

DUOJI SHENGCHAN JIHUA YU
KONGZHI JICHENG XITONG

多级生产计划与 控制集成系统

士华 陈荣秋 著

武汉测绘科技大学出版社

前 言

生产计划与控制一直是企业生产管理的核心内容。无论是企业的最初形式——手工作坊,还是现代生产高度自动化的大型企业,生产计划工作和对生产过程运行的控制工作始终是任何一种形式的企业生产管理工作的主体。因此,生产计划与控制是企业管理、特别是企业生产管理中的一个古老话题。然而,世界经济和科学技术的发展给这一古老话题不断赋予新的内容。早期的生产计划与控制工作主要依赖工厂主的个人经验。20 世纪以后,随着泰勒倡导的科学管理运动的蓬勃发展,人们逐渐寻求各种各样的优化生产计划与控制的科学方法,出现了诸如订货点法、经济生产批量法(Economical Production Quantity,简称 EPQ)等。60 年代中期出现的物料需求计划(Material Requirements Planning,简称 MRP),使生产计划思想和手段发

生了质的变化,大大地提高了生产计划的准确性和应变性。进入80年代后,世界经济形势发生了巨大变化,世界市场发生了重大变化。科学技术飞速发展和社会需求多样化的相互作用、相互促进,使过去相对稳定的市场变成需求多变的市场。有人将这一变化概括为3个“C”:用户(Customer)、竞争(Competition)和变化(Change)。

用户——今天的用户对企业来说具有举足轻重的影响,失去了用户就等于失去了市场。然而用户需求的多样性和日趋个性化却给企业带来了经营上的困难。

竞争——不仅竞争强度增加了,而且竞争要素也增加了。企业除了继续要在价格、成本、质量三个传统要素上竞争外,还要在服务 and 交货期上与竞争对手一比高低。

变化——环境的变化对企业来说已成为理所当然的事情。变化无处不在,无时不有,而且变化的速度在加快。新技术加速了革新,产品寿命周期比若干年前大幅度缩短,如今的“电脑”几乎一进入市场就已经过时了。

面对上述技术和经济的新形势,过去那种“四平八稳”的经营方式早已不能适应了,企业必须寻求一种技术与管理高度结合的新的生产方式,才能继续发展。

为了提高市场竞争能力,企业一方面继续寻求更好的生产计划与控制方法,出现了诸如准时生产制(Just-in-time,简称JIT)、最优生产技术(Optimized Production Technology,简称OPT)等先进方法,另一方面则积极探索采用新的制造技术和生产组织方式,其中,最具代表性的有计算机集成制造系统(Computer Integrated Manufacturing System,简称CIMS)、敏捷制造(Agile Manufacturing,简称AM)等等。这些新的制造系统和生产组织方式改变了人们对企业经营活动的传统认识,对

许多传统的观念提出了严峻的挑战。例如,1974年美国的约瑟夫·哈林顿(Joseph Harrington)博士在 *Computer Integrated Manufacturing* 一书中首次提出计算机集成制造的概念,其中阐述了两个基本观点:①企业生产的各个环节,即从市场分析、产品设计、加工制造、经营管理到售后服务的全部生产活动是一个不可分割的整体,要紧密连接,统一考虑;②整个生产过程实质上是一个数据的采集、传递和加工处理的过程,最终形成的产品可以看作是数据的物质表现。综合这两个观点,可以看出,CIMS是信息技术和生产技术的综合应用,目的在于使企业更快、更好、更省地制造出市场需求的产品,提高企业的生产效率和市场响应能力。从集成的观点看,CIMS主要体现为以信息集成特征的技术集成、组织集成乃至人的集成。因此,CIMS的柔性取决于企业系统的技术柔性和组织柔性。而传统的生产组织却难以满足组织集成的要求。传统的生产组织是以职能专业化为特征的松散结构,企业的生产管理由分工细致的职能部门组成,一项生产任务要顺序地流经各职能部门。虽然各职能部门的专业化程度提高了,但由于要等上一环节的工作完成后才能开始下一环节的工作,结果却使一项完整的生产任务在各职能部门之间被分解得支离破碎,既造成部门之间在衔接中的大量等待,又使各部门增加很多重复劳动。这样,大大延长了完成生产任务所花费的时间。这样的生产组织方式显然无法与先进制造技术相协调,也无法适应现代企业竞争的客观要求。来自现实的需求引起了人们的广泛注意,纷纷探讨在新的制造系统和生产组织方式下生产管理的有效方法,这些研究活动将生产计划与控制又一次推进了新的发展时期。

