

# 第五章 工时定额与生产能力

## 本章教学目的与要求

通过本章学习，使同学们理解工作设计的概念及其影响因素，了解劳动者的体能与运用效用问题，了解人与机器的交互作用与关系；理解工时定额的有关概念，了解制定工时定额的方法，掌握定额时间的构成；理解生产能力的概念，掌握生产能力的种类与影响因素，掌握查定生产能力的方法。

## 本章教学重点与难点

1. 工作设计的概念及其影响因素；
2. 工时定额的概念与制定工时定额的方法；
3. 时间定额的构成。
4. 生产能力的概念与种类，生产能力的影响因素；
5. 生产能力的计算与查定方法

制定工时定额和查定生产能力都是生产与运作管理的基础工作，是对生产与运作系统实施计划管理的依据。

## 第一节 工作设计

工作研究及工作设计是制定工时定额的基础。

### 一、工作设计的概念和影响因素

#### (一) 工作设计的概念

工作设计是有效组织生产与运作作业的一项基础和先行工作。

**工作设计：**是指为有效组织生产运作过程，通过确定一个组织内的个人或小组的工作内容，来实现工作的协调和确保任务的完成。

**目标：**是建立一个工作结构，来满足组织及其技术的需要，满足工作者的个人心理需求。也就是确定生产与运作作业的基本单元。

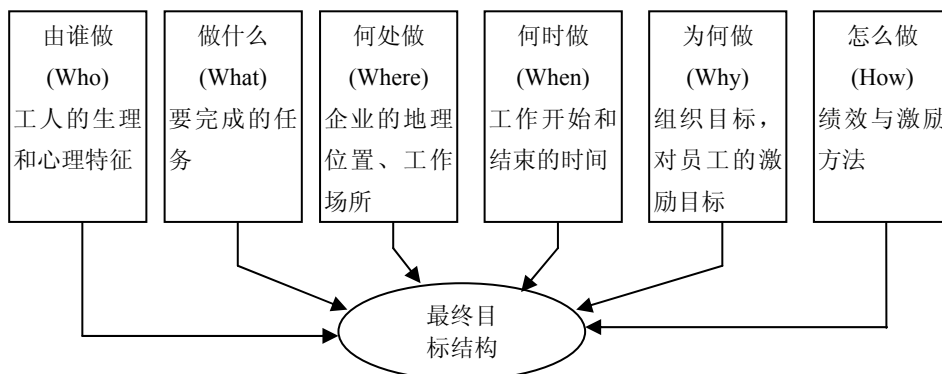


图 5-1 工作设计决策

工作设计的**内容**主要包括：

- ①明确整个生产运作任务的流程；
- ②科学合理地分工；
- ③明确各个工作地或岗位的工作目标、任务和内容；
- ④制定工作标准和具体的操作活动。

## （二）工作设计的影响因素

工作地或岗位是生产与运作作业的基本单元，是整个生产运作系统的一个最基本的单元和细胞，它在许多方面与整个生产运作系统一样，具有多目标、多因素、系统性和复杂性，它涉及到生产资源的方方面面。

因此，工作设计要受到许多因素的影响。其中，重要的影响因素主要有：

- ①分工与劳动生产率；
- ②劳动者的体能、运作条件及效用；
- ③人机工程；
- ④劳动者的工作心理及兴趣。

## 二、分工与劳动生产率

所谓**分工**，就是将一项任务或事务分成若干个组成部分或单元。分工是提高劳动生产力的杠杆和推进器，是专业化的前提和基础。分工有利于专门化而提高熟练程度，提高效率和提高质量保证能力，有利于采用专业化装备。

劳动生产率可以表达为生产系统输出的产品或服务与其所消耗的（时间）资源的比，即

$$\text{劳动生产率} = \frac{\text{生产系统输出的产品或服务}}{\text{使用的(时间)资源}}$$

科学合理地分工反映在定性和定量两个方面：

### 1. 分工的定性方面

一项工作任务或事务，一个生产运作过程，分成多少个，怎样的工作地或岗位，这首先是由工作内容和性质来确定的，在机械加工中，多是由其工艺内容和性质来确定的，不同工艺内容需用不同种的工艺装备和相应种类的工种来完成，其弹性和互换性较小。同一工艺加工内容需在一个工作地完成，不宜任意分割。

### 2. 分工的定量方面

一般而言，分工愈细，专业化程度愈高，则劳动生产率愈高。但分工也会带来一系列问题，如运输、储存问题，协调管理问题，增加投资占用的问题等。因此，需用劳动生产率、经济效益等指标来进行分析和测算，寻求工作设计的最佳规划和布局。

## 三、劳动者的体能与运作效用

被誉为科学管理之父的美国管理学家 F·W·泰罗，开科学管理先河，首先就是从工作设计开始，制定劳动定额，研究劳动者的体能与运作效用问题。因此，在以人力为主体的生产与运作管理中存在劳动者体能运作效用问题。

在现代工业以设备为主体的生产管理中，劳动者仍是研究对象。这是因为：

- 其一，在生产装备环境条件一定的情况下，劳动者仍然还有一定的灵活性和可塑性；
- 其二，正确使用劳动的体能有利于劳动者有效地操作机器和装备。

以劳动者为对象，还与以个人和小组为对象的种类不同。而以小组为对象则还要注意劳动者的协作和团队工作方式。

### （一）劳动者的体能

对于生产中的运行效率而言，较为关注的是劳动者的感官和动作。感官包括视觉、听觉、皮肤感触等，而动作包括身体肢体的活动。工作设计应在一个健康的劳动者力所能及的范围之内。

