

中国电子学会人才标准

标准编码：CIE-S-2018A01

区块链技术人才培养标准

中国电子学会 制定

编委会

(以下按姓名首字母排列)

组长：马小峰 同济大学

高校/学术机构组

陈 雄 复旦大学
何道敬 华东师范大学
黄建华 华东理工大学
胡 凯 北京航空航天大学
韩景侗 上海财经大学
尹 浩 清华大学
颜嘉麒 南京大学
朱 岩 北京科技大学
孙贻滋 中国电子学会

企业组

曹 玮 中移在线
邬敏玮 上海银行
王新波 中远海运科技
余文兵 中国宝武钢铁集团欧冶金服
周 钰 中国银联电子支付研究院

目录

前言	/1
一、区块链技术人才培养标准的指导思想	/3
二、区块链技术人才培养涉及的专业领域	/4
三、区块链技术人才的岗位分布和标准	/8
四、区块链能力测试体系	/19
编后记	/20

前言

当前，新一轮科技革命和产业变革席卷全球，数字经济正深刻地改变着人类的生产和生活方式，重塑全球经济结构，重构全球创新版图，成为了经济增长的新动能。其中，区块链作为一项颠覆性技术，正推动“信息互联网”向“价值互联网”变迁，引领全球新一轮技术变革和产业变革，成为全球技术创新和模式创新的“策源地”之一。

在中国，区块链技术已经上升到国家科技战略层面。2016年12月《国务院关于印发“十三五”国家信息化规划的通知》中首次提及区块链，将区块链与量子通信、人工智能、虚拟现实、大数据认知分析、无人驾驶交通工具等技术一起定位为战略性前沿技术，明确提出需加强区块链等新技术的创新、试验和应用。各地政府积极从产业高度定位区块链技术，政策体系和监管框架逐步发展完善。

目前区块链的技术应用潜力日益明显。加快区块链应用落地能有效地为实体经济“降成本”、“提效率”，助推传统产业规范而高质量地发展。但是从区块链技术的发展成熟程度来说，区块链行业还处于发展初期，机会与挑战并存。

人才是产业持续发展的基础，战略性新兴产业的发展更是离不开人才的培养和发展，然而新兴产业人才往往缺口较大。据统计，到2020年，我国新一代信息技术产业如区块链、机器人和新材料将成为人才缺口最大的几个专业。作为新兴行业领域，尤其是区块链技术的底层建设，如果没有人才支撑推动，区块链产业发展进程将被极大的约束。

区块链人才市场的需求没有与传统行业人才发展有效融合，导致人才与需求的脱轨，需求量的暴增也没有给人才市场缓和的时间。根据领英的数据显示，全球对于区块链人才的需求量从2015年开始增长，在2016年到2017年经历了爆发式增长，在2018年春达到顶峰，接下去稍有回落。行业的非理性爆发、供求不平衡造成区块链人才需求领域的伪蓝海，行业人才培养的不

规范更是造成区块链人才伪速成、缺乏专业教育资源等现状的首要因素，给人才市场及公司的人力储备带来极大的危害。

综上所述，研究符合我国发展实际的区块链技术人才培养标准体系，对促进区块链的行业的发展有着深刻的意义。

当前，基于区块链的应用探索在加速推进，在区块链的性能提升、跨链技术、安全和隐私保护等关键技术正在成为研究热点。作为一项架构性创新技术，区块链涉及计算机技术、P2P网络、密码学、共识机制和智能合约等多种技术的集成创新，涉及经济学（激励制度创新，商业模式创新）和社会学（社群组织，共识等）等领域创新，所涉及的学科非常广泛。而区块链技术还处于实验阶段，各方对于区块链的概念、架构、技术特点、发展路线、监管和治理等都尚未形成共识。在学科和产业发展初期，只有深耕技术，才能逐渐成长为复合型人才。因此，本标准中人才培养标准的范围针对的是“区块链技术人才”。

一、区块链技术人才培养标准的指导思想

1. 区块链技术人才培养标准要贴紧区块链发展趋势，以产业应用和实体经济发展为导向。要求既有稳定性，又根据区块链行业发展趋势有一定前瞻性。

区块链技术是价值互联网的底层技术。从技术经济学或技术社会学的角度看，区块链已经超越了技术本身，将有可能成为未来数字经济和数字社会的基础设施。区块链技术人才的培养需要紧跟区块链产业应用的需求。因此，本标准的制定中，一方面要筛选现有的区块链创新技术，保证《标准》中涉及的技术具有发展潜力，对于过于新颖、未经足够论证的技术暂不囊括；另一方面，在确保《标准》充分涵盖现有成熟的区块链技术的前提下，收录部分经过论证的前沿技术，为区块链技术人才的发展提供前瞻性参考。

2. 区块链技术人才培养标准要充分体现人才的知识储备、职业技能和创新能力的综合发展。

区块链技术是一门跨学科、跨领域的技术应用，包含了密码学、数学、金融、经济学等多学科知识，因此企业中的区块链技术人才不仅要熟悉区块链技术原理，掌握区块链相关的密码学、数学、金融、社会学等相关理论知识，还需要对具体应用行业有一定深度的理解。因此，区块链技术人才培养标准需要兼顾技术人才的知识、技能和创新的综合发展。

