

成组技术

马名驰 蔡 兰 唐 明 编著

东南大学出版社

成 组 技 术

马名驰 蔡 兰 唐 明 编著

东南大学出版社

(苏)新登字第 012 号

内 容 提 要

本书系统论述了成组技术在机械制造业中的应用,并结合教学科研实践,介绍了成组技术的基本原理,零件的分类编码系统,成组技术在产品设计中的应用,成组工艺(含夹具)设计,成组设备的平面布置,以及在成组技术条件下的生产管理。内容详实,注重实践。

本文可作为高等工科院校机械类和工业管理工程类专业的教材,也可供有关工程技术人员参考。

责任编辑 黄英萍

成 组 技 术

马名驰 蔡 兰 唐 明 编著

东南大学出版社出版发行

南京四牌楼 2 号

江苏工学院印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 10.25 字数 256 千字

1992 年 8 月第 1 版 1992 年 8 月第 1 次印刷

印数: 1—2500 册

ISBN 7—81023—629—6

TH · 31

定价: 8.00 元

序

成组技术在传统生产方式的工业企业生产中已经有几十年的应用历史。在产品设计、制造工艺以及生产组织与计划管理等方面应用成组技术取得的效果充分证明，按照成组技术原理组织生产是企业唯一正确和科学的方向，也是任何一个制造企业的改造和提高生产水平的必由之路。

计算机集成制造（CIM）代表着制造企业未来的生产方式。为了加速发展 CIM，国内外都投入了大量的人力和资金。计算机集成制造是在科学生产和整体优化的基础上生产中各环节的高度集成。毫无疑问，成组技术必然应当成为计算机集成制造系统及其各组成环节的科学组织原则。因此，在高制造技术 CIM 的发展中，成组技术已被列为重要的技术基础之一。

成组技术基于人们所普遍承认的哲理。然而成组技术的正确和有效的实施却依赖于成组技术本身的发展水平、成组技术与其应用领域技术结合的水平，以及应用成组技术的正确性和灵活性。为了发展成组技术和提高成组技术的应用水平，必须有更多的人更系统而深刻地了解和掌握成组技术。本书的编写与出版将会在这方面做出贡献。

本书是作者在广泛收集国内外有关资料以及作者本人多年来从事成组技术的教学、研究与应用的基础上编写的。书中系统和较全面地介绍与论述了成组技术的原理、方法以及在产品设计、制造工艺和生产组织与管理方面的应用。读者通过本书可以较系统、全面和深入地了解 and 掌握成组技术，为进行成组技术的研究和在企业中更加自觉和正确地实施打下良好的基础。

本书是高等院校学生学习和掌握成组技术的一本好的教材，也是科技人员从事成组技术的研究与实施的一本好的参考书。

愿更多志同道合的朋友参加到应用与发展成组技术的队伍中来。

李健康

1992 年 3 月于南京

前 言

随着科学技术的迅速发展、市场竞争的日益加剧以及社会需求的多样多变,机械制造业的产品品种越来越多,而每种产品的需要批量却越来越少,从而导致现代制造业的生产结构发生变化:多品种中小批量的企业所占的比重增加,传统的生产组织方法和生产技术不得不采用相应的对策.为此,成组技术便应运而生,并以其独具的特点,在制造业中取得了最佳的技术经济效果。

成组技术从 50 年代产生以来,已逐步受到世界各国的重视,取得了长足的发展,它作为一门生产技术科学在理论上和体系上日臻完善,在生产工程方面的应用日益显示其重要价值:它特别适用于多品种小批生产的企业,对提高中小型企业的技术水平和经济效益十分显著。

从机械制造业的发展趋势来看,成组技术是计算机集成制造系统(CIMS)的重要技术基础。计算机集成制造系统是一个用系统工程学的系统化观点,综合各有关新技术和职能部门于一体的计算机管理生产系统,是未来机械制造系统发展的最高形式。成组技术在系统中起着十分重要的联系作用。

