

目录

上篇 工业 4.0 的核心：生产方式智能化

第一章 什么是工业 4.0

- 1.1 智能工厂平台上的系统生命周期
- 1.2 几何数级的时间压缩模式
- 1.3 云系统引领下的智能工厂
- 1.4 无人化工厂集聚区
- 1.5 自动感知信息技术
- 1.6 GIS 数据运算技术
- 1.7 4 个机器人替代千人劳动力
- 1.8 一键定制你的私人专属汽车

第二章 互联网+与工业 4.0

- 2.1 物理世界和数字世界的融合
- 2.2 云端化：无限容量的虚拟世界
- 2.3 去平台化：“渠道为王”已是过去
- 2.4 雷军的四驾马车，给我们带来了什么
- 2.5 消失的集散平台商：深圳华强北电子市场
- 2.6 消失的货运商：顺丰模式
- 2.7 消失的富士康模式的流水线

中篇 谁决定了工业 4.0 的风暴口

第三章 美国的自上而下工业 4.0

- 3.1 信息物理系统
- 3.2 创新和务实的美国人
- 3.3 通用电气：工业互联网
- 3.4 疯狂收购制造业的 Google
- 3.5 GE 公司的数据分析和软件开发
- 3.6 峰值可达 297.7 公里/时的特斯汽车

第四章 德国自下而上工业 4.0

- 4.1 物理信息系统
- 4.2 严谨而认真的德国人
- 4.3 安贝格工厂：100 万件产品，次品约为 15 件
- 4.4 博世洪堡工厂：所有零件都有一个唯一的射频识别码

4.5 凯泽斯劳滕工厂：物与物的通讯

第五章 日本人工智能的工业 4.0

- 5.1 人工智能是突破口
- 5.2 无人搬运机
- 5.3 用 3D 打印机打印你的住房
- 5.4 丰田汽车：世界最短的高端车型生产线
- 5.5 有灵魂的机器人
- 5.6 机器人与人的控制权之争

第六章 中国的工业 4.0

- 6.1 《中国制造 2025》：六个核心词语、四条发展主线
- 6.2 中国制造业现状
- 6.3 中国制造的蓝海
- 6.4 中国工业 4.0 “超车”思路
- 6.5 中国工业 4.0 的两个障碍
- 6.6 中国工业 4.0 的领头羊
- 6.7 车市极速度洗牌之路

下篇 传统企业如何搭上工业 4.0 的极速列车

第七章 传统行业与工业 4.0 的纷争

- 7.1 传统行业为何不堪一击？
- 7.2 苹果手机的革命
- 7.3 罗辑思维和粉丝经济
- 7.4 爱屋吉屋与链家地产，谁的模式能活下去？
- 7.5 淘宝红海
- 7.6 工业 4.0 下的商业格局的演变

第八章 工业 4.0 的数字化信息储备

- 8.1 数字化信息源从何而来？
- 8.2 谁在给我们制造信息
- 8.3 如何评测信息的质量
- 8.4 如何选择数字化信息？
- 8.5 倒下的霸主：柯达死亡日记
- 8.6 数据狂潮：IBM 提供的数据流

第九章 变革路上的拦路虎

- 9.1 历史的轮回会告诉你变革的真相
- 9.2 思维模式之争
- 9.3 自上而下与自下而上之争
- 9.4 倒下变革路上的诺基亚

9.5 引领变革 IBM

第十章 工业 4.0，如何做个行业领导者

- 10.1 四次工业革命的相通点
- 10.2 从数据市场入手
- 10.3 机器人换人计划
- 10.4 超级大脑：云计算
- 10.5 未来行业之争：数据之争
- 10.6 大数据可以预知未来

第三章 德国自下而上工业 4.0

德国是工业 4.0 概念的提出者，也是制造业的先行者。德国企图凭借其强大的制造业实力来超越以美国为首的互联网巨头。尽管这一切看起来很难，但是德国已经在行动，并取得了一定成果。

