



WUTP

普通高等学校机械设计制造
及其自动化专业新编系列教材



编 译 黄运尧 黄 威
审 校 司徒忠 李翠琼

《机械工程专业英语》参考译文

Jixie Gongcheng Zhuanye Yingyu Cankao Yiwen

武汉理工大学出版社

普通高等学校机械设计制造及其自动化专业新编系列教材

《机械工程专业英语》参考译文

(供教师及学生使用)

编 译	黄运尧	黄 威
审 校	司徒忠	李翠琼

武汉理工大学出版社

内容提要

本书是为适应高等学校机械工程专业英语的教学需要而编写的,与《机械工程专业英语》配套使用。主要内容包括:材料与热加工、机械零件、机床、切削技术与液压技术、机械电子学等,并编有附录材料。本书在编写中,从机械工程专业出发,注意现代机电技术的发展,按照从金属、钢铁到机器,从热加工到冷加工,从机器零部件到整台设备,从机械到机电一体化,将机、液、电子技术相结合的顺序来组织编写。在附录材料中涉及到英文科技文献和专利文献的查阅与检索,英文科技论文写作方法的介绍等,为广大读者进行有关科技交流活动提供了最大的方便。本书可供高等学校机械类专业师生及有关工程技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

《机械工程专业英语》参考译文/黄运尧,黄威编译. —武汉:武汉理工大学出版社,2001.7

ISBN 7-5629-1688-8

I. 机… II. ①黄… ②黄… III. 机械工程-专业英语-翻译 IV. H38

出版者:武汉理工大学出版社(武汉市:武昌珞狮路122号 邮政编码:430070)

印刷者:武汉理工大学出版社印刷厂

发行者:各地新华书店

开本:880×1230 1/16

印张:4

字数:120千字

版次:2001年7月第1版

印次:2001年7月第1次印刷

书号:ISBN 7-5629-1688-8/H·195

印数:1—5000册

定价:9.00元

(本书如有印装质量问题,请向承印厂调换)

普 通 高 等 学 校
机械设计制造及其自动化专业新编系列教材
编 审 委 员 会

顾 问:陈心昭 王益群 蔡 兰 束鹏程 孙宗禹
洪迈生

名誉主任:杨叔子

主 任:张福润 高鸣涵

副 主 任:杨海成 李永堂 周彦伟 杨明忠

委 员:(按姓氏笔画顺序排列)

王建中	王贵成	王益群	司徒忠	刘玉明
吕 明	许明恒	孙宗禹	孙树栋	朱喜林
陈心昭	李永堂	李 言	李杞仪	陈作柄
杨叔子	杨明忠	陈奎生	陈统坚	严拱标
杨海成	张福润	束鹏程	罗迎社	周彦伟
洪迈生	钟志华	赵 韩	钟毓宁	陶文铨
夏 季	高鸣涵	殷国富	董怀武	曾志新
韩荣德	傅祥志	谭援强	蔡 兰	魏生民

总责任编辑:刘永坚 田道全

秘 书 长:蔡德明

出版说明

高等学校的教材建设向来是学科建设和教学改革的重要内容,其对教学过程和教学效果的重要影响是教育界所公认的。但教材建设与教学需要之间的矛盾永远存在也是一个客观的事实。正因为如此,教材建设才具有永恒的意义。特别是在这世纪交替的时期,中国的高等教育所面临的两个重大变革——高等学校本科专业目录调整和高等学校管理体制及布局结构调整,都对高校的教材建设提出了更高的要求。随着专业的合并,新专业的专业面拓宽,原有老专业的教材明显不能适应新专业的教学要求;调整后高校规模扩大,招生人数增加,对教材的需求也随之激增。在新的专业目录中,机械设计制造及其自动化专业与原有专业目录有了较大的变化,涵盖了原有的9个专业。相应的专业业务培养目标、教学要求、课程设置、学时数要求、主要实践性教学环节等都有了不同程度的变化。为适应新专业的培养目标和教学要求,武汉理工大学出版社在经过全面、细致和深入调研的基础上,组织编写了这套面向全国普通高等学校的系列教材。

本套教材面向全国普通高等学校,在保证内容要反映国内外机械学科最新发展的基础上,以满足一般院校的本科专业教学要求,实现专业的业务培养目标为基本原则。遵照全国高校机械工程类专业教学指导委员会制订的专业培养方案和教学计划设置课程体系,突出“系列”的特色,首批编写、出版的21种教材可基本满足一般院校本科教学需要。编写中强调各门课程之间的联系和衔接,强调教材整体风格的统一和协调,力求在加强基础、协调内容、适当降低难度、努力拓宽知识面向、适应科技发展、更新内容并大力引入多媒体教学手段等方面取得进展,以形成特色,更好地满足不同学校的教学需求。

本套教材集中了全国30多所著名大学的专家、教授和中青年教学骨干,分别担任系列教材的主编、主审和参编,组成了一个阵容强大、结构合理的编审委员会。特别是第二届全国高校机械工程类专业教学指导委员会主任委员杨叔子院士欣然出任编审委员会名誉主任,更增加了编审委员会的权威性。正是由于编委会成员务实、高效的工作,全体编审人员高度的责任心和严谨的治学精神,本套教材才能在这样短的时间内完成编写、出版的任务。杨叔子院士亲自为系列教材作序,更使全套教材光彩倍增!但我们深知,院士为一套教材作序,在国内是十分少见的,这充分体现了杨院士对教学改革及教材建设的密切关注和积极支持。这既是杨院士对编委会此前工作的鼓励和肯定,同时也是对编委会今后工作的指导和鞭策。我们一定不会辜负杨院士以及全国众多院校师生的期望。本套教材首期21种出齐后,一方面我们将在使用教材的广大师生提出意见和建议的基础上不断修订和完善,同时还将根据学校教学改革和课程设置的需要及时增补新的教材,使这套教材真正成为既能满足学校当前教学需要,又能起到推动专业教学内容和课程体系改革作用的一套精品教材。

