



航空发动机 维修工程管理

向巧◎编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

V267
26

013945549

航空发动机 维修工程管理

向巧◎编著



V267
26



北航

C1653843



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

航空发动机维修工程管理/向巧编著. —北京: 机械工业出版社, 2013. 4
ISBN 978 - 7 - 111 - 42246 - 4

I. ①航… II. ①向… III. ①航空发动机—维修 IV. ①V267

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 087672 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: 丁思檬

责任校对: 舒莹

三河市宏达印刷有限公司印刷

2013 年 6 月第 1 版 · 第 1 次印刷

180mm × 250mm · 21.25 印张 · 1 插页 · 340 千字

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 42246 - 4

定价: 59.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010) 68326294

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

推荐序一

刘大响 我国知名航空动力专家，中国工程院院士，中航工业科技委副主任，北京航空航天大学教授，中国空军科技顾问。

向巧同志现任中国人民解放军第 5719 工厂厂长，是全军装备保障企业中唯一的女厂长，唯一的博士厂长，唯一的少数民族厂长，也是长期扎根于我军航空主战装备基地级维修保障科研生产第一线的高级技术专家。她长期致力于推进航空发动机维修工程发展的探索与实践，创造性地解决了一系列制约空军战斗力生成和提升的重大技术和管理问题，产生了重要的政治、军事、经济、社会和生态效益，从而受到党中央、中央军委及总部、空军各级首长和机关的充分肯定。

向巧同志是党的十八大代表、全国劳动模范、空军航空修理突出贡献技术专家，曾荣获国家科学技术进步二等奖 1 项、军队科学技术进步一等奖 2 项，获多项发明专利，还获得空军航空修理科技金奖、科学中国人（2010）年度人物·杰出青年科学家奖、全国文化管理企业家奖等近 20 项重要荣誉，发表论文 50 余篇。

《航空发动机维修工程的管理》是向巧同志根据自己长期从事发动机维修科研生产和工程管理的实践经验，创造性地推出的工程管理理论著作，是一项重大理论创新成果，读后令人耳目一新。

第一，航空发动机维修是部队航空装备全寿命管理中的重要环节，对提高战斗力、保障国家安全、创造经济效益具有重大意义。维修技术是航空发动机的关键技术之一。关键技术是花大钱也买不来的，尤其是随着现代技术水平

的不断提高、航空发动机的复杂性和集成度大幅提升，对维修技术的要求也越来越高。近年来，向巧同志和她领军的企业，打破封锁，自主创新，成功地将再制造技术应用于多型航空发动机，为我国发动机事业的整体发展和技术进步做出了重要贡献。航空发动机维修工程管理理论，是系统工程理论在航空发动机维修领域的应用和拓展，是一次重要的工程管理理论创新。

第二，由一家航空发动机维修企业的领军人才提出工程管理的创新理论，这还是首次。书中所有案例全部来自这家企业的实践，使得这部著作对于国内航空维修企业具有较强的针对性和借鉴作用。

书作阐释了航空发动机维修工程管理的含义，构建了结构模型，提出了航空发动机维修工程管理的主要内容、主要特点、系统方法和发展趋势，论证严谨、结构合理、联系实际、案例生动，是一本高水平的工程管理著作。

向巧同志领军的是一家主要从事航空发动机维修的企业。尽管维修处于航空发动机产业链的末端，但他们奋发有为、大力创新，取得了一系列技术成果和突破。今天，《航空发动机维修工程管理》的出版，标志着他们在工程管理创新方面又拿出了一份重要的理论成果。我为航空发动机行业有这样的优秀企业，有向巧同志这样年轻有为、奋发图强的工程科技领军人才而备感高兴和欣慰！

航空动力技术是关系国防安全、经济建设和建立创新型国家、提高综合国力的关键核心技术之一，被誉为现代工业“皇冠上的珠宝”。动力强则航空强、航空强则军力强、军力强则国家强！

我国航空发动机工业创建于抗美援朝时期，经历了“维护修理、测绘仿制、改进改型、自主研制”等发展阶段。在党中央、国务院、中央军委的正确领导下，60年来航空发动机领域取得了长足进步和显著成绩，已初步建成比较完整的航空发动机工业体系，基本具备自主研发第三代航空发动机的能力，为我军航空武器装备建设和国民经济发展做出了重要贡献。

