

人工智能工程技术人员 国家职业技术技能标准

（征求意见稿）

1 职业概况

1.1 职业名称

人工智能工程技术人员

1.2 职业编码

2-02-10-09

1.3 职业定义

从事与人工智能相关算法、深度学习等多种技术的分析、研究、开发，并对人工智能系统进行设计、优化、运维、管理和应用的工程技术人员。

1.4 专业技术等级

本职业共设三个等级，分别为初级、中级、高级。

分为五个职业方向：人工智能芯片产品实现、人工智能平台产品实现、智能语音及自然语言处理产品实现、计算机视觉产品实现、人工智能应用集成。

1.5 职业环境条件

室内，常温。

1.6 职业能力特征

具有一定的学习、分析、推理和判断能力，具有一定的表达能力、计算能力。

1.7 普通受教育程度

大学专科学历（或高等职业学校毕业）。

1.8 职业培训要求

1.8.1 培训期限

人工智能工程技术人员需按照本《标准》的职业要求参加有关课程培训，完成规定学时，取得学时证明。初级 64 标准学时，中级 80 标准学时，高级 80 标准学时。

1.8.2 培训教师

承担初级、中级理论知识或专业能力培训任务的人员，应具有人工智能工程技术人员中级及以上专业技术等级或相关专业中级及以上职称。

承担高级理论知识或专业能力培训任务的人员，应具有人工智能工程技术人员高级专业技术等级或相关专业高级职称。

1.8.3 培训场所设备

理论知识和专业能力培训所需场地为标准教室或线上平台，必备的教学仪器设备包括计算机、网络、软件及相关硬件设备。

1.9 专业技术考核要求

1.9.1 申报条件

——取得初级培训学时证明，并具备以下条件之一者，可申报初级专业技术等级：

- (1) 取得技术员职称。
- (2) 具备相关专业大学本科及以上学历（含在读的应届毕业生）。
- (3) 具备相关专业大学专科学历，从事本专业技术工作满 1 年。
- (4) 技工院校毕业生按国家有关规定申报。

——取得中级培训学时证明，并具备以下条件之一者，可申报中级专业技术等级：

- (1) 取得助理工程师职称后，从事本专业技术工作满 2 年。
- (2) 具备大学本科学历，或学士学位，或大学专科学历，取得初级专业技术等级后，从事本专业技术工作满 3 年。
- (3) 具备硕士学位或第二学士学位，取得初级专业技术等级后，从事本专业技术工作满 1 年。

(4) 具备相关专业博士学位。

(5) 技工院校毕业生按国家有关规定申报。

——取得高级培训学时证明，并具备以下条件之一者，可申报高级专业技术等级：

(1) 取得工程师职称后，从事本专业技术工作满 3 年。

(2) 具备硕士学位，或第二学士学位，或大学本科学历，或学士学位，取得中级专业技术等级后，从事本专业技术工作满 4 年。

(3) 具备博士学位，取得中级专业技术等级后，从事本专业技术工作满 1 年。

(4) 技工院校毕业生按国家有关规定申报。

1.9.2 考核方式

从理论知识和专业能力两个维度对专业技术水平进行考核。各项考核均实行百分制，成绩皆达 60 分（含）以上者为合格，考核合格者获得相应专业技术等级证书。

理论知识考试采用笔试、机考方式进行，主要考查人工智能工程技术人员从事本职业应掌握的基本知识和专业知识；专业能力考核采用专业设计、模拟操作等实验考核方式进行，主要考查人工智能工程技术人员从事本职业应具备的实际工作能力。

1.9.3 监考人员、考评人员与考生配比

理论知识考试监考人员与考生配比不低于 1:15，且每个考场不少于 2 名监考人员；专业能力考核中的考评人员与考生配比不低于 1:10，且考评人员为 3 人（含）以上单数。

1.9.4 考核时间

理论知识考试时间不少于 90min，专业能力考核时间不少于 60min。

1.9.5 考核场所设备

理论知识考试和专业能力考核所需场地为标准教室或线上平台,必备的考核仪器设备包括计算机、网络、软件及相关硬件设备。

2 基本要求

2.1 职业道德

2.1.1 职业道德基本知识

2.1.2 职业守则

- (1) 遵守法律，保守秘密。
- (2) 尊重科学，客观公正。
- (3) 诚实守信，恪守职责。
- (4) 爱岗敬业，服务大众。
- (5) 勤奋进取，精益求精。
- (6) 团结协作，勇于创新。
- (7) 乐于奉献，廉洁自律。

2.2 基础知识

2.2.1 专业基础知识

- (1) 数学基础知识。
- (2) 编程基础知识。
- (3) 数据处理知识。
- (4) 软件工程知识。
- (5) 控制工程知识。

2.2.2 工程效能相关知识

- (1) 文档规范、代码规范、质量保障规范相关知识。
- (2) 数据采集、标注、清洗、质量控制等数据工程相关知识。
- (3) 机器学习基本算法设计与开发相关知识。
- (4) 工程开发与架构，工程性能提升指标等相关知识。

2.2.3 业务理解与实践知识

- (1) 人工智能基础知识。
- (2) 人工智能的产业应用相关知识。
- (3) 人工智能发展现状及趋势相关知识。
- (4) 人工智能热点问题和前沿研究相关知识。

2.2.4 人工智能伦理及安全知识

- (1) 人工智能安全与隐私保护相关知识。

- (2) 人工智能安全与隐私保护原则及标准相关知识。
- (3) 人工智能伦理治理发展趋势知识。
- (4) 人工智能道德伦理相关原则及标准相关知识。

2.2.5 相关法律、法规知识

- (1) 《中华人民共和国劳动法》相关知识。
- (2) 《中华人民共和国劳动合同法》相关知识。
- (3) 《中华人民共和国网络安全法》相关知识。
- (4) 《中华人民共和国知识产权法》相关知识。

3 工作要求

本标准对初级、中级、高级三个等级的专业能力要求和相关知识要求依次递进，高级别涵盖低级别的要求。

3.1 人工智能芯片产品实现

3.1.1 初级

职业功能	工作内容	专业能力要求	相关知识要求
1. 人工智能共性技术应用	1.1 人工智能算法选型及调优	1.1.1 能准确地判断应用任务是否适合用机器学习技术解决 1.1.2 能应用机器学习算法原理解决实际任务 1.1.3 能运行基础神经网络模型，按照一定的指导原则，对神经网络进行调优	1.1.1 监督学习、无监督学习、集成学习、强化学习等机器学习基本概念 1.1.2 卷积神经网络，循环神经网络，深度生成模型等深度神经网络的基本概念 1.1.3 准确率、召回率、AUC 指标、ROC 曲线等机器学习与深度学习算法常见的评估方法 1.1.4 语音处理、图像处理、自然语言处理、个性化推荐、知识图谱等领域的基本方法
	1.2 人工智能算法设计及应用	1.2.1 能独立使用至少一种深度学习/机器学习框架训练模型，使用训练好的模型进行预测 1.2.2 能实现深度学习/机器学习框架的安装、模型训练、推理部署	1.2.1 国产化深度学习框架基本情况 1.2.2 深度学习框架运行的基本软硬件环境要求 1.2.3 至少一种深度学习/机器学习框架使用方法
2. 人工智能设计开发	2.1 人工智能芯片逻辑设计	2.1.1 能利用人工智能算法常用的运算/数据类型，根据芯片模块的设计功能描述进行代码编写 2.1.2 能对芯片模块代码进行书写规则和可综合检查和优化	2.1.1 数字电路设计相关知识 2.1.2 计算机组成原理 2.1.3 Verilog HDL、VHDL、System Verilog 等硬件语言
3. 人工智能测试验证	3.1 人工智能芯片验证	3.1.1 能运用验证工具，解读并分析测试覆盖率报告，提升测试覆盖率 3.1.2 能搭建测试验证环境，执行测试用例和验证脚本 3.1.3 能使用面向对象的模块级验证方法进行模块级芯片验证环境	3.1.1 验证工具使用方法 3.1.2 测试覆盖率报告格式 3.1.3 测试用例的编写知识 3.1.4 验证脚本编写方法 3.1.5 数字电路结构知识 3.1.6 面向对象的模块级验证方法 3.1.7 模块级芯片验证环境的搭建方法

3.1.2 中级

职业功能	工作内容	专业能力要求	相关知识要求
1. 人工智能共性技术应用	1.1 人工智能算法选型及调优	1.1.1 能快速判断并选择所需要的模型，合理使用机器学习模型与深度学习模型并进行模型调优 1.1.2 能调研及运行深度的神经网络模型，在需要进行参数调整和适配到自身的应用问题时，对关键参数能提出解决方案	1.1.1 机器学习算法训练、推理、部署的方法及技术细节 1.1.2 深度学习模型的剪枝、量化、蒸馏和模型结构搜索等模型压缩方法 1.1.3 数据策略、网络中的核心模块、参数规模、优化算法、损失函数、正则项等关键参数 1.1.4 数据并行、模型并行、流水线并行等深度学习模型的并行训练的方法
	1.2 人工智能算法设计及应用	1.2.1 能独立完成深度学习/机器学习框架安装、模型训练、推理部署的全流程 1.2.2 能使用深度学习/机器学习框架的用户接口进行神经网络模型搭建	1.2.1 深度学习框架设计的基本概念，如动态图、静态图等 1.2.2 深度学习/机器学习框架的常用编程接口 1.2.3 文本分类、序列标注、文本生成、图像分类、目标检测、图像分割、语音识别、语音合成等机器学习常用模型的使用方法
2. 人工智能设计开发	2.1 人工智能芯片逻辑设计	2.1.1 能根据芯片架构文档进行模块功能划分和功能描述，并进行代码编写 2.1.2 能对实现代码进行 CDC，功耗分析和优化 2.1.3 能完成芯片时钟详细设计及时钟约束 2.1.4 能将人工智能算法常见的运算拆解成 ASIC 上面可实现的硬件电路并实现 2.1.5 能基于选定的基本工艺器件对芯片模块进行逻辑综合与时序优化 2.1.6 能针对 INT8、FP16、FP32、TF32 数据类型开展优化的人工智能核心设计 2.1.7 能基于并行计算开展数据同步设计	2.1.1 数字电路设计基础知识 2.1.2 计算机组成原理 2.1.3 计算机系统结构基础知识 2.1.4 计算机接口技术 2.1.5 计算复杂度和可计算理论 2.1.6 深度学习算法和神经网络模型 2.1.7 FPGA/ASIC 相关设计知识 2.1.8 异构计算知识

