

机械数字化设计与制造

职业技能等级标准

标准代码：460028

（2021年2.0版）

北京机械工业自动化研究所有限公司制定

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）.....	5
6 职业技能要求.....	5
参考文献.....	12

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：北京机械工业自动化研究所有限公司、中国机电一体化技术应用协会、江西洪都航空工业集团有限责任公司、安徽江淮汽车集团股份有限公司、上海宝信软件股份有限公司、上海交通大学、西安交通大学、同济大学、列维机电设备（上海）有限公司、常州工程职业技术学院、上海交通职业技术学院、温岭市职业技术学校。

本标准主要起草人：黎晓东、赵卫东、黄永友、宋利康、李世杭、许睦旬、吴访升、董晓峰、王岗、白宏伟、李杰。

声明：本标准的知识产权归属于北京机械工业自动化研究所有限公司，未经北京机械工业自动化研究所有限公司同意，不得印刷、销售。

1 范围

本标准规定了机械数字化设计与制造职业技能等级对应的工作领域、工作任务及职业技能要求。

本标准适用于机械数字化设计与制造职业技能等级培训、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 14665-2012 机械工程 CAD 制图规则

GB/T 15751-1995 技术产品文件 计算机辅助设计与制图词汇

GB/T 26099.1-2010 机械产品三维建模通用规则 第1部分：通用要求

GB/T 26099.2-2010 机械产品三维建模通用规则 第2部分：零件建模

GB/T 26099.3-2010 机械产品三维建模通用规则 第3部分：装配建模

GB/T 26099.4-2010 机械产品三维建模通用规则 第4部分：模型投影工程图

GB/T 26100-2010 机械产品数字样机通用要求

GB/T 24734.4-2009 技术产品文件 数字化产品定义数据通则 第4部分：设计模型要求

GB/T 24734.6-2009 技术产品文件 数字化产品定义数据通则 第6部分：几何建模特征规范

GB/T 24734.7-2009 技术产品文件 数字化产品定义数据通则 第7部分：注释要求

GB/T 24734.8-2009 技术产品文件 数字化产品定义数据通则 第8部分：模型数值与尺寸要求

GB/T 24734.9-2009 技术产品文件 数字化产品定义数据通则 第9部分：基准的应用

GB/T 24734.10-2009 技术产品文件 数字化产品定义数据通则 第10部分：几何公差的应用

GB/T 24734.11-2009 技术产品文件 数字化产品定义数据通则 第11部分：

模型几何细节层级

GB/T 4863-2008 机械制造工艺基本术语

GB/T 37928-2019 数字化车间 机床制造 信息模型

GB/T 18725-2008 制造业信息化 技术术语

GB/T 35122-2017 制造过程物联的数字化模型信息表达规范

GB/T 5271.24-2000 信息技术 词汇 第24部分：计算机集成制造

GB/T 16656.1-2008 工业自动化系统与集成产品数据表达与交换 第1部分：
概述与基本原理

GB/T 26102-2010 计算机辅助工艺设计 导则

GB/T 28282-2012 计算机辅助工艺设计 系统功能规范

GB/T 31053-2014 机械产品逆向工程三维建模技术要求

GB/T 31054-2014 机械产品计算机辅助工程 有限元数值计算 术语

GB/T 33582-2017 机械产品结构有限元力学分析通用规则

3 术语和定义

GB/T 26100-2010、GB/T 31054-2014、GB/T 26102-2010、GB/T 26099.1-2010界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1 数字样机 Digital Mock-up (DMU)

对机械产品整机或具有独立功能的子系统的数字化描述，这种描述不仅反映了产品对象的几何属性，还至少在某一领域反映了产品对象的功能和性能。产品的数字样机形成于产品设计阶段，可应用于产品的全生命周期，这包括：工程设计、制造、装配、检验、销售、使用、售后、回收等环节；数字样机在功能上可实现产品干涉检查、运动分析、性能模拟、加工制造模拟、培训宣传和维修规划等方面。

[GB/T 26100-2010 定义 3.1]

3.2 计算机辅助工程 computer aided engineering (CAE)

