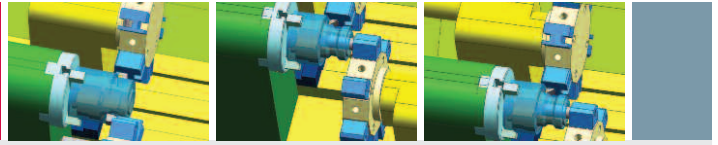


Programmieren von Multifunktionsmaschinen

www.siemens.com/nx

Whitepaper



- ▶ Durch die Durchführung verschiedener Bearbeitungsvorgänge wie Fräsen und Drehen mit einer Werkzeugmaschine reduzieren Multifunktionsmaschinen die Anzahl der zur Bearbeitung von Werkstücken erforderlichen Setups. Dies spart sehr viel Zeit und außerdem wird die Anzahl von Positionierungsfehlern verringert, die bei mehreren Setups auftreten können. Eine Maschine ist dazu in der Lage, die Arbeit mehrerer separater Maschinen zu übernehmen. Wenn man die Kosten für mehrere einfachere Maschinen mit je einem Bediener mit den Kosten für eine Multifunktionsmaschine vergleicht, dann kann dieser Vergleich überaus positiv zugunsten der moderneren Maschine ausfallen.

Multifunktionsmaschinen stellen jedoch gehobene Ansprüche bei der CNC-Programmierung, dem Postprocessing sowie der Validierung der Teileprogramme, um diese anspruchsvolleren Maschinen auch wirklich optimal nutzen zu können. Um die gewünschte Produktivität zu erreichen und eine spürbare Anlagenrendite zu erzielen, ist es von entscheidender Bedeutung, diese Komplexität zu meistern.

In diesem White Paper werden Möglichkeiten behandelt, wie Sie einige der großen Herausforderungen bei der Programmierung und der Nutzung komplexer Multifunktionsmaschinen mit der aktuellsten CAM- und Simulationssoftware meistern können.

PLM Software

Answers for industry.

SIEMENS

Inhalt

Einführung	1
CAM-Prozessoren für Multifunktionsmaschinen	2
Synchronisierte Werkzeugpfade	2
Die Bearbeitungssimulation auf G-Code-Basis	3
Postprocessing	4
Werkstück in Bearbeitung	4
Koordinatensysteme	4
Keine Zeitverschwendung bei Programmierung oder Produktion	5

Immer mehr Unternehmen interessieren sich für Multifunktionsmaschinen, da sie erkennen, dass mit ihnen mehrere Fertigungsschritte von einer einzigen Maschine mit nur einem Setup durchgeführt werden können. Durch diese Konsolidierung lassen sich oftmals beträchtliche Kosteneinsparungen erzielen, da die allgemeinen Fixkosten sinken und die Produktivität steigt.

Die Erstellung eines CNC-Programms für eine Werkzeugmaschine mit einer Kombination aus mehreren Bearbeitungsvorrichtungen wie Fräsköpfen und Drehwerkzeugen kann sehr schwierig sein. Bei diesen Maschinen können angetriebene Werkzeuge in einem Werkzeugrevolver oder aber auch ein Drehwerkzeug vorhanden sein, das in einen mehrachsigen Bearbeitungskopf eingespannt ist. Oftmals können diese Maschinen mit mehreren Werkstückpositionen arbeiten. Hierbei kann es sich beispielsweise um zwei Drehmaschinenspindeln handeln, die auch als Fräsmaschinen mit Drehtisch programmiert werden können und die es ermöglichen, dass ein sich in Bearbeitung befindendes Werkstück von einer Halteposition in eine andere gebracht werden kann. Sieben oder mehr programmierbare Achsen, die sich innerhalb eines relativ eng begrenzten Arbeitsbereichs bewegen und bei denen sich die Komponenten der Werkzeugmaschine in sehr geringem Abstand aneinander vorbeibewegen, sind nicht unüblich.

