电气自动化新技术丛书

信息社会中的自动化新技术

主　编　王志良
副主编　李正熙　解　仑



机 械 工 业 出 版 社

需要全本请访问 www.ertongbook

本书全面系统地介绍了基于网络环境的自动化新技术。在介绍了控制策略、计算机网络、通信技术等领域的最新进展之后，分别对网络技术、现场总线技术、无线通信新技术、信息家电的相关技术、网络控制技术进行了阐述。本书的重点是基于网络环境的控制系统与控制策略。最后以举例的方式，来帮助读者理解基于网络环境的新兴自动控制系统和技术。

本书适宜于从事自动化、系统工程、电子信息技术的科技人员阅读，也可作为大专院校相关专业的教师、研究生和高年级本科生的教学参考书。

图书在版编目(忄忄殁数据

信息社会中的自动化新技术 轩王志良主编 援—北京：机械工业出版社，圆圆圆圆

(电气自动化新技术丛书)

陈杲晕劳郁示翔殁翔茫圆

Ⅰ圆信 圆圆圆 Ⅱ圆王 圆圆圆 Ⅲ圆计算机网络—新技术 Ⅳ圆殁殁殁

中国版本图书馆 忄忄殁数据核字(圆圆圆圆第 圆圆圆圆号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 圆圆号 邮政编码 圆圆圆圆

责任编辑 孙流芳 林春泉 版式设计 冉晓华 责任校对 刘秀芝

封面设计 姚 毅 责任印制 施 红

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

圆圆圆年 源月第 员版第 员次印刷

愿愿圆毫米伊苑愿愿圆毫米 员辕员 员猿印张·源圆千字

圆圆圆员—源圆圆册

定价：圆圆圆元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话(圆圆圆圆圆圆圆圆圆圆圆圆 愿愿愿愿源元

封面无防伪标均为盗版

第 源届《电气自动化新技术丛书》

编辑委员会成员

主　任：王　炎

副主任：王兆安　王志良　赵相宾　牛新国

委　员：王正元　王永骥　王兆安　王　旭

王志良　王　炎　牛新国　尹力明

刘宗富　许宏纲　孙流芳　阮　毅

李永东　李崇坚　陈伯时　陈敏逊

陈维均　周国兴　赵光宙　赵　杰

赵相宾　张　浩　张敬明　郑颖楠

涂　健　徐殿国　黄席樾　彭鸿才

霍勇进　戴先中

秘　书：刘凤英

《电气自动化新技术丛书》

序　　言

科学技术的发展，对于改变社会的生产面貌，推动人类文明向前发展，具有极其重要的意义。电气自动化技术是多种学科的交叉综合，特别在电力电子、微电子及计算机技术迅速发展的今天，电气自动化技术更是日新月异。毫无疑问，电气自动化技术必将在提高国民经济水平中发挥重要的作用。

为了帮助在经济建设第一线工作的工程技术人员能够及时熟悉和掌握电气自动化领域中的新技术，中国自动化学会电气自动化专业委员会和中国电工技术学会电控系统与装置专业委员会联合成立了《电气自动化新技术丛书》编辑委员会，负责组织编辑《电气自动化新技术丛书》。丛书将由机械工业出版社出版。

本丛书有如下特色：

一、本丛书是专题论著，选题内容新颖，反映电气自动化新技术的成就和应用经验，适应我国经济建设急需。

二、理论联系实际，重点在于指导如何正确运用理论解决实际问题。

三、内容深入浅出，条理清晰，语言通俗，文笔流畅，便于自学。

本丛书以工程技术人员为主要读者，也可供科研人员及大专院校师生参考。

编写出版《电气自动化新技术丛书》，对于我们是一种尝试，难免存在不少问题和缺点，希望广大读者给予支持和帮助，并欢迎大家批评指正。

《电气自动化新技术丛书》

编辑委员会

第 [illegible]届《电气自动化新技术丛书》编辑委员会的话

自 [illegible]年本丛书问世以来，在学会领导和广大作者、读者的支持下，至今已出版发行丛书 [illegible]种 [illegible]万余册，受到广大读者的欢迎，对促进我国电气传动自动化新技术的发展和传播起到了很大作用。