3.1 物理信息系统

2011 年的德国汉诺威工业博览会上，工业 4.0 概念首次被提及。2013 年 4 月，德国政府正式推出《德国工业 4.0 战略》，一个全球性的话题瞬间被引爆。各国纷纷行动起来，跃跃欲试，因为这对世界强国来说，这是一次弯道超车的机会。

第一次工业革命发生在英国，英国世界话语权得到了空前的增强。第二次工业革命发生在美国和德国，然而由于两次世界大战，美国作为战胜国，从战争中获得巨大的经济利益，而德国正好相反。第三次科技革命由美国主导，使其稳坐世界第一的宝座。所以第四次工业革命，对德国来说是个引领世界的机会，对其它国家也是如此。

美国在第三次革命中，获利颇丰。世界各国所使用的 CPU、操作系统、软件以及云计算等网络平台几乎全部由美国掌控。尤其是美国互联网巨头正在从最顶端的“信息”领域加速向下端的“物理”领域渗透。如，Google 进军机器人领域、研发自动驾驶汽车；Amazon 进军手机终端业务，开始实施无人驾驶飞机配送商品等。

对于德国制造业来说，那是能对德国制造业的支配地位造成重大打击。所以德国采取“物理信息系统”竭力阻止信息技术的侵入。德国希望借先进的制造业之力打通占领顶端的信息和数据系统，从而打造出自己的智能生产系统。

德国不断的升级“物理信息系统”所控制的“智能工厂”，以促使它成为具备像人一样的“独立思考能力”。如果这一想法最终得以实现，那么美国的信息技术只不过一个随时可以被替换的环节。

其实，这是一项庞大的工程，德国工业巨头西门子公司这样表述工业 4.0：工业 4.0 的

核心是智能制造，通过处理器、存储器、传感器和通信模块，把设备、产品、原材料联系起来，使得不同的产品与生产设备能够互联互通并交换命令。尽管西门子公司的表述如此短，但其包括了物理、信息这两项关键字，一个连接现实世界，一个连接虚拟世界。

在此背景下，德国的工业 4.0 升级国家级层面，总理默克尔亲自出面为其助威。德国工业产值占国内生产总值的 20%，德国希望在上世界上继续保持工业强国地位。对于工业 4.0，德国总理默克尔说，数字化生产对德国的发展至关重要，德国有可能成为“工业 4.0”标准的推动者，并在欧洲甚至全球推行这些标准。对于这次革命，默克尔信心满满，她希望德国能成为工业 4.0 标准的制定者，立足欧洲，辐射全球。

在一次博览会上，德国博世力士乐公司展出了一套工业 4.0 应用场景下的设备，这台设备可以实现现实设备同虚拟设备的连接，进而节省设计时间及安装调试时间。而德国软件公司 SAP 则展示了一套工业 4.0 场景下的模板。当一个产品模板被放到生产线上的时候，产品模板就被放置了一个小型芯片，芯片记录着用户具体的需求信息。通过芯片和生产设备之间的数字化交流，最终产品通过一道道工序后被生产成用户订制的个性化产品。

德国为什么不遗余力地推行工业 4.0 呢？因为工业 4.0 带来的利益可能前所未有的。我们归纳出四大核心要点，内容如图 3-1 所示：

| | |
|-----|------------|
| 要点一 | 满足用户个性化需求 |
| 要点二 | 灵活性、动态性 |
| 要点三 | 快速获得最优解 |
| 要点四 | 资源生产率和利用效率 |

图 3-1 德国工业 4.0 的核心要点

1. 满足用户个性化需求

工业 4.0 时代，可以根据不同的客户特殊需求，在设计、配置、订购、规划、制造和运作等环节进行满足。同时还可以在实现小批量甚至一件生产的情况下，获得盈利。

2. 灵活性、动态性

工业 4.0 时代，根据质量、时间、风险、价格和生态友好性等，进行动态配置，从而实现生产过程中的“微调”。这使得生产具备了一定的灵活性，因为如果出现原材料短缺等问题，在这里很快就能得以动态解决。

