

北京赛育达科教有限责任公司

增材制造模型设计职业技能等级（高级） 考核大纲

一、考核方式

考核分为理论知识考试、技能实操考核，职业素养部分，包含在理论知识考核与技能实操考核环节。

理论知识考核实行100分制，成绩达60分以上者为合格。考核时间为90分钟。

实操技能考核分为三维建模(正、逆向建模)技术和3D打印技术2个模块（3个任务），每个模块总分为100分，机械设计制造类专业考生“三维建模技术”和“3D打印技术”两个模块考核按照各模块成绩占50%核算总分；非机械设计制造类专业考生“三维建模技术”和“3D打印技术”两个模块考核按照各前者成绩占40%，后者成绩占60%核算总分。成绩达60分以上为合格。2个模块同一时间段考核，考核考核总时长为180分钟。

理论知识考核和技能实操考核全部通过，则可以获取增材制造模型设计职业技能等级（高级）证书。考试成绩可保留一年。

二、理论考核方案

1. 理论知识考核要素

理论知识考核要素，主要是指的是对应高级标准中所涉及的工作领域、工作任务下以及对应的技能要求，所需要理论知识的要求，安全及职业素养是理论考核的内容。

工作领域		工作任务			理论知识考核点		
序号	名称	序号	名称	序号	技能要求	分数占比	
1	三维建模与结构优化	1-1	结构设计	1-1-1	能按照标准化、系列化、通用化进行产品设计	5%	15%
				1-1-2	能按照结构工艺性、可靠性、经济性进行结构优		

工作领域		工作任务			理论知识考核点			
序号	名称	序号	名称	序号	技能要求	分数占比		
					化设计			
				1-1-3	能计算强度、刚度，校核零部件强度			
				1-1-4	能根据产品要求进行创新设计，优化产品结构			
		1-2	拓扑优化	1-2-1	能模型进行修复并进行轻量化改进	5%		
				1-2-2	能进行典型零件的拓扑优化			
				1-2-3	能对拓扑优化后的模型进行修复			
				1-2-4	能对优化后的模型进行分析并生产优化报告			
		1-3	结构分析优化	1-3-1	能运用三维仿真软件进行初步的有限元分析	5%		
				1-3-2	能运用软件完成产品强度计算			
				1-3-3	能运用软件完成产品缺陷预测			
				1-3-4	能运用软件完成产品结构仿真优化等，并生成相关报告			
2	三维逆向设计	2-1	数据模型重构	2-1-1	能手动操作三维扫描仪进行未扫描到的位置补扫描	10%		
				2-1-2	能对数据进行简化三角网格、松弛、填充孔、去除特征，得到重构的三维模型			
				2-1-3	能用主流三维设计软件对扫描数据进行模型重构			
				2-1-4	能对三维模型进行高级仿真，能对三维模型进行可视化，动画及渲染处理			
		2-2	数据对比及检测报告	2-2-1	能运用软件对扫描数据及原始数据进行比对	5%		
				2-2-2	能运用软件生成检测报告			
				2-2-3	能对检测报告进行分析			
		3	3D打印制件	3-1	打印前准备和仿真	3-1-1	能熟练利用软件对STL格式的三维模型进行修复	5%
						3-1-2	能对多零件同时打印进行工艺编排	
						3-1-3	能根据工作任务要求，对金属打印制件添加支撑并分析工艺，优化支撑参数	
3-1-4	能使用仿真软件进行打印实操仿真，并优化参数							
3-2	粉末熔融（SLM）工艺			3-2-1	能进行SLM工艺3D打印设备参数设置及调整	5%		
				3-2-2	能操作SLM工艺3D打印机			
				3-2-3	能分析影响零件成型效果的因素			
				3-2-4	能分析打印失败原因，并记录对应工艺参数			
3-3	光固化（SLA）工艺			3-3-1	能够完成复杂零件打印的工艺编制	5%		
				3-3-2	能正确选择打印程序			
				3-3-3	能对打印制件进行二次固化及后处理			
				3-3-4	能够对打印制件进行分析并提出改进措施			
3-4	电子束选区熔化（EBSM）工艺			3-4-1	能进行EBSM工艺3D打印设备参数设置及调整	5%		
				3-4-2	能操作EBSM工艺3D打印机			
				3-4-3	能根据打印材料不同设置正确的能量场预热温度			
				3-4-4	能对成型腔内抽真空			
				3-4-5	能对打印的制件设置冷却速度，防止产生应力			
3-5	电弧增材制造技术（WAAM）工艺	3-5-1	能进行WAAM工艺3D打印设备参数设置及工艺调整	5%				
		3-5-2	能操作WAAM工艺3D打印机					
		3-5-3	能选择正确的丝材，并导入送丝机构					
		3-5-4	能对成型腔填充惰性气体并在打印结束后进行安全排放					
		3-5-5	能在打印过程中添加丝材					
3-6	增材制造材	3-6-1	能进行增材制造材料采购管理	10%				

