

飛機結構 疲勞定壽文集

第一集



航空工業部科學技術委員會

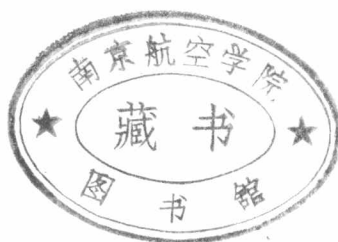
V215-53
1001-A

内 部

飛機結構疲勞定壽文集

(第 一 集)

航空工业部科学技术委员会编



30268386

《飞机结构疲劳定寿文集》编辑委员会出版

一 九 八 七 年

641973

内 容 提 要

本书以飞机结构疲劳定寿为主题,用文集的形式全面、系统地介绍了强五、歼六、轰六、歼七、运七、歼八等六个机种的结构疲劳定寿和疲劳试验大纲,翼面、起落架、舱盖和操纵系统载荷谱,全尺寸部件及全机疲劳试验和寿命估算,以及其它疲劳定寿技术研究的技术成果和经验。

本书主要供航空结构与强度计算人员、试验人员、部队维护人员使用,亦可供其它部门从事结构强度工作的人员以及院校师生参考使用。

飞机结构疲劳定寿文集

(第一集)

航空工业部科学技术委员会编



《飞机结构疲劳定寿文集》编辑委员会出版

航空部六〇一所印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 插图: 500 幅 850 千字

1987 年 11 月第一版 1987 年 11 月第一次印刷 印数: 1000 册



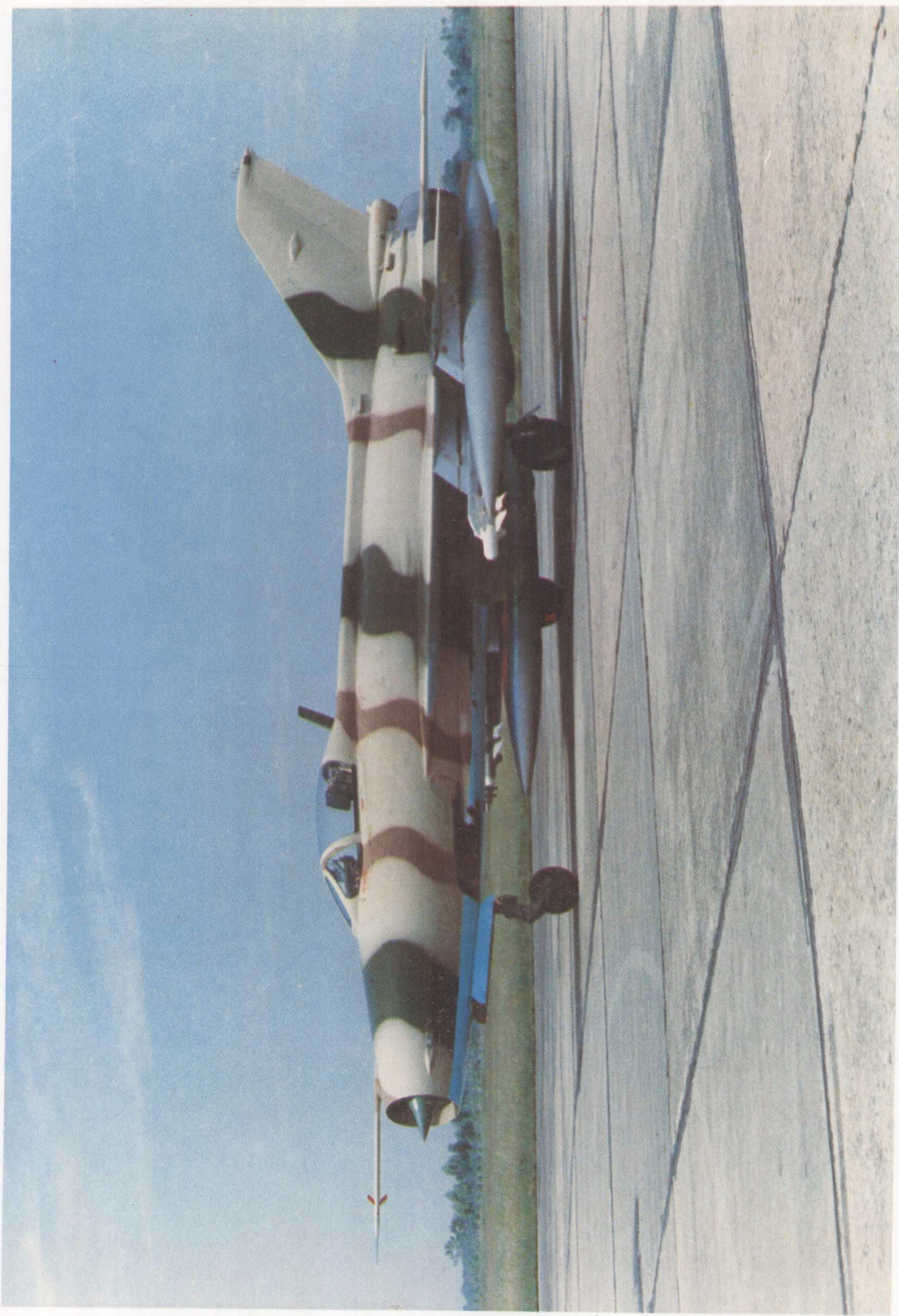
强五飞机



歼六飞机



轰六飞机



歼七飞机



运七飞机



歼八飞机

《 飞 机 结 构 疲 劳 定 寿 文 集 》

编 辑 委 员 会

顾 问

