

齿轮类零件的精密锻造

洛阳华冠齿轮股份有限公司 (河南 471131) 王新有 孟江涛

精密锻造是指一种直接将毛坯加热至不同温度段或常温下进行的, 锻坯表面只需少量加工或不加工即满足图样要求和使用需求的成形技术, 也称(近)净成形技术。

精密锻造成形技术根据毛坯加热温度范围, 可分为热精锻成形(锻造温度在再结晶温度之上)、冷精锻成形(室温下进行的精密锻造)、温精锻成形(在再结晶温度之下某个适合的温度下进行的锻造)和等温精锻成形(坯料在趋于恒定的温度下锻造成形)。另外, 随着某些精锻件的日趋复杂及精度要求的提高, 近几年又兴起复合锻造成形(将冷、温、热锻工艺进行组合, 共同完成某个工件的锻造), 也是目前及未来精锻工艺发展的一个重要方向。

热精锻锥齿轮工艺, 起源于20世纪50年代的德国。此项技术开发应用于我国, 大约在20世纪70年代初期, 成熟于80年代中后期, 兴盛于90年代中期, 目前已广泛应用于汽车、农机及工程机械等差速器齿轮领域, 并以每年22%左右的发展速度不断提升其产销量。

笔者所供职的洛阳华冠齿轮股份有限公司(以下简称华冠公司)是由其前身洛阳市冠华精锻齿轮总厂改制而成的, 是一直从事生产经营汽车、农机及工程机械用差速器直齿锥齿轮的专业厂家, 已有十多年的建厂历史。近几年, 随着技改投入的不断加大, 生产规模急剧扩大, 年产量可达600万件, 产值近3亿元。随着产品结构的不断调整, 高附加值产品种类的增多, 企业发展势态良好, 又先后涉足圆柱齿轮毛坯的锻造及深加工与弧齿从动锥齿轮的锻造和精加工等。本文仅就直齿锥齿轮热精锻方面十余年的经验教训, 及平时积累的齿轮零件热锻

成形方法, 发表一些热锻方面的粗浅看法, 以求在齿轮类零件的锻造、节材及降低能耗、提高齿轮使用寿命等方面对同仁有所帮助。

1. 直齿锥齿轮的精密锻造

虽然直齿锥齿轮的精密锻造在我国已有三十余年的历史, 特别是近十多年锥齿轮的精锻厂家如雨后天春笋般异军突起, 给差速器齿轮生产领域注入了新鲜血液, 但多数企业并没有真正领悟精密锻造的真谛, 而是盲目追求把产品干成及产量扩大。

随着市场的激烈竞争、利润空间不断缩小, 有些企业为了维持生计而不惜以牺牲质量为代价, 使得终端市场的产品偶有鱼目混珠现象。笔者曾走访过多家精锻齿轮厂, 他们大多节材意识不强, 更谈不上少切削加工的锻造工艺。

华冠公司曾先后三次对热精锻工艺进行了调整, 并修改与设计不同时期相应热精锻模具。通过改变行星、半轴齿轮的精锻模具, 人为事先减小行星背锥、球面、半轴背锥及外轮廓的机加余量, 使材料利用率提高了2%。通过节材顶杆的设计及使用, 加深模锻时齿轮毛坯顶杆窝的深度, 使材料利用率再次提高了2%。通过对精锻模具的再次优化, 采用冲孔顶杆, 使得锻出产品, 特别是半轴齿轮, 保证冲孔连皮厚度不大于15mm, 在热态状态下对连皮进行冲孔(见图1), 并再次利用落料(见图2)锻挤其他标准件, 最终使得行星齿轮、半轴齿轮材料利用率提高至75%、73%, 有效节约了原材料, 并免去了机加工时的钻孔工序及该工序的各种消耗(一般情况下, 只要锻件内孔的长径比不大于1.2, 即可进行锻造冲孔)。同时也提高了机加效率, 整体上降低了产品成本, 提高了市场竞争力。

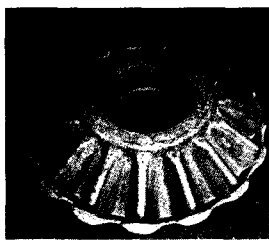


图 1



图 2

2. 直齿圆柱齿轮的精密锻造

直齿圆柱齿轮一般都是按常规机加工工艺生产的, 最近几年也有部分企业和科研院所, 力图通过冷挤或热锻的方式生产小规格(直径小于80mm, 厚度小于50mm)的直齿圆柱齿轮, 但基本都停留在试制研发阶段, 没有形成产业化规模。

