

成组工艺

〔英〕 C. C. 加拉格尔 著
W. A. 奈 特

机械工业出版社

CHENGZUGONGYI

成 组 工 艺

[英] C. C. 加 拉 格 尔 著
W. A. 奈 特

潘 启 杞 译



机 械 工 业 出 版 社

本书系根据英国 Butterworth 有限公司1973年出版的 第1版 “Group Technology” 一书译出的。全书共分 13 章, 分别叙述了成组工艺的基本原理、零件统计、应用方法和步骤、单元设计、组织管理、经济效果、零件设计的合理化、机械零件的分类方法和成组工艺机床等。内容侧重于生产组织的合理化和零件分类方法, 通俗易懂, 可供机械加工工厂的工艺人员和管理人员阅读。

Group Technology
C. C. GALLAGHER
W. A. KNIGHT
BUTTERWORTHS

1 9 7 3

成 组 工 艺

〔英〕 C. C. 加拉格尔 著
W. A. 奈特
潘启杞 译

*

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ · 印张 $7^{1/4}$ · 字数 187 千字
1981年2月北京第一版·1981年2月北京第一次印刷
印数 0,001—8,000 · 定价 0.91 元

*

统一书号: 15033 · 4910

译 者 的 话

成组工艺是实现中小批量生产合理化和自动化的一种行之有效的管理方法和工艺方法。它的应用,可从根本上改进企业的生产组织和管理方式,实现企业内部生产的专门化,并有利于设计和生产工作的标准化。因此,在国外已得到广泛应用。

在我国,已有少数企业不同程度地应用了成组工艺,并已初步取得效果。为了更广泛地推广成组工艺,特向读者推荐《成组工艺》一书。本书较系统地介绍了成组工艺的原理和应用,对生产组织的合理化和零件分类方法作了较多叙述。

成组工艺的实施,涉及到企业从产品设计到制造的各个部门,要取得预定的效果,需要各部门全体职工的正确认识和互相协作。所以本书适于机械制造工厂的生产领导干部、管理干部和技术人员阅读。

全书译出后,曾经汉江机床厂王国忠、吴仲武同志校阅,在此表示感谢。

由于译者水平不高,难免有错误和不当之处,请批评指正。

译者

前 言

成组工艺可应用到任何多品种小批量生产的工业中去，它的原理，已在看来很不相同的领域中得到应用：如焊接、铸造、冲压、锻造和塑料压铸等领域，并势必会扩大到其它许多工业中去。

为了使生产更富有流水性，使管理简化和便于控制，本书的重点是放在生产流程的重新组织上，而不是放在机床刀具配置之类的工艺改进上。人们感到，虽然后者是重要的，但在许多企业，主要的效益在于前者。

推行成组工艺决不是一种“生搬硬套”。每个工厂，其应用是不同的。因此，本书将致力于介绍成组工艺的应用原理，介绍一些应用实例。成组工艺的应用，会从根本上影响到一个企业的总体制和各个部门的内在联系，所以，在着手一项重大改革前，应该考虑到它的长远影响。它不仅将改变企业绝大多数职工过去已经习惯了的工作方式，而且将促使他们用新的思想方法来考虑问题。虽然应用成组工艺和提高生产自动化程度应该是相辅相成的，而不应该是相互矛盾的，但是，用一组机床进行类似零件的专业化生产这一概念，也许会被人误解为是一种低级的生产方式。

本书一个重要部分是用来介绍工业零件的分类方法，这一点是经过慎重考虑的。毫无疑问，在过去，由于过多地强调了零件分类方法，以致于有损于探索生产实践方面更富有成果的发展。然而，话虽那么说，应用成组工艺时，分类方法仍然常常是首先需要的主要工具，有许多有用和实用的分类方法仍然埋在学术性的文献中。也许有些企业有兴致去试验一些不大知名的分类方法，听听他们的经验会很有益处的。

有些章节，含有一些关于数据处理方面的很基本的资料，这些资料，对于熟悉本学科的人看来，可能认为是多余的。但本书不但考虑到学术人员的需要，而且考虑到各类实习工程技术人员和学生们的使用，在这些中间，有许多对这些方法也许还没有什么经验。

