

# 飞机总体设计



任课教师： 余雄庆  
航空宇航学院飞行器系



# 第一讲：绪论

- 什么是工程设计
- 飞机设计的含义
- 飞机设计的过程
- 飞机设计的特点
- 本课程教学目标
- 课程将如何进行
- 课程的评分方法

# 什么是工程设计

- 工程设计是指设计人员应用自然规律，通过分析、综合和创造思维将**设计要求** (系统要求) 转化为一组能完整描述系统的**参数(文档或图纸)**的活动过程。



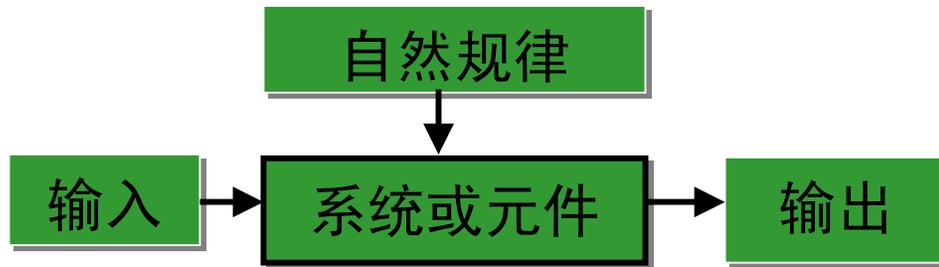


# 什么是工程设计

- Engineering design is the translation of some set of functional and aesthetic desires into instructions that could be used to construct an object that satisfies these desires.
- Design in the material world is the process by which ideas, tastes, prejudices, scientific principles and available resources are weighted and combined into a well-defined plan for the eventual construction of an object or system.