3. 人才培养标准兼顾专业技能培养与职业素养培育、人文社科素质提高三个方面的和谐统一。

在技术人才培养进程中，专业的职业技能需要以高尚的职业道德和诚实守信的美好品德、正确的社会价值观和积极的进取心、良好的身体素质和文化基础等构成的符合职业规律的工作状态来支撑。专业人才培养需要深入了解相关企业的文化理念和岗位专业素质要求，并将这些理念与素质培养与技能培养融合贯穿于人才培养全程。

区块链的高科技性和行业的复杂激励属性，对于区块链技术人才的职业素养培养提出了更高的要求。

二、区块链技术人才培养涉及的专业领域

区块链是一门跨学科、跨领域的技术应用，是一个综合性的系统，由网络服务、数据存储、权限管理、安全机制、共识机制、智能合约等模块共同组成。如下图1所示，列举区块链技术所涉及的技术模块包括智能合约、共识机制、安全机制、权限管理、数据储存、网络服务等。主要专业领域包括密码学、数据结构、计算机网络、分布式计算、运筹学、信息安全、软件开发与测试、系统工程等。本标准将在现有学科背景的教学标准和人才培养的基础上，结合区块链的技术特性，提出区块链技术人才培养的具体方案和內容。以下将详细阐述每个专业领域的知识构成和人才所应具备的能力。



图1 区块链模块与专业领域的对应关系

1.密码学

密码学是关于加密和解密变换的一门科学，集数学、计算机科学、电子与通信、物理和生物等诸多学科于一身的交叉学科，其原理涉及信息论、通信、网络、数字多媒体、计算机以及任何电子工程系统环境中信息加解密、安全信息认证、安全协议控制以及安全管理。现代密码学不仅可以保证信息的机密性，还可以同时保证信息完整性和确证性，防止信息被篡改、伪造和假冒，以及防范在分布式计算中产生的、来源于内外部攻击的所有信息安全问题。

该学科方向培养具有密码学及信息科学领域坚实的理论基础和熟练的技术技能，掌握密码理论与技术及其相关学科的专门知识，具有从事信息安全相关领域理论与技术的研究、开发、应用等工作能力的高级工程技术人才。

2.数据结构

在计算机科学中，数据结构是一门研究非数值计算的程序设计中计算机的操作对象（数据元素）及其关系与运算的技术科学，根据数据的诸种逻辑结构和存储结构，集中在数据的各种操作算法设计与实现。

“区块+链”的数据结构是区块链的核心技术之一。其中，“区块”是在区块链网络上承载交易数据的数据包，是一种标记有时间戳和前一区块的哈希值的数据结构；“链”是由区块按照发生的时间顺序，通过区块的哈希值串联而成的链式结构，是区块交易及状态变化的日志记录。

该领域培养具有数据结构设计、分析与计算等基本技能，良好的复杂程序设计能力，高效率的数据结构设计和开发能力的专门人才。

3.计算机网络

计算机网络技术是通信技术与计算机技术相结合的产物。计算机网络是在网络协议的管理和协调下，将地理位置不同的多台自治计算机系统通过通信介质互联而实现资源共享和信息传递的系统。计算机网络不仅具有共享硬件、软件和数据资源的功能，还具有对共享数据资源集中处理及管理维护的能力。

该方向培养掌握计算机网络技术基础知识，具有一定计算机网络基本理论和开发技术，能够从事计算机网络的组建、网络设备配置、网络管理和安全维护的网络高技术应用型人才。

4.分布式计算

分布式计算是一门计算机科学技术，主要研究内容是如何把一个需要巨大计算能力才能解决的问题分解成小的任务单元，然后把这些任务分配给许多计算机进行处理，再把这些计算结

果合并起来，最终得到的原问题结果。分布式计算是一种新的计算方式，在两个或多个软件互相共享信息，这些软件既可以在同一台计算机上运行，也可以在通过网络连接起来的多台计算机上运行。

该领域培养掌握计算机理论和大数据处理知识，具有将领域知识与计算机技术和分布式系统融合的能力，能够从事分布式算法研究和开发应用的高层次人才。

5. 运筹学

共识机制是对区块生产制造验证排序规则的统称，这种规则与博弈紧密相关，是运筹学的一个重要组成部分。运筹学是在管理领域中运用数学方法，对需要进行管理的问题统筹规划，做出决策的一门应用科学学科。其经常被用于解决现实生活中的复杂问题，特别是改善或优化现有系统的效率。

该领域培养的是能够在数学和形式科学进行跨领域研究，能够利用统计学、数学模型和算法等方法，去寻找复杂问题中的最佳或近似最佳的解答的高层次人才。

6. 信息安全

信息安全是一门涉及计算机、通信、数学、微电子、法律、密码学等诸多领域的综合性交叉学科，主要研究密码学、网络空间、系统安全和可信计算等问题。其主要特点是综合应用电路分析及设计、信号与系统、计算机语言与程序设计、微机原理与系统设计、通信原理及通信网络基础、数据库、密码学、计算机网络、网络安全理论与技术、信息对抗等专业知识，对系统（包括硬件、软件、数据、人、物理环境及其基础设施）进行保护，以保障系统的安全性。

