

软件技术专业岗位群的岗位知识图谱建构研究

戚华

南京城市职业学院，江苏 南京 211200

摘 要： 在数字经济与智能化服务快速发展的大背景下，软件技术专业人才培养面临新的挑战与机遇。本文基于 SWECOM 标准、知识图谱理论、PGSD 能力分析模型及可持续发展教育理念，旨在通过建构岗位知识图谱，明确软件技术专业各岗位所需的知识结构、技能要点及能力素质，为提升人才培养质量、促进产教融合提供有力支撑。通过对软件技术专业岗位群的深入分析，结合最新的产业发展趋势与岗位需求，本研究探索了一种高效、系统的知识图谱建构方法，为软件技术专业的教育教学改革和产业发展提供科学依据和实践指导。

关 键 词： 软件技术专业；岗位群；知识图谱；SWECOM 标准；可持续发展教育

Research on the Construction of Job Knowledge Graph for Software Technology Professional Job Groups

Qi Hua

Nanjing City Vocational College, Nanjing, Jiangsu 211200

Abstract： In the context of the rapid development of digital economy and intelligent service, software technology professional education and training are facing new challenges and opportunities. This paper based on the SWECOM standard, knowledge graph theory, PGSD ability analysis model and sustainable development education concept, aims to clarify the knowledge structure, skill points and ability qualities required for each position in the software technology professional field by constructing a position knowledge graph. This provides strong support for improving the quality of talent cultivation and promoting the integration of education and industry. Through in-depth analysis of the software technology professional position cluster, combined with the latest trends in industrial development and job requirements, this study explores an efficient and systematic method for constructing a knowledge graph, providing scientific basis and practical guidance for the reform of education and teaching in software technology professional field and the development of the industry.

Keywords： software technology major; job group; knowledge graph; SWECOM standard; sustainable development education

引言

随着信息技术的飞速发展，软件技术已成为推动我国经济社会发展的关键因素，如何把产业发展和职业教育相融合，切实培养能胜任企业岗位需求的专业人才，成为当前职业教育领域面临的重要课题。精准建构岗位知识图谱对于明确专业人才所需的核心知识结构与技能体系至关重要，它不仅是教育改革与人才培养的纽带，也是产教融合的关键支撑。

一、文献综述

早在2016年，徐增林等人就开始了关于知识图谱技术方面的研究，并发表了《知识图谱技术综述》，文中全面阐述了知识图谱中的知识抽取、表示、融合、推理四大核心技术的研究进展及典型应用。这为岗位知识图谱的建构提供了坚实的技术支撑和理论基础。^[1]

2019年，王春燕^[2]在《基于可持续发展教育理念的职业教育课程开发——PGSD能力分析模型的构建及应用》一文中提出了从职业人才需求到教育教学的过渡互通的 PGSD 能力分析模型。

该模型通过分层剖析职业对不同层次和类型专门人才的需求，确定各层次职业教育人才培养所面向的职业岗位群，并通过能力分析解析了典型的职业活动和职业能力。这一研究为专业人才培养提供了细致和全面的能力分析框架。^[3]

近年来，随着职业教育的快速发展和产业需求的不断变化，关于软件技术专业人才培养的研究日益增多。2022年我们发表了《基于 SWECOM 标准构建软件岗位胜任力模型的研究与实践》，形成了由认知能力、行为特征、必备知识和相关学科知识构成的软件岗位胜任力模型雏形。

基金项目：本文系南京市“十四五”规划南京城市职业学院软件技术专业教学创新团队项目（宁教高师〔2021〕16号）；江苏省职业教育教学改革研究课题“基于岗位知识图谱的教学评一体化课程开发与实践——以软件技术专业为例”（项目编号：ZYB560）。

