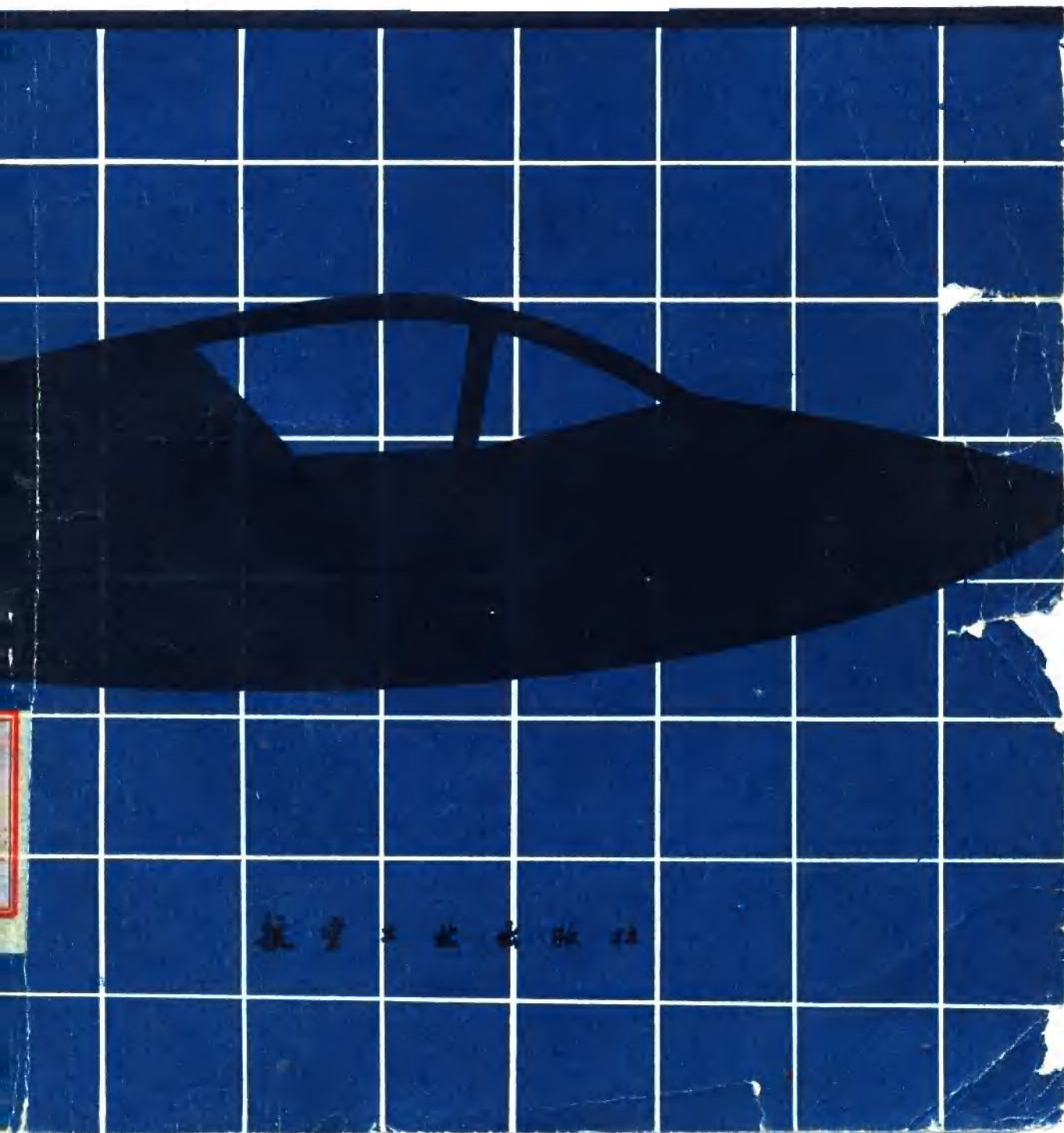


# 飞机装配协调互换问题 与装配型架设计安装

刘忠梁 编著



航空工业出版社

## 内容简要

本书结合生产实例，对飞机生产中部件装配和协调方案的制订、产品定位部位和定位方法的选择、保证工艺装备和产品协调互换的方法和体系（常规的和现代的）、影响协调互换的因素及其解决方向、协调路线的设计和标准工艺装备的选择、标准工艺装备和装配型架的主要技术要求和设计中应遵循的原则和方法、影响型架尺寸长期稳定性的因素及解决方向、改进装配型架结构的途径和措施、型架的安装等问题，以及这些问题之间，这些问题与飞机结构工艺性之间存在的关系和影响，作了较为详细的分析和论述，并对实际生产中出现不协调问题后如何查清其原因并予以解决，提供了一些可供参考的方法。

本书可作为飞机工厂有关技术人员的技术参考资料，并可作为航空院校制造工程专业师生的教材补充资料。

## 飞机装配协调互换问题与 装配型架设计安装 刘忠梁编（著）

---

航空工业出版社出版发行

（北京市和平里小关东里14号）

— 邮政编码：100029 —

全国各地新华书店经售

航空工业出版社印刷厂印刷

---

1991年8月第1版

1991年8月第1次印刷

开本：787×1092毫米 1/16 印张：12.5

印数：001—600

字数：320千字

ISBN 7-80046-337-0/V·073

定价：15.00元

## 序 言

飞机制造与其它机械产品制造相比，有许多不同的特点，其中主要是发展了多种较完善的（常规的和现代的）保证互换、协调的方法及所用的各类精密工艺装备，包括大量的装配夹具和型架，以及保证这些装配夹具和型架相互协调的技术措施和标准工艺装备。不熟悉这些特点的技术人员参加飞机生产的工艺工作往往感到难以适应，需要经过一段较长的学习和积累经验的时间。

《飞机装配协调互换问题与装配型架设计安装》一书总结了作者长期从事飞机制造技术工作的丰富经验和国内外有关的资料，针对上述特点作了较全面而通俗易懂的详细论述和分析，正是从事这方面工作的技术人员所迫切需要的专业知识粮食，也是提高飞机制造技术水平和经济效益的基础。书中还包括作者过去的科研成果，如地坪热膨胀系数的测定及其对装配型架和装配对象尺寸协调的影响等，提供了在生产中也可进行科学实验研究的例子，有利于促进生产第一线的技术人员结合本职工作深入钻研、不断提高和努力创新。

