

# Analysis of Core Competency Literacy of Innovative Technology Talents in Intelligent Robot Industry

Fang Yu-Shen<sup>1, a</sup>, Wang Shi-Jie<sup>1, b\*</sup>, Hu Run-Jiao<sup>1</sup>, Zhou Zhao-Hong<sup>1</sup>, Zhu Bi-Yun<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Economics and Management College of Zhaoqing University, Zhaoqing, Guangdong, China*

<sup>a</sup> *fang.yushen@qq.com*

<sup>b\*</sup> *miroslav.klose.m@foxmail.com*

## Abstract

According to intelligent robots are a holistic and interdisciplinary field of work, what is needed is not only the performance of individual capabilities but also the performance of educated talents, to become an advantageous source of industrial competition. To strengthen the professional competence of talents in this industry, this research aims to develop the functional qualities of the key professions of "innovative scientific and technological talents" as a reference for the development of subsequent function-oriented training courses. The function is to complete the task of a specific occupation (or category), and the required combination of capabilities can be used by enterprise organizations in selecting, using, cultivating and retaining talents, and for universities to refer to when they develop professional courses. This research takes the experts and supervisors of the intelligent robot industry in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area as the research object, and constructs a blueprint for the functional literacy of "innovative technology talents". Obtaining six key functional literacy groups and 38 basic functional elements, as well as the knowledge, skills, and attitude required by the profession, can also become an important benchmark for vocational training, to accelerate the cultivation of talent in the intelligent robot industry, gradually improving the human structure, and create Industrial value chain.

**Keywords:** *Human resource development, Innovative scientific and technological talent, Competence model,*

*Smart robot, Guangdong-Hong Kong-Macao greater bay area*

## 智能机器人产业创新科技人才核心职能素养分析

方瑀绅<sup>1, a</sup> 王仕杰<sup>2, b\*</sup> 胡润姣<sup>3</sup> 周照红<sup>4</sup> 朱碧云<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> *肇庆学院经济与管理学院, 肇庆市, 广东省, 中国*

<sup>a</sup> *fang.yushen@qq.com*

<sup>b\*</sup> *miroslav.klose.m@foxmail.com*

## 摘要

鉴于智能机器人是一种整体及跨学科领域的工作组合,需要的不仅是个体能力表现,更需要教育人才的表现,才能成为产业竞争的优势来源,为强化该产业人才的专业能力素质,本研究旨在发展“创新科技人才”关键职业之职能素养,以作为后续之职能导向训练课程发展的参考。职能为完成特定职业(或职类)工作任务,所需具备的能力组合,可以供企业组织在选才、用才、育才及留才,和供高校在开发专业课程时参考指引。爱本研究以粤港澳大湾区智能机器人产业专家及主管职为研究对象,建构“创新科技人才”职能素养蓝图,建置流程经过相关职业职能分析、专家访谈、问卷验证、专家再确认,最终获得六个关键职能素养群组与38项基本职能要素,以及该职业所需之知识、技能与态度,亦可成为职业培训之重要基准,以期加速智能机器人产业人才培育,逐步改善人力结构,创造产业价值链。

**关键词:** *人力资源开发, 创新科技人才, 职能模型, 智能机器人, 粤港澳大湾区*

## 1. 前言

《中国机器人产业发展报告(2019)》揭露全球各类型智能机器人市场规模持续扩大,处于快速增长时期<sup>[1]</sup>。随着全球新一轮科技和产业的蓬勃发展,智能机器人是一项涵盖多项领域整合性之产业,被认为是推动中国经济、科技与教育发展的关键产业之一<sup>[1]</sup>。然而,Zhang与Zhang(2018)<sup>[2]</sup>研究指出中美两国的高端人才现状比较,中国存在优秀的智能机器人,人才在业界人数较少和结构不合理的问题。由于智能机器人产业快速发展和行业对人才需求量激增,出现人才巨大缺口,其次中国在技术研发起步较欧美国家缓慢,行业专家及人才不足,专利申请数量庞大而质量却并不高、缺乏关键核心技术和完善的培训教育机制(Chen, Zhang, & Wang, 2019)<sup>[3]</sup>。人才不足实为发展智能机器人产业最大隐忧。因此,引发本研究回归人才培养专业知识本质,探讨智能机器人产业高端“创新科技人才”共同核心职能素养,以促进学校、训练机构、产业可以快速培养所需的技术人才,以期提供粤港澳大湾区(下述简称“大湾区”)相关产业及高校在未来培育和养成人才教育与训练之参考依据。