武汉理工大学出版社

2001.6

序

20世纪,人类文明达到了前所未有的高度。由于相对论、量子论、基因论、信息论等科学技术成就的取得,现在人类在物质领域已深入到基本粒子世界,在生命科学领域已深入到分子水平,在思维科学领域则主要是数学和脑科学的巨大进步。科学技术的迅猛发展,促使科学技术综合化、整体化以及人文和科技相互渗透、相互融合的趋势加速。

近20年来,我们在经济战线上坚持市场取向的改革,实行以公有制为主体、多种所有制经济共同发展的基本经济制度,进行经济结构的战略性调整,推动两个根本性转变以及全方位、多层次、宽领域的对外开放,致使我国的经济体制也发生了巨大的变革。随着社会主义市场经济体制的建立和不断完善,社会对人才需求的多样性、适应性要求不断增强。

在人类即将跨入21世纪的时候,我国高等教育战线在教育要“面向现代化,面向世界,面向未来”的思想指引下,开展了起点高、立意新、系统性强、有组织、有计划、有步骤的教学改革工程。伴随着教学改革的不断深入,素质教育的观念、大工程的观念、终身教育以及回归工程的观念日益深入人心,人们对拓宽本科教育口径、加强和扩展本科教育共同基础的要求日益强烈。

1998年8月,教育部正式颁布了新的普通高等学校本科专业目录,专业总数由原来的500多种减少至249种。新专业目录的颁布,突破了传统的、狭隘的专业教育观念,拓宽了人才培养工作的视野,为人才培养能较好地适应科学技术和社会进步的需要创造了条件。许多学校也都以专业调整、改造和重组为契机,大力调整人才知识、能力和素质结构,拓宽基础,整合课程,构建新的专业平台,柔性设置专业方向,不断深化人才培养模式的改革。

教材建设是学校的最基本建设之一。教学改革의深入发展必然要求有相适应的教材。为适应新的专业培养目标和教学要求,组织编写出版供“机械设计制造及其自动化”新专业的教学用书,特别是系列教材就显得十分迫切和重要了。武汉理工大学出版社的领导和编辑们为改变目前国内已出版的机械类专业教材普遍存在的内容偏深、知识面偏窄的倾向,决定面向全国普通高等学校机械工程专业类的学生出版一套系列教材,这是一个非常好的决策。他们的这一决定也得到了全国几十所院校机械工程系的领导和众多专家、教授的积极响应和大力支持,并提出了许多建设性的意见,其中一些教授如合肥工业大学校长陈心昭教授、燕山大学校长王益群教授、江苏理工大学校长蔡兰教授、西安交通大学副校长朱鹏程教授、西北工业大学常务副校长杨海成教授等还非常乐意地承担了该系列教材的主编、主审及编审委员会工作。

编写教材除了应该具有针对性外,还应努力编出特色。根据武汉理工大学出版社和教材编审委员会的决定,该系列教材将完全按照第二届全国高校机械工程类专业教学指导委员会提出的机械设计制造及其自动化宽口径专业培养方案中所设置的课程来编写,这就保证了该套教材可以具有课程体系新、专业口径宽、改革力度大的特点,并可以满足不同院校办出各自专业特色的需要。

按照教材编审委员会的规划,该套教材首批将推出21种,包括机械工程概论、画法几何及机械制图、画法几何及机械制图习题集、机械原理、机械设计、理论力学、材料力学、工程热力学、工程材料、机械制造技术基础、材料成型基础、工程测试、数控技术、机械工程控制基础、液压与气压传动、机械CAD/CAM、机械工程项目管理、机电系统设计、现代设计方法、精密与特

种加工、机械工程专业英语等,涵盖了机械设计制造及其自动化专业的主要专业基础课和部分专业选修课而形成系列,因而可以较好地满足该专业的教学需要。也正是由于是系列教材,各门课程之间的联系和衔接在教材的策划、组织和编写过程中,都可开展充分的讨论和进行仔细的协调,因此有利于保证整套教材风格统一,内容分配合理,既相互呼应,又避免不必要的重复。

我殷切地希望,这套教材在加强基础、协调内容、适当降低难度、努力拓宽知识面向、适应科技发展、更新内容和大力引入多媒体等现代教育技术手段上取得进展,真正成为能满足普通高等学校本科生需要的优秀教学用书,在众多的机械类专业教材中,争芳斗艳,别具特色。

按照武汉理工大学出版社的计划,这套系列教材首批将在2001年秋季全部出齐。金无足赤,人无完人,书无完书。我相信,在读者的关心与帮助下,随着这套教材的不断发行、应用与改进,必将促进机械设计制造及其自动化专业教学用书质量的进一步提高,推动机械类专业教学内容和课程体系改革的进一步深入。

只木独秀难成林,千紫万红才是春!

面向21世纪,希望无限,谨为之序。

中国科学院院士、华中科技大学教授 **杨叔子**
全国高校机械工程类专业教学指导委员会主任委员

2000年11月18日

编译者的话

English For Mechanical Engineering—E. M. E. (机械工程专业英语; 司徒忠、李臻主编, 武汉理工大学出版社出版)的《参考译文》一书与读者见面了。由于 E. M. E 包含内容较广泛, 不仅涵盖了机械工程中从原材料到零件、从零件到机器, 从热加工到冷加工等方方面面的知识, 还包含机、液、电相结合的内容, 并且电子技术、计算机和机器人的应用等。为了便于高校学生学习, 便于高校教师、科技工作者和工程技术人员阅读参考, 特编译了 E. M. E 的《参考译文》一书, 敬奉读者。

