

精益制造与制造执行系统在航空制造企业中的应用

Application of Lean Manufacturing and MES in Aviation Manufacturing Enterprise

上海飞机制造厂 王 琛

长期的精益制造实践表明,局部的改进是容易的,但那样只能制造出几颗“珍珠”。当我们准备从局部走向整体,希望在整个价值流上进行改进,也就是想将企业内散落的精益“珍珠”串成精益的“珍珠”项链时,我们发现不可避免地遇到了信息瓶颈,也就是缺少那根将珍珠串起来的链条。

在市场竞争日益激烈的今天,各企业为了自身的发展,正致力于走向管理、技术要效益、要速度、要质量的发展之路。在企业的各种管理思想和技术应用的实践中,以精益制造思想的引进并在企业中大规模地实施及信息技术在企业中的广泛应用最为典型。各企业纷纷提出了建设精益企业和信息化企业的目标。

目前,在推行精益制造的过程中,企业比较着重于生产现场的改善及相关的流程再造。谈到精益制造,马上联想到车间,并需要到生产现场感受精益制造的成果,因此可以说,精益制造对于车间来说是有形的,对于技术及管理科室来说是无形的。

与精益制造不同,在推行企业信息化的过程中,我们比较着重于技术及管理科室信息技术的应用,如OA、PDM、ERP等,而考虑生产现场则比较少。信息化对车间来说是说无形的,对于技术及管理科室来说是

有形的。

但无论是精益制造企业,还是信息化企业,都面临着企业全面管理水平的提升需求,在改进的内容上两者是一致的,这就决定了两者间必然存在着相互作用、相互促进的依存关系。在企业投入大量的资源用于信息化建设时,必须思考这样的问题:在企业内我们按什么样的内在规律建设信息化,能使信息化的效果落在实处;同时在信息化建设中如何贯彻精益制造的思想,使建立的信息化系统是“消除浪费,创造价值”的增值系统。

生产现场

精益制造的核心是消除浪费,创造价值。从20世纪90年代后期开始,国内航空制造企业通过转包生产从国外引进了精益制造的生产方式和管理模式。在推行精益制造的过程中,我们通过各种手段去寻找

生产现场的浪费,并竭力消除浪费,通过一次又一次领导重视、全员参与的AIW(加速推进改进)活动,我们取得了很大的成效,在企业内建立了一个个的精益示范点,这些示范点像珍珠一样镶嵌在企业的各生产现场。从这些精益示范点我们似乎看到了国内航空制造企业走向精益管理、变身为精益企业的希望。但长期的精益制造实践表明,局部的改进是容易的,但那样只能制造出几颗“珍珠”。当我们准备从局部走向整体,希望在整个价值流上进行改进,也就是想将企业内散落的精益“珍珠”串成精益的“珍珠”项链时,我们不可避免地遇到了信息瓶颈,也就是缺少那根将珍珠串起来的链条。

1 传统信息流运行方式存在的问题

在价值流图中,我们关注物流和信息流,物流与信息流是紧密结合的,有物流就必然伴随信息流,但经过对航空制造企业产品相关的信息

流分析后,我们发现在信息的采集中,底层数据主要依靠人工的方式收集,通过大量的生产调度人员直接到现场收集数据,管理者通过各种呈送的报表及采用会议的形式收集信息。信息的传递方式是通过逐层汇总、逐层上报的方式进行的。在这种传统的信息流运行方式下,我们发现的问题有:

(1) 人力资源的浪费。

大量的人花费大量的时间用于信息的收集和整理,属于非增值劳动。

(2) 信息的滞后性。

信息通过人工方式收集,通过报

的重点——生产现场基本上是一个“黑箱子”,通过汇报可以知道在过去的一个时间段内车间的投入多少、产出多少,但却无法了解生产现场的即时情况。在这种情况下,精益制造关注的均衡生产、配套生产、减少批量、减少在制品的等待时间、缩短零件制造周期等失去了基础。因此在实施精益制造的过程中,不解决信息流的问题,特别是生产现场的信息流问题,要全面实施精益制造就会困难重重。

2 航空企业推行信息化进展

在航空制造企业中推行信息化已经有了 20 多年的历史了。早期的

控检测技术为代表的大规模数字化应用,为航空制造企业提高生产效率、节约成本和改善产品质量发挥了重要作用。

随着技术信息化手段的广泛普及,这些年航空制造企业在信息化上的投入主要体现在信息化支撑企业管理的改进上。各企业花巨资引进了 ERP、PDM 等信息系统并在企业内实施应用,但总体上这些信息系统在企业内的使用没有达到预期目标,有的甚至是无疾而终,最终受损失的是企业对信息化的信心和企业提升管理能力的机会。