本研究以大湾区智能机器人产业作为研究对象,其原因有三:大湾区已成为中国全方位对外开放的重要经贸地区,具经济指标作用;其次,大湾区具有良好的产业基础,拥有全中国最大、最多的智能机器人园区,且已经形成高端装备制造、3C制造等为代表的产业集群;其三,大湾区内含丰富的人才资源,和已经建立的高校联盟及创新创业、职业教育等,为智能机器人产业发展不断注入动力。

## 2. 文献探讨

### 2.1. 职能概念

职能模型(competency model),是指构成每一项工作表现所应具备的职能群组。McClelland(1973)<sup>[4]</sup>认为以传统智力测验来预测个体工作成就效果不彰,智力测验的内涵往往是学业表现的翻版,与实际工作内容脱节,于是提出冰山模型(iceberg model),把职能(competence)描述为漂浮在海洋上的冰山,裸露在水面上部分,有基本知识、基本技能,属于外层表现部分,对任职者基础素质要求,相对比较容易通过培训习得而改变和发展,也是人力资源工作者容易了解与测量部分;水面下部分是个体内在的、最不容易被评估和了解部分,它代表个体有自己独特的思维方式和理念,包括社会角色、自我形象、特质、动机等,这些特质有些是天生的,有些是个体成长环境因素所造成,只有其主观能动性变化影响到工作时,其对工作的影响才会体现出来,相对于水面上的知识和技能而言,这部分很难通过后天的培训得以形成(Spencer & Spencer, 1993)<sup>[5]</sup>。

### 2.2. 职能研究现状

Boyatzis(2008)<sup>[6]</sup>认为职能就是找出一种让个体在工作表现出高效能,或出色的重要特性,透过职能可以用来预测某人在某项职务上表现的效能高低。近年来国内外研究职能成果亦非常丰硕,如Lin, Wu与Tsai(2018)<sup>[7]</sup>研究专科护理师之职能分析,提出未来之训练方向及工作职能提升之策略。Ou与Yang(2018)<sup>[8]</sup>建构复合式大楼物业管理经理人五个构面职能,为管理职能、核心职能、专业职能、一般职能及自我职能。Wu与Lin(2018)<sup>[9]</sup>以问卷调查法,调查个案公司179名信息人员的职能与工作绩效关系,包括专业知识、专业技能、人际关系、工作态度等四个职能构面。Fang(2017a, 2017b)<sup>[10-11]</sup>针对LED照明产业初任工程师所需职能分析,和风力机发电产业工程师职能分析。Patanakul与Milosevic(2008)<sup>[12]</sup>探究项目经理应具备的职能模型。Sun, Shute, Stewart等(2020)<sup>[13]</sup>研究CPS(Collaborative problem solving)职能模型等。Hilburn, Ardis, Kornecki与Mead(2013)<sup>[14]</sup>建立软件保障专业人员能力基础职能模型。

以上有关国内外职能相关研究虽多,主要集中在中高层管理、医护、技术性等领域,但对其新兴的智能机器人产业高端人才核心职能研究目前尚未发现,亦表示人力资源学科工作者对此领域的研究尚未涉及,特别是智能机器人产业。目前大湾区智能机器人产业的高速发展,高端创新科技人才供需匹配、培养方向、绩效考核尚缺乏一套客观的衡量标准职能素养,因此研究针对大湾区智能机器人产业尝试发展所需的职能素养,其研究成果将对智能机器人产业在人才培养或绩效考核具有一定的参考作用。

