

不论起点，重在结果

利用新领方法解决网络安全人才短缺问题

IBM 商业价值研究院

执行报告

安全

IBM 如何提供帮助

网络犯罪这种潜在威胁已然上升至危机水平。尽管很难精准量化，但根据估算，每年网络犯罪给全球经济造成的损失在 **3750-5750** 亿美元之间。¹ 没有一个地区或行业可以置身事外。IBM 拥有广泛的集成式安全产品服务组合，可帮助企业利用集成智能的安全免疫系统，结合利用最新的认知、云计算和协作技术，智胜威胁。

如欲获取 IBM Security 的最新洞察，请访问：

ibm.com/security/ciso

网络安全人才招聘新方法

网络安全专业人才需求居高不下，但人才短缺问题仍未得到解决。企业正在寻求各种方法来弥补短期和长期的人才缺口，包括新型大学计划、职业技术计划、学徒制度、资质认证、早期教育以及政府计划。许多网络安全岗位可以通过“新领”方法来填补，这种方法涉及到可能没有传统大学文凭但具备必要技术技能和能力的专业人士。在研究这种方法时，我们将 IBM 视为一个成功案例，了解它是如何探索这种方法的。

障碍：技能短缺现状

人才素质高低决定着企业的生存和发展。一直以来，对于网络安全领导者，技术和业务方面的优秀人才招聘难、留住难是一个令人头痛的“顽疾”。Frost & Sullivan 预计，现有合格的网络安全专业人才与职位空缺之间的缺口会日益拉大，到 2022 年，将会达到 180 万。² 许多领导者认为在解决人才短缺问题上所做的努力仍然不够。战略与国际研究中心和 Intel Security 联合发布的一份报告显示，四分之三的受访安全专业人员认为他们的政府在网络安全人才方面的投资力度不够。³ 解决网络安全人才短缺问题不能依靠某些方面的力量，而是要集结从政府到教育再到产业的集体力量。

重重困难不是单纯的数字问题。虽然政府、产业和教育方面都在尝试解决这一问题，但是整个人才供应链依然压力重重。产业面临的问题是，兼备必要实践技能和生产经验的合格人才日益匮乏。当今现有的安全专业人员也是压力巨大，因为他们需要不断参加培训，努力实现专业发展，以便紧跟上不断变化的技术和威胁格局。此外，他们还需要抽出时间适当地指导和培训新人。学术机构希望满足产业需求，但是他们在实施课程改革的过程中举步维艰，难以跟上行业发展和技术进步的步伐。广大高校和社区学院也面临着缺少合格教师和教授的问题，因为许多人面对高额薪资诱惑纷纷投入产业当中。最后，有意探索网络安全领域的学生则面临着从众多选择中确定职业道路，获得所需重要学历和经验的问题。



差距

到 2022 年，可能将会出现 180 万个网络安全职位空缺。⁴



概念

“新领”方法关注于新员工能力、新职位类型和新伙伴关系，包括利用大约 300 个提供网络安全课程的美国社区学院。⁵



蓝图

如今，在美国，企业要招聘新员工并留住现有的 770,000 名网络安全工作人员需要采取五大措施。⁶

这些障碍看似不可逾越，但是严峻的挑战能够激发高效的行动和非凡的创造力。为了弥补缺口，公共企业和私营企业都在尝试多种方法，在各个层面培育和发展新一代网络安全专业人才。方法如下：

创建新式教育计划

- 探索全新的教育模式，比如美国的职业技术学院高中预备学校 (P-TECH) 和英国的国立网络安全学院。⁷
- 支持社区学院、职业院校、专科学校以及职业中心教育计划（例如，社区学院网络峰会）。⁸
- 推动初高中开展早期教育计划（例如，黑客高中）。⁹

走出传统教室

- 建立学徒制度、驻地培训计划和实习制度（例如，ApprenticeshipUSA）。¹⁰
- 重视资质认证计划，并将其纳入教育计划之中。例如，CompTIA Security+ 认证计划、国际注册信息系统安全师 (CISSP) 认证计划以及道德黑客 (CEH) 资格认证计划。¹¹
- 利用编码学校和集中训练营。
- 赞助俱乐部和竞赛活动，比如网络爱国者竞赛和 CyberTitan。¹²