# 工程设计、分析计算和科学研究

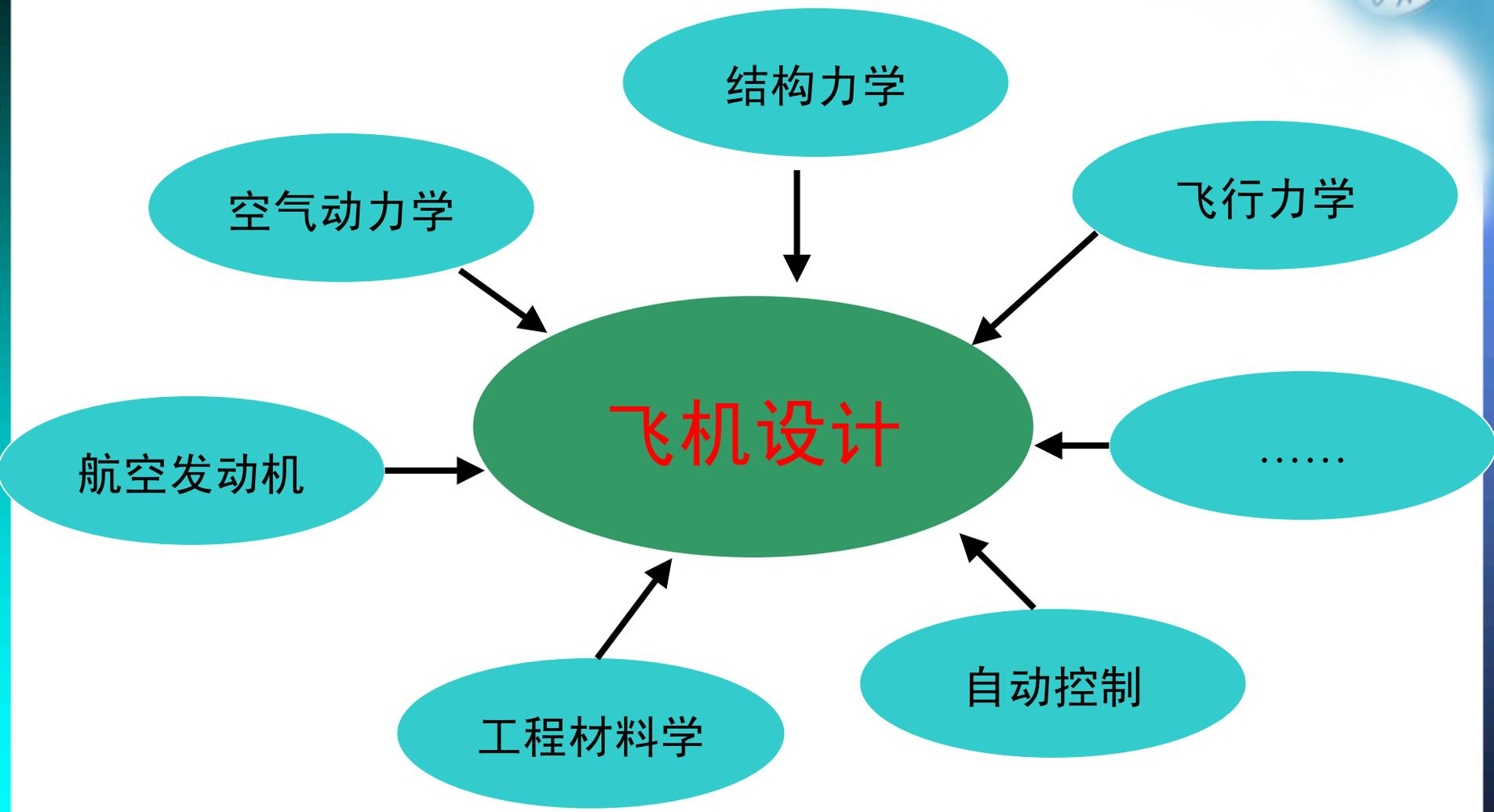


<i>给定</i>	<i>求解</i>	<i>过程</i>
输入、自然规律、系统	输出	分析计算
输出、自然规律、系统	输入	逆分析
输入、输出、系统	自然规律	科学研究
输入、输出、自然规律	系统	工程设计



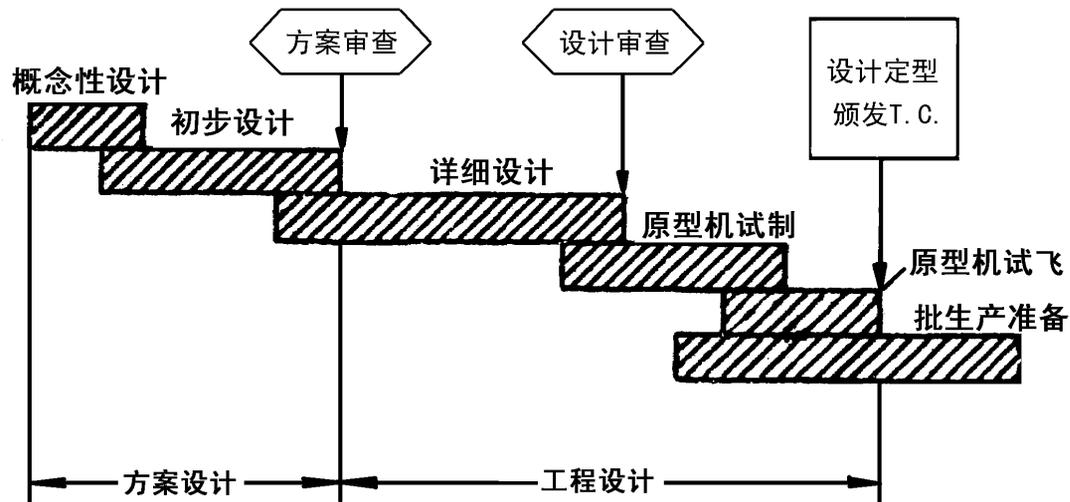
# 飞机设计的含义

- 飞机设计是指设计人员应用气动、结构、动力、材料、工艺等学科知识，通过分析、综合和创造思维将**设计要求**转化为一组能完整描述飞机的**参数**的过程。
- 设计要求通常包括：
  - 性能、载荷和使用要求
  - 适航条例和设计规范
  - 工艺和生产要求
  - 环境要求
  - 成本



# 飞机设计的过程

- 概念设计 (Conceptual Design) 1% 人员
- 初步设计 (Preliminary Design) 9% 人员
- 详细设计 (Detail Design) 90% 人员



