

链轮的体积成形工艺与模具

孟令先, 张志宏, 刘百宣, 刘忠明, 张立勇, 张和平, 张元国

(郑州机械研究所, 郑州 450052)

摘要: 研究的链轮内为渐开线小模数齿轮, 外为变位齿轮, 齿短而尖, 内外齿同心度要求高, 原切屑加工生产效率低且同心度不易保证。通过分析、研究, 采用体积成形工艺技术将内外齿一次精密成形, 并且一次可以成形多件链轮。设计、制做的成形模具结构简单、新颖, 使用方便, 寿命高。

关键词: 链轮; 体积成形; 模具

中图分类号: TG306 **文献标识码:** A

文章编号: 1674-6457(2010)04-0057-03

The Technology and Die of the Solid Forming of Chain Wheel

MENG Ling-xian, ZHANG Zhi-hong, LIU Bai-xuan,

LIU Zhong-ming, ZHANG Li-yong, ZHANG He-ping, ZHANG Yuan-guo

(Zhengzhou Research Institute of Mechanical Engineering, Zhengzhou 450052, China)

Abstract: In the project, inside form of the chain wheel is internal gear and its outside form is external gear. Internal gear is a small model involute gear, external gear is a modified gear with short and peaked tooth. The demand of coaxiality for internal and external gear is high. The technology of solid forming of the chain wheel is introduced. A set of high accuracy die with simple novel structure and long service life is designed and manufactured. The internal and external gear tooth is formed at one time. In the same time, the multi part is formed. The solid forming technology is profitable reference for producing the same type of the chain wheel.

Key words: chain wheel; solid forming; die

链轮是应用较广的一种机械传动零件, 具有结构紧凑, 传递动力大, 效率高, 寿命长, 可靠性好等特点。为了满足我国汽车、摩托车、机床工业日益发展的市场批量化需求, 进一步提高链轮的质量、精度和综合性能, 采用高效、先进的加工技术来替代传统的机械切削加工制造工艺, 以适应高效、低耗、优质的产品需要, 从而占有市场。

精密塑性体积成形是指所成形的制品达到或接

近成品零件的形状和尺寸, 零件成形后, 仅需少量加工或不再加工就可使用。它是在传统塑性加工基础上发展起来的一项新技术, 特别适合精度要求高, 批量大的零件的生产。采用体积成形工艺生产的链轮, 由于具有合理的金属流线分布, 可以提高零件的承载能力, 产品的安全性、可靠性和使用寿命, 降低生产成本, 具有显著的经济效益。

收稿日期: 2010-05-18

作者简介: 孟令先(1963—), 女, 高级工程师, 主要研究方向为金属材料的高精密塑性成形工艺、产品开发, 高参数齿轮传动技术, 曾获机械工业部科技进步二等奖2项, 河南省科技进步二等奖1项, 河南省机械工业科技进步一等奖1项, 机械科学研究总院科技进步一等奖1项、二等奖2项, 国家授权实用新型专利3项, 受理发明专利1项, 多次被评为郑州市“优秀女职工”、“三八红旗手”、“优秀女人才”、“优秀共产党员”。

1 工艺分析

依据传动件传动部位结构的不同,链轮的种类、形式很多。文中以某摩托车用链轮为研究对象,如图1示。该链轮原采用切削加工工艺,产品的外观

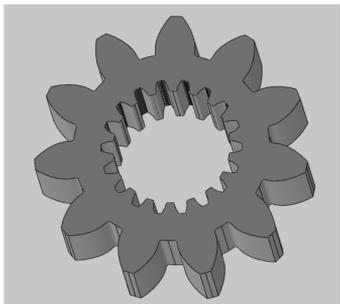


图1 某型号摩托车用链轮

Fig. 1 The chain wheel diagram of the motorcycle

质量、品质不稳定。该件外齿短而尖,内齿为渐开线小模数,齿多,齿形窄、尖,塑性成形时齿顶金属难以充满。根据零件扁平、批量大的特点,采用体积成形工艺,精心确定工艺参数,设计制作独特的体积成形模具,可以一次同时将链轮的外齿和渐开线内齿成形,而且一次成形4件以上,齿形无需再加工即可使用。制件同心度高,质量好,既提高了生产效率,又节约原材料。

工艺流程为:制坯—体积成形—制品。

2 模具设计与制作

2.1 设备的选择

变形力是选择成形设备,设计模具和选用模具材料的重要依据。根据经验公式计算^[1]:

$$F=C * p * S$$

式中: F 为总挤压力; C 为安全因素(考虑到材质的差异、润滑等因素,一般 $C=1.3$); p 为单位挤压力; S 为凸模工作部分的投影面积。

链轮成形所需的变形力近似为2 000 kN,基于现有设备和节能的需要,选择250 t油压机作为链轮体积成形用设备。

2.2 模具的设计及加工

根据链轮的结构特点,为保证模具的加工精度、

强度、寿命及更换的便利,优化了设计参数,将凸模设计成分体、倒装组合式,凹模设计成上下分体组合式;将凸模设计成断开的2部分^[2],上部为倒装组合式凸模,下部则为自由活动状的外齿形芯杆。这样凸模的加工制作非常便利,下部齿形芯杆可以用线切割或滚齿方法加工,既能保证加工精度,节省昂贵的凸模材料,还可以大大提高芯杆的强度,从而提高芯杆的使用寿命。成形时可以多件芯杆同时使用,如果某支齿形芯杆出现磨损、变形等问题,只需更换该齿形芯杆即可,不会影响上部凸模及其它芯杆的使用,非常方便、实用。