由此可见,学习成组技术不仅对改进传统的技术工作方法大有裨益,而且对研究和开拓计算机集成制造及其有关的新技术也十分重要。

为适应上述形势的发展,系统阐述成组技术的基本原理,结合国内外的最新研究成果,介绍成组技术在机械制造业中应用就显得很有必要。

为此,我们在经过近 10 年的《成组技术》选修课教学的基础上,编著了这本教材,以期对机械设计专业和工业管理工程专业的学生工作能力和业务素质的培养有所帮助。

在本书的编写过程中,参阅了大量的资料谨向有关作者致谢。

由于编者水平所限,本书的缺点、错误在所难免,敬希读者不吝指正。

编 者

一九九二年一月

目 录

第一章 概论

§ 1-1 成组技术产生的背景	1
§ 1-2 成组技术的基本原理	2
§ 1-3 成组技术的应用及其经济效果	3
§ 1-4 成组技术在国内外的发展概况	7

第二章 零件分类编码系统

§ 2-1 零件分类的科学依据	11
§ 2-2 分类系统的概念和结构原理	14
§ 2-3 典型分类系统	17
§ 2-4 分类系统的总结	37

第三章 成组技术在产品设计工作中的应用

§ 3-1 概述	40
§ 3-2 零件设计合理化分类方法和零件检索方法	41
§ 3-3 相似类型级别的确定	45
§ 3-4 编制相似类型设计指导资料的步骤及实例	46
§ 3-5 关于变型设计的概念	62
§ 3-6 交互式计算机辅助设计系统	63

第四章 成组工艺设计

§ 4-1 概述	65
§ 4-2 零件分类划组	65
§ 4-3 成组工艺过程设计	72
§ 4-4 计算机辅助工艺过程设计	74
§ 4-5 切削用量的优化	79
§ 4-6 工序尺寸及公差自动处理	84
§ 4-7 成组夹具	89

第五章 成组设备的平面布置

§ 5-1 确定机床类型和数量	104
§ 5-2 生产组设备的平面布置	109

第六章 成组技术条件下的生产管理

§ 6-1 传统成批生产计划管理方式存在的问题	118
§ 6-2 适用于成组技术的生产管理方法	119
§ 6-3 成组生产计划的编制和生产能力的核算方法	120
§ 6-4 编制生产单元作业计划中零件投产顺序的算法	125
§ 6-5 确定同组零件间的投产顺序	129
§ 6-6 确定零件组与零件组之间的投产顺序	140
§ 6-7 编制成组流水线上各产品投产顺序的方法	143
§ 6-8 成组技术的生产作业计划	148
§ 6-9 成组生产管理的发展	152
§ 6-10 成组生产管理中应注意的事项	154

第一章 概 论

成组技术是从成组加工的基础上发展起来的一门新兴技术。在发展初期，它只是作为一种科学的工艺原理应用于机械加工领域，因而被称之为成组加工，成组工艺。随着科学技术的发展，它不仅用于金属切削加工、冲压和装配等制造工艺方面，而且在产品设计、工厂设计、工艺设计、计划管理等方面都得到了广泛应用，因而成为包括工程技术和生产管理在内的一门综合性的技术。它的出现，对于提高中小批生产的生产效率，并使生产过程合理化，产生了显著的效果，它是改变多品种、中小批生产落后面貌的行之有效的，甚至是带根本性的技术措施，因而它对于发展机械制造业具有重要的革命意义。

§ 1-1 成组技术产生的背景

众所周知，大批大量的生产方式，广泛采用高效先进设备，并取得了很好的经济效益。但对于多品种中小批量生产，却由于无法直接采用上述高效生产方式而一直处于落后的生产状态之中，其主要表现是：

其一，在典型的中小批生产的工厂中，机床一般都按机群式布置。为加工各种零件，工厂需设有各种由同类机床组成的加工工段，如车床工段、铣床工段、刨床工段、钻床工段、镗床工段、磨床工段等等。一个零件在制造过程中，可能要经过所有这些工段或其中几个工段，要往返多次，整个零件制造周期的95%的时间花在流动和等待加工中，而在机床上的加工时间只占5%，真正用以切削的时间又仅占其中的30%，即1.5%。这样就造成了过多的在制品，积压大量资金，影响工厂的交货能力，工厂在市场上也缺乏竞争能力。在产品更新换代的速度日益加快的形势下，工厂的竞争能力是不能忽视的。

其二，中小批生产的工厂在作生产技术准备时，仅仅为一种产品设计生产用图，编制工艺文件，设计或制造相应的工装，一旦这种产品要更换或增加新产品时，则抛开这种产品的图纸、文件和工艺，再重新进行一系列的生产技术准备工作。这种一切“从头开始”的重复性的劳动不仅浪费了大量的人力、物力和财力，而且使生产技术准备工作陷于忙乱和被动状态，影响新产品的更新和发展。这种状况严重阻碍着机械工业的发展，并使之处于落后的状态之中。