		2.1.8 能基于芯片指令集开展微架构设计	
3. 人工 智能 测试 验证	3.1 人 工智能芯 片验证	3.1.1 能运用验证工具，根据业务需求编写并分析测试覆盖率报告，提升测试覆盖率 3.1.2 能设计和制定验证计划文档 3.1.3 能搭建和优化测试验证环境，编写测试用例和验证脚本 3.1.4 能使用面向对象的验证方法进行子系统级芯片验证 3.1.5 能进行低功耗验证 3.1.6 能搭建系统级和子系统级别的仿真平台 3.1.7 能对人工智能处理器进行验证 3.1.8 能搭建门级仿真环境（包括前仿真和后仿真） 3.1.9 能快速定位门级仿真环境、库、时序等相关问题 3.1.10 能综合运用时序分析方法分析数字电路时序，并根据时序约束文件，针对特殊时序路径开发后仿真的测试用例	3.1.1 验证工具的类型、优缺点使用方法 3.1.2 测试覆盖率报告的编写知识 3.1.3 验证计划文档的编写方法 3.1.4 测试用例的设计知识 3.1.5 验证脚本的编写方法 3.1.6 数字电路时序分析方法 3.1.7 面向对象的子系统级验证方法 3.1.8 子系统验证环境对模块环境的复用方法 3.1.9 UPF (Unified Power Format) /NLP(Native Low Power)/Emulator 基础知识 3.1.10 GPU、TPU、XPU 等人工智能处理器验证方法 3.1.11 门级电路知识 3.1.12 门级仿真验证环境的搭建方法 3.1.13 门级仿真测试用例的编写方法
4. 人工 智能 咨询 服务	4.1 人 工智能技 术咨询	4.1.1 能进行人工智能系统项目需求分析和应用环境及目标技术评估，完成调研分析报告 4.1.2 能进行人工智能系统项目的技术体系架构和方案设计，能完成项目建议书的编写、可行性方案的规划和制定，编制相应的实施规划	4.1.1 项目建议书、可行性研究报告编写规范及编制方法，评审程序知识 4.1.2 人工智能与人类思维方法论 4.1.3 场景识别方法，人工智能场景选择原则 4.1.4 工程咨询方法与系统分析知识
	4.2 人 工智能系 统咨询管 理和评价 服务	4.2.1 能进行人工智能系统项目资源分析和评价 4.2.2 能进行人工智能系统人机交互、隐私保护、数据安全等技术的咨询和评价服务	4.2.1 项目资源的计划、配置、控制和处置知识 4.2.2 人工智能伦理原则 4.2.3 隐私保护原则和基本方法 4.2.4 招投标技术咨询、融资咨询、绩效追踪、项目后评价知识

	4.3 人工智能咨询培训及运营管理咨询	4.3.1 能进行人工智能技术咨询服务培训 4.3.2 能跟进并掌握人工智能最新技术及应用场景，并针对性开展技术论证 4.3.3 能对人工智能项目运营过程进行咨询	4.3.1 培训方法、问题反馈和分析方法 4.3.2 培训方案的制定方法、培训质量管理知识 4.3.3 可持续互动交流机制 4.3.4 人工智能前沿技术 4.3.5 运营管理方法
--	---------------------	--	--

3.1.3 高级

职业功能	工作内容	专业能力要求	相关知识要求
1. 人工智能共性技术应用	1.1 人工智能算法选型及调优	1.1.1 能在面对用户需求和业务需求时，将其准确转换为机器学习语言、算法及模型 1.1.2 能对机器学习技术要素进行组合使用，并进行建模 1.1.3 能在标准算法基础上，对组合多种机器学习技术要素进行模型设计及调优的能力	1.1.1 新型模型和相关技术
	1.2 人工智能算法设计及应用	1.2.1 能使用深度学习/机器学习框架实现算法的设计和开发 1.2.2 能合理组合、改造并创新深度学习/机器学习模型来解决更加复杂的应用问题	1.2.1 深度学习/机器学习框架的技术细节及发展趋势 1.2.2 神经网络结构与深度学习算法的开发设计方法
2. 人工智能设计开发	2.1 人工智能芯片架构设计	2.1.1 能完成系统应用架构定义，并进行芯片规格设计和参考设计开发 2.1.2 能总结和归纳各种人工智能算法/模型对硬件计算、存储资源的需求，并根据芯片的应用场景对硬件资源做出合理分配 2.1.3 能根据算力和应用需求，针对通用或专用人工智能加速芯片，进行算力分配和评价，合理分配通用计算与专用加速计算，并能给出相关参数(加速比/理论最高算力 TOPS / 能耗比) 2.1.4 能搭建原型化软硬件评估和仿真平台，进行高层次建模和设计，对 PPA（性能、功耗、面积）进行早期评价 2.1.5 能制定芯片测试计划，指导芯片产品工程师进行硅片和封装级测试 2.1.6 能应用上层软件定义高效、节能、可移植性强的实现框架	2.1.1 数字电路设计相关知识 2.1.2 计算机组成原理 2.1.3 计算机系统结构相关知识 2.1.4 操作系统原理 2.1.5 计算机接口技术 2.1.6 算法与数据结构相关知识 2.1.7 计算复杂度和可计算理论 2.1.8 深度学习算法和神经网络模型 2.1.9 分布式计算原理 2.1.10 异构计算相关知识 2.1.11 编译器、算子接口、集成工具（driver/API/IDE）相关知识

		2.1.7 能在面向云侧训练开展设计时，进行训练集群的架构设计	
	2.2 人工智能芯片逻辑设计	2.2.1 能进行芯片详细功能划分和设计，向下一级芯片逻辑设计团队分发详细设计任务需求 2.2.2 能进行芯片总线架构，子模块定义和划分 2.2.3 能把控和应用芯片设计关键 IP 模块（PCIe, DDR/GDDR/HBM, NoC） 2.2.4 能进行芯片顶层及关键 IP 模块可测试逻辑功能设计 2.2.5 能对芯片的安全管理和功耗管理功能进行设计 2.2.6 能协助芯片物理设计工程师进行基本物理器件 PPA 分析及选型，并能根据 PPA 评估的结果优化关键性模块(如神经网络加速)代码 2.2.7 能与验证工程师共同完成芯片验证以及通过代码，功能覆盖率检查保证验证的完备性	2.2.1 数字电路设计相关知识 2.2.2 计算机组成原理 2.2.3 计算机系统结构相关知识 2.2.4 操作系统原理 2.2.5 计算机接口技术 2.2.6 计算复杂度和可计算理论 2.2.7 深度学习算法和神经网络模型 2.2.8 算法与数据结构相关知识 2.2.9 FPGA/ASIC 相关设计知识 2.2.10 异构计算知识
3. 人工智能测试验证	3.1 人工智能芯片验证	3.1.1 能依据验证工具工作原理，提升验证环境执行效率，通过覆盖率报告协助芯片设计工程师改进电路设计 3.1.2 能确定具体验证工具链，制定验证方法学和验证流程 3.1.3 能熟练使用面向对象的模块级验证方法进行验证并对方法学进行改进 3.1.4 能使用机器学习及神经网络算法对验证数据进行建模 3.1.5 能对最终的验证计划，验证报告进行核签 3.1.6 能对最新的验证方法学和工具进行跟踪、改进和优化，并对	3.1.1 验证工具的工作原理 3.1.2 验证环境执行效率的优化知识 3.1.3 验证工具的优缺点及工具链组合知识 3.1.4 验证方法学知识 3.1.5 数字电路综合时序分析知识，数字电路设计优化知识 3.1.6 面向对象的模块级验证方法 3.1.7 机器学习算法建模知识 3.1.8 计算复杂度和可计算理论 3.1.9 深度学习算法和神经网络模型 3.1.10 常见深度学习框架的背景

		验证工具提出功能性改进的建议 3.1.7 能协助软件开发工程师将框架移植到仿真环境，并在该环境完成神经网络模型训练及推理流程的仿真	
4. 人工智能咨询服务	4.1 人工智能技术咨询	4.1.1 能以改进或创新业务结合人工智能技术为基础，进行技术要素分析咨询、产业成本分析咨询、产业链架构咨询 4.1.2 能以社会学、心理学、机器学、伦理学等专业为基础，对人工智能应用的人机作用、网络作用、社会作用进行合理性分析咨询	4.1.1 综合分析、规划咨询、市场分析、项目评价、项目管理等现代工程咨询方法 4.1.2 逻辑方法、学科方法、哲学方法等现代工程咨询方法体系 4.1.3 人工智能应用集成方法 4.1.4 人工智能常见业务建模平台，业务建模方法 4.1.5 社会伦理学、政治经济学、心理学、仿生伦理学
	4.2 人工智能咨询管理和评价服务	4.2.1 能制定人工智能技术应用的社会、企业组织管理机制及相关协调机制 4.2.2 能根据人工智能系统具体应用及运行结果对系统应用提出持续改进建议并进行分析评价，同时具备建立相关咨询标准的能力 4.2.3 能进行人工智能项目的社会可持续发展情况评价，包括与环境、生态、能源、社会和谐等关系的评价	4.2.1 社会行为、企业行为组织、管理运行相关能力知识 4.2.2 战略数据规划方法，信息系统工程方法等企业系统规划方法知识 4.2.3 常用组合分析方法，软件体系架构评估、软件标准化知识 4.2.4 项目影响评价方法、项目目标评价方法、项目可持续评价工作方法等社会评价的主要方法
	4.3 人工智能咨询培训及运营管理咨询	4.3.1 能进行人工智能技术咨询培训，咨询技术及运营管理指导 4.3.2 能合理地进行计划、组织、实施和控制等运营过程管理，达到更好地连接人工智能产品与用户需求的目标 4.3.2 能进行运营经济性预测，提出运营计划调整方向，以达到项目持续性运营的目标	4.3.1 运营流程规划及管理方法 4.3.2 敏感数据分析技术与反馈机制，用户、需求和场景的整合及改进知识

3.2 人工智能平台产品实现

3.2.1 初级

职业功能	工作内容	专业能力要求	相关知识要求
1. 人工智能共性技术应用	1.1 人工智能算法选型及调优	1.1.1 能准确地判断应用任务是否适合用机器学习技术解决 1.1.2 能应用机器学习算法原理解决实际问题 1.1.3 能运行基础神经网络模型，能按照一定的指导原则对神经网络进行调优	1.1.1 机器学习基本概念，包括监督学习，无监督学习，集成学习，强化学习等 1.1.2 深度神经网络，包括卷积神经网络，循环神经网络，深度生成模型的基本概念 1.1.3 机器学习与深度学习算法常见的评估方法：准确率、召回率、AUC 指标、ROC 曲线等 1.1.4 语音处理、图像处理、自然语言处理、个性化推荐、知识图谱等领域的基本方法
	1.2 人工智能算法设计及应用	1.2.1 能独立使用至少一种深度学习/机器学习框架训练模型，能够使用训练好的模型进行预测 1.2.2 能实现深度学习/机器学习框架的安装、模型训练、推理部署	1.2.1 国产化深度学习框架基本情况 1.2.2 深度学习框架运行的基本软硬件环境要求 1.2.3 至少一种深度学习/机器学习框架使用方法
2. 人工智能需求分析	2.1 人工智能平台需求分析	2.1.1 能对外说明人工智能平台研发的主要流程和用户使用场景 2.1.2 能将用户对人工智能平台的相关使用需求整理成文档 2.1.3 能按照规范撰写业务场景需求设计分析和需求文档	2.1.1 人工智能场景的主要环节和使用流程 2.1.2 人工智能算法训练、推理、部署的方法和流程 2.1.3 人工智能平台业务场景需求设计分析和需求文档的撰写规范
3. 人工智能设计开发	3.1 人工智能平台设计	3.1.1 能绘制至少 1 类人工智能场景全周期流程图，如计算机视觉、自然语言处理等 3.1.2 能使用机器学习框架完成人工智能算法训练、推理、部署全周期流程 3.1.3 能使用大数据技术进行数据存取、任务编排 3.1.4 能使用容器及虚拟化技术进行应用封装、加速芯片对接	3.1.1 人工智能场景的主要环节和技术规范 3.1.2 机器学习框架的使用方法 3.1.3 大数据技术的基础知识 3.1.4 容器及虚拟化技术的基础知识

