

# 成组技术在生产管理中的应用

〔美〕 咸仁英

〔日〕 人見勝人 著

〔日〕 吉田照彦

梁遺金 译 姜文炳 校

经济科学出版社

一九八八年·北京

Group Technology Applications to  
Production Management

Inyong Ham

Katsundo Hitomi

Teruhiko Yoshida

Kluwer-Nijhoff Publishing

1985

本书根据克鲁威—尼伊霍夫出版社1985年英文本译出

成组技术在生产管理中的应用

〔美〕 咸仁英

〔日〕 人見勝人 著

〔日〕 吉田照彦

梁述金 译 姜文炳 校

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

中国铁道出版社印刷厂印刷

\*

787×1092毫米 32开 7.5印张 166000字

1988年2月第一版 1988年2月第一次印刷

印数：0001—4000册

统一书号：4312·260 定价：1.60元

ISBN 7-5058-0082-5/F·69

# 目 录

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 序言 .....                  | 1  |
| 第一章 导论 .....              | 1  |
| 1.1 多品种小批量生产 .....        | 1  |
| 1.2 解决多品种小批量生产的有效途径 ..... | 2  |
| 1.3 成组技术在生产管理中的应用 .....   | 5  |
| 第二章 成组技术的基本原理 .....       | 7  |
| 2.1 概述 .....              | 7  |
| 2.2 零件族的构成和GT单元 .....     | 10 |
| 2.3 分类编码系统 .....          | 12 |
| 2.4 设计合理化 .....           | 15 |
| 2.5 成组生产 .....            | 17 |
| 2.6 采用成组技术的生产管理 .....     | 18 |
| 2.7 成组技术和自动化工厂系统 .....    | 20 |
| 第三章 成组工艺设计 .....          | 24 |
| 3.1 工艺设计的实质 .....         | 24 |
| 3.2 工艺设计的基本模型 .....       | 25 |
| 3.3 成组工艺设计的模型 .....       | 28 |
| 第四章 成组生产计划 .....          | 33 |
| 4.1 生产计划的实质 .....         | 33 |
| 4.2 生产计划的基本模型 .....       | 34 |
| 4.3 成组生产计划的模型 .....       | 40 |
| 4.4 成组批量分析 .....          | 44 |
| 第五章 成组机床负荷 .....          | 48 |
| 5.1 机床负荷的实质 .....         | 48 |

|                                  |                                    |            |
|----------------------------------|------------------------------------|------------|
| 5.2                              | 机床负荷的基本模型 .....                    | 48         |
| 5.3                              | 成组机床负荷的模型 .....                    | 55         |
| <b>第六章 具有可变处理时间的成组机床负荷 .....</b> |                                    | <b>64</b>  |
| 6.1                              | 具有可变处理时间的生产系统的基本模型 .....           | 64         |
| 6.2                              | 具有可变处理时间的机床负荷的基本模型 .....           | 67         |
| 6.3                              | 具有可变处理时间的成组机床负荷的模型: 单级情<br>况 ..... | 77         |
| 6.4                              | 具有可变处理时间的多级成组机床负荷的模型 .....         | 89         |
| <b>第七章 成组生产作业计划 .....</b>        |                                    | <b>106</b> |
| 7.1                              | 生产作业计划的实质 .....                    | 106        |
| 7.2                              | 生产作业计划的基本模型 .....                  | 107        |
| 7.3                              | 单级成组生产作业计划 .....                   | 115        |
| <b>第八章 多级成组生产作业计划 .....</b>      |                                    | <b>124</b> |
| 8.1                              | 流水生产的作业计划 .....                    | 124        |
| 8.2                              | 多级成组生产作业计划 .....                   | 149        |
| 8.3                              | 成组作业计划的理论分析法 .....                 | 150        |
| 8.4                              | 用于成组作业计划的分枝定界法 .....               | 163        |
| 8.5                              | 用于多级成组作业计划的近优法 .....               | 173        |
| <b>第九章 成组布置计划 .....</b>          |                                    | <b>179</b> |
| 9.1                              | 布置计划的实质 .....                      | 179        |
| 9.2                              | 布置形式和产品品种-数量 (P-Q) 分析 .....        | 186        |
| 9.3                              | 布置计划的基本模型 .....                    | 184        |
| 9.4                              | 成组布置计划的模型 .....                    | 185        |
| <b>第十章 成组技术与其他方面的关系 .....</b>    |                                    | <b>198</b> |
| 10.1                             | GT与MRP .....                       | 198        |
| 10.2                             | GT与CAD/CAM .....                   | 205        |
| 10.3                             | GT和工程经济学 .....                     | 211        |
| 10.4                             | GT和管理问题 .....                      | 215        |
| <b>英汉名词对照表 .....</b>             |                                    | <b>217</b> |

