

# 成组技术在现代制造业中的应用研究<sup>\*</sup>

孙 刚,殷国富

(四川大学 制造科学与工程学院,四川 成都 610065)

**摘 要:**通过对小批量生产组织模式的对比,介绍成组技术的概念和基本原理,并通过零件分组方法的提出,从产品设计、制造及生产管理等方面简述成组技术在现代制造业中的应用。

**关键词:**成组技术;相似性;CAPP

**中图分类号:** TP39

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1007-4414(2006)06-0004-02

## Research on the application of GT(Group Technology) in the modern manufacture

Sun Zhi-gang, Yin Guo-fu

(School of manufacturing science and engineering, Sichuan university, Chengdu Sichuan 610065, China)

**Abstract:** The concept and basic principles on GT is introduced through the contrast about small batch production pattern. And the writer also discussed the application of GT in the modern manufacturing from product design, manufacturing and management through the method of part grouping put forward.

**Key words:** GT(Group Technology); similarity; CAPP

## 1 引 言

随着我国经济的高速发展,社会对机械产品需求多样化的趋势也越来越明显。传统的大批量生产方式在小批量生产的组织模式时存在一些矛盾: 生产计划、组织管理复杂化;

零件从投料到加工完成的总生产时间较长; 生产准备工作量大; 产量小,使先进制造技术的应用受到限制。

为此,提出成组技术 GT(Group Technology)的科学理论及实践方法,它从根本上解决生产时品种多,产量小带来的矛盾。成组技术在机械加工方面,是将多种零件按其工艺的相似性分类成组而形成零件族,将同一零件族中零件分散的小生产量汇集成较大的成组生产量,从而使小批量生产获得接近于大批量生产的经济效果。成组技术将品种众多的零件按其相似性分类以形成数量不多的零件族,将同一零件族中诸零件分散的小生产量汇集成较大的成组生产量。这样,成组技术就巧妙地把品种多转化为“少”,把生产量小转化为“大”,将主要矛盾有条件地转化,这就为提高多品种、小批量生产的经济效益提供一种有效的方法。

## 2 成组技术及其基本原理

### 2.1 成组技术的概念

成组技术 GT<sup>[2]</sup>揭示和利用事物间的相似性,按照一定的准则分类成组,同组事物采用同一方法进行处理,以便提高效益的技术,称为成组技术。在机械制造工程中,成组技术是计算机辅助制造的基础,将成组哲理用于设计、制造和管理等整个生产系统,改变多品种小批量生产方式,从而获得最大的经济效益。

成组技术的核心是成组工艺,它是将结构、材料、工艺相近似的零件组成一个零件族(组),按零件族制定工艺进行加工,扩大批量、减少品种、便于采用高效方法、提高劳动生产率。零件的相似性是广义的,在几何形状、尺寸、功能要素、精度、材料等方面的相似性为基本相似性,以基本相似性为基

础,在制造、装配等生产、经营、管理等方面所导出的相似性,称为二次相似性或派生相似性。

### 2.2 成组技术的基本原理

成组技术的基本原理<sup>[4]</sup>是一门生产技术科学,它研究如何识别和发掘生产活动中有关事务的相似性,并对其进行充分利用。即将相似的问题归类成组,寻求解决这一组问题相对统一的最优方案,取得所期望的经济效益。

长期以来,人们以一种传统的观点来看待机械制造技术。即无论是大批量生产、或是单件小批量生产,工厂所采用的制造方法和制造手段必须与加工类型相适应,这就导致在设计 and 制造过程中出现许多不合理现象。例如,在大批大量生产中,由于工作地集中化和专业化,高效能、自动化专用加工设备及机械化、自动化流水生产线的使用,劳动生产率可得到提高,但是,对单件、中小批量生产的工厂,一般按机群式布置车间的加工设备并组织生产,由于零件的加工按各自的工艺流程交叉、往返于各生产班组之间,为满足不同零件的加工需要采用所谓万能性的生产设备,势必造成这一生产类型的生产周期长、效率低、成本高、管理困难等缺点。

