

# CAD/CAE 技术在长春光机所的应用

卢 镔 任庆华 李天祥

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春130022)

**摘要** 叙述了 CAD/CAE 技术在长春光机所的应用、开发、交流和人材培养, 展示了 CAD/CAE 技术作为第一生产力的巨大潜力和作用。

**关键词:** CAD; CAE; 应用; 开发; 交流

长春光机所 CAD 技术的应用主要在光、机、电三个方面, 其中光学 CAD 起步较早, 至今已有 20 多年的历史, 现已成为光学设计人员得心应手的工具; 机械、电子 CAD 技术的应用是从八十年代开始, 结合实际工程项目逐步开展工作, 成为工程技术人员越来越不可缺少的手段, 在工程研制与产品开发中发挥越来越大的作用, 逐渐体现出 CAD 技术作为先进生产力的巨大魅力。

## 1 应 用

CAD 技术作为一种先进的生产力使设计水平、质量及效率产生质的飞跃, 这一点已不容置疑。今天, 在长春光机所如果有人再用手算进行光学设计, 或趴在图板上绘制印刷线路板图, 倒反而觉得是一件奇怪的事了! 人们的观念已不是“用不用 CAD 的问题”, 而是考虑“如何用并且用好 CAD 的问题”。这种变化, 一方面是由于 CAD 技术本身的飞速发展, 高科技作为第一生产力的推动; 更主要的是自八十年代后期以来, CAD 技术在长春光机所一些重大项目的夺标、论证、设计等环节中日益发挥出越来越大的潜力。结合工程研制及产品开发工作, 在 CAD 技术的应用上重点抓住“屏幕样机”构造和“工程分析与仿真”两个环节作为突破口。所谓“屏幕样机”, 就是将设计者的意图通过实体建模、组装等手段展现在显示屏上。由于实体模型具有完备的几何及非几何属性, 而且直观、生动, 因而有助于设计者进行概念设计及创新研究, 为工程研制和新产品开发提供了有效的手段。“屏幕样机”不仅为开展工程分析、数控仿真及详细工程设计等功能进行并行工程作业提供原始数据; 而且也沟通设计、工艺、质检乃至用户等诸方面提供极好的媒介, 促进集思广益, 有助于及早暴露矛盾, 加快设计到制造的进程。通过构造“屏幕样机”, 使我们在较短的时间内对诸如空间光学仪器、光电测量仪等重大工程项目的各种方案进行充分地比较和选择, 为最终方案的优选、论证和评审起到了用传统手段无可比拟的积极效果。“工程分析与仿真”主要用于验证“屏幕样机”在未来的工作环境中是否满足设计

要求的性能指标,即可行性论证。例如,在对用于某空间参数测试仪器的研制中,对该仪器的“屏幕样机”进行了大量的工程分析,针对恶劣的随机振动、冲击、失重及复杂温度场等工况对“样机”的影响进行了分析计算,找到“样机”在各种环境条件作用下应变能、动能的分布规律,及时发现原设计中的隐患,改进了设计。针对某无人机光学系统在恶劣的颠簸环境下要求保精度以及在着陆时剧烈冲击振动环境下不破坏,我们利用工程分析手段精确地进行了动平衡计算,冲击谱分析,为设计提供了大量数据,极大地提高了研制产品一次成功的概率,经现场实地考察,该产品确实做到了一次成功,受到了用户的好评。又如,利用仿真手段,很好地解决了遥感相机快门二次曝光问题。通过工程分析与仿真,使我们能够在工程研制与产品开发的早期发现问题,避免了以往要到物理样机做出来并进行测试才能暴露设计问题的毛病,从而大大地缩短了研制开发的周期,加快了产品投放市场的进程。在市场激烈竞争的今天,一方面要上市快,另一方面是要能提供性能/价格比最优的产品。为此,我们在构造“屏幕样机”及“工程分析”的基础上大力开展优化设计工作。通过优化设计迭代,使结构设计在满足技术要求的前提下实现参数的优化组合,达到诸如重量最轻、自振频率最高或成本最低等目标。例如,某动态测量相机的箱体,经优化迭代后,较原方案自重减轻了7%;某旋转测试架在经过11次迭代后,重量减轻了27%;空间遥感相机主镜经轻量化设计后,重量减轻了34%;某相机主体自振频率通过优化设计由原方案的14Hz提高到82Hz,达到了国外同类产品的设计水平,等等。在电子CAD方面,利用E-CAD手段为所内外用户设计了几十种PCB电路,在数据库的国产化中也做了有益的工作。

通过实践,使我们深深体会到CAD技术作为先进的生产力已成为越来越不可少的技术手段,使我们解决了原来想做而做不到的事(如在设计阶段就可对未来产品的性能进行预测、评估),有的甚至连想都不敢想的事也做到了(如“屏幕样机”),这就能使我们在更短的时间,拿出质量更好、成本更低的设计方案去开发,去占领市场。

## 2 开 发

如同没有哪一副药能治百病一样,没有哪个CAD系统可能完全解决企业自身的设计问题,这就需要针对自身的“个性”进行必要的二次开发,我所主要进行下面几个方面工作:

1. CAD工作平台环境改善——如应用软件汉化、工作站与微机有关程序接口等;
2. 提高设计效率的专用程序开发——如光仪参数设计软件包、电子元器件、光学镜头数据库等;
3. 特殊问题、边缘问题——如非常规光学系统设计、机电耦合及光机耦合的工程分析程序等。针对如何改善某伺服转台动态刚度问题,根据机械结构的动力学控制方程与伺服控制系统传递函数上的相似性及误差信号闭环特性建立了统一的数学模型,编写了相应的专用软件,结合实际工程分析计算,取得了与实际十分接近的数据结果(系统自振频率的实测值为69Hz,而计算结果为73Hz,相差仅5.7%),通过后处理显示其振型及动能分布图,从而从机电一体化系统的高度描述了转台的动态特性,找出影响系统动态刚度的薄弱环节,改进了设计。又如,针对某星光接受器在温度场变化的情况下是否能保证精度的问题,根据光学系统与机械结构间几何尺寸的相关性,建立了温度场—位移场—光学追迹统一求解的模型,经分析计算找到了环境温度变化对光学系统性能影响的规律,据此提出了改进设计方案。

二次开发的实践,使我们切身体会到由此所带来的效益,它不仅有助于解决 CAD 技术应用中的个性问题,而且对增强 CAD 技术应用的效能发挥了重要的作用。

### 3 交 流

CAD 应用技术的迅速发展,一方面促使我们产生一种尽快用好现有设备和应用软件的紧迫感,另一方面也使我们感到必须不断地保持和外界交流,以便跟上技术发展的步伐。目前我们分别与日本机械振兴协会、英国计算力学所及美国亚利桑那大学光学中心保持联系,建立了信息交流的渠道,从不断地与有关 CAD 应用单位进行的交流中,学习到了外单位的先进经验;为了更好地介绍我们的工作,5年来,在国内外刊物上发表论文50余篇,出版三期 CAD/CAE 专题论文集。我们也曾为首钢、鞍钢及红拖等单位 CAD 技术人员讲授有关课程。交流使我们更加清醒地认识到自己的不足和所处的位置,交流也能使我们为社会、为别人做出力所能及的奉献,从而更好地体现 CAD 的价值!

### 4 人材培养

CAD 技术应用的程度,关键取决于使用 CAD 的人,多年来,长春光机所对 CAD 人材的培养一直给予高度的重视。自1989年以来已培养 CAD 研究生6人,代培博士生二名,连续6年为所研究生部开设机械 CAD、CAE 及电子 CAD 三门课,听课学生累计有120多人,现已形成光、机、电配套的、老中青相结合的 CAD 应用技术队伍。为了更好地配合 CAD 教学,我们还拍摄了 M-CAD 及 E-CAD 的教学录相带,编写了相应的教材。为了使在职科研人员了解 CAD、CAE 技术,曾三次办班介绍有限单元法、工程分析中的数值计算方法等有关内容。我们深深体会到培养高层次的 CAD 应用技术人员的必要性和迫切性,他们应具备很强的事业心,扎实的工程专业知识和一定的工程实践经验,同时还应具备良好的计算机应用的素养及一定的外语水平。作为国家 CAD 应用工程培训基地,我们将继续为培养更多的 CAD/CAE 应用技术人材做出更大的努力。

### 5 结束语

今天,科学技术迅猛的发展,市场激烈的竞争迫使我们面临更高层次 CAD/CAE 技术应用水平的挑战。我们将致力于一体化的光、机、电 CAD/CAE 应用和开发,使之成为系统级的工程分析和优化设计的有力工具;我们还将致力于并行工程作业实现一体化的 CAD/CAE/CAM,使之成为真正的产品和工程研制的高效平台。

同时,我们还将把 CAD 应用工程培训基地建设成为 CAD/CAE 应用技术学习交流的更加友好的平台,培养高层次 CAD/CAE 应用人材的摇篮!

**Application of CAD/CAE Technology in Changchun  
Institute of Optics and Fine Mechanics**

Lu E. Ren Qinghua and Li Tianxiang  
(*Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics,  
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022*)

**Abstract**

This paper deals with the application, development, exchange and personnel training in CAD/CAE technology in Changchun Institute of Optics and fine Mechanics. It is also shown that great potential and effect have been made by CAD/CAE technology as the first productive power.

**Key words:** CAD, CAE, Application, Development, Exchange