



21st CENTURY

规划教材

面向21世纪高职高专电子通信系列规划教材

COURSES FOR VOCATIONAL HIGHER EDUCATION, ELECTRONICS AND COMMUNICATION

数字电子技术

DIGITAL ELECTRONIC TECHNOLOGIES

王仁道 主编



科学出版社

www.sciencep.com



面向21世纪高职高专电子通信系列规划教材
COURSES FOR VOCATIONAL HIGHER EDUCATION; ELECTRONICS AND COMMUNICATION

数字电子技术

王仁道 主编

李峰泉 王英楠 副主编

杨永生 主审

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是为电子类高职高专学生编写的数字电子技术教材,内容包括数字电路基础、逻辑函数化简、组合逻辑电路、集成组合电路的应用、时序逻辑电路、集成时序电路的应用、脉冲的产生和变换、数/模与模/数转换、存储器与可编程逻辑部件。为方便教学,本书还将数字电子技术实验、常用数字集成电路两部分内容纳入到附录中。

在写作方法上,采用以“例”说“理”的形式,用大量例题对基础知识进行透彻讲解,对于常用集成电路,也采用以例题的形式导出其基本结构和使用方法,举例中还注意到多种集成电路的综合性应用,内容浅显易懂,取舍余地大,可满足二年制和三年制高职高专院校分别选取教学内容。

本书可作为电子技术、通信工程、电子工程、计算机应用等专业高职高专的教材,也可供夜大、函大、学历文凭考试、自学考试等电子类大专和少学时量的非电类本科专业使用。

图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术/王仁道主编. —北京:科学出版社, 2004

(面向 21 世纪高职高专电子通信系列规划教材)

ISBN 7-03-014074-5

I. 数… II. 王… III. 数字电路-电子技术-高等学校:技术学校-教材 IV. TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 078690 号

责任编辑:万国青 孙露露/责任校对:都 岚

责任印制:吕春珉/封面设计:飞天创意

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

世界知识印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004 年 8 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2004 年 8 月第一次印刷 印张:14 1/4

印数:1—3500 字数:317 000

定价:20.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈世知〉)

面向 21 世纪高职高专规划教材专家委员会

主 任 李宗尧

副主任 (按姓氏笔画排序)

丁桂芝 叶小明 张和平 林 鹏
黄 藤 谢培苏

委 员 (略)

信息技术系列教材编委会

主 任 丁桂芝

副主任 (按姓氏笔画排序)

万金保 方风波 徐 红 鲍 泓

委 员 (按姓氏笔画排序)

于晓平	马国光	仁英才	王东红	王正洪
王 玉	王兴宝	王金库	王海春	王爱梅
邓 凯	付百文	史宝会	本柏忠	田 原
申 勇	任益夫	刘成章	刘克敏	刘甫迎
刘经玮	刘海军	刘敏涵	安志远	许殿生
何瑞麟	余少华	吴春英	吴家碚	吴瑞萍
宋士银	宋锦河	张红斌	张环中	张海鹏
张蒲生	张德实	李云程	李文森	李 洛
李德家	杨永生	杨 闯	杨得新	肖石明
肖洪生	陈 愚	周子亮	周云静	胡秀琴
赵从军	赵长旭	赵动庆	郝 梅	唐铸文
徐洪祥	徐晓明	袁德明	郭庚麒	高延武
高爱国	康桂花	戚长政	曹文济	黄小鸥
彭丽英	董振珂	蒋金丹	韩银峰	魏雪英

出版前言

随着世界经济的发展,人们越来越深刻地认识到经济发展需要的人才多元化、多层次的,既需要大批优秀的理论性、研究性的人才,也需要大批应用性人才。然而,我国传统的教育模式主要是培养理论性、研究性的人才。教育界在社会对应用性人才需求的推动下,专门研究了国外应用性人才教育的成功经验,结合国情大力度地改革我国的“高等职业教育”,制定了一系列的方针政策。联合国教科文组织1997年公布的教育分类中将这种教育称之为“高等技术与职业教育”,也就是我们通常所说的“高职高专”教育。

