

# 多轴数控加工 职业技能等级标准

## 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 对应院校专业.....	5
5 面向工作岗位（群） .....	5
6 职业技能要求.....	5
参考文献.....	13

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

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。

本标准主要起草人：陈吉红、李强、欧阳陵江、熊清平、刘怀兰、宁柯、张伦玠、易守华、夏旺、张鑫、易延辅、韩力、詹华西、胡松林、张珍明、禹诚、何延钢。

**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 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 15236-2008	职业安全卫生术语
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/T 6477-2008, 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，需要加工刀具能够在五个自由度上进行定向或连续运动。

## 4 对应院校专业

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、机械装备制造技术、机电一体化技术、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、机械设计制造及其自动化等专业。

## 5 面向工作岗位（群）

主要面向航空航天制造、汽车零部件制造、3C零件制造和模具制造等企业的机械制造生产、机械设备系统集成、机械产品售后服务等部门，从事多轴数控机床操作、多轴数控加工工艺编制、多轴数控编程、多轴数控机床维护保养、产品检验检测、多轴数控机床加工技术服务、生产管理与组织以及技术培训等相关的工作。

## 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，完成四轴定向数控加工程序的编写并操作机床加工合格零件。

**【多轴数控加工】（中级）：**根据零件图纸和加工要求，设计多轴数控加工工艺；利用多轴数控机床、计算机及 CAD/CAM 软件等，完成零件的参数化建模及四

轴联动或五轴定向数控加工程序编写，操作机床加工合格零件。

【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 软件等完成五轴联动和高速加工程序编写, 操作机床加工合格零件并对零件的误差进行分析; 组织班组生产及技术培训等工作。

## 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. 工艺分析与设计	1.1 读图与绘图	1.1.1 能够根据工程图识图方法, 使用机械制造手册, 读懂零件图纸。 1.1.2 能够根据国家制图标准, 运用绘图方法和技巧, 使用 CAD 软件绘制零件图。
	1.2 工艺设计	1.2.1 能够根据工艺规程, 使用机械加工工艺手册, 结合加工零件及机床的特点, 读懂四轴数控加工工艺规程或编制零件的四轴数控定向加工工艺。
2. 加工准备	2.1 零件定位与装夹	2.1.1 能够根据工艺规程, 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。 2.1.2 能够根据零件加工特点, 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。
	2.2 刀具准备	2.2.1 能够根据加工工件的材料、结构及零件特征, 运用金属材料切削知识, 选择四轴数控机床常用刀具。 2.2.2 能够根据加工工艺及选用刀具的要求, 正确选用刀柄; 使用刀柄安装工具, 完成刀具和刀柄的安装。 2.2.3 能够根据麻花钻的磨损情况, 使用刃磨工具设备, 完成麻花钻头的刃磨
3. 四轴数控编程	3.1 手动编程	3.1.1 能够根据多轴数控机床编程手册, 运用编程方法与技巧, 在四轴数控机床上编写凸台、槽、孔类等特征的加工程序。
	3.2 自动编程	3.2.1 能够根据工作任务的要求, 熟练使用一种 CAD/CAM 软件, 完成零件的二维线框及三维实体造型。 3.2.2 能够根据零件加工特点及工作任务要求, 运用 CAD/CAM 软件完成零件的四轴



