

成组技术

蔡建国 编著

上海交通大学出版社

TH163

C02

成 组 技 术

蔡建国 编著

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书阐明成组技术的基本原理和实施方法。其中包括零件分类编码系统的制订,零件的分组,以及成组技术在机械制造领域各主要环节(如:产品设计、工艺编制、工装设计、生产组织与设备平面布置、生产计划管理等)中的具体应用。

本书可供机械制造和柔性自动化方面的工程技术人员阅读,也可作为大专院校有关专业的教材或教学参考书。

成 组 技 术

蔡建国 编著

上海交通大学出版社·出版

(上海市番禺路 875 号 邮政编码 200030)

新华书店上海发行所·发行

上海交通大学印刷厂·印刷

开本:787×1092(毫米)1/16 印张:10 字数:243000

版次:1996 年 11 月 第 1 版 印次:1996 年 11 月 第 1 次

印数:1—1500

ISBN 7-313-01644-1/TH·061

定价:12.20 元

前 言

我国经济体制的深入改革,从过去的计划经济转向现在的市场经济,企业对这一转化感受最深的,莫过于竞争机制的引入。因为过去那种无忧无虑地按国家计划组织生产,然后由国家负责统购包销的生产经营模式,已经一去不复返了。今天取而代之的是,企业必须承担风险去自定产品、自筹资金、自己开拓市场、自行销售产品,迫使企业置身于日趋激烈的市场竞争中,进行拼搏和经受考验。为了能在市场经济的大潮中巍然屹立,企业必须具有快速响应市场需求瞬息变化的能力,以便能及时开发出质优、价廉、交货期短的新产品,使之领先于竞争对手一步。领先一步的含意,便是抢先赢得顾客、抢先占领市场。怎样才能使企业具有这样一种快速响应能力呢?当前确有许多先进制造技术可供选用,但是单独使用其中的任何一项,都不能显著奏效。依著者之见,唯有成组技术这样一种综合技术,才能经济有效地为企业 provide 上述快速响应能力。也只有在成组技术的基础上,才能更好发挥各种先进制造技术的作用。

通过长期实践,人们已经清楚地认识到,成组技术确实是使企业生产合理化的必由之路。因为企业技术改造的根本目的,就在于促使企业的生产合理化和现代化。而生产的现代化却是以生产的合理化为前提的。要使企业的生产合理化,必须充分了解企业的现行生产系统,然后在此基础上,才能对现行生产系统进行简化。即从产品结构、制造工艺、生产组织、计划管理到采购销售等各个方面,将一切可有可无的、不产生任何新的附加价值的多余的、重复的成分,统统予以取消。这样方可使现行生产系统彻底简化,也唯有如此简化,才能体现出生产的合理化。显然,有了这样一个合理化的基础,才有可能有效而可靠地实现生产的现代化和自动化。成组技术便是对现行生产系统实施简化、进而达到合理化的一条必由之路。

根据长期从事成组技术的研究和应用中所取得的成果,以及结合多年来开设成组技术课程所积累的教学经验,著者编写了这本教学用书。希望这本书能对想要了解成组技术和想要实施成组技术的人有所裨益。由于著者水平有限,书中难免存在差错,尚祈读者不吝指正。

目 录

第1章 绪论	1
1 现代机械工业所处严峻环境	1
2 现代机械工业的基本任务	3
3 现代机械工业的基本特点	3
4 现代机械工业生产中存在的主要问题	4
5 解决现存问题的途径	8
6 成组技术的基本原理	9
7 成组技术的发展.....	10
8 实施成组技术的方法.....	12
9 成组技术的经济效益.....	12
第2章 零件分类编码系统	15
1 概述.....	15
2 零件的代码和零件分类编码的作用.....	16
3 零件分类编码的原理及概念.....	18
4 零件分类编码系统的实例分析.....	25
5 制订企业实用分类编码系统的方法.....	35
6 评价零件分类编码系统的准则.....	37
第3章 成组技术中的零件分组	40
1 概述.....	40
2 用分类编码系统划分工艺相似零件组.....	41
3 用生产流程分析原理划分工艺相似零件组.....	44
第4章 成组技术在产品设计中的应用	54
1 概述.....	54
2 产品设计标准化.....	55
3 零件名称标准化.....	56
4 零件结构标准化的原理.....	58
5 零件标准化.....	61
第5章 成组技术在工艺规程设计中的应用	70
1 成组工艺的基本概念.....	70

2 成组工艺的编制方法.....	72
第 6 章 成组技术中的生产组织形式和机床单元设计	80
1 成组技术中的生产组织形式.....	80
2 机床单元的设计.....	83
3 机床单元设计的实例分析.....	85
第 7 章 成组夹具	94
1 成组夹具在实施成组技术中的意义和作用.....	94
2 成组夹具和传统夹具的比较.....	94
3 成组夹具的结构特点.....	95
4 成组夹具的设计方法.....	99
5 成组夹具的经济效果	102
第 8 章 成组技术条件下的生产管理.....	103
1 传统的成批生产计划管理方式存在的问题	103
2 适合成组技术的应用短间隔期-小批量的生产管理方法.....	105
3 在成批生产标准定型产品时,按成组技术要求编制生产 计划、生产指令和核算生产能力的方法.....	106
4 在编制生产单元作业计划中确定零件投产顺序的方法	111
5 确定一个零件组内各种零件的投产顺序	114
6 确定零件组与零件组之间的投产顺序	125
附录.....	128
参考文献.....	153

