

⑥

软件包 · 自动控制 · 控制系统

34-36

HHCADCS 软件包简介

何伯良

(河海大学机械学院 常州 213002)

TP317

摘要 本文简要介绍由河海大学机械学院开发研制的软件包 HHCADCS(V1.0) 的总体结构、主要功能特点及应用前景。该软件包主要由总控制模块、专用功能模块和通用计算模块三部分组成。借助于 HHCADCS(V1.0) 可基本实现“自动控制原理”和“现代控制理论”两门专业基础课的计算机辅助教学。

关键词 自动控制 控制系统 计算机辅助设计 计算机辅助教学

计算机辅助设计控制系统(Computer aided design control system, 简称 CADCS)系 80 年代以来自动控制学科领域中新兴起的一门高新技术。它集现代控制论、高等数学算法、计算机软件工程和图形科学于一体,是现代自动控制领域中,应用电算技术开展控制理论科学研究、CADCS 工程应用、高等教学 CAI 工作的最新装备,也是进行动态系统建模、科学分析、工程设计计算和实时仿真等专业技术的重要工具。

HHCADCS(Computer aided design control system of the Hohai University)系河海大学机械学院在微机上自行开发研制的大型控制系统软件包,目前的 V1.0 版软件包只能说是 HHCADCS 的预研成果,但已达到了可以实现“自动控制原理”和“现代控制理论”两门专业基础课的 CAI 基本目标。更高版本的 HHCADCS 软件包正在开发研制中。

1 HHCADCS 的总体结构

1.1 总体设计指导思想

1981 年,瑞典 Lund 大学经过 11 年的长期努力和不断完善,开发研制成功了举世瞩目的 Lund 模式 CADCS 大型软件包系统,这一软件包系统的研制成功被称之为继 40 年代 Nyquist 经典控制论、60 年代初 Kalman 现代控制论之后的第三次飞跃。在此之后,一些工业发达国家相继推出了如 IMISI(英国)、SIPAC(罗马尼亚)、TAPSO(意大利)、

DPACS-F(日本)等各类先进的 CADCS 软件包系统。我国清华大学经过近五年的努力,于 1987 年推出了 THCADCS(V1.0)大型软件包系统,并荣获国家科技成果进步二等奖。然而,这些软件包系统均有一个共同点,即 CADCS 运行操作环境,均需配置大、中型电子计算机基本系统,如 Lund 模式需要 PDP-15 型大型工业控制机的系统环境,清华大学的 THCADCS(V1.0)软件包需 PDP-11/23 型小型机的系统环境。因此,对于一般的企事业单位和普通高等院校极为有限的科技投入来说,要迅速推广应用会有很大困难。为此,我们提出了如下总体设计指导思想:遵循国际 CADCS 规范,与中国的基本条件相结合,按照 PC386(或兼容机)的基本配置,采用 C 语言、开发研制出通用、普及型结构标准化的 HHCADCS 软件包。

1.2 总体结构设计框架

根据上述指导思想,我们对总体结构的基本框架作了如下规划:遵照系统软件结构标准化的规范,将 HHCADCS 软件包大致划分成总控模块、专用功能模块和通用计算模块三大子系统。

1.2.1 总控模块子系统结构

众所周知,限于 PC386 微机(兼容机)有限的内存资源,要达到支持运算复杂、作图功能强、且能实时作出分析判断与实时控制系统仿真的 HHCADCS 软件包系统,系统管理质量的好坏是设计的关键所在,直接影响到软件包的运行效率和可维护性、可扩

充性等主要技术性能指标的优劣程度。因此对系统中的大量文件和资源,如源程序、可执行文件及各类数据文件,必须采用分层结构的目标管理。于是,我们采用了分层结构模式的树型基本结构,来设计和规划 HHCADCS 软件包的总控模块子系统。一旦系统安装成功,就会自动地立即生成如图 1 所示的树型结构目录。