# 概念设计

## 已知

- 性能要求和使用要求
- 设计规范

## 目标

- 草拟出一个或几个能满足设计要求的初步方案

## 工作内容

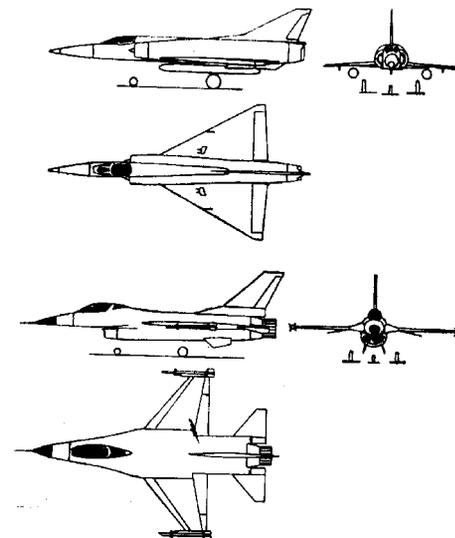
- 确定气动布局与构型
- 确定主要参数确定
- 选择发动机和机载设备
- 确定部件主要几何参数
- 飞行性能和操稳性估算
- 方案评估
- 总体参数优化
- 绘制三面草图

## 方法与手段

- 统计数据
- 经验公式
- 理论估算公式
- 参数敏感分析
- 地毯图
- 总体计算分析软件
- 总体参数优化软件

## 结果

- 三面草图
- 论证报告



# 初步设计

## 已知

- 概念设计结果
- 初步的外形**CAD**模型

## 目标

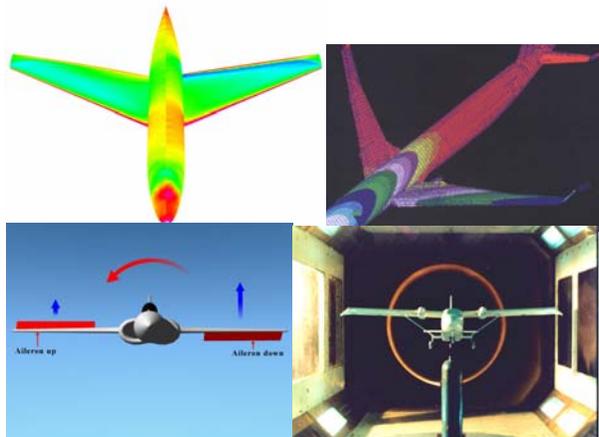
- 细化和优化概念设计方案
- 详细论证设计方案能否符合要求

## 工作内容

- 细化和优化几何外形
  - 气动设计、分析与优化
- 总体结构布置
  - 结构分析与优化
- 多学科分析与优化
- 完整三面图和外形数模
- 绘出飞机总体布置图
  - 各种机载设备、各系统、载荷和结构承力系统
- 对重量重心、性能和操稳较精确的计算
- 模型吹风试验

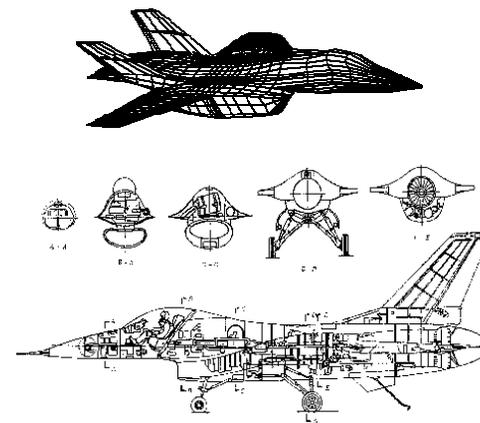
## 方法与手段

- CAD软件
- 基于数值仿真的方法:CFD、FEM、性能、气动优化、结构优化、多学科设计优化软件
- 风洞实验/全尺寸样机



## 成果

- 全机外形数模
- 完整三面图/总体布置图
- 论证报告
- 全尺寸样机



# 详细设计

## 已知

- 初步设计结果
  - 外形数模;
  - 总体布置 (数字样机; 全尺寸样机)