该方向培养系统分析、设计、编程实现能力，掌握信息传输、存储安全等方面的技术，可从事计算机网络侦查、网络和网站建设与维护、信息安全管理、设备和数据库系统维护等技术工作，成为具有较强的知识更新和应用实践能力的创新型信息安全高级工程人才。

7. 软件开发与测试

软件开发的过程可基本概括为：需求分析、概要设计、系统架构设计、编程、调试与修改、软件交付与后期维护。其目标是在满足既定成本与进度的前提下，完成具有适用性、可靠性、可修改性、可维护性、可移植性、可追踪性、可互操作性以及满足用户需求的软件产品。

软件测试是软件工程中一个非常重要的环节，是开发项目整体的一部分。软件测试过程分单元测试、组装测试、系统测试等三个阶段，目标是发现软件在整个设计过程中存在的问题并加以纠正。主要有黑盒测试与白盒测试两种方法。

该领域培养掌握数学逻辑基础和软件工程概念，熟悉计算机网络的相关知识，具备良好的编程能力，掌握业内常用的测试工具和方法的专业人才。

8. 系统工程

系统工程的研究对象是大规模复杂系统。系统工程的内容是组织协调系统内部各要素的活动，使各要素为实现整体目标发挥适当作用，目的是实现系统整体目标最优化，即按一定目的进行设计、开发、管理与控制，以期达到总体效果最优的理论与方法。

系统工程是一门用于实现产品的跨学科方法，涉及运筹学、控制论、信息论、基础数学和计算机科学等。其常采用建立系统模型、借助模型对系统进行定性分析和定量计算。典型的研究方法主要有层次分析法、模糊聚类分析法，系统预测、系统评价、系统决策等。

该专业将培养能够从事大系统和复杂系统的分析与集成、设计与运行、研究与开发、管理与决策，具有协作和创新能力的复合型高级工程技术人才和管理人才。

三、区块链技术人才的岗位分布和标准

目前区块链技术人才工作岗位除进行区块链关键技术研究的高等院校、研究院外，多数集中在承担区块链底层链开发、基础技术研究和区块链应用推广的企业中。如图2所示，在本标准中，将区块链行业技术岗位群列举为区块链底层开发、区块链应用开发、区块链测试和区块链技术支持四个组成部分。

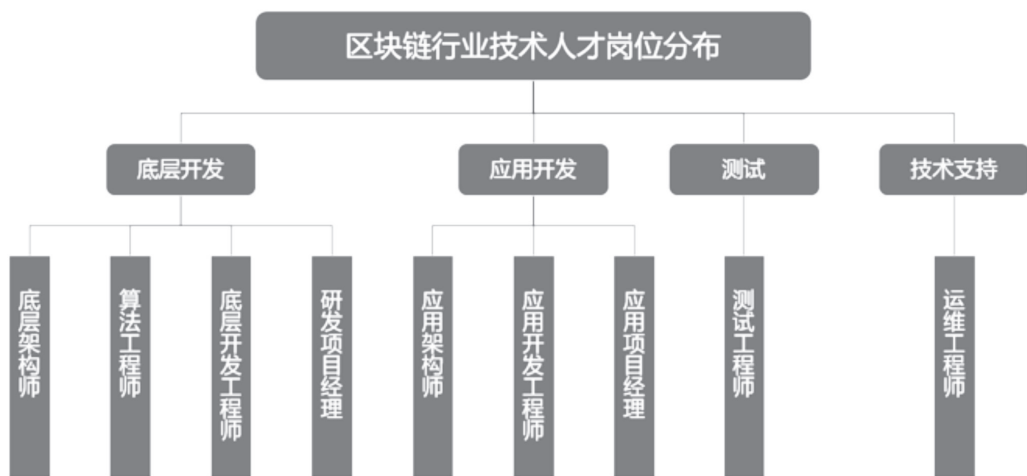


图2 区块链行业技术人才岗位分布

- ◎ 区块链底层开发人才能够完成区块链底层技术的研发、设计和创新。
- ◎ 区块链应用开发人才需要深刻理解区块链技术及应用场景，能够完成区块链与传统行业相结合的应用设计与开发，提升传统行业的效率。
- ◎ 区块链测试人才对区块链技术有一定的了解，具有区块链性能评测指标的基本知识，能够协助底层开发和应用开发人员进行区块链性能指标的测试。

◎ 区块链技术支持人才主要集中在区块链应用企业，可以解决区块链应用过程中的部署、调试、运行管理等问题，确保区块链系统能够持续稳定地运行。

每个岗位所涉及的基础知识、专业技能、对应资质和职业道德标准的具体阐述如下。

1. 底层开发

(1) 底层架构师

a. 基础知识

区块链底层架构师需要：具有扎实的计算机网络相关知识；具有密码学原理及方法（含加密协议、加密算法、数字签名、数字证书、零知识证明）知识；具有数据结构与算法相关知识；具有数据库的理论和内部实现机制知识；具有Linux系统相关知识；熟练掌握区块链相关机制原理，熟悉多种公有链、联盟链技术体系知识；熟悉分布式一致性算法的相关知识，如工作量证明机制、权益证明机制、股份授权证明机制等知识；了解去中心化应用实现机制和运行原理知识；具有智能合约设计相关知识。

