

运动控制系统开发与应用

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.....	2
4 对应院校专业.....	3
5 面向工作岗位（群）.....	4
6 职业技能要求.....	4
参考文献.....	10

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：由固高科技（深圳）有限公司主持，联合东莞市技师学院、深圳职业技术学院、固高派动（东莞）智能科技有限公司等单位共同制订。

本标准主要起草人：吴宏、禹新路、吕恕、焦建宇、龚小云、刘宗礼、李泽源、杨江照、刘海光、周军、龙飞、吴小龙、刘飞、吴志敏、廖强华等。

声明：本标准的知识产权归属于固高科技（深圳）有限公司，未经固高科技（深圳）有限公司同意，不得印刷、销售。

1 范围

本标准规定了运动控制系统开发与应用职业技能等级对应的工作领域、工作任务及职业技能要求。

本标准适用于运动控制系统开发与应用职业技能培训、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。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 4205-1984 控制电气设备的操作件标准运动方向

GB/T 7345-2008 控制电机基本技术要求

GB/T 4205-2010 人机界面标志标识的基本和安全规则、操作规则

GB/T 16855.1-2018 机械安全控制系统安全相关部件

国家、行业、企业有关标准

3 术语和定义

国家、行业标准界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1 运动控制 motion control

在复杂条件下将预定的控制方案、规划指令转变成期望的机械运动，实现机械运动精确的位置控制、速度控制、加速度控制、转矩或力的控制。

3.2 位置控制 position control

将负载从某一确定的空间位置按照一定的轨迹移动到另一空间的位置，例如数控机床、搬运机械手和工业机器人。

3.3 速度控制和加速度控制 velocity control and acceleration control

使负载按照某一确定的速度曲线进行运动,例如电梯通过速度和加速度调节实现平稳升降和停止。

3.4 力矩控制 torque control

通过转矩的反馈来使输出转矩保持恒定或按某一规律变化,应用主要在对材质的受力有严格要求的缠绕和放卷的装置中,例如绕线装置,转矩的设定要根据缠绕的半径的变化随时更改确保材质的受力不会随缠绕半径的变化而改变。

3.5 人机界面 human machine interface

系统和用户之间进行交互和信息交换的媒介,它实现信息的内部形式与人类可以接受形式之间的转换。

3.6 轴 axle

机械或系统的任何可移动的部分,需要被控制的运行。

3.7 电子齿轮 gear

通过电子方式模拟机械传动的一种方法,以变量比方式“强制”一个闭环回路轴从动于另一个轴(开环或闭环回路)。

3.8 电子凸轮 Follow

通过设定的计算方式进行伺服控制,达到和机械凸轮相同的加工目的,实现一种周期性的往复运动。

3.9 编码器 encoder

将信号或数据进行编制、转换为可用以通讯、传输和存储的信号形式的设备。

3.10 伺服系统 servomechanism

用来精确地跟随或复现某个过程的反馈控制系统,如位移、速度或加速度。

4 对应院校专业

中等职业学校:机械制造技术、机械加工技术、机电技术应用、工业自动化

仪表与应用、电机电器制造及维修、电气运行与控制、电气技术应用、电子与信息技术、数控技术应用、电机电器制造与维修、金属热加工、焊机技术应用、机电设备安装与维修、计算机应用、计算机网络技术、网络安防系统安装与维护等专业。

高等职业学校：机械设计与制造、机械制造与自动化、数控技术、精密机械技术、特种加工技术、材料成型及控制技术、焊机技术及自动化、电机与电气技术、机械装备制造技术、自动化设备应用、数控设备应用与维修、机电一体化技术、电气自动化技术、工业过程自动化技术、智能控制技术、工业网络技术、工业机器人技术等专业。

应用型本科学校：机械设计制造及其自动化、机械工程、机械电子工程、材料成型及控制工程、焊接技术与工程、电气工程及其自动化、电气工程及其自动化、过程装备与控制工程、自动化、电子信息工程等专业。

5 面向工作岗位（群）

主要面向机器人本体制造、数控装备制造、自动化设备制造等各类企业，从事产品开发、系统设计、操作编程、运行维护；工业机器人系统离线编程及仿真、工业机器人系统二次开发；数控系统编程及仿真、数控系统二次开发；自动化系统方案设计、智能制造单元操作编程与维护；机电设备升级改造与维护等岗位。