(二) 相关条件

劳动者的体能是否能正常发挥和使用，受一些相关条件的影响，如照明强度、温度、空气、噪音、色彩等，除客观物质等条件外，现代社会更进一步关注劳动者的心理反应和需要。

(三) 运作效用

效用可以表达为成果与消耗之比，即

$$\text{运作效用} = \frac{\text{生产成果}}{\text{体能消耗}}$$

不同的运作其能量消耗是不同的，见表 5-1 中的数据，按手指移动 2.5cm 所需的平均时间为基本单位，即 **IMOD**，其他任何运行时间都是它的倍数。

首先，体能消耗愈大，愈是机械重复，劳动者愈是感到疲劳，不利于提高动作效用。

其次，操作动作是否设计得必要、灵巧，否则也不利于提高运作效用。

第三，一旦确定了工作标准，就需要配备最适合的人。

最后，是衡量标准的问题。

从企业和效益的观点来看，运作效用的提高不仅仅在于生产成果不变体能消耗降低，还要体现为用工人数的减少。

四、人机工程

人机工程最直接和基本的问题是人与机器的交互作用及关系，在有些分类中，还包括与环境的交互作用。在有些学派中，除了人的感官、肢体等体能外，还包括人的生理和心理等方面的内容。在这里仅限于讨论人与机器的交互作用及关系，提出处理人机交互作用及关系的三项标准。

(一) 以劳动者的特点为标准

劳动者相对于机器设备而言，更具灵活性。要使劳动者承担更多的诸如观察、监视、装御、安装、调整、处置等柔性工作，而把机械重复，力量功率大的笨重工作，尽可能地设计为机械装备来完成。劳动者的感觉能力是相对粗略而有限的。对于劳动者的感官无法分辨的测度和劳动者能力无法达到的精确度也应该设计为机械及装备来完成。在设计劳动者的工作活动时，还必须要体现安全文明生产的原则。

(二) 以时间和操作利用率为标准

在人与机器的交互作用及关系的设计上，通常：

①以全部作业时间最短为标准，或最佳方法。

②以利用率为标准。分两种情况：一是在一个作业循环时间内机器的利用率，二是操作员的工作比率。最理想的状态是两个 100%。在二者之间，通常又重视机器利用率，因为机器的占用成本往往高于人工工时成本，机器的劳动生产力远高于人工，且机器装备的工作内容和台时缺乏弹性和灵活性。

(三) 以系统效率为标准

表 5-1 动作分类与时间值

动作分类	动作名称	时间值
移动动作	手指动作	1
	手的动作	2
	前臂的动作	3
	上臂动作	4
终止动作	触碰动作	0
	简单抓握	1
	复杂抓握	3
	简单抓握	0
	注意放下	2
	特别注意放下	5
身体动作	踏板动作	3
	步行动作	5
	向前探身动作	17
	坐和站起动作	30
其他动作	校正动作	2
	施压动作	4
	曲柄动作	4
	眼睛动作	2
	判断动作	3
	重量修正	1

在采用系列机器及装备的系统性和连续性很强的生产过程中，劳动者的操作在整个生产运作体系中只起到弥补机器装备系统功能不足，仅仅只是监视、启动、链接等简单、附属功能时，设计机器及装备的工艺方案，统一劳动生产率就上升到第一位的。而工作设计中，对劳动者的操作设计应服从于机器装备系统的整体协调运行。如机器加工业中的流水线，化工工业中的连续持续的反应过程。

### 阅读材料 5-1 工作的变化

自高专业化、细致分工大幅提高劳动生产率以来，操作者愈来愈感到工作的隔离、乏味，为了改善操作者这一心理，提高工作兴趣，产生了许多系统和科学尝试，较为有效又具有普通性的有工作扩大化、工作参与和工作丰富化。

#### （一）工作扩大化

要了解工作扩大化的实质，必先区分工作的两种构面：工作范围与工作深度。假如工作仅含几个步骤，而其工作循环很短，则其工作范围很窄。例如装配工人的工作范围即很窄。工作深度是指操作者能控制其工作环境的程度。假如工人不能计划其工作，则其工作深度很低，装配工作受装配线速度所左右，故工作深度低。而研究人员大致能独立决定其研究工作，故其工作深度高。

工作扩大化在于增加工作的范围及深度，从工作完整性方面，提高工作兴趣，具有一定的成就感。例如，指定装配工作从事较多步骤的工作，以增加其工作循环时间，除去固定移动速率的装配线，同时让他自行负责其工作的品质，以提高其工作深度。

在采用工作扩大之研究中，以梅塔格（Maytag）公司较为显著，该公司生产抽水机，此抽水机由 25 个零件装配而成，实验前由 5 至 7 个操作员装配，工作循环时间为 0.33-0.4 分钟，装配是用输送带完成的。在工作扩大化计划下，每人自行装配完整的抽水机，工作循环时间增至 3 分钟，工作者负责其工作的品质。其结果是品质改善，员工离职率大为减少，成本也减少，直接成本减少 16%，而间接成本减少 50%。

#### （二）工作参与

在现代经常改变的经济社会中，工作内容或工作方法经常改变。然而不论何种改变都有引起员工抗拒的倾向，过去经验显示，当工作内容或工作方法改变时，往往造成高的离职率、低效率及对管理者的不满。其恢复生产力的速率与技术无关，动机往往是主要之因素。

寇曲（Coch）及佛兰西（French）曾以较严谨的实验显示工作参与的重要性。他在实验中，将工作分成四组，其中一组选派工人代表参与会议，以了解改变是竞争压力的必然趋势，让工人认清管理者的需要以及讨论应付竞争所必要的改变。以后的会议中又提出一些新的工作建议，这些员工即受此新方法的训练，并将所学到的新方法传授其他工人。另外两组则由全体工人参加会议，另一组是控制组，组内无人参与工作改变的会议。结果显示，全体工人参与者的效果最好，有代表参加者次之，无任何代表参加者最差。

#### （三）工作丰富化

工作丰富化是管理人员尝试有效使用人力资源的重要方法之一。此法是由员工对工作的内生激励，以增加员工对工作的满意程度及组织目标的达成。员工经由工作本身即工作内容来维持及发展内生的激励。