许多读者来信，表示这套丛书对他们的工作帮助很大，希望我们再接再厉，不断推出介绍电气传动自动化新技术的丛书。因此，本届编委会决定选择一些大家所关心的新选题，继续组织编写出版，同时对受读者欢迎的已出版的丛书，根据技术的发展，我们将组织一些作者进行修订再版，以满足广大读者的需要。

我们诚恳地希望广大读者来函，提出您的宝贵意见和建议，以使本丛书搞得更好。

在本丛书出版期间，为加快与支持丛书出版，成立了丛书出版基金，得到了中国电工技术学会、天津电气传动设计研究所等单位的支持，在此我们对所有资助单位再次表示感谢。

第 [illegible]届《电气自动化新技术丛书》编辑委员会

[illegible]年 [illegible]月 [illegible]日

需要全本请访问 www.ertongbook

前　言

随着信息技术的迅速发展，综合化（[illegible]）、网络化（[illegible]）、人性化（[illegible]）、绿色化（洁净生产 [illegible]绿色制造），已经成为新世纪自动化技术的发展趋势。这种趋势将很快或已经在影响人们的生活。控制（[illegible]）理论、计算机（[illegible]）技术、通信（[illegible]）技术、电子（[illegible]）技术、信息（[illegible]）技术和人工智能（[illegible]）等多学科技术交叉融合发展，并且成为自动化科学技术的新兴基础或研究内容。这就向从事自动化学科的人们提出了新的课题和要求。编写一本能够帮助人们从自动化学科的角度来了解、学习这些知识的书籍，正是作者的目标所在。

我们立足于书籍的实用性、资料性和先进性，着眼于信息社会的网络化特征，对于基于网络环境的自动化新技术加以论述，充分体现学科交叉性（多学科融合）的时代特点，对于计算机网络、通信技术、控制策略等领域的新发展做重点介绍，并举例来帮助读者理解基于网络环境的新兴自动控制系统和技术。

全书共分为 愿章。第 员章主要介绍自动化的发展历史及未来趋势，是全书的基础；第 圆章对网络技术的基本技术和未来趋势加以介绍；第 猿章对现场总线技术加以介绍；第 源章主要介绍无线通信新技术，从而达到利用无线网络获得实际应用的目的；第 缘章介绍了信息家电的相关技术：主要从信息家电的基本概念、特点、研究目标及研究现状、控制平台及网络系统模型、基本标准、需要研究的某些问题以及国内应用实例等几个方面，进行了简要的介绍；第 远章对网络控制技术的基本内容及未来趋势加以介绍，着眼于控制理论，从综述、汇集的角度出发，对基于网络环境的控制系统与控制策略加以论述；第 苑章则是以自动化研究

人员的目光，从控制理论的角度出发，对于互联网络的管理与拥塞控制的基本技术和发展趋势加以介绍；第 愿章以应用、举例的方式，进一步对于信息社会中的自动化新技术加以诠释。本书由王志良任主编，李正熙、解仑任副主编，第 员章由王志良执笔，第 圆章由刘冀伟执笔，第 猿章由胡敦莉、李正熙执笔，第 源章由陈月云执笔，第 缘 远章由解仑、王志良、鲁亿方执笔，第 苑章由王莉执笔，第 愿章由解仑、郭建波执笔。

在本书的选题、编写、定稿和出版过程中，得到了《电气自动化新技术丛书》编委会和机械工业出版社的大力支持与帮助，并且得到了北方工业大学现场总线技术及北京市自动化重点实验室开放课题的资助支持，作者在此表示深深的敬意。