6 职业技能要求

6.1 职业技能等级划分

运动控制系统开发与应用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，高级别涵盖低级别职业技能要求。

【运动控制系统开发与应用】（初级）：主要面向各装备制造企业的生产部门，从事机器人、数控机床设备以及自动化高端装备的操作、调试及应用。

【运动控制系统开发与应用】（中级）：主要面向各装备制造企业的工程部门，从事机器人、数控机床设备以及自动化高端装备的维护及系统集成。

【运动控制系统开发与应用】（高级）：主要面向各装备制造企业的研发部门，从事机器人、数控机床设备以及自动化高端装备的设计及开发。

6.2 职业技能等级要求描述

表 1 运动控制系统开发与应用职业技能等级要求（初级）

工作领域	工作任务	职业技能要求	
1. 基础零部件选型	1.1 三相异步电机	1.1.1 能独立进行三相异步电机的选型，根据电机驱动对象进行电机功率及转矩配置	
		1.1.2 能正确使用三相异步电机，并能熟练进行系统调试	
	1.2 步进电机及驱动器	1.2.1 能独立进行步进电机的选型，根据电机驱动对象进行电机功率及转矩配置	
		1.2.2 能正确使用步进电机，并能熟练进行系统调试	
	1.3 伺服电机及驱动器	1.3.1 能掌握伺服电机闭环控制方式	
		1.3.2 能对伺服电机进行调频调速	
		1.3.3 能对伺服电机进行调压调速	
		1.3.4 能独立分析伺服电机的 T-V 特性，并进行系统调试	
	1.4 变频器	1.4.1 能独立进行变频器的选型，并根据变频器的特性选择合适的驱动对象	
		1.4.2 能进行变频器的电机调速	
	1.5 运动控制器	1.5.1 能够根据控制对象的特性选择合适的运动控制器	
		1.5.2 能独立对运动控制单元进行系统调试	
	2. 典型控制系统装调	2.1 控制系统机电系统装调	2.1.1 能够读懂机电系统工艺规程，能正确使用安装工具
			2.1.2 能独立调试机电传动系统
2.1.3 能根据机电系统静态精度参数装调机电系统			
2.1.4 能判断机电系统故障，并做初步分析与处理			

工作领域	工作任务	职业技能要求
	2.2 控制系统电控系统装调	2.2.1 能读懂电控系统接线标准工艺，能正确使用安装工具
		2.2.2 能独立进行电控系统的安装
		2.2.3 能对电控系统信号进行测试
		2.2.4 能判断电控系统故障，并做初步分析与排除
3. 控制系统调试编程	3.1 调试伺服电机与驱动器	3.1.1 能正确使用驱动器调试软件
		3.1.2 能对驱动器控制参数进行调试
		3.1.3 能独立运行驱动器调试，并根据驱动器运行情况判断调试结果
	3.2 调试自动装备控制系统	3.2.1 能独立安装、配置自动装备系统操作界面
		3.2.2 能独立设置自动装备系统基本参数
		3.2.3 能独立验证及检验自动装备系统参数
	3.3 自动装备系统简易编程	3.3.1 能读懂运动控制器底层函数库的使用说明
		3.3.2 能读懂运动控制器基本编程指令使用说明
		3.3.3 能通过编程使自动装备完成简易运动

表 2 运动控制系统开发与应用职业技能等级要求（中级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 运动控制函数库的基本使用	1.1 windows 环境下动态链接库的使用	1.1.1 能根据任务书，按照 VC 开发环境的系统配置要求，独立实现控制卡动态链接库的配置与调用
		1.1.2 能根据任务书，按照 VB 开发环境的系统配置要求，独立实现控制卡动态链接库的配置与调用
		1.1.3 能根据任务书，按照 Delphi 开发环境的系统配置要求，独立实现控制卡接口函数库的配置与调用
		1.1.4 能根据任务书，按照 C# 开发环境的系统配置要求，独立实现控制卡接口函数库的配置与调用
	1.2 指令返回及意义	1.2.1 能根据任务书，结合开发环境，通过函数声明文件，独立辨别各个接口函数的输入、输出以及返回参数

