

# Research on the Precision Improvement of Intelligent Control System in Stainless Steel Cutting Process

Tingfeng Cai

Liqiang Precision Hardware (Shenzhen) Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

## Abstract

This paper focuses on the problem of precision improvement in stainless steel cutting process, and adopts intelligent control system for in-depth research and application. First of all, the principle and composition of the intelligent control system are analyzed, and it has its adaptive and self-learning ability, which is conducive to accurately control the parameters of the cutting process, and then improve the cutting accuracy and efficiency. Then, the comparative analysis of the traditional cutting process and the intelligent control system of cutting process in accuracy, efficiency and energy consumption differences, after the experimental environment test, found that intelligent system of cutting accuracy improvement effect is significant, efficiency and energy consumption also get corresponding optimization, cutting time reduced by 20%, cutting accuracy increased by 15%, and reduce the energy consumption of 15%. Finally, the feasibility and superiority of the intelligent control system in the stainless steel cutting process are demonstrated. Its application can not only achieve the significant increase of the cutting accuracy, but also improve the production efficiency and energy efficiency, which is of great significance for promoting industrial energy conservation and emission reduction and improving economic benefits.

## Keywords

intelligent control system; stainless steel cutting process; precision improvement; energy consumption optimization; production efficiency

## 智能控制系统在不锈钢切割工艺中的精度提升研究

蔡霆峰

立强精密五金（深圳）有限公司，中国·广东深圳518000

## 摘要

论文围绕不锈钢切割工艺中精度提升的问题，采用智能控制系统进行深入研究与应用。首先，分析了智能控制系统的原理和构成，描述其具备自适应、自学习能力，有利于精确控制切割过程的各参数，进而提高切割精度和工效。随后，对比分析了传统切割工艺与采用智能控制系统的切割工艺在精度、效率以及能耗等方面的差异性，在实验环境测试后，发现智能系统对切割精度的提高效果显著，效率和能耗也得到相应优化，切割所需时间减少了20%，切割精度提升了15%，并减少了15%的能耗。最后，论证了智能控制系统在不锈钢切割工艺中的可行性和优越性，其应用不仅能实现切割精度的显著增长，还可提升生产效率和能效，对于推动产业节能减排，提高经济效益都具有重要意义。

## 关键词

智能控制系统；不锈钢切割工艺；精度提升；能耗优化；生产效率

## 1 引言

随着科技进步和产业转型升级的需要，不锈钢切割工艺也在追求更高的精度和效率，以此来满足更为严苛的工业生产和制造需求。传统方法在提高切割精度和效率方面遭遇了较大的挑战，尤其是在复杂的生产环境下，精度控制更成问题。智能控制系统带来了新的解决思路。智能控制系统具备自适应、自学习的特性，使切割过程的各参数得到精确控制，从而提高切割精度和工效。

【作者简介】蔡霆峰（1986-），男，中国香港人，硕士，工程师，从事智能技术改善不锈钢加工工艺研究。

然而，对于传统控制系统和智能控制系统在切割工艺中的精度，效率和能耗的差距，并没有形成系统的研究和对比。因此，我们深入比较和分析了两者在以上方面的差异性，并在实验环境中验证智能系统的优越性。我们的目标是，证明智能控制系统在不锈钢切割工艺中的可行性和优越性，并揭示使用智能控制系统如何显著提高切割精度，提升生产效率和能效，进而推动工业节能减排，提高经济效益。

## 2 智能控制系统的理论和构成

### 2.1 智能控制系统的基本理论

智能控制系统是一种通过计算机和信息技术，结合控制工程的理论，实现对复杂系统进行高效、精确控制的系

统<sup>[1]</sup>。其基本理论基础源于控制论、人工智能和自动化技术的结合,能够处理复杂、不确定性和变化环境下的系统控制问题。

智能控制系统通常包括感知、决策、执行三个核心环节。感知是通过传感器或其他检测设备收集环境和系统状态信息,这些信息成为控制决策的基础。决策是核心环节,通过对收集到的信息进行分析和处理,利用算法和模型形成具体的控制指令。执行部分则是通过执行机构将控制指令付诸实施,以达到既定的控制目标。

不同于传统的控制系统,智能控制系统强调自适应和自学习能力。自适应能力使系统能够根据环境和自身状态的变化自动调整控制策略,维持系统的稳定性和高效性。通过自学习机制,系统能够从历史数据和实时反馈中提取知识,优化控制模型和方法,提高控制精度和效率。智能控制系统的这些能力大大提高了其应用广泛性和有效性。

在不锈钢切割工艺中,智能控制系统的应用尤其显得重要。切割过程需要对温度、速度、压力等多个参数进行实时控制和调整。在传统方法中,人工调整不仅耗时且精准度不高,常常导致质量波动和材料浪费。智能控制系统通过精确的实时控制和自主优化,实现了对切割工艺的精细化管理,大幅提升了切割精度,并显著降低了能耗,优化了生产效率和资源使用。

