

电动机智能化控制技术丛书

基于ARM的 电动机控制技术

杨旭强 吴红星 金钊 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

电动机智能化控制技术丛书

基于ARM的 电动机控制技术

杨旭强 吴红星 金钊 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn



内 容 提 要

ARM 芯片普遍应用于无线通信、消费电子、网络应用和工业控制领域,以其丰富的片上资源和灵活的嵌入式软件系统成为高品质电动机控制系统处理器的理想选择。本书在介绍控制系统组成及编程方法的基础上,重点详解了系统组成及编程的工程实例,内容包括:电动机及其控制和 ARM 的发展情况、ARM 的技术基础,ARM 的编程方式与原理、ARM 集成开发环境、电动机驱动控制系统、基于 ARM 的交流永磁同步电动机控制系统、基于 ARM 的感应电动机控制系统、基于 ARM 的步进电动机控制系统、基于 ARM 的直流电动机控制系统、基于 ARM 的控制系统集成等。

通过本书的学习,读者可以掌握基于 ARM 微处理器电动机控制系统的基本组成和编程的基本方法。本书可作为高校自动化专业、电气工程与自动化、电气工程及其自动化专业本科以及电力电子与电力传动专业研究生在电动机控制方面的参考书,对从事相关工作的工程技术人员也具有相当的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

基于 ARM 的电动机控制技术 / 杨旭强, 吴红星, 金钊编著.
北京: 中国电力出版社, 2008

(电动机智能化控制技术丛书)

ISBN 978 - 7 - 5083 - 6809 - 2

I. 基… II. ①杨…②吴…③金… III. 电动机 - 控制系统
IV. TM320.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 029347 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2008 年 8 月第一版 2008 年 8 月北京第一次印刷
850 毫米 × 1168 毫米 32 开本 13.125 印张 349 千字
印数 0001—3000 册 定价 25.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前 言



现代生产生活中，电动机被广泛应用于机械、化工、冶金、纺织、军工等重要行业，其中大多数生产机械都要采用电力拖动，因此有效地控制电动机，提高其运行性能，对国民经济具有十分重要的现实意义。

在传统的电动机控制系统中单片机及专用 DSP 一直占据着统治地位，近年来随着 ARM 芯片的出现和迅速发展，具有高性价比的 ARM 芯片不但具有可比肩传统专用 DSP 的高速处理能力，同时丰富的片上资源和灵活的嵌入式软件系统也逐渐成为高品质电动机控制系统处理器的理想选择。

作为《电动机智能化控制丛书》的一本，本书讲述了基于 ARM 的电动机控制方法，内容涵盖：电动机及其控制和 ARM 的简要发展概况，ARM 的基础知识，包括 ARM 的分类、体系结构、编程方式与原理等，常见电动机包括交流永磁同步电动机、感应电动机、步进电动机及直流电动机等的工作原理、数学模型、常用控制方法和基于 ARM 的控制系统设计，以及基于 ARM 的控制系统集成等。本书可作为高校自动化专业、电气工程与自动化、电气工程及其自动化专业等相关专业本科以及电力电子与电力传动专业研究生在电动机控制的方面的参考书，对相关的工程技术人员具有一定的参考价值。

