

# 关于提升多品种小批量产品数控加工设备使用率的研究

## Research on CNC Machine to Enhance Processing Efficiency of a Wide Variety of Low-Production

北京卫星制造厂 刘灿发 黄志鹏 曲保庆

**[摘要]** 针对如何提升多品种、小批量产品数控加工设备的使用率问题,利用机床监控和数据采集系统作为量化分析手段,通过对影响设备使用率的因素分析,提出了通过优化数控程序、加强生产准备、重视计划衔接、预判技术问题、提高人员水平等提升数控设备使用率的有效措施。

**关键词:** 数控加工 使用率 生产计划 生产准备

**[ABSTRACT]** To enhance CNC machine processing efficiency of a wide variety of low-production, monitoring system of machine and data acquisition system are used as methods of quantitative analysis on the contributing factors of machine processing efficiency. The effective actions like the optimization of CNC program, strengthening production arrangement and production plan convergence, pre-handling the technical problem, enhancing tech-level of staff are advised to enhance the efficiency of CNC machine.

**Keywords:** CNC processing Processing efficiency Production plan Production arrangement

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2015.S1.050

近年来,机械加工类产品复杂程度不断增加,产品研制周期不断缩短,对于多品种、小批量的研制型企业,如何围绕提升数控机床的生产效率,缩短产品研制周期,是满足产品用户及市场需求的关键环节。数控机床的有效使用率在很大程度上代表了数控机床的生产效率,为了更有效地监控,并提升数控机床的使用率,企业引入了机床监控与数据采集系统,借助该系统分析影响数控机床使用率的各因素,从而找到相应的提升效率解决方案,有效地提高数控机床的生产效率<sup>[1]</sup>。

本文从多品种、小批量产品数控加工设备的使用率出发,以机床监控与数据采集系统为辅助手段,以分析影响数控加工设备使用率的关键因素为出发点,在数控车间中采用合理的、有效的管理方法,从而达到提升多品种、小批量产品数控加工设备使用率的目的。

### 1 机床监控与数据采集系统功能简介

机床监控与数据采集系统的应用是数字化车间管理的一个重要标志,为数控车间机床使用指标提供了量化数据,有效地提升了数字化车间的管理能力。机床监控与数据采集系统的主要功能包括:效能分析、综合分析、走势图、设备故障报警信息以及加工工艺参数信息。在这些主要功能中,效能分析最能够体现数控加工设备的实际使用率(见表1),也最能够帮助车间管理者分析车间的现状,从而采取有效的管理方法,提升设备的使用率,提高车间生产能力。

NC 程序运行时间 = 主轴加工时间 + 无效加工时间,  
设备使用时间 = NC 程序运行时间 + 生产准备调整时间,  
设备开机时间 = 设备使用时间 + 设备空闲时间,设备使用率 = 设备使用时间 / 设备开机时间 × 100%。

从上述公式不难看出,如何提高机床的主轴加工时间是提高企业数控加工效率的关键,通过机床监控和数据采集系统收集到的每个机床不同阶段的总使用率,分析目前设备运行存在的问题,再通过有效的管理方法,

表1 机床使用率监测表

机床名称	设备使用时间/h	开机时间/h	机床使用率/%
设备 1	6.06	8.9	68.1
设备 2	3.55	8.98	39.5
设备 3	3.07	12	25.6
设备 4	3.57	11.28	31.6
设备 5	4.5	11.04	40.8
设备 6	1.87	11.06	16.9
设备 7	2.79	11.93	23.4
设备 8	8.09	11.98	67.6
设备 9	2.69	8.9	30.2
设备 10	4.16	9.02	46.1
设备 11	3.2	12	26.7
设备 12	6.92	12	57.7
合计(12)	50.47	129.09	39.09

缩短不必要的设备空闲时间,从而提高机床的总使用率,提升数控车间的生产管理水平。

## 2 影响数控设备使用率的因素分析

对于多品种、小批量数控加工企业,在组织产品生产线上有很大难度,大多处于柔性生产的状态,生产过程中变化因素多,需要协调处理的问题多,在工装、工具、工艺方法等方面远达不到批量化生产的企业规范程度,大多属于产品研制型企业,据统计,在数控设备使用率方面,研制型企业只有批量化生产企业的30%左右。