主 编 顾 伟 豪

孙 志 端

副主编 贾 国 荣

王 南 寿

刘 山 之

编 委(以姓氏笔划为序)

王 洪 治 刘 山 之 李 令 芳

李 锦 华 吴 德 彦 张 嘉 华

孟 繁 沛 郭 丽 娟 贾 国 荣

顾 伟 豪

责任编辑 张 嘉 华

出 版 工 作 人 员

宋 鸣 郑 国 英 孙 纯 良

谢 英 山 陈 宝 义

封面题字 顾 伟 豪

版面设计 宋 鸣

前 言

飞机结构疲劳寿命问题的研究，早在七十年代就在我部广泛展开了。当时，由于条件的限制，大多是单位独立进行的，因此，开展的比较局限、缓慢，水平也难于提高。

一九七七年，我部与空军在南京联合召开了“飞机使用寿命研究试验工作会议”第一次会议，从此才把飞机结构疲劳定寿工作统一组织起来。一九八〇年在北京西山又召开了“飞机使用寿命研究试验工作会议”第二次会议。会上具体规划了我部各型飞机的结构疲劳定寿工作进程和疲劳、断裂课题研究项目。会后，部飞机局（现为军机局、民机局）、科技局气动强度处和冶金处又将这些工作纳入了部的“六五规划”和“七五规划”的研究项目。十年来，经过广大科技人员的努力，在课题研究和型号定寿工作方面取得了丰硕的成果。有些成果已取得较大的经济效益，有些成果获得了国家级或部级的嘉奖。

为了能集中地反映各型飞机结构疲劳定寿的成果，我们组织编纂了这套《飞机结构疲劳定寿文集》（以下简称《文集》）。《文集》将我部近十年来有关厂、所完成的各型飞机结构疲劳定寿工作大纲、载荷谱编制、零部件的寿命估算与损伤容限评估、空测与疲劳试验技术等一整套定寿方法与经验，加以搜集整理、提炼加工，以资借鉴参考、交流学习。

