

数控机床安装与调试 职业技能等级标准

标准代码： 460037

（2021年2.0版）

通用技术集团大连机床有限责任公司 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.....	4
5 面向职业岗位（群）	4
6 职业技能要求.....	5
参考文献.....	13

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：通用技术集团大连机床有限责任公司、北京赛育达科教有限公司、机械行业工业机器人与智能装备职业教育集团、通用技术集团齐齐哈尔二机床（集团）有限责任公司、武汉华中数控股份有限公司、西门子（中国）有限公司、北京发那科机电有限公司、雷尼绍（上海）贸易有限公司、沈阳机床股份有限公司、广州数控设备有限公司、北京昊威科技有限公司、广州中望龙腾软件股份有限公司、海克斯康制造智能技术（青岛）有限公司、北京凯恩帝数控技术有限公司、亚龙智能装备集团股份有限公司、江苏大备智能科技有限公司、深圳华物信联科技有限公司、深圳吉兰丁智能科技有限公司、重庆电子工程职业学院、天津中德应用技术大学、常州机电职业技术学院、山东职业学院、河北机电职业技术学院、河北工业职业技术学院、山西机电职业技术学院、唐山工业职业技术学院、河北轨道运输职业技术学院、包头职业技术学院、郑州电力高等专科学校。

本标准主要起草人：黄振宇、马雪峰、宋松、李传军、邹冰倩、董建军、赵宏安、陈飞、刘义强、丁岩、张勇、张涛、陈玲芝、刘江、邢美峰、杨珍明、郭海清、童伟、韩开生、刘江波、乔彤瑜、任涛、李凯、吴疆、胡义明、周建、刘福全、尹阔、马树德、李恩达、杨晓晨、陈福春、杜旭光、张莹、张峰、惠楠、王云良、朱浩林、申世安、喻宙。

声明：本标准的知识产权归属于通用技术集团大连机床有限责任公司，未经通用技术集团大连机床有限责任公司同意，不得印刷、销售。

1 范围

本标准规定了数控机床安装与调试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。

本标准适用于数控机床安装与调试职业技能等级培训、考核与评价，相关用人单位的人员的聘用、培训与考核可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的，凡是标注日期的版本适用于本文件，凡是不标注日期的引用文件，其最新版本适用于本文件。