本书可供航空院校制造工程专业的师生参考，作为飞机制造工艺学教材的补充资料。

（南京航空学院教授）程宝藻

1988.8

# 前 言

由于飞机外形、结构和连接复杂，零件数量多、刚性小，零件制造准确度和装配协调准确度要求又高，与一般机械制造相比，飞机的制造有许多特点，其中一个最主要的特点是要配合零件之间的协调性与互换性。为保证此协调准确度和互换要求和生产的顺利进行，在生产前必需制订部件的装配和协调方案，选用必要的标准工艺装备和大量的生产工艺装备（包括大量的、精密的装配型架），设计各协调部位的协调路线，还要设计、制造、安装精密的标准工艺装备和大量的装配型架。这些工艺技术又与飞机结构的工艺性之间有着密切的联系和相互的影响。此外，在飞机生产过程中特别是试制或研制中还会出现大量的不协调问题需要及时查清原因和处理。这些问题解决得好还是不好，对产品质量、制造周期和生产成本都有严重的影响。本书根据笔者在实际工作中的经历、体会和国内外的有关资料，结合生产中较多实例，对其相互联系和影响，作了较为详细地分析和论述，其目的是试图阐明分析、处理上述各种实际问题的原则和方法，并着眼于实用性。

本书承蒙程宝藻教授、王云渤教授审阅指导，程宝藻教授在百忙中又惠予序言，陕西飞机制造公司给予大力的支持，在此一并深致谢意。

由于笔者水平有限、经验不足，书中难免有错误、不妥之处，恳切希望读者批评指正。

编著者

# 目 录

|                                |        |
|--------------------------------|--------|
| <b>第一章 飞机装配的基本问题</b> .....     | ( 1 )  |
| 第一节 概述.....                    | ( 1 )  |
| 一、飞机结构特点与设计分离面.....            | ( 1 )  |
| 二、机体的制造过程与工艺分离面.....           | ( 2 )  |
| 第二节 飞机的装配准确度.....              | ( 4 )  |
| 一、飞机装配准确度的内容.....              | ( 4 )  |
| 二、制造准确度和协调准确度.....             | ( 8 )  |
| 第三节 部件装配协调方案.....              | ( 9 )  |
| 一、装配协调方案的主要内容.....             | ( 9 )  |
| 二、制订装配协调方案时应考虑的几个方面.....       | ( 10 ) |
| 第四节 装配定位问题.....                | ( 13 ) |
| 一、定位的要求.....                   | ( 13 ) |
| 二、定位的方法.....                   | ( 14 ) |
| 三、定位面的选择.....                  | ( 21 ) |
| <b>第二章 飞机结构的工艺性</b> .....      | ( 23 ) |
| 第一节 结构工艺性的意义.....              | ( 23 ) |
| 一、结构工艺性的一般概念.....              | ( 23 ) |
| 二、结构工艺性与技术发展水平和生产规模的关系.....    | ( 23 ) |
| 三、进行工艺性审查是改善和提高结构工艺性的必要措施..... | ( 23 ) |
| 第二节 改善和提高结构工艺性的途径.....         | ( 24 ) |
| 一、正确设计机体的外形.....               | ( 24 ) |
| 二、合理划分分离面（包括设计分离面与工艺分离面）.....  | ( 25 ) |
| 三、正确设计分离面的连接结构.....            | ( 27 ) |
| 四、正确进行装配件的结构布局和零件的结构设计.....    | ( 34 ) |
| 五、正确选择设计基准.....                | ( 35 ) |
| <b>第三章 飞机制造中的互换与协调问题</b> ..... | ( 39 ) |
| 第一节 互换与协调的基本概念和意义.....         | ( 39 ) |
| 一、互换和协调的基本概念.....              | ( 39 ) |

|                                 |             |
|---------------------------------|-------------|
| 二、保证生产和使用互换性的意义                 | (40)        |
| 第二节 互换与协调问题是飞机生产中的主要矛盾和中心问题     | (40)        |
| 一、影响互换、协调的三个方面                  | (40)        |
| 二、产生不协调问题的主要原因                  | (40)        |
| 三、解决互换、协调问题的主要方向                | (43)        |
| 第三节 三种制造、协调工艺装备的尺寸传递体系          | (45)        |
| 一、保证工艺装备协调关系的两种原则和两种尺寸传递方法      | (45)        |
| 二、三种生产中实用的协调体系与路线               | (46)        |
| 三、典型协调路线的设计和标准工艺装备的选择           | (49)        |
| 四、生产中出现不协调问题后原因的查找              | (54)        |
| <b>第四章 飞机机体外形及对接结构尺寸的原始协调依据</b> | <b>(58)</b> |
| 第一节 模线样板                        | (58)        |
| 一、模线的分类和作用                      | (58)        |
| 二、理论模线的绘制方法                     | (59)        |
| 三、样板                            | (61)        |
| 第二节 飞机外形数学模型                    | (66)        |
| 一、基本概念                          | (66)        |
| 二、建立过程                          | (66)        |
| 三、建立方法                          | (68)        |
| 四、飞机理论模线(理论外形图)的自动绘制            | (72)        |
| 五、结构模线(结构图)的自动绘制                | (73)        |
| 第三节 标准工艺装备                      | (75)        |
| 一、标准工艺装备的种类                     | (75)        |
| 二、对标准工艺装备的主要技术要求                | (75)        |
| 三、标准工艺装备的设计和制造                  | (77)        |
| <b>第五章 装配型架的设计</b>              | <b>(95)</b> |
| 第一节 概述                          | (95)        |
| 一、装配型架的功用和分类                    | (95)        |
| 二、对装配型架的基本要求                    | (95)        |
| 第二节 装配型架结构刚度                    | (96)        |
| 一、型架结构型式对刚度的影响                  | (96)        |
| 二、型架结构布局对刚度的影响                  | (97)        |
| 三、局部刚性不足                        | (99)        |
| 四、合理解决刚性问题的方法                   | (100)       |
| 第三节 地基沉降对型架稳定性的影响               | (100)       |