## 3. 研究方法与设计

研究针对大湾区智能机器人业者为样本,邀请企业内具有代表性资深工作人员及主管职人员为研究对象,进行问卷填答,以确保数据的信效度。问卷设计分为两个部分,第一部分是询问职能素养题项,区隔有知识、能力、态度三个部分;第二部分是填答者个人基本信息,包括性别、年龄、教育程度、工作年限、职务名称等。采Likert的5点量表,1-很不重要,2-不重要,3-普通,4-重要,5-很重要。

知识、能力、态度三个维度的问卷题项设计,主要是根据Yu(2019)<sup>[15]</sup>的智能网联汽车行业研发人员职能模型研究、Liu(2019)<sup>[16]</sup>的人工智能企业产品经理职能模型构建研究、和Sun(2018)<sup>[17]</sup>的云环境下IT管理者胜任力模型实证研究,等人的职能量表讨论、归纳而来的,初步完成的题项有58个,聚焦在知识维度有22个,能力维度有23项,态度维度有13项。再经研究团队与业界专家讨论,考虑智能机器人产业“创新科技人才”,强调创新导向和思维方式、重视产品管理和团队协作,后剔除与“创新科技人才”关联性较低的职能素养要素,进一步确定出38个职能正式问卷项目。

## 4. 研究发现与分析

### 4.1. 问卷填答对象

研究针对大湾区智能机器人业者为样本,邀请企业内具有代表性资深工作人员及主管职人员为研究对象,进行问卷填答。于2019年12月8日进行问卷发放,共114份,一星期后回收107份,剔除填答不完全4份问卷,最终得到103份有效问卷,有效率为96.26%。103份问卷中,男性49位(47.57%),女性54位(52.43%)。主要学历本科68位(66.02%),专科16位(15.53%)。年龄主要在25-30岁52位(50.49%),31-40岁18位(17.48%)之间,工作年资3-5年人数最多,说明在该产业里活跃的人员大部分是中阶层级以上青年人。

### 4.2. 因素分析与群聚命名

本研究先行对问卷进行KMO和Bartlett球形检验,KMO为0.957,Bartlett球形卡方检验值为4139.411,且Sig值小于0.010,说明问卷各题项间的关系是良好的<sup>[41]</sup>。问卷的Cronbach's  $\alpha$ 系数均在0.832-0.969之间具有较好的信度(如表1所示)。通过主成分分析法并经最大方差法正交旋转筛选分析,共获得六个大于1的特征值,其特征值分别为18.491%、16.228%、11.72%、11.449%、10.691%、9.073%,累计率为77.652%,说明问卷具有良好的结构效度。六个特征值如下说明:

**专业素养能力:**因素1由13个题项因素形成,其中有9个题项因素属能力维度(可行性评估、测试验证、设备常规维护、调机测试、创造力与创新、沟通能力、程序编制能力、产品需求分析、风险控制能力),4个属态度维度(团队合作、自信心、抗压性、适应力)。即智能机器人是一项涵盖多领域的综合性产业,从业者必须具备多项跨领域专业能力,根据设备组件特性规划可行性测试流程与方案、针对应用环境找出优化模组参数、选择恰当的算法设计程序构架、维护研发设备及工具的完好。在协作时,能与不同岗位同频交流和逻辑换位思考能力。面对工作压力能够迅速调整、追求挑战并自我改善,根据任务目标不断学习成长。

**科学应用能力:**因素2由9个题项因素形成,其中6个题项因素属知识维度(数理知识、编程能力、计算机基础、数据分析、算法基础、工具基础知识),3个属能力维度(系统检验、资源协调、问题解决)。此着重科学分析的数学、物理学、人工智能神经网络及计算机软件能力的知识基础能力,能熟练掌握并运用如C/C++、Python、Java、Matlab、Caffe等工具,协调并执行AI产品开发、建立、检验及维护操作过程,在遇到状况时能厘清问题,运用系统化的方法,提出解决方案。

