

21
世纪

高职高专新概念教材

杨立 主编

齐建玲 赵丑民 副主编

计算机控制与仿真技术

21 Shi Ji Gao Zhi Gao Zhuan Xin Gai Nian Jiao Cai



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21 世纪高职高专新概念教材

计算机控制与仿真技术

杨 立 主编

齐建玲 赵丑民 副主编

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书将控制原理、控制技术、计算机仿真的内容有机地结合起来,系统地介绍了控制系统的基本原理和分析方法、系统仿真的基础知识、算法和程序设计、MATLAB 及其应用、SIMULINK 交互式仿真环境、控制系统的仿真应用等知识。

本书结合高职高专的教学特点,以大量实例进行相关内容的分析,注重知识的应用。书中的内容丰富,深入浅出,系统性和应用性强,融入了作者多年的教学和实践经验及体会。相关程序经过上机验证,每章的内容有学习要求和小结,并附有思考题和习题。

本书可作为高职高专机电类、控制和计算机应用等专业学生的教材,也可以用于高等教育自学教材,以及作为从事控制与仿真的工程技术人员学习和应用的参考书。本书配有教学电子教案,用 PowerPoint 制作,可以任意修改,授课教师可以从中国水利水电出版社网站 www.waterpub.com.cn 下载。

图书在版编目(CIP)数据

计算机控制与仿真技术 / 杨立主编. —北京: 中国水利水电出版社, 2003
(21 世纪高职高专新概念教材)

ISBN 7-5084-1660-0

I. 计… II. 杨… III. ①计算机控制—高等学校: 技术学校—教材②计算机仿真—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TP273②TP391.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 072675 号

书 名	计算机控制与仿真技术
主 编	杨立
副 主 编	齐建玲 赵丑民
出版、发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@public3.bta.net.cn (万水) sale@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京市天竺颖华印刷厂
规 格	787×1000 毫米 16 开本 18.5 印张 400 千字
版 次	2003 年 8 月第一版 2003 年 8 月北京第一次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	24.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

21 世纪高职高专新概念教材

编委会名单

主任委员 刘 晓 柳菊兴

副主任委员 胡国铭 张栾勤 王前新 黄元山 柴 野

张建钢 陈志强 宋 红 汤鑫华 王国仪

委 员 (按姓氏笔画排序)

马洪娟
毛芳烈
王明晶
东小峰
田绍槐
孙明魁
宋锦河
张晓辉
李存斌
杨永生
肖晓丽
陈道义
郑有想
赵 敬
夏春华
袁晓州
曹季俊
谢兆鸿
廖家平

马新荣
王 祥
王泽生
台 方
申 会
安志远
张 晞
张浩军
李作纬
杨庆德
闵华清
单永磊
侯怀昌
赵作斌
徐 红
袁晓红
梁建武
韩春光
管学理

尹朝庆
王乃钊
王绍卜
叶永华
刘 猛
许学东
张 慧
张海春
李珍香
杨名权
陈 川
周杨姊
胡大鹏
赵秀珍
徐凯声
钱同惠
蒋金丹
詹慧尊
蔡立军

方 宁
王希辰
王春红
宁书林
刘尔宁
闫 菲
张弘强
张曙光
李家瑞
杨均青
陈 炜
周学毛
胡国良
赵海廷
徐雅娜
钱新恩
蒋厚亮
雷运发
黎能武

方 鹏
王国思
王路群
田 原
刘慎熊
何 超
张怀中
李 琦
李晓桓
汪振国
陈语林
武铁敦
费名瑜
唐伟奇
殷均平
高寅生
覃晓康
廖哲智
魏 雄

项目总策划 雨 轩

编委会办公室 主 任 周金辉

副主任 孙春亮 杨庆川

参编学校名单

(按第一个字笔划排序)

