

辊压板式复合楔横轧精成形机

宋玉泉*, 李志刚, 王明辉, 管晓方

吉林大学超塑性与塑性研究所, 长春 130022

* E-mail: syq@jlu.edu.cn

收稿日期: 2009-06-08; 接受日期: 2009-08-03

国家科技攻关计划项目(批准号: 2003BA212C)和吉林大学“985 工程”项目资助

摘要 首先分析了辊式楔横轧机刚度好, 但扇形模具加工困难, 板式楔横轧机刚度差、占地面积大, 但平板模具加工容易, 而且两者都不宜加工较大工件。据此分析结论, 提出了辊压板式复合楔横轧机的力学原理, 进而提出了复合楔横轧机的设计原理和整机设计。在上下滑动压板的上方和下方分别设有上下压辊, 压辊与滑动压板滚动接触, 平板模具是嵌装在上下滑动压板中, 而且成形过程中上下压辊的中心线与轧件的中心线始终在同一垂直面内, 这既保留了辊式楔横轧机刚度好和板式楔横轧机模具加工简单的优点, 又克服了板式楔横轧机刚度差和辊式楔横轧扇形模具加工复杂的缺点, 而且能轧制较大工件。

关键词

辊式楔横轧
板式楔横轧
复合楔横轧

楔横轧成形工艺是国内外近几十年来发展起来的金属连续局部塑性成形技术, 在冶金加工领域中, 它是由等截面轧制向变截面轧制的发展; 在机械加工领域中, 它是由分段整体塑性成形向整体连续局部塑性成形的发展。楔横轧具有材料利用率、能量利用率和生产效率高且无冲击噪声和易实现自动化的优点。在现代近净成形和绿色加工技术中占有重要地位, 并有良好的发展前景^[1]。

国内从 20 世纪 60 年代便开始了楔横轧技术的研究。时至今日, 在技术水平和生产应用方面都形成了自身的优势。许多国内外学者、专家在这一技术领域做出了重要贡献。在国内应推胡正寰领导的北京科技大学零件轧制研究中心在辊式楔横轧设备、工艺和理论的系列性工作, 最具优势和特色; 济南铸锻研究所在国内首先研制成板式楔横轧机; 北京机电研究所任广升近年来的工作亦令人瞩目, 尤其是对高强度、高刚度辊式楔横轧机的研制独具特色。任何一种制造技术, 都由设备和工艺两个主要方面组成, 新工

艺的发展向设备提出新的要求, 促进新设备的研制, 新设备的问世又为新工艺的实施提供重要手段, 这就形成整个制造技术发展历程由工艺到设备, 又由设备到工艺相辅相成的历史主干, 楔横轧技术的发展也不能例外。本文就是遵照这一技术发展脉络, 首先分析现行辊式楔横轧机和板式楔横轧机优缺点, 据此提出辊压板式复合楔横轧精成形机(以下简称复合楔横轧机)的力学原理和结构原理, 进而叙述其整机设计和运行过程, 最后予以扼要的讨论。

1 现有楔横轧机概述

国内外楔横轧主要有三种基本的类型: 单辊弧形楔横轧机、辊式楔横轧机和板式楔横轧机^[2]。但是, 目前普遍应用的主要为辊式楔横轧机和板式楔横轧机两类。

1.1 辊式楔横轧机

辊式楔横轧机的基本结构和工作原理如图 1 所

引用格式: 宋玉泉, 李志刚, 王明辉, 等. 辊压板式复合楔横轧精成形机. 中国科学 E 辑: 技术科学, 2009, 39(10): 1631—1634

Song Y Q, Li Z G, Wang M H, et al. Precision forming machine with rolling plate cross wedge rolling. Sci China Ser E-Tech Sci, 2009, 52(11): 3117—3121, doi: 10.1007/s11431-009-0339-2

示^[3]。上下辊借轴承固设在左右机架之间, 上下扇形楔轧模具分别固装在上下轧辊上, 当上下辊同向旋转时, 圆柱形坯料经导料板导入上下扇形楔轧模具之间的型槽中, 在径向发生连续局部压缩变形的同时, 轴向发生相应的连续局部的延伸变形, 于是便成形了轴对称回转类工件或阶梯轴。由于辊式楔横轧机上下轧辊的轴线与工件的中心线均在同一垂直面内, 工件的变形抗力直接作用于上下轧辊, 并由轧辊传给机架, 因此整机的受力状态好。由于轧辊的直径必须按工件尺寸的比例增大, 并由机架支承, 因此整机的刚度好。此外, 动力传动系统单设, 由万向节与轧辊主轴连接, 整机结构紧凑。这是辊式楔横轧机的重要优点。但是安装在轧辊上的楔横轧模具是扇形的, 模具加工复杂。因受轧辊直径的限制, 不能成形尺寸大、径向压缩量大、轴向延伸量大的轧件。此外, 坯料是靠导料板送进, 咬入精确度的起伏较大。这些都是其长期存在的难题。

