

轴类件螺纹牙型顶部缺口 解决措施

轴类零件是变速器中最重要的零件之一，其螺纹部分一般采用防渗碳处理，但随着热处理技术的发展，以及产品使用的实际用途，基本不再采用防渗碳处理，即所谓的“硬螺纹”。轴类零件经过渗碳淬火后，渗碳层深 $0.8\sim 1.3\text{mm}$ ，螺纹的牙型部分基本上淬透。为了提高产品表面质量，采用喷丸处理，螺纹部分也要喷丸处理，否则根部会出现残留的油泥或锈迹等（见图1），由于无保护，牙型顶部会被钢丸打伤，出现缺口等外观缺陷（见图2），对螺纹的整体强度产生影响，严重则会导致整个零件报废。



图1 螺纹根部出现明显的锈迹



图2 很明显的牙型缺口

问题的提出

我公司在加工一款变速器上的二轴（见图3）零件时，螺纹尺寸为 $M42\times 1.5-6h$ ，出现了螺纹牙型被喷伤现象。热处理车间在喷丸工序后，发现同一批次零件的螺纹部分牙型顶部出现图2所示的缺口，但缺口的分布位置并无规律，而且同一批次的也有很完好的螺纹（见图4）。



图3 5J50T-1701105螺纹部分正常

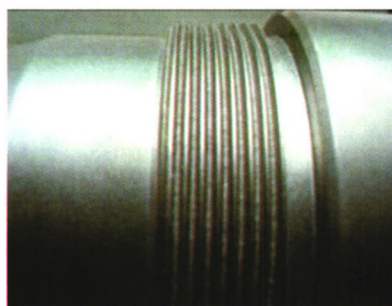


图4 正常螺纹部分

可以确定的是，在切削加工以及热处理过程中均未出现过因质量问题造成的返修。所以，针对此类问题，我们做了大量的工作，对其主要原因进行了剖析。

原因分析

1.加工方面

- 1) 螺纹部分的加工尺寸，大径及中径超差，螺纹形状较瘦，造成螺纹的牙型强度差。
- 2) 螺纹牙型角有误，或不对称。
- 3) 螺纹部分表面的粗糙度差，有积屑瘤、划痕等缺陷，形成应力集中，热处理后产生微裂纹，造成喷丸后出现缺口。
- 4) 毛坯组织不均匀，出现硬点，车削时产生撕裂，造成螺纹顶部缺口，经热处理喷丸后显现。

2. 热处理方面

- 1) 热处理后工件的硬度偏高，螺纹部分硬而脆，韧性降低。
- 2) 热处理后，螺纹部分的硬度梯度较大，外边硬里边软，经高强度喷丸，易造成脱落。

主要原因验证

为了能够彻底解决此问题，对于上述原因分析，我们仔细了解实际的加工情况，并通过多种测量手段为解决问题提供了有力的数据支持。

1. 尺寸测量

据齿加工车间现场操作工介绍，在加工螺纹时，其大径及中径尺寸按照工艺要求的中差数值编程，出现的情况是大径会超上差一点或上线尺寸。

此零件要求M42×1.5－6h，经现场实际测量热处理后的零件，大径及中径数值见表1。

表 1 (单位：mm)

序号	大径 (42/41.8)	中径 (41.026/40.82)	备注
1#	41.91	40.96～40.98	喷丸后， 螺纹正常
2#	92.93	40.92～40.96	
3#	41.98	41.80～40.82	喷丸后， 螺纹顶部有缺口
4#	41.98	40.80～40.81	
5#	42.0	40.80～40.83	
6#	41.98	40.82～40.84	

2. 形貌观察

用万能工具显微镜对螺纹牙型放大进行了观察，如图5和图6所示。与图6相比，图5中牙型较肥，整体强度高，所以喷丸对此类型的螺纹损伤相对小的多，故几乎无缺陷。

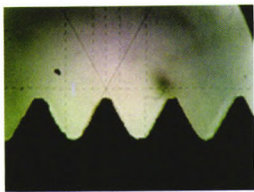


图5 螺纹完整的牙型放大图

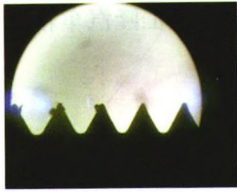


图6 螺纹有缺口的牙型放大图

3. 组织检查

对此批二轴螺纹部分有缺口的零件剖检了2件，进行内部组织等检查，并对螺纹部分的硬度梯度值做了检验，数据表明梯度正常。检验部位如图7所示，硬度值见表2。



图7 试块硬度检验部位

表2 试样硬度及内部组织检验结果

序号	检测项目				
	硬化层深 /mm	金相组织 /级别	碳化物 /级别	心部硬度 /HRC	表面硬度 /HRC
	0.84～1.3	0～5	0～3	33～38	58～63
1#	1.13	4级	0级	36	62.6
2#	1.20	4级	0级	33.4	61.4

