



基于AutoCAD2009软件平台

食品工程CAD 技术应用及实例

杨松林 张嘉钰 主编

SHIPIN
GONGCHENG CAD
JISHU YINGYONG
JI SHILI



化学工业出版社



基于AutoCAD2009软件平台

食品工程CAD 技术应用及实例

杨松林 张嘉钰 主 编

董秀平 陈学武 郝建雄 张 静 副主编

SHIPIN
GONGCHENG CAD
JISHU YINGYONG
JI SHILI



化学工业出版社

· 北 京 ·

根据多年的食品工程 CAD 教学及应用经验, 并促进食品工程 CAD 技术推广和发展, 特编写了本书。

本书主要包括以下内容: 食品工程二维及三维 CAD 制图基础、二维及三维 CAD 图形绘制方法与实例、食品工程数据处理方法与实例、图形参数化编程技术及实例、常用图形符号库的开发等内容。其特点是将常用食品工程设计与 AutoCAD 绘图与设计系统应用、二次开发技术密切结合, 使得读者可以根据书中所提供的实例学习参考, 并能够达到举一反三的目的; 对 CAD 技术在食品工程设计行业的大力应用普及具有重要意义。

本书可作为专门从事食品工程设计及其相近专业技术人员使用, 也可供相关专业大中专院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

食品工程 CAD 技术应用及实例 / 杨松林, 张嘉钰主编.

北京: 化学工业出版社, 2010.12

ISBN 978-7-122-10037-5

I. 食… II. ①杨… ②张… III. 食品工程学-计算机辅助设计-应用软件, AutoCAD 2009 IV. TS201.1-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 234636 号

责任编辑: 徐 蔓 张 琼

文字编辑: 余纪军

责任校对: 宋 玮

装帧设计: 史利平

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京白帆印务有限公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 22 字数 552 千字 2011 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 68.00 元

版权所有 违者必究

前言

食品工程是研究食品工业生产中所用加工方法、过程和装置的一门技术科学。它是食品生产工艺和设备的设计食品工程基础。它涉及化学、物理、农学、生物化学、生物学、微生物学、化学工程、生化工程、机械工程、人体营养与食品卫生学、包装材料和工程、环境治理与工程等多门科学。其研究的对象是食品生产中单一的或复合的过程和典型设备,食品工程的任务是不断为食品工业生产的科学、合理、优化,提供必要的论证、技术和设备机理。

将食品工程制造过程加以分类整理,通常可归纳为由若干应用较广的单元操作基本过程组成。食品工程具有基本学科的性质,它所研究的基本原理是各门类食品工艺学、发酵工艺学、食品机械学等学科的主要基础和组成部分。食品工程的重要任务之一是提高其生产自动化程度,以及食品工程设计的最优化及计算机的应用,而这恰恰与工程 CAD 技术及应用密切相连。

ECAD (Engineering Computer Aided Design) 工程计算机辅助设计是将计算机技术应用到工程设计领域中,包括计算、统计、分析、优化、制图及技术经济分析等。工程 CAD 技术的开发与应用,彻底改变了传统的设计方法,无论在设计速度、精度、图面质量、出错率以及在社会效益和经济效益等方面都具有传统设计方法无法比拟的优点。

随着 CAD 技术日新月异的发展,其应用日益融入到食品工程设计中。这种应用大大提高了其设计效率,但是,由于食品工程设计本身的复杂性和广泛性,简单地将 CAD 绘图软件系统用来绘制二维图形,已经不能满足食品工程设计的需要。需要将 CAD 软件更深层次的应用,应逐步向更细分的应用技术和用户市场方向发展;针对更高层次不同的设计需求,用户必须不断深入、熟练掌握 CAD 软件操作应用技术如二维、三维、二次开发技术,才能满足日益增长的食品工程及其生产、设计的需要。

AutoCAD 软件是美国 Autodesk 公司开发的著名的微机 CAD 软件,它是目前最优秀、最流行的二维、三维一体化的计算机辅助设计软件之一,它充分体现了当前 CAD 技术发展的前沿和方向,在机械、建筑、航空航天、汽车、工程建设、化工、纺织、电气、电力以及工程建设方面,尤其是在工程设计领域有着非常广泛的应用。自从 1982 年 Autodesk 公司推出其 1.0 版本以来,到目前为止已经发布 20 多个版本,该软件系统从 2004 版起,逐步增加了文档加密、真彩色、颜色渐变填充等内容,同时发展了许多新功能,尤其在三维设计方面有很多改进,增加了三维动画仿真功能,它将设计的全过程——即草图、表格设计、计算查表(需要二次开发)、二维图形绘制、三维图形绘制、动画仿真等功能平台性技术几乎集于一身,为工程设计人员提供了一个良好的技术服务平台。使得设计者的设计工作更加完善、更节约时间、人力、物力和财力等。

工程 CAD 的重要内容之一是研究将 CAD 技术如何良好地应用于食品工程设计，探索与食品工程及设计专业结合的方法与技巧，发现二者的有机结合点。本书编者在工程 CAD 教学过程中发现，将 CAD 软件的二维、三维、二次开发实用操作技术应用于食品工程设计行业，是将食品工程 CAD 技术发展引向深入的一个很好的方向，在多年的工程 CAD 教学基础上，取得了一些这方面的应用经验，将其编写出来，以期在食品工程 CAD 技术推广、发展过程中尽到自己的微薄之力。本书尽可能做到体现 CAD 技术的先进性、实用性、适用性、通用性，尽量做到理论联系实际，它既可作为食品工程及相关技术人员的参考书，也可作为相关技术行业的本专科学生的教学参考资料，书中所有二维、三维图形和二次开发源程序均以通过上机调试。

