

# 精益生产（LP）初阶

AMT 精益生产专家组

(二零零三年八月)

AMT - 企业资源管理研究中心

信息动力 源源传递

## 目录

目录.....	2
关于 AMT.....	3
一、精益生产的产生背景.....	4
引子.....	4
精益生产的历史背景.....	4
二、精益生产的概念解析.....	7
精益生产的概念.....	7
精益生产的内涵.....	7
精益生产与大规模生产之间的比较.....	8
三、精益生产的核心——精益思想.....	9
精益思想的 5 项原则.....	9
四、精益生产的体系结构与特点.....	11
精益生产的体系结构.....	11
精益生产的特点.....	13
五、精益生产的管理思想.....	15
精益生产管理思想——精益管理的分析.....	15
精益管理的基本战略.....	16
精益管理的基本方法.....	16
精益管理与成组技术.....	19
六、传统企业的精益之路.....	20
传统企业的精益之路.....	20
传统生产向精益生产转变示例.....	24
七、精益生产与 ERP.....	27
ERP 与精益的冲突.....	27
目前的 ERP 供应商要做什么.....	28
总结.....	30
八、美国生产力集团的精益培训课程.....	31
精益管理系统.....	31
九、精益生产的有关资料.....	34

## 关于AMT

AMT - 企业资源管理研究中心 ( 网上资源中心 : [www.AMTeam.org](http://www.AMTeam.org) ), 1998年9月15日成立于上海, 是国内管理理念、管理工具与信息技术领域, 创办时间最长、最具影响力的权威中立资讯机构。也是率先开展企业管理软件应用培训推广和企业管理技术应用咨询、研究的领导型组织。领域涉及: ERP、CRM、SCM、CPC、EAI、EAM、商业智能、知识管理、工业工程、流程管理、项目管理、IT规划、企业信息门户等。

AMT从**资源中心、教育培训、管理咨询、IT服务**四大领域, 提供全方位、多渠道的高质量服务, 帮助企业迈向成功的管理信息化。AMT拥有一支代表国内最高水准的咨询、培训、研究顾问队伍, 向遍布中国各个地区的企业客户提供全方位的“管理+IT”资讯、咨询及培训服务。目前已在北京和广州设立办事处。

**企业:** [www.AMTeam.org](http://www.AMTeam.org) 以及 [www.AMTeam.org/baco](http://www.AMTeam.org/baco) 为各行各业AMT企业会员服务, “管理+IT”的深度知识库, 华文领域领先, 提供: 国际前沿, 精品专题, 网上培训, 会员内刊。

**个人:** [Club.amteam.org](http://Club.amteam.org) 以及AMT俱乐部 为各行各业的AMT个人会员服务, “管理+IT”的互动社区, 华文领域领先, 提供: 专业答疑, 热点讨论, 各地沙龙, 信息集散。

欲知AMT-企业资源管理研究中心之详情, 请访问我们的主页 <http://www.AMTeam.org>, 或联系我们:

### AMT Group总部:

地址: 上海市浦东新区芳甸路226号B3栋, 200135

电话: 86 21 6854 9933 (总机) A传真: 86 21 6854 0420

时间: AM 8:30-12:00, PM 1:00-5:30

### AMT Group北京办事处:

地址: 北京市朝阳区光华路甲8号和乔大厦A座211E室, 100026

电话: 86 10 65814968 传真: 86 10 65814968

E-mail: [beijing@AMTeam.org](mailto:beijing@AMTeam.org) 时间: AM 9:00-12:00, PM 1:00-6:30

### AMT Group广州办事处:

地址: 广州环市东路368号花园酒店 花园大厦 1204-1205室 邮编: 510064

电话: 020-83338999-1204, 020-83338999-1205, 020-83852278

传真: 020-83852278 E-mail: [guangzhou@AMTeam.org](mailto:guangzhou@AMTeam.org)

时间: AM 9:00-12:00, PM 1:00-5:30

## 一、精益生产的产生背景

### 引子

目前,在众多的生产管理的新思想、新理论中,精益生产是影响最为广泛的新理论之一,在我国,精益生产也正广泛地展开。此时,深入开展对精益生产管理思想及其应用的研究,对在实践中进一步有效推进工业工程是很有意义的。本文将从精益生产的概念、核心思想、实践及其与其他管理理念如 ERP、MRP 的关系全面介绍精益生产。

### 精益生产的历史背景

精益生产(Lean Production, 简称 LP)是美国麻省理工学院根据其在“国际汽车项目”研究中,基于对日本丰田生产方式的研究和总结,于 1990 年提出的一种生产管理方法,有的地方认为是一种制造模式。其核心是追求消灭包括库存在内的一切“浪费”,并围绕此目标发展了一系列具体方法,逐渐形成了一套独具特色的生产经营管理体系。

精益生产的理念不是空穴来风,它的出现有着管理、技术及环境等方面的背景:

#### 1. 丰田生产系统 (Toyota Production System)

二战以后,日本经济百废待举,日本政府制定了“国民收入倍增计划”,把汽车工业作为重点发展的战略性产业,此时统治世界的生产模式是以美国福特制为代表的大量生产方式。这种生产方式以流水线形式生产大批量、少品种的产品,以规模效应带动成本降低,并由此带来价格上的竞争力。当时福特公司在底特律的轿车厂每天能生产 7000 辆轿车,比日本丰田公司一年的产量还要多。此外,全面质量管理在美国等先进的工业化国家开始尝试推广,并开始在实践中体现了一定的效益。生产中库存控制的思想(以 MRP II 思想为主)也开始提出,但因技术原因未能走向实用化。因此,日本政府组织产业界人士前往汽车强国美国考察。但是来自丰田公司的代表考察了美国这个厂之后,在考察报告中却写道:“那里的生产体制还有改进的可能”。此外,在当时的环境下,日本企业还面临需求不足与技术落后等严重困难,加上战后日本国内的资金严重不足,也难有大规模的资金投入以保证日本国内的汽车生

产达到有竞争力的规模。丰田汽车公司在不可能，也不必要走大批量生产方式的道路的情况下。

丰田的人员所指的是工厂里的各种浪费，包括：残次品，超过需求的超量生产，闲置的商品库存，不必要的工序，人员的不必要调动，商品的不必要运输，各种等待等。正是这些浪费的存在，使得他们看到了“改进的可能”。

因此，以丰田的大野耐一等人代表的“精益生产”的创始者们，在分析大批量生产方式后，得出以下结论：

- 采用大批量生产方式以大规模降低成本，仍有进一步改进的余地；
- 应考虑一种更能适应市场需求的生产组织策略。

根据自身的特点，逐步创立了一种独特的多品种、小批量、高质量和低消耗的生产方式。根据日本的国情，提出了一系列改进生产的方法：及时制生产、全面质量管理、并行工程，逐步创立了独特的多品种、小批量、高质量、低消耗的生产方式。

在丰田公司开创精益生产的同时，日本独特的文化氛围也促进精益生产的产生。日本文化是一种典型的东方文化，强调集体与协作，这为精益生产的人力管理提供了一个全新的思维角度。符合这种追求集体与协调意识的东方文化，也符合日本独特的人事管理制度。

这些方法经过 30 多年的实践，形成了完整的“丰田生产方式”，帮助汽车工业的后来者日本超过了汽车强国美国，产量达到 1300 万辆，占到世界汽车总量的 30% 以上。在制造、电子、计算机、飞机制造等工业中，丰田生产方式也成为日本工业竞争战略的重要组成部分，在日本的经济腾飞中起到了举足轻重的作用。