成组技术就是解决这些问题而产生和发展起来的一项新技术。实际上它是一个关于制造的哲学概念。它将相似的零件进行识别和分组,并在零件设计和制造中充分利用它们的相似性。相似的零件被列入一个零件组成或零件族。例如,一个能生产 10000 种不同零件的工厂可以将其分类归纳成 50 或 60 个零件族,每一个零件族必须具有相似的设计和加工特点。因此,一个给定零件族,其每个成员的工艺过程应该是相似的,这样可通过将生产设备分成加工组或加工单元来提高其加工效率。同样,在产品设计及制造业的其它领域中,通过零件分组的方法也可得到许多益处。

成组技术不仅用于零件加工、装配等制造工艺方面,还用

\* 收稿日期: 2006-08-21

作者简介:孙 刚(1977-),男,硕士,研究方向:CAD/CAM 的研究及应用。

于产品零件设计、工艺设计、工厂设计、市场预测、劳动量测定、生产管理和工资管理等各个领域,成为企业生产全过程的综合性技术。

3 零件分组常用方法

成组技术的关键技术是利用事物的相似性,将相似的问题归类成组以便提出统一的最佳解决方案。零件分组正是寻求零件的相似性,将相似的零件归并为零件族,这是实施成组技术的基础。这里所说的零件相似性,是将相似的零件归并为零件形状的相似性与零件加工方法(工艺)的相似性。

3.1 零件的相似性

零件的相似性包括零件在产品中作用的相似性和与其相对应的结构相似性。其作用相似性可从零件间的装配关系及零件图纸的某些信息来推断,而零件的结构相似性则根据零件图的信息来确定,它分为结构、材料和工艺 3 个类别,如图 1 所示<sup>[5]</sup>。

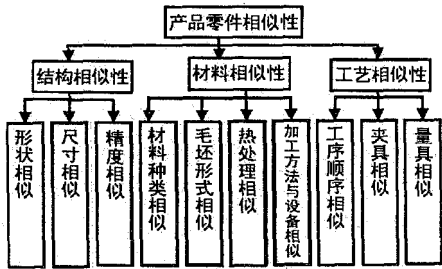


图 1 零件的相似性分析

3.2 零件分组方法

零件的分组方法可归类于以下几种。当被加工的零件数量不多时,可用视检法;生产流程分组法,是以工厂现行的工艺过程等有关技术资料为依据,其目的是寻求工厂本已客观存在的加工族用其相应的加工设备组,这个方法比较全面地应用了现有生产条件的相似性,广泛应用于零件分类。特征编码分组法是通过零件编码来分组,该方法也叫特征数据法或特征矩阵法。特征指标综合比较法一般用于比较复杂的精确聚类分析。

(1) 视检法 视检法是有生产经验的人员通过对零件图纸仔细阅读和判断,将具有某些特征属性的一些零件归结为一类。其效果取决于个人的生产经验,多少带有主观性和片面性。

(2) 生产流程分组法 生产流程分析法 PFA (Production Flow Analysis)是以零件生产流程及生产设备明细表等技术文件,通过对零件生产流程的分析,可将工艺过程相近的,即使用同一组机床进行加工的零件归结为一类。采用此法分类的正确性与分析方法和所依据的工厂技术资料有关。采用此法可以按工艺相似性将零件分类,以形成加工族。

(3) 特征编码分组法 按编码分类,首先将待分类的诸零件进行编码,即将零件的有关设计、制造等方面的信息转译为代码(代码可以是数字或数字、字母兼用)。为此,需选用或制定零件分类编码系统。由于零件有关信息的代码化,就可根据代码对零件进行分类。应指出,采用零件分类编码系统使零件有关生产信息代码化,有助于应用计算机辅助成组技

术的实施。

(4) 模糊聚类法 用聚类法对零件分组时,先要定义相似系数统计量来描述零件与零件的相似性。聚类的过程是组数由多到少逐次合并的过程,这需要一定的法则去构造类相似的统计量来描述类之间的相似程度。常用的类相似系数定义方法有最远距离法、最近距离法、类平均法等。依据不同类相似的构造方法,得到不同的分类结构,在有关文献中已介绍只有平均法才能取得较合理的分类结果。综上所述,用传统方法分组存在一个模糊性问题,零件与零件之间的相似是一个明确关系,而类与类之间的相似程度并不明确。因此,用模糊数学的语言和方法来描述和解决聚类问题则更为自然和方便。