本书由杨旭强、吴红星和金钊编写。杨旭强编写第一、二、三、八章，吴红星编写第五、六、七章，金钊编写第四、九、十章。全书内容的安排与统稿由杨旭强和吴红星负责。

由于编者水平有限，书中如有不足或错误之处，恳请广大读者批评指正。

编者

目 录



前言

第一章 绪论	(1)
第一节 电动机的分类与发展	(1)
第二节 电动机控制的发展	(3)
第三节 ARM 的发展	(5)
第四节 ARM 在电动机控制系统中的应用	(7)
第二章 ARM 技术基础	(10)
第一节 嵌入式系统介绍	(10)
第二节 ARM 处理器分类	(16)
第三节 ARM 体系结构	(20)
第四节 ARM 处理器的选型	(36)
第五节 嵌入式实时操作系统的选择	(38)
第三章 ARM 的编程方式与原理	(41)
第一节 ARM 的指令分类及寻址方式	(41)
第二节 ARM 指令集简介	(48)
第三节 ARM 的汇编语言程序设计	(72)
第四节 ARM 的 C/C++ 语言程序设计	(93)
第四章 ARM 集成开发环境	(105)
第一节 ARM 的一般开发流程	(105)
第二节 集成开发环境简介	(108)
第三节 ARM ADS 集成开发环境	(117)
第五章 电动机驱动控制系统	(144)
第一节 电动机驱动控制系统驱动器主电路的构成	(144)
第二节 功率电子器件	(147)
第三节 逆变电路的设计	(165)
第四节 PWM 调试方法与技术	(171)

第六章 基于 ARM 的交流永磁同步电动机控制系统	… (187)
第一节 交流永磁同步电动机的结构和分类	… (187)
第二节 交流永磁同步电动机的坐标系及数学模型	… (190)
第三节 交流永磁同步电动机的控制方式及原理	… (198)
第四节 基于 ARM 的矢量控制系统硬件电路设计	… (211)
第五节 控制系统的 ARM 程序设计	… (220)
第七章 基于 ARM 的感应电动机控制系统	… (243)
第一节 感应电动机的工作原理及数学模型	… (243)
第二节 感应电动机的调速原理	… (251)
第三节 感应电动机的矢量控制技术	… (260)
第四节 基于 ARM 的感应电动机矢量控制系统	… (278)
第五节 感应电动机的直接转矩控制技术简介	… (291)
第八章 基于 ARM 的步进电动机控制系统	… (301)
第一节 步进电动机的工作原理及控制方式	… (301)
第二节 步进电动机的驱动控制电路设计	… (321)
第三节 基于 ARM 的步进电动机的控制策略	… (332)
第九章 基于 ARM 的直流电动机控制系统	… (344)
第一节 直流电动机的工作原理	… (344)
第二节 直流电动机的调速方法	… (349)
第三节 直流电动机驱动器	… (358)
第四节 基于 ARM 的直流电动机的调速系统	… (372)
第十章 基于 ARM 的控制系统集成	… (377)
第一节 与存储设备的集成	… (377)
第二节 与显示设备的集成	… (382)
第三节 与网络的集成	… (387)
第四节 与上位机通信	… (392)
附录 A 变量定义及正弦函数真值表	… (397)
参考文献	… (412)

第一章 绪 论

第一节 电动机的分类与发展

现代工业生产中,电动机广泛应用于机械、化工、冶金、纺织、军工等重要行业,可以说大多数生产机械都要采用电力拖动,因此有效地控制电动机,提高其运行性能,具有十分重要的现实意义。

电动机的发展与科学技术的进步是相辅相承的,1831年法拉第发现了电磁感应定律,从此以后,各种类型的电动机不断被发明并广泛应用于我们的生产和生活中,同时也加速了人类社会工业化的进程与技术的进步。纵观世界电动机产品的发展历程,可以划分为四个发展阶段。首先得到应用的是直流电动机,从19世纪30年代到80年代为直流电动机时代,直流电动机也是目前为止电力拖动中发展最为成熟、应用最为广泛的机种。1871年凡麦尔发明了交流发电机,到1886年则出现了两相感应电动机的模型,1888年多里沃多勃罗沃尔斯提出了三相制,并制成了三相感应电动机,到20世纪初,各种三相交流电动机均已设计制造成功,随之交流电力传动在工业中逐步得到了广泛的应用。进入20世纪以后,随着新型电磁材料的不断发展以及其他学科与技术的进步,人们在降低电动机成本,减小电动机尺寸,提高电动机性能,改进电动机生产工艺等方面进行了大量工作,推动着电动机向大功率、高功率密度、低噪声、无电磁干扰和高效率、高可靠性绿色电动机和环保电动机的方向发展,而且交流电动机取代直流电动机也成为必然趋势。到目前为止,电动机的种类和功能已经相当丰富,并继续朝着高性能、智能化、微型化和网络化的方向发展。

