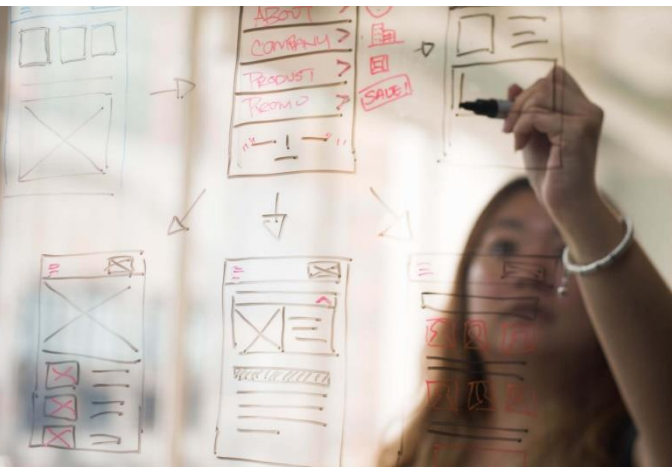


2018年12月

人工智能和相关技术对中国就业的净影响



目录

摘要.....	3
引言.....	4
1. 分析背景及框架.....	5
2. 人工智能对中国就业的替代效应.....	7
3. 人工智能对中国就业的收入效应.....	9
4. 人工智能对中国就业的净影响.....	10
5. 情景分析.....	13
6. 比较分析.....	15
7. 人工智能对公共政策及商业的影响.....	17
8. 结论.....	20
附录：研究方法说明.....	21
参考资料.....	23
联系我们.....	24

*所有资料来源均列示于参考资料。

本报告中文译文仅供参考，倘若中、英两个版本有任何不相符之处，请以英文版为准。英文原文链接：
<https://www.pwc.com/gx/en/issues/data-and-analytics/artificial-intelligence/technologies-on-jobs-in-china.html>

本报告中，“普华永道”、“我们”系指普华永道有限公司 (PwCIL) 网络成员机构。详情请进入<http://www.pwc.com/structure>。

摘要

人工智能(AI)及相关技术，如机器人、无人机和自动驾驶汽车，有着促进经济增长的巨大潜力，但人们也担忧其对就业的潜在影响。

普华永道2018年7月发布的报告《英国经济展望》(UK Economic Outlook)证实人工智能和相关技术可以取代以往人类从事的许多工作，但伴随生产率的提升、实际收入的增加以及更优质产品的上市，它们也能创造很多就业机会。总体上，我们的预测显示人工智能在未来20年对英国的就业影响总体而言偏中性，而且该结论或可普遍适用于经济合作与发展组织(OECD)中其他成熟的发达经济体。

如今我们将分析范围延伸至中国，所得结果大相径庭。我们预计，人工智能及相关技术在未来20年将取代中国现有约26%的工作岗位，高于对英国20%的预估，但也能通过提升生产率和实际收入水平在中国创造出大量新工作机会。根据我们的中央估计值，人工智能对中国就业的净影响可能将创造约12%的净增岗位，相当于未来20年内增加约9,000万个就业岗位。

然而，下表1显示，新增岗位并非均匀分布于各领域。

中国的大部分新增岗位预计将出现在服务业，预计净增长率为29%（约9,700万），尤其是医疗保健等子行业，可能会出现大幅增长。我们预计建筑业的岗位净增长幅度将达到23%（1,400万），人工智能对工业领域的就业净影响大致偏中性。而预计农业的净流失岗位约为2,200万。



人工智能及相关技术在未来二十年可能创造约12%的净增岗位。

然而，不管从商业政策还是政府政策角度，我们都没理由骄傲自满。

虽然我们对于人工智能对中国就业的长期净影响预估较为乐观，但依然存在诸多不确定因素，使得结果可能更为乐观或更为悲观。当前的劳动力市场也将受到相当大的干扰，数百万工人需要转换职业，或需转移工作地点。

企业将有大量机会投资中国的人工智能和相关技术，涵盖产品营销、个性化开发与研发、生产经营效率提升、人力资源管理流程和网络安全等经营的各个方面。但是，正如我们已经从媒体、娱乐、金融和零售等行业看到的那样，人工智能将会在极大程度上颠覆各行业的现有商业模式。

因此，不管从商业政策还是政府政策角度来看，我们都没有理由自满骄傲。对政府而言，通过实施《新一代人工智能发展规划》，并继续大量投资世界级人工智能技术，在实现优势最大化的同时，减少因就业影响和收入不平等造成的损失，如为失业工人提供再培训计划、为难以适应新技术的人提供更强大的社会安全保障体系等，是其面临的一大挑战。唯有如此，才能让人工智能和相关技术所带来的巨大利益在全社会尽可能广泛地传播。

表1：按行业预计由人工智能及相关技术取代/新增的中国岗位（2017-2037）

	取代岗位		新增岗位		净影响	
	(%)	(百万)	(%)	(百万)	(%)	(百万)
服务业	-21%	-72	50%	169	29%	97
建筑业	-25%	-15	48%	29	23%	14
工业	-36%	-59	39%	63	3%	4
农业	-27%	-57	16%	35	-10%	-22
总计	-26%	-204	38%	297	12%	93

资料来源：普华永道分析（百分比是指以2017年为基准年的就业情况变化）

引言

创新向来是中国及其他国家经济发展的核心，但它也是一把双刃剑：既可以创造就业机会，也可以减少就业岗位。纵观历史，技术的创造力一向能在长时期产生影响，随着人工智能¹在更广泛的认知技能上超越人类，一些人开始担忧人工智能的颠覆能力最终可能会占上风。会出现这样的情况吗？

本文以之前为英国等国家所做的工作为基础，客观看待中国在此议题上的表现。我们将人工智能及相关科技（如下图1所示）取代人工的潜力（我们称其为“替代效应”），与这些技术通过一套机制创造额外工作的能力（我们称其为“收入效应”），加以权衡并预估出人工智能对中国就业的净影响。

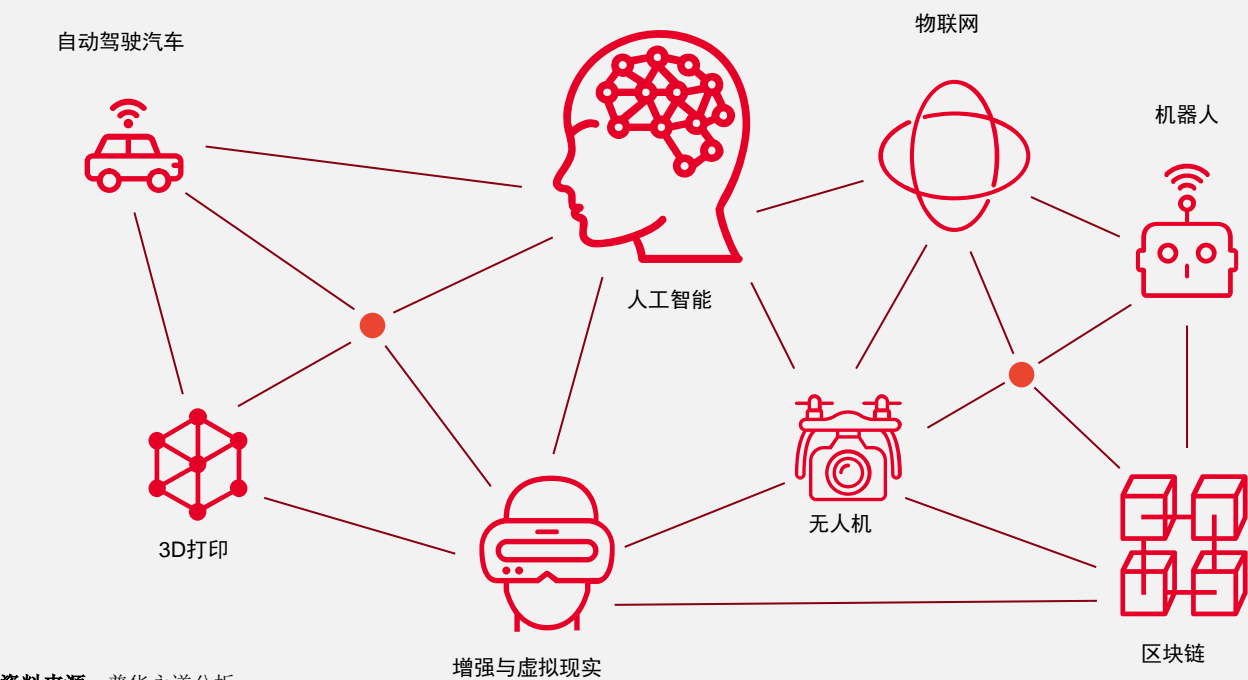
报告结构

本文首先介绍了分析背景及框架（第1节），紧接着提出了对替代效应（第2节）和收入效应（第3节）的估计。第4节是从全国经济层面和产业层面对上述两种效应的权衡，而第5节通过分别构建人工智能“高影响”和“低影响”情景，探讨了我们的中央预估值存在的不确定性。

