

# 多轴数控加工 职业技能等级标准

标准代码：460016

（2021年2.0版）

武汉华中数控股份有限公司 制定

2021年12月 发布

# 目次

前言 .....	1
1 范围 .....	2
2 规范性引用文件 .....	2
3 术语和定义 .....	3
4 适用院校专业 .....	5
5 面向职业岗位（群） .....	6
6 职业技能要求 .....	7
参考文献 .....	22

# 前 言

本标准按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本标准起草单位：武汉华中数控股份有限公司、机械工业教育发展中心、国家数控系统工程技术研究中心、湖北省机电工程学会、武汉重型机床集团有限公司、中国航发南方工业有限公司、中航航空高科技股份有限公司、湖北三江航天红阳机电有限公司、中国船舶重工集团公司第七一二研究所、吉林省吉通机械制造有限公司、中国航天科工集团公司三院一五九厂、湖北三江航天红峰控制有限公司、宝鸡机床集团有限公司、深圳市创世纪机械有限公司、东风楚凯(武汉)汽车零部件有限公司、湖南工业职业技术学院、湖南广播电视大学（湖南网络工程职业学院）、无锡职业技术学院、湖北工业大学、武汉职业技术学院、武汉市第二轻工业学校、湖南汽车工程职业学院、广东技术师范大学、重庆工业职业技术学院、九江职业技术学院、浙江工业职业技术学院、湖南机电职业技术学院、晋中市职业中专学校。

本标准主要起草人：陈吉红、郑丽梅、李强、欧阳陵江、龚方红、熊清平、刘怀兰、宁柯、张伦玠、张铮、王骏、唐立平、谭赞武、许孔联、欧阳波仪、谭大庆、孙海亮、易守华、夏旺、张鑫、易延辅、张虎、张韬、杨飞、韩力、詹华西、胡松林、张珍明、禹诚、何延钢、熊艳华、侯企强、杜海清、汪程、谭平、闻新骅。

**声明：**本标准的知识产权归属于武汉华中数控股份有限公司，未经武汉华中数控股份有限公司同意，不得印刷、销售。

## 1 范围

本标准规定了多轴数控加工职业技能等级所对应的工作领域、工作任务及职业技能要求。

本标准适用于多轴数控加工职业技能培训、考核与评价，相关用人单位的人员聘用、培训与考核可参照使用。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注明日期的引用文件，仅注明日期的版本适用于本标准。凡是不注明日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 18568-2001	加工中心 安全防护技术条件
GB 15760-2004	金属切削机床 安全防护通用技术条件
GB/T 18229-2000	CAD工程制图规则
GB/T 4458.1-2002	机械制图 图样画法 视图
GB/T 4457.4-2002	机械制图 图样画法 图线
GB/T 4458.4-2003	机械制图尺寸注法
GB/T 4458.5-2003	机械制图尺寸公差与配合注法
GB/T 18784.2-2005	CAD/CAM 数据质量保证方法
GB/T 21012-2007	精密加工中心技术条件
GB/T 15236-2008	职业安全卫生术语
GB/T 1008-2008	机械加工工艺装备基本术语
GB/T 6477-2008	金属切削机床术语
GB/T 4863-2008	机械制造工艺基本术语

GB/T 12204-2010	金属切削基本术语
GB/T 18726-2011	现代设计工程集成技术的软件接口规范
GB/T 30174-2013	机械安全 术语
GB/T 34880.3-2018	五轴联动加工中心检验条件
GB/T 35076-2018	机械安全 生产设备安全通则

### 3 术语和定义

GB/T 6477-2008、GB/T 18726-2011界定的以及下列术语的定义适用于本标准。

#### 3.1

**数控机床** numerically-controlled machine tools; NC machine tools

按加工要求预先编制的程序，由控制系统发出数字信息指令对工件进行加工的机床。

注1：具有数控特性的各类机床均可称为相应的数控机床，如数控铣床、数控钻床等。

注2：本标准中规定了一些具体的数控机床术语和定义为现行标准中已明确的。

[GB/T6477-2008，定义2.1.26]

#### 3.2

**数控加工** numerically controlled machining

根据被加工零件图样和工艺要求，编制成以数码表示的程序输入到机床的数控装置或控制计算机中，以控制工件和工具的相对运动，使之加工出合格零件的方法。

[GB/T 4863-2008, 定义3.1.29]

### 3.3

**铣削 milling**

用旋转的铣刀在工件上切削各种表面或沟槽的方法。

[GB/T 6477-2008, 定义4.4.1]

### 3.4

**计算机辅助设计 Computer-Aided Design; CAD**

利用电子计算机的高速处理大容量存储和图形功能来辅助产品设计的技术，英文缩写CAD。广义地说，CAD是指一切利用计算机辅助进行的设计和分析工作。

[GB/T 18726-2011, 定义3.3]

### 3.5

**计算机辅助制造 Computer-Aided Manufacturing; CAM**

利用电子计算机的高速处理和大容量存储功能辅助产品生产制造的技术，英文缩写CAM。广义地说，计算机辅助制造是指一切由计算机直接或间接控制的产品生产制造过程。

[GB/T 18726-2011, 定义3.5]