4 成组技术的应用

目前发展的成组技术是应用系统工程学的观点,将中、小批生产中的设计制造和管理等方面作为一个生产系统整体,统一协调生产活动的各个方面,全面实施成组技术以提高综合经济效益。通过对成组技术基本原理的分析,进行成组技术应用可行性论证工作,制定成组技术应用的途径和技术方案,按如图 2<sup>[1]</sup>所示步骤展开。以下将从产品设计、制造及生产管理等方面简述成组技术的应用。

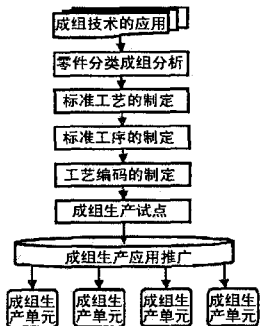


图 2 成组技术应用开展步骤

(1) 产品设计 由于使用成组技术指导设计,赋予各类零件以更大的相似类,这就为在制造管理方面实施成组技术奠定良好的基础,使之取得更好的效果。此外,由于新产品具有继承性,使往年累积并经过考验的有关设计和制造经验再次应用,有利于保证产品质量的稳定。以成组技术为指导的设计合理化和标准化工作将为实现计算机辅助设计(CAD)奠定良好的基础;为设计信息最大程度地重复使用,加快设计速度,节约时间作出贡献。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借鉴或直接引用原有的产品图纸,从而减少新设计的零件,这不仅免除设计人员的重复性劳动,也减少工艺准备工作和降低制造费用。

(2) 制造工艺 成组技术在制造工艺方面最先得到广泛应用。开始用于成组工序,即将加工方法、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。成组工序允许采用同一设备和工艺装置,及相同或相近的机床调整加工全组零件,这样,只要能按零件组安排生产调度计划,就可大大减少因零件品种更换所需要的机床调整时间。此外,由于零件组内诸零件的安装方式和尺寸相近,可设计出应用于成组工序的成组夹具(共用夹具),只要进行少量的调整或更换某些零件,成组夹具就可适用于全组零件的工序安装。成组技术亦可应用于零件加工的全工艺过程,为此,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

(下转第 7 页)

大量数据的制造知识库管理等方面,都还有待进一步突破。

(4) 各种人工智能工具和计算智能方法在制造中的广泛应用促进了制造智能的发展。一类基于生物进化算法的计算智能工具,在包括调度问题在内的组合优化求解技术领域中,受到越来越普遍的关注,有望在制造中完成组合优化问题时的求解速度和求解精度方面双双突破问题规模的制约。制造智能还表现在:智能调度、智能设计、智能加工、机器人学、智能控制、智能工艺规划、智能诊断等多方面。

这些问题是当前产品创新的关键理论问题,也是制造由一门技艺上升为一门科学的重要基础性问题。这些问题的重点突破,可形成产品创新的基础研究体系。

### 3 先进制造技术的发展进程

近 20 年来,先进制造技术的进展和未来发展形势主要有以下几个方面。

#### 3.1 常规制造工艺的优化

常规工艺优化的方向是高效化、紧密化、清洁化、强韧化,形成优质高效、低耗、少或无污染的制造技术为主要目标。在保持原有工艺原理不变的情况下,通过改善工艺条件,优化工艺参数来实现。由于常规工艺至今仍是量大面广、经济实用的技术,因此对其进行优化有很大的技术经济意义。

#### 3.2 新兴(非常规)加工方法的发展

由于产品更新换代的要求,常规工艺在某些方面(场合)已不能满足要求,同时高新技术的发展有其产业化的要求,使新兴加工方法成为必然趋势。新能源(或能源载体)的引入,新型材料的应用,产品特殊功能的要求都促进了新型加工方

