

美国人工智能、自动化与经济

【译者按】第四次工业革命的核心是人工智能驱动的自动化技术，它正改变着人们的工作和生活方式。在这一趋势背景下，美国总统行政办公室于2016年12月发布《美国人工智能、自动化与经济》报告。从经济和社会两个方面，以历史和发展的角度，全面阐释了人工智能给当今美国社会带来的各种机遇与挑战，并对美国社会就业环境、人员素质要求、低技能群体的保护与培训等进行了全面分析，最后针对美国人工智能发展面临的问题提出了相应的策略。赛迪智库集成电路所对本文进行了编译，希望能为我国相关决策部门提供参考。

【关键词】 美国 人工智能 自动化 就业

人工智能带动的自动化浪潮将促进经济高速增长，而人工智能的许多特征也有望改变世界各国经济增长模式。研究表明，到2035年，人工智能有望使包括美国在内的12个发达经济体年度经济增长率翻番。如何应对人工智能带动的自动化所产生的经济效应，将是一项重大的政策挑战。本报告研究了人工智能带动的自动化对美国经济的潜在影响，并论述了各种应对之道，以便在享受人工智能带来便利的同时，缓解其负面影响。

一、人工智能带动的自动化对经济的影响

（一）人工智能与宏观经济

加速人工智能各种能力的开发将使一些长期需要人力劳动的工作实现自动化。现代人工智能程序对所遇到的各种数据模式都能加以学习，并自动生成解算规则，完成新信息的解读，而不必依赖编程人员量身定做各种程序和规则。这就意味着人工智能可以解决各种问题并完成自主学习，仅需很少的人工介入。此外，机器人技术的进步正在不断扩展机器能力，从而实现与物理世界的互动，并重构物理世界。人工智能与机器人技术的结合将催生各种更加智能化的机器人，拥有比以往更为复杂的功能，削弱人类某些固有优势。这不但会使许多目前仍需人类完成的工作实现自动化作业，更有望改变劳动力市场和人类活动的形式。

上述转变将为个人、经济和社会提供新的机遇,但与此同时,也可能令许多美国民众丧失工作机会,对其生计造成重大影响。严格来说,技术本身并不能决定增速、收入差距或就业率等经济表现。各发达经济体拥有类似的技术水平,但因各国的制度和政策不同,因而导致迥异的经济表现。但了解技术驱动力对政策的制定和演进至关重要。

技术一直是提高生产率的主要驱动力之一。整个 20 世纪 90 年代生产率持续提高也许正是得益于技术变革。亦有证据表明,1993 至 2007 年间,仅仅工业机器人自动化就使 17 个国家的劳动生产率提高了 0.36 个百分点。

从最近的生产率趋势看,人工智能带动的自动化对生产率的积极影响尤为明显。过去 10 年,虽有技术的积极推动,但在 31 个发达经济体中,仍有 30 个国家的生产率提高速度有所下降。1995 年以后 10 年间,美国年均生产率增速为 2.5%,但是到 2005 年以后 10 年,增速已大幅下降至 1.0% (见图 1)。尽管在许多国家(包括美国)这种增速放缓很大一部分是由于资本投资放缓所造成,但是全要素生产率增速(这也是受技术变革影响的部分)的下降也是一个重要的原因。这将促使实际工资增速下降,如果这一趋势持续下去,必将影响生活水平的提高速度。

