

高等学校教材



飞机制造工艺学

[苏] A.Л.阿比波夫 等著

余公藩 张 钧 等译

程宝莱 校



630.639

西北工业大学出版社

内 容 简 介

全书共二十四章, 主要介绍了飞机制造工艺学原理、飞机零件制造工艺、装配工艺、安装试验工艺、生产工艺准备和产品构造工艺性问题等。本书总结了苏联七十年代飞机制造工艺的实践经验 and 理论研究成果, 也吸收了西方国家飞机制造工艺方面的部分先进经验。既体现了经验与理论的相结合, 又指出了今后发展的方向。所涉及的问题多种多样, 内容丰富, 选材精炼, 适应性强。书中所介绍的内容对我国航空工业的技术改造和发展很有参考价值。

本书可作为高等院校有关专业师生, 航空航天工业部门工程技术人员的参考书。

飞机制造工艺学

[苏] A. И. 阿比波夫 等著

余公藩 张 钧 等译

程宝藻 校 责任编辑 郑文治

*

西北工业大学出版社出版

陕西省新华书店发行

西北工业大学印刷厂印刷

*

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 25 字数 600 千字

1986 年 1 月第一版 1986 年 1 月第一次印刷

印数 0001—3000 册

统一书号: 15433·014 定价: 4.00 元

HK/7/09

译者的话

本书是苏联高等航空院校的飞机（直升机）制造工艺学教科书，是七十年代教材的修订本。内容较之以前版本更加精炼和新颖。它是我国航空院校飞行器制造工程专业和飞行器设计专业的一本比较理想的参考教材，对航空和宇航工业部门广大工程技术人员的业务进修和扩大视野也极有裨益。

翻译本书的过程中，译者力求忠实于原著的实质内容，文字上尽可能地使之适合我国航空专业教育和科研、生产的状况。原著中欠妥之处都作了相应的订正。

本书的绪论、第一、二、三章由翟平同志翻译，第四章由沈德辅同志翻译，第五、六、八、九章由周维贤同志翻译，第七、十、十一章由张钧同志翻译，第十二、十三、十五、十六、十七、十八、十九、二十章由余公藩同志翻译，第十四章由贺耀华同志翻译，第二十章由张其林同志翻译，第二十一章由孟昭明同志翻译，第二十二、二十四章由李正平和李志尧同志翻译。余公藩和张钧同志担任主译。

由于译者水平的限制，译文中一定有很多缺点，甚至错误，诚恳地请读者批评指正。

全书承蒙程宝蓀教授校阅，并为本书写了序言，谨致感谢。

译者

1985.6.

序 言

由 A.Л.阿比波夫教授主编的《飞机制造工艺学》(1982 年俄文版),是苏联航空院校现时使用的一本专业教科书,它按专业课程教学大纲的要求,从增强适用性出发,系统地总结了苏联七十年代飞机(直升机)制造工艺的实践经验 and 理论研究成果,也吸收了西方国家飞机制造工艺方面的部分先进经验,它加强了经验与理论的相互结合,并指出了发展方向。因此,它的内容极为丰富,所涉及的技术问题多种多样。由于抓住了工艺机理和计算机应用这个纲,选材精炼,编排恰当,全书内容并不显得繁琐,较之过去的同类教科书和专著有显著改进。它删去了许多陈旧的和非主要的内容,注意了工艺方法之间的机理联系和传统工艺技术与新工艺技术之间的衔接和过渡,增加了许多新颖而先进的内容,并作了较大幅度的综合处理,反映了飞机制造生产、科研和教学上的变化、发展和需要。

在工艺过程方面,增强了其经济效益分析、其机械化和自动化原理、其所用的现代先进技术和卓有成效的典型工艺、典型工序和成组技术的应用等。

在计算机应用方面,增加了计算机辅助工艺方案设计和工艺规程设计,与计算机辅助几何设计相衔接,辅助绘图、加工、检测和质量控制,并介绍了计算机分三级辅助飞机生产管理的经验。

在新材料、新结构、新工艺方面,增加了纤维复合材料结构的制造工艺和精密加工技术等,内容的系统性和适用性都很强。

在传统工艺上也介绍了一些新的发展,如立体模线、工艺飞机和工艺部件在互换协调技术中的应用,飞机制造质量控制系统等。

我国航空工业是在五十年代苏联援建的基础上发展起来的,本教科书中介绍的内容对我们的技术改造和发展很有参考意义,较之西方国家的飞机制造工艺技术易于引用。

该书也有一些不足之处,如几何误差尺寸链的解法与公差分配,以及装配夹具和型架的结构刚度设计,仍沿用我们早已不用的二十多年前的资料,无大发展。在计算机应用中,对一体化制造系统和数据库也未作应有的阐述。

总的看来,该书不失为一本优秀的专业教科书。担任其翻译和校对的诸同志,以准确而流畅的译文出色地完成了全书的翻译。该书可供航空院校飞行器设计专业和飞行器制造工程专业师生参阅,并可供航空工业部门广大的工程技术人员参考。

程宝堃 1985.4.

