

成组技术

重庆大学

许香穗

主编

上海交通大学

蔡建国

机械工业出版社

成 组 技 术

重 庆 大 学 许香穗
交 通 大 学 蔡建国 主编



机 械 工 业 出 版 社

前 言

科学技术的迅速发展,社会需求的多样化,以及市场竞争的日益激烈,迫使现代机械制造企业必须不断地更新产品,并把它们迅速地投入市场。这不仅使绝大多数企业都朝着多品种、小批生产的方向发展,而且需要寻求灵活的自动化生产方式,从而导致了现代柔性制造技术在机械工业中的发展。但是,在实现各种柔性制造方式并使之获得最优的技术经济效益时,就离不开成组技术。成组技术不仅是现有企业为适应多品种生产进行技术改造的有效手段,并且也是为实现企业高度现代化而采用高技术的一个重要基础。

为了培养机械类专业和企业管理类专业人才,使之能掌握这门新技术,许多高等工科院校相继开设了“成组技术”选修课。为此,高等学校机械制造(冷加工)类教材编审委员会决定组织编写一本统一教材,以便于更多的学校能开设和开好这门课程,并最低限度地统一该课程的基本内容和要求。

本书在全面论述成组技术基本原理的基础上,结合国内外的最新成果,系统介绍了成组技术在机械工业中的应用,力求选材精炼、切实可用。

参加本书编写的有:重庆大学许香穗、上海交通大学蔡建国、西安交通大学史逸芬和吉林工业大学胡德明等同志,由许香穗任主编,蔡建国任副主编。全书由南京工学院吴锡英主审。

全书共九章:第一章总论由许香穗编写,第二章零件分类编码系统由蔡建国编写,第三章零件分类成组方法由许香穗编写,第四章应用成组技术的产品设计由许香穗编写,第五章成组工艺过程设计由胡德明、蔡建国编写,第六章成组夹具设计由胡德明、许香穗编写,第七章成组生产组织形式及设备布置设计由胡德明、许香穗编写,第八章成组技术条件下的生产管理由蔡建国编写,第九章成组技术的经济分析由史逸芬编写。

在编写过程中,曾参阅了国内现有同类教材或教学参考书,但限于篇幅及编写者的业务水平,在内容上仍不免有局限性和欠妥处,竭诚希望使用本书的读者提出宝贵意见,以利教材质量的改进和提高。

编者 1986年11月

目 录

第一章 总论	1	§ 3-2 生产流程分析法	37
§ 1-1 成组技术的基本原理	1	一、生产流程分析	37
§ 1-2 成组技术应用及其技术经济效果	4	二、顺序分枝法	38
一、产品设计方面	4	三、聚类分析法	49
二、制造工艺方面	5	四、分枝—聚类法	54
三、生产组织管理方面	5	§ 3-3 编码分类法	58
§ 1-3 成组技术发展概况	7	一、零件分类的相似性标准	58
§ 1-4 “成组技术”课程教学目的及任务	9	二、编码分类法原理	64
第二章 零件分类编码系统	11	三、计算机辅助编码分类法零件分类	65
§ 2-1 概述	11	§ 3-4 零件分类成组方法新发展	66
§ 2-2 零件的代码和零件分类编码的作用	12	第四章 应用成组技术的产品设计	68
一、零件的代码	12	§ 4-1 概述	68
二、零件分类编码的作用	12	§ 4-2 设计合理化及标准化	69
§ 2-3 零件分类和编码的原理及概念	15	一、产品设计的系列化、通用化和标准化	69
一、零件的分类原理和概念	15	二、零件标准化的扩展	69
二、分类系统的结构形式	17	§ 4-3 复合零件法——零件设计标准化方法之一	71
三、零件的编码原理和概念	19	§ 4-4 相似类型件分级法——零件设计标准化方法之二	75
§ 2-4 零件分类编码系统的实例分析	21	一、相似类型件的分级	75
一、VUOSO零件分类编码系统	21	二、分级法设计标准化工作程序	76
二、OPITZ零件分类编码系统	25	§ 4-5 应用成组技术的计算机辅助设计	85
三、KK-3零件分类编码系统	28	一、设计信息的存储与检索	85
四、JLBM-1零件分类编码系统	30	二、交互式计算机辅助设计系统	86
§ 2-5 制订企业实用分类编码系统的方法	32	第五章 成组工艺过程的设计	96
一、企业自行开发	32	§ 5-1 概述	96
二、采用商用系统	32	一、工艺过程设计的重要性	96
三、利用公开出版的系统加以改进	33	二、常规工艺设计工作中存在的问题	96
§ 2-6 评价零件分类编码系统的准则	34	三、克服常规工艺设计工作中存在问题的途径	98
一、从对分类编码结果进行统计分析的角度来评价	34	§ 5-2 工艺设计标准化	98
二、从分类编码所耗费的时间来评价	35	一、工艺设计标准化的基本概念	98
三、从分类编码出现的差错率来评价	35	二、典型工艺和成组工艺	98
第三章 零件分类成组方法	37	§ 5-3 成组工艺的设计方法	100
§ 3-1 概述	37	一、复合零件法	100
		二、复合路线法	102
		§ 5-4 成组工艺中的文件形式	103
		一、文件格式的基本要求	103