C. C. 加拉格尔
W. A. 奈 特

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 成批生产中的情况	1
1.2 成组工艺技术	3
1.3 历史述评	4
第 2 章 零件统计	11
2.1 机床的性能	11
2.2 低利用率	13
2.3 低利用率的影响	17
2.4 零件类型分布的稳定性	20
2.5 机床的选择	22
第 3 章 用分类法实现成组工艺	30
3.1 分类方法的选择	30
3.2 资料的收集和编码	33
3.3 制造零件的分组	35
第 4 章 用生产流水分析法实现成组工艺	46
4.1 引言	46
4.2 工厂流水分析	47
4.3 资料收集	47
4.4 穿孔卡的数据安排	48
4.5 工艺路线的分类	53
4.6 分析	55
第 5 章 生产单元布置	58
5.1 关键机床的概念	58
5.2 合成零件	60
5.3 零件的程序安排	64
5.4 机床组的负荷平衡	64

VII

5.5	设备的技术要求	65
5.6	生产单元布置	69
第6章	实施的组织机构	77
6.1	原则	77
6.2	人员	78
6.3	生产管理	79
6.4	检验和维修	84
第7章	组织结构和人员	86
7.1	组织原则	86
7.2	工业实践	90
7.3	人员和工艺变化	92
7.4	工业和人的关系	93
7.5	生产单元组织	94
7.6	付酬方法	95
第8章	经济效果	97
8.1	引言	97
8.2	主要费用	98
8.3	生产准备费用	99
8.4	年度运转费用	101
8.5	总成本	107
8.6	结论	109
第9章	减少品种和合理化设计	110
9.1	不必要的零件品种	110
9.2	零件辨别方法	116
9.3	用于设计检索的零件分类和编码	118
9.4	零件分类多种效益	120
9.5	减少零件特征的多样性	124
9.6	产品设计的合理化	124
第10章	工业零件的分类方法	130
10.1	引言	130
10.2	零件分类方式	134
10.3	机械加工零件分类法	135

10.4	金属成形零件分类法	136
10.5	冲压件分类法	138
10.6	铸件分类法	139
第 11 章	机械加工零件分类法	142
11.1	无编码分类法	142
11.2	编码分类法	143
	乌奥索(VUOSO)基本分类法(捷克)	143
	乌斯特(VUSTE)分类法(捷克)	143
	布里希(Brisch)分类法(英国)	149
	科西埃(KCI)分类法(日本)	151
	奥匹兹(Opitz)分类法(西德)	151
	皮兹森(PGM)分类法(瑞典)	157
	牙玛(IAMA)分类法(南斯拉夫)	157
	艾利斯-查麦斯(AllisChalmers)分类法(美国)	162
	斯图嘉特(Stuttgart)分类法(西德)	162
	毕特勒(Pittler)分类法(西德)	168
	计得美(Gildemeister)分类法(西德)	168
	丰田(Toyoda)分类法(日本)	168
	尼特马什(Niitmash)分类法(苏联)	169
	扎福(Zafo)分类法(西德)	173
	威皮特(VPTI)分类法(苏联)	179
	采用穿孔带的佩拉(PERA)分类法(英国)	179
	采用穿孔带的乌奥索(VUOSO)分类法(捷克)	184
	采用穿孔卡的利特摩(Litmo)分类法(苏联)	184
	采用穿孔卡的 DDR 标准分类法(东德)	187
第 12 章	金属成形零件和铸件的分类法	191
12.1	闭合模热锻件的史皮斯(Spies)分类法(西德)	191
12.2	闭合模锻件的古烈维奇(Gurevich)分类法 (苏联)	191
12.3	开模锻件的华尔德(WALTER)分类法(东德)	192
12.4	平锻和立锻件的奥斯瓦德(AUERSWALD)分 类法(东德)	193

12.5	冲压件的普斯曼 (PUSCHMAN) 分类法(西德).....	195
12.6	冲压件的奥匹兹分类法(西德).....	199
12.7	冲压件的塞福特 (SALFORD) 分类法(英国).....	199
12.8	旋压件的斯图嘉特(STUTT GART)分类法(西德).....	203
12.9	铸件的马立克(MALEK)分类法(捷克)	203
第 13 章	成组工艺与集成生产系统	208
13.1	引言	208
13.2	集成生产系统的组织	209
13.3	建立集成生产系统	211
13.4	现有与建议采用的加工系统	213

