

加强数控刀具管理 促进数控机床增效

To Improve Management of NC Cutting Tool, To Promote Efficiency of NC Machine Tool

中航工业庆安集团有限公司 唐竞 邓清伟 张涛
西安易博软件有限责任公司 袁娜 乔建明

[摘要] 从数控机床增效、工艺优化的角度入手,对数控刀具管理业务流程、存在问题、关键技术环节、信息系统建设、企业应用实践等方面内容进行说明,阐述数控刀具管理解决方案,强调围绕数控刀具业务深入开展刀具应用知识管理和刀具业务协同的重要意义。

关键词: 数控刀具 数控增效 信息化平台 知识管理 业务协同

[ABSTRACT] From the view of promoting efficiency of NC machine tools and improving process, the solution of NC cutting tools management system is described, including the activities of management, existing problems, key technology, construction of information system, enterprise application, etc. The importance of application knowledge and collaboration in NC cutting tools management is emphasized.

Keywords: NC cutting tool Promoting efficiency of NC machine tool Informatization system Knowledge management Collaboration process

从管理方面和技术方面加强对数控刀具的管理,是实现数控机床增效的重要途径。国防科技工业局在全行业内开展“千台数控机床增效”工程,通过以切削仿真优化为主的工艺技术创新,在提高数控机床加工效率方面进行了有益尝试,取得了显著成效^[1-3]。与之相配合,进一步加强对数控刀具的选用、准备、流通、维护等完整业务过程的管理,实现“在正确的时间、将正确的刀具、以正确的数量、送到正确的地点、进行正确的使用”,可以进一步减少在时间、成本方面的浪费,是提升数控机床利用率的重要保证。本课题从数控机床增效、工艺优化的角度对数控刀具管理业务流程、存在问题、关键技术环节、信息系统建设、企业应用实践等内容进行说明,阐述数控刀具管理解决方案。

1 数控刀具管理业务

1.1 特点

与传统普通刀具比较,数控刀具的应用表现出以

下3个方面的显著特点。

(1) 专业性强。数控刀具在新材料、新涂层、新工艺方面发展迅速,新产品层出不穷、更新速度很快,要求企业用户具备更全面的数控刀具专业知识。

(2) 数据量大。以机夹式为主的数控刀具为生产提供了很大的便利,但同时也带来了大量不同刀具厂商、不同类型、不同特点且相互之间又具有多种组合关系的刀具组件,数据量巨大。

(3) 业务过程复杂。数控刀具管理业务包括工程设计阶段的刀具选择、数控程序编制、加工仿真等,生产制造阶段的刀具计划、采购、库存、刀具拼装、预调、配送、修磨等,是一个涉及到多个部门的复杂过程。

很强的专业性、巨大的数据量、复杂的业务过程使得企业在数控刀具管理方面面临着如何有效积累并利用刀具应用知识、如何有效管理并共享数控刀具数据、如何集成信息以协同各项管理业务的巨大挑战。

1.2 业务描述

数控刀具管理业务所涉及的一些主要活动及相互关系如图1所示。

可以将企业数控刀具管理业务大致划分成3个阶段:刀具技术方案确定阶段、刀具生产准备阶段、现场刀具加工使用阶段。

1.2.1 刀具技术方案确定阶段

此阶段的主要任务是根据加工工艺要求正确、合理地选择刀具,确定刀具技术方案,是整个数控刀具管理业务的源头,指导后续相关业务的开展。

此阶段主要包括2个方面的工作:一是面向企业内部的刀具选型,一是面向企业外部刀具供应商的刀具选型。

根据加工工艺要求,包括工件材料、加工精度、加工尺寸、机床等,首先需要在企业内部的刀具数据库中去搜索、匹配,查找合适的刀具,确定包括刀具类型、刀具组件、几何参数、切削参数等信息,完成刀具选择。如果企业内部没有能够满足需要的刀具,则要从外部供应商处获取新刀信息,综合考虑刀具技术性能、价格等因素,并进行试刀,确定刀具方案,包括品牌、型号、

