷却速度可达 $1 \times 10^3 \sim 1 \times 10^5 \text{ K/s}$ ^[5]。由于SLM技术具有高精度、高自由度及易于加工形状复杂零件的卓越加工能力,其已广泛应用于各种制造领域、生物医学、航空航天和汽车工业等领域中^[6-9]。

基于SLM技术的优越性及 β 型钛合金的良好性能,利用SLM技术成形 β 型钛合金的研究引起广泛的关注。Wang等人^[10]选用纯元素混合粉末,通过SLM技术制备了Ti-35Nb合金并系统地研究了SLM Ti-35Nb合金及其热处理后的相组成、机械性能和微观结构。研究发现,原始SLM Ti-35Nb合金的屈服强度为 $648 \pm 13 \text{ MPa}$ 、延伸率为 $3.9 \pm 1.1 \%$,热处理后SLM Ti-35Nb合金的屈服强度为

收稿日期: 2021-09-25

基金项目: “激光与增材制造”重点专项(2020B090923002);广东特支计划(2019BT02C629);广东省科学院建设国内一流研究机构行动专项资金项目(2021GDASYL-20210102005);广东省基础与应用基础研究 20211515010939;2020A1515111031;广州市产学研协同创新重大专项“燃气轮机关键零部件表面处理及维修”

作者简介: 褚清坤(1995-),男,河南南阳人,博士研究生,主要研究方向为金属增材制造。

通讯作者: 闫星辰,男,博士,副研究员, E-mail: yanxingchen@gdinm.com

602±14 MPa、延伸率为 5.6±1.9 % ,表明热处理提高了 SLM Ti-35Nb 合金的机械稳定性. Luo 等^[11]人通过 SLM 技术制备了一种高强度高塑性的 β 型钛合金 ($\text{Ti}_{69.71}\text{Nb}_{23.72}\text{Zr}_{4.83}\text{Ta}_{1.74}\text{Si}_3$ (TNZTS)). 研究表明, TNZTS 合金的屈服强度比常规锻造的 TNZT (Ti-35Nb-7Zr-5Ta) 合金高约 55%, 其屈服强度 978 MPa、抗拉强度 1010 MPa、延伸率 10.4 %,这主要是由于析出的硅化物和高冷却速率诱发的位错强化. Ummethala 等人^[12]利用 SLM 技术通过优化打印参数, 制备了 Ti-35Nb-7Zr-5Ta (TNZT) 合金. 研究发现, 制备的 SLM TNZT 显示出较高的抗拉强度(约 630 MPa)、优异的延展性(约 15%)和较低的弹性模量(约 81 GPa). Chen 等人^[13]利用纯元素混合粉末, 通过 SLM 技术制备了 Ti-37Nb-6Sn 合金, SLM Ti-37Nb-6Sn 合金的抗拉强度为 891 MPa、弹性模量为 66 GPa、延伸为 27.5%. Liu 等人^[14]系统地比较了 SLM 技术和热轧技术制备的亚稳态 β 型钛合金 TLM (Ti-25Nb-3Zr-3Mo-2Sn) 零件的显微组织、屈服强度、抗拉强度和延展性, 研究发现 SLM TLM 零件具有独特的显微组织, 如强织构、应变诱发马氏体相变, 这使得 SLM TLM 零件比传统的热轧零件更具延展性. 综上所述, 目前关于 SLM 成形 β 型钛合金的研究主要集中于激光成形参数对于 SLM 成形 β 型钛合金力学性能的影响.

Ti-12Mo-6Zr-2Fe (TMZF) 合金是一种亚稳态 β 型钛合金, 其具有强度高、弹性模量低、耐蚀性能

和耐磨损性能优良, 以及较好的生物相容性和不含有害元素^[15-16], 是一种理想的人造骨植入物生物材料, 且已经得到临床医用方面的许可^[17]. 但是关于 SLM 成形 TMZF 的研究较少, 且 SLM TMZF 合金的力学性能未见报道. 为了探究激光选区熔化 (Selective laser melting, SLM) Ti-12Mo-6Zr-2Fe (TMZF) 合金的微观组织与力学性能, 采用激光增材制造技术对 TMZF 合金粉进行实验, 同时对比了铸造 TMZF 合金和 SLM TMZF 合金试样的微观组织与力学性能的差异.

