

工业工程系列教材

G O N G Y E G O N G C H E N G

上海汽车工业教育基金会 组编

生产计划与控制

(第二版)

● 潘尔顺 编著



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

上海汽车工业教育基金会资助
工业工程系列教材

生产计划与控制

(第二版)

潘尔顺 编著

上海汽车工业教育基金会 组编

上海交通大学出版社

内容提要

本书系统地介绍生产计划与控制的理论、基本概念、系统与方法。生产计划与控制是现代生产与运作管理的重要部分,也是比较盛行的企业资源规划(ERP)系统中的核心模块。全书分三个主要部分,共10章。第一部分,即第1章,提出生产管理的基本概念,论述了现代企业生产系统的构成、生产类型、生产过程的组织、生产计划与控制的基本概念等。第二部分是本书的核心部分,系统介绍了生产计划与控制体系。它们涉及第2章至第8章。着重讨论生产计划与控制的需求预测分析方法,综合生产计划、主生产计划、物料需求计划、能力计划、车间作业计划和控制,基于独立需求的库存分析与控制也在本部分内予以阐述。第三部分,即第9章和第10章,介绍了适用于单件订货生产的项目进度计划与控制,以及准时化生产计划和控制。

本书可以作为高等院校工业工程专业或工商管理专业生产计划与控制相关课程的教材或主要参考书,也可以作为企业从事生产管理人员的参考书或培训进修之用。

图书在版编目(CIP)数据

生产计划与控制 /潘尔顺编著. —2版. —上海:上海交通大学出版社,2003(2015重印)

(上海汽车工业教育基金会资助工业工程系列教材)

ISBN 978-7-313-03389-5

I. 生... II. 潘... III. ①工业生产—生产计划—高等学校—教材 ②工业生产—生产过程—控制—高等学校—教材 IV. F406.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 041028 号

生产计划与控制

(第二版)

编 著:潘尔顺

出版发行:上海交通大学出版社

邮政编码:200030

出 版 人:韩建民

印 制:常熟市文化印刷有限公司

开 本:787mm×960mm 1/16

字 数:345千字

版 次:2003年8月第1版

2015年7月第2版

书 号:ISBN 978-7-313-03389-5/F

定 价:42.00元

地 址:上海市番禺路951号

电 话:021-64071208

经 销:全国新华书店

印 张:19

印 次:2015年7月第9次印刷

版权所有 侵权必究

告读者:如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话:0512-52219025

工业工程系列教材编委会

主任： 翁史烈

委员：（以姓氏笔画为序）

宋国防 胡宗武 徐克林 钱省三

诸葛镇 秦鹏飞 韩正之

总 序

作为市场经济产物的工业工程学科,在美国的发展已有 100 年的历史,它在西方国家的工业化进程中和改善经营管理、提高生产率等方面都发挥了很大的作用。近 10 多年来,随着商业竞争的加剧,国际市场和全球化制造态势的形成,企业和商家纷纷寻求进一步改善经营管理的方法,试图建立自己的核心竞争力,以便在剧烈的竞争中取胜。企业和商家的这些努力是与管理专家的研究结合在一起的,这样就大大地推动、丰富了工业工程和管理学科的发展和内容的更新。

虽然在上世纪三四十年代,交通大学等一些大学曾设立过与工业工程类似的学科,但解放后随着计划经济的实施,这个学科也就取消了。这样,这个学科在我国的研究和应用就停滞了 30 多年。改革开放后,在原机械工业部的积极推动下,我国从 1989 年开始引进工业工程的管理方法,并在一些企业试行,取得了明显的经济效果。西安交通大学、天津大学等高校率先于 1992 年开始招收工业工程专业的本科生。随后,我国一些大学陆续设立这个专业,至今全国已有 70 多所高等学校设有这个专业;这个专业的硕士生和博士生也在培养之中。但是,正由于我们起步较晚,无论在工业工程的应用还是人才培养等方面都落在先进国家的后面。