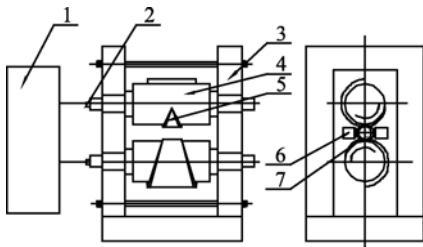


图1 辊式楔横轧机

- 1, 动力与传动系统; 2, 万向节 (上下对称); 3, 机架 (左右对称); 4, 轧辊 (上下对称); 5, 扇形楔轧模具 (上下反对称); 6, 导料板; 7, 工件

1.2 板式楔横轧机

板式楔横轧机的工作原理如图2所示^[4]。在上下两块相向平行运动的轧板上, 反对称地固装相同的板式楔轧模具。圆形坯料置于模板之间, 在模板相向运行时, 轧件便在楔形模具型腔中被径向压缩、轴向伸长, 完成轴对称回转类工件连续局部塑性成形。主辅机架上设有导轨槽, 轧板上设有导轨, 导轨与导轨槽滑动配合, 轧制时, 上下轧板相向平行滑动, 轧制力由上下轧板和机架支承。下轧板由油缸的活塞带动作往复运动, 并通过齿圈与齿条带动下模板同步相向滑动; 也可以是上轧板由油缸的活塞带动作往复运动, 下轧板固定于机架上。上楔形平板模具和下

楔形平板模具分别固装在上下轧板上。置于上下楔形模板之间的轧件, 经滚轧产生连续局部的径向压缩和轴向延伸。板式楔横轧机的优点是易于加工精度高的平板模具, 可借助平板模具上的进料型槽设计, 使坯料准确地进入平板模具的型槽, 无需导料板, 故在理论上轧制成形精度高。由于在轧制过程中轧件始终处于上下模板之间, 成形的反作用力直接作用于上下模板, 对模板产生挠曲变形, 便影响成形精度, 这是板式楔横轧机刚度差的主要原因, 对于轧制尺寸大, 径向压缩量大, 轴向延伸量大的工件, 更是如此。模板的往复运动是靠油缸的活塞驱动, 因此整机结构复杂, 占地面积也大。此外, 在热轧中的氧化皮不易清除也是需要进一步改善的问题。

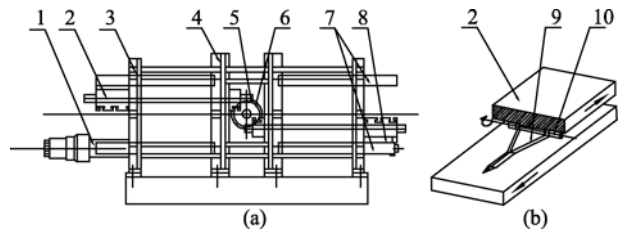


图2 板式楔横轧原理

- 1, 油缸; 2, 轧板; 3, 辅助机架; 4, 主机架; 5, 齿条 (上下左右对称); 6, 齿圈 (左右对称); 7, 导轨槽 (上下左右对称); 8, 导轨 (上下左右对称); 9, 平板模具; 10, 工件

2 复合楔横轧机的整机设计

由上可知, 辊式楔横轧机结构刚度好, 扇形楔轧模具加工复杂, 工件咬入起伏较大, 楔横轧成形精度差; 板式楔横轧机结构刚度差, 整机占地面积大, 平板模具易加工, 坯料咬入准确, 楔横轧成形精度高。分析其结构和力学本质可知, 主要是由于模具和克服变形抗力的承载部件固装在一起。因此, 首先需将辊式楔横轧机的轧辊和扇形模具分开, 将板式楔横轧机的轧板和平板模具分开。然后再将两者的优点集合于一体, 使轧辊只承担克服工件的变形抗力, 不承担工件的约束成形。使平板模具只承担工件的约束成形, 不承担克服工件的变形抗力。于是, 便保留了辊式楔横轧机刚度好, 占地面积较小, 板式楔横轧机成形精度高, 模具加工简单的优点。摒弃了辊式楔轧机扇形模具加工复杂, 成形精度较差和板式楔横轧机刚度较差、占地面积较大的缺点。作者根据这一设计的力学和结构新思路, 申报了“板压滚动塑性精

成形机”发明专利, 并获得中国发明专利权^[5]. 以该专利为依据, 并由动力和传动系统, 整机承载系统, 工件成形和模具安装系统, 坯料的送进和工件的退出等部分, 分别叙述复合楔横轧机的整机设计和各部分的结构原理.

