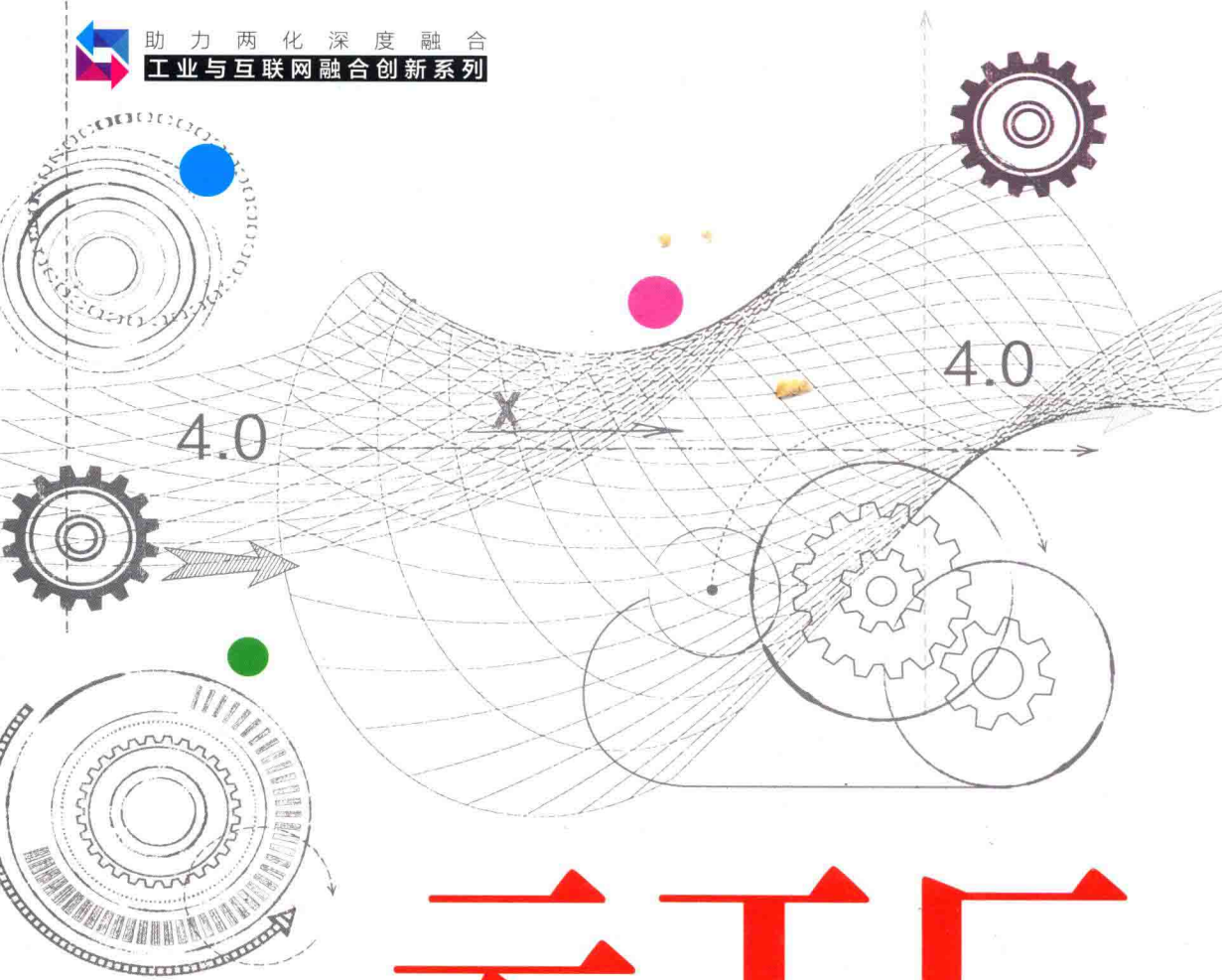




助力两化深度融合
工业与互联网融合创新系列



云工厂

开启中国制造云时代

蔡余杰◎著

CLOUD FACTORY

打造下一个工业独角兽企业
在云端建造一座“超级工厂”