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| 一、地基下沉的原因                   | (100) |
| 二、地基下沉对型架的影响                | (101) |
| 第四节 地基热膨胀对型架稳定性的影响          | (102) |
| 一、地基热膨胀对型架稳定性的影响与伪热膨胀系数     | (102) |
| 二、热平衡条件下热膨胀综合误差的通用计算公式      | (105) |
| 三、热不平衡条件下热膨胀综合误差的通用计算公式     | (111) |
| 第五节 减少热膨胀误差和地基下沉对互换、协调影响的措施 | (112) |
| 一、产品结构方面                    | (112) |
| 二、制造工艺方面                    | (112) |
| 三、生产管理方面                    | (115) |
| 第六节 地坪的强度核算                 | (116) |
| 一、地坪承载能力的计算                 | (116) |
| 二、提高地坪承载能力的方法               | (119) |
| 第七节 飞机装配型架的主要结构型式及其适用对象     | (120) |
| 一、整体平面框架式装配型架               | (120) |
| 二、平板式装配型架                   | (120) |
| 三、单梁式装配型架                   | (120) |
| 四、立式整体框架式型架                 | (122) |
| 五、立体框架式装配型架                 | (122) |
| 六、包络式型架                     | (123) |
| 七、分散式结构的型架                  | (124) |
| 八、多可调支座支承整体底座的分散式和整体式框架式型架  | (131) |
| 九、架车式型架                     | (132) |
| 十、组合式型架                     | (133) |
| 第八节 装配型架的总体结构设计             | (135) |
| 一、型架总体结构型式的选择               | (136) |
| 二、定位部位, 定位方式、方法的选择          | (136) |
| 三、部件装配与协调方案对型架结构的影响         | (138) |
| 第九节 型架骨架的设计                 | (141) |
| 一、骨架结构型式的选择                 | (141) |
| 二、骨架的结构布局                   | (141) |
| 第十节 定位夹紧件的设计                | (142) |
| 一、对定位夹紧件的主要要求               | (142) |
| 二、定位夹紧件的设计                  | (142) |
| 第十一节 改进和简化型架结构的途径和措施        | (149) |
| 一、正确选定部件的装配和协调方案            | (149) |
| 二、正确选择型架的总体结构型式, 合理安排结构布局   | (150) |
| 三、采用合理的定位方法                 | (150) |
| 四、进行合理的结构设计                 | (151) |

|  |       |
|--|-------|
| <b>第六章 装配型架的安装技术</b> .....                     | (153) |
| <b>第一节 按模拟量安装型架的方法</b> .....                   | (153) |
| 一、按平面模拟量安装型架.....                              | (153) |
| 二、用立体模拟量安装型架.....                              | (153) |
| <b>第二节 用精密机械坐标系统安装型架</b> .....                 | (154) |
| 一、划线钻孔台的结构和功用.....                             | (155) |
| 二、型架装配机的结构和功用.....                             | (156) |
| 三、型架的总安装.....                                  | (159) |
| 四、用精密机械坐标系统安装型架的分析.....                        | (159) |
| <b>第三节 光学—机械测量法安装型架常用的光学仪器、长度测量工具及附件</b> ..... | (159) |
| 一、光学—机械测量法安装型架常用的光学仪器和附件及有关使用注意事项.....         | (160) |
| 二、光学—机械测量法安装型架用的长度测量工具及附件.....                 | (166) |
| <b>第四节 光学—机械测量法安装型架</b> .....                  | (170) |
| 一、光学—机械测量法安装型架时控制被安装构件自由度的方法.....              | (170) |
| 二、光学视线的设计和建立.....                              | (171) |
| 三、对测量部位的要求及测量技术.....                           | (175) |
| 四、型架的现场安装.....                                 | (177) |
| <b>第五节 激光—机械测量法安装型架</b> .....                  | (180) |
| 一、激光—机械测量法安装型架用的主要仪器和附件.....                   | (181) |
| 二、用激光—机械测量法安装型架的方法.....                        | (187) |
| 三、激光自动准直安装型架工具坞.....                           | (190) |



# 第一章 飞机装配的基本问题

## 第一节 概 述

### 一、飞机结构特点与设计分离面

飞机是依靠自身的动力产生升力，支持其自身重量在空中飞行的特殊机器。它或用于空运人员、物资，或用于空中作战。在结构上有主要用于装载人员、物资和燃料的机身；有主要用于产生升力及装载燃料的机翼；有用于控制飞行方向，保证飞行稳定性的襟翼、副翼、尾翼及其操纵系统；有用于起飞着陆的起落架及其辅助系统；有用于导航通讯等的仪表、特设系统；有安装动力装置的发动机短舱（有些飞机没有这一结构，它的发动机装在机身内）等几个主要部分。

由于飞机在空中高速飞行，空运人员、物资，或空中作战这些使用特点，它与在地面上使用的一般机械不同，既要求结构安全可靠，绝对保证质量，又要求结构轻巧，不能有超过使用强度要求（包括一定的安全系数）的多余重量。还要求机体外形符合空气动力学原理，使飞行中的升力、阻力比达到最大，升力、重量比达到最小。因此，飞机结构不但尺寸大，外形复杂，而且其机体结构主要是由大量形状复杂、连接面多、工艺刚性小，在加工、装配过程中都会产生变形的钣金件、或非金属薄壁零件组成的薄壳结构。这就决定了它的装配过程与一般的机械制造不同的特点。

飞机装配包括机体部件的装配和各系统在机体内的安装（称飞机总装）。

飞机的机体，由几万甚至几十万个零件组成。根据使用、维护、运输等方面的需要，在结构上要划分为许多部件、段件和组件。如机身、机翼、垂直尾翼、水平尾翼、襟翼、副翼、升降舵、方向舵、发动机舱、各种舱门、口盖等（见图1-1）。它们之间的连接一般

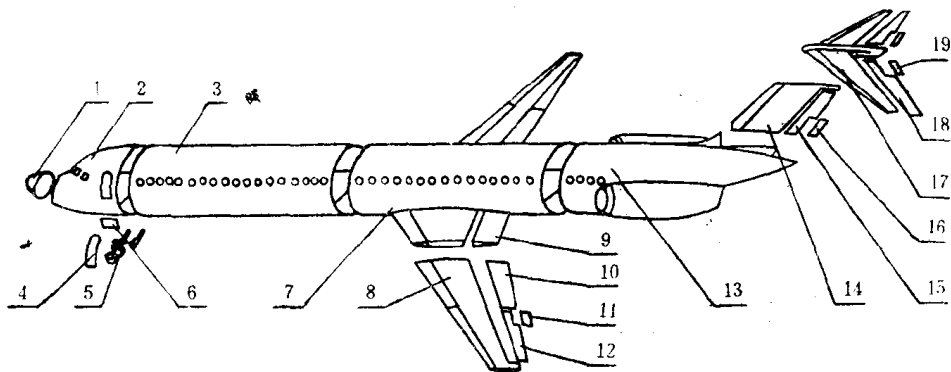


图 1-1 飞机的设计分离面

- 1. 机头罩 2. 机头 3. 机身前段 4. 登机门 5. 前起落架
- 6. 前起落架舱门 7. 机身中段 8. 外翼 9. 襟翼 10. 内副翼
- 11. 副翼调整片 12. 外副翼 13. 后机身 14. 垂直尾翼 15. 方向舵
- 16. 方向舵调整片 17. 水平安定面 18. 升降舵 19. 升降舵调整片