《文集》不仅是各厂所、各机种在结构定寿方面的全面技术总结，而且是我部系统内关于飞机定寿技术发展过程的历史记录。《文集》的出版必将对飞机结构定寿工作起着承前启后的作用，并通过这套《文集》找出与国际水平的差距，明确追赶的方向和目标，激励广大科技人员奋发努力，尽快赶上世界先进水平。

《文集》从内容布局上共分七篇。第一篇包括结构疲劳定寿原则、疲劳试验大纲与技术组织管理；第二篇为机翼、机身、尾翼载荷谱；第三篇为全机、机翼及其主要构件的疲劳试验、寿命估算与确定；第四篇为机身、尾翼及其主要构件的疲劳试验、寿命估算与确定；第五篇为起落架、座舱盖、操纵系统的载荷谱、疲劳试验与寿命确定；第六篇为疲劳试验技术；第七篇为其它疲劳定寿技术研究。

《文集》将根据各机种结构定寿工作的进展情况分集出版。《文集》各篇文章均由各厂、所审查，推荐的。第一集共收54篇文章，包括强五、歼六、轰六、歼七、运七、歼八等六个机种结构定寿工作的技术总结与经验体会。《文集》第二集拟在一九八八年底出版。

《文集》系由部内有关厂、所集资出版。目前参加集资的单位有：六〇一所、六二三所、六二九所、一一二厂、一三二厂、一七二厂、三二〇厂等。

鉴于我部飞机结构定寿技术正在深入发展，一些机种的定寿工作正在进行之中，为

了将这些机种的定寿成果与丰富经验集中起来并汇编成书，我们认为继续编纂出版《文集》第三集，甚至第四集是非常有意义的，并拟扩大参加单位和机种。欢迎部内有关厂所、院校参加。

《文集》第一集的出版，是与部领导的关心和支持、有关厂所的协作和努力分不开的。在各机种结构疲劳定寿工作中也得到了北京航空学院、西北工业大学和南京航空学院等院校的教授、专家的指导与帮助。

编纂出版《飞机结构疲劳定寿文集》在我国航空界还是第一次，缺乏经验。因此，《文集》第一集虽经编委会全体成员的认真编辑、仔细校审，但错误和缺欠仍在所难免，热诚欢迎广大读者和国内学者、专家不吝赐教斧正。

航空工业部科学技术委员会

一九八七年九月五日

目 录

第一篇 结构疲劳定寿原则、疲劳试验 大纲与技术组织管理

各机种结构疲劳定寿工作的技术组织与管理	(1)
强五飞机机体结构定寿技术总结	(9)
强五飞机机翼-前机身疲劳试验大纲	(25)
歼七飞机机体疲劳定寿大纲	(35)
歼七飞机机体疲劳试验大纲	(45)
运七飞机疲劳定寿原则	(66)
歼八飞机机体结构定寿大纲和要求	(75)

第二篇 机翼、机身、尾翼载荷谱

强五飞机机翼-前机身疲劳载荷谱	(87)
强五飞机尾翼疲劳载荷谱	(96)
强五飞机多参数疲劳载荷谱测试	(104)
歼六飞机机翼疲劳载荷谱	(110)
歼七飞机疲劳载荷谱	(131)
歼七飞机疲劳试验载荷谱	(144)
运七飞机机翼疲劳试验载荷谱	(155)
运七飞机飞行剖面图和重心过载谱	(176)
歼八飞机重心载荷谱	(190)
歼八飞机飞续飞载荷谱	(204)

第三篇 全机、机翼及其主要构件的疲劳 试验、寿命估算与确定

强五飞机机翼-前机身疲劳试验方案	(212)
强五飞机机翼-前机身疲劳试验和损伤容限试验	(219)

