

# 《基于功能导向的公差设计》工作坊

——设计工程师精益图纸开发流程

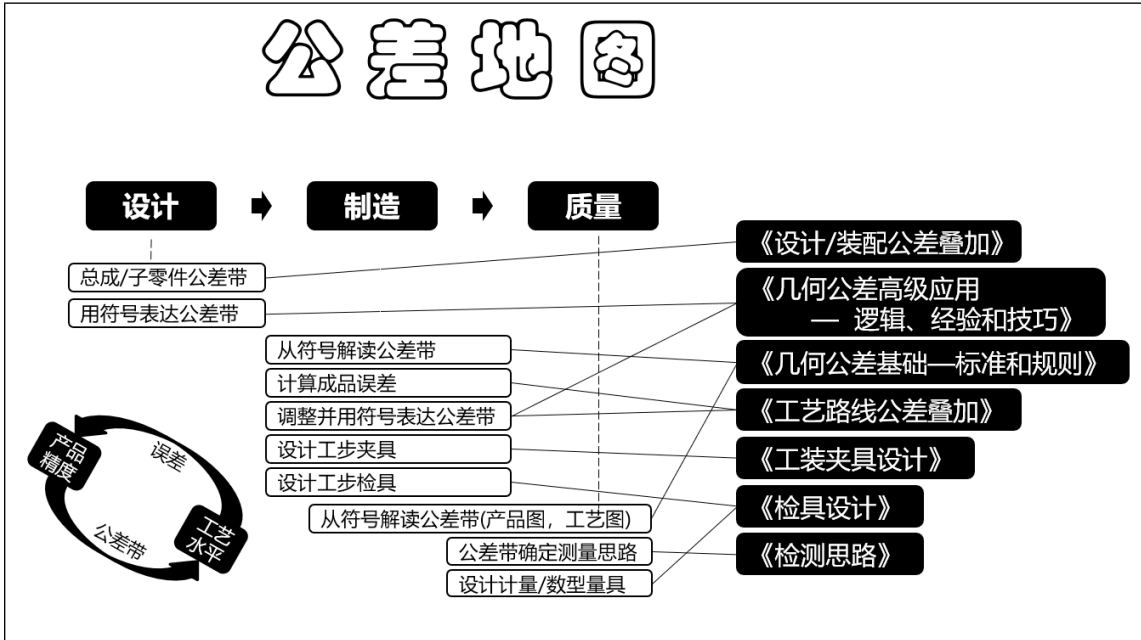
## 前置课程：

《几何公差基础——标准、符号和规则》

《几何公差高级应用——逻辑、经验和技巧》

《尺寸链——整机/部件装配公差叠加》

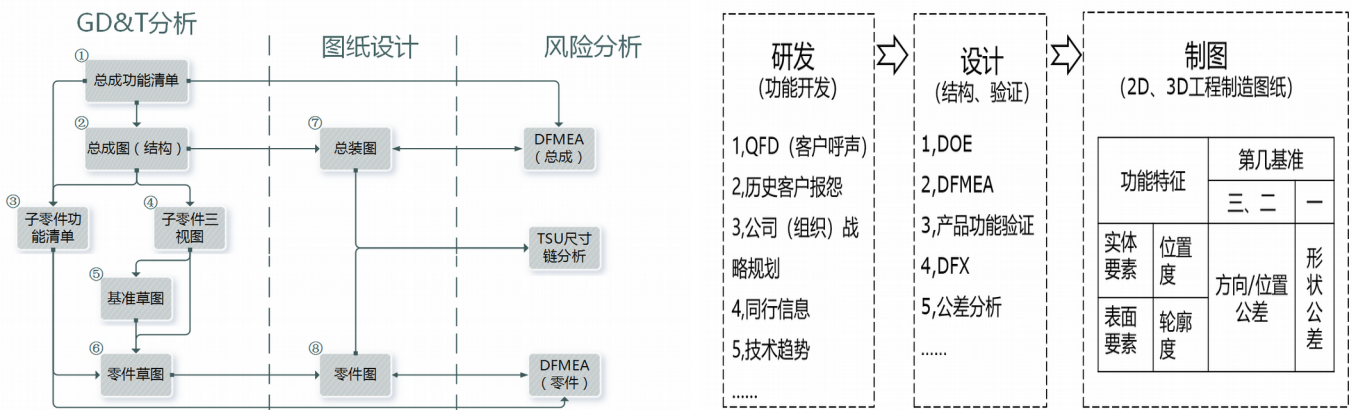
(以上3门课程为“公差地图”的组成部分，本次工作坊默认学员具备此3门课程基础。)