建立联系，共享信息

- 加深学生、教育机构和产业之间的合作，并为他们开发相关协作工具（例如，CyberSeek 和 TechHire）。¹³
- 通过各种会议和组织，比如少数族裔网络安全专家国际联盟 (ICMCP)、雇佣我们的英雄 (Hire our Heroes) 招聘会、Women's Society of Cyberjutsu 协会和 Women in CyberSecurity (WiCyS) 大会，积极招聘代表性不足的人群。¹⁴

引领航向：新领方法

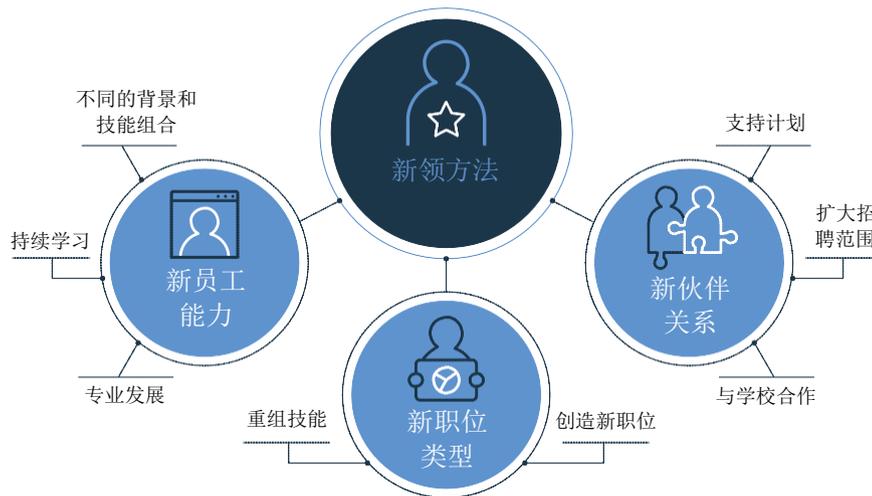
在面临人才短缺问题时，各行各业通常会采取以下三种主要解决方法。第一种方法是，通过寻求新的运营模式，*改变完成工作的方式*。有时可能利用更多的自动化技术，而有时则可能要借助某些外包或管理服务供应商的力量。解决技能短缺问题的另一种方法是*改变环境*。人才资源有限，而要吸引这些资源则需要具备与众不同的吸引力，也就是要让企业成为从挑战、文化、薪酬或福利方面来看最理想的工作场所。第三种方法就是*改变组织寻求的人才类型*，拓宽候选人的申请渠道入口。

单用这些方法中的任何一种都无法解决网络安全技能短缺问题。但是，我们发现“组合拳”能够带来卓越的效果。包括 IBM 在内的许多公司都在考虑如何利用新技术来提高安全从业人员的技能、改变他们工作的方式，并重新聚焦企业的人才获取渠道，以便利用挖掘未尽其用的人才资源，填补新型工作岗位。¹⁵ 这是“新领”方法的基石，也是解决网络安全技能短缺的整体战略中的重要组成部分。该方法包括：

新员工能力 - 新领工人方法重技能、轻学位，根据这个先决条件寻找和吸引具备不同背景和技能组合的非传统型候选人。企业希望在聘用之后，这些新员工能够继续学习和成长，并实现专业发展。

新职位类型 - 人们越来越意识到，聚焦新兴技术的新职位需要特定的工作技能和知识，但不一定需要大学学历。这种方法还涉及到围绕特定技能组合重组工作内容，从而创造新的职位。

新伙伴关系 - 采用新领方法需要接触和开发新的伙伴关系。这包括利用和支持联邦政府和州级政府的计划，扩大在社区大学计划中的招聘规模，合作开展 K-12 教育计划和网络竞赛，积极参与退伍军人培训计划。



“新领概念印证了我们多年以来从黑客高中所学到的真理：要想在一个领域实现成功，您只需具备持续学习的渴望以及基础的计算和网络技能即可。”

