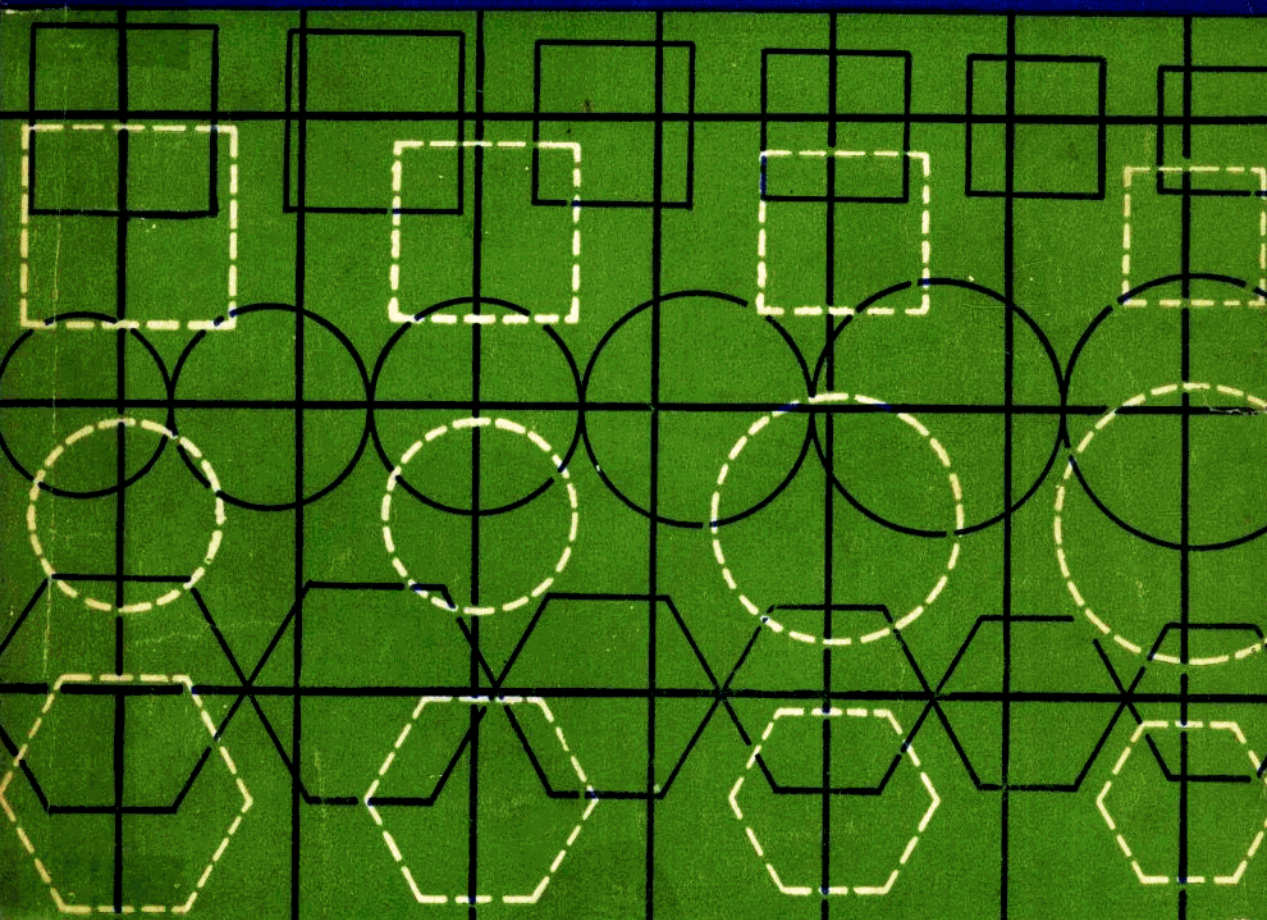




成组技术



航空工业部第三〇一研究所

序 言

成组技术(GT)是一种提高多品种、中小批量生产水平的生产技术和管 理技术。它是在五十年代成组加工和成组工艺的基础上发展起来的。目前已应用于企业生产的全过程——设计、工艺和管理。七十年代以来,成组技术与数控和计算机技术相结合,应用更加广泛,效果尤为显著。

从国内外的实践中认识到:“成组技术势在必行”。这种估计对我国航空工业同样适用。如何从航空工业的实际情况出发,在进行技术改造时,因地制宜、由点到面,逐步引入并实施成组技术,提高企业的适应性和竞争能力有着重要的现实意义。据国际生产工程研究协会七十年代初的预测:到一九九〇年世界上将有百分之七十五以上的机械制造业采用成组技术。

为了便于系统的认识成组技术和在航空工业中开展应用研究,特编写了本书作为教材,亦可供有关人员学习和参考。

本书的大纲由我所会同南京航空学院、北京航空学院、青云仪器厂、航空部四院等有关单位共同商讨制定。由南京航空学院李建康、翟存荣、丁宗红,北京航空学院唐梓荣、李介水、张耀宸、杨光薰等同志执笔写稿,三〇一所负责编审。

全书共分七章:

第一章 总 论	由李建康编写
第二章 零件的分类编码系统	由翟存荣编写
第三章 零件的分类编组	由丁宗红编写
第四章 成组技术在产品设计中的应用	由唐梓荣编写
第五章 成组工艺设计和平面布置	由李介水、张耀宸编写
第六章 成组技术在生产管理中的应用	由杨光薰编写
第七章 成组技术与计算机辅助制造	由李建康编写

本书编写时间仓促,编者又缺乏经验,水平有限,错误之处在所难免,恳请批评指正。

编 者

一九八二、十一

目 录

第一章 总论

§1—1 机械制造发展的历史回顾	(1)
§1—2 提高多品种、小批量生产水平的途径	(3)
§1—3 成组技术的基本原理	(4)
一、机械类产品中零件的出现规律	(5)
二、成组技术的实质	(7)
三、零件的相似性	(11)
§1—4 成组技术的产生和发展	(13)
一、成组技术的产生	(13)
二、成组技术的发展	(13)
三、当代成组技术发展的特点	(15)
§1—5 成组技术的应用和效果	(16)
一、成组技术的应用	(16)
二、成组技术的效果	(17)
§1—6 成组技术的正确认识与实施	(19)
一、正确认识成组技术	(19)
二、恰当地实施成组技术	(21)

