

# 浅谈数控设备改造技术研究与应用

王 勇<sup>1</sup> 李海龙<sup>2</sup>

中航西安飞机工业集团股份有限公司 陕西 西安 710000

**摘 要:** 数控设备技术改造是打破设备使用的浴盆曲线,克服现有设备的技术陈旧状态,清除无形磨损,促进现有设备技术进步的方法之一,也是扩大设备的生产能力,提高设备质量的重要途径。本文对数控设备技术改造的可行性进行分析,对技术改造方案进行研究。

**关键词:** 数控设备; 技术; 改造; 方案; 可行性

## 1 引言

机床是制造业的基础装备,其先进水平和保有量是衡量一个国家制造业水平、工业现代化程度和国家综合竞争力的重要指标。由于机床80%的资源是床身、立柱、滑台等基础结构件,可修复、可重复率高,因而具有恒高的资源回收利用价值和潜力;另一方面,机床结构相对稳定,通过更换电气、数控系统以及检测元件等即可实现其综合性能的显著提升,提升装备制造能力。

数控机床属于自动化加工设备,特点是自动化、运算快、精度高、价值大,交付后一般都在满负荷24小时运行。按照其特性,数控设备稳定使用期一般在10-15年,后续使用会因数控系统淘汰而无备件技术支持,电气线路老化发热具有火灾隐患,主轴\导轨\丝杠等机械部件磨损丧失精度等,从而导致设备无法正常使用或无法满足使用需求。按理说,设备一旦使用超过15年,就应该替换掉,但是在现实中,没有一家企业的资金可以满足这个要求,特别是设备价格在100万元以上的大型数控设备,重新投资购买除高昂的购置费外,还需考虑设备安装布局,重做地基及安装配套费用、长达6-12个月的停产等待等问题。所以要使数控设备继续服役并保证性能,实现保值增值,延长使用期限,唯有通过设备改造升级才能实现。机床改造技术涉及内容非常广泛,涵盖机床设计与制造技术、先进制造技术、维修及表面工程技术、管理科学与工程等多种学科的技术及研究成果。<sup>[1]</sup>

## 2 数控设备改造思路概述

老旧的数控设备的改造成功最重要的是改造方案的正确选择和改造实施团队的执行效果。通过系统性地研究数控设备状态,按照生产的需求,使数控设备在满负荷运行前提下,保持先进的性能、合格的精度、良好的状态,保证综合利用率不断提升;机床结构稳定,采用先进数控系统、自动化系统、轴承及液压元器件等进行直接更换,可实现机床自动化程度、控制精度的综合提

升,功能和性能有明显的提高,满足生产需要。另外在改造计划的制定上采取以健康评估、日常维保、使用年限、系列选择、独子关键等因素,制定改造规划并确定改造方案。对于同类系统机床改造,渐次分批安排,做好拆机旧件管理再用,节约费用减少数控备件储备,特别是对于像日本发那科这种有限制性的数控系统也可降低使用、维修风险。

### 2.1 数控设备改造的思路

(1) 改造层级: 数控设备的改造分为系统升级改造、系统改造、大修改造、翻新改造四个层次。升级主要是对数控系统进行替换升级,使数控系统运行效率提升;系统改造主要是对数控系统、伺服系统及电机进行替换升级,使数控系统整体性能提升;大修改造主要是对其机械部件进行替换和修理,使其整体精度恢复到出厂水平;翻新式改造是指应用现有的技术成果和先进经验,适应当前的生产的需求。通过保留床身等耐用件,更换新型先进的数控系统、新的高精度导轨和丝杠,修复或更换新主轴。全新的设备结构和布局,全面提升的设备性能,再经过表面喷漆处理,实际上就是一台全新的先进机床,而投资费用约为新购的1/10~1/3,通过小而快的投入可以再造一个设备使用周期,延长使用10-15年,实现保值增值,延长使用寿命。

(2) 系统选择: 目前,改造系统选型以进口数控系统为主,大型复杂设备选用进口高端数控系统,小型数控设备选择进口经济型数控系统;以国产成熟数控系统为补充。数控系统选用尽可能做到系列化、同类化、同一化,减少种类、消除冷门。

(3) 改造优先级: 采取以健康评估、日常维保技术状态分析、加工质量等为依据,渐次改造,优先改造使用状态差的,降低使用、维修风险。

(4) 小型系列数控设备: 针对多台使用15年以上的中小型设备,采取按类划分,统一规划,制定持续改造

计划的方式进行成批改造。特别是数控系统已经停产, 备件价格已翻番或更高, 寻货源定制等周期更长影响生产, 而小型设备改造停机仅需数月, 周期短、见效快、成本低, 好于直接报废更新。拆机旧件可以保障其他同类设备不会因为备件缺乏而彻底报废, 极大地延续了设备使用期限。

(5) 特别关键设备和独生子设备: 要充分考虑停机对生产的影响, 反复调研论证, 制定合理的方案, 采取提前准备、择机或分次、分阶段改造等方法, 把每次停机减到最短。

(6) 新技术应用: 早期数控改造的重点是更换系统和电气线路为主, 对于有微少磨损的机械系统以调整维护为主, 过分依赖数控系统的补偿功能, 无法达到持续的精度。随着制造技术的成熟, 机械主要部件的价格有较大的下降, 而性能提高, 通过对精密滚珠丝杠、线性导轨、精密减速器、润滑系统等新技术的应用, 从而达到修旧如新, 再造生命周期的效果。