3. 快速获得最优解

工业 4.0 时代，也是速度制胜的时代。如果希望在全球市场上抢占一定的市场，在短时间内做出正确决策显得十分重要。工业 4.0 时代，可以实现实时透明的验证，并且对障碍做出更为灵活的反应，最终实现全局优化。

4. 资源生产率和利用效率

在资源有限的情况下，如何在数量和质量上的双重输出决定的资源利用效率。任何企业去企图比竞争对手成本低一半，而利润比对多一半，在这里完全可以实现。

在不久的将来，如果想购买一辆汽车。只需拿出手机，打开 APP 应用，输入你的定制化要求，然后你就在家等着收货就成。因为“智能工厂”自动为你安排生产、组装、配送等各个环节。如果你家里的冰箱牛奶很少，冰箱会自动向“智能工厂”发送送奶信息，“智能

工厂”则针对你的喜好定制生产牛奶。这就是德国“智能工厂”需要实现的最简单的工作，当然高难度的案例会在下文中陆续出现。

3.2 严谨而认真的德国人

这个世界对德国人的评价就是严谨，有些严谨的让人看起有些死板。德国的公共交通什么时候到达什么站点都有严格的规定，汽车总会在规定时刻进入站台；如果一个德国人周五去了次超市，那么下周五你还会在超市遇见他，并且和上次一样带着自己的“购买清单”；晚上的红绿灯路口更是如此，即使路口没有车，司机还会按红绿灯指示行驶。德国人的几尽苛刻的严谨也带到了其它场景中。

尽管德国在二战中战败，但其强大的工业得到了完整的保存。几十年来，工业主导着国家经济、政治、外交等方面。其中，汽车工业、机械制造、化工工业、电工电子业、食品工业构成德国的五大工业支柱。在德国，这里云集了世界上顶尖的机械制造业，如西门子、戴姆勒、宝马、大众等。

为了领略德国的严谨，我们一起走进位于城市中心的汽车制造工厂。这对于发展中国家来说，这简直难以至信，因为他们才不会像德国这样“傻”呢？因为生产成本、污染处理成本那么高，低端的制造工厂利润怎么来呀？而德国工厂就是这么任性，因为它有任性的理由。

位于德累斯顿市中心的大众汽车工厂，左边是有着超过 400 年历史大花园，右边就是市政府办公大厅。在这里大众汽车只生产一种 VolkswagenPhaeton（辉腾）车型，这一车型的主要竞争对手是奔驰 S 级、宝马 7 系、奥迪 A8，也就是说这里生产的是顶级豪华轿车。

大众汽车在大众眼里这是平民化的轿车，而 VolkswagenPhaeton 的设计师设计这款车的初衷是不希望让外观来影响人们对车价值的判断。对于这款车，中国汽车爱好者应该很熟悉，因为这个年装配 5000 辆 VolkswagenPhaeton，70% 都销往中国。

在材料选择方面，选择“如你所见”的思路。如果你发现坐垫好像皮子做了，那它就是真皮，如果你看到像木头做的，那它就是木头。这对拿着山寨版的 iPhone6Plus 的人来说这是一项天上掉下来的福利，因为可以找工厂去“高仿”一件这样的顶级配置。

大众集团成为全球第三大汽车集团，在全球拥有 98 家汽车生产工厂。而将工厂选择在市中心也是首例，在这个曾经因二战而被炸平土地上，和国家一起开起的复兴之路。尽管听起来很土豪，但是想做到谈何容易？这里有几项指标，以供参考。