我们在第6节将早期研究中得出的人工智能对中国与英国的影响结果进行了比较。在第7节，我们探讨了人工智能对公共政策和商业政策的影响。第8节我们对分析得出的重大发现做了归纳总结。

相关方法的更多详情请参考附录-研究方法说明。

图1：人工智能及相关科技



资料来源：普华永道分析

1.简洁起见，我们在文中有时仅提到“人工智能”，但其包含的技术应更广泛，不仅包括人工智能本身，还包括如图1所示的机器人、无人机、自动驾驶汽车和其他致力于“智能自动化”的数字化创新科技。

1. 分析背景及框架

我们已经熟悉技术将工作自动化的方式：与人类相比，技术发明可以用更具成本效益的方式完成任务，而且做得更快更好，因此公司（以及政府部门等其他组织）会用此类节约劳动力的技术取代人类。我们将之称为“替代效应”，此等案例俯拾皆是。五十年前，中国有四分之三的劳动力从事农业，但随着节约劳动力的技术的出现，农业现在只占用就业人口的四分之一左右，占用劳动力最多的是制造业，其次是服务业(Felipe等，2016年)。

近来，已经有许多中层管理和后台工作被计算机自动化取代，随着人工智能在整个经济中更为广泛的使用，还将有更多工作会被自动化取代。金融市场中的许多工作岗位已由自动化交易取代，未来几十年内²，无人驾驶车辆也可能让交通运输领域发生同样的变化，而机器人的使用范围很可能从工厂扩大到建筑工地和仓库。

除了取代某些工作，人工智能等新技术也会通过促进实际收入水平来创造工作。

但是，除了取代某些工作，人工智能等新技术也会创造工作，只是新工作产生的方式更加复杂，往往不那么直接³。长远来看，人工智能最显著的影响是对（质量调整后）价格的影响⁴，因为节约劳动力的技术让公司得以用较低的成本生产出相同的产品。为保持竞争力，企业将此所节约的成本大部分传递给了消费者，这又促成了消费者实际收入水平的提高。每个家庭可以用他们的收入买到更多的东西，同时企业为了满足新增需求会雇用更多的劳动者。除了降低物价，节约劳动力的科技还能提升现有产品的质量水平，将更多新产品带入市场，这同样创造了更多的工作需求。我们将此类通过技术最终创造出工作岗位的机制称为“收入效应”。

2. Ford(2015)对这些发展进行了详尽讨论。Autor(2015)则讨论了为何劳动力自动化发展了很长时间却仍然还有这么多的工作岗位存在，他强调了一个事实——被自动化的通常只是单项任务，而不是整个工作。

3. Acemoglu 和 Restrepo (2016)作出详细的理论模型来理解这些影响，重点关注技术进步如何像自动执行原有任务一样快速地创建新任务。Acemoglu 和 Restrepo (2016)然而，两位学者后来的实证研究表明，美国过去对工业机器人的部署对就业产生的影响是完全负面的 (Acemoglu 和 Restrepo, 2017)。

4. 或以同样（或更低）成本产出的更高质量的商品。为简化我们将之称为（质量调整后的）降价。

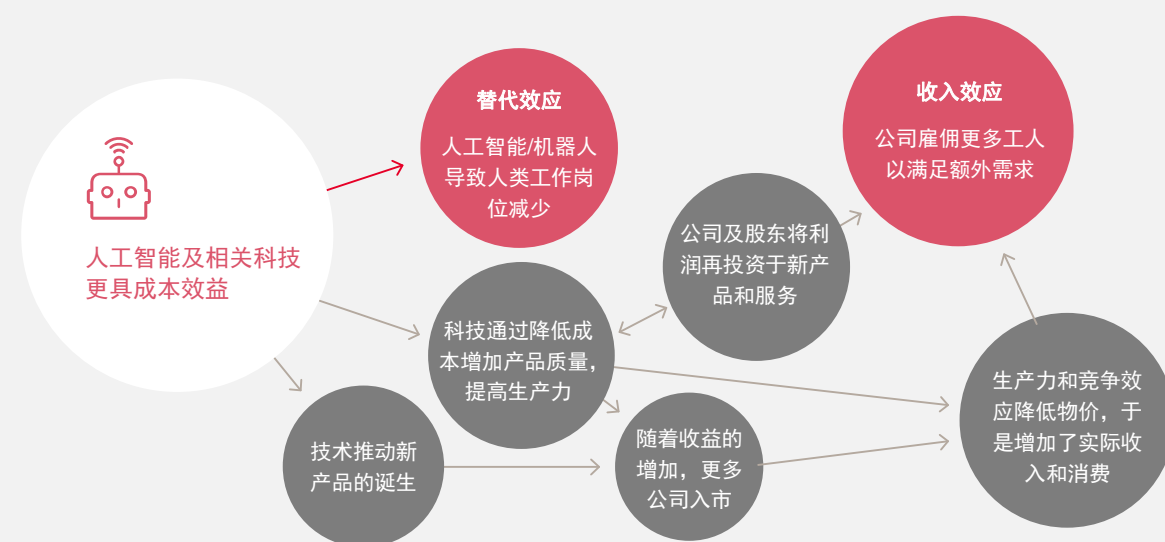
图2简要说明了人工智能对就业的替代和收入效应，这两种效应存在相互抵消的作用。图片显示了科技如何在替代效应下导致工作岗位的流失，但同时又在长时期内被收入效应所抵消。人工智能是否会导致科技性失业的问题，长远看来其实归结为人工智能对就业的替代效应是否会超过收入效应。我们对下列行业依次进行了预测。

我们承认这只是对收入效应背后实际机制的简化说明。还有其他反馈机制，例如，因为公司将节约下来的成本用于研发，反过来又会进一步提高生产率。还有一些重要的动态考量因素，例如替代效应背后的收入效应滞后，这可能导致中短期内失业率上升。这反过来可能会在一段时间内对收入造成下行压力，因此从长远来看有助于工人重新就业。

图2虽然没有显示此类及其他复杂因素，但我们在计算收入效应时已经将它们纳入建模细则中。有关方法的更多详情，请参见普华永道2017年的报告《抓住机遇》(Sizing the Prize)，其中涉及到一种针对世界经济的可计算一般均衡(CGE)模型的使用，该模型将中国作为一个单独国家进行分析。

图2显示的各种效应需要一定时间才能在经济中发挥作用⁵，因此我们将本文重点放在了人工智能在未来20年的长期影响。基础年份定在2017年，我们的预测因此聚焦于人工智能在2037年的影响。由于时间较为漫长，与经济周期相关的短期就业率起伏可直接忽略。

图2：人工智能如何通过替代和收入效应创造和减少工作岗位



资料来源：普华永道分析

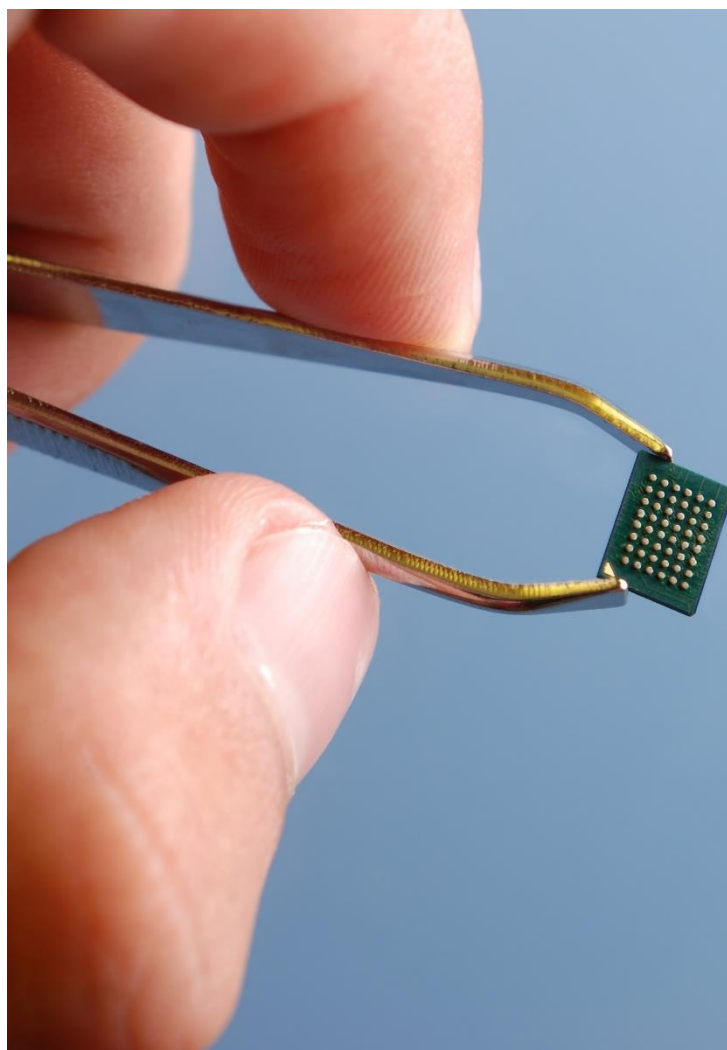
⁵ Brynjolfsson等人(2017)指出这类长期滞后效应有助于解释为什么尽管过去十年中许多数字技术快速发展，但近年来生产率增长仍然很低。他们指出，以前的通用技术（如电力）出现时对经济产生全面影响前也有类似的长期滞后。