第二章 零件的分类编码系统

§2—1 零件分类编码系统的功用和基本要求	(23)
§2—2 国内外零件分类编码系统的发展概况	(24)
§2—3 零件分类编码系统的结构	(27)
一、分类编码系统的总体结构	(27)
二、分类编码系统码位之间的结构	(28)
三、系统的信息容量	(29)
四、码位内信息的排列	(30)
§2—4 零件分类编码系统的建立	(32)
一、建立分类编码系统的基本过程	(33)
二、分析经营状况	(33)
三、确定使用范围	(33)
四、统计零件特征	(34)
五、制订结构方案	(37)
六、现场试用和修改定型	(38)
§2—5 OPITZ 分类编码系统(含 GAF 分类编码系统和 JCBM 法则)	(38)
一、系统的结构	(38)

二、编码实例	(42)
三、系统的特点和存在的问题	(42)
四、GAF 分类编码系统	(44)
五、JCBM 法则 (草案)	(46)
§2—6 KK 分类编码系统	(54)
一、KK—1 分类编码系统	(54)
二、KK—2 分类编码系统	(56)
三、KK—3 分类编码系统	(57)
§2—7 BRISCH 和 CODE 分类编码系统	(75)
一、BRISCH 分类编码系统	(75)
二、CODE 分类编码系统	(77)
§2—8 MICLASS 和 SULZER 分类编码系统	(80)
一、MICLASS 分类编码系统	(80)
二、SULZER 分类编码系统	(81)
附表一 国内外分类编码系统一览表	(88)
附表二 МІТРОФІАНОВ 分类编码系统的基本构成	(91)
第三章 零件的分类编组	
§3—1 零件分类编组的基本方法	(93)
一、目测法	(93)
二、生产流程分析法	(93)
三、分类编码法	(93)
§3—2 生产流程分析法	(94)
一、整理和修订资料	(95)
二、求出基本组	(96)
三、将基本组合并成零件族和机床组	(100)
四、检查机床负荷	(104)
§3—3 分类编码法	(104)
一、选择和研制分类编码系统	(104)
二、零件的编码	(105)
三、零件的分组	(108)
§3—4 零件分类编组方法的新发展	(116)
一、用势函数法的计算机辅助零件分类编组	(116)
二、势函数法零件分类编组的试用结果	(122)
第四章 成组技术在产品设计中的应用	
§4—1 成组技术与产品设计	(125)
一、产品设计中应用成组技术的意义	(125)
二、设计工作中零件图纸的检索	(126)
三、零件的标准化和规格化	(127)
四、利用综合零件编制设计标准资料	(131)

五、苏尔泽(SULZER)公司在零件设计中对成组技术的应用	(132)
§4—2 设计工作中推行成组技术的重要手段	(145)
一、设计工作中使用计算机技术的重大意义	(145)
二、图形显示交互设计系统	(146)
三、数据库方法	(150)
第五章 成组技术在工艺中的应用	
§5—1 概 述	(157)
§5—2 编制成组工艺过程	(158)
一、成组工艺过程的概念	(158)
二、成组工艺过程的编制方法	(159)
三、自动编制工艺过程	(162)
§5—3 成组夹具	(163)
一、概 述	(163)
二、成组夹具的结构特点和应用举例	(165)
三、成组夹具的设计	(171)
§5—4 成组加工的机床设备选择	(177)
一、初步确定生产组	(177)
二、收集和统计生产数据	(178)
三、确定机床设备台数	(178)
四、核算和平衡机床负荷	(178)
五、利用分类编码系统自动选择机床设备的基本原理	(179)
§5—5 生产组机床的平面布置	(181)
一、机床设备的布置形式	(181)
二、确定生产单元机床的排列次序和布置设计工作	(184)
第六章 成组技术在生产组织管理中的应用	
§6—1 概 述	(187)
§6—2 成组技术在组织生产和科学管理中的应用	(188)
一、生产类型及其特点	(188)
二、在生产计划中考虑成组技术	(189)
三、生产指令与成组技术	(189)
四、在生产作业计划中考虑成组技术	(191)
五、在制品管理及仓库管理与成组技术	(195)
六、成组技术与生产组	(195)
§6—3 管理系统的优化	(195)
一、生产组织与管理系统中实施成组技术的优化	(196)
二、优化问题方法的研讨	(198)
§6—4 技术经济分析	(220)
一、技术经济效果的概念	(220)
二、评价技术经济效果的指标	(220)

三、技术经济评审的方法.....	(221)
四、标准化技术经济效果的计算.....	(223)
五、工艺过程方案的技术经济分析.....	(223)
六、采用新工艺装备的技术经济分析.....	(225)
第七章 成组技术与计算机辅助制造	
§7—1 计算机辅助制造	(229)
§7—2 成组技术与数控加工	(231)
一、数控加工.....	(231)
二、数控加工的特点.....	(235)
三、成组技术与数控加工的关系.....	(236)
§7—3 成组技术与计算机辅助工艺过程设计	(238)
一、改进工艺过程设计方法的必要性.....	(238)
二、CAPP的发展概况	(239)
三、CAPP系统的种类	(240)
四、CAPP的效果	(242)
五、成组技术与CAPP的关系	(243)
§7—4 成组技术与柔性制造系统和集成生产系统	(243)
一、柔性制造系统.....	(243)
二、集成生产系统.....	(249)
三、成组技术与柔性制造系统和集成生产系统的关系.....	(251)
主要参考资料.....	(252)