传统生产计划与控制以分层次、顺序式为主要特征。这一特征可以概括为两个“分离”:一是各级生产计划的制定相分离,采

用的是分层式生产计划(Hierarchical Production Planning, 简称 HPP)模式。由于 HPP 在生成上级计划时不可能充分掌握来自下层的有关约束(如车间生产能力的详细分布),因此上级计划可行与否只有在编制下级计划时才可能被发现。一旦有不可行之处,必须重新调整上级计划。如此反复,最终虽可得到一个可行计划,但却费时费力。二是生产计划与控制相分离。编制计划时不考虑控制的需要,实施控制时又脱离了计划的约束。这样的生产计划与控制系统与先进制造技术很不相容,影响了先进制造技术优越性的发挥。为此,人们设法冲破传统生产计划与控制模式的约束,寻找柔性高、响应快、品质优良的生产计划与控制模式。多级生产计划与控制集成就是一种新的模式。

多级生产计划与控制集成研究是 80 年代初期在生产管理领域出现的一种新理论,它将各级计划间相互制约的要素统一起来,将过去顺序处理模式改为并行处理,因此提高了计划的准确性和对外界变化的应变性。后来又进一步发展为生产计划与控制的集成。由于集成的生产计划与控制系统可以很好地适应先进制造技术和现代企业竞争的要求,所以它一出现就引起了管理学界和企业界人士的关注。近十余年来,多级生产计划与控制集成研究的发展十分迅速,出现了不同的集成方法,国内外学者发表了许多优秀的理论成果和实际应用成果。

为了把生产计划与控制的集成在近十余年的发展状况加以总结、加以推进,更好地启迪读者,更有创造性地面向未来,作者撰写了《多级生产计划与控制集成系统》一书。本书在总结二级生产计划与控制集成成果的基础上,重点研究了三级生产计划与控制集成问题,希望起到抛砖引玉、继往开来的作用,能将这一问题的研究引入更深的层次。书中引用了国内外学者发表的理论与应用成果,在此一并表示由衷的感谢。

全书共分为六章。

第一章为绪论,主要介绍本书的研究背景,重点阐述生产计划与控制系统在企业生产经营中的地位和作用,并分析传统生产计划与控制模式与现代企业发展之间的冲突。第二章提出了研究生产计划与控制集成的必要性,重点评述了生产计划与控制集成研究的现状,并强调了本书的研究重点。第三章研究多级生产计划与控制的复杂性、集成原理和集成的总体模型。第四章研究了本书所提出的多级计划与控制集成模型中的核心部分——制造工程—资源网络的概念、构造和优化问题。第五章对提前期、交货期设置及其相互之间的关系进行了研究,并讨论了它们在实现多级计划集成中的重要作用。第六章针对多级计划与控制系统集成的实现研究了本书给出的计算机软件系统的功能、总体结构、开发环境和实现技术等问题。

我们必须清醒地看到,多级生产计划与控制集成是刚刚兴起的新的研究问题,无论从理论上还是从实际应用上看,都显得很不够成熟,有许多问题还需要在今后作进一步研究和探讨。

由于作者的水平有限,加之时间仓促,书中缺点和错误在所难免,诚恳希望各界专家学者和广大读者赐教。

作者

1996年1月1日

目 录

前言

第一章 绪论.....	(1)
1.1 生产计划与控制概说	(2)
1.1.1 企业系统集成模型	(3)
1.1.2 生产计划与控制在企业系统中的地位 ...	(5)
1.2 生产计划与控制模式	(7)
1.2.1 分层式生产计划(HPP)问题	(8)
1.2.2 分层式生产计划模型.....	(10)
1.2.3 生产控制模式.....	(17)
1.3 传统 HPP 逻辑与现代企业竞争的冲突	(20)