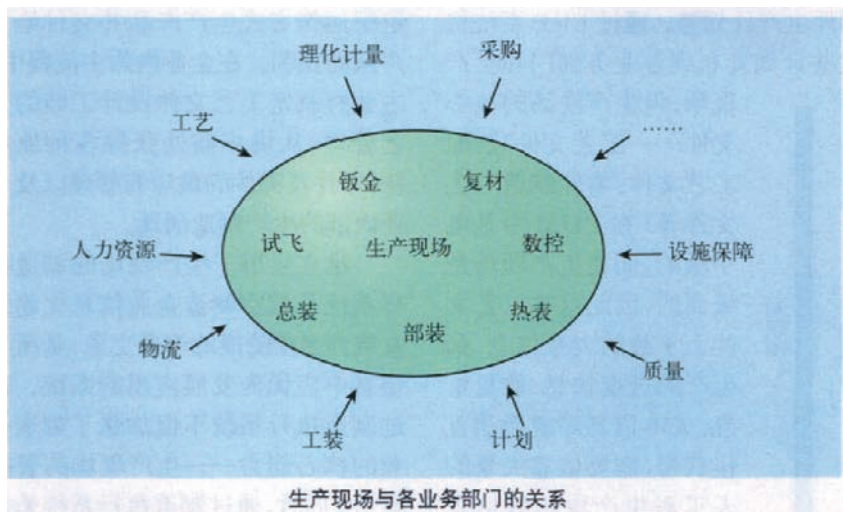
3 航空企业生产管理现状和特点

管理信息化的核心是在企业内实现基于精益权利和利益的重新划分,需要对企业进行信息化环境下的业务流程再造,受冲击的是各类人员的利益和传统的工作模式及工作习惯。这样的信息系统在企业内实施应用必然会受到来自不同业务不同层次人员的阻力甚至阻挠,从而使这类信息系统的实施和应用困难重重。但从另一方面,通过分析航空制造企业的现状和生产管理特点,可以归纳出以下一些主要特点:

(1) 产业及产品特点: 航空产业是典型的大型离散性制造业,例如每架飞机有数十万乃至数百万个零件,而每一型号飞机的销售量不大,即使是最畅销的波音 737 新一代飞机,年产量也仅有 400 架左右。同时,飞机产品典型地按订单生产,从接到订单到交付飞机一般都有一个比较长的周期,因此飞机产品的需求计划比较刚性,不会轻易变动。

(2) 生产特点: 在离散型生产模式下,航空制造企业内的零件种类繁多,数量少,加工周期长,在企业的生产现场及仓库中普遍堆积了大量的原材料和在制品。

(3) 工艺特点: 航空产品涉及各类加工工艺,典型的有机加、钣金、热表处理、复合材料、导管、电缆制造等



生产现场与各业务部门的关系

表、会议等形式传递,导致信息收集和传递时间长,信息无法及时传递给相关人员,而企业内的信息又是随企业的日常经营活动时刻变化着的,信息的滞后导致很多有价值的信息失去价值。

(3) 信息失真。

信息通过逐级上报的方式传递,每一级都要对信息进行一次加工,越到信息流的末端信息失真的可能性越大。在这里,信息的失真主要表现为两方面,一是隐瞒信息导致的信息完整性不足;二是对信息进行加工导致信息的准确性不足,由此必然形成信息壁垒。

以上传统的信息流运行方式,对企业高层管理者来说,精益制造改善

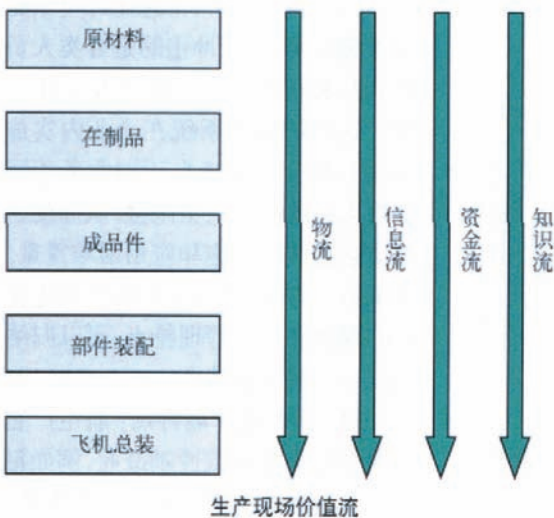
信息化主要体现在辅助技术方面的应用,使用了大量的 CAX (CAD、CAM、CMM 等) 软件,主要用于帮助各类工程师实现在技术手段上的突破,各类成果主要体现在数字化上。进入 20 世纪 90 年代及 21 世纪以来,随大量 ERP、PDM 等软件的广泛使用,信息化已进入企业管理领域,大量渗透到企业的各类管理(例如财务、人力资源、计划、资源及工艺、工装数据等的管理方面)中。

