

普通高等教育包装统编教材

包装自动控制 原理及过程自动化

主编: 宋尔涛 杨仲林
主审: 柳长智 任威烈



印刷工业出版社

责任编辑: 时伊丽
封面设计: 陈昌水

ISBN 7-80000-252-7

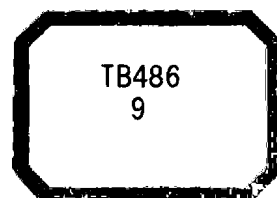


9 787800 002526 >

ISBN 7-80000-252-7

TS · 167 定价: 44.20元

TB486
9



普通高等教育包装统编教材

包装自动控制原理及过程自动化

主 编	宋尔涛	杨仲林
副主编	吴华鹏	徐锦林
主 审	柳长智	任威烈
编 著	刘君宏	王永华
	马希明	吴功平

印刷工业出版社

内 容 提 要

全书分为两篇。第一篇介绍自动控制理论基础,包括:包装过程控制中的物理系统的数学模型、典型环节、传递函数;时域、频域响应分析;系统稳定判定;调节规律设计及对系统的影响。第二篇主要包括:过程控制中的物理参数检测及控制方法;继电接触控制系统的基本环节及其设计方法;可编程控制器和计算机控制原理在包装过程中的应用。

全书计划为 88 学时,第一篇为 40 学时,第二篇为 48 学时。教师可根据教学实际需要,将学时与内容作适当调整。本书除了可作为四年制包装专业教学用书外,还适用于轻工机械专业,并可供有关教师与科技人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

包装自动控制原理及过程自动化/宋尔涛主编. -北京:印刷工业出版社, 1998. 9

普通高等教育包装统编教材

ISBN 7-80000-252-7

I. 包… II. 宋… III. 包装机-自动控制-高等教育-教材 IV. TB486

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 07522 号

印刷工业出版社出版发行

(北京复外翠微路 2 号 邮编 100036)

北京市书文印刷厂印刷

各地新华书店经售

787×1092 毫米 1/16 印张: 25.875 字数: 644 千字

1999 年 4 月第一版第一次印刷

印数: 1—5000 定价: 44.20 元

全国包装教材编审委员会

主 任	何玉明		
副主任	苏鹏福	宋尔涛	戴宏民
秘书长	刘玉生		
委 员	许林成	潘松年	刘喜生
	杨仲林	宋宝峰	王余良
	孙蓉芳	孙凤兰	金银河
	赖植滨	金国斌	王德忠
	王瑞栋	黄 健	刘晓玫

全国普通高校包装工程专业统编教材

包装材料学	刘喜生主编
运输包装	彭国勋主编
包装工艺学	潘松年主编
包装机械概论	孙凤兰主编
包装机械设计	许林成主编
包装自动控制原理及过程自动化	宋尔涛主编
包装计算机辅助设计	王德忠主编
包装测试技术	山静民主编
包装容器结构设计与制造	宋宝峰主编
包装造型与装潢设计基础	肖禾主编
包装印刷	金银河主编
包装管理	戴宏民主编
包装专业英语	陈为旭主编

前 言

在改革开放的浪潮中，伴随着我国包装工业而崛起的包装教育，近几年成果累累。首先是我国的包装工程专业自 1984 年第一次以试办专业的身份列入我国本科专业目录后，经过全国 17 所高等学校 8 年的试办，1993 年被国家教委批准摘掉了试办的“帽子”，正式列入本科专业目录，使包装专业在我国高等教育中占据了一席之地。其次是在我国形成的多层次、多形式相结合的包装教育体系中，中国包装技术协会和中国包装总公司创办的我国第一所以包装专业为核心的包装高等学校——株洲工学院，近几年围绕包装办学，已由单一的包装工程专业逐步发展成印刷技术、包装设计、装饰艺术设计、包装机械与自动控制等多个专业和方向。与此同时，全国已有近 30 所高等院校先后设置了包装工程本科专业，80 多所学校开办了与包装相关的专业，几乎覆盖了包装的所有行业。包装研究和为包装服务的领域更全面、更广泛、更深入，这批院校已成为我国包装教育的主要基地。第三是由中国包装协会和中国包装总公司于 1984 年组织全国 36 位包装专家和学者编写的我国第一套 13 种全国包装专业高等教材已于 1989 年正式出版，并被全国 40 多所院校所选用，从而开创了我国包装教材编写的先河，填补了我国包装教材的“空白”，对促进我国包装教育起了极大的推动作用。