何兹博洛（Herzberg）教授的“激励—维持两因素理论”假设有两项基本因素影响工作满意水准，一为激励因素，另一为维持因素。所谓激励因素是指：①当此因素呈现正的现象时，可增加工作者自工作中获得较高的满意水准，并激励工作者努力表现；②当此因素缺乏时亦不导致工作者对工作不满意；③此因素可直接反应在工作上，为个人成长所必需，这些因素包括成就、尝试、工作本身、责任感、上进心及成长等。而维持因素则指：①此因素不存在时，可能增加工作者对工作不满意之水准；②此因素之存在，可防止工作者对工作不满意的发生，但无法导致积极的工作满意；③此因素仍为防止工作不满意所必需，并与外在工作环境有关。这此因素包括公司政策管理、技术督导、薪津、员工关系、工作环境等。故此理论注重工作的深度甚至工作的范围。

佛洛博（Vlovo）汽车公司在瑞典母公司主要生产部所实施的工作丰富化计划结果显示，其员工对工作丰富化计划的反应甚佳。他们一致认为由于工作的多元化、工作范围扩大、并与工作团体荣辱与共的感觉，让他们体会到前所未有的工作满足感。更由于工作满足感增进，生产力得以跟着提高，减少许多怠工事件，而工作人员的离职率亦跟着降低。生产力提高，利润增加，足可抵消因训练及新设备所增加的费用。

## 第二节 工时定额

在工作设计确定了工作的基本单元以后，紧接着就需要制定工时定额。

### 一、工时定额概述

#### （一）工时定额的概念

**工时定额**俗称劳动定额。所谓工时定额就是在一定的生产技术和组织条件下，完成单位任务（或生产单件制品）事先制定的所必需的时间限制。

工时定额有两种表现形式，使用较多较通用的是生产单件制品的时间，即**时间定额**；另一种是单位时间内的产量，即**产量定额**。

#### （二）制定工时定额的作用和意义

1. 工时定额是劳动生产率及水平的重要标志
2. 工时定额是实行计划管理的依据
3. 工时定额是衡量员工贡献，实行按劳分配的重要尺度

#### （三）制定工时定额的方法

制定工时定额的方法常用的有**经验估工法**、**类推比较法**、**统计分析法**和**技术测定法**。

经验估工法简便易行，工作量小，能满足制定工时定额快和全的要求。但其准确性较差。从经济适用的角度考虑，它适用于多品种，批量生产。

类推比较法是以同类产品或工序的工时定额为依据，经过以重要参数和要素的分析比较，推算出另一种产品和工序的工时定额的方法。

统计分析法是根据同类型产品零件的工序的实际工时消耗记录，并经过分析整理和考虑相关条件变化来制定工时定额。

技术测定法是在对操作方法合理化的基础上，对定额时间及各组成部分利用计算分析和现场测定的方法。此方法较为科学准确但工作量较大，适合于大批大量生产。下面将重点介绍工时测定。

### 二、工时定额测定

工时定额测定也称时间测定。

#### （一）测时的概念及功能

##### 1. 测时的概念

**测时**是直接在工作地上，以工序、操作或某一工作事项的作业时间为对象，按照先后顺序进行反复的观察、记录和分析研究的一种方法。

测时研究的**对象**：某一工序或作业的工时消耗情况。

测时的基本**目的**：是为了找出作业时间内各个操作的正常工作消耗值，为制定工序或工步时间定额提供依据。

##### 2. 测时的功能

测时的基本功能，归纳起来有：

（1）测时的目的是对整个工作日中占很大比重的作业时间，做进一步深入细致的分析研究，为制定工时定额或编制劳动定额标准，提供数据资料。

（2）通常测时能够总结和推广先进工人的操作方法和经验，帮助后进改进操作方法，使操作方法合理化，不断减轻工人的体力消耗和劳动强度。

- (3) 可用于研究工人劳动定额的完成情况，帮助工人完成和超额完成现行定额，逐步降低工时消耗。
- (4) 可用于分析，以便于改善劳动组织，提高劳动生产率。

## (二) 测时的步骤及内容

组织测时，虽然被测定的对象、范围和内容千差万别，但具体实施的方法和步骤却大体相同，可归纳如下：

1. 深入工作现场，调查研究，收集操作者、被加工对象，以及所使用的设备、工器具等有关的各种数据和资料。具体地说，应将以下资料一一登记在预先设计好的测时表格中：

- (1) 操作者的姓名、年龄、工种、技术等级、工龄等。
- (2) 使用的机械设备、工具、夹具、量具。
- (3) 加工的程序、方法，机械设备的各种技术参数，如，转速、进给量等。
- (4) 被加工对象的规格、材质、加工的尺寸、表面粗糙度等技术要求（绘制出加工草图）。
- (5) 工作地布置简图。
- (6) 工作环境和劳动条件，如，工地照明、湿度、噪音等数据。
- (7) 测时人员的一般情况，测量的时间和地点。

2. 将实际操作分解成若干细小的操作单元，并详细地加以记录。

3. 实地进行观测。在做测时前的各项准备工作以后，即可进行实地的观测。具体测定时，可采用如下两种测时法。

(1) **连续测时法**。这种方法是按操作顺序，从第一个观测周期第一个操作单元开始，秒表不停连续进行登记记录。在登记时只记录各单元终止时间，各单元的延续时间等于前后相邻的两个单元终止时间之差。

连续测时法最大的优点是：将整个操作作了全面详尽的记录，保证了测时的资源的完整性和真实性。它适用于测定延续时间较短的操作。

(2) **归零法**。这种方法是按操作顺序直接测定各个单元的延续时间。每次测定时秒表由 0 位开始，本单元终止后，表针立即返回，再从 0 位开始记录下一单元的延续时间。采用归零法测时能直接得到各个操作单元的延续时间，减少了书面计算汇总的工作。但每次测定时，秒表针需返回 0 位，约有 0.00003~0.000097 小时的时间耗费在表针归 0 的动作上，每次操作时间虽然很少，如果累计起来就相当可观了。特别是当被测定的单元延续时间很短时，表针归 0 位可能会占去单元的部分或绝大部分时间，使测时的准确性大大降低。为了弥补归零法的缺陷，可将两支秒表装在测时板上，借助杠杆的作用控制两支秒表，交替测定各个操作单元的时间值。

