

运动控制系统开发与应用

职业技能等级标准

(2020 年 1.0 版)

固高科技（深圳）有限公司 制定

2020年3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.....	2
4 适用院校专业.....	3
5 面向职业岗位（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，联合哈尔滨工业大学（深圳）、西安交通大学、河南科技大学、深圳职业技术学院、深圳信息职业技术学院、广东轻工职业技术学院、柳州铁道职业技术学院、湖南信息职业技术学院、常州信息职业技术学院、东莞市技师学院、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、韩建海、廖强华、汪洋、廖永红、邵长春、谭立新、朱江、刘海光、周军、龙飞、吴小龙、刘飞、吴志敏等。

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

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

将工具或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。

3.3 速度控制 velocity control

使负载按照某一确定的速度曲线进行运动。

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，主要应用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，要根据缠绕半径的变化随时调整，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，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或旋转的部分，需要被控制的运行部件。

3.7 电子齿轮 electronic 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 electronic cam

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（如比特流）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 servo system

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 适用院校专业

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、电机电器制造与维修、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、焊接技术应用、机电设备安装与维修、计算机应用等专业。

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、材料成型及控制技术、焊接技术及自动化、数控设备应用与维修、机电设备维修与管理、机电一体化技术、电气自动化技术、计算机应用技术、智能控制技术、工业机器人技术、应用电子技术、智能产品开发、嵌入式技术与应用、工业过程自动化技术等专业。

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、制造工程、制造自动化与测控技术、焊接技术与工程、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、机器人工程、智能制造工程、人工智能、物联网工程、计算机科学与技术等专业。

5 面向职业岗位（群）

主要面向自动化设备和生产线的制造、机器人本体制造、数控装备制造、各类机电一体化装备制造等制造类企业的设计、操作编程、安装调试、运行维护、技术支持以及营销与服务等岗位，从事运动控制算法开发、产品设计与开发、硬件设计与系统集成、工业互联网运行与维护、工业机器人运动控制系统二次开发、数控设备运动控制系统二次开发、自动化系统升级改造、售前方案解决、售后支持、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工作。

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）：主要面向装备制造企业的生产、售后、技术支持部门，从事自动化装备的调试、使用及维护。

【运动控制系统开发与应用】（中级）：主要面向装备制造企业的工程部门，从事自动化装备的复杂调试、系统维护及应用。

【运动控制系统开发与应用】（高级）：主要面向装备制造企业的研发部门，从事自动化装备的系统集成、设计开发与检测。

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. 电机调试与传感器使用	1.1 三相异步电机的调试	1.1.1 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 1.1.3 掌握变频器的选型方法，并根据驱动对象及电机的特性选择合适的变频器 1.1.4 正确使用变频器进行电机调速
	1.2 步进电机及驱动器的调试	1.2.1 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 伺服电机及驱动器的调试	1.3.1 根据电机驱动对象进行转速、扭矩设置 1.3.2 能对伺服电机电流环进行模式选择、I/O 设置及参数调试 1.3.3 能对伺服电机速度环进行模式选择、I/O 设置及参数调试 1.3.4 能对伺服电机位置环进行模式选择、I/O 设置及参数调试 1.3.5 理解并掌握伺服电机的速度曲线 1.3.6 理解并掌握伺服电机的位置曲线
	1.4 传感器的使用	1.4.1 掌握数字型传感器的使用方法 1.4.2 掌握模拟量传感器的使用方法
2. 典型控制系统的装调	2.1 运动控制卡的安装	2.1.1 能根据使用手册，正确安装运动控制卡 2.1.2 能根据使用手册，正确连接运动控制卡与外部元件搭建典型机电控制系统 2.1.3 能根据使用手册，判断运动控制卡工作状态
	2.2 工作参数配	2.2.1 能根据编程手册，按照不同应用场景，独立

	置	<p>完成控制卡硬件资源的配置</p> <p>2.2.2 能根据编程手册,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</p> <p>2.2.3 能根据编程手册,按照不同应用场景,独立安装、配置机电系统信号</p> <p>2.2.4 能根据编程手册,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设置</p> <p>2.2.5 能根据编程手册,按照不同应用场景,利用控制卡 DEMO 软件独立完成电机运动控制</p>
	2.3 控制系统机电系统装调	<p>2.3.1 能根据机电系统工艺规程并依据图纸正确使用安装工具进行机电系统安装</p> <p>2.3.2 能独立调试机电传动系统</p> <p>2.3.3 能根据机电系统静态精度参数装调机电系统</p>
3. 控制系统调试	3.1 软件开发环境配置	<p>3.1.1 根据使用手册,正确安装运动控制卡驱动</p> <p>3.1.2 根据使用手册,在软件工程中配置控制卡的动态链接库</p> <p>3.1.3 在软件代码中正确声明动态链接库</p>
	3.2 运动控制库的函数使用	<p>3.2.1 根据编程手册,正确判断各接口使用场合</p> <p>3.2.2 根据编程手册,正确区分各个接口函数的输入与输出参数</p> <p>3.2.3 根据编程手册,结合函数返回值,正确判断函数执行结果</p>
	3.3 自动装备系统简易编程	3.3.1 能根据编程手册,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
		3.3.2 能根据编程手册,结合运动轴的硬件资源配置,独立完成 I/O 操作任务
		3.3.3 能根据编程手册,结合运动轴的硬件资源配置,独立完成编码器读取任务

