

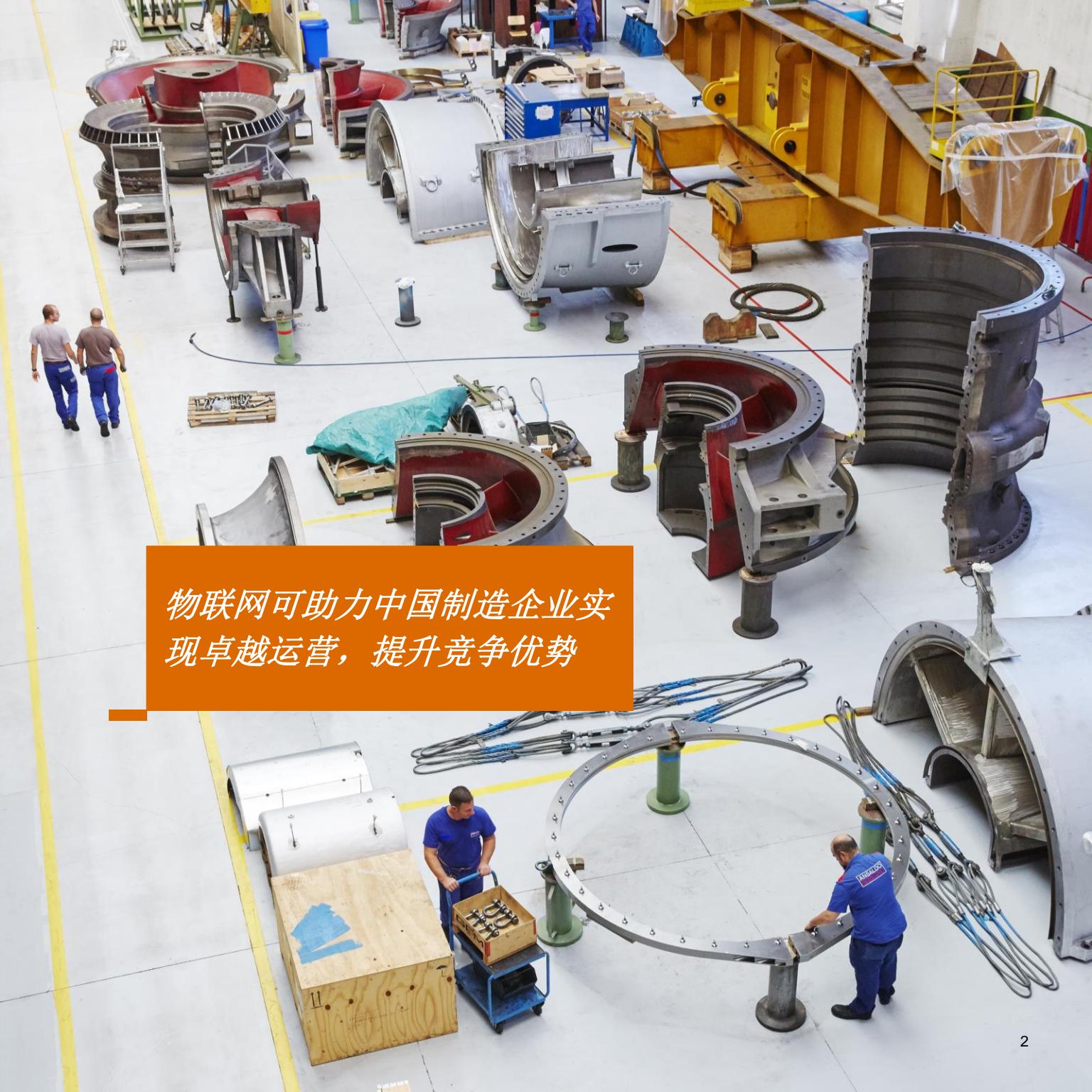
# 启动流水线

物联网如何助力中国制造  
企业提高竞争力

本文件由Orange Business  
Services委托提供

2017年4月

**pwc**



物联网可助力中国制造企业实现卓越运营，提升竞争优势

短短30年，中国便一跃成为全球最大的成品生产国。在此期间，凭借充裕的低成本劳动力、低廉的生产投入以及估值偏低的货币等优势<sup>1</sup>，中国成为了生产低技能、劳动密集型商品的首选之地。

