

等温锻造优质 TC4 钛合金高压前轴颈锻件研究 *

庞克昌 王晓英

(宝钢集团上海五钢有限公司, 上海 200940)

摘 要 采用等温锻造工艺生产出优质 TC4 钛合金高压前轴颈的精密空心锻件, 锻件表面光洁比普通锻造的锻件减轻重量 60%, 锻件的化学成分、力学性能和金相组织全部达到了技术条件的要求。

关键词 TC4 钛合金, 前轴颈, 等温锻造, 精密锻件

中图法分类号 TG319

文献标识码 A

文章编号 0412-1961(2002)S-S364-02

STUDY OF FRONT JOURNAL WITH HIGH PRESSURE MADE UP OF ISOTHERMAL FORGED QUALITY TC4 ALLOY

PANG Kechang, WANG Xiaoying

Baosteel Group Shanghai No.5 Steel Co. Ltd., Shanghai 200940

Correspondent: PANG Kechang, professor, Tel: (021)56674338, Fax: (021)56678119,

E-mail: Pangkc@sh163.net

Manuscript received 2002-03-25

ABSTRACT Through isothermal forging, high-pressure front journal made up of quality TC4 alloy has been produced. With its clean surface, the hollow net-size forging's weight is 60% less than that of conventionally forged. Meanwhile, the chemical composition, mechanical properties and structure are all in conformity with the specification related.

KEY WORDS TC4 alloy, front journal, isothermal forging, net-size forging

优质 TC4 钛合金高压前轴颈是发动机中的关键零件, 设计要求达到优质锻件水平。采用普通锻造实心锻件, 力学性能等指标不能完全满足技术条件的要求。采用等温锻造所研制的精密锻件, 组织、性能全部达到技术条件要求。先后在台发动机上进行试车考核。累计试车总时数达 1007 h。其中单台最长累计试车时数达 249 h。未发现异常情况, 满足了发动机设计要求。

1 锻件设计

前轴颈是一种空心薄壁零件。利用优质 TC4 钛合金超塑性进行等温锻造精密锻件研究。设计锻件单边加工余量 4—5 mm, 最小脱模角 0°, 在筒体最端头加试样环 >70 mm, 筒体设计成空心的, 锻件壁厚约 17—20 mm, 扩张段、直径 420 mm, 总高约 400 mm。重量为 28 kg, 只有普通锻造实心锻件的 40%。见图 1。

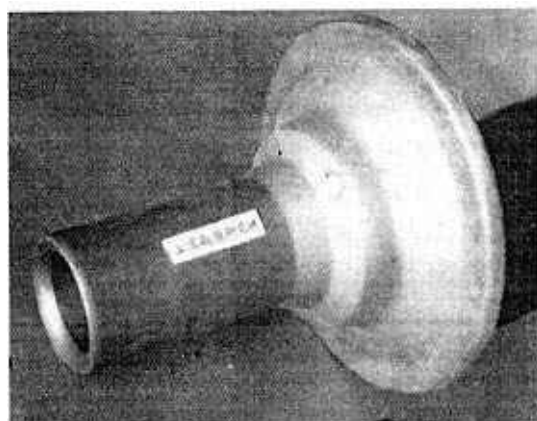


图 1 优质 TC4 钛合金高压前轴颈

Fig.1 High press front journal made of TC4 alloy

2 原材料与模具

原材料采用上钢五厂经三次熔炼生产的 ϕ 150 mm 优质 TC4 钛合金锻棒, 炉号为 443-77, 743-447。按专

* 收稿日期: 2002-03-25

作者简介: 庞克昌, 男, 1941 年生, 教授

表 1 优质 TC4 钛合金轴颈等温锻件力学性能
Table 1 Mechanical properties of isothermally forged TC4 journal

Forging batch	Temp. ℃	σ_b MPa	$\sigma_{0.2}$ MPa	δ_5 %	ψ %	a_K J/cm ²	HB _(d) mm	570 MPa fracture time, h	K_{1C} MPa·m ^{1/2}
95-3	20	960	885	16	50	58.8	3.57		69.87
		955	880	14	51	66.0	3.59		67.11
	400	645		15	63			>100	
		635		19	69			>100	
98-4	20	1040	980	17	47	42.5	3.45		73
		1050	980	18	46	42.5	3.48		70
	400	730		18	62			>100	
		715		18	65			>100	
SCJ5002-94	20	≥895	≥825	≥10	≥25	≥35	≥3.35		
(Q/3B4012-92)	400	≥615		≥12	≥40			≥100	≥55

用技术条件“优质 TC4 钛合金棒”（协上五钢 20-94）提供。金相组织、化学成分、力学性能均合格（略）。

在等温锻造条件下，模具在 900—950℃下工作，采用 K3 高温合金铸造模具是合适的。模具设计采用闭式锻造法。

3 等温锻造

基本成型工序为：棒材复验 → 下料 → 等温锻饼 → 超声波探伤 → 等温锻造 → 热处理 → 精整 → 检验 → 标记 → 入库。优质 TC4 钛合金轴颈要求室温拉伸、冲击、硬度外还要求断裂韧性，400℃拉伸和持久强度等性能，等轴与片状双态组织可获得各种性能良好的配合，等轴 α 的比例应在 20%—50% 之间， β 转变组织不应太细。为此，选择预锻温度在二相区下部，模锻温度在相变点以下 30—50℃，变形量大于 50%。试验证明这种工艺可以获得与原型机相同的组织，力学性能全部达到技术条

件的要求。热处理条件为 700℃/2 h 空冷。

4 锻件质量

外形尺寸符合锻件图的要求，表面光洁。金相组织与力学性能满足技术条件的要求。表 1 列出了二批锻件的力学性能。

5 结论

(1) 优质 TC4 钛合金高压前轴颈采用等温锻造工艺生产了表面光洁、空心的精密锻件，比普通锻造的锻件减轻重量 60%，节约了大量的金属和减少了机加工工作量。

(2) 采用等温锻造工艺生产的优质 TC4 钛合金高压前轴颈精密锻件的化学成分、力学性能和金相组织全部达到了技术条件的要求。并经多台发动机上进行试车考核。累计试车总时数达 1007 h。其中单台最长累计试车时数达 249 h。未发现异常情况，满足了发动机设计要求。