

铝型材挤压模具CAD设计 CAD/CAE 实用技术

李积彬

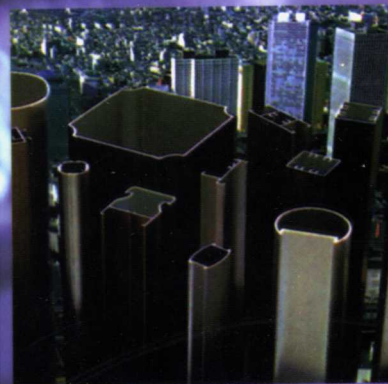
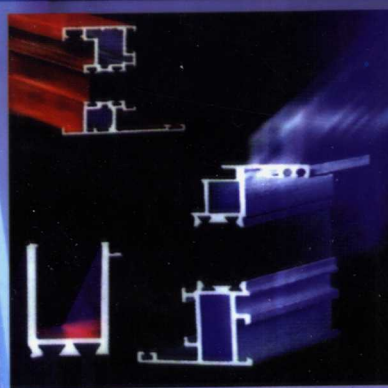
伍晓宇

毛大恒

马健哲

著

冶金工业出版社



铝型材挤压模具 3D 设计 CAD/CAE 实用技术

李积彬 伍晓宇 毛大恒 马健哲 著

北 京
冶金工业出版社
2003

内 容 提 要

本书将铝型材挤压模具设计工程实际经验与现代流行的三维设计软件 Pro/E 和 UG II 紧密结合,通过分析铝型材挤压模具设计的实际操作范例,使读者快速掌握铝型材挤压模具的三维设计方法、程序和步骤;结合实例详细介绍了三维设计软件中的有限元 CAE 模块的功能和操作,提供了一套更有效、更直观的模具强度校核方法;介绍了基于 UG II 二次开发环境和 VC++ 6.0 软件的专用铝型材挤压模具三维设计的 CAD 系统,成功地实现了铝型材挤压模具三维自动建模。

本书可供从事铝型材挤压模具设计、生产的工程技术人员和管理人员阅读,也可作为材料加工专业和机械设计制造专业广大师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

铝型材挤压模具 3D 设计 CAD/CAE 实用技术/李积彬等著.
—北京:冶金工业出版社,2003.11
ISBN 7-5024-3337-6

I. 铝… II. 李… III. ①铝合金—挤压模—三维—计算机
辅助设计②铝合金—挤压模—计算机辅助制造 IV. TG375

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 070794 号

出版人 曹胜利 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)
责任编辑 刘小峰 美术编辑 李 心 责任校对 符燕蓉 责任印制 牛晓波
北京鑫正大印刷有限公司印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销
2003 年 11 月第 1 版,2003 年 11 月第 1 次印刷
850mm×1168mm 1/32; 7.375 印张; 4 插页; 197 千字; 226 页; 1-3000 册
28.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893
冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289061

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

随着中国经济建设的高速发展,人民生活水平的不断提高,中国的建筑行业发展迅速,包括铝型材在内的建筑装饰材料的需求量不断增加,由此带来铝合金挤压模具设计、制造和生产的工程技术人员的需求量也不断地增加。本书的目的在于更新工程设计人员的设计理念,并为其提供可行的设计方法,使其跟上时代的脚步;同时为那些尚无经验的设计者提供方便,使得有志者尽快地融入到铝合金挤压模具设计这个行业中来,以满足中国经济高速发展的需要。

铝型材产品在各行各业中,从民用建筑到航空航天行业都被广泛使用,并且产品不断地向着多样化和复杂化的方向发展,对产品的加工精度要求也越来越高。挤压模具是挤压工艺过程的基础,不仅决定挤压产品的形状、尺寸精度和表面状态,而且还影响挤压成形力及产品的组织和性能。因此,挤压模具是挤压技术的关键,对挤压的过程起着特殊的重要作用。

由于铝型材挤压模具设计还没有很完整的理论体系,实际经验在设计中起到了决定性的作用,无论从铝型材挤压模具的设计方面、铝型材挤压模具的负载分析方面,还是在加工工艺方面,都存在很多的差异,很难对各种挤压模具寻求一种比较统一、完善和精确的解决方法。本书采用的研究模型虽然尚不十分完善,但完全能反