国内电动机制造业也经历了一个从无到有、不断壮大的发展过程。建国以来,通过广大工程技术人员的不懈努力,在非

常落后的基础上，逐步建立起较为完善的电动机制造工业体系，无论是在发展品种、提高产品质量方面，还是在数量方面，都取得了举世瞩目的成就，为工业的发展和人民生活水平的提高做出了巨大的贡献。2005 年小型交流电动机产量比 2004 年增长 20.8%，大中型交流电动机产量比 2004 年增长 17.8%，直流电动机产量比 2004 年增长 18.4%，一般发电电动机产量比 2004 年增长 71.6%。2005 年有 9 个企业的产量超过 400 万 kW。2005 年出口量达到 1369.9 万 kW，比 2004 年增长 34.6%。

电动机是利用电磁感应原理工作的机械，它应用广泛、种类繁多、性能各异，分类方法也很多，按功能可划分为：

- (1) 发电机。将机械能转换为电能。
- (2) 电动机。将电能转换为机械能。
- (3) 变压器、变频器、移相等。将电能转换为另一种形式的电能。
- (4) 控制电机。在自动控制系统中转换和传递信号。

按基本结构和工作原理分类，电动机可分为四大类：直流电动机、变压器、感应电动机、同步电动机等。其他种类的电动机多是由这四种典型电动机派生出来的。综合以上分类方法，具体的电动机主要种类如图 1-1 所示。

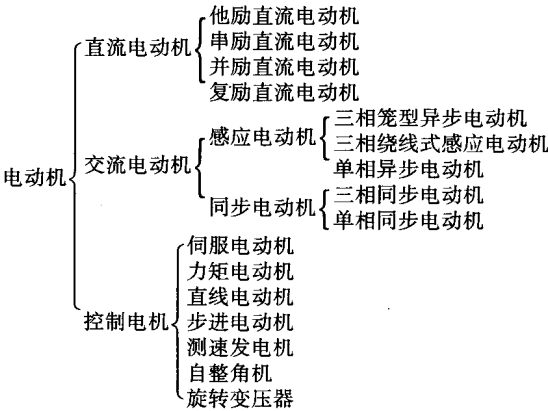


图 1-1 电动机主要种类

第二节 电动机控制的发展

人类真正意义上对电动机进行自动控制始于 20 世纪初，当时采用静止变流器，形成了第一代电动机传动控制系统。在 20 世纪很长的一段时间里，在较高控制性能的传动系统中，直流电动机一直占据主导地位，主要原因在于其控制简单、调速平滑、性能良好。然而，直流拖动的薄弱环节逐步显示出来，由于直流电动机结构上存在的机械换向器和电刷，使得其具有一些难以克服的固有缺点，那就是维护困难、寿命短、单机容量和最高电压都受到一定限制等。而交流电动机没有电刷、结构简单、维护容易，于是 20 世纪 30 年代开始，人们开始致力于交流调速技术的研究，但在当时的技术条件下，进展缓慢，在一段时间内，很难实现高性能的调速控制。20 世纪 70 年代以来，随着电力电子技术和控制技术的飞速发展，交流调速技术也取得了辉煌的成绩，在工业化国家，变频器出现了，并开始应用变频调速技术来改造风机、泵类负载，真正的交流调速时代已经来临并开始逐步取代直流调速。

电力电子器件的发展为交流调速奠定了物质基础，1957 年，美国通用电气公司制成了世界上第一只晶闸管（SCR），这标志着电力电子时代的开始。从技术角度来说，电力电子器件成为弱电控制强电的纽带，使得交流电动机变频调速成为可能。继晶闸管出现以后，近 40 年电力电子器件经历了非常迅猛的发展过程，从半控型器件发展到全控型器件，从电流控制到电压控制，从低频功率开关到高频功率开关，从小功率到大功率，陆续推出了许多其他种类的电力电子器件，诸如门极可关断晶闸管（GTO）、电力功率晶体管（GTR）、电力场效应晶体管（电力 MOSFET）、绝缘栅双极型晶体管（IGBT）、静态感应晶体管（SIT）、静态感应晶闸管（SITH）和 MOS 控制的晶闸管（MCT）等。

