



精益生产系列工厂实例解析丛书

从“制造”到“智造”

工厂精益生产之Cell篇

李志祥/主编

智能工厂(Smart Factory)
规划师手册



苏州大学出版社
Soochow University Press



精益生产系列工厂实例解析丛书

从“制造”到“智造”

工厂精益生产之Cell篇

李志祥/主编

智能工厂(Smart Factory)
规划师手册



苏州大学出版社
Soochow University Press

图书在版编目 (CIP) 数据

从“制造”到“智造”:工厂精益生产之 Cell 篇 /
李志祥主编. —苏州:苏州大学出版社, 2018. 12
(精益生产系列工厂实例解析丛书)
ISBN 978-7-5672-2732-3

I. ①从… II. ①李… III. ①精益生产—生产管理
IV. ①F273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 292143 号

从“制造”到“智造”

工厂精益生产之 Cell 篇

李志祥 主编

责任编辑 刘一霖

苏州大学出版社出版发行

(地址:苏州市十梓街1号 邮编:215006)

苏州市深广印刷有限公司印装

(地址:苏州市高新区浒关工业园青花路6号2号厂房 邮编:215151)

开本 880 mm × 1 230 mm 1/32 印张 5 彩插 2 字数 127 千

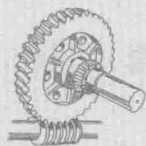
2018 年 12 月第 1 版 2018 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5672-2732-3 定价:42.00 元

苏州大学版图书若有印装错误,本社负责调换

苏州大学出版社营销部 电话:0512-67481020

苏州大学出版社网址 <http://www.sudapress.com>



序 —

自 18 世纪末第一次工业革命以来，全球经历了三次大规模的工业革命。当今全球制造业正处在新一代工业革命的浪潮之中。

无论是德国的工业 4.0，还是美国的工业互联网，都强调互联网与制造业的结合和交互。由于互联网的快速发展，每个人的声音都不能被忽略。新一代工业革命具有定制化生产的特点。多元化、个体化产品的追求必然会带来海量资料。例如，美国工业互联网、谷歌、亚马逊、微软等为工业服务提供的方案，以互联网为核心，以终端接入制造现场，这就是互联网 + 制造业。

对于中国而言，制造业演进历史在整体层面体现为现代制造、数字化制造和智能制造三个阶段；在管理层面体现为先进管理技术和方法的不断提升，包括精益生产、持续改善、卓越绩效等。从这两个层面看中国制造业的演进历史，我们不难发现，精益生产是企业不断发展前进的灵魂和动力。

精益生产的本质就是以客户为中心，按订单多品种、小批量生产丰富多变的产品，做到适时、适量、适品和短交期，在生产管控中以精简为手段，减少甚至去除不增值环节，大幅减少库

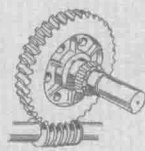
存，杜绝制作过剩，准时供货，拉动上游产业链，和供货商进行长期战略合作。

数字化制造和智能制造能进一步满足客户的个性化需求。智能制造可提供完全个性化定制，过程更透明、更充满智慧，将精益生产的思想融入信息系统、嵌入式软件、智能设备中，最终的目标还是适时、适量、适品、高质量和短交期。可以看出，精益生产会持续贯穿于整个工业 4.0 的过程。所以，我们要将精益的“管理理念”和新型的“支撑工具”相融合，促使制造业孕育出数字化制造直至智能制造的新型业态。目前企业需要做的就是脚踏实地地将精益精神应用到管理和工作中。企业只有靠着对精益精神的不懈坚持，才有机会立足和成长。

本书为 EMS 事业处精益生产推动的经验总结之一——Cell 生产推动案例解析。在精益生产的道路上，EMS 事业处已经形成了一套满足自身需要的精益生产体系。相信此书能够为困扰于少量多样需求及订单千变万化的市场环境中的企业的转型升级提供帮助。