年提高率：百分比

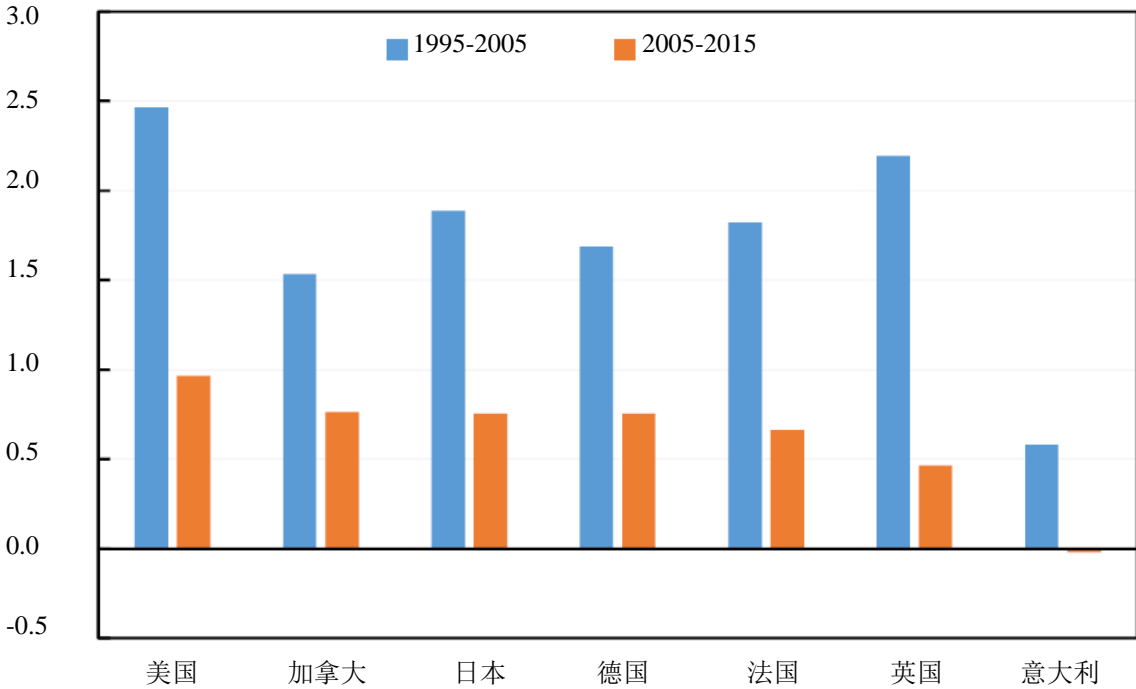


图 1：七国集团国家劳动生产率提高情况

人工智能带动的自动化有助于促进全要素生产率的提高，并有望全面改善美国民众生活。但是，人们并不一定都能平等共享技术变革和经济增长带来的好处。这将取决于技术变革的性质和速度，以及劳动者的谈判能力。

（二）人工智能与劳动力市场：各种潜在效应

目前，人们尚无法准确预测人工智能带动的自动化将对哪类岗位产生最直接影响。因为人工智能并不是一项单一技术，而是可应用于不同工作的技术集合。因此，人工智能对各种经济活动的影响具有较大的差异。由于有些工作更容易实现自动化，人工

智能对此类工作影响更大。

基于人工智能当前发展轨迹或能做出某些特定预测。例如，驾驶员岗位和室内保洁员都是不需要太高学历即可胜任的职位。计算机视觉及相关技术的进步使得无需人类驾驶员的自动驾驶车辆（AV）更有可能成为现实，从而令部分驾驶员丢掉饭碗。自动驾驶车辆依赖于复杂环境下的导航能力、动态环境分析能力以及路线优选能力等各种能力。家用清洁机器人也需要类似能力。对它而言，操作指令更为笼统（即：“打扫房间”这一指令与导航到某个特定目的地迥然不同。后者需要遵守一系列既定规则并保证安全）。然而，如欲使机器人能够像人类一样高效完成导航和房间清洁，此类技术还有漫长的路要走。至少在中短期内，自动化对驾驶人员的影响可能要远大于室内保洁员。下面将概述人工智能驱动的自动化对工作岗位的各种影响预测。

白宫经济顾问委员会表示，未来人工智能或能直接带来 4 类工作岗位的需求增长：现有人工智能技术的相关工作、全新人工智能技术的开发、人工智能技术的实际监管，以及伴随着新兴人工智能技术促进社会转型的相关工作。当前在机器人动作灵巧性方面存在的局限性，以及人工智能技术在创造性和智能生成能力方面的不足，可能意味着将会出现大量与灵巧的手工活动、创造性、社交互动、智慧和常识相关的就业机会。

二、应对策略

(一) 基于众多收益考虑，投资和开发人工智能

如果能以审慎和负责的态度全力推动人工智能的研发，人工智能技术必将能为总体生产率的提高做出重要贡献。人工智能技术本身已开辟了诸多新的市场，并为医疗、教育、能源、经济融合、社会福利、交通运输及环境等领域的进步提供了新的机遇。过去 10 年来，在人工智能、机器人技术及相关技术领域已经进行了重大创新，但是美国在这些领域仍需要加速创新，以大幅度提升生产率。借助对人工智能的充分投资和政策支持，扩大人工智能劳动力队伍和多样性，美国就有望进一步提升生产力。