第1章 绪 论

虽然客观事物有着千差万别,但是它们之间却存在着相似性。因此,可以按相似程度将它们归并成组,然后,研究同组相似事物的共性问题,并制定出解决同组共性问题所应遵循的统一原则和统一方法;也即促使解决同组共性问题的原则和方法能够合理化和标准化。由此可知,只要属于同组相似的事物,则其共性问题便可重复利用这些已有的统一原则和统一方法去解决,从而可以防止因孤立或单独解决时出现的不统一、甚至彼此矛盾的情形。只有这样,才能显著提高解决同组相似事物共性问题的效率、节约资源和避免失误。

下面将通过对现代机械工业所处严峻环境,及其基本任务、特点和存在问题的分析,阐明成组技术(GT: Group Technology)产生的背景及其基本原理、发展过程与先进制造技术(AMT: Advanced Manufacturing Technology)的关系,以及实施成组技术的方法和可能得到的技术-经济效益。借此说明成组技术在加速机械工业生产合理化和现代化中的重要性 and 必要性。

1 现代机械工业所处严峻环境

现代机械工业面临着极其严酷的外部环境的挑战,只有积极迎战,才有灿烂前程。这些严酷的挑战可以归结为:

1.1 科学技术的迅速进步

当代科学技术的迅速进步,可以从图 1-1 和图 1-2 中看出。由图 1-1 可知,随着人类社会和

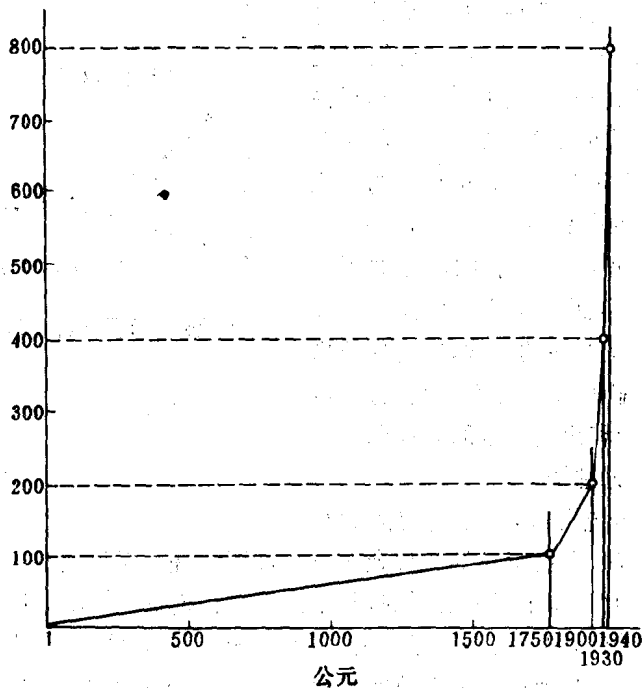


图 1-1 人类知识的增长

生产的发展,人类的知识增长速度日趋迅速。从耶稣基督诞生时的公元纪元开始,经过漫长的1750年,人类的知识才翻了一番。然后又经过150年,进入本世纪初,人类的知识又在1750年时的基础上翻了一番。再经过50年,人类知识水平又在1900年时的基础上翻一番。仅仅经过10年,在1950年时的基础上再翻一番。图中所示的曲线,表示人类知识是按一种指数关系在增长。因此,人类知识每翻一番的周期日益缩短,这足以说明科学技术进步之神速。

图1-2中列举了人类历史上的主要科学技术发明及其研制开发周期。由图可知,从照相机由针孔成象开始,到研制出第一架实用的照相机,这中间所经历的研究开发周期竟长达112年。蒸汽机的研究开发周期为85年。电话机为56年,无线电为35年,雷达为15年、半导体仅5年。由此可进一步看出,科学技术的迅速进步,使产品的研究开发周期日益缩短。

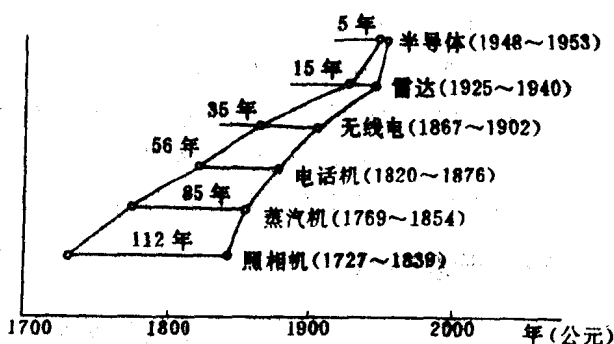


图1-2 人类著名发明的研究开发周期

科学技术迅速进步的结果,迫使机械工业必须不断利用当代最新科学技术成就去开发新产品,以期用最新技术装备促进经济建设、推动生产发展、提高生活质量和巩固国防。产品更新速度的加快,意味着产品生命周期的缩短。图1-3表示计算机行业的研究开发周期与计算机产品生命周期间的关系。由图可知,若以1994年为例,则产品的平均生命周期仅2.5年,而产品的平均开发周期却长达4年。这就是严峻的挑战,向现代机械工业提出了如何缩短新产品的开发周期,以响应科学技术进步和市场需求的新课题。

