

《公差问题分析与解决——优化并协调设计/工艺/测量/装配四大过程》

——本课程的配套书籍《公差工程那些事儿》，由机械工业出版社出版，作者：子谦

问题范围：

管理层困扰：

- 小批量甚至量产后才发现，因公差和误差的问题导致模具、工装、甚至新设备报废
- 解决问题靠经验，无法根治问题
- 市场逼迫制造成本下降
- 返工率居高不下？
- 问题分析思路各持己见，部门墙坚固，无法形成合力

设计方面困扰：

- 公差过严导致浪费制造资源（成本），甚至有不承载任何功能的尺寸
- 公差太松导致产品功能失效，甚至关键功能没有标注尺寸
- 产品验证过分依靠实物产品试错（匮乏理论验证工具）
- 同一零件有多种或不固定的工艺方案，如何确保总成精度
- 很难估计新产品实际制造精度

测量方面困扰：

- 经常让步放行的零件，为什么不合格？
- 为什么合格零件会无法装配或功能失效
- 同一尺寸有多种测量方法

工艺方面困扰：

- 机床精度已到极限，仍无法满足产品工厂要求
- 基准选择困难
- 高精度机床产出低精度产品
- 缺工具：误差分析、夹具设计、工艺尺寸链、建模能力、软件扩展能力等

.....

公差和误差是精度的一体两面，两者之间矛盾且统一。它们贯穿机械产品实现的四大开发过程：设计、工艺（零件加工）、测量和装配。

仔细分析精度在四大过程之间的关系时，我们发现精度问题是一个系统性兼动态性的问题。一方面，四大过程相互影响也相互成就对方；另一方面，四个过程的具体手段和方法在不断的变换和进步。

本课程将从公差工程的系统角度分析精度问题的解决流程和方法。

成功案例：

企业/产品	问题描述	成果/经验产出
爱立信 某工厂 发射端子	跳动度不良大于 40%	· 成功建立工艺路线、夹具误差分析模型，量化误差贡献因子；并给出优化方案。
宝马发动机供方 曲轴	长期未能解决复杂的多面 同步磨削的余量问题	· 成功建立工艺分析模型，并二次开发 EXCEL 程序完成复杂的计算工作。从而得到工 艺优化方案，减少不良品。
宝马供方 排气管	零件批次变更长期冲击停 机调试时间	· 成功建立工艺模型量化原材料变差对总成的影响。 · 上述经验应用于优化新夹具方案，从而减少停线调整时间。
东海兴业 专用设备	刀具消耗费用是同行顶尖 公司的 6 倍	· 研究原因：机械结构导致刀具切割不稳定。 · 优化机械结构提高设备精度，制定设备验收标准（新设备开发目标）。
.....

多长时间：2 天

谁要参加：技术总监(设计、工艺、质量部门)，技术部门管理者，项目经理，设计工程师，工艺工程师，质量工程师，供应商质量工程师，尺寸工程人员

具体方法（课程大纲）：

一、识别范围与目标

1 看穿精度本质

- 1) 公差与误差
- 2) 设计目标与过程能力
- 3) 产品精度与制造成本

2 锁定研究范围

- 1) 公差工程工作逻辑图
- 2) 设计目标分解
- 3) 制造误差累积过程

3 设定解决目标

- 1) 产品功能→机械功能→设计目标
- 2) 误差类型与功能要求
- 3) 设定目标

二、审查设计与工艺

1 产品公差分解路径

- 1) 产品设计目标分解至零件
- 2) 零件的公差标准思路
- 3) 产品结构设计思路

2 制造方案导致误差累积

- 1) 定位方案
- 2) 工艺方案
- 3) 装配方案

3 焊接类零件公差分解路径（包括多个散件注塑后成一个整体零件）

三 误差分析与量化

1 误差累积分析

- 1) 几何关系计算
- 2) 尺寸链分类与作用
- 3) 尺寸链工作逻辑

2 误差计算

- 1) 位置误差列表法
- 2) 方向误差公式 $\tan(\alpha+\beta)=\tan(\alpha) + \tan(\beta)$
- 3) 统计公差应用

3 工具

- 1) Excel 表格的二次开发
- 2) 巧用微积分
- 3) 巧用三维软件

四、措施验证与选择

1 制定同步优化方案

1) 设计方案

- a) 机械结构
- b) 公差标注

2) 工艺方案

- a) 工序调整
- b) 现场修配法
- c) 定位误差
- d) 设备能力

3) 测量方案

- a) 消除测量误差
- b) 主动测量的制造系统

4) 装配方案

- a) 装配顺序
- b) 分组装配
- c) 补偿环与修配法
- d) 主动测量与调整法
- e) 热装/冷装

2 方案验证与评估

1) 虚拟验证

2) 试制验证

3) 综合评估 (周期、效果、成本)

学员要求与注意事项 (重要) :

- 1, 必须具备机械图纸阅读能力, 对尺寸和几何公差应用, 尺寸链, 夹具, 机床等有基础的认知。
- 2, 了解制造加工工艺概念, 在设计或工艺或测量有 2 年以上实际工作经验。
- 3, 本课程技术性较强, 为确保能照顾到每位学员, 建议学员人数 25 人以内。
- 4, 鼓励学员带真实案例到学习现场, 但必须资料齐全, 如果可带实物到现场分析更佳。
- 5, 资料要规范, 或者记录的信息足够支撑数据分析过程也可。
- 6, 假设案例、手工现场绘图、资料不足等情况, 拒绝讨论。
- 7, 设备能力极限问题不在此课程范围之内讨论。