

目 录 Content

生产系统的建立	1
一、产能规划与地点决策	1
（一）生产的定义	1
（二）产能概念	5
（三）设施场地	21
（四）线性规划	27
二、设施布置	61
（一）基本的布置形态	62

（二）产品布置	64
（三）制程布置	76
（四）群组技术(细胞) 布置	84
三、产品设计与工艺选择	90
（一）产品设计	90
（二）制程选择	97
（三）自动化	103
（四）流程设计	110
四、服务的作业系统	111
（一）服务与服务业	111
（二）影响服务作业系统的关键因素	114
（三）服务业作业系统设计	117

生产系统的建立

一、产能规划与地点决策

（一）生产管理的含义

生产管理(operations management)通常也称为作业管理(production management)。一般定义为:一个企业组织对生产物品或提供服务所需的直接资源的管理。图 1-1 即描述一个大企业结构的摘要模型。

市场——对公司产品或服务有需求的消费者——决定了公司的经营策略。这个策略是基于公司的宗旨,且在本质上也反映出公司如何有效地利用其资源和功能(行销、财务和作业),以取得竞争的优势。作业策略是指公司如何使用其生产能力以支援其公司策略。

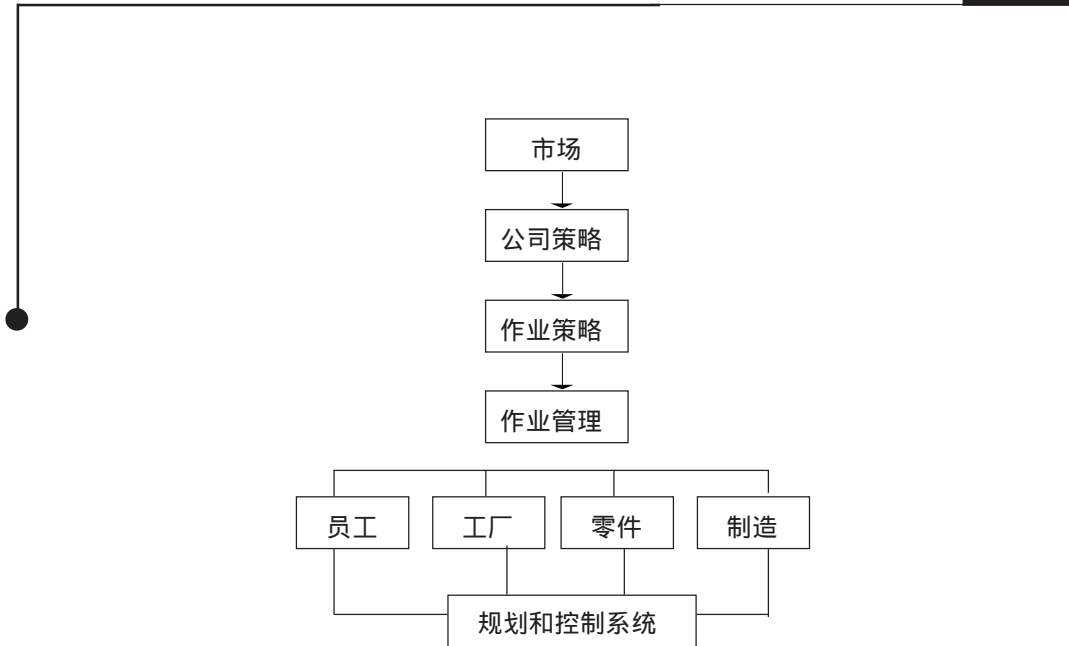


图 1-1 作业领域的基本模型

作业管理负责管理公司的直接生产资源。这些生产资源也可说是五个 P 的作业管理：人员(people)、工厂(plants)、零件(parts)、制程(processes)，以及规划与控制系统(planning and control systems)。人员是直接也是间接的劳动力的来源；而工厂是指制造产品的实际工厂或服务部门；零件指的是此系统中的原料(或在服务业中指的是供应品)；制程是指生产的完成所采用的设备和步骤；而规划和控制系统是指管理与运作这个作业功能及其环境系统所使用的方法和信息。