第 1 章 绪 论

工业上大量生产的特点是大量生产尺寸相同外形相同的零件，通过广泛采用自动化设备、专用机械和流水线生产方法，达到高效率生产的目的。但这种生产设备投资高，生产上先天缺乏灵活性。

但是，工业中的大多数产品零件都是中小批量生产。在这些工业部门中，所生产的零件品种多、批量小，因而限制了自动化设备的广泛应用，所以，通常都采用通用性强，灵活性大的设备进行生产。而成组工艺就是一种使批量生产采用诸如流水线和自动化程度较高的生产方式来提高生产率的方法。

1.1 成批生产中的情况

在一个单件小批量生产的典型工厂中，其机床都是按惯例照图 1.1 a 所示的机群式布置的。因此，对于这样一种金属切削加工工厂，可能有一个车削工段，在这工段中，集中了工厂所有各种金属切削卡盘车床。还可能有一个铣削工段，在这工段中，布置了各种型号规格的铣床。此外，还可能与其它加工工段，如磨削、钻削和镗削工段，如此等等。每个机群式工段都是一个各自管理的独立单位。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，通常都要往返多次。结果由于重新调整机床造成大量时间浪费，特别是，当接连加工很不相似的零件时，会造成每台机床前堆积着大量等候加工的零件。

此外，小批单件生产必然带来品种繁多的情况。结果造成各种零件接连不断往返于各工段之间，直到最后工序。总之，造成生产周期长而且不固定，给调度和生产管理带来大量问题。为了调整和控制这种流动情况，曾采用了种种给加工车间投料和管理