工作领域	工作任务	职业技能要求
		1.2.2 能根据任务书，结合开发环境，独立编写 DLL 函数库中各接口函数的调用例程
2. 系统参数配置	2.1 系统配置基本概念	2.1.1 能根据任务书，按照不同应用场景，独立完成控制卡硬件资源的选择与配置
		2.1.2 能根据任务书，按照不同的应用场景，独立完成应用控制软件系统的资源配置和管理
		2.1.3 能根据任务书，按照不同应用场景，独立安装、配置机电系统信号的选择与使用
		2.1.4 能根据任务书，按照不同应用场景，独立完成电机传动匹配参数与运动参数的计算与设置
	2.2 配置文件使用	2.2.1 能根据任务书，按照不同应用场景，独立完成运动控制器系统配置文件的生成与导出
		2.2.2 能根据任务书，按照应用开发环境要求，独立完成运动控制器系统配置文件的下载
		2.2.3 能根据任务书，按照应用开发环境要求，独立完成运动控制器系统配置文件中相关配置参数的指令修改
		2.2.4 能根据任务书，按照不同应用场景，独立完成运动控制器正确的初始化配置
3. 基本运动控制模式编程	3.1 运动状态检测	3.1.1 能根据任务书，结合函数返回值，独立完成运动控制器各轴运动状态的分析与判断
		3.1.2 能根据任务书，结合不同应用场景，独立完成轴运动参数与控制器参数的调整与优化设置
		3.1.3 能根据任务书，结合不同应用场景，独立完成在不同触发模式下轴回零运动的程序编写与调试
	3.2 运动模式开发	3.2.1 能根据任务书，结合运动轴的硬件资源配置，独立完成轴点位运动程序的编写与调试
		3.2.2 能根据任务书，结合运动轴的硬件资源配置，独立完成轴 Jog 运

工作领域	工作任务	职业技能要求
		动程序的编写与调试
		3.2.3 能根据任务书, 结合运动轴的硬件资源配置, 独立完成轴电子齿轮运动程序的编写与调试
		3.2.4 能根据任务书, 结合运动轴的硬件资源配置, 独立完成插补运动程序的编写与调试
		3.2.5 能根据任务书, 结合运动轴的硬件资源配置, 独立完成一维误差补偿和二维误差补偿程序的编写与调试
		3.3 访问硬件资源
	3.3 访问硬件资源	3.3.1 能根据任务书, 结合运动控制器的软、硬件配置, 独立通过对运动控制器硬件资源函数接口的调用, 完成资源访问
		3.3.2 能根据任务书, 结合运动控制器的软、硬件配置, 独立调用应用接口完成运动控制器内部寄存器的访问
		3.3.3 能根据任务书, 结合运动控制器的软、硬件配置, 独立调用应用接口完成运动控制器内部定时器的访问
		3.3.4 能根据任务书, 结合运动控制器的软、硬件配置, 独立调用应用接口完成运动控制器内部脉冲计数器的访问
	3.4 自动化设备系统应用开发	3.4.1 能根据任务书, 结合应用需求, 独立完成设备控制系统软件界面的编写与调试开发
		3.4.2 能根据任务书, 结合不同应用场景, 独立完成复杂轨迹运动的程序编写与调试
		3.4.3 能根据任务书, 结合不同应用场景, 独立完成控制系统软件的多线程处理和线程保护, 搭建稳定的应用软件

表 3 运动控制系统开发与应用职业技能等级要求（高级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 自动控制系统需求分析	1.1 工作流程分析	1.1.1 能根据项目需求, 对控制系统进行分析

工作领域	工作任务	职业技能要求	
		1.1.2 能根据机械设计，对动作逻辑进行分析	
		1.1.3 能根据工作流程及技术需求执行工艺分析	
	1.2 运动精度和运动速度分析	1.2.1 能根据系统需求，对运动精度和末端工艺精度的关系进行分析	
		1.2.2 能根据系统需求，对生产节拍和设备运动速度的关系进行分析及优化	
	1.3 传感方式和运动方式分析	1.3.1 能根据各种传感器的使用场合和使用方法进行控制系统设计及分析	
		1.3.2 能根据各种传动环节的传动效率和精度及使用方法进行控制系统设计及分析	
		1.3.3 能根据各种驱动部件的精度指标和速度指标及使用方法进行控制系统设计及分析	
		1.3.4 能根据运动精度和运动速度要求优选传感方式和运动方式	
	2. 自动控制系统设计	2.1 机电设计	2.1.1 能根据系统需求进行精密传动系统设计
			2.1.2 能根据系统需求进行传感器系统集成与开发
2.1.3 能根据系统需求进行人机环境交互系统设计			
2.2 系统软件开发		2.2.1 能根据系统需求及实际工程经验进行软件框架和流程图分析设计	
		2.2.2 能根据系统需求进行操作界面开发及优化	
		2.2.3 能通过对系统的设计及优化分析实现项目需求书的功能要求	
2.3 人机工程学设计		2.3.1 能通过系统分析及优化提升客户体验	
		2.3.2 能通过系统分析及优化达到节能和环保	
		2.3.3 能通过系统分析及优化对系统性能进行持续改善	

参考文献

- [1] IEC 61131-3: 《国际工业控制编程标准》
- [2] GB/T 18759.2-2006 《机械电气设备 开放式数控系统 第二部分体系结构》
- [3] GB 28526-2012 《机械电气安全 安全相关电气、电子和可编程电子控制系统的功能安全》
- [4] GB/T29771.1-2013 《工业机械数字控制器 第1 部分：通用技术条件》