Um die Vorzüge zu maximieren, ist es wünschenswert, dass mehrere Schneidwerkzeuge gleichzeitig Material abtragen. Die simultane und synchronisierte Bearbeitung wird sogar noch interessanter durch die Tatsache, dass die Schneidwerkzeuge oftmals zur gleichen Zeit mehrere Teilpositionen oder Spindeln erreichen können. Die Überwachung des aktuellen Zustands des Werkstücks zwischen den Schneidvorgängen sowie von Spindel zu Spindel kann für die Erstellung effizienter Fräsbahnen von entscheidender Bedeutung sein.

Normalerweise ist außerdem für jede Maschine ein separates G-Code-Programm erforderlich (gelegentlich auch Programmierkanal genannt). Es gibt jeweils eigene Koordinatensysteme für Haupt- und Gegenspindel, was zu zusätzlicher Komplexität bei der Programmierung und beim Postprocessing führt. All das kann im Werkstattbereich zu einem erheblichen zeitlichen Aufwand für den ersten Start oder einen Testlauf der Maschine führen. So verlieren Sie wertvolle Zeit, in der keine Werkstücke bearbeitet werden können.

In den folgenden Abschnitten werden einige Möglichkeiten behandelt, wie Sie die Vorteile dieser hochproduktiven Werkzeugmaschinen trotz aller Komplexität für Ihre Zwecke nutzen können. Die Lösungen werden mit Beispielen aus dem Siemens NX™ CAM-System und der Siemens Virtual Machine veranschaulicht. Die allgemeinen Prinzipien gelten jedoch unabhängig vom System oder der Technologie, die zur Vorbereitung von Zerspanungsaufgaben für diese modernen Werkzeugmaschinen verwendet werden.

CAM-Prozessoren für Multifunktionsmaschinen

Multifunktionsmaschinen bieten die verschiedensten Konfigurationsmöglichkeiten. Selbstverständlich muss ein CAM-System den kompletten Funktionsumfang der Maschine in einem Softwarepaket anbieten. Aus diesem Grund ist ein CAM-System für Fräsarbeiten nicht sehr hilfreich, wenn mit der Maschine sowohl Fräs- als auch Dreharbeiten durchgeführt werden können, wie es bei vielen Maschinen der Fall ist. Je nach Maschinenkonfiguration können Programme mit einer Kombination aus Drehen, 3-Achs-Fräsen, 3+2-Achs-Fräsen und 5-Achs-Fräsen erforderlich sein. Selbst für prismaische Teile kann diese komplexere Bearbeitung auf einer Fräs- und Drehmaschine erforderlich sein.

Synchronisierte Werkzeugpfade

Bei Multifunktionsmaschinen wird ein Werkstück oft von mehreren Schneidwerkzeugen gleichzeitig bearbeitet, beispielsweise mit Drehwerkzeugen von einem unteren und einem oberen Werkzeugrevolver. Oder die Köpfe und Revolver können an derselben oder an verschiedenen Spindeln völlig unterschiedliche und voneinander unabhängige Bearbeitungsvorgänge durchführen. In beiden Fällen ist die Synchronisierung der einzelnen Bearbeitungsvorgänge von entscheidender Bedeutung. In einfachen Fällen kann es ausreichen, einen Bearbeitungsvorgang an einem der Kanäle der Maschine genau dann beginnen zu lassen, wenn ein anderer Bearbeitungsvorgang an einem der anderen Kanäle endet (oder beginnt). Dies kann durch eine Synchronisierung auf Bearbeitungsebene erreicht werden. Maximale Produktivität wird jedoch erst dann erreicht, wenn verschiedene Bewegungskanäle feiner aufeinander abgestimmt werden, so dass ein Bearbeitungsvorgang an einem der Kanäle beginnt, wenn ein anderer teilweise abgeschlossen ist. Hierfür wäre eine Synchronisierung auf G-Code-Ebene erforderlich.