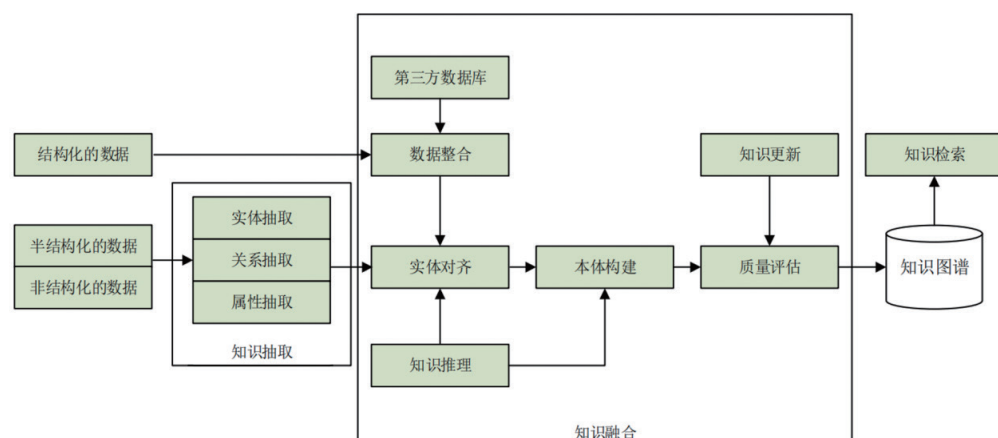


图1 知识图谱的体系架构

二、理论基础

（一）知识图谱

知识图谱是 Google 用于增强其搜索引擎功能的知识库。本质上，知识图谱是一种揭示实体之间关系的语义网络，可以对现实世界的事物及其相互关系进行形式化地描述^[4]。在知识图谱的技术体系（见图1）中，图谱在建构前需要首先完成知识的抽取，知识图谱的建构过程是一个随着人的认知能力不断更新迭代的过程^[5]。

（二）SWECOM模型

SWECOM 模型是软件工程领域的重要理论基础。该模型指出，软件工程的胜任力主要由认知能力、行为特征、必备知识和相关学科知识构成，软件工程的胜任力素质应该是从事软件工程的所需技能^[6]。在建构软件技术专业岗位知识图谱时，我们可以借鉴 SWECOM 模型中的要素和结构，以确保知识图谱能够全面覆盖软件技术岗位所需的知识和技能。

（三）PGSD能力分析模型

PGSD 能力分析模型是研究通用能力、社会能力和发展能力的一种方法。它从职业领域出发识别典型的职业活动，层层剖析、深入挖掘。^[7]这一模型，可以指导我们更为细致和全面地分析软件技术岗位所需人才的专业能力，确保岗位知识图谱能够准确反映软件技术岗位所需的各种能力要素。

三、建构目标

本课题研究目标是，建构适合高职层次人才培养的软件技术类岗位的知识图谱。明确高职软件技术专业的人才培养目标，为课程体系建设、课程标准制定提供可靠依据，解决在产教融合过程中的大难题。

四、建构思路

在数字经济的大背景下，高职层次的软件技术专业岗位群呈现出多样化教学标准=工作标准专业化的特点。如何建构出既能适应职业教育教学规律的理论知识结构，又能符合企业岗位

工作要求的技术体系，是本研究要解决的首要任务。为此，我们拟定了三段走的建构思路。阶段一，调研企业真实所需，整理汇总企业软件技术类岗位要求，力争建构一份有代表性的软件技术职位行为标准；阶段二，根据产业发展趋势和本地发展需求，明确适合高职层次人才培养的目标岗位群范围，并分析各岗位间的关联关系，建构一份软件技术类岗位发展路线图；阶段三，选取适当的知识图谱分析技术深入研究岗位、岗位职责、岗位标准，抽取组成岗位职责的每个任务实体，以及他们之间的关系，并着重分析每个任务实体所特有的知识属性、技能属性和素质属性，进而建构出适合高职层次的软件技术岗位群的岗位知识图谱。

五、建构过程

（一）建构软件技术职位行为标准

为了收集有代表性的数据，我们分别选取了在软件外包服务和软件产品自研方向的两家领军企业作为调研对象。聚焦技术岗位，对企业经营者、人力资源管理者、技术部门管理者、产品开发主导者，以及软件项目管理人员和研发人员、支撑服务人员分别进行了调研。^[8]调研内容从岗位划分、工作职责、技能要求，以及工作协作四个维度展开，共收集了160多份记录。经多次反复和修改，最终整理形成了一份得到企业认可的软件技术联系岗位行为标准模型（见表1）。该模型清晰定义了每个软件阶段的工作活动，而且明确了各级别岗位对该活动所需知识技能的掌握和熟练程度。