关于如何正确地将科技英文资料译成中文, 或者说如何才能翻译得好, 这个题目, 可谓老生常谈。这方面的专家、学者众多, 他们的经验也很宝贵和丰富, 且著述甚丰。于此, 本编译者无所奉献。但就机械工程等各专业英文资料翻译成中文问题上, 根据笔者多年的工作和教学经验, 想谈点个人的体会和心得, 期许对读者有点帮助。

要将各专业科技英文资料译成中文(包括授课中翻译), 而且要翻译得准确、简练, 语言通顺, 符合我国各专业、各学科语言表述规律和习惯, 我以为起码要具备以下四方面的知识:

1. 要具备较好的基础英语知识。这就告诉我们要译好专业英文资料、文章首先必须打好基础英语的知识基础, 重视学好基础英语。高中毕业后, 学完大学英语课程, 达到 4—6 级水准;

2. 要具备较好的所学专业的基础理论知识, 这里包括大学的基础课程, 如高等数学、高等物理等以及专业基础课程和专业课程;

3. 要有一定的本专业的生产实践经验。对看得见摸得着的本专业设备、装置、器具、仪表要有一定的了解, 要具备一定的计算机软、硬件基础知识, 最好动手拆、装过计算机零、部件, 以至要了解过一些网络技术基础知识;

4. 要具备相当于大学语文水平的中文知识。这点也很重要。不要以为只要学好英文就行, 无需努力学习中文。因为中文水平差, 极难翻译好英语, 即便翻译出来也极难让人理解, 有时让人看后啼笑皆非。连中文都写不通顺, 何以能译好英语呢? 特别是涉及许多专业词汇, 尤难表述。

那么是否不同时具备以上四个条件, 就绝对不能搞专业英语翻译了呢? 当然, 话不是这么说, 以上四个条件是作为对成熟的、翻译得准确简练、通顺流畅的翻译家的要求。初学者, 可以按照上述四项条件, 边翻译实践边学习、边完善, 逐步提高, 最后达到准确、精练、通顺流畅要求。

本编译者在向大学生上专业英语课时常提到, 学习好专业英语, 可达到一箭三雕(Kill three birds with one stone)的目的。既学习、应用、巩固了英语知识, 又从英文科技资料中学到专业知识, 也在学习中提高中国语文水平。过去一段时间未认识到这一点, 我国只有少数学校开设专业英语课程。近年来, 大有改变, 各高校纷纷开设专业英语课, 这是大学教育中的一项明智之举。

现在再来讲一讲《参考译文》一书。顾名思义, 《参考译文》就是供读者在学习、翻译和研究中参考的。从总体上讲, 本编译者, 对《参考译文》一书是有信心的, 是有把握的。在编译中尽可能按准确、简练、通顺、流畅要求去做的。但不敢说书中的每一句话都译得完全正确, 无懈可击, 确切无疑的。由于限期出版时间紧迫, 加上水平所限, 译文中谬误之处, 在所难免。诚望读者指正。

对于学生而言, 在使用这本《参考译文》一书时, 建议讲究正确的方法, 学生在学习专业英语中, 一开始就拿参考译文来对照, 甚至直接抄录参考译文, 那是极不可取的。这样做容易一下就被《参考译文》套住, 妨碍自身提高, 甚至是囫圇吞枣, 更不用谈去发现译文中的不足或错误之处。因此建议按以下方法来学习专业英语较为合适:

首先根据自身已有英语知识, 对专业英语原文进行直译, 在动手前, 弄清被认为是生词、词组的含义, 按英语句子的分类, 如陈述句, 疑问句, 祈使句, 感叹句四大类和句子结构上的分类, 如简单句, 并列复句和主从复句的三个结构类别, 以至对每一句弄清是主—系—表, 主—谓—宾还是 There be 句型的句中的成分, 再结合进行时态, 语态进行综合分析, 在这基础上, 依据所述事件、事物的逻辑关系直译出来, 然后按中国语言规

律和表述习惯加以整理、组织而成为“意译”。在整理、组织、加工使之符合我国语言表述专业意义过程中,可能对直译句中非关键处有所增、删,但只要核心意义或叫本质意义正确,从中国人的角度来看起来流利,顺畅就行。然后打开参考译文参照,看自己译得有什么不足之处,再加以纠正,如此反复推敲,最后成稿。

能否译成一篇优秀的专业英语译文,仍然离不开上述四方面知识:英语知识,专业知识,实践经验和中文水平。只要按这四方面要求去做,终究能成为成功的专业英语翻译者。

专业英语课程,不是我们的独创,英、美等西方国家,自身就开设了专业英语课程。“Regents Publishing Company, Inc.”出版公司在美国出版了专业英语——English For Careers——的系列教材,其中就有英文的机械工程语言,或叫机械工程英语——The Language of Mechanical Engineering in English;还有:The Language of Computer Programming in English 等等。

这些教材的前言中,第一句话就称:“This book is one of a series of texts called English For Careers”。可见英、美等西方国家是很重视专业英语教育的。我国同样重视专业英语教育,特别是近年来除开设课程外,还组织出版了不少教材、专著。这一现象实在令人鼓舞和喜悦!

再者,本《参考译文》即便是不识英文的读者也值得阅读,特别是对机械电子工程的专业者,更是如此。因为书中记载着许多机械、电子工程知识,电子技术,计算机、机器人等知识。而且还附有徐顺利副教授撰写的关于如何进行科技文章写作和文献资料查阅方法的精彩资料,供奉读者。故阅读本书后将会大有裨益。

《参考译文》中,前25课是由英国 Loughborough University 黄威博士翻译并注释,其余部分由黄运尧教授译注。

本《参考译文》一书成稿后,特请广东工业大学司徒忠教授和广东省包装机械研究所李翠琼高工作了精心审校,并请广东工业大学谢秀红、李希红两位老师作了大量打印和文稿整理工作。对于他们的认真负责精神和付出的辛勤劳动,于此一并表示衷心的感谢!