Chris Griffin, IBM X-Force Red 入侵测试员和黑客高中志愿者

为竞争而培训：一切都关乎于技能

技能是新领方法的核心，这需要形成新的关注点。技能短缺不仅局限于网络安全人才，因为产业和教育方面都面临着整体劳动力技能短缺的问题。IBM 商业价值研究院最新调研“直面风暴：渡过全球技能危机”显示，大部分受访高管目前面对技术的快速进步，很难保持员工技能跟上发展步伐。¹⁶ 他们将此归咎于国家的教育体系和私营产业 - 55% 的受访高管表示他们所在国家的教育体系在促进终身学习和技能发展方面的努力不足，同时相同比例的受访者表示产业投资力度不够是这个问题最根本的挑战。¹⁷

新型网络安全专业人才应该关注哪些技能？无论教育背景如何，专业人才都要具备一些基本要素。这些要素可以分为两组：核心属性和技能（见图 1）。核心属性可以看作是有利于成为安全专业人才的一般性格因素 - 一系列常见的个性特征和习得行为。技能包括与技术和工作场所相关的能力。新型安全专业人才一开始可能不具备所有的这些技能，但是随着时间变化而持续关注这些技能，则将会带来更广阔的职业道路，并为获取注重技术或业务能力的领导职位奠定基础。

图 1

网络安全专业人才：核心属性和技能

					
核心属性	积极探索	解决问题	持续学习	坚定护卫	热情咨询
	乐于探索，喜欢挑战	善于分析，做事有条理，注重细节	不断学习	注重保护，道德正直，忠实可靠	能够与他人合作，以便了解和解决他们的问题
技能 	能够敏锐洞察现实状况、风险和“假设”	具备实践经验，获取了相关证书、认证和/或微证书 熟悉代码，具备编码能力 - 进而能够了解如何构建和拆分事物	拥有特定行业知识 能够掌握新兴安全技术	熟悉适用的规定、法律和政策 - 并能够加以阐释	能够在动态多变的多样性团队中工作 具有高效沟通技能 - 能够清晰阐述复杂的概念，清楚解释技术问题 具备丰富经验 - 能够为他人提供有价值的建议

“大体而论，企业并没有竭尽全力雇佣社区学院学生 - 虽然社区学院有大量的学生资源，而且他们都具备出色的技术实践技能。对于安全，您必须能够‘实践’ - 这就像是作为外科医生：必须不断实践，磨砺技能，学习和测试新的方法。”

Sujeet Sheno 博士，塔尔萨大学计算机科学专业 F.P. Walter 教授兼化学工程专业教授

扩大范围：新职位类型

许多工作类型需要利用新兴技术，需要具备技能和知识来完成工作，但不一定需要传统的四年制大学文凭，网络安全工作只是其中的一种。新领方法认为有多种学习必要技能的替代方法。举例来说，CSIS 和 Intel Security 调研中的受访者将实践经验和专业证书列为比通过学位获得网络安全技能更好的方法。¹⁸

现在有许多不同的网络安全相关职位，包括软件开发、设计和销售以及咨询和安全管理服务。在这些领域内，许多职位都需要不同的技能和经验，其中许多已经通过新领方法得到填补。举例来说，自 2015 年起，IBM Security 在美国雇佣了 170 多个不具备大学教育背景的人员，担任 IT 专家、销售人员、软件开发人员以及咨询顾问。这个数目大约占在美国新雇用员工数量的 17%。

新领方法可以用于帮助填补技术类和非技术类职位。我们已经确定了一些特定职位，可以作为合适的起点。

构建人员

- **集成工程师** - 利用现有组件、系统和 API，构建协调一致的安全解决方案。
- **测试工程师** - 测试系统和组件，确保在使用不当的情况下也可以如期运行。
- **安全设备分析师** - 测试最终用户和物联网 (IoT) 设备，以便符合政策要求。
- **网络安全开发人员** - 为网络安全工具和安全设备（例如，IDS、SIEM）编写代码和规则。

运营人员

- **威胁监视分析师** - 监视计算机安全事件，调查警报和事件原因。
- **入侵测试员** - 作为效仿“坏人”的工作人员，这些红色团队成员会攻击企业系统和服务器。
- **安全运营中心 (SOC) 分析师** - 报告事件，协助开展事件响应，在 SOC 中协调共享威胁情报。
- **命令与控制 (C2) 威胁猎手** - 搜索数据，识别已躲过自动工具的威胁和攻击。
- **网络运营工程师** - 运行企业日常的网络运营工作，比如管理防火墙、配置身份管理存储库。

