

数控数字化双胞胎技术系列课程-《数控系统编程与仿真》

第3讲 数控铣削编程与系统仿真



主讲：徐达

CIMC“西门子杯”中国智能制造挑战赛

2020.03.26

Titelmasterformat durch Klicken bearbeiten

1、课程名称:

数控数字化双胞胎技术系列课程

《数控数字化制造基础——数控系统编程与仿真》

第1讲 3月12日 (周四)
数控数字化制造与仿真

主讲：韩雅林
工作单位：
西门子

第2讲 3月19日 (周四)
数控车削编程与系统仿真

主讲：郝永刚
工作单位：
北京市工业技师学院

第3讲 3月26日 (周四)
数控铣削编程与系统仿真

主讲：徐达
工作单位：
天津市机电工艺学院

第4讲 4月2日 (周四)
五轴编程与系统仿真

主讲：韩加喜
工作单位：
北京汽车技师学院

第5讲 4月9日 (周四)
数控调试与系统仿真

主讲：陈建坤
工作单位：
北京市工业技师学院

课程介绍

——课程关联

定义：数字化数控工程师基础课

《数控数字化制造基础——数控系统编程与仿真》

是数控数字化双胞胎技术系列课程的基础

第5讲：数控调试与系统仿真
从机械学科跨入机电案例，从系统调试角度，依托工业级基础数控系统仿真软件的学习，提升机电复合应用能力。

第4讲：五轴编程与系统仿真
从机械制造_多轴制造方向案例入手，进一步提升工业级基础数控系统仿真软件使用能力及程序编制的空间变换思维。



第1讲：数控数字化制造与仿真

初步建立机械机电行业产品数字化制造思维，了解工业级基础数控仿真软件及下载&安装方法。

第2讲：数控车削编程与系统仿真

从机械制造_车削制造方向案例入手，尝试工业级基础数控系统仿真软件学习使用。

第3讲：数控铣削编程与系统仿真

从机械制造_铣削制造方向案例入手，实践工业级基础数控系统仿真软件学习使用。

课程介绍

——第2讲回顾

数控车削数字化与智能制造

- 了解数控车削在机械制造领域的数字化与智能制造形式和发展趋势；
- 了解数控车削在机械制造数字化工厂中的架构和重要作用。

数控车削技术发展与应用

- 了解数控车削的定义，认知数控车削加工技术；
- 明确数控车削分类与在不同领域应用的案例；
- 了解数控车削系统编程的发展、分类和特点。

数控车削典型案例分析、工艺、编程仿真

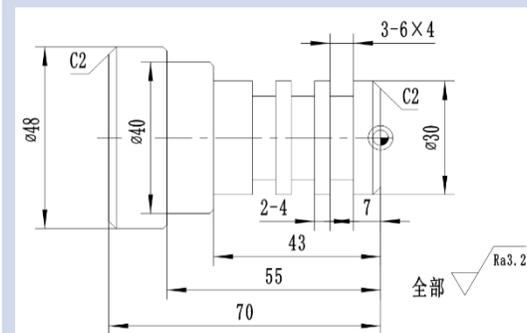
- **明确工艺系统选型与加工作业指导书编制的对未来岗位能力的重要意义；**
- 学习数控车削典型案例图纸的分析
- 了解SinuTrain软件车削典型案例的**加工程序编制流程；**
- 学习SinuTrain软件的外圆、外沟槽车削程序编制与仿真。

作业

能够工业基础仿真软件

SinuTrain软件车削案例，运行加工程序3D仿真；

- 应用工业级基础仿真软件SinuTrain软件完成下图作业的程序并仿真。
- 尝试根据以下作业图纸编写简化版的作业指导书；



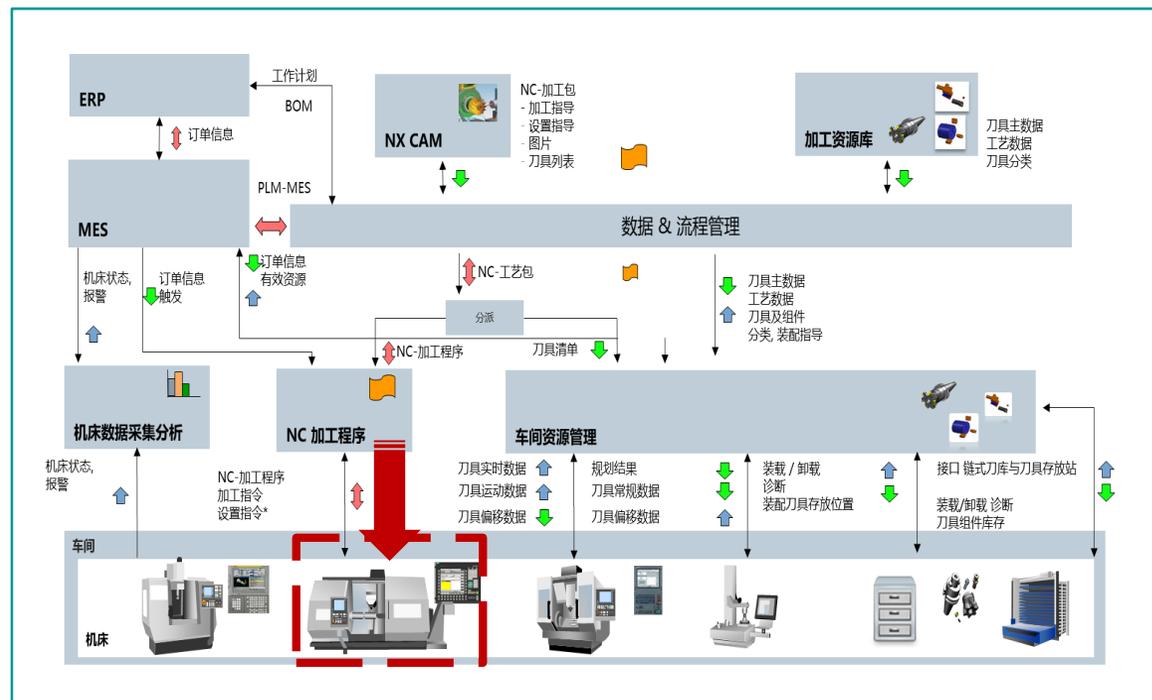
课程介绍

——第2讲回顾

1 数控车削数字化与智能制造

数控车削数字化在电机制造中的应用

数控车削在机械制造数字化工厂中的架构



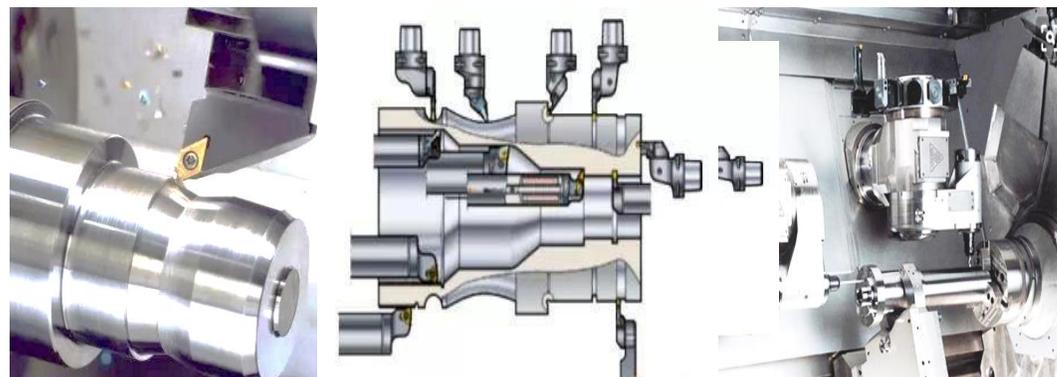
课程介绍

——第2讲回顾

2 数控车削技术发展与应用

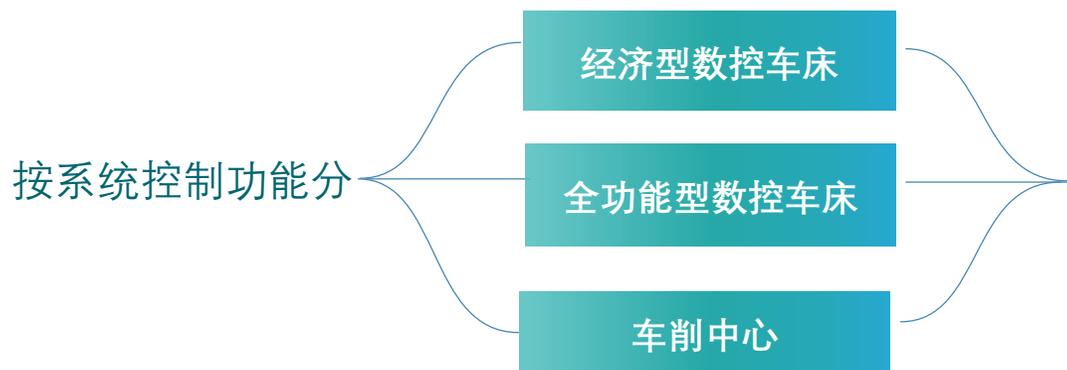
2.1 数控车削的定义

数控车削是机械制造行业金属切削的重要加工制造方式之一，它基于数控车床对轴类或盘类等**回转体零件**自动地完成内、外圆柱面、圆锥面、圆弧面和直、锥螺纹等工序的切削加工，并能进行切槽、钻、扩和铰等工作。它具备**极高的生产加工效率**，易于实现标准化作业，在大规模集成生产中，大量和工业机器人（如桁架机械手）配合实现**高效率生产**。