鸿腾精密科技股份有限公司 董事长

卢松青



序 二

随着全球新一轮科技革命和产业变革的兴起，制造业重新成为全球经济竞争的焦点。主要发达国家采取了一系列重大举措推动制造业转型升级。德国依托雄厚的自动化基础，推进工业4.0。美国在实施先进制造战略的同时，大力发展工业互联网。与此同时，法国、日本、韩国、瑞典等国也纷纷推出制造业振兴计划。

各国新型制造战略的核心都是通过构建新型生产方式与发展模式，推动传统制造业的转型升级，重塑制造强国新优势。

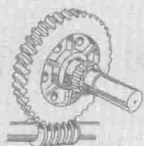
《工业互联网平台白皮书》提到工业互联网平台是面向制造业数字化、网络化、智能化需求，构建基于海量数据采集、汇聚、分析的服务体系，支撑制造资源泛在连接、弹性供给、高效配置的工业云平台。世界各国新一轮科技革命的战略方针都重点强调虚实结合，即“互联网+”。这对于大多数企业来说，是必须前进的方向，也是发展的趋势。万丈高楼平地起，企业要想做好，要想避免走更多的弯路，要想减少重复不必要的投资，首先要做的就是基础设施的铺设，即做好管理方式的变革，做好精益管理。

众所周知，精益管理是一项系统工程。它为企业带来的不仅是管理方法的变革，也是思想意识上的变革。2015 年，国务院发布的文件提出了从 2020 年到 2025 年制造业的四项主要指标：创新能力、质量效益、两化融合和绿色发展。指出，这四项指标的实现“必须坚持问题导向，统筹谋划，突出重点……全面提高发展质量和核心竞争力”。其中“坚持问题导向，统筹谋划，突出重点”正是精益管理的精髓所在。故精益管理的推动是工业 4.0 推动的基石。

在较多的中国中小企业中，精益生产的推广仍存在较大完善空间。本书旨在讲解大型企业精益生产实践的案例，以期为较多企业的精益生产推广指明道路。

鸿腾精密科技股份有限公司 EMS 事业处 协理

余宏基



序 三

需求拉动供给是现代企业发展的趋势。企业必须适应当前的发展趋势。制造导向时代逐渐结束，顾客导向时代已经到来。谁能立于客户需求的角度思考企业制造，谁能站在弹性制造的前沿，谁就能赢得现在和未来。

那么制造企业该如何应对已经到来的新时代，如何应用新的技术和理念满足客户少量多样的需求，如何从“制造”向“智造”转型，如何利用大数据、互联网建立智能工厂，实现精益制造，进而精准把握未来？从 50 年前的丰田式制造到 2013 年德国提出的工业 4.0 的重大转变已经给了我们答案。

生产方式革命的第三阶段——精益生产，是个性化、柔性化需求发展的导向。Cell 生产作为精益生产新发展阶段的重要项目，为少量多样的弹性生产提供了很好的解决方案。

本书作者根据多年从事制造业精益生产管理所积累的丰富经验，辅以大量的案例，结合现场说明了 Cell 生产的推动方法，展现了企业在推动 Cell 生产方面的历程。本书很有参考价值，对电子制造企业有非常好的启发和借鉴意义。希望本书能够帮助企业走出一条符合自身发展的 Cell 生产道路。相信各企业的精益生产

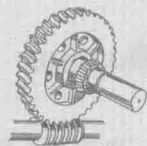


推广会再上一个新台阶，为企业永续经营奠定坚实的基础，促进企业由“制造”到“智造”的转型。

鸿腾精密科技股份有限公司 EMS 事业处 经理

鸿腾精密科技股份有限公司 EMS 事业处精益生产学院院长

李志祥



前 言

2008 年的金融危机和 2011 年的欧债危机极大地改变了电子制造业的生态：电子制造企业面对着越来越大的市场压力，电子业客户对 Q, C, D, S (Quality 质量, Cost 成本, Delivery 交期, Service 服务) 也提出了越来越高的要求；产品的生命周期越来越短，产品个性化和多样化趋势越来越明显，产品的结构和功能也越来越复杂；伴随着越来越激烈的全球市场竞争，原材料价格成倍上涨、劳动力成本快速上升等因素同样制约着企业的发展。