二、成组工艺文件格式	104
§ 5-5 工艺设计自动化——成组技 术中的机助工艺设计	106
一、工艺设计自动化的意义	106
二、工艺设计自动化的原理和方法	106
三、实例简介	109
第六章 成组夹具设计	112
§ 6-1 成组夹具的基本概念	112
一、概述	112
二、成组夹具的组成	113
三、成组夹具的调整方式	115
§ 6-2 成组夹具设计原则和步骤	117
一、成组夹具设计原则	117
二、成组夹具设计步骤	120
§ 6-3 成组夹具的技术经济效益	121
第七章 成组生产组织形式及设备布置 设计	123
§ 7-1 成组生产单元	123
一、概述	123
二、成组生产单元的类型	123
三、成组生产单元的特征	125
§ 7-2 成组加工车间设计	126
一、成组加工车间设计步骤	126
二、确定组成车间的成组生产单元	126
三、机床类型选择	127
四、确定设备需要量和机床负荷调整	129
五、成组加工车间总体规划	130
六、成组生产单元的设备布置	131
§ 7-3 成组加工车间设计实例	132
一、回转件成组加工车间设计	132
二、机械加工车间改造设计	134
三、特种标准件厂改造设计	137
第八章 成组技术条件下的生产管理	144
§ 8-1 传统成批生产计划管理方式 存在的问题	144
§ 8-2 适合成组技术应用的短间隔 期、小批量的生产管理方 法	145
§ 8-3 对于轮番生产标准定型产品 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	147
§ 8-4 编制生产单元作业计划中零 件投产顺序的算法	152
一、作业计划中一批零件在工序间的移动 方式	152
二、作业进度计划编制方法的发展过程	154
三、彼得洛夫-哈姆算法	155
§ 8-5 确定一个零件组内各种零件 的投产顺序	155
一、零件按单向顺序流动	155
二、零件按双向流动	160
§ 8-6 确定零件组与零件组之间的 投产顺序	165
第九章 成组技术的经济分析	168
§ 9-1 可获经济效益的预测	168
一、评价指标的确定	168
二、预测的方法	168
三、预测的实例	170
四、预测的影响因素及其正确性	171
§ 9-2 盈亏平衡分析法	171
一、成组夹具的经济分析	171
二、加工族合理性的经济分析	173
§ 9-3 生产费用的分析	175
一、制造费用的分析	175
二、成组设计节约费用的分析	179
§ 9-4 成组技术的技术经济效益	180
一、综合技术经济效益	180
二、获益实例	183
附录	185
一、VUOSO分类系统	185
二、OPITZ分类系统	187
三、KK-3分类系统	193
四、JLBM-1分类系统	201
主要参考文献	207

第一章 总 论

§ 1-1 成组技术的基本原理

机械制造业中,小批生产占有较大的比重,各类机器的生产大约70~85%属于单件、小批生产。由于国内外市场竞争日益加剧和科技飞跃发展,要求产品不断改进和更新,因此,预计多品种、小批生产方式的比重今后将有继续增长的趋势。统计资料表明,我国机械工业亦有此发展趋势。图1-1、1-2表示我国某轻工机械厂近七年(1977~1983年)来生产的产品品种增长及其年生产量分布的情况。由图1-1可知,该厂七年来产品品种由3种增长到20种,1979~1980年其增长率竟高达120%。图1-2所示的年产量分布曲线表明,该厂产量愈小的产品其品种数愈多,产量愈大的品种数愈少;七年来生产的78个品种中,年产量在6台以下的品种占47.44%,年产量在16台以下的占91.03%。上述统计资料证明,我国机械制造业也正朝着品种逐渐增多,批量逐渐减少的方向发展,这是适应当前对机械产品需求多样化的发展趋势的。

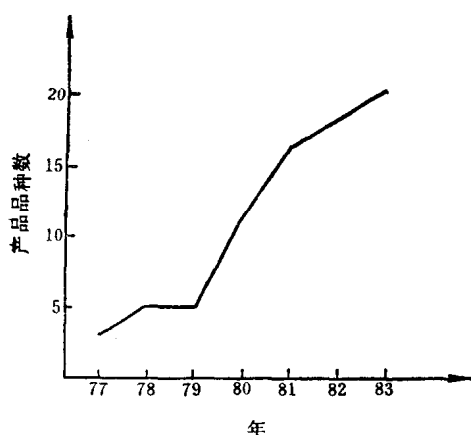


图1-1 某轻工机械厂产品品种数增长曲线

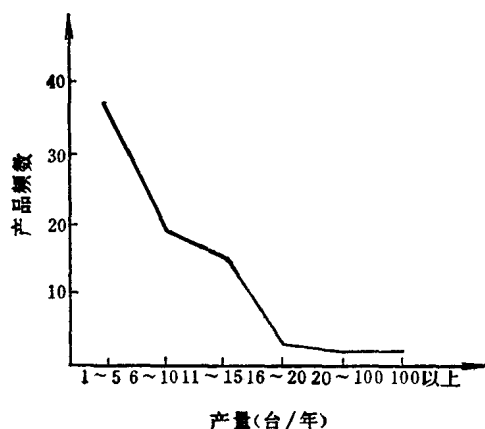


图1-2 某轻工机械厂产品年生产量分布曲线

传统的小批生产方式会带来以下一些问题。

(1) 生产计划、组织管理复杂化 由于生产品种和生产过程的多样性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。

(2) 零件从投料至加工成成品的总生产时间(生产周期)较长 单件、小批生产的工厂,车间布置一般皆采取按机床功能的机群式布置,一个零件加工往往需要通过若干个机群式工段或小组,运行路线往返曲折,零件在车间内运行时间很长。此外,由于不易作到周密调度安排,零件在车间内停留等待时间也很长,这就增加了在制品数量,有时会延误交货时间。据统计,在成批生产中,零件在车间等待和运输时间约占生产周期的93~95%,调整时间约占3.5%,其余用于机床加工时间(包括安装、切削、度量及空程等时间)仅占1.5~3.5%。