## (三) 测时数据的处理

### 1. 删除异常时间值

下面举例说明：

某一操作单位在设定观察误差下，满足测定要求 20 次测定结果分别是：20、20、21、20、22、20、19、24、20、22、19、21、20、28、21、20、20、22、M、20（观测 20 次，其中一次漏记，因采用十进制秒表，其计时单位为 0.01 分）。

计算异常时间值过程如下：

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{399}{19} = 21.0$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} = 2.02 = 2.0$$

则：控制上限  $UCL = \bar{x} + 3\sigma = 21.0 + 3 \times (2.0) = 27$

控制下限  $LCL = \bar{x} - 3\sigma = 21.0 - 3 \times (2.0) = 15$

根据计算的结果可知仅有“28”时间值应予删除。

## 2. 求出作业的时间值

(1) 先将各单元删除异常时间值后，求出各单元时间的平均值。

(2) 然后再按下式求出作业正常时间：

作业正常时间 = 各项操作平均时间之和 × 评定系数

其中评定系数按标准工作状态下正常速度作增减，测时状态优于标准工作状态评定系数应大于 1，反之则小于 1。

## 3. 定额标准时间

定额标准时间可按下式求得：

定额标准时间 = 正常时间 × (1 + 宽放率)

关于宽放率的考虑因素及最后的定额时间确定，后面将集中介绍，在此需要指出的是，上述测时的数据处理的原则及方法，也可用于以整个作业为对象的抽样测时法。

## 三、定额时间

所谓**定额时间**，是必需消耗时间的限额，即完成某项工作所必需的时间消耗计入在内，那些与完成任务的无关的时间消耗或停工损失不应计入。

### (一) 时间消耗分类

时间消耗可粗略分类如图 5-2 所示：

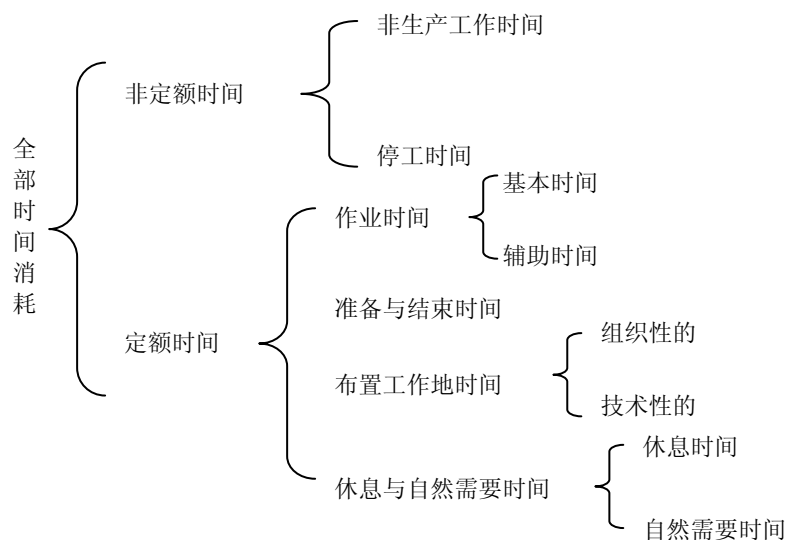


图 5-2 时间消耗分类

## 1. 定额时间由以下四类时间组成：

### (1) 作业时间

作业时间是指实现工作任务所消耗的时间，它是定额时间中最主要的组成部分。

作业时间可以按某作用分为**基本时间**和**辅助时间**。

**基本时间**是直接完成工作任务所消耗的时间，通常是指使劳动对象发生物理变化或化学变化所消耗的

时间。

**辅助时间**是指除基本时间外，为了保证实现工艺目的而必须消耗的时间。例如，机械加工中安装零件、测量尺寸和拆卸零件等工作所消耗的时间。

### (2) 准备与结束时间

准备与结束时间是指为完成某项工作，事前进行准备和事后结束工作所消耗的时间。例如，加工一批零件前，熟悉图纸、领取工夹具、检查机床设备所消耗的时间；一批零件加工结束后，拆卸工夹具、调整机床设备所消耗的时间。准备与结束时间的**特点是加工同一批零件只消耗一次，准备与结束时间与加工零件的批量无关。**

### (3) 布置工作地时间

布置工作地时间是指为保证生产正常进行，工人用于照管工作地，使之经常保持正常状态所消耗的时间。它可以分为**技术性时间**和**组织性时间**。

技术时间是指由于技术的需要而消耗在布置工作上的时间，例如，更换刀具、消除切屑等。

组织性时间是指消耗于班前准备工作和交接班工作上的时间。

2. 非定额时间主要是由下述时间组成的：

#### (1) 非生产工作时间

这是指工人做了本身任务以外的工作所消耗的时间。

#### (2) 停工时间

这是指工人在工作班内，因某种原因未能从事生产活动，中断生产所损失的时间。若因计划水平低使操作者停工待料，应给予操作者适当的工时补偿，但这不属于定额时间问题。

## (二) 不同生产类型工时定额的时间组成

生产类型不同，工时定额的时间组成也有所不同。大量生产类型，准备与结束时间一般可忽略不计；成批生产类型，准备与结束时间按批量分摊到单件定额中去；单位小批类型，准备与结束时间全部计入单件定额中。布置工作地时间、休息与自然需要时间一般按它们对作业时间的百分比计入单位产品的工时定额内。各种生产类型单件工时定额的计算方法为：

### 1. 大量生产类型

$$\text{单件工时定额} = \text{作业时间} \times \left( 1 + \frac{\text{布置工作地时间和休息与自然需要时间}}{\text{作业时间}} \right)$$

### 2. 成批生产类型

$$\text{单件工时定额} = \text{作业时间} \times \left( 1 + \frac{\text{布置工作地时间和休息与自然需要时间}}{\text{作业时间}} \right) + \frac{\text{准备与结束时间}}{\text{批量}}$$

### 3. 单件生产类型

$$\text{单件工时定额} = \text{作业时间} \times \left( 1 + \frac{\text{布置工作地时间和休息与自然需要时间}}{\text{作业时间}} \right) + \text{准备与结束时间}$$

