

■ 山东荣成曙光齿轮有限责任公司/姚庆芬 王殿秋 刘军明

车桥从动齿轮接触区 控制方案

轻微型汽车车桥用弧齿锥齿轮的热处理，通常采用渗碳后直接淬火的方式。在渗碳淬火时因受热应力和组织应力的作用，不可避免地会造成齿轮的变形，造成齿轮的齿距累积误差，齿形的变化导致齿轮的齿侧间隙变动量增大。在配对时齿轮接触区的一致性很差，往往有近10%的齿轮超出了所要求的接触区范围，并直接影响到齿轮的啮合噪声。

汽车车桥用弧齿锥齿轮接触区是齿轮出厂控制的一个重要指标。如果接触区的形状和位置不正确，就会使齿轮在运行的过程产生局部应力集中，从而产生点蚀、胶合和折断等多种失效形式。为防止加载后出现应力集中，齿轮出厂时要求齿面需局部接触。从动齿轮在渗碳淬火过程中由于齿轮的形状及各种因素的影响，会产生变形。本文主要介绍从动齿轮接触区的控制方案。

原因分析

造成接触区不一致和超出要求范围的原因是因为从动齿轮因热处理变形而造成的挠曲，从动齿的平面度超过了产品设计要求的0.06mm以上。测量从动齿轮齿距误差、齿形齿貌、齿厚变动量如图1所示，超出了设计要求（见表1）。

配对机检测结果：间隙变动量在0.05mm以上。接触区如图2所示。

从齿轮压淬后的接触区看，接触区不一致。凹面接触区有的在中间，有的在小端；凸面接触区有的在小端，有的在大端。

为降低热处理后的齿距误差及齿厚变动量，并使

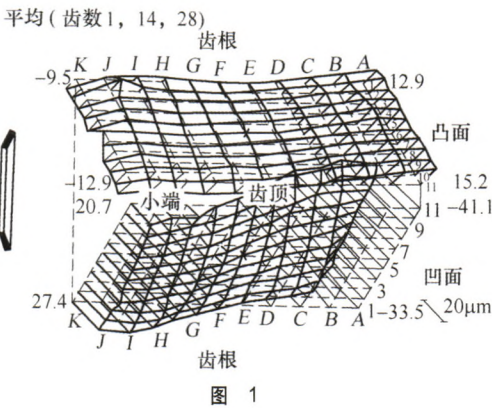
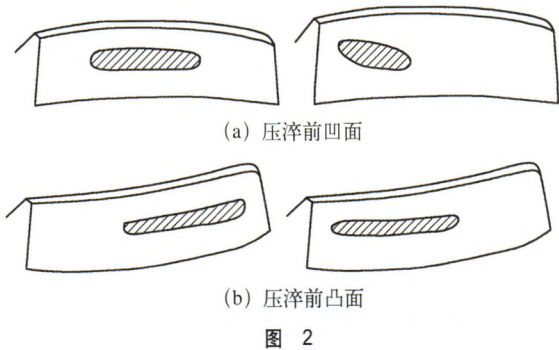


表1 压淬前参数

项目	理论值	实际值	偏差
平方和误差/ μm^2	—	64 384.1	—
齿厚 ($F=6$, $R=87.467$, $Z=24.557$) / mm	5.253	5.279	0.026
安装距/mm	55	55	0
齿高/mm	8.373	8.48	0.107
顶锥角/mm	67° 52′ 35″	67° 45′ 45″	-0° 06′ 50″
根锥角/mm	67° 55′ 20″	67° 50′ 33″	-0° 04′ 48″
压力角	—	—	正车面 0° 03′ 30″ 反车面 0° 13′ 12″
螺旋角	—	—	正车面 -0° 02′ 23″ 反车面 -0° 07′ 34″