1 试验部分

1.1 试样制备

所用 TMZF 粉末由广州赛隆增材制造有限公司生产, 所用铸造 TMZF 合金由西安培沃新材料有限公司提供, TMZF 合金粉末的具体成分含量列于表 1.

表 1 TMZF 合金粉末化学成分

Table 1 Chemical composition of the TMZF alloy powders

元素	Ti	Mo	Zr	Fe
含量 $w/\%$	余量	10.23	5.85	1.87

图 1 为 TMZF 合金粉末的宏观形貌及粉末的粒度分布. 从图 1 可见, TMZF 粉末为球形合金粉末, 其粒径分别为 $D_{10}=32.9 \mu\text{m}$, $D_{50}=40.5 \mu\text{m}$ 和 $D_{90}=48.7 \mu\text{m}$.

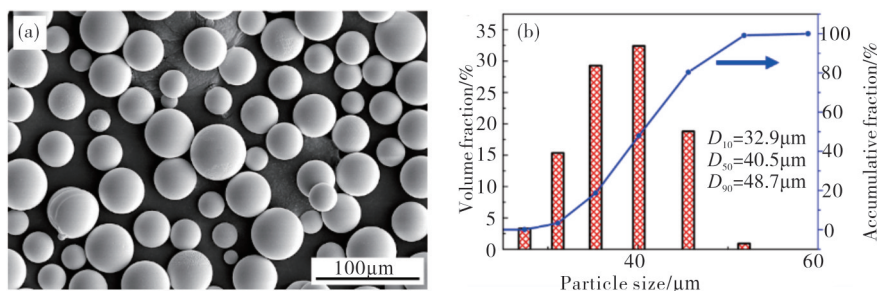


图 1 TMZF 合金粉末的宏观形态(a)及 TMZF 合金粉末的粒度分布(b)

Fig. 1 Macro morphology of the TMZF alloy powders (a) and particle size distribution of the TMZF alloy powders (b)

使用 EOS M290 增材制造系统, 在 Ti-6Al-4V 基板上进行样品的制备. 首先对激光参数进行系统优化, 优化后的工艺参数设定为激光光斑 100 μm 、激光功率 100 W、层厚 30 μm 、扫描间距 100 μm 及扫

描速度 500 mm/s, 在此参数下对 SLM 样品进行成形制备. 样品制备时向成形仓通入高纯氩气(纯度 99.99%), 并将氧含量(体积分数)保持在 0.01% 以下, 以避免 SLM 样品制备过程中可能会出现氧化

现象. 图2为SLM扫描策略及SLM TMZF样品. 从图2(a)SLM激光扫描策略图可见, 每层扫描后进行下一层激光扫描时, 需将光束旋转 67° . SLM技术制备的用于组织观测及力学性能测试的块状

TMZF合金试样的尺寸为 $10\text{ mm} \times 10\text{ mm} \times 5\text{ mm}$, 拉伸试样的尺寸如图2(b)所示, 而铸造TMZF合金试样的块状试样和拉伸试样由线切割设备以同等尺寸制备.

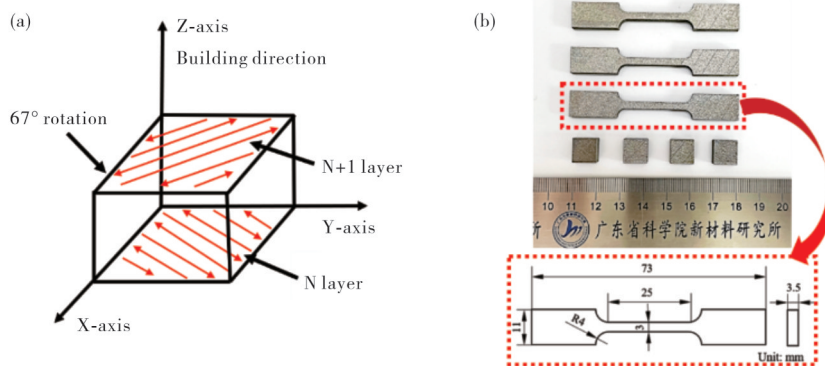


图2 SLM扫描策略(a)及SLM TMZF拉伸试样(b)