这样，零件作为车间在制品在车间停留的时间将占全生产周期的 96.5~98.5%。此外，由于零件品种多、批量小，使机床调整频繁，花费较多的机床调整时间。可见，在小批生产中，如何提高在工作班时间内机床的实际利用率是急待解决的一个重要问题。

(3) 生产准备工作量极大 在产品设计和工艺准备工作中，一般均采用传统的“单打一”的工作方式，即总是分别地针对一种产品或零件进行产品设计和工艺准备工作，似乎一切皆“从头开始”。原有的经过劳动创造的生产信息很少重复使用。所以，在设计和制造的生产准备工作中有不少是重复性劳动，付出了本来可以节约的时间与精力。

(4) 产量小限制了先进生产技术的采用。

鉴于上述情况，与大批、大量生产相比，小批生产水平和经济效益都是很低的。据报导，在美国，产量小于 50 的机械产品，其成本比大批生产的成本高 10~30 倍；在日本机械制造业中，多品种、小批生产企业的总产值比大批、大量生产的企业高一倍，但人均产值前者仅及后者的一半。

因此，如何摆脱小批生产中由于品种多、产量小所造成的困境，而使之获得接近大批生产经济效益是一个很值得重视的技术经济问题。为此，近代在组织上、技术上提出了不少措施和办法，例如，生产专业化、产品设计的三化（标准化、系列化及通用化）及模块化、数控机床及加工中心的应用等等，这些都取得了一定的效果，但都有其局限性。

成组技术的科学理论及其实践表明，它能从根本上解决生产中由于品种多、产量小而带来的矛盾。

成组技术(GT——Group Technology)是一门生产技术科学，研究如何识别和发掘生产

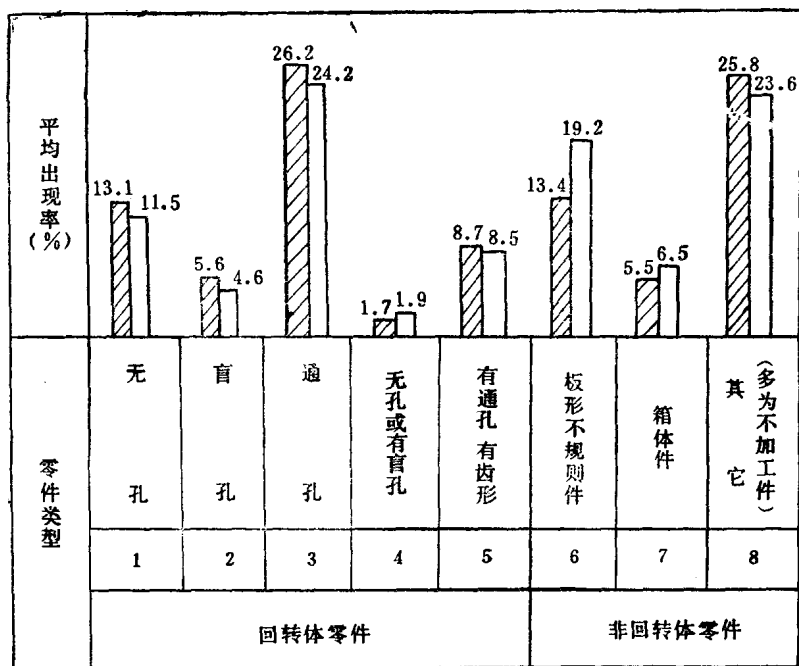


图1-3 捷克斯洛伐克和民主德国机床产品各类零件统计

网纹线条——捷克斯洛伐克 空白线条——民主德国

活动中有关事物的相似性，并充分利用它，即把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，以取得所期望的经济效益。

成组技术应用于机械加工方面，乃是将多种零件按其工艺的相似性分类以形成零件族，把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，从而使小批生产能获得接近于大批生产的经济效益。

将品种众多的零件按其相似性分类以形成为数不是很多的零件族，把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”，由于主要矛盾有条件地转化，这就为提高多品种、小批生产的经济效益开辟了广阔的道路。

成组技术的基本原理是符合辩证法的，所以它可以作为指导生产的一般方法。实际上，人们很早以来已应用成组技术的哲理指导生产实践，诸如生产专业化、零部件标准化等皆可以认为是成组技术在机械工业中的应用。现代发展了的成组技术已广泛应用于设计、制造和管理等各个方面，并取得了显著的效果。

生产中有关事物的相似性是客观存在的，这不仅为人们一般常识所认可，而且也为统计学所证实。用统计学的方法统计事物某些特征属性的出现频率，可以从总体上定量地说明事物客观存在着的相似性。图 1-3 为捷克斯洛伐克和民主德国机床产品各类零件的统计；图 1-4 表示某两个国家关于零件的尺寸、形状和结构的比较。统计结果表明，零件间的相似性已超越国家的界限，它确实是客观存在的，且遵循一定的分布规律。