## 2. 改变世界的机器

Daniel T. Jones 等 50 多位专家，用了 5 年的时间，对 17 个国家的 90 多家汽车制造企业进行了比较分析，并在 1992 年发表了名为“改变世界的机器”（The Machine That Changed the World）的著名报告。该报告总结了丰田的生产方式，指出它的重大历史意义，认为这是制造工业的又一次革命。报告对于过于臃肿的大多数美国企业，提出了“精简、消肿”的对策，把日本取得成功的生产方式称为精益生产（Lean Production）。

精益生产的基本目的是，要在一个企业里同时获得极高的生产率、极佳的产品质量和很大的生产柔性；在生产组织上，它与泰勒方式不同，不是强调过细的分工，而是强调企业各部门相互密切合作的综合集成。综合集成并不局限于生产过程本身，还包括重视产品开发、生产准备和生产之间的合作和集成。精益生产不仅要求在技术上实现制造过程和信息流的自动化，更重要的是从系统工程的角度对企业的活动及其社会影响进行全面的、整体的优化。

精益生产体系从企业的经营观念、管理原则到生产组织、生产计划与控制、作业管理以及对人的管理等各方面、都与传统的大量生产方式有明显的不同。



## 二、精益生产的概念解析

### 精益生产的概念

精益生产（Lean Production, LP），又称精良生产，其中“精”表示精良、精确、精美；“益”表示利益、效益等等。精益生产就是及时制造，消灭故障，消除一切浪费，向零缺陷、零库存进军。它是美国麻省理工学院在一项名为“国际汽车计划”的研究项目中提出来的。他们在做了大量的调查和对比后，认为日本丰田汽车公司的生产方式是最适用于现代制造企业的一种生产组织管理方式，称之为精益生产，以针对美国大量生产方式过于臃肿的弊病。精益生产综合了大量生产与单件生产方式的优点，力求在大量生产中实现多品种和高质量产品的低成本生产。

精益生产的目标被描述为“在适当的时间（或第一时间，the first time）使适当的東西到达适当的地点，同时使浪费最小化和适应变化”。精益生产的原则使公司可以按需求交货，使库存最小化，尽可能多使用掌握多门技能的员工，使管理结构扁平化，并把资源集中于需要它们的地方。精益生产的方法论不但可以减小浪费，还能够增进产品流动和提高质量。

精益生产的基本目的是，要在一个企业里同时获得极高的生产率、极佳的产品质量和很大的生产柔性；在生产组织上，它与泰勒方式不同，不是强调过细的分工，而是强调企业各部门相互密切合作的综合集成。综合集成并不局限于生产过程本身，还包括重视产品开发、生产准备和生产之间的合作和集成。

### 精益生产的内涵

精益生产不仅要求在技术上实现制造过程和信息流的自动化，更重要的是从系统工程的角度对企业的活动及其社会影响进行全面的、整体的优化。精益生产体系从企业的经营观念、管理原则到生产组织、生产计划与控制、作业管理以及对人的管理等各方面、都与传统的大量生产方式有明显的不同。

首先，精益生产方式在产品质量上追求尽善尽美，保证用户在产品整个生命周期内都感到满意。其次，精益生产方式在企业内的生产组织上，充分考虑人的因素，采用灵活的小组工作

方式和强调相互合作的并行工作方式。再次，精益生产方式在物料管理方面，准时的物料后勤供应和零库存目标使在制品大大减少，节约了流动资金。最后，精益生产方式在生产技术上采用适度的自动化技术又明显提高了生产效率。所有这一切，都使企业的资源能够得到合理的配置和充分的利用。

此外，精益生产还反映了在重复性生产过程中的管理思想，其指导思想是，通过生产过程整体优化，改进技术，理顺各种流（Flow），杜绝超量生产，消除无效劳动与浪费，充分、有效地利用各种资源，降低成本，改善质量，达到用最少的投入实现最大产出的目的。

### 精益生产与大规模生产之间的比较

精益生产方式与以欧美为代表的大量生产方式相比，到底有些什么优越性呢？

以美国福特汽车公司为代表的大规模生产方式是以标准化、大批量生产来降低生产成本，提高生产效率的。这种方式适应 20 世纪初到二战之前美国当时的国情，汽车生产流水线的产生，一举把汽车从少数富翁的奢侈品变成了大众化的交通工具，美国汽车工业也由此迅速成长为美国的一大支柱产业，并带动和促进了包括钢铁、玻璃、橡胶、机电以至交通服务业等在内的一大批产业的发展。大规模流水生产在生产技术以及生产管理史上具有极为重要的意义。但是第二次世界大战以后，社会进入了一个市场需求向多样化发展的新阶段，相应地要求工业生产向多品种、小批量的方向发展，单品种、大批量的流水生产方式的弱点就日渐明显了。为了顺应这样的时代要求，由日本丰田汽车公司首创的精益生产，作为多品种、小批量混合生产条件下的高质量、低消耗进行生产的方式在实践中摸索、创造出来了。与大量生产方式相比，日本所采用的精益生产方式的优越性主要表现在以下几个方面：

- 所需人力资源——无论是在产品开发、生产系统，还是工厂的其他部门，与大量生产方式下的工厂相比，均能减至 1/2；
- 新产品开发周期——可减至 1/2 或 2/3；
- 生产过程的在制品库存——可减至大量生产方式下一般水平的 1/10；
- 工厂占用空间——可减至采用大量生产方式工厂的 1/2；
- 成品库存——可减至大量生产方式工厂平均库存水平的 1/4；
- 产品质量——可提高 3 倍。

### 三、精益生产的核心——精益思想

“精益思想”一词源于 James P. Womack 和 Daniel T. Jones 1996 年的名著《精益思想》。该书在《改变世界的机器》的基础上，更进一步集中、系统地阐述了关于精益的一系列原则和方法，使之更加理论化。

精益思想是精益生产的核心思想，它包括精益生产、精益管理、精益设计和精益供应等一系列思想，其核心是以较少的人力、较少的设备、在较短的时间和较小的场地内创造出尽可能多的价值；同时也越来越接近客户，提供给他们确实需要的东西。

精益思想要求企业找到最佳的方法确立提供给顾客的价值，明确每一项产品的价值流，使产品在从最初的概念到到达顾客的过程中流动顺畅，让顾客成为生产的拉动者，在生产管理中精益求精、尽善尽美。价值、价值流、流动、拉动和尽善尽美的概念进一步发展成为应用于产品开发、制造、采购和服务顾客各个方面的精益方法（Lean Techniques）。我们将之概括为：

#### 精益思想的5项原则

##### 1. 价值观（Value）

精益思想认为企业产品（服务）的价值只能由最终用户来确定，价值也只有满足特定用户需求才有存在的意义。精益思想重新定义了价值观与现代企业原则，它同传统的制造思想，即主观高效率地大量制造既定产品向用户推销，是完全对立的。

##### 2 价值流（Value Stream）

价值流是指从原材料到成品赋予价值的全部活动。识别价值流是实行精益思想的起步点，并按照最终用户的立场寻求全过程的整体最佳。精益思想的企业价值创造过程包括：从概念到投产的设计过程；从定货到送货的信息过程；从原材料到产品的转换过程；全生命周期的支持和服务过程。