其三，针对一种产品的需要进行的工艺工装设计，在批量小的情况下，不可能使用先进工艺、高效设备和工装，而常常采用单人、单机、单刀加工，严重限制生产率的提高。有人调查，这类工厂的生产率比大量生产的工厂低一倍，而成本却高十至三十倍。

其四，由于生产品种和生产过程的多样性，致使生产组织管理工作复杂化，科学地制定生产作业计划较为困难，有关生产信息反馈到生产管理部门很慢，生产过程难于控制。

显然，产生上述现象的直接原因是在产品批量小的情况下，孤立地按照各个产品（零件）组织生产，忽视了各个产品零件之间存在的相似性。只要利用科学的方法将这种相似

性发掘出来，并按照一定的相似程度和范围恰当地组织起零件组来代替单个零件作为组织生产的基础，就可以扩大生产批量，把大批量生产所具有的优点引入到多品种中小批生产中，从根本上改变中小批生产的落后状态。正是从这一指导思想出发，人们在大量的生产实践中逐步建立起成组技术这门科学，而且，随着计算机技术的迅速发展，又促使成组技术得到进一步的完善和发展。

因此，成组技术（Group Technology，简称 GT）是在研究如何识别和发掘生产活动中有关事物的相似性，并把这种相似性归类成组，寻求解决同组问题相对统一的最佳方案中产生的一门生产技术科学。

§ 1-2 成组技术的基本原理

成组技术是从成组加工、成组工艺的概念上发展起来的新技术，其含义比成组加工、成组工艺更为广泛。为说明成组技术的概念，先从成组加工的概念说起。

一、成组加工的概念及成组技术的出现

早在本世纪 30 年代，苏联科学技术博士索柯洛夫斯基提出了机器制造工艺过程典型化的理论，主张按零件的工艺过程进行分类，然后对每类零件进行统一的加工。50 年代，米特诺凡诺夫教授又提出，这种以整个工艺路线作为分类归组依据的典型工艺，妨碍了零件在最大限度上的归并成组。他主张，零件只要工序内容相同，能在同类设备上用同类工艺装备和同类型调整方式加工，就可以归并成组。这就是说，零件可采取分组加工这样一种生产作业方式完成其加工任务。因此，我们可以这样说，成组加工是能够用同类设备、同类装备和同类调整方式加工分在一组的零件的一种生产作业方式；换句话说，成组加工就是“零件分组加工”。归并在同一组内的零件，可以用其中最复杂的零件或设计一个假想的零件来代替，这样的零件称为复合零件。它应当由组内所有几何要素所组成。因此，只要机床能加工这一复合零件，组内其它零件均能在此机床上加工。例如图 1-1 所示的 10 个零件可由复合零件 A 来代替，只要机床能加工零件 A，则 10 个零件均能在此机床上加工。由此可见，这样在机床上加工零件的批量相对地扩大了，调整时间相应地减少了，提高了机床的利用率，降低了生产成本。

随着生产技术的发展，成组原理不仅超越了金属切削加工范畴，而且扩展到冲压、铸造和锻造等工种，使成组加工成为成组工艺，而且经过生产实践和试验研究，又将这一原理应用到产品零件设计、工厂设计、工艺设计和计划管理等各个方面。

综上所述，成组加工、成组工艺和成组技术表示了成组技术的三个不同的发展阶段。这三个阶段的特点如表 1-1 所示。

二、成组技术的基本原理及基本内容

根据上面的叙述，应用于机械制造企业的成组技术的基本原理可概括为：将企业的多种产品部件和零件按其性能、规格、形状、制造过程和所用设备等方面的相似性进行分

归组，以实现多品种、中小批生产的产品设计、工艺设计、加工制造和生产管理等领域工作的管理化和模式化。换句话说，即实现产品设计、制造全过程一切活动在内容上成组，在形式上模式化。不言而喻，用于机械加工的成组技术的基本原理就是“零件分组加工”，从而使中小批生产取得近于大量生产的效果。

