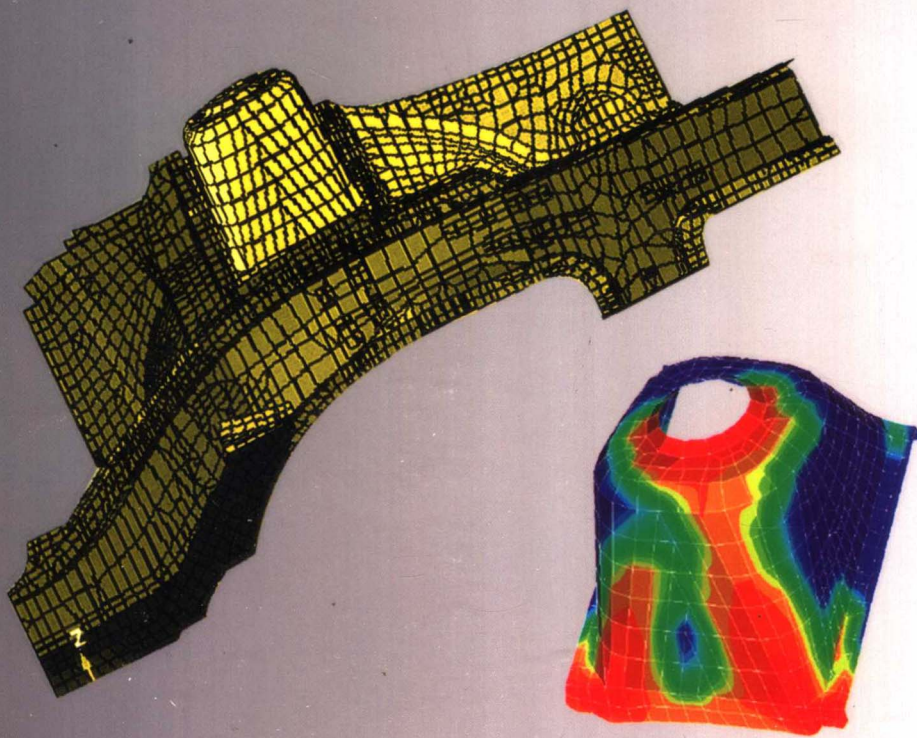
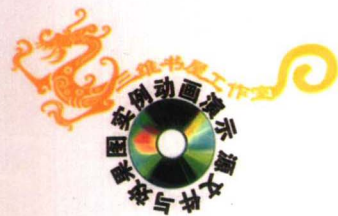


计算机辅助分析实例指导丛书



nSoft

疲劳分析理论与应用 实例指导教程

三维书屋工作室

王国军 胡仁喜 陈欣 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

计算机辅助分析实例指导丛书

nSoft 疲劳分析理论与应用 实例指导教程

三维书屋工作室

王国军 胡仁喜 陈欣 等编著



机械工业出版社

全书包括应力疲劳分析、应变疲劳分析、多轴疲劳分析、焊接疲劳分析、振动疲劳分析 5 大部分。本书是作者 6 年来利用 nSoft 进行疲劳分析的经验总结。

各部分首先以简洁、浅显的语言介绍各种疲劳分析理论,并结合大量实例,使读者对这些疲劳理论有深刻的认识。全书尽量做到理论与实例相结合,避免使用晦涩的专业术语,把枯燥的疲劳分析方法讲活讲透。

随书所附多媒体光盘为书中范例的制作过程以动画方式真实再现。本书适合自学用户,包括从事设计及工程分析的工程技术人员,可以作为高校机械专业的课程设计用书及 CAD、CAE 的课程教材。

图书在版编目(CIP)数据

nSoft 疲劳分析理论与应用实例指导教程/王国军等编
著. —北京:机械工业出版社, 2007.3
(计算机辅助分析实例指导丛书)
ISBN 978-7-111-20981-2

I. n… II. 王… III. 疲劳数据的分析: 计算机辅助分
析—应用软件, nsoft IV. 0346.2-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 025828 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:曲彩云 责任印制:杨 曦

北京蓝海印刷有限公司印刷

2007 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 16.75 印张 · 412 千字

0001—5000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-20981-2

ISBN 978-7-89482-132-4 (光盘)

定价:35.00 元(含 1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 68351729

封面无防伪标均为盗版

前言

随着现代科学技术的发展,计算机仿真技术已经在工程领域得到了越来越多的认可,尤其是有限元技术、多体动力学技术、振动分析已经逐步在工程实际中得到了广泛的应用。然而,单纯的上述这些仿真分析还不能够解决工程实际中人们最为关心的产品在一定可靠性下的寿命问题。