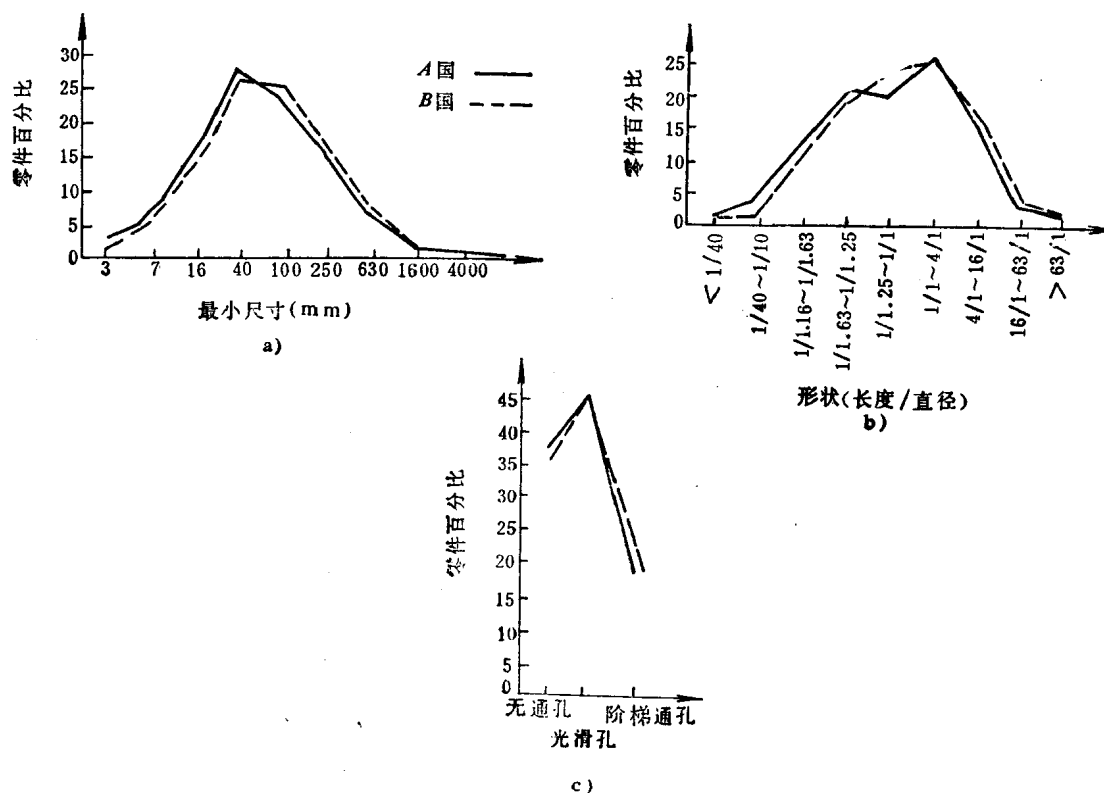


图1-4 工件尺寸、形状和结构的统计

图 1-5 表示英国机床业不同时期内几种主要加工设备的需要量。统计表明, 相对稳定的各类零件构成比例要求相适应的各类机床数量。由此可以认为, 根据一定生产任务配备以相适应的各类机床数量, 在较长的一段时间内是能够满足产品不断更新换代的生产要求的。这就科学地论证了成组技术实施的延续性, 即产品(同类型或相近类型)的更新换代将不会影响成组技术的继续实施。

零件统计学不仅为成组技术的创立提供可以信赖的科学依据, 也是实施成组技术过程中充分认识和利用有关事物相似性的有用的科学方法。

成组技术基本原理既然是要求充分认识和利用客观存在着的有关事物的相似性, 所以按一定的相似性标准将有关事物归类成组是实施成组技术的基础。目前, 将零件分类成组常用的方法有: (1) 视检法; (2) 生产流程分析法; (3) 编码分类法。

视检法是由有生产经验的人员通过对零件图纸仔细阅读和判断, 把具有某些特征属性的一些零件归结为一类。它的效果主要取决于个人的生产经验, 多少带有主观性和片面性。

生产流程分析法(PFA—Production Flow Analysis)是以零件生产流程为依据的。为此, 需要有较完整的工艺规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, 可以把工艺过程相近的, 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是与分析方法以及所依据的工厂技术资料有关。虽然, 采用此法可以按工艺相似性将零件分类, 以形成加工族。

按编码分类, 首先需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, 就可以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, 将有助于应用计算机辅助成组技术的实施。

关于零件分类成组方法将作为专门问题于第三章讨论。

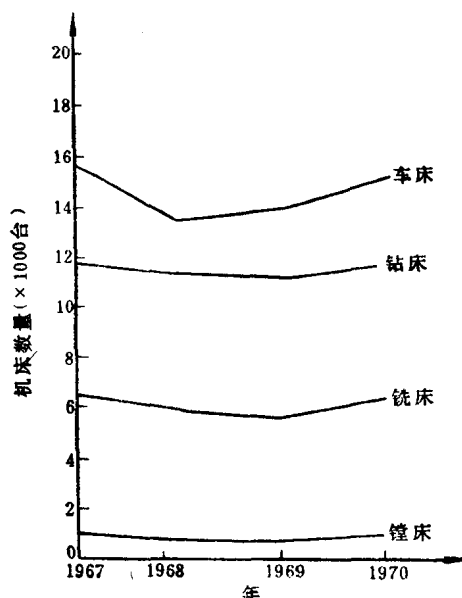


图1-5 各类机床需要量统计

§ 1-2 成组技术应用及其技术经济效益

目前, 发展了的成组技术是应用系统工程学的观点, 把中、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方面, 全面实施成组技术, 以取得最优的综合经济效益。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及其效果。

一、产品设计方面

产品设计图纸是后继生产活动的重要依据。因此, 在设计部门首先实施成组技术有着重要的意义。用成组技术指导产品设计代替传统的设计方法, 可以使设计合理化, 扩大和深化

设计标准化工作。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可将设计零件分类成组形成设计族,针对设计族可以制定不同程度的标准化的设计规范,以备设计检索。由于有关设计信息最大程度地重复使用,这就节约了时间,加快了设计速度。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,这不仅可免除设计人员的重复性劳动,也可以减少工艺准备工作和降低制造费用。

应特别指出的是,由于用成组技术指导设计,赋予各类零件以更大的相似性,这就为在制造管理方面实施成组技术奠定了良好的基础,使之取得更好的效果。此外,由于新产品具有继承性,使长年累积并经过考验的有关设计和制造的经验再次应用,这有利于保证产品质量的稳定。

