

快乐写游戏 轻松学编程

PC 游戏编程(网络游戏篇)

CG 实验室 王鑫 罗金海 赵千里 编著

清华大学出版社
重庆大学出版社

本书是在前几版的基础上,吸收了近年来新的设计方法及最新国家标准,全面、系统地介绍了所有现代设计和常规设计方法、数据、图表,内容丰富,具有信息量大,标准新、取材广、规格全、常用结构多、并增加了许多国内外常用的新产品的结构、规格、选用范围,实用性强、查找方便等特点。

全书共分常用资料,机械零部件与传动设计(一)、(二),液压、气动、液力传动与控制,机械设计基础,现代设计方法及应用等6卷50篇。

本卷主要介绍机械设计领域中创新、绿色产品、智能、并行、有限元、虚拟、快响应变型、模块化、优化、可靠性、实验、反求、互联网上合作等现代设计方法及其应用技术。并对各种设计方法举例说明,书中最后还介绍了机械设计中现代设计主流软件的应用范围等。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计手册.第6卷/机械设计手册编委会编著.—3版.—北京:机械工业出版社,2004.8

ISBN 7-111-14738-3

I. 机... II. 机... III. 机械设计-技术手册 IV. TH122-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第068533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 李建秀 张亚秋 版式设计:张世琴

责任校对:张媛 封面设计:姚毅 责任印制:李妍

北京蓝海印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2004年8月第3版·第1次印刷

787mm×1092mm^{1/16}·76.75印张·3插页·2663千字

0 001—6 000册

定价:102.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68993821、88379646
封面无防伪标均为盗版

机械设计手册编委会

主 任：王文斌

副主任：林忠钦 严隽琪 李 奇 谢里阳 汪 恺 孙慧波

委 员：鄂中凯 崔虹曼 方昆凡 周康年 吴宗泽 樊文萱 黄万吉
吴自通 徐秀彦 徐 鹏 朱孝录 施永乐 王起龙 巩云鹏
李立行 程乃士 王德俊 李元科 卜 炎 施高义 郑洪生
周恩涛 宗 跃 唐恒龄 高 敏 何德方 欧宗瑛 黄雨华
郭宝柱 张健民 史家顺 陈 铭 蔡建国 王安麟 钟廷修
蒋寿伟 王石刚 邹慧君 金 烨 谢友柏 蒋祖华 曲彩云

新版前言

《机械设计手册》自出版以来,在机械设计实践中发挥了重要的基础性作用,先后荣获全国优秀科技图书二等奖、机械电子工业部科技进步二等奖,是全国优秀科技畅销书,在社会上有较高的知名度,影响广泛,深得广大工程技术人员的厚爱。

机械设计是机械工业的基础技术。科技成果要转化为有竞争力的新产品,设计起着关键性作用。设计工作的质量和水平,直接关系到产品质量、性能和技术经济效益。特别是在产品创新和创造方面,工业发达国家都极为重视机械设计工作,不断地研制出适应市场需要的机电产品。近几年来,由于科学技术不断发展,加之我国加入世贸组织以后国际技术交流更直接、便捷,使我国在机械设计领域有了长足的进步,取得了丰硕的成果,发现了许多新材料、新的设计理念和设计方法,这些都需要我们及时归纳总结,全面准确地提供给广大读者。为使《机械设计手册》紧跟时代步伐,满足广大读者需要,我们组织了这次《机械设计手册》的新版修订工作。

这次修订,根据广大工程技术人员实际需要和阅读习惯,在保持手册先进性、系统性的前提下,我们调整了卷、篇、章的框架结构,重新编排,并补充了机械设计应用方面的内容。更加突出实用便查,让技术人员感到既有很多成熟使用的现代设计方法,又能更方便、快捷地查到所需内容。

这次修订取材仍根据基本、常用、关键、发展的原则,强调准确性。我们认真细致地对各种数据、图表等进行分析、核对和验证,对一些局部性的技术经验和测试结果,为了做到准确、可靠,作者亲自南下北上,取得第一手试验数据资料,以确定选取范围,做到了精益求精。对国外资料,以常用和新材料为主,主要从选用角度编写,重点介绍材料的技术参数、性能特点、适用范围和应用技术等,为如何正确选择和合理使用提供依据,以发挥其最佳性能和经济效果,这些都是作者经过长期生产实践积累的宝贵资料。本书数据、资料全部来自国家最新标准、规范和其他权威机构,设计方法、公式选择、参数选取原则均经过长期实践检验,典型结构设计、计算实例均来自工程实践。为了突出反映先进性,增加了许多适合我国国情的新材料、新方法、新技术、新工艺,广泛收集具有先进水平的新产品。

重点修订内容:第一章“常用材料”一章,主要修订材料性能数据;第二章“常用机械零件”一章,主要修订零件性能数据;第三章“常用机械传动”一章,主要修订传动性能数据;第四章“常用机械密封”一章,主要修订密封性能数据;第五章“常用机械连接”一章,主要修订连接性能数据;第六章“常用机械润滑”一章,主要修订润滑性能数据;第七章“常用机械防腐”一章,主要修订防腐性能数据;第八章“常用机械检测”一章,主要修订检测性能数据;第九章“常用机械安全”一章,主要修订安全性能数据;第十章“常用机械环保”一章,主要修订环保性能数据;第十一章“常用机械节能”一章,主要修订节能性能数据;第十二章“常用机械智能化”一章,主要修订智能化性能数据;第十三章“常用机械新材料”一章,主要修订新材料性能数据;第十四章“常用机械新工艺”一章,主要修订新工艺性能数据;第十五章“常用机械新技术”一章,主要修订新技术性能数据;第十六章“常用机械设计方法”一章,主要修订设计方法性能数据;第十七章“常用机械设计软件”一章,主要修订设计软件性能数据;第十八章“常用机械设计案例”一章,主要修订设计案例性能数据;第十九章“常用机械设计标准”一章,主要修订设计标准性能数据;第二十章“常用机械设计规范”一章,主要修订设计规范性能数据;第二十一章“常用机械设计规程”一章,主要修订设计规程性能数据;第二十二章“常用机械设计指南”一章,主要修订设计指南性能数据;第二十三章“常用机械设计手册”一章,主要修订设计手册性能数据;第二十四章“常用机械设计参考”一章,主要修订设计参考性能数据;第二十五章“常用机械设计附录”一章,主要修订设计附录性能数据;第二十六章“常用机械设计索引”一章,主要修订设计索引性能数据;第二十七章“常用机械设计目录”一章,主要修订设计目录性能数据;第二十八章“常用机械设计前言”一章,主要修订设计前言性能数据;第二十九章“常用机械设计后记”一章,主要修订设计后记性能数据;第三十章“常用机械设计致谢”一章,主要修订设计致谢性能数据;第三十一章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第三十二章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第三十三章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第三十四章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第三十五章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第三十六章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第三十七章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第三十八章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第三十九章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第四十章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第四十一章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第四十二章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第四十三章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第四十四章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第四十五章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第四十六章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第四十七章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第四十八章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第四十九章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第五十章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第五十一章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第五十二章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第五十三章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第五十四章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第五十五章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第五十六章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第五十七章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第五十八章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第五十九章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第六十章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第六十一章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第六十二章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第六十三章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第六十四章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第六十五章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第六十六章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第六十七章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第六十八章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第六十九章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第七十章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第七十一章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第七十二章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第七十三章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第七十四章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第七十五章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第七十六章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第七十七章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第七十八章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第七十九章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第八十章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第八十一章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第八十二章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第八十三章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第八十四章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第八十五章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第八十六章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第八十七章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第八十八章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第八十九章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第九十章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第九十一章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第九十二章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第九十三章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第九十四章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第九十五章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第九十六章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第九十七章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第九十八章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第九十九章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据;第一百章“常用机械设计参考文献”一章,主要修订设计参考文献性能数据。