我国经济建设需要大批应用性人才,呼唤高职高专教育的崛起和成熟,寄希望于高职高专教育尽快向国家输送高质量的紧缺人才。近几年,高职高专教育发展迅速。目前,各类高职高专学校已占全国高等院校的近1/2,约有600所之多。教育部针对高职高专教育出台的一系列政策和改革方案主要体现在以下几个方面:

- “就业导向”成为高职高专教育的共识。高职高专院校在办学过程中充分考虑市场需求,用“就业导向”的思想制定招生和培养计划。
- 加快“双师型”教师队伍建设。已建立12个国家高职高专学生和教师的实训基地。
- 对学生实行“双认证”教育。学历文凭和职业资格“双认证”教育是高职高专教育特色之一。
- 高职高专教育以2年学制为主。从学制入手,加快高职高专教学方向的改革,充分办出高职高专教育特色,尽快完成紧缺人才的培养。
- 开展精品专业和精品教材建设。已建立科学的高职高专教育评估体系和评估专家队伍,指导、敦促不同层次、不同类型的学校办出一流的教育。

在教育部关于“高职高专”教育思想和方针指导下,科学出版社积极参与到高职高专教材的建设中去。在组织教材过程中采取了“请进来,走出去”的工作方法,即由教育界的专家、领导和一线的教师,以及企事业从事人力资源工作的人员组成顾问班子,充分分析我国各地区的经济发展、产业结构以及人才需求现状,研究培养国家紧缺人才的关键要素,寻求切实可行的教学方法、手段和途径。

通过研讨认识到,我国幅员辽阔,各地区的产业结构有明显的差异,经济发展也不平衡,各地区对人才的实际需求也有所不同。相应地,对相同专业和相近专业,不同地区的教学单位在培养目标和培养内容上也各有自己的定位。鉴于此,适应教育现状的教材建设应该具有多层次的设计。

为了使教材的编写能针对受教育者的培养目标,出版社的编辑分不同地区逐所学校拜访校长、系主任和老师,深入到高职高专学校及相关企事业,广泛、深入地教学第

一线的老师、用人单位交流,掌握了不同地区、不同类型的高职高专院校的教师、学生和教学设施情况,清楚了各学校所设专业的培养目标和办学特点,明确了用人单位的需求条件。各区域编辑对采集的数据进行统计分析,在相互交流的基础上找出各地区、各学校之间的共性和个性,有的放矢地制定选题项目,并进一步向老师、教育管理者征询意见,在获得明确指导性意见后完成“高职高专规划教材”策划及教材的组织工作:

- 第一批“高职高专规划教材”包括三个学科大系:经济管理、信息技术、建筑。
- 第一批“高职高专规划教材”在注意学科建设完整性的同时,十分关注具有区域人才培养特色的教材。
- 第一批“高职高专规划教材”组织过程正值高职高专学制从3年制向2年制转轨,教材编写将其作为考虑因素,要求提示不同学制的讲授内容。
- 第一批“高职高专规划教材”编写强调
 - ◆ 以就业岗位对知识和技能需求下的教材体系的系统性、科学性和实用性。
 - ◆ 教材以实例为先,应用为目的,围绕应用讲理论,取舍适度,不追求理论的完整性。
 - ◆ 提出问题→解决问题→归纳问题的教、学法,培养学生触类旁通的实际工作能力。
 - ◆ 课后作业和练习(或实训)真正具有培养学生实践能力的作用。

在“高职高专规划教材”编委的总体指导下,第一批各科教材基本是由系主任,或从教学一线中遴选的骨干教师执笔撰写。在每本书主编的严格审读及监控下,在各位老师的辛勤编撰下,这套凝聚了所有作者及参与研讨的老师们的经验、智慧和资源,涉及三个大的学科近200种的高职高专教材即将面世。我们希望经过近一年的努力,奉献给读者的这套书是他们渴望已久的适用教材。同时,我们也清醒地认识到,“高职高专”是正在探索中的教育,加之我们的水平和经验有限,教材的选题和编辑出版会存在一些不尽人意的地方,真诚地希望得到老师和学生的批评、建议,以利今后改进,为繁荣我国的高职高专教育不懈努力。