## 工作坊简介：

本工作坊并不是讲：~~公差是什么，如何规范标注，以及公差本身的逻辑和技巧。~~

而是结合企业实际产品，首先分析产品功能、结构、匹配装配要求、同时考虑制造实现情况；然后准确设定公差值的**实战演练**。整个工作坊的外在工作流程和内在逻辑见下面两图。

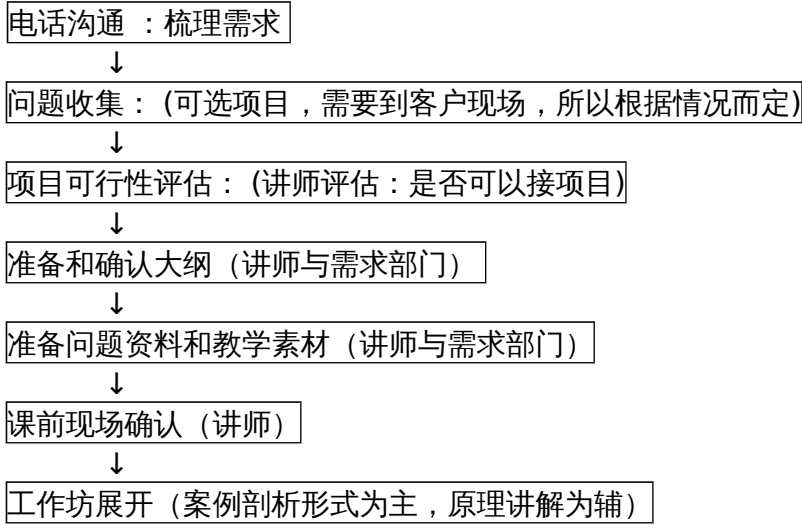


## 工作坊目标：

- 从产品实现的宏观过程中看公差的作用和难点
- 功能导向的产品出图思路
- 规范化识别机械产品的功能
- 从装配关系到机械几何结构到产品公差——计算思路与方法

- 科学计算最大允许制造误差
- 掌握失传已久的基准草图和设计草图的应用方法
- 在正确的节点使用恰当的方法融入模块化、实效边界和尺寸链等工具和思路

### 工作坊开展流程：



**参加人员：**设计工程师、应用工程师、项目工程师/经理、项目质量工程师、技术部门管理者。

**时间：**2~3天

**工作坊大纲：**

#### 一、公差设计在产品开发中的整体流程

1. 总成功能导向的精益研发出图流程
  - 1) 识别产品功能并准确编制清单
  - 2) 识别相关技术参数并量化
  - 3) 为子零件规划边界和技术参数
  - 4) 尺寸链校核
2. 零件功能导向的精益研发出图流程
  - 1) 传递并识别功能清单
  - 2) 产品结构分析与基准系识别
  - 3) 基于功能的风险分析和计算
  - 4) 产品设计草图
  - 5) 产品公差图
3. 公差与产品实现流程
  - 1) 公差缘起缘灭——从系统思维看其应用过程

- 2) 界定研发与设计不同
- 3) 界定公差设计工作阶段
- 4) 案例展示

## 二、探寻机械背后的秘密——功能识别

### 1. 机械零件的功能类型

- 1) 装配实现
- 2) 制程定位
- 3) 精密定位
- 4) 密封
- 5) 传递力、力矩
- 6) 运动传递
- 7) 保持几何形状
- 8) 运输
- 9) 包装
- 10) 传递能量
- 11) 外观造型
- 12) 可维修性
- 13) 寿命