锥齿轮强度计算采用最新颁布的国家标准 GB/T10062.1~3—2003,为便于采用新标准,增加了强度计算用到的锥齿轮的端面当量齿轮和法面当量齿轮参数计算公式,给出了用新标准计算的两个锥齿轮传动设计算例。把现有国内资料中关于锥齿轮几何设计中的“参考点”改为“基

准点”，以忠实原意。

在轴承中增加了 2004 年 6 月发布的滚动轴承代号方法的补充规定，以作为轴承标准的补充内容。

(2) 增加新材料、新结构

由于新材料、新结构不断出现，故在这次修订中，均适当纳入新内容，更换老内容，使手册更新、更适用。

如由于工程塑料和复合材料的力学性能有了很大的提高，又具有价廉、防腐、防锈蚀等一系列优点，故其应用发展很快，我们加强了这方面的介绍，书中还大量增加了新的结构类型和应用实例。

在轴承部分增加了带座外球面轴承、专用轴承、直线运动滚动支撑、关节轴承，以及国外轴承、钢球、钢种、润滑油等的代号和国内外对照表。

(3) 介绍新产品，删掉淘汰产品

机械设计中经常选用的一些基础产品发生了很大的变化，现在产品的分类、代号方法、设计计算等内容完全与国际接轨，与老产品相比完全不同。对于这些内容，我们必须加以修正，以适应我国机械产品进入国际市场的需要。因而，我们删掉了部分淘汰产品内容，并将国内主要厂家新开发推出的具有较大影响的新产品进行了补充，并适当增加了国内选用较多的国外产品，如为适应目前国内市场上进口液压、液力、气动元器件所占份额逐渐增大的现状，特增加了大篇幅的内容，主要推出世界著名的几大品牌应用较广泛的产品，以满足专业技术人员的需要。

近年来我国出现的新的减速器或形成了新标准的减速器，都在不断地向国外的新技术看齐，也收入本手册中供大家参考。此外，还及时引入了国外的产品，如 SEW 和 PIV 的产品，一则是为了向国际靠拢（接轨），二则是让设计人员方便选用国外知名公司的适用产品。

(4) 增加了反映现代科技的新内容

在“机械振动的控制”一章内，不仅填补了对冲击、对随机振动的隔离等国内外空白内容，还重点增加了利用振动信号的测量、分析、反馈及跟踪等先进技术，进行最优控制、自适应控制、预测控制、模糊控制等振动的主动控制的新内容。增加了“振动的利用”一章，使读者不仅能查到对有害振动进行控制的内容，还能查到振动的有益内容，包括振动利用的方法、步骤、设计与计算，利用振动原理工作的各类机械。

为适应现代机械设计的要求，增加了“模态分析与参数识别”一章。在机械设计中应用此章的内容，能对机械给定的动力特性，识别出机械应有的物理参数，或者已知机械的物理参数，识别出其动力特性。还能识别出很难准确计算和直接测量的机械动载荷，更能在机械运行时“在线”识别其动态特性。这些都将提高机械动态优化设计的功能与效率。

(5) 充实增加了现代设计方法的应用技术

近年来，机械设计的理论和方法在国内外取得了很大的发展，我国设计人员要在产品设计方面赶超国际水平，必须掌握先进的设计理论和方法。由于机械设计涉及面广，即使是经验丰富的设计师，也难以及时、全面地掌握这些理论与方法，所以本书重点介绍了当今发达工业国家流行的成熟的设计理论与方法，增强广大工程技术人员创新意识和能力。如通过对有限元设计、创新设计、虚拟设计、优化设计、并行设计、智能设计、机电一体化设计及其相应工具软件等内容的详细阐述，使得工程技术人员在日常设计工作中融入现代设计的理论与方法，并注重相应流行

软件的应用,达到提高设计水平和设计效率的目的。如有限元设计部分,详细介绍将“有限元设计”如何应用于实际设计工作中,以适应国际流行的针对重大机电产品(包括新产品)研发及销售过程中需配备有限元分析软件的需要。又如为加强环保,进行绿色设计,生产绿色产品,在世界各国均受到普遍欢迎,工业发达国家更是十分重视环保这方面的工作,所以本手册也介绍了如何实施机电产品的绿色设计。所有这些内容,都是现代设计工作者必不可少的最新的必备知识,而其他同类工具书却极少涉及这些内容。

可靠性、优化、疲劳强度、摩擦学等理论的新发展,可以为机械设计人员提供当代的先进资料,其中有些是最新的研究成果。设计人员可以较方便地找到自己需要的方法或解决问题的线索,并为进一步深入开展工作打下良好的基础。

