

金属材料轧制的作用以及轧制工艺的优点

陈 欢

天津合泰安全卫生评价监测有限公司 天津 300392

摘 要: 本文阐述金属材料轧制的作用与轧制工艺优点。轧制能改善材料力学性能,调整形状与尺寸,优化表面质量,促进后续加工。轧制工艺具备高效生产能力、成本效益显著、产品精度与一致性好、工艺灵活及环境友好等优点。还探讨轧制工艺智能化与自动化应用、新型技术研发推广、节能减排与环保措施深化等发展趋势。

关键词: 金属材料轧制;力学性能;尺寸精度;工艺优点;发展趋势

引言:金属材料在众多工业领域占据关键地位,其加工方式多样,轧制是重要工艺之一。轧制通过轧辊对金属坯料施加压力,使其产生塑性变形。这种工艺不仅影响金属材料的最终形态,还对其内部组织与性能产生深刻改变。深入探究金属材料轧制的作用以及轧制工艺的优点,有助于更好地理解轧制在金属加工领域的重要性,为相关产业的技术发展与应用提供理论支持。

1 金属材料轧制的作用

1.1 改善材料力学性能

金属材料在轧制过程中经历持续的塑性变形,内部组织结构发生显著改变,从而有效提升力学性能。在轧制压力作用下,粗大晶粒被破碎重组,形成细小且均匀的晶粒结构。新生成的晶粒具有更大的晶界面积,而晶界能够有效阻碍位错运动,使得金属抵抗外力变形的能力增强,进而提升材料的强度。与此同时,细小晶粒结构有助于应力均匀分布,避免局部应力集中,使材料在承受冲击或交变载荷时表现出更好的韧性,降低断裂风险。轧制过程还能对金属内部缺陷进行修复。铸造环节产生的缩孔、疏松等缺陷,在轧制压力下被逐步压实闭合。内部存在的气孔被挤压排出,杂质分布得到优化,偏析现象明显减轻。经过轧制处理后,金属材料的组织结构均匀性大幅提升,各部位性能趋于一致,有效避免因性能差异导致的过早失效,为金属在复杂工况下稳定服役奠定基础。

1.2 调整材料形状与尺寸

轧制工艺凭借灵活的设备配置和精准的参数调控,可实现金属材料的多样化成型。通过不同类型轧机的组合应用,能够生产出板材、管材、型材等各类产品。板材轧制时,通过调节上下轧辊的相对转动和间距,将金属坯料轧制成符合要求的厚度与宽度,满足建筑、汽车制造等领域对板材规格的需求。管材轧制借助芯棒与轧辊的协同作用,使金属在变形过程中形成中空管状结

构,广泛应用于石油、天然气输送等行业^[1]。型材轧制则依靠特定孔型的轧辊,将金属加工成具有复杂截面形状的角钢、工字钢等,用于机械制造和建筑结构搭建。在尺寸精度控制方面,轧制工艺依赖精确的辊型设计与参数调节。轧辊表面经过精细加工,确保形状精度和表面质量达到高标准。轧制过程中,操作人员通过实时调整轧辊转速、轧制温度、压下量等参数,对金属材料的厚度、宽度及表面平整度进行严格控制。先进的在线检测设备实时监测产品尺寸,一旦出现偏差,系统立即反馈并自动调整轧制参数,将尺寸误差控制在极小范围内,满足航空航天、精密仪器制造等高精度领域的需求。

1.3 优化材料表面质量

轧制过程对金属材料表面质量的提升效果显著。在轧辊压力和光洁表面的共同作用下,金属表面微观不平整度减小,粗糙度降低,形成光洁平整的表面。进一步来看,轧制促使金属表面微观结构细化,微观起伏进一步熨平,大幅提升表面平整度。光洁的表面不仅提升了产品外观品质,还能减少表面摩擦阻力,降低运行过程中的能量损耗。例如在汽车零部件制造中,光洁的金属表面有助于降低部件运行时的磨损,延长使用寿命。轧制工艺可增强金属表面的耐腐蚀性。通过控制轧制温度和变形量,促使金属表面形成致密氧化膜或细化表层晶粒,有效阻碍腐蚀介质侵入。对于不锈钢等材料,轧制后表面形成的钝化膜能隔离空气与水分,显著提升耐腐蚀性能。优化后的表面质量使金属产品在潮湿、酸碱等恶劣环境下仍能保持良好性能,减少维护成本和更换频率。

1.4 促进材料后续加工

经过轧制处理的金属材料为后续加工创造了有利条件。其细化均匀的组织结构和光洁表面有利于焊接工艺实施。均匀的材料性能减少了焊接接头处的应力集中,降低裂纹产生风险;光洁表面减少了焊接前的清理工序,提高焊接效率和质量。深入分析,轧制使材料内