4. 人工 智能 测试 验证	4.1 人工 智能平台验 证	4.1.1 能绘制 1 类人工智能场景的验证流程图，如计算机视觉、自然语言处理等 4.1.2 能撰写人工智能平台、算法、模型的验证报告 4.1.3 能够完整验证人工智能平台组件的功能、性能等 4.1.4 能够完整验证人工智能平台开发的算法和模型的精度	4.1.1 人工智能平台主要组件的使用流程 4.1.2 人工智能平台主要组件的功能验证方法和性能验证方法 4.1.3 人工智能平台验证报告撰写规范
5. 人工 智能 产品 交付	5.1 人工 智能平台产 品交付	5.1.1 能绘制 1 类人工智能场景交付流程图，如计算机视觉、自然语言处理等 5.1.2 能安装人工智能平台的主要组件并完成交付流程 5.1.3 能基于业务场景编制产品交付文档	5.1.1 人工智能场景的主要环节和交付方法 5.1.2 人工智能平台的主要组件和安装、配置、调试的方法
6. 人工 智能 产品 运维	6.1 人工 智能平台产 品运维	6.1.1 能使用人工智能平台操作基本命令完成平台运维操作 6.1.2 能按照人工智能平台部署手册对产品进行部署升级 6.1.3 能够根据标准流程进行人工智能平台的日常巡查	6.1.1 人工智能平台的基本操作 6.1.2 人工智能平台的基本运维技术 6.1.3 人工智能平台的部署升级方法

3.2.2 中级

职业功能	工作内容	专业能力要求	相关知识要求
1. 人工智能共性技术应用	1.1 人工智能算法选型及调优	1.1.1 能快速判断并选择所需要的模型，能合理使用机器学习模型与深度学习模型并进行模型调优 1.1.2 能调研及运行深度的神经网络模型，在需要进行参数调整和适配到自身的应用问题时，对关键参数能提出解决方案	1.1.1 机器学习算法训练、推理、部署的方法及技术细节 1.1.2 深度学习模型的剪枝、量化、蒸馏和模型结构搜索等模型压缩方法 1.1.3 关键参数：数据策略、网络中的核心模块、参数规模、优化算法、损失函数、正则项等 1.1.4 深度学习模型的并行训练的方法：数据并行、模型并行、流水线并行等
	1.2 人工智能算法设计及应用	1.2.1 能独立完成深度学习/机器学习框架安装、模型训练、推理部署的全流程 1.2.2 能使用深度学习/机器学习框架的用户接口进行神经网络模型搭建	1.2.1 深度学习框架设计的基本概念，如动态图、静态图等 1.2.2 深度学习/机器学习框架的常用编程接口 1.2.3 机器学习常用模型的使用方法，如文本分类、序列标注、文本生成、图像分类、目标检测、图像分割、语音识别、语音合成等
2. 人工智能需求分析	2.1 人工智能平台需求分析	2.1.1 能指导本领域初级人员撰写业务场景需求设计分析和需求文档 2.1.2 能将用户的使用问题整理转化为人工智能平台的需求并整理成文档 2.1.3 能完善需求文档和设计分析文档中的细节和不足	2.1.1 人工智能场景的全流程的细节和技术规范 2.1.2 人工智能算法训练、推理、部署的方法、流程和操作细节 2.1.3 人工智能平台业务需求设计分析和需求文档的撰写规范和指导方法
3. 人工智能设计开发	3.1 人工智能平台设计	3.1.1 能绘制2类人工智能场景的流程图和细节，如计算机视觉、自然语言处理等 3.1.2 能使用高性能计算工具，加速计算程序性能	3.1.1 人工智能场景的全流程细节和技术规范 3.1.2 至少一种机器学习框架的技术细节 3.1.3 高性能计算技术的知

		3.1.3 能使用并行计算与分布式技术，开发可以进行分布式处理的应用 3.1.4 能指导本领域的初级人员完成任务编排调度、计算程序性能加速以及分布式处理应用开发等工作	识细节 3.1.4 并行计算与分布式计算技术的知识细节
4. 人工 智能 测试 验证	4.1 人工 智能平台验 证	4.1.1 能独立完成1~2类人工智能场景的验证流程和细节，如计算机视觉、自然语言处理等 4.1.2 能够设计针对人工智能平台主要组件的测试计划，完整的验证其功能、精度、性能等 4.1.3 能选择合理的自动化解决方案，实现针对人工智能平台的自动化测试工具	4.1.1 人工智能平台场景的主要环节和验证方法 4.1.2 人工智能平台的主要组件的功能、性能的验证方法 4.1.3 人工智能算法、模型的精测验证方法 4.1.4 自动化测试的方法和工具
5. 人工 智能 产品 交付	5.1 人工 智能平台产 品交付	5.1.1 能绘制2类人工智能场景交付流程图，如计算机视觉、自然语言处理等 5.1.2 能面向复杂业务场景编制交付文档 5.1.3 能对现场部署过程中交付问题进行分析、定位和解决	5.1.1 人工智能平台的所有组件和安装、配置、调试的方法 5.1.2 人工智能平台的产品交付文档的规范和撰写要求 5.1.3 人工智能平台问题的定位方法和工具
6. 人工 智能 产品 运维	6.1 人工 智能平台产 品运维	6.1.1 能在专有硬件上运维人工智能平台 6.1.2 能编写人工智能平台部署手册 6.1.3 能持续改进人工智能平台日常巡检流程 6.1.4 能够指导本领域初级人员进行人工智能平台运维工作 6.1.5 能按照标准步骤对人工智能平台常见问题进行问题排查	6.1.1 人工智能平台的操作细节和原理 6.1.2 人工智能平台的专有硬件知识 6.1.3 人工智能平台的常见问题排查流程和方法
7. 人工 智能 咨询 服务	7.1 人工 智能技术咨 询	7.1.1 能进行人工智能系统项目需求分析和应用环境及目标技术评估，完成调研分析报告 7.1.2 能进行人工智能系统项目的技术体系架构和方案设计，能完成项目建议书的编写、可行性方案的规划和制定，编制相应的实施规划	7.1.1 项目建议书、可行性研究报告编写规范及编制方法，评审程序知识 7.1.2 人工智能与人类思维方法论 7.1.3 场景识别方法，人工智能场景选择原则 7.1.4 工程咨询方法与系统

			分析能力
	7.2 人工智能系统咨询管理和评价服务	7.2.1 能进行人工智能系统项目资源分析和评价 7.2.2 能进行人工智能系统人机交互、隐私保护、数据安全等技术的咨询和评价服务	7.2.1 项目资源的计划、配置、控制和处置 7.2.2 人工智能伦理原则 7.2.3 隐私保护原则和基本方法 7.2.4 招投标技术咨询、融资咨询、绩效追踪、项目后评价
	7.3 人工智能咨询培训及运营管理咨询	7.3.1 能进行人工智能技术咨询服务培训 7.3.2 能跟进并掌握人工智能最新技术及应用场景，并针对性开展技术论证 7.3.3 能对人工智能项目运营过程进行咨询	7.3.1 培训方法, 问题反馈和分析方法 7.3.2 制定培训方案的方法, 培训质量管理知识 7.3.3 可持续互动交流机制 7.3.4 人工智能前沿技术 7.3.5 运营管理方法

3.2.3 高级

职业功能	工作内容	专业能力要求	相关知识要求
1. 人工智能共性技术应用	1.1 人工智能算法选型及调优	1.1.1 能在面对用户需求和业务需求时，将其准确转换为机器学习语言、算法及模型 1.1.2 能对机器学习技术要素进行组合使用，并进行建模 1.1.3 能在标准算法基础上，对组合多种机器学习技术要素进行模型设计及调优的能力	1.1.1 新型模型和相关技术
	1.2 人工智能算法设计及应用	1.2.1 能使用深度学习/机器学习框架实现算法的设计和开发 1.2.2 能合理组合、改造并创新深度学习/机器学习模型来解决更加复杂的应用问题	1.2.1 深度学习/机器学习框架的技术细节及发展趋势 1.2.2 深度神经网络结构与深度学习算法的开发设计方法
2. 人工智能需求分析	2.1 人工智能平台需求分析	2.1.1 能引导用户主动将使用问题转化为人工智能平台的需求 2.1.2 能制定业务场景需求设计分析和需求文档的撰写规范	2.1.1 人工智能需求文档撰写规范及制定原因 2.1.2 现有主要人工智能平台的技术特点及发展趋势
3. 人工智能设计开发	3.1 人工智能平台设计	3.1.1 能定制化修改开源人工智能框架，提升框架性能和稳定性 3.1.2 能改进虚拟化技术及容器调度编排技术的核心机制 3.1.3 能结合硬件架构和硬件指令优化高性能计算代码 3.1.4 能使用并行计算与分布式技术，设计和实现可以大规模并发的并型计算应用 3.1.5 能够根据网络拓扑和网络架构分析和设计通信机制和策略改进程序性能 3.1.6 能指导本领域的初级人员完成任务编排调度、加速计算程序性能以及开发分布式处理应用等工作 3.1.7 能分析人工智能平台全流程，定位复杂系统内性能问题和故障，并给出	3.1.1 至少两种机器学习框架的技术细节及发展趋势 3.1.2 容器及虚拟化技术的实现细节和发展趋势 3.1.3 高性能计算技术的实现细节和发展趋势 3.1.4 并行计算与分布式计算技术的实现细节和发展趋势 3.1.5 网络拓扑和网络架构设计和实现细节 3.1.6 人工智能平台性能分析知识和故障分析知识

		技术解决方案	
4. 人工 智能 测试 验证	4.1 人工 智能平台验 证	4.1.1 能制定并优化 1~2 类人工智能场景验证流程，如计算机视觉、自然语言处理等 4.1.2 能制定和实现合理的自动化解决方案，并负责设计和实现自动化测试工具，完成人工智能平台的测试和验证 4.1.3 能指导本领域初级、中级人员完成平台组件验证工作	4.1.1 人工智能平台验证流程制定原因 4.1.2 人工智能平台主要组件的实现细节 4.1.3 人工智能平台产品验证文档的规范、撰写要求及制定原因
5. 人工 智能 产品 交付	5.1 人工 智能平台产 品交付	5.1.1 能制定人工智能平台的安装交付流程 5.1.2 能指导交付团队实现复杂人工智能平台现场部署、调试与维护 5.1.3 能面向复杂业务场景，设计人工智能平台产品交付方案	5.1.1 人工智能平台的操作细节和设计原因 5.1.2 面向复杂场景的人工智能平台的问题定位的原理，以及辅助工具的开发方法 5.1.3 人工智能平台的产品交付流程及制定原因
6. 人工 智能 产品 运维	6.1 人工 智能平台产 品运维	6.1.1 能在专有硬件上编写人工智能平台运维工具 6.1.2 能撰写人工智能平台的部署升级规范和日常巡查规范 6.1.3 能针对各类突发故障，结合自身经验进行分析和处理，拟定解决方案 6.1.4 能开发自动化人工智能运维工具	6.1.1 人工智能平台专有硬件的实现细节 6.1.2 人工智能平台的部署升级和日常巡查的流程和细节 6.1.3 人工智能平台的复杂或突发问题的排查流程、方法和细节 6.1.4 自动化运维工具的开发方法
7. 人工 智能 咨询 服务	7.1 人工 智能技术咨 询	7.1.1 能以改进或创新业务结合人工智能技术为基础，进行技术要素分析咨询、产业成本分析咨询、产业链架构咨询 7.1.2 能以社会学、心理学、机器学、伦理学等专业为基础，对人工智能应用的人机作用、网络作用、社会作用进行合理性分析咨询	7.1.1 综合分析、规划咨询、市场分析、项目评价、项目管理等现代工程咨询方法 7.1.2 逻辑方法、学科方法、哲学方法等现代工程咨询方法体系 7.1.3 人工智能应用集成方法 7.1.4 人工智能常见业务建模平台，业务建模方法 7.1.5 社会伦理学、政治经济学、心理学、仿生伦理学