上海汽车工业(集团)总公司是一个现代化的大型企业集团,集团公司所属的许多生产厂不但拥有现代化的设备,而且也努力推行现代的管理方法。在实践中,他们深感缺乏既懂工程又懂管理的复合型人才。为了广泛普及现代的管理方法,公司的高层领导把员工的教育和培训摆到了重要的地位。他们除经常举办短期训练班普及现代管理知识外,还委托上海交通大学连续举办了几届“工业工程”专业工程硕士班。为了解决硕士班的教材,他们引进了部分国外最新教材,供上课老师和学生使用。

为了支持工业工程专业人才的培养,解决工业工程专业的教材问题,由上汽集团及所属企业捐资组建的“上海汽车工业教育基金会”,从 2000 年起就开始研究资助这个专业教材的编写和出版问题。经上海汽车工业教育基金会与上海交通大学出版社共同策划,并先后与上海交通大学、同济大学、东华大学、复旦大学、上海大学和上海理工大学等校工业工程系老师座谈、讨论,于 2001 年 8 月正式成立了“工业工程系列教材编委会”,制订了系列教材编写和出版计划。按照这个计划,系列教材共计 14 种,由 2002 年起分 3 年出版。基金会拨出专款资助

系列教材的编写和出版。我们对上海汽车工业教育基金会给予工业工程专业教育的支持表示感谢。

在确定系列教材的选题时,我们主要考虑了以下原则:一是特色,要有工业工程学科的特色,选题应确属工业工程学科的课程,对一些可与其他学科共用的教材则不再列入;二是精选,编写内容应精选该学科公认的、经典的基本原理和方法,以及先进的管理理念,对一些尚有争论的观点则不予论述;三是实践,遴选的编著者应对该课程有丰富的教学实践经验,并在教材中尽可能地反映企业解决工业工程问题的实际案例。经过认真研究,我们确定了下列选题:工业工程——原理、方法与应用,生产计划与控制,物流工程与管理,现代制造企业管理信息系统,以上为第一批;人因工程,质量管理,决策支持系统,复杂系统解析,工程管理的模糊分析,制造系统建模与仿真,以上为第二批;工程经济学,工作研究,项目管理,工业工程计算方法(暂定名),以上为第三批。

参加这套系列教材编写的是上面提到的这几所大学的老师们,他们都是相应课程的任课教师。他们根据自己教学过程中反复修改过的讲稿,又参考了国内外的相关文献,在较短的时间内完成了教材的编写。他们精选教材内容,配以实例讲解,使学生易于掌握;同时,他们也力图将最近几年,工业工程的最新研究成果做简要的介绍,以使学生接触本专业的前沿。但是,由于编写时间比较仓促,编写者们的经验又各不相同,本系列教材的质量和水平一定是参差不齐的,也一定会存在一些缺点,希望能得到读者的批评和指正。特别要说明的是,在我们筹划这套系列教材的时候,“高等院校工业工程专业教材编审委员会”组编的7种教材尚未出版,当我们的编者拿到这7种教材时,我们的第一批4本书稿已形成初稿,但编者仍然会从中得到启迪。

在工业工程系列教材第一批教材正式出版之际,我们深感欣慰,并对辛勤工作的老师们表示感谢。祝愿工业工程学科在教育界、工程界同仁的关怀下茁壮成长。

工业工程系列教材编委会主任
中国工程院院士



2002年8月

前 言

建立现代企业制度,是发展社会化大生产和市场经济的必然要求,是公有制与市场经济相结合的有效途径,是国有企业改革的方向。改革开放为我国国有企业提供了前所未有的发展机遇,在改革开放大旗指引下,我国成功地实现了由计划经济体制向社会主义市场经济体制的转变,并且以坚忍不拔的毅力,勇于面对错综复杂的国际大市场竞争环境,顺利地加入了世界贸易组织(WTO)。在这个多元竞争的社会环境里,对产品的质量、成本和交货期要求越来越高,企业要求生存、求发展,必须寻求一条适合自己特色、符合市场运作规律的发展之路,大胆接受国外比较先进的管理理念和方法。

国外先进的生产计划与控制理念已越来越深入企业,广为企业所接受,生产计划与控制的目的在于跟踪市场需求的变化,合理安排物料、设备、人力资源和资金等,以降低生产成本、缩短交货期和提高产品质量,提高企业运行的效率,使生产系统取得最佳的功效,最终满足顾客的需求。