都是采用可拆卸的连接。上述这些部件、段件和组合件之间所形成的可拆卸的分离面，称为设计分离面。

## 二、机体的制造特点与工艺分离面

在一般机械制造中，由于绝大部分零件是形状比较规则、刚性比较大的机械加工件，在制造、装配过程中不易产生变形。产品的制造方法是：利用机床设备，按工程图纸上的尺寸和公差，直接加工出产品的零件，再由装配钳工按零件的配合关系装配起来。在装配时不采用或很少采用夹具。产品的装配准确度，主要取决于零件的制造准确度。其装配误差，按尺寸链理论由零件制造误差积累而成。

在飞机制造中，由于飞机结构上的特点，除了那些形状规则、刚性好的机械加工零件外，大多数的零件，特别是那些形状复杂、尺寸大、刚性小的钣金零件，都必须用体现零件尺寸和形状的专用工艺装备制造，以保证其形状和尺寸的准确度要求。其装配过程也与一般机械制造不同。为将那些形状复杂、尺寸大、刚性小、易变形的零件，装配成形状和尺寸符合准确度要求的产品，不但需要采用体现产品尺寸和形状的专用装配型架对产品进行装配，而且不能在一个工作地、用一台装配型架完成整个机体的装配工作，而是需要将其划分为许多较小而简单的板件和组件。除飞机机体按设计分离面划分为部件、段件和组件外，为了生产上的需要，需将部件进一步划分为段件，段件进一步划分为板件和组件。如机身、机翼的壁板、框、翼肋、梁、机身下部、机翼的前缘、后部、翼尖等。这些板件、段件或组件之间一般采用不可拆卸的连接，它们的分离面称为工艺分离面（见图1-2及1-3）。

机体的装配过程，首先是将大量的零件，按划分好的装配单元装配成简单的组件和板件，再将这些较简单的组件和板件，按结构的配合关系装配成较大而复杂的装配件，并逐步装配成段件和部件，最后将各段件、部件对接成整机机体并安装各系统。图1-4是某客机装配流程图。

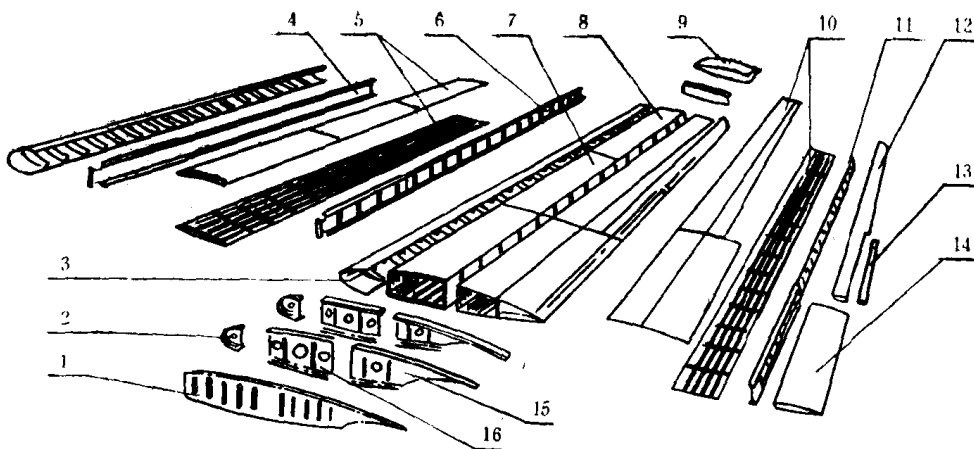


图 1-2 机翼工艺分解图

1. 翼肋
2. 前缘翼肋
3. 机翼前缘
4. 机翼前梁
5. 机翼中段上、下壁板
6. 机翼后梁
7. 机翼中段
8. 机翼后部
9. 翼尖
10. 机翼后部上、下壁板
11. 机翼后部纵墙
12. 副翼
13. 副翼调整片
14. 襟翼
15. 翼肋后段
16. 翼肋中段

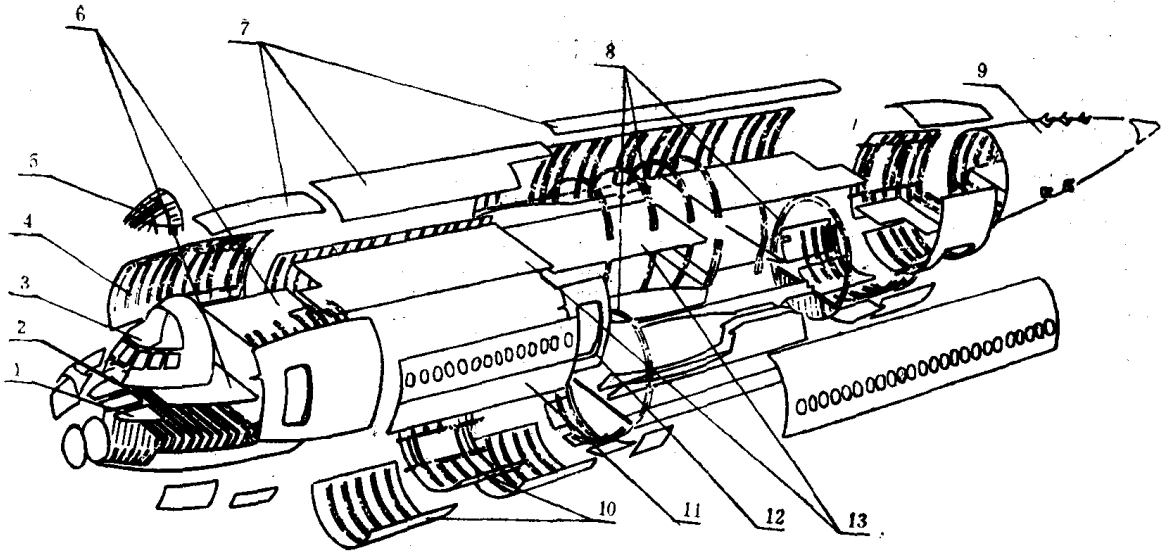


图 1-3 机身工艺分解图

1. 驾驶舱地板 2. 驾驶舱下部框 3. 座舱盖 4. 侧壁板 5. 驾驶舱骨架 6. 机头地板 7. 上壁板 8. 加强框 9. 尾锥 10. 下壁板 11. 侧壁板 12. 门框 13. 客舱地板