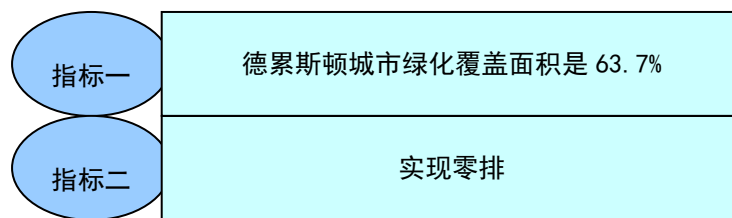


图 3-2 大众集团工厂选择指标

一、德累斯顿城市绿化覆盖面积是 63.7%，即这是一片森林+花园形的城市。如果让城市持续保持这个绿化率，必须在工厂附近 8.3 公顷范围内，种植了 5 万株灌木植物，这一点，工厂做到了。

二、实现零排污。这一点让人吃惊，任何工厂都不敢做此承诺，因为一旦承诺，后期出现污染问题，就等于自己掌自己的嘴，让同行耻笑，让世界嘲笑。然而这家工厂承诺了，也做到了。工厂装装配线设计成透明的，世界各地发来的配件，由这里的工人进行手工组装。

为了防止职业病的发生，工厂采用特制的地板、工作服；为了保证不产生噪音污染，工厂采用双层加厚钢化玻璃；为了防止光污染，照明灯方向全部朝内照射；为了防止照明设备

伤害到昆虫，工厂照明灯全部用冷光源；为了防止飞鸟撞到工厂玻璃上，工厂联合大学开发了一款鸟叫模拟系统。此类的设置还有很多，一些很小的细节都被考虑在内，德国的严谨不是三言两语能够全部表达出来的。如果您有钱、有闲，不妨去德国转转，身临其境会让你受到启发。

德国的严谨特质如果用到制造业上，只能用精益求精来形容。我们通过德国一个减少能源消耗的汽车装配线，来看德国人的工厂严谨。

制造业对能源的需求比较大，而德国自有能源产量与美国、俄罗斯所控制的能源量相比，显得很弱小。为了改变这一劣势，德国只能在能源节约的角度下功夫。在生产的过程中，许多与实时生产不相关的机器设备都还在运转。例如组装车间，在下一个流程开始后，上一个流程的设备还没有关闭。尽管有些明显的设备关闭了，但是还有一些不太明显的设备。

对于这些工业 4.0 下的场景，德国已经在实施了，德国通过制造设备的改进已经降低了大量能源消耗。如有些生产线在生产间歇或轮班调整时间时，没有从事生产的设备仍在持续地运转，这就产生了大量的能源损失。

据德国工程师测算：生产时的能源转化率约 76%。这意味着余下的 24% 的能源被浪费掉了。包括通用在内的制造业，正在加紧研发一项新技术，以期在工业 4.0 时代，让这 24% 压缩至 5%。对于德国强大的制造业来说，仅这一项就能节省上百亿元。例如，他们测试的“自动唤醒模式”，一是能节省能源，二是不影响工厂快速进入工作状态。

3.3 安贝格工厂：100 万件产品，次品约为 12 件

在 2013 年汉诺威工业博览会上，西门子抢去了其它制造业巨头的风头。在展会上，西门子最新研发的汽车生产线系统。在此生产线上，机器人可以与车体一边“对话”边组装，让参会人员大呼过瘾。

“机器”有了灵魂，它能读懂“产品”。据现场工作人员介绍，会对话的车体内嵌入集成电路系统，系统上记录着汽车的型号、重要零部件及组装顺序等信息。当机器人接触车体时，机器人会识别车体系统，进而根据设定的程序完成组装工作。了解到西门子的独到之处，我们一起去参观下西门子安贝格(Amberg)电子制造厂。

位于巴伐利亚州城市安贝格(Amberg)工厂是德国政府、企业、大学以及研究机构合力研发全自动、基于互联网智能工厂的最先进系统。在这座占地面积约为 10 万平方英尺的工厂里，所生产的设备是针对其它工业巨头使用的自动化设备。工厂通过系统使 1000 个制造单元进行互相联络。这些互相联络的设备通过网络系统进行控制，这样工厂内的多数设备都可以在无人工参与的情况下对零部件进行完成挑选和组装工作。

