

教学案例 7 机械产品失效分析

机械产品失效有四种模式：磨损、腐蚀、变形和断裂，广义的失效是材料、力学和化学三者交互作用的结果。材料与化学二者之间的交互作用引起材料(构件)的腐蚀；材料与力学的交互作用引起材料的断裂、疲劳；材料、化学和力学三者之间的交互作用引起材料的磨损与腐蚀有关的断裂(如应力腐蚀、腐蚀疲劳、高温断裂)。机械产品在实际制造和使用过程中，机械损伤和缺陷是难免的。是导致机械零件失效的主要原因。实践表明，大多数机械结构失效是由于存在原始缺陷或损伤造成裂纹萌生，扩展，直至断裂的发展过程。但由于环境的突变，操作失误或管理不善也会造成偶然失效。偶然失效在机械产品失效占有较低的概率。判断机械失效的性质、分析机械失效的原因、研究机械失效事故的处理方法和预防措施的技术活动及管理活动统称为机械失效分析。因此，机械失效分析是分析失效原因的思路与方法的总称。

通过失效分析去发现新问题，认识新规律，发展新技术。现代摩擦学、腐蚀学、材料强度学、表面科学、电子断口学等学科的创立和发展与机械失效分析有着非常密切的关系。随着科学技术的进步，新设备仪器的开发与应用，失效分析手段不断提高，失效分析的思路得到创新和拓展，正确应用失效分析思路和方法，可使得失效分析的准确性不断提高。

失效分析的思路：指在思想中以失效规律(宏观表象特征和微观表象机理)为理论依据，通过调查、观察、试验获得的失效信息(失效现象、失效对象、失效环境)分别加以考察，然后有机结合起来作为一个整体综合考虑，以获取的客观事实为证据，全面应用逻辑推理方法，判断失效事件的失效模式，推断失效原因。

通过合理的失效分析思路判断失效机制，解释失效模式。主要依据是失效的形貌特征、失效的应力状态、失效材料的实际强度、失效环节因素，失效相关因素(误用性和受累性)。近代材料科学和工程力学对破断、腐蚀、磨损及其复合型的失效模式和失效机理作了十分深入的研究，积累了大量的统计资料，为失效模式的判断、失效机理及失效原因的解释奠定了实践基础、技术基础和理论基础。

机械失效原因分析基本程序：

- 1) 失效现场信息调查(含背景材料收集)
- 2) 失效事件初步研究

- 3) 失效模式初步判断
- 4) 确定具体分析思路和工作程序
- 5) 实施工作程序查找失效原因
- 6) 综合分析失效原因

正确建立机械产品失效分析思路十分必要。上述失效分析实例表明，按失效思路的分析程序进行分析是一种十分有效方法。通过失效分析去发现新问题，认识新规律，发展新技术。现代摩擦学、腐蚀学、材料强度学、表面科学、电子断口学等学科的创立和发展与机械失效分析有着非常密切的关系。随着科学技术的进步，新设 备仪器的开发与应用，失效分析手段不断提高，失效分析的思路经过创新和拓展，失效分析的准确性将不断提高。