综观航空制造企业的信息化发展,我们在信息化作为技术手段辅助各类技术活动中取得了丰硕的成果,建立了以数字量传递为主的产品设计、制造技术体系,实现了以甩图板为代表的设计技术及以数控加工、数

各类工艺,因此需要相应建立各种专业化生产线来生产和检验这些产品。

(4) 质量特点: 对于航空产品,质量上的要求是各类大型制造业中最严格的,对产品的可追溯性、唯一性、有效性和安全性要求体现在产品设计制造的每一个环节中,并需要进行严格的监控。民用飞机产品还特别要求满足政府对飞机的适航要求,确保飞机设计制造符合政府规定。

(5) 成本特点: 一架飞机价格高昂。在其总成本中,飞机结构件约占 1/3(这其中约一半是原材料的成本),另外各占约 1/3 成本的系统件和发动机一般直接从供应商处购买,在生产现场安装,因此这些成本都是



4 航空企业生产现场的重要性

从以上航空产品和航空制造企业的特点中,可以看到一个重要的环节——生产现场。生产现场是航空零部件及飞机装配的场所,是所有航空产品的工艺技术和质量集中显现的场所,同时也是航空制造企业大部分流动成本的发生场所。因此,可以说,航空制造企业的生产现场是企业的核心所在,更是企业实现产品价值并体现企业内各职能部门价值的所在。

航空制造企业的信息化系统应用中,应用得最多并最早的是 ERP

(企业资源管理)和 PDM(产品数据管理)。通过大量的企业应用可以看出: PDM 系统解决的是工艺、工装等数据的管理问题,这些系统的应用集中在工艺工装等技术部门,在这些部门内基本实现了各类数据的电子化(例如工艺文件的电子化和基于产品结构的管理),但这些工艺文件发放到生产现场用于指导生产时,仍采用纸面文件形式,与 PDM 系统完全切断了联系。

ERP 系统主要用于企业的计划管理、财务管理等方面。在 ERP 系统中生成了企业的各种计划,例如主进度计划、技术准备计划、装配计划、零件生产计划等。通过 ERP 系统将

这些计划发布到各业务部门和生产现场,但生产现场的核心文件——工艺文件(装配工艺文件、零件制造工艺文件等)在 PDM 中是电子版的,而在生产现场是纸面的,因此这些工艺文件上承载的大量信息,如生产的进度信息、质量信息、成本信息等就无法直接获得,需要依靠大量的人工对生产现场的信息进行统计和录入。这样,传统的生产现场在基于纸面工艺文件的运行模式下,ERP 系统生成的计划没有真实可靠的生产现场数据的反馈,导致无法及时有效地掌握企业的运行状况,最后导致各种计划不能指导企业的生产,使计划失去了其权威性,从而使 ERP 系统运行的效果大打折扣。

不难看出,航空制造企业通过多年的信息化建设,尽管取得了一些重大成果,但在管理信息化上未能取得实质性的突破。其中的一个重要原因,是我们的信息化建设长期集中在“办公室”,即在技术与管理科室,而企业的重心、主战场——生产现场的

信息化应用的缺失是导致管理信息化未能发挥应有的作用。所以,对于航空制造企业来说,建立起针对生产现场的制造执行系统是

目前信息化建设的当务之急。(而针对生产现场的制造执行系统也正是将企业内精益的“珍珠”串成“珍珠项链”的那根链条。)

制造执行系统

在航空制造企业的运作方式中,按目前航空制造企业的分工,一般是从设计单位获得产品工程设计信息,从客户获得交付计划和交付要求信息。基于这些输入信息,按企业内的组织运作方式生产产品并交付给客户从而获利。在企业内的主流程中,主要有制定工艺文件设计工装的工艺管理,从供应商处获得各种原材料、零件及部件的供应商管理以及企业内部的生产制造活动。

建立应用于生产现场的制造执行系统是航空制造企业信息化发展到当前阶段的当务之急,是所有信息中应优先发展应用的系统。通过制造执行系统不但加强了制造企业的核心能力——生产现场的管控能力;同时,通过制造执行系统为企业内其他的信息系统提供数据和反馈,使像 ERP 这样的信息系统成为有源之水,有本之木;最后,作为服务于企业末端的制造执行系统,应用后将使企业内其他的系统找到了服务对象,确定了什么是这些系统的重点和方向,使这些信息系统不成为一个自服务的信息系统。

某航空制造企业制造执行系统案例介绍

国内某航空制造企业在企业信息化的实施过程中,基于以上企业对精益制造的认识和信息化系统实施的认识,大力发展了应用于生产现场的制造执行系统。通过几年的努力,在市面上没有符合航空制造企业离

散性特点的制造执行系统的情况下,自行开发并实施了企业级制造执行系统,目前该系统的应用从广度上已经覆盖了企业内全部的产品,从深度上实现了从零件制造、零件配送、部件装配、到飞机总装的全过程无纸化管理。