本书共分 8 章，各章编者分别是：第 1 章有杨松林、张静；第 2 章有杨松林、董秀平、张静、徐金鑫；第 3 章有杨松林、徐金鑫；第 4 章有杨松林、张嘉钰、董秀平、陈学武、彭国良、陈仲祥；第 5 章有杨松林、张嘉钰、董秀平、陈学武、张静、彭国良、陈仲祥；第 6 章有杨松林、张嘉钰、董秀平、郝建雄、李慧颖、陈仲祥；第 7 章有杨松林、张嘉钰、郝建雄、李慧颖；第 8 章有杨松林、徐金鑫。

本书还得到了张钢、庞西南、杨懋、牛宏、孙二晓、安涛、黄苏、崔广昌、史晓陪、赵炜、卢静、宋翊云等同学大力支持，在此向他们表示衷心的感谢。

本书由杨松林、张嘉钰负责统稿，由于编者水平有限，书中难免存在缺点和不足，衷心希望广大读者给予批评和指正。

编 者
2010 年 8 月

目录

第 1 章

绪论

1

- 1.1 工程计算机辅助设计 (ECAD) 概论..... 1
- 1.2 食品工程 CAD 技术发展及应用技术概述 6
- 1.3 工程 CAD 制图有关国家标准简介 8

第 2 章

食品工程二维 CAD 制图基础

19

- 2.1 AutoCAD 2009 软件简介..... 19
- 2.2 CAD 文件基本操作..... 21
- 2.3 简单图形绘制..... 24
- 2.4 图形环境设置..... 29
- 2.5 图形编辑..... 35
- 2.6 精确绘图方法..... 39
- 2.7 复杂绘图方法..... 42
- 2.8 尺寸标注与设置..... 46
- 2.9 图形打印输出..... 54

第 3 章

食品工程三维 CAD 制图基础

55

- 3.1 概述..... 55
- 3.2 三维几何模型的分类及造型方法 56
- 3.3 三维坐标系..... 56
- 3.4 三维观察操作..... 58
- 3.5 三维简单图形绘制..... 61
- 3.6 三维图形编辑方法..... 65
- 3.7 三维图形的精确绘制方法..... 73
- 3.8 三维图形尺寸标注方法..... 76
- 3.9 三维图形转二维图形输出 (投影视图、透视图、剖视图) 77
- 3.10 三维曲面造型..... 82
- 3.11 三维装配图、爆炸图绘制方法..... 84
- 3.12 三维参数化编程技术..... 85
- 3.13 材质、灯光、场景、渲染方法..... 88
- 3.14 三维设计视觉表达方法..... 90
- 3.15 各种剖视图生成..... 93

第 4 章	食品工程二维图形设计应用实例	96
4.1	食品工艺流程图设计	96
4.2	食品厂设备布置图实例	103
4.3	食品厂管道布置图	106
4.4	食品厂厂区布置图	109
第 5 章	食品工程三维图形设计应用实例	114
5.1	某方便面厂厂房设计实例	114
5.2	食品机械零件图实例	128
5.3	食品机械装配图实例	135
第 6 章	食品工程数据处理方法与实例	183
6.1	编程环境简介	183
6.2	表格处理方法及实例	188
6.3	线图处理方法及实例	201
6.4	MATLAB 软件应用	206
6.5	数据文件处理方法及实例	210
6.6	物料衡算实例	217
第 7 章	常用食品工程图形参数化编程技术及实例	223
7.1	概述	223
7.2	食品工程二维参数化编程实例	224
7.3	食品工程三维图形参数化编程实例	263
第 8 章	食品工程常用图形符号库的开发	297
8.1	图形符号库的建立步骤	297
8.2	菜单的定义及调用	298
8.3	食品工程常用图形符号库创建实例	300
附录 1	AutoCAD2009 命令名称表	309
附录 2	AutoCAD2009 系统变量表	321
附录 3	AutoCAD 2009 Visual lisp 常用函数表	335
参考文献		345

第1章

绪论

1.1 工程计算机辅助设计 (ECAD) 概论

1.1.1 概述

工程计算机辅助设计 (Engineering Computer Aided Design, 简称工程 CAD) 是用计算机硬件、软件系统辅助工程技术人员进行产品或工程设计、修改、显示、输出的一门多学科的综合应用新技术。它是随着计算机、外围设备及其软件的发展而逐步形成的高技术领域。经过 40 多年的发展, CAD 技术在国内外已被广泛应用于机械、电子、航空、建筑、纺织、化工、环保及工程建设等各个领域。

从 20 世纪 80 年代开始, CAD 技术应用工作在我国逐步得到开展, 经过“七五”的努力, 取得了明显的经济效益。采用 CAD 技术后, 工程设计行业提高工效 3~10 倍, 航空、航天部门二科研试制周期缩短了 1~3 倍, 机械行业的科研和产品设计周期缩短了 1/3~1/2, 提高工效 5 倍以上; 特别是近些年, 我国在 CAD 应用和开发方面, 取得了相当大的进展, 二维 CAD 技术已经趋于成熟, 三维 CAD 技术正处于蓬勃发展时期。当然, 从总体水平上讲, 我国 CAD 技术水平与国外工业发达国家相比还有很大的差距; 各地、各行业在 CAD 技术的应用、发展上不尽一致, 特别是在 CAD 技术应用的广度和深度上, 以及对 CAD 普及发展作用的认识方面, 仍然存在着需要解决的问题。