Fig. 2 SLM scanning strategy(a) and SLM TMZF samples(b)

1.2 材料表征

使用Leica DmirmMW550型光学显微镜和带有能谱仪系统的Nova nanoSEM450型扫描电子显微镜对TMZF样品的微观结构进行表征. 在进行金相分析之前, 对所有样品用SiC砂纸进行打磨并抛光, 然后在含有100 mL氢氟酸(HF)+300 mL硝酸(HNO_3)+600 mL水(H_2O)的腐蚀液中腐蚀20 s. 使用RIGAKU公司Smartlab 9KW型高分辨X射线衍射仪对TMZF样品的物相组成进行分析, 靶材为铜靶($K_\alpha=1.54\text{ \AA}$), 扫描角度为 $30^\circ\sim 80^\circ$, 所用电压及电流为40 kV和30 mA.

1.3 力学性能测试

使用自动硬度计(奥地利EmcoTest Dura Scan 70G5)在TMZF试样的抛光表面(R_a 低于 $0.15\text{ }\mu\text{m}$)进行维氏显微硬度测试, 载荷为200 g, 压痕时间为15 s, 在每个试样上进行10次测量, 相邻测量位置之间的距离为0.1 mm, 记录10次测量的平均值.

根据ASTM E8M标准, 在室温下以1 mm/min的位移速率进行拉伸试验. 相关机械性能数值是从INSTRON拉伸测试仪上直接读取的, 如最大拉伸强度值、屈服强度值及断裂应变在内的机械性能指标, 对所统计的数据进行记录, 并通过扫描电镜研究拉伸样品的断裂表面.

2 结果与讨论

2.1 物相分布

图3为SLM TMZF试样与铸造TMZF试样的XRD图谱. 从图3可见: 铸造TMZF试验的物相主要由 β -Ti相组成, 同时含有少量的 α' -Ti相; 由于在XRD图谱中FeTi相和 $\text{Fe}_{0.54}\text{Mo}_{0.73}$ 相只存在单一峰, 因此铸造TMZF的物相中可能存在FeTi相和 $\text{Fe}_{0.54}\text{Mo}_{0.73}$ 相. 这是因为铸造TMZF时在铸造过程中形成了高温不稳定相 $\text{Fe}_{0.54}\text{Mo}_{0.73}$, 且由于冷却速度较快, 因此制备过程中形成的不稳定相会存在于

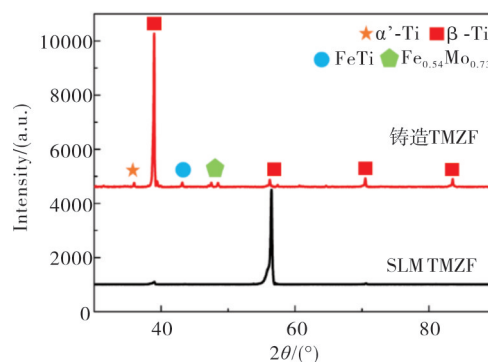


图3 SLM TMZF试样与铸造TMZF试样的XRD图谱

Fig. 3 XRD profiles of the SLM TMZF and casting TMZF samples

室温组织中. 此外,根据 Fe-Ti 相图可知,在 1317~1530 °C 下 Fe 与 Ti 较易发生反应而生成少量的 FeTi 化合物. 从图 3 还可见,SLM TMZF 试样的物相主要由 β -Ti 相组成,几乎不含其他杂质相. 这可能是由于所用粉末为合金粉末,粉末中各个组分分布比较均匀,在激光束熔化粉末时能够充分合金化,进而形成的物相几乎全为 β -Ti 相. 表明,SLM 技术是一种制备 β -Ti 合金的良好方法.

