

第六届全国疲劳学术会议 论文集 (上)

Proceedings of The 6th National Conference
on

FATIGUE

The Chinese Society of Theoretical
and Applied Mechanics
The Chinese Society of Mechanical Engineering
The Chinese Society of Metals
The Chinese Society of Aeronautics and Astronautics

August 1993 Xiamen, China

中国力学学会 中国机械工程学会
中国金属学会 中国航空学会

1993年8月 中国厦门

第六届全国疲劳学术会议 论文集 (下)

Proceedings of The 6th National Conference
on

FATIGUE

The Chinese Society of Theoretical
and Applied Mechanics
The Chinese Society of Mechanical Engineering
The Chinese Society of Metals
The Chinese Society of Aeronautics and Astronautics

August 1993 Xiamen, China

中国力学学会 中国机械工程学会
中国金属学会 中国航空学会

1993年8月 中国厦门

京)
532

INSTRON CORPORATION



热烈祝贺
第六届全国疲劳学术会议
圆满成功



第六届全国疲劳学术会议

论文集 (上)

中国力学学会 中国机械工程学会
中国金属学会 中国航空学会

Proceedings of
~~The 6th~~ National Conference on Fatigue

The Chinese Society of Theoretical
and Applied Mechanics
The Chinese Society of Mechanical Engineering
The Chinese Society of Metals
The Chinese Society of Aeronautics and Astronautics

1993年8月 中国厦门
August 1993 Xiamen, China

第六届全国疲劳学术会议

论文集 (下)

中国力学学会 中国机械工程学会
中国金属学会 中国航空学会

Proceedings of
The 6th National Conference on Fatigue

The Chinese Society of Theoretical
and Applied Mechanics
The Chinese Society of Mechanical Engineering
The Chinese Society of Metals
The Chinese Society of Aeronautics and Astronautics

1993年8月 中国厦门
August 1993 Xiamen, China

第六届全国疲劳学术会议

名誉主席	李敏华	
大会主席	吴富民	
副主席	杨宗发	伍义生
组织委员会	杨庆雄	吴富民
	高镇同	杨宗发
	王中光	林 实
	徐 灏	赵少汗
	孙镇华	胡淑敏
	伍义生	

目 录

上册

一、大会报告

超载对低周疲劳寿命影响的文献综述 李敏华	3
国产机械材料疲劳设计数据与设计方法的试验研究 赵少汴、王忠保	4
小裂纹效应与全寿命预测 吴学仁、J.C.Newman, Jr.	14
金属腐蚀疲劳过程中若干参量的原位测量与计算机模拟 柯伟、韩恩厚 ...	21

二、金属、非金属及其他新材料的疲劳性能

聚氯乙烯静荷与循环特性 陈正新、闫淑茹、傅承诵	36
Al 单晶体在循环形变中的力学行为及晶体取向的影响 夏月波	40
两种高聚物疲劳特性的实验研究 刘智、傅承诵	45
高分子材料预制裂纹的高温切割法和疲劳法 刘智、傅承诵	50
多滑移铜单晶体的疲劳行为 谭若兵、闫军、张天宜、王中光	54
60Si2Mn 低周疲劳特性研究 张琼敏、熊云奇、濮进	58
30Cr2NiMoV 钢的疲劳断裂分析 崔民子、柳春图、周爱华、蒋怀庆、 阚常珍	61
Al-Al ₃ Ni 自生复合材料的疲劳损伤断裂研究 王明章、李学勤、林实、 肖纪美	65
纯铝在 300 和 673K 下的低周疲劳行为 肖林、顾海澄	69
矿用圆环链用钢 20MnVK 的低周疲劳特性 张良运、袁克昌、张振洪、 向定汉、金毓洲、康绍光、范寒晋	74
一种新型的凸轮齿轮专用钢——cf53 向定汉、张良运、陆志荣、李平、 余正模、张盛林	78
复合材料夹层结构撞击损伤后强度特性与疲劳特性研究 吴观石	82