2.2 数控车削的分类与应用

数控车削可按系统控制功能、主轴的配置形式、加工零件的装夹方式、刀架布置位置等分类。



应用于以下行业：

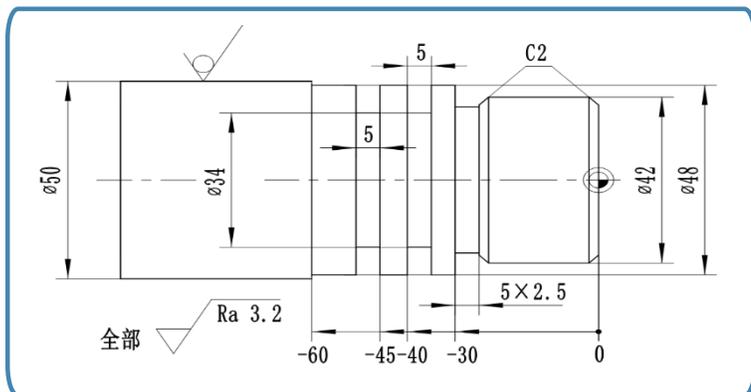
生活用品、汽车制造、印刷机械、航空航天、能源技术、塑料机械、石油和天然气、机械工程、液压及气动、曲轴、切削刀具制造等。