GB/T 26220-2010 工业自动化系统集成 机床数值控制 数控系统通用技术条件

GB/T 25373-2010 金属切削机床装配通用技术条件

GB/T 9061-2006 金属切削机床通用技术条件

GB/T 18400.1-2010 加工中心检验条件 第1部分：卧式和带附加主轴头机床几何精度检验（水平Z轴）

GB/T 18400.2-2010 加工中心检验条件 第2部分：立式或带垂直主回转轴的万能主轴头机床几何精度检验（垂直Z轴）

GB/T 18400.4-2010 加工中心检验条件 第4部分：线性和回转轴线的定位精度和重复定位精度检验

GB/T 18400.7-2010 加工中心检验条件 第7部分：精加工试件精度检验

GB/T 17421.1-1998 机床检验通则 第1部分：在无负荷或精加工条件下机床的几何精度

GB/T 17421.2-1998 机床检验通则 第2部分：数控轴线的定位精度和重复定位精度的确定

GB/T 17421.2-1998 机床检验通则 第4部分：数控机床的圆检验

GB/T 17421.2-1998 机床检验通则 第7部分：回转轴线的几何精度

GB/T25375-2010 金属切削机床 结合面涂色法检验及评定

GB/T25575-2009 金属切削机床 圆锥表面涂色法检验及评定

GB/T 16462.1-2007 数控车床和车削中心检验条件 第1部分：卧式机床几何精度检验

GB/T 16462.4-2007 数控车床和车削中心检验条件 第4部分：线性和回转轴线的定位精度及重复定位精度检验

GB/T 25659.1-2010 简式数控卧式车床 第1部分：精度检验

GB/T 25659.2-2010 简式数控卧式车床 第2部分：技术条件

JB/T2740-2015 机床电气设备及系统电路图、图解和表的绘制

GB/T 20957[1].1~9-2007 精密加工中心检验条件

GB/T 16462[1]-2007 数控车床和车削中心检验条件

GB 2894 安全标志及其使用导则

GB/T 3766 液压系统通用技术条件

GB/T 12801 生产过程安全卫生要求总则

GB/T 15289 数字存储示波器通用技术条件和测试方法

GB/T 36454-2018 信息技术 系统间远程通信和信息交换 中高速无线局域网媒体访问控制和物理层规范

GB/T 22124.1-2008 面向装备制造业产品全生命周期工艺知识第1部分：通用制造工艺分类

GB/T 2900.96-2015 电工术语 计算机网络技术

GB/T 36626-2018 信息安全技术 信息系统安全运维管理指南

GB/T 29618.301-2015 现场设备工具（FDT）接口规范 第 301 部分：通信行规集成 FF 现场总线规范

3 术语和定义

GB/T 6477-2008、GB/T 26220-2010、GB/T 36454-2018国家、行业标准界定的术语的定义适用于本文件。

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。

[GB/T 6477-2008，定义 2.1.26]

3.2 车铣复合机床 milling and turning machine tool

以铣床为基础，具有铣主轴和车主轴，带有自动换刀装置，能够进行铣、车复合加工的复合机床。

[GB/T 6477-2008，定义 2.1.29.2]

3.3 自动生产线 transfer machines

按既定工艺顺序排列的若干台自动机床，用传送装置和控制系统联系起来，使工件自动地一次经过各个加工工位的连续作业线。

[GB/T 6477-2008，定义 2.1.30]

3.4 数控系统 numerical control system

使用数值数据的控制系统，在运行过程中不断地引入数值数据，从而实现机床加工过程的自动控制。数控系统的基本组成包括数控装置和驱动装置两部分。其中驱动装置又包括完整驱动单元和电机二部分。

[GB/T 26220-2010，定义 3.1]

3.5 控制与测量信号接口 signal interfaces of control and measurement

连接数控系统各装置和单元之间的控制与测量信号的接口。接口之间通过相应的信号线或信号电缆相连接从而完成指定的功能。

[GB/T 26220-2010，定义 3.8]

3.6 工业互联网 industrial internet

开放、全球化的网络，将人、数据和机器连接起来，是全球工业系统与高级计算、分析、传感技术及互联网的高度融合。

[《工业互联网术语与定义（版本 1.0）》，定义 53]

3.7 现场总线 field bus

现场总线是以数字通信替代了传统 4-20mA 模拟信号及普通开关量信号的传输，是连接智能现场设备和自动化系统的全数字、双向、多站的通信系统。

[GB/T 29910-2013 工业通信网络现场总线规范]

3.8 交换机 switch

交换机（switch）是一种用于电（光）信号转发的网络设备，可以为接入交换机的任意两个网络节点提供独享的电信号通路。

[GB/T 30094-2013 工业以太网交换机技术规范]

3.9 路由器 router

路由器是连接两个或多个网络的硬件设备，在网络间起网关的作用，读取每一个数据包中的地址然后决定如何传送的专用智能性的网络设备。

[YD/T1156-2001 路由器测试规范—高端路由器]

3.10 传感器 sensor

传感器（transducer/sensor）是一种检测装置，能感受到被测量的信息，并能将感受到的信息，按一定规律变换成为电信号或其他所需形式的信息输出，以满足信息的传输、处理、存储、显示、记录和控制等要求。

[GB/T 7666-2005 传感器命名法及代号]

4 适用院校专业

4.1 参照原版专业目录

中等职业学校：机械制造技术、机械加工技术、机电技术应用、数控技术应用、机电设备安装与维修、机电产品检测技术应用、电气技术应用等专业。

高等职业学校：机械制造与自动化、机械设计与制造、机械产品检测检验技术、机械装备制造技术、工业工程技术、自动化生产设备应用、机电设备安装技术、机电设备维修与管理、数控设备应用与维护、数控技术、机电一体化技术、液压与气动技术等专业。