原 序

本教程的第二版是根据航空院校飞机制造专业《飞机制造工艺学》教程的大纲编写的。本教程的特点是适用性强以及其中所涉及的问题多种多样。本书总结了大量的实际材料，并将很多航空院校研究的理论问题和制造工程师的实践经验进行了结合。

本教程总结了莫斯科航空学院“飞行器制造工艺”教研室讲授《飞机制造工艺学》的集体经验，书中对一般的工艺规律和工艺问题的解决方法给予了特别的注意。

第一次系统叙述飞机制造基本理论的书籍是1937年由В.Ф.巴布洛夫(В.Ф.Бобров)教授主编的《飞机制造基础》。这本书是由很多作者集体完成的，它在培养苏联航空专家中起过重要作用。之后，在不同的年代也出版了一些《飞机制造工艺学》教程和一些单独的篇章，它们的作者是教授В.Ф.尤里金斯(В.Ф.Юргенс)，М.И.拉祖米兴(М.И.Разумин)，П.П.乌斯巴斯基(П.П.Успасский)，П.Ф.丘达列夫(П.Ф.Чударев)，В.В.巴依卓夫(В.В.Бойцов)，И.А.兹里诺夫(И.А.Зернов)，В.П.格里高里也夫(В.П.Григорьев)，副教授Л.А.柯诺洛夫(Л.А.Коноров)等。1970年出版了由А.Л.阿比波夫(А.Л.Абибов)教授主编的第一本完整的《飞机制造工艺学》教程，它的作者为教授А.Л.阿比波夫，Н.М.比留柯夫(Н.М.Бирюков)，В.В.巴依卓夫，В.П.格里高里也夫，И.А.兹里诺夫，С.В.叶里谢也夫(С.В.Елисеев)，П.Ф.丘达列夫，副教授Л.А.柯诺洛夫等。

本版中，作者力图全面反映飞机制造中发生的变化，本国和外国在发展新的航空技术并组织其成批生产时，在制造工艺和工艺因素范围内的科学技术成就。

编写本教程时，按照航空院校教学大纲，考虑到学习本课程的学生已获得了一般机械制造、公差与技术测量、材料强度、材料结构、切削原理、机床与工具等必要的知识。

本教程系统地讲述了飞机和直升机生产的工艺原理，分析了由板材、锻件、模压件、陶瓷和粉末冶金等制造零件的工艺过程和由新型复合材料制造结构元件的工艺过程，以及各类组合件、段件、部件和全机(机体)的装配、安装和试验过程。在讲述基本工艺过程时，尽量做到使学生容易领会理论的和物理的基本原理，使他们能够获得完成各种工序的连贯性知识、掌握技术-经济指标的计算方法、掌握在某些确定情况下工艺参数的计算方法以及典型设备和工具等的知识。在一些专门章节中，还讲述了成批生产时工艺准备的基本知识。

在分析工艺过程时，作者尽量把注意力放在所设计的飞机和直升机的工艺性、保证零件制造和安装装配工作的高质量和安全可靠的工艺方法以及生产的机械化和自动化等方面。

和第一版比较，本版提供了更详尽的说明和补充，合并了某些章节，个别章节进行了重写，增加了利用电子计算机设计工艺过程的新材料。

本教程是以下人员集体劳动的成果：教授А.Л.阿比波夫(第8、14、15、18章)，Н.М.比留柯夫(第7、10章)，В.В.巴依卓夫(第20、21、22、24章)，В.П.格里高里也夫(第12、13、17章)，И.А.兹里诺夫(第3、9、23章)，副教授В.В.巴夫洛夫(В.В.Павлов)(第19章)，教授П.Ф.丘达列夫(第1、5、6、11章)，А.И.亚里

柯维兹 (А.И. Ярковец) (第2、4、16章)。

作者对莫斯科航空工艺学院“飞行器制造工艺”教研室全体人员和教授 П.Н. 别里亚宁 (П.Н. Белянин), В.Н. 柯雷辛 (В.Н. Крысин), О.С. 西洛特金 (О.С. Сироткин), 副教授 В.Б. 尤达耶夫 (В.Б. Юдаев), В.С. 别杜什柯夫 (В.С. Петушков), Г.А. 莫洛特卓夫 (Г.А. Молодцов), 以及工程师 А.П. 洛岗柯夫 (А.П. Роганков) 等在审阅原稿时提出的宝贵意见和在出版准备工作中给予的帮助表示感谢。

作者: А.Л. 阿比波夫, Н.М. 比留柯夫, В.В. 巴依卓夫, В.П. 格里高里也夫, И.А. 兹里诺夫, П.Ф. 丘达列夫, А.И. 亚里柯维兹。