1. 作业功能及其环境

在大多数的组织中，作业的功能来自外在环境，它具有协调其他组织功能的内在力量。作业功能和其他组织功能之间的关系以及环境关系如图 1-2 所示。其订单来自销售部门，一个行销功能的武装部队，供给和原料则通过采购功能取得；设备的添购所需的资金则通过财务部门；劳动力通过人力资源功能取得；而产品则通过配销功能运出。

导致缺乏弹性的缺点。另一缺点是，特别就高科技产业而言，在生产期间为解决技术问题，生产线工厂与客户之间缺乏必要的沟通。有些公司，如 Tektronix, 就发现使用产品的人和生产产品的人进行有效的沟通，将会促使他们之间产生强烈的互动，因而也在这两个单位之间产生强烈的互动。

2. 作业目标

作业管理的一般目标是以最低的成本，在一特定时间内生产某产品。但是大部分的企业为了评估和控制，还加上其他的目标。制造业公司之典型的目标包括：

- (1) 产出量。
- (2) 成本(物料、劳工、交货、废料等等)。
- (3) 利用率(设备和劳工)。
- (4) 质量和产品的可靠度。
- (5) 准时交货。
- (6) 投资(资产的报酬)。
- (7) 改换产品的弹性。
- (8) 改变产量的弹性。

上述的衡量项目中有几项是属于内部导向的，因此与客户之间并没有直接的关系。但是，Richard Schonberger 曾指出有些顶尖的企业(他们被称为“世界级制造商”)使用客户导向的作法。这些目标一般可归纳为成本(对客户而言)、制造前置时间、质量以及弹性。

在判定这些目标时，必须有一个认识，并非每个目标都会获得理想的成效。许多情况下，为了使顾客喜欢的产品有更多弹性，或为了赶在短时间内交货，可能必须牺牲掉低成本的产品。甚至于有些公司已经如十诫般严格地规定品质诫律，这时也可能必须牺牲生产前置时间配合的压力。举一个类似的例子，一个医院用品供应商运送一种优质的实验用品以分析血液样本。医院

可能会坚持能够立刻使用，即使货品有刮痕或微小的表面问题。因此，虽有一个在其他目标之上的质量准则，此时至少有一段时间内也许会迫使改换目标或其优先顺序。

作业目标贯穿于整个企业中，且被解释成为可用来衡量工作目标的指标。它已成为与生产有关部门和其经理作业目标的一部分。

大多数的公司还发展出一套生产哲学或使命，此时作业目标便和它息息相关。IBM 公司的企业哲学是“客户服务”的观念。Hewlett-Packard 公司强调“客户满意”。

3. 生产系统

作业管理即在管理生产系统。一个生产系统可以想像成一套组合机件，其功能是通过所谓的转换过程(transformation process)把一组投入换成某些所要的产出。其中的组件可能是一部机器、一个人、一个工具或是一个管理系统。一些常见的转换过程包括：

- (1) 实体的，例如在制造业方面。
- (2) 地点的，例如在运输业方面。
- (3) 交易的，例如零售业。
- (4) 储存的，例如仓储业。
- (5) 心理学的，例如健康的照料。
- (6) 信息的，例如电信通信。

这些转换过程，当然并非彼此相互排斥而独立的配对。例如，百货公司的设立使消费者可对价格和质量(信息的) 作一比较；把产品加以储存直到需要使用(储存的)；把商品卖出(交易的)。

（二）产能概念

1. 产能决定的重要性

生产系统的产能界定了一个公司的竞争能力。尤其是，它限定了一个公司对市场的回应能力，公司的结构，工作力的结构，技术水准，公司管理阶层和员工的支援要求，以及公司一般的存货策略。若产能不适当，公司可能由于服务的怠慢或容许竞争者的介入市场而失去客户。若产能超乎需要，公司可能须降低价格以刺激需求，无法消耗其工作力，背负过多的存货，或追求额外较少利润的产品以维持生意。

2. 产能的含义

产能是从一个制程中可得到的产出率。它是以每单位时间为单位来衡量的：一个电子工厂可生产多少数目的电脑，信用卡公司每小时能制造多少卡。设计产能(Design capacity)是在正常状态下，一个公司欲生产且系统被设计的比率。最大产能(Maximum capacity)是指当生产资源用到极致时所能达到的最大产出率。然而，在这个最高水准时，资源的利用可能会无效率(例如，精力成本的增加，加班的需求，较高的保养成本，等等)。

