


拥抱人工智能和 物联网，开启变革 新时代

人工智能如何实现万物互联





世界各地的企业正加速利用物联网构建全新产品链和服务网，在此背景下，新型业务机会和新型业务模式层出不穷。由此带来的转型正在开启公司运营方式和与客户接洽方式的新时代。

然而，就目前而言，物联网应用仅为冰山一角。如欲充分挖掘物联网潜能，各公司还需将物联网与日新月异的人工智能(AI)技术紧密结合。人工智能技术的应用使得“智能机器”能够在不受或几乎不受人干预的情况下模拟智能行为并作出明智决策。

未来几年，人工智能技术将不断进步，并对几乎各行各业的职位设定、技能以及人力资源战略产生深远影响，由此，对各公司而言，制定转型计划、适应人工智能推动的世界实乃刻不容缓。在当今基于物联网的数字生态系统中，将人工智能融入物联网已成为成功的先决条件。因此，企业必须迅速行动，确定如何通过合并人工智能和物联网来获取更多价值，以及如何在未来数年里积极应对竞争者的奋起直追。

人工智能：颠覆性不输个人电脑的新兴技术……

在近期的《思想领导力》¹中，我们针对以下内容进行了论述：工业物联网(IIoT)的出现为何是业务变革千载难逢的契机？伴随工业物联网的出现，企业为何需调整运营模式和业务模式并培养、获取新能力以管理与客户的直接关系？但是，仅此还不足以实现一个成熟化的物联网。为全面挖掘物联网的潜力，还需将其与一系列同样强大并具颠覆性的技术，即人工智能技术相结合。

如后附信息面板所预测和强调的那样，物联网正呈指数增长，这一点可谓已众所周知。然而，人们却并未广泛认识到人工智能将对我们的个人生活和工作各方面产生何种深远影响。若人工智能与物联网相结合，其影响还将进一步扩大。

事实上，同二十世纪八十年代引进个人电脑时一样，人工智能势必带来巨大转变和持续变革。人工智能将像个人电脑那样，为未来十年乃至十年以后的巨大加速创新奠定基础，从而大力推动全球经济增长。二十世纪八十年代时，谁也未曾想到个人电脑会给我们的生活带来如此广泛和深远的改变。同样，今天，也很少有人可以想象数十年后，人工智能对我们来说将意味着什么。

……使企业能够充分利用“智能机器”时代……

所以，我们将着眼于哪些影响呢？其一是为人工智能解决方案和服务创造更具活力、规模更大的市场：美国银行美林证券（“美银美林”）于2015年12月预估²，到2020年，机器人和人工智能解决方案的市场份额将飙升至每年1530亿美元，其中830亿美元与机器人和机器人技术有关，另外700亿美元会用于人工智能的分析。此外，美银美林还预测，未来十年，机器人和人工智能技术的应用可使多个行业的生产率提高30%，并使制造业劳动力成本降低18%到33%。

不管确切的增长轨迹究竟如何，可以肯定的是，人工智能正在迅速普及，且其普及程度决定了其能为企业带来何种规模的效益。人工智能的核心在于以各种机器模拟智能行为，而物联网乃关乎连接该等机器，因而，人工智能和物联网之间有明确的交集。

早期的人工智能较为“脆弱”，无法以同等精度处理所有情况。因此，早期的人工智能通常离不开人为干预，只适于处理狭义任务，无法得到全面应用。不过，这只是人工智能演变过程的第一步，随着下一波动态智能的发展，其将能在不受或几乎不受人为干预的情况下实时处理各种任务。一旦赋予设备和机器此种程度的人工智能，我们便顺理成章地进入“智能机器”时代。