第一章 总 论

§ 1—1 机械制造发展的历史回顾

机械制造技术有着悠久的历史,但在相当长的历史时期内,发展十分缓慢。近二百年来,随着世界科学技术的巨大进步,机械制造逐渐加快了发展速度。尤其是第二次世界大战以来,由于航空、航天装置、大马力动力装置、新型武器以及各种精密机械的发展,使机械制造技术面临着一个又一个难度越来越大的课题。加工精度的要求不断提高;各种新型的难加工材料相继出现;零件的复杂程度逐步增加。在解决这些问题以适应产品要求的过程中,机械制造技术取得了突飞猛进的进步。在机械制造技术的发展中,越来越多地引入其它学科新的理论与技术成果,并与它们紧密结合,这是近代机械制造技术发展的一个重要特征。产品、制造技术和科学理论三者的发展不是孤立的。正相反,它们在发展过程中密切相关,相互促进。这种关系在近四十年的发展中表现得尤其明显。今后,这种相互促进的关系将会进一步加强,而它们的发展速度也将因之进一步加快。

机械制造的加工精度获得了大幅度的提高。与二百年前毫米级的加工精度对照,目前已能对微米级的加工精度稳定地加以控制;0.1~0.01微米级的加工精度也正在进行研究和部分地实现。加工精度的提高为提高产品的性能和可靠性创造了条件。

加工方法也在不断发展。为了解决不断出现的各种新型的难加工材料和复杂形状表面的加工问题,除了不断地改进与完善传统的加工方法外,许多新加工方法(如电火花加工、电解加工、激光加工等)相继出现。在加工方法本身发展的同时,刀具材料、机床设计、驱动装置、控制系统、检测手段等方面也得到了相应的发展。这些发展正是提高加工精度的重要基础,并为提高加工效率提供了可能。

在生产方式方面,自从十九世纪末由手工劳动发展到机械化生产,接着在二十世纪初出现了福特汽车自动生产线以来,人们对于生产过程的自动化发生了极大的兴趣,进行了大量的研究工作。各种类型的自动机和自动线不断出现。这些自动机和自动线在大批量生产中取得了显著的经济效果,为大批量生产找到了一条提高生产率、缩短生产周期、稳定产品质量和降低生产成本的途径。然而,传统的自动机和自动线大都是专用的,它们不具有或很少具有柔性(Flexibility),不能适应产品的变化。当生产的产品批量较小,品种多变时,就不能采用。

从长期的生产实践中人们认识到,不同的生产类型应当采用不同的生产方式和生产手段,才能获得良好的经济效益。例如,在大批、大量生产中,应采用高效的专用设备、工装,流水线式的平面布置,甚至采用自动线;而中、小批或单件生产则宜于采用通用的设备、工装,机群式的平面布置,按产品或部件组成封闭车间等等。这种规律性的经验,人们常称之为“批量法则”。

在“批量法则”这种传统观念的束缚下,小批量生产长时期以来一直处于低效率、长周期、

高成本的落后状态。尽管由于设备、工具和加工方法等方面的改进，使小批量生产的水平也有某些提高，然而始终未能产生重大的突破。

无论国外或国内，小批量生产均占大多数。国际生产工程研究协会(CIRP)^① 1972 年前曾对美国、欧洲和日本各工业部门的生产类型进行过调查，其结果如图 1—1 所示。从图 1—1 (a)中可以看出，单件生产的零件种数约占生产零件品种总数的 35%；小批量生产的零件种数约占 50%；大批生产(指一万件至几万件)约占 10%；而大量生产(指十万件至几十万件)只占 5% 左右。从产值来看，单件、小批生产所占的比重也很大，约占 60%；而大批、大量生产的产值为 40% 左右(图 1—1(b))。我国机械工业的统计表明，生产批量为 10~100 件的零件，约占生产零件品种总数的 70%，而中、小批生产的企业则占企业总数的 95.5%。

随着近代世界经济的发展，科学技术的进步和人民生活水平的提高，产品更新换代的周期将会越来越短，产品的需求越来越多样化，

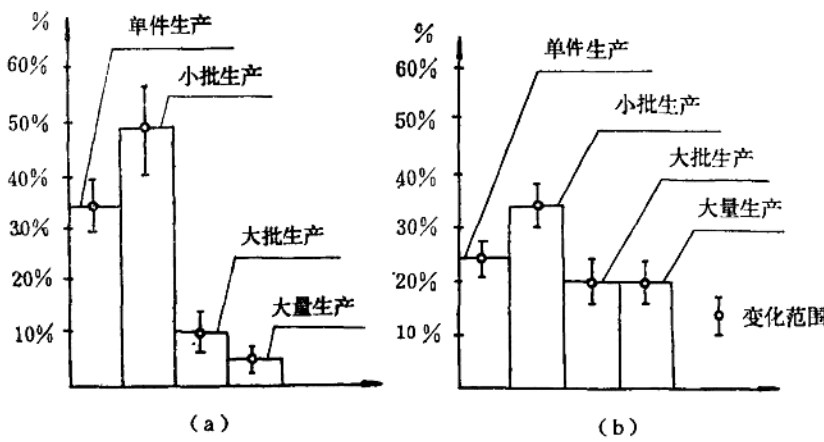


图1—1 零件生产类型的分布

再加上市场竞争的需要，产品的品种、规格将不断增多，而生产批量则逐渐减小。就连大量生产中具有代表性的汽车制造工业，近年来也正在向着增加品种和减小批量的方向发展。因此，今后大批量生产所占的比重还会进一步下降；而小批量生产的比重必将逐步增长。多品种、小批量生产已成为当前和今后机械制造工业发展中不可阻挡的趋势。过去我国某些产品“二十年一贯制”的现象将一去不复返。

航空工业是机械工业的一个分支。它既以一般机械制造技术为基础，同时又具有自身的突出特点。除了质量要求、零件材料和形状方面的特点外，航空工业无论过去、现在和将来都是典型的多品种、小批量生产。一架飞机一般要由 3~4 万个零件组成。这已经就形成了零件多品种的生产特点。再加上多机种和机种变化快的因素，使得航空工业零件多品种的生产特点十分突出。航空产品的生产一般又都是小批量的。在正常情况下，配套生产的零件批量一般都在 50 架份以下。此外还有经常的、大量的新品试制工作。因此，努力提高多品种、小批量生产的生产水平，对于航空工业有着更加重要的意义。