然而，从另一个角度看，危机即是转机，不利因素会促使企业进行改革，采用更为科学的生产和管理方式，降低成本，增强生产力，从而增强企业竞争力，在日益复杂和恶劣的市场环境中生存和发展。

面对残酷的市场变化与竞争，我们如何开创从“制造”到“智造”的转变与创新，如何在“生产方式”“组织能力”“管理方法”上做出大量创新，以客户为导向，强调时间和价值要求？

面对这些挑战，笔者结合多年精益生产与实践的经验，总结



出两种生产形态：量大产品从机械自动化到智能自动化^①实现关灯精实生产平台；少量多样与客制化产品 Cell 化。

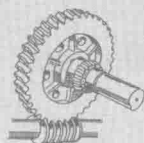
本书重点谈少量多样产品精益生产，如何以一半的人工、一半的厂房、一半的资金、一半的产品开发时间、一半的周期生产时间和不到一半的库存就能生产“需要的时候、需要的质量、需要的数量”的产品。基于此，我们组织多位工作在生产一线的实战人员策划和编写了此套精益生产系列书籍。他们结合丰富的实战经验，把市场上诸多精益生产的理论转化为企业可以立即实施的方法，转化为生产力，以此来增强企业竞争力。

在本书的案例中，我们结合大多数制造企业实况进行讲解，并非特指某些公司或企业。案例以精益生产方式为依据，以 Cell 生产的背景、基本理念、建构原则，Cell 生产线建构应用实例，Cell 生产体系建构运作维护为架构，对 Cell 生产方式进行系统整理和归纳，并结合 IE 改善手法与多合一治具及 PP 模块等简便自动化持续改善过程，让初次接触 Cell 生产的人员少走弯路，亦为其他制造企业提供参考。

本书由鸿腾精密科技股份有限公司 EMS 事业处精益生产学院院长李志祥做总策划，得到众多有精益生产经验的同人的帮助

① 智能自动化是指让设备具有人的智能，能自动识别错误和缺陷，而机械自动化是机械化，无人操作。智能自动化和机械自动化有相似之处，也有本质区别。相似之处：都是让人从设备监控中脱离出来，提高作业效率。本质区别：出发点不同。智能自动化的出发点是确保质量、人机和谐。提高效率是其衍生品。机械自动化的出发点是利用设备取代人工，从而降低成本，后来也逐步加入质量保障的要素。两者出发点不同，结果也不同，或许截然不同。在精益生产中，智能自动化才是真正的诉求。

与配合。参与人员有曾佑群、杨小高、钱俊杰、曲良喜、杜佟、张剑、李凌雪、黄世孔、李总刚、顾卫东、孙王、杨智东、郭红霞、谷华、熊清泉、王如武、刘兵、吴华权、蔡文涛、程本田、黄德鹏、高汝刚、秦江浩、孙平、赵强、王美智、韩召、周洋。在此对他们表示衷心的感谢。



目 录

第一章 Cell 生产的概念	001
第一节 Cell 生产的含义及基本要素	001
第二节 Cell 生产的基本特点	005
第三节 Cell 生产的选题方法	012
第二章 Cell 生产模式与实战应用	017
第一节 屋台式 Cell 生产的概念及应用	017
第二节 屋台式 Cell 生产案例解析	022
第三节 逐兔式 Cell 生产的概念及应用	037
第四节 逐兔式 Cell 生产案例解析	040
第五节 分割式 Cell 生产的概念及应用	055
第六节 分割式 Cell 生产案例解析	059
第七节 IE 相关知识及应用	068
第三章 Cell 生产推动经验分享	081
第一节 多能工培训	081
第二节 目视管理	088
第三节 简便自动化应用	097
第四节 人因工程在 Cell 生产中的应用	102



第四章 精益生产零件及精益模块应用	121
第一节 精益生产零件介绍	121
第二节 精益模组介绍	127
第五章 精益生产推动延伸	133
第一节 金属冲压厂精实生产推动	133
第二节 塑料成型厂精实生产推动	137
后 记	141