下部齿形凹模采用4层组合式,可有效提高凹模的强度和寿命,这是因为组合凹模各层的配合具有一定的过盈量,内层产生径向压应力。这一径向压应力与成形时引起的径向拉应力方向相反,从而抵消或降低了凹模内层的径向拉应力,达到了提高凹模强度和寿命的目的。齿心模采用上下分体式,便于齿形模的抛研修形、磨损更换。链轮的体积成形模具如图2所示。

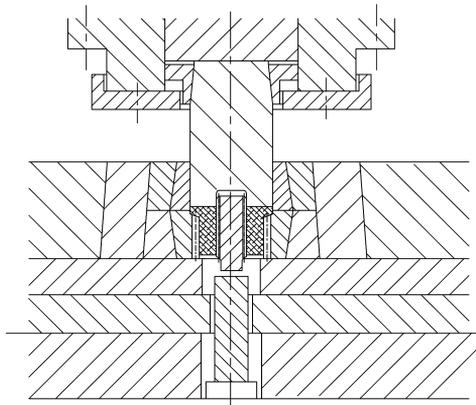


图2 链轮的体积成形模具

Fig. 2 The solid forming die diagram of the chain wheel

2.3 模具材料的选择

根据模具的工作条件、生产批量以及材料本身的强韧性能,选择承压凸模材料为Cr12MoV,芯杆、下齿形凹模材料为7Cr7Mo2V2Si(LD)钢,其它组合模具内外套材料为40Cr。需对模具材料进行了严格的质量检测,确保化学成分符合要求,保证模具质量。

2.4 模具的加工

所有锻件机加工前都需进行去应力处理。模具

加工时要保证所有棱角部位光滑过渡,消除刀痕、磨痕以避免产生应力集中。打磨模具时要防止局部出现过热、表面烧伤等引起早期失效的隐患。齿形模、芯杆线切割时严格控制放电间隙和导轮的走丝速度,尽可能地提高加工表面的光洁度,以便后续抛研时能够取得均匀一致的几何尺寸。线切割加工后表面有硬化层,厚约 $10\ \mu\text{m}$,硬化层脆且有残留应力,直接使用往往易引起早期开裂,需对该硬化层进行 $180\ ^\circ\text{C}$ 左右的低温回火以消除其残留应力。

2.5 模具热处理

热处理不当是导致模具早期失效的重要原因。模具热处理包括锻造后的退火,粗加工以后高温回火或低温回火,精加工后的淬火与回火,电火花、线切割以后的去应力低温回火。只有冷、热加工各工序间很好地衔接配合,才能保证模具具有良好的使用寿命。模具淬火后存在很大的残留应力,易引起模具变形甚至开裂。为了减少残留应力,模具淬火后应趁热进行回火,回火应充分。

根据实践经验,凸模 Cr12MoV 钢淬火工艺为: $1\ 100\ ^\circ\text{C}$ 保温,油冷, $700\ ^\circ\text{C}$ 高温回火,然后再加热至 $1\ 000\ ^\circ\text{C}$,油冷, $220\ ^\circ\text{C}$ 回火。模具材料 LD 钢的热处理规范为: $1\ 100\sim 1\ 150\ ^\circ\text{C}$ 淬火, $500\sim 600\ ^\circ\text{C}$ 3 次回火。40Cr 钢调质热处理工艺为: $830\sim 850\ ^\circ\text{C}$ 淬火, $520\ ^\circ\text{C}$ 回火^[3]。

3 工艺过程

工艺过程为:下料—软化—制坯—去氧化皮—润滑—体积成形—后续机加工—成品。

3.1 制坯

为了进一步节约材料,降低成本,采用冷挤压工艺制坯或机加工制坯(单件、多件),或者选用经冷拉的管材。根据变形前后制品的体积不变原则,计算出毛坯的理论下料尺寸,然后确定实际下料尺寸(实际下料体积=理论下料体积 \times 金属损耗系数)。

3.2 毛坯软化

为了降低坯料的变形抗力,提高金属塑性,需要在体积成形前对毛坯进行适当的软化处理,以改善金属坯料的内部组织。如果软化工艺如选择不当,

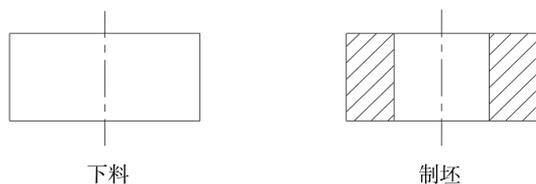


图3 链轮体积成形毛坯

Fig. 3 The blank shape of the chain wheel for solid forming

会使坯料的硬度高低不一,造成成形时压力猛增或模具磨损,直接影响设备及模具的使用寿命及制品的表面光洁度。经过反复的工艺试验和生产验证,采用的软化工艺是:加热至 $860\sim 880\ ^\circ\text{C}$,保温 $4\sim 6\ \text{h}$,温度降至 $350\ ^\circ\text{C}$ 以下出炉^[4],自然冷却,使毛坯软化,塑性提高。