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、工业设计、材料成型及控制工程、测控技术与仪器、工业工程、工程管理、过程装备与控制工程等专业。

4.2 参照新版职业教育专业目录

中等职业学校：机械制造技术、机械加工技术、机电技术应用、数控技术应用、机电设备安装与维修、机电产品检测技术应用、电气技术应用、计算机网络技术、物联网技术应用等专业。

高等职业学校：机械制造与自动化、机械设计与制造、机械产品检测检验技术、机械装备制造技术、工业工程技术、自动化生产设备应用、机电设备安装技术、机电设备维修与管理、数控设备应用与维护、数控技术、机电一体化技术、液压与气动技术、精密机械技术、工业设备安装工程技术等专业。

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、工业设计、电气工程与智能控制、电气工程及其自动化、材料成型及控制工程、测控技术与仪器、工业工程、工程管理、过程装备与控制工程、网络工程、物联网工程、大数据管理与应用等专业。

高等职业教育本科学校：数控技术、机械电子工程技术、机械设计制造及其自动化、工业设计、电气工程及其自动化。

5 面向职业岗位（群）

主要面向数控机床装调维修工、装配钳工、维修电工、数控机床工艺员、数控调试员、数据编程员、生产调度员、品质管理员、数控机床系统工程师、电气工程师、数控培训师和设备全生命周期管理员等职业岗位，主要完成数控机床机械本体安装、数控系统调试、电气控制、获取数据硬件选择、数控机床整机调试、设备互联、数控机床操作与编程、设备质量检测、生产排程和数据分析与优化、

精密数控机床和智能制造生产切削单元的安装与调试、数据深度优化和数控培训等工作，从事通用数控机床的安装与调试、数据的使用、数控机床、智能制造生产切削单元的整机设备联调和生产工艺排程及数据使用、数控设备生产应用、技术服务和智能生产线科普、设备全生命周期管理等工作。

6 职业技能要求

6.1 职业技能等级划分

数控机床安装与调试职业技能等级分为三个等级：初级，中级，高级，依次递进，高级别涵盖低级别要求。

【数控机床安装与调试】（初级）：能遵守安全操作规范，根据数控机床装配图纸和工艺要求，完成机械部件和机床配电柜的安装与调试等工作任务，能按照要求安装和使用机床数据监控系统，能利用数据信息进行设备管理等。

【数控机床安装与调试】（中级）：能遵守安全操作规范，根据数控机床装配图纸和工艺要求，完成数控机床整机联调等工作任务；能依据数据调整机床监控系统的边界条件，能通过网络协议完成与智能生产线等其他设备的互联互通，能通过机床管理平台对产量、产能进行生产服务等。

【数控机床安装与调试】（高级）能遵守安全操作规范，完成高精度数控机床和智能生产线切削单元的安装与调试、数控机床精度检测、机械部分修整等工作任务；服务数控机床应用企业，提供机床预测性维护、故障诊断信息；能通过机床管理平台的相关数据分析，优化工艺方案。

6.2 职业技能等级要求描述

表 1 数控机床安装与调试职业技能等级要求（初级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 机械安装与调试	1.1 机床功能部件装配准备	1.1.1 能正确识读零部件图和部件装配图
		1.1.2 能按照装配要求选择工具、量具、工装等
		1.1.3 能读懂机械部件的装配工艺卡
		1.1.4 能正确使用各种工具、量具等
	1.2 机床功能部件装配与调整	1.2.1 能较钻孔并达到： 公差等级 IT8，表面粗糙度 Ra1.6 μ m
		1.2.2 能加工 M12 以下的螺纹孔，没有明显倾斜
		1.2.3 能钻较 Φ 10 以下销孔，并达到公差等级 IT8，表面粗糙度 Ra 1.6 μ m
		1.2.4 能完成有预紧力要求的装配
		1.2.5 能完成功能部件的装配 (1) X/Y/Z 进给传动部件的装配与更换（直线轴滚珠丝杠的装配与更换、轴承预紧）； (2) 立式电动四工位刀架的装配； (3) 主轴箱的装配； (4) 辅助设备（气动系统、润滑系统、冷却系统、排屑、防护等）的安装；
	1.3 机床几	1.3.1 根据《机床检验通则》GBT_17421. [1~4]-1996 标准要