映铝型材挤压模具在设计、分析、加工中的共同问题,满足工程上的要求,为具体的模具设计提供了一种可行的理论依据和实现方法。

本书提出了专用铝型材挤压分流模 3D CAD/CAE 系统方法,首先对铝型材挤压模具的设计方法进行了详细的阐述;然后分别以现在流行的三维建模软件 Pro/E 和 UG II 为基础,描述了整个建模的过程并结合三维软件提供的 CAE 模块对模具进行有限元分析;最后利用 UG II 的二次开发环境,结合实际,设计一个三维型材挤压模具设计软件,通过该软件能够解决现有二维设计中出现的很多不足,不仅提高了模具设计的质量,而且也减轻了设计人员的工作强度。我们希望通过阅读本书能为广大的铝型材挤压分流模设计人员提供一个行之有效的方法。

在本书出版之际,我们要衷心感谢深圳华加日铝业有限公司、西林铝业有限公司、增城新捷模具机械有限公司、广东省有色金属加工学术委员会、广东坚美铝型材有限公司和广东省佛山市南海、顺德地区的铝型材和模具生产企业的工程技术人员提供的大力支持和帮助。感谢深圳大学科技著作出版基金资助本书出版。另外,深圳大学学生冯开瑞、陈志新、李建勋、刘科胜、许楚武、梁坤、郭裕峰、蔡钊、曾金康、张宇、周建强和张春晓等在参加作者指导的科研实践和毕业设计中做了不少与本书有关的工作,在此向他们表示感谢。

由于作者水平所限,书中不足之处,希望得到专家和读者的批评指正。

李积彬 伍晓宇 毛大恒 马健哲

2003 年 6 月

目 录

第一篇 铝型材挤压模具 3D 设计 CAD/CAE 应用总论

1 概论	3
1.1 发展现状	3
1.2 局限性	6
1.3 发展趋势	7
1.4 本章小结	8
2 铝型材挤压模具设计特点和基本原则	10
2.1 模具设计特点	10
2.2 模具设计的总体原则	11
2.3 确定采用平模和分流模的原则	14
2.4 模具结构、加工流程与材料	14
2.5 铝合金材料的选取	18
2.6 分流模模具材料的选取	18
3 平模的设计方法和步骤	19
3.1 舌型比	19
3.2 挤压比	21
3.3 型材的外接圆直径	22
3.4 模具的强度计算及校核	22
3.5 模孔的中心位置	24
3.6 导流孔	26
3.7 模孔尺寸	27
3.8 工作带长度和空刀尺寸	27
4 铝型材挤压分流模设计	30

4.1	原理和结构	30
4.2	分流模可行性区域的确定	31
4.3	模具强度校核和模具厚度的确定	32
4.4	分流模具具体结构设计	35
4.5	分流模设计讨论	43

第二篇 铝型材挤压模具 Pro/E 3D 设计

5	平模的 Pro/E 3D 设计	57
5.1	Pro/E 的总体特征	57
5.2	Pro/E 操作简介	64
5.3	平模 Pro/E 设计的具体操作	67
6	分流模的 Pro/E 3D 设计	84
6.1	分流模设计计算程序	84
6.2	铝型材挤压分流模的 Pro/E 3D 设计实例	95

第三篇 铝型材挤压模具 UG II 3D 设计

7	平模的 UG II 3D 设计	119
7.1	UG II 简介	119
7.2	UG II 的 CAD 功能	121
7.3	平模设计程序流程图	122
7.4	UG II 的建模过程	128
8	分流模的 UG II 3D 设计	134
8.1	铝型材挤压分流模下模的建模过程	134
8.2	铝型材挤压分流模上模的建模过程	135

第四篇 铝型材挤压模具三维有限元 CAE 技术

9	分流模的三维有限元分析原理	143
9.1	挤压模具评价的重要性	143
9.2	挤压分流组合模三维有限元的边界条件分析	144
9.3	摩擦系数实验	148