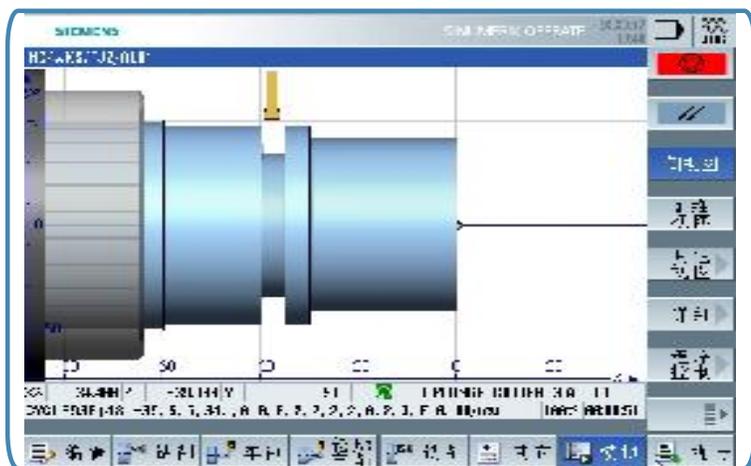
课程介绍

——第2讲回顾

3 数控车削典型案例分析、工艺及编程仿真



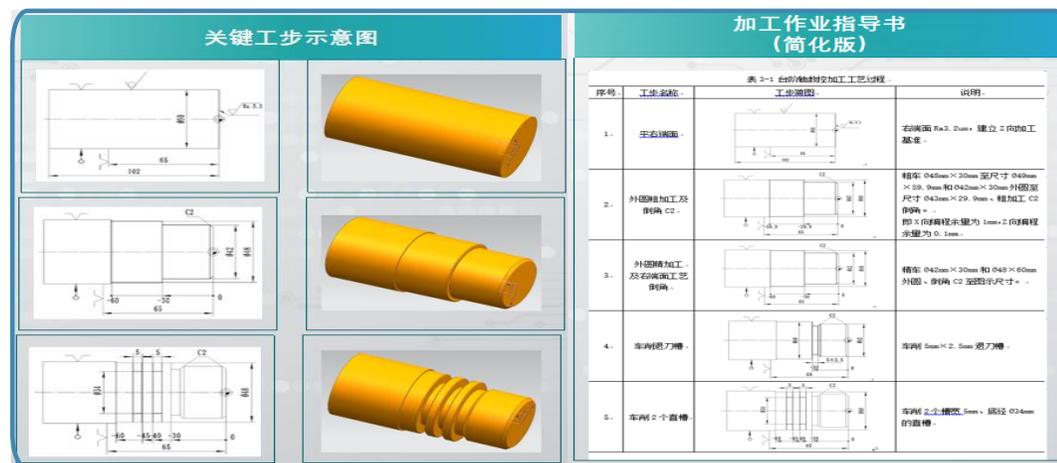
分析零件图纸



程序模拟仿真



选择工艺系统



定制作业指导书

目录

1 数控铣削数字化与智能制造

2 数控铣削技术发展与应用

3 数控铣削典型案例分析与工艺

4 数控铣削典型案例编程与仿真

5 课程总结

主讲：徐达

单位：天津市机电工艺学院

资质：

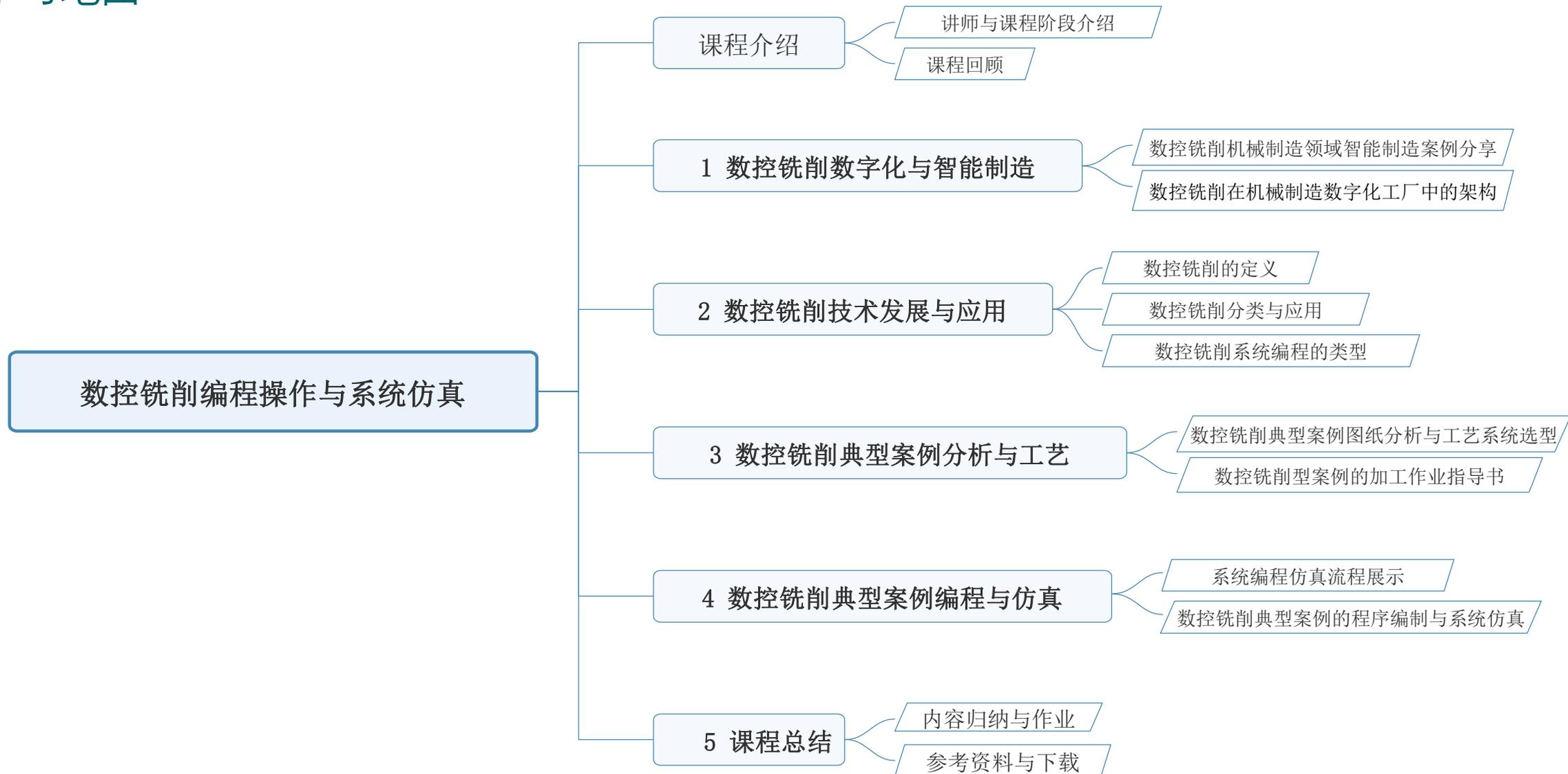
天津市五一劳动奖章荣誉称号；

天津市新长征突击手荣誉称号；

天津市技术能手

天津市职业技能大赛加工中心教师组冠军

学习地图



1 数控铣削数字化与智能制造

1.1 数控铣削机械制造领域智能制造案例分享

1.2 数控铣削在机械制造数字化工厂中的架构

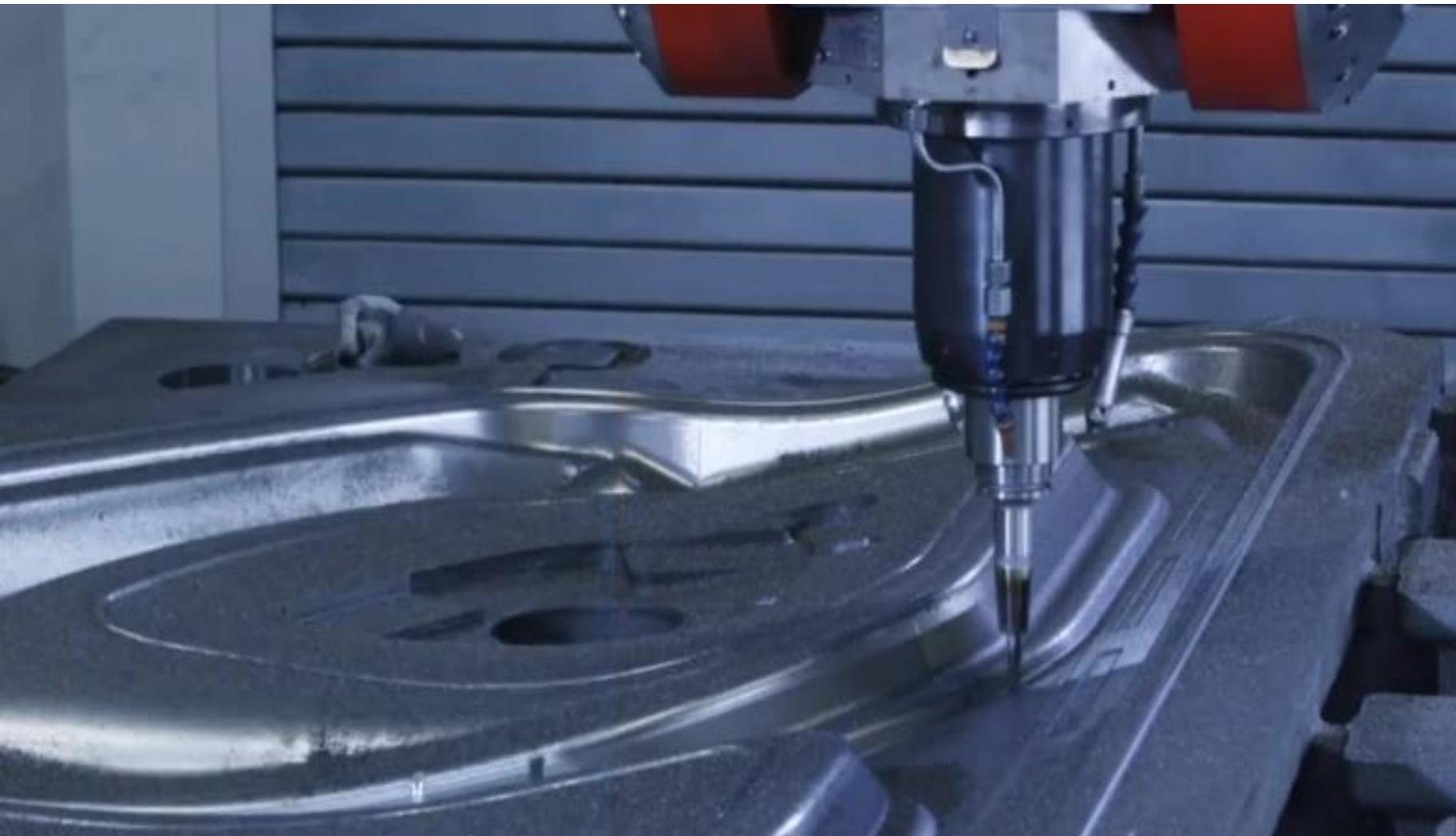
1 数控铣削数字化与智能制造

1.1 数控铣削机械制造领域智能制造案例分享

1.2 数控铣削在机械制造数字化工厂中的架构

1.1 数控铣削机械制造领域智能制造案例分享

数控铣削数字化在模具制造中的应用



传统铣削技术与数字化技术相结合具有里程碑意义。数控铣削属于高速加工制造的范畴。在如今先进的机械制造数字化工厂中，将订单-产品设计-加工工艺及编程-制造过程仿真与模拟及数据-甚至后端的服务进行协同管理。此外，还能将设备状态、使用率监控等一系列数字化制造技术集成应用，构成了当今时代机械制造领域的智能制造元素。