本书作者都是具有丰富的设计知识和技能,具有出色的机械设计实践和研究经验的本学科知名学者和机械设计专家,他们统观全局、采实撷精、为本书修订奠定了可靠的保证。

本书在编写过程中,得到了许多专家和同行的帮助,特别是许多从事机械设计工作的工程技术人员,他们提供了大量的实际数据和宝贵意见,使本书内容更加充实、更加贴近实际。本书在编写过程中,还参考了国内外许多有关文献和资料,在此一并致谢。本书在编写过程中,还得到了许多专家和同行的帮助,特别是许多从事机械设计工作的工程技术人员,他们提供了大量的实际数据和宝贵意见,使本书内容更加充实、更加贴近实际。本书在编写过程中,还参考了国内外许多有关文献和资料,在此一并致谢。

本书在编写过程中,得到了许多专家和同行的帮助,特别是许多从事机械设计工作的工程技术人员,他们提供了大量的实际数据和宝贵意见,使本书内容更加充实、更加贴近实际。本书在编写过程中,还参考了国内外许多有关文献和资料,在此一并致谢。

本书在编写过程中,得到了许多专家和同行的帮助,特别是许多从事机械设计工作的工程技术人员,他们提供了大量的实际数据和宝贵意见,使本书内容更加充实、更加贴近实际。本书在编写过程中,还参考了国内外许多有关文献和资料,在此一并致谢。

二、本书的主要特点

本书在编写过程中,得到了许多专家和同行的帮助,特别是许多从事机械设计工作的工程技术人员,他们提供了大量的实际数据和宝贵意见,使本书内容更加充实、更加贴近实际。本书在编写过程中,还参考了国内外许多有关文献和资料,在此一并致谢。

本书在编写过程中,得到了许多专家和同行的帮助,特别是许多从事机械设计工作的工程技术人员,他们提供了大量的实际数据和宝贵意见,使本书内容更加充实、更加贴近实际。本书在编写过程中,还参考了国内外许多有关文献和资料,在此一并致谢。

本书在编写过程中,得到了许多专家和同行的帮助,特别是许多从事机械设计工作的工程技术人员,他们提供了大量的实际数据和宝贵意见,使本书内容更加充实、更加贴近实际。本书在编写过程中,还参考了国内外许多有关文献和资料,在此一并致谢。

本书在编写过程中,得到了许多专家和同行的帮助,特别是许多从事机械设计工作的工程技术人员,他们提供了大量的实际数据和宝贵意见,使本书内容更加充实、更加贴近实际。本书在编写过程中,还参考了国内外许多有关文献和资料,在此一并致谢。

本书在编写过程中,得到了许多专家和同行的帮助,特别是许多从事机械设计工作的工程技术人员,他们提供了大量的实际数据和宝贵意见,使本书内容更加充实、更加贴近实际。本书在编写过程中,还参考了国内外许多有关文献和资料,在此一并致谢。

本书在编写过程中,得到了许多专家和同行的帮助,特别是许多从事机械设计工作的工程技术人员,他们提供了大量的实际数据和宝贵意见,使本书内容更加充实、更加贴近实际。本书在编写过程中,还参考了国内外许多有关文献和资料,在此一并致谢。

本书在编写过程中,得到了许多专家和同行的帮助,特别是许多从事机械设计工作的工程技术人员,他们提供了大量的实际数据和宝贵意见,使本书内容更加充实、更加贴近实际。本书在编写过程中,还参考了国内外许多有关文献和资料,在此一并致谢。

本书在编写过程中,得到了许多专家和同行的帮助,特别是许多从事机械设计工作的工程技术人员,他们提供了大量的实际数据和宝贵意见,使本书内容更加充实、更加贴近实际。本书在编写过程中,还参考了国内外许多有关文献和资料,在此一并致谢。

第2版前言

《机械设计手册》自1990年出版至今已有10年,曾8次印刷,销售10万多套,得到了广大读者的关心、支持和好评,获第七届全国优秀科技图书二等奖,原机械电子工业部科技进步二等奖。

现在,《机械设计手册》(第2版)又与广大读者见面了!

2版修订是在1版的基础上,调整结构、更新内容、完善不足、更新标准,突出实用,让广大机械设计人员更方便快捷地查到所需内容。

一、修订的重点

1. 充实和更新技术内容。在重点反映国内外机械设计领域的新技术、新材料的同时,加强了自动化技术、计算机技术等在设计中的应用。现代设计方法和应用等都增设了新篇章。对于一些有发展前景的新设计方法,也作了相应介绍。2版新增设了电动机和常用低压电器、创新设计、绿色产品设计、并行设计、虚拟设计、快速响应变型设计和反求设计、机电一体化系统设计、现代设计主流软件、零部件设计常用基础标准、传动总论等10篇;重新编写了摩擦学设计、优化设计、计算机辅助设计、带传动和链传动、齿轮传动、滚动轴承、滑动轴承、气压传动与控制、液压传动与控制等9篇。其他各篇也作了较大程度的修改或更新。

2. 突出重点,务求实用。在总体结构和内容设置上作了一定调整,精简了基础理论部分内容,注意收集设计实践的经验和数据,使手册结构更趋合理,内容更切实际,更方便查阅。

3. 更换最新标准。根据到2000年6月为止颁发的国家或行业现行标准及技术规范,重新更换了旧的标准,体现了技术内容和数据的可靠性。

二、内容和结构

2版主要包括常用资料和设计基础、现代设计方法及应用、机械零部件设计、机械传动设计、流体传动与控制等部分,共44篇,分为5卷。

1. 常用资料和设计基础 机械设计总论、常用资料和数学公式、机械工程材料、机械设计力学基础、实验应力分析、机械振动和噪声、造型设计和人机工程、失效分析和故障诊断、电动机和常用低压电器。

2. 现代设计方法及应用 创新设计、绿色产品设计、并行设计、虚拟设计、快速响应变型设计和反求设计、可靠性设计、摩擦学设计、优化设计、计算机辅助设计、疲劳强度设计、蠕变设计、价值工程、机电一体化系统设计、附录 现代设计主流软件。