在这个不断发展的过程中，新一代的器件带出了新一代的变流技术，由全控型高频率开关器件组成的脉宽调制（PWM）逆变器取代由晶闸管构成的方波逆变器成为变流技术上的一次突破，从此 SPWM 逆变技术得到了广泛的应用，而后研究的空间矢量 PWM（SVPWM）技术可以控制电动机中产生的实际磁通去逼近定子磁链的给定轨迹——理想磁通圆，实现电动机的高品质控制，由于控制简单，数字化方便，正逐渐取代传统的 SPWM 技术。电流跟踪型 PWM 逆变器兼有电压和电流控制型逆变器的优点，受到很大重视。此外，PWM 整流技术、新型单位功率因数变流器的开发着力减小电流的谐波分量，提高总的功率因数。近年来应用软开关技术的变流器也在研究当中，可以使逆变器开关损耗大大减小，提高工作效率、降低成本，发展前景巨大。

在变频技术不断发展的同时，先进的控制方法也在不断推出，20 世纪 70 年代初提出的矢量控制技术，解决了交流电动机的转矩控制问题。通过坐标变换原理，实现了交流电动机定子电流励磁分量与转矩分量之间的解耦，可以将交流电动机等效为直流电动机进行控制，大大简化了控制策略，可以使交流电动机获得与直流电动机同样的性能，开创了交流调速的先河。20 世纪 80 年代中期，研究人员提出了一种直接转矩控制技术，这种方法将电动机与逆变器统一为一个整体，通过磁通跟踪型 PWM 逆变器的开关状态直接控制转矩，控制结构简单，易于数字化实现，应用前景广阔。

微处理器的引入使电气传动控制技术再次发生巨大变革，促进了模拟控制系统向数字控制系统的转化，使用微处理器实现数字化控制不仅可以简化控制器硬件设计，降低成本，提高可靠性、稳定性，还有很多其他优点，如可以方便加入人工智能对系统运行状态进行诊断，控制软件可移植性好、灵活性大，信息存储量大、运算速度快，利于复杂控制策略的实现。首先得到应用的微处理器是单片机，由于一块单片机芯片具有一台

计算机的功能，而且体积小、成本低，一问世就获得了很强的生命力，随着单片机技术的发展，其质量与性能不断提高，丰富的硬件资源与软件资源也使得单片机在实时控制系统中应用广泛，但单片机在大数据量处理或浮点运算时略有逊色，很难进一步提高运算速度。20 世纪 80 年代初期出现了数字信号处理器（DSP），其数据运算速度快，但本身 I/O 接口很少，缺少数字控制功能，随着世界各大 DSP 生产商对产品性能的提高，DSP 控制能力不断提升，既具备了高速的数据信号处理能力，又具有强大的 I/O 控制功能，很适合作为电动机的复杂控制器，而且不断出现了用于电动机控制的专用 DSP，这些 DSP 集成了 PWM 信号发生器、高速高精度 ADC 以及用于电动机速度和位置反馈的编码器接口电路，使得 DSP 成为电动机控制中功能最强大的控制器。近阶段随着 ARM 芯片的出现和迅速发展，高性价比的 ARM 芯片也具备了与高速 DSP 的同样能力，同时丰富的片上资源和灵活的嵌入式软件系统也逐渐成为高品质电动机控制系统处理器的理想选择。