Abbildung 1: Diese komplexen Fräs- und Drehmaschinen können mit einem unteren und einem oberen Werkzeugrevolver oder einem B-Achs-Kopf ausgerüstet sein, mit dem Dreh- und Fräsarbeiten sowohl an der Hauptspindel als auch an einer optionalen Gegenspindel durchgeführt werden können.

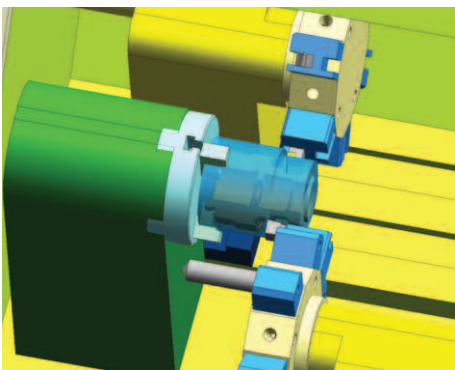


Abbildung 2: Kombiniertes Drehen.

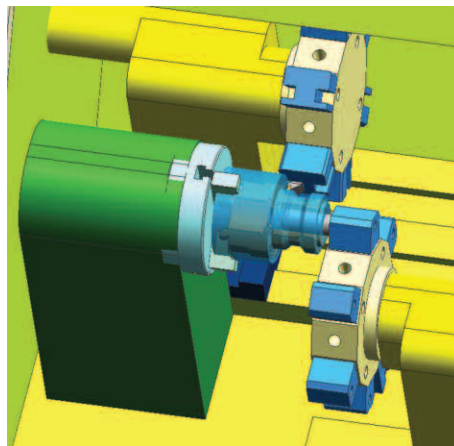


Abbildung 3: Synchronisiertes Drehen.

Eine mögliche Vorgehensweise hierfür ist die parallele Anzeige des CNC-Codes für die verschiedenen Gerätekanäle und das Einfügen sogenannter Synchronisierungs-codes oder -marken in den angezeigten Code. Mit dem Synchronization Manager in NX CAM von Siemens PLM Software kann der CNC-Programmierer Synchronisierungen und/oder Verweilpositionen in die grafische Anzeige einfügen. Der Anwender kann die Simulation jederzeit durchgehen oder ablaufen lassen, um sich für jeden Zeitpunkt im CNC-Programm

die Position der verschiedenen Komponenten der Multifunktionsmaschine anzeigen zu lassen und die nötigen Anpassungen zur Optimierung der Maschinennutzung vornehmen zu können. In einigen Fällen ist es möglich, die Synchronisierungs-codes auf Bearbeitungsebene in ein CNC-Programm einzugeben. Zur Feinabstimmung müssen die Codes in der Anzeige von G-Code für jeden parallelen Kanal geprüft (und möglicherweise angepasst) werden. Das Arbeiten mit der G-Code-Ausgabe des Postprozessors ist sehr wichtig für die erfolgreiche Programmierung von Multifunktionsmaschinen.

Die meisten CAM-Systeme mit Mehrkanal-Synchronisierung verfügen auch über eine Anzeige der zeitlichen Abfolge der einzelnen Bearbeitungsschritte, wie die in Abbildung 4 gezeigte aus NX CAM. Die Anzeige gibt die relativen Positionen der Synchronisierungs-codes sowie die Bearbeitungs- und Pausenzeiten für alle Kanäle der Maschine an. Außerdem enthält sie für die verfügbaren Werkzeuge eine grafische Anzeige der Auslastung der einzelnen Bearbeitungswerkzeuge.