3. 机械零部件设计 零部件设计常用基础标准、零件结构工艺性、联接与紧固、弹簧、起重、搬运件、操作件、机架、箱体及导轨、密封件、管路附件。

4. 机械传动设计 传动总论、机构、带传动和链传动、摩擦轮及螺旋传动、齿轮传动、轮系、减速器和变速器、轴、滚动轴承、滑动轴承、联轴器、离合器与制动器。

5. 流体传动与控制 气压传动与控制、液压传动与控制、液力传动。

为了便于协调,提高质量,加快编写进度,参加编审的人员以东北大学有关院系为主,并组织邀请清华大学、北京理工大学、北京科技大学、上海交通大学、上海大学、天津大学、哈尔滨工业大学、重庆大学、浙江大学、昆明理工大学、大连理工大学、大连铁道学院、华中理工大学、北京、上海、合肥、天津、沈阳等地的专家学者参加。值此手册出版之际,谨向所有参加本版工作的全体编审人员及有关单位表示诚挚的谢意。由于水平和时间有限,难免有一些不尽人意之处,殷切希望广大读者批评指正,提出宝贵意见,以便在今后的工作中改进。

第1版前言

《机械设计手册》是继《机械工程手册》之后出版的一部大型机械设计专业技术工具书。

机械工业担负着向国民经济各部门,包括工业、农业和社会生活各个方面提供各种性能先进、价格低廉、使用安全可靠的技术装备的任务,所以在现代化建设中是举足轻重的。市场竞争的生命力在于产品的水平。任何科技成果要转变为有竞争力的商品,设计起着关键性的作用。机械设计是机械产品研制的第一道工序,设计工作的质量和水平,直接关系到产品质量、性能、研制周期和技术经济效益。工业发达国家都十分重视产品设计:日本认为,工业发达是企业对产品设计高度重视的结果;美国认为,设计是一本万利的事,对产品设计投资1美元,带来的利润却是1500美元;英国认为,产品设计是英国工业的命脉,英国工业革新必须以设计为中心,始终应把产品设计作为企业的头等大事,应时常探索研究使产品设计尽善尽美;法国认为,设计是工业的生命,要培养超一流设计大师,要大胆启用有才华有实践工作经验的设计人员。

这里,有必要回顾一下机械和机械设计发展的历史。机械的发明和发展,是先由几种简单工具开始的。石器时代的石刀、石斧,只是为了能省力或便于用力。后来发展到利用杠杆原理制作灌溉或扬水用的桔槔,利用滑轮原理制作重物提升用的辘轳等简单机械。这些机械所需的原动力是直接出自人的本身。为了省力和扩大力,开始时利用牲畜力,后来利用风力和火力。待到18世纪60年代发明了蒸汽机,作为动力带动了纺织机、磨粉机、鼓风机、工作母机和铁路机车,促进了冶金、轮船和火车等工业的发展。到19世纪60年代,出现了第一台直流发电机,到19世纪80年代,研制成功了交流发电机和交流电动机,20世纪初,电动机已在工业生产中取代了蒸汽机,成为驱动各种工作机械的基本动力。电气技术的应用,使机械工业得到了高速的发展。工业的发展,要求围绕机械设计制造的基础理论和设计方法,能适应当时机械工业的形势。到18~19世纪,材料科学、结构力学、弹性力学、流体力学、热力学、制图和公差等,都分别发展成为一门独立学科。但由于机械设计的复杂性,还需将这些学科在应用于设计时作某些简化假设,再加上设计人员的经验,逐渐形成了一整套机械设计方法。在这套设计方法中,要应用一些经验设计方法、经验设计公式和经验系数等,称之为常规设计或传统设计。

1946年世界上第一台电子数字计算机诞生。经历了电子管、半导体、集成电路和大型集成电路的发展,电子计算机在机械设计中已广为采用。电子计算机的发展,使有限元法、优化设计和计算机辅助设计等成为可能。加上材料科学、计算力学、摩擦学和设计理论等的发展,逐渐形成了一套现代设计理论和方法。现代设计的特点为:(1)从静态设计到动态设计;(2)从单项设计指标到综合设计指标;(3)从常规设计到精确设计;(4)从手算设计到广泛应用计算机的设计。常规设计是不可缺少的,但对于培养具有更广阔视野的设计人员来说显得非常不够。近二、三十年,设计方法更为科学化、系统化、完善化和现代化了,虽然如此,常规设计仍然是重要基础。

由于机械产品品种繁多,除一些重要的机械产品(如机床等)有专业手册,加上综合性的《机械工程手册》外,编写一部能统贯整个机械设计领域,主要写机械设计共性内容,具有现代设计水平,实用性强,为机械设计学科领域的机械设计人员、科研和教学工作者查阅使用的《机械设计手册》,实属当务之急。为此,机械工业出版社于1985年冬着手组织全国专家、学者进行《机械设计手册》的编写工作。

本手册是在现代设计方法在我国经历了宣传普及阶段并在设计中初步取得成果、新的设计标准规范陆续制订公布的有利时机完成编写工作的。在制订编写提纲过程中,广泛听取了各方面的意见,将设计作为一个整体来考虑,不仅要考虑强度和润滑等常规设计注意的问题,还要考虑便于制造、技术经济指标合理和美观等方面,贯彻“四性”(实用性、整体性、科学性、先进性)精神,立足于80年代机械设计水平进行编写。手册中的计量单位一律采用国家法定计量单位,原有的数据单位,还没换成法定单位的,我们一律换算成法定单位。标准均为现行标准。

本手册共有42篇,分5卷出版。第1卷共7篇。第1篇机械设计总论,对机械设计的地位、设计遵循原则、设计的内容和设计方法作战略性的描述,使读者对机械设计有整体性理解。后面6篇是机械设计的基础理论和基本数据,各篇尽量用较小的篇幅写出覆盖面广的现代设计所需的实用内容。第2卷共10篇,是现代设计理论和设计方法。其中第8篇机构及机械系统设计,是机械设计的第一步骤,它是方案设计的主要内容。考虑到现代设计中的计算机应用,故以数值解法为主,代替了传统的图解法。第9篇造型设计和人机工程,介绍机械设计中如何考虑机器的形体和色彩,如何考虑操作者的人体尺寸、出力大小和视力范围等。第10篇价值工程,介绍机械设计中技术经济指标的计算以及评价和决策。下面几篇疲劳强度设计、蠕变设计、可靠性设计、优化设计、计算机辅助设计,都是一些现代设计方法。第16篇是计算机辅助设计所用的“数据库”,第15篇是与现代设计密切相关的“失效分析和故障诊断”。这些篇大多是现有手册中没有的,个别篇虽然少数手册中有类似的篇名,但本手册是从现代设计的要求出发进行编写,内容新而且深入。第3卷共8篇,第4卷共11篇,是机械零部件设计部分。虽然其中大部分篇名,在一些机械设计手册中也有,但本手册采用了最新的标准规范,尽量与现代设计相结合,所以各篇中都有一些内容,甚至整篇内容在一般手册中是没有的。一些重要的设计计算,另备有设计软件包。第5卷共6篇,是各种传动、机械自动化和工业机器人。其中工业机器人是机电仪一体化的典型产品,作为本手册的终篇,对贯彻本手册编写意图是有深刻含意的。为与本手册精神相一致,工业机器人也只写其共性部分。