	7.2 人工智能咨询管理和评价服务	7.2.1 能制定人工智能技术应用的社会、企业组织管理机制及相关协调机制 7.2.2 能根据人工智能系统具体应用及运行结果对系统应用提出持续改进建议并进行分析评价，同时具备建立相关咨询标准的能力 7.2.3 能进行人工智能项目的社会可持续发展情况评价，包括与环境、生态、能源、社会和谐等关系的评价	7.2.1 社会行为、企业行为组织、管理运行相关能力知识 7.2.2 企业系统规划方法，战略数据规划方法，信息系统工程方法等 7.2.3 常用组合分析方法，软件体系架构评估，软件标准化知识 7.2.4 社会评价的主要方法，包括项目影响评价方法、项目目标评价方法、项目可持续评价工作方法等
	7.3 人工智能咨询培训及运营管理咨询	7.3.1 能进行人工智能技术咨询服务培训，咨询技术及运营管理指导 7.3.2 能合理地进行计划、组织、实施和控制等运营过程管理，达到更好地连接人工智能产品与用户需求的目标 7.3.2 能进行运营经济性预测，提出运营计划调整方向，以达到项目持续性运营的目标	7.3.1 运营流程规划及管理方法 7.3.2 敏感数据分析技术与反馈机制，用户、需求和场景的整合及改进

3.3 智能语音及自然语言处理产品实现

3.3.1 初级

职业功能	工作内容	专业能力要求	相关知识要求
1. 人工智能共性技术应用	1.1 人工智能算法选型及调优	1.1.1 能准确地判断应用任务是否适合用机器学习技术解决 1.1.2 能应用机器学习算法原理解决实际任务 1.1.3 能运行基础神经网络模型，能按照一定的指导原则对神经网络进行调优	1.1.1 机器学习基本概念，包括监督学习，无监督学习，集成学习，强化学习等 1.1.2 深度神经网络，包括卷积神经网络，循环神经网络，深度生成模型的基本概念 1.1.3 机器学习与深度学习算法常见的评估方法：准确率、召回率、AUC 指标、ROC 曲线等 1.1.4 语音处理、图像处理、自然语言处理、个性化推荐、知识图谱等领域的基本方法
	1.2 人工智能算法设计及应用	1.2.1 能独立使用至少一种深度学习/机器学习框架训练模型，能够使用训练好的模型进行预测 1.2.2 能实现深度学习/机器学习框架的安装、模型训练、推理部署	1.2.1 国产化深度学习框架基本情况 1.2.2 深度学习框架运行的基本软硬件环境要求 1.2.3 至少一种深度学习/机器学习框架使用方法
2. 人工智能需求分析	2.1 智能语音交互需求分析	2.1.1 能明确语音应用工具或产品的主要服务对象 2.1.2 能根据语音应用场景进行基本需求分析 2.1.3 能根据不同用户对语音应用工具或产品的使用习惯进行需求分析	2.1.1 语音识别、语音合成、自然语言处理基础知识 2.1.2 语音应用工具或产品的工作原理 2.1.3 语音应用工具或产品的操作方法
3. 人工智能设计开发	3.1 智能语音交互设计开发	3.1.1 能进行语音识别、语音合成、自然语言处理、深度学习等基本算法研究，开发语音方向的专业工具或行业应用 3.1.2 能对特定的应用场景使用合适的语音识别、合成算法模型 3.1.3 能进行智能语音引擎接口开发及技术文档编写	3.1.1 语音信号处理、语音识别、语音合成基础算法知识 3.1.2 数据结构与算法基础知识 3.1.3 深度学习语音识别常用模型

4. 人工 智能 测试 验证	4.1 智能 语音交互验 证	4.1.1 能根据各种语音应用工具或产品设计需求制定测试计划 4.1.2 能根据各种语音应用工具或产品，设计测试数据和测试用例，并提交测试报告 4.1.3 能针对不同的应用场景，解决语音识别、语音合成相关核心技术在实际应用系统中的问题 4.1.4 能根据需求设计性能测试方案，编写性能测试脚本并执行	4.1.1 各种语音应用工具或产品的测试流程、测试理论和方法 4.1.2 多种测试平台工具和测试方法，有一定的自动化测试经验 4.1.3 网络技术和相关配置知识 4.1.4 需求分析、案例设计与编写、测试案例执行、回归测试、生产上线验证等标准化的测试流程知识
5. 人工 智能 产品 交付	5.1 智能 语言交互产 品交付	5.1.1 能按照项目要求与用户沟通和协调前后场人员 5.1.2 能根据不同的语音应用工具或产品编写各类测试用例、测试报告、用户手册和交付文档 5.1.3 能准确收集用户的相关需求	5.1.1 计算机基础知识 5.1.2 语音应用工具或产品的测试流程 5.1.3 语音应用工具或产品的技术支持和实施交付流程
6. 人工 智能 产品 运维	6.1 智能 语音交互产 品运维	6.1.1 能撰写日常运维方案 6.1.2 能独立完成各种语音应用工具或产品业务系统的维护和升级 6.1.3 能负责语音应用工具或产品的运维流程、相关规范、手册的制定及实施	6.1.1 日常运维文档规范 6.1.2 语音应用工具或产品的操作与运维方法 6.1.3 主流操作系统运维知识

3.3.2 中级

职业功能	工作内容	专业能力要求	相关知识要求
1. 人工智能共性技术应用	1.1 人工智能算法选型及调优	1.1.1 能快速判断并选择所需要的模型，能合理使用机器学习模型与深度学习模型并进行模型调优 1.1.2 能调研及运行深度的神经网络模型，在需要进行参数调整和适配到自身的应用问题时，对关键参数能提出解决方案	1.1.1 机器学习算法训练、推理、部署的方法及技术细节 1.1.2 深度学习模型的剪枝、量化、蒸馏和模型结构搜索等模型压缩方法 1.1.3 关键参数：数据策略、网络中的核心模块、参数规模、优化算法、损失函数、正则项等 1.1.4 深度学习模型的并行训练的方法：数据并行、模型并行、流水线并行等
	1.2 人工智能算法设计及应用	1.2.1 能独立完成深度学习/机器学习框架安装、模型训练、推理部署的全流程 1.2.2 能使用深度学习/机器学习框架的用户接口进行神经网络模型搭建	1.2.1 深度学习框架设计的基本概念，如动态图、静态图等 1.2.2 深度学习/机器学习框架的常用编程接口 1.2.3 机器学习常用模型的使用方法，如文本分类、序列标注、文本生成、图像分类、目标检测、图像分割、语音识别、语音合成等
2. 人工智能需求分析	2.1 智能语音交互需求分析	2.1.1 能对语音应用场景需求进行定制化设计 2.1.2 能将人工智能技术整合到各类实际的语音应用场景对应的系统中，满足业务实际需求 2.1.3 能根据业务需求，对语音应用工具或产品数据进行统计分析并出具报告	2.1.1 语音相关基础算法 2.1.2 语音、音频信号处理相关知识 2.1.3 语音识别深度学习算法和机器学习相关知识
3. 人工智能设计开发	3.1 智能语音交互设计开发	3.1.1 能进行语音识别、语音合成、自然语言处理等技术架构研究 3.1.2 能构建语音翻译、语音控制、语音转录、情感识别及声纹识别等语音应用架构 3.1.3 能对不同语音场景的通用部分进行提取	3.1.1 语音识别（如端点检测、声学机理、特征提取、解码搜索）、语音合成、声学模型、数据结构等算法知识 3.1.2 智能芯片、声学结构和器件等原理麦克风阵列信号处理算法

			3.1.3 机器学习常用算法知识
4. 人工 智能 测试 验证	4.1 智能 语音交互 验证	4.1.1 能基于自然语言处理系统按场景需求，与外部数据语料、回话系统等完成接口集成与验证 4.1.2 能对语音识别和合成结果准确率进行人工测评，并对标注结果进行质量审核，反馈审核结果 4.1.3 能对使用过程中产生的数据进行收集和分析，为工具或产品的优化提供依据和支撑	4.1.1 常用语言模型的构建与使用方法 4.1.2 语音拨号、语音导航、室内设备控制等工具使用方法 4.1.3 软硬件测试平台工具和测试方法
5. 人工 智能 产品 交付	5.1 智能 语言交互 产品交付	5.1.1 能独立安装与部署相关语音产品 5.1.2 能进行语音产品上线后的维护支撑工作 5.1.3 能按照语音产品需求，进行安全策略配置，完成产品上线试运行	5.1.1 主流操作系统开发环境知识 5.1.2 大数据流处理计算框架工具 5.1.3 语音全链路技术
6. 人工 智能 产品 运维	6.1 智能 语音交互 产品运维	6.1.1 能及时跟踪国内外语音技术的发展，并结合产品运行状况做持续优化 6.1.2 能推动产品程序架构与部署优化，推动产品运维流程的自动化 6.1.3 能进行语音应用工具或产品线上线下系统的发布、更新、架构调整、服务器环境配置和调试	6.1.1 多种运维脚本编写知识 6.1.2 数据库运维知识和各个中间件的安装、配置、调优方法 6.1.3 多种社区开源工具使用方法
7. 人工 智能 咨询 服务	7.1 人工 智能技术 咨询	7.1.1 能进行人工智能系统项目需求分析和应用环境及目标技术评估，完成调研分析报告 7.1.2 能进行人工智能系统项目的技术体系架构和方案设计，能完成项目建议书的编写、可行性方案的规划和制定，编制相应的实施规划	7.1.1 项目建议书、可行性研究报告编写规范及编制方法，评审程序知识 7.1.2 人工智能与人类思维方法论 7.1.3 场景识别方法，人工智能场景选择原则 7.1.4 工程咨询方法与系统分析能力

	7.2 人工智能系统咨询管理和评价服务	7.2.1 能进行人工智能系统项目资源分析和评价 7.2.2 能进行人工智能系统人机交互、隐私保护、数据安全等技术的咨询和评价服务	7.2.1 项目资源的计划、配置、控制和处置 7.2.2 人工智能伦理原则 7.2.3 隐私保护原则和基本方法 7.2.4 招投标技术咨询、融资咨询、绩效追踪、项目后评价
	7.3 人工智能咨询培训及运营管理咨询	7.3.1 能进行人工智能技术咨询服务培训 7.3.2 能跟进并掌握人工智能最新技术及应用场景，并针对性开展技术论证 7.3.3 能对人工智能项目运营过程进行咨询	7.3.1 培训方法, 问题反馈和分析方法 7.3.2 制定培训方案的方法, 培训质量管理知识 7.3.3 可持续互动交流机制 7.3.4 人工智能前沿技术 7.3.5 运营管理方法