Die Verknüpfung des Synchronisierungs-Tools mit der Simulationsanzeige der Werkzeugmaschine im CAM-System kann sehr hilfreich sein. Die Verknüpfung der Synchronisierung mit der Simulationsfunktion für das 3D-Modell im CAM-System ermöglicht in nur einem System eine sehr viel umfassendere Übersicht darüber, welche Komponenten sich wo und wann bewegen. So können für Bewegungen sowohl mit als auch ohne Bearbeitung des Werkstücks Fehler schneller erkannt und Kollisionen bzw. Beinahe-Kollisionen angezeigt werden.

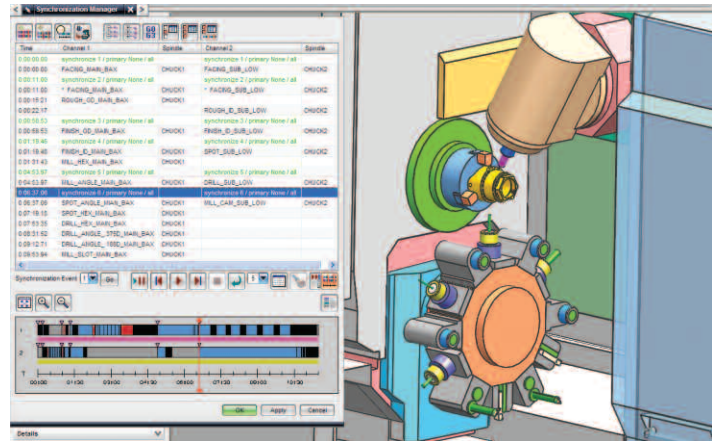


Abbildung 4: Zeitliche Abfolge der Mehrkanal-Synchronisierung.

Die Bearbeitungssimulation auf G-Code-Basis

Wenn die detaillierte Synchronisierung auf G-Code-Ebene nicht zu einem späteren Zeitpunkt in einem separaten Schritt außerhalb des CAM-Programmierungssystems erfolgt, muss während der Verwendung der Synchronisierungsanwendung der direkte Zugriff auf die Ausgabe des Postprozessors (den „G-Code“) möglich sein. Das kann sich als schwierig erweisen, wenn es sich beim Postprozessor um eine separate Anwendung handelt oder er nicht eng in die CAM-Software integriert ist.

Der sofortige Zugriff auf einen integrierten Postprozessor ermöglicht dem CAM-System darüber hinaus Werkzeugmaschinen-simulationen auf Basis der Ausgabe des Postprozessors und nicht der internen Werkzeugpfad-Daten. Maschinensimulationen des internen Werkzeugpfads sind hilfreich für grundlegende Prüfungen und schaffen ein gewisses Maß an Vertrauen. Einige CAM-Systeme können jedoch zusätzlich Simulationen auf Basis der Ausgabe des Postprozessors durchführen. Besonders bei den modernen Multifunktionsmaschinen sind Simulationen wichtig und die Verfügbarkeit von Simulationen auf G-Code-Basis garantiert, dass die Auswirkungen des Postprocessings auch wirklich berücksichtigt werden.

Postprocessing

Das Postprocessing ist ein entscheidender Bestandteil der Programmierlösung für Multifunktionsmaschinen. Solche Maschinen erfordern oftmals mehrere Postprozessorfunktionen, um die verschiedenen Kombinationen von Fräs- und Dreharbeiten verarbeiten zu können.

Kanal	Hauptspindel	Gegenspindel
Oberer Revolver, Fräsen	Post-1	Post-1
Oberer Revolver, Drehen	Post-3	Post-2
Unterer Revolver, Fräsen	Post-1	Post-1
Unterer Revolver, Drehen	Post-3	Post-3

Abbildung 5: Einzelne Postprozessoren für bestimmte Methoden oder Werkzeuge können automatisch über einen „Verknüpfungs-Postprozessor“ miteinander verbunden werden.