此外，还需要具有分析系统可行性的知识；具有制定、评价、改进方案和有效整合利用现有资源的知识；具有软硬件架构设计方面的知识；具有系统开发（包括程序设计语言、软件开发方法、需求分析和设计方法、测试评审方法、开发管理、应用系统构建、系统审计和基于中间件的开发等）方面的知识；具有测试和系统性能评估的知识。

b. 专业技能

精通GoLang、Java、Solidity、C++等主流区块链系统开发语言；掌握分布式、高性能、高可用、高并发的网络编程及代码调优技术；掌握一些主流NoSQL数据库的原理与使用，尤其是KV型数据库，包括但不限于LevelDB、RocksDB等；熟悉Linux操作系统，熟练掌握Docker容器技术的原理，部署和使用优化；熟悉IO、多线程、异步处理等基础架构，熟悉内存撮合机制，具有可扩展、高性能、高稳定性系统的设计、开发、调优技术能力；了解HTTP、TCP/IP、RPC协议，熟悉分布式、缓存、消息系统等机制，理解gRPC框架，具备使用Protobuf的开发能力；对软件工程标准和规范有良好的把握，对相关的技术标准有深刻认识；具有战略规划和业务流程建模能力；具有技术架构选择和实现能力；对计算机系统、网络通信、信息安全和应用系统架构等有全面的认识，具有较强的技术管理能力；具有整合不同平台系统的能力。

c. 对应资质

具有计算机相关专业大学本科及以上学历。资质认证可以参考高级系统架构设计师。

d. 职业道德标准

具有较好的人文艺术和社会科学素养，较强的社会责任感和良好的职业道德，较好的语言文字表达能力和人际交流能力；具有较扎实的数学和其他相关自然科学知识。

具备良好的工程师职业道德和正确的科学伦理观，培养正直、善良的良好品行；具有强烈的事业心、责任感与使命感。工作的主动性和创造性，具有良好的思想道德品质、敬业爱岗和乐于奉献的职业境界；熟悉相关法律法规及其各类行业标准；在团队分工协作中，培养自身工作的责任心与主动性，具备对新知识的好奇心、激发自身求知欲望和获取新知识的能力，并具有运用新知识、新方法、新手段解决实际方案设计中技术问题的不懈动力。

(2) 算法工程师

a. 基础知识

区块链算法工程师基础知识标准：具有较扎实的高等数学、线性代数、数理统计、张量代数、最优化理论、数值计算、代数数论等共识机制及密码学中需要的数学基础知识；熟练掌握信息论、编码、数据压缩相关的理论知识；掌握扎实的数据结构和算法知识；具有数据库的理论和内部实现机制知识；熟练掌握区块链相关机制原理；熟悉多种公有链、联盟链技术体系知识；具有分布式一致性算法的相关知识，如工作量证明机制、权益证明机制、股份授权证明机制等知识；具有密码学基础知识，如非对称加密算法、数字签名、安全加密算法、零知识证明等知识；具有计算机指令集结构的相关知识；熟悉Linux下编程和开发知识，具有分布式计算、存储管理、网络管理、运行监控等算法知识。

b. 专业技能

熟练应用软件工程和系统设计的能力；熟练运用高等数学、线性代数、数理统计、张量代数、最优化理论、数值计算、代数数论等数学方法解决共识一致性算法、密码学相关算法的能力；熟练掌握Hadoop、Spark、Storm等分布式集群运算的方法；精通PoW、PoS、DPoS、BFT、DAG等共识算法；精通密码学常用算法，如RSA、ECC、Hash算法的实现与改进能力；熟练掌握算法模型评估技能，能够正确客观地对模型效果进行评估以改进模型以及优化参数。

此外，区块链算法工程师还需要对相关的技术标准有深刻认识，对软件工程标准和规范有良好的把握；具备良好的文献检索与阅读能力，了解本行业前沿的发展趋势，具有掌握新知识、新技术的能力；具有独立完成系统实际文档撰写的经验；对计算机系统、网络和安全、应用系统架构等有全面的认识。

c. 对应资质

具有相关专业大学本科及以上学历，资质认证可以参考中级软件设计师。

d. 职业道德标准

具有较好的人文艺术和社会科学素养，较强的社会责任感和良好的职业道德，较好的语言文字表达能力和人际交流能力；具有较扎实的数学和其他相关自然科学知识。

具备良好的工程师职业道德和正确的科学伦理观，培养正直、善良的良好品行；具有强烈的事业心、责任感与使命感。工作的主动性和创造性，具有良好的思想道德品质、敬业爱岗和乐于奉献的职业境界；熟悉相关法律法规及其各类行业标准；在团队分工协作中，培养自身工作的责任心与主动性，具备对新知识的好奇心、激发自身求知欲望和获取新知识的能力，并具有运用新知识、新方法、新手段解决实际方案设计中技术问题的不懈动力。