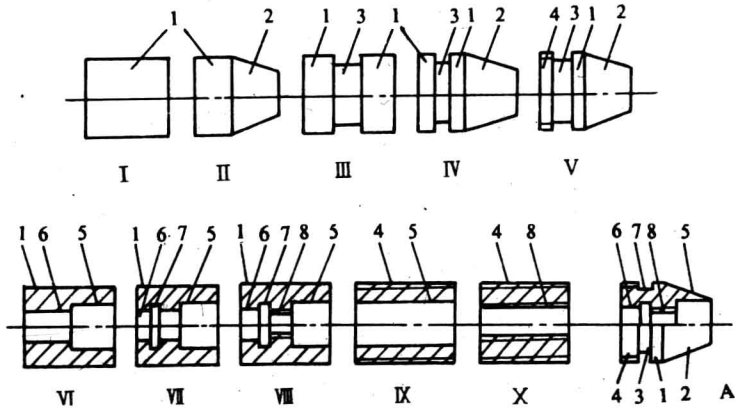


图 1-1 复合零件的选择

1-外圆柱表面 2-外圆锥表面 3-外凹槽 4-外螺纹
5-内圆柱 6-圆柱孔 7-内沟槽 8-内螺纹

表 1-1 成组技术的发展过程

发展阶段	应用范围和主要特点	涉及部门
成组加工	零件的机械加工。通常在传统的机群布置中组织工序成组，仅有简单的分类方法	零件机械加工工艺部门和制造车间
成组工艺	产品制造的整个工艺过程(铸、冲压、机加工、装配)。改变工艺流程和平面布置。通常有较完备的分类系统	零件冷热加工及产品装配的工艺和制造部门
成组技术	企业的生产全过程。通常要利用较复杂的分类系统，并借助电子计算机，实现产品设计、工艺准备、加工装配、生产管理等项活动的合理化	企业所有的业务部门(设计、工艺、制造、管理等)

由于应用成组技术的目的、水平和范围的不同，实施成组技术的具体工作内容有很大差别。如果主要应用于机械加工零件和机械加工车间，推行成组技术可以考虑采用以下的方法步骤：

1. 选择或制订适合本企业特点的零件的分类方法或分类编码系统，并对企业的产品零件进行分类或编码；
2. 用人工或计算机按一定方法和要求将零件进行分类归族，组成与生产单元相适应的零件组；
3. 按零件组中的典型零件（或复合零件）编制该组零件的工艺路线；

4. 选择机床, 确定生产单元的机床排列次序, 进行布置设计;
5. 计算工时, 平衡设备负荷, 这一步要与 4 同时进行;
6. 设计有关的成组工装。

当然, 上述方法步骤并不是唯一的。例如当采用生产流程分析法时, 方法步骤就有所不同。这里只是大致介绍成组技术的内容, 具体工作内容将在以后各章详细介绍。

实施成组技术所要进行的工作大致如图 1-2 所示。

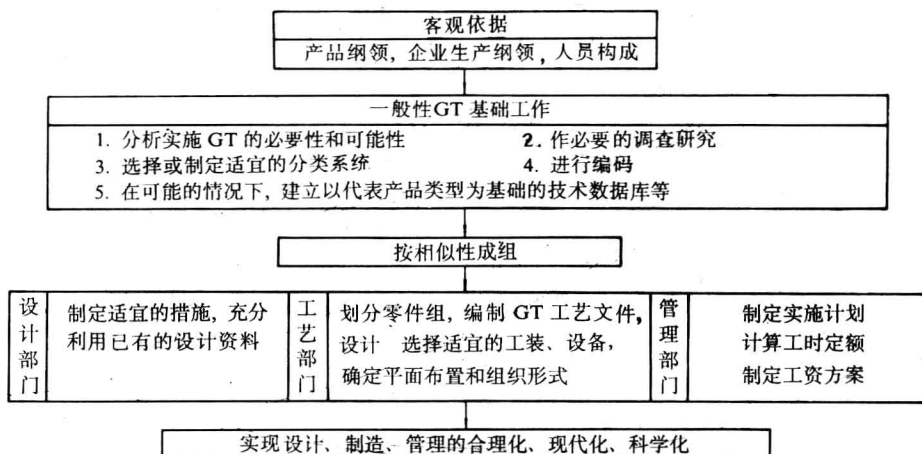


图 1-2 实施成组技术的主要工作部署

§ 1-3 成组技术的应用及其经济效果

目前的成组技术是应用系统工程的观点, 将中小批生产中的设计、制造和管理等方面作为一个整体, 统一协调生产活动的各个方面, 全面实施成组技术, 以取得最优的综合经济效益。以下简要介绍成组技术在产品设计、制造及生产管理等方面的应用及其效果。