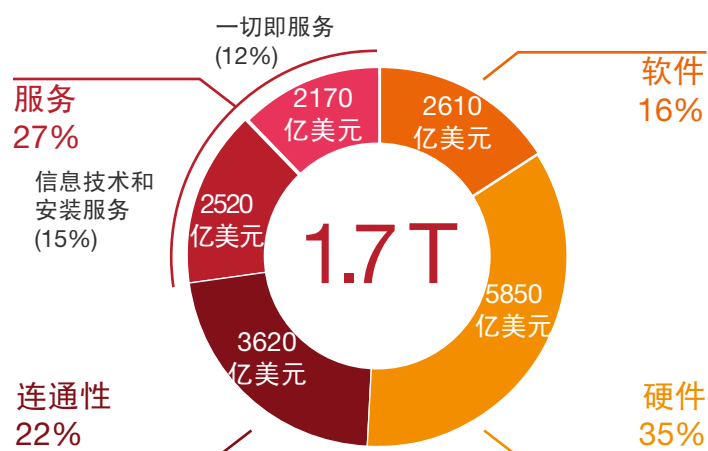
由于人工智能处于不断演变之中，其为企业带来的效益也不断转变。得益于人工智能解决方案的强大和可扩展性，以往人力操作下要花几周或几个月才能完成的任务，现在只需几分钟或几秒钟便可处理。此外，跟当前对移动技术的采用一样，企业也会迫于来自员工的压力而加快应用人工智能技术，因为员工已经习惯于在家庭生活中享受人工智能带来的各种便利和个性化，他们希望能在工作中通过人工智能应用程序获得同种体验。

图1：2020年全球物联网收入预测(按技术要素)

投资于物联网解决方案：指数增长途径

根据当前预测：

- 2015到2020年间，在物联网解决方案上的花费将累计达6万亿美元。
- 企业对物联网的投资将从2015年的2150亿美元增加至2020年的8320亿美元，而在物联网解决方案上的消费开支将从720亿美元增加至2360亿美元。
- 据国际数据公司透露，到2020年，物联网市场将价值1.7万亿美元，其中硬件占比最大，其次为服务、连通性和软件。



资料来源：“国际数据公司2015年全球物联网分类法”，国际数据公司，2015年5月；
“2015到2020年全球物联网预测”，国际数据公司，2015年5月。

……为公司技能需求带来深远影响……

然而，伴随公司未来几年在人工智能上的投入越来越多，人工智能的影响范围将远不止经营业绩，还会蔓延至许多行业的职位数量和性质，引发其变革。实质上，我们将看到人工智能在各种职位和服务中的应用日益广泛，导致那些只能靠大量生产才能实现高价值的技能应用日益减少。为评估该等影响的深程度，并助力各公司制定与人工智能投入和能力建设有关的办法，普华永道对人工智能可能带来的价值及其预期将对公司职位和技能基础产生的影响进行了分析。我们的部分主要发现列示于后附的信息面板。

诚然，关于是否应以智能机器取代工人，社会中仍存在争议，但我们的研究表明，无论哪家公司，但凡未能把握人工智能的机遇，都将处于严重的竞争劣势，这意味着，没有任何一个领导团队可以承受忽视人工智能的代价。并且，随着人工智能和物联网的加速应用，就是否选择应用人工智能而言，企业规划和权衡的余地正飞速收紧。

若干独立研究报告也肯定了人工智能在就业问题上即将带来的巨变。例如，一份2013年的报告(名为《未来工作：电脑化在未来工作中的渗透力度?》)³根据不同职位的电脑化概率，将美国劳动力市场划分为高风险、中度风险和低风险三种职业类别，该报告由牛津大学的Carl Benedikt Frey⁴和Michael A. Osborne⁵共同编写。报告作者写道：“根据我们的预估，美国47%的职业属于高风险类别，这意味着，这类职业可能在未来数年实现自动化，具体年限尚不能确定，可能十年，也可能二十年。”

A man with short dark hair and a light beard, wearing a white dress shirt, a dark tie, and dark trousers, stands in a server room. He is looking towards the camera with a slight smile. To his left are rows of server racks filled with equipment and cables. The floor is light-colored and reflective. The background is slightly blurred, showing more of the server room environment.