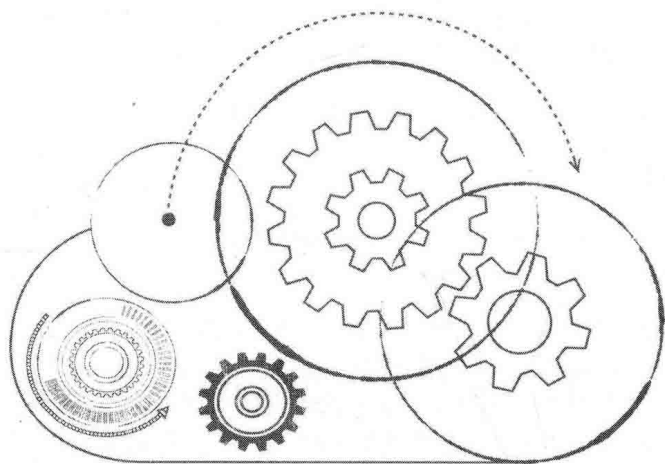
中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



助力两化深度融合
工业与互联网融合创新系列



云工厂

开启中国制造云时代

蔡余杰◎著

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

云工厂：开启中国制造云时代 / 蔡余杰著. — 北京：人民邮电出版社，2017.2
(工业与互联网融合创新系列)
ISBN 978-7-115-44319-9

I. ①云… II. ①蔡… III. ①计算机网络—应用—制造工业—工业企业管理—研究—中国 IV. ①F426.4-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第283628号

内 容 提 要

本书介绍云工厂的形成原理、核心内容、目标与基石，详尽阐述当前我国制造业如何构建云工厂、加快实现向智能云制造的转型，从各云工厂企业实现智能云制造的实践出发，分析当前在构建云工厂和在实现智能云制造探索方面先行企业的成功案例，对未来云工厂的发展趋势进行预测。本书适合关心“互联网+”“云工厂”“工业4.0”浪潮对传统企业转型升级的影响，以及如何实施转型的传统企业中高层管理者阅读。

-
- ◆ 著 蔡余杰
责任编辑 冯欣
责任印制 彭志环
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷
 - ◆ 开本：700×1000 1/16
印张：15.5 2017年2月第1版
字数：213千字 2017年2月河北第1次印刷
-

定价：49.80元

读者服务热线：(010)81055488 印装质量热线：(010)81055316

反盗版热线：(010)81055315

广告经营许可证：京东工商广字第8052号

前言

制造业一直以来都是国民经济和国防安全的重要支柱，是一个国家工业化的战略性产业。

当前，全球制造业的发展正经历着一次深刻的调整和巨大的变革：一方面，发达国家高端制造回流本土以及发展中国家制造业低成本优势丧失将引发国际制造业发展态势和竞争格局的重大调整；另一方面，新一代信息通信技术快速发展并与制造业之间深度融合，引发制造业制造模式、制造流程、制造手段和生态系统等发生重大变革。

当前我国正处在从制造大国向制造强国转变的关键时期，急需探索和培育出新型的、可持续发展的制造模式和手段，并以此推动我国制造业生产方式的转变，进而实现高效、优质、低耗、绿色的智能制造。

2015年，我国的传统制造业企业订单量大幅下滑，产生了大量闲置的产品、物料资源、检测与试验资源等。为了解决制造业面临的困难和矛盾，我国在2015年5月19日正式颁布了《中国制造2025》战略，并将其作为国家级战略加以实施。随着云计算、大数据、物联网、互联网等相关信息技术，以及制造技术、智能技术等先进技术在制造业领域中的应用越来越广泛，云工厂的概念出现在人们的视野中，与此同时，智能云制造作为制造业的一种全新制造模式和制造手段在全球范围内开始兴起。

我国作为全球经济大国，要想加快速度成为制造强国，在当前这个转变的关键时期，搭建云工厂仅仅靠拼投资、拼资源、拼环境的老办法已经行不通了。实施《中国制造2025》，就是要将信息技术与智能制造技术进行深度