为满足全球消费需求，中国制造企业大力追求快速发展，然而其扩大规模的方式不是追加资本投资和完善运营模式，而是雇佣更多工人，并指定更专业的人员负责制造过程中的每一步。

近年来，在经济增长缓慢和成本不断上涨的大环境下<sup>3</sup>，中国制造业陷入困境<sup>2</sup>，这种现象在出口导向型程度更高的沿海地区尤为明显。例如，按美元计算，制造业人员的工资在过去十年增加了四倍<sup>4</sup>；政府规定了最低土地价之后<sup>5</sup>，工厂厂房成本也呈指数级上升。此外，人民币的逐步升值更是让制造业雪上加霜——自2005年中以来，人民币实际有效汇率上涨了近30%<sup>6</sup>。

同时，越南等亚洲新崛起的低成本生产国，德国与美国等科技发达的经济体，无一不是中国强劲的竞争对手<sup>7</sup>。

近年来，无论是本地还是全球，需求的本质已发生转变。在许多市场中，仅仅是廉价生产已无法满足市场需求，因为消费者不仅要求产品价格便宜，还希望它们款式新颖且品质卓越。

面临巨大的行业压力，中国制造企业必须探寻新的发展道路，才能在守住盈利底线的情况下实现持续增长。对于此，利用数字技术推动创新运营的方法最为具有前景。

中国政府目前正大力支持数字技术的战略性投资。为此，中国政府在最新中国经济发展“五年计划”中提出了“中国制造2025”(MiC2025)的战略计划，将为制造企业提供数十亿元的资金支持，旨在提升包括先进机械和机器人在内的各项技术<sup>8</sup>。除MiC2025外，中国政府还提出了“互联网+”战略，旨在整合关键信息技术的各项举措，促进智能科技的发展。

**探索智能科技如何造福中国制造企业，此刻正当时**。数字技术包括移动技术、机器人技术、3-D打印、云计算、大数据等多种形式，其中最适宜用于改善经营的当属物联网，原因在于物联网能提高中国制造企业在高质量和高复杂度产品方面的竞争力。



中国制造业



GDP的33%<sup>9</sup>



全国劳动力的  
15%<sup>10</sup>

## 中国制造2025<sup>11</sup>

战略与国际研究中心认为，MiC2025战略计划的灵感来自德国的“工业4.0”计划。“工业4.0”计划旨在将信息技术工具应用于生产，从而实现智能制造。MiC2025旨在促进中国制造业的发展，提升效率，推动一体化，让中国制造业攀上价值链高峰，制造出更为精密的产品，获得更高利润。

该战略计划强调优先发展以下10大行业：



创新型先进信息技术



自动化机床与机器人技术



航空航天设备



海上设备与高科技航运



现代铁路运输设备



新能源汽车及设备



电力设备



农业设备



新材料



生物医药与先进医疗产品

中国在制造业升级过程中所面临的挑战，将比德国更为严峻，因为后者着手实施工业4.0计划时已经拥有更先进的技术。而中国，则必须克服若干障碍，如探寻具备相关技能的人才，又如解聘技术技能比较低下的工人。要做到这些，离不开政府强有力的支持。此外，德国墨卡托中国研究中心(Mercator Institute for China Studies)的分析表明，中国制造业目前尚处于工业2.0(以流水线为主要特征)向工业3.0(更多采用工业自动化、电子和信息技术)过渡的阶段。例如，在德国，企业为每10,000名工人配置的工业机器人高达282台，而在在中国，同样数量的工人仅配有14台工业机器人。目前，仅有60%的中国企业采用了企业资源计划系统(Enterprise Resource Planning)<sup>12</sup>等工业自动化软件。

尽管面临诸多挑战，但考虑到资本流入以及各界对制造流程的关注，中国制造企业迟早会通过更加智能的自动化技术提高制造效率。

## 深入洞悉流水线，加强业务运作

为提高生产率，许多中国制造企业已着手在车间引入机器人和机械。除这方面的投入以外，制造企业还可以利用物联网和智能自动化技术实现更高生产率。所谓物联网，是指机器设备和传感器收集数据，并通过互联网将收集到的数据汇入后端数据库和处理设施，从而提升生产分析的实时性<sup>13</sup>。