审 阅: 技术科学博士 П.Н. 别里亚宁教授和以 К.Э. 齐奥尔科夫斯基命名的莫斯科航空工艺学院“飞行器制造工艺”教研室。

《飞机制造工艺学》: 航空高等院校教科书。作者 А.Л. 阿比波夫, Н.М. 比留柯夫, В.В. 巴依卓夫……等。主编 А.Л. 阿比波夫。——第二版, 经过修改和补充——莫斯科, 苏联机械制造出版社, 1982年。

目 录

原 序	1
-----	---

第一篇 飞机制造工艺学原理

第一章 飞机制造的特点	1
§ 1 飞机和飞机生产的特点	1
§ 2 飞机制造企业的结构、生产过程、生产计划和产量	3
§ 3 飞机制造工艺的概念、工艺过程及其组成	4
§ 4 生产类型	6
第二章 飞机生产和使用中保证质量的工艺方法	9
§ 1 工业产品质量的一般概念	9
§ 2 保证规定寿命的工艺方法	12
§ 3 形成最小重量结构的工艺方法	14
§ 4 保证按规定准确度制造和装配产品的一般原则	15
§ 5 协调产品形状和尺寸的模线一样板法	21
§ 6 质量技术检验的基本方法	30
第三章 工艺过程的经济效益	33
§ 1 提高劳动生产率的工艺方法	33
§ 2 降低产品成本的工艺方法	38
第四章 工艺过程的机械化与自动化原理	46
§ 1 机械化与自动化的结构和工艺前提	46
§ 2 工艺过程的自动控制系统	46
§ 3 数字程控系统	52
§ 4 检测过程自动化	61
§ 5 自动线	62
§ 6 工业机器人	64
§ 7 加工中心和联动机床	66

第二篇 飞机零件制造程序

第五章 产品特性和工艺过程分类	68
§ 1 零件的结构工艺特点	68
§ 2 零件制造所用金属及其合金的毛料和典型半成品	69
§ 3 工艺程序的分类	72
第六章 用分离半成品和去除余料方法赋形的加工程序	73
§ 1 加工程序的分类和加工余量	73
§ 2 机械加工程序	75
§ 3 电加工程序	94
§ 4 电化学加工程序	96
§ 5 化学加工程序	97
§ 6 声学加工程序	98
§ 7 热学加工程序	99
第七章 利用冷变形方法的成形过程	101
§ 1 钣料冲压	102
§ 2 体积冲压	130
§ 3 表面层变形	135
§ 4 安全技术	139
第八章 塑料、陶瓷和粉末冶金零件的制造	141
§ 1 飞机制造中所用塑料的特性	141
§ 2 塑料制品的制造	142
§ 3 制造陶瓷零件和粉末冶金零件的材料特性	148
§ 4 陶瓷零件和粉末冶金零件的制造	149
第九章 热处理程序	152
第十章 制造零件使用的工艺装备	155
§ 1 专用机床夹具的功用及其组成部分	155
§ 2 毛坯在夹具中的定位	157
§ 3 夹紧元件和机构	166
§ 4 机床夹具元件的标准化	171
§ 5 供程序控制机床使用的夹具的特点	174
§ 6 专用机床夹具的设计方法	175
§ 7 设计压制备料工艺装备的方法	176

第十一章	飞机零件制造工艺规程的设计原理	177
§ 1	零件制造工艺规程的传统设计方法	177
§ 2	零件制造工艺规程设计的当代发展趋势	180
§ 3	设计工艺规程的综合方法	181
§ 4	选择结构流程图的实例和零件制造工艺规程的详细设计	186
§ 5	采用综合设计方法拟定 АСПТП	189

第三篇 装配过程

第十二章	装配过程的工艺特征、装配方法和装配基准	191
§ 1	装配过程的工艺特征	191
§ 2	装配方法和装配基准	194
§ 3	在夹具中装配的装配基准	197
§ 4	各种定位方法的精度和技术-经济指标	202
§ 5	对投入装配的零件的要求	203
§ 6	飞机制造中所用连接的一般特征	204
第十三章	铆接结构构件和板件的装配	205
§ 1	铆接工艺过程和铆钉型别	205
§ 2	制孔和制沉头铆钉窝	206
§ 3	压铆与锤铆	210
§ 4	铆接方法对铆接接头寿命的影响	213
§ 5	特种铆钉	214
§ 6	铆缝和工件的密封方法	215
§ 7	铆接质量检验方法	218
§ 8	安全技术	219
§ 9	典型的铆接结构构件和板件装配	219
第十四章	焊接和钎焊结构的构件和板件的装配	222
§ 1	利用熔焊的装配过程	222
§ 2	压焊的装配过程	228
§ 3	金属和合金的钎焊过程	233
§ 4	焊接和钎焊接头的质量检验	236
§ 5	对焊接和钎焊连接的结构的要求	237
§ 6	焊接和钎焊的安全技术	238
第十五章	胶接结构构件和板件的装配	239
§ 1	胶和胶接的特征	239