第二章 生产计划与控制系统集成研究及发展综述	(24)
2.1 生产计划与控制系统集成研究的提出与发展	(25)
2.1.1 多级计划集成研究的提出与发展	(25)
2.1.2 生产计划与控制集成研究的提出与发展	(27)
2.1.3 多级生产计划与控制集成研究的对象	(28)
2.2 MID—BOT 两级计划集成的方法	(29)
2.3 关于 MPS、物料需求计划和车间生产作业计划的集成研究	(38)
2.4 生产计划与控制系统集成研究	(40)
2.4.1 生产计划与控制系统的总体集成	(40)
2.4.2 作业计划与投料控制集成	(42)
2.5 文献述评小结	(45)
第三章 三级计划与控制集成的总体模型	(47)
3.1 三级计划与控制系统及其集成的界定	(48)
3.1.1 三级计划与控制系统的定义	(48)
3.1.2 三级计划与控制系统集成的界定	(51)
3.2 多级计划与控制集成的复杂性	(52)
3.2.1 从不同层次计划的功能特性上看	(52)
3.2.2 从不同层次计划的时间特性上看	(55)
3.2.3 从不同层次计划的内容特性上看	(57)
3.2.4 从不同层次计划与控制的类型上看	(57)
3.3 三级计划集成机理的一般描述	(59)
3.3.1 一般计划模型分析	(59)

5.4.2 提前期设置过程	(112)
5.5 交货期设置与集成计划生成	(116)
5.5.1 交货期与提前期的同步设置	(116)
5.5.2 同期生成 MPS、物料需求计划和车间生产作 业计划	(118)
第六章 多级生产计划与控制集成系统(I-MPC)的设计 与实现	(120)
6.1 多级生产计划与控制集成系统分析与设计	(121)
6.1.1 I-MPC 系统功能设计	(121)
6.1.2 I-MPC 的总体结构	(124)
6.2 I-MPC 系统的实现技术与方法	(133)
6.2.1 I-MPC 系统的实现环境与功能范围	(133)
6.2.2 实现 I-MPC 系统的设计与开发策略	(134)
6.2.3 实现 I-MPC 系统的几个主要方法	(136)
6.3 I-MPC 系统操作过程示例	(145)
英语缩略词.....	(148)
参考文献.....	(150)

第一章 绪 论

本章从全书研究背景出发,首先介绍了企业系统的一般结构和集成模型;阐述了生产计划与控制系统在企业系统中的重要地位。然后重点讨论了生产计划与控制模式;详细介绍了生产计划与控制要解决的主要问题及一般数学模型和运行模式;分析了传统分层式与分离式的生产计划与控制逻辑所存在的问题及其与现代企业竞争要求的冲突;给出了本书要研究的主要内容。

1.1 生产计划与控制概说

向用户提供质优价廉、服务周到的产品和劳务,是企业在整个社会经济活动中的基本职能,也是其自身生存和发展的必要条件。企业为了实现其基本目标,需要从事一系列的生产经营活动。依照这些活动性质的不同和对这些活动管理的需要,在企业这个大系统中形成了不同的子系统,如经营和销售系统、技术系统、生产系统、物资供应系统、财务系统等等。各系统相互配合、相互协调,才能使企业具有活力,才能在竞争激烈的市场上生存和发展。因此,企业整体竞争能力与各系统的运行效率和质量有着十分密切的关系。

生产系统是企业大系统中的一个重要的子系统。企业中的绝大部分资金(固定资产——厂房、设备等,流动资金——原材料、在制品、成品等)的运用效率都是由生产系统决定的,因此,任何一个企业都不能轻视生产系统,如何提高生产系统的运行效率是企业生产管理中的一项十分重要的任务。

生产系统的构成要素可以分为两大类^[84]:结构化要素和非结构化要素。结构化要素是指构成生产系统主体框架的要素,主要包括生产技术(Technology)、生产设施(Facility)、生产能力(Capacity)和生产系统的集成(Integration)等;非结构化要素是指生产系统中支持和控制系统运行的软件性要素,主要包括人员组织(Work force)、生产计划(Planning)和生产控制(Controlling)等。结构化要素的组合决定了生产系统的空间结构形式,非结构化要素的组合决定了生产系统的运行机制。具有某种结构形式的生产系统要求有与之相匹配的运行机制,这样才能使生产系统发挥出应有的效能。本书的内容将不专门讨论生产

系统的结构化问题,只重点研究非结构化要素中的生产计划与控制问题。为此,本节概要地叙述了生产计划与控制的作用及其在企业系统中的地位。

1.1.1 企业系统集成模型

描述企业系统一般结构的模型很多,图 1.1 是其中具有代表性的一种。这一结构突出了企业系统的技术特征。进入 80 年代以后,由于市场竞争日趋激烈,要求企业具有良好的整体柔性,