（3）底层开发工程师

a.基础知识

区块链底层开发工程师基础知识标准：具有扎实的计算机网络相关知识；具有密码学基础知识，如非对称加密算法、数字签名、安全加密算法、零知识证明等知识；具有数据结构与算法相关知识；具有数据库的理论和内部实现机制知识；熟练掌握区块链相关机制原理，熟悉多种公有链、联盟链技术体系知识；具有分布式一致性算法的基础知识，如PoW、PoS的DPoS等；具有Linux系统相关知识。

b.专业技能

精通GoLang、Java、Solidity、C++等主流区块链系统开发语言；熟练应用软件工程和系统设计的能力；掌握一些主流NoSQL数据库的原理与使用，尤其是KV型数据库，包括但不限于LevelDB，RocksDB等；熟悉Linux操作系统，熟练掌握Docker容器技术的原理，部署和使用优化；对计算机网络系统有深刻理解，具有进行点对点网络协议或应用开发能力；具有将共识机制、分布式网络、隐私保护机制等区块链底层相关技术实现并维护的能力；熟悉密码学常用算法，如RSA，ECC，Hash算法的实现运用能力；具有智能合约的开发能力。

c.对应资质

具有计算机相关专业大学本科以上学历。资质认证可以参考中级软件设计师。

d.职业道德标准

具有较好的人文艺术和社会科学素养，较强的社会责任感和良好的职业道德，较好的语言文字表达能力和人际交流能力；具有较扎实的数学和其他相关自然科学知识。

具备良好的工程师职业道德和正确的科学伦理观，培养正直、善良的良好品行；具有强烈的事业心、责任感与使命感。工作的主动性和创造性，具有良好的思想道德品质、敬业爱岗和乐于奉献的职业境界；熟悉相关法律法规及其各类行业标准；在团队分工协作中，培养自身工作的责任心与主动性，具备对新知识的好奇心、激发自身求知欲望和获取新知识的能力，并具有运用新知识、新方法、新手段解决实际方案设计中技术问题的不懈动力。

(4) 研发项目经理

a. 基础知识

区块链研发项目经理基础知识标准：熟练掌握区块链相关机制原理，熟悉多种公有链、联盟链技术体系知识；具有一定的分布式一致性算法的基础知识；具有一定的密码学基础知识；具有项目可行性分析，方案的制定、评价、改进，现有资源的有效利用等方面知识；具有项目开发包括程序设计语言、软件开发方法、需求分析和设计方法、测试评审方法、开发管理、应用系统构建、系统审计和基于中间件的开发等方面知识；具有产品开发管理包括市场分析、需求分析、产品功能设计、业务流程设计、界面设计、用户研究和技术可行性分析等方面知识。

b. 专业技能

具有良好数据分析能力；具有熟练使用Axure、MindManager等产品设计软件能力；具备良好的交互设计能力；掌握从需求到产品的方法论和实践过程，能够输出逻辑清晰的PRD，具有优秀的产品宣讲能力；具有良好的项目规划、管理能力，并对新产品开发中预见性的业务问题组织分析论证；熟练掌握现代计算机技术及项目管理技能，熟悉招投标工作流程；具备优秀的逻辑思维、项目沟通和协调能力，能与其它相关专业和部门人员进行良好团队协作；具备良好的文献检索与阅读能力，了解本行业前沿的发展趋势；对相关的技术标准有深刻认识，对软件工程标准和规范有良好的把握；对设计模式有深刻的理解，并能在此基础上设计出适合产品特性的框架；具有独立完成系统实际文档撰写的经验与能力。

c. 对应资质

具有相关专业大学本科及以上学历。资质认证可以参考高级信息系统项目管理师。

d. 职业道德标准

具有较好的人文艺术和社会科学素养，较强的社会责任感和良好的职业道德，较好的语言文字表达能力和人际交流能力；具有较扎实的数学和其他相关自然科学知识。

具备良好的工程师职业道德和正确的科学伦理观，培养正直、善良的良好品行；具有强烈的事业心、责任感与使命感。工作的主动性和创造性，具有良好的思想道德品质、敬业爱岗和乐于奉献的职业境界；熟悉相关法律法规及其各类行业标准；在团队分工协作中，培养自身工作的责任心与主动性，具备对新知识的好奇心、激发自身求知欲望和获取新知识的能力，并具有运用新知识、新方法、新手段解决实际方案设计中技术问题的不懈动力。

2. 应用开发

(1) 应用架构师

a. 基础知识

区块链应用架构师需要具备计算机组成与体系结构、操作系统等计算机系统综合知识、系统配置技术和系统性能等系统配置方面的知识；熟悉网络应用、分布式数据库应用；掌握程序设计语言、软件开发方法、需求分析和设计方法、测试评审方法、开发管理、应用系统构建、系统审计、外部资源使用等方面的知识。掌握安全性和可靠性技术、标准化的基础知识、标准化分级、编码标准、数据交换标准、软件工程标准、信息安全标准等方面的知识；熟悉政府信息化与电子政务、企业信息化与电子商务、信息化的有关的法律和规定；能够完成项目的提出和可行性分析、系统方案的制定、评价和改进、新旧系统的分析与比较等工作；掌握基于架构的软件开发方法、架构评估、软件产品线和系统演化等方面知识；具备人机界面设计、数据库设计、网络应用系统的设计、系统运行环境的集成与设计、性能设计与性能评估、定义问题与归结模型、结构化系统建模与数据流图、数据库建模和逆向工程、分布式通信协议的设计等软件架构相关知识。