机器人和机械设备已经到位的制造企业，可利用物联网创造新价值。他们可将智能设备连接到现有资产，从以往未得到充分利用的资源中收集数据。例如，企业可为制造设备配置智能技术，用以监督意外振动或高温等故障预警模式，并下达部件更换指令，从而达到增强设备功能的目的。

智能机器和使能技术的成本越来越低。例如，自从引进云计算后，计算机处理和存储成本从数百美元降到了几十美元，而大多数设备的硬件成本也不断下降<sup>14</sup>。

### 制造业中物联网信息速查：



因此，制造企业只需达到最低资金要求便可从物联网科技中获益：

### 提高生产力

通过智能技术，企业可从机械设备和传感器中收集生产周期或材料消耗等过程数据，对这些数据进行筛选后将其发送到云端进行存储以及进一步分析。通过这种方式，可将这些数据转换成实时仪表板，以便及时监测和控制工厂流程与设备，并就如何优化装置得出深远见解。

例如，在数据的支撑下，设施经理可实时洞悉所有运营事项，包括材料、设备和操作人员使用模式。如此一来，设施经理就能够更轻松地分析流程，简化工作流程，以此减少无效时间与流程，降低在制品库存，并建立有效的性能管理体系。通过这些信息，生产人员还可以更深入地了解温度、压力和湿度对性能的影响方式，并尽量减少产量损失。

据估计，使用以数据为中心的方法，可将产能提高65%<sup>15</sup>。

### 提高能效

利用物联网技术追踪实时能耗，可在能源成本最高的高峰期以外的时间段运行高能耗资产。

同时，制造企业也可以适当收集公共设施使用信息，以确定生产某种产品的精确能耗，并将结果用于分析盈利能力。

# 攀上物联网阶梯<sup>16</sup>

目前，中国制造企业正在不同程度的物联网发展下展开运营活动。

## 如今数据无处不在.....而未来

- 数据收集/分析遍及供应链和分销领域
- 采用新技术，实现更大程度互联(例如3-D传感器、协同与社交软件、增强现实、位置识别、3-D数据可视化等)
- 先进制造设备(机器人、3-D打印机等)之间机器对机器 (M2M) 数据交换活动愈加频繁
- 广泛采用产品监测服务商业模式

## 向决策者交付可操作数据

- 在所有利益相关方均可访问的平台上整合可扩展数据 (例如通过电子邮件发出可能机器故障警报)，这些数据还能与相关外源数据(如天气信息)相结合
- 智能机器具备实时自我纠错、自我修复和自我维护功能

## 数据收集与分析

- 采用软件、云服务器(私人、公共或混合)收集、存储和组织数据
- 分级实时监测分析工厂设备、材料与工艺、能耗

## 数据搜寻

- 设别
- 部署数据需要捕获的数据采集装置(网路传感器、控制器、摄像头、仪表、智能手机、平板电脑等)
- 实现有线与无线数据连接(如无线个域网、Wifi、手机、局域网和互联网)



## 实现跨设施标杆管理

利用物联网，可将多个工厂的数据收集整合到云端。通过整合的数据可实现跨工厂监测和标杆管理，最终识别高性能和低性能设施。企业可挑选出这些设施特有的数据模式，便于识别适用于整个网络的最佳规范，也便于更正缺陷。

## 采用具备自校功能的机器，减少故障与浪费

智能机器也可以通过编程实现自我监测和自我校正，从而在其他方面实现诸多改良：

### 提高质量控制，降低故障率

质量和自动化对于高端产品尤为重要，是中国制造企业向全球生产链上端迈进的关键促成因素。例如，就自动化水平而言，中国锂离子电池产业落后于韩国和日本同类产业，导致质量控制较差<sup>19</sup>。

要改善这种情况，可在设备内嵌入智能功能，实现自动实时质量检验，从而加快对产品和材料缺陷的反应速度。例如，一旦在生产线检测出重大质量控制问题，通过智能技术即可立刻停止该生产线运行，以防止产出最终只有被废弃的低劣产品。这种自动化质量检验能起到防错作用，还能实现外部供应商质量管理。