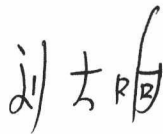
进入21世纪以来，世界航空发动机技术呈现加速发展态势。虽然我们正在努力追赶，但美欧等航空动力强国并没有放慢脚步，他们正在加速研发新技术、研制新型号，同时特别加强了对我国的技术封锁和打压，这对我们无疑是一个更加严峻的挑战和考验。

挑战与机遇并存，困难与希望同在。党的十八大提出了到2020年全面建

成小康社会的宏伟目标，给我们以巨大鼓舞。我们坚信，有党中央、国务院、中央军委的坚强领导，有吴大观、罗阳同志作为榜样，有像向巧同志领军的团队那样的数十万航空人，激情进取、奋力拼搏、矢志不渝、志在超越，在不远的将来，我国一架架战鹰和各类民用飞机都将装上健康、强劲的“中国心”，一个航空动力强国必将屹立于世界的东方！

到那时，我们再重读《航空发动机维修工程管理》这本著作，一定会生出更多、更深的特别感受。

我坚信那一天将会很快到来！

A handwritten signature in black ink, appearing to read '刘光' (Liu Guang), written in a cursive style.

2012年11月16日

推荐序二

徐滨士 我国表面工程和再制造工程领域专家，中国再制造工程学科的创始人之一，中国工程院院士，波兰科学院外籍院士。装备再制造技术国防科技重点实验室名誉主任，中国设备管理协会副会长。

改革开放三十年来，科技创新日新月异，信息化、现代化、全球化发展势不可当，经济发展方式正在发生着重大变化。人类快速发展的巨大需求与地球有限承载能力、能源资源和生态环境约束间的矛盾日益尖锐，严重威胁着全球的可持续发展。中国更是面临着复杂而严峻的多重挑战，重要资源能源进口依存度不断提高，高投入、高消耗、高污染、低产出、低效益的经济增长方式尚未得到根本性转变，资源短缺和能源匮乏已成为限制未来我国经济可持续发展的主要瓶颈问题。

基于上述原因，国家提出大力发展循环经济，并于2004年召开了“全国循环经济座谈会”。再制造作为资源化的重要组成部分，高度契合了我国构建循环经济的战略需求，具有重大的政治意义和巨大的经济、社会效益。再制造已先后在《中华人民共和国循环经济促进法》《国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》等重要文件中进行阐述，并被列为战略新兴产业予以培育。党的十八大将生态文明建设与经济建设、政治建设、文化建设、社会建设并列，“五位一体”地建设中国特色的社会主义，实现社会主义现代化和中华民族伟大复兴。绿色低碳的再制造产业必将为经济发展方式转变，为促进生态文明建设提供技术支撑，为建设资源节约型、环境友好型社会和创新型国家做出新贡献！

近年来我国环境恶化,特别是PM2.5影响人们健康危害严重,发展再制造产业是从根上解决环境问题,从而使人们更为健康的生活,并为可持续发展奠定基础。2009年12月,温家宝总理对再制造作出了重要批示:“再制造产业非常重要。它不仅关系循环经济的发展,而且关系扩大内需和环境保护。再制造产业链条长,涉及政策、法规、标准、技术和组织,是一项比较复杂的系统工程。”因此,如何规范再制造产业的发展,需要对从事再制造工程的单位和部门开展行之有效的管理,需要系统的再制造管理理论和管理措施。

向巧博士通过近20年的再制造技术的研究、推广及管理工作,勇于担当、勇于创新,率先将再制造技术应用于航空发动机,并结合西方发达国家的管理理论和方法,契合我国国情、自主创新地提出了航空发动机维修工程管理理论,开创了工程管理理论和方法的新领域。向巧博士编著的《航空发动机维修工程管理》涵盖了航空发动机维修工程管理含义、特点和方法,系统全面地阐述了航空发动机维修线建设、多型跨代航空发动机并线作业的柔性化维修、航空发动机关键零部件修复和再制造的专业化管理以及航空发动机维修工程的质量管理、用户服务管理、人力资源管理、成本管理、文化管理、信息化系统等,并展望了未来航空发动机维修工程管理的发展趋势。

目前,向巧博士已将这些工程管理理论的成果广泛应用于所领军企业承修的多型、跨代航空发动机中,有效延长了发动机寿命,为国家节省了大量装备采购和全寿命周期经费,荣获了国家科技进步奖,创造了显著的军事效益和经济、社会效益。