此外，区块链应用架构师还应熟练掌握区块链相关机制原理，熟悉多种公有链、联盟链技术体系知识，熟悉各类主流的共识算法知识；了解去中心化应用实现机制和运行原理知识；具有密码学原理及方法知识；熟悉分布式、缓存、消息系统等机制、区块链应用不同的场景的分析业务流程知识。

b. 专业技能

能够从开发者的角度来理解和应用参考架构，即支持区块链的互操作性，使得用户、分布式应用和区块链之间能够实施可信数据交换，支持模块化、企业级程序设计、开放的IaaS，便于开发者复用成熟的功能模块和选择任意的开发平台，实现跨平台的可移植性。

精通C++、Java、C#中至少一种主流编程语言，熟悉Go、Python、Nodejs等常用编程语言；熟悉各种数据结构和算法，对密码学，PKI公钥体系了解，安全协议和加密算法有研究；精通面向对象设计、编程方法、UML设计语言，熟悉常用的设计模式，并能在此基础上设计出适合产品特性的框架；了解敏捷开发、极限开发和重构等思想；熟悉NoSQL，有RocksDB、Redis、MongoDB等常见NoSQL数据库的实际使用和开发经验；有加密货币或区块链应用实际设计经验，能够根据需求设计区块链系统的体系架构，熟悉多种公有链、联盟链技术体系知识。对相关的技术标准有深刻的认识，对软件工程标准和规范有良好的把握。

除上述技能外，还需要具备良好的文献检索与阅读能力，了解本专业学科前沿的发展趋势，具有掌握新知识、新技术的能力；对相关的技术标准有深刻认识，对软件工程标准和规范有良好的把握；具有独立完成系统实际文档撰写的经验与能力。

c. 对应资质

具有相关专业大学本科及以上学历。具有软件项目开发实际工作经验和基于面向对象和构件开发方法的软件产品设计经验，或具有大中型开发项目的总体规划、方案设计经验，有大中型应用系统开发和实施的成功案例。

d. 职业道德标准

具有较好的人文艺术和社会科学素养，较强的社会责任感和良好的职业道德，较好的语言文字表达能力和人际交流能力；具有较扎实的数学和其他相关自然科学知识。

具备良好的工程师职业道德和正确的科学伦理观，培养正直、善良的良好品行；具有强烈的事业心、责任感与使命感。工作的主动性和创造性，具有良好的思想道德品质、敬业爱岗和乐于奉献的职业境界；熟悉相关法律法规及其各类行业标准；在团队分工协作中，培养自身工作的责任心与主动性，具备对新知识的好奇心、激发自身求知欲望和获取新知识的能力，并具有运用新知识、新方法、新手段解决实际方案设计中技术问题的不懈动力。

(2) 应用开发工程师

a. 基础知识

应用开发工程师需要掌握计算机体系结构及其基本工作原理，了解操作系统、程序设计语言的基础知识，了解编译程序的基本知识；熟练掌握常用数据结构和常用算法；熟悉软件工程和软件开发项目管理的基础知识；熟悉计算机网络的原理和技术；掌握数据库原理及基本理论；具有区块链相关的密码学知识、分布式数据库知识、共识机制知识、系统工程知识、一定程度上的人工智能知识；掌握系统可行性分析，方案的制定、评价、改进、现有资源有效利用等方面知识。具有程序设计语言、软件开发方法、需求分析和设计方法、测试评审方法、开发管理、应用系统构建、系统审计等方面知识。此外，应用开发工程师还应掌握常用信息技术标准、安全性，以及有关法律、法规的基本知识；了解信息化、计算机应用的基础知识。

此外，应用开发工程师还应掌握常用信息技术标准、安全性，以及有关法律、法规的基本知识；了解信息化、计算机应用的基础知识；了解去中心化应用实现机制和运行原理知识；熟悉分布式、缓存、消息系统等机制、区块链应用不同的场景的分析业务流程知识。

b. 专业技能

应用开发工程师应能够进行开发环境搭建和区块链应用核心代码开发，具有扎实的应用高级编程能力；具有对解决方案仿真验证的能力，具有方案设计、数据库系统开发能力；具有前端页面等程序开发能力，熟悉分布式数据库的设计原理，熟悉NoSQL，有RocksDB、Redis、MongoDB等常见NoSQL数据库的实际使用和开发经验；精通C++、Java、C#中至少一门主流编程语言，熟悉Golang、Nodejs、Python、Java等常见编程语言的设计和编译原理，熟悉JVM、

V8等至少一种主流虚拟机的使用及其设计原理；拥有区块链商用项目开发经验，熟悉主流区块链系统的应用开发接口，熟悉区块链应用的部署；熟悉共识算法和密码学安全协议等，同时熟练掌握Linux平台上的系统编程和常用命令，Docker容器基本应用和命令。

c.对应资质

具有相关专业本科及以上学历，考取国家计算机技术相关职业资格证书，具有应用开发工程师工作经验。

d.职业道德标准

具有较好的人文艺术和社会科学素养，较强的社会责任感和良好的职业道德，较好的语言文字表达能力和人际交流能力；具有较扎实的数学和其他相关自然科学知识。

具备良好的工程师职业道德和正确的科学伦理观，培养正直、善良的良好品行；具有强烈的事业心、责任感与使命感。工作的主动性和创造性，具有良好的思想道德品质、敬业爱岗和乐于奉献的职业境界；熟悉相关法律法规及其各类行业标准；在团队分工协作中，培养自身工作的责任心与主动性，具备对新知识的好奇心、激发自身求知欲望和获取新知识的能力，并具有运用新知识、新方法、新手段解决实际方案设计中技术问题的不懈动力。