# 第一章 导 论

## 1.1 多品种小批量生产

一般认为，80年代是经济增长缓慢、资源日益紧缺和能源力求节约的岁月。一度被当作六七十年代特征的大量生产和高消费，已是时过境迁，今非昔比。再者，自从步入生活优裕的时代以来，消费者的价值观可谓变得五花八门，以致个人对新奇商品的占有欲与日俱增，从而引起产品的寿命周期相应缩短。上述情况逐渐促使很多制造厂家竞相推出一些生产间隔短而生产数量又小的产品。这一生产方式，称之为“多品种小批量生产”，“批量生产”，或者“多样化生产”，即主要是按订货生产。与大量生产所不同的是，在多品种小批量生产中，生产各种产品的流程互不相似而显得错综复杂。多品种小批量生产的特点是〔1〕：

1. 产品种类的多样化；
2. 生产过程的多样性；
3. 生产能力的复杂性；
4. 外界条件的不确定性；
5. 生产计划和作业计划的困难性；
6. 生产的实施及其控制的动态性。

## 1.2 解决多品种小批量生产的有效途径

为克服多品种小批量生产中的种种困难，迄今已开辟出以下几种途径〔1〕：

1. 工业管理学 工业管理学(IE<sup>①</sup>)是生产组织和管理的传统方法论，其主要理论基础为F·W·泰勒(Taylor)有关科学管理方面的开拓性论著。按美国工业工程师协会(AIIE)的定义，工业管理学是一种有关人员、物资、设备、能源和信息的综合系统的设计、改进和配置的方法。它依赖于数学、物理学和社会科学的专门知识和技巧，以及技术分析和设计的原则与方法，旨在逐一说明、预测和评价从这一系统所应得到的结果。

工业工程学的主要原则是标准化、简单化和专业化，而标准化尤为重要。在使多品种小批量生产合理化中，标准化所起的重大作用是：

(1) 产品标准化：规定标准产品，从而减少产品的种类。

(2) 零件标准化：规定标准零件，以便主要依靠标准件组装出产品。

(3) 材料标准化：应尽量采用标准原材料。

(4) 工艺流程标准化：确立标准工艺流程，用以制造零件和装配产品。

2. 成组技术 成组技术(GT)<sup>②</sup>是这样一种概念，

---

① IE: Industrial Engineering

② GT: Group Technology

其实质在于将设计上和（或）制造工艺上相似的各种零件和产品归类并组，以利提高生产效率。应用成组技术，可为多品种小批量生产带来大量生产的效益。这种方法乃是本书的主题，详见以后各章。

3. 以零部件为中心的生产系统 多样化产品虽然外观各异，但是常常含有一些同样的零部件。这些零部件在接受订货前根据需求或销售预测的结果而投产，随之作为库存品“积极”地存贮于零部件库。然后根据订货要求对库存零部件进行适当的组装，即可得到多样化产品。采用这种生产系统，能使从接受订货到交付产品为止的交货期，缩短到只不过接近于装配所需时间。这种生产方式，称之为“以零部件为中心的生产”。