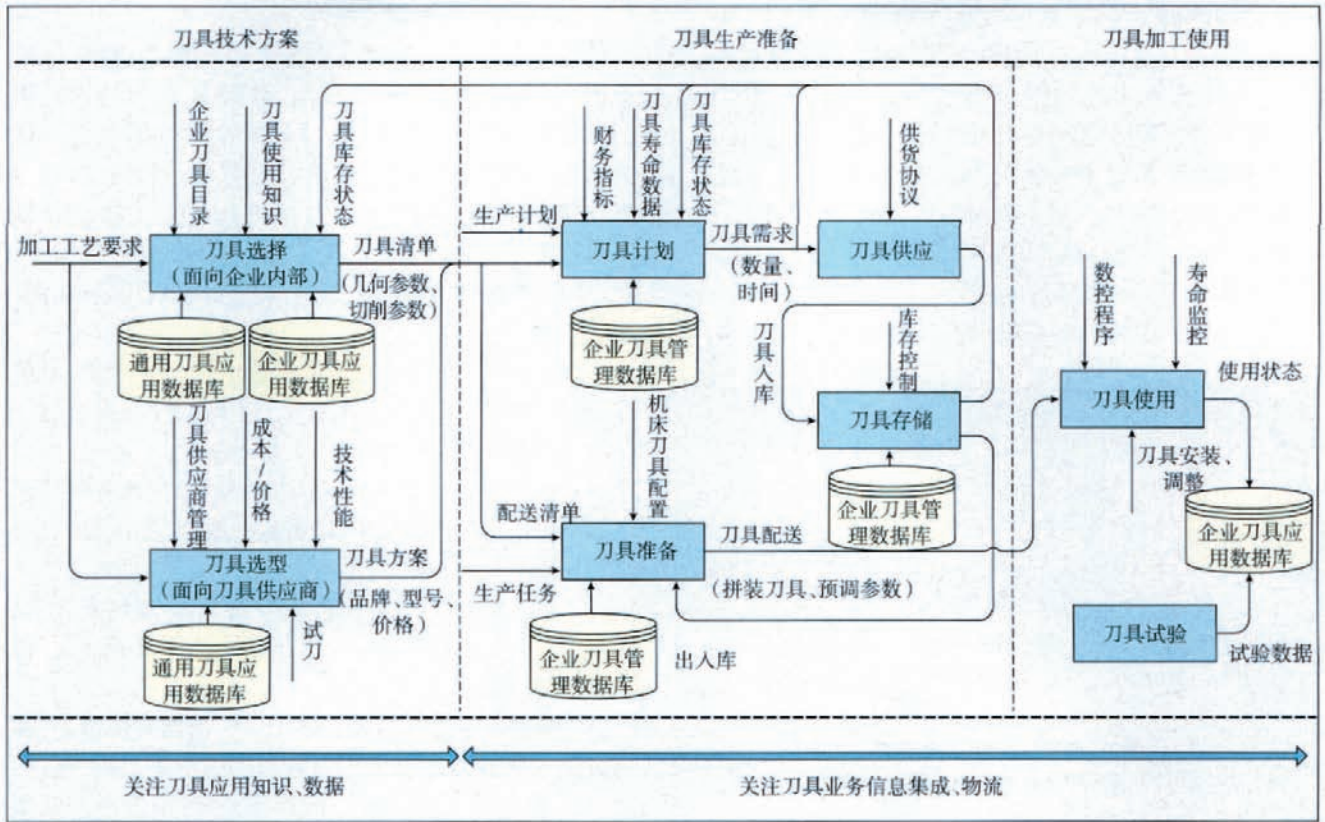


图1 数控刀具管理业务示意图
Fig.1 Illustration of NC cutting tool management activities

价格、主要参数等,完成刀具选型。

为获得好的刀具技术方案,此阶段重点关注刀具应用知识、数据的积累和有效利用,包括企业内部的以及外部的刀具应用数据,涉及到典型零件、结构、特征等的刀具应用方案,刀具典型应用场合,不同加工环境下的切削参数,刀具使用经验、使用性能,刀具详细参数等方面的内容。