(3) 应用项目经理

a.基础知识

项目经理除具有技术研发所涉及的架构设计、应用设计、系统设计及算法等领域工程师的知识标准外，还应该具有相应的财务知识、法律知识；时间规划管理知识；范围管理知识，包括项目生命周期、分工方法、管理流程知识等；成本管理知识，包括成本估计、计划预算、成本控制、资本预算及基本财务结算知识；人力资源管理知识，包括人员管理、积极性调动、组织结构规划、团队合作方法等；风险管理知识；沟通技巧与方法等。还需要掌握研发集成管理知识、多项目协调知识等，需要具有大型研发项目管理经验以及项目全阶段项目管理经验。

此外，区块链应用项目经理还应熟练掌握区块链相关机制原理，熟悉各类主流的共识算法知识；了解去中心化应用实现机制和运行原理知识；具有密码学原理及方法知识；熟悉分布式、缓存、消息系统等机制，精通区块链应用不同的场景的分析业务流程知识。

b.专业技能

区块链应用项目经理负责区块链应用及相关系统项目的实施工作，包括总体方案设计，产品结构设计的输出，以及产品架构、流程图、技术文件等的输出、归档管理。区块链应用项目经理能够从客户角度出发，主动找出客户的潜在需求，并采取相应的行动；能够运用策略使得团队成员或者客户支持己方观点，形成影响；能组织活动营造合作氛围，让团队成员产生归属

感，形成合作习惯；能够与团队成员沟通，并激励团队成员；能够通过优化流程加强项目推进秩序，且保证数据的准确，确保工作质量。

除具有上述技能外，还需要具有组织拟订开发项目的具体实施方案，编制项目工作计划与总结，编制项目资金需求计划，统筹项目人员的能力；具有制定项目开发流程规范、管理制度的能力；具有监控项目进展并及时组织整改的能力；具有成本控制，对弹性较大的费用和关键环节进行重点控制的能力；具有根据项目进展情况，及时提出和办理研发设计方案变更优化的能力；具有妥善处理工作中出现的突发事件等各种异常问题，确保项目研发如期达成、产品质量符合标准、成本控制在预算范围的能力。

c.对应资质

具有相关专业大学本科及以上学历；参与多个项目，具有项目管理经验。

d.职业道德标准

具有较好的人文艺术和社会科学素养，较强的社会责任感和良好的职业道德，较好的语言文字表达能力和人际交流能力；具有较扎实的数学和其他相关自然科学知识。

具备良好的工程师职业道德和正确的科学伦理观，培养正直、善良的良好品行；具有强烈的事业心、责任感与使命感。工作的主动性和创造性，具有良好的思想道德品质、敬业爱岗和乐于奉献的职业境界；熟悉相关法律法规及其各类行业标准；在团队分工协作中，培养自身工作的责任心与主动性，具备对新知识的好奇心、激发自身求知欲望和获取新知识的能力，并具有运用新知识、新方法、新手段解决实际方案设计中技术问题的不懈动力。

3.测试

(1) 测试工程师

a.基础知识

区块链测试工程师需要具备测试基础知识与方法，包括黑盒测试、白盒测试方法；掌握测试流程中的不同测试阶段，如单元测试、集成测试、系统测试、验收测试等；掌握基本测试类型如功能测试、性能测试、安全测试等；掌握操作系统、数据库、中间件等基本知识；具有数据安全、应用系统安全、密钥安全、风控机制方面的知识；熟悉区块链技术原理及产品，对区块链协议、运行机制、技术架构、底层实现有一定的了解；具有区块链性能评测指标（交易确认时间、交易TPS、故障恢复时间、交易失败率等）的基本知识；具备完成对区块链性能进行测试的能力。

b.专业技能

区块链测试工程师需要具有对分布式系统进行测试的能力；具有完成测试需求分析，生成测试计划，设计、执行测试用例，分析测试结果的能力；掌握至少一种脚本语言（Python/JavaScript/PHP等）；熟悉各种测试工具如Postman、Jmeter、LoadRunner、Locust等，具备现代化测试工具设计、开发、测试和维护能力；具有自动化测试框架的设计、开发能力；具有进行安全功能测试、安全漏洞测试、安全渗透测试的能力，如对智能合约代码实现中的安全漏洞进行测试；具有总结测试过程，对测试问题进行跟踪，分析缺陷与风险，编写测试报告的能力。

c.对应资质

测试工程师具有大学本科及以上学历。资格认证可以参考国际软件测试工程师认证(ISTQB)，分为基础级/Foundation Level(CTFL)、高级/Advanced Level(CTAL)和专家级/Expert Level(CTEL)。

d.职业道德标准

具有较好的人文艺术和社会科学素养，较强的社会责任感和良好的职业道德，较好的语言文字表达能力和人际交流能力；具有较扎实的数学和其他相关自然科学知识。

具备良好的工程师职业道德和正确的科学伦理观，培养正直、善良的良好品行；具有强烈的事业心、责任感与使命感。工作的主动性和创造性，具有良好的思想道德品质、敬业爱岗和乐于奉献的职业境界；熟悉相关法律法规及其各类行业标准；在团队分工协作中，培养自身工作的责任心与主动性，具备对新知识的好奇心、激发自身求知欲望和获取新知识的能力，并具有运用新知识、新方法、新手段解决实际方案设计中技术问题的不懈动力。