三门峡职业技术学院	华东交通大学
山东大学	华北电力大学工商管理学院
山东交通学院	华北航天工业学院
山东建工学院	江汉大学
山东省电子工业学校	江西渝州电子工业学院
山东农业大学	江西赣西学院
山东省农业管理干部学院	西安外事学院
山东省教育学院	西安欧亚学院
山西阳泉煤炭专科学校	西安铁路运输职工大学
山西运城学院	西安联合大学
山西经济管理干部学院	孝感职业技术学院
广州市职工大学	杨陵职业技术学院
广州铁路职业技术学院	昆明冶金高等专科学校
中华女子学院山东分院	武汉大学动力与机械学院
中国人民解放军第二炮兵学院	武汉大学信息工程学院
中国矿业大学	武汉工业学院
中南大学	武汉工程职业技术学院
天津市一轻局职工大学	武汉广播电视大学
天津职业技术师范学院	武汉化工学院
长沙大学	武汉电力职业技术学院
长沙民政职业技术学院	武汉交通管理干部学院
长沙交通学院	武汉科技大学工贸学院
长沙航空职业技术学院	武汉商业服务学院
长春汽车工业高等专科学校	武汉理工大学
北京对外经济贸易大学	武汉铁路职业技术学院
北京科技大学职业技术学院	河南济源职业技术学院
北京科技大学成人教育学院	郑州工业高等专科学校
石油化工管理干部学院	陕西师范大学
石家庄师范专科学校	南昌水利水电高等专科学校
辽宁交通高等专科学校	哈尔滨金融专科学校
华中电业联合职工大学	济南大学
华中科技大学	济南交通高等专科学校

济南职业技术学院
荆门职业技术学院
贵州无线电工业学校
贵州电子信息职业技术学院
恩施职业技术学院
黄冈职业技术学院
黄石计算机学院
湖北工学院
湖北丹江口职工大学
湖北交通职业技术学院
湖北汽车工业学院
湖北经济管理大学
湖北药检高等专科学校

湖北经济学院
湖北教育学院
湖北鄂州大学
湖北水利水电职业技术学院
湖南大学
湖南工业职业技术学院
湖南计算机高等专科学校
湖南省轻工业高等专科学校
湖南涉外经济学院
湖南郴州师范专科学校
湖南商学院
湖南税务高等专科学校

序

根据 1999 年 8 月教育部高教司制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》)的精神,由中国水利水电出版社北京万水电子信息有限公司精心策划,聘请我国长期从事高职高专教学、有丰富教学经验的教师执笔,在充分汲取了高职高专和成人高等学校在探索培养技术应用性人才方面取得的成功经验和教学成果的基础上,撰写了此套《21 世纪高职高专新概念教材》。

为了编写本套教材,出版社进行了广泛的调研,走访了全国百余所具有代表性的高等专科学校、高等职业技术学院、成人教育高等院校以及本科院校举办的二级职业技术学院,在广泛了解情况、探讨课程设置、研究课程体系的基础上,经过学校申报、征求意见、专家评选等方式,确定了本套书的主编,并成立了编委会。每本书的编委会聘请了多所学校主要学术带头人或主要从事该课程教学的骨干,教学大纲的确定以及教材风格的定位均经过编委会多次认真讨论。

本套《21 世纪高职高专新概念教材》有如下特点:

(1) 面向 21 世纪人才培养的需求,结合高职高专学生的培养特点,具有鲜明的高职高专特色。本套教材的作者都是长期在第一线从事高职高专教育的骨干教师,对学生的基本情况、特点和认识规律等有深入的了解,在教学实践中积累了丰富的经验。因此可以说,每一本书都是教师们长期教学经验的总结。

(2) 以《基本要求》和《培养规格》为编写依据,内容全面,结构合理,文字简练,实用性强。在编写过程中,作者严格依据教育部提出的高职高专教育“以应用为目的,以必需、够用为度”的原则,力求从实际应用的需要(实例)出发,尽量减少枯燥、实用性不强的理论概念,加强了应用性和实际操作性的内容。

(3) 采用“问题(任务)驱动”的编写方式,引入案例教学和启发式教学方法,便于激发学习兴趣。本套书的编写思路与传统教材的编写思路不同:先提出问题,然后介绍解决问题的方法,最后归纳总结出一般规律或概念。我们把这个新的编写原则比喻成“一棵大树、问题驱动”的原则。即:一方面遵守先见(构建)“树”(每本书就是一棵大树),再见(构建)“枝”(书的每一章就是大树的一个分枝),最后见(构建)“叶”(每章中的若干小节及知识点)的编写原则;另一方面采用问题驱动方式,每一章都尽量用实际中的典型实例开头(提出问题、明确目标),然后逐渐展开(分析解决问题),在讲述实例的过程中将本章的知识点融入。这种精选实例,并将知识点融于实例中的编写方式,可读性、可操作性强,非常适合高职高专的学生阅读和使用。本书读者通过学习构建本书中的“树”,由“树”找“枝”,顺