科学出版社

2004年6月1日

前 言

“数字电子技术”是二年制和三年制高职高专通信工程、电子工程、应用电子技术、计算机应用等电子类专业的一门专业基础课程。因为高职高专培养人才方向是以“实用型、技能性”为主要目标的,本书在编写过程中紧扣这一基本要求,并考虑到二年制和三年制高职高专层次学生的文化基础知识结构特点以及学制短、教学时数有限的实际情况,结合编者近几年从事高职高专教学的经验,删去了一些与实际联系不大的内容,对全书中所讲的内容进行了重新排列组合,以便二年制和三年制高职高专院校根据不同的学时数选讲其中的有关章节。我们力图为读者提供一本通俗易懂,既便于自学和教学,又适合就业实际需要的数字电子技术教材。

本书内容包括数字电路基础、逻辑函数化简、组合逻辑电路、集成组合电路的应用、时序逻辑电路、集成时序电路的应用、脉冲的产生和变换、数/模与模/数转换、存储器与可编程逻辑部件。

在编写过程中,编者围绕以实用为主,理论上够用为度这一基本思想,针对以往使用的一些同类书籍大多都理论性明显偏高,不大适应高职高专学生对基本知识、基本技能及理论联系实际的需求这一状况,为了达到毕业生一出校门就能很快投入实际工作这一目的,本书在编写过程中做了较大的改革尝试,归纳起来有以下几点:

(1) 对于二年制和三年制高职高专学生都必须掌握的数字电路基本内容,数字电子技术的基础知识、组合电路与时序电路分析和设计的基本理论等,采用以大量例题的形式作详细介绍和透彻分析的方法,即以“例”来讲“理”。例如由函数表达式快速填写真值表和卡诺图的方法、快速画函数波形图的技巧、用 JK 触发器分区化简设计时序电路的基本技能等都使用了这种讲授形式,以便使读者能尽快掌握这些数字电子技术中的核心内容。

(2) 在内容的处理上,注重抓主要矛盾和基本功训练;在内容取舍上,删去了一些不用或很少使用的最大项的概念、异步时序电路的设计、并行比较型 ADC、速度较慢的间接法双积分 ADC 等内容,对于常用的集成电路原理及应用采取抓主要技能训练的办法,通过组合电路分析的实例,顺理成章地介绍了集成 74LS153 数据选择器、集成 74LS85 四位数值大小比较器、集成四位加法器 74LS283 等。通过结合组合电路和时序电路设计这一基本功训练,紧接着介绍了以这些基本功为基础的 74LS138 的译码器、74LS148 优先编码器、74LS47 数字显示译码器等,这样做的目的是试图通过基础理论和基本功训练,来扩大学生实用技能,以免在实际工作中对各种常用集成电路感到生疏,这些内容大都放在二年制和三年制高职高专院校必讲的章节中。至于第 4 章集成组合电路的应用和第 6 章集成时序电路的应用,则单独编为两章,以供不同学时的二年制或三年制选择,可讲或可不讲。对于第 8 章的数/模与模/数转换,因为这些内容是实际工作中必须了解的,而又不必花费大力气去讲和训练,教学中可以根据实际情况采用讲座形式或学生自学的办法达到目的。这三章内容既可使毕业生在实际工作中作为参考,也可作为教学中留有足够的取舍余地。综上所述,在内容处理上是以保证基础知识和基本功训

练为前提的。

(3) 本书中有数量较多的综合训练举例, 这些内容并非讲解的重点, 根据学时量的多少可以部分删去或全部删去, 但为了使学生在校期间能对数字电子技术有一个较宽的知识面, 这些用多个不同种类的集成电路综合在一起完成某一特殊功能的知识应该在教材中体现出来, 使学生能通过自学简单了解一下, 对毕业后尽快适应实际工作也是大有帮助的。这方面的内容书中有用多种集成电路构成的显示器工作原理、加法器判 9 电路、控制逐次逼近式模/数转换的时序分配器电路、序列信号发生器及同步时序电路设计中对一些较复杂的问题建立原始状态图等。