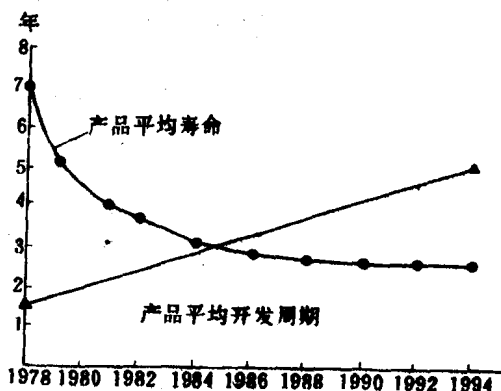


图1-3 产品的平均生命周期与产品的平均开发周期

1.2 传统资源渐见枯竭

这里所谓的传统资源,是指传统的原材料和能源。如:钢铁、有色金属等各种金属材料,以及石油、煤等能源。它们的蕴藏量已渐见枯竭;而现代机械工业赖以生存和发展的,却正是这些传统资源。面对这一挑战,除了积极开发新的材料和新的能源外,即开源这一端之外,尚须重视节流这另一端,即努力节约传统资源。为此,在开发新产品时,必须认真考虑节能省料的问题。这不仅有利于真正贯彻节约资源的方针,同时也有利于降低成本、增加竞争能力。在此顺便要指出的是,开发新材料和新能源已刻不容

缓,已成为支持 21 世纪人类社会进步的主要支柱。

1.3 买方市场日益强化

买方市场日益强化,这已成为市场激烈竞争的核心。过去的市场是以卖方为主的,即产品的生产厂为卖方。它生产什么产品,对于买方(顾客或用户)而言,只能买什么产品。那时,买方并无多少选择的余地。但是,随着市场竞争的日趋激烈,市场已开始逐渐由卖方为主转变为买方为主,并且这种买方市场日益强化。今天已不再是卖方生产什么,买方就只能购买什么了;而是买方按其自身对产品的功能需要,要求卖方积极设法生产。买方不仅可以挑选产品,甚至可挑选卖方。这种情况的出现,便迫使历来由卖方自行决定产品大纲的生产方式;逐步转化为由买方定单驱动的生产方式。工厂的生产任务因而主要受制于买方的定货。于是,产品品种益形急剧增加,每种品种的产量则愈益减少,甚至为单件生产。

买方市场日益强化的另一表现,是买方不再拘泥于价格,而特别强调交货期。因为交货期愈短,则买方得益于及早使用新产品的效益便愈大。这部分的收益足以补偿价格上的提升。这正如商业上向顾客提供“立等可取”的服务一样。你要立等可取,则你须支付提供快速服务这一部分的额外费用。这也是严峻的挑战,向机械工业提出的又一个如何缩短交货期以响应买方急速需求的新问题。

2 现代机械工业的基本任务

机械工业是为国民经济各部门提供生产技术装备的工业部门。机械工业的生产现状如何,将直接对国民经济的成长和发展,有着不言而喻的重要影响。

如上所述,面对这些尖锐的挑战,机械工业必须把加快产品的更新和开发放在首位,以便在充分利用现代科学技术最新成就的基础上,按照高效、优质、低成本的要求,迅速开发出满足买方需求的各种省料节能的新产品。这不仅是保证国民经济现代化和持续发展的需要,也是机械工业本身为在当前激烈的市场竞争中谋求生存和发展的需要。因此,现代机械工业的基本任务可以归纳为:

- (1) 大力开发新产品;
- (2) 保证产品质量;
- (3) 不断提高劳动生产率;
- (4) 有效降低生产成本。

在上述基本任务中,大力开发新产品则是其中的关键和核心。

3 现代机械工业的基本特点

以下将阐述现代机械工业生产中 2 个最基本的特点。

3.1 多品种小批量生产占主导地位

为了大力发展新产品,一方面固然需要投资建设一些新的工厂,形成新的生产能力,乃至新的产业;另一方面,更主要的是利用现有企业承担开发和生产新产品的任务。因此,随着产品的更新换代,产品品种的不断增多,每种品种的批量减少,大多数现有企业都将逐渐走向多品种小批量生产。即使象传统观念中大量生产的汽车工业,为了满足市场的各种需求和买方的特殊喜好,也不得不从原来的单一品种大量生产方式向多品种生产方式转化。

事实上,不论是先进的工业发达国家,还是象我们这样的发展中国家,多品种小批量生产

方式在现代机械工业生产结构中,占有很大的比重。据统计,一般多品种小批量生产的企业,约占全部机械工业企业总数的80%左右,如图1-4所示。特别是在买方市场日益强化的条件下,企业生产将逐步为买方定单所驱动,则多品种小批量生产方式更是绝大多数企业的主导生产方式。这是现代机械工业的基本特点之一。