通信人员

- *网络帮助台分析师* - 在用户遇到安全事件时，比如收到钓鱼邮件或系统被勒索软件锁定，提供支持和指导。
- *技术文档工程师* - 编写安全策略和响应计划手册与支持文档。
- *安全意识培训师* - 对员工和客户进行网络安全基础知识和推荐实践培训。他们必须能够将复杂有时甚至可怕的网络信息转化成为用户可以理解和实施的行动。

开展协作：推动建立新的伙伴关系

新领方法的第三个要素就是，与各种不同的组织和教育机构建立和发展伙伴关系。许多潜在的伙伴关系可以帮助提高网络安全人才库的水平，包括涉及政府计划、社区学院和退伍老兵组织的伙伴关系（见图 2）。举例而言，IBM 制定了多项内外部计划，用于帮助在短期和长期内打造更广泛的网络安全人才网络。

- 创造和复制 P-TECH 9-14 教育模式（见侧边栏：P-TECH 教育模式）¹⁹
- Women in Security Excelling (WISE) 社区 - 一个内部组织，也会为中学举行的“女生的网络日”(Cyber Day for Girls) 计划等外部活动提供赞助支持²⁰
- IBM 退伍老兵就业加速器，致力于为退伍老兵提供培训和资格证书的计划²¹
- 尽可能扩大传统招聘范围 - 扩展到军事基地、网络竞赛和专业组织
- 发起网络安全竞赛活动，比如 CyberTitan。

“我长大后住在离卡弗高中几个街区远的地方。我告诉学生，我希望自己也能够有这种机会，免费获取知识、经验和学历。我鼓励他们充分利用自己的机会，利用他们的辅导老师使自己受惠 - 这就是我们的目的。”

Loretta Lemon, IBM 安全、合规与隐私高级管理顾问

图 2

建立伙伴关系，提高网络安全人才库水平



P-TECH 教育模式²²

P-TECH 9-14 教育模式旨在为历史上的弱势群体提供服务，该模式为美国公立学校 9-14 年级的学生提供获得大学学位的清晰路径，没有该模式这可能是无法实现的。2011 年，IBM 与纽约市教育部以及纽约城市大学合作在纽约布鲁克林共同创办了首个 P-TECH 学校。通过 P-TECH 教育模式，没有通过传统学校入学考试的学生，可以获得高中毕业证以及行业认可的两年制大学副学位，并且不会向他们或他们的家庭收取任何费用。毕业生也最先能获得其行业合作伙伴提供的工作机会。该模式已经扩展到美国 50 多所学校和 300 多个行业合作伙伴，2017 年的目标是扩展到 80 多所学校。

P-TECH 教育模式将高中、大学和工作连接起来，为学生在未来获得 STEM 工作做好准备。其中三所 P-TECH 学校专门从事网络安全教育（见下图）。其他学校预计将遵循这些先驱学校设定的模式。

学校	合作伙伴	注释
纽堡自由学校的精英学院（纽约）	纽堡城市扩大学区、IBM 以及纽约州立大学桔县社区学院之间的合作关系	在其作为公立高中的第三年，该计划已经招纳了 150 名学生。学生学习基础的网络管理技能，进行计算机取证分析，演示对网络取证的理解，了解网络安全相关法律问题，并开发处理案例证据的适当流程。
P-TECH@卡弗高中（马里兰州）	卡弗职业技术高中、IBM 以及巴尔的摩市社区学院之间的伙伴关系	该计划开始于 2016-17 学年，有 50 名九年级学生参加，另外 50 名预计将在 2017 年秋入学。该校拥有 87 名 IBM 辅导老师，许多学生分到两名老师。毕业生将会获得网络安全 AAS 学历。
纽波特 P-TECH 学校（罗德岛）	纽波特公立学校、罗德岛社区学院 (CCR1) 以及新英格兰东南部国防工业联盟 (SENEDIA) 之间的伙伴关系	该项职业技术教育计划于 2016 年秋启动，有 42 名学生参与（22 名女生，20 名男生）。辅导老师来自于罗德岛州立警察局、美国海军和国防工业公司。