以成组技术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。

二、制造工艺方面

成组技术在制造工艺方面最先得到广泛应用。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。成组工序允许采用同一设备和工艺装置,以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,就可以大大减少由于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公用夹具——成组夹具。只要进行少量的调整或更换某些元件,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皆应以成组年产量为依据,因此,成组加工允许采用先进的生产工艺技术。

用成组技术指导工艺设计工作,以代替孤立地针对一个零件进行工艺设计的传统方法,可以实现工艺设计工作合理化和标准化,这不仅大大缩减工艺准备工作的时间和费用,而且也有利于提高工厂生产技术水平。例如,据报导美国某一公司为制造 523 种齿轮制定了 477 种工艺规程,在应用成组技术原理进行分析后,发现至少可减少 400 种以上的工艺规程。若制定一种零件的工艺规程花费 2~3 h,则仅就减少这类齿轮工艺规程制定工作而言就可节约 800~1200h。此外,制定的成组工艺设计指导文件资料,可备工艺员检索使用,这有助于提高新手的工作质量和效率。

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过程设计(CAPP)及计算机辅助成组夹具设计。

三、生产组织管理方面

如前所述,为取得综合的经济效果,应在生产系统中全面实施成组技术,即形成成组生产系统。工厂生产组织管理机构是生产的规划、指挥和控制的机构,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,以期达到既定的目标。

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任务。因此可以认为,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、磨削成组生产单元等)的生产基层单位。在生产单元内,一般仅生产划分子本单元的加工族,其零件品种为数不是很多的,这样可以大大简化生产管理工作,并便于实行生产责任制。此外,由于简化了物料和信息的流程,便于采用现代化管理手段,提高管理效率。所以成组生产单元是实施成组技术的一种有效的生产组织和劳动组织。

实施成组技术要求更新生产管理工作方式和内容。例如,生产管理部门在计划安排上应设法把相似零件集中在一起,并在生产调度中保证实现成组加工。若仍采用一般工业上常用的控制成品库、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效果。据报导,采用成组生产单元组织生产可减少在制品数量约60%,缩短生产周期40~70%。

现代化工厂为管理和控制生产过程需要收集、分析和处理大量信息,并使信息迅速流通和反馈到有关工作机构和部门。借助于计算机及支持它的管理应用软件,可提高工厂生产管理水平 and 效率。可以认为,成组技术是计算机辅助管理系统技术基础之一。这是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,这将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,由于采用编码,则可借助于计算机使信息得以迅速检索、分析和处理。所以,随着成组技术推广实施和计算机广泛应用,必将加速多品种、中小批生产中计算机辅助管理系统的建立。

如上所述,高水平地全面实施成组技术会获得最佳的综合经济效益。但应注意到,全面实施成组技术将会涉及到工厂企业诸方面深刻的技术改造和对职工的宣传教育及培训工作;需要坚强的组织领导,周密的统筹规划;需要一定的技术和物质条件;需要花费大量的精力、时间和投资。对此在作出采用成组技术的决策之前不能不有充分的认识。一般应全面实施成组技术,因为作为一个生产系统的各个职能部门及生产环节都是密切相关的。为此,首先应作全面的调查研究,明确实施成组技术的目标和任务,制定切实可行的近期和远期的规划和实施步骤,以便有成效地按计划推进成组技术的实施。

应指出,国内外实践经验也表明,不少工厂根据生产上急需解决的问题和现有的生产条件,花费不大的投资,仅局部地在一定范围内实施成组技术,也能取得较好的经济效益。但是,若事先就能从局部看到全局,把近期与远期目标结合起来,制定阶段性实施成组技术规划,应是可取的。

图 1-6 表示工厂应用成组技术的一般步骤及过程。

如前所述,成组技术的核心是充分利用生产活动中有关事物的相似性。从更广泛的意义来说,它的应用可概括为以下三种主要方式。

(1) 事务的集中进行 把具有一定相似性和重复性的事务集中起来进行,由此可避免总是频繁地由一种事务转换到与之无联系或甚少联系的另一种事务时所必需花费的时间。要求摒弃“单打一”的工作方式。