人工智能对职位 和技能的影响

Carl Frey和Michael Osborne进行的一项研究表明，在未来几十年中，人工智能很可能使能源行业当前70%的职位实现自动化，并使日用消费品行业当前65%的职位实现自动化。标普资本智商公司的一份独立报告指出，若人工智能使得息税折旧摊销前利润增加5%(部分人认为，这一假设有一定合理性)，意味着能源行业的息税折旧摊销前利润将增加330亿美元，而日用消费品行业的息税折旧摊销前利润将增加290亿美元。

资料来源：标普资本智商公司行业收入及息税折旧摊销前利润(截至2016年6月30日止十二个月，全球上市公司及持有公债的公司，平均覆盖率96%)，美国劳工统计局，未来工作(Frey & Osborne 2013)。

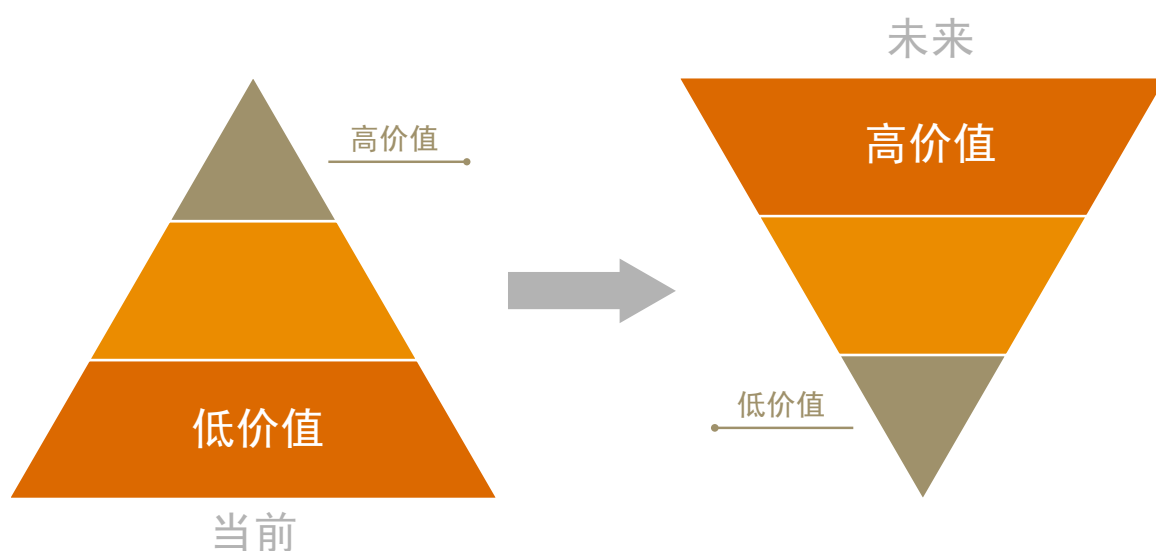
……彻底重塑人力资源与职位格局

未来，美国当今职位的几乎半数将因自动化而不复存在，这一点值得所有企业停下来深思。诚然，新工作的出现将在某些方面起到弥补作用：近期网络安全等领域的就业增长就是很好的证明。但是很显然，无论就我们的个人生活还是工作而言，人工智能技术的到来都将造成技能差距，使得员工现有技能组合的重组以及新员工的大规模招聘成为必要事项。

而这种必要性主要源于一个事实，那就是，人工智能一方面将导致许多职业类别消失或极大减少该等职业类别的员工数量，另一方面还会增加各种职位的有效性，从而对劳动力提出大规模转型的要求。因此，在过渡至人工智能推动的世界时，各行各业的公司都将面临诸多挑战，包括针对如何在该环境下适应招聘、人才保留以及培训要求的转变作出决策。

如图2所示，在人工智能推动的新世界里，工作将发生根本转变，从传统的专注于低价值活动变为专注于高价值活动。在公司层面，具体影响为：实现低技术含量工作的普遍自动化并创建一支精简、高效的劳动力队伍。同时，伴随技能组合的飞速变换，人力资本开发以及灵活、新型招聘策略的应用将备受重视。

