

采用淬火压模控制薄壁齿轮的淬火变形

张宇庆

辽宁省抚顺市抚东机械厂 辽宁抚顺 113105

摘要: 论述了薄壁齿轮渗碳淬火工序变形问题, 讨论了薄壁齿轮渗碳淬火过程中变形产生的原因, 并根据零件特点设计淬火模具, 利用淬火压床进行淬火, 以减少变形的工艺方法, 从而保证零件能够顺利地进行机械加工。

关键词: 薄壁齿轮; 渗碳淬火; 喇叭口变形; 淬火压床; 淬火模具

1 序言

随着科技的发展, 一些传动机构的部分零件较以前的设计有所改进。部分零件采用薄壁的形式, 这样的设计既可以减轻零件的重量, 又可以减少零件传动中的功率损耗。但是, 随之而来的问题就是为热处理过程增加了难度, 例如, 如何有效地控制淬火变形, 保证后续机械加工的进行。

正如大家所知道的, 机械零件在热处理过程中, 由于组织应力和热应力的共同作用, 极易产生各种形式的变形, 而且零件的形状特点也易导致变形的产生。因此, 要求从事热处理工作的技术人员在研究零件的变形时, 必须充分考虑零件在热处理过程中组织转变的规律、零件的结构特点、工艺参数的选定、工装的选用及淬火设备^[1]的使用情况等, 找出影响变形的主要因素, 并采取相应的措施, 才能有效地减小或控制零件变形, 以满足产品加工工艺的要求。

2 问题的提出

辽宁省抚顺市抚东机械厂生产的一薄壁齿轮, 如图1所示。材料为20Cr2Ni4A钢^[2], 其化学成分见表1。技术要求: 渗碳层深度为1.3~1.6mm, 表面硬度 $\geq 60\text{HRC}$, 心部硬度为35~49HRC, 端面翘曲 $\leq 0.25\text{mm}$, 内孔圆度 $\leq 0.25\text{mm}$ 。

在原淬火工艺方案中, 虽然考虑到了零件由于形状特点, 容易产生翘曲的实际问题, 但是忽略了零件的薄壁特点, 只采用内孔加装淬火芯轴, 控

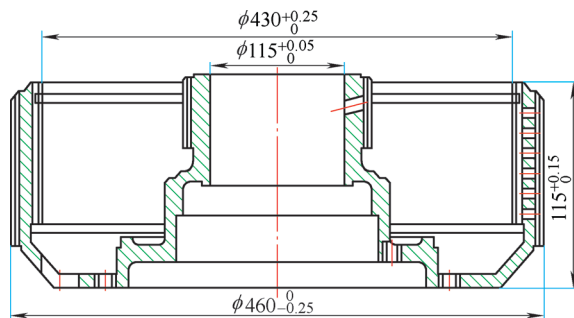


图1 薄壁齿轮

表1 20Cr2Ni4A钢薄壁齿轮化学成分(质量分数)(%)

C	Mn	Cr	Ni
0.17~0.24	0.30~0.60	1.25~1.75	3.25~3.75

制内孔的圆度变化。由于该齿轮属于薄壁类零件, 零件的薄壁未能得到有效控制, 导致零件的薄壁处尺寸增大, 即薄壁最外端的尺寸增大, 零件的尺寸加大了0.8~1.0mm, 甚至个别零件的增大尺寸达到了1.5mm以上。从外观尺寸来看, 零件呈现“喇叭口”形状, 且圆度达到1.0mm以上, 严重影响到零件的后续加工, 甚至因尺寸变化直接报废。

3 原因分析

由于薄壁类齿轮零件产生了上述变形, 因此给下一步机械加工带来了极大的困难, 齿部加工因基准的变化, 难以完成最终的精加工。

针对此种变形, 我们分析其产生的原因主要有两点:

1) 虽然在淬火芯轴的控制下,内孔的圆度得到了控制,但零件的薄壁处未加以限制,在淬火时,由于组织应力、热应力的作用而产生了畸变。

2) 正因为薄壁处的畸变,零件的端面翘曲也有所增大。

为此,要控制零件薄壁处的畸变和端面翘曲的变化,就必须对零件的薄壁处和端面在淬火过程中加以限制,以保证此零件淬火过程中产生的变形在工艺要求范围内。

通过对零件变形的具体分析,零件薄壁处尺寸增大和端面翘曲度过大的原因,主要是淬火过程中未能采取行之有效的措施,对零件易出现变形的部位未加以限制。根据经验,此类零件在淬火时需要平放入淬火油中,以减少零件的变形。但是,其中有一个不可避免的因素出现,即零件在平放入淬火油中时,由于零件的各截面存在尺寸差,势必导致各部位冷却不均匀,从而出现热胀冷缩不协调的现象,因此造成零件薄壁处尺寸增大,而且操作不当及控制方法不合理,均会造成零件出现翘曲变形。若不采取必要的控制方法,就会造成零件的翘曲度增大,从而影响产品质量,造成损失。

4 热处理工艺、工装的改进及效果

综上所述,零件的热胀冷缩不协调,引起零件薄壁处的尺寸胀大。为了有效地解决此类问题,我们将工艺及工装进行改进,即根据零件结构特点和实际生产所使用的淬火设备状况,设计出如图2所示的淬火工装,对零件在整个淬火过程中易产生变形的部位加以限制,有效地控制零件各部位的冷却速

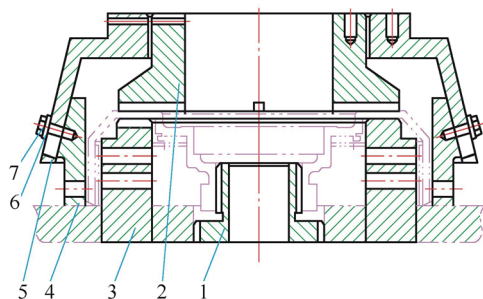


图2 淬火压模工作示意

1.芯轴 2.内压模 3.下模 4.滑块 5.外压模
6.垫圈 7.六角头螺栓

度,保证零件的冷却均匀性,从而达到提高零件淬火合格率的目的。

4.1 淬火模具的设计

为解决零件的畸变,根据零件形状的特点重新设计了淬火压模。该套淬火压模主要由外压模、内压模、下模、6块滑块、芯轴等组成,如图3~图7所示。

淬火压模中的滑块由螺栓联接在外压模上,外压模通过螺杆联接在淬火压床上。由于外压模联接在了淬火压床上,因此外压模在下落过程中,滑块沿着外压模内壁15°斜面移动,在内模压落在零件表面时,滑块刚好完成了移动并与零件的外圆相贴合,固定了零件的外圆尺寸,从而控制了零件淬火过程中的尺寸变化,实现了用淬火压模控制零件变形的目的。