本书系统地介绍了生产计划与控制部分的基本知识、理论、方法与系统。全书共分10章。第1章是本书的导引和综述部分,全面介绍了现代企业生产系统的构成、生产管理研究内容、生产类型、生产过程的组织,并介绍了生产计划与控制系统的基本架构。第2章是需求预测,重点介绍了需求预测的定性和定量分析方法,生产计划和控制系统的运行是否成功,很大程度上取决于预测的准确性,预测是生产计划控制系统的最基本的输入。第3章介绍了基于独立需求的库存计划与控制,物料需求计划是适用于相关需求物料的库存管理系统,独立需求产品的库存管理则有其相应的模型,本章重点介绍了库存管理的模型。第4章是综合生产计划,介绍了综合生产计划的试算方法和数学方法。第5章是主生产计划,主生产计划在整个生产计划与控制系统中起到承上启下的作用。第6章是物料需求计划,第5章和第6章重点介绍了相应的计算处理逻辑。第7章是能力计划,编制能力计划是保证计划的可行性,本章重点介绍了粗能力计划对应的3种方法和细能力计划。第8章是车间作业计划与控制,介绍了作业的排序、调度和控制。第9章是项目计划与控制,重点介绍了项目计划的网络图计划方法,以及项目的控制策略。第10章是准时化生产,准时化生产代表21世纪的生产方式,其中重点介绍了准时化生产的手段——看板管理。

本书为“工业工程系列教材”之一,内容和结构由“工业工程系列教材”编委会共同讨论确定。本教材可作为高等院校工业工程专业或工商管理专业生产计

划与控制相关课程的教材或主要参考书,也可以作为企业从事生产管理人员的参考书或培训进修之用。

感谢上海汽车工业教育基金会的大力资助,为作者提供了这样一个难得的机会,促成拙著的面世,希望以此能为发展上海汽车工业贡献微薄的力量。

本书在编写过程中,参考了大量的国内外书刊和文献资料,最后由上海理工大学钱省三教授审稿。另外,在编写过程中,上海交通大学工业工程系江志斌教授也提出了许多宝贵意见。在此谨向钱教授、江教授和其他给予大力支持的老

师和朋友表示衷心的感谢。

由于作者学识浅陋,错误在所难免,敬请广大读者予以指正。

作 者

2003 年 6 月

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 生产与生产系统	3
1.2 生产流程与生产方式	4
1.3 生产管理	10
1.4 生产计划与控制的概念	13
习题	20
第 2 章 需求预测	23
2.1 基本概念	25
2.2 定性预测	29
2.3 定量预测	31
习题	55
第 3 章 库存分析与控制	57
3.1 基本概念	59
3.2 库存的 ABC 分类	64
3.3 库存分析与控制的几种模型	68
3.4 库存盘点	83
3.5 准时化生产下的库存策略	83
习题	84
第 4 章 综合生产计划	85
4.1 基本概念	87
4.2 综合生产计划计算方法	93
习题	107
第 5 章 主生产计划	109
5.1 基本概念	111
5.2 主生产计划的计算逻辑	116

5.3 主生产计划的评价和维护	123
5.4 最终装配计划	127
习题	129
第6章 物料需求计划	131
6.1 基本概念	133
6.2 物料需求计划系统的数据处理逻辑	137
6.3 批量的确定	155
6.4 物料需求计划的范例	158
6.5 物料需求计划实施方法和步骤	163
习题	164
第7章 能力计划	167
7.1 基本概念	169
7.2 粗能力计划	171
7.3 细能力计划	179
7.4 能力测量和技术选择	190
习题	192
第8章 车间作业计划与控制	195
8.1 基本概念	197
8.2 车间作业排序	200
8.3 作业调度	215
8.4 车间作业控制	219
习题	224
第9章 项目进度计划与控制	225
9.1 基本概念	227
9.2 项目计划的甘特图方法	231
9.3 项目计划的网络图计划方法	232
9.4 网络计划的优化分析	244
9.5 项目控制	252
习题	254