此阶段的业务活动与工艺设计、数控编程、加工仿真等业务环节紧密的关联在一起,如图2所示。最终,在工艺规程、数控程序中体现具体的刀具方案,并以刀

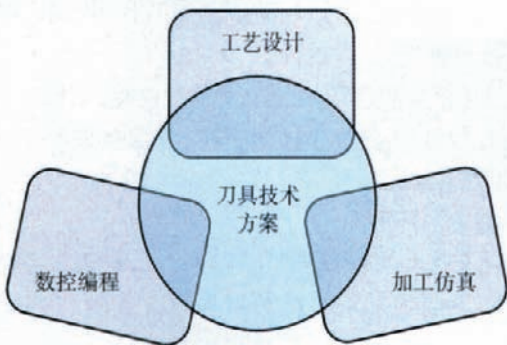


图2 刀具方案相关业务环节
Fig.2 Activities relative to tool selection

具清单、工装目录等形式将刀具信息传递到后续的生产环节。

1.2.2 刀具生产准备阶段

此阶段主要任务是依据刀具技术方案及生产计划、任务的安排,完成包括刀具需求计划、刀具供应、存储管理、刀具拼装、预调、配送等方面的刀具生产准备工作。

此阶段的业务主要可以划分成2个方面:一是以刀具能力规划为主的刀具计划,一是以刀具调度执行为主的刀具准备。

依据刀具技术方案和主生产计划的要求,评估现有刀具库存、刀具寿命并考虑财务指标,刀具计划业务要确定一段时期内的刀具需求计划,以满足技术和生产上对刀具能力的要求。根据具体的生产任务安排和刀具配送清单,刀具准备业务需要按时、按量完成所需刀具拼装、预调、配送等工作,确保实际加工任务的顺利完成。刀具存储业务管理刀具及组件库存、出入库、修磨情况等,根据库存控制策略提出补货计划。刀具供应根据刀具需求、补货计划,对供应商、采购过程进行管理,完成刀具供给。

为高效完成刀具生产准备,此阶段重点关注各项

业务之间的信息集成、数据共享、物流顺畅,需要全面、准确的企业刀具管理数据库的支持,涉及到刀具类别、编码、管理信息、状态数据、数据交换等方面的内容。

此阶段的业务活动与资源计划、生产管理、制造执行等业务环节紧密地关联在一起,如图3所示。最终,实现“在正确的时间、将正确的刀具、以正确的数量、送到正确的地点”的目标。

1.2.3 现场刀具加工使用阶段

此阶段的主要任务是根据刀具技术方案及刀具准

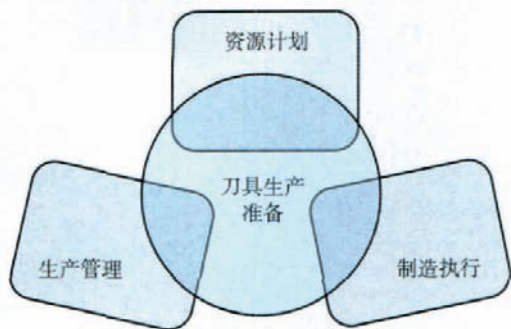


图3 刀具准备相关业务环节
Fig.3 Activities relative to tool planning

备结果,完成刀具加工使用过程,积累实际使用数据。

此阶段需要完成刀具在机床上的正确安装、调整,正确设置参数补偿,实时监控刀具状态、加工质量,完成实际的加工任务,并将刀具使用情况反馈到企业刀具应用数据库中。也可以在现场进行专门的刀具切削试验,优化刀具使用参数,并积累到企业刀具应用数据库中。