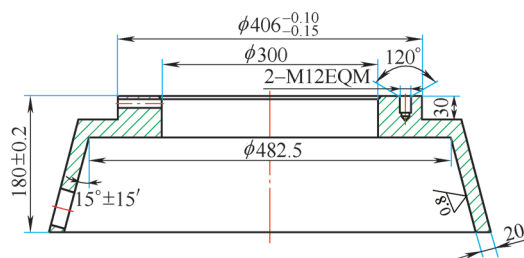


图3 外压模

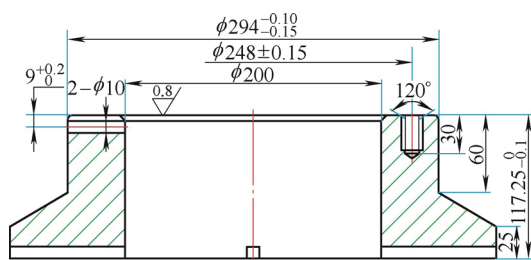


图4 内压模

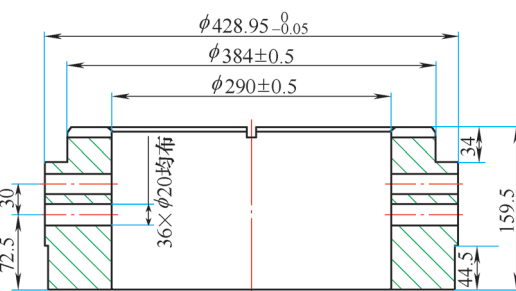


图5 淬火下模

○ 该套淬火模具已获得国家知识产权局颁布的实用新型专利,专利号ZL 2020 2 0258274.1。

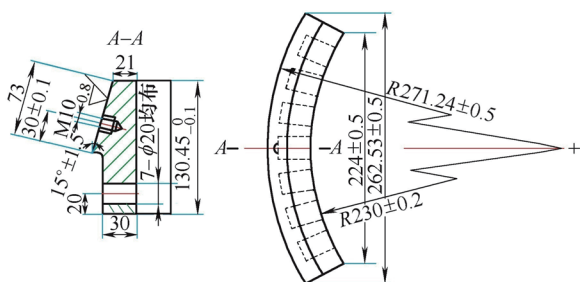


图6 滑块

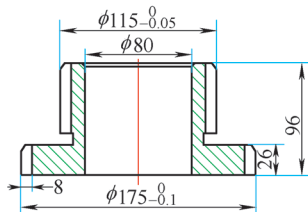


图7 芯轴

淬火压模的具体工作步骤:

- 1) 将滑块联接在外压模上, 并保持滑块始终处于自由状态, 不得有卡滞现象。
- 2) 将外压模、内压模联接在淬火压床上, 并提升至规定高度, 将淬火压床的控制按钮调至自动位置。
- 3) 将下模、芯轴安装在淬火压床的工作台上。
- 4) 以芯轴定位, 零件放置在下模上。
- 5) 按动淬火压床上的控制按钮, 内外压模同时下落, 当内压模落在零件表面上时, 安装在外压模上的滑块刚好与零件外表面贴合, 外压模落在工作台上, 这时外压模与零件形成了封闭空间, 此时喷油阀工作, 在封闭空间充满淬火油, 零件完成淬火工作。

4.2 淬火压模的使用效果

在淬火压床上进行淬火时, 淬火压床的压力可以根据淬火时出现的不同情况适时地进行调整, 使零件在淬火过程中始终处于压力淬火的状态。由于零件的形状和尺寸承受着淬火压模的限制, 制约了零件在淬火过程中出现的翘曲度, 从而保证了零件的翘曲度能够控制在所要求的范围内。

由于淬火工序采用此种淬火压模, 原来薄壁处的尺寸变化得到了控制。通过测量圆度能够控制在0.25mm左右, “喇叭口”现象未再出现; $\phi 115\text{mm}$ 的内孔由于芯轴的作用, 圆度也能够控制在0.2mm左右, 大大提高了零件的淬火合格率。

5 工艺分析及体会

薄壁类零件截面差较大, 其变形规律为内孔缩小和端面翘曲变形, 是在各种复杂应力综合作用下产生的结果^[3]。因此, 有必要采取有效地控制措施, 限制或减少零件的尺寸变化, 使之能够满足下一步的机械加工要求。

通过薄壁零件的淬火生产实践, 得到以下体会:

1) 解决零件薄壁处尺寸的变化, 就要对薄壁处的尺寸变化加以限制。根据零件的形状和我公司淬火设备的特点, 将淬火工装加以改进, 外压模的内壁设计成 15° 的斜面。

2) 根据淬火设备的特点, 将滑块的一端设计成 15° 的斜面, 使之与外压模的内壁尺寸相吻合。

3) 在加工 15° 的斜面时, 零件的表面粗糙度要控制在比较高的加工精度上, 如 $Ra=0.4\sim 0.8\mu\text{m}$, 这样滑块在沿外压模内壁下落过程中, 就不会出现卡滞现象。

4) 在淬火下模的端面加工出36个凹槽, 滑块侧面加工6个孔, 这样的设计有利于零件在淬火过程中淬火油的循环流动, 从而增强了淬火油的冷却性能, 提高了淬火油的冷却能力, 同时也可以保证零件表面的淬火硬度能够达到图样的技术要求。

5) 将滑块加工成6块, 并均匀地安装在外压模上。这样外压模在下落过程中, 可以避免滑块移动时出现卡滞现象, 保证滑块完全贴合在零件外圆上, 从而限制了零件外圆尺寸的变化。

