
烟草行业精益生产的实证研究^①

陈凯 蒯明晶 李盛 叶为全

安徽中烟工业有限责任公司

【摘要】：当今烟草行业正面临不可预测、快速多变和日趋激烈的市场竞争等一系列问题，市场对产品的需求逐渐趋于多样化、个性化。烟草制造企业从原来在产品质量、价格方面的竞争转向时间 T(time)、质量 Q(quality)、成本 C(cost)、服务 S(service)、环境 E(environment) 等全方面竞争，生产的柔性及响应速度已经成为衡量一个企业竞争力的重要指标。本文旨在通过对“平准化”生产模式在安徽中烟合肥卷烟厂的实证研究，研究讨论将精益思想、精益方法融入应用到烟草生产制造的全过程，通过精益生产来提高效率，降低成本，增加效益。

【关键词】：精益 平准化 生产

【中图分类号】：F273 **【文献标识码】：**A **【文章编号】：**1005-5800(2014)11(a)-183-03

1 前言

1.1 研究背景

精益管理是一种先进的管理理念，其本质作用是利用最小的资源创造最大的价值，从而达到效益最大化。同时，企业服务和效率水平能够持续提升，成本费用得到有效控制，投入产出比最大化，各项管理工作精益求精。因此，推进精益管理既有重要的现实作用，更有长远的战略意义。

烟草行业推进精益管理工作，是建设具有国际竞争力一流企业的现实需要，是烟草行业推进管理创新，向管理要效益、向管理要方法、向管理要进步的重要举措，对转变烟草行业发展方式，提高烟草行业发展质量和效益具有非常重要的意义。

当前，安徽中烟正处于第三次创业的快速成长时期，亟待一个精细高效、保障过硬的管理基础来做支撑。而合肥卷烟厂作为高端产品生产基地，在设计之初，就以“国内一流、国际先进”为指导思想，引入了国内外众多先进的设备，融入了烟草行业先进的工艺设计理念。如何将先进设备与设计理念结合起来，建立起一个以平衡、精准为理念的多品种、小批量、高质量和低消耗的生产系统，切实提高生产组织的柔性化能力，是我们实施精益制造的目标。

1.2 目前生产组织中存在的问题

烟草工业企业的生产模式为按照商业企业反映的零售客户的实际需求组织生产，实现按需定制等问题，小批量、多牌名、柔性化生产。在实际生产中小批量多牌名的生产组织有以下几方面的缺点：订单的到达时间随机，内容多变，生产负荷不均匀；生产计划编制工作量大，具有复杂性；工时定额的制定采用经验统计定额，准确性低；计划精确性低，对计划实施严格的控制

^① ①基金项目：安徽中烟科技项目(2013115)。

有很大困难。

这些问题势必带来企业生产消耗增加，交货周期变长，并且产品质量难以控制。如何低成本、快速地组织生产，向顾客交付高质量的产品，这就必然要求企业努力提高生产组织的科学性，提高生产组织的精细化生产程度，在市场需求、生产能力、生产消耗之间寻找平衡点，以最小的消耗在最短的时间组织生产必需的产品，配送到合适的地方，做到适时生产。

1.3 “平准化”理论的提出

平准化是多品种混合流水生产中一个概念。平准即平衡、准时，就是要求生产平稳地、均衡地进行。平衡是指各生产单元在满足需求的前提下，生产系统内部大批量、连续性的生产，以达到质量的稳定、消耗的减少，内部生产最优，实现资源、质量、效率、成本等制约因素的平衡；准时是指整个生产系统，包括内部各生产单元实现时间、产量的准时，无论是市场成品还是上下游工序的原辅材料需求，都具备即时、精准的产品交付能力。平准化不仅要达到产量上的均衡，而且还要保证品种、工时和生产负荷的均衡。企业在进行多品种生产时，需要考虑如何科学地编排投产顺序，实行有节奏、按比例地混合连续流水生产。而编排多品种混流生产投产顺序，科学地组织和管理，以达到最优化的方法即是生产平准化。合肥卷烟厂结合自身生产布局，力求通过精益思维的渗透升华，而形成符合企业实际的“平准化”生产组织模式。

1.4 “平准化”生产组织模式特点

1.4.1 精准的产品交付

一个好的生产模式，所有环节必须能成为一个相互联系、相互配合的系统。在面向市场生产模式下，严格按照订单需求组织生产，实现成品调拨百分百交付；通过合理分解下游工序需求计划，借此拉动上游工序进行半成品的加工与材料的调拨，每个环节配合有序，实现工序间的精准供应，对整个生产系统的高效与节约起到强有力的支撑作用。