## 四、学习曲线

### (一) 学习曲线概述

人们完成某项任务或生产单件产品和零件的时间消耗是不断减少的。不但在增加设备和人员后会缩短，而且即使是不改变生产条件，当人们熟练程度提高后，也会缩短。并且这种递减存在一定的规律。这种规律被称为**学习曲线**，这种规律为工时定额的管理及提高提供了重要的分析工具。



学习曲线现象最早是在 20 世纪 20 年代在美国一家飞机装配工厂被认识到的。该厂的研究表明，生产第 4 架飞机的人工工时数比第 2 架所花的时间减少了 20%左右，第 8 架又只花费第 4 架工时的 80%，第 16 架又是第 8 架的 80%，等等。把这种变化过程表示成图形，可得到如图 5-3 所示的曲线。由图可知，当产量每翻一番时，即从  $x$  台增至  $2x$  台时，第  $2x$  台的单台工时下降到第  $x$  台的 80%。而且，曲线在开始阶段下降很快，以后逐渐变得平坦。人们把这种现象称为 80%学习曲线，又称经验曲线。以后，在其他产业，如汽车、石油化工、半导体、合成橡胶、人造纤维织物等都发现了类似的现象。尽管不同产品的工时或成本下降速率不同，但每当累计产量增加一倍时，产品工时或成本按同样的百分比有规律递减的现象却是相似的。

学习曲线现象主要是由于人们提高了熟练程度之后产生的。如果生产过程都由机器来完成时就不存在学习现象了。因此，学习曲线的变化率取决于机器工作与人工工作的比例。实践表明，当人工工作时间与机器工作时间的比例为 3:1（即人工占总生产工时的 3/4）时，学习曲线的变化率，简称学习率，估计为 80%比较适当。

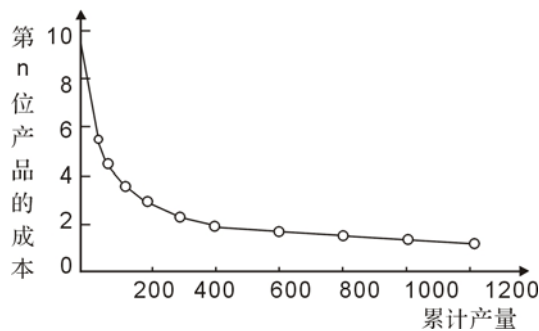


图 5-3 学习曲线

## （二）学习曲线的定量分析

为利用学习曲线进行定量分析，需要将它表述为数学解析式。按上述的学习曲线现象所反映的规律，它的变化符合负指数函数关系：

式中

$$Y_x = Kx^{-b} \quad (5-1)$$

$Y_x$ ——生产第  $x$  台产品的直接人工工时；

$x$ ——生产的台数；

$K$ ——生产第一台产品的直接人工工时；

$b$ ——幂指数  $= \frac{-\log P}{\log 2}$ ；

$P$ ——学习率。

例如，对 80%学习曲线的幂指数  $b$  值为

$$b = \frac{-\log 0.8}{\log 2} = \frac{-(-0.223)}{0.693} = 0.3$$

表 5-2 列出了常见的学习率下  $b$  的计算值。

表 5-2 各种学习率下的幂指数值

学习率	50	60	70	80	90
幂指数 $b$	1. 0	0. 737	0. 515	0. 322	0. 152

例：已知生产第一台产品的工时为 10000 小时，学习率为 80%，求第 8 台产品的工时。

解 
$$Y_8 = 10000(8)^{-0.322} = \frac{10000}{1.9535} = 5120$$

即生产第 8 台产品的工时为 5120 小时。

学习曲线的学习率可利用相同或相似产品的历史资料来估计。当产品的工艺过程与相似产品的工艺过程相同时，就可利用相似产品的学习率来计划该产品的改善速率。若产品不尽相似，则在利用历史资料时要考虑产品设计、生产产量、使用工艺装备以及订货批量等的差别加以调整。

有时，在生产某产品的开始阶段，由于多种因素的干扰，取不到确切的反映学习曲线效应的数据。经过一段时间的生产，生产状况渐趋稳定，才开始收集资料。这时，需利用部分历史资料来估计学习率。下面介绍在这种情况下估计学习率的方法。

设只收集到  $x_1$  和  $x_2$  两种产品的人工工时，则可得

$$Y_{x_1} = K(x_1)^{-b}$$

$$Y_{x_2} = K(x_2)^{-b}$$

将两式相除，得

$$\frac{Y_{x_2}}{Y_{x_1}} = \left(\frac{x_2}{x_1}\right)^{-b}$$

或

$$b = \frac{-\log\left(\frac{Y_{x_2}}{Y_{x_1}}\right)}{\log\left(\frac{x_2}{x_1}\right)}$$

再从  $b = \frac{-\log P}{\log 2}$

即  $P = 2^{-b}$ ，求得  $P$  的值。

学习曲线现象告诉我们，生产中永远有潜力可挖。但对于管理者来说，应该认识到，沿着学习曲线改进生产的过程不会自动发生。它不仅是工人个人改进生产的结果，而且是整个企业自觉努力的结果。在持续生产一种产品的过程中，企业总是要努力改进生产方法、改进产品设计、实施标准化、采用新工具、改善车间平面布置以及改进管理工作，从而取得学习曲线的效果。不过，学习曲线原理主要适用于新产品，或具有很大改进潜力的生产过程；作为企业则应通过奖励或激励的措施，鼓励和引导员工来改进生产，促进学习曲线的实现。

必须指出，学习曲线的代价是生产系统的刚性化，它会使生产系统变得缺乏适应变化和更新产品的能力。因此，只有当产品定型、需求增长时，才可能也有必要利用学习曲线来促进各部门不断提高生产效率。