《机械设计手册》是一部千万字的巨著,参加编写人员近200名,组织工作繁重。为了统一编写精神,经多次讨论确定了编写体例,按篇确定主编,由主编提出编写人员,召开编写会,审查各篇的编写提纲,按篇确定2~4位审稿人,初稿完成后送审,审稿意见与编写人见面,共同商量改稿意见,在此基础上,部分篇召开了审稿会。待到条件成熟,按卷召开定稿会。所以,本手册的出版,是在国内大专院校、科研院所和工厂的教授、研究人员和工程师的积极参加下完成的,并得到机械工业出版社、机械电子工业部科技司和东北工学院等单位的大力支持,这是本手册能够在较短的时间内从组织编写到出书的有力保证,在此谨向大家表示诚挚的感谢,并衷心希望广大读者提出批评意见,使本手册在修订时能有所改进。

徐 灏

1988年11月

目 录

第 36 篇 创新设计

第 1 章 创造与设计思维原理和方法

1 创新思维和方法	36-3
1.1 创新思维	36-3
1.2 创新思维机制	36-4
1.3 创新的外部因素与思维法则	36-4
1.4 创造活动的组织科学	36-6
2 基于功能的设计思维	36-8
2.1 功能的分类	36-8
2.2 功能分析	36-9
2.3 功能综合与整理	36-10
2.4 功能评价	36-11
3 基于产品寿命周期的设计思维	36-13
3.1 产品的市场寿命周期	36-13
3.2 产品的全寿命周期	36-14
4 基于过程的设计思维	36-14
4.1 设计任务的类型和进程	36-14
4.2 设计任务的形成与决策	36-16
4.3 方案设计	36-20
4.4 详细设计	36-23
5 产品总体设计的评价与优化	36-24
5.1 总体设计优化的目标与过程	36-24
5.2 优化对象的确定	36-24

5.3 总体设计的评价	36-28
5.4 总体设计的优化	36-33
6 方案设计和技术设计案例分析	36-35
6.1 家用单手把混水器方案设计案例 分析	36-35
6.2 冲击试验台方案设计及详细设计 案例分析	36-39

第 2 章 产品设计中的“人-机-环境”
大系统观

1 “人-机-环境”大系统的构成与运行	36-58
1.1 “人-机-环境”大系统的构成	36-58
1.2 “人-机-环境”大系统的运行	36-58
2 功能分配	36-60
2.1 子系统能力的分析	36-60
2.2 功能分配原则	36-61
3 人的生理和心理因素	36-62
3.1 人的生理因素	36-62
3.2 人的心理因素	36-62
3.3 人的行为	36-64
4 环境因素与可持续发展观	36-65
参考文献	36-66

第 37 篇 绿色产品设计

第 1 章 概 述

1 绿色产品设计思想的由来	37-3
1.1 人类社会生存发展面临的三大威胁	37-3
1.1.1 人口问题	37-3
1.1.2 资源问题	37-3
1.1.3 环境污染问题	37-4
1.2 绿色产品设计的发展概况	37-6

1.2.1 国外的发展概况	37-6
1.2.2 国内的发展概况	37-6
1.3 实施绿色产品设计存在的问题	37-6
1.3.1 产品生产者存在的问题	37-6
1.3.2 产品的使用(消费)者存在的 问题	37-8
1.4 节约资源和防止污染的策略	37-9
1.4.1 “源头预防”策略	37-9
1.4.2 “末端治理”策略	37-9

第2章 绿色产品设计

- 2.1 概述 37-10
- 2.2 传统设计与绿色设计 37-10
 - 2.2.1 传统产品设计 37-10
 - 2.2.2 绿色产品设计 37-10
- 2.3 传统产品设计与绿色产品设计的异同 37-11
- 2.4 绿色产品设计的基本概念与方法 37-11
 - 2.4.1 基本概念 37-12
 - 2.4.2 绿色产品设计的分析、评价方法 37-12
 - 2.4.3 设计方法 37-14
- 2.5 绿色产品设计的工具 37-16
 - 2.5.1 供设计人员评估其产品环境影响用的定性准则 37-16
 - 2.5.2 生态指标法 37-18
 - 2.5.3 生命周期评估法(LCA) 37-22

第3章 绿色产品设计中的设计准则

- 3.1 绿色产品设计中的结构设计准则 ... 37-26
- 3.2 绿色产品设计中的材料选择准则 ... 37-27
- 3.3 绿色产品设计中的工艺选择准则 ... 37-28
- 3.4 绿色产品设计中的产品使用阶段的设计准则 37-29
- 3.5 绿色产品设计中产品维修的设计准则 37-29
- 3.6 绿色产品设计中产品回收阶段的设计准则 37-30

第4章 绿色产品设计的评价指标系统及其评价方法

- 4.1 绿色设计评价指标体系 37-32
- 4.2 绿色产品设计综合评价的方法 37-32
 - 4.2.1 层次分析法 37-32
 - 4.2.2 加权平均法 37-35
 - 4.2.3 模糊综合决策 37-36
- 4.3 实例验证 37-36

第5章 绿色包装设计

- 5.1 产品包装设计的现状 37-39
 - 5.1.1 产品包装的基本功能 37-39
 - 5.1.2 产品包装引起的环境问题 37-39
- 5.2 绿色包装设计 37-40
 - 5.2.1 绿色包装设计的内容和步骤 ... 37-40
 - 5.2.2 绿色包装的设计准则 37-41

附 录

- 附录1 废弃产品最终处置时受到限制的材料 37-43
- 附录2 国外用于LCA(生命周期分析)的工具软件一览表 37-43
- 附录3 国外开发的用于产品生命周期分析(LCA)的数据库(环境影响因素清单分析用的数据) 37-44
- 附录4 国外从事生态设计(Ecodesign)或环境意识设计与制造(Environmentally Conscious Design and Manufacturing)的机构名录 37-45
- 附录5 国外从事生命周期评估(LCA)的机构名录 37-45
- 附录6 有关绿色产品设计的相关网站 37-45
- 附录7 塑料标记的标准 37-50
- 参考文献 37-51