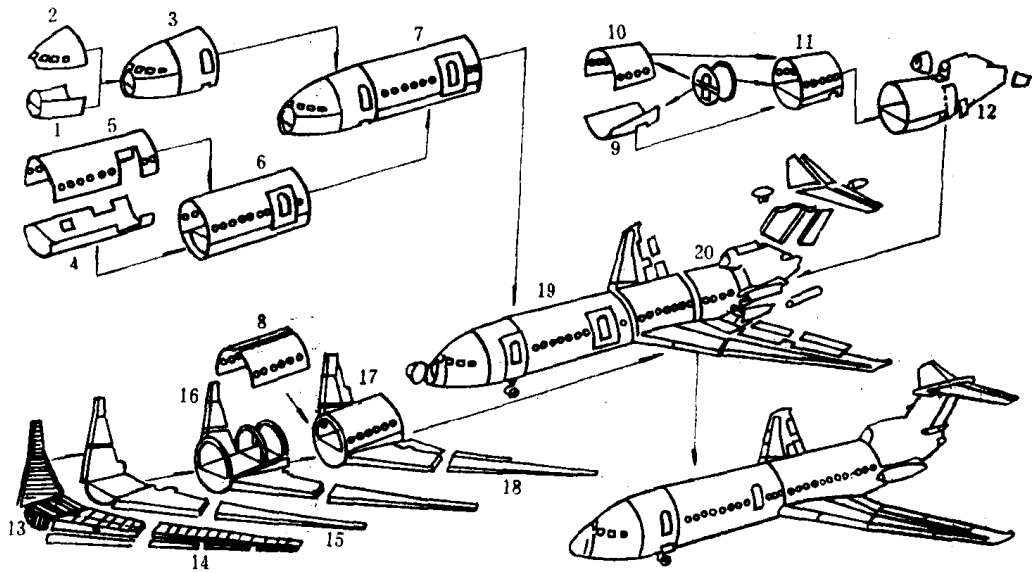


图 1-4 某客机的装配流程图

1. 机头下部装配 2. 座舱 3. 机头部分总装 4. 前机身下壁板装配  
 5. 前机身上壁板装配 6. 前机身上下壁板对合 7. 前机身总装 8. 机身中段上壁板装配  
 9. 后机身下壁板装配 10. 后机身上壁板装配 11. 后机身上、下壁板对合 12. 后机身总装  
 13. 机翼骨架装配 14. 外翼骨架装配 15. 机翼、外翼蒙皮装配 16. 机身中段下部结构装配  
 17. 机身中段安装左右侧壁 18. 机翼和外翼对合 19. 前机身、机身中段、后机身对合  
 20. 尾翼在飞机身上安装

为了保证装配协调和产品的互换性，在大量装配型架等工艺装备之间，还有成套性和协调性的要求。装配出来的产品其形状和尺寸准确度，主要取决于装配这些产品时装配型架的形状和尺寸准确度。因此，在飞机的零件制造和装配前，先要制造以模拟量体现产品尺寸和形状，用于制造和装配飞机零件及部件的专用工艺装备；而为保证零件制造和装配工艺装备之间相应尺寸（即，协调尺寸）和形状的一致性，又要先绘制模线，制造出标准工艺装备（如样板、标准量规、标准样件……等），作为将产品图纸上的尺寸和形状转移到工艺装备上去的实体依据。产品的装配准确度，不但在很大程度上取决于装配型架的制造和安装准确度，飞机结构设计的合理性，产品装配方案和工艺装备协调方案制订的正确性，产品制造过程中产生的误差和变形，（包括工艺装备的变形），热膨胀误差，产品的铆接和焊接变形、厂房地坪的稳定性……等，都对它有很大的影响。

综上所述，飞机制造过程与一般机械制造相比，有以下一些工艺特点：

（一）尺寸由产品图纸传递到产品上去的路线长，传递环节多，积累误差大。为了传递尺寸及保证各成套工艺装备之间的协调性，需要制造一套数量相当大的标准工艺装备。

（二）为了制造零件和装配产品，要采用大量的工艺装备，特别是要采用大量尺寸大、结构复杂的装配型架。

（三）装配型架不仅要使工件（零件、装配件）起定位和固定（压紧）作用，还要起保证零件和装配件的形状和相互位置的作用，和避免或限制在装配过程中产生变形的作用。因此，装配型架的制造和安装准确度，对保证飞机的装配准确度有着十分重要的影响。如何保证和提高装配型架，特别是大型装配型架的安装准确度（因为大尺寸的测量准确度很难保证）、安装后尺寸的长期稳定性和安装效率，在大型飞机制造中有着十分重要的意义。

（四）装配工作的劳动量很大，约占整个飞机制造劳动量的40%~50%（而在一般机械制造中只占20%左右），周期很长，且装配铆接工作主要是在装配型架内进行，故在型架设计时应尽量改进和简化装配型架的结构，保证尺寸精度长期稳定性，改善装配工作的劳动条件，使工人能在开敞的工作条件下以良好的姿态进行工作，这对提高产品质量和劳动生产率，缩短生产准备和生产周期，降低成本和材料用量等都有重要作用。

（五）影响装配协调和产品互换的因素很多、很复杂。除了正常的制造误差外，产品结构（特别是连接结构）设计的合理性、装配和协调方案制订的正确性及工艺装备和产品的各种变形（如铆接、焊接变形，地基下沉，热膨胀误差）等，对装配协调和产品互换都有重大影响。

（六）为了保证装配工作的顺利进行，事先必须制定一个装配和保证协调、互换性的方案。该方案的内容包括装配单元的划分、部件的装配流程、保证工艺装备协调和产品互换的方法、指令性工艺规程和工艺装备品种表等。

## 第二节 飞机的装配准确度

### 一、飞机装配准确度的内容

飞机机体的装配准确度，直接影响到飞机的使用性能和生产及使用的互换性。因此保证飞机机体的装配准确度，是飞机装配工作（包括装配型架的设计和制造工作）的主要任务。

对飞机机体的装配准确度要求，主要有以下几个方面。

(一) 气动力外形的准确度要求

这一准确度是指飞机实际外形相对于理论外形的偏差(见图1-5)。不同的机型及同一机型上的不同部分，有不同的准确度要求。一般高速飞机比低速飞机要求高；在同一飞机上机翼部件比机身类部件要求高；在同一部件上，在最大截面以前比最大截面以后要求高。此外，还包括波纹度和表面平滑度要求。波纹度是指相邻两波峰间波谷深度与波长的比值(见图1-9)，即

$$\Delta\lambda = H/L$$

$$H = H_1 - \frac{H_2 + H_3}{2}$$

对于机翼沿等百分线用直尺检查，对机身用曲线条检查。表面平滑度包括铆钉、螺钉、点焊等处的局部凸凹和蒙皮对缝处的阶差等(见图1-7)。

(二) 各部件间相对位置的准确度要求

飞机各部件间相对位置的准确度，主要包括：机翼、尾翼相对于机身的下反角(或上反角)、安装角和后掠角的准确度(见图1-8)；各活动翼面相对于固定翼面(安定面)的偏转角、吻合性、配合间隙和剪刀差的准确度(见图1-9)；机身各段的同轴度等。