第 10 章 准时化生产	257
10.1 基本概念	259
10.2 准时化生产的计划方法——看板管理	265
10.3 准时化采购	275
10.4 JIT 和 MRP 结合的生产管理方法	278
习题	284
附录 英汉专业名词对照表	285
参考文献	289

第1章 概 论

生产计划与控制(Production Planning and Control, PPC)系统作为生产与运作管理的核心,其目的是为了降低库存、缩短交货期和降低生产成本,尽量满足顾客的要求,并使工厂生产效率最高,成本最低,最终目的是全面提升企业的综合竞争力。生产计划与控制系统应和企业总体战略规划相适应,一个有效的生产计划与控制系统能够为其在市场竞争中赢得利益,相反,一个设计不合理的生产计划与控制系统不仅不能对公司的成长起促进作用,而且可能会阻碍公司的发展。本章将首先介绍生产计划与控制相关的基本概念,然后介绍生产计划与控制系统的基本框架。主要包括以下几个部分:①生产和生产系统的基本概念;②生产流程和生产方式;③生产管理的研究内容;④生产计划与控制基本概念。

本书各章均以引言开始,引言主要概括本章的主要内容并突出要注意的管理问题,在每章均以习题结束。

1.1 生产与生产系统

生产计划与控制属于生产与运作管理的范畴,并且是生产与运作管理的核心。生产与运作管理是基于对生产系统的管理,所以说,必须首先了解什么是生产系统,它的构成是什么?所谓生产是人类求生存与发展所从事的基本活动,通俗地讲,就是人们创造产品或服务有组织的活动,即将输入转化为输出的过程。狭义的生产一般是各种产品的制造活动,广义的生产还包括银行、医院、学校等服务业的服务活动。生产活动在将生产要素转换为有形和无形的生产财富(产品或服务)的过程中,由此而增加附加价值。生产要素就是投入生产过程中的各种生产资源,根据它们在生产功能中所起的基本作用,可分成生产对象、生产手段、劳动力和生产信息。生产对象是生产活动中所用到的物质,如生产产品时需要投入原材料;生产手段是将生产对象转换为产出物的技术手段,如各种设计技术、制造技术等;劳动力是进行生产活动所需的人力,这是诸生产要素中最重要的因素;生产信息是生产活动过程中的各种基于事实的数据,如设备性能参数、需求预测数据等。生产系统的输出从狭义上讲是各种有形产品,而广义上的输出则包括服务在内,如学校培养的学生、医院医治的病人等均为广义上的输出。生产要素的输入、输出,生产过程中所从事的活动,以及管理决策和反馈控制,企业的内外部环境就构成了如图 1.1 所示的生产系统。

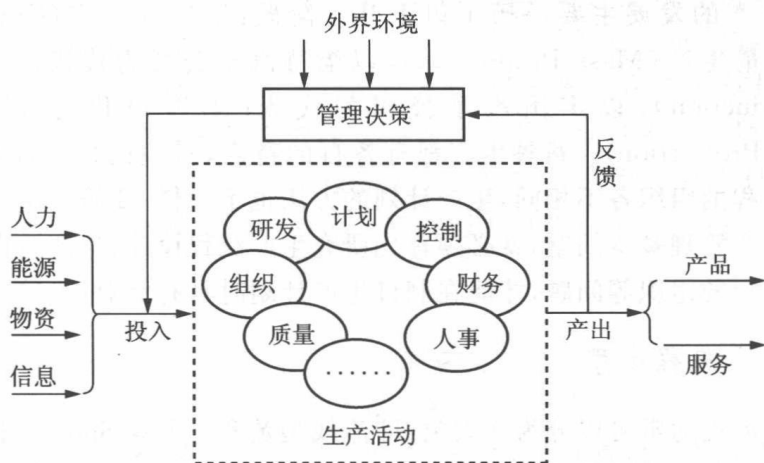


图 1.1 生产系统构成示意图

图 1.1 所示生产系统的输入,既有物质又有信息和资金,所以说,生产系统本身实质上包括了物质流动、资金流动和信息流动,且这些流动相互影响、相互综合,构成一个集成的总系统。生产中的物流体现在工位与工位、工位与仓库、供应商与主机厂,以及主机厂与销售商等之间的运输(体现位置变化的过程),同