本书从基本的疲劳寿命分析技术入手,结合世界知名的疲劳分析软件 nSoft,通过大量实例,详细阐述了如何结合有限元技术、振动分析以及现代测试技术进行疲劳分析,从设计阶段就对产品的可靠性、疲劳寿命进行分析、评价。

全书共分为 8 章。第 1 章概括地介绍了疲劳分析的基本概念、基本步骤以及疲劳设计方法。第 2 章介绍了 nSoft 软件的基本模块、主要界面和基本操作方法。第 3 章结合软件,通过浅显易懂的理论分析和大量应用实例给出了载荷谱的统计处理方法,包括载荷谱的导入、各种疲劳载荷计数方法、载荷谱按里程外推以及按分位点外推、载荷谱的叠加。第 4 章阐述了应力疲劳的基本理论,并给出了如何利用有限元的分析结果,进行应力疲劳分析,以及高温条件下应力疲劳分析方法。第 5 章对应变疲劳分析进行了论述,给出了简单应变疲劳分析的实例以及如何利用有限元分析结果进行应变疲劳分析。第 6 章以多轴疲劳分析理论为主线,从多轴应力疲劳分析和多轴应变疲劳分析两个角度,结合疲劳分析实例,深入浅出地论述了多轴疲劳分析的基本方法。第 7 章对焊接结构的疲劳分析方法进行了论述,通过实例对焊点和焊缝的疲劳分析方法进行了详细的剖析。第 8 章结合一个简单的实例,给出了振动疲劳分析的方法。

本书中的大部分疲劳分析实例都是结合 nSoft 软件给出,而且随书光盘包含了所有与实例相对应的视频文件以及源文件,便于读者边学边练。

本书由三维书屋工作室策划,主要王国军、陈欣和胡仁喜 3 位博士编写。参与本书编写的还有中国汽车技术研究中心的高峰,以及军事交通学院的政海庆、孟宪锋、张沈生、何永恒、王保民等老师。他们根据多年的教学经验和一线工作经验编写了此书。考虑到疲劳分析和工程设计的复杂性,所以对书中的实例进行了一定的简化,尽量做到深入浅出,抛砖引玉。同时,为了帮助读者更加直观地学习本书,作者随书配制了精美的动画教学光盘,使本书实例具有很强的可操作性。

全书由浅入深,循序渐进,从最简单的应力疲劳分析到多轴疲劳、焊接疲劳、振动疲劳,尽量做到理论密切联系实例。结合 nSoft 软件的强大功能,把枯燥的疲劳理论讲透讲活。本书既适合做中高等院校疲劳分析的基本教材,也适合于从事相关科学研究的读者自学。

限于作者水平,加上时间仓促,书中不足和错误在所难免,恳请各位朋友和专家批评指正。欢迎广大专家和读者来信联系 wguojun@yeah.net 指导切磋。

作者

2007 年 3 月

目 录

前言

第1章 绪论 1

1.1 疲劳的基本概念.....	1
1.1.1 疲劳分析的意义.....	1
1.1.2 疲劳的研究现状.....	2
1.1.3 疲劳的基本概念.....	2
1.1.4 疲劳的特点.....	2
1.2 疲劳设计方法.....	3
1.2.1 疲劳分析方法与疲劳设计方法.....	3
1.2.2 无限寿命方法.....	4
1.2.3 有限寿命方法.....	4
1.2.4 损伤容限方法.....	4
1.2.5 耐久性方法.....	4
1.3 疲劳分析的基本步骤.....	4
1.3.1 疲劳分析的基本流程.....	5
1.3.2 载荷谱的获取与确定.....	5
1.3.3 疲劳特性确定.....	5
1.3.4 疲劳分析方法的确定.....	5

第2章 nSoft 疲劳分析软件介绍..... 6

2.1 nSoft 软件简介.....	6
2.1.1 nSoft 软件的基本功能.....	6
2.1.2 nSoft 软件的数据接口.....	7
2.1.3 nSoft 软件的主要特点.....	7
2.1.4 软件的应用情况.....	8
2.2 系统模块介绍.....	8
2.2.1 核心模块 nSoft-E.....	8
2.2.2 常规疲劳分析模块 FATIMAS.....	10
2.2.3 实验室用数据分析系统 TestLab.....	12
2.2.4 项目相关模块.....	12
2.2.5 nCode 数据采集模块.....	13
2.3 nSoft 软件的安装.....	13
2.3.1 nSoft 的安装环境.....	13
2.3.2 开始进行安装.....	13
2.3.3 安装模式的设置.....	14
2.3.4 安装路径及 License 设置.....	15
2.4 nSoft 软件的使用.....	16
2.4.1 nSoft 软件的启动与主界面.....	16

