



■ 刘志家

TC4钛合金十字槽宽头螺栓 温锻工艺的研究

近年来,随着航空、航天事业的飞速发展,钛合金以其质量轻、强度高等优点,得到了该领域的广泛应用,特别是钛合金紧固件作为钛合金应用的一个重要方面,在航空、航天领域受到了普遍重点关注。TC4钛合金紧固件,现可通过温锻方式进行连续无切屑批量生产制造,该批量制造技术在航空航天等科研单位正日趋成熟。

然而,在TC4钛合金十字槽

宽头螺栓的温锻过程中,常出现如下问题:①温度控制不精确,工件出现裂纹或“过烧”现象。②凹模研死,推出保险销、推出销断裂现象。③十字槽冲头断裂,所锻工件无十字槽现象。④十字槽冲头将工件带出凹模,出现“拔活”现象。

针对上述问题,本文做了如下工艺研究。

1. 加热温度控制不准

TC4钛合金十字槽宽头螺栓

的温锻工艺对温度要求很严格,如果温度较低,一般低于650℃时,所锻锻的螺栓头部就会出现裂纹,或是在螺母内部出现夹层等缺陷;如果温度较高,一般高于800℃时,所锻锻的螺栓就会产生“过烧”,理化试验不合格,产生废品。因此,温控的准确,对TC4钛合金紧固件的温锻,起着至关重要的作用。

现在用于TC4钛合金紧固件的温锻设备,通常都是选用高频

(2) 产品制造商须在每个供货毛坯上用漆笔或钢印注明锻件标识,每个品种按年度排序,如:1401~14××,表示某锻件

2014年第1件至××件,并提供所有锻件的重熔炉号明细,便于检验,提供的检验报告均以该标识为基础。

表4 非金属夹杂物(级)

夹杂物类型	A		B		C		D		DS
	细系	粗系	细系	粗系	细系	粗系	细系	粗系	
合格级别不大于	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0

表5 低倍组织要求

低倍组织(级)		
一般疏松	中心疏松	锭型偏析
不大于		
1.0	1.0	1.5

5. 结语

通过对电渣重熔钢的制造工艺进行设计,达到了生产质量稳定的合格产品的效果,对于新型

材料的工艺设计具有广泛的借鉴意义,而且实际使用中证明应用电渣重熔钢的采煤机产品质量更

加安全可靠,对企业来说,应用电渣重熔钢提高了齿轮零件的使用性能,这将为公司赢得更多的用户。

参考文献

- [1] 束德林,陈九磅.工程材料力学性能[M].北京:机械工业出版社,2003.
- [2] 中国机械工程学会塑性工程学会.锻压手册[M].北京:机械工业出版社,2008.

作者简介:赵鑫、李建、朱科、侯军,西安煤矿机械有限公司。

MW 20170809

感应加热的方式进行的。之所以选用高频感应加热的方式，主要考虑高频感应加热的最大优点就是加热效率高，能够适应温锻设备的生产节拍，但随之而来也有其缺点，加热快，加热温度的准确性不易控制，被加热工件温度不好调整。因此，在TC4紧固件温锻设备上，必须安设一红外测温装置（见图1），测温范围在300~1000℃。并且该测温装置必须紧靠加热线圈，以确保测温的准确性。通过安装红外测温装置，可大幅提高对温度的控制，保证了TC4钛合金紧固件温锻时，温度严格受控。

2. 阴模易研死

TC4钛合金抗拉强度在895MPa以上，硬度在30HRC左右，所以，在TC4钛合金线材表面无任何处理时，温锻时很容易研伤凹模内孔。因此，TC4钛合金线材温锻前，必须做硫酸阳极化和喷涂含MoS₂的热塑清漆，这样能对坯料进行良好的润滑，减少温锻时金属流动的阻力，同时，也使温锻后的工件更容易被推出销推出凹模。

另外，在TC4钛合金十字槽宽头螺栓进行温锻时，要严格控制TC4钛合金线材与凹模的间隙，经过多次试验，此间隙的最佳值是0.1mm。与此同时，在温锻前的送料、切断等环节，要始终确保TC4钛合金线材表面不被划伤，保证润滑涂层的完好。

3. 十字槽冲头易断裂

由于TC4钛合金硬度较大，

在温锻的过程中，如果粗冲成形不理想时，很容易造成精冲的十字槽冲头断裂，以至于温锻后的工件无十字槽而成为废品。因此，粗冲模的结构尺寸设计成为了解决十字槽冲头断裂的关键所在。

在双击整模温锻机中，粗冲模的结构如图2所示，粗冲和精冲后的工件如图3所示。

经过大量试验得出在 $2d \leq e \leq 2.2d$ 时，十字槽不易断裂。而当 $e < 2d$ 时，粗冲模受锻力较大，磨损严重，容易疲劳破坏。 f 为锥形体上方的直线导向部分，一般不超过1mm，当 $f \geq 1mm$ 时，精冲后容易产生折叠废品。

在图2中， a 为TC4钛合金线材直径， c 可根据 e 的大小求得，根据体积不变原理，可求解出 b ，这样就可以确定粗冲模的关键尺寸，完成粗冲模的结构尺寸设计。

4. 十字槽冲头易带出工件

由于TC4钛合金强度大、硬度高，不易变形，致使温锻后不能将凹模胀满，导致工件被精冲模的十字槽带出凹模，影响锻锻节拍，造成连续温锻停止，这也就是所说的“拔活”现象。为解决TC4钛合金十字槽宽头螺栓的“拔活”问题，在凹模的结构设计中，选择带台阶的凹模，如图4所示，通过台阶对所锻TC4钛合金线材的束缚作用，增加工件被拔出的阻力，保证温锻的连续进行。



图1 红外测温仪

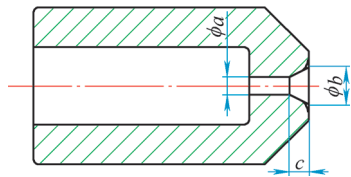


图2 粗冲模结构

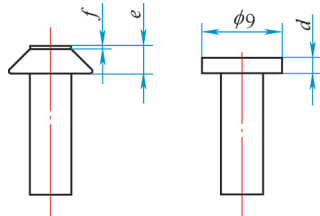


图3 粗冲与精冲后的工件

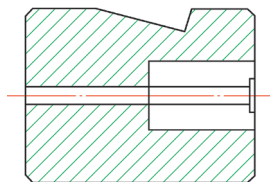


图4 阴模结构图

5. 结语

通过上述的解决措施，TC4钛合金十字槽宽头螺栓在双击整模温锻机上常出现的温度不可控、凹模研死、十字槽断裂及“拔活”等这些既影响生产进度，又影响温锻制件质量的问题，得到了彻底的解决，提高了TC4钛合金十字槽宽头螺栓生产效率，降低了生产中不必要的维修费用，经济效益显著。

作者简介：刘志家，齐齐哈尔二机床（集团）有限责任公司。

MW 20170809