3. 影响产能的因素

产能乃受到外在和内在两种因素的影响。外在的因素包括政府的法规(工时，安全，污染)、联合契约和供应商的产能。内在的因素包括产品和服务设计，人力资源工作(工人培训，激励，学习，工作内容和方法)，工厂的布置与流程，设备的产能与保养，物料的管理，品质控制系统，以及管理的能力。

4. 最佳的作业水准

最佳作业水准(The best operating level)就是指平均单位水准趋于极小之下所能达到的产能水准。这在图 1-3 中可看出，当顺着曲线下移到达最佳作业水准时，成本最节省，当超乎此点时，就不是最节省了。

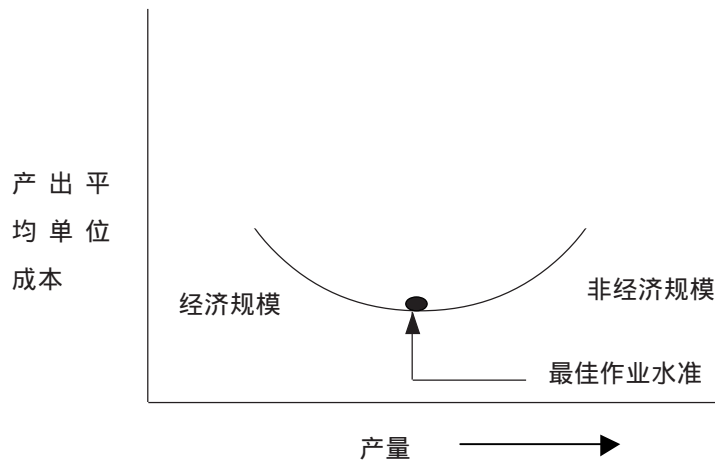


图 1-3 最佳作业水准

5. 节省的衡量

我们都了解的一个观念是：当一工厂变大而产量增加时，产出的每单位平均成本会变少，因为多出来的单位可以吸收部分固定成本。这种平均单位成本会持续减少，直到工厂变得大到物料的流动和填补变得很昂贵，而必须寻找新的产能来源。我们可比较不同规模的两工厂的平均单位成本，得到最佳作业水准来了解这个观念。图 1-4 表示 100、200 和 300 单位的工厂每年的最佳作业水准。当我们从 100 移到 300 单位时，所显示的平均单位成本就从一个最佳作业水准降到另一最佳作业水准。若我们有 400 单位的工厂而其成本高于 300 单位的成本，不经济的情况就更明显了。但是，沿着这三个平均成本曲线而向右移并不会更不经济，因为工厂规模并未增大。而且，它所显示的是，管理阶层试着从这个工厂得到比它所能有效提供更多的东西。图 1-4 同时也显示了这个观念的另一层面。某种规模的产能，不仅有一种最适当规模，而且也有一个最适当的作业水准。经济与不经济的规模不仅见于成本曲线之间，而且也在每个曲线中可见。当产能到达工厂的最佳作业水准时，同时可