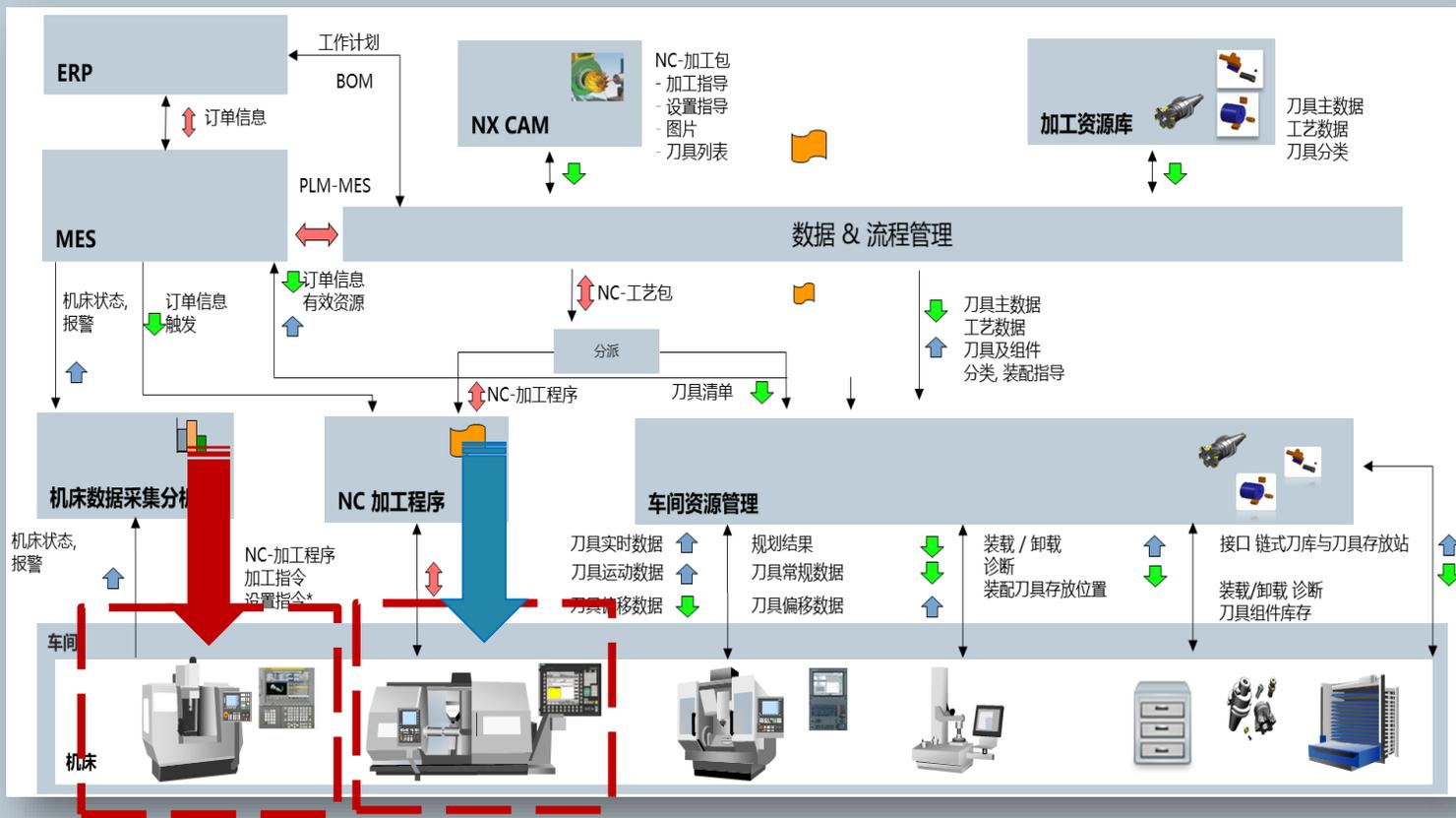
1 数控铣削数字化与智能制造

1.1 数控铣削机械制造领域智能制造案例分享

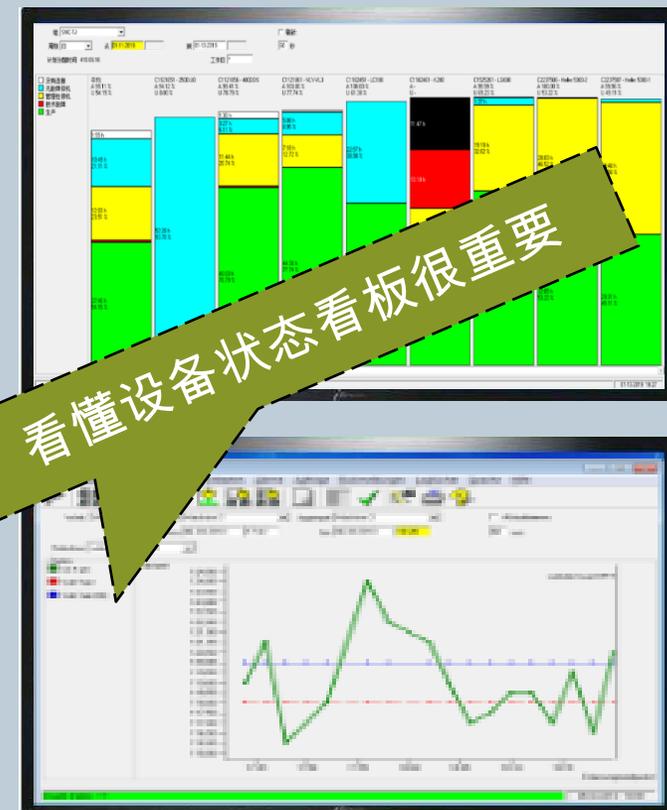
1.2 数控铣削在机械制造数字化工厂中的架构

1.2 数控铣削在机械制造数字化工厂中的应用

智能制造领域机械加工数字化工厂架构

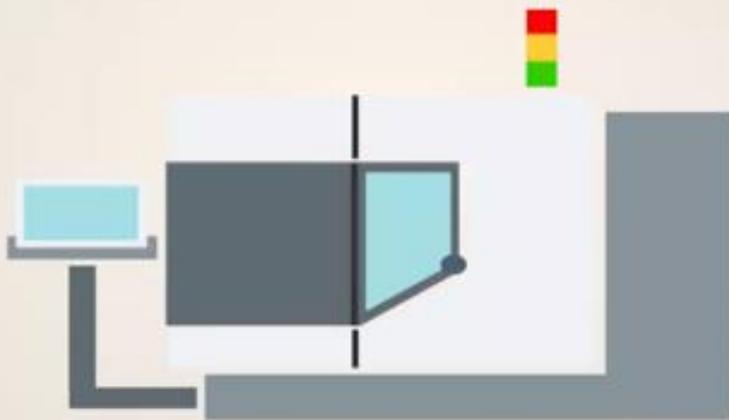


生产设备（机床）状态电子看板



1.2 数控铣削在机械制造数字化工厂中的应用

生产设备（机床）状态电子看板



过去收集的都是事后数据

The data collected in the past are all after the fact,

2 数控铣削技术发展与应用

2.1 数控铣削的定义

2.2 数控铣削的分类与应用

2.3 数控铣削系统编程的类型

2 数控铣削技术发展与应用

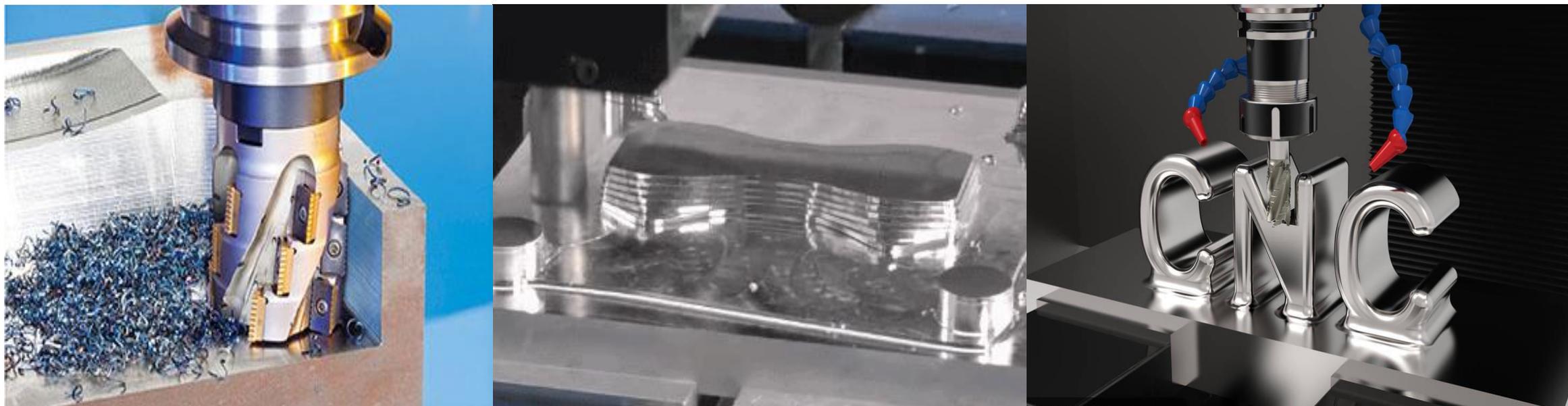
2.1 数控铣削的定义

2.2 数控铣削的分类与应用

2.3 数控铣削系统编程的类型

2.1 数控铣削的定义

数控铣削，它是目前一种机械零件生产加工方式，被广泛地应用在机械机电类产品的生产制造中。其功能很强，能够铣削各种平面轮廓和立体轮廓零件，配上相应的刀具后，数控铣削还可以在根据零件的加工需要，通过换刀配合钻、扩、铰、镗和镗孔加工及螺纹切削等加工方式完成生产过程。



2 数控铣削技术发展与应用

2.1 数控铣削的定义

2.2 数控铣削的分类与应用

2.3 数控铣削系统编程的类型

2.2 数控铣削（或加工中心）的分类与应用

数控铣削（或加工中心）的分类

数控铣床种类很多。按控制坐标的联动数可分为二轴半、三轴、三轴半、四轴、五轴等联动数控铣床，半轴是指该轴只能作单独运动，不能与其它各轴作联动；按机床的主轴布局形式分为立式、卧式和立卧两用数控铣床。

数控立式铣床（加工中心）



立式数控铣床是数控铣床中最常见、应用范围也最广泛的一种布局形式，其主轴轴线垂直于水平面。此类机床以三轴联动居多，若附加一个旋转坐标，还可以转变为四轴联动立式数控铣床（如图）。

数控卧式铣床（加工中心）



卧式数控铣床的主轴轴线平行于水平面，主要用来加工零件的侧面。工件经过一次装夹，数次转动而完成多方位的加工，特别在箱体类零件加工中具有明显的优势。

数控立卧转换铣床（加工中心）



立、卧两用数控铣床（又称之为立卧转换数控铣床）的主轴轴线方向可以变换，使一台机床既具有立式数控铣床的功能又具有卧式铣床的特点，使机床的适用范围更加广泛，但结构复杂，价格昂贵，比较少见。

2.2 数控铣削（或加工中心）的分类与应用

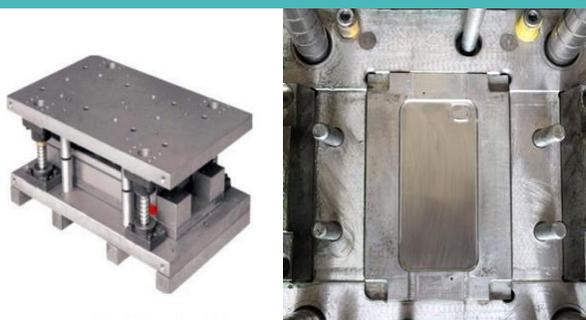
数控铣削（或加工中心）的行业应用

3C制造



3C行业产品以及DIY产品的加工与制造

模具制造



模架、模具型腔等高精度、高位置度部位的加工

汽车制造



汽车零配件、轮毂、发动机和变速箱箱体等的铣削加工

医疗器械



人造关节、创伤康复器械、以及各种骨板康复用钉、杆和紧固件

航空航天



航空航天器零部件超高精确度且复杂几何构造，特种环境、特种材料加工

艺术品制作



木雕、金属工艺品及日常生活用品制造

2 数控铣削技术发展与应用

2.1 数控铣削的定义

2.2 数控铣削的分类与应用

2.3 数控铣削系统编程的类型

2.3 数控铣削系统编程的类型

传统G代码编程

- 优点：
对系统的内存和运算速度没有太高要求。学习方法首先要依赖于背诵和记忆代码。
- 缺点：
系统可读性差，当程序量大的时候容易发生错误，对人的经验要求较高，人才培养周期长。

参数编程（宏程序）

- 优点：
程序短、程序容量小占用内存小、逻辑性强、中断恢复操作便捷；
- 缺点：
对编程者的逻辑结构水平要求较高，对非原始编程人员来说，不易理解。对编程者的数学、逻辑思维等有一定的要求。目前很大一部分逐步与系统的画面开发相结合，从而便于操作人员的使用。

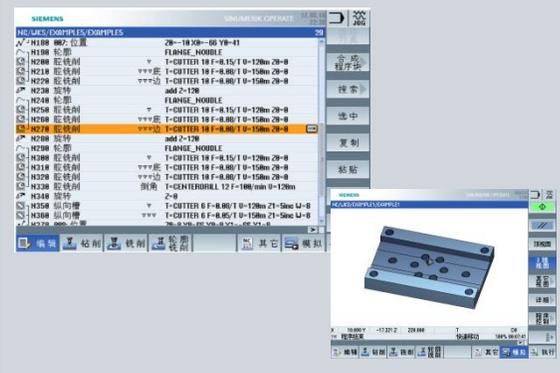
人机对话编程

混合编程

- 优点：
人机对话窗口友好、便捷、易操作、深受入门编程者喜欢，不用花费太多时间背诵代码、记忆固有的格式，根据对话框编写程序，更符合**年轻人和初学者的习惯**；
- 缺点：
无法实现复杂曲面轮廓编程、编程中需要涉及一些基础代码指令，不如工步编程简单。

工步编程

- 优点：
几乎不需要编程技术和熟悉代码。只需要填写工艺图框完成编程，入门编程很快。程序运行模拟直接进行，占用内存很小，同类型零件，修改模板就行。
- 缺点：
除大部分进口设备外，不是标配置。需要额外付费定制。



