

# 辗扩技术在轴承锻造中的应用和发展

瓦轴集团精密锻压公司 (辽宁省瓦房店市 116300) 高乃杰

中国轴承工业经过 50 多年的建设与发展,特别是通过“六五”、“九五”技术改造,已具有相当规模和较高水平。目前有规模的轴承制造厂已达 1400 余家,从业人数约 30 万人,轴承年产量 90 亿套,轴承品种 7000 个,规格 28 000 多个。可生产从微型到特大型,从“0”类到“9”类各种精度等级的轴承及关节轴承、带座外球面轴承、直线运动轴承、薄壁轴承、汽车等速万向节和轴承单元等,已初步形成了产品门类齐全、生产布局基本合理、大中小厂相结合、科研生产相结合、内销出口相结合,以及各种所有制相结合等特点的较完整的工业体系。

改革开放以来,中国轴承工业加速了对引进技术和设备的消化、吸收及国产化的进程,提高了制造水平和产品质量,缩短了与国外同类产品的差距。目前,轴承套圈加工中采用高速微锻工艺、套圈热轧工艺和冷温挤压工艺等,其中辗扩工艺在加工中运用非常普遍。

## 1. 辗扩工艺与设备介绍

辗扩是轴承套圈锻造中广泛使用的工序,属于特种锻造范畴。辗扩变形是一种比较复杂的变形,它与轧制有很多类似的地方。辗扩就是将由锤或压力机制出的锻件坯料在各类扩孔机上辗扩,使坯料的内外径尺寸同时扩大,以便获得所需形状和尺寸的锻件的一种工艺。在实际生产中,大都是以锤→扩孔机、压力机→扩孔机组成流水线的形式出现,从外径 40mm 左右的小锻件到外径数米的特大型锻件,均可采用辗扩工艺。目前我国轴承行业,按重量计约有 70% 的锻件是经过辗扩的,可见辗扩在轴承套圈锻造中占有十分重要的地位。

辗扩变形随辗环机的形式不同而有所不同,使用最普遍的是倾斜式辗环机。倾斜式辗环机上的变形工具有辗压辊、辗压轮、推力辊和信号辊等,环形坯料套在辗压辊上,在由辗压轮和辗压辊组成的型腔里辊轧。辗压轮是主动的,它有旋转和进给两种运动,提供了变形所需要的压力和扭矩。辗压辊是被动的,它由辗压轮通过

工件来带动,绕固定的轴线旋转。辗压变形与一般的锻造工序相比,有很多不同之处,具体表现为以下几点:

- (1) 辗扩变形是连续进行的。
- (2) 辗扩变形是经过多次循环而逐步完成的。
- (3) 辗扩变形沿轴向分配金属的能力较差。
- (4) 辗扩变形具有表面变形特征。

辗扩工艺在实际应用中具有很大的优越性。首先,采用辗扩工艺生产的锻件,其形状和尺寸能够尽量接近成品的形状和尺寸,并且其尺寸精度和几何精度都比较高。因此,采用辗扩工艺锻造的套圈其材料利用率比自由锻造工艺可提高 10%~20%。其次,经过辗扩的锻件,其内部组织致密,金属纤维流线的流向好,能有效地提高轴承的抗疲劳强度等力学性能,从而提高了轴承的使用寿命。再就是采用辗扩工艺,扩大了锤和压力机的锻件加工范围。

辗环机是加工无缝环锻件的理想设备,如轴承套圈、齿圈、轮毂、回转支承、法兰及航空用高温合金环等。根据环形锻件的变形方向,可分为径向辗环机和径向轴向辗环机。根据锻件在辗环机上放置位置的不同,又可分为倾斜式辗环机和卧式辗环机。图 1 所示的为瓦轴精密锻压公司的 3.5m 径轴向辗环机。

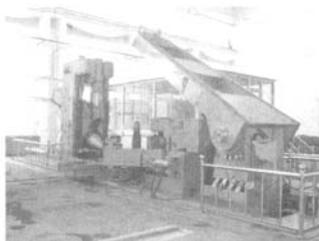


图 1 3.5m 径轴向辗环机

D51 系列辗环机是国内轴承行业使用最广泛的国产辗环机,其系列有 D51—160、D51—250、D51—350 和 D51—800 等。现在又逐步研制出 D52、D53K 系列,D52 系列有 D52—630、D52—1250、D52—2000 及