三、疲劳行为的试验、模拟和计算分析

Nicrofer 5219Nb 合金裂纹扩展过程的动态扫描观察 李年 杜百平 黄剑	88
论疲劳缺口减缩系数 K_f 姚卫星 顾怡	92

40Cr 钢疲劳裂纹的扩展 何则荣、陈苓	96
动态应变时效与恒载低周疲劳 陈文哲、彭开萍、钱匡武	101
2024-T3 铝板试件的疲劳裂纹张开应力测量 伍义生、J.Schijve	105
次载锻炼后 35VB 钢的疲劳裂纹萌生观察 张琼、蔡传荣	109
范德华力在微裂纹生长中的作用 李守新、王中光、孙立志	112
疲劳初始裂纹的工程测定方法研究 董登科、薛景川、吴富民	116
变幅疲劳裂纹扩展加速效应的直接观察 张平生、蔡和平、刘军海、 苏启生、何玉定	124
公式 $da/dN = \langle C \rangle (\Delta K)^{\langle M \rangle}$ 分析 王立君、张彦华	129
应变疲劳裂纹扩展与应力疲劳裂纹扩展的统一规律简介 雷月葆、李培宁、 据定一	133
计算机辅助试验系统 MTA-92 在谱载疲劳裂纹扩展试验中的应用 黄新跃、刘绍伦、欧阳辉、吴学仁	139
不同载荷谱下裂纹扩展计算分析 陈志伟、王智	144
疲劳裂纹在焊接残余压应力场中的扩展 尚德广、王德俊、平安	148
焊接接头焊趾表面裂纹疲劳扩展寿命分析 张彦华、贾安东	152
疲劳裂纹扩展的随机模型与模拟 张彦华、王立君	156
用共振频率法测量疲劳裂纹扩展量 方陆鹏、杨海元、余振勋、 徐家福	160
裂纹增长预测模型参数的确定方法 朱亦钢、张诗捷	167
焊趾疲劳裂纹扩展驱动力的统计特性 王立君、张彦华	171
复合型(II+III)周期加载对 I 型疲劳裂纹扩展的影响 杜百平、李年	174
用 Bezier 曲线估算门槛值初探 吴永端、周克印、叶永山	181
近门槛值裂纹增长(NTCG)在疲劳裂纹张开应力测量中的应用 张诗捷、 朱亦刚	185
全复合型裂纹疲劳扩展门槛限估算 钱士强、高桦	189
用零裂纹扩展法测定门槛值 ΔK_{th} 王红缨、王建国、佟建国、 徐世平	196
裂纹扩展与闭合效应 平安、王德俊、尚德广、徐灏	200
表面裂纹闭合特性研究 刘晓光、潘际炎	204
测量位置对疲劳裂纹闭合效应评价的影响 孙正明、 R.Jackel、B.Weiss、R.Stickler、王中光	207

疲劳短裂纹的取向规律和分形特性 洪友士、李国琛	211
弹塑性疲劳裂纹扩展速率与低周疲劳特性 戴振羽	215
焊接接头低周疲劳特性及能量——寿命关系 程光旭、匡震那、 楼志文	220
钢纤维混凝土单轴压缩疲劳模型研究 高路彬、程庆国	226
应变疲劳参数的近似估算 蔡显新、任培正、廖学军、汤凤	232
低周非对称循环下材料循环特性研究 佟建国、靳东来、陈章华	236
拉扭复合比例及非比例循环加载的试验曲线研究 勾秋静、高宝奎、 周春田	240
非比例加载条件下平均应变对循环特性的影响 周春田、高宝奎	245
随机载荷谱下锥形螺栓干涉配合强化效果的试验研究 肖寿庭、邢文珍、 傅祥炯	250
随机谱下疲劳裂纹扩展的 PFM 模型 廖敏、杨庆雄	254
T 型板节点局部应力分析与 K_t -R 关系 彭凡	258
45 [#] 钢缺口板试样疲劳寿命研究 吴永桥	262
局部应力——应变法在中高周疲劳寿命估算中的应用 张晓慧、赵少汴、 王忠保	266
内环加强 T 型管节点疲劳试验研究 姚木林、石理国	272
结构疲劳裂纹应变检测技术 陈建国、李庆吉、申山宏	278
局部应力——应变法如何推广应用于高周疲劳 赵少汴、王忠保	282
监控部位名义应力与危险部位局部应力关系的确定 张熙箴	285
疲劳韧性的数学表达式 王永廉	289
金属塑性变形传播特性与疲劳性能的关系 张建中、冯忠信、杨建军、 陈新增	293

四、疲劳的微观机理

LY12CZ 薄板的激光冲击及疲劳寿命 李光霞、刘菊岗、罗欣	299
不同制造工艺下对焊接头静力与疲劳特性分析 胡兵、薛景川、 杨玉恭	302
微结构循环弹塑性场的数值模拟 孙秦、杨庆雄、童小燕	308
优化高频淬火强化工艺提高抽油杆疲劳寿命的试验研究 黄东升、	