CAM编程

- 优点：
视觉直观，编程简便，可完成其它编程方法无法完成的复杂零件及曲面编程、仿真功大大能提高程序准确度，未来会与数字化孪生相结合，更加体现其优势。
- 缺点：
对于较为简单的单个或少量产品加工未必体现其优势。需要购买配置较高的电脑及功能齐全的正版软件,提高了成本。
对编程人员技术要求提高，需要有CAD/CAM基础。

3 数控铣削典型案例分析与工艺

3.1 数控铣削典型案例分析与工艺系统选型

3.2 数控铣削典型案例的加工作业指导书

3 数控车削典型案例分析与工艺

3.1 数控铣削典型案例分析与工艺系统选型

3.2 数控铣削典型案例的加工作业指导书

3.1 数控铣削典型案例分析与工艺系统选型

企业里谁来干，解决什么问题？

工艺系统定义：机械制造领域，机床、夹具、刀具及工件组成一个统一体,称做工艺系统。



新工程师、新技师在作业现场的融合，界限越来越模糊
设计+规划+具备机械制造流程知识+能将知识和现场实施技能相结合

敲黑板、划重点

- 1、是否具备工艺系统选型能力
- 2、能否制定现场实施作业指导文件（如作业指导书）

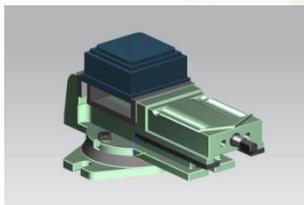
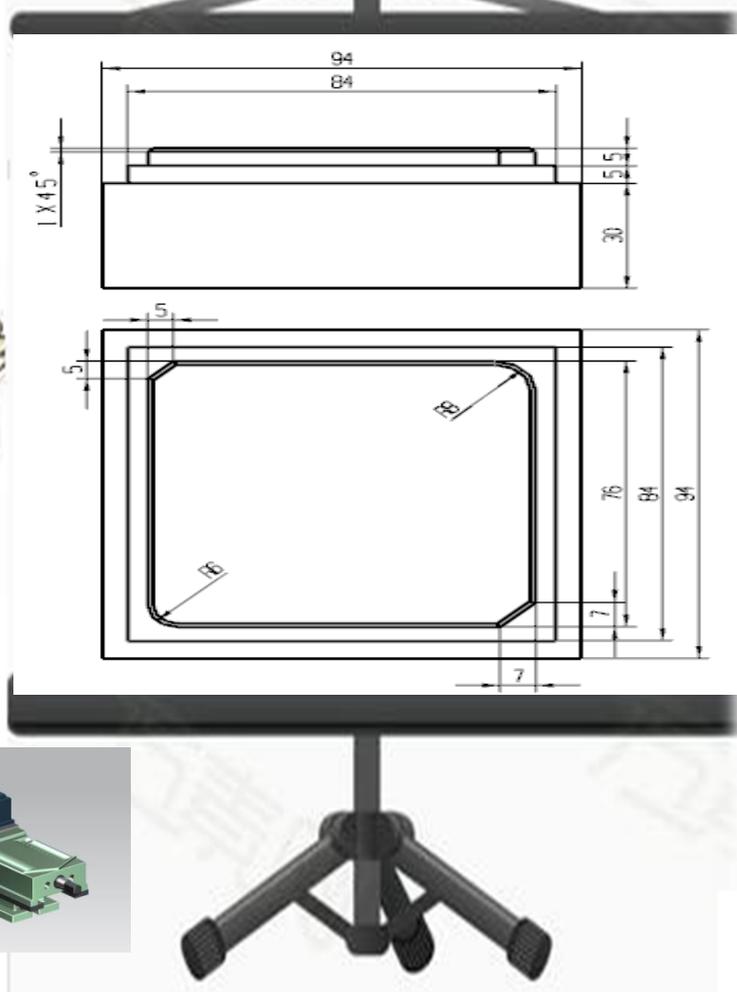
3.1 数控铣削典型案例分析与工艺系统选型

敲黑板、划重点



接到零件图纸

排产



选生产设备



选定位夹具



加工作业指导书

| 加工作业指导书 (简化版) | | |
|---------------|--------|--|
| 序号 | 工序名称 | 说明 |
| 1 | 毛坯平面铣削 | 铣削零件上表面, 铣削深度 1mm。 |
| 2 | 毛坯外型铣削 | 铣削零件外型, 粗铣 $\phi 40\text{mm}$, 铣削深度 40mm, 单面切削深度 2mm, 单侧余料 0.2mm; 精铣 $\phi 40\text{mm}$, 铣削深度 40mm, 单面切削深度 20mm, 外型尺寸。 |
| 3 | 矩形凸台铣削 | 铣削零件外型, 粗铣 $\phi 40\text{mm}$, 铣削深度 10mm, 单面切削深度 2mm, 单侧余料 0.1mm, 底面余料 0.1mm; 精铣 $\phi 40\text{mm}$, 铣削深度 40mm, 单面切削深度 10mm, 外型尺寸。 |
| 4 | 轮廓凸台铣削 | 铣削零件外型, 铣削深度 5mm, 单面切削深度 2mm, 单侧余料 0.2mm, 底面余料 0.1mm; 精铣轮廓外型, 铣削深度 5mm, 单面切削深度 5mm, 外型尺寸。 |
| 5 | 轮廓倒角铣削 | 铣削轮廓 $1 \times 45^\circ$ 倒角。 |

选切削刀具



3 数控铣削典型案例分析与工艺

3.1 数控铣削典型案例分析与工艺系统选型

3.2 数控铣削典型案例的加工作业指导书

3.2 数控铣削典型案例的加工作业指导书

加工作业指导书能干吗？生产及制造服务各行各业都得用！

作业指导书：

是为了完成某一项或同一类型工作而专门编写的指导性文件。它是根据设计图纸、制造厂说明书、相关的验评标准、编写人员现场所积累的施工经验以及成熟实用的施工工艺所编写。



电子制造

汽车维修

| 文件编号 | JEM-GV01-03.2011 | 工 序 | 名 称 | 批 准 | 内 容 | 装前轮 | 批准/日期 | 审核/日期 | 编制/日期 |
|------|------------------|------|------|--------|------|--------|-------|-------|-------|
| 版次号 | A-03 | 工 序 | 名 称 | 图 纸 | 内 容 | 装前轮 | | | |
| 操作人数 | 1人 | 标准工时 | 实用工时 | 通用车型名称 | 适用范围 | 半包通用车型 | 页码 | 第 1 页 | 共 1 页 |

作业内容

- 检查各部件外观，规格是否符合配置要求。
- 如图一、二所示：取前轮内胎，取下气门盖，将气嘴插入前轮鼓气嘴盖孔。
- 如图三、四所示：取外胎，一边扣到气嘴处轮圈内，依次将周边扣入，压一外侧胎入轮圈。
- 如图五、六所示：将内胎全部塞到轮圈内。
- 如图七所示：充气 80%，拧上气门盖。
- 如图八所示：将前轮轴组件装入，将前轴螺母从前轮轴穿入，左侧放入轴套，右侧螺母 M10*2*19 拧上 1 个，外加安全结构的防松片 1 颗，M10*2*5mm 垫圈 1 颗，M10*1.00 螺母 1 颗拧紧。左侧外加安全结构的防松片 1 颗，M10*1.00 螺母 1 颗拧紧。

工艺要求

- 内胎不得有明显扭曲，气门嘴不得偏斜，胎标中心与气门嘴对齐 ±10mm，按（夏天 240—370kpa 冬天 260—300 kpa）充上气。
- 前轴螺母两端露出长度要大体一致，保持对称螺母要微量在轴上且不易脱落。

| 序号 | 名称 | 数量 | 序号 | 名称 | 数量 | 序号 | 名称 | 数量 | 工具 | 型号 |
|----|-------|-----|----|--------|----|----|--------|----|----|----|
| 1 | 前轮外胎 | 1 件 | 7 | 气门盖 | 1 | 1 | 气压力表 | | | |
| 2 | 前轮内胎 | 1 件 | 8 | 气嘴 | 3 | 2 | 打气筒 | | | |
| 3 | 前轮轴 | 1 件 | 9 | 气嘴头 | 3 | 3 | 打气筒头 | | | |
| 4 | 前轮轴套 | 1 件 | 10 | 专用防松扳手 | 4 | 4 | 专用防松扳手 | | | |
| 5 | 前轮轴组件 | 1 套 | 11 | | 5 | 5 | | | | |
| 6 | | | 12 | | 6 | 6 | | | | |