“许多企业找错了地方，错过了未开发的人才库...多年来，社区学院已经创造了注重技能发展的大型中心网络。这些网络拥有强大可靠的人才开发和获取模式，可以扩展到许多行业证书、工作职位以及纵向组织。”

Casey O'Brien，国家网络监控中心执行总监兼首席研究员

随着提供的网络安全计划数量的增多，社区大学成为了另一个重要的人才来源。据估计，在全美 1,100 所公立或私立的社区学院中，有 30% 的学院提供网络安全学位、文凭或课程。这些计划正在为成千上万的学生、终身学习者以及寻求提高技能或转行的人员提供教育服务。²³ 社区学院计划的适应性和技能侧重性不断提高，超越了传统的四年制计划，这让社区学院深深引以为豪。通过快速调整自己的方法和课程，社区学院通常可以更快速地响应市场变化，超越以研究为基础的传统大学计划。此外，社区学院一直以来都十分注重职场人才和技能的培养和发展。最后，社区学院网络安全计划往往比大学计划更注重实践经验。

有许多资源可以为社区学院网络安全计划提供支持：

- 美国国家安全局和美国国土安全局联合发起“国家学术卓越中心”计划，其中不乏一些关注信息安全和网络防御的两年制机构。²⁴
- 美国国家科学基金会的“高级技术教育计划”支持在两年制学院实施区域网络安全计划。²⁵
- 社区学院网络峰会已经走过了四个年头，展示了社区学院网络安全工作的发展轨迹。²⁶

站在起跑线上：您自己的新领方法

如果您想要改变寻求的人才类型，帮助解决技能短缺问题，那么就需要开始构建自己的新领方法。您至少应将该方法纳入在自己的整体战略当中，以建立和维护自己的网络安全员工队伍。

最简单的开始方法就是倡导新领方法。探索自己可以做的简单事情，可以发言的地方，可以与同事共享的信息。要建立更强大的新领方法，请思考以下内容：

重新审视自己的员工队伍战略

- 思考现在和未来您的企业所需具备的技能；进行记录。利用上述思考结果，帮助您的安全职能部门重新设计清晰的职业发展路径，关注每个级别需要的技能。
- 在招聘时，不要单单将学历作为先决条件。您所有的安全职位是否真的需要四年制大学学历？不要想当然地筛除潜在的人才，为他们提供证明自己的机会 - 要认识到技能和经验可能来自于各种地方。

提高互动水平，扩大招聘范围

- 扩大招聘范围；不局限于以往关注的一系列备选大学。
- 从简单的事情开始，比如在社区学院、P-TECH 学校和其他教育机构开展学习对话和演示，以此为基础逐步扩展。

“过去，由于把学历当做许多职位招聘的第一要求，导致许多企业错过了大量人才。每个人都有不同的人生轨迹，他们可能由于学费或生活困难，没有进入四年制的大学。有时某个职位可能需要‘某种学历’，但是也有时候我认为我们可能漏掉或吓跑了人才，没有为他们提供展现自身技能和价值的机会。”

Adam Griffin, IBM Security 基础架构与端点安全服务咨询顾问兼经理

营造本地网络安全生态系统

- 寻求与当地的区域劳动力发展组织、中学以及职业技术学校建立新的伙伴关系。
- 您也可以加入网络安全课程委员会；为当地教师提供外展实训，帮助他们确保技能最新性和相关性；发起网络团队；与当地的初高中学校合作，激发学生对这一领域的兴趣。这些组织一直都在寻求主题专家和辅导老师。

为新员工提供强有力的支持计划

- 利用导师制、岗位轮换制、影子练习等方法，帮助网络安全新员工积累经验 and 进行学习。支持他们探究自己的选择和机会，因为并不是每个人都清楚了解自己的职业发展目标。
- 通过为新员工提供自由创新空间，参与不同的项目，开发新技术和服务，从而保持与他们的互动。

关注持续学习和技能提升

- 在扩大招聘范围并引入新人才之后，就要努力留住这些人才。通过学习课程、资质认证和召开会议等方式，为他们提供机会来更新自身的技能，从而保持与他们的互动，进而留住人才。网络安全领域发展迅速，这要求员工持续更新自己的技能。
- 此外，竭尽所能支持其他部门的现有员工如愿加入网络安全部门，帮助他们开启新的职业生涯。