陈国民、方华灿、宋孟裕、赵学胜	312
超载和常幅低周疲劳铝合金试样晶体滑移线的对比实验 李敏华、 李静	317
一种镍基单晶高温合金低周疲劳软化硬化特点及位错结构 焦育宁、 徐永波、王中光、张静华、胡壮麒	321
铝合金应变疲劳行为及位错结构演变 李云卿、唐祥云、刘禹门	326
用计算微观力学研究单晶体的循环特性 张永伟、杨庆雄	330
低碳钢微应变范围内的循环应力应变特性 谈国华、张力宁	334
双相钢中马氏体形貌对疲劳疲纹屏蔽效应影响的有限元分析 孙立志、 李守新、唐延东、王中光	339
空心车轴内腔表面允许缺陷的研究 侯炳麟、程育仁、彭相	345
马氏体含量对双相钢低周疲劳性能的影响 艾素华、杜晓冬、冯泽民、 王中光	349
多级疲劳损伤分析 李细广、琺定一	353
无搭接激光局部强化方法 刘常升、才庆魁、徐灏	357
激光辐照后微观组织的变化及其对疲劳断裂性能影响 周克印、吴永端、 叶永山	361
激光强化技术在 Y7 飞机上应用的模拟试验研究 魏志德、何秋菊、李光霞、 李长春	365
孔挤压强化对两种高强度钢疲劳裂纹起始与扩展寿命的影响 丁传富、 赵振业、宋德玉	370
交变应力下冷挤孔边残余应力变化规律研究 邢文珍、刘一兵	375
冷挤孔边残余应力衰减规律初探 邢文珍	379
Corton-Dolan 累积损伤理论指数 d 的探讨 赵少汴、王忠保	383
先进拟合优度检验方法及应用 董聪、戎海武、杨庆雄	386
一种新的低循环疲劳损伤变量及其测量 程光旭、楼志文、匡震邦	395
低周疲劳累积损伤的探讨 赵廷仕	400
线性累积损伤法则的概率解释 谢里阳、林文强	403
一种新的疲劳损伤累积模型 李细广、琺定一	407
损伤公式对复杂载荷下裂纹形成寿命预测的影响 王茂廷、谢根栓	412
随机低周疲劳瞬态塑性功累积损伤研究 华心	419
随机疲劳累积损伤统计自洽模型 董聪、杨庆雄、李为吉	427

金属材料形变过程中的热发射 童小燕、孙秦、张燕民、杨庆雄、朱明烈、 蔡柏青、张承学、孙铁辉	434
疲劳破坏塑性应变能初探 吴富民	439
对数高斯窄带平稳随机过程荷载作用下材料的疲劳损伤 吴弋慧	444
加载波形对混凝土材料疲劳损伤影响的实验研究 吴弋慧	447
一种新的损伤计算方法 郑松林	449
* 莫斯特朗公司及其材料试验机	452
* Instron 国际有限公司 1993 年推出与众不同的新一代 5500 系列电子万能 材料试验机	456
* 引进、吸收国际先进技术, 开发系列新产品——长春试验机厂研制成功 WEW-200、600 型微机控制液压万能试验机	458
* 金华试验机厂向机械行业提供先进的检测仪器	460

下册

五、特殊环境下的疲劳

随机变幅载荷下海水腐蚀疲劳裂纹扩展速率的断裂力学参量选择 薛以年、 徐纪林	463
低温循环塑性和 Masing 性能研究 王建国、徐世平、王红缨、唐俊武	467
磨蚀及磨蚀疲劳可靠性分析 贺东斌、冯元生	471
热处理、轧制方向与腐蚀介质对 A537 钢疲劳裂纹扩展中声发射规律的影响 研究 王政富、李劲、柯伟、朱祖铭	476
阴极极化条件下 A357 钢在 3.5%NaCl 中 CF 裂尖塑性行为的研究 魏学军、 王政富、李劲、周向阳、柯伟	481
氢脆与阳极溶解条件下加载波型对低合金钢 CF 裂纹的扩展速率影响机理的 研究 李劲、王政富、王俭秋、柯伟	486
随机变幅载荷下焊接接头的海水腐蚀疲劳裂纹扩展试验 徐纪林、薛以年、 李禾	491
LY12CZ、LC4CS 铝合金、30CrMnSiA 钢在不同介质下的 DFR cutoff 值 郭洪全、许瑞献、沈月	496