Eine Möglichkeit ist, einen einzigen großen Postprozessor zu erstellen, der das gesamte System umfasst. Die Herausforderung bei diesem Ansatz liegt darin, dass dieser eine Postprozessor sehr komplex, schwer zu programmieren und für andere Programmierer noch schwerer zu bearbeiten ist. Eine andere Möglichkeit sieht ein System von Postprozessoren vor – für jede Hauptfunktion und jedes Hauptwerkzeug einen, die anschließend über einen „Verknüpfungs-Postprozessor“ miteinander verbunden werden. Das Ergebnis ist eine logische Struktur, die einfacher zu entwickeln und später einfacher zu bearbeiten ist. Jeder verknüpfte Postprozessor ist einem Werkzeug oder einer Methode zugeordnet und das System übernimmt die automatische Auswahl des korrekten Postprozessors.

Werkstück in Bearbeitung

Um die Zeit, in der das Werkstück nicht bearbeitet wird, zu minimieren, muss das CAM-System den Status des sich in Bearbeitung befindenden Werkstücks zwischen den einzelnen Bearbeitungsvorgängen verwalten. Wenn in einem Vorgang Material vom Werkstück abgetragen wird, wird das Ergebnis dieser Bearbeitung sozusagen der „Rohling“ für den nächsten Bearbeitungsvorgang. Die Schneidwerkzeuge können dann schnell bis auf einen vordefinierten Mindestabstand an das Werkstück herangefahren werden, bevor auf die Vorschubgeschwindigkeit umgeschaltet wird. Bei diesen komplexen Multifunktionsmaschinen mit mehreren Haltepositionen für das Werkstück muss die Definition des Werkstücks in Bearbeitung von einer Position an eine andere übertragen werden, also beispielsweise von der Haupt- zur Gegenspindel. Die an der Hauptspindel am Werkstück durchgeführten Bearbeitungsvorgänge werden zum Ausgangspunkt für das Werkstück an der Gegenspindel.

Das System sollte den Status des Werkstücks in Bearbeitung verfolgen, wenn Programmschritte neu sequenziert werden oder das Modell verändert wird. Der Anwender muss das Programm lediglich neu generieren und nicht wieder komplett von vorne beginnen. Dies ist eine wertvolle Hilfe für eine schnelle und exakte Programmierung.

Koordinatensysteme

Bei der Arbeit mit Multifunktionsmaschinen ist es wichtig, dass man für Bearbeitungsvorgänge immer das geeignetste bzw. hilfreichste Koordinatensystem auswählen kann. Die Verwendung eines eigenen Koordinatensystems für jedes Werkzeug im CAM-Setup erleichtert die Programmierung der Maschine und vereinfacht die Bearbeitung und das Korrigieren der CNC-Programme erheblich. Bei der Erstellung eines Bearbeitungsvorgangs kann der Programmierer dann einfach das passende Werkzeug auswählen, von denen jedes über ein eigenes Bearbeitungskoordinatensystem für seinen programmierten Nullpunkt verfügt.

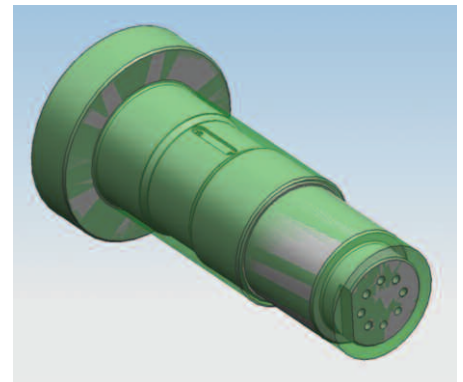


Abbildung 6: Werkstück und Rohling.

Keine Zeitverschwendung bei Programmierung oder Produktion

Hochqualifizierte Maschinenbediener mit viel Detailwissen können mithilfe der Benutzeroberfläche des Steuergeräts an der Werkzeugmaschine sehr effiziente Teileprogramme schreiben. Das bedeutet jedoch, dass die Maschine selbst Bestandteil der Programmierung und Fehlerbeseitigung wird und dadurch während der Programmierung stillsteht. Aber auch mit CAM-Systemen erstellte Programme werden üblicherweise an der Werkzeugmaschine überprüft und das Einrichten der Maschine für jeden neuen Auftrag ist eine weitere Arbeit, durch die wertvolle Zeit vergeudet wird.