(4) 教材内容便于二年制和三年制高职高专院校分别选讲。例如二年制由于学时少, 仅选讲第 1 章数字电路基础、第 2 章逻辑函数化简、第 3 章组合逻辑电路、第 5 章时序逻辑电路、第 7 章脉冲的产生和变换这五章的内容即可, 对于目录中打有※符号的内容均可删去不讲, 这样大约用 50 学时就足以学完。对于三年制大专来说, 可增加第 4 章集成组合电路的应用和第 6 章集成时序电路的应用、第 9 章存储器与可编程逻辑部件, 这三章内容也可根据学时数予以取舍, 至于第 8 章数/模与模/数转换以及书中打有※号的内容, 完全可用讲座方法予以简单介绍, 这样大约用 70 学时的教学时数即可完成, 若教学时数仍嫌偏多, 各章中一些例题, 如七段显示器的工作过程、十进制计数器 74LS192 等的举例亦可删去。

本教材除了二年制和三年制高职高专使用外, 也可作为夜大、函大、学历考试、自学考试教材, 由于本书通俗易懂、取舍范围宽, 还可供少学时量的非电类本科专业选用。

本书由王仁道担任主编, 副主编分别由李峰泉和王英楠担任, 参加本书编写的还有丁谊、孙建民、张亚利、袁秀娟, 由杨永生任主审。

由于编者水平有限, 编写时间又短促, 书中一定存在不足和疏漏, 殷切希望广大读者批评指正。

编 者

2004 年 6 月

目 录

第 1 章 数字电路基础.....	1
1.1 数制与转换.....	1
1.1.1 进位计数制.....	1
1.1.2 数制转换.....	2
1.2 常用代码.....	5
1.2.1 8421BCD 码.....	6
1.2.2 2421BCD 码和 5421BCD 码.....	7
1.2.3 余 3 BCD 码.....	7
1.2.4 可靠性代码.....	7
1.3 数字电路概述.....	10
1.3.1 数字信号与模拟信号.....	10
1.3.2 数字电路.....	10
1.3.3 研究数字电路的基本工具.....	11
1.4 逻辑运算与常用逻辑门电路.....	12
1.4.1 三种基本逻辑关系与基本逻辑门电路.....	13
1.4.2 常用复合逻辑.....	15
习题.....	18
第 2 章 逻辑函数化简.....	20
2.1 布尔代数的基本公式和规则.....	20
2.1.1 基本公式.....	20
2.1.2 基本规则.....	23
2.2 逻辑函数的代数化简法.....	24
2.2.1 化简的目的.....	24
2.2.2 逻辑函数化简原则.....	25
2.2.3 代数法化简举例.....	26
2.3 逻辑函数的卡诺图化简法.....	27
2.3.1 卡诺图的结构.....	28
2.3.2 逻辑函数的卡诺图表示法.....	30
2.3.3 卡诺图化简逻辑函数的原理.....	32
2.3.4 用卡诺图化简逻辑函数的步骤.....	34
2.4 包含无关项的逻辑函数的化简.....	34
2.4.1 含有无关项的逻辑函数.....	34
2.4.2 含有无关项的逻辑函数的最简与或式.....	36
2.5 逻辑函数的五种常用表达形式.....	38
2.5.1 与或式及与非式.....	38
2.5.2 与或非式、或与式及或非式.....	38

2.5.3 含有无关项的逻辑函数的五种形式	40
习题	41
第3章 组合逻辑电路	43
3.1 集成逻辑门	43
3.1.1 LSTTL 与非门	44
3.1.2 其他 TTL 门电路	45
3.1.3 OC 门	45
3.1.4 三态门及使能端和功能端	46
3.1.5 TTL 门电路多余输入端子的处理方法	48
3.1.6 MOS 集成逻辑门	48
3.2 组合逻辑电路的分析	49
3.2.1 组合逻辑电路的特点	49
3.2.2 组合逻辑电路的一般分析方法举例	50
3.3 组合逻辑电路的设计	54
3.4 组合电路设计中的险象及其消除	60
3.4.1 险象产生的原因	60
3.4.2 险象的检查与消除方法	61
习题	62
第4章 集成组合电路的应用	65
4.1 译码器在组合电路中的应用	65
4.1.1 含有 74LS138 译码器的组合电路的分析	65
4.1.2 74LS138 译码器的组合电路设计	69
4.2 数据选择器在组合电路中的应用	71
4.2.1 含有数据选择器的组合电路的分析	72
4.2.2 用数据选择器设计组合电路	73
4.3 集成组合电路用途的扩展	77
4.3.1 3-8 译码器 74LS138 的功能扩展	77
4.3.2 数据选择器的功能扩展	79
4.3.3 加法器用途的扩展	80
4.4 组合集成电路综合应用举例	82
习题	84
第5章 时序逻辑电路	87
5.1 触发器	87
5.1.1 基本 RS 触发器	88
5.1.2 RS 触发器	89
5.1.3 D 触发器	91
5.1.4 JK 触发器	91
5.1.5 T 触发器和 T' 触发器	93
5.1.6 集成触发器的触发方式及符号图	93

