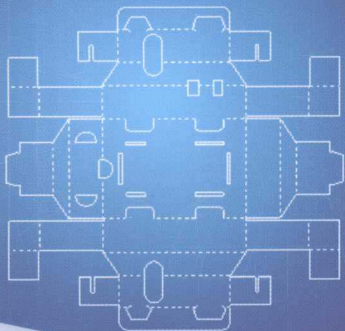




普通高等教育包装工程专业“十二五”规划教材



包装CAD

Packaging **CAD**

王冬梅 主编
李霞 王军 副主编
王冬梅 李霞 王军 马爽 编著



NLIC 2970776997



中国轻工业出版社

普通高等教育包装工程专业“十二五”规划教材

包 装 CAD

王冬梅 主 编

李 霞 王 军 副主编

王冬梅 李 霞 王 军 马 爽 编著

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

包装 CAD/王冬梅主编. —北京:中国轻工业出版社, 2011.4

普通高等教育包装工程专业“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5019-7860-1

I. ①包… II. ①王… III. ①包装-计算机辅助设计-高等学校-教材 IV. ①TB482-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 186631 号

责任编辑:杜宇芳

策划编辑:林媛 责任终审:张乃东 封面设计:锋尚设计

版式设计:宋振全 责任校对:燕杰 责任监印:吴京一

出版发行:中国轻工业出版社(北京东长安街6号,邮编:100740)

印刷:航远印刷有限公司

经销:各地新华书店

版次:2011年4月第1版第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:10.50

字数:249千字

书号:ISBN 978-7-5019-7860-1 定价:28.00元

邮购电话:010-65241695 传真:65128352

发行电话:010-85119835 85119793 传真:85113293

网址:<http://www.chlip.com.cn>

Email:club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

100854J1X101ZBW

前 言

包装 CAD 是包装技术与设计专业的核心课程，主要介绍包装设计方法、包装设计中所用的软件及其使用方法。通过本课程的学习，使学生了解产品包装设计的步骤、考虑因素，能熟练运用一两种包装设计软件，完成给定产品的包装设计和制图。

全书共分为四章，第一章简单概述了包装设计软件和设计方法；第二章以实例的形式介绍了如何用 Esko-Artios CAD 软件实现纸盒或纸箱设计和绘图；第三章介绍了缓冲包装设计方法；第四章用实例说明了产品整体包装设计思路和 Pro/E 软件在包装设计中的具体应用。

本书第一章和第三章由深圳职业技术学院王冬梅和江南大学王军共同编写，第二章由王冬梅和上海理工大学马爽共同编写，第四章由深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司李霞资深工程师编写，王冬梅和王军参与了编辑和整理工作。这里要特别说明的是，本书的编写过程中，四位编者经常一起讨论，因此很多内容是几位编者共同编写的结果。全书由主编王冬梅统稿。

本书供普通高等教育包装工程专业或高职高专包装技术与设计专业包装 CAD 课程教学之用，也可供从事包装技术和包装设计的技术人员使用，并可作为从事包装技术教育人员和高等教育包装工程专业及相关专业师生的参考书。

本教材编写过程中，得到天津职业大学孙诚教授的指导和支持，也得到许多前辈和同行的帮助，在此表示衷心的感谢！

由于编者学识水平有限，错误和不当之处在所难免，恳望读者批评指正！

编者

2010 年 7 月

目 录

第一章 包装 CAD	1
第一节 包装设计概述	1
一、包装设计的分类	1
二、包装结构、装潢、造型、工艺设计之间的关系	1
三、包装结构设计方法、考虑因素及步骤	2
第二节 包装 CAD 软件概述	4
一、包装结构设计软件	4
二、缓冲包装优化设计与集装箱、托盘优化堆码和装载软件概述	4
三、Auto CAD 软件和 Pro/E 软件	7
四、缓冲包装系统动力学特性分析 CAD	8
第三节 包装 CAM	9
一、纸箱纸盒电脑打样系统	9
二、打样机的操作	10
三、电脑打样机辅助系统	11
第二章 包装设计与 Artios CAD	12
第一节 包装设计应考虑的因素	12
一、产品的特性	12
二、包装方式的选择	13
三、产品的流通环境	13
第二节 包装设计实例分析	13
实例一 液晶显示器的包装设计(包装改进)	13
实践一 用 Esko-Artios CAD 6.51 软件绘制液晶显示器缓冲内衬和附件盒	15
实例二 MP4 及其附件包装设计	33
实践二 用 Esko-Artios CAD 软件绘制 MP4 外包装盒和缓冲内衬	35
第三章 缓冲包装设计	52
第一节 常用缓冲包装材料	52
一、缓冲材料的特性	52
二、常用缓冲材料性能	52
第二节 运输包装设计方法	55
一、缓冲包装设计方法	55
二、缓冲包装计算机辅助设计	60
实例一 液晶显示器的缓冲包装辅助设计	60
实例二 常见的陶瓷制品包装方式分析	67
第四章 整体包装设计与 Pro/E	72
第一节 引言	72
第二节 如何获得需求	75