您准备好采用新领方法了吗？

- 您是否因单单关注有四年制学历的候选人，而忽视了潜在的网络安全人才？
- 您的组织中的哪些网络安全职位最适合新领方法？
- 与哪些组织以及如何与他们建立合作关系，以便扩大自己的网络安全生态系统？
- 如何加大对网络安全新员工的支持力度？
- 您可以为网络安全员工提供哪些机会，以鼓励他们继续学习并提高人才保留率？

了解更多信息

欲获取 IBM 研究报告的完整目录，或者订阅我们的每月新闻稿，请访问：

ibm.com/iibv

从应用商店下载免费“IBM IBV”应用，即可在手机或平板电脑上访问 IBM 商业价值研究院研究报告。

要了解有关 IBM Security 的更多信息，请访问：ibm.com/security/ciso

选对合作伙伴，驾驭多变的世界

在 IBM，我们积极与客户协作，运用业务洞察和先进的研究方法与技术，帮助他们在瞬息万变的商业环境中保持独特的竞争优势。

IBM 商业价值研究院

IBM 商业价值研究院隶属于 IBM 全球企业咨询服务部，致力于为全球高级业务主管就公共和私营领域的关键问题提供基于事实的战略洞察。

关于作者

Marc van Zadelhoff 是全球最大企业安全组织 **IBM Security** 的总经理。他在网络安全领域拥有 20 年的经验，与各个行业的客户合作，帮助他们制定安全战略，确定满足客户需求的最佳技术。**Marc** 的联系方式是 Twitter [@mvzadel](#) 以及 marc.vanzadelhoff@us.ibm.com。

Lindsey Lurie 是 **IBM Security** 的首席营销官。**Lindsey** 已经 **IBM** 工作了 15 年以上，担任过多个业务的市场营销与沟通职位。她拥有广泛的专业知识，涵盖需求挖掘、产品营销、数字和渠道营销、宣传和活动执行等领域。她的联系方式是 [linkedin.com/in/lindseylurie](https://www.linkedin.com/in/lindseylurie) 以及 llurie@us.ibm.com。

David Jarvis 是 **IBM** 商业价值研究院的安全和 **CIO** 主管。他负责制定和执行研究计划，探究这些领域的新兴业务和技术主题。**David** 的联系方式是 [linkedin.com/in/davidjarvis](https://www.linkedin.com/in/davidjarvis)、Twitter [@djarvis](#) 以及 djarvis@us.ibm.com。