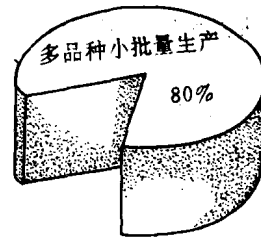


图 1-4 多品种小批量生产在全部机械制造企业中的比重

3.2 生产技术和制造系统的柔性化

多品种小批量生产方式的特点,深刻影响着现代机械工业生产技术和制造系统的发展。为了适应这种产品频繁变化的特点,那就要求现代生产技术和现代制造系统必须具有充分的柔性。所谓柔性,即指针对上述特点所必须具有的一种灵活应变的能力或快速响应的能力。

实际上,现代机械工业所追求的制造柔性,也可以看作是,生产技术和制造系统适应产品变化和产量变化所具有的一种效率。这种效率高,也即说明制造柔性好。由此可见,具备良好制造柔性的企业,不仅能生产单一品种的大批量产品,而且能生产多品种小批量的产品。显然,面对当前的严峻挑战,作为一个现代机械制造企业,若不具备这样的制造柔性,则将无法使自己生存和发展。因此,生产技术和制造系统的柔性化,是现代机械工业另一个基本特点。

4 现代机械工业生产中存在的主要问题

如上所述,虽然机械工业对国民经济的建设和发展起着重要作用,但是这种作用实际上主要依靠机械工业内部在数量上占绝对优势的多品种生产企业去完成的。因为国民经济各部门所需要的成千上万种生产技术装备,其需要量不可能是大量的,所以只能由为数众多的多品种生产企业提供。由此可知,机械工业能否很好完成自己在建设和发展国民经济中所肩负的重要任务,归根结底,将取决于这些多品种生产企业的生产状况。

由于多品种生产在现代机械工业生产中占有优势比重,因此多品种生产的现状可以看作机械工业生产现状的一面镜子。多品种生产存在的问题,实际上反映了整个机械工业存在的问题。这些问题概括如下:

4.1 开发新产品的生产技术准备体制不合理

开发新产品,作为企业的一项基本任务,理应很好完成。但是,现行的开发新产品的生产技术准备体制,却严重地妨碍了新产品的迅速开发。这是因为:现行生产技术准备体制是孤立地针对一种产品,进行单独的产品设计和单独的工艺准备。产品设计部门和工艺准备部门缺乏必要而可靠的手段,去检索已有的设计图纸、工艺文件、工艺装备等信息。以致一方面造成原本可以重复使用的设计图纸、工艺文件和工艺装备无法充分利用,另一方面却一遍又一遍地重复设计图纸、重复编制工艺、重复设计和制造工艺装备。显然,这种生产技术准备体制不仅使新产品的生产技术准备周期过长、劳动量大,因而影响新产品的及时投产;同时,新图纸、新工艺和新工装都需要重新经过生产验证,于是也影响新产品的质量稳定。特别是这种孤立地针对一种产品进行生产技术准备所具有的专用性,往往导致这种产品因更新而停产时,使得与此产品有关的图纸、工艺和工装大抵被废弃不用,从而造成人力、物力、财力上的极大浪费。由此可知,这种少、慢、差、费的生产技术准备体制,无论对于现代机械工业所面临的严峻挑战,还是对于当前

不断深化的经济改革,都是不相适应的。

4.2 生产技术和生产组织管理十分落后

由于长期以来受到以一种产品的批量作为组织生产的依据这种根深蒂固的传统观念的影响,因此随着产品品种的不断增多,而批量愈益减少,使得多品种小批量生产的企业无法经济而合理地采用各种在大批量生产中行之有效的先进技术和先进生产组织管理方法。这就造成多品种生产企业,无论在生产技术上或生产组织管理上,一直处于十分落后的状态。这种落后的状态,即使在工业发达的国家也不例外。例如在日本的机械工业中,多品种中小批量生产企业的总产值,约比大批量生产企业高一倍,但是按每个雇员计算的产值,则前者仅为后者的一半,见图 1-5。由此统计资料可见:多品种生产企业对国民经济建设和发展所作贡献虽然比大批量生产企业要大,但其劳动生产率却比后者要低,亦即多品种生产企业的生产水平还相当落后。