众所周知, 人才培养是开展 CAD 应用工程的重要环节之一, 只有广大的工程技术人员掌握了 CAD 技术, 才有可能使之转化为生产力, 促进 CAD 技术向纵深方向发展。从 20 世纪 90 年代初期国家科委、国家教委等八部委就开始联合推广“CAD 应用工程”, 先后建立了九大 CAD 培训基地、几百个培训网点, 开展 CAD 技术的普及推广工作。

推广 CAD 技术的重要意义在于: 它是加快经济发展和现代化的一项关键性技术, 是提高产品和工程设计的技术水平, 降低消耗, 缩短科研和新产品开发以及工程建设周期, 大幅度提高劳动生产率的重要手段; 是科研单位提高自主研究开发能力, 企业提高应变能力和管理水平, 参与国际合作和竞争的重要条件; 也是进一步向计算机辅助制造(CAM)、计算机集成制造系统(CIMS)发展的重要基础。CAD 技术及其应用水平已成为衡量一个国家科技现代化和工业现代化水平的重要标志之一。了解 CAD 的发展历史, 有助于人们更好地、更有效地应用这门关键技术。

1.1.2 CAD 的基本概念

1973 年, 当 CAD 处于发展初期的时候, 国际信息联合会就给 CAD 一个广义的定义:

“CAD 是将人和计算机混编在解题专业组中的一种技术,从而将人和计算机的最佳特性结合起来。”人具有图形识别的能力,具有学习、联想、思维、决策和创造能力,而计算机具有巨大的信息存储和记忆能力,有丰富灵活的图形和文字处理功能和高速精确的运算能力,上述人和计算机最佳特性的结合是 CAD 的目的。

CAD 有广义和狭义之分,广义 CAD 即指国际信息联合会给 CAD 定义的一切设计活动;而狭义的 CAD 是指工程 CAD,是在产品及工程设计领域应用计算机系统,协助工程技术人员完成产品及工程设计的整个过程。

在方案设计及技术设计阶段,CAD 应用尤为广泛。计算机辅助设计系统则是指进行 CAD 作业时,所需的硬件及软件两大部分集合。一个完整 CAD 系统的硬件部分应包括主机、图形输入设备、图形显示器及绘图设备。它区别于一般事务处理计算机系统之处,主要在于 CAD 系统具有较强的图形处理能力。在计算机辅助设计工作中,计算机的任务实质上是进行大量的信息和图形的加工、管理和交换。也就是在设计人员初步构思、判断、决策的基础上,由计算机对数据库中大量设计资料进行检索,根据设计要求进行计算、分析及优化,将初步设计结果显示在图形显示器上,以人机交互方式反复加以修改,经设计人员确认后,在绘图机或打印机上输出设计结果。

1.1.3 CAD 技术发展历程

在科学研究工作中运用计算机进行大量计算,以及在工作中应用计算机进行数据处理,在 20 世纪 50 年代已早见成效。相比之下,在工程技术中,特别是在具体设计工作中运用计算机则显得较晚。这主要是由于在设计工作中,传统的信息传递方式是工程图纸,在计算机上需用大量数据才能描述各种几何图形,并要求能将图形输入计算机中,以及输出到图纸上。如果没有相应的硬件及软件,这是难以实现的。

关于 CAD 的历史要追溯到 20 世纪 50 年代。值得一提的是,美国麻省理工学院(MIT)在这方面作了开拓性的研究工作。1950 年第一台图形显示器作为 MIT 旋风工号(Whirlwind I)计算机的附件诞生了。该显示器用一个类似于示波器的 CRT 来显示一些简单的图形。1958 年美国 Calcomp 公司把联机的数字记录仪发展成滚筒式绘图仪,GerBer 公司把数控机床发展成为平板式绘图仪。1963 年,MIT 在美国计算机联合会的年会上,集中发表了五篇有关 CAD 的论文。当时他们这样来描述 CAD:设计师坐在荧光屏的控制台前,用光笔操作,从概念设计到生产设计,都可以实现人机交互,设计师可随心所欲地对计算机所显示的图形进行增、删、改,利用这种计算机系统,人们可以在十几分钟内完成通常需要几个星期才能完成的设计工作。这在当时看来,多少带有一些神奇色彩,然而却极大地地震动了讲求实效的工程技术界。不久,美国通用汽车公司和 IBM 公司率先设计了 DAC-1(Design Augmented by Computer)系统,利用计算机来设计汽车外形与结构,这可以说是 CAD 技术用于工程设计的最早例子。这一阶段 CAD 技术处于被动式的图形处理阶段,人们称其为准备和酝酿时期。