通过该信息系统的应用,以无纸化的工艺文件为载体和核心,完全实现了数据的实时采集和分析,改变了过去生产现场的“黑箱子”状态,企业的生产、计划、质量及成本等方面的管理在真实可靠的即时数据的支撑下,实现了管理模式及管理有效性的巨大转变,同时为企业的精益制造在广度(全企业所有活动过程)和深度(企业内每一个工位)上的进一步推进奠定了基础。

以无纸化工艺文件为基础的航空制造执行系统的实施,给企业内带来的变化主要体现在:

(1) 使车间变得“透明”,便于实时了解生产现场在干什么。

以前要了解车间的实时生产状态需要下到车间,并只能看到你能看到的信息。通过基于无纸化工艺文件的制造执行系统的使用,生产现场用到的所有工艺文件实行了无纸化,生产工人通过现场的计算机查阅工艺文件,工序完成后工人用每人在工厂的唯一身份标识——非接触式IC识别卡——在读卡机上刷卡,计算机自动获得完成人工号、姓名、完成时间信息并记录这些信息。

通过该系统,工人和检验员完成工作的时间自动记录在服务器中,因而免去了过去人工收集这些信息所造成的问题。现在这些信息完全是实时的,同时在信息设置中,这些信息是公开的,也就是说,企业所有人员打开计算机登陆该系统看到的都是一样的信息,消除了信息壁垒。有了这些生产现场完成工序的第一时间信息,生产现场在某个时间点的状态及在某个时间段的状态都可以很

方便地通过信息系统自动获得,不需要人工收集信息及听取汇报,因此可以说车间变成了“透明”的实体。

(2) 便于实时了解在制品情况,为压缩在制品库存提供基础数据。

在传统的库存管理中,人们非常关注原材料库存及成品库存。一方面这些库存是能直接看到的,另一方面这些库存容易统计。经过压缩库存的精益制造活动,这两方面的库存有效地在工厂实现了减少和控制。此时人们发现,在制品库存相对于原材料库存和成品库存是更大的库存,这些库存更应在精益制造中压缩。但以前通过人工收集整理信息的方法,准确地了解在制品库存需要花相当大的代价,而通过该信息系统,在制品信息及库存将可以通过系统自动统计出来。这些信息正是在精益制造中能够促使生产现场实现均衡生产和配套生产、缩短生产周期的基础数据。

(3) 实时掌握质量信息和质量损失。

在航空制造企业传统的纸面工艺文件流程中,获得质量信息一般需要一个月的时间,即当月的质量信息需要下个月才统计出来。而制造执行系统实现了生产现场工艺文件无纸化后,质量信息及质量损失等数据都可以实时获得,这为质量改进、及时发现、尽早解决问题提供了基础。

(4) 生产控制系统功能再造。

通过无纸化制造执行系统的应用,现场使用的工艺文件由计算机自动生成,生产进度信息由计算机自动统计并按预先设置的要求得出报表,完工后的工艺文件通过计算机自动实现归档。生产控制体系中原来由人工进行处理的功能改用计算机系统代替时,必然要对原有的生产控制体系进行再造。该系统投入使用后,主要功能体现在保证计划的准确性及解决生产运行中出现的问题方面,

而不是以前的收集信息及分析信息方面。

(5) 防错功能。

在精益制造中,防错是很重要的一项内容。而计算机信息系统的一个优点是其规范性及计算机的“不讲情面”,因此在计算机系统中如果不符合标准要求,计算机将拒绝执行,这正体现了计算机系统在防错方面的优势。在该系统的实际应用中,防错方面的典型应用有:

- 非授权人员不能进行特定的操作;
- 没有合格证的人员不能进行合格证操作盖章;
- 防止生产现场不按生产计划提前开工。

(6) 监督功能。

无纸化制造执行系统将信息实时公开后,为各级管理人员对生产现场的进度、质量、人员的操作等提供了实时监督的基础,也为现场质量检验员的工作提供了监督的途径。现场工人完成工序的时间公开后,如果检验员不按规定及时进行检验,管理者很容易发现并进行监督。

结束语

企业信息系统的建设是一个长期复杂的过程,航空制造企业固有的一些内在特性决定了实施信息化过程中的一些内在规律,只有把握这些规律,通过循序渐进的方式建立企业的信息系统,才能使企业的信息化过程每一步都落在实处,充分发挥信息系统的作用。

同时,企业的信息化建设是为企业的目标服务的。在企业内消灭浪费,增加价值,实现整个价值流上的精益改进是信息化应用的目标。实现企业内业务改进与信息化的融合,特别是生产现场管理的改进与信息化的融合,是航空企业向精益企业迈进的坚实基础。

(责编 悠然)