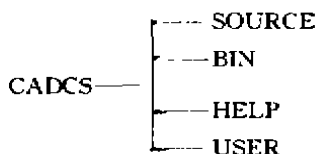


图 1 HHCADCS 总控模块树型目录结构

在图 1 所示的 HHCADCS 主目录中,已分成 4 个不同的子目录:①SOURCE,存放系统源程序子目录;②BIN,存放可执行文件子目录;③HELP,存放汉字联机信息帮助文件子目录;④USER,用户工作子目录。

采用上述分层结构目标管理的优点是:以子目录分类,结构清晰合理,便于安装、维护,用户只在工

目录 USER 下进行操作,使系统具有更好的用户界面和安全性,不易因误操作而造成整个系统的破坏;在 USER 目录支持下,在系统运行过程中,只存放用户编制的输入、输出文件,方便了用户的操作使用。

1.2.2 专用功能模块子系统结构

专用功能子系统将采用窗口多级目标分层技术,按照 CAI 和 CAD 两大类不同设计目标,又可划分为两大不同的功能模块。CAI 部分中按照常用的主要功能又可划分为五大块;在 CAD 部分中按照特殊的技术功能要求又可划分为若干大块,例如若结合能源电力设备的主要特色,划分出厂站生产自动化、继电保护自动化、热工生产过程自动化等数大块,限于篇幅,不细述。CAI 部分中的五大块为:

a. 实时仿真主功能模块。该模块又包括了 SISO、MIMO、连续线性、离散线性、采样控制、非线性、随机、状态反馈、自适应、模糊控制等控制系统的实时仿真功能子模块。

b. 建模和模型相互转换主功能模块。它包括建模功能和转换功能两大子块,数学模型的基本类别和转换关系见图 2。

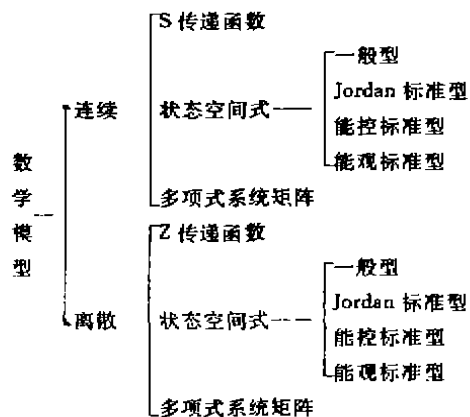


图 2 数模基本类别与转换关系

c. 经典论分析、设计主功能模块。该模块由 8 个主要功能子块组成,即 Routh 判据、Nyquist 判据、Popov 判据、Bode 图绘制、根轨迹绘制、用长除求 Z (正、反)变换、串联和反馈校正 PID 控制器设计、仿真法优化 PID 调节器设计等。

d. 现代控制论分析、设计主功能模块。该模块包括以下主要功能子块:极点配置法设计控制规律、状态观测器、线性二次型最优控制律计算、最优状态估计器计算、二次型性能指标函数计算、平均性能指标函数计算、能观性和能控性判别、部分状态反馈次最优控制器的计算、最小方差控制器计算等。

e. 系统模型参数辨识主功能模块。该模块包括以下主要功能子块:随机数的产生、自相关函数计算、互相关函数计算、FFT 正逆变换、频率法辨识系统参数、最小二乘法辨识系统参数、极大似然估计法辨识系统参数等。

1.2.3 通用计算模块子系统结构

通过计算模块子系统包括了控制理论和技术中的通用计算基本方法,如矩阵加减乘、转置和求逆法;矩阵范数、奇异值分解、特征值和特征向量计算法;化多项式矩阵为司密标准型;代数多项式求根法;求最大公因子法;Zyapunov 方程求解法;Riccati 方程求解法等子功能模块。

2 HHCADCS 的主要功能和特点

2.1 主要功能

HHCADCS(V1.0)软件包由于开发研制时间很短,且在几乎为“零”投入的条件下,采用 GWBasic 语言支持,所以,距离 HHCADCS 的研制开发目标尚有相当大的差距。但实际上已经达到了集“自控