20 世纪 60 年代,计算机硬件从晶体管计算机发展到集成电路计算机,计算机运行速度及内存容量有了很大提高,为在更广阔的范围内应用计算机创造了条件。以大型计算机为基础的 CAD 技术,开始在少数大型企业,特别是在汽车与飞机制造业中得到发展。美国洛克希德(Lockheed)飞机制造公司与 IBM 通用机器制造公司联合开发了基于大型计算机的 CAD/CAM 计算机辅助设计与制造系统 CADAM,即“计算机图形增强设计与制造软件包”,它用于设计及绘图,并具有三维结构分析能力。此时有关 CAD 的理论研究也有了较大进展,

提出了计算机图形学、交互技术、分层存储符号的数据结构等新思想,从而为后来的 CAD 技术发展奠定了理论基础。60 年代中期出现了许多商品化的 CAD 设备,60 年代末期,美国安装的 CAD 工作站达到 200 多台,可供几百人使用,此时 CAD 技术处于蓬勃发展和应用时期。

20 世纪 70 年代, CAD 技术进入广泛使用时期。计算机硬件从集成电路发展到大规模集成电路,使小型计算机性能价格比有了大幅度提高。开始出现了基于小型机的 CAD 成套系统 (Tumkey System),即交钥匙系统,1970 年美国 Applicon 公司第一个推出完整的 CAD 系统。出现了面向中小企业的 CAD/CAM 商品化系统,它包括图形输入及输出设备和相应的应用软件,软硬件配套使用。70 年代末,美国 CAD 工作站安装数量超过 12000 台,使用人数超过 2.5 万人,此时中、小企业也开始关注并采用 CAD 技术。

20 世纪 80 年代 CAD 技术进入突飞猛进发展时期,特别是小型机及微型机的性能不断提高,价格不断下调。计算机外围设备如彩色高分辨率图形显示器、大型数字化仪、自动绘图机等品种齐全的图形处理装置已逐步形成质量可靠的系列产品,并已成为 CAD 系统的一般配置,为推动 CAD 技术向更高水平发展提供了必要条件。在这个时期,图形系统和 CAD/CAM 工作站的销售数量与日俱增,美国实际安装的 CAD 系统达到 63000 套, CAD/CAM 技术从大中企业向中小企业扩展,从产品设计发展到用于工程设计和工艺设计。

在此期间,适用于小型机及微型机的软件技术也迅速提高,发展了数据库技术,开发了大量图形软件,以及与现代设计方法相适应的各种应用软件(如有限元结构分析软件、优化设计软件等)。大量成熟的商品化软件不断涌现,又促进了 CAD 技术的应用与发展。由于国际上商品市场竞争日益加剧,要求加快产品更新换代,产品由原来单一品种、大批量生产模式转向多品种、高质量、小批量生产模式。因而,传统的人工设计方法已不能适应这种市场变化的要求,广大中、小企业纷纷求助于 CAD 技术。广泛的社会需求及应用,又促使 CAD 技术得到进一步的发展与提高。

开放式、标准化、集成化和智能化成为 20 世纪 90 年代 CAD 技术发展的鲜明特色。由于微机、工作站及其操作系统在 Internet 环境下构成了 CAD 系统的主流工作平台,因此现在的 CAD 技术及其系统都具有良好的开放性、图形接口,图形功能日趋标准化。在 CAD 系统中综合应用正文、图形、图像、语音等多媒体技术和人工智能、专家系统等技术大大提高了自动化设计程度,出现了智能 CAD 学科。智能 CAD 技术把工程数据库及其管理系统、知识库及其专家系统、拟人化的用户管理系统集于一身,为 CAD 技术发展提供了更广阔的空间。

1.1.4 CAD 技术的现状

CAD 技术经历了二维绘图、三维线框造型、曲面造型、实体建模、变量化设计、参数化造型、特征建模、复合建模、装配及参数化、智能化设计等阶段。随着计算机硬件的不断发展,目前 CAD 软件技术的发展具有如下几个方面特点。

(1) 易用性

① 硬件平台 微机性能大大提高,价格大幅下降,使得原来只能在 UNIX 操作系统上运行的高档 CAD 软件纷纷转移到微机平台上,从而大大降低了 CAD 系统的总投资。

② 软件环境 大量的计算机用户非常熟悉微机的操作系统,它几乎成为无需培训便可使用的软件环境。由于大量的 CAD 软件采用微机操作系统作为平台,因此提高了 CAD 系统的易用性。

③ 网络环境 并行工程和协同工作已经成为 CAD 行业无可争议的发展方向,因此 CAD 软件还需要解决不同人员、不同地点之间的数据共享问题。Web 技术是解决这个问题的理想手段,是 CAD 软件广泛采用的重要技术。

(2) 成熟性 经过 30 多年的发展, CAD 的核心技术——几何拓扑学已经趋于成熟,并且逐步形成公认的图形标准。目前使用最为广泛的有 Parasolid 和 ACIS 等图形核心软件。CAD 软件供应商把主要精力集中在如何给用户提供更加方便、有效、快速的设计与分析的使用工具。软件的成熟性还表现在通用 CAD 系统的功能几乎大同小异,用户无需在软件功能的比较和选型方面下很大的工夫,而应该把更多的精力放在该软件的发展策略和技术服务能力的考察上面。

(3) 智能性 随着 CAD 技术不断发展,设计知识从一个零件的关键尺寸参数化逐渐发展到零件特征的参数化和装配件关键尺寸的参数化等几何知识。近两年设计知识进一步扩充到整体几何设计知识,如零件的体积、表面积、转动惯量等参数控制,甚至于控制非几何的设计知识,如规定装配件中零件的联接方式、运动部分的活动范围,从而大大提高了设计水平和设计效率。