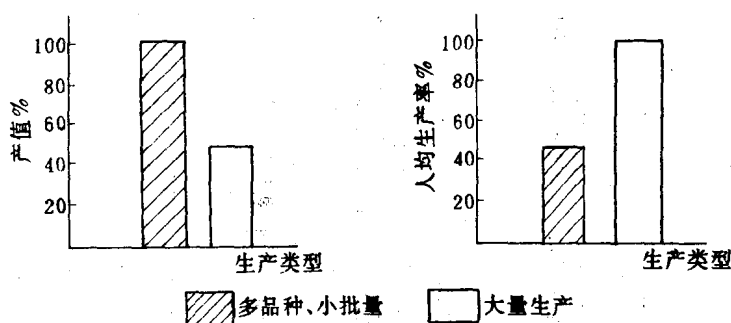


图 1-5 日本机械工业中,多品种中小批量生产与大批量生产的总产值和雇员人均产值的比较

4.3 规模大而效益差的全能型企业模式

就我国机械制造业而言,大多数现有企业都是沿用前苏联的企业模式,即按产品专业化分工原则建成的全能型企业。这种全能型企业模式实际上是一种自给自足、万事不求人的封建主义经济思想残余的表现。试设想:如果从毛坯制造到产品总装全靠企业自行进行,则整个产品的生产周期必定极长、在制-库存的资金积压必然很多、生产管理无疑十分复杂,结果企业的经济效益变得较差。显然,这种全能型的“麻雀虽小,五脏俱全”的企业模式,既与现代工业的专业化生产和协作生产的概念格格不入,也与现代机械工业所处的严峻环境不相适应。

4.4 整个机械工业的结构体制不利于发展零部件专业化和工艺专业化

我国的工业生产基本上是按产品门类划分的。这样的划分,只是为了便于组织和领导国民经济建设而进行必要的分工。但是,由此而形成的各工业部门的垂直生产体系,不应该成为割断各部门之间应有的横向联系的一个个壁垒。实际上,按产品部类专业的分工观念,却已使工业部门之间、行业之间、企业之间,形成了如图 1-6 所示层叠有致而大小相套的一个个独立的垂直生产系统。这种生产结构体制,其实是经济效益最差和最落后的。

尽管不同工业部门所生产的产品结构功用不同,但在这些不同结构功用的产品中,确有不少相同和相似的零部件是通用的。如果打破各工业部门的垂直生产体系的界限,把这些为数众多的通用零部件从横向汇集起来,组织成最先进的按零部件和按工艺的专业化生产体系,见图 1-7,则能从根本上克服为分散生产相同或相似通用零部件而进行不必要的低效益重复投资,从而使整个工业生产的结构体制和格局更加协调合理。