3.3.3 高级

职业功能	工作内容	专业能力要求	相关知识要求
1. 人工智能共性技术应用	1.1 人工智能算法选型及调优	1.1.1 能在面对用户需求和业务需求时，将其准确转换为机器学习语言、算法及模型 1.1.2 能对机器学习技术要素进行组合使用，并进行建模 1.1.3 能在标准算法基础上，对组合多种机器学习技术要素进行模型设计及调优的能力	1.1.1 新型模型和相关技术
	1.2 人工智能算法设计及应用	1.2.1 能使用深度学习/机器学习框架实现算法的设计和开发 1.2.2 能合理组合、改造并创新深度学习/机器学习模型来解决更加复杂的应用问题	1.2.1 深度学习/机器学习框架的技术细节及发展趋势 1.2.2 深度神经网络结构与深度学习算法的开发设计方法
2. 人工智能需求分析	2.1 智能语音交互需求分析	2.1.1 能深入分析语音识别、语音合成、语音应用场景各个方面的需求 2.1.2 能深入分析自然语言处理的个性化业务需求 2.1.3 能根据业务需求，对语音翻译、语音控制、语音转录、情感识别及声纹识别等语音应用场景提供解决方案	2.1.1 数字信号处理、语言模型、声学机理等原理 2.1.2 自然语言理解算法和自然语言生成算法知识 2.1.3 声学模型训练方法和声纹处理等多项技术原理
3. 人工智能设计开发	3.1 智能语音交互设计开发	3.1.1 能选择并实现常见的算法模型，准确理解业务需求并转化为可实现的技术方案 3.1.2 能独立整合基于 Java、PHP、Android 等开发平台进行开发行业应用 3.1.3 能独立解决对大型复杂语音应用场景下设计与架构进行工具选择、性能优化问题	3.1.1 语言模型和声学模型训练、解码器或识别算法优化知识 3.1.2 多种深度学习框架知识 3.1.3 数字信号处理、语音合成引擎开发、计算加速、效率优化等关键技术知识
4. 人工智能测试验证	4.1 智能语音交互验证	4.1.1 能独立编写自动化测试案例与脚本，部署执行自动化测试案例，定位排查问题 4.1.2 能对语音识别、语音合成产品系统进行数据处理、模型训练、结果分析、实验验证	4.1.1 前端测试方案、接口测试方案、大数据测试方案、分布式测试方案的设计知识 4.1.2 语音识别和语音合成系统工具使用方法 4.1.3 多种性能测试工具使

		4.1.3 能使用不同工具结合语音识别和合成应用，对行业数据进行收集和分析 4.1.4 能通过分析问题，收集数据，特征提取，建模，设计算法，评估改进等步骤来解决实践中面临的复杂问题	用方法 4.1.4 大数据流处理计算框架工具和数据库使用方法
5. 人工 智能 产品 交付	5.1 智能 语言交互产 品交付	5.1.1 能独立对属地技术人员进行语音应用工具或产品的交付技术培训 5.1.2 能按照项目既定计划完成交付，并承担交付过程中需要的技术方案等交付物的编写 5.1.3 能持续改进完善语音应用工具或产品的交付流程和流程产物要求	5.1.1 培训教学方法 5.1.2 多种语音应用工具或产品的安装、配置、调试的操作方法 5.1.3 项目管理的五个过程和十个知识领域
6. 人工 智能 产品 运维	6.1 智能 语音交互产 品运维	6.1.1 能独立开发语音自动化运维平台 6.1.2 能将已经论证有效的新技术结合到目前的说话人识别引擎中，提升语音识别和合成引擎的性能、处理速度和稳定性 6.1.3 能根据语音识别工具和系统的发展情况，及时引进新系统和新工具 6.1.4 能独立部署和维护语音识别和合成系统，为系统开发人员提供优化依据	6.1.1 主流操作系统管理、安全及系统优化方法 6.1.2 多种自动化运维编程工具使用方法 6.1.3 分布式计算框架知识 6.1.4 性能优化方法
7. 人工 智能 咨询 服务	7.1 人工 智能技术咨 询	7.1.1 能以改进或创新业务结合人工智能技术为基础，进行技术要素分析咨询、产业成本分析咨询、产业链架构咨询 7.1.2 能以社会学、心理学、机器学、伦理学等专业为基础，对人工智能应用的人机作用、网络作用、社会作用进行合理性分析咨询	7.1.1 综合分析、规划咨询、市场分析、项目评价、项目管理等现代工程咨询方法 7.1.2 逻辑方法、学科方法、哲学方法等现代工程咨询方法体系 7.1.3 人工智能应用集成方法 7.1.4 人工智能常见业务建模平台，业务建模方法 7.1.5 社会伦理学、政治经济学、心理学、仿生伦理学
	7.2 人工 智能咨询管 理和评价服 务	7.2.1 能制定人工智能技术应用的社会、企业组织管理机制及相关协调机制 7.2.2 能根据人工智能系统具体应用及运行结果对系统应用提出持续改进建	7.2.1 社会行为、企业行为组织、管理运行相关能力知识 7.2.2 企业系统规划方法，战略数据规划方法，信息系统

		议并进行分析评价，同时具备建立相关咨询标准的能力 7.2.3 能进行人工智能项目的社会可持续发展情况评价，包括与环境、生态、能源、社会和谐等关系的评价	工程方法等 7.2.3 常用组合分析方法，软件体系架构评估，软件标准化知识 7.2.4 社会评价的主要方法，包括项目影响评价方法、项目目标评价方法、项目可持续评价工作方法等
	7.3 人工智能咨询培训及运营管理咨询	7.3.1 能进行人工智能技术咨询服务培训，咨询技术及运营管理指导 7.3.2 能合理地进行计划、组织、实施和控制等运营过程管理，达到更好地连接人工智能产品与用户需求的目标 7.3.2 能进行运营经济性预测，提出运营计划调整方向，以达到项目持续性运营的目标	7.3.1 运营流程规划及管理方法 7.3.2 敏感数据分析技术与反馈机制，用户、需求和场景的整合及改进

3.4 计算机视觉产品实现

3.4.1 初级

职业功能	工作内容	专业能力要求	相关知识要求
1. 人工智能共性技术应用	1.1 人工智能算法选型及调优	1.1.1 能准确地判断应用任务是否适合用机器学习技术解决 1.1.2 能应用机器学习算法原理解决实际任务 1.1.3 能运行基础神经网络模型，能按照一定的指导原则对神经网络进行调优	1.1.1 机器学习基本概念，包括监督学习，无监督学习，集成学习，强化学习等 1.1.2 深度神经网络，包括卷积神经网络，循环神经网络，深度生成模型的基本概念 1.1.3 机器学习与深度学习算法常见的评估方法：准确率、召回率、AUC 指标、ROC 曲线等 1.1.4 语音处理、图像处理、自然语言处理、个性化推荐、知识图谱等领域的基本方法
	1.2 人工智能算法设计及应用	1.2.1 能独立使用至少一种深度学习/机器学习框架训练模型，能够使用训练好的模型进行预测 1.2.2 能实现深度学习/机器学习框架的安装、模型训练、推理部署	1.2.1 国产化深度学习框架基本情况 1.2.2 深度学习框架运行的基本软硬件环境要求 1.2.3 至少一种深度学习/机器学习框架使用方法
2. 人工智能需求分析	2.1 计算机视觉需求分析	2.1.1 能结合计算机视觉研发的主要流程、主要硬件平台和用户使用场景进行市场调研与分析 2.1.2 能整理用户对计算机视觉的使用需求 2.1.3 能独立撰写计算机视觉业务基础需求设计分析和需求文档，合理应用目标检测、分割、图像语义理解等计算机视觉算法实现用户的需求	2.1.1 计算机视觉技术体系基本架构和主要技术规范 2.1.2 计算机视觉算法的训练、推理、部署方法和流程 2.1.3 计算机视觉场景需求设计分析和需求文档的撰写规范
3. 人工智能设计开发	3.1 计算机视觉设计	3.1.1 能设计基础的应用计算机视觉场景开发主要流程 3.1.2 能使用计算机视觉开发工具完成计算机视觉基础算法的训练、推理、部署完整流程，如目标检测、图像分割等 3.1.3 能使用计算机视觉算法工程化常用的硬件环境，工具链，进行简单的开	3.1.1 计算机视觉场景的主要环节和技术规范 3.1.2 计算机视觉工具的使用方法和算法开发流程 3.1.3 计算机视觉基础算法，深度学习中的目标检测、图像分割、目标追踪等计算机视觉

		发、调试和故障排除	相关算法
4. 人工 智能 测试 验证	4.1 计算 机视觉验证	4.1.1 能执行计算机视觉人工智能场景的验证流程 4.1.2 能执行计算机视觉应用主要组件的使用流程 4.1.3 能完整验证计算机视觉应用组件的功能、性能等 4.1.4 能完整验证计算机视觉开发的算法和模型的精度	4.1.1 计算机视觉人工智能场景的主要环节和验证方法 4.1.2 计算机视觉应用的主要组件和使用流程 4.1.3 计算机视觉应用主要组件的功能验证方法和性能验证方法 4.1.4 计算机视觉算法和模型的精测验证方法
5. 人工 智能 产品 交付	5.1 计算 机视觉产品 交付	5.1.1 能够执行计算机视觉场景交付的主要流程 5.1.2 能执行计算机视觉的主要组件和安装交付流程 5.1.3 能独立结合计算机视觉业务场景编制产品交付文档 5.1.4 能根据计算机视觉现场情况进行软件的安装调试和维护	5.1.1 计算机视觉场景的主要环节和交付方法 5.1.2 计算机视觉的主要组件和安装、配置、调试的方法 5.1.3 计算机视觉的产品交付文档的规范和撰写要求 5.1.4 计算机视觉基础算法，如图像分类、目标检测、图像分割等
6. 人工 智能 产品 运维	6.1 计算 机视觉产品 运维	6.1.1 能使用计算机视觉产品操作命令 6.1.2 能独立在专有硬件上运维计算机视觉产品 6.1.3 能按照计算机视觉产品部署手册对产品进行部署升级 6.1.4 能够根据标准流程进行计算机视觉产品的日常巡查	6.1.1 计算机视觉产品的操作与运维技术 6.1.2 计算机视觉产品的专有硬件知识 6.1.3 计算机视觉产品的部署升级方法 6.1.4 计算机视觉产品的日常巡查规范

3.4.2 中级

职业功能	工作内容	专业能力要求	相关知识要求
1. 人工智能共性技术应用	1.1 人工智能算法选型及调优	1.1.1 能快速判断并选择所需要的模型，能合理使用机器学习模型与深度学习模型并进行模型调优 1.1.2 能调研及运行深度的神经网络模型，在需要进行参数调整和适配到自身的应用问题时，对关键参数能提出解决方案	1.1.1 机器学习算法训练、推理、部署的方法及技术细节 1.1.2 深度学习模型的剪枝、量化、蒸馏、和模型结构搜索等模型压缩方法 1.1.3 关键参数：数据策略、网络中的核心模块、参数规模、优化算法、损失函数、正则项等 1.1.4 深度学习模型的并行训练的方法：数据并行、模型并行、流水线并行等
	1.2 人工智能算法设计及应用	1.2.1 能独立完成深度学习/机器学习框架安装、模型训练、推理部署的全流程 1.2.2 能使用深度学习/机器学习框架的用户接口进行神经网络模型搭建	1.2.1 深度学习框架设计的基本概念，如动态图、静态图等 1.2.2 深度学习/机器学习框架的常用编程接口 1.2.3 机器学习常用模型的使用方法，如文本分类、序列标注、文本生成、图像分类、目标检测、图像分割、语音识别、语音合成等
2. 人工智能需求分析	2.1 计算机视觉需求分析	2.1.1 能挖掘计算机视觉研发的主要流程、主要硬件平台和用户使用场景的细节 2.1.2 能将用户的使用问题整理转化为计算机视觉的业务需求 2.1.3 能使用至少一种计算机视觉算法主要的应用领域及常见算法评估方法，在此领域中结合具体业务场景，系统化地评估算法应用的实施效果 2.1.4 能使用至少一种计算机视觉算法工程化应用的主流软硬件解决方案，在此领域中结合具体应用场景评估解决方案 2.1.5 能根据计算机视觉领域的业务需求设计规范，独立撰写或指导本领域	2.1.1 计算机视觉技术体系架构和技术规范细节 2.1.2 计算机视觉算法的训练、推理、部署方法、流程和操作细节 2.1.3 计算机视觉的主流算法和评估方法 2.1.4 计算及视觉的工程开发主流软硬件知识和评估方法 2.1.5 计算机视觉场景需求设计分析撰写规范和指导方法