时物料也有库存(体现存储过程)。生产过程必然发生资金的流动,资金是随着物料流动而流动的;物流和资金流能顺利流动的前提是信息的顺畅流动。生产计划是运行系统的过程控制和信息管理,要有效地编制生产计划与进行生产过程的控制,就必须对物流、资金流和信息流进行综合分析。

图 1.1 中所反映出来的生产系统是一个反馈控制系统,这和实际的生产系统是吻合的。众所周知,在计划经济体制下,企业生产完全依赖于行政性指令,而非基于市场的实际需求。而在市场经济体制下,生产系统内部的活动,包括生产计划与控制是动态的连续的过程,这和以往的计划体制是有所区别的。由于市场是不断变化的,对于企业来讲,就要编制计划和对计划进行有效的控制,生产系统的动态特性,要求经常对它的绩效进行衡量和分析,并且根据衡量和分析的结果进行控制,对计划做适当的调整,绩效的评价指标体现在以下几个方面:①质量;②成本;③交货期。完成上述 3 个指标是任何企业生产与运作管理的基本任务。除此以外,绩效评价还有如下的指标:①生产率,即单位时间内生产产品的数量;②有效性,即生产系统中人或设备等要素的使用效率;③柔性,即以同样的设备与人员生产不同产品或实现不同目标的能力。究竟采用什么评价指标,取决于企业的性质和实际情况。

1.2 生产流程与生产方式

人类生产的发展主要经历了以下几个阶段:①单件生产(Craft Production);②大量生产(Mass Production),以福特汽车公司为代表;③精益生产(Lean Production),以丰田汽车公司为代表;④客户化订制生产方式(Customer Production)。每种生产都有各自的特点,对应的生产流程、生产方式和生产过程的组织各不相同,生产计划的方法也不一样,要研究生产计划与控制或其他生产管理基本问题,就必须首先研究生产流程设计、生产运作的具体方式和生产过程的组织等问题,才能在制订生产计划时具有针对性。

1.2.1 生产流程类型

生产的流程通常可以分为 3 大类:即流线型流程(Flow Shop)、零工型流程(Job Shop)和定位型流程(Fixed Site)。通常流线型流程按产品为对象进行布置,零工型流程按工艺进行布置,定位型流程则采用定位型布置,但这不是绝对的,因为实际上如按工艺布置的工厂局部生产流程也可能按流线型组织。同样,以产品为原则进行布置,也可能在局部存在零工型的流程。另外,按客户订制要求可以将生产方式分为备货生产方式(Make to Stock, MTS)和订货生产方式(Make to Order, MTO),订货生产也可以称为接单生产。它们的关系如表 1.1

所列。对于生产流程型态,除了上述 3 种以外,还有一种比较特殊的型态,就是群组(Group)型流程,本书将不做介绍。

表 1.1 流程设计、布置形式及生产方式的对应关系

流程设计	布置形式	生产方式
流线型流程	产品布置	备货生产方式、订货生产方式
零工型流程	工艺布置	订货生产方式、备货生产方式
定位型流程	定位布置	订货生产方式

1. 流线型流程

对流线型流程方式而言,生产流程相对固定不变,产品范围比较广,产品的标准化程度通常较高,有部分是按顾客需求订制的,生产设备自动化程度相对较高,在这种生产方式下,产品总是按照相同的顺序流动。进一步可以细分为连续型流程(Continuous Flow)、专一重复型流程(Dedicated Repetitive Flow)、混线型流程(Mixed-model Repetitive Flow)和间歇型流程(Intermittent Flow)。

a. 连续型流程

对于这类流程,工件以固定的速率流动,生产线基本固定不做调整,因为生产线的调整将大量增加成本。生产设备自动化程度和专用化程度都非常高,设备昂贵,故用于建厂和设备投资的固定成本相对较高,而变动成本相对较低,通常都按照经济规模组织生产以降低生产成本。设备故障造成的损失很大,做好设备的维修,管理是关键。连续型流程方式下的产品所对应的顾客一般是有系统的组织,而非个人。所面向的市场比较稳定,需求波动不大,对这种流程,就生产计划而言,重点要抓好综合生产计划的制订。编制综合生产计划主要以市场需求预测为根据,所以要强调预测的重要性。另外,需要制订设备的定期维修计划并贯彻执行,以保证设备的开动率。典型例子有化学工业、塑料、制药、化肥、石油、冶炼等。