工作领域		工作任务			理论知识考核点		
序号	名称	序号	名称	序号	技能要求	分数占比	
4	3D打印后处理和检测		料管理	3-6-2	能进行增材制造材料回收管理，包括固体、液体、粉末原材料、支撑料、成品废料的处理和回收		
				3-6-3	能对材料进行分类标识		
				3-6-4	能根据粉末使用要求，对新旧粉进行配比		
		3-7	扫描策略	3-7-1	能设置高级扫描策略，包括扫描速度激光功率、填充方式、特征扫描顺序、等待时间等		
				3-7-2	能分析扫描策略对打印效果的影响		
		4-1	表面处理	4-1-1	能了解增材制造打印件打磨、抛光、电镀、氧化处理工艺	5%	15%
				4-1-2	能对大型制件或较复杂结构制件进行表面处理		
				4-1-3	能根据模型表面的粗糙度，分析产生的原因		
				4-1-4	能根据模型表面的尺寸问题，分析产生的原因		
		4-2	机械性能检测	4-2-1	能正确使用机械性能检测工具和检验装备	5%	
4-2-2	能根据要求正确设置工具和检验装备参数						
4-2-3	能对制件进行强度、硬度、致密度检测						
4-2-4	能对标准打印样件进行机械性能检测						
4-3	性能提升	4-3-1	能对制件进行热等静压、热处理等性能提升工艺	5%			
		4-3-2	能熟练运用几种常用的工艺优化方法				
		4-3-3	能对制件性能的变化规律进行归纳总结				
		4-3-4	能根据分析总结规律，提出整改意见				
5	3D打印设备装调	5-1	设备机械装调	5-1-1	能对增材制造设备机械结构装配及调试	10%	20%
				5-1-2	能正确合理装配增材制造设备的各机械结构件		
				5-1-3	能正确安装3D打印机电气柜		
				5-1-4	能进行3D打印机整机的装调		
		5-2	打印机系统调试	5-2-1	能正确完成打印机系统的机械与电气联动调试	5%	
				5-2-2	能对金属打印机平台进行调平校准		
				5-2-3	能对金属打印机的物料系统、加热系统、光学系统进行功能检测与调试		
				5-2-4	能完成激光与振镜调试并校准打印尺寸精度		
		5-3	增材制造设备质量控制	5-3-1	能检测铺粉装置铺粉精度	5%	
				5-3-2	能检测升降机构运动精度、重复定位精度		
5-3-3	能检测激光扫描轮廓尺寸精度，并设置合理补偿						
5-3-4	能测量激光光斑直径并进行调整						

2. 组卷

理论考核组卷从理论题库中随机抽选, 题型包括: 判断题、单项和多项选择题。方案用于确定理论知识考试的题型、题量、分值和配分等参数。

表3.1 理论知识组卷方案

题型	考试方式	考核题量	分值 (分/题)	配分 (分)
----	------	------	----------	--------

判断题	随机按规则组卷; 机考; 当时出成绩	10	1	10
单选题		50	1	50
多选题		20	2	40
小计	—	80	—	100

3. 考核方式

采用赛育达考核平台，随机组卷，采用机考方法。总配分一般为100分，考核时间60分钟。

三、实操考核方案

1. 实操考核模块设置

增材制造模型设计职业技能等级（高级）的技能实操考核，分为三维建模(正、逆向建模)技术和3D打印（FDM和光固化两种工艺任选一种工艺和金属工艺打印设备，完成两种工艺打印）2个模块。各模块的考核时间、考核比重详见表3.2。

表3.2 操作技能考核项目表

考核模块			考核时间 (min)	考核比重(%)
序号	名称	考核主要内容		
1	建模与结构优化	结构优化设计，增材虚拟仿真优化操作	180	15
2	逆向设计与检测	数据采集与建模，数据对比与检测		15
3	3D打印工艺优化和设备装调	多材料3D打印工艺优化、操作，设备性能检测与提升，打印机装调基本技能。（FDM和光固化两种工艺任选一种工艺和金属工艺打印设备，两种工艺完成打印）		70
合计			180	100

2. 组卷

技能实操考核从题库中抽取考核试题。每个模块可以单独抽取进行考核。

3. 考核方式

实操考核在考核平台上进行。在考核之前，需要对考核平台的

软硬件初始环境进行准备和检查。

实操考核分数按照模块独立核算。在3个任务同时考核的时候，考核总时长为180分钟，在3个任务同时考核的时候，不单独计算每个模块的考核时间，只计算总的考核时间。

4. 考核设备场地和考核师配置

表3.3 考核设备场地和考评员配置

职业技能等级		增材制造模型设计（初级）			
编号	考核内容	设备/工具基本要求			考核师配置
		名称	规格/型号	数量	
1	正向设计	三维计算机辅助设计软件	中望、SIMENS NX等	1:1	1:15
2	逆向设计	逆向三维扫描仪	符合培训指导方案中的设备技术指标要求即可。利用已有设备。	1:1	1:8
2	3D打印技术	多材料3D打印机	符合培训指导方案中的设备技术指标要求即可。利用已有设备。	1:1	1:3
场地设施要求		1. 原材料。应符合GB/T35021的有关规定。 2. 照明。应符合GB50034的有关规定。 3. 通风。应符合GB50016和工业企业通风的有关要求。 4. 防火。应符合GB50016有关厂房、仓库防火的规定。 5. 安全与卫生。应符合GBZ1和GB/T12801的有关要求。安全标志应符合GB2893和GB2894的有关要求。 6. 网络环境。网络环境应保证实训教学软件及设备的正常运行。			

四、其他考核

根据各试点院校及企业的需要，可以技能大赛获奖、研发成果、项目课题等，开发相关考核模块，或者替代相关考核成绩，从而获取职业技能等级证书。可以将“书证融通”后，将考核模块和要求融入到个学期课程中，将课程教学成绩、设计方案、答辩等加入考核模块，形成“课证双向融通”考核方案，具体由相关单位与培训评价组织北京赛育达科教有限责任公司共同制定方案。

北京赛育达科教有限责任公司

2023年6月