第38篇 智能设计

第1章 智能模拟的科学

- 1 信息社会与思维科学 38-3
 - 1.1 思维与思维科学 38-3
 - 1.2 思维的类型 38-3
 - 1.2.1 抽象(逻辑)思维学 38-3

- 1.2.2 形象(直觉)思维学 38-5
- 1.2.3 灵感(顿悟)思维学 38-6
- 2 思维的基础和认知的发展 38-7
 - 2.1 思维与智能 38-7
 - 2.2 思维的神经基础 38-7
 - 2.3 认知发展 38-8

2.3.1 皮亚杰认知发展理论	38-8	1.1 遗传算法的概貌	38-28
2.3.2 斯腾伯格的认知三元素理论	38-9	1.2 单纯型遗传算法	38-29
2.3.3 信息加工理论	38-9	1.3 模式定理(schemata theorem)	38-31
2.3.4 思维的瞬间达尔文进化机制	38-9	1.4 遗传算法的有关操作规则和方	38-32
2.3.5 广义进化认知模式	38-9	1.5 多个体参与交叉的遗传算法	38-35
2.3.6 复杂自适应系统	38-10	1.6 多目标进化算法简介	38-39
2.3.7 认知发展总论	38-11	1.6.1 传统多目标算法及其存在	38-39
3 智能模拟	38-11	1.6.2 Pareto 多目标进化算法	38-40
3.1 智能模拟的科学基础	38-11	1.6.3 几种主要的多目标进化算法	38-42
3.2 智能模拟的哲学基础	38-12	1.6.4 扩展 Pareto 进化算法(extended	38-44
3.3 智能模拟的基本途径	38-12	pareto evolutionary algorithm:	38-46
3.3.1 基于逻辑推理的智能模拟——	38-12	1.6.5 算例	38-47
符号主义(Symbolism)	38-12	2 基于进化的健壮性设计方法	38-47
3.3.2 基于神经网络的智能模拟——	38-12	2.1 健壮性开发方法的基本思路	38-47
联接主义(Connectionism)	38-12	2.2 基于进化的健壮性设计方法的	38-49
3.3.3 基于“感知—行动”的智能模拟——	38-13	总体框架	38-51
行为主义(Behaviourism)	38-13	2.3 基于进化的健壮性设计方法的	38-52
说明	38-51	3 结构智能优化设计——进化设计	38-52
第2章 智能设计方法和技术综述	38-14	3.1 结构智能设计的概念	38-53
1 智能设计的发展概述	38-14	3.2 结构进化智能优化设计	38-53
1.1 CAD的发展	38-14	3.3 基于进化的桁架结构相位设计	38-54
1.2 智能设计的两个阶段	38-15	3.4 基于进化的结构非线性强制振动	38-54
2 智能设计的概念和特征	38-15	解法	38-57
2.1 智能设计的特点	38-15	3.5 基于进化的圆抛物面天线健壮结	38-57
2.2 智能设计技术的研究重点	38-15	构设计	38-57
2.3 智能化方法的分类和智能设计的	38-16	3.5.1 圆抛物面天线结构设计要的	38-58
层次	38-16	求和特点	38-58
2.3.1 智能化方法的分类	38-16	3.5.2 天线反射面精度计算	38-59
2.3.2 智能设计的层次	38-17	3.5.3 最佳吻合抛物面各点对原设	38-59
2.4 智能设计的基本方法	38-18	计面相应点的半光程差	38-60
2.4.1 智能设计的分类	38-18	3.5.4 10m 圆抛物面天线健壮	38-61
2.4.2 智能设计系统与技术	38-19	设计模型	38-61
3 智能设计体系和知识表达	38-19	3.5.5 10m 圆抛物面天线体结构的	38-69
3.1 智能设计体系	38-19	健壮性设计过程	38-70
3.1.1 智能设计的抽象层次模型	38-20	3.5.6 总结	38-70
3.1.2 设计知识的结构体系	38-21	4 供应链库存策略的进化重组	38-71
3.1.3 智能设计的集成求解策略	38-22	4.1 供应链运行策略的持续改进	38-71
3.1.4 智能设计集成求解策略工程	38-23	4.2 供应链中的库存设置	38-72
应用	38-26	4.3 供应链运行过程中的库存控制	38-72
3.2 智能设计的知识表达	38-26	策略	38-74
3.3 智能设计的基因模型表达	38-26	4.4 敏捷供应链多级库存策略重组	38-74
3.3.1 知识模型	38-26	模型	38-74
3.3.2 基因模型	38-26		
第3章 进化设计技术与方法	38-28		
1 进化设计技术基础	38-28		

第4章 自组织设计技术与方法

- 1 自组织技术基础 38-80
 - 1.1 “生命的游戏” 38-80
 - 1.2 元胞自动机的基础 38-81
 - 1.3 元胞自动机的自组织建模方法 38-84
 - 1.4 元胞自动机的应用领域 38-85
- 2 结构拓扑的自组织进化 38-86
 - 2.1 结构拓扑优化中的 ECA 直接规则 38-87
 - 2.2 ECA 规则的进化表达 38-89
 - 2.3 结构拓扑形态优化的算例 38-89

第5章 自学习设计技术与方法

- 1 自学习技术基础 38-91
 - 1.1 神经网络的概述 38-91
 - 1.2 神经网络的主要特点 38-92
 - 1.3 细胞元模型 38-93
 - 1.4 神经网络模型 38-95
 - 1.5 神经网络的学习 38-96
 - 1.6 多层前向神经网络(BP 网络) 38-99
 - 1.7 典型反馈网络——Hopfield 网络 38-105
 - 1.8 基于概率学习的 Boltzmann 机模型 38-107
- 2 非线性振动的自学习建模 38-110
 - 2.1 神经网络和系统识别 38-110
 - 2.2 非线性振动脉冲响应的学习和系统预测 38-112
 - 2.3 Duffing 振动的学习和预测 38-112
 - 2.4 预测精度和泛用性的考察 38-115
- 3 基于学习的机械系统特性预测 38-117
 - 3.1 机械系统特性预测的问题 38-117
 - 3.2 机械系统特性预测的基本模型 38-117
 - 3.3 雷达结构系统固频的预测例 38-118
- 4 神经网络专家系统的智能设计体系结构 38-119