2.1 动力和传动系统

如图 3(a)所示, 由电机 1 输出的动力, 经小皮带轮 2 借助皮带 3 传至大皮带轮 4 (兼做飞轮), 再通过齿轮副传至大齿轮 6 (兼做飞轮). 当离合器 14 合上, 离合器 8 和制动器 9 打开时, 动力借助齿轮副 13, 12 和 12, 10 慢速同向旋转输给传动轴; 当离合器 8 和 14 打开, 制动器 9 合上时, 轧机停车; 当离合器 14 和制动器 9 打开, 离合器 8 合上时, 动力由齿轮副 10, 12 和 12, 13 快速输给传动轴, 轧机快速回车.

2.2 主机关键结构

参阅图 3(b)~(d), 上下压辊对称的安装在左右主机架的轴承中, 在上下压辊的左右两端对称的设有齿圈, 在左右主机架和左右辅助机架的内侧对称的固定装有梯形导轨槽, 上下滑动压板框架左右两侧

对称的固定装有梯形导轨, 在梯形导轨的外侧上下左右对称的固定装有齿条. 齿条与齿圈啮合, 机架上的梯形导轨槽与压板框架上的导轨滑动配合, 上下滑动压板分别对称的固装在上下滑动压板框架中, 上压辊与上滑动压板滚动接触, 下压辊与下滑动压板滚动接触, 上下平板模具反对称地镶嵌在上下滑动压板中. 在上下平板模具的坯料入口处设有坯料定位槽, 在上下平板模具工件出口处设有工件出口, 在工件出口的下方倾斜设有氧化皮过滤网, 在氧化皮过滤网的下末端设有接件箱.

2.3 楔横轧成形过程

参阅图 3, 合上离合器 14, 打开离合器 8 和制动器 9, 动力通过万向节传给上下压辊, 上下压辊慢速同向旋转, 借助齿圈带动齿条, 以及梯形导轨与梯形导轨槽的滑动配合, 使上下平板模具相向慢速移动. 与此同时, 坯料由坯料定位槽自动进入上下平板模具的型腔中, 在上下压辊通过上下滑动压板对上下平板模具的压力作用, 使工件楔横轧成形. 工件轧制完成时氧化皮经氧化皮过滤网漏下, 工件自动进入接件箱. 此时, 打开离合器 8 和 14, 合上制动器 9, 轧

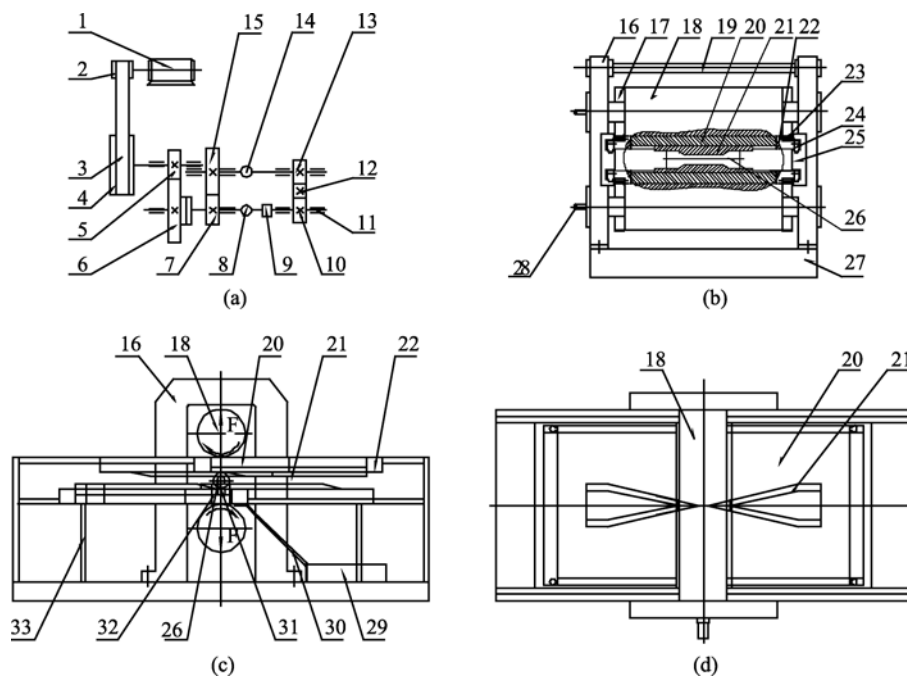


图 3 复合楔横轧机结构图

1, 电动机; 2, 小皮带轮; 3, 皮带; 4, 大皮带轮; 5, 小齿轮; 6, 大齿轮; 7, 15, 齿轮副; 8, 14, 离合器; 9, 制动器; 10, 12 与 12, 13, 齿轮副; 11, 传动轴; 16, 主机架; 17, 齿圈; 18, 压辊; 19, 拉杆; 20, 滑动压板; 21, 平板模具; 22, 滑动压板框架; 23, 齿条; 24, 导轨; 25, 导轨槽; 26, 工件; 27, 底座; 28, 万向节; 29, 接件箱; 30, 氧化皮过滤网; 31, 坯料定位槽; 32, 出件槽; 33, 辅助机架