Cell 生产的概念

本章要点

1. 什么是 Cell 生产；
2. Cell 生产的好处；
3. 企业如何应用 Cell 生产。

关键词：多品种，小批量，柔性生产，孤岛形布局，鸟笼形布局

第一节

Cell 生产的含义及基本要素

1. Cell 生产的基本概念

Cell 的中文意思为“细胞”。细胞其实就是一个包含各种简单机能的单独的个体，所以 Cell 生产^①就是采用小的生产线生

^① Cell 生产，又称单元生产（Cell-production），源自苏联于 20 世纪 50 年代中期所提出的成组技术（Group Technology）。

产。这些生产线具备与大而长的生产线同样的流程和主要功能，但其工作站较少（所以每个工作站的工作内容相对较多），由一些简单、小型、便宜的设备、工具组成。欧美各国在 20 世纪 50 年代末期开始研究 Cell 生产，并于 60 年代开始应用推行。日本于 20 世纪 80 年代开始这方面的研究，最终在 SONY 大范围的成功运用后，NEC、欧姆龙、佳龙、松下等也纷纷导入 Cell 生产，来因应多品种、多批次、小批量、短交期、定制化、更新快的市场需求形态。Cell 生产成为日本主流厂商竞相采用的先进生产方式。未来 Cell 生产将成为制造业的主流生产方式之一。

Cell 生产是一种对应于多品种、小批量^①的买方市场的新型生产方式，强调的是比传统生产线更快的生产反应速度和更强的弹性。

Cell 生产的基本要素主要有设备、人员、物流和方法。

2. Cell 生产的历史演变

从第一次工业革命到现在，制造技术经历了手工单件生产、大量生产和 Cell 生产三个阶段。

（1）手工单件生产——由手工生产变为机器生产，由个人作坊进化为工厂生产。

19 世纪至 20 世纪，各项加工工艺方法不断发展完善，近代生产制造技术体系也逐步成型，但机器的生产方式仍然是个人式的单件生产。如当时的汽车生产，从业者通晓设计、加工和组装技术，使用通用机器一辆一辆生产。这种生产方式在 19 世纪先

① 多品种、小批量即少量多样。随着人类需求的多样化、个性化发展，少量多样已成为目前市场发展的趋势。这是制造行业的挑战，亦是制造行业转型的机遇。

后从英国传至法国、美国和德国，后来在美国率先出现了小型的机械工厂。

(2) 大量生产方式的兴起和衰落。

科学管理之父泰勒和流水线缔造者福特推动了从手工单件生产到大量生产的生产方式变革。

泰勒提出了讲求效率的优化和以调查研究为基础的科学管理，推动了劳动分工和计件工资制，成为制造工程科学的奠基人。

1908 年福特推出 T 型车，1913 年在零件互换技术的基础上建立了具有伟大意义的汽车装配流水线，使得汽车生产速度从 1908 年的 514 分钟生产一辆变为 1914 年的 1.19 分钟生产一辆，大幅降低了生产成本。汽车装配流水线的出现标志着以刚性自动化为特征的大量生产方式的兴起。

大量生产方式在 20 世纪 50 年代发展到顶峰，对经济发展、社会分工、教育制度产生了重大而深远的影响。然而随着时代的发展和市场消费意识的兴起，大量生产方式缺乏适应品种变化能力的缺点逐步凸显，渐渐步入衰落。

(3) 柔性自动化生产——Cell 生产的出现。

从 20 世纪 50 年代开始，人们逐渐认识到刚性的大量生产方式不能适应市场的多变性和客户需求的多样化。产品和工艺的多样性要求企业生产的高柔性和高生产率，推动企业发展新的生产方式——柔性生产^①。

20 世纪 50 年代出现的 Cell 生产方式是日本丰田公司对产品

^① 柔性生产 (Flexible Production) 的概念，是 1965 年英国的 Molins 公司首次提出的。柔性生产是在柔性制造的基础上，为适应市场需求多变和市场竞争激烈而产生的市场导向型的按需生产的先进生产方式。其优点是能增强制造企业的灵活性和应变能力，缩短产品生产周期，提高设备利用率和员工劳动生产率，改善产品质量。因此，柔性生产是一种具有旺盛需求和强大生命力的生产模式。