

影响齿轮热处理变形的几个重要因素

■ 陈正国, 郝丰林

我公司是一家专业生产汽车齿轮、摩托车齿轮、电动工具齿轮、工程机械齿轮的股份企业。齿轮在进行渗碳热处理的过程中,常遇到齿轮渗碳淬火后平面扭曲变形大,造成齿轮报废;渗碳淬火后齿轮的 M 值变化不稳定;齿轮的齿形齿向变化不稳定,造成装机异响。以下就是对上面的几种情况分别进行说明。

一个新产品开发,尤其是热处理工艺的设计,一般是按照类似的产品,采用本公司掌握的成熟工艺。试制时一般是先采用类似的工艺,处理6个工件,对其变形及热处理项目进行检测;合格后再次热处理30件,再次对变形

及热处理项目进行检测;合格后按照一炉(或者一盘)热处理,检测变形;合格后连续生产几炉(或几盘),热处理合格、变形合格,这样热处理工艺就可固定下来。

但是有时新产品开发半年后,产品才可以进行批量生产,试制时试制的工件不是很多,有时不能反映真正的工件变形趋势;或者材料有变化、锻造工艺

变化、正火变化、冷加工工艺的变化,虽然热处理工艺没有变化,但是热处理后的工件端面扭曲,造成产品报废。图1是开发产品结构示意,图2是试制时的热处理工艺,图3是改进的热处理工艺。可以看出试制的热处理工艺渗碳温度较高,生产效率高;产品采用平放,热处理后内孔的硬度较高,硬化层也均匀,椭圆度小。改进后的热处理工

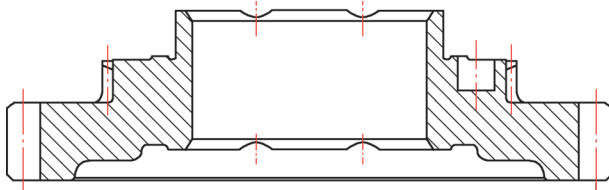


图 1

八、结论

- (1) 齿轮为一次性开裂。
- (2) 齿轮开裂首先是磨削裂纹为根源,而后在受到外力的作用下时导致裂纹扩展并引发开裂。
- (3) 硬度和金相组织未见异常。

九、后续措施

对于内孔磨削过程监审中发

现的几个异常点作以下处置:锁定磨削参数设置,有效禁止操作者随意进行参数调整,固化程序,优化设备;固定磨削液流量和冷却位置;增加空压机齿轮安装孔的磨削烧伤检测并且与客户商议确定接受标准。除了每个班次的首末件应当要进行磨削烧伤检测之外,在每更换一次砂轮时都增加一件齿轮的磨削烧伤检测并出具磁粉检测报告。在实施以

上诸项措施后未再出现该磨削开裂现象。

作者简介:杨楷,东风汽车有限公司刃量具厂,技术开发部,高级工程师,截止目前发表技术论文二十余篇。

联系电话:0719-8239112

E-mail: yangkai@dfi.com.cn
或yangkai1980@126.com

MW 20170324

艺,产品采用串放,产品的轴向圆跳动较好,渗碳温度降低,渗碳时间增加,减少热处理变形。这样改进后的热处理工艺生产的产品由原来不合格率15%降为0.1%。也有时出现产品处理了几年,突然出现批量不合格,改变热处理工艺后产品合格。事实上最终原因是因不同钢厂的材料、锻造、正火、冷加工工艺流程的变化造成的。

图4所示产品,最大外圆156mm,热处理了1万件,有一批产品出现轴向圆跳动超差,不合格品占10%左右,造成部分产品报废。于是对没有热处理的毛坯的正火硬度进行检查,正火硬度要求160~190HBW,对称检测4点,一共检查了6件,检测结果如表1所示。