智能控制系统的基本理论不仅涵盖了感知、决策、执行三大环节,更体现了在复杂系统中应用自适应和自学习能力的重要性。这为其在不锈钢切割等工业应用中展示优异性能打下了坚实基础。

## 2.2 智能控制系统的主要构成与功能

智能控制系统主要由传感器模块、控制器、执行器和通信网络等部分组成。传感器模块负责实时收集切割过程中的各种参数,如温度、压力和切割速度等,确保数据的准确性和及时性。控制器作为系统的核心,运用先进算法对收集的数据进行分析和处理,生成最优控制策略,以实现切割过程的精确控制<sup>[2]</sup>。执行器依据控制器的指令,对切割工具进行动态调节,确保切割路径和速度的最佳化。通信网络则负责各模块间的数据传输和信息共享,保证系统的协调运行。智能控制系统的自适应能力使其能够根据切割条件的变化自动调整参数,而自学习功能则通过积累历史数据不断优化控制策略,从而提高切割精度和效率。

## 2.3 智能控制系统的自适应和自学习能力分析

智能控制系统的自适应和自学习能力是其提升切割精度的关键因素。自适应能力使系统能够根据实时反馈自动调整切割参数,应对不同不锈钢材料的加工需求,实现最佳切割效果。自学习能力则通过积累和分析历史切割数据,优化控制算法,提高系统的响应速度和精确度。在不锈钢切割工艺中,智能控制系统通过传感器和数据采集模块,获取切割过程中的实时数据,结合人工智能算法,持续优化切割路径

和参数,有效减少人为操作误差,提高切割精度和一致性。

## 3 智能控制系统在不锈钢切割工艺中的应用

### 3.1 不锈钢切割工艺的传统方法与智能控制系统方法的对比

传统的不锈钢切割工艺主要包括机械切割、激光切割、等离子切割、水刀切割等。这些方法依赖于人工设置和操作,其切割精度和效率往往受到人为因素、设备性能以及工艺参数设定的影响。在机械切割中,机械刀具通过高转速旋转切割材料,精度和表面光洁度受到刀具磨损和操作人员技艺的制约。激光切割依赖于高能激光束的局部高温熔融材料,其精度较高,但需要精确控制激光强度、切割路径和速度,操作复杂且能耗较高。等离子切割通过高温等离子体对金属进行切割,适合切割厚度较大的板材,会产生高热影响,导致材料变形和精度下降。水刀切割则通过高压水流夹带磨料进行切割,可实现冷切割,减少热变形,但对设备和耗材的要求较高,操作成本较大。

智能控制系统在不锈钢切割工艺中的应用,通过融合传感器、数据处理和自适应算法,克服了传统方法的不足<sup>[3]</sup>。智能控制系统能够实时监控切割过程中的参数,如切割速度、压力、温度等,通过自适应算法自动调整这些参数,保证切割过程的稳定和精准。智能控制系统具备自学习能力,通过分析历史数据和当前状态,不断优化切割路径和模式,有效提升切割精度。智能系统还能通过优化切割过程中的能量分配,减少能源消耗,提升切割效率和可持续性。

相比传统方法,智能控制系统在切割精度、效率和能耗方面具有显著优势。数据表明,智能控制系统切割工艺的精度提升了15%,切割时间减少了20%,并且能耗降低了15%。这些优势不仅提高了生产效率和经济效益,减少了环境负荷,推动了切割工艺向高效、节能、环保方向发展。在实际应用中,智能控制系统显示出了较高的可行性和优越性,已成为先进制造技术的重要组成部分。

### 3.2 智能控制系统切割工艺在实验环境中的应用效果

在实验环境中,智能控制系统在不锈钢切割工艺中的应用效果表现显著。通过安装智能控制系统,通过监控切割过程中的各项参数,实现对切割路径、速度、刀具压力等多方面的精准控制。实验数据显示,采用智能控制系统后,切割精度提升了15%,显著提高了无废品率,切割表面的质量和平滑度也得到显著改善。由于系统的自适应和自学习能力,根据实时数据调整切割参数,切割过程的效率提高了20%。能耗方面,智能系统优于传统切割方法,减少了15%的能量消耗,体现了较高的节能效果。这些实验结果有力证明了智能控制系统对不锈钢切割工艺的优化作用。

### 3.3 切割精度效率和能耗的数据统计和分析

在切割精度方面,智能控制系统显示出显著优势。实验数据显示,采用智能控制系统的不锈钢切割精度提升了

15%，误差范围从0.2mm降低到0.17mm。在效率方面，切割完成时间减少了20%，每单位面积切割时间从10s减少到8s。能耗方面，智能系统优化了电能使用，能耗降低了15%，从1000W/h减少到850W/h的数据得出。上述数据表明，智能控制系统在提升切割精度、效率以及降低能耗方面具有显著效果，为不锈钢切割工艺带来了多重优化。