(4) 集成性 为了实现并行工程和协同工作,作为设计的龙头 CAD 软件必须尽早与下游的各项工作进行快速有效地通信,因此 CAD 和 CAM、CAPP、CAE 的集成一直是 CAD 供应商追求的目标。随着产品数据管理要求的日益增长, CAD 集成到 PDM 系统(产品数据管理系统)也成为当前的重要课题之一。人们普遍认识到各个软件孤岛将会给整个企业的管理带来没完没了的麻烦。

在实际 CAD 应用系统中用户通常采用混合应用模式,即一般高档的 CAD 软件负责复杂的零件设计、分析与加工编程;中档软件负责对一般零件的设计;低档软件负责绘制工程图纸;最后在高档或中档 CAD 软件中实现装配、虚拟样机和干涉检查。这种混合型的应用是比较经济的,但是必须解决好这三档 CAD 软件之间的数据交换,最好选用同一个供应商推出的无缝联接的 CAD 系列软件。

1.1.5 CAD 技术未来发展趋势

根据当今计算机硬件及软件发展状况,预计 CAD 技术今后将在以下几个方面进行重点研究,并将取得进展。

(1) CAD 系统的智能化 用于设计的 CAD 系统近十年有了迅速的发展,很多著名的 CAD 系统软件,在产品或工程设计、分析、计算与绘图等方面发挥了重要的作用。但设计工作并不仅限于此,在设计过程中,尤其是方案设计阶段,还必须根据专家丰富的经验与知识,做出合理的判断与决策,才能获得优良的设计成果。

将领域专家的知识与经验,运用人工智能技术,归纳成一些规则,形成知识库。再利用推理机制,进行推理及判断,最终应用计算机处理后,获得具有专家水平的设计结果。这种将人工智能技术与 CAD 技术相结合,使 CAD 系统智能化的计算机程序,又称为专家系统。20 世纪 90 年代初,应用于工程设计的专家系统已取得令人瞩目的成绩,预计在未来发展过程中它将充分展示其应用潜力和广泛的应用前景。

(2) 实体造型与仿真 三维几何造型是近年来为适应 CAD 发展而不断完善的一种绘制三维形体的软件系统。表达一个三维形体的建模方法基本上有三种:线框建模、表面建模、

实体造型。前两种建模方法的缺点是不能惟一地表达空间三维物体,而且无法对物体进行剖切,以表达物体的内部结构。因而近年来又发展了实体造型 (Solid Modeling)。实体造型是用基本体素的组合,并通过集合运算和变形操作来建立三维形体的建模方法。它不仅可静态造型,还可进行动态造型;不仅能准确地表达三维物体的形状,还可以通过色彩、光照、浓淡处理来增强显示物体的真实感;不仅能对所建立的模型提供几何信息,还能提供物体的体积、重量、加工要求等非几何信息。目前市场上已推出有多种实体造型功能的商品化软件。整个 20 世纪 90 年代,实体建模发展近乎成熟,并达到高水平实用化程度。

计算机仿真就是在计算机上建立一个工程设计的实际系统(如机构、机器、机械手、机器人甚至整个工厂等)的计算机模型,并通过运行仿真软件代替实际系统的运行,以便对设计结果进行试验和考核。仿真的内容十分广泛,设计阶段的仿真有应力分析、振动分析、机构、动态分析等;制造阶段的仿真有数控仿真、机器人仿真、搬运仿真、测试仿真、加工刀具轨迹仿真等。仿真与三维实体造型关系十分密切,它的发展将依赖于实体造型与计算机图形学的发展。

(3) CAD 系统的集成化 CAD 系统的集成化是当前 CAD 技术发展的另一个重要方面。集成化形式之一是将 CAD 与 CAM 集成为一个 CAD/CAM 系统。在这样的系统中,设计师可利用计算机,经过运动分析、动力分析、应力分析,确定零部件的合理结构形状,自动生成工程图纸文件,存放在数据库中。再由 CAD/CAM 系统,对数据库中的图纸数据文件,转换后记录在磁盘上,直接用它控制计算机数控机床(CNC)去加工制造,形成所谓的“无图纸生产”。CAD/CAM 的优点是技术先进、降低成本、提高产品竞争力。目前在印刷电路板和集成电路设计制造中已取得明显的经济效益。

CAD/CAM 进一步集成是将 CAD/CAM(计算机辅助制造)、CAPP(计算机辅助工艺规程)、CAT(计算机辅助试验)、PDM(产品数据管理)集成为 CAE(Computer Aided Engineering, 计算机辅助工程系统),使设计、制造、工艺、数据管理、测试工作一体化。

设计与制造更高层次的集成,即当今所谓的计算机集成生产系统(Computer Integrated Manufacturing System, 简称 CIMS),把产品规划、设计、制造、检验、包装、运输、销售等各个生产环节均包含在内的计算机优化和控制系统,以期实现产品生产的高度自动化。为提高产品在国际市场的竞争力,目前不少大型跨国公司都在致力于 CIMS 系统的开发与研究,我国在这方面的研究也取得了可喜的成就。