##### 3 流动（Flow）

精益思想要求创造价值的各个活动 ( 步骤 ) 流动起来 , 强调的是 “ 动 ” 。传统观念是 “ 分工和大量才能高效率 ” , 但是精益思想却认为成批、大批量生产经常意味着等待和停滞。精益将所有的停滞作为企业的浪费。

精益思想号召 “ 所有的人都必须和部门化的、批量生产的思想做斗争 , 因为如果产品按照从原材料到成品的过程连续生产的话 , 我们的工作几乎总能完成得更为精确有效 ” 。

#### 4 拉动 (Pull)

“ 拉动 ” 的本质含义是让用户按需要拉动生产 , 而不是把用户不太想要的产品强行推给用户。拉动生产通过正确的价值观念和压缩提前期 , 保证用户在要求的时间得到需要的产品。实现了拉动生产的企业具备当用户需要时 , 就能立即设计、计划和制造出用户真正需要的产品的能力 ; 最后实现抛开预测 , 直接按用户的实际需要进行生产。

实现拉动的方法是实行 JIT 生产 ( Just-in-time ) 和单件流 ( One-Piece Flow ) 。JIT 和单件流的实现必须对原有的制造流程做彻底的改造。流动和拉动将使产品开发周期、定货周期、生产周期降低 50 ~ 90%。

#### 5 尽善尽美 (Perfection)

精益思想定义企业的基本目标是 : 用尽善尽美的价值创造过程为用户提供尽善尽美的价值。James P. Womack 阐述精益制造的目标是 “ 通过尽善尽美的价值创造过程 ( 包括设计、制造和对产品或服务整个生命周期的支持 ) 为用户提供尽善尽美的价值 ” 。精益制造的 “ 尽善尽美 ” 有 3 个含义 : 用户满意、无差错生产和企业自身的持续改进。

## 四、精益生产的体系结构与特点

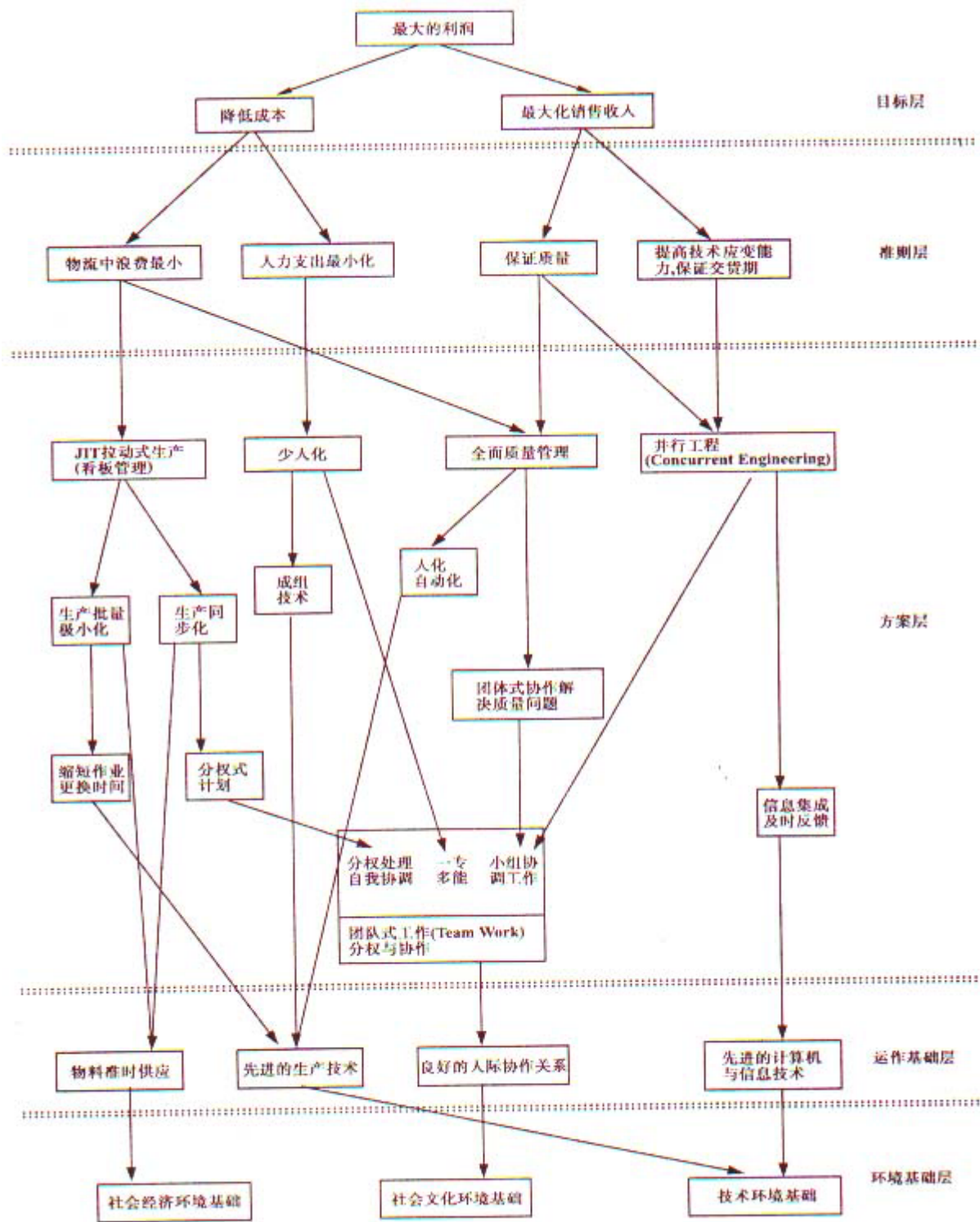
经过 30 多年的努力，丰田公司终于形成了完整的丰田生产方式，即精益生产方式，它使日本的汽车工业超过了美国，产量达到了 1300 万辆，占世界汽车总量的 30% 以上。并使日本在制造、电子、计算机、飞机制造等工业中取得很大的成功。

日本企业在国际市场上的成功，引起西方企业界的浓厚兴趣，西方企业家认为，日本在生产中所采用的方式是其在世界市场上竞争的基础。80 年代以来，西方一些国家很重视对丰田生产方式的研究，总结归纳出精益生产的体系结构和特点。

### 精益生产的体系结构

精益生产依据较为独特的生产组织方式，并取得了良好的效果。这不仅是因为它的某项管理手段比大批量生产方式或其他生产方式优越，而且在于它依托所处的经济、技术和人文环境，采用了适应环境的管理体系，从而体现了巨大的优越性。

这样的系统既存在管理方式与环境之间相互需求、相互适应的关系，也存在各个具体手段之间相互支持、相互依赖的关系，如图 1 所示。



附图 精益生产体系结构图

图 1：精益生产体系结构圈

## 精益生产的特点

精益生产的特点可归纳为以下几点：

### 1. 拉动式准时化生产

以最终用户的需求为生产起点。强调物流平衡，追求零库存，要求上一道工序加工完的零件立即可以进入下一道工序。

组织生产线依靠一种称为看板（Kanban）的形式。即由看板传递上道或下道需求的信息（看板的形式不限，关键在于能够传递信息）。

生产中的节拍可由人工干预、控制，但重在保证生产中的物流平衡（对于每一道工序来说，即为保证对后退工序供应的准时化）。

由于采用拉动式生产，生产中的计划与调度实质上是由各个生产单元自己完成，在形式上不采用集中计划，但操作过程中生产单元之间的协调则极为必要。

### 2. 全面质量管理

强调质量是生产出来而非检验出来的，由生产中的质量管理来保证最终质量。

生产过程中对质量的检验与控制在每一道工序都进行。重在培养每位员工的质量意识，在每一道工序进行时注意质量的检测与控制，保证及时发现质量问题。

如果在生产过程中发现质量问题，根据情况，可以立即停止生产，直至解决问题，从而保证不出现对不合格品的无效加工。对于出现的质量问题，一般是组织相关的技术与生产人员作为一个小组，一起协作，尽快解决。