### 3.6

**多轴数控机床 multi-axis nc machine tool**

按加工要求预先编制的程序，由控制系统发出数字信息指令，通过驱动空间坐标系中4-5个坐标轴的联合运动对工件进行多轴定向或联动加工的机床。

### 3.7

### **多轴联动 multi-axis movement simultaneously**

机床控制系统发出数字信息指令驱动空间坐标系中4-5个坐标轴产生各轴之间进行多轴插补运算的协调运动，从而在一台数控机床上实现多个运动坐标轴(包括直线坐标和旋转坐标)同时进行的切削运动。

## **3.8**

### **轴数 controlled axes**

机床控制系统发出数字信息指令驱动空间坐标系中实现加工切削运动的坐标进给轴数量。

## **3.9**

### **五轴数控加工 5 axis nc machining**

按加工要求预先编制的程序，由控制系统发出数字信息指令，通过驱动空间坐标系中五个坐标轴的运动对工件进行多轴定向或联动加工，通常五轴指x、y、z三个直线移动轴加任意两个绕x、y、z的旋转轴。相对于常见的三轴（x、y、z三个自由度）加工而言，五轴数控加工是指加工几何形状比较复杂的零件时，需要加工刀具能在五个自由度上进行定向或连续运动。

## **4 适用院校专业**

### **4.1 参照原版专业目录**

中等职业学校：数控技术应用、模具制造技术、机械制造技术、机械加工技术、机电技术应用、机电设备安装与维修等专业。

高等职业学校：数控技术、机械设计与制造、模具设计与制造、机械制造与自动化、精密机械技术、机械产品检测检验技术、机电一体化技术、机械装备制造技术、数控设备应用与维护等专业。

应用型本科学校：机械工程、机械电子工程、自动化、电气工程及其自动化、智能制造工程、机械设计制造及其自动化等专业。

#### 4.2 参照新版职业教育专业目录

中等职业学校：数控技术应用、模具制造技术、机械制造技术、机械加工技术、机电技术应用、智能设备运行与维护等专业。

高等职业学校：数控技术、机械设计与制造、模具设计与制造、数字化设计与制造技术、机械制造及自动化、工业产品质量检测技术、机电一体化技术、智能机电技术、机械装备制造技术、智能控制技术、智能制造装备技术等专业。

高等职业教育本科学校：数控技术、智能制造工程技术、装备智能化技术、机械电子工程技术、电气工程及自动化、智能控制技术、自动化技术与应用、机械设计制造及其自动化等专业。

应用型本科学校：机械工程、机械电子工程、自动化、电气工程及其自动化、智能制造工程、机械设计制造及其自动化等专业。

### 5 面向职业岗位（群）

**【多轴数控加工】（初级）**：主要面向通用设备制造业、仪器仪表制造业、计算机、通信和其他电子设备制造业等企业的数控机床操作、生产、管控、维护保养等职业岗位，从事四轴数控机床操作、数控编程、四轴数控机床加工、四轴数控机床维护、产品检测检验等工作。

**【多轴数控加工】（中级）**：主要面向高端装备制造产业、汽车制造业、铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业、通用设备制造业、专用设备制造业、仪器仪表制造业、电气机械和器材制造业、计算机、通信和其他电子设

备制造业等企业的操作、生产、管控、维护保养职业岗位，从事多轴数控机床操作、多轴数控机床编程、多轴数控机床维护保养、加工工艺文件编制、产品检验等工作。

**【多轴数控加工】（高级）：**主要面向高端装备制造产业、汽车制造业、铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业、通用设备制造业、专用设备制造业、仪器仪表制造业、电气机械和器材制造业、计算机、通信和其他电子设备制造业等企业的操作、生产、管控、维护保养职业岗位，从事多轴数控机床操作、多轴数控机床编程、加工工艺文件编制、产品检验、生产管理及培训指导等工作。

## 6 职业技能要求

### 6.1 职业技能等级划分

多轴数控加工职业技能等级分为三个等级：初级、中级、高级，三个级别依次递进，高级别涵盖低级别技能要求。

**【多轴数控加工】（初级）：**根据零件图纸、工艺规程和作业计划，利用四轴数控机床、计算机及 CAD/CAM 软件等，对具有凸台、槽、孔类、圆角等特征的零件进行四轴定向数控加工程序的编写和加工，达到图纸要求的加工精度等要求；能对数控机床进行日常维护，处理简单报警信息；能完成刀具智能管理和机床功能检测，具备新工艺和智能制造技术应用能力，具有基本的职业素养。

**【多轴数控加工】（中级）：**根据零件图纸和加工要求，编制多轴数控加工工艺文件；利用多轴数控机床、计算机及 CAD/CAM 软件等，对具有轮廓、孔类和规整曲面、螺旋槽等特征的零件进行参数化建模、四轴联动或五轴定向

数控加工的程序编写和加工，达到图纸要求的加工精度等要求；能对数控机床进行常规保养，排除常见故障；能完成数控机床精度调整、智能管理，具备智能制造装备运行管控能力，具有良好的职业素养。

**【多轴数控加工】（高级）：**根据生产任务和生产计划等要求，完成五轴数控加工工艺文件的编制及相应夹具的设计；利用五轴数控机床、计算机及CAD/CAM软件等，对具有凸台、凹槽、螺纹、孔系、曲面等特征的零件进行五轴联动和高速加工的程序编写和加工；达到图纸要求的加工精度等要求；能分析和优化加工质量、制定并实施数控机床保养方案，检测和调整机床精度；组织班组生产及技术培训；能完成车铣复合加工、机床远程运维，具备智能制造工程实施能力，具有良好的职业素养，具备培训组织能力。