（二）建构软件技术类岗位发展路线图

为了找到各岗位之间的关系，我们对软件技术产业上下游产业链进行深入研究，特别是当前产业数字化转型发展大趋势下，各应用领域对软件技术人才的需求情况。在研究中我们发现，软件技术本身是一种用信息化手段为生产、生活等各个行业提供数字化解决方案的一种专业技术，其面向的服务群体不是某一个行业，而是所有行业。^[9]从产业角度说，软件技术专业人才培养面向的不是一两个岗位，而是一个岗位群。而这个岗位群可以根据职能分为技术和服务两大类。其中，技术类岗位群又可以根据软件

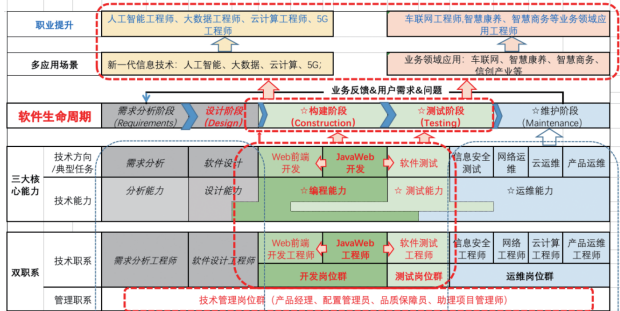
表1 技术职位行为标准（部分）

技术职位行为标准（设计&开发&测试）														
分类	活动	内容描述	成果物	设计职系			开发职系			测试职系				
				中阶	高阶	资深	实习	助理	中阶	高阶	资深	实习	助理	中阶
详细设计	功能层次划分和组件设计	模块、开发等“子”级设计实现方案”；包括输入输出、功能描述、执行步骤等。模块设计分为数据、控制、展示等。内容主要描述界面样式的实现手法、数据来源和计算方法、内部程序结构、处理流程、对应接口等。	《详细设计-功能组件设计》 《详细设计-数据、控制、设计》						●	●	●			
	系统内外接口详细设计	针对内外接口设计定义、设计接口的实现方法和处理逻辑等。共通设计为业务共通和技术共通。业务共通可以包括权限管理、用户管理、公共业务功能模块处理逻辑、处理流程和系统结构的设计等；技术共通可以包括框架技术组件设计、状态码物理设计、日志、消息、异常、错误处理、线程管理、画面组件、日志管理、内容管理、文件处理、文字处理、配置管理、加解密等。	《详细设计-接口详细设计》						●	●	●			
	共通（基础）设计	共通设计为业务共通和技术共通。业务共通可以包括权限管理、用户管理、公共业务功能模块处理逻辑、处理流程和系统结构的设计等；技术共通可以包括框架技术组件设计、状态码物理设计、日志、消息、异常、错误处理、线程管理、画面组件、日志管理、内容管理、文件处理、文字处理、配置管理、加解密等。	《详细设计-业务、技术共通设计》						●	●	●			
	详审详细设计	对详细设计阶段成果进行详审，发现和提出问题，并提出和分析解决方案。	《详细设计详审报告》	●	●	●			●	●	●			
试样理解	确认详细设计	对已通过详审的详细设计与客户进行沟通，取得客户的认可。同时负责项目组内对详细设计相关的问题进行答疑确认。	《问题回答管理表》					○						
	变更（设计）管理	对详审发现的问题制定应对措施并实施，并检查和发布相关资料。当业务需求发生变化时发生设计缺陷时，应及时更新对应设计内容，保证概要设计实现的功能与业务需求的一致性。	《详细设计书-变更履历》 《需求追踪矩阵》						●	●	●			
	理解需求、概要设计、详细设计的各阶段产物	理解上游阶段的各类产物并评审其是否满足下游设计、开发、测试等工作。必要时，通过《问题回答管理表》等方式向上游负责人进行沟通确认。	《式样理解指南》 《问题回答管理表》						●	●	●	●	●	
	制定编码问题处理方针	根据设计要求和项目编码的多种处理方针，制定编码过程中的各类规范，包括编码规范、流程步骤等，确定编码的质量标准、效率标准、定义开发的工作环境、开发编码工具。	《编程规范》						○	●	●			
编码	程序（框架）设计和共通模块的设计及实现	设计程序框架和共通模块的实现方法，并进行编码实现	框架代码 共通模块源代码						●	●	●			