① International Institution for Production Engineering Research

§ 1—2 提高多品种、小批量生产水平的途径

长时期以来,多品种、小批量生产始终保持着传统的生产方式。生产中普遍地采用通用设备和通用工艺装备。它们固然能够适应加工对象的变化,但是加工效率极低,每次调整也需要花费很多时间。机床设备一般又都按照它们的功能,布置成机群式,即形成车工组、铣工组、磨工组等等,并构成生产某种产品或部件的封闭车间或工段。由于零件种类繁多,且经常变换,而每种零件的工艺路线又各不相同,必须按照各自工艺规程规定的工序顺序依次在有关机床上加工,结果造成生产中工件在各机床组之间错综复杂的往返穿梭。这不仅大大延长了工件的运输路线,而且使计划、调度工作变得复杂。工件常常由于等待调度、等待机床调整或等待更换工装而长时间在车间内堆放。

据国外统计,在小批生产中,如果把工件在车间中停留的总时间作为100,那么,工件真正在机床上的时间仅占其中的5%;而工件的运输和等待所消耗的时间则占95%,如图1—2所示。在这5%工件在机床上的时间中,实际进行切削或磨削等加工的机动时间又只占30%;而其余70%则消耗在工件的装卸、定位、测量和换刀等辅助操作上。这就是说,工件在车间内停留的总时间中,真正进行加工的时间,只占1.5%;辅助时间则占3.5%;而绝大部分时间(95%)都消耗在运输和等待上。在我国的机械工业中,这种现象尤为严重。据估计,工件在机床上的时间可能只有2—4%。

在机床上的时间

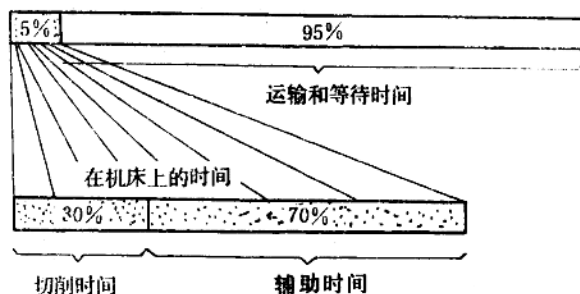


图 1—2 小批生产中工件在车间内时间消耗的分配

从以上分析不难看出,传统的多品种、小批量生产必然存在着生产周期长、生产效率低、在制品储备多、生产成本低、管理工作复杂以及经常不能按期交货等一系列问题,并且长期不能解决。据资料报导,美国生产50件以下机械产品的成本,要比大批量生产同样产品的成本高10~30倍。日本的机械工业中,多品种、中小批生产企业的产值为大批、大量生产企业的2倍;而雇员人数却是大批、大量生产企业的4倍。由此可以看清多品种、小批量生产的落后状况。

上述分析同样符合航空工业的情况。不同之处在于,航空工业由于对质量的可靠性要求极高,无论在批生产或试制中都广泛采用专用工装。这样固然能对保证加工质量和减少辅助时间带来好处,但是另一方面却更增加了生产成本和延长了生产准备周期。

从小批生产中工件在车间内时间消耗的分配可以看出,要缩短小批生产的生产周期,不

外从以下三方面着手:

1. 通过采用先进刀具和合理的切削参数进一步提高切削效率。目前对于先进刀具和各种材料切削加工性的研究仍在国内、外广泛、深入地开展,对于进一步挖掘切削过程的潜力和逐步实现切削过程的优化有着重要的意义。尤其对于难切削材料的加工,更是如此。然而对于小批量生产来说,进行这方面工作所能缩短的仅仅是占工件在车间内停留总时间的1.5%的那部分时间。在提高整个小批量生产水平方面,并不能起很大的作用。

2. 通过改进工艺装备和实现单机自动化,减少加工过程的工件装卸、定位、测量、换刀等辅助时间。但是这只能缩短占工件在车间内停留总时间的3.5%的那部分时间。对于提高小批量生产总的生产水平,作用也不会太大。何况对传统方式的小批量生产,还要从经济效果方面考虑。这样做是否合算。

3. 工件在车间内消耗在工序之间的运输和等待的时间占总时间的95%。努力减少这一部分时间,对于多品种、小批量生产来说,无疑是潜力最大和效果最为显著的方面。

由此可见,要想提高多品种、小批量生产的生产水平,首先应当从减少工件在车间内的运输和等待时间着眼。只有在此基础上,再加上采用高效率的设备和工装,或实现适合于多品种、小批量生产的自动化,以及通过使用合理的切削参数,提高切削效率,才能使多品种小批量生产全面、有效地达到缩短生产周期、提高生产率、减少在制品、降低生产成本、简化管理工作和提高按期交货率等目的。

为了实现上述目标,多年来,人们曾在技术和管理方面进行了许多研究工作,但大都收效不大。近年来在不少企业的实施中获得卓著成效,并被世界各国公认为对改变多品种、小批量生产的落后面貌具有战略意义的,则是成组技术。成组技术为不断提高多品种、小批量生产水平开辟了一条正确和有效的途径。在实施成组技术的基础上,使多品种、小批量生产有可能采用先进的生产方式、制造技术和管理方法,进而实现生产过程的自动化,从而收到大批量生产的效益。

多品种、小批量生产的自动化不同于传统的自动化。这种自动化的制造系统必须能够适应加工对象在一定范围内的变化,因而是柔性的自动化。成组技术与数控技术和计算机技术的结合,提供了发展柔性自动化的可能性。除了实现单台NC、CNC或加工中心机床上的自动化外,近年来又出现了实现整个工艺过程自动化的柔性制造系统(FMS—Flexible Manufacturing System)。这种制造系统充分利用计算机技术和数控技术的灵活特点,既具有高度自动化水平,又能适应多品种、小批量生产的需要,是机械制造技术的一个新的重要发展。柔性制造系统只有在成组技术的基础上建立,才能给生产上带来应有的技术经济效益。另一方面,通过建立柔性制造系统,将使成组技术得以在更高的水平上实施,因而在提高多品种、小批量生产的水平方面能够显示出更加巨大的威力。