此阶段工作是刀具技术方案阶段所需依据的企业刀具应用知识、数据的重要来源,需要建立起规范的数据收集、反馈、积累机制。

此阶段的业务活动与现场管理、DNC控制、生产监控等业务环节紧密地关联在一起,如图4所示。最终,实现刀具切削加工、数据收集。

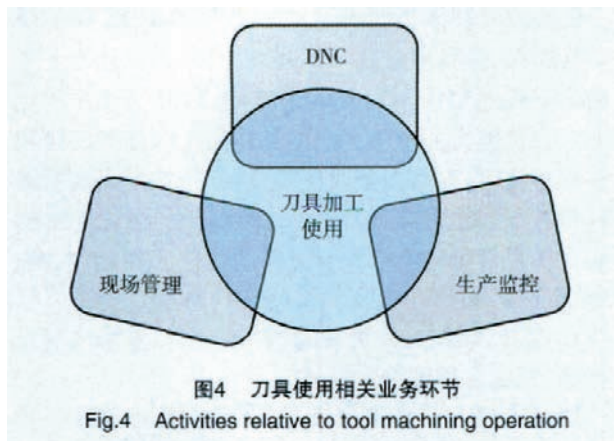


图4 刀具使用相关业务环节
Fig.4 Activities relative to tool machining operation

1.3 目前存在的主要问题

上述数控刀具管理业务是一个完整的过程,在理想的情况下,在完善的知识库、数据库、信息协调机制的支持下,实现数控刀具各项业务的紧密协同,是最佳的结果。然而,在企业实际生产过程中,目前在数控刀具管理各个阶段都还普遍存在一些问题,主要包括以下方面。

(1)缺乏对刀具应用知识、数据的有效积累、利用,选刀困难。

如上所述,刀具技术方案阶段的工作是源头,对整个数控刀具管理业务影响最大,然而也恰恰是在这个阶段,相关的工作最为薄弱,主要体现在:

- 已有的刀具技术方案、应用经验停留在各种技术文件、技术人员的头脑里,没有进行整理、归纳,难以查找、共享。

- 依靠翻阅纸质刀具样本、手册、生产现场查找、口头交流、个人经验等方式完成刀具选择,困难较大,合理性较难保证。

- 偏重于对刀具一般日常管理方面信息的维护,普遍缺乏对刀具详细技术参数数据的结构化表达、描述,包括几何参数、切削参数、材料等,导致很难根据具体的加工要求去匹配适当的刀具。

(2)业务环节之间缺乏并行、协同,难以优化、效率较低。

数控刀具管理各项业务之间以及与其他相关业务环节之间在业务逻辑上是紧密关联,然而目前在企业以职能划分为主的分散管理模式中,各业务环节之间并行、协同性较低,难以实现在时间、成本方面的优化,业务执行效率较低,主要体现在以下方面。

- 工艺技术人员不能准确、及时了解生产单位刀具存储、使用情况,刀具技术方案确定较难考虑实际的刀具状况,造成设计阶段和生产阶段刀具信息的脱节,加大了生产准备的难度,延长了准备周期。

- 生产准备阶段,刀具计划、准备、存储业务与生产计划、任务安排之间脱节,易造成刀具库存居高不下,刀具准备周期长。

- 刀具在生产现场的加工使用往往相对独立,与上层其他刀具管理业务的数据交换、数据反馈缺乏有效的手段,难以实现相关刀具数据的及时更新。

1.4 关键技术环节

解决上述存在的问题,加强数控刀具管理,需要重点关注刀具应用知识管理和刀具业务协同,其中涉及到一些关键的技术环节,简要说明如下。

(1)刀具管理模式变革。

传统的各自为政、分散式刀具管理不利于实现刀

具应用知识的积累、共享,不利于实现刀具管理业务的协同,在针对具体业务采取具体技术改进措施的同时,都应该在管理模式上进行相匹配的变革,否则很可能只能局限在某一个局部业务的改进,不能对整体产生影响。促进刀具技术人员专业化、刀具数据统一化、刀具业务过程集成化,应该是刀具管理模式变革的方向。