在制造厂家的业务活动中，除了生产职能之外，销售职能所占的地位也很重要。按市场销售的观点来看，以零部件为中心的生产系统，可视为订货定产系统。在这种系统中，先让买主在订货时确定有关产品的零部件及其结构，再由厂家查找并采用那些符合订货要求的库存产品和零部件。围绕该系统的一系列工作，即零件展开、物料计划、短缺零件的生产指令、装配作业计划、交货期控制、生产进度查询以及其他管理和业务工作，都由一台中心计算机准确而及时地完成，该计算机以联机、实时方式同各个业务部门的远程终端进行联系。上述系统可用于汽车制造厂和家庭用具制造厂。

4. 联机生产管理 这一解决多品种小批量生产的有效途径，在于控制动态性非流水生产中的各种作业。所用的办法是，在每一工作地设置终端，并使之按联机方式与一台控制计算机交流信息。这样，在所有工作地的各种生产数据边

产生边汇集，随后输送到控制部门，由控制计算机  
数据处理，以便制订有关未来生产活动的新作业计划，  
后者送回到各个工作地。这种系统称之为“联机生产管理系统”，将它用于多品种小批量生产，可实现有效的管理。

5. 柔性制造系统 对产品多种多样的需求逐渐促使生产因素（例如生产设备、劳动力以及原材料）变得具有很大的不确定性。所以，为克服多品种小批量生产所面临的困难，就要求上述诸因素带有最大的柔性。具备富有柔性的生产因素的生产，叫做“柔性制造”。在生产因素中，生产设备最需要具有柔性，因此它们所消耗的投资非常之大。而数控（NC）①机床就是富有很高柔性的生产设备的典型实例。

由计算机数控机床发展起来的数控制造系统，即群控（DNC②，或称直接数控）系统，是目前最先进的自动化生产系统，它对多品种生产比大量生产具有更大的适应能力。在柔性DNC系统中，包括加工中心在内的若干数控机床、机器人以及自动传送系统，均与一台控制计算机相联，而能加工出形状不同和工艺流程各异的许多零件。在这种生产系统中待加工的零件，按照由控制计算机发出的指令，逐一被送到相应的机床上加工成形。该自动化系统是多品种生产的一种方法，通常把它称作“柔性制造系统（FMS③）”。

6. 物料需要量计划或生产资源计划（MRP④） 这是一种对诸如汽车制造的间歇性零件生产行之有效的生产计划和控制系統。MRP的基本任务在于，根据最终产品主生

---

① NC: Numerical Control

② DNC: Direct Numerical Control

③ FMS: Flexible Manufacturing System

④ MRP: Material Requirements planning或Manufacturing Resource Planning

产计划，利用最终产品主数据文件和库存文件上的信息，计算零件构成表中各级零件的需要量，和确定这些零件的准确需要时间。具体地说，MRP的主要工作程序是，计算各级零件的总需要量和净需要量，决定批量大小（即确定生产指示的覆盖面），以及发布生产指示。此外，MRP还涉及到机床负荷甚至车间工作地的控制。

### 1.3 成组技术在生产管理中的应用

迄今已有几部关于成组技术的著作公诸于世〔2—8〕。不过，这些书所涉及的主题大多局限于成组技术在制造工艺方面的应用，如分类编码系统、设计合理化、成组加工用的钻模和夹具设计及成组技术布置（或GT单元设计）等等。为了从成组技术得到更多的效益，我们还应将成组技术这一哲理用到其他的生产管理方面〔9〕。为此，本书旨在论述成组技术在下列几个生产管理方面的应用：工艺设计，生产计划，生产作业计划，布置计划及其他。

#### 参 考 文 献<sup>①</sup>

1. 人見勝人：《制造系统工程》，伦敦：泰勒-弗朗西斯有限公司，1979年，第30—34页。
2. S·P·米特洛范诺夫：《成组技术原理》（原著为俄文，1959年出版），英译者：E·哈里斯，英国国立科学技术公共图书馆，1966年。
3. G·A·B·爱德华兹：《成组技术读物》，伦敦：机械出版公司，1971年。