## 第三节 生产能力

### 一、生产能力的概念和种类

#### （一）生产能力的概念

所谓**生产能力**是指企业的固定资产在一定的时间内，在先进合理的技术和组织条件，经过综合平衡，所能担负的一定品种的最大加工数量。在这里

①能力是以数量来表达的，数量大能力也就大；

②生产能力的主体是企业的固定资产，尤其是生产设备和生产面积，或说是生产运作系统的硬件；

③前提是先进合理的技术和组织条件，工时定额、台时定额、劳动生产率是直接受技术和组织条件影响的；

④时间通常是指一年。以年为时间长度可以与企业生产大纲一致，生产计划通常以年度生产计划对全年的生产作整体部署；

⑤企业的生产能力是企业生产运作系统的整体能力，各个生产单位和部门的能力通常是参差不齐的，因而需要经过综合平衡；

⑥品种也是一个要素，以小钻床或以大型机床为单位，数量就显然不同。

从生产能力概念的解释和描述中我们可以认识到：

①生产能力是客观的，它不同于计划产量和实际产量。

②生产能力的主体是企业固定资产。

③生产能力是生产运作系统的承担、加工、处置能力。

#### （二）生产能力的种类

企业的生产能力，在一定时期内是相对稳定的。但生产能力不是固定不变的。随着生产的发展和技術组织条件的变化，生产能力也会相应地发生变化。根据核算生产能力时所依据的条件不同，企业的生产能力可分为**设计能力**、**查定能力**和**现实能力（计划能力）**三种。

1. **设计能力** 设计能力是企业基本建设设计任务书和技术文件中所规定的生产能力。它是新建、改建或扩建后的企业应该达到的最大年产量。企业建成后，一般要经过一段熟悉和掌握生产技术的过程，才能达到设计能力水平。

2. **查定能力** 这是在没有设计能力或虽有设计能力，但由于企业的产品方案、协作关系和技术组织条件发生了很大的变化，原有设计能力不能反映实际情况，由企业重新调查核定的生产能力。查定生产能力时，以企业现有固定资产等条件作为依据，但要考虑采取各种技术组织措施或进行技术改造后，在提高生产能力方面取得的效果。

3. **计划能力（现实能力）** 它是指企业在计划年度内实际可能达到的生产能力，是根据企业现有的生产条件，并考虑到计划年度内能够实现的各种技术组织措施效果而计算的。

计划能力又分为年初能力、年末能力及年平均能力。

#### （三）影响生产能力的因素

影响企业生产能力大小的因素多种多样，但归纳起来不外乎三个方面（三个基本因素），即：**生产中的设备数量与生产面积数量**，**设备的工作时间及设备（生产面积）的生产率定额**。

##### 1. 生产中的设备及生产面积数量

机器设备是企业固定资产中的主要组成部分。计算生产能力时的设备数量，是指企业所拥有的全部能够用于生产的机械设备数，包括：

正在运转的机器设备；正在修理、安装或准备修理、安装的机器设备；因生产任务不足或其他不正常原因暂时停用的设备。

至于已经判定不能修复决定报废的设备、不配套的设备、企业留作备用的设备、以及封存待调的设备，都不能列入生产能力计算的范围。

辅助车间（工具、机修车间）所拥有的设备，不能参与企业基本产品生产能力的计算。生产面积的数量，对于铸造车间、铆焊车间、装配车间的生产能力有重要意义。在这类车间中，生产面积是指造型、装配等的工作地、通道、工作地旁边的零部件存放地及运输设备所占面积。按照生产面积计算生产能力时，要考虑辅助面积（如工具刃磨和设备修理设施所占用的面积，仓库占用面积，车间主通道占用面积）的大小是否与生产面积相适应。

## 2. 设备工作时间

设备工作时间分为制度工作时间和有效工作时间。

制度工作时间是指在规定的工作制度下，设备可工作（或利用）的时间数。年制度工作时间的计算公式如下：

$$F_s = (D_y - D_h) \cdot f \quad (5-2)$$

式中  $F_s$ ——年制度工作时间；

$D_y$ ——全年日历日数；

$D_h$ ——全年节假日数；

$f$ ——每日制度工作小时数。

全年日历日数减去节假日数，为全年制度工作日数。每日制度工作小时数，根据企业的工作班制和设备性质而定，如机器制造企业中一般的机床设备都按两班制工作计算，每日制度工作为 16 小时，关键设备可按三班制计算。

有效工作时间是在制度工作中，扣除设备修理停歇时间后的工作时间总数，即：

$$F_e = F_s(1 - \varepsilon) \quad (5-3)$$

式中  $F_e$ ——设备年有效工作时间；

$\varepsilon$ ——设备修理停工率。

设备修理停工率，按修理计划或参考设备修理的经验统计数确定。

计算生产面积的生产能力时，用制度工作时间，而计算设备生产能力时，用有效工作时间。

## 3. 设备（生产面积）的生产率定额

设备（生产面积）的生产率定额，可以用设备（生产面积）的产量定额来表示，即单位设备（生产面积）在单位时间内的产量定额；生产率定额也可以用产品的时间定额表示，即制造单位产品的设备台时消耗定额或制造单位产品的生产面积占用时间。

生产率定额受产品品种构成、产品结构、质量要求、加工工艺方法、工人业务技术水平等一系列因素的影响，因此是决定生产能力三个因素中最易变化，而且变化幅度较大的因素。计算生产能力时所用的生产率定额应当是平均先进的计划定额，以使生产能力保持先进水平。

根据确定不同生产能力的要求，生产率定额可以分为设计定额、查定定额和计划定额。

设计定额及查定定额是企业在校长时间内应该达到的先进水平的定额。

计划定额是企业在校长年度应该达到的平均先进定额。一般，计划定额水平低于设计定额和查定定额水平。

计划定额可在现行定额的基础上，考虑计划增长系数（或计划压缩系数）后确定。

## 二、企业生产能力的计算和查定

### （一）查定企业生产能力的的作用和意义

生产能力的正确计算和查定是企业管理的一项基础工作，对于企业和国民经济的发展，都具有重要的作用和意义。

计划能力是制定企业年度生产计划的重要依据之一。通过生产能力的计算，可以发现生产中的薄弱环节和富裕环节，使生产的组织者、计划者都做到心中有数，制定应该采取的技术组织措施，消除薄弱环节，