引起零件变形的主要原因是冷却时由于在截面差、热应力和组织应力的综合作用下, 使零件的薄壁处尺寸胀大, 呈现“喇叭口”现象。

原来的淬火工艺方案中, 零件在淬火过程中产生的各种应力得不到有效限制, 故不能满足工艺的技术要求。而当采用淬火压模进行淬火时, 由于零件在淬火压床的压力作用下, 可以最大限度地限制零件的变形。这种强制的作用, 可以使相互应力趋于平衡, 限制了零件翘曲变形现象的发生。

此外, 渗碳层的碳浓度梯度的变化、金相组织, 以及操作的平稳性等都会影响零件的变形。在实际生产中还要严格控制各种渗剂的流量, 使渗层的浓度梯度更加平缓地向心部过渡, 并较平缓地与

薄壁零件碳氮共渗淬火质量控制研究

卢锐, 柯文敏*, 张朝铭, 吴超, 汤俊礼

中国航发南方工业有限公司 湖南株洲 412002

摘要: 某机型的弹性轴承座内环为薄壁零件, 在碳氮共渗淬火过程中容易产生严重变形, 并导致零件的硬度偏低。通过采取淬火前试套芯模、改变零件装炉方式、碳氮共渗后增加校正等手段, 达到改善轴承座内环的碳氮共渗淬火质量。结果表明: 薄壁零件的碳氮共渗淬火变形主要影响因素是与零件的装炉方式、淬火转移速度相关; 同时为了保证已经变形零件的硬度合格, 可采用碳氮共渗后先校正的方法, 使零件能快速放进芯模并快速淬火, 从而可大大减少零件的变形, 提高零件的硬度, 使零件质量符合实际生产设计要求。

关键词: 薄壁零件; 碳氮共渗; 硬度; 淬火; 变形

1 序言

弹性轴承座内环(以下简称“内环”)是某飞机发动机上的零部件, 在工作过程中, 存在不断滑动、滚动等相对运动过程, 并与其他零件之间有摩擦, 同时还承受了一定的交变弯曲应力和接触疲劳应力, 有时还会有一定的冲击力, 工作条件非常恶劣^[1]。与服役条件相对应, 该零件常见的失效形式有过量磨损、表面剥落、断裂等。因此, 对该零件的技术要求是表面具有高硬度、高耐磨性、高接触疲劳抗力。因为碳氮共渗层比渗碳层有更高的硬度、耐磨性、耐蚀性、弯曲强度和疲劳接触强度^[2], 但一般碳氮共渗层比渗碳层浅, 所以一般用于承受

载荷较轻、要求高耐磨性的零件。因此, 对内环采用碳氮共渗淬火, 以获得高的表面硬度, 以及较高的尺寸精度。

内环采用的材料是12Cr2Ni4A钢, 具有高的淬透性, 经碳氮共渗淬火加低温回火后, 不但表面有很高的硬度, 且心部强度和韧性、塑性匹配很好^[3]。这种材料可广泛用于制造各种发动机重要受力耐磨零件, 如分气双齿轮、弹性传动齿轮、主动齿轮、从动齿轮, 以及各种轴、销子、活塞和滚动轴等。该零件在碳氮共渗淬火时, 对变形控制有严格要求, 但由于零件本身特点(壁薄)以及压力机淬火操作有一定难度等原因, 使零件容易产生变形^[4]。

通信作者: 柯文敏, 工程师, 研究方向是焊接技术及仿真, E-mail: kewenqingsd@126.com。

心部原始组织结合^[4], 从而避免出现过陡的碳浓度梯度, 影响产品的使用性能。

6 结束语

薄壁类零件在进行热处理操作(尤其是淬火过程中)时, 一定要根据零件的结构特点, 并结合图样要求, 认真地进行分析、论证, 找到其容易出现变形的部位, 并根据实际生产情况, 采取有效的工艺方法及防护措施, 将零件的形状畸变、尺寸变化控制在工艺要求的范围内, 从而更好地保证生产的

顺利进行。

参考文献:

- [1] 王广生, 等. 金属热处理缺陷分析及案例[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [2] 崔崑. 钢铁材料及有色金属材料[M]. 北京: 机械工业出版社, 1981.
- [3] 柳祥训, 等. 化学热处理问答[M]. 北京: 国防工业出版社, 1991.
- [4] 刘云旭. 金属热处理原理[M]. 北京: 机械工业出版社, 1981.

MW 20201207