### 3. 团队工作法（Teamwork）

每位员工在工作中不仅是执行上级的命令。更重要的是积极地参与，起到决策与辅助决策的作用。组织团队的原则并不完全按行政组织来划分，而主要根据业务的关系来划分。

团队成员强调一专多能，要求能够比较熟悉团队内其他工作人员的工作，保证工作协调的顺利进行。团队人员工作业绩的评定受团队内部的评价的影响。（这与日本独特的人事制度关系较大）团队工作的基本氛围是信任，以一种长期的监督控制为主，而避免对每一步工作的稽核，提高工作效率。团队的组织是变动的，针对不同的事物，建立不同的团队，同一个人可能属于不同的团队。

#### 4. 并行工程（Concurrent Engineering）

在产品的设计开发期间，将概念设计、结构设计、工艺设计、最终需求等结合起来，保证以最快的速度按要求的质量完成。各项工作由与此相关的项目小组完成。进程中小组成员各自安排自身的工作，但可以定期或随时反馈信息并对出现的问题协调解决。依据适当的信息系统工具，反馈与协调整个项目的进行。利用现代 CIM 技术，在产品的研制与开发期间，辅助项目进程的并行化。

## 五、精益生产的管理思想

与精益生产相关的生产系统的名称有多种，如丰田生产方式(Toyota production system)、准时制生产(Just-in-time production)、看板生产方式(Kanban production system)、世界级制造(World class manufacturing)、零库存生产方式(Zero inventories)、连续流制造(Continuous flow manufacturing)等等。这些概念与精益生产的关系可以认为是同一种事物在不同发展阶段和不同地域的不同理解和称呼。所以，从管理的角度来看，精益生产理论就是一种管理思想，本文就从精益生产管理思想的角度来分析精益生产。

### 精益生产管理思想——精益管理的分析

精益管理是在精益生产的基础上，根据德国的实际情况，进一步发展而来的。精益管理与成组技术有许多相似之处，但比成组技术范围要宽。

精益生产管理思想最终目标必然是企业利润的最大化。但管理中的具体目标，则是通过消灭生产中的一切浪费来实现成本的最低化。并行工程与全面质量管理的目标更偏重于对销售的促进。同时，全面质量管理也是为了消灭生产中的浪费。对于不良品的加工只能是浪费，且掩盖了生产中隐藏的问题，造成进一步的浪费。相对于传统的大批量生产方式，全面质量管理与并行工程并非精益生产所独创，但在精益生产体系中，它们体现了更好的效益。

拉动式准时化生产则是精益生产在计划系统方面的独创，并具有良好的效果。其根本在于，既向生产线提供良好的柔性，符合现代生产中多品种、小批量的要求，又能充分挖掘生产中降低成本的潜力。

在前面的精益生产体系图中我们也可以看出，精益生产正是通过准时化生产、少人化、全面质量管理、并行工程等一系列方法来消除一切浪费，实现利润最大化。但剔除大批量生产中间样采用的计算机信息反馈技术、成组技术等，我们可以发现，精益生产中最具有特色的方法是，它在组织生产中对消灭物流浪费的无限追求，即对物流环境的需求和内部的分权决策。进一步分析精益生产可以发现，拉动式准时化生产及少人化之所以能够实现，全面质量管理与并行工程之所以能够发挥比大批量生产更大的作用，核心在于充分协作的团队式工作方式。此外，企业外部的密切合作环境也是精益生产实现的必要且独特的条件。

## 精益管理的基本战略

---

精益管理的基本战略是：

### 1. 拓宽解决问题的能力

解决问题的能力包括对问题的认识和分析能力，以及解决问题方法的设计和实施能力。应尽可能将所有职工结合在连续改善过程中。

### 2. 减少系统的复杂性

产品、层次型组织结构和过程的复杂性不仅使企业的管理和发展变得困难，而且使生产经营成本增加。减少复杂性首先要找出产生复杂性的原因。

引起复杂性的原因有：

- 企业成果的复杂性和用户要求的复杂性；
- 企业规模；
- 未来市场环境的不确定性和动态性；
- 按功能分解的组织结构。

减少复杂性的方法如下：

- 按生产流程进行管理；
- 优化车间布置；
- 建立与供应商的伙伴关系；
- 与生产同步的采购；
- 减少产品品种的多样化；
- 减少加工深度。

## 精益管理的基本方法

---

精益管理的基本方法是：

## 1. 预防型的质量控制

质量保证不再作为一个专业岗位，而是职工本职工作的一部分。预防型的质量控制要求尽早排除产品和过程中的潜在缺陷源。

## 2. 价值创造链的集成

价值创造链的集成包括：

- 组织的集成：减少产品的加工深度，减少供应商的数量；
- 过程的集成：面向制造或装配的设计，全面质量管理；
- 时间的集成：活动的并行（只有各个活动是独立的，才能并行展开）。

## 3. 模块化的组织结构

模块化的组织结构包括两方面的概念：

- 生产单元：这是一种自治的小组织单元。Wi demann 对德国的 20 家企业的调查表明，74% 的企业已建有这种单元；
- 减少企业的层次：这 20 家企业中有 21% 的企业多于三层，58% 的企业为三层结构，21% 的企业为两层结构。

## 4. 团队工作

团队工作的基础是：

- 职工的素质；
- 下放计划功能和控制功能；
- 责任和权利的统一。

引入团队工作的目的是：

- 通过赋予小控制圈以更多的责任，可以显著提高产品质量；
- 加强团队内和团队间的相互支持；

- 对职工进行专业知识的教育，发挥他们的创造能力和解决问题的潜力；
- 通过拓宽工作内容，扩大责权范围和提高对工作的满意度；
- 减少横向的部门分割，改善工作流。

## 5. 反求工程

为了在整体上把握整个价值创造环节和充分满足用户的需要，应该采用一种适应市场以及产品、生产和后勤管理特点的方法。反求工程从结果、从用户和市场出发，进行生产计划安排。因此需要对目标成本，目标交货期和目標质量三个因素进行协调和控制。支持反求工程的组织是面向过程的组织。

反求工程要求：

- 计划人员必须将整个产品增值过程作为单一系统来考察；
- 将解决用户的问题和进行生产和后勤方面的转换作为企业重组的前提；
- 要不断地改善生产和后勤系统，提高解决问题的能力。这里要注意两方面的问题：一是接近用户，以便抓住目标（价格、时间和质量目标）和识别自己的产品在满足需求方面的作用；二是注重创造价值的过程，以便有效地进行系统改造，提高用户的满意度和效率。