§ 1—3 成组技术的基本原理

在大批量生产中,由于相同的加工对象数量很多,可以把这些相同的产品、部件或零件组织在一起,采用高效、专用的设备与工装、流水线式的设备布置进行生产,因而获得很高的技术经济效益。然而,在多品种、小批量生产中,产品、部件的种类较多,零件的种类更多,而每种零件的生产批量又较小,在“批量法则”的约束下,就不能采用大批量生产中的那

些先进工艺手段和设备布置形式。在大量的多品种、小批量生产的企业中，仍然在因循着传统的生产方式。对于企业中生产的每种产品和每种零、部件，都采取分别对待，单独处理的办法。要生产的每种零、部件，都必须专门为之设计绘图，制订工艺规程，准备工装，编制生产计划和作业计划，进行加工等。从不或很少考虑不同产品的零、部件之间的关系。当一种产品停产时，这种产品原来所用的一整套图纸、工艺文件、专用工装即全部报废。这种把每种产品和产品中的零、部件完全孤立起来的传统观念与做法，不仅造成了生产过程中各项工作严重地复杂化，而且使多品种、小批量生产无法摆脱长期以来的落后状态。

一、机械类产品中零件的出现规律

不同的机械类产品，尽管其用途和功能各不相同，然而每种产品中所包括的零件类型却存在着一定的规律。西德阿亨工业大学于1960~1961年曾在机床、发动机、矿山机械、轧钢设备、仪器仪表、纺织机械、水力机械和军械等26个不同性质的企业中选取了45,000种零件，进行了分析、研究。结果表明，任何一种机械类产品中的组成零件都可以分为三类：

第一类(A类)：复杂件或特殊件

这一类零件在产品中数量少，约占零件总数的5~10%；但结构复杂，产值高。不同产品中，这类零件之间差别很大，因而再用性低。例如机床床身、主轴箱、溜板、飞机和发动机中的一些大件等均属此类。

第二类(B类)：相似件

这一类零件在产品中的种数多，数量大，约占零件总数的70%，其特点是相似程度高，多为中等复杂程度，例如各种轴、套、法兰、支座、盖板、齿轮等。

第三类(C类)：简单件或标准件

这类零件结构简单，再用性高，多为低值件，一般已组织大量生产，如螺钉、螺帽、垫圈等。

上述零件出现的规律，可用图1—3中的分布曲线表示。图1—4所示则为零件的复杂性、再用性以及在产品中所占的比重三者之间的关系。

上述结果说明，尽管各种机械类产品的功能、结构各不相同，但是，各种产品的组成零

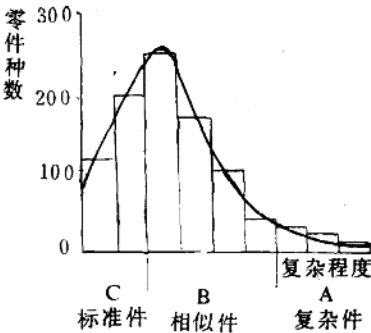


图1—3 机械产品中不同复杂程度零件的分布曲线

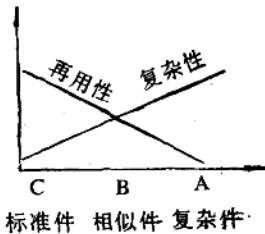
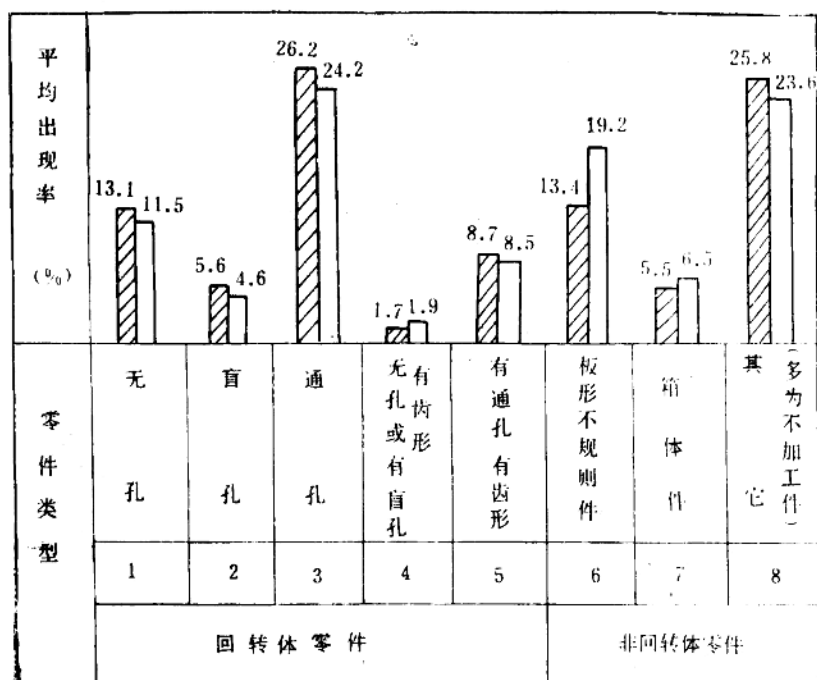


图1—4 零件的复杂性、再用性以及所占比重之间的关系

**表 1—1 捷克机械制造技术与组织研究所(VUOSO)对
若干机床厂的零件调查统计结果**

零 件 种 类		平 均 出 现 率 (%)	出 现 率 的 分 散 (%)
回 转 体 类	轴	22.9	21.4~24.5
	法兰	9.1	8.4~10.5
	轴套、螺钉	25.2	22.6~29.6
	齿轮	11.8	4.3~17.0
	其它回转体零件	2.5	1.1~4.9
非 回 转 体 类	平板件	9.5	7.9~12.2
	杠杆型件	3.5	2.3~5.3
	不规则形件	2.3	0.9~3.4
	箱体型件	2.2	1.3~2.9
其它(大多数为不加工件)		11.0	6.0~15.6