由于时间仓促，加上作者水平所限，在信息社会中的自动化新技术方面，一定还有很多内容没有得到反映，恳请读者谅解；书中内容难免有不当和错误之处，敬请有关专家和广大读者批评指正。

王志良

于北京科技大学

圆园园缘年 怨月

目　录

《电气自动化新技术丛书》序言
第 源届《电气自动化新技术丛书》编辑委员会的话
前言
第 员章　绪论 …… 员
　员∙员 自动化科学技术 …… 员
　　员∙员∙员 自动化的定义 …… 员
　　员∙员∙圆 自动化科学技术的研究内容和应用领域 …… 圆
　员∙圆 自动化科学技术化的一些发展 …… 猿
　　员∙圆∙员 工业生产已进入全球化生产阶段 …… 猿
　　员∙圆∙圆 控制理论的进展 …… 源
　　员∙圆∙猿 恒[illegible]与 恒[illegible]技术 …… 缘
　　员∙圆∙源 人工智能(粤)与人工心理(粤)学技术 …… 远
　员∙猿 自动化学科尚未解决的问题 …… 愿
　　员∙猿∙员 认识问题 …… 愿
　　员∙猿∙圆 低成本问题 …… 愿
　　员∙猿∙猿 控制理论的实用性问题 …… 愿
　员∙源 自动化科学技术的发展趋势 …… 怨
　　员∙源∙员 计算机技术进展 …… 怨
　　员∙源∙圆 信息网络环境下的自动化理论 …… 员园
　　员∙源∙猿 智能自动化技术 …… 员园
　　员∙源∙源 生物技术与控制论 …… 员园
　　员∙源∙缘 脑科学对控制理论的影响及反作用 …… 员员
　　员∙源∙远 绿色自动化技术 …… 员圆
　参考文献 …… 员圆
第 圆章　计算机网络技术 …… 员缘
　圆∙员 计算机网络基础知识 …… 员缘
　　圆∙员∙员 计算机网络分类 …… 员苑

9.1.2 对等网络和基于服务器的网络 …… 209
9.1.3 局域网的拓扑结构 …… 209
9.2 计算机网络组成和主要硬件设备 …… 211
9.2.1 计算机网络的主要硬件设备 …… 211
9.2.2 计算机网络软件组成 …… 213
9.2.3 计算机网络的通信子网和资源子网 …… 213
9.3 网络协议 …… 213
9.3.1 网络协议的七层参考模型 …… 214
9.3.2 七层参考模型的工作过程 …… 215
9.3.3 [illegible] …… 215
9.4 计算机局域网 …… 217
9.5 网络安全 …… 218
9.5.1 什么是网络安全 …… 218
9.5.2 网络不安全所造成的危害 …… 219
9.5.3 网络安全的主要手段 …… 219
9.6 网络管理 …… 220
9.7 结构化布线综述 …… 220
9.7.1 结构化布线的发展 …… 221
9.7.2 结构化布线的概念 …… 221
9.7.3 布线测试 …… 222
9.8 组建网络的步骤 …… 223
9.8.1 需求分析 …… 223
9.8.2 网络结构设计 …… 224
9.8.3 设备的选择 …… 225
9.9 网格技术 …… 225
9.9.1 网格的定义 …… 225
9.9.2 网格的系统构成 …… 226
9.9.3 网格的特性 …… 227
9.9.4 网格研究的现状 …… 227
第10章 现场总线技术 …… 228
10.1 现场总线的一般概念 …… 228
10.1.1 底层控制网络的组成 …… 228
10.1.2 现场总线的定义 …… 229