但是随着我国包装工业和包装教育的发展，第一套教材无论在内容和课程体系上已经不适应当前的发展形势，于是经过请示及各高校协商，包装教育委员会决定成立第二届全国包装教材编审委员会，并在第一套全国包装教材的基础上，组织全国 19 所高等院校和研究院所的 80 多位专家、教授编写我国第二套全国包装专业高等教材。这套教材包括：《包装材料学》、《包装管理》、《包装自动控制原理及过程自动化》、《包装容器结构设计与制造》、《包装工艺学》、《包装造型与装潢设计基础》、《包装机械概论》、《包装印刷》、《包装机械设计》、《包装测试技术》、《包装计算机辅助设计》、《运输包装》、《包装专业英语》等 13 种。由于这套教材是在总结第一套全国包装专业高等教材教学经验的基础上编写的，因此内容衔接和课程体系及学时的安排更加合理，教材更加切合我国包装工业的实际，我相信这套教材的出版会为我国包装教育的发展奠定新的基础。

包装教育事业是大家的事业，需要我们大家来努力，而且明天的包装取决于我们今天的包装教育。因此我殷切地希望全国包装界的有识之士都来关心和支持我国的包装教育，同时推动我国包装高层次人才的培养，尽快发展我国包装专业硕士生的培养，使我国包装尽快跨入世界的先进行列。

邱纯甫

一九九六年八月于北京

目 录

第一篇 包装自动控制理论基础

第一章 绪 论	(3)
第一节 基本概念	(3)
一、包装过程自动化	(3)
二、控制系统的组成及方块图	(4)
三、自动控制系统分类	(6)
第二节 对控制系统的基本要求	(7)
第三节 包装过程控制的发展及本课程的任务	(8)
一、包装过程控制发展	(8)
二、本课程的任务	(8)
第二章 物理系统的数学模型	(10)
第一节 物理系统的运动微分方程	(10)
一、建立元件及系统数学模型的一般步骤	(11)
二、物理系统微分方程的列写	(11)
第二节 微分方程的线性化	(15)
第三节 传递函数	(17)
一、传递函数的概念和定义	(18)
二、典型环节及其传递函数	(18)
第四节 系统函数方框图及其简化	(24)
一、方框图的结构要素	(24)
二、方框图的基本联接及其等效变换	(25)
第五节 控制系统的传递函数	(31)
一、系统开环传递函数	(31)
二、在输入信号 $x_i(t)$ 作用下闭环系统的传递函数	(31)
三、 $n(t)$ 作用下系统的闭环传递函数	(32)
四、系统的总输出和总偏差	(33)
第六节 绘制实际物理系统的函数方块图	(33)
第七节 系统信号流图及梅逊公式	(35)
一、信号流图及其术语	(35)
二、梅逊公式	(36)
第八节 拉普拉斯变换与反变换	(37)
一、拉普拉斯变换的定义	(37)
二、几种典型时间函数的拉氏变换	(38)
三、拉氏变换的主要定理	(42)
四、拉普拉斯反变换	(44)
第三章 控制系统的时域分析	(52)
第一节 典型输入信号	(52)

一、阶跃函数	(52)
二、斜坡函数	(53)
三、抛物线函数	(53)
四、脉冲函数	(53)
五、正弦函数	(54)
第二节 一阶系统的响应分析	(54)
一、一阶系统的单位阶跃响应	(55)
二、一阶系统的单位斜坡响应	(56)
三、一阶系统的单位脉冲响应	(57)
四、一阶系统在加速度函数作用下的响应	(57)
五、一阶系统对各种典型输入信号的响应之间的关系	(58)
第三节 二阶系统的响应分析	(58)
一、二阶系统的单位阶跃响应	(59)
二、二阶系统的性能指标	(61)
三、二阶系统的单位脉冲响应函数	(65)
四、二阶系统的单位斜坡响应	(66)
第四节 高阶系统	(67)
第五节 控制系统的误差和误差系数	(69)
一、误差和稳态误差	(69)
二、静态误差系数	(73)
三、减小和消除稳态误差的方法	(76)
第六节 控制系统的稳定性	(79)
一、稳定性的基本概念	(79)
二、线性系统稳定的充要条件	(79)
三、劳斯稳定判据	(80)
第四章 频率响应分析法	(85)
第一节 频率响应和频率特性	(85)
一、频率响应	(85)
二、频率特性	(87)
三、频率特性的求取	(87)
四、频率特性的图形表示法	(88)
第二节 控制系统开环频率特性	(89)
一、频率特性的极坐标图(奈魁斯特图)	(89)
二、频率特性的波德图	(96)
第三节 由开环频率特性来判别闭环系统的稳定性	(103)
一、奈魁斯特稳定性判据	(104)
二、对数频率稳定性判据	(110)
第四节 系统的相对稳定性	(112)
一、幅值裕度 K_g	(112)
二、相位裕度 γ	(112)