影响数控机床使用率的主要因素有:数控程序编制的合理性、生产准备的水平、生产过程的衔接、生产过程中工艺技术问题的处理、操作人员的技能水平。数控程序调试时间长,生产过程中,程序频繁更改会造成机床的停机等待时间长,严重降低数控机床的使用率;在生产准备方面,物料、工装、刀具、量具等保障条件准备不及时,其中任何条件不能及时到位,都会造成数控设备的等待,降低数控设备的使用率;在生产衔接方面,对于多品种、小批量的产品,生产计划排产是非常困难的一项工作,产品的生产周期难以精确制定,因此,生产衔接不及时也经常会造成数控机床的等待,影响机床使用率;对于多品种、小批量产品,研制过程、工艺过程的合理性和规范性较差,生产过程中经常会出现协调处理技术问题的情况,也会降低机床的使用率;多样的产品对机床操作人员水平依赖较高,人员的技能水平严重制约着机床主轴加工时间,从而制约着机床的使用率。

## 3 提升设备使用率的途径

通过分析,明确了影响多品种、小批量产品数控加工机床使用率的几种主要因素,并对各种因素做了简要的分析。下面针对各种因素的特点,提出一些解决措施,以提升数控加工设备的使用率。

### 3.1 优化数控程序

数控程序是制约机床使用率的重要因素,在车间管理中一定要尽量减少或杜绝机床操作人员编制数控程序,操作人员编制数控程序无法避免出现机床等待的空闲时间,要有专职的数控编程人员负责数控程序的准备,尽量做到使数控编程人员现场办公,提高程序编制和协调的效率。程序编制人员要充分了解加工机床的性能,熟练掌握机床控制系统特点,以及机床的行程和加工精度等,同时要充分考虑产品装夹的合理性,避免切削过程中刀具与工装、工件等的干涉情况,优化数控编程策略,优化切削参数的选择,提高数控程序编制质量,加强数控程序切削仿真,确保在产品加工前数控程序得到充分的验证。这样可以有效减少操作人员的试

切环节,同时,加工过程中会大幅降低程序出错的机率,能够有效避免机床等待程序更改造成的空闲待工时间,有效提高数控机床的使用时间。

### 3.2 加强生产准备

生产准备水平代表了一个车间的生产管理水平,高效充分的生产准备能够大幅提升数控机床的使用率。数控生产车间要紧紧围绕数控机床的生产计划进行充分准备,其中刀具和工装要在数控编程时进行确定或提出申请,同时要确保一定的刀具库存数量,避免因购置道具造成的等待时间。同时,原材料、工装和刀具要做到提前配送到工位,尽量避免因输入条件不到位,造成机床的空闲时间。

同时,加强刀具的管理对生产准备非常重要,对于目前国内大多数制造企业而言,某些生产计划不能够按时完成,很大程度上是因为缺乏相应的刀具,生产准备的大部分时间是刀具选择时间、调整时间和刃磨时间。因此,优化生产准备,很大程度上应该加强刀具管理,所以,应当建立刀具管理组织,主要负责监控刀具的使用,刀具的刃磨,刀具的及时补充,刀具的更新换代以及新型高效刀具在车间内的应用及推广等工作<sup>[2]</sup>。

### 3.3 重视计划衔接

要做到多品种、小批量的产品生产周期的精细化管理非常困难,零件的结构复杂程度、加工工艺性、加工精度要求等的变化,都是造成生产计划不易量化的因素,在安排这类产品生产计划时,要更加重视生产计划的衔接。生产计划调度员要有丰富的经验,熟悉每台设备的功能特点,该台机床适宜生产的产品,如电主轴高速铣数控设备尽量安排一些易加工的材料,机械主轴设备尽量多承担一些难加工材料。一定要给每台机床制定并下发适当周期的生产计划,并制定大概的生产节点,确保生产准备人员和操作人员清除下一条生产任务,围绕下一个任务做好生产准备,提前处理一些工艺技术问题,提前做好后续生产任务的衔接工作。同时,尽量做到制定的生产计划的严肃性,生产计划的变更会严重影响正常的生产节拍,造成生产衔接上的问题,严重降低数控机床的使用率。

### 3.4 预判技术问题

多品种、小批量的生产企业多属于研制型企业,与批量生产企业相比,工艺技术文件精细化不够,文件的指导性和规范性差,经常出现图纸或工艺技术文件差错,以及生产过程中状态变化多,操作人员与工艺技术人员沟通协调的问题较多,严重降低数控机床的使用率。因此,要求数控编程人员在编制数控程序时,对图纸和工艺文件的差错或其他不确定的问题进行处理,并