一、项目介绍	76
二、包装设计输入	76
三、包装和拆包	78
四、包装运输	78
五、包装设计过程要求	79
六、包装实验	79
七、储运标志	79
八、包装法规与标准	79
第三节 包装方案构思	80
一、整体包装方案选择	80
二、托盘结构的选择	84
三、包装设计	85
第四节 包装展示设计	91
一、Pro/E 简介	92
二、如何学习 Pro/E 简介	92
三、Pro/E 设计界面	93
四、Pro/E 的基本文件操作	95
五、草图绘制	96
六、3D 实体生成	97
实例一 木墩保护泡沫的绘制	97
实例二 用 Pro/E 创建木托盘	106
实例三 用 Pro/E 创建 B 超耦合剂瓶	114
七、3D 实体生成相应的 2D 工程图	120
八、给 2D 工程图标注尺寸	134
九、零件的装配	146
实例四 包装瓶盖和瓶身的装配	146
实例五 B 超包装件的整体装配	149
第五节 设计优化与改进	153
第六节 设计生产控制与实现	154
第七节 设计综合管理	154
参考文献	155

第一章 包装 CAD

第一节 包装设计概述

计算机辅助设计 (Computer Aided Design) 简称 CAD, 是指采用系统化工程的方法, 以人机交互方式, 帮助设计人员在计算机上完成设计模型的构造、分析、优化和输出等工作。计算机辅助设计可以提高设计的自动化程度和质量, 缩短设计周期, 借助计算机强大的计算能力, 完成一些任务量非常艰巨的设计。

计算机辅助设计是伴随着计算机图形学和计算机辅助制造 (Computer Aided Manufacturing, 简称 CAM) 技术的出现而诞生的, 它的诞生使设计人员从一部分繁琐的设计工作中解脱出来, 从而将更多的精力用于创造性的设计工作。

包装结构 CAD 就是借助计算机软件实现包装结构的绘制和展示, 以便于在未生产出包装制品前, 使客户了解所设计的包装结构形式, 缩短设计周期, 提高包装设计自动化程度。

一、包装设计的分类

包装已成为现代商品生产不可分割的一部分, 也成为各商家竞争的强力利器, 各厂商纷纷打着“全新包装, 全新上市”去吸引消费者, 绞尽脑汁, 不惜重金, 以期改变其产品消费者心中的形象, 从而也提升企业自身的形象。包装设计涉及的内容广泛, 不但包括产品包装的结构设计、包装的装潢设计, 还包括包装造型设计和包装工艺设计, 它是一个集工学和美学于一体的产品包装解决方案。目前包装设计的分类方法繁多, 主要是其分类依据不同, 具体如下。

(1) 按内装产品不同, 可分为日用品类、食品类、烟酒类、化妆品类、医药类、文体类、工艺品类、化学品类、五金家电类、纺织品类、儿童玩具类、土特产类等包装设计。

(2) 按选用的包装材料不同, 可分为纸包装、塑料包装、金属包装、玻璃包装、木包装、陶瓷包装、棉麻包装、布包装等包装设计。

(3) 按产品性质不同, 可分为销售包装设计和运输包装设计, 其中销售包装又称商业包装, 可分为内销包装、外销包装、礼品包装、经济包装等; 运输包装是以商品的储存或运输为目的的包装, 它主要在厂家与分销商、卖场之间流通, 便于产品的搬运与计数。

(4) 按照包装设计的侧重点不同, 包装设计可分为包装结构设计、包装装潢设计、包装造型设计和包装工艺设计。本书重在用软件实现包装结构设计。

二、包装结构、装潢、造型、工艺设计之间的关系

包装结构设计是从包装的保护性、方便性、复用性等基本功能和生产实际条件出发, 依据科学原理对包装的外部 and 内部结构进行具体考虑而得的设计。一个优良的结构设计, 应当以有效地保护商品为首要功能; 其次应考虑使用、携带、陈列、装运等的方便性; 还

要尽量考虑能重复利用,能显示内装物等功能。

包装装潢设计是以图案、文字、色彩、浮雕等艺术形式,突出产品的特色和形象,力求造型精巧、图案新颖、色彩明朗、文字鲜明,以装饰和美化产品,促进产品的销售。包装装潢是一门综合性学科,既是一门实用美术,又是一门工程技术,是工艺美术与工程技术的有机结合,还需参考市场学、消费经济学、消费心理学及其他学科。

包装造型设计又称形体设计,大多指包装容器的造型。它运用美学原则,通过形态、色彩等因素的变化,将具有包装功能和外观美的包装容器造型,以视觉形式表现出来。包装容器必须能可靠地保护产品,必须有优良的外观,还需具有相适应的经济性等。

包装工艺设计是指工艺规程和工艺装备设计的总称,是企业进行加工生产的重要组成部分,它有两个层次的含义,一个是包装制品的生产工艺设计,另一个是将产品包装起来的工艺设计。

(1) 三者具有一定的关联性 包装结构、造型与装潢设计的关联性,指它们在包装设计这一相对独立的系统中,不是一般地堆砌而成,不能理解成为三个要素的简单相加,而是相互联系、相互作用的有机结合。例如,在折叠纸盒的包装设计中,绝不是在其结构图上随意设计图案、文字、商标等,而是要考虑装潢的各个要素与结构的各个要素按一定方式的结合。