1、投资人工智能的研发

美国政府在推进人工智能领域的发展方面发挥着重要作用。2016 年 10 月，本届美国政府发表了《人工智能研究和开发战略规划》，为政府资助的人工智能研究和发展制定了详细战略和路线图。

2、开发用于网络防御和欺诈检测的人工智能

目前，设计和运行安全系统需要众多专家投入大量时间和精力。如果此类专家工作能够部分或完全实现自动化，就有望以极低的成本，在更多系统和应用中增强安全性，同时提高网络防御

的灵活性。使用人工智能有助于保持所需的快速响应，以检测不断变化的威胁并做出响应。在辅助人类决策应对网络攻击和日益复杂的网络空间方面，人工智能，尤其是机器学习系统大有可为。

未来的人工智能系统能够借助浩如烟海、不断变化但往往残缺不全的数据源进行预测性分析，通过生成各种动态威胁模型来预测网络攻击。人工智能还可以广泛应用于相关行业，用于检测欺诈性金融交易以及试图假冒用户名义非法访问系统。同时，人工智能也可以用于过滤电子邮件信息，标记垃圾信息、网络攻击企图或其他不需要的信息。

3、培育更大规模、更具多样性的人工智能劳动大军

人工智能的快速发展极大地提高了对具有相关技能，能够支持和促进该领域发展的人才需求。人工智能从业人员包括能够推动人工智能及相关领域取得重大进展的研究人员、将人工智能应用于特定领域的大量专业人员、以及数量更为庞大的人工智能用户。对于研究人员来说，人工智能训练具有天然的跨学科性质，通常要求具有计算机科学、统计学、数学逻辑和信息理论方面良好的专业背景。对于专业人员来说，此类训练通常要求具有软件工程和应用领域的相关背景。而对于用户而言，熟悉人工智能技术是使用此类技术的前提。

4、支持市场竞争

初创公司与现有公司的竞争在新技术开发和新技术应用方面始终发挥着重要作用，在人工智能领域也是如此。初创公司是创新性理念和新产品实现商业化的重要途径。初创公司或可能涌现的初创公司都会激励已有公司不断创新并降低成本，提升现有产品质量。

技术的迅速演进或会对有利于竞争的政策制定带来挑战，无论是定义市场规模，还是评估竞争程度或颠覆性技术出现的可能性方面，都是如此。举例来说，虽然评估人工智能在竞争策略中的作用可能还为时尚早，但是不妨设想一下，当一个老牌大型企业已经获取了市场中大多数消费者的数据后，他就可以使用人工智能来完善其产品，使之超过任何潜在的新入行企业，这样就能有效地将后来者拒之门外。

（二）教育并培训美国民众使之胜任未来工作

由于人工智能改变了工作性质和劳动力市场所需的技能，因此美国劳动者需要做好准备，接受教育和培训，从而顺利适应未来的工作需要。如果美国无法完善儿童教育和成人再培训，以适应不断增长的人工智能驱动的经济活动所需的各项技能，美国数以百万计的民众就会落后，同时美国也将面临失去其全球经济领袖地位的风险。

由人工智能带动的转型可能也需要类似的调整。数学、阅读

能力、计算机科学和批判性思维方面的技能或会成为劳动者成功驾驭未来劳动力市场难以预测变化的诸多因素之一。为少年儿童获取上述技能提供机会，对孩子们未来的竞争力至关重要。

1、针对未来就业市场，进行青少年教育

让个人为未来经济做好准备的关键一步是为所有民众提供优质的教育机会。虽然在过去，很多仅需较低技能的岗位能获得不错薪酬，但是随着技术的不断变革，包括人工智能的出现，将令上述工作岗位越来越少。人工智能和其他技术的进步将对未来的工作岗位带来何种影响，目前尚不清楚，但政策决策者必须要解决数以百万计的美国民众基础数学和阅读能力相对较低的问题。

在一个日益人工智能化的世界，对所有学生而言，科学、技术、工程和数学领域的课程，尤其计算机相关的课程，与就业和竞争力关系密切。为应对这一转变，美国必须对各个阶段的优质教育加大投资。

让所有儿童都能接受优质的早期教育，使他们有一个良好的开端。在人工智能的世界，技术变革对技能提出了更高要求，在阅读能力和数学等基本技能方面水平较低的人群面临着更高的被淘汰风险。平均而言，贫困家庭儿童在早期词汇和识字能力培养、早期数学和与同学和睦相处的社交技能方面的成绩远低于高