图2：工作从低价值向高价值的转变



资料来源：普华永道

尽管人力资源和员工受到的影响将无处不在，但某些类别的职位所受影响可能比其他类别更快、更深远。拟受人工智能直接影响最严重的职位将包括私人助理、出租

车司机、零售收银员、呼叫中心员工、接待人员以及银行柜员等。并且，随着人工智能的应用速度和规模不断提升，受其影响的职位种类也将越来越多。

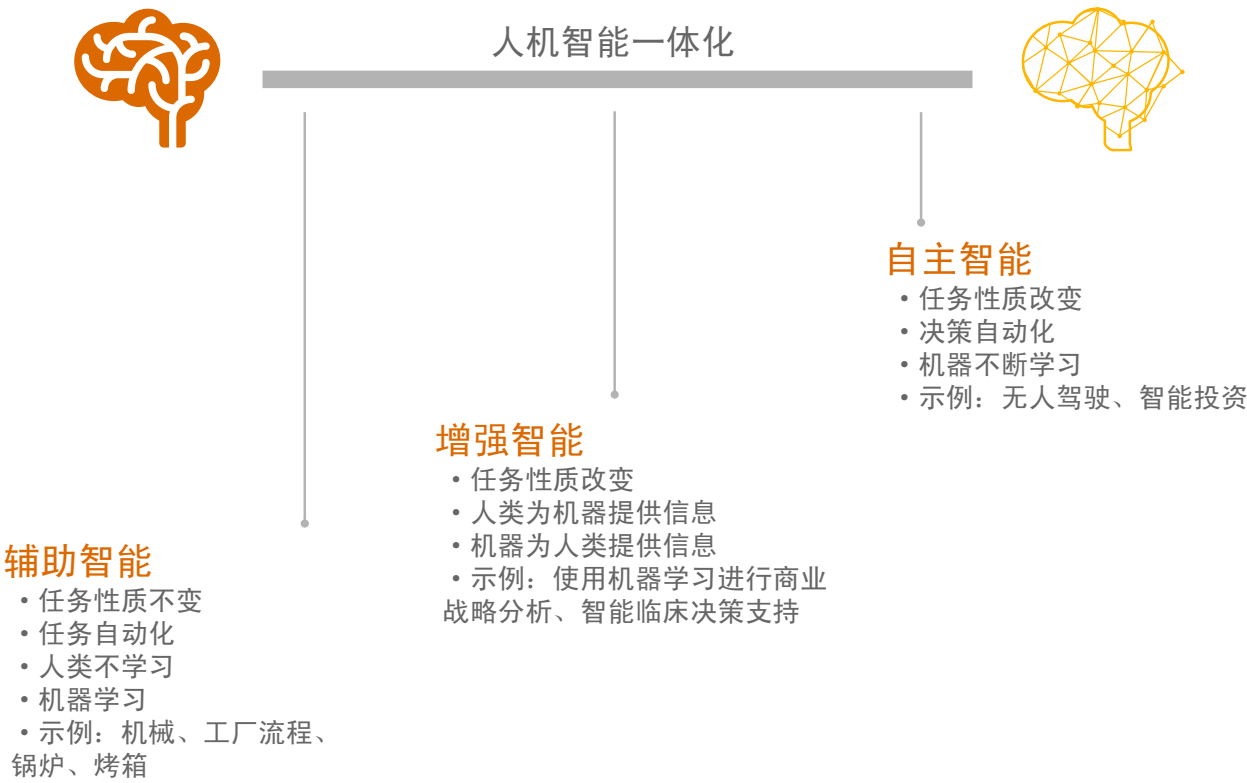
随着人工智能与人机智能一体化并行发展……

很快，公司将不得不勇敢面对该等新现实。当前，智能机器中的人工智能功能正从处理传统的重复性任务应用程序进化为处理灵活多变的任务。如图3所示，在这一演变过程中，人工智能应用程序从辅助智能进化至增强智能，最终实现自主智能。每个阶段均以上一阶段为基础来实现自身的特定功能和特征。

推动人工智能持续进展的因素众多，例如，技术成本曲线保持平稳，相关技术(包括移动连接、云基础设施、传感器扩散、处理能力提升、机器学习软件及储存技术)日渐成熟。此外，其他大趋势(如开放源软件运动的出现以及人工智能的持续大众化)也对人工智能的发展起到一定作用。

随着人工智能的不断演变和机器的日益智能化，某些颇具复杂性的领域将涌现大量机会。首先，在辅助智能的作用下，重复性、日常的手工和认知性任务将实现自动化；其次，当需要对较为复杂的事项作出决策时，人工智能可对人为决策起到增强作用；最后，当机器能够充分了解情况并提出让人信服的预测性建议时，它们将实现自主化。