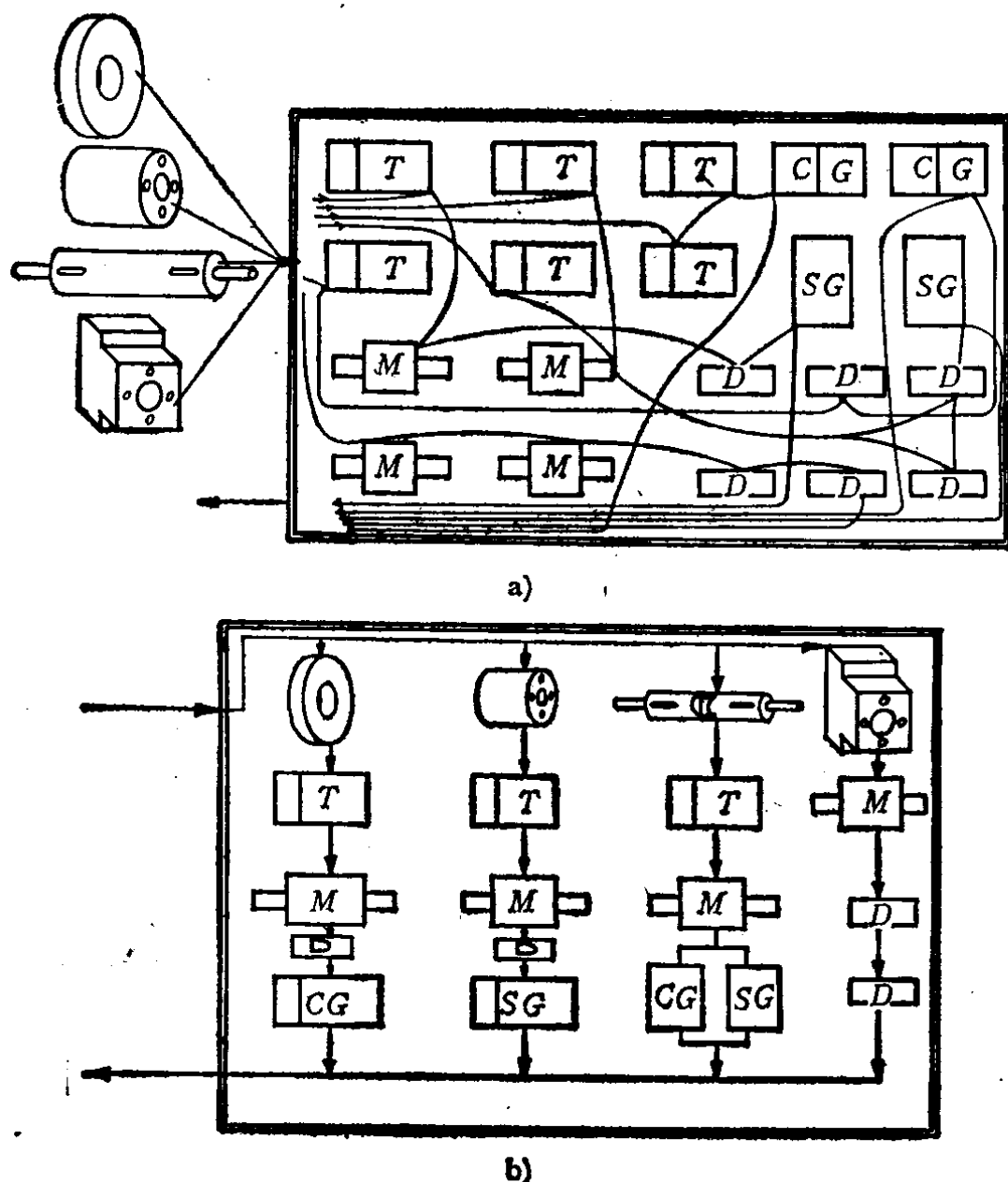


图1.1 机群式布置和成组式布置

a) 机群式布置 b) 成组式布置

T—车床 M—铣床 D—钻床 SG—平面磨床 CG—外圆磨床

的方法，但在很大程度上由于所估计的工件流通和加工时间不准确，所以成功程度各不相同。

最后，工件生产周期长和不固定常常是影响小批生产者交货的问题所在。这个问题并非次要，因为，各个零件通常都要装配成复杂昂贵的最终产品，如果有一个零件生产贻误了，就会妨碍产品总装的完成。而进一步的后果是，为了保证按时交货，大量追加并贮备大量的备件。这种库存投资是很大的。为把这种投资

减少到最低限度，给管理上会带来很大的压力。

总的来说，生产流水问题，控制在制品过多的问题，制造时间过长问题，零件品种过多问题，所有这些问题，均与成组工艺有关。

1.2 成组工艺技术

成组工艺是这样一门技术：在生产中，将有关类似的零件进行判别和分类，以便获得象流水生产法那样所固有的经济效益，发挥加工相似零件的优越性。一个制造企业对成组工艺所能应用的范围，将取决于它所生产的产品零件的数量和种类以及零件制造的工艺要求。目的是要大大减少在制品，通过缩短生产周期，提高交货能力。这种效果是将看来很不相同的大量零件分成具有类似加工工艺的各种零件族，并为这些零件族成组配备最适当的生产设备来获得的。

这个问题也可从某一工厂内的产品和各个零件之间的基本关系来研究。

这种产品和零件之间的关系如图 1.2 所示。总装成的产品，可能彼此不大相同，但构成这些产品的部件 (Sub-assemblies) 却表现出一些相似的特点。例如，所有齿轮箱体都有一些类似的