## 6. 相互对话

通过组织单元间的相互对话，帮助全面提高生产效率和改善信息的交换，消除生产活动中的不协调情况。

## 7. 可视化的通讯

可视化的通讯和信息交流的作用有：

- 在出现扰动的情況下，帮助有效地解决问题；
- 改善质量；
- 改善信息和通讯的关系；
- 团队的共同思考和行动；

- 提高柔性；
- 拓宽职工的处理问题的空间；
- 提高职工的积极性；
- 使工作流变得透明。

可视化通讯和信息交流的工具除了信息板外，还有挂图、布告、小册子、实物模型和电影等。

### 精益管理与成组技术

---

从上面的介绍中，可以看到精益管理中许多方法与成组技术相似的。如：按生产流程分解；车间布置优化；减少产品品种的多样化；通过产品的模块化、标准化来减少企业复杂度、提高企业的反应能力和竞争能力等。精益管理中的面向过程的团队组织也与成组单元相似。

当然，精益管理的思想比成组技术的内涵要宽，范围要广。制造系统是一个人、技术和组织的集合体，制造系统的优化只有从系统整体考虑，才能取得较好的效果。我国的成组技术的实践也证明了这一点。

综上所述，基于内部的团队式工作方式，在外部企业密切合作的环境下，无限追求物流的平衡是精益生产管理思想也是精益思想的真正核心所在。

## 六、传统企业的精益之路

### 传统企业的精益之路

消灭浪费是精益企业始终不渝的追求。浪费在传统企业内无处不在：生产过剩、零件不必要的移动、操作工多余的动作、待工、质量不合格 / 返工、库存、其他各种不能增加价值的活动等等。向精益化转变，基本思想是通过持续改进生产流程，消灭一切浪费现象，其重点是消除生产流程中一切不能增加价值的活动，传统企业的精益之路可以形象地表示为图 2。

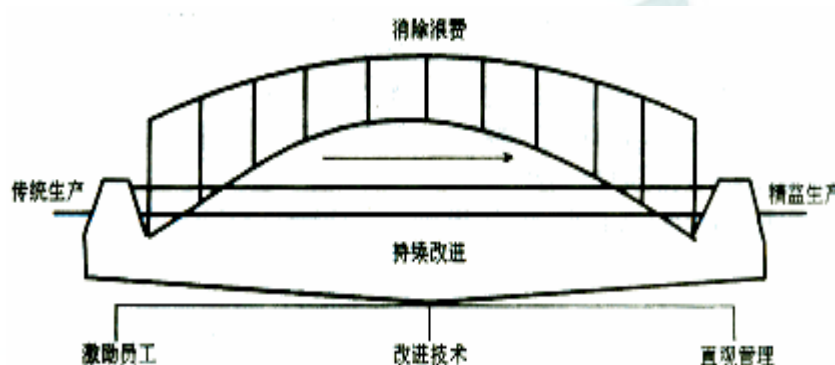


图 2：传统企业的精益之路

#### 1. 改进生产流程

精益生产利用传统的工业工程技术来消除浪费，着眼于整个生产流程，而不只是个别或几个工序。

##### （1）消除质量检测环节和返工现象

如果产品质量从产品的设计方案开始，一直到整个产品从流水线上制造出来，其中每一个环节的质量都能做到百分百的保证，那么质量检测和返工的现象自然而然就成了多余之举。因此，必须把“出错保护”（Poka - Yoke）的思想贯穿到整个生产过程，也就是说，从产品的设计开始，质量问题就已经考虑进去，保证每一种产品只能严格地按照正确的方式加工和安装，从而避免生产流程中可能发生的错误。

##### （2）消除零件不必要的移动

生产布局不合理是造成零件往返搬动的根源。在按工艺专业化形式组织的车间里，零件往往需要在几个车间中搬来搬去，使得生产线路长，生产周期长，并且占用很多在制品库存，导致生产成本很高。通过改变这种不合理的布局，把生产产品所要求的设备按照加工顺序安排，并且做到尽可能的紧凑，这样有利于缩短运输路线，消除零件不必要的搬动，节约生产时间。

### （3）消灭库存

把库存当作解决生产和销售之急的做法犹如饮鸩止渴。因为库存会掩盖许多生产中的问题，还会滋长工人的惰性，更糟糕的是要占用大量的资金。在精益企业里，库存被认为是最大的浪费，必须消灭。减少库存的有力措施是变“批量生产、排队供应”为单件生产流程（1-piece-flow）。在单件生产流程中，基本上只有一个生产件在各道工序之间流动，整个生产过程随单件生产流程的进行而永远保持流动。理想的情况是，在相邻工序之间没有在制品库存。实现单件生产流程和保持生产过程的流动性还必须做到以下两点：

- 同步——在不间断的连续生产流程里，必须平衡生产单元内每一道工序，要求完成每一项操作花费大致相同的时间。
- 平衡——合理安排工作计划和工作人员，避免一道工序的工作荷载一会儿过高，一会儿又过低。但是，在某些情况下，还必须保留一定数量的在制品库存，而这个数量就取决于相邻两道工序的交接时间。

实施单件生产流程、同步和平衡这些措施，其目标是要使每项操作或一组操作与生产线的单件产品生产时间（Tact time）相匹配。单件产品生产时间是满足用户需求所需的生产时间，也可以认为市场的节拍或韵律。在严格的按照 Tact time 组织生产的情况下，产成品的库存会降低到最低限度（在下面的例子中，将会深入研究 Tact time）。

## 2. 改进生产活动

仅仅对生产流程予以持续的改善，还不足以实现精益化生产，还要进一步改善生产流程中的个别活动，以更好的配合改进过的生产流程。在没有或很少库存的情况下，生产过程的可靠性至关重要。要保证生产的连续性，必须通过减少生产准备时间，机器检修、待料的停工时间和减少废品的产生。

## （1）减少生产准备时间

减少生产准备时间一般的做法是：

- 认真细致地做好开机前的一切准备活动，消除生产过程可能发生的各种隐患。
- 列举生产准备程序的每一项要素或步骤；
- 辨别哪些因素是内在的（需要停机才能处理）；哪些是外在的因素（在生产过程中就能处理）
- 尽可能变内在因素为外在因素；
- 利用工业工程方法来改进技术，精简所有影响生产准备的内在的、外在的因素，使效率提高。

## （2）消除停机时间

全面生产维修（Total Productive Maintenance, TPM）是消除停机时间最有力的措施，包括例行维修、预观个性维修、预防性维修和立即维修四种基本维修方式。

- 例行维修——操作工和维修工每天所作的维修活动，需要定期对机器进行保养。
- 预测性维修——利用测量手四分析技术预测潜在的故障，保证生产设备不会因机器故障而造成时间上的损失。其意义在于未雨绸缪，防患于未然。
- 预防性维修——为每一台机器编制档案，记录所有的维修计划和维修纪录。对机器的每一个零部件都做好彻底、严格的保养，适时更换零部件，保证机器不发生意外故障。
- 立即维修——当有故障发生时，维修人员要召之即来，随叫随到，及时处理。

由于在连续生产流程中，两道工序之间少有库存，若机器一旦发生故障，整个生产线就会瘫痪，因此消除停机时间对维持连续生产意义重大。TPM 的目标是零缺陷、无停机时间。要达到此目标，必须致力于消除产生故障的根源，而不是仅仅处理好日常表现的症状。