**逻辑理解能力:**因素3由5个题项因素形成,其中有2个题项因素属知识维度(统计学、分析能力),3个属能力维度(AI技术理解力、AI行业理解力、系统规划)。需具备AI行业知识、基本的AI概念和技术边界的基础

上,还需要有开放性、全面性的思维,在分析和解决复杂问题时,学习和理解因果推断,通过不同的思维方式把握问题,充分具体的评估系统限制范围从而制定规划。

**组织管理能力:**因素4由5个题项因素形成,其中有3个题项因素属能力维度(成本概念、影响力、机械研发与设计),2个属态度维度(组织承诺、计划与执行)。需具备较强的组织协调及工作统筹的管理能力,对工作具有忠诚度和职业道德,能够有效管控项目收支、障碍预测、实施过程,以专业的态度调动其他员工的工作热情,在充分利用资源的基础上合理分配任务,制定计划并按时执行贯彻。

表1 智能机械人产业创新科技人才职能素养

构面	素养内涵	因素载荷系数	Cronbach's $\alpha$ 系数
专业素养能力	适应力	0.833	0.969
	团队合作	0.804	
	抗压性	0.759	
	自信心	0.741	
	沟通能力	0.728	
	产品需求分析	0.728	
	测试验证	0.741	
	调机测试	0.689	
	风险控制	0.678	
	可行性评估	0.609	
	创造力与创新	0.623	
	程序编制	0.601	
	设备常规维护	0.586	
科学应用能力	数理知识	0.970	0.939
	编程能力	0.850	
	计算机基础	0.810	
	数据分析	0.758	
	算法基础	0.683	
	工具基础知识	0.675	
	系统检验	0.664	
	资源协调	0.563	
问题解决	0.636		
逻辑理解能力	AI技术理解力	0.833	0.896
	AI行业理解力	0.775	
	统计学	0.771	
	分析能力	0.579	
组织管理能力	系统规划	0.540	0.942
	成本概念	0.750	
	组织承诺	0.714	
	影响力	0.680	
工业	计划与执行	0.606	0.897
	机械研发与设计	0.614	
工业	工业焊接	0.634	0.897

应用能力	主要零件校核	0.768	0.832
	工程图纸绘制	0.774	
主动进取精神	行业背景	0.730	
	快速学习	0.645	
	主动进取	0.685	

**工业应用能力:** 因素 5 由 3 个题项因素形成, 主要为能力维度(工业焊接、主要零件校核、工程图纸绘制)。需展现 AI 产业高端人才在工业制作中所需的工程实践能力, 熟悉机器人结构, 能够运用 CAD、CAXA 或三维软件设计产品的工程图纸、完成焊接结构的总体和细部设计工作、对主要零件和部件进行精确的应力分析并修正, 有现场作业和处理装配的经验。

**主动进取精神:** 因素 6 由 3 个题项因素形成, 其中有 1 个题项因素属知识维度(了解行业背景), 2 个属态度维度(主动进取、主动学习)。在大数据、云计算背景下, 互联网环境更迭飞速, AI 产业高端人才不仅需要具备过硬的行业背景知识, 不拘于现有的产品设备, 还要不断攫取新方法、新思想、新技术, 积极主动地进行深度学习获得多领域的知识储备, 追求极致、保持创新思维。

## 5. 结论与建议

### 5.1. 结论

本研究着眼于粤港澳大湾区, 人工智能领域的智能机器人产业的“创新科技人才”职能素养蓝图, 运用相关职业职能分析、专家访谈、问卷验证、专家再确认, 最终获得六个关键核心职能素养群组与 38 项基本职能要素, 以及该职业所需之知识、技能与态度。除了探讨“创新科技人才”专业人员的职能素养外, 亦期望进而减少人才流动率及降低企业成本。研究藉由专家确认、问卷验证, 使得六个职能素养群组能更切合实务上需求, 因为, 并非每一种能力在某一种职缺中所占的百分比皆相同。此外, 明确数值数据佐证与支持, 可以减少人为决策过程中所衍生之不科学性成份。至于“科学应用能力”的“数理知识(0.970)”、“编程能力(0.850)”分析结果, 显见是智能机器人产业所需求的职能素养能力, 符合目前强调“创新科技人才”的理念。此外, 由于制程必须遵守各种流程详细规范, 对于产品的生产须符合特定规格, 通常不允许轻易变更, 因此, 六个关键核心职能素养群组中的“专业素养能力”、“逻辑理解能力”注重规则, 此项职能素养亦有一定程度的重要性。

