加工与组装的精益管理差异

文 | 黄钦印

生产现场管理在美国与日本发展出截然不同的思维。早期的美国工业工程以经济订购量（Economic Order Quantity,EOQ）为思考指引，寻求最佳订购批量以使年订货成本与年存货成本的总和最小。其中最大的假设是每次的订货成本固定，与订购批量大小无关。而极端地，后期的物料需求规划（MRP）在初期最为被诟病的就是未考虑换模换线时间，假设生产时间与批量大小成固定比例关系。这二大美国工业工程的理论发展体现对生产现场的理解度不足。EOQ 的理论中由于每次订货成本无法下降，导致订购批量就不可能缩小。当这样的思考转换到制造现场，每次订货成本就等同 set up time，一旦 set up time 无法下降，大批量生产就会是唯一的解方。而 MRP 的思维则透过物料清单 (Bill of Materials,BOM) 与前置时间 (Lead Time) 的双重信息与计算机计算，前推出各供应物料的齐备时间，可惜在初期对于 set up time 与批量大小的关系并无着墨，丧失检讨 set up time 是否可变的机会。

如果要总结美式生产制造管理，那就是福特生产线的失败。以新创天堂自居的美国市场，往往想透过量产来尽早回收资本，所以标准化自动产线变成唯一出路，却不知这样的想法禁不起需求善变的市场挑战。尽管生产制造的理论很多是源自美国，例如最近因特斯拉而火红的 Agile Manufacturing，殊不知已经在二十多年前即已被研究发表。德国工业 4.0 也是计算机整合制造 CIM 的进阶版不是吗？笔者认为最大的根本在于多数工业工程理论专家不肯对生

产现场谦卑，蓝领与白领在美国工厂仍有很深的鸿沟。

反观日本丰田生产从现场生产出发，和美式理论最大的差异是没有 set up time 固定的迷思。一旦 set up time 能下降，大批量生产就不再必然存在。小批量生产，再透过广告牌拉式生产，TPS 的产线自然能因应需求市场变动来按需生产。日式 TPS 的生产现场不断挑战自己来成就客户需求的思想是很特别的。

然而，笔者在面对国内学校与产业的生产现场教育时，发现有一个重点被忽略，似乎书籍与学者都不大区分加工 (Fabrication) 与装配 (Assembly) 的生产制造本质的差异。加工与装配的本质差异会影响到现场管理的重点，不区分时很容易拿错工具用在不对的地方来解决问题。

论加工的精实管理

加工是零件在机台或工作站间流动。传统的锻造、铸造、切削、折弯、放电加工、去边抛光，与许许多多特殊制程如半导体加工制程等都是加工作业。加工作业在国内已经少有完全以人力为之的如钳工的作业，反之都以设备为主角，作业人员为辅的作业。由于加工需要各式的刀具、模具、夹具，与治具等，这些工具被固定 setup 在机台往往耗费时间，现场人员与主管会以量产来分摊 setup 的工时给该批的每一的零件。这个大批量生产使得每一个加工站被独立出来，与上下游的加工站失去关联，也与生产计划和客户订单失去关联。现场员工和主管往往可以用机台很忙来麻醉自己，说自己对公司很有贡献。殊不知只是堆积了在制品库存，创造了无效的成品库存，让生产单位与业务单位无法对话。业务单位的对话对象只有询问成品仓是否有成品可给客户。在大批量生产的加工现场去估算 Lead Time,LT 是无意义的，这样的时间无法成为预估交期的依据；让业务单位孤立无援，很容易重复下单，制造更多成品库存。

因此，要解决上述问题的基本功是降低换模换线时间。只有透过降低换模换线时间，才可能缩小批量，甚至达成单件流。一旦达成小批量生产，订单与生产就能开始对话，业务单位可直接看到产在线的订单移动，对于准时达交客户订单才有把握。多数换模换线时间的下降常透过分析内换模和外换模作业，并搭配成套工具车的方式来达成。