## （3）减少废品产生

严密注视产生废品的各种现象（比如设备、工作人员、物料和操作方法等），找出根源，然后彻底解决。此外，那些消除返工的措施也同样有利于减少废品的产生。

### 3. 提高劳动利用率

提高劳动利用率，有两个方面，一是提高直接劳动利用率，二是提高间接劳动利用率。

#### （1）提高直接劳动利用率

提高直接劳动利用率的关键在于一人负责多台机器，这就要求对操作工进行交叉培训，交叉培训的目的是使生产线上的操作工可以适应生产线上的任何工种。交叉培训赋予了工人极大的灵活性，便于协调处理生产过程中的异常问题。实现一人多机的前提是建立工作标准化制度。工作标准化是通过对大量工作方法和动作进行研究，以决定最有效和可重复的方法。工作时员工必须严格的按照标准化进行，其意义不仅在于直接劳动的利用率的提高，而且也提高了产品的质量，因为出错保护和防止废品产生等一系列技术措施的采用，确保了每一项操作只能按照惟一正确的方法进行。

在生产设备上安装自动检测的装置同样可以提高直接劳动利用率。生产过程自始至终处在自动检测装置严密监视下，一旦检测到生产过程中有任何异常情况发生，便发出警报或自动停机。这些自动检测的装置一定程度上取代了质量检测工人的活动，排除了产生质量问题的原因，返工现象也大大减少，劳动利用率自然提高。

#### （2）提高间接生产率

间接劳动利用率随生产流程的改进和库存、检验、返工等现象的消除而提高，那些有利于提高直接劳动利用率的措施同样也能提高间接劳动率。库存、检验、返工等环节所消耗的人力和物力并不能增加产品的价值，因而这些劳动通常被认为是间接劳动，若消除了产品价值链中不能增值的间接活动，那么由这些间接活动引发的间接成本便会显著降低，劳动利用率也相应得以提高。

总而言之，精益生产是一个永无止境的精益求精的过程，它致力于改进生产流程和流程中的每一道工序，尽最大可能消除价值链中一切不能增加价值的活动，提高劳动利用率，消灭浪费，按照顾客订单生产的同时也最大限度的降低库存（见图3）。精益是一种全新的企业文化，而不是最新的管理时尚。由传统企业向精益企业的转变不能一蹴而就，需要付出一定的代价，并且有时候还可能出现意想不到的问题，让那些热衷于传统生产方式而对精益生产持

怀疑态度的人，能举出这样或那样的理由来反驳。但是，那些坚定不移走精益之路的企业，大多数在 6 个月内，有的甚至还不到 3 个月，就可以收回全部改造成本，并且享受精益生产带来的好处。

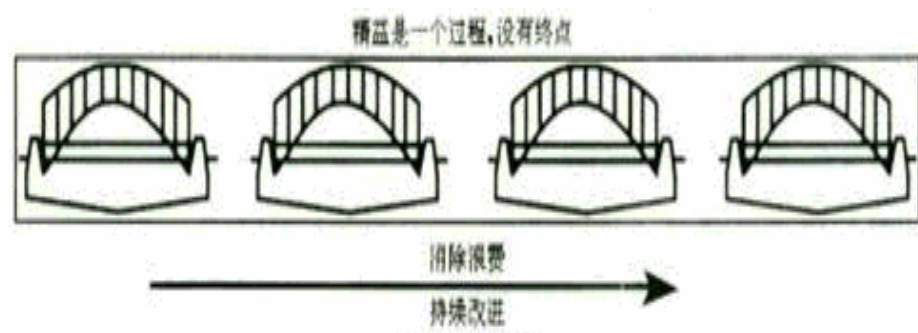


图 3：精益历程

传统生产向精益生产转变示例

现某企业的生产车间接到任务，要生产一组产品，需要经过铣、钻、磨、装配和打包等六道工序，每周生产 3200 件。所有这些产品的加工过程相似，需要的工人相同。该企业每周工作 5 天，每天工作 8 小时。生产指定产品每道工序的单位加工时间如表 2 所示。

表 2 加工工序和加工时间			
工序	加工时间（秒）	工序	加工时间（秒）
铣 (M)	80	装配线 #1	80
钻 (D)	30	装配线 #2	180
磨 (P)	60	包装	30

目前该生产单元按照工艺专业化布置。尽管这些产品具有一定的相似性，不需要大量的生产准备时间，但是，因为加工次序和优先级别不同，使生产很难达到应有的熟练程度，生产拖沓沓，有时还需要推迟交货时间，要么就经常需要工人加班加点才能完成生产任务，使生产成本提高，并且顾客对推迟交货的意见很大。现对该生产单元进行精益化改造，以彻底改变目前生产拖沓、效率低下的状况。

经过大量的调查，发现铣、钻、磨床尚有剩余生产能力，因此在不影响车间内其他产品生产的条件下，可以对这些设备进行适当的调整，安排到一个生产单元内。此外，所有的装配线和包装依靠手工完成，只需要提供一些台子和某些工具就可以完成。

步骤 1：计算单件产品生产时间 (Tact time)

$$\frac{40h/w \times 60m/h \times 60s/m}{3200units/w} = 45s/unit$$

步骤 2：计算符合单件产品生产时间 (Tact time) 每小时的生产量

$$\frac{60m/h \times 60s/m}{45s/unit} = 80units/h$$

步骤 3：计算每道工序的每小时的生产能力，以及每道工序所需工作台的数量

包装：  $\frac{60m/h \times 60s/m}{30s/unit} = 80units/h$

$$\frac{80units/h}{120units/h} = 0.67 \approx 1$$

(取 1 个工作台，尚有生产能力剩余)

装配线 #2：  $\frac{60m/h \times 60s/h}{180s/unit} = 20units/h$

$$\frac{80units/h}{20units/h} = 4 \quad (\text{取 4 个工作台})$$

装配线 #1：  $\frac{60m/h \times 60s/h}{80s/unit} = 45units/h$

$$\frac{80units/h}{45units/h} = 1.78$$

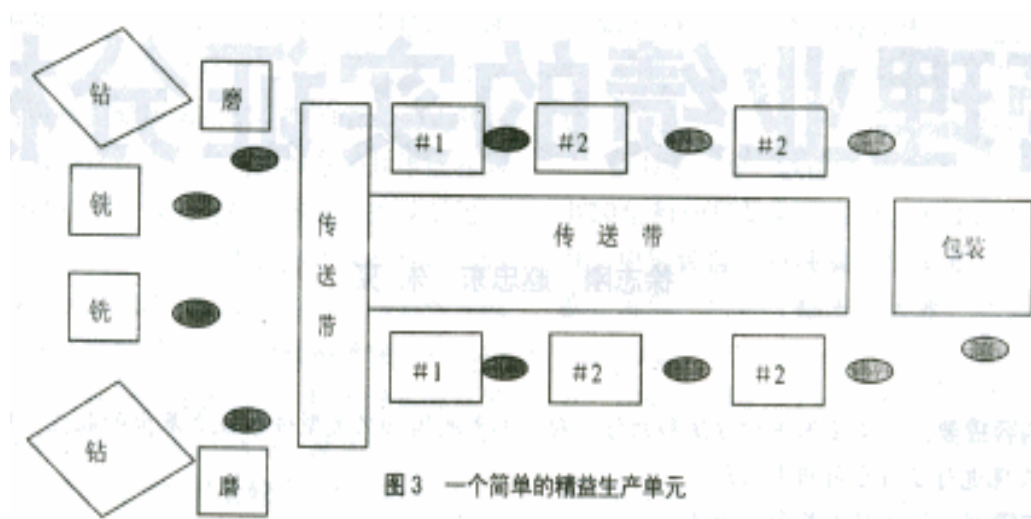
(取 2 个工作台，尚有生产能力剩余)