论”主要知识点和“现控论”部分知识点于一体化之基本目标要求,现已实现的主要功能,扼要归纳有如下几点:①线性系统时域响应实时仿真;②根轨迹图自动绘制;③Bode图自动绘制;④Nyquist图自动绘制;⑤闭环系统频率响应幅频特性 $A(\omega)$ 图形自动绘制;⑥Routh判据及分析应用;⑦Nyquist判据及分析应用;⑧串联校正和控制器设计;⑨相平面图解分析和相轨迹绘制;⑩描述函数图解分析;⑪Pony判据及分析应用;⑫离散系统时域响应实时仿真;⑬系统能控性、能观性判别;⑭状态转移矩阵 $\varphi(t)$ 求解计算;⑮数学模型相互转换。

2.2 主要特点

a. 由于计算机和 HHCADCS 技术的支持,使控制理论密切联系工程应用实际;通过对实践经验的总结又引导理论和技术上升到新的阶段和更高的层次。例如多变量系统现代频域法等新的设计方法在工程领域中获得了较好的应用。

b. 由于计算机具有运算速度快和参数易修改之特点,便于工程设计人员对设计方案进行对比分析、优化设计系统。

c. 借助于计算机图形显示技术,使控制系统动态响应通过实时仿真而变得透明清晰。

d. 系统可为用户提供大量源程序,便于用户进行二次开发使用。

e. 系统采用 C 语言编程,具有模块化、规范化的标准结构,易安装维护、易移植扩充,且具有联机帮助信息,并为用户提供了大量的测试例题,便于用户

自学和开展有关的 CAI 教学。

f. 人机交互界面友好,使计算机的快速计算、数据处理优势和科研、设计人员的综合分析判断能力能有机地结合,形成优势互补,发挥出更大的工程应用作用。

3 HHCADCS 的应用前景

a. 工业生产部门应用 HHCADCS,可帮助实际控制系统新品研制开发,缩短设计周期和减少费用投入;提高新品质量效益和性能价格比,增强市场竞争力。

b. 科学研究中,应用 HHCADCS,可分析对比控制系统的多种控制模式与方法,既可验证和深化控制新理论,又可完善和发展新的控制模式与方法。

c. 教学、实验领域中应用 HHCADCS,是实现 CAI 的有力工具,使传统教学模式得以进行现代化改造;不仅可实现课堂理论教学和实验教学两大环节的同步操作,还可为学生在更接近工程实际的高阶系统的教学训练中,得到较为真实的培养和锻炼。

参考文献

- 1 Wieslander J. IDPAC Commands—user's guide dept of automatic control. Sweden: Lund Institute of Technology, 1980
- 2 孙增圻,袁曾任. 控制系统的计算机辅助设计. 北京:清华大学出版社,1988

(收稿日期:1994-08-26)

▲1995年元月,日本神户地区遭受里氏7.2级大地震,许多房屋建筑遭到了严重破坏,但靠近神户市的 Dondo 坝和 Hase 坝的结构都未曾受到严重的损坏。Dondo 重力坝是1989年建成的,坝高71.5m,坝顶长260m,坝体积37万 m^3 ,库容 $18.86 \times 10^6 m^3$ 。这座大坝采用的是楔块接缝钢筋网混凝土方法(Wedge Block Joint Mat Concrete Method),这是为有断层地区用混凝土代替基岩而专门开发的一种技术,混凝土浇注在钢筋网中以提高抗剪应力的安全比率,混凝土还浇注成楔块形状以减少地基的应变。Hase 重力坝是1992年建成的,它是 Ohkawachi (400MW)抽水蓄能电站的一个组成部分,坝高102m,库容为 $9.6 \times 10^6 m^3$ 。Hase 重力坝是建在坚硬的石英闪长岩地基上。

▲据欧共体报导,东西方与欧洲新的能源条约进行长期合作的条件已成熟。50多个国家和团体参加了条约的谈判,俄罗斯在条约上签了字,但加拿大、匈牙利、日本和挪威未能签字。美国虽然也签字了,但对条约的细则却未签字。6月中旬将再次开会讨论签字事宜。该条约将为增加能源投资创造必要的气氛。

(熊莉芸 供稿)