	何精度检测与调整	求，并完成下述工作： (1) 能够正确使用量具检测导轨直线度并计算出导轨直线度； (2) 能够检测并计算工作台平面度。
		1.3.2 根据《数控车床和车削中心检验条件》GBT_16462[1]-2007 标准要求，完成对数控车床或车削中心进行几何精度检测
		1.3.3 能完成数控车床或车削中心几何精度检测
		1.3.4 能完成数控铣床或加工中心几何精度检测
2. 电气安装与调试	2.1 电气安装准备工作	2.1.1 能识读数控机床电气原理图、电器布置图、电气接线图等
		2.1.2 能根据电气部件装配要求选择常用工具、仪器、仪表等
		2.1.3 能按照电气原理图要求选择电器元件及导线、电缆线的规格
		2.1.4 能掌握电气装配规范
	2.2 电气部件装配	2.2.1 能够对以下部件进行配线及装配： (1) 电气柜的配电板； (2) 机床操作台； (3) 电气柜到机床各部分的连接。
		2.2.2 能刃磨标准麻花钻头；在配电板上打孔并攻丝，完成装配任务
		2.2.3 能根据电器布置图安装电器部件
		2.2.4 能完成机床控制面板、电气柜到机床各部分的连接
	2.3 电气部件调试	2.3.1 能在 JOG\手轮\MDI 方式下操作数控机床运行
		2.3.2 能使用最少一种数控系统进行 G 代码编程操作
		2.3.3 能了解和掌握机床 M 代码
		2.3.4 能按照相关图纸要求对通电调试的机床线路检测点进行通电时的检测
		2.3.5 能读懂一种数控系统的 I/O 接口诊断画面或诊断软件
		2.3.6 能读懂一种数控系统的 PMC 程序
2.3.7 能对安装调试后的机床进行功能验证		
3. 数据分析与使用	3.1 数据选择	3.1.1 能选择机床坐标系、精度、刚性等装备监控信息
		3.1.2 能选择设备用电监控等信息
		3.1.3 能选择设备当前工作状态、开关机、时长等信息
		3.1.4 能选择设备使用环境温度、湿度等信息，能配置合适的阈值
	3.2 数控系统数据分析	3.2.1 能对接数控系统接口，完成 RS232 和高清数据线连接
		3.2.2 能对用电能耗等信息分析当前设备用电情况，降低机床的使用成本
		3.2.3 能对设备开关机、时长等信息分析设备的利用率，提升工作效率
		3.2.4 能对设备温度、湿度等信息分析当前设备工作环境
	3.3 数据使	3.3.1 能依据机床监控系统模块安装要求，合理的选择相应位

用	置安装传感器在数控机床上
	3.3.2 能使用及操作机床监控系统模块中的电能数据，降低能耗
	3.3.3 能使用及操作机床监控系统中模块的设备数据，用于预防机床加工时的设备故障
	3.3.4 能使用及操作机床监控系统模块，用于实时调整机床加工时的品质，减少不良品，避免浪费，绿色环保