(2) 刀具应用知识库。

包括切削参数数据库、刀具典型应用数据库、刀具使用经验数据库等在内的刀具应用知识库,是企业最为重要的智力资产,需要借助相关的辅助工具,建立起知识收集、整理、归纳、管理的机制。而在企业外部,刀具厂商和研究机构则可以提供更为通用的刀具应用知识库,供企业参考。

(3) 统一的刀具信息数据库。

通常来说,企业中的数控刀具种类多、数量大,包括通用、专用、进口、国产、非标等,涉及到不同的刀具厂商、刀具品牌,在分类、名称、参数描述等方面存在多种不同的表达方式,相互之间缺乏参照。不同的业务之间也有各自关注的各种管理信息。在这样的情况下,建立规范的数控刀具分类编码体系,实现刀具数据的统一表达和交换,建立统一的刀具信息数据库,就成为一项重要的基础性工作,必须重点加以考虑。

(4) 刀具搜索引擎。

在刀具应用知识库、信息数据库的基础上,实现刀具搜索引擎,能够方便地根据加工的具体要求,如加工材料、加工方式、加工特征、尺寸要求、机床条件等,在刀具应用知识库和信息数据库中快速匹配、选择、组装恰当的刀具,这将是数控刀具管理最为重要的一个应用入口。

(5) 数据获取机制。

建立包括切削参数、加工性能、刀具寿命参数、使用状态等在内的刀具数据的动态获取机制,是重点也是难点技术。通过实际生产、试验、仿真等手段,加强刀具标识与自动识别、实时数据采集、状态监控、数据分析与优化等方面的工作,不断采集、积累、更新相关的刀具数据,是优化数控刀具使用的关键。而加强与企业外部刀具厂商、研究机构的交流、沟通,及时了解新的刀具应用技术数据,也是一个重要的途径。

1.5 向数控刀具管理要效益

加强数控刀具管理,可以帮助企业在增加收益和降低成本2个方面获得效益,对促进数控机床增效具有最直接的作用,如图5所示。

2 数控刀具管理信息化平台系统

2.1 不同信息系统中的刀具

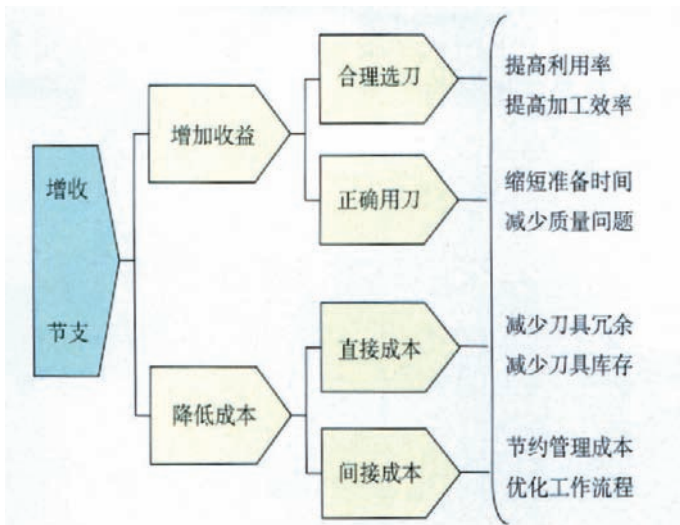


图5 数控刀具管理和效益

Fig.5 Benefits and management of NC cutting tool

充分利用信息技术、工具是加强数控刀具管理不可缺少的手段。随着企业信息化进程的不断深化,PDM、CAD、CAM、CAPP、ERP、MES、DNC等信息化系统的应用越来越广泛,每个系统都从不同的角度或多或少地提供了部分刀具管理的功能,以支持相关业务功能的展开,刀具信息可以说是“无孔不入”。这一方面说明了刀具信息的重要性,但另一方面也造成实际上对完整刀具管理业务的割裂,形成了许多“信息孤岛”,不能充分体现信息化在刀具管理中的作用。