Eine Möglichkeit zur Lösung dieses Problems ist die Verwendung einer virtuellen Maschine. Hierbei handelt es sich um eine funktionsfähige Kopie der echten Werkzeugmaschine und ihres Steuergeräts, die zwar nur in einer Software verwendet werden kann, dafür aber umfassender und exakter ist als typische Simulationssysteme. Der Gedanke dahinter ist, dass sich die virtuelle Maschine wie die reale verhält, da das 3D-Modell von Maschine, Werkstück, Werkzeugbestückung und sämtlichen Haltevorrichtungen auf dem Computerbildschirm mit der Software des echten Steuergeräts gesteuert wird.

In der Siemens PLM Software Virtual Machine ist die Software des Siemens SINUMERIK-Steuergeräts direkt in dieses fortschrittliche Simulationssystem integriert. Die Software zur Bewegungssteuerung (Antriebe, Anfahrkurven usw.) und die Software der Benutzeroberfläche (Menüs, Dialogfelder und Onscreen-Tasten) des Siemens SINUMERIK-Steuergeräts ermöglichen derart realistische Simulationen des Bearbeitungsprozesses, dass sie sich zur Bearbeitung und Prüfung von CNC-Teileprogrammen bestens eignen.

Anwender der Virtual Machine sprechen von einer Zeitersparnis von bis zu 90 Prozent beim Einrichten der Maschine, die dann selbstverständlich der Bearbeitungszeit und dem Umsatz zugute kommt.



Abbildung 7: Maschinenbediener können NC-Programme und die Einrichtung der Maschine für den nächsten Arbeitsauftrag mithilfe der Virtual Machine prüfen, ohne die echte Werkzeugmaschine dadurch zu blockieren.

Über Siemens PLM Software

Siemens PLM Software, ein Geschäftsbereich von Siemens Industry Automation, ist ein weltweit führender Anbieter von PLM-Software und -Diensten mit 6,7 Millionen Softwarelizenzen und über 63.000 Kunden auf der ganzen Welt. Siemens PLM Software, ein Unternehmen mit Sitz in Plano, Texas, arbeitet mit Unternehmen zusammen, um offene Lösungen anbieten zu können, die ihnen dabei helfen, mehr Ideen in erfolgreiche Produkte umzuwandeln. Weitere Informationen zu den Produkten und Services von Siemens PLM Software erhalten Sie unter www.siemens.com/plm.

Siemens PLM Software

Deutschland

Siemens Industry Software
GmbH & Co. KG
Hohenstaufenring 48-54
50674 Köln
+49 221 20802-0
Fax +49 221 248928

www.siemens.com/plm

Österreich

Siemens Industry
Software GmbH
Franzosenhausweg 53
A-4030 Linz
+43 732 37755-0
Fax +43 732 37755-050

Schweiz

Siemens Industry
Software AG
Grossmattstrasse 9
CH-8902 Urdorf
+41 44 75572-72
Fax +41 44 75572-70

© 2010 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. Alle Rechte vorbehalten. Siemens und das Siemens-Logo sind eingetragene Warenzeichen der Siemens AG. D-Cubed, Femap, Geolus, GO PLM, I-deas, Insight, Jack, JT, NX, Parasolid, Solid Edge, Teamcenter, Tecnomatix und Velocity Series sind Marken oder eingetragene Marken der Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. oder ihrer Niederlassungen in den USA und in anderen Ländern. Alle anderen Logos, Warenzeichen, eingetragenen Warenzeichen oder Dienstleistungsmarken sind Eigentum der jeweiligen Inhaber.

W10-DE 4746 6/10 L