3.2.3 现场总线的基本术语 …… 103
3.2.4 现场总线的结构 …… 103
3.3 现场总线中涉及的相关概念(基础自动化底层网络的概念) …… 105
3.4 现场总线技术的特点 …… 107
3.5 现场总线技术的发展 …… 107
3.5.1 发展现状 …… 107
3.5.2 几种典型的现场总线 …… 107
3.5.3 现场总线技术的发展趋势 …… 108
3.6 LonWorks总线 …… 108
3.6.1 LonWorks的基本概念 …… 108
3.6.2 报文传输及帧结构 …… 109
3.6.3 LonWorks的高层协议 …… 110
3.6.4 LonWorks的应用 …… 112
3.7 CAN(Controller Area Network)总线 …… 112
3.7.1 CAN技术的特点 …… 112
3.7.2 CAN芯片 …… 113
3.7.3 CAN协议 …… 114
3.7.4 网络变量及显示消息 …… 114
3.7.5 CAN产品 …… 114
3.7.6 CAN的应用 …… 114
3.8 高速以太网现场总线 …… 114
参考文献 …… 114
第4章 无线网络通信技术 …… 115
4.1 无线通信网 …… 115
4.1.1 无线网络结构 …… 115
4.1.2 无线通信网络分类 …… 115
4.1.3 无线通信网络中几个基本概念 …… 116
4.1.4 无线网络的管理特性 …… 116
4.1.5 无线接入网综述 …… 116
4.1.6 无线通信技术特点概述 …… 116
4.2 蜂窝移动通信网 …… 116
4.2.1 蜂窝移动通信网的概念和结构 …… 116

第2章 蜂窝移动通信网的发展 …… 第2页
2.1 蜂窝网络系统 …… 第2页
2.1.1 蜂窝网 …… 第2页
2.1.2 蜂窝结构 …… 第3页
2.2 数字蜂窝网络系统 …… 第4页
2.2.1 数字蜂窝网及其标准 …… 第4页
2.2.2 数字蜂窝网的特点 …… 第4页
2.3 其他无线接入宽带数据网 …… 第5页
2.3.1 无线宽带接入技术 …… 第5页
2.3.2 无线宽带接入技术 …… 第6页
2.4 PHS（个人通信） …… 第6页
2.4.1 PHS概念 …… 第6页
2.4.2 PHS与移动通信的区别 …… 第7页
2.4.3 个人通信所支持的业务 …… 第7页
2.5 蓝牙 …… 第8页
2.5.1 蓝牙的概念和应用 …… 第8页
2.5.2 蓝牙网络结构 …… 第8页
2.5.3 蓝牙应用方式 …… 第9页
2.6 卫星通信网 …… 第9页
2.6.1 卫星通信网系统组成 …… 第9页
2.6.2 空间段中有关控制和交换问题 …… 第9页
2.6.3 地面段中有关控制问题 …… 第10页
2.6.4 卫星移动通信网 …… 第10页
2.6.5 卫星互联网业务 …… 第10页
2.7 无线局域网综述 …… 第10页
2.7.1 无线局域网特点 …… 第10页
2.7.2 无线局域网类型 …… 第11页
2.7.3 无线局域网的应用结构类型 …… 第11页
2.8 无线 自组网络 …… 第12页
2.8.1 分类 …… 第12页
2.8.2 自组网络的特点 …… 第12页
2.8.3 自组网络的体系结构 …… 第13页
2.8.4 自组网络的应用 …… 第13页

需要全本请访问 www.ertongbook

1.1 无线局域网系列标准 …… 1
1.2 无线局域网应用组网方式 …… 2
1.3 无线局域网系列应用领域 …… 3
1.4 无线局域网实际应用例子 …… 4
2 室内无线局域网 …… 5
2.1 扩频技术 …… 5
2.2 红外技术 …… 6
3 一种无线网络应用技术——无线定位 …… 7
3.1 几种常用的移动定位技术 …… 7
3.2 移动定位的应用 …… 8
参考文献 …… 9
第 2 章 信息家电技术 …… 10
2.1 信息家电技术的基本概念 …… 10
2.2 信息家电技术的网络基本架构 …… 11
2.3 信息家电技术的关键问题 …… 12
2.3.1 无线网络技术 …… 12
2.3.2 蓝牙技术的应用 …… 13
2.3.3 嵌入式系统的应用 …… 14
2.3.4 信息家电技术的控制平台 …… 15
2.4 信息家电技术的基本标准 …… 16
2.4.1 HAVi 技术标准 …… 16
2.4.2 UPnP 协议的应用 …… 17
2.4.3 红外技术标准的应用 …… 18
2.4.4 PLC 技术标准的应用 …… 19
2.4.5 信息家电平台的相关方案 …… 20
2.5 实际应用 …… 21
2.6 信息家电技术未来研究的某些热点问题 …… 22
参考文献 …… 23
第 3 章 基于网络环境的自动控制系统 …… 24
3.1 信息网络与控制学科的交叉发展 …… 24
3.1.1 自动控制与数据网络的交叉发展 …… 24