## 目标

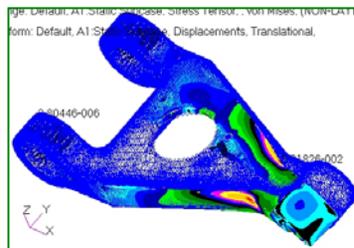
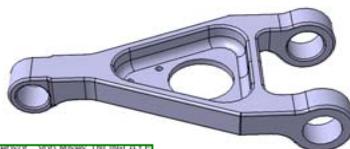
- 完成可实现加工的细节设计

## 工作内容

- 部件设计和零构件设计
- 各系统的设计
  - 液压系统
  - 环控系统
  - 起落架系统.....
- 详细的重量重心计算
- 强度计算报告
- 静强度、动强度和寿命试验
- 系统的地面台架试验
- 工装设计

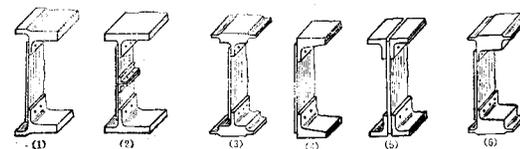
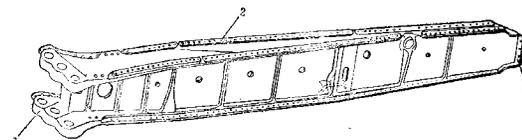
## 方法与手段

- CAD
- CAM (FEM)
- 结构优化设计
- 系统可靠性设计
- 试验



## 成果

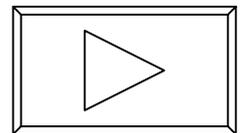
- 部件总图、装配图、零件图
- 各系统总图、装配图、零件图





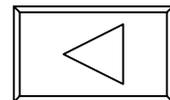
# 设计工作特点

- 科学性与创造性
  - 构思与分析
  - 右脑与左脑
- 非唯一性
- 逐步细化
- 反复迭代，多轮逼近
- 综合与协调



# 设计工作的创造性

构思（创造性）：  
提出各种各样方案





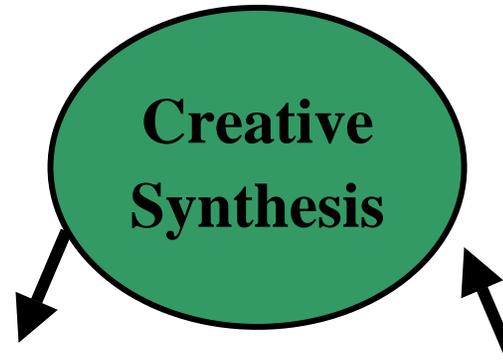
# Creativity: Left Brain—Right Brain

## Associative Creative

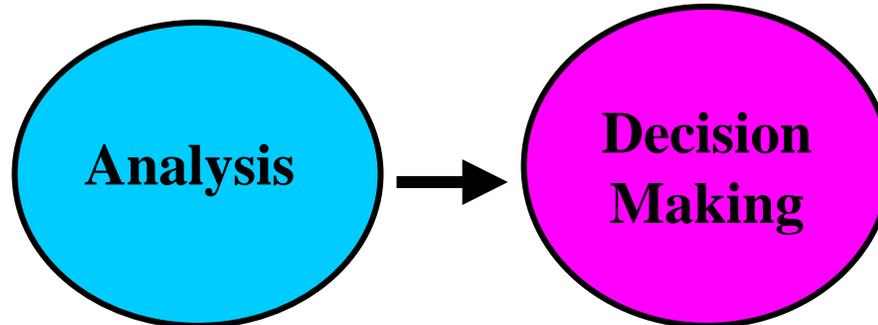
### Features

- no rules
- uncritical thinking
- irrational
- illogical
- diverge
- alternative