编者: 黄运尧 黄威
2001.3.31

目 录

编译者的话	(1)
第1章 材料和热加工	(1)
第1课 机械学的基本概念	(1)
第2课 塑性理论的基本假设	(1)
第3课 有限元优化的应用	(2)
第4课 金属	(2)
第5课 金属和非金属材料	(3)
第6课 塑料和其他材料	(8)
第7课 模具的寿命和失效	(4)
第8课 冷加工和热加工	(5)
第9课 铸造	(5)
第10课 制造中的金属成形工艺	(6)
第11课 锻造	(7)
第12课 锻造的优点和工作原理	(7)
第13课 焊接	(8)
第14课 热处理	(9)
第二章 机构和机器原理	(10)
第15课 机构介绍	(10)
第16课 运动分析	(11)
第17课 运动的综合	(12)
第18课 凸轮和齿轮	(13)
第19课 螺纹件、紧固件和联接件	(14)
第20课 减(耐)摩擦轴承	(15)
第21课 斜齿轮、蜗杆蜗轮和锥齿轮	(16)
第22课 轴、离合器和制动器	(17)
第三章 机床	(19)
第23课 机床基础	(19)
第24课 车床	(20)
第25课 牛头刨、钻床和铣床	(21)
第26课 磨床和特种金属加工工艺	(22)
第四章 切削技术和液压	(24)
第27课 加工基础	(24)
第28课 基本的机械加工参数	(24)
第29课 切削参数的改变对温度的影响	(24)
第30课 刀具的磨损	(25)
第31课 表面精整加工机理	(26)
第32课 极限和公差	(26)
第33课 尺寸控制和表面精整	(27)
第34课 自动夹具设计	(27)
第35课 压力之源——泵和压缩机	(28)

第 36 课	变速液压装置	(29)
第 37 课	电液伺服系统	(30)
第五章	机械电子技术	(31)
第 38 课	专家系统	(31)
第 39 课	建筑机器人	(31)
第 40 课	微机为基础的机器人模拟	(32)
第 41 课	机器人学的定义和机器人系统	(32)
第 42 课	微型计算机基础(I)	(33)
第 43 课	微型计算机基础(II)	(34)
第 44 课	可编程控制器	(35)
第 45 课	CAD/CAM 计算机辅助设计与制造	(36)
第 46 课	计算机数控和直接数控, CNC 和 DNC	(37)
第 47 课	加工过程的数控	(37)
第 48 课	柔性制造系统	(38)
第 49 课	交互式编程系统	(38)
第 50 课	在振动分析方面的计算机技术	(39)
第 51 课	压力传感器	(39)
第 52 课	反馈元件	(40)
第 53 课	现代控制理论概述	(41)
第 54 课	管理上采取了新的措施——来自福特汽车公司的报告	(42)
第六章	英文科技文献和专利文献的查阅	(44)
6.1	常见科技文献及其查阅	(44)
6.2	专利文献概述	(47)
第七章	英文科技论文写作	(49)
7.1	标题与摘要写法	(49)
7.2	正文(body)的组织与写法	(50)
7.3	致谢、附录及参考文献	(51)
参考文献		(52)

第一章 材料和热加工

第1课 机械学的基本概念

功是力乘以该力作用在物体上使物体移动的距离。功用公斤·米来表示。1公斤·米等于1公斤力作用于物体上使物体移动1米的距离。例如,一项工作需要提升一台300公斤重的设备到两米半高的卡车上,那么就需要750公斤·米的功。由于没有一个人能直接举升300公斤重,因此必须使用一种装置去调节所需要的可以控制的作用力。常见的装置是一个斜面——在这个例子中,一个倾斜在地面和卡车之间的承载斜坡。如果斜坡有10米长,摩擦力忽略,那么就需要75公斤的力将机器滚上斜坡。总功仍然是750公斤·米(用75公斤乘以10米),但作用力已经被改变,于是乎所需的最大外力仅仅是75公斤。

使所需的作用力减少,同时这个较小的作用力使所通过的距离增加,这样的装置被称为力放大器。机器装置也可放大速度和距离。扫帚就是一个速度和距离放大器的例子。因为它把在手柄上输入的力和距离在扫帚的尾部转变成较小的力和较长的距离。由于与输入距离的同样时间里扫帚的尾部走过较大的距离,因此其速度也就增加了。机器装置除了放大力和距离之外,也能改变运动的方向。

效率和机械效益是用来测定机械装置性能的。效率定义为输出的相对有用的机械功,它以占输入功的百分率来表示。效率总是要比100%小,因为运动零件之间有摩擦损失。像刚才所举的那部机器的例子那样,如果某些人把该机器滚上斜坡,他们可能发现那要花84公斤的力。这9公斤的差额就是需去克服滚子和轴承阻力的力。在这种情况下该机器装置将具有89%的效率。如果他们在没有滚子情况下,把冷冻机滑移上斜坡,所需的力可能是215公斤或更大,那么效率就小于35%。理想机械效益是忽略摩擦损失并等于输入力移动的距离除以负载移动的有效距离。作为力放大装置,输入的距离要比负载的距离大,而理想的机械效益是比1要大的。在承载斜坡例子中,该理想机械效益是4,因为该输入距离是10米,(斜坡长度)而有效负载移动是2.5米(该负载移动的垂直距离)。斜面就是一个力放大装置。作为速度放大装置,输入距离是要比负载距离小的,而理想的机械效益亦比1要小。简易改变运动方向的机器装置具有一个等于1的理想机械效益。其实际机械效益包括了摩擦损失并等于实际输出力除以实际输入力。在承载斜坡例子中的实际机械效益在有滚子条件下,大约是3.6,无滚子条件下,大约是1.4。