D52—3000 等型号, 采用 PLC 控制, 套圈端面不轧制, 轧制时采用开式轧辊或闭式轧辊, 锻件尺寸在数显表上显示。D53K 系列为径向轴向辗环机, 采用 CNC 技术, 对锻件套圈的径向和轴向同时轧制, 仅输入锻件、毛坯和材料冷缩系数等参数就可以自动轧制, 尺寸、液压和机械等状态均在 CRT 上显示。

## 2. 精密辗扩工艺的研究与发展

通常把辗扩后套圈不需要车加工而直接进入磨加工(经热处理后)的辗扩工艺称为精密辗扩工艺, 而部分取消车加工的辗扩工艺称为半精密辗扩工艺。采用精密辗扩或半精密辗扩工艺生产轴承套圈, 可以大大提高材料利用率, 使套圈的内部组织更为致密, 提高了耐疲劳强度, 延长了轴承的使用寿命。

由于精辗后无须车加工, 滚道是冷辗而成的, 所以滚道表面的组织特别致密, 而且避免了车削造成的滚道上的纤维露头现象, 从而提高了抗疲劳剥落的能力。

国内外对精密辗扩工艺都已进行了数十年的试验研究, 目前已进入了实用阶段。我国研制的精密辗扩机是对轴承套圈进行冷精辗。

轴承套圈精密冷辗扩技术是一种专用的在轴承套圈精密冷辗扩机上使常温的环形坯件的内径和外径同时扩大, 并获得磨削加工所需截面形状的、轴承套圈精密成形技术。用冷辗扩方法制作轴承套圈, 可以大幅节省材料、节约能源, 并显著改善工件内在质量。采用冷辗扩工艺方法的轴承套圈工艺流程: 棒料(或管料)车削制坯→冷辗扩→热处理→磨削→超精研。冷精辗的套圈精度是依靠粗车来控制重量, 由冷精辗机的模具和机床精度来保证尺寸精度和几何精度。

与锻造或车制相比, 冷辗扩轴承套圈节材 15%~30%。据统计, 轴承套圈从钢材冶炼、轧制到机械加工成形, 其电能消耗比例为: 钢材冶炼轧制 70%、套圈锻造 15%、热处理 4%、机械加工 11%。由此可见, 节材就是最大的节能。同时, 冷辗扩使工件金属呈流线分布, 并与随后的热处理相结合, 可使晶粒细化、组织致密、碳化物分布均匀。冷辗套圈的使用寿命是计算寿命的 20 多倍。图 2 所示为瓦轴精密锻压公司采用冷辗扩工艺生产的碾压锻件。

我国轴承套圈冷辗扩技术从原理研究开始起步, 相继获得国家发明专利和实用新型专利, 已进入实用化阶段。开发我国具有独立知识产权的新技术, 走科技创新

之路, 符合科教兴国战略, 符合我国轴承行业实际需求。国产冷辗机的技术水平与日本 CRF 型和德国 UR-WA 型冷辗机相当, 除兼有这两者的一些主要优点之外, 原理更合理、结构更简单、制造成本更低廉, 但在机床的稳定性、系列化、应用范围和自动化程度方面存在较大的差距。国内也曾有企业仿制进口冷辗机, 但半途而废。目前, 国内外冷辗技术仍处在成长期, 边应用边完善。德国投入大量资金专门用于试验冷辗机, 配置数台计算机和几十个传感器, 对冷辗机进行全面测试。



图 2 碾压锻件

据测算, 外径 30~180mm 的轴承约占轴承总量的 65%, 超过 10 亿套。考虑到我国现有的多种制坯形式在较长的时期内还会共同存在, 仅按 30% 的套圈采用冷辗扩工艺制造, 而冷辗机每台每年生产 120 万件计算, 适合辗扩  $\phi 30 \sim \phi 180$ mm 轴承套圈的冷辗机在国内的市场容量达 250 台。除轴承外, 在机械工业其他环形零件制造中也有着广泛的用途。冷辗机的市场前景广阔。

目前, 冷辗机主要研究内容集中在以下几方面:

- (1) 以扩大应用范围为目的的冷辗扩工艺研究。
- (2) 高效率、高质量和长寿命的成套模具制造技术的开发。
- (3) 经济合理的冷辗用坯制备技术的开发。
- (4) 以提高辗扩精度和机床可靠性为目标, 对现有机型进行完善和定型。
- (5) 成系列开发适合  $\phi 30 \sim \phi 250$ mm 尺寸段的轴承套圈冷辗机。
- (6) 与轴承套圈精密冷辗扩技术相关的管料车辗技术和轴承钢管冷温静液挤压技术。
- (7) 冷辗扩生产线联线技术的开发。