**Creative Mind  
(Right Brain)**

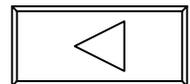


**Judicial Mind  
(Left Brain)**



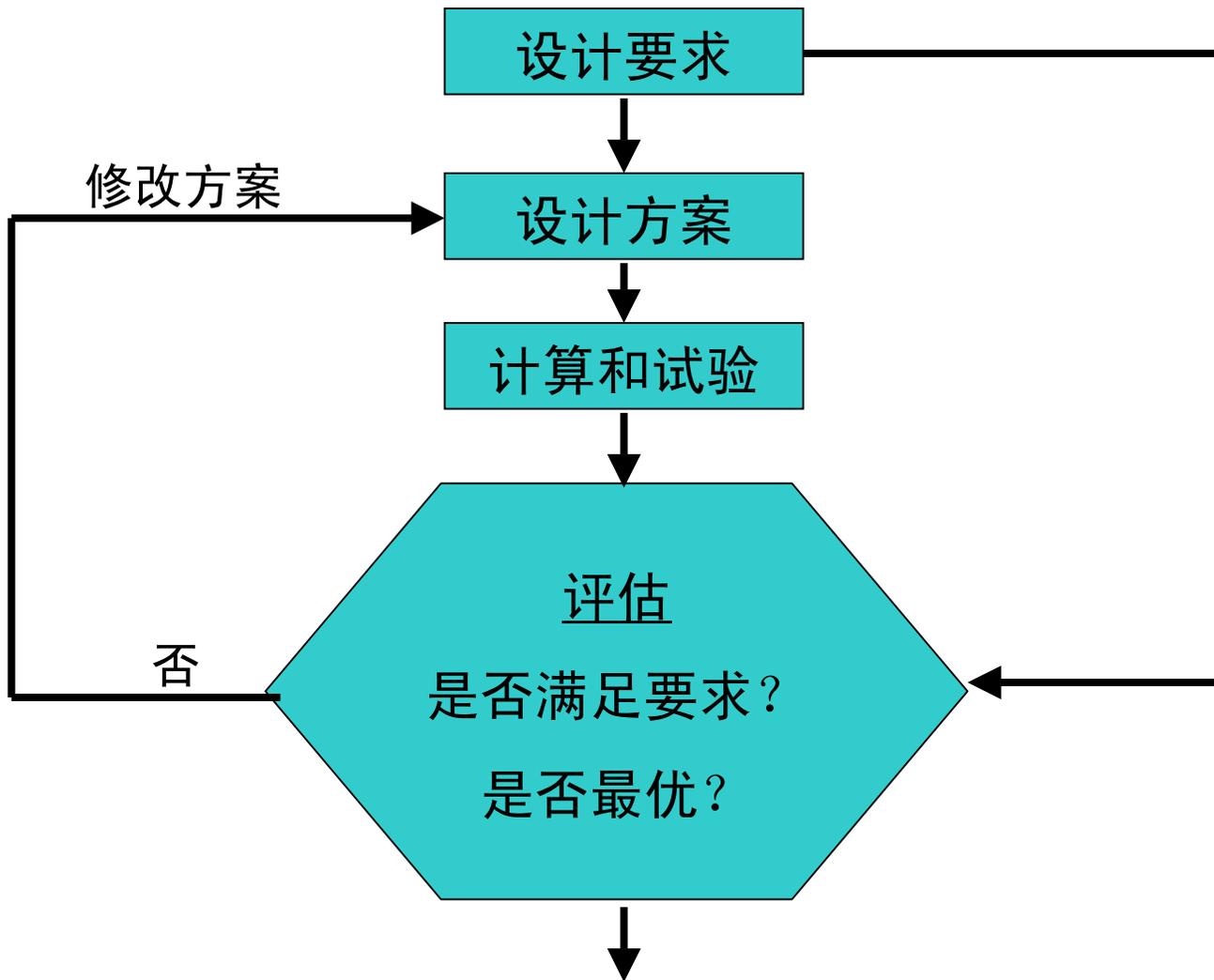
- rigid rules
- critical thinking
- rational
- logical
- converge
- one answer

