

表5 不同温度下精锻得到的 TC4 钛合金棒材的
超声探伤杂波水平

Table 5 Ultrasonic testing noise level of TC4 titanium alloy bar
under different forging temperatures

No.	Specification /mm	Temperature /°C	Ultrasonic testing noise level
1	φ30	920	φ0.8 mm-(9~12) dB
2	φ30	940	φ0.8 mm-(9~12) dB
3	φ30	960	φ0.8 mm-(9~12) dB
4	φ50	920	φ0.8 mm-(12~16) dB
5	φ50	940	φ0.8 mm-(12~16) dB
6	φ50	960	φ0.8 mm-(12~16) dB
7	φ65	920	φ0.8 mm-(12~16) dB
8	φ65	940	φ0.8 mm-(16~20) dB
9	φ65	960	φ0.8 mm-(16~20) dB

强度下降。因此,针对叶片用 TC4 钛合金棒材,当精锻温度为 940 °C 时,棒材的探伤杂波水平可以达到 φ0.8 mm-9dB 以下,初生 α 相含量可以达到 65% 左右,性能保持在较高水平,整体组织、性能匹配较好。

3 结 论

(1) 与轧制工艺相比,精锻工艺制备的 TC4 钛合金棒材室温拉伸和高温拉伸强度优势明显,但超声探伤杂波水平稍高。

(2) 随着精锻温度升高,TC4 钛合金棒材的初生等轴 α 相含量逐渐减少,室温拉伸和高温拉伸强度下降,但超声探伤杂波水平逐渐减小。随着精锻

变形量增大,棒材晶粒尺寸逐渐减小,室温拉伸和高温拉伸强度逐渐提高,但组织均匀性变差,超声探伤杂波水平增大。

(3) 精锻温度选用 940 °C 时,TC4 钛合金棒材的组织 and 性能匹配较好。

参考文献 References

- [1] 陶春虎,刘庆琼,刘昌奎,等.航空用钛合金的失效及其预防[M].2版.北京:国防工业出版社,2013.
- [2] 蔡建明,曹春晓.航空发动机钛合金材料与应用技术[M].北京:冶金工业出版社,2021.
- [3] 张永红,李永春,曹凯.TC4 钛合金板材双晶探头超声波检测[J].宇航材料工艺,2012,42(5):72-75.
- [4] 宋韦韦,李本江,宋增金,等.TA15 钛合金显微组织对超声探伤底波衰减的影响[J].钛工业进展,2021,38(3):35-40.
- [5] 佟健,邵文彬,党永丰,等.钛合金棒材典型冶金次生缺陷超声波探伤波形特征分析[J].钛工业进展,2018,35(4):40-43.
- [6] 李华,马英杰,邱建科,等.TC4 钛合金显微组织对超声波探伤杂波水平的影响[J].稀有金属材料与工程,2013,42(9):1859-1863.
- [7] 郭凯,杜博生,周中波,等.热处理对 TC11 钛合金棒材超声波探伤的影响[J].热加工工艺,2018,47(14):152-154.
- [8] Sun S D, Zong Y Y, Shan D B, et al. Hot deformation behavior and microstructure evolution of TC4 titanium alloy [J]. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 2010, 20(11): 2181-2184.
- [9] 刘庆琼.航空发动机钛合金叶片制造技术及失效分析[M].北京:航空工业出版社,2018.

专利信息

一种高均匀性 650 °C 用高温钛合金大尺寸细晶整体叶盘的制备工艺

申请号: CN202210956813.2

申请日: 20220810

公开(公告)日: 20221220

公开(公告)号: CN115488277A

申请(专利权)人: 中国科学院金属研究所

摘要: 本发明公开了一种高均匀性 650 °C 用高温钛合金大尺寸细晶整体叶盘的制备工艺,其具体过程为:将合金铸锭在 1150~1250 °C 开坯锻造,然后将所得坯料在 β 相变点以上 10~30 °C 进行锻拔变形,锻后水冷,再将坯料加热至 850~870 °C 保温 12~20 h 后随炉升温至 990~1000 °C 进行锻拔变形,然后加热至相变点以上 10~30 °C 进行锻拔变形,锻后水冷,再加热至 850~870 °C 保温 12~20 h 后随炉升温至 990~1000 °C 进行锻拔变形,然后在 β 相变点以下 50~35 °C 进行锻拔变形,最后在 β 相变点以下 50~40 °C 锻造成形,得到锻坯;对锻坯进行固溶+时效热处理,最终获得整体叶盘锻件毛坯。该工艺适用于制备外径 600~1000 mm、高度 60~100 mm 的整体叶盘锻件,锻件的组织均匀性和性能优于传统工艺。