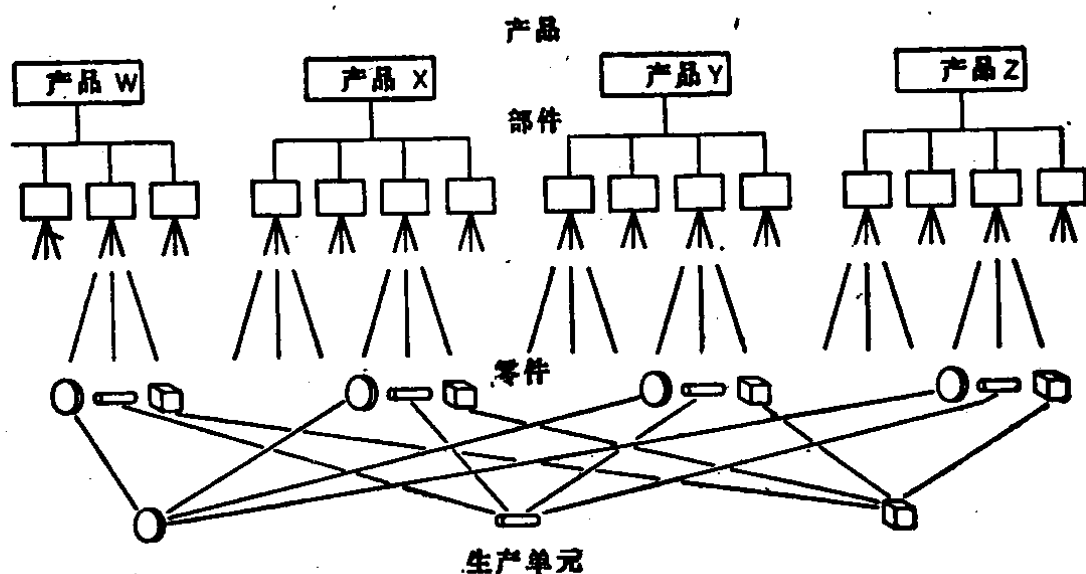


图1.2 产品、部件和零件之间的关系以及制造类似零件分组

特点；当将这些部件分解成各个零件时，就会出现表面上很不相同的零件。成组工艺是通过利用存在于这些生产零件之间的类似性，以达到减少零件制造时间和成本的目的。为了制造某种类型和尺寸的零件，需要建立一些生产单元(Cell)。这种方法可能与传统的机群式车间布置方法完全不同，因为传统方法是强调制造工序的专业化，而不是强调零件类型。

为每族零件选择出一组机床，以成组方式布置在一起（图1.1b），使工件按照加工顺序，从一台机床送到下一台机床。加工时，每一工件不一定都要经过每一台机床的加工，但单元内的机床应能满意地完成该族零件中所有加工工序。

成组式布置方法的主要优点是，减少了零件加工工序之间的运输和等候时间，而且，通过设计一些快换的成组刀具和夹具^{1, 2}，或者通过编排零件族内零件的加工程序^{2, 3}，可以把机床重新调整时间减少到最低限度。因而，总的结果是，减少了零件制造时间。从而可以采用比较简单有效的生产控制方法并可为工厂的管理结构的合理改革提供基础³。同时，这个方法是以有关成组的概念去考虑零件的，因而还可获得其它方面的效益：包括促进标准工时和标准刀具的应用；有利于设计和生产工作的标准化；易于为设计和生产进行检索以减少零件品种，实现资料的标准化。

采用成组工艺的难点之一是，从品种繁多的全部零件中确定要求在相类似机床上进行类似加工工序的零件族。对这方面的问题已作了相当的强调，尤其是强调有关零件分类和其它有助于这种分类工作的其它技术。在本书中，除对成组工艺对工厂组织、工作情况以及减少品种、标准化、零件统计有关方面的综合影响作了考虑外，还对采用成组工艺的各个阶段作了考虑。

1.3 历史述评

成组工艺概念是最近才出现的，但在专门组织的机床上加工一些形状类似的零件，或者在成批生产中采用流水线生产的想法并不是新的。可是这种技术并没有采用工厂组织方面的任何概念，

而这一概念在本世纪或更长的一段时间内没有为工业界所了解。今天的方法与过去的方法主要区别在于：第一，以前许多不完整的想法和技术已发展成为一门完整的学科；第二，这门学科现在在世界工业上的应用，不论在规模上和幅度上，都是空前的。但在某些情况下，还要强调一下这种历史上的联系。

早在1925年，R. E. 弗兰德斯(Flanders⁴)在给美国机械工程师学会的一篇关于如何制造机床的文章中写道：“琼斯·拉姆逊(Jones·Lamson)机床公司避免了在制造和生产管理中的困难”。它所使用的方法，就是今天的成组工艺。其中，强调了下述原理：“产品标准化，按产品划分车间，而不是按加工工种划分车间，减少运输，用直观法代替以前的用记录的遥控法”。图1.3表示转塔车床车间的总布置情况，图1.4是轴和主轴工段的布局情况。

J. C. 克尔(Kerr)在1938年给生产工程师协会一篇关于通用工程车间的设计文章中，提出了机床成组“划分”的思想。“总意图是，固定机床的标准加工对象，并与其它机床按加工顺序进行安排，使之能够象单一产品的车间那样有节奏地进行流水生产，由于减少了用于不同产品的不同零件的各种工序的机床数目，就更容易掌握机床的负荷”。

1949年，瑞典Scania-Vabis A/C卡车·汽车厂的阿恩·科宁(Arn. Korling)在巴黎发表了一篇关于“成组生产及其对生产率的影响”的文章⁶。文章中谈到了该厂在应用成组生产中的广泛改组情况。