图3：人工智能的演变



资料来源：普华永道

……与物联网合并……

人工智能的持续发展也带来进一步影响：使得人工智能不断与物联网融合，并使其迅速成为物联网解决方案不可或缺的一部分。鉴于物联网的核心组成部分为连通性、传感器数据及机器人技术，几乎所有非智能设备最终都需实现智能化。换句话说，物联网离不开智能机器。因而也就离不开人工智能。

随着合并的继续，有六大因素将对物联网的持续、迅猛增长起到推动作用(参见图4)，经证明，其中最有力的因素是大数据和云计算的出现。同时，物联网的增长又将反过来推动所产生的数据量呈指数增长，据国际数据公司⁶估计，连接至互联网的设备数量将从2016年的110亿台激增至2025年的800亿台，届时，每年将产生180泽字节的数据，远高于2013年的每年4.4泽字节和2020年的每年44泽字节。

这一数据扩张的洪流将使各类企业面临一些关键挑战。这些挑战包括：

- 确定如何管理、分析该等数据，并从中获得有意义的见解。
- 维持分析的精度和速度。
- 平衡智能的集中化和本地化—你需要传感器和设备具备何种程度的智能？
- 在考虑隐私和数据保密需求的基础上，平衡个性化需求。
- 在网络风险和威胁增多的背景下维持安全性。

图4：物联网增长的推动因素



资料来源：普华永道

……在物联网推动的世界主宰成功

随着各组织应用物联网的步伐渐快，人工智能将大力协助企业制定相关政策，从而应对并征服物联网。物联网主要关乎数据；而数据是数字经济的货币；并且，如我们已强调的那样，物联网将触发并维持数据量的急速增长。

但是，数据只有在可行时才能发挥作用。为使数据可行，需为其增补当前背景和创造力。这就要用到“互联智能”，即，人工智能与智能机器。人工智能主要从两个维度影响物联网解决方案，其一是实现实时响应，例如，通过远程摄像机阅读车辆牌照或分析人脸；其二是进行事后处理，例如随时间的推移从数据中搜索图案并进行预测性分析。

通过该等功能，人工智能可从以下方面为增强的物联网应用程序提供支持：

- 预测性分析 – “将会发生什么？”
- 说明性分析 – “我们应该怎么做？”
- 自适应/连续性分析 – “何为最适宜的行动/决策，我们应如何适应最新变化？”

物联网和人工智能也以其他方式相互依赖。物联网的实时反馈功能对于自适应学习系统至关重要，因为其他技术并不能真正促成这一先进的人工智能/分析类型。所以，物联网和人工智能彼此相依，密不可分。

案例分享：人脸检测 – 一种特殊形式的目标检测，专注于识别特定人选的特有属性

普华永道开发了一款原型面部识别和跟踪软件，并将其部署在嵌入式机器人平台上。机器人上的图像传感器首先收集数据，收集到的数据再经设备处理，便可识别出谁在图像中、位于图像何处。此外，我们还开发了别的软件，其可根据机器人的所见来调整机器人的位置和地点，从而实现对特定个体的跟踪。

资料来源：普华永道




物联网和人工智能的价值主张

智能传感器：效益无处不在

物联网和人工智能在B2B和B2B2C领域的多次成功整合，是这两种技术之间互惠互利关系的绝佳证明。支撑物联网和人工智能融合的价值主张为智能传感器，其通过整合物联网和人工智能，提供实时数据和反馈，从而使系统能够实现我们上述强调的三大功能，即：

- **预测性：**可通过实时数据分析，确定某件大型机械或设备可能于何时发生故障，从而采取积极干预，及时制止故障的发生。例如，当前，通用电气的喷气发动机可于每次飞行中收集500Gb数据，每秒生成5000多种参数(包括空速误差、飞行高度、冷却度、废气温度和流量以及对地速度)的“快照”。这与前几代喷气发动机技术形成鲜明对比，前几代喷气发动机在每次飞行中仅能收集1kb数据，生成30种参数的三个“快照”(起飞、飞行中、降落)。通过利用新一代喷气发动机获取洞察，通用电气能够将绩效提高287倍并将成本降低7倍。
- **说明性：**智能传感器可在问题一触即发之时建议立即采取行动，从而避免故障乃至灾难性事件的发生。例如，当铁轨发生故障时，铁轨上的传感器可向控制中心发出警示。同样，当司机偏离车道中心时，车道中心技术可实现自动纠正。
- **自适应/自主性：**来自传感器的连续数据源使系统能够自主采取最适宜的行动。例如，在医疗方面，血糖传感器可根据病人需求自主改变用药量(胰岛素)。同样，在许多机场和城市中，单轨系统能在无人操作的情况下自主运行。



