

粉末冶金同步器齿毂高频淬火裂纹解决措施

范森利,王留永

(陕西省机械研究院,陕西 咸阳 712000)

摘要:汽车行业快速发展,对汽车零部件的质量有较高的要求,同步器齿毂是重要零件,在实际的生产中,齿毂易产生高频淬火裂纹,对齿毂的质量产生影响,重视同步器齿毂高频淬火裂纹的发生原因,并且采取相应的措施加以改善,降低废品率。

关键词:粉末冶金;同步器;齿毂;高频淬火裂纹

在社会转型的关键时期,汽车零部件生产产业在不断地转型升级。同步器齿毂是汽车变速器中不可获取的重要组成部分。为了提高同步器齿毂生产质量,满足节能环保生产理念,可采用粉末冶金生产工艺,既降低同步器齿毂的生产成本,同时也满足汽车零部件国产化的市场需求。

1 同步器齿毂

齿毂的结构复杂,属于H型粉末冶金结构件,具有壁厚差大、台肩多、高度差大、密度高等特点。同步器齿毂产品,是新能源混合动力自动变速箱同步器齿毂,原材料主要为粉末冶金D39,同步器齿毂的压制密度在 $7.0\text{g}/\text{cm}^3$ 以上,且硬度在HV300以上。

2 粉末冶金同步器齿毂工艺

2.1 粉末配料混合比例

本研究的同步器齿毂的生产材料为D39材料。化学成分有Cu粉、Ni粉、Mo粉、C粉、MnS粉、Ac粉以及Fe粉,含量占比依次为1.5%、4%、0.5%、0.7%、0.5%、0.7%、92.1%。

2.2 粉末压制成形

在同步器齿毂生产中,压制成形是重要的生产工序,其对同步器齿毂的质量有着直接影响,应保障同步器齿毂压制模具的构建,确保模具的结构与尺寸满足同步器齿毂零部件的实际结构与尺寸,进而实现大批量生产。另外,为保障同步器齿毂的密度达到 $7.0\text{g}/\text{cm}^3$ 以上,应保障组合模具具有配合间隙小、复位精度高的特点,进而使得同步器齿毂达标。

2.3 烧结工艺

在同步器齿毂生产中,应采用网带式烧结炉。在进行烧结时,将成形制品均匀的摆放在平瓷板上予以烧结,成形制品间留有间隙,且摆放方向应按照压制出模

的方向予以摆放。且在制品烧结过程中,需控制烧结炉的供气流量大小,确保炉前、炉中、炉尾的满足生产要求,即气流大小均匀,保障成形制品的成形率,进而降低废品的产生率;与此同时,为了让成形制品得到充分的预热去脂,应控制烧结炉的网速,待成形制品得到充分的烧结后予以冷却。冷却一定的时间后,出炉。

2.4 整形工艺

待成形制品烧结完成后,需对其进行修整,提高制品烧结坯的尺寸精度,确保制品烧结坯的精度满足同步器齿毂要求标准。待制品烧结坯整形修整后,制品烧结坯的尺寸与形位公差满足成品的标准。制品烧结坯的整形方法为:采用上2下3机械(液压)压机,采用整形阴模、整形心杆固定,下冲头顶出制品的整形方式,进而保障制品烧结坯的尺度。制品经过烧结后,同步器齿毂的外齿尺寸会发生变化,因此利用整形阴模对外齿尺寸进行修整,保障制品精度。

2.5 机械加工工艺

制品烧结坯经整形工艺修整后,依然有部分结构、尺寸得不到修整,因此可采用机械加工工艺加以完善,进而保障制品烧结坯的精度。在进行机械加工工艺时,值得注意的是不能损坏原来的尺寸精度。

2.6 热处理

为增强制品烧结坯的表面硬度,可采用热处理方式予以增强。在进行热处理时,可采用较大的箱式炉进行,其既能保障制品烧结坯尺寸变化一致,又能保障制品烧结坯表面硬度均匀。采用爱协林可控气氛多用炉进行热处理工序,其可以完成直接淬火+回火等工艺,而且采用程序控制多用炉的各工艺参数,进而保障多用炉的热处理性能稳定可靠。

2.7 精加工

制品经过热处理后,制品尺寸会发生变化,可采用精加工的方式,满足同步器齿毂技术要求。

作者简介:范森利(1969-),男,陕西咸阳人,主要研究方向:粉末冶金研发及应用。

通讯作者:王留永(1974-),男,陕西咸阳人,主要研究方向:粉末冶金产品设备及加工。

2.8 磁力探伤

同步器齿毂经过一系列的加工处理后,部分同步器齿毂会出现裂纹,影响同步器齿毂的生产质量。为了保障同步器齿毂产品的合格率,可采用外观检查联合磁力探伤的方式检查同步器齿毂产品裂纹情况。