“成组生产的原理是，在成批生产的机械加工车间中应用流水线生产……，这就是说，要把车间完全分散成一些小的独立生产单元或生产组。每一生产单元配备有加工某一类专门零件需要的全部机床和有关设备”。其所采用的轴类加工路线和车间布置如图1.5和图1.6所示，看起来，是非常现代化的。

虽然已从三个国家引出了一些例子，但这些例子只想强调一下，成组工艺内在的基本原理早已为人熟知，只要仔细查阅一下本世纪初的西欧或东欧工业发达国家的工程杂志，就会发现许多

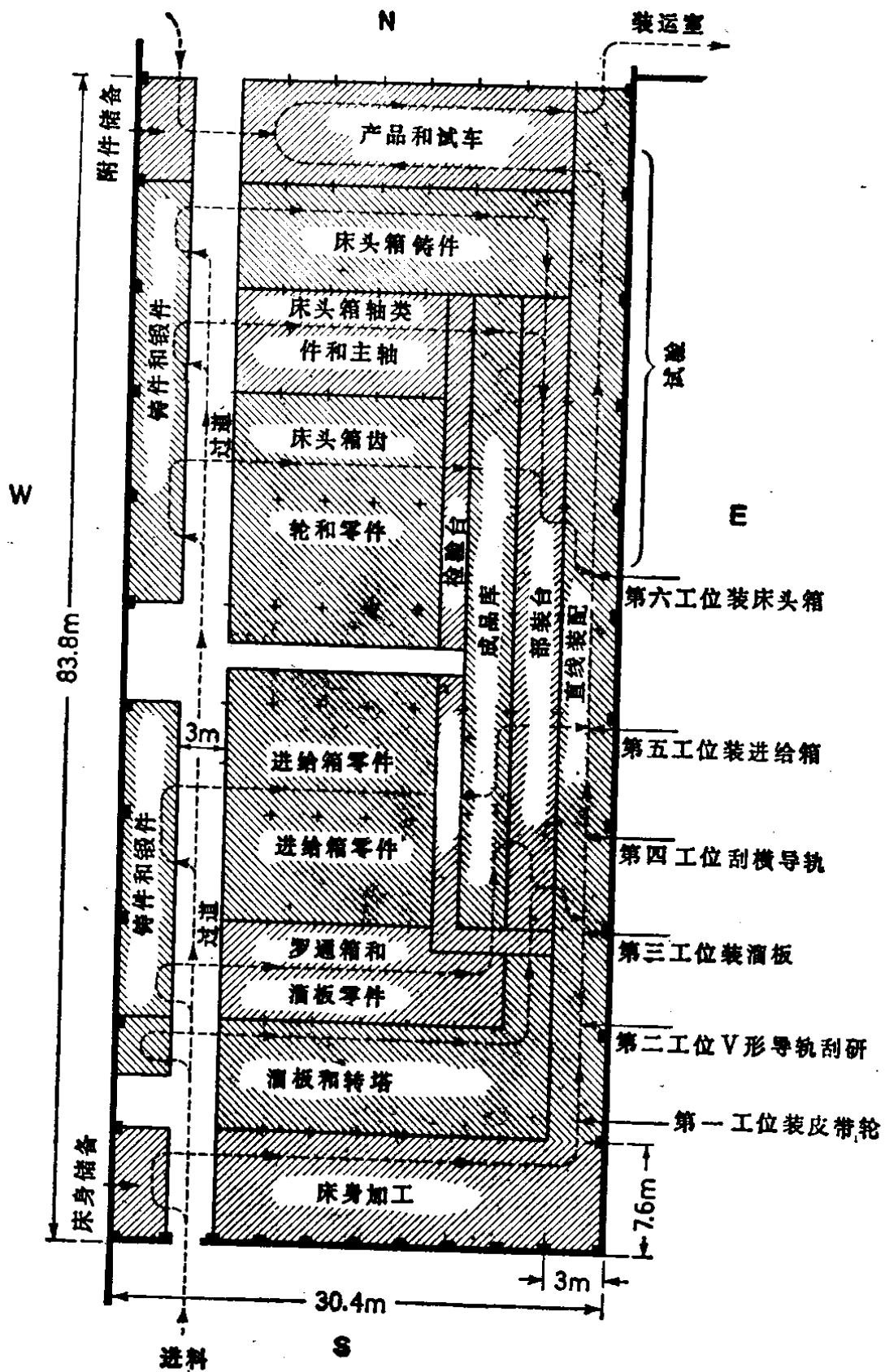


图1.3 1925年转塔车床车间的总布置图

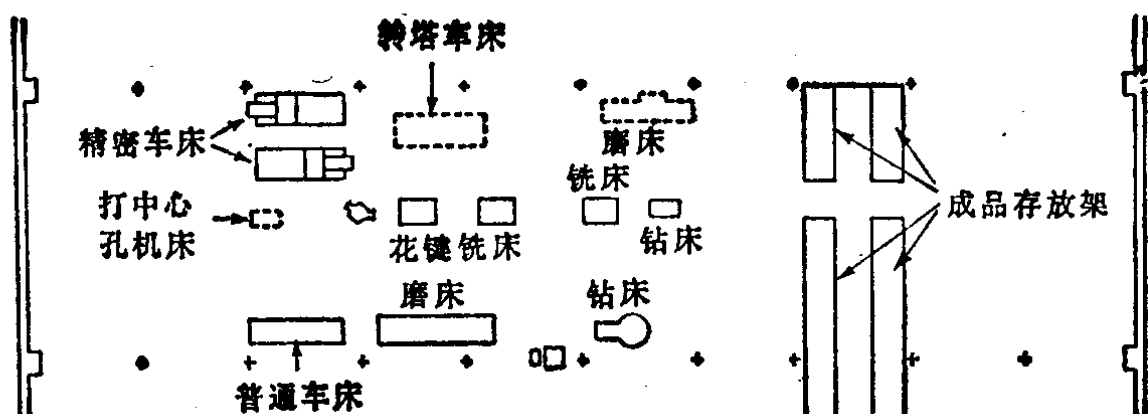


图1.4 1925年轴和主轴加工工段的布置图

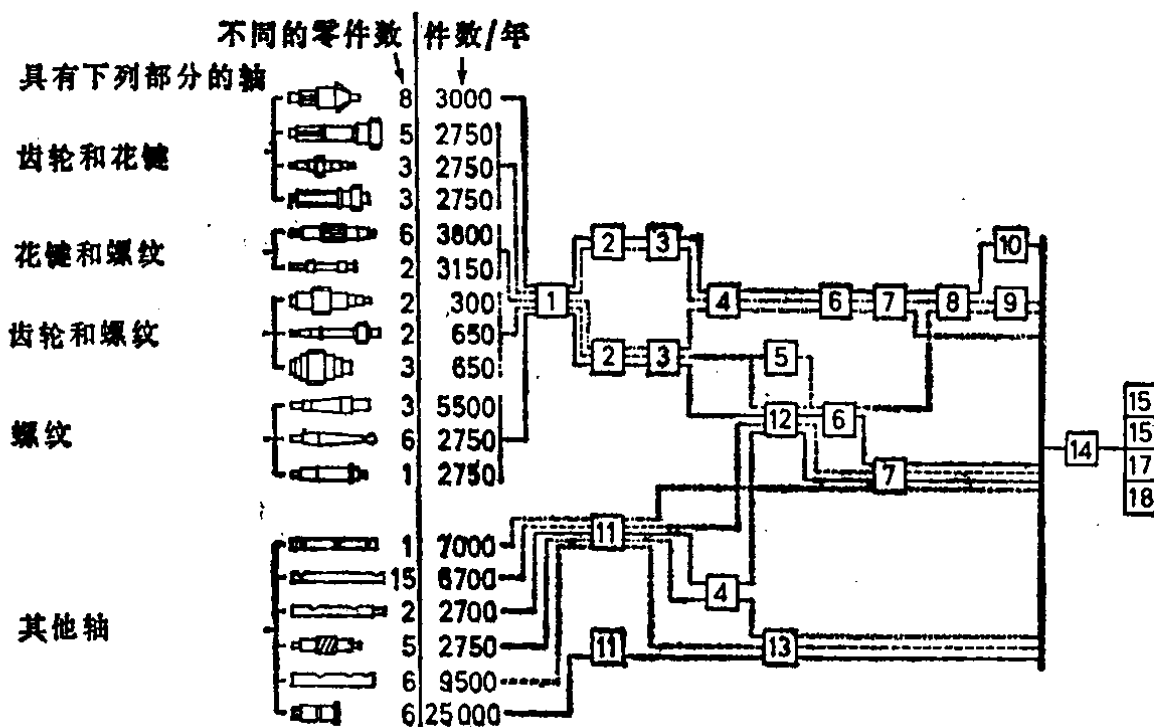