我公司从实际出发, 摸索出一种介于锻造成形和机加工二者之间的新型工艺, 即采用热锻工艺, 使下型腔模可浮动、上冲头正向挤压的闭式锻造方法, 锻出直齿圆柱齿轮的齿形毛坯, 在外圆上留有一定的机加余量, 而在齿两侧面, 仅留0.5~0.8mm的精切余量, 锻出后的毛坯直接采用余热等温正火, 最终根据齿轮精度要求的不同, 分别采用滚齿→剃齿→珩磨工艺或滚齿→磨齿工艺, 这样不仅提高了材料利用率和滚齿效率, 更重要的是通过正向挤压闭式锻造成形的毛坯, 在进行齿面微量精加工时, 很少切断金属流线, 增强了齿轮强度, 提高了使用寿命。

3. 弧齿锥齿轮的精密锻造

弧齿锥齿轮的加工一直研用传统的铣齿或拉齿方法。国产铣齿机经过多年的发展, 一般也可满足弧齿锥齿轮的粗切加工, 但精加工时因其整体刚性及性能欠佳, 导致最终加工出的产品精度略有下降。而进口铣齿机则因价格较高, 要形成一定的规模, 必须投入十几条乃至几十条生产线, 整体投资巨大, 使得大部分中小型企业不敢问津。

近几年又流行干切技术精加工, 特别是美国产的干切生产设备, 生产效率几乎是原铣齿机的近10倍, 且精度也有提高, 但设备价格昂贵, 一般企业只是望洋兴叹, 无法实施。

我公司针对传统加工工艺效率低下及新设备投资巨大的约束性, 采用弧齿从动锥齿轮闭式锻造工艺, 锻造出螺旋齿形齿顶、齿根预留0.5~0.8mm及

齿形两侧面仅留0.3~0.4mm的精切余量, 其他机加工面预留1~1.5mm余量的精锻毛坯(见图3), 然后粗加工安装基准面及内孔, 再以安装基准面及内孔定位, 精切齿形至图样要求, 最终以齿形定位, 精加工安装基准面及内孔至图样要求。这样加工出的弧齿从动锥齿轮, 大幅提高了加工效率, 节约了原材料, 同时因热锻造时闭式正向挤压, 使得热态金属按照齿模型腔流动充满各部位, 在切削齿形时仅进行微量切削, 不致切断原锻造的金属流线(见图4), 增强了齿根部的有效强度, 提高了最终产品的使用寿命。依据QC/T533-1999《汽车驱动桥台架试验方法》和QC/T7534-1999《汽车驱动桥台架试验评价指标》经疲劳台架试验, 疲劳寿命相对传统切削齿轮提高了1.75倍, 有效减少了弧齿锥齿轮主从动啮合传动过程中, 从动轮易碎齿损坏的情况, 提高了终端用户的满意度。

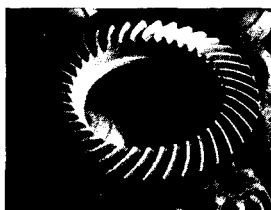


图 3



图 4

4. 客车桥直齿锥齿轮复合锻造

近些年热精锻直齿锥齿轮已普遍应用于各种农机、装载机及各种载荷的货车车桥内, 但商用客车因其用途的特殊性, 对差速器齿轮的传动平稳性、疲劳寿命及噪声都有较高的要求, 一般仅靠热精锻工艺很难达到GB11365-1989 7级精度。

针对热锻产品的缺陷及客车桥的高要求, 采用客车桥差速器齿轮热锻齿形毛坯最终摆碾成形工艺, 通过热锻生产合适的齿形毛坯, 切除微量飞边, 清除氧化皮, 对锻件进行退火处理至150HBW, 经皂化处理后在摆碾机上最终成形, 这样既解决了热锻造齿形精度不高、不能满足使用需求的缺陷, 又解决了直接摆碾成形同样规格齿轮需要大吨位设备、大资金投入的不利因素, 有利于快速高效组织生产。

作为一个企业, 要紧盯市场, 不断创新, 在实践中探索, 在探索中完善, 做低碳经济、绿色锻造的践行者。 MW (20120313)