部应力分布更均匀,减少后续加工时因内应力释放导致的变形。在涂层工艺中,平整光洁的表面使涂层材料均匀附着,增强涂层与基体的结合力,提升防护和装饰效果。轧制对材料性能和尺寸精度的改善,有效降低了后续加工难度。强度和韧性提升的金属材料在切削、冲压等加工中不易变形断裂,可采用更高的加工参数,提高加工效率。精确的尺寸控制减少了后续加工余量,缩短加工周期,降低生产成本。轧制后的金属材料以良好的综合性能,成为连接上游冶炼和下游深加工的重要环节,推动金属制品产业高效发展。

2 轧制工艺的优点

2.1 高效生产能力

轧制工艺采用连续化作业模式,极大提升生产效率。金属坯料经加热后,可在轧机生产线中不间断完成多道次轧制变形,各环节通过智能调度系统实现动态衔接。从坯料进入轧机到成品产出,整个流程紧密衔接,无需频繁启停设备。这种连续作业方式避免了间歇式加工中的时间损耗,大幅缩短产品生产周期,实现大规模产出。通过各工序的无缝衔接与智能协同,生产节奏稳定且高效。自动化技术在轧制工艺中的深度应用,进一步增强生产效能。现代轧机配备先进控制系统,可自动调节轧辊转速、轧制压力、辊缝间距等关键参数。操作人员只需预先设定工艺程序,设备便能依据设定参数精准运行,减少人工干预带来的操作误差与时间消耗。自动化系统还具备实时监测功能,能及时发现并处理生产异常,确保轧制过程稳定高效,有效提升单位时间内的产品产量。

2.2 成本效益显著

轧制工艺对原材料的高效利用,极大地降低了生产成本。借助先进的模拟技术与精准计算,合理设计轧制道次与变形量,金属坯料得以在轧制过程中充分延展成型,最大限度减少边角料与废料产生。与切削加工等直接去除大量材料的方式相比,轧制能将更多原材料转化为有效产品,显著提高材料利用率。对于产生的少量废料,部分可回收重熔再利用,进一步削减原材料成本。在能耗控制方面,轧制工艺优势突出。其主要依靠轧辊对金属施加压力实现变形,相较于铸造、锻造等需要高温熔化或剧烈塑性变形的加工方式,能量消耗相对较低。通过优化轧制工艺参数,如合理控制轧制温度、减少不必要的轧制道次,可进一步降低能耗。此外,先进轧机设备采用高效传动系统与节能电机,从设备层面减少能源消耗,有效降低生产成本,助力企业提升经济效益。

2.3 产品精度与一致性

精确的尺寸控制是轧制工艺的核心特性。借助高精度轧辊加工技术与先进的辊缝调节装置,轧制过程可将产品尺寸公差控制在极小范围,实现微米级精度把控。无论是板材的厚度、宽度,还是型材的截面尺寸,均能严格契合设计标准。生产过程中,自动检测设备与智能控制系统联动,实时捕捉产品尺寸数据并触发动态调节机制,确保尺寸精度稳定,充分满足高精度工业场景需求^[2]。轧制工艺具备极强的过程稳定性,为产品质量一致性提供坚实保障。成熟的轧制工艺参数与稳定的设备运行状态,使每批次产品均能在相同条件下完成加工。从原材料预处理到成品产出,各环节工艺条件可控且重复性高,即便长时间连续生产,产品的组织性能、表面质量与尺寸规格仍能保持高度一致,显著降低质量波动导致的废品率,为下游企业提供稳定可靠的原材料。

2.4 工艺灵活性

轧制工艺对多种金属材料具备广泛适应性。无论是黑色金属中的碳钢、合金钢,还是铝、铜等有色金属及其合金,均可通过轧制实现成型加工。针对不同金属材料物理化学性质的差异,可通过调整轧制温度、速度、变形量等工艺参数,精准适配其独特加工需求。例如,针对硬度较高的金属,采用热轧工艺降低变形抗力;针对表面质量要求高的金属,选用冷轧工艺以获得光洁表面。依托先进的工艺调控技术,轧制参数调整更趋精细高效,为多样化生产提供有力支撑。通过灵活调整轧制参数与轧辊设计,轧制工艺可实现产品类型的快速拓展。改变轧辊孔型设计,可生产角钢、工字钢等不同截面形状的型材;调整轧制道次与压下量,能获得不同厚度规格的板材或带材。在同一轧机设备上,仅需更换少量模具并微调工艺参数,即可快速切换生产不同材质、规格的产品,显著提升生产灵活性。这种特性使轧制工艺能够敏锐响应市场多样化需求,增强企业对市场变化的快速响应能力,在动态竞争环境中保持生产适应性与竞争力。