机械设备操作

| | | 作业标准书 | | | |
|---------|--|-------|----|------|-------|
| | | 发行日期 | 版次 | 文件编号 | |
| | | 修订次数 | 编号 | 修改日期 | 流程图工位 |
| 设备名称 | AMADA 数控冲床 Z310 | | | | |
| 作业流程及工序 | | | | | |
| 开机 | <ol style="list-style-type: none"> 在连接机床电源之前，应确认周围区域的安全。 检查油压，润滑油箱油面是否正常。启动机床前面的按钮（如图一）在按下“开机”按钮（如图二） | | | | |
| 机床回零 | <ol style="list-style-type: none"> 按下机床操作面板的“回零”按钮（如图三）在按下“手动”按钮（如图四）在分别按下 X、Y、Z 按钮（如图五） 机床回零后，在按下“自动”按钮（如图六） | | | | |
| 调程序 | <ol style="list-style-type: none"> 在数控软件中编辑好加工程序（注意：在编辑程序中要避开机床未开位置），然后按（如图九） 检查程序中的格式是否与转塔一致（如图八），若不一致，调整程序中的格式，直到一致为止。 | | | | |
| 装夹工件 | <ol style="list-style-type: none"> 根据程序要求移动夹爪，避开工件安装区（如图九） 将加工材料放入操作面用夹爪夹紧（如图十）→（注意：上夹板 | | | | |

首件试切削操作

| 图号 | M00439 | 设备型号 | 零件名称 | 材 质 | S16 不锈钢 |
|-------------|--|-------------|--|-----------|-----------|
| 工序编号 | 20 | 工艺方式 | 工序名称 | 车平面、外圆、内槽 | 页次 2 Of 4 |
| | | | | | |
| 操作说明 | <ol style="list-style-type: none"> 先车外圆及端面 车内孔、槽 去除表面刃口毛刺 | 注意事项 | <ol style="list-style-type: none"> 注意车削表面粗糙度控制，无明显车削纹路，表面光亮 | | |
| 检验项目 | 检验标准 | 检验方法 | 检验频率 | 名称 | 规格 |
| 外观 | 车削表面平整、光滑。 | 目测 | 全检 | 工具 | |
| 尺寸 | 符合图纸尺寸要求 | 卡尺、内槽卡尺 | 5pcs/点 | | |

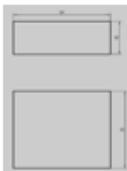
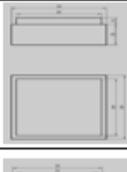
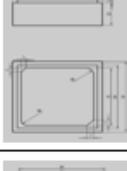
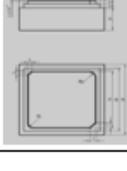
不良品处理方式：不良品放置于贴有“不良品专用箱”，由质检判定“良品”或“不良品”，质检无法判定则告知品管进行判定。

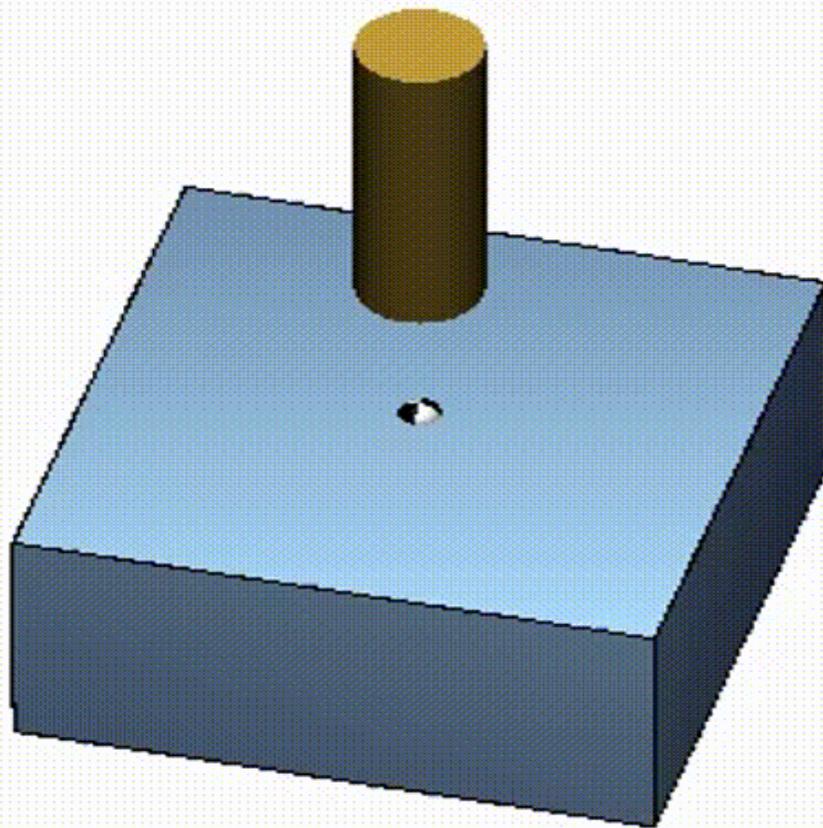
| 变更原因 | 重发行 | 版本 | 审核 | 日期 | 2014/10/17 |
|------|-----|----|----|----|------------|
| 核准 | | | | | |

3.2 数控铣削典型案例的加工作业指导书

加工作业指导书能干吗？生产及制造服务各行各业都得用

加工作业指导书（简化版）

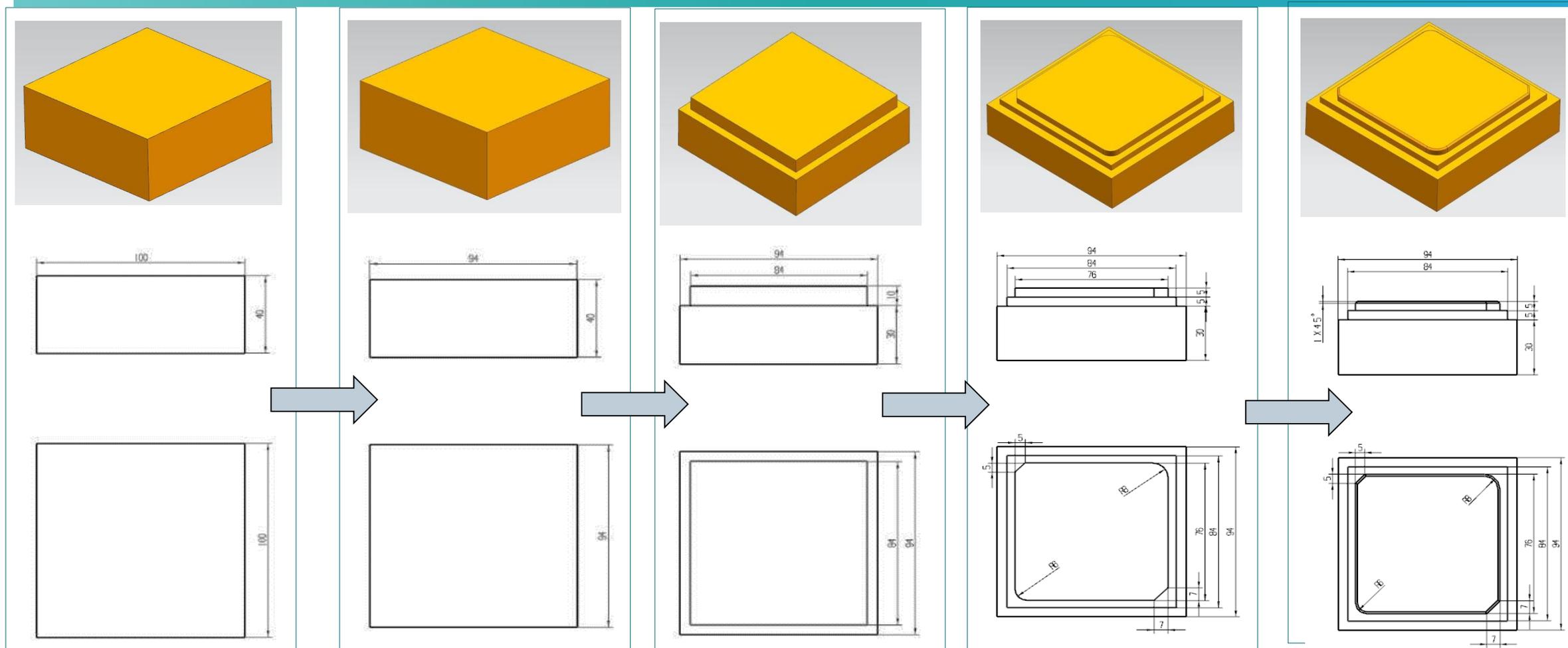
| 序号 | 工步名称 | 工步简图 | 说明 |
|----|--------|---|--|
| 1 | 毛坯平面铣削 |  | 铣削零件上表面，铣削深度 1mm。 |
| 2 | 毛坯外型铣削 |  | 铣削零件外型，粗铣 94X94mm，铣削深度 40mm，单层切削深度 3mm，单侧余料 0.1mm。 精铣 94X94mm，铣削深度 40mm，单层切削深度 20mm，外型至尺寸。 |
| 3 | 矩形凸台铣削 |  | 铣削零件外型，粗铣 84X84mm，铣削深度 10mm，单层切削深度 2mm，单侧余料 0.1mm，底面余料 0.1mm。 精铣 84X84mm，铣削深度 40mm，单层切削深度 10mm，外型至尺寸。 |
| 4 | 轮廓凸台铣削 |  | 粗铣轮廓外型，铣削深度 5mm，单层切削深度 2mm，单侧余料 0.1mm，底面余料 0.1mm。 精铣轮廓外型，铣削深度 5mm，单层切削深度 5mm，外型至尺寸。 |
| 5 | 轮廓倒角铣削 |  | 铣削轮廓 1X45° 倒角 |