		的初级人员撰写计算机视觉业务需求设计分析和需求文档，合理应用目标检测、分割、图像语义理解等计算机视觉算法实现用户的需求	
3. 人工智能设计开发	3.1 计算机视觉设计	3.1.1 能进行应用计算机视觉场景全流程及细节设计 3.1.2 能针对具体业务场景修改计算机视觉的算法和相关前后处理，使得算法可以满足场景需求 3.1.3 能根据具体的业务要求，将业务问题建模为对应的计算机视觉问题，并针对性的选用合适的算法 3.1.4 能够调试和解决常见的算法工程化过程中的故障与问题 3.1.5 能指导本领域的初级人员完成计算式视觉算法工程化的开发、调试和故障排除	3.1.1 计算机视觉场景的全流程细节和技术规范 3.1.2 计算机视觉主要算法和特点，深度学习中的目标检测、图像分割、目标追踪等计算机视觉相关算法 3.1.3 计算机视觉工具的特点、使用方法，以及算法开发全流程和细节 3.1.4 计算机视觉算法工程化常用的硬件环境和开发工具的细节
4. 人工智能测试验证	4.1 计算机视觉验证	4.1.1 能设计计算机视觉人工智能场景的验证流程和细节 4.1.2 能设计针对计算机视觉应用主要组件的测试计划，完整地验证其功能、精度、性能等 4.1.3 能制定合理的自动化解决方案，实现针对计算机视觉应用的自动化测试工具	4.1.1 计算机视觉人工智能场景的主要环节和验证方法技术细节 4.1.2 计算机视觉应用的主要组件和使用流程技术细节 4.1.3 计算机视觉应用主要组件的功能验证方法和性能验证方法技术细节 4.1.4 计算机视觉算法和模型的精测验证方法技术细节 4.1.5 自动化测试的方法和工具
5. 人工智能产品交付	5.1 计算机视觉产品交付	5.1.1 能进行计算机视觉场景交付的全流程及细节设计 5.1.2 能设计计算机视觉的主要组件和安装交付流程的操作细节 5.1.3 能基于计算机视觉业务场景编制产品交付文档，并指导本领域初级人员完成产品交付文档的编制 5.1.4 能根据计算机视觉现场情况进行软件的安装调试和维护，并对计算机	5.1.1 计算机视觉场景的全流程细节和交付方法的技术特点 5.1.2 计算机视觉的主要组件和安装、配置、调试的方法和操作细节 5.1.3 计算机视觉的产品交付文档的规范、撰写要求和指导方法

		视觉现场部署过程中的交付问题进行分析、定位和解决 5.1.5 能对计算机视觉产品的交付质量、时间、成本及风险进行初步评估	5.1.4 计算机视觉问题的定位方法和工具 5.1.5 计算机视觉主流算法的细节和特点
6. 人工 智能 产品 运维	6.1 计算机视觉产品运维	6.1.1 能独立在专有硬件上运维计算机视觉产品 6.1.2 能进行视觉产品或设备的故障诊断和预测性维护分析 6.1.3 能熟悉计算机视觉产品常见问题排查流程，能够按照标准步骤进行问题排查	6.1.1 计算机视觉的主要应用流程和基础算法 6.1.2 计算机视觉产品的部署升级和日常巡查的流程和细节 6.1.3 计算机视觉产品的问题排查流程、方法和细节
7. 人工 智能 咨询 服务	7.1 人工智能技术咨询	7.1.1 能进行人工智能系统项目需求分析和应用环境及目标技术评估，完成调研分析报告 7.1.2 能进行人工智能系统项目的技术体系架构和方案设计，能完成项目建议书的编写、可行性方案的规划和制定，编制相应的实施规划	7.1.1 项目建议书、可行性研究报告编写规范及编制方法，评审程序知识 7.1.2 人工智能与人类思维方法论 7.1.3 场景识别方法，人工智能场景选择原则 7.1.4 工程咨询方法与系统分析能力
	7.2 人工智能系统咨询管理和评价服务	7.2.1 能进行人工智能系统项目资源分析和评价 7.2.2 能进行人工智能系统人机交互、隐私保护、数据安全等技术的咨询和评价服务	7.2.1 项目资源的计划、配置、控制和处置 7.2.2 人工智能伦理原则 7.2.3 隐私保护原则和基本方法 7.2.4 招投标技术咨询、融资咨询、绩效追踪、项目后评价
	7.3 人工智能咨询培训及运营管理咨询	7.3.1 能进行人工智能技术咨询服务培训 7.3.2 能跟进并掌握人工智能最新技术及应用场景，并针对性开展技术论证 7.3.3 能对人工智能项目运营过程进行咨询	7.3.1 培训方法, 问题反馈和分析方法 7.3.2 制定培训方案的方法，培训质量管理知识 7.3.3 可持续互动交流机制 7.3.4 人工智能前沿技术 7.3.5 运营管理方法

3.4.3 高级

职业功能	工作内容	专业能力要求	相关知识要求
1. 人工智能共性技术应用	1.1 人工智能算法选型及调优	1.1.1 能在面对用户需求和业务需求时，将其准确转换为机器学习语言、算法及模型 1.1.2 能对机器学习技术要素进行组合使用，并进行建模 1.1.3 能在标准算法基础上，对组合多种机器学习技术要素进行模型设计及调优的能力	1.1.1 新型模型和相关技术
	1.2 人工智能算法设计及应用	1.2.1 能使用深度学习/机器学习框架实现算法的设计和开发 1.2.2 能合理组合、改造并创新深度学习/机器学习模型来解决更加复杂的应用问题	1.2.1 深度学习/机器学习框架的技术细节及发展趋势 1.2.2 深度神经网络结构与深度学习算法的开发设计方法
2. 人工智能需求分析	2.1 计算机视觉需求分析	2.1.1 能设计计算机视觉算法研发的主要流程，结合具体原因设计计算机视觉使用场景的细节，制定计算机视觉算法研发的整体计划，并拆解到各个主要流程中 2.1.2 能使用主流计算机视觉算法的应用领域及评估方法，结合具体业务场景分析与设计算法应用的主要技术指标，系统化地评估算法应用的实施效果 2.1.3 能使用主流计算机视觉算法工程化应用的软硬件解决方案，结合具体应用场景以及软硬件特点设计和应用解决方案，指导项目部署与实施 2.1.4 能根据用户的场景需求和计算机视觉算法的发展情况，制定计算机视觉的业务需求设计规范	2.1.1 计算机视觉技术体系架构和技术规范及制定原因 2.1.2 现有计算机视觉算法的主要特点、评估方法和发展趋势 2.1.3 计算及视觉的工程开发主流软硬件的主要特点、评估方法和发展趋势
3. 人工智能设计开发	3.1 计算机视觉设计	3.1.2 能对计算机视觉主要算法的内部机制具有深刻的理解，结合业务需要设计算法模型 3.1.3 能够根据具体的业务要求，将业务问题建模为对应的机器学习问题，并能够针对问题选用合适的算法，必要的时候进行优化	3.1.1 计算机视觉技术体系架构和前沿研究领域发展趋势 3.1.2 计算机视觉的核心原理和重要相关应用领域的知识 3.1.3 计算机视觉主流算法的技术原理、细节和特点 3.1.4 计算机视觉工具的特

		3.1.4 能使用计算机视觉算法工程化常用的硬件环境和工具，能够根据业务需求选择和设计软硬件方案 3.1.5 能指导本领域的初级人员完成计算式视觉算法工程化的开发、调试和故障排除	点、使用方法，以及算法开发全流程、设计原理和细节
4. 人工 智能 测试 验证	4.1 计算机视觉验证	4.1.1 能合理运用计算机视觉应用的主要组件和使用流程，设计针对其中组件的测试计划，完整的验证其功能、精度、性能等 4.1.2 能调度和指挥完成自动化测试工具的设计和实现，完成计算机视觉应用的测试和验证 4.1.3 能独立设计和搭建自动化测试以及 CI/CD 基础设施，并利用基础设施持续提升测试质量与效率	4.1.1 计算机视觉场景和应用的验证方法的技术特点和发展趋势 4.1.2 计算机视觉算法和模型的精测试验证方法的技术特点和发展趋势 4.1.3 自动化测试方法和工具的技术特点和发展趋势
5. 人工 智能 产品 交付	5.1 计算机视觉产品交付	5.1.1 能设计并预警计算机视觉场景交付的全流程细节，以及交付方法的技术特点和发展趋势 5.1.2 能制定计算机视觉的安装交付流程 5.1.3 能面向复杂场景，设计计算机视觉产品交付方案，编制交付文档，并指导本领域初级人员完成产品交付文档的编制 5.1.4 能指导交付团队实现复杂计算机视觉现场部署、调试与维护 5.1.5 能对计算机视觉产品的交付质量、时间、成本及风险进行全局评估	5.1.1 计算机视觉场景的全流程细节和交付方法的技术特点及发展趋势 5.1.2 计算机视觉的主要组件和安装、配置、调试的技术原理 5.1.3 计算机视觉的产品交付文档规范、撰写要求、指导方法的制定原因 5.1.4 面向复杂场景的计算机视觉问题定位的原理，以及辅助工具的开发方法 5.1.5 计算机视觉主流算法的技术原理
6. 人工 智能 产品 运维	6.1 计算机视觉产品运维	6.1.1 能解决各类突发故障，能够结合自身经验针对性地进行分析和处理 6.1.2 能开发自动化运维工具	6.1.1 计算机视觉产品专有硬件的实现细节 6.1.2 自动化运维工具的开发方法

7. 人工 智能 咨询 服务	7.1 人工 智能技术咨 询	7.1.1 能以改进或创新业务结合人工智能技术为基础，进行技术要素分析咨询、产业成本分析咨询、产业链架构咨询 7.1.2 能以社会学、心理学、机器学、伦理学等专业为基础，对人工智能应用的人机作用、网络作用、社会作用进行合理性分析咨询	7.1.1 综合分析、规划咨询、市场分析、项目评价、项目管理等现代工程咨询方法 7.1.2 逻辑方法、学科方法、哲学方法等现代工程咨询方法体系 7.1.3 人工智能应用集成方法 7.1.4 人工智能常见业务建模平台，业务建模方法 7.1.5 社会伦理学、政治经济学、心理学、仿生伦理学
	7.2 人工 智能咨询管 理和评价服 务	7.2.1 能制定人工智能技术应用的社会、企业组织管理机制及相关协调机制 7.2.2 能根据人工智能系统具体应用及运行结果对系统应用提出持续改进建议并进行分析评价，同时具备建立相关咨询标准的能力 7.2.3 能进行人工智能项目的社会可持续发展情况评价，包括与环境、生态、能源、社会和谐等关系的评价	7.2.1 社会行为、企业行为组织、管理运行相关能力知识 7.2.2 企业系统规划方法，战略数据规划方法，信息系统工程方法等 7.2.3 常用组合分析方法，软件体系架构评估，软件标准化知识 7.2.4 社会评价的主要方法，包括项目影响评价方法、项目目标评价方法、项目可持续评价工作方法等
	7.3 人工 智能咨询培 训及运营管 理咨询	7.3.1 能进行人工智能技术咨询服务培训，咨询技术及运营管理指导 7.3.2 能合理地进行计划、组织、实施和控制等运营过程管理，达到更好地连接人工智能产品与用户需求的目标 7.3.2 能进行运营经济性预测，提出运营计划调整方向，以达到项目持续性运营的目标	7.3.1 运营流程规划及管理办法 7.3.2 敏感数据分析技术与反馈机制，用户、需求和场景的整合及改进