合作者

Diane Delaney - IBM Security 全球人才经理

Lisa van Deth - IBM Security 竞销活动与思想领导力战略经理

Kelli Jordan - IBM Human Resources“新领”计划人才负责人

Diana Kelley - IBM Security 全球高级安全顾问

Ivo Klaassen - IBM Security 全球职业发展负责人

Heather Ricciuto - IBM Security 转型与学术计划负责人

致谢

Cliff Archey - IBM 教育领域项目经理

Lee Christian - IBM Security 高级 MSiem 分析师，美国 MSiem 分析师团队负责人

Ashleigh Cooper - IBM 教育领域项目经理

Sean Davis - IBM Security 安全服务高级安全工程师

Matthew Dombrowski - IBM Security 安全服务 MSS IES 工程师

Adam Griffin - IBM Security 基础架构与端点安全服务咨询顾问兼经理

Michael Kelly - 罗德岛社区学院计算机研究和信息处理系主任

Valinda Scarbro Kennedy - IBM 全球技能项目经理

John Kuhn - IBM Security IBM X-Force Services 经理

Linda Larsen - 新英格兰东南部防务工业联盟教育推广活动总监

Loretta Lemon - IBM 安全、合规与隐私高级管理顾问

Molly Magee - 新英格兰东南部防务工业联盟执行总监

Bill McDonald - IBM Security 人力资源总监

Casey O'Brien - 国家网络监控中心执行总监兼首席研究员

Cecelia Schartiger - IBM 全球企业咨询服务部网络与生物识别初级 IA 合规专员

Ken Shade - IBM Security MSiem 监控经理

Dr. Sujeet Shenoj - 塔尔萨大学计算机专业 F.P.Walter 教授兼化学工程专业教授

备注和参考资料

- 1 "Net Losses:Estimating the Global Cost of Cybercrime."Center for Strategic and International Studies and McAfee.June 2014.<https://www.mcafee.com/us/resources/reports/rp-economic-impact-cybercrime2.pdf>
- 2 "The 2017 Global Information Security Workforce Study:Women in Cybersecurity."Frost & Sullivan.March 2017. <https://iamcybersafe.org/wp-content/uploads/2017/03/WomensReport.pdf>
- 3 "Hacking the Skills Shortage:A study of the international shortage in cybersecurity skills."Center for Strategic and International Studies and Intel Security.2016.<https://www.mcafee.com/ca/resources/reports/>
- 4 "The 2017 Global Information Security Workforce Study:Women in Cybersecurity."Frost & Sullivan.March 2017. <https://iamcybersafe.org/wp-content/uploads/2017/03/WomensReport.pdf>
- 5 "2016 Fact Sheet."American Association of Community Colleges. <http://www.aacc.nche.edu/AboutCC/Documents/AACCFactSheetsR2.pdf>; IBM Institute for Business Value interview with Casey O'Brien, Executive Director & Principal Investigator, National CyberWatch Center.February 21, 2017.
- 6 "Interactive map."CyberSeek website, accessed May 3, 2017. <http://cyberseek.org/heatmap>
- 7 "P-TECH 9-14 Model."P-TECH website, accessed April 3, 2017. <http://www.ptech.org/>;Coughlan, Sean."Bletchley Park:'Codebreakers school' planned for site."BBC News.November 24, 2016. <http://www.bbc.com/news/education-38065563>
- 8 "2017 Community College Cyber Summit (3CS):Strengthening our cyber IQ."3CS website, accessed April 3, 2017. <https://www.my3cs.org/>
- 9 "Hacker Highschool:Security Awareness for Teens."Hacker Highschool website, accessed April 3, 2017. <http://www.hackerhighschool.org/>
- 10 "Apprenticeship USA."United States Department of Labor website, accessed April 3, 2017. <https://www.dol.gov/featured/apprenticeship>

-
- 11 "CompTIA Security+."CompTIA website, accessed April 3, 2017. <https://certification.comptia.org/certifications/security>; "CISSP – Certified Information Systems Security Professional."(ISC)2 website, accessed April 3, 2017. <https://www.isc2.org/cissp/default.aspx>; "Master the Core Technologies of Ethical Hacking."EC-Council website, accessed April 3, 2017. <https://www.eccouncil.org/programs/certified-ethical-hacker-ceh/>
 - 12 "Air Force Association's CyberPatriot:The National Youth Cyber Education Program."CyberPatriot website, accessed April 3, 2017.<https://www.uscyberpatriot.org/>; "CyberTitan:Now launched."Information and Communications Technology Council website, accessed April 3, 2017. <http://www.ictc-ctic.ca/cybertitan/>
 - 13 "About this tool."CyberSeek website, accessed April 3, 2017.<http://cyberseek.org/>; TechHire website, accessed April 3, 2017.<http://techhire.org/>
 - 14 International Consortium of Minority Cybersecurity Professionals website, accessed April 3, 2017. <https://icmcp.org/>; "Veterans Training."Hire our Heroes website, accessed April 3, 2017. <https://hireourheroes.org/veterans-training/>; Women's Society of Cyberjutsu website, accessed April 3, 2017.<http://womenscyberjutsu.org/>; Women in CyberSecurity website, accessed April 3, 2017. <https://www.csc.tntech.edu/wicys/>
 - 15 Barlow, Caleb."Artificial intelligence makes cybersecurity the ideal field for 'new collar' jobs."The Hill.March 22, 2017.<http://thehill.com/blogs/pundits-blog/technology/325067-artificial-intelligence-makes-cybersecurity-the-ideal-field-for>
 - 16 King, Mike; Anthony Marshall; and David Zaharchuk."Facing the storm:Navigating the global skills crisis."IBM Institute for Business Value. <https://www-935.ibm.com/services/us/gbs/thoughtleadership/skillsstorm>
 - 17 Ibid.
 - 18 "Hacking the Skills Shortage:A study of the international shortage in cybersecurity skills."Center for Strategic and International Studies and Intel Security.2016. <https://www.mcafee.com/ca/resources/reports/rp-hacking-skills-shortage.pdf>
 - 19 "IBM and P-TECH."IBM press kit.IBM website, accessed April 3, 2017. <https://www-03.ibm.com/press/us/en/presskit/42300.wss>