第2课 塑性理论的基本假设

在金属成形中应用塑性理论的目的是要探索金属成形的塑性变形机理,这样,调研可提供以下的分析和判断:(a)金属的流动性(速度、应变和应变速率),(b)温度和热传导,(c)材料强度的局部变化或流动应力和(d)应力,成形中的负载、压力和能量。这样变形机理就可提供决断:金属如何流动,借助塑性成形可如何去获得所希望的几何形状以及用成形方法生产出的零件具有什么样的机械性能。

为了建立金属变形的可控制的数字模型(曲线图形),作出以下几个简化的但是合理的假设:

1) 忽略弹性变形。然而当必要时,弹性复原(例如,弯曲回弹情况)和加工中的弹性弯曲(例如,成形加工精度非常接近公差)定要考虑;

2) 作为一种连续体来考虑材料变形(如结晶,而晶间疏松和位错是不加考虑的);

3) 单向拉伸或压缩试验与多向变形条件下的流动应力相互有关;

4) 各向异性和 Bauschinger 效应忽略不计;

5) 体积保持恒定;

6) 用简化法来表示摩擦,如用 Coulomb's 定律法或用恒剪切应力法。这将在后面进行讨论。

在压缩应力状态下的金属特性更加复杂。这可以从一金属圆柱体试样在两个模板之间被压缩时怎样发

生变化的分析中可以看得到。当工件达到金属的屈服应力的应力状态时,塑性变形就开始发生。当试样高度降低时,试样随着横截面的增加而向外扩展。这种塑性变形在克服工件和模板的两端之间的摩擦力中发生。该金属变形状态是受到其复杂应力体系所支配。这应力体系可从单一的、单向的到三维的即三向发生变化。有一个由模板施加的应力和有两个由摩擦反力引起的应力。如果模板与工件间无摩擦,工件就在单向压应力下发生屈服,正像其受到拉伸载荷作用时的情形一样。而且压缩的屈服应力跟拉伸屈服应力极端一致。由于摩擦力的存在而改变了这一状况,故需要更高的应力才能引起屈服。为了找到拉伸屈服应力与三向应力状态下产生屈服时的应力值之间的数量关系,已经做了很多尝试。对于所有的金属在三向载荷作用下的各种情况下,包括各种塑性屈服试验情况中均未发现单一的(应力、应变)关系。已经存在的若干个建议使用的塑性屈服理论,其中每一种理论只能在一定的范围内有效。在考虑使用这些理论之前,研究三向应力体系并创立既利用数量关系又利用图解技术的解题方法,那是必要的。对于三维应力状态,最方便而有效的方法就是利用莫尔圆,当研究塑性屈服的各种复杂情况时,你可以很容易地运算和进行处理。

第3课 有限元优化的应用

在结构日益复杂的情况下,当工程师们工作时,他们需要合理的、可靠的、快速而经济的设计工具。过去二十多年里,有限元分析法已经成为判别和解决涉及这些复杂设计课题时的最常用方法。

因为工程中的大多数设计任务都是可定量的,所以实践上,为了快速找到一些可供选择的设计方案。计算机令繁琐的重复设计过程发生了深刻的变革。但是,即使是现在,许多工程师仍然使用人工的试凑法。这样一种方法使得即使是很简单的设计任务也变得困难,因为通常它要花更长的时间,需要广泛的人-机交互配合,且偏于用设计组的经验来设计。优化设计是以理论数学的方法为基础,改进那些对于工程师来说过于复杂的设计,使其设计过程自动化。如果在一部台式计算机平台上能实现自动优化设计,那就可以节省大量的时间和金钱。优化设计的目的是要将对象极大化或极小化,例如,重量或基频,主要受到频响和设计参数方向的约束。尺寸和(或)结构形状决定着优化设计的方法。观察一下作为零件优化设计过程,使它变得更容易理解。第一步,包括预处理分析和后处理分析,正像惯常使用的有限元分析(FEA)和计算机辅助设计(CAD)程序应用。(CAD的特点在于根据设计参数建立了课题的几何图形)。

第二步,定义优化目标和响应约束。而最后一步,反复自动调节设计作业。优化设计程序将允许工程师们监督该设计步骤和进度,必要时停止设计,改变设计条件和重新开始。一项优化设计程序的功力取决于有效的预处理和分析能力。二维和三维设计的应用既需要自动进行也需要设计参数的结网性能。因为在优化循环过程中,课题的几何条件和网格会改变,所以优化程序必须包含误差估计和自适应控制。

修改、重配网格和重新估算模式以期获取特定设计目标的实现是以输入初始设计数据开始的。接着,是规定合适的公差并形成约束条件以获得最优结果,或最后改进设计,解决问题。为了使产品从简单轮廓图形到三维实体模型系统化、系列化,设计者必须广泛接触设计目标和特性约束条件。为了易于确定而利用下列参数作为约束和目标函数的附加特性条件,也将是需要的:重量、体积、位移、应力、应变,频率,通曲安全系数、温度、温度梯度和热通量。

此外,工程师们应该能够通过多学科的不同类型的优化分析使多种约束条件结合起来。例如设计者为了应力分析,可以进行热力分析和加热以变更温度,也可将多种约束条件,诸如最高温度、最大应力和变形联系在一起进行研究,然后规定一个所希望的基本频率范围。目标函数代表着整体模式或部分模式。甚至更重要的是通过说明重量或者成本因素,就应该能反映该模式的各个部分的重要性。

第4课 金属

当有了其他各种材料,特别是有了塑料的今天,人类为什么仍然要使用如此之多的金属材料呢?那是有益的。通常使用一种材料,是因为它能提供所需的强度,所需要的其他性能和低廉的费用。外观也是一个重要因素。金属的主要优点是它们所具有的强度和韧性。水泥可能是比较便宜的,并常用于建筑上,但就强度角度来说,即使是水泥仍然是取决于其内里的钢筋。