一、产品设计方面

产品设计图纸是生产活动的依据, 设计时首先使用成组技术有着重要意义。用成组技术指导产品设计, 是在深刻认识零件结构和功能的基础上, 根据拟定的设计相似性标准将设计零件分类成组, 形成设计族, 针对设计族制定不同程度的标准化的设计规范, 以备设计检索。由于设计信息最大程度地重复使用, 加快了设计进程。据统计, 当设计一种新产品时, 往往有 $3/4$ 以上的零件设计可参考或直接引用原有的产品图纸, 从而减少新设计的零件, 这不仅可免除设计人员的重复性劳动, 也可减少工艺准备工作, 降低制造费用。因此, 用成组技术指导产品设计, 使各类零件设计合理化, 并可扩大和深化设计标准化工作, 为在制造和管理方面实施成组技术奠定了基础, 使之取得更好的效果, 并有利于保证产品质量的稳定。

值得特别指出的是, 以成组技术指导的设计合理化和标准化工作, 为实现计算机辅助设计 (CAD) 奠定良好的基础。

二、制造工艺方面

成组技术在制造工艺方面最先得应用。开始是用于成组工序，即把加工方法、安装方式和机床调整相近的零件归结为零件组，设计出适用于全组零件加工的成组工序。因此，只要能按零件组安排生产调度计划，就可以大大减少由于零件品种更换所需的机床调整时间，同时也可根据零件组内各零件的定位夹紧方式和尺寸相近情况，设计出应用于成组工序的成组夹具。这种夹具只要更换或调整少量元件，就可适用于全组零件的加工。为使成组技术应用于零件加工的全工艺过程，应将零件按工艺过程相似性分类以形成加工族，然后针对加工族设计成组工艺过程。成组工艺过程是成组工序的集合，能保证按标准化的工艺路线采用同一组机床加工全加工族的诸零件。另外，成组工序、成组夹具均扩大了加工批量，为采用先进工艺和设备创造了条件，使实现工艺设计工作的合理化和标准化成为可能。引起成组技术研究人员关注的计算机辅助工艺过程设计即 CAPP 以及计算机辅助成组夹具设计，就是以工艺设计的合理化和标准化为基础的。

三、生产组织管理方面

工厂实施成组技术，若不按照成组技术的基本原理更新工作方法和调整机构，就很难设想各部门能协调一致。

生产管理部门在计划安排上应设法将相似零件集中在一起，并在生产调度中保证实现成组加工，若采用常用的控制成品库、零件库存量的方式组织生产，则达不到减少库存、加速资金周转和缩短生产周期的目标，即不能获得实施成组技术所期望的经济效果。

为提高工厂生产管理水平和效率，需要收集、分析和处理大量信息，并使这些信息迅速流通和反馈到有关工作机构和部门，实现对生产过程的管理和控制。运用成组技术的基本原理可将大量信息分类成组，并使之规格化、标准化，且有助于建立结构合理的生产系统公用数据库，大量压缩信息的储存量；由于不再针对一个工程问题或任务设计程序，可使程序设计优化；由于计算机的应用，使信息得以迅速检索、分析和处理，加速了计算机辅助的生产管理系统的建立。

为实施成组加工，需改变传统的生产组织，要将零件按工艺相似性分类，形成加工族，再用相应的一组机床加工同一加工族的零件。这就是采取所谓的“成组生产单元”的生产组织形式。生产单元是生产的基层单位，在生产单元内，一般仅生产划分子本单元的加工族，零件品种不是很多，还可以大大简化生产管理工作，便于实行生产责任制，有利于产品质量和管理效率的提高，除了生产单元组织形式，还有成组流水线、柔性制造系统等组织形式。这在以后再介绍。总之，和生产方法上的任何一种革新一样，成组技术所能获得的经济效果可用图 1-3 来形象地表示。

为得到图中所列各项好处，需进行复杂的准



图 1-3 成组技术的效果

备工作，还要制定详细的计划，以便逐步地全面地实施成组技术。这个计划主要在产品设计和制造两方面进行分析。

第一、要研究解决产品设计和制造方面的，包括直接和间接两方面的课题。对产品设计有间接影响的问题，是将具有相同或相似“形状”、“功能”的零件实现标准化，这样就可以大大减少零件种类，同时提高了机械加工的相似程度，从而有利于制造系统布置设计的合理化及工艺设计的标准化；对产品设计有直接影响的问题包括，通过建立“重复使用件”的资料，减少在产品阶段花在构思与绘图上的工作量。对制造有间接影响的问题之一，是合理地进行投资规划与布置设计，借助设计工作的系统化来提高预算的准确性，并减少设计工作量。为实现投资规划与布置设计的合理化，除要了解产品设计的特点之外，还应了解机械加工工艺过程的相似特点及设备情况；对制造有直接影响的，是按成组技术原理研究工艺过程设计的方法。这个问题是布置设计的继续，目的是针对选定的成组加工系统，制定有关技术、经济方面的指导资料，以便进行工艺过程设计。