(2) 事务的标准化、规范化 把具有一定相似性和重复性的事务汇集起来并使之标准

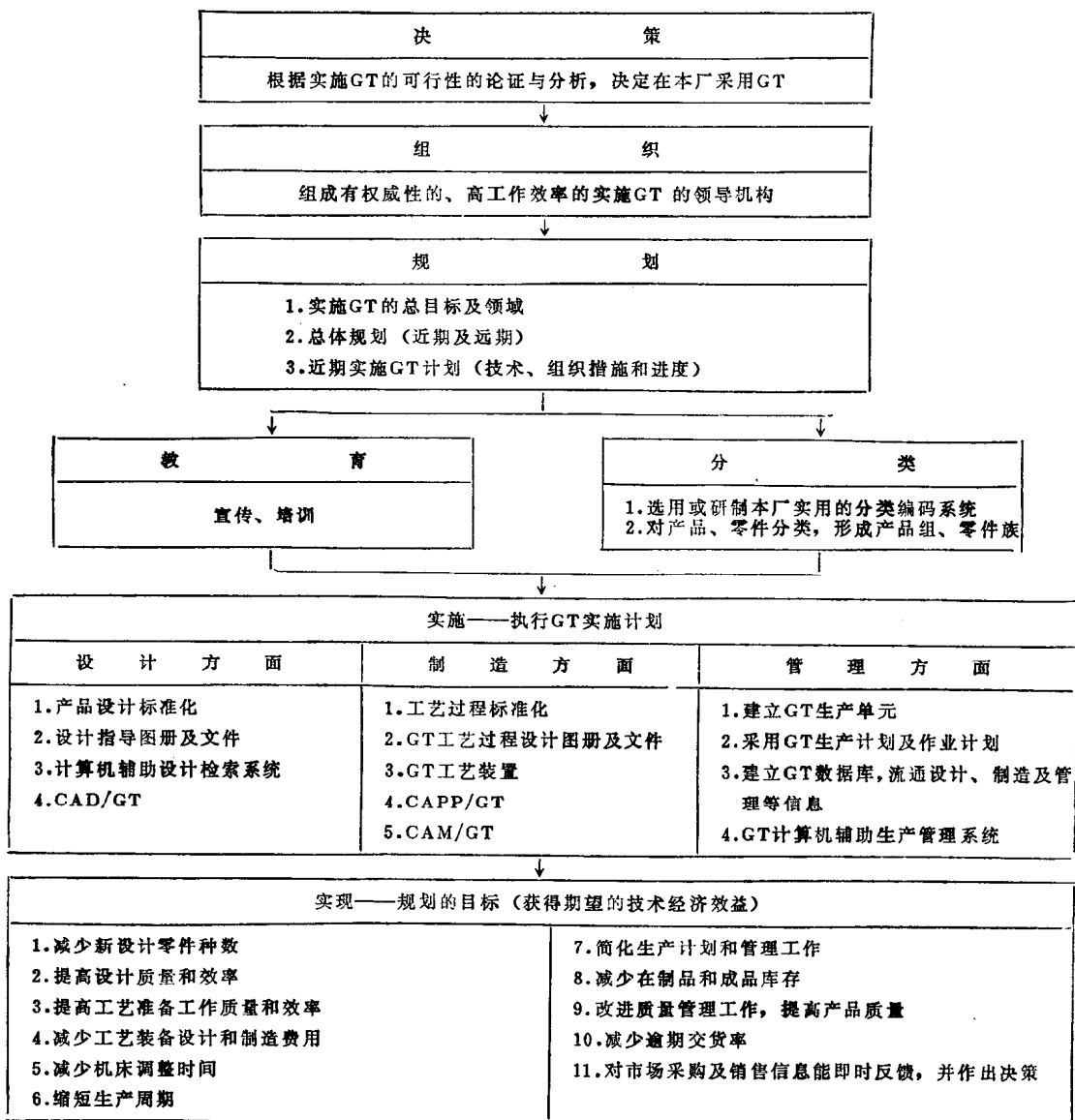


图1-6 工厂应用成组技术的全过程

化、规范化, 由此可腾出手来集中精力解决各种事务中属于个性的问题, 从而可避免重复性的劳动。要求对具有相似性的一组事务提出统一的最优解决方案。

(3) 信息的重复使用 把具有一定相似性和重复性的有关事物的信息进行合理化处理, 使之更有效地存储和重复使用这些信息。要求摒弃“一切从头开始”的工作方式。

所以, 成组技术有着极其广泛的应用领域, 目前日益为生产工程界所重视。

§ 1-3 成组技术发展概况

成组技术的哲理是符合唯物辩证法的, 因此作为指导生产实践的一般方法, 很早以来就已在不同领域内有所应用。但是, 作为较为完整的科学理论体系是由苏联斯·帕·米特洛范

诺夫(С·П·Митрофанов)于50年代中期提出来的。他在1959年出版的《成组工艺科学原理》一书中总结了苏联早期在成组工艺方面的实践经验和研究工作。当时苏联着重应用于各种类型机床的成组加工,即成组工序。然而,在上述著作中作者已提出不仅可应用于个别工序,亦可应用于工序顺序相同的诸零件的全部制造过程;并论述了成组技术在生产组织管理方面,如生产组织、计划、技术定额和流水生产等方面的应用;还提出成组技术应用的成功条件在于提高成组生产量,并认为可借助于机器零部件和工艺规程的标准化和统一化来提高成组生产量。由此可见,在50年代米特洛范诺夫就较全面地提出了成组技术科学理论,当然,由于当时的历史条件,它还有一定的局限性。例如,采用的是无编码分类,零件的分类还局限用于工序成组,等等。

50年代末60年代初,成组技术传入东欧和西欧各国。在东欧各国,成组技术被积极采用并取得了进展。捷克斯洛伐克机床与金属切削研究所(VUOSO)提出了一个十分简明实用的零件分类编码系统(4位码),适合于零件特征统计和小型企业初期实施成组技术采用。在西欧,联邦德国阿亨(Aachen)工业大学奥匹兹(H·Opitz)教授进行了很多实用研究,研制了奥匹兹零件分类编码系统,并提出了计算机辅助零件分类成组的方法。较早公开发表的乌尔索和奥匹兹零件编码系统为研制编码系统提供了一些宝贵的经验。

英国也是应用成组技术较早的国家,它发展成组技术的特点是较重视生产单元的建立,侧重于生产单元的设备布置、组织管理和经济效果的评定等工作。

60年代以后,日本、美国也积极采用成组技术,并取得了效果。日本十分重视零件分类编码系统对推广成组技术的作用,机械技术研究所和中小企业振兴事业团,在各企业合作下,自1968年至1976年适应技术的进步逐次开发了五个零件分类编码系统(KC-1、2及KK-1、2、3),以供各企业实施成组技术采用或制定本企业系统的参考。

数控机床自1952年在美国问世以来,近30年的生产实践显示了它的一系列优越性。首先是它具有较大的柔性,能适应不断更新换代的产品加工需要;使多品种、小批生产基本上实现了工序自动化,并能获得较高的工序生产率和稳定的加工质量。自70年代以后,美国和其他先进工业国家已认识到,为进一步发挥数控机床的优越性,必须与成组技术相结合,并用成组技术指导它的应用。现代成组生产单元已广泛采用数控机床和加工中心。