表 2 数控机床安装与调试职业技能等级要求（中级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 机械安装与装调	1.1 主轴部件及十字滑台等部件装配	1.1.1 能识读主轴部件装配图、十字滑台、液压刀塔、刀库的装配图
		1.1.2 能熟知精密轴承安装工艺，会检测成组轴承游隙，根据最终精度和工艺要求配磨隔套（垫）施加预紧力，主轴
		1.1.3 能拆装叠簧式松拉刀机构及主轴装配，并测量相关数据
		1.1.4 能够完成斜床身数控车床或加工中心的主轴装配
		1.1.5 能够完成斜床身数控车床床鞍和加工中心十字滑台的装配
		1.1.6 能完成液压刀架或十字滑台的安装与调试
	1.2 数控机床总装准备	1.2.1 能读懂数控机床部件装配图和总装图
		1.2.2 能绘制轴、套、垫、斜铁等零件图
		1.2.3 能根据数控机床总装工艺要求准备工具、量具、检具、工装等
		1.2.4 能对装调后的部件进行精度检测
	1.3 数控机床总装与精度调试	1.3.1 能刮削平板，并达到在 25 mm×25 mm 范围内接触点不少于 16 点，表面粗糙度 Ra0.4μm
		1.3.2 能完成斜床身数控车床和加工中心的总装与精度调试工作
		1.3.3 能装配直线导轨和硬轨工作台的机床
		1.3.4 能对装调后的机床进行各项几何精度检测，并进行一般误差分析和调整（如：垂直度、平行度、同轴度、位置度等）
	1.4 液压站及辅助装置	1.4.1 能读懂数控机床液压控制回路图，熟知各类液压阀的功能与符号
		1.4.2 能根据液压控制回路图安装数控机床液压站，并连接管路，在指定压力下无泄露
1.4.3 能安装斜床身数控车床或加工中心润滑系统，正确配置分配器		
1.4.4 能装配与调试机械手		
2. 电气安	2.1 数控系统的连	2.1.1 能读懂数控机床电气原理图、电气接线图
		2.1.2 能进行斜床身数控车床/加工中心一种或一种以上的数控

装与调试	接与调试准备	机床的编程与操作	
		2.1.3 能够安装机床所有部件线路的安装	
		2.1.4 能装配最少一种数控系统配盘、安装（数控系统、操作面板、伺服单元、伺服电机）、接线	
	2.2 数控系统参数设置与调整	2.2.1 能进行最少一种数控系统的数据备份与恢复	
		2.2.2 能将批量调试数据拷贝到系统中	
		2.2.3 能进行系统和伺服初始化操作	
		2.2.4 能完成数控系统的参数设置与修改	
	2.3 I/O 电路与 PMC 程序	2.3.1 能正确下载 PMC 程序到系统中	
		2.3.2 能够读懂数控系统的 PMC 程序（梯形图或语序表）	
		2.3.3 能编辑最少一种系统的 PMC 程序（梯形图或语序表）	
		2.3.4 能通过 I/O 诊断画面检测 I/O 点状态	
		2.3.5 能读懂 I/O 回路信号	
3.机电联调	3.1 数控系统功能验证	3.1.1 能正确设置机床各轴零点和第二零点	
		3.1.2 能正确设置机床的软限位	
		3.1.3 能根据数控机床功能通过 T 代码检测刀库和刀号、换刀等刀具信息	
		3.1.4 能根据数控机床功能 M 代码检测冷却水开关、排屑器工作、机床防护门开关等各辅助功能	
	3.2 主轴及进给伺服系统调试	3.2.1 能正确使用系统伺服诊断画面，检测伺服的负载电流、误差、增益等关键数据	
		3.2.2 能通过参数修正主轴转速偏差、修改主轴旋转方向，以及改善主轴的平稳性	
		3.2.3 能通过系统伺服优化软件对伺服系统进行调整，如降低震荡、减小轮廓误差等。	
		3.2.4 能通过诊断参数解决系统报警	
		3.2.5 能通过主轴负荷数据判断刀具使用情况	
	3.3 I/O 电路与 PMC 调试	3.3.1 能够理解 PMC 参数的含义	
		3.3.2 能通过 PMC 诊断画面检测接口信号	
		3.3.3 能通过 PMC 程序判断调试中出现的问题	
		3.3.4 能通过修改 PMC 程序解决 BUG 或装调测试	
	4.精度检测	4.1 几何精度	4.1.1 能利用检验棒、千分表、桥尺等工具检测同轴度
			4.1.2 能利用精密水平仪等工具检测床身导轨的直线度
4.1.3 能利用方尺和检验棒等工具检测工作台面对主轴箱垂直移动的垂直度			
4.1.4 能利用方尺和检验棒等工具检测工作台面对工作台或立柱或滑枕移动的平行度			
4.1.5 能够通过宏指令调用基本测量程序			
4.2 定位精度检测		4.2.1 能使用激光干涉仪等工具对直线运动进行定位精度检测	
		4.2.2 能使用激光干涉仪等工具对直线运动进行重复定位精度、原点返回精度检测	
		4.2.3 能使用双频激光检测仪等工具对直线轴进行螺距误差检测	

