

数控编程系统的智能化

Pathtrace China office 李名雪

摘要：随着我国制造业更多的采用数字化装备，数控加工技术以其高精度和高效率的特点，在我国制造业的应用越来越普及，本文作者着重分析了数控编程系统的智能化的产生，发展以及当前编程智能化的实现程度。

在制造业信息化的领域中，传统的机械加工正在向数字化、智能化方向发展，这是制造行业进行信息化改造的必经之路。完全实现机械加工的智能化，还需要很长的时间，但是目标必须明确，并坚定地走下去，理想才能变成现实。企业进行信息化的最终目的是为了提高生产率获取更多的利润，智能加工是提高生产效率的有效手段。智能加工包括控制系统的智能化、编程系统的智能化等诸多方面，这里我们主要来讨论编程系统的智能化。

一、什么是数控编程系统的智能化

在数控加工飞速发展的今天，包括数控机床及控制系统在内的硬件设备日益更新。无论在何种数控设备中，控制系统就像人类的大脑一样，起着极其重要的支配作用。但是，目前的控制系统还是通过 NC 代码来传递、识别和控制加工信息，NC 代码需要软件平台的支撑，因此数控编程系统就这样伴随着控制系统的发展而发展。

- 智能化已经成为控制系统发展的明确目标；
- 控制系统的智能化可以给数控设备带来高效和高质量的同时，还提供了更方便更人性化的操作界面及操作方法；
- 数控编程系统作为 NC 代码的产生平台，也象控制系统一样有着自己独立的发展轨迹，数控编程系统的智能化也是人们在这个领域内不断最求的崇高目标之一。

数控编程系统在智能化方向的发展时，应该具有如下几个特点：

首先该系统应该能够根据工件的数学模型，提供合理的工艺解决方案。这就要求其至少具有一定的识别能力，能够识别出工件的各种模型结构信息。

然后要有一定的判断和分析能力，配以强大的专家系统来完成这些工作；其次，该系统应该具有更多的自动工作选项，最大限度的简化操作过程。

此外，作为智能数控编程系统应该具有更广泛的适应性，不仅能够适应各种类型零件的加工编程需要，更应该满足各种各样的数控硬件设备（或控制系统）的需要。

二、数控编程系统智能化的前提

当前，国外公司在控制系统和编程软件系统的智能化发展方面都取得了一定的成绩，智

能化的目的是为了提高数控加工的效率和质量；。智能化的数控编程系统除了应该具有简化编程操作、广泛的适应性之外，还有一个非常重要的用途，就是提供可靠的安全加工保障，因此提高数控加工的安全性也是智能化非常重要的一个方面。

数控编程系统的智能化并不是一蹴而就的，在数控编程系统发展的初期由于各方面的原因，智能化还只能是可望而不可及的目标。那么，是什么阻碍了数控编程系统在智能化方向的发展呢？答案是“数学模型”，数学模型作为编程系统工作的目标和对象，它所包含的信息量将直接决定了智能化的程度，就像人类大脑所掌握的知识量决定了人类发展的各个阶段一样。另外，数学模型所包含的信息在这个加工过程中的传递的方式也会对数控编程系统的智能化有很大的影响。数学模型的发展从线框模型到曲面模型再到现在常用的实体模型，不同类型的模型结构在描述同一个物体时，它所能表述出来的信息容量是不同的。例如在表达一个正六面体结构的数学模型中，线框模型只能通过线框来表达边的信息。在曲面模型中，人们可以表达出来各个面上的信息，当然也包括了线框模型所包含的所有边的信息。如果用实体模型来表达模型信息，不仅边和面的信息可以包含在模型中，而且实体内部的结构信息也可以包含在模型中。

另外模型信息在整个制造过程中的传递方式也将影响智能化的程度，例如从设计环境（CAD 环境）到编程环境（CAM 环境）；从编程环境（CAM 环境）到控制系统的过程中，传递信息的有效性也将对整个智能加工起到很大的影响。

首先，来看看 CAD 环境到 CAM 环境下数学模型信息的传递对加工编程的影响。在 CAD/CAM 发展的初期，甚至现在，很多的产品模型被设计出来以后，经常要通过一些转换格式（如 IGES 等）传递到 CAM 环境下进行编程操作。众所周知，这种转换将会产生一定的信息丢失，在 CAM 环境下，因为很多的特征信息及其特征参数在转化过程中都丢失了，这些丢失的信息将不能被 CAM 平台所利用。因此只有根本的保障模型数据在传递过程中完整性，才有可能进行更多的智能化操作。所以，市场上的一些 CAD/CAM 一体化软件的出现就是为了从根本上解决这个问题。很多的独立的 CAM 平台也通过与 CAD 软件供应商之间的合作解决了数据传递的问题，为智能化奠定了良好基础。

其次，在分析一下从 CAM 到控制系统的过程中，信息的传递对智能加工的影响。现在几乎所有的编程系统与控制系统之间都是通过 G 代码传递加工信息的。G 代码充其量不过百十来个，因此能够表达的信息量是有限的。目前国际上已经制定出了一套全新的模型标准——STEP NC 数学模型，将来无论是编程系统还是控制系统都可以直接读取这种数学模型并识别其中所包含的零件的工艺信息和结构信息。彻底的避免了模型在传递过程中的丢失。而且

在此模型结构的基础上，可以实现更多的智能化。不过在未来的一段时间内，G 代码还将是我们唯一的选择。

三、当前数控编程系统智能化实现的程度

目前实体模型结构基础上，数控编程系统已经实现了部分智能化。由于实体模型是通过特征造型的手段获得的，因此在编程过程中，如何获得这些特征，然后直接针对这些特征直接进行编程操作，并在操作过程中根据专家系统的支持提供更多的自动操作选项，成为当前智能数控编程系统的一个主要的发展方向。例如当前的 EdgeCAM、CAMWorks 等系统都可以完成一些诸如自动查找加工特征、自动设置加工参数、自动提供加工方法、自动选择加工刀具等工作。