## Deductive Analytical

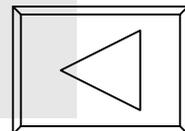
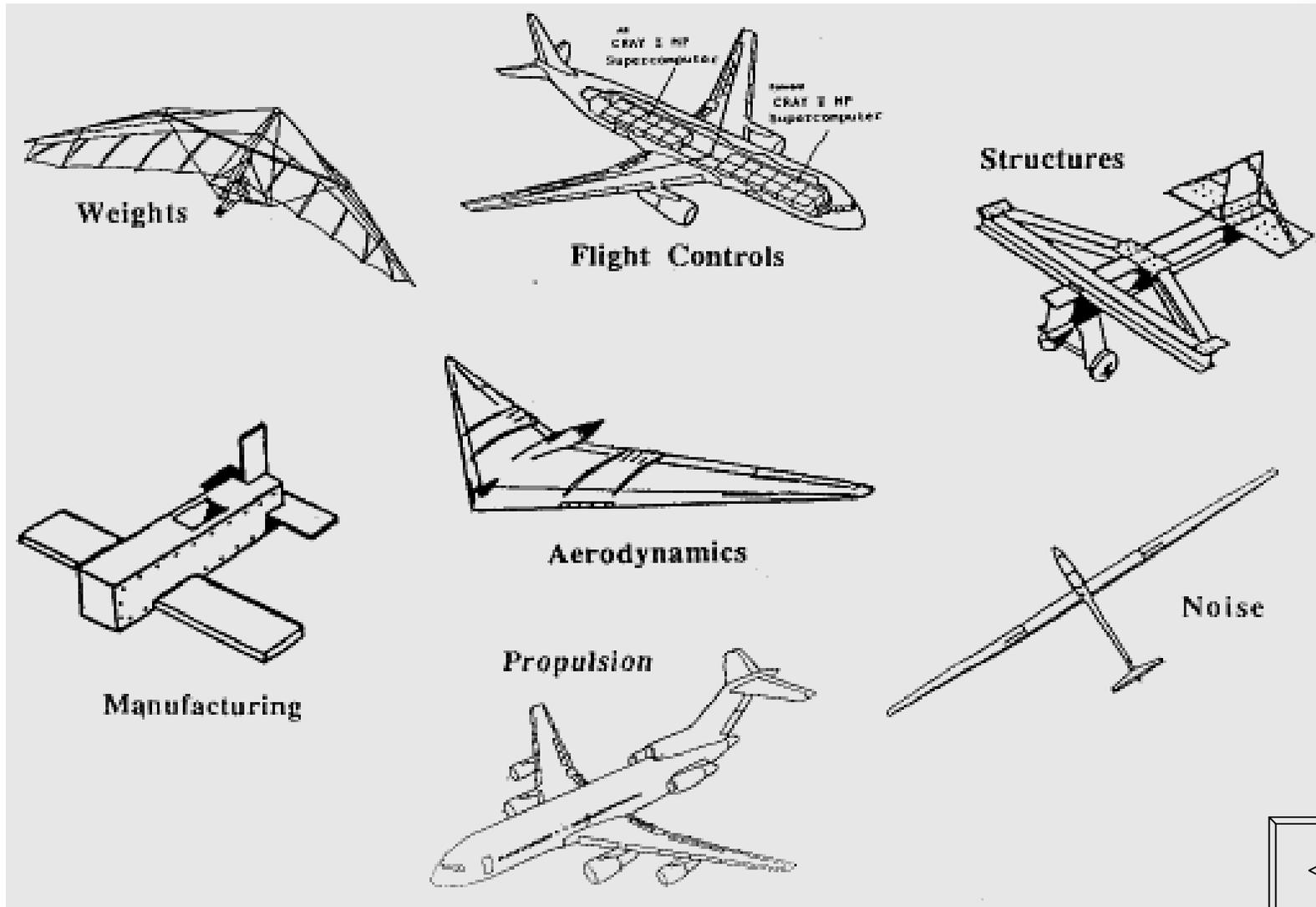