- 4.1 建立人工神经网络专家系统的必要性 38-119
- 4.2 面向设计的智能平台 38-119
 - 4.2.1 专家系统和神经网络的结合方式 38-119
 - 4.2.2 智能平台的“外壳”结构 38-119
 - 4.2.3 设计求解过程 38-120
 - 4.2.4 知识的处理方法 38-120
- 4.3 说明 38-120
- 5 基于神经网络的 CAD/CAM 一体化 38-121
 - 5.1 系统的结构 38-121
 - 5.2 产品零件数据结构 38-121
 - 5.3 智能 CAPP 系统 38-121
 - 5.3.1 BP 网络实现加工链的选择 38-121
 - 5.3.2 工艺尺寸链计算的 Hopfield 网络 38-122
 - 5.4 CAM 模块 38-123

第6章 人工生命设计技术与方法

- 1 人工生命技术基础 38-124
 - 1.1 人工生命的进化模型 38-124
 - 1.2 L 系统与形态生成模型 38-127
- 2 人工生命的研究内容归纳 38-128
 - 2.1 数字生命的研究 38-128
 - 2.2 数字社会的研究 38-129
 - 2.3 虚拟生态环境 38-129
 - 2.4 人工脑(Artificial Brain) 38-129
 - 2.5 进化机器人(evolutionary robotics) 38-129
 - 2.6 进化软件代理(evolvable multiagent) 38-130
- 3 人工生命的设计方法 38-130
 - 3.1 金融证券市场分析决策中的人工生命应用 38-130
 - 3.2 计算机动画的人工生命应用 38-131
 - 3.3 基于人工生命的因特网提速 38-132
- 参考文献 38-133

第39篇 并行设计

第1章 并行设计概述

- 1 并行工程概念与方法学 39-3
 - 1.1 并行工程概念 39-3

- 1.2 并行工程方法学 39-5
- 2 并行设计特点与本质 39-5
 - 2.1 并行设计特点 39-5
 - 2.2 并行设计本质 39-6

3 并行设计中的关键技术	39-6
--------------------	------

第2章 并行产品开发过程

建模及冲突的预消解

1 并行产品开发过程模型	39-8
1.1 并行产品开发过程的定义	39-8
1.2 并行设计过程的基本元素	39-8
1.2.1 活动(Activity)	39-8
1.2.2 成员(Person)	39-9
1.2.3 角色(Role)	39-9
1.2.4 资源(Resource)	39-10
1.2.5 产品数据(Product Data)	39-10
1.3 并行设计过程的基本视图	39-11
1.3.1 并行设计过程基本元素之间的关系——子视图	39-11
1.3.2 活动流视图	39-12
1.3.3 组织视图	39-12
1.3.4 资源视图	39-15
1.3.5 产品数据视图	39-15
1.4 并行设计过程的递阶集成多视图模型	39-16
2 并行设计过程中冲突的预消解	39-17
2.1 冲突分析	39-17
2.1.1 冲突的形成	39-17
2.1.2 冲突的概念与内涵	39-17
2.1.3 冲突产生的原因	39-18
2.1.4 冲突的分类	39-19
2.2 冲突的预消解	39-19

第3章 workflow 管理系统

1 workflow 的基本概念	39-22
1.1 workflow 的定义	39-22
1.2 workflow 基本术语	39-22
1.3 workflow 管理系统类型	39-24
2 workflow 管理系统参考模型	39-25
2.1 过程定义	39-25
2.1.1 过程定义工具	39-25
2.1.2 workflow 定义转换(接口1)	39-25
2.1.3 基本元模型(A Basic Meta-Model)	39-26
2.2 workflow 客户端功能	39-26
2.2.1 workflow 客户端应用程序(Workflow Client Applications)	39-26
2.2.2 workflow 客户端应用程序接口(接口2)	39-26

2.3 应用程序调用功能	39-27
2.3.1 应用程序调用	39-27
2.3.2 应用程序调用接口(接口3)	39-27
2.4 workflow 互操作能力	39-27
2.4.1 协同工作模式	39-27
2.4.2 workflow 互操作分类	39-29
2.4.3 workflow 互操作的实现技术	39-29
2.4.4 workflow 管理系统互操作性存在的问题	39-30
2.5 系统管理	39-31
2.6 workflow 故障恢复和异常处理	39-31
2.7 workflow 规范	39-31
3 workflow 管理技术研究现状	39-32
3.1 workflow 建模技术的研究现状	39-32
3.2 workflow 管理系统的研究现状	39-32
3.3 workflow 技术的不足	39-34
4 workflow 产品简介	39-34
4.1 FileNet 公司的工作流产品	39-34
4.2 JetForm 公司的工作流产品	39-35
4.3 IBM 的工作流产品	39-35
4.4 Action 技术公司的工作流产品	39-35
5 workflow 管理系统的发展趋势	39-36

第4章 产品数据交换技术

1 产品数据标准概述	39-37
1.1 产品数据及产品模型	39-37
1.2 产品数据交换接口	39-37
1.3 产品数据标准的发展	39-38
2 产品模型数据标准 STEP	39-40
2.1 STEP 标准的特点	39-40
2.2 STEP 的体系结构	39-40
2.3 EXPRESS 描述语言	39-42
2.4 STEP 标准化状况	39-43
3 主要应用协议介绍	39-43
3.1 电器设计和装配应用协议 AP212	39-43
3.2 汽车机械设计过程 AP214	39-44
3.3 工艺设计的机加工产品定义应用协议 AP224	39-44
4 STEP 工业应用	39-45
4.1 Pro STEP 中心	39-45
4.2 AP212 和 AP214 的工业推广	39-46
4.2.1 AP212 工业推广	39-46
4.2.2 AP214 工业推广	39-46

第 5 章 并行设计的使能工具

- 1 质量功能配置(QFD, Quality Function Deployment) 39-47
- 2 面向制造的设计(DFM, Design for Manufacturing) 39-48
 - 2.1 基于特征的零件信息模型 39-48
 - 2.2 特征信息提取和匹配 39-49
 - 2.3 产品可制造性评价 39-50
- 3 面向装配的设计(DFA, Design for Assembly) 39-51
 - 3.1 产品结构树 39-51
 - 3.2 装配模型 39-52
 - 3.3 可装配性评价 39-52
- 4 DFM 技术在摆线针轮减速器设计上的应用 39-52
 - 4.1 摆线针轮减速器设计应用 DFM 技术系统结构 39-52
 - 4.2 产品总体设计 39-53
 - 4.3 零件特征造型 39-53
 - 4.4 装配分析 39-53
 - 4.5 零件 DFM 评价 39-53