2. 人工智能对中国就业的替代效应

Frey和Osborne(2013)在测试替代效应的开创性尝试中，考量了美国702种职业，并估算了每种职业可能被自动化的概率。Frey和Osborne原本对美国的人工智能就业取代率预估为47%，在2016年他们将分析框架扩展到了包括中国在内的发展中国家，并估计中国将有多达77%的工作岗位面临被自动化的风险，高于他们的国际化研究中除埃塞俄比亚之外的所有国家。

其他研究对潜在岗位自动化率的估计较低，特别是2016年由Arntz, Gregory和Zierahn使用PIAAC调查数据作出的经合组织研究，其关注点在工作任务而非职业，研究估计英国和美国的岗位替代率只有10%左右（2018年初发布的最新经合组织研究报告中更新为14%）。我们自己的估算同样使用了经合组织PIAAC的调查数据，分析不同类型工作任务的潜在自动化率，结果表明中国现有工作岗位在未来20年内具有高自动化风险的比例，可能在39%左右（更多方法详情请参见附件）⁶。

然而，很可能被自动化取代的工作岗位不一定会真的被取代，原因在于新技术的采用可能面临一系列来自经济、法律、监管和组织方面的障碍。根据我们之前的风险概率分析⁷，我们认为将估计值缩减三分之二以反映这些障碍是合理的，因此我们对中国现有就业比例在接下来20年内的自动化率预估值降低到了26%。这里使用的正确比例因素存在不确定性，因此我们在第5节的情景分析中为估算考虑使用了一系列替代值。



很可能被自动化
取代的工作岗位
不一定会真的被
取代。

6 该预估基于使用经合组织PIAAC数据库对工作任务组成的详细分析。

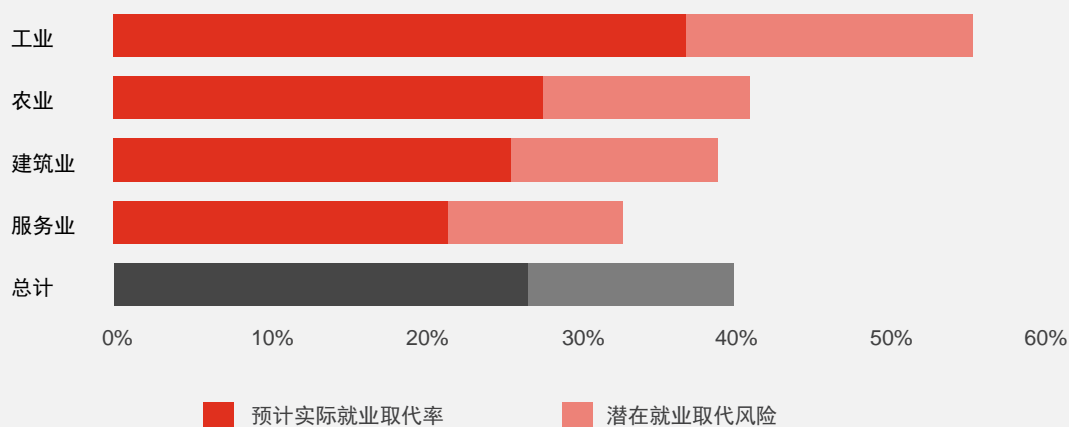
7 《机器人会抢走我们的工作吗？》(Will robots really steal our jobs? 普华永道2018年2月)中有更为详尽的分析。

取代率因行业而异，图3显示了未来20年工业⁸、农业、建筑业和服务业的预期自动化率（相关估算值计算方法详情请参见附录-研究方法说明）。分析表明，工作岗位取代率最高的可能是工业部门（即使按照上文所述降低预估后仍超过35%）。预计服务业的替代效应相对较低，但到2037年仍有超过20%的现有岗位被取代。任何行业都无法逃避自动化的影响，但更加细化的分析表明，医疗保健等子行业在未来20年内被自动化的水平可能会低于10%。然而，对这些子行业的预估较不稳定，因此我们未在此提供精确的估算，本文更倾向于关注服务行业的整体状况。

图3显示了到2037年将被自动化的工作岗位预估比例，然而我们预计某些行业会比其他行业更早受到影响，原因在于某些类型的人工智能发展更快（算法交易已经出现，而无人驾驶汽车则需要更长的时间才能在经济体中全面推行）。我们在之前的一份报告⁹中提出了对经合组织国家潜在岗位流失的时间预估，预计该时间线将呈典型的“S曲线”，在未来几年内影响相对较小，但如果将目光放在十年后或更远，影响会更明显。

然而，本文关注的是人工智能的长期影响，因此我们将关注点放在未来20年，给替代效应和收入效应留出相对充分的时间供其在整个经济中发挥作用。但我们也应该认识到，两种效应产生作用的确切时间是无法确定的，正如下文第5节所列情景分析反映的一样。

图3：中国现有各行业岗位未来20年内的被取代比例



资料来源：普华永道基于经合组织PIAAC的调查数据，调整后应用于中国的预估结果

8 此处“工业”指制造业、采矿业、能源业和水资源行业。

9 《人工智能会抢走我们的工作吗？》(Will robots really steal our jobs? 普华永道2018年2月)。

3. 人工智能对中国就业的收入效应

人工智能通过其
对产品成本、质
量和类别的影响
创造就业机会。

我们预计大多数
新创造的工作与
人工智能或机器
人没有任何直接
关系，只是社会
更富有后对各种
商品和服务的需
求增加的产物。

如上所述，人工智能通过其对产品成本、质量和类别的影响创造就业机会，从而提高实际收入水平并创造额外的工作需求。在普华永道2017年的报告《抓住机遇》中，我们评估了所有经济部门数千个潜在人工智能使用案例，并将这些案例与全球可计算一般均衡(CGE)模型相结合，以评估人工智能对国际经济总量的整体影响，以及对包括美国、中国和英国在内的主要个体经济体的影响。对于中国而言，我们的总体估计是到2030年，通过应用人工智能和相关技术，其GDP可以提高26%（相比之下，全球平均GDP增长率估计在14%左右）。在本报告中，我们提出的中央估计较为保守，即2030年中国GDP将增长20%。但仍远高于次高地区的估计水平（即美国，GDP估计增长约15%）。我们在下面分析中分别考虑了人工智能的高影响和低影响情景，以反映此类预估的不确定性。

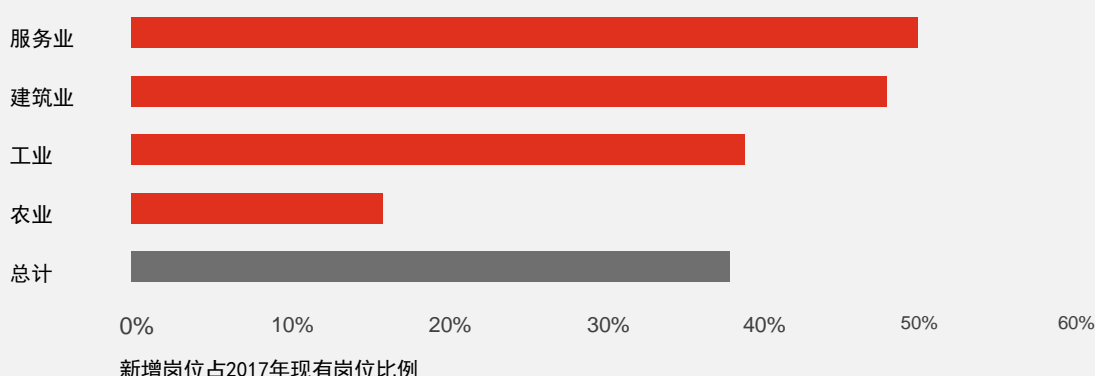
本文中，我们将对GDP的预估影响转化为对就业的估计影响，首先按行业预测未来20年内中国产出增长(GVA¹⁰)，其次，估算归因于人工智能的GVA增长比例，正如我们在《抓住机遇》报告中估算的那样。我们在此假设由于收入效应导致的岗位新增预计将与GVA的预计增长相同，因为通过替代效应已经考虑了劳动力节省下生产率的提高¹¹。我们在附件中详尽阐释了该计算步骤。

如果我们假设2030年20%的GDP增长将由人工智能创造，那么结合附录中的GVA估算，则意味着人工智能的贡献可以占从2017到2030年内中国累计GDP（或GVA）增长的38%。我们假设这一比例在到2037年这一更长时期内依然适用。如上所述，为了计算收入效应，我们假设GDP（或GVA）增长与岗位新增之间存在一对一的关系，结果如下图4所示。