第三节 ARM 的发展

ARM 是 Advanced RISC Machine 的缩写。1985 年 4 月 26 日第一个 ARM 原型在英国剑桥的 Acorn 计算机有限公司诞生，由英国加州 San Jose VLSI 技术公司制造。20 世纪 80 年代后期，ARM 开发出 Acorn 的台式机产品，是英国计算机教育的基础机型。1990 年 11 月 Advanced RISC Machine Limited（简称 ARM 公司）成立，它是由英国 Acorn 公司提供技术和 12 名工程师、美国苹果电脑和 VLSI Technology（目前已被飞利浦收购）出资联合组建的美英混血公司。ARM 的第一个客户就是苹果电脑公司，为其新开发的 Newton 掌上电脑提供高速度、低功耗的 RISC（精简指令集算法）处理器。由于 ARM 只有技术，缺乏资金来购买昂贵的芯片制造、封装和测试设备，因此 ARM 授权伙伴公司

VLSI Technology 生产，并提供必要的技术支持，这种合作方式的初步成功也为今后 ARM 的发展模式奠定了基础，ARM 公司既不生产芯片也不销售芯片，它只出售芯片技术授权。

1991 年 ARM 推出首个嵌入式 RISC 核心——ARM6™ 系列处理器后不久，VLSI 率先获得授权。一年后，夏普和 GEC Plessey 也成为授权用户。1993 年，德州仪器和 Cirrus Logic 也签署了授权协议。从此，ARM 的知识产权产品和授权用户都急剧扩大，1993 年 Nippon Investment and Finance (NIF) 成为 ARM 股东后，ARM 开始向全球拓展，分别在亚洲、美国和欧洲设立了办事处。1998 年 4 月，ARM 在伦敦证券交易所和纳斯达克交易所上市。

ARM 凭借高超的技术和相对低廉的授权方式，不断的赢得更多客户的青睐。由于 ARM 的授权方式灵活多变，价格相对便宜，在技术上也独树一帜，因此加入 ARM 联盟的厂商越来越多，目前全球有 112 家厂商在使用 ARM 公司的技术授权，而以微软和 SUN 为首的一批知名公司也为 ARM 处理器开发软件。2000 年，全球 ARM 处理器的发货量达到 4 亿；到 2001 年，ARM 处理器就拥有超过 76.8% 的 RISC 处理器市场份额；2002 年则几乎垄断了全球嵌入式 RISC 处理器市场。据 Dataquest 的最新报告显示，2002 年 ARM 公司再次成为排名第一的 IP 提供商，其市场份额高出排名第二的 Rambus 公司约一倍左右。在 ARM 的客户名单中，全是业界耳熟能详的名字：英特尔、三星、德州仪器、摩托罗拉和美国国家半导体等，几乎涵盖了所有芯片厂商。

ARM 现已发展成为一家全球性大公司，在 3 大洲 8 个国家设有分支机构，雇员超过 720 人。公司在英国布莱克本、剑桥和舍菲尔德、法国 Sophia Antipolis 以及美国加州 Walnut Creek 和德州奥斯丁设有研发中心，并在法国、德国、日本、韩国、中国台湾、以色列、英国和美国建立了销售、行政和技术支持办事处。ARM 中国——安谋咨询上海有限公司已在 2002 年 7 月在

中国上海成立。到目前为止，ARM 微处理器及技术的应用几乎已经深入到各个领域。

(1) 工业控制领域。作为 32 位的 RISC 架构，基于 ARM 核的微控制器芯片不但占据了高端微控制器市场的大部分市场份额，同时也逐渐向低端微控制器应用领域扩展，ARM 微控制器的低功耗、高性价比，向传统的 8 位/16 位微控制器提出了挑战。

(2) 无线通信领域。目前已有超过 85% 的无线通信设备采用了 ARM 技术，ARM 以其高性能和低成本，在该领域的地位日益巩固。

(3) 网络应用。随着宽带技术的推广，采用 ARM 技术的 ADSL 芯片正逐步获得竞争优势。此外，ARM 在语音及视频处理上进行了优化，并获得广泛支持，也对 DSP 的应用领域提出了挑战。