融合。互联网制造业促进了工业化与信息化的深度融合。互联网协同制造可以积极发展智能制造和大规模个性化定制，提升网络化协同制造水平，加速制造业服务化转型。“互联网+”人工智能，加快了人工智能核心技术的突破，培育发展人工智能新型产业，推动智能产品创新，最终提升消费者所获得产品的智能化水平。

然而，云计算和智能化制造技术相互融合形成了云制造。云工厂又是在自动化和信息化相互融合的基础上搭建成功的。云工厂是推动智能云制造实现虚拟和现实技术相结合的重要场所，在云工厂中，一切生产制造都是围绕数字化、智能化、物联化、精益化、协同化、敏捷化、绿色化的特点进行的，并且在结合云制造、云设计、云管理、云共享、云运营和云服务这六大要素的基础上，共同带动整个云化的无人智能工厂的正常、有序、高效运行。在云工厂中，云设计打造人一机界面，为用户营造打动人的情景体验；云制造通过云端个性化定制打造全新的商业盈利模式；云共享通过全要素资源共享实现制造资源的最优化配置；云运营借助智能化思维方式，构建以用户为中心的智能制造系统；云服务推动制造业服务模式的创新。这些都为推动我国制造业的发展起到了至关重要的作用。另外，针对当前我国制造业发展的实际情况，我国还必须做好转型工作，包括：大规模生产向个性化定制转变，传统制造向数字化、网络化、智能化制造转变，速度效益型制造向质量效益型制造转变，资源消耗型和环境污染型制造向绿色制造转变，生产型制造向生产+服务型制造转变。再结合我国搭载云工厂制造业迈向智能云制造过程中的实际特点，配合相应的战略、策略，确保我国制造业在全球范围内加快实现智能制造的速度。

最大限度做到节约、高效的弹性制造，实现高水平的云端数据服务，是“工业云+大数据”深度进化的结果，但距离“云工厂”模式的完全实现，还有“最后一里路”要走。未来，产品由消费者自己来设计，而生产制造工作则通过众包模式分发给那些具有专业化知识和技能的企业来做，这样就可以实现

个性化、小批量定制生产，不但使得消费者获得产品更加精细化，而且为企业节省了很多的时间成本和资源成本等，还能够在规定时间内完成交货，从而使消费者和制造业企业实现共赢，这是我国制造业基于云工厂进行生产制造的一大必然趋势。

虽然当前我国在搭建云工厂实现智能云制造方面还处于探索阶段，各方面的技术发展还不成熟，不足以真正推动制造业从传统制造模式快速转入智能云制造阶段，但是这足以支撑我国对于云工厂的构建以及实现智能云制造的伟大构想，并使之成为现实。届时，我国制造业必获得强有力的竞争优势，并将屹立于世界制造业的巅峰。

未来，云工厂的美好构想必将化为现实，智能云制造模式必将使我们的生活充满更多的乐趣和惬意。本书将带领广大读者真正领略云工厂的魅力，并从实际出发，挖掘制造业领域中在云工厂的构建，以及在迈向智能云制造道路上不断探索并获取一定成功经验的领航企业的案例，并深度分析中国当前和未来制造业发展的方向。希望能够给致力于加速构建云工厂并实现智能云制造转型的企业，提供更多的经验借鉴和方向指引。

第一篇 初识云工厂

第 1 章 揭开云工厂神秘面纱 003

- 1.1 云化的工厂 004
- 1.2 实现“互联网+智能制造”的工业云平台 008
- 1.3 “制造业+云计算” 012
- 1.4 制造资源虚拟化 015
- 1.5 工业云和工业大数据相连接 021
- 1.6 无人化工厂集聚区 027
- 1.7 云系统引领下的智能工厂 032

第 2 章 云工厂打造智能云制造的七大核心内容 037

- 2.1 数字化 038
- 2.2 智能化 042
- 2.3 物联化 044
- 2.4 精益化 047
- 2.5 协同化 052
- 2.6 敏捷化 057
- 2.7 绿色化 063



云工厂:

开启中国制造云时代

第3章 云工厂的目标和基石 071

- 3.1 云工厂的宗旨: 满足用户个性化需求 072
- 3.2 云工厂的使命: 构建智能可持续供应链生态 078
- 3.3 云工厂的保障: 数据信息安全 084
- 3.4 云工厂的价值观: 工匠精神 088