铝合金 7050-T7651 腐蚀疲劳裂纹扩展特性的试验研究 刘绍伦、 欧阳辉、李谦、岳俊文、罗安民	501
X56 钢管焊缝在海洋环境下的疲劳强度 臧启山、刘路、刘慷、韩恩厚、 韩玉梅、柯伟	505
高压加氢管工作温度下低周疲劳及寿命预测 李忠超、吴志学	509
间歇多次超载腐蚀疲劳裂纹扩展行为的研究 刘路、臧启山、刘慷	513
极化对腐蚀疲劳裂纹内电位及裂纹扩展的影响 韩恩厚、韩玉梅、郑宇礼、 柯伟	517
加载频率对 X56 管线钢腐蚀疲劳性能的影响 韩玉梅、韩恩厚、郑宇礼、 臧启山、柯伟	521
温度对金属材料循环特性的影响 王永康	525
预应力混凝土轨枕在不稳定变幅循环荷载弯矩作用下截面裂缝扩展深度预测 理论模型 吴弋慧、徐晨、陈岳源	529

六、工程应用

随机疲劳载荷的处理及载荷谱编制准则 王德俊、平安、徐灏	535
最少空测采样飞行起落个数的估计 闫楚良、高镇同	539
飞——飞载荷谱下裂纹形成寿命估算方法的研究 王智、陈志伟	543
临时采油平台的疲劳分析 王兆吉、李玉珊、刘杰鸣	547
疲劳极限与非扩展裂纹 吴志学、王德俊、徐灏	552
强化 S 链板的疲劳性能 陈德海	556
用专家系统进行抗疲劳细节优化设计 杨庆雄、唐宁	559
耕耘机械外载谱及其计算机统计处理 康晓第、闫楚良、沈超和	563
汽车后桥极值载荷分析及在疲劳试验中的应用 王占奎、鲁三才	567
全尺寸机翼结构剩余强度试验位移变化规律研究 安刚	571
发电机转子护环的剩余寿命预测 刘瑞堂、张春亚	574
复合材料层板螺栓连接疲劳试验及寿命估算 张博平、张开达	578
随机载荷下的疲劳寿命计算 吴永礼	582
金属材料疲劳性能的预测研究 赵林、王德俊、徐灏	586
摩托车的疲劳寿命予估方法 杨振东、王虹、韩文年、董正身	593
海上平台管节点疲劳寿命预测方法 石理国、姚木林、周敏健	597

南浦大桥主桥钢梁焊缝疲劳性能试验研究 姚健安、赵俊、叶满	605
用少数样本快速制取构件的 R-S-N 曲线簇的方法 周青国、杨万凯、 梁恩忠	611
在多级载荷作用下构件疲劳损伤的全寿命估算 虞岩贵	615
一种估算疲劳裂纹起始寿命的新方法 李臻、郑修麟	621
某飞机阻力伞锁钩断口分析和磨损研究 张承学、朱明烈	628
飞机结构振动疲劳问题 肖寿庭、杜修德	634
飞机起落架扭力臂变行程疲劳试验技术与实施 龙凤鸣、张鸿元 ...	638
飞机消耗寿命计算方法研究 张熙箴	643
混铁水车车轴的疲劳寿命预测 赵明 泉、张石山、吴素君	647
K-8 机翼主梁接头疲劳分析 徐晓飞、叶彬	651
随机载荷作用下海洋结构疲劳可靠性的研究 陈国明、方华灿	656
多级应力作用下的疲劳可靠性估算 刘建中、谢里阳、徐灏	660
结构疲劳可靠性分析 (2D-RDCDR 模型) 徐国建、高镇同	666
随机疲劳载荷谱编制方法的研究 胡俏、谢里阳、平安、徐灏	671
EQ140-1 传动轴载荷谱的编制 张弘彬、高翔	675
歼击机平尾五参数疲劳载荷谱编制 田丁栓、孙书田	680
钢筋混凝土梁的疲劳失效准则 程育仁、张光玉、彭湘	685
对交变应力极限的探讨 武振先	689
受内压厚壁圆筒构件的疲劳寿命试验方法 任安峰	699
疲劳极限的预估及测试 毋永利	703
汽车磨擦焊半轴强度试验研究 陈学勤	707
XX 飞机连接加强件的疲劳寿命研究 何宇廷、富贵华、林文章	710
某型号发动机主安装节的疲劳寿命预测 任培正、蔡显新、 廖学军、汤凤	714
通用桥式起重机主梁腹板疲劳断裂分析 黄志	718
火炮身管射击过程中的初始裂纹研究 任安峰	724
II 型疲劳裂纹尖端的屏蔽功能——粗糙度引入 II 型裂纹扩展的剪切阻力 郑冶沙、王中光、艾素华	729
飞机起落架随机变行程疲劳试验技术模拟试验验证 冯培礼	733
中高周全尺寸结构疲劳试验疲劳监控技术研究 陈建国、李庆吉	738
LC4 合金不同类型载荷谱下疲劳断口分形特征 仪建章、王苏程、	