5.2	同步时序电路的分析.....	97
5.3	异步时序电路的分析.....	103
5.4	同步时序电路的设计.....	108
5.4.1	莫尔型同步时序电路设计举例	108
5.4.2	米里型时序逻辑电路设计举例	114
	习题.....	119
第 6 章	集成时序电路的应用	124
6.1	十进制计数器.....	124
6.1.1	异步集成计数器 74LS90.....	124
6.1.2	同步十进制可逆计数器 74LS192.....	130
6.2	十六进制计数器.....	132
6.3	寄存器和移位寄存器.....	136
6.3.1	锁存器	136
6.3.2	基本寄存器	136
6.3.3	移位寄存器	137
	习题.....	142
第 7 章	脉冲的产生和变换	147
7.1	555 定时器电路	147
7.1.1	或非门组成的基本 RS 触发器	147
7.1.2	555 定时器电路的组成	148
7.1.3	555 定时器的工作原理及功能表	150
7.2	施密特触发器.....	150
7.2.1	用 555 定时器构成的施密特触发器	151
7.2.2	施密特触发器的主要应用	152
7.3	单稳态触发器.....	153
7.3.1	单稳态触发器的电路组成	153
7.3.2	电路工作原理	154
7.3.3	单稳态触发器的主要应用	156
7.4	多谐振荡器	156
7.4.1	多谐振荡器工作原理	156
7.4.2	多谐振荡器应用举例	158
	习题.....	159
第 8 章	数/模与模/数转换.....	160
8.1	数/模转换.....	160
8.1.1	D/A 转换在数字系统中的应用.....	160
8.1.2	R-2R 倒 T 型 DAC 电路.....	161
8.1.3	恒流源电流 DAC 电路.....	163
8.1.4	DAC 的主要性能指标.....	164
8.2	模/数转换.....	165

8.2.1 时序分配器	165
8.2.2 逐次逼近型 A/D 转换器的组成	166
8.2.3 逐次逼近式 ADC 工作过程	168
习题	170
第 9 章 存储器与可编程逻辑器件	171
9.1 随机存取存储器	171
9.1.1 RAM 的结构及存储容量	172
9.1.2 六管静态 MOS 基本存储电路 (SMOS)	175
9.1.3 动态 RAM (DRAM)	176
9.2 只读存储器 (ROM)	176
9.2.1 ROM 电路原理	177
9.2.2 ROM 在组合电路中的应用	179
9.2.3 用于研究开发或者小批量生产的 ROM	180
9.3 可编程逻辑器件	182
9.3.1 可编程逻辑阵列 PLA 的功能与应用	182
9.3.2 其他可编程逻辑器件简介	185
9.4 组合逻辑电路设计方法总结	186
习题	189
附录一 数字电子技术实验	191
实验一 门电路逻辑功能及主要参数测试	191
一、实验前准备	191
二、实验内容和步骤	192
三、实验报告	193
实验二 组合逻辑电路的分析与设计	194
一、实验前准备	194
二、实验内容和步骤	194
三、实验报告	195
实验三 触发器功能测试及应用	196
一、实验前准备	196
二、实验内容和步骤	196
三、实验报告	197
实验四 计数、译码、显示综合实验	197
一、实验前准备	197
二、实验内容和步骤	198
三、实验报告	200
实验五 移位寄存器功能测试及应用	200
一、实验前准备	200
二、实验内容和步骤	201
三、实验报告	202