## 6.2 职业技能等级要求描述

表 1 多轴数控加工职业技能等级要求（初级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 工艺与程序编制	1.1 工艺文件分析	<p>1.1.1 能根据机械制图国家标准，运用机械制图的理论知识，读懂零件图纸，分析零件的加工要求。</p> <p>1.1.2 能使用 CAD 软件，运用绘图方法和技巧，绘制符合机械制图国家标准的零件图。</p> <p>1.1.3 能使用机械加工工艺手册，执行四轴数控加工工艺规程，完成加工工艺的分析。</p> <p>1.1.4 能根据加工零件及数控机床的特点，运用数控加工刀具的理论知识，合理选择刀具的切削用量。</p>
	1.2 手工编程	<p>1.2.1 能根据四轴数控机床编程手册，运用编程方法与技巧，完成由直线、圆弧组成的二维轮廓加工程序的编写。</p> <p>1.2.2 能根据四轴数控机床编程手册，运用编程方法与技巧，完成孔类加工程序的编写。</p> <p>1.2.3 能根据四轴数控机床编程手册，运用编程方法与技巧，使用固定循环、子程序完成程序的简化编写。</p> <p>1.2.4 能根据四轴数控机床编程手册，运用编</p>

工作领域	工作任务	职业技能要求
		程方法与技巧，完成第四轴旋转定位及解锁、闭锁程序的编写。
	1.3 自动编程	<p>1.3.1 能根据工作任务的要求，熟练使用 CAD/CAM 软件，完成二维线框模型的构建。</p> <p>1.3.2 能根据工作任务的要求，熟练使用 CAD/CAM 软件，完成三维实体模型的构建。</p> <p>1.3.3 能根据零件加工特点及工作任务要求，使用 CAD/CAM 软件，完成零件的四轴数控定向加工编程。</p> <p>1.3.4 能根据多轴数控机床编程手册，选用后置处理器，生成数控加工程序。</p>
2.数控加工与检测	2.1 加工准备	<p>2.1.1 能根据工艺规程，运用工艺和夹具的相关知识，确定加工定位基准并选用合适的夹具。</p> <p>2.1.2 能根据零件加工特点，使用四轴数控机床通用夹具（如三爪卡盘、芯轴等）装夹零件并找正。</p> <p>2.1.3 能根据加工工艺文件，使用刀具手册，正确识别、选用各种刀具。</p> <p>2.1.4 能根据加工工艺文件及所选用刀具的要求，正确选用刀柄；使用刀柄安装工具，完成刀具和刀柄的安装。</p> <p>2.1.5 能根据麻花钻的磨损情况，使用刃磨工具设备，完成麻花钻的刃磨。</p> <p>2.1.6 能根据安全文明生产制度，着装整洁规范，正确使用安全防护用品，符合安全文明生产要求。</p>
	2.2 四轴数控机床操作	<p>2.2.1 能根据机床型号、结构及特点，通过查阅数控机床手册，完成四轴数控机床运动方式与结构的描述。</p> <p>2.2.2 能根据机床操作手册，使用操作面板上的常用功能键，完成四轴数控机床的规范操作。</p> <p>2.2.3 能根据机床操作手册，使用 U 盘或网络等多种传输方法，完成加工程序的输入。</p> <p>2.2.4 能根据机床操作手册，运用操作面板输入方式，完成加工程序编辑。</p> <p>2.2.5 能根据机床操作手册，运用数控机床的对刀方法与技巧，使用对刀工具，完成四轴数控机床对刀操作并设定坐标系。</p> <p>2.2.6 能根据机床操作手册，使用四轴数控机床刀具管理功能，完成刀具及刀库的参数设置，实现自动换刀。</p>

工作领域	工作任务	职业技能要求
		2.2.7 能根据安全生产操作规程，遵守工作程序和工作标准，严格执行工艺文件。
	2.3 四轴定向加工与产品检测	<p>2.3.1 能根据工作任务的要求，运用机械加工精度控制方法，使用四轴数控机床分度定向功能，在锁定旋转轴的情况下完成凸台、槽、孔类、圆角等特征的加工。并达到如下要求：</p> <p>(1) 尺寸公差等级：IT8 (2) 形位公差等级：IT8 (3) 表面粗糙度：Ra3.2 μm</p> <p>2.3.2 能根据数控机床操作手册，使用数控系统断点记忆恢复功能，在机床中断加工后能正确恢复加工。</p> <p>2.3.3 能根据零件检测要求，运用产品检测知识，完成常规量具的选用。</p> <p>2.3.4 能遵守量具使用规范，正确使用常规量具和检测方法，完成零件的加工精度检测。</p> <p>2.3.5 能根据产品加工质量检测的规范，正确记录零件检测结果，按企业规范分类存放并正确标识合格品和不合格品。</p> <p>2.3.6 能根据生产和设备管理制度，保持工作环境清洁有序，爱护设备和工具，做到生产物品及工量具摆放整齐规范。</p>
3. 四轴数控机床维护	3.1 四轴数控机床点检	<p>3.1.1 能根据四轴数控机床点检表，运用设备点检的方法，对导轨润滑站、主轴润滑油箱等进行日常检查，并正确记录点检结果。</p> <p>3.1.2 能根据四轴数控机床点检表，运用设备点检的方法，对压缩空气气源，管道及空气干燥器进行日常检查，并正确记录点检结果。</p> <p>3.1.3 能根据四轴数控机床点检表，运用设备点检的方法，对机床气压/液压系统进行日常检查，并正确记录点检结果。</p> <p>3.1.4 能根据四轴数控机床点检表，运用设备点检的方法，对机床电气柜通风散热装置及机床各种防护装置进行日常检查，并正确记录点检结果。</p> <p>3.1.5 能根据四轴数控机床点检表，对冷却液箱及其管道系统进行日常检查，并正确记录点检结果。</p>
	3.2 四轴数控机床日常维护	3.2.1 能根据四轴数控机床使用说明书和维护手册，使用润滑油或冷却液工具，完成润滑油、冷却液的定期更换或补充。