3.2 数控铣削典型案例的加工作业指导书

加工作业指导书能干吗？生产及制造服务各行各业都得用

工步示意图



4 数控铣削典型案例编程与系统仿真

4.1 系统仿真流程展示

4.2 数控铣削典型案例的程序编程与系统仿真

4 数控铣削典型案例编程与系统仿真

4.1

系统仿真流程展示

数控铣削典型案例的程序编程

4.1 系统仿真流程展示

案例：使用工业级仿真软件实现从程序到3D系统仿真整个过程

The screenshot displays the Siemens SINUMERIK OPERATE interface. At the top, it shows 'SIEMENS SINUMERIK OPERATE 28.03.22 13:38'. The main display area is divided into several sections:

- NC/MPF/HELIX** and **MRD** status indicators.
- MCS** (Machine Control System) data table:

| MCS | 位置 [mm] | T,F,S |
|------|----------|-------------------|
| MX1 | 0.000 | T |
| MY1 | 0.000 | |
| MZ1 | 1000.000 | F 0.000 |
| MSP1 | 0.000 ° | 0.000 mm/min 0.0% |
| G54 | | S1 0 |
| | | 主轴 0 50 50% 100 |

Below the table, there are icons for **T,S,M**, **设置** (Settings), **测量** (Measurement), **定位** (Positioning), and **平面铣** (Planar Milling). The bottom section contains a large array of control buttons, including **JOG**, **REPOS**, **REF. POINT**, **TEACH IN**, **[VAR]**, **1**, **HDA**, **10**, **100**, **AUTO**, **1000**, **10000**, **RESET**, **SINGLE BLOCK**, **CYCLE STOP**, **CYCLE START**, **X**, **Y**, **Z**, **4 4TH AXIS**, **5 5TH AXIS**, **6 6TH AXIS**, **7 7TH AXIS**, **8 8TH AXIS**, **9 9TH AXIS**, **WCS MCS**, **-**, **RAPID**, **+**, **SPINDLE STOP**, **SPINDLE START**, **FEED STOP**, and **FEED START**.



程序模拟从二维轨迹到三维实体模型的变化，通过3D模拟，有效降低了操作者可能出现成都误差，在高端装备制造制造业发展中具有里程碑意义！

4.1 系统仿真流程展示

案例：使用工业级仿真软件实现从程序到3D系统仿真整个过程

The screenshot displays the Siemens SINUMERIK OPERATE software interface. The top bar shows 'SIEMENS SINUMERIK OPERATE 28.03.22 13:37'. The main window contains a CNC program with the following code:

```
NC/LJKS/XMZ/XMZ 1
g54g00g90x0y0z100
WORKPIECE(, "", , "BOX", 0, 1, -50, -80, -50, -50, 100, 100)
T="CUTTER 4"
m206
d1
s3000m3
CYCLE61(100, 1, 1, 1, -50, -50, 100, 100, 1, 15, 0, 1000, 31, 0, 1, 1)
CYCLE76(100, 0, 1, , 40, 94, 94, 0, 0, 0, 0, 3, 0.1, 0.1, 1000, 100, 0, 1, 100, 100, 1, 2
CYCLE76(100, 0, 1, , 40, 94, 94, 0, 0, 0, 0, 20, 0, 0, 1000, 100, 0, 2, 100, 100, 1, 2, 11
CYCLE76(100, 0, 1, , 10, 84, 84, 0, 0, 0, 0, 2, 0.1, 0.1, 1000, 100, 0, 1, 100, 100, 1, 2
CYCLE76(100, 0, 1, , 10, 84, 84, 0, 0, 0, 0, 10, 0, 0, 1000, 100, 0, 2, 100, 100, 1, 2, 11
CYCLE62("A", 1, , )
CYCLE72("", 100, 0, 1, 5, 2, 0.1, 0.1, 1000, 100, 301, 42, 3, 20, 0.1, 3, 20, 0, 1, -1.
CYCLE72("", 100, 0, 1, 5, 5, 0.1, 0.1, 1000, 100, 302, 42, 3, 20, 0.1, 3, 20, 0, 1, -1.
T="CUTTER 6"
m206
d1
s3000m3
CYCLE72("", 100, 0, 1, 5, 5, 0.1, 0.1, 1000, 100, 305, 42, 3, 20, 0.1, 3, 20, 0, 1, -2,
```

The interface includes a vertical toolbar on the right with buttons for '选择刀具' (Select Tool), '合成程序块' (Compile Program Block), '搜索' (Search), '选中' (Select), '复制' (Copy), '粘贴' (Paste), and '剪切' (Cut). Below this is a grid of function icons such as 'MACHINE', 'PROGRAM', 'OFF-SET', 'PROGRAM MANAGER', 'ALARM', 'CUSTOM', 'MENU SELECT', 'MENU FUNCTION', 'MENU USER', 'ALARM CANCEL', 'NEXT WINDOW', 'PAGE UP', 'GROUP CHANNEL', 'SELECT', 'PAGE DOWN', 'HELP', 'END', and 'INPUT'. At the bottom, there is a row of mode buttons: '编辑' (Edit), '钻削' (Drilling), '铣削' (Milling), '轮廓铣削' (Contour Milling), '其它' (Other), '模拟' (Simulation), and '执行' (Execute). A large virtual control panel is visible at the bottom, featuring a red emergency stop button, a jog wheel, a teach pendant, a numeric keypad for axes (X, Y, Z, 4th-9th axes), and various control buttons like 'RESET', 'SINGLE BLOCK', 'CYCLE STOP', 'CYCLE START', 'SPINDLE STOP', 'SPINDLE START', 'FEED STOP', and 'FEED START'.



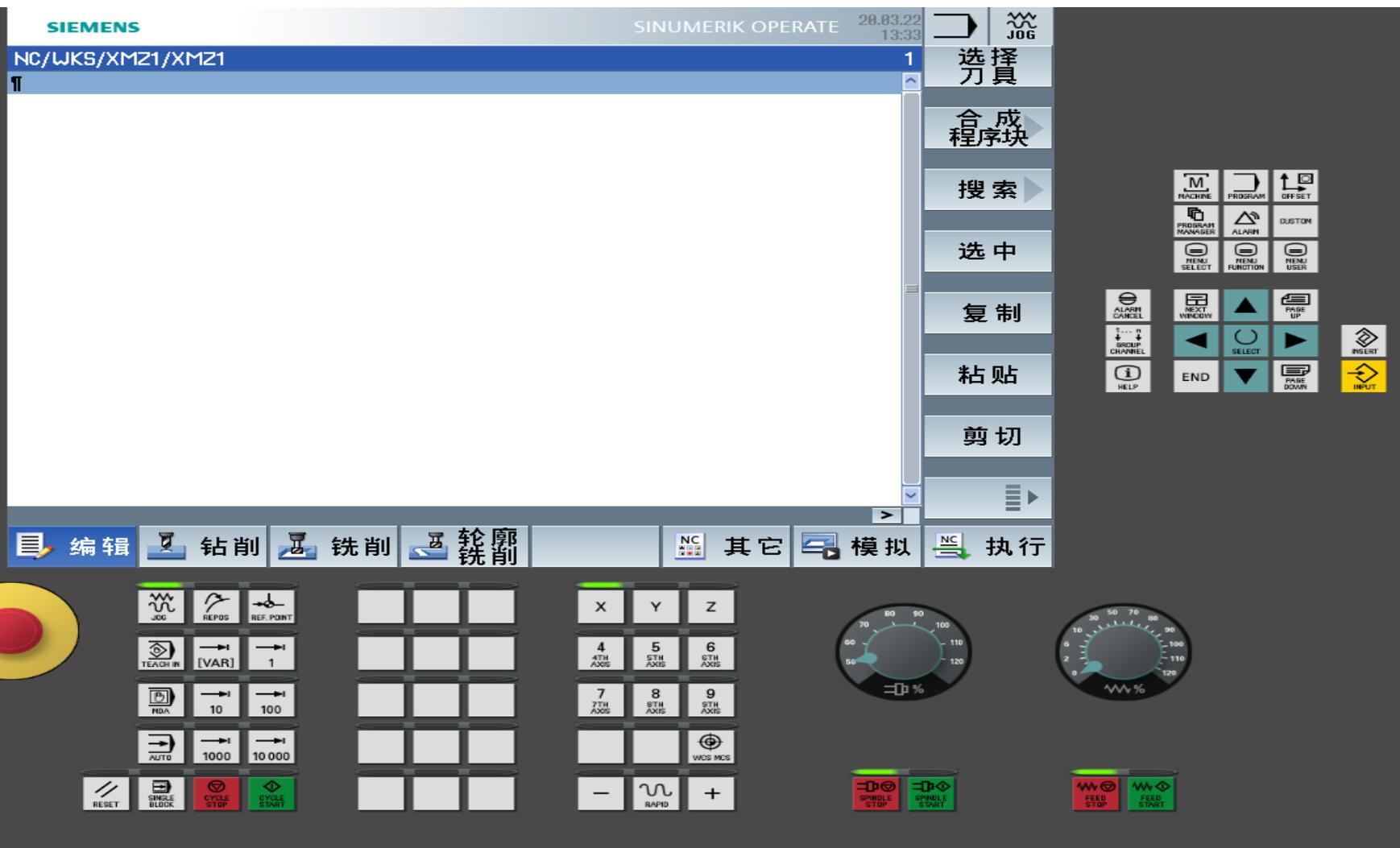
三维仿真模拟功能具有直观、实用等特点，实现了编程的便捷、易懂！在很大程度上降低编程的难度和强度，提升了正确率，大大降低了安全事故率、保障了设备安全、加工安全。