(2) 三者具有共同的目的性 如果把包装设计看成一个系统,它就是一个有机的整体。包装设计系统整体的特征和功能不能归结为结构、造型与装潢设计三个子系统的特性和功能的总和,而是三者有机结合后的系统整体具有的特性和新的功能。也就是说,三者有机结合成包装设计后的整体功能大于其孤立状态下的功能总和。

(3) 三者具有相辅相成的综合性 包装结构、造型与装潢设计在包装设计中是同一层次的子系统,不分主次,相辅相成。但是,在同一系统层次中,它们又相对独立,彼此存在差别性。结构设计是造型设计和装潢设计的基础,不同的结构设计对包装的外观有直接的影响,每一个创新的结构设计同时也要求有一个创新的造型和装潢设计。同一结构设计可以配合不同的外观设计,但不能以外观设计为基础来改变结构设计。

在包装设计中,要考虑系统的综合性原则,不能片面强调某一方面,而要综合、全面地考虑问题。否则,就有可能产生偏差,顾此失彼,因小失大,得不偿失。

三、包装结构设计方法、考虑因素及步骤

1. 包装结构设计的方法

包装结构设计的方法多种多样,因人而异,因产品而异,因设计而异,因材料而异,因需要而异,很难说有什么固定的模式。随着包装科学的发展、包装结构设计水平的不断提高,包装结构设计方法也层出不穷。常见的包装结构设计方法如下。

(1) 类比法 在进行包装结构设计之前,先对同类产品的包装结构进行分析,了解其优缺点,在进行包装结构设计时尽可能避免其缺点。

(2) 扩展法 扩展法是以某一包装品的形体、材料、结构、质地、功能、趣味为核心,围绕它向外扩展变化,构成一个环形系列。按照这种构思方法设计的包装品往往使同一商品产生无数的包装形态,能更广泛地适应各阶层顾客的各种需求。

(3) 开发法 开发法是指放开思路、开发思维潜能。因为,设计就是构思,并且是创

造性构思,如果不放开思路,不开发思维潜能,就不可能产生新颖、奇特的设计。开发思维潜能的方法很多,主要步骤是发现问题、分析问题、解决问题。

(4) 改良法 指对原有包装结构设计的产品进行适当改良,使之具有一定的新意,而又不失去传统形象,目的是为了发挥其长处,克服其短处。许多包装结构设计产品,最初总觉得很完美,但经过一段时间的市场流通的检验之后就会发现一些问题,需要进行改良才能适应商品流通的需要。

上述包装结构设计方法虽然很复杂,但还只是包装结构设计方法中的一部分,还有许多独特的和新创造的设计方法。每一个包装结构设计工作者都有自己的工作习惯和思维方式,不一定照搬这些方法,应大胆创造新方法。

2. 包装结构设计的考虑因素

(1) 内装物的特性 内装物的特性是决定其包装结构的重要因素,内装物的特性包括:①物理状态,如固态、液体还是气态;②化学性质,如易燃、易爆、耐腐蚀性等性质;③应用领域,如食用还是工业生产用等;④内装物的重量;⑤内装物的强度和易损程度等。

(2) 保护功能 容纳和保护被包装物是包装结构设计最为重要的目标,因此进行包装设计时要考虑被包装物的重量、易损程度来选择包装材料,并根据包装材料的强度来设计结构。

(3) 生产工艺 包装生产工艺决定了包装的可加工性,在进行包装设计时要考虑到其包装结构是否能使用现有的包装机械设备批量生产。

(4) 环境因素 环境因素包括物理环境和社会环境,物理环境主要指产品的流通环境,如环境温湿度,在装卸、运输、储存等物流过程中产品所经历的压力、振动和冲击等机械力因素;社会环境主要指被包装物的消费人群及消费地的风俗习惯等。

3. 包装结构设计的步骤

一个产品的包装设计一般要经历设计条件分析阶段、方案设计阶段、详细结构设计阶段和改进设计阶段。一个产品的包装设计过程通常如下:

核实产品→选择包装材料→构思草图→绘结构图→模型制作→试制样品→包装测试→复制样品→申请专利→投产

(1) 核实产品 包装设计过程的第一步是核实产品,弄清楚它对包装品的功能需求与裹包程序,了解它的品质与形态特征以及流通方向,即总体定位设计。并对产品形体尺寸进行精确测定,以毫米(mm)、克(g)、毫升(mL)为长度、质量、容积的计量单位。

(2) 选择包装材料 根据产品的包装需求选择包装材料,考虑包装材料的可加工性,构思包装方案。

(3) 构思包装结构草图 指对所设计的对象进行构思,并将有关包装的功能、结构、装潢、语言、文字、质地、形态等内容简洁地表现出来。这是设计构思走向生产的第一步,还会存在某些不足,需要逐步修改完善。

(4) 绘包装结构图 构思草图完成后,需要绘包装结构图。这是设计程序中的一项重要内容,应严肃认真细致地进行,必须做到精细、准确、逼真,能把包装品的真实面貌展示出来,绝不能草率从事。绘制包装结构图可借助包装结构设计软件,如 Auto CAD、