工作领域	工作任务	职业技能要求
		数控定向加工编程。
4. 四轴数控机床操作	4.1 四轴数控机床结构	4.1.1 能够根据机床型号、结构及特点,通过查阅数控机床手册,描述四轴数控机床运动方式与结构。
	4.2 面板操作	4.2.1 能够根据机床操作手册,使用操作面板上的常用功能键,规范操作四轴数控机床。
	4.3 程序输入与编辑	4.3.1 能够根据机床操作手册,使用U盘或网络等多种方法,输入加工程序。 4.3.2 能够根据机床操作手册,运用操作面板输入方式,编辑加工程序。
	4.4 坐标系设定	4.4.1 能够根据机床操作手册,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。
	4.5 刀具管理	4.5.1 能够根据机床操作手册,使用四轴数控机床刀具管理功能,完成刀具及刀库参数设置,实现自动换刀。
5. 零件加工	5.1 四轴轴定向加工	5.1.1 能够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: (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 5.1.2 能够根据数控机床操作使用说明书,使用数控系统断点记忆恢复功能,在机床中断加工后正确恢复加工。
6. 产品精度检验	6.1 量具的选择	6.1.1 能够根据零件检测要求,运用量具的测量知识,选用常规量具。
	6.2 量具的使用	6.2.1 能够根据零件图要求,运用量具的测量方法,使用常用量具完成零件的加工精度检验。
7. 维护与故障诊断	7.1 四轴数控机床日常维护	7.1.1 能够根据数控机床保养手册要求,完成四轴数控机床的定期维护保养,包括:机械、电、气、液压、数控系统的检查和日常保养等。
	7.2 四轴数控机床故障处理	7.2.1 能够根据数控系统的报警信息,查阅数控机床手册,按工作流程对数控机床的报警信息进行处理。
8. 新技术应用	8.1 机床检测及	8.1.1 能根据机床使用手册要求,使用数

工作领域	工作任务	职业技能要求
	保障	控系统中运行分析功能,完成机床功能检测、数控机床关键部件预测性维护等工作。

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. 工艺分析与设计	1.1 读图与绘图	1.1.1 能够根据工程图识图方法,使用机械制造手册,读识零件图。 1.1.2 能够根据国家制图标准,运用绘图方法和技巧,使用 CAD 软件,绘制零件图及装配图。
	1.2 工艺设计	1.2.1 能够根据机械加工工艺文件,使用机械加工工艺手册,读懂多轴数控加工工艺规程并优化零件的多轴数控加工工艺。
2. 加工准备	2.1 零件定位与装夹	2.1.1 能够根据工艺规程的要求,运用机械加工工艺和夹具的知识,确定加工定位基准并选用合适的夹具。 2.1.2 能够根据零件加工特点和定位基准,使用多轴数控机床通用夹具或专用夹具装夹零件并找正。
	2.2 刀具准备	2.2.1 能够根据零件的加工特点,运用金属材料切削知识,合理选择刀具。 2.2.2 能够根据选定的刀具种类,使用刀具测量设备,按照刀具参数测量方法,测量刀具的半径及长度。 2.2.3 能够根据加工工艺要求,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,完成刀柄安装。 2.2.4 能够根据刀具的磨损情况,使用刃磨工具设备,修磨刀具。
3. 多轴数控编程	3.1 手动编程	3.1.1 能够根据多轴数控机床编程手册,运用编程指令,编制多轴数控机床的加工程序。 3.1.2 能够根据多轴数控机床编程手册,运用编程方法与技巧,使用定向加工循环指令编制定向加工程序。
	3.2 自动编程	3.2.1 能够根据工作任务的要求,使用 CAD/CAM 软件完成零件的三维实体造型及规整曲面造型。 3.2.2 能够根据零件特点及工作任务要求,使用 CAD/CAM 软件进行四轴联动或五轴定向加工编程。