收入家庭的同龄人。研究表明，如果孩子的基本技能在起步时就有所欠缺，他们在高年级阶段的成绩也很难赶上其他同龄人。因此，重中之重的是，美国要进行关键投资，让不同收入背景家庭的孩子都能获得一个良好的开端。在幼儿园入园率上，经济合作和发展组织 38 个成员国中，美国仅排名第 28 位。美国必须在这方面赶上其他国家。

2、使所有高中毕业生都具备进入大学和就业能力

如果学生在高中毕业时就具备一些必要的技能，他们就更容易获得与人工智能相关的工作职位，而不是被人工智能所取代。在奥巴马总统任期内，2014-2015 学年中学毕业率创下历史新高，达到了 83%。但是，很多毕业生并没有为大学入学和就业做好准备。根据美国全国教育发展评估委员会（对美国学生知识和动手能力进行全面评估的全国性机构）估计，2013 年只有不到 40% 的中学应届毕业生具备了大学学习和就业能力。为跟上全球经济不断加快的变化步伐，应加速完善中学教育战略，吸引和留住优秀教师，确保所有中学都拥有获得成功所需的资源，通过严格的课程安排，使全体中学生达到较高水准。

为确保更多的学校和图书馆能够借助数字工具显著改善教育质量（尤其使学生具有技术技能），美国取得了空前的进步。从 2013 年到 2015 年，超过 2000 万的学生可以在学校使用高速宽带

和无线网络，从而提高了沟通便捷性，在不久的将来，美国有望使 99% 的学生能够在学校内上网。虽然取得了巨大进步，但为了让所有学校、图书馆和家庭都能使用宽带设备，仍有许多工作要做。同时，教育工作者也需要获得更多的支持和职业发展，以便根据学生的需求提供优质的教学。

显著扩大职业培训和终身学习范围。美国如能将职业培训资金增加 6 倍（其在国民生产总值中所占比例仅能够与德国比肩，但是仍然远远落后于其他欧洲国家），就能使每年接受再就业培训的人数再增加 250 万人。过去 8 年来，美国政府采取了一些重要措施，以推动这一目标的实现。美国政府对全国 50% 的社区大学进行投资，在医疗、信息技术、能源及其他一些热门领域设立了职业培训项目，迄今为止已培训人员近 30 万人。此外，政府还启动了“动力计划”，这是一项新的跨部门计划，旨在协调联邦经济资源和劳动力发展资源，帮助社区消除因煤炭和电力行业的变化带来的负面影响。

将资源用于有效的教育和培训项目。通过评估培训项目是否能够使人获得待遇优厚的热门职位等有关信息，将投资转向能够产生效果的培训项目。在过去，有关教育和培训机构就业情况的数据十分有限。联邦和各州决策者应按照《大学记分卡》和《劳动力创新与机遇法案》等联邦政府计划，收集和分析就业及收入

情况数据，使相关计划切实可行，并将资金用于可产生实效的战略。

3、扩大学徒制

职业学徒制有助于经济增长，同时能为不同背景的美国劳动者提供所需的技能和知识，以适应不断变化的经济。研究表明，学徒因拥有技能而获得丰厚的薪酬，在一生中，他们能比同龄人多挣 30 万美元。奥巴马政府将扩大学徒制列为优先事项，并在 2014 年提出，在未来 5 年内将美国注册学徒人数增加一倍。2015 年，美国政府拨款 1.75 亿美元，用于扩大学徒制，并在 2016 年 10 月宣布，将斥资 5050 万美元，在全国范围内支持所有主要工业部门扩大新学徒的招收。

（三）帮助劳动者实现转型，并赋予他们权利，确保全面分享发展成果

当人工智能驱动的自动化带动经济转变时，被赋予权力的劳动者便是美国最珍贵的资产之一。劳动者不仅能够推动和传播创新、提升消费需求，还能够投资下一代。本策略探讨了如何确保劳动者和求职者找到最适合他们的工作机会，从失业中重新振作起来，并赋予他们相应地位，以确保他们从工作中获得合理的薪酬回报。

1、完善并加强社会保障体系

由于自动化改变了人们的工作方式，并造成某些工人失业，从而提醒人们需要有一个可靠的社会保障体系，确保劳动者仍然能够维持生活，接受就业再培训并实现职业转换。这就意味着需要强化失业保险、医疗补助计划、补充营养协助计划（SNAP）、贫困家庭临时援助计划（TANF）等社会保障措施，并为困难家庭提供诸如工资保险和紧急援助等新的保障计划。同时，还需要探讨是否应扩大“职业调整补助”等项目的适用范围，以帮助因自动化而失业的民众。

