

# A Novel Approach of Lean Production Planning in Global Supply Chain

—A Case Study of Assembly Massive Production

Rich C. Lee<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>IBM, Taipei

<sup>2</sup>National Taipei University of Technology, Taipei

Email: [richchihlee@gmail.com](mailto:richchihlee@gmail.com)

Received: Oct. 13<sup>th</sup>, 2013; revised: Nov. 16<sup>th</sup>, 2013; accepted: Dec. 28<sup>th</sup>, 2013

Copyright © 2014 Rich C. Lee. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. In accordance of the Creative Commons Attribution License all Copyrights © 2014 are reserved for Hans and the owner of the intellectual property Rich C. Lee. All Copyright © 2014 are guarded by law and by Hans as a guardian.

**Abstract:** Under the trend of globalization, the manufacturers are inevitably facing new challenges from the emerging lower labour cost countries. To ensure the current investment and maintain the market position, the manufacturers are putting their best effort to pursue: (1) maximizing the procurement benefit, (2) reasonably reducing the production costs, (3) expanding sales and marketing influence, and (4) improving logistics costs effectively. This makes the concept of Lean Production become the common sense of production. The fundamental idea of Lean Production is to reduce waste. Many production planning information systems applied in the assembly factories are using the similar process as follows: (1) when market demand is forecasted (Build-to-Stock) or receiving customer orders (Order-Driven Production), the systems will generate material requirement list based on the product's BOM (Bill of Material); (2) check finished goods inventory, calculate the difference and wait for producing; (3) check parts inventory and calculate the difference for procurement; and (4) if inventory is sufficient for production, the systems will issue the production order. However, the factory often switches production orders or even worse, stops production and waits for materials. This paper proposes a novel approach to improve the order forecasting and the procurement strategy by using business analytics techniques.

**Keywords:** Lean Production; Production Planning; Supply Chain Management; Business Analytics

## 全球化供应链精益制造排程新模式

—以海量制造组业为例

李 智<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>IBM, 台北

<sup>2</sup>国立台北科技大学, 台北

Email: [richchihlee@gmail.com](mailto:richchihlee@gmail.com)

收稿日期: 2013年10月13日; 修回日期: 2013年11月16日; 录用日期: 2013年12月28日

**摘 要:** 在全球化趋势下, 制造商面对来自更多低劳动力成本新兴国家竞争, 为确保企业既有投资及市场地位, 无不殚精竭智地追求: (1) 提高物料采购成本效益; (2) 合理地降低制造成本; (3) 扩大市场营销影响力; 及(4) 提高物流效率与降低运送成本等, 使得[精益制造]概念为今日制造业者所奉为圭臬。[精益制造]要旨之一在于降低残料, 多数此类生产排程信息系统在组业应用上, 自获得市场需

求评估(对库生产模式)或接到客户订单(对单生产模式)后, 会分别比对成品及物料库存, 再依[产品用料列表](Bill of Material, BOM)展开取得[物料需求清单](Material Requisition Planning, MRP)。倘若物料存量不足, 则即触发采购流程, 俟进料检验后, 启动生产制令。然而常因原料供应商供货误差, 或是其他生产要素不完备, 致使停工待料, 不能满足客户如期如质要求。本文提出一套做法, 运用巨量资料分析, 找出物料组合采购战略, 降低停工待料机率, 同时在物料不足下, 合理风险预估开立制令, 以制令生产时间差, 争取供应商供货所需时间。

**关键词:** 精益制造; 生产排程; 供应链管理; 巨量资料分析

## 1. 引言

在当前在全球化趋势下, 制造商不断地面对来自更多新兴国家低劳动力成本竞争, 为确保企业既有投资及市场地位, 除了产品创新与提升服务外, 无不但精竭智地追求: (1) 提高物料采购成本效益——透过扩大经济量获取较低成本物料; (2) 合理地降低制造成本——透制程持续性改善以顺畅生产; (3) 扩大市场营销影响力——透过扩大销售通路与加强消费者对产品认知; 及(4) 提高物流效率与降低运送成本——透过建立各式物流模型掌握运送途径政经动态以减轻物流风险等。无疑地全球化供应链有三大风险来源: (1) 供给风险——跨地区物料供给速率与质量未符合预期, (2) 制造风险——跨地区接力制造之制程设计不完善造浪费, 及(3) 需求风险——对不同市场地区需求预测不准或是产品滞销等。[精益制造](Lean Production)概念早已成为今日制造业者圭臬, 是许多制造业者所追求达成之目标, 然而亦有许多奉行[精益制造]制造业者, 并未实质获益, 其原因复杂多样<sup>[1]</sup>, 而制造业者自身文化因素, 包括: (1) 员工工作稳定性、激励制度、工作满意度与分层授权, (2) 员工训练发展、沟通指导与管理层支持, 及(3) 持续精进制造程序工具等, 均深切影响[精益制造]所能带来之效益<sup>[2]</sup>; 其中第(3)项中, 如何降低与预估订单与物料供应之变异性, 协助生产规划更顺畅, 是[精益制造]核心挑战。