		4.2.4 能根据双频激光仪等工具检测仪误差曲线,通过参数或补偿程序对进行螺距误差补偿
	4.3 在线测量	4.3.1 能够正确连接在线测头的电源线、信号线
		4.3.2 根据测头特点(远红外、无线电)将检测接收器安装在恰当的位置
		4.3.3 能够正确安装调整测头触指
		4.3.4 能够进行测头校准
		4.3.5 能够通过宏指令调用基本测量程序
5.数据服务	5.1 数据选择	5.1.1 能通过将机床监控系统模块的联网形成机床上位监控平台,并选择机床坐标系、精度、刚性等装备监控信息
		5.1.2 能通过将机床监控系统模块的联网形成机床上位监控平台,选择设备用电监控等信息
		5.1.3 能通过将机床监控系统模块的联网形成机床上位监控平台,选择设备当前工作状态、开关机、时长等信息
		5.1.4 能通过将机床监控系统模块的联网形成机床上位监控平台,选择设备使用环境温度、湿度等信息
	5.2 数据分析	5.2.1 能对接智能制造生产线切削单元接口,完成与工业机器人、立体料库等数据线连接
		5.2.2 能通过 MES 读取工作任务等数据,分析当前加工状态
		5.2.3 能通过 MES 读取刀具号和刀库等数据,分析加工所需刀具的刀补数据
		5.2.4 能通过 MES 读取进给、转速等数据,能分析工件的加工质量
	5.3 数据优化	5.3.1 能根据平台获取数据分析判断,优化工艺方案。
		5.3.2 能利用平台获取数据优化机床监控模块中碰撞缓冲的边界条件设定。
		5.3.3 能利用平台获取数据优化机床监控模块中完成刀具异常及寿命监控的边界条件设定
		5.3.4 能利用平台获取数据优化机床监控模块中,完成制造过程品质异常监控的边界条件设定

表 3 数控机床安装与调试职业技能等级要求(高级)

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 机械安装与装调	1.1 精密主轴及电主轴的装配	1.1.1 能识读含主轴位置反馈的主轴部件装配图,熟知反馈元件工作原理和拆装工艺
		1.1.2 能熟知高速(10000 转/分以下)精密轴承安装工艺,会检测成组轴承游隙,根据最终精度和工艺要求配磨隔套(垫)施加预紧力
		1.1.3 能够完成(10000 转/分以下)钢珠轴承和陶瓷轴承(30000 转/分以下)主轴的装配