实验六 555 集成定时器及其应用	203
一、实验前准备	203
二、实验内容和步骤	203
三、实验报告	205
实验七 D/A 转换与 A/D 转换实验	205
一、实验前准备	205
二、实验内容和步骤	206
三、实验报告	206
附录二 常用数字集成电路	207
一、系列 TTL 数字逻辑电路	207
二、4000 系列 CMOS 数字逻辑电路	211

第 1 章 数字电路基础



知识点

- 数制与常用代码及其相互转换
- 研究数字电路的基本工具——真值表和逻辑函数
- 逻辑运算与常用逻辑门电路



难点

- 十进制数与各种进制及 BCD 码的转换
- 由真值表得到最小项逻辑函数表达式
- 异或门和同或门



要求

掌握：

- 各种 BCD 码的组成规律及相互转换方法
- 各种门电路的符号及逻辑表达式
- 真值表与逻辑表达式的相互关系

了解：

- 数字信号与模拟信号的区别
- 数字电路的特点
- 未经化简的逻辑函数电路图

1.1 数制与转换

各种数字设备只能处理二进制数或用二进制代码表示的内容，而人们所熟悉的十进制数不能被数字设备直接接受和处理，因此，只有把十进制数或其他信息首先转换成二进制数或二进制代码的形式才能被数字系统处理。此外，经数字设备运算、处理的结果仍为二进制数形式，它所代表的意思仍然不易被人们所理解，为了更好地实现人机对话，首先应当掌握各种数制、各种代码的特点以及相互之间的转换规律，即研究数字电路中使用的真值表、函数表达式这些基本工具，也和各种数制及代码之间的转换有着密切联系。因此，从这个意义上来说，各种数制与二进制数间的转换以及各种代码与二进制数之间的关系，应该说是数字电子技术中最为基础的内容。

1.1.1 进位计数制

除了日常生活中使用的逢十进一的十进制外，还有许多其他的进位制，例如，计算机中使用的是逢二进一的二进制，数字系统也常用到八进制、十六进制等。

无论用哪种进位计数制，数值的表示都包含两个基本要素：进位基数和数位的权值。

① 进位基数：在一个数位上，规定使用的数码符号的个数叫该进位计数制的进位基数（J）或进位模数（M），例如十进制数，每个数位规定使用的数码符号为：0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9，共 10 个符号，因而其进位基数 $J=10$ 或进位模数 $M=10$ ，该数位计满 J 就向其高位进 1，即“逢 J 进一”，例如，十进制为逢十进一、八进制为逢八进一、十六进制为逢十六进一等等。

② 数位的权值：某个数位上数码为 1 时所表征的数值称为该数位的权值，简称为“权”，例如，十进制中的符号“1”，在个位上表示 10^0 ，即 1；在十位上则表示 10^1 ，即 10；在百位上则表示 10^2 ，即 100；在小数点后第一位上表示 10^{-1} ，即 0.1 等等，因此，要表示一个 J 进制数的大小，可用各数位的数码 a_i 与该数位的权值 J^i 相乘之后累加来表示，这种方法称为按权展开法。

下面介绍四种常用的进位计数制及其按权展开情况。

1. 十进制

十进制数用下标“10”或“D”来表示，例如

$$(368.258)_{10} = 3 \times 10^2 + 6 \times 10^1 + 8 \times 10^0 + 2 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2} + 8 \times 10^{-3}$$

2. 二进制

二进制数用下标“2”或“B”来表示，它的每个数位只有 2 个数码符号，即 0, 1，进位基数 $J=2$ ，其计数规则为逢二进一，例如

$$(1011.01)_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$$

3. 八进制

八进制数用下标“8”或“O”来表示，它的每个数位可有 8 个数码符号，即 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7，进位基数 $J=8$ ，其计数规则为逢八进一，例如

$$(752.34)_8 = 7 \times 8^2 + 5 \times 8^1 + 2 \times 8^0 + 3 \times 8^{-1} + 4 \times 8^{-2}$$