如今多数制造业者均已导入[企业资源规划](Enterprise Resource Planning, ERP)信息系统, 以协助制造业者经营与内部管理顺畅, 在生产制造方面有: (1) 生产排程(Production Planning), (2) 物料管理(Material Management), 及(3) 销售管理(Sales & Distribution)等系统互动密切<sup>[3]</sup>。制造业者为了创造更多有形与无形产值, 纷纷思考[制造业服务化]战略,

并透过有价值服务以增加收益<sup>[4]</sup>, 因此在使用信息系统多年后, 并积累巨量商业活动纪录数据, 如何加值再利用此巨量数据, 冀望从分析中找寻企业蓝海新战略<sup>[5]</sup>。

本文分析现行[精益制造]模式, 点出造成生产失序主因, 运用统计语言 GNU-R<sup>[6]</sup>分析巨量数据, 辅助生产排程系统规划制令, 降低停工待料与残料产生机率, 提升[精益制造]效益。

## 2. 精益制造模式

[精益制造]关注降低各种不同残料库存水位, 是一种制造业战略追求增快生产周期, 具有以下特色: (1) 一体生产(Single-Piece Production), (2) 准时拉动式生产(Just-In-Time, JIT Pull Production), (3) 短生产周期(Cycle Time), (4) 快速换线(Quick Change-Over), (5) 连续工序(Continuous Flow), (6) 零缺误(Zero Defects), (7) 低库存(Low Inventory), 及(8) 多技能作业员(Multi-Skilled Workers)<sup>[7]</sup>。总体而言, 生产主要模式如图 1 所示。

组装制造业者收到客户订单, 计算成品库存与客户[订货数]差量为[待制量], 依[产品用料列表]展开物料单位需求量, 再乘以[待制量], 即为[物料总需求量]。将此[物料总需求量]减去[库存量]为物料[待购量], 采购依[待购量]分别向供应商订购所需物料。供应商依订购单交验物料, 通过[进料检验](Incoming Quality Control, IQC)后入库, 再送入生产线进行制造。

由以上概略流程可知, 若客户订购成品模式  $P_1$  无法预估, 则制造业者无法备料生产, 虽有[供应商管理库存](Vendor-Managed Inventory, VMI)调节, 但供应商仍需要[物料需求预测](Material Demand Forecast)方能及时供货, 因此供应商供货模式  $P_6$  将影响制造业者[精益制造]效益。在生产模式  $P_2$  中, 若是[待购量]

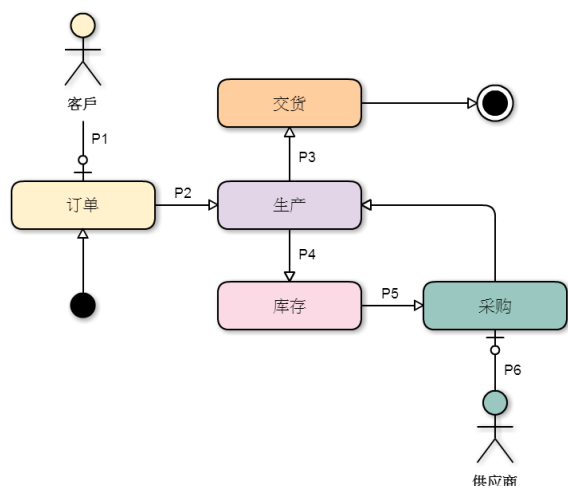


Figure 1. Lean production generic model  
图 1. 精益制造主要模式

超过[供应商管理库存量], 则势必因供应商需要更多时间生产制造或是从他地调料, 而延误成品制造。在生产模式 P<sub>4</sub> 中, [库存安全量]扮演残料关键角色, 若高估则发生残料机率增加, 反之则有增加延迟交货风险, 实务上制造业者由人为凭借经验简订一绝对值或是百分比作为[库存安全量]设定基准, 常进退失据造成残料。在生产模式 P<sub>5</sub> 中, 若仅依[待购量]订料, 当客户新订单再涌入时, 会增加物料运送成本与时间, 反而降低[精益制造]效益。因此必须要有一套新思维缓和各生产模式 P<sub>i</sub> 中副作用。