		1.1.4 能完成轴承的配研与装配
		1.1.5 能安装调整 BT 刀柄主轴
		1.1.6 能对装调后的部件进行精度检测
		1.1.7 能利用动平衡仪检测动平衡并调整达到检测要求
		1.1.8 能完成机床定子转子安装
	1.2 复杂多轴数控机床总装准备	1.2.1 能读懂车削中心、四轴加工中心机床部件装配图和总装图
		1.2.2 能绘制复杂轴、套、垫等零件图
		1.2.3 能根据复杂多轴数控机床特点, 准备工具、量具、检具、工装, 特别是激光检测仪器
		1.2.4 能读懂车削中心、加工中心机床部件装配工艺
	1.3 复杂多轴数控机床总装与精度调试	1.3.1 能完成车削中心的总装和四轴加工中心的总装与精度调试工作
		1.3.2 能装配车削中心动力刀座及加工中心第四轴转台
		1.3.3 能装配高速主轴用 BT 刀柄结构和液压伺服阀控制的松紧刀机构
		1.3.4 能对装调后的各项进行几何精度检测, 并进行一般误差分析和调整 (如: 垂直度、平行度、同轴度、位置度等)
	1.4 液压与气动	1.4.1 能设计局部功能 (如上下料夹具等) 液压或气动回路图
		1.4.2 能选择局部功能 (如自动换刀等) 液压或气动的液压缸等组成部件
		1.4.3 能组装局部功能 (如液压导轨等) 液压或气动回路
		1.4.4 能调试局部功能 (如自动吹屑等) 液压或气动回路
	1.5 外围辅助装置	1.5.1 能装配车削中心和四轴加工中心自动门
		1.5.2 能装配车削中心加工中心的夹具
		1.5.3 能安装机床对接产线的上下料传送装置
		1.5.4 能完成机器人与机床本体位置对接安装
2. 电气安装与调试	2.1 数控系统的连接与调试准备	2.1.1 能读懂车削中心、四轴加工中心机床电气原理图、电气接线图
		2.1.2 能进行多轴机床的编程与操作
		2.1.3 能熟悉多轴机床数控系统参数
		2.1.4 能装配最少一种多轴机床数控系统配盘、安装 (数控系统、伺服单元、伺服电机等) 与接线
	2.2 数控系统参数设置与调整	2.2.1 能够通过辅助程序、标准球, 检测并修正机床机械坐标中心
		2.2.2 能联通本系统与上位机的通讯
		2.2.3 能联通本系统与外围设备 (上下料机器人、AGV、集中刀库等) 的通讯
		2.2.4 能够联通本系统与 PMC、HMI 的通讯
	2.3 I/O 电路与 PMC 程序	2.3.1 能够编辑中等复杂程度的 PMC 程序
		2.3.2 能掌握两种以上的 PMC 语言
		2.3.3 能够通过修改 PMC 程序解决 BUG 或装调测试
		2.3.4 能使用机床接口诊断 TRACER 功能跟踪抓取接口动态信号
3. 机	3.1 数控	3.1.1 能使用一种 CAD/CAM 语言编程

电联 调	系统功能 验证	3.1.2 能正确设置机床的零点和软限位
		3.1.3 能完成手动操作功能、换刀功能、回参考点功能等测试
		3.1.4 能使用 RTCP 功能加工 S 试件，验收设备精度
	3.2 扭矩 直驱电机 的调试	3.2.1 能调整多轴数控机床 A/C 轴及转台的直驱力矩电机参数
		3.2.2 能设置 A/C 轴、数控转台的零点和软限位
		3.2.3 能通过参数调整电主轴转速偏差、修改主轴方向，以及改善主轴的平稳性
		3.2.4 能通过系统伺服优化软件对伺服进行调整，如；降低震荡、减小轮廓误差等
	3.3 I/O 电 路与 PMC 调试	3.3.1 能理解 PMC 参数的含义
		3.3.2 能通过 PMC 诊断画面及 PMC 程序检测接口信号
		3.3.3 能独立编写 PMC 程序，用于同外部设备的联调
		3.3.4 能通过组态编辑 HMI 界面
	4.与 智能 生产 线连 接	4.1 切削 单元的准 备
4.1.2 能设计刀具切削加工路径，编写自动程序		
4.1.3 能把程序传输到 MES 系统下达工作任务单		
4.1.4 能手动对刀，完成首件试切削		
4.2 与外 围设备 的衔接 联调		4.2.1 能够运用一种总线协议（如：PROFIBUS/PROFINET/IO LINK/CC LINK/MODEL BUS）等与外部设备联调
		4.2.2 能通过 PMC 程序编写与外部设备联调应答程序
		4.2.3 能通过 PMC 程序编写，实现与工业机器人的连接
		4.2.4 能通过 PMC 程序编写，实现与立体仓库的连接
4.3 工业 机器人上 下料装调		4.3.1 能实现切削单元的自动开关门
		4.3.2 能实现切削单元的夹具自动开关
		4.3.3 能实现 MES 控制下的在线检测
		4.3.4 能掌握一种工业机器人上下料的联调
5.检 测与 分析	5.1 球杆 仪检测与 分析	5.1.1 能用激光调好机床精度，做好螺距补偿
		5.1.2 能验证程序的正确性，保证运行过后验证无误
		5.1.3 能通过球杆仪图形（十余种典型图形情况），分析影响机床运动精度的原因
		5.1.4 能通过分析，采用机械或电气调整手段解决安装过程中的误差
	5.2 位置 精度、定 位精度误 差分析	5.2.1 能正确摆放双频激光干涉仪位置，并调好角度
		5.2.2 能利用专门软件设定测量参数
		5.2.3 能通过双频激光检测报告分析误差的原因
		5.2.4 能通过定位精度分析，采用机械或电气调整手段解决安装过程中的误差
	5.3 综合 精度分析	5.3.1 能通过综合试件、NAS 试件或 S 试件加工，考察机床工作精度，分析机床综合精度
		5.3.2 能通过综合精度分析，采用机械或电气调整手段解决安装过程中的误差精度
		5.3.3 能通过综合试件、NAS 试件或 S 试件加工，考察粗糙度，