第二，要为生产管理提供工艺资料，以便把相似零件集中起来进行加工。这样做的结果是减少了调整时间及培训工人的时间，从而提高了生产率。同时，这些资料也可以为生产管理提供信息，以便万一机器发生故障而影响生产时，能找出替换方案。

第三，要把劳动量测定和工资构成归入成组技术体系，以保证其整体经济性。

根据国外有关资料介绍，在实施成组技术的经济效果中可用数量表示的项目如表 1-2 所示。

表 1-2 实施成组技术的经济效果

序 号	取 得 的 效 果	%
1	每个工人劳动生产率提高	33
2	废品率降低	40~50
3	新零件设计数可减少	52
4	由于标准化，图纸总数可减少	10
5	新绘制的图纸可减少	30
6	企业管理时间可节省	60
7	企业生产面积可减少	20
8	原材料库存量可减少	42
9	生产准备时间可减少	69
10	在制品可减少	62
11	定货延期可减少	80
12	流动资金可减少	80
13	生产周期可减少	70

英国的加拉格尔和奈特曾对两个年产量相同而分别采用传统方法和成组技术的单位的生产成本进行了具体的计算和比较。各项费用如表 1-3 所示。从表中可以看出，采用成组技术的单位设备投资费和生产准备费都可节省 50% 左右，而总的单件成本可节省 40%

左右，经济效果是很明显的。

表 1-3 两种生产方式的费用比较

费 用 项 目	传统职能单位		引用 GT 单位	
	总费用	单件费用	总费用	单件费用
1. 设备投资	300000	3.00	183000	1.33
2. 生产准备	61700	1.23	35365	0.71
工艺设计	2830		3680	
数据准备	250		250	
夹具设计	21250		12750	
夹具制造	37370		18685	
3. 年运转费	291176	29.12	153563	15.36
直接劳动力费	150000		60000	
间接劳动力费	38500		21000	
设备维修费	9000		9150	
消耗花费	30000		25400	
夹具保养、储存、折旧	11724		6287	
夹具原材料装备	2166		1334	
刀具装备和预调费	5000		5000	
生产面积费	15000		9150	
动力和取暖	6000		6000	
质量检查费	1500		1500	
保险费	750		458	
工序间运输费	4130		750	
单件材料费		5.0		5.0
废品费	7336		4404	
在制品费	8070		3130	
4. 单件最终成本		38.35		22.90

注：表中数字单位为英镑

应当指出，虽然表 1-3 仅仅表示了在机械加工方面采用成组技术后所引起的费用节约，却足以说明实施成组技术的经济价值。

§ 1-4 成组技术在国内外的发展概况

前已述及，成组技术是从根本上改变中小批生产落后面貌的重要途径，对整个机械制造企业具有长远的战略意义。这首先是因为多品种中小批生产在机械工业中占有十分重要

的地拉。据统计,包括美国日本等工业先进的国家在内,批量为 5~50 件的中小批生产的产品,占机械产品总量的 70%~80%,在美国和欧洲的机械电器制造业中,按定货生产的产量和产值各占其总产量和总产值的 70%。其次,现代科学技术的飞速进步和国民经济的发展,大大加速机械产品更新换代和对产品品种的要求。例如,美国和法国现在生产的机械产品品种中,40%是五年前没有的。美国机械产品的设计周期一般为一年至一年半,即使典型的大量生产企业(如汽车制造业)现在也有向增加品种,减少批量方向发展的趋势。这是社会需求的多样化和产品竞争的必然结果。

从国内情况看,机械制造企业长期存在设计、制造和管理三落后的状况,迫切需要加速产品的更新换代,增加品种,提高经济效益。而这些正是成组技术所要解决的问题。因此,推行成组技术在我国又具有十分重要的现实意义。