	编码实现	遵照目的规范、规格和处理方针，在要求的环境下使用要求的工具对指定功能模块进行编码实现和代码调试，并按配置管理要求管理代码。根据《详细设计书》维护代码的关系。当设计发生变化时，应及时释放代码，保证代码实现的功能满足设计要求。	源代码						●	●	●			
	代码详审	按照计划对《详细（概要）设计书》和规格/规范、处理方针针对代码详审，记录发现的问题。对详审出的问题要及时核对，如发现疑问应及时反映并追踪确认直至关闭。	《代码详审报告》					○	●	●	●			
	测试问题对应	分析缺陷产生原因和类型，确定解决方法并及时对应，发现问题时应及时与相关人员确认并追踪直至解决。	《缺陷跟踪管理表》							●	●	●		
单元测试	制作测试用例	阅读并参考设计文档，了解系统功能实现方法，设计和制作单元测试用例或检查单和单元测试所需的数据。当程序结构发生变化影响测试用例时，应及时更新测试用例和测试数据，以保证测试和程序实现的一致性。	《单元测试用例》									●	●	●
	详审测试用例	详审测试用例。	《工作产品详审报告》						●	●	●		●	●
	建立测试环境	1、按照计划安装配置测试环境，准备测试数据，必要时按照测试要求制定开发和测试工具。制作相关环境配置手册或指南。 2、按照手册建立测试环境，测试手册的可用性。	单元测试环境配置手册或指南						●	●	●	○	●	●
	实施单元测试	按照单元测试用例对软件功能进行测试，发现并记录发现的问题，并初步分析产生原因。当发生测试问题时，应追查至设计实现。	《产品缺陷报告》 《缺陷跟踪管理表》						●	●	●	●	●	●
项目集成	制作测试结果报告	收集测试数据和结果，进行分析，发现问题及时上报，输出测试总结报告。	《项目测试总结报告-单元测试》									●	●	●
	制作项目集成测试实施方案	建立项目集成测试管理规范和实施方案。包括集成步骤、重点、风险规避措施、工具技能要求等。	《系统集成规范》 《系统集成方案》							●	●			
	建立集成环境	建立集成测试环境，并能对测试环境进行配置和优化。	系统集成环境配置手册或指南						●	●	●	○	○	
	开发集成工具	集成测试工具的类型和制作。	集成工具选型指南和工具使用指南						●	●	●			
系统测试	实施项目集成	实施程序集成，解决发现的问题。确认工作产品已集成在一起且编译通过。	《系统集成问题记录》									●	●	●
	项目集成的确认及产品交付	按一定粒度识别并分析系统中所有内、外部接口，并对不同的接口采用合适的测试方法，对集成后的系统进行联动测试，发现问题及时修正。	《联动测试报告》						●	●	●	○	○	
	制定系统测试测试规范方案	确定测试范围、衡量指标、测试环境、测试工具、测试方法、衡量指标和评估方法等，并制定相关人员职责分工。	《系统测试规范》或 《系统测试方案》										●	●
	制作测试用例	阅读并参考设计文档，了解系统业务流程和业务流程，设计和制作系统测试用例和所需的数据。当业务需求发生变化影响测试用例时，应及时更新测试用例和测试数据，以保证测试和业务功能的一致性。	《系统测试用例》									●	●	●
系统测试	详审测试用例	详审测试用例。	《工作产品详审报告》	●	●	●			●	●	●			
	建立测试环境	按照计划安装配置测试环境，准备测试数据，必要时按照测试要求和计划开发测试工具，制作相关环境配置和部署手册或指南。	《系统测试环境配置指南》									●	●	●
	实施冒烟测试	对集成后的系统实施冒烟测试，根据《项目衡量指标标准》定义确认是否可进入系统测试阶段。	《缺陷跟踪管理表》 《项目测试总结报告-冒烟测试》									○	●	●