3.5 人工智能应用集成

3.5.1 初级

职业功能	工作内容	专业能力要求	相关知识要求
1. 人工智能共性技术应用	1.1 人工智能算法选型及调优	1.1.1 能准确地判断应用任务是否适合用机器学习技术解决 1.1.2 能应用机器学习算法原理解决实际任务 1.1.3 能运行基础神经网络模型，能按照一定的指导原则对神经网络进行调优	1.1.1 机器学习基本概念，包括监督学习，无监督学习，集成学习，强化学习等 1.1.2 深度神经网络，包括卷积神经网络，循环神经网络，深度生成模型的基本概念 1.1.3 机器学习与深度学习算法常见的评估方法：准确率、召回率、AUC指标、ROC曲线等 1.1.4 语音处理、图像处理、自然语言处理、个性化推荐、知识图谱等领域的基本方法
	1.2 人工智能算法设计及应用	1.2.1 能独立使用至少一种深度学习/机器学习框架训练模型，能够使用训练好的模型进行预测 1.2.2 能实现深度学习/机器学习框架的安装、模型训练、推理部署	1.2.1 国产化深度学习框架基本情况 1.2.2 深度学习框架运行的基本软硬件环境要求 1.2.3 至少一种深度学习/机器学习框架使用方法
2. 人工智能需求分析	2.1 人工智能应用集成需求分析	2.1.1 能收集用户对人工智能应用的需求，进行基本的需求分析 2.1.2 能根据人工智能产品主要的应用领域、服务对象和使用场景、应用需求，选择人工智能产品 2.1.3 能撰写人工智能应用集成需求分析文档	2.1.1 人工智能应用集成需求调研方法 2.1.2 人工智能产品知识，典型场景人工智能产品集成应用成熟案例 2.1.3 人工智能应用需求分析文档撰写规范
3. 人工智能设计开发	3.1 人工智能应用集成设计开发	3.1.1 能对人工智能应用中涉及的数据进行梳理，利用数据分析方法处理数据 3.1.2 能使用常用编程语言和主流平台工具，进行人工智能应用相关模块代码的开发工作	3.1.1 常见数据处理和数据分析方法 3.1.2 机器人流程自动化等低代码开发工具 3.1.3 人工智能应用常见集成方法 3.1.4 应用集成接口开发知识

		3.1.3 能根据人工智能应用集成设计方案和开发方案，进行人工智能应用接口的基础性开发工作	
4. 人工 智能 产品 交付	4.1 人工 智能应用集 成产品交付	4.1.1 能按照人工智能应用集成的交付流程和交付标准，进行人工智能应用主要组件和接口的安装、配置、调试 4.1.2 能基于业务场景编制人工智能应用安装手册、使用手册等交付文档	4.1.1 人工智能应用集成交付的主要环节和交付方法 4.1.2 智能语音、计算机视觉、自然语言处理、机器人流程自动化等人工智能应用集成主要组件的安装、配置、调试方法 4.1.3 人工智能应用交付文档的规范和撰写要求
5. 人工 智能 产品 运维	5.1 人工 智能应用集 成产品运维	5.1.1 能根据产品手册和运维手册，部署、操作常见的人工智能产品 5.1.2 能根据产品手册与运维手册，执行标准的运维流程，包括日常巡检、部署升级等 5.1.3 能记录日常运维工作，撰写运维日志和运维文档	5.1.1 人工智能产品的使用知识 5.1.2 适合人工智能应用的软硬件、操作系统和网络知识 5.1.3 人工智能应用运维日志和运维文档撰写方法

3.5.2 中级

职业功能	工作内容	专业能力要求	相关知识要求
1. 人工智能共性技术应用	1.1 人工智能算法选型及调优	1.1.1 能快速判断并选择所需要的模型，能合理使用机器学习模型与深度学习模型并进行模型调优 1.1.2 能调研及运行深度的神经网络模型，在需要进行参数调整和适配到自身的应用问题时，对关键参数能提出解决方案	1.1.1 机器学习算法训练、推理、部署的方法及技术细节 1.1.2 深度学习模型的剪枝、量化、蒸馏和模型结构搜索等模型压缩方法 1.1.3 关键参数：数据策略、网络中的核心模块、参数规模、优化算法、损失函数、正则项等 1.1.4 深度学习模型的并行训练的方法：数据并行、模型并行、流水线并行等
	1.2 人工智能算法设计及应用	1.2.1 能独立完成深度学习/机器学习框架安装、模型训练、推理部署的全流程 1.2.2 能使用深度学习/机器学习框架的用户接口进行神经网络模型搭建	1.2.1 深度学习框架设计的基本概念，如动态图、静态图等 1.2.2 深度学习/机器学习框架的常用编程接口 1.2.3 机器学习常用模型的使用方法，如文本分类、序列标注、文本生成、图像分类、目标检测、图像分割、语音识别、语音合成等
2. 人工智能需求分析	2.1 人工智能应用集成需求分析	2.1.1 能根据应用场景的特点，清晰掌握用户对应用集成的主要诉求，聚焦应用集成目标，整理、转化成为人工智能应用集成需求 2.1.2 能指导本领域初级人员撰写业务场景需求分析文档	2.1.1 应用集成的主要方法和风险防范知识 2.1.2 人工智能产品的开放性与集成效果评估知识 2.1.3 人工智能应用集成需求调研方法 2.1.4 人工智能应用项目需求管理相关流程
3. 人工智能设计开发	3.1 人工智能应用集成设计开发	3.1.1 能根据现状分析与需求分析文档，编制人工智能应用集成设计方案和开发方案 3.1.2 能面向用户集成需要，完成人工智能应用的选型，并选择合理的人工智能产品组合，对多种组合方案进行分析比对 3.1.3 能梳理集成数据和业务流程，理清应用间集成关系	3.1.1 人工智能应用集成设计方案和开发方案撰写规范 3.1.2 面向集成需求的人工智能应用选型原则与方法 3.1.3 物理接口、软件接口、数据接口、中间件、机器人流程自动化等人工智能应用组件软硬件接口设计和开发方法 3.1.4 模型训练技术与方法

		3.1.4 能完成人工智能应用间的一般软硬件接口设计与开发，以及一般集成中间件的开发 3.1.5 能完成人工智能应用使用到 AI 算法的选型与实现、模型训练等	
4. 人工智能产品交付	4.1 人工智能应用集成产品交付	4.1.1 能设计人工智能应用集成交付方案，独立编制人工智能应用交付文档 4.1.2 能根据应用集成设计方案，协调各被集成人工智能应用供应商，有效组织开展集成工作，按方案要求开发接口并调试 4.1.3 能结合客户实际现场环境，完成 AI 集成应用运行环境搭建 4.1.4 能对所开发的接口进行独立部署，并与各集成应用实现联调测试，将人工智能应用从测试环境交付到正式环境	4.1.1 人工智能应用集成项目管理与交付知识 4.1.2 人工智能应用环境搭建基础知识 4.1.3 常见人工智能工具、平台的使用知识
5. 人工智能产品运维	5.1 人工智能应用集成产品运维	5.1.1 能掌握常见人工智能产品的运行状况、故障特征及判定方法，按照标准步骤排查现场运行的简单问题和故障 5.1.2 能开展人工智能应用集成上线运行后的日常维护，解决客户的技术要求、疑问和使用过程中的问题 5.1.3 能负责运维流程、相关规范、手册的制定及推进实施	5.1.1 常见人工智能产品的运行状况、故障特征及判定方法 5.1.2 人工智能应用常见问题排查方法 5.1.3 人工智能应用集成环境搭建基础知识 5.1.4 人工智能应用软硬件运维的基础知识
6. 人工智能咨询服务	6.1 人工智能技术咨询	6.1.1 能进行人工智能系统项目需求分析和应用环境及目标技术评估，完成调研分析报告 6.1.2 能进行人工智能系统项目的技术体系架构和方案设计，能完成项目建议书的编写、可行性方案的规划和制定，编制相应的实施规划	6.1.1 项目建议书、可行性研究报告编写规范及编制方法，评审程序知识 6.1.2 人工智能与人类思维方法论 6.1.3 场景识别方法，人工智能场景选择原则 6.1.4 工程咨询方法与系统分析能力

	6.2 人工智能系统咨询管理和评价服务	6.2.1 能进行人工智能系统项目资源分析和评价 6.2.2 能进行人工智能系统人机交互、隐私保护、数据安全等技术的咨询和评价服务	6.2.1 项目资源的计划、配置、控制和处置 6.2.2 人工智能伦理原则 6.2.3 隐私保护原则和基本方法 6.2.4 招投标技术咨询、融资咨询、绩效追踪、项目后评价
	6.3 人工智能咨询培训及运营管理咨询	6.3.1 能进行人工智能技术咨询服务培训 6.3.2 能跟进并掌握人工智能最新技术及应用场景，并针对性开展技术论证 6.3.3 能对人工智能项目运营过程进行咨询	6.3.1 培训方法, 问题反馈和分析方法 6.3.2 制定培训方案的方法，培训质量管理知识 6.3.3 可持续互动交流机制 6.3.4 人工智能前沿技术 6.3.5 运营管理方法

3.5.3 高级

职业功能	工作内容	专业能力要求	相关知识要求
1. 人工智能共性技术应用	1.1 人工智能算法选型及调优	1.1.1 能在面对用户需求和业务需求时，将其准确转换为机器学习语言、算法及模型 1.1.2 能对机器学习技术要素进行组合使用，并进行建模 1.1.3 能在标准算法基础上，对组合多种机器学习技术要素进行模型设计及调优的能力	1.1.1 新型模型和相关技术
	1.2 人工智能算法设计及应用	1.2.1 能使用深度学习/机器学习框架实现算法的设计和开发 1.2.2 能合理组合、改造并创新深度学习/机器学习模型来解决更加复杂的应用问题	1.2.1 深度学习/机器学习框架的技术细节及发展趋势 1.2.2 深度神经网络结构与深度学习算法的开发设计方法
2. 人工智能需求分析	2.1 人工智能应用集成需求分析	2.1.1 能利用行业知识和集成经验，开展人工智能应用集成咨询与诊断 2.1.2 能在行业场景中挖掘人工智能应用需求，引导用户将使用问题转化为人工智能应用需求 2.1.3 能制定人工智能应用需求分析文档规范，指导本领域初级人员进行需求分析和需求分析文档撰写	2.1.1 人工智能应用集成方法 2.1.2 主要人工智能产品的技术特点及发展趋势 2.1.3 人工智能应用集成咨询知识
3. 人工智能设计开发	3.1 人工智能应用集成设计开发	3.1.1 能在人工智能应用集成设计方案中合理考虑集成安全、成本、质量、可扩展性等关键要素并实现均衡优化，合理分解性能指标 3.1.2 能确认和评估 AI 集成应用开发需求，制定开发规范，搭建系统集成实现的核心构架和复杂接口设计开发 3.1.3 能对被集成供应商的开发工作提出明确要求并对交付物进行审核确认	3.1.1 人工智能应用选型与适配知识 3.1.2 人工智能应用集成开发知识与集成性能评估知识 3.1.3 应用集成可靠性知识