案例分享：借助人工智能和物联网的融合，开发“智能冷却器”，实现饮料行业转型

普华永道开发了一种内置预包装和定制传感器的原型冷却器。来自冷却器的图像数据可用于跟踪库存管理，对各项指标进行实时分析。冷冻机将图像发送至基于云的应用程序接口(API)，该应用程序接口通过深度学习模型对原始图像进行处理。该系统可通过增加冷却器数量而实现大范围扩展。

资料来源：普华永道

通过应用该等功能，可
实现的影响和获得的财
务及非财务益处包括：

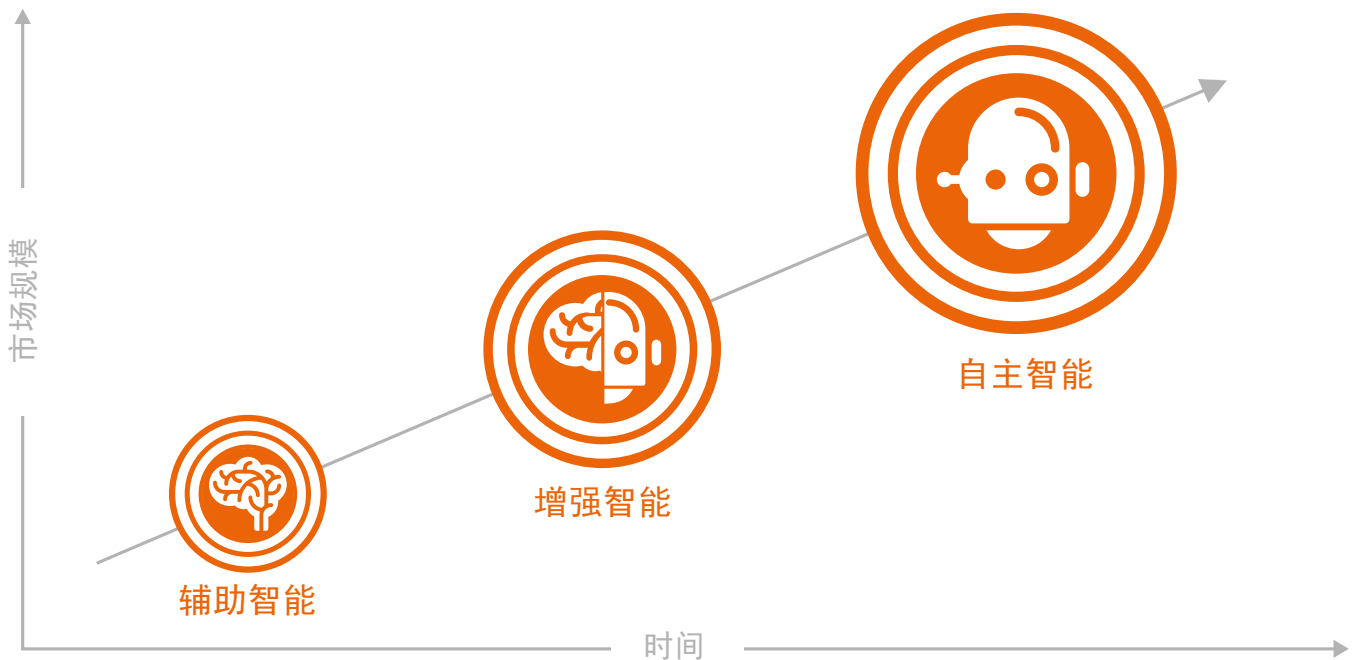


新市场的建立

经验表明，由技术创新主导的每次变革，其结果均会导致新市场的建立，并且，事实上，没人能预见创新的发生，直至其自行发生。因此，过去，互联网的创建开启了电子商务市场之路；个人电脑的发明实现了互联个人电脑的可能；云计算的出现为应用程序和物联网铺平了道路。