### 3. 精益制造减低残料对策分析

[精益制造]之要旨在于减低残料或浪费(Waste), 而产生残料或浪费(以下简称残料)成因众多, 包括: (1) 过度生产, 亦即生产量大于需求量; (2) 生产瑕疵, 在生产过程中, 因制程失误, 或因进料检验未及检出瑕疵物料等所致; (3) 包装或运输不当, 在成品出货时, 因栈板堆放或因运送条件差所致; (4) 停工待料, 因生产规划失当或因供应链不顺畅所致; (5) 品料多余位移, 因生产规划失当, 造成物料或半成品存放次数增加, 或运筹规划不当, 造成物料或成品未能已经经济规模运送; (6) 库存呆滞品, 因物料需求规划失当, 或因产品结构不良所致; 及(7) 多余制令, 因生产规划失当, 或因品管失检, 造成制造中断或是重工过多。进一步分析残料成因如表 1 所示, 除生产瑕疵与包装或运输不当属于制造过程瑕疵所致外, 其余五项成因均与市场需求与客户订单涌入掌握有关, 倘若

Table 1. Waste causes analysis and actions  
表 1. 残料成因分析表

原因	分析与对策
(1) 过度生产	改善市场需求预测, 实施精益制造模式。
(2) 生产瑕疵	改善制具、工序, 加强训练。
(3) 包装或运输不当	改善包装设计 with 运输方式。
(4) 停工待料	改善客户订单涌入预测, 与供应商供料模式。
(5) 品料多余位移	改善生产换线频率, 加强库存控制, 降低暂存区数。
(6) 库存呆滞品	改善市场需求预测, 降低存货与物料数。
(7) 多余制令	改善生产规划, 加强品管。

能有效改善此关键成因, 则残料将可大为降低。

在实务上, 有设计[残料管控表](Waste Metrics)以监控制造过程中所产生之残料, 提醒制造业者在残料未危害前便加以处置<sup>[8]</sup>。然而从前述造成残料诸原因中, 防范于未然方为上策, 倘若短期残料是为顺畅生产, 避免因强势物料短缺而停工, 则此残料为生产顺畅必要之恶, 徒有[残料管控表]并不能使精益制造效益提高, 由其今日制造业者多已导入[企业资源规划]资源系统, 透过[库存帐龄日报表]已能达到相当监控功能, 所以[残料管控表]警示功能有限。正本清源减低残料途径之一或可从制造整体过程思考, 透过各种商业活动纪录分析, 从增长制造前置时间(Lead-Time), 产能利用率(Capacity Utilization), 甚至制造品收益等多面向考虑, 在学术上有从卜瓦松分布(Poisson Distribution)排队理论为分析模型基础, 作为制造决策依据<sup>[9]</sup>。然而在实务上多样制造模式下, 应如何运用现有[企业资源规划]资源系统, 非但要能减低残料, 且要与生产管理接轨, 是本文重点所在, 同时在不干扰制造业者目前生产模式为前提, 提出一套改良式精益制造模式, 使得制造业者能以更短时间及更少成本从中获益。

### 4. 改良式精益制造模式

对于已导入[企业资源规划]信息系统多年之制造业者而言, 积累客户过去订单纪录, 同时无论是代工或是自有品牌业者, 对于各别成品下订周期机率, 本文假设为服从卜瓦松分布如图 2 所示, 在不同发生平均数下机率分布情形及其公式, 并具有下列特性: (1) 在一段极短时间内, 只会有一个订单涌入, (2) 下订单数与时间长度成线性关系, 及(3) 二订单之间没有