基于这样的情况,有必要了解成组技术在国内外的发展概况,以期在推行成组技术的过程中起到指导作用。

一、国外成组技术的发展概况

1. 苏联和东欧各国

本世纪 50 年代,苏联米特诺凡诺夫通过其著作“成组工艺的科学原理”,系统地提出了成组工艺的科学概念和基本原理,受到了普遍的注意和重视。这一原理在苏联经过试行(1957 年以前)、发展(1958~1959)和推广(1960 年以后)三个阶段。从 1959 年 12 月召开第一次全苏成组技术会议以来,已经举行了多次全苏的加盟共和国级的成组技术会议。东欧一些国家也仿照苏联召开过类似的专业会议。通过这类会议,起到交流经验,发现问题和制定发展规划的良好作用,从而有力地推动了成组技术在这些国家的发展和应用。据资料报导,苏联在重型机器、内燃机车、车辆、拖拉机、光学仪器、无线电、机床和泵类阀类工厂都应用了成组技术。据 11 家工厂的数据表明,采用成组技术,不需另外投资即可增产 20%~25%。

苏联和东欧各国已经由早期的工序成组发展到成组流水线,现正在致力于将成组技术与计算机控制的柔性制造系统结合起来,这不但是当前小批生产中实现高度自动化的一个主要方向,而且是成组技术在计算机辅助制造中的具体应用。

2. 西德和英国等西欧国家

50 年代,成组工艺由苏联、东欧传到西欧,先是在西德、瑞士、英国得到了重视和实施,后来比利时、意大利、荷兰、瑞典和挪威等国也都开展了对成组技术的研究和试行,其中贡献较大、成效显著的是西德、英国和瑞士等国。

西德是欧洲开展成组技术研究较早的国家,对发展成组技术的理论和方法的贡献也较大。由奥匹兹教授领导的阿亨工业大学“机床与生产工程”实验室,作了大量有价值的工作,他们为德国机床制造协会建立的 VDW⁽¹⁾ 产品零件分类系统(国际上称之为奥匹兹法则),得到了许多国家的重视和引用。他们提出了零件统计学,并且发展了利用计算机进行零件分类分组的一套方法,利用分类系统促进了产品设计的标准化,并实现了分类系统为基础的计算机辅助设计。

英国引进成组技术,曾一度处于领先地位。50 年代就制定了在国际上比较有名的布

列希分类系统。较早实施成组技术的赛克奥特科阀门公司、赫伯特机床公司等均取得了较大的成效。其中赛克奥特科阀门公司还得了英国女王奖。但是由于种种原因，如某些公司因准备不足，起步草率而导致失败；有些资本家实施成组技术后因 GT 生产组自治权太大有后顾之忧等。据 1980 年资料报导，仅英国就有 70 个公司引用了成组技术。由于成组技术具有本质上的生命力，近年来成组技术又有复苏的趋势。例如，生产造纸处理设备的 MST 公司，已是引用成组技术最富成效的单位之一。

值得注意的是，英国没有搞统一的分类编码系统，比较热心于组织生产单元，侧重于研究生产单元的平面设计、组织管理和经济效果评定等。据报道，英国已研制出按成组技术进行计算机辅助平面设计的应用程序和软件系统。

据瑞士 Arn·E·A 博士 1975 年的成组技术介绍，瑞士苏尔泽公司已经实现了较高水平的成组技术。该公司在奥匹兹系统的基础上，制定了公司专用的分类系统，建立了有关的数据库。在产品的设计、工艺准备、加工制造、生产管理以及供销、预测等广泛领域内，全面地应用了成组技术，并已经取得了良好的效果。

西欧国家实施成组技术的作法与东欧不同，西欧基本上是以高等学校为主，结合产业界的技术咨询或研究机构，协助有关企业引入成组技术。这种自由发展的途径，虽有百花齐放，百家争鸣的长处，但因没有统一领导，缺乏统一组织和规划，不可避免地会出现某种程度的重复、分散和不利于迅速推广等弊病。

3. 日本

日本引进成组技术的特点是：起步较晚，官民结合，进展快，成效大，被誉为引用成组技术的后起之秀。日本于 60 年代后期，经过认真的国外考察和对比了东西欧的不同作法之后，于 1967 年，由国家的机械技术研究所和产业界的机械振兴协会联合成立了成组技术研究会。这个官民合作的专职机构全面主持推行成组技术的各项工作，在分析了现有的各种分类系统之后，结合日本的情况，广集诸家之长，首先编制了供中、小企业使用的 KC-1 (1968 年，5 位码) 和 KC-2 (1969 年，9 位码) 分类系统，接着又制定了供大、中型企业应用的 KK-1 (1970 年，13 位码)、KK-2 (1973 年，13 位码) 和 KK-3 (1976 年，21 位码) 分类系统。一些大型企业，如丰田工机、大隈铁工所等都制定了自己的专用分类系统。有些单件生产的大型机械制造企业，也全面应用了成组技术。