强五飞机机翼损伤容限评估	(237)
强五飞机机翼主梁下缘条寿命分析	(252)
强五飞机机翼-前机身结构可靠性分析、使用寿命和 检查周期的确定	(261)
强五飞机主梁螺栓孔橡胶铸型法裂纹检测概率曲线测定 ...	(270)
歼六飞机机翼损伤容限分析	(274)
轰六飞机机翼梁框损伤容限研究	(283)
歼七Ⅱ型飞机机翼寿命估算	(295)
歼七Ⅱ型飞机机翼主梁损伤容限分析	(306)
歼七Ⅱ型飞机机翼主梁疲劳寿命分散性和修理延寿研究 ...	(318)
歼七Ⅱ型飞机机翼主梁与机身横梁组合结构疲劳 试验研究	(333)
运七飞机机翼疲劳试验	(346)
歼八飞机襟翼及其滑轨疲劳寿命研究	(361)
歼八飞机机翼四梁头部疲劳试验与计算分析	(366)

第四篇 机身、尾翼及其主要构件的疲劳 试验、寿命估算与确定

歼六飞机机身受力分析及关键点寿命估算	(382)
轰六飞机前气密舱疲劳试验	(393)
轰六飞机前气密舱的损伤容限分析和试验验证	(406)
运七飞机机身全尺寸疲劳试验(一)	(422)
运七飞机机身全尺寸疲劳试验(二)	(433)

第五篇 起落架、座舱盖、操纵系统的载 荷谱、疲劳试验与寿命确定

歼六飞机起落架疲劳分析及其寿命确定	(442)
歼七飞机前起落架使用寿命的确定	(461)
歼七飞机主起落架疲劳载荷谱	(469)
歼七飞机座舱盖使用寿命研究	(486)

歼八飞机座舱盖疲劳寿命分析和试验研究	(503)
歼八飞机操纵系统数控疲劳试验	(526)
歼八飞机操纵系统强度与疲劳寿命研究	(533)
歼八飞机起落架疲劳试验研究	(550)

第六篇 疲 劳 试 验 技 术

歼六飞机起落架疲劳试验方法研究	(567)
歼六飞机疲劳试验中的变载荷分布试验方法	(575)
数字机控制的全机疲劳试验技术研究	(580)
飞机全机疲劳试验的液压伺服系统设计	(590)
运七飞机机翼疲劳试验质量控制大纲	(599)

第七篇 其它疲劳定寿技术研究

随机谱与块谱对疲劳寿命的影响	(603)
随机振动疲劳及其在歼八飞机设计中的应用	(620)
用空测应变计算飞机载荷	(636)
疲劳载荷谱的多参数实测数据分析	(644)

第 一 篇

结构疲劳定寿原则、疲劳试验 大纲与技术组织管理

各机种结构疲劳定寿工作的技术组织与管理

部民机局 顾伟豪

提 要

该文以亲身实践回顾了我部几年来各机种结构疲劳定寿工作的发展历史,深刻地阐述了飞机结构定寿的重要性与实用性、飞机结构定寿的内容与工作程序、机种疲劳定寿的技术组织与管理等问题,实为我部几年来定寿工作的技术总结与经验体会。

1 引 言

“飞机结构疲劳定寿”这一名称,严格说来有一定的局限性,应该称它为“飞机结构定寿”比较科学。不过,从我部开展这一工作的历史出发,暂以此称它也未尝不可。因为我们也与国外其它国家一样,致力于这方面工作的研究、试验,均有过经验与教训。从技术的发展来看,前一阶段,我们是从疲劳定寿走过来的,而现在,尤其近三、五年来在断裂力学与可靠性研究方面有较大的进展,所以称为“飞机结构定寿”比较科学。也就是说,不单以安全寿命概念和方法定寿,而且已建立了一套以确保结构安全使用的评估和可靠性分析为基础的技术措施。

