

# 管件攻丝机的攻丝转速自适应调节技术与加工效率提升策略

车毛毛

杭州凯畅五金制品有限公司 浙江 杭州 310000

**【摘要】**：在机械制造领域，管件攻丝加工是保障管件连接精度与使用性能的关键工序，而攻丝转速作为影响加工质量与效率的核心参数，其合理调控一直是行业研究的重点方向。随着制造业对加工精度、效率及智能化需求的不断提升，传统固定转速攻丝模式已难以满足多样化管件加工需求，攻丝转速自适应调节技术应运而生。本文围绕管件攻丝机的攻丝转速自适应调节技术展开研究，首先分析该技术产生的行业背景与重要性，进而深入探讨自适应调节技术的核心理论与实现机制，包括转速调节的感知依据、控制逻辑及技术优势等方面；在此基础上，结合管件攻丝加工的实际特点，从技术优化、工艺协同、设备管理等维度提出加工效率提升策略，旨在为管件攻丝加工的智能化发展与效率提升提供理论参考，推动机械制造领域管件加工工艺的进一步完善。

**【关键词】**：管件攻丝机；攻丝转速；自适应调节技术；加工效率；机械制造

DOI:10.12417/2705-0998.25.21.008

## 1 引言

在现代机械制造体系中，管件作为各类设备与管道系统的核心组成部分，其加工质量直接关系到整个系统的运行稳定性与安全性。攻丝加工作为管件制造过程中的关键环节，主要用于在管件端部或特定位置加工内螺纹，为后续装配与连接提供基础。随着制造业向高精度、高效率、多品种方向发展，管件的材质类型日益丰富，从传统的碳钢、不锈钢到高强度合金、复合材料等不断拓展，同时管件的规格尺寸也呈现出多样化特点，小至几毫米的微型管件，大到数十厘米的大型管件均有广泛应用。不同材质、规格的管件在攻丝加工过程中，对攻丝转速的要求存在显著差异，若采用固定不变的攻丝转速，不仅容易导致螺纹精度不足、表面粗糙度超标等质量问题，还可能引发丝锥磨损过快、断裂等故障，严重制约加工效率与生产效益。因此，研发并应用攻丝转速自适应调节技术，实现根据管件加工实际工况动态调整攻丝转速，已成为提升管件攻丝加工质量与效率的必然趋势，对推动机械制造行业的智能化、高效化发展具有重要意义。

## 2 管件攻丝机攻丝转速自适应调节技术的核心理论

### 2.1 攻丝转速自适应调节的感知依据

攻丝转速自适应调节技术的核心在于能够实时感知管件攻丝加工过程中的关键工况参数，并以此为依据实现转速的动态调整，其感知依据主要围绕加工过程中的负载变化、材料特性及加工状态展开。从负载变化角度来看，攻丝过程中丝锥与管件材料之间的相互作用会产生切削扭矩与轴向力，这两个参数直接反映了加工负载的大小。当管件材质较硬或加工螺纹深度增加时，切削扭矩与轴向力会随之增大，若此时仍保持原有转速，容易导致丝锥承受过大负载而损坏；反之，若材质较软或螺纹深度较浅，负载较小，过高的转速则可能造成材料过度切削，影响螺纹质量。因此，通过传感器实时采集切削扭矩与轴向力信号，能够准确判断当前加工负载状态，为转速调节提

供基础数据支撑。

从材料特性角度而言，不同材质的管件具有不同的力学性能，如硬度、强度、塑性等，这些性能直接影响攻丝过程中的切削难度与热量产生情况。自适应调节技术通过预先存储不同材质管件的力学性能参数，结合加工过程中的实时负载反馈，能够精准识别当前加工管件的材质类型，进而确定适配的转速调节范围，确保转速调整与材料特性相匹配。

从加工状态角度分析，攻丝过程中的螺纹精度、表面质量及丝锥磨损状态也是转速自适应调节的重要感知依据。通过视觉检测技术或振动传感器，可实时监测加工后螺纹的牙型精度、螺距偏差及表面粗糙度，若发现螺纹精度不足，可能是由于转速过高导致切削不稳定，此时需适当降低转速；同时，丝锥的磨损会导致切削能力下降，表现为切削扭矩增大、振动加剧，传感器捕捉到这些信号后，可通过降低转速来减缓丝锥磨损速度，延长其使用寿命，保障加工过程的连续性与稳定性。

### 2.2 攻丝转速自适应调节的控制逻辑

攻丝转速自适应调节的控制逻辑是实现转速动态调整的核心，其本质是基于感知到的工况参数，通过预设的控制算法与逻辑规则，输出合理的转速调节指令，确保攻丝过程始终处于最优加工状态。该控制逻辑主要包括参数分析与决策、转速调节执行及反馈优化三个关键环节。