而一般的刀具管理信息系统,则更多的是关注刀具存储管理方面的业务,包括库房台帐管理、出入库、领用归还、调拨、送修、报废、统计等,较少涉及到刀具选择、准备、切削参数管理等方面的业务,管理范围有限。

在这样的情况下,要切实加强数控刀具管理,就需要以数控刀具一体化管理为目标,建立起能支持整个数控刀具管理业务的信息化平台,为包括工艺设计环节的刀具选择和制造环节的刀具使用等在内的各业务环节提供信息沟通、业务协调的手段,优化刀具选择、使用、管理、维护流程,帮助制造企业实现对数控刀具整个生命周期全过程的信息化管理。

2.2 系统结构

数控刀具管理信息化平台结构如示意图6所示。企业内部、外部刀具资源数据库和应用知识库构成了数控刀具管理信息化平台系统的数据基础,在用户应用层面,实现刀具搜索引擎、刀具台帐目录、刀具数据维护、业务管理工具;在业务逻辑层面,支持包括刀具计划、刀具供应、刀具存储、刀具准备、刀具使用等在内的各项管理业务。实现与CAPP、CAM系统的集成,完

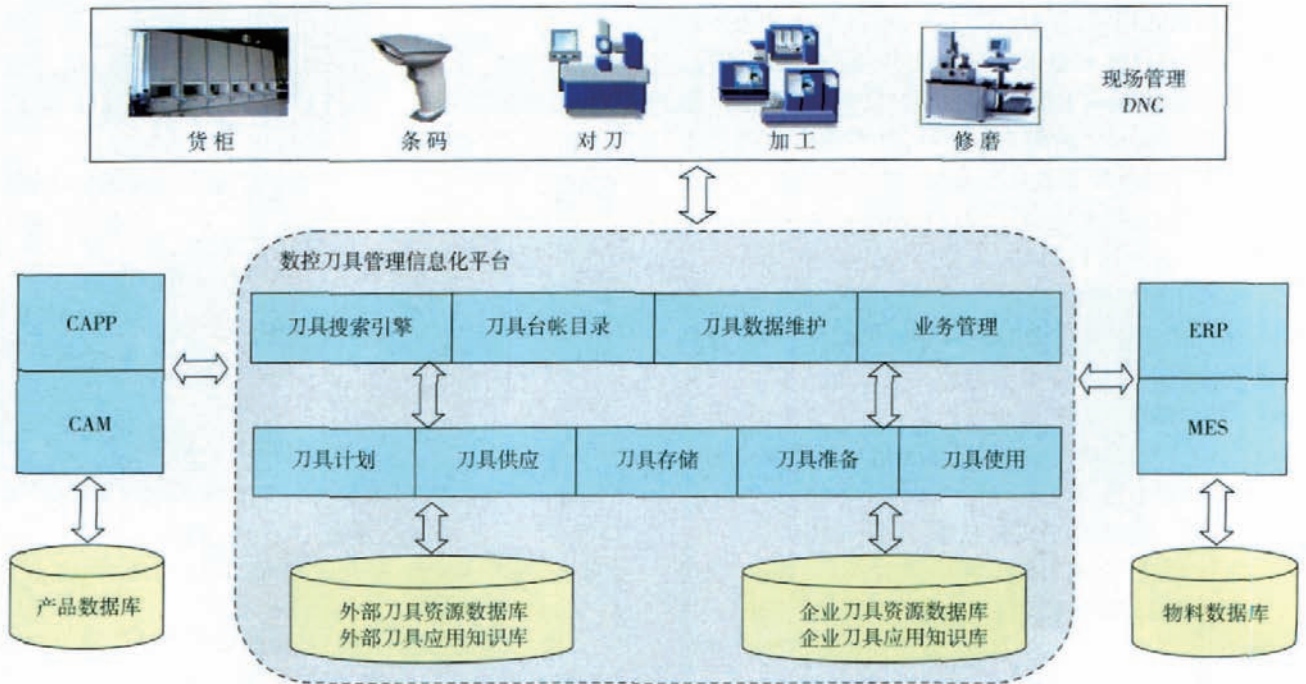


图6 数控刀具管理信息化平台示意图
Fig.6 Illustration of informatization system for NC cutting tool management

成数控刀具技术方案阶段的业务协同；实现与ERP、MES系统的集成，完成数控刀具准备阶段的业务协同；实现与生产现场、DNC系统的集成，完成刀具加工使用阶段的业务协同。

2.3 系统性能

数控刀具管理信息化平台系统性能要求主要包含：

- (1) 统一的数据库架构，能满足各种不同类型数控刀具各种参数、管理数据的表达、存储要求；
- (2) 灵活的数控刀具分类、属性定义管理工具，适应多样化的查询、管理应用要求；
- (3) 实现与CAPP、CAM、MES、ERP等软件系统及生产现场自动货柜、条码、对刀等硬件设备的集成；
- (4) 具有开放性，可以联接外部的刀具数据库、知识库，或者将其纳入到平台系统中来；
- (5) 具备数据积累、更新机制，能方便、及时地更新数据；