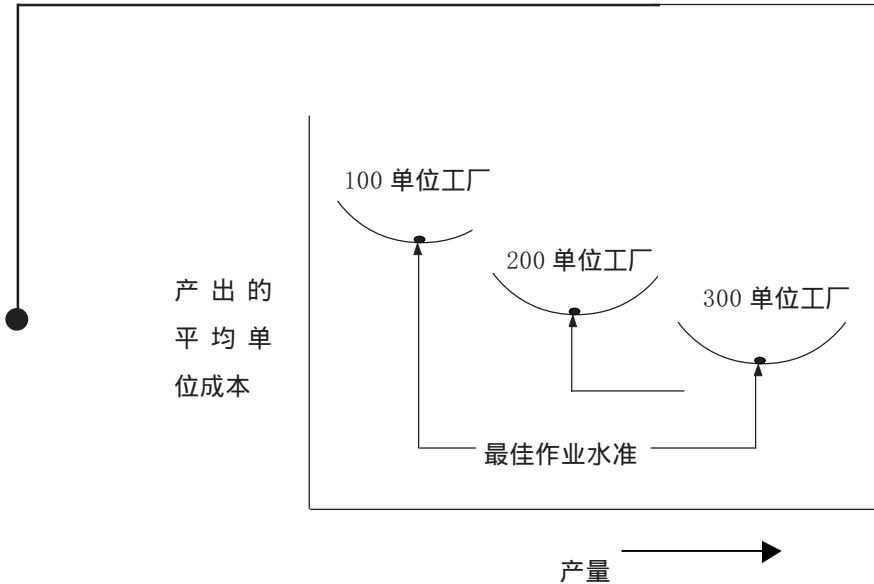


图 1-4 经济规模

见其经济规模。超乎该规模，则将出现不经济作业水准。

虽然寻求最佳规模和作业水准是很模糊的，经理人仍通常会制定有关任何工厂的最大规模的政策。结果，真正的难处反而是在预测成本如何随着不同的产出和设备规模而改变。这一结论则有待观察在不同情况下，不同经济规模的因素。

在过去几年中，我们已开始见到非经济规模比我们所想像还早到来。随着工厂技术性产能的进步，这种认识已使小型工厂有所改变。钢铁工业就是明显的例子，随着大而整体化工厂数目的减少，它们也愈趋向小型的钢铁厂。

6. 产能使用率

公司使用其产能的程度称为其产能使用率(Capacity utilization rate)，其计算方法如下：

$$\text{产能使用率} = \text{使用的产能} \div \text{所设计的产能}$$

产能的使用率是以百分比的形式表示，而且分子与分母必须以相同的单位和时间来计算(每天的机器运作时间，每天的油桶数，每天病患人数，每

月产出的美元数)。

7. 产能余数

产能余数(Capacity cushion)是指超乎预测需求的产能量。例如,若某工厂的每月预定需求是每月价值100万元的产品,而所设计的产能是每月1200万元,于是就有20%的产能余额。有20%的产能余额就等于有83%的使用率($100\% \div 120\%$)。

当一公司的设计产能少于符合其需求所需的产能时,我们称之为负产能余额(negative capacity cushion)。例如,一公司每月有1200万元的产品需求,但每月只能生产100万元,它就有负产能余额20%。

8. 产能弹性

产能弹性(capacity flexibility)基本上表示在比竞争者短的交货期内,工厂可交出顾客需要的产品的产能。这样的弹性是来自具有弹性的工厂、程序、工人,并来自善用其他组织的产能策略。

9. 弹性工厂(Flexible plants)

也许工厂弹性的极致就是零转换时间(zero-changeover-time)工厂。利用可移动的设备,可拆卸的墙面,很容易即可换成另一种用途,这样的工厂即可短时间内适应任何改变,有一种服务业就正好捕捉此种人们的口味——一种工厂设备“容易装也容易拆,容易移动,就像旧时马戏帐篷一样”。

10. 弹性制程(Flexible processes)

弹性的制程就是由弹性的生产系统,与简易而容易设置的设备结合而成的。这两种技术之组合得以迅速而低成本的从一种产品换成另一种产品,我们称之为经济的范畴(economies of scope)(就其定义而言,当多种产品一起生产比分开生产的成本较低时,经济范畴就产生了。)

11. 弹性的工人(Flexible workers)

弹性的工人是指具有多种技术的工人，他有能力与技术能够从一种工作转换成另一种工作。他们需要比专业化的工人更广泛的训练，也需经理与员工的支持以加速其工作任务的转换。

12. 外部产能的利用(using external capacity)

两种利用其他组织而创造弹性的常见的策略是发包工程与分担产能。包工的一个例子就是加利福尼亚州的日本银行包下加利福尼亚州第一银行的支票提领作业。分担产能的例子就是有两家不同季节需求的国内航空公司经营不同的航线，可是当一家的航线需求量大而另一家不然时，他们互相换调飞机(适度的重新油漆)。