另外，加工作业很常以自动化上下料机构来解决单一工作站内的搬运浪费，并以自动物料搬运设备来解决工作站间的搬运浪费。就精实生产而言，单件流与采用广告牌的拉式常是解决方案。但值得注意的是，常有生产线个案为了迁就自动化的上下料机构 (如工业机器手) 与物料搬运设备 (如无人搬运车)，反而推翻原本已用 TPS 设计的单件流生产而顺从自动化上下料与搬运设备的批量要求。这样的做法抹杀了换模换线精实化的成果，不可不慎。

论组装的精实管理

组装的作业是指将二个以上的零件合并成单体。组装作业包含焊接、螺丝组装，胶合等。组装作业通常是成品的先前作业，因此「按需生产」是达交客户订单的首要目标。为了达成这个目标，供应链体系的协同作业就非常关键。当一个单体成品的零件数愈高，如汽车或笔电，供应链成员协同组装产线的能力就非常关键。除此之外，组装产线本身的流动顺畅性，关系到在制品库存的高低。当今的制造企业，透过供应链相关信息系统，可以将组装线的需求通知上游的供货商，及时将零件送到组装线，

避免了相关的仓储成本，也大幅降低了在制品库存。

此外，就组装线，精实管理提供了自动化让上游作业需要为下游负责，不能将坏品传递到下游，避免相关的质量成本的发生。又在组装主线旁放置线边作业，透过店面管理来供料给组装主线等，都是相当适合的精实管理工具。当然，将组装作业“平准化”也很关键，务必使每一个组装站的工时平准，才能避免产在线发生非瓶颈组装站的过长等待。

当代的信息系统提供了供应链管理的功能，但如何使按需生产的概念在这些系统上发挥，是当今的一大挑战。多数的 ERP 仓储与采购功能仍是以 EOQ 和 MRP 的角度撰写软件系统，对于组装线以需求拉动的功能，场内的线边仓与场外的供货商的协作，至今仍然少见。

供应链库存管理是公司治理的重要课题

2022 年 12 月底自行车大厂一纸延后供货商票期 45 天的信函曝光，敲响单车产业疫情末期的库存警钟。从 2022 年第四季财报已公布的今日，我们较能从巨大机械的个案理解问题所在。从工厂的每一季的总资产、营收，与库存来看，我们得知从 2018 年第一季到 2021 年第二季，巨大机械的库存金额 (原物料、在制品，与成品) 大约与营收相同。但从 2021 年第 3 季，库存和营收明显走不同的路。营收 (红线) 并未成长，但库存 (绿线) 却大幅增加。甚至到了 2022 年第 4 季，营收下滑，而库存水平也来到最高。明显自 2021 年第 3 季，市场需求端不再成为供料与生产的指引。这样需求与供给脱钩的状况，非常违背精实管理的「按需生产」的观念。

反观计算机大厂，从 2018 年第 1 季以来，库存的金额都是小于营收的。但到了 2022 年第 1 季，公司发现库存水平提高到等同营收的水位，实际上是终端销售不尽理想，显见于 2022 年第 2 季的营收下滑。在 2022 年第 1 季发生时，技嘉即积极透过降价打消零售端的库存，使库存于 2022 年 2-4 季逐年下降。所幸营收在 2022 年第 4 季提高，又回到营收高于库存的状态。显然技嘉的销售、生产，与采购体系是能协同作业的。当终端销售不理想时，生产和采购做了因应的调整，体现了“按需生产”以订单需求拉动上游供应的原则。

结束语

本文透过解说美日对生产现场的管理差异，呼吁管理者应注重生产现场的知识，才能找到生产现场的精进之道。另外，加工与组装的本质差异注定其在精实管理的重点的不同。笔者呼吁推动精实管理的顾问专家应注意二者的区别，才能妥善推出有效的精实改善建议。就与组装产线有关的供应链管理，透过比较巨大与技嘉的财务，可以发现企业应该着重库存与营收的关系，当库存与营收二者各行其是时，要不存货压垮了经营绩效，要不无产品可以贩卖贡献营收。精实改善的最终应该能显现在降低库存的同时，企业营收也能维持甚至提高才是。MFC