---

① 凡未注明文种的文献，均为英文。

4. C·C·加拉赫, W·A·奈特:《成组技术》, 伦敦: 巴特沃思公司, 1973年。
5. J·L·伯比奇:《成组技术导论》, 纽约: 约翰·威利父子公司, 1975年。
6. E·A·阿恩:《成组技术》, 柏林: 希普林纳出版社, 1975年。
7. J·L·伯比奇:《制造业中的成组技术》, 伦敦: 机械工程出版有限公司, 1979年。
8. W·F·海德:《依靠分类、编码和数据库标准化提高生产率》, 纽约和巴塞尔: 马塞尔·德克尔公司, 1981年。
9. 人見勝人(编著):《采用成组技术的生产管理系统》(日文), 东京: 日刊工业新闻社, 1981年。

## 第二章 成组技术的基本原理

### 2.1 概 述

成组技术 (GT) 是机械制造方面的一种基本原理, 其实质在于识别和利用各种零件以及它们制造工艺的同一性。在采用多品种小批量生产这一批量方式的生产中, 从设计到加工装配, 每个零件在传统上都被看作是相互孤立的〔1, 2, 3, 4, 5〕。但是, 若根据零件的设计或制造工艺, 将相似的零件分组而形成零件族, 就可通过更有效的设计合理化和数据检索, 以及制造标准化和合理化来提高生产率。上述成组技术的基本概念, 作为“行之有效的技术实施方法”和“科学管理”的一部分, 在全世界范围内付诸实践已有多〔6〕。成组技术的应用, 经常是以不同的名称和通过各种形式的技术与制造任务得到体现的。回顾过去而可看出, 成组技术的实践, 往往只不过局限在一般的批量生产中, 依靠在设计或加工上取得不同程度的成效, 而达提高生产率之目的。长期以来, 成组技术一直未能得到应有的正式确认, 即使到目前为止, 也还谈不上已经把这种技术作为一种提高生产率的系统方法加以充分利用。但是, 近来对计算机集成制造 (CIM<sup>①</sup>) 的开发与实现, 再次引起了人们对成

---

① CIM: Computer-Integrated Manufacturing.

组技术的兴趣。这是因为在计算机辅助设计 (CAD<sup>①</sup>) / 计算机辅助制造 (CAM<sup>②</sup>) 的有效一体化中, 成组技术通过零件族概念的运用, 可为之提供一种提高机械制造生产率的重要手段〔7〕。

当今世界上先进制造工艺的动向乃是活跃多变, 不断推陈出新。近几十年来, 整个工业技术已经取得重大进展, 而我们在机械制造方面, 特别是在计算机集成制造的应用上, 却仍旧处于其技术革命的前期。虽然整个世界包罗着由多种活动支持的种种复杂社会, 但是, 机械制造始终是工业化国家以及发展中国家创造财富的首要活动〔8〕。当然, 很多国家对于这一点可谓了如指掌, 因而无不举国一致, 呕心沥血地致力于改进机械制造工艺和提高生产率。

目前, 在提高机械制造生产率方面所遇到的最重要问题之一, 就是所谓经济刺激。在工业化国家里, 机械制造通常在全国总产值中占有较大的比重。尽管如此, 机械制造至今还不能看成像许多人所肯定的那样, 是一种高生产率和高效益的活动。

例如, 批量生产的情况就很能说明问题所在。据报告, 在批量生产的机械加工车间, 在全部时间之中, 实际上仅有大约 5 % 花费在机床上, 而其余的时间则消耗于车间内部的工件搬运和等待, 而且在上述 5 % 的时间中, 也只有 30 % 左右是用于切削加工的生产时间, 如图 2.1 所示〔9〕。由此可见, 我们应竭力改善这种比例关系, 以便提高机械制造生产率; 还要着眼于另一方面的改进, 即更有效地利用高性能的机床和其他设备, 以及不断地提高劳动生产率。

---

① CAD: Computer-Aided Design.

② CAM: Computer-Aided Manufacturing.