随着 CAD 技术的发展和日趋完善,以及 CAD 系统的普及应用,可以预料,计算机辅助设计系统必将成为设计工作中不可缺少的手段,计算机辅助设计方法也将成为从事设计工作的工程技术人员必须掌握的基本技能。因此,对一位跨世纪的工程技术人员来说,尽早掌握 CAD 技术是十分必要的。

1.1.6 CAD 技术的内涵

CAD 是一种用计算机硬件、软件系统辅助工程技术人员对产品或工程进行设计的方法与技术,包括设计、绘图、工程分析与文档制作等设计活动,它是一种新的设计方法,也是一门多学科综合应用的新技术。

基础的 CAD 工作涉及以下一些技术:

- (1) 图形处理技术,如自动绘图、几何建模、图形仿真及其图形输入、输出技术;
- (2) 工程分析技术,如有限元分析、优化设计及面向各种专业的工程分析等;

(3) 数据管理与数据交换技术,如数据库管理、产品数据管理、产品数据交换规范及接口技术等;

(4) 文档处理技术,如文档制作、编辑及文字处理等;

(5) 软件设计技术,如窗口界面设计、软件工具、软件工程规范等;

(6) 工程设计与产品设计仿真。

近十多年来,由于先进制造技术的快速发展,带动了先进设计技术的同步发展,使传统CAD技术有了很大的扩展,人们将这些扩展的CAD技术总称为“现代CAD技术”。任何设计都表现为一种过程,每个过程都由一系列设计活动组成。这些活动既有串行的设计活动,也有并行的设计活动。目前,设计中的大多数活动都可以用CAD技术来实现,但也有些活动尚难用CAD技术来实现,如设计的需求分析、设计的可行性研究等。将设计过程中能用CAD技术实现的活动集合在一起就构成了CAD过程,随着现代CAD技术的发展,设计过程中越来越多的活动都能用CAD工具加以实现,因此CAD技术的覆盖面将越来越宽,以至整个设计过程就是CAD过程。

1.2 食品工程CAD技术发展及应用技术概述

1.2.1 国内食品工程CAD技术发展概况

食品工程CAD技术相比机械、建筑、汽车、电子等行业应用起步比较晚;在选用CAD技术时在技术、资金、设备等方面存在一些问题,这很大程度上制约了CAD技术的发展和普及。且食品工程与设备包含面比较广,工艺流程及设备种类繁多、复杂,其CAD应用技术发展相对缓慢。

食品工程所研究的基本单元操作一般包括:物料输送、清洗、分级、破碎、分离、混合、乳化、传热、浓缩、干燥、制冷、真空操作和包装。食品制造过程通常由其中的几个基本单元操作过程组成。食品工程CAD就是研究上述这些基本单元所涉及的工艺、工程、工厂、机械中设计、生产、制造、管理等过程。尤其是2001年11月中国加入WTO之后,食品工程设计及企业信息化需求明显增长。

目前,我国的食品工程CAD技术主要包括食品工厂设计CAD、工艺设计CAD、食品机械CAD等内容。CAD技术在食品工业中的应用已经全面展开,相应软件的开发为我国应用和大力推广食品工程CAD技术发展提供了很好的环境。

1.2.2 国内食品工程CAD技术的主要应用

工程CAD技术在食品工程与工艺设计领域也得到了推广,并且取得了较好的经济效益和社会效益。其具体应用主要包含以下几个方面。

(1) 食品工厂设计CAD 食品工厂设计由于其理论多、概念及参数多、公式杂、绘图工作量较大等,在整个设计工作中不仅费时,且较枯燥。采用CAD软件技术后,对设计中的图形、计算、数表、线图的处理完全可以应用CAD技术在计算机上进行,这样不仅提高工程设计人员的计算机操作能力和采用先进技术的意识,同时可以规范、快速、准确地完成其工艺设计、空调设计和经济分析等内容,可大大缩短论证和设计的时间,减少有关的工作,具有较好的经济和社会效益。食品工厂设计CAD工作具体主要包括:

① 厂房型式的选择及设计: 运用CAD技术进行各种型式厂房主体骨架图设计;

② 工艺流程和机器选择: 运用数据库技术给出的所有工艺流程选择适当的工艺, 并加以修改, 当选择机器时, 从数据库中调用各种机型的技术数据, 可省去查阅各种《手册》及资料;

③ 工艺参数和机台配备: 运用CAD编程技术进行工艺参数的选择和工艺计算, 代替人工查阅图书资料公式、数表、线图处理, 可自动显示计算结果;

④ 车间布置和机器排列: 运用CAD图库技术建立国内典型厂家的车间布置和机器排列图库, 使得设计者可随时调用查看机器排列图; 同时建立相应的图形符号库表达各种机器、柱网、尺寸标注等。

CAD技术的应用可以提高设计兴趣, 可使设计人员省去大量查阅资料的时间, 摆脱繁琐的工艺计算, 缩短了画草图和正式图的时间, 提高了工作效率, 可以轻松愉快地完成食品工厂的CAD设计任务。

(2) 食品工艺设计CAD 在食品工业领域, 针对不同的产品加工, 需进行不同的工艺计算、设计过程, 运用CAD技术将产品选择(等), 机型选择, 设计参数确定, 计算、分析等工作程序化、自动化, 从而快捷方便地得到准确的设计结果, 保存打印等设计内容。