工作领域	工作任务	职业技能要求
		<p>3.2.2 能根据四轴数控机床使用说明书和维护手册，使用机床维护工具，完成机床各润滑、液压、气压系统过滤器或分滤网的清洗或更换。</p> <p>3.2.3 能根据四轴数控机床使用说明书和维护手册，使用机床维护工具，完成刀库及换刀机构的日常保养与维护。</p> <p>3.3.4 能根据机床维护手册和环保要求，使用相应的工具和方法，完成加工切屑、废油及废液等工业垃圾收集和处理。</p>
	3.3 四轴数控机床故障处理	<p>3.3.1 能根据数控系统的报警信息，使用数控编程手册，排除编程错误故障。</p> <p>3.3.2 能根据数控系统的报警信息，使用数控机床手册，排除超程故障。</p> <p>3.3.3 能根据数控系统的报警信息，使用维修工具，排除欠压、缺油故障。</p> <p>3.3.4 能根据数控系统的报警信息，操作数控系统操作面板，排除急停故障。</p>
4.新技术应用	4.1 新工艺应用	<p>4.1.1 能理解车铣复合加工的技术优势和特点，运用车铣复合加工工艺规范，说明车铣复合加工所适用的零件类型和结构特征。</p> <p>4.1.2 能根据高速加工工艺的规范，运用高速加工及刀具系统理论知识，完成高速加工的基本参数设置。</p> <p>4.1.3 能根据材料学理论知识，运用陶瓷、碳纤维、高温合金等各类难加工材料的加工特性，完成所对应的加工工艺参数的比较。</p>
	4.2 刀具智能管理	<p>4.2.1 能根据数控系统说明书，使用数控系统中的智能刀具管理功能，完成刀具切削时间的综合评估。</p> <p>4.2.2 能根据数控系统说明书，使用数控系统中的智能刀具管理功能，完成刀具使用次数的综合评估。</p> <p>4.2.3 能根据数控系统说明书，使用数控系统中的智能刀具管理功能，完成刀具切削里程的综合评估。</p> <p>4.2.4 能根据数控系统说明书，使用数控系统中的智能刀具管理功能，完成刀具能耗的综合评估。</p> <p>4.2.5 能根据视觉断刀检测系统输入换刀指令，使系统正确输出换入刀库的刀具编号。</p> <p>4.2.6 能根据视觉断刀检测系统正确标定刀具的刀尖位置。</p>

工作领域	工作任务	职业技能要求
		4.2.7 能根据视觉断刀检测系统正确完成刀具标定后，实现断刀检测功能初始化。
	4.3 机床功能检测	4.3.1 能根据数控系统说明书，使用数控系统运行分析功能，完成数控机床功能检测工作。 4.3.2 能根据数控系统说明书，使用数控系统检测工具，完成数控机床动态性能检测工作。 4.3.3 能根据数控系统说明书，使用数控系统分析功能，完成数控机床关键部件磨损情况分析。 4.3.4 能根据数控系统说明书，使用数控系统分析功能，完成数控机床关键部件预测性维护工作。
	4.4 绿色制造与节能环保	4.4.1 能了解绿色制造与节能环保新技术。 4.4.2 能正确使用符合环保要求的切削液及用量。 4.4.3 根据面向环境的绿色制造技术，能选择应用在加工过程中能满足水、气、固体三种废弃物减量化、降低振动与噪声等环境保护要求的相关技术。 4.4.4 能按环保要求正确处理生产中常见废弃物。

表 2 多轴数控加工职业技能等级要求（中级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 工艺与程序编制	1.1 工艺文件编制	1.1.1 能根据机械制图国家标准，运用机械制图的理论知识，识读零件图、装配图，说明零件加工要求和装配关系。 1.1.2 能根据机械制图国家标准，使用 CAD 软件，运用绘图方法和技巧，绘制零件图及装配图。 1.1.3 能使用机械加工工艺手册，使用多轴数控加工工艺手册，完成零件的多轴数控加工工艺的优化。 1.1.4 能根据多轴数控加工工艺规程，使用刀具手册，完成刀具的合理选用及切削用量等工艺参数的确定。 1.1.5 能根据给定的加工工艺方案，使用工艺手册，完成零件的数控加工工艺文件的填写。