接触区与理论接触区一致，我们开展了两方面的工作：

- 1) 对热处理变形超差的从动齿轮采用压淬。
- 2) 根据压淬后形貌图的变化情况调整齿轮热前



的加工程序。

对平面度超差的从动齿轮采用压淬工艺

压淬在转底炉中加热，加热后在天津一机床生产的Y9560淬火压床上压淬。压淬工艺为加热温度860℃，保温时间60min，碳势：0.8%。压床：内压环压力1.5MPa，外压环压力2MPa，扩张器压力1MPa，喷油时间2.5min（见图3）。

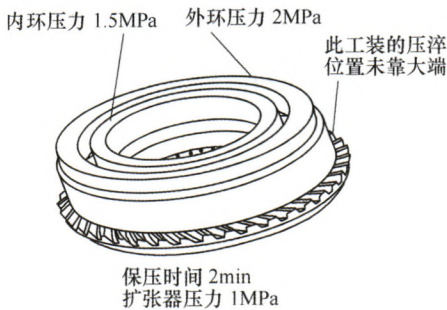


图3 压淬工艺示意

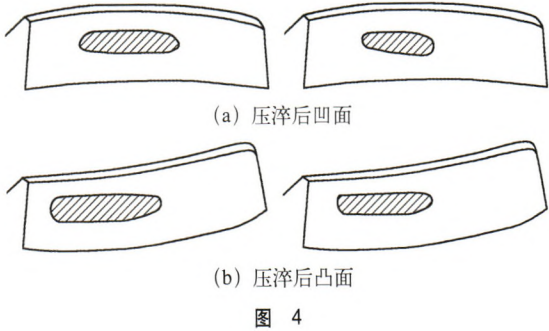
被动齿轮压淬后的检验结果如下：

- 1) 用塞尺检查从动齿轮的平面度，平面度100%在0.06mm以内。
- 2) 在配对机上测量齿厚变动量100%在0.04mm以内。
- 3) 被动齿轮压淬后的金相检查结果见表2。

表2 从动齿轮压淬后的金相检查结果

检验项目	碳化物级别	残奥Ar级别	马氏体M级别	表面硬度/HRC	心部硬度/HRC	有效硬化层深度/mm
技术要求	1~5	1~5	1~5	58~64	30~45	0.9~1.2
检验结果	1	2	2	61	40	1.15

4) 用一个标准主动齿轮对19件从动齿轮做配对检查，并对啮合印迹照相和三点间隙检查记录，其中有4个0.06mm，其余在0.05mm以内。压淬后的印迹如图3所示，压淬后的印迹非常一致。凸面普遍在大端，凹面普遍在中间位置。



对压淬后的被动齿轮的形貌和测量结果如图5和表3所示。

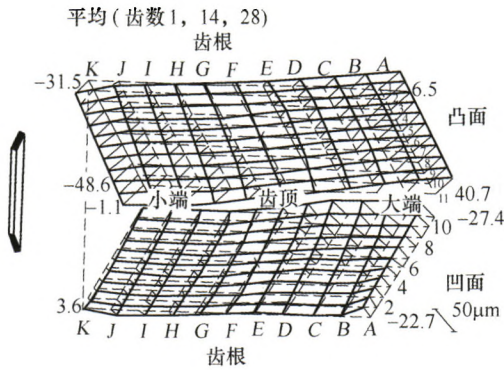


图 5

表3 压淬后参数

项目	理论值	实际值	偏差	
各点平方和/ μm^2	—	110 770.8	—	
齿厚 ($F=6$, $R=87.467$, $Z=24.557$) /mm	5.253	5.274	0.021	
安装距/mm	55	55	0	
齿高/mm	8.373	8.442	0.069	
顶锥角/mm	67° 52′ 35″	68° 03′ 41″	0° 11′ 06″	
根锥角/mm	67° 55′ 20″	68° 06′ 15″	0° 13′ 55″	
压力角	—	—	正车面 0° 13′ 58″	反车面 0° 10′ 56″
螺旋角	—	—	正车面 -0° 09′ 11″	反车面 -0° 04′ 12″

调整热前切齿程序

由于从动齿轮压淬后齿轮接触区的一致性比较好，根据压淬后接触区的变化规律，通过调整主动齿轮切齿程序，使凸面的接触区向小端移动，凹面的接触区保持不变。对平面度超差的被动齿轮压淬后，接