13. 产生的平衡

在一个完全平衡的工厂中，第一阶段的产出完全提供第二阶段的投入需求，第二阶段的产出完全供应第三阶段的投入需求，等等。然而，实际上，达到这样完美的设计是极不可能的。理由之一是，每一阶段的最佳作业水准通常有差别。例如，第一部门的最大效率是每月超过 90 到 100 单位。而第二部门(即制程的下一阶段) 每月最高效率是 75 到 85 单位。而第三部门，最佳状况每月超过 150 到 200 个单位。另一理由是，产品需求和制程本身常会导致不平衡的状态，除非是自动化的生产线，但其本质上只是一座大型的机器。有许多处理不平衡的方法，比如暂时的估量时间表的落后，租借设备，超乎系统之外，通过发包购买额外的产能。第二种方法是在瓶颈阶段经由存货的利用来确保总可以生产出来的。第三种方法就是复制另一部门所赖以维持某部门的产能。

14. 产能焦点

在 1974 年，Wickham Skinner 提出了焦点工厂的观念，他认为当一工厂集中于某一组生产目标时，其生产成效会最好。这表示，一个工厂不应在生产中的每一活动都得到优势——成本，质量，弹性，新产品的引进，可信度，最短交

货时间，及低投资。而且，它应选择一些最符合公司目标的工作。然而，由于生产技术的高度发展，工厂目标总是想朝着每件事都做得很好来努力。我们应如何处理这样的冲突呢？一个方法是，若一个公司无法精于追求每个目标的能力，则最合理的抉择就是注焦于某个目标。另一个方法就是认清实际情况，不是在产业中所有的公司都需极尽其所有的产能来与人竞争。

产能焦点(capacity focus)的观念也可通过工厂内机械化工厂来运作——用 Skinner 的术语来说就是 PWP_s。一个焦点工厂可能有不同的组织，设备和制程政策，工作力管理政策，生产控制方法等，以生产不同的产品——即使它们都是同一屋檐下被制造出来的。事实上，这可以使组织中每个组成分子都发挥其最佳的作业水准，而且可把焦点观念带入作业水准中。

15. 产能和复杂性

在产能规划中有一个必须考虑的最主要的因素就是经理人的工作中加入多少复杂性，而影响到产能的发展。特别是在产能的场所常被干扰，而很难连接其工作的多样性的服务业更是如此。

表 1-1 显示各种产能和设计特色影响管理工作的复杂性的摘要。很显

表 1-1 在服务业中所投入的管理与规划的复杂性

依抉择而定的产能	管理的复杂性	
	低	高
设备项目	少	很多
设施种类	标准化	非标准化
设施的差异性	集中	分散
服务提供的深度	窄	深广
员工数目	少	多
向往整合的程度	少	多
交易的数量	少	多

然，作业的复杂性愈高，产能规划过程也愈困难。

16. 产能规划

产能规划的目标是为了规范何种水准的产能可以节省成本的方式以符合市场的需求。产能规划可分成三期：长期（大约一年），中期（大于6到8个月）和短期（少于6个月）。

本节的焦点是长期产能规划，在这期间公司对其主要的投资做出决定。除了规划大型的产能（如新的工厂，如表1-2所描绘的），典型的长期产能规划工作必须包括个别产品项目，个别的工厂能力，以及工厂生产网络配置之需

表 1-2 一公司对其主要产能和设备规划目标的方法

任务

深入分析所有符合往后五年或更长期间的部门产能需求，接着才可准备管理层所选择的作业的资金需要。

时间

目标小组分析四个月内的选择目标并在第五个月准备好所选择作业的资金的要求。

目标小组人员

高级的部门工业工程师（小组之领导者）

公司所规划的分析人员部门的工业工程师（多达四人，依其需要）

计划之内容

A. 决定生产需求

1. 从营销得到销售之预测—悲观的、最可能的、乐观的—为期五年。
 2. 从营销得知十年期间商业景气的预测。
 3. 决定是否试着在国内建立小型的生产线。
-
-

续上表

B. 需求的估量

1. 把预测转换成直接的劳工小时，并依其执行做调整。
2. 将上述的结果分成下列的需求：
 - a. 产品 A 项
 - b. 产品 B 项
 - c. 产品 C 项
 - d. 产品 D 项
3. 不同计划之个别需求。