工作领域	工作任务	职业技能要求
	1.2 手工编程	<p>1.2.1 能根据多轴数控机床编程手册，运用编程方法与技巧，完成由直线、圆弧组成的连续轮廓数控铣削加工程序的编写。</p> <p>1.2.2 能根据多轴数控机床编程手册，运用编程方法与技巧，完成三维点位的孔类加工程序编写。</p> <p>1.2.3 能根据多轴数控机床编程手册，使用固定循环的方法，完成程序的简化编写。</p> <p>1.2.4 能根据多轴数控机床编程手册，运用旋转刀具中心点（刀尖跟随）指令，完成相应加工程序的编写。</p>
	1.3 自动编程与程序校验	<p>1.3.1 能根据工作任务的要求，熟练使用CAD/CAM软件，完成公式曲线等基本曲线模型的构建。</p> <p>1.3.2 能根据工作任务的要求，熟练使用CAD/CAM软件，完成常规曲面模型的构建。</p> <p>1.3.3 能根据零件特点及工作任务要求，使用CAD/CAM软件，完成四轴联动或五轴定向加工的编程。</p> <p>1.3.4 能根据多轴数控机床编程手册，选用后置处理器，生成数控加工程序。</p> <p>1.3.5 能根据多轴数控加工编程规范，使用加工仿真软件，完成数控加工程序的安全检查和校验。</p>
2. 数控加工与检测	2.1 加工准备	<p>2.1.1 能根据工艺规程的要求，运用机械加工工艺和夹具的理论知识，确定加工定位基准并选用合适的夹具。</p> <p>2.1.2 能根据零件结构特点和加工要求，使用多轴数控机床通用夹具或专用夹具，完成零件的装夹与找正。</p> <p>2.1.3 能根据选定的刀具的特性，使用刀具测量设备，按照刀具参数测量方法，完成刀具半径和长度的测量。</p> <p>2.1.4 能根据加工工艺要求，运用刀具和刀柄的相关知识，选择配套刀柄并获取相应的刀柄信息，完成刀柄的安装。</p> <p>2.1.5 能根据刀具的磨损情况，使用刃磨工具设备，修磨刀具。</p> <p>2.1.6 能根据生产管理制度，运用生产管理方法和手段，开展生产准备检查，对生产物料短缺、工艺系统异常等情况，按工作程序进行处理。</p>

工作领域	工作任务	职业技能要求
	2.2 多轴数控机床操作	<p>2.2.1 能根据机床型号、结构及特点，使用数控机床手册，完成多轴数控机床运动方式与结构的描述。</p> <p>2.2.2 能根据多轴数控机床操作手册，使用操作面板上的常用功能键，完成多轴数控机床的规范操作。</p> <p>2.2.3 能根据多轴数控机床操作手册，运用不同的程序传输方法，完成加工程序的输入、编辑。</p> <p>2.2.4 能根据多轴数控加工的精度要求，使用对刀仪器及多种对刀测量方法，完成多轴数控机床对刀操作和工件坐标系的设置。</p> <p>2.2.5 能根据多轴数控机床操作手册，使用机床刀具管理功能，完成刀具及刀库的参数设置，实现自动换刀。</p> <p>2.2.6 能根据设备安全操作规程，遵守工作程序和工作标准，严格执行工艺文件和设备操作规范。</p>
	2.3 多轴数控加工与产品检测	<p>2.3.1 能根据零件加工要求，使用多轴数控机床分度定向功能，在锁定旋转轴的情况下完成轮廓、孔类和曲面等特征的加工。并达到如下要求：</p> <p>(1) 尺寸公差等级：IT7</p> <p>(2) 形位公差等级：IT8</p> <p>(3) 表面粗糙度：Ra1.6 μm</p> <p>2.3.2 能根据工作任务及加工工艺的要求，运用四轴联动的加工方法，完成具有规整曲面、螺旋槽等特征的零件加工。</p> <p>2.3.3 能根据零件检测要求，运用产品检测和量具校正的方法，完成量具的选用和校正，并正确安装和调整检测装置。</p> <p>2.3.4 能根据产品加工质量管理要求，运用测量工具与测量方法，完成零件加工精度的检验和分析。</p>
3. 多轴数控机床维护	3.1 机床日常维护	<p>3.1.1 能根据机床保养制度，使用相应的工具和方法，对机床内外表面及主轴、刀库进行清洁，达到机床的使用要求。</p> <p>3.1.2 能根据机床保养制度，使用相应的工具和方法，对机床润滑系统，压力表状态进行检查并排除异常状态，达到机床的使用要求。</p> <p>3.1.3 能根据机床保养制度，对机床气路系统进行检查，清洁空气过滤网，达到机床的使</p>