“枝”摸“叶”，最后达到构建自己所需要的“树”的目的。

(4) 部分教材配有实验指导和实训教程，便于学生练习提高。

(5) 部分教材配有动感电子教案。为顺应教育部提出的教材多元化、多媒体化发展的要求，大部分教材都配有电子教案，以满足广大教师进行多媒体教学的需要。电子教案用 PowerPoint 制作，教师可根据授课情况任意修改。相关教案的具体情况请到中国水利水电出版社网站 www.waterpub.com.cn 下载。

(6) 提供相关教材中所有程序的源代码，方便教师直接切换到系统环境中教学，提高教学效果。

总之，本套教材凝聚了数百名高职高专一线教师多年的教学经验和智慧，内容新颖，结构完整，概念清晰，深入浅出，通俗易懂，可读性、可操作性和实用性强。

本套教材适用于高等职业学校、高等专科学校、成人及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校。

新世纪吹响了我国高职高专教育蓬勃发展的号角，新世纪对高职教育提出了新的要求，高职教育占据了全面素质教育中所不可缺少的地位，在我国高等教育事业中占有极其重要的位置，在我国社会主义现代化建设事业中发挥着日趋显著的作用，是培养新世纪人才所不可缺少的力量。相信本套《21 世纪高职高专新概念教材》的出版能为高职高专的教材建设和教学改革略尽绵薄之力，因为我们提供的不仅是一套教材，更是自始至终的教育支持，无论是学校、机构培训还是个人自学，都会从中得到极大的收获。

当然，本套教材肯定会有不足之处，恳请专家和读者批评指正。

21 世纪高职高专新概念教材编委会

2001 年 3 月

前 言

计算机控制与仿真是从事自动化、控制系统工程的计算机应用技术人员应该掌握的一门新型技术。它是分析、研究、设计控制系统的强有力工具,在化工、冶金、电力、航空航天、导弹、原子能等领域中均有着广泛的应用前景。开设《计算机控制与仿真技术》课程的目的在于适应当前科技发展的需要,学习控制与仿真的基本知识、基本理论及其应用技术,掌握在计算机上进行系统仿真的原理、模型变换方法、程序设计及调试、运行等技能,为今后在相关领域的应用打下良好的基础。

高职高专的教育,主要注重面向应用型人才的专业技能和实用技术的培养。基于这种指导思想,本书采用“案例教学,任务驱动”的编写方式,将控制原理、控制技术和计算机仿真的内容有机地结合起来,使教学内容紧密联系实际,在强化系统性的基础上,突出实用的特点,在表达上条理清晰,易于理解,在内容的编排上,力求由浅入深,循序渐进,举一反三,突出重点,通俗易懂。

本教材的教学参考学时为 70~80 学时,具体授课时可根据各校的教学计划在内容上适当加以取舍,合理选择相应章节,其中实验学时应控制在 20 学时左右。全书共 9 章,第 1 章介绍自动控制的基础知识、系统仿真的相关概念和应用特点;第 2 章介绍控制系统的微分方程、传递函数、结构图、状态空间描述等数学模型的相关知识;第 3 章介绍分析控制系统性能的时域、频域法的有关知识;第 4 章介绍控制技术中的应用,包括常见的程序设计、PID 调节、直接数字控制等内容;第 5 章介绍数值积分法仿真原理、程序设计及其应用;第 6 章介绍离散相似法仿真原理、程序设计及其应用;第 7 章介绍 MATLAB 程序设计语言及其应用;第 8 章介绍 SIMULINK 交互式仿真环境和基本操作技能;第 9 章介绍控制系统的计算机仿真应用实例。每章的后面给出了与本章内容紧密结合的思考题和习题,以供强化训练。

本书由杨立主编,齐建玲、赵丑民任副主编。各章编写任务分工如下:第 1、2、5、6 章由杨立编写;第 3 章由赵丑民编写;第 4 章由曲凤娟编写;第 7、8、9 章由齐建玲编写。邹澎涛、李杰也参加了本书的大纲讨论与部分内容的编写工作。全书由杨立统稿。

由于作者水平有限,书中难免出现一些错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2003 年 6 月