		分析机床综合精度
		5.3.4 能通过综合精度分析,采用机械或电气调整手段解决安装过程中的误差
6.智能制造生产线数据服务	6.1 数据选择	6.1.1 能选择位置、速度、负荷、精度、刚性、振动、温度、报警、时间等智能制造装备监控信息
		6.1.2 能选择尺寸、类别、锋利性、寿命、冷却液特性等加工工具信息
		6.1.3 能选择类别、牌号、可切削性、来料尺寸波动等工件材料信息
		6.1.4 能选择程序、图纸、工艺卡、设定参数、设定时间等智能制造生产线操作参数信息
	6.2 数据分析与诊断	6.2.1 能对接智能制造生产线切削单元接口,完成与工业机器人、立体料库等数据线连接
		6.2.2 能通过 MES 读取工作任务等数据,分析当前加工状态
		6.2.3 能通过 MES 读取刀具号和刀库等数据,分析加工所需刀具的刀补数据
		6.2.4 能通过 MES 读取进给、转速等数据,能分析工件的加工质量
	6.3 数据深度优化	6.3.1 能以机床监控系统的基本模型完成实际机床热补偿系统的二次开发
		6.3.2 能以机床监控系统的基本模型完成实际机床的刀具异常监控系统及刀具寿命监控系统的二次开发
		6.3.3 能以机床监控系统的基本模型完成实际机床加工异常监控系统的二次开发
		6.3.4 能以机床监控系统的基本模型完成实际机床的预测性维护系统的二次开发

参考文献

- [1] GB/T 26220-2010 工业自动化系统集成机床数值控制数控系统通用技术条件
- [2] GBT_17421.[1~4]-1996 机床检验通则
- [3] GBT_18400.[1~4]-2010 加工中心检验条件
- [4] GB-T20957[1].1~9-2007 精密加工中心检验条件
- [5] GBT_16462[1]-2007 数控车床和车削中心检验条件
- [6] 6-20-03-01 国家职业技能标准_职业编码
- [7] GB/T 36454-2018 信息技术 系统间远程通信和信息交换 中高速无线局域网媒体访问控制和物理层规范
- [8] GB/T 22124.12008 面向装备制造业产品全生命周期工艺知识第1部分：通用制造工艺分类
- [9] 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）
- [10] 《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）
- [11] 《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）
- [12] 教育部高等职业学校专业教学标准
- [13] 教育部中等职业学校专业教学标准