工作领域	工作任务	职业技能要求
		<p>用要求。</p> <p><b>3.1.4</b> 能根据机床保养制度，对机床油脂润滑部位进行检查，并按要求加注润滑油脂，达到机床的使用要求。</p> <p><b>3.1.5</b> 能根据生产现场管理制度及绿色环保要求，使用相应的工具和方法，保持生产工作环境清洁有序，并对加工切屑及废油、废液等工业垃圾进行收集和处理。</p>
	<p><b>3.2</b> 机床一级保养</p>	<p><b>3.2.1</b> 能根据多轴数控机床维护保养手册，运用多轴数控机床的维护保养的工具和方法，完成主轴润滑系统、导轨润滑系统的检查及保养。</p> <p><b>3.2.2</b> 能根据多轴数控机床维护保养手册，运用多轴数控机床的维护保养方法，完成冷却系统、气压、液压系统检查及保养。</p> <p><b>3.2.3</b> 能根据多轴数控机床维护保养手册，运用多轴数控机床的维护保养方法，完成数控系统的数据清理和软件更新。</p> <p><b>3.2.4</b> 能根据多轴数控机床维护保养手册，运用多轴数控机床的维护保养工具和方法，完成机械部件的检查及保养。</p>
	<p><b>3.3</b> 多轴数控机床故障处理</p>	<p><b>3.3.1</b> 能根据数控系统的报警信息，使用数控机床手册，按工作流程完成常见 PLC 报警信息的处理。</p> <p><b>3.3.2</b> 能根据数控系统的报警信息，使用数控机床手册，完成急停报警信息的处理及解除恢复。</p> <p><b>3.3.3</b> 能根据数控系统的报警信息，使用数控机床手册，按工作流程完成常见系统操作错误报警信息的处理。</p> <p><b>3.3.4</b> 能根据数控系统的报警信息，使用数控机床手册，按工作流程完成常见程序传输报警信息的处理。</p>
<p><b>4.</b> 新技术应用</p>	<p><b>4.1</b> 数控机床误差补偿</p>	<p><b>4.1.1</b> 能根据数控系统使用说明书，使用自适应补偿功能，完成机床的热误差自适应的补偿。</p> <p><b>4.1.2</b> 能根据数控系统使用说明书，运用检测工具，完成热误差补偿之后的数控机床检测。</p> <p><b>4.1.3</b> 能根据数控系统使用说明书，运用误差分析及补偿工具，完成机床直线度误差的补偿。</p>

工作领域	工作任务	职业技能要求
		<p>4.1.4 能根据数控系统使用说明书,运用误差分析及补偿工具,完成机床俯仰误差的补偿。</p> <p>4.1.5 能根据数控系统使用说明书,运用误差分析及补偿工具,完成机床偏摆误差补偿。</p>
	4.2 数控机床智能管理	<p>4.2.1 能根据数控系统说明书,使用监控工具,完成数控机床运行状态和数据的调用与监控。</p> <p>4.2.2 能根据数控系统说明书,使用数据分析工具,完成数控机床运行数据的分析。</p> <p>4.2.3 能根据数控系统说明书,使用加工状态评估工具,完成数控机床加工状态的分析评估。</p> <p>4.2.4 能根据数控系统使用要求,使用参数优化工具,完成数控机床关键控制参数的优化。</p>
	4.3 数控机床远程运维服务	<p>4.3.1 能根据数控机床远程运维操作手册,完成数控机床远程运维平台的连接。</p> <p>4.3.2 能根据数控机床远程运维操作手册,使用远程运维平台,完成数控机床设备工作状态、生产情况的远程监控。</p> <p>4.3.3 能根据数控机床远程运维操作手册,使用远程运维平台,完成数控机床工作效率的统计。</p> <p>4.3.4 能根据数控机床远程运维操作手册,使用远程运维平台,及时发现和处理报警信息。</p>
	4.4 绿色制造与节能环保	<p>4.4.1 能说明数控加工领域绿色制造与节能环保新技术发展趋势及应用情况。</p> <p>4.4.2 能按环保要求选择合适的冷却方式、冷却介质及用量。</p> <p>4.4.3 能按绿色制造与节能环保要求,优化加工策略和加工参数。</p> <p>4.4.4 能按环保要求正确处理生产现场废弃物。</p>

表 3 多轴数控加工职业技能等级要求（高级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 工艺与程序编制	1.1 工艺与夹具设计	1.1.1 能根据机械制图国家标准,运用机械加工的理论知识,完成零件结构特点和加工技

工作领域	工作任务	职业技能要求
		<p>术要求的分析。</p> <p><b>1.1.2</b> 能根据机械制图国家标准,使用 CAD 软件,运用绘图方法和技巧,完成包含曲线、曲面特征的零件图的绘制。</p> <p><b>1.1.3</b> 能根据机床说明书,运用五轴数控机床的理论知识,完成五轴数控机床床身结构、主轴系统、进给系统等机构装配图的识读。</p> <p><b>1.1.4</b> 能根据机械加工工艺原则,使用机械加工工艺手册,结合零件及机床特点,完成零件的五轴数控加工工艺的编制。</p> <p><b>1.1.5</b> 能根据机床夹具设计手册,运用机床夹具设计方法,设计五轴数控加工的专用夹具及辅助装置。</p> <p><b>1.1.6</b> 能根据零件加工工作任务要求,运用高速加工技术,完成五轴数控加工高速加工工艺的编制。</p>
	1.2 自动编程	<p><b>1.2.1</b> 能根据零件加工的要求,使用 CAD/CAM 软件,完成零件的实体、曲线曲面等造型。</p> <p><b>1.2.2</b> 能根据工作任务的要求,使用 CAD/CAM 软件,完成不同 CAD/CAM 软件之间的文件格式转换及数据模型的编辑与修复工作。</p> <p><b>1.2.3</b> 能根据五轴和高速数控加工要求,运用刀具路径的设定和优化方法,完成五轴数控加工的程序编写。</p> <p><b>1.2.4</b> 能根据五轴数控系统的要求,使用后置处理方法,完成五轴数控机床后置处理器的选择并生成数控加工程序。</p>
	1.3 加工仿真与验证	<p><b>1.3.1</b> 能根据五轴机床的结构说明书,运用测绘方法,使用数控加工仿真软件,完成机床三维模型的构建。</p> <p><b>1.3.2</b> 能根据加工对象的内容信息,使用数控加工仿真软件,完成数控程序的三维化仿真加工。</p> <p><b>1.3.3</b> 能根据加工对象的加工信息,使用数控加工仿真软件,通过三维化仿真加工,完成数控程序的验证。</p> <p><b>1.3.4</b> 能根据加工对象的加工信息,使用数控加工仿真软件,通过三维化仿真加工,完成干涉和过切的检查并对刀路优化。</p>
2.数控加工与检测	2.1 加工准备	<p><b>2.1.1</b> 能根据零件加工要求及机床特点,使用夹具的调整工具,完成加工定位基准的选择</p>