分析表明，人工智能带来的经济增长可能促成服务业额外的岗位新增，数量相当于该行业现有岗位数量的50%左右。人工智能对建筑业的就业预估收入效应仅略低于服务业(48%)，在工业（主要是制造业）中则为39%。这与农业形成鲜明对比，人工智能对经济增长的促进预计在未来20年内仅能使农业就业人数增加约15%。

总的来说，受益最多的是那些既有强劲潜在需求增长又极有可能从人工智能和相关技术应用中获益的行业。然而，此等效应主要还是间接来自于更广泛使用人工智能和相关技术带来的经济规模增长，而非直接源于对这些技术的投资。我们发现许多评论人员忽略或淡化了这些宏观经济的间接效应，这有助于解释为什么他们会低估人工智能或任何其他新技术带来的潜在就业机会新增。事实上，我们预计大多数新创造的工作与人工智能或机器人没有任何直接关系，而只是社会更富有后对各种商品和服务的需求增加的产物。

图4：预计未来20年中国可能因人工智能及相关技术创造的额外就业机会



资料来源：普华永道分析

10 GVA指总增加值，衡量各行业对整体国内生产总值的贡献，由某行业的产出价值减去该行业的投入价值得出。

11 因为通过替代效应我们要捕捉生产力对劳动力投入的影响，我们在估计收入效应时假设归因于生产力提升的岗位增长潜在百分比与归因于人工智能的GVA估计百分比增长相同。这与牛津经济研究院/美国思科公司关于美国的报告《人工智能悖论》(The AI Paradox, 2017年12月)中的一般方法相同，尽管他们进一步假设人工智能对就业的收入效应恰好抵消了负面的替代效应，这是一个相对具有局限性的“先验”假设。

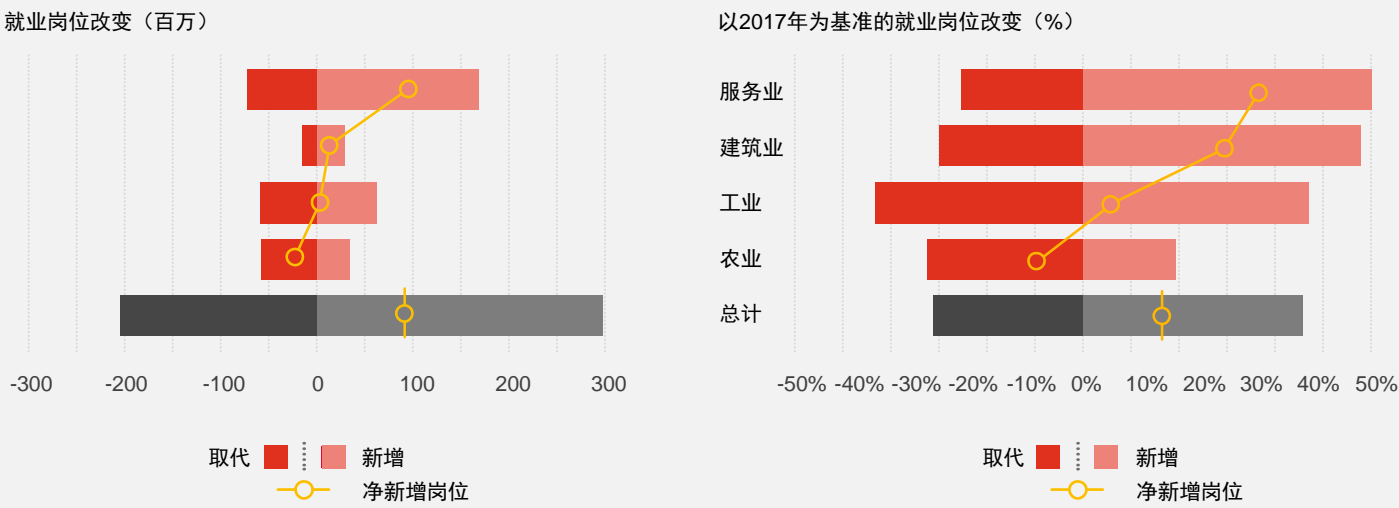
4. 人工智能对中国就业的净影响

我们现在可以结合上述对替代效应和收入效应的预估来估算人工智能及相关技术对中国就业的净影响，如图5所示（图中的实线为净影响，条形图按行业显示估算的替代效应和收入效应）。

值得强调的是，以上并非对未来20年中国总体就业情况的预测：本文的聚焦点是这一期间人工智能对就业的潜在影响，而非影响总体就业的其他诸多因素。

我们的预估表明，到2037年，人工智能及相关技术可以提供的净就业机会，相当于中国现有就业岗位数的12%左右，收入效应为38%，与之相抵消的替代效应为26%。从绝对数字来看，这意味着净增加就业岗位为9,300万左右，通过收入效应产生的工作岗位近3亿，但通过替代效应流失的工作岗位为2亿多。当然，此类预测都存在相当大的不确定性，但我们后来的情景分析则显示，即使在人工智能低影响情景中，净影响仍然会是正值，因此本结论大体方向上是无误的。

图5：未来20年人工智能对中国就业按行业划分的预估净影响



资料来源：普华永道分析

服务业和建筑业的大量净岗位新增将被预计的农业净岗位流失抵消。

人工智能给服务业带来的净影响最为乐观，估计就业人数将增加约9,700万（略高于整体净新增岗位，因此对其他行业的净效应略微为负）。估计农业的净流失岗位约为2,200万（10%），部分抵消了服务业和建筑业的新增净岗位，而对工业的预估净影响接近于零。因此，虽然我们的中央估计值显示人工智能对中国就业的总体净影响可能是正值，但并非对所有行业来说都是如此。更多行业结果详情列示于表2。

我们在下文依次对四个行业的预估结果进行进一步讨论。

服务业

目前我们预计人工智能对服务产生的影响将最为积极，据估计，由于人工智能和相关技术对经济的影响，未来20年，服务业就业人数可能会增加近1亿，即29%。在某种程度上，这反映了一个事实，即许多服务型岗位涉及高水平的人际交往技能，需要“人性化”，人工智能系统或机器人无法轻易取代。话虽如此，随着诸如Robo Chef（目前正接受训练以进行中国传统烹饪的产品）等创新产品的兴起，未来20年，我们可能会改变对自认为需要人性化的工作的看法（《经济学者》，2018年7月）。

然而，由于中国的增长模式由出口和工业拉动转向由消费和服务驱动，因此人工智能对服务业就业的巨大正面净影响更多源于该行业的预期高增长，而非自动化程度低。但这一情况并非适用于服务业所有板块，譬如许多行政工作特别容易被机器程序自动化等人工智能和相关技术取代。从长远来看，尽管我们预计无人驾驶直到预测期末（即21世纪30年代）才可能在中国经济中得到大规模推广，但这一旦成真，交通运输业的某些工作就会随之被取代。

另一方面，随着中国共产党第19次全国代表大会提及的“将创新重点放在改善人民生活水平上”（新华社，2017），预计未来20年，健康产业等重点关注人民生活质量提升的板块会迎来大规模扩张。预计其他新增岗位将出现在电子商务和专业性、技术性和科学化服务等板块。这些子行业在利用人工智能提高生产率方面具有相当大的空间，更为强劲的经济增长也将不同程度上推动此类服务的需求，从而促进这些子行业的岗位新增。

表2：按行业预计由人工智能及相关技术取代/新增的中国岗位（2017-2037）

	取代岗位		新增岗位		净影响	
	(%)	(百万)	(%)	(百万)	(%)	(百万)
服务业	-21%	-72	50%	169	29%	97
建筑业	-25%	-15	48%	29	23%	14
工业	-36%	-59	39%	63	3%	4
农业	-27%	-57	16%	35	-10%	-22
总计	-26%	-204	38%	297	12%	93

资料来源：普华永道分析（百分比是指以2017年为基准年的就业情况变化）

建筑业

据估计，受人工智能和技术进步所带来的经济增长的影响，未来**20**年建筑业的就业人数将增加**23%**。拉动预期建筑业岗位大幅增长的主要因素是城市移民，根据联合国对中国的最新预测（联合国，2018年），预计到2050年，约有**2.5**亿新移民将迁往城市，尤其是迁往以北京和上海等超大城市为中心的卫星城市群。新移民的到来将创造数百万建筑工作岗位需求，许多工作将启用人工智能，特别是新城市的设计考虑遵从“智能”原则的情况下。因此，建筑行业的新工作岗位将不再是过去的“搬砖”，因为技术会让此类材料变得多余，而重复性和承重性工作都会朝着机械化和自动化的方向前进。