Artios CAD、BOX-VELLUM、Pro/E 等，定型后的图纸报送有关部门审批、申请专利、安排生产、存入档案等。形体图应包括外观立体效果图、内观立体结构图及各种展开图。

(5) 模型制作 是指用模型的形式来体现设计构思和检验设计效果。它包括各种包装产品的容器模型、结构模型、外观模型。模型制作可借助包装结构设计软件、三维打样机等设备完成。

(6) 试制样品 在完成上述各项工作后，就应试制样品。样品直接用包装材料制作，并进行测试，以证明包装功能的可靠性及合理性。试样的制备可借助 Kongsberg 盒型打样机和实际的包装容器生产设备。

(7) 包装测试 是采用包装检测设备对包装选用的材料、设计的包装容器和包装件性能进行测试与分析，测试包装件是否符合包装要求，以便对包装设计结果做出科学的判断。

(8) 复制样品 样品试制成功后，即将样品复制成若干份，以供审批和申请专利之用。样品复制是对样品进行再加工、再创造的必经过程，是一项更细致的创造性劳动。样品复制完毕后应着手编写包装结构设计作品的说明书，以便他人能了解该设计作品的构思、结构、功能、效果、成本、加工工艺、包装方法等内容。

(9) 申请专利 包装结构设计者应该保护自己的知识产权和厂家的产品专利权。在包装结构设计工作全部完成后，应该向国家专利局申请本设计作品的有关专利权利保护，办理有关手续，以保护自身及厂家的经济利益和社会信誉。

(10) 投产 设计作品经过上述程序后，就要立即投入小批量生产，投放市场试销，看反馈信息如何。设计者应跟踪了解，或委托营销部门跟踪调查。如果市场反馈信息很好，顾客很欢迎或很赞成这种包装产品，就可以投入大批量生产。反之，则考虑做适当修改或重新设计。

第二节 包装 CAD 软件概述

一、包装结构设计软件

比较知名的包装结构设计软件有 Esko-Graphics 公司的 Artios CAD、日本 Comnet 公司的 BOX-VELLUM、北大方正科技 ePack 4.1 包装结构设计软件、英国 AG/CAD 公司 Kasemake 盒型设计系统软件、加拿大 EngView 公司的 Engview Package Designer CAD/CAM、Arden Software Ltd 公司的 Impact Design Software、荷兰 BCSI 软件公司的 Packdesign 专业设计软件和 CIMPACK（森帕克）专业的包装结构设计软件等。其中英国 AG/CAD 公司 Kasemake 盒型设计系统软件、加拿大 EngView 公司的 Engview Package Designer CAD/CAM、Arden Software Ltd 公司的 Impact Design Software、荷兰 BCSI 软件公司的 Packdesign 专业设计软件和 CIMPACK（森帕克）包装结构设计软件 5 种软件都具有良好的绘图界面，且都具有盒型 CAD 设计、盒型库、盒型屏幕 3D 打样、盒型图像拼大版等基本的包装结构设计功能。本书会就 BOX-VELLUM、Artios CAD、Auto CAD、Pro/E 等软件在包装结构设计中的应用做详细描述。

二、缓冲包装优化设计与集装箱、托盘优化堆码和装载软件概述

MaxLoad Pro 软件是一个专业的货物装载及优化软件。它可以帮助包装工程师决定

如何装载不同大小的货物及混合货物于运载工具中。MaxLoad Pro 软件采用参量驱使的科学算法和广泛的堆码规则来决定最佳的货运方式，它可以帮助计算所需要的集装箱数目，提高装箱速度、控制货运成本。用户可以轻易地将现有的 SKU (Shelf Keeping Units) 输入 MaxLoad Pro 数据库，然后软件根据 SKU 的重量、数量、体积、目的地、货箱规格、堆码规则等作出分析，给出装箱方案。MaxLoad Pro 软件可根据用户的需求，将不同大小和不同形状的包装产品一起装载于箱子、托盘、运输工具里，还能对已定义的单一规格包装产品找出从托盘堆码到运输工具装载的最优方案 (图 1-1)。

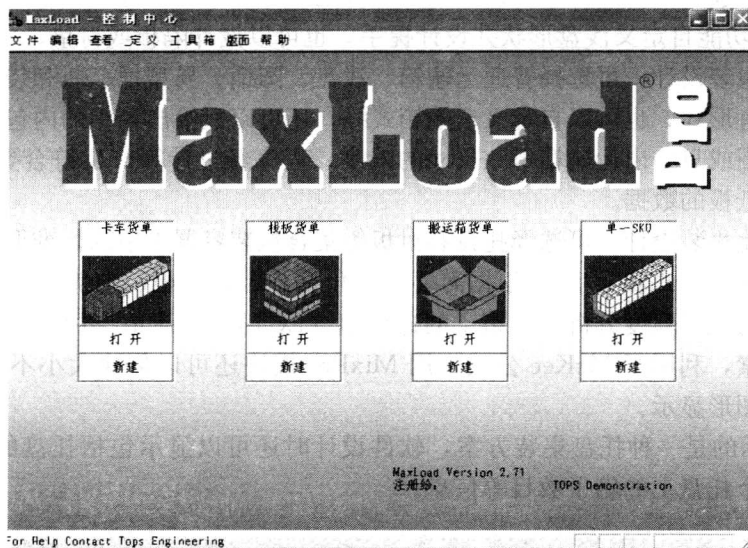


图 1-1 MaxLoad Pro 软件设计界面

TOPS Pro 软件由美国 TOPS 工程公司开发 (图 1-2)。目前在全球安装使用用户超过了 5500 家。经过多年的发展，TOPS Pro 软件已经成为世界公认的包装与运输专业技术人员必备的创造性设计软件。TOPS Pro 软件根据产品特性，从设计理念、纸盒包装、中