生命周期和项目工作过程细分为开发、测试、运维类三类岗位。而服务类岗位群同样可以根据服务内容分为质量保障、环境保障和产品保障三类岗位。这一发现不仅与 SEWCOM 标准中的工程过程相吻合，而且又能匹配高职人才培养的定位。^[10]

自此，我们确定了以开发、测试、运维三类工作为主的软件技术类和软件项目服务类两大类岗位，明确了适合高职软件技术专业培养方向的岗位群范围。

为了进一步识别岗位间关系，我们详细分析了企业技术岗位的晋级规则，将该规则与技术职位行为标准比对，形成了一张岗位发展路线图（见图2）。在图中可以清晰地识别出软件技术岗位群中各岗位间的关系。



> 图2 高职软件技术专业人才培养目标岗位发展路线示意图

经过进一步分析，我们发现学习能力、沟通能力和创新能力在群中的每个岗位都被视为重要的职业素养。于是我们在前面成果的基础上继续完善，形成了一套软件技术岗位群的岗位胜任力模型，该模型为我们软件技术专业的人才培养提供了清晰的岗位导向，也为建构科学、实用的岗位知识图谱奠定了基础。

六、岗位知识图谱建构方法

（一）抽取知识绘制图谱

在高职软件技术专业岗位知识图谱的建构过程中，我们坚持系统化、标准化和可持续发展的教育理念。^[11]首先，将知识图谱的层级结构分为三层：顶层为岗位群，中层为知识领域，底层为具体的知识点。关系表示采用有向图模型，明确不同知识点之间的关联性。属性定义则对每个知识点赋予详细的描述，如难度等级和关联技能；然后，提取出知识、技能、素质三类信息，将其转化为图谱中的节点和边，借助融合技术确保不同来源的知识能够有效整合；最后，使用 Neo4j 图数据库和 Apache Jena 完成了图谱的建构和可视化（见图3）。



> 图3 岗位知识图谱截图（程序开发相关）

（二）通过图谱结构化知识

该图谱可以不仅清晰地展示了各知识节点间的关联性和密切性。当选中某个节点时，图谱将高亮显示于该节点相关的知识路线，顺着路线就能找出所有相关的知识技能和素质等，实现知识的结构化。

（三）根据结构化知识重构教学知识结构

为了确保该知识图谱的可持续发展教育价值，在完成图谱的技术建构后，我们进一步优化，将其与课程体系对接，使得该岗位知识图谱不仅是学习资源的索引，也能成为教学设计和学习路径规划的重要参考。

七、岗位知识图谱的应用与评估

为了检验岗位知识图谱的建构思路的可行性和图谱内容的可用性，我们重点在课程课题、有效课堂、产教融合三个方面进行深入地实践研究，效果比较理想。

（一）优化专业课程体系，提升了人才培养质量

我们基于岗位知识图谱优化专业课程体系、重构课程标准，把岗位技术标准中的活动定义为课程中的教学任务，把图谱中与活动关联的知识、技能和素质，作为课程的教学内容，重构课程标准。^[12]设计出了更贴合岗位需求的课程体系，在课程上保障了学生的就业竞争力的提高。2024年我校软件技术专业学生的首批对口就业率就达到了92%。^[13]

（二）规划和指导学生在学习路径，提高了课堂教学质量

知识图谱还能够为学生提供清晰的学习路径。学生的知识水平、认知能力和偏科现象一直是影响高职教学质量的一个重要因素，如何针对学生的个体差异提供个性指导是高职教学中的一个长期且重要的研究课题。在岗位知识图谱初步建立后，我们就开始让学生通过图谱了解岗位、知识、技能和素质之间的关系，让

学生对“合格软件工程师”所需的知识技能有了清晰地认识，这样一来，学生从入学开始就能够为自己规划职业路线和学习路线。明确学习目标和方向，有意识地主动学习。此外，我们还在“面向对象程序设计”“数据库技术”等专业课程中尝试根据知识图谱开展对学生专业学习成效进行考核和测评，以检测专业课教学的技术实用性。^[14]结果显示，通过岗位知识图谱指导学生学习路径，在促进课堂教学质量提升方面，效果非常显著。