国外企业在开发新产品方面的速度之所以很快,就在于主导产品企业只生产影响产品质量性能和含有专利或技术诀窍的关键零件。至于大量一般通用零部件,则全靠多次承包或转包

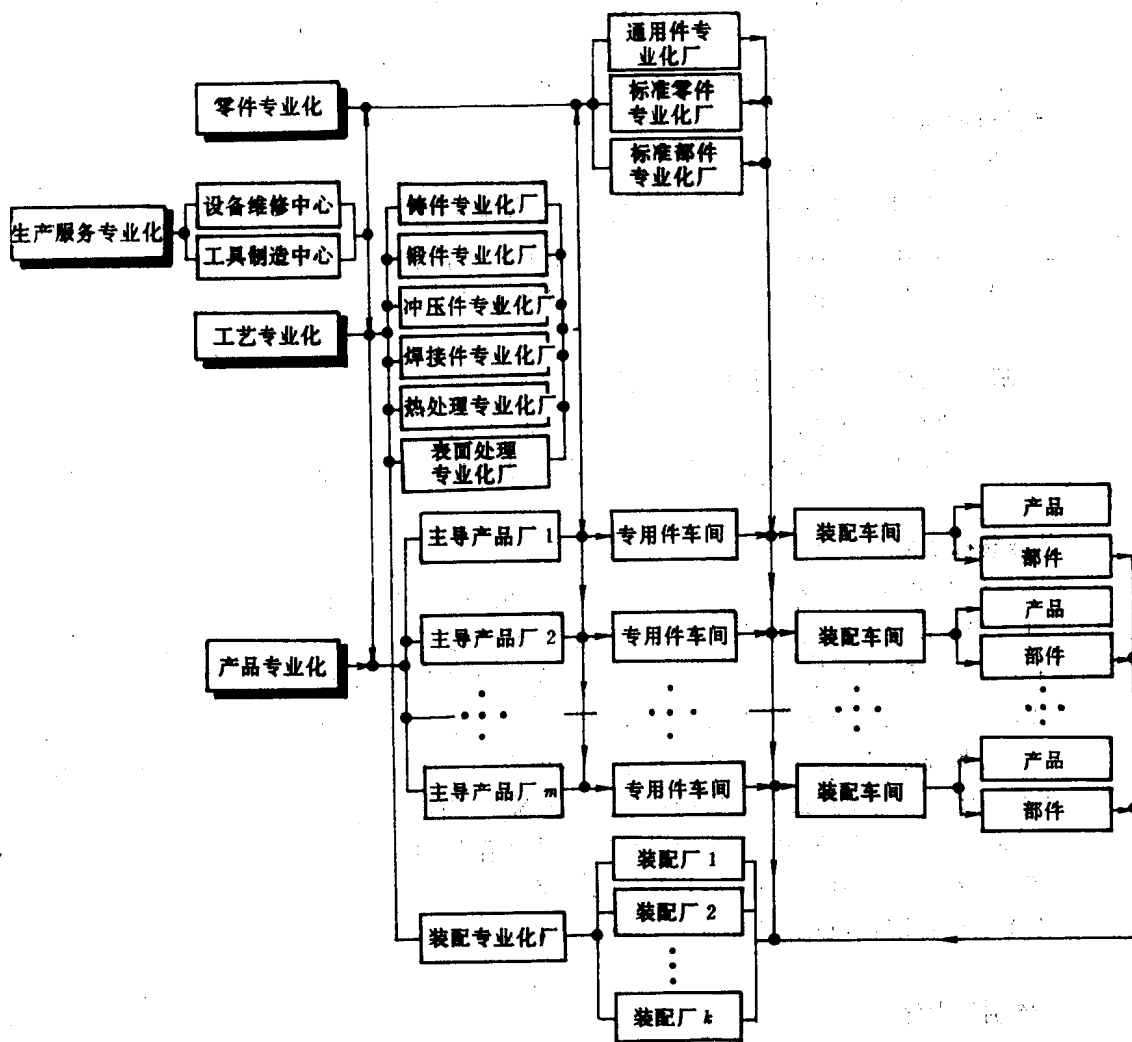


图 1-7 按零部件专业化和工艺专业化形成的生产结构体系

给专业化生产厂。这样的生产结构体制,便能使企业的规模缩小、生产管理简单、不需要庞大的在制-库存资金来维持正常生产,对于市场需求变化的响应能力提高,因此经济效益很好,且能避免为分散生产同类零部件而进行低效益的重复投资。

5 解决现存问题的途径

为了促使我国机械工业迅速现代化,必须首先重视生产合理化。只有克服上述不合理的现存问题,才能更有效地实现生产现代化,才能使企业在先进制造技术的基础上具备对市场需求变化的制造柔性 and 快速响应能力。

目前为解决现存问题而已采用的途径可概述如下:

5.1 产品设计的模块化

产品设计的模块化,是以零部件的通用化、标准化、规格化、系列化为前提的。在大力开发新产品的工作中,大量采用通用化、标准化、规格化、系列化的零部件和模块,便能加快新产品的的设计速度、降低设计费用,特别是工艺准备费用。因为这时无需另行设计新的基本零件,所以也无需为新设计的基本零件去编制工艺规程、设计和制造相应的工艺装备、乃至编制所需的NC程序。

在机械制造工业中,已有采用模块化设计方面的成功例子。例如:组合机床和组合夹具,便是利用标准模块和标准元件组合而成各种功能的机床和夹具。当前,必须把模块化设计的思想进一步扩大和深化,使更多的行业和部门在开发新产品中能贯彻模块化设计,并由此得到更大的效益。

5.2 工艺准备标准化

工艺准备标准化,是要使相似的同类零件,在相同的生产条件下,能够采用标准工艺,并在此基础上进一步实现生产设备和工艺装备的专业化、型谱化和自动化,这样便可在新产品的工艺准备过程中,充分利用已有的标准工艺文件和工艺装备,可靠保证新产品质量的稳定性,从而显著缩短新产品的工艺准备周期,大大减少工艺准备的劳动量和费用。

显然,工艺准备标准化是以产品设计标准化为前提的。如果产品设计标准化的工作未做好,则工艺准备标准化的工作必然会事倍功半。例如:轴类零件上的退刀槽尺寸,如果产品设计部门不予标准化,则工艺准备部门断然无法对加工退刀槽所需的切槽刀槽宽尺寸予以标准化。产品设计部门画出一一种退刀槽尺寸,工艺准备部门便只能配备一种相应的切槽刀。由此可见,要抓好工艺准备的标准化,必须首先抓好产品设计的标准化。否则,也只能使工艺准备工作复杂化。

5.3 生产体制专业化

在产品设计和工艺准备高度标准化的基础上,才能有效地组织并发展按相似零部件的专业化生产和按工艺的专业化生产,如图1-7。这样便可将原来分散在不同部门、不同行业、不同企业中的批量不大的通用零部件,集成大批或大量进行生产。于是便能采用先进的生产技术和生产组织管理形式,使生产效率不断提高,质量不断上升,而生产成本则不断下降。由于零部件专业化的企业所生产的是同类型零部件,因此便能在技术上精益求精,从而使投资效果发挥最好,经济效益最大。这是全能型企业无法匹敌的。

例如:螺钉、螺栓、螺母、垫圈、滚动轴承、电动机等通用零部件,早已广泛应用于不同工业部门、不同行业、不同企业的各种产品中,但是它们并非分散在各部门、各行业、各企业中各自

生产,而是按照零部件专业化的原则实行集中生产。集中生产的好处即如上所述。因此,应当大力发展这种按零部件专业化的集中生产。以此来缩小全能型企业的规模。

5.4 生产系统柔性化

在现代市场瞬息变化和激烈竞争的环境中,生产系统的柔性化,对于每一个制造企业而言,都是十分重要的。因为生产系统的柔性化,将使企业具有一种快速响应和应变的能力。当然,今天所指的制造柔性,决非指过去建立在传统手工操作的通用机床基础上的那种柔性。应该说,基于传统通用机床的制造柔性也是一种柔性,但是它却是以大量在制-库存资金、很低的生产效率、很长的生产周期、很不稳定的加工质量为代价而换来的。今天多品种小批量生产企业所追求的制造柔性,则是在产品频繁变化的条件下,仍能生产出高效、优质、低成本的产品来。这就需要采用许多基于计算机的先进制造技术。