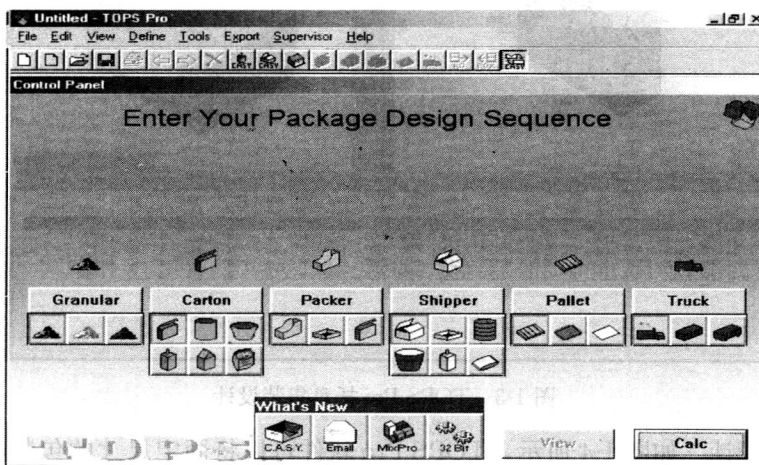


图 1-2 TOPS Pro 软件设计界面

包装、纸箱包装、托盘、堆码方式、纸箱强度分析到运输装载等一系列的设计步骤中，使包装结构大小和形状达到最佳，运输空间达到最大利用，成本达到最低。该软件可以实现以下功能。

(1) 内包装设计 可选择普通盒、圆形罐、桶、瓶、牛奶盒、薄膜袋等内包装容器库中的现有形式，也可以用 CASY 功能定义自己的内包装形式；同时，可将图形或公司的标志加到容器的不同表面上。设计人员只需选择包装形态、尺寸及特别图像，就可得到设计的内包装。

(2) 中包装设计 可选择展示盒、浅盘和普通盒等二次包装容器库中的现有形式，也可以用 CASY 功能自定义浅盘形状并设计提手，也可以设计隔板或衬垫。

(3) 运输包装设计 可选择普通运输箱、浅盘、圆桶、异型桶、瓶和袋子等运输包装容器库中的现有形式，也可以自定义运输箱式样，还可以只给出箱中的内包装数量或只给定一个数量范围或只给出运输箱每一尺寸的限制，程序经过计算产生符合要求的箱结构，并可以输出箱纸板的数据。

(4) 托盘化集装设计 可选择托盘和衬板等集合包装容器库中的标准形式，也可以自定义新托盘（包括样式和大小）。根据需要可加角柱、层间纸板、顶盖、收缩裹包或加紧固带等。其中的堆码强度分析基于箱子的边压值（ECT）、环压值（RCT）和 Kellicut 方法结合环境因素，利用了 McKee 公式。用 MixPro 模块还可以创建大小不一的包装产品的托盘混装及图形显示。

图 1-3 显示的是一种托盘集装方案，软件设计时还可以显示包括托盘的尺寸、重量、堆码形式、每个托盘上的箱子数目等信息。

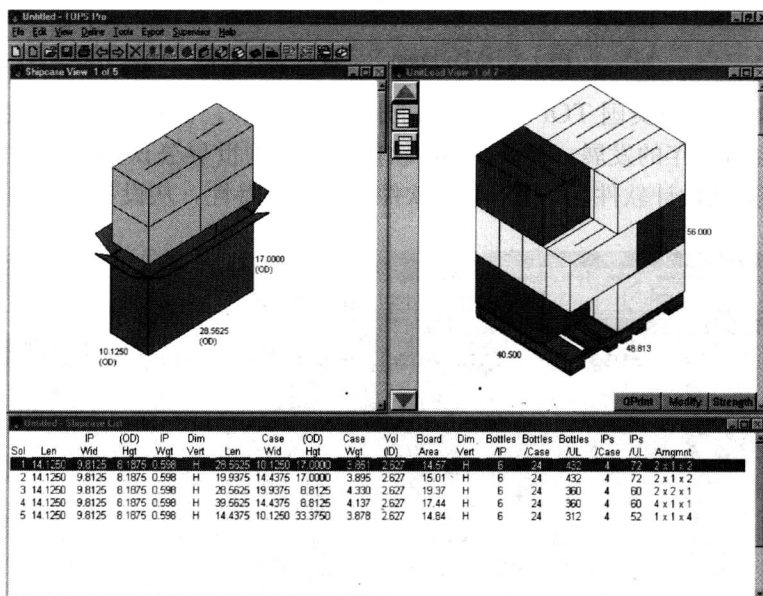


图 1-3 TOPS Pro 托盘集装设计

(5) 装载设计 如图 1-4 所示，TOPS Pro 软件可以将固定尺寸的包装箱或货板装入付运工具，可以很快看到载货空间优化的最佳方法，并透过堆码强度分析将损坏机会减