目 录

序

前言

第 1 章 概论	1
本章学习目标	1
1.1 自动控制的任务及基本方式	1
1.1.1 系统的含义与特性	1
1.1.2 自动控制的任务	3
1.1.3 自动控制的基本方式	4
1.1.4 对控制系统的性能要求	7
1.2 控制系统的组成及分类	8
1.2.1 控制系统的组成符号及术语	8
1.2.2 控制系统的分类	9
1.3 计算机仿真的基本概念	10
1.3.1 仿真的概念	10
1.3.2 系统仿真的分类	12
1.3.3 系统仿真的过程	14
1.4 计算机仿真的特点及其应用	15
1.4.1 计算机仿真的特点	15
1.4.2 计算机仿真技术的应用	16
本章小结	17
思考题与习题	18
第 2 章 控制系统的数学模型	19
本章学习目标	19
2.1 微分方程	19
2.1.1 微分方程的建立	19
2.1.2 线性微分方程的求解	22
2.1.3 非线性数学模型的线性化处理	24
2.2 传递函数	24
2.2.1 传递函数的概念	24
2.2.2 典型环节及其传递函数	27

2.2.3 自动控制系统的传递函数.....	31
2.3 动态结构图及其等效变换	32
2.3.1 结构图的组成及绘制.....	32
2.3.2 结构图的等效变换.....	34
2.4 状态空间描述	37
2.4.1 状态变量.....	37
2.4.2 状态方程.....	38
2.5 数学模型的相互转换	39
2.5.1 数学模型转换的意义.....	39
2.5.2 数学模型转换应用举例.....	39
本章小结	40
思考题与习题	41
第3章 控制系统的分析方法	43
本章学习目标	43
3.1 典型输入信号及其响应	43
3.1.1 概述.....	43
3.1.2 典型输入信号.....	44
3.1.3 典型信号的响应.....	46
3.2 时域分析法	48
3.2.1 一阶系统的时域响应.....	49
3.2.2 二阶系统的时域响应.....	52
3.2.3 控制系统的稳定性分析.....	56
3.2.4 系统的稳态误差分析.....	60
3.3 频域分析法	64
3.3.1 频率特性的概念.....	64
3.3.2 典型环节的频率特性.....	65
3.3.3 系统开环频率特性.....	70
3.3.4 系统性能的分析.....	72
本章小结	76
思考题与习题	76
第4章 计算机控制技术的应用	79
本章学习目标	79
4.1 常用控制程序的设计	79
4.1.1 常用报警程序.....	79
4.1.2 数字滤波程序.....	83

4.2	PID 控制及其应用	88
4.2.1	数字 PID 控制算法	88
4.2.2	数字 PID 调节器参数的整定	90
4.3	直接数字控制系统	94
4.3.1	最少拍系统设计	94
4.3.2	达林算法	98
	本章小结	102
	思考题与习题	102
第 5 章	数值积分法仿真	104
	本章学习目标	104
5.1	数值积分法	104
5.1.1	概述	104
5.1.2	数值积分法	105
5.2	面向微分方程的仿真程序设计	112
5.2.1	通用仿真程序的一般结构及工作原理	112
5.2.2	仿真源程序及其特点	114
5.3	面向结构图的仿真程序设计	118
5.3.1	典型环节的确定及算法描述	119
5.3.2	仿真程序设计	122
5.4	仿真精度与系统的稳定性	129
5.4.1	仿真过程的三类误差	129
5.4.2	稳定性分析	129
5.5	快速仿真算法	131
5.5.1	时域矩阵法	131
5.5.2	增广矩阵法	134
5.5.3	替换法	137
5.5.4	根匹配法	137
	本章小结	140
	思考题与习题	141
第 6 章	离散相似法仿真	143
	本章学习目标	143
6.1	离散相似法原理	143
6.1.1	仿真算法描述	144
6.1.2	离散模型的精度及稳定性	145
6.2	典型环节的离散模型	146

6.2.1	积分环节.....	146
6.2.2	比例积分环节.....	146
6.2.3	惯性环节.....	147
6.2.4	比例惯性环节.....	147
6.3	线性系统离散相似法仿真	147
6.3.1	仿真源程序设计.....	147
6.3.2	应用实例分析.....	152
6.4	非线性系统离散相似法仿真	154
6.4.1	典型非线性特性.....	154
6.4.2	仿真源程序设计.....	157
6.4.3	应用实例分析.....	162
6.5	采样系统仿真分析	164
6.5.1	采样系统的算法描述.....	164
6.5.2	采样周期与仿真步距的对应关系	166
6.5.3	采样控制仿真应用.....	167
6.5.4	仿真源程序及其解释.....	170
6.5.5	应用分析.....	177
	本章小结	179
	思考题与习题	179
第 7 章	MATLAB 程序设计语言	182
	本章学习目标	182
7.1	MATLAB 简介.....	182
7.1.1	MATLAB 的产生与发展.....	182
7.1.2	MATLAB 的特点.....	183
7.2	MATLAB 环境.....	185
7.2.1	MATLAB 桌面平台.....	185
7.2.2	MATLAB 的程序编辑器.....	188
7.2.3	MATLAB 帮助系统.....	189
7.3	MATLAB 的基本应用.....	192
7.3.1	MATLAB 数值运算基础.....	192
7.3.2	MATLAB 绘图.....	196
7.3.3	MATLAB 程序设计基础.....	200
	本章小结	204
	思考题与习题	204
第 8 章	SIMULINK 交互式仿真环境.....	205