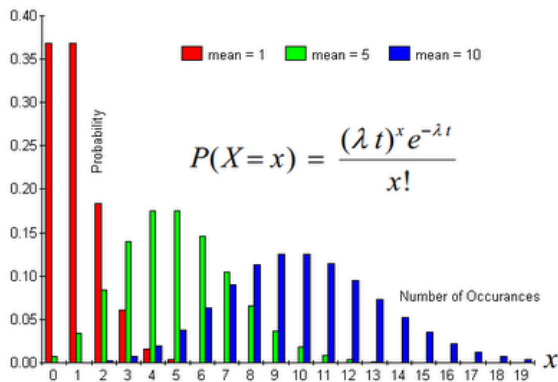


Figure 2. Poisson probability formula/distribution  
图 2. 卜瓦松机率分布与公式

因果关系；同时亦对[待购量]超过[供应商管理库存量]发生机率做相同假设。

至于其他生产模式 P<sub>2-5</sub>，均可假设制造业者所生产之成品为成熟制程，发生变异机率为常数。[改良式精益制造主要模式]如图 3 所示，生产模式 P<sub>1</sub> 及 P<sub>6</sub> 发生机率均服从卜瓦松分布。

因此在启动[改良式精益制造模式]前，须先将萃取客户订单数据字段如下：(1) 客户代码，(2) 成品代码，(3) 订单日期，(4) 交货日期，及(5) 数量。选取该成品制程成熟日期后至分析日止之客户订单数据；视产品特性或商业模式，再依生产所需或依成品安全库存量耗尽时间或依会计周期(Fiscal Period)为事件发生周期，在此事件周期内，分别统计客户涌入发生[订单数量]超过[成品安全库存量]*n* 单位之次数。

若某成品订单自生产技术纯熟后，依过去三年会计周期总共有 36 期，统计发生[订单数量]超过[成品安全库存量]事件，如表 2 范例所示，并将周期数以数列方式表达(以下称：此数列)其中平均发生事件约有 2.6 次( $\lambda$ )，其中有次 2 周期安全库存量足够，有 1 次周期内发生 8 次安全库存量不足，均未发生 6 及 7 次安全库存量不足情形，而其余各发生次数统计如下：

将此事件发生次数之数列绘制成[直方图] (Histogram)如图 4 所示，X 轴为发生订单数量超过成品安全库存量次数，Y 轴为周期数，直观上约略如卜瓦松机率分布图。

此数列不可能完全服从卜瓦松分布，因此势必需要检定此数列是否服从其分布，运用下列 GNU-R 分析程序并加以附注说明，其中蓝色字为 GNU-R 命令或函数，绿色字为函数参数，橘色字为其相关参数指

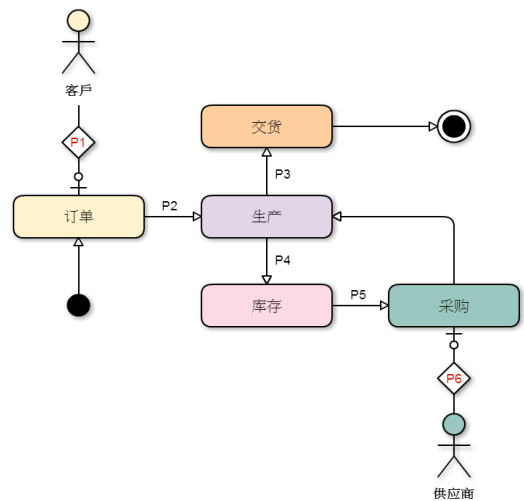


Figure 3. Lean production enhanced model  
图 3. 改良式精益生产主要模式

Table 2. Event occurrence statistics  
表 2. 事件发生次数统计表

次数	0	1	2	3	4	5	6	7	8
周期数	2	6	11	9	4	3	0	0	1

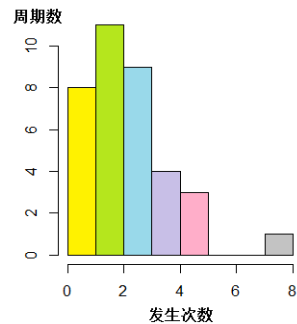


Figure 4. Event occurrence histogram  
图 4. 事件发生次数直方图

定常数值，黑色字为变数，斜体字则为该数列变数：

```
# 载入所需套件
library(vcd)
# 此数列变数命名为 OFT
# 绘制直方图
hist(OFT)
# 输出事件发生次数统计表
table(factor(OFT, 0:max(OFT)))
# 平均数
mean(OFT)
# 使用套件函数 goodfit
gf <- goodfit(OrderFrequency, type = "poisson",
method = "MinChisq")
# 产出分析结果
summary(gf)
```