对于这类工厂，综合项目工业 4.0 的联合董事长瓦尔斯特(Wolfgang Wahlster)对此有较高评价，他认为这样的智能工厂流水装配线的半成品会告诉机器自己需要什么服务，最终机器识别半成品发来的信息，完成最终的组装工作。这项全自动生产创新有利于德国的工作制造业保持竞争优势。

对于总体的智能我们略有见识，那么我们再细看一下安贝格工厂。西门子安贝格电子制造厂被誉为德国“工业 4.0”模范工厂，它拥有欧洲最先进的数字化生产平台。这家工厂的主要使命是生产可编程逻辑控制器和一些工业自动化产品。

在生产过程中，每个元件均被给予了特殊编码，当一个成品出来后，上面其实经过上百个编码识别。此外，在一条流水线上，系统可根据需求预先设置控制程序，机器间会自动装配不同元件。如果一条流水线同时设置多个程序，那么流水线就可以生产出各具特性的产品。

通过设置固定程序，以及产品与机器的“对话”，生产实时信息得到了优化，生产效率自然大大提高。据统计，原本需要一个 40 个工人完成的工作，现在只需要两三个人。这些工人的工作其实很简单，并不需要太高的专业要求。只需要记录一些数据并汇总就可以。

西门子安贝格电子制造厂每年可生产元件约 30 亿个，完全每秒钟可生产一个产品，并且可以 24 小时内为客户供货。由于实时监测并分析质量数据，次品率大大降低，该厂产品质量合格率高达 99.9988%，这意味着百件产品次品率约为 12 个。对于一般的制造工厂来说，这难以想象。

3.4 雷蒙哥公司：机器会自我更新

弗劳恩霍夫研究所（Fraunhofer-Gesellschaft）成立于 1949 年，有科研人员 15000 人，总部位于慕尼黑。这个研究所以德国科学家、发明家和企业家约瑟夫·弗劳恩霍夫（Joseph von Fraunhofer）的名字命名。研究所下设置有 80 多家分支机构，年经费约 70 亿元，为 3000 多企业客户完成约 10000 项科研开发项目。

这是德国乃至欧洲的最大应用科学研究机构，与·马克斯·普朗克研究所一起构成德国最高水平的两科研机构，在国际上享有盛誉。1991 年，世界上第一台 MP3 就产生于研究所的分支机构——集成电路研究所。

下面的分支机构工业自动化应用中心位于德国北部的雷蒙哥，专门为企业研发并生产推动“工业 4.0”所需的设备和解决方案。应用中心负责人说，传统工业场景下，如果更换一台流水机器的设备往往需要数天时间。但是在这里只需要几分钟就可完成。因为传统设备如果需要系统更新，技术人员不得不把新的部件用人工去与新的工作环境对接，然后去调整生产线上的控制装置。

如果一台产自 1990 年的电脑，如果你要为其更新为 2015 年的系统，你安装新的驱动的时候，经常与其它的安装程序冲突，此至于不得不反复手工调整。而在这里只需要一个 U 盘大小的工具，只需要把它插到计算机上即可，系统自动识别电脑的配置，然后给予最新的系统，然后再自动调整有冲突的程序。工业 4.0 时代，会实现“即插即生产”。插入的过程就是系统进行重新配置的过程，就像雷蒙哥工厂的场景一样。工业 4.0 时代的所有核心部件，都会自发地与工作环境相连接，并主动把自己集成到现有控制系统当中。

如此高度自动化的设备，让人不免有些担忧。例如，机器人是否会替代人工？机器人是否会主导世界？

据德国一家调研机构统计，自工业 4.0 概念提出后，中小型制造业都纷纷进行“工业 4.0”的革新。革新的企业已经超过 75%，这其中革新最多的就是在自动化和智能化的改进。对于如此快的革新进度，世界为之震惊。