1.4.2 弹性的库存缓冲

传统准时化生产(JIT)的一个重要目标就是零库存，消除生产全过程一切不产生附加价值的劳动和资源，追求尽善尽美。但在生产实际过程中，有些环节的零库存往往造成下游工序的生产组织缺乏弹性与弹性，造成生产组织的被动，往往达不到生产控制的最优化，合烟“平准化”生产模式的一个重要目标就是通过合理调节缓冲区的库存保证各生产环节的柔性化、集约化，达到资源利用最大化，生产消耗最小化。

1.4.3 平衡的生产调节

为合理利用资源，减少产能浪费，通过对排产算法的优化，实现生产投料牌名的柔性搭配；通过设备启停的同步、机台分组的柔性搭配，实现了多牌名最大化同步生产，合理分配设备产能，大大提高了产品精准交付能力。

1.4.4 全环节的计划控制

“工单驱动”是生产组织体系的一个特点，通过信息化系统的应用，实现了三级计划体系有机串联，生产进度实时掌握，生产计划执行的速度、精准性大幅度提升，消除了计划管控的盲区。

2 “平准化”生产在合肥卷烟厂的研究和应用

2.1 研究目标

2.1.1 建立以“平准化”理念为指导的生产组织模式

以平衡、准时为指导思想，通过对原料备料到成品交付各生产环节的精益优化，达到整个生产环节的资源、消耗最优，建立固化的生产组织模式，如图 1 所示。



2.1.2 通过生产组织模式的应用实现生产环节工作效率提升

以制丝、卷接包生产、高架库备料为主要改善环节，通过工作日的减少，进而减少能源、人力成本的生产消耗。

2.2 弹性化的原料管理

2.2.1 混合原料管理模式

在原料备料、存储过程中，打破了过去单一的批次管理模式，而采用批次备料——等级收货——批次库存——等级出库的新管理模式，它的好处在于既实现了牌名批次库存的精准控制，同时烟叶出库使用时又具有极大的灵活性，在设备故障、烟叶霉变等异常情况发生时能够迅速反应，最大限度地满足生产需求。

2.2.2 弹性库存量控制

实际生产过程中，片烟高架库作为一个周转库，根据它的特殊性，库存成本与库存量大小无相关联系，片烟高架库以满足制丝投料生产为优先级，在满足这一基本要素的前提下，生产调度根据配送成本、效率、能耗等因素，实行弹性库存量控制，根据实际生产的需求，综合考虑原料、配方、投料计划、质量管理等多方面因素，动态控制库存，保障生产顺畅。

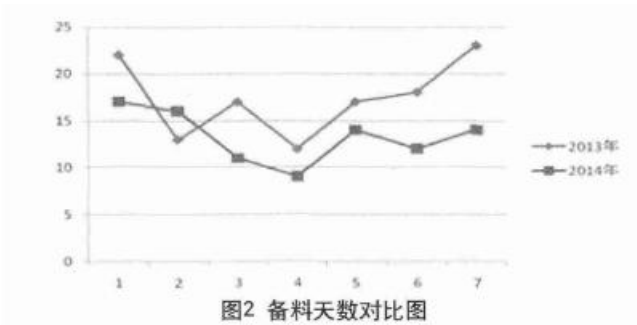
2.2.3 标准化配送管理

为实现需要的时候，按需要的量，进行所需要的备料这一目标，标准化作业流程必不可少。根据现行生产模式，通过提前计划、提前贴码、准时转运等一系列备料时间、作业方式的固化，实现每日备料的最大化，最大限度地提高备料效率，节约配送成本；同时将备料时间与制丝生产时间最大化重叠，减少临时备料、集中备料的情况，实现库存、生产、备料的平衡，达到生产最优。

2.2.4 备料天数对比

通过对连续 7 个月的备料情况进行同比，可以看出备料天数呈

下降趋势，如图 2 所示。



2.3 柔性化的制丝排产规划

2.3.1 烟丝库存缓冲的精准控制

通过对算法的优化应用，将烟丝库存合理控制在 50%-80%之间，不仅确保了卷包供丝的连续性，也固化了制丝周一投料、周五保养收尾的生产模式。周生产的头尾有效实现了烟丝库存量的动态平衡，实现了烟丝库存量的精准与生产过程中的低波动，为上下游工序的平稳生产起到了极大的平衡作用。在提高生产效率、降低生产投料时间的同时，也为制丝车间设备维保模式的固化创造了条件。