2.2 微观组织

图 4 为铸造 TMZF 试样的金相组织. 从图 4 可见,铸造 TMZF 试样主要由等轴晶组成.

图 5 为 SLM TMZF 的微观组织图. 从图 5(a)~图 5(b)可见,SLM TMZF 试样的微观组织主要由大晶粒组成. 从图 5(c)~图 5(d)可见,SLM TMZF 试样的熔道内存在分布均匀且细小的等轴晶,而在熔道搭接处则呈柱状晶生长. 这是因为在打印过程

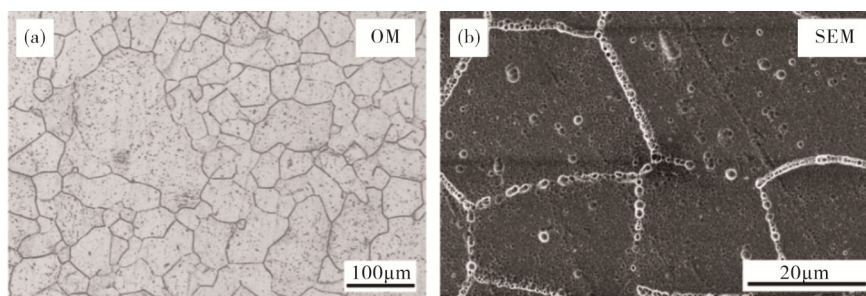


图 4 铸造 TMZF 试样的微观组织

(a) 铸造 TMZF 试样的 OM 图; (b) 铸造 TMZF 试样的 SEM 图

Fig. 4 Microstructure of casting TMZF sample

(a) OM of casting TMZF sample; (b) SEM of casting TMZF sample

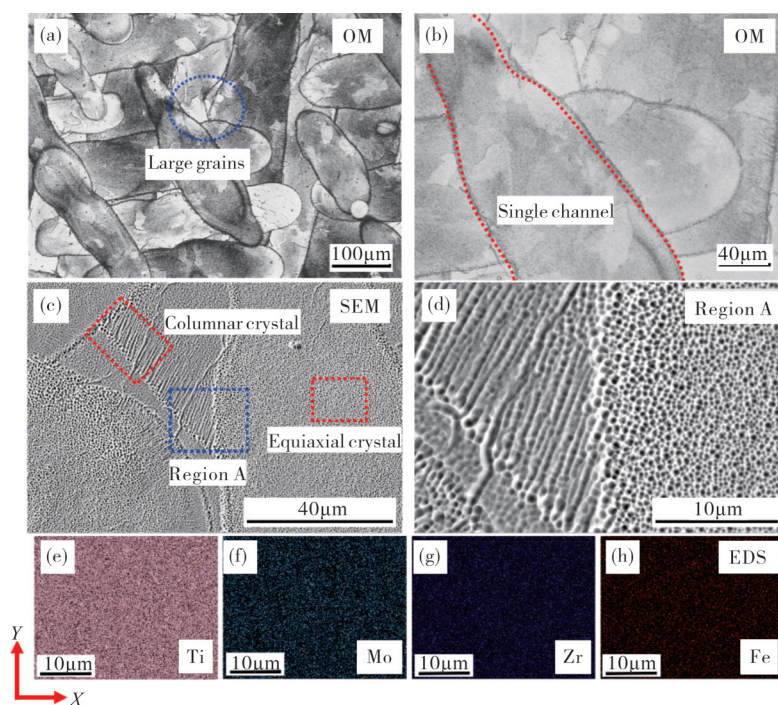


图 5 SLM TMZF 试样的微观组织

(a) SLM TMZF 试样的 OM 图; (b) OM 的局部放大图; (c) SLM TMZF 试样的 SEM 图; (d) 区域 A 的 SEM 图; (e)~(h) 元素分布

Fig. 5 Microstructure of SLM TMZF sample

(a) OM of SLM TMZF sample; (b) OM of partial enlarged view; (c) SEM of SLM TMZF sample; (d) SEM of region A; (e)~(h) EDS

中激光与粉末层相互作用形成熔池,当预置粉末与熔池的边缘或已凝固的熔道接触时,由于熔池边缘处温度梯度大而导致晶粒沿热流方向择优长大形成柱状晶;在熔池内部,由于热流分布均匀、温度梯度较小,晶粒快速凝固后形成细小均匀的等轴晶.从图5(e)主要元素分布图可见,Ti,Mo,Zr和Fe四种主要元素分布比较均匀,未存在元素偏析现象.这是由于所用粉末为合金粉末,粉末中各个组分分布

比较均匀,在激光束熔化粉末时能够充分合金化,进而形成无元素偏析的均匀组织.