根据检测结果可以看出,由于正火硬度不均匀,造成工件加工后应力不均匀,热处理后工件变形超差,采用冷速比现有工艺冷速慢的淬火油,变形可以改善。

图5是一款变速器齿轮的减速大齿轮,热处理时我们采用压装的方式进行渗碳淬火,这种渗碳方法对于变形控制得不错,其缺点是两个端面的硬化层偏浅,但是不影响使用。

这一款变速器齿轮已经生产

了5年多,产品的寿命周期就要到了,客户反馈变速器有噪声,检查没有发现问题,由于量较少客户认为主减速大齿轮较大,可能出现扭曲,于是要求我们对

于轴向圆跳动进行严格控制。后来有一个月出现的量较大,检查从箱体拆下来的齿轮进行检测齿形齿向,发现齿形齿向不符合图样要求,存在剃反的可能。因为

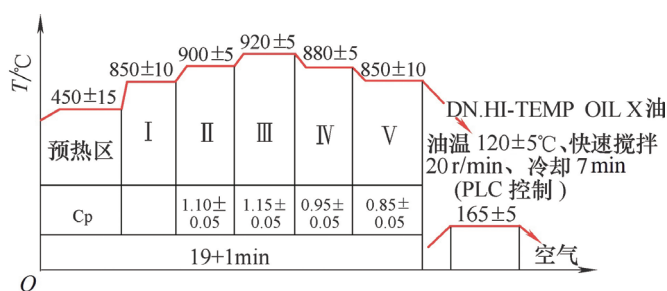


图 2

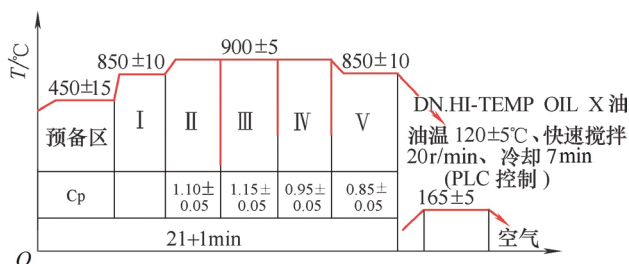


图 3

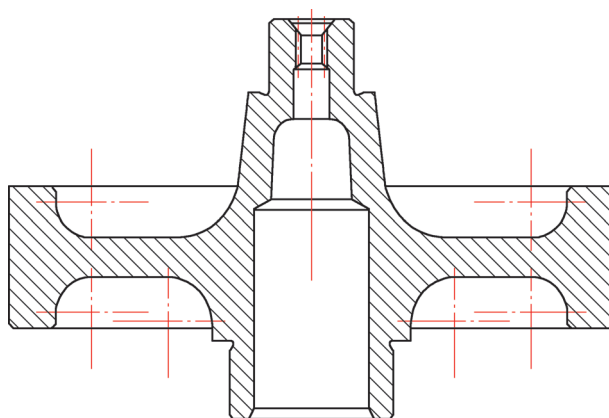


图 4

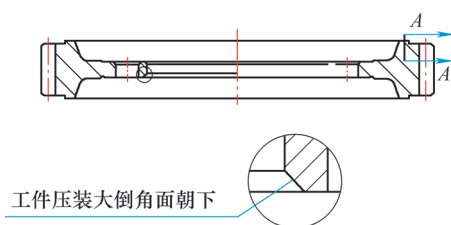


图 5

表1 检测结果 (HBW)

编号	点1	点2	点3	点4	备注
1	170	172	175	173	正常
2	168	170	172	171	正常
3	173	175	176	175	正常
4	169	184	170	175	异常
5	170	172	173	172	正常
6	175	176	176	177	正常

这个工件只有内孔倒角处有点区别，其余的都是对称的，剃齿是不能放错，只有靠员工的自觉；热处理时产品压装后也检查不了是否按工艺要求压装。于是我们针对这种现象，专门针对装夹方向做了热处理试验，热处理后数据如表2所示。

根据数据可以看出，产品热处理时如果没有按照热处理要求装夹，出现的变形情况与剃齿剃反有同样的效果。因此，出现这种现象对于剃齿工序，热处理工序应该加强控制，最好的办法是对于产品设置防错措施，保证产品剃齿、热处理装夹的一致性。