研究表明，实施有针对性的控制，废品率可降低75%，验证时间由两个星期降至两个小时，大幅降低了成本<sup>20</sup>。

## 实现高效维护

出现设备故障时，智能设备可实时收集并分析相关数据，并根据分析结果自动推荐故障修理方案。有了这些备选方案，决策将变得更容易更快捷，从而大幅降低平均停机时间以及维修费用。

## 物联网在制造业中的应用——以日本为例

日本制造企业一直提倡使用物联网来提高产能。例如，位于日本名古屋的三菱电机厂制定和部署了自动化解决方案e-F@ctory和eco-F@ctory，用以优化增强制造及生产流程。E-F@ctory是一套控制和网络技术，可用于生产信息可视化，将这些信息融入生产计划，从而确保质量可追溯性。Eco-F@ctory则引进了支持节能工作的测量设备和技术，从而实现用电“可视化”管理。

总体来看，人机协作能够实现以下几点：

- 生产周期缩短50%
- 生产力提高180%
- 设备运行率提高190%
- 制造时间缩短60%
- 能源成本降低10%<sup>21</sup>
- 质量损耗降低50%<sup>22</sup>

传感器还可在设备使用年限内对其进行连续监测，从而评估其运行状况。一旦识别到异常或恶意行为，传感器即可自动分析数据，准确识别潜在障碍、缺陷或故障。

随后，系统将提示适当的预防性维护措施，降低故障风险，从而尽量减少计划外停机时间，提高生产量。

基于物联网的预测性维护能够让停机时间减少50%，产能增加65%，这一点已经得到证实，而其主要得益于计划维护时间缩短，而生产线运行周期更长<sup>23</sup>。

进一步来讲，网络化设备可直接处理其收集的数据，且能自主采取措施，无需手动操作<sup>28</sup>。在许多维护状态下，机器系统可以自行诊断、自行调整。例如，智能设备可以识别其电池过热情况，然后自动改为低强度运行，以便在等待更换部件的同时控制温升。

除了节约时间和费用外，该技术还能预防紧急情况，如此一来，员工就可将主要精力放在意外事件监督和处理等增值活动上。

### 降低经营风险

在以嵌入式智能技术为依托的生产环境下，企业可将健康与安全合规性控制在零容忍水平。这种环境下，不管是事故预防及实时检测，还是险兆事件调查与解决，都会更为准确高效。

## 物联网在制造业中的应用——以中国为例

目前，中国制造企业尚未广泛采用物联网，但几大市场主导企业已宣布将采用智能设备的计划，包括：

- 全球最大的合约电子产品制造商富士康科技集团计划引入更多的自动化设备、云计算和服务，以推动长期增长<sup>24</sup>。近来，该集团原本由6万名工厂工人负责的工作转由机器人执行，而工人则改为专攻研发、过程控制和质量控制等制造过程中更有价值的环节<sup>25</sup>。
- 2016年，为提高生产，中国技术和智能手机巨头华为与设备供应商签署相关协议。华为或将通过互联网连接生产过程中的所有领域，以提高生产力、降低成本并减少排放。一旦成功，华为一年或将节省5亿美元<sup>26</sup>。
- 2016年，中国领先的机器人制造商新松与施耐德电气就在中国建设智能工厂签订协议，自此开始，位于新松总部所在地辽宁省的工业基地迈入现代化历程<sup>27</sup>。

## 通过智能供应链改进生产计划

传感器数据可以结合全球定位系统(GPS)和无线电频率识别(RFID)技术，实现供应链相关事件的实时可见性和可追溯性。追踪技术在企业供应链中的应用已经屡见不鲜，而物联网则能为供应网络与工厂所有相关方提供更丰富的数据与更高级的智能服务<sup>29</sup>。

制造企业利用收集的数据，能够准确预测货物从供应商处发出并到达工厂和仓库的时间，实现自动运输和交货，并据此对生产流程进行相应调整，优化资产和劳动力使用率。制造企业还可以利用数据来追踪原材料，提高交货速度，缩短生产周期。使用实例<sup>30</sup>表明，在物联网的协助下，生产周期可缩短**28%**。