(4) 消费类电子产品。ARM 技术在目前流行的数字音频播放器、数字机顶盒和游戏机中得到广泛采用。

(5) 成像和安全产品。现在流行的数码相机和打印机中绝大部分采用 ARM 技术。手机中的 32 位 SIM 智能卡也采用了 ARM 技术。

除此以外，ARM 微处理器及技术还应用到许多不同的领域，并会在将来取得更加广泛的应用。

第四节 ARM 在电动机控制系统中的应用

随着计算机技术及数字控制技术的飞速发展，以微处理器为核心的全数字化电动机控制系统已经被广泛采用。最早在电动机控制系统中广泛应用的是通用单片机，如 Intel8031/8051、AT89C52 等。然而受单片机自身结构的限制，处理速度都比较慢（指令周期为毫秒或微秒级），对于一些可以提高系统性能的复杂控制算法，很难做到实时执行。此外单片机控制系统仍然

需要较多的外围元器件,使得系统的可靠性、可维护性降低,增加了系统的成本。此外,现代电动机广泛采用 PWM 控制方法,而在一般的单片机中都没有可产生 PWM 脉冲的硬件设备,而是通过软件编程来实现,这从另一个侧面限制了该类系统性能的提高。因此,基于单片机的电动机控制系统主要适用于那些控制精度、性能要求不高的场合。

随着如 Kalman 滤波、广义预测控制、鲁棒控制等现代控制理论在复杂机电系统中的应用,以及控制系统对处理数据量、算法实时性等方面的更高要求,具有更快运算速度和更强大功能的 ARM 控制器已经开始成为高品质控制系统的首选。而 ARM 处理器因其具有卓越的性能和显著优点,已成为高性能、低功耗、低成本嵌入式处理器的代名词,采用 ARM 作为核心控制器的控制系统可以为系统提供丰富的系统资源,并为以后的功能扩展提供空间,软件方面可以大大提高系统的实时性与机动性。一些基于 ARM7TDMI 内核的微处理器都可以支持 DSP 运算并能达到较高的运算指标,用 32 位微处理器作为整个系统的 CPU,能够弥补单 DSP 芯片在控制方面的不足,节约成本并降低系统的复杂性。同时,在一定程度上可取代 8 位和 16 位单片机构成的双 CPU 控制异步电动机调速系统,在低成本的变频调速系统中有着良好的发展前景。

近几年 ARM 在控制芯片上也是发展迅速。Philips 公司推出的 LPC21 $\times\times$ 系列 ARM 控制器把一个 32 位的 ARM 核用于控制的外设,大容量的片上存储器集成在单一芯片上,为电动机控制系统的设计注入了新的活力。SAMSUNG 公司的 ARMSOC 芯片 S3C44BOX 是一款 32 位的精简指令集 (RISC) 处理器架构,它一方面具有 ARM 处理器的所有优点:低功耗、高性能;同时又具有非常丰富的片上资源,如 5 个 PWM 定时器和 1 个内部定时器,8 通道 10 位 ADC,1 个 32 位硬件乘法器等,非常适合电动机控制以及其他嵌入式产品的开发。

基于 ARM 的电动机控制系统已经在各种高精度场合开始研

究和应用，展现出强大的优势和良好的前景。

(1) 基于 ARM 微处理器的嵌入式数控系统。随着数控技术的不断发展和应用领域的扩大，数控系统的发展前景展现为：高精度、高速、高效、智能化、开放性、网络化、柔性化。廉价且资源丰富的 ARM 处理芯片能够充分满足数控系统接口方案，方便实现高精度的伺服电动机位置和速度控制。嵌入式软件系统能够满足各种控制软件和管理软件实时性要求，实现高精度差补算法。

(2) 基于 ARM 微处理器的嵌入式机器人控制系统。机器人的运动控制、运动轨迹规划、各种传感器信息的处理和执行电动机的控制，均可由核心 ARM 处理器来实现。采用嵌入式 μ Clinux 作为嵌入式开发平台，可以方便实现控制算法，实现控制算法和底层硬件的分层，灵活性好、易于扩展。