在参数分析与决策环节，控制系统首先对传感器采集到的切削扭矩、轴向力、振动信号及材料特性参数等进行预处理，去除信号中的噪声干扰，确保数据的准确性。随后，将预处理后的参数与预设的阈值范围进行对比，判断当前加工工况是否处于正常区间。例如，若切削扭矩超过预设上限阈值，说明当前转速过高或负载过大，控制系统需做出降低转速的决策；若切削扭矩低于下限阈值，则表明负载较小，可适当提高转速以提升效率。同时，控制系统还会结合加工目标要求，如螺纹精度等级、表面粗糙度标准等，对转速调节决策进行优化，确保

转速调整不仅能适应工况变化，还能满足加工质量要求。

在转速调节执行环节，控制系统根据参数分析与决策得出的转速调节指令，通过驱动装置调整攻丝机的主轴转速。为确保转速调节的平稳性与准确性，通常采用闭环控制方式，即驱动装置在调整转速的同时，实时反馈当前实际转速信号至控制系统，控制系统将实际转速与目标转速进行对比，若存在偏差，则进一步调整驱动信号，直至实际转速达到目标转速。这种闭环控制方式能够有效避免外界干扰对转速调节的影响，保障转速调整的精度与稳定性。

### 2.3 攻丝转速自适应调节技术的优势

相较于传统的固定转速攻丝模式，攻丝转速自适应调节技术具有显著优势，主要体现在保障加工质量、延长设备寿命及提升加工灵活性三个方面。在保障加工质量方面，自适应调节技术能够根据加工工况的实时变化动态调整转速，有效避免了固定转速下因工况不匹配导致的加工质量问题。

在延长设备寿命方面，自适应调节技术通过实时监测切削负载与丝锥状态，避免了丝锥承受过大负载或过度磨损。传统固定转速模式下，若转速过高导致负载过大，丝锥容易出现断裂或严重磨损，不仅增加了刀具更换成本，还可能导致加工中断；而自适应调节技术能够在负载超过安全阈值时及时降低转速，减少丝锥的受力与磨损，延长丝锥的使用寿命，同时也降低了攻丝机主轴等关键部件的损耗，减少设备故障发生率，降低设备维护成本，提升设备的整体运行稳定性与使用寿命。

在提升加工灵活性方面，自适应调节技术能够适应不同材质、规格及精度要求的管件加工需求，无需人工频繁调整转速参数。传统攻丝加工中，每当更换管件类型或调整加工要求时，操作人员需根据经验手动设置转速，不仅耗时耗力，还容易因参数设置不当影响加工质量；而自适应调节技术通过预设参数与实时反馈相结合的方式，能够自动适配不同的加工需求，实现多品种、小批量管件的高效加工，大幅提升了攻丝机的加工灵活性与适应性，满足现代制造业多样化的生产需求。

## 3 管件攻丝机加工效率提升策略

### 3.1 基于自适应调节技术的参数优化策略

基于攻丝转速自适应调节技术，对加工参数进行进一步优化，是提升管件攻丝加工效率的重要途径。在转速调节参数优化方面，需根据不同管件的加工需求，细化转速调节的阈值范围与响应速度。例如，对于高精度要求的管件，可将转速调节的阈值范围设置得更更为狭窄，确保转速调整更为精细，避免因转速波动过大影响螺纹精度；而对于追求高效率的普通管件加工，可适当放宽阈值范围，提高转速调节的响应速度，使转速能够快速适应工况变化，减少加工时间。同时，还可根据加工过程中的不同阶段设置差异化的转速调节策略，起攻阶段由于丝锥刚接触管件，需较低转速确保定位准确，正常攻丝阶段可

根据负载情况动态调整至最优转速，退刀阶段则可适当提高转速，缩短退刀时间，进一步提升整体加工效率。

除转速参数外，攻丝过程中的进给量、切削液供给量等参数也需与自适应调节技术相协同，实现多参数联合优化。进给量与攻丝转速之间存在密切关联，若进给量过大而转速过低，容易导致丝锥负载增加；若进给量过小而转速过高，则会降低加工效率。因此，可通过建立转速与进给量的协同控制模型，使自适应调节技术在调整转速的同时，同步优化进给量，确保两者匹配合理，提升切削效率。此外，切削液的供给量也需根据转速与负载情况进行调整，当转速较高或负载较大时，切削热量产生较多，需增加切削液供给量，加强冷却与润滑效果，减少切削阻力；当转速较低或负载较小时，可适当减少切削液供给量，降低生产成本。通过多参数的联合优化，能够充分发挥自适应调节技术的优势，实现加工效率的最大化提升。

### 3.2 结合加工工艺的协同优化策略

管件攻丝加工效率的提升不仅依赖于攻丝机自身的技术优化，还需与整体加工工艺相协同，通过优化工艺流程与工序安排，减少加工中断时间，提升生产连续性。在工艺流程优化方面，可将管件攻丝加工与前序、后序工序进行整合，采用连续化生产模式，避免管件在各工序之间的频繁搬运与等待。