		3.1.4 能进行总体技术路线制定和核心算法选型	
4. 人工 智能 产品 交付	4.1 人工 智能应用集 成产品交付	4.1.1 能制定人工智能应用集成的交付规范 4.1.2 能指导交付团队实现复杂场景下应用集成的现场部署、调试与维护，或协调人工智能应用组件供应商完成安装交付 4.1.3 能在现场对集成接口进行及时优化和适应性开发	4.1.1 集成项目管理与交付知识 4.1.2 接口开发与调试知识 4.1.3 人工智能应用集成全系统联调知识
5. 人工 智能 产品 运维	5.1 人工 智能应用集 成产品运维	5.1.1 能制定人工智能应用集成的部署升级规范、日常巡查规范和运维预案 5.1.2 能针对运维期间的疑难问题和突发故障，针对性地进行分析和处理 5.1.3 能开展人工智能应用集成系统的性能优化 5.1.4 能根据人工智能应用运行结果及场景需求,优化 AI 算法、AI 软件	5.1.1 人工智能应用的操作与运维技术 5.1.2 人工智能应用的部署升级和日常巡查的流程和细节 5.1.3 人工智能应用的问题排查流程、方法和细节 5.1.4 系统性能优化知识 5.1.5 AI 算法和 AI 软件体系架构和相关编程知识
6. 人工 智能 咨询 服务	6.1 人工 智能技术咨 询	6.1.1 能以改进或创新业务结合人工智能技术为基础，进行技术要素分析咨询、产业成本分析咨询、产业链架构咨询 6.1.2 能以社会学、心理学、机器学、伦理学等专业为基础，对人工智能应用的人机作用、网络作用、社会作用进行合理性分析咨询	6.1.1 综合分析、规划咨询、市场分析、项目评价、项目管理等现代工程咨询方法 6.1.2 逻辑方法、学科方法、哲学方法等现代工程咨询方法体系 6.1.3 人工智能应用集成方法 6.1.4 人工智能常见业务建模平台，业务建模方法 6.1.5 社会伦理学、政治经济学、心理学、仿生伦理学
	6.2 人工 智能咨询管 理和评价服 务	6.2.1 能制定人工智能技术应用的社会、企业组织管理机制及相关协调机制 6.2.2 能根据人工智能系统具体应用及运行结果对系统应用提	6.2.1 社会行为、企业行为组织、管理运行相关能力知识 6.2.2 企业系统规划方法,战略数据规划方法，信息系统工程方法等 6.2.3 常用组合分析方法，软件体系

		出持续改进建议并进行分析评价，同时具备建立相关咨询标准的能力 6.2.3 能进行人工智能项目的社会可持续发展情况评价，包括与环境、生态、能源、社会和谐等关系的评价	架构评估，软件标准化知识 6.2.4 社会评价的主要方法，包括项目影响评价方法、项目目标评价方法、项目可持续评价工作方法等
	6.3 人工智能咨询培训及运营管理咨询	6.3.1 能进行人工智能技术咨询服务培训，咨询技术及运营管理指导 6.3.2 能合理地进行计划、组织、实施和控制等运营过程管理，达到更好地连接人工智能产品与用户需求的目标 6.3.2 能进行运营经济性预测，提出运营计划调整方向，以达到项目持续性运营的目标	6.3.1 运营流程规划及管理方法 6.3.2 敏感数据分析技术与反馈机制，用户、需求和场景的整合及改进

4 权重表

4.1 理论知识权重表

4.1.1 人工智能芯片产品实现

项目 \ 专业技术等级		初级 (%)	中级 (%)	高级 (%)
基本要求	职业道德	5	5	5
	基础知识	25	20	15
相关知识要求	人工智能共性技术运用	20	15	10
	人工智能设计开发	30	30	30
	人工智能测试验证	20	20	25
	人工智能咨询服务	—	10	15
合计		100	100	100

4.1.2 人工智能平台产品实现

项目 \ 专业技术等级		初级 (%)	中级 (%)	高级 (%)
基本要求	职业道德	5	5	5
	基础知识	20	10	5
相关知识要求	人工智能共性技术运用	10	10	10
	人工智能需求分析	5	10	20
	人工智能设计开发	15	20	10
	人工智能测试验证	10	15	10
	人工智能产品交付	15	10	15
	人工智能产品运维	20	10	5
	人工智能咨询服务	—	10	20
合计		100	100	100

4.1.3 智能语音及自然语言处理产品实现

项目 \ 专业技术等级		初级 (%)	中级 (%)	高级 (%)
基本要求	职业道德	5	5	5
	基础知识	20	10	5
相关知识要求	人工智能共性技术运用	10	10	10
	人工智能需求分析	5	10	20
	人工智能设计开发	15	20	10
	人工智能测试验证	10	15	10
	人工智能产品交付	15	10	15
	人工智能产品运维	20	10	5
	人工智能咨询服务	—	10	20
合计		100	100	100

4.1.4 计算机视觉产品实现

项目 \ 专业技术等级		初级 (%)	中级 (%)	高级 (%)
基本要求	职业道德	5	5	5
	基础知识	20	10	5
相关知识要求	人工智能共性技术运用	10	10	10
	人工智能需求分析	5	10	20
	人工智能设计开发	15	20	10
	人工智能测试验证	10	15	10
	人工智能产品交付	15	10	15
	人工智能产品运维	20	10	5
	人工智能咨询服务	—	10	20
合计		100	100	100

4.1.5 人工智能应用集成

项目 \ 专业技术等级		初级 (%)	中级 (%)	高级 (%)
基本要求	职业道德	5	5	5
	基础知识	20	10	5
相关知识要求	人工智能共性技术运用	10	10	10
	人工智能需求分析	5	10	20
	人工智能设计开发	15	20	10
	人工智能测试验证	10	15	10
	人工智能产品交付	15	10	15
	人工智能产品运维	20	10	5
	人工智能咨询服务	—	10	20
合计		100	100	100

4.2 专业能力要求权重表

4.2.1 人工智能芯片产品实现

项目 \ 专业技术等级		初级 (%)	中级 (%)	高级 (%)
专业能力要求	人工智能共性技术运用	30	20	20
	人工智能设计开发	40	40	30
	人工智能测试验证	30	25	25
	人工智能咨询服务	—	15	25
合计		100	100	100

4.2.2 人工智能平台产品实现

项目 \ 专业技术等级		初级 (%)	中级 (%)	高级 (%)
专业能力要求	人工智能共性技术运用	15	15	15
	人工智能需求分析	5	10	20
	人工智能设计开发	20	25	10
	人工智能测试验证	15	15	10
	人工智能产品交付	20	10	15
	人工智能产品运维	25	10	5
	人工智能咨询服务	—	15	25
合计		100	100	100

4.2.3 智能语音及自然语言处理产品实现

项目 \ 专业技术等级		初级 (%)	中级 (%)	高级 (%)
专业能力要求	人工智能共性技术运用	15	15	15
	人工智能需求分析	5	10	20
	人工智能设计开发	20	25	10
	人工智能测试验证	15	15	10
	人工智能产品交付	20	10	15
	人工智能产品运维	25	10	5
	人工智能咨询服务	—	15	25
合计		100	100	100

4.2.4 计算机视觉产品实现

项目 \ 专业技术等级		初级 (%)	中级 (%)	高级 (%)
专业能力要求	人工智能共性技术运用	15	15	15
	人工智能需求分析	5	10	20
	人工智能设计开发	20	25	10
	人工智能测试验证	15	15	10
	人工智能产品交付	20	10	15
	人工智能产品运维	25	10	5
	人工智能咨询服务	—	15	25
合计		100	100	100

4.2.5 人工智能应用集成

项目 \ 专业技术等级		初级 (%)	中级 (%)	高级 (%)
专业能力要求	人工智能共性技术运用	15	15	15
	人工智能需求分析	5	10	20
	人工智能设计开发	20	25	10
	人工智能测试验证	15	15	10
	人工智能产品交付	20	10	15
	人工智能产品运维	25	10	5
	人工智能咨询服务	—	15	25
合计		100	100	100

5 附录

5.1 职业方向定义

1 人工智能芯片产品实现

负责面向人工智能芯片的应用场景，基于需求的芯片模型构建及验证，人工智能芯片的硬件电路实现，相应人工智能芯片产品设计及交付。

2 人工智能平台产品实现

通过应用程序编程接口、软件开发工具包等方式自动管理全周期人工智能闭环，为上游开发者提供高性能人工智能应用的赋能平台。

3 智能语音及自然语言处理产品实现

负责面向人工智能的语音识别、语音合成和自然语音处理应用场景的需求分析，模型构建及验证，相应人工智能产品设计、交付及实施运维。

4 计算机视觉产品实现

计算机视觉方向：负责面向计算机视觉应用场景的需求分析，模型构建及验证，实现相应的计算机视觉产品设计、交付及实施运维。

5 人工智能应用集成

面向人工智能应用场景，将人工智能应用中的平台、软件、硬件、算法等形成集成应用系统，解决用户总体人工智能需求。

5.2 中英文对照表

序号	英文	中文
1	AUC, Area Under Curve	曲线下面积
2	ROC, Receiver Operating Characteristic Curve	接受者操作特性曲线
3	Verilog HDL, Verilog Hardware Description Language	硬件描述语言
4	VHDL, Very-High-Speed Integrated Circuit Hardware Description Language	超高速集成电路硬件描述语言
5	System Verilog	硬件描述和验证语言
6	CDC, Clock Domain Crossing	跨时钟域
7	INT8, Integer	有符号 8 字节整数
8	FP16, Half-precision floating-point format	半精度浮点数
9	FP32, Single-Precision floating-point format	单精度浮点数
10	TF32, Tensor float 32	张量单精度浮点数
11	FPGA, Field Programmable Gate Array	现场可编程逻辑门阵列
12	ASIC, Application Specific Integrated Circuit	专用集成电路
13	UPF, Unified Power Format	统一电源格式
14	NLP, Native Low Power	原生低功耗
15	Emulator	仿真器
16	GPU, graphics processing unit	图形处理器
17	TPU, Tensor Processing Unit	张量处理器
18	XPU, X Processing Unit	各类加速处理器的统称
19	TOPS, Tera Operations Per Second	每秒万亿次运算
20	PPA, Performance Power Area	性能、功耗、面积
21	Driver	驱动
22	API, Application Programming Interface	应用程序编程接口
23	IDE, Integrated Development Environment	集成开发环境
24	PCIe, Peripheral Component Interconnect Express	高速串行计算机扩展总线标准
25	DDR, Data Direction Register	数据方向寄存器
26	GDDR, Graphics Double Data Rate	图形用双倍数据传输率存储器
27	HBM, High Bandwidth Memory	高带宽存储器
28	NoC, Network-on-Chip	片上网络