表 1—2 捷克与东德机床零件类型的统计比较



捷克



东德

件却有一定的出现规律。同时还说明,在各种机械类产品的组成零件中,占大多数(70%左右)的是相似件。在这一大类中,虽然每一种类型的零件之间(如一种轴与另一种轴,一种齿轮与另一种齿轮等)并不相同,而它们在功能结构和加工工艺等方面却存在着大量的相似特征。

捷克机械制造技术与组织研究所(VUOSO)对若干个机床制造企业的产品中各种零件进行统计分析,得到如表 1—1 所示的结果。这些机床厂的产品包括车床、钻床、卧式镗床、磨床、齿轮加工机床等,彼此差别很大。但是各种零件在产品中的出现率则大体上是一致的。

表 1—2 为捷克和东德两个国家对机床行业产品中各种零件出现率调查统计结果的比较。从以看出,这两个国家机床零件类型的分布是很相近的。

英国生产工程研究协会(PERA)和机床工业研究协会(MTIRA)也进行过许多零件统计分析工作,所得结果与上述情况基本一致。

这一现象表明,在每一类机械产品中,各种类型零件的出现率具有明显的规律性和稳定性。这种规律性和稳定性并不是一种偶然现象。它是与机械类产品的功能和结构有关的某种客观规律的反映。

上述分析告诉我们,多品种、小批量生产中,尽管要生产的零件种类繁多,数量较少,但是,每一类产品中各种类型零件所占的比重则大体上是一定的。尤其重要的是,在占机械类产品中零件大多数的相似件之间,存在着大量的相似性。我们只有充分利用多品种、小批量生产中加工对象的这些特征,采取适当的组织和技术措施,才有可能使多品种、小批量生产的水平大幅度提高。这正是成组技术的任务和目标,而各种类型零件出现的规律和它们中间的相似性,也就成了成组技术的前提和基础。

二、成组技术的实质

成组技术一词,译自英语 Group Technology,缩写 GT。长期以来,国外与国内的有关文献中,曾对成组技术赋予了许多定义。这些定义尽管大都触及到成组技术的实质,但是由于对成组技术所定义的广度和深度不同。所以定义的内容也就各不相同。到目前为止,成组技术尚无统一的、严格的定义;这种现象说明,成组技术正处于迅速发展和成熟的过程中。不同的定义,正是成组技术在不同发展阶段中不同发展水平的反映。

那么究竟什么是成组技术呢?按照本书的观点,成组技术的广义定义是:将许多各不相同,但又具有相似信息的事物,按照一定的准则分类成组,使若干种事物能够采用同一的解决方法,以达到节省精力、时间和费用之目的。长久以来,人们从经验中认识到,把相似的事物集中起来加以处理,可以减少重复性劳动和提高效率。这一类的例子几乎在各种工作和生活领域到处可见。所以,成组技术并不是一种全新的概念。然而,要在具体工作中自觉地建立和应用这一概念,并使之科学化、系统化和形成一整套具有完整体系而又行之有效的技术,则是近二十余年来新的发展。

成组技术的普遍原理可以适用于各种工作领域。凡是存在着相似性的地方,都可以应用成组技术。本书所讨论的仅限于成组技术在机械制造领域的应用。当在机械制造企业的生产系统范围内研究成组技术时,成组技术可定义为:将企业生产的多种产品、部件和零件,按照一定的相似性准则分类编组,并以这些组为基础组织生产的各个环节,从而实现产品设计、制造工艺和生产管理的合理化。图 1—5 为这一概念的示意图

在机械制造领域内,成组技术首先是在零件制造工艺方面开始应用和逐步发展起来的。

对于一个制造系统来说,加工对象的信息是最重要的输入信息。这些信息在制造系统中经过转变、运送和存储等处理,最后形成具有所要求信息的成品,如图1—6所示。

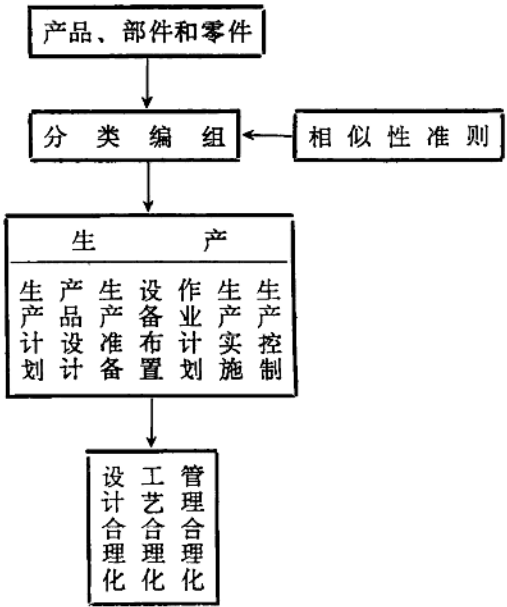


图 1—5 机械制造成组技术的概念

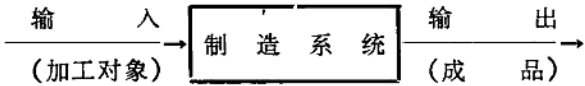


图 1—6 制造系统的简化框图

在多品种生产中,输入制造系统的是多种零件的信息。这些信息在输入制造系统之前,总要以某种方式加以组织。假设某企业生产 A、B、C 三种产品。每种产品的零件种类和单位时间内的生产批量用矩阵形式表示,如图 1—7 中上部所示。矩阵中行代表组成该产品的零件种类;列代表单位时间内生产的零件数量。在传统的多品种生产中,每种产品的每种零件都是单独向制造系统投入进行加工的。所谓对输入信息的组织,仅是确定各种零件的投入顺序,例如,先加工 $a_{11}, a_{21}, \dots, a_{L1}$, 再加工 $b_{11}, b_{21}, \dots, b_{m1}$, 然后加工 $c_{11}, c_{21}, \dots, c_{n1}$, 此后再按一定顺序加工其它种类的零件。由于输入制造系统加工的零件品种繁多,每种零件的生产批重又小,所以只能采用通用机床和按照机床类型排列,形成车床组、铣床组、磨床组等等,成为传统的机群式布置。图 1—7 的下方为这种布置形式的机床矩阵。其中行表示同一类型机床的数量;列表示各种机床类型:例如 $M_{11}, M_{12}, \dots, M_{1r}$ 为切断和打中心孔工序用的机床; $M_{21}, M_{22}, \dots, M_{2q}$ 为车床; $M_{31}, M_{32}, \dots, M_{3s}$ 为铣床; $M_{41}, M_{42}, \dots, M_{4t}$ 为磨床等。