工作领域	工作任务	职业技能要求
		<p>确定，并正确安装、调整夹具。</p> <p>2.1.2 能根据工艺规程，运用组合夹具的调试方法，使用组合夹具完成异型零件的装夹。</p> <p>2.1.3 能根据零件加工精度要求，运用误差分析方法，完成五轴数控机床夹具定位误差的分析计算。</p> <p>2.1.4 能根据高速加工工艺要求，运用高速加工刀具系统的理论知识，完成高速加工刀具、刀柄的选择与安装。</p> <p>2.1.5 能根据零件加工需要，使用刃磨工具或设备，完成专用刀具的刃磨。</p>
	2.2 五轴数控机床精度控制	<p>2.2.1 能根据五轴数控机床测头使用规范的要求，运用机床测头校正方法，完成数控机床测头精度的校正。</p> <p>2.2.2 能根据五轴数控机床加工精度控制的要求，运用精度调整方法和使用工具，完成机床精度的调整。</p> <p>2.2.3 能根据五轴数控机床加工精度控制的要求，运用修正刀具补偿值或修改程序的方法，完成零件加工精度的控制。</p>
	2.3 五轴数控加工与质量分析	<p>2.3.1 能根据工作任务的要求，运用五轴数控机床分度定向功能，在锁定旋转轴的情况下完成凸台、凹槽、螺纹、孔系、曲面等特征的加工。并达到以下要求：</p> <p>(1) 尺寸公差等级：IT7</p> <p>(2) 形位公差等级：IT7</p> <p>(3) 表面粗糙度：Ra1.6 μm</p> <p>2.3.2 能根据工艺规程要求，运用五轴数控机床，采用五轴联动加工方法，完成零件的加工。</p> <p>2.3.3 能根据工艺规程要求，运用高速加工工艺知识，完成高速加工机床参数的合理设置。</p> <p>2.3.4 能根据零件图要求，使用测量工具和设备，零件的加工精度的检测。</p> <p>2.3.5 能根据零件测量结果，运用误差分析的方法，完成加工质量的判断和误差产生的原因。</p> <p>2.3.6 能根据产品的生产纲领和质量要求，运用质量管理的理论知识，完成质量优化的策略及加工工艺优化方案的制定。</p>
	2.4 生产组织与技术培训	2.4.1 能完成班组会议的组织、团队工作计划的制定以及团队成员工作任务的合理分配和

工作领域	工作任务	职业技能要求
		<p>有效协调。</p> <p><b>2.4.2</b> 能根据生产管理的制度，运用生产控制调度的方法，完成团队工作进度的控制、团队成员和团队整体的工作成效检查和评价以及工作改进方案制定。</p> <p><b>2.4.3</b> 能根据质量管理的制度，运用质量控制的方法与手段，完成企业各项质量标准和管理规范的宣传和贯彻、个人和团队的工作质量提高以及生产安全和现场管理水平提高。</p> <p><b>2.4.4</b> 能根据人力资源管理的制度，运用职业培训的方法，完成员工理论知识和加工操作的现场培训以及本职业初级、中级岗位人员提升理论知识和机床操作能力的指导。</p> <p><b>2.4.5</b> 能根据所指导对象的实际情况，运用职业培训的方法，完成个性化的培训方案的制定，并能根据团队工作目标和团队成员实际情况完成团队能力提升计划的制定与实施。</p>
3.五轴数控机床维护	3.1 五轴数控机床维护保养	<p><b>3.1.1</b> 能根据五轴数控机床的维护手册,使用机床维护维修的方法与工具，完成机床机械、电气、气压、液压及数控系统的日常检查和维护。</p> <p><b>3.1.2</b> 能根据五轴数控机床的维护手册,运用设备管理的理论知识，完成机床保养方案的制定与实施以及保养和使用情况的记录。</p> <p><b>3.1.3</b> 能根据设备管理制度，运用设备保养的方法，结合机床实际使用情况和技術状态，完成机床检修的计划、检修情况的记录，确保多轴数控机床处于正常状态。</p> <p><b>3.1.4</b> 能根据设备管理制度，使用相应的工具和方法，保持工作环境清洁有序，机床维护保养和检修记录等文档资料完整清晰。</p>
	3.2 五轴数控机床精度检测	<p><b>3.2.1</b> 能根据五轴数控机床精度检验要求，使用检测仪器，完成五轴数控机床的几何精度检测。</p> <p><b>3.2.2</b> 能根据五轴数控机床精度检验要求，使用检测仪器，完成五轴数控机床的定位精度检测。</p> <p><b>3.2.3</b> 能根据五轴数控机床精度检验要求，运用测试标准件试加工的方法，完成五轴数控机床的工作精度检测。</p> <p><b>3.2.4</b> 能根据五轴数控机床精度检验要求，使用检测仪器和工具，完成五轴数控机床床身的水平调整。</p>