### 5.2. 建议

本研究旨在发展“创新科技人才”之职能素养基准, 以作为后续之职能导向训练课程发展的参考。在职能素养的验证阶段所用之问卷, 在各题项填答人员可能不够

精确, 尚有许多方法, 如行为事例访谈、评估绩效等, 可用来作为判断适当职能素养的依据。本研究所发展之职能素养, 除了解“创新科技人才”职能素养外, 可进一步提供各项信息给人力资源管理主要活动参考, 如训练、发展、绩效、薪资管理等, 再视需求针对落差较大之职能项目安排训练计划。对后续研究者之建议, 可以针对不同地区同产业的专业人员进行专业职能素养之研究, 以丰富产业之“创新科技人才”的专业职能素养研究。在研究方法的改善与讨论, 可以再增加分析样本数量, 以比较出不同职能素养差异。

## References

- [1] Chinese Institute of Electronics (2019). China Robot industry development report. Available at: <https://www.chainnews.com/articles/185300551473.htm>.
- [2] Zhang, M.C., Zhang, Z. (2018) The Situation of artificial intelligence talents in China and its training methods. *Modern Educational Technology*, 28(8): 19-25.
- [3] Chen, J., Zhang, Y. J., Wang, J. (2019) A comparative study on the development of AI industry between China and U.S.A. based on patent analysis. *Journal of Intelligence*, 38(1): 41-47.
- [4] McClelland, D.C. (1973) Testing for competence rather than for intelligence. *American Psychologist*, 28(1): 1-14.
- [5] Spencer, L.M., Spencer, S.M. (1993) *Competence at work: Models for superior performance*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- [6] Boyatzis, R. E. (2008) Competencies in the 21st century. *Journal of management development*, 27(1): 5-12.
- [7] Lin, S.C., Wu, M.L., Tsai, M.C. (2018) Research on the function of nurse practitioners. *Journal of Health Management*, 16(1): 65-73.
- [8] Ou, H.W., Yang, M.L. (2018) Constructing the competency of property management managers. *Journal of property management*, 9(2): 15-30.
- [9] Wu, L.Y., Lin, H.C. (2019) The research on the relationship between the competence and job performance of information staff. *Journal of Technology and Manpower Education*, 5(4): 50-72.
- [10] Fang, Y.S. (2017) An analysis of core competence for initial engineers for LED lighting industry. *Science & Technology Progress and Policy*, 34(12): 36-42.
- [11] Fang, Y.S. (2017) Identifying initial engineers' competencies for the wind power industry. *China Population, Resources and Environment*, 27(5): 281-284.

- [12] Patanakul, P., Milosevic, D. (2008) A competency model for effectiveness in managing multiple projects. *The Journal of High Technology Management Research*, 18(2): 118-131.
- [13] Sun, C., Shute, V. J., Stewart, A., Yonehiro, J., Duran, N., D'Mello, S. (2020) Towards a generalized competency model of collaborative problem solving. *Computers & Education*, 143: 1-17.
- [14] Hilburn, T., Ardis, M., Kornecki, A., Mead, N. R. (2013) Software assurance competency model. Software Engineering Institute.
- [15] Yu, L.Q. (2019) Research on the competency model of R & D personnel in the intelligent connected automotive industry. Shanghai Academy of Social Sciences, Shanghai.
- [16] Liu, H. (2019) Research on the competency model construction of product manager of artificial intelligence enterprise. Anhui University, Hefei.
- [17] Sun, X.N. (2018) Empirical research on competency model of IT managers in cloud environment. Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang.