



中华人民共和国国家标准

GB/T 16778—2009
代替 GB/T 16778—1997

纤维增强塑料结构件失效分析一般程序

General procedure of failure analysis
for fiber reinforced plastic structural products

2009-03-28 发布

2010-01-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
纤维增强塑料结构件失效分析一般程序
GB/T 16778—2009

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 0.5 字数 8 千字
2009年6月第一版 2009年6月第一次印刷

*

书号: 155066·1-37479 定价 14.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533

前 言

本标准代替 GB/T 16778—1997《纤维增强塑料结构件失效分析一般程序》。

本标准与 GB/T 16778—1997 相比主要变化如下：

- 增加失效件的制造工艺分析步骤(见 3.1.2)；
- 增加首先失效部件的确定分析步骤(见 3.3.2)；
- 增加对断口的保存要求(见 3.4.1)；
- 修改了失效模式的确定分析步骤(1997 年版的 3.6, 本版的 3.6)；
- 增加对失效件受力情况的分析要求(见 4.5)。

本标准由中国建筑材料联合会提出。

本标准由全国纤维增强塑料标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位：北京航空航天大学、北京玻璃钢研究设计院。

本标准主要起草人：张佐光、李敏、顾轶卓、张大兴、张峥。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 16778—1997。

纤维增强塑料结构件失效分析一般程序

1 范围

本标准规定了纤维增强塑料结构件失效分析的一般程序。

本标准适用于纤维增强塑料结构件的失效分析。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

- GB/T 2576 纤维增强塑料树脂不可溶分含量试验方法
- GB/T 2577 玻璃纤维增强塑料树脂含量试验方法
- GB/T 3365 碳纤维增强塑料孔隙含量和纤维体积含量试验方法
- GB/T 3854 增强塑料巴柯尔硬度试验方法
- GB/T 3855 碳纤维增强塑料树脂含量试验方法
- GB/T 6041 质谱分析方法通则
- GJB 1038.1 纤维增强塑料无损检验方法 超声波检验
- GJB 1038.2 纤维增强塑料无损检验方法 X射线检验方法
- HB 5416 航空非金属材料红外光谱检验方法
- JC/T 287 玻璃钢空隙含量试验方法

3 失效分析一般程序

3.1 明确任务要求

3.1.1 任务来源

失效分析任务可以由上级主管部门下达,也可由设计、研究、生产或使用部门委托。

3.1.2 接受任务

接受任务时应了解失效件的情况做如下了解:

- a) 失效件的名称;
- b) 失效件所属的组件;
- c) 失效件的制造工艺;
- d) 使用环境和所受应力状态;
- e) 失效现象、历史背景以及对整体失效分析的情况等。

3.2 进行调查研究

3.2.1 失效现场的观察与记录

应对失效现场作详细的观察、记录、照相及录像等。不得遗漏造成失效的任何重要情况。

3.2.2 调研内容

调查研究内容包括:

- a) 失效发生的时间、地点及现场的环境;

- b) 寻找失效件,了解并记录失效件的分布与状态;
- c) 失效件在失效前的运转(工作)情况(参数、服役时间)及出现的异常现象;
- d) 有关的设计、计算书、贮运包装、调试测试等资料;
- e) 有关生产制造情况,包括原材料、工艺图纸及工艺规范、技术及质量问题处理单、过程检测及出厂检测等制造资料;
- f) 失效件的质量情况;
- g) 相关结构件及同一型号其他零件的损伤情况;
- h) 调查询问有关人员对于结构件失效的见解与建议;
- i) 需要调查的其他有关情况。

3.2.3 编写调研报告

调研结束后应写出调研报告。

3.3 失效件分析

3.3.1 失效件拼凑图的绘制

把现场调研中找到的失效件进行拼凑,并画出失效件拼凑图及破坏扩展方向图,同时应注明找到失效件碎片的位置。

3.3.2 确定首先失效的部件

根据调查收集的资料及失效件初步分析的结果,确定首先失效的部件。

3.3.3 裂纹源部位的确定

根据失效件拼凑图及破坏扩展方向图找出裂纹源及缺陷存在部位。

3.3.4 编写初步分析报告

根据 3.3.1、3.3.2 及 3.3.3 内容编写出现场失效件调研、观察的初步分析报告。

3.4 断口分析

3.4.1 断口的保存

保存失效件断口的相关资料,如断口实物、影像资料等。

3.4.2 断口形貌观察

- a) 断口形貌特征的宏观观察;
- b) 断口形貌特征的微观观察。

3.4.3 断口微区成分分析

根据需要,可对断口的微区作成分分析。

3.4.4 编写断口形貌分析小结

根据 3.4.1、3.4.2 和 3.4.3 内容,提出断口分析报告。

3.5 失效件材料检测

3.5.1 失效件材料组分分析

根据需要,分析失效件材料的组分。

3.5.2 失效件材料性能检测

根据需要,检测材料的物理性能和机械性能,其检测项目可视不同材料及不同结构件而定。

3.5.3 失效件材料内部状况检测

根据需要,对材料的内部状况进行无损检测。

3.6 确定失效模式、机理和原因

3.6.1 失效模式的确定

在调研、观察、检测及受力分析的基础上,对所获得的各种信息进行集中、处理、分析和归纳,确定其

失效模式。

3.6.2 失效机理和原因的确定

根据检测和分析结果,确定其失效机理,分析失效原因并确定引起失效的条件及影响因素。

3.7 失效复现

根据需求和可行性,进行失效复现工作。即通过试验或其他验证方法,确认失效发生的现象,验证定位的准确性和原因分析的正确性。

3.8 编写失效分析报告

失效分析报告应包括下列内容:

- a) 任务来源;
- b) 对失效件的简要描述;
- c) 失效前的工作条件及失效现象;
- d) 失效分析的内容和方法;
- e) 分析意见、结论和建议。

4 失效分析方法

4.1 失效件外观缺陷

通过目视或低倍放大镜可对失效件的气泡、树脂淤积、皱纹、表面凹陷等外观缺陷进行观察分析。

4.2 断口分析

4.2.1 断口宏观形貌

通过目视或放大镜,可观察失效件断口的宏观形貌特征。

4.2.2 断口微观形貌

通过扫描电镜,可观察分析失效件断口的微观形貌特征。

4.2.3 微区成分分析

通过扫描电镜的能谱仪,可分析失效件断口的微区成分。

4.3 材料分析

4.3.1 材料的组成

根据 GB/T 6041 质谱法分析材料的化学组成;根据 HB 5416 红外光谱法可检测材料的化学键或基团,并推断出树脂、助剂的种类。

4.3.2 含胶量

根据 GB/T 3855 测定碳纤维复合材料结构件的含胶量;根据 GB/T 2577 测定玻璃纤维增强塑料结构件的含胶量。

4.3.3 固化度

根据 GB/T 3854 定性推断纤维增强塑料结构件中树脂的固化度;根据 GB/T 2576 定量推断纤维增强塑料结构件中树脂的固化度。

4.3.4 材料性能

根据需求及相应标准,检测材料的有关性能,具体检测项目视结构件使用、损伤情况等确定。

4.4 内部缺陷的无损检测

在使用各种仪器对失效件内部缺陷进行无损检测前,通常先采用敲击法进行定性粗检。该法是用尼龙或有机玻璃制成的小锤,轻轻敲击被测制件,根据声音的清脆或沉闷,可以初步判断结构件中缺陷是否存在并可确定缺陷的大致位置:

- a) 分层:根据 GJB 1038.1A 超声波检验、激光全息照相等方法检测失效件内分层缺陷的面积及深度;