(7) 经济性考虑: 大型复杂价值高的设备改造, 要按照保证再用一个10-15年, 充分保证系统的先进性、可靠性、精度恢复彻底性, 以修旧如新的标准达到或高出出厂要求, 更换的元件要较高品质; 为控制改造成本, 大多采用脉冲编码器作为位置速度检测反馈器件的半闭环位置控制系统, 但也可采用直接安装光栅的直接位置检测器件构成的高精度全闭环位置控制系统。针对小型价值低的设备, 以经济性数控系统和国产系统为主, 既要保证性能还要严控成本。<sup>[2]</sup>

## 2.2 设备技术改造原则

(1) 设备改造必须满足当前生产技术发展的需要, 针对设备对产品质量、数量、成本、生产安全、能源消耗和环境保护等方面的影响程度, 在能够取得实际效益的前提下, 有计划、有重点、有步骤地进行。

(2) 充分考虑技术上的可能性, 从技术层面分析论证, 实现改善设备现状, 提高设备使用效率的可能。

(3) 充分考虑经济上的合理性, 整体考虑技术、成本、质量、收益等因素, 制定改造方案, 并进行可行性研究和论证。

## 2.3 设备技术改造可行性分析

除了对确定是否满足设备改造原则, 还应该从技术上和经济上进行可行性分析, 分析的主要内容有:

(1) 改造后设备的技术特性是否满足产品工艺要求, 是否达到或接近先进水平。

(2) 改造后的生产效率是否满足产量要求。

(3) 改造后除了满足当前产品要求外, 是否具有对

其他产品的适应性。

(4) 改造后设备零部件的可靠性、维修性、通用性。

(5) 测算改造费用和改造后单位产品成本, 分析经济上是否合理。

(6) 改造所需停工时间和停工经济损失。

## 3 数控设备改造方案

### 3.1 机械结构改造方案选择

从机械加工技术发展的历史来看, 普遍的情况是一种新型设备的生产不是从根本上改变原来设备的结构和特点, 而是用比较完善的新结构代替旧结构, 使设备具有较好的技术性能, 通过这样的不断改进, 达到先进水平。因此, 对多数设备而言, 无需对机械结构进行大的改动, 只需更换部分部件使其达到更高的精度和稳定性。

数控设备改造要确认的设备机械指标: 机械精度等级; 滚珠丝杠的精度; 导轨的精度; 机械安装配置: 包括伺服电机升级替代型号的安装可行性, 测量系统(光栅/编码器)的安装可行性等。

### 3.2 电气系统改造方案选择

电气技术发展日新月异, 更新较快, 老旧设备的电气元件基本上都是功能单一型元件, 都属于淘汰产品, 所以对于电气系统改造首先要从电气元件选型上考虑满足设备功能特性和新数控系统需求的同时简化电气线路和控制方式。

(1) 优先选用自动化、集成化程度高的电气元件, 可以实现易控制、少接线、易检修、易更换。例如自动润滑装置。

(2) 优先选用智能化、多功能的电气元件可以实现减少电气元件、少接线、可视化和协调化。例如安全集成模块、RFID分析单元等。

其次目前国内电气品牌不管从种类、技术、规模、质量都有长足的进步, 在考虑功能的同时也要考虑成本, 除了技术含量较高的电气元件, 都应该实现选型国产化。

### 3.3 数控控制系统改造方案选择

对于设备系统改造而言, 首先在分析评估的基础上, 确定采用什么类型、档次以及什么控制方式的数控系统, 然后依据上述原则进行数控系统选择。一般的选择原则是: 其一关键的精加工设备要选择高档数控系统, 非精加工设备选择中、低档数控系统; 其二根据设备类型选择响应控制系统的类型, 一般说有M,T,G,N,TT等类型。例如数控车床一般采用国产数控系统, 半闭环控制方式; 数控加工中心、五坐标数控设备、动龙门类设备一般采用高端数控系统, 全闭环控制方式。<sup>[3]</sup>

其次尽量选用配套的伺服系统和电机,可根据现有电机的参数来确定新电机的参数。若无法采用配套产品更换的话,对于进给驱动,应优先考虑最新的交流伺服系统。对于主轴驱动来讲,应考虑最新的全数字式变频装置。对于某些设备主轴基本不在低速区工作(如:钻床、磨床、深孔钻等)主轴驱动可以选择异步电机变频装置,这样可以大大降低改造成本。

#### 3.4 设备技术改造方案主要内容

根据设备改造思路、原则、可行性分析、方案的选择,最终确定设备改造方案的主要内容:

(1) 简述设备使用现状。(2) 简述设备改造原因。(3) 设备原有技术条件及改造后设备技术要求。(4) 技术改造方案要求。(5) 技术改造具体内容。(6) 改造后精度及验收指标。(7) 改造实施周期。(8) 改造费用概算。

#### 结束语

数控设备在改造具体实施中需注意:设备的役龄对

数控设备改造的技术有着具体的影响。现有设备技术特性的完善程度与役龄有很大关系。对役龄大的特别陈旧的设备进行翻新式改造,技术上常常是困难的,所需费用也较高,对这类设备尽量采取更换的方针。役龄较小的设备进行翻新改造,技术比较容易。一般来说,役龄10-20年的设备应是现代化改造的主要对象;尽可能结合大修进行改造,以缩短停机时间,降低维护费用,提高使用效率;改善设备的技术安全和操作便利性。

#### 参考文献:

- [1] 许建《数控机床改造技术及实例》机械工业出版社, 2001
- [2] 余英良《机床数控改造设计与实例》机械工业出版社, 2002
- [3] 李雪梅 王斌武《数控机床》电子工业出版社, 2010