至最低，从而节省最多成本。用户可选卡车、船只和火车车辆等运输工具库中的现有形式或自定义运输器具。

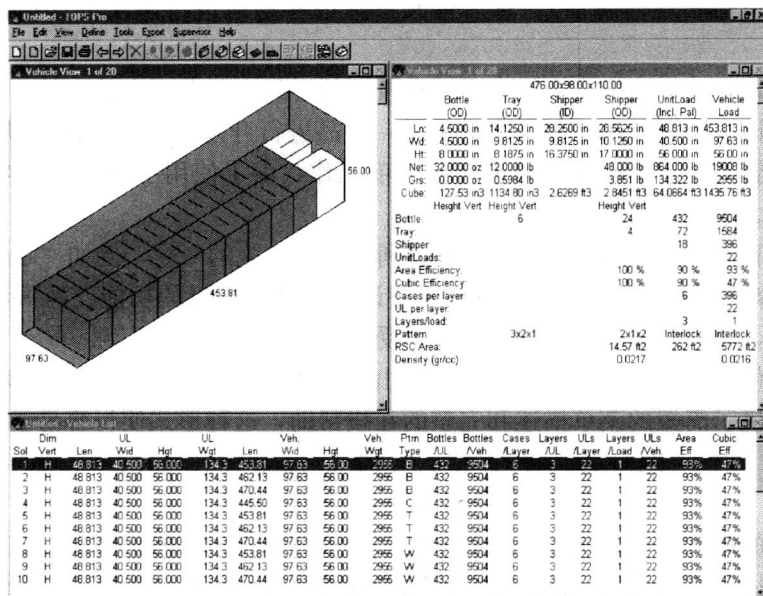


图 1-4 TOPS Pro 装载设计

三、Auto CAD 软件和 Pro/E 软件

Auto CAD 软件包含了丰富的绘图命令，利用这些工具可以绘制直线、构造线、多段线、圆、多边形、椭圆等基本图形；同时可以将绘制的图形转换为面域，或对其进行填充。用户可以将一些平面图形通过拉伸、设置标高和厚度转换为三维图形；还可以绘制三维曲面、三维网格、旋转曲面等图形。除此之外，Auto CAD 软件还可以标注图形尺寸、渲染三维图形、输出与打印图形等。

Pro/E 软件是一个从设计至生产的机械自动化软件，是新一代的产品造型系统，是一个参数化、基于特征的实体造型系统，并且具有单一数据库功能。

1985 年，PTC 公司成立于美国波士顿，开始参数化建模软件的研究。1988 年，V1.0 的 Pro/E 诞生了，经过 20 余年的发展，Pro/E 已经成为三维建模软件的领头羊。PTC 的系列软件包括了在工业设计和机械设计等方面的多项功能，还包括对大型装配体的管理、功能仿真、制造、产品数据管理等。Pro/E 还提供了目前所能达到的最全面、集成最紧密的产品开发环境。下面就 Pro/E 的特点及主要模块进行简单的介绍。

(1) 全相关性 Pro/E 的所有模块都是全相关的。这就意味着在产品开发过程中某一处进行的修改，能够扩展到整个设计中，同时自动更新所有的工程文档，包括装配体、设计图纸，以及制造数据。全相关性鼓励在开发周期的任一点进行修改，却没有任何损失，并使并行工程成为可能，所以能够使开发后期的一些功能提前发挥其作用。

(2) 基于特征的参数化造型 Pro/E 使用用户熟悉的特征作为产品几何模型的构造要素。这些特征是一些普通的机械对象，并且可以按预先设置很容易的进行修改。例如：设

计特征有弧、圆角、倒角等，它们对工程人员来说是很熟悉的，因而易于使用。装配、加工、制造以及其他学科都使用这些领域独特的特征。通过给这些特征设置参数（不但包括几何尺寸，还包括非几何属性），然后修改参数很容易地进行多次设计迭代，实现产品开发。

(3) 数据管理 加速投放市场，需要在较短的时间内开发更多的产品。为了实现这种效率，必须允许多个学科的工程师同时对同一产品进行开发。数据管理模块的开发研制，正是专门用于管理并行工程中同时进行的各项工作，由于使用了 Pro/E 独特的全相关性功能，因而使之成为可能。

(4) 装配管理 Pro/E 的基本结构能够利用一些直观的命令，例如“啮合”、“插入”、“对齐”等很容易把零件装配起来，同时保持设计意图。高级的功能支持大型复杂装配体的构造和管理，这些装配体中零件的数量不受限制。