运用计算机技术和数值分析技术(如有限单元法、有限差分法或离散元法等)获取物理系统的应力场、温度场或电磁场等物理场响应量的过程和方法,常用于评估系统功能和性能,优化结构、工艺或成本等目的。

[GB/T 31054-2014 术语 2.2.1]

3.3 计算机辅助工艺设计 computer aided process planning (CAPP)

利用计算机技术辅助工艺人员完成工艺性审查、工艺方案设计、工艺路线制订、工艺规程设计、工艺定额编制、工艺管理等数字化工艺工作的活动。

[GB/T 26102-2010 术语和定义 3.1]

3.4 三维数字模型 three-dimensional digital model

计算机中反映机械产品几何要素、约束要素和工程要素信息的集合。

[GB/T GB/T 26099.1-2010术语和定义3.6]

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、数控技术应用、模具制造技术、增材制造技术应用、计算机应用等专业。

高等职业学校:机械设计与制造、数控技术、模具设计与制造、工业设计等专业。

高等职业教育本科学校:机械设计制造及其自动化、智能制造工程、产品设计、自动化技术与应用等专业。

应用型本科学校:机械工程、机械设计制造及其自动化、工业设计、产品设计、车辆工程、智能制造工程、工业智能等专业。

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、模具制造技术、增材制造技术应用、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、机械装备制造技术、机电一体化技术、数控技术、模具设计与制造、工业设计等专业。

高等职业教育本科学校：机械设计制造及自动化、智能制造工程技术、数控技术、产品设计、自动化技术与应用等专业。

应用型本科学校：机械工程、机械设计制造及其自动化、智能制造工程、机械工艺技术、机电技术教育、仿生科学与工程、过程装备与控制工程、工业设计、产品设计、车辆工程、工业智能等专业。

5 面向职业岗位（群）

【机械数字化设计与制造】（初级）：主要面向机械加工、模具制造及工业设计等企业的机械设计、产品设计等职业岗位，在产品开发、产品设计、产品建模、样品制作等工作，从事产品模型建立、产品设计表达、增材制造等工作。

【机械数字化设计与制造】（中级）：主要面向机械加工、模具制造及工业设计等企业的机械设计、产品设计、工艺规划等职业岗位，主要完成产品开发、产品设计、产品建模、产品优化、工艺规划、CAM应用、样品制作等工作，从事产品模型建立、产品结构优化、产品设计表达、制造工艺设计、增材制造、减材制造等工作。

【机械数字化设计与制造】（高级）：主要面向机械加工、模具制造及工业设计等企业的机械设计、产品设计、工艺规划、加工生产等职业岗位，主要完成产品开发、产品设计、产品建模、产品优化、工艺规划、CAM应用、产品制造等工作，从事产品模型建立、产品结构优化、产品设计表达、制造工艺设计、增减材复合加工等工作。

6 职业技能要求

6.1 职业技能等级划分

机械数字化设计与制造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。

【机械数字化设计与制造】（初级）：主要面向机械加工、模具制造及工业设计等企业的机械设计、产品设计等部门，在产品开发、产品设计、产品建模、样品制作等岗位，从事产品模型建立、产品设计表达、增材制造工作，根据要求建立数字化模型，输出工程图与效果图，完成部分零部件的增材制造准备。

【机械数字化设计与制造】（中级）：主要面向机械加工、模具制造及工业设计等企业的机械设计、产品设计、工艺规划等部门，在产品开发、产品设计、产品建模、产品优化、工艺规划、CAM应用、样品制作等岗位，从事产品模型建立、产品结构优化、产品设计表达、制造工艺设计、增材制造、减材制造等工作，根据要求建立符合重用性要求的数字化模型，完成零件结构优化，输出工作原理动画，完成部分零部件的减材制造准备。

【机械数字化设计与制造】（高级）：主要面向机械加工、模具制造及工业设计等企业的机械设计、产品设计、工艺规划、加工生产等部门，在产品开发、产品设计、产品建模、产品优化、工艺规划、CAM应用、产品制造等岗位，从事产品模型建立、产品结构优化、产品设计表达、制造工艺设计、增减材复合加工等工作，根据要求通过参数化工具高效建立数字化模型，完成部件结构优化与分析验证，完成部分零部件的增减材复合加工准备。