§ 2	胶接的主要工序及其所用的设备和工具	240
§ 3	由板料和型材制的工件的胶接过程	242
§ 4	蜂窝夹芯结构的制造	242
§ 5	有泡沫塑料夹芯的构件、板件和段件的制造	246
§ 6	混合连接的制作过程	247
§ 7	胶接质量检验	247
第十六章	可卸连接及其工艺	249
§ 1	可卸连接的形式及其构造—工艺特征	249
§ 2	长寿命螺栓连接的制作工艺	250
第十七章	金属结构段件和部件的装配	256
§ 1	段件和部件的结构—工艺特征	256
§ 2	非板件化结构的段件和部件的装配	258
§ 3	板件化结构的段件和部件装配	260
§ 4	由段件装配成部件	264
§ 5	部件外形的检验	266
第十八章	纤维复合材料段件和部件的制造	269
§ 1	复合材料的性质和应用范围	269
§ 2	段件和部件的制造方法	272
§ 3	制造工件示例	277
§ 4	设备、工艺装备和工具	280
§ 5	质量检验和安全技术	281
第十九章	装配工艺过程设计	282
§ 1	装配工艺过程设计的某些特点	282
§ 2	选择定位方式和装配工艺装备构成	284
§ 3	确定完成装配工序的顺序	288
§ 4	工作装配工艺过程的设计	289

第四篇 设备和操纵系统的安装、总装配、生产准备

第二十章	设备部件装配以及设备和操纵系统的安装和试验	294
§ 1	机械装配工作	294
§ 2	安装工作的一般特点	298
§ 3	机上设备安装的结构—工艺修整	301
§ 4	机上设备在部件车间的安装、检验和试验	310

§ 5 机上设备的动作修整和寿命试验·····	323
第二十一章 飞机(直升机)的总装配和试验·····	327
§ 1 总装配过程·····	327
§ 2 机载设备的检查试验·····	335
§ 3 飞机(直升机)的飞行试验·····	342
第二十二章 飞机(直升机)成批生产的工艺准备·····	347
§ 1 生产工艺准备工作的内容与范围·····	347
§ 2 生产工艺准备的意义和主要的组织原则·····	347
§ 3 完善生产工艺准备的途径·····	353
第二十三章 飞机和直升机的构造工艺性·····	357
§ 1 对飞机和直升机构造的一般工艺性要求·····	357
§ 2 飞机设计—工艺分解为部件、板件和构件·····	358
§ 3 零件和机上设备系统的工艺性·····	360
§ 4 构造工艺性的定量评价·····	361
§ 5 不同设计阶段中所解决的工艺性问题·····	363
§ 6 制品工艺性和效率的相互关系·····	363
第二十四章 装配夹具和检测工艺装备的设计、安装与协调·····	365
§ 1 装配夹具的用途及其技术要求·····	365
§ 2 典型装配夹具的分类及其结构·····	369
§ 3 装配夹具的设计·····	374
§ 4 装配夹具的制造与安装·····	376
§ 5 装配夹具的相互协调·····	381
§ 6 装配夹具的使用和主制厂与复制厂之间工艺装备的协调·····	383

第一篇 飞机制造工艺学原理

第一章 飞机制造的特点

§1 飞机和飞机生产的特点

飞机生产的特点首先取决于飞机的外形尺寸、飞机的用途和飞机的战术-技术要求。通常,可将飞机看成是一个机体,在其内部布置了飞机着陆装置(起落架)、发动机、操纵系统以及其它专门机构和仪表。

飞机上的很多机构和仪表都是复杂的装置,它们在结构、技术要求以及制造过程上有很大的不同,这就要求设计人员、工艺人员和工人在一定程度上要专业化。因此,飞机中的发动机、专门的机构和仪表都是在航空工业和无线电工业等的专门企业中制造的。

在机械制造的不同产品中,以飞机为产品对象时,会具有一系列特征。

机体零件数量大、品种多 现代飞机中布满了各式各样的设备、仪表和机构。大型飞机机体构造中,零件的数量(不计标准件),可达十万件以上。专用仪表和机构有数百件。飞机的这种特点,使得飞机生产中必须采用数量很大、种类不同的工艺过程和专用设备。因而,拟定计划、检验和统计在产品等工作就变得十分复杂。

使零件数量显著减少的措施之一是在机体构造中采用整体构件和整体壁板(铸造的、冲压的和挤压的)来代替装配式结构。

采用的材料品种繁多 现代的旅客机中,约有70%的零件是用各种牌号的轻合金制造的,约有25%是用合金钢制造的,其余部分则是用塑料、橡胶、纺织品、陶瓷和金属陶瓷制造的。