上述 R 分析程序应用皮尔森(Pearson)[最小  $\chi^2$  值]如公式 1 所示,藉以检定此数列之卜瓦松适配量,其中假设此数列中个数为  $n$ ;  $Num_i$  为数列中第  $i$  个;  $Poisson_i$  为平均发生次数= $\lambda$ , 卜瓦松分布在  $i$  机率值,因此表 2 可进一步衍化为表 3 所示, 其中:

$$\Delta^2 = (Num_i - n * Poisson_i)^2$$

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(Num_i - n * Poisson_i)^2}{n * Poisson_i} \quad (1)$$

每当新客户订单涌入,即运行上述 R 分析程序,可产出下列分析结果:

Goodness-of-fit test for poisson distribution			
	X^2	df	P(>X^2)
Pearson	5.022363	7	0.6572341

若卜瓦松[适配量]:  $P(> X^2)$  高于某一战略事前指定数值(如 0.5), 即从宽认定此数列服从卜瓦松分布。在此情形下(亦即平均发生事件次数= $\lambda$  时), 制造业者可进一步计算在周期内发生[订单数量]将会超过[成品安全库存量]事件次数《等于/多于/少于》某值之机率, 同时亦能藉由该数值模拟(=5, <4, >6 等)配合经验法则, 加以判断是否需要多采购物料以应付可能涌入之订单, 因此前述范例条件计算输出如下所示:

发生次数 =5	发生次数 <4	发生次数 >6
0.0735	0.7360	0.0172

因此当  $\lambda = 2.6$  时, 发生[订单数量]超过[成品安全库存量]事件小于 4 次时之机率高达 73.6%, 但卜瓦松[适配量]为 65.7%, 因此调整量为事件机率与适配量之乘积, 并且统计客户订单萃取数据事件小于 4 次时与安全库存量差数和, 作为精益制造所需之增补量, 其计算如公式 2 所示, 其中  $m$  为事件小于 4 次之总发生数,  $Qty_i$  为事件发生时之客户订货数量,  $Inv_i$  则为事件发生时之库存数量:

$$\text{精益增补量} = \text{事件机率} * \text{适配量} * \sum_{i=1}^m (Qty_i - Inv_i) \quad (2)$$

运用下列 GNU-R 分析程序计算是否需要多采购

Table 3. Event Occurrence Statistics/Poisson Values

表 3. 事件发生次数统计表( $n = 36, \lambda = 2.6$ )

次数	0	1	2	3	4	5	6	7	8
周期数	2	6	11	9	4	3	0	0	1
理论值	2	6	9	7	5	2	1	0	0
$\Delta^2$	0	0	4	4	1	1	1	0	1

物料以应付可能涌入之订单:

```
# 发生[订单数量]超过[成品安全库存量]事件平均次数
lamda <- 2.6
# 刚好发生事件某次数之机率
freq <- 5
ans <- dpois(freq, lamda)
print(sprintf('发生次数 = %d 之机率 = %.4f', freq, ans))
# 发生事件小于某次数之机率
freq <- 3
ans <- ppois(freq, lamda, lower.tail = TRUE)
print(sprintf('发生次数 ≤ %d 之机率 = %.4f', freq, ans))
# 发生事件次数大于某次数之机率
freq <- 6
ans <- ppois(freq, lamda, lower.tail = FALSE)
print(sprintf('发生次数 > %d 之机率 = %.4f', freq, ans))
```

当成品[待制量]与[增补量]相加即为成品[生产量], 再依[物料用量清单]展开物料需求表, 对每一种需求物料进行前述分析步骤, 可获得[在厂库存物料增补量]; 同时对于运用[供应商管理库存]实施精益制造之制造者, 则尚需多考虑发生[供应商管理库存量]不足事件, 进行前述分析步骤, 便可获得[VMI 增补量], 制造者对需求物料之[精益待购量]如公式 3 所示:

$$\text{精益待购量} = \text{待购量} + \text{增补量} + \text{VMI增补量} \quad (3)$$

## 5. 供应商管理安全库存维持

对于整体供应链而言, 制造业者制成品常为最终成品之组件(Component), 为[供应商管理库存]成员之一, 以服务最终成品制造业者进行精益制造。仓储业者定时将[供应商管理库存]透过因特网或是[网络增值商](Value-Added Network, VAN)传递给最终成品制造业者, 当物料同时供应多家制造业者时常发生彼此虽然[看到]库存现量, 却不一定可用, 因为可能某制