对翼面的下反角、安装角、后掠角、偏转角和机身各段件轴线同轴度，通常是用水平测量的方法来检查。即将各部件的相对位置，按设计基准通过装配型架转换成部件表面上测量点的相对位置，然后用水准仪、

经纬仪来测量这些测量点的相对位置，以此检查各部件间的相对位置。图1-10为某机种的水平测量点分布图。图1-11是测量机身各段轴线同轴度的测量示意图。图1-12是测量翼面的下反角、安装角和活动面的偏转角的测量示意图。图1-13是检查翼面后掠角的测量示意图。

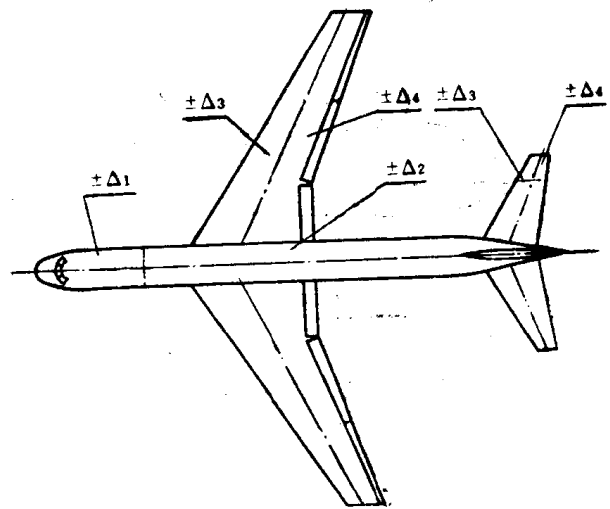


图 1-5 飞机各部分的外形准确度要求

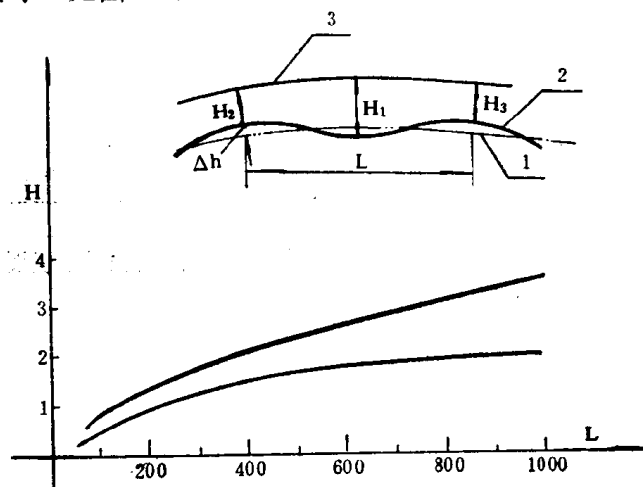


图 1-6 部件外形的波纹度要求

1. 理论外形 2. 实际外形 3. 与理论外形等距的(样板或卡板)外形  $\Delta h$ ——外形误差,  $L$ ——波长,  $H$ ——波深,  $H_1$ 、 $H_2$ 、 $H_3$ ——在相邻波峰波谷处蒙皮外形与等距外形的间隙