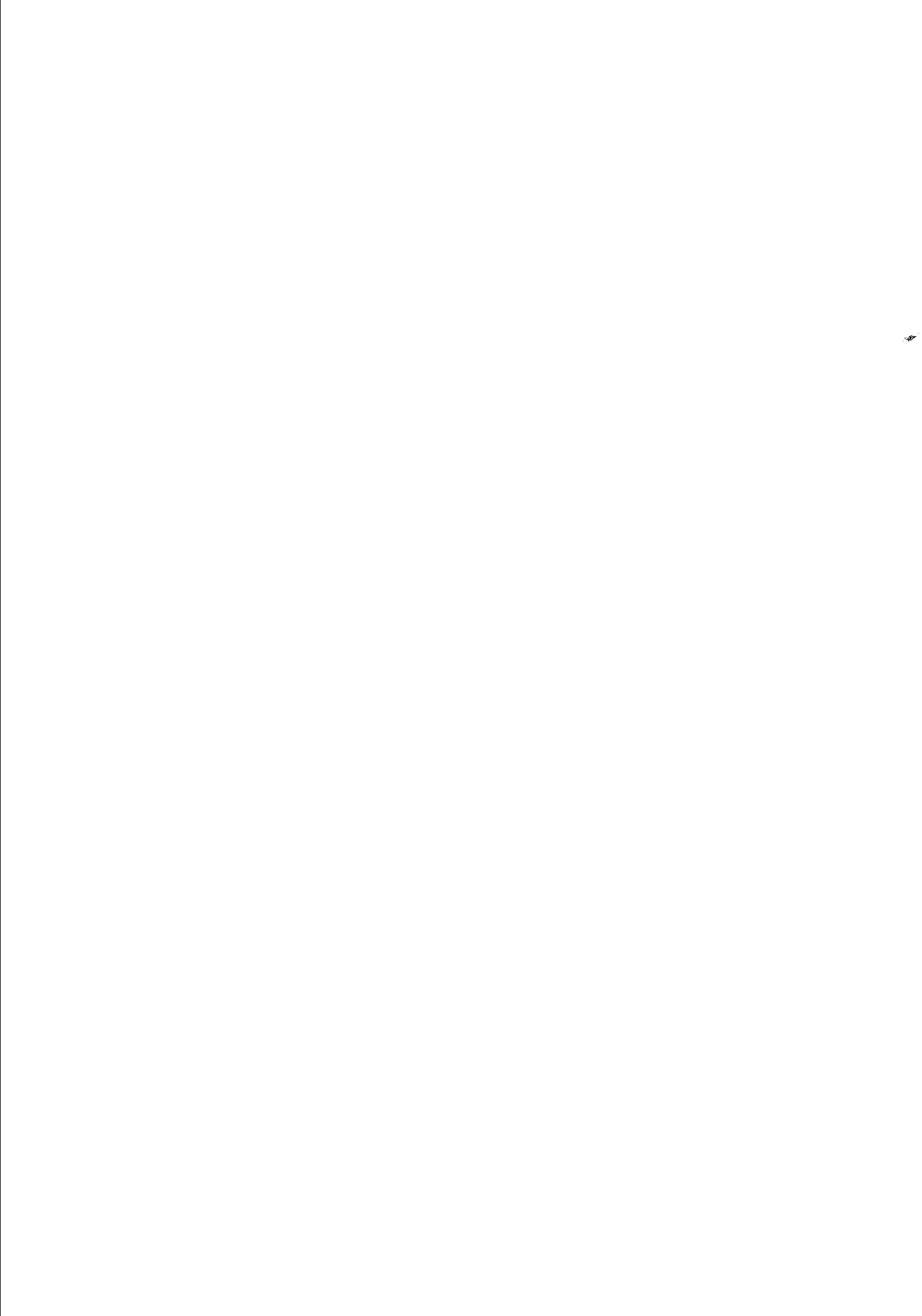
10 分流模的三维有限元分析实践	154
10.1 Pro/E 有限元分析的操作顺序	154
10.2 UG II 有限元模块的概述	172
10.3 本章小结	185
 第五篇 铝型材挤压模具 CAD 系统二次开发	
11 分流模 CAD 系统二次开发环境和关键技术的探讨	189
11.1 绪论	189
11.2 模具 CAD 系统二次开发环境	190
11.3 分流模 CAD 系统的关键技术研究	196
11.4 分流模 CAD 系统的具体实现	208
11.5 本章小结	222
参考文献	224