智能技术在制造企业供应链中的应用可以延伸至货物位置信息以外。

智能技术还可以协助企业监测各设备运输至智能工厂过程中的情况。

例如，传感器可以协助检测货物运输环境是否温度过高和湿度过大，运输环境是否会影响货物质量。智能工厂可在投产前查明潜在问题，并采用备选供货来取代受损材料<sup>31</sup>。

制造企业还可通过智能技术为其他下游利益相关方创造更多的价值<sup>32</sup>。例如，货物流转于供应链各环节时，制造企业、分销商和零售商可以利用共享标签系统实现存货的实时追踪。

这一层面的协作对于零售业等具有季节性需求的行业尤为有效。这些行业的产品可供出售的机会有限，零售商的实时补货请求能够让制造企业在控制存货成本的同时，更机动灵活地满足相关需求<sup>33</sup>。



现在，物联网已然成熟，并成为世界各地制造企业的流水线重要组成部分。仅中国，制造企业在物联网方面的支出预计将在**2020**年达到**1275**亿美元，**2016**年至**2020**年的平均复合增长率达**14.7%**<sup>34</sup>。

如今，中国制造企业力求向价值链上端迈进，争取签订更高价值的制造合约。毫无疑问，数字技术，尤其是物联网将作为主力，凭借巨大的潜力提高运营效率，促进供应链整合，并最终构建全新创新工具推动价值链上移。

能否大力应用数字技术，或将决定中国未来几年是否能继续以“世界工厂”自居。



## 参考资料

1. <http://www.treasury.gov.au/PublicationsAndMedia/Publications/2012/Economic-Roundup-Issue-4/HTML/article4>
2. <https://www.technologyreview.com/s/601215/china-is-building-a-robot-army-of-model-workers/>
3. <http://www.worldfinance.com/markets/a-tough-road-ahead-for-chinas-manufacturing-industry>
4. <http://www.worldfinance.com/markets/a-tough-road-ahead-for-chinas-manufacturing-industry>
5. <http://dupress.com/articles/manufacturing-beyond-china/>
6. <http://www.treasury.gov.au/PublicationsAndMedia/Publications/2012/Economic-Roundup-Issue-4/HTML/article4>
7. <http://www.industrysourcing.com/article/smart-manufacturing-china>
8. <https://www.technologyreview.com/s/601215/china-is-building-a-robot-army-of-model-workers/>
9. <http://www.worldfinance.com/markets/a-tough-road-ahead-for-chinas-manufacturing-industry>
10. <http://www.worldfinance.com/markets/a-tough-road-ahead-for-chinas-manufacturing-industry>
11. <https://www.csis.org/analysis/made-china-2025>
12. <http://knowledge.ckgsb.edu.cn/2015/09/02/technology/made-in-china-2025-a-new-era-for-chinese-manufacturing/>
13. 战略及2016年工业制造业趋势
14. 了解传感器，了解物联网将如何推动创新，Altera公司网站 [https://www.altera.com/solutions/technology/system-design/articles/\\_2014/internet-things-drive-innovation.html](https://www.altera.com/solutions/technology/system-design/articles/_2014/internet-things-drive-innovation.html)
15. [http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/wp/cie-wp007\\_-en-p.pdf](http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/wp/cie-wp007_-en-p.pdf)
16. 普华永道出版物：《物联网对于美国制造业意味着什么》  
[http://www.themanufacturinginstitute.org/~/media/659A17245F6F4375BCCE889079427CB6/Data\\_Driven\\_Manufacturing\\_Whitepaper.pdf](http://www.themanufacturinginstitute.org/~/media/659A17245F6F4375BCCE889079427CB6/Data_Driven_Manufacturing_Whitepaper.pdf)
17. 麦肯锡全球研究院，物联网：超越市场炒作之外的价值，2015年6月，  
[http://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Business%20Functions/Business%20Technology/Our%20Insights/The%20Internet%20of%20Things%20The%20value%20of%20digitizing%20the%20physical%20world/Unlocking\\_the\\_potential\\_of\\_the\\_Internet\\_of\\_Things\\_Executive\\_summary.ashx](http://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Business%20Functions/Business%20Technology/Our%20Insights/The%20Internet%20of%20Things%20The%20value%20of%20digitizing%20the%20physical%20world/Unlocking_the_potential_of_the_Internet_of_Things_Executive_summary.ashx)
18. ARC顾问集团，通过物联网，制造企业极有可能实现高达3.88万亿美元的价值，2014年3月。
19. <http://knowledge.ckgsb.edu.cn/2015/09/02/technology/made-in-china-2025-a-new-era-for-chinese-manufacturing/>
20. [http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/wp/cie-wp007\\_-en-p.pdf](http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/wp/cie-wp007_-en-p.pdf)
21. <http://dl.mitsubishielectric.com/dl/fa/document/catalog/sol/efactory/l16023/l16023eng-a.pdf>
22. <http://dl.mitsubishielectric.com/dl/fa/document/catalog/sol/efactory/l16012/l16012e-c.pdf>
23. <https://www.intel.co.uk/content/www/uk/en/internet-of-things/blueprints/iot-increase-manufacturing-performance-blueprint.html>
24. <http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-06-25/foxconn-s-gou-to-tap-smart-manufacturing-in-move-beyond-labor>
25. <http://www.bbc.com/news/technology-36376966>
26. <http://www.digitallook.com/news/international-companies/general-electric-teams-up-with-huawei-to-improve-production--1633232.html>
27. <http://ss.gtzc.net.cn/En/news/info1455940161.html>
28. <https://www.intel.co.uk/content/www/uk/en/internet-of-things/solution-briefs/smart-manufacturing-solutions-top-10.html>
29. <http://www.inboundlogistics.com/cms/article/how-the-internet-of-things-impacts-supply-chains/>
30. [http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/wp/cie-wp007\\_-en-p.pdf](http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/wp/cie-wp007_-en-p.pdf)
31. <http://memeburn.com/2016/05/smart-manufacturing-intelligent-connected-supply-chain/>
32. <https://www-07.ibm.com/sg/manufacturing/pdf/manufacturing/Auto-industry.pdf>
33. [https://www.zebra.com/content/dam/zebra\\_new\\_ia/en-us/solutions-verticals/product/RFID/GENERAL/White%20Papers/WP\\_Item-Level\\_Supply\\_Chain\\_0413.pdf](https://www.zebra.com/content/dam/zebra_new_ia/en-us/solutions-verticals/product/RFID/GENERAL/White%20Papers/WP_Item-Level_Supply_Chain_0413.pdf)
34. <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prCHE41707816>