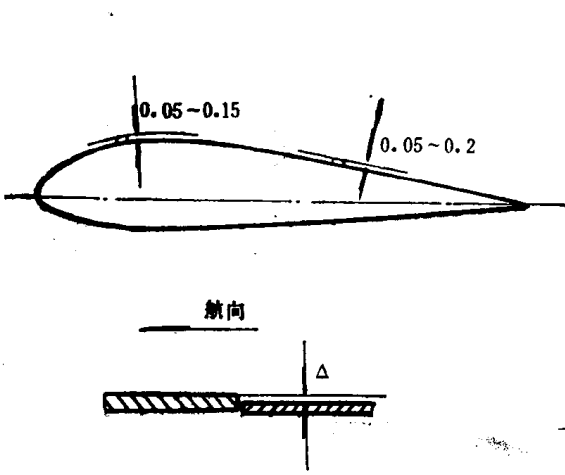


图 1-7 部件表面的平滑度要求

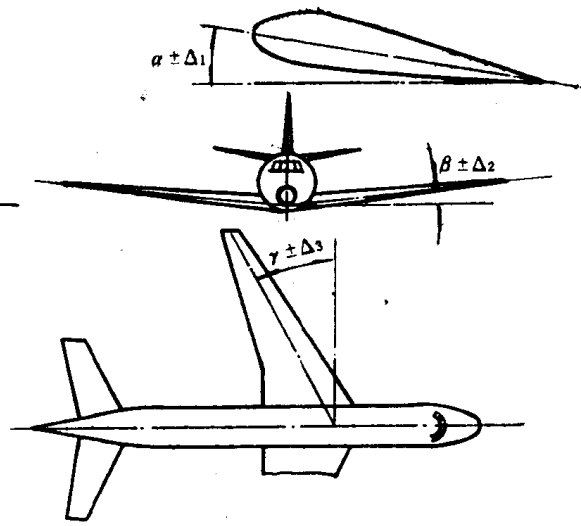


图 1-8 上反角、安装角、后掠角准确度要求

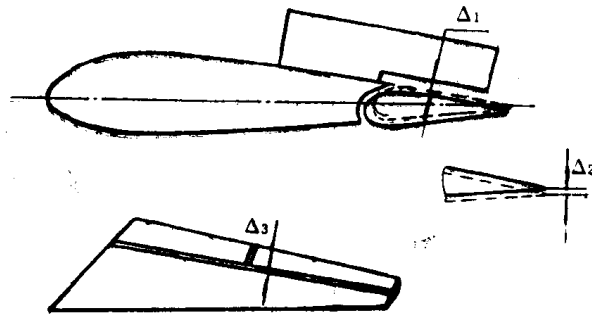


图 1-9 副翼相对于机翼的准确度要求

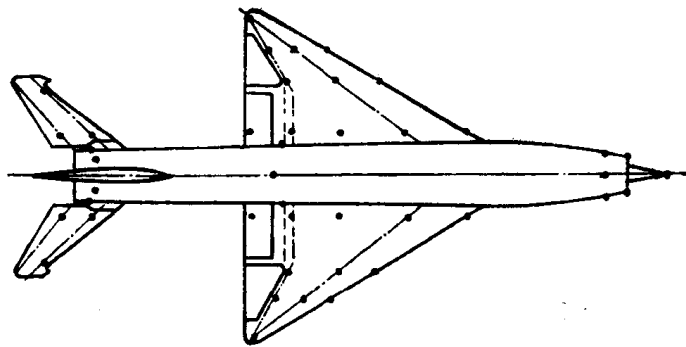


图 1-10 某机水平测量点的分布图

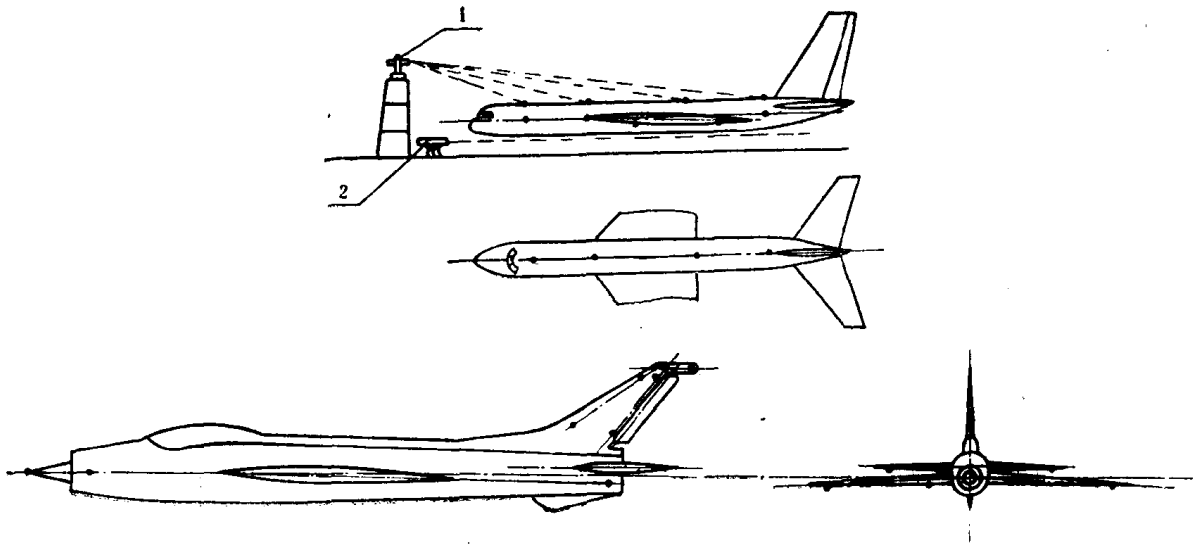


图 1-11 机身各段轴线同轴度测量示意图

1. 经纬仪 2. 水平仪

### (三) 设计分离面上的协调准确度要求

飞机的各个设计分离面，基本上都是有互换性要求的部位。因此，除了为保证各部件相对位置的准确度，需要保证对接部位的制造准确度外，为了保证其互换性，还必须保证两对接部件对接部位的吻合性，即协调准确度要求。如对接面和孔的配合准确度、间隙要求、孔的同轴度要求等。一般对接部件在结构设计上，有调整补偿件，在对接时则可用调整的办法达到协调准确度要求，能大大简化对接工作。有的则需要通过补偿精加工达到这一要求。

### (四) 零件、装配件间的协调准确度要求

零件、装配件间的协调准确度，包括不同零件和装配件上各连接配合面形状和尺寸的协调性（如配合面形状的吻合程度、框

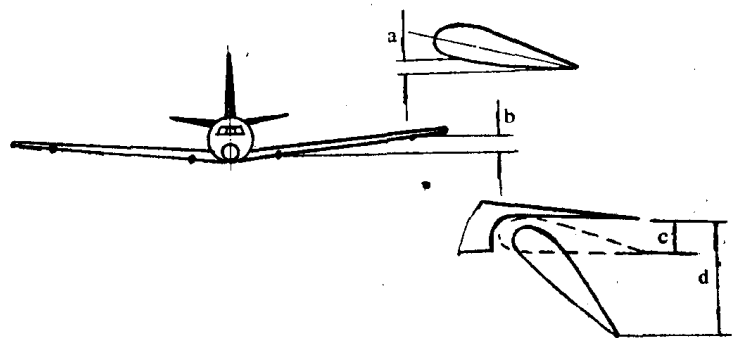


图 1-12 翼面上反角、安装角和活动面偏转角测量示意图

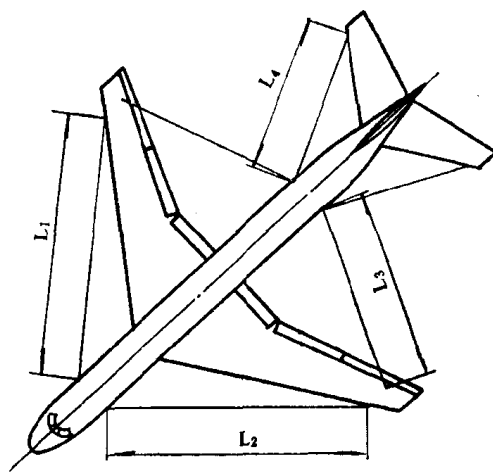


图 1-13 翼面后掠角的测量示意图

距、肋距的协调等)；同一部件内一些装配件间长度协调准确度(如机翼上的前、后梁，上、下壁板间的长度协调。零件、装配件间不协调不但影响装配工作的顺利进行，而且影响产品的结构强度及飞机的使用寿命。

(五)部件内各零件、装配件位置的准确度要求。如大梁轴线、框轴线、肋轴线、长桁轴线的实际安装位置相对于理论位置的偏差，它们应小于一定的值。

以上3、4两项协调准确度要求，由于关系复杂，要求协调的尺寸大或协调要求高，或由于协调尺寸大，而工艺装备和产品又不可避免地存在着制造误差和各种变形，特别是装配变形和热膨胀变形，单靠工艺上保证是很困难的，有的则必须借助结构补偿才能保证其协调准确度要求。所以工艺人员应仔细审查结构的工艺性。