- 20 “How IBM Supports Women Building their Careers in Cyber Security.” IBM Jobs Blog. November 7, 2016. <https://blog.ibm.jobs/2016/11/07/how-ibm-supports-women-building-their-careers-in-cyber-security/>
- 21 “Citizen IBM Blog – Veterans Employment Accelerator.” IBM website, accessed March 19, 2017. <https://www.ibm.com/blogs/citizen-ibm/tag/ibm-veterans-employment-accelerator>
- 22 “P-TECH Schools.” P-TECH website, accessed March 19, 2017. <http://www.ptech.org/schools/>; “IBM Equips Youth with Tech Career Skills in Nationwide Network of High Performing P-TECH Schools.” IBM press release. January 5, 2017. <http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/51327.wss>; “Case study: Preparing students at Excelsior Academy for Careers.” P-TECH website, accessed April 3, 2017. <http://www.ptech.org/case-study/preparing-students-at-excelsior-academy-for-careers>; “Two Baltimore high schools first to join P-TECH program in Maryland.” Johns Hopkins University, University News. June 16, 2016. <http://hub.jhu.edu/2016/06/16/p-tech-schools-announced-dunbar-carver/>; “Newport P-TECH.” P-TECH website, accessed April 3, 2017. <http://www.ptech.org/schools/000000000000049>; “P-TECH.” Rogers High School webpage. Newport Public Schools website, accessed April 3, 2017. <https://www.npsri.net/ptech>
- 23 “2016 Fact Sheet.” American Association of Community Colleges. <http://www.aacc.nche.edu/AboutCC/Documents/AACCFactSheetsR2.pdf>; IBM Institute for Business Value interview with Casey O’Brien, Executive Director & Principal Investigator, National CyberWatch Center. February 21, 2017.
- 24 “NSA/DHS Current National CAE Designated Institutions.” Information Assurance at the National Security Agency website, accessed March 19, 2017. https://www.iad.gov/nietp/reports/current_cae_designated_institutions.cfm
- 25 “ATE Centers – Security Technologies.” National Science Foundation’s Advanced Technological Education centers website, accessed March 19, 2017. <http://www.atecenters.org/st/>
- 26 “Community College Cyber Summit 2017.” Accessed March 19, 2017. <https://www.my3cs.org/>

© Copyright IBM Corporation 2017

IBM Corporation
Route 100
Somers, NY 10589

美国出品
2017年5月

IBM、IBM 徽标、ibm.com 和 Watson 是 International Business Machines Corp. 在全球许多司法管辖区域的注册商标。其他产品和服务名称可能是 IBM 或其他公司的注册商标。Web 站点 ibm.com/legal/copytrade.shtml 上的“Copyright and trademark information”部分中包含了 IBM 商标的最新列表。

本文档是首次发布日期之版本，IBM 可能会随时对其进行修改。IBM 并不一定在开展业务的所有国家或地区提供所有产品或服务。

本档内的信息“按现状”提供，不附有任何种类（无论是明示还是默示）的保证，包括不附有关于适销性、适用于某种特定目的和非侵权的任何保证或条件。IBM 产品根据其提供时所依据的协议条款和条件获得保证。

本报告的目的仅为提供通用指南。它并不旨在代替详尽的研究或专业判断依据。由于使用本出版物对任何组织或个人所造成的损失，IBM 概不负责。

本报告中使用的数据可能源自第三方，IBM 并未对其进行独立核实、验证或审查。此类数据使用的结果均为“按现状”提供，IBM 不作任何明示或默示的声明或保证。

国际商业机器中国有限公司
北京市朝阳区北四环中路 27 号
盘古大观写字楼 25 层
邮编：100101

IBM