塑料比较轻并且更能抗腐蚀,但它们通常强度不足。塑料的另一个问题就是利用之后,怎样处理它们。金属物件常常可以打碎并循环利用,而塑料只能废弃或烧掉。众所周知,金属在我们的生活中是非常重要的。金属对于工业而言是有巨大的重要性。所有机器和其他工程构造都有金属零部件,其中一些还只能由金属组成。在地球上发现的所有元素中大约三分之二是金属元素。但是并不是所有的金属都能够用于工业上。那些金属——我们用于工业上的金属——被称为工程金属。最重要的工程金属那就是铁(Fe)。铁跟碳(C)和其他元素结合形成合金的那些金属,比其他金属发现有更大的用途。铁与别的某些元素相结合而组成的金属称为黑色金属;此外所有其他金属都称为有色金属。最重要的有色金属是铜(Cu),铝(Al),铅(Pb),锌(Zn),锡(Sn)。但是使用这些有色金属比使用黑色金属要少得多,因为黑色金属便宜得多。

然而,并不是所有金属的强度都高,例如铜和铅都颇为脆弱,但如果将铜、铝混合在一起时,结果称为铜、铝合金即铝青铜,这铜铝合金比起纯铝来强度要高得多。合金化是获得下列所需各种特殊性能的一种重要方法;如强度,韧性,抗磨性,磁性,高电阻率或抗腐蚀性。以不同的方法生产不同的合金,但是几乎所有的金属都是以金属矿的形式(铁矿、铜矿等)被发现的。矿石是一种由金属与某些杂质相混合而组成的矿物质。为了用金属矿石来生产出一种金属,我们必须将杂质从金属矿中分离出去,那就要靠冶炼来实现。

提炼、生产和处理金属的种种方法,各个时代都在研究和发展,以满足工程的需要,这就意味着存在大量的各种各样的金属和有用的金属物质可供选择利用。

第5课 金属和非金属材料

在材料选择时所遇到的最普遍的分类问题,大概是这种材料是金属材料还是非金属材料。最普遍的金属材料是铁,钢,铝,镁,镍,钛,铅,锡和锌以及这些金属的合金,例如:钢,黄铜和青铜。它们具有金属特性:光泽,热传导性和电传导性,有相应的延展性,而某些金属还具有良好磁性。较普遍的非金属有木头,砖,水泥,玻璃,橡胶和塑料。它们性能变化很大,但它们通常几乎没有延展性,脆弱,比金属疏松,而且它们不具有导电性,具有较差的导热性。

虽然两大类材料中,很可能金属类材料总是更加重要,但非金属类材料的相对重要性在迅速增强。由于新的非金属材料几乎是在不断地发明创造之中,这一趋势将确定无疑地继续下去。许多情况下,金属和非金属之间的选择是由所需要性能的考虑原则来确定的,两种材料的性能都能满足需要的时候,总成本就成了决定性因素。

一种材料对于另一种材料常常借助于其物理性质来加以区别,例如颜色、密度、比热、热膨胀系数、电、热传导性能,磁性和熔点。其中某些性能比如电、热传导性、密度,对于物种的确定的用途来说,在选择材料时,其重要性是摆在首位的。描述一种材料在机械应用中的表现的那些性能,对于工程师在设计中选择材料来说,往往更为重要。这些机械性能关系到该材料在工作中对于各种载荷怎样地起作用。

机械性能是材料对所施加的作用力的特性反应(响应)。

这些性能主要归结到五大类:强度、硬度、弹性、延展性和韧性。

1. 强度——是材料抵抗外力作用的能力。升降机的钢丝绳和建筑物的横梁都必须具备这种性能。
2. 硬度——是材料抵抗穿透和磨损的能力。剪切工具(剪床)必须能抗磨损。轧钢机上的金属轧辊必须能抗穿透。
3. 弹性——是材料弹回到原有形状位置的能力。所有的弹性材料都应具备这种性质。
4. 延展性——材料承受永久变形而无裂纹的能力。冲压和成形产品必须具备这种性能。
5. 韧性——是吸收所施力的机械能的能力。

强度和延展性决定着材料的韧性。有轨电车、火车车厢、汽车轴、锤子和类似的产品都需要有韧性。

第6课 塑料和其他材料

塑料具有特殊的性能。对于某种用途而言,这些性能使得塑料比传统材料更为可取。例如,跟金属相比较,塑料既有优点也有缺点。金属易受到无机酸的腐蚀,如硫酸和盐酸。塑料能抵抗这些酸的腐蚀,但可被溶

剂所溶解或引起变形,例如,溶剂四氯化碳与塑料具有同样的碳基。颜色必定只能涂到金属的表面,而它可以跟塑料混合为一体。金属比大多数塑料刚性要好,而塑料则非常之轻,通常塑料密度在 $0.9\sim 1.8$ 之间。大多数塑料不易传热导电。塑料能缓慢软化,而当其还是在软的状态时,能容易成形。

在某一温度下塑料是处于塑性状态的,这就使塑料具备超过许多其他材料的主要优点。它容许大量生产单位成本低廉的模制式器件,例如,各种容器。

于此,若用其他材料则需要大量劳力和往往需要很费钱的加工工艺,比如,切割、成形、加工、装配和装饰。

塑料器件可能需要与用其他材料,比如与金属或木材制作的类似的器件加以区别,这不仅是由于塑料的性能不同的原因,也是由于制造塑料产品所用的技术不同所致。这些技术包括注塑模制,吹塑模制,压模,挤压和真空成形等。

对粉末冶金所下的定义是:粉末冶金是制造金属粉末并将单一的、混合的或合金化的粉末通过成形的方法制成产品的技术。这一制造过程可添加或不添加非金属成份;可通过加压或模压成形;可在压制时同时加热或在制造后再进行加热,能使金属粉末形成一个粘结牢固的整体;加热过程中粉末可不熔化,或只有低熔点成分熔化。