在这种制造系统中,要生产的每种零件都要依次经过有关机床的加工。工件在工序间的运输路线长而且复杂;经常发生排队、等待现象,而有些机床则又停工待料;机床的调整和

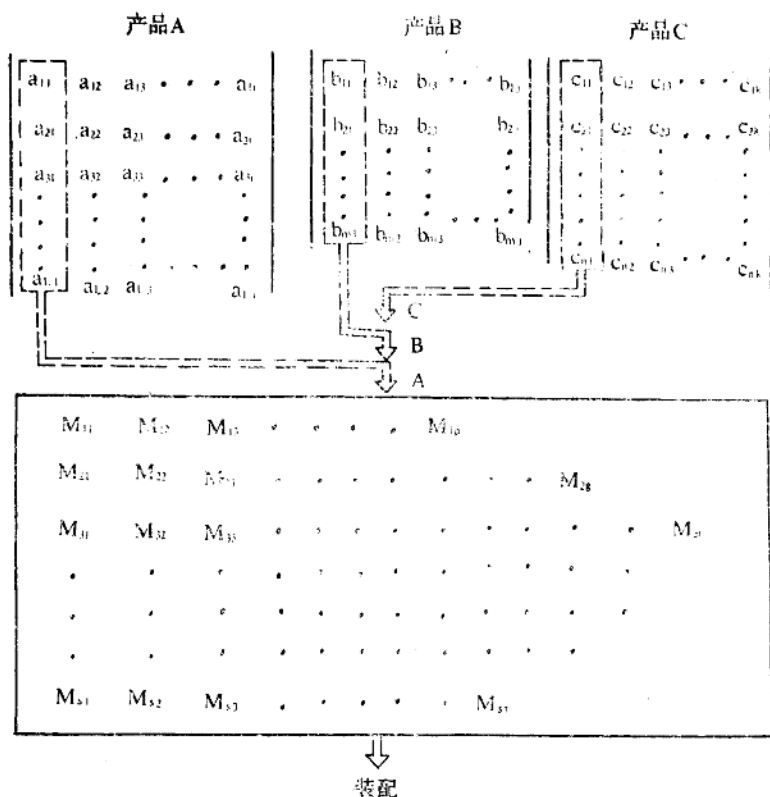


图 1—7 传统的多品种生产方式

工装的更换也频繁费时。用这样的方法组织制造系统的输入信息，必然造成生产周期长、效率低、在制品多、成本高、管理工作复杂，以及加工质量得不到可靠保证等弊病。

如果按照图 1—8 所示的方法，把产品 A、B、C 中相似的零件组织在一起，形成零件组(族)，然后再以零件组(族)为基础，组织制造系统的输入，则情况就大不相同。例如，将产品 A 中的零件 a₁₁, a₂₁, …, a_{L1} 与产品 B 中零件 b₁₁, b₂₁, …, b_{m1} 以及产品 C 中的零件 c₁₁, c₂₁, …, c_{n1} 这几种相似零件组成一个零件组(族)X；产品 A 中的 a₁₃, a₂₃, …, a_{L3} 与产品 B 中的 b₁₃, b₂₃, …, b_{m3} 以及产品 C 中的 c₁₃, c₂₃, …, c_{n3} 又组成相似的零件组(族)Y；同样还可以组成零件组(族)Z、U、V、W 等等。生产中以零件组(族)为单位组织制造系统的输入。这样就用一组相似零件的批量代替了每一种零件的批量，使生产批量大大增加，因而能够减少机床的调整和工装的更换，并有可能采用高效率的设备与工装。

为了进一步提高生产效果，可以相应地将制造系统也重新加以组织。图 1—8 下方所示的每个制造系统是专门针对某个零件组(族)的加工而建立的。制造系统中所包括的机床类型和数量取决于被加工零件组(族)的工艺要求和生产批量。这种制造系统常叫作生产(制造)单元(Manufacturing Cell)。由于同一组(族)零件的工艺路线相似。因此就可以按照工序的顺序排列机床，形成流水线式的布置。从而在生产中使工件的运输路线缩短，工件排队、等待现象大为减少，加工质量也容易得到保证。