C. 准备其他计划

1. 如工厂 1 的产品项目与工厂 2 的产品项目。
2. 为产品 C 提供新的设施。
3. 把产品 C 的生产转到工厂 2; 把产品 B 转到工厂 1。
4. 为产品 D 提供一个新设施。

注意：每项计划的分析都包括：

- 1) 工厂场地的需求。
- 2) 直接的劳工需求。
- 3) 学习曲线的趋向。
- 4) 资金设备的需求。
- 5) 转换工作的计划(若有必要)。
- 6) 为未来的扩展作准备。
- 7) 利润的指标。

D. 做决策

1. 评估其可行方案。
2. 做出最佳方案的决定。
3. 向管理阶层说出建言。
4. 得到管理阶层的赞同。

E. 准备资金授权的要求

求。一般而言，依下列的步骤为基础来完成规划：

- (1) 预测每种产品项目的销售。
- (2) 预测在每种产品项目中个别产品的销售。
- (3) 计算符合产品项目预测的劳工和设备的需求。
- (4) 在规划水平中，规划劳工与设备的能力。

17. 制药厂的长期产能规划

下面的范例是描述一家著名制药厂在发展其五年国家资源计划(Five Year National Resource Plan NRP) 中的程序。若将此范例用于现今的工厂中，则很容易将此程序应用于所规划的或是潜在设备的产能需求。

五年国家资源计划为工厂地区的资金与专业劳工资源，提供改进的产能方案。在每个工业区，人们都必须每年评估两次。当地的工厂领导阶层使用 NRP 做为发展其经营与作业的计划。NRP 已从昔日的每年文件与人为之计算而无模拟能力到今日的电脑模型的使用，而每 6 到 8 分钟就可产生模拟情况。模型乃采取简易的规划观念，而且可用电脑语言(FOCUS，或 QUERYUPDATE) 或在个人电脑上使用(dBASE 或 PFS) 或(Lotus1-2-3 或 Excel) 储存起来。

从 NRP 中我们可决定下列的策略与作业：

(1) 改变工厂的重要目标，例如，从生产大量，单一产品，很少的存货单位(SKU)，到生产少量，多种类混合产品，很多的 SKU。

(2) 改变某产品项目的生产场所，以除去其产能的限制，或获得其成本改善之利。

(3) 适度的要求资金以支援新产品与项目的扩展，销售的成长。

(4) 要求同意或调整额外的专业劳工来源。

计算 NRP 先要有两种资料：

- (1) 以 SKU 的形式做当前每年销售的预测。
- (2) 每项产品的 5 年成长预测。

表 1-3 两产品项目的 5 年成长预测

	SKU	今年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年
产品 A 的预测	1	1,000				
	2	5,000				
	3	<u>3,000</u>				
总预测成长		9,000				
产品 B 的预测			5%	4%	4%	4%
总预测成长						
	1	6,000				
	2	4,000				
	3	<u>2,000</u>				
		12,000				
			7%	8%	8%	9%

例如在表 1-3 中，产品项目 A 代表普通咳嗽药的 SKU_s(例如，20-、50- 和 100- 一包)。

规划过程的下一个步骤就是发展五年的 SKU 之明细规划，用其产品项目的成长预测来伸展每个 SKU。例如，表 1-4 中，在产品项目 A 的第 2 年中 SKU 1 可以将当年值 1000 乘以第二年的 5% 的成长预测，得到 1050 的值 ($1000 \times 1.05 = 1050$)。在第三年中，产品项目 A 的 SKU 1 之值可从第二年的值 (1050) 乘以 4% 的成长预测，得到 1092 ($1050 \times 1.04 = 1092$)。这个过程反复进行直到所有 SKU 和所有产品项目都完成评估，表 1-5 显示完成的预测延展。

可是若行销或销售对于某 SKU 仅有单一计划，像是促销战，这个成长的延展就可以用 SKU 代替。

预测的推展 (Explosion of forecast): 一旦预测发展出来，它就会经由物料单显示出来，因为在工作流程中有标准机器和劳工规划标准值，并发展成机器与劳工需求。

(1) 设备的规划值 (Equipment planning value):