第五节 最小相位系统和实验法确定系统的传递函数	(114)
一、最小相位系统	(114)
二、传递函数的实验确定法	(115)
第六节 闭环控制系统的频率特性	(118)
一、等幅值轨迹(等 M 圆)图	(119)
二、等相角轨迹(等 N 圆)图	(120)
三、非单位反馈系统的闭环频率特性	(121)
第七节 闭环频域性能指标及其与时域性能指标的关系	(121)
一、闭环频域性能指标	(121)
二、频域性能指标和时域性能指标间的关系	(124)
第八节 系统校正环节设计	(125)
一、校正的概念	(125)
二、对数幅频特性的形状对系数性能指标的影响	(126)
三、校正方法和校正装置	(127)
四、校正环节设计	(138)

第二篇 包装自动控制方法

第五章 包装过程物理参数的自动检测与控制	(153)
第一节 计量供给自动控制	(153)
一、计重供给自动控制	(153)
二、计数供给自动控制	(169)
第二节 位置检测与控制	(172)
一、卷筒包装材料商标图案定位控制	(172)
二、卷筒包装材料边缘位置控制	(189)
三、卷筒包装材料彩色印刷套准控制	(193)
第三节 温度检测与控制	(195)
一、电接点温度计温控系统	(196)
二、热电偶温控系统	(197)
三、热电阻温控系统	(202)
第四节 压力检测与控制	(207)
一、常用的压力检测传感器	(207)
二、蒸汽压力检测与控制	(209)
三、真空包装机中真空控制系统	(211)
四、罐头真空度自动检测	(213)
第五节 包装质量的自动检查与控制	(215)
一、内装物、包装材料和容器的质量检查与控制	(216)
二、废品剔除	(220)
三、包装成品质量自动检查	(221)
第六节 速度检测与控制	(229)
一、几种常用的速度传感器	(229)

二、包装机的电气调速	(230)
三、晶闸管-直流电动机调速系统	(233)
四、电磁调速异步电动机无级变速系统	(238)
第六章 继电接触器控制系统	(243)
第一节 常用低压电器简介	(243)
一、接触器	(243)
二、继电器	(244)
三、手动切换电器和自动开关	(246)
四、主令电器	(248)
五、熔断器	(249)
第二节 电气控制线路图的绘制原则	(249)
一、绘制电气原理图应遵循的原则	(250)
二、电器控制系统的符号	(251)
第三节 包装机械电气控制线路的基本环节	(254)
一、三相笼形异步电动机直接起动控制线路	(254)
二、三相笼形异步电动机的正反转控制线路	(255)
三、三相笼形异步电动机降压起动控制线路	(256)
四、三相笼形异步电动机的制动控制线路	(257)
五、三相笼形异步电动机的点动和多点控制线路	(259)
六、三相笼形异步电动机调速控制线路	(260)
第四节 组成电气控制线路的基本控制规律	(268)
一、按联锁控制的规律	(268)
二、按控制过程的变化参量进行控制的规律	(268)
第五节 电气控制线路的设计方法	(270)
一、一般设计法	(270)
二、典型包装机械电气控制线路的一般设计法举例	(273)
三、电气控制线路逻辑设计法简介	(276)
四、典型包装机械电气控制线路的逻辑设计法举例	(277)
第六节 典型包装机械电气控制线路分析举例	(277)
一、自动颗粒包装机电气控制系统	(284)
二、真空充气包装机电气控制系统	(284)
第七章 可编程控制器原理及应用	(286)
第一节 可编程控制器的原理	(291)
一、可编程控制器的硬件系统	(291)
二、可编程控制器的软件系统	(291)
三、可编程控制器工作过程	(296)
第二节 可编程控制器的编程及控制系统的设计	(297)
一、PC 的编程语言	(299)
二、PC 控制系统的设计	(304)
第三节 可编程控制器在包装作业中的应用	(306)