铣、钻、磨：因为这几道工序的加工时间有长有短，为了保证按照连续流程生产，必须平衡各道工序的劳动利用程度，提高劳动生产率，因而可以在生产车间内设置一个微型加工单元，把铣、钻、磨这三道工序有机地组合起来，并且只要一个工人就可以独立完成这三项操作。完成铣、钻、磨这三道工序所需的加工时间为 170 秒。因此，每小时可以完成 21.2 单位的产品，并且只需 4 个工作台。计算

过程如下：  $\frac{60m/h \times 60s/m}{170s/unit} = 21.2units/h$

$$\frac{80units/h}{21.2units/h} = 3.8 \quad (\text{取 4 个工作台，并且有一定的生产剩余时间})$$

计算过单件产品生产时间和完成指定生产任务所需的工作台后，便可以开始规划精益生产单元的布置。在实际设计生产精益生产单元时，可以考虑设置两个铣、钻、磨加工区，每个加工区由两个工作台组成，每个工作台配备一名工人（见下图）。



上图是严格按照单件产品生产时间（45秒），或者是按照每小时的生产能力（80单位）而设计的生产单元。由于包装、1号装配线、铣/钻/磨等工序都存在着一一定的生产剩余，制约整个生产单元的瓶颈是2号装配线。如果要加大生产量，或季节性的需要订单增加，那么，必须把2号装配线的工作适量的分配给包装、1号装配线，或者通过寻求提高劳动生产率、降低2号装配线生产时间的手段来解决。如果需要减小生产单元的生产能力，那么需要裁减工人来重新平衡生产线。

## 七、精益生产与ERP

ERP 系统是将企业的各种业务功能（如人力资源、财务、制造、会计、分销等等）链接到一个共同的系统中，使企业业务流程流畅和事务处理规范化。ERP 的集成和数据的共享使得 ERP 更趋向于扮演应用软件集成框架的角色。具体的核心业务作业，如一些自动的，智能的优化功能交给由 TOC，Lean，SCM，CRM 等软件来完成。其管理思想融入约束理论/精益生产的哲学。

对许多制造厂商来说，ERP 系统由于遗留了物料需求规划（MRP）的一些问题，例如复杂的物料定单、低效的工作流以及不必要的数据收集，所以并没有真正体现出其优越性。而悄然兴起的“精益生产”（Lean Production）依靠“流动”或“需求拉动”指导生产，适应时代的发展潮流，正在取代传统的 MRP 模式。

但是精益生产与 ERP 之间并非天生就是情投意合的，因为生产车间和 ERP 系统之间存在鸿沟，因此我们要全面地来看待这个问题，扬长避短。某些已经投资巨型 ERP 系统的企业正在试图让“精益生产”方法与 ERP 两者在生产车间互相配合。比如全球机械及车床中心的制造商辛纳提机器（Cincinnati Machine）公司等正在这样做，并已初见成效。

### ERP与精益的冲突

前不久，主流的 ERP 供应商还对支持新制造模式置之不理。但后来随着更加灵活的小型软件公司不断切入精益制造这样的缝隙市场，主流的 ERP 供应商也开始提供旨在弥合生产车间和 ERP 系统之间鸿沟的解决方案。这些方案表现为支持精益方法的模块或附加组件，其功能特点包括：流动线路设计，将日产出率跟需求同步化的数学模型，迅速处理生产线设计变动的能力，以及图形方法表。

这些新的方案很有前景，但许多公司由于技术上的巨额投资以及缺乏管理高层对精益工具的支持，暂时无法摆脱目前的 ERP 系统。在当前状态下，人们正在争论 ERP 和精益方法能否在同一企业共存。有些人认为这两个概念可以共存，而另一些人认为它们是矛盾的。精益的理念强调生产过程的持续改进，而 ERP 则强调规划。并且，ERP 让企业跟踪工厂中每项活动以

及每件物料的价格，产生了许多无附加值的活动。这跟精益理念是背道而驰的，后者的目的是让生产更加迅速流畅。

精益”要求经营活动做出重大改变，这可能跟 ERP 系统的结构格格不入。然而，某些已经投资巨型 ERP 系统的企业正在试图让两者在车间互相配合。全球机械及车床中心的制造商辛纳提机器（Cincinnati Machine）公司正在这样做。据该公司的物料总监称：“‘拉动’机制一旦就位，我们就必须系统地‘关闭’所有‘推动式’的思维和报告。”

### 目前的ERP供应商要做什么

许多企业不希望调整 ERP 系统来配合精益方法，而只是要求具备精益功能的软件包。专家警告说，虽然有许多 ERP 供应商谈到了精益功能，但只有少数能提供完整的软件包。企业在实施精益程序时通常犯的错误的是：以为从软件供应商营销的精益软件包中拿出一件工具，就已经是在使用一套精益软件系统。这也是目前的 ERP 供应商常范的错误。

那么，目前为让软件包应具备支持精益思想的功能，ERP 供应商应作到以下几点：

#### 1. 理解并概括制造营运流程的性质

在准备实施精益方法前，企业必须理解并概括自己制造营运流程的性质。该策略界定了制造企业用来生产产品的方式。这些方式分为两大类---离散型和连续型。离散型方式包括按订单组装、按存货建造、按订单装配、按订单设计等小类。连续型生产方法包括按订单制造、按存货制造以及按订单装配。例如，一家铝业公司可能被界定为连续型的按订单制造的企业，而一家汽车制造厂则被定义为离散型的按订单组装或者按存货制造的企业。

并非每个企业在其营运中只用到单一的经营策略，因此许多先进的 ERP 软件系统允许用户根据具体的产业标准，配置多个经营战略。制造厂商的一大担忧是，ERP 系统如何改善工厂的经营流程。企业必须确定 ERP 系统是否运用真正的需求和销售预测，或是将两者结合来制定并完善主生产调度规程。重要的是，管理者必须了解这个调度规程是如何制定的。

#### 2. 活用 MRP 与看板

有意思的是，企业在实施精益行动时，发现 MRP 系统具有一个重要的目的，应该跟精益方法结合运用。拿 Survivor Technologies 公司制造总监 Paul Pfeiffer 的话说：“MRP 应该用于规划，而精益制造应该用于执行规划。”生产调度规程一旦制定，就需要另外的方法来实现规划。为了维持稳定的在制品数量，同时保持顾客服务水平，必须运用拉动式生产来提醒补充物料，而不是 MRP 来为车间在制品设定一个调度规程。

大多数 ERP 供应商都采用某种形式的 MRP 来生成并执行生产调度规程。许多供应商还支持“自动下单”功能，以根据特定的承诺日期安排订单。重要的是，所有软件包都应能够关闭这项功能，这样具有“拉动”功能的部分就不再属于自动下单（推动）系统。许多供应商还提供某些制定“多品种产品”生产规程的能力，也就是说，企业能够在同一批次中以任何顺序生产任何产品，同时降低生产周期和库存。多品种制造降低了大规模生产的某些风险。