4 数控铣削典型案例编程与系统仿真

系统仿真流程展示

4.2 数控铣削典型案例的程序编程与系统仿真

4.2 数控铣削典型案例的程序编程



未来的制造业，随着生产模式的提升与变革，对人的复合化要求越来越高，设备的操作及编程过程必将越来越简便。人机对话将成为各类设备的标准配置，为人们节约更多的时间，提高生产效率。也让教学和培训变得更加简单，学员可以有更多的时间和精力侧重于工艺设计和质量控制。

5 课程总结

5.1 内容归纳与作业

5.2 参考资料&下载

5 课程总结

5.1 内容归纳与作业

5.2 参考资料与下载

5.1 内容归纳与作业

内容归纳

数控铣削数字化与智能制造

- 了解数控铣削在机械制造领域的数字化与智能制造形式和发展趋势；
- 了解数控铣削在机械制造数字化工厂中的架构和重要作用。

数控铣削技术发展与应用

- 了解数控铣削的定义，认知数控铣削加工技术；
- 明确数控铣削分类与在不同领域应用的案例；
- 了解数控铣削系统编程的发展、分类和特点。

数控铣削典型案例分析、工艺、编程仿真

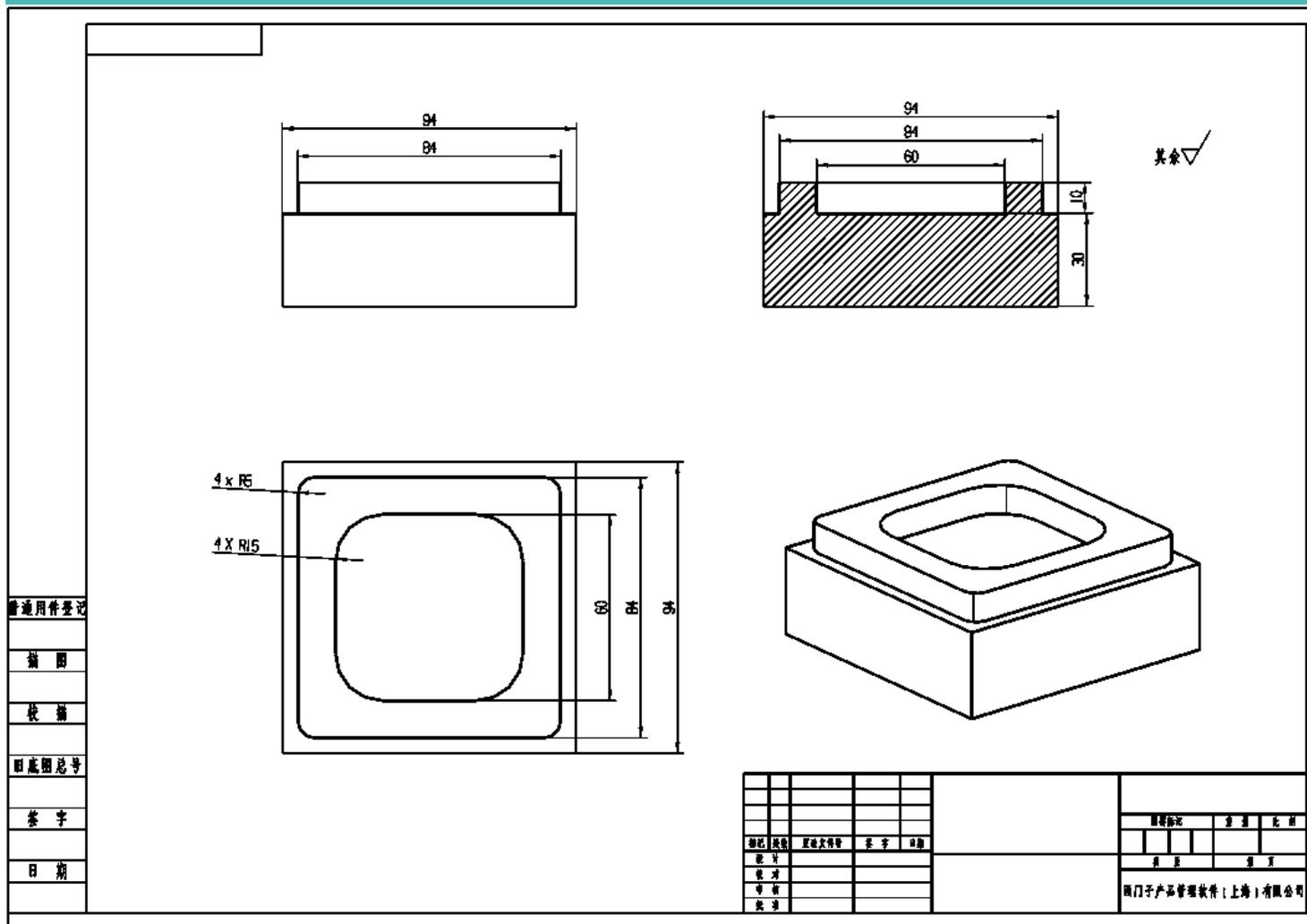
- 再次强调工艺系统选型与加工作业指导书编制的对未来岗位能力的重要意义；
- 学习数控铣削典型案例图纸的分析
- 了解SinuTrain软件铣削典型案例的加工程序编制流程与仿真。

5.1 内容归纳与作业

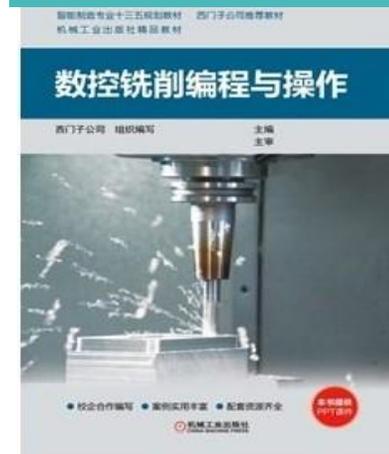
作业

1. 能够应用工业基础仿真软件 SinuTrain 软件铣削案例，运行加工程序3D仿真；
2. 应用工业级基础仿真软件 SinuTrain 软件完成下图作业的程序并仿真。
3. 尝试根据如下作业图纸编写简化版的作业指导书

作业图纸



推荐教材



书号：978-7-111-62963-4

教材介绍及PPT



5 课程总结

5.1 内容归纳与作业

5.2 参考资料与下载

4.2 参考资料与下载

SinuTrain软件相关下载

| 序号 | 说明及链接 |
|----|--|
| 1 | 数控工业级基础仿真软件下载地址（百度网盘下载，内含安装说明文件） 链接： https://pan.baidu.com/s/1v1cTVwUcmNw2eENX_F6A_Q 提取码：ku9r |
| 2 | 数控工业级基础仿真软件安装介绍（需要手机注册观看） http://www.ad.siemens.com.cn/CNC4YOU/Home/Video/545 |
| 3 | 数控工业级基础仿真软件介绍视频 http://www.ad.siemens.com.cn/CNC4YOU/Home/Video/1133 |

《数控铣削编程与操作》学习教材及PPT下载

| 序号 | 说明及链接 |
|----|--|
| 1 | 数控铣削编程与操作教材PPT下载(第1章到第7章) http://www.ad.siemens.com.cn/CNC4YOU/Home/Article/1168 |
| 2 | 机械工业出版社PPT对应教材在线免费试读章节（手机、电脑都能看） http://www.cmpedu.com ，搜索引擎输入《数控铣削编程与操作》，选择“样章试读” |

数控基础及数控铣削系统操作免费公开课

| 序号 | 说明及链接 |
|----|---|
| 1 | 西门子在线数控基础知识公开课（只能电脑观看） https://www.ad.siemens.com.cn/CNC4YOU/Home/Article/244 |
| 2 | 西门子在线数控铣削操作公开课（需要手机注册，手机、电脑均可观看） http://www.ad.siemens.com.cn/CNC4YOU/Home/NumericalControl |

如何查询西门子数控及数字化相关手册

| 序号 | 说明及链接 |
|----|---|
| 1 | 如何查找下载西门子数控专业手册及资料 http://www.ad.siemens.com.cn/CNC4YOU/Home/Article/1161 |

感谢聆听!

下次课预报

时间：4月2日(周四) 晚 19:00-20:00

提示：请课前提前安装好工业级数控基础仿真软件，便于大家同步学习

主讲：韩加喜

单位：北京汽车技师学院

资质：

中国机电职业教育行业教学名师奖

西门子多轴数控教育行业培训专家

西门子推荐五轴数控教材副主编

北汽集团技师带头人

北京奔驰、北京戴姆勒、航天科工、航

天科技等公司五轴培训师

第4讲 五轴编程与系统仿真

课程大纲：

- 1、数控五轴基础案例技术要点分析；
 - 1) 了解五轴铣削工艺及程序编制原则
 - 2、五轴铣削基础案例程序编程与工业级仿真系统操作
 - 1) 掌握五轴铣削工业级基础仿真系统操作方法
 - 2) 掌握五轴铣削基础案例的程序编制方法；
 - 3) 掌握工业级基础仿真软件五轴铣削编程校验模拟方法
- 3、总结与作业