制定先进合理的计划指标，充分利用已有的固定资产，促进生产的发展和提高企业生产的经济效益。

## （二）查定生产能力的步骤

查定企业生产能力的步骤如下：

### 1. 确定企业的专业方向和生产计划

即产品的品种和各种产品的数量方案。

确定的**依据**是：用户需要调查及销售预测；技术预测，包括产品更新的预测。

### 2. 做好查定准备工作

包括组织准备和资料准备。首先要组成全厂和车间的生产能力查定小组，明确职责和工作计划；其次，要收集整理查定生产能力所必需的各种数据资料。

查定生产能力所需的数据资料包括：各个车间设备的数量、精度、性能以及生产面积；企业的生产纲领，各车间、工段等生产环节的专业分工；产品的工艺技术文件；企业的技术改造计划和技术组织措施计划；机器设备工作时间的规定，设备修理计划或修理停歇时间的统计资料，设备时间利用的统计分析资料；产品生产占用的面积；企业职工人数，各工种人数、技术等级；各项产量定额或时间定额及定额实际完成情况的统计分析资料。

### 3. 查定车间、工段、生产线、设备组的生产能力，并在此基础上，确定企业生产能力。

企业生产能力的计算和查定，应当从基层开始**自下而上**地进行，即首先计算设备及设备组生产能力，其次是生产线及工段的生产能力，然后计算各车间的生产能力，最后确定企业生产能力。

## （三）生产能力的计量单位

生产能力以**实物指标**作计量单位。生产能力的实物计量单位有：**具体产品、代表产品及假定产品**。

### 1. 具体产品

在产品品种单一的大量生产企业中，计算生产能力时的生产率定额用该具体产品的时间定额或生产该产品的产量定额；企业的生产能力即以该具体产品的产量表示。

### 2. 代表产品

在多品种生产的企业中，**在结构、工艺和劳动量构成相似的产品中选出代表产品，以生产代表产品的时间定额和产量定额来计算生产能力**，则生产能力的计量单位即为代表产品。代表产品一般选代表企业专业方向，在结构工艺相似的产品中，产量与劳动量乘积最大的产品。

代表产品与具体产品产量之间的换算，通过换算系数。换算系数为具体产品与代表产品的时间定额的比值，即：

$$K_i = \frac{\sum t_i}{\sum t_d} \quad (5-4)$$

式中  $K_i$ ——产品  $i$  的换算系数；

$\sum t_i$ —— $i$  产品时间定额之和（台时）；

$\sum t_d$ ——代表产品时间定额之和（台地）。

### 3. 假定产品

在产品品种数较多，**各种产品的结构、工艺和劳动量构成差别较大的情况下，不能用代表产品来计算生产能力，此时，可用假定产品作为计量单位**。

假定产品是由各种产品按其产量比重构成的一种假想产品。如果企业生产纲领规定生产  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三种结构、工艺不相似的产品，其产量分别为 600、300 和 100，即三种产品的产量比重为： $\theta_A=0.6, \theta_B=0.3, \theta_C=0.1$ ，则一个假定产品中含 0.6 个  $A$  产品，0.3 个  $B$  产品和 0.1 个  $C$  产品。

假定产品劳动量的计算公式为：

$$t_s = \sum_{i=1}^n t_i \theta_i \quad (5-5)$$

式中  $t_s$ ——单位假定产品的劳动量；

$t_i$ ——i 产品的时间定额；

$\theta_i$ ——i 产品的产量比重；

$n$ ——产品品种数。

在产品品种繁多而且不稳定的单件小批生产企业，也常采用产品的某种技术参数作为计量单位，如发电设备的功率（千瓦）数；在铸造、锻压、金属结构等工厂、车间，也常采用重量单位。

#### (四)生产能力的计算

##### 1. 单台设备及流水线生产能力的计算和确定

大量生产企业按流水线组织生产地，生产能力按每条流水线核算。流水线的生产能力决定于承担每道工序的设备的生产能力。因此，生产能力的计算从单台设备开始。单台设备生产能力的计算公式为：

$$P_o = \frac{F_e}{t} \quad (5-6)$$

式中  $P_o$ ——单台设备生产能力（台或件）；

$F_e$ ——单台设备计划期内有效工作时间（小时）；

$t$ ——产品的工序时间定额（台时）。

工序由一台设备承担时，单台设备的生产能力即为工序生产能力；工序由  $S$  台设备承担时，工序生产能力为  $P_o S$ 。

流水线的生产能力，在各道工序的生产能力综合平衡及同期化的基础上确定。

装配流水线生产能力的确定方法同加工流水线相似。

##### 2. 设备组生产能力的计算

在成批生产及单件小批生产企业，当工段按工艺原则或对象原则组织时，生产能力的计算通常从设备组开始，构成设备组的基本条件是它们在生产中的互换性，也就是设备组中的任何设备在大体相同的时间内，可以完成分配给设备加工的任何相同工序，并能达到规定的质量标准。

设备组生产能力的计算公式为：

$$P = \frac{F_e \cdot S}{t} \quad (5-7)$$

式中  $P$ ——设备组的生产能力（件）；

$S$ ——设备组的设备数量（台）；

$t$ ——制造单位产品（具体产品、代表产品或假定产品）所需该种设备的台时数。

设备组生产能力的计算公式也可写成：

$$P = F_e S p \quad (5-8)$$

式中  $p$ ——单台设备小时产量定额。

下面以金属切削机床为例计算设备组生产能力。

(1) 以代表产品为计量单位计算设备组生产能力。

**例 5-1** 设车间生产 A、B、C、D 四种结构与工艺相似的产品，根据产量及劳动量的大小，选定 C 产品为代表产品，其单位产品的铣床上的台时消耗为 10h；设铣床组共有 12 台铣床，每台铣床的全年有效工作时间为 4500h，则铣床组的生产能力（以代表产品 C 的产量表示）为：

$$P = \frac{Fe \cdot S}{t} = \frac{4500 \times 12}{10} = 5400(\text{台})$$

将代表产品 C 的产量换算为各具体产品产量的换算过程及结果如表 4-1 表示。

表 5-3 代表产品换算为具体产品的计算过程表

产品名称	生产计划(台)	单位产品总劳动量(台时)	产量换算系数	换算为代表产品产量(台)	以代表产品表示的生产能力(台)	换算为具体产品表示的生产能力(台)	备注
①	②	③	④	⑤=②×④	⑥	⑦=⑥×②/∑⑤	⑧
A	2000	25	0.5	1000	5400	2160	
B	1200	40	0.8	960		1296	
C	1600	50	1	1600		1728	代表产品
D	1200	60	1.2	1440		1296	
E				5000			