2.4.2 nSoft 操作菜单	17
第3章 疲劳载荷谱的统计处理	20
3.1 疲劳载荷谱的统计处理理论基础	20
3.1.1 奇异值的剔除	20
3.1.2 数字化滤波	22
3.1.3 雨流计数法	24
3.1.4 载荷谱按里程外推	26
3.1.5 载荷谱按分位点外推	28
3.1.6 载荷谱的叠加与目标载荷谱的形成	29
3.2 数据的导入与显示实例	29
3.2.1 问题描述	29
3.2.2 导入 ASCII 文件	30
3.2.3 查看数据	33
3.3 异常峰值的检查与剔除实例	35
3.3.1 问题描述	35
3.3.2 剔除奇异值	35
3.3.3 交互式 spike 移除	38
3.4 数字滤波去除电压干扰信号实例	39
3.4.1 问题描述	40
3.4.2 载荷时间历程的 PSD 分析	40
3.4.3 信号的滤波	41
3.4.4 滤波器稳定性检查	42
3.5 疲劳载荷数据交互式编辑实例	43
3.5.1 问题描述	43
3.5.2 有用信号的抽取	44
3.5.3 数据的交互编辑	46
3.6 疲劳载荷计数处理实例	48
3.6.1 问题描述	48
3.6.2 Time at level 分析	49
3.6.3 数据的雨流计数	51
3.6.4 利用宏进行一次完整的统计分析	54
3.7 疲劳载荷谱按里程外推实例	55
3.7.1 问题描述	55
3.7.2 雨流计数	55
3.7.3 按里程外推	57
3.8 疲劳载荷谱按分位点外推实例	58
3.8.1 问题描述	58
3.8.2 雨流计数	58
3.8.3 按分位点外推	60

3.9 疲劳载荷谱的叠加实例.....	62
3.9.1 问题描述.....	62
3.9.2 多文件雨流计数.....	62
3.9.3 雨流矩阵的叠加.....	66
3.9.4 使用 Studio 进行高级显示以及报告制作.....	69
第4章 应力疲劳分析.....	74
4.1 应力疲劳分析理论.....	74
4.1.1 基本 S-N 曲线.....	74
4.1.2 S-N 曲线的近似估计.....	76
4.1.3 平均应力对疲劳寿命的影响.....	78
4.1.4 影响疲劳性能的其他因素.....	81
4.1.5 缺口疲劳.....	84
4.1.6 变幅载荷谱下的疲劳寿命.....	87
4.2 载荷谱块的创建与疲劳寿命计算实例.....	91
4.2.1 问题描述.....	91
4.2.2 创建载荷谱块.....	91
4.2.3 进行疲劳分析.....	94
4.3 冷却风扇叶片应力疲劳分析实例.....	99
4.3.1 问题描述.....	99
4.3.2 进行疲劳分析.....	100
4.3.3 疲劳分析后处理.....	103
4.3.4 敏度分析.....	105
4.4 基于有限元的支架应力疲劳分析实例.....	111
4.4.1 问题描述.....	112
4.4.2 查看有限元模型.....	112
4.4.3 文件转换.....	112
4.4.4 进行疲劳分析.....	113
4.4.5 查看疲劳分析结果.....	117
4.5 高温下活塞的应力疲劳分析实例.....	119
4.5.1 问题描述.....	119
4.5.2 查看有限元模型.....	120
4.5.3 文件格式转换.....	121
4.5.4 进行疲劳分析.....	124
4.5.5 查看疲劳分析结果.....	128
第5章 应变疲劳分析.....	130
5.1 应变疲劳理论.....	130
5.1.1 单调应力-应变响应.....	131
5.1.2 循环应力-应变响应.....	133
5.1.3 材料的记忆特性与变幅循环响应计算.....	135

5.1.4 应变疲劳性能.....	139
5.1.5 ϵ - N 曲线的近似估计及平均应力的影响.....	141
5.1.6 缺口应变分析.....	143
5.2 冷却风扇的应变疲劳分析实例.....	148
5.2.1 问题描述.....	148
5.2.2 疲劳分析.....	149
5.2.3 查看疲劳分析结果.....	152
5.3 支架有限元应变疲劳分析实例.....	153
5.3.1 问题描述.....	153
5.3.2 查看有限元模型.....	153
5.3.3 文件转换.....	154
5.3.4 进行疲劳分析.....	156
5.3.5 查看疲劳分析结果.....	160
5.4 多载荷应变疲劳分析实例.....	164
5.4.1 问题描述.....	164
5.4.2 查看有限元模型.....	164
5.4.3 文件转换.....	165
5.4.4 进行疲劳分析.....	166
5.4.5 查看疲劳分析结果.....	172
第6章 多轴疲劳分析.....	174
6.1 多轴疲劳理论基础.....	174
6.1.1 多轴疲劳的基本概念.....	174
6.1.2 多轴应变疲劳损伤模型.....	177
6.1.3 多轴应力疲劳模型.....	180
6.2 多轴疲劳评价实例.....	184
6.2.1 问题描述.....	184
6.2.2 查看有限元分析果.....	185
6.2.3 文件转换.....	185
6.2.4 进行疲劳分析及评价.....	186
6.3 阶梯轴的多轴应变疲劳分析实例.....	190
6.3.1 问题描述.....	190
6.3.2 查看有限元分析结果.....	191
6.3.3 文件转换.....	193
6.3.4 进行疲劳分析.....	195
6.3.5 查看疲劳分析结果.....	199
6.4 多轴应力疲劳下的安全系数分析实例.....	200
6.4.1 问题描述.....	200
6.4.2 查看有限元分析结果.....	201
6.4.3 文件转换.....	202

6.4.4 进行疲劳分析.....	204
6.4.5 查看疲劳分析结果.....	208
6.5 多工况多轴应力疲劳分析实例.....	208
6.5.1 问题描述.....	209
6.5.2 进行疲劳分析.....	209
6.5.3 结果查看与分析.....	219
第7章 焊接疲劳分析.....	223
7.1 焊接疲劳理论基础.....	223
7.1.1 焊点疲劳的基本理论.....	223
7.1.2 焊缝的疲劳.....	226
7.2 焊点疲劳分析实例.....	227
7.2.1 问题描述.....	228
7.2.2 查看有限元模型.....	228
7.2.3 文件转换.....	228
7.2.4 进行疲劳分析.....	231
7.2.5 查看结果.....	234
7.3 焊缝疲劳分析实例.....	236
7.3.1 问题描述.....	236
7.3.2 查看有限元模型及应力分析结果.....	238
7.3.3 文件转换.....	238
7.3.4 进行疲劳分析.....	241
7.3.5 查看疲劳分析结果.....	243
第8章 振动疲劳理论.....	246
8.1 振动疲劳理论基础.....	246
8.1.1 振动疲劳简阶.....	247
8.1.2 基于窄带信号的疲劳分析.....	247
8.1.3 基于宽带信号的疲劳分析.....	248
8.2 振动疲劳分析实例.....	250
8.2.1 问题描述.....	250
8.2.2 文件转换.....	251
8.2.3 进行疲劳分析.....	254
8.2.4 查看结果.....	256

第1章 绪论

内容 提要

关于疲劳问题的研究已经有 100 多年的历史了。然而由于疲劳分析本身的复杂性，大多数工程人员至今对疲劳基本概念的认识还是肤浅的，甚至由于疲劳寿命对载荷过于敏感，而怀疑进行疲劳分析的意义；由于疲劳问题不易验证而怀疑其可靠性。本章主要介绍疲劳的基本概念，以提高读者对疲劳问题的认识。



本章介绍以下主要知识点

- 疲劳分析的基本概念
- 疲劳设计方法
- 疲劳分析的基本步骤

1.1 疲劳的基本概念

强度、刚度和疲劳寿命是对工程结构和机械使用的 3 个基本要求。疲劳是结构失效的最主要的原因。引起疲劳失效的循环载荷往往小于根据静强度分析的“安全”载荷，传统的静强度分析方法不能解决疲劳问题。

1.1.1 疲劳分析的意义

疲劳破坏带来的后果也是相当严重的。1952 年，第一架喷气式客机（英国的慧星号）在试飞 300 多小时后投入使用，于 1954 年在飞行中突然失事掉入地中海，经鉴定是由压力舱的疲劳破坏造成的。有关文献指出，“20 世纪 80 年代以来，由于金属疲劳断裂引起的机毁人亡

重大事故，平均每年 100 次”。因此对结构进行疲劳分析具有重要意义。

1.1.2 疲劳的研究现状

19 世纪中叶以来，人们为认识和控制疲劳破坏进行大量的研究，随着对疲劳现象的观察，对疲劳机理的认识，对疲劳规律的研究，在疲劳寿命的预测和抗疲劳技术等方面积累了丰富的知识，在不断地探究材料与结构疲劳奥秘的实践中，对疲劳问题的认识也不断深入，形成了一套相对比较完善的疲劳分析方法。如何利用现有的这些成果解决工程实际中的疲劳问题，是目前人们需要迫切解决的问题。为此各种疲劳分析软件同时应运而生，其中 nCode 公司的 nSoft 软件相对应用较为广泛，方便了人们在工程实际中对结构进行疲劳分析。

1.1.3 疲劳的基本概念

什么是疲劳？这里引述美国试验与材料协会 (ASTM) 在“疲劳试验及数据统计分析之有关术语的标准定义” (ASTM E206-72) 中的定义：

在某点或某些点承受扰动应力，且在足够多的循环扰动之后形成裂纹或完全断裂的材料中发生的局部的、永久结构变化的发展过程，称为疲劳。

1.1.4 疲劳的特点

从上述定义可以看出，疲劳有以下几个方面的特点：

(1) 疲劳发生的外部原因是扰动应力

扰动应力是指随时间变化的应力，也可以将这一概念进行推广，称之为扰动载荷，载荷可以是力、应力、应变、位移等。

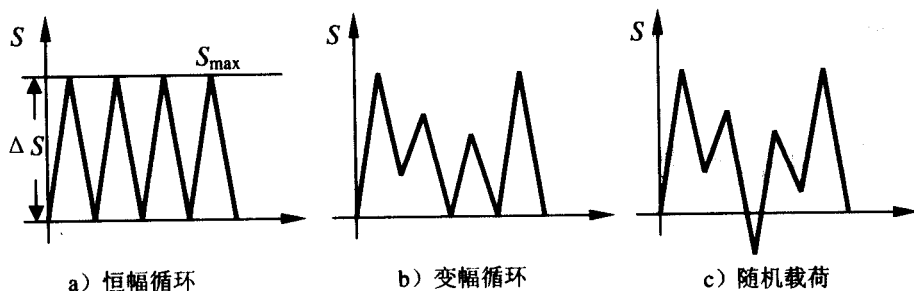


图 1-1 疲劳载荷形式分类

如图 1-1 所示，载荷随时间的变化可以是有规则的，也可以是不规则的，甚至是随机的。

描述载荷-时间变化关系的图或表称之为载荷时间历程，也称为载荷谱。最简单的载荷循环历程是恒幅载荷，如图 1-1a 所示。图 1-2 是正弦恒幅载荷循环。下面介绍载荷循环的几个重要概念。

描述一个应力循环，至少需要两个量，如循环最大应力 S_{max} 和循环最小应力 S_{min} ，这是描述循环载荷的基本参量。疲劳分析中，经常用到下述参量：

应力变程定义为 $\Delta S = S_{\max} - S_{\min}$;

应力幅 S_a 定义为 $S_a = \Delta S / 2$;

平均应力 S_m 定义为 $S_m = (S_{\max} + S_{\min}) / 2$;

应力比 R 定义为 $R = S_{\min} / S_{\max}$ 。

上述各参量中,应力比 R 反映了载荷的循环特征,如当 $S_{\max} = -S_{\min}$ 时, $R = -1$, 是对称循环;当 $S_{\max} = S_{\min}$, $R = 1$, $S_a = 0$ 时, 是静载荷。

上述 6 个参量中,只需要知道其中任意两个,即可确定整个应力循环。为使用方便,在设计时,一般用最大应力和最小应力,这是由于二者比较直观,便于设计控制;在实验时,一般用平均应力和应力幅,便于施加载荷;分析时,一般用应力幅和应力比,便于按载荷的循环特征分类研究。

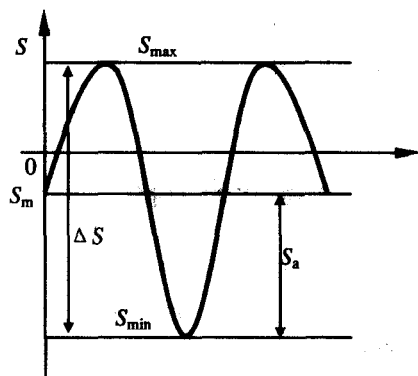


图 1-2 正弦恒幅疲劳载荷

(2) 疲劳破坏产生于局部

零部件应力集中处,常常是疲劳破坏的起源,局部性是疲劳失效的特征。疲劳分析要从整体出发,注意结构细节,尽可能减少应力集中。

(3) 疲劳是一个发展的过程

从疲劳裂纹的形成到裂纹扩展,以至最后断裂,是疲劳损伤逐渐累积的过程。这一过程中结构经历的时间或载荷循环次数称之为疲劳寿命。它不仅取决于载荷水平,还与结构的抗疲劳能力有关。需要引起注意的是,一般来讲疲劳分析的最高目标不是预测寿命,而是解决疲劳问题,结构在使用过程中不发生疲劳失效。

疲劳破坏一般分为 3 个发展阶段,包括裂纹萌生、裂纹扩展和最后失稳扩展断裂。由于裂纹失稳扩展断裂是一个很快的过程,对疲劳寿命影响很小,在疲劳分析中一般不予考虑。所以一般只考虑裂纹萌生和裂纹扩展两部分的寿命,即: $N_{\text{total}} = N_{\text{initiation}} + N_{\text{propagation}}$

进行裂纹起始寿命分析时,一般采用应变疲劳分析方法;进行裂纹扩展寿命分析时,一般采用断裂力学的方法进行计算。当疲劳载荷相对较小,不会使材料产生宏观塑性变形,一般直接采用应力疲劳分析方法,应力疲劳分析的结果是两个阶段疲劳寿命之和。

1.2 疲劳设计方法

由于对设计对象的要求不同,因而所采用的疲劳分析方法也不会相同。对于极其重要的结构,而且要求其使用寿命较长,这时可以采用无限寿命设计方法,否则可以采用有限寿命分析方法。在航空领域,由于对结构可靠性可求极高,因而采用计算较为保守的损伤容限分析方法。

1.2.1 疲劳分析方法与疲劳设计方法

不同结构由于使用要求不同、重要性不同、使用条件不同,因而采用的疲劳设计方法不

同,相应地应该采用不同的疲劳分析方法来解决相应的问题。现有的疲劳设计方法有无限寿命疲劳设计方法、有限寿命设计方法、损伤容限设计方法、以及耐久性设计方法,下面就每一种疲劳设计方法的基本思想和相应的疲劳分析方法进行介绍。

1.2.2 无限寿命方法

对于极其重要的零件(零件上裂纹很小且很少),如发动机的气缸盖、曲轴等,一般控制其应力水平,使其小于疲劳极限, $S < S_f$,即采用无限寿命设计的方法, S_f 为无限寿命下($N=10^6$)材料的疲劳极限。这时可以采用的疲劳分析方法解决无限寿命的设计。

1.2.3 有限寿命方法

无限寿命设计要求将构件中的使用应力控制在很低的水平,材料的潜力得不到充分发挥,对于并不需要经受很多循环次数的构件,无限寿命设计就很不经济。

使构件在有限长设计寿命内,不发生疲劳破坏的设计,称为安全寿命设计或有限寿命设计。民用飞机、容器、管道、汽车大都采用安全寿命设计。

基于结构疲劳应力的特点,有限寿命疲劳分析可以采用应力疲劳分析或应变疲劳分析方法。如果结构疲劳应力落在有限低周疲劳区,一般采用应变疲劳分析方法;如果结构疲劳应力落在有限高周疲劳区,一般采用应力疲劳分析方法。

1.2.4 损伤容限方法

对于初始疲劳裂纹不能忽略的零件,安全寿命设计并不能完全保证安全,因此对于这类问题一般采用损伤容限方法。损伤容限法用应力强度因子的幅度 ΔK 来描述裂纹扩展速率,进而对裂纹扩展寿命进行预测。断裂判据和裂纹扩展速率是损伤容限设计的基础。这时采用的疲劳分析方法为损伤容限分析方法,这种方法在航空领域应用较为广泛。

1.2.5 耐久性方法

耐久性设计以经济寿命为控制目标,由原来的不考虑裂纹或仅考虑少数最严重的单个裂纹,发展到考虑全部可能出现的裂纹群;由仅考虑安全,发展到综合考虑安全、功能及使用经济性;提供指导设计、制造、使用、维护的综合信息。耐久性设计要综合运用应力、应变、损伤容限多种疲劳分析方法。

1.3 疲劳分析的基本步骤

进行疲劳分析之前,要把握疲劳分析的基本步骤,疲劳分析主要包括疲劳载荷的确定、疲劳特性的确定,最重要的是疲劳分析方法的确定,本节主要对各分析步骤进行介绍,为进

一步疲劳分析做好必要的准备。

1.3.1 疲劳分析的基本流程

疲劳分析包括载荷谱进行采集及进一步的统计分析,材料疲劳特性的试验,结构的应力分析,根据具体情况选择疲劳分析方法以及疲劳损伤模型,然后结合疲劳损伤理论进行寿命预测,疲劳分析的基本流程如图1-3所示。

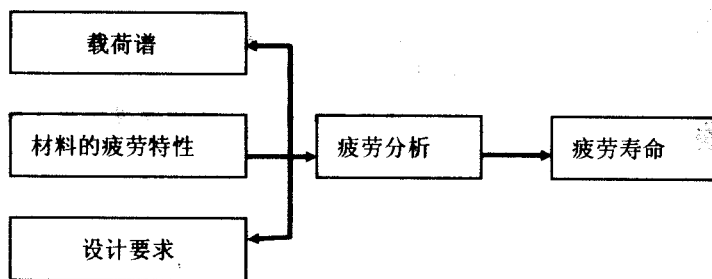


图 1-3 疲劳分析的基本流程

1.3.2 载荷谱的获取与确定

疲劳载荷谱一般要通过实际测试得到,近年来随着计算机的发展,使通过仿真计算获取载荷谱成为可能,但仿真的方法要经过试验验证才可信。

在实际测试载荷谱之前要考虑研究对象的使用情况确定要测试的工况,测试得到载荷时间历程后要统计处理,最后得到目标载荷谱。载荷谱的处理包括雨流计数、按里程外推(从短距离测得的载荷谱外推至目标里程)、按分位点外推、不同工况载荷谱的叠加。具体方法后面会进行详细介绍。

1.3.3 疲劳特性确定

材料的疲劳特性需要在疲劳试验机上完成,另外不同的疲劳分析方法需要的材料的疲劳特性也不尽相同。如采用应力疲劳分析方法需要已知材料的 S-N 曲线,应变疲劳分析方法需要已知材料的 E-N 曲线。nSoft 软件提供了大量的材料的疲劳特性,对于国产材料,我国也已经积累了大量的数据,读者在使用过程中,可以查书后附表。

1.3.4 疲劳分析方法的确定

疲劳分析方法要根据设计目的、载荷谱以及材料的疲劳特性综合考虑、权衡才能确定。例如,对极其重要的零件,要求其具有无限寿命,只需要已知材料无限寿命条件下的疲劳极限,使结构的等效最大应力幅小于材料无限寿命条件下的疲劳极限就可以了。对于有限寿命设计要求的结构可以采用应力疲劳分析方法或应变疲劳分析方法,如果允许结构的应力落在低周疲劳寿命区,应该考虑采用应变疲劳分析方法,对于重要一些的零件应该使其应力落在高周疲劳区,应该采用应力疲劳分析方法。

第2章 nSoft 疲劳分析软件介绍

内容

提要

nSoft 软件是进行疲劳分析的有力工具。本章主要对该软件进行简单介绍,包括基本功能、系统模块、软件安装和使用。

通过本章学习,帮助读者初步了解 nsoft 的基本知识。



本章介绍以下主要知识点

- nSoft 软件的主要模块
- nSoft 软件各模块的功能
- nSoft 软件的主要特点
- nSoft 软件的安装方法
- nSoft 软件主要界面及菜单

2.1 nSoft 软件简介

nSoft是nCode国际有限公司开发的一套完整的疲劳分析系统。该系统专门为解决工程系统的疲劳问题而设计,主要由数据分析、数据显示、疲劳分析模块以及其他一些专门模块组成。可用于解决数据采集、疲劳设计分析以及实验室疲劳模拟等问题。

2.1.1 nSoft 软件的基本功能

nSoft 是一个“由工程师为工程师设计”的工程疲劳分析系统,它的功能覆盖了工程抗

疲劳设计分析的4个主要领域，即数据采集、疲劳分析、有限元分析以及实验室模拟，并将它们紧密地结合在一起，见图2-1。nSoft 集现代疲劳理论、数据信号分析处理和最新的计算机技术于一体，为工程界提供了全套功能强大的抗疲劳设计工具。

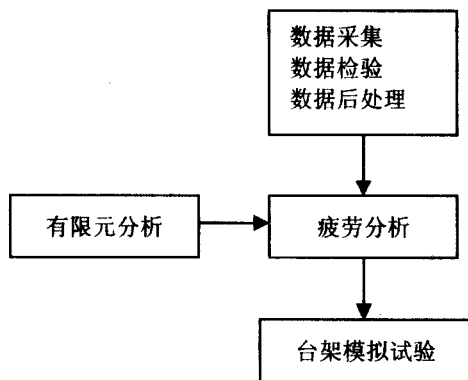


图 2-1 工程结构疲劳分析框架

2.1.2 nSoft 软件的数据接口

1) 与其他有限元软件的接口 nSoft软件和大部分有限元软件有强大的接口，几乎所有的有限元软件的分析结果，都可以导入nSoft软件，进行疲劳分析。

2) 内部各模块的数据接口 nSoft软件改善了数据在不同分析测试环境下的流动。nSoft-E提供了与时域信号采集的数据、压缩数据格式信号采集的数据、nCode高级疲劳分析系统的数据、模拟试验数据之间的无缝连接。

3) 后处理结果与其他文字处理软件的接口 nSoft 配置的报告编辑工具，可让用户获得满意的报告格式，并且也能很方便地将nSoft 产生的图形及结果记录文件复制到一般的图文编辑软件里去。

2.1.3 nSoft 软件的主要特点

nSoft软件主要特点表现在以下几个方面：

1) 系统的开放性 nSoft是由许多独立模块组成的一个开放系统，每一模块可在计算机操作环境下独立启动，模块之间的传递主要通过数据文件实现。可处理的数据文件长度没有限制，这是一般的信号处理软件无法做到的。

2) 完备的批处理功能 nSoft-E所配备的nCode高级命令语言nCL可用来自动处理大量的数据，结合灵活的用户自定义报告准备工具，可以大大降低从原始数据到最后出报告的时间。同样，它也能使得标准的测试分析过程自动化，迅速获取结果，并具有良好的重复性。另外nSoft 也有一个独特的管理界面，它可以帮助用户设置操作环境，记录所执行的命令，启动各个模块。

3) 对系统环境的高度适应性 nSoft当前能在多种操作平台上工作，如DOS、微软视窗95、

NT、UNIX、MOTIF、WINDOWS2000、WINDOWSXP等。

4) 完备的帮助功能和在丰富的数据库 为了帮助用户进行疲劳分析, nSoft 还配有完备的帮助文档、丰富的材料性能、应力强度因子和应力集中因子数据库。

5) 独特的疲劳载荷编辑功能 在施加载荷信号到试验台架之前, 用数据处理和编辑工具可以鉴别并清除信号中的无损伤部分, 缩短疲劳试验时间, 延长试验机的寿命。因为无损伤循环耐久试验会引起试验机的磨损。

2.1.4 软件的应用情况

nSoft 系统当前已经在汽车、航天航空、能源、国防、铁路、海洋工程及一般的机器制造等工业领域得到了广泛的应用。

在汽车领域, 有国际知名用户 Ford(福特)、Jaguar、Volvo (沃尔沃)、Chrysler (克莱斯勒)、Rover、Mercedes (奔驰)、Nissan (尼桑)、Toyota (丰田)、Daewoo (大宇)、Fiat (菲亚特)、Caterpillar (卡特比勒)、JCB、John—Deer、Hyundai (现代)、北京的 201 研究所。

在宇航领域, 有英国航空航天局、美国宇航局、英国 West land 直升机制造公司等。

在其他方面, 有英国铁路研究中心、通用电器 Alsthom、军工企业 Alvis、Vickers 等。另外还有一些从事疲劳教育和科研的大学和研究所。

nSoft 正在为世界各地的用户提高其产品的耐久性, 缩短开发周期, 降低开发成本作出贡献。我们相信 nCode 的产品也能为提高中国企业机电产品的设计水平, 增强在国际市场上的竞争力贡献力量。特别值得指出的是, 洛阳矿山机械设计研究院在十几项国家重大技术装备科研攻关中, 使用 nCode 的疲劳软件系统成功地解决了许多重要设备的疲劳失效问题, 创造了可观的经济效益。

2.2 系统模块介绍

nSoft 软件主要包括 5 大模块, 即核心模块、常规疲劳分析模块、实验室用数据分析模块、项目相关模块及数据采集模块, 如图 2-2 所示。目前国内较为常用的是疲劳分析模块。本节将对各模块进行介绍, 并主要介绍疲劳分析模块。

2.2.1 核心模块 nSoft-E

(1) 基本功能

nSoft-E 是 nSoft 软件的核心平台, 是连接数据采集、疲劳分析和实验室模拟试验的桥梁。nSoft-E 的主要功能有:

1) 数据接口 作为一个数据采集的后处理系统, nSoft-E 提供了多种数据接口。DAC 文件是专门为 nSoft 系统设计的单参数二进制数据文件, nSoft 各个模块间的数据传递主要通过这一文件, 从 nCode 数据采集器获得的信号也是 DAC 文件。通过文

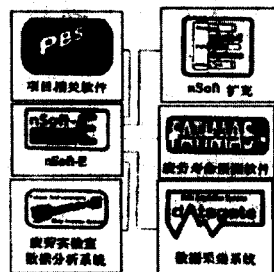


图2-2 nSoft主要模块