b. 专一重复型流程

专一重复型流程是在一条生产线上重复生产某一种产品,物料在整个流程中不是以固定的速度流动。如果在生产过程中,对产品的某一部分有调整,如汽车生产中仅仅汽车中的某个内饰件有调整,而且这种调整无需准备时间,则这种情况也可以称为专一重复式生产。典型例子是电脑、汽车等。

c. 混线型流程

混线型流程是在同一条生产线上生产不同的产品,在产品之间的转换时间比较短,并且通常可以忽略。混线型流程中的设备是通用型的,员工通常应掌握多种技能。1983 年, Hall 这样描述混线型流程: A, B, C, D 代表 4 种不同产品,如果在生产线上按照如下顺序生产: $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow A \rightarrow D$, 则当

完成一个 D 产品时,已生产 4 个 A、3 个 B、2 个 C,这样的流程就是混线型流程。对于混线型流程,最重要的是确定在混装线投入产品的先后顺序。

d. 间歇型流程

间歇型流程通常也可以称为批量型流程。间歇型流程是在同样的设备上生产多种产品,在每种产品之间的转换时间通常都较长,所以,在这种流程下,每一批量应有一定的上限和下限,下限是保证不出现缺货,上限应在规定的成本范围之内。汽车制造业中的冲压生产车间是一个批量生产的典型例子,在冲压车间,一般冲压生产线只有为数不多的几条,而要冲压的零件通常都有 10 种之多,所以必须按照批量生产的方式来组织。因为批量生产的中间转换时间较长,所以应想方设法缩短换装时间。作业时间一般可以分为两种:一种叫外部转换时间,即冲压设备在运转过程中,就将与后一种产品冲压的相关工作准备好所花费的时间(如将模具事先准备好);另一个是内部转换时间,即当冲压机器停止运转后,将原先模具卸下来再装上新的模具所占用的时间,为缩短作业转换时间,应设法将内部作业转换时间转换为外部转换时间。另外,在确定每种产品的批量时也有多种做法,不同的公司应灵活利用不同的准则,没有一个固定的公式可循,但都以尽量降低总成本为前提。有的是按照经济规模批量公式计算得到,有的是由保证预设的库存量得到。在批量生产中,设备大都是通用的设备,像冲压设备就是如此,设备及人员必须连续不断地安排以提高设备的开动率。

专一重复型流程、混线型流程和间歇型流程 3 种类型通常具有以下特点:①大多数属最终产品,受顾客影响大,市场需求不稳定;②产品结构复杂,组成零部件多,协作单位多;③产品生命周期短,型号更新快;④按顾客需求定制产品的比例较大。3 种类型生产方式存在的缺点是:①不同的产品型号,工艺路线不同,需要重新布置,调整设备布局,故生产组织比较麻烦;②各类型产品产量的比例经常变化,如何组织人力及安排设备,计划很难做且须经常调整;③对新产品开发要求高,要求迅速拿出设计方案,快速响应市场;④生产能力的需求是个动态变化的量,负荷平衡、生产过程同步化非常困难,但必须做。对于这 3 种类型的生产方式来说,其年度经营计划是粗略的,关键是制订季度生产计划和月度生产计划。

上述流线型流程中设备的布置通常都是以产品(或零部件)为对象来构筑生产单位的。一个生产单位基本上可以完成一个产品或零部件的生产,这又称为封闭式生产单位。综合以上所述,流线型流程具有以下优点:①可以大大缩减产品在加工过程中的运输距离;②可以减少加工过程中的在制品库存,连续型流程无在制品库存,专一重复型流程和混线型流程存在在制品库存,但库存水平通常较小,而间歇型流程因为采用批量生产,故在制品库存相对较高;③可以采用先进生产组织形式——流水线生产,以提高生产效率;④可以减少生产单位的协作