随着飞机以超音速在更大高度上飞行,考虑到它在高温和低温下的工作条件,对它的安全性提出了更高的要求。为此,必须采用新材料,例如耐热高强度钢、钛合金等。这就使得飞机上采用的材料品种不断扩大,而这些材料中有很多又难以用通常的方法进行加工。因此,为了用这些材料制造零件,就必须研究新的工艺方法。

空间形状复杂 机体的外形尺寸很大,由于重量的限制,大部分机体结构元件(整流片、发动机罩、翼尖等)的刚度很小。为此,就需要深入研究能够体现飞机特点的各类零件的制造过程(如在特种和专用仿形铣床和弯曲机床上加工,在拉形机上成形等)。使飞机生产过程复杂化的原因还在于机体零件的尺寸范围从几毫米(紧固件等)变化到几十米(长桁、翼梁缘条、板材蒙皮、整体壁板、整体隔框、框架等)变化。同时,大部分尺寸很大的

零件刚度很小，这就使得由零件装配组合件和部件时难以获得准确尺寸。正是由于以上这些特点，在飞机制造中不得不采用数量相当多的装配安装夹具和其它夹具，以及保证组合件、壁板和部件等互换性的特种工艺方法。

安装—装配、调整和试验工作的劳动量很大 制造现代飞机时，这些工作的劳动量约占总劳动量的 50%。

在机体结构中，大量采用了铆接、焊接、钎焊、胶接、压装、扩孔等工艺方法，形成了结构形式不同的各种不可卸连接，这也是飞机装配过程的特点。为了实现这种连接，就需要使用各种专用设备，如成组铆接使用的弓架，压力机和自动机床，接触焊机床，在保护气体和真空中进行电弧焊使用的自动机床，由塑料、陶瓷、金属陶瓷、纤维复合材料等制造蜂窝结构、锻件和壁板时使用的专用机床和夹具，飞机部件中短舱密封所用的特种密封胶和专用设备。

飞机制造中安装调整和检查试验过程的特点，是由飞机中存在着各种系统，以及对这些系统的工作可靠性有严格要求等条件所决定的。这些系统中有很多无论是单独工作或总体工作，都要经过多次试验和调整。为此，需要准备专用的试验台和设备。

对飞机整体质量及其单个元件的质量都有很高要求 以飞机作为生产对象时，其质量是它的战术-技术特性和评价其使用可靠性的各种指标的综合。

为了满足对飞机提出的质量要求，不仅其结构设计必须合理，而且在生产中，要具有以规定的准确度实现这种结构的可能性。例如，被气流环绕的飞机表面，不仅对光洁度（光滑度）、而且对其准确度也提出了很高的要求。其外形公差在很多情况下仅为十分之几毫米。而在对接表面处相当于三级精度（IT7~IT8），个别情况下为二级精度（IT6~IT7）。

对飞机使用可靠性要求的提高，导致了对高寿命连接方法，以及对实现这种连接的工艺过程和所使用的工具、设备的研究。

以飞机作为生产对象时，它所具有的上述特征使其在生产过程中具备如下特点。

广泛的生产协作 飞机制造中采用了大量的特种材料、半成品、毛坯以及在专业化企业中制造的、用于电器、液压、气压以及其他飞机系统的仪表和附件。此外，还采用了大量的标准紧固件和通用工具，它们也是在专业化企业中制造的。所有这些都使得飞机制造企业和辅助企业之间要进行必要的协作。今后的趋势是专业工厂也将分工，只制造部分机体。因而，随着飞机制造工业的发展，必然会引起生产协作不断地扩大。

生产对象经常更换 随着对飞机的战术-技术要求日益提高，需要利用最新的科学技术成就使它们不断完善，因而，投入生产的飞机经常很快就被认为是陈旧过时的了，必须用更完善的结构代替它。也正因如此，就需要使飞机制造中使用的特种设备不断现代化（即不断完善其物质-技术基础）。

生产准备工作量很大 现代高速飞机是非常复杂的生产对象，它的制造劳动量总计有几十万个人工-小时。为使这样的产品投入成批生产，所需的准备工作是非常复杂而繁重的。

为了缩短准备期限，成批生产的工艺和组织准备工作采用了平行-连续作业法。这种方法是根据传统的生产组织形式和飞机的结构，平行错开一些时间进行图纸的技术整理，工艺规程的设计，工艺装备的设计、制造和掌握等工作。这样做会明显地缩短成批生产的准备期限。

§ 2 飞机制造企业的结构、生产过程、生产计划和产量

任何飞机制造企业，不管产量如何，都包括三个平行的生产部门：(a)将原材料加工成企业产品的部门，称为基本生产部门；(б)为生产企业产品而制造必须的成品的部门，称为辅助生产部门；(в)保证基本生产部门和辅助生产部门所需物质资料的职能部门，称为生产供应部门。