## 关于普华永道

普华永道协助组织和个人创造其追寻的价值。我们各成员机构组成的网络遍及157个国家和地区，有超过200,000名员工，致力于在审计、咨询及税务领域提供高质量的服务。详情请进入[www.pwc.com](http://www.pwc.com)。

普华永道系指普华永道网络及/或普华永道网络中各自独立的法律实体。详情请浏览[www.pwc.com/structure](http://www.pwc.com/structure)。

## 联系人

### ***Alan Huang***

电话: +65 8338 8329

邮箱: [alan.hc.huang@sg.pwc.com](mailto:alan.hc.huang@sg.pwc.com)

### ***Mohammad Chowdhury***

电话: +62 811 8083430

邮箱: [mohammad.chowdhury@id.pwc.com](mailto:mohammad.chowdhury@id.pwc.com)

# ***www.pwc.com/sg***

本文件根据普华永道和Orange Business Services于2015年1月15日签署的业务约定书和2016年5月18日签署的补充协议(合称“合同”)编写。普华永道根据合同提供服务并编写本文件。若非合同约定，本文件副本不可交予第三方。除合同约定内容，若本出版物中的信息或基于此出版物的决策促成某项行为之发生或终止而导致任何后果，普华永道不承担任何责任。对于任何本出版物的部分再版或摘录，普华永道不负有任何责任或义务。

本文件由英文编写并翻译为中文。若中英版本间存在差异，以英文版本为准。

© 2017普华永道版权所有。本文件中“PwC”系指PricewaterhouseCoopers International Limited之成员公司PricewaterhouseCoopers Consulting (Singapore) Pte Ltd.，各成员机构为独立法人实体。

本文件中，“Orange Business Services”系指 Orange Business Services Singapore Pte Ltd.。