日本在开始推行成组技术时，就注意了组织成组生产单元和成组流水线。所制定的分类系统，体现了统而不死和在学习国外经验基础上创新的特点，既注意了在实践基础上及时总结修改，又考虑了在系统结构上的继承性。目前日本已将成组技术开始应用到冲压铸造和装配等工艺过程中。现正在大力开发以成组技术为基础的柔性制造系统，在政府的资助下，正创建世界上第一个以成组技术为基础的全盘无人化工厂（能加工 2000 种零件，装配 50 种部件，批量为 1~25 件，面积 20000~30000m²，从加工到装配全部采用了成组技术）。

4. 美国

美国应用成组技术的主要特点是：起步晚，发展快，水平高，先发展数控技术，后重视成组技术。为了解决多品种、中小批生产的难题，美国早期主要致力于发展数控机床和电子计算机。在 CAD/CAM⁽²⁾ 的研制和应用方面，虽然也取得了相当可观的成效（如空军某部装配制造成本降低 44%，管理成本降低 30%，制造周期减少 45%），但是，产

品更新的日益加速,给生产带来的新问题——按传统的方法组织引起了人、物、财力的巨大浪费,严重地影响其竞争能力。美国在 70 年代初,充分肯定和广泛重视了成组技术在机械制造业的战略意义,并凭借其雄厚的数控和计算技术基础,集中优势,急起直追。在密执安大学、宾州大学、麻省理工学院等著名的高等学校积极参与下,进展迅速,成绩卓著。例如,麻省理工学院的“制造与生产率”实验室,已经研制出利用电视摄象机和电子计算机相结合的光学识别方法,这种用计算机确定分类代号的 CAC 系统能对产品零件图纸自动进行分类和确定代号(目前仅限于二维形状)。因成组技术对中小批生产企业有着巨大的吸引力,近几年推行成组技术进展较快,机床和加工设备行业应用较多,涉及的业务部门和工种范围也很广泛。但它没有统一的分类系统,而且很多企业使用的是无代码分类法。

二、国内成组技术的发展概况

我国引入和着手研究成组技术的时间并不晚,在一机部“机械加工工艺及其设备十年科学技术发展规划纲领”(1963~1972 年)中,就提出了要在多品种中小批生产厂试行成组技术,规定了各阶段的实施目标。60 年代初,在西安交通大学、清华大学等高校参加下,国家分别在上海中国纺织机械厂和沈阳纺织机械厂等单位开始试行成组技术,在硬件研制方面均取得了初步成效。1963 年 10 月,在上海召开了纺织机械制造系统的成组技术现场会,并由一机部情报所出版了国外成组技术编译资料。但是,由于十年动乱的严重破坏,大大拉长了我国在成组技术方面与国外的差距。

为了适应现代化的要求,尽快发展我国的成组技术,从 1979 年起,又开始了成组技术研究和试点工作。在召开专业会议,组织编译书刊,举办学习班和交流试行经验等方面做了不少工作,取得了一定的进展。

现在,除了“文革”前就已推行成组技术并一直坚持下来的上海中国纺织机械厂、原三机部 116 厂等取得了良好效果以外,新建立的北京朝阳机床厂的拨叉成组加工生产单元也取得了明显的经济效益。在试点方面,除汉江机床厂、济南第二机床厂、上海机床厂等已开始在不同方面、不同程度上推行成组技术外,又有北京人民机器厂、沈阳第三机床厂等一些单位投入试点工作,取得了较大的成绩。

近几年来,我国不少高等院校和工厂,结合教学、科研和生产,在成组技术基本理论及其应用方面,如零件分类编码系统、零件分类成组方法和计算机辅助编码、分类、工艺设计及生产管理的软件系统等方面都开展了许多科研工作,并取得了不少的成果。可以相信,随着应用推广和科研工作的持续开展,成组技术对提高我国机械工业的制造技术和生产管理水平将日益发挥其重要的作用。

[1] VDW——Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabrik 德国机床制造协会(西德)。

[2] CAD/CAM——Computer Aided Design—Computer Aided Manufacturing 计算机辅助设计和计算机辅助制造。