法的形成和发展,如激光加工技术、电磁加工技术、超塑加工技术和复合加工技术等。

#### 3.3 专业、学科间的局限逐渐淡化、消失

在制造技术内部,冷热加工之间,加工过程、检测过程、物流过程、装配过程之间,设计、材料应用、加工制造之间,其局限均逐渐变淡,逐步走向一体化。

#### 3.4 工艺设计由经验走向定量分析

应用计算机技术和模拟技术来确定工艺规范,优化工艺方案,预测加工过程中可能出现的缺陷及防止措施,控制和保证加工件的质量,使工艺设计由经验判断走向定量分析,加工工艺由技术发展成为工程科学。

#### 3.5 信息技术、管理技术与工艺技术紧密结合

微电子学、计算机、自动化技术与传统工艺及设备相结合,形成多项制造自动化单元技术,经局部或系统集成后,形成从单元技术到复合技术、从刚性到柔性、简单到复杂等不同档次的自动化制造技术系统,使系统工艺产生显著、本质的变化,提高生产效率及产品质量。

管理技术与制造进一步结合,要求在采用先进工艺方法的同时,不断调整组织结构和管理模式,探索新型生产组织方式,以提高先进工艺方法的使用效果和企业竞争力。

### 参考文献:

- [1] 蔡建国,吴祖育. 现代技术导论 [M]. 上海:上海交通大学出版社, 2000.
- [2] 刘文剑. 计算机集成导论 [M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社, 1994.

(上接第 5 页)

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。应指出,设计成组工艺过程、成组工序和成组夹具都以成组年产量为依据。因此,成组加工可采用先进的生产工艺技术,以成组技术指导的工艺设计合理化和标准化为基础,不难实现计算机辅助工艺进程设计(CAPP)及计算机辅助成组夹具设计<sup>[3]</sup>。

(3) 生产组织管理方面 成组加工要求将零件按工艺相似性分类形成加工族,加工同一加工族有其相应的一组机床设备。因此,很自然成组生产系统要求按模块化原理组织生产,即采取成组生产单元的生产组织形式。在一个生产单元内有一组工人操作一组设备,生产一个或若干个相近的加工族,在此生产单元内可完成诸零件全部或部分的生产加工。因此可认为,成组生产单元是以加工族为生产对象的产品专业化或工艺专业化(如热处理等)的生产基层单位。成组技术是计算机辅助管理系统技术基础之一,因为运用成组技术基本原理将大量信息分类成组,并使之规格化、标准化,这有助于建立结构合理的生产系统公用数据库,可大量压缩信息的储存量;由于不再是分别针对一个工程问题和任务设计程序,可使程序设计优化。此外采用编码技术是计算机辅助管理系统得以顺利实施的关键性基础技术工作,成组技术恰好能满足相似类产品及分类的编码。

### 5 总 结

实践证明,在现代制造企业中应用成组技术,可提高企业

的快速反应能力,缩短新产品技术的准备周期,降低费用,保证产品质量,从而提高企业在市场中的竞争力。特别是对占我国企业总数 90% 以上的中小企业而言,尽管它们具有管理层少,决策过程简单,富于创新精神,能较快对市场的变化做出反应等优势,但也存在技术人员数量少,人员素质相对较低,企业管理思想和管理手段落后,资金不够雄厚等缺陷。面对这种现状,中小企业既欲在企业中尽快应用成组技术,但又存在更多的实施难度。但只要主要领导有正确的认识和决心,加上科学的态度和措施,也可取得明显的效果。首先应对企业管理层、技术人员和全体员工进行不同层次的培训,使企业上下都认识到实施成组技术的必要性和紧迫性,同时也认识到本企业在技术、管理、资金等方面的薄弱因素,实施时要因地制宜,量力而行,积极创造条件逐步地实施成组技术的各要素。

### 参考文献:

- [1] 金以元. 成组技术与生产现代化 [J]. 成组技术应用的探讨, 2005, 22 (3): 58 - 60.
- [2] 孙进平. 计算机辅助成组技术在制造企业中的实施方法 [J]. 煤矿机械, 2006 (4): 12 - 14.
- [3] 王先逵. 计算机辅助制造 [M]. 北京:清华大学出版社, 1999.
- [4] 白英彩. 计算机集成制造系统 - CMS 概论 [M]. 北京:清华大学出版社, 1997.
- [5] 夏伯忠. 成组技术 [M]. 吉林:吉林人民出版社, 1988.