图6为SLM TMZF试样的截面微观组织图.从图6(a)可见,SLM TMZF试样的截面主要由鱼鳞状的单道堆叠而成.图6(b)可见,SLM TMZF试样熔道的截面中部存在着均匀分布的柱状晶,在搭接处则是等轴晶,与XY面的微观组织分布规律相符.

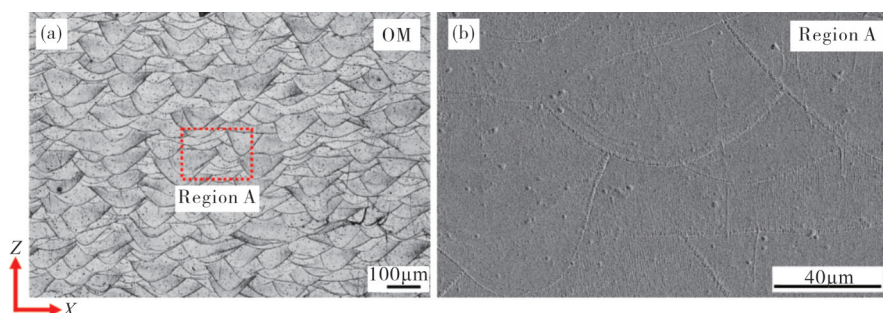


图6 SLM TMZF试样的截面微观组织图

(a)OM图;(b)SEM图

Fig. 6 Section microstructure of SLM TMZF sample

(a) OM plot;(b) SEM plot

2.3 力学性能

2.3.1 微观硬度

对SLM TMZF试样和TMZF铸造试样的显微硬度进行了检测,图7为SLM TMZF试样和铸造TMZF试样显微硬度分布.从图7可见,铸造

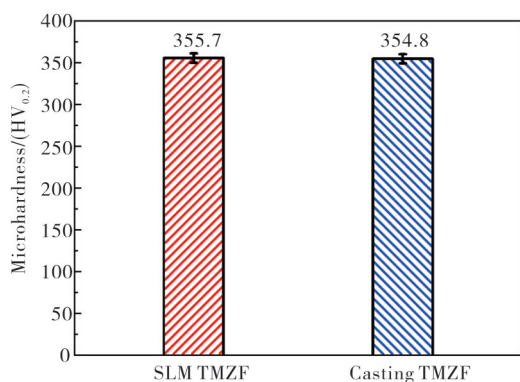


图7 SLM TMZF试样与铸造TMZF试样试样的显微硬度分布

Fig. 7 Microhardness distribution of the SLM TMZF and casting TMZF samples

TMZF试样的平均显微硬度为 $354.8 \pm 5.44 \text{ HV}_{0.2}$,SLM TMZF试样平均显微硬度为 $355.7 \pm 5.64 \text{ HV}_{0.2}$,SLM TMZF试样平均显微硬度比TMZF铸造试样显微硬度略高.这主要是由于选区激光熔化过程是一个快速熔凝的过程,使得SLM TMZF试样的微观组织更为细小,从而使SLM TMZF试样平均显微硬度高于TMZF铸造试样显微硬度.

2.3.2 抗拉性能

图8为SLM TMZF试样与铸造TMZF试样的应力-应变曲线.从图8可见,SLM TMZF试样的屈服强度为 $934 \pm 4.1 \text{ MPa}$ 、抗拉强度为 $993 \pm 2.4 \text{ MPa}$ 、延伸率为 $14.4 \pm 0.6\%$,而铸造TMZF试样的屈服强度为 $1052 \pm 12.1 \text{ MPa}$ 、抗拉强度为 $1055 \pm 11.7 \text{ MPa}$ 、延伸率为 $10.4 \pm 1.2\%$.表明,铸造TMZF试样的屈服强度与抗拉强度均优于SLM TMZF试样,而SLM TMZF试样的延伸率要优于铸造TMZF试样的.