4.技术支持

(1) 运维工程师

a.基础知识

运维工程师需要具有区块链及应用的相关基础知识，包括数据结构与数据库、密码学加密与解密算法、计算机网络、信息安全等；熟悉区块链行业，了解区块链的典型应用案例；具有软件工程的基本概念，具备软件开发能力，熟知产品相关的原理、操作、编程与调试的知识；具备网络运维的相关知识，包括但不限于网络证书、TCP/IP协议等；熟悉网络设备、服务器设备的原理与操作方法，具有检修系统故障所需的相关知识 with 经验。

b.专业技能

负责维护并确保整个服务的可用性与高效性，并不断对系统进行优化与升级，提高整体的投资回报率。要求能够熟练使用产品相关的软硬件设备，并熟悉该产品的技术要点，能够解决

技术原因导致的产品性能问题；能够基于区块链分布式数据的特点，进行数据库与区块链分布式系统的维护；能够完成区块链多节点拓扑结构的维护；熟悉网络证书体系，能够解决证书错误问题；具备IP协议相关的知识，能够进行网络维护，保证通讯顺畅；具备云计算的相关知识，熟悉公有云、私有云的原理与特点，进行虚拟环境的维护；能够完成区块链系统与智能合约的维护与升级；具有较强的实践能力、分析解决问题的能力，能够处理突发状况；能够书写标准的产品更新报告。

c.对应资质

具有大学本科及以上学历，具有区块链系统运行维护经验。

d.职业道德标准

具有较好的人文艺术和社会科学素养，较强的社会责任感和良好的职业道德，较好的语言文字表达能力和人际交流能力；具有较扎实的数学和其他相关自然科学知识。

具备良好的工程师职业道德和正确的科学伦理观，培养正直、善良的良好品行；具有强烈的事业心、责任感与使命感。工作的主动性和创造性，具有良好的思想道德品质、敬业爱岗和乐于奉献的职业境界；熟悉相关法律法规及其各类行业标准；在团队分工协作中，培养自身工作的责任心与主动性，具备对新知识的好奇心、激发自身求知欲望和获取新知识的能力，并具有运用新知识、新方法、新手段解决实际方案设计中技术问题的不懈动力。

区块链技术水平测试体系

Blockchain Technology Level Test(BTLT)

1. 测试说明

测试名称：区块链技术水平测试。

测试定义：测试包括区块链的架构设计、算法开发，应用设计、应用开发，测试、部署和运行维护能力等。本测试目前主要对区块链技术人员区块链设计、开发、部署和运维能力等进行考察和测试。

测试对象：高等院校的在校生、区块链开发者与技术管理人员等。

测试方法：测试采用上机编程和案例分析作答的方式，编程语言允许使用现有区块链常用语言。

测试时间：每年举行两次。

2. 测试基本知识要求

测试内容主要参照中国电子学会发布的《区块链技术人才培养标准》，覆盖当前常见区块链基础知识、区块链语言编程开发和区块链应用设计等。包括但不限于：

(1)区块链语言编程开发

Golang、Java、Solidity、C++等区块链系统开发语言。

(2)区块链基础

区块链数据结构，区块链网络通信，区块链安全机制、共识机制，加密算法，区块链智能合约，常见区块链系统知识等。

(3)区块链应用开发

智能合约开发、区块链应用案例分析等。

3. 测试标准

区块链技术水平测试以被测试者熟练掌握区块链基础知识，能够选择常用区块链系统编程语言，在规定时间内完成区块链系统分析、设计、算法开发或应用设计为测试标准。分析、设计和开发的正确性由测试委员会通过测试平台进行测试和评估，中国电子学会区块链分会将对每一名参加测试并合格者发放测试成绩单。

编后记

区块链技术人才培养标准的编写项目是在中国电子学会区块链分会指导和支持下展开，由上海区块链技术研究中心的相关研究团队牵头，得到中国电子学会区块链分会专家委员和区块链业界人士的内容支持和建议，最终经过北京和上海两轮论证会审订成稿。其目的是针对目前区块链行业人才领域的供需不平衡导致的区块链人才需求伪蓝海，区块链培养无规范导致的人才伪速成等现状，为行业人才培养提供规范之鉴，为新兴信息技术领域的学科方向发展提供参考。

感谢同济大学、清华大学、复旦大学、南京大学、北京航空航天大学、华东师范大学、上海财经大学、北京科技大学、华东理工大学等高校专家学者，与来自中移在线、中国银联电子支付研究院、中国宝武钢铁集团欧冶金服、上海银行、中远海运科技等企业领导对于本项目的专业性建议和内容上的专家评审。（以上排名不分先后）

本标准的主要工作人员包括：杜明晓、李绯、李文锋、刘烈彤、汪铎、肖婕和陈璐璐。

由于区块链的创新性和爆发趋及编写的团队水平限制，如有疏漏之处恳请提出宝贵意见，便于进一步完善。