- (6) 实现方便、快速、准确的刀具搜索。

2.4 系统实施规划

企业实施数控刀具管理信息化系统，需要重点关注以下几个方面的工作：

- (1) 明确目标，进行适当的数控刀具管理模式变革，建立企业内在的动力和机制；
- (2) 建立、完善数控刀具分类编码体系，这是最基础也是最重要的工作之一；

(3) 加强数控刀具基础数据、应用知识方面的管理，建立有效的数据积累、利用机制；

(4) 做好信息化系统实施规划和需求分析，避免局部应用、信息孤岛；

(5) 数控刀具管理信息化系统选型，以支持一体化管理系统为主要目标。

3 庆安集团数控刀具管理实践

中航工业庆安集团有限公司在数控化发展的过程中，改革传统管理模式，着力打造数控刀具管理系统。

(1) 建立企业的数控刀具编码标准，并建立了企业级的数据库，为实现数控刀具的信息化管理以及企业信息系统的整合创造了条件。

(2) 建立刀具应用知识库，使企业的制造技术得以延续和传承，促进了企业数控技术的进步。

(3) 完善刀具搜索引擎，给数控编程人员创造了一个合理选择数控刀具的信息平台，提升了编程效率和刀具选择的准确度。

(4) 实现数控刀具管理与PDM、CAPP、ERP、DNC和MES系统的信息共享，打破企业各信息系统之间的信息孤岛，实现企业的信息系统整合。

数控刀具管理系统的实现，提升了企业的数控编程效率，有效缩短了数控加工准备时间，有力地促进了企业的数控化发展。

(下转第79页)

口特征、次级模块与上级模块的关系等。如图4所示,一级模块的代码由3部分组成:模块名称(字母缩写)、结构特征和接口特征。

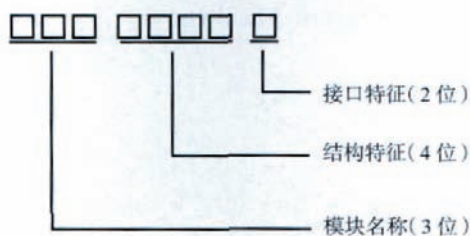


图4 一级模块编码方式

Fig.4 Coding rule of module level 1

二级模块的代码除了包括模块名称、结构特征和接口特征以外,还要表明它与上级模块的关系,它的编码方式是一级模块的代码加上二级模块的标识码(见图5),二级模块标识码的编码方式与一级模块相同。