图9为铸造TMZF试样的拉伸断口形貌图.从图9(a)可见,铸造TMZF试样的拉伸断口存在颈缩现象,但颈缩现象并不明显.铸造TMZF试样的拉

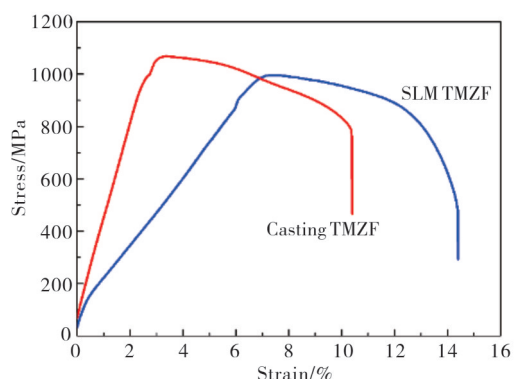


图 8 SLM TMZF 试样与铸造 TMZF 试样的应力-应变曲线

Fig.8 The stress-strain curves of the SLM TMZF and casting TMZF samples

伸断口中存在着一些细小的韧窝,同时也可以断口处观察到河流花样特征,表明存在着解理断裂这一脆性断裂.这是由于铸造 TMZF 试样中晶粒较为粗大,导致了解理断裂,因此铸造 TMZF 试样的断裂机制为韧脆混合断裂机制.

图 10 为 SLM TMZF 试样的拉伸断口形貌图.从图 10 可见,SLM TMZF 试样的拉伸断口存在明显的颈缩现象(图(a)),SLM TMZF 试样的拉伸断口中几乎全部为韧窝,并且存在较大尺寸的韧窝(图(b)).因此,SLM TMZF 试样的断裂机制为韧性断裂机制.

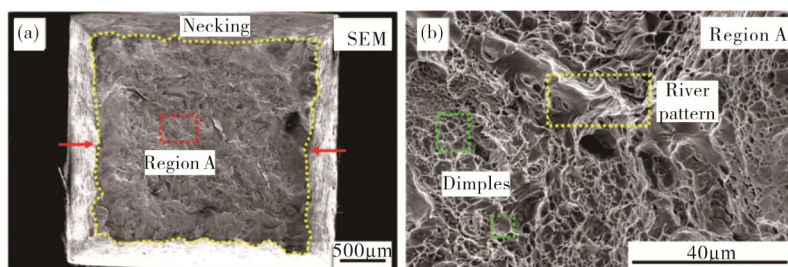


图 9 铸造 TMZF 试样的拉伸断口形貌

(a)断口形貌;(b)区域A放大图

Fig.9 Fractographies of the casting TMZF samples

(a) fracture morphology;(b) enlarged view of region A

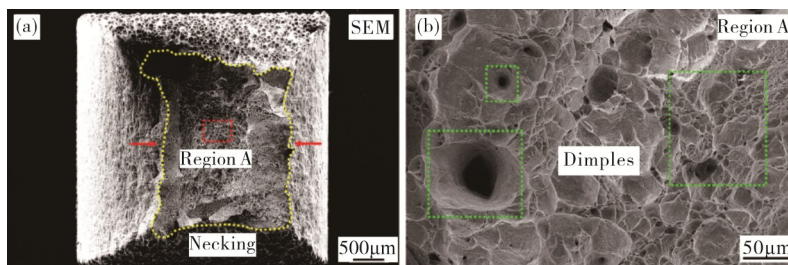


图 10 SLM TMZF 试样的拉伸断口形貌

Fig.10 The fractographies of the SLM TMZF samples

3 结 论

采用 SLM 技术对 TMZF 合金粉进行激光增材制造,探究了铸造 TMZF 合金与 SLM TMZF 合金的微观组织与力学性能的差异.