本章学习目标	205
8.1 SIMULINK 仿真工具简介	205
8.1.1 SIMULINK 仿真工具概述	205
8.1.2 SIMULINK 启动与界面说明	206
8.2 SIMULINK 基本操作	210
8.2.1 模型窗口	210
8.2.2 模块的处理	211
8.2.3 模块的连接	213
8.2.4 创建系统模型图	214
8.2.5 自定义模块库和子系统	216
8.2.6 模型文件的保存与打开	220
本章小结	221
思考题与习题	221
第 9 章 控制系统的计算机仿真应用	222
本章学习目标	222
9.1 控制系统的 MATLAB 仿真基础	222
9.1.1 控制系统的模型表示	222
9.1.2 环节方框图模型的化简	227
9.1.3 控制系统性能分析的 MATLAB 实现	232
9.2 控制系统的 SIMULINK 仿真	242
9.2.1 设置 SIMULINK 仿真参数	242
9.2.2 控制系统 SIMULINK 仿真	245
9.3 控制系统的计算机仿真应用	258
9.3.1 面向传递函数的线性系统仿真	258
9.3.2 面向结构图的线性系统仿真	262
9.3.3 线性系统的离散相似法仿真	265
9.3.4 非线性系统离散相似法仿真	268
9.3.5 采样控制系统仿真	273
本章小结	279
思考题与习题	279
参考文献	282

第 1 章 概论

本章学习目标

随着自动控制技术、信息处理技术、计算机技术、系统仿真技术等的发展和有机结合,使得计算机控制与仿真技术的应用得到快速的推广,为分析、研究、设计各种复杂的控制系统提供了有力的帮助,也成为从事自动化、控制系统工程、计算机应用等人员必须掌握的知识和技能。本章主要讨论自动控制和系统仿真的一般知识,通过本章的学习,读者应掌握以下内容:

- 自动控制的基本任务及控制原理。
- 开、闭环控制系统的构成和特点。
- 常用控制系统的分类、系统总体性能要求。
- 计算机仿真的概念及其特点。
- 系统仿真的分类及仿真过程。
- 仿真技术的应用。

1.1 自动控制的任务及基本方式

1.1.1 系统的含义与特性

1. 系统的定义

不同的领域对于系统的含义有不同的解释。在控制工程中,系统的定义为:由相互联系、相互作用的物体所形成的具有特定功能和运动规律的有机整体。

例如:一个大型钢铁联合企业可以看作是一个系统,它由相互联系和相互作用的采矿、选矿、炼铁、炼钢、轧钢、等工厂有机的组合在一起。

又如:一个工厂管理系统,它可由生产管理部门、原材料仓库、生产加工车间、销售服务部门等组成,各部门是相互联系和相互作用的。

诸如此类的还有温度控制系统、速度调节系统、交通管理系统、民航订票系统、生态监控系统等。

2. 系统的三要素

一般来说,构成一个系统应具备以下三大要素:

(1) 实体：系统是由一些相互联系的实际物体组合而成的，这些物体称为实体。如图 1-1 所示的温度控制系统，它是由比较器、调节器、加热炉、温度传感器等装置组合而成的。