工作领域	工作任务	职业技能要求
	3.3 五轴数控机床故障诊断	<p>3.2.5 能根据机床精度检测的技术要求，使用相应的工具和方法，对机床进行精度测试和调整。</p> <p>3.3.1 能根据数控系统的报警信息，使用数控机床手册，完成机床液压、气动系统常见故障的判断分析及确认故障原因。</p> <p>3.3.2 能根据数控系统的报警信息，使用数控机床手册，完成机床润滑、冷却系统常见故障的判断分析及确认故障原因。</p> <p>3.3.3 能根据数控系统的报警信息，使用数控机床手册，完成主轴部件常见故障的判断分析及确认故障原因。</p> <p>3.3.4 能根据数控系统的报警信息，使用数控机床手册，完成自动换刀及排屑装置常见故障的判断分析及确认故障原因。</p>
4.新技术应用	4.1 多轴车铣复合加工	<p>4.1.1 能根据多轴车铣复合加工的理论知识，运用分析方法，完成多轴车铣复合机床类型的区分以及车铣复合机床加工特性和适应范围的分析。</p> <p>4.1.2 能根据多轴车铣复合机床结构和加工特性，完成常用车铣复合工艺系统产品的识别以及车铣复合刀具系统、夹具系统结构和功能的说明。</p> <p>4.1.3 能根据零件结构特点和加工要求，运用多轴车铣复合加工的理论知识，完成多轴车铣复合加工方式的选择。</p> <p>4.1.4 能根据多轴车铣复合机床的特性，完成车铣复合加工设备的操作，实现对零件的车削、铣削、镗削等复合加工。</p>
	4.2 数控机床远程运行及维护	<p>4.2.1 能根据数控机床批量和实际需求，使用计算机网络技术，完成数控机床联网方案的选用。</p> <p>4.2.2 能根据数控机床远程运维操作手册，使用远程运维平台，完成不同时间段产量情况的统计、产量分析以及加工时间和开机率的统计分析。</p> <p>4.2.3 能根据数控机床远程运维操作手册，使用远程运维平台和故障案例库调用，完成故障解决方案的生成及数控机床故障的自主维修。</p> <p>4.2.4 能根据数控机床远程运维操作手册，使用远程运维平台，完成数控机床故障的在线报修。</p>

工作领域	工作任务	职业技能要求
	4.3 智能制造工程实施	<p>4.3.1 能根据智能制造单元使用说明书，使用智能制造单元控制系统，完成生产任务调度及产品加工的管理。</p> <p>4.3.2 能根据工作任务要求，使用编程软件，完成工业机器人与数控机床加工的离线编程。</p> <p>4.3.3 能根据工作任务要求，使用相关软件，完成关键制造工艺的数值模拟以及加工、装配的可视化仿真的建立。</p> <p>4.3.4 能根据离散型智能制造模式的概念、特点、目标和要素条件，结合企业经营战略和产品特性，运用智能制造的理论知识，完成企业在智能制造转型过程中的生产布局、设备配置等技术方案制定。</p>
	4.4 绿色制造与节能环保	<p>4.4.1 能贯彻绿色制造与节能环保理念，主动在生产中应用相关技术发展趋势及应用情况。</p> <p>4.4.2 能选择并优化符合绿色制造要求的加工方案。</p> <p>4.4.3 能选择并优化符合环保要求的机床维护保养方案。</p> <p>4.4.4 能按环保要求制定生产现场废弃物处理方案。</p>
	4.5 数控系统应用开发	<p>4.5.1 能根据企业生产需求，分析机床运动结构及零件的加工工艺，建立零件的加工数学模型。</p> <p>4.5.2 能根据企业生产需求，通过 G 代码和 API 函数编写，完成功能模块的选择、增加、更新和升级等操作。</p> <p>4.5.3 能根据企业生产需求，利用接口函数完成零件加工专用软件界面二次开发。</p> <p>4.5.4 能运行二次开发程序完成加工验证，并根据验证结果优化二次开发程序。</p>

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国职业分类大典（2015版）
- [2] 2017年国民经济行业分类（GB/T 4754—2017）
- [3] 国家职业技能标准编制技术规程（2018年版）
- [4] 战略性新兴产业分类（2018）
- [5] 教育部关于印发《职业教育专业目录（2021年）》的通知（教职成〔2021〕2号）
- [6] 《教育部关于公布2019年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》（教高函〔2020〕2号）
- [7] 《教育部关于公布2020年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》（教高函〔2021〕1号）
- [8] 6-18-01-02,铣工[S].北京:中华人民共和国人力资源和社会保障部,2018.
- [9] 国务院.中国制造2025.2015.
- [10] 工业和信息化部,发展改革委,科技部,财政部.关于印发制造业创新中心等5大工程实施指南的通知.2016.