造业者已经先一步扣帐，其他制造业者要等到下一次信息传递才会发现[供应商管理库存量]不足，若物料生产地距离远，需透过海空运方能补料，则影响精益制造效益更巨。传统上均以设定安全库存量来因应，但安全库存量该如何订定，才能降低运筹(Logistic)费用，解决之道即可运用前述分析步骤，可获得[VMI增补量]，提升物料制造业者在[供应商管理库存]中获利。

## 6. 与现行企业资源规划系统集成

在前述[改良式精益制造主要模式]中，成品「精益增补量」为假设客户涌入订单如卜瓦松分布推算而得，并非为客户真实订购量，为不使成本估算失真，应该采取以下步骤：

1) 在[销售管理]系统中，新增一笔虚拟客户信息，客户代码为可识别特殊文数字组合，客户名称即为本身。

2) 为各制成品相关[精益增补量]，在[销售管理]系统中，新增一笔虚拟客户订单，交货日期如真实客户订单。

3) 在[物料管理]系统中，各需求物料相关[增补量]，新增一笔物料订购单，交货日期如生产排程所需。若[物料管理]系统具备分散采购战略机制，则此[增补量]将会产生多笔物料订购单分别给不同供应商，分散采购战略可以与[待购量]互补，如后者以交期为重，前者则可以价格为主，混合搭配以降低因事件尚未发生之库存停滞成本。

在[会计暨成本管理]系统中，[精益增补量]依成品库存准则计算，但应另立[分类账户]以分别计算事件尚未发生之库存停滞成本；同时因[增补量]所多产生之[应付账款]传票也另立[分类账户]以分别计算事件尚未发生之金额等，此新增之分类账可便于后续衡量[改良式精益制造模式]所带来之效益评估。

## 7. 案例综合讨论

本研究对象为一笔电代工组装厂，生产多种笔电规格，在全球设有多个[供应商管理库存]据点，为品牌商提供制成品与维修相关服务，同时导入[企业资源规划]信息系统多年。[改良式精益制造模式]以选择示范点先行导入方式实施，俟效益评估显著后再全面推广。[改良式精益制造模式]依会计周期进行制造厂导

入步骤说明如下：

1) 依前述萃取客户订单数据字段要求，导出制造厂处之[销售管理]系统内数据。

2) 对导出数据进行卜瓦松分布检定，针对不同成品计算适配量。

3) 对于卜瓦松适配量高于战略选定值之物料，实施[改良式精益制造模式]，降低停工待料发生机率。

而[供应商管理库存]亦依会计周期进行导入步骤类似说明如下：

1) 依前述萃取客户订购单数据字段要求，汇出[供应商管理库存]处之[销售管理]系统内数据。

2) 对导出数据进行卜瓦松分布检定，针对不同物料计算适配量。

3) 对于卜瓦松适配量高于战略选定值之物料，实施[改良式精益制造模式]，动态设定安全库存量。

依会计周期统计(1) [因待料致使生产换线[次数—数值高通常意涵生产不顺畅]，(2) [精益增补量[成本增量]，及(3) [增补量]成本增量作为评估[改良式精益制造模式]效益指针。分析效益指标发现下列现象：

1) [精益增补量]与物料[增补量]短期会因[改良式精益制造模式]而增加成本，但当订单量爆量涌入后成本不增反降，因成品库存支应订单而得以消化，使得物料采购单价会因量大而降低，进而提高物料采购成本效益。

2) 对于常往来量大或地理位置近之供应商而言，由于供料模式(备品足，信息联系方便)稳定，成品[精益增补量]与该物料「增补量」间相关度高，差料估算与掌握扮演关键角色；而对于量小之供应商而言，因经济规模受限，致使[供应商管理库存量]不足机率增高，造成供料模式不稳定，无论何种情境[改良式精益制造模式]改善效益均呈显著。

[因待料致使生产换线]次数会因实施[改良式精益制造模式]得以改善，当次数分布呈现右尾偏态(左高右低)，此时因为供应商供料尚未入库所致，俟物料[增补量]陆续交验入库后，次数便显著下降。同时换线次数与成品[精益增补量]及物料[增补量]之间线性回归斜率均呈负值，亦即受[改良式精益制造模式]下物料[增补量]增加所改善。