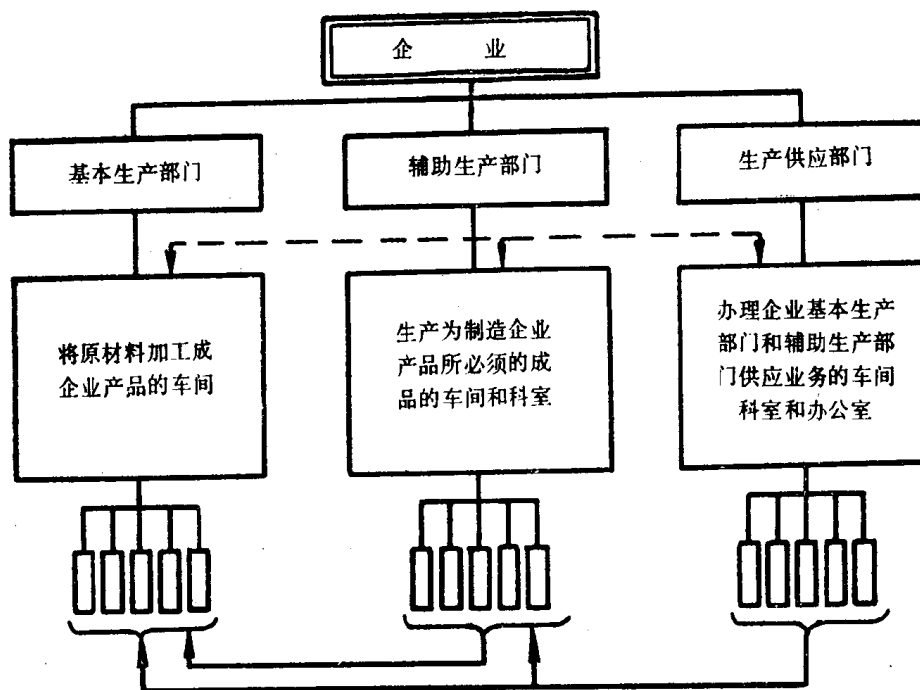


图 1-1 飞机制造企业的生产结构

带箭头的虚线表示辅助生产机构和生产供应机构与基本生产机构的职能关系；带箭头的实线表示辅助生产部门的生产活动和基本生产需要之间的依从关系，以及生产供应活动与基本生产和辅助生产需要之间的依从关系。

图 1-1 是飞机制造企业生产结构的原理图。按照企业的结构形式，也就构成了企业生产过程的结构形式。

企业的生产过程 企业的生产过程是在保证规定产品及时生产的条件下，企业的基本生产部门、辅助生产部门和生产供应部门中主要过程的复杂的综合。

飞机制造企业的生产过程服从于一个目的，即按要求的数量和质量生产某种型号的飞机。企业部门的具体组成、亦即该企业生产过程的结构，首先依赖于投产飞机的制造工艺过程。

工艺过程的结构，尤其是其技术-经济指标，在很大程度上有赖于产品的产量和生产计划。

产品的产量 产品的产量是在计划的期限内，由联合公司、企业或其部门制造或修理的某一规定名称、型别尺寸和构造型式的产品的数量（ГОСТ14.004-74）。

§ 3 飞机制造工艺的概念、工艺过程及其组成

飞机制造工艺 飞机制造工艺是机械制造工艺的一个领域，是研究飞机生产过程的实质、各过程间的相互联系及其发展规律的科学。

如果在草图设计和技术设计过程中，不从构造和工艺上将飞机划分为几个完整的部分，那末，制造像飞机这样复杂的产品将是非常困难的任务。

飞机制造中，通常将产品划分为部件、段件、组合件和零件，它们也常被称为装配单元。

图 1-2 是以一定顺序将飞机机体划分为各个部分的原理图。在详细分析飞机结构的过程中，即着手将机体划分为部件、组合件和直接装入机体的连接件。然后，将部件划分为段件、组合件和直接装入部件的连接件。在此之后，再将段件划分为组合件和直接装入段件的连接件。最后，将组合件、段件、部件和机体划分为其组成零件。

显然，将飞机划分为若干组成部分本身就决定了飞机制造总的工艺过程也必须划分为相应的组成部分。

例如，直接装入机体的组合件，其制造工艺过程就可以划分为制造必须的零件，组合件的装配-安装和试验-调试等独立的工艺过程。同样，部件的制造工艺过程也可以划分成其组成部分的制造，以及部件的装配、安装、调试和试验等独立的工艺过程。

所有这些相对独立的机体各部分的制造工艺过程和直接装入机体的零件的制造过程，安装-装配过程以及全机调试和试验过程一起，共同组成了机体制造工艺过程。

为了协调飞机各部分的制造工艺过程，总的工艺规程设计按两个阶段进行。设计的第一阶段要详细制定指令性工艺资料，其中包括对所制造的各部分的基本要求。设计的第二阶段要全面订出制造整架飞机各个部分的详细工艺过程。