（下转第66页）

销磨损后强度不足。二是锁止销直径过小导致设计强度不足。三是锁止销锥面高度不一致,铆接质量不好导致高度不一致和位置度超差等,导致换挡时作用力不一致,或有斜力矩产生,导致锁止销断裂。四是铆接时压力不合适,压力过大时锁止销铆接处开裂,压力过小时锁止销松动,换挡时在换挡力作用下,锁止销断裂。

解决措施

1. 设计改进

(1) 同步环设计改进 采用摩擦力矩较大的材料,如用钢基喷钼和碳颗粒等摩擦系数较大的材料取代原先的铜环材料,对锥面螺纹结构进行改进,设计合理的螺纹顶宽及卸油槽。

(2) 锁销设计改进 通过强度分析,适当加粗锁销的外径,合理设计铆接肩面处的圆角过渡。

(3) 调整同步环与锁止销的铆接孔的间隙 由间隙配合改为小间隙的过盈配合,保证铆接后锁止销的位置度。

2. 保证零部件制造质量

(1) 锁止销制造质量 选用合适的材料,一般采用40Cr,完善热处理工艺,采用调质处理,保证锁止销的抗剪切强度和韧性;锁止面及锁止销底径采用高频淬火,保证硬度及耐磨性;锁止销锥面高度尺寸由磨加工改为高频后硬车加工,保证锥面高度的一致性。

(2) 滑动齿套制造质量 采用精度较高的钻削中心加工锁止孔,保证其位置度,并采用复合刀具,锁

止面和锁止孔同时加工,保证锁止面和锁止孔的同轴度。

3. 改进铆接工艺

对于锁销式同步器来说,铆接是极其重要的一道工序,铆接质量的好坏,直接影响到同步器的可靠性和换挡性能。铆接工艺可以通过以下4个方面来改进:

1) 同步环和锁销小过盈配合,采用压机压装到位。

2) 控制铆接机的铆接压力。

3) 采用合适的铆接方式,如旋铆或压铆,保证压装后锁销与同步环的垂直度。

4) 加强铆接后的检测,设计专用检验工装,检查两同步环铆接后的同轴度。

4. 改善变速器的整体换挡环境

采用黏度合适的润滑油,既能满足同步器工作时的润滑和冷却,又能保证锥面摩擦时,得到较大的摩擦系数。同时,在气温较低时,建议各驾驶员做好“热车”的步骤,使变速器各零件充分润滑,并降低润滑油黏度。

结语

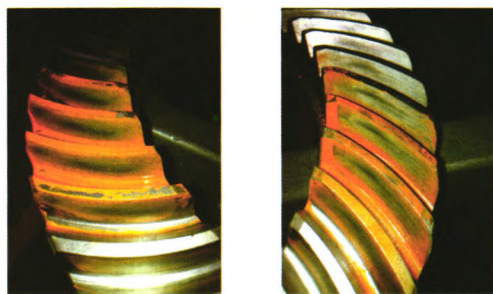
通过以上解决措施,从设计、制造质量,铆接工艺及换挡环境等方面系统地对锁销同步器进行改进,可有效地降低锁销式同步器的故障率,提高锁销式同步器的可靠性及换挡质量。

关键词:

锁销式同步器 故障模式 解决措施

(收稿日期20140430)

(上接第64页)
触区印迹如图6所示。



(a) 凸面印迹

(b) 凹面印迹

图 6

结语

通过采取上述措施,从动齿轮的平面度达到0.06mm以内,全部合格;齿距误差在DIN7级以内,齿厚变动量在0.04mm以内;齿轮热处理后的接触印迹基本达到了产品的出厂标准要求,且一致性好;研齿时间控制在4min以内,且噪声控制在72dB。此方案的实施,降低了废品率,提高了产品质量。

关键词:

车桥 从动齿轮 压淬 切齿

(收稿日期20140415)