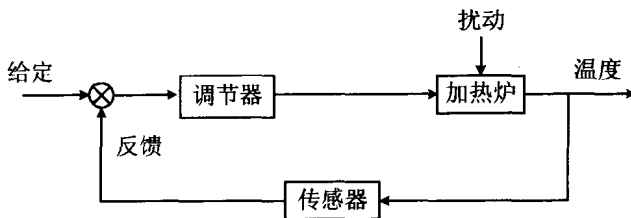


图 1-1 温度控制系统

在图 1-2 所示的工厂管理系统中，组成系统的实体有用户订货单、各个生产管理部门、车间、原料、成品等。

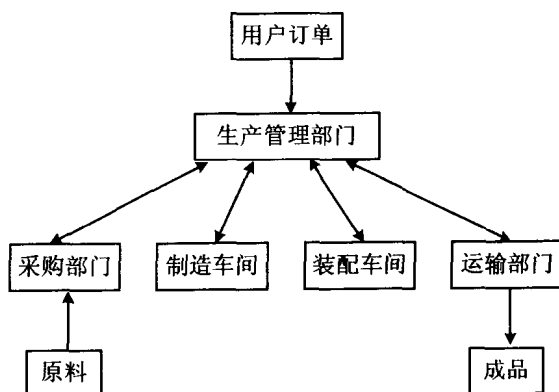


图 1-2 工厂管理系统

(2) 属性：组成系统的每个实体都具备一定的特征，即系统的属性。例如图 1-1 温度控制系统中的温度、偏差值、干扰量、燃料量等就是实体的属性；图 1-2 工厂管理系统中的订货单、规定产品的数量、零件质量、各车间内机器及人员配置等也是其属性的表征。

(3) 活动：作为系统三大要素之一的是系统内部发生的变化过程，称之为活动。在温度控制系统中，以调节电压或燃料的输入量作为主要的活动；工厂管理系统中，则以各车间的生产过程作为主要的活动。

总之，自然界中的系统是形形色色的，不论其外在形状或内部构造存在怎样的差别，但总归是由一些实体组成，每个实体有一些主要属性，整个系统则有其主要的活动。

由此，实体、属性、活动就构成了系统的三大要素。

3. 系统的特性

一般来说，作为一个完整的系统应具有以下几个方面的特性：

(1) 整体性：即系统本身应是一个整体，各组成部分不分割的。如温度控制系统中，有控制器、控制对象、测量元件等基本装置，且各部件是缺一不可的，否则难以实现系统的控制

功能。

(2) 结构性：各类系统均按照一定的内部组成或外部结构组合而成。有些系统存在固有的结构，有些是人们在设计时给予必要的组合，目前常见的模块式、分层次、树形、网络形等就是系统中常用的结构形状。

(3) 相关性：指系统内部各物体之间相互以一定的规律进行联系，它们的特定关系形成具有特定性能的系统。

例如在速度控制系统中，由电动机、测速元件、比较器、控制器等组成，相互之间存在一定的特定关系，可以实现速度控制的特定功能。

(4) 历时性：系统在控制过程中与时间的对应关系是非常密切的，随着时间的推移，其控制状态和效果均发生着变化，这就是系统的历时性，它表明了系统在动态和稳态状况上所显示出的特定性能。

(5) 有序性：组合成系统的各部件在变化过程中是按照一定顺序动作的，其作用的先后按系统的规定而执行。如温度控制系统中，在外部给定值输入状态下，要通过控制装置使加热炉达到规定的温度输出，经测量出来的实际值要反馈到比较器，产生一个偏差，再通过执行机构控制电压或燃料的变化使炉温达到预定要求。

有序性是系统的一个明显特性，它显示出系统在控制过程中的动作顺序和招待过程。

现实生活中，系统的界限确定并不是一成不变的，由于系统可以是自然界中实际存在的，如海洋系统、气象系统、生态系统等，也有的是人为制成的，如交通管理系统、民航订票系统、温度控制系统等。

实际应用中，要根据研究系统的目的和设计指标来确定系统的界限，其范围的大小要符合研究的要求。

1.1.2 自动控制的任務

通常，我们将被控对象进行主动的干预、管理和操纵的过程称为控制。

自动控制的任務就是利用控制装置自动地操纵控制对象，使被控量等于系统所应保持的给定值。

若系统的给定值以时间函数 $r(t)$ 表示，被控量以时间函数 $c(t)$ 表示，则自动控制的任務表示为

$$c(t) \approx r(t) \quad (1-1)$$

在式 (1-1) 中，被控量 $c(t)$ 也称为输出量，给定值 $r(t)$ 也称为输入量。

采用控制装置自动地、有目的地控制机器设备或过程，使之具有一定的状态和性能，这个过程称为自动控制，组成的系统称为自动控制系统。其中：

- (1) 被控制的机器设备或物体称为控制对象。
- (2) 所采用的控制装置称为控制器。
- (3) 所控制对象的状态参量称为被控量。