工业

我们估计工业领域的岗位会有略微的净增长（3%），正如下文情景分析中所强调的，与此类长期就业预测的不确定性相比较，此等增长微不足道。虽然人工智能和相关科技对就业影响相对中性，但其对需求岗位本质却有巨大影响。中国如今已经是全球最大的工业机器人买家，购买量占据2016年全球机器人销售量的30%（国际机器人联盟，International Federation of Robots, 2017）。随着机器人的准确性和适应性变得越强，能够胜任更多以前由人类执行的任务，这一情况预计将继续。

此外，随着中国自主创新能力的提升，其对机器人、无人机和自动驾驶汽车等制造技术的需求也将不断增长。因此，中国的工业的就业岗位可能会从低价值劳动密集型转向高价值型，包括制造供出口的人工智能设备及满足内需的人工智能设备。

农业

我们的预测表明，农业将是中国唯一一个受人工智能和相关技术净影响为负值的行业（-10%）。这也是过去半个世纪该行业发展轨迹的延续，中国从事农业从业者比例从1964年的81%下降到2016年的27%（Felipe等，2016）。推动这种结构转变的许多创新都源于中国。例如，袁隆平在20世纪70年代研发了第一批杂交水稻品种，为饥荒风险高的地区提供了充足的食物来源。

这些提高生产率的创新以及现代耕作和施肥机等节省劳动力的技术，将使中国农业对劳动力的需求进一步降低。而下一代农业的创新将推动粮食生产从田间转向实验室，而其所需要的是一套大多数现在农民所不具备的截然不同的技能。



23%

未来20年由于人工智能推动经济增长，建筑业就业人数将增加23%。

5. 情景分析

在我们的核心情景下，我们假设很可能被自动化取代的现有岗位中将有三分之二都在**2037年**之前被取代，且到**2030年**，人工智能和相关技术将贡献中国**20%**的GDP。我们会改变两个关键性假设系数以分别构建人工智能“高影响”情景和“低影响”情景：

1. 在**低影响**情景下，我们假设很可能被自动化取代的现有岗位中只有一半被自动化，而到**2030年**人工智能对GDP的贡献只占**15%**。这一贡献率假设与普华永道在**2017年**报告《抓住机遇》中对美国经济中人工智能的预估贡献率一致。
2. 在**高影响**情景下，我们假设很可能被自动化取代的现有岗位中多达六分之五被自动化，到**2030年**人工智能对GDP的贡献占**25%**。这一贡献率假设与普华永道**2017年**的报告《抓住机遇》中对人工智能对中国GDP影响预测范围的上限基本一致。

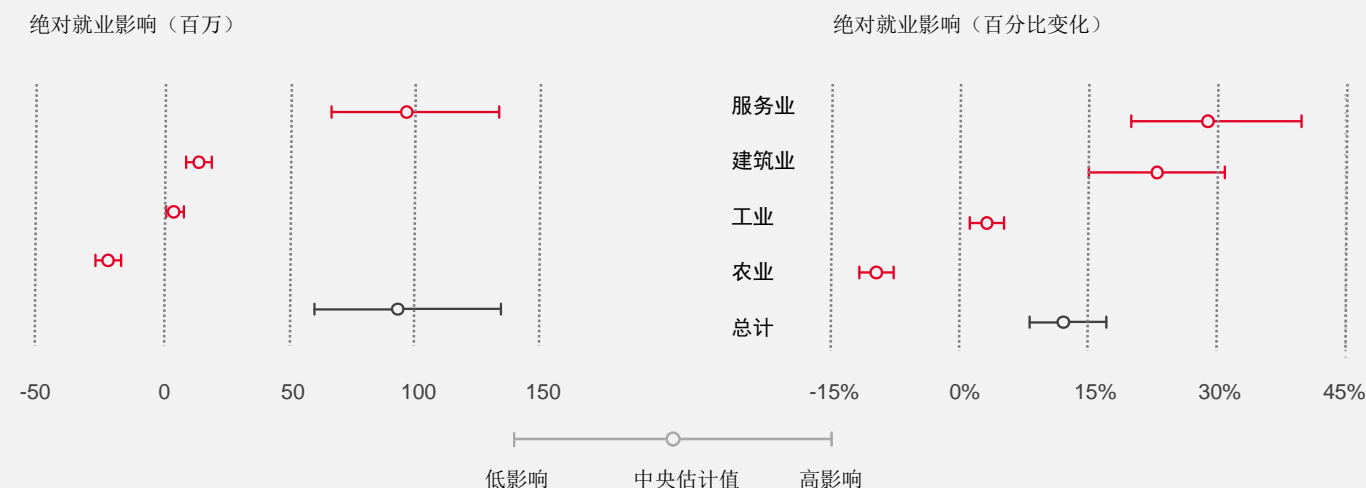
不同假设中所反映的能够对替代和收入效应造成不同程度影响的因素包括以下类型：

- 经济、法律和监管以及组织对自动化（相对于其技术潜力）的限制程度
- 被取代的从业者为新工作重新受训的受支持程度
- 人工智能对生产力的提高在多大程度上以低价的方式传递给了消费者（这将反映其在经济中的竞争力）

我们将在下文讨论企业和政府可以利用这些杠杆推动中国向不同情景中增长范围的较高端发展。

图6显示了在不同情景下，人工智能对中国就业的预估净影响。中点为中央估计值（如第4节中所述），而上限和下限则代表高影响和低影响两种不同情景。

图6：在每种情景下，人工智能对中国就业的净影响（界限分别代表低影响和高影响情景）



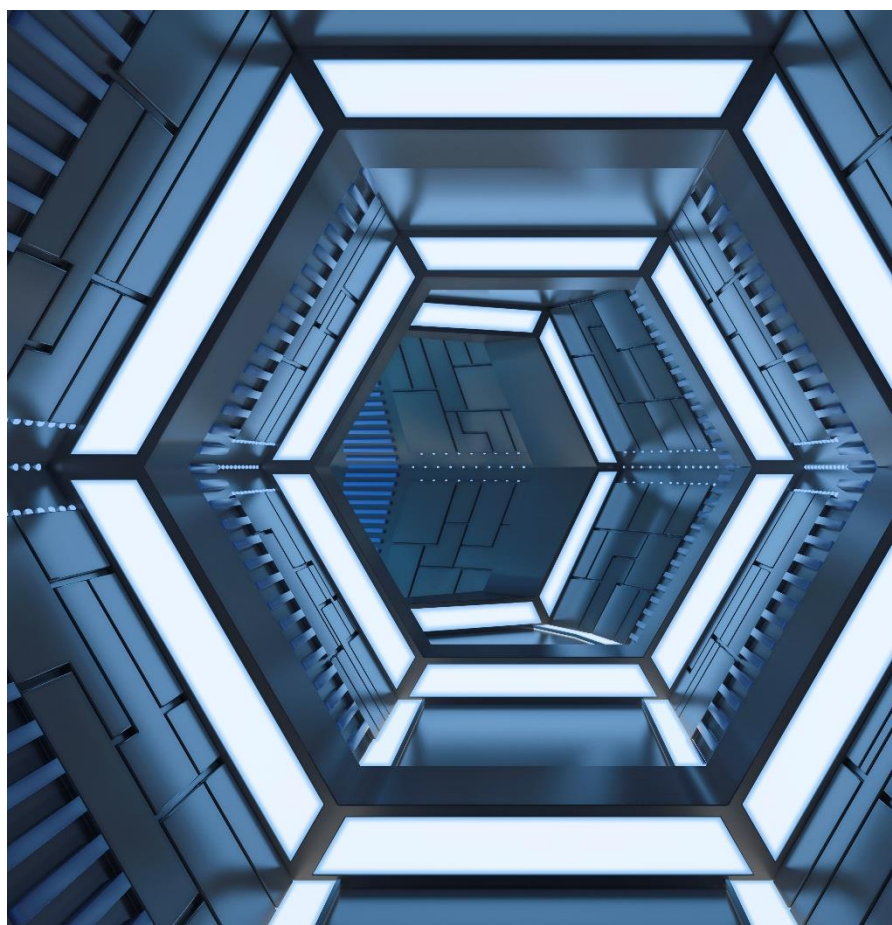
资料来源：普华永道分析

即使在低影响情景下，人工智能对中国就业的总体影响仍然是正值，但预估净影响降至8%（约6,000万个就业岗位）。在高影响情景下，净影响高达17%（约1.34亿个就业岗位）。

目前服务业是在各情景下就业岗位绝对数字不确定性最大的行业。原因有以下方面：第一，目前服务业从业人员比其他任何行业都多（在2016年12月为3.38亿人¹²），所以相同百分比的变化得出的绝对值也会更大。第二，在核心情景下，相较于其他行业而言，服务业的净岗位新增率预计会更高，这意味着本来已经够高的净影响在高影响和低影响情景下还在放大。在我们预计就业情况绝对值和相对值受到的净影响都比较温和的行业（如工业），所得范围小了很多。这是由于不同的假设使得两种情景下工业的替代效应和收入效应都趋向于互相抵消。