关于定寿工作,在各个不同工作岗位上工作的同志有各自不同的认识,甚至在不同时期也有不同的观点。这正说明结构定寿的历史发展与定寿的思路、准则、技术途径和具体方法息息相关,不断发展。此外,与技术组织和管理的正确与否也关系甚大。1983年,在南昌召开的“飞机机体结构疲劳定寿经验交流会”是个转机。从历史经验展望到未来发展,理出了一套飞机结构定寿的思路、准则、技术途径和需重点解决的问题,并安排了研究的课题。因而这几年来定寿工作呈现出蓬蓬勃勃、赶超国外先进水平的生动局面。澄清了不少模糊认识,如:抓定寿,工业部门吃亏,经济效益减少;疲劳试验与静力试验没什么不同,是轻而易举,驾轻就熟的试验工作;定寿只不过是设计部门的事

等等不正确观点，提高了认识。不少企业领导与工人同志都认识到飞机结构定寿的重要性与实用意义，积极性很高，疏通了技术组织管理的渠道，显现出成效。我们也理顺了科研与工程应用的关系，从分散的单独课题研究进而以型号定寿来带动课题的研究与发展。从而把各方面的研究力量调动起来，做了许多实际工作，促进定寿技术向纵深和广度发展。

成果来之不易，是广大从事定寿工作同志的心血和智慧的结晶，是科研技术进步的历史记录。积极性尤为可贵。奋战在定寿工作第一线的同志有的身体“疲劳”了，有的生命“断裂”了，但更多的同志，兢兢业业，刻苦钻研，才使得近年来的定寿工作已发展到广泛应用断裂力学和可靠性技术的境地，为赶超国际先进水平创造了条件。

现从以下三个方面予以概括和阐述。

2 飞机结构定寿的重要性与实用性

2.1 飞机结构定寿的意义和目的

众所周知，早期的结构设计以静强度为设计准则，没有寿命的概念，只有保证结构强度能承受设计载荷的安全感。结构疲劳事故的不断出现，才提出能安全使用多久的使用期或使用寿命的要求。早期的安全寿命含义只是从材料的裂纹形成（其中有时考虑到工艺过程对材质的影响）来考虑问题，最终以无裂纹（意即小裂纹）寿命作为判据。结构一旦出现可检裂纹，就认为结构寿命终止。人们一谈起裂纹，就往往谈虎色变；为保证安全，提出了按这是不“翻修期”定时进行维修的办法，以为这样就可以保证安全无虞。其实，大符合科学和客观规律的认识，而且代价很高。因为裂纹的出现并不一定可怕，它有其生成与扩展的过程和规律，只要能掌握其具体特性，就能予以控制和驾驭。结构是零、构件的复合体，个别零、构件的破损并不一定造成灾难性后果，问题在于对机理和特征量的认识和控制。损伤容限技术伴随检测手段的发展，使结构得以在此基础上达到保证安全使用的目的。也就是允许有可检测的裂纹，并把裂纹控制在预期的范围内。当然，在新机设计之初就必须把这一技术准则运用在具体的结构设计之中。如果，按此准则进行设计，那么使用中的维修就不应以翻修期、首翻期等陈旧概念来要求，那将是缺少经济观点、简单化和代价高昂的表现，有碍于科学技术的发展。最起码应代之以视情维修的思想，针对薄弱和关键部位，以控制质量的维修间隔与维修大纲予以实施。要做到这一点，需要进行大量的损伤容限研究和试验。这是技术发展新阶段的标志。预先的研究和试验，可以为使用提供预测和指导，提出所需进行的工作。然而，外场使用中的随机性，必然会在某些情况下引入一些不可预见的影响和损坏机遇。因此，新的技术发展更能切合实际地解决问题和指导使用，确保安全。为此，需要引入已成熟的概率理论和统计方法，从设计、制造到使用皆以可靠性技术为准则，并运用到研制与使用的实践中去。这样，把可能造成损坏的诸多因素和概率都考虑进去，采取设计、制造和使用大闭环的技术组织与管理。通过各式各样的技术组织措施和技术探索，把定寿工作推向更高的质量控制水平。这是飞机结构定寿的最终目的和方向。

当然，在当前，各机种定寿不可能一起达到这一新技术水平。然而，现阶段定寿的