人工智能也不例外，人工智能的发展为全新市场的建立开辟了道路，而在从前，这类全新市场是不可能存在且不可想象的。如图5所示，在从辅助智能经过增强智能最终转向自主智能的过程中，人工智能促成和支撑新市场的潜能也将随时间不断加大。

图5：人工智能不断扩张的市场潜力



资料来源：普华永道

不断变化的竞争格局

随着人工智能的发展，产品、员工及服务的智能化程度均不断加大，这就要求各公司根据新的现实改变与调整其产品组合，由此区分出各行各业新的领军者和滞后者。人工智能应用的增多对该等转变的推动主要表现在其为竞争格局带来的五大主要变化：

- **收入更高：**有三类企业将从物联网与智能传感器、设备及人工智能的结合中受益，获得更高的收入：首先是物联网设备制造商；其次是物联网数据和信息供应商/聚合商；再次是基于智能传感器提供应用程序服务的公司。
- **安全性增强：**实时监控将有效防止灾难性事件的发生，从而提升整体安全性。部分保安摄像机通过人工智能分辨人、动物及车辆，并可基于所感知的内容采取相应措施(如开灯、发出警告等)。
- **由事故及其他原因导致的损失减少：**通过实时监控，生命损失和财产损失都将有效降低。
- **成本降低：**通过对设备(电网、家庭智能电表乃至传感器驱动的家庭电器)实施智能监控，家庭和企业的运营成本都将降低。
- **客户体验提升：**智能传感器可了解使用者/消费者的偏好，然后根据其个体行为进行调整。例如，部分智能恒温器可了解家庭中单个用户的理想个人温度设定，知道他们在何时需要何种温度，从而大大改善客户的舒适度和体验。

物联网/人工智能应用程序的影响将日渐覆盖所有行业

鉴于物联网与人工智能整合所能带来的大规模、大范围效益，许多行业的公司开始采取措施积极把握这一机遇，这一点不足为奇。以下举例说明。

- **航空业：**飞机上的传感器持续监控各种系统和子系统的状态，协助查明现存故障并积极预测未来故障及其严重程度。因而，安全性得到提升，航班延误情况和故障停机时间均有所减少。比如，一家领先的航空公司就想要降低因维修问题导致的航班延误和取消，该公司每年因该等航班延误和取消而发生的成本为1.35亿美元。普华永道创建了一种分析模型，该模型可在两到三天的时间内对30%与维修有关的潜在航班延误和取消作出预测。
- **石油钻塔：**石油公司斥巨资采购、运行专门的石油钻探机械。当这些机械出故障时，公司可能遭受巨大损失，并且，由于该等设备的成本通常较高，提供备用机械的做法不具有经济可行性。石油钻塔随附的智能传感器及相关设备可实施持续监控并建议执行预防性检修，从而极大降低运营成本。
- **制造业：**家用电器、飞机、汽车、船只和采矿等不同领域的大型制造和工业公司均为其机械安置了传感器，以执行预测性维护并创建未来的自主工厂。例如，一家大型饮料制造公司就想要在不增加维护成本的情况下降低机械的故障率。普华永道开发了一种分析模型，并利用传感器来识别关键风险领域和根源，以减少故障、降低维护成本。
- **智能建筑：**附于建筑上的智能传感器可通过降低火灾和洪灾等风险而持续提升安全性，还可通过监控建筑物周围人员动向并根据情况调整温度等功能来降低运营成本和提升能源效率。保险公司正与大型企业和建筑公司合作构建智能建筑，以使配置了该等功能的公司有效降低保险费。
- **智能家居：**与智能公共建筑或办公大楼可实现的效益相呼应，家庭中的智能传感器可同时实现以下功能：通过降低火灾和洪灾等风险而提升安全性(例如，通过实时污染物或花粉计数，确保哮喘病人的健康)；降低运营成本(例如，提示消费者以最佳方式使用干衣机/洗衣机、降低家庭保险成本等)；通过适时切换暖气和空调开关，利用非高峰期收费更低的契机，提升能源效率；以及，增强家庭体验，例如，根据不同个体将气候控制在最佳状态。实例中，可将能源监测器接通至用户的配电板，了解其家用电器的电信号，从而收集信息并发出通知、给出建议(例如，告知能源利用率、提示车库门开启、建议清洁/更换冰箱等)。
- **身体状况传感器：**智能传感器可监控各种身体活动和指标，从而提升安全、维持健康。例如，建筑公司可使用身体情况传感器监控体力劳动者的承载能力和状况，由此助其避免受伤，减少对工人的索赔，提高劳动生产率。某些设备可跟踪人们的活动水平，帮助改变他们的行为，从而改善健康状况。而医疗传感器可对整体健康提供支持，例如，其可监控血糖水平并在必要时给药(胰岛素)。