近年来，世界各国的机械制造工艺水平，在很大程度上随着对计算机及其多种应用的开发而迅速得到提高，以致人们在先进制造工艺方面的视线和努力，纷纷转移到机械制造的控制、自动化和优化上来。还应指出，新的巨大经济压力和社会压力，正从生产率、制造费用、工作满意性以及环境控制等方面，强烈地影响着机械制造业。在现代机械制造业中，一个应精心加以考察的重要事实是生产趋势的变化。最近一项关于成组技术在美国金属加工业中应用的调查表明，产品的平均批量不超过50件[10]。当前的生产趋势还显示出，批量生产的百分比正在继续增长。这样，在采用成组技术来提高机械制造经济效益这方面的潜力，不仅目前十分可观，而且今后必将与日俱增。

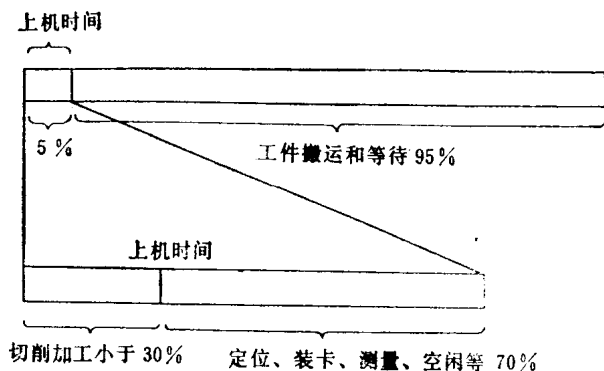


图2.1 批量生产机械加工车间普通工件  
加工各阶段所用时间百分比

## 2.2 零件族的构成和GT单元

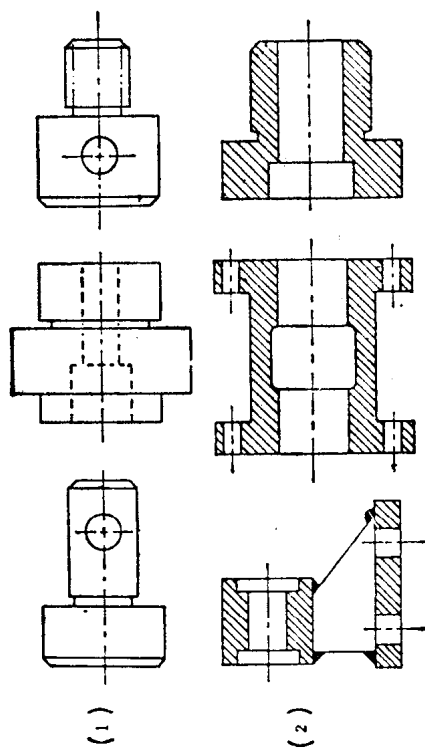
所谓零件族，就是一组在设计特征或制造工艺上具有某种具体的同一性和相似性的零件。图2.2所示为两种主要类型的零件族实例。一个零件族，可以由设计特征（例如几何形状、尺寸和材料等）相似的一些零件所组成，也可以依照零件之间类似的制造工艺（涉及机床、工艺流程、工序及工艺装备等）来建立。

在构成零件族时，要认真考虑的是，为编制具有最佳加工顺序和机床负荷的作业计划所需的生产数据，例如批量、频数、时间和年生产计划等。对零件族的归类并组，是使成组技术应用取得成效的重要步骤。构成零件族的方法，主要有以下四种：

1. 人工/视检法；
2. 名称/功能法；
3. 生产流程分析；
4. 分类编码系统。

人工/视检法比较简单，但有很大的局限性，即涉及的零件数不能过多，而名称/功能法，已被证明不能赖以实现有效的分族。因此，在实用上一般是采用生产流程分析或分类编码系统，来构成零件族和确定机床组或者GT单元。

生产流程分析法，就是对工艺规程单所列工艺数据，即机床/工作地、工序和加工顺序等进行分析，以便构成零件族和（或）机床组（或单元）〔11，12〕。这种方法并不要求具有分类编码系统，但是需要可靠而又编制得很好的工艺