总体上，我们的情景分析显示，人工智能及相关技术导致全国大规模技术性失业的情况不太可能在中国发生，而且该结果针对关键假设的合理变化至少在方向上是稳健的。但这并不是说人工智能及相关技术对中国的就业净影响不可能为负值，只是说如果产生的净影响为负值，工作自动化率需要非常高，且其对GDP增长的贡献很小，而这与中国国情似乎并不相符¹³。我们的两种替代情景中，高替代效应通常与相对较高的收入效应相关，反之亦然。

即使在低影响情景下，人工智能对中国就业的预计影响依然是正值。



12 相较于2017年中国国家统计局《中国统计年鉴》的数据：农业约2.15亿、工业约1.63亿、建筑业约6,000万。此为本文使用的基准年度就业数据主要来源。

13 这样的情景也有出现的可能，例如：对人工智能的大量投资所带来的收益几乎全部归属于大型垄断技术公司的高级管理人员和主要股东，而这些公司并无将收益转移给客户的竞争压力，并将大部分收益再投资于海外。然而，考虑到政府和监管机构可能做出的反应，以及如我们在过去的技术进步浪潮中所看到的颠覆了明显垄断的创新那样，我们怀疑从长远来看（无论是在中国还是在其他国家），正面影响将是可持续的。但是，这一假设情景确实强调政府行为的必要性，以确保人工智能的优势尽可能广泛地在整个社会上传播，正如第7节进一步讨论的人工智能对公共政策的影响那样。

6. 比较分析

对中国和英国的预估比较

在普华永道2018年7月发表的《英国经济展望》对英国的近期类似分析中，我们发现，人工智能和相关技术对英国就业的影响长期看来普遍呈中性。

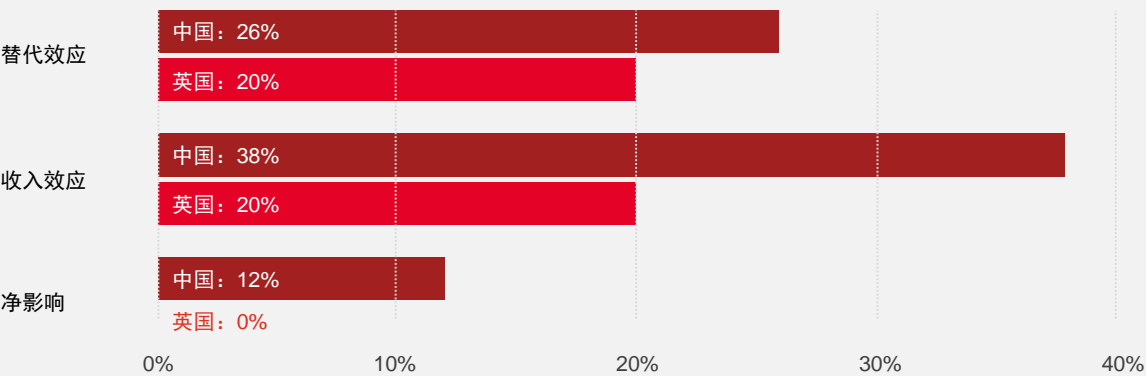
尽管中国的预期替代效应会高于英国，但对就业的净影响还是比英国更为乐观（见图7）。中国的替代效应之所以更高，这是因为与英国相比其进一步自动化的空间更大（特别是制造业和农业），经过几百年的经济发展，英国工业化和人口转型已经使农场和工厂中的多数工作机会转变为自动化和流水线上的体力劳动。

然而，由于中国国内市场更大（因此有更多数据来推动人工智能），且在开发人工智能及相关科技和大部分此类创新所需的STEM技能（科学、技术、工程、数学）上的高投资率，不仅抵消了中国更大的替代效应，还提高了人工智能推动中国新增的就业机会的预估值。这为中国提供了比英国更大的生产力和产品质量提升空间，对提升收入效应起推动作用。

我们在普华永道的报告《抓住机遇》中进行的CGE建模也表明，在利用人工智能协助完成更具个性化的商品和服务方面，中国会获得不成比例的更大优势，这是合理的，原因在于目前对中国消费者供给的市场产品往往比销售给英国消费者的产品更加同质化，这主要是由于中国更适合大规模生产的文化。人工智能使个性化商品和服务实现了大规模生产，这也似乎与中国市场完美契合。

人工智能对中国就业预估净影响为正值，对英国就业的预估净影响呈中性，二者形成对比。

图7：未来20年，人工智能预计对中国和英国就业岗位的替代效应、收入效应和净影响



资料来源：普华永道分析

我们对中英两国的预估结果能在多大程度上代表更大范围的全球趋势？

前面的分析表明，英国与经合组织国家现有岗位的自动化潜力和人工智能投资带来的GDP收益潜力的平均水平相似（但平均水平掩盖了经合组织国家间的重大差异）。因此从这个意义上说，人工智能对英国就业的长期净影响普遍呈中性，这一点与人工智能对成熟发达经济体的平均影响相似（再次强调经合组织内的各个体经济可能会有所不同，需要进一步针对各国进行研究估算）。

但是我们对中国的预估是否适用于其他新兴经济体，答案并没有那么肯定。部分原因在于中国市场的绝对规模，能为人工智能模式提供足够大的数据来源。也因为很少有其他新兴经济体能在经济发展、工业结构和精英教育层面上赶上中国，这些都是以人工智能为先导的经济增长的重要促成因素。

但本文讨论的范围不包括探索分析结论的普遍适用性，这可以成为一个未来研究的有趣主题。在一定程度上通过人工智能对英国就业的净影响窥探其对其他经合组织国家就业的影响，这是可行的，但从人工智能对中国就业的净影响窥探其对其他新兴市场的影响却是不合理的。

我们对中国的预估结果是否适用于其他新兴经济体，答案并没有那么肯定。

7. 人工智能对公共政策及商业的影响

公共政策影响

我们的情景分析表明，人工智能和相关技术对就业产生正向的影响，但也表明该影响的确切程度存在相当大的不确定性。影响结果是无法预先确定的：其决定于个人、企业和政府对此类新科技的参与度。

在2017年10月举行的“十九大”提出，要坚定实施创新驱动发展战略，这可能使中国经济朝着人工智能的高影响情景发展。为付诸实践，中国政府需要在降低由替代效应造成的成本的同时，将人工智能的优势最大化。我们将在下文依次从这两方面作讨论。

将人工智能优势最大化

1. **全面实施《新一代人工智能发展规划》。**2017年，中国推出了《新一代人工智能发展规划》，这是从国家层面对人工智能进行系统布局的蓝图，涵盖从研发和工业化到教育、技能获取和标准制定等领域。该计划是全球最全面的人工智能战略之一，已引起包括美国在内的业界领袖的关注（《南华早报》，2018年5月10日）。如果《新一代人工智能发展规划》得以全面实施，并与其他战略性工业计划（如《中国制造2025》）相协同，将很大程度上确保中国成为一个具有必要技术生态系统的“智能社会”，将人工智能的优势最大化。
2. **充分利用中国快速的城市扩张，将人工智能和相关技术置于“智慧城市”规划的核心。**政府、科学家和城市规划者都早已关注到人工智能在改变城市运行方式方面的潜力。在新城市和城市群建设的推动下，中国的建筑业蓬勃发展，为将智能理念融入城市基础设施提供了前所未有的机遇。将这些理念融入能源、用水和运输系统，最终可以提高劳动生产率和人们的生活水平，同时减少污染和交通拥堵。中国领导层已清楚地认识到这一机遇，因为中国已计划在2016年至2020年间打造100个新智慧城市。此等雄心壮志成就了中国近年取得的经济成就，因此中国领导层通过人工智能实现这一目标是非常恰当的，洞悉全局需要充分发挥大数据的优势。
3. **培育全球化开放式创新网络。**大数据以及联系紧密、通力协作的科学社区为人工智能及相关科技的成功开发和运作奠定了基础。通过大数据、专有技术和学术资源等资源为中国的人工智能战略提供动力，关键是要建立透明、开放和连通国际的研发网络和创新中心，以便实现学术机构和行业之间无障碍的信息和数据流通。中国还应该保有专门的移民政策，欢迎来自世界各地的人工智能顶尖研究人才。