A drone is shown in flight against a light blue sky, with a blurred background of green trees and mountains. The drone has four rotors and a camera mounted underneath. An orange rectangular box is overlaid on the right side of the image, containing text.

案例分享：航空成像将深度学习与 建筑工地无人机图像相结合

普华永道构建了一种可摄取建筑工地无人机成像的结构，借此实现施工进度与计划时间轴和预定质量的对比。通过分析该等数据，可达到以下目的：

- 对象识别：
识别和标记卡车、土壤、汽车、沥青等物体。
- 进度对比：
复核不同时期收集的数据，识别变化与进度。
- 容积测量：
确定某物体的哪些部分位于图像中。

该等分析技术可协助客户监控施工进度、验证与施工计划的吻合度以及系统地收集和更新项目文件。

资料来源：普华永道

结论：为物联网/人工智能制定战略规划时机已经成熟

人工智能和物联网的共同变革将以一种戏剧性的方式重塑我们的生活和工作，而这种重塑是当今大多数企业完全无法想象或理解的。

一方面，其将以机器取代平淡、单调的人工。另一方面，其将为人工智能的早期采纳者带来巨大效益(包括降低成本、提供更佳客户体验以及抢先寻求新型业务机遇)，从而彻底变革竞争格局。

尽管该变革的影响不会在一夜之间全部实现，但其会比大多数企业和个人想象中的要快得多。因此，明智的公

司及其高管们绝不会坐以待毙。相反，他们现已开始进行必要的战略对话，以在变革到来之前做到心中有数并做好充分准备。

那些积极而有远见的公司可以有力地将即将到来的变革从一种席卷而来的不可抗力转变为自身的巨大机遇。简而言之，人工智能革命已然开始，而现在就是为其做准备的最好时机。

联系人

周伟然

通信、媒体及科技(TMT)行业主管合伙人

普华永道全球、中国内地及香港

+86 (755) 8261 8886

wilson.wy.chow@cn.pwc.com

高建斌

通信、媒体及科技（TMT）行业主管合伙人

普华永道中国

+86 (21) 2323 3362

gao.jianbin@cn.pwc.com

Mark Gilbraith

科技、消费品与医疗健康行业管理咨询业务

主管合伙人

普华永道中国内地及香港

+86 (21) 2323 2898

mark.gilbraith@cn.pwc.com

尾注

1 工业物联网: 企业为何需同时具备新技术和全新的运营蓝图

<http://www.pwc.com/gx/en/industries/technology/publications/industrial-internet-of-things.html>

2 资料来源: 美国银行美林证券, 机器人革命 – 全球机器人及人工智能入门, 2015年12月

[https://www.bofaml.com/content/dam/boamlimages/documents/PDFs/robotics and ai condensed primer.pdf](https://www.bofaml.com/content/dam/boamlimages/documents/PDFs/robotics%20and%20ai%20condensed%20primer.pdf)

3 资料来源: [http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The Future of Employment.pdf](http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The%20Future%20of%20Employment.pdf)

4 牛津马丁学院, 牛津大学, 牛津, OX1 1PT, 英国, carl.frey@oxfordmartin.ox.ac.uk

5 工程科学系, 牛津大学, 牛津, OX1 3PJ, 英国, mosb@robots.ox.ac.uk

6 资料来源: <https://whatsthebigdata.com/2016/03/07/amount-of-data-created-annually-to-reach-180-zettabytes-in-2025/>