(下转第54页)

```
#5=0
#6=0
M6T15
G00G90G17G54
G00Z2
X0Y0
G03I-#6J0
G01X0
#3=#3+#1
END1
M02
%
```

### (3) 细小螺纹的机制工艺方法。

在加工细小螺纹时,由于排屑、冷却等问题的影响,传统工艺均采用手工攻丝工艺方案,手工攻丝能够很好地把握丝锥在攻丝时与切削工艺环境的协调,可以及时感觉到攻丝时异常情况的发生,并采取相应工艺措施,以保证攻丝质量。但手工攻丝方法的弊病在于容易发生螺纹与安装基面不垂直、劳动强度大,加工效率低,并对操作人员技能水平要求很高。针对以上问题,通过大量工艺实践,积累了大量的工艺数据,并开发专用程序,采用经过验证的可靠的工艺数据,使数控系统能够自动判定丝锥加工时的临界状态,采用机制攻丝代替了人为的手感控制的技能方式,实现了高效、高可靠性机制细小螺纹<sup>[7-8]</sup>,如 M3、M4、M5 螺纹均可在数控设备上完成,并能保证螺纹质量。

## 3 结束语

结合我单位被加工零件材料特性、本单位的设备及操作人员技能的实际情况,摸索出较为理想的弱刚性零件高效加工工艺方案,解决了数控系统能够完成定制化的状态自检、工艺量的读取与判定、路径优化等问题,使薄壁壳体等类似弱刚性零件的加工过程趋于稳定,工艺可靠性有了很大的提升。

工艺方法高效性和可靠性来自于实践,必须根据零件设计结构特点、材料特点等,制定针对性的工艺方案。在工艺设计时,必须以提高加工过程机械化程度及自动化程度作为工艺设计追求的目标,但要落实这一思路,需要突破许多技术难点,其中包括程序方面、工艺方面及控制系统方面。工艺方面首要解决的是工艺参数、设备系统、工具系统、装夹状态、冷却方式等的协调问题,即工艺参数必须使加工效率与可靠性相协调,不能盲目追求高的单一切削参数,也不能盲目追求自动化程度。需要经过大量的加工试验,为自动化生产和数字化制造提供可靠的工程数据支撑。

### 参考文献

- [1] 丁鹏飞,周世杰,王贺,等.面向航天制造企业的数字化工厂建设方案探讨.航空制造技术,2014(14):51-55.
- [2] Davies M A, Balachandran B. Impact dynamics in milling of thin-walled structures. Nonlinear Dynamics, 2000(22): 375-392.
- [3] Ratchev S, Liu S, Becker A A. Error compensation strategy

in milling flexible thin-walled parts. Journal of Materials Processing Technology, 2005 (162/163): 673-681.

- [4] 李康,李蓓智,杨建国,等.薄壁弱刚性件的工艺方法及变形控制研究.组合机床与自动化加工技术,2013(10):101-104.
- [5] 唐志涛.航空铝合金残余应力及切削加工变形研究[D].济南:山东大学,2003.
- [6] 苗勇.残余应力对整体结构件加工变形的影响.组合机床与自动化加工技术,2011(9):81-83.
- [7] 段明忠.钻孔、攻丝一次成形的加工方法和设备的研究[D].湖北:武汉科技大学,2006.
- [8] 张慧云.小螺纹数控加工试验.现代制造工程,2011(5):53-56.

(责编 玲犀)

(上接第 51 页)

留有记录,做到技术问题提前处理,这样可以大幅节约机床操作人员与工艺技术人员沟通的时间,能够有效提升机床的使用率。同时建议工艺技术人员现场办公,有效提高沟通协调的效率,减少各环节的协调等待时间。

### 3.5 提高人员水平

对于现代化的数控加工中心而言,其功能越来越强大,相应的操作也比较复杂,对于操作人员的素质要求非常高,尤其对于多轴联动加工中心,对操作者的加工经验要求较高。同时,复杂多样的产品对于操作人员技能水平的依赖程度较高,对于高难度、高价值的产品,操作人员还要熟悉产品加工过程中的风险环节,并能够制定一些风险控制措施。而且,操作人员的机加工经验和熟练程度都制约着机床使用率的提升,因此,要加强对技能人员的培训,提高人员技能水平,从而有效提升设备的使用率。

## 4 结束语

对于承担多品种、小批量产品生产的研制型企业,如何提高机床的使用率、持续提升车间生产管理的水平、缩短产品研制周期、降低生产的成本,满足客户对于质量和进度的需求,是企业在激烈的市场竞争中取胜的关键因素。本文分析了影响数控设备使用率的 5 方面的主要因素,并提出了相应的解决措施,以机床监控和数据采集系统为分析手段,持续改进生产管理水平,最终达到提升多品种小,批量产品加工设备使用率的目标。

### 参考文献

- [1] 金艳玲,姚东成.引入生产准备单元的数控车间作业模式探索.航天制造技术,2012(4):54-55.
- [2] 刘勇,减少生产准备时间.企业管理,2010(3):81-82.

(责编 玲犀)