弱化人工智能的替代效应

- 1. 确保人工智能的成果共享。**中国经济的快速增长是以日益扩大的贫富差距及城乡差距为代价的。令人担忧的是，人工智能技术的蓬勃发展可能会加剧上述差距，大城市的数字精英阶层或许获益最大。因此，应首先识别出那些最容易受到人工智能潜在就业负面影响的群体（例如农村地区人口和相对衰退的传统重工业的从业者），通过改善社会保障体系达到在欠发达地区促增长的目的，从而对人工智能的收益进行再分配。中国政府已开展此类至关重要的工作。
- 2. 在自动化程度逐渐提升的社会背景下，投资对人们最有用的技能，培养适应能力强的劳动力。**中国教育部最近推出了《高等院校人工智能创新行动计划》，指出到2030年，高校应该成为引领人工智能科技发展的人才高地（中华人民共和国教育部，2018年）。该行动计划制定的目标颇具雄心，但却并非遥不可及，它所培养的创新精神将渗透到就业市场。然而，若想让中国真正走到创新前沿，中国教育系统需在重视科学、技术、工程和数学的同时，不要忽视艺术和设计的价值（即“STEAM”而不仅是“STEM”学科），因为以客户为导向的创新越来越关注用户体验。同样，教育系统应反映这一事实，即人际交往技巧依然是不可替代的需求。这一点尤为重要，原因在于中国居民对休闲、健康和其他面向客户的行业服务质量要求越来越高。
- 3. 促进劳动力的跨地域流动。**基于某些地区的产业构成，该地区相较其他地区而言会更易受到人工智能替代效应的影响。由于农业所占比例较大，农村地区就业岗位所面临的自动化风险可能非常高。这一关键因素也可解释为什么联合国（2018年）预估到2050年，中国将有约2.5亿农村居民迁往各城市。户口制度（即根据居民出生地确定其在农村还是城市的身份）的改革，可以作为一种选择，鼓励更多工人在劳动力匮乏的地区和劳动力充裕的地区之间流动。只有具备适当技能的人才足够多，能适当填补新增空缺，人工智能带来的预期新增岗位才会在中国涌现。此外，制定相应移民政策，引进具有中国所需的技能型人才，也同样不可忽视，原因在于尽管中国经济在人工智能等因素的推动下将实现快速增长，但中国人口也在迅速老龄化。

商业影响

- 1. 创新而非模仿。**中国之前的若干成功商业模式是基于模仿，但越来越多的中国科技公司正在创建全球领先的商业模式，如电子商务平台和交付/支付服务。目前这类公司还不多见，但在接下来的几十年里，这类情况很可能成为常态，将那些仍依赖于模仿模式的公司甩到身后。正如普华永道2017年的报告《抓住机遇》中详细探讨的那样，人工智能战略将是所有开拓性商业模式的重要组成部分。公司若不将人工智能视为优先战略，不构建数据基础设施以支持其战略，将会迅速陨落。
- 2. 利用大数据从个性化角度了解客户。**中国的手机渗透率领先全球。到2027年中国的每个角落都会覆盖4G和5G网络（全球移动通信系统联盟，GSMA智库，2017）。相应地，用户对线上购物和无现金付款的需求将非常大，且随着时间的增长不断攀升。以上一切使得中国公司可以在前所未有的深度和广度上研究其客户，但前提是这些公司大力应用人工智能。无法通过大数据收集消费者观点的公司将无法为客户提供受到客户青睐的个性化商品和服务。
- 3. 聘用并留住最优秀的人才。**数字化转型最重要的成功因素之一是聘用并留住多样化、多领域人才。聘用并留住此类员工对许多公司来说是一种挑战，特别是考虑到传统招聘流程中各个阶段的固有偏见。人工智能及相关科技在优化人力资源管理流程上具备巨大潜力。一个广泛应用此尖端技术的案例便是人工智能算法可以帮助我们匹配雇员与雇主。但是人力资源部门对人工智能的使用不会仅止于招聘环节。比如随着虚拟现实技术的发展，其将能模拟和重新构想从业人员的体验，减少员工流失并提高员工参与度（《人力资源管理中的人工智能：不费吹灰》，Artificial Intelligence in HR: a No-brainer，普华永道，2017年）。
- 4. 防范网络攻击。**随着人工智能技术越来越成熟，潜在的安全隐患也会出现。比如，机器学习等技术可能被用于定制网络钓鱼邮件，或用于寻找和转化侵入电脑系统的模式。但是，通过分析大量数据并支持实时威胁监测分析，人工智能的强大功能可以为网络安全问题提供解决方案（《人工智能预测：业务战略的8个洞察分享》，AI predictions: 8 insights to share business strategy，普华永道，2018年）。
- 5. 尊重伦理消费主义。**随着中国消费者的可支配收入持续增长，他们可能越来越希望能通过其购买的产品来表达自己的伦理观。此外，数据和信息的指数增长能让消费者更好地了解产品来源。从长远来看，想在中国新兴中产阶级市场取得成功的公司，应该了解消费者的购买倾向，并警惕道德抵制风险，特别是通过社交媒体传播的抵制风险。这也包括了以负责任的态度使用人工智能，如在涉及信息隐私问题时。



8. 结论

人工智能和相关技术（如机器人、无人驾驶飞机和自动驾驶汽车）可以在许多以往由人类完成的工作中取代人类，但随着生产率和实际收入的提高及更优新品的开发，也将创造许多其他工作。

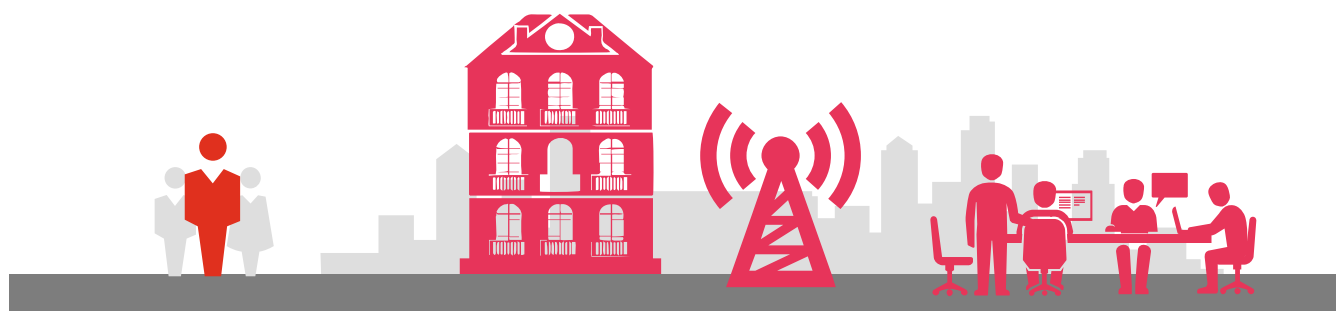
我们估计，未来20年，人工智能及相关科技创造的就业机会将超过其替代的就业机会，可以使中国的就业人数增加12%，相当于到2037年新增9,300万岗位。

但是新增净就业并不会均匀分布于各行业。大多数新增岗位将出现在服务业，特别是因中国的人口老龄化而需求大增的健康医疗领域。预计制造业受到的影响大致呈中性，传统行业的就业岗位将大幅减少，同时工资会上涨，而制造人工智能产品（如机器人、无人机和无人驾驶汽车）的工作岗位将增加，这也是中国未来有望跻身全球领先的领域。农业的岗位流失将最为严重。

虽然我们估计，不同于人工智能对英国等成熟经济体的普遍中性影响，其对中国就业的长期净影响为正值，但依然存在诸多不确定因素，导致结果偏向更为正面或更为负面的情景。因此，政府政策、协同企业和其他机构，将在指导中国取得更为有利结果的过程中扮演重要角色。

我们已经确认一些可以施展拳脚的政策领域，能将人工智能的优势发挥到极致（例如，全面实施《新一代人工智能发展规划》），并降低因就业影响和收入不平等带来的成本（例如，广泛针对失业工人进行有规划的再培训，完善社会安全保障体系并加大对农村地区的支持）。通过以上方式，可以让人工智能和相关技术所带来的巨大潜在经济效益在最大程度上惠及全社会。

我们已经确认一些可以施展拳脚的政策领域，能将人工智能的优势发挥到极致，并降低因就业影响和收入不平等带来的成本。



附录一研究方法说明

替代效应

我们的替代效应分析是从2018年2月的研究报告《机器人会抢走我们的工作吗？》(Will robots really steal our jobs?)调整得出。在本文分析中，考虑到自动化过程中的经济、法律监管以及组织障碍，为弥合可自动化的岗位数量与预估实际自动化岗位数量之间的差距，我们对数量进行了缩减。

在此前的研究中，我们的调查基础是Frey和Osborne(2013)以及Arntz, Gregory和Zierahn (2016)的研究和我们之前在普华永道《英国经济展望》(2017年3月)中针对英国的研究。

Frey和Osborne的研究采用了一份由美国劳工部开发的在线服务软件O*NET给出的职业样本，其中的职业由牛津大学的机器学习专家手动严格标记为可自动化和不可自动化两种。Frey和Osborne对每份职业采用一套标准化特征，以便使用机器学习算法算出全美各地各种岗位的“计算机化概率”，但关键一点在于，每个职业只产生一种预测结果。

Arntz, Gregory和Zierahn使用了Frey和Osborne的研究结果，对经合组织的国际成人技能评估项目(Programme for the International Assessment of Adult Competencies, PIAAC)数据库做出了自己的分析，相比Frey和Osborne所获取的数据资源，该数据库中包括有关特定工作和其从业者的特征的更多详尽数据，因此得出的结论存在一个重要差异，即计算机、算法和机器人取代的并非整个职业，而仅是职业中的特定任务。进而可以得出一个结论，即相同的职业在不同的工作场所受到的自动化影响可能或多或少有所不同。