7.2.3 网络环境下的自动控制系统——从信息网络到控制系统 …… 173
7.2.4 应用控制理论研究网络系统中的问题——从控制到网络 …… 174
7.3 网络控制的主要研究内容 …… 175
7.3.1 基本概念 …… 175
7.3.2 控制网络的数学模型 …… 176
7.3.3 集成技术 …… 177
7.4 网络时延的分析与控制 …… 178
7.4.1 基本概念 …… 178
7.4.2 网络造成的时间延迟 …… 179
7.4.3 网络控制系统数学模型的建立 …… 180
7.4.4 网络控制系统的最优控制 …… 181
7.5 网络控制系统的稳定性问题 …… 182
7.5.1 影响因素 …… 182
7.5.2 均方指数控制律的设计 …… 183
7.6 网络的闭环控制系统 …… 184
7.6.1 网络闭环控制系统的设计问题 …… 184
7.6.2 网络闭环控制系统中被控对象离散时间模型 …… 185
7.6.3 网络闭环控制系统的设计方法 …… 186
7.6.4 实例分析 …… 187
7.7 实现网络控制的关键技术 …… 188
7.7.1 远程控制网络的任务和要求 …… 188
7.7.2 实现远程控制网络系统的关键技术 …… 189
7.8 未来的热点研究问题 …… 190
参考文献 …… 191
第 8 章 网络拥塞控制 …… 193
8.1 计算机网络拥塞控制概述 …… 193
8.2 基于窗口的和式增加积式减少的拥塞控制机制 …… 193
8.2.1 拥塞控制的基本方式 …… 193
8.2.2 拥塞控制的几个问题 …… 194
8.2.3 拥塞控制的改进 …… 195
8.2.4 网格计算中的拥塞控制 …… 196

6.3.1 快速 TCP 算法 …… 106
6.4 TCP 拥塞控制策略 …… 108
6.4.1 传统的先进先出算法 …… 109
6.4.2 随机早期检测算法 …… 110
6.4.3 显示拥塞指示算法 …… 111
6.4.4 公平排队算法 …… 112
6.4.5 加权公平排队算法 …… 113
6.5 TCP 拥塞控制的比较 …… 114
6.6 拥塞控制的类型 …… 116
6.7 区分服务中的拥塞控制问题 …… 118
6.7.1 奖赏服务 …… 119
6.7.2 确保服务 …… 120
6.7.3 网络中带宽分配的公平性问题 …… 121
6.8 对偶性模型 …… 122
6.9 控制理论在拥塞控制中的应用 …… 123
6.9.1 基于经典控制理论的拥塞控制 …… 124
6.9.2 基于现代控制理论的拥塞控制 …… 125
6.10 几种特定网络的拥塞控制 …… 126
6.10.1 移动 IP 上的拥塞控制 …… 126
6.10.2 多点广播中的拥塞控制问题 …… 127
6.10.3 卫星信道上的拥塞控制及跳动窗口算法 …… 128
6.11 小结 …… 129
参考文献 …… 130
第 7 章 信息社会中的新兴自动控制系统 …… 132
7.1 基于关键性基础设施间相互依赖关系的复杂网络控制系统 …… 132
7.1.1 概念 …… 132
7.1.2 相互依赖性关系的分类 …… 133
7.1.3 基础设施环境 …… 134
7.1.4 耦合与响应 …… 135
7.1.5 基础设施特征 …… 136
7.1.6 故障类型 …… 136
7.1.7 运行状态 …… 137
7.1.8 建模与仿真 …… 137