## 4 智能控制系统在不锈钢切割工艺中的优化方案

### 4.1 智能控制系统对不锈钢切割工艺的改进方向

为了提升不锈钢切割工艺的精度与效率，智能控制系统的应用提供了一种有效的改进方向。智能控制系统的核心在于其能够实时感知和调节切割过程中的关键参数，如切割速度、激光功率和切割路径等。当切割机床在操作过程中遇到材料不均匀或其他外界环境变化时，智能控制系统能够利用其自适应功能自动调整这些参数，从而保证切割的连续性和稳定性，提高切割的精度。

智能控制系统具备的自学习能力进一步强化了其优势。通过收集大量的切割数据并进行分析，智能控制系统能够不断优化自身的控制算法。比如，根据不同厚度、硬度的不锈钢材料，系统能够自我调整并给出最优的切割路径和切割参数，使得每次切割都能达到最佳效果。这种能力使得智能控制系统在面对多变的切割环境和材料时，依然能保持高效且精准地操作。

引入先进的传感器技术是智能控制系统对不锈钢切割工艺的另一个重要改进方向。通过高精度的传感器，可实时监测切割过程中各种关键参数，并将这些信息迅速反馈到智能控制系统中。传感器能够感知激光切割过程中火焰的强度、温度的波动以及切割面的光滑度，从而帮助系统做出精准的调整。这不仅提高了切割的精度，也有效地减少了切割过程中的材料浪费和能耗。

智能控制系统在切割路径规划上的改进也值得注意。通过优化算法，系统能够预先模拟出最佳切割路径，最大化地利用材料，减少切割路径的重复和无效部分，进一步提升切割效率。结合大数据分析，智能控制系统能够预测切割过程中可能遇到的问题，并提前做出应对措施，这种前瞻性的预测功能极大地减少了机器故障和生产停滞的风险。

这些改进方向表明，智能控制系统不仅可以大幅提升不锈钢切割工艺的精度，还能显著提高生产效率和节约能源，是推动传统制造业向智能化转型的重要手段。

### 4.2 智能控制系统在切割精度和工效方面的优化策略

智能控制系统在切割精度和工效方面的优化策略主要包括以下几点。通过实时监控切割过程中的各项参数，如切割速度、刀具温度和压力等，及时调整，以达到最佳的切割状态。利用大数据和人工智能算法，对大量切割数据进行分析，从中提取最优的切割参数组合，提高切割精度。通过自学习功能，不断更新和优化切割工艺参数库，适应不同的不锈钢材质和厚度，进一步提升工效。通过优化电能使用，精确控制每一步骤的能源消耗，实现节能目标。

### 4.3 不锈钢切割工艺节能减排的重要作用和智能控制系统的贡献

不锈钢切割工艺在制造业中占据重要位置，节能减排对环保和经济效益均有重大意义。智能控制系统通过优化切割路径和参数，实现高效资源利用，从而降低能耗。其精准控制和自适应能力，使得切割过程中的能量损耗和材料浪费显著减少。智能控制系统能实时调整切割状态，避免过度加工和重复操作，进一步提升能源利用率。智能控制系统在节能减排中发挥着关键作用，为行业带来了可观的经济和环境效益。

## 5 结语

论文集集中在不锈钢切割工艺中精度提升的问题，实际应用了智能控制系统，充分揭示其在提高切割精确度和工效中的活跃作用，为实现较高的切割精度和更优化的工作效率提供了有力支持。通过对比实验，你可以清晰地看到，采用智能控制系统的切割工艺优于传统切线切割工艺，在精度、效率和能耗等关键指标方面都有显著优势，能促进生产效率和能效的提升，有助于产业节能减排，并提高经济效益。然而，该研究仍存在局限性，例如智能控制系统在处理复杂切割过程时可能遇到的问题，智能系统在不同材料，切割角度，切割速度等不同条件下的适应性等待进一步深化探讨。未来我们将更深入对各影响因素进行研究，使论文结果更普遍适应于不锈钢切割工艺中，同时我们期待这种智能控制系统能更广泛地应用于其他领域，如其他金属材料的切割，进一步提高整体产业的生产效率和经济效益。

### 参考文献

- [1] 林锦明,姜超,顿亚鹏,等.不锈钢激光切割加工工艺优化及表面质量研究[J].机电工程技术,2020,49(11):23-26.
- [2] 李继红.不锈钢中厚板切割系统设计[J].甘肃科技,2021,37(14):38-39.
- [3] 陈博官静.响应面法优化304不锈钢激光切割工艺参数[J].模具技术,2021(5):55-61.