上面提出的四条解决现存问题的途径,虽然早已为人们所认识,但是实际收效甚微。究其原因,就在于缺乏一种能将上述四方面兼收并蓄的技术。只有当能将生产技术和生产组织管理综合成一体的成组技术问世以后,才能统筹兼顾地有效运用上述四条途径来解决现存问题。

6 成组技术的基本原理

贯彻上述4条途径的一个共同要求,就是要有一种手段来收集和分析有关同类相似零部件在设计、工艺和生产方面的资料。这种手段便是成组技术才能提供的产品零件分类编码系统。

分析多品种小批量生产中现行生产技术准备体制所存在的问题,可以看出,最根本的问题就在于它严重忽视产品之间的继承性和相似性,因而它也没有充分利用这种继承性和相似性。

实际上,如前所述,事物之间是存在继承性和相似性的。成组技术正是利用这一基本思想,把表面上看似零乱的事物,利用它们之间的继承性和相似性,通过相应的分类技术,达到将它们各自归并成组的目的。然后针对每个组,通过合理化和标准化的处理,便可制订出为解决同组事物共同问题(共性问题)所必需的统一原则和统一方法。

回顾传统的做法,则是习惯于对每个事物采取孤立的原则和方法去解决相似或相同的问题。结果,必然导致不必要的多样化和重复性。例如:相同或相似功能的零部件,或者将其结构设计得完全不同,或者将其工艺编制成截然不同,这就是相同或相似功能零部件的结构和工艺的多样化;或者不断重复设计出完全相同的结构,不断重复编制出完全相同的工艺,这就是相同或相似功能零部件的结构和工艺的重复性。多样化将导致生产和管理的复杂化,而重复性则是徒然浪费资源。

根据以上所述,可以把成组技术的原理归结为:依靠设计标准化而有效地保持不同产品之间的结构-工艺继承性;通过工艺标准化而充分利用零部件之间的结构-工艺相似性。结构-工艺继承性是设计标准化的前提,结构-工艺相似性则是工艺标准化的基础。成组技术通过分类编码系统而把设计标准化和工艺标准化联系起来。分类编码系统为设计标准化提供了设计信息检索和反馈的手段,从而保证不同产品之间具有良好的继承性。分类编码系统也为工艺标准化提供了将零部件分类成组的工具,因而能充分利用零部件之间的相似性。

就方法论的角度来看,成组技术不啻是一种使杂乱无章事物合理化、系统化、标准化的有效方法。

正是在充分利用零部件的结构-工艺继承性和相似性的基础上,成组技术才能提高设计标

准化和工艺标准化的水平,从而:

(1) 简化生产技术准备工作,使企业能经济而迅速地开发新产品,保证企业具有竞争实力;

(2) 有效扩大生产批量,使多品种小批量生产企业能经济而合理地采用先进的生产技术和先进的生产组织管理方法;

(3) 归并同类相似零部件,有利于发展无比优越的零部件专业化生产。

7 成组技术的发展

成组技术是50年代初由前苏联c. n. 米特洛夫诺夫(Митрофанов)首先提出来的。当时称作“成组加工”(Групповая обработка),主要用于零件的机械加工方面。那时,米氏在列宁格勒光学仪器厂工作。光学仪器厂是典型的多品种成批生产的工厂。由于产品品种和规格繁多、批量较小、产品更新频繁,使得工艺准备工作十分繁重。特别象单轴六角自动车床、自动机等,每当更换一种加工对象,机床便需重新调正,而耗费在更换凸轮、更换刀具,重新调正机床和刀具上的时间极多。为此而重新设计调正卡片、重新绘制刀具布置图,重新设计计算凸轮、重新制造凸轮所花费的工艺准备时间则更长。经过仔细观察和分析,米氏发现:在这类机床上加工的零件具有一定的结构-工艺相似性。如果把这些相似的零件归并成组,则同组零件的工艺过程便可进一步统一,然后有可能按照统一的工艺过程设计共用的凸轮,共用的刀具布置,并进行统一的调正。这样就能显著节约工艺准备时间,节约制造资源,节约因更换加工对象所花费的调正时间。实践已经证明:把相似零件归并成组后,按成组加工方式组织生产,确能因为共用工艺装备,减少并简化调正,而显著提高了劳动生产率,保证了质量和降低了成本。对于新产品来说,可以将新零件插在已有的相似零件组中进行加工,从而大大缩短了工艺准备时间,降低工艺准备费用,充分显示出成组加工的卓越经济效益。

50年代末,成组技术初级阶段的成组加工迅速在前苏联以及东欧获得推广应用。与此同时,成组加工也被传播到西欧。原来米氏只是把成组加工局限在机械加工领域,及至50年代末,却逐渐从机械加工延伸到其他诸如铸、锻、焊、冲压、注塑、电镀、热处理、装备等工艺领域。因此,成组加工也旋即被改称为成组工艺(Групповая Технология)。