一、SR-20/21/22 型 PC 简介	(307)
二、可编程控制在包装作业中的应用	(320)
第八章 计算机控制系统	(328)
第一节 计算机控制系统的基本概念	(328)
一、计算机控制系统的一般组成	(328)
二、计算机控制系统的基本类型	(329)
三、计算机控制系统的特点	(331)
第二节 采样与输出	(331)
一、引言	(331)
二、采样过程与采样定理	(332)
三、线性离散系统的数学描述	(333)
四、脉冲传递函数	(342)
五、数字滤波	(343)
六、信号复原	(344)
七、模拟量的输入、输出通道	(346)
第三节、计算机控制系统的控制规律及结构	(349)
一、概述	(349)
二、数字 PID 控制规律	(350)
第四节 计算机逻辑量控制	(358)
一、开关量输入通道	(358)
二、开关量输出通道	(362)
第五节 计算机控制系统的设计步骤	(364)
一、系统设计的基本要求	(364)
二、系统设计的特点	(365)
三、微型计算机控制系统的设计步骤	(365)
第六节 计算机控制系统在包装作业中的应用	(367)
一、微型计算机温度检测控制系统	(367)
二、卷筒包装材料在制袋过程中的计算机纠偏控制系统简介	(375)
第九章 包装自控系统的可靠性与技术经济问题分析	(378)
第一节 可靠性的基本概念	(378)
一、可靠性的特征量	(378)
二、可靠性的数学描述	(379)
三、系统的可靠度	(381)
四、冗余技术	(382)
五、可靠性预测	(382)
六、可靠性分配	(382)
第二节 包装自动控制系统的故障类型	(383)
一、硬件逻辑故障	(383)
二、常见软件故障	(383)
三、干扰故障	(384)

第三节 提高包装控制系统可靠性方法.....	(385)
一、容错技术.....	(385)
二、控制系统的干扰抑制与处理.....	(387)
第四节 包装控制系统设计的技术经济问题分析.....	(390)
附录一 电气制图常用图形符号.....	(392)
附录二 电气制图常用基本文字符号.....	(398)
后记.....	(400)
参考文献.....	(401)

第 一 篇

包装自动控制理论基础

第一章 绪 论

第一节 基本概念

一、包装过程自动化

包装过程是一个极其复杂的过程，它是指从产品（或物料）到包装成品输出的全过程。针对不同的包装要求，其包装过程也不相同。

目前包装过程大多采用包装机械和自动包装线实现。图 1-1 是包装机械自动线组成框图。

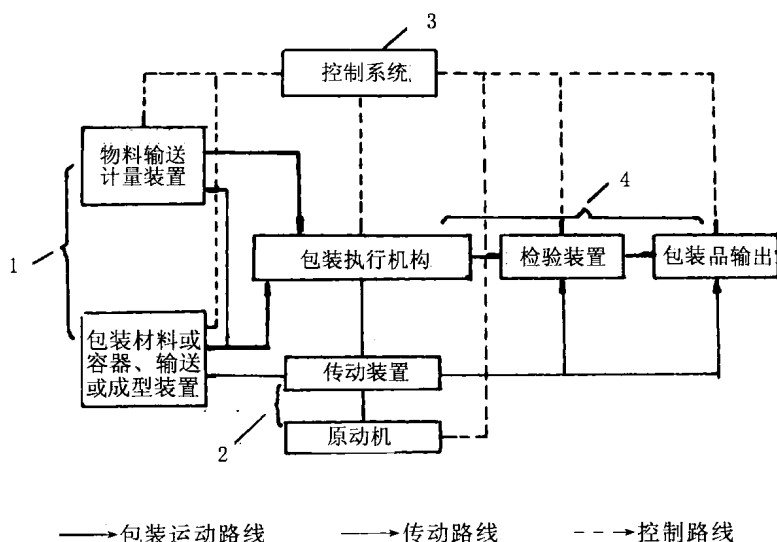


图 1-1 包装机自动线组成框图

1-输送、计量、成型部分 2-动力和传动部分 3-控制部分 4-包装工作执行机构部分

从图中可以看出一条包装线由四部分组成：输送、计量、成型部分，动力和传动部分，控制部分，包装工作执行机构部分，在控制系统的控制下自动完成包装全过程，如包装物料的进给、计量、装填、包装材料和容器的传送、定向排列、定位、分离及成型制袋、包装中的粘合干燥、整形、封切、转位传送、排出包装成品等一系列的操作，实现包装过程自动化。包装设备上配有一些自动控制装置以替代操作人员的部分直接劳动，使包装过程在不同程度上自动地进行。这种用自动控制装置来管理包装生产过程的办法，称为包装过程自动化。

对于一个包装过程来讲，控制系统的控制对象包括动作顺序、压力、温度、速度、重量等。包装过程控制的作用是对整个自动工作循环给以控制和协调，包括各种动作按一定顺序和节拍进行，必要的压力、温度、时间、速度及其调节的控制、各种质量检测、自动安全保护、自动计量、自动商标定位、计数的实现、物料的供停以及系统的故障报警控制等。