## 二、制造准确度和协调准确度

由对飞机装配准确度的要求可知，它包括两个方面的内容——制造准确度要求和协调准确度要求。

制造准确度是指产品的实际尺寸与工程图纸上规定的名义尺寸之间相符合的程度。符合的程度越高，其制造准确度越高，制造误差越小。

协调准确度是指两个相互配合的零件、装配件或部件之间，其配合、对接部位的实际尺寸和几何形状相吻合(一致性)的程度。对接协调准确度要求越高，要求一致性的程度也越高，即协调误差要求越小。在飞机制造中，对协调准确度的要求，一般要高于制造准确度的要求。

为了保证飞机的使用性能和生产的顺利进行，除了必须控制其制造准确度外，更重要的是要保证其协调准确度。而为了保证飞机的制造准确度和协调准确度，又必须控制工艺装备的制造准确度和它们之间的协调准确度。保证成套工艺装备的制造准确度和协调准确度，是保证产品制造准确度和装配协调及产品互换性的物质基础。

影响协调准确度的因素很多，除了与飞机零件的制造准确度及装配型架的制造、安装准确度、刚度、稳定性和结构的合理性外，主要取决于：

- (一)产品结构的工艺性及对准确度、特别是协调准确度要求的合理性。
- (二)工艺分离面划分和装配顺序安排的正确性。
- (三)协调路线设计和保证装配协调及产品互换方法选用的合理性。
- (四)工件定位面和定位方法选择的正确性。

若产品结构设计不合理，对准确度的要求不恰当，装配型架的制造、安装准确度低，刚性或稳定性不好，结构设计不合理，装配方案和保证协调互换的方法制订不正确，成套工艺装备之间的协调方法不统一，产品的定位面和定位方法选择不正确……等，都将造成协调准确度低，就会出现不协调、不互换问题(有的出现在产品与产品之间，有的出现在产品与工艺装备之间)，就要影响生产的顺利进行，使有节奏的生产难以实现，产品的质量难以保证。因此，工艺人员除了在产品设计时，应对其结构的工艺性进行仔细、认真的审查外，在制订装配协调方案及进行装配型架设计时，对保证飞机的协调准确度问题，应给予高度的重视。



### 第三节 部件装配协调方案

#### 一、装配协调方案的主要内容

制订部件的装配协调方案是装配工艺工作中的一项重要工作，也是首先要做的一项工作。制订部件的装配协调方案，就是根据产品的结构特点、生产性质，结合本厂的具体情况，确定将产品划分哪些装配单元，分成哪些装配阶段，按照什么装配顺序，采用什么装配方法，采用哪些和什么样的工艺装备，使它由简单组件、板件逐步装配成复杂的装配件、段件和部件，最后对接成整机机体；并制订出如何保证各成套工艺装备协调的方法和保证装配协调和产品的互换的措施（如在哪些部位要采用标准工艺装备来协调有关工艺装备，在哪些部位和装配阶段还必须采用补偿量取得装配协调和保证产品的互换，提出控制关键零件和关键部位制造准确度的检验工艺装备及检验要求等预防产生不协调现象的措施等）。

正确而合理地制订装配协调方案，对缩短生产准备周期，解决好协调互换问题，改善劳动条件，提高产品质量和劳动生产率，降低成本……等具有非常重要的意义。

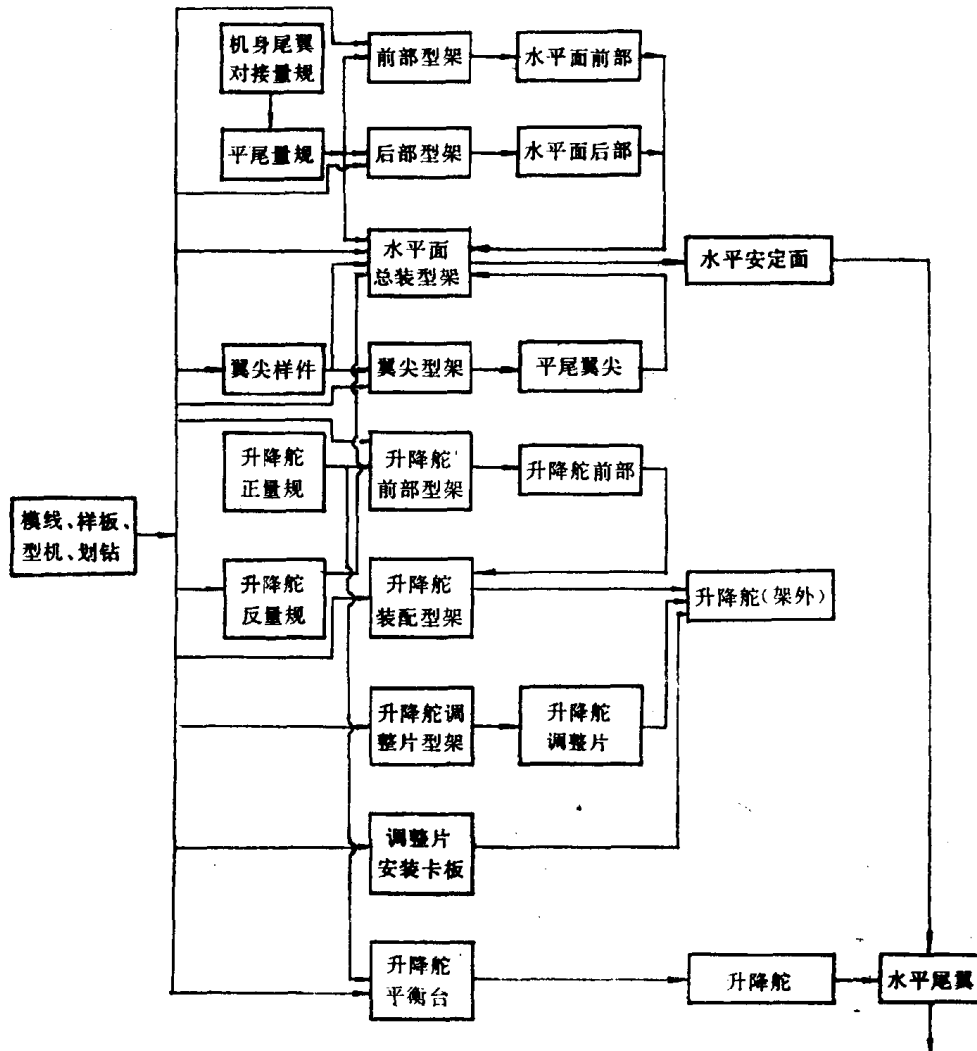


图 1-14 部件装配流程和工艺装备协调关系图