图1.5 轴类零件组的加工路线图

1—中心孔车床 2—液压仿形车床 3—普通精加工车床 4—花键铣床 5—键槽铣床 6—螺纹铣床 7—三速钻床 8—外圆磨床 9—齿轮铣床 10—齿轮切齿机 11—转塔车床 12—万能铣床 13—液压龙门铣床 14—检验 15—淬硬部门 16—磨削部门 17—终检 18—装配

类似的例子。下面介绍的一些情况，不足为正规的史料，而只是按地理位置编排，将过去 15 年来对本学科有过贡献的一些比较重要的组织团体作一扼要的枚举而已。

⊖ 原文无此编号——译者。

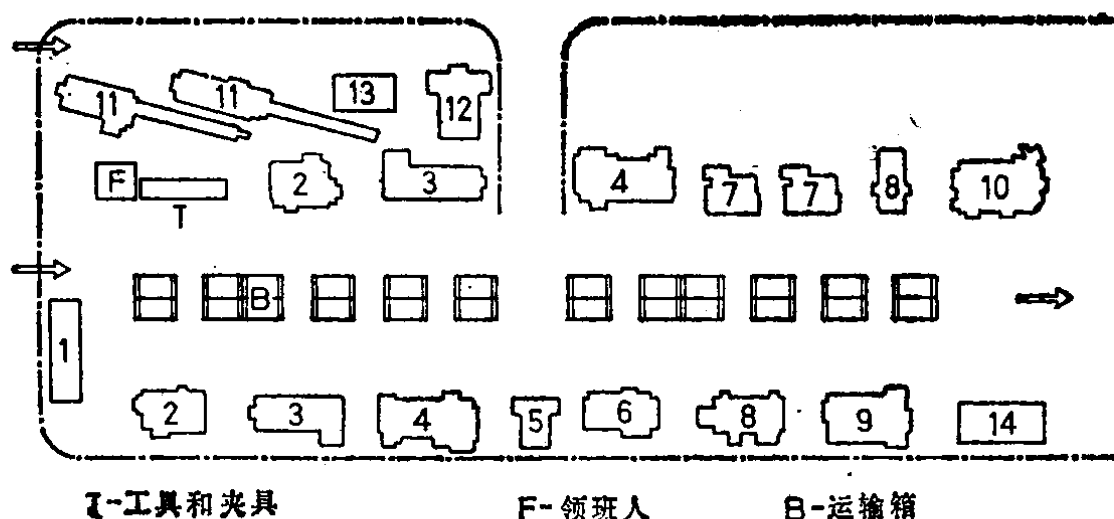


图1.6 轴类件车间的布置图

1958年，苏联密特洛凡诺夫(Mitrofanov)“成组工艺的科学原理”一书的发表和1960年德国奥匹兹(Opitz)教授关于工件统计著作的发表，使人们对本学科产生了广泛的兴趣。工业界为什么会为这些发表准备了条件呢？它的几个可能的原因是：

(1) 机械加工企业的发展使原有的零件编号系统和归档系统(filing system)难以适应。

(2) 提出了利用大规模地减少零件品种来降低制造成本的要求。

(3) 电子数据处理应用的迅速发展要求较详尽地研究分类和编码系统。

(4) 已有了把大量生产的经济效益扩大到小批生产中去的愿望和要求。

到1965年，在苏联至少有800个工厂采用了成组工艺，并发表了大量有关文献。在这方面最杰出的工作者有密特洛凡诺夫⁷、伊万诺夫(Ivanov)¹⁰和登·杨乌科(Dem Yanyuk)¹¹。可能在这个国家，中央计划经济制度特别有利于采用成组工艺和这个国家一直大力推行全国标准化政策，如确定尺寸的优选范围等，肯定已证明是行之有效的。

在西德，阿亨(Aachen)工业大学对成组工艺进行了富有成效的工作，该大学在六十年代初所进行的工件统计学的研究已成