60年代初,苏联注意到现代技术(尤其是计算机技术和数控技术)的迅速发展、注意到联邦德国等欧洲国家开展成组技术的成就和经验,为进一步发展成组技术采取了积极的步骤与措施。苏联国家计委、国家标准局委托全苏技术信息分类编码研究所,集中大量人力,花费十年左右时间,于1971年出版了该所研制的苏联工农业产品高等分类系统;并大力发展了包括生产准备(产品设计和工艺设计等)子系统在内的计算机生产管理系统。由于分类编码方法和技术文件的统一化,使全苏各级计算机管理系统便于联网,由此可实现技术经济信息这一社会智力资源的共享。

成组技术的推广应用及其与计算机、数控等生产技术的紧密相结合,必然会推进柔性制造系统(FMS)的创建。柔性制造系统可理解为由计算机控制、管理的若干台数控机床(包括加工中心)和物料(工件、刀具等)输送及储存系统所组成的一个生产系统,用于加工制造中小批量的多种零件。所以,可以认为柔性制造系统是计算机化、数控化的成组生产单元。柔性制造系统除有较大工作柔性以外,还可以提高设备利用率,这是因为它是计算机控制管理的生产系统,能很好的协调机床、运贮装置及工件的工作和运行。由于柔性制造系统适应

目前多品种、小批生产日益发展的趋势及其技术经济上的优越性，它自60年代末、70年代初一经问世以来，尤其是近年来得到了很大的发展。据调查，截至1982年止，世界各国共建了203套柔性制造系统（包括32个钣金、冲压柔性制造系统），其中日本和美国分别建立了60套和44套，目前居于领先地位。

柔性制造系统更高级的形式应是把设计、制造和经营管理等方面综合而成为一个计算机辅助的自动生产系统，有人把这种系统称为计算机集成制造系统（CIMS），它是发展未来的计算机辅助自动化（无人化）、最佳化和综合化工厂的基础。柔性制造系统的出现，标志着人类基本上解决了中小批生产自动化问题，它具有划时代的意义。

成组技术作为一门综合性的生产技术科学是计算机辅助设计、计算机辅助工艺过程设计、计算机辅助制造（CAM）和柔性制造系统等方面的技术基础。

由于多品种、小批生产比重日益增长，工业发达国家均十分重视成组技术的推广应用，据1980年国际德尔菲（DELPHI）预测，预计到1990~1995年，世界工业先进国家在制造业方面（包括机械加工、装配及电子业装配）成组技术的应用水平将达到40%。美国估计在今后十年（1982~1992年）内，成组技术的应用将每年增长10~12%。

我国早在60年代初就在纺织机械、飞机、机床及工程机械等机械制造业中推广应用成组技术，并初见成效。当时第一机械工业部制定的“机械加工工艺及其设备十年（1963~1972年）科学发展规划纲要”包括了成组技术的研究与应用。十年动乱期间，像其它很多科学技术一样，成组技术的研究与推广工作几乎处于停滞状态，而在此期间，国外成组技术发展迅速，这就加大了我国与世界先进水平的差距。

近年来，为适应我国社会主义四化建设的需要，要求机械工业加速技术改造的步伐，尤其是需要对占重要比例的中小企业进行生产技术和组织管理的革新工作。因此，成组技术再度受到国家有关部、局和工厂企业、研究院所及高等院校重视。目前，正积极开展这方面的科学研究、人材培训和推广应用等工作。机械委设计研究总院负责组织研制了全国机械零件分类编码系统JLBM-1，它将对我国推广应用成组技术起到推进作用。某些工业部、局制定了实施成组技术的规划，并选定了试点工厂。近几年来，一些工厂实践经验表明，应用成组技术的技术经济效益是十分显著的。我国不少高等工业院校结合教学和科研工作，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、零件设计及生产管理的软件系统等方面都开展了许多研究工作，并取得了不少的成果。可以确信，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。

§ 1-4 “成组技术”课程教学目的及任务

成组技术作为一门生产技术科学在理论和体系上日臻完善，在生产工程方面的应用日益显示其重要价值，因此，国内外不少高等工业院校都先后设置了“成组技术”课程。

成组技术是特别适用于多品种、中小批生产的一门生产技术科学。实践证明成组技术的应用对提高中小工厂企业的技术水平和经济效益是十分显著的。多品种、中小批生产目前和未来在机械制造业中都占有重要地位，因此，学习成组技术科学原理及其应用方法是十分必要的。

成组技术是计算机集成制造（CIM）的重要技术基础。计算机集成制造系统是未来机械制造生产系统发展的最高级形式，它要求以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个整体的计算机管理生产系统，以求获得最优技术经济效果，为此，成组技术将起着重要的联系作用。学习成组技术对研究和开拓计算机集成制造及其有关的新技术是十分重要的。

成组技术的哲理也是指导生产技术工作的一般法则。成组技术关于工程技术事务中有关共性与个性的分析和处理方法是完全符合唯物辩证法的，因此，作为指导生产技术工作的一般法则，它具有广泛的应用领域。学习成组技术科学原理对改进传统的技术工作方法是大有裨益的。

综上所述，本课程在培养未来机械工程师的工作能力和素质方面将起着重要的作用。为此，对高等工业院校的设计、制造和工程管理等专业的学生讲授成组技术这门课程，是很有必要的。