（三）以岗位知识图谱为桥，促进了产教融合的深度开展

一方面，通过知识图谱，我们更好地把握了行业企业对岗位人员的知识技能要求，以此为出发点与企业共同设计课程和项目，确保了教学内容与企业实际需求相匹配；另一方面，以知识图谱作为专业人才培养标准的模型后，我们的课程教学和考核能够很方便地移植到企业，对企业员工开展技能培训和评估活动，助力企业提升员工培训效率与质量。^[15]在实践研究中，我们意识到：一个源于行业企业需求的岗位知识图谱，就是一份能让企业更好地理解学校教育目标和学生专业素养的说明书。基于岗位知识图谱设计出的校企合作项目能真正实现校企双方的共赢。

八、结论

岗位知识图谱在软件技术专业建设中有着广阔的应用前景和重要价值。党的二十届三中全会提出“加快构建职普融通、产教融合的职业教育体系”的战略部署，要求“通过教学资源共享、培养成果互认、发展路径互通等方式，双向赋能，推动人才培养模式改革，为学生成长成才提供多样化路径选择”。随着技术的不断进步和产业的持续发展，软件技术岗位群将不断涌现新的需求和变化。我们要不断更新和完善岗位知识图谱，才能更好地适应产业发展和人才培养的需要。

参考文献

- [1] 戚华, 朱寅非. 基于 SWECOM 标准构建软件技术职务岗位胜任力模型的研究与实践 [J]. 中国新通信. 2021, 23(22).
- [2] 王春燕. 基于可持续发展教育理念的职业教育课程开发——PGSD 能力分析模型的构建及应用 [J]. 中国职业技术教育. 2019 (18).
- [3] 徐增林, 盛泳潘, 贺丽荣, 王雅芳. 知识图谱技术综述 [J]. 电子科技大学学报. 2016, 45(04).
- [4] 罗承天, 叶霞. 基于知识图谱的推荐算法研究综述 [J]. 计算机工程与应用. 2023, 59(01).
- [5] 周东岱, 董晓晓, 顾恒年. 教育领域知识图谱研究新趋向: 学科教学图谱 [J]. 电化教育研究. 2024(02).
- [6] 张西硕, 柳林, 王海波, 苏贵斌, 刘静. 知识图谱中实体关系抽取方法研究 [J]. 计算机科学与探索. 2024(03).
- [7] 马坤, 安敬民, 李冠宇. 动态聚合实体和关系上下文的知识图谱补全 [J]. 计算机工程. 2023(08).
- [8] 寇嘉颖, 赵卫东, 柳先辉. 融合关系传递信息的双图文档级关系抽取方法 [J]. 计算机科学. 2023(12).
- [9] 张娜. 基于 PGSD 能力分析模型的职业学校计算机网络专业人才培养模式探究 [J]. 教育观察. 2023, 12(31).
- [10] 王红艳. 基于 PGSD 能力分析的中高职一体化课程体系构建研究——以工业机器人技术专业为例 (硕士学位论文). 南昌大学, 课程与教学论.
- [11] 张黎燕, 李伟, 张红延. “岗课赛证”综合育人模式下“红匠育成”人才培养探索与实践——以工业机器人技术专业为例 [J]. 河南教育 (高教). 2024(03).
- [12] 王新龙, 薛晓鹏, 孙如飞. 基于粒子群与知识图谱的突发水污染事件溯源方法 [J]. 水力发电. 2020, 46(02).
- [13] 薛小强, 谭丙炎, 王一航. 基于 SC 理念的桥梁工程课程教学改革研究与探讨 [J]. 科教文汇 (中旬刊). 2021(17).
- [14] 谢淑红, 肖琦, 严伟, 斌高薇. 基于岗位知识图谱的血站人力资源培训体系建设 [J]. 中国卫生质量管理. 2022, 29 (02).
- [15] 杨兆辉, 刘冬霞, 李鑫, 潘飞. 软件技术专业工匠人才培养路径 [J]. 数字技术与应用. 2023(03).