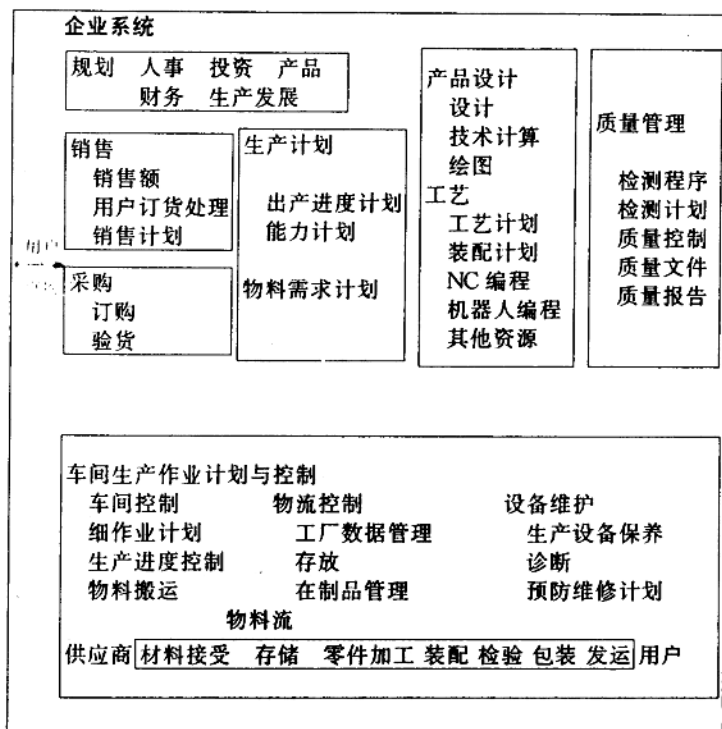


图 1.1 企业系统结构示意图

并以此增强自己的竞争能力。哈林顿的计算机集成制造理论顺应了这一历史发展潮流,越来越多的人将该理论用于企业系统分析与设计,提出了企业系统集成的概念和模型。图 1.2 所示的“Y”模型就是对企业系统集成的形象描述。

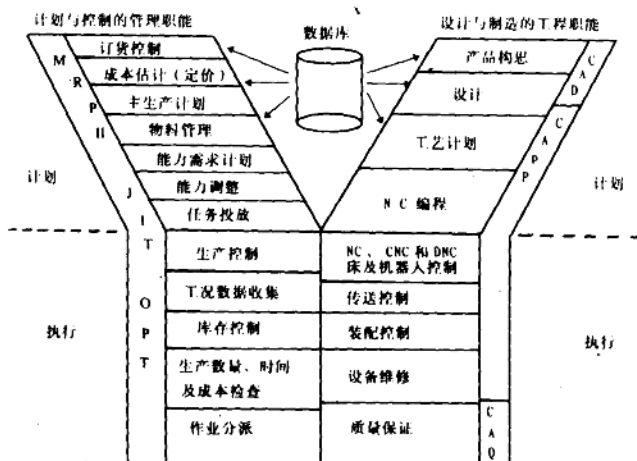


图 1.2 企业系统集成的“Y”模型

“Y”模型的左侧,描述的是以生产计划与控制为主线的生产系统的管理职能,右侧描述的是以产品设计与制造为主线的工程职能,中间有一个基于计算机网络的中心数据库。因此,所谓集成,是在自动化技术、信息技术和制造技术的基础上,在新的管理模式和生产工艺的指导下,把以往企业中孤立的工程设计、生产制造、经营管理等全部活动,借助数据库和通信网络

有机地结合起来,构成一个覆盖整个企业的综合系统。“Y”模型直观地表示出企业系统内部的信息集成和功能集成的基本含义,即管理职能与工程职能的横向集成,及管理职能中各单元的纵向集成,工程职能中各单元的纵向集成。