6.2 职业技能等级要求描述

表 1 机械数字化设计与制造职业技能等级要求（初级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 模型建立	1.1 产品零件建模	1.1.1 能根据给出的产品零件图进行形体分析，并规划建模步骤。 1.1.2 能准确绘制建模所需的二维草图。 1.1.3 能选择恰当的建模工具创建零件简单实体造型。 1.1.4 能根据要求指定零件材质与样式。
	1.2 产品部件装配	1.2.1 能在部件环境中装入零部件，并根据部件特点合理设置零部件固定约束。 1.2.2 会使用部件环境中的零部件移动与旋转工具，调整零部件位置或放置角度。 1.2.3 能通过位置约束工具限制部件中零部件的自由度。 1.2.4 能通过运动约束工具指定零部件运动方式。 1.2.5 能通过联接工具指定零部件位置关系及运动关系。 1.2.6 能通过驱动约束或联接关系的方法进行运动演示。

	1.3 产品装拆表达	<p>1.3.1 能在表达视图中载入部件文件。</p> <p>1.3.2 能通过直线运动、旋转运动方式调整零部件位置完成零部件拆解。</p> <p>1.3.3 会创建产品零部件装配或拆解视图。</p>
	1.4 自上而下设计	<p>1.4.1 理解自上而下设计思想及多实体造型方法。</p> <p>1.4.2 能在造型过程中灵活使用新建实体工具创建新的实体。</p> <p>1.4.3 能对各实体进行重命名操作。</p> <p>1.4.4 会使用零部件生成工具由基础件生成零部件文件。</p>
2. 设计表达	2.1 效果图制作	<p>2.1.1 能在渲染模块中选择恰当的场景样式与光源样式。</p> <p>2.1.2 会设置恰当的渲染参数,输出产品效果图。</p>
	2.2 工程图视图创建	<p>2.2.1 会设置工程图模板,使其符合国家标准要求。</p> <p>2.2.2 会使用工程图模块基础视图、投影视图等工具创建基本视图。</p> <p>2.2.3 会使用剖视图、局部剖视图、斜视图等工具创建并完善工程图视图。</p>
	2.3 工程图标注	<p>2.3.1 会使用中心线工具添加视图中心线或孔标记。</p> <p>2.3.2 会使用尺寸工具添加视图尺寸标注。</p> <p>2.3.3 会使用表面粗糙度、几何公差等工具添加标注。</p> <p>2.3.4 会使用引出序号工具添加装配图、爆炸图零部件序号,并按国家标准要求对序号排序。</p> <p>2.3.5 会选择所需信息并生成工程图明细栏。</p>
3. 数字制造	3.1 增材制造数据输出	<p>3.1.1 了解基础的增材制造(3D打印)知识,能根据实际选择恰当的增材制造方式。</p> <p>3.1.2 掌握基础3D打印数据处理方法,包括输出正确的3D打印数据格式、设置模型层厚、壁厚、填充率等打印参数、添加模型支撑、切片分层输出等。</p>
	3.2 增材制造实施	<p>3.2.1 能在3D打印机上选择正确的打印数据,校对相应的打印参数设置并执行3D打印操作。</p> <p>3.2.2 能在打印完成后正确取下打印好的实物模型。</p>
	3.3 增材制造模型处理	<p>3.3.1 能选用恰当的工具和方法去除模型表面的支撑。</p> <p>3.3.2 能选用恰当的工具和方法处理增材制造模型表面。</p>