第一篇

铝型材挤压模具

3D 设计 CAD/CAE 应用总论

- 1 概论
- 2 铝型材挤压模具设计特点和基本原则
- 3 平模的设计方法和步骤
- 4 铝型材挤压分流模设计



1 概 论

1.1 发展现状

近二十年来,随着中国经济建设的高速发展,建筑铝型材和工业铝型材得到广泛的应用,中国的铝型材挤压模具的设计水平和制造水平也都得到了很大的提高和发展,越来越接近国际先进水平。随着计算机的快速发展和模具结构复杂程度的不断提高,原有的二维设计方法已不能适应铝型材挤压技术发展的需求,将铝型材挤压模具的二维设计转换为三维设计已成为该领域当代先进技术进步的一个重要标志。

铝型材挤压的变形过程是一个非常复杂的过程,它包含有弹性、刚塑性、黏塑性等综合复杂变形过程;相对变形率之大(挤压比接近 100)使传统的有限元分析技术中的网格划分也无法实现;铝型材挤压模具是既具有强度模具的特性,又具有稳定流速场模具要求的双重身份的统一体。由于以上特征,人们对铝型材挤压变形过程的感性认识成分要多于理性认识成分。在世界铝加工行业中,对铝型材挤压模具的设计仍停留在以经验设计为主,理论设计分析仍处于初级辅助阶段。在中国,铝型材挤压模具的设计工程实践要远远领先于铝型材挤压模具的理论设计研究。

目前,在铝型材挤压模具设计领域有很多的常用 CAD/CAM 软件,例如,AutoCAD、Pro/ENGINEER、UG II、Solidworks 等,其中,后面三种是以三维构型为主。但如果用三维的软件只是进行构型,而其他的工作,诸如,计算、参数的选择、判断选择的合适与否等都还要根据经验来做的话,那么,这种三维设计就没有显示出很大的优势,用户有时可能会觉得还不如二维设计方便。虽然他

们用二维方法画出来的图纸不是很完整,不能进行数控自动编程和对模具的质量进行有效评定,不能满足机械化大生产的需要,但是,对于质量不能进行评定这个问题,他们根据丰富的实践经验完全可以解决;对于不能适应机械化大生产需要这个问题,由于在中国,中小型企业占有很大的比重,这也不是一个很大的问题。然而,缺少经验的设计者在设计难度较大的模具时有些问题不能很好地解决,这样就阻碍了这个行业的发展。

至今为止,在挤压模具设计方面,都还没有完整的理论体系,有许多方面都是靠经验设计,人为的因素在设计方面起了决定性的作用。挤压模具设计的好坏,主要凭设计者的经验,很难从理论上预先进行验证,那就只有在模具投入生产以后,从产品的质量中得到评价和分析。如果产品的质量不好,还得进行修模,必然增加了设计和制造的成本,提高了设计的风险。对于缺少经验的设计者来说,他们就会觉得更困难。

以往用于模具设计的软件是以 AutoCAD 为主,其表达方式主要为二维工程图,其主要弊端是在零件的尺寸修改方面工作量大,效果不理想,通常可能因为一个简单的尺寸修改而导致图形重画。

随着计算机技术的不断发展,它逐渐在模具生产领域得到广泛应用。国外在 20 世纪 50 年代开始模具 CAD/CAM 的研究工作,在 70 年代将该技术应用于型材挤压模具的设计和制造。

目前在国外应用较成熟的挤压模具 CAD/CAM 系统有:

(1) 英国的 BNF 金属技术中心于 1976 年发表并已普遍应用于生产的计算机辅助设计热挤压有色金属挤压模具技术。

(2) 美国贝特莱哥伦布实验室于 1977 年发布的 ALESTR 平面模的交互型 CAD/CAM 系统和 SHAPE 流线型挤压模具的计算机程序。

(3) 意大利西科斯公司于 1985 年开发的奥利威梯 CAD 系统。

进入 80 年代以来,国内也陆续开展了该领域的研究工作,并取得了不少的研究成果,开发出简单形状的平面模与平面分流组

合模的实用软件,如华中理工大学开发的 HECAD 系统。

在模具 CAE 评价方面,目前金属压力加工和模具设计的理论方法主要有以下几种:工程近似法、滑移线法、初等能量法、上限法、变分法、模拟试验法和有限元法。有限元法是使用最广泛的方法之一。当代模具的 CAD/CAM 系统中都增加了 CAE 功能,CAE 对模具优化设计提供了重要的参考信息。

利用 CAD/CAE/CAM 技术能显著提高模具寿命,缩短供货周期,降低成本,提高经济效益;同时也能减轻设计者的劳动强度,挤压模具的 CAD/CAE/CAM 技术已成为推动模具工业发展的一个重要手段。

平面分流组合模主要是生产中空或半中空型材,型材截面复杂,导致分流模模具结构设计复杂、计算量大、设计内容多;同时挤压模具是在高温高压等恶劣条件下工作,从而增加了对挤压模具进行分析、评价的困难。为了能适应分流模设计的需要,现代分流模 CAD/CAE 系统有以下特征:

(1) 软件内容:包括语言加工系统、文件系统、数据库管理系统等。

(2) 系统功能:包括产品截面图形的输入功能、设计图形输出功能、图形编辑功能等。

(3) 采用模块化结构编程:通过图形输入、模孔设计、分流孔设计、工作带设计的模块完成模具设计的任务。

(4) 接口设计:设计 CAD 系统与 AutoCAD 的接口软件,实现二维图形格式的转换。

(5) 模具分析与评价:挤压模具的有限元分析方法目前已成为这一领域中常用的最有效方法,主要采用模具的二维应力场分析方法对挤压模具设计质量进行评价。

(6) 基本特征:目前挤压模具的 CAD 系统最基本的特征是以二维模型为核心开发,主要实现简单的二维图形输入、变换、计算等,并使用二维有限元方法对模具进行分析评价。

1.2 局限性

目前,在挤压模具设计方面,大部分的设计师都是进行二维设计。考虑到挤压模具,有很多部分都是相同的,为了设计方便,常常采用把主要部分画出来,其他相同的部分则用“默认值”的方法处理。在进行机械化生产的时候,由于这种图纸的不完整性,不能充分发挥现有软件的作用。例如,不能在 MasterCAM 中进行自动编程;不能在 Pro/E 和 UG II 中进行有限元分析;不能在数控机床以及加工中心中进行自动加工;等等。在编程方面,主要是用手工编程,这样既消耗了大量的人力和物力,而且出错率比较高。

传统的模具 CAD/CAE 系统主要是在二维模型的基础上开发的,随着型材截面复杂程度不断提高和平面分流组合模结构不断改进,二维 CAD/CAE 模具设计系统已逐渐不能满足模具设计的要求,并开始出现以下的局限性:

(1) 模具结构图采用二维图形的方式表达,不直观,有许多重要细节结构无法表达清楚,增加了模具设计者和模具制造者沟通上的困难。

(2) 二维模型不能完全、准确表达模具的整体结构,容易发生干涉问题,如模具的装配问题、模芯和模孔相对位置的确定等。

(3) 二维图纸只能将模具的关键结构表达出来,其他结构采用“默认值”的方式给出,造成图纸的不完整性,不能充分发挥计算机辅助设计的优势。

(4) 二维图纸很难通过计算机进行 NC 编程。目前,主要还是依靠手工编程,难度较大,错误率高,严重影响生产的效率和质量。

(5) 二维模型很难有效使用加工中心进行加工,模具加工需要多次定位,导致模具的加工精度和模具加工的重复性差,同时造成劳动强度增加和资源浪费。

(6) 对二维模型进行有限元分析,只能反映模具某一平面上

的变形位移量,与实际模具的三维力场分析结果相差较大,难以反映模具整体的变形情况。

正是因为目前挤压模具 CAD/CAE 系统存在以上的种种不足之处,导致模具设计质量欠佳和模具寿命低,增加了模具设计人员和模具制造人员的劳动强度,影响了生产效益。为了能更好满足人们对铝型材质量的需求,以及由此带来的对模具设计质量的高要求,挤压模具 CAD/CAE 系统必然向三维方向发展。