### 2. 功能转化为质量特征和技术参数

- 1) 基准
- 2) 尺寸公差
- 3) 几何公差
- 4) 基本尺寸
- 5) 几何结构
- 6) 强度/硬度/刚度

## 三、装配与结构分析

### 1. 零件结构分析

- 1) 自由度
- 2) 主/次/止推基准

### 2. 装配过程分析

### 3. 功能工况分析

### 4. 基准草图

## 四、基于功能的风险分析与计算（根据实际情况或调研结果，此模块的内容会有所调整）

### 1. 传递力或力矩

- 1) 装配过盈量与扭矩
- 2) 过盈装配与压入力
- 3) 案例

#### 2. 运动传递

- 1) 齿轮传动
- 2) 连杆机构
- 3) 几何模型建立
- 4) 关键因子识别
- 5) 案例

#### 3. 装配实现

- 1) 孔组概念
- 2) 复合公差的应用
- 3) 几何模型建立
- 4) 关键因子识别
- 5) 产品尺寸链分析
- 6) 案例

#### 4. 制程定位

- 1) 机加工定位
- 2) 焊接定位
- 3) 几何模型建立
- 4) 关键因子识别
- 5) 工艺尺寸链分析
- 6) 案例

#### 5. 密封

- 1) 几何模型建立
- 2) 关键因子识别
- 3) 厂方推荐应用

#### 6. 精密定位

- 1) 基孔, 基轴
- 2) 轴承装配
- 3) 研磨滑配
- 4) 活塞类

毛毛虫图——多个零件间隙配合计算简图

- 5) 容积式泵/马达
- 6) 几何模型建立
- 7) 案例

### 五、绘制制造工程图样

1. 子零件出图
  - 1) 产品草图绘制
  - 2) 基准校对
  - 3) 功能校对
  - 4) 参数选择
2. 工程图

## 六、部件总成验证

1. 总成功能技术参数
2. 尺寸链校核
  - 1) 理想间隙
  - 2) 最小壁厚
  - 3) 对中精度
  - 4) 有效作用范围
  - 5) 设计边界
3. 产品/工艺尺寸链结果的应用
4. 统计公差的作用

## 七、模块化公差设计的应用

1. 分析并划分零件的功能/结构
2. 建立技术参数内部逻辑关系
3. 确立技术参数外部有效数据
4. 确认实效边界
5. 模块化公差分配作业指南

已交付成功案例展示：

# 《基于功能导向的产品公差设计训练营》

——某美资工程机械空调制冷机工厂

**客户问题描述** 1, 工程师绘制的子零件图不能匹配总成的装配关系;

2, 零件结构复杂, 装配基准系与功能基准系有出入;

3, 各工程师出图思路不统一, 图纸质量也因人而异;

4, 无贴切的出图作业标准, 设计规范不足或者零散。

## 工作坊目标和展开大纲

1、功能导向的精益研发出图流程

- 产品功能清单
- 明确研发与设计不同
- 明确公差设计工作阶段

2、基于功能的公差设计与验证

- 传递力或力矩
- 运动传递
- 装配实现
- 制程定位
- 密封
- 精密定位

3、绘制制造工程图样

- 产品草图绘制
- 基准校对
- 功能校对
- 参数选择
- 尺寸链校核

(注: 以上面内容为主轴, 按组分配具体零件, 学员一边逐步进行, 讲师逐一检查并纠正)

## 工作坊产出

1, 技术资料: 各零件的功能清单、设计草图样板、基准系指导书、若干公差分析图表(如: 多因子公差推理图);

2, 经验萃取: 公差带分析计算思路, 取值路径, 评审方法;

3, 学员能力: 分组作业完成分析和设计具体零件;

3, 在讲师的帮助下, 整理出一套模板。

**学员评价:** 总评分 9.39 分

评价标准	很好	好	一般	差	很差	平均分	满意度(%)
人数	16	7	0	0	0	4.70	93.91%
百分比	69.57%	30.43%	0.00%	0.00%	0.00%		