普华永道的自动化率算法，首先采用了Frey和Osborne研究中的标记结果，并利用PIAAC的数据集复制了OECD的研究方法，然后通过附加数据和优化后的自动化率预测算法来增强该方法。该算法模型最初通过PIAAC中英、美、德、日的数据进行试用，随后扩展到29个国家的20多万名从业者，让我们对不同行业中不同类型（例如从年龄、性别或教育水平划分）从业者工作的相对自动化程度的估计值有了更强的信心。

PIAAC数据库不包括中国，但我们基于中国农业和制造业自动化风险处于相对较高水平（高于90%的经合组织国家），估算出了中国的结果，服务业及建筑业则与经合组织的偏中性水平一致。这反映了一个事实，即大多数经合组织国家的制造业和农业自动化的空间可能已基本耗尽，而在中国却还有一段路要走。然而对于服务业和建筑业而言，就没那么清晰可见了。

基于这些假设，我们估计中国所有经济部门的平均自动化风险约为39%。但是，实际上被取代的工作岗位比例将低于此，因为实际上可能存在拖慢自动化进程的一系列涉及经济、法律及监管和组织因素。基于《机器人会抢走我们的工作吗？》（普华永道，2018年2月）中的概率风险评估，我们将核心情景中对中国的估值下调了三分之一，从39%下调到了26%。该数值是本文主要内容中对替代效应预估的基础。在上文第5节情景分析中，我们使用的换算系数为二分之一到六分之五。

收入效应

在《抓住机遇》中，我们估算了截至2030年人工智能带来的总收入。本文基于2017年6月的报告《抓住机遇》，首先按行业预测未来20年内中国产出增长(GVA)，然后估算归因于人工智能的GVA增长比例，将人工智能的潜在价值换算为岗位数量。

我们在此假设，预计岗位新增将与预计GVA增长一致，因为我们已经通过估计替代效应来获取了人工智能在节省劳动力投入方面对生产力的影响，因此此处再次纳入该点将造成计算重复。这与牛津经济研究院和美国思科2017年对美国的研究报告中的广泛假设相同，与该报告不同的是，我们并不认为人工智能对就业的净影响恰好为零，因为这作为强加先验的假设似乎过于严格。

我们采用了普华永道最新的《全球经济观察》(Global Economy Watch)报告中对GDP的短期预测以及普华永道2017年2月的报告《世界2050》(The World in 2050, 有更新)中的长期预测。从短期来看，预计2017至2020年中国GDP将以6.4%左右的平均速度增长，并在2030至2037年间逐步下降至每年约2.5%的长期增长趋势。这反映了中国人口老龄化和经济日趋成熟带来的影响，长期看来将导致长远增长率逐渐与美国等发达经济体趋同。

我们假设各行业的增长与中国整体GDP增长将同步逐渐减速，但基于如表3所示的2011至2016年的相对增长率，各行业也会有所变化。

表3：预计未来20年中国行业板块的实际GVA增长率（%pa）

	2011-16	2017-20	2021-25	2026-30	2031-37
农业	4.0%	3.4%	2.1%	3.0%	1.3%
工业	7.0%	5.9%	3.7%	5.1%	2.3%
建筑业	8.4%	7.1%	4.5%	6.1%	2.8%
服务业	8.0%	6.9%	2.5%	4.5%	1.2%
总计	7.3%	6.4%	5.5%	4.0%	2.5%

资料来源：普华永道分析

表3列出的可归因于人工智能及相关科技的预计GVA增长份额是基于普华永道2017年6月报告《抓住机遇》中的CGE模型计算结果而来的，为反映本文中使用的行业细分，我们对其做出了些许调整。该计算的结果在下方表4的最后一栏中列出。

为计算出与归因于人工智能的GVA增长相关的工作岗位数量，我们假设由上述原因形成的工作岗位增加的百分比与预计的GVA增长相同。例如，为了求得累计收入效应，我们将未来20年即到2037年的这类增长率进行了复合计算。

表4：根据收入效应，人工智能对年均工业板块的GVA增长及就业增长的贡献

	年均GVA增长（2017 – 37）	归因于人工智能的增长
农业	2.3%	0.7%
工业	4.0%	1.6%
建筑业	4.8%	1.9%
服务业	4.7%	1.9%
总计	4.3%	1.7%

资料来源：普华永道分析

参考资料

- Acemoglu, D. and P. Restrepo (2016), 'The race between machine and man: implications of technology for growth, factors shares and employment', NBER Working Paper no. 22252
- Acemoglu, D. and P. Restrepo (2017), 'Robots and jobs: evidence from US labour markets', NBER Working Papers no. 23285
- Arntz, M., T. Gregory and U. Zierahn (2016), 'The risk of automation for jobs in OECD countries: a comparative analysis', OECD Social, Employment and Migration Working Papers No 189.
- Autor, D.H.(2015), 'Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation', *Journal of Economic Perspectives*, 29 (3), pp. 3-30
- Brynjolfsson, E., D. Rock and C. Syverson (2017), 'Artificial Intelligence and the Modern Productivity Paradox: A Clash of Statistics and Expectations', NBER conference on AI, discussion paper, September 2017
- The Economist (12 July 2018), Automating Cooker: The Rise of Robo Chef
- EU SME Centre (in partnership with China-Britain Business Council) (2015), Smart Cities in China
- Felipe J, C. Bayudan-Dacuycuy and M. Lanzafame (2016), 'The declining share of agricultural employment in China: How fast? Structural Change and Economic Dynamics
- Ford, M. (2015), *The Rise of the Robots*, Oneworld Publications
- Frey, C.B. and M.A. Osborne (2013), *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?* University of Oxford
- Frey, C.B., M.A. Osborne and Citi (2016), *Technology at Work v2.0: The Future Is Not What It Used To Be*, Oxford Martin School and Citi GPS
- GSMA Intelligence (2017), *5G in China: Outlook and regional comparisons*
- International Federation of Robotics (2017), *Executive Summary World Robotics 2017: Industrial Robots*
- Li J., Y. Xin and L. Yuan (2009), *Hybrid Rice Technology Development: Ensuring China's Food Security*
- Ministry of Education of the People's Republic of China (2018), MOE holds press conference to present action plan on promoting AI in universities
- Oxford Economics and Cisco (December 2017), *The AI Paradox: How Robots Will Make Work More Human*
- PwC (June 2017), *Sizing the Prize: Exploiting the AI revolution*, 文章链接: <https://www.pwc.com/gx/en/issues/data-and-analytics/publications/artificial-intelligence-study.html>
- PwC (2017), *Artificial Intelligence in HR: a No-brainer*, 文章链接: <https://www.pwc.nl/nl/assets/documents/artificial-intelligence-in-hr-a-no-brainer.pdf>
- PwC (2018), *AI predictions: 8 insights to shape business strategy*, 文章链接: <https://www.pwc.es/es/home/assets/ai-predictions-2018-report.pdf>
- PwC (February 2018), *Will robots really steal our jobs?* 文章链接: <https://www.pwc.co.uk/services/economics-policy/insights/the-impact-of-automation-on-jobs.html>
- PwC (July 2018), *What will be the net impact of AI and related technologies on jobs in the UK?* 文章链接: <https://www.pwc.co.uk/economic-services/ukeo/ukeo-july18-net-impact-ai-uk-jobs.pdf>
- South China Morning Post (10 May 2018), Here's what China is doing to boost artificial intelligence capabilities
- United Nations (2018), *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*
- Xinhua News Agency (2017), Full text of resolution on CPC Central Committee report

联系我们

本报告由普华永道经济学家John Hawksworth和Yuval Fertig撰写，Stephan Hobler协助了相关调研，Richard Berriman和Hugh Dance提供了早期数据分析。诚挚感谢普华永道以下同事对本研究报告初稿提出的中肯意见和建议，包括：Anand Rao, Massimo Pellegrino, Daniel DiFilippo, 以及Jonathan Gillham。

了解更多普华永道关于经济学和人工智能方面的服务和思想领导力出版物，请点击：

www.pwc.co.uk/economics

www.pwc.com/ai

如果想了解本报告中所讨论问题的更多信息，请联系下列普华永道专家进行咨询探讨。



John Hawksworth

首席经济学家，
普华永道英国
+44 (0)7841 803 665
john.c.hawksworth@pwc.com



Anand Rao

人工智能服务全球主管合伙人，
普华永道美国
+1 (617) 530 4691
anand.s.rao@pwc.com



Jonathan Gillham

计量经济学和经济模型总监，
普华永道英国
+44 (0)7714 567 297
jonathan.gillham@pwc.com



Euan Cameron

人工智能服务主管合伙人，
普华永道英国
+44 (0)7802 438 423
euan.cameron@pwc.com



Yuval Fertig

经济学家，
普华永道英国
+44 (0)7872 815 700
yuval.fertig@pwc.com



张立钧

金融咨询服务主管合伙人，
普华永道中国
+86 (10) 6533 2755
james.chang@cn.pwc.com