(1)铸造 TMZF 合金试样的物相主要由 β -Ti 相组成,同时含有少量的 α' -Ti, FeTi 相和 $\text{Fe}_{0.54}\text{Mo}_{0.73}$

相. SLM TMZF 合金试样的物相主要由 β -Ti 相组成,几乎不含其他杂质相.

(2)铸造 TMZF 试样的金相组织主要由等轴晶组成,而 SLM TMZF 的微观组织主要由大晶粒组成. SLM TMZF 试样的熔道内的晶粒为分布均匀且细小的等轴晶,在熔道搭接处的晶粒则呈柱状晶生长.

(3)铸造 TMZF 试样的平均显微硬度为

$354.8 \pm 5.44 \text{ HV}_{0.2}$, SLM TMZF 试样平均显微硬度为 $355.7 \pm 5.64 \text{ HV}_{0.2}$, SLM TMZF 试样平均显微硬度比 TMZF 铸造试样显微硬度略高. 铸造 TMZF 试样的屈服强度为 $1052 \pm 12.1 \text{ MPa}$ 、抗拉强度为 $1055 \pm 11.7 \text{ MPa}$ 、延伸率为 $10.4 \pm 1.2\%$, 其断裂机制为脆性混合断裂机制. SLM TMZF 试样的屈服强度为 $934 \pm 4.1 \text{ MPa}$ 、抗拉强度为 $993 \pm 2.4 \text{ MPa}$ 、延伸率为 $14.4 \pm 0.6\%$, 其断裂机制为韧性断裂机制.

综上所述, 铸造 TMZF 试样的屈服强度与抗拉强度略优于 SLM TMZF 试样, 但 SLM TMZF 试样具有较好的延伸性, 后续研究者将会继续通过后处理来提高 SLM TMZF 的力学强度.

参考文献:

- [1] YAN X C, CHEN C Y, CHANG C, et al. Study of the microstructure and mechanical performance of C-X stainless steel processed by selective laser melting (SLM) [J]. *Materials Science and Engineering: A*, 2020, 781:139227.
- [2] YAN X C, YIN S, CHEN C Y, et al. Fatigue strength improvement of selective laser melted Ti6Al4V using ultrasonic surface mechanical attrition [J]. *Materials Research Letters*, 2019 (8):327-333.
- [3] YAN X C, HUANG C J, CHEN C Y, et al. Additive manufacturing of WC reinforced maraging steel 300 composites by cold spraying and selective laser melting [J]. *Surface and Coatings Technology*, 2019, 371: 161-171.
- [4] DONG D D, CHANG C, WANG H, et al. Selective laser melting (SLM) of CX stainless steel: Theoretical calculation, process optimization and strengthening mechanism [J]. *Journal of Materials Science & Technology*, 2021, 73:151-164.
- [5] AL-RUBAIE K S, MELOTTI S, RABELO A, et al. Machinability of SLM-produced Ti6Al4V titanium alloy parts [J]. *Journal of Manufacturing Processes*, 2020, 57:768-786.
- [6] VANDENBROUCKE B, KRUTH J P. Selective laser melting of biocompatible metals for rapid manufacturing of medical parts [J]. *Rapid Prototyping Journal*, 2007, 13(4):196-203.
- [7] THIJS L, VERHAEGHE F, CRAEGHS T, et al. A study of the microstructural evolution during selective laser melting of Ti-6Al-4V [J]. *Acta Materialia*, 2010, 58(9):3303-3312.
- [8] YAN X C, YIN S, CHEN C Y, et al. Effect of heat treatment on the phase transformation and mechanical properties of Ti6Al4V fabricated by selective laser melting [J]. *Journal of Alloys and Compounds*, 2018, 764:1056-1071.
- [9] YAN X C, LI Q, YIN S, et al. Mechanical and in vitro study of an isotropic Ti6Al4V lattice structure fabricated using selective laser melting [J]. *Journal of Alloys and Compounds*, 2019, 782:209-223.
- [10] WANG J C, LIU Y J, RABADIA C D, et al. Microstructural homogeneity and mechanical behavior of a selective laser melted Ti-35Nb alloy produced from an elemental powder mixture [J]. *Journal of Materials Science & Technology*, 2021, 61:221-233.
- [11] LUO X, LIU L H, YANG C, et al. Overcoming the strength-ductility trade-off by tailoring grain-boundary metastable Si-containing phase in β -type titanium alloy [J]. *Journal of Materials Science & Technology*, 2021, 68:112-123.
- [12] UMMETHALA R, KARAMECHED P S, RATHINAVELU S, et al. Selective laser melting of high-strength, low-modulus Ti-35Nb-7Zr-5Ta alloy [J]. *Materialia*, 2020(14):100941.
- [13] CHEN W, CHEN C, ZI X H, et al. Controlling the microstructure and mechanical properties of a metastable β -titanium alloy by selective laser melting [J]. *Materials Science and Engineering: A*, 2018, 726: 240-250.
- [14] LIU Y J, ZHANG Y S, ZHANG L C. Transformation-induced plasticity and high strength in beta titanium alloy manufactured by selective laser melting [J]. *Materialia*, 2019(6):100299.
- [15] HU L, GUO S, MENG Q K, et al. Metastable β -type Ti-30Nb-1Mo-4Sn alloy with ultralow young's modulus and High Strength [J]. *Metallurgical & Materials Transactions A*, 2014, 45:547-550.
- [16] MENDES M W D, ÁGREDA C G, BRESSIANI A H A, et al. A new titanium based alloy Ti-27Nb-13Zr produced by powder metallurgy with biomimetic coating for use as a biomaterial [J]. *Materials Science and Engineering: C*, 2016, 63:671-677.
- [17] MOHAN P, ELSHALAKANY A B, OAMAN T