因为 $2^3=8$ ，所以 3 位二进制数可用 1 位八进制数来表示。

4. 十六进制

十六进制数用下标“16”或“H”来表示，它的每个数位可有 16 个数码符号，即 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F，进位基数 $J=16$ ，其计数规则为逢十六进一，例如

$$(BD2.3C)_{16} = 11 \times 16^2 + 13 \times 16^1 + 2 \times 16^0 + 3 \times 16^{-1} + 12 \times 16^{-2}$$

因为 $2^4=16$ ，所以 4 位二进制数可用 1 位十六进制数来表示。

在计算机应用系统中，二进制主要用于机器内部的数据处理，八进制和十六进制主要用于书写程序，十进制主要用于运算最终结果的输出，另外，十六进制数还经常用来表示内存的地址，例如 $(8FD9)_{16}$ 表示要寻找该地址的存储单元。

1.1.2 数制转换

1. 非十进制数转换为十进制数

其方法为：按权展开相加法。具体步骤是先按权展开成多项式，然后按十进制计算

规则求其和。

【例 1-1】① $(2A.8)_{16} = (?)_{10}$

② $(165.2)_8 = (?)_{10}$

③ $(10101.11)_2 = (?)_{10}$

解：① $(2A.8)_{16} = 2 \times 16^1 + 10 \times 16^0 + 8 \times 16^{-1} = 32 + 10 + 0.5 = (42.5)_{10}$

② $(165.2)_8 = 1 \times 8^2 + 6 \times 8^1 + 5 \times 8^0 + 2 \times 8^{-1} = 64 + 48 + 5 + 0.25 = (117.25)_{10}$

③ $(10101.11)_2 = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = (21.75)_{10}$

2. 十进制数转换为其他进制数

十进制转换成其他进制数，对于整数部分，采取除 J 取余法；对于小数部分，采取乘 J 取整法。具体方法可由以下各例表明。

【例 1-2】 $(43.6875)_{10} = (?)_2$

解：整数部分，用除 2 取余法得

2	43	余数	
2	21	.....	1
2	10	.....	1
2	5	.....	0
2	2	.....	1
2	1	.....	0
	0	.....	1

最低位 (LSB)
↑
最高位 (MSB)

所以

$$(43)_{10} = (101011)_2$$

小数部分，用乘 2 取整法得

	0.6875	整数	
×	2		最高位 (MSB)
	1.3750	.....	1
×	2		
	0.750	.....	0
×	2		
	1.50	.....	1
×	2		
	1.0	.....	1
			最低位 (LSB)

所以

$$(0.6875)_{10} = (0.1011)_2$$

综合以上两部分得

$$(43.6875)_{10} = (101011.1011)_2$$

【例 1-3】 $(427.85)_{10} = (?)_{16}$

解：整数部分，用除 16 取余法得

16	427	余数	
16	26	.....	11=B
16	1	.....	10=A
	0	.....	1=1

最低位 (LSB)
 ↑
 最高位 (MSB)

即

$$(427)_{10} = (1AB)_{16}$$

小数部分, 用乘 16 取整法得

0.85	整数	最高位 (MSB)
× 16		
13.6	.....	13=D
× 16		
9.6	.....	9=9
× 16		
9.6	.....	9=9
⋮	⋮	最低位 (LSB)

即

$$(0.85)_{10} = (0.D99\cdots)_{16}$$

综合以上两部分得

$$(427.85)_{10} = (1AB.D99\cdots)_{16}$$

【例 1-4】 $(427.35)_{10} = (?)_8$

解: 整数部分, 用除 8 取余法得

8	427	余数	
8	53	.....	3
8	6	.....	5
	0	.....	6

最低位 (LSB)
 ↑
 最高位 (MSB)

即

$$(427)_{10} = (653)_8$$

小数部分, 用乘 8 取整法得

0.35	整数	最高位 (MSB)
× 8		
2.8	.....	2
× 8		
6.4	.....	6
× 8		
3.2	.....	3
× 8		
1.6	.....	1
⋮	⋮	最低位 (LSB)

即

$$(0.35)_{10} = (0.2631\cdots)_8$$

综合以上两部分得

$$(427.35)_{10} = (653.2631\cdots)_8$$