我相信,向巧博士和她的团队一定能够将再制造技术及航空发动机维修工程管理理论进一步发展,为我国航空装备建设发展,为促进国家生态文明建设发挥更大更好的作用。



2012年11月17日

推荐序三

钟群鹏 我国机械（电）装备失效分析预测预防专家，中国失效分析学科的开拓者，中国工程院院士。曾任中国机械工程学会副理事长、国家安全生产专家综合组组长，现任中国质量检验协会副理事长、北京航空航天大学学术委员会主任。

《航空发动机维修工程管理》一书付梓在即，向巧博士让我先睹为快。细读品味，这一崭新的工程管理理论与实践以鲜活生动的姿态跃然纸上。我对向巧博士和她的团队取得的这一管理理论研究成果表示衷心祝贺！

2008年5月12日，我正好到四川，在向巧博士所在的航空发动机维修企业考察，从而与他们一起经历了那场惊心动魄的大事件，亲眼目睹了她在天灾降临之时的泰然自若、处变不惊。就在特大地震来临前的几个小时，我正在对企业优美的环境、先进的管理、在各方面取得的经营绩效，以及全体员工对产品质量的高度重视而赞不绝口。而几个小时后，他们又以面对强震的勇气、智慧和担当，给我留下更为深刻的印象。后来我知道，他们在企业遭受很大损失的情况下，很快恢复生产，并对震前已维修完成的发动机重新试车，确保产品质量，忠实践行了对用户的承诺。

今天，当我读到《航空发动机维修工程管理》一书，仿佛又看到了那个现代化的航空发动机维修企业，看到了智慧进取、勇于担当的领导班子，看到了朝气蓬勃、充满激情的员工。我尤其感到欣慰的是，从这本管理理论著作可以看出，几年来，向巧和她的团队在用实际行动履行企业使命的同时，也为我国工程管理理论研究和提升做出了贡献。

党的十八大要求：“加快形成新的经济发展方式，把推动发展的立足点转到提高质量和效益上来。”企业作为社会主义市场经济的主体，尤其应当加快转变发展方式，而管理创新是最重要的推动力量。她作为航空发动机维修工程领域的领军人物，提出航空发动机维修工程管理理论，这是源于基层实践、极具行业特色的管理理论创新。本书提出了航空发动机维修工程管理的理念、模型、方法，同时运用大量实践案例作为支撑，无理论说教的枯燥，于娓娓道来之中阐释道理，既生动灵活，又能有效指导实践。

当前，我国仍处于可以大有可为的重要战略机遇期，而质量是经济社会发展的关键要素。我一直认为，坚持以质取胜，打造质量强国，是保障和改善民生的迫切需要，是实现科学发展和建成小康社会的战略选择。显然，要推动我国由制造大国向质量强国的转型发展，企业应当发挥中流砥柱的作用。

我相信，向巧博士和她的团队将继续在追求卓越的道路上笃定前行，砥砺前行，把航空发动机维修工程管理理论更好地运用于维修工程的实践当中去，更好地实现政治、军事、经济、社会和生态效益，更好地回馈国家、社会、用户和员工。



2012年11月18日

前言

今年，我走出大学校门已进入第 30 个年头。其中，在航空发动机维修企业第一线从事技术及管理研究与工程应用近 27 年。从工艺员、技术处长、副总工程师、发动机修理研究所所长，到企业主要负责人，从维修一代机、二代机、三代机到多型跨代全寿命全型号同时并线维修，我有幸亲历了我军主战飞机跨越式发展的历程，主持或参与了我军引进及国产三代航空发动机的维修技术研发和维修工程的建设及管理。

《美国国家关键技术计划》这样描述航空发动机领域：“这是一个技术精深得使一个新手难以进入的领域，它需要国家充分保护并利用该领域的成果，需要长期数据和经验的积累以及国家大量的投资。”我国知名航空动力专家、中国工程院刘大响院士认为：“航空发动机被称为飞机的‘心脏’，是军民用飞行器和航空工业发展的原动力，是决定现代战争胜负的重要因素，对国民经济发展和科技进步有着巨大的带动和促进作用。一代发动机，一代新飞机。目前，航空发动机的发展水平已是一个国家综合国力、工业基础和科技水平的集中体现之一，是国家安全和强国地位的重要战略保障。”长期以来，英国、俄罗斯、美国、法国等少数航空发达国家一直把优先发展航空发动机作为基本国策，把航空动力工业发展成为高附加值的国家战略性新兴产业，把航空发动机技术列为严密封锁、严禁出口转让的关键技术，并逐步形成了对航空发动机技术和全球市场的垄断地位。