(3) 食品机械设计CAD 食品机械所包含的内容十分丰富, 它是根据食品工艺及其生产流程所用到的设备来划分的。主要包括以下13类。

物料输送工艺: 输送固体物料的设备有带式输送机、斗式输送机、螺旋输送机、链式输送器和气力输送器等。输送液体物料的常用泵有离心泵、螺杆泵和旋转泵。

清洗工艺: 包括旋转滚筒式清洗机、刷式清洗机、鼓风式清洗机、洗瓶机等。

分级工艺: 包括筛子、滚筒分级机、分离输送带和筛选机等。

破碎工艺: 包括锤式粉碎机、辊式磨粉机、盘式磨粉机等。

分离工艺: 包括压力过滤机, 如板框压滤机、硅藻土过滤机和转鼓式过滤机等。

混合工艺: 颗粒状物料的混合设备有螺带式混合槽和螺旋式混合器等。

乳化工艺: 一种特殊的混合操作, 包含着粉碎和混合的双重含意。通常采用的乳化设备有以乳化剂为乳化作用的搅拌乳化器和以机械剪力为主的胶体磨、均质机等。

传热工艺: 包括列管式换热器、片式换热器等。

浓缩工艺: 包括循环型和单流式蒸发器等。

干燥工艺: 包括对流干燥器, 其分类有厢式干燥器、隧道式干燥器、沸腾床干燥器、气流干燥器、回转圆筒干燥器、振动式圆筒干燥器、喷雾干燥器、蒸汽流干燥器等。接触式干燥器有滚筒干燥器、真空干燥器和带式真空干燥器等。还有辐射干燥器、高频干燥器等。

真空工艺: 包括活塞式真空泵、水环式真空泵、旋片式真空泵、水力喷射泵等。

包装工艺: 包括灌装机构, 其分类有重力灌装、等压灌装、真空灌装、机械压力灌装机构等。

制罐工艺: 相应的机械有切板机、制盖设备、罐身制造机械、翻边机、封罐机、实罐封口机等。

上述13类食品机械的零件及整机设计特别适合造型、装配、仿真的三维CAD技术的全面应用。而国内目前在这方面的设计应用是深度不一、参差不齐的。

1.3 工程 CAD 制图有关国家标准简介

1.3.1 概述

CAD 工程制图是整个 CAD 技术中不可缺少的重要部分,是社会进步与科学技术不断发展的必然趋势,也是从繁重的手工制图劳动中解放出来、提高绘图速度和质量的卓有成效的必然途径。CAD 工程制图是人们长期科技发展的重要任务和关键技术,它已经引起社会各界的重视和各行各业的应用。目前,随着 CAD 制图应用的深入,CAD 工程制图也不断向前发展,不断地趋向完整化、规格化,并逐步实现标准化。

(1) CAD 制图软件分类 CAD 制图软件大致可以分为三类。

① 国外引进的通用 CAD 辅助设计绘图软件,如 AutoCAD、CADKEY 等,以及在工作站或 32 位超级微机上运行的 IDEAS、CATIA、UG II 等 CAD 软件,这些软件均能生成机械、建筑、电气等方面的一般性图样。

② 引进国外大、中、小型计算机随机带来的专用绘图软件,这些软件通常是在一定的条件下使用来绘图的。

③ 国内开发的软件:通常是国内某些高校、公司参照国外相应 CAD 制图软件模式而开发的设计的软件。

这三类软件各有特点,其中前两类必须经过 CAD 二次开发,使其符合我国的 CAD 制图标准,加上自己所需要的内容,这两类软件可靠性强,使用起来也比较方便;对于第三类软件,由于我国 CAD 开发技术与国外相比的滞后,以及在设计与制作上所花费的工作量大,其可靠性不如前两类,但其在某些特定的领域实用性比前两类强,且同类 CAD 软件较前两类便宜。目前国内 CAD 软件在二维图形方面已经赶上或超过国外同类产品。但是在三维 CAD 软件开发方面与国外相比仍然存在较大差距。

(2) CAD 工程制图的方向与任务。

① 积极采用有关的国际标准和国外先进的标准,使我国的 CAD 工程制图向着正确的方向发展,是我国的 CAD 工程制图标准化工作的工作重点。

② 扩大图形量,分别建立专业图形库:随着 CAD 工程制图的不深入,扩大图形数量,分别建立通用和各专业的图形库,是 CAD 工程制图增加信息量、提高 CAD 工程制图质量和水平的一个重要环节,当然这需要国家比较权威的部门或各行业主管部门的大量深入细致的工作。

③ 提高图形库与 CAD 工程制图软件的接口技术,满足各种类型的 CAD 工程制图的需要。目前上述各专业的图形库自成一类,独立存在;应将各专业图库制作成统一的格式,它将可以和当前流行的 CAD 软件相接,使图形库充分发挥作用,以满足各种 CAD 专业制图的需要,它也是今后工作中较为关键的技术。

