



图 9 不同孔隙率多孔结构样件热处理后的应力-应变曲线
Fig. 9 Stress-strain curves of porous structure samples with different porosities after heat treatment

4 结 论

(1) 采用 SLM 制备出不规则多孔结构样件，在不规则度增大时，样件的压缩弹性模量降低，抗压强度降低。

(2) 在准静态压缩过程中，当多孔结构样件的孔隙率变小时，孔棱直径则变大，孔棱所能承受的弯曲和拉伸强度变大，即压缩弹性模量和抗压强度变大。

(3) 经过 880 °C/30 min/FC 热处理后，多孔结构样件的压缩弹性模量无明显变化，抗压强度下降，延展性变好。

参考文献 References

[1] Alvarez K, Nakajima H. Metallic scaffolds for bone regeneration[J]. *Materials*, 2009, 2(3): 790 – 832.
[2] Chen S, Tao F H, Jia C Z, et al. Status and progress of

selective laser melting forming technology[C]//Zhang G D. 3rd International Conference on Machinery, Materials and Information Technology Applications (ICMMITA 2015). Paris: Atlantis Press, 2015: 1295 – 1298.
[3] 王冠军. 基于激光选区熔化技术可控多孔结构设计及力学性能研究[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2018.
[4] 杜岳. 应用于骨科的可控不规则多孔结构的设计与性能研究[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2020.
[5] Liang H X, Yang Y W. Trabecular-like Ti6Al4V scaffolds for orthopedic: fabrication by selective laser melting and in vitro biocompatibility [J]. *Journal of Materials Science & Technology*, 2019, 35(7): 1284 – 1297.
[6] Mertens A, Reginster S, Paydas H. Mechanical properties of alloy Ti6Al4V and of stainless steel 316L processed by selective laser melting: influence of out-of-equilibrium microstructures[J]. *Powder Metallurgy*, 2014, 57(3): 184 – 189.
[7] Li Y J, Li X P, Zhang L C, et al. Processing and properties of topologically optimised biomedical Ti-24Nb-4Zr-8Sn scaffolds manufactured by selective laser melting[J]. *Materials Science and Engineering A*, 2015, 642(26): 268 – 278.
[8] 蔡雨升, 吉海宾, 雷家峰, 等. 热处理对激光选区熔化 TC4 钛合金显微组织和力学性能的影响[J]. *钛工业进展*, 2020, 37(1): 9 – 16.
[9] Sundar R S, Deevi S C. Effect of heat-treatment on the room temperature ductility of an ordered intermetallic Fe-Co-V alloy[J]. *Materials Science and Engineering A*, 2004, 369(1/2): 164 – 169.
[10] Trevisan F, Calignano F, Aversa A, et al. Additive manufacturing of titanium alloys in the biomedical field: processes, properties and applications[J]. *Journal of Applied Biomaterials and Fundamental Materials*, 2018, 16(2): 57 – 67.

2021 年 1—6 月中国锆产品进出口统计

项 目	进口数量/kg	进口金额/美元	出口数量/kg	出口金额/美元
锆矿砂及其精矿	642 080 658	495 856 286	10 245 867	18 803 557
锆的氯化物及氢氧基氯化物	2 004	177 737	25 366 946	83 383 409
碳酸锆	1 000	1 505	11 706 819	5 699 9377
未锻轧锆及粉末	98 314	1 016 544	52 226	2 331 612
锻轧锆及锆制品	95 592	9 723 260	12 383	2 196 843

(来源: 海关信息网)