(3) 基于 ARM 微处理器的高品质嵌入式变频器。采用嵌入式系统来设计和实现高品质变频器，使得变频器可靠性高、性能好、实时性好。对于 SVPWM 控制策略、三电平逆变器 PWM 的产生等现代变频器技术，利用 ARM 高速的 DSP 功能、丰富的片上资源以及灵活的嵌入式开发平台可以使得变频器的开发更加方便。

高性价比的 ARM 处理芯片正日益受到广大研究人员和产品开发商的青睐，相信其应用将越来越广，为微处理器的发展铺下崭新的道路。

第二章 ARM 技术基础

第一节 嵌入式系统介绍

一、嵌入式系统定义

什么是嵌入式系统？目前对这一问题的答案有很多种。根据 IEEE 的定义，嵌入式系统是“用来控制、监视或辅助其他装置、机器和车间运行的仪器”（原文为“devices used to control, monitor or assist the operation of equipment, machinery of plants”）。这主要是从应用上加以定义的。但上述定义显然没有体现出嵌入式系统的精髓。

目前国内很多资料上一个流行定义是：以应用为中心、以计算机技术为基础，软件硬件可裁剪，适应应用系统对功能、可靠性、成本、体积、功耗等有严格要求的专用计算机系统。

一般认为嵌入式系统包括四大部分，即：嵌入式处理器、存储器、输入/输出设备、软件。嵌入式系统主要有以下特点：

（1）嵌入式系统体积小、专用性强。嵌入式系统的应用场合一般对其体积有较大的限制，系统的资源有限，因此其专用性强，针对不同的任务，往往需要对系统进行较大更改。

（2）嵌入式系统的软件和硬件都必须高效率地设计，系统要精简。具有操作系统时，操作系统一般和应用软件集成在一起。

（3）嵌入式系统的软件开发要想走向标准化，就必须使用多任务的操作系统。嵌入式系统的应用程序可以没有操作系统而直接在芯片上运行，但是为了合理地调度多任务，利用系统资源、系统函数以及专家库函数接口，用户必须自行选配实时操作系统（Real Time Operation System, RTOS）开发平台，这样

才能保证程序执行的实时性、可靠性，并减少开发时间，保障软件质量。

(4) 嵌入式系统开发需要专门的开发工具和环境。

近些年来，人们在讲嵌入式系统时，某种程度上是指近些年来比较热的具有操作系统的嵌入式系统，这一点读者心里要有明确的概念。在本书中，也沿用这一观点，凡说到嵌入式系统，均特指具有操作系统的嵌入式系统。

二、嵌入式处理器

嵌入式处理器是嵌入式系统的硬件核心。传统的嵌入式处理器主要有以下三种：微处理器（Micro-Processor Unit, MPU）、信号处理器（Digital Signal Processor, DSP）和微控制器（Micro-Controller Unit, MCU）。

嵌入式微处理器一般为 32 位，并且大多采用操作系统，使其性能得到更大的发挥。按照体系结构分类，目前主要有以下四类：① ARM 处理器（英国 ARM 公司设计）；② MIPS 处理器（美国 MIPS 公司设计）；③ PowerPC（IBM 和 Motorola 公司共有）；④ 68K/COLDFIRE（Motorola 公司独有）。

DSP 由于在系统结构和指令进行了特殊设计，使其适合于执行一些复杂算法，在语音、图像信号处理等方面有着得天独厚的优势。DSP 处理器比较有代表性的产品是 Texas Instruments 的 TMS320 系列和 Motorola 的 DSP56000 系列。DSP 上可以移植操作系统，也可以不使用操作系统，用户可以根据需要进行选择。

微控制器又称单片机，顾名思义，就是将整个计算机系统集成到一块芯片中。控制器一般是 8 位或 16 位。微控制器的片上外设资源一般比较丰富，适合于控制，因此称为微控制器。微控制器一般不使用操作系统，但也有在其上移植操作系统的例子。嵌入式微控制器目前的品种和数量最多，比较有代表性的通用系列包括 8051、P51XA、MCS-251、MCS-96/196/296、