1.1.2 生产计划与控制在企业系统中的地位

从企业系统集成的“Y”模型可以看出,企业的生产经营活动可以分为两条链路:一条是工程链,一条是管理链。工程链主要由产品设计、工艺规划、NC(Numerical Control)编程、加工控制、物料搬运系统、质量检测等活动组成,从事由产品构思到产品实现过程中的工程制造活动,是企业系统技术构成的主要内容。管理链由市场预测、生产计划、能力平衡、投料控制、作业调整、工况搜集与统计、任务分配等活动组成,从事由产品构思到产品实现过程中的生产指挥活动,是企业系统组织构成的主要内容。企业系统的整体柔性和效率由这两条链的运行效率所决定。为保证工程链的运行效率,人们已开发出许多先进技术,如计算机辅助设计(Computer Aided Design,CAD)、计算机辅助制造(Computer Aided Manufacturing,CAM)、加工中心、柔性制造系统(Flexible Manufacturing System,FMS)、自动导向搬运小车(Automatic Guided Vehicle,AGV)、机器人等等;同样,为保证管理链运行效率,人们也在企业中引入了先进的管理方法,如制造资源计划(Manufacturing Resources Planning,MRP I)系统、准时生产制(Just-in-Time,JIT)、最优生产技术(Optimized Production Technology,OPT)等。典型的MRP I组成如图1.3所示。

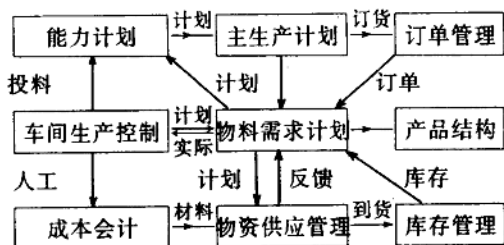


图 1.3 MRP I 的组成要素(模块)

从这两条链的关系上看,工程链的活动应受管理链的指挥和控制。因为工程链的一系列活动都是以最有效利用各种资源、用最低的成本、最短的时间、最好的质量实现物料转化为目标的,但这条链上各个环节何时做、做什么、做多少,则不能由它们自己决定,必须在接到作业指令以后才能运转。工程链所接受的各种作业指令就是由管理链产生的。MRP I 系统根据获取的市场信息(用户订货、市场需求预测等),逐级生成企业经营计划、生产计划、车间作业计划、工序级加工计划,这些计划指令通过网络和数据库,指挥工程链上各部分有序进行作业。同时 MRP I 中的物资供应管理、库存管理、成本管理、销售管理等功能模块对工程链的正常运行提供保障和监督。因此,以 MRP I 为主要代表的管理链在企业系统中起着重要的神经中枢作用,是企业系统中的核心技术之一。在 MRP I 各组成要素中,与工程链联系最紧密、最频繁、最直接的是生产计划与控制系统。各工作地每天都要从作业计划系统中接受大量的作业指令,然后将完工信息反馈回去,为工况统计和产生下一阶段的作业计划提供信息。如果生产计划与控制系统运行不畅,或自身运行质量差,势必直接影响工程链的执行效率,最后影响整个企业系统的效果。由此可见,生产计划与控制系统在企业系统中所具有的重要

地位。

1.2 生产计划与控制模式

考虑一离散型制造企业的制造系统。该制造系统可被看作是一具有某种关联的各加工单元的空间结构。这些加工单元之间由一定的物料搬运系统连接,每一单元又由输入/输出装置作局部缓冲器,并以此与其它单元分割开来。每一加工单元又由多个工作地组成,它们位于单元内部物料搬运系统的节点上。

从组织结构看,这样的制造系统又可以分为不同的层次。目前最常见的是三级分解模式:工厂级(制造系统)、车间级(加工单元)、班组级(工作地)。越是向下分解,空间规模越小。对于一个给定的单元,一般都包括多个下一级的生产工段。在这样的框架下,每一级都对应着一个决策层,制造系统的正常而有效的运行取决于各决策层的指挥效率。

尽管不同决策层所面临的问题不同,但每一决策层都必须解决两个方面的问题。

P1:计划。在已知生产需求(用户订货或市场需求预测)和给定的计划期内,拟分配给制造系统中每个生产单元的工作负荷。

P2:控制。在外部条件(如新来的用户订货)和内部条件(如设备故障延误生产进度)等不确定事件扰动面前,制造系统的每一个生产单元的处理措施。

更确切地说,计划问题要解决每个单元承担多大的工作负荷,如何将单元的工作负荷均匀地分配给各个工作地,使工作地的负荷处于饱满且均衡的状态。因此,生产计划就是在给定的计划期内,确定制造系统中各生产单元必须完成的零件生产批量