



中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z 40387—2021

金属材料 多轴疲劳试验设计准则

Metallic materials—Principles and designs for multiaxial fatigue testing

(ISO/TR 12112: 2018, MOD)

2021-08-20 发布

2022-03-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号和说明	2
5 总体原则	4
5.1 概述	4
5.2 发展历程	5
5.3 多轴疲劳试验的加载方法	5
5.4 多轴疲劳分析	6
5.5 多轴疲劳失效准则	7
6 轴向拉(压)和扭转组合加载试验系统和试样设计	7
6.1 发展历程	7
6.2 试样设计	8
6.3 试验机设计	9
7 十字双轴试验系统和试样设计	10
7.1 发展历程	10
7.2 试样设计	11
7.3 试验机设计	13
8 轴向拉(压)和内外压组合加载试验系统和试样设计	14
8.1 发展历程	14
8.2 试样设计	15
8.3 试验机设计	17
附录 A (资料性) 本文件章条编号与 ISO/TR 12112:2018 章条编号对照	18
附录 B (资料性) 本文件与 ISO/TR 12112:2018 的技术性差异及其原因	20
附录 C (资料性) 适用于管状和板状试样的多轴试验方法及其属性	22
附录 D (资料性) 试样几何形状汇总	25
参考文献	32

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件修改采用 ISO/TR 12112:2018《金属材料 多轴疲劳试验设计准则》，文件类型由 ISO 的技术报告调整为我国的国家标准化指导性技术文件。

本文件与 ISO/TR 12112:2018 相比，在结构上有较多调整，两个文件之间的结构编号变化对照一览表见附录 A。

本文件与 ISO/TR 12112:2018 相比，存在较多技术差异，在所涉及的条款的外侧页边空白位置用垂直单线(|)进行了标示。这些技术差异及其原因一览表见附录 B。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本文件起草单位：华东理工大学、天津大学、中国航发商用航空发动机有限责任公司、力试(上海)科学仪器有限公司、中国石油大学(华东)、冶金工业信息标准研究院。

本文件主要起草人：张显程、陈刚、王润梓、涂善东、付元杰、张成成、王斌、蒋文春、姚树磊、谈建平、李兵兵、侯慧宁。

引 言

工业构件会受到不同形式的多轴疲劳载荷作用,而疲劳裂纹通常萌生于构件表面缺陷或几何不连续处,因此其疲劳性能主要受平面双轴应力状态的影响。双轴应力状态包括面内主应力大小和符号相等的等双拉状态(在内压、扭转和热载荷试验中存在),面内主应力大小相等、符号相反的纯剪切状态(如扭转和纯剪切试验)和介于两者之间的双轴应力状态。

由于单轴试验简单且成本低,全球疲劳测试数据多在单轴状态下进行。因此,多轴测试的另一个目标是研发材料力学模型,以实现特定条件下多轴与单轴的关联。

为了保证不同试验室关于多轴疲劳试验研究的可靠性和一致性,在进行试验和采集数据的过程中宜遵从本文件的相关建议和规定。

金属材料 多轴疲劳试验设计准则

1 范围

本文件描述了多轴疲劳试验的一般原理,并确立了特定类别的多轴疲劳试验用试样的设计准则。

本文件适用于多轴拉扭疲劳试验、内外压作用下的轴向拉(压)扭转疲劳试验以及双轴拉伸或压缩疲劳试验。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 6398 金属材料 疲劳试验 疲劳裂纹扩展方法(GB/T 6398—2017,ISO 12108:2012,MOD)

GB/T 12160 金属材料 单轴试验用引伸计系统的标定(GB/T 12160—2019,ISO 9513:2012,IDT)

GB/T 13992 金属粘贴式电阻应变计

GB/T 16825.1 静力单轴试验机的检验 第1部分:拉力和(或)力试验机测力系统的检验与校准(GB/T 16825.1—2008,ISO 7500-1:2004,IDT)

GB/T 25917.1 单轴疲劳试验系统 第1部分:动态力校准(GB/T 25917.1—2019,ISO 4965-1:2012,IDT)

GB/T 28855 硅基压力传感器

GB/T 38250—2019 金属材料 疲劳试验机同轴度的检验(ISO 23788:2012,IDT)

GB/T 40410—2021 金属材料 多轴疲劳试验 轴向-扭转应变控制方法

JJG 269 扭转试验机检定规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

双轴应变比 **biaxial strain ratio**

φ

表面较小主应变与较大主应变的比值。

3.2

双轴应力比 **biaxial stress ratio**

ψ

表面较小主应力与较大主应力的比值。

3.3

主应变 **principal strains**

$\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$

物体内某一点的微面积元上剪切应变分量为零时的正应变分量, $\epsilon_1 > \epsilon_2 > \epsilon_3$ 。