此外，随着兼职工作和临时工作的兴起，以及流动劳动力数量的增多，一些个人并不会在一家公司度过他们的整个职业生涯。因此，决策者需要确保劳动者无论是否在职，都能获得退休、医疗保健和其他福利。例如：《平价医疗法案》扩大了医疗补助计划的适用范围，并对个人医疗保险市场进行改革，以确保那些无法通过就业获得保障的美国民众仍然可以获得物美价廉的保险，同时引入改革措施，以改善获得就业医疗，保障民众的保险范围。

2、增强失业保险的保障能力

失业也许是人工智能带动的自动化带来的最严重负面效果之一，它对所有行业和群体都造成了影响。失业保险自设立以来，始终是保护家庭避免因失业而导致贫困的有效工具。仅在去年一年，就有超过 700 万美国劳工依靠它度过了艰难时期。然而随着

时间推移，它的保护能力受到削弱，时至今日，该保险的覆盖范围处于 50 年来最低水平。如今，只有不多三分之一的美国失业者可以获得失业保险福利，且对符合条件的失业者来说，按工资占比计算，所得补偿亦低于从前。《2009 美国复苏与再投资法案》向各州拨款 70 亿美元，用以扩大失业保险的覆盖范围，从而为该计划的更新奠定了基础。从那时起，全美 30 多个州开始实施并落实了诸多重要的改革措施。

对于因失业而不得不另谋职业的熟练工人而言，其平均工资要比上份工作至少低 10%。而对上份工作持续 20 年以上的工人，新工作的薪酬下降比例更是高达近 25%。为此，奥巴马总统建议，若工人重新就业后，其薪酬低于原有工资，就为他们提供工资保险，补偿额度可达其工资损失的一半。此保险有助于减轻某些失业工人在不得不接受较低工资时所遭受的打击，同时也能鼓励此类工人迅速重新就业，以免其沦为长期失业者或离开劳动力队伍。

面对美国经济正在经历的持续就业压力，上述建议措施不失为应对之道。然而，如果人工智对经济造成较大或较快的影响，也许就需要对失业保险体系进行大幅度调整，以便与经济动荡的量级相匹配，并确保失业工人不会离开劳动力队伍。

3、为劳工提供更好的就业指导，帮助职业转型

随着人工智能革命的发生，如何有效引导这一转型将变得更

加重要。诸如求职协助、教育培训建议以及提供劳动力市场信息等简便易行的服务，可有效快捷地帮助求职者找到工作。相关评估表明，就业服务通常可以将求职时间缩短 1-2 周。此外，全面的咨询服务有助于增加受助者的收入，并能缩短其待业时间。人工智能也可以用来帮助工人查找最适合自己特定技能和情况的信息。

4、加强其他保障体系计划

其他一些计划，例如补充营养援助计划和贫困家庭临时援助计划，可以为低收入家庭提供食品和资金救助，从而为失业者或收入大幅缩水的人员提供重要保障。补充营养援助计划可以为所需人群提供主要营养品，在过去 50 年，在数百万美国民众摆脱贫困过程中，该计划发挥了重要作用。研究表明，这项计划的成效远不止仅仅缓解了民众饥饿，无论从短期和长期效果看，还改善了民众健康状况、教育程度和经济自立能力。

5、增加工资，增强竞争力，并提高劳动者话语权

正如白宫经济顾问委员会最近在他们的报告中讨论的劳动力市场中买方垄断问题，在各企业，劳动者话语权总体下降，同时雇主的话语权相应增大，这一现象引起人们的日益关注。人工智能的发展导致市场集中有可能将进一步恶化这一趋势。人工智能带动的自动化会引发某些行业的动荡，导致工人失业，并在中短

期内造成劳动力市场疲软，从而挤压工资。

下述几种措施可以抵消上述趋势，提高美国人的工资，并改善工作条件。

提高最低工资标准。最低工资标准在缩小收入差距、增加消费能力和增强劳动力队伍方面发挥着重要作用。提高最低工资标准可以使至少 460 万人口摆脱贫困。去除通货膨胀因素后，最低工资标准从 1968 年的最高值降低了约四分之一，比里根总统就任时减少了约五分之一。虽然国会并未采取任何措施，但是 22 个州和哥伦比亚特区在那以后通过了立法，以提高最低工资标准，其中 4 个州（亚利桑那州、科罗拉多州、缅因州和华盛顿州）在 2016 年 11 月的选举中，通过居民直接投票提高了最低工资标准。