第二篇 工业4.0时代云应用起航

第4章 打造私人定制云工厂的六大要素 095

- 4.1 云设计——打造人机界面的云端未来 096
- 4.2 云制造——云端定制时代来临 104
- 4.3 云共享——全要素资源共享 113
- 4.4 云运营——构建智能云制造系统 121
- 4.5 云管理——让管理更加智能化 131
- 4.6 云服务——制造服务模式的创新 137

第5章 中国制造业搭载云工厂迈向智能云制造的5个转变 143

- 5.1 大规模生产向个性化定制转变 144
- 5.2 传统制造向数字化、网络化、智能化制造转变 150
- 5.3 速度效益型制造向质量效益型制造转变 156
- 5.4 资源消耗型、环境污染型制造向绿色制造转变 160
- 5.5 生产型制造向生产+服务型制造转变 164

第6章 中国基于云工厂实现工业4.0迈向智能云制造的策略 169

- 6.1 布局“工业智能云平台”，推动数字化智能云制造 170
- 6.2 突破与创新并举，加快推进智能云制造落地 175
- 6.3 借鉴工业4.0的先进理念，打造智慧云工厂 178

- 6.4 战略部署, 全面提升中小型企业的智能云制造能力 182
- 6.5 大力推进人才队伍的转型 188

第7章 中国智能云制造时代的生存之道 193

- 7.1 全系统无缝对接 194
- 7.2 大数据智能决策 197
- 7.3 全业务精细管控 201
- 7.4 全产业云端整合 206

第三篇 云工厂的实践与未来

第8章 各云工厂企业实现智能云制造的实践与启发 211

- 8.1 沈鼓集团: 打造云端共享平台实现智能云制造 212
- 8.2 尚品宅配: 智能云制造下的“新工匠” 215
- 8.3 红领集团: 大数据云端平台让私人服装定制不再成奢侈品 219
- 8.4 海尔集团: 首创互联云工厂, 向智能云制造全面升级 222
- 8.5 志高空调: 推行智能触云战略, 成为智能云制造的先行者 226

第9章 云工厂的未来可以预见 229


- 9.1 云工厂将带领制造业回到产业链价值中心 230
- 9.2 云制造将开启制造业的“众包”时代 233
- 9.3 未来云工厂: 指尖上的智能工厂 235



· 第一篇 ·

初识云工厂





第1章

揭开云工厂神秘面纱

当前工业 4.0 时代，云计算成为新一代信息技术和产业的关键及核心，其和移动互联网、物联网等其他新一代信息技术一起正驱动互联网向传统工业制造业渗透，推动互联网企业和传统工业企业融合发展，并作为现代服务业的有机组成部分，不断与新业务形态、新商业模式互动融合，催生新产品、新技术和新模式。未来，产业中各行业的边界将逐渐模糊，全新的工业经济发展模式正在到来。云工厂作为工业 4.0 实现智能云制造的智能工厂，在制造业领域所起的作用是至关重要的。

1.1 云化的工厂

互联网的出现，使得信息生产传播工具得以解放，生产力得以解放，也使得全球的生产关系发生了变革。20世纪90年代出现的互联网，还仅仅使广义上的信息产业发生了改变。互联网对物理世界(如制造业)的渗透和影响，是趋于数字化和信息化的，还主要停留在技术层面。

之后的20年时间里，互联网“人人参与”的核心理念在比特世界得以成功落地，并将在原子世界发扬光大，互联网改变了物理商品的设计制造方式。在这个时间段里，众多与互联网息息相关的制造革命层出不穷，如3D扫描、3D打印、数字激光切割机、智能机器人等，这些技术和产品的出现不但融入了智能制造的“智能终端”技术，还融入了计算机等“后端平台”技术。

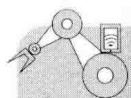
在当前这个互联网时代，所有信息产品的制造都是遵循创新性、协同性、共享性、开放性原则。参与信息创造和传播的政策、技术、资金的门槛都很低。互联网、云计算、大数据、物联网等诸多技术相结合，使得生产制造过程中