结论及解决措施

经过对上述数据的认真分析，热处理各项指标均合格，而且整个加工相对稳定，排除了热处理方面的原因。造成螺纹缺口的主要原因是：

- 1) 螺纹加工牙型较瘦，造成螺纹牙型强度不够，喷丸后出现缺口，例如螺纹的进刀和出刀的那一圈螺纹，喷伤的很多。
- 2) 螺纹部分的表面粗糙度差，有积屑瘤，热处理前已经出现了明显的缺口，或隐形的缺陷，在后续的跟踪中我们也发现了此类现象。

针对以上分析出的主要原因，我们组织了有经验的技术工人及技术人员，制定了合理的应对措施：

- 1) 在切削螺纹过程中，一定要将切削液对准螺纹刀具，减少摩擦，保证刀具的锋利，并能延长刀具的寿命。
- 2) 对刀具进行寿命管理，制定合理的切削用量，

(下转第70页)

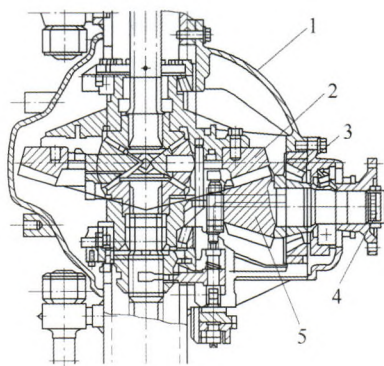


图6 齿轮副安装总成(差减总成)简图

1.差减壳 2.从动弧齿锥齿轮 3.轴承滚柱
4.锁紧螺母 5.主动弧齿锥齿轮

导正确安装、调试和使用齿轮,包括正确使用准双曲线润滑油等,并重点注意以下事项:

1) 按照齿轮差减总成装配要求,仔细进行装配,例如合理调整齿轮副接触区及齿轮副间隙,按要求锁紧螺母。

2) 在齿轮差减总成装配时,严格保证轴承质量,采用正规大厂生产的合格轴承。

3) 在新安装齿轮副跑合期间应按规定时间更换新油,以防在跑合期间有金属屑屑等进入齿轮啮合区,同时检查齿轮副接触印痕及齿轮副间隙是否有较大的变化,并检查主动齿轮锁紧螺母有无松动等情况,发现问题应及时处理。

2. 齿轮制造问题

(1) 原因分析 齿轮材料本身缺陷(如淬透性过低),出现心部硬度过低,易造成硬化层剥落。但从失效主动齿轮心部硬度检测来看,心部硬度合格,技术要求心部硬度30~40HRC,实测39.6HRC,故材料淬透性没有问题。

热处理不当,表面硬化层不合格(如有效硬化层浅)、过渡区组织与性能变化大,将降低材料强度,或过渡区硬度变化大,导致应力变化不均,造成深层硬化层剥落。

从对失效主动齿轮硬度梯度检测结果来看,属于合格,说明在有效硬化层内硬度平缓过渡。但过渡区马氏体组织粗大时,在齿轮工作过程中,过渡区金属在高接触应力作用下,容易诱发显微裂纹产生,在过渡区先形成“皮下裂纹”,再发展到表面而造成深层剥落。

(2) 对策 在主动齿轮热处理过程中,通过合理调整渗碳工艺参数(如合理调整碳势 C_p),以降低过渡区马氏体级别。

3. 效果

采取以上措施后,由于提高了产品热处理质量,以及指导用户正确安装、调试及使用齿轮等,从而有效地降低了主动齿轮的返货率。

结语

通过主动齿轮失效分析,失效部位位于齿顶处,说明失效齿轮在装配及使用过程中存在问题。同时,因热处理质量存在一定问题,过渡区马氏体粗大,在齿轮使用过程中,容易产生显微裂纹,增加了主动齿轮脆性,故加速了主动齿轮失效。

通过正确安装、调试和使用齿轮,以及改进主动齿轮渗碳热处理工艺,降低齿轮过渡区马氏体级别,提高其过渡区强度,可有效解决主动齿轮齿顶开裂问题,从而降低齿轮返货率。

关键词:

齿轮 失效分析 对策

(收稿日期20140615)

(上接第 67页)

当刀尖有积屑瘤或工件出现缺陷的时候立即更换刀具,并且优化程序,分多次进行切削,每次的进刀量逐步减小。例如,对于 $M42 \times 1.5 - 6h$ 的螺纹,采用6次进刀,转速800r/min,进给1.5mm,要求每个刀尖加工数量不大于200件。

3) 由于车削过程中金属层会产生变形,常在齿顶出现飞边,而且按照计算尺寸,外径尺寸实际值往往超上差,所以在合理的螺纹参数要求的条件下,减小大径值,加大中径值,使螺纹的牙型面积增大,强度提高,并多空走1~2刀,去除飞边,提高精度。

通过以上改进措施,此类问题已得到彻底解决。

关键词:

变速器轴 螺纹 牙型 缺口 喷丸

(收稿日期20140615)