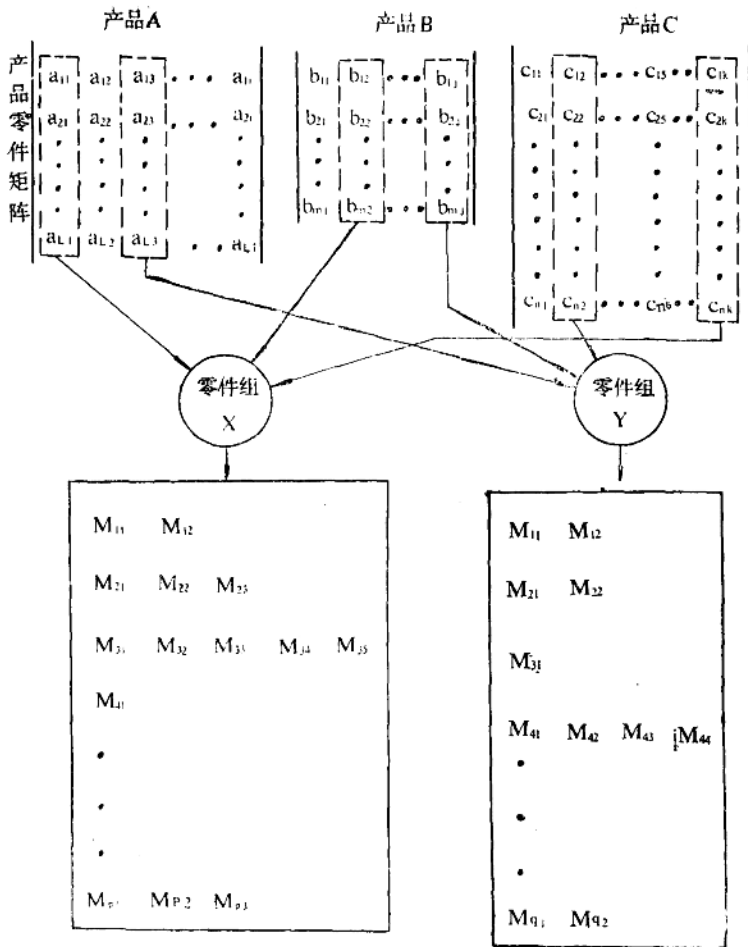


图 1—8 以成组技术为基础的生产方式

可见,在机械制造工艺范畴应用成组技术的实质是,将生产的多种零件按照一定的相似性准则分类编组,并按零件组(族)组织生产,用扩大了成组批量取代每种零件较小的批量,从而有可能采用适当的高效设备、工装和流水生产方式,使小批量生产获得大批量生产的效益,达到缩短生产周期,提高生产率,降低成本,简化生产管理,减少在制品储备,稳定生产质量等目的,最终将大大提高企业的生产水平和竞争能力。在制造工艺范围内应用成组技术,我们也常称之为成组工艺。

成组技术与成组工艺在英语中并未加区别(皆为 Group Technology)。然而成组技术的含意更广。在机械类企业的生产范围内,它不仅包括成组技术在工艺方面的应用,还同时包括在产品设计和生产管理方面的应用。

在产品设计中应用成组技术,通过将企业中过去生产过的零件、部件分类编组,可供新产品零、部件设计时进行检索,使设计出新品中的零、部件尽量与已有图纸相同或相似,并进而实现某些零件形状、尺寸和形状要素的标准化,从而减少设计工作中的重复劳动,减

少零件的品种，从根本上改善多品种、小批量生产的条件。

在生产管理中应用成组技术，将从传统的按产品组织生产的方式，转变为按零件组(族)组织生产。这不仅是有有效地实施成组工艺的必要条件，而且使许多管理工作大为简化，为促进企业从落后的经验管理走向科学管理，并进而向现代化管理过渡创造了有利条件。

成组技术的目标在于提高包括产品设计、制造工艺和生产管理在内的整个企业的生产水平。但是，成组技术不同于一般的工程技术。它并不能取代某种工程技术来解决生产中的具体工程技术问题。例如，成组技术能促使产品设计的合理化，但它并未在提高产品设计性能和结构方面，提出什么新的理论和方法；成组技术可以推动生产管理水平的提高，但是它并不能代替计划、经济等方面的先进管理技术；成组技术能够提高制造工艺水平，但它既不创造新的加工方法，也不探讨合理选择加工过程参数的理论与技术。成组技术的本质在于探求多种不同生产对象之间的内在联系，把本来认为是独立的、互不相关的生产对象和生产环节，通过相似性原理，使之系统化和统一化，以便使各种具体工程技术更充分、有效地发挥作用。由此可见，成组技术虽然不能代替设计、工艺、管理中的任何一种具体工程技术，但是它却能指导所有这些工程技术在多品种生产条件下的正确使用，并为它们的合理使用创造条件。因此，成组技术从总体上说是一种组织性措施，其组织原则建立在生产过程各环节的合理分工和实现专业化的基础之上。当然，成组技术本身又是一种技术，随着其自身技术水平的提高，成组技术在提高企业生产水平上能够发挥越来越大的作用。

成组技术的核心和关键是按照一定的相似性准则对零件分类编组。因此，零件的相似性乃是成组技术的基础。而成组技术则正是对零件的相似性进行识别和运用的技术。

三、零件的相似性

多品种生产的机械制造企业中，在品种众多的零件之间，存在着大量的相似性，这是个客观事实。只有利用这种相似性，才有可能把本来各不相同、杂乱无章的多种生产对象组织起来，科学地形成若干个零件组(族)，并在此基础上，采取适当措施，提高生产水平。

什么是零件的相似性？所谓零件的相似性是指零件所具有的各种特征的相似。每种零件都具有多种特征。正是这些特征的组合，才构成区别于其它种零件的一个零件品种。然而，许多零件的某些特征又可能相似或相同，这些相似或相同的特征，就构成了零件之间的相似性。

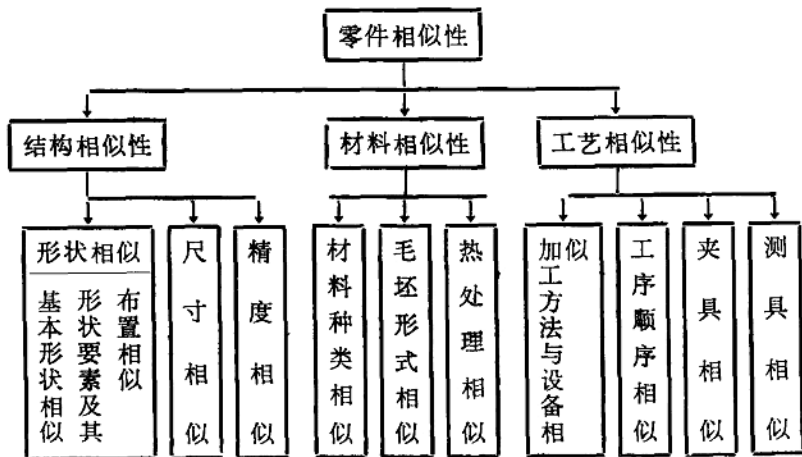


图 1—9 零件的相似性