生产1份产品和10000份产品所耗费的成本是一样的，即便是少量个性化定制也能够得到满足，“产能过剩”的问题对于制造业企业来讲根本不用担心和考虑。

在传统工业生产时代，工业产品的制造主要是依靠大规模生产来实现的，并且这种规模生产决定了参与其中的都是一些大型企业，因此，这个时代，工业生产都是在封闭环境中完成的，没有向个人开放。一个人拥有好的产品创意，距离生产出来再到用户手中还很远。从资金、技术、厂房、机器到供应链的管理，门槛都很高，并且产品的生产周期也相对较长。对于任何一个新产品的研发和生产，只有达到一定量级的时候才能投入生产。对于市场需求量的多寡毫无判断，在这种情况下，产品销量的好坏完全像碰运气一般，没有定数。

近几年，互联网在不断发展的过程中，逐渐向制造业迈进，其向制造业迈出的第一步就是电子商务。电子商务让零售商愿意销售小众产品，让消费者能够更加便捷地找到自己需要的小众产品，但让消费者生产小众产品依然是难以实现的事情。互联网制造发展的下一步就是自己制造产品供他人消费，这也是信息产业领域的核心要求。

3D打印等技术将产品制造从企业工厂生产制造发展到家庭手工生产。每个人都可以在家里进行产品模型设计，并且在相关社交平台与其他人分享自己的产品设计方案。每个人都可以委托给云端制造，利用3D技术打印自己需要的产品，并在网上商城销售自己制造的产品。



【知识拓展】

3D 打印技术

3D 打印技术实际上是一种增材制造，可以在保证质量的基础上提高生产效率，并且避免了原材料的浪费，尤其是在稀缺、昂贵的材料使用上，

3D 打印技术的应用则凸显了其价值。

在 3D 打印中，金属材料的打印难度是最高的，由于金属的熔点较高，并且在打印过程中金属液体固液相变，并且还包括了表面散热、传导等多个物理变量，此外还需要顾全成形的产品是否组织良好、整体是否均匀光滑等。因此在利用 3D 打印技术的时候必须要配合使用激光技术，包括激光的功率和能量分布、激光焦点的移动速度和路径、加料速度等，才能使打印出来的成品更加完美。

3D 打印作为云工厂中实现智能制造的典型代表，其生产过程就是对云工厂运行的一个很好描述：云平台的两端分别是用户端和制造业企业，云平台成为双方沟通的桥梁，一方面，用户端将自己的产品需求发送到云平台；另一方面，制造业企业从云平台上接收产品需求信息，并在线下按照需求产品信息进行生产，与此同时将产品的制造进度及时反馈到云端，以供用户及时了解产品的生产情况，实现产品全生命周期用户参与，如图 1-1 所示。