完善加班费和分摊工作立法。给予加班费是帮助中产阶级增加工资并将工作分摊给更多工人的一项最重要措施。2016 年 5 月，美国劳工部完成了相关法规的修订，将保护加班费的受惠人群扩大至 420 万人，并将在未来 10 年内，使工人工资提高到 120 亿美元。

加强工会的作用，提高工人的话语权和谈判砝码。增加并保持中产阶级的数量需要强大的工会。工会有助于中产阶级的建立，并在维护劳动者权益方面发挥着至关重要的作用，从而使更多民众得以共享经济增长的收益。长期以来，在建立每周 40 小时工

作制和周末、制定消除童工的相关法律以及确立公平福利与体面工资方面，美国工会一直冲锋在先。决策者应探索多种方式，在工作场所扩大员工话语权，通过各种创新方式，传递员工的呼声，加强员工保护。

保护工资。 鉴于人工智能可能引发的独特转型，在中等技能职位被自动化所替代的情况下，决策者也许需要考虑是否需要为中低技术能力的工人提供更多的工资保护措施。劳动力的紧缺是提升工资水平的最强大推手。

6、明确对策，应对地区差异性的影响

由于地方政策、资本、创新思维的人群、劳动力的综合技能、与城市中心的距离、当地文化以及其他各种因素的差异性，各地的自动化进程存在一定差异，从而进一步扩大收入和财富的地域差异。

7、完善税收政策

税收调节在消除不平等（包括收入不平等）方面发挥着重要作用。这种不平等可能因人工智能驱动的自动化带来的就业变化而加剧。累进税制有助于确保民众能广泛共享经济增长带来的利益，抑制过大的税前收入差距。累进征税对筹集资金用于国防安全和民生发展至关重要，尤其重要的是，它可以调节贫富不均。此外，一些税种和税负抵免制度对鼓励和奖励人们工作，帮助家

庭实现财务平衡，起着举足轻重的作用，如劳动所得税抵免制和儿童税收抵免制。

先进的人工智能系统强化了国民收入从劳动转向资本的趋势。由于投资收入大量集中在高收入人群，因此这种转变或会显著扩大过去几十年一直存在的收入差距。对此情况，美国缺乏应对政策。用较高的累进税率的方式向资本征税虽然可行，但是在现行税制下，个人资本收入却享受着低于劳动收入的税率，且往往还能免税。奥巴马总统已经提议，通过对继承资产征收资本利得税，取消计税底数，以改革资本税制，增加国家收入。他还提议将高收入家庭资本利得和股息红利的最高税率（该税率自里根总统确定后至今未变）提高到 28%。此外，有些专家提出了其他改革方案，如以按市值计价为基础，征收资本利得税并进一步改革财富转移税。

译自：*Artificial Intelligence, Automation and the Economy, December 2016 by Executive Office of the President*

研究，还是研究 才使我们见微知著

信息化研究中心

电子信息产业研究所

软件产业研究所

网络空间研究所

无线电管理研究所

互联网研究所

集成电路研究所

工业化研究中心

工业经济研究所

工业科技研究所

装备工业研究所

消费品工业研究所

原材料工业研究所

工业节能与环保研究所

规划研究所

产业政策研究所

军民结合研究所

中小企业研究所

政策法规研究所

世界工业研究所

安全产业研究所

编辑部：赛迪工业和信息化研究院

通讯地址：北京市海淀区万寿路27号院8号楼12层

邮政编码：100846

联系人：刘颖 董凯

联系电话：010-68200552 13701304215

010-68207922 18701325686

传真：0086-10-68209616

网址：www.ccidwise.com

电子邮件：liuying@ccidthinktank.com

报：部领导

**送：部机关各司局，各地方工业和信息化主管部门，
相关部门及研究单位，相关行业协会**

编辑部：工业和信息化部赛迪研究院

通讯地址：北京市海淀区紫竹院路 66 号赛迪大厦 15 层国际合作处

邮政编码：100048

联系人：张滢星

联系电话：（010）88559658 18614088989

传 真：（010）88558833

网 址：www.ccidgroup.com

电子邮件：zyx@ccidgroup.com