(2) 以假定产品为计量单位计算设备组生产能力

**例 5-2** 设车床组有 5 台车, 生产 A、B、C、D 四种结构、工艺不相似的产品, 每台车床全年有效工作时间为 4400h, 各种产品的计划年产量、单位产品的车床台时消耗定额及以假定产品为计量单位计算车床组生产能力的计算过程如表 7-2 所示。

表 5-4 生产能力计算过程表

产品名称	计工产量(台)	各产品产量比重%	单位产品车床台时消耗定额	单位假定产品车床台时消耗定额	以假定产品表示的生产能力(台)	换算成具体产品的生产能力(台)
①	②	③	④	⑤=∑④×③	⑥	⑦=⑥×③
A	250	0.25	20	20	1100	275
B	200	0.20	25			220
C	400	0.40	10			440
D	150	0.15	40			165
合计	1000	1.00				

### 3. 工段(车间)生产能力的计算和确定

在计算设备组生产能力的基础上, 确定工段(车间)的生产能力。各设备组的生产能力一般是不相等的, 因此确定工段(车间)生产能力时, 要进行综合平衡工作。通常以主要设备组的生产能力作为综合平衡的依据。

所谓主要设备组是指完成劳动量比重最大或者贵重而无代用设备的设备组。生产能力不足的设备为薄弱环节, 要制定消除薄弱环节的措施, 应尽可能利用富裕环节的能力来补偿薄弱环节。

图 7-1 为某机械加工工段生产能力综合平衡的图解示例。

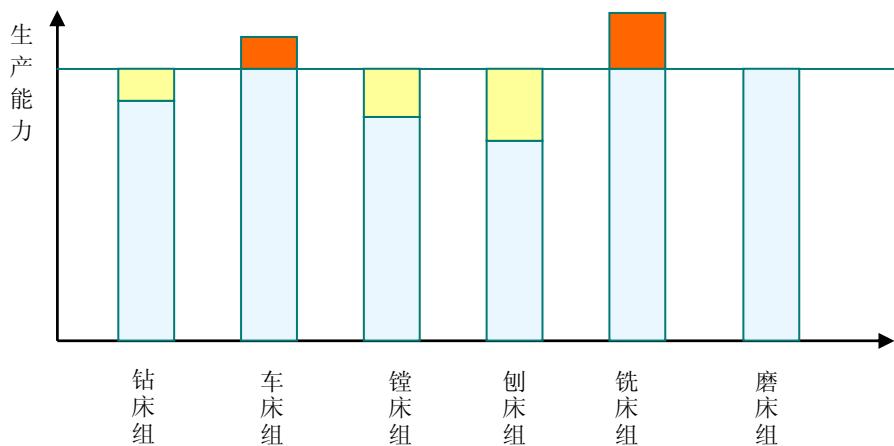


图 7-1 某工段生产能力平衡图解

从图 7-1 中可看出，工段中六个设备组的生产能力是不相等的。如果将工段生产能力定到 100 台水平，则钻床、镗床和刨床组为薄弱环节，而车床、铣床组为富裕环节。经过分析，采取以铣代刨，以车代镗的办法来消除两个薄弱环节，对钻床组则采取技术革新或增加班次的办法，解决生产能力不足的问题。经过综合平衡和采取措施后，工段生产能力可以达到年产 100 台的水平。

#### 4. 企业生产能力的确定

企业生产能力在各车间生产能力综合平衡的基础上确定。

企业生产能力综合平衡的内容主要包括两个方面：一是各基本生产车间能力的平衡，二是基本生产车间与辅助生产车间及生产服务部门之间能力的平衡。

在平衡各基本车间的能力时，首先要确定主要车间，并以主要车间的生产能力作为平衡的依据。在包括各个工艺阶段的机械制造企业中，通常以机械加工车间为主要车间。

基本车间和辅助车间生产能力的平衡，一般是以基本车间的生产能力为基准，核对辅助车间生产能力协调配合情况。在确定企业生产能力过程中，出现能力不平衡情况时，必须制定消除薄弱环节的措施，使企业的生产能力落实到合适的高水平。

#### 本章关键词

- 人机图 Man-machine Chart
- 复合活动分析 Multiple-activity Analysis
- 微动作研究 Micromotion Study
- 工作抽样法 Work Sampling
- 身体动作 Body Motions
- 时间标准 Time Standards
- 生产能力 Production Capacity
- 设计能力 Design Capacity
- 查定能力 Checked Production Capacity
- 计划能力 Plan Capacity

#### 本章思考题与习题

1. 工作设计一般需考虑哪些影响因素？
2. 分析工作设计中的主导因素以及为什么？
3. 为什么劳动定额应该经常修订？
4. 什么是生产运作能力？它有哪些类？



5. 决定企业生产能力的基本因素有哪些?

6. 某车间生产 A、B、C、D 四种结构与工艺相似的产品，车间铣床组共有 6 台铣床，每台铣床的全年有效工作时间为 4500h，试计算铣床组的生产能力。

产品名称	生产计划 (台)	单位产品总劳动量 (台时)	单位产品铣床台时消耗 (台时)
A	2100	20	3.2
B	1500	40	5
C	1000	50	5.6
D	800	60	8

7. 设车床组有 14 台车床，生产 A、B、C、D 四种结构、工艺不相似的产品，每台车床计划期有效工作时间为 4800h，各种产品的计划期产量、单位产品的车床台时消耗定额如下表所示，试计算车床组的生产能力。

产品名称	A	B	C	D
计划产量 (台)	1000	800	1600	600
单位产品车床台时消耗	16	25	10	20

**【案例讨论】**

请就你熟悉的工序和一项作业列出测时所需要的资料 and 工具，并设计出测时所需要的表格。