在工序安排方面，可根据管件的加工难度与数量进行分类排序，采用“批量优先、难度适配”的原则优化工序顺序。对于加工难度较低、数量较大的管件，可集中安排在自适应调节技术响应速度较快的攻丝机上进行加工，充分发挥设备的高效加工能力；对于加工难度较高、精度要求严格的管件，则可安排在调节精度更高的设备上，并适当延长单次加工时间，确保加工质量。同时，还可通过合理安排设备的维护与保养时间，避免在生产高峰期进行设备检修，减少设备停机时间。

### 3.3 基于设备管理的效率保障策略

完善的设备管理体系是确保管件攻丝机持续高效运行的重要保障，通过加强设备的日常管理、状态监测与人员培训，能够有效减少设备故障发生率，提升设备的运行效率与操作人员的操作水平，进而保障加工效率的稳定提升。在设备日常管理方面，需建立健全设备管理制度，明确设备的操作规范、维护流程与责任分工。例如，制定详细的设备操作规程，要求操作人员严格按照规程进行操作，避免因操作不当导致设备损坏或加工质量问题；建立设备维护档案，记录设备的维护时间、维护内容、更换部件等信息，定期对设备维护情况进行分析，及时发现设备潜在的故障隐患，并采取针对性的预防措施，减少设备突发故障的发生。

在设备状态监测方面，可结合物联网技术与传感器技术，对攻丝机的运行状态进行实时监测与远程监控。通过在攻丝机的主轴、电机、传动系统等关键部件安装传感器，实时采集设

备的温度、振动、电流等运行参数，并将这些参数传输至远程监控平台。监控平台对参数进行实时分析，若发现参数异常，及时发出预警信号，提醒管理人员与操作人员进行检查与处理，避免故障进一步扩大。同时，通过对设备运行数据的长期积累与分析，还可预测设备的使用寿命与维护周期，实现设备的预防性维护，减少设备停机时间，保障设备的持续高效运行。

在人员培训方面，需加强对操作人员与设备维护人员的专业培训，提升其对攻丝转速自适应调节技术的理解与应用能力。对于操作人员，培训内容包括自适应调节技术的工作原理、操作方法、参数设置及常见故障处理等，使其能够熟练操作配备自适应调节技术的攻丝机，并能根据加工需求与设备状态进行简单的参数调整与故障排查；对于维护人员，培训内容则侧重于自适应调节系统的结构组成、故障诊断与维修技术，使其能够快速准确地判断并解决自适应调节系统出现的故障，确保设备能够及时恢复运行。通过提升人员的专业素质，能够充分发挥设备的技术优势，减少人为因素对加工效率的影响，保障加工效率的稳定提升。

#### 4 结论

本文围绕管件攻丝机的攻丝转速自适应调节技术与加工效率提升策略展开研究，通过对自适应调节技术核心理论的分析与加工效率提升策略的探讨，得出以下结论：攻丝转速自适

应调节技术以加工过程中的负载变化、材料特性与加工状态为感知依据，通过参数分析与决策、转速调节执行及反馈优化的控制逻辑，实现了攻丝转速的动态调整，相较于传统固定转速模式，该技术在保障加工质量、延长设备寿命及提升加工灵活性方面具有显著优势，为管件攻丝加工的智能化发展奠定了基础。

在加工效率提升方面，基于自适应调节技术的参数优化策略通过细化转速调节参数与实现多参数联合优化，充分发挥了技术优势；结合加工工艺的协同优化策略通过整合工艺流程与优化工序安排，提升了生产连续性；基于设备管理的效率保障策略通过加强设备日常管理、状态监测与人员培训，减少了设备故障发生率，三者协同作用，有效提升了管件攻丝机的加工效率。

未来，随着智能化技术的不断发展，攻丝转速自适应调节技术可进一步与人工智能、大数据分析等技术深度融合，通过对大量加工数据的分析与学习，实现转速调节逻辑的自主优化与升级，进一步提升调节精度与响应速度；同时，加工效率提升策略也可结合数字化工厂建设，实现加工过程的全流程智能化管控，推动管件攻丝加工向更高效率、更高质量、更低成本的方向发展，为机械制造行业的转型升级提供更强有力的支撑。

#### 参考文献：

- [1] 朱婵娟.折臂式全自动攻丝机的研制与应用[J].工程机械,2023,54(12):14-18.
- [2] 金枚娜,谢光辉,封明亮,等.全自动攻丝机结构设计及控制[J].现代制造工程.2016,(5).
- [3] 刘本学,申俊,董刚.高效自动攻丝机的设计及控制研究[J].制造业自动化,2014(21):87-90.