由于实体模型能够更多的表达零件模型的结构信息，所以更多的三维零件实体模型被设计人员创造出来。利用实体模型，工程师可以通过一些智能 CAM 系统很快的完成数控编程的工作。而且工程师除了具有了针对实体模型的结构信息及其特征参数进行编程的功能之外，还可以根据实体模型的特征更改进行自动更新刀具路径。这样刀具路径与实体模型之间的互动不仅可以减少由于设计更改而增加的编程工作量，而且减少了编程过程中大量的重复操作。只要在 CAD 环境下到 CAM 环境下的实体模型能够完整的传递，就可以实现这个过程。例如 EdgeCAM 可以与 CATIA\UG\ProE\Inventor\SolidWorks\Solidedge\Solid3000 等多种 CAD 环境实现这种动态关联。

很多的 CAM 系统都提供了一些常用的二次开发的工具。包括如何将一些经常使用的编程过程以一个固定的方式置入现有的系统中，以便在以后的编程过程中随时调用。二次开发工具的开放程度和可操作性成为评价一个系统的重要的参数。例如 EdgeCAM 提供的加工策略定义工具(strategy manager)，它可以将前面的加工过程复制到流程图中，作为整个加工过程中的一个加工节点，配合其他的操作，就可以定制一个新的加工策略。而且其中一些参数设置，都是与实体模型相关联，例如加工孔可以按照指定孔特征的直径来选择刀具。实体模型中孔特征参数（直径或深度）被更改后，加工过程也跟随自动更改。

在 CAM 发展的初期，人们就认识到了模拟加工的重要性，因为它是一个有效的避免加工过程中发生干涉、过切和碰撞的手段。在国外，有很多公司就直接从事这类仿真系统研究和开发。对于智能数控编程系统来说，不仅要求有更加精确逼真的仿真加工的手段，而且如何解决仿真过程中出现的问题，以及如何将仿真结果输出再利用方面也做了更多的尝试。

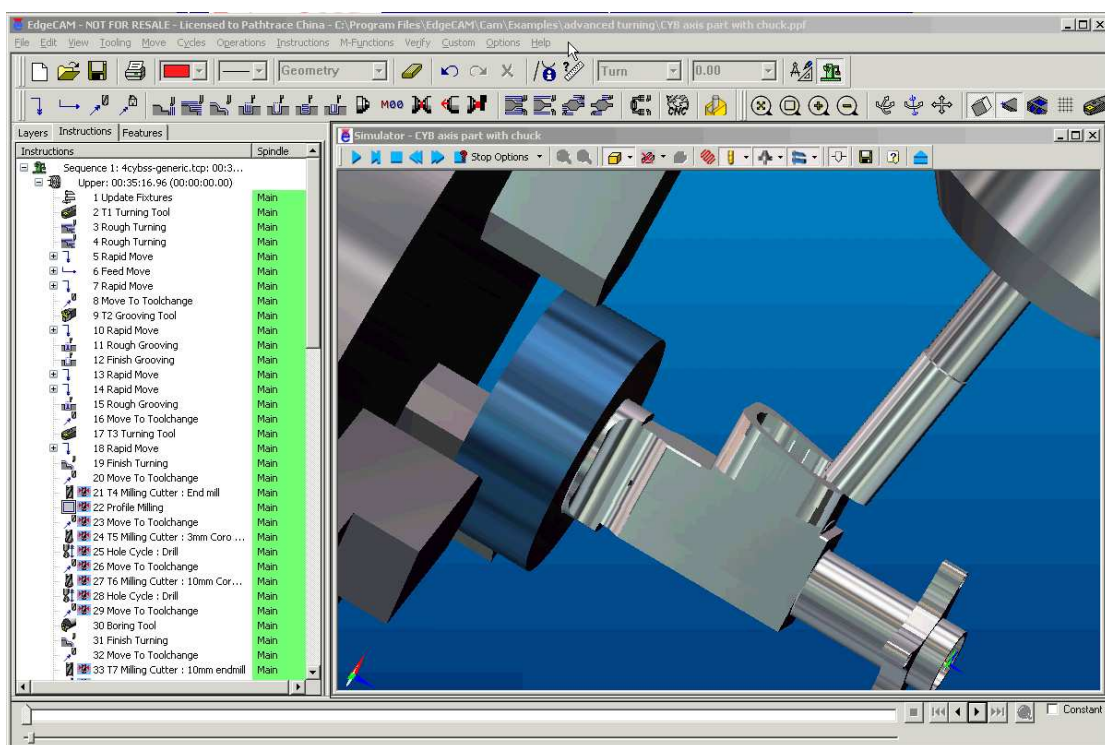


图 1 EdgeCAM 中逼真的模拟加工仿真

四、智能数控编程系统的未来发展

随着 STEPNC 数学模型的推广和投入使用，将有一种面向对象的数控编程系统出现，人们只需要在模型中加入一些如何完成零件加工的工艺信息，然后将模型传递到控制系统中就可以了。通过智能数控编程系统，大大简化了编程操作过程。随着计算机技术的不断升级和人工智能领域的研究成果，也会为数控编程系统的智能化发展带来相应的促进作用。总之，随着科技的不断发展，数控技术的提高，以及各个系统之间的协作配合，未来智能数控技术将会有广阔的发展前景，并为我国的制造业向高效率、高精尖发展带来一片光明。