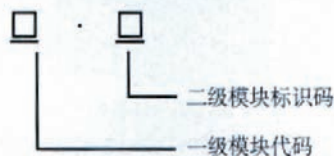


图5 二级模块的编码方式

Fig.5 Coding rule of module level 2

3.3 模块接口的标准化

由于模块需要通过多种组合方式装配在一起,设计时必须考虑到接口的匹配问题,即接口标准化。模块接口设计的不标准,会造成模块组合装配时的很大不便,局限模块化设计的应用范围。从机械层面上说,接口主要包括接口的尺寸配合、接口面的精度和形位公差是否匹配等。

3.4 新技术对机床设计模块化的推动

随着技术的不断发展,电主轴、直线电机、线性导轨、双电机消隙机构等新技术的应用越来越广泛。这些新技术取消了传统的变速传动机构,替代了镶钢导轨、双齿轮消隙减速器等难于制造的零部件,使机床结构极大简化,制造装配难度大为降低,更加便于机床模块的重组和扩展,使机床更适合模块化设计。因此,新技术的广泛应用必将推动机床设计的模块化进程。

4 模块化技术在机床设计中的应用实例

国内某机床厂采用模块化设计方法对龙门铣床进行系列化设计,将龙门铣床划分为30多个模块组,其中包括工作台模块组、立柱模块组、横梁模块组、铣头模块组、进给箱模块组、传动装置模块组、液压装置模块组、电气装置模块组等,通过不同模块组的变型和组合,可

以形成近千种不同型式和用途的机床。

通过改变铣头的结构布局,配置不同数目或不同性能的铣头,可以形成100多种基型产品。

通过基础件模块规格尺寸的变化可以形成基型产品的系列变型产品,以满足不同类型零件的加工要求,如工作台的加长型可适应狭长尺寸零件的加工,龙门架和工作台的加宽型可适应较宽尺寸零件的加工,龙门立柱的加高型和降低型可适应加工超高和扁形零件。基型产品的变型尺寸规格如表2所示。

表2 基型产品的变型规格

工作台长度/mm	3000、4000、5000、6000、7000、8000、9000、10000、12000
工作台宽度/mm	1600、2000、2500
立柱间距离/mm	2000、2400、2900、3200
铣头端面至工作台面最大距离/mm	1600、2000、2500

5 结束语

模块化设计是机床设计和生产发展的必然趋势,它可以缩短机床的设计周期,降低生产成本,加速产品的更新换代和新技术的诞生。在模块化设计的指导下,航空数控机床在规格尺寸、精度、性能等方面将具备更大的可扩展空间,以满足未来大飞机零部件的加工需要。

(责编 侧卫)

(上接第68页)

4 结束语

随着先进制造、知识经济的不断发展,为提高核心竞争力,制造企业在推动知识管理、协同制造方面的工作力度正不断加大,数控刀具作为最重要的一种生产制造资源,正需要借助深入开展刀具应用知识管理和刀具业务协同来实现数控增效、工艺优化,直接提升企业制造能力。在企业生产过程中,数控刀具管理业务目标明确,范围清楚,有足够的业务覆盖面又不是非常复杂、知识含量高,但缺乏足够的技术支持,直接与生产相关并影响生产绩效,这些特点使得围绕数控刀具业务开展知识管理和业务协同、推动数控刀具管理信息化更容易落到实处并取得实效,是很好的入手点。

参考文献

- [1] 田玉龙,彭艳萍. 实施千台数控机床增效工程,提升军工企业生产制造能力. 航空制造技术,2008(10):26-29.
- [2] 彭燕萍,彭光宇. 积极推进增效工程,全面提高加工效率. 航空制造技术,2008(13):54-65.
- [3] 马云富,张青. 数控机床增效实施途径. 兵工自动化,2008,27(2):1-3.

(责编 良辰)