2.3.2 最佳工艺路径组合排产法

最佳工艺路径组合排产法，是制丝排产模型的核心，它以“平准化”为指导思想，综合利用制丝生产线“两头三身一尾”的设备布局，通过平衡加工、牌名集中投料的组织模式，满足制丝生产线七种加工模式的日常排产，实现了生产能力最大化，生产浪费最小化。

(1)精确获取卷包需求。对卷包分组日进度计划进行计算，根据单箱耗丝率结合班次工时推算各牌名的烟丝日需求量，从而得出烟丝日需求计划： $P_i = \sum \text{包装机产能} \times \text{工时} \times \text{单箱耗丝率}$ (P_i 为不同牌名的烟丝日需求量)。

(2)科学设定安全库存。设定各牌名的烟丝安全库存时间，获取前一工作日交班烟丝库各牌名库存量(期初库存) Q_c ，制丝在制品库存 Q_z ，考虑卷包生产和制丝生产不同步时卷包需求量提前累计到前一制丝工作日，结合卷包日需求量计算各牌名生产批量 Q_1 。

(3)投料牌名筛选。设定烟丝库储丝量 Q_U ，烟丝库最大库存 Q_M 。其中： $Q_U < Q_M \times 70\%$ ，优先进行大单元集中生产； $Q_U > Q_M \times 70\%$ ，优先进行小牌名柔性化生产。

(4)生产线平行加工。对同一工序段有多条生产线的，排产原则为平行加工，同步结束。牌名库存 Q_c 小于 P_i ，按需求紧迫性优先排序； Q_c 大于 P_i ，按牌名等级由高向低进行排序。生产线最大化同牌名(分组)优先投料并合理安排投料重量，保证多条生产线同步生产结束。对设备故障等突发情况造成的生产不匹配情况要及时调整各条生产线的生产批次，做到各条生产线同步结束。

(5)制品存量合理控制。结合工艺路径及牌名产量需求，合理设置储叶柜、混掺柜的交班烟叶，实现多条生产线同时启停，

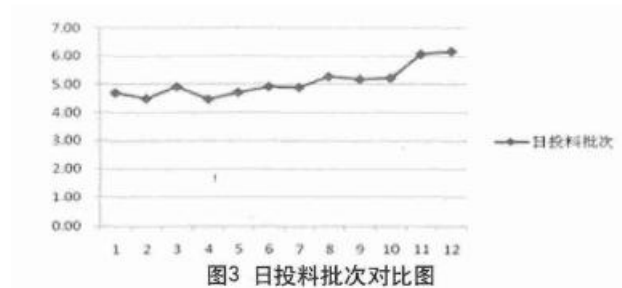
既减少了库存，又最大化地利用了设备产能。

2.3.3 大跨度单元投料

大单元投料研究取得成功，目前已经实现了重量由 2000kg 到 20000kg 之间的柔性投料。实际投料过程中，通过大单元与小批量的合理组合，结合同牌名连续投料、牌名顺序由高到低等多项柔性化排产方式，达到了生产线效率提升，设备空转率减低，烟叶产出提高等良好效果。

2.3.4 日投料批次对比

通过对连续 12 个月的制丝投料情况进行同比，可以看出生产工作日逐步下降，日投料批次逐步上升，制丝日投料效率同比上升，如图 3 所示。



2.4 均衡化的卷包排产规划

2.4.1 多牌名多规格均衡生产模式

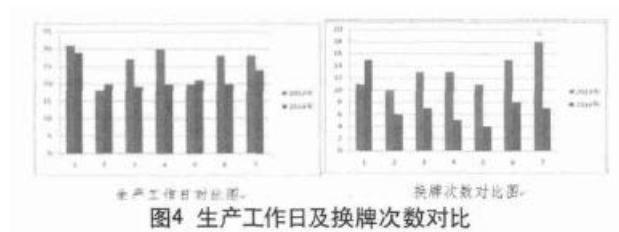
多牌名多规格均衡生产模式就是以市场为导向，生产计划安排既要满足多牌名、小批量的市场需求，又要尽可能地实现同牌名、同规格连续生产的最大化，通过建模与算法的应用使生产安排按最优化的投产顺序进行均衡生产。假设生产分牌名生产成本为 $C_i (i=1, 2, \dots, n)$ ，产品需求为 $Q_i (i=1, 2, \dots, n)$ ，单位数量所需人力资源为 A_{1i} ，设备资源为 A_{2i} ，原料资源为 A_{3i} 。决策变量应是问题要求确定的量(各产品的产量)，记以 $X_i (i=1, 2, \dots, n)$ ，目标函数是产量 Q ，约束条件是人力、设备、原料及需求量，均衡生产的条件是求目标函数生产换牌次数及牌名存量之和最小。