2.5 环境友好性

轧制工艺在环境友好性方面具有显著优势。与传统切削加工依赖刀具去除材料形成大量切屑不同,轧制主要通过金属的塑性变形实现成型,过程中产生的废料较少,仅有少量边角料,且这部分材料可回收再利用,有效降低了固体废弃物的排放。轧制对水资源和化学试剂的需求相对较低,减少了生产过程中废水、废液的产生,从而减轻了对环境的污染。该工艺符合绿色制造和可持续发展的理念,其较低的能耗水平有助于减少碳排放,缓解环境压力。随着技术不断进步,环保型轧制润

滑剂和清洁生产工艺逐步应用,进一步减少了污染物的排放。轧制产品具有较高的质量稳定性,使用寿命更长,减少了因频繁更换带来的资源浪费,在全生命周期范围内体现了可持续发展的要求。

3 轧制工艺的发展趋势

3.1 智能化与自动化技术应用

轧制工艺正加速向智能化与自动化方向演进。先进传感器的广泛部署成为关键,温度传感器实时监测金属坯料轧制过程中的温度变化,压力传感器精确捕捉轧辊与材料间的受力数据,位移传感器则精准反馈辊缝间距。这些传感器将采集的大量数据实时传输至中央控制系统,经算法分析后,系统可自主优化轧制参数,实现对轧制过程的精准调控。例如,当温度传感器检测到坯料温度偏离设定值,系统立即调整加热设备功率,确保轧制在最佳温度下进行。人工智能与机器学习技术深度融入轧制流程。通过对历史生产数据与工艺参数的学习,算法能够预测轧制过程中的潜在问题,如板材厚度偏差、表面质量缺陷等,并提前调整工艺参数进行干预。在设备维护方面,智能诊断系统可根据设备运行数据判断零部件磨损程度与故障隐患,自动生成维护计划,减少因设备故障导致的停机时间,提升生产连续性与设备利用率。自动化无人化生产单元逐步普及,从坯料上料、轧制变形到成品下料,整个流程无需人工直接操作,降低人力成本的同时,避免人为因素对产品质量的影响。

3.2 新型轧制技术研发与推广

新型轧制技术不断涌现并加速推广应用。异步轧制技术通过改变上下轧辊的线速度,使金属材料在轧制过程中产生附加剪切变形,这种变形方式可细化晶粒组织,提升材料力学性能,尤其适用于高性能合金材料加工^[3]。等径角轧制技术利用特殊模具使金属在近似等直径的通道内发生大塑性变形,在不改变材料截面尺寸的情况下,显著改善材料内部组织结构,提高材料强度与韧性。复合轧制技术成为研究热点,将不同金属材料通过轧制复合在一起,形成兼具多种材料优异性能的复合材料。例如,将耐腐蚀金属与高强度金属复合,可生产出既具备良好耐腐蚀性又有高强度的板材,满足海洋工程、化工设备等特殊领域需求。三维轧制技术突破传统

二维平面轧制限制,通过特殊轧辊设计与工艺控制,实现金属材料在三维方向的复杂变形,可直接轧制出具有复杂形状的零部件,减少后续加工工序,提高生产效率。这些新型轧制技术的研发与推广,为金属材料加工开辟新路径,拓展轧制工艺应用领域。

3.3 节能减排与环保措施深化

轧制工艺在节能减排方面持续推进。高效节能设备的研发与应用降低能源消耗,新型轧机采用高效传动系统与节能电机,优化设备结构设计,减少传动过程中的能量损耗。在加热环节,蓄热式加热炉与感应加热技术广泛应用,前者利用蓄热体回收高温烟气余热,预热助燃空气,提高能源利用率;后者通过电磁感应原理对金属坯料快速加热,加热效率高且能耗低。在环保措施上,轧制工艺不断优化。新型环保轧制润滑剂替代传统含污染成分的润滑剂,这类润滑剂可生物降解,在保证润滑效果的同时,减少对土壤与水体的污染。清洁生产工艺的应用进一步降低污染物排放,通过优化轧制流程,减少废水、废气产生;对生产过程中产生的少量废弃物进行分类处理与回收利用,实现资源循环。企业应加强环境管理体系建设,严格把控生产各环节的环境影响,从原材料采购、生产加工到产品出厂,全过程践行绿色制造理念,推动轧制工艺向更环保、可持续方向发展。

结束语

金属材料轧制在改善材料性能、调整形状尺寸、优化表面质量及促进后续加工等方面发挥关键作用,其工艺具备高效、低成本、高精度、灵活且环保等优势。随着智能化与自动化技术应用、新型轧制技术研发推广以及节能减排环保措施深化,轧制工艺将不断升级。未来,轧制工艺有望在更多领域展现价值,推动金属制品产业迈向更高水平,助力工业持续发展。

参考文献

- [1]陈皓颖.基于人工智能的金属轧制过程优化[J].有色金属工程,2024,14(05):162.
- [2]邹文捷.金属轧制过程中带钢表面粗糙度影响因素分析[J].冶金管理,2024,(24):61-66.
- [3]杨松涛.影响双金属轧制复合结合强度的工艺因素综述[J].有色金属加工,2022(6):42.