机停车. 然后打开离合器 14 和制动器 9, 合上离合器 8, 轧机快速回车到初始位置后, 再打开离合器 8 和 14, 合上制动器 9, 轧机回到初始位置后, 便可重复上述过程.

3 讨论与结论

3.1 讨论

传统辊式楔横轧机轧辊的刚度好, 扇形楔横轧模具加工复杂, 精度差; 传统板式楔横轧机的平板楔横轧模具加工简单, 精度高, 平板结构的刚度差. 这是因为传统辊式楔横轧机和板式楔横轧机的受力状态和模具结构自身组合为一体所决定的. 欲将它们的优点综合于一体, 并将它们的缺点摒弃, 就必须突破辊式楔横轧机、板式楔横轧机长期形成的传统结构, 把辊式楔横轧机的轧辊和扇形模具分开, 把板式楔横轧机的轧板和平板模具分开. 再取其优点, 弃其缺点, 重新组合, 设计成辊压板式复合楔横轧精成形机, 该机才能既有辊式楔横轧机的刚度好, 又有板式楔横轧机的精度高的优点, 这是本文的核心思想和创新所在.

在实施这一新的复合楔横轧机的设计中, 要保证上下轧辊主要承担轧件成形的变形抗力, 平板模具主要承担轧件成形的形状约束. 就必须将轧辊改为压辊, 在压辊两端上下左右对称的固设齿圈. 在上下滑动压板框架的左右两侧固设齿条, 而且齿条与齿圈啮合; 在上下滑动压板框架左右两侧固设导轨和导轨槽, 导轨和导轨槽滑动配合. 于是在上下平板模具相向滑动时, 坯料便在平板模具型腔中楔轧成

形. 这虽然完成了设计的主要力学结构和模具安装结构. 但是, 要实施楔横轧轧件的精成形, 还必须保证上下压辊的中心线和坯料的中心线始终在同一垂直面内. 这属楔横轧工艺的研究范畴, 将在另文中专题叙述.

此外, 文中的复合楔横轧机虽然设计了氧化皮过滤网, 但是要完全解决板式楔横轧机氧化皮清除的困难, 应将复合楔横轧机与地平面倾斜 20° 以上安装, 并在每道轧制工序结束时利用风力辅助设备进一步随机清除; 采用动力传动系统代替传统板式楔横轧机液压推动系统可以缩小占地面积, 并可简化设备的结构; 由设在平板模具的坯料定位槽代替传统辊式楔横轧机的导料板可以增加坯料咬入的精度. 由于压辊主要是起成形的承载作用, 可以大大减小传统辊式楔横轧机轧辊的直径; 由于平板模具主要起楔轧成形的约束作用, 其刚度可由上下压辊保证, 即使增加平板模具的长度和宽度, 也不会显著影响设备的刚度, 便为轧制大型轧件提供了良好的技术手段. 至于相关模具和构件安装的具体技术和整机的控制系统, 不属复合楔横轧机创新思想的本质, 故不赘述.

3.2 结论

本文设计的复合楔横轧机具有如下优点: 结构刚度好, 模具加工简单, 成形精度高, 坯料咬入准确, 易于清除氧化皮; 适于楔横轧尺寸大的, 楔横轧变形量大的轴对称旋转工件, 整机占地面积小, 易实现自动化.

参考文献

- 1 宋玉泉. 连续局部塑性成形的发展前景. 中国机械工程, 2000, 11(1-2): 65—67
- 2 胡正寰. 楔横轧技术的现状与展望. 锻压技术, 1995, 5: 25—27
- 3 胡正寰, 张康生, 王宝雨, 等. 楔横轧理论与应用. 北京: 冶金工业出版社, 1996
- 4 董钦庭, 袁文生, 李继赞, 等. 我国平板式楔横轧技术的现状. 锻压机械, 1992, 3: 3—7
- 5 宋玉泉, 郝滨海. 板压滚动塑性精成形机. 中国发明专利, 95 1 09500.5, 2000-10-28