

金属失效分析

什么是金属失效分析？

金属失效分析是指以宏观表象特征和微观过程机理为理论依据，把失效对象、失效现象、失效环境分别加以考察，以获取的客观事实为证据，全面应用逻辑推理综合分析的方法来判断失效模式，并推断失效原因，提出预防与纠正措施的技术与管理活动。

失效分析的目的和意义

通过对失效件的分析，明确失效类型、找出失效原因，采取改进和预防措施，防止类似的失效在设计寿命范围内再发生，对装备及其构件在以后的设计、选材、加工及使用都有指导意义。

1) 减少和预防同类机械零件的失效现象重复发生，保障产品质量，提高产品竞争力。

2) 分析机械零件失效原因，为事故责任认定、裁定赔偿责任、修改产品质量标准等提供科学依据。

2) 为企业技术开发、技术改造提供信息，增加企业产品技术含量，从而获得更大的经济效益。



失效形式

1) 弹性变形失效

当应力或温度引起构件可恢复的弹性变形大到足以妨碍装备正常发挥预定的功能时，就出现弹性变形失效。

2) 塑性变形失效

当受载荷的构件产生不可恢复的塑性变形大到足以妨碍装备正常发挥预定的功能时，就出现塑性变形失效。

3) 脆性断裂失效

构件在断裂之前没有发生或很少发生宏观可见的塑性变形的断裂称为脆性断裂失效。

4) 韧性断裂失效

构件在断裂之前产生显著的宏观塑性变形的断裂称为韧性断裂失效。

5) 疲劳断裂失效

构件在交变载荷作用下，经过一定的周期后所发生的断裂称为疲劳断裂失效。

6) 腐蚀失效

腐蚀是材料表面与服役环境发生物理或化学的反应，使材料发生损坏或变质的现象，构件发生的腐蚀使其不能发挥正常的功能则称为腐蚀失效。腐蚀有多种形式，有均匀遍及构件表面的均匀腐蚀和只在局部地方出现的局部腐蚀，局部腐蚀又有点腐蚀、晶间腐蚀、缝隙腐蚀、应力腐蚀开裂、腐蚀疲劳等。

7) 磨损失效

当材料的表面相互接触或材料表面与流体接触并作相对运动时，由于物理和化学的作用，材料表面的形状、尺寸或质量发生变化的过程，称为磨损。由磨损而导致构件功能丧失，称为磨损失效。磨损有多种形式，其中常见粘着磨损、磨料磨损、冲击磨损、微动磨损、腐蚀磨损、疲劳磨损等。

失效分析的程序

1) 接受任务明确目的要求

不管失效分析是何种目的，失效分析的宗旨都是找出失效的原因，避免同样的失效事件再发生。对于不同目的要求的情况，失效分析的深度和广度将会有很大的差别。

2) 调查现场及收集背景资料

要收集的失效信息一般有两类：一类是已经确认能反映失效事故的过程和起因的现象和物质；一类是估计可能用得着的物质和值得进一步分析的现象。

调查、访问和背景资料的收集：失效装备的工作原理及运行技术数据和有关的规程、标准；设计的原始依据，如工作压力、温度、介质、应力状态和应力水平、安全系数，预计寿命等；选材的依据，如材料性能数据、焊缝系数等；材料的牌号、性能指标、质量保证书、供应状态时间等；加工、制造、装配的技术文件，包括制造工艺的文件，工艺流程及实施记录、检验报告乃至无损检验报告等；运行记录，包括工作压力、温度、介质、时间、异常载荷及已运行时间等；操作维修资料如操作规程、试车记录、操作记录、检修记录等。

3) 失效件的保护、取样及试样清洗、保存

断口保护主要是防止机械损伤或化学损伤。

对于机械损伤的防止，应当在断裂事故发生后马上把断口保护起来。在搬运时将断口保护好，在有些情况下还需利用衬垫材料，尽量使断口表面不要相互摩擦和碰撞。有时断口上可能沾上一些油污或脏物，千万不可用硬刷子于断口，并避免用手指直接接触断口。

对于化学损伤的防止，主要是防止来自空气和水或其他化学药品对断口的腐蚀。一般可采用涂层的方法，即在断口上涂一层防腐物质，原则是涂层物质不使断口受腐蚀及易于被完全清洗掉。

为了全面地进行失效分析，需要各种试样，如力学性能试样、化学分析试样、断口分析试样、电子探针试样、金相试样、表面分析试样和模拟试验用的试样等。这些试样要从有代表性的部位上截取，要对截取全部试样有计划安排。

清洗的目的是为了除去保护用的涂层和断口上的腐蚀产物及外来沾污物如灰尘等。

4) 失效件的观察、检测和试验

化学成分分析：包括对失效构件金属材料化学成分、环境介质及反应物、生成物、痕迹物等的化学成分的分析。

性能测试：力学性能包括构件金属材料的强度指标、塑性指标和韧性指标及硬度等；化学性能包括金属材料在所处环境介质中的电极电位、极化曲线及腐蚀速率等；物理性能如环境介质在所处工艺条件下的反应热、燃烧热等。

无损检测：采用物理的方法，在不改变材料或构件的性能和形状的条件下，迅速而可靠地确定构件表面或内部裂纹和其他缺陷的大小、数量和位置。金属构件表面裂纹及缺陷常用渗透法及电磁法检测；内部缺陷则多用放射性检测，声发射常用于动态一无损检测，如探测裂纹扩展情况。

组织结构分析：包括构件金属材料表面和芯部的金相组织及缺陷。常用金相法分析金属的显微组织是否正常、有否存在晶粒粗大、脱碳、过热、偏析等缺陷；夹杂物的类型、大小、数量和分布；晶界上有无析出物，裂纹的数量、分布及其附近组织有无异常，是否存在氧化或腐蚀产物等。

残余应力测试及计算：构件残余应力的测定是在无外加载荷的作用下进行测定，目前多用X射线应力测定法。

模拟试验就是设计一种试验，使其绝大多数条件同失效工况相同或相近，但改变其中某些不重要、且模拟价高、时间太长、危险太大的影响因素，看是否发生失效及失效的情况。

5) 确定失效原因并提出改进措施

正确判断失效形式是确定失效原因的基础，但失效形式不等于失效原因。还要结合材料、设计、制造、使用等背景和现场情况对照查找。

敬请垂询

上海

Tel: 021-31073110

深圳

Tel: 0755-33683695

技术支持中心

E-mail: reliability@cti-cert.com

微信二维码



微博二维码



声明

©2015 CTI, 版权所有。本刊所有内容，除注明同意授权CTI使用的第三方内容外，版权均属CTI所有。非经或者满足任何特定标CTI事先书面授权，禁止引用或引证本刊内的任何信息。对本刊内容或外观的任何未经授权之变更、伪造、篡改均属非法，违反者将追究其法律责任。本刊仅限参考使用，并不取代任何法律规定或适用规章；仅为CTI就所涉专题提供的技术性信息，而非对此类专题的详尽表述。所述信息均按原样提供，CTI不承担该等信息准确无误或满足任何特定标准。