2.4.2 同启齐停模式

机台同启齐停模式就是保证卷接包设备同时开启、同时结束，产能是平均分配。具体实现是通过预排产算出各机台满足生产计划的情况下的预计结束时间，并在生产收尾前进行牌名产量分布调整。具体算法是：安排 N 个卷包机台进行某个工单的生产，每个机台对应这个牌号卷烟的生产能力分别是 $q_i (i=1, 2, \dots, n)$ ，工单的计划产量是 Q 。根据卷包机台的维护计划，卷包机台 MP_1 预计开始时间是 T_{b1} ，卷包机台 MP_n 的预计开始时间是 T_{bn} ， MP_2 在排产时间段中有一个维护订单，开始时间为 T_{m1} ，结束时间为 T_{m2} ，设它们的预计结束时间为 T_e ，则 $Q = 1 \times (T_e - T_{b1}) + q_2 \times (T_{m1} - T_{b1} + T_e - T_{m2}) + q_3 \times (T_e - T_{b3}) \dots q_n \times (T_e - T_{bn})$ 。

2.4.3 多样化分组配置模式

通过研究，对风力送丝环节进行优化设计，提出了公用机台的概念，即同一个卷接机组可分别配置不同的设备分组，通过生产牌名数量、牌名需求的紧迫程度、生产节约等各种限制条件，对机台的分组配置进行合理调度，以此提高生产的柔性化，在满足市场需求的前提下，最大化地减少牌名更换次数，达到连续均衡生产的目的。通过对 7 个月产量及备料天数进行同比，可以看到万箱生产天数和换牌次数同比明显下降，如图 4 所示。



3 小结与讨论

3.1 成果验证

该课题的研究使得生产调度系统更精准、平衡，减少了生产制造过程中的浪费。通过“平准化”的生产作业方式、计划需求的科学决策、缓冲库存弹性控制等措施，提高了生产效率，减少了牌名更换次数，降低了生产成本，节约了生产资源与制造能力。以安徽中烟某一生产企业为例，通过精益管理，仅在备料、制丝、卷接三个环节一年就可以节省成本 200 万元。

3.2 问题讨论

(1) 物流优化问题。准时制的物流管理不是简单的作业准时化，而是指在需要的时候，按需要的量，进行所需要的备料。在日常备料组织中，需要研究如何把多牌名、小批量烟叶集中起来作为一个运输单元组织运送，从而既能保证按时交货，又节约运输成本。

(2) “平准化”精益管理的关键问题。“平准化”精益管理的关键问题是柔性制造水平，而柔性制造的关键在于建模与算法。其中对于制丝生产线，就是要构建制丝线在多牌名、多规格生产条件下的最佳生产调度模型与算法，主要通过三个措施达到生产的平衡与精准。一是通过合理规划烟丝库的缓冲作用，达到烟丝牌名的平衡，保障下游工序生产。二是平衡加工能力，实现各条生产线的平行加工。三是大单元与小批量的结合，达到产能利用的平衡。对于卷接包生产组织的平准化，是以调拨计划为依据，科学制订生产计划，不是简单的生产量化平均或顺序生产，而是结合设备产能、交货期、分组关系、材料到货期把生产的牌名、时间、先后顺序、机组选择等因素统筹考虑，以期最大限度地实现生产能力平衡、生产效率最优、生产消耗最小。

参考文献:

- [1] 汪应洛, 孙林岩, 黄映辉. 先进制造生产模式与管理的研究[J]. 中国机械工程, 1997(2).
- [2] 李中阳, 齐二石, 安景玲. 生产排程与模型建构研究[J]. 制造业自动化, 2005.
- [3] 刘胜军. 精益“一个流”单元生产[M]. 海天出版社, 2009.
- [4] 杰弗瑞·莱克著, 李芳龄译. 丰田模式[M]. 机械工业出版社, 2011.

[5] 沈方楠. 全面消除生产浪费的 82 个关键细节[M]. 中国电力出版社, 2011.

[6] 曾添. 高效生产管理精要[M]. 广东经济出版社, 2010.