首先,必须生产合适的粉末。尽管理论上可以用粉末冶金的方法制造任何晶体材料,但在许多情况下,生产合适的粉末已经带来限制,或者是因难于获得足够纯度的粉末或者是因为经济上的原因。

选择和配制好粉末并制造好所要生产产品形状的模具后,就把粉末模压成符合尺寸和形状的产品。应用晶体生长中的热效应而生产出均匀的结晶晶体来。

利用热和压力的各种结合,某些粉末冶金就是在室温和高压下进行。然而在稍低于任一组分的最低熔点的温度下进行粉末冶金,通常紧跟着的就是施予冷压。在模压过程中,可利用介质的温升,然后是在较高的温度条件下,模压的成形品就从压模中脱出。在热模压过程中,同时施加压力以提高最终的粉末冶金的温度。

第7课 模具的寿命和失效

正确的选择模具材料和模具的制造技术,在很大程度上决定着成形模具的使用寿命。为着某些原因,模具可能不得不更换。例如,由于磨损或塑性变形而使尺寸发生改变,表面损坏、光洁度降低、润滑故障和裂纹即破裂。在热压模锻中,模具失效的主要模式是腐蚀作用、热疲劳、机械疲劳和永久性即塑性变形。

腐蚀,通常也叫做模具磨损,实际上模具由于受到压力后模具表面上的材料发生剥落。变形材料的滑移、模具材料的抗磨性,模具表面温度、模具和材料接触表面的相对滑动速度以及接触层的性质,都是影响模具磨损的最主要的因素。

热成形加工中会发生热裂效应,热疲劳都发生在模具模腔的表面。由于跟热变形材料接触,就在周期性屈服的模具表面而引起了热疲劳。由于温度梯度的急剧变化,这种接触引起表面层的膨胀,而且表面层受到压应力的影响。在温度足够高的时刻,这些压应力可引起表面层的破坏。当模具表面冷却时,可发生反向应力,因而表面层将处于拉应力状态。这种状态循环往复将引起形成龟裂的横面,那就是作为识别热裂的特征。

模具破裂或产生裂纹是由于机械疲劳,并且是在模具过载和局部应力高等情况下发生的。在变形加工过程中,由于加载、减载,模具承受着交变应力作用,这就会引起开裂并发生重大破坏。

在给定的成形工艺条件下,模具材料的机械性能对模具寿命和模具的损坏影响很大。一般而言,最具影响的性能是取决于加工过程的温度。这样,用于冷却成形加工工艺的模具材料与用于热成形加工的材料有着极大的区别。

对于金属成形加工工艺的小批、单件生产,模具的设计、制造和模具材料的选择是非常重要的。为着提供成本合理和具有令人满意的寿命的模具,必须用合适的模具材料和用现代的制造方法来制造模具。成形加工的经济效益常常是取决于模具寿命和所制造的每件模具的成本。根据上述应用,合适的模具材料的选择取决于以下三方面的因素:

(a) 与加工工艺本身有关的因素,包括模腔尺寸、所用机器形式和变形速度,毛坯尺寸和温度,要用的模具温度、润滑、生产率和要生产的零件数量。

(b) 与模具加载形式相关的因素,包括加载速度,即模具与正在变形的金属之间的冲击时间或逐渐接触的时间(在热变形加工中,这种接触时间显得特别重要),在模具上的最大载荷和压力,最大和最小的模具温度以及模具将要承受的加载周期的数目。

(c) 模具材料的机械性能,包括硬度、冲击强度、热强度(如果考虑热成形加工的话)和抵抗热疲劳和机械疲劳的性能。

第 8 课 冷加工和热加工

上述考虑原则提供了锻造温度系列的分类基础,换句话说,分热加工(热锻)和冷加工(冷锻)。要在再结晶温度以上才能完成塑性变形加工的就考虑热加工。使用“热加工”这一术语通常意味着——材料一般要加热,但并不总是要加热。例如铅的再结晶就是在很低的温度下进行。根据以上定义,在室温条件下锻造铝也是在进行热加工。

在再结晶温度以下的塑性变形加工被定义为冷加工。几种普通金属或他们的合金其再结晶温度大约是 $750^{\circ}\text{C} \sim 900^{\circ}\text{C}$ 。为了改善性能,这些合金中的某些合金是在 $550^{\circ}\text{C} \sim 700^{\circ}\text{C}$ 温度范围内通过锻造来进行应变硬化处理的。

尽管根据定义,这是实实在在的“冷加工”,但它常常被看作“热加工”。

进行加热主要是为了减少流动应力进而减少所需的锻造力,如果材料性质最终要获得改善,就必须非常严密地控制所谓“加热的加工”操作。实行以上操作工艺之后接着就要在低于锻造温度以下的温度中进行消除应力处理。

对于奥氏体不锈钢、高温合金钢和许多有色金属合金的再结晶温度可在超出相当大的范围内变化。影响再结晶温度的因素包括:目前的应变硬化程度、退火时间,变形前的晶粒度,以及固体中溶质原子的浓度。

在再结晶瞬间,再结晶晶粒度与变形程度成反比。

这一事实导致依靠控制再结晶和控制变形的相结合来使晶粒细化化的可能。借助控制变形加工使晶粒细化在锻造工业实践中是经常的事。然而对于这种方法也存在意外的危险。几乎所有的合金对于特定的变形程度与温度都很敏感,此时会出现晶粒迅速长大现象(称为非正常晶粒长大)。该结果通常称为临界应变而且通常是在该合金处于相对小的变形时发生,尽管这多少是取决于变形前的晶粒度和合金种类。利用再结晶控制晶粒度不单是使金属再结晶而且使之产生应变硬化问题。通过应变温度要么比临界值高要么比临界值低,必定可避免临界区域。临界温度值的位置是极重要的。而且其并不是凑巧恒定的。有若干因素可使其变大,即可变化其位置的。