图 1-3 是将原材料制造成性质和用途各不相同的零件的原理图。此时，零件制造的顺序决定于飞机各部分的制造顺序。由图 1-3,a 可以明显看出，首批必须为装入段件的组合件制造零件。第二批应当为装入部件的组合件以及段件制造零件。第三批应为装入飞机机体的组合件以及部件制造零件。最后一批是制造直接装入飞机机体的零件。

在第二批中，按一定顺序完成飞机各部分的装配、安装、试验和调整等工艺过程（图 1-3,6）。开始先装配、安装、试验和调整装入段件的组合件，之后是装入部件的段件和组合件，最后才装配、安装、试验和调整直接装入飞机机体的部件和组合件。

由部件、组合件和连接件装配-安装成飞机，并对它进行了调整和试验之后，飞机制造工艺过程才算最后完成。

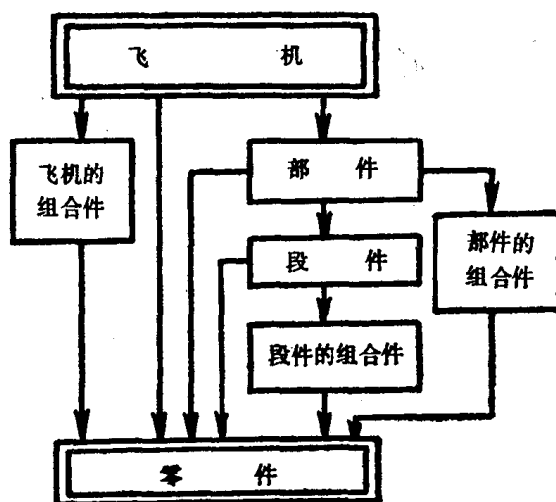


图 1-2 将飞机划分为各组成部分的原理图

由此可以得出结论：整架飞机机体的零件制造、各种装配单元的装配-安装以及调整-试验，都是由飞机结构、飞机合理的分解——划分为各个组成部分——所决定的。

工艺过程 工艺过程是生产过程的一部分，它包含的内容是改变并最终确定生产对象状态的各种活动（ГОСТ 3.1109-73）。换句话说，飞机制造工艺过程是将原材料加工成飞机的过程中，设备和执行者相互作用的复杂的综合体。

分析工艺过程时必须从物理和功能两个方面进行研究。

第一个方面研究的是工艺过程的物理实质，即如何按照独立的局部工艺过程将原材料加工成成品。

局部工艺过程 局部工艺过程是工艺过程的一部分，它是设备和执行者在物理、化学性质相同的过程中协同动作的综合。如切削加工、成形、酸洗、热加工、焊接等都可以作为局部工艺过程的实例。拟定和执行局部

工艺过程是由具有相应技术水平的专家们进行的，这是因为任何一种局部工艺过程都是以确定的物理学原理为基础的。局部工艺过程同时也是工艺过程分类的必要组成部分。

第二个方面是研究产品生产工艺过程中各组成部分之间的功能关系和相互联系。

工艺工序 组成任何工艺过程的最大单元是工艺工序。所谓工艺工序是在一个工作地点所完成的工艺过程的一个完整的一部分（ГОСТ 3.1109-73）。

将工艺过程划分为工序的程度，要取决于生产的技术水平、传统的组织形式和生产规模。根据这些条件，工艺工序可由单一的局部过程或几个局部过程组成。例如，将毛坯在车床上车外圆后并用小轮滚辗是建立在切削原理和塑性变形原理基础上的由局部工艺过程组成的工序。由板料压延成空心件是建立在塑性变形原理基础上的由单一的局部工艺过程组成的工序。同时，工序的组成应由工艺人员考虑到利用有关设备和相应级别的工人，在规定的时间内连续地完成各种动作是否方便和可能来确定。而动作交替的连续性则取决于在给定的工序范围内动作的相互联系及其依从关系。可见，工艺工序是在具体生产条件下制造零件和装配产品时，在保证生产对象的性质产生给定的变化的前提下，设备和执行者（操作人员）连续交替动作的综合。应该看到，由不同的工艺人员拟定的同一个工艺工序，在大多数情况下会具有不同的内容，而这些内容是由操作人员的习惯、经验和技术等级等条件所决定的。因此，不能把工艺工序作为工艺过程分类的基础。