3.3 毛坯润滑处理

润滑的好坏对体积成形件的表面质量和模具寿命有很大的影响。为确保毛坯件的润滑质量,润滑前,毛坯要经抛丸去氧化皮处理。该链轮体积成形采用无污染、无毒害的高分子润滑剂润滑毛坯,可以有效减小摩擦力,改善制品的表面光洁度。该绿色环保型润滑工艺技术可以达到无酸排放,比传统的磷化皂化润滑节水 90% 。

3.4 工艺试验生产

工艺试验时应小心谨慎地将模具装配好,以保证体积成形件的尺寸精度。试验发现:链轮的内、外齿充满良好,没有微裂纹产生,内外齿无需再机加工即可使用。实践证明该模具设计合理,工艺方案正确,达到了零件图纸的设计要求。

批量生产时,要根据实际情况适时检测制品的几何尺寸,发现问题及时调整模具,避免产生批量缺陷制品,造成不必要的损失。定期有效、合理地维护模具,能够大大提高模具的使用寿命,降低生产成本。

4 结语

该链轮成形工艺所设计的模具结构合理、新颖,对类似零件的精密成形具有借鉴和指导作用。采用精密体积成形工艺生产的链轮,与切削工艺相比,产

3 结语

金属构件出现断裂时应进行失效分析,以查找断裂的原因,提出改进措施,消除再次发生断裂的隐患。

改进热处理工艺,提高 45 钢的淬透性,减少显微组织中的组织偏析和断续网状铁素体的存在,提高原材料组织的均匀性是解决稳定杆断裂的有效途

径。

参考文献:

- [1] 曾林. 车用稳定杆及其发展前景[J]. 弹簧工程, 1993, 16(2): 2-8.
- [2] 李松瑞, 周善初. 金属热处理[M]. 长沙: 中南大学出版社, 2003: 305-310.
- [3] 王国凡. 材料成形与失效[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002: 215-219.

(上接第 59 页)

品质量好, 生产效率高, 材料利用率高。同时, 因产品具有合理的金属流线分布, 提高了零件的承载能力, 从而提高了产品的安全性、可靠性和使用寿命, 降低了生产成本, 具有显著的经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] 上海交通大学《冷挤压技术》编写组. 冷挤压技术[M]. 上海: 上海人民出版社, 1976: 41-66.

- [2] 孟令先, 宋学进, 张元国, 等. 冷作模具的失效分析与预防措施[J]. 锻压技术 2007, 32(3): 134-136.
- [3] 《机械设计师手册》编写组. 机械设计师手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1989: 214-215.
- [4] MENG Ling-xian, LIU Zhong-ming, ZHANG Yuan-guo, et al. The Precise Forming of Automobile Start Gear Shaft[J]. Modern Applied Science, 2009, 3(8): 73.

锻压制造企业两项国家标准制定送审

近日, 全国锻压机械标准化会议在长治市召开, 会议主旨是审议通过由首钢长钢锻压制造有限公司代表行业制定的《卷板机安全要求》及《数控卷板机》两项国家标准送审稿。这将成为该市企业引领行业发展的一个标志性事件。

首钢长钢锻压制造有限公司是我国最具影响力的锻压机械制造企业, 是原机械工业部重点骨干企业。在半个世纪的历程中, 他们通过自主研发、不懈努力, 先后引进日本、德国、英国、美国等发达国家的先进技术。在消化吸收国外先进技术基础上, 大胆创新, 近 20 年来, 各型号的锻压产品在满足国民经济快速发展的同时, 都曾创造过国内之最, 许多产品成为填补国家空白的精品。

近几年来, 首钢长钢锻压制造有限公司大力实施标准化战略, 形成了较为完善的标准体系。该公司作为全国锻压机械标准化技术委员会弯曲机械分会秘书长单位, 承担着卷板机、弯管机、型弯机等国家、行业技术标准的制、修订工作。先后制定、修订的国家、行业标准达 13 项。2009 年企业再获“山西省高新技术及省创新型企业”的殊荣, 并承担了多项省级技术创新、火炬计划项目。

本次会议审定的 2 项国家标准, 是该公司 2008 年应中国机械工业联合会和全国锻压机械标准化技术委员会要求于 2009 年底完成的。《卷板机安全要求》参照了美国国家标准, 主要技术内容等效于美国国家标准; 《数控卷板机》参照德国 DIN55805 标准。2 项国家标准结束了我国没有“卷板机安全”国家标准的历史, 实现了卷板机产品与国际标准的对接。标准正式实施后必将实现我国锻压机床与国际标准的接轨, 为我国锻压机床的出口创造条件。

(摘自铸造网)