使用“看板”可以让制造流程中的产品和配件流动变得顺畅。“看板”还可以提供简单而有效的方法，跟前方工作站就下一工序进行沟通，从而提高效率。大多数 ERP 供应商都提供相应工具，协助使用“看板”补充物料。

### 3. 在实施 ERP 中不断完善

精益制造结合了多种同步化的努力成果，目的是满足实时需求。通过准确地估算潜在需求，企业不仅可以更精确地预计生产水平，并且可以将信息传达给供应商，以减少供应链中的浪费。有了更好的需求预测，企业就能够确保生产线不会因为缺少配件而被迫关闭。

宣称可以预测几个月后的顾客需求，是荒谬的。任何事情都不可能那么确定。因此，许多 ERP 系统正采用基因算法和模拟方法，来估计需求的不确定性以及约束条件对车间的影响。了解这个差异，就能让企业围绕物料和产能规划设置参数。

这些规划参数比计划中的生产提前几个月，具有更强的可变性。但是，随着规划逐渐临近实施，预测的约束条件开始收紧。先进的 ERP 系统必须了解这种需求的不确定性，才能帮助供应商规划未来。

车间生产的提前期只是产品整个提前期的一小部分。即使企业大幅降低了车间生产的提前期，对整个提前期的影响也是微乎其微的。精益方法的目标是减少车间和整个供应链中的浪费。由此提高效率将有助于提升企业在市场中的竞争力。

企业的信息系统必须深入到整个供应链，使得供应链每个环节都能彼此沟通。一个环节的薄弱会影响供应链中的每个合作伙伴。这意味着，企业必须在整个价值流中，整合其 ERP 系统，以满足顾客需求，并及时将产品和服务送达市场。

许多供应商正在着手解决供应链方面的某些挑战和问题。有些环节可以被设置成分销调度控制功能，跟企业的装运计划相结合。这种调度控制功能使得运输系统和生产车间实现同步化，有助于确保顾客要求的交货日期得以遵守。

## 总结

---

尽管精益工具的开发尚处于襁褓阶段，但新的范例已然出现，它将取代许多 ERP 供应商给企业套上的“一刀切”思维。这种新范例要求企业挑选适合自身营运的最佳应用软件，修正或取代已有的 ERP 系统。这些最佳组件可以整合起来，产生最佳的最终产品。便于安装的新一代企业供应链延伸应用软件正在出现，它们甚至可能淘汰传统的全面型 ERP。

不管如何实施精益功能，供应商现在必须解决真正的车间需要了。企业选取合适的解决方案，并正确地加以实施，是至关重要的。实施精益方法能带来实质性的收益，不能因为有了 ERP 挡路就止步不前。

## 八、美国生产力集团的精益培训课程

美国生产力集团是领先的国际咨询、培训和出版公司。自 1979 年开始，就帮助全球企业在成本、质量和交货方面创造了持久的显著成绩。今天，生产力集团还是增强企业竞争力的工业主要的策略和方法提供商。

### 精益管理系统

要获得竞争优势就必须改变你以顾客、供货商和雇员的工作方式。为紧紧抓住今天变化多端的市场需要，你就必须建立一个帮你管理复杂事务，成为一个精益企业的系统。

经过多年对先进生产力形式和改进系统的研究和实践，生产力集团的精益管理系统集中改进策略和策略管理、体制结构、信息系统和运作能力的认可方法。通过系统的业务重建过程和战术改进环节，你就能减少顾客的要求和现在生产能力间的差距。该系统运用了独特的减轻部署工作方法，让你们企业里的每个人都能在日常工作中和你的策略内涵保持一致。该系统同时也会记录下推荐的增效措施和为基于团队的决策和执行活动可视化管理设计的详细表格和图表。

通过精益管理系统，生产力集团用培训和为达到公司策略目标的实践行动来协助客户完成目标。下面是我们全面的支持服务的纵览。

### 企业诊断

在精益管理系统的诊断方法和量化方法基础上，生产力集团的专家顾问团会与你合作展开一个关系你们企业的策略、结构和运作能力的系统和全面的评论。这个评估过程将会鉴别出你现在的业务系统和过程中的战略和战术差距，并为你建立 12 个月和 36 个月的未来远景目标。

### Hoshin 管理

基于评估报告，生产力集团的顾问团会密切协作，协同咨询和培训，发展和部署一个详细的执行计划，并准备供更换的客户环境和系统。

### 精益领导人项目和服务

主管项目只有在人们主动实施和支持它时才有效。生产力集团用精益策略和方法培训、认证和指导精益转型领导人。我们的教育项目和服务通过对上级管理和人员职责、新角色的共同理解，在改型过程中教育和规范经理人。

## 实施和技能培训

生产力集团把每一级的员工组成团队，提供可靠的改进和管理方法来完成他们的工作目标。我们也进行特定的精益工具专家培训和认证，给转型领导人提供支持，以便向所有员工灌输精益思想和实践。所有生产力集团的学部都是为车间实施组合设计的。它们包括拉式生产、全生产维护、Sigma 方案、持续改进、5S、可视化控制和显示、单元设计和组团技术、自主维护、价值流管理、“看板”系统、快速转型和其他许多。

## 咨询服务

生产力集团（TPG）为能提供今天领先的业绩，改进工具和方法以增速、改进、量化结果而感到骄傲。二十多年来，我们的客户都积极推荐生产力集团给盼望加速和改进过程的同行。

为协调特定地点体系和业绩考虑，定制我们的方法学正是我们实力之所在。承诺会因为涉及从结果驱动的在精益生产工具上的培训，如可视化车间和拉式生产，到涉及设备再设计和结构转换的扩大公司转化计划而有所不同。不管你是用一天的现场咨询或应用一个全面的改进策略，生产力集团将会让你成为精益生产企业，获得竞争优势。

生产力集团已经在大范围工业企业里建立了一套持久的改进过程，从纺织业到印刷业和包装业，从化学工业到重型设备工业。我们的产品和服务是极其领先的，并且可以在世界 500 强企业中找到。有着全球会员、同领先的科技院校的合作，以及和一个著名的精益从业人员和顾问网络，你选择生产力集团就能带来好处。

## 我们的职员

生产力集团的顾问和培训师都是在实施精益生产和持续改进策略方面有实践经验的生产过程改进专家，他们在工业界平均工作过 25 年。我们的顾问都是第一代精益咨询顾问 - 均来自 Shigeo Shingo、Yoshiaki Iwata、Ryuji Fukuda 和 Iwao Kobayashi 等的工艺改进策略创始者。我们的职员已经在全球范围内的诸多公司实施了精益策略。

## 全球会员

通过一个延伸到欧洲、亚洲、墨西哥和加拿大的合作网络，生产力集团已经准备好为跨国企业的海外需要服务了。



## 九、精益生产的有关资料

在此把一些关于精益生产的资料列举出来供大家参考：

### 1. 几本书

《精益思想》、《精益制造》、《工业工程与管理》、《改变世界的机器》

### 2. [www.productivity.com](http://www.productivity.com)

### 3. <http://www.allnetcn.com/zxzy/glkx/0325115325.htm>

### 4. <http://www.chinabyte.com/20030113/1648108.shtml>

### 5. [www.amteam.org](http://www.amteam.org) 上的工业工程-精益生产专栏

### 6. <http://www.formalwin.com/tra/fwbus-LEAN-m.htm>

### 7. AMT 网站上的蔡颖专栏