不过这是时代使然，在工业 4.0 之前，所有的革新都是为了通过规模效应以及员工生产率来获得最大利益。而在工业 4.0 时代，定制的需求占了很大比例，通过工厂的革新实现个性化生产。同时，压缩产品从“设计”到“上市”的周期。对于日益多元化的世界，这将是一种能持续数十年的潮流，当然德国先进的制造业不想错过。

此外，这次革新打通虚拟世界与现实世界的界限。例如，工业 4.0 时代，设计一项新的产品不需要再用大量的实际生产来验证产品的性能，只需要利用仿真模拟，对虚拟产品进行多角度的测试和优化。

许多人认为，这么实施革新的话，人就会被智能机器取代，显得这是悲观者。德国弗劳恩霍夫就业经济研究院院长威廉·鲍尔认为，这其实是一种优化，使人们从生产环节解脱出来，以参与新的创新和解决新的问题。未来人们真正的价值体现在创新与决策的领域。

3.5 博世洪堡工厂：所有零件都有一个唯一的射频识别码

在德国联邦贸易与投资署出版的一本关于德国工业 4.0 的宣传册上，通过以云计算基础上建立大数据模型，结合“物联网”技术得以实现，最终形成智能工厂。从制造业的角度来

说，智能工厂的意义在于提高单位时间内的生产效率，最大最大程度提高生产力的革命。

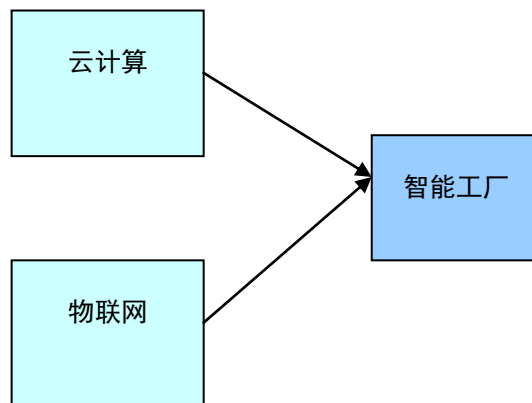


图 3-3 智能工厂的两个方面

德国国家科学和工程院院长、工业 4.0 工作集团主席卡格曼 (HenningKagermann) 认为德国工业 4.0 上的进度在不断加快。尤其是那些为制造业生产设备的企业和技术的公司更是强劲，例如西门子生产的机械设备、通快集团 (Trumpf) 的激光技术等。当然还有为制造业提供感应技术和机器人及信息通信技术的公司，如德国电信等，这些公司从不同方面和角度，直接或间接地参与到推进工业 4.0 的进程中来。由于德国拥有强大的制造业基础，为广大制造业厂商提供了一个高的平台基础，最终保持高端制造业的地位，例如，博世建设智能系统的能力和技术十分强大，他们擅长将所有的知识整合起来，打造最优的生产环境。

在鲜为人知的阿尔卑斯山脚下，有一个名为布莱夏赫 (Blaiachach) 的小镇，小镇上有一座博世伊门斯塔特 (BoschImmenstadtPlant) 工厂。这就是德国大型龙头企业之一的工厂，为当地提供 3000 多个就业。这家工厂是全球第一大汽车技术供应商之一，博世的汽车刹车系统 (ABS&ESP) 在市场上有相当的实力。

同时这家工厂被认为是实践德国工业 4.0 的先驱，其柴油发动机喷油器装配流水线有效应用工业 4.0 技术原则，通过安装射频码，实现机器与机器的对话，更大程度实现自动化。这家工厂以生产汽车刹车系统和汽车燃油供给系统零配件为主，产品销往全球。

专门负责 4.0 推进工作的阿德·寇莱克 (ArndKolleck) 博士对伊门斯塔特工厂实施工业 4.0 的计划颇有研究。他说，工厂陆续从五个方面实现工业 4.0，即智能化原材料输送、国际生产网络系统、流水线操作状况监控和支持系统、远程技术支持和高效设备管理系统。当你走进整洁敞亮的汽车刹车系统生产车间，你会被这里的一切震撼。这里的生产车间的原材料输送系统已经实现高度自动化，包括信息登记、下达订单、订单确认和订单追踪等程序都通过射频技术 (RFID) 的运用达到高度自动化。高度自动化的生产程序使生产效率得到大大地提高。