第二章 零件分类编码系统

§ 2-1 概 述

零件分类编码系统已经成为成组技术原理的重要组成部分,也是有效实施成组技术的重要手段,因此在实施成组技术的过程中,建立相应的零件分类编码系统,也就成为一项首要的准备工作。

然而,过去对于实施成组技术是否需要建立零件分类编码系统,是有过不同看法的。一种意见认为:实施成组技术不必首先化费大量时间、资金和人力去建立零件分类编码系统,这样无疑在尚未得益于成组技术之前,便需先行支付一笔可观的投资,似乎颇不经济。另一种意见认为:要想通过实施成组技术而取得它在企业生产活动各个方面的经济效益,若无零件分类编码系统作为沟通各个部门的共同语言,则很难办到。特别是随着计算机在生产领域广泛而深入的应用,企业各个部门要分享公共数据库中所储存的有关产品零件的各种信息,没有分类编码这一统一的检索手段,则更难办到。

当然,最早实施成组技术时并未采用零件分类编码技术。那时对于相似零件的分选,主要用视检法。即用眼睛审视零件图纸或实物,然后凭人的主观经验分选出相似零件。显然,这种目视分选相似零件的方法由于比较粗率,所以限于用在零件结构—工艺特征比较简单的场合。可是当零件结构—工艺特征较为复杂时,则不论在分选的效率上或分选的质量上,目视分选的方法都难令人满意,因而便出现了利用生产流程分析原理来分选相似零件的方法。虽然这一方法用于分选工艺相似的零件组时效果卓著,但是用于分选结构相似的零件组时却收效甚微。特别是,上述两种分选零件的方法都无法迅速而准确地将新的零件插入已有的对应零件组中去,或为新的零件检索已有对应零件组的各种有关结构、工艺、生产管理等方面的资料和信息。为此,随着成组技术实践的深入和应用的需要,便又提出了零件的分类编码技术和分类编码系统。

虽然不少企业在实施成组技术的试点阶段,仍然习惯于不经分类编码而直接沿用视检法或生产流程分析法分选出少量相似零件作为试点对象,以检验成组技术的经济性和有效性;但是大多这类企业在取得实施成组技术试点的成功经验后,则都表示要建立适合本企业产品特点和生产条件的零件分类编码系统,以供面上推广时应用。因此,目前关于实施成组技术是否需要建立零件分类编码系统的看法,基本上是趋于一致的。

就零件的分类编码理论而言,可以说至今还未完备。因此,世界上的零件分类编码系统层出不穷。但是,随着人们的不断实践和总结经验,产品零件的分类编码理论必将日臻完善,从而终将出现比较典型的通用分类编码系统。

本章将扼要阐述零件分类编码的基本原理和基本概念,并列举几种比较著名的分类编码系统作为实例,以便通过分析这些实例而进一步掌握和运用上述原理去制订新的零件分类编码系统。

§ 2-2 零件的代码和零件分类编码的作用

一、零件的代码

在成组技术条件下,企业所生产的产品零件的代码,是由两部分组成的,即:零件的识别码和零件的分类码。

1. 零件的识别码

为了便于生产的组织和管理,使人们都能知道每个外购与自制的基本零件属于哪个产品中的哪个部件,以便在领料、加工、入库、装配时能够识别,因此产品中每种基本零件都必须有自己的“识别码”,借以与产品中的其它零件相区别。这种零件的识别码,也就是零件的件号或图号。

零件的识别码是唯一的,即每种基本零件只应有、也只能有一个件号或图号。如果不同的基本零件具有相同的件号或图号,则必将在生产中发生误差,引起混乱。

2. 零件的分类码

既然有了零件的识别码,为何还需要有零件的分类码?其实,零件的分类码是推行成组技术时才提出的。这是因为:

(1) 单有零件的识别码,并不能按成组技术要求组织生产。由于零件的识别码只能表示该零件与某一产品一部件间的隶属关系,而丝毫不反映零件的任何结构—工艺特征,因此即使两种不同基本零件的结构—工艺特征完全相同,也无法利用其识别码而把这两种零件归并成组。

(2) 为了推行成组技术的需要,零件除了必须拥有自己唯一的识别码外,还必须拥有分类码。借助一定的分类编码系统,分类码可以反映出零件固有的功能、名称、结构、形状、工艺、生产等信息。零件的分类码不同于其识别码。分类码对于每种零件而言,并非唯一的,即同一分类码可以为许多不同基本零件所共有;或者不同的零件可以拥有相同的分类码。正是利用零件分类码的这一特点,使之能按结构相似或工艺相似的要求,划分出结构相似的零件组或工艺相似的零件组。前者可供产品设计部门检索结构相似的零件和实施零件结构标准化用;后者可供工艺部门对工艺相似零件制订并检索标准工艺资料用。

综上所述,在按成组技术组织生产时,零件的代码必须同时将其识别码与其分类码结合应用。

二、零件分类编码的作用

在实施成组技术的步骤中,首先要建立符合企业生产特点的零件分类编码系统。零件分类编码系统并非只对零件的分类分组有用,其作用和意义远比分类分组深刻得多。对产品零件进行分类分组,那只是零件分类编码系统的功能之一。何况,零件的分类分组也并非单纯依靠零件分类编码系统便可完全解决的。此处必须强调的是,除了能对零件分类分组外,零件分类编码系统的主要功能还在于能搜集和检索有关零件从设计、工艺到生产的各种信息。

1. 利用零件分类编码结果,可以得出企业的零件频谱

众所周知,通过对企业的产品进行分类编码后,便可得到产品中每种自制零件的分类码。分类码中的每个代码分别反映了零件的某个或某些结构—工艺特征。汇总全部产品中自制零件的分类码,并统计出其中每个码位上的每个代码的出现频率,便可得出企业产品零件