表 2 机械数字化设计与制造职业技能等级要求（中级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 模型建立	1.1 产品零件建模	1.1.1 能使用参数化造型工具增强零件模型重用性。 1.1.2 能创建包含一定曲面造型特征的零件模型。
	1.2 产品装拆表达	1.2.1 会使用动作时间轴调整移动顺序及时长。 1.2.2 会通过照相机工具调整各动作的观察视角。
	1.3 自上而下设计	1.3.1 理解自适应的概念，能创建在位零件，完成与其他零部件具有关联关系的零件设计。 1.3.2 理解零件之间的关联关系，能对在位零件进行有效的编辑修改。
2. 智能设计	2.1 优化方案制定	2.1.1 理解衍生式设计方法的零件优化设计思想、适用场合及基本工作流程。 2.1.2 能根据优化要求制定零件优化设计方案。
	2.2 边界条件设置	2.2.1 会使用保留区域、障碍区域、载荷、约束、设计目标、制造条件、材料工具设置用于零件优化的衍生式设计条件。 2.2.2 能根据需要挑选符合要求的零件优化设计结果并进行模型导出。
	2.3 零件优化实施	2.3.1 能根据给出的各项设计、制造条件，使用衍生式设计工具完成零件优化设计。 2.3.2 会导出结果零件并进行必要的处理。
3. 设计表达	3.1 表达动画制作	3.1.1 能在表达视图基础上，输出产品装拆过程动画。 3.1.2 能在部件渲染环境中，输出产品功能展示动画。
	3.2 工程图视图创建	3.2.1 会使用重叠视图工具表达机械产品不同工作状态。 3.2.2 会使用断面图工具表达零件内部结构。

	3.3 工程图标注	3.3.1 能通过三维标注工具表达零部件尺寸。 3.3.2 能根据零件特点制定尺寸标注方案。
4. 数字制造	4.1 减材制造方案制定	4.1.1 能分析零件图纸，确定加工面及其经济加工方法。 4.1.2 能结合加工方案合理划分工序、工步。 4.1.3 能确定数控加工工艺流程，填写数控加工工序卡。
	4.2 减材制造参数设置	4.2.1 能将模型导入 CAM 软件并进行移动、旋转、缩放和更改尺寸单位（毫米、英寸）等基本操作。 4.2.2 能新建设置，并选择加工类型（车削、铣削等），设置工件坐标系并设置毛坯大小。 4.2.3 能进行简单零件的编程，并选择刀具，设置铣削高度、加工路径、连接等参数，生成加工路径。
	4.3 减材制造实施	4.3.1 能使用仿真工具校验加工路径的正确性，避免出现撞刀、过切等情况。 4.3.2 能使用后处理工具，选择相应加工方法、相应供应商，生成 G 代码。

表 3 机械数字化设计与制造职业技能等级要求（高级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 模型建立	1.1 产品快速设计	1.1.1 能使用设计加速器工具完成齿轮等常用零件的设计。 1.1.2 能使用资源中心库工具完成螺栓等标准零件的装入。 1.1.3 能使用结构生成器工具完成结构件设计。
	1.2 三维管线设计	1.2.1 能使用三维布线工具完成电气设计。 1.2.2 能使用三维布管工具完成管道设计。
2. 智能设计	2.1 优化方案制定	2.1.1 理解衍生式设计方法的部件优化设计思想、适用场合及基本工作流程。 2.1.2 能根据优化要求制定零件优化设计方案。