无可否认地[改良式精益制造模式]会使得成品与物料增加以交换制造重工与换线机率，有批评者认为因估算误差会增加残料风险。事实上此点可由成品需

求量之时间序列分析，便可以判断市场需求动能趋势，同时藉由残料所多制造之成品数量亦可透过促销手段加以消化，这与目前制造业者做法并无二致，所改善者是[改良式精益制造模式]在兼顾经验法则(给定[适配量]战略值及可能发生之事件数)下，成品数量将会远低于需要促销消化之数量。

## 8. 结论

制造组装业者获利率有限，当供应链下游市场规模预测失误时，极易对其中下游造成[长鞭效应](Bullwhip Effect)，致使制造业者制造成本、存货成本、运输成本均因信息不通透或是需求预估失准而大幅提高，同时也降低制成品可用度与实际收益。因此产业思考如何透过供应链价值共创，及信息通透是降低[长鞭效应]之有效手段。

同时，制造业者推动以[商业分析法](Business Analytics)结果来主导生产战略，仍面临相当难度：(1) 管理文化差异——生产战略形成以经验判断为主，对于运用数据分析方法推导战略仍有疑虑；(2) 分析方法认知差异——管理阶层对数据分析方法陌生，无法判断分析结果真伪；(3) 信息集成能力差异——许多制造业者仰赖信息服务厂商运维其[企业资源规划]系统，对于能从中汇整何种有利于生产战略有效之[数据集](Data Sets)力有未逮，造成导入数据分析方法障碍；及(4) 商业分析自动化能力差异——许多制造业者仍使用一般电子表格作为数据分析工具，无法满足大量动态实时数据分析需要，使得管理阶层裹足不前。

有鉴于近年来台湾面临产业及出口结构过度集中、附加价值创造能力低等问题，政府遂提出推动[制造业服务化、服务业科技化与国际化、传产业特色化](三业四化)之产业转型政策，透过彻底转型，方能突破经济发展困境<sup>[10]</sup>制造业欲朝[服务化]方向迈进，除了科技与商业模式创新外，应从产业价值链透明度

改善着手；一方面中长期透过创新推升产业获利能力，另一方面短期从改善市场预测与客户订单涌入分析降低现有生产模式下残料，不失可行之道。

同时产业价值链透明度改善可以参考先进国家作法，建置[开放资料平台](Open Data)，将政府各种属性之巨量数据集加以开放，藉此拉动产业界与学界互动，最终嘉惠于公民。因此各供应链体系在兼顾隐私权与商业机密保护下，未来会以此平台交换彼此数据，降低生产信息误判风险，并交由学界进一步分析探索产业发展契机与方向。巨量资料分析从个别企业先做起，再推及整体供应链；另一方面，透过政府释出相关经济数据，让产业发展更具方向感；藉由此两方向相互趋近，发挥综效以提升台湾产业整体竞争力。

## 参考文献 (References)

- [1] Schonberger, R.J. (2007) Best practices in lean six sigma process improvement: A deeper look. John Wiley & Sons, New York, 304.
- [2] Sim, K.L. and Chiang, B. (2013) Lean production systems: Resistance, success and plateauing. *Review of Business*, **33**, 97-110.
- [3] SAP (2013) Better execute your business strategies with our enterprise resource planning (ERP) solution. <http://www54.sap.com/pc/bp/erp/software/overview.html>.
- [4] 濱本贤一, 近野泰 (2007) 台湾应走向[制造业服务化]. *天下杂志*, **364**.
- [5] 林蔚君 (2013) 巨量数据分析——信息产业新契机. *创新-乐活*, **19**, 8-9.
- [6] Ricci, V. (2005) Fitting distributions with R.
- [7] Al-Aomar, R.A. (2011) Applying 5S LEAN Technology: An infrastructure for continuous process improvement. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, **59**, pp. 2014-2019.
- [8] Gopinath, S. and Freiheit, T.I. (2012) A waste relationship model and center point tracking metric for lean manufacturing Systems. *IEEE Transactions: Design & Manufacturing*, **44**, 136-154.
- [9] Li, L. and Chen, Z.-X. (2010) Lead-time, Capacity and Pricing Decisions for the Production Seat Booking. 2010 *IEEE 17th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, Xiamen, 29-31 October 2010, pp. 770-772.
- [10] 台湾“经济部” (2011) 经济部 2020 年产业发展战略。