米氏的成组加工原理是容易移植到其他工艺领域中去的。因为米氏的成组加工是以工序为基础的,所以比较适合于能封闭在一台机床上完成零件全部加工的单工序零件,例如:在六角车床、单轴自动机等机床上加工的零件。同理,对于大多数热加工工艺来说,毛坯的成型也往往是在一台设备上完成的,如翻砂机、压铸机、锻压机、压床等。但是在机械加工工艺中,零件并非总是能在一道工序中完成其全部加工的。换言之,零件并非都是能封闭在一台机床上完成全部加工的单工序零件。对于多工序的零件而言,简单地套用米氏的成组加工原理并不能奏效。这说明米氏的原理还有其局限性。

60年代初,结合成组加工的应用,首先由原捷克斯洛伐克的卡洛茨(Koláč)和德国的奥庇茨(Opitz)提出了分类编码系统。分类编码系统的基本功能,便是为识别事物的相似性和继承性提供了有效的途径。利用产品零件的分类编码系统,不仅可以建立一个企业所生产产品的零件频谱,而且还可以借以对零件进行分类和检索。分类编码系统的出现,使成组技术的推广应用有了强有力的工具,并且使成组工艺从工艺领域扩展到产品设计领域,乃至推向企业生产活动的各个方面。

60年代中期,英国的伯别奇(Burbidge)提出了生产流程分析原理,借此找出工艺相似的零件组,以建立与之对应的生产单元(或称机床单元,制造单元),从而使企业的物流路线和生流程更趋合理。生产单元的组织形式,有效地解决了多工序零件的成组加工问题,特别是生产管理问题。由此而使成组工艺进一步发展成为一种把生产技术与组织管理揉合成一体的综合技术——成组技术(Group Technology)。

通过世界各国具体而深入地应用和研究成组技术,极大地丰富和发展了米氏的原理,而使之更臻完善。今天,成组技术已成为生产合理化和现代化的一项基础技术。

随着计算机技术在生产领域中的应用不断深入,目前已经从一般财务计算、物资管理、人事档案等转而进入技术部门,如:计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助编制工艺规程(CAPP)、自动编制零件数控程序(NCP)等,并正在向计算机集成生产系统(CIMS)的方向发展。但是,要想使计算机技术卓有成效地在生产领域中发挥作用,则必须使计算机技术的应用与成组技术紧密结合。

正如前面提及的,现行生产技术准备体制很不合理。倘若把CAD、CAM系统按照现行生产技术准备的工作方式去开发,则每开发一种新产品仍需重新设计图纸、编制工艺、准备工艺装备。这与早先的方式并无本质区别。所不同的,只是早先投入许多人力去折腾,而现在则是改由人操作的计算机去折腾而已。虽然计算机的效率比人力高得多,但是传统的生产技术准备方式所固有的缺点和弊病,却并未从根本上得到克服。因为计算机技术本身无法改革支配它的体制,所以结构多样化和工艺多样化等弊病在CAD/CAM条件下将依旧存在。

同样,NC和CNC机床的工作效率虽然很高、柔性又好,但是如果让它们按目前的习惯任意接受加工对象进行加工,则由于加工对象的类型繁多,每更换一种加工对象,需重新编程调试,重新调正机床和工装。这类重新编程调试和重新调正机床与工装所需时间,都属于非生产的时间损失,而且其数值极为可观。这样便大大降低了这类昂贵设备的利用率。

解决这些与计算机技术应用有关问题的可行方法,便是运用成组技术。在CAD/CAM方面,必须利用零件分类编码系统。在设计新产品的零件结构和编制新产品的零件工艺时,不是重新设计和重新编制,而是首先从已有产品的零件图库中进行检索,凡是已有的零件结构和零件工艺可以借用的,无需重新设计和重新编制。借用现成的零件图具有十分明显的经济效益。借用现成的零件图,不仅可节省设计和制图的时间与费用,更重要的是还可以节省编制工艺和设计制造工艺装备的时间与费用。因为现成的零件是已经生产过的,所以它的工艺规程和工艺装备也都是现成的,甚至数控程序也是现成的。由于现成的零件结构和工艺都已经过生产的考验,因此零件的质量是可靠的。在新产品开发中大量采用借用件,也就能显著减少生产技术准备费用和时间,确保新产品的质量稳定可靠。只有检索不出合适的借用件时,才允许设计新零件。由此可见,成组技术在于最大限度地保证现有制造资源(含信息)在新产品开发中的重复利用。在NC和CNC机床方面,也必须结合NC和CNC机床的特点,将适宜该类机床加工的零件按结构-工艺相似性归并成组,然后将此零件组固定在机床上进行加工。由于同组零件的结构-工艺相似,因此在变更加工对象时所涉及的数控程序以及机床与工艺装备的变化和调正可以最少,从而使因重新编程和重新调正的时间减至最少。

当前引人瞩目的柔性制造系统(FMS),也是以成组技术为基础进行规划设计的。柔性制造系统之所以能够灵活地适应不同零件的加工,这应该说是有条件的。这个条件便是所有被加工的零件应该属于结构-工艺相似的零件组。FMS正是针对特定的零件组的加工而设计的。在