在我国航空发动机技术相对落后的情况下，我和我的同事们，一直在努力用我们的开拓进取和创新实践，突破封锁，攻克航空发动机维修工程建设及管理的一个个难题：如何又好又快地完成航空发动机维修工程的建设？如何实现维修策略的转变以提升维修工程管理的能力和水平？如何研发形成核心技术以摆脱制约？如何建立具有中国特色的维修工程管理体系以不断适应市场和环境的变化？如何持续提升维修及服务质量使飞行更安全与经济？等等。在此过程中，我先后有幸结识了我国再制造工程学科的奠基人徐滨士院士、我国

航空发动机领域的权威刘大响院士、我国失效分析学科的开拓者钟群鹏院士，等等。许多业界的专家学者，给予我很多指导帮助，同时也得到了军民航主管部门的鼓励鞭策、航空工业部门的支持帮助和广大用户的肯定信赖。通过多年的创新发展，我们建成了多型、跨代引进和国产军用航空发动机全寿命、全型号同时并线作业的维修基地，为国防建设做出了应有贡献，也在航空发动机全产业链中发挥重要作用。

近年来，许多首长、领导，学术界、企业界人士，以及很多关心航空维修事业的朋友，希望我们能够把这些年的经验总结一下，用我们原创的工程管理理论和实践成果，为从事航空发动机维修的企业提供借鉴，也提供给工程管理学术界参考。我感到这是一项非常有意义的工作，于是对多年来航空发动机维修工程管理的理论与实践进行了系统整理、总结和完善，形成了现在的《航空发动机维修工程管理》一书。徐滨士、刘大响、钟群鹏三位院士亲自为本书作序，我感激万分且深受鼓舞。在此，向所有关心和支持本书出版及关心支持中国航空发动机维修事业的首长、领导、专家和朋友们，表示衷心的感谢和崇高的敬意！

本书的实践经验部分，直接来源于本企业上下同仁长期的孜孜探索和努力实践，任少红、宁喜钰、李整建、王兵、肖左才、胡惠芳、李银光、王良、张赞平、郑四德、梁绍华、王建新等同事以及张铀、唐光辉等同志为此付出了艰辛的努力，感谢他们在我推进工程管理创新的历程中给予的理解和支持。还要特别感谢钟杰、杨青、何勇、谭铁生、唐民锋、王量、王智平、王建飞、李国荣、杨刚、裴培、彭远富、郭高升、胡兵、罗烽月、马华军、李剑平、李文兵、王帅等同志，在本书的编写、整理、出版过程中所付出的努力和辛劳。

我还要深深地感谢所有参考书的作者、同行、我的老师和朋友们，以及给本书提供指导的专家，我从他们那里学到了很多東西。

我还要感谢我的家人，是他们多年来对我的爱和理解，使我能够坚守我的事业、坚持我的追求，坚定地航空发动机维修工程管理的求索路上开拓前进。

本书的案例均来自航空发动机维修工程管理的实践，对从事或关心航空发动机维修工程管理的各界人士有一定的参考借鉴意义，也可供高等院校相关

专业师生参阅。限于作者水平有限，且航空发动机维修工程管理是一项重大且复杂的系统工程，工程实践的复杂性决定了航空发动机维修工程理论的探索性，本书难免有错误或疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

实现强军富国，需要每一位航修人敬业奉献、不懈追求。航空发动机维修工程管理理论需要在实践中持续创新，不断前进。

祝大家读书愉快！

向 巧

2012年11月1日于成都

机工经管读者俱乐部反馈卡

完整填写本反馈卡将可以参加幸运抽奖

每月我们将会抽出 10 位幸运读者，免费赠送当月新书一本

加入俱乐部，将会收到我们定期发送的新书信息

获奖名单将公布在 <http://www.Golden-book.com> 及
<http://www.cmpbook.com> 上

个人资料

姓名：_____ 性别：☐男 ☐女 年龄：_____
E-mail：_____ 联系电话：_____
传真：_____ 手机：_____
就职单位及部门：_____ 职务：_____
通讯地址：_____ 邮政编码：_____

单位情况

单位类型：

- ☐国有企业 ☐私营企业 ☐政府机构 ☐股份制企业
☐外资企业（含合资） ☐集体所有制企业
☐其他（请写出）_____

单位所属行业：

- ☐食品/饮料/酿酒 ☐批发/零售/餐饮 ☐旅游/娱乐/饭店
☐政府机构 ☐制造业 ☐公用事业
☐金融/证券/保险 ☐农业 ☐多元化企业
☐信息/互联网服务 ☐房地产/建筑业 ☐咨询业
☐电子/通讯/邮电 ☐其他（请写出）_____

单位规模：

- ☐500 人以下 ☐500—1000 人 ☐1000—2000 人 ☐2000 人以上

关于书籍

1. 您购买的图书书名: _____ ISBN: _____
2. 您是通过何种渠道了解到本书的?
☐ 报刊杂志 ☐ 电视台电台 ☐ 书店 ☐ 别人推荐 ☐ 其他 _____
3. 您对本书的评价
内容 ☐ 好 ☐ 一般 ☐ 较差
编排 ☐ 易于阅读 ☐ 一般 ☐ 不好阅读
封面 ☐ 好 ☐ 一般 ☐ 较差
4. 您在何处购买的本书
☐ 书店 ☐ 网络 ☐ 机场 ☐ 超市 ☐ 其他 _____
5. 您所关注的图书领域是:
☐ 投资理财 ☐ 人力资源 ☐ 销售/营销 ☐ 财务会计
☐ 管理学与实务 ☐ 其他 _____
6. 您愿意以何种方式获得我们相关图书的信息?
☐ 电子邮件 ☐ 传真 ☐ 书目 ☐ 试读本
7. 如果您希望我们发送新书信息给您公司的负责人, 请注明所推荐人的:
姓名 _____ 职务 _____ 电话 _____
地址 _____ 邮件 _____

感谢合作! 请确认我们的联系方式

联系人: 董琛

地址: 北京市西城区百万庄大街 22 号机械工业出版社经管分社

邮编: 100037

电话: 010-88379081

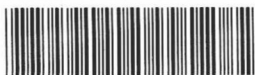
传真: 010-68311604

电子邮箱: cmpdong@163.com

登记表电子版下载请登录:

<http://www.golden-book.com/clubcard.asp> 或 <http://www.golden-book.com>

敬请惠赐名片, 谢谢!



北航

C1653843

目录

CONTENTS

推荐序一	
推荐序二	
推荐序三	
前言	

第1章	概论.....1
	1.1 概念和范畴.....2
	1.1.1 工程和工程管理的基本含义.....2
	1.1.2 航空发动机维修工程管理的含义.....4
	1.2 特点和要素.....6
	1.2.1 航空发动机维修工程的主要特点及要素.....6
	1.2.2 航空发动机维修工程管理的主要特点及要素.....8
	1.3 模型和方法.....12
	1.3.1 航空发动机维修工程与系统工程.....12
	1.3.2 航空发动机维修工程管理的三维结构模型.....16
	1.3.3 航空发动机维修工程的全型号全寿命 系统集成管理模式.....21
第2章	航空发动机维修线建设工程管理.....24
	2.1 概述.....25
	2.2 维修线建设工程管理成熟度模型.....25
	2.2.1 AO2PM3 模型简介.....26
	2.2.2 影响成熟度的关键因素分析.....28
	2.3 维修线建设工程计划.....31
	2.3.1 工程进度计划.....33
	2.3.2 工程成本计划.....35

2.3.3	工程质量计划	37
2.3.4	工程风险计划	40
2.4	维修线建设工程实施与控制	45
2.4.1	工程实施中应重点控制的关键因素	45
2.4.2	工程进度控制	47
2.4.3	工程成本控制	49
2.4.4	工程质量控制	52
2.4.5	工程风险控制	53
2.5	工程验收与成熟度评估	54
2.5.1	工程验收	54
2.5.2	工程管理成熟度评估	55

第3章

多型、跨代航空发动机并线作业的 柔性化维修模式

3.1	概述	58
3.2	柔性化维修内涵	59
3.2.1	柔性化维修的定义	59
3.2.2	维修柔性分类及其层级关系	61
3.2.3	柔性化维修关键要素	63
3.3	柔性化维修作业的模块化与流程化	64
3.3.1	U型作业单元与拉式维修	65
3.3.2	逆向物流与全程供应链管理	67
3.3.3	专业化分工与系统化管理相结合的 资源利用方式	73
3.4	柔性化维修组织结构的扁平化与网络化	74
3.4.1	矩阵式的组织结构与轮岗换岗	74
3.4.2	多维的岗位设计和工作标准	77
3.4.3	微型利润中心与内部市场链	82
3.5	柔性化维修模式建设实例	84
3.5.1	项目启动	84
3.5.2	流程分析	85