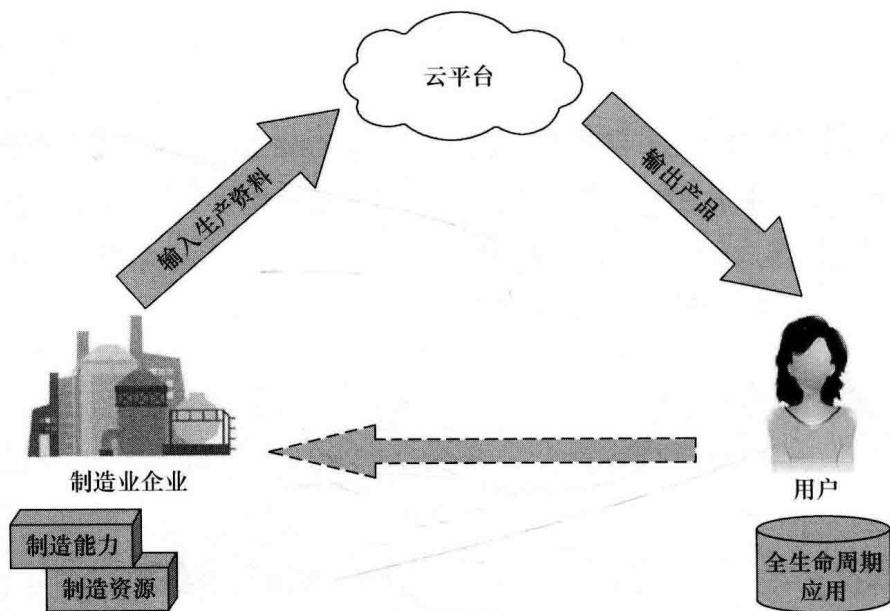


图 1-1 云工厂

在云工厂中，云计算借助工业化发展的方式，为工业制造提供计算资源。反过来，云端制造将以云计算模式提供工业设计和制造所需的资源。在云工厂的时代，所有的资源都可以进行弹性调度，实现按需生产。每个工厂都是一个数据公司，将来会发展成一个云化的工厂，把一个大型工厂虚拟化成多个小型工厂，同时也可以将多个小型工厂虚拟化为一个协同工作的大型工厂。这样，每个厂房、仓库、工人等相关物理资源，都可以按照需求实现弹性生产。

云工厂使工厂的所有者和使用者之间实现产权分离。云工厂可提供场地、车间和仓储等一系列 IaaS(基础设施即服务)，也可能只提供管理和资金等 PaaS(平台即服务)，还可能会是自己生产工业产品的 SaaS(软件即服务)工厂。



北京工业云作为一家专门提供创新公共服务平台的企业，为中小型企业提供包括硬件和软件在内的信息化资源，特别是工业设计软件资源。工业 SaaS 云是在北京工业云服务平台的基础上，把软件和硬件资源进行封装，再以 SaaS 云服务的形式，供中小型企业在线租用。特别是工业软件，对于中小型企业来讲，如果直接购买独立安装的套装软件则价格非常昂贵，由此使得成本也大幅提升，不利于企业的发展和盈利，但是如果改用 SaaS 云进行在线租用，按照使用时间的长短进行费用支付，则大幅降低了使用软件的成本。

在这种情况下，不仅是制造业企业，即便是个人也可以通过按需租用的方式获得一个虚拟化云工厂。因此，大规模工业制造和小众化手工生产之间发生了交互和碰撞。3D 打印、社交化设计、云端制造等联合起来共同颠覆了制造业的发展格局，使得大规模批量生产向小规模定制生产转变。

当前，工业 4.0、工业互联网、智能制造，无论哪一方面，其引入的都

是互联网技术而不是思想体系，最终改造的其实还是工业的“肉体”。云工厂概念的引入，是互联网的理念；云工厂改造的是工业的“灵魂”。从“肉体”的改造到“灵魂”的改造是一个漫长的过程，只有经过很长一段时间才能实现。可以预见，在未来 10 年之后，工业 4.0 和智能制造的概念可能会逐渐消失，并将以全新的概念来描述当前工业的发展情况，即“工业互联网 1.0 时代”。

云工厂实际上是将全世界的工厂都联合起来，从而构建公共云工厂、私有云工厂和混合云工厂，最终形成智能工业的 IaaS 和 PaaS。这也正是未来云工厂实现工业 4.0 向智能云制造转变的真实目的所在。

1.2 实现“互联网 + 智能制造”的工业云平台

“工业 4.0”的概念是德国在 2010 年的《高科技战略 2020》中提出来的，2015 年，我国政府工作报告和“两会”热议的内容也都是工业 4.0，并在 2015 年 5 月正式发布了“中国版的工业 4.0”，即《中国制造 2025》，自此，工业 4.0 在我国产业界火热地蔓延开来。我国也开始跨越式地迈进了工业 4.0 时代。

毋庸置疑，在我国提出《中国制造 2025》之前，国内的很多制造业企业已经在生产过程中全面实现了自动化和信息化。但是，这并不能代表我国的整体制造业已经步入了工业 4.0 时代，制造业的发展还依然存在很多问题，如供需双方的需求问题等。与此同时，市场中还存在诸多矛盾：用户发现其个性化、小批量的设计定制需求依然得不到更好的满足；制造商在生产制造过程中依然存在成本居高不下的情况，并且产品与市场需求难以真正实现对接，还存在生产效率低下的问题，这些问题尚没有找到有效解决的方案。

直到 2013 年，云工厂的出现，无论是对于用户还是对于制造商，所有