④ 充分发挥 CAD 工程制图的作用,使 CAD/CAM 与 CAD 工作一体化。

1.3.2 CAD 工程制图术语及图样的种类

(1) 工程图样:根据投影原理、标准或有关规定,表示工程对象的形状、大小和结构,并有技术说明的图。

(2) CAD 工程图样: 在工程上用计算机辅助设计后所绘制的图样。

(3) 图形符号: 由图形或图形与数字、文字组成的表示事物或概念的特定符号。

(4) 产品技术文件用图形符号: 由几何线条图形或它们和字符组成的一种视觉符号, 用来表达对象的功能或表明制造、施工、检验和安装的特点表示。

(5) 草图: 以目测估计图形与实物的比例、按一定画法要求徒手(或部分使用绘图仪器)绘制的图。

(6) 原图: 经审核、认可后, 可以作为原稿的图。

(7) 底图: 根据原图制成的可供复制的图。

(8) 复制图: 由底图或原图复制制成的图。

(9) 方案图: 概要表示工程项目或产品的设计意图的图样。

(10) 设计图: 在工程项目或产品进行构形和计算过程中所绘制的图样。

(11) 工作图: 在产品生产过程中使用的图样。

(12) 施工图: 表示施工对象的全部尺寸、用料、结构、构造及施工要求, 用于指导施工的图样。

(13) 总布置图: 表示特定区域的地形和所有建(构)筑物等布局以及邻近情况的平面图样。

(14) 总图: 表示产品总体结构和基本性能的图样。

(15) 外形图: 表示产品外形轮廓的图样。

(16) 安装图: 表示设备、构件等安装要求的图样。

(17) 零件图: 表示零件结构、大小及技术要求的图样。

(18) 表格图: 用图形和表格表示结构相同而参数、尺寸、技术要求不尽相同的产品的图样。

(19) 施工总平面图: 在初步设计总平面图的基础上, 根据各工种的管线布置、道路设计、各管线的平面布置和竖向设计而绘出的图样。主要表达建筑物以及情况, 外部形状以及装修、构造、施工要求等的图样。

(20) 结构施工图: 主要表示结构的布置情况、构件类型、大小以及构造等的图样。

(21) 框图: 用线框、连线和字符, 表示系统中各组成部分的基本作用及相互关系的简图。

(22) 逻辑图: 主要用二进制逻辑单元图形符号所绘制的简图。

(23) 电路图: 又称电原理图, 它是用图形符号并按工作顺序排列, 详细地表示电路、设备或成套装置的全部基本组成和连接关系, 而不考虑其位置的一种简图。

(24) 流程图: 表示生产工程事物各个环节进行顺序的简图。

(25) 表图: 用点、线、图形和必要的变量数值, 表示事物状态或过程的图。

1.3.3 CAD 工程制图的基本要求

CAD 工程制图的基本要求主要是图纸的选用、比例的选用、字体的选用、图线的选用等内容。它们都是需要在绘制工程图之前需要确定的。

1.3.3.1 图纸幅面

用计算机绘制 CAD 图形时, 应该配置相应的图纸幅面、标题栏、代号栏、附加栏等内容, 装配图或安装图上一般还应配合明细表内容。图纸幅面与格式在 GB/T 14689—1993《技

术制图 《图纸幅面和格式》中有较为详细的规定。

(1) 图纸幅面形式见图 1-1, 基本尺寸见表 1-1。

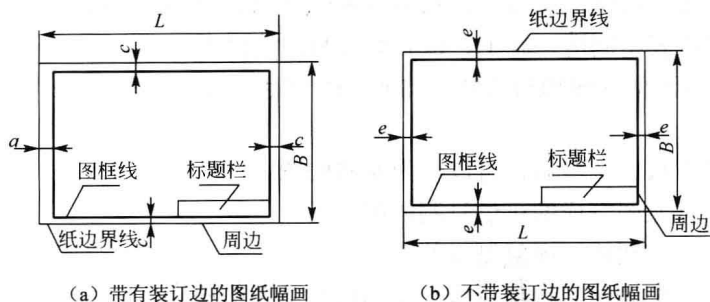


图 1-1 图纸幅面基本尺寸

表 1-1 图纸幅面基本尺寸

mm

幅画代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

注: 在 CAD 绘图中对图纸有加长加宽的要求时, 应按基本幅面的短边 (B) 成整数倍增加。

(2) CAD 工程图可以根据实际情况和需要, 设置以下内容。

- ① 方向符号, 用来确定 CAD 工程图视读方向, 如图 1-2 所示。
- ② 剪切符号, 用于对 CAD 工程图的裁剪定位, 如图 1-3 所示。
- ③ 米制参考分度, 用于对图纸比例尺寸提供参考, 如图 1-4 所示。
- ④ 对中符号, 用于对 CAD 图纸的方位起到对中作用, 如图 1-5 所示。

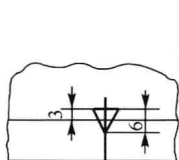


图 1-2 方向符号

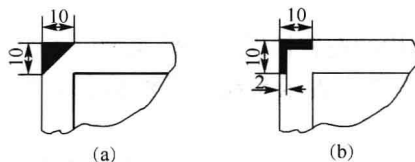


图 1-3 剪切符号

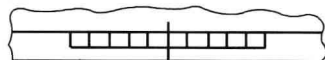


图 1-4 米制参考分度

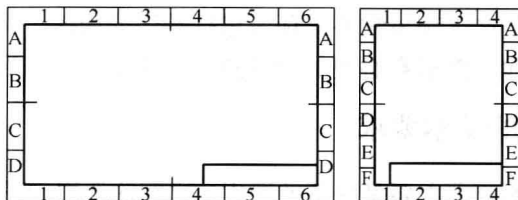


图 1-5 对中符号

(3) 标准中要求对复杂图形的 CAD 装配图一般应设置图符分区, 其分区形式如图 1-5