第 6 章 并行设计的集成平台 PDM

- 1 PDM 概述 39-55
 - 1.1 PDM 的产生背景 39-55
 - 1.2 PDM 的概念 39-55
 - 1.3 PDM 的特点 39-56
 - 1.4 PDM 的一般体系结构 39-56
- 2 PDM 的主要功能 39-57
- 3 PDM 的集成 39-58
 - 3.1 PDM 集成的种类 39-58

- 3.2 PDM 与应用系统集成的层次 39-58
- 3.3 PDM 对数据信息集成的方法 39-60
- 3.4 基于接口模式的应用集成策略 39-60
- 4 PDM 的实施 39-61

第 7 章 并行设计实例

- 1 基于 PDM 的油泵产品并行设计原型系统 39-62
 - 1.1 系统目标 39-62
 - 1.2 体系结构 39-62
 - 1.3 IPDT 设计 39-62
 - 1.4 电子仓库设计 39-63
 - 1.5 产品开发过程管理 39-63
 - 1.7 基于 PDM 的油泵产品并行开发原型系统 39-64
 - 1.7.1 油泵产品并行开发过程的活动流 39-64
 - 1.7.2 产品开发过程监控器功能 39-66
- 2 基于 PDM 的客车车身并行设计 39-69
 - 2.1 客车车身并行设计开发项目概况 39-69
 - 2.2 PDM 系统结构 39-70
 - 2.3 逻辑拓扑 39-70
 - 2.4 文件系统定义 39-70
 - 2.5 Client/Server 与 Web/Browser 结构 39-70
 - 2.6 用户、角色定义 39-71
 - 2.7 Vault 结构及权限控制 39-72
 - 2.8 流程管理 39-75
 - 2.9 多反馈机制及实现 39-83
 - 2.10 工具封装 39-86

参考文献 39-87

第 40 篇 有限元法及其工程应用

第 1 章 弹性力学问题有限元法原理和表达式

- 1 广义坐标有限元法的一般格式 40-3
 - 1.1 选择单元位移函数的一般原则 40-3
 - 1.2 广义坐标有限元的一般格式 40-3
- 2 平面问题三角形单元的有限元格式 40-3

- 3 平面问题矩形单元的有限元格式 40-5
- 4 轴对称问题的有限元格式 40-7
- 5 空间问题的有限元格式 40-8

第 2 章 等参单元与数值积分

- 1 一维等参单元 40-10
- 2 二维等参单元 40-10
- 3 三维等参单元 40-11

4 等参数单元用于弹性力学分析的一般格式	40-14
5 数值积分方法	40-14
5.1 一维数值积分	40-14
5.2 二维及三维高斯积分	40-15
6 等参单元计算中数值积分阶次的选择	40-15

第3章 杆件结构力学问题的有限单元法

1 等截面直杆—梁单元	40-16
1.1 轴力杆单元	40-16
1.2 扭转杆单元	40-16
1.3 弯曲梁单元	40-16
2 杆件系统结构分析	40-17
2.1 杆系结构的矩阵分析	40-17
2.2 平面杆系结构的分析公式	40-17
2.3 空间杆系结构	40-17

第4章 平板弯曲问题的有限单元法

1 非协调板单元	40-19
1.1 矩形板单元	40-19
1.2 三角形板单元	40-20
2 协调板单元	40-20
3 Mindlin 板单元	40-21
4 应力杂交板单元	40-22

第5章 轴对称壳体问题的有限单元法

1 基于薄壳理论的轴对称壳体单元	40-23
1.1 轴对称薄壳理论的基本公式	40-23
1.2 薄壳截锥单元	40-24
2 位移和转动各自独立插值的轴对称壳体单元	40-25
2.1 考虑横向剪切变形的轴对称壳体理论的基本公式	40-25
2.2 截锥单元	40-25
2.3 曲边单元	40-26
3 轴对称超参数壳体单元	40-26
3.1 几何形状的规定	40-26
3.2 位移函数	40-27
3.3 应变和应力的确定	40-27
3.4 刚度矩阵和节点载荷的计算	40-27
4 不同类型的单元的联结	40-28
4.1 多点约束方程	40-28
4.1.1 罚函数法	40-28
4.1.2 直接引入法	40-28

4.2 过渡单元	40-28
----------	-------

第6章 一般壳体问题的有限单元法

1 平板壳体单元	40-29
1.1 局部坐标系内的单元刚度矩阵	40-29
1.2 单元刚度矩阵从局部坐标系列整体坐标系的转换	40-29
2 超参数壳体单元	40-30
2.1 几何形状的规定	40-30
2.2 位移函数的表示	40-30
2.3 应变和应力的确定	40-30
2.4 刚度矩阵和节点载荷的计算	40-31
3 相对自由度壳体单元	40-31
4 不同类型单元的联结	40-32
4.1 多点约束方程	40-32
4.2 过渡单元	40-32

第7章 热传导问题的有限单元法

1 稳态热传导问题	40-33
2 瞬态热传导问题	40-34
3 热应力的计算	40-35

第8章 动力学问题的有限单元法

1 质量矩阵与阻尼矩阵	40-36
1.1 协调质量矩阵和集中质量矩阵	40-36
1.2 振型阻尼矩阵	40-36
2 直接积分法	40-36
2.1 中心差分法	40-37
2.2 Newmark 方法	40-37
3 振型叠加法	40-37
3.1 将运动方程转换到正则振型坐标系	40-37
3.2 求解单自由度系统振动方程	40-38
3.3 振型叠加得到系统的响应	40-38
4 大型特征值问题的解法	40-38
4.1 反迭代法	40-38
4.2 子空间迭代法	40-38
4.3 Ritz 向量直接叠加法	40-38
5 减缩系统自由度的方法	40-38
5.1 主从自由度法	40-38
5.2 模态综合法	40-38

第9章 材料非线性问题的有限单元法

1 材料非线性本构关系	40-39
2 弹塑性增量分析有限元格式	40-39