在生产过程中，每一个装有原材料的塑料盒子上都贴有一个有识别功能的射频码，对即将要组装的零部件来说，这就是它的“身份证”，和居民身份证一样，这是唯一的。在之后的上线生产中，这些含有信息的射频“身份证”，通过射频识别，机器设备获得下一步操作的具体操作步骤，最终完成生产。值得一提的是，当盒中的零部件用完后，又在特定环节通过盒子上的射频码识别进入网络系统，然后自动向供应商提出新的订货要求。通过这样的高自动化原材料输送系统实现生产过程的可视化，生产原材料的节约化，最终实现节约能源，减小库存的目的。

在工厂里，有一个最能体现大数据和互联网在工业生产中的结合的国际生产网络管理系统。全球 20 条生产线，通过这一系统进行管理。生产系统一旦出现问题，负责管理工厂的技术人员就能立即给予解决，系统还可根据订单量的多少，来安排工作进度。有人觉得为什

么做多那么细致，因为每一秒的时间，就代表上千万的利润。所以在速度和质量上，工厂一刻都耽误不起。

我们通过一条生产流水线来观察故障情况如何被处理。流水线上设有自动跟踪系统。一旦流水线出现故障，跟踪系统都时把故障数据和原因发送给总的系统。总系统发送修正指令，流水线的上设备就能自动清除故障。这其实是一项先进的标准化纠错设置。一旦被触发，便会自动检测、修正错误。如果故障超过修正能力范围，会有专业人员进行远程指导，这样分布在全球的专家资源就能得到很好的利用。

除了流水线操作中的故障可以得到清除，生产设备的维修和管理在这里也能实现智能化。博世伊门斯塔特工厂所生产的汽车供油系统零配件的材料是高强度塑料。在生产过程中，需要极端高温的情况才可完成。如此温度下，生产设备经常损伤很严重，为了保证生产质量和生产效率，必须进行经常维护和更换。

为了最大程度地延长设备寿命，最有效地使用该设备，减少不必要的投资，给每一个设备安装上射频码，利用生产执行系统，将每一个相关机械设备的数据库信息进行储存和显示。这些信息会对设备的运作情况、寿命、维护保养时间表等参数进行动态监督，以实现动态的保养和更换，而不影响生产过程。这种有秩序有节奏地迅速完成设备的维护和更换，可以获得最大的经济效益。

3.6 瓦尔斯特工厂：物联网的又一践行者

以物联网为代表的工业 4.0 时代会愈加智能。科学家正在基因领域进行突破，因为他们计划通过对人们基因的了解，提供在饮食、医疗等方面定制方案。这样结果自己的身体与喜好，工厂可以生产我们喜欢并且适合身体需求的早餐；工厂的流水线上，工人根据自己的时间安排来决定是否周一开工，并且不用担心产品与质量的问题。因为一切都是设定好的程序，

智能的机器会告诉另一台机器下一步需要做什么，而非中心控制台的技术员在控制整个流程，他们只需要观察一些机器是否运作到完美就 OK。

沃夫冈·瓦尔斯特（Wolfgang Wahlster）是最早提出工业 4.0 概念的人士之一，他是一名德国人工智能研究所首席执行官兼科学总监。对于德国的工业 4.0 布局，他说：“德国工业 4.0 是政府大力推行的‘新一代智能工厂计划’，这项计划以物联网（Cyber-Physical System）为基础。这意味着工业制造向网络制造的转变，这是一个崭新的工业制造逻辑。以往的制造业工厂是以中心控制指挥系统，通过密集的指令来完成最终的生产。而工业 4.0 只需要设置好流程就可以了，因为商品所附带的电子信息会告诉机器需要怎么操作，从而完成符合客户要求的产品。所以，工业 4.0 是第四次工业革命，因为这是由大量制造向符合个性化需求的大生产方式转变。”