工艺工序和局部工艺过程可以看成是由一个或几个工步（分工序）组成的。

工艺工步 工艺工步是工艺工序的一个完整部分，它的特点是采用的工具和形成的加工面或装配时的结合面是固定不变的（ГОСТ 3.1109-73）。

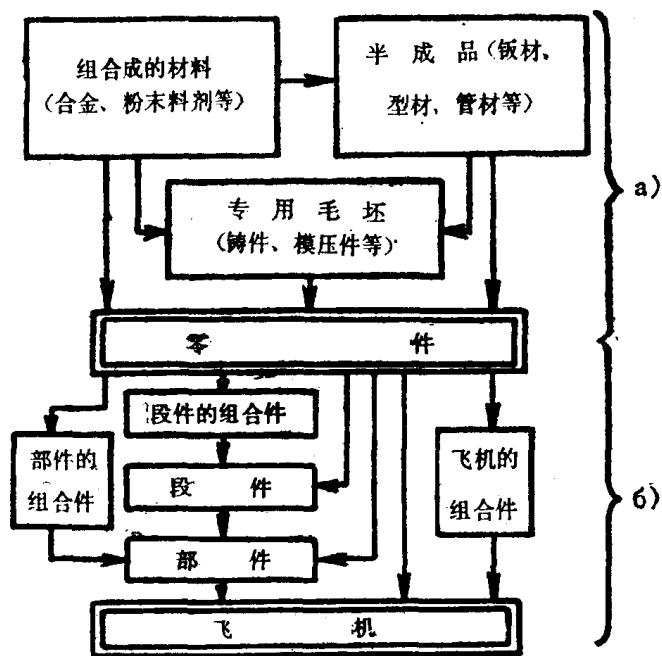


图 1-3 将原材料加工成飞机机体的原理图
(a) 飞机零件制造过程；
(6) 飞机各部分装配-安装和试验-调试过程。

为了提高生产率，常将几个工步合并成一个复杂的工步（工步并存）。复杂工步的特点是同时加工毛坯的几个表面。同样，工步也可看成是由几个工作行程组成的。

工作行程 工作行程是工艺工步完整的一部分，它包括了工具相对于毛坯一次移动所引起的毛坯尺寸、形状、表面光洁度或性质上的变化（ГОСТ 3.1109-73）。通常，只在下列情况下才将分工序划分为工作行程。例如，在该工序中应该去除的全部材料层不能一次加工完成。组成工艺工序（局部工艺过程）的全部动作可以分为二种，一种是目的在于直接加工产品的基本动作，另一种是目的在于为完成基本动作而创造必要条件的辅助动作。

辅助动作包括被加工对象在机床或装配夹具上的定位和夹紧、机床的开动和停车、工具的进入和退出、机床的换向、加工或装配结束后制品的拆卸和取出等。将工序（局部工艺过程）分解为基本动作和辅助动作，对制定完成该工序所必须的时间定额是很必要的。

与加工对象的定位和夹紧有关的辅助动作是任何工艺工序（局部工艺过程）所共有的特征，定位和夹紧后，加工对象即被固定在机床或其他设备中的确切位置上。

工序（局部过程）可以包括与加工对象在设备上一次定位和夹紧有关的各种辅助动作。在这种情况下，通常说，定位工序经一次定位即可完成。但是，在一个定位工序中，也可能需要几次定位和夹紧。在这种情况下，与加工对象每次定位和夹紧有关的动作将定位工序划分为几个相应的部分。工艺工序中每个这样的相应部分通常称为定位。

定位 定位是指不改变被加工毛坯的夹紧情况，或不改变装配单元的安置情况下所完成的那一部分工艺工序（ГОСТ 3.1109-73）。

加工对象每重新定位一次，都需要附加的时间。因此，对于必须在不同位置上进行加工的毛坯来说，加工时可以采用能够改变毛坯相对于工具的位置而不需卸夹的迴转夹具。经一次夹紧后，毛坯在机床上的每一个新的位置称为工位。

工位 为了完成工序的某一确定部分，被夹紧的毛坯或被装配的单元与夹具一起，相对于工具或设备的不动部分所占据的固定不变的位置称为工位（ГОСТ 3.1109-73）。

工艺工步、工作行程和工位等概念是备料加工过程所特有的。在装配过程中，有几个概念（如工作行程、工位等）是不使用的。

产品生产计划 产品生产计划是制造或修理的产品的名称目录，并指出了每项产品生产的数量和完成的期限（ГОСТ 14.004-74）。

产品确定后，用于生产准备和试制所需要的合理的初次费用取决于产品的产量和生产计划。显然，产品产量和生产计划愈大，则初次费用（购买专用和通用设备、购买工具、使生产过程机械化和自动化等）也愈大。这样做在经济上是合理的，因为增加初次费用就能保证生产过程有较高的技术水平，并有助于提高产品制造工艺过程的技术-经济指标。

§ 4 生产类型

生产类型有大量生产，成批生产和单件生产三种，其区别取决于产品的生产规模和生产计划。

大量生产 大量生产的特点是产品的品种少而生产量很大，并且可长期连续制造。大量生产具有以下特征：

（a）工艺过程的编制很详细。