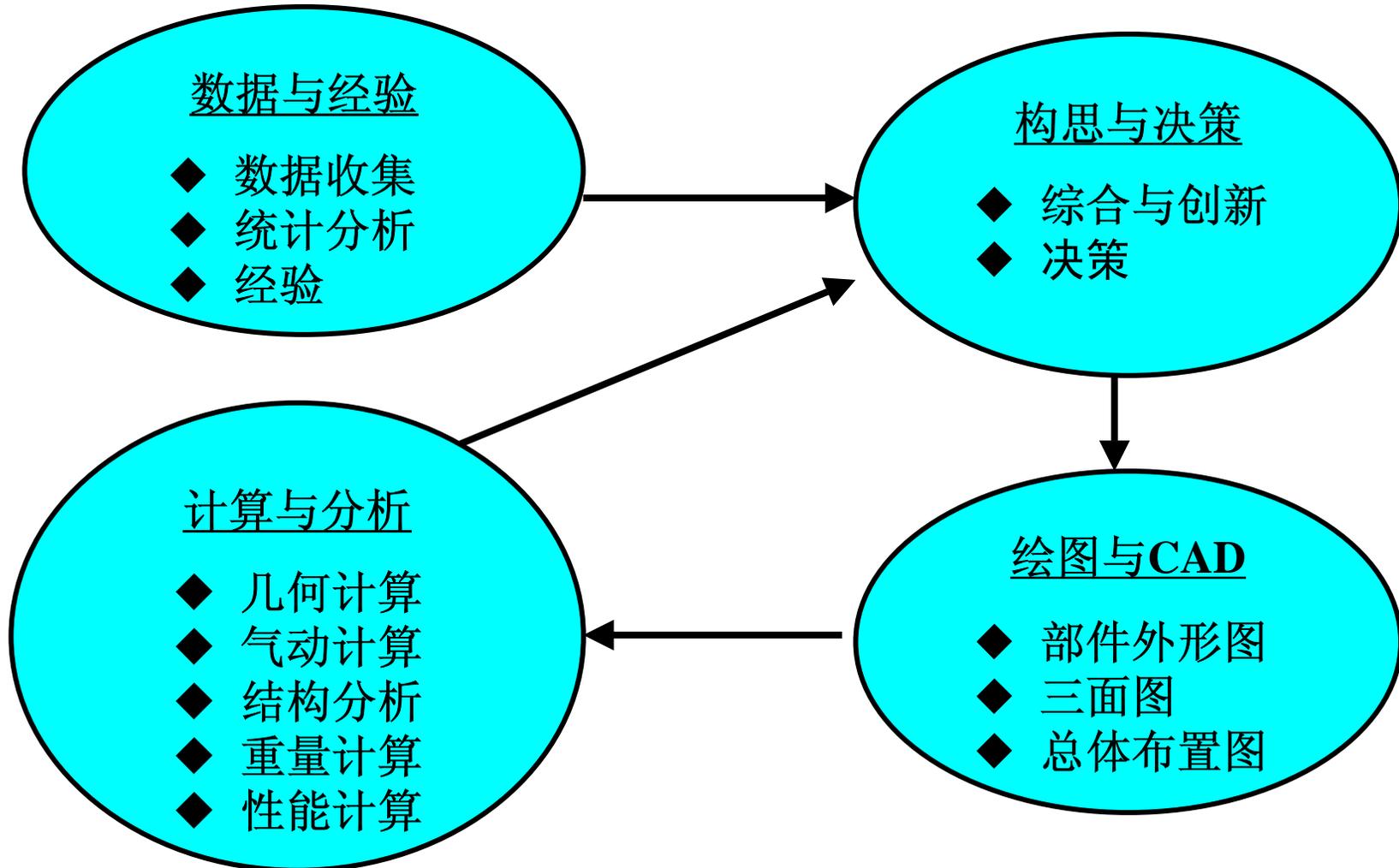
# 反复迭代，多轮逼近



# 综合与协调

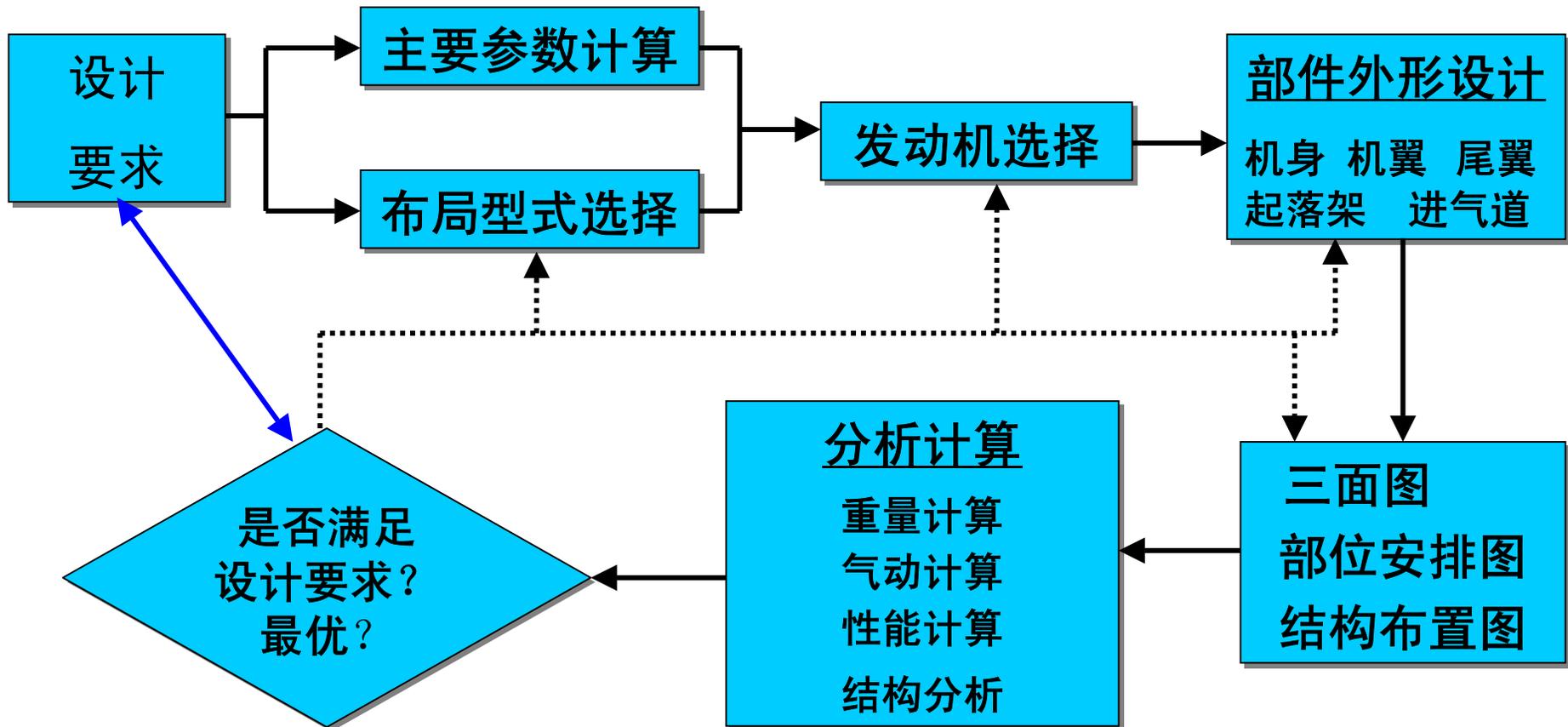


# 飞机设计应具备的知识与技能



# 飞机总体设计框架

总体设计 = 概念设计 + 初步设计





## 本课程教学目标

- 掌握飞机设计的一般过程和方法
- 提供一个飞机设计的经历
- 融汇贯通前修课程所学的知识
- 提高综合分析、判断和决策能力
- 培养团队工作精神
- 培养制定计划、组织协调的基本能力
- 提高书面和口头表达能力



# 课程评分内容与方法

- 设计报告                    50%
- 笔试                         50%
- 得分:                         设计报告 + 笔试成绩
  
- 设计报告评分标准:
  - 1) 完整性
  - 2) 正确性和合理性
  - 3) 清晰性

# 设计报告内容

- 设计要求拟定
- 飞机构形的确定
- 飞机主要参数计算
- 部件外形设计
- 飞机总体布置
- 重量重心计算
- 气动特性分析
- 飞行性能分析计算
- 三面图
- 总结





# 课程如何进行

- 采用“基于问题的教学”方法
  - ✓ 以解决某飞机总体设计问题为中心，进行“教”与“学”。
  - ✓ 不仅仅是获取有关飞机总体设计的知识，更重要的是学会如何应用知识来解决问题。
- 教员
  - 讲解总体设计的方法
  - 讲解分析和综合方法
- 学生（分组）
  - 完成设计报告
  - 笔试