瓦尔斯特的工作地点是位于德国中部小城凯泽斯劳滕（Kaiserslautern）的智能工厂里。这里环境很好，气候比较温润。这些其实并不在意，因为他在意的是自己的研究。他对物联网系统研究得比较深入。他认为，物联网系统就是通过互联网、实体物件完成虚拟世界与现实世界的对接，并且应用相同的语言，进行沟通并相互理解。运用到工业生产中，最重要的是产品和机器之间的信息互联和沟通，由产品上的信息告诉机器设备去做什么。

相比工业 4.0 所运用的系统，目前德国和德国和国际制造业所运用的系统很大比例的是“嵌入式系统”，此系统将机械或电气部件完全嵌入到受控器件内部，以适应特定应用设计场景。此系统为德国带来了超过 1200 亿元的收益，因为这个系统对全球来说是个高标准的系统。现在德国意图在此基础上打造智能生产系统。

如此丰厚的收益，给了德国工业 4.0 的经济动力。在 2012 年德国政府颁布的 10 项未来高科技战略计划中其中的一个就是如何保证德国制造业傲立世界顶尖地位的“产业革命”计

划，这项计划政府投资超过 13 亿元。这项计划的定位是在 10~15 年的时间里，通过“物联网”系统完成大生产，最大限度地实现生产全自动化、个性化、弹性化、自我优化和提高生产资源效率，降低生产成本的全新生产方式，以实现革命性、大幅度提高生产力的最终目标。

德国国家科学与工程院对效率改进做了专门的研究，他们认为在工业 4.0 时代，企业的生产效率提高 30%。其次，实现资源转化率会大大提高。资源利用率的提高从侧面完成了对环境的最小伤害。

德国在工业 4.0 计划上，力度越来越大。德国人工智能研究所的智能工厂与众多和信息技术、机器人技术、激光感应技术相关企业合作，进行技术试验。其中部分研究成果已开始在德国的大企业，如博世、西门子、巴斯夫的个别产品生产流水线上进行尝试性实施。

在德国中部小镇凯泽斯劳滕有一家智能工厂。这家工厂曾在汉诺威工业展会上展示了智能名片盒的流水线。

在名片盒的生产过程中，仅零配件装入流水线需求人工，其它地方全部实现自动化。通过设备与设备之间的数据读取，机器人收到数据指令后会自动完成生产流程。看似简单的名片盒，需要的技术一点都不简单，其中涉及二维码、射频码、机器人软件程序及大数据分析等技术辅助。

德国人工智能研究所研究部副总监多米尼克·高瑞奇（DominicGorecky）博士对名片盒的整个生产过程给予了进一步解释。

首先，给产品一个数字化的身份信息。身份信息是利用无线电射频技术（RFID）从计算机采集到的，并做了信息存储。在接下的生产过程中，每个一流程都会对这一信息进行读取，以确定产品的身份。当读取成功后，制造设备发出满足该产品的信息指令。

其次，标记有身份信息的名片盒底底盘放入生产流水线。

当底盘在传送带上移动时，机器会自动扫描上面的射频码，最终生成唯一的二维码。名片盒被数字化后，流水线上的机器会一步步对其识别并完成组装。最后组装完成后的产品，流水线对其质量进行测试，合格后放入仓库。

通过计算机技术让物与物之间进行识别并发送指令是工业 4.0 基本的要求。值得一提的是，各个部分的灵活性和模块化。由于客户需求的多样性，不可能为了一件产品而重新更换新的产品线。设置组合模板就完全解决这一难题。每一个组件都符合具体客户在电子和机械两个方面的需求标准，并可根据实际需要添加或拆卸，以便随时按照客户的具体要求来对产品进行调整。