工作领域	工作任务	职业技能要求
4. 多轴数控机床操作	4.1 多轴数控机床结构	4.1.1 能够根据机床类型及加工特点,运用多轴数控加工的知识,分析五轴数控机床运动方式与结构。
	4.2 面板操作	4.2.1 能够根据多轴数控机床操作说明书,使用操作面板上的功能键,熟练操作多轴数控机床。
	4.3 程序输入与编辑	4.3.1 能够根据多轴数控机床操作说明书,运用程序传输方法,输入、编辑加工程序。
	4.4 坐标系设定	4.4.1 能够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设置。
	4.5 刀具管理	4.5.1 能够根据机床操作手册,使用五轴数控机床刀具管理功能,完成刀具及刀库参数设置,实现自动换刀。
5. 零件加工	5.1 五轴定向加工	5.1.1 能够根据零件加工的要求,使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轮廓、孔类和曲面等特征的加工。并达到如下要求: (1) 尺寸公差等级: IT7 (2) 形位公差等级: IT7 (3) 表面粗糙度: Ra3.2 μm
	5.2 四轴联动加工	5.2.1 能够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。
6. 产品精度检验	6.1 量具的选择	6.1.1 能够根据零件加工精度的检测要求,运用量具的选择和校正方法,选用并校正量具。
	6.2 量具的使用	6.2.1 能够根据零件加工精度的要求,运用测量工具与测量方法,检验并分析零件加工精度。
7. 维护与故障诊断	7.1 多轴数控机床日常维护	7.1.1 能够根据多轴数控机床维护保养手册要求,运用多轴数控机床的维护保养规程和方法,完成多轴数控机床的定期或不定期维护保养。
	7.2 多轴数控机床故障处理	7.2.1 能够根据数控系统的报警信息,查阅数控机床手册,按工作流程对数控机床的报警信息进行处理。
8. 新技术应用	8.1 机床检测及保障	8.1.1 能根据多轴数控系统使用说明书要求,使用数控系统中运行分析功能,完成机床功能检测、数控机床关键部件预测性

工作领域	工作任务	职业技能要求
		维护等工作。
	8.2 刀具管理	8.2.1 能根据多轴数控系统使用说明书要求,使用数控系统中的智能刀具管理功能,对刀具寿命的综合评估并进行断刀检测。
	8.3 工艺参数优化	8.3.1 根据多轴数控系统使用说明书要求,运用分析数控系统切削数据的方法,优化工艺参数并调整对应的切削参数。

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. 工艺分析与设计	1.1 读图与绘图	1.1.1 能够根据工程图识图方法,使用机械手册,读懂并分析零件图纸。 1.1.2 能够根据国家制图标准,运用绘图方法和技巧,使用 CAD 软件,绘制包含曲线、曲面特征的零件图。 1.1.3 能根据机床说明书,使用机床相关手册,读懂多轴数控机床床身结构、主轴系统、进给系统等机构的装配图。
	1.2 工艺设计	1.2.1 能够根据机械加工工艺制定原则,使用机械加工工艺手册,结合零件及机床特点,编制零件的多轴数控加工工艺。 1.2.2 能够根据机床夹具设计手册,运用机床夹具设计方法,设计专用夹具及辅助装置。 1.2.3 能够根据零件加工工作任务要求,运用高速加工技术,编制高速加工工艺。
2. 加工准备	2.1 零件定位与装夹	2.1.1 能够根据零件加工及机床特点,运用加工基准的确定方法,完成定位基准和夹具的选择。 2.1.2 能够根据工艺规程及夹具的使用要求,运用组合夹具的调试方法,完成异型零件的装夹。 2.1.3 能够根据零件加工精度要求,运用误差分析方法,计算多轴数控机床夹具定位误差。
	2.2 刀具准备	2.2.1 能够根据加工工件的材料、结构及零件特征,运用高速加工的刀具知识,完成高速加工刀具的选择。 2.2.2 能够根据高速加工工艺要求,运用高速加工刀柄的相关知识,完成刀柄的选择。 2.2.3 能够根据零件加工需要,使用刃磨工具或设备,刃磨专用刀具。