第 1 章 绪 论

1.1 自动化科学技术

自动化的历史可以追溯到公元前 2 世纪在中国、埃及和古巴比伦出现自动计时漏壶，控制理论的思想最早可见于中国孙武著的《孙子兵法》，公元前 3 世纪希腊的柏拉图首先使用“控制论”一词[1]。简言之，自动化技术反映了人们改造大自然的能力。但作为一门现代技术科学，自动化是在 20 世纪才真正得到了突飞猛进的发展。它在推动社会进步、促进经济发展、改善生活质量以及可持续发展等方面起着越来越重要的作用。自动化技术在社会各行各业中都有非常广泛的应用，并已渗透到社会生产和人类社会的许多领域。自动化程度的高低已成为衡量一个国家科学技术和经济发展水平的重要标志。可以说，自动化是推动技术革命的核心技术，是信息社会中不可缺少的关键技术。

1.1.1 自动化的定义

一般认为，“自动化”研究的就是如何通过用各种技术工具和系统(包括计算机)延伸人的信息获取、处理和决策控制的功能，提高生产能力、生产水平和劳动生产率，并不断提高人和机器交互作用的水平，把人从繁重的、可程序化的工作中解放出来，以从事更具创造性的劳动。自动化是指机器设备(动力)或者生产过程、管理过程(control)，在没有人直接参与下，经过自动检测、信息处理、分析判断、操纵控制，实现预期的目标、目的或完成某种过程。

自动化是自动化技术和自动化过程的简称。自动化技术主要有两个方面：第一，用自动化机械代替人工的动力方面的自动化

技术；第二，在生产过程和业务处理过程中，进行测量、计算、控制等，这是信息处理方面的自动化技术[圆]。

圆.圆 自动化科学技术的研究内容和应用领域

作为一种综合性、交叉性学科，自动化各分支学科从不同角度有着不同的理解和划分。例如我国教育部的学科体系结构、国际自动控制联合会（[illegible]）以及国际电气电子工程师学会（[illegible]）的专业划分都各有不同。按照国家自然科学基金委员会的划分，自动化学科的研究内容主要有六大方面：控制理论、工业自动化、系统科学与系统工程、模式信息处理、人工智能（[illegible]）、机器人学与机器人技术。而 [illegible] 年在北京召开的第 [illegible] 届国际自动控制联合会（[illegible]）世界大会共分 [illegible] 个学术领域，下面分 [illegible] 个专题：

（[illegible] 制造与检测领域，下设五个专题：先进制造技术、企业综合的结构、制造建模管理和控制、机器人学、元件与仪表、低成本自动化。

（圆 设计方法领域，下设五个专题：控制设计、线性系统、非线性系统、最优控制、鲁棒控制。

（猿 系统与信号领域，下设五个专题：建模、辨识及信号处理、自适应控制与调整、离散事件动态系统、随机系统、模糊及神经元系统。

（源 生命支持系统领域，下设四个专题：农业系统中的建模及控制、农业自动化中的智能控制、生物医药系统的建模与控制、生态系统的建模与控制。

（缘 系统工程与管理领域，下设六个专题：大系统、人机系统、计算机辅助控制系统设计、经营管理技术、经济金融及工程经济系统中的计算、改善国际稳定性的辅助手段。

（远 自动化的整体和教育效果领域，下设三个专题：控制教育、自动化的社会影响、发展中国家及自动化文化题材。

（苑 工业应用领域，下设五个专题：化工过程控制、采矿、矿物及冶金过程、电厂及电力系统、生物技术过程控制、技术过程的故障检测、监督及安全性。

[illegible]

需要全本请访问 www.ertongbook