A, et al. Effect of Fe content, sintering temperature and powder processing on the microstructure, fracture and mechanical behaviours of Ti-Mo-Zr-Fe alloys [J].

Journal of Alloys and Compounds, 2017, 729: 1215-1225.

Microstructure and mechanical properties of Ti-12Mo-6Zr-2Fe (TMZF) alloy formed by laser selective melting

CHU Qingkun^{1,2}, YAN Xingchen², YUE Shujun³, WANG Zhenguo³, LIU Min²

1. Guangdong University of Technology, College of materials and energy, Guangzhou 510006, China; 2. The Key Lab of Guangdong for Modern Surface Engineering Technology, National Engineering Laboratory for Modern Materials Surface Engineering Technology, Institute of New Materials, Guangdong Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China; 3. Beijing Chunlizhengda Medical Instruments Co., Ltd., Beijing 101112, China

Abstract: In order to investigate the microstructure and mechanical properties of selective laser melting (SLM) Ti-12Mo-6Zr-2Fe (TMZF) alloy, TMZF alloy powder was used for laser additive manufacturing, and the differences of microstructure and mechanical properties between casting TMZF alloy and SLM TMZF alloy were studied. The phase distribution, microstructure, element distribution and tensile fracture of TMZF alloy samples were compared and analyzed by means of X-ray diffraction (XRD), metallographic microscope (OM), scanning electron microscope (SEM) and energy dispersive spectroscopy (EDS). The results showed that both SLM TMZF samples and casting TMZF samples contain a large amount of β -Ti phase. The average microhardness of SLM TMZF sample was $355.7 \pm 5.64 \text{ HV}_{0.2}$, and that of casting TMZF sample was $354.8 \pm 5.44 \text{ HV}_{0.2}$. The yield strength of SLM TMZF sample was $934 \pm 4.1 \text{ MPa}$, the tensile strength was $993 \pm 2.4 \text{ MPa}$ and the elongation was $14.4 \pm 0.6\%$; the yield strength of casting TMZF sample was $1052 \pm 12.1 \text{ MPa}$, the tensile strength is $1055 \pm 11.7 \text{ MPa}$ and the elongation is $10.4 \pm 1.2\%$. It laid the foundation for further exploring the post-processing of TMZF prepared by laser selective melting.

Key words: selective laser melting; Ti-12Mo-6Zr-2Fe; microstructure; mechanical property