吕景春	744
实际工程结构 ΔJ 的计算方法探讨 雷月葆、李培宁、琚定	748

一、大会报告

超载对低周疲劳寿命影响的文献综述

李敏华

(中国科学院力学研究所, 100080)

摘要

1970年克雷斯(J. H. Crews)进行了超载对疲劳寿命影响的实验,用铝合金圆孔薄板试件。预加的超载为对称拉-压疲劳,主要疲劳载荷为拉-零疲劳,超载的应力幅值为主载应力幅值的4倍。9周半的超载大幅度的增加了疲劳寿命,10周的超载降低疲劳寿命约一半。以后这方面的工作也陆续有论文发表,但为数不多,规律不明显。

以后超载效应的注意力集中到对疲劳裂纹扩展的影响。超载对疲劳裂纹扩展的影响主要有三种模型:残余应力,裂纹钝化和裂纹闭合。八十年代后期,被较多学者接受的为裂纹闭合模型。李(J. C. M. Li)提出了无裂纹的“压痕疲劳”,进行了实验。用底部磨平的小圆柱压头循环加压在 β -锡晶体的表面。超载使其随后的 dl/dn (l 为压入深度)减小,在经过很多次循环后才恢复原有的稳定值。延迟效应随超载周数和超载应力的增加而增加。降载使其随后的 dl/dn 增加。这些结果和超载、降载对疲劳裂纹扩展的影响类似,因此李认为超载和降载对疲劳裂纹扩展影响的效应主要是由于裂纹尖端或裂尖附近的塑性区的影响,因压痕疲劳作用下的材料无裂纹。李进行的超载压痕疲劳实验除了说明超载、降载对疲劳裂纹扩展的影响外,同时也是属于本文总述的内容。

托柏(T. H. Topper)及其合作者自七十年代初起在超载对疲劳寿命影响上做了一系列的工作。托柏等认为压循环不但自身会引起试件损伤,而且会使以后的循环对试件产生损伤。他们综合了有些作者研究超载循环对疲劳寿命的影响的研究结果,认为一般超载降低疲劳寿命和疲劳极限,认为这些影响大都由于超载的不利的残余应力影起的。托柏及其合作者认为由于已知拉超载能延迟疲劳裂纹扩展,他们假设增加的损伤是由于在疲劳过程高压应变的偏移,他们用实验说明载荷循环的压应力部分和周期性的压超载增加2024-T351铝合金和SAE1045号钢中心裂纹板试件的裂纹扩展率和降低门槛应力。最近他们对光滑试棒进行实验,得出周期性的压超载(接近材料屈服强度)降低光滑试棒的疲劳强度。周期性的压超载对随后的小循环的加速损伤效应随压超载频率的增加而增加。本文作者认为托柏及其合作者进行了大量关于超载对疲劳寿命影响的实验,给出大量有意义的实验结果和规律,但认为有些结论还可以进一步探讨。

本文作者及其合作者用铝合金圆孔薄板试件在拉-零疲劳载荷作用下,集中寻找超载增加试件疲劳寿命的载荷范围。并用双边对称半圆缺口小试件进行了接近上述孔边最大应变情况的试件的晶粒滑移线的对比实验。在所用的试件和载荷情况下,超载疲劳载荷形成细密的滑移线组,这些滑移线组延迟了主载载荷滑移带的形成,并在很大程度上阻碍了主载载荷滑移带的发展,从而能很大程度的增加疲劳寿命。但作者认为在不同的试件和载荷情况下,超载对低周疲劳寿命的影响和对试件晶粒滑移线的影响是很不相同的。