1.3 发展趋势

Pro/ENGINEER 和 UG II 都是现代流行三维建模的软件,具备在建模过程中强大功能和友好界面。它是参数化处理的建模软件,与以往普遍应用的 AutoCAD 相比具有很大优点。首先是其建模过程的参数化,使模型修改方便快捷,只需从参数上做一些调整,即可得到新的模型。其次是建模过程的灵活性,可由建立的基本特征通过延伸、旋转、加材料、切材料等操作形成想要的零件,并且可以再由多个零件组合成装配件。

在模具设计方面,国内目前主要还是使用二维的 CAD 系统进行挤压模具设计,而技术先进国家主要采用三维 CAD 设计系统;在模具 CAE 方面,国内主要依靠二维有限元方法,而国外采用三维有限元方法进行分析的越来越多;在模具的加工方面,国内主要使用 NC 数控机床进行操作,而国外则多采用加工中心加工模具。其结果,无论在模具的设计质量,还是在模具的加工精度上,我国与国外技术先进国家仍存在一段距离。同时由于我国的经济快速发展,铝型材的生产往往是为满足现时的需要,而没有过多的考究设计方法,更多的是依据以往积累的经验,而没有成套的、系统的规则,这样,人为的因素在设计方面起了决定性的作用。而且,由于现在三维 CAD 软件功能很多,操作复杂,设计人员必须在熟练掌握三维建模 CAD 软件的基础上,才能充分体现设计人员的智能,设计出高质量的模具,这必然要求模具设计人员花费很大的精

力去学习、掌握三维 CAD 软件,严重阻碍了模具技术的广泛推广和模具工业的快速发展。另一方面,模具评价目前很难从理论上进行验证,只能在模具使用以后,从产品的质量中得到评价和反映。如果产品的质量不好,还得进行修模和多次试模,浪费了许多的人力、物力,增加了设计和制造成本,提高了设计风险,对整个铝加工行业的发展是非常不利的。

挤压模具是直接决定产品质量高低的重要生产工具,合理地设计挤压模具,对提高挤压产品的质量、生产效率和成品率都有非常重要的意义。

使用三维软件进行设计,既能方便、直观地画出挤压模具的完整图形,又容易将它转换到其他的软件系统中进行处理,缩短了设计和制造周期,可大大地提高效率和降低成本。

1.4 本章小结

综上所述,为了推动模具工业的进步,改善二维模具 CAD/CAE 系统的不足之处,开发一套专门针对铝型材挤压模具三维 CAD/CAE 系统,是一个迫切需要解决的问题。但目前针对挤压模具三维 CAD/CAE 系统方面研究资料在国内比较缺乏,本书主要对以下的问题进行探讨:

(1) 在三维 CAD 系统二次开发的环境下,开发铝型材挤压模专用的三维 CAD 系统,对有关的关键技术问题进行探讨,实现模具动态交互式的特征参数化设计,准确建立挤压模具的三维模型,提高模具的设计质量。

(2) 通过操作简便的人机设计界面设计,将模具的设计经验和设计准则与模具结构设计流程有序地结合起来,将模具设计人员从操作复杂的三维建模 CAD 软件中解脱出来,充分发挥其本身宝贵的设计经验,对模具进行优化设计。

(3) 提供三维模具模型,分析、确定挤压模具在挤压过程中的边界条件,使用三维有限元进行模具三维力场分析,真实模拟模具

在生产过程中受力变形的情况,并根据结果改善模具危险结构,对模具进行优化设计,减少模具试模的次数,最终争取达到“零试模”的效果,减少模具生产的成本,提高生产效率。