还有类似图5的减速大齿轮热处理后M值比下差小0.03~0.05mm，热处理工艺见图6，为了挽救此批产品采用箱式多用炉热处理，采用的热处理工艺见图7，热处理后M值合格。这两个工艺的区别是采用的热处理淬火

油不同，为了工件的M值涨大，采用比原来渗碳高的温度渗碳，提高淬火温度达到M值涨大。

采用图6的热处理工艺，热处理检测结果硬化层0.62/550HV1，心部硬度357

~375HV1。采用图7的热处理工艺，热处理检测结果硬化层0.67/550HV1，心部硬度382~418HV1。因此，只有针对问题，优化热处理工艺，减少废品，减少企业损失。

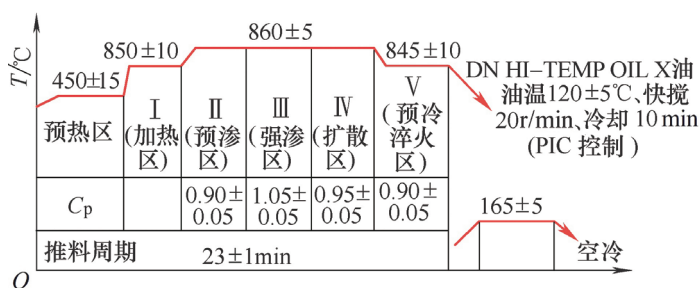


图 6

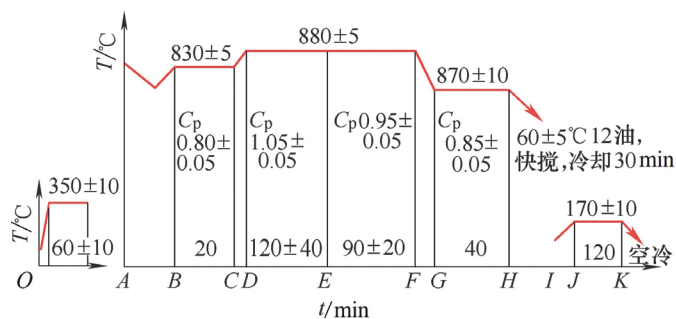


图 7

表2 热处理变化量调查数据

(mm)

序号	LH			RH			齿向维度量	备注
	热前齿向-LH 12±2	热后齿向-LH -9±7	H/T变化量	热前齿向-RH -6±2	热后齿向-RH 4±7	H/T变化量		
1	11.0	-15.9	-26.9	-1.1	18.2	19.3	34.1	热处理大倒角朝上
2	15.0	-2.8	-17.8	-2.1	7.2	9.3	10.0	热处理大倒角朝上
3	11.8	-4.8	-16.6	-4.6	3.9	8.5	8.7	热处理大倒角朝上
4	13.5	-8.8	-22.3	-4.7	10.2	14.9	19.0	热处理大倒角朝上
5	13.0	-5.5	-18.5	-4.4	6.4	10.8	11.9	热处理大倒角朝上
6	12.7	-7.5	-20.2	-4.9	8.4	13.3	15.9	热处理大倒角朝上
7	12.6	19.1	6.5	-5.7	-15.7	-10.0	-34.8	热处理大倒角朝下
8	14.0	16.2	2.2	-4.6	-4.9	-0.3	-21.1	热处理大倒角朝下
9	-5.3	18.2	23.5	16.0	-7.1	-23.1	-25.3	热处理大倒角朝下
10	9.8	5.8	-4.0	-5.4	-14.7	-9.3	-20.5	热处理大倒角朝下
11	10.0	10.2	0.2	-4.2	-10.0	-5.8	-20.2	热处理大倒角朝下
12	10.0	5.9	-4.1	-7.1	-10.1	-3.0	-16.0	热处理大倒角朝下

作者简介：陈正国，浙江双环传动股份有限公司；郝丰林，江苏双环齿轮有限公司。

MW 20170407