	2.2 边界条件设置	<p>2.2.1 会使用保留区域、障碍区域、载荷、约束、设计目标、制造条件、材料工具设置用于部件优化的衍生式设计条件。</p> <p>2.2.2 能根据需要挑选符合要求的部件优化设计结果并进行模型导出。</p>
	2.3 部件优化实施	<p>2.3.1 能根据给出的各项设计、制造条件，使用衍生式设计工具完成部件优化设计，替换原有零部件设计方案，达到减少零件数量、实现轻量化设计、降低产品成本的效果。</p> <p>2.3.2 会导出结果部件并进行必要的处理。</p>
3. 仿真分析	3.1 产品运动仿真	<p>3.1.1 能将装配约束转化成为运动连接关系。</p> <p>3.1.2 会指定零部件运动条件，模拟产品运动过程。</p> <p>3.1.3 能从仿真分析器显示的结果确定运动过程的“危险点”。</p> <p>3.1.4 能将危险点对应的数据导入FEA进行分析。</p>
	3.2 产品应力分析	<p>3.2.1 会使用运动仿真导入的数据进行分析，得出对应“危险点”的零部件应力、应变等情况。</p> <p>3.2.2 会根据零部件应用条件手动添加应力分析所需的约束、载荷条件。</p> <p>3.2.3 会添加零件材料信息以及零部件间接触信息。</p> <p>3.2.4 会通过自动划分网格的方法进一步分析零部件应力、应变等情况，得出应力分析报告。</p>
4. 数字制造	4.1 增减材复合加工方案制定	<p>4.1.1 能通过分析零件结构确定增材、减材制造分别对应的加工内容。</p> <p>4.1.2 能制定增减材复合加工方案，确定加工顺序与方法。</p>
	4.2 工装夹具设计	<p>4.2.1 能综合考虑增材制造工艺特点与减材制造装夹要求，设计用于增减材复合加工的专用工装夹具。</p> <p>4.2.2 能使用增材制造方式完成专用工装夹具的制造。</p>
	4.3 增减材复合加工参数设置	<p>4.3.1 能根据零部件特点选择3D打印方向、支撑形式及相关参数。</p> <p>4.3.2 能根据零部件特点选择减材制造的方法，并设置恰当的加工参数。</p>

	4.4 增减材复合加工实施	4.4.1 能使用 3D 打印方法制作零件毛坯。 4.4.2 能使用减材制造方式保证关键表面的尺寸精度。 4.4.3 能将上述内容整理并填写增减材复合加工工艺卡。
--	----------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------

参考文献

- [1] GB/T 14665-2012 机械工程 CAD 制图规则
- [2] GB/T 15751-1995 技术产品文件 计算机辅助设计与制图词汇
- [3] GB/T 26099.1-2010 机械产品三维建模通用规则 第 1 部分：通用要求
- [4] GB/T 26099.2-2010 机械产品三维建模通用规则 第 2 部分：零件建模
- [5] GB/T 26099.3-2010 机械产品三维建模通用规则 第 3 部分：装配建模
- [6] GB/T 26099.4-2010 机械产品三维建模通用规则 第 4 部分：模型投影工程图
- [7] GB/T 26100-2010 机械产品数字样机通用要求
- [8] GB/T 24734.4-2009 技术产品文件 数字化产品定义数据通则 第 4 部分：设计模型要求
- [9] GB/T 24734.6-2009 技术产品文件 数字化产品定义数据通则 第 6 部分：几何建模特征规范
- [10] GB/T 24734.7-2009 技术产品文件 数字化产品定义数据通则 第 7 部分：注释要求
- [11] GB/T 24734.8-2009 技术产品文件 数字化产品定义数据通则 第 8 部分：模型数值与尺寸要求
- [12] GB/T 24734.9-2009 技术产品文件 数字化产品定义数据通则 第 9 部分：基准的应用
- [13] GB/T 24734.10-2009 技术产品文件 数字化产品定义数据通则 第 10 部分：几何公差的应用
- [14] GB/T 24734.11-2009 技术产品文件 数字化产品定义数据通则 第 11 部分：模型几何细节层级
- [15] GB/T 4863-2008 机械制造工艺基本术语
- [16] GB/T 37928-2019 数字化车间机床制造 信息模型
- [17] GB/T 18725-2008 制造业信息化 技术术语
- [18] GB/T 35122-2017 制造过程物联的数字化模型信息表达规范
- [19] GB/T 5271.24-2000 信息技术词汇 第 24 部分：计算机集成制造

- [20] GB/T 16656.1-2008 工业自动化系统与集成 产品数据表达与交换 第 1 部分：概述与基本原理
- [21] GB/T 26102-2010 计算机辅助工艺设计 导则
- [22] GB/T 28282-2012 计算机辅助工艺设计 系统功能规范
- [23] GB/T 31053-2014 机械产品逆向工程三维建模技术要求
- [24] GB/T 31054-2014 机械产品计算机辅助工程 有限元数值计算 术语
- [25] GB/T 33582-2017 机械产品结构有限元力学分析通用规则
- [26] 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)
- [27] 《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)
- [28] 《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)