预计在今后 10 年内, 国产冷辗机将达到日本、德国同类机床的技术水平。圆锥套圈闭式冷辗扩机和球轴承套圈开式冷辗扩机(外径 100 型、160 型)形成批量

(下转第 43 页)

机加工传统工艺占主导地位,这也是因为国内汽车车型繁杂,单一品种的零部件很少能达到经济批量生产,而

多工位自动化生产线在频繁换模生产的场合很难发挥出高效率和高效益。

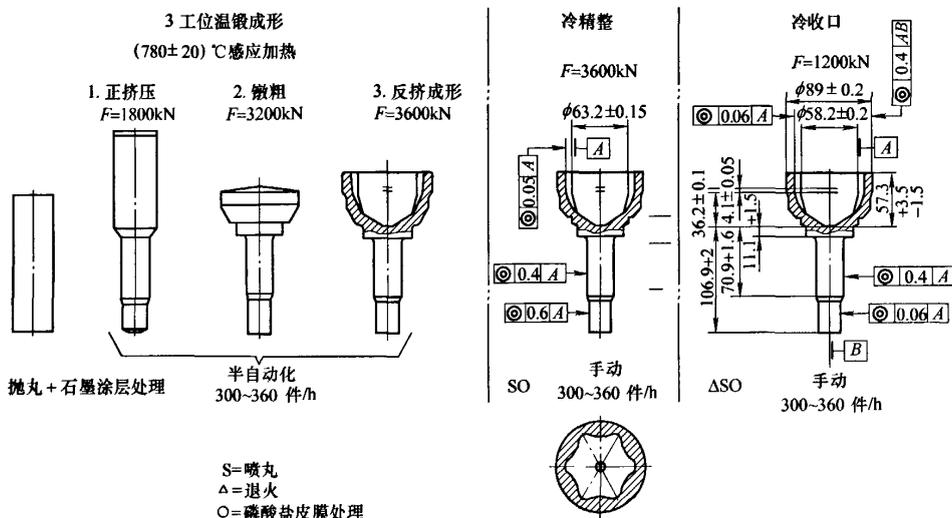


图8 等速万向节钟形壳的温-冷联合成形工艺

以上属第二类特征的汽车零部件还有诸如汽车变速箱换挡结合齿轮、汽车差速器齿轮等。这一类产品在国外已越来越多地改用冷温锻成形生产。由于国内汽车零部件厂家多而规模小,并且由于冷温锻造技术基础较差,目前国内仍主要以传统工艺生产,这也是每台汽车采用冷温锻件总量不到日本与欧美一半的主要原因。

#### 4. 结语

随着整车生产整合的开始,汽车零部件行业将很快结束战国时代,当国内某个型号的零部件年产量接近100万台份时,即是冷温锻技术应用的黄金时代。目前,国内的冷温锻造行业正在积极筹划投资现代化自动生产线,等待着整合时代的到来。MW (20080226)

(上接第23页)

生产能力,并建成年产5000万套轴承套圈冷辗扩的生产基地。

#### 3. 辗扩技术及相关技术的提高和发展

笔者个人认为,在环形锻件的加工中,辗扩技术有一定的先进性。辗扩工艺的实施不但受产品结构、辗扩设备的精度和能力影响,还受原材料质量,加热设备、辅助配套设备的先进程度等因素影响,所以发展辗扩技术更要综合联线加工效果和情况来进行。以下是对辗扩技术和相关技术的发展展望:

(1) 加快研究新材料的辗扩方法,进一步改善现有材料的工艺参数。

(2) 继续发展精辗或冷精辗工艺,使锻件最大程度接近实际零件形状,提高零件材料利用率和使用寿命。

(3) 研究扩大现有各种特征成形工艺的应用范围,

进一步探讨新的特种成形工艺,以寻求更多的新工艺。

(4) 研究经济实用的、改造各类旧辗环机及辅助设备的技术方案,挖掘设备的生产潜力。

(5) 开发更智能、更合理的辗扩设备,提高锻件精度,降低人工劳动强度。

(6) 使各种先进技术,如计算机数控技术,更加广泛地应用于各类辗扩设备及配套设施。

(7) 研究新型工具材料并寻找提高工具耐磨性的方法。

(8) 研究精密高效下料的方法。

(9) 改造加热设备,使之少氧化和无氧化,快速加热,提高工作效率。

(10) 研究辗扩生产的自动化技术,尤其是液压系统和电气系统的先进性和制造技术最为重要。MW

(20080306)