工作领域	工作任务	职业技能要求
3. 多轴数控编程	3.1 手动编程	<p>3.1.1 能够根据多轴数控机床编程手册,使用多轴数控机床的 TCPM(刀具中心点管理)功能,完成加工程序的编写。</p> <p>3.1.2 能够根据多轴数控机床编程手册,运用编程方法与技巧,完成轮廓、孔系等特征加工程序的编写。</p>
	3.2 自动编程	<p>3.2.1 能够根据零件加工的要求,使用 CAD/CAM 软件,完成零件的实体、曲面等造型。</p> <p>3.2.2 能够根据工作任务的要求,运用 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>3.2.3 能够根据多轴和高速的数控加工要求,运用刀具路径的设定方法,达到零件图要求的加工精度和表面质量。</p> <p>3.2.4 能够根据多轴和高速的加工安全要求,运用加工刀路及实体仿真方法,检验刀具路径的准确性并解决多轴数控加工干涉问题。</p> <p>3.2.5 能够根据多轴数控系统的要求,使用后置处理的方法,选择多轴数控机床后置处理器并生成加工代码。</p> <p>3.2.6 能够根据多轴机床安全操作规程的要求,使用多轴数控仿真软件,实施加工过程仿真、加工代码检查与干涉检查的工作。</p>
4. 多轴数控机床操作	4.1 精度控制	<p>4.1.1 能够根据多轴数控机床测头使用规范的要求,运用机床测头校正方法,校正数控机床测头精度。</p> <p>4.1.2 能够根据多轴数控机床加工精度控制的要求,运用精度调整设备,调整机床精度。</p> <p>4.1.3 能够根据多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,控制零件加工精度。</p>
5. 零件加工	5.1 五轴定向数控加工	<p>5.1.1 能够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: Ra3.2 μm</p>

工作领域	工作任务	职业技能要求
	5.2 五轴联动数控加工	5.2.1 能够根据工艺规程要求,运用五轴数控机床,采用五轴联动加工方法,完成曲面加工。 5.2.2 能够根据工艺规程要求,运用高速加工工艺知识,合理设置高速加工机床参数。
6. 产品精度检验	6.1 检测方法	6.1.1 能够根据零件图要求,使用测量工具和设备,检验零件的加工精度。
	6.2 误差分析	6.2.1 能够根据零件测量结果,运用测量标准及计算方法,分析产生误差的原因。
7. 维护与故障诊断	7.1 多轴数控机床日常维护	7.1.1 能够根据多轴数控机床维护保养手册要求,制定机床日常保养计划并实施。
	7.2 多轴数控机床故障处理	7.2.1 能够根据数控系统的报警信息,通过查阅数控机床手册,确认故障原因,排除多轴数控机床的一般故障。
	7.3 多轴数控机床精度检验	7.3.1 能够根据多轴数控机床精度检验要求,运用标准件试加工的方法,对多轴数控机床的几何精度和切削精度进行检验。
8. 新技术应用	8.1 机床检测及保障	8.1.1 能根据多轴数控系统使用说明书,使用数控系统中运行分析功能,完成机床功能检测、数控机床关键部件预测性维护等工作。
	8.2 机床智能管理	8.2.1 能根据多轴数控系统使用说明书,运用数控系统中参数的设置方法,完成对关键控制参数的优化,通过二维码获取数控机床运行状态数据。
	8.3 热误差自适应补偿	8.3.1 能根据多轴数控系统使用说明书,使用数控系统中自适应补偿功能,完成机床的热误差自适应的补偿。
	8.4 机床的远程运维	8.4.1 能根据多轴数控系统使用说明书,使用远程运维平台完成机床运营管理及维护保养等工作。

## 参考文献

- [1] 《中等职业学校专业目录》
- [2] 《中等职业学校专业教学标准》
- [3] 《普通高等学校高等职业教育（专科）专业目录》
- [4] 《高等职业学校专业教学标准（2018年）》
- [5] 《普通高等学校本科专业目录（2012年）》
- [6] 《本科专业类教学质量国家标准》
- [7] 2019年全国职业院校技能大赛 GZ-2019030 云计算技术与应用赛项规程
- [8] 国家职业技能标准编制技术规程（2018年版）
- [9] 中华人民共和国职业分类大典
- [10] 战略性新兴产业分类（2018）
- [11] 6-18-01-01, 车工[S]. 北京: 中华人民共和国人力资源和社会保障部, 2018.
- [12] 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.