2.9 成品检验

同步器齿毂在包装入库前,应进行清洗、检验,只有对同步器齿毂结构、尺寸进行全方位的检查,确定产品各项要素符合同步器齿毂生产标准后才能包装入库。若产品不合格要素过多,将其作废品处理。针对不合格要素较少的产品,应及时进行返修,保证产品合格率。

3 高频淬火裂纹产生的原因

在同步器齿毂的热处理中,制品会出现裂纹,影响产品生产质量。而发生高频淬火裂纹的原因主要为产品图样、高频淬火参数等。

3.1 产品图样

本研究的同步器齿毂内花键的模数为 $m=2\text{mm}$,内花键大径处的 R 角为 0.1mm 。同步器齿毂内花键具有模数大, R 角小的特点,属于尖角结构,进而说明同步器齿毂易发生裂纹。与此同时,同步器齿毂键槽处与内花键处的壁较薄,也属于裂纹发生的主要原因。但对大量的同步器齿毂制品进行检测,未发现由此原因所导致的高频淬火裂纹,说明此原因不是制品产生高频淬火裂纹的主要原因。

3.2 高频淬火参数

在高频淬火过程中,材料会因为温度的变化而发

生变化。当温度升高时材料会发生膨胀,使材料内部温度分布不均匀,产生不均匀变形,且制品内部产生热应力。而冷却过程中,制品的体积会出现体积膨胀情况。在高频淬火过程中,制品材料内部存在温度梯度,在进行冷却时,制品材料无法进行同时转变,使得制品材料出现不同的膨胀量,促使制品内部产生相变应力。在制品材料内部,热应力和相变应力相互作用,进而使得制品尖角应力集中开裂。对大量的同步器齿毂制品进行检测,发现产生裂纹制品的高频淬火温度为 900℃ ,加热电流为 700A ,加热时间为 1.8s ,常温油冷。因此可以说高频淬火参数是产生高频淬火裂纹的主要原因。

4 高频淬火裂纹的解决措施

4.1 增大 R 角

在不影响同步器齿毂装配要求的情况下,为避免同步器齿毂出现高频淬火裂纹,应增大内花键大径处的 R 角,即将 0.1mm 增加至 0.25mm ,进而保障同步器齿毂的生产质量。

4.2 改善高频淬火工艺

高频淬火参数是高频淬火裂纹产生的主要原因,为了降低高频淬火裂纹的发生率,可改善高频淬火工艺。通过不断地试验,确定同步器齿毂高频淬火的参数,保障同步器齿毂的生产质量。不同高频淬火参数如表 1 所示。

由表 1 可知,在相同加热温度条件下,加热电流为 520A ,加热时间为 3.2s ,冷却油温为 60℃ 时,裂纹件最少,表示该高频淬火参数为最佳参数。

表 1 不同高频淬火参数

序号	齿毂件数(个)	加热温度(℃)	加热电流(A)	加热时间(s)	冷却油温(℃)	裂纹件(个)
1	200	900	700	2.3	20	36
2	200	900	650	2.7	60	18
3	200	900	520	3.2	20	6
4	200	900	520	3.2	60	0

5 粉末冶金同步器齿毂精度的提升

5.1 同步器齿毂压制模具的设计

在压制模具的设计中,为提升同步器齿毂的精度,将压制阴模 1/3 的中间齿顶部位置作为起点,按顺时针方向做增量曲线,直至键槽侧面,且按照增量曲线调整单齿齿形位置,制品符合生产要求。该种方式能够有效改善同步器齿毂生产中存在的变形量。

5.2 同步器齿毂整形模具的设计

同步器齿毂两侧具有空槽,在进行烧结过程中,同步器齿毂空槽部位受到的热量少于筋板部所受热量,使得同步器齿毂产品在烧结合定形中,外齿齿形的精度降低,对同步器齿毂产品的烧结合定形质量产生影响。因

此可采取调整整形量的方法提高齿向精度,即控制整形冲进入空槽的深度,达到外齿齿形精度的提升。

6 结 语

综上所述,在粉末冶金同步器齿毂的生产流程中,产品易出现高频淬火裂纹,影响生产质量,不断调节高频淬火工艺参数,降低高频淬火裂纹的发生,且完善压制模具和整形模具,持续提升同步器齿毂生产质量。

参考文献

- [1]熊翔,杨宝震,刘咏,等.汽车工业中的粉末冶金新材料与新技术[J].粉末冶金工业,2019,29(4):1-7.
- [2]刘仕堃,孙长义,郭最润,等.汽车变速器粉末冶金齿轮研究与分析[J].铸造技术,2019,40(3):286-290.