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. 运动控制系统关键性能分析	1.1 机电接口匹配	<p>1.1.1 掌握电机—机械传动系统的功率匹配</p> <p>1.1.2 掌握电机—机械传动系统的转矩匹配</p> <p>1.1.3 掌握电机—机械传动系统的惯量匹配</p> <p>1.1.4 掌握电机—机械传动系统的当量匹配</p> <p>1.1.5 理解并掌握电机—机械传动系统的相应指标。如：超调、误差、振动等系统特性</p>
	1.2 电机与传感器选型	<p>1.2.1 掌握三相异步电机的选型方法</p> <p>1.2.2 掌握步进电机的选型方法</p> <p>1.2.3 掌握伺服电机的选型方法</p> <p>1.2.4 掌握数字型、模拟量传感器的选型方</p>

		法
	1.3 故障诊断和处理	1.3.1 能判断机电系统故障, 并做初步分析
2. 运动控制卡参数配置	2.1 运动控制卡配置文件使用	<p>2.1.1 能根据编程手册, 按照不同应用场景, 独立完成运动控制卡系统配置文件的生成与导出</p> <p>2.1.2 能根据编程手册, 按照应用开发环境要求, 独立完成运动控制卡系统配置文件的下载</p> <p>2.1.3 能根据编程手册, 按照应用开发环境要求, 独立完成运动控制卡系统配置文件中相关配置参数的指令修改</p> <p>2.1.4 能根据编程手册, 按照不同应用场景, 独立完成运动控制卡正确的初始化配置</p>
3. 运动控制模式编程	3.1 运动状态检测	<p>3.1.1 能根据编程手册, 结合函数返回值, 独立完成运动控制卡各轴运动状态的分析与判断</p> <p>3.1.2 能根据编程手册, 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</p> <p>3.1.3 能根据编程手册, 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</p>
	3.2 运动模式开发	<p>3.2.1 能根据编程手册, 结合运动轴的硬件资源配置, 独立完成轴 Jog 运动程序的编写与调试</p> <p>3.2.2 能根据编程手册, 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</p> <p>3.2.3 能根据编程手册, 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</p> <p>3.2.4 能根据编程手册, 结合运动轴的硬件资源配置, 独立完成一维误差补偿程序的编写与调试</p> <p>3.2.5 能根据编程手册, 结合运动轴的硬件资源配置, 独立完成二维误差补偿程序的编写与调试</p>
	3.3 硬件资源访问	<p>3.3.1 能根据编程手册, 结合运动控制卡的软、硬件配置, 独立通过对运动控制卡硬件资源函数接口的调用, 完成资源访问</p> <p>3.3.2 能根据编程手册, 结合运动控制卡的软、硬件配置, 独立调用应用接口完成运动控制卡内部寄存器的访问</p> <p>3.3.3 能根据编程手册, 结合运动控制卡的</p>

		<p>软、硬件配置，独立调用应用接口完成运动控制卡内部定时器的访问</p> <p>3.3.4 能根据编程手册，结合运动控制卡的软、硬件配置，独立调用应用接口完成运动控制卡内部脉冲计数器的访问</p>
	3.4 自动化设备系统应用开发	<p>3.4.1 能根据编程手册，结合应用需求，独立完成控制系统软件界面的编写与调试开发</p> <p>3.4.2 能根据编程手册，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</p> <p>3.4.3 能根据编程手册，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</p>

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. 运动控制系统需求分析	1.1 工作流程分析	<p>1.1.1 能根据项目需求，对控制系统进行分析</p> <p>1.1.2 能根据机械设计，对动作逻辑进行分析</p> <p>1.1.3 能根据工作流程及技术需求执行工艺分析</p>
	1.2 运动精度和运动速度分析	<p>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</p> <p>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</p>
	1.3 传感检测方式和运动方式分析	<p>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</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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</p>
2. 运动控制系统设计	2.1 机电设计	<p>2.1.1 能根据系统需求进行精密传动系统设计</p> <p>2.1.2 能根据系统需求进行传感器系统集成与开发</p> <p>2.1.3 能根据系统需求进行人机环境交互系统设计</p>
	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

		<p>行软件框架和流程图分析设计</p> <p>2.2.2 能根据系统需求进行操作界面开发及优化</p> <p>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</p>
	2.3 人机工程学设计	<p>2.3.1 能通过系统分析及优化提升客户体验</p> <p>2.3.2 能通过系统分析及优化达到节能和环保</p> <p>2.3.3 能通过系统分析及优化对系统性能进行持续改善</p>
3. 运动控制系统集成	3.1 功能测试	<p>3.1.1 能根据前述工作任务，进行输入输出模块测试</p> <p>3.1.2 能根据前述工作任务，进行运动功能模块测试</p> <p>3.1.3 能根据前述工作任务，进行单元测试</p> <p>3.1.4 能根据前述工作任务，进行集成测试</p>
	3.2 性能测试	<p>3.2.1 能根据前述工作任务，进行轴模块运动精度测试</p> <p>3.2.2 能根据前述工作任务，进行末端精度测试</p> <p>3.2.3 能根据前述工作任务，进行工作节拍测试</p>
	3.3 可靠性测试	<p>3.3.1 能根据前述工作任务，进行运动控制系统软件稳定性测试</p> <p>3.3.2 能根据前述工作任务，进行异常指令规避</p> <p>3.3.3 能根据前述工作任务，进行可操作性测试</p>

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》