第 9 课 铸造

铸造是人类所掌握的最古老的金属加工技术之一。我国早在公元前 2000 年就已把金属制成铸件。而所使用的工艺从原理上和今天的工艺没有多大的区别。

铸造工艺由制模、备料和金属熔炼,金属液浇注入模和铸件清砂等。铸造的产品是铸件,铸件可能从零点几公斤到几百吨范围变化。实际上所有金属在成分上也是变化的,而合金也可以铸造。

最常铸造的金属是铸铁、钢、铝等等。这些金属中,铸铁,由于其低熔点,低价格和易控制,因而其铸造适用性是最突出的,而且使用也远比所有其他金属多。铸造工艺是一种广泛应用的生产金属制作的方法。实际上铸造工艺方法是复杂的。

由于熔融的物料能容易取得被浇注进去的容器(模型)的形状,因此,几乎像生产简单形状铸件那样颇为容易地铸造出复杂形状的铸件。

铸造金属的地方叫做铸造车间。最重要的铸造金属是铸铁,铸铁是用生铁在一个特殊的熔炉——冲天炉的炉子中重新熔炼而制造出来的。

从冲天炉中出来的铁水流入到不同规格的铁水包中,并从这些铁水包中被浇注到模型中。

模型有两种类型:砂模和金属模。金属模是由两个中空的部件组成,它们应被联结在一起以便将金属液

浇入模箱中。这模腔的内侧是要涂以碳粉或石墨,因此金属不致于粘附到型腔壁上。当金属液凝固后,这中空的型箱部件被打开并取出铸件。也有一种特殊模型,在该模型中可以铸造大型钢块。这些模型通常用铸铁来制造,并被称为锭模。而浇注金属液到这些模子中生产出的钢块被称为钢锭。该工艺过程叫锭铸。

相当大量的有色金属合金可以进行模铸。所用的主要而基本的金属,按其在工业上应用的重要性的顺序是锌、铝、铜、锰、铅和锡。这些合金可以进一步进行分类为低温类合金和高温类合金。铸造温度低于 538°C 的那些合金,就像锌、铜和铅,是属于低温类合金。

低温类合金具有低生产成本和低的模具维修费用等优点。当铸造温度上升时,需要最佳条件下处理过的合金钢和其他特种钢来抵抗腐蚀及防止模具表面的热裂纹。

高温在模具上的损坏作用已经成为阻碍、延缓高温模铸发展的主要因素。

控制选择合金的另外一个因素就是熔融的金属在相关的机器零件上和模具上的腐蚀或溶解作用。

这种作用随着温度的升高而增加,甚至某些合金比另一些合金更为明显。特别是,铝对黑色金属有一种破坏作用,为此,铝几乎不熔混于机器零件中,而铜基合金是决不能熔混于机器构件中的。

第 10 课 制造中的金属成形工艺

金属成形是基础制造工艺之一。它在冶金、机器制造、电力、汽车、铁路、航空、船舶制造、武器工业、化工、电子、仪器仪表制造和轻工业中起着重要作用。

金属成形是属材料的塑性加工。在金属成形加工中,最初是简单零件,例如铜坯或毛薄板在工具即模具之间作塑性变形加工以获得所希望的最后的外形轮廓。由于工具具有所需要的几何形状,并通过工具与材料的接触面将压力传递给变形材料,因此可将简单的几何形状变形成为复杂的制品。金属成形加工通常具有一个或几个锻压或锤击冲程。因此,金属成形加工可节省能源和材料,特别是在中、大规模生产时,工具成本费用就很容易得到偿还。另外,对于一个确定了重量的、由金属成形加工生产出来的零件能体现出更好的机械和冶炼性能,而且比用铸造和机械加工方法所制造出的零件更为可靠。

金属成形加工包括:(a)笨重型成形工艺,例如锻造,挤压,轧制、拉拔。(b)轻薄型成形加工,例如,压弯成形,深冲(压)和张拉成形加工等。

早先讨论过的一组制造工艺中,对金属成形加工生产制造工业、军工零部件加工工业和消费品加工工业而言是具有重大意义的一套工艺加工方法。

成形加工工艺分类的一般方法是考虑冷成形加工(室温)和热成形加工(再结晶温度以上)。大多数材料在不同的温度条件下其性能是有区别的。

在冷成形加工中,通常金属的屈服应力是随着应变值增加而增大,而热成形加工中,则随着应变率(即变形率)的增加而增大。然而在各种温度条件下,控制成形加工的一般原则基本上是相同的。因此,以材料的初始温度为依据的成形加工工艺,对于了解和改进这些工艺并没有多大的促进作用。事实上,以成形前后的特殊几何形状而言,以所用材料和生产率为依据而不是以温度为依据的分类方法,可以更好地考虑工具设计,设备使用,自动化程度,制品输送及润滑等问题。

在笨重和轻薄型成形加工工艺中,借助冷成形加工或热成形加工同样可以获得复杂的几何形状。当然,在高温时该变形材料的屈服强度较低,在相对意义上,工具应力和设备荷载,热成形加工比冷成形加工要低。

在这些情况下,成形加工特别引起人们的注意:(a)零件的几何形状属中等复杂而产量又大时,则单件加工费保持较低,例如,自动化装置的应用。(b)零件的性能和冶炼的完善都是极重要的,比如运输机,喷气发动机和涡轮发动机的零件加工就是例子。

设计、分析和成形加工工艺的优化要求需要:(a)关于金属流动、应力和热传导的分析知识以及(b)关于润滑、加热和冷却技术,材料处理、模具设计和制造、成形加工设备的技术资料。关于成形加工的总体情况了解,文献著作中的大量资料都是有用的。