(1) 形状相似 (2) 工艺相似

图 2.2 零件族实例

规程单。

分类编码系统，是构成零件族的有效工具，其依据为该系统的特定参数和代码数字，而不论零件的由来或用途如何〔2，13，14，15，16〕。应该指出，一个设计得合适而且变通性很好的分类编码系统，可以为公用数据库提供有效的数据检索系统，而后者对于顺利实现*CIM*至关重要。

## 2.3 分类编码系统

应该指出，没有分类编码系统，也可以将成组技术付诸实践。不过，对于成组技术概念的成功应用，特别是*CIM*的顺利实现而言，该系统乃是主要的而又有效的手段。分类一词，意思是以按某些预定参数而形成的相似性和（或）非相似性为依据，将零件归类并组。至于编码，就是用数字或字母，或者用两者的组合对零件进行编码，以便实现信息处理。

当前世界上已有很多种分类编码系统得到开发和应用。表2.1所示为国际上使用的一些主要分类编码系统的选例。图2.3表示出按某一公开采用的系统进行编码的零件〔17〕。

采纳和实现为成组技术应用而设计的分类编码系统，是一项重要而复杂的任务。虽然可供使用的系统为数不少，但是，每个制造公司都应该探索或者开发能适应自身需求的系统。在针对成组技术应用设计分类编码系统时，要收到恰到好处之效，就必须满足下述主要要求，即基于某些预定参数而按需组建零件族，使之兼备必要的种种功能，完成有效的数据检索。利用某一分类编码系统（图2.4）构成零件族的

例子，如图2.5所示。

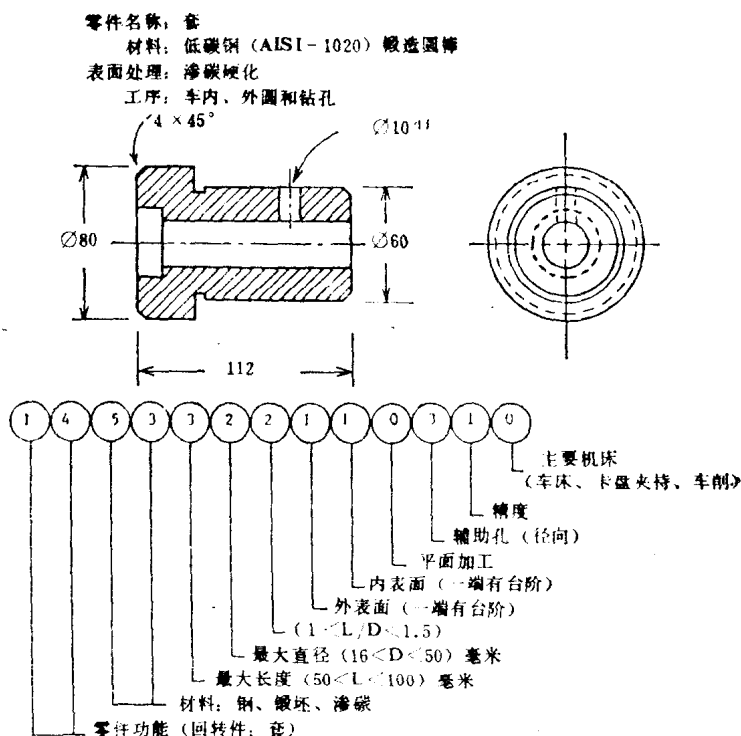


图2.3 利用分类编码系统的编码举例 (参阅图2.4)

还有另一些通用分类编码系统，已由许多政府机关和服务行业开发出来，用于图书馆、博物馆、办公用品、日用品、保险业和信用卡等方面。选择分类编码系统时必须考虑的一个重要因素，就是保持所需信息量与为提供这些信息所要求的数位列数之间的平衡。

即使一般已经认定，分类编码系统是充分发挥成组技术效益的关键因素，我们也要看到下述事实，即仅仅有了分类