(5) 易于使用 菜单以直观的方式联级出现，提供了逻辑选项和预先选取的最普通选项，同时还提供了简短的菜单描述和完整的在线帮助，这种形式使得容易学习和使用。

四、缓冲包装系统动力学特性分析 CAD

对设计好的缓冲包装系统进行动力学特性分析是评价包装防护性能、改进包装设计的基础，可以借助计算机完成。这里介绍比较普遍使用的有限元分析软件在缓冲包装动力学特性分析中的运用。

ANSYS/LS-DYNA 提供了一个跌落模块 DTM (Drop Test Module)，可以很方便地进行跌落仿真分析。在 DTM 设置对话框中，可以很方便地设置重力加速度、跌落高度、跌落角度、求解时间、结果数据输出步数、初始速度、地面属性等参数，以获取各种工况下产品包装系统跌落冲击响应特征，为产品缓冲包装设计提供依据。

下面以液晶显示器包装件为例，分析其跌落动力学特性。

① 建立实体模型。有限元模型是对已有的 CAD 模型的适当简化。可借助 Pro/E 等三维软件建立液晶显示器及其包装件的实体模型。模型主要包括：显示器前后壳、LCD 模组、PCB 模组、内外包装等（图 1-5）。

② 定义材料属性。

③ 划分网格（图 1-6）。

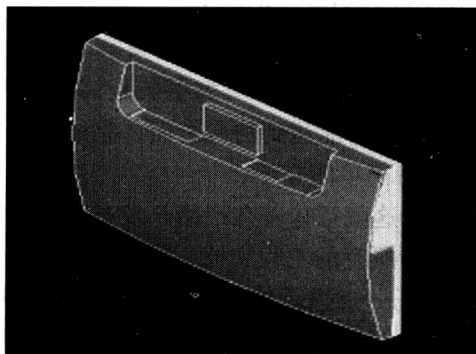


图 1-5 液晶显示器裸机实体模型

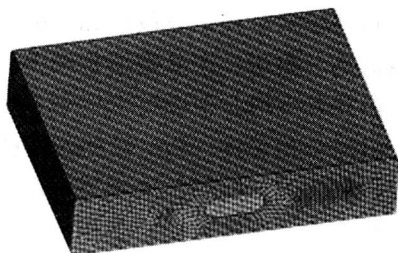


图 1-6 液晶显示器包装件有限元模型
与有限元网格划分

④ 定义接触及边界条件的施加。借助 DTM 模块可以很方便地进行跌落仿真分析。

⑤ 后处理并输出结果。现利用 LS-DYNA 有限元软件来计算四种跌落高度下液晶显示器包装件跌落时 LCD 的加速度响应 (图 1-7)。LS-DYNA 的计算结果及后处理可提供整体结构或任何一点的动态响应,从而为指导缓冲包装设计提供依据和参考。

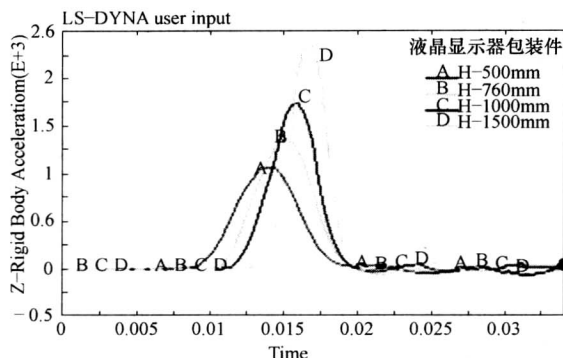


图 1-7 四种跌落高度下液晶显示器包装件跌落时 LCD 的加速度响应

第三节 包装 CAM

CAM (Computer Aided Manufacturing, 计算机辅助制造) 的核心是计算机数值控制 (简称数控), 是将计算机应用于制造生产过程的过程或系统。1952 年美国麻省理工学院首先研制成数控铣床。数控的特征是由编码在穿孔纸带上的程序指令来控制机床。此后发展了一系列的数控机床, 包括称为“加工中心”的多功能机床, 能从刀库中自动换刀和自动转换工作位置, 能连续完成直线和圆角等多道工序, 这些都是通过程序指令控制运作的。到目前为止, 计算机辅助制造有狭义和广义的两个概念。CAM 的狭义概念指的是从产品设计到加工制造之间的一切生产准备活动, 它包括 CAPP、NC 编程、工时定额的计算、生产计划的制订、资源需求计划的制订等。这是最初 CAM 系统的狭义概念。到今天, CAM 的狭义概念甚至更进一步缩小为 NC 编程的同义词。CAPP 已被作为一个专门的子系统, 而工时定额的计算、生产计划的制订、资源需求计划的制订则划分给 MRP II / ERP 系统来完成。CAM 的广义概念包括的内容则多得多, 除了上述 CAM 狭义定义所包含的所有内容外, 还包括制造活动中与物流有关的所有过程 (加工、装配、检验、存贮、输送) 的监视、控制和管理。

包装 CAM 主要是借助计算机和数控机床完成包装设计样稿的生产, 也可用于实际的包装加工。借助包装 CAM 可以节约设计和生产周期, 提高包装结构设计和制样的周期。以下介绍一种典型的纸箱纸盒电脑打样系统。

一、纸箱纸盒电脑打样系统

纸箱纸盒电脑打样系统主要由以下两部分组成:

(1) PC 机及专业设计软件 基于 windows 操作系统并安装有箱型盒型 CAD 设计软

件。首先在 PC 机的设计软件中完成箱型设计，图形的设计可以采用矢量绘图软件，比如 Corldraw、Freehand、Auto CAD 等软件，但一般需购买安装纸箱、纸盒专业设计软件。专业设计软件充分考虑了纸箱、纸盒行业的加工特点：含有功能强大的绘制模块及工具，丰富的符合国际行业标准的盒型库，使纸箱、纸盒的设计工作简便、快捷。如 Esko 公司 Artios CAD 结构设计软件，这些专业设计软件还具有强大的拼版功能，简单设置必要的参数可以自动生成拼版。有的专业设计软件充分考虑到模切板制作加工的工艺难点。用于制作模板时常用的中心定位、补偿线、压痕底贴、反弹海绵等功能在设计软件中均集成有相关的按钮，操作起来一步完成，制作的模切板精度高。因此选用盒型专业设计软件对工作事半功倍，而且设计软件具有高度稳定性、支持丰富的图形文件格式，并且最好选用与打样机设备集成的设计软件。

(2) 安装有切刀、压痕轮工具头的打样机 纸箱纸盒 CAD 设计软件完成纸箱、纸盒的盒型设计，然后将文件资料从 PC 机串口传送给打样机：打样机接收到数据资料后执行相应的切割、压痕加工（有的机器还可以完成彩色图案的喷墨打印）制作完成纸箱纸盒样品。打样机的基本结构组成如图 1-8 所示，以工作台面为平面坐标系，纵向为 X 轴，横向为 Y 轴，工具头的运动就是在两个方向。

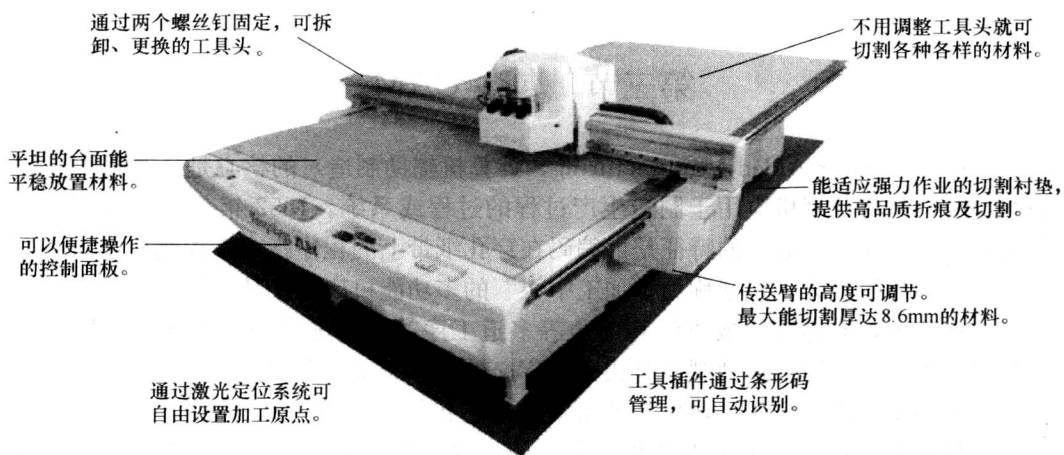


图 1-8 Kongsberg 盒型打样机基本组成

二、打样机的操作

(1) 在 PC 机上使用专业设计软件完成纸盒的设计，标注好尺寸并保存为相应文件格式。

(2) 在关闭机器驱动状态下，将待加工的纸板放置在工作台面的适当位置，启动真空泵，吸附固定纸板。

(3) 打开机器控制面板的驱动开关，用方向键移动多功能头到工作开始的起点，用定位激光头设置工作的原点。按下启动/停止按钮，打开打样机连线模式，准备接收数据。从 PC 机中输出 CAD 软件设计完成的文件数据，通过串行口传送到打样机。

(4) 打样机完成工作后，按启动/停止按钮返回到主菜单。

三、电脑打样机辅助系统

(1) 真空系统：为了使要切割压痕的纸板固定在打样机的工作台上，打样机提供了保持纸板固定的真空系统。主要有真空泵、塑料管道、下面具有空气沟槽、上面具有密排透气小孔的平板。为了获得理想的吸风保持纸板效果应尽量使工作区大于最大真空区。采用密闭封槽边吸附固定方式，可强力吸附小面积材料。

(2) 可选配高精度电子眼，用专用键盘可对多种参数设定并辅存大液晶显示参数和工作状态，操作界面友好，操作容易。

(3) 驱动系统：电器控制箱安装有 IC、电脑主板、I/O 板完成与 PC 机电脑文件数据的接收、转换。与多功能工具头通讯，进行切割刀、压线轮以及绘图笔的控制。采用先进的微步细分技术、步进伺服马达进行横向、纵向的驱动，马达转轴上装有高精度的反馈编码器印刷画册，控制精度